



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 201036006 A1

(43)公開日：中華民國 99 (2010) 年 10 月 01 日

(21)申請案號：098141208

(22)申請日：中華民國 98 (2009) 年 12 月 02 日

(51)Int. Cl. : H01F19/00 (2006.01) H01R13/66 (2006.01)

(30)優先權：2008/12/03 美國 61/200,809

2008/12/31 美國 61/204,178

(71)申請人：普雷納麥格股份有限公司 (美國) PLANARMAG, INC. (US)

美國

(72)發明人：哈里森 威廉 HARRISON, WILLIAM LEE (US) ; 范 安吾 PHAM, ANH-VU

(US) ; 昆利希 詹姆斯 QUILICI, JAMES E. (US) ; 達爾米亞 希德哈士 DALMIA,

SIDHARTH (IN) ; 庫貝斯 史蒂芬 KUBES, STEVEN R. (US)

(74)代理人：林志剛

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：30 項 圖式數：17 共 74 頁

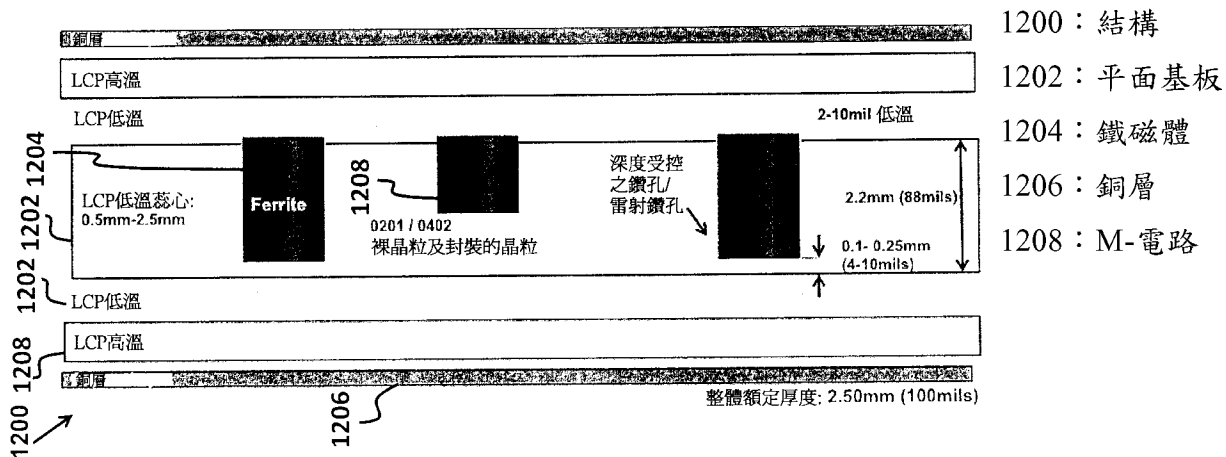
(54)名稱

做為分離組件且在整合連接器中之平面嵌入式磁性元件的製造及使用

THE MANUFACTURE AND USE OF PLANAR EMBEDDED MAGNETICS AS DISCRETE COMPONENTS AND IN INTEGRATED CONNECTORS

(57)摘要

本發明提供整合式平面變壓器及包含至少一配置於平面基板中的寬頻平面變壓器之電子組件，其中，每一個寬頻平面變壓器包含完全固化及剛性狀態的平面基板、鐵磁體材料、及繞組間導體，鐵磁體材料係嵌入於完全固化及剛性的平面基板中，其中，鐵磁體材料係包封於彈性及非導電材料中，繞組間導體係圍繞嵌入的鐵磁體而配置，其中，頂部及底部導體係由絕緣性黏著劑來予以接合。頂部與底部導體藉由配置於鐵磁體材料的每一側上之導電通孔而以互連樣式連接，及跨越複數層而至導體。平面變壓器又包含連接至至少一繞組間導體之至少一中央分接頭。整合式平面變壓器及電子組件又包含連接至寬頻平面變壓器的至少一個端子之至少一電子組件。





(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 201036006 A1

(43)公開日：中華民國 99 (2010) 年 10 月 01 日

(21)申請案號：098141208

(22)申請日：中華民國 98 (2009) 年 12 月 02 日

(51)Int. Cl. : H01F19/00 (2006.01) H01R13/66 (2006.01)

(30)優先權：2008/12/03 美國 61/200,809

2008/12/31 美國 61/204,178

(71)申請人：普雷納麥格股份有限公司 (美國) PLANARMAG, INC. (US)

美國

(72)發明人：哈里森 威廉 HARRISON, WILLIAM LEE (US) ; 范 安吾 PHAM, ANH-VU

(US) ; 昆利希 詹姆斯 QUILICI, JAMES E. (US) ; 達爾米亞 希德哈士 DALMIA,

SIDHARTH (IN) ; 庫貝斯 史蒂芬 KUBES, STEVEN R. (US)

(74)代理人：林志剛

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：30 項 圖式數：17 共 74 頁

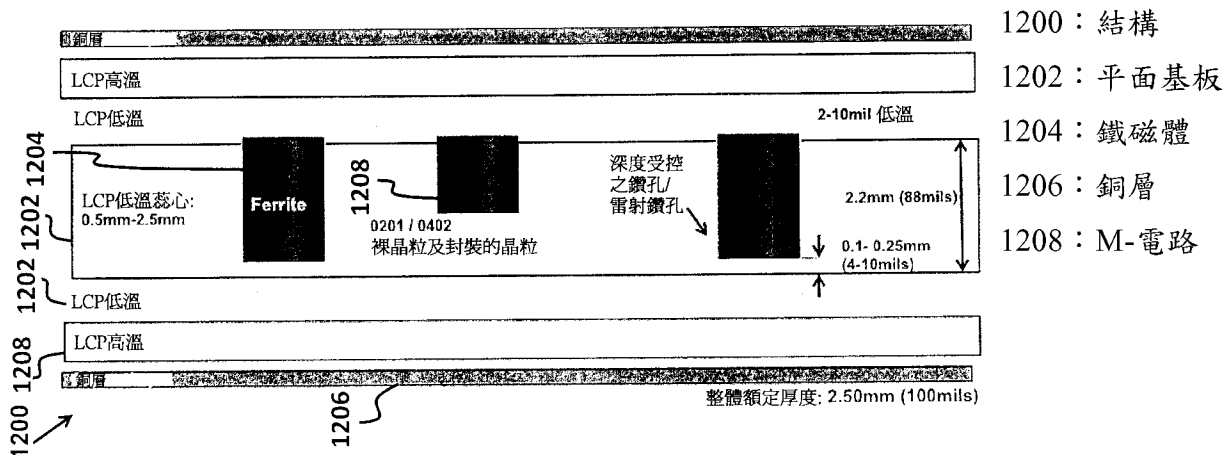
(54)名稱

做為分離組件且在整合連接器中之平面嵌入式磁性元件的製造及使用

THE MANUFACTURE AND USE OF PLANAR EMBEDDED MAGNETICS AS DISCRETE COMPONENTS AND IN INTEGRATED CONNECTORS

(57)摘要

本發明提供整合式平面變壓器及包含至少一配置於平面基板中的寬頻平面變壓器之電子組件，其中，每一個寬頻平面變壓器包含完全固化及剛性狀態的平面基板、鐵磁體材料、及繞組間導體，鐵磁體材料係嵌入於完全固化及剛性的平面基板中，其中，鐵磁體材料係包封於彈性及非導電材料中，繞組間導體係圍繞嵌入的鐵磁體而配置，其中，頂部及底部導體係由絕緣性黏著劑來予以接合。頂部與底部導體藉由配置於鐵磁體材料的每一側上之導電通孔而以互連樣式連接，及跨越複數層而至導體。平面變壓器又包含連接至至少一繞組間導體之至少一中央分接頭。整合式平面變壓器及電子組件又包含連接至寬頻平面變壓器的至少一個端子之至少一電子組件。



六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係有關於通訊技術。更特別地，本發明係有關於產生嵌入式平面磁性元件，以及將平面式磁性元件整合於通訊連接器中。

