

## TECHNICAL NOTE

SUMITOMO CHEMICAL

超高耐热工程塑料

**SUMIKA<sup>TM</sup>SUPER LCP**  
液晶性全芳香族聚酯Liquid  
Crystalline  
Polyester

## 关于 SUMIKASUPER LCP 的注意点

本资料记载内容皆基于当前已知的资料,情报,数据而作成,可能会因有新发现而改订。

### (1) 使用

安全使用 SUMIKASUPER LCP 需注意以下要点。本公司另有制作安全技术说明书(SDS; Safety Data Sheet),请务必在使用前阅读,确认使用中的安全事项。与 SUMIKASUPER LCP 同时使用的添加剂等,其安全性等相关内容请自行调查。

#### ① 安全卫生

SUMIKASUPER LCP 在干燥,熔融过程中会产生气体,请避免吸入以及接触眼睛与皮肤。另外,请勿直接接触高温树脂。在进行干燥,熔融等作业时,必须设置局部排气装置以及佩戴保护用具(如防护眼镜,手套等)

#### ② 关于燃烧

SUMIKASUPER LCP 属于难燃性(UL94 V-0级别)材料,但在使用,保存时请远离高温以及火源。万一被点燃时可能产生有毒气体。可使用水,泡沫灭火器,干粉灭火器进行灭火。

#### ③ 关于废弃

SUMIKASUPER LCP 可填埋或焚烧处理。填埋处理时需遵守[废弃物处理以及清扫的相关法律],请委托有资质的工业废弃物处理从业人员或公共团体。焚烧时请使用符合大气污染防治法等法律法规要求的设备。焚烧作业可能会产生有毒气体。

#### ④ 关于保存

SUMIKASUPER LCP 需避免阳光直射,远离漏水以及潮湿环境,在常温下保存。

### (2) 关于符合标准

SUMIKASUPER LCP 的主要牌号都已达到UNDERWRITERS LABORATORIES INC.规定的UL94,UL746标准,也达到电气用品安全法的球压温度标准。详细内容可参考本手册,或联络本公司担当人员。如有其他特殊用途也请联系我们。

### (3) 关于管制货物

SUMIKASUPER LCP 的各牌号不在日本出口贸易管理令第1项至第15项的限制清单中。但是,受到同管理令附表1的16项的限制(catch-all control)。

### (4) 其他

所列的数据均为对应产品的测试结果代表数据,并不能作为产品品质保证的依据。

使用时请注意专利等知识产权。

## SUMIKASUPER LCP 技术手册 目录

|                                   |    |
|-----------------------------------|----|
| 1. LCP的特征及牌号构成                    | 03 |
| 1-1 LCP的特征                        | 03 |
| 1-2 LCP的牌号构成                      | 05 |
| 2. LCP的物性表                        | 09 |
| 3. LCP的物性                         | 13 |
| 3-1 LCP的耐热性                       | 13 |
| 3-2 LCP的机械性能                      | 18 |
| 3-3 LCP的尺寸稳定性                     | 23 |
| 3-4 LCP的阻燃性                       | 26 |
| 3-5 LCP的化学稳定性                     | 28 |
| 3-6 LCP的电性能                       | 29 |
| 3-7 其他                            | 31 |
| 4. LCP的射出成型                       | 34 |
| 4-1 LCP的射出成型条件                    | 34 |
| 4-2 LCP的成型加工性                     | 41 |
| 4-3 LCP的射出成型机・模具设计                | 44 |
| 4-4 LCP的回收利用                      | 49 |
| 5. LCP的二次加工技术                     | 51 |
| 5-1 LCP的焊接                        | 51 |
| 5-2 LCP的超声波焊接                     | 51 |
| 5-3 LCP的红外线 (IR) 焊接               | 52 |
| 5-4 LCP的CVT (IR+震动) 焊接            | 52 |
| 5-5 LCP的激光焊接                      | 53 |
| 5-6 LCP的粘接                        | 53 |
| 6. LCP的用途                         | 54 |
| 6-1 SUMIKASUPER LCP 电气电子用途推荐指南    | 54 |
| 6-2 SUMIKASUPER LCP 连接器用途推荐指南     | 56 |
| 6-3 SUMIKASUPER LCP 光学读存头线圈用途推荐指南 | 61 |
| 6-4 SUMIKASUPER LCP 绕线圈骨架用途推荐指南   | 62 |
| 6-5 SUMIKASUPER LCP OA用途推荐指南      | 63 |
| 6-6 SUMIKASUPER LCP 继电器用途推荐指南     | 64 |
| 6-7 SUMIKASUPER LCP 汽车用途推荐指南      | 65 |
| 6-8 SUMIKASUPER LCP LED用途推荐指南     | 66 |
| 6-9 SUMIKASUPER LCP 食品用途推荐指南      | 67 |
| 7. LCP的材料认证                       | 68 |

## 1. SUMIKASUPER LCP 的特征及牌号构成

### 1-1 SUMIKASUPER LCP 的特征

#### 所谓 SUMIKASUPER LCP

SUMIKASUPER LCP 是工程塑料中具有最高级别耐热性的液晶性全芳香族聚酯 (Thermotropic Liquid Crystalline Polyester), 其具有以下的主链结构。是液晶高分子 (以下简称为 LCP) 中的一种。

图1-1-1 SUMIKASUPER LCP 的皮层芯层构造及照片

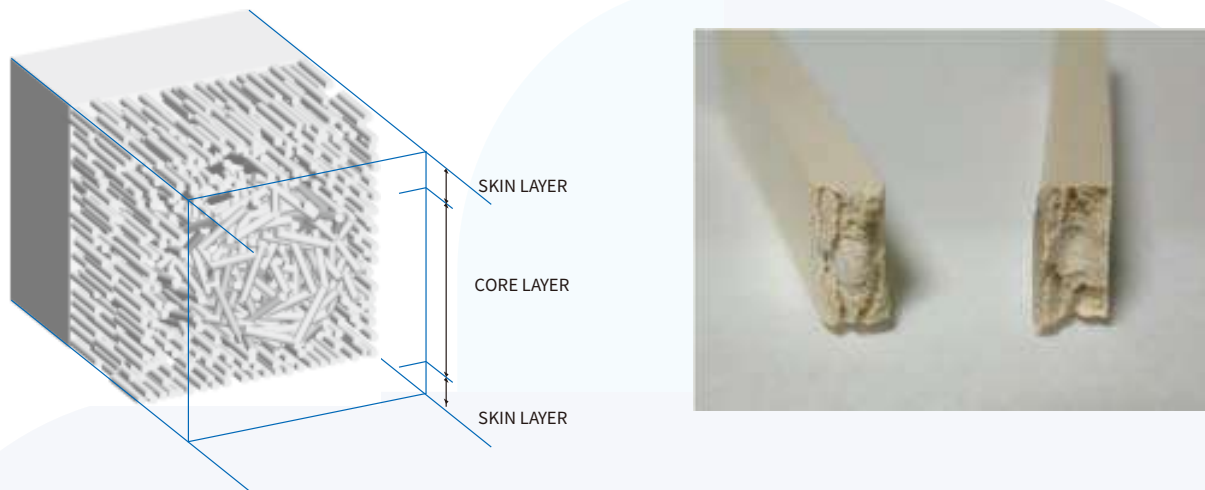
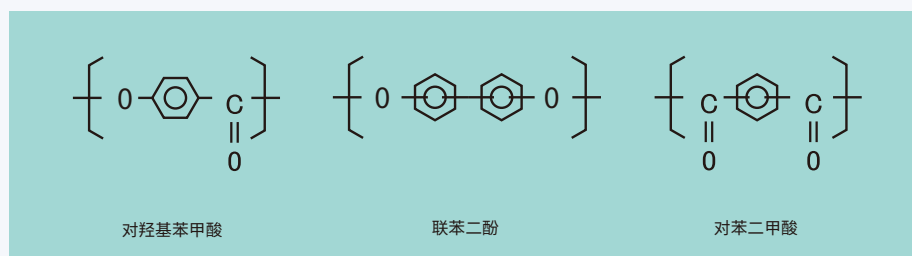


图1-1-2 SUMIKASUPER LCP 的代表化学构造



LCP 在熔融状态下呈液晶状态, 因此而得名液晶高分子。因此, LCP 具有其他高分子所不具备的特殊性, 即在偏光显微镜下将其升高温度至熔融时可观察到透光量大幅上升。

图1-1-3 熔融液晶观察装置

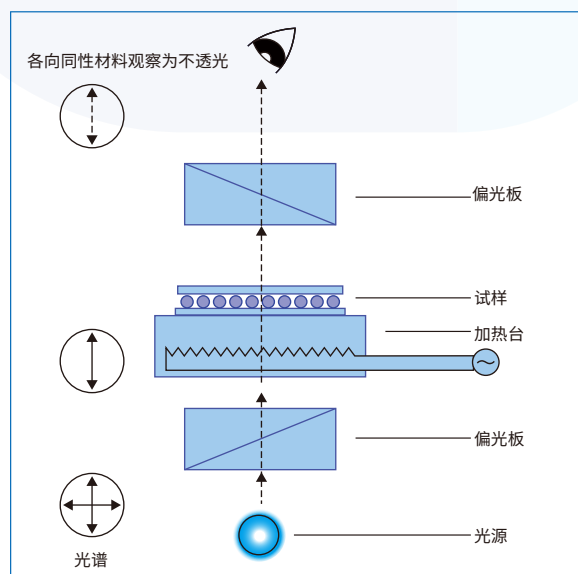


图1-1-4 温度与透光量的关系 (用偏光显微镜观察)

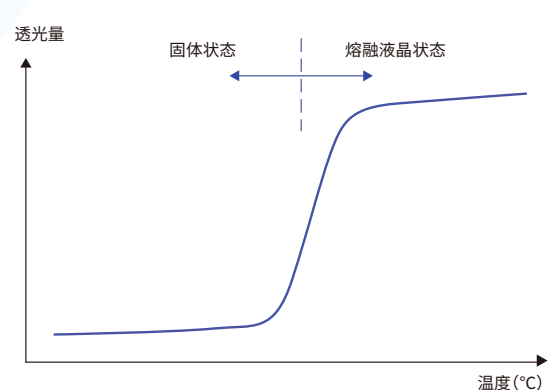
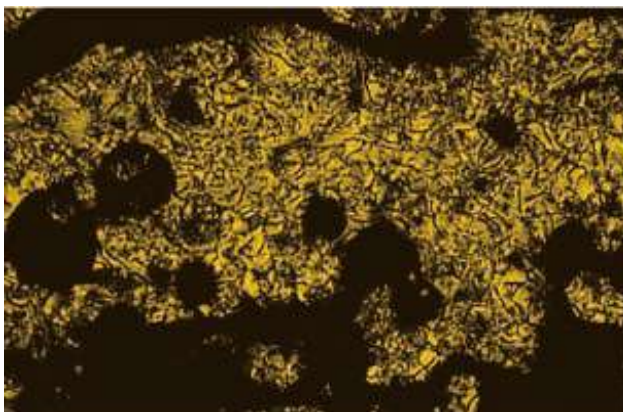
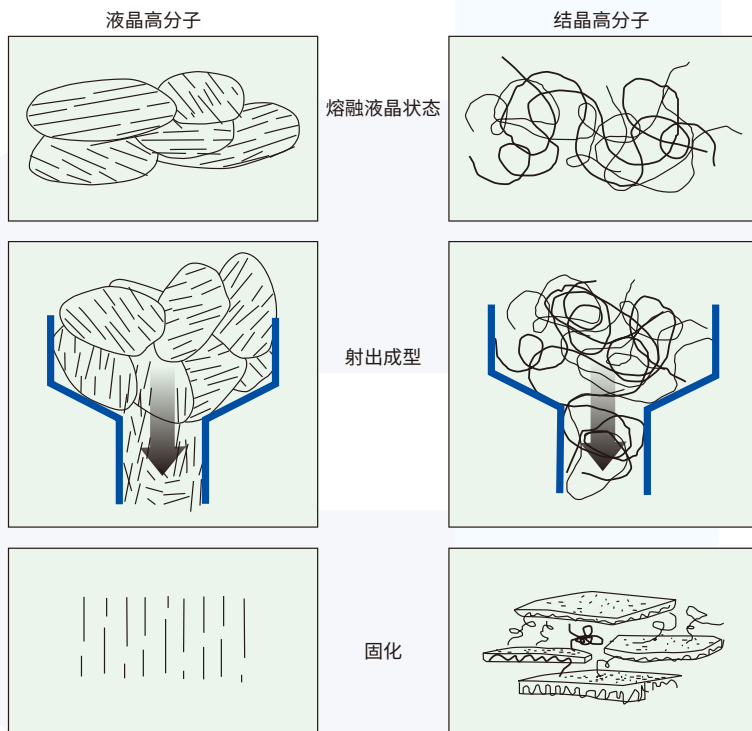


图1-1-5 SUMIKASUPER LCP 的偏光显微镜照片



SUMIKASUPER LCP 在液晶化温度以上呈现为液晶状态(结晶状态)。通过射出成型,液晶分子被取向排列,表现出高强度,高模量,高流动,低线性膨胀系数等液晶化导致的特征。

图1-1-6 SUMIKASUPER LCP 的构造



### LCP的性质与特征

SUMIKASUPER LCP 为液晶性全芳香族聚酯,故其具有基于液晶性与全芳香族两者的性质。

表1-1-1 液晶性全芳香族聚酯的特征

| 基于液晶性的特性 → 分子取向的效果                                                                                                                                  |                                                                                   | 基于全芳香族的特性                                                                                                                            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 优点                                                                                                                                                  | 缺点                                                                                |                                                                                                                                      |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 高强度、高刚性</li> <li>■ 低粘度、高流动性</li> <li>■ 低收缩率、低线性膨胀系数(流动方向)</li> <li>■ 快速固化、不易飞边</li> <li>■ 低模具温度</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 各向异性(强度,收缩)</li> <li>■ 低结合线强度</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 高耐热性(高DTUL,耐热老化性)</li> <li>■ 耐焊锡</li> <li>■ 阻燃性</li> <li>■ 低吸水</li> <li>■ 耐化学试剂性</li> </ul> |

## 1-2 LCP的牌号构成

### 牌号构成以及牌号特征

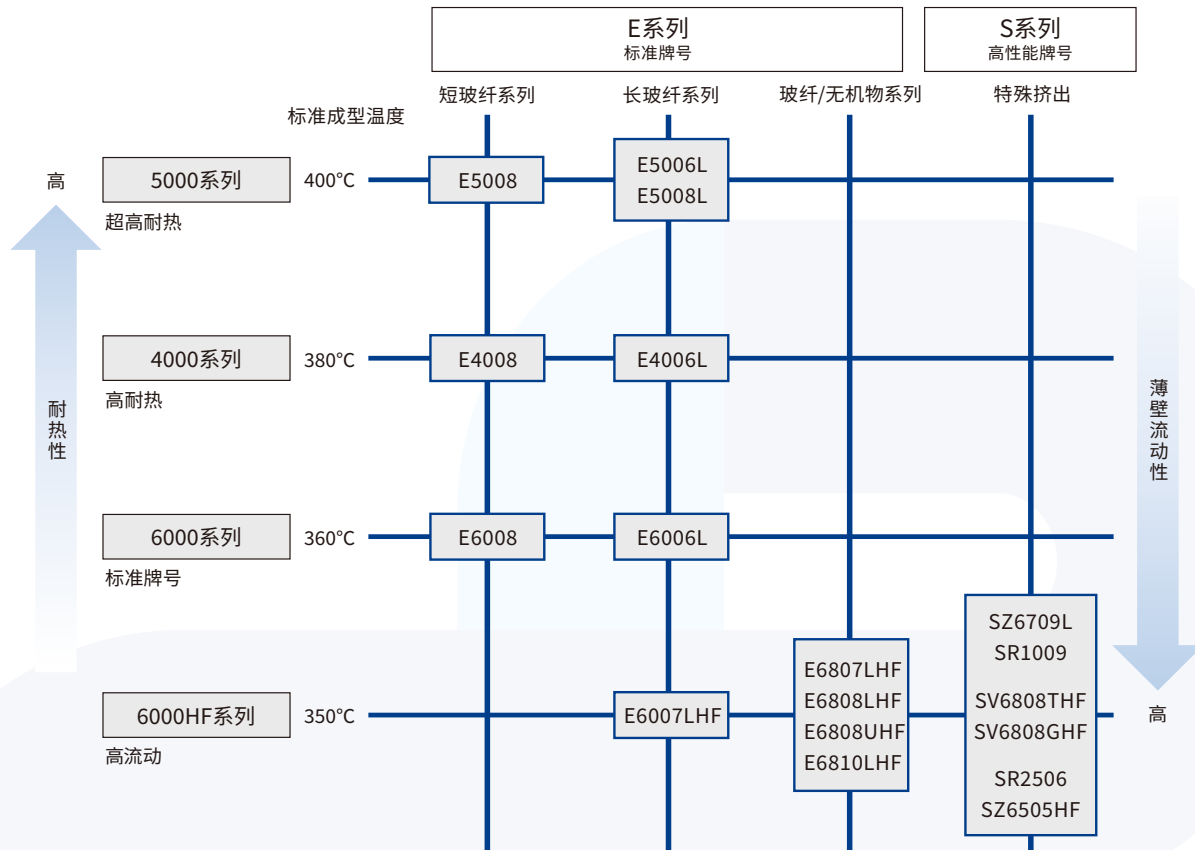
SUMIKASUPER LCP 有E5000、E4000、E6000、E6000HF、SZ、SV、SR系列等业界首屈一指的强大阵容。下表中列举了 SUMIKASUPER LCP 的代表牌号的特征与相关的信息。另外本公司也有针对其他用途所开发的最合适的牌号，如有需求请与本公司担当人员联系。

表1-2-1 SUMIKASUPER LCP 的牌号与特征

| 系列        | 代表牌号        | 总填充量 (%) | 填充材料    | 特征               | DTUL (°C) ※1 | 标准成型温度 (°C) |
|-----------|-------------|----------|---------|------------------|--------------|-------------|
| E5000系列   | E5006L      | 30       | 玻璃纤维    | 超高耐热/高强度/低线性膨胀系数 | 355          | 400         |
|           | E5008       | 40       | 玻璃纤维    | 超高耐热/低线性膨胀系数     | 335          |             |
|           | E5008L      | 40       | 玻璃纤维    | 超高耐热/低收缩率        | 339          |             |
|           | E52008      | 40       | 玻璃纤维    | 超高耐热/高流动性        | 336          |             |
|           | E5204L      | 20       | 玻璃纤维/无机 | 超高耐热/低热传导率/低介电常数 | 351          |             |
| E4000系列   | E4006L      | 30       | 玻璃纤维    | 高耐热/低收缩率         | 324          | 380         |
|           | E4008       | 40       | 玻璃纤维    | 高耐热/高强度          | 326          |             |
|           | E4009       | 45       | 玻璃纤维    | 高耐热/高强度          | 326          |             |
|           | E4205R      | 25       | 玻璃纤维/无机 | 高耐热/低热传导率/低介电常数  | 305          |             |
| E6000系列   | E6006       | 30       | 玻璃纤维    | 高强度/高流动性/脱膜改良    | 280          | 360         |
|           | E6006L      | 30       | 玻璃纤维    | 高强度/低收缩率/脱膜改良    | 284          |             |
|           | E6007AS     | 35       | 玻璃纤维/无机 | 防静电              | 274          |             |
|           | E6008       | 40       | 玻璃纤维    | 高强度/高流动          | 279          |             |
|           | E6008 KE    | 40       | 玻璃纤维    | 高强度/高流动          | 276          |             |
|           | E6205L      | 25       | 玻璃纤维/无机 | 低热传导率/低介电常数      | 258          |             |
|           | E6807T      | 35       | 无机      | 表面平滑             | 262          |             |
|           | E6809U      | 45       | 玻璃纤维/无机 | 低翘曲/高耐热/高流动性     | 270          |             |
|           | E6809T      | 45       | 无机      | 表面平滑             | 262          |             |
| E6000HF系列 | E6007LHF    | 35       | 玻璃纤维    | 低翘曲/高强度          | 269          | 350         |
|           | E6007LHF-MR | 35       | 玻璃纤维    | 低翘曲/高强度/脱膜改良     | 269          |             |
|           | E6807LHF    | 35       | 玻璃纤维/无机 | 低翘曲/高强度          | 269          |             |
|           | E6808LHF    | 40       | 玻璃纤维/无机 | 低翘曲/高强度          | 274          |             |
|           | E6808GHF    | 40       | 玻璃纤维/无机 | 低翘曲/高流动/高强度      | 268          |             |
|           | E6808UHF    | 40       | 玻璃纤维/无机 | 低翘曲/高流动          | 240          |             |
|           | E6810LHF    | 50       | 玻璃纤维/无机 | 低翘曲/低收缩率/低异向性    | 266          |             |
|           | E6810KHF    | 50       | 玻璃纤维/无机 | 低翘曲/低收缩率/低异向性    | 265          |             |
| SV6000 系列 | SV6808THF   | 40       | 玻璃纤维/无机 | 超低翘曲/高流动         | 270          | 360         |
|           | SV6808GHF   | 40       | 玻璃纤维/无机 | 低翘曲/高流动/高强度      | 255          |             |
|           | SV6808L     | 40       | 玻璃纤维/无机 | 低翘曲/高流动/高强度      | 293          |             |
| SR1000 系列 | SR1009      | 45       | 玻璃纤维    | 超高强度/高流动性        | 277          | 360         |
|           | SR1009L     | 45       | 玻璃纤维    | 超高强度/高硬度         | 286          |             |
|           | SR1205L     | 25       | 玻璃纤维/无机 | 低介电常数/低介电损耗      | 252          |             |
| SR2000 系列 | SR2506      | 30       | 玻璃纤维/无机 | 低翘曲/薄壁超高流动       | 239          | 350         |
|           | SR2507      | 35       | 无机      | 超低翘曲/薄壁超高流动      | 240          |             |
| SZ 系列     | SZ6505HF    | 25       | 无机      | 低翘曲/超高流动         | 244          |             |
|           | SZ6506HF    | 30       | 无机      | 低翘曲/超高流动         | 245          |             |
|           | SZ4506      | 30       | 无机      | 低翘曲/高耐热/表面平滑     | 296          | 380         |
|           | SZ6709L     | 45       | 玻璃纤维/无机 | 超白色度             | 275          | 350         |

※1 ASTM D648 1.82MPa 下测定  
部分牌号只接受定制生产。

图1-2-1 SUMIKASUPER LCP 代表牌号的特征



关于如何选择牌号, 请与本公司担当人员联系。

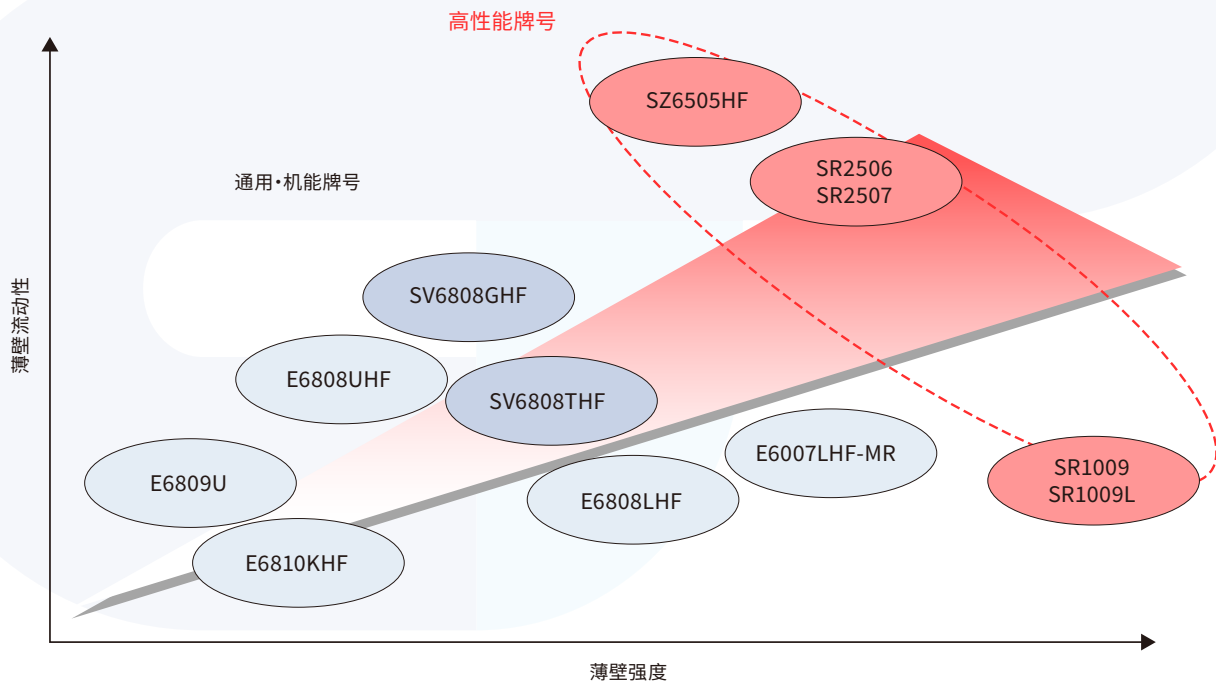
**SUMIKASUPER LCP 的高流动·低翘曲牌号**

近年，在250~270℃高温下的回流焊接技术为特点的表面组装技术（SMT：Surface Mount Technology）成为电子产品制造中新一代的组装技术。LCP具有优良的耐热性，尺寸稳定性，精密成形性，因此在可实施SMT的连接器中被广泛应用。SUMIKASUPER LCP 的SMT专用牌号，不仅可以应对SMT所需求的高温，并且在厚度0.2mm以下的产品中也能保持优良的薄壁流动性以及强度。SUMIKASUPER LCP 的高流动·低翘曲牌号的薄壁流动性以及强度定位如下表所示。牌号的选择请参考表1-2-2，图1-2-2，第6章LCP的用途推荐指南，或与本公司担当人员联系。

表1-2-2 SUMIKASUPER LCP 代表牌号与特长

| 填充材料              | 特长   |      | E系列                  | E/SV系列      | SZ/SR系列           |
|-------------------|------|------|----------------------|-------------|-------------------|
|                   |      |      | 标准牌号                 | 通用性能        | 高性能               |
| 玻璃纤维              | 标准牌号 |      | E6007LHF             | E6007LHF-MR | SR1009<br>SR1009L |
| 玻璃纤维/无机物<br>或仅无机物 | 低翘曲  | 标准牌号 | E6807LHF<br>E6808LHF | SV6808THF   | SZ6505HF          |
|                   |      | 高流动  | E6808UHF<br>E6808GHF | SV6808GHF   | SR2506            |
|                   |      | 低异向性 | E6810KHF             | E6809U      | SR2507            |

图1-2-2 SUMIKASUPER LCP 代表牌号的定位





### 牌号的标识方法

如下表所示,通过 SUMIKASUPER LCP 的牌号标识,能够大致理解其组成信息。但其中也有类似于超高韧性或高流动牌号的例外标识方法。

表1-2-3 SUMIKASUPER LCP 标识方法

| SUMIKASUPER LCP 的命名规则 |              |                                                |                                                                                                              |
|-----------------------|--------------|------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 位置                    | 特性           | 例                                              | 含义                                                                                                           |
| 第1,第2英文字母             | 树脂的机能性种类     | E<br>SR<br>SV<br>SZ                            | 标准牌号<br>高性能树脂牌号<br>机能牌号<br>机能性牌号                                                                             |
| 第1数字                  | 基底高分子的种类     | 5000<br>4000<br>6000<br>6000HF<br>1000<br>2000 | 5000系列基底树脂<br>4000系列基底树脂<br>6000系列基底树脂<br>6000HF系列基底树脂<br>1000系列基底树脂<br>2000系列基底树脂                           |
| 第2数字                  | 填充材料/强化材料的种类 | 0<br>2<br>5<br>7<br>8                          | 玻璃纤维<br>无机填充材料A,或者玻璃纤维/无机填充材料A<br>无机填充材料B,或者玻璃纤维/无机填充材料B<br>无机填充材料C,或者玻璃纤维/无机填充材料C<br>无机填充材料D,或者玻璃纤维/无机填充材料D |
| 第3,4数字                | 填充材料/强化材料的总量 | 05<br>06<br>07<br>08<br>09<br>10               | 25%<br>30%<br>35%<br>40%<br>45%<br>50%                                                                       |
| 下一个英文字母<br>(可能有多个)    | 牌号特征         | 无<br>L<br>G、U、T、K                              | 短玻璃纤维填充,或者无填充材料<br>长玻璃纤维填充<br>玻璃纤维/无机填充材料比例变化                                                                |
| 空格                    |              |                                                |                                                                                                              |
| 下一个英文字母               | 机能性或者颜色码     | MR<br>AS<br>无<br>B<br>GR<br>CY<br>Z            | 含脱模剂<br>具有防静电特性<br>本色<br>黑色<br>灰色<br>蓝色<br>公司内管理记号                                                           |

