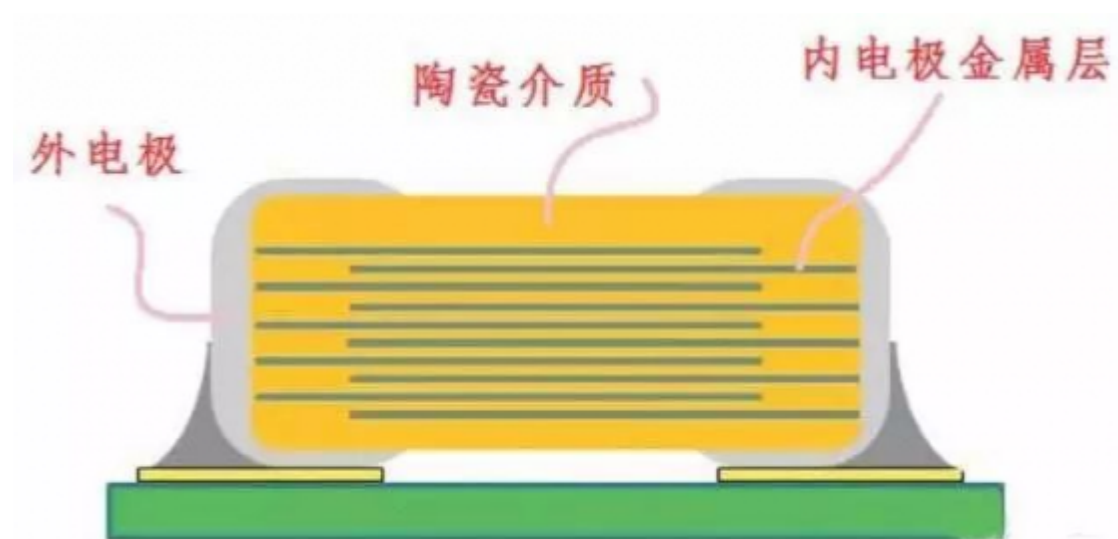

MLCC 概述

MLCC (Multi-layer Ceramic Capacitors) 是片式多层陶瓷电容器英文缩写。是由印好电极 (内电极) 的陶瓷介质膜片以错位的方式叠合起来, 经过一次性高温烧结形成陶瓷芯片, 再在芯片的两端封上金属层 (外电极), 从而形成一个类似独石的结构体, 故也叫独石电容器。

MLCC 诞生于上世纪 60 年代, 最先由美国公司研制成功。

MLCC 的结构

如下图所示, 此电容结构较简单, 由陶瓷介质、内电极金属层和外电极三层构成。



电容就是可以储存电量的容器, 它基本原理就是使用两片互相平行但未接触在一起的金属, 中间以空气或是其它材料作为为绝缘物, 将两片金属的一片接在电池的正极, 另一片接在负极, 金属片上就能储存电荷。

相比常见的电解电容, MLCC (多层陶瓷电容器) 因为可以作成薄片 (n 堆栈层数很多), 因此在同样的体积下 MLCC 可以大大提升其电容器的容量。

根据所采用的陶瓷介质的类型, MLCC 可划分为两大类: Class1 和 Class2 两类。

Class1, 属温度补偿型。

通常由钛酸钡不占主要部分的钛酸盐混合物构成。它们有可预见的温度系数, 通常没有老化特性。因此它们是可用的最稳定的电容。最常用的 Class1 多层陶瓷电容是 COG (NPO) 温度补偿型电容 ($\pm 10 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$)。

Class2, 属温度稳定型和普通应用型。

具有很高的体积比容量, 适用于旁路、耦合、滤波以及对容量稳定性要求不高的鉴频电路。在 DC-DC (AC) 变换器和开关电源滤波电路中逐步取代钽电解电容、铝电解电容。

按照温度特性、材质、生产工艺、填充介质的不同, MLCC 可以分成 NPO、COG、Y5V、Z5U、X7R、X5R 等几种。

它们的主要区别如下:

