

名目

第一部份 根底篇

其次部份 实际篇

第三部份 理论篇

第一局部 根底篇

磁性材料分类

按作用分类:

- **软磁:** 各种电感, 磁芯; (主要参数 Q , μ i 等)
- **硬磁:** 马达, 录音器, 机; (主要参数磁能积($BrHc$))
- **旋磁:** 雷达, 通讯, 导航
- **压磁:** 电磁能转化为机械能: 超声器件
- **矩磁:** 磁性存储器

按材料分类:

- **金属类:** 铁、铁镍合金(坡莫合金) 等 (应用于低频场合, 如家用电 50Hz 变压器铁芯, 饱和磁束密度大, 电阻率低)
- **非金属类:** 铁氧体、稀土等 (高频、超高频场合, 如电子应用, 饱和磁束密度小, 电阻率高)

热点争论

非晶和纳米晶磁性材料 (高 μ 高 Bs , 满足组件薄膜化, 小型化, 集成化要求)

非晶: 用快淬法、雾化法、溅射法等方法得到 (如薄膜电感), 根本没有晶粒生长。

纳米晶: 铁氧体晶粒尺寸在纳米级别($10^{-9}m$) (可由非晶经过肯定条件退火使晶粒再长成纳米晶)

保磁精陶部：

主要产品：

1. 镍锌铁氧体产品：一般做扼流电感（通过直流电，阻挡沟通电），如 5750，4532，3225，3220 等。
2. 白色陶瓷：做铁氧体电感或空心电感基座（支撑作用）。如，1704，5P，小 5P，1121 等等。

Ni-Zn 铁氧体

材料分类：

1. 磁导率：高磁导率材料(>1000)、常规材料(200-1000)和低磁导率材料(<200)
2. 烧结温度：高温烧结材料(>1200℃，无 CuO)、中温烧结材料(1000-1200℃，一般加CuO)、低温烧结材料(850-950℃，除氧化铜，还有 Bi₂O₃，V₂O₅，Co₂O₃ 等，用于多层片式化组件，与银(Ag)内电极共烧，进展主流)
3. 其它：绿色材料(Pb、Cd、Hg 等含量很少)，低损耗材料，高B_m材料(承受偏压电流力量强)