## 2. SUMIKASUPER LCP 的物性表

### SUMIKASUPER LCP 的代表物性数据

以下表为SUMIKASUPER LCP 各牌号的代表物性数据。所列的数据均为对应产品的测试结果代表数据，并不能作为产品品质保证的依据。

表2-1 SUMIKASUPER E5000,E4000系列的代表物性数据

|              |                 |                   |                     | E5000系列           |                   |                   |                   |                   | E4000系列           |                   |                   |                   |
|--------------|-----------------|-------------------|---------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 一般物性         | 试验方法            | 单位                |                     | E5006L            | E5008             | E5008L            | E52008            | E5204L            | E4006L            | E4008             | E4009             | E4205R            |
| 颜色           |                 |                   |                     | 本色/黑色             | 本色/黑色             | 本色/黑色             | 本色/黑色             | 黑色                | 本色/黑色             | 本色/黑色             | 本色                | 本色/黑色             |
| 填充材料         |                 |                   |                     | 玻璃纤维              | 玻璃纤维              | 玻璃纤维              | 玻璃纤维              | 玻璃纤维/<br>无机       | 玻璃纤维              | 玻璃纤维              | 玻璃纤维              | 玻璃纤维/<br>无机       |
| 填充材料总填充量     |                 | wt%               |                     | 30                | 40                | 40                | 40                | 20                | 30                | 40                | 45                | 25                |
| 物理性能         |                 |                   |                     |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
| 密度           | ISO 1183        | g/cm <sup>3</sup> |                     | 1.60              | 1.69              | 1.69              | 1.69              | 1.21              | 1.60              | 1.70              | 1.76              | 1.18              |
| 比重           | ASTM D792       | -                 |                     | 1.60              | 1.69              | 1.69              | 1.69              | 1.21              | 1.60              | 1.70              | 1.76              | 1.18              |
| 吸水率          | 23°C, 水中24小时    | ISO 62            | %                   | 0.02              | 0.02              | 0.02              | 0.02              | 0.02              | 0.02              | 0.02              | 0.02              | 0.02              |
| 成型收缩率        | MD              | 住化法*1             | %                   | 0.02              | 0.06              | 0.05              | 0.08              | 0.57              | 0.11              | 0.10              | 0.11              | 0.66              |
|              | TD              |                   | %                   | 0.86              | 1.25              | 0.81              | 1.23              | 1.70              | 0.78              | 1.32              | 1.22              | 1.67              |
| 机械性能         |                 |                   |                     |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
| 拉伸强度         | ISO 527-1,2     | MPa               |                     | 116               | 101               | 108               | 97                | 67                | 115               | 103               | -                 | 58                |
|              | ASTM D638       | MPa               |                     | 151               | 111               | 123               | 112               | 89                | 182               | 150               | 152               | 82                |
| 断裂伸长率        | ISO 527-1,2     | %                 |                     | 1.6               | 2.5               | 0.9               | 2.4               | 1.9               | 2.3               | 3.1               | -                 | 2.3               |
|              | ASTM D638       | %                 |                     | 4.5               | 4.8               | 3.7               | 5.8               | 5.5               | 5.6               | 5.0               | 5.4               | 5.0               |
| 拉伸模量         | ISO 527-1,2     | MPa               |                     | 16,600            | 11,900            | 17,000            | -                 | 7,000             | 13,700            | 11,900            | -                 | 6,300             |
| 弯曲强度         | ISO 178         | MPa               |                     | 179               | 144               | 168               | 117               | 97                | 196               | 153               | -                 | 90                |
|              | ASTM D790       | MPa               |                     | 152               | 127               | 127               | 124               | 93                | 155               | 139               | 145               | 85                |
| 弯曲模量         | ISO 178         | MPa               |                     | 15,800            | 13,300            | 17,000            | 11,600            | 7,600             | 14,900            | 12,900            | -                 | 6,000             |
|              | ASTM D790       | MPa               |                     | 14,200            | 12,200            | 13,400            | 12,000            | 7,000             | 11,900            | 12,300            | 13,300            | 5,600             |
| 简支梁冲击强度      | 无缺口             | ISO 179/1eU       | kJ/m <sup>2</sup>   | 39                | 54                | 36                | 27                | 28                | 47                | 54                | -                 | 31                |
| 悬臂梁冲击强度      | 无缺口             | ISO 180/1U        | kJ/m <sup>2</sup>   | 25                | 40                | 24                | 23                | 17                | 32                | 43                | -                 | 20                |
|              |                 | ASTM D256         | J/m                 | 382               | 441               | 324               | 401               | 343               | 461               | 520               | 374               | -                 |
| 洛氏硬度         | R级别             | ASTM D785         | -                   | 99                | 102               | 100               | -                 | 103               | 104               | 106               | -                 | -                 |
| 热学性能         |                 |                   |                     |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
| 热变形温度        | 1.8MPa          | ISO 75            | °C                  | 330               | 330               | 326               | 312               | 313               | 328               | 304               | -                 | 279               |
|              | 1.82MPa         | ASTM D648         | °C                  | 355               | 335               | 339               | 336               | 351               | 324               | 326               | 326               | 305               |
| 线膨胀系数        | MD(50-150°C)    | ISO11359-1,2      | 10 <sup>-5</sup> /K | 1.7               | 0.1               | 0.2               | -                 | 1.3               | 0.2               | 1.4               | 1.5               | -                 |
|              | TD(50-150°C)    |                   | 10 <sup>-5</sup> /K | 7.3               | 6.4               | 6.0               | -                 | 7.3               | 8.1               | 6.2               | 6.3               | -                 |
| 电性能          |                 |                   |                     |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
| 介电常数         | 1MHz            | IEC 60250         | -                   | 3.7               | 4.2               | 4.2               | -                 | 3.1               | 3.7               | 3.9               | -                 | 2.9               |
|              | 1GHz            |                   | -                   | 3.4               | 3.7               | 3.7               | -                 | 3.0               | -                 | 3.7               | -                 | 2.8               |
| 介电损耗         | 1MHz            | IEC 60250         | -                   | 0.022             | 0.031             | 0.031             | -                 | 0.018             | 0.035             | 0.034             | -                 | 0.013             |
|              | 1GHz            |                   | -                   | 0.005             | 0.005             | 0.005             | -                 | 0.006             | -                 | 0.006             | -                 | 0.004             |
| 绝缘破坏强度       | IEC 60243-1     | kV/mm             |                     | -                 | >40               | 37                | -                 | -                 | 43                | 43                | -                 | -                 |
| 体积电阻率        | IEC 60093       | Ωm                |                     | >10 <sup>13</sup> | >10 <sup>13</sup> | >10 <sup>13</sup> | >10 <sup>13</sup> | >10 <sup>13</sup> | >10 <sup>13</sup> | >10 <sup>13</sup> | >10 <sup>13</sup> | >10 <sup>13</sup> |
| 耐电弧性         | ASTM D495       | sec               |                     | -                 | 128               | 128               | -                 | -                 | 130               | 130               | -                 | -                 |
| 耐漏电起痕        | IEC 60112       | V                 |                     | -                 | 175               | 185               | -                 | -                 | 185               | 175               | -                 | -                 |
| 阻燃性          |                 |                   |                     |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
| 阻燃等级         | IEC 60695-11-10 | class             |                     | V-0               | V-0               | V-0               | V-0               | V-0               | V-0               | V-0               | V-0               | V-0               |
| UL黄卡 File No | -               | -                 |                     | E249884           | E249884           | E249884           | E249884           | E249884           | E249884           | E249884           | E249884           | E249884           |

\*1 通过测试64mm×64mm×3mm平板样品的收缩率得到

表2-2 SUMIKASUPER E6000系列的代表物性数据

|              |                 |                   | E6000系列             |                   |                                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
|--------------|-----------------|-------------------|---------------------|-------------------|-----------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 一般物性         | 试验方法            | 单位                | E6006               | E6006L            | E6007AS                           | E6008 KE          | E6008             | E6205L            | E6807T            | E6809U            | E6809T            |
| 颜色           |                 |                   | 黑色                  | 本色/黑色             | 黑色                                | 本色/黑色             | 本色/黑色             | 本色/黑色             | 本色/黑色             | 本色/黑色             | 黑色                |
| 填充材料         |                 |                   | 玻璃纤维                | 玻璃纤维              | 玻璃纤维/<br>无机                       | 玻璃纤维              | 玻璃纤维              | 玻璃纤维/<br>无机       | 无机                | 玻璃纤维/<br>无机       | 无机                |
| 填充材料总填充量     |                 | wt%               | 30                  | 30                | 35                                | 40                | 40                | 25                | 35                | 45                | 45                |
| 物理性能         |                 |                   |                     |                   |                                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
| 密度           | ISO 1183        | g/cm <sup>3</sup> | 1.62                | 1.61              | 1.63                              | 1.70              | 1.70              | 1.20              | 1.67              | 1.78              | 1.85              |
| 比重           | ASTM D792       | -                 | 1.62                | 1.61              | 1.63                              | 1.70              | 1.70              | 1.20              | 1.67              | 1.78              | 1.85              |
| 吸水率          | 23°C, 水中24小时    | ISO 62            | %                   | 0.02              | 0.02                              | 0.02              | 0.02              | 0.02              | 0.02              | 0.02              | 0.02              |
| 成型收缩率        | MD              | 住化法*1             | %                   | 0.21              | 0.19                              | 0.31              | 0.16              | 0.18              | 0.68              | 0.31              | 0.20              |
|              | TD              |                   | %                   | 1.21              | 0.74                              | 1.08              | 1.53              | 1.16              | 1.38              | 1.01              | 0.61              |
| 机械性能         |                 |                   |                     |                   |                                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
| 拉伸强度         | ISO 527-1,2     | MPa               | 142                 | 115               | 97                                | 100               | 105               | 57                | 87                | 92                | -                 |
|              | ASTM D638       | MPa               | 166                 | 164               | 121                               | 146               | 147               | 74                | 106               | 90                | 94                |
| 断裂伸长率        | ISO 527-1,2     | %                 | 4.1                 | 1.5               | 2.1                               | 2.0               | 2.0               | 2.9               | 6.0               | 2.9               | -                 |
|              | ASTM D638       | %                 | 7.1                 | 5.0               | 6.8                               | 5.1               | 5.2               | 5.7               | 9.8               | 5.0               | 5.7               |
| 拉伸模量         | ISO 527-1,2     | MPa               | -                   | 11,500            | -                                 | 12,800            | 11,800            | 4,800             | 6,500             | -                 | -                 |
| 弯曲强度         | ISO 178         | MPa               | 145                 | 184               | 131                               | 138               | 155               | 89                | 106               | -                 | -                 |
|              | ASTM D790       | MPa               | 127                 | 153               | 126                               | 139               | 143               | 88                | 97                | 105               | 107               |
| 弯曲模量         | ISO 178         | MPa               | 10,600              | 13,300            | 10,200                            | 12,200            | 13,100            | 5,100             | 7,600             | -                 | -                 |
|              | ASTM D790       | MPa               | 9,800               | 11,300            | 9,800                             | 11,200            | 12,300            | 5,300             | 7,300             | 9,500             | 9,600             |
| 简支梁冲击强度      | 无缺口             | ISO 179/1eU       | kJ/m <sup>2</sup>   | 53                | 44                                | 29                | -                 | 43                | 22                | 55                | 36                |
| 悬臂梁冲击强度      | 无缺口             | ISO 180/1U        | kJ/m <sup>2</sup>   | 43                | 32                                | 21                | 36                | 32                | 18                | 48                | 32                |
|              |                 | ASTM D256         | J/m                 | 490               | 363                               | 343               | 537               | 412               | 280               | 515               | 350               |
| 洛氏硬度         | R级别             | ASTM D785         | -                   | -                 | 113                               | -                 | -                 | 109               | 108               | 103               | -                 |
| 热学性能         |                 |                   |                     |                   |                                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
| 热变形温度        | 1.8MPa          | ISO 75            | °C                  | 262               | 288                               | 260               | 256               | 275               | 236               | 240               | 253               |
|              | 1.82MPa         | ASTM D648         | °C                  | 280               | 284                               | 274               | 276               | 279               | 258               | 262               | 270               |
| 线膨胀系数        | MD (50 - 150°C) | ISO11359-1,2      | 10 <sup>-5</sup> /K | -                 | 2.0                               | -                 | 0.3               | 1.3               | -                 | -                 | 1.0               |
|              | TD (50 - 150°C) |                   | 10 <sup>-5</sup> /K | -                 | 8.9                               | -                 | 7.2               | 5.6               | -                 | -                 | 6.0               |
| 电性能          |                 |                   |                     |                   |                                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
| 介电常数         | 1MHz            | IEC 60250         | -                   | -                 | 3.7                               | -                 | -                 | 3.9               | 3.0               | -                 | -                 |
|              | 1GHz            |                   | -                   | -                 | 3.5                               | -                 | -                 | 3.8               | 2.9               | 3.4               | -                 |
| 介电损耗         | 1MHz            | IEC 60250         | -                   | -                 | 0.034                             | -                 | -                 | 0.032             | 0.024             | -                 | -                 |
|              | 1GHz            |                   | -                   | -                 | 0.005                             | -                 | -                 | 0.005             | 0.005             | 0.005             | -                 |
| 绝缘破坏强度       | IEC 60243-1     | kV/mm             | -                   | 48                | -                                 | 36                | 45                | -                 | 50                | -                 | -                 |
| 体积电阻率        | IEC 60093       | Ωm                | >10 <sup>13</sup>   | >10 <sup>13</sup> | 10 <sup>4</sup> -10 <sup>11</sup> | >10 <sup>13</sup> | >10 <sup>13</sup> | >10 <sup>13</sup> | >10 <sup>13</sup> | >10 <sup>13</sup> | >10 <sup>13</sup> |
| 耐电弧性         | ASTM D495       | sec               | -                   | 130               | -                                 | -                 | 130               | -                 | 133               | -                 | -                 |
| 耐漏电起痕        | IEC 60112       | V                 | -                   | 175               | -                                 | -                 | 175               | -                 | 175               | -                 | -                 |
| 阻燃性          |                 |                   |                     |                   |                                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
| 阻燃等级         | IEC 60695-11-10 | class             | V-0                 | V-0               | V-0                               | V-0               | V-0               | V-0               | V-0               | V-0               | V-0               |
| UL黄卡 File No | -               | -                 | E249884             | E249884           | E249884                           | E249884           | E249884           | E249884           | E249884           | E249884           | E249884           |

\*1 通过测试64mm×64mm×3mm平板样品的收缩率得到

表2-3 SUMIKASUPER E6000HF, SV系列的代表物性数据

|              |                 |                   | E6000HF系列           |                   |                   |                   |                   |                   |                   | SV系列              |                   |                   |
|--------------|-----------------|-------------------|---------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 一般物性         | 试验方法            | 单位                | E6007LHF            | E6807LHF          | E6808GHF          | E6808LHF          | E6808UHF          | E6810LHF          | E6810KHF          | SV6808THF         | SV6808GHF         | SV6808L           |
| 颜色           |                 |                   | 本色/黑色               | 本色/黑色             | 本色/黑色             | 本色/黑色             | 本色/黑色             | 本色/黑色             | 本色/黑色             | 本色/黑色             | 本色/黑色             | 本色/黑色             |
| 填充材料         |                 |                   | 玻璃纤维                | 玻璃纤维/<br>无机       | 玻璃纤维/<br>无机       | 玻璃纤维/<br>无机       | 玻璃纤维/<br>无机       | 玻璃纤维/<br>无机       | 玻璃纤维/<br>无机       | 玻璃纤维/<br>无机       | 玻璃纤维/<br>无机       | 玻璃纤维/<br>无机       |
| 填充材料总填充量     |                 | wt%               | 35                  | 35                | 40                | 40                | 40                | 50                | 50                | 40                | 40                | 40                |
| 物理性能         |                 |                   |                     |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
| 密度           | ISO 1183        | g/cm <sup>3</sup> | 1.65                | 1.67              | 1.70              | 1.71              | 1.72              | 1.82              | 1.82              | 1.72              | 1.71              | 1.70              |
| 比重           | ASTM D792       | -                 | 1.65                | 1.67              | 1.70              | 1.71              | 1.72              | 1.82              | 1.82              | 1.72              | 1.71              | 1.70              |
| 吸水率          | 23°C, 水中24小时    | ISO 62            | %                   | 0.02              | 0.02              | 0.02              | 0.02              | 0.02              | 0.02              | 0.02              | 0.02              | 0.02              |
| 成型收缩率        | MD              | 住化法*1             | %                   | 0.20              | 0.20              | 0.14              | 0.23              | 0.22              | 0.13              | 0.39              | 0.25              | 0.20              |
|              | TD              |                   | %                   | 0.60              | 0.73              | 1.11              | 0.63              | 1.02              | 0.38              | 0.61              | 0.56              | 0.50              |
| 机械性能         |                 |                   |                     |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
| 拉伸强度         | ISO 527-1,2     | MPa               | 120                 | 112               | 118               | 110               | 78                | 95                | 102               | 102               | 97                | 113               |
|              | ASTM D638       | MPa               | 157                 | 135               | 122               | 127               | 100               | 105               | 105               | 110               | 107               | 145               |
| 断裂伸长率        | ISO 527-1,2     | %                 | 1.3                 | 1.4               | 1.7               | 1.2               | 2.8               | 1.1               | 1.3               | 1.9               | 2.9               | 2.3               |
|              | ASTM D638       | %                 | 5.1                 | 5.3               | 5.4               | 4.5               | 5.0               | 4.0               | 3.7               | 5.5               | 6.2               | 3.3               |
| 拉伸模量         | ISO 527-1,2     | MPa               | 12,500              | 11,700            | 11,700            | 12,600            | 7,400             | 12,100            | 11,500            | 10,400            | 10,700            | 10,500            |
| 弯曲强度         | ISO 178         | MPa               | 194                 | 178               | 171               | 176               | 110               | 150               | 154               | 153               | 131               | 189               |
|              | ASTM D790       | MPa               | 158                 | 145               | 147               | 146               | 120               | 133               | 130               | 137               | 127               | 150               |
| 弯曲模量         | ISO 178         | MPa               | 14,600              | 12,700            | 12,400            | 13,800            | 8,900             | 13,700            | 13,400            | 10,400            | 10,100            | 14,600            |
|              | ASTM D790       | MPa               | 11,800              | 12,100            | 12,300            | 11,800            | 9,400             | 12,600            | 12,100            | 9,000             | 10,500            | 11,500            |
| 简支梁冲击强度      | 无缺口             | ISO 179/1eU       | kJ/m <sup>2</sup>   | 33                | 35                | 43                | 34                | 45                | 25                | 22                | 42                | 36                |
| 悬臂梁冲击强度      | 无缺口             | ISO 180/1U        | kJ/m <sup>2</sup>   | 24                | 25                | 40                | 22                | 32                | 16                | 21                | 35                | 28                |
|              |                 | ASTM D256         | J/m                 | 251               | 335               | 448               | 302               | 350               | 200               | 190               | 404               | 250               |
| 洛氏硬度         | R级别             | ASTM D785         | -                   | 110               | 106               | 109               | 110               | 100               | 102               | 105               | 103               | 105               |
| 热学性能         |                 |                   |                     |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
| 热变形温度        | 1.8MPa          | ISO 75            | °C                  | 277               | 276               | 261               | 279               | 228               | 273               | 267               | 262               | 244               |
|              | 1.82MPa         | ASTM D648         | °C                  | 269               | 269               | 268               | 274               | 240               | 266               | 265               | 270               | 255               |
| 线膨胀系数        | MD (50 - 150°C) | ISO11359-1,2      | 10 <sup>-5</sup> /K | 0.2               | 1.0               | 0.7               | 0.4               | 1.0               | 0.5               | 0.9               | 0.6               | 1.3               |
|              | TD (50 - 150°C) |                   | 10 <sup>-5</sup> /K | 8.5               | 6.3               | 7.6               | 8.1               | 6.2               | 8.0               | 7.1               | 5.2               | 6.8               |
| 电性能          |                 |                   |                     |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
| 介电常数         | 1MHz            | IEC 60250         | -                   | 3.8               | 3.8               | 4.0               | 3.8               | 3.8               | 4.1               | -                 | 3.8               | 3.8               |
|              | 1GHz            |                   | -                   | 3.8               | 3.5               | 3.6               | 3.6               | 3.5               | 3.8               | -                 | 3.5               | 3.5               |
| 介电损耗         | 1MHz            | IEC 60250         | -                   | 0.026             | 0.030             | 0.033             | 0.038             | 0.033             | 0.020             | -                 | 0.012             | 0.029             |
|              | 1GHz            |                   | -                   | 0.005             | 0.004             | 0.004             | 0.004             | 0.004             | 0.004             | -                 | 0.004             | 0.004             |
| 绝缘破坏强度       | IEC 60243-1     | kV/mm             | 51                  | 48                | 36                | 49                | 41                | 47                | 47                | 53                | 41                | -                 |
| 体积电阻率        | IEC 60093       | Ωm                | >10 <sup>13</sup>   | >10 <sup>13</sup> | >10 <sup>13</sup> | >10 <sup>13</sup> | >10 <sup>13</sup> | >10 <sup>13</sup> | >10 <sup>13</sup> | >10 <sup>13</sup> | >10 <sup>13</sup> | >10 <sup>13</sup> |
| 耐电弧性         | ASTM D495       | sec               | 111                 | 133               | 125               | 130               | 155               | 171               | 181               | 180               | 132               | -                 |
| 耐漏电起痕        | IEC 60112       | V                 | 175                 | 175               | 190               | 150               | 200               | 200               | 200               | 175               | 175               | -                 |
| 阻燃性          |                 |                   |                     |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
| 阻燃等级         | IEC 60695-11-10 | class             | V-0                 | V-0               | V-0               | V-0               | V-0               | V-0               | V-0               | V-0               | V-0               | V-0               |
| UL黄卡 File No | -               | -                 | E249884             | E249884           | E249884           | E249884           | E249884           | E249884           | E249884           | E249884           | E249884           | E249884           |

\*1 通过测试64mm×64mm×3mm平板样品的收缩率得到

表2-4 SUMIKASUPER SR1000, SR2000, SZ系列的代表物性数据

|              |                 |                   | SR1000系列            |                   |                   | SR2000系列          |                   | SZ系列              |                   |                   |                   |
|--------------|-----------------|-------------------|---------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 一般物性         | 试验方法            | 单位                | SR1009              | SR1009L           | SR1205L           | SR2506            | SR2507            | SZ4506            | SZ6505HF          | SZ6506HF          | SZ6709L           |
| 颜色           |                 |                   | 本色/黑色               | 本色/黑色             | 本色/黑色             | 本色/黑色             | 本色/黑色             | 本色/黑色             | 本色/黑色             | 本色/黑色             | 本色                |
| 填充材料         |                 |                   | 玻璃纤维                | 玻璃纤维              | 玻璃纤维/<br>无机       | 玻璃纤维/<br>无机       | 无机                | 无机                | 无机                | 无机                | 玻璃纤维/<br>无机       |
| 填充材料总填充量     |                 | wt%               | 45                  | 45                | 25                | 30                | 35                | 30                | 25                | 30                | 45                |
| 物理性能         |                 |                   |                     |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
| 密度           | ISO 1183        | g/cm <sup>3</sup> | 1.74                | 1.76              | 1.15              | 1.62              | 1.68              | 1.63              | 1.58              | 1.63              | 1.89              |
| 比重           | ASTM D792       | -                 | 1.74                | 1.76              | 1.15              | 1.62              | 1.68              | 1.63              | 1.58              | 1.63              | 1.89              |
| 吸水率          | 23°C, 水中24小时    | ISO 62            | %                   | 0.02              | 0.02              | 0.02              | 0.02              | 0.02              | 0.02              | 0.02              | 0.02              |
| 成型收缩率        | MD              | 住化法*1             | %                   | 0.30              | 0.10              | 0.48              | 0.21              | 0.30              | 0.21              | 0.22              | 0.17              |
|              | TD              |                   | %                   | 0.70              | 0.45              | 0.86              | 0.51              | 0.50              | 0.55              | 0.60              | 0.80              |
| 机械性能         |                 |                   |                     |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
| 拉伸强度         | ISO 527-1,2     | MPa               | 118                 | 142               | 80                | 124               | 115               | 119               | 118               | 116               | 111               |
|              | ASTM D638       | MPa               | 146                 | 179               | 100               | 133               | 128               | 143               | 130               | 127               | 115               |
| 断裂伸长率        | ISO 527-1,2     | %                 | 2.8                 | 1.2               | 3.6               | 2.3               | 2.3               | 2.1               | 1.9               | 1.9               | 1.5               |
|              | ASTM D638       | %                 | 4.5                 | 3.5               | 6.2               | 7.0               | 3.8               | 3.7               | 7.0               | 6.1               | 5.0               |
| 拉伸模量         | ISO 527-1,2     | MPa               | 11,600              | 15,800            | 3,600             | 12,900            | 12,800            | -                 | 9,900             | 10,800            | -                 |
| 弯曲强度         | ISO 178         | MPa               | 210                 | 270               | 125               | 165               | 160               | 148               | 151               | 151               | 155               |
|              | ASTM D790       | MPa               | 174                 | 191               | 115               | 147               | 150               | 132               | 140               | 140               | 140               |
| 弯曲模量         | ISO 178         | MPa               | 14,300              | 16,600            | 5,700             | 12,800            | 13,800            | 12,900            | 11,600            | 11,600            | 7,300             |
|              | ASTM D790       | MPa               | 12,600              | 13,100            | 5,300             | 11,700            | 12,800            | 10,000            | 11,200            | 11,900            | 11,000            |
| 简支梁冲击强度      | 无缺口             | ISO 179/1eU       | kJ/m <sup>2</sup>   | -                 | 14                | 48                | 40                | 49                | 92                | -                 | 33                |
| 悬臂梁冲击强度      | 无缺口             | ISO 180/1U        | kJ/m <sup>2</sup>   | 17                | 17                | 10                | 40                | 40                | 43                | 69                | 54                |
|              |                 | ASTM D256         | J/m                 | 151               | 121               | 120               | 352               | 252               | 509               | 430               | 360               |
| 洛氏硬度         | R级别             | ASTM D785         | -                   | 118               | 116               | 120               | 112               | 103               | 101               | 100               | 101               |
| 热学性能         |                 |                   |                     |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
| 热变形温度        | 1.8MPa          | ISO 75            | °C                  | 267               | 285               | 234               | 231               | 230               | 283               | 235               | 238               |
|              | 1.82MPa         | ASTM D648         | °C                  | 277               | 286               | 252               | 239               | 240               | 296               | 244               | 245               |
| 线膨胀系数        | MD (50 - 150°C) | ISO11359-1,2      | 10 <sup>-5</sup> /K | 0.2               | 0.2               | 1.1               | 0.7               | 0.5               | 0.1               | 1.1               | 1.0               |
|              | TD (50 - 150°C) |                   | 10 <sup>-5</sup> /K | 7.1               | 7.1               | 5.6               | 5.2               | 2.7               | 5.9               | 7.6               | 6.6               |
| 电性能          |                 |                   |                     |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
| 介电常数         | 1MHz            | IEC 60250         | -                   | 4.0               | 4.2               | 2.8               | 3.6               | 3.7               | 3.7               | 3.8               | 3.5               |
|              | 1GHz            |                   | -                   | 4.0               | 3.9               | 2.8               | 3.5               | 3.5               | -                 | 3.4               | 3.5               |
| 介电损耗         | 1MHz            | IEC 60250         | -                   | 0.008             | 0.009             | 0.007             | 0.029             | 0.029             | 0.031             | 0.023             | 0.011             |
|              | 1GHz            |                   | -                   | 0.003             | 0.003             | 0.002             | 0.004             | 0.005             | -                 | 0.004             | 0.005             |
| 绝缘破坏强度       | IEC 60243-1     | kV/mm             | 27                  | 29                | 27                | 53                | -                 | 53                | 50                | 50                | -                 |
| 体积电阻率        | IEC 60093       | Ωm                | >10 <sup>13</sup>   | >10 <sup>13</sup> | >10 <sup>13</sup> | >10 <sup>13</sup> | >10 <sup>13</sup> | >10 <sup>13</sup> | >10 <sup>13</sup> | >10 <sup>13</sup> | >10 <sup>13</sup> |
| 耐电弧性         | ASTM D495       | sec               | -                   | 121               | -                 | 125               | -                 | -                 | 125               | 125               | -                 |
| 耐漏电起痕        | IEC 60112       | V                 | -                   | 125               | -                 | 150               | -                 | -                 | 200               | 175               | -                 |
| 阻燃性          |                 |                   |                     |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
| 阻燃等级         | IEC 60695-11-10 | class             | V-0                 | V-0               | V-0               | V-0               | V-0               | V-0               | V-0               | V-0               | V-0               |
| UL黄卡 File No | -               | -                 | E249884             | E249884           | E249884           | E249884           | E249884           | E249884           | E249884           | E249884           | E249884           |

\*1 通过测试64mm×64mm×3mm平板样品的收缩率得到

### 3. SUMIKASUPER LCP 的物性

#### 3-1 SUMIKASUPER LCP 的耐热性

##### 热变形温度

SUMIKASUPER LCP 各牌号的热变形温度如下所示

热变形温度可作为材料短期耐热性能的一般指标。注意以下数据包含不同的测试压力 (0.45MPa与1.82MPa) 的测试结果。

表3-1-1 SUMIKASUPER LCP 的热变形温度

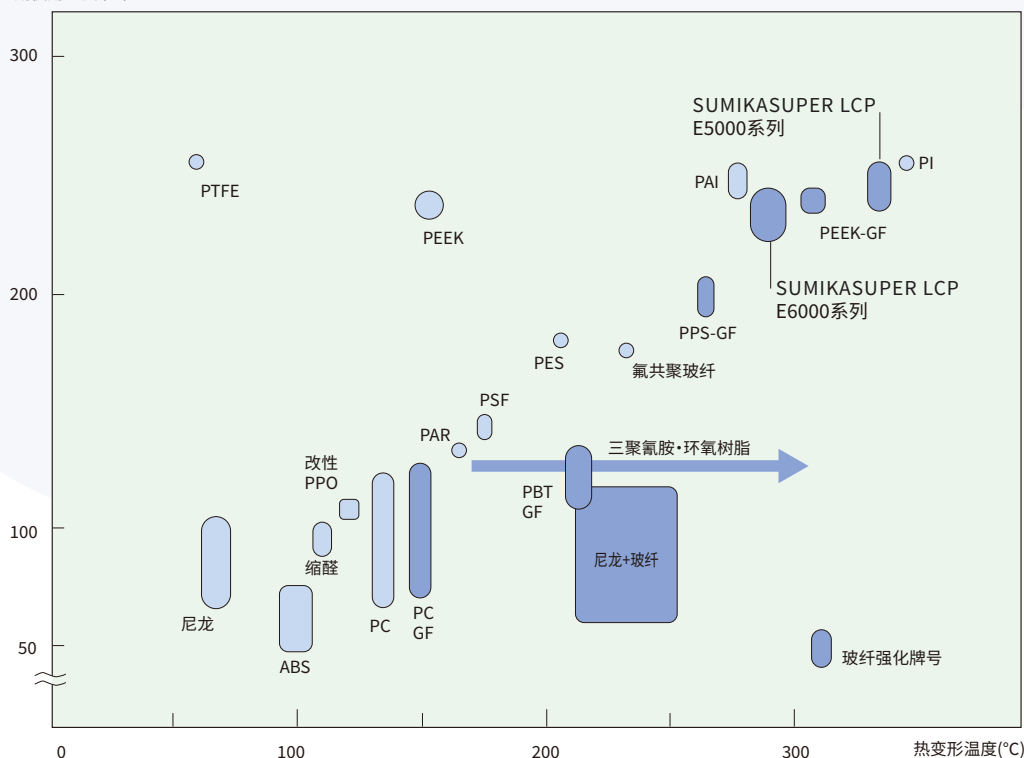
| 测试负荷                            | 0.45MPa   | 1.82MPa   |
|---------------------------------|-----------|-----------|
| E5000系列                         | 350-390°C | 330-360°C |
| E4000系列                         | 330-340°C | 300-320°C |
| E6000系列<br>SV6000系列<br>SR1000系列 | 300-320°C | 270-290°C |
| E6000HF系列<br>SV6000HF系列         | 280-320°C | 250-280°C |
| SZ6000HF系列<br>SR2000系列          | 270-300°C | 240-270°C |

##### 热变形温度与长期使用温度

SUMIKASUPER LCP 的热变形温度与长期使用温度非常平衡。

图3-1-1 长期使用温度与热变形温度 (负荷1.82MPa)

长期使用温度 (°C)



### 分解开始温度

根据TGA(热重分析)的结果,在氮气中的分解开始温度约高达450℃,且其在500℃下失重小于1%,可知 SUMIKASUPER LCP 具有高热稳定性。

图3-1-2 SUMIKASUPER LCP 与其他工程塑料的TGA曲线

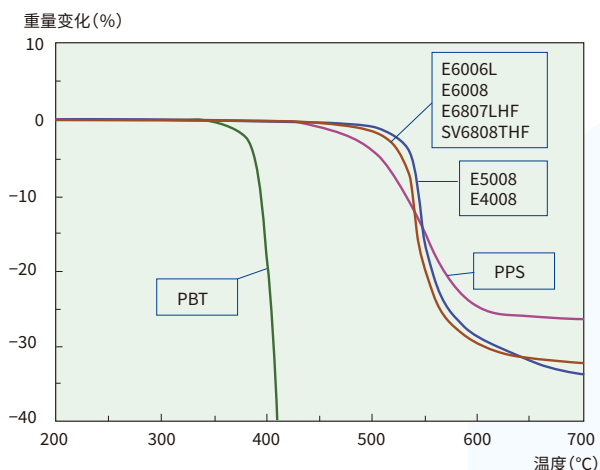


表3-1-2 SUMIKASUPER LCP 的热分解温度

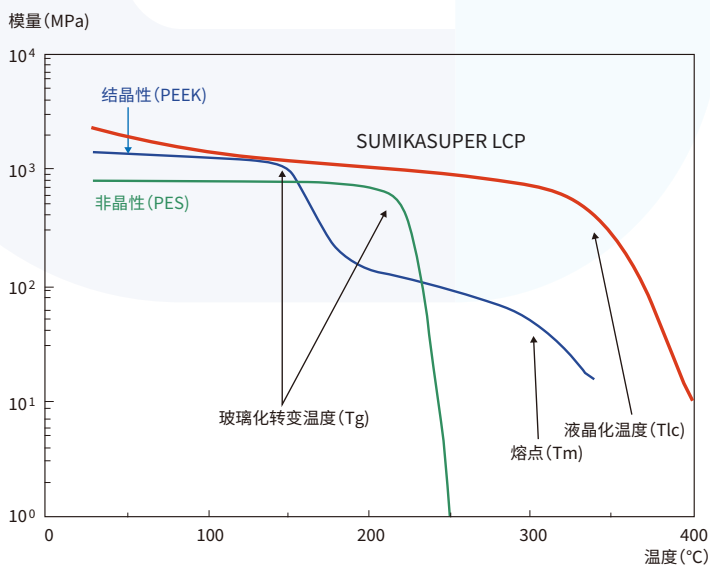
| 树脂                                            | 分解温度(°C) |       |
|-----------------------------------------------|----------|-------|
|                                               | 1%减重温度   | 主分解温度 |
| E5008<br>E5008L                               | 520      | 559   |
| E4008                                         | 520      | 555   |
| E6008<br>E6006L                               | 500      | 550   |
| E6007LHF<br>E6807LHF<br>SV6808THF<br>SZ6505HF | 500      | 550   |
| PBT-GF30                                      | 370      | 421   |
| PPS-GF40                                      | 460      | 556   |

测定仪器:岛津制作所制TG50型  
升温速度:10°C/min  
气体环境:氮气

### 动态粘弹性(DMA)

以下是 SUMIKASUPER LCP 与结晶性高分子(PEEK),非晶性高分子(PES)的动态粘弹性数据,通过模量的温度依赖性表示。PEEK在140℃时模量明显下降,而 SUMIKASUPER LCP 在200℃以上也能维持其高机械性能,并无玻璃化转变行为。实际上,通过差示扫描量热法(DSC)进行热分析,LCP也没有类似于常见的结晶性高分子或非晶性高分子所具有玻璃化转变温度(T<sub>g</sub>)。另外, SUMIKASUPER LCP 也没有明确的熔点。SUMIKASUPER LCP 在液晶化温度(T<sub>lc</sub>)以上可以视为已经融化。根据以上特性,LCP具有在成型温度以下可自由设置模具温度的优点。

