



# 功率电感器产品介绍

## INTRODUCTION TO POWER INDUCTOR & PRODUCTS

**报告人： 牙华政**

**日期： 2010-10-22**

东莞市铭普实业有限公司

电话: (86-769081701560/61/62)

传真: (86-769081701563)

网址: [www.mnc-tek.com](http://www.mnc-tek.com)

2010年11月4日星期四

# 我们的约定

---

1. 请关闭移动电话或调为静音模式，保持教室宁静；
2. 上课期间请勿任意走动、交谈、接听电话；
3. 请勿将点心带入课堂；
4. 请勿在室内吸烟；
5. 注意以最佳状态投入到学习中。

感谢您的合作！



# 培训教材

---

**课程名称：功率电感器及介绍**

**教材版本：A**

**适用范围：功率电感器设计人员、生产人员、技术人员及应用者**

# 培训教材(一)

---

**课程名称：功率电感器介绍**

**教材版本：A**

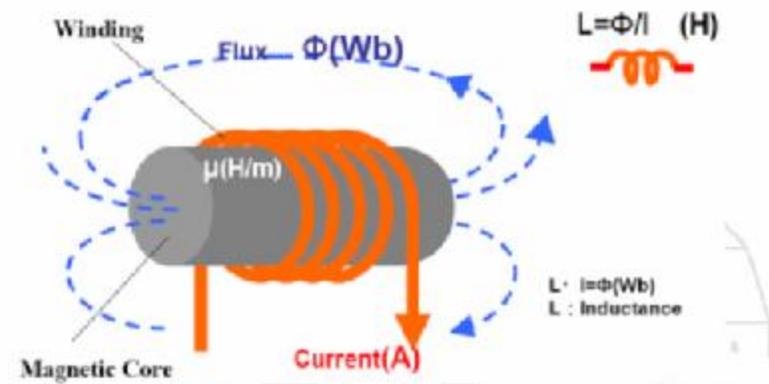
# 导读

---

1. 功率电感器的介绍
2. 产品的用途及分类
3. 产品展示
4. 产品的拓朴结构、工作原理及典型应用线路
5. SMD产品的制造工艺
6. DIP产品的制造工艺
7. 电感器主要原材料
8. 术语定义、产品特性和测试原理
9. 电感器之行业标准
10. 电感器产品之命名原则

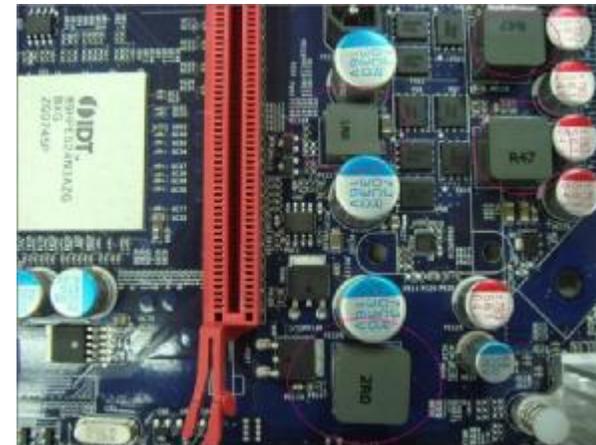
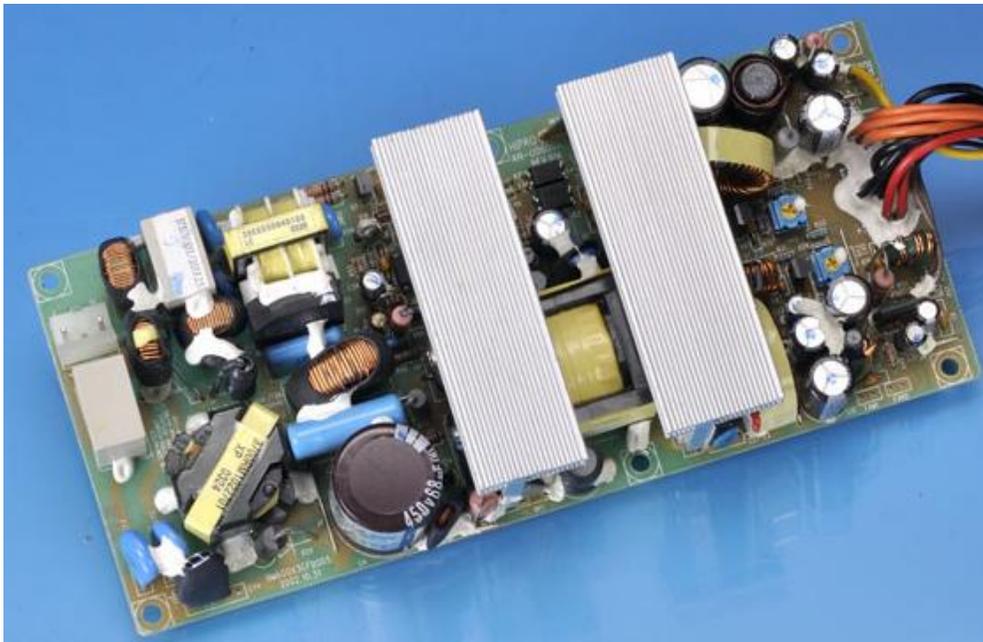
# 1. 功率电感器的介绍

- 何为电感?
- 在电路中，当电流流过导体时，会产生电磁场，电磁场的大小除以电流的大小就是电感，电感是衡量线圈产生电磁感应能力的物理量。给一个线圈通入电流，线圈周围就会产生磁场，线圈就有磁通量通过。通入线圈的电源越大，磁场就越强，通过线圈的磁通量就越大。实验证明，通过线圈的磁通量和通入的电流是成正比的，它们的比值叫做自感系数，也叫做电感。如果通过线圈的磁通量用  $\Phi$  表示，电流用  $I$  表示，电感用  $L$  表示，那么  $L = \Phi / I$



