

公告本

94022

414899

申請日期	85. 2. 10
案 號	88102068
類 別	H/F 17/00, 4/04

A4
C4

(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書 414899

一、發明 名稱	中 文	生產一與電子振盪器共用之改良電感器之方法及裝置
	英 文	"METHOD AND APPARATUS FOR CREATING IMPROVED INDUCTORS FOR USE WITH ELECTRONIC OSCILLATORS"
二、發明 人	姓 名	尤達姆 S. 多夏爾
	國 籍	印度
	住、居所	美國德州奧斯丁市印迪多布魯姆環道10421號
三、申請人	姓 名 (名稱)	美商萬國商業機器公司
	國 籍	美國
	住、居所 (事務所)	美國紐約州阿蒙市新果園路
	代 表 人 姓 名	費羅普

經濟部中央標準局員工消費合作社印製

裝

訂

線

414899

(由本局填寫)

承辦人代碼：
大類：
IPC分類：

A6

B6

本案已向：

國(地區) 申請專利，申請日期： 案號： 有 無主張優先權

美國 1998年3月6日 09/036,222 有 無主張優先權

有關微生物已寄存於： 寄存日期： 寄存號碼：

(請先閱背面之注意事項再填寫本頁各欄)

裝

訂

線

經濟部中央標準局員工消費合作社印製

五、發明說明(1)

發明背景

1. 發明領域

本發明係大致有關一種產生改良式電感之方法及裝置，該改良式電感可在較低的電壓位準下工作，並可在一積體電路晶片上實施該改良式電感。更具體而言，本發明係有關一種產生改良式電感之方法及裝置，該改良式電感可在較低的電壓位準下工作，並可在一積體電路晶片上實施該改良式電感，且該改良式電感可適用於電子振盪器，因而使電子振盪器具有較佳的Q因數。

2. 相關技術說明

電子振盪器是一種在一受控制的頻率下產生一定期改變的輸出之裝置或電路。該電子振盪器的輸出可以是電壓、電流、或電磁波。

電子振盪器可以是被動式或主動式。被動電子振盪器是由若干被動電氣組件構成的電路。主動電子振盪器是由至少一個主動電氣組件及任何數目的被動電氣組件構成的電路。被動電氣組件是無法獨立產生電能的那些組件。主動電氣組件是可獨立產生電能的那些組件。

理想上(亦即在數學上)，電子振盪器正確地在一預定受控制的頻率上產生電能。實際上(在真實的世界中)，電子振盪器集中在一預定受控制的頻率附近產生電能；亦即，實際的(相對於數學上的)電子振盪器並不恰好在一預定受控制的頻率上產生電能，而是傾向延伸到某一預定受控制的頻率範圍的一"頻帶"內產生電能。不論是否為被動或

(請先閱讀背面之注意事項再為本頁)

裝

訂

線

五、發明說明(2)

主動電子振盪器，都適用上述情形。

一般而言，當實際取代被動或主動電子振盪器時，其目的在於使此種實際電子振盪器儘量近似於其理想數學上的等效裝置。亦即：目前嘗試(1)使實際振盪器所延伸的"頻帶"儘量狹窄；(2)使該"頻帶"的中心頻率儘量落在實際電子振盪器所要模擬的理想數學上的電子振盪器之預定受控制的中心頻率。

只要建立實際被動或主動電子振盪器的目標是使實際電子振盪器近似於其數學上的等效裝置，則可以此種實際電子振盪器與其理想數學上的等效裝置的近似程度來評估該實際電子振盪器之"品質"。將實際電子振盪器的"中心頻率"定義為實際電子振盪器的輸出電功率最大時之頻率。將實際電子振盪器的可用"頻寬"定義為中心點在所界定的"中心頻率"附近且輸出電功率降到最大輸出電功率值(亦即在所界定的"中心頻率"上的輸出電功率)的一半時之頻率範圍。係參照"品質因數"("Quality Factor"；簡稱Q因數)而以量化方式描述一實際電子振盪器的"品質"，其中係將Q因數定義為所界定"中心頻率"與所界定"頻寬"之比率。通常係將Q因數以符號表示為 $Q = \omega_0 / (\omega_2 - \omega_1)$ 其中 ω_0 代表振盪器之"中心頻率"，而 $(\omega_2 - \omega_1)$ 代表振盪器之"頻寬"。

至於實際振盪器的設計，則其目標在於產生一種在實作上盡量高"品質"或高Q因數的振盪器，這是因為Q因數愈高，實際振盪器愈近似一個在數學上理想的振盪器。如前

(請先閱讀背面之注意事項再為本頁)

裝

訂

線

五、發明說明(3)

文所定義的；Q因數是一種需要用到所界定的"中心頻率"及一實際振盪器的所界定"頻寬"之數學公式。實際上，係利用頻譜分析儀來評估實際振盪器的"中心頻率"、所界定"頻寬"、及Q因數。

頻譜分析儀是一種以圖形方式示出在一頻率範圍上分佈的信號的電功率之裝置。在一典型頻譜分析儀的影像顯示部分中；係利用一圖形顯示一信號中的此種電功率分佈。係利用頻率單位標示該圖形的水平軸；並利用每一頻率單位的功率單位來標示該圖形的垂直軸。利用該圖形時，可在一頻率範圍中繪製一實際振盪器之輸出功率。一實際振盪器的功率相對於頻率之圖形通常將為一"鐘形"曲線，其中該"鐘形"曲線的頂點對應於前文所定義的"中心頻率"，而在其中包含振盪器輸出的一半(1/2)總功率的頻率範圍之"頻寬"係由該曲線下的區域所代表。

一實際振盪器愈好；則該振盪器的"鐘形"曲線在一頻譜分析儀上顯示的圖形愈窄。這是因為一個較高的Q因數通常意指一個較小的界定"頻寬"，亦即該振盪器所產生電能的大部分係集中在預定受控制的頻率附近。對於一頻譜分析儀而言；此種較高的Q因數被轉換成較窄的"鐘形"曲線，這是因為較高的Q因數有較窄的"頻寬"(包含該振盪器的總輸出功率一半(1/2)之頻帶)。

實際上，我們發現會擴大或擴展一振盪器的"頻寬"之一最重要因素即是該振盪器之"時基誤差"("jitter")。前文所述的在數學特性上理想之振盪器產生某一預定受控制的

五、發明說明(4)

頻率之輸出波形、係將一波形的頻率定義為一除以輸出波形的各連續波峰間經過的時間間隔。在在數學特性上理想的振盪器中；在數學特性上理想的振盪器輸出波形中任何兩個連續波峰間之時間間隔都必然是相同的。但是很不幸、實際振盪器並不是如此。

在實際的振盪器中；一實際振盪器輸出波形中任何兩個連續波峰間之時間間隔是會改變的。在電子振盪器的情形中、用來描述此種在一振盪器的各連續輸出波形的時間間隔之突然改變之術語即是"時基誤差"。

當一頻譜分析儀顯示一實際振盪器的輸出"鐘形"曲線時；此種"時基誤差"是該"鐘形"曲線"擴展"的原因。亦即、因為每一次在時間間隔的此種改變都會構成一個具有不同頻率的波；所以當經由頻譜分析儀觀察振盪器的功率輸出時；將在所出現的頻率範圍中顯示該功率輸出。一振盪器產生愈多不同的頻率(亦即"時基誤差"愈大)；則該振盪器輸出所擴展到的頻率範圍愈大、"頻寬"愈寬；因而該振盪器的Q因數愈低。因此；自振盪器設計的觀點而論；重要的是要儘量使"時基誤差"變小；以便在設計的限制條件下提供可能達到的最佳Q因數。

如前文所述、"Q因數"及"時基誤差"是可相互替代的、並以不同的方式描述一實際振盪器的精確度；亦即、較高的Q因數意指較小的"時基誤差"、反之亦然。

使用振盪器的應用將會要求一實際振盪器所需的精確度。需要極佳精確度的振盪器之一種應用即是將電子振盪

(請先閱讀背面之注意事項)

