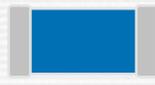


# TDK Capacitor's World

TDK 电容器产品指南



# 欢迎来到电容器的世界!

## 内容

### 目录

● 电容器的起源与历史	1
● 电容器是什么?	3
● 电容器的基本性质	4
● 在电路中电容器的作用	5
● 各种电容器	7
● 各种电容器的静电容量与频带	8
● 陶瓷电容器的特性/类型	9
● 丰富的TDK电容器产品阵容	10
● TDK的积层陶瓷贴片电容器技术	11
● 支撑小型化、大容量化的基础技术	12
● 电子产品与电容器① 数字电视	13
● 电子产品与电容器② 移动产品	15
● 电子产品与电容器③ 电脑	17
● 电子产品与电容器④ 汽车电子技术	19
● 制造工序 TDK的积层陶瓷贴片电容器是这样制造出来的	21



## 电容器的起源与历史

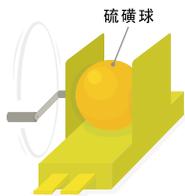
### ●公元前600年左右

- 出现了琥珀(树脂的化石)吸引灰尘(摩擦放电)的记载



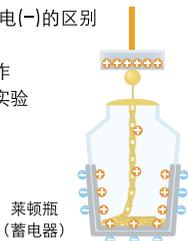
### ●1600年~

- 葛利克发明了摩擦起电机



### ●1700年~

- 电学的发展
- 玻璃电(+)与树脂电(-)的区别
- 莱顿瓶的发明
- 摩擦起电器的制作
- 富兰克林的风筝实验
- 伏特的起电盘



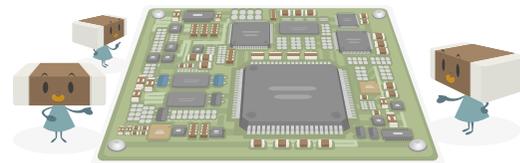
### ●1800年~

- 伏特电池
- 电磁学的诞生与发展
- 云母电容器
- 纸电容器
- 初期的陶瓷电容器
- 铝电解电容器



### ●1900年~

- 电子学的诞生
- 薄膜电容器
- 利用氧化钛、钛酸钡的陶瓷电容器

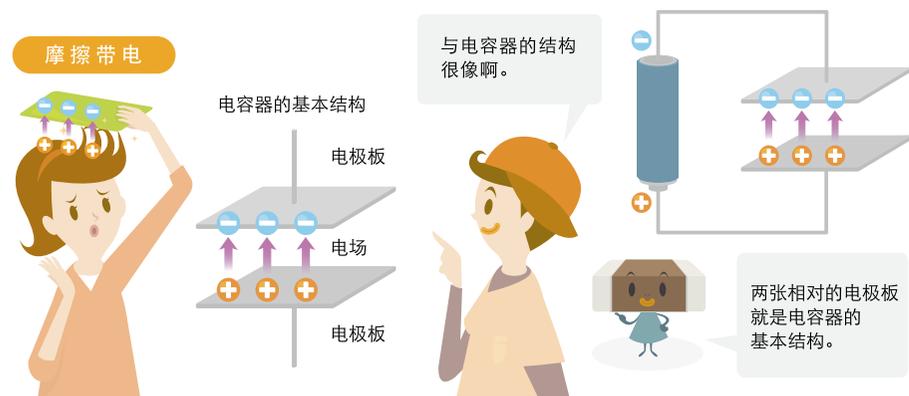


### ●1945年~

- 积层陶瓷贴片电容器
- 钽电解电容器

# 电容器是什么？

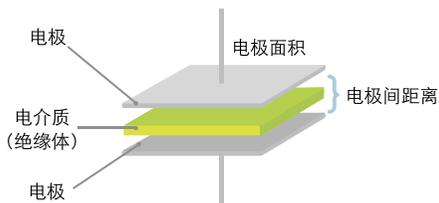
摩擦一下塑料板，就能吸起头发来。这是由于摩擦产生了正电荷与负电荷，他们互相吸引造成的。这就是电容器的基本原理。不过，由电子部件组成的电容器不是靠摩擦，而是靠施加电压使其带电(充电)。



**电容器不是靠摩擦，而是靠施加电压使其带电(充电)。**

电容器储存电荷的能力称作静电容量。电极面积越大或电极间距离越短，则静电容量越大。另外，根据电极板间的绝缘体(空气或电介质等)性质不同，静电容量也会有很大的不同，用来表示这种关系的是相对电容率。

## ● 各种电介质与其相对电容率



- 电极面积越大静电容量越大。
- 相对电容率越高静电容量越大。
- 电极间距离越短静电容量越大。

电介质	相对电容率
空气	1
各种塑料薄膜	2 ~ 3
云母	6 ~ 8
氧化铝	8 ~ 10
陶瓷(低电容率材料)	10 ~ 100
陶瓷(高电容率材料)	1000 ~ 20000

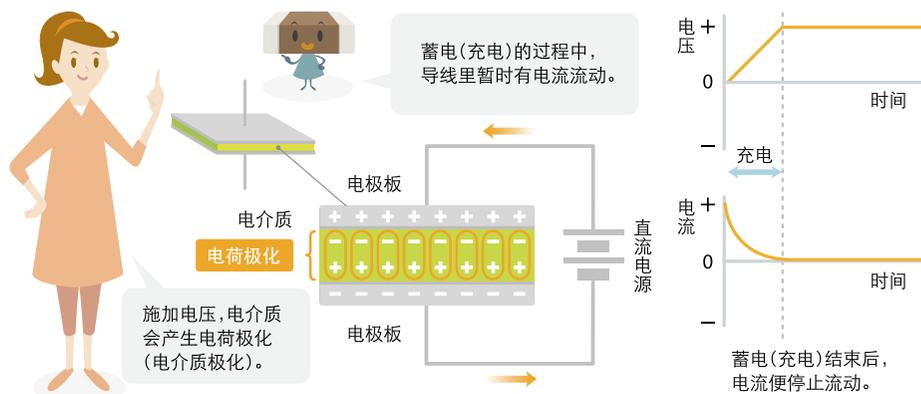
静电容量越大，能储存的电荷就越多。

使用电容率高的电介质会增加静电容量。

# 电容器的基本性质

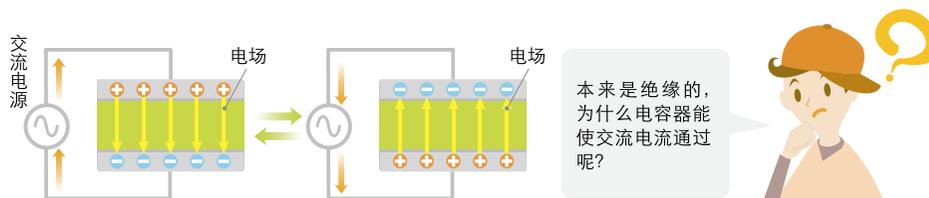
电容器本来是作为储存电(电荷)的蓄电器而产生的，在日本从凝聚电荷的观点被称作 condenser，但在讲英语的国家被称作 capacitor。我们首先了解一下电容器的两个基本性质吧。