图3-1-3 SUMIKASUPER LCP 的DMA曲线

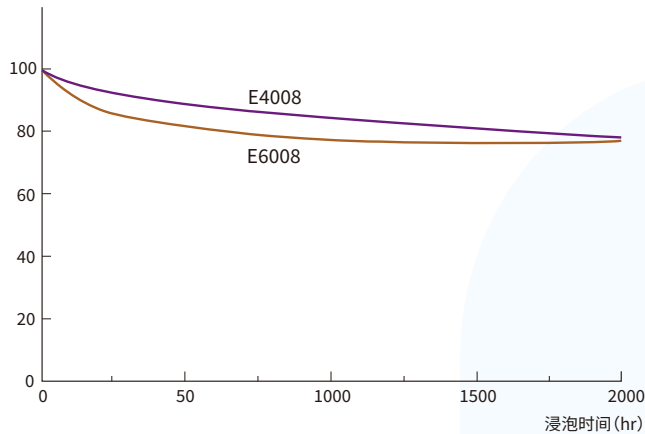


### 耐热水性

在80°C热水中浸泡2000小时后依然具备实用的强度。在120°C的水蒸气中会发生水解，强度会大幅下降，故而不可使用。

图3-1-4 SUMIKASUPER LCP 的耐热水性 (80°C)

拉伸强度保持率 (%)



### 耐焊锡性

SUMIKASUPER LCP 在耐热工程塑料中具有最强的耐焊锡性

表3-1-3 SUMIKASUPER LCP 的耐焊锡性

|                 | 树脂         | 焊锡浴温度(°C) |     |     |     |     |     |     |     |  |  |    |   |
|-----------------|------------|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|--|----|---|
|                 |            | 220       | 240 | 260 | 280 | 300 | 320 | 340 | 360 |  |  |    |   |
| SUMIKASUPER LCP | E5000系列    | > 60      |     |     |     |     |     |     |     |  |  | 5  |   |
|                 | E4000系列    | > 60      |     |     |     |     |     |     |     |  |  | 10 |   |
|                 | E6000系列    | > 60      |     |     |     |     |     |     |     |  |  | 10 |   |
|                 | E6000HF系列  | > 60      |     |     |     |     |     |     |     |  |  | 10 |   |
|                 | SV6000HF系列 | > 60      |     |     |     |     |     |     |     |  |  | 10 |   |
|                 | SZ/SR系列    | > 60      |     |     |     |     |     |     |     |  |  | 10 |   |
| PEEK            | GF30%      | > 60      |     |     |     |     |     |     |     |  |  | 10 | 3 |
| PPS             | GF40%      | > 60      |     |     |     |     |     |     |     |  |  | 5  | 3 |
|                 | 高填充        | > 60      |     |     |     |     |     |     |     |  |  | 10 | 1 |

试样尺寸: JIS K7113 1(1/2)号 哑铃片×1.2mm

焊锡: H60A(锡60%、铅40%)

\* 图中的数字为发生变形的极限秒数(>60指浸泡60秒后也不发生变形)  
另外, 根据成型条件, 可能在变形温度以下发生起泡现象。



### 长期耐热性

SUMIKASUPER LCP 具有优异的长期耐热性。SUMIKASUPER LCP 的相对温度指数 (RTI) 如下所示。RTI 是一个特定温度, 表示材料在其中经过 10 万小时老化后, 电性能 (Elec), 机械性能 (Mech) 中的冲击强度 (Imp) 与拉伸强度 (Str) 的初始数值降低至一半。一般情况下, 薄试验片的劣化速度较快, UL 会根据试验片的厚度来评价其 RTI。

表 3-1-4 SUMIKASUPER LCP 的相对温度指数 (UL746B)

| 牌号          | 厚度 (mm) | RTI |     |     |
|-------------|---------|-----|-----|-----|
|             |         | 电性能 | 冲击  | 拉伸  |
| E5008       | 0.75    | 240 | 200 | 220 |
|             | 1.5     | 240 | 220 | 240 |
|             | 3.0     | 240 | 220 | 240 |
| E5008L      | 0.75    | 240 | 200 | 220 |
|             | 1.5     | 240 | 220 | 240 |
|             | 3.0     | 240 | 220 | 240 |
| E4008       | 0.15    | 220 | 200 | 220 |
|             | 0.30    | 240 | 200 | 240 |
|             | 0.75    | 240 | 220 | 240 |
|             | 1.5     | 240 | 220 | 240 |
|             | 3.0     | 240 | 220 | 240 |
| E6008       | 0.15    | 220 | 200 | 220 |
|             | 0.27    | 240 | 200 | 240 |
|             | 0.54    | 240 | 220 | 240 |
|             | 0.75    | 240 | 220 | 240 |
|             | 1.5     | 240 | 220 | 240 |
|             | 3.0     | 240 | 220 | 240 |
| E6007LHF-MR | 0.50    | 220 | 210 | 210 |
|             | 0.75    | 220 | 210 | 210 |
|             | 1.5     | 220 | 220 | 220 |
|             | 3.0     | 220 | 220 | 220 |

### 阿伦尼乌斯曲线

树脂的长期使用温度范围被其热稳定性所限制。根据 UL 标准的 RTI 测试, 老化试验会一直持续到观察对象的特性值降低至初始数值的一半为止。在不同温度下进行数个阶段的老化实验, 根据实验数据作出阿伦尼乌斯曲线。所谓阿伦尼乌斯曲线, 是将特性值降低至初始数值的一半所需要的时间 (也称为半减期) 与老化温度 (K) 的倒数进行拟合所得的曲线图。

图 3-1-5 SUMIKASUPER E5008 的拉伸强度半减期的温度依赖性

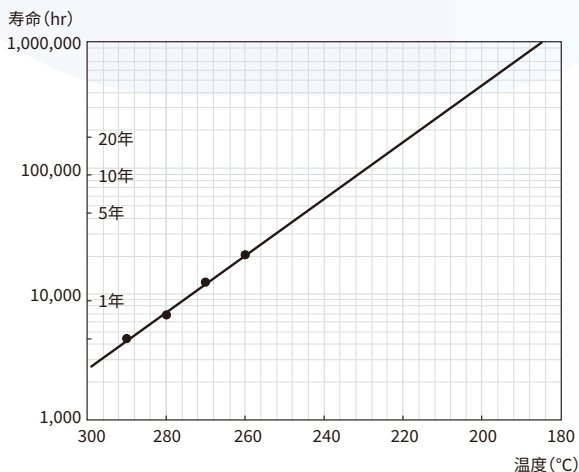
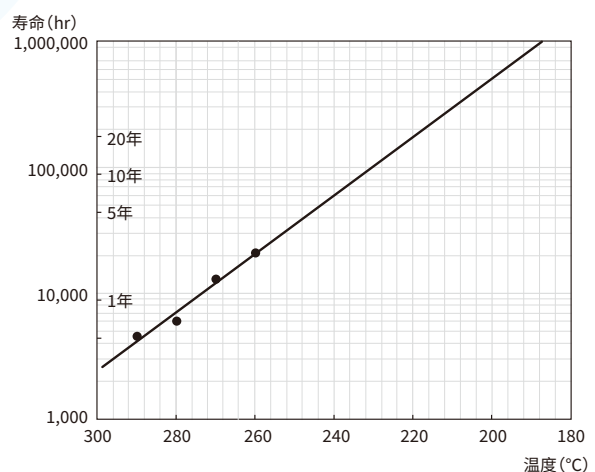


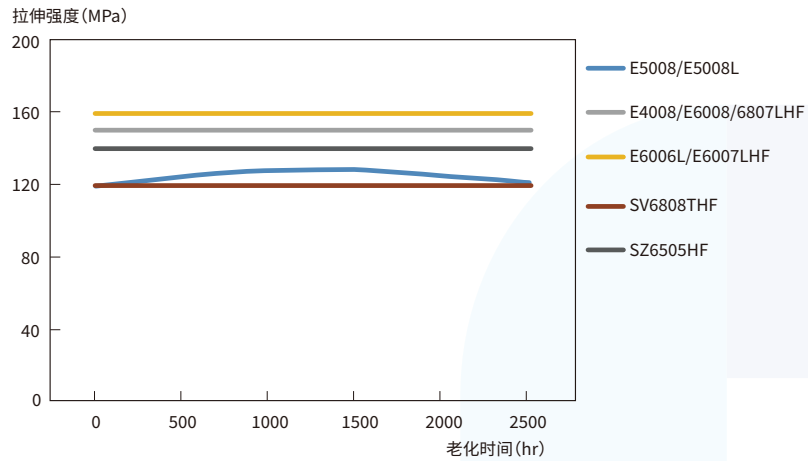
图 3-1-6 SUMIKASUPER E6008 的拉伸强度半减期的温度依赖性



### 耐热老化性 (260°C空气中)

SUMIKASUPER LCP 在260°C空气中的强度保持性能如下所示。在260°C空气中,拉伸强度也几乎不会降低。

图3-1-7 耐热老化性 (260°C空气中)



### 3-2 SUMIKASUPER LCP 的机械性能

#### 拉伸强度

图为 SUMIKASUPER LCP 通过拉伸试验得到的应力-应变曲线(以下为S-S曲线)。应力在达到某个水准之前,应力与应变呈比例关系。在对塑料制品进行强度设计时,必须考虑到应力与应变存在不成比例关系的部分。

另外,E6008与E5008拉伸强度的温度依赖性如图3-2-2,图3-2-3所示。拉伸特性会根据环境的变化而发生改变,但 SUMIKASUPER LCP 在很宽的温度范围内都能保持其高拉伸强度。

图3-2-1 SUMIKASUPER LCP 的S-S曲线

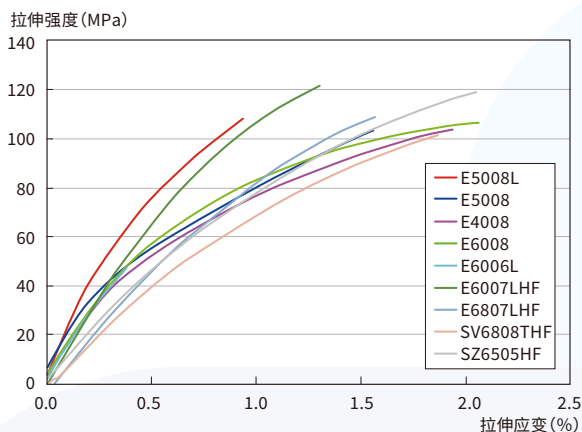


图3-2-2 E6008拉伸强度的温度依赖性

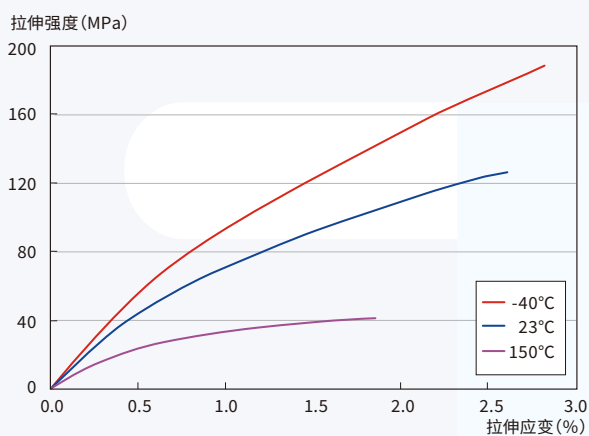
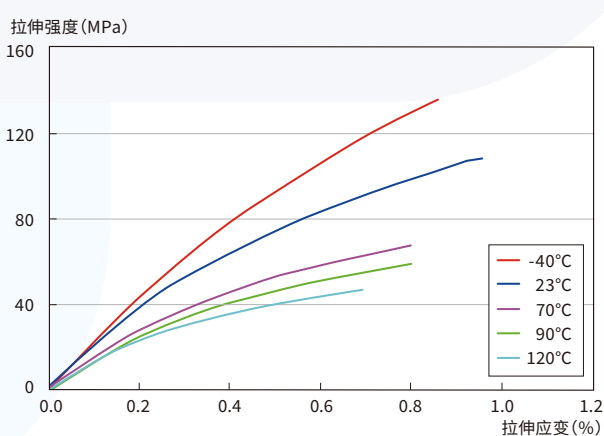


图3-2-3 E5008拉伸强度的温度依赖性



### 成型品厚度依赖性

SUMIKASUPER LCP 在融化时容易由于剪切力的影响而导致分子取向。成型品越薄，取向更高的皮层会占更高的比例，因此单位截面面积的强度会更高。表3-2-1中显示 SUMIKASUPER LCP 的薄壁拉伸特性，图3-2-4，表3-2-2中显示拉伸强度与弯曲强度的厚度依赖性。

表3-2-1 SUMIKASUPER LCP 的薄壁拉伸强度

| 项目         | 厚度(mm) | E5008L | E5008 | E4008 | E6008 | E6006L | E6007LHF | E6807LHF | SV6808THF | SZ6505HF |
|------------|--------|--------|-------|-------|-------|--------|----------|----------|-----------|----------|
| 拉伸强度 (MPa) | 0.5    | 151    | 161   | 178   | 199   | 215    | 153      | 144      | 130       | 140      |
|            | 0.8    | 151    | 139   | 171   | 184   | 194    | 141      | 139      | 123       | 137      |
|            | 1.2    | 135    | 119   | 158   | 164   | 172    | 141      | 127      | 116       | 144      |
|            | 1.6    | 132    | 113   | 131   | 149   | 160    | 144      | 126      | 114       | 144      |
| 拉伸变形量 (%)  | 0.5    | 2.4    | 2.9   | 3.0   | 3.0   | 2.4    | 2.7      | 2.8      | 2.1       | 4.8      |
|            | 0.8    | 2.7    | 3.1   | 3.7   | 3.5   | 2.8    | 3.6      | 4.1      | 2.8       | 5.7      |
|            | 1.2    | 2.8    | 3.3   | 4.1   | 4.0   | 3.4    | 3.8      | 4.1      | 3.3       | 6.2      |
|            | 1.6    | 3.1    | 3.5   | 4.5   | 4.2   | 3.7    | 4.2      | 4.3      | 3.6       | 6.8      |
| 拉伸模量 (GPa) | 0.5    | 18.6   | 17.6  | 19.5  | 18.6  | 21.7   | 17.7     | 16.9     | 15.8      | 14.9     |
|            | 0.8    | 16.1   | 15.4  | 17.1  | 16.5  | 15.8   | 15.2     | 14.8     | 12.0      | 13.2     |
|            | 1.2    | 14.1   | 12.4  | 13.4  | 12.4  | 12.2   | 11.9     | 11.1     | 10.5      | 11.8     |
|            | 1.6    | 11.6   | 11.0  | 10.8  | 11.0  | 9.8    | 11.0     | 10.0     | 9.5       | 10.6     |
| 成型温度 (°C)  |        | 400    |       | 380   | 350   |        |          |          |           |          |

图3-2-4 SUMIKASUPER LCP 拉伸强度的厚度依赖性

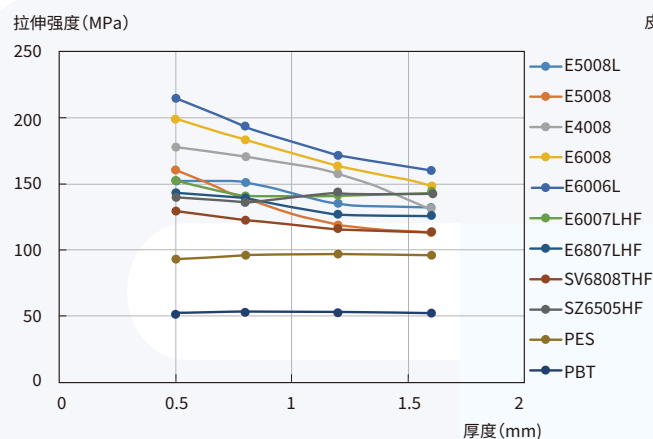


图3-2-5 皮层/芯层图

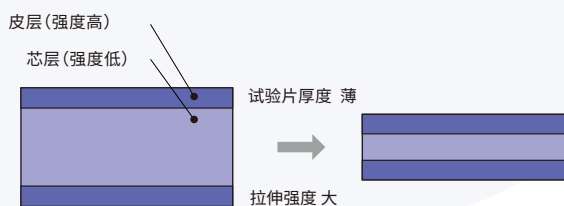


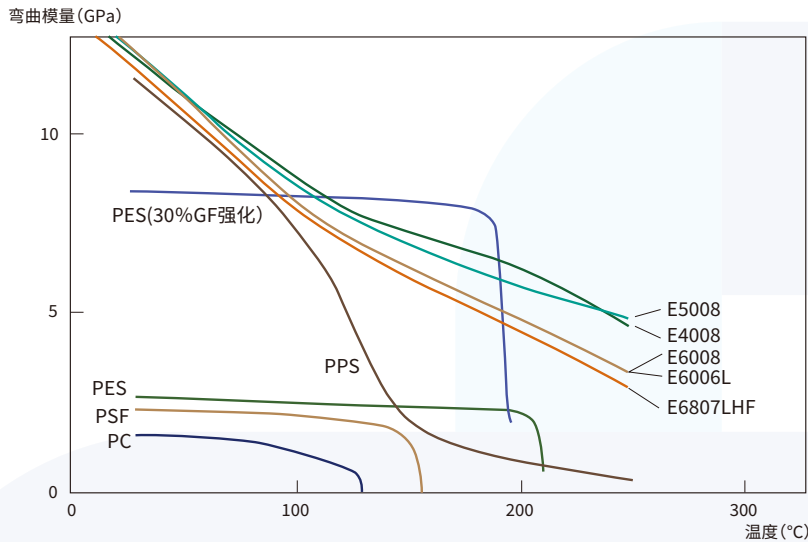
表3-2-2 SUMIKASUPER LCP 弯曲强度的厚度依赖性

| 项目         | 厚度(mm) | E6007LHF | E6807LHF | E6808LHF | E6808UHF | E6808GHF | E6810KHF | SV6808THF | SZ6505HF | SZ6506HF |
|------------|--------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|----------|----------|
| 弯曲强度 (MPa) | 0.5    | 234      | 198      | 220      | 131      | 184      | 174      | 160       | 155      | 153      |
|            | 0.8    | 234      | 202      | 216      | 126      | 177      | 174      | 163       | 155      | 155      |
|            | 1.2    | 224      | 198      | 201      | 121      | 168      | 165      | 160       | 157      | 162      |
|            | 1.6    | 217      | 188      | 194      | 124      | 170      | 159      | 157       | 169      | 173      |
| 弯曲模量 (GPa) | 0.5    | 25.4     | 20.5     | 24.8     | 16.5     | 20.3     | 21.5     | 12.9      | 18.4     | 19.2     |
|            | 0.8    | 21.0     | 16.6     | 18.7     | 12.6     | 16.7     | 17.7     | 11.3      | 15.7     | 16.0     |
|            | 1.2    | 17.6     | 14.4     | 15.4     | 9.6      | 13.1     | 14.2     | 10.4      | 12.6     | 13.7     |
|            | 1.6    | 14.8     | 11.7     | 12.9     | 8.7      | 11.7     | 12.4     | 8.9       | 12.0     | 13.2     |

### 弯曲强度的温度依赖性

SUMIKASUPER LCP 的模量不同于结晶性高分子或非晶性高分子,在玻璃化转变温度附近不会发生大幅下降,但随着温度的升高会表现出缓慢下降的趋势。各个系列在250℃下也具有可实用的弯曲模量,在耐热工程塑料中也处于很高级别。另外,如在成型后对制品进行热处理,皮层的构造会更坚固,使弹性模量变得更高。除了模量以外,强度和热变形温度以及耐蠕变特性也表现出同样的倾向。

图3-2-6 SUMIKASUPER LCP 弯曲模量的温度依赖性



### 物性的各向异性

SUMIKASUPER LCP 的各向异性如下表所示。SUMIKASUPER LCP 在流动时沿着流动方向形成强烈的取向,故其流动方向(MD)与垂直流动方向(TD)的强度有很大的差别。在射出成型时,浇口位置等模具设计时需密切留意。

表3-2-3 SUMIKASUPER LCP 物性的各向异性

| 项目    | 单位  | 测试方向 | E5008L | E5008 | E4008 | E6008 | E6006L | E6007LHF |
|-------|-----|------|--------|-------|-------|-------|--------|----------|
| 成型收缩率 | %   | MD   | 0.05   | 0.06  | 0.10  | 0.18  | 0.19   | 0.20     |
|       | %   | TD   | 0.81   | 1.25  | 1.32  | 1.16  | 0.74   | 0.60     |
| 弯曲强度  | MPa | MD   | 137    | 130   | 138   | 136   | 156    | 158      |
|       | MPa | TD   | 58     | 56    | 57    | 61    | 92     | 95       |
| 弯曲模量  | GPa | MD   | 13.4   | 12.6  | 12.7  | 12.2  | 11.4   | 14.0     |
|       | GPa | TD   | 3.7    | 3.3   | 3.0   | 4.4   | 4.7    | 5.1      |

成型收缩率试验片: 64×64×3mm (1mm 薄膜浇口)  
 弯曲物性试验片 : 13w×3t×64Lmm  
 支点间距离 : 40mm  
 射出成型机 : 日精树脂工业 PS40E5ASE

### 结合线强度

通常LCP由于固化速度快且各向异性,其结合线强度会较低。结合线位置的机械特性会因为密接不良而导致强度降低,在设计制品或制作模具时需充分考虑其影响。

SUMIKASUPER LCP 的结合线弯曲强度如图3-2-7所示。LCP树脂在缺口处合流后再次流动形成结合线1,以及在缺口处合流后停止流动,在末端位置形成的结合线2。对以上两种类型的结合线进行了评价。

图3-2-7 SUMIKASUPER LCP 的结合线弯曲强度(3mm 厚度)

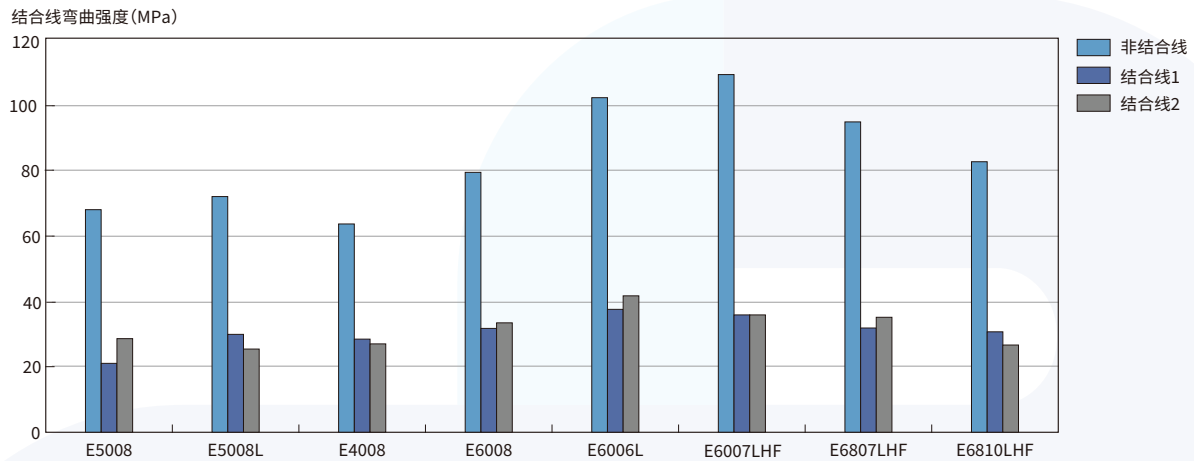


图3-2-8 SUMIKASUPER LCP 结合线测试用试验片

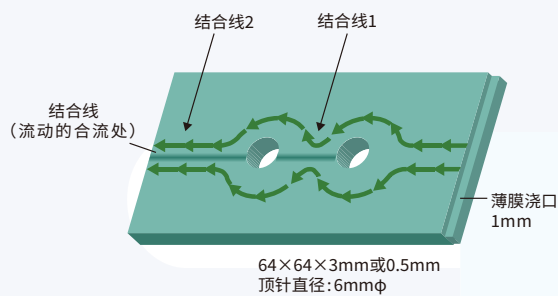
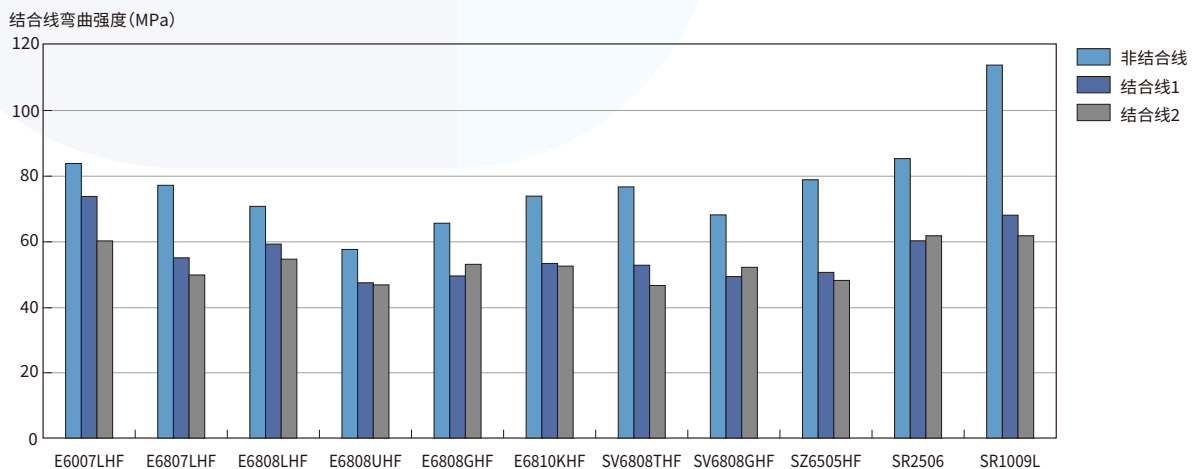


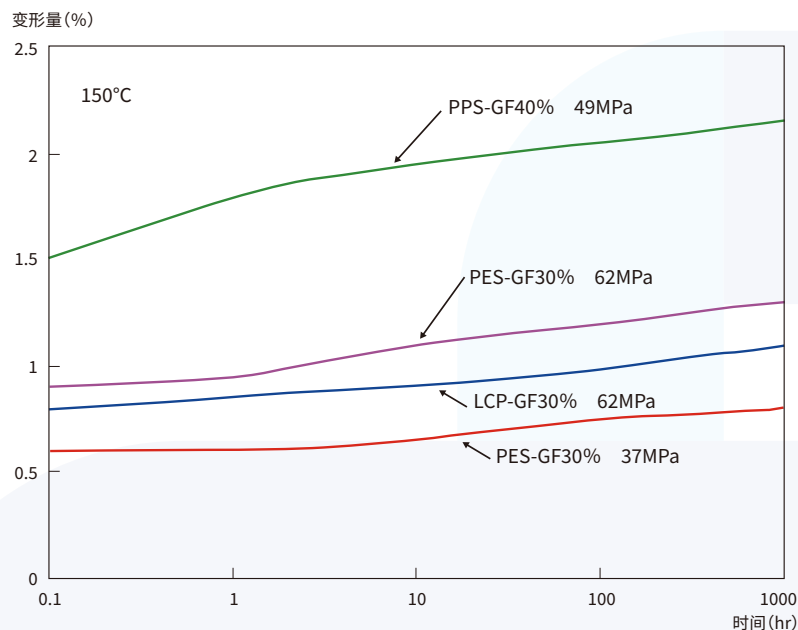
图3-2-9 SUMIKASUPER LCP 结合线弯曲强度(0.5mm 厚度)



### 蠕变性

在对实际使用的部件进行强度计算时,应考虑到由于材料的蠕变性和温度引起的性能变化导致在使用条件下成型品的尺寸和强度发生的变化。图3-2-10是玻璃纤维强化牌号E6006L在150°C下的弯曲蠕变特性。由此可知,相比结晶性的PPS(玻璃纤维40%强化牌号)或 SUMIKA-EXCLE PES(玻璃纤维30%强化牌号),SUMIKASUPER LCP 具有更优良的耐蠕变性能。

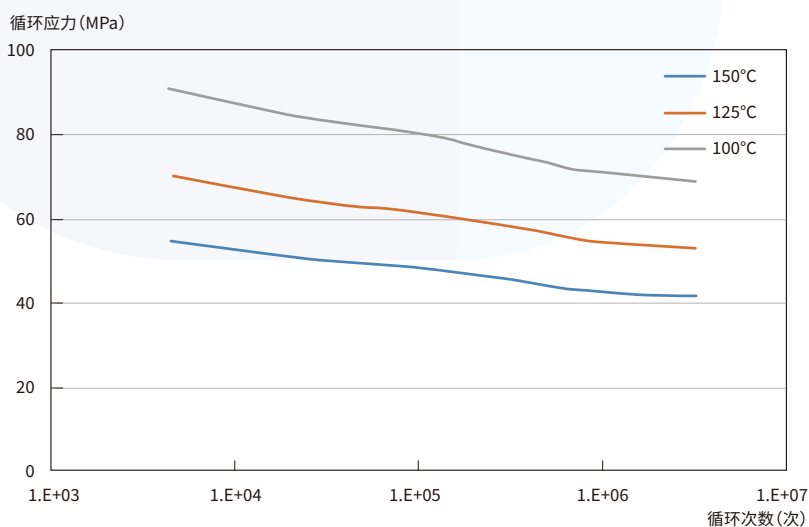
图3-2-10 SUMIKASUPER LCP 的蠕变性



### 疲劳特性

在长时间的变动载荷下,材料会发生疲劳破坏。图示为 SUMIKASUPER LCP E6006L通过拉伸疲劳试验得到的应力-寿命曲线。

图3-2-11 SUMIKASUPER LCP 的疲劳特性



### 3-3 SUMIKASUPER LCP 的尺寸稳定性

#### 成型收缩率

SUMIKASUPER LCP 是一种流动方向 (MD) 与垂直流动方向 (TD) 成型收缩率差异极大的材料。在设计模具尺寸时, 需将 MD 与 TD 两者取中间值作为基准, 设定一个能修正的成型收缩率。

特别是在设计薄壁小型产品的时候, 推荐将 MD 方向的收缩率设定为 0%。

表3-3-1 SUMIKASUPER LCP 物性值的各向异性

| 项目    | 单位  | 测试方向 | E5008L | E5008 | E4008 | E6008 | E6006L | E6007LHF | SV6808THF | SZ6505HF |
|-------|-----|------|--------|-------|-------|-------|--------|----------|-----------|----------|
| 成型收缩率 | %   | MD   | 0.05   | 0.06  | 0.10  | 0.18  | 0.19   | 0.20     | 0.25      | 0.22     |
|       | %   | TD   | 0.81   | 1.25  | 1.32  | 1.16  | 0.74   | 0.60     | 0.56      | 0.60     |
| 弯曲强度  | MPa | MD   | 137    | 130   | 138   | 136   | 156    | 160      | 120       | 145      |
|       | MPa | TD   | 58     | 56    | 57    | 61    | 92     | 70       | 50        | 77       |
| 弯曲模量  | GPa | MD   | 13.4   | 12.6  | 12.7  | 12.2  | 11.4   | 12.0     | 10.0      | 12.0     |
|       | GPa | TD   | 3.7    | 3.3   | 3.0   | 4.4   | 4.7    | 3.5      | 3.0       | 6.0      |

成型收缩率试验片: 64×64×3mm (1mm 薄膜浇口)

弯曲物性试验片: 13w×3t×64Lmm

支点间距离: 40mm

射出成型机: 日精树脂工业 PS40E5ASE

图3-3-1 E6008的成型收缩率

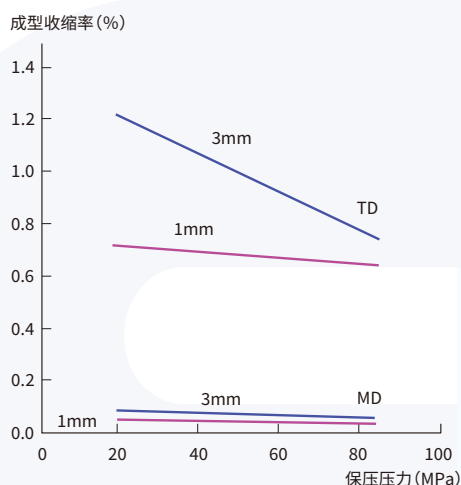
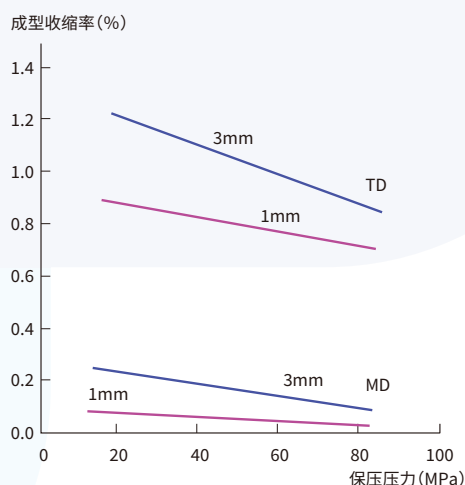


