



# 被动元件的基础知识

— for Windows version —

Chapter I : 电容

Chapter II : 电感

Chapter III : 电磁兼容性

TAIYO YUDEN CO., LTD.



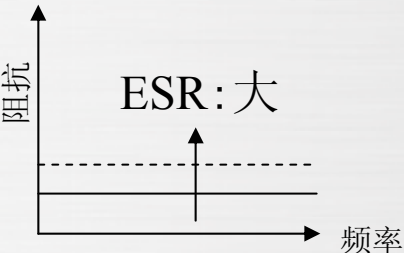

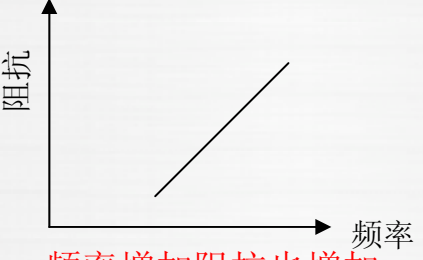
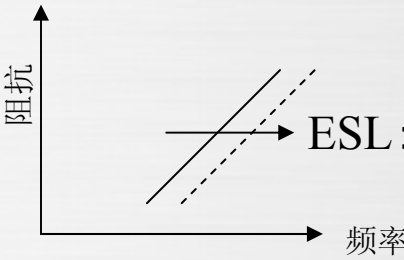

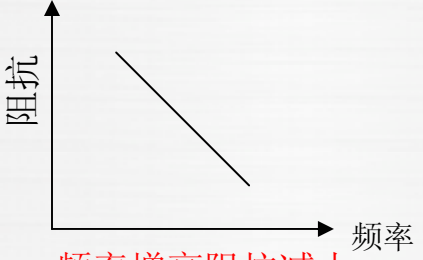
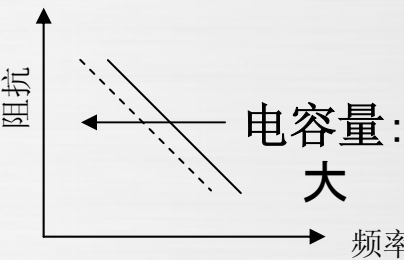
<http://www.ty-top.com>

TOP



# 电容器的基础知识

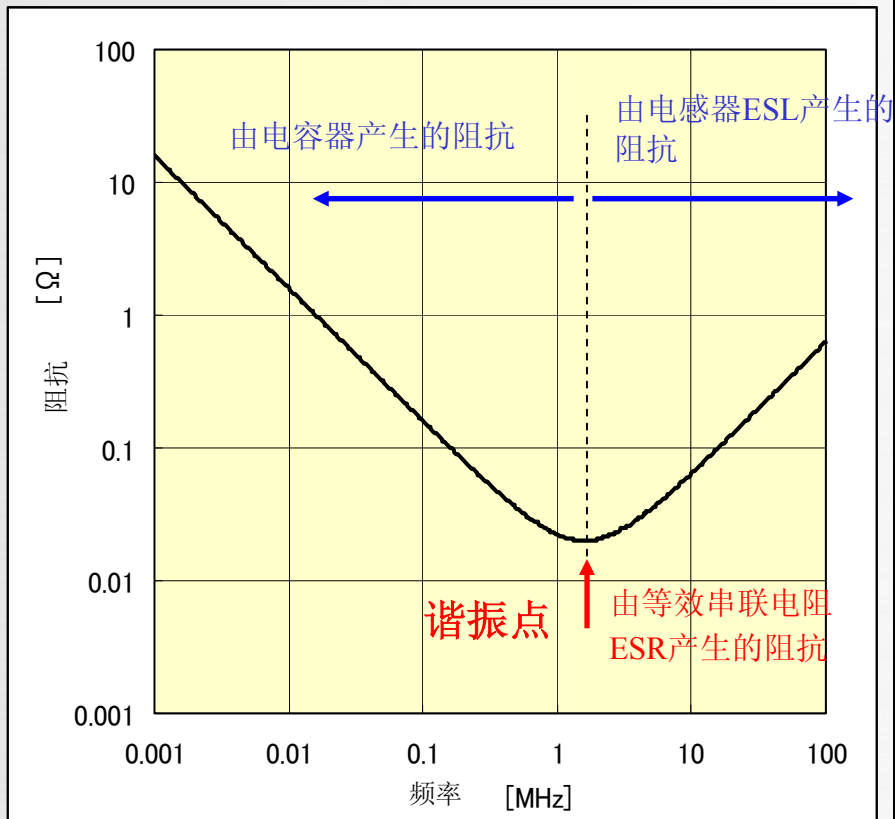
## 电容器的等效电路与RLC串联电路相同

电容器的元件	频率不同	元件不同
ESR 	 <p>即使频率不同阻抗也一定</p>	 <p>ESR: 大</p>
ESL 	 <p>频率增加阻抗也增加</p>	 <p>ESL: 小</p>
电容量 	 <p>频率增高阻抗减小</p>	 <p>电容量: 大</p>

串联时的阻抗如何变化???

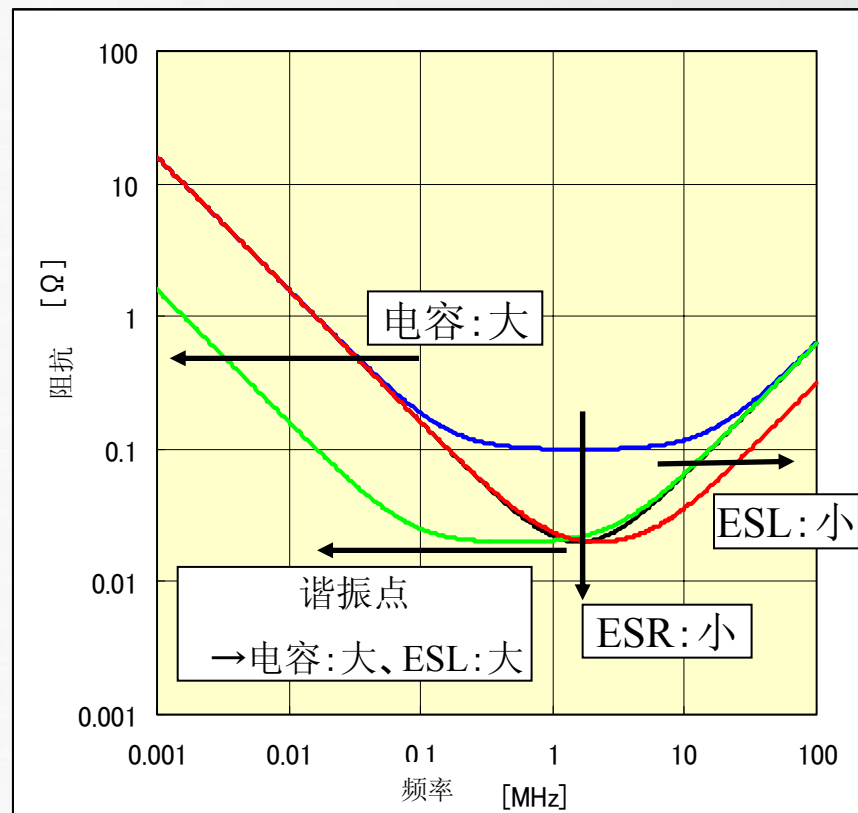
# 电容器的阻抗特性

## ○ 串联时的阻抗



- 在谐振点，电容器与ESL不存在阻抗（仅ESR存在阻抗）
- 在谐振点的频率由电容器和ESL决定。

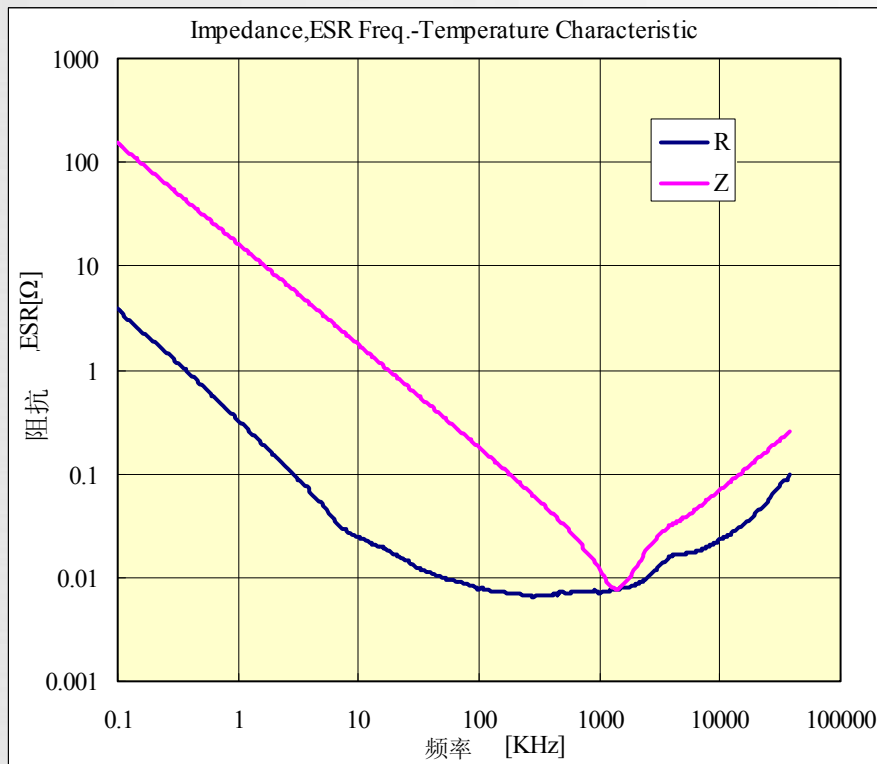
## ○ 不同元件时的阻抗



各元件成分决定阻抗的特性

# 电容器的阻抗特性

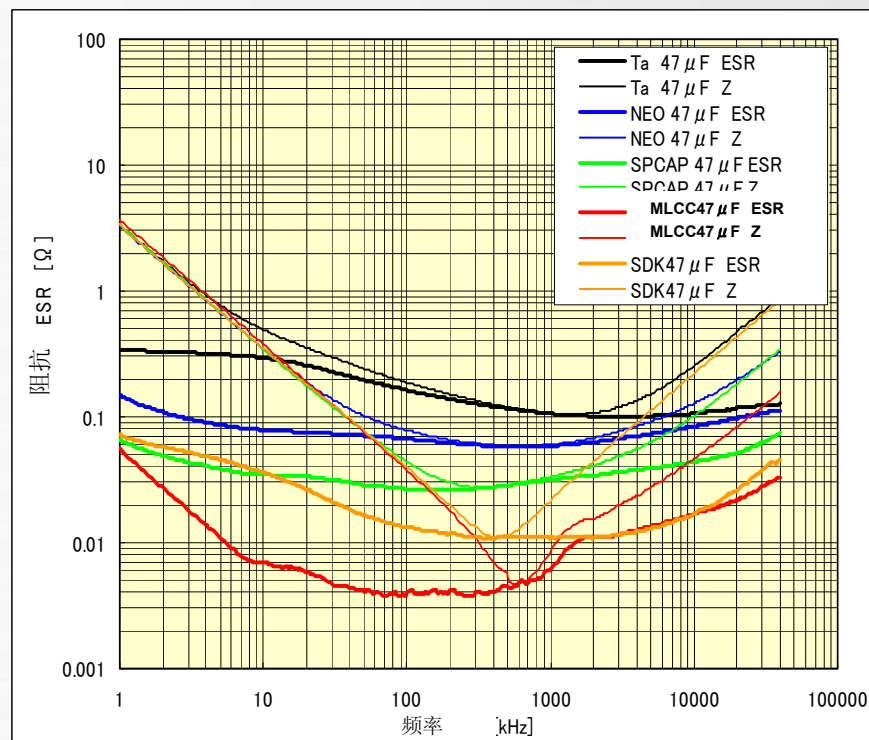
## ○由频率引起的ESR变化



RLC串联模式  $\rightarrow$  ESR不随频率变动

**ESR实际上变动**

## ○多种电容器的不同频率特性



RCL随电容器的材质，构造及尺寸的不同而变动

不同种类的电容器的频率特性不同

**特别是ESR**

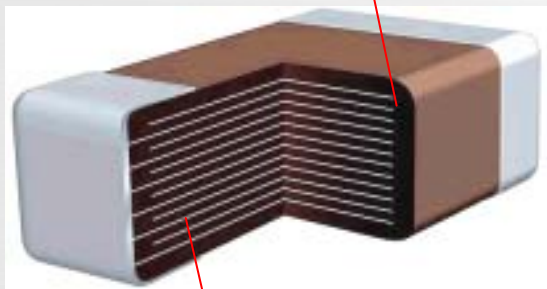
# 多层陶瓷电容器的可靠性

## 1. 电路使用条件的比较

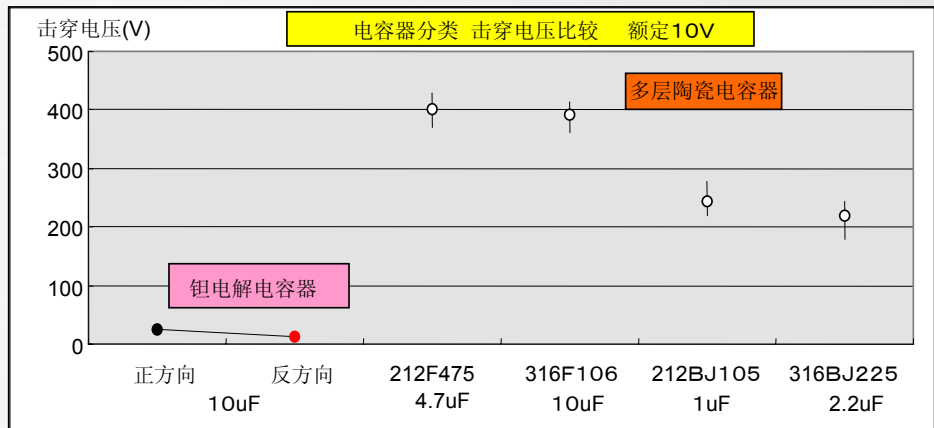
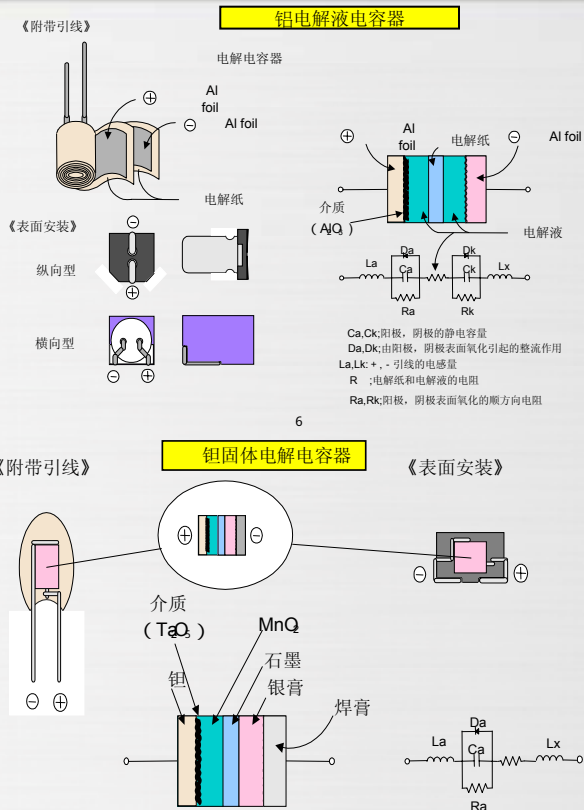
	电极性	降低定额	脉冲电流限制	耐热性	抗溶剂性	负载试验
多层电容器	无	◎	◎	◎	◎	◎
钽固体电容器	有	×	△	×	△	×
铝电解电容器	有	×	×	△	×	△
应用上的问题点	*规划时的考虑 *安装时的管理 *注意反向电压	*限于额定电压的 70~50%左右	*考虑波动的影响，并设定具有余量的电容量 *自身发热将降低可靠性	*限制回流以及劣化的扩展	*除了单片多层电容器以外，将发生溶液侵入	*铝电解电容器：由于电解液的流失将引起电容量的损耗 *钽固体电容器：银的扩散将引起绝缘层劣化而导致短路

## 陶瓷电容器

介质：钛酸钡

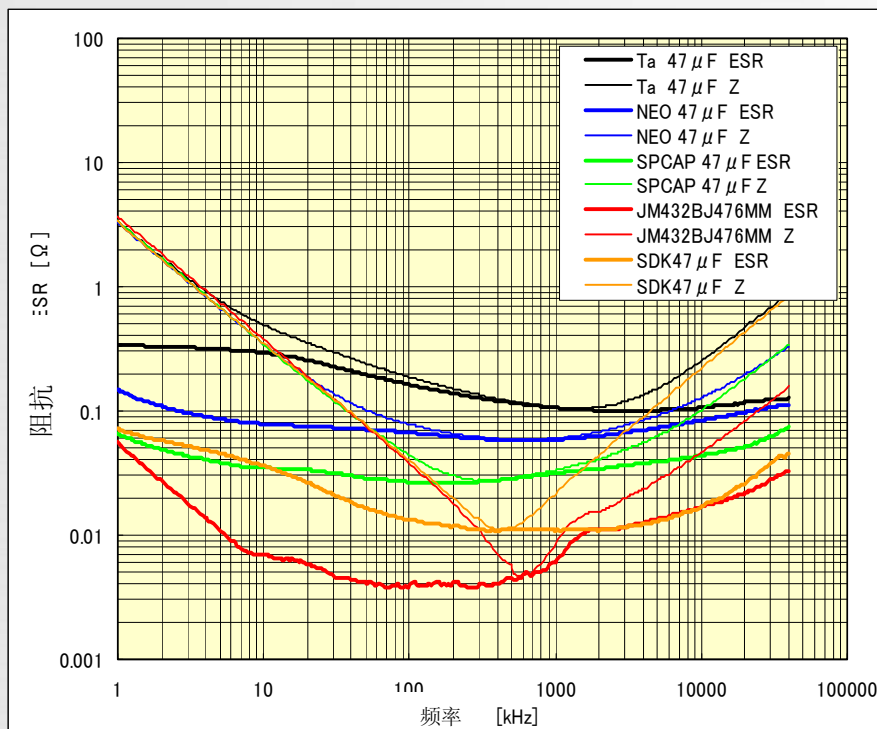


电极：Ni



# 各种类型电容器的比较

## ○频率的特性



ESR随电容器种类的不同而变动

铝 > 钽 > 机能性Ta > 机能性Al > 多层

ESR越低高频率时的阻抗将越低

铝 > 钽 > 机能性Ta > 机性能Al > 多层

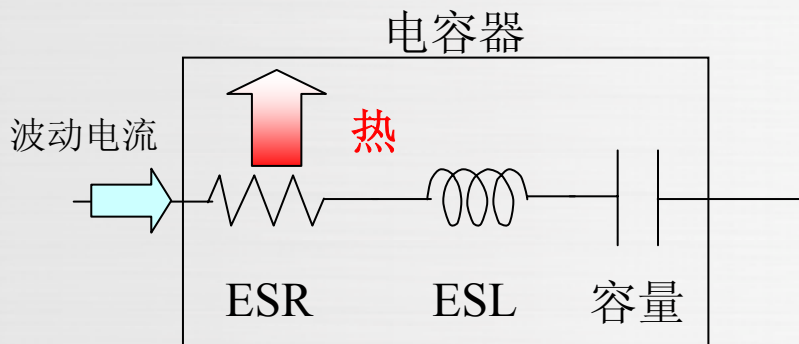
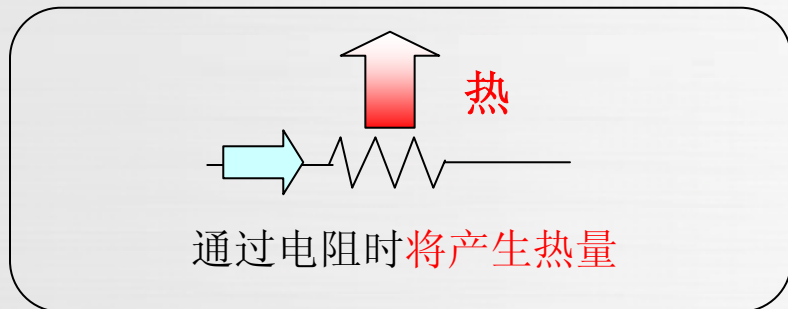
多层电容器具有非常良好的阻抗和ESR频率特性