裝

訂

線

五、發明說明(5)

器用於資料處理系統中之時脈產生器。

資料處理系統中之時脈產生器即是一種產生用於資料處理系統內的一資料處理器的諸如時序、同步、及調整等各種用途的周期性且具有精確間隔的信號之裝置。因為在定義上電子振盪器產生周期性且具有精確間隔的信號，所以經常將此種振盪器用來作為資料處理系統中之時脈產生器。

被動及主動電子振盪器都被用來作為資料處理系統中之時脈產生器。對於需要200百萬赫時脈速度或更低時脈速度的資料處理系統而言，通常使用主動振盪器來提供時脈信號。此種主動振盪器的形式通常為本門技術中習知的"環形振盪器"。雖然有不同形式的"環形振盪器"，但是此種振盪器的基本形式為具有增益及(或)總相位延遲為負一百八十(-180)度的差動式反相器。如前文所述，此種主動振盪器在200百萬赫或更低的時脈速度看來可工作良好；然而，對於需要高於200百萬赫時脈速度的資料處理系統而言，此種主動振盪器的精確度不足以提供所需的此種時脈速度；其原因在於此種主動振盪器具有過高位準的"時基誤差"、及對應的較低Q因數。

此種過高位準的"時基誤差"及對應的較低Q因數之主要來源是用來構建此種主動振盪器的組中所固有的。在本門技術的現有狀態下，無法消除至少一種主要雜訊來源的原因在於反相器電晶體中之熱雜訊；這是用來構建反相器電晶體的材料固有的物理特性。此外，雖然可藉由小心控制

五、發明說明(6)

電源供應電壓而降低第二主要雜訊來源(即因供應到主動反相器的電源供應電壓之變動而生之"時基誤差")，但是無法消除該第二主要雜訊來源；而且事實上在高頻率(例如自600-800百萬赫頻率範圍延伸到10億赫及更高的頻率範圍的那些頻率)中該第二主要雜訊來源變成一個重要的雜訊來源。除了這兩種主要的雜訊來源以外，還有一些也是用來構建此種主動振盪器的組件固有的額外雜訊來源，例如當振盪器在一數位晶片中工作時該振盪器中之基底耦合、或經由基底的額外背景耦合(亦即"接地反跳")；而由於用來構建此種主動振盪器的組件固有之此種雜訊來源，所以也無法消除此種雜訊來源。

在本門技術中，積體電路設計的趨勢係朝向愈來愈低的電壓；例如，積體電路設計目前正自1.8伏移到1.5伏。此種趨勢使前文所述的主要雜訊來源更為嚴重。目前想要抵消此種雜訊來源的方法包括將一特殊的電源供應電壓提供給振盪器本身。然而，此種方法在接近600-800百萬赫頻率範圍時也開始失效。

在本門技術中也開始嘗試開發並無前文所述雜訊來源問題的他種主動振盪器。已開發出的一種此類振盪器即是表面聲波(Surface Acoustical Wave；簡稱SAW)振盪器。SAW型振盪器一般皆係相當精確，具有極高的Q因數。然而，此類SAW型振盪器也不是沒有實務上的問題。例如：(1) SAW型振盪器通常需要以兩個晶片之方式實施，在資料處理系統的環境中；此種方式可能是相當不方便

五、發明說明(7)

的；(2) SAW型振盪器的最佳工作頻率是在200-800百萬赫的頻率範圍，但是目前某些製造商提供了高達12億赫的SAW型振盪器；(3) SAW型振盪器對溫度變化相當敏感；(4)此種SAW型振盪器的頻率輸出有隨著溫度而變化的傾向；以及(5) SAW型振盪器通常不具有頻率調整的能力，亦即SAW型振盪器只適用於一個頻率的格式。此外，SAW型振盪器一般都較為昂貴，尤其在極高頻率範圍更為昂貴。

根據前文所述，顯然目前需要一種產生一改良式電感之方法及裝置，該改良式電感可在較低的電壓位準下工作，並可在一積體電路晶片上實施該改良式電感；且該改良式電感適用於電子振盪器，而使該振盪器具有較高的Q因數、及對應的較低之"時基誤差"。

發明概述

因此，本發明之一目的在於提供一種產生一改良式電感之方法及裝置，該改良式電感可在較低的電壓位準下工作，並可在一積體電路晶片上實施該改良式電感；且該改良式電感可適用於一電子振盪器。

因此，本發明之另一目的在於提供一種產生一改良式電感之方法及裝置；該改良式電感可在較低的電壓位準下工作，並可在一積體電路晶片上實施該改良式電感，且該改良式電感可適用於一電子振盪器，因而使一電子振盪器具有較高的Q因數及對應的較低時基誤差。

由於提供了一種產生可適用於電子振盪器之改良式電

五、發明說明(8)

感，所以達到了上述各目的。該方法至少包含下列步驟：在一積體電路基底中形成一第一線圈；在該積體電路基底中形成一第二線圈；使該第二線圈近似於該第一線圈；並使所形成的該第一線圈之磁通將鏈結到所形成的該第二線圈之磁通；將第一電源連接到該第一線圈；將一第二電源連接到該第二線圈；以及激勵該第一及第二電源；使該第一及第二線圈中之電流匹配。該裝置包含一積體電路，該積體電路至少具有下列元件：一基底；一個在該基底內形成之複合電感，該複合電感具有至少一第一線圈，而該第一線圈具有一相關聯的第一線圈電感及第一線圈電阻，且該複合電感具有一第二線圈，該第二線圈具有一相關聯的第二線圈電感及第二線圈電阻，其中係在該基底中形成該第一線圈及該第二線圈，使當該第一線圈中之電流與該第二線圈中之電流匹配時，產生與該第一線圈相關聯且超過該第一線圈電感的一個新電感。可利用該裝置形成在一積體電路中實施之振盪器，該形成之方式為使該裝置與該基底中形成至少一個電容作電氣上的連接；因而形成一電子振盪器。

若參照下文中之詳細說明，將可易於了解本發明的上述及其他的目的、特徵、及優點。

附圖簡述

係在最後的申請專利範圍中述及本發明的各項特徵。然而，若參照下文中對一實施例之詳細說明，並配合各附圖，將可更易於了解本發明及其較佳使用模式、其他目

(請先閱讀背面之注意事項再為本頁)

裝

訂

線

五、發明說明(9)

的、及優點，這些附圖有：

圖1示出一典型之LC振盪器電路；

圖2示出一RLC結構；

圖3A是在積體電路基底材料302(例如CMOS)中實施的一螺旋形電感300之透視圖；

圖3B是與圖3A所示螺旋形電感相關聯之一電路圖；

圖3C示出R1 306及L1 308可在觀念上分離成與外螺旋形線圈303相關聯的電阻R_o 310及電感L_o 312、以及與內螺旋形線圈305相關聯的電阻R_i 314及電感L_i 316(其中R1 306 = R_o 310 + R_i 314，以及L1 308 = L_o 312 + L_i 316)；

圖4A是根據本發明而修改的一螺旋形電感之上透視圖；

圖4B是與圖4A所示螺旋形電感400相關聯之一電路圖；

圖4C示出激勵外螺旋形線圈402及內螺旋形線圈404而產生一個具有較高電感值L及較低電阻值R之電感，可利用該電感提供一個具有較高的Q因數之振盪器；

圖4D是圖4C所示電路之一電路圖；

圖5A是一部分準電路簡圖，圖中示出利用圖4A-4D所示實施例而提供一改良式LC震盪器之方式；以及

圖5B是與圖5A所示部分電路簡圖等效之電路圖。

本發明之詳細說明

在發明背景一節中述及，目前已嘗試製作可在低電壓位準下工作的主動振盪器；用以產生極高頻率的可調頻輸

五、發明說明(10)

出，並具有較高的Q因數及對應較低的"時基誤差"。在該發明背景一節中也已述及，"環形"或SAW型振盪器目前都無法在實作上獲致此種低電壓位準、極高頻率的可調頻輸出、以及較高的Q因數/較低的"時基誤差"。