【先前技術】

由於連接器最初被開發用於語音傳輸，所以，其一直被使用於通訊工業方面。連接器已經過多次演進，使得其可以支援目前的 10G/1G/100/10 Mbps 乙太網路。連同其它通訊協定及需要電磁元件的電子設備一起，此技術將繼續發展以支援新興的高速 40G 和 100G。由於通訊系統已開始將愈來愈多的個別埠聚集在一個盒子（亦即，48 埠的乙太網路交換器或多埠路由器）中，所以，印刷電路板的空間已變得非常有價值。除以增加設有被動組件的印刷電路板以匹配來自積體電路（IC）及連接器的寄生現象之外，連接器製造商在連接器的發展中採取下一步，藉由嘗試將外部磁性元件整合入連接器中以便降低系統空間。須要磁性元件以使使用者與內部電壓突波相隔離，或是，使電子元件與外部高電壓短路及突波相隔離。它們也限制了所看到之自系統發射出的 EMI 電磁干擾發射，這對於符合電子設備相關的法規及規定是必要的。

在目前的解決之道中，將手繞磁性元件向下鉗接至設於 RJ-45 的背面中的柱或墊上，而將這些手繞磁性元件整

合於連接器殼體中。在單插孔殼體中，八個個別纏繞的磁性單元需要附接至適當的連接，然後被擠壓入殼體的背部中。圖 1 (a) - (b) 中所示為先前技術的組件 100，其中，圖 1 (a) 顯示繞著環狀或環形管磁鐵 104 纏繞之手繞線 102，形成磁性單元 106，以及，圖 1 (b) 顯示習知的連接器 108 及完成此整合的困難。一旦插入所有磁性單元 106，它們就會以膠體材料來予以覆蓋，以使它們保持定位。由於這些磁性單元 106 相當接近且它們的間隔難以控制，所以，這是耗時的且提供不良的可重複性及性能。已作了一些努力以使用殼體中的導柱或槽，來刻劃出這些單元的位置，但是，由於成本及製造周期次數，所以這些已廢棄不用。以這些手繞部件，實際上不可能控制洩漏及平衡跨過中央分接頭的主及次線圈。此外，對於更高頻率的應用，無法控制阻抗及達成寬頻性能。最後，由於來自手繞之固有的變異，所以，這些組件無法被使用來創建子系統及模組。

在其它組成件中，水平施體 PCB 板可以被插入於殼體中，其允許製造商能夠將被動元件及磁性元件放置於 PCB 上，而在 PCB 中，其將再次以裝填材料來予以固持。雖然這比其它的嘗試提供了改進，但是，由於磁性元件仍然是手繞的而後被置放，因而這限制了性能且增加製造成本，所以，其仍然僅提供有限的性能。這些電路板也提供一個另外的功能，亦即，提供用於連接器的基地。

OEM (原始設備製造商) 現在開始尋找如何在它們的

設備中進入下一等級的整合。它們將進展至盒上有 96 埠面板，其意指連接器及 PCB 空間必須變得更小巧。隨著目前設計所提供般，連接器（非 RJ45 連接器）必須變得更窄且不會更深。目前的手繞磁性解決之道由於機械限制和手工組裝的因素而無法滿足此需求。

目前的變壓器磁性元件是經由手繞，然後澆上環氧樹脂並予以封裝。它們典型上是四方扁平無引線（QFN）、鷗翼或球形柵格陣列（BGA）封裝組件。這些手繞組件被使用於例如機上盒、RF 路由器、RF 行動裝置、網際網路及消費性電子產品等非乙太網路應用。當這些手繞變壓器被整合入連接器中時，它們可以進入 PCB 基板並且以水平或垂直配置的方式來予以安裝。這些是手繞及手鐸的，附接至薄的電路板，而後附接於連接器的內部。無法控制例如洩漏電感電容耦合之關鍵性的寄生參數，而這會造成不良的性能。

因此，有需要發展低成本、嵌入式平面磁性元件，其可被整合入淺及窄的通訊連接器中。又需要有效率及低成本的製造方法，以製造這類裝置，其避免損害鐵磁體材料及降低 EMI，使繞組圈數達最大，並且控制繞組寄生電感。

【發明內容】

本發明提供整合式平面變壓器及包含至少一配置於平面基板中的寬頻平面變壓器之電子組件，其中，每一個寬

頻平面變壓器包含完全固化及剛性狀態的平面基板、及鐵磁體材料，鐵磁體材料係嵌入於完全固化及剛性的平面基板中，其中，嵌入包含鐵磁體材料包封於彈性及非導電材料中。平面變壓器又包含繞組間導體，係配置在嵌入的鐵磁體材料周圍，其中，繞組間導體具有頂部導體及底部導體，頂部導體藉由第一接合層而被接合至完全固化及剛性的基板之上表面，底部導體藉由第二接合層而被接合至完全固化及剛性的基板之底表面，其中，接合層包含絕緣性黏著劑。頂部導體與底部導體藉由配置於鐵磁體材料的每一側上之導電通孔而以互連樣式來予以連接，導電通孔跨越過接合層及完全固化及剛性的平面基板，形成繞組間導體。平面變壓器又包含連接至至少一繞組間導體之至少一中央分接頭。整合式平面變壓器及電子組件又包含連接至寬頻平面變壓器的至少一端之至少一電子組件。

根據本發明的一個態樣，平面基板包含 FR4、熱固性材料或熱塑性材料。

在本發明的另一態樣中，相鄰的頂部導體係配置成符合它們之間平行及預定的間隔，並且，相鄰的頂部導體及底部導體係配置成使繞著嵌入的鐵磁體材料纏繞之繞組的數目達最大，以降低繞組寄生電感及洩漏電感。此處，在頂部導體與底部導體之間間隔可以是在 $10\ \mu\text{m}$ 至 $500\ \mu\text{m}$ 的範圍中。

在本發明的又一態樣中，使用層疊材料，以將導電層層疊至平面基板，層疊材料可包含可撓性環氧樹脂、高溫

熱塑性材料、或高流動陶瓷填充碳氫化合物。

根據另一態樣，中央分接頭係阻抗匹配於差分阻抗的 50%，其中，任何非差分電流流經中央分接頭而至地或是可保持開路，終止於電氣網路以使共模訊號的阻抗匹配或濾波最佳化。

在本發明的又另一態樣中，鐵磁體材料具有可包含環輪、環形管、U 形、E 形或條狀之形狀。此處，環狀鐵磁體或環形管鐵磁體的中心包含配置於其中之尺寸上穩定的填充化合物。此外，環輪鐵磁體或環形管鐵磁體的中心包含配置於其中的熱塑性元件，而熱塑性元件具有與平面基板材料特性相符合的材料特性，並且，具有與環輪中心或環形管中心的形狀相符的形狀。

根據另一態樣，崩潰材料係配置跨過寬頻平面變壓器的至少二個端子，其中，當被曝露於 500V rms 至 10,000 V rms 之範圍中的電位時，崩潰材料作用 (actuate)。

在又另一態樣中，經整合的平面變壓器的所有外表面係塗有絕緣層，其中，該經整合的平面變壓器的至少一個端子被曝露出。

根據本發明的一個態樣，寬頻平面變壓器及電子組件之間的連接包含配置經過基板中的至少一孔之至少一導電接腳，其中，該至少一導電接腳是線形的或有角度的。

在又一態樣中，頂部導體包含淚滴形狀，其中，淚滴形狀的窄端係連接至配置於鐵磁體材料的環狀或環形管狀的中心之內導電元件，並且，淚滴形狀的寬端係連接至配

置而圍繞鐵磁體材料的環狀或環形管狀的外部之外導電元件。此處，變壓器電感器係以 0 至 1 之間的耦合係數相耦合，其中，耦合是依據 i) 導電元件之間間隔，或 ii) 環形管狀導體之間間隔，或 iii) 環狀或環形管鐵磁體中的開口跨距，或 iv) 依據主級及次級繞組間的比例；或 i) 、 ii) 、 iii) 及 iv) ，其中，開口跨距包含氣隙，其中，氣隙包含至少一接地通孔。