显著的优点

# 各种电容器的特性比较

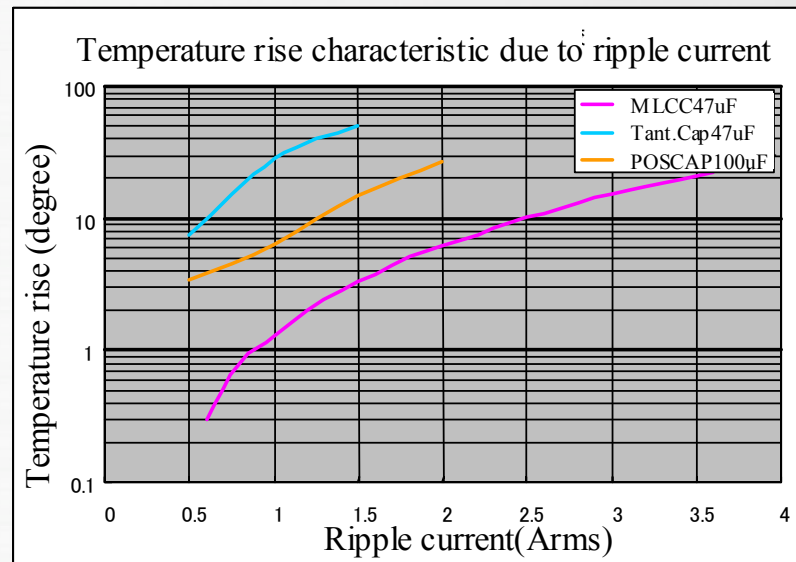
## ○波动电流的特性



波动电流（交流电流）通过电容器时产生热量  
(直流电流几乎通不过)

热量将缩短电容器的寿命

## ○各种电容器的波动电流特性



在相同的热量下，多层电容器的ESR较低能够较多地通过波动电流

多层电容器在发热温度10°C以内使用(太阳推荐)  
多层电容器没有规定允许波动电流

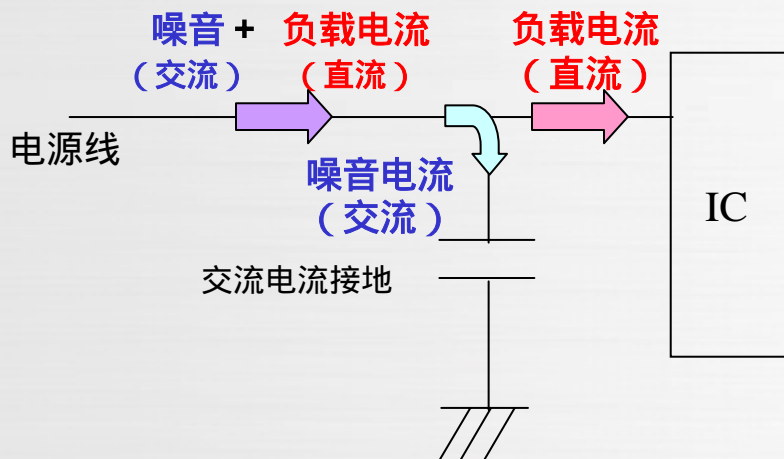
电解电容器在发热温度5°C以内使用(样本上规定)  
电解电容器的允许波动电流由各厂家规定



# 电路的基础知识

# 旁通电容器的功能

## 旁通电容器的功能



## 旁通电容器的工作原理

· 直流电流不能通过 (阻抗无限大)

→ 直流电流全部提供给IC

· 交流 (噪音) 能通过

→ 交流电流 (噪音) 接地

除去噪音 IC稳定工作

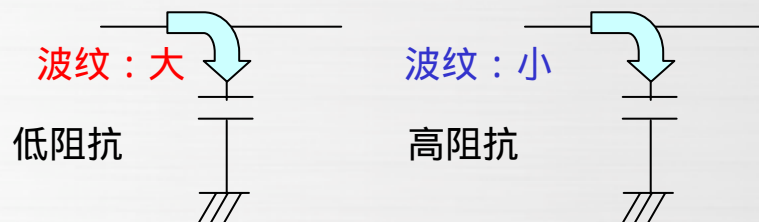
## 旁通电容器必须具备的特性

阻抗 (电流通过的难易度) 低

↓  
电流通过

↓  
噪音电流顺利接地

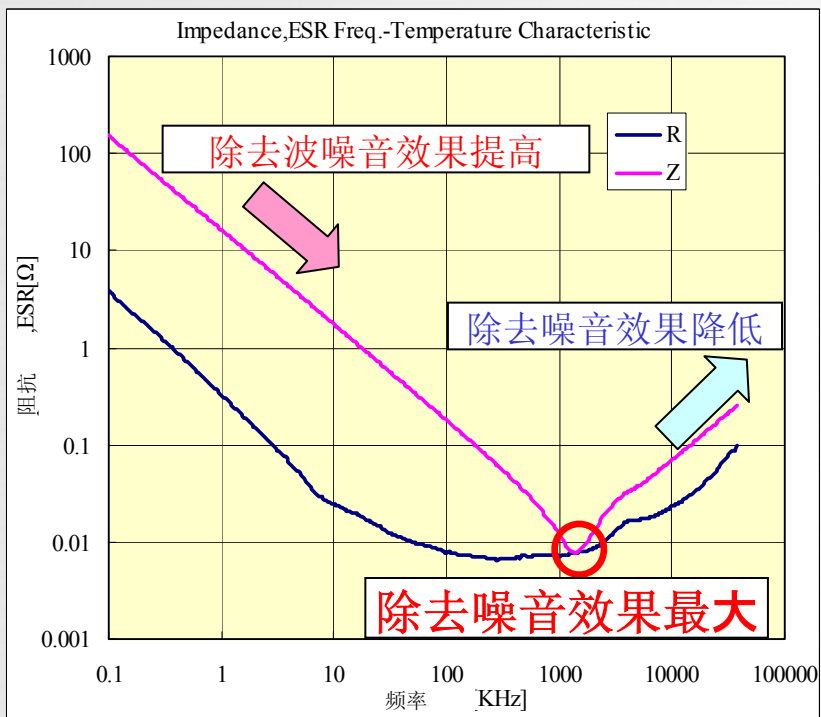
↓  
有效地降低了噪音电流



阻抗	小 ↔ 大
减弱噪音的效果	效果大 ↔ 效果小

# 旁通电容器(去藕)的功能

## ○选择电容器的基准

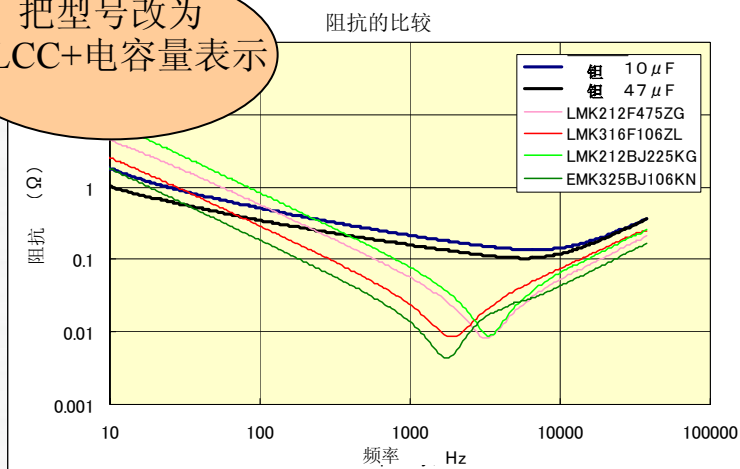


噪音电流的频率多种多样

根据想除去的噪音的频率来选择容量

## ○替换作为旁通电容器的钽电容器

把型号改为  
MLCC+容量表示



在10kHz和100kHz以上时  
多层电容器的阻抗将会非常小

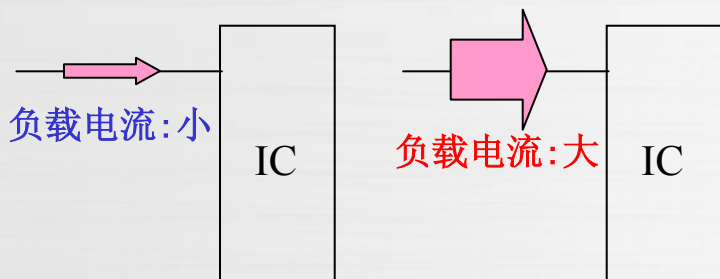
多层电容器的噪音减弱效果  
显著地优越于钽电容器

而且可以用比钽电容器容量  
小的多层陶瓷电容器来替换

# 辅助电容器的功能

## ○ 通向IC的负载电流

通向IC的负载电流并非定值



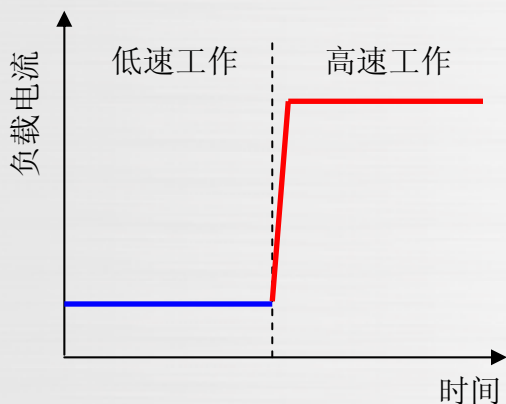
低速工作时

高速工作时

## ○ 高速负载变动

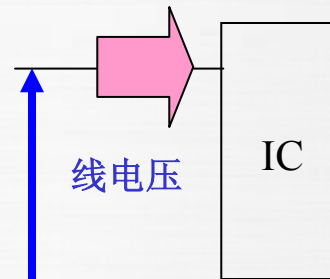
IC的工作速度极度变动(低速→高速)

及时需要较大的负载电流



## ○ 高速负载电流变动时的电源线

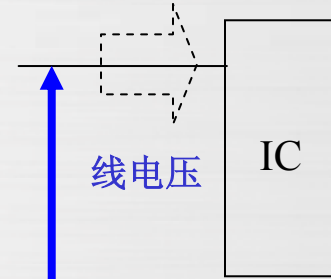
及时需要较大的负载电流



线电压

IC

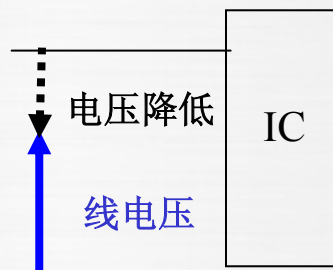
电流不能及时到达



线电压

IC

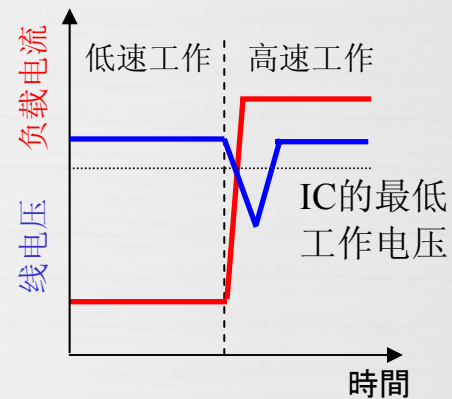
线电压不能维持  
电压降低



电压降低

线电压

IC



负载电流  
线电压

低速工作 高速工作

IC的最低  
工作电压

时间

线电压降低于IC的最低工作电压

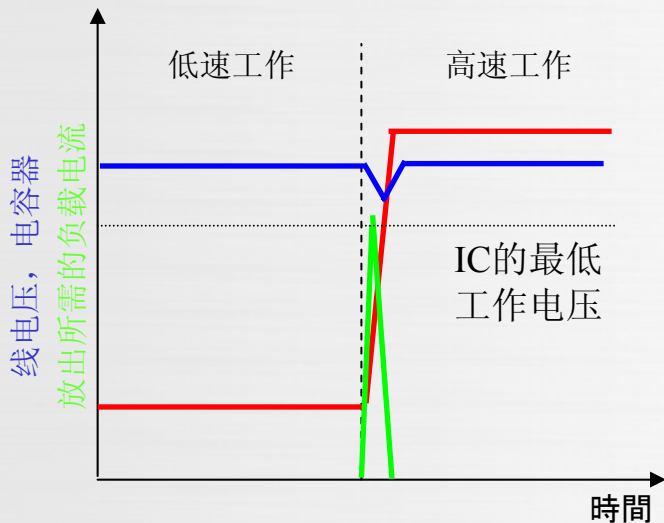
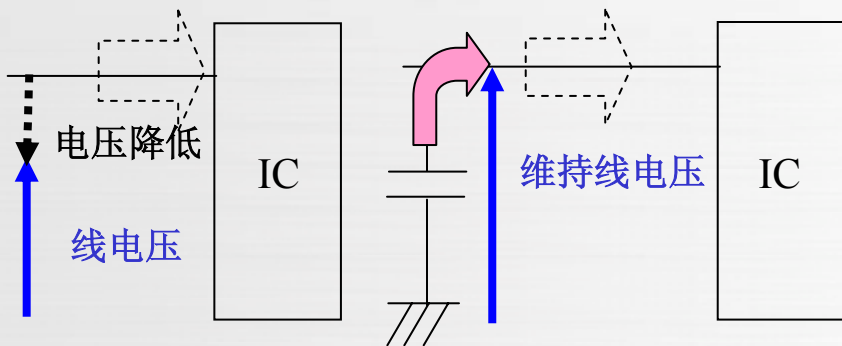
IC工作停止

# 辅助电容器的功能

## ○ 备有电容器的功能

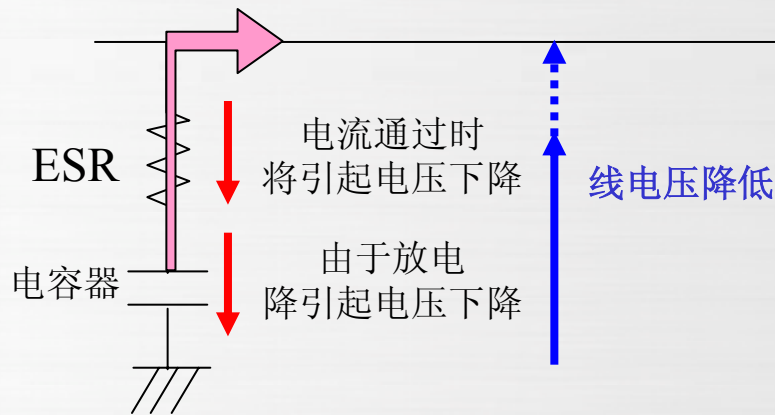
电流不能及时到达

补足不足的电压



不降低于IC的最低工作电压 → 工作安定

## ○ 电容器的实际动作(测试等效电路) (为了简化不考虑ESL)



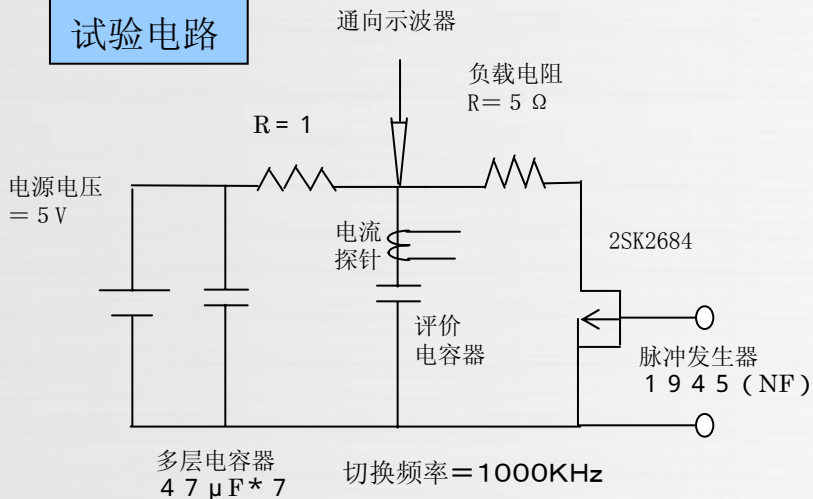
### · 充电时也发生电压的变化



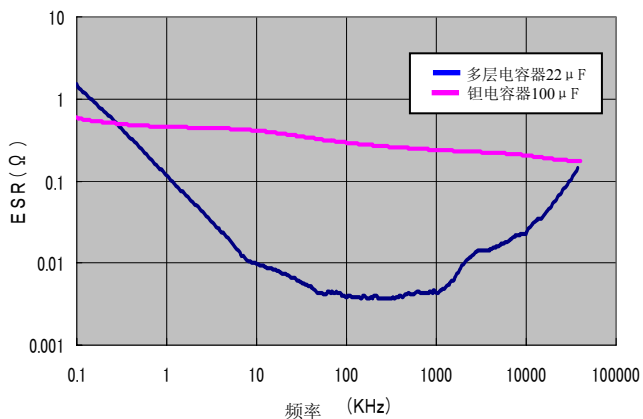
由容量和ESR来决定电压的下降量

# 辅助电容器的功能

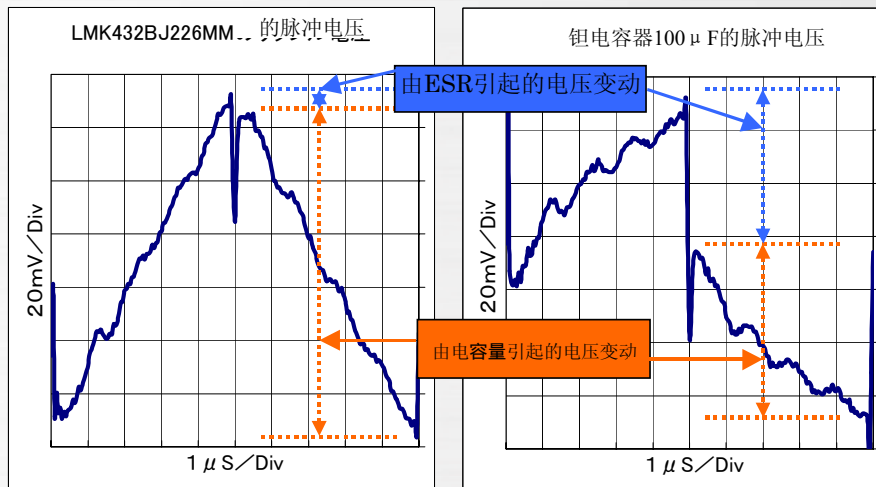
## 试验电路



## ESR比较



## ESR和电容量的影响



高容量  
低ESR



曲线的变动幅度变窄

## 多层电容器的优点

电容量比钽电容器小，但能达到与钽电容器相同或以上的抑制电压变动的效果

# 应用例 — 辅助电容器

10uF

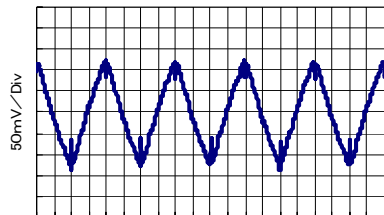
22uF

47uF

100uF

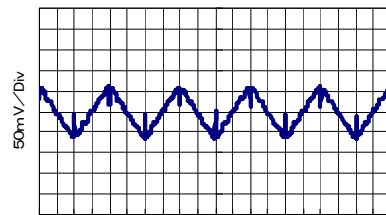
MLCC

JMK316BJ106ML(10uF)



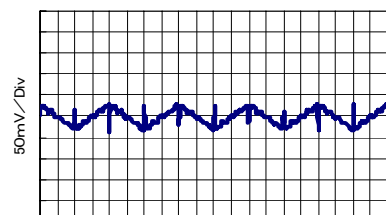
2.5µs/Div

JMK325BJ226MM(22uF)



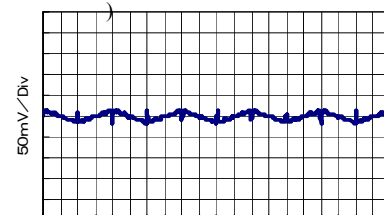
2.5µs/Div

JMK432BJ476MM(47uF)



2.5µs/Div

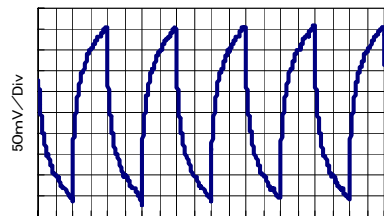
JMK550BJ107MM(100uF)