本發明的一實施例獲致此種低電壓位準、極高頻率的可調頻輸出、以及較高的Q因數/較低的"時基誤差"。然而，該實施例既不利用SAW型振盪器；也不利用"環形"振盪器。該實施例反而是一種利用-LC(電感-電容)諧振器之方法及裝置。

該實施例利用積體電路內產生的電感及電容而製作一個動作類似一儲能電路之振盪器。該實施例產生高頻率振盪，且可利用除法電路將該高頻振盪轉換成一可用頻率。可在一互補金屬氧化物半導體(Complementary Metal-Oxide Semiconductor；簡稱CMOS)積體電路中實施該實施例。該實施例所提供的振盪器可在低電壓下工作，提供了極高的頻率範圍(包括(但不限於)延伸到20-40億赫之頻率)，具有良好的可調頻特性、較低的"時基誤差"、較高的Q因數，且目前可在CMOS積體電路的一微米區域內實施該振盪器。

現在請參閱圖1。圖1示出一個典型的LC振盪器電路，該LC振盪器電路在本門技術中被稱為可調頻振盪器、或可調頻LC振盪器；或平衡式雙相可調頻LC振盪器。最好是在一積體電路晶片中實施圖1所示之電路；然而，對於本發明而言，上述的想法是不切實際的，因為當嘗試在一

五、發明說明(11)

積體電路晶片上實施一大型電感時，通常與該大型電感相關聯的有一與該電感串聯之對應大型電阻。因此，當實際嘗試實施圖1所示之LC振盪器電路時，實際上得到的是圖2所示之一RLC振盪器電路；而不是所需的LC振盪器電路。不想要的電阻R之效應將使原先並無該不想要的電阻時(亦即只有呈現LC組件時)所得到的Q因數降低。本質上，此種不想要的電阻將使在本發明實施例中實施此種被動LC振盪器電路成爲不切實際。

如前文所述，本發明之目的爲在一積體電路晶片中實施圖1所示的一典型LC振盪器電路；但是並無圖2所示的伴隨電阻。我們決定以找出一種可得到高電感值的電感L同時使電阻值R較低之方式；而得到圖1所示LC振盪器電路的在實作上可行之近似電路。

請注意：在發明介紹的段落中，述及製作主動振盪器之目的爲獲致儘量與在數學特性上理想的振盪器近似之振盪器。在數學特性上理想的振盪器之所有能量係集中在預定受控制的頻率上(亦即並無時基誤差)；因而具有無限大的Q因數(所能得到的最完美狀態)。然而，對於諸如圖2所示的平行諧振電路(或可稱爲RLC振盪器)而言；係以下列方程式近似表示此種電路或振盪器的Q因數之數學公式：

$$Q = \omega_0 * L/R \quad (1)$$

因此，方程式1清楚地表示：爲了儘量近似一個在數學特性上理想的振盪器；必須要獲致較大的電感值L及較小

五、發明說明(12)

的電阻值R。本發明能夠實現較大的L或較小的R。將於下文中說明能得到上述結果的一實施例。實施例涉及在單一上金屬平面或在兩個或更多個平面(亦即在晶面係在一個多層構造的情形時)中產生螺旋形狀的電感；其中係並聯若干相同的電感。

現在請參閱圖3A。圖3A是在積體電路基底材料302(例如CMOS)中實施的一螺旋形電感300之透視圖。圖中示出可利用本門技術中習知的方式而以表面線路304及通孔307激勵螺旋形電感300。圖3A亦示出可將形成螺旋形電感300的各線圈分類成外螺旋形線圈303及內螺旋形線圈305。

現在請參閱圖3B及3C。圖3B是與圖3A所示螺旋形電感相關聯的一電路圖；圖中示出：該螺旋形電感具有電阻R₁ 306及電感L₁ 308；當以電流源309驅動該螺旋形電感時，將產生一具有指定大小及頻率之電流I。圖3C示出R₁ 306及L₁ 308可在觀念上分離成與外螺旋形線圈303相關聯的電阻R_o 310及電感L_o 312；以及與內螺旋形線圈305相關聯的電阻R_i 314及電感L_i 316(其中R₁ 306 = R_o 310 + R_i 314，以及L₁ 308 = L_o 312 + L_i 316)。

圖4A、4B、4C、及4D示出可產生一新型螺旋形電感的本發明之一實施例；該螺旋形電感可用來產生具有較高的Q因數之LC振盪器。圖4A、4B、4C、及4D所示之實施例由於使產生一個具有高電感值及極低電阻值的優良螺旋形電感成爲可能；而達到上述的目的。在本發明中將用

五、發明說明(13)

來達到上述目的之技術稱為"複製遮蔽"("replica shielding")。該技術係示於圖4A及4B。

現在請參閱圖4A。圖4A是根據本發明而修改的一螺旋形電感之上透視圖。

圖4A示出一個在積體電路基底材料302中實施之複合螺旋形電感400。複合螺旋形電感400係由一外螺旋形線圈402及一內螺旋形線圈404所構成。外螺旋形線圈402及內螺旋形線圈404係在幾何上被配置在同一平面中，使該等螺旋形線圈儘量近似圖3A所示形式為一片線圈的螺旋形線圈電感300之外螺旋形線圈303及內螺旋形線圈305。圖中示出可以表面線路406及通孔408激勵外螺旋形線圈402。圖中又示出可以通孔410及通孔412激勵內螺旋形線圈404。

圖4B是與圖4A所示複合螺旋形電感400相關聯的一電路圖。圖中示出外螺旋形線圈402具有電阻R2 414及電感L2 416，當以一電流源驅動該外螺旋形線圈402時，外螺旋形線圈402將在某一指定大小及頻率下工作。圖中亦示出內螺旋形線圈404具有電阻R3 420及電感L3 422，當以一電流源驅動該內螺旋形線圈404時，內螺旋形線圈404將在某一指定大小及頻率下工作。我們發現複合螺旋形電感400之結構可用來產生一種具有較高電感值L及較低電阻值R之電感，而此種電感可用來提供一個具有較高的Q因數之振盪器。

圖4C示出如何激勵外螺旋形線圈402及內螺旋形線圈

(請先閱讀背面之注意事項再寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明(14)

404，而產生一種具有較高電感值L及較低電阻值R之電感，而此種電感可用來提供一個具有較高的Q因數之振盪器。圖中示出係由電流源428驅動外螺旋形線圈402而產生一電流 I_0 。圖中並示出係由對稱電流源430驅動內螺旋形線圈404而產生一電流 I_i 。

對稱電流源(current mirror) 430是一種模擬電流源428之電源(我們發現，在一較佳實施例中，在作此種模擬時的關鍵性因素在於確保：(1) I_i 的方向及相位模擬成在可能的範圍內儘量接近電流 I_0 的方向及相位；以及(2) I_i 的大小係大於或等於 I_0 的大小)。亦即：在一較佳實施例中，係以至少在大小及相位上與驅動外螺旋形線圈402的電流 I_0 相同的電流 I_i 驅動內螺旋形線圈404。

為了便於說明，假設各電流I(亦即 I_0 及 I_i)之大小、相位、及方向都相同。因此，我們可了解，使外螺旋形線圈402及內螺旋形線圈404中電流的大小、方向、及相位匹配的觀念即是使由電流源309驅動的單片螺旋形電感300的對應外螺旋形線圈303及內螺旋形線圈305中之電流I儘量近似。這是一個關鍵點，其原因在於：自磁通的觀點而論，此即意指外螺旋形線圈402與內螺旋形線圈404間之磁通鏈相互連結；而為外螺旋形線圈402產生了大致等於與外螺旋形線圈303相關聯的外螺旋形線圈電感312之有效電感，並為內螺旋形線圈404產生了大致等於與內螺旋形線圈305相關聯的內螺旋形線圈電感 L_i 316之有效電感。此外，如果我們假設外螺旋形線圈303、內螺旋形線