在本發明的另一態樣中，電子組件可為任何需要隔離或電磁功能性的連接器。此處，連接器包含連接至平面變壓器的至少一個端子之至少一電接點。

在本發明的一態樣中，至少一寬頻平面變壓器包含寬頻平面變壓器陣列。

在本發明的又一態樣中，至少一電子組件包含連接器陣列。

在本發明的另一態樣中，至少一電子組件包含 PCB 陣列。

根據另一態樣，經整合的平面變壓器及電子組件的底表面包含銲接墊。

在又另一態樣中，配置導熱管以取出在繞組間導體處所產生的熱。此處，導熱管可包含導熱金屬電鍍通孔、至少一導熱金屬層、配置於至少一訊號軌跡上之額外的導熱金屬、配置於整合式平面變壓器裝置的邊緣處之至少一導熱片、或圍繞整合式平面變壓器及電子組件的邊緣之導熱材料。

在又一態樣中，至少一中央分接頭係配置於寬頻平面變壓器的頂部上。

根據另一態樣，電子組件係配置於平面基板的頂部上，以使它們之間的距離達最小，以提供中央分接頭電流所想要的匹配。

在本發明的另一態樣中，寬頻平面變壓器又包含 i) 至少一共模抗流器，其中，每一個共模抗流器提供訊號整形及調整，或 ii) M 電路，或 i) 及 ii)，其中，M 電路是支援用於特定功能及應用之嵌入式寬頻平面變壓器的功能性之電氣電路。此處，由 M 電路所支援的功能性包含濾波功能、串擾抵消功能、高電壓抑制、EMI 抑制、數位控制、LED 控制、平衡-不平衡 (Balun) 控制及電力管理功能性。

在又一態樣中，整合包含堆疊，其中，堆疊包含在第二寬頻平面變壓器及第二抗流器的頂部之上的至少第一寬頻平面變壓器及第一抗流器、以及在第一抗流器以及第一寬頻平面變壓器的頂部之上的濾波器和阻抗匹配元件，其中，堆疊中之寬頻平面變壓器的數目是依據所想要的應用而定。

根據本發明的又另一態樣，整合包括堆疊，其中，堆疊包含在濾波器的頂部上的抗流器，其中，濾波器係配置於阻抗匹配元件的頂部上，並且，阻抗匹配元件係配置於寬頻平面變壓器上。

在本發明的又一態樣中，彈性及非導電材料包含至少

一填充劑，其中，具有填充劑的彈性及非導電材料的熱膨脹係數達到平面基板的熱膨脹係數。

在本發明的另一態樣中，在基板中設置鑽孔，其中，整合式平面變壓器及電子組件的熱脹膨係藉由鑽孔來予以控制。

【實施方式】

雖然下述詳細說明爲了舉例說明而含有很多具體細節，但是，習於此技藝者將容易瞭解下述舉例說明的細節之很多變化及替代是在本發明的範圍之內。因此，揭示本發明的下述較佳實施例，但未喪失一般性，且非限定所主張之發明。

本發明包含平面磁性元件，其中，鐵磁體或磁鐵作爲元件而被嵌入於具有預先形成的開口之基底介電材料中，其中，對磁性單元進行模製、排路由機械式鑽孔、或打孔而形成預先形成的開口。然後，這些然後被封裝於例如低應力環氧樹脂之低應力黏著劑中，被配置來提供適當的電氣環境。銅層配合通孔而致使先前藉由手繞單元所產生的磁性結構能夠在類似於 IC 的小元件中。可以對個別通道或以通道組的方式來創建這些單元。圖 2(a) - (e) 顯示以陣列方式配置的平面變壓器 200，其中，圖 2a 顯示處於完全固化及剛性狀態的平面基板 202。如同所示，平面基板 202 係顯示具有凹穴 204，此處，凹穴 204 顯示爲圓孔，凹穴 204 具有精密的寬容度以容納鐵磁體材料 206，舉

例而言，鐵磁體材料 206 於此顯示為環輪。這些孔可以是鑽穿到所想要的厚度或是以受控制的深度而被鑽至所想要的厚度。圖 2 (b) 顯示具有形成有淚滴狀之頂部電極 208 的平面變壓器 200 陣列，其中，也顯示出配置於圖 2 (a) 中的環輪狀鐵磁體的內部及外部邊緣上的導電通孔 210。又如圖 2 (b) 所示，頂部導體 210 使用絕緣性黏著劑 212 而被接合至平面基板 202，其中，又顯示出配置於平面基板 202 的底表面上的絕緣性黏著劑 212，如圖 2 (c) 所示般用以接合底部導體 214。此處，圖 2 (c) 顯示設有頂部導體 208 之橢圓狀平面變壓器 200 陣列，如同所示者，頂部導體 208 具有不均勻的淚滴狀，作為纏繞於嵌入的鐵磁體 206 周圍之導體。如同所示，多個淚滴狀頂部導體 208 係配置成符合它們之間平行及預定的間隔，並且，相鄰的頂部導體 208 係配置成使圍繞嵌入的鐵磁體 206 周圍的繞組數目達最大，以降低繞組寄生電感及洩漏電感。

圖 2 (d) - (e) 顯示配置成用於多通道應用（請參見圖 2 (e) ）之平面變壓器 200 的陣列，其中，圖 2 (d) 顯示使用圓形環輪／環形管鐵磁體 206，並且，頂部導體 208 具有相當均勻的淚滴狀，如上所述般，頂部導體 208 之間具有平行及預定的間隔。

圖 3 (a) - (b) 顯示堆疊的平面變壓器 300 之配置，舉例而言，平面變壓器 200 可以垂直地堆疊至連接器 302 的背部（請參見圖 3 (b) ）以使產生整合式連接器單元 304 所需的空間達最小。由於很多整合式連接器要求八個

個別的纏繞鐵磁體或磁性材料被用來覆蓋連接器 302 中例如四個訊號通道，所以，取得自製造商之連接器 304 的緊密陣列（亦即，1x4 單元或 2x6 單元）會因為根據本發明的平面變壓器 202 的緊密（compact）及耐久本質而擴大元件選擇（有關堆疊細節，請參見圖 17）。

本發明的另一實施係將墊加至通道磁性單元的底部。這些墊類似於 QFN 封裝或 LGA（無引線柵格陣列），其允許整合磁性單元 200 能夠被回錫於連接器的墊上或另一 PCB 基板上。假使使用高溫錫材，則連接器仍然能夠在 OEM 的回錫製程中被回錫，而不會對連接器 302 有任何影響。一個其它的態樣包含添加至磁性單元 200 的底部之 BGA 墊。這也允許通道於需要時能夠被堆疊至連接器中。

工業上的連接器不僅提供用於設備的訊號路徑，也提供電力給外部設備。在這些應用中使用手繞鐵磁體之困難在於使用的繞組被空氣及具有不良導熱性的低應力填充材料所圍繞，所以，非常難以從其中取出熱。本發明提供額外的銅層、額外的鍍銅通孔、或厚訊號軌跡，以作為取出繞組中產生的熱之導熱管。此外，可以圍繞平面裝置的邊緣設置或塗著銅或其它導電材料。藉由將通孔或墊添加至板的邊緣，連接器製造商可以將金屬片附接至基板，它被併入作為連接器殼體的一部份以提供散熱器給基板，以供增強熱效率用。

與這些連接器有關的另一議題包含濾波及 EMI 控制所需之額外的被動元件。根據本發明，為了將 EMI 有效地載

走，共模電流中央分接頭被整合至寬頻平面變壓器。這些中央分接頭係阻抗匹配於差分阻抗的 50%，以使任何非差分電流會從此路徑回至適當的接地。比訊號所見之對 50% 差分阻抗之阻抗匹配愈佳，則愈多電流將被汲離。在本發明之前，共模軌跡通常從磁鐵至適當接地要行經一段長的距離。此外，銅軌跡稍微變化即會對最佳共模排斥及電磁干擾（EMI）性能產生電感。此外，本發明提供用以降低共模雜訊之機制，其包含使用離散元件。

