

## 开关稳压器系列

## 降压转换器中使用的多层片式陶瓷电容的注意事项

由于多层片式陶瓷电容器（以下简称 MLCC）的大容量化，可以作为电源的平滑电容器来使用。但是 MLCC 对于电解电容器等其他电容器，频率特性和温度特性，直流电压施加特性有差异。如果使用不适当的 MLCC，作为电源电路，可能会导致目标特性无法实现，或引起异常动作。在这个应用手册中，说明 MLCC 的注意事项。

## 多层片式陶瓷电容器（MLCC）的种类

MLCC 分为两大类，用于温度补偿和高介电常数。因为温度补偿用 MLCC 的常电介质以氧化钛（ $\text{TiO}_2$ ）和锆酸钙（ $\text{CaZrO}_3$ ）为主要原料，因此相对介电常数较小，为 20~300 左右，无法制作电容量大的电容器。但是，由于相对介电常数相对于温度几乎呈直线变化，通过调整介电材料的组成，可以将温度系数控制在  $+100 \sim -47000 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$  的范围以内。温度补偿用的电容器在电源电路中用于缓冲电路和软启动等时常数电路。

因为高介电常数系 MLCC 的常电介质以强介电体——钛酸钡（ $\text{BaTiO}_3$ ）为主要原料，因此相对介电常数高达 1000~20000，可以实现小型的大容量电容器。但是，这种材料的相对介电常数会随着温度而发生很大变化，所以在时间常数电路中使用时需要注意。

此后，将对电源电路的输入输出电容器中使用的高介电常数电容器进行集中说明。

## 频率特性

MLCC 与电解电容等其他电容相比，ESR（寄生串联电阻）非常小。

Figure1 表示各种主流电容的频率特性。在电源电路中，通过在

输出级使用 MLCC，可以期待输出的纹波电压变小。但是，由于旧设计的电源 IC 没有设想使用超低 ESR 的 MLCC，反馈电路的相位在高频范围内相位偏移过多导致电源电路的动作不稳定，最坏的情况下会引起振荡。无论如何都想使用 MLCC 的情况下，需要串联连接  $10 \text{ m}\Omega$  以上的低电阻，使频率特性恶化。

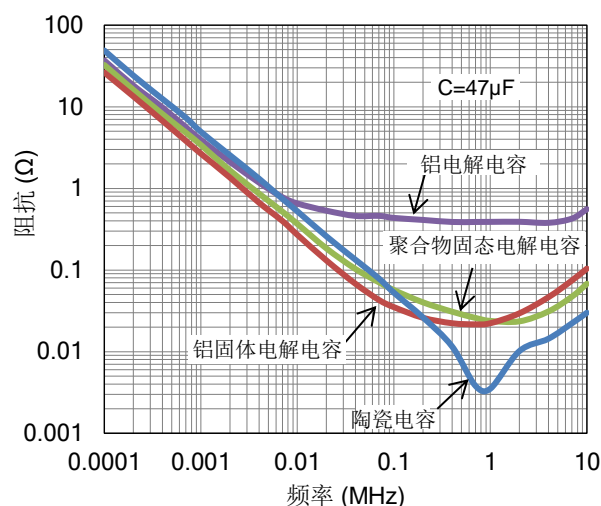


Figure 1. 主要电容器的频率特性

项目	温度补偿用	高介电常数系
常电介质	氧化钛 ( $\text{TiO}_2$ ) 锆石酸钙 ( $\text{CaZrO}_3$ )	钛酸钡 ( $\text{BaTiO}_3$ )
相对介电常数	20~300	1000~20000
温度特性	$+100 \sim -4700 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$	$+30 \sim -82\%$
容量	$\leq 0.1 \mu\text{F}$	$\geq 68 \text{ pF}$
施加电压引起的容量变化	几乎没有	有
时间变化	几乎没有	有
主要用途	调速器，时间常数 高频回路、音频	电源平滑、去耦合

Table 1. 多层片陶瓷电容器的特征

# 温度特性

大容量的高介电常数 MLCC 有各种各样的温度特性的产品。Table 2 和 Figure 2 显示了代表产品的温度特性。特性曲线在每个产品的容许范围内会发生各种各样的变化。因为温度特性已经规格化了，所以看电容器的型号就可以判断温度特性。

电源电路使用的温度特性推荐 B、X 5 R、R、X7R、X8R 特性那样容量变化率小的 ( $\pm 15\%$ ) 产品。虽然 X 7 U、F、Y 5 V、Z5U、Z5V 特性便宜，但容量变化率大 ( $-82\%$ )，因此只能在室温下工作。这种特性的电容器会造成故障，所以请绝对不要使用在电源电路上。