2.5µs/Div

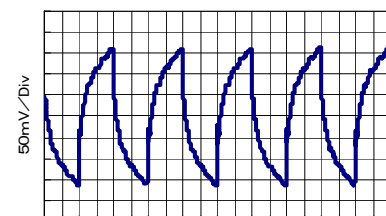
钽

钽电容器 10µF



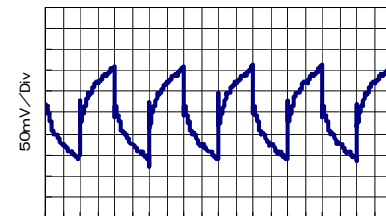
2.5µs/Div

钽电容器 22µF



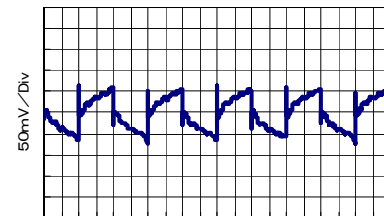
2.5µs/Div

钽电容器 47µF



2.5µs/Div

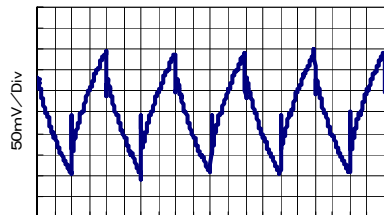
钽电容器 100µF



2.5µs/Div

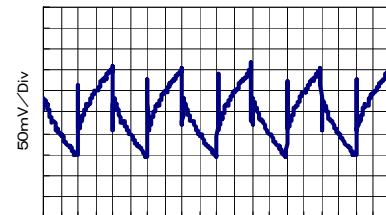
OS-CON

OS-CON 10uF



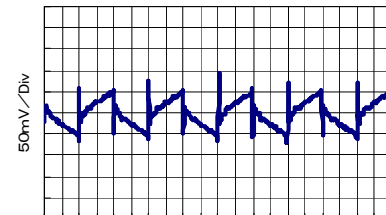
2.5µs/Div

OS-CON 22uF



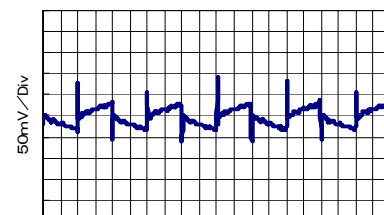
2.5µs/Div

OS-CON 47uF



2.5µs/Div

OS-CON 100uF



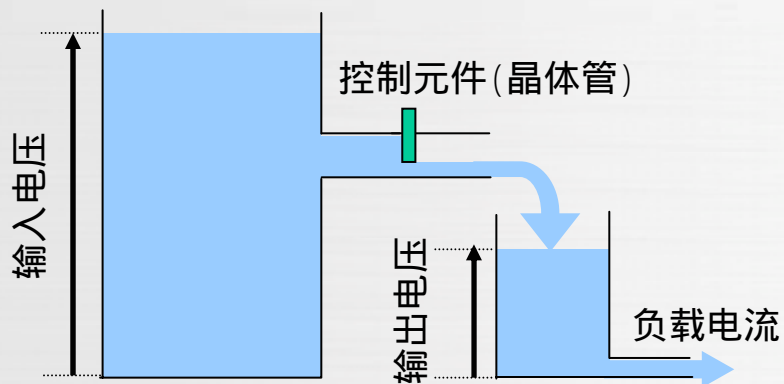
2.5µs/Div

# 电源电路的基础知识

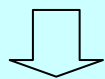


# 串联调节器(3端子调节器)

## 工作电路(闸门模式)

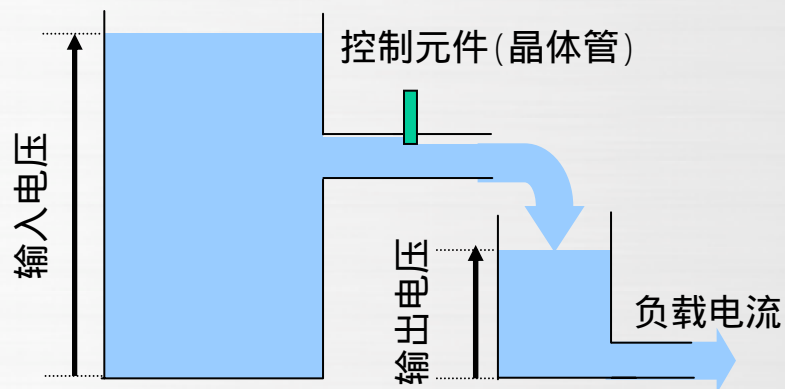


降低输入电压  
输出一定的输出电压



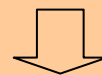
降压型电源

## 负载电流变动时



控制闸门  
将水位保持一定

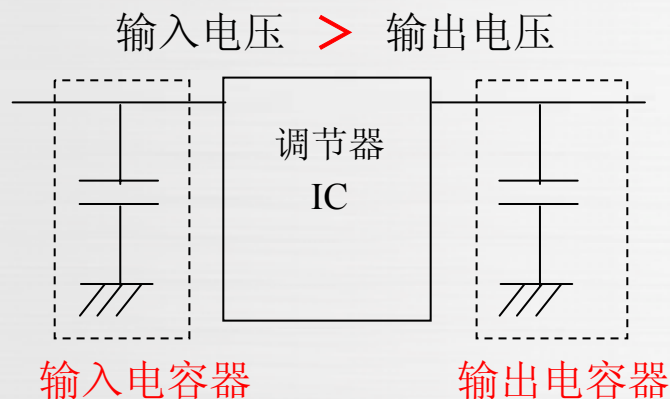
通过控制电荷控制负载



保持一定的输出电压

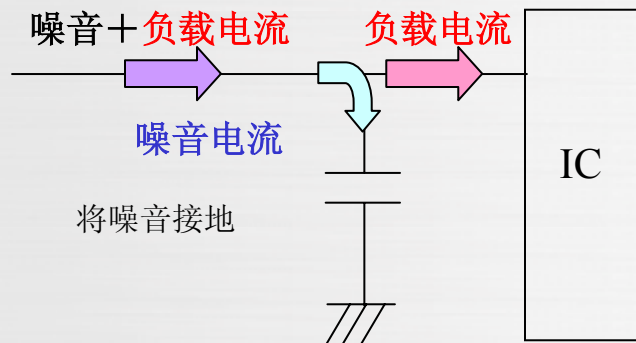
# 串联调节器(3端子调节器)

## ○电路的构成



由IC、输入电容器、输出电容器构成

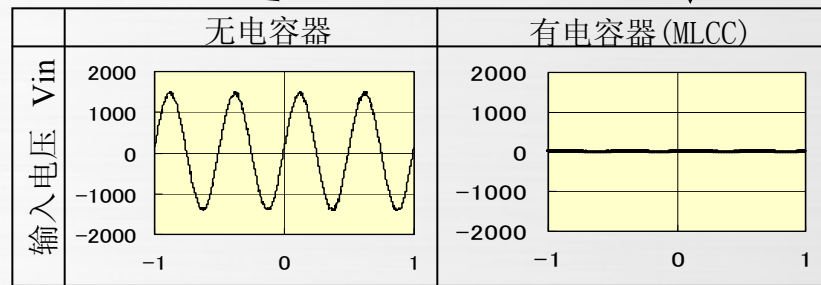
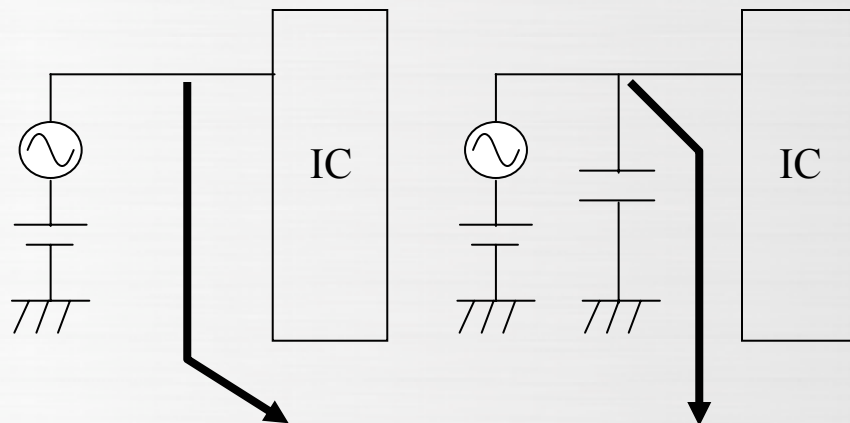
## ○输入电容器的功能



具有与旁通电容器相同的功能

## ○输入电容器的效果

输入电压中加入交流成分  
测定有无输入电容器时的输入电压

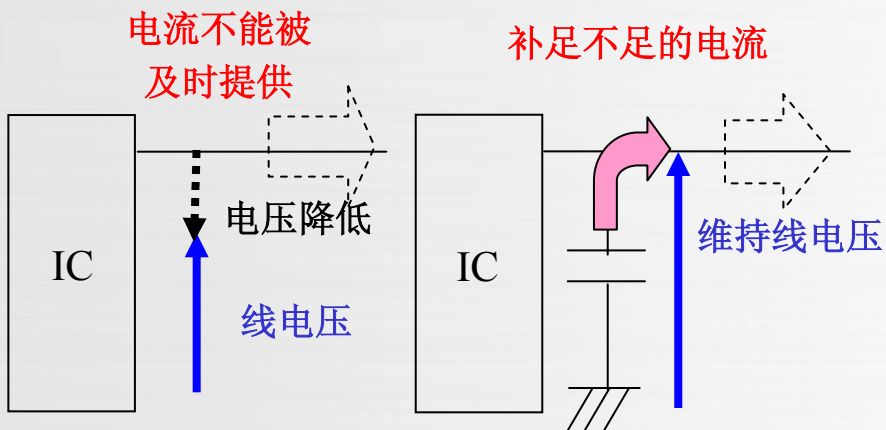


纵轴: mV、横轴:  $\mu$  sec

插入电容器使得输入电压安定

# 串联调节器(3端子调节器)

## ○输出电容器的功能



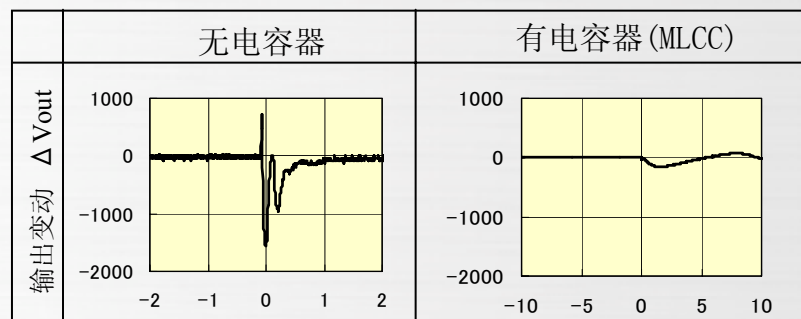
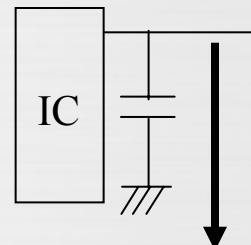
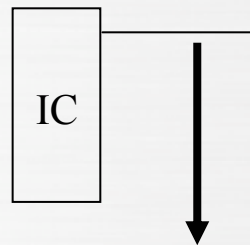
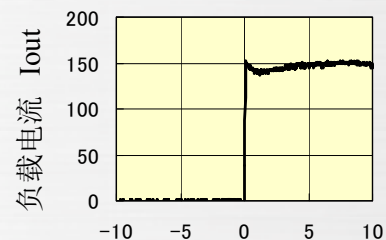
负载急剧变动时，通过提供  
电流来抑制电压的变动



具有与辅助电容器相同的功能

## ○输出电容器的效果

负载变动时，测定有无输出电容器时的电压变动

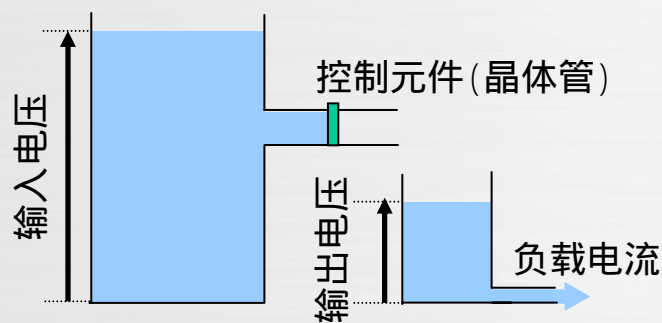
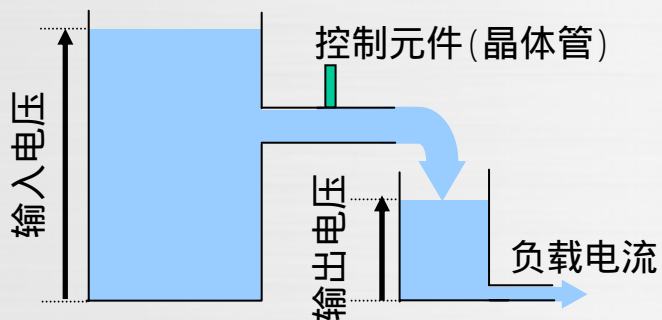


