

Inductor component training

company :Gusstek Corp

Main product:

Multilayer chip beads:

BNseries For general purpose , current range 50~500mA

BMseries For medium current , current range 100~1000mA

BHseries For Large Current , current range 800~6000mA

BWseries For data line , digital signal

BU series For Ultra High Current , current range 4000~6000mA

Multilayer chip inductors:

IN Series For Lower Frequency Use

IU series For High Frequency Applications

WIRE WOUND CERAMIC CHIP INDUCTOR

HS series For RF Signals





SMD POWER INDUCTORS

UNSHIELDED POWER INDUCTOR

PI' DI' PL' PW' US' DR' DC' CK

For high current applications

For High Current for DC-DC Conversion

Low Cost/ Customer Design

SHIELDED POWER INDUCTOR

PT' PS' PV' PH' CD-S' QS' PI-S' PB' RP' KP' SP' GP' PJ' PF' DC-S'

High Energy Storage/ Lower Power Losses

Minimum Power Loss

Ultra High L at Low Current

Low Profile/ Low Power Loss & High Current

Molded High Current Choke



Product Application

電感基本應用原理

交流的電流會產生磁場，而變動的磁場會感應出電流，其線性關係的比例，我們稱為電感。

但電感經由電磁的互相轉換，擁有儲存和釋放能量的功能。理想的電感，不會產生或消耗能量。

故此，電感可作為穩定電流的元件，亦可作為相位匹配的元件；當然，電感的用途，更有多樣的變化，如濾波，儲能，放能，諧振，旁路... 等等。

以上所提，均是理想的電感；但現實世界，不可能製造出完全理想的電感；被動元件中，不管是電阻，電容或電感，其所表現的特性，僅是其等效電路中，某一段頻率範圍內，貢獻度較強的項目而已。



Product Application

電感用途

諧振(Resonance)

諧振電路在通信系統中用途極廣，主要用途為自眾多的頻率信號中，選取需要的信號，而排拒其他信號。電子系統中之調諧電路(**turned circuits**)即為諧振應用典型之例子。其主要由電感與電容並聯組成，在接收系統中，用以選取信號，並排拒不需要的信號；在發射系統中，則用以產生特定頻率信號。



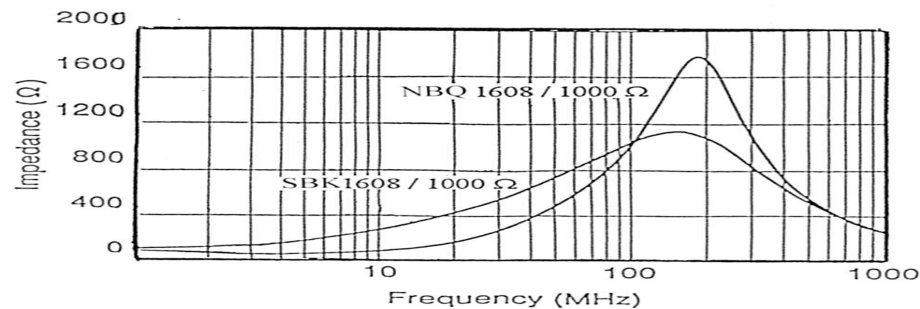
Product Application

濾波(Filtering)

濾波是一種可以使某一特定頻率範圍的信號通過或截止功能之線路。濾波電路之形式，若以其濾波特性分類，可分為低通(**low pass**)、高通(**high pass**)、帶通(**band pass**)及帶拒(**band reject**)等四種線路。濾波電路都以儲能元件，如電感及電容等組合而成。一個基本的濾波電路、所包含之儲能元件，數量可自一個、二個以至三個不等。由於元件數目不同，濾波特性之頻率響應亦不同。

單獨利用晶片電感其阻抗隨頻率變化之特性，亦可用於抑制高頻電磁雜訊，此類用於防治電磁波干擾之產品常被稱為晶片磁珠(**chip ferrite beads**)。

Product Application



由上圖可知其阻抗隨頻率增加而增加，在低頻時其阻抗極低，可使低頻之訊號通過而沒有損失，而在高頻時具有較高阻抗，可有效抑制信號所產生之高次電磁諧波 (**harmonic wave**)。此類產品大多使用於電腦系統 I/O 介面處，可有效地過濾信號線中 **100-300MHz** 頻帶之雜訊。