图3-3-2 E5008的成型收缩率



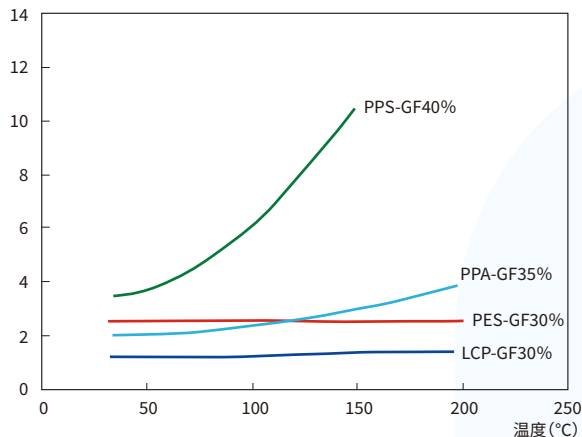


### SUMIKASUPER LCP 的线膨胀系数

SUMIKASUPER LCP 的另一个优秀的特长,是其拥有极低的线膨胀系数。SUMIKASUPER LCP 的线膨胀率能够保持线性,线膨胀系数几乎不随温度的变化而变化。MD方向的线膨胀率极低,相当于金属的级别。但是,与LCP其他的性能同样,线膨胀系数也存在各向异性,在TD方向上线膨胀系数会变大。

图3-3-3 SUMIKASUPER LCP 与其他树脂的线膨胀系数比较

线膨胀系数 ( $\times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ )



### 线膨胀系数

线膨胀系数是指成型品随每1°C温度变化而引起的变形量。一般,线膨胀系数是指在某一个温度范围内的平均线膨胀系数。

SUMIKASUPER LCP 的线膨胀系数会受到填充材料和填充量以及流动取向(各向异性)的影响,MD和TD方向的值会有很大的差异。本试验选用了更容易体现出各向异性的哑铃型样片,试验数据取自样片中间段切削加工而成的部分,因此MD与TD间的差距会更明显。

表3-3-2 SUMIKASUPER LCP 的线膨胀系数

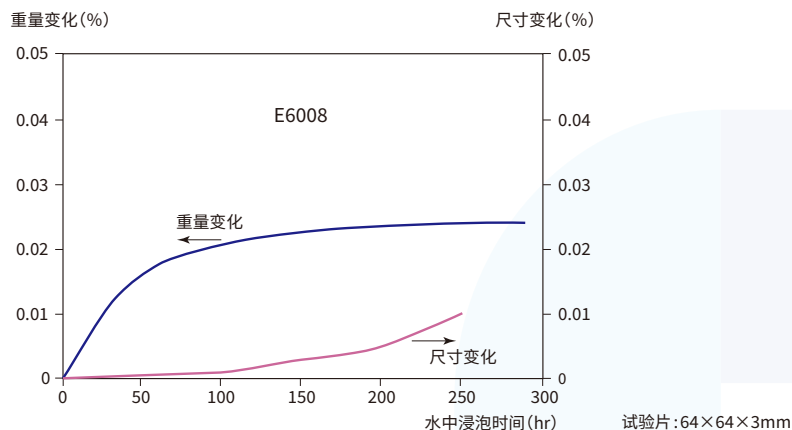
单位:  $10^{-5}/^{\circ}\text{C}$

| 系列        | 牌号          | 线膨胀系数 |     |
|-----------|-------------|-------|-----|
|           |             | MD    | TD  |
| E5000系列   | E5006L      | 1.7   | 7.3 |
|           | E5008       | 0.1   | 6.4 |
|           | E5008L      | 0.2   | 6.0 |
|           | E5204L      | 1.3   | 7.3 |
| E4000系列   | E4006L      | 0.2   | 8.1 |
|           | E4008       | 1.4   | 6.2 |
|           | E4009       | 1.5   | 6.3 |
| E6000系列   | E6006L      | 2.0   | 8.9 |
|           | E6008 KE    | 0.3   | 7.2 |
|           | E6008       | 1.3   | 5.6 |
|           | E6809U      | 1.0   | 6.0 |
| E6000HF系列 | E6007LHF    | 0.2   | 8.5 |
|           | E6007LHF-MR | 0.2   | 8.5 |
|           | E6807LHF    | 1.0   | 6.3 |
|           | E6808GHF    | 0.7   | 7.6 |
|           | E6808LHF    | 0.4   | 8.1 |
|           | E6808UHF    | 1.0   | 6.2 |
|           | E6810LHF    | 0.5   | 8.0 |
|           | E6810KHF    | 0.9   | 7.1 |
| SV系列      | SV6808THF   | 0.6   | 5.2 |
|           | SV6808GHF   | 1.3   | 6.8 |
|           | SV6808L     | 1.0   | 9.0 |
| SR1000系列  | SR1009      | 0.2   | 7.1 |
|           | SR1009L     | 0.2   | 7.1 |
|           | SR1205L     | 1.1   | 5.6 |
| SR2000系列  | SR2506      | 0.7   | 5.2 |
|           | SR2507      | 0.5   | 2.7 |
| SZ系列      | SZ4506      | 0.1   | 5.9 |
|           | SZ6505HF    | 1.1   | 7.6 |
|           | SZ6506HF    | 1.0   | 6.6 |
|           | SZ6709L     | 0.9   | 8.1 |

### SUMIKASUPER LCP 的吸水性

SUMIKASUPER LCP 的吸水率极低,为0.02%。即使在水中放置很长时间,重量以及尺寸也几乎不会发生变化。

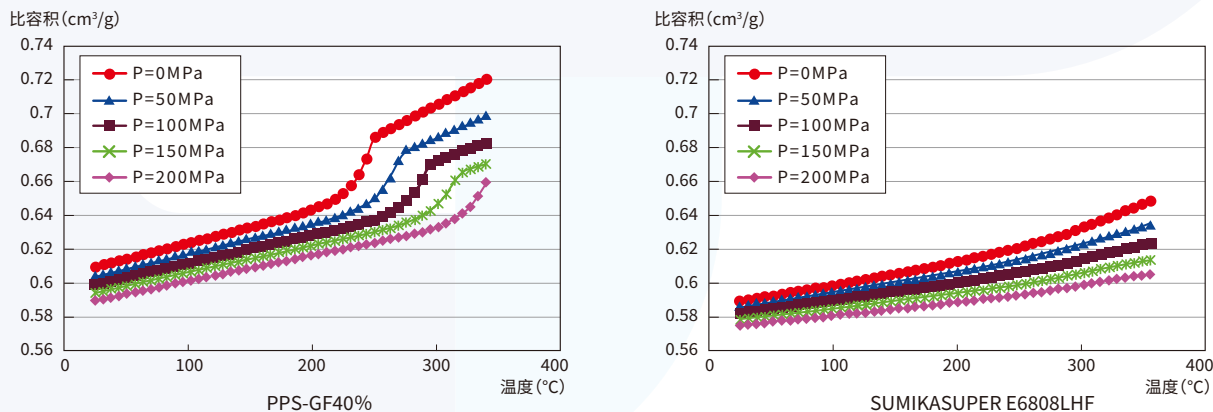
图3-3-4 SUMIKASUPER E6008吸水后的重量、尺寸变化



### SUMIKASUPER的PVT特性

包括 SUMIKASUPER LCP 在内的热塑性树脂,不论是固体状态还是熔融状态,其比容会随着压力变化。这种树脂的压缩性可通过压力(Pressure)、比容(Specific Volume)和温度(Temperature)的关系(PVT特性)来表示。一般像PPS这种结晶性树脂,它的体积会在熔点(结晶化)大幅变化。但是LCP在液晶化温度以上仅是视为融化,随着固化而产生的体积变化很小。另外,由于压力的变化而引起的体积变化也很小。因此,LCP的尺寸稳定性极佳。

图3-3-5 PPS-GF40%与SUMIKASUPER E6808LHF的PVT特性比较



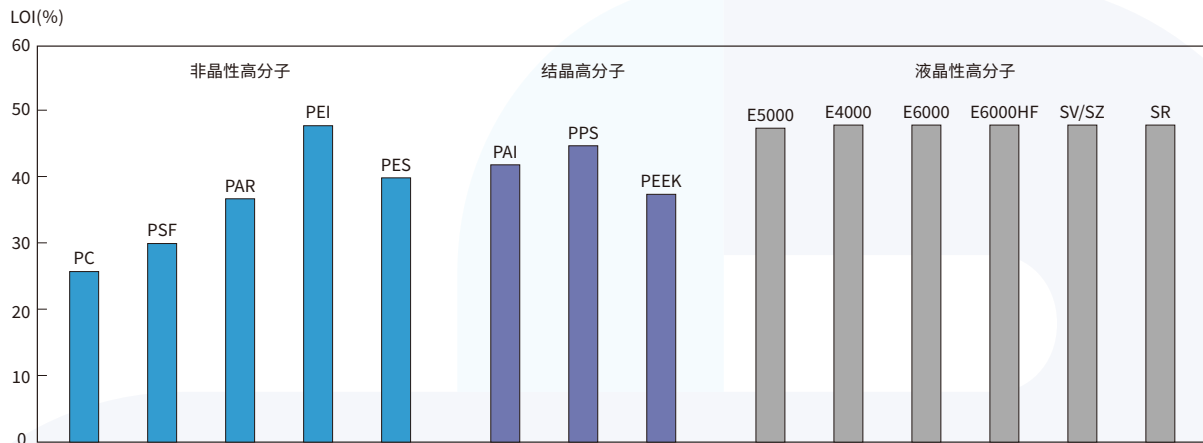
### 3-4 SUMIKASUPER LCP 的阻燃性

SUMIKASUPER LCP 具有优良的阻燃性,不需要使用阻燃剂。燃烧时主要产生二氧化碳与水。

#### 极限氧指数

SUMIKASUPER LCP 具有工程塑料中最高级别的极限氧指数 (LOI)

图3-4-1 工程塑料与 SUMIKASUPER LCP 的极限氧指数比较



### UL标准

UNDERWRITERS LABORATORIES INC.制定的UL94燃烧性标准是将塑料根据其耐燃烧性能进行分类的系统。SUMIKASUPER LCP 的UL文件登录编号为E249884。详细内容请参考UL文件。

表3-4-1 SUMIKASUPER LCP 的UL登录情况

| 牌号          | 厚度<br>(mm) | Flame Class | HWI | HAI | CTI | RTI  |     |     |
|-------------|------------|-------------|-----|-----|-----|------|-----|-----|
|             |            |             |     |     |     | Elec | Imp | Str |
| E5008       | 0.75       | V-0         | 3   | 4   | 3   | 240  | 200 | 220 |
|             | 1.5        | V-0         | 1   | 4   | 3   | 240  | 220 | 240 |
|             | 3.0        | V-0         | 0   | 4   | 3   | 240  | 220 | 240 |
| E5008L      | 0.75       | V-0         | 3   | 4   | 4   | 240  | 200 | 220 |
|             | 1.5        | V-0         | 1   | 4   | 4   | 240  | 220 | 240 |
|             | 3.0        | V-0         | 0   | 4   | 4   | 240  | 220 | 240 |
| E4008       | 0.15       | V-0         | 4   | -   | 3   | 220  | 200 | 220 |
|             | 0.30       | V-0         | 3   | 0   | 3   | 240  | 200 | 240 |
|             | 0.75       | V-0         | 3   | 0   | 3   | 240  | 220 | 240 |
|             | 1.5        | V-0         | 2   | 0   | 3   | 240  | 220 | 240 |
|             | 3.0        | V-0         | 1   | 0   | 3   | 240  | 220 | 240 |
| E6008       | 0.15       | V-0         | 4   | 3   | 3   | 220  | 200 | 220 |
|             | 0.27       | V-0         | 4   | 0   | 3   | 240  | 200 | 240 |
|             | 0.54       | V-0         | 4   | 0   | 3   | 240  | 220 | 240 |
|             | 0.75       | V-0         | 4   | 0   | 3   | 240  | 220 | 240 |
|             | 1.5        | V-0         | 2   | 0   | 3   | 240  | 220 | 240 |
|             | 3.0        | V-0         | 1   | 0   | 3   | 240  | 220 | 240 |
| E6007LHF-MR | 0.50       | V-0         | 4   | 1   | 3   | 220  | 210 | 210 |
|             | 0.75       | V-0         | 4   | 1   | 3   | 220  | 210 | 210 |
|             | 1.5        | V-0         | 4   | 1   | 3   | 220  | 220 | 220 |
|             | 3.0        | V-0         | 0   | 0   | 3   | 220  | 220 | 220 |

Flame Class: 燃烧等级

Relative Thermal Index(RTI): 相对温度指数

Hot Wire Ignition(HWI): 热金属丝的发火性

High Ampere Arc Resistance(HAI): 高电流弧的发火性

Comparative Tracking Index(CTI): 相比耐漏电起痕指数

PLC: HWI,HAI,CTI表示Performance Level Categories(PLC)的等级。

### 3-5 SUMIKASUPER LCP 的化学稳定性

#### SUMIKASUPER LCP 的耐化学试剂性

SUMIKASUPER LCP 的耐化学试剂性的数据如表所示。SUMIKASUPER LCP 即使在高温下也不会发生在油类中发生膨胀、劣化，具有优良的耐化学试剂性。但是在实际应用时，应当对成型品进行测定。

表3-5-1 SUMIKASUPER LCP 的耐化学试剂性

| 试剂名        | 条件     |        | SUMIKASUPER LCP 的评价 |
|------------|--------|--------|---------------------|
|            | 温度(°C) | 时间     |                     |
| 20%盐酸      | 50     | 30天    | ○                   |
| 20%硫酸      | 50     | 30天    | ○                   |
| 40%硝酸      | 50     | 30天    | ○                   |
| 冰醋酸        | 50     | 30天    | ○                   |
| 10%氢氧化钠    | 50     | 30天    | ×                   |
| 10%氨水      | 50     | 30天    | ×                   |
| 丙酮         | 回流     | 100hr  | ○                   |
| 甲基乙基酮      | 回流     | 100hr  | ○                   |
| 氯仿         | 回流     | 100hr  | ○                   |
| 二氯甲烷       | 回流     | 100hr  | ○                   |
| 甲苯         | 回流     | 100hr  | ○                   |
| 甲醇         | 回流     | 100hr  | ○                   |
| 乙醇         | 回流     | 100hr  | ○                   |
| 乙酸乙酯       | 回流     | 100hr  | ○                   |
| N,N-二甲基甲酰胺 | 回流     | 100hr  | ×                   |
| 汽油         | 室温     | 30天    | ○                   |
| 润滑油        | 120    | 2000hr | ○                   |
| 齿轮油        | 120    | 2000hr | ○                   |

評価 ○：拉伸强度降低率5%以下，重量变化率2%以下  
×：变化量大于上述记载

#### 成型品中产生的气体

SUMIKASUPER LCP 的成型品在加热时仅产生极少量的气体

图3-5-2 成型品中产生的气体成分分析方法

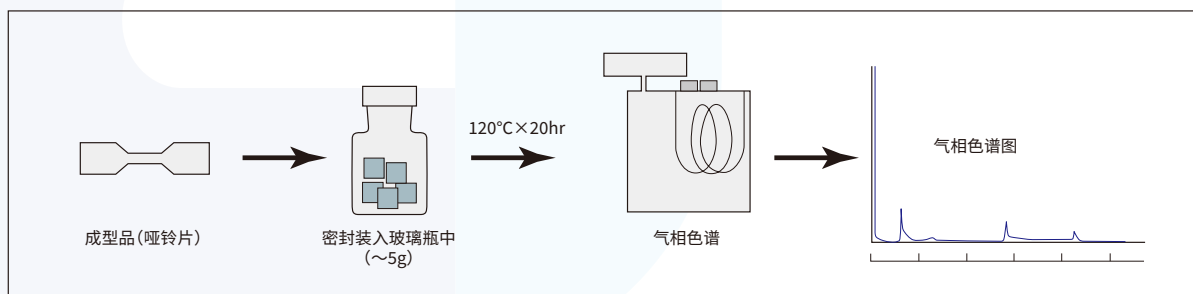
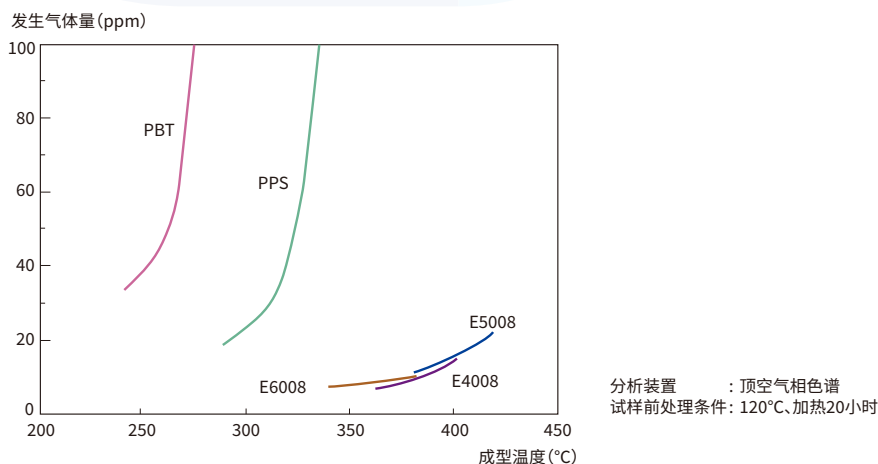


图3-5-3 SUMIKASUPER LCP 的气体产生量

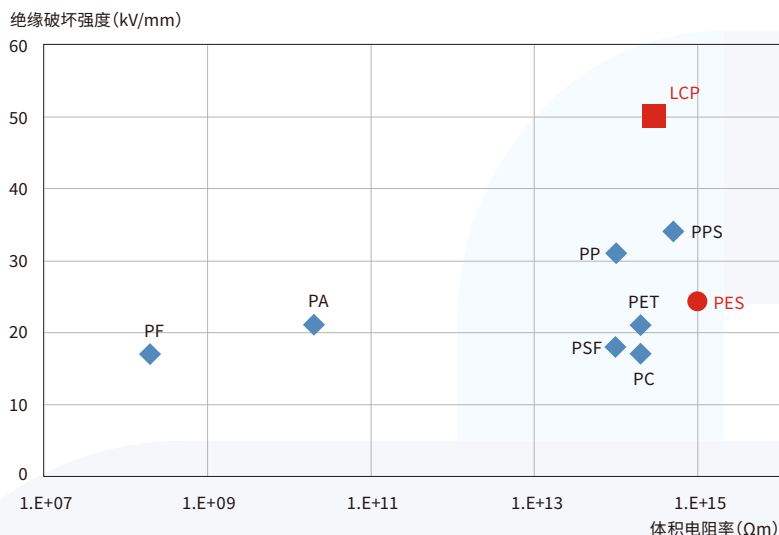


### 3-6 SUMIKASUPER LCP 的电性能

#### 体积电阻率

体积电阻率,是材料每单位体积对电流的阻抗,通过测定1分钟内对材料施加DC 500V的电压时流过材料的电流来表征。电绝缘性越高,其体积电阻率越高。SUMIKASUPER LCP 由于皮层处的强烈取向,因此具有很高的电绝缘性能。

图3-6-1 SUMIKASUPER LCP 的体积电阻率与绝缘破坏强度



#### 绝缘特性

绝缘破坏强度是指材料在发生绝缘击穿前能承受多高电压的指标。实验结果以kV/mm为单位作出的报告,但实际上绝缘耐受能力会受到试验片的厚度以及温度的影响。SUMIKASUPER LCP 的绝缘破坏强度与拉伸强度一样,会随着样品变薄而变得更高。而且在高温下,LCP 的绝缘破坏强度也不容易降低,具有优良的电绝缘性能。

图3-6-2 SUMIKASUPER LCP 的绝缘破坏强度与厚度的依赖性

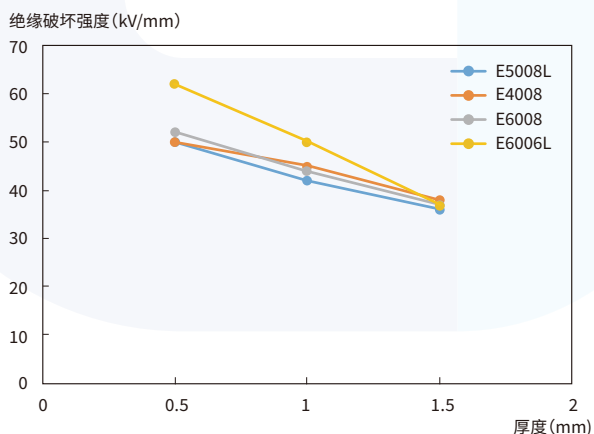
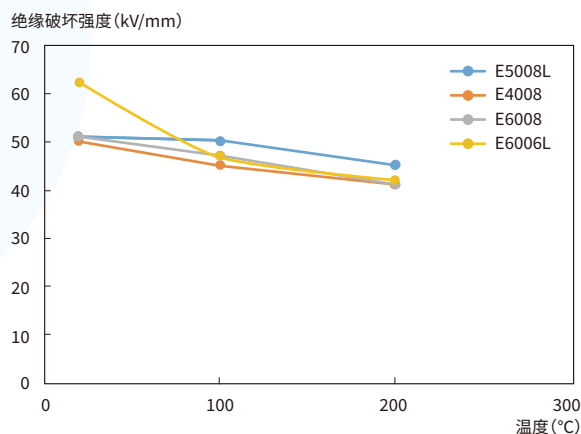


图3-6-3 SUMIKASUPER LCP 的绝缘破坏强度与温度的依赖性



### 介电性能

SUMIKASUPER LCP 的介电常数、介电损耗对温度和频率的依赖性较小且非常稳定。特别在GHz频段，LCP的介电损耗非常小。

图3-6-4 介电损耗的温度依赖性

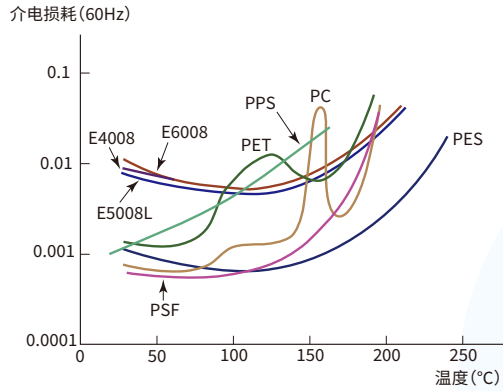


图3-6-5 介电损耗的频率依赖性

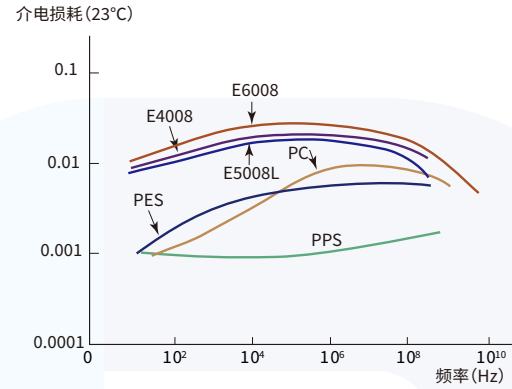


表3-6-1 SUMIKASUPER LCP 的电性能

| 测试项目 |       | 测试方法      | E5008L | E5008 | E5204LB | E4008 | E4205R | E6008 | E6006L | E6007LHF | E6807LHF | SR1009 |
|------|-------|-----------|--------|-------|---------|-------|--------|-------|--------|----------|----------|--------|
| 介电常数 | 1kHz  | IEC 60250 | 4.7    | 4.7   | —       | 4.5   | —      | 4.4   | 4.3    | —        | 4.3      | —      |
|      | 1MHz  |           | 4.2    | 4.2   | 3.1     | 3.9   | 2.9    | 3.9   | 3.7    | 3.8      | 3.8      | 4.0    |
|      | 1GHz  |           | 3.7    | 3.7   | 3.0     | 3.8   | 2.8    | 3.9   | 3.7    | 3.8      | 3.5      | 4.0    |
|      | 10GHz | IEC 62810 | 3.8    | 3.7   | 3.0     | 3.7   | 2.9    | 3.8   | 3.5    | 3.6      | —        | 4.0    |
| 介电损耗 | 1kHz  | IEC 60250 | 0.013  | 0.015 | —       | 0.018 | —      | 0.022 | 0.023  | —        | 0.020    | —      |
|      | 1MHz  |           | 0.031  | 0.031 | 0.018   | 0.034 | 0.013  | 0.032 | 0.034  | 0.026    | 0.030    | 0.008  |
|      | 1GHz  |           | 0.005  | 0.005 | 0.006   | 0.005 | 0.004  | 0.005 | 0.005  | 0.005    | 0.004    | 0.003  |
|      | 10GHz | IEC 62810 | 0.005  | 0.005 | 0.012   | 0.006 | 0.005  | 0.006 | 0.005  | 0.005    | —        | 0.005  |

表3-6-2 SUMIKASUPER LCP 的电性能

| 测试项目 | 测试方法  | E6205L    | SR1205L | E6808LHF | E6808UHF | SV6808THF | SV6808GHF | SR2506 | SR2507 | SZ6505HF | SZ6506HF |
|------|-------|-----------|---------|----------|----------|-----------|-----------|--------|--------|----------|----------|
| 介电常数 | 1kHz  | IEC 60250 | —       | —        | —        | —         | —         | —      | —      | —        | —        |
|      | 1MHz  |           | 3.0     | 2.8      | 3.8      | 3.8       | 3.8       | 3.6    | 3.7    | 3.8      | 3.5      |
|      | 1GHz  |           | 2.9     | 2.8      | 3.6      | 3.5       | 3.5       | 3.5    | 3.5    | 3.4      | 3.5      |
|      | 10GHz |           | 2.8     | 2.7      | 3.7      | 3.6       | 3.7       | 3.6    | 3.7    | 3.5      | 3.6      |
| 介电损耗 | 1kHz  | IEC 60250 | —       | —        | —        | —         | —         | —      | —      | —        | —        |
|      | 1MHz  |           | 0.024   | 0.007    | 0.038    | 0.033     | 0.012     | 0.029  | 0.029  | 0.023    | 0.011    |
|      | 1GHz  |           | 0.005   | 0.002    | 0.004    | 0.004     | 0.004     | 0.004  | 0.004  | 0.004    | 0.005    |
|      | 10GHz |           | 0.005   | 0.003    | 0.005    | 0.004     | 0.004     | 0.005  | 0.003  | 0.003    | 0.003    |

### 3-7 SUMIKASUPER LCP 的其他性能

#### SUMIKASUPER LCP 的减震性

SUMIKASUPER LCP 刚性很强,震动衰减性也很大,因此与其他树脂相比,其减震性十分优越。损失系数与弯曲模量的关系如图3-7-1所示,在具有高模量的同时还表现出很高的损失系数。

图3-7-1 SUMIKASUPER LCP 的损失系数与弯曲模量的关系

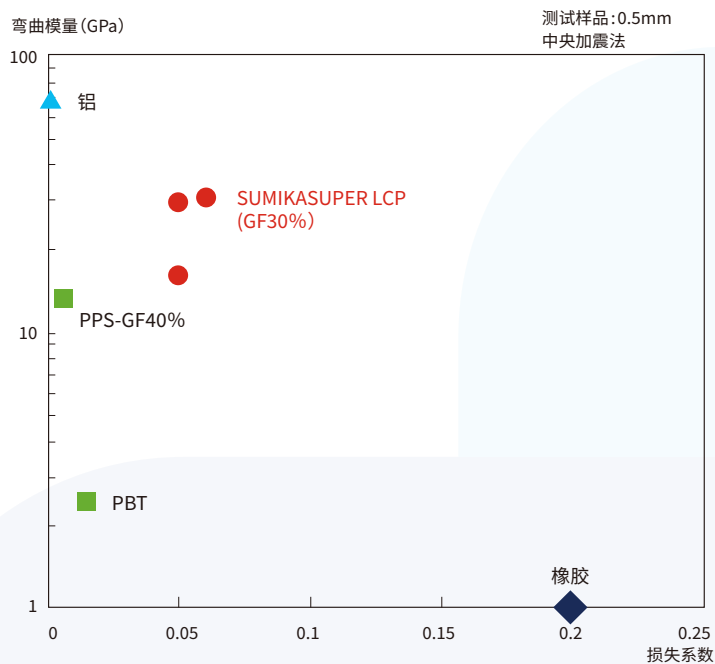


图3-7-2 LCP与PPS的震动衰减性比较

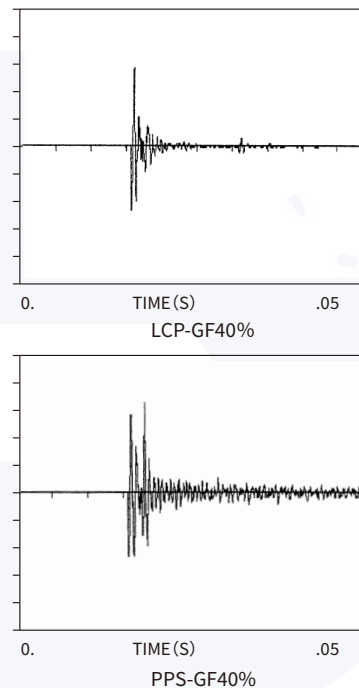


图3-7-3 SUMIKASUPER LCP 的共振特性

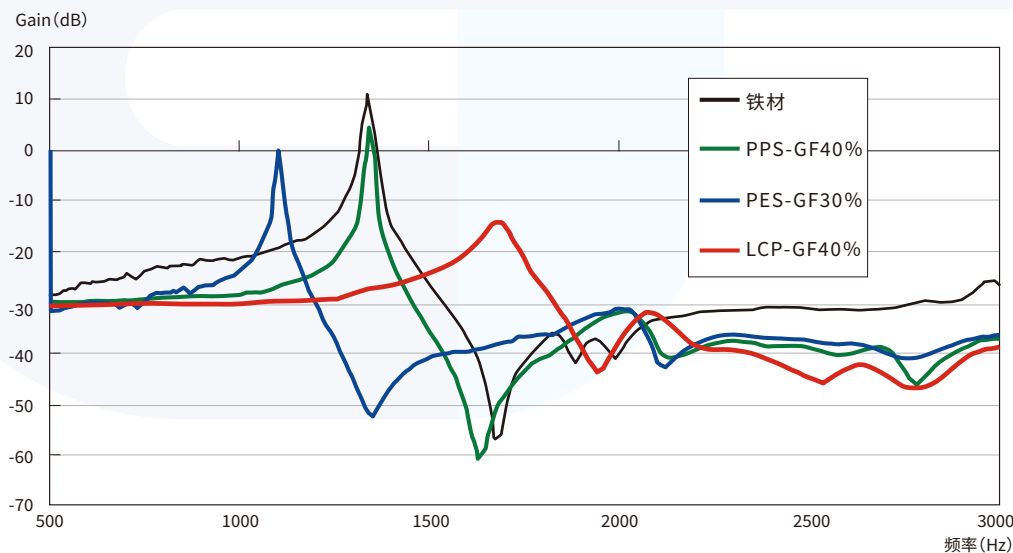


表3-7-1 SUMIKASUPER LCP 与其他树脂的比较

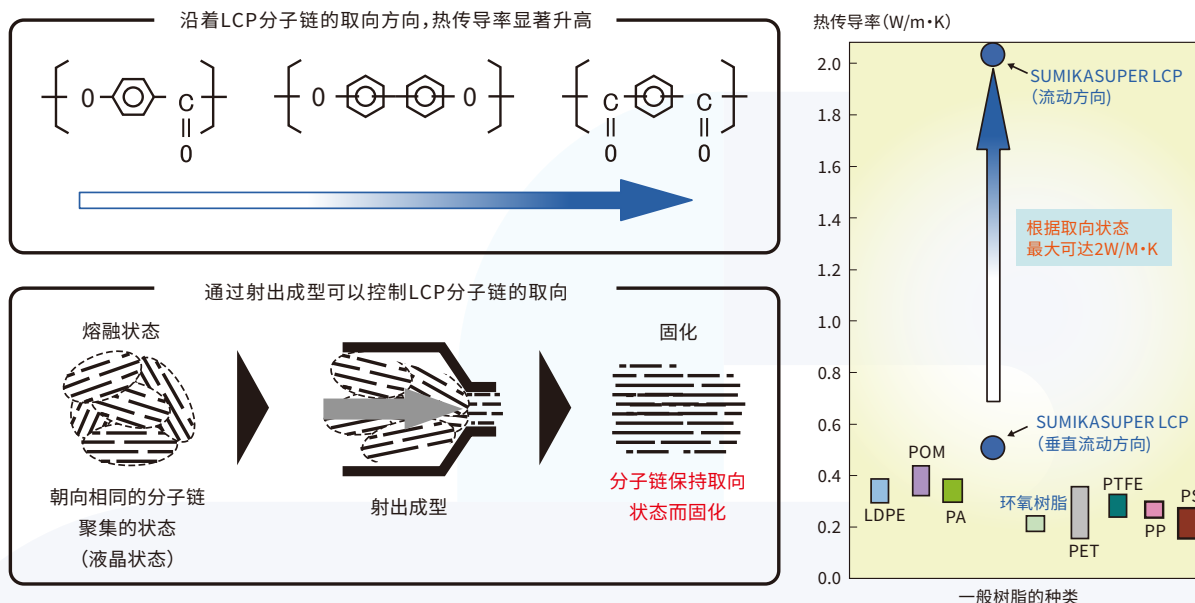
|           | 共振频率(Hz) | 损失系数   |
|-----------|----------|--------|
| LCP-GF40% | 1,680    | 0.0491 |
| PES-GF30% | 1,100    | 0.0092 |
| PPS-GF40% | 1,340    | 0.0093 |
| 铁材        | 1,340    | 0.0095 |