## ① 储存电荷

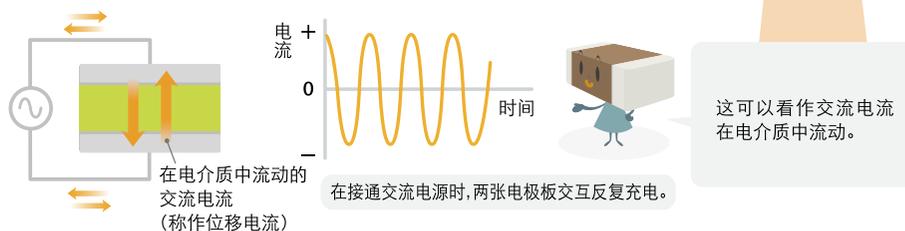


## ② 不使直流电流通过，而使交流电流通过

电容器不使直流电流通过。但是，接通交流电源，两张相对的电极板便开始交互反复充电，电场方向也随之反转，这被看做交流电流在电介质中流动。



电场的方向交互变化

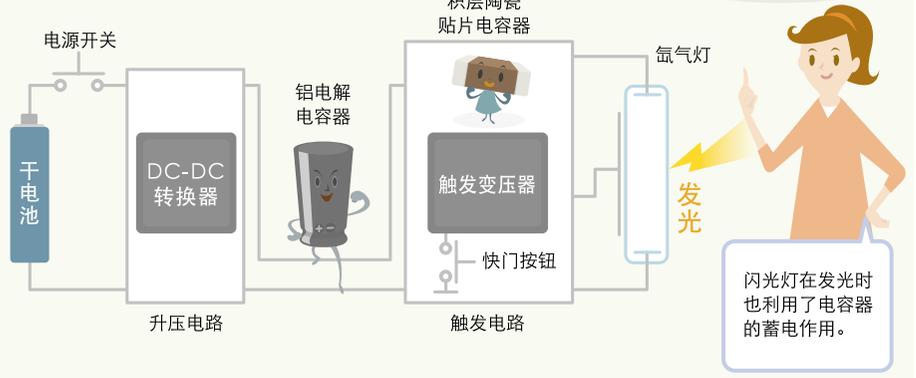


# 在电路中电容器的作用

电容器的基本性质是：储存电荷，不使直流电流通过而使交流电流通过。这一特点以各种形式被应用在日常使用的电子产品的电路中。

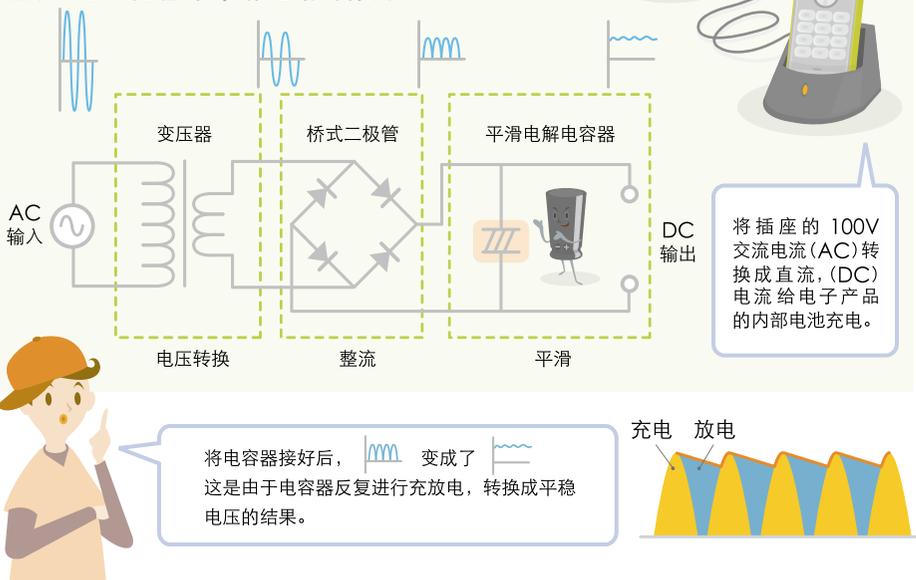
## 蓄电 利用储存的电荷

### ■ 一次性照相机的闪光灯电路



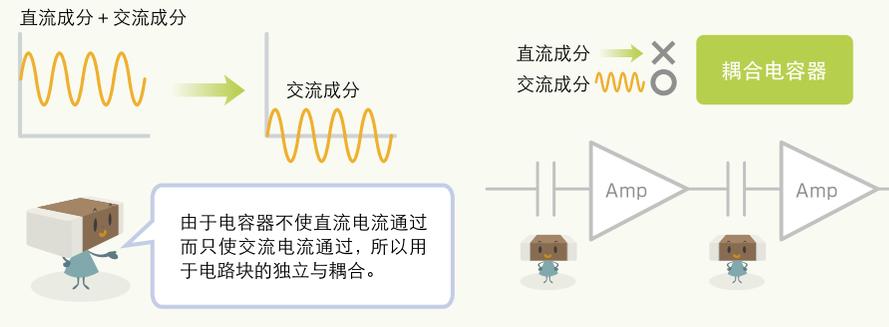
## 平滑 使电压变动变得平滑

### ■ 在AC适配器中平滑电路的作用



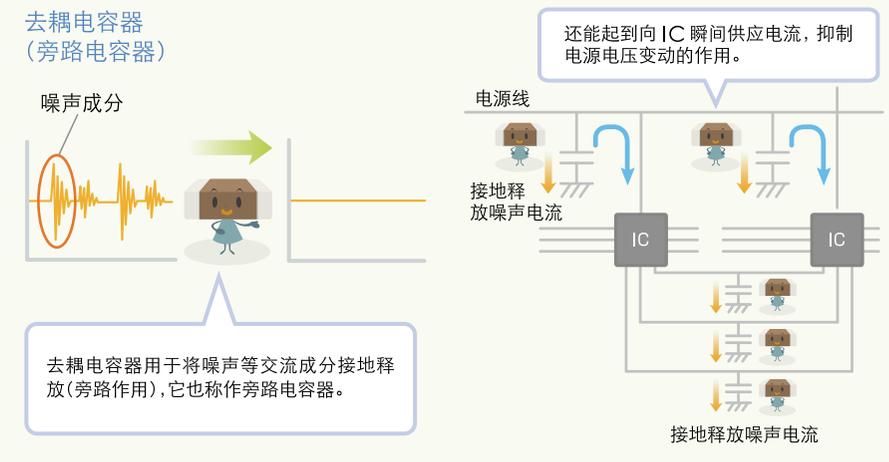
## 耦合

### 阻断直流电流仅让信号成分(交流电流)通过



## 去耦

### 对频率高的噪声成分起到旁路作用



## 重要

电容器使频率越高的交流电流越容易通过，电容器的静电容量越大越容易使交流电流通过。



# 各种电容器

电容器与电抗器、线圈一起,被称三大被动电子部件。其中,电容器迄今为止已开发出了各种类型。电容器按照外观可以分为带导线型电容器和无导线的SMD(表面安装部件)型电容器。积层陶瓷贴片电容器为电子产品的小型化作出了很大贡献,成为现代电容器的主流。

### 带导线型

■ 轴向导线



纸质电容器

■ 放射状导线



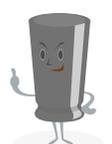
云母电容器



薄膜电容器



圆板陶瓷电容器



铝电解电容器

形状有圆筒型、圆板型、角板型、贴片型等,多种多样。

云母电容器是由云母薄片和电极板叠置起来构成的。纸质电容器是由绝缘纸与金属箔卷成卷状构成的。