根據本發明，圖 4（a）-4（e）顯示結合的終端電阻器及磁性結構 400，其中，顯示出終端電阻器 402 係直接置於磁性結構 200 的頂部上。如同所示，由於鐵磁體是手繞的，所以，這無法在整合式連接器中所使用的電流磁鐵上。可以瞭解其它元件可以被直接置於嵌入於平面基板中的鐵磁體的表面上，使得此距離達最小及提供中央分接頭電流的完美匹配。這也造成更加緊密的設計。

圖 4（c）顯示中央分接頭終端電路 404，其係以 0.2-2.5 pF 的電容終端來替代電阻終止，可使用開放式短柱（stub）（非物理元件）或叉合指狀物或物理上表面安裝電容器作為項目 11，即可實現此電容終止。此新穎的改變允許良好控制的電感器（L），此電感器典型上受控制且在 1-15 μ H 的範圍中，以便與電容器（C）共模收斂地共振，而產生所需頻率的傳輸。更具體而言，此頻率通常是系統之時鐘的第一或第二諧波。值得注意的是以具有高介電崩潰電壓之形式來實施電容器 C。這可以以短管來實施，

其中，接地或屏蔽是在介電質或空氣存在下是合理間隔，以取得隔離。決定共振頻率，且共振頻率與 L 及 C 的乘積之平方根成反比。

圖 4 (d) 示意地顯示增強型濾波系列 LC 陷波器 (traps) 406，將選擇頻率的傳輸路徑中增強的排斥提供給圖 4 (c) 中的元件，卻不會造成通帶 (pass band) 中的功能變差。如同所示，以 LC 陷波器 408 插入於輸入及輸出處或者在抗流器與變壓器之間，而允許第一階至第 n 階橢圓低通濾波，可以達成此目的。圖 4 (e) 顯示添加至變壓器與抗流器組合電路的頂部之 2 個 LC 陷波器的響應 410 之圖形，其中，帶通直到 600 MHz 為止仍為平坦的，且在行動電話裝置與行動裝置應用傾向要發射及損失能量之 700 MHz-800 MHz 的所需頻率突然下陷。

今日的高速連接器提供訊號路徑給以數百 MHz 運行的訊號。它們通常必須被外部濾波以使來自例如行動通訊全球系統 (GSM) 電話之外部雜訊源的干擾達最小。在平面實施中，在嵌入式平面變壓器上之真正的訊號路徑上，其可包含 RJ-45 連接器，可以達成對矽裝置及連接器二者的外部濾波器及阻抗匹配，提供使用者一致的、精準的高性能解決之道。這也解決了例如添加通孔或測試點的能力之 PCB 板設計的問題。在手繞解決之道中，這些是不可能的。

由於手繞構件無法良好控制間隔，所以，在這些連接器中鐵磁體之間的串擾是重要的議題。根據本發明的一個

態樣，間隔係由板微影術來予以界定，可以非常準確地控制間隔。在用於多通道連接器的多層堆疊中，以層間的間隔器或 BGA 球厚度或層間中使用的銲柱（solder past）來界定間隔，其中，多層堆疊配置中的接地平面可以被用來提供變壓器與抗流器之間、或變壓器及抗流器至變壓器及抗流器的電串擾。由於串擾會依軌跡之間的距離平方而衰減，所以，在本發明中這是很容易維持的。達成改進，使抗流器與變壓器之間的每列通孔以 10-15 db 隔離。對於差分至共模能量之更高的排斥及更低的轉換（反之亦然），這在每一個通道中是有利的。但是，由於本發明提供緊密耦合及最小化的受控洩漏，所以，在實施上幾乎不要求此通孔籬（via fence）。

此外，當堆疊元件時，因為相鄰元件的連接器之高度限制，所以無法在頂部及底部通道之間加入無限的距離。在主及次線圈之間的繞組間淚滴狀且緊密的空間使裝置上方及下方的洩漏最少，以及在元件或屏蔽存在時，對通道性能造成最小的衝擊。

整合式連接器由如圖 1（b）所示類似於 RJ-45 的插座組成，插座具有金屬、塑膠或 PCB 基底所製成的殼體及整合式磁性元件。在今日之整合式連接器中，這些磁性元件僅為由變壓器銅線所手繞的鐵磁體。然後，這些線被銲接至連接器基底中以使磁性元件保持不移動，在放置之後，填充材料被注入至鐵磁體。此材料必須是低應力的，例如矽的變異。

圖 5 (a) - (e) 是以連接器 500 來予以實施之平面磁性電感器。根據本發明的一個態樣，插座 502 的背部係安裝至平面磁性元件 200。在本實施中的互連是導體 504，將導體 504 滑入平面磁性基板 202 上的孔 506 中。假使此實施要求多於一層的磁性元件以產生多重通道時，則可以添加額外的磁性層且這些額外的磁性層係經由通孔、鉚墊或 BGA 球而互連。爲了連接至 PCB，如圖 5 (e) 的裝置底部處所示般，可增加額外的頭座 508。藉由使用較厚的銅軌跡，則到板之此連接變成非常有效率的熱通道，以將熱連接器中取出。在例如 PoE (乙太網路供電) 之供電的連接器應用中，這是關鍵的。圖 5 (c) - (d) 分別顯示此實施中所看見的側視圖及立體視圖。在此情況中，通常用於這些連接器中的終端電阻器將如圖 5 (e) 中所示般地安裝。

爲了創建此單元，將使用塑膠或金屬的基底框架。個別的基板將垂直地滑至安置處，可以與終止 / 濾波所需的任何被動元件或維持串擾距離所需的間隔器預先組裝。圖 5 (a) - (e) 中所示的連接器導體組件從前方插入至後方，以使導體滑入平面磁性基板上的適當開口中。可以使用鉚料或導電環氧樹脂以將插座導體附接至基板中的通孔。然後，將此組件回鉚以完成最後的附接。

關於本發明的替代實施例，可以使用平面磁性元件作爲水平基底。可以將導體製成更長及以 90 度來予以彎曲，以使它們可以接觸水平板，而非如圖 5 (a) - (e) 中所

示般垂直地附接平面磁性元件及將連接器導體滑入通孔中。然後，如同以往般，堆疊複數個平面基板。但是，這會擴大總連接器長度。

在又一實施例中，導體接腳可以做成僅稍微長，然後於端部被彎曲。然後，如圖 7 所示般，這些端部可被銲接成與水平板齊平，且同時它們藉由塑膠插入件來予以固持。

此外，可以使用嵌入式邊緣磁性模組作為電氣及機械基底，用以創建整合式連接器。如圖 7-9 所示般，嵌入式邊緣磁性裝置以垂直或 1 至 179 度之間的任何角度，藉由插座或與通孔接腳而直接連接或其它連接方法，被直接連接至主機板 PCB。圖 7 顯示單埠雙高度堆疊配置。圖 8 顯示設有 EMI 接地屏蔽及 PoE+ 電源連接之單埠雙高度堆疊配置，圖 9 (a) 顯示設有 PoE+ 電源連接之雙埠堆疊嵌入式邊緣磁鐵。嵌入式平面磁性部份相對於主嵌入式邊緣模組 / 基板可為很多不同的形態因數 (form factor)。以例如 1x1、1x2、2x1、1x4、2x4、2x6、等等許多配置來使用嵌入式邊緣磁性模組 / 基板。此外，嵌入式邊緣磁性模組 / 基板可以減少連接器的寬度及高度，以在工業標準的 19" 機架可安裝系統中創建更高密度的開關。而且，嵌入式邊緣磁性元件使高電力應用 (PoE+) 能夠有開放式背側，允許磁性元件所產生的熱可被傳送至葉片式散熱器或其它導熱機構，系統氣流可以通過這些散熱器或導熱機構而允許熱從高密度整合嵌入式磁性平面連接器適當地散逸。

