



深圳市恒创技术有限公司

# EMC 期刊分享 (2024年)

十月第1期

旁路电容知识分享

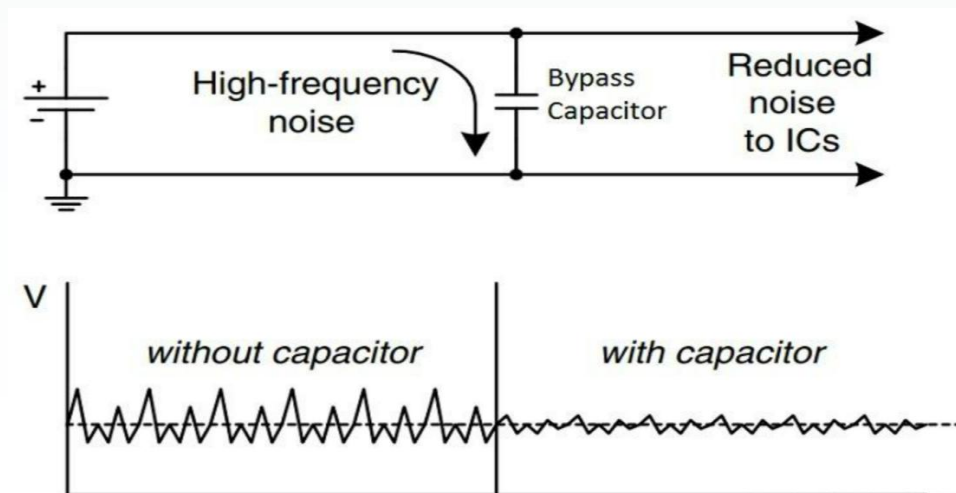
## 旁路电容知识分享

### 1. 旁路电容的作用

电源电路上的旁路电容器大致有两个作用：

1、将电源线上叠加的噪音成分释放到地面，噪声成分比稳定电压高的情况下，通过向电容器充电，低的情况下放电，可以减小电压的变动。另外，电容器随着频率的提高，交流阻抗也会变小，所以频率高的噪声成分容易释放到地面上。

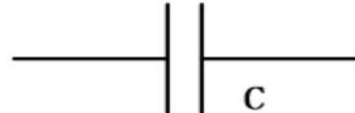
2、抑制由于负载电流的突然变化而引起的电源线的波动。电源线存在配线阻抗，负载电流急变时会发生电压下降。因此，会发生偏离设定电压和电压噪声的问题。旁路电容器通过放电（如果电压相对于稳态电压降低）或充电（如果电压相对于稳态电压升高）来减轻电压变化。它的作用消除了电压尖峰对电源的影响，也降低了电源噪声。