Product Application

阻抗匹配(Impedance match)

在設計高頻電路時，為使信號源與負載之間，達到最大之功率傳輸，阻抗匹配為一種必備的設計技術。信號在行徑之路徑上倘若有阻抗不匹配時，就會發生反射(**reflection**)現象，造成電磁干擾或信號失真之問題。在求取最大功率傳輸時，除了在傳送與接收端的電阻相等外，兩者的電抗必須成為共軛，亦即互為電感與電容之對應者，使能互相抵銷，成為純電阻之電路。故常以電感與電容組合成L型阻抗匹配網路。因負載端電抗常為電容性，故線路中常外加一個電感，使之在信號頻率時產生諧振，電抗值可互相抵銷，達到阻抗匹配之目的。**L1-L8**即為高頻晶片電感用於蜂巢式(**cellular**)無線手機發射端中當作阻抗匹配的例子。



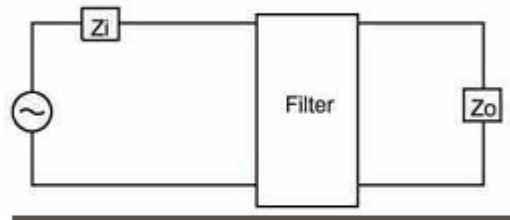
Product Application

抗流(Choke)

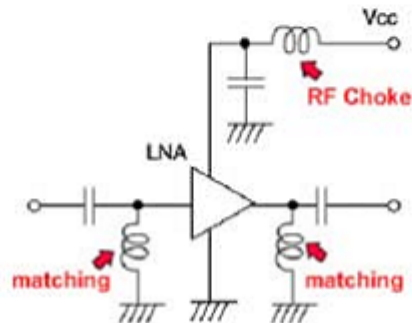
抗流線圈(**choke coil**)，主要用於電源電路中濾除漣波(**ripple**)；射頻抗流圈(**RF choke**)則被用於阻絕電路中之高頻信號。