### SUMIKASUPER LCP 的热传导性

SUMIKASUPER LCP 的热传导性会被树脂的取向影响,流动方向会表现出更高的热传导性。此外,相比LCP树脂本身的热传导率,玻璃纤维等无机填充材料的热传导率更高,因此填充材料的种类和含量会带来不同的热传导率。

图3-7-4 SUMIKASUPER LCP 的热传导率

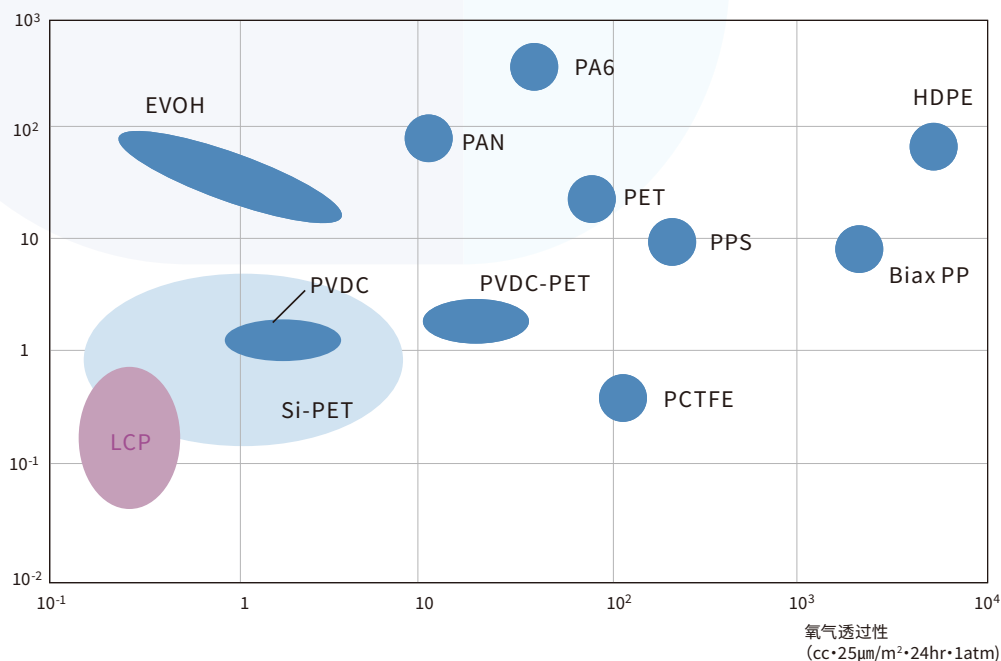


### SUMIKASUPER LCP 的气体阻隔性

气体阻隔性,指24小时内通过1m<sup>2</sup>材料的气体量,被称为透过速度。透过速度越慢则透过量越少,阻隔性就越好。通常,气体阻隔性与试验片的厚度成反比,下图中数据统一换算成厚度25μm时的数据(cc·25μm/m<sup>2</sup>·24hr·1atm)。SUMIKASUPER LCP 的水蒸气透过性与氧气透过性测试,其透过速度都很低,表现出优异的气体阻隔性。

图3-7-5 SUMIKASUPER LCP 的气体阻隔性

水蒸气透过性  
(g·25μm/m<sup>2</sup>·24hr·1atm)



## SUMIKASUPER LCP 的CAE解析

CAE (computer-aided engineering) 解析能在电脑对一些可能在制品上出现的设计问题进行模拟。CAE的一些必要技术数据如下表所示。以下的数据都是为了CAE解析而测试的。如有需要CAE解析时需要使用的数据, 请与本公司联系。

表3-7-2 SUMIKASUPER LCP 的CAE特性1

|          | 测试方法        | 单位                | E5204L | E5006L | E4008  | E6006L | E6008  | E6807T | E6007LHF | E6808LHF | E6810LHF |
|----------|-------------|-------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----------|----------|----------|
| 比热       | ASTM E1269  | J/(kg·K)          | 1,067  | 1,068  | 812    | 839    | 812    | 1,012  | 967      | 1,009    | 974      |
| 热传导率     | ISO 22007-2 | W/(m·K)           | 0.37   | 0.44   | 0.51   | 0.50   | 0.51   | 0.64   | 0.43     | 0.43     | 0.70     |
| 熔融密度     | PVT法        | g/cm <sup>3</sup> | 1.10   | 1.35   | 1.54   | 1.42   | 1.54   | 1.52   | 1.50     | 1.53     | 1.65     |
| 固体密度     | PVT法        | g/cm <sup>3</sup> | 1.23   | 1.58   | 1.70   | 1.59   | 1.70   | 1.68   | 1.68     | 1.73     | 1.84     |
| 杨氏模量(MD) | ASTM D638   | MPa               | 8,000  | -      | 13,000 | 14,000 | 13,000 | 8,700  | 14,000   | 11,000   | 9,900    |
| 杨氏模量(TD) | ASTM D638   | MPa               | 3,000  | -      | 3,600  | 3,800  | 3,600  | 3,900  | 5,100    | 4,800    | 5,600    |
| 泊松比(MD)  | ASTM D638   | -                 | 0.43   | -      | 0.46   | 0.48   | 0.46   | 0.25   | 0.39     | 0.34     | 0.28     |
| 泊松比(TD)  | ASTM D638   | -                 | 0.86   | -      | 0.88   | 0.87   | 0.88   | 0.82   | 0.72     | 0.71     | 0.73     |

表3-7-3 SUMIKASUPER LCP 的CAE特性2

|          | 测试方法        | 单位                | E6808UHF | SV6808THF | SV6808GHF | SZ6505HF | SZ6506HF | SR2506 | SR2507 | SR1009L | SR1205L |
|----------|-------------|-------------------|----------|-----------|-----------|----------|----------|--------|--------|---------|---------|
| 比热       | ASTM E1269  | J/(kg·K)          | 1,203    | 920       | 890       | 1,121    | 1,110    | 1,042  | 979    | 897     | 856     |
| 热传导率     | ISO 22007-2 | W/(m·K)           | 0.33     | 0.56      | 0.66      | 0.48     | 0.47     | 0.48   | 0.55   | 0.29    | 0.38    |
| 熔融密度     | PVT法        | g/cm <sup>3</sup> | 1.54     | 1.57      | 1.53      | 1.42     | 1.44     | 1.46   | 1.54   | 1.60    | 1.06    |
| 固体密度     | PVT法        | g/cm <sup>3</sup> | 1.73     | 1.73      | 1.69      | 1.58     | 1.63     | 1.64   | 1.69   | 1.75    | 1.16    |
| 杨氏模量(MD) | ASTM D638   | MPa               | 8,000    | 8,000     | 10,000    | 11,200   | 11,000   | 12,000 | 13,000 | 14,000  | 7,600   |
| 杨氏模量(TD) | ASTM D638   | MPa               | 4,100    | 4,600     | 4,800     | 5,900    | 6,300    | 6,000  | 8,100  | 5,800   | 4,200   |
| 泊松比(MD)  | ASTM D638   | -                 | 0.25     | 0.28      | 0.32      | 0.25     | 0.12     | 0.23   | 0.21   | 0.43    | 0.40    |
| 泊松比(TD)  | ASTM D638   | -                 | 0.80     | 0.74      | 0.91      | 0.80     | 0.80     | 0.74   | 0.94   | 0.64    | 0.53    |

## 4. LCP的射出成型

### 4-1 SUMIKASUPER LCP 的推荐成型条件

以下列举了 SUMIKASUPER LCP 的一些代表性的推荐成型条件和条件范围。SUMIKASUPER LCP 的树脂温度控制非常重要。机筒的设定温度与实际温度有差异时，需对树脂的实际温度进行管控。

表4-1-1 SUMIKASUPER E5000、E4000、E6000系列推荐成型条件

|              |     | E5000系列 |         | E4000系列 |         | E6000系列 |         |
|--------------|-----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
|              |     | 推荐条件    | 条件范围    | 推荐条件    | 条件范围    | 推荐条件    | 条件范围    |
| 树脂干燥         | 温度  | 130     | 120-140 | 130     | 120-140 | 130     | 120-140 |
|              | 时间  | 5       | 4-24    | 5       | 4-24    | 5       | 4-24    |
| 机筒温度(°C)     | 后部  | 340     | 330-360 | 320     | 310-340 | 300     | 280-320 |
|              | 中间部 | 380     | 370-390 | 360     | 350-370 | 330     | 320-340 |
|              | 前部  | 400     | 390-410 | 380     | 370-390 | 360     | 340-370 |
|              | 喷嘴  | 400     | 390-410 | 380     | 370-390 | 360     | 340-370 |
| 合适的树脂温度(°C)  |     | 400     | 390-410 | 380     | 370-390 | 360     | 340-370 |
| 模具温度(°C)     |     | 70-90   | 60-160  | 70-90   | 60-160  | 70-90   | 60-160  |
| 射出压力(MPa)    |     | 120-160 | 80-160  | 120-160 | 80-160  | 80-160  | 80-160  |
| 保压压力(MPa)    |     | 40-60   | 10-80   | 40-60   | 10-80   | 10-40   | 10-80   |
| 保压时间(sec)    |     | 0.2-0.5 | 0.2-1   | 0.2-0.5 | 0.2-1   | 0.2-0.5 | 0.2-1   |
| 螺杆背压(MPa)    |     | 0.5-1   | 0.5-5   | 0.5-1   | 0.5-5   | 0.5-1   | 0.5-5   |
| 射出速度(mm/sec) |     | 50-200  | 50-400  | 50-200  | 50-400  | 50-200  | 50-400  |
| 螺杆转速(rpm)    |     | 50-250  | 50-350  | 50-250  | 50-350  | 50-250  | 50-350  |
| 松退(mm)       |     | 1-2     | 0-2     | 1-2     | 0-2     | 1-2     | 0-2     |

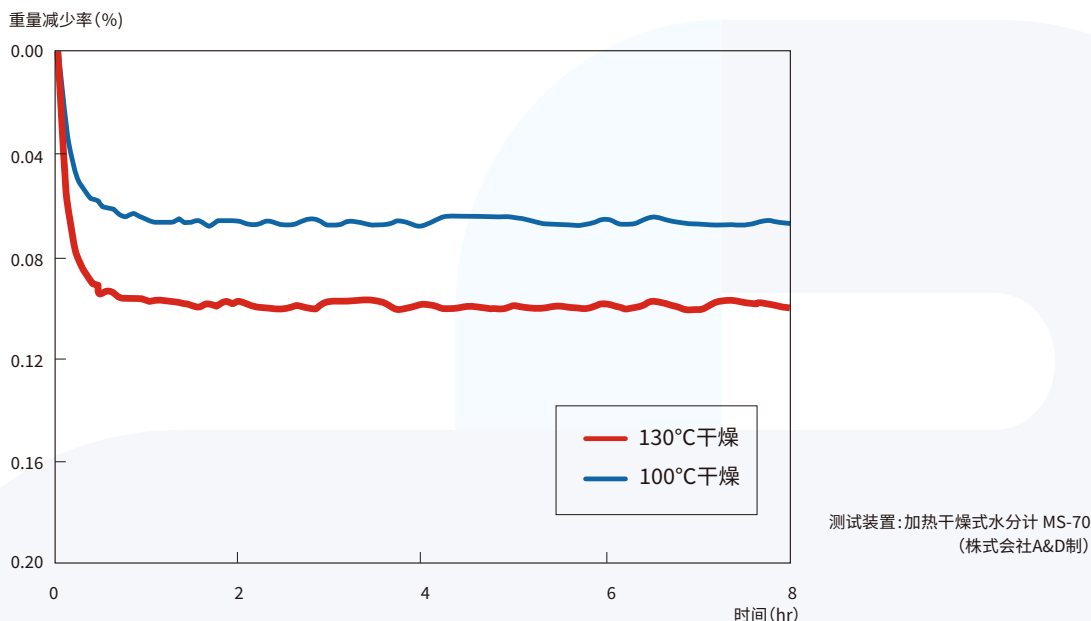
表4-1-2 SUMIKASUPER SV6000、SR1000、E6000HF、SV6000HF、SZ6000HF、SR2000系列的推荐成型条件

|              |     | SV6000、SR1000系列 |         | E6000HF、SV6000HF系列 |         | SZ6000HF、SR2000系列 |         |
|--------------|-----|-----------------|---------|--------------------|---------|-------------------|---------|
|              |     | 推荐条件            | 条件范围    | 推荐条件               | 条件范围    | 推荐条件              | 条件范围    |
| 树脂干燥         | 温度  | 130             | 120-140 | 130                | 120-140 | 130               | 120-140 |
|              | 时间  | 5               | 4-24    | 5                  | 4-24    | 5                 | 4-24    |
| 机筒温度(°C)     | 后部  | 300             | 280-320 | 300                | 280-320 | 300               | 280-320 |
|              | 中间部 | 330             | 320-340 | 330                | 320-340 | 330               | 320-340 |
|              | 前部  | 360             | 340-370 | 350                | 340-370 | 350               | 330-370 |
|              | 喷嘴  | 360             | 340-370 | 350                | 340-360 | 350               | 330-360 |
| 合适的树脂温度(°C)  |     | 360             | 340-370 | 350                | 330-360 | 350               | 330-360 |
| 模具温度(°C)     |     | 70-90           | 60-160  | 70-90              | 60-160  | 70-90             | 60-160  |
| 射出压力(MPa)    |     | 80-160          | 80-180  | 80-160             | 80-180  | 80-160            | 80-180  |
| 保压压力(MPa)    |     | 10-40           | 10-80   | 10-40              | 10-80   | 10-40             | 10-80   |
| 保压时间(sec)    |     | 0.2-0.5         | 0.2-1   | 0.2-0.5            | 0.2-1   | 0.2-0.5           | 0.2-1   |
| 螺杆背压(MPa)    |     | 0.5-1           | 0.5-5   | 0.5-1              | 0.5-5   | 0.5-1             | 0.5-5   |
| 射出速度(mm/sec) |     | 50-200          | 50-500  | 50-200             | 50-500  | 50-200            | 50-500  |
| 螺杆转速(rpm)    |     | 50-250          | 50-350  | 50-250             | 50-350  | 50-250            | 50-350  |
| 松退(mm)       |     | 1-2             | 0-2     | 1-2                | 0-2     | 1-2               | 0-2     |

### 预备干燥

SUMIKASUPER LCP 的吸水率仅0.02%，因此不需要长时间进行干燥，为了达到相应的物性，建议成型前干燥至0.01%。建议在干燥料桶内以130℃左右干燥4小时至24小时。建议使用除湿干燥机或者干燥料桶，以防止在成型过程中的吸水。干燥温度过高可能导致树脂劣化，建议干燥温度在130℃左右。

图4-1-1 SUMIKASUPER LCP 的干燥曲线



### 成型温度设定

#### (1) 机筒前部以及喷嘴温度

不论使用哪一种树脂，都需要控制适当的树脂温度。SUMIKASUPER LCP 的机筒前端温度设定，E5000系列推荐390~410℃，E4000系列推荐370~390℃，E6000、SV6000、SR1000系列推荐340~370℃，E6000HF、SV6000HF、SZ6000HF、SR2000系列推荐330~360℃。如有形状较为复杂需要更高流动性能的，或者是成型长轴与短轴较大的物件，请适当升高料筒前段温度，但设定温度不建议高于推荐温度10℃以上甚至更高，否则射出时，树脂有可能会向下料口处倒流。

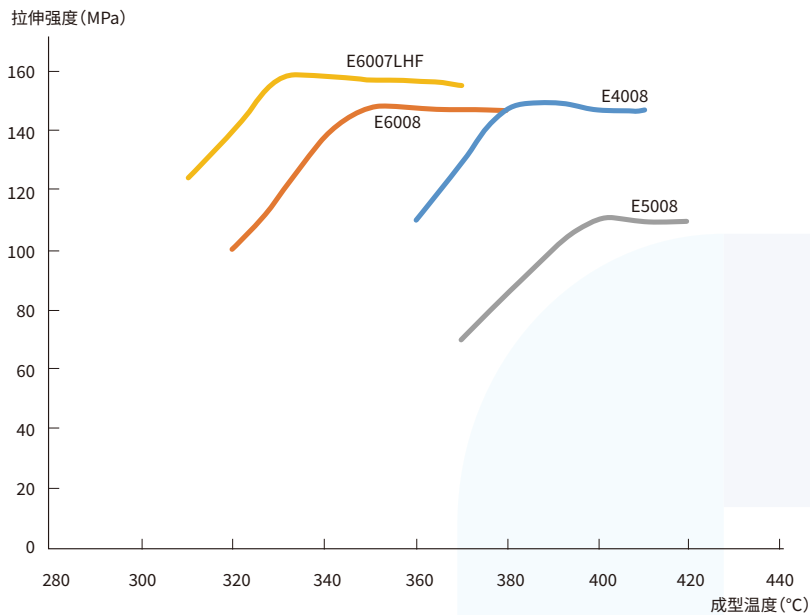
机筒温度的设定，E5000系列为400℃以上，E4000系列为380℃以上，E6000、SV6000、SR1000系列为340℃以上，E6000HF、SV6000HF、SR2000系列为330℃以上。根据产品的用途，在推荐温度以下进行成型也可以得到合适的产品，但温度过低可能会导致物性降低。

喷嘴的温度管理对树脂温度的影响很大，因此非常重要，请务必注意温度探头的位置以及保温。若喷嘴部位的设定温度与实际温度差别很大，需要对树脂的实际温度进行管控。喷嘴部的温度过高会导致漏料或拉丝，而温度过低易产生冷料。

#### (2) 机筒后部温度

SUMIKASUPER LCP 的机筒后部温度设定请略低于前部温度。E5000系列为330~360℃，E4000系列为310~340℃，E6000、SV6000、SR1000、E6000HF、SV6000HF、SZ6000HF、SR2000系列为280~320℃。机筒温度设定过高时，树脂有可能会向下料口处倒流而导致计量不稳定。

图4-1-2 拉伸强度的成型温度依赖性



#### 射出压力与射出速度

##### (1) 射出压力

SUMIKASUPER LCP 的熔融粘度较低,具有优秀的流动性能,因此不必使用很高的射出压力。E6000系列为例,将成型温度升到350°C以上时,用40MPa左右的压力即可达到相当程度的流动性。树脂的固化速度很快,因此保压压力在65-160MPa的范围内,拉伸强度几乎不会发生改变。

##### (2) 射出速度

薄壁以及形状复杂的产品时,推荐中-高速来进行成型。另外,成型超薄制品(0.2mm以下)时,树脂固化速度非常快,因此推荐使用具有快速提高射出速度功能的成型机(参考高速成型技术)

SUMIKASUPER LCP 可以在一个射出速度下进行成型,但为了避免在喷嘴处发生蛇形痕,推荐在通过流道时降低填充速度,经过浇口时提高射速,在充填结束前降低速度,这样可以达到稳定的成型效果。

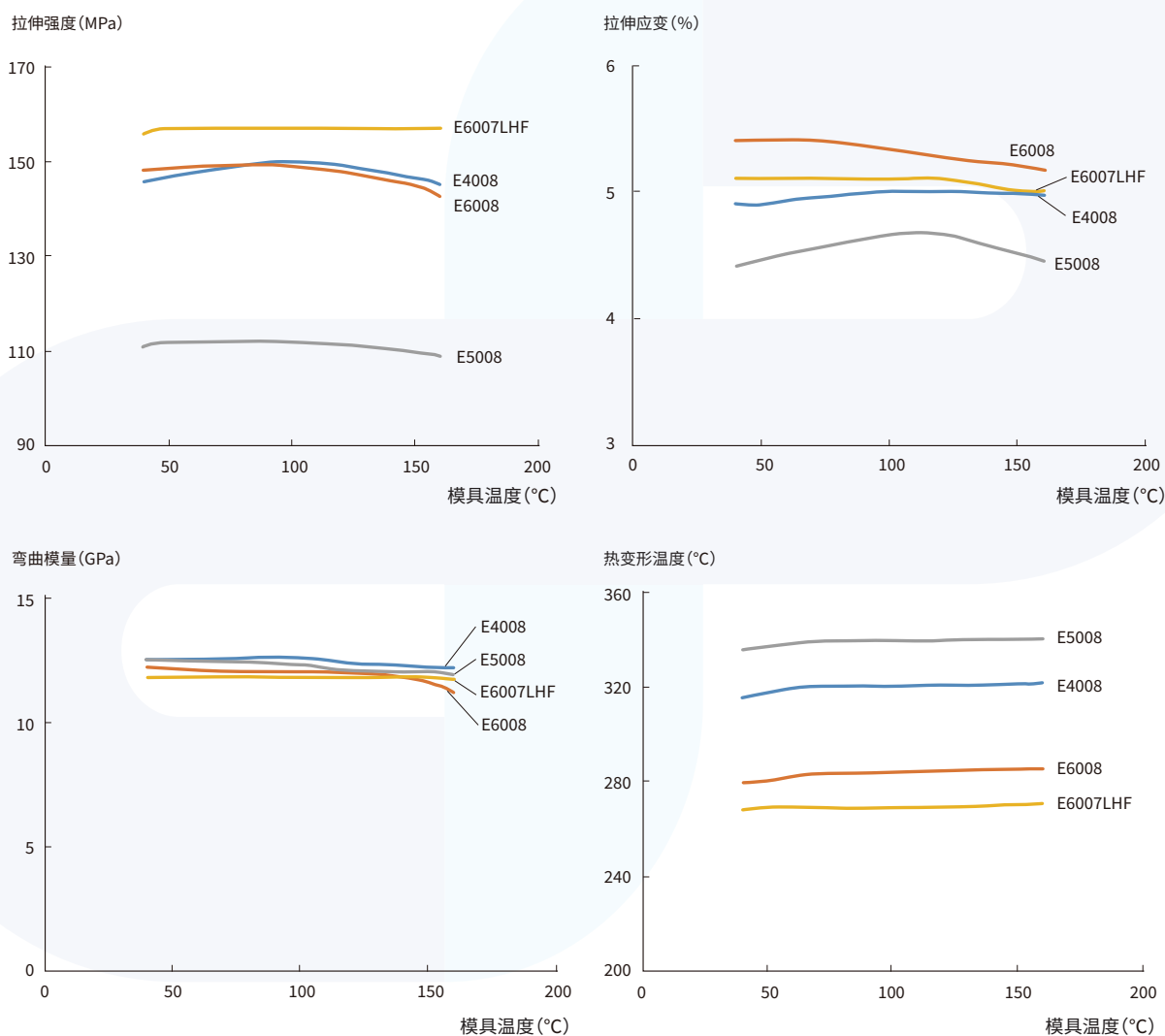
成型相对较厚的产品时,如在结合线的部位发生问题,结合模具排气槽的位置,将射速调整为20-60mm/sec较好。

### 模具温度

SUMIKASUPER LCP 具有刚直的分子链,在熔融状态下也不缠结,成型时在剪切力的作用下高分子链在流动方向取向。并且因为固化速度很快,固化时能保持熔融时的分子取向状态,因此模具的温度几乎不影响其物性,可以在多种模具温度下成型。

成型薄壁产品时,若重视成型周期则调整在60-100°C,重视流动性、结合线强度时则调整在100-150°C,重视产品表面光滑性则调整在160°C以上。如因产品形状复杂,脱膜有困难时,建议降低模具温度。模具表面的温度除了冷却水以外也会受到其他因素的影响,在开机时或参数改变较大时,请务必进行温度测量。

图4-1-3 模具温度与物性的关系



**计量(可塑化)设定**

为了使 SUMIKASUPER LCP 能稳定计量(可塑化),推荐机筒后部的设定温度低于前部,E5000系列推荐设定:330-360°C,E4000系列推荐设定310-340°C,E6000、SV6000、SR1000、E6000HF、SV6000HF、SZ6000HF、SR2000系列推荐设定280-320°C。

计量时提高螺杆转速会减少计量时间。但是螺杆转速过高可能会破坏玻璃纤维等填充材料。对于小直径的螺杆,进料部的槽深决定其计量能力,请参照成型机的种类选择合适的螺杆。

背压越小计量越稳定,请尽量减小背压。

**松退**

SUMIKASUPER LCP 的松退请尽量设定为最小值。若松退设定较大,在喷嘴处容易卷入空气,易发生起泡等不良。喷嘴处发生溢料时请调整树脂的干燥温度或喷嘴温度,如有必要请更换LCP专用喷嘴。

### 清洗方法

SUMIKASUPER LCP 相比其他材料,其熔融粘度极低,包括清洗料在内,因此在清洗螺杆时必须注意是否有其他树脂或清洗材料残留在内。为了彻底清洗SUMIKASUPER LCP,建议在清洗时将温度调低20-30°C以提高LCP的熔融粘度。请注意在清洗加工温度较高的E4000、E5000系列时可能会发生冒烟,气体喷出或树脂飞溅等危险。

### 推荐清洗材料

清洗 SUMIKASUPER LCP 时,可以使用市面上的清洗材料,以下材料有使用实绩。请注意在高温的机筒内长时间滞留可能会导致清洗材料的分解。

- ASACLEAN PX2[Asahi Kasei Corporation]
- Z CLEAN S29[Nissho Corporation]
- CELPURGE NX-HG[Daicel Miraizu Ltd.]

#### ■成型中断后使用相同牌号的情况

成型如需中断15分钟以上时,请将树脂从机筒中排出,并把温度降低至250°C以下。重新开始成型的时候,请按照以下的顺序操作。另外,若停止作业超过数小时,使用相同牌号的材料再此进行作业时,也请按照以下顺序操作。

表4-1-3 SUMIKASUPER LCP 作业中断时的清洗以及正常结束操作

结束操作与重开操作的顺序即成型机的停止与重启操作。

若使用相同牌号重新开始作业时,以下步骤5、6、7可以省略。

|   |        |                                                                                   |
|---|--------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | 成型结束   | 射出所有(料斗内,机筒内)残留树脂                                                                 |
| 2 | 加入清洗料  | 保持成型温度开始清洗                                                                        |
| 3 | 开始清洗   | 将机筒温度降低20-30°C                                                                    |
| 4 | 更换树脂   | 射出清洗材料后,立刻加入 SUMIKASUPER LCP<br>置换机筒内的清洗料                                         |
| 5 | (结束操作) | 关闭电源(可在降温时操作)                                                                     |
| 6 | (重启操作) | 打开电源<br>将机筒温度降低20-30°C                                                            |
| 7 | 预清洗    | 比成型温度低20-30°C,射出 SUMIKASUPER LCP 以清洗(5次以上)                                        |
| 8 | 开始生产   | 升高机筒温度(至成型温度)后,继续射出 SUMIKASUPER LCP 清洗5次以上,开始生产<br>(注)更换同一个牌号不同颜色的材料时,可以省略步骤5、6、7 |

#### ■更换 SUMIKASUPER LCP 的情况

成型结束后需要更换至其他牌号的材料时,请按照以下步骤操作。

表4-1-4 从其他材料更换至 SUMIKASUPER LCP 的方法

|   |        |                                           |
|---|--------|-------------------------------------------|
| 1 | 成型结束   | 射出所有(料斗内,机筒内)残留树脂                         |
| 2 | 提高机筒温度 | 将机筒温度设置为 SUMIKASUPER LCP 成型温度以下20-30°C    |
| 3 | 加入清洗料  | 升温至设定温度后立刻加入清洗材料<br>(注)升温后请确认回转防止功能是否在运作  |
| 4 | 更换树脂   | 射出清洗材料后,立刻加入 SUMIKASUPER LCP<br>置换机筒内的清洗料 |
| 5 | 重开操作   | 将机筒温度设定为 SUMIKASUPER LCP 的成型温度            |
| 6 | 生产再开   | 机筒升温后,射出 SUMIKASUPER LCP 5次以后进行清洗后开始生产    |



### 飞边特性

SUMIKASUPER LCP 固化快且热传导率高, 因此不易产生飞边, 是一种适合生产薄壁, 小型电子产品的材料。

SUMIKASUPER LCP 的飞边特性测试结果如下图所示。在图中标注处良成型窗口和不良成型窗口(短射、发生飞边的窗口)。

SUMIKASUPER LCP 的良成型窗口非常宽广, 与此相比, PPS或PBT之类的材料容易发生飞边, 在制作薄壁产品时难以保证品质。

图4-1-4 飞边特性评价用模具

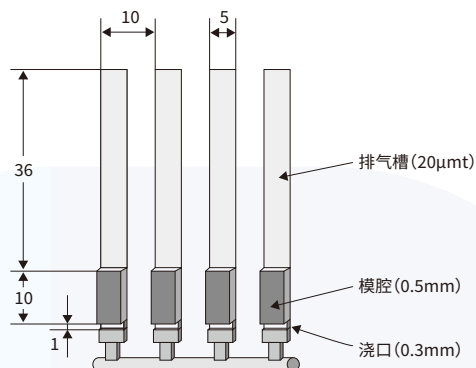
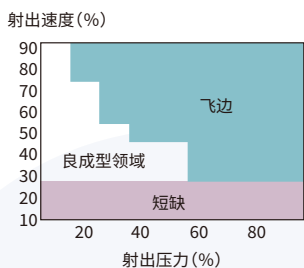
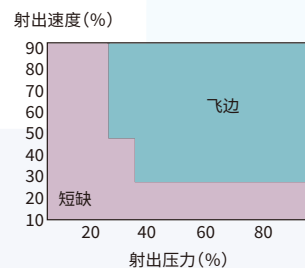


图4-1-5 不同树脂间不产生飞边的成型窗口比较

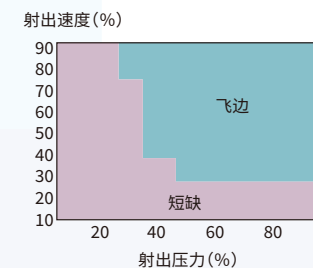
(a) SUMIKASUPER E6008



(b) PPS-GF40%



(c) PBT-GF30%



成型机: 日精树脂工业(株)制  
PS10E1ASE  
射出速率: 32cm<sup>3</sup>/sec,  
射出压力: 100%=200MPa

## 4-2 LCP的成型加工性

### 表观熔融粘度

SUMIKASUPER LCP 的表观熔融粘度与剪切速率依赖性和温度依赖性如下所示。SUMIKASUPER LCP 与其他工程塑料相比,其表观熔融粘度更容易受到剪切速率和温度的影响,在射出成型时,射出速度、机筒温度、剪切发热等因素影响会导致成型加工性大幅变化。SUMIKASUPER LCP 粘度低且易被剪切速率影响,因此射出速度设定为高速的情况下压力也不会变得很高,可以进行高速射出成型。在合适的条件下树脂粘度非常低,即使是薄壁或形状复杂的产品也能完全填充。而另一方面,对射出速度和机筒温度的管理就非常重要,同时也必须要确认由于机筒磨损等导致剪切力的变化。

图4-2-1 表观熔融粘度的剪切速率依赖性

表观熔融粘度 (Pa·s)