### SMD(表面安装部件)型

■ SMD型的电解电容器



铝电解电容器



钽电解电容器

■ 积层陶瓷贴片电容器



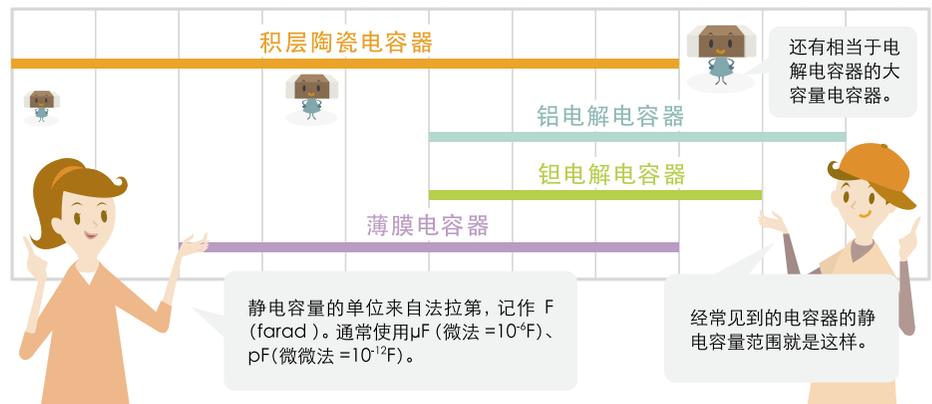
当今世界使用的电容器的80%就是我们。

由于没有导线,所以很紧凑,节省空间。

# 各种电容器的静电容量与频带

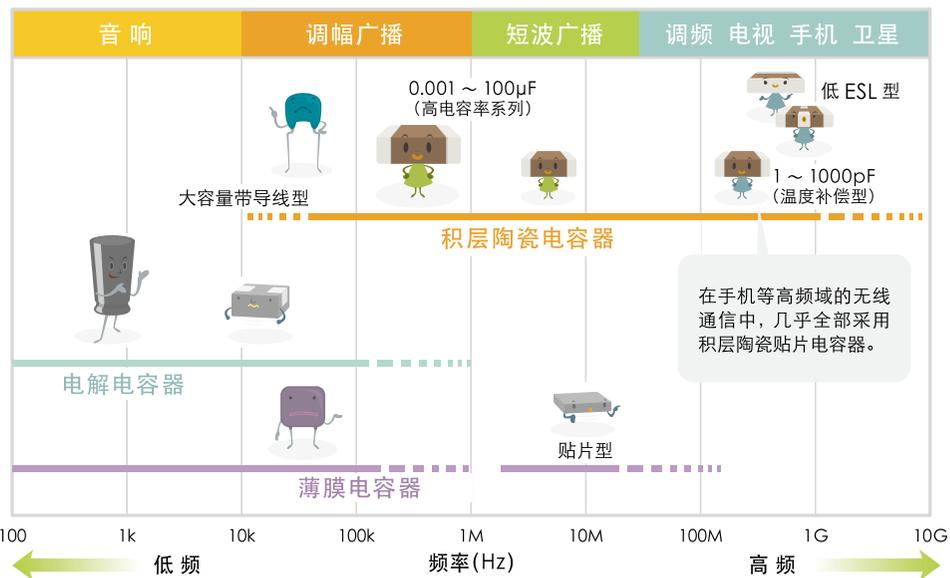
电容器最基本的特性是静电容量。积层陶瓷贴片电容器虽然小型却覆盖了广泛的静电容量范围。

## 各种电容器的静电容量范围



在低频域和高频域,使用的电容器是不相同的。

## 按频率使用不同电容器



# 陶瓷电容器的特性/类型

通用陶瓷电容器大致可以分为低电容率系列(种类 I)和高电容率系列(种类 II)两类,根据温度特性还可以进一步细分。温度特性由 EIA 规格与 JIS 规格等制定。这里将其中一例整理成下表。

## 根据电介质种类的类型与温度特性

### 低电容率系列(种类 I)

电介质: 氧化钛系列等

#### ● 低电容率系列(种类 I)的符号与特性例

规格	特性	温度范围	容量变化率
JIS	CH	-25~85℃	0±60ppm/℃
	UJ	-25~85℃	-750±120ppm/℃
	SL	20~85℃	350~1000ppm/℃
EIA	C0G	-55~125℃	0±30ppm/℃

**长处** …… 由温度引起的容量变化小。

**短处** …… 由于电容率低,不能具有太大容量。

### 高电容率系列(种类 II)

电介质: 钛酸钡系列

#### ● 高电容率系列(种类 II)的符号与特性例

规格	特性	温度范围	容量变化率
JIS	JB(B)	25~85℃	±10%
	JF(F)	-25~85℃	+30%、-80%
EIA	X5R	-55~85℃	±15%
	X7R	-55~125℃	±15%
	X8R	-55~150℃	±15%
	Y5V	-30~85℃	+22%、-82%