嵌入式邊緣磁性模組允許額外的嵌入式平面磁性元件堆疊於其上，而能夠有額外的功能性且能夠有小的形態因數配置。此堆疊的嵌入式平面磁式元件可以將用於訊號整形及調節的共模抗流器以及 M 電路併入。M 電路是電力電路，支援用於特定功能及應用的嵌入式平面磁性元件功能。這些 M 電路的實例包含但不限於濾波功能、串擾抵消功能、高壓抑制及 EMI 抑制、數位控制、LED 控制、平衡-不平衡 (Balun) 控制及電力管理功能等等，例如圖 4c-4d 中所述的實例。可以使用產生電力網路功能的離散元件、矽晶粒附接 (覆晶或打線接合技術) 及其它結構，以實施此 M 電路。圖 8 顯示嵌入式邊緣模組 / 基板的配置，其能夠有最佳的 EMI 屏蔽，並且，經由具有導熱率的電隔離能力之獨特的層疊處理而允許散熱，以支援例如 PoE+ 等高電力應用。此外，可以使用熱環氧樹脂及其它導熱封裝材料以幫熱從鐵磁體周圍散熱。中央分接頭允許在主機板 PCB 內未支援電力平面之系統內有最佳的電力分佈，藉由嵌入式邊緣模組 / 基板的頂部上之電纜至中央分接頭的連接，能夠達成此目的。堆疊組合可以如下所述：變壓器及抗流器在變壓器及抗流器的頂部上、濾波器及阻抗匹配於變壓器及抗流器的頂部上、或抗流器在濾波器、阻抗匹配及變壓器上。在圖 9 (b) 中，顯示與鐵磁體抗流器 902 結合的鐵磁體為基礎的變壓器 200 的實例，其中，抗流器 902 的頂部及底部繞組 904/906 提供高階的共模給共模衰減。圖 9 (c) 顯示一些代表性鐵磁體形狀，包含環輪、環形管、

具有狗骨狀中心壁的環形管、U形、E形、或條狀。當使用圖 4 (c) 及 4 (d) 中的終端設計時，可以不需要鐵電體抗流器。此實施例顯示於圖 9 (e) 中，其中，非鐵電體抗流器提供 25MHz 以外的共同對共同模式衰減。

上述說明涵蓋變壓器，這些變壓器是耦合係數高於 0.9 且小於 1.0 之緊密耦合的電感器。此為無阻抗或電壓轉換之 1:1 變壓器所需要的。另一實施例是 M 圈的主線圈及 N 圈的次線圈，以取得 M:N 變壓器。但是，藉由使電感器相間隔或在鐵電體蕊心中產生氣隙以修改耦合係數，以使耦合操控在 0 與 0.9 之間。使電感器解除耦合的另一係數是對每一個電感器使用各自的鐵電體。這允許導體及變壓器如同所述般建立作為用於許多結構的基本單元，而可以相結合以形成例如但不侷限於 EMI 濾波器、共模抗流器、方向耦合器、平衡-不平衡 (Balun) 裝置等許多元件裝置。這些功能性可以與嵌入式平面磁性元件相結合以產生用於多個應用之系統等級的功能性，舉例而言，這些應用可為要求模組或子系統功能性之乙太網路、機上盒、RF 路由器、行動網路、行動電話及其它電子設備。圖 9c (i) - c (iii) 是可以被插入於基板中以製造這些裝置及元件的鐵磁體之不同形狀的實例。在鐵磁體的不同腳之間的空氣範圍可以被插入接地通孔，以改變不同子導體之間的耦合。由於環輪或環形管鐵磁體對於乙太網路應用是最有用的，所以，先前的主說明討論環形或環形管鐵磁體。在圖 9 (d) 中，顯示平衡-不平衡裝置 (Balun) 的實施例，其

為三端裝置，其中，主級的其中一側被接地。出自相對端的能量係完美地分開及相位相反。平衡-不平衡裝置（Balun）提供單端輸入給差分輸出或提供差分輸出給單端輸入以匹配阻抗，並且被使用於許多 RF 應用中。

嵌入式邊緣磁基板／模組具有插入於記憶體插座中的裝置列，裝置列係以垂直或 45 度傾斜、或之間的任意位置來予以配置。嵌入式邊緣磁性裝置具有其自己的通孔接腳，這些通孔接腳係直接附接至「主機板」PCB。但是，使用類似於記憶體晶片的插座連接器配置之類似配置也是可能的，或是，其它符合垂直附接可靠度需求的附接配置。除了此基本配置之外，插座及其它連接設於頂部邊緣上以用於連接中央分接頭或其它電路連接的特定配置也是在本發明的範圍之內。所述裝置也可以整合於連接器中，以在整個連接器被安裝至主機板 PCB 時提供機械強度。本發明的一個態樣能夠致使例如以習知方法無法達成的例如 96 埠高密度十億位元（gigabit）乙太網路交換器，以及使 PoE+乙太網路交換器的成本有效之應用，因而使設有頂部邊緣連接之適當電力隔離的主機板 PCB 最小化。

以手工將銅線纏繞磁性元件而製造電磁元件的先前技術對於性能、可重複性、成本、及品質具有嚴重的限制，在先前技術中，性能是依個人在顯微鏡下使用鑷子工作以將銅線環繞磁性元件之一致性多寡所決定。對於為乙太網路市場所製造的變壓器，這使產能受限為小於每個工作人員每小時 20 件。執行此工作的自動化機器尚未證明對於

通訊工業中使用之小形態因數構件是成本有效的。以往嘗試解決鐵磁材料片如何插入於複數個 FR-4 層（具有嵌入式玻璃基板以提供剛性的低介電常數環氧樹脂型）之間的議題，但是因為使用的鐵磁材料型式昂貴、易碎、及對應力高度敏度，所以，並未成功。它們也未提供任何可使用的�方法，以使確保性能、可重複性及可靠度所需之嵌入材料中的磁性材料對齊。為了得到所需程度的電感，此鐵磁體材料必須適當的厚。薄薄地沈積的鐵電材料提供太低程度的電感。為了以此方式創建具有要求的電感程度之部件，須要將大量的個別元件聚集在一起，因而使得部件在一般應用中太大而不適合小的連接器。一般變壓器中所使用的鐵磁體藉由機械壓力而被形成為更加厚的單元。但是，它們是相當易碎的，其中，此材料本質上對應力是高度敏感的。嵌入這些材料的問題是用於 PCB 材料的環氧樹脂設計成剛性的，以提供用於額外的銅層圖案化及附接的積體電路的基底。

本發明在例如 FR4 之剛性的、完全固化的材料、熱固性材料或熱塑性材料之平面基板中，提供經由拉線／鑽孔、衝孔或預先形成的孔，以提供開口給製成比磁性元件（鐵磁體）還大的開口給磁性元件（鐵磁體），以使它們可以將一般製造寬容度列入考慮。熱塑性材料可為陶瓷粒子填充的碳氫化合物，其提供高的玻璃轉變溫度（ T_g ）、低的移動及與銅相符的熱膨脹係數（CTE），並且，使用環氧樹脂以封裝鐵磁體。一旦磁性件（鐵磁體）被配置於開

口中，它們即以環氧樹脂來予以圍繞及封裝且被精準地定位。磁性件的中央孔由作為填充孔洞之填塞物的環氧樹脂、塑膠或其它材料填充。根據本發明的一個態樣，使用具有填充物的低應力環氧樹脂之中間層作為 FR-4 基底與鐵磁體之間的介面層。然後，在製程中或操作使用中可見的溫度範圍，設置低應力環氧樹脂，用以將鐵磁體鎖定在適當處，但不會施加壓力於其上。根據一個態樣，中間層是足夠實心的以允許鑽孔及要電鍍的通孔穿過它。這需要雙酚、樹脂基底，並添加矽石以將硬度加至混合物中。添加了二烯以提供低應力環境給鐵磁體。製造環氧樹脂的關鍵要件是添加每一個成份，同時不允許形成汽泡。這將要求材料緩慢混合，然後置於真空中以在使用其之前消除任何汽泡。顯然可知，可以使用其它達成本說明書中所述的製程步驟之黏著材料。