五、發明說明 (15)

圖 305、外螺旋形線圈 402、及內螺旋形線圈 404 中之線圈數相同，則我們可看出 L_0 312 將大致等於 L_i 316，因而外螺旋形線圈 402 及內螺旋形線圈 404 之對應電感係大致相同。

熟悉本門技術者當可了解，當以一電流 I 驅動單片螺旋形電感 300 時，在單片螺旋形電感 300 中心的磁場將是相當強的，這是因為每一螺線都將磁場耦合到該中心區域。當磁場強時，在單片螺旋形電感 300 的內圈中之局部電流密度將也是相當高的。該電流傾向集中在線圈橫斷面內的中心繞組。該電阻起因於電流與磁場間之互動；而自該中心開始，每一線圈中之電流密度將變得更為均勻。因此，單片螺旋形電感 300 的內螺旋形線圈電阻 R_i 314 所造成的電阻值大於外螺旋形線圈電阻 R_0 310 所造成的電阻值。

因為已調整電流源 438 及 430 使複合螺旋形電感 400 的電磁環境儘量近似由電流源 309 驅動的單片螺旋形電感 300 之電磁環境，所以外螺旋形線圈 402 之有效電阻大致等於與外螺旋形線圈 303 相關聯的外螺旋形線圈電阻 R_0 310，且內螺旋形線圈 404 之有效電阻大致等於與內螺旋形線圈 305 相關聯的內螺旋形線圈電阻 R_i 314。因此，內螺旋形線圈電阻 R_i 314 將經常遠大於外螺旋形線圈電阻 R_0 310。

前文所述之實用性在於其增加了外螺旋形線圈 402 中之電感值，而不會伴隨增加電阻值。熟悉本門技術者當可了解，增加各螺線間之間隔，即可減輕於螺旋形電感中所述的這些電阻性耗損，但是此種方式必須為了較高的電感值

(請先閱讀背面之注意事項再為本頁)

裝

訂

線

五、發明說明(16)

而增加線圈數；因而經常使線圈太寬；而無法有效地用於積體電路的環境中。此外，熟悉本門技術者當可了解，當線圈數增加時，基底耗損也增加，因為這兩者的體積是相關的，該因素將使單片螺旋形電感300的尺寸有一上限。因此，單片螺旋形電感300的尺寸在實作上有其上限及下限。我們發現該下限主要是受到在內層線圈內集中的電流之影響；圖4C所示之結構造成產生一電感之方式；該電感將接近具有類似線圈數的單片電感之電感值；但是不會有與此種單片電感的內層線圈相關聯之電阻值。

如將於下文中說明的，複合螺旋形電感400的結構可用來獲致的振盪器之Q因數高於不使用本發明該實施例的振盪器之Q因數。參照方程式1即可得知其原因；如方程式1所示，一振盪器之Q因數與L/R（電感值與電容值間之）比率直接相關。對於以前文所述之方式工作的單片螺旋形電感300而言，可將該比率表示為：

$$(L/R)_{\text{one-piece inductor}} = ((L1\ 308)/((R1\ 306)))$$

或者，以與外螺旋形線圈303及內螺旋形線圈305相關聯的值表示，則

$$(L/R)_{\text{one-piece inductor}} = ((L_o\ 312 + L_i\ 316)/((R_o\ 310 + R_i\ 314)))$$

此外，因為在前文所述的情形中，L_o 312係大致等於L_i 316，所以可將(L/R)_{one-piece inductor}表示為：

$$(L/R)_{\text{one-piece inductor}} = ((2 L_o\ 312)/((R_o\ 310 + R_i\ 314)))$$

以將於下文中參照圖5A及5B所述之方式利用外螺旋形線圈402作為振盪器線圈時，可將此種振盪器之L/R比率

五、發明說明 (17)

表示為：

$(L/R)_{\text{outer-coil inductor}} = ((L_o.312)/((R_o.310)))$ ；或以等效方式表示如下：

$$(L/R)_{\text{outer-coil inductor}} = ((2L_o.312)/((R_o.310 + R_i.310)))。$$

前文中已說明 $R_i.314$ 必然大於 $R_o.310$ ；因此：比較 $(L/R)_{\text{one-piece inductor}}$ 及 $(L/R)_{\text{outer-coil inductor}}$ 時將可知 $(L/R)_{\text{outer-coil inductor}}$ 將必然大於 $(L/R)_{\text{one-piece inductor}}$ ；因此：因為 $Q = \omega_o * L/R$ ，所以在利用一振盪器作為以參照圖 4C 所述的複合螺旋形電感 400 之電感元件外螺旋形線圈 402 時，該振盪器之 Q 因數將必然大於利用一振盪器作為其電感元件單片螺旋形電感 300 的該振盪器之 Q 因數。

現在請參閱圖 4D；圖 4D 是圖 4C 所示電路之電路圖。圖中示出外螺旋形線圈 402 具有大致等於外螺旋形線圈電阻 $R_o.310$ 之有效電阻 $R4.434$ 、及大致等於外螺旋形線圈電感 $L_o.312$ 之電感 $L4.436$ 。圖中亦示出內螺旋形線圈 404 具有大致等於內螺旋形線圈電阻 $R_i.314$ 之電阻 $R5.439$ 、及大致等於內螺旋形線圈電感 $L_i.316$ 之電感 $L5.441$ 。

請參照圖 4D，我們可看出圖 4C 所示之組態將單片螺旋形電感 300 的大部分電阻值集中於內螺旋形線圈 404 之電阻 $R5.439$ ，而使外螺旋形線圈 402 之電阻 $R4.434$ 具有較低的電阻值。亦即：在圖 4C 所示的結構中：利用由對稱電流源 428 驅動的內螺旋形線圈 404 所構成的"複製電路"，即可將大部分的耗損放入內螺旋形線圈 404 中。內螺旋形線圈 404 將不是振盪器電感的一部分。

五、發明說明(18)

現在請參閱圖5A。圖5A是一部分準電路簡圖；圖中示出如何利用圖4A-4D所示之實施例提供一種改良式LC振盪器。圖5A中示出LC振盪器500；LC振盪器500在本質上是圖2所示之振盪器；但是係以圖4C所示之實施例取代圖2所示振盪器之電阻性電感元件。

在圖5A中，係以平視圖之方式示出外螺旋形線圈402及內螺旋形線圈404。係以類似於前文所述只直接供應外螺旋形線圈(402)的電流源428之方式；自用來供應電流的電源 V_{dd} 502將振盪器電流供應到外螺旋形線圈402。一對稱電流源(圖中未示出)係用來以類似於前文所述電流源428之方式將電流供應到內螺旋形線圈404振盪器。該對稱電流源係用來驅動內螺旋形線圈404，使每一內螺旋形線圈404中之電流與其對應外螺旋形線圈402中之電流相比時，有較大或相同的大小、相同的方向、及相同的相位。LC振盪器500的其餘部份係如圖2所示。

熟悉本門技術者當可了解，有許多方法可配置一對稱電流源，使內螺旋形線圈404-外螺旋形線圈402對中之電流與外螺旋形線圈402中之電流相比時，有較大或相同的大小、相同的方向、及相同的相位。一種此類方法即是使用一個受正交相位控制的正交振盪器及電流源；使每一及外線圈對中之電流將有相同的相位；該方法的一個例子為揭示於1998年1月26日提出申請的待審查美國專利申請案08/013280 "Apparatus and Method for Frequency Tuning a LC Oscillator In a Integrated Circuit"，本發明特此引用該申請

五、發明說明(19)

案以供參照。

現在請參閱圖5B：圖5B是與圖5A所示部分電路簡圖等效之電路圖。圖中示出所得到的電路圖在本質上與圖2所示者相同；但是係以圖4D中參照外螺旋形線圈402所示之等效電路取代圖2所示電路圖中之電感。

雖然已參照一些特定實施例而示出並說明了本發明，但是熟悉本門技術者當可了解，在不脫離只在最後的申請專利範圍所界定的本發明之精神及範圍下，仍可對本發明之形式及細節作出上述及其他的改變。