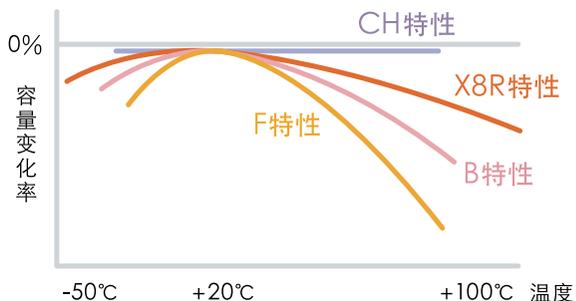
**长处** …… 由于电容率高,能够具有大容量。

**短处** …… 由温度引起的容量变化大。



温度补偿型  
高频电路  
滤波器电路

平滑电路  
耦合电路  
去耦电路



CH型电容器的静电容量一点都没有变化。

具有F特性的电容器的静电容量随温度变化而降低。

# 丰富的TDK电容器产品阵容



### 通用电容器

TDK的主力产品,从超小0402型到高/大容量型,产品种类多种多样。



### 电容器组件

将多个电容器元件组合成一个芯片的多联电容器。



### 低ESL反转型

采用使端子电极方向反转的结构,降低ESL,最适合于IC的去耦等。



### 中耐压电容器 高耐压电容器

用于DC-DC转换器的输入部,缓冲电路,电子镇流器电路等。



### 低ESL 3端子贯通电容器

将贯通电容器层叠形成的低ESL电容器。



### 盖板 (MEGA CAP)

TDK电容器带有防止由热或机械冲击所致应力的金属盖,在同等面积上实现了2倍的静电容量,用于电源平滑电路等。



### 超低ESL ULI电容器

采用TDK独有的内部结构大幅降低了ESL的多端子型电容器,用于CPU的去耦等。



### 耐高温 X8R电容器

具有X8R特性(-55~150℃),最适于车载机器等。



### 积层型带导线电容器

频率特性优异的高信赖性产品。



### 超高压电容器

用于电力阻断器、配电线、激光装置等。



### 圆板型带导线

中压/高压陶瓷电容器

低损失 高耐压 高信赖性。



### 高压贯通电容器

用于微波炉等的磁控管。

高容量就是: JF 特性在 1μF 以上不到 10μF、JB 特性在 0.022μF 以上不到 10μF。  
大容量就是: JF 特性、JB 特性都在 10μF 以上。中耐压为 100V ~ 630V,高耐压为 1000V ~ 3000V。

## 实现大容量化的基本技术

### 薄层化技术 减小电介质层厚度



$$C = \epsilon_0 \epsilon_r \frac{S}{d} N$$

C: 静电容量  
 $\epsilon_0$ : 真空电容率  
 $\epsilon_r$ : 电介质的相对电容率  
 S: 电极面积  
 d: 电介质层的尺寸  
 N: 积层数