插入输出电容器使输出电压安定

# 降压变频器

## 工作电路(闸门模式)

通过对控制元件的控制，降低  
输入电压输出电压



控制元件的切换开关仅为  
ON或OFF

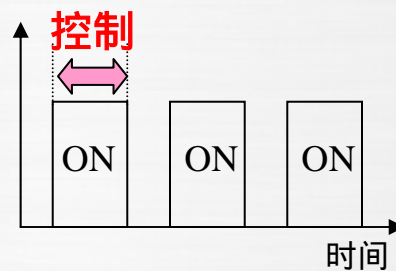


通过开关的动作来控制输出电压

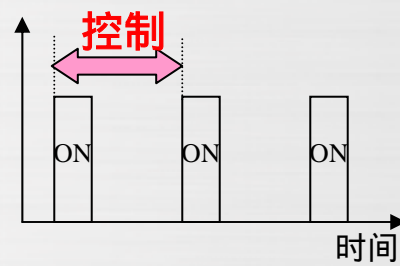
ON时的周期 一定  
切换到ON的时间 变化 → PWM形式

ON时的周期 变化  
切换到ON的时间 一定 → PFM形式

开关切换到ON时的周期 切换频率



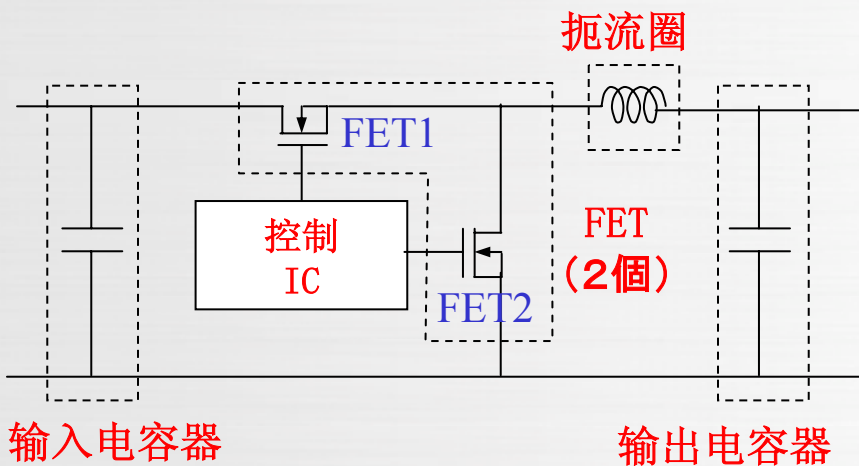
PWM



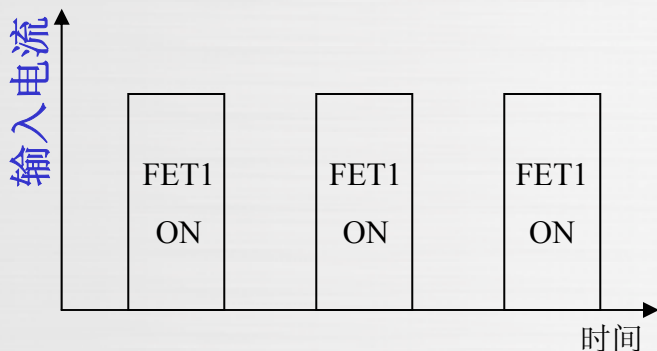
PFM

# 降压变频器

## ○电路的构成

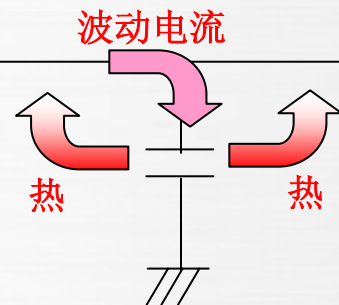


## ○输入电流



大量的含有交流成分的电**流(波动电流)**通过

## ○输入电容器的工作



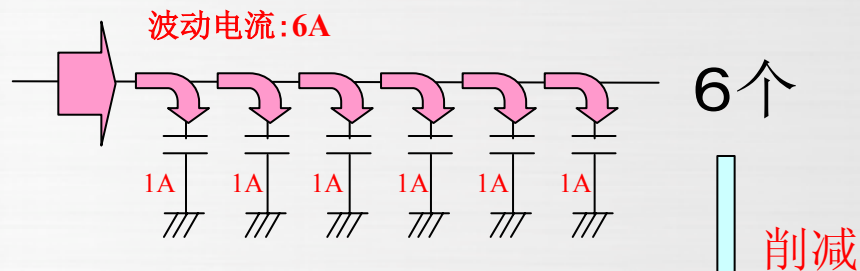
波动电流通向  
输入电容器

由于ESR而发热

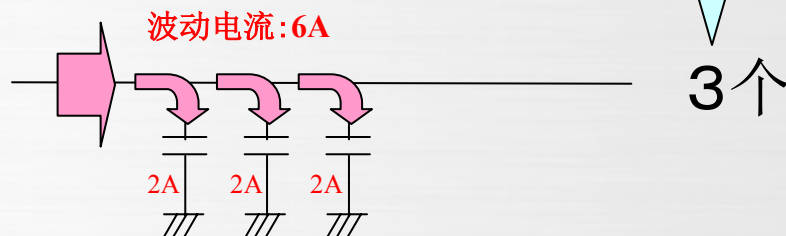
## ○输入电容器的必要性

大的允许波动电流

例：单个电容器的波动电流为1A（电路的波动电流为6A）

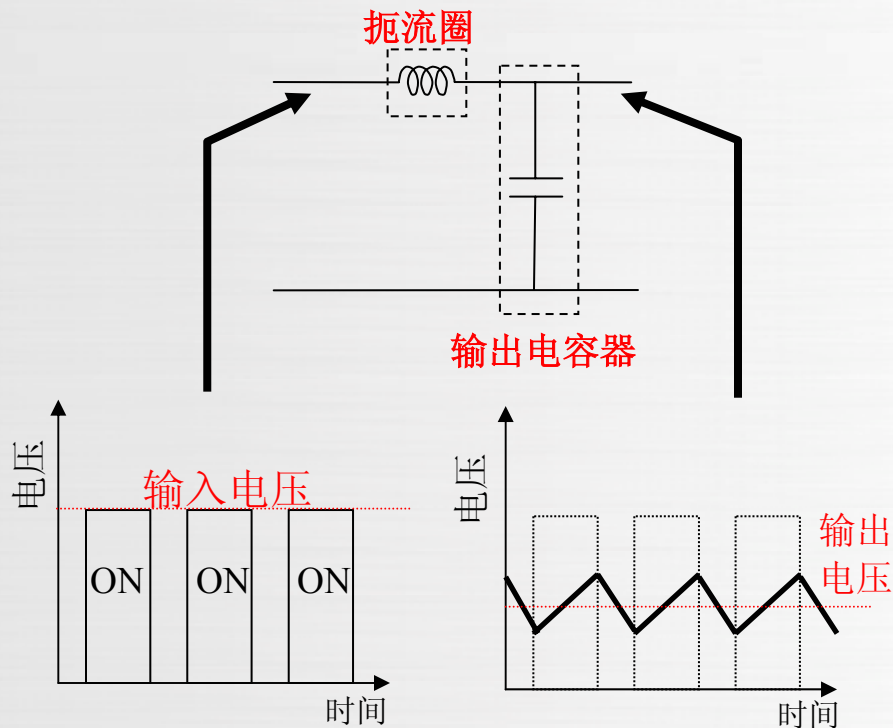


例：单个电容器的允许脉冲电流为2A



# 降压变频器

## ○输出侧的工作



开关的切换使得  
输入电压断续

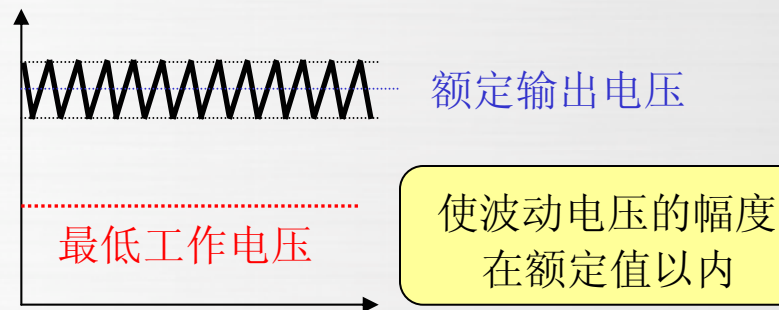
通过扼流圈和输出电容器  
使得输出电压较平滑

含有波动电压

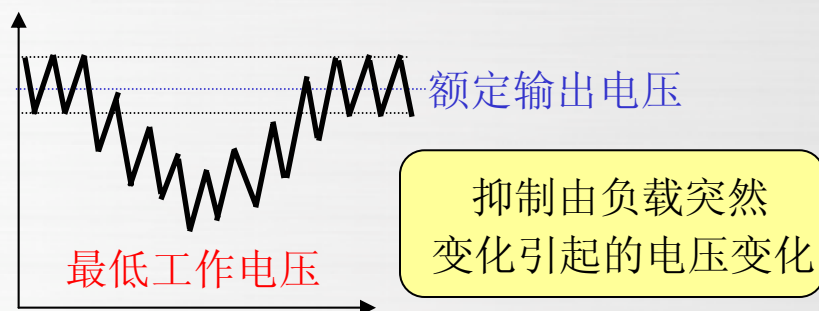
## ○输出电压的注意点

维持负载IC的最低工作电压以上的电压

### • 关于波动电压



### • 关于负载突然变化时



# 降压变频器

○决定负载突变引起的压力变化的主要原因

负载突变时的动作



与辅助电容器相同

○负载突变时，电容器所必要的特性

▪大容量

→提供高电荷的能力

▪低ESR

→提供电荷时，减弱电压的下降幅度

大容量多层陶瓷电容器



适合

○决定波动电压的主要原因

把开关反复切换于ON、OFF



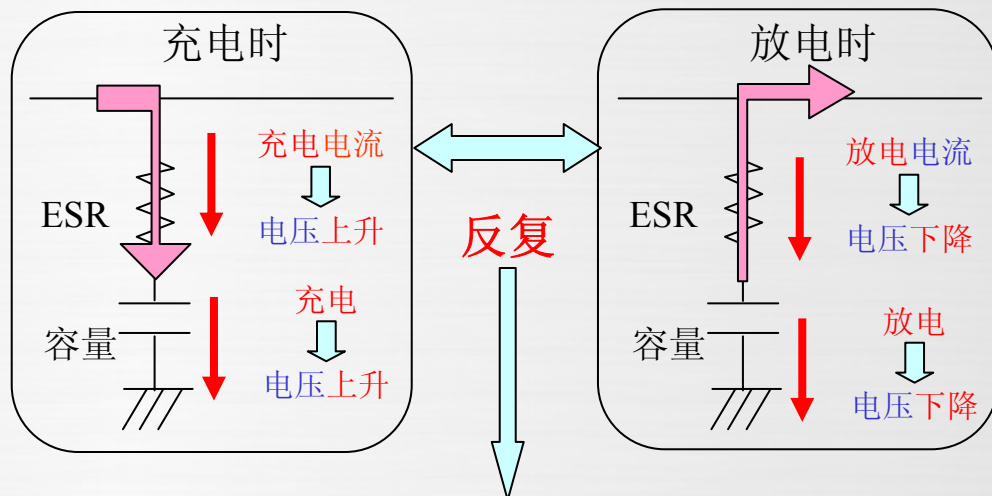
使输出电容器反复充放电



电流出入时，电压变动

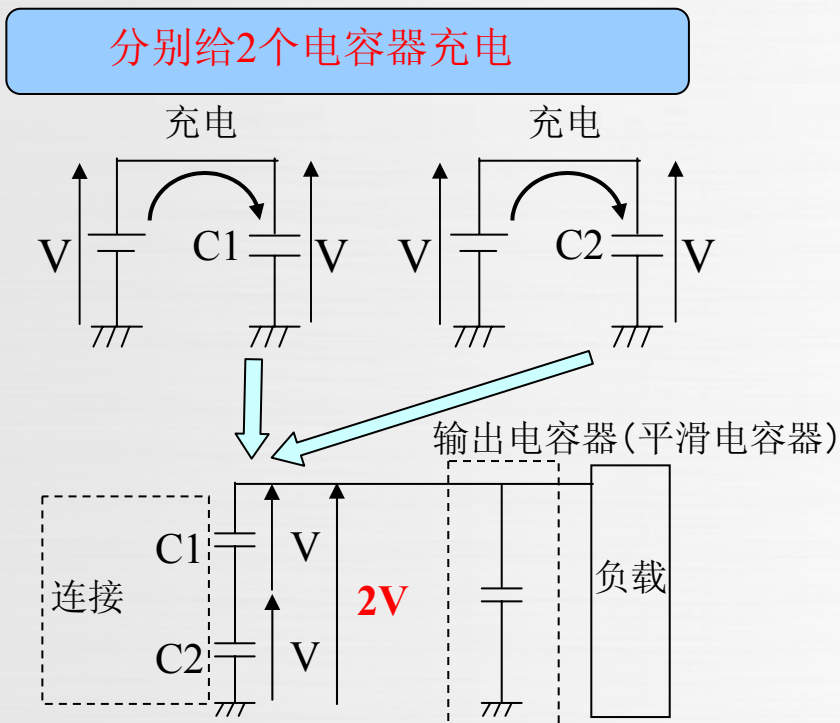


波动电压



# 升压型充电泵

## ○ 充电泵的动作(示意)



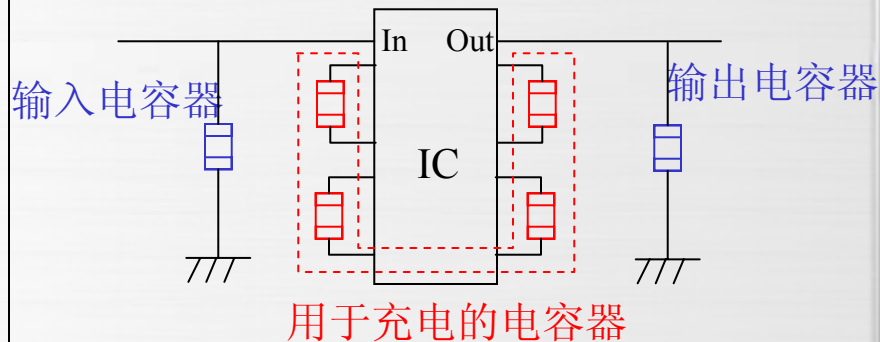
连接已被充电的电容器

输出电压将为输入时的2倍

由于输出电容器的作用而平滑(切换→断续的2倍输出)

连接的电容器数量决定输出电压(整数倍)

## ○ 充电泵电路的构成(例:2倍升压)



## ○ 电容器所要求的特性

由于充电电容器和输出电容器

→ 减少由于充放电所引起的电压变动

辅助电容器、

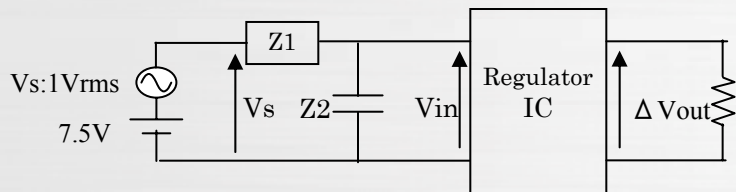
相当于降压型变频器的输出电容器

必须是大容量、低ESR



# 小结 作为输入电容器的各种电容器的比较

○输入线上加入正弦波，测试输入电容器的噪音吸收性和输出电压的波动

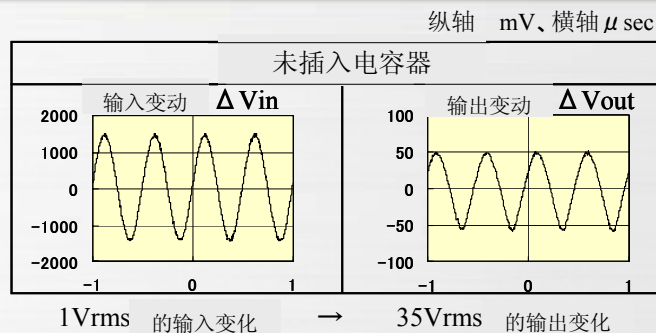
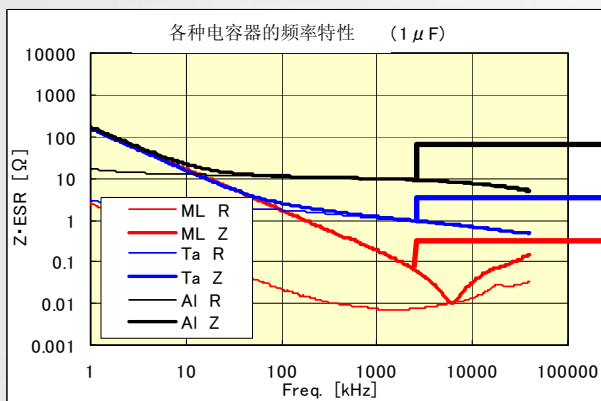


使用IC: NJM78L05(JRC)  
使用电容器: LMK212BJ105KG、Ta 1  $\mu$ F、Al 1  $\mu$ F

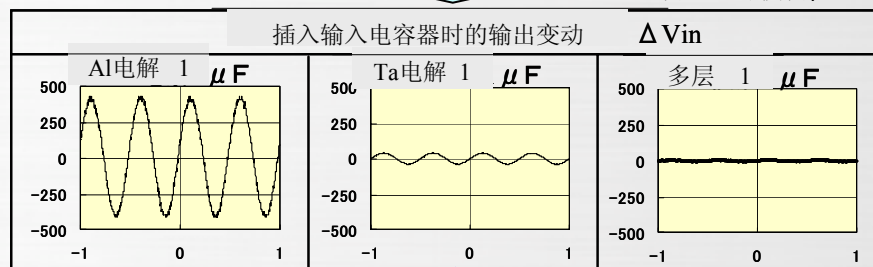
$$V_{in} = \frac{Z_2}{Z_1 + Z_2} V_s \quad (Z_1: \text{线阻抗})$$

低阻抗电容器(Z2)  
→ 除去噪音的效果: 大

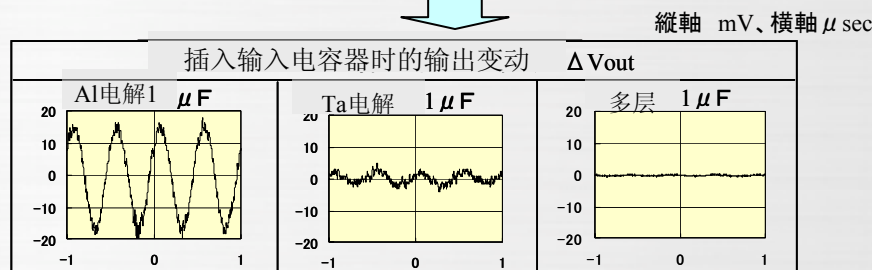
IC输入电压安定



插入输入电容器



多层陶瓷电容器具有优良的噪音吸收性(低阻抗)

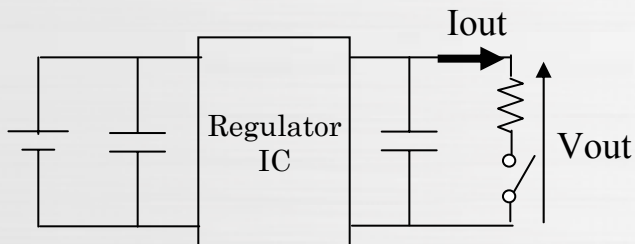


由于IC的输入电压安定，输出电压变动减弱

与Ta相比多层电容器能范围较广地实现低阻抗  
多层陶瓷电容器很适合用于输入电容器

# 小结 输出电容器的动作解析

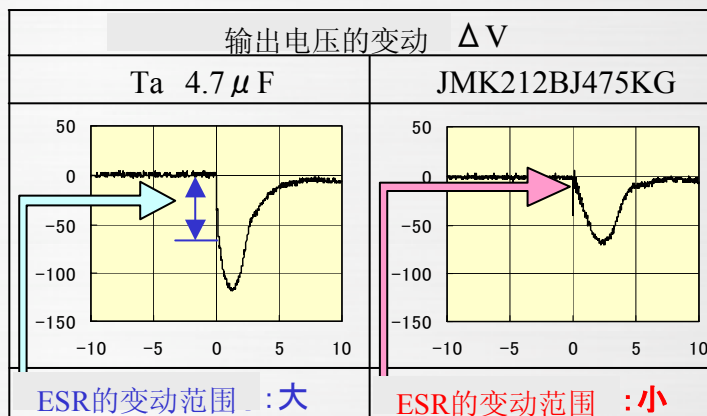
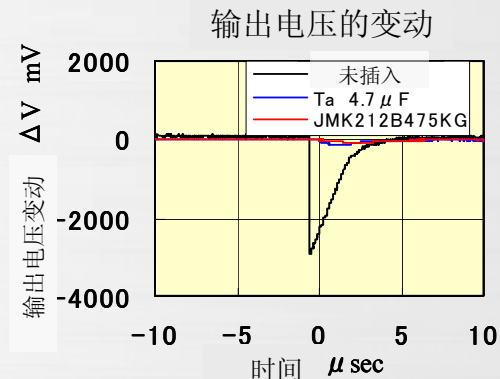
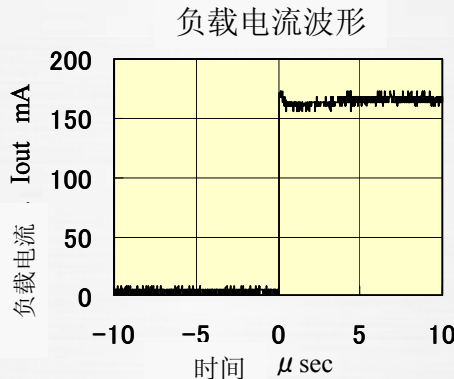
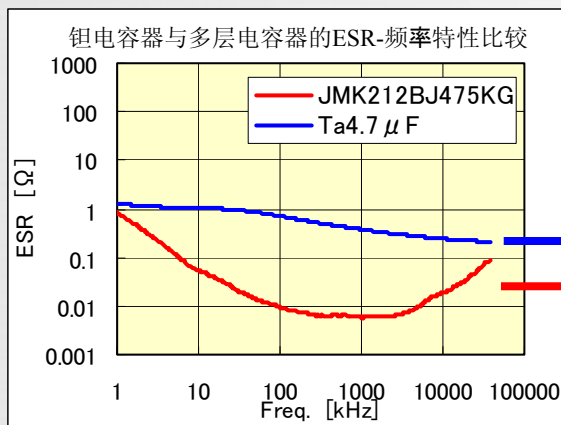
## 测试输出电容器电压变动



波形观测:  $I_{out}$ 、 $V_{out}$

(关于输出电容器种类分别的测试)

使用IC: R1112N331B (リコー)  
输入电容器: LMK212BJ225KG  
输入电压: 5V  
切换频率: 100Hz  
负载电流: 150mA



ESR: 大

ESR: 小

纵向: mV、横向:  $\mu sec$

若使用ESR较小的输出电容器, 在负载变动时, 可将输出电压的下降范围控制于很小。

使用ESR较低的多层陶瓷电容器作为输出电容器较为有利

## 市场要求

### 电路区分

数码电路

模拟电路

放大电路

运算电路

振荡回路

调制调节电路

数码电路

电源电路

逻辑电路

高频电路

电源电路

声音电路

其他的电路

### 电容器用途区分

着重于阻抗, ESR特性

用于去藕

用于辅助

用于平稳

用于高耐压

用于过滤

用于定时, 振荡

以实效容量或温度,  
偏压的安定性为重点

### 所要求的性能

对于波形对策的电路, 具有代表性,  
非常广泛地用于数码电路。

**低阻抗, 低ESR特性重要**  
0.1~10uF多层F特性电容器最适合。

对于CPU所代表的负载变动大的电路、  
广泛地应用于安定电源、保护IC等。

**低ESR, 低ESL, 低阻抗等的特性重要**  
1~10uF多层F、B特性最适合。

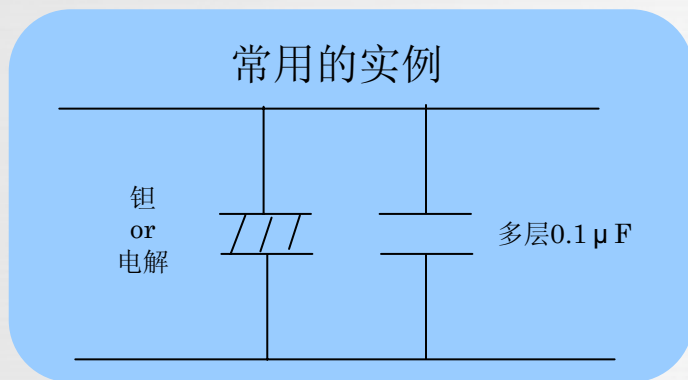
应用于电源电路输入输出、  
伴随着小型化, 急剧地被广泛采用。

**实效容量, 低ESR, 低ESL, 低阻抗等特性  
以外, 定额电压、信赖性等重要**  
1~数10uF多层的B特性最适合。

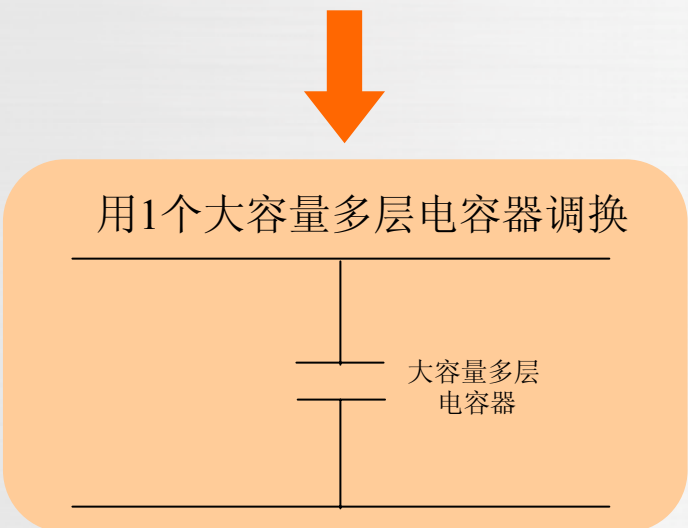
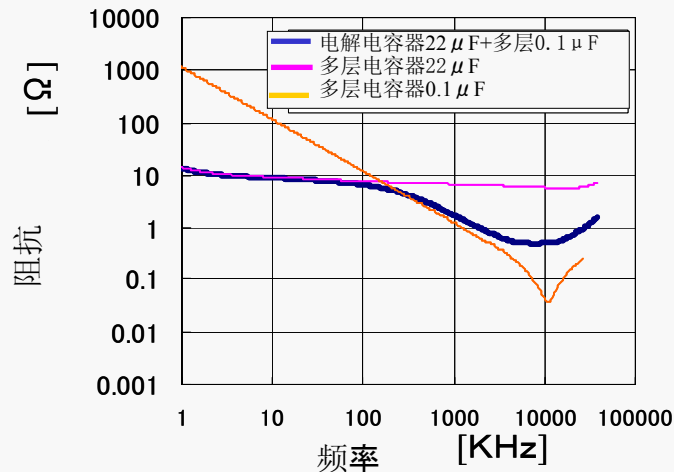
放大, 振荡, 调制调节电路或过滤电路,  
**容量的温度, 偏压安定性重要**  
用于多层的温度补偿的电容器最适合。  
(CFCAP、TC型多层)

# 关于旁通电容器的提案

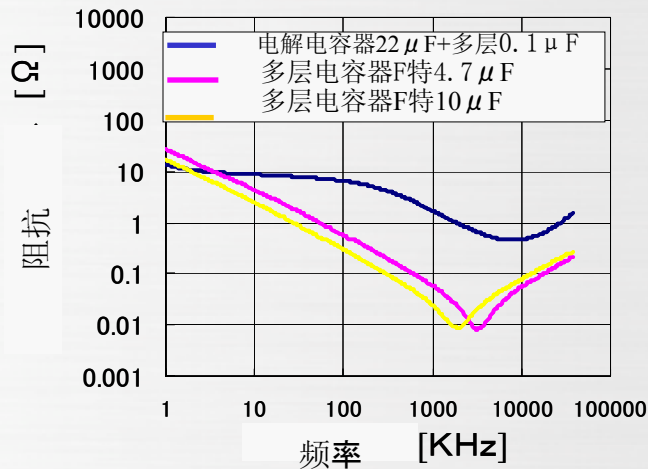
## 大容量Ta or Al电解+多层0.1 $\mu\text{F}$ 调换提案