组件分类：

1. 成型生产方式：

迭层式成型 :TDK 的交迭印刷法, 村田公司的流延印刷法

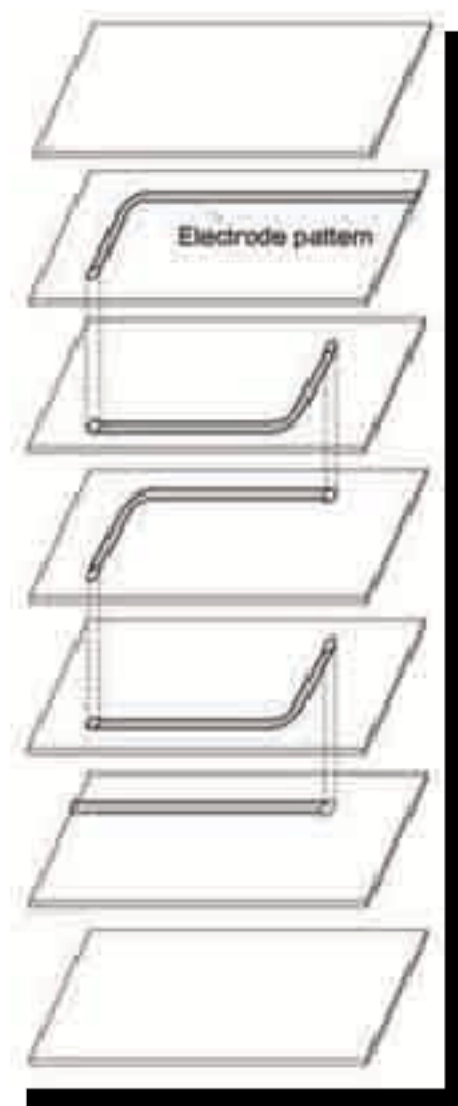
干压式成型:当今主要形式

热压铸成型 :以前的形式, 用到石蜡

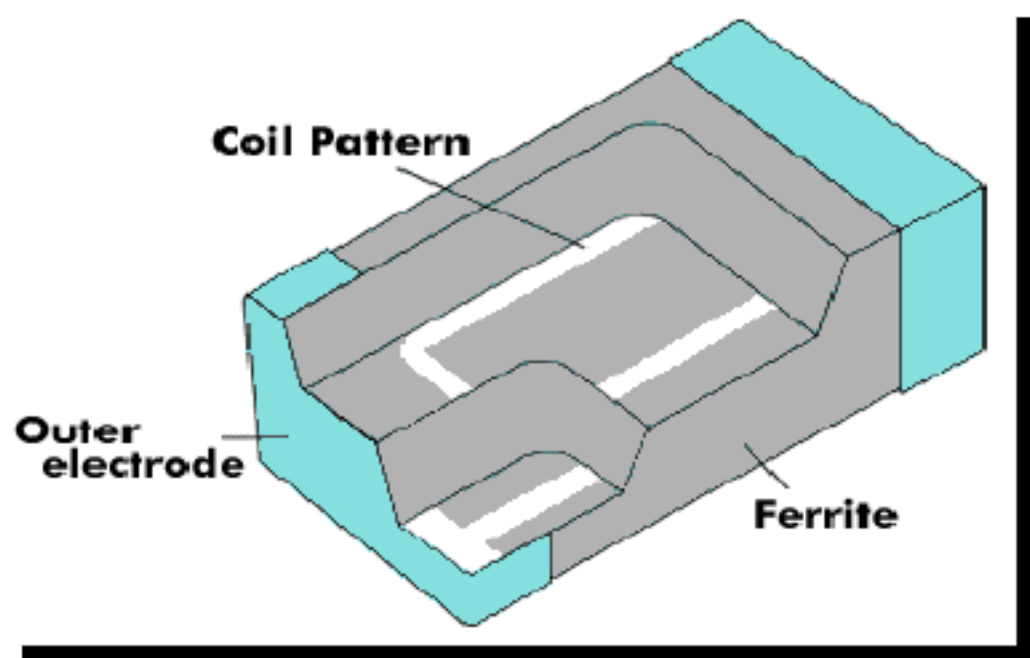
2.电感成品:

层压式电感〔迭层电感〕 : 铁氧体膜片和内导体 (Ag) 交迭, 能将电容和电感甚至电阻做成一体式的产品, 感容〔LC〕滤波器、阻容〔RC〕片式器件和电感阻容〔LRC〕

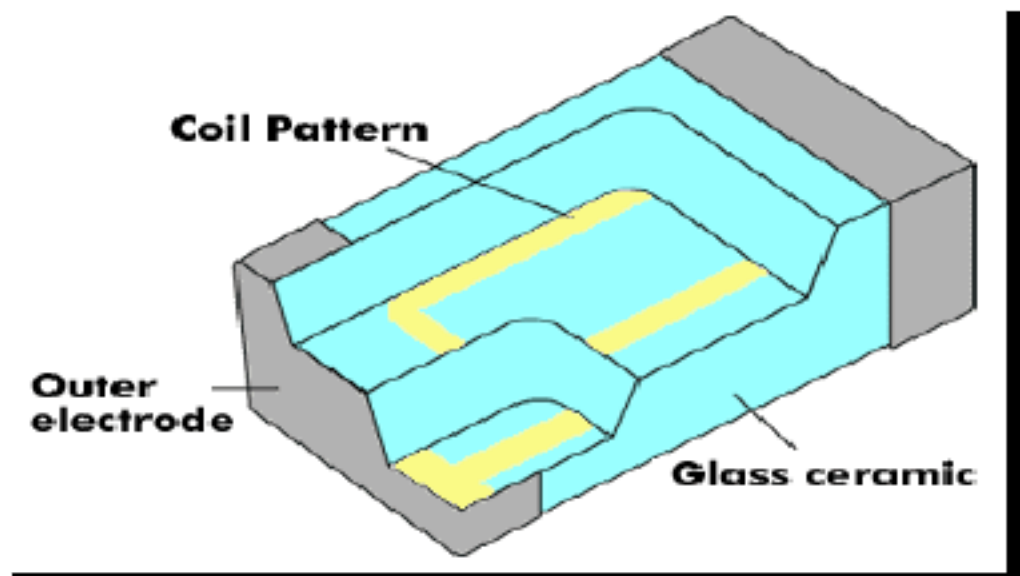
层压电感简图



内电极的流延成型示意



铁氧体电感构造示意



氧化铝高频电感构造示意

绕线式电感：又分为一般电感和绕线片式电感。①. 一般电感：有引针，需加塑胶套、外加磁套、塑封等，如：色码电感。②. 绕线片式电感〔**保磁产品**〕：外表贴装类，无引针，直接焊接在电路板上。