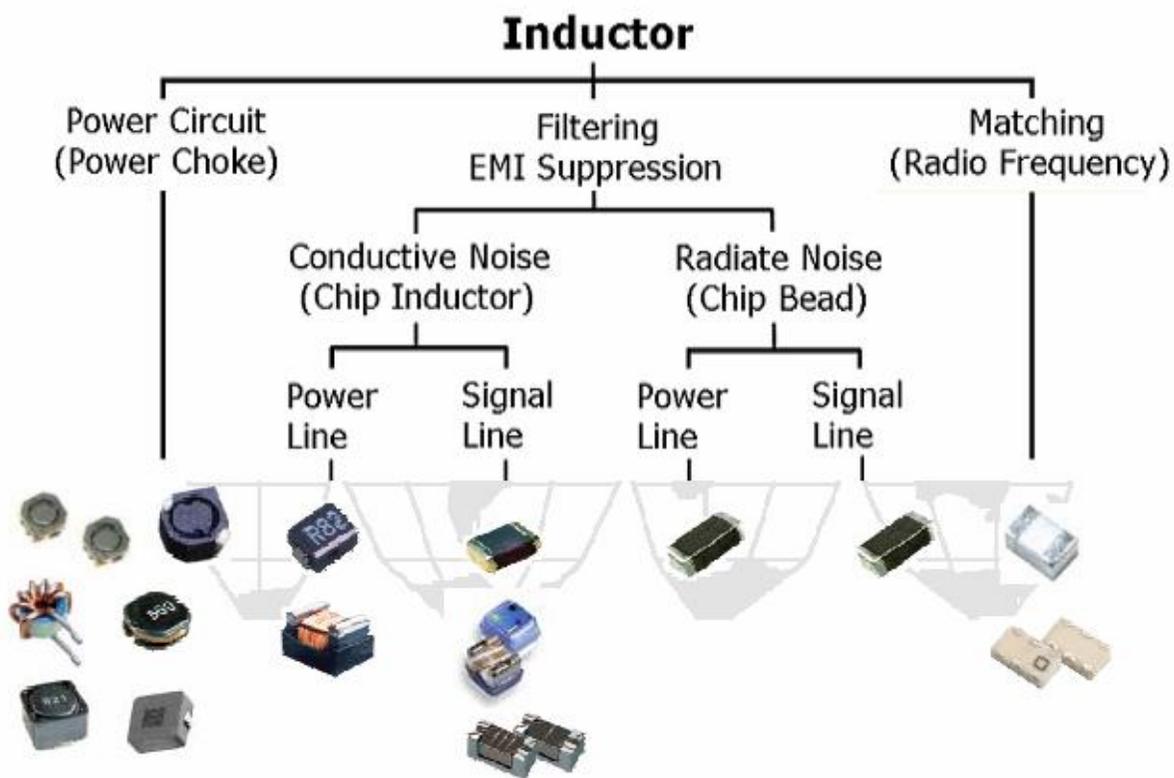
## 2.产品的用途及分类

- 2.1. 电感做为稳定电流的元件,亦可作为相位匹配的元件,当然,电感的用途更用多样的变压,如,滤波,储能,放能,谐振等等



## 2. 产品的用途及分类

- 2.2 产品的分类:
  - 2.2.1 产品依据用途，可以分为以下:



## 2. 产品的用途及分类

---

- 2.3 产品的分类:

- 2.2.2 产品依据客户焊接类型，可以分为两类:

- a. 表面贴装元件 (SMT, Surface Mount Type)



- b. 插件元件 (TH, Through-Hole Type)



## 2. 产品的用途及分类

---

- 2.3 产品的分类:

- 2.2.3 产品依据磁路分,为开放式及屏蔽式

- a. 开放式:



- b. 屏蔽式,



## 2. 产品的用途及分类

---

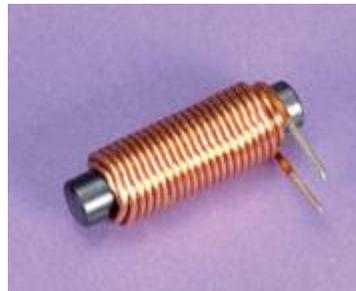
- 2.3 产品的分类:

- 2.2.4 产品外型分,为空芯线圈及实芯线圈

- a. 空心线圈



- b. 实心线圈



## 2. 产品的用途及分类

---

- 2.3 产品的分类:

- 2.2.5 产品按电感量分,为固定电感及可变电感

- a. 固定电感器



- b. 可变电感器



## 4. 产品的拓朴结构、工作原理及典型应用线路

### • 4.2 工作原理:

- ◆ 電感是指線圈在磁場中活動時，所能感應到的電流的強度。
- ◆ 單位是「亨利」(H)。
- ◆ 自感公式
- ◆ 一個典型的電感元件中，在其幾何與物理特性都固定的情況下，產生的電壓如下：

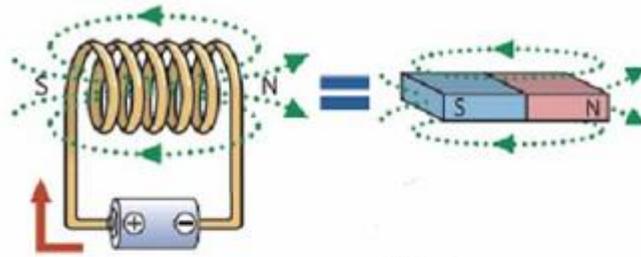
$$V = L \frac{di}{dt}$$

- ◆ V 是產生的電壓，單位是伏特。
- ◆ L是裝置的電感，單位是亨利。
- ◆ di/dt是電流的時變率，單位是安培/秒。
- ◆ 電感的作用是阻礙電流的變化，但是這種作用與電阻阻礙電流流通作用是有區別的。電阻阻礙電流流通作用是以消耗電能為其標誌，而電感阻礙電流的變化則純粹是不讓電流變化，當電流增加時電感阻礙電流的增加，當電流減小時電感阻礙電流的減小。
- ◆ 電感阻礙電流變化過程並不消耗電能，阻礙電流增加時它將電的能量以磁場的形式暫時儲存起來，等到電流減小時它也將磁場的能量釋放出來，反正就是阻礙電流的變化。