电解电容器22  $\mu\text{F}$ +多层0.1  $\mu\text{F}$ 的阻抗特性



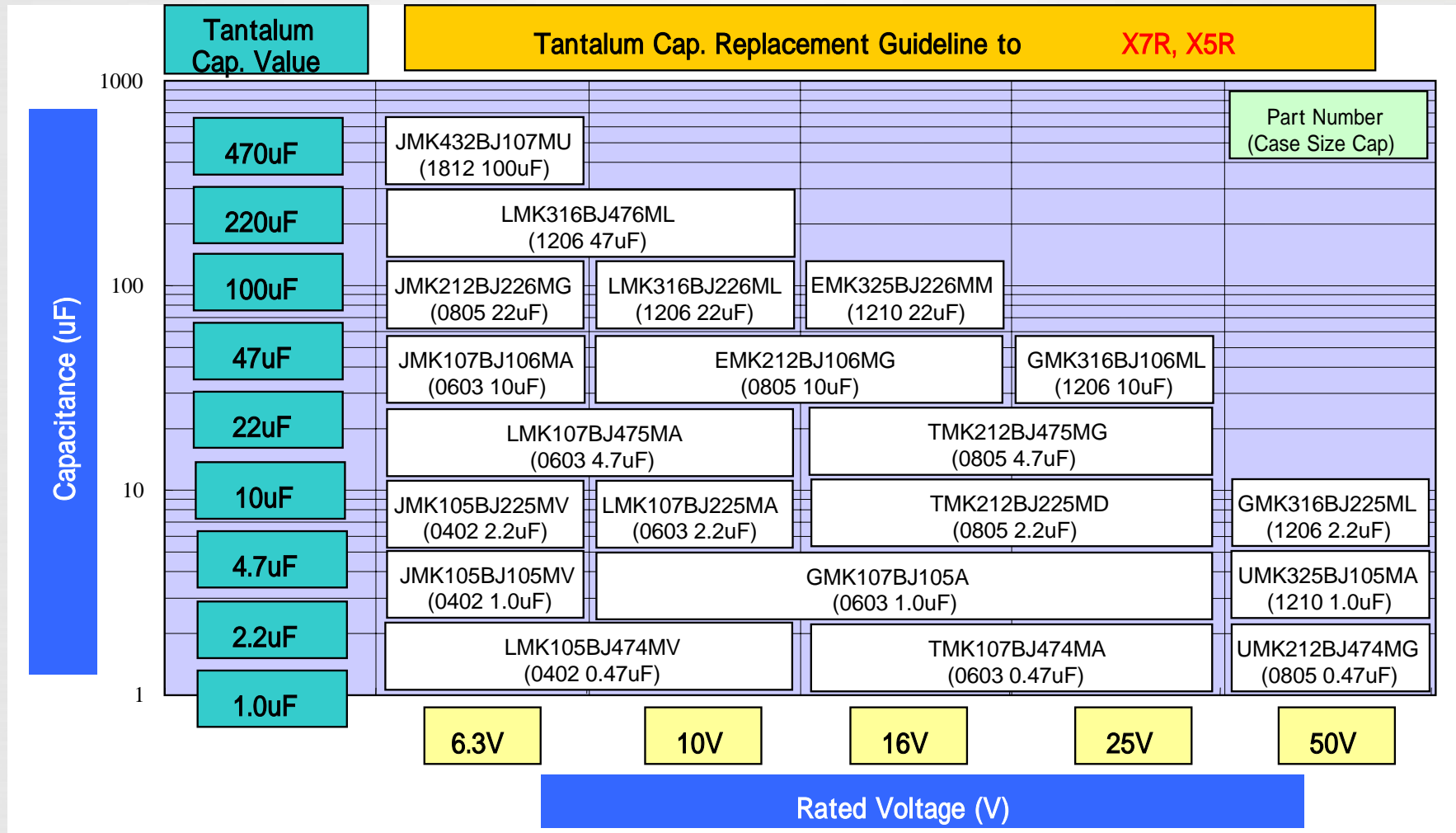
大容量多层电容器的阻抗特性



可以用1个陶瓷电容器调换

与并联使用时相比，低阻抗的范围扩大

# Ta cap & Al cap replacement guideline to MLCC X7R, X5R

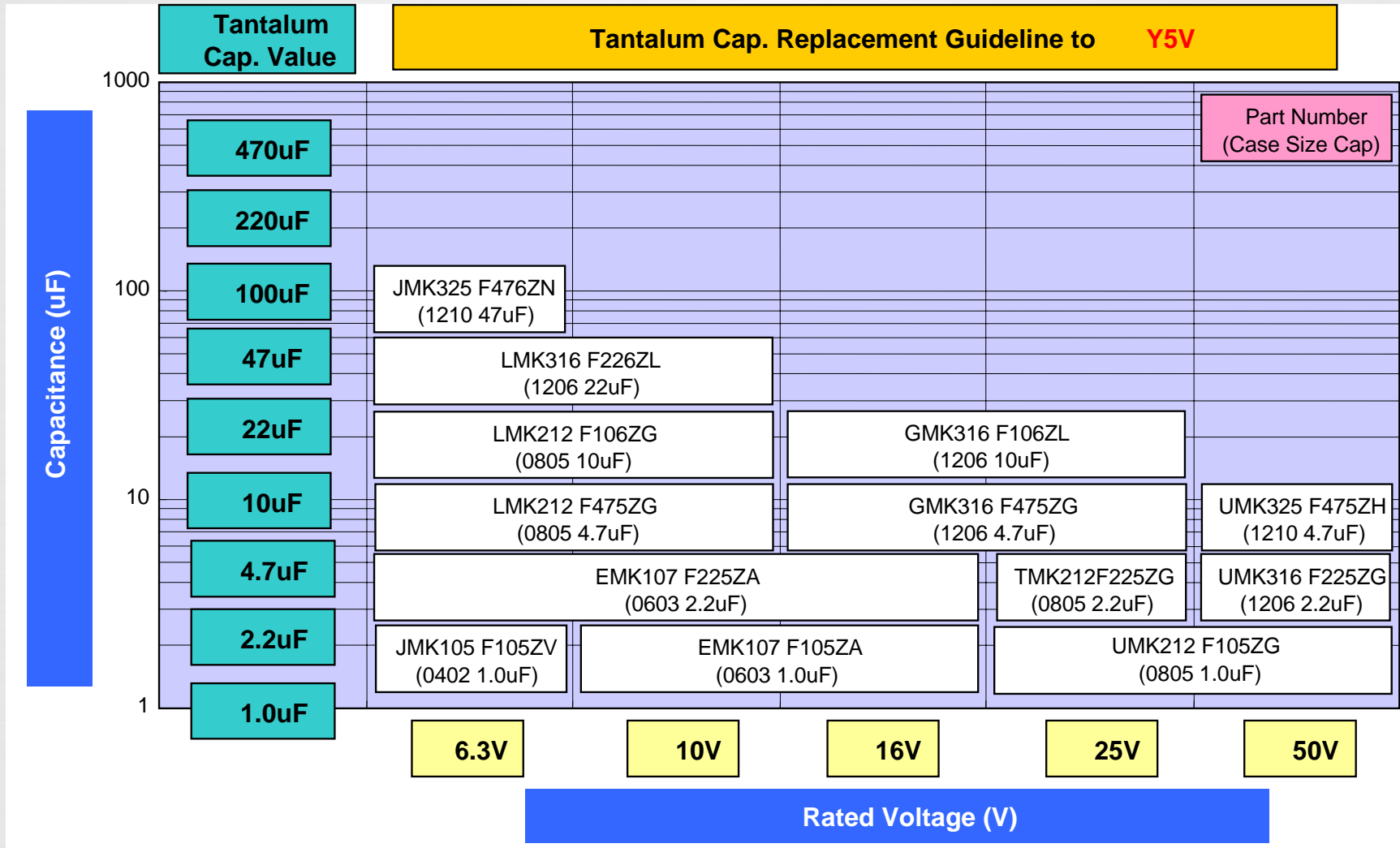


Note: Suggested capacitance value of MLCC may be changed depending on the frequency level of noise.

Note: As derating is not required for MLCCs, use the actual voltage of the circuit when selecting MLCC for replacement.

**可用比上述替换容量值更小的值来替换铝电解电容器。**

# Ta cap & Al cap replacement guideline to MLCC Y5V

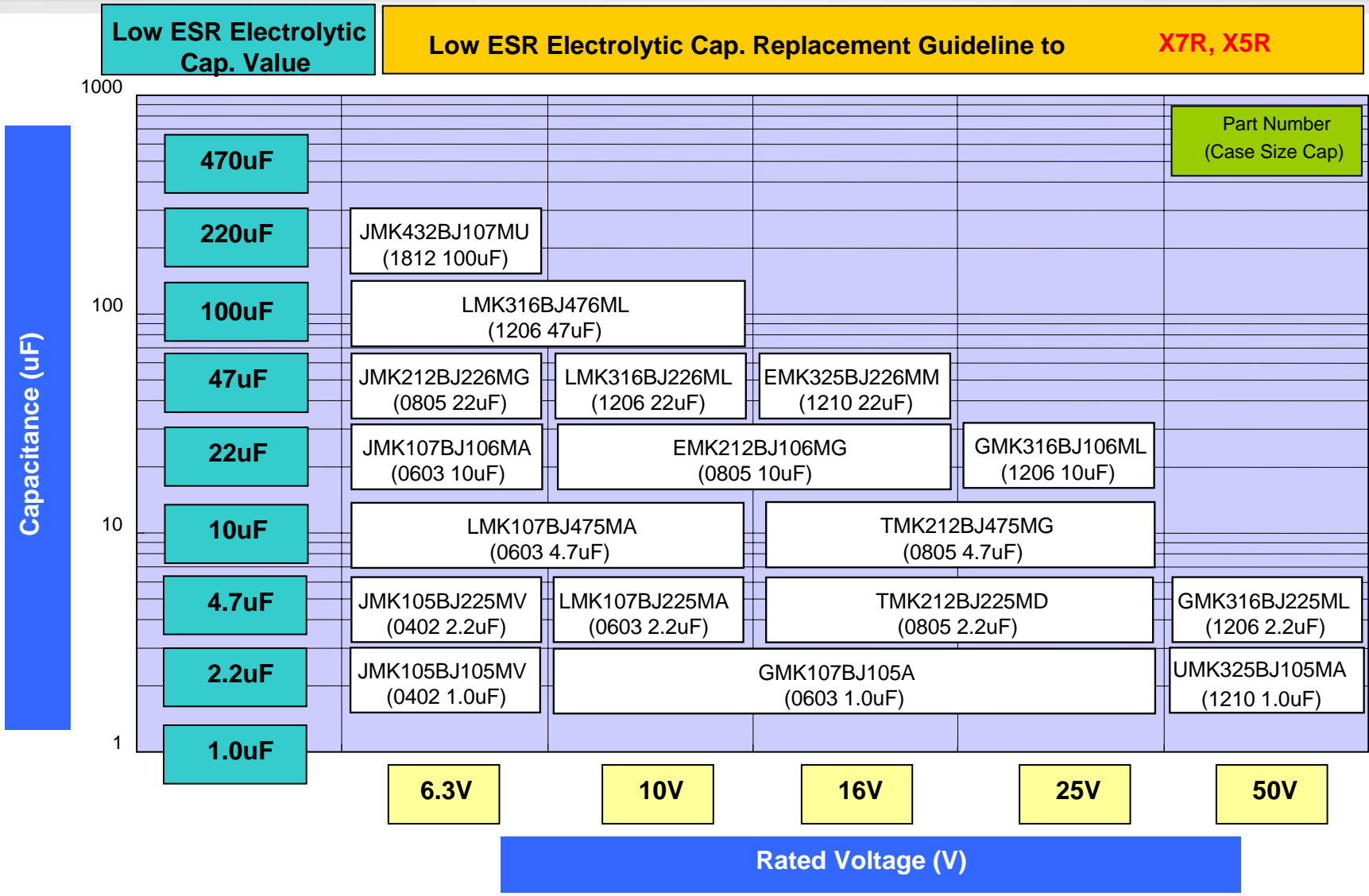


Note: Suggested capacitance value of MLCC may be changed depending on the frequency level of noise.

Note: As derating is not required for MLCCs, use the actual voltage of the circuit when selecting MLCC for replacement.

**可用比上述替换容量值更小的值来替换铝电解电容器。**

# Low ESR Electrolytic cap. replacement guideline to MLCC X7R, X5R



Note: Suggested capacitance value of MLCC may be changed depending on the frequency level of noise.

Note: As derating is not required for MLCCs, use the actual voltage of the circuit when selecting MLCC for replacement.

# 电感器的基础知识



# 电感器和电容器的阻抗“感抗和容抗”

● 欧姆定理：（交流电压）=（阻抗）×（交流电流）

● 纯电感器的阻抗：感抗：随频率增加而增加。

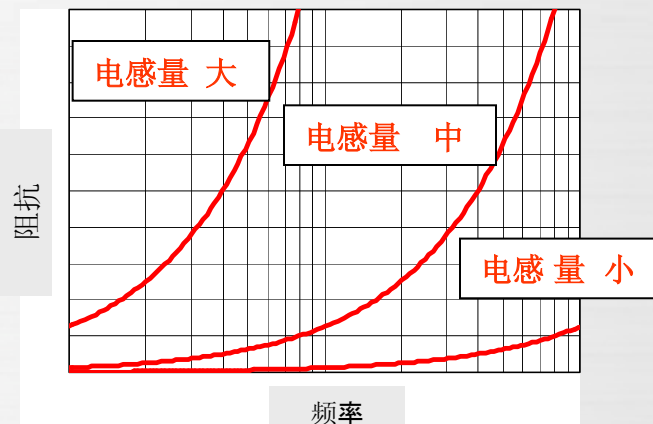


电压，电流和电感量的关系式经解析后，能得出纯电感器阻抗，与频率和电感量成正比。

频率：f  
电压振幅：V0  
 $V = V_0 \cdot \exp(j\omega t)$

$$V = L \cdot di / dt$$

解析后  $V_0 = j 2 \pi f \cdot L$   
阻抗  $Z = X_L = 2 \pi f \cdot L$



● 纯电容器的阻抗：容抗：随频率增加而减小。

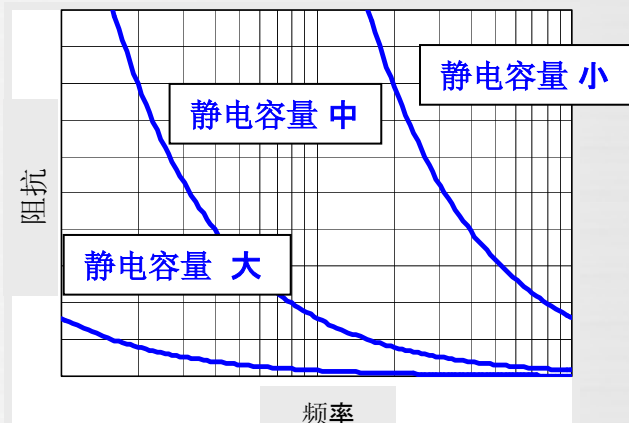
频率：f  
电压振幅：V0  
 $V = V_0 \cdot \exp(j\omega t)$

电压，电流和静电容量的关系式经解析后、纯电容器的阻抗，与频率和静电容量成反比例。



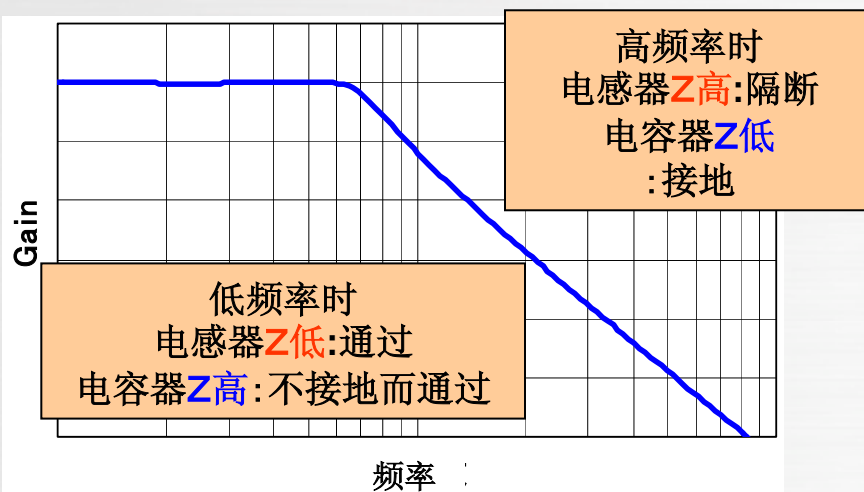
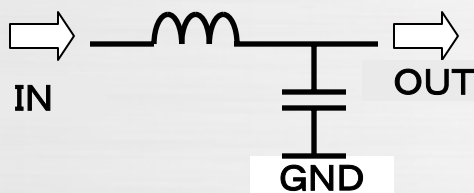
$$V = 1/C \cdot \int i dt$$

解析后  $V_0 = 1/(j 2 \pi f \cdot C)$   
阻抗  $Z = X_C = 1/(2 \pi f \cdot C)$

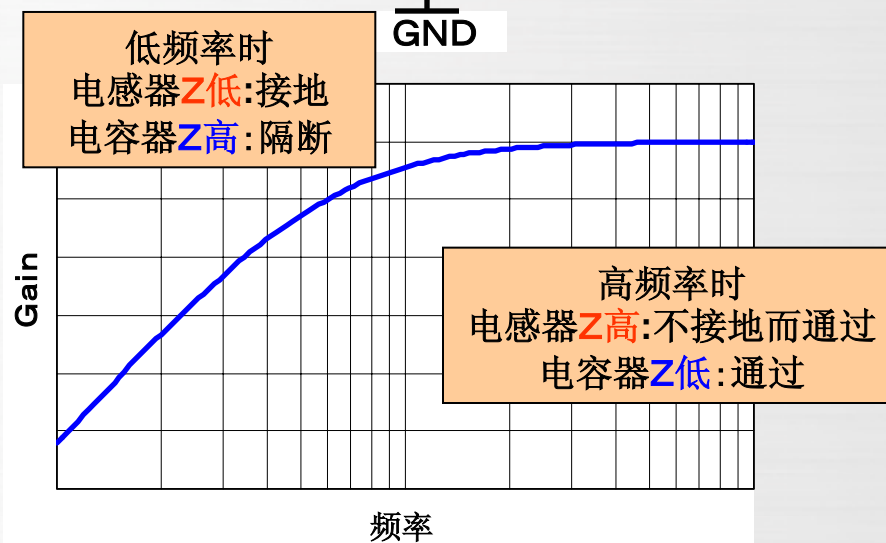
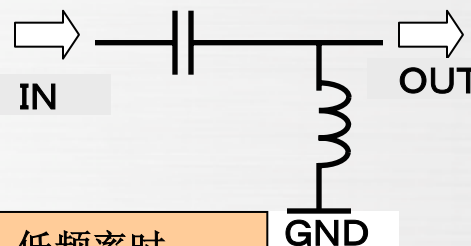


- **电感器**的阻抗: 随频率的增加而增大。
- **电容器**的阻抗: 随频率的增加而减少。

## ● 低通滤波器和特性凡例



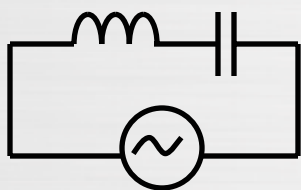
## ● 旁通滤波器和特性凡例



# 电感器和电容器“串联电路·串联谐振和并联电路·并联谐振”

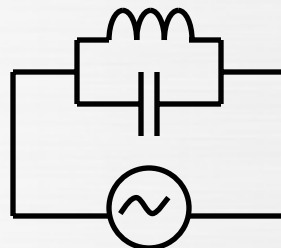
- **电感器**的阻抗: 随频率的增加而**增大**。
- **电容器**的阻抗: 随频率的增加而**减小**。