建议从所使用设备的工作温度范围来判断，从 B、X 5 R、R、X7R 特性的产品中进行选择。

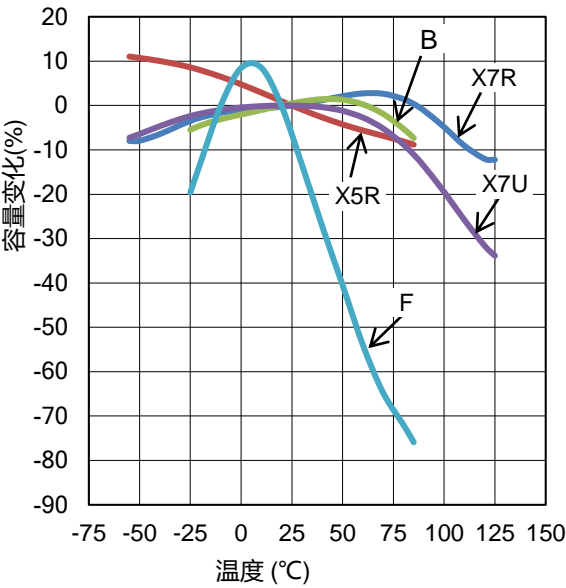


Figure 2. 高介电常数系 MLCC 的主要温度特性

规格	特性	基准温度	温度范围	静电电容化率
JIS	B	20° C	-25~+85° C	$\pm 10\%$
EIA	X5R	25° C	-55~+85° C	$\pm 15\%$
	X5S			$\pm 22\%$
	X5T			+22%, -33%
	X6S		-55~+105° C	$\pm 22\%$
	X6T			+22%, -33%
JIS	R	20° C	-55~+125° C	$\pm 15\%$
EIA	X7R	25° C	-55~+125° C	$\pm 15\%$
	X7S			$\pm 22\%$
	X7T			+22%, -33%
	X7U		-55~+150° C	+22%, -56%
	X8R			$\pm 15\%$
JIS	F	20° C	-25~+85° C	+30%, -80%
EIA	Y5V	25° C	-30~+85° C	+22%, -82%
	Z5U		+10~+85° C	+22%, -56%
	Z5V			+22%, -82%

Table 2. 高介电常数系 MLCC 的主要温度特性

## 直流电压施加特性

向高介电常数型 MLCC 施加直流电压的话，静电容值会发生变化，这是该电容器特有的特性，不会在电解电容器和温度补偿用 MLCC 等其他电容器中发生。

以村田制作所生产的 MLCC 为例，我们来看看直流电压的施加特性。图 3 为  $10\mu\text{F}/10\text{V}$  (B 特性)，显示尺寸 (L×W) 不同的电容器的特性。厚度都是  $0.95\text{mm}$  的产品。尺寸越小，由施加直流电压所造成的容量减少就越大。 $1608$  尺寸的电容器，即使有  $10\text{V}$  的耐压实际上也只能在  $1\text{V}$  左右使用。为了减少安装面积，变更为尺寸小的电容器时请注意特性的变化。

图 4 为  $10\mu\text{F}/10\text{V}$  (B 特性)，显示了厚度  $T$  不同的电容器特性。尺寸 (L×W) 选择接近的尺寸。厚度  $T$  越厚 (体积越大)，由施加直流电压所造成的电容减少就越小。由于所使用设备的高度限制，电容器的厚度变薄时，请注意特性的变化。

图 5 表示耐压不同的电容器的特性。电容器均为  $10\mu\text{F}$  (B 特性)、 $3216$  (1216) 尺寸、厚度  $1.80\text{mm}$ 。比起  $16\text{V}$  耐压的产品，耐压  $50\text{V}$  的产品容量减少更大。

像这样，耐压高的电容器不一定性能高。因此在选择 MLCC 时，如果只是简单地看容量和耐压的规格来选择零件的话，电源电路的特性可能会恶化，所以请务必从制造商那里获取详细数据。