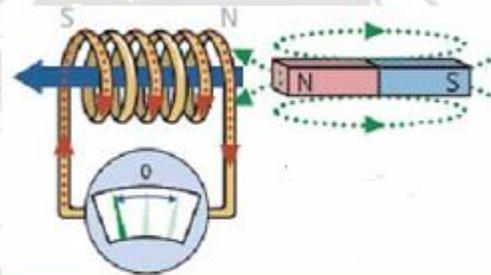
# 4. 产品的拓朴结构、工作原理及典型应用线路

- 电感器工作原理详解

Ampere's law  
(電->磁)



Faraday's law  
(磁->電)



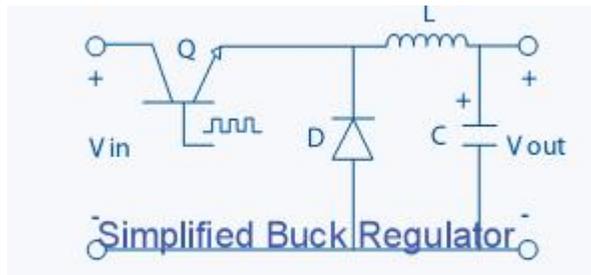
How can inductance (L) be increased?

The diagram shows a small coil on the left with three arrows pointing to three larger coils on the right, each representing a different method to increase inductance:

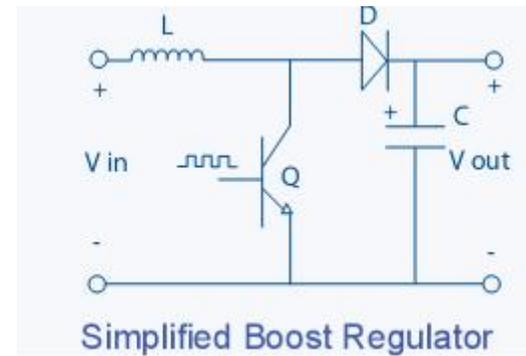
- By increasing coil diameter ( $S$ )
- By increasing the number of turns ( $n$ )
- By using a magnetic core ( $\mu$ )

## 4. 产品的拓朴结构、工作原理及典型应用线路

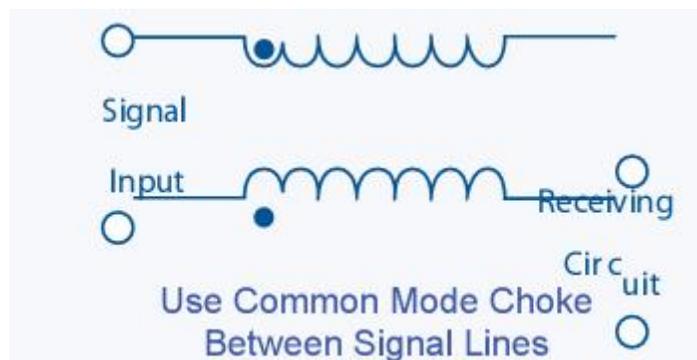
### 电感器的应用连接图



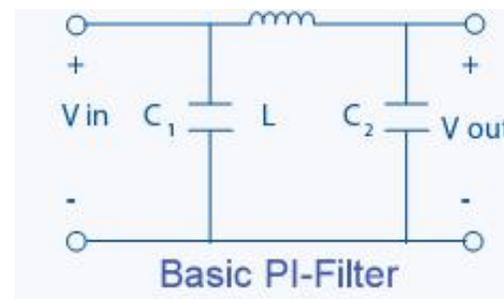
Buck Regulator (DC-DC)



Boost Regulator (DC-DC)