Product Application

Filter circuit

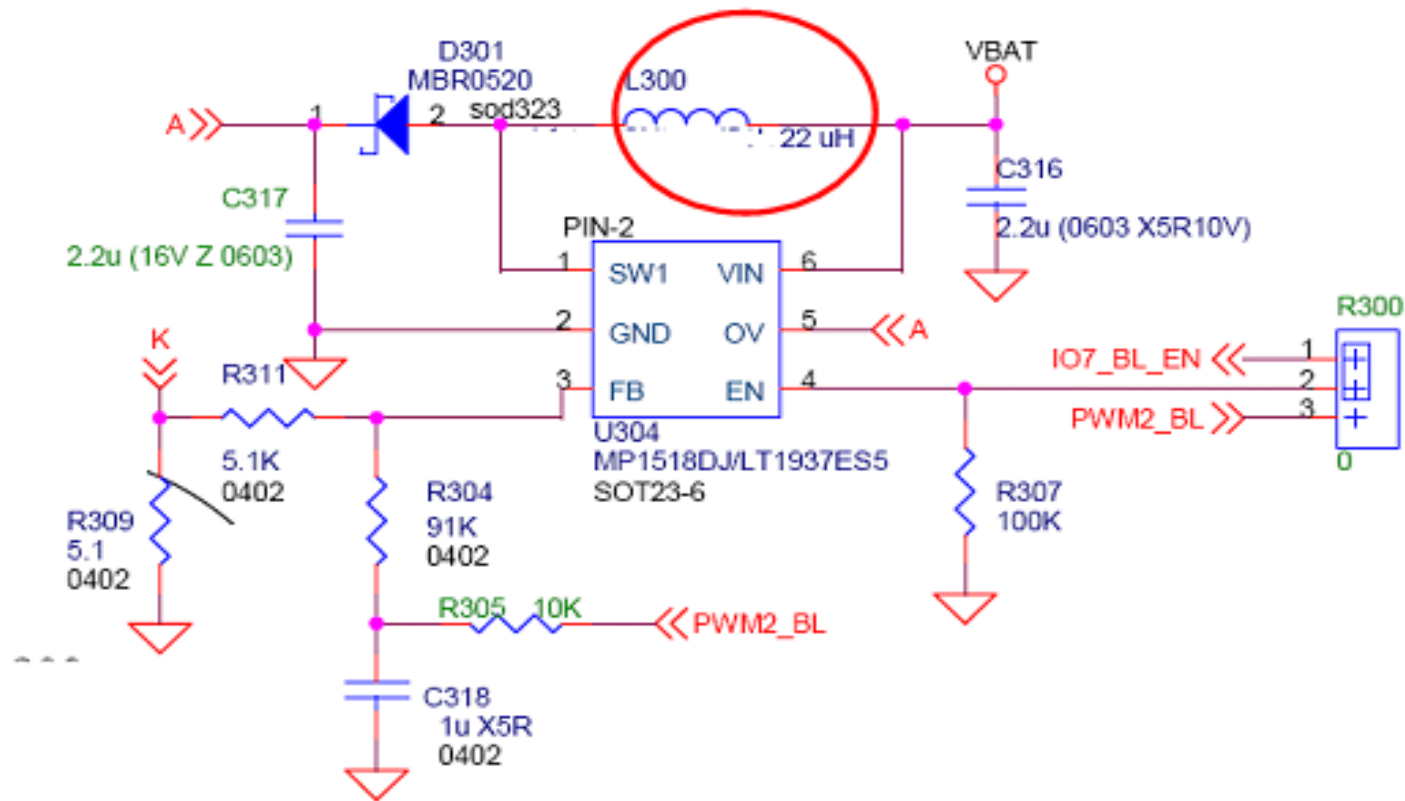


High Q is good!



| | | Output impedance (Z_o) | |
|---------------------------|------|--|------------------------|
| | | High | Low |
| Input impedance (Z_i) | High | <p>Capacitor π-type</p> | <p>L-type</p> |
| | Low | <p>L-type</p> | <p>Coil T-type</p> |