1.其它电感：

可调电感：螺纹磁心，磁心在绕制的线圈中能上下移动

耐电流电感：能承受大的偏置电流

主流进展方向

■小型、薄型化

早期的 3216 型到 90 年月的 1608 型、1005 型、0805 型进展，目前主流多层片式电感为 0603 型、0402 型 (0201 型,01005 型)

■多功能化

大容量、大功率、高耐热、高牢靠，高密度组装方面进展

■复合化

将电容和电感甚至电阻做成一体式的产品，如感容〔LC〕滤波器、阻容〔RC〕片式器件

电感 $(L(M)=\Phi/I)$

产品用途：自感，互感〔变压器、振荡器、滤波器、DC-DC 转换器〕

储能：电能 $\longrightarrow$ 磁能 $\longrightarrow$ 电能

扼流：扼除非本流成分的谐波通直流（通直流，阻沟通或通低频，阻高频）

谐振：与电阻电容共享(LC、LCR)（LC 和 LCR 谐振电路，产生沟通信号）

滤波：过滤掉〔吸取〕某一频段的电磁波（如 EMI 应用的滤波器）

磁性相关量

■H：真空中磁场强度， $H \propto I$

■B：介质中磁场强度(磁通密度， $B = \Phi / s$ ， Φ 为磁通量， s 为面积， B_m, B_s, B_r)

■ μ_i ：起始磁导率（ $\mu_i = B / H$ ）

■L：电感〔自感， $L = \Phi / I$ 〕

■Q：品质因子〔 $Q = \omega L / R$ ， R ：包括铜损和铁损， ω ：角频率 $2\pi f$ 〕

■ f ：频率〔截止频率 f_r ， μ_i 变为 $1/2 \mu_i$ 时的 f ，斯洛克公式：

$$\mu_i * f_r = \text{斯洛克常数}）$$

■DCR：直流电阻〔即铜损：中柱所绕铜线电阻〕

另外还有：

■损耗因子 $\tan \zeta$ （相对损耗因子 $\tan \zeta / \mu$ ）

$\tan \zeta = 1/Q$ 包括磁滞，涡流，剩余三种损耗

■温度因子 α_{ur} （相对温度因子 α_{ur} / μ ）

■居里温度 $T_c(^{\circ}\text{C})$

材料由铁磁(或亚铁磁)转化为顺磁的温度，磁畴被破坏

■减落因子 DF

磁导率随时间的变化

■电阻率(ρ)

■功率损耗 P_c (w/kg)

产品单位重量的损耗

■电感因子 $AL(\text{nH}/\text{N}^2)$

单位匝数产生的电感

其次局部 实际篇

铁氧体原料

1. 种类

- (1) 用作铁氧体根本成分的原料：如 Ni-Zn 中的 Fe_2O_3 , ZnO , NiO 等
- (2) 助熔剂：本身具有较低熔点，能促进烧结，如 CuO , Bi_2O_3 , V_2O_5 , PbO 等
- (3) 矿化剂：也叫催化剂，促进固相反响，如 WO_3 等
- (4) 添加剂：改善各种性能(磁，电，力性能)， SiO_2 , CaO , Al_2O_3 , CoO 等

原材料选择处理留意事项

- (1) 纯度
- (2) 活性
- (3) 含水量
- (4) 组成变动

铁氧体粉料

■ 1. 制备

■ (1) 混合：就是将原材料认真地混合成为均匀的混合粉料。

设备：混合球磨机(干磨，湿磨)。

留意点： a:原材料起始粒径

b:球磨方法(滚动，振动等)

c:混合球磨时间

■ (2) 预烧

目的： a:使原料间发生固相反响(异性永磁要求全部变成铁氧体，而软磁由于烧结时晶粒长大缘由，只要求局部就行)

b:改善粉料压制性

c:削减收缩和变形

d:有利产品性能提高

e:能把生成锌铁氧体时的特别膨胀发生影响消退(700-900℃ ,Zn 挥发导致膨胀)