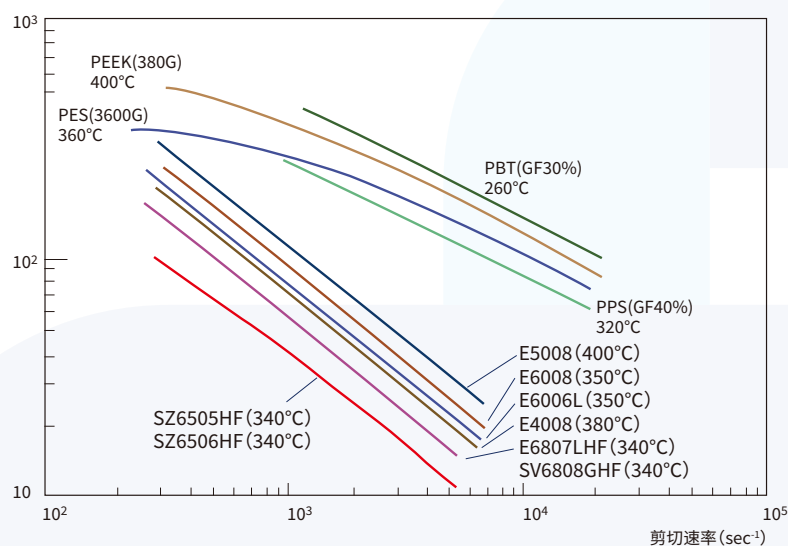
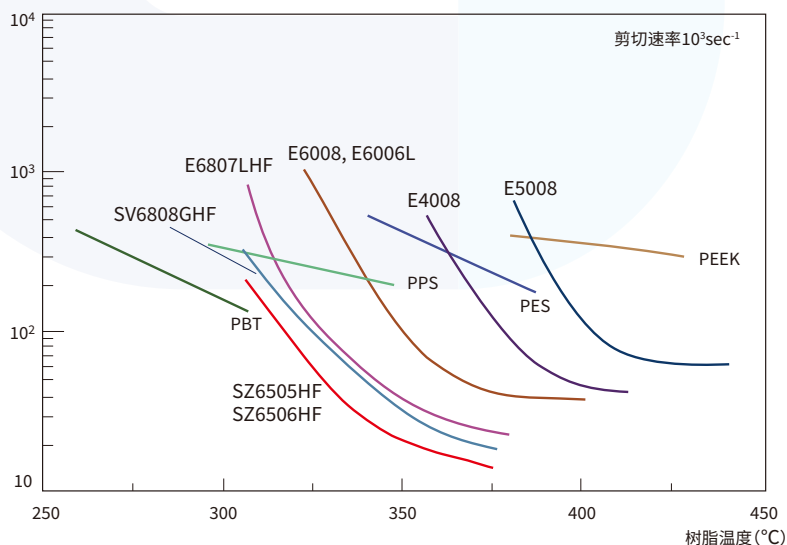


图4-2-2 表观熔融粘度的温度依赖性

熔融粘度 (Pa·s)



**薄壁流动性**

SUMIKASUPER LCP 相比于其他工程塑料,具备非常优异的薄壁流动性。利用如图4-2-3所示的模具,对各牌号的流动性进行测试,图4-2-4为各牌号的流动性(厚度0.2、0.3mm)结果,图4-2-5为厚度1mm的流动长测试结果。

图4-2-3 薄壁流动长测试模具(单位:mm)

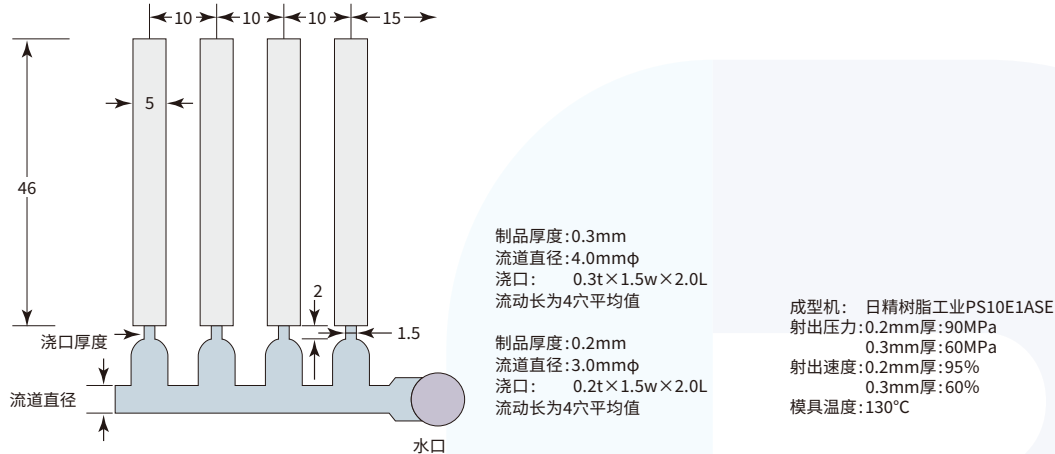
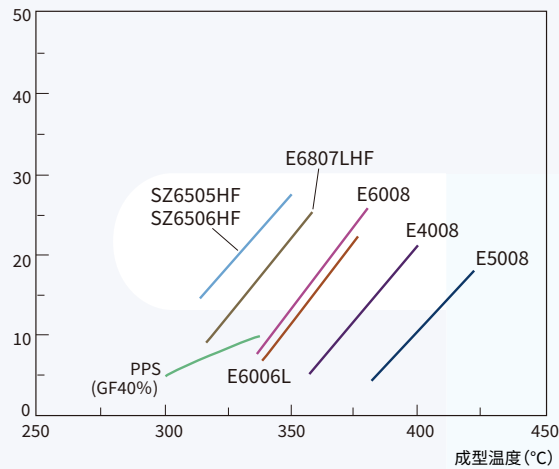


图4-2-4 薄壁流动性

厚度 0.2mm 流动长(mm)



厚度 0.3mm 流动长(mm)

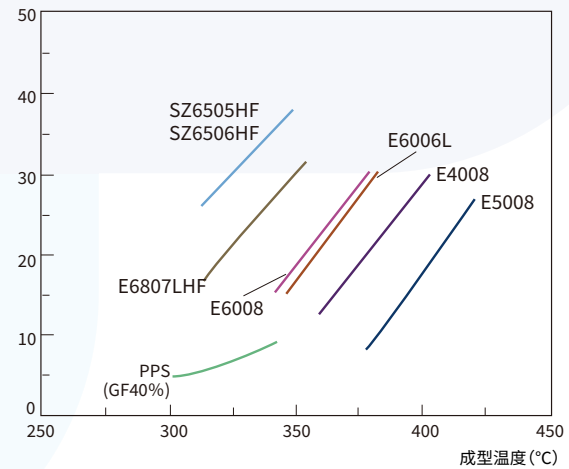
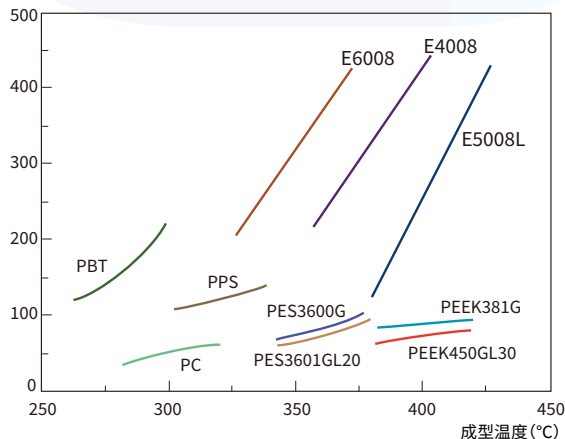


图4-2-5 各种工程塑料厚度1mm时的流动性

厚度1mm 流动长(mm)



### 薄壁流动长

SUMIKASUPER LCP 的薄壁流动长受到成型条件及形状的影响,在相同的成型条件下,可以相对地比较树脂的流动性。SUMIKASUPER LCP 的薄壁流动性可以通过改变射出压力时的流动长来表征。SUMIKASUPER LCP 的试验片即使是厚度0.1mm也具备优异的流动性,成型条件窗口更广,可以应用在各个形状的产品上。

薄壁流动性测试条件(0.10mm,0.12mm,0.15mm,0.20mm,0.30mm)

- 射出成型机: ROBOSHOT S-2000i30B(发那科制)
- 树脂温度: 标准成型温度
- 模具温度: 120°C
- 射出速度: 200mm/sec

图4-2-6 薄壁流动性测试模具

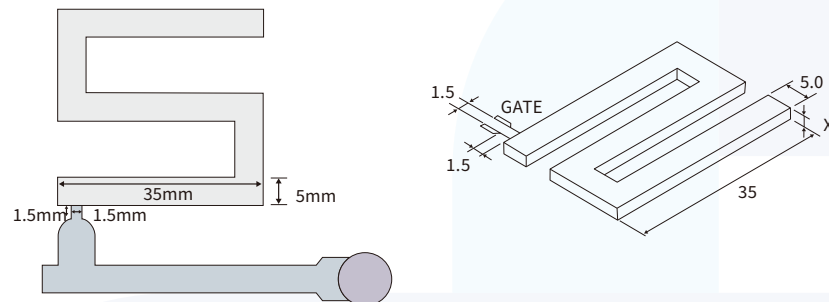


图4-2-7 薄壁流动长

薄壁流动长(mm)

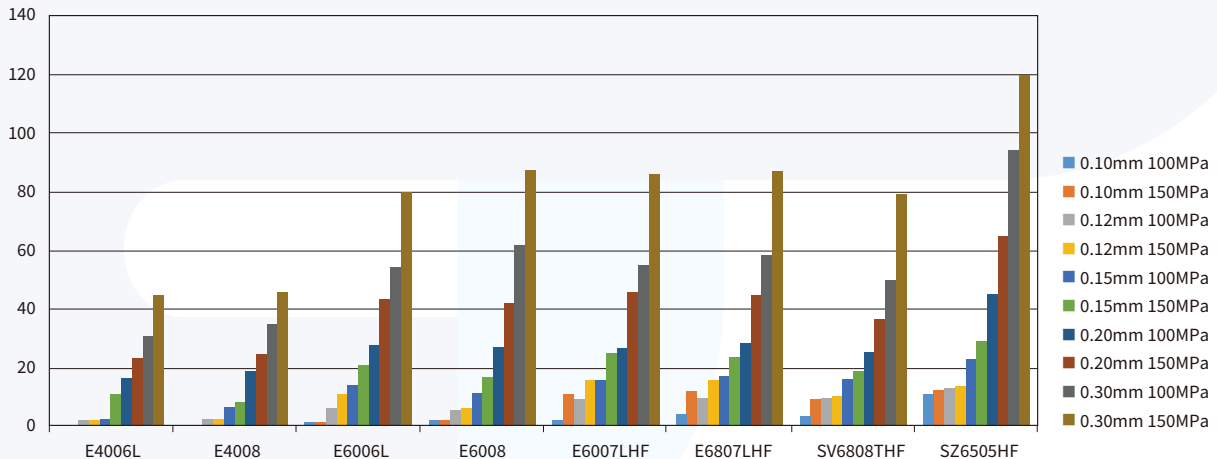


图4-2-8 薄壁流动长的厚度依赖性1

薄壁流动长(mm)

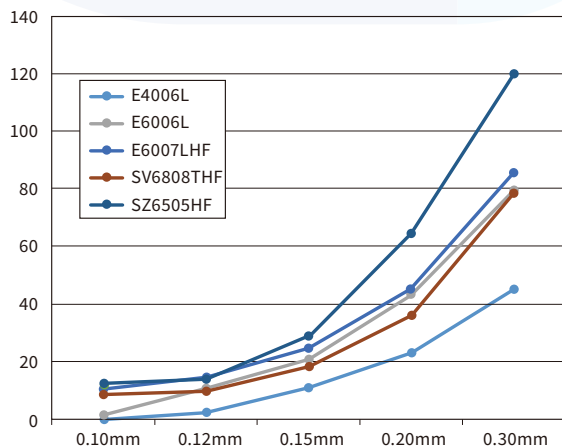
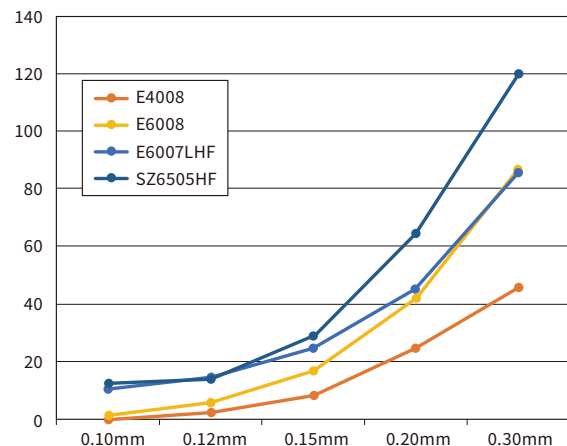


图4-2-9 薄壁流动长的厚度依赖性2

薄壁流动长(mm)



### 4-3 SUMIKASUPER LCP 的射出成型机·模具设计

#### 射出成型机的选择

SUMIKASUPER LCP 可通过常用的往复螺杆式射出成型机或柱塞式射出成型机进行成型。但是E5000系列的成型温度最高可达420℃,因此建议选用高温配置(450℃款式)的成型机。

#### 螺杆、机筒

- SUMIKASUPER LCP 大部分牌号填充了玻璃纤维,建议选用耐磨损的材质。
- 螺杆建议选用标准式样。带过滤功能或高混炼的螺杆会导致计量时间延长,因此不建议使用。
- 代表性的螺杆样式如下所示。  
L/D(螺杆长(L)/径(D)):大约18-22  
压缩比:2-2.2左右  
各区域比例:  
送料段:55%左右  
压缩段:25%左右  
计量段:20%左右
- 建议螺杆头部附带止逆功能。
- SUMIKASUPER LCP 的流动性对温度敏感,需使用对机筒温度控制良好的PID方式。
- 螺杆以及机筒需进行合适的维护保养。止逆环、螺杆及机筒间的清扫状况需定期确认是否满足成形机生产商的要求。

#### 喷嘴

- 喷嘴的材质参考螺杆和机筒。
- 推荐使用直通式喷嘴。封闭式喷嘴存在多处死角,容易使树脂滞留其中,因此不推荐使用。
- 喷嘴加热器需有独立控制系统,最好使用控制功能良好的PID方式。
- 若各成型机厂家有LCP专用的喷嘴,请使用LCP专用喷嘴。能防止喷嘴温度过度下降,减少漏料、拉丝等现象的发生。
- 不推荐使用加长型喷嘴。在使用过程中,必须要考虑使温度分布均匀的方法。

#### 射出部件以及控制系统

- 一般开环控制及闭环控制系统都可使用。
- SUMIKASUPER LCP 熔融粘度的剪切速率依赖性较大且固化速度快,在成型薄壁成型品时,建议使用射速提升响应快速的成型机。

#### 成型机容量

- 建议选用计量值为全射出容量1/3-3/4的成型机。计量值太小易使树脂滞留而导致各种不良的发生。特别是超小型的成型件在试作时模穴数较少,计量值过小就会受到树脂滞留的影响,请根据需求选择合适的成型机容量以及螺杆直径。
- 若计量时间短,成型周期可以缩短的情况,请选择计量值在全射出容量的1/2种类的成型机。

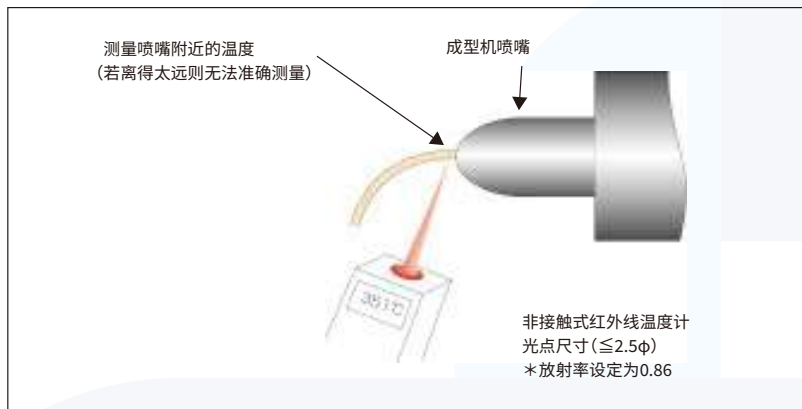
### 树脂温度管理

通常LCP的机械性能、熔融粘度等各种物性的温度依赖性都很大，未进行正确的温度管理可能导致无法得到正确的性能。射出成型机在一般树脂的成型温度（约300℃以下）下，机筒内实际温度与设定温度相对比较一致，而 SUMIKASUPER LCP 的成型温度附近（320-400℃），设定温度与实际温度可能会产生偏差。

要发挥出 SUMIKASUPER LCP 的性能，需要把握好机筒内的树脂温度，控制各个牌号在最适合的温度下进行作业。

以上所述的树脂温度测定，可通过小面积非接触式红外线温度计进行测试。

图4-3-1 SUMIKASUPER LCP 树脂的温度管理方法



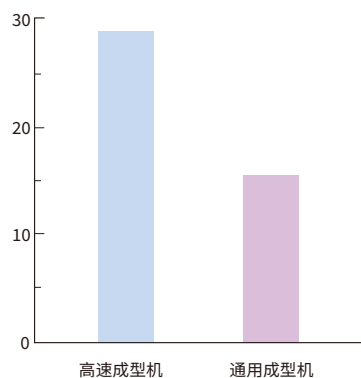
### 高速成型技术

SUMIKASUPER LCP 具有成型时熔融粘度低、固化速度快、不易产生飞边的特征。

但是在成型超薄壁制品 ( $<0.2\text{mm}$ ) 时,薄壁处的树脂固化后可能流动性不足。如有这种问题,可选择射速响应速度快的电动射出成型机或带有增压泵的液压射出成型机。

图4-3-2 不发生飞边情况下的最大流动长

流动长 (mm)



液压射出成型机:UH-1000[日精树脂工业(株)]

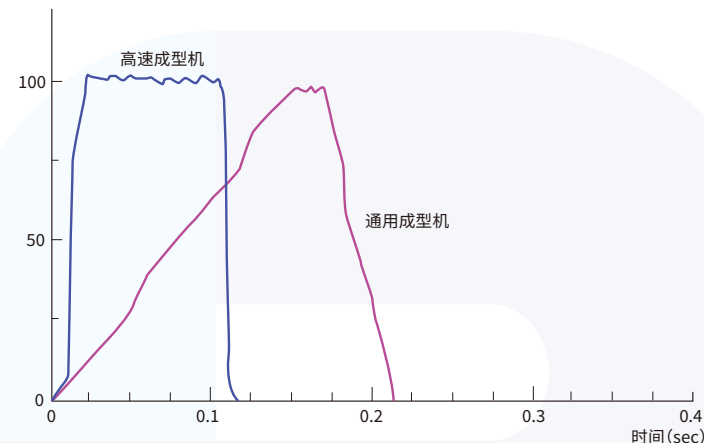
电动射出成型机:SE·SV系列[住友重机械工业(株)]

电动射出成型机:FANUC ROBOSHOT  $\alpha$ -Si系列[发那科(株)]

电动射出成型机:LP·TR系列[沙迪克(株)]

图4-3-3 射出速度的波形比较

射出速度 (mm/sec)



(由此可知,相对于通用成型机,高速成型机的射出速度在初期就能快速提高,在所设定的射出速度下进行成型)

流动长测试模具:如图4-3-5所示

成型温度: 360°C 使用牌号:E6008

射出速度 100mm/sec

V-P切换压力 60MPa

通用成型机: 日精树脂工业 PS-40E5 ASE

射出速度 90% 射出压力 90MPa

### 模具设计

SUMIKASUPER LCP 在射出成型时(施加了剪切力),分子容易沿着流动方向取向,保持优异流动性的同时,能制备具有高强度、高模量的成型品,但另一方面材料具各向异性。在设计模具时需要考虑树脂在内部流动的模式以及材料各向异性的影响。

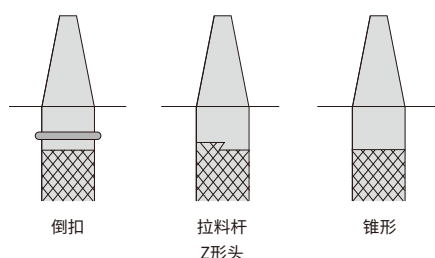
#### 模具材质

- 试作以及少量成型时可使用碳素钢(S55C),有发生摩擦部位的话建议淬火。
- SUMIKASUPER LCP 大部分的标准牌号都添加了玻璃纤维,因此在对尺寸精度要求高、量产型的时候,建议使用硬度HRC55-62的SKD11同等品(HPM31、PD613、RIGOR等)或以上的钢材。
- SUMIKASUPER LCP 几乎不产生腐蚀性气体,不会腐蚀金属,可以使用普通的模具材料,但使用硬度不足HRC55的模具时,需事前确认是否存在问题。

#### 水口

- 水口的脱模角为1°-2°较合适
- 防止冷料的产生,水口末端建议设置冷料井。(4-5mm $\phi$ ×5mm以上)。
- 为了更好的去除水口,建议设置拉料杆

图4-3-4 水口图



流道直径

- 通常的断面形状为圆形、半圆形、梯形、半梯形的流道皆可使用,考虑到压力损失和加工性,推荐使用圆形或半梯形。SUMIKASUPER LCP 具备优良的流动性,流道直径可制得更细。标准的流道直径为2-5mmφ,建议流道直径设计为PPS、PBT的2/3-1/2(最小1.5mmφ左右)。
- 一模多穴的时候,需设计流道使各个模穴能同时充满。请在流道末端设置冷料井。

图4-3-5 薄壁流动长测试用模具(单位:mm)

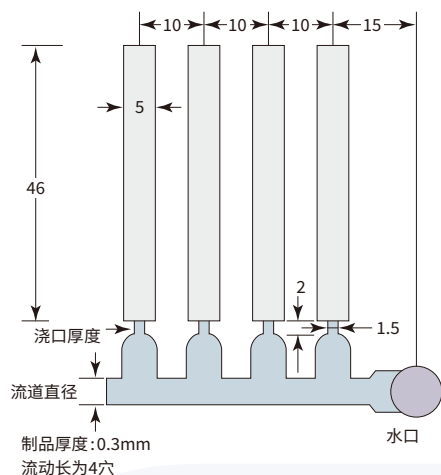
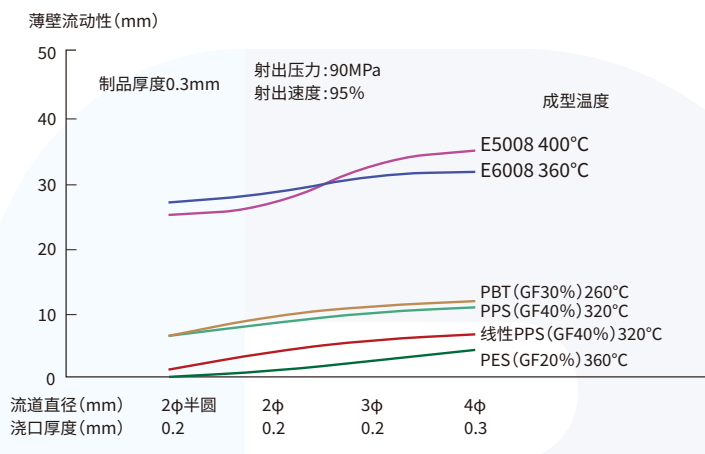


图4-3-6 薄壁流动长

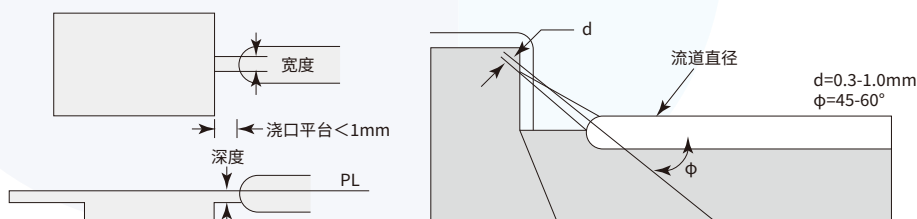


## 浇口

SUMIKASUPER LCP 相比于其他工程塑料,其结合线强度较低,因此应尽量使用1点浇口,并且在设置浇口位置时应注意尽量不产生结合线。

- 侧浇口  
浇口平台1mm以下,宽度5mm以下较为合适。深度设置为 $0.7 \times$ 成型品厚度较合适,最小为0.2mm。
- 针点浇口  
浇口直径0.3-1.5mm,长度以1mm以下较为合适。  
浇口直径过大易引起拉丝或卷边
- 潜浇口(隧道浇口)  
浇口直径以0.3-1.0mm较为合适。
- 薄膜浇口、环形浇口虽可使用,但LCP通常不使用这些。

图4-3-7 浇口图



脱膜角度

- 根据成型品的厚度,较薄的可以在 $0.5^{\circ}(1/90)$ - $1^{\circ}(1/60)$ ,较厚的可以设为 $1^{\circ}(1/60)$ - $2^{\circ}(1/30)$ 比较合适。
- 良脱膜(MR)牌号相比于一一般的牌号,其脱膜阻力约为1/2,若成型品较厚也需要适当加大脱膜角度。

排气槽(排气)

- SUMIKASUPER LCP 应用场景大多数时为高速射出条件,为了更有效地排出模穴内的空气,建议设置排气槽。
- 薄壁制品或末端有结合线的情况下,可能会有短射以及结合线强度不足的情况,请务必设置排气槽。
- SUMIKASUPER LCP 的熔融粘度很低流动性极佳,且固化速度很快,因此即使设置了排气槽也很难发生飞边。
- 排气槽的深度为0.005-0.02mm较为合适。



### 热流道的应用

一般树脂在长期连续成型过程中容易滞留在成型机内的死角,从而引起树脂的劣化、变色等情况。对于熔融粘度极低的LCP而言,也是很容易滞留在死角内的。因此,使用热流道时应考虑到这种情况,并且注意由于树脂滞留引发的黑点、冷料等问题。

#### SUMIKASUPER LCP 适用的热流道

选择 SUMIKASUPER LCP 的热流道时,应注意以下几点。

- 加热温度高且温度分布均匀。  
热电偶一体型较好。热流道板、喷嘴温度不宜过高。  
与模具接触的部分(浇口)能够保持高温。

表4-3-1 热流道的温度规格

|           | 热流道的温度规格(MAX) |
|-----------|---------------|
| E6000HF系列 | ~370°C        |
| E6000系列   | ~380°C        |
| E4000系列   | ~400°C        |
| E5000系列   | ~420°C        |

- 不容易产生死角的流道设计。  
(必须注意因滞留产生的黑点)  
外部加热方式比内部加热方式要好,流道细的较好。
- 难以混入冷料的构造  
(必须注意冷料混入制品的情况)  
如使用开放式热喷嘴,建议考虑设置冷流道的分流道。

#### SUMIKASUPER LCP 适用的热流道

表4-3-2 SUMIKASUPER LCP 适用的热流道

|                                       |                          | 流道部位     |          | 热嘴类型 |               |                | 适用于<br>SUMIKASUPER LCP |      | 备注           |
|---------------------------------------|--------------------------|----------|----------|------|---------------|----------------|------------------------|------|--------------|
|                                       |                          | 内部<br>加热 | 外部<br>加热 | 开放式  | 针阀式<br>ON,OFF | 热力闭合<br>ON,OFF | 全热流道                   | 半热流道 |              |
| JU-OH INC.<br>614System               |                          | -        | ○        | -    | ○             | -              | -                      | ○    | Φ4<br>电磁感应加热 |
| DMK JAPAN Inc.<br>Mini Runner         |                          | -        | ○        | -    | -             | -              | -                      | ◎    | *1           |
| SEIKI Corp.<br>Spear System           | Type B<br>(conventional) | ○        | -        | -    | ○             | -              | ×                      | ×    |              |
|                                       | EH Type                  | -        | ○        | -    | ○             | -              | ×                      | ○    | *2           |
| Mold-Masters Corp Ltd.<br>Master shot |                          | -        | ○        | -    | -             | -              | ×                      | △-○  |              |
| FISA Corp.<br>Plagate System          |                          | -        | ○        | ○    | -             | ○              | ×                      | △    |              |

◎: SUMIKASUPER LCP 有应用实例。

○: SUMIKASUPER LCP 可应用。

△: SUMIKASUPER LCP 无应用实例。

×: SUMIKASUPER LCP 不可应用。

\*1: 使用多点浇口或用于微型流道的延长喷嘴时,应对各个延长喷嘴的温度分别进行控制。

另外, E5000系成型温度高,最好也对各喷嘴分别进行温度控制。

\*2: 尖嘴部是内部加热方式

## 4-4 LCP的回收利用

SUMIKASUPER LCP 在合适的成型条件下,表现出优秀的热稳定性,重复再生使用也能保持良好的物性。SUMIKASUPER LCP 由于其取向性而得到的诸如物性等各种性能,因此再生时其电性能、燃烧性能、耐化学试剂性能等不会发生很大变化。

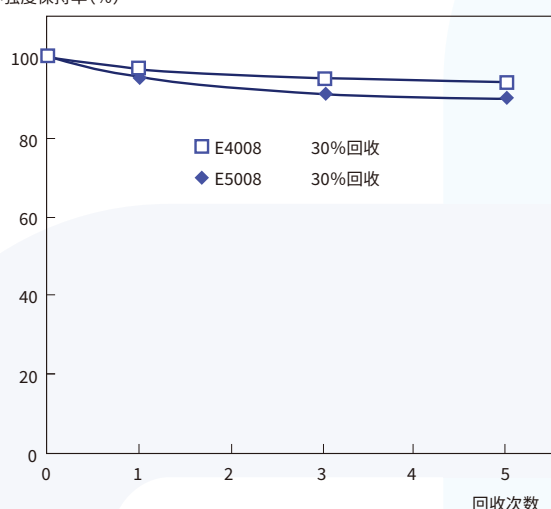
SUMIKASUPER LCP 中的一些代表性的牌号,改变其中再生(回收料)的比例,测试了物性的保持率。混入30%回收料后强度仅在初期会发生下降,回收3次以后几乎不会发生变化。此时的强度保持率在90%以上,收缩率几乎没有发生变化。

### 代表性的牌号再生时的物性保持率

以下是部分代表性的牌号再生料的物性保持率,再生料不同比例下,重复成型后的物性保持率。在使用再生料的时候,需对再生料进行严格的管理,请充分考虑制品的需求以及要求品质后,再决定再生料的比例。

图4-4-1 回收次数与拉伸强度保持率的关系

拉伸强度保持率(%)



拉伸强度保持率(%)

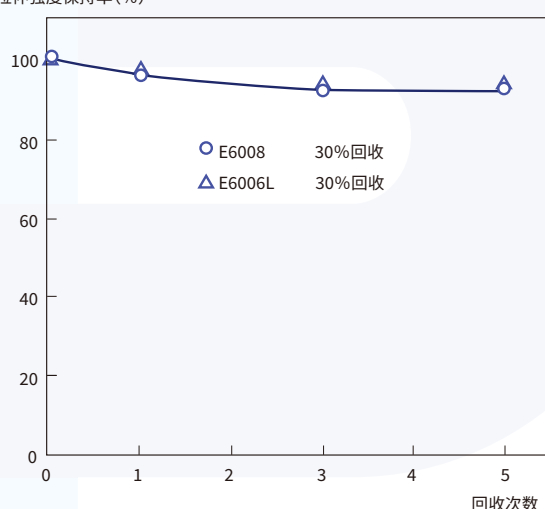
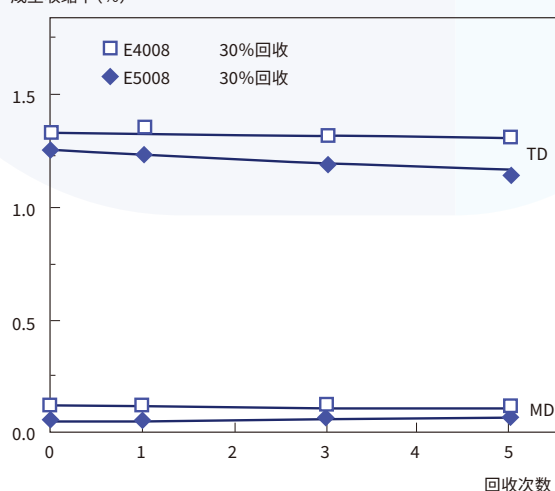


图4-4-2 回收次数与成型收缩率的关系

成型收缩率(%)



成型收缩率(%)