通过减小电介质层厚度，增加层数来提高静电容量。做成小型也能具有大容量。

### 多层化技术 增加积层数



将 d 缩小将 N 放大，静电容量就会增加。

TDK的积层陶瓷贴片电容器，实现了令人惊异的小型化、大容量化。

### 《同一形状的3216尺寸电容器的容量变化》

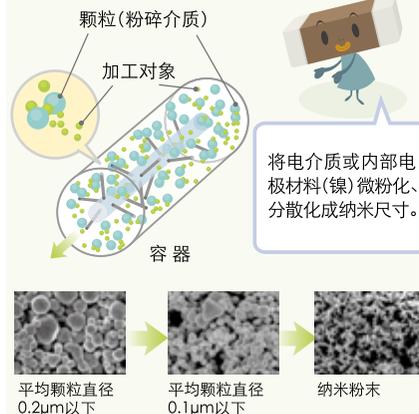


积层陶瓷芯片电容器越来越小型化大容量化。

### 《同一容量(0.1µF)电容器的尺寸变化》

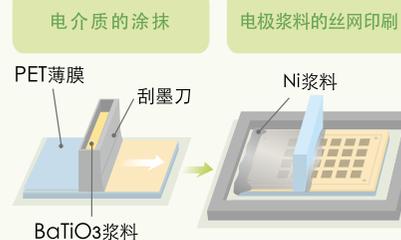


## 材料的微粉化、分散化技术



## 先进的涂抹工艺与厚膜印刷工艺

在内部电极的印刷时，利用特殊的超微细丝网。



各种技术聚集在一起。

最好的材料

最薄的厚度

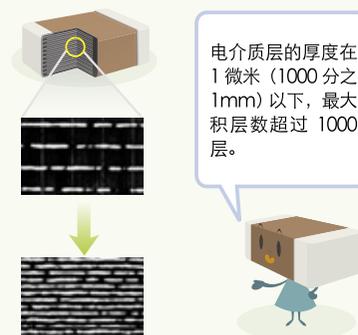
有关制法、工艺，请同时参照21-22页。

进一步小型化 进一步大容量化

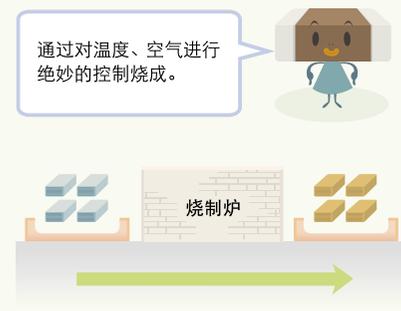
最多的积层

最好的烧制

## 接近极限的薄层化技术与多层化技术



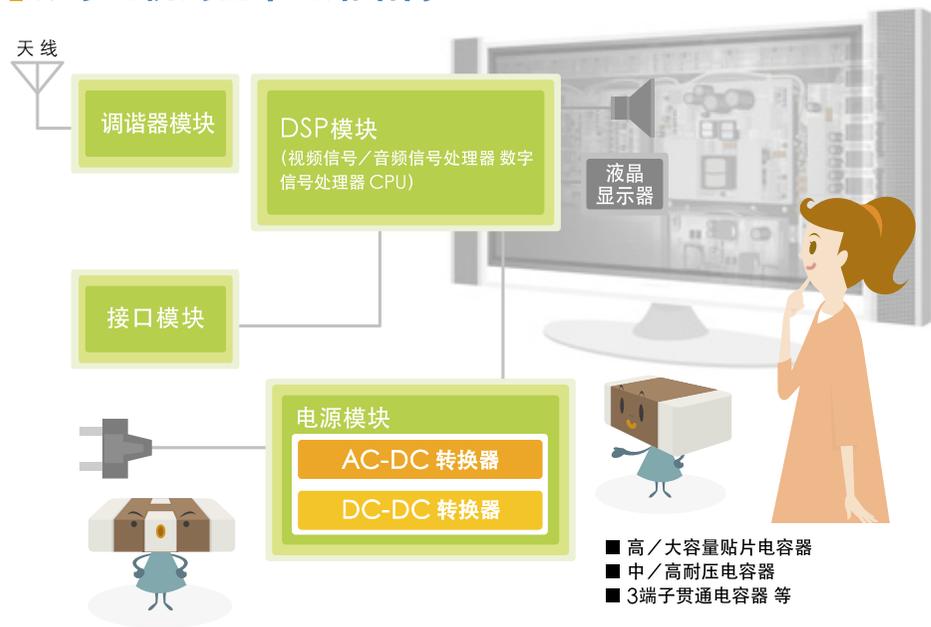
## 通过电脑管理进行精密的温度管理、空气控制



# 电子产品与电容器 ① 数字电视

2011年日本的所有电视广播将采用数字方式。液晶电视、等离子电视中为了实现薄型化、轻量化而采用很多积层陶瓷贴片电容器。

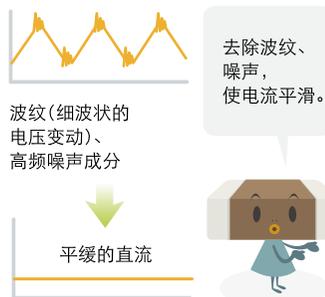
## 数字电视的基本电路结构



## 用于DC-DC转换器的电容器

### 平滑电路

■ 高/大容量积层陶瓷贴片电容器

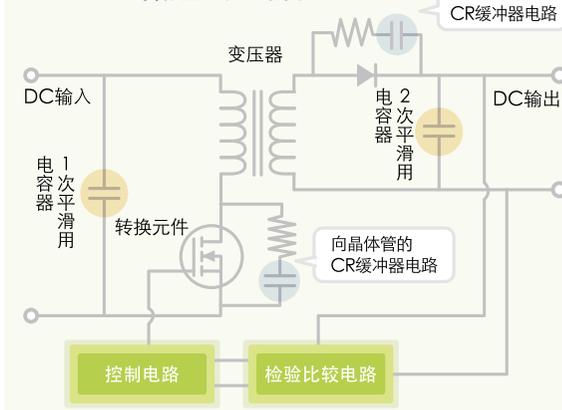


### 缓冲电路

■ 中/高耐压电容器



### DC-DC转换器的电路例



缓冲电路用于在电流的导通/截止等引起了急速电压上升时抑制由此产生尖峰噪声 保护转换元件等。将电容器(C)与电阻(R)串联在一起的电路称作CR缓冲器。

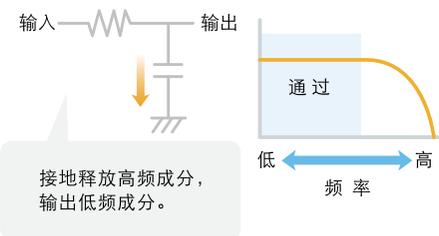


## 将电容器与电抗器组合形成的电路元件

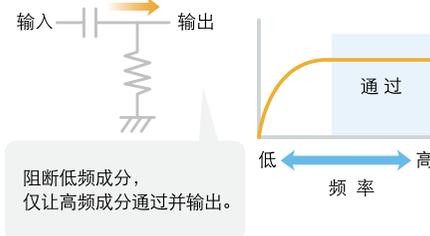
### 滤波电路

电容器难以使直流电流或低频交流电流通过,交流电流越是高频越容易通过。滤波电路就利用了这一特点(将线圈与电容器组合在一起的滤波电路称为LC滤波器)。

### 低通滤波器 (LPF)



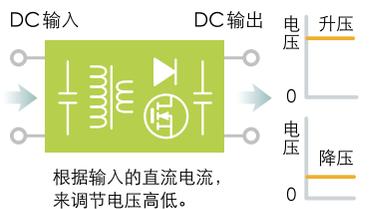
### 高通滤波器 (HPF)



### AC-DC转换器



### DC-DC转换器



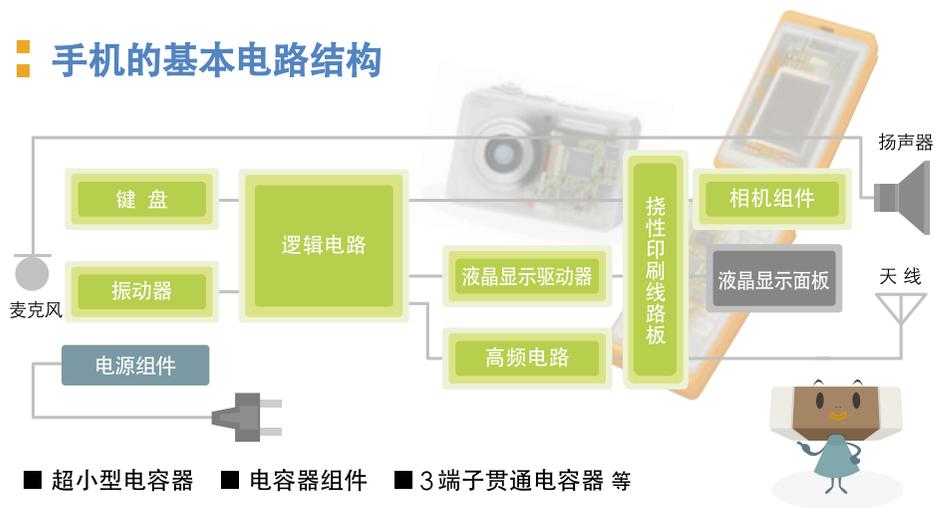
作为1次、2次平滑用电容器, 采用高容量型积层陶瓷贴片电容器和盖板(MEGA CAP)等。