### 2. 旁路电容的阻抗特性

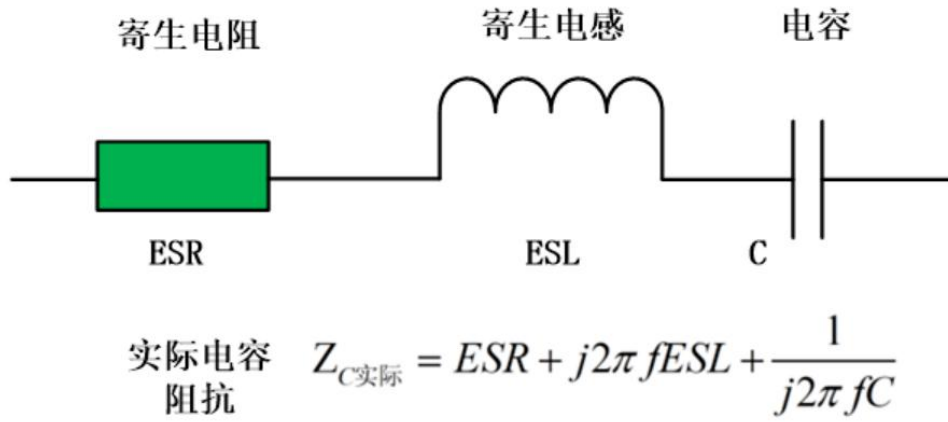
理想中的电容：

理想电容

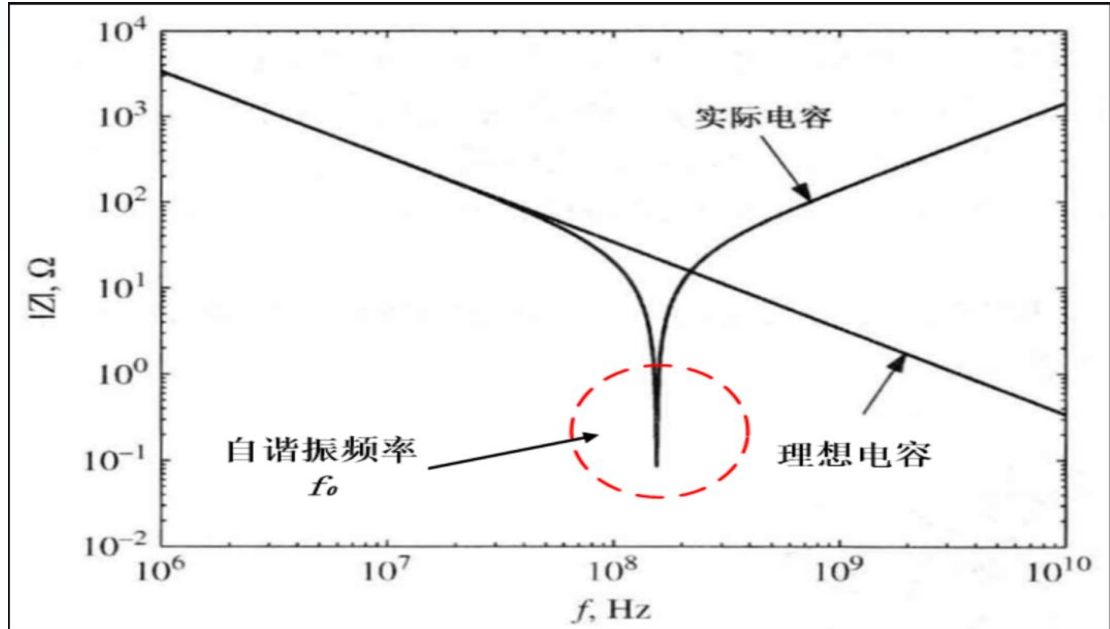

$$Z_c = \frac{1}{j\omega C} = \frac{1}{j2\pi fC}$$

然而实际的电容等效电路，C 是静电容量，ESR 是等效串联电阻，是取

决于电介质类型的电阻分量以及电极和端子的电阻分量。ESL 是等效串联电感，是由电极、端子等电容器的构造产生的电感分量。



在低频区域电容 C 决定阻抗，在高频区域 ESL 决定阻抗。C 和 ESL 串联共振，阻抗相同 ( $1/2 \pi f C = 2 \pi f ESL$ ) 的地方是自谐振频率，由于 C 和 ESL 的影响变为零，所以只有 ESR 的影响。比起这些特性，要作为电容器发挥作用，必须在比自谐振频率低的区域使用。

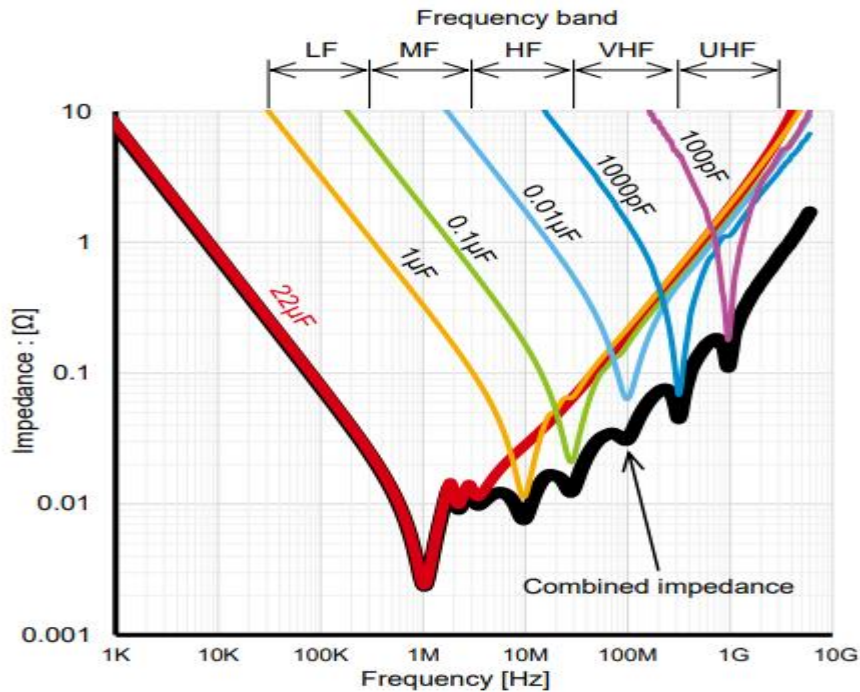


### 3. 旁路电容的选择

1. 选择足够大的电容值以降低噪声频率下的阻抗，电容值越大阻抗越低；
2. 在低于自谐振频率的区域中使用；
3. 选择 ESR 较小的器件以降低阻抗；

4. 对于频率高的噪声，选择 ESL 较小的器件；
5. 选择储存电荷量能够抑制电压下降的容量值；

为了降低电源线的阻抗，需要大容量、低 ESR、低 ESL 的电容器，但不能用一种电容器覆盖较宽的频带范围。一般来说容量大的电容器形状会变大，从而 ESL 也会变大。因此自谐振频率变低，在高频区域的阻抗变高。另一方面，容量小的电容器一般形状小，ESL 也会变小。因此自谐振频率高，在高频区域内可获得低阻抗。但是由于电容值小，低频范围内的阻抗会变高，为了在宽频带范围内实现低阻抗，有一种方法是将每个频带范围对应的不同电容值的多个电容器并联。



参照上图所示，1 个  $22\mu\text{F}$  的旁路电容器在  $1\text{MHz}$  以上时阻抗会上升，因此预计高频范围内噪声会恶化（红线）。将  $100\text{pF}$  到  $1\mu\text{F}$  的电容器进行并联，可以降低合成阻抗（黑线）。作为考虑事项，如果放置自谐振频率分离的 MLCC，在各个 C 和 ESL 之间会产生并联谐振，则阻抗可能会变高。这种并联谐振被称为反谐振点。作为其他的考虑事项，即使是相同容量的电容器，如果尺寸大小或者型号不同，阻抗特性也会不同。另外在实际的 PCB 中，由于有布线产生的寄生电感成分，所以可能会发生阻抗值没有按照电容器的特性而变小的情况。