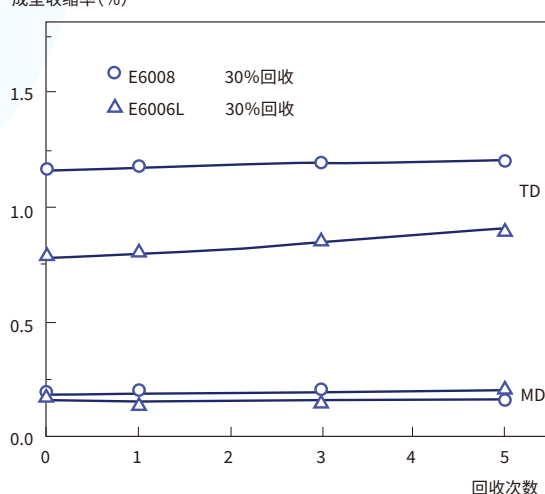


表4-4-1 SUMIKASUPER LCP 主要牌号的新料与50%回收料的物性保持率

单位: 保持率(%)

|               | 测试方法      | E6007LHF |         | E6807LHF |         | E6808UHF |         | SZ6505HF |         |
|---------------|-----------|----------|---------|----------|---------|----------|---------|----------|---------|
|               |           | 50%3次通过  | 50%7次通过 | 50%3次通过  | 50%7次通过 | 50%3次通过  | 50%7次通过 | 50%3次通过  | 50%7次通过 |
| 拉伸强度          | ASTM D638 | 99       | 99      | 94       | 96      | 100      | 98      | 91       | 95      |
| 拉伸变形          |           | 97       | 97      | 97       | 99      | 100      | 94      | 88       | 92      |
| 弯曲强度          | ASTM D790 | 99       | 98      | 98       | 99      | 97       | 99      | 99       | 99      |
| 弯曲模量          |           | 99       | 99      | 100      | 99      | 98       | 99      | 99       | 99      |
| Izod冲击强度 无缺口  | ASTM D256 | 99       | 99      | 100      | 96      | 96       | 89      | 100      | 100     |
| 热变形温度 1.82MPa | ASTM D648 | 98       | 98      | 99       | 99      | 98       | 99      | 99       | 100     |

## 代表牌号 (SV6808THF) 不同再生料比例时的物性保持率

根据UL规定, SV6808THF最多可以混入70%回收料再造粒。表4-4-2中为SV6808THF不同再生料比例时的物性保持率。再生料能够混入多少, 需根据制品的设计等级、UL规格认证、汽车的各种规格认证而决定。充分了解再生料的特性、决定再生料的比例, 有助于降低成本和环境保护。

## 测试条件

射出形成条件: 树脂温度350°C, 模具温度130°C

再生方法: 利用粉碎机粉碎成型品后制作再生料

再生料比例 = 25、50、70、80、100%、分别与新料混匀

再生次数: 1-3次

表4-4-2 SV6808THF不同回收料比例下的物性保持率

单位: 保持率(%)

|                 |         | 试验方法      | 新料   | 25%1次 | 25%3次 | 50%1次 | 50%3次 | 70%1次 | 70%3次 | 80%1次 | 80%3次 | 100%1次 | 100%3次 |
|-----------------|---------|-----------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|
| 比重              |         | ASTM D792 | 100  | 100   | 100   | 100   | 100   | 100   | 100   | 100   | 100   | 100    | 100    |
| 成型收缩率(※)        | MD      | 住化法       | 0.22 | 0.22  | 0.22  | 0.22  | 0.21  | 0.22  | 0.21  | 0.22  | 0.21  | 0.21   | 0.21   |
|                 | TD      |           | 0.56 | 0.56  | 0.56  | 0.58  | 0.57  | 0.58  | 0.58  | 0.58  | 0.58  | 0.59   | 0.59   |
| 拉伸              | 强度      | ASTM D638 | 100  | 98    | 100   | 96    | 96    | 96    | 95    | 93    | 88    | 92     | 85     |
|                 | 伸长率     |           | 100  | 102   | 103   | 99    | 96    | 97    | 96    | 94    | 94    | 96     | 82     |
| 弯曲              | 强度      | ASTM D790 | 100  | 100   | 102   | 99    | 99    | 100   | 96    | 96    | 91    | 96     | 88     |
|                 | 模量      |           | 100  | 101   | 101   | 102   | 101   | 100   | 101   | 101   | 101   | 101    | 100    |
| Izod冲击强度        | 无缺口     | ASTM D256 | 100  | 101   | 98    | 96    | 94    | 95    | 81    | 90    | 77    | 95     | 63     |
| 热变形温度           | 1.82MPa | ASTM D648 | 100  | 99    | 99    | 98    | 99    | 97    | 98    | 98    | 97    | 97     | 96     |
|                 | 0.45MPa |           | 100  | 99    | 100   | 99    | 99    | 99    | 98    | 99    | 97    | 98     | 96     |
| 耐焊锡温度           |         | 住化法       | 100  | 100   | 104   | 104   | 104   | 104   | 100   | 100   | 100   | 100    | 100    |
| 薄壁流动长<br>100MPa | 0.1mm   | 住化法       | 100  | 100   | 104   | 104   | 104   | 105   | 113   | 102   | 111   | 109    | 118    |
|                 | 0.2mm   |           | 100  | 99    | 101   | 104   | 106   | 104   | 111   | 105   | 114   | 109    | 122    |
|                 | 0.3mm   |           | 100  | 100   | 105   | 108   | 110   | 108   | 117   | 108   | 124   | 111    | 133    |
| 150MPa          | 0.1mm   | 住化法       | 100  | 103   | 102   | 106   | 102   | 108   | 111   | 107   | 107   | 109    | 113    |
|                 | 0.2mm   |           | 100  | 100   | 102   | 103   | 106   | 102   | 107   | 104   | 111   | 106    | 120    |
|                 | 0.3mm   |           | 100  | 102   | 103   | 105   | 106   | 104   | 110   | 106   | 112   | 108    | 118    |
| 薄壁弯曲强度          | 0.1mm   | 住化法       | 100  | 96    | 95    | 99    | 101   | 99    | 95    | 98    | 99    | 94     | 97     |
|                 | 0.2mm   |           | 100  | 101   | 99    | 98    | 96    | 97    | 93    | 98    | 93    | 95     | 89     |
|                 | 0.3mm   |           | 100  | 98    | 101   | 107   | 104   | 103   | 100   | 102   | 95    | 100    | 82     |

※成型收缩率通过64mm×64mm×3mm的平板试验片测定

## 5. SUMIKASUPER LCP 的二次加工技术

### 5-1 LCP的焊接

从 SUMIKASUPER LCP 的耐久性和焊接强度来看,焊接时可使用多种方式,其中具有代表性的有热板焊接、振动焊接、超声波焊接法。近年来激光焊接法也逐渐开始普及。

SUMIKASUPER LCP 焊接时的树脂温度和剪切(振动)等条件十分重要。下表中的超声波焊接或CVT(IR+振动焊接)比较适用于 SUMIKASUPER LCP。

表5-1-1 SUMIKASUPER LCP 代表性的焊接方法

| 焊接方法                |         | 热板焊接           | 超声波焊接    | 振动焊接           | 激光焊接         | IR焊接     | CVT (IR+振动焊接) |
|---------------------|---------|----------------|----------|----------------|--------------|----------|---------------|
| 适用于 SUMIKASUPER LCP |         | ×              | ○        | ×              | △、×          | △        | ○             |
|                     |         | 由于熔点很高<br>不易熔融 |          | 由于熔点很高<br>不易熔融 | △、×          |          |               |
| 焊接性                 | 焊接强度    | 适用范围有限         | ○(小部件◎)  | ◎              | ◎            | ○        | ◎             |
|                     | 焊接部的外观  | △              | ○        | ○              | ◎            | ◎        | ◎             |
|                     | 可以焊接的树脂 | 热塑性树脂          | 热塑性树脂    | 热塑性树脂          | 透明树脂<br>吸收树脂 | 热塑性树脂    | 热塑性树脂         |
|                     | 焊接时间    | ××             | 0.1-5sec | 2-10sec        | 2-15sec      | 10-30sec | 5-30sec       |
| 设计                  | 可以焊接的尺寸 | 依赖于加热器尺寸       | 名片大小的尺寸  | 托盘大小的尺寸        | 车尾灯的厚度       | 仪表盘的大小   | 仪表盘的大小        |
|                     | 制品形状的限制 | 受限于加热器形状       | 基本上平直    | 三维形状           | 自由度很高        | 比振动焊接更好  | 自由度很高         |
| 设计                  | 焊接部的设计  | 专用设计           | 专用设计     | 专用设计           | 专用设计         | 专用设计     | 专用设计          |

### 5-2 超声波焊接

超声波焊接(Ultrasonic welding)是利用超声波(20-40kHz)使接合处摩擦发热而连接的一种焊接方式。SUMIKASUPER LCP 的各个牌号都可以利用超声波焊接。焊接面的强度在250℃下热老化一小时后也几乎不发生变化。

#### 剪切强度的测试方式

试验条件如下所示

- 试验片  
12.7×78×1.6mm 2个试验片  
(其中一个试验片如下图所示有突起)
- 焊接方法  
如右图所示将试验片放置完后,在频率19.5kHz、振幅34μm、  
负载176.4N的条件下振动0.6-0.8秒
- 剪切强度的测定  
拉伸速度1.67×10<sup>-4</sup>m/s下测试剪切强度

图5-2-1 超声波焊接的试验方法

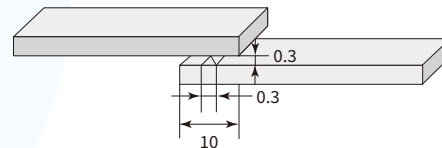


表5-2-1 超声波焊接加工的焊接性(单位: N)

|        | 剪切强度(N) |                 |
|--------|---------|-----------------|
|        | 焊接后     | 250℃,1hr<br>热老化 |
| E5008L | 650     | 570             |
| E5008  | 510     | 400             |
| E4008  | 460     | 460             |
| E6008  | 740     | 740             |
| E6006L | 710     | 650             |

### 5-3 红外线 (IR) 焊接

红外线 (IR) 焊接是一种非接触式加热塑料件来进行焊接的新技术。红外线仅对接合部进行照射,不会对其他部位产生影响,可以得到光洁的焊接面。利用振动的超声波焊接和振动焊接等会对制品造成伤害,但红外线焊接是非接触式的加热方式,因此不会产生损伤。SUMIKASUPER LCP 可利用红外线来焊接。

图5-3-1 IR焊接试验方法

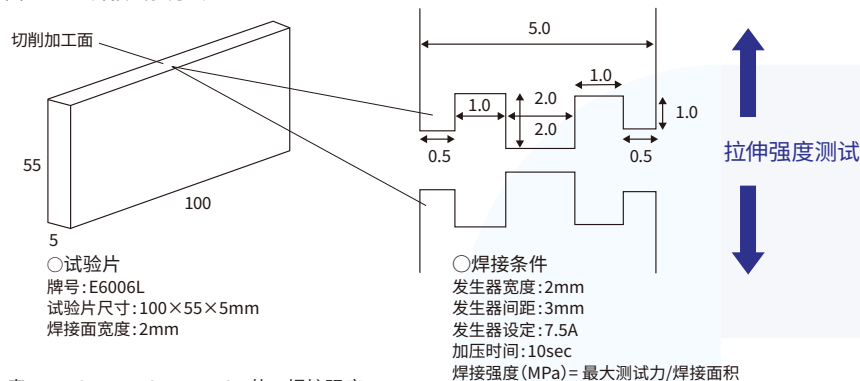


表5-3-1 SUMIKASUPER LCP 的IR焊接强度

| IR照射时间 (s) | 加压 (MPa) | 压合量 (mm) | 焊接强度 (MPa) |
|------------|----------|----------|------------|
| 40         | 1.5      | 1.2      | 13.2       |
| 50         | 1.5      | 1.5      | 12.8       |
| 50         | 3        | 1.8      | 13.1       |

### 5-4 CVT (IR+振动) 焊接

如利用振动焊接无法产生足够热量使 SUMIKASUPER LCP 融化,则事先利用IR加热后再通过振动则可以进行焊接。相比于超声波焊接,此方法可以对应更大型的产品。另外,如需提高焊接强度,也推荐使用CVT焊接 (IR+振动)。

图5-4-1 CVT焊接试验方法

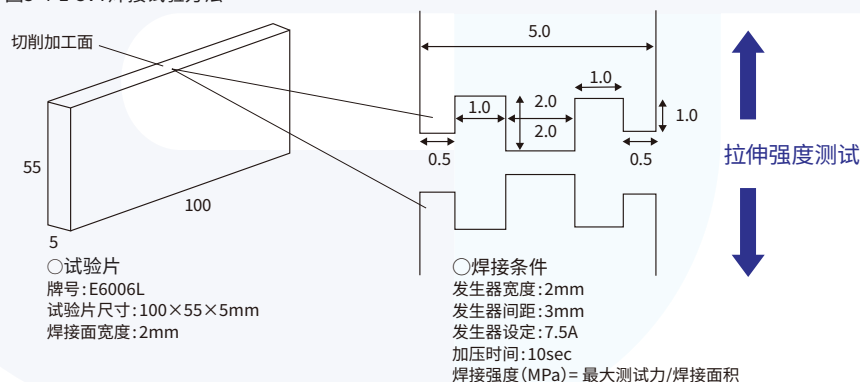
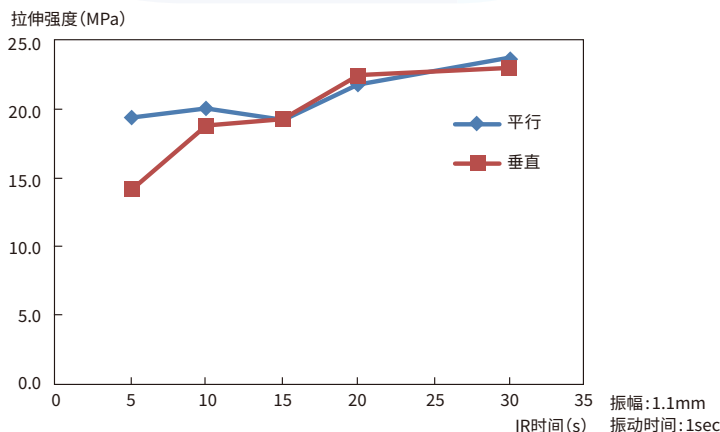


图5-4-2 SUMIKASUPER LCP 的CVT焊接强度



## 5-5 激光焊接

激光焊接是一种利用激光照射对象间的界面,使其发热焊接的一种工艺。通过激光照射,使「透光性树脂」与「吸光性树脂」形成树脂的焊接。SUMIKASUPER LCP 可以通过激光焊接,使用时请注意以下要点。

### <透过侧材料>

由于LCP含有大量填充材料,因此激光(红外线)的透过率很低,需要使用很薄的成型品。可以使用激光焊接的成型品厚度为0.3mm以下。(如0.3mm以上的样品,请与本公司联系)红外线的透过率为10%—30%,条件范围较为狭窄。更适合进行激光焊接的LCP牌号为低填充、仅含有玻璃纤维的系列。含有无机填充材料的牌号的透过率会降低,并不适用于激光焊接。

### <吸收侧材料>

请使用与透过侧材料相同牌号的黑色版本。

图5-5-1 激光焊接的试验方法

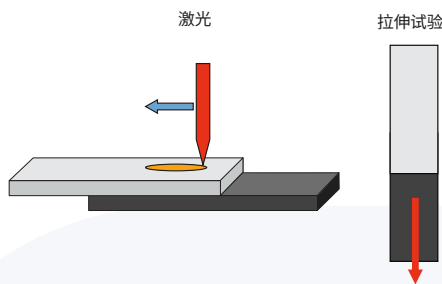


表5-5-1 SUMIKASUPER LCP 激光焊接的强度

| 透过侧      |       | 吸收侧     |       | 玻璃板 | 焊接强度 (MPa) |
|----------|-------|---------|-------|-----|------------|
| 牌号       | 试验片厚度 | 牌号      | 试验片厚度 |     |            |
| E6008    | 0.3mm | E6008 B | 0.5mm | 不使用 | 8.6        |
| E6008    | 0.3mm | E6008 B | 0.5mm | 使用  | 10.2       |
| E4008    | 0.3mm | E4008 B | 0.5mm | 不使用 | 10.1       |
| E6007LHF | 0.3mm | E4008 B | 0.5mm | 不使用 | 15.6       |

## 5-6 LCP的粘接

SUMIKASUPER LCP 可通过市面上的粘结剂(表5-6-1),并无需特别的表面处理即可进行粘结。粘结面在250°C下热老化后依然保持可实用的粘结强度。例如PPS等结晶性树脂,在高温下硬化则容易产生翘曲,而 SUMIKASUPER LCP 在120-150°C的高温下硬化也几乎不会产生翘曲,可在短时间内进行处理。有关特定的粘结剂的使用方式,请向粘结剂商家咨询。

### 粘结强度的测试方法

试验条件如下所示

- 试验片  
ASTM 1号试验片(厚度3.2mm)
- 试验方法  
在试验片上涂布粘结剂后,重合10mm,放入热风循环烘箱中使其硬化
- 强度测试  
拉伸速度 $1.67 \times 10^{-4}$ m/s下测试剪切强度

图5-6-1 粘结试验的测试方法

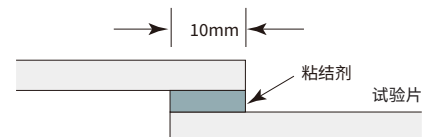


表5-6-1 使用市面上不同粘结剂的SUMIKASUPER LCP 的粘结强度

单位:MPa

|       | 粘结剂               |                  |                      |                             |                  |  |
|-------|-------------------|------------------|----------------------|-----------------------------|------------------|--|
|       | TB2234D<br>(三键化工) |                  |                      | SUMIMAC ECR-9173K<br>(住友电木) |                  |  |
|       | 硬化后               | 250°C,1hr<br>热老化 | 230°C,1min IR<br>回流焊 | 硬化后                         | 250°C,1hr<br>热老化 |  |
| E5008 | 9.2               | 3.0              | 9.2                  | 9.1                         | 3.8              |  |
| E6008 | 7.7               | 2.8              | 7.8                  | 8.8                         | 3.5              |  |

|       | 粘结剂                           |                  |                               |                  |                              |                  |
|-------|-------------------------------|------------------|-------------------------------|------------------|------------------------------|------------------|
|       | Technodyne AH 7052T<br>(田岡化学) |                  | Technodyne AH 6072K<br>(田岡化学) |                  | Technodyne AH 062K<br>(田岡化学) |                  |
|       | 硬化后                           | 250°C,1hr<br>热老化 | 硬化后                           | 250°C,1hr<br>热老化 | 硬化后                          | 250°C,1hr<br>热老化 |
| E5008 | 6.2                           | 4.6              | 6.7                           | 4.3              | 6.6                          | 3.8              |
| E6008 | 7.0                           | 4.4              | 6.1                           | 4.2              | 5.6                          | 5.0              |

## 6. SUMIKASUPER LCP 的用途

### 6-1 电气电子部件用途 SUMIKASUPER LCP 的选择指南

#### 牌号一览

SUMIKASUPER LCP 主要牌号的特征如下所示。在选择牌号的时候,请首先根据耐热性来选择需要使用的系列。

#### (1) E5000系列

E5000系列具有工程塑料中最高级别的耐热性能。400℃以下的无铅焊锡、特别是需要超高耐温的情况下请使用这一系列。但是,具有超高耐热性能的同时其加工温度也很高,请使用高温规格的成型机以及注意定期保养。

#### (2) E4000系列

E4000系列是一种具有优异成型性能和高耐热性的牌号。对应380℃以下的无铅焊锡,例如绕线圈骨架或继电器外壳等可使用本牌号。标准加工温度为380℃,因此可使用标准规格的成型机进行加工。

#### (3) E6000、E6000HF、SV6000、SV6000HF系列

本公司标准牌号E6000、E6000HF、SV6000、SV6000HF系列不仅具备能够应对表面贴装技术(SMT)的高耐热性,还具有通用塑料级别的高机械性能与尺寸稳定性,更有优良的成型加工性,在各种性能间取得了良好的平衡,适用于多种用途。如需要更好的尺寸稳定性与成型加工性能,请选用流动性能更好的E6000HF或SV6000HF系列。

#### (4) SZ、SR系列

SZ、SR系列是针对连接器、LED等用途而开发的牌号,拥有其他牌号所不具备的特殊性能。E6000HF或SV6000HF也无法满足流动性的要求、或用于超小型部件等需要超高流动要求的用途时,请选择LCP中流动性能最高的SZ6505HF或SR2506。

#### 各牌号的选择方法

#### (1) 玻璃纤维强化

通过玻璃纤维强化的LCP牌号具有优秀的机械强度和耐热性。根据玻璃纤维的长度和填充量,机械强度、耐热性、尺寸稳定性、成型加工性等特性都会发生变化。

- 追求机械强度和尺寸稳定性的情况,请选择使用长玻璃纤维增强的E5008L、E4006L、E6006L、E6007LHF等记载有「L」的牌号。如需要高强度,可考虑选用在LCP中具有最高强度的SR系列,如SR1009、SR1009L。
- 需求高耐热性、高成型性的时候,请考虑选用E5008、E4008、E6008等短玻璃纤维强化牌号。

表6-1-1 SUMIKASUPER LCP 的玻璃纤维强化牌号

|                | E5000系列                       | E4000系列                | E6000系列<br>SV6000系列 | E6000HF系列<br>SV6000HF系列 | SZ・SR系列              |
|----------------|-------------------------------|------------------------|---------------------|-------------------------|----------------------|
| 耐热要求等级         | 特殊超高耐热                        | 超高耐热                   | 耐热性                 | 高流动                     | 高性能                  |
| 特征             | 耐浸焊<br>耐高温回流焊<br>200℃以上高温时的刚性 | 耐高温回流焊<br>200℃以上高温时的刚性 | 耐回流焊<br>标准牌号        | 耐回流焊<br>高流动<br>低翘曲      | 耐回流焊<br>高性能<br>特定化用途 |
| 标准成型温度(℃)      | 400                           | 380                    | 360                 | 350                     | 340~380              |
| 短玻璃纤维<br>薄壁・小型 | E5008<br>E52008               | E4008<br>E4009         | E6006<br>E6008      | -                       | SR1009               |
| 长玻璃纤维<br>高强度   | E5006L<br>E5008L              | E4006L                 | E6006L              | E6007LHF<br>E6007LHF-MR | SR1009L              |

### (2) 玻璃纤维/无机物强化牌号

玻璃纤维与无机物强化LCP的牌号,利用具有特殊性能的无机物与玻璃纤维的组合,在不损失机械强度或耐热性的前提下,还能得到优秀的尺寸稳定性和低翘曲、更能保持高流动性。

表6-1-2 SUMIKASUPER LCP 的玻璃纤维/无机物强化牌号

|                      | E5000系列                        | E4000系列                 | E6000系列<br>SV6000系列 | E6000HF系列<br>SV6000HF系列                                                                        | SZ·SR系列              |
|----------------------|--------------------------------|-------------------------|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| 耐热要求等级               | 特殊超高耐热                         | 超高耐热                    | 耐热性                 | 高流动                                                                                            | 高性能                  |
| 特征                   | 耐浸焊<br>耐高温回流焊<br>200°C以上高温时的刚性 | 耐高温回流焊<br>200°C以上高温时的刚性 | 耐回流焊<br>标准牌号        | 耐回流焊<br>高流动<br>低翘曲                                                                             | 耐回流焊<br>高性能<br>特定化用途 |
| 标准成型温度(°C)           | 400                            | 380                     | 360                 | 350                                                                                            | 340~380              |
| 玻璃纤维/无机强化            | E5204L                         | E4205R                  | E6205L              | -                                                                                              | SR1205L<br>SZ6709L   |
| 玻璃纤维/无机强化<br>高流动·低翘曲 | -                              | -                       | E6809U<br>SV6808L   | E6807LHF<br>E6808LHF<br>E6808UHF<br>E6808GHF<br>SV6808THF<br>SV6808GHF<br>E6810LHF<br>E6810KHF | SR2506               |

### (3) 无机物强化牌号

无机物强化牌号与通常的玻璃纤维强化牌号相比,具有优异的表面特性、高拉伸伸长率和冲击强度,同时也有高流动性。

表6-1-3 SUMIKASUPER LCP 的无机物强化牌号

|            | E5000系列                        | E4000系列                 | E6000系列<br>SV6000系列 | E6000HF系列<br>SV6000HF系列 | SZ·SR系列                                  |
|------------|--------------------------------|-------------------------|---------------------|-------------------------|------------------------------------------|
| 耐热要求等级     | 特殊超高耐热                         | 超高耐热                    | 耐热性                 | 高耐热                     | 高性能                                      |
| 特征         | 耐浸焊<br>耐高温回流焊<br>200°C以上高温时的刚性 | 耐高温回流焊<br>200°C以上高温时的刚性 | 耐回流焊<br>标准牌号        | 耐回流焊<br>高流动<br>低翘曲      | 耐回流焊<br>高性能<br>特定化用途                     |
| 标准成型温度(°C) | 400                            | 380                     | 360                 | -                       | 340~380                                  |
| 无机         | -                              | -                       | E6807T<br>E6809T    |                         | SZ4506<br>SZ6505HF<br>SZ6506HF<br>SR2507 |



## 6-2 SUMIKASUPER LCP 连接器用途推荐指南

### 对材料特性的要求

近年来,电子产品的基板安装方法通常使用表面贴装技术(SMT: Surface Mount Technology),具有耐热性、尺寸稳定性与精密成型性的LCP作为对应使用SMT技术的连接器材料被广泛使用。

另外,随着电子产品的高性能化和小型化,基板和FPC基板(Flexible printed circuits)、电缆和基板等之间的连接器向着高密度多芯数化、小型薄型化、高速传输性等方向发展,这也对LCP材料的性能提出了更高的要求。此外,连接器因其种类繁多,对LCP材料的要求也不尽相同。本公司可根据客户需求,开发各种高性能牌号,提供多种选择。

### 连接器用途牌号一览

用于连接器的 SUMIKASUPER LCP 牌号一览如下所示。各牌号根据连接器的要求特性,具有薄壁流动性、薄壁强度、低翘曲等特点。

表6-2-1 连接器用途牌号一览

| 填充材料               | 特长          |      | E 系列<br>标准牌号         | E / SV 系列<br>通用・机能   | SZ / SR 系列<br>高性能    |
|--------------------|-------------|------|----------------------|----------------------|----------------------|
| 玻璃纤维               | 标准牌号        |      | E6007LHF             | E6007LHF-MR          | SR1009<br>SR1009L    |
| 玻璃纤维/无机<br>物或单独无机物 | 低翘曲         | 标准牌号 | E6807LHF<br>E6808LHF | SV6808THF<br>SV6808L | SZ6505HF<br>SZ6506HF |
|                    |             | 高流动  | E6808UHF<br>E6808GHF | SV6808GHF            | SR2506               |
|                    |             | 低异向性 | E6810LHF<br>E6810KHF | E6809U               | SR2507<br>SZ4506     |
| 介电常数可控             | 低介电常数・低介电损耗 |      | E4205R               | E6205L               | SR1205L              |

### 连接器用途牌号的特性

#### (1) 薄壁流动性

SUMIKASUPER LCP 的0.10mm、0.12mm、0.15mm、0.20mm、0.30mm厚度下的薄壁流动性如下所示。SUMIKASUPER LCP 在众多LCP中也显示出最高级别的流动性

图6-2-1 薄壁流动长测试模具

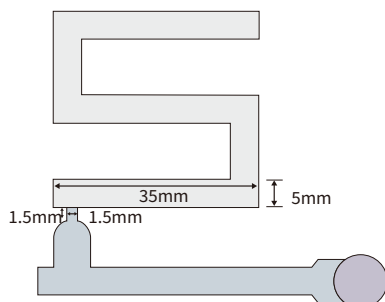


图6-2-2 SUMIKASUPER LCP 的薄壁流动性1

薄壁流动长 (mm)

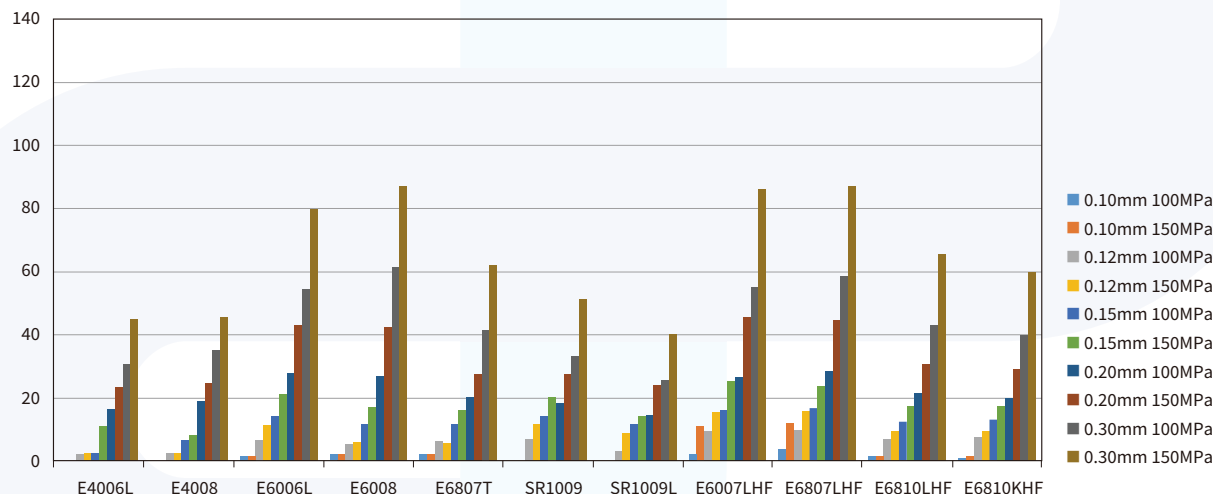
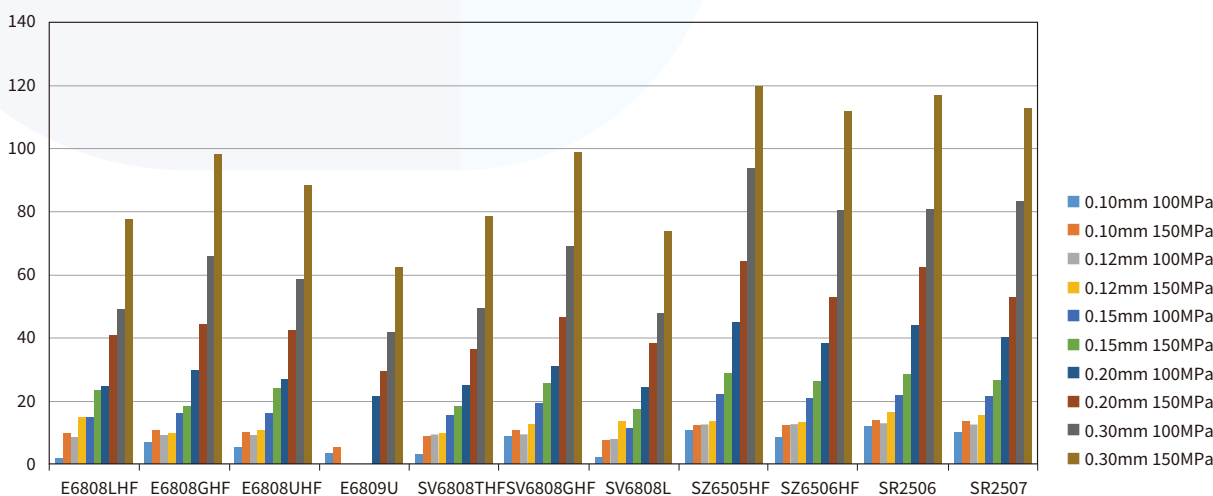


图6-2-3 SUMIKASUPER LCP 的薄壁流动性2

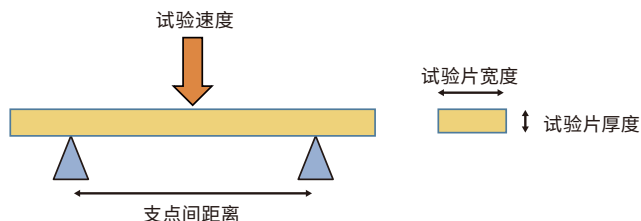
薄壁流动长 (mm)



## (2) 薄壁强度

SUMIKASUPER LCP 的0.10mm、0.20mm、0.30mm厚度下的薄壁强度如下所示。SUMIKASUPER LCP 在0.30mm厚度下依然具有相当高的机械强度。