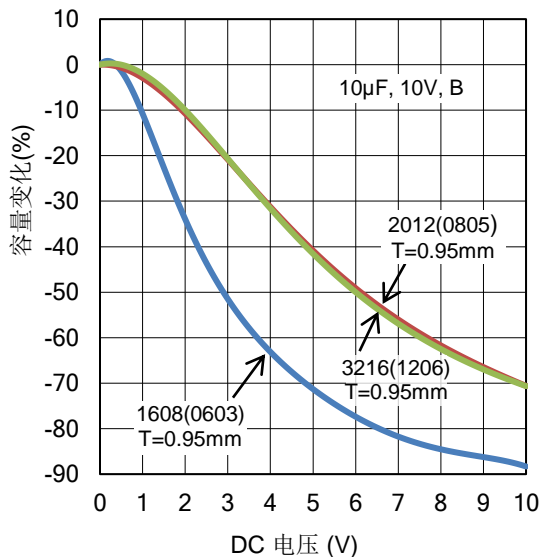


图 3. 直流电压施加特性  
尺寸 (L×W) 不同

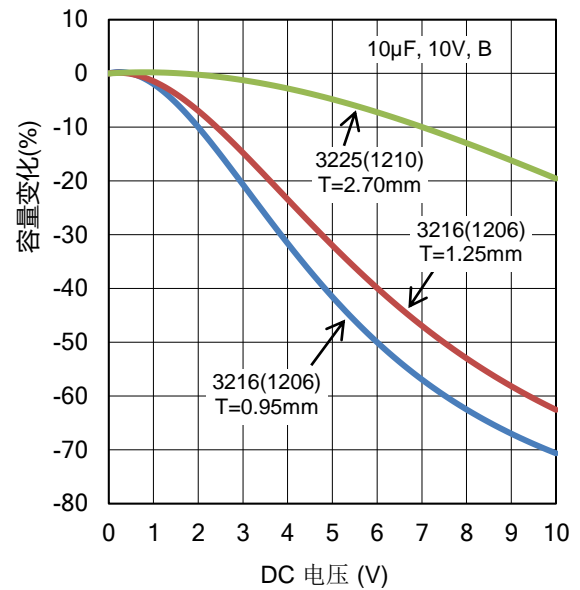


图 4. 直流电压施加特性  
厚度  $T$  不同

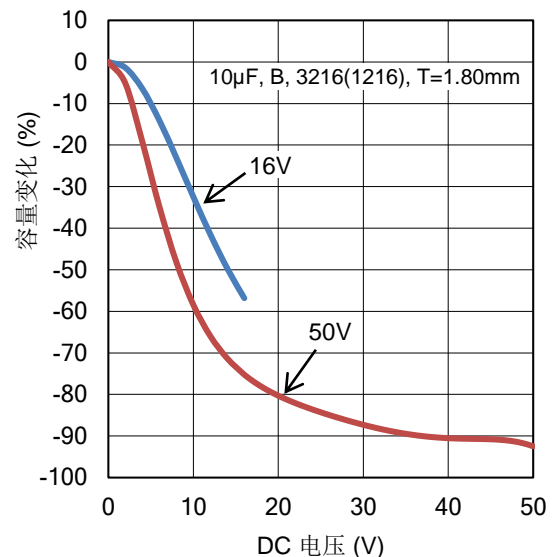


图 5. 直流电压施加特性  
耐压的不同

对于村田制作所的 MLCC，可以在其官网上通过名为 SimSurfing 的设计支持工具，来简单确认产品的各种特性 (2020 年 1 月时间点)。

# 时间变化特性

高介电常数系 MLCC 具有电容随时间降低的特性。Figure 6 表示时间变化的例子。假设焊接后 24 小时后的时间点为 0，观察容值随时间的变化情况。当时间轴采用对数表示法时，容值会直线下降。温度补偿用 MCLL 没有这样的时间变化特性。随着时间变化，容值变小的电容器在焊接等过程中过热到居里温度（约 125° C）以上时，容值会恢复。然后，从电容器冷却到居里温度以下的时刻开始，容值重新开始随时间变化。