● 纯电感器和电容器的  
串联电路: 串联谐振

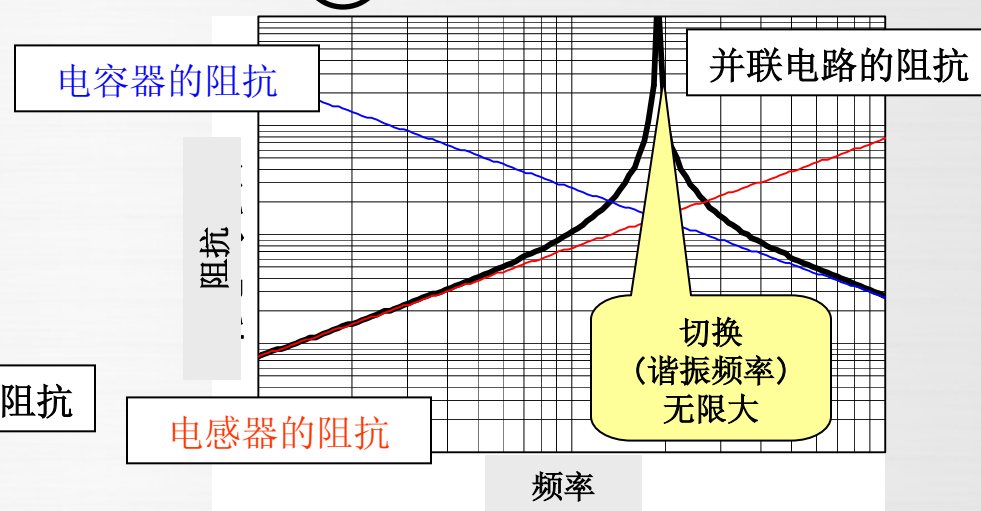
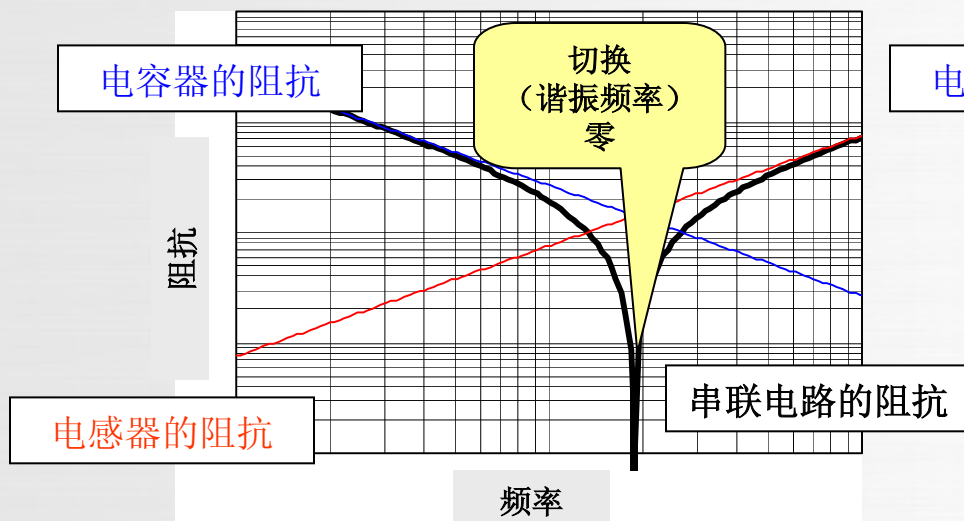


串联  
:基本上用  
加法算

● 纯电感器和电容器的  
并联电路: 并联谐振



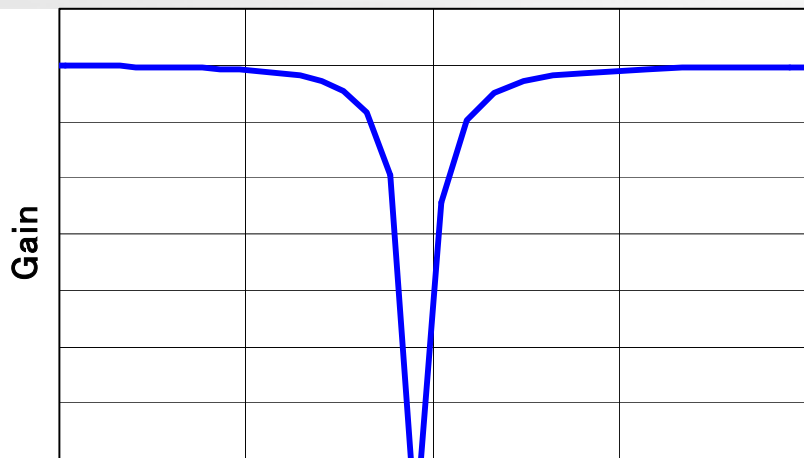
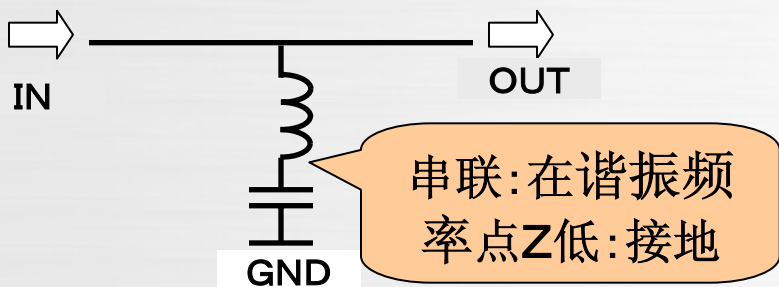
并联  
:基本上  
电流流向低阻抗



● 串联电路的阻抗 : 在谐振频率点**最小**。

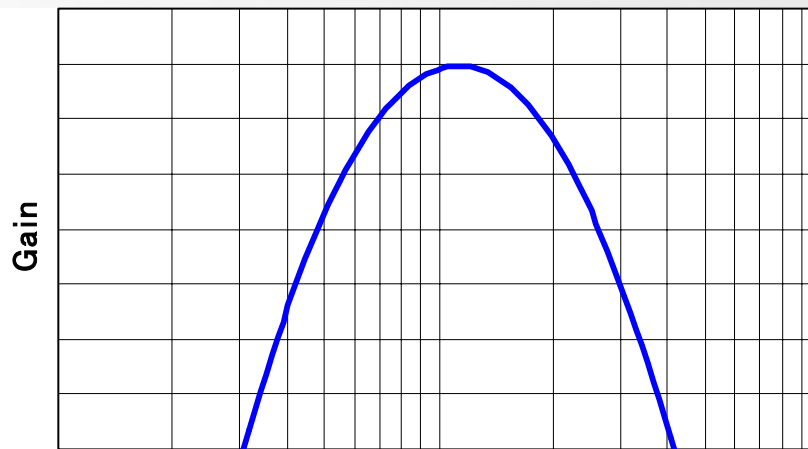
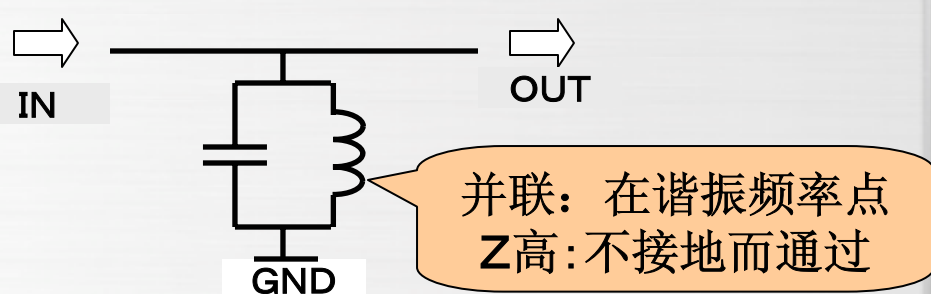
● 并联电路的阻抗 : 在谐振频率点**最大**。

## ● 滤波器和特性凡例



频率

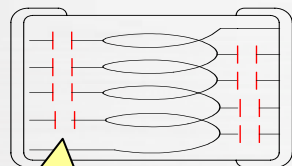
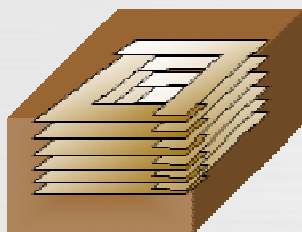
## ● 带通滤波器和特性凡例



频率

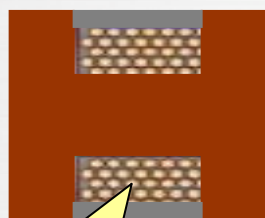
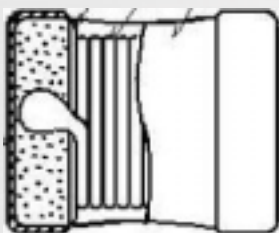
# 电感器的实际特性 “自谐振特性”

## ● 多层电感器



例.内部电极和外部电极之间, 存在有杂散容量。

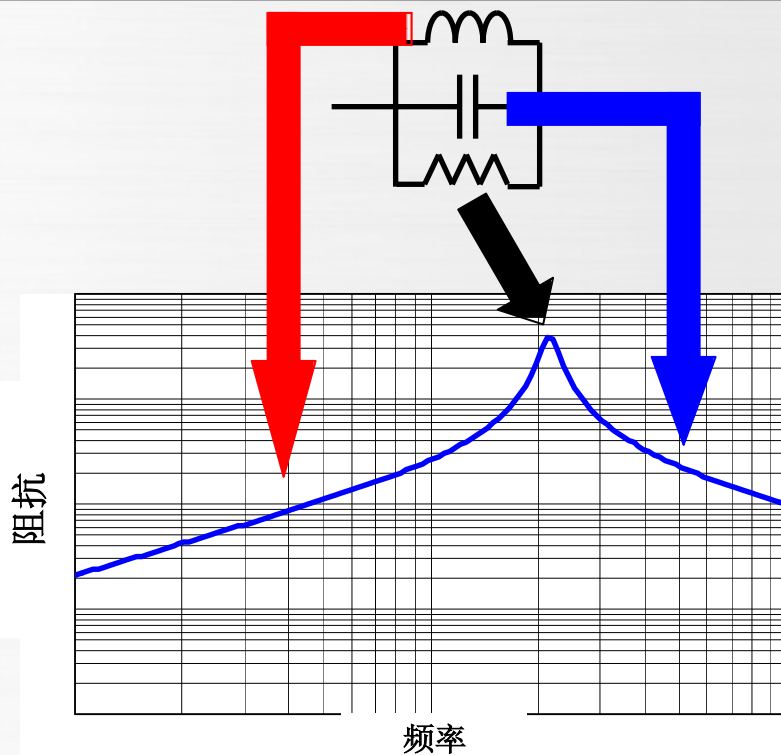
## ● 线圈电感器



例, 被绕的线与线之间存在有杂散电容。

## ● 实在电感器的阻抗特性凡例

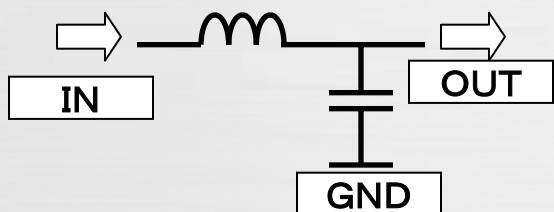
相似于LCR并联电路的阻抗特性



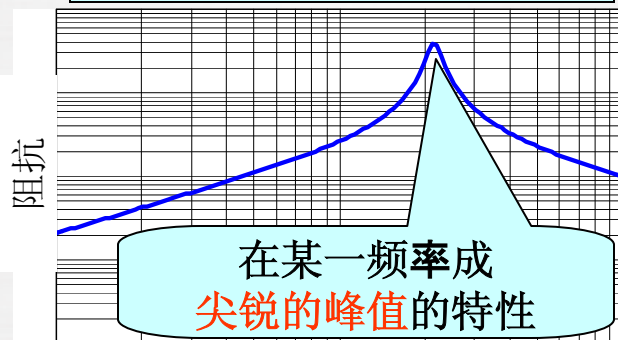
在低频率侧电感器  
在高频率侧电容器  
谐振点的阻抗值是有限的。

# 电感器的自谐振的应用例“低通滤波器的滤波器形成”

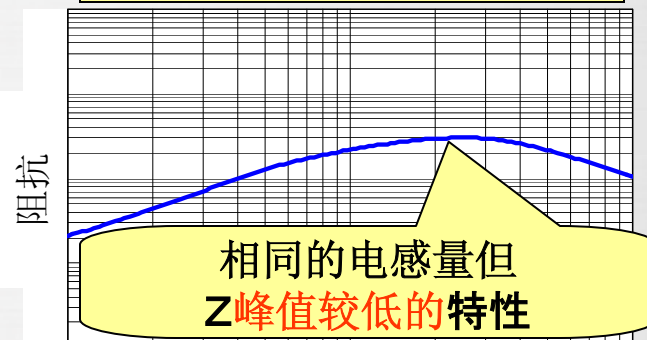
## ●低通滤波器的例



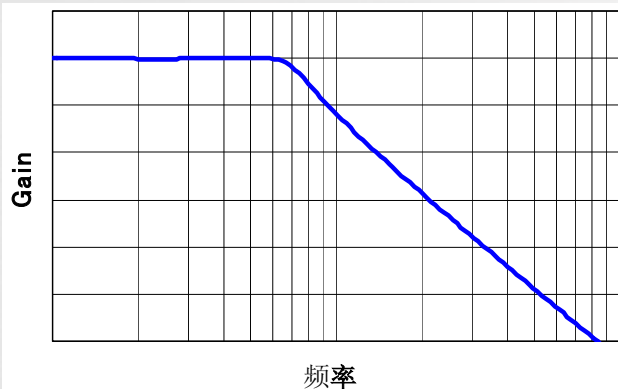
电感器:A 阻抗的特性



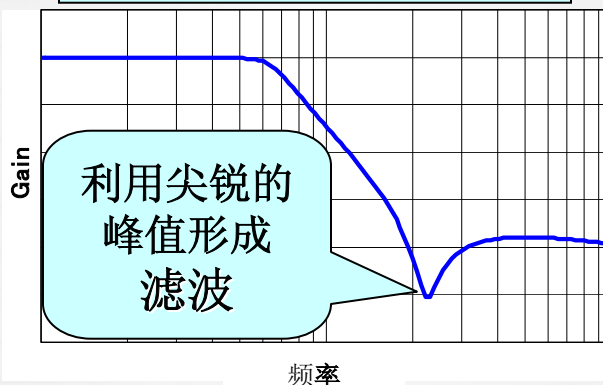
电感器:B 阻抗的特性



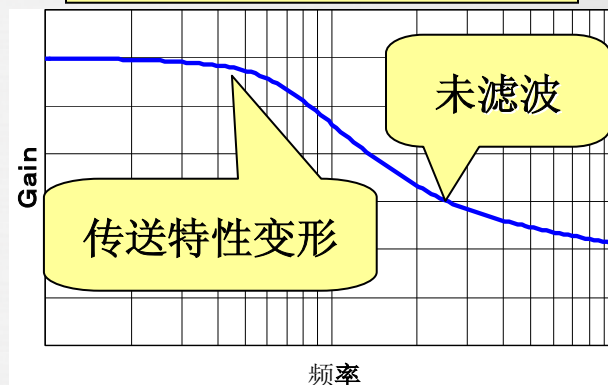
## 纯电感器的滤波特性



使用电感器 A 时

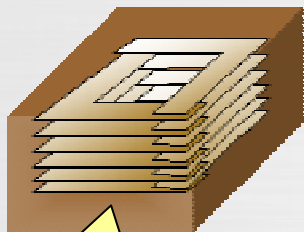


使用电感 B 时



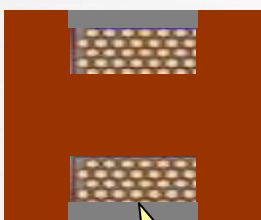
在滤波电路，有时会积极采用电感器的自谐振的特性，有关替换品提案或小型化时，必须注意这类特性。

● 多层电感器



将导体印刷到芯片材料上，多层成形

● 线圈电感器



降导线绕上芯片

● 电感器的Q值

纯电感的阻抗：**感抗**

电阻成分  
(总损失量)



**Q**

=

**感抗**

**电阻成分**

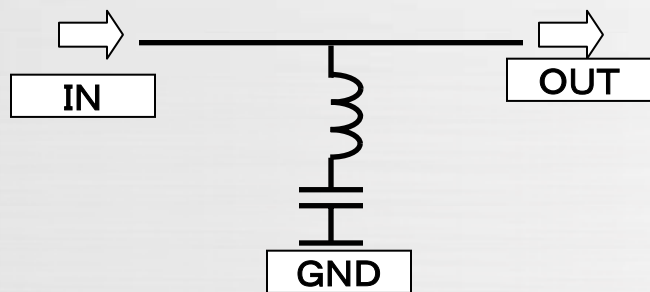
芯片材料中，  
有磁滞，涡电流损失，介质损失等  
介质(导线)  
直流电阻，由于表皮效果在高频率时产生阻抗  
损失等  
损失越小越接近纯电感器。

电感器的Q值表示  
接近纯电感器的程度的值。  
Q值越大，电路中，越能起到  
纯电感器的作用。

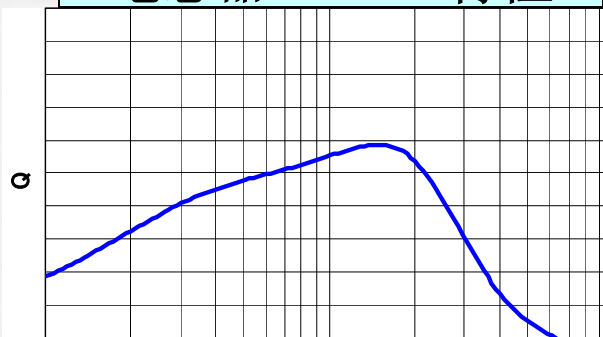
# 电感器的Q特性和滤波特性 “Q特性差影响滤波特性的凡例”

## ●滤波器的凡例

电感器和电容器的串联谐振

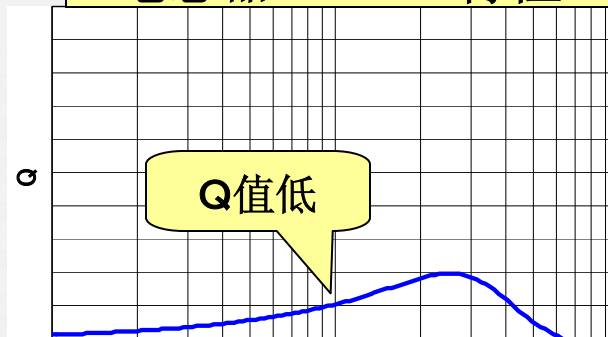


### 电感器:A Q特性



频率

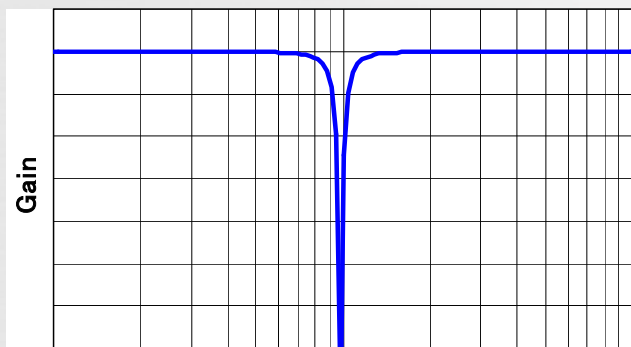
### 电感器:B Q特性



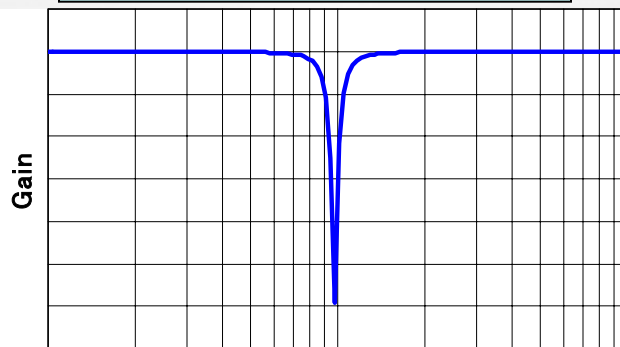
频率

## 纯电感器时的滤波特性凡例

### 使用电感器A时

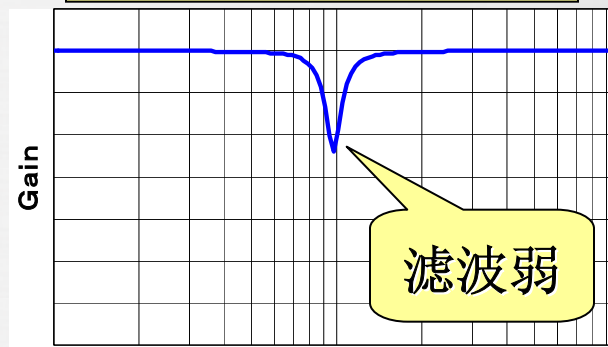


频率



频率

### 使用电感器B时



频率

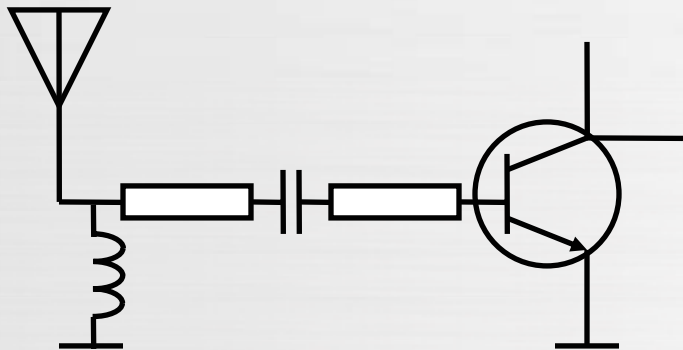
与电容器所组成的谐振电路，一般情况下，受Q特性的影响较大。



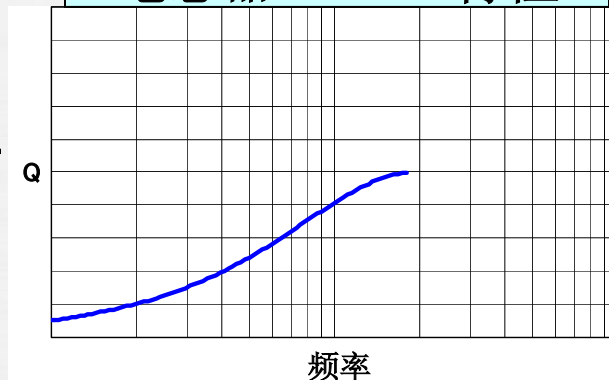
# 电感器的Q特性和匹配特性“Q特性差影响匹配特性的凡例”