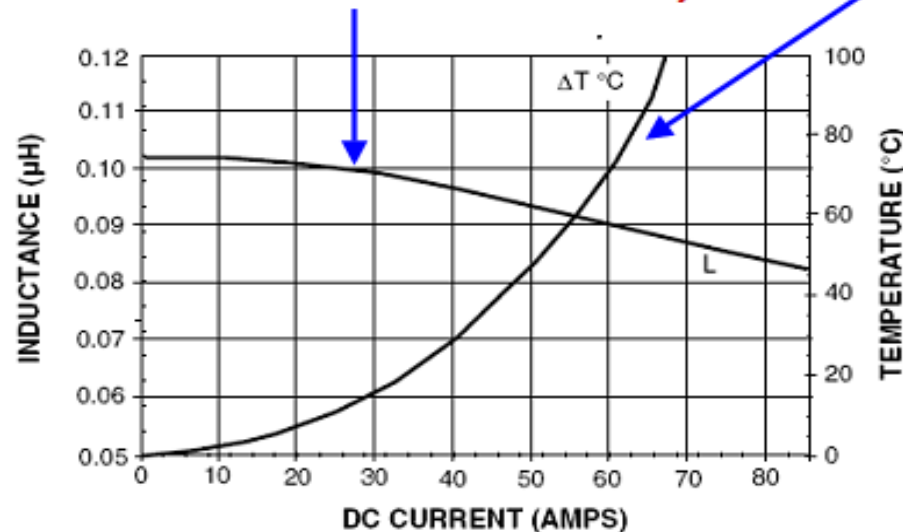
SMD Power Inductor-DC to DC



Power Choke Application

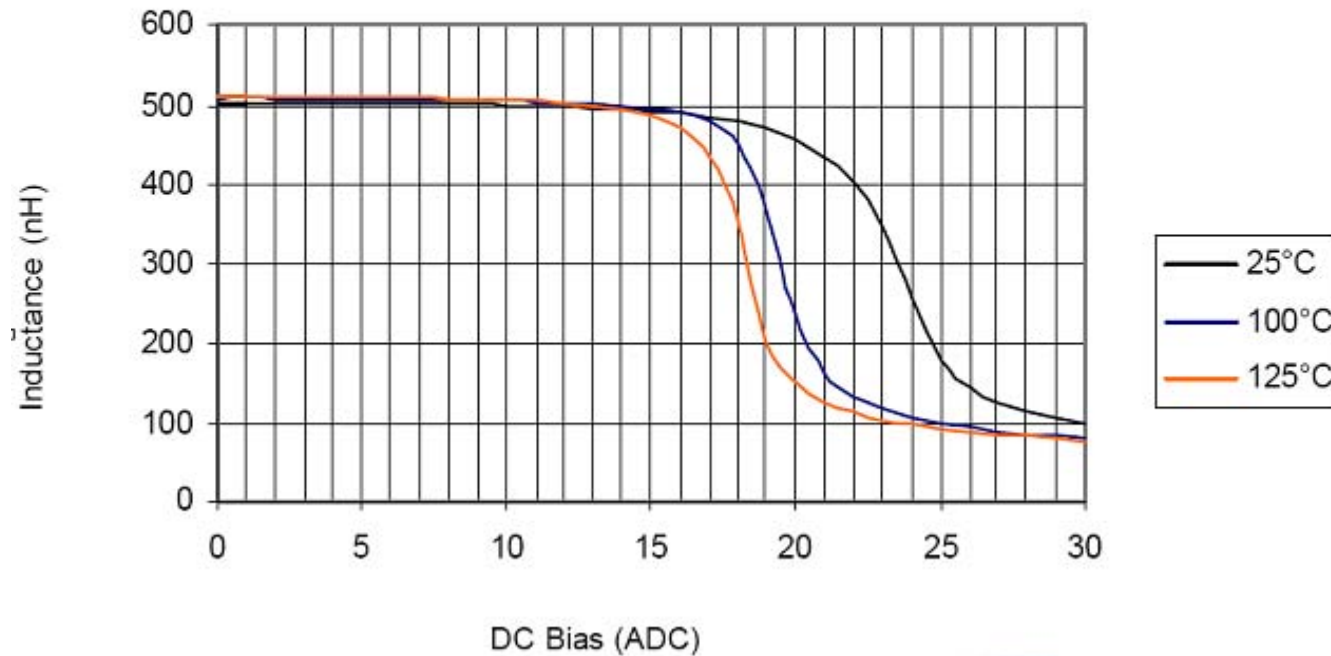
Rated Current? I_{rms} & I_{sat} 取其最小者

- I_{rms} : Base on Temperature change (Heat Rating)
T 40 V.S DC Bias (Continued current)
- I_{sat} : Base on Inductance change (Saturation current)
Inductance drop down ?% V.S. DC Bias
(Peak current)



Power Choke Application

Isat: 飽和電流會隨溫度升高而降低





Soft ferrite core

Ferrite 鐵蕊

Ferrite 鐵蕊是用鐵氧化物(**iron-oxide**)與其他錳-鋅(**Mn-Zn**)或鎳-鋅(**Ni-Zn**)的材料組合而成，由於**Ferrite 鐵蕊**是使用陶瓷材料的技術，所以可以壓制成不同形狀的鐵蕊，像**EI**、**EE**、**Pot**、**Toroid**、**EC**、**PQ**、**EP**、**UI** . . . 等等。

Ferrite是切換式電源轉換器中，最常用的高頻功率變壓器與儲能電感器材質，其優點在於鐵蕊成本較低，鐵蕊損失也較低，安裝組合容易與提供各種形狀以利不同的應用，而對應的繞線架也取得容易，缺點是飽和磁通密度較低，約為**3K ~ 5K Gauss**