- COG/NPO 电容器具有高温补偿特性, 适合作旁路电容和耦合电容;
- X5R/X7R 电容器是温度稳定型陶瓷电容器, 适合要求不高的工业应用;
- Z5U 电容器特点是小尺寸和低成本, 尤其适合应用于去耦电路;
- Y5V 电容器温度特性最差, 但容量大, 可取代低容铝电解电容。

可见, 在相同的体积下由于填充介质不同所组成的电容器的容量就不同, 随之带来的电容器的介质损耗、容量稳定性等也就不同, 所以在使用电容器时应根据电容器在电路中作用不同来选用不同的电容器: NPO、COG 温度特性平稳、容值小、价格高; Y5V、Z5U 温度特性大、容值大、价格低; X7R、X5R 则介于以上两种之间。

MLCC 按材料 SIZE 封装大小来分, 大致可以分为: 0201、0402、0603、0805、1206、1210 等, 目前最小尺寸已经做到 01005, 几乎接近头发丝大小。

MLCC 的制造流程



MLCC 常见问题

MLCC 在工作一段时间后，通常会出现容值偏低、老化问题，但其容值损失不会低于 90%，一般是两年后容值有 10% -20% 的递减。

MLCC 在耐压测试后损耗显著增大主要有两方面原因：一是电容的温度在经过耐压测试后变高了，电容发热会减小容量；二是在高电压的测试下，陶瓷内部微小分子单元结构轻微发生变化（比如形成微小的电流通道），容值会出现变小的现象。

MLCC 失效问题

MLCC 在生产中可能出现空洞、裂纹、分层，MLCC 内在可靠性十分优良，可以长时间稳定使用。但如果器件本身存在缺陷或在组装过程中引入缺陷，则会对其可靠性产生严重影响。例如，MLCC 在生产时可能出现介质空洞、烧结纹裂、分层等缺陷。

分层和空洞、裂纹是 MLCC 较为严重的内在缺陷，这点可以通过筛选优秀的供应商，并对其产品进行定期抽样检测等来保证。

MLCC 设计需要注意的问题

1、因为 MLCC 具有相对较小的电容和低 ESR，在频域和时域中，会带来一些问题，比如它们被用作某个电源的输入滤波电容器，则它们很容易随输入互连电感谐振，形成一个振荡器。

在这些系统中，电源通过大互连电感连接至负载。负载通过一个开关实现开启，并可能会使用陶瓷电容构建旁路。这种旁路电容器和互连电感可以形成一个高 Q 谐振电路。由于负载电压振铃可以高达电源电压的两倍，因此在负载下关闭开关会形成一个过电压状态。这会引起意外电路故障。例如，在 POE 中，负载组件的额定电压变化可以高达电压额定电压的两倍。

2、陶瓷电容器的另外一个潜在的缺陷是陶瓷电容器的压电式。也就是说，当电容器电压变化时，其物理尺寸改变，从而产生可听见的噪声。例如，我们将这种电容器用作输出滤波电容器时（存在大负载瞬态电流），或者在“绿色”电源中，其在轻负载状态下进入突发模式，这种问题的变通解决方案如下：

- 转而使用更低介电常数的陶瓷材料，例如：COG 等；
- 使用不同的电介质，例如：薄膜等；
- 使用加铅和表面贴装技术（SMT）组件，可紧密贴合印制线路板（PCB）；
- 使用更小体积器件，降低电路板应力；
- 使用更厚组件，降低施加电压应力和物理变形。

此外，贴片陶瓷电容器在做 SMT 加工时，存在的一个问题是：PCB 弯曲时，由于电容器和 PCB 之间存在的热膨胀系数（TCE）错配，它们的软焊接头往往会裂开。

如果发生上述情况，您可以采取一些预防措施来减少这种问题的发生：

- 封装尺寸限制为 1210；
- 使电容器远离高曲率地区，例如：拐角区等；
- 使电容器朝向电路板短方向；
- 使电路板安装点远离边角