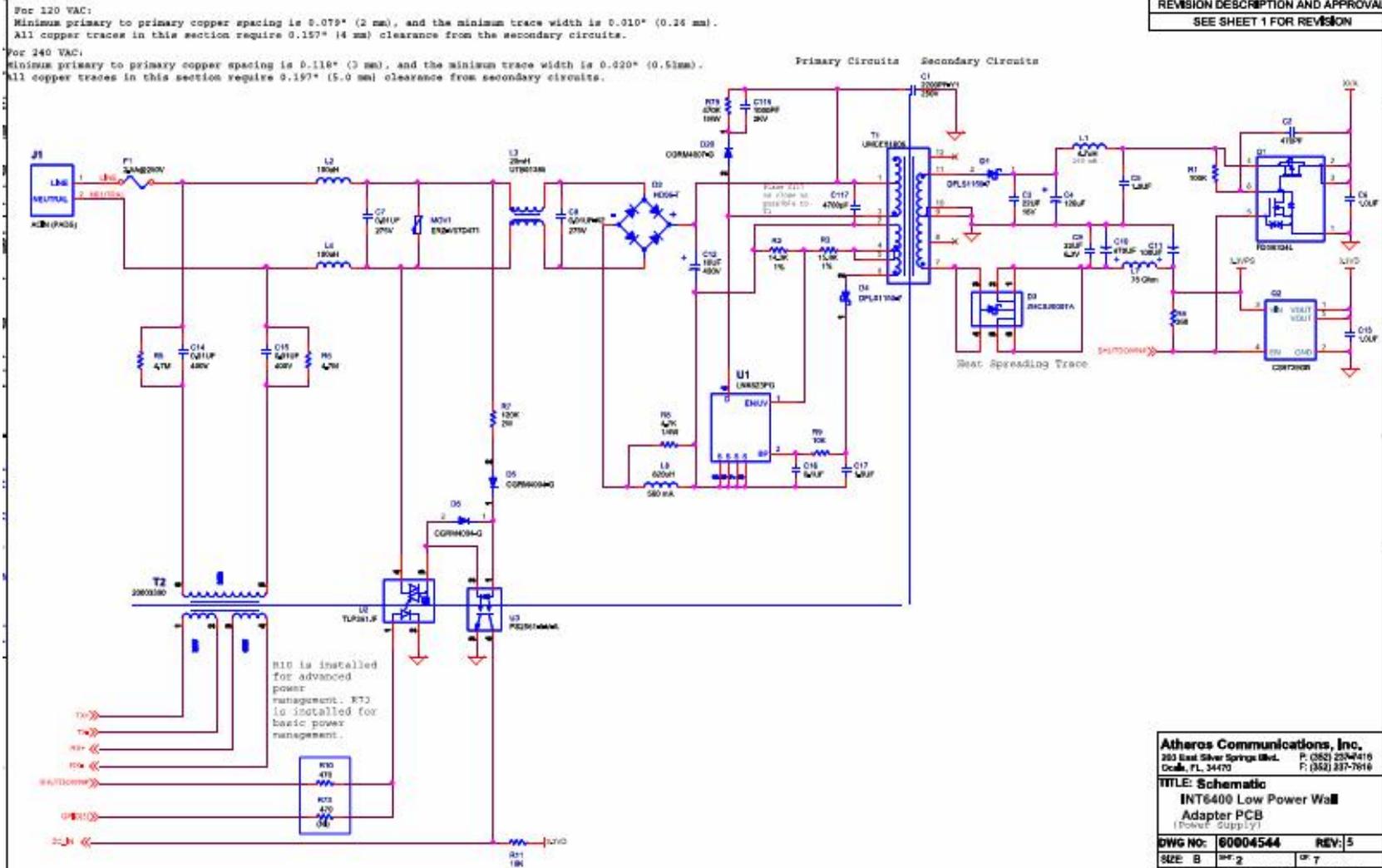
Common-Mode Choke



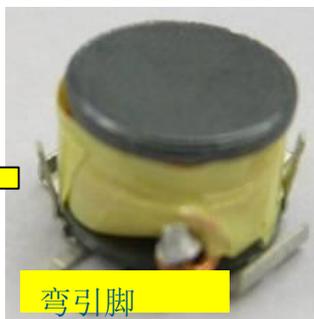
PI-Filter

# 4. 产品的拓朴结构、工作原理及典型应用线路

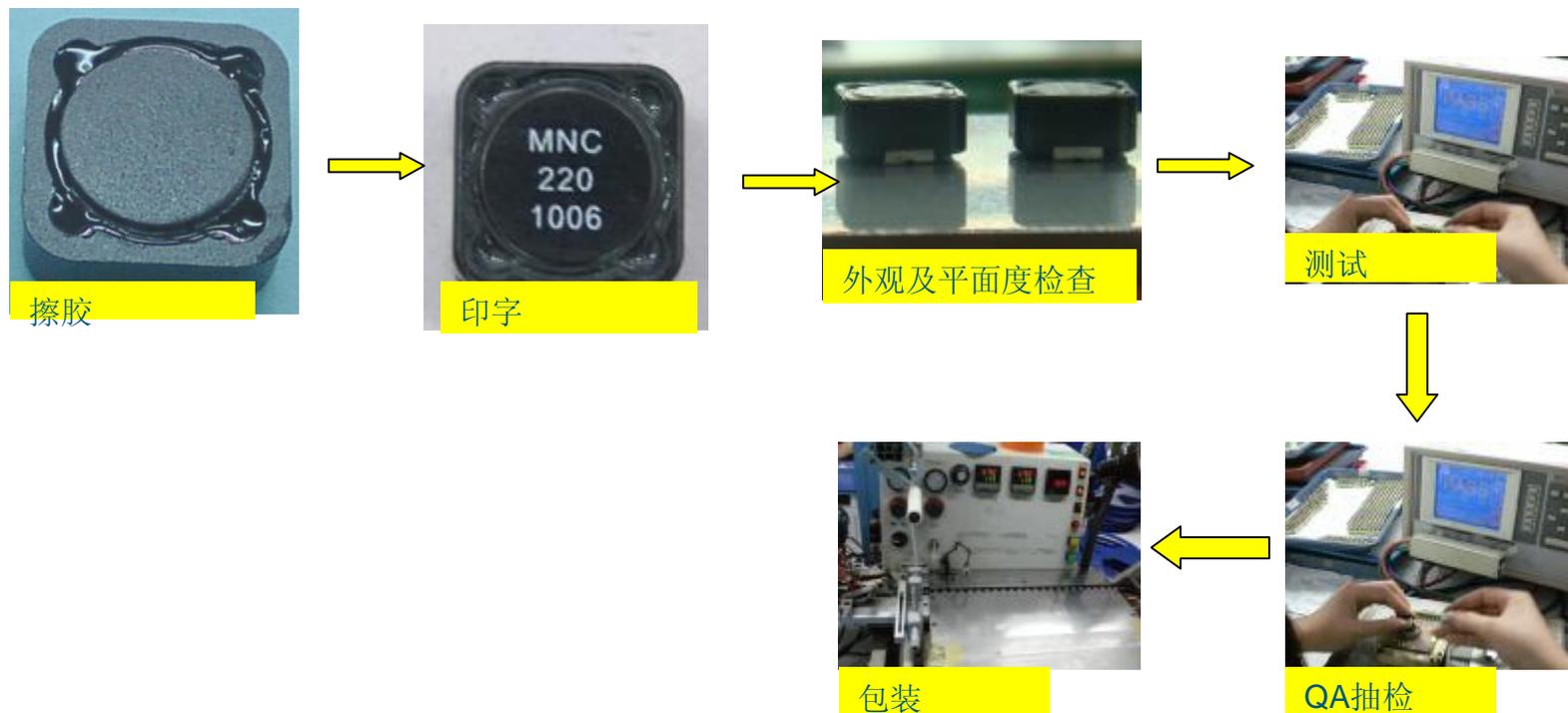
## 4.5 典型应用线路(Typical Application Notes)