## ● 匹配电路的凡例

放大器和天线的匹配

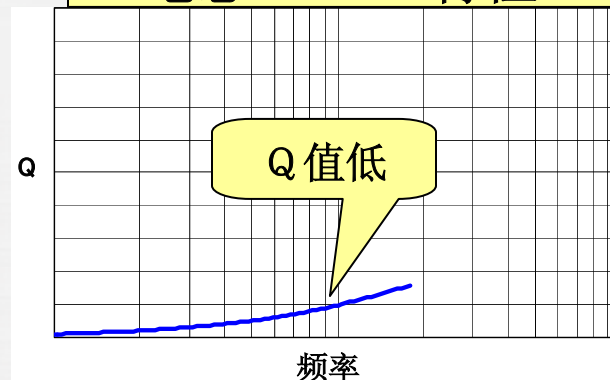


### 电感器:A Q特性



频率

### 电感器:B Q特性



Q值低

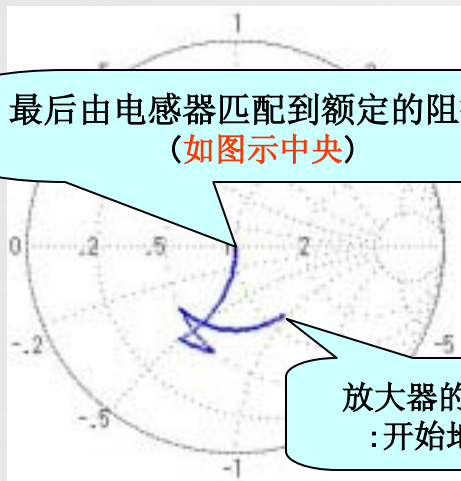
频率

## 纯电感器的匹配设计凡例

### 使用电感器A时

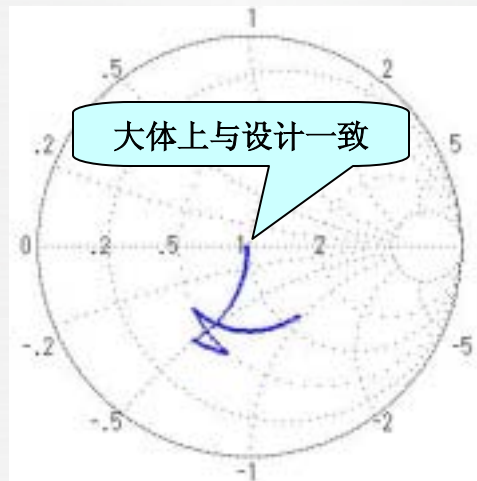
### 使用电感器B时

最后由电感器匹配到额定的阻抗Z  
(如图示中央)

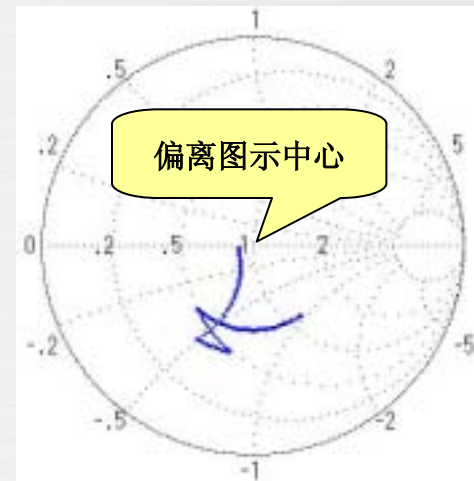


放大器的特点:  
:开始地点

大体上与设计一致



偏离图示中心



匹配电路中、一般情况下, 电感器的Q特性对于电路的影响较大。

### ●电感器的Q值

电感器的损失。

纯电感器的阻抗

:感抗

电阻成分  
(总损失量)



R

XL

Q

=

感抗

电阻成分

电感器的Q是表示、  
**接近**纯电感的程度的值。  
Q值越大，电路中，越能起到纯电感器的作用。

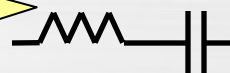
### ●电容器的tan δ 值

存在电容器的损失。

纯电容器的阻抗

:容抗

电阻成分  
(总损失量)



R

Xc

tan δ

=

电阻成分

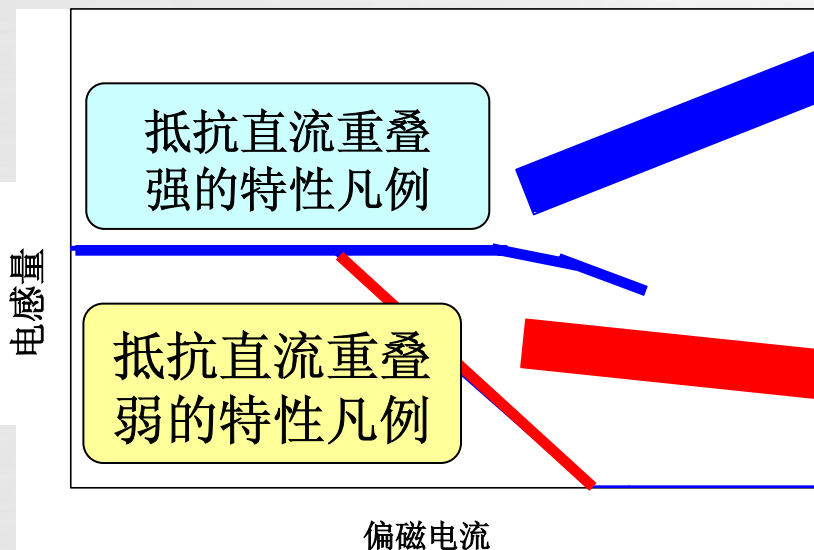
容抗

电容器 t a n δ 是表示，  
**远离**纯电容器的程度的值。Tan δ 值  
越**小**，电路中，越能起到纯电容器的作用。

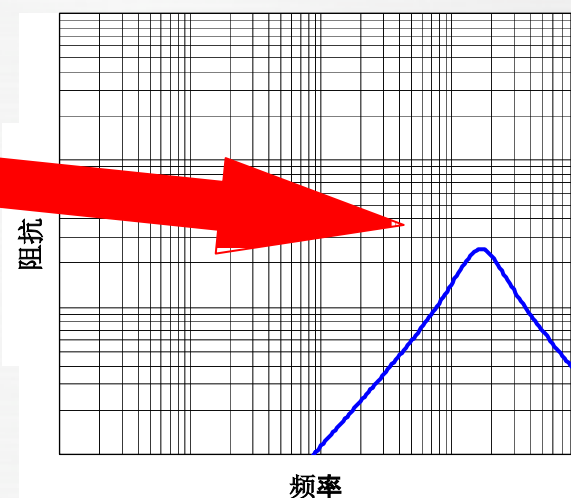
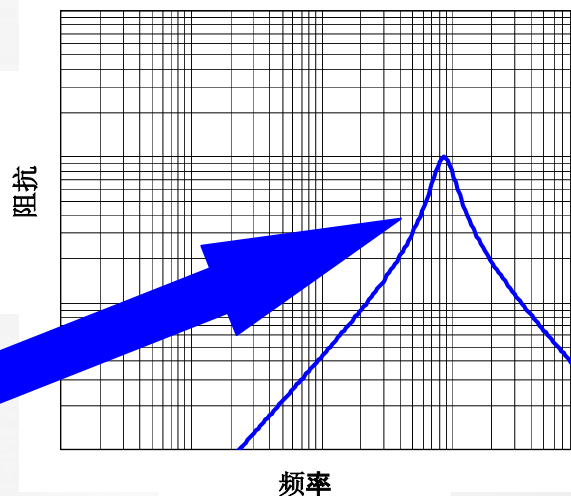
# 电感器的实在特性“直流重叠特性·磁性饱和特性”

## ● 电感器的直流重叠特性凡例

芯片是磁性体时，由于磁性饱和特性的存在，随着DC偏磁电流增强电感量降低。



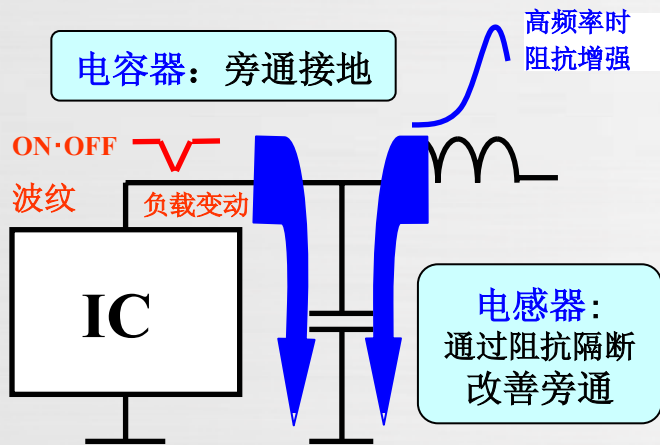
## ● 阻抗特性凡例



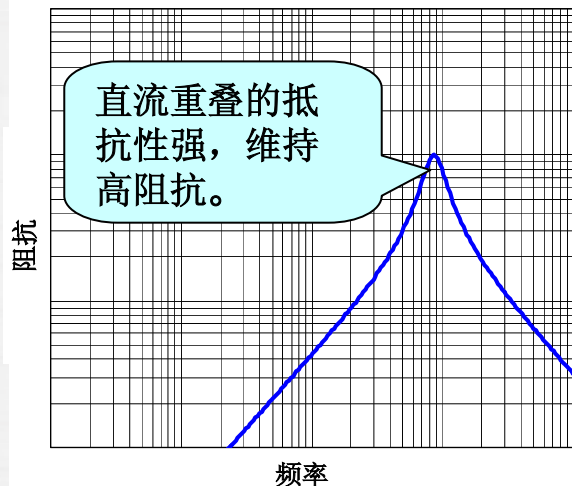
磁性饱和发生后，随着电感量降低阻抗也将降低。抵抗直流重叠较强的电感器将维持较高的阻抗。弱的话，阻抗将显著地降低。一般，在使用条件下，根据所要求的电感量和阻抗的范围来选择电感器。

# 由电源扼流应用产生的对于电感直流重叠特性影响的凡例

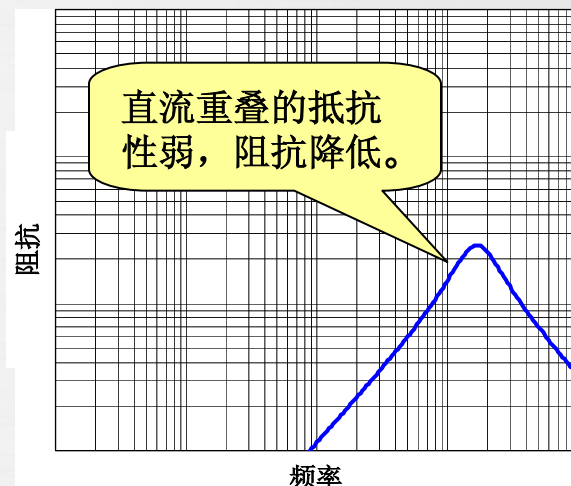
## ● 电源扼流的凡例



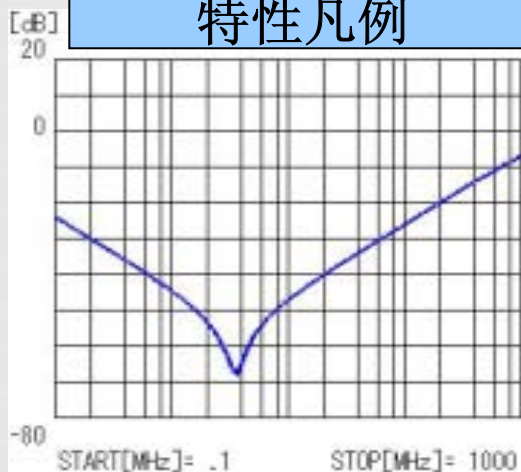
### 电感器:A 阻抗特性



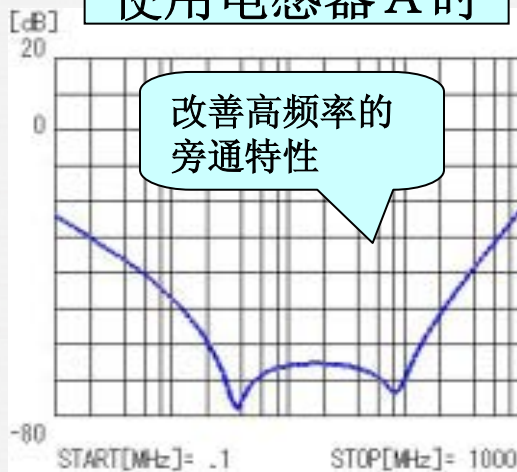
### 电感器:B 阻抗特性



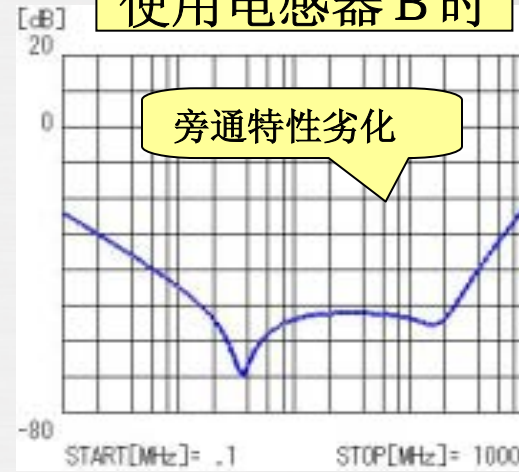
### 仅有电容器的旁通特性凡例



### 使用电感器 A 时



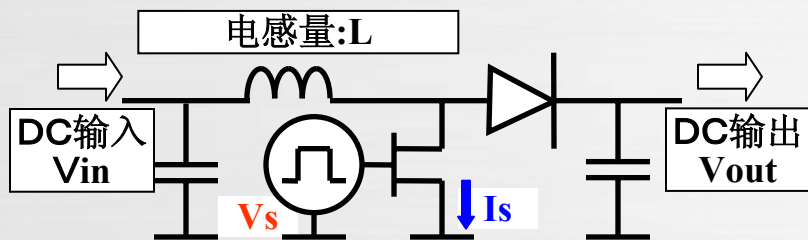
### 使用电感器 B 时



关于电源扼流的用途，把阻抗特性应用于旁通电路的形成。由于直流重叠使其劣化，在使用条件下，需注意对应于自谐振特性，是否有剩余要求值。

# 切换电源电路应用对于电感器直流重叠特性影响的凡例

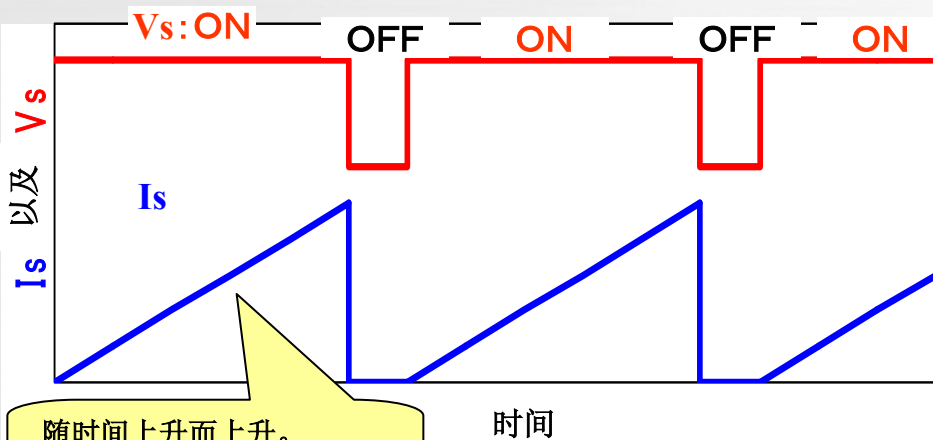
## ● 升压电源电路的凡例



当切换 IC 的  $V_s$  于 ON 时  $I_s$  流向 IC 通过电感器而升压。当切换于 OFF 时被加入输入电流后变换为输出电流。

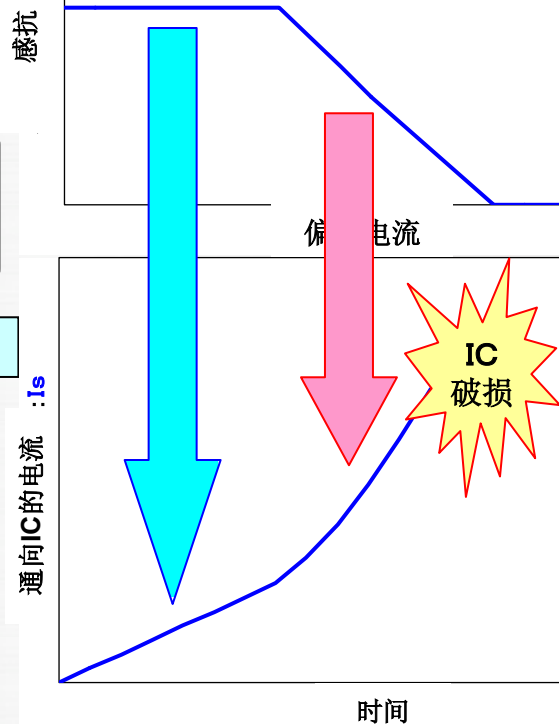
$V_s$  切换于 ON 后  $V_{in} = L \cdot dI_s / dt$  解析后  $I_s = V_{in} / L \cdot t$