# 电子产品与电容器 ② 移动产品

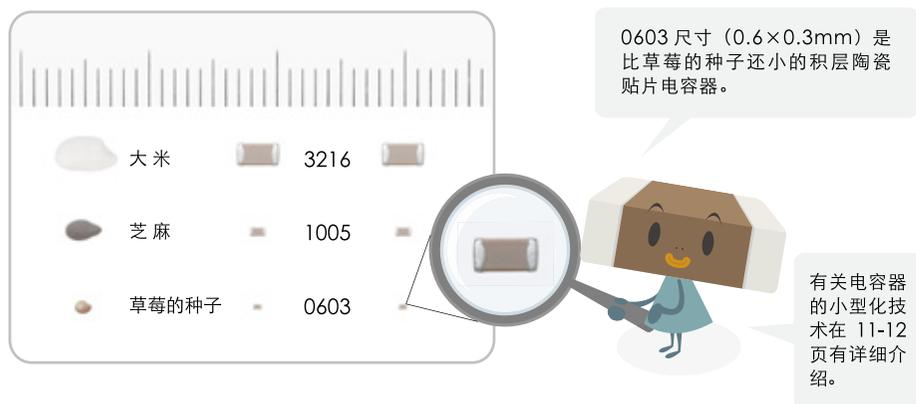
手机越来越趋向多功能化，例如具有数码相机、电子货币、单波段广播接收等功能，由此需要能够实现节省电力和高密度安装的小型电子部件与装置。

## 手机的基本电路结构

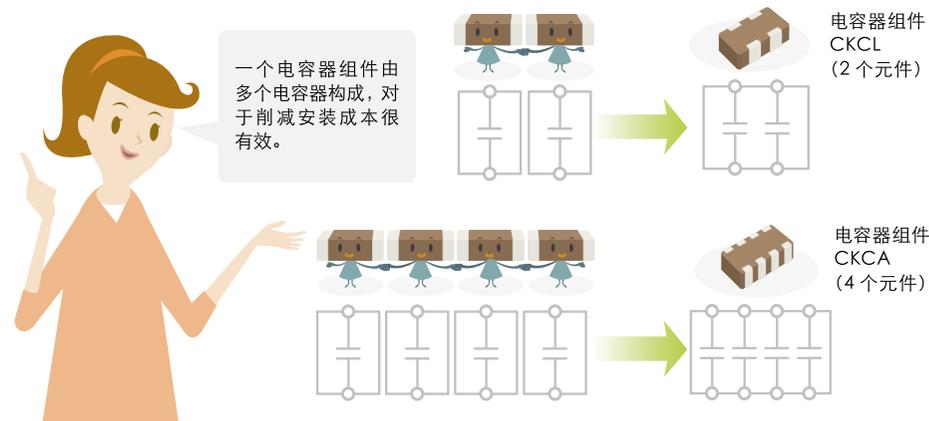


## 积层陶瓷贴片电容器的小型化趋势

在手机等移动产品上采用很多积层陶瓷贴片电容器。现在的主流尺寸为 1005 (1.0×0.5mm)，但已开始采用 0603 尺寸(0.6×0.3mm)和超小型 0402 尺寸 (0.4×0.2mm)。