本發明也提供低應力方法，以進一步將單純銅層添加於基底基板的上方及下方，因此可以避免磁性元件上額外的 FR-4 層疊之不利影響。在完成基板之後，在施加銅之前，此材料散佈於不均勻的表面上。在頂部及底部上使用低應力環氧樹脂、高溫熱塑材料或高流量陶瓷填充碳氫化合物材料，而使平面基板係以導電材料來予以層疊。為了創建具有一致性能的部件，磁性元件（鐵磁體）必須準確地置放，以使當創建完成繞組的通孔時，它們不會干擾或碰觸鐵磁體。圖 10 (a) 顯示孔與鐵磁體 1000 的關係之上視圖。如同所示，理想地設置的孔 1002 與鐵磁體壁 1004

合理地間隔開。大於 $50\ \mu\text{m}$ 的距離是所需的。在所示的實施例中，孔 1002 與內壁 1004 相距 $150\ \mu\text{m}$ 或 6 密爾 (mil)。當通孔太接近鐵磁體時，鐵磁體將斷裂並造成電感及性能變差。圖 10 (b) 顯示具有太接近鐵磁體的不當鑽孔之此斷裂的鐵磁體。在孔配置之後的部件的任何移動會導致通孔鑽製期間斷裂或性能變異的鐵磁體；對鐵磁體材料鑽孔而產生的鐵磁裂痕或通孔「邊緣」會破壞元件性能。使用低應力環氧樹脂、高溫度熱塑性材料 (LCP) 或高橫向流動陶瓷填充碳氫化合物材料，藉由導電材料層疊，平面基板係層疊於頂部及底部。圖 10 (c) 顯示作為代表性配置的頂部導體 1006 的佈局的頂視圖，其連接至位於鐵磁體元件 1004 的內部及外部之導電通孔 1002。

圖 11 (a) -11 (i) 顯示根據本發明的一個態樣之製造平面變壓器 200 的製程步驟 1100。如圖 11 (a) 所示，鑿孔 1102 係配置於完全固化及剛性的基板 1104 中。圖 11 (b) 顯示鐵磁體材料 1106 係配置於鑿孔 1102 中。然後，如圖 11 (c) 所示，鐵磁體材料被包封於彈性及非導電材料 1108 中。圖 11 (d) 顯示使用絕緣性黏著劑 1114 以便將頂部導體 1110 及底部導體 1112 接合至平面基板 1104。圖 11 (e) 顯示鑽穿過頂部導體 1110、頂部接合層 1114、彈性及非導電材料 1108、平面基板 1104、底部接合層 1114、及底部導體 1112 之穿孔 1116，然後，清潔穿孔 1116。圖 11 (f) 顯示穿孔 1116 被塗著金屬以創建導電通孔 1118。然後，如圖 11 (g) 所示，使導電通孔 1118 與

導電層 (1110/1112) 的頂部及底部的表面齊平。圖 11 (h) 顯示藉由微影遮罩或其它相容方法之蝕刻，而在導電層 1110/1112 中形成頂部導體 1120 及底部導體 1122。圖 11 (i) 顯示完成的寬頻平面變壓器 1100 的剖面視圖，其中，所有的外表面已經被絕緣層 1124 所塗覆。

使用微通孔，可將額外層層疊於彼此連接的導體層 (1110/1112) 的頂部及底部上，以添加額外層。高橫向流動陶瓷填充之碳氫化合物陶瓷填充的複合材料之實例是來自 Rogers 公司之名叫 4450F 的材料，其對於添加額外的絕緣層及更高密度的鑽孔也是理想的。也可以在一側上，將 4450F 片或其它此疊層與銅層以產生鐵磁體與低應力環氧樹脂適合的槽，而製備平面基板。低應力環氧樹脂中稍後說明的成分有助於減緩層疊壓力以免損害鐵磁體的性能。

本發明的替代方法允許使用者使用例如液晶聚合物 (LCP) 之有機聚合物基底，其中，已預製孔且孔包含柱以使鐵磁體設置於其上。藉由使用錐形插入件或由取放機器來置放，將鐵磁體以機械方式震動至位置中。在此情況中，LCP 基底及柱提供結構的支撐骨架。然後，由於通孔係設置成穿過 LCP，所以，使用例如聚矽氧之超低應力材料以圍繞鐵磁體。厚的 FR-4 層可以被層疊於鐵磁體的上方，然後，整個製程如同上述之標準 PCB 製程中般進行。當使用 LCP 時，此層可以被使用作為比平面基板更高的 T_g ，而使得當材料在其下方流動時，流動受限。

圖 12a-12b 顯示使用 LCP 作為平面基板及層疊層的另一結構 1200。此處，平面基板 1202 如同所示般被鑽孔至受控深度以及插入鐵磁體 1204，其中，對於低溫液晶聚合物（LCP）1202 而言，孔深度可以低至從底部算起 0.1 mm。可以用模製形式或電路層疊形式來使用例如 LPC 之熱塑性材料。當使用低溫 LCP 作為平面基板 1202 時，可以不用稍早說明的其它材料並且防止非均質介面；在壓力存在或不存在下，LCP 可以承受高溫，而能夠圍繞鐵磁體而模製。在環輪或環形管 1204 的中心，柱可以被插入由 LCP 製成的內孔之尺寸（請參見圖 14b 及圖 16）。熱塑性材料在超過它們的模數溫度（~180 度）時開始流動，而後，在典型上為 280~350 度的玻璃轉換溫度（ T_g ）時達到高流量狀態。當銅 1206 被層疊於頂部及底部時，使用更高溫度的 LCP 1208 或更高溫度的熱塑性材料以層疊及維持剛性。然後，吾人可以使用早先所示的製程步驟以完成 LCP 基板上的通孔及軌跡形成。

藉由使用額外的接合材料與頂部及底部上的銅，可以添加額外的銅層 1206。此外，使用相同的製程，可將並離散 SMT 之形式的 M 電路 1208、晶粒及封裝晶粒嵌入於接近鐵磁體 1204 處。圖 12（b）顯示緊鄰於鐵磁體的這些電路。圖 12（a）顯示使用以受控深度鑽製的微通孔而對這些 M 電路 1208 做成的連接。使用機械鑽孔或雷射鑽孔，可以形成這些通孔。CO₂ 雷射特別可以穿過例如環氧樹脂之軟的材料，並且在例如銅及錳墊之硬的材料處停止穿透

此外，一旦鑽成通孔且置放鐵磁體時，FR-4 或預注體所覆蓋的額外銅層即可以被層疊於用以支撐鐵磁體的層的頂部上，其中，此層疊製程須要壓力及熱兩者才能完成。在此層疊的製程中，塗覆樹脂的鐵磁體被破壞。如果沒有額外的平坦化，則一般的 FR-4 無法提供足夠的液膠來覆蓋平面基板中的不平整。額外的疊層留下通氣（open-air）間隙，這在一般可靠度測試下時會將會分層。其也不會黏著至鐵磁體材料，而造成可靠度問題。上述技術防止平坦性問題。一旦銅附接至厚的保角（conformal）鍍材遮罩，典型上即需要 2 層的鍍材遮罩或特別材料以供電壓保護，以改進崩潰電壓的問題，並且，可以完全地電鍍通孔。在沒有新增的新穎方法下，則如同先前技術中所注意到一般，PCB 製程無法很容易符合於所需的磁性材料。

作為變壓器操作之部件的關鍵需求是它們提供電氣隔離。乙太網路部件必須能夠支援 1500 Vrms AC 持續一分鐘。藉由使用產生導電絕緣之鍍材遮罩層或其它材料，可以達成此點。典型上，需要二層鍍材遮罩。此外，重要的是以非導電材料來填充通孔。

創建電磁元件需要在不規則狀的鐵磁體周圍配置大量的通孔。這會造成不均勻的表面。這些隆起及顯著通孔的數目造成高電壓應力下會崩潰的氣隙。此外，重要的是，確保存在於環氧樹脂或封裝材料中的汽泡在固化製程之前被移除。沒有新增的技術，這些部件將無法通過這些型式