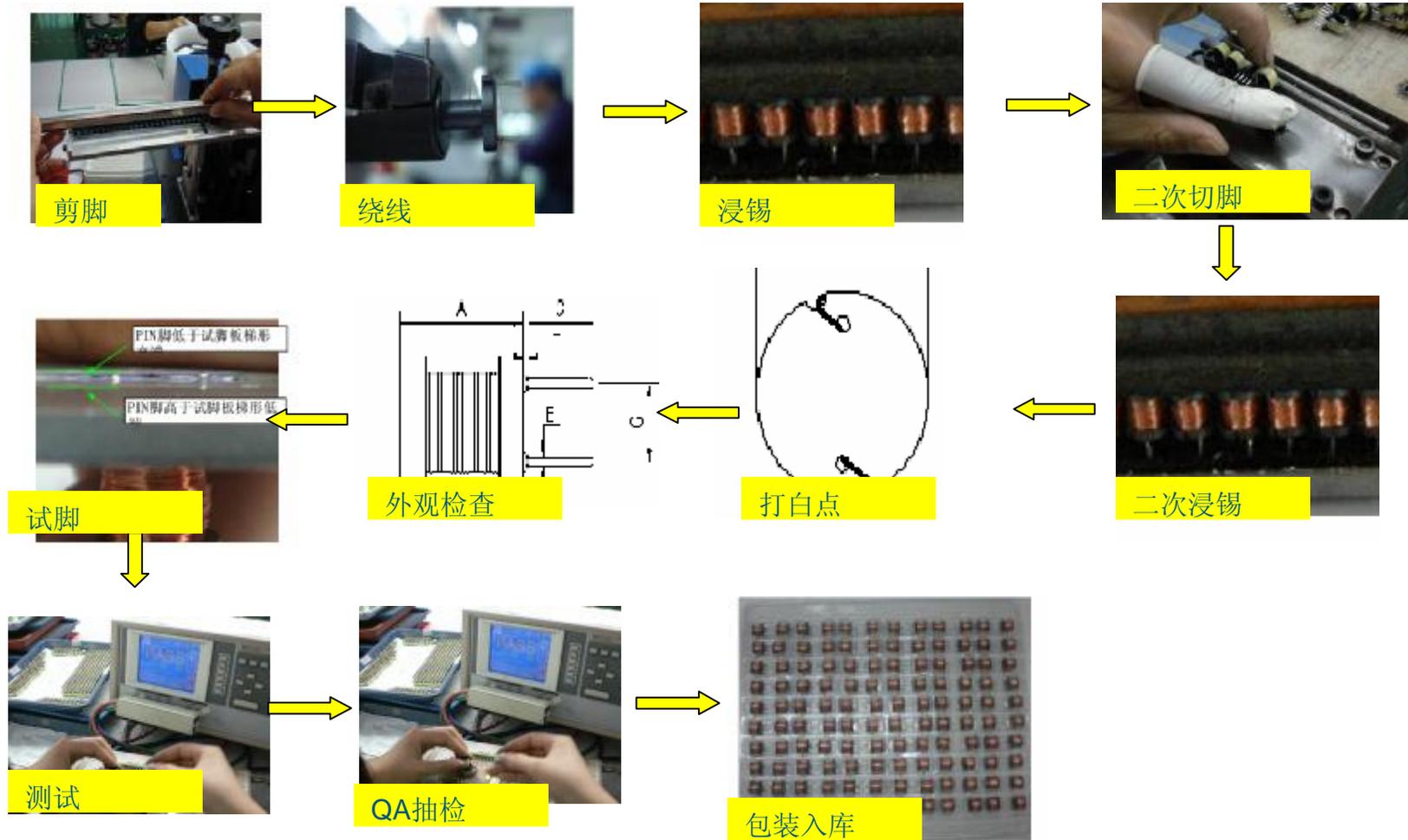
# 5. SMT产品的制造工艺(1)



# 5.SMT产品的制造工艺(2)



# 6. DIP类产品的制造工艺(1)



## 8. 功率电感器主要原材料

---

1. 磁性部件: 磁芯
2. 电性部件: 漆包线
3. 塑胶部件: 胶壳/BASE
4. 金属部件: 料片
5. 粘接材料: 环氧树脂
6. 辅助材料: 焊接材料/助焊剂