对于产业机器等长期运转的机器，需要预想到容值会随时间变化进行设计。

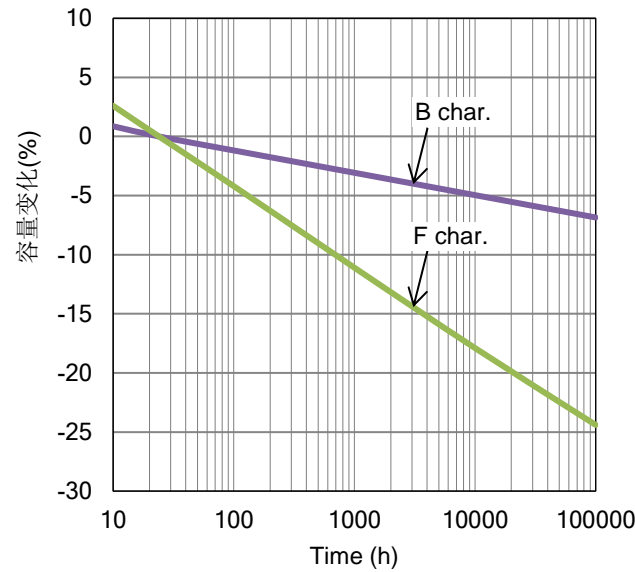


图 6. 高介电常数系 MLCC 的时间变化特性例

# 发热特性

电容器中流过纹波电流（交流电流）的话，由于电阻成分会产生热量，电容器本身温度会上升，但是因为 MLCC 的 ESR（等效串联电阻）非常小，所以发热量小，可以说是耐纹波性能很好的电容器。很多 MLCC 制造商推荐在表面温升不超过 20° C 条件下使用。

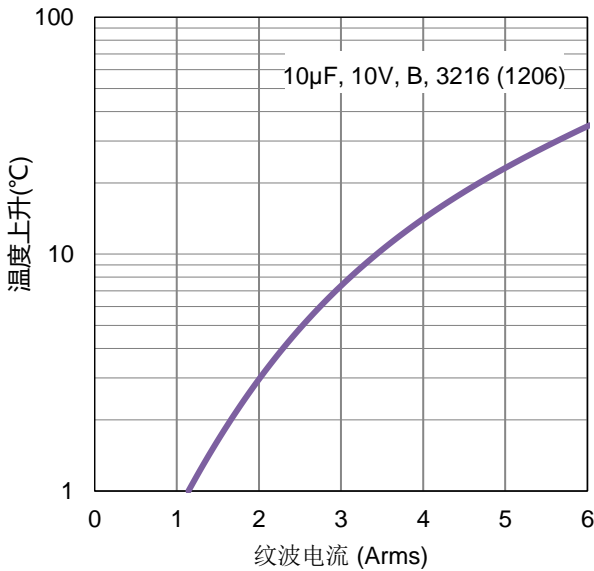


图 7. 高介电常数系 MLCC 的自发热例

## Notes

- 1) The information contained herein is subject to change without notice.
- 2) Before you use our Products, please contact our sales representative and verify the latest specifications :
- 3) Although ROHM is continuously working to improve product reliability and quality, semiconductors can break down and malfunction due to various factors.  
Therefore, in order to prevent personal injury or fire arising from failure, please take safety measures such as complying with the derating characteristics, implementing redundant and fire prevention designs, and utilizing backups and fail-safe procedures. ROHM shall have no responsibility for any damages arising out of the use of our Products beyond the rating specified by ROHM.
- 4) Examples of application circuits, circuit constants and any other information contained herein are provided only to illustrate the standard usage and operations of the Products. The peripheral conditions must be taken into account when designing circuits for mass production.
- 5) The technical information specified herein is intended only to show the typical functions of and examples of application circuits for the Products. ROHM does not grant you, explicitly or implicitly, any license to use or exercise intellectual property or other rights held by ROHM or any other parties. ROHM shall have no responsibility whatsoever for any dispute arising out of the use of such technical information.
- 6) The Products specified in this document are not designed to be radiation tolerant.
- 7) For use of our Products in applications requiring a high degree of reliability (as exemplified below), please contact and consult with a ROHM representative : transportation equipment (i.e. cars, ships, trains), primary communication equipment, traffic lights, fire/crime prevention, safety equipment, medical systems, servers, solar cells, and power transmission systems.
- 8) Do not use our Products in applications requiring extremely high reliability, such as aerospace equipment, nuclear power control systems, and submarine repeaters.
- 9) ROHM shall have no responsibility for any damages or injury arising from non-compliance with the recommended usage conditions and specifications contained herein.
- 10) ROHM has used reasonable care to ensure the accuracy of the information contained in this document. However, ROHM does not warrants that such information is error-free, and ROHM shall have no responsibility for any damages arising from any inaccuracy or misprint of such information.
- 11) Please use the Products in accordance with any applicable environmental laws and regulations, such as the RoHS Directive. For more details, including RoHS compatibility, please contact a ROHM sales office. ROHM shall have no responsibility for any damages or losses resulting from non-compliance with any applicable laws or regulations.
- 12) When providing our Products and technologies contained in this document to other countries, you must abide by the procedures and provisions stipulated in all applicable export laws and regulations, including without limitation the US Export Administration Regulations and the Foreign Exchange and Foreign Trade Act.
- 13) This document, in part or in whole, may not be reprinted or reproduced without prior consent of ROHM.



Thank you for your accessing to ROHM product informations.  
More detail product informations and catalogs are available, please contact us.

## ROHM Customer Support System

<http://www.rohm.com/contact/>