的元件所需之標準。

圖 13 顯示創建用於平面磁性元件之非常高壓能力的實施技術 1300。薄的崩潰材料 1302 層可以同時被用來創建用以解除 DC 阻隔或濾波 / 匹配應用的耦合之平行板電容器，並且，在會於 1500V rms 崩潰的電路之前，產生高電壓崩潰。此配置可以視電路之間使用的材料而提供 500V rms 至 10,000V rms 範圍之崩潰電壓。崩潰材料的設置是重要的。將 FR4 或基板材料鑽孔或打孔，並且，在層疊製程之前，將崩潰材料搖動及固化。此之另一實施例為打開 PCB 鍍材遮罩中的墊以及將崩潰材料沈積遍佈表面上。

在鐵磁體的尺寸、取得所須的開路電路電感之圈數、及以具有封閉迴路磁路徑的某形狀取得的真實圈數之間會有交換條件。根據又一態樣，著重於周長，創建仍然具有封閉迴路路徑的新穎形狀，並且，新穎的形狀具有足夠的通孔以使電感達最大，它們可以被做成很窄以利於多通道部件（每通道多個鐵磁體及多通道）。

Fr-4 是一般的環氧樹脂，被使用於 PCB 基底材料的玻璃複合物具有通常為鐵磁材料 6 倍高的熱膨脹係數。這意指，假使如圖 14 (a) 所示，在用於磁性元件的 Fr-4 基底件中製造精準的開口，則在例如 PCB 紅外線回鍍操作中可見的熱膨脹期間，鐵磁體將遭遇高程度的應力。由於鐵磁體相當易碎，所以，這會導致蕊心斷裂，破壞電磁元件性能。圖 14 (b) 顯示鐵磁體相對於孔尺寸的良好對齊之

實例。圖 14 (c) 顯示孔尺寸相對於鐵磁體尺寸的不良對齊之實例。做為另一選擇，可以製造大開口以提供間隙來容納製造鐵磁體的寬容度及應力議題，但是，這會因為結構中的氣隙造成的分層或與所要的通孔對齊之不當結構，而導致可靠度的問題，因此消除根據本發明的方法中產生部件之主要優點其中之一。用以填充此間隙的可購得之環氧樹脂會因為聚合物中的高應力鏈的形成而造成不當的應力。例如聚矽氧等低應力配方無法提供足夠堅實的平台給鑽孔及通孔形成。

根據本發明的另一態樣，在具有更高的 CTE 之 FR-4 與靈敏的、易碎的鐵磁體之間，設置低應力環氧樹脂介面。此層由例如添加橡膠衍生物的低應力環氧樹脂等第一低應力黏著劑所製成，與基底 FR-4 相當地不同。其提供更加低的膨脹模數，使得當板上的溫度增加時，其變得更像橡膠以及吸收大部份從 FR-4 膨脹而加諸於其上的應力，並且，如圖 15 (a) -15 (b) 所示，又提供穩定的基底材料給通孔所需的鑽製，而且，其仍然足夠剛性以保護製於材料上的通孔管 (barrel) 及軌跡。這對於使用 PCB 以支撐磁性鐵磁體之能力是重要的。沒有此點，則此種發展是不可能的。

例如環氧樹脂之黏著劑可以首先被分配於鐵磁體開口中，或是，在藉由首先配置低應力材料，然後允許鐵磁體能夠被安置於給定的開口中之配置之後，分配黏著劑，部件傾向於自行對齊，以使環氧樹脂在所有的側邊上是平整

的。使部件安置，然後半固化，因而，消除上述對齊議題。一旦鐵磁體被鎖定於適當處，即藉由使用鑽製鐵磁體開口之前所製造的板邊緣上的對齊標的，可以進行進一步的處理。這允許標準的 PCB 製程，對於完成作用中的電磁元件是重要的。

在某些情況中，應力釋放孔或槽可以被鑽製於鐵磁體開口的中心中，允許材料能夠膨脹或收縮而僅有些微的待解問題。也可以使用塑膠或類似材料作為填充鐵磁體中的中心孔之填塞物。

此外，可以使用添加橡膠衍生物的低應力環氧樹脂層，以使銅層附接至固持鐵磁體的基底 FR-4 的頂部及底部。藉由例如網版印刷或簡單的塗佈的一些簡單製程來施加此材料。移除任何汽泡是重要的。此材料作用以將銅接合至 FR-4，並且，在嵌入的鐵磁體上提供保角表面，而不會造成一般 FR-4 層疊所見的溫度及應力。這對於稍後在製程中提供平坦表面給電壓崩潰需求所需之鍍材遮罩是重要的。

圖 16 顯示平面變壓器 1600 的剖面視圖，其中，嵌入的鐵磁體 1602 係包封於例如低應力環氧樹脂接合疊層等接合疊層 1604 中。導電通孔 1606 係顯示為位於鐵磁體 1602 的每一側上。顯示例如 FR4 或其它剛性板材料等完全固化及剛性的基板 1608 之一部份，並且，顯示絕緣疊層 1610 接合導電層 1612。

有助於將板平坦化及消除崩潰電壓議題之根據本發明

的其它方法是以銅或其它材料來完全電鍍通孔。這使得假使通孔管中未被覆蓋而造成崩潰離子化點的高強度場之議題可以消除，並且，與先前技術中所述者非常地不同。

揭示的一個新穎方法是在元件的頂部及底部產生球形柵格區（BGA）墊。在底部上，以BGA墊佈局來設計部件。這些可以被正常地回鍍以附接至客製印刷電路板。由於精密的間距球提供遠低於用於傳統手繞變壓器的一般導線之電感及電阻，所以，這可以解決大部份更高頻的議題。

在許多應用中，使用所需的終端產品是具有類似於塑膠封裝之積體電路的尺寸之元件。製造商一般而言並不希望以複雜的PCB製程用於僅佔PCB的1%之元件。本發明的一個態樣是IC格式的裝置，允許製造商繼續將高容量製程用於大的板子以及於需要時利用PCB格式之本發明的處理單元之優點。藉由將板子切片成類似於四方扁平無接腳（QFN）或無接腳陣列（LGA）之具有BGA球或墊的個別小單元，則在全方位解決方案上可以提供大幅改進。

在本發明的一個態樣上，製程開始於介電材料製成的基底材料，通常是FR-4，但是，對於更高頻的部件，此可為其它材料。以標準尺寸及厚度來製造此材料，並且，成片地配送此材料。嵌入式磁性元件的製造商開始在此材料片中鑽製大於要使用的鐵磁體之開口。這些開口必須做成大到足以維持鐵磁體與FR-4之間間隙，以將熱循環期間遭遇的任何膨脹列入考慮。

一旦做成此開口，即將板緊密地置於形成鐵磁體開口的底部之表面上。具有黏著促進劑、矽石以增強材料強度的低應力環氧樹脂、以及丁二烯加至每一個開口。鐵磁體藉由標準取放機器、或具有錐形導孔覆蓋形式的機械振動器來予以置放。當被允許安裝於環氧樹脂中時，鐵磁體傾向於自行對齊，以使環氧樹脂材料圍繞鐵磁體而均勻散佈。對於確保結構中沒有可能導致可靠度故障之氣隙，這是重要的，而且，這被適當地配置是確保性能所需的。使用低溫固化以將鐵磁體鎖定於適當處以及允許低應力聚合物鏈結構。

一旦具有位於環氧樹脂中的鐵磁體之此板被固化時，低應力環氧樹脂的添加薄層即被施加至基底。除了清除掉軟化材料之外，此材料組與用以填充鐵磁體開口相同。此材料由機械刷或網版印刷製程均勻地散佈或施加於板上。然後，將銅層施加於頂表面。板被置於真空盒中以取出可能在銅下方的任何氣泡。對銅的底層重複此操作，然後，將這些板層疊，而後，以更高溫度固化以將聚合物中的低應力結構鎖住。