(請先閱讀背面之注意事項再寫本頁)

裝

訂

線

四、中文發明摘要(發明之名稱：生產一與電子振盪器共用之改良電感器之方法及裝置)

本發明係大致有關一種產生可適用於電子振盪器的改良式電感之方法及裝置。該方法至少包含下列步驟：(在一積體電路基底中形成一第一線圈；在該積體電路基底中形成一第二線圈，使該第二線圈接近於該第一線圈；並使所形成的該第一線圈之磁通將鏈結到所形成的該第二線圈之磁通；將一第一電源連接到該第一線圈；將一第二電源連接到該第二線圈；以及激勵該第一及第二電源，使該第一及第二線圈中之電流匹配。該裝置包含一積體電路，該積體電路至少具有下列元件：一基底；一個在該基底內形成之複合電感；該複合電感具有至少一第一線圈；而該第一線圈具有一相關聯的第一線圈電感及第一線圈電阻；且該複

英文發明摘要(發明之名稱："METHOD AND APPARATUS FOR CREATING)
IMPROVED INDUCTORS FOR USE WITH
ELECTRONIC OSCILLATORS")

The present invention relates, in general, to a method and apparatus for creating improved inductors which can be adapted for use with electronic oscillators. The method includes at least the following: forming a first coil in an integrated circuit substrate; forming a second coil in the integrated circuit substrate, such that the second coil is proximate to the first coil and such that a magnetic flux from the formed first coil will link with a magnetic flux of the formed second coil; connecting a first electrical source to the first coil; connecting a second electrical power source to the second coil; and energizing the first and second electrical power sources such that the currents in the first and the second coils are matched. The apparatus includes an integrated circuit having at least the following: a substrate; a composite inductor formed within the substrate having at least a first coil with an associated first coil inductance and first coil resistance and a second coil with

四、中文發明摘要(發明之名稱:)

合電感具有一第二線圈，該第二線圈具有一相關聯的第二線圈電感及第二線圈電阻；其中係在該基底中形成該第一線圈及該第二線圈；使當該第一線圈中之電流與該第二線圈中之電流匹配時；產生與該第一線圈相關聯且超過該第一線圈電感的一個新電感。可利用該裝置形成在一積體電路中實施之振盪器；該形成之方式為使該裝置與該基底中形成至少一個電容作電氣上的連接；因而形成一電子振盪器。

英文發明摘要(發明之名稱:)

an associated second coil inductance and second coil resistance, with the first coil and the second coil formed in the substrate such that when a current in the first coil is matched with a current in the second coil, a new inductance associated with the first coil is produced that is in excess of the first coil inductance. The apparatus can be utilized to form an oscillator implemented in an integrated circuit by placing the apparatus in electrical connection with at least one capacitor formed in the substrate such that an electronic oscillator is formed.

六、申請專利範圍

1. 一種積體電路，包含：

一基底；以及

一複合電感，該複合電感具有至少一第一線圈，該第一線圈具有一相關聯的第一線圈電感及第一線圈電阻，且該複合電感具有一第二線圈，該第二線圈具有一相關聯的第二線圈電感及第二線圈電阻，其中係在該基底形成該第一線圈及該第二線圈，使當該第一線圈中之電流與該第二線圈中之電流匹配時，產生與該第一線圈相關聯且超過該第一線圈電感的一個新電感。

2. 如申請專利範圍第1項之積體電路，其中當該第一線圈中之電流與該第二線圈中之電流匹配時，該複合電感又包含一個與該第一線圈相關聯的新電阻，該新電阻大致相同於或小於該第一線圈電阻。

3. 如申請專利範圍第1項之積體電路，其中該第一線圈又包含一個在該基底中形成的外螺旋形線圈。

4. 如申請專利範圍第3項之積體電路，其中該第二線圈又包含一個在該基底中形成的內螺旋形線圈；使係以平行於該外螺旋形線圈之方式形成該內螺旋形線圈；且該內螺旋形線圈係包圍在該外螺旋形線圈之內，並使該外螺旋形線圈之磁通將連結到該內螺旋形線圈之磁通。

5. 如申請專利範圍第4項之積體電路，又包含：

一個在電氣上連接到該外螺旋形線圈之第一電源，用以在該外螺旋形線圈中產生一電流；以及

一個在電氣上連接到該內螺旋形線圈之第二電源，用

(請先閱讀背面之注意事項)

(寫本頁)

裝

訂

線

六、申請專利範圍

- 以在該內螺旋形線圈中產生一電流，而該電流對稱於該第一電源在該外螺旋形線圈中產生之電流。
6. 如申請專利範圍第5項之積體電路，又包含一正交電流產生電源，而該第一電源及該第二電源皆可衍生自該正交電流產生電源。
7. 一種在一積體電路中實施之振盪器，該振盪器包含：
- 一基底；
 - 一複合電感，該複合電感具有至少一第一線圈，而該第一線圈具有一相關聯的第一線圈電感及第一線圈電阻，且該複合電感具有一第二線圈，該第二線圈具有一相關聯的第二線圈電感及第二線圈電阻，其中係在該基底形成該第一線圈及該第二線圈，使當該第一線圈中之電流與該第二線圈中之電流匹配時，產生與該第一線圈相關聯且超過該第一線圈電感的一個新電感；以及
 - 在該基底形成的至少一個電容，使該等至少一個電容在電氣上連接到該複合電感之該第一線圈，並因而形成一電子振盪器。
8. 如申請專利範圍第7項之振盪器，其中當該第一線圈中之電流與該第二線圈中之電流匹配時，該複合電感又包含一個與該第一線圈相關聯的新電阻，該新電阻大致相同於或小於該第一線圈電阻。
9. 如申請專利範圍第7項之振盪器，其中該第一線圈又包含一個在該基底中形成的外螺旋形線圈。
10. 如申請專利範圍第9項之振盪器，其中該第二線圈又包

(請先閱讀背面之注意事項)

寫本頁)

裝

訂

線

六、申請專利範圍

含一個在該基底中形成的內螺旋形線圈，使係以在實體上平行於該外螺旋形線圈之方式形成該內螺旋形線圈，且該內螺旋形線圈係包圍在該外螺旋形線圈之內，並使該外螺旋形線圈之磁通將連結到該內螺旋形線圈之磁通。

11. 如申請專利範圍第10項之振盪器；又包含：

一個在電氣上連接到該外螺旋形線圈之第一電源，用以在該外螺旋形線圈中產生一電流；以及

一個在電氣上連接到該內螺旋形線圈之第二電源，用以在該內螺旋形線圈中產生一電流，而該電流對稱於該第一電源在該外螺旋形線圈中產生之電流。

12. 如申請專利範圍第11項之振盪器，又包含一正交電流產生電源，而該第一電源及該第二電源皆可衍生自該正交電流產生電源。

13. 一種在一積體電路基底中形成一第一線圈及一第二線圈之方法，該第一線圈具有一相關聯的第一線圈電感及第一線圈電阻；且該第二線圈具有一相關聯的第二線圈電感及第二線圈電阻，因而產生一個與該第一線圈相關聯且大致大於該第一線圈電感的新電感，且因而產生一個與該第一線圈相關聯且大致相同於或小於該第一線圈電阻的新電阻，該方法包含下列步驟：

在該積體電路基底形成一第一線圈；

在該積體電路基底形成一第二線圈，使該第二線圈接近於該第一線圈，並使所形成的該第一線圈之磁通連結

(請先閱讀背面之注意事項五
寫本頁)