Soft ferrite core

Iron Power 鐵蕊

Iron Power在工業界稱為鐵粉蕊，大多數的切換式電源轉換器，是利用儲能電感來傳遞能量，而鐵粉蕊是應用最廣的儲能電感材料，成本較低，其組成成份是利用鐵粉加上鎳鎘鐵(**nickel-iron**)合金混合而成，以環型 (**Toroid**) 的形狀為主，鐵粉蕊內部具有空隙的特性，能大量儲存能量，是高飽和磁通密度的物質，約為**5K~10K gauss**，故此鐵粉蕊特別適合儲存大量磁能的用途。



Soft ferrite core

MPP(Moly Permalloy Powder)鐵蕊

MPP鐵蕊為高導磁率鎳-鐵(Ni-Fe)合金，多為環型構造，在溫度穩定度與鐵蕊損失方面都較優於其他鐵蕊。

它最大用途在於像鐵粉蕊一樣儲能用，其導磁率與鐵粉蕊相當而略高，鐵蕊損失則較小，缺點是價格較貴。



Soft ferrite core

Amorphous 鐵芯

Amorphous就是俗稱非晶系的磁性材料，有極高的導磁率，約**10K~100K**，其磁滯曲線屬於非常直方的方波形狀，只需一點點磁力就可以將鐵芯飽和，也就是一種極容易飽和的鐵芯，其特性適合當作切換開關，一般應用在磁放大器的電路較多，**Amorphous**在使用上有逐漸升高的趨勢，市場上的名稱爲**spike killer**，主要是利用其較高的飽和磁通密度與較低鐵芯損失的優點，有效地抑制了切換式電源轉換器所產生的突波電流、**ringing**與雜訊，缺點是成本較高。



Soft ferrite core

Amorphous 鐵芯

Amorphous就是俗稱非晶系的磁性材料，有極高的導磁率，約**10K~100K**，其磁滯曲線屬於非常直方的方波形狀，只需一點點磁力就可以將鐵芯飽和，也就是一種極容易飽和的鐵芯，其特性適合當作切換開關，一般應用在磁放大器的電路較多，**Amorphous**在使用上有逐漸升高的趨勢，市場上的名稱爲**spike killer**，主要是利用其較高的飽和磁通密度與較低鐵芯損失的優點，有效地抑制了切換式電源轉換器所產生的突波電流、**ringing**與雜訊，缺點是成本較高。



Soft ferrite core

四種磁性材料的特性比較表

| | Ferrite | Iron Power | MPP | Amorphous |
|-------|-----------|------------|--------|-----------|
| 磁通密度 | 4600~5100 | 9000 | 7000 | 16000 |
| 導磁率 | 5~15000 | 4~100 | 14~550 | 10000 |
| 鐵芯損失 | 最低 | 高 | 低 | 低 |
| 成本價格 | 低 | 最低 | 高 | 高 |
| 加工容易度 | 最容易 | 最低 | 尚可 | 最難 |
| 溫度穩定性 | 尚可 | 尚可 | 良好 | 良好 |



Soft ferrite core

Power Ferrite

能量损失来源

磁滞损 (Hysteresis Losses)

涡流损 (Eddy Current Losses)

残余损 (Residual Losses)



Soft ferrite core

磁滞损失 (Hysteresis Loss)

- $P_h = f \times \int B dH$

→ DC 磁滞曲线的面积就是磁滞损失

- 如何降低磁滞损失

→ 减少材质中的缺陷

→ 降低材质中的应力

最佳的晶粒结构为-高致密性，低缺陷



Soft ferrite core

涡流损失 (Eddy Current Loss)

- P_e : 涡流损是材质内的电子移动所产生的热损失
- 如何降低涡流损
 - > 提高材质的电阻性
 - > 添加 $Nb_2O_5, TaO_5, V_2O_5, HfO_2$
 - > 提高晶界的电阻性
 - > 可添加 $SiO_2 + CaO$



Soft ferrite core

殘餘損(Residual Loss)