电流随切换于 ON 的时间而增高、电感量小的话将迅速上升。请选定在时间内不超过允许电流的电感器。



随时间上升而上升。  
L 较小时将迅速上升。

## ● 直流重叠特性和 $I_s$ 的一般关系

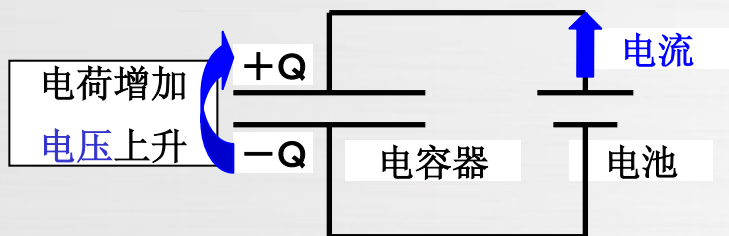


随着电流增加电感量变小，当更多的电流通过时，电感量将渐渐地降低，若超过允许电流时，将会破损……

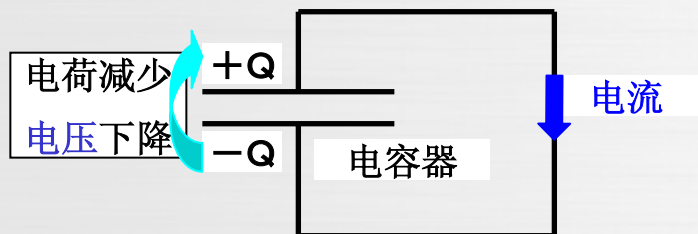
没有必要使电容量绝对不变，在设计上需有要求值。

电源 IC 高频率化后切换时间变短而不需要大的电感量。而且平的直流重叠特性并不是万能的。这时要求与 IC 和电源的设计相适应的特性。

### ● 电容器的充电



### ● 电容器的放电



电流是电荷量随时间的变化率

$$-i = dQ/dt$$

静电容量是电荷量与电压比例常数

$$Q = C \cdot V$$

电压，电流和静电容量的关系

$$-V = 1/C \cdot \int i dt \text{ 或者 } -i = C \cdot dV/dt$$

(电感器的等量关系式  $-V = L \cdot di/dt$ )

在电容器的两端加上电压后电荷被储存。相反，将储存有电荷的电容器两端短路后，成放电状态。

电荷的量与电压成正比。

(若是电感器、电流通过产生磁通。磁通量与电流成正比。)

电容器的静电容量是电荷量与电压的比例常数。(关于电感器，电感量是磁通与电流的比例常数。)

充电时或放电时的电流是电荷量随时间的变化率。

(关于电感，电压是磁通随时间的变化率。)

# 电磁兼容（EMC）的基础知识

# 主要的噪音种类

	内容	对策元件
辐射噪音	外漏的电磁波。发生源是信号线或电源线。各国规定值(VCCI, FCC, CISPR, EN 等)。	以BK(多层铁氧体绝缘珠)、角薄片电感器・FBM的铁氧体商品为主。也可以用电阻或电容器。
传导噪音 (杂音端子电压除外)	来自传递DC的电源线。发生源是DC/DC电源等。并伴有切换噪音。	在DC/DC中，以SMD电感器・NP、线圈薄片电感器・LB等的铁氧体的产品和电容器为主。
波动 电压(电流)	驱动IC时因发生电压下降所引起的变动。 对于CPU等消耗电力较大的电源线来说是问题。	以电容器为主。
静电	经摩擦带电而产生的放电现象。造成元件的破损或误动作的原因。	以片状压敏电阻器和二极管为主。 也可用电容器或绝缘垫(珠)。
浪涌噪音	瞬间产生的高电压・高电流。如打雷等自然现象，拔出插入电线插头时所发生的现象。	火花隙和压敏电阻器。低电压时用绝缘垫(珠)和电阻。



## 世界标准：CISPR

日本：VCCI class2（民用机器）

美国：FCC part15

欧洲：EN55022

其他各国：把CISPR作为基准来设定规定值



VCCI规定30~1000MHz为频率区域。其他的请参照下一页。

**1. CISPR11 群2 组 B (1999 用于工业, 化学, 医疗)**

以内藏频率400MHz以上的机器为对象

额定频率: 1~2.4GHz带

额定值: 70dB  $\mu$ V/m以下(电场强度3m)

**2. CISPR22 CIS/G/210/CD (2001 IT机器)**

内藏频率200MHz以上的机器为对象

额定频率: 1~2.7GHz带

额定值: 平均50dB  $\mu$ V/m以下

最大70dB  $\mu$ V/m以下(电场强度3m)

**3. FCC Part15 (IT机器)**

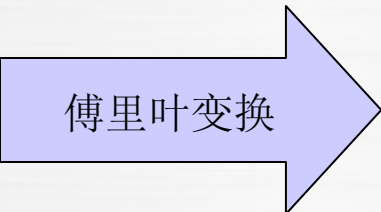
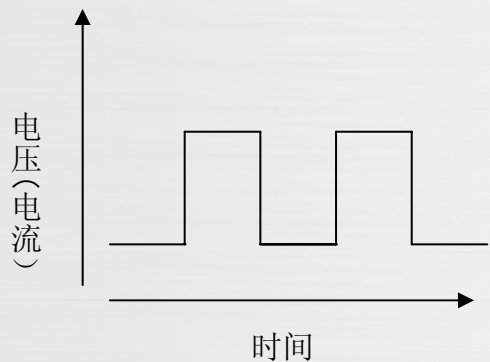
工作于108~500MHz时, 有必要测试到2GHz

工作于500~1000MHz时, 有必要测试到5GHz

# 辐射噪音的机能 1

数码波形

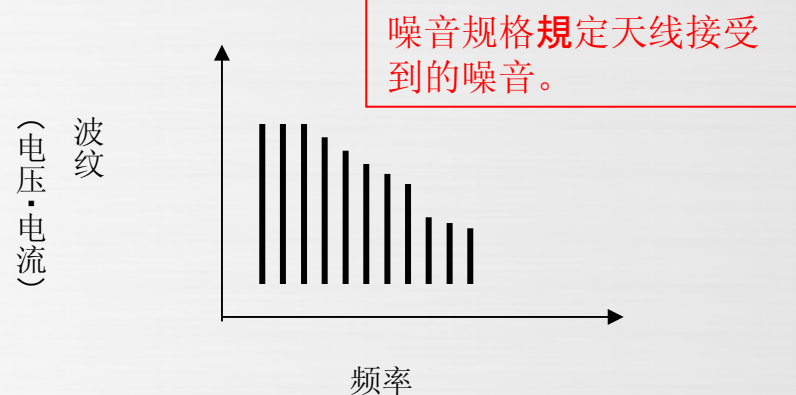
测试仪：示波器



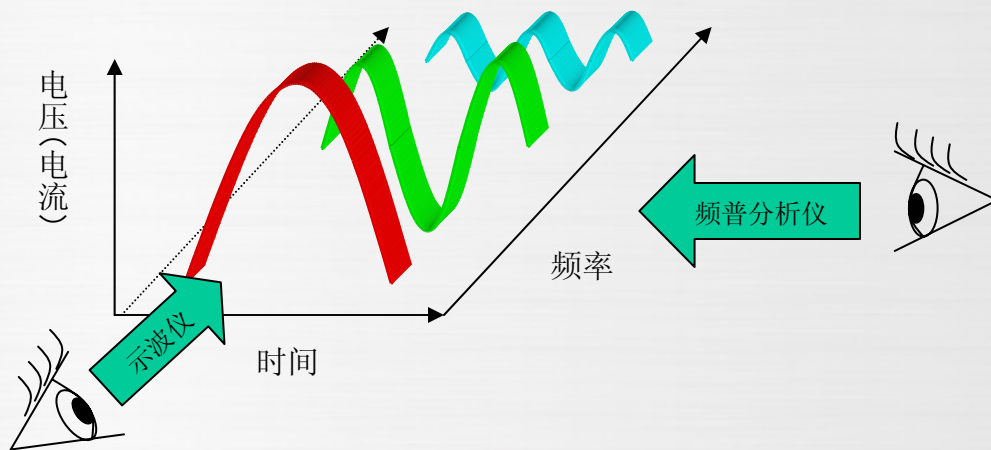
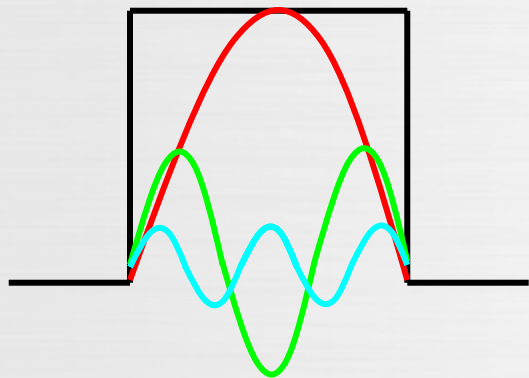
时间轴变换成频率轴

频谱

测试器：频谱分析仪

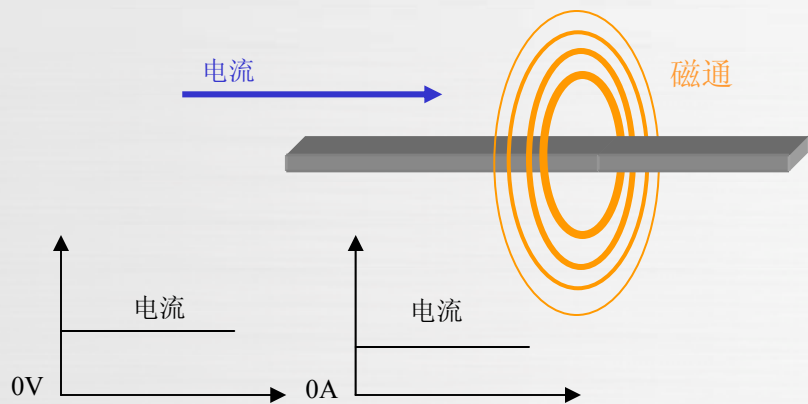


数码波形是由多种频率汇集而成

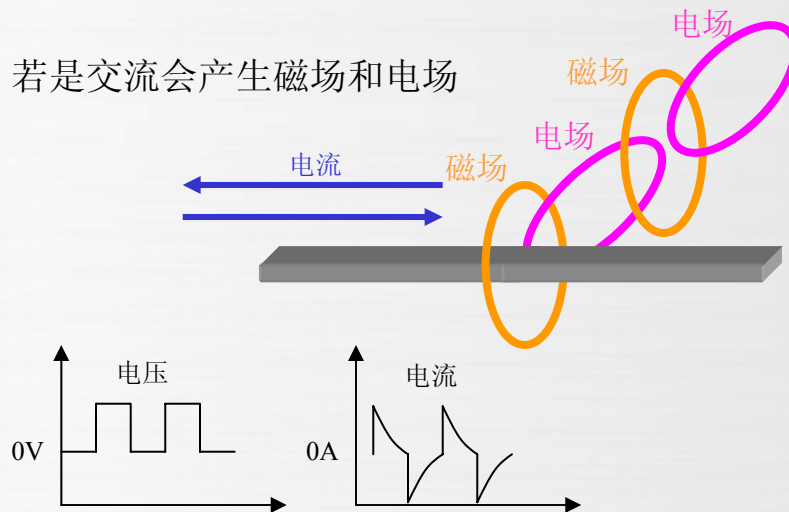


# 辐射噪音的机能 2

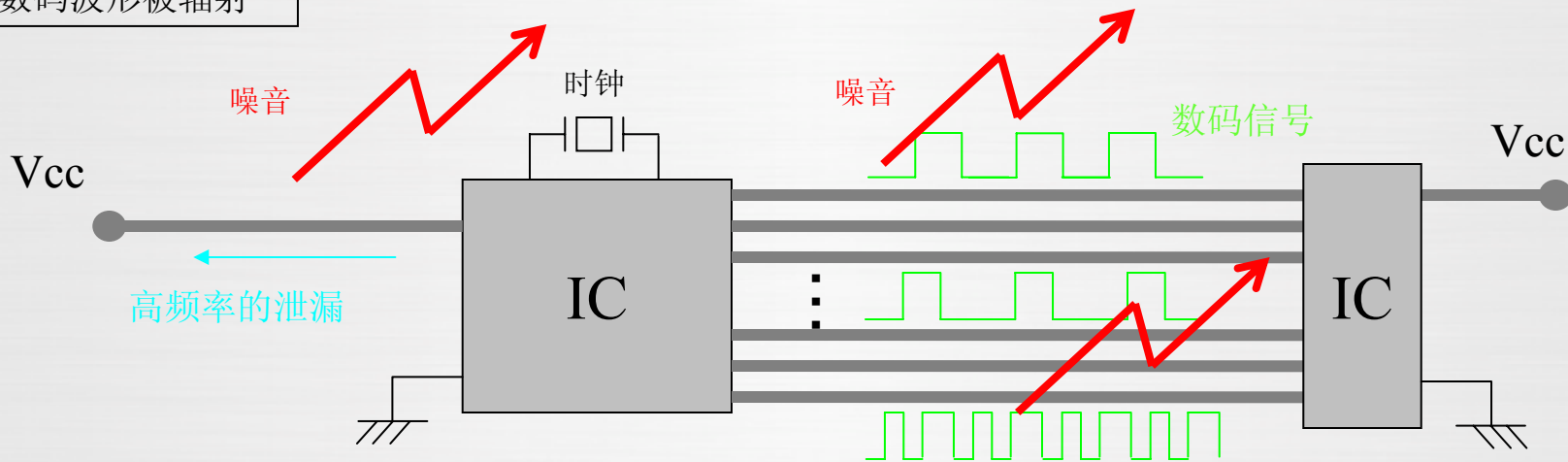
仅有直流时只产生磁通



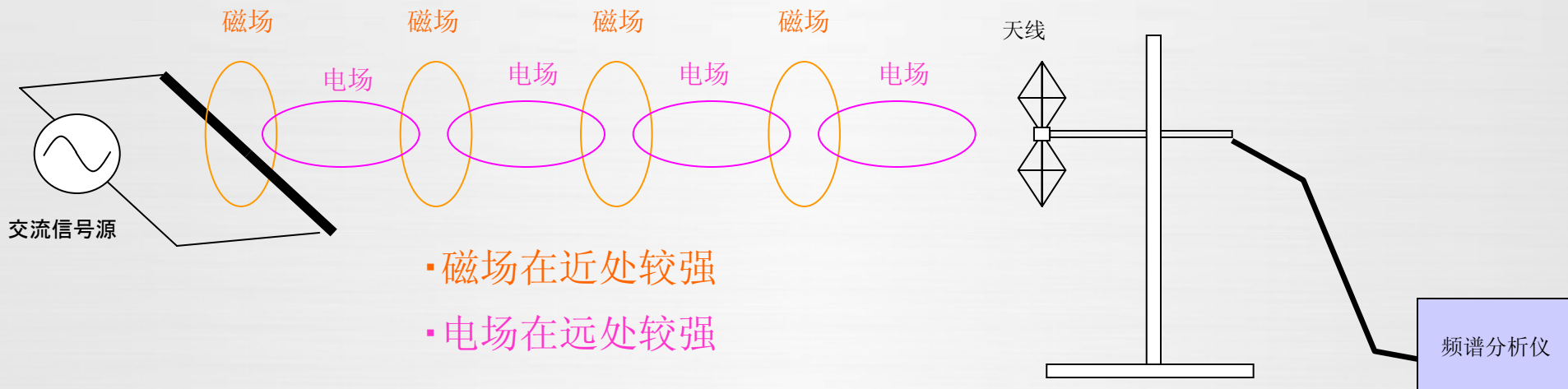
若是交流会产生磁场和电场



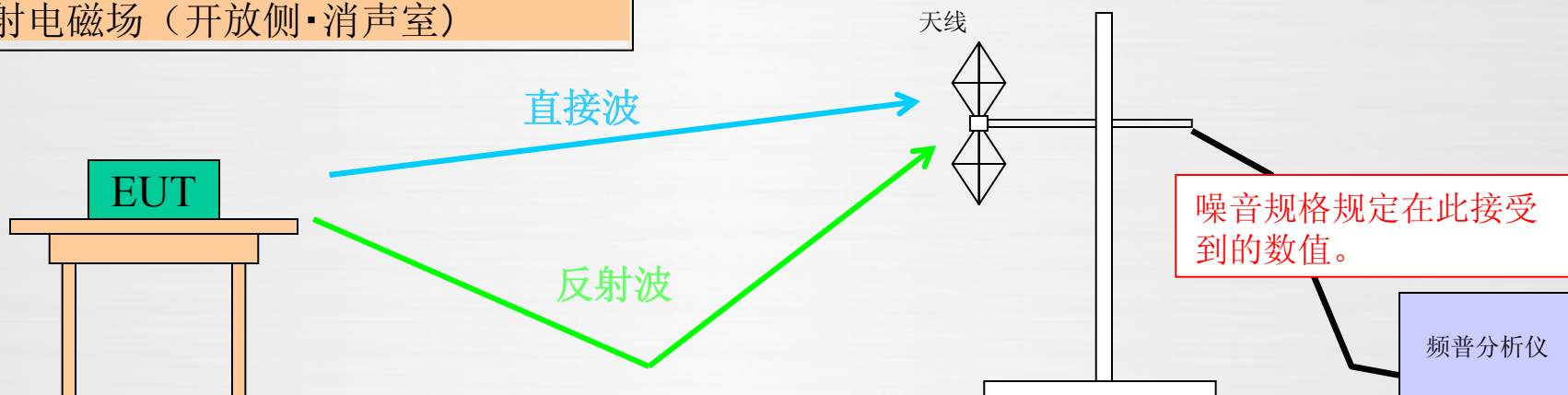
从数码波形被辐射



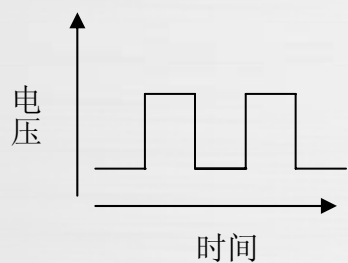
# 辐射噪音的机能 3



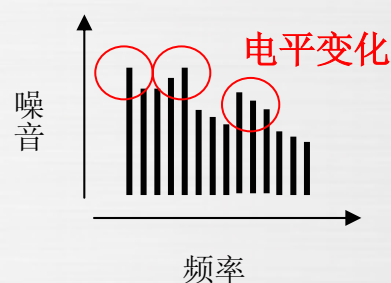
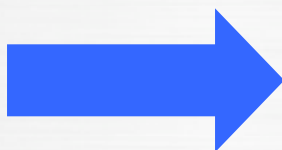
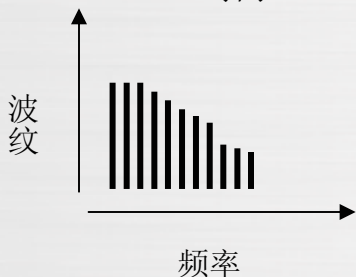
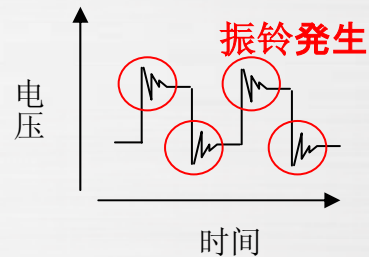
## 测试辐射电磁场（开放侧·消声室）



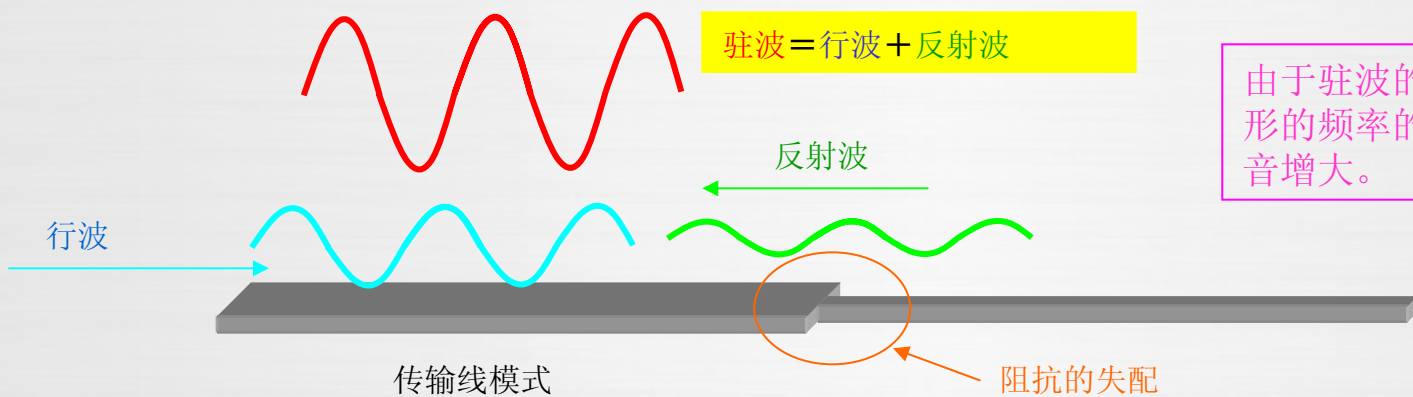
# 辐射噪音的机能 4



频谱随波形的失真而变化



原因: 传输线的失配



由于驻波的产生，形成数码波形的频率的振幅扩大，导致噪音增大。



*Fin.*

回到目录

**TAIYO YUDEN CO., LTD.**

<http://www.ty-top.com>