裝

訂

線

六、申請專利範圍

到所形成的該第二線圈之磁通；

將一第一電源連接到該第一線圈；

將一第二電源連接到該第二線圈；以及

激勵該第一及第二電源；使該第一及第二線圈中之電流匹配；

14. 如申請專利範圍第13項之方法；其中形成該第一線圈之該步驟又包含下列步驟：形成一外螺旋形線圈。
15. 如申請專利範圍第14項之方法；其中形成近似於該第一線圈的該第二線圈之該步驟又包含下列步驟：以形成於外螺旋形線圈之方式形成一內螺旋形線圈，且該內螺旋形線圈係包圍在該內螺旋形線圈之內。
16. 如申請專利範圍第15項之方法，又包含下列步驟：
在電氣上將至少一個電容連接到該外線圈；以及
將一電源連接到在電氣上連接到該外線圈的該等至少一個電容之輸入端，因而可形成一振盪器。
17. 如申請專利範圍第16項之方法，其中該連接步驟又包含下列步驟：形成一可調頻振盪器。

(請先閱讀背面之注意事項再為本頁)

裝

訂

線

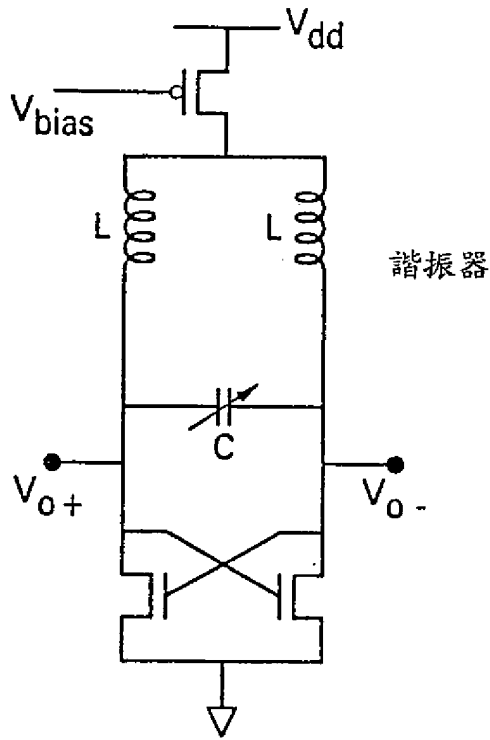


圖 1

習用技術

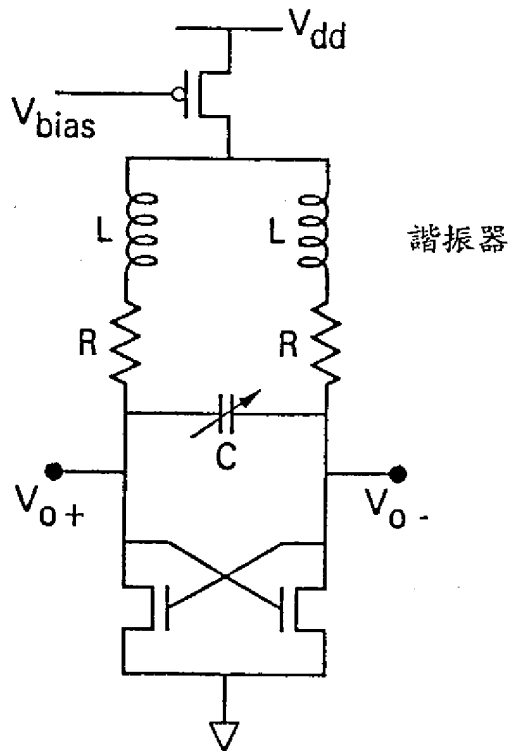


圖 2

習用技術

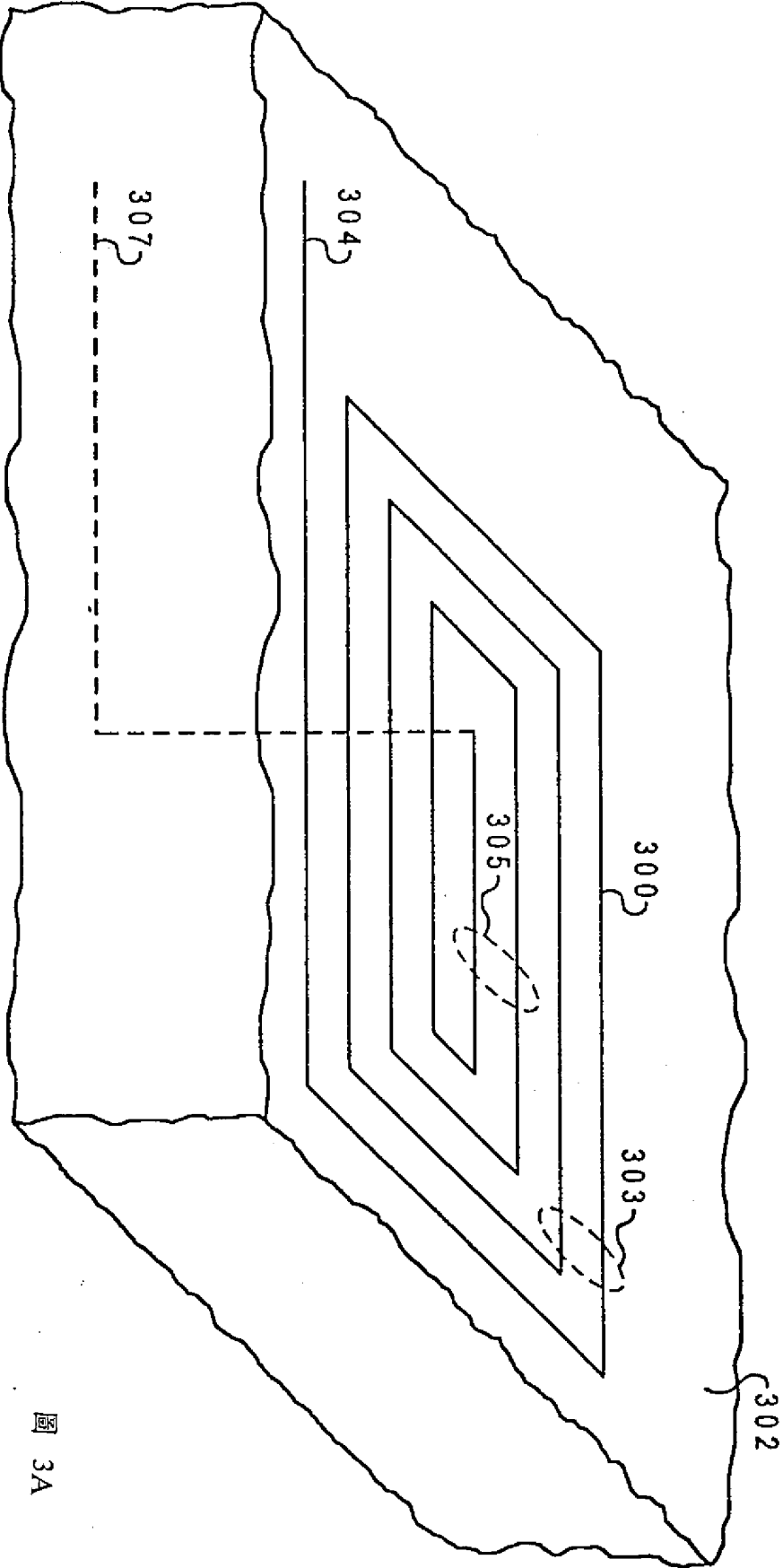


圖 3A
習用技術

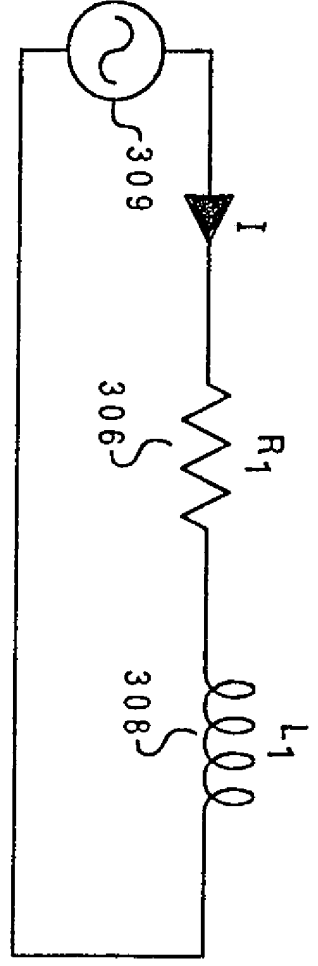


圖 3B
習用技術

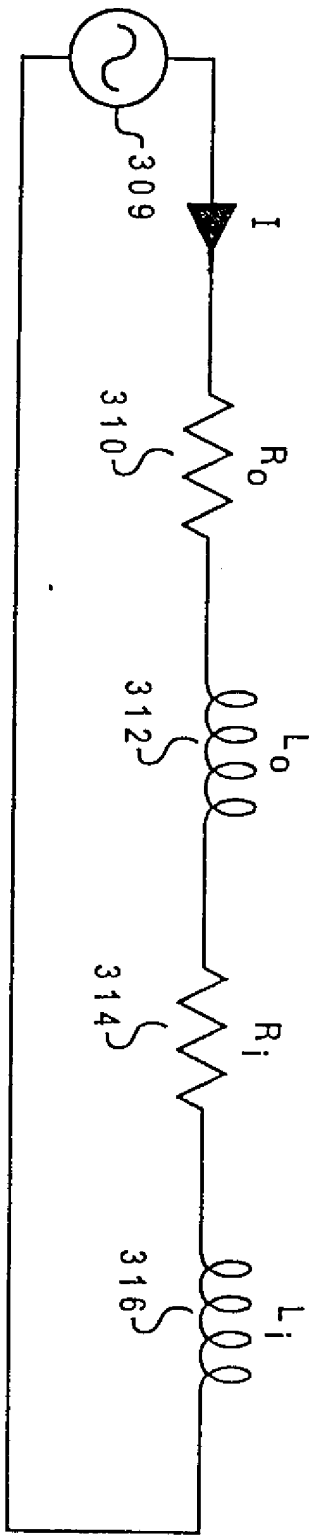