- Pr: 殘餘損來自
 - **Magnetic relaxations**
 - **Magnetic resonances(rotational, domain)**
$$f_r = \gamma B_s / (3 \pi \mu_0 (\mu_r - 1))$$
- 如何降低殘餘損
 - 提高 f_r (resonance frequency)
 - → 小晶粒燒結



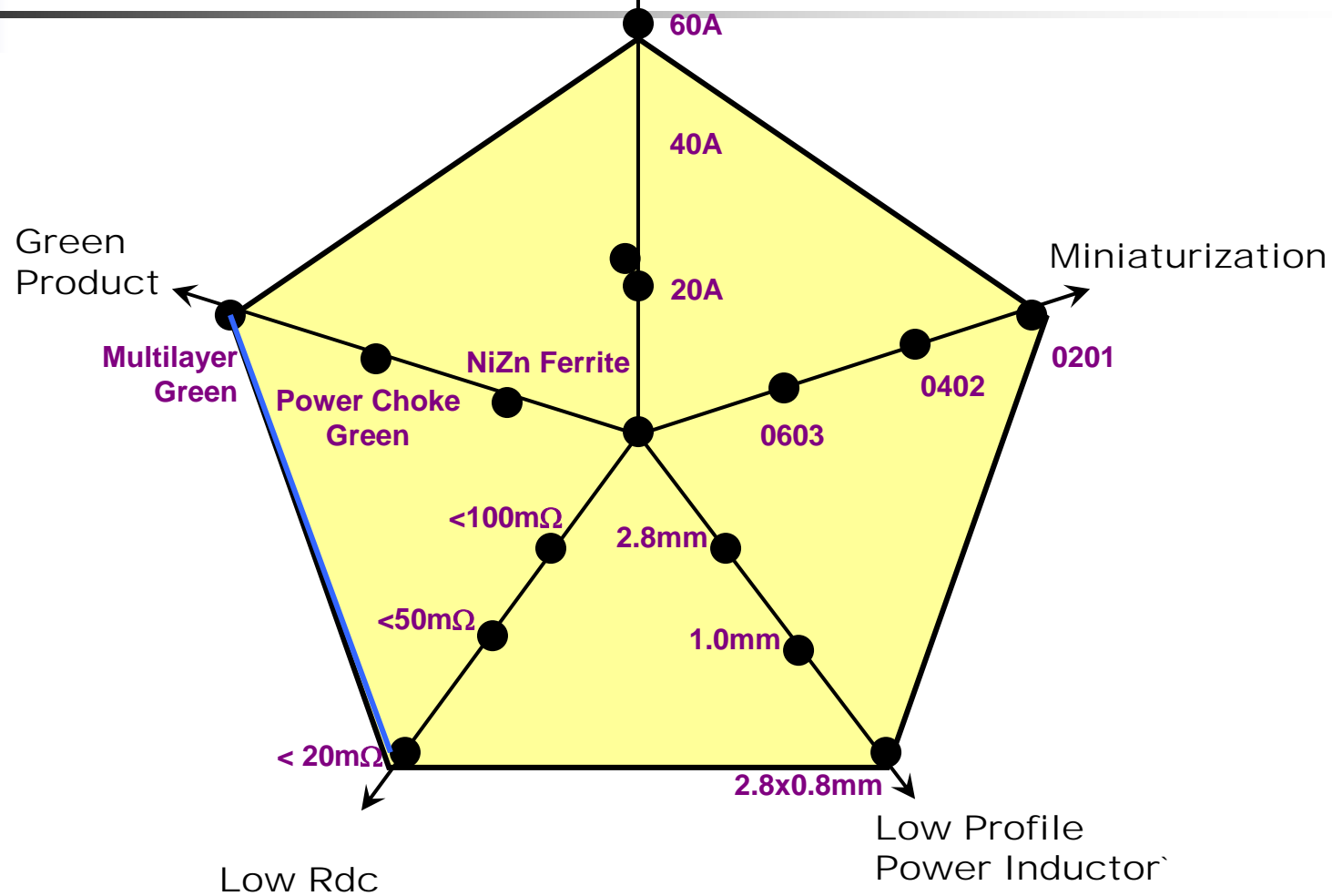
電感產業未來展望

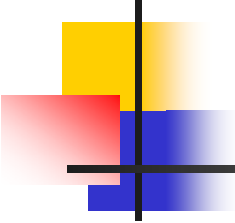
市场分布

在全球片式电感生产方面，市场集中度相当高，主要的供货商有TDK、Murata、TaiyoYuden(太阳诱电)、CoilCraft、AVX/TPC、Vishay-Dale 等厂商，前三大厂商的市场占有率高达66%左右。台湾厂商的市场占有率尚不足10%，而我国大陆的片式电感产品的国产化比例比较低，尚不足5%。

電感產品發展趨勢

電感產品發展趨勢





電感產品發展趨勢

隨著資訊產業的進步，電子產品在小型化、可攜式元件高密度裝配及降低生產成本之發展趨勢下，表面粘著技術已快速發展，促使三大被動電子零件，電阻電容、電感晶片化比率年年提高。其中晶片電感由於構造較複雜、製程困難度較高，晶片化比率遠較電阻及電容為低。但因其主要用在**3C**產業(資訊、通訊及消費性電子產品)上，由於整個**3C**產業朝小型化、多功能化及高頻化發展、使市場上對晶片電感的特性需求有加速朝小型化、高頻化、及多功能化發展之趨勢，將對國內晶片電感廠商產生不小之衝擊



電感產品發展趨勢

一、技術發展狀況

由於行動通訊、筆記型電腦及網路系統之發達,使得系統之體積越來越小,但功能卻可提昇為原來之數倍;進而使得元件必須朝輕薄短小發展,甚至單一的元件已無法滿足系統對其之要求,因而促成複合式元件需求之增加,如L/C濾波器、排感(**bead array**)、射頻模組(**RF module**)等。