# 8. 电感器主要原材料

## 1. 磁芯

### 1.1 磁性材料的分类

1.1.1 软磁材料，软磁材料是指本身没有磁性，通电后容易于被磁化，去电后易于退磁的磁性材料。

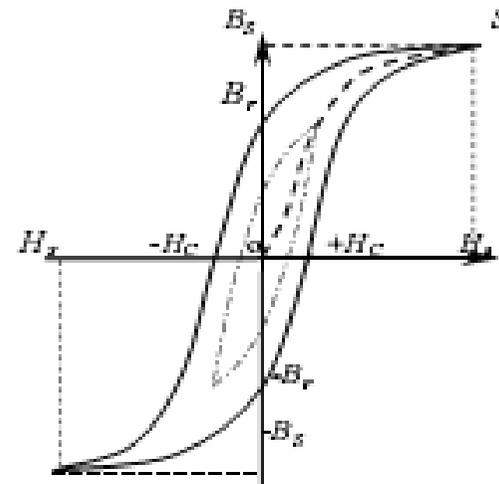


图 4-3 磁芯的磁滞回线

1.1.2 硬磁材料: 本身带有磁性，如永久磁铁。

## 8. 电感器主要原材料

---

- 1.2 锰锌
- 我们行业中的功率共模电感产品所用的磁芯是锰锌材料， $\mu_i=2.3K-15K$ , 磁导率



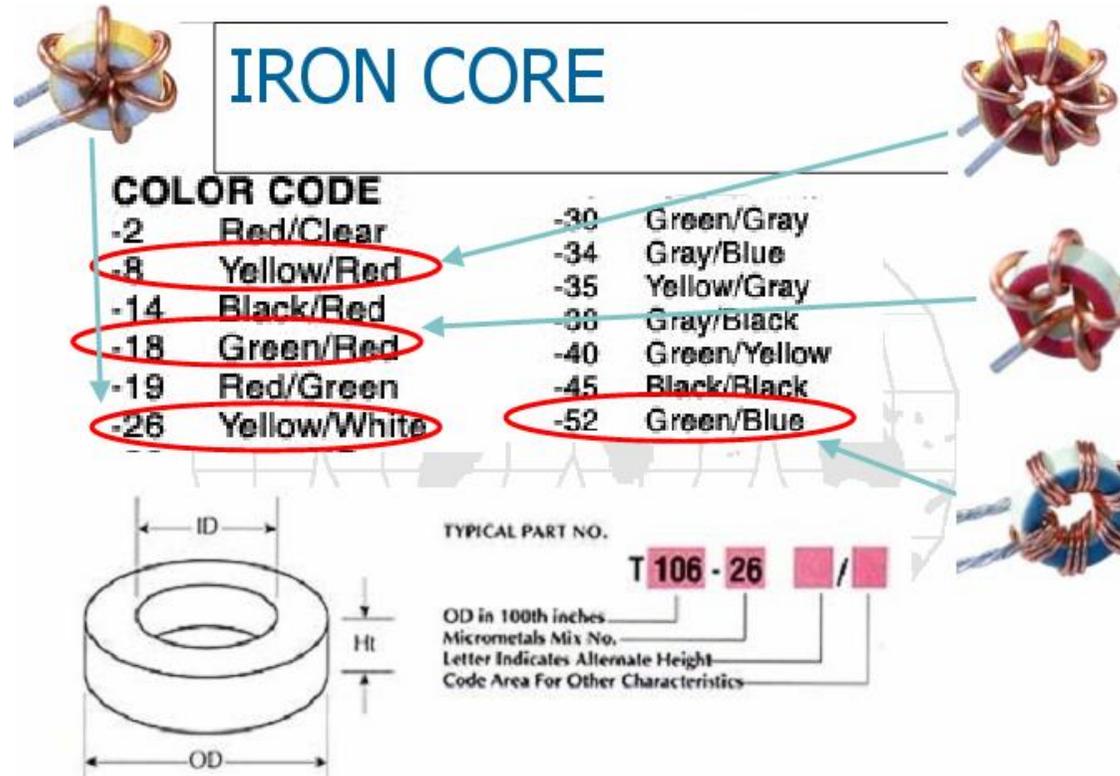
# 8. 电感器主要原材料

- 1.3 镍锌
- 我们行业中的功率电感器产品所用的磁芯是镍锌材料，是电感器领域中广泛使用的磁性材料。
- $\mu_i=250-1000$ , 磁导率



# 8. 电感器主要原材料

- 1.4 铁粉芯
- 我们行业中的大功率扼流圈产品所用的磁芯是铁粉芯材料,
- $\mu_i=6-100$ , 磁导率



# 8. 电感器主要原材料

---

- 1.3鐵芯材料的基本參數

- a). 有效磁導率:  $\mu = (1/\mu ) \lim (B/H)$  , 磁化曲線始端磁導率的極限值.
- b). 初始磁導率:  $\mu = (L/4 \pi n ) \times (1/A ) \times 10$  , 在漏磁忽略的閉合磁路中.
- c). 飽和磁感應強度Bs: 加磁場至飽和時的值.
- d). 剩餘磁感應強度Br: 從飽和狀態去除磁場后,剩餘的.
- e). 矯頑力Hc.
- f). 溫升系數 $\mu$ .
- g). 居里溫度Tc, 在該溫度下磁芯狀態從鐵磁性轉變為順磁性.
- h). 磁芯損耗Pc: 磁芯在工作磁感應強度時的單位體積損耗.
- i). 電感系數AI: 電感系數是磁芯上每一匝線圈產生的自感量.

$$AL=L/N^2$$

式中L为装有磁芯的线圈的电感量(H), N为线圈匝数。

# 8. 电感器主要原材料

- 材料的特性与应用

特 性	要 求	應 用 重 點
→ 導磁率 ( $\mu_i, \mu_m$ )	高	可減少繞線圈數, 降低繞線電阻及潛佈電容, 以小體積可得到大電感量
→ 飽和磁束密度 (Bs)	高	可容許大磁場大電流, 小體積大功率
→ 保磁力 (Hc)	低	降低磁滯損提高效率
→ 殘留磁束密度 (Br)	低	提高動作範圍, 減少損失
Q	高	高角形比, 適用於磁氣放大器
居理溫度 (Tc)	高	視用途而定
→ 電阻係數	高	高於最高動作溫度即可
→ 溫度、磁場、頻率、時間、機械特性		減少渦流損及線圈絕緣之困擾
→ <b>Power Loss</b>		越穩定越好

# 8. 电感器主要原材料

---

## 2. 漆包线

我們常用的漆包線是直焊性聚胺脂(Polyurethane)漆包线，主要是采用NEMA(美国电气制造协会)的標準與JIS標準，兩者有相同的要求，也有不同的要求，

- 1) 比如對於針孔試驗，NEMA要求高壓針孔試驗，而JIS要求鹽水針孔試驗，
- 2) JIS與NEMA對漆膜的厚度的分法不同. JIS分為四種厚度膜0種、1種、2種、3種，依次從厚到薄，我們常用第2種線，如2UEW;

NEMA常用四種構造, Single Build, Heavy Build, Triple Build and Quad Build, 前者叫單被覆, 后者叫雙被覆, 三被覆和四被覆。我們常用漆包線的耐温等級有以下 3 種:

(依NEMA標準分類)

- a). MW-28C, 使用于Class B (130°C)絕緣系統, 為UEW外覆Nylon漆包線.
- b). MW-80C, 使用于Class F(155°C)絕緣系統, 為UEW外覆Nylon漆包線.
- c). MW-76C, 使用于Class H (180°C)絕緣系統, 為PEW外覆Nylon漆包線.

# 8. 电感器主要原材料

---

## 3. 塑膠部件

3.1 常見的有4種, Base 以及Case.

a). Case與Base用來支撐與保護Core與線圈.

3.2 塑膠材料分為熱固型材料與熱塑性材料, 前者成型后堅硬較脆加溫變形, 后者且具有可回收性.

铭普公司一般用到以下具體的材質:

a). 熱固性塑膠(電木): PM9820、PM9630、DAP等.

b). 熱塑性材料: 尼龍PBT、PET、LCP、PPS等.

SMT BASE系列产品的BASE 材質有, LCP+C5191  
CM系列产品的BASE材质有, 电木DAP WH-9100..