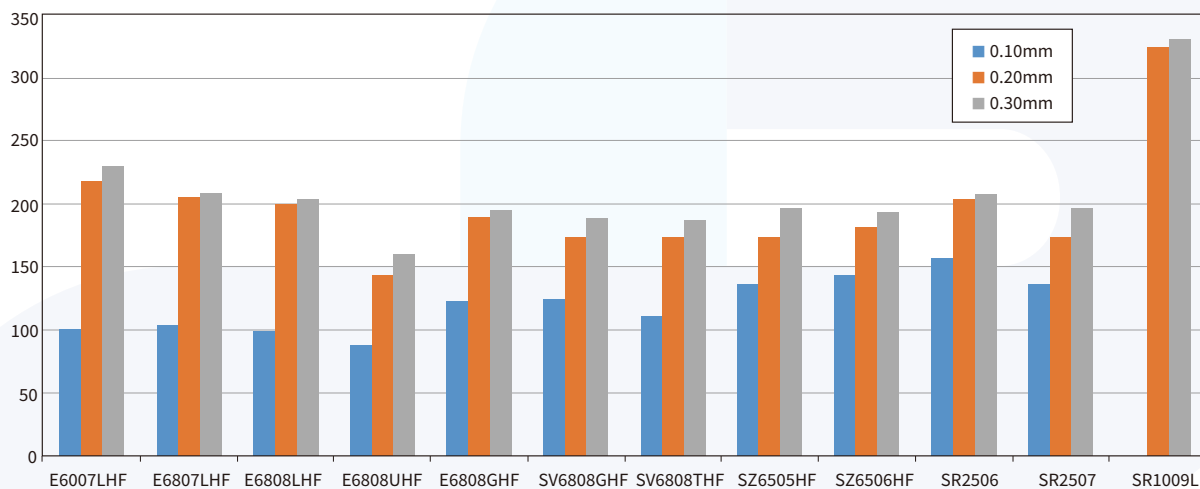
图6-2-4 薄壁强度测试试验方法



试验片形状:板状试验片  
试验片宽度:5mm  
试验片厚度:0.10, 0.20, 0.30mm  
支点间距离:3mm(0.10mm), 5mm(0.20, 0.30mm)  
试验速度: 2mm

图6-2-5 SUMIKASUPER LCP 的薄壁强度

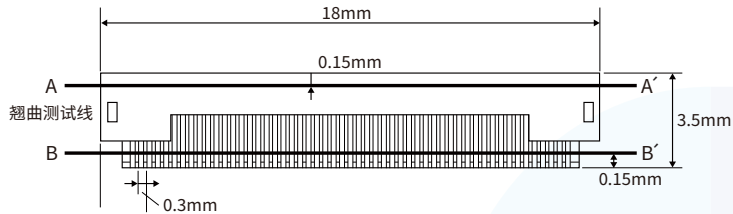
薄壁弯曲强度 (MPa)



### (3) 低翘曲

SMT连接器由于回流焊时受热,树脂发生膨胀、收缩或残留应力的释放等,连接器会发生翘曲变形、焊锡不良等情况。SUMIKASUPER LCP 应用于连接器的牌号,在回流焊加热前后皆具有优良的低翘曲性能。

图6-2-6 FPC模型连接器与回流焊试验条件



#### 翘曲测试方法

测定装置:Core 9030C (CORES CORPORATION)

回流焊条件:下图

测试方法:计算FPC模型连接器与回流焊前后的翘曲量  
翘曲的计算方法:测出长度方向两端的连线A—A'、B—B'的高度,根据最小二乘法算出连接器的最小二乘平面,其最低点与最高点间的距离即为翘曲量。

温度(°C) 回流焊温度曲线

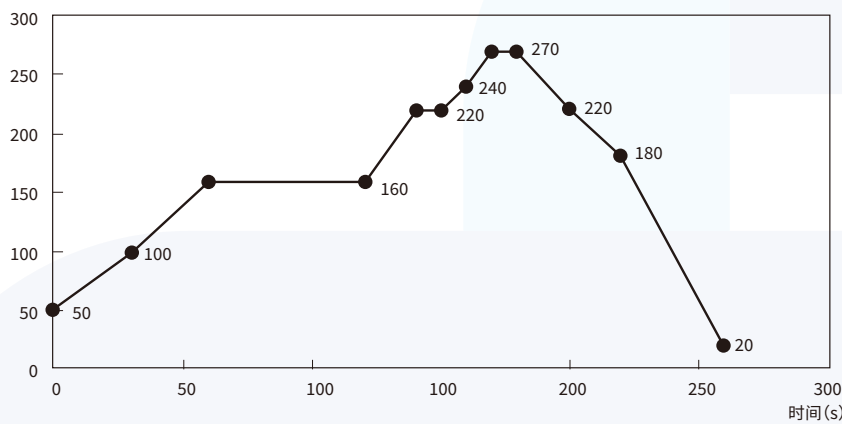
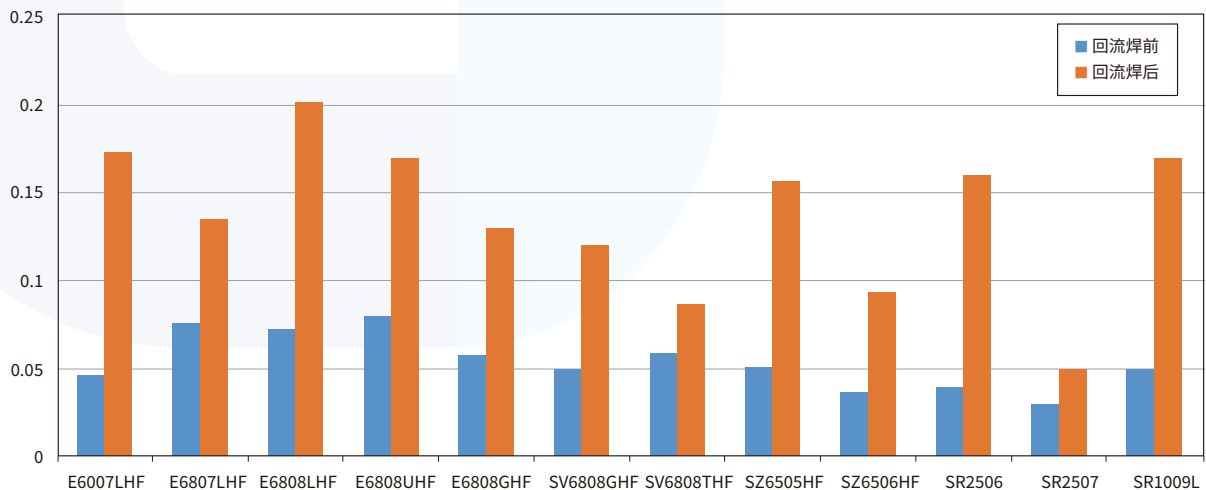


图6-2-7 SUMIKASUPER LCP 的FPC模型连接器的翘曲量

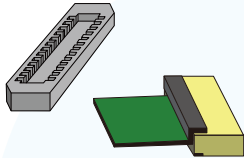
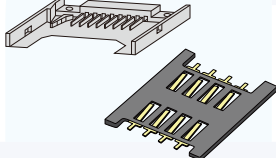
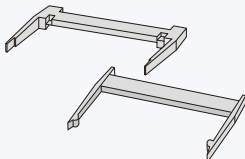
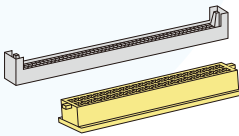
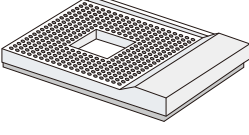
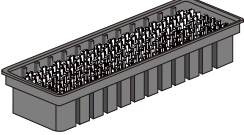
FPC模型连接器的翘曲量(mm)



### 用于连接器的牌号选择指南

连接器根据其作用，制品的种类相当丰富，对材料的要求也各不相同。在选择牌号时，需要根据连接器的要求特性或形状（特别是成型品的厚度）来选择合适的牌号。以下是一些代表性的连接器种类与推荐牌号。有关于未列出的其他最新牌号的相关技术信息或推荐，请与本公司负责担当联系。

表6-2-2 SUMIKASUPER LCP 应用于连接器的推荐

| 连接器种类                                                                                           | 连接器举例                                                                                                   | 推荐牌号                                                                             | 特征                                                                                                        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Fine pitch连接器 (0.3-0.4mm间距)<br>• B to B连接器<br>• B to F连接器<br>• FPC 连接器 | 超小型/小间距/低高度<br>        | E6808UHF<br>E6808GHF<br>SV6808THF<br>SV6808GHF<br>SZ6505HF<br>SR2506<br>SR2507   | 高流动・低翘曲・耐起泡<br>高流动・低翘曲・高强度<br>高流动・超低翘曲<br>高流动・低翘曲・高薄壁强度<br>超高流动・低翘曲<br>超高流动・低翘曲・高结合线强度<br>超高流动・超低翘曲・低线性膨胀 |
| <input type="checkbox"/> 卡类连接器<br>• SIM卡连接器<br>• SD卡连接器<br>• 2 in 1, 3 in 2卡连接器                 | 平板状/超薄壁/嵌入式<br>        | E6808UHF<br>SV6808THF<br>SV6808GHF<br>SZ6505HF<br>SZ6506HF<br>SR2506<br>SR2507   | 高流动・低翘曲・耐起泡<br>高流动・超低翘曲<br>高流动・低翘曲・高薄壁强度<br>超高流动・低翘曲<br>超高流动・超低翘曲<br>超高流动・低翘曲・高结合线强度<br>超高流动・超低翘曲・低线性膨胀   |
| <input type="checkbox"/> DDR,M.2,S-ATA连接器<br>• DDR连接器<br>• M.2 (NGFF) 连接器<br>• S-ATA连接器         | 长条形/高强度<br>          | E6808UHF<br>SV6808THF<br>E6808LHF<br>E6809U<br>E6810KHF<br>E6810LHF              | 高流动・低翘曲・耐起泡<br>高流动・超低翘曲<br>高流动・低翘曲・高强度<br>低翘曲・低异向性・耐起泡<br>低翘曲・低异向性<br>低翘曲・低异向性                            |
| <input type="checkbox"/> I/O连接器<br>• USB连接器<br>• HDMI连接器<br>• I/O相关连接器                          | 小型/高密度/坚固性/高速传输<br>  | E6807LHF<br>E6808LHF<br>E6808UHF<br>SV6808THF<br>SV6808GHF<br>E6809U<br>E6810KHF | 高流动・低翘曲・高强度<br>高流动・低翘曲・高强度<br>高流动・低翘曲・耐起泡<br>高流动・超低翘曲<br>高流动・低翘曲・高薄壁强度<br>低翘曲・低异向性・耐起泡<br>低翘曲・低异向性        |
| <input type="checkbox"/> 基板对基板连接器、浮动式连接器<br>• 基板对基板连接器<br>• 浮动式连接器<br>• 基板对线缆连接器胶壳<br>• 车用连接器   | 长方形/坚固性/耐热/高速传输<br>  | E6006L<br>E6008<br>E6007LHF<br>E6007LHF-MR<br>E6807LHF<br>SV6808THF              | 标准牌号・高强度<br>标准牌号・高流动<br>高流动・高强度<br>高流动・高强度・脱膜<br>高流动・低翘曲・高强度<br>高流动・超低翘曲                                  |
| <input type="checkbox"/> CPU插口连接器<br>• CPU插口连接器                                                 | 平板状/格子性/耐热<br>       | E6007LHF<br>E6807LHF<br>E6808UHF<br>SV6808L                                      | 高流动・高强度<br>高流动・低翘曲・高强度<br>高流动・低翘曲・耐起泡<br>高耐热・高强度                                                          |
| <input type="checkbox"/> 高频传输用连接器、同轴连接器<br>• 同轴连接器<br>• 高频传输用FPC连接器<br>• 高频传输用背板连接器<br>• 平行板连接器 | 长方形/高密度/坚固性/高速传输<br> | E6808UHF<br>SV6808THF<br>SZ6506HF<br>SR2506<br>SR2507<br>E6205L<br>SR1205L       | 高流动・低翘曲・耐起泡<br>高流动・超低翘曲<br>超高流动・超低翘曲<br>超高流动・低翘曲・高结合线强度<br>超高流动・超低翘曲・低线性膨胀<br>低介电<br>低介电・低介电损耗            |

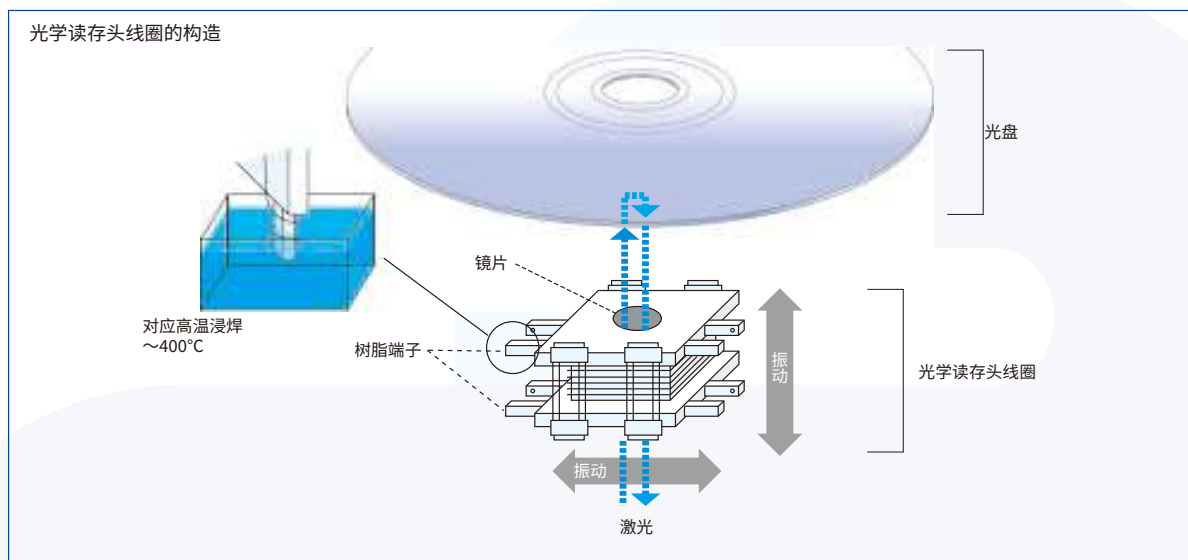
### 6-3 用于光学读头线圈的 SUMIKASUPER LCP 选择指南

#### 光学读头线圈

光学读头线圈是播放音乐的CD、电脑上的CD-ROM、DVD-ROM等光盘的读取装置，或者CD-R/RW、记录用的DVD等光盘的读取，写入装置中的主要部件。

光盘驱动器通过激光照射刻在光盘上 $\mu\text{m}$ (1/1000mm)级别的沟槽上来对信息进行读取和写入的。这时，是通过线圈产生磁力使镜片自身高速移动的方式，将激光的焦点重合在高速旋转的光盘上。为此，光学读头线圈是下图中将镜片放置在线圈架上的构造，因此它也被称为镜片支架。

图6-3-1 光学读头线圈的构造



#### 对材料特性的要求

光学读头线圈的要求特性如下所示。SUMIKASUPER LCP 能够满足这些特性需求，因此被广泛应用于光学读头线圈的材料。

表6-3-1 光学读头线圈的要求特性与 SUMIKASUPER LCP 的特性

| 要求     | 特性效果以及为何需要它们                                              | SUMIKASUPER LCP 的特性      |
|--------|-----------------------------------------------------------|--------------------------|
| 小型、轻量  | 用较小的电力来移动绕线圈从而实现省电、高灵敏化                                   | 低比重                      |
|        |                                                           | 可实现精密成型                  |
| 准确读取信号 | 在达成高灵敏化的频率（小于20kHz）以下如果发生共振则信号将无法被读取。使用低比重高刚性的材料可以提高共振频率。 | 高刚性(0.5mm厚度下弯曲模量约为30GPa) |
|        |                                                           | 低比重                      |
| 便宜     | 可以通过射出成型大量生产。可以利用浸焊(350-400°C×数秒)来组装，不需要将金属端子提前放入的操作      | 可实现精密成型                  |
|        |                                                           | 低比重                      |

#### SUMIKASUPER LCP 用于光学读头线圈的牌号

在 SUMIKASUPER LCP 中适用于光学读头线圈的牌号是E5006L和E5008L。

其中最适用的是标准牌号E5006L。

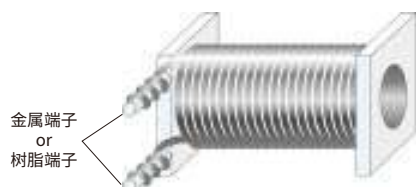
CD-DA(音频)或低倍速CD-ROM推荐使用E5008L

## 6-4 SUMIKASUPER LCP 绕线圈骨架用途推荐指南

### 绕线圈骨架

绕线圈骨架就是用电线(卷线)绕在上面制作变压器等的圆形或多边形的筒。主要使用绝缘性的树脂作为材料,但端子部位主要使用金属,同时使用树脂和金属两种材料会导致成本升高。由此开始了仅使用树脂材料的绕线圈开发。

图6-4-1 绕线圈骨架的构造



### 对材料特性的要求

要让电流通过电线,在端子上的覆盖材(例如聚氨酯等)需要被剥离。剥离方法通常是将其在高温(300-400°C)下浸入焊锡浴里。

在使用金属端子的时候,即使浸在焊锡浴里热量也不会传递到绕线圈上,因此可以使用相对耐热性较低的树脂材料。而使用树脂端子的时候,为了防止端子变形或者融化,需要使用耐热性高的材料。但是,随着家电制品的轻薄短小化,绕线圈骨架也变得更小型化,即使是金属端子也会将热量传递到树脂部位,对树脂的耐热性提出了更高的要求。因此,绕线圈骨架的材料需要具有高耐热性(300-400°C×数秒),同时具有精密成型性。并且考虑到环境保护问题,大家着眼于热塑性树脂之上,其中LCP作为一种合适的材料,被广泛地应用于绕线圈骨架上。

### 应用于绕线圈骨架的牌号选择指南

树脂端子绕线圈骨架最适宜使用E5000系列。金属端子也可以使用E5000系列,但在耐热性能方面并不需要那么高。E5000系列短期耐热性很高,成型温度高达400°C,滞留在成型机内容易引发问题。高耐热牌号E4008可耐热超过300°C并具有良好的成型性,是本公司代表性的绕线圈骨架材料牌号。不仅达到UL94 V-0等级,而且还取得UL746B等诸多认证。

金属端子绕线圈骨架在确认其耐热温度和成型性的要求后,推荐从E4000系列或E6000系列中选择合适的牌号。

另外,E52008为超耐热牌号E5008的基础上高流动化的牌号。适用于例如步进马达等超小型,或厚度0.2mm以下的绕线圈。

表6-4-1 SUMIKASUPER LCP 用于绕线圈骨架的牌号

| 绕线圈骨架种类        | 推荐牌号                                                                       |
|----------------|----------------------------------------------------------------------------|
| 树脂端子绕线圈骨架      | E5000系列(E5008L、E5008等)                                                     |
| 金属端子绕线圈骨架(小型)  | E5000系列(E5008L、E5008等)<br>E4000系列(E4006L、E4008等)                           |
| 金属端子绕线圈骨架(中大型) | E5000系列(E5008L、E5008等)<br>E4000系列(E4006L、E4008等)<br>E6000系列(E6006L、E6008等) |

## 6-5 SUMIKASUPER LCP OA用途推荐指南

### OA机器的固定部件

多功能数码复合一体机(MFP)和激光打印机(LBP)的固定是指将粉状墨水喷射到纸上,经过高温加压使其融接(定影)的方式。树脂的部件大致分为「定影系统的部件」和「定影系统周边的部件」两类。

「定影系统的部件」是指支持200-350℃高温热源的部件或在热源附近位置使用的部件。「定影系统周边的部件」是指在固定前后运送纸张的部件或覆盖着固定部的罩子等一类部件。

### 对材料特性的要求

「定影系统的部件」根据不同的定影方式,需要的耐热温度也不同,作为材料则有不同耐热性需求。对于支持定影系统热源的部件,从热效率性的观点来看,材料需要有蓄热性。另外,对于与高速旋转的薄膜直接接触的部件,耐磨性则是必要的。

另一方面,送纸的导轨或罩子之类的「定影系统周边的部件」等,考虑到防止卡纸,以及定影时需要保持压力一致等目的,需要材料具备低翘曲的性能。并且随着制品的薄壁化,材料的薄壁流动性也是必要的。

### OA机器(MFP、LBP打印机)的定影系统部件牌号选择指南

「定影系统的部件」根据定影方式,可从超耐热牌号E5000系列,或重视其他特性的E6000HF、SV6000HF中进行选择。如对蓄热性、耐磨性有需求,推荐使用低热传导率且具有优良表面平滑性的E5204L、E4205R或E6205L。

「定影系统周边的部件」考虑到薄壁流动性的需求,E6000HF或SV6000HF系列较为合适。推荐使用其中具有低翘曲性、优良薄壁流动性的E6808LHF或SV6808THF。

表6-5-1 SUMIKASUPER LCP OA用途的牌号

| 定影系统部件的种类 | 要求特性     | 推荐牌号                                        |
|-----------|----------|---------------------------------------------|
| 定影系统的部件   | 标准牌号     | E6808LHF、E6007LHF-MR、E6006L、E4006L、E5006L等* |
|           | 蓄热性、摩擦特性 | E6205L、E4205R、E5204L                        |
| 定影系统周边的部件 | 低翘曲、高流动性 | E6000HF、SV6000HF系列(E6808LHF, SV6808THF等)    |

\*热变形温度: E6808LHF: 274℃、E6007LHF-MR: 269℃、E6006L: 284℃、E4006L: 310℃、E5006L: 355℃



## 6-6 SUMIKASUPER LCP 继电器用途推荐指南

### 继电器

继电器正如其名,是可以对电力进行中继的一种装置。大致分类可以分为有接点继电器(电磁继电器)与无接点继电器(MOS FET继电器、固体继电器),SUMIKASUPER LCP 主要可应用于电磁继电器中。电磁继电器是由电磁铁铁芯(电磁石)与开关(接点)所组成的,当通电后产生磁力(电磁石)来控制开关。继电器的应用非常广泛,从汽车、机器人等大型机械到OA机器、家电等身边的小型机械都可使用。

### 对材料特性的要求

继电器所要求具备的特性有高热性(高温时的刚性、强度、耐回流焊),低发生气体,低发尘性、高绝缘耐力等。SUMIKASUPER LCP 不仅满足这些要求,并且可以根据继电器的耐热性和成型时的薄壁流动性要求来选择最合适的牌号。

### 继电器用途的牌号选择指南

SUMIKASUPER LCP 之中,满足以上要求特性的牌号如下所示。高耐热牌号E6008、超高耐热牌号E4008是其中最合适的牌号。如需更高的耐热性,推荐使用E5008。另外,如果需要好的薄壁流动性,推荐使用E6807LHF。

表6-6-1 SUMIKASUPER LCP 继电器用途的牌号

| 继电器种类 |     | 要求耐性  | 推荐牌号           |
|-------|-----|-------|----------------|
| 外壳用   | 封闭式 | 特殊高耐热 | E5008, E5008L等 |
|       |     | 超高耐热  | E4008等         |
|       | 敞开式 | 超高耐热  | E4008等         |
|       |     | 耐热性   | E6008等         |
|       |     | 高流动   | E6807LHF等      |
| 底座用   |     | 超高耐热  | E4008等         |
|       |     | 耐热性   | E6008等         |
|       |     | 高流动   | E6807LHF等      |
| 线圈封止  |     | 耐热性   | E6008, E6807T等 |

## 6-7 汽车部件用途 SUMIKASUPER LCP 的选择指南

### 汽车部件用途

具有多种优秀特性的 SUMIKASUPER LCP 是在汽车开发中所要求的①轻量化②减少有害气体、CO<sub>2</sub>排出量、③降低油耗④随着电动化而进行的新部件导入,这些课题中作出巨大贡献的材料。

### SUMIKASUPER LCP 用于汽车部件中的好处

- 由于其具有高流动性和优异的机械性能,可以达成多个部件的一体化而减少部件的数量。并且通过部件的小型化、薄壁化而使汽车轻量化。
- 具有300℃以上的高耐热性,因此可以实现引擎、灯罩等处于高温环境下的金属部件的取代。
- 汽车需要在极低温至高温下保持高尺寸稳定性(低膨胀、低收缩),LCP可以将由温度变化引起的制品变形控制在最小范围内。并且几乎没有由于热冲击、干湿循环导致的物性降低。
- 具有极低的吸水性,由吸湿引起的尺寸变化非常小,易于部件的设计。
- 具有优异的耐化学试剂性,可在汽油、引擎润滑油、ATF、LLC等环境下使用。
- 具有优异的抗振性,可用于引擎或马达、变速器等周围对共振有担心的部件,或齿轮箱等对消音性有要求的外框部件、或是对下雨声和外界声音进行隔断的外板部件。
- 在连接器、绕线圈骨架等多数电气电子机器中有采用的实绩,EV马达部件或PCU等车载电子器件中也可使用。

### 汽车用途牌号选择指南

适用于汽车部件的代表性牌号如下所示。请根据需要的要求特性来选择合适的牌号。

表6-7-1 SUMIKASUPER LCP 汽车用途牌号

| 牌号       | 特长      | 适用例                      |
|----------|---------|--------------------------|
| E6008    | 耐热性     | 灯罩周围部件<br>(部件例:车灯插座)     |
| E6006L   | 耐热性、高强度 | 机构部件、外框部件<br>(部件例:油箱、油管) |
| E6007LHF | 高流动     | 薄壁部件、大型部件                |
| SZ6506HF |         | (部件例:马达避震器)              |
| E6807T   | 表面性改良   | 外观部件                     |
| E6808LHF |         | (部件例:灯罩)                 |
| E4006L   | 超高耐热    | 引擎周边材料                   |
| E4008    |         | (部件例:隔热板)                |

## 6-8 SUMIKASUPER LCP LED用途推荐指南

### 高反射率的牌号

本公司独立开发的LCP,结合挤出技术得到的一种同时拥有高反射率与高机械强度的成型材料。

#### 高反射率牌号的特征

- 优越的耐热性能  
LED牌号的基底树脂使用LCP而具有优异的耐热性。几乎不因受热而导致反射率降低,因此适用于高亮度、高功率的LED底座材料。
- 良好的自熄性  
作为基底树脂的LCP,其极限氧指数很高,因此无需添加阻燃剂就可达到UL94 V-0级别的阻燃效果。
- 安定的成型加工性  
与LCP的一般牌号同样,即使是薄壁形状也表现出安定的成型加工性。
- 低吸水  
LCP具有树脂材料中最高级别的低吸水率,因而表现出优异的耐吸湿耐回流焊特性。

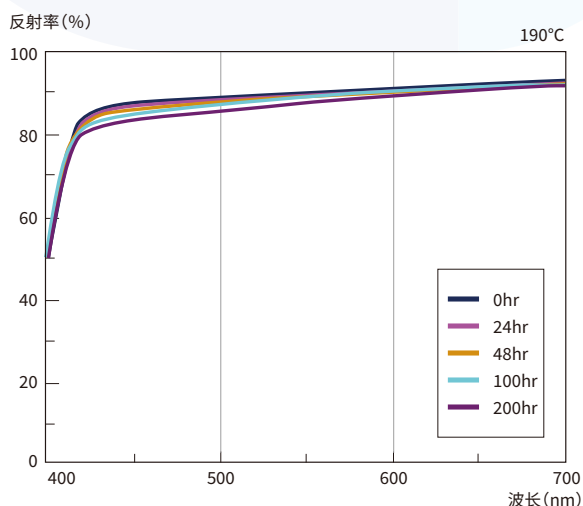
#### SZ6709L的物性表

表6-8-1 SZ6709L的物性表

| 项目             |       | 试验方法           | 单位  | SZ6709L |
|----------------|-------|----------------|-----|---------|
| 成型品色调          | L     | -              | -   | 91.0    |
|                | a     |                |     | -0.3    |
|                | b     |                |     | 5.5     |
| 反射率            | 640nm | JIS K7105-1981 | %   | 92      |
|                | 520nm |                |     | 90      |
|                | 460nm |                |     | 88      |
| 吸水率            |       | ISO 62         | %   | 0.02    |
| 比重             |       | ASTM D792      | -   | 1.89    |
| 成型收缩率          | MD    | 住化法            | %   | 0.17    |
|                | TD    |                |     | 0.80    |
| 拉伸强度           |       | ASTM D638      | MPa | 115     |
| 拉伸变形           |       | ASTM D638      | %   | 5.0     |
| 弯曲强度           |       | ASTM D790      | MPa | 140     |
| 弯曲模量           |       | ASTM D790      | MPa | 11,000  |
| 悬臂梁冲击强度        |       | ASTM D256      | J/m | 310     |
| 热变形温度(1.82MPa) |       | ASTM D648      | °C  | 275     |
| 耐焊锡性           |       | 住化法            | °C  | 300     |

#### SZ6709的反射率及耐热性

图6-8-1 SZ6709的反射率及耐热性



**6-9 食品级 SUMIKASUPER LCP**

SUMIKASUPER LCP 具有优异的耐热性与耐化学试剂性, 令其也可应用于食品行业。相比陶瓷, LCP 重量更轻, 耐热冲击性更好, 更具有高耐热性, 因此从冷冻至在烤箱中直接加热, 在广泛的温度领域中都可使用。

SUMIKASUPER LCP 中的一部分牌号在美国、欧洲、日本已符合食品包装材料的标准。详细内容请参考第7章 SUMIKASUPER LCP 的规格。根据用途和使用条件有不同的使用限制, 详情请咨询本公司担当人员。

## 7. SUMIKASUPER LCP 的材料认证

SUMIKASUPER LCP 符合许多工业标准并已取得认证。以下为其中一部分已经取得的认证。

### 阻燃性

SUMIKASUPER LCP 符合UL94 V-0标准。UL是 UNDERWRITERS LABORATORIES INC. 所制定的安全标准。标准牌号已经取得UL746B认证。

### 电气用品安全法

SUMIKASUPER LCP 根据电气用品安全法的电气用品材料认证协会 CMJ(Certification Management Council for Electrical & Electronic Components & Materials of Japan )的登录制度,已经登录一部分牌号的耐压温度、水平燃烧试验、使用上限温度。登录情况可在电气安全环境研究所的网站上查询。

### 食品接触

#### 美国

SUMIKASUPER LCP 的一部分牌号符合美国联邦食品医疗化妆品法所规定的食品添加剂规定。

#### 欧洲

SUMIKASUPER LCP 的一部分牌号符合欧洲食品包装材料规定「Commission Regulation (EU) No 10/2011」的要求。

#### 日本

SUMIKASUPER LCP 的一部分牌号由基于改正食品卫生法第18条第3项以及告示370号中记载的成分构成。另外也取得了聚烯烃等由卫生协议会发行的确认证明书。最新的情况请咨询本公司担当人员。聚烯烃等卫生协议会于2021年3月解散,其业务由食品接触材料安全中心继承,证书仍然有效。

### 医疗

SUMIKASUPER LCP 的一部分牌号实施了ISO 10993以及USP CLASS VI试验。详细请咨询本公司担当人员。

## TECHNICAL NOTE

超高耐热工程塑料

SUMIKA SUPER LCP



机能树脂事业部

住友化学株式会社 机能树脂事业部 工程塑料部  
〒103-6020 东京都中央区日本桥2-7-1 东京日本桥塔  
Tel: 03-5201-0266

Sumitomo Chemical Advanced Technologies, LLC  
3832 East Watkins Street, Phoenix, AZ 85034, USA  
Tel: + 1-602-659-2500

Sumitomo Chemical Europe S.A. / N.V.  
Woluwelaan 57, B-1830 Machelen, Belgium  
Tel: + 32-2251-0650

Sumitomo Chemical Asia Pte Ltd  
3 Fraser Street, #07-28 DUO Tower, Singapore 189352  
Tel: + 65-6303-5188

Dongwoo Fine-Chem Co., Ltd.  
22, Sandanoryon-gil, Samgi-myeon Iksan-si, Jeollabuk-do, 54524, Korea  
Tel: + 82-63-839-2942

住化电子管理(上海)有限公司 徐汇分公司  
SUMIKA ELECTRONIC MATERIALS (SHANGHAI) CORPORATION XUHUI BRANCH  
Floor 1, Building 91, No.1122 North Qinzhou Road, Xuhui District, Shanghai, China 200233  
Tel: + 86-21-5459-2066

制品的详细内容 <https://www.sumitomo-chem.co.jp/sep/>