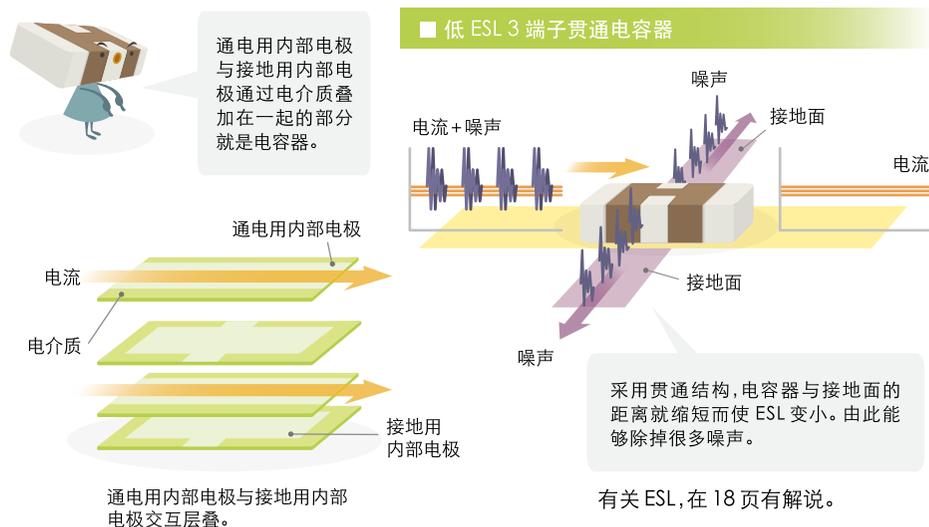


## 电容器组件



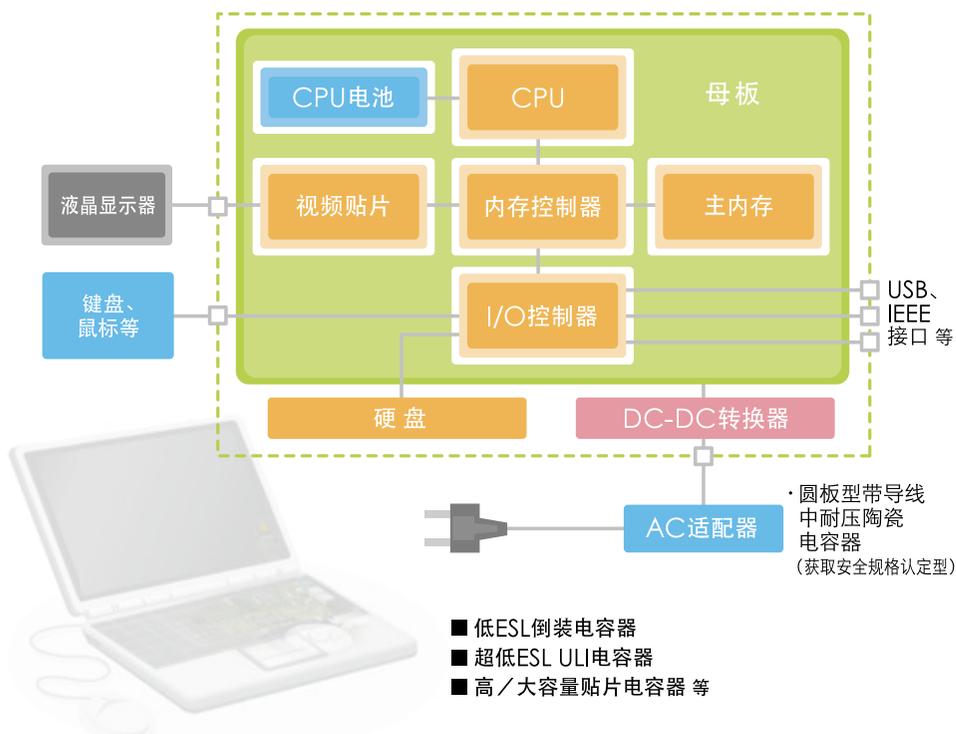
## 低ESL 3端子贯通电容器 移动产品需要解决的噪声对策

3端子贯通电容器的内部结构与从前不同，是低 ESL 电容器。在移动产品的噪声对策方面发挥威力。



随着电脑的高速化，电容器需要具备针对高频域的优异特性。

## 笔记本电脑的基本电路结构



## 低ESL电容器

低ESL倒装电容

将端子电极方向纵横反转，使得电流路径的宽度变粗，长度变短，实现低ESL化。

低ESL 3端子贯通电容器

内部电极与接地电极交互层叠实现低ESL化 (详细情况请参照16页)。

超低ESL ULI电容器

通过让电流交互流动，抵消发生的磁场实现超低ESL化，也有利于实现小型化、大容量化。

## ESR、ESL是什么?

在高频域，电容器的内部电极、端子电极等所带的电阻成分 (ESR)、电感成分 (ESL) 的影响很明显。

ESR: 等效串联电阻 (Equivalent Series Resistance)  
ESL: 等效串联电感 (Equivalent Series Inductance)

导线部件里有导线电感，其ESL大于贴片电容器的ESL，因此不适于高频。

电容器在电路图中表示为

但用等效电路表示为

由于ESR使得信号电流消耗而发热……

由于ESL的阻碍，发生反射信号电流等现象。

## 电脑的CPU里也装载了低ESL电容器

作为电脑指挥部的半导体即CPU的电源里面，也采用低ESL电容器。这是为了快速供给CPU的工作所需的电力。

CPU进行高速计算需要消耗很大电力。利用储存在电容器的能量，能够快速地为CPU补充电力。

现代汽车是跑动的电子产品。为了安全、舒适的驾驶，具有高度信赖性的电容器是不可或缺的。

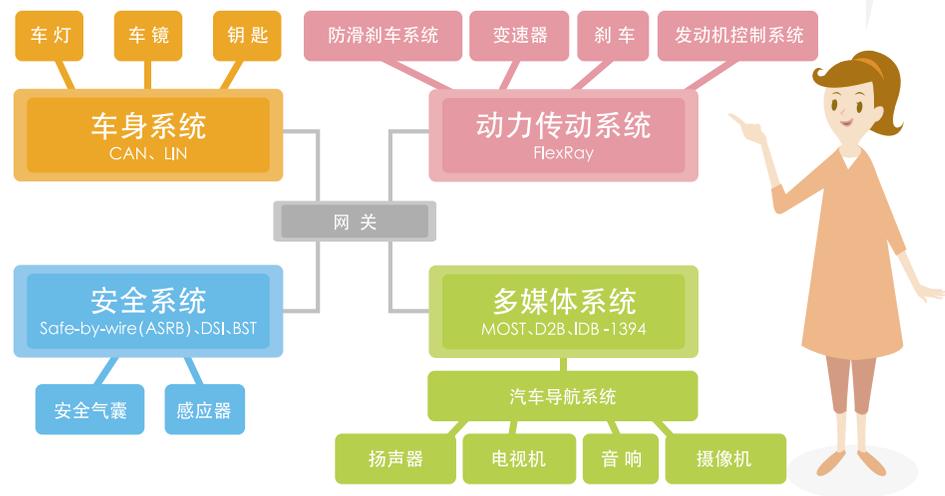


- 耐高温 X8R 电容器
- 盖板 (MEGA CAP)
- 中耐压电容器
- 积层型带导线电容器 等

汽车的电器安装系统由 10 台之多的 ECU (电子控制部件) 所控制, 建立车身系统、动力传动系统、安全系统、多媒体系统等各种车载局域网, 实现网络化。

## 由车载局域网实现网络化

由各种车载局域网连接在一起的汽车电器安装系统的结构



## 将来的汽车要具备高性能、高可靠性电子产品

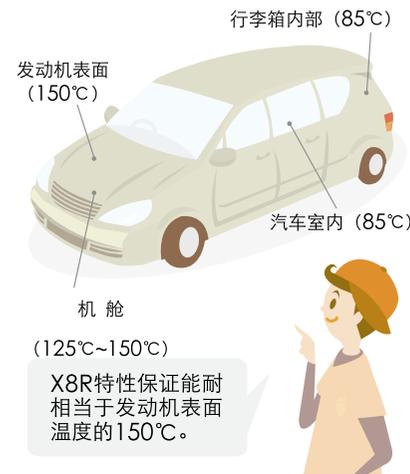
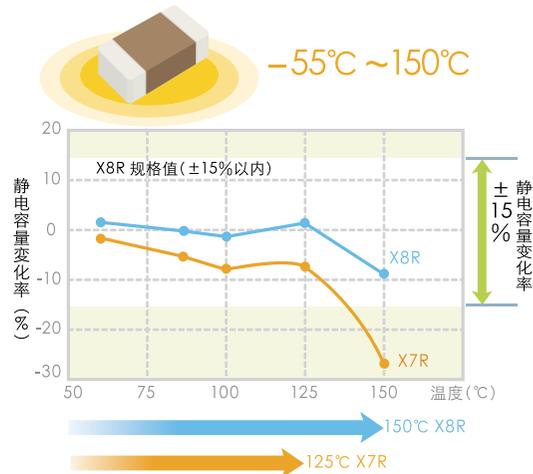
目前, 汽车的电器安装系统里采用 2~3 万个以上的电子部件, 其中所采用的积层陶瓷贴片电容器就会达到 1000 个以上。



## 耐高温 X8R 特性电容器 能耐酷寒还能耐机舱高温的广泛温度特性

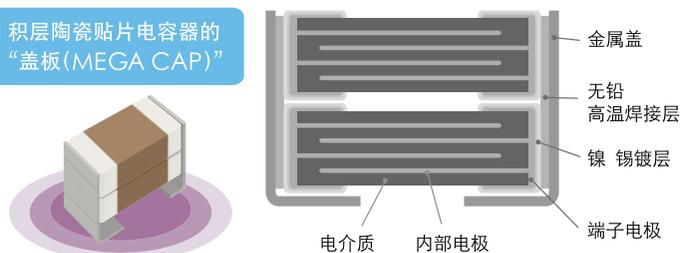
■ 耐高温 X8R 特性  
积层陶瓷贴片电容器

■ 电容器要克服的汽车环境温度



## 盖板 (MEGA CAP) 带有金属盖的独有结构, 保证 2 倍静电容量

■ 积层陶瓷贴片电容器的“盖板 (MEGA CAP)”