# 常用塑膠材料優缺點

塑 膠	優 點	缺 點
ABS	良好耐沖擊,價廉	抗有機溶劑和熱時效性能較差,
PBT	良好的流動,潤滑,電氣,化學和熱性能	較高的收縮率
PET	與PBT比較,減少翹曲,較耐熱	流動性較PBT差,對潮濕敏感
PCT	較高的耐熱性,良好的流動和抗化學性	較脆,製程條件範圍窄
PC	良好的耐衝擊,尺寸穩定性,透明,耐熱	抗化學性和流動性差,應力破碎
PPO	良好的耐熱及部分抗化學特性	流動性差,可著色性差
Nylons	良好的流動性,耐熱,耐衝擊	吸濕,尺寸穩定性差
PPS	流動性佳,耐高溫,抗化學性良	較脆,易產生毛邊,可著色性差
LCP	流動性佳,耐熱耐燃性良,良好的電氣性	接合線強度差,可著色性差,成本高,

# 8. 电感器主要原材料

---

## 4.金属部件: 料片 / 弹片

- 4.1 用途: 产品的管脚, 与客户的主板接触, 从而形成电气连接。
- 4.2 基本要求: 良好的导通性能, 不能氧化。
- 4.3 铭普的料片/针脚种类:
  - SMD系列, 五金端子, 磷青铜(C5191), 红铜(C1100),黄铜(C2680)镀锡
  - DIP系列, tin plated CP wire(镀锡铜包钢线)

# 8. 电感器主要原材料

---

## 常用電鍍金屬及特性

- 铜

- (1)良好的导电性及导热性。
- (2)易氧化，尤其是加热更易氧化，不能做防护性镀层。
- (4)易電鍍，容易控制。

- 镍

- (1)电解镍有较高硬度。
- (2) 不易變色,在600 °C以上才被氧化。
- (3)镍抗腐蚀性比铜強，铜制品宜镀上镍。
- (4)镍易于抛光可做为电镀中间层。
- (5)具有抗腐蚀、耐磨、焊接性、磁性等性。

# 8. 电感器主要原材料

---

## 常用電鍍金屬及特性

- 錫

- (1)无毒性。
- (2) 容易焊接，导电性良好。
- (4) 硬度不高较柔软。
- (5)具有抗腐蚀、焊接性、等性。

- 金

- (1)有非常优良的导电性，不易腐蚀
- (2)金有优良的红外线反射性。
- (3) 抗酸性強，可抵抗大多數酸侵蚀。

# 8. 电感器主要原材料

---

## 5. 粘接剂

- E-500环氧胶
  - (1) 高粘度, 高触变性, 高粘接单组份环氧胶。
  - (2) 固化时间: 120°C 1H。
  - (3) 适用于变压器磁芯线线包的粘接。
- EP-399环氧胶
  - (1). EP399系高粘度、低触变性, 高粘接强度单液型环氧树脂接着剂
  - (2) 固化时间: 120°C 1.5H.
  - (3) 适用于CORE与金属BASE的粘接。
- E-516环氧胶
  - (1). E-516系低粘度、低触变性, 高粘接强度单液型环氧树脂接着剂
  - (2) 固化时间: 120°C 1.5H.
  - (3) 适用于DR RI CORE 的灌封粘接。

## 9. 术语定义、产品特性和测试原理

---

- 1. OCL(  $I_n$  uH OR mH)
- 2. Dc Resistance
- 3. Rated Current( $I_{rated}$ )
- 4. Heating Current
- 5. Saturation Current( $I_{sat}$ )
- 6. SRF (Self Resonant Frequency)
- 7. Q
- 8. Impedance
- 9. Operating Temperature Range

# 9. 术语定义、产品特性和测试原理

---

- 1.OCL
- 此电感器的特性,能抑制流经电感器之电流的改变,电感之电感量会受磁芯之材质,形状,尺寸,绕线的圈数及线圈的形状所影响.电感器的电感量通常用uH来表示:
- $1H=10^6uH$

# 9. 术语定义、产品特性和测试原理

---

- 2.DCR
- 电感线圈在非交流电下量得之电阻值,在电感设计中,直流阻抗越小越好,其量测单位为 ohm,通常标注其最大值.

## 9. 术语定义、产品特性和测试原理

---

### •3, Rated Current:

- 允许能通过一电感之连续直流电流强度.是电感器处在额定最高环境温度.的环境中,电感器温升最高时,可以连续流过直流电流的大小.与电感器绕组的大小有关.

## 9. 术语定义、产品特性和测试原理

---

- 4, Heating Current:

- 温升电流指通过一电感之连续直流电流,使电感器表面温度高于环境温度约40 °C的直流电流.一般来讲,其电感器有工作电流不要超过温升电流

# 9. 术语定义、产品特性和测试原理

---

## •5. Saturation Current:

- 饱和电流指在电感器中流过引起电感量下降一特定量的直流偏置电流. 电感量下降的值是从直流电流为0时的电感量开始计算.通常定义的电感值下降百分比有10%及20%.在储存能量的应用中,铁氧体磁芯的电感量下降规定为10%,铁粉芯类磁芯的电感量下降规定为20%.因此,直流偏置电流而致电感值下降的因素与磁芯的磁性有关,当超出最大的磁通量密度点以后,磁心的导磁率会降低.因此,电感值会因而下降.

# 9. 术语定义、产品特性和测试原理

---

## •6. SRF

- 电感器中的分布电容与电感形成谐振时的频率.此时电感的感抗等于电容的容抗.并相互抵消.电感在自谐频率点时,显再出高阻抗值的纯电阻状态.
- 分布电容是由于各层线圈一层屋叠着并且是绕在磁芯上而形成的.此电容是并联于电感.当频率高于自谐频率时,此并联之容抗会主导元件的特性.
- 而且,此电感之质因数于自谐频率时会为零.因此时之感抗等于零.自谐频率以MHz MIN.标示.

# 9. 术语定义、产品特性和测试原理

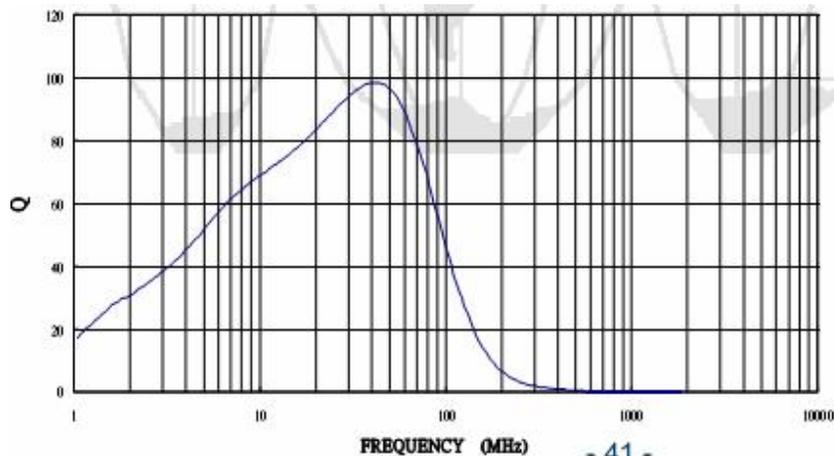
## •7. Q值

•电感器的品质因系数是量测一电感相对损耗的指标.它的定义为

•感抗(XL)与有效电阻(Re)之比.如下:

$$Q = XL/Re = 2\pi fL/Re$$

• 因为感阻及有效电阻都关系于频率.当要确定品质因素时需要指定一测试频率.品质因素是一钟型曲线.有效电阻是由直流电阻,铁芯损耗及集肤效应引起的.