预烧温度：应适当，过低，过高都不好

过低：粉料间固相反响速度慢

过高：导致失氧，某些金属挥发，颗粒尺寸大〔后续球磨时间延长〕

■ (3) 粉碎

将预烧过后的料加以粉碎。设备：球磨机，粉碎机

作用：a: 促进固相反响 b: 有利于产品的致密化和晶粒生长

留意点：a: 球磨机转速〔频率〕 b: 钢球大小

c: 料球水比例 d: 球磨时间

铁氧体粉料性质

铁氧体粉料性质将影响到后道工序，如造粒，成型，烧结等。

■ **物理性质**：松装密度，流淌性，压缩性，粒径分布形式，比外表积

■ **化学性质**：化学组成，氧化状态，相构造

〔1〕粉料中的空隙和松装密度

预烧 → 粉料空隙〔粒子间空隙和粒子内空隙〕

留意点：

a:预烧温度高，则粒子内空隙小，松装密度大

如预烧温度过高则结果相反。〔由于粒子变粗，颗粒间空隙大于颗粒内间隙〕

b:粉碎时间长，则松装密度先大后小〔<1000℃ 预烧〕

松装密度先小后大〔>1100℃ 预烧〕

(2)粉料颗粒度和外表积

留意点：a:预烧温度高，则粒径小，外表积小

b:粉碎时间长，则粒径小，外表积大

(3)粉料造粒性

留意点：a:预烧温度高〔粉碎时间不变〕，则粘结剂量少。〔高温时粉料

粒径大，比外表积小，少加粘结剂)

b:粉碎时间短〔预烧温度一样〕，则粘结剂量少

c:传统手工造粒和喷雾造粒

传统造粒：在一容器〔雷柜机〕中参加粉料、粘结剂 (PVA)，同时进展搅拌使粘结剂与粉料混合均匀，然后进展烘干、整粒、过筛等过程，最终得到所需粉料颗粒。

留意点：粘结剂参加量

喷雾造粒：将粉体和粘结剂以及各类添加剂一起参加去离子水中配制成肯定粘度、固含量的稳定料浆，通过压泵将料浆从喷枪嘴中成雾状喷出，在喷雾塔中被高温热风加热，水份蒸发，粉料成圆形颗粒状。

留意点：料浆粘度，固含量，塔温，塔压，泵压(转速)

(4) 粉料压制性

松装密度大，压缩系数小

(5) 粉料反响性

松装密度小，需烧结温度低

松装密度大，需烧结温度高

铁氧体坯体成型

方式：干压成型，磁场成型，注塑成型，等静压成型，挤压成型等。

保磁精陶部现为干压成型

影响因素：颗粒外形，级配，含水率，胶水粘性，装料均匀度，上下模用力大小，模具好坏。

留意点：

a:成型压力(P), P 大 ,密度大 (压力不行过大，否则坯体分层，脱模时由于上层空气少，下层空气多，空气膨胀造成坯体层裂;太小，则坯体松散)

b:加压时间 (t), (太短，空气来不及排解，又受过大冲击，坯体或烧结时开裂；太长，生产效率不高)

c:加压方式, (单向加压，双向加压〔类似浮动模效果〕)

铁氧体烧结

■**烧结**：在低于材料熔融温度的状态下，经过烧缩(致密化)和晶粒成长，最后生成铁氧体的全过程。

■**固相烧结**：不消灭或很少消灭液相

■**液相烧结**：消灭肯定量液相，促进烧结

■**烧结动力**：粉料粒子外表能

粒径小 ,则外表能大 , **烧结动力大** ,反响速度快 ,烧结温度低

烧结过程：化学过程和物理过程

化学过程：氧化复原、固溶体生成和分解

物理过程：收缩、多晶成长、相变化

烧结制度：**a:升温速度**

b:烧结温度

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：

<https://d.book118.com/405310132311011221>