由于带有金属盖, 即使是铝基板也能安心利用。安装后的基板还能耐弯曲。

### 吸收热与机械冲击

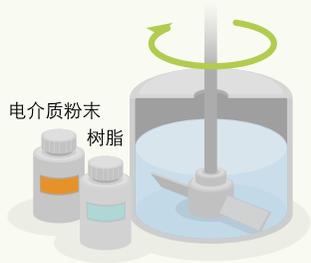
由于带有金属盖, 吸收热与机械冲击引起的应力, 实现高信赖性。最适合用于室外设置的通信装置、车载产品的电源平滑电路。在单一电容器所占的空间上能保持 2 倍的静电容量, 能够节省空间。

# 制造工序 TDK的积层陶瓷贴片电容器 是这样制造出来的

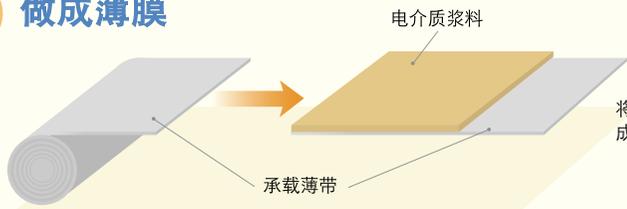
## 1 制造电介质浆料



将电介质的粉末与树脂混在一起，制造电介质浆料。

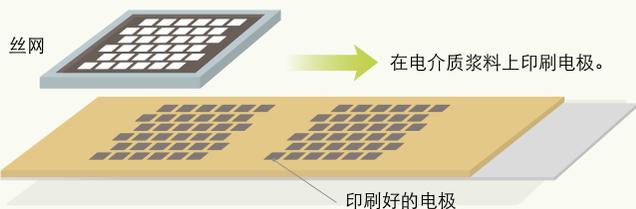


## 2 做成薄膜



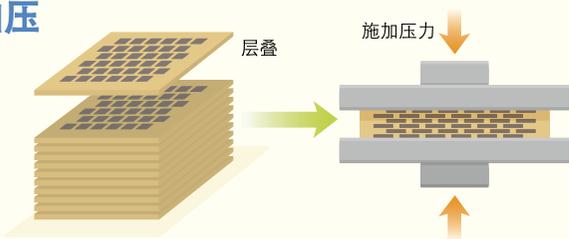
将电介质浆料做成薄膜状。

## 3 印刷内部电极



## 4 层叠薄膜、加压

将印刷好电极的电介质浆料薄膜叠放在一起，施加压力，做成积层薄膜。

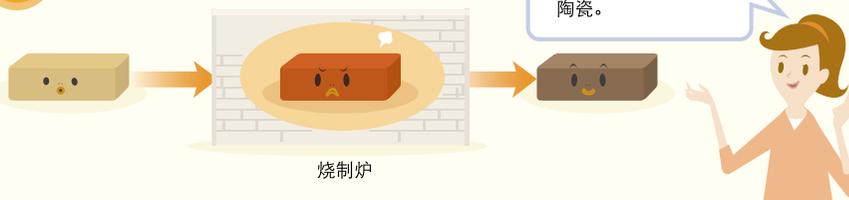


## 5 切割积层薄膜，贴片化

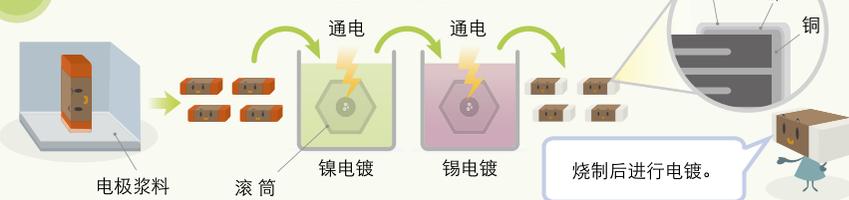


切成所需的尺寸。

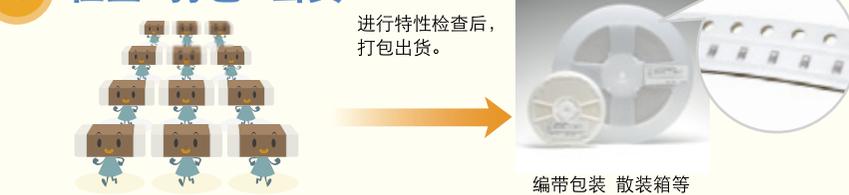
## 6 烧制



## 7 涂抹端子电极浆料·烧制·电镀



## 8 检查·打包·出货



# TDK 电容器的历史

- 1951年 在秋田县平泽工厂开始生产普通型圆筒陶瓷电容器(钛质电容器)
- 1952年 着手研究高电容率陶瓷电容器的制造方法
- 1953年 在秋田县平泽町新建了制造陶瓷电容器的琴浦工厂
- 1955年 发售圆板型电容器“Ulcon”
- 1961年 发售圆筒形贯通陶瓷电容器
- 1964年 在小型陶瓷电容器方面取得了美国保险商实验室(UL)的认定
- 1968年 着手开发积层贴片电容器
- 1969年 发售电视用高电压圆板陶瓷电容器
- 1971年 为制造积层陶瓷电容器,与美国 American Components Incorporated(ACI)合资成立了 TDK-ACI 株式会社  
发售积层陶瓷贴片电容器(钽内部电极)
- 1980年 TDK出资获得TDK-ACI株式会社的所有股份并解除了与ACI的合作关系,公司更名为 TDK-MCC 株式会社
- 1985年 发售大容量积层陶瓷电容器(温度特性 F, 钽内部电极)
- 1988年 发售镍内部电极式积层陶瓷贴片电容器(温度特性 F)
- 1992年 发售镍内部电极式积层陶瓷贴片电容器(温度特性 B, X7R)  
发售镍内部电极式高温用陶瓷贴片电容器(温度特性 X8R)
- 1993年 发售镍内部电极式中 / 高压陶瓷贴片电容器(温度特性 X7R)
- 1998年 获得大河内纪念技术奖(高信赖性镍内部电极式积层陶瓷电容器)
- 1999年 发售镍内部电极式积层陶瓷贴片电容器(C0G 特性, 高容量, 镍电极)
- 2001年 TDK-MCC 株式会社北上工厂竣工  
在中国苏州设立积层贴片电容器制造销售公司
- 2008年 TDK-MCC 株式会社本庄工厂竣工



## TDK 电容器世界

发行日 2008年7月10日 / 发行者 TDK 株式会社 公共关系部  
〒103-8272 东京都中央区日本桥 1-13-1 电话号码: 03-5201-7102



※该宣传册使用了黄豆油墨。