# 9. 术语定义、产品特性和测试原理

---

## •8. Impedance

- 一电感的阻抗值是指其在交流电流下所有阻抗的总和,包含了交流及直流的部份,直流部份的阻抗仅仅是绕线的直流电阻.交流部份的阻抗值则包括电感的电抗.表达式如下:

- $Z=XL=2\pi fL$

# 9. 术语定义、产品特性和测试原理

---

- 9.Operating Temperature range

- 元器件可以持续操作的整体环境温度范围.操作温度不同于储存温度.因操作温度范围包括器件本身的热功耗,功耗导致组件自身温度高于环境温度.因此,最大操作温度应低于最高的储存温度

- **最大操作温度=储存温度-自身温升.**

# 10. 电感器之行业标准

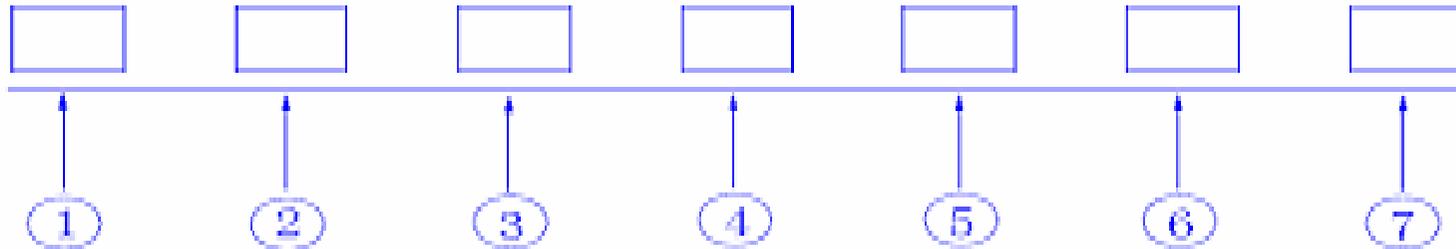
---

- 国标:GB/T15290
- 电子设备用电源变压器和滤波扼流圈总技术要求
- 该要求强度对产品的可靠性的验证要求.



PDF Document

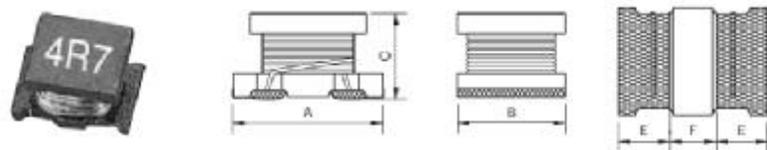
# 11. 电感器之编码原则



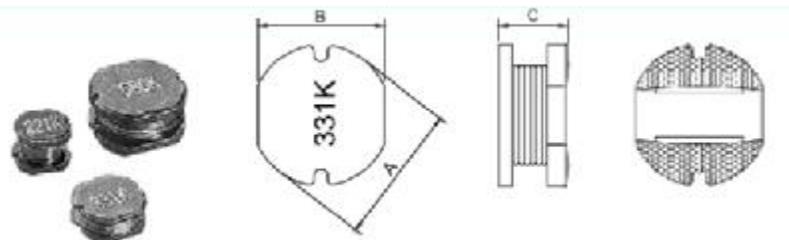
- 1.表示MNC-TEK的缩写M,代表铭普.
- 2.表示产品型号,如DR,PK,DRI,DRH,CEP,TC,TBC等。
- 3.表示产品尺寸,如DR43中的43,磁环T10X6X4中的1064,DRH127中127,T106-52中的10652等等
- 4.表示铭普产品特有类别标示方式,如S-Surface mounting 贴片类,C-SMT CASE类,D-Dip 插件类等
- 5.表示是否符合ROHS,如G-GREEN ROHS completed。
- 6.表示感量大小,如101表示 $10 \times 10$ 的一次方=100uH,102表示1000uH,6R8表示6.8(R表示小数点)
- 7.表示电感公差,如G表示 $\pm 2\%$ ,J表示 $\pm 5\%$ ,K表示 $\pm 10\%$ ,L表示 $\pm 15\%$ ,M表示 $\pm 20\%$ ,N表示 $\pm 30\%$ 等。

# 11. 电感器之编码原则

- 铭普部分贴片电感产品图片及名称实例列举:
- 1.MSDR321618SG100M ,MSDR322520SG100M,MSDR453226SG100M

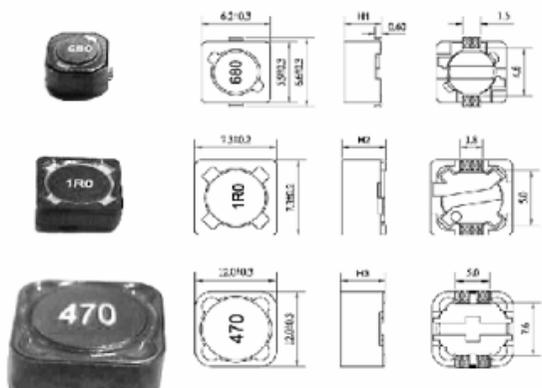


- 2.MDR43SG101K MDR54SG101K MDR75SG101K MDR105SG101K



# 11. 电感器之编码原则

- 铭普部分贴片电感产品图片及名称实例列举:
- 3. MDRH62SG100M MDRH73SG100M MDRH74SG100M MDRH127SG100M



- MDRH5D28RSG100M MDRH103RSG100M MDRH104RSG100M MDRH105RSG100M