圖 3C

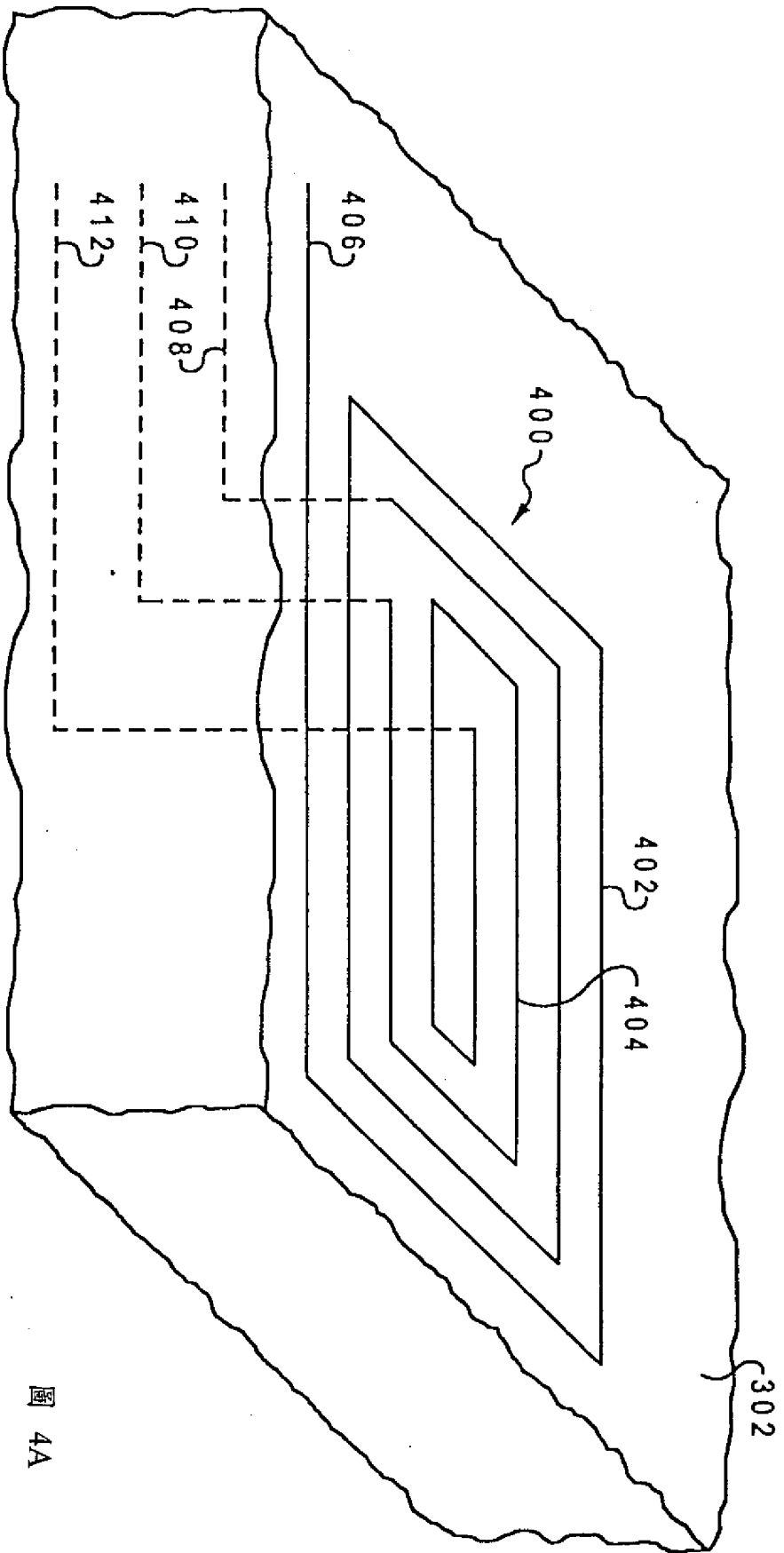


圖 4A

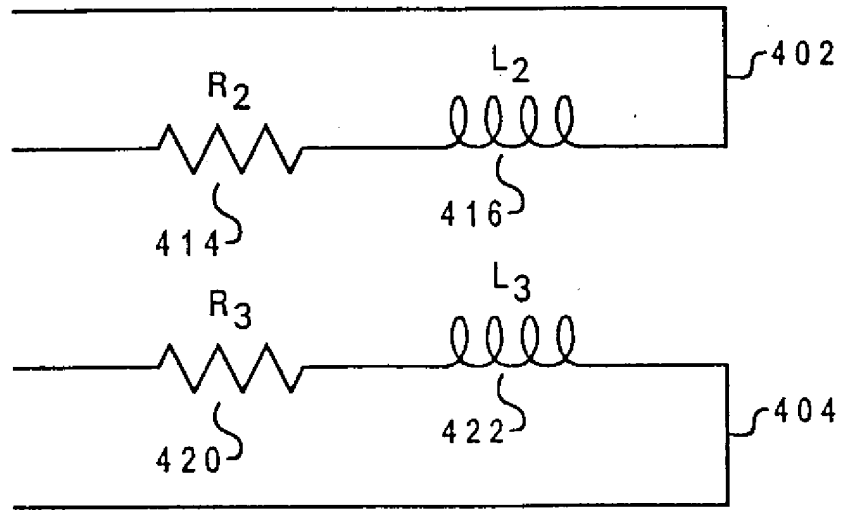


圖 4B

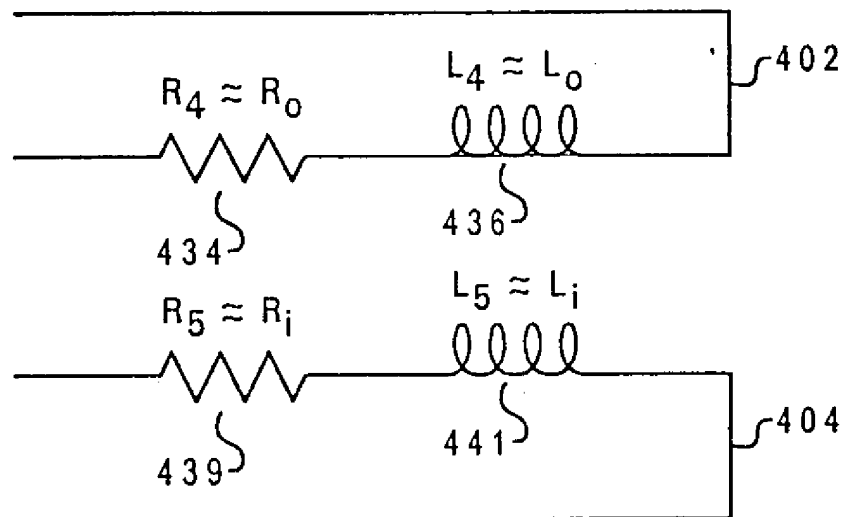


圖 4D

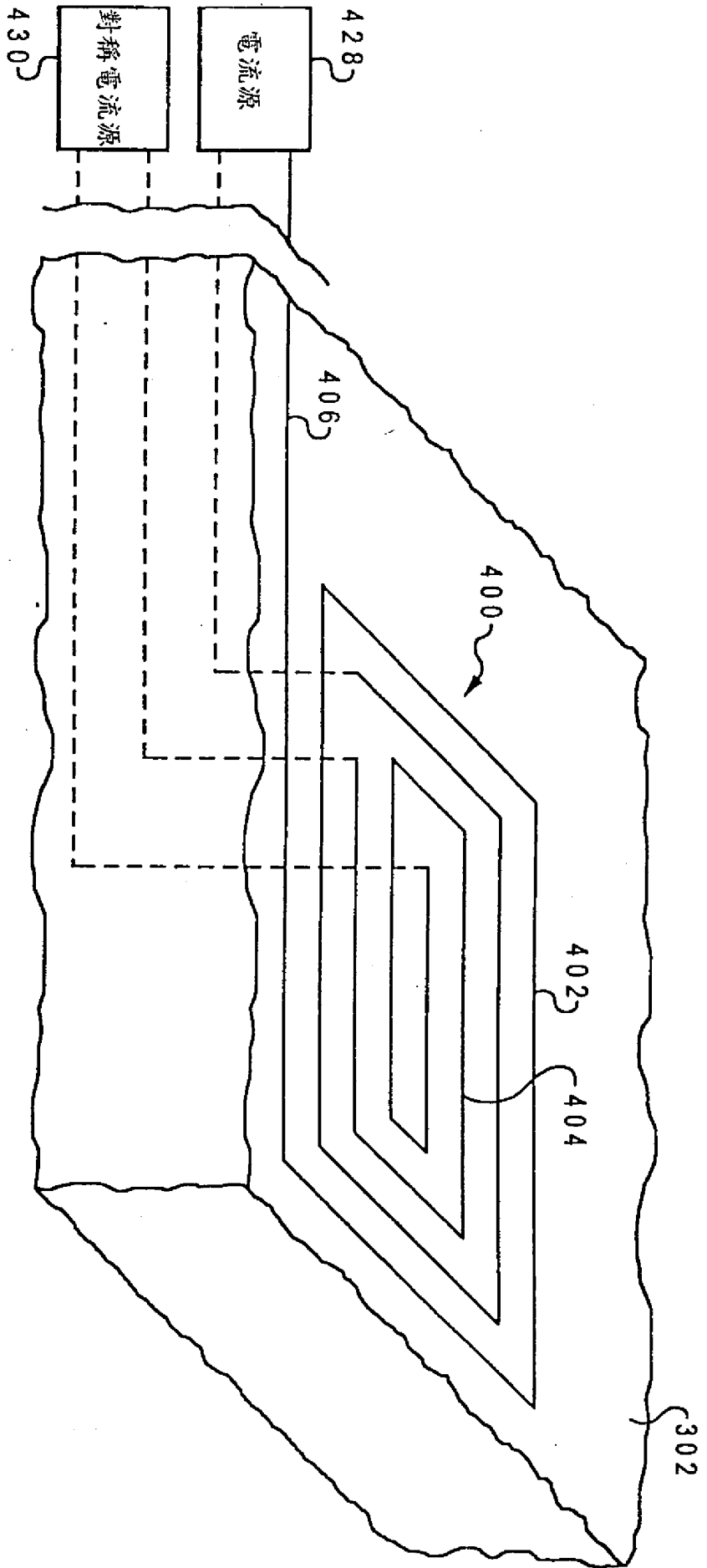


圖 4C

414899

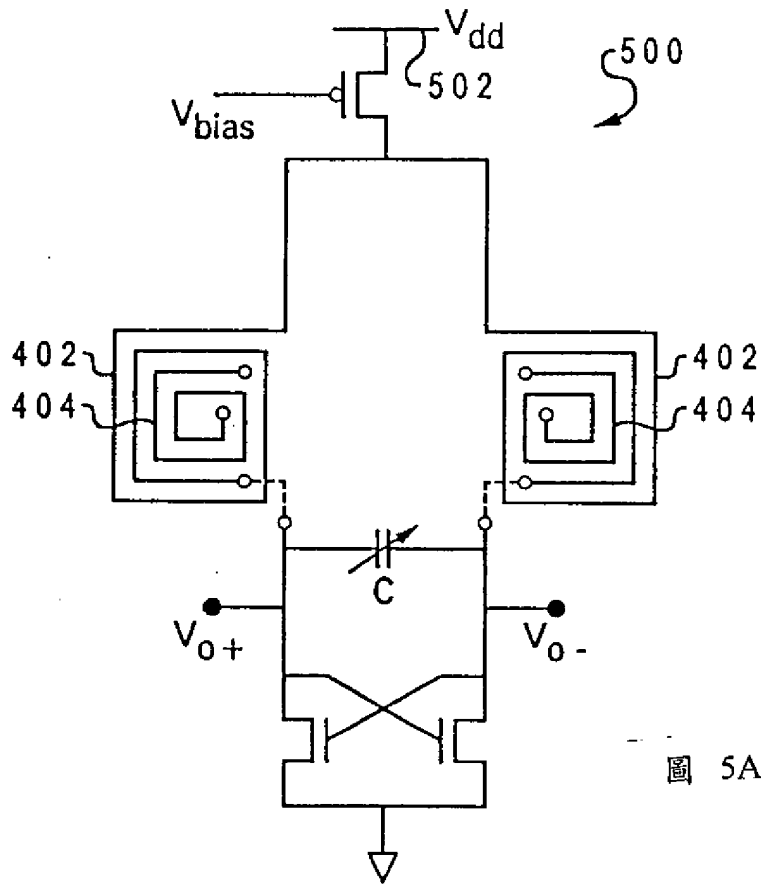


圖 5A

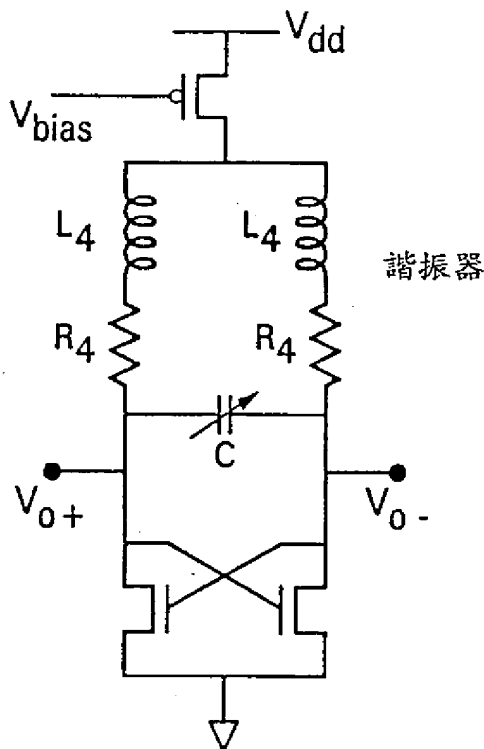


圖 5B