晶片電感之發展主要可分為以下幾個方向:

1.高頻化

(1)積層晶片電感已廣泛使用於無線通信設備上,具有尺寸小、成本低之優點。但其在高頻範圍內之品質因子較低,在某些線路中(如壓控震盪器模組,**VCO**)始終無法取代成本較高之繞線式電感

。由於品質因子(**Q**)可以下式表示之:

$$Q=2\pi fL(1-2\pi fLCp)^2/Rs$$

L:有效電感值/F:頻率/Cp:寄生電容/Rs:含肌膚效應之電阻值

由上式可知,要提高品質因子可由降低寄生電容及肌膚效應著手。



電感產品發展趨勢

2. 迷你化:

近年,在無線行動電話持續小型輕量化之驅使下,積層晶片電感亦不斷往迷你化發展。1999年,0402產品在無線行動電話應用上,已成為主流產品。不少日系廠商甚至已推出0201之晶片電感。

3. 複合化:

要使元件體積縮小而功能又要提昇,則必須使元件複合化。

複合化技術包括:

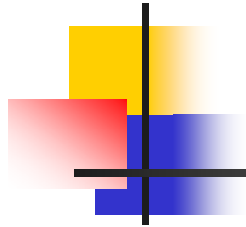
- (1) 使數個電感複合之排感:其利用結合數個電感以減少元件間間距(**pitch**),達到減少組裝空間之需求;同時降低表面黏著時拾取與放置(**pick and place**)之時間,進而降低組裝成本。



電感產品發展趨勢)

4. 模組化

單靠元件之複合化,仍無法完全滿足行動通訊產品組裝空間之要求,需靠模組化之技術才可進行一步節省**30-40%**之空間。此項技術主要利用多層陶瓷之技術將電阻、電容、電感及傳輸線以三度空間之方式整合在一起,甚至與混成電路(**hybrid circuit**)技術配合將積體電路(**IC**)及較難以積層化之元件(如高阻值之厚膜阻)結合在一起,製作積層混成電路模組(圖十一)。許多日系廠商已先後推出此類產品,如壓控震盪器(**VCO**)模組、射頻接收前端(**RF receiver front-end**)模組、功率放大器(**power amplifier**)等。此項技術為未來元件市場之主流。



THANK YOU ! ! !