可以以機械方式或雷射來鑽製通孔。在機械式鑽製的通孔中，必須小心避免過度加熱環氧樹脂。這會使得環氧樹脂搞亂及毀損鑽頭。須要多步驟鑽鑿以一路穿透材料，而不會弄斷鑽頭或在孔中留下大量的碎屑。重新形成的環氧樹脂碎屑導致不當的電鍍通孔以及可靠度議題。UV 雷射鑽製也可以用來創建通孔開口。

在某些情況中，鐵磁體的質量使其對其中心內的環氧樹脂的膨脹敏感。假使需要擴大的溫度範圍，則必須提供應力釋放以允許內環氧樹脂擴張而不會使鐵磁體斷裂，或是造成 PCB 軌跡分層。在鑽製處理期間，鑽製額外的仿孔，可以防止此情況。這些不會被阻隔及不會被電鍍；但是，當裝置曝露於溫度極限時，這提供環氧樹脂膨脹的空間。

標準的 PCB 處理可以用於無電電鍍、電鍍、及板圖案化。但是，爲了在薄的通孔管中保護免於導因於非常高電位場的崩潰電壓，這些通孔被完全填充。這也可以由導電聚合物達成。這對鍍材遮罩的毛細作用留下不具「凹谷」的實心頂表面。這使場散佈於更寬的材料寬度上，以及提供平坦表面給鍍材遮罩以被塗著而不具氣隙。一旦達成此點，雙層鍍材遮罩必須加至板上。這被用以防護高壓崩潰測試（高壓絕緣試驗）並且及必須與板一致，以使不會產生在測試時可能崩潰的氣隙。

絲網印製的部件讓製造商可以使它們的客戶能辨識它們的部件。可以添加額外的即時產品資訊以容易地辨識部件頂部上的裝置資訊。

一旦完成這些板時，立刻對整個板進行完整的性能測試（線上釘床測試），提供良好的成本節省。部件可以有鍍材附接。假使使用 QFN 封裝時，將額外的大通孔添加至成爲半圓孔包邊電鍍（castellation）之鑽孔及電鍍處理中。板可以被鑽孔以提供個別單元。由於這些單元可以堆疊、水平地或垂直地使用、插入至不同的機械外殼或電纜

組件中，所以，可以取得大量的可能解決之道。此外，可以實施簡單的壓力壓力式安裝「卡合 (snap in)」配置。圖 17 (a) -17 (c) 顯示堆疊選項 1700，其中，鉚球 1702 係配置於整合的平面變壓器及電子組件 1704 的底部及頂部側上。圖 17 (b) 顯示配置成用於堆疊之整合式元件 1704 上的底部墊 1706 及頂部墊 1708，圖 17 (c) 顯示用於堆疊的整合式組件 1704 上的底部墊 1706 及不具墊作為頂部及絕緣層的整合式組件 1704。

已根據多個代表性的實施例來說明本發明，這些實施例是用於說明不同態樣而非限定。因此，本發明能夠具有很多詳細實施的變化，這些變化可由習於此技藝的一般技術者自此處說明推衍而得。舉例而言，使用來自 3M、DuPont、及 Rogers 等很多製造商之具有範圍在 2 至 1,000 的更高介電常數之其它層疊材料，以作為基板或層疊材料。可以使用導體材料的變化，銅可以由鋁、銀或黃金取代以增加導電率及降低損耗。此處並未說明例如晶粒附接、凸塊附接、接線等晶粒附接技術。其它的實施例是鐵磁體孔大到足以將 M 電路嵌入於鐵磁體穴或鐵磁體材料之內部中。可以對能量採集及超寬頻，實施例如天線及其它 EMI 聚集技術等應用。

所有這些變化均被視為在後附的申請專利範圍及其均等範圍所界定之本發明的範圍及精神之內。

【圖式簡單說明】

配合附圖而閱讀上述詳細說明，可瞭解本發明的目的及優點，其中：

圖 1 (a) - (b) 顯示使用手繞磁鐵產生的先前技術之連接器，手繞磁鐵係使用傳統的銲接方法而被整合於連接器殼中。

圖 2 (a) - (e) 顯示根據本發明之設置成緊密陣列的平面變壓器。

圖 3 (a) - (b) 顯示根據本發明製成緊密陣列單元的連接器，使連接器製造商能夠使用不同的通道部份。

圖 4 (a) - (e) 顯示根據本發明，終端電阻器直接置於磁鐵結構及中央分接頭配置的頂部。

圖 5 (a) - (e) 顯示根據本發明，安裝至平面磁鐵的插座背部，其中，導體滑入平面磁基板上的孔中。

圖 6 顯示根據本發明之安裝至 PCB 的連接器，用以連接平面磁鐵至 PCB，其中，如裝置的底部所示般，增加額外的頭座。

圖 7-10 顯示本發明的裝置及製程之不同實施例及態樣。

圖 11 (a) - (i) 顯示根據本發明之製造平面磁鐵結構的一實施例之步驟。

圖 12 (a) - (b) 顯示根據本發明之作為平面基板的液晶聚合物 (LCP) LCP 及層疊層。

圖 13 顯示根據本發明之平面磁性裝置之很高的電壓能力。

圖 14 (a) - (c) 顯示根據本發明，假使在用於磁性元件的 Fr-4 之基底件中製造穿透孔時，在熱膨脹期間，鐵磁體將看到高程度的應力，例如在 PCB 紅外線回錫操作中所見般。

圖 15 (a) - (b) 顯示根據本發明，由第一應力黏著劑與添加的橡膠衍生物製成的層，與基底 FR-4 非常不同，吸收很多導因於回錫、層疊及其它壓力和溫度製程之來自 FR-4 熱膨脹的應力，又提供用於通孔鑽製時所需的穩定基底材料。

圖 16 顯示根據本發明，未添加橡膠衍生物之低應力環氧樹脂層，用以黏著銅層至固持鐵磁體之基底 Fr-4 的頂部及底部。

圖 17 (a) - (d) 顯示根據本發明之設有堆疊層和附接的錫球之整合式磁性電路。

【主要元件符號說明】

200：平面變壓器

202：平面基板

204：凹穴

206：鐵磁體材料

208：頂部電極

210：頂部導體

212：絕緣性黏著劑

214：底部導體

- 300：堆疊的平面變壓器
- 302：連接器
- 304：整合式連接器單元
- 400：結合的終端電阻器及磁性結構
- 402：終端電阻器
- 404：中央分接頭終端電路
- 406：增強型濾波系列 LC 陷波器
- 408：LC 陷波器
- 500：連接器
- 502：插座
- 504：導體
- 506：孔
- 508：頭座
- 900：抗流器
- 904：底部繞組
- 906：底部繞組
- 1000：鐵磁體
- 1002：孔
- 1004：內壁
- 1006：頂部導體
- 1102：鑿孔
- 1104：基板
- 1106：鐵磁體材料
- 1108：彈性及非導電材料

- 1110 : 頂部導體
- 1112 : 底部導體
- 1114 : 底部接合層
- 1116 : 穿孔
- 1118 : 通孔
- 1120 : 頂部導體
- 1122 : 底部導體
- 1124 : 絕緣層
- 1200 : 結構
- 1202 : 平面基板
- 1204 : 鐵磁體
- 1206 : 銅層
- 1208 : M-電路
- 1302 : 崩潰材料
- 1600 : 平面變壓器
- 1602 : 鐵磁體
- 1604 : 接合疊層
- 1606 : 導電通孔
- 1608 : 基板
- 1610 : 絕緣疊層
- 1612 : 接合導電層
- 1702 : 鉍球
- 1704 : 電子組件
- 1706 : 底部墊
- 1708 : 頂部墊

發明專利說明書

(本申請書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：98141208

※申請日：98年12月02日

※IPC分類：H01F19/00 (G01R13/66)

一、發明名稱：(中文/英文)

做為分離組件且在整合式連接器中之平面嵌入式磁性元件的製造及使用

The manufacture and use of planar embedded magnetics as discrete components and in integrated connectors

二、中文發明摘要：

本發明提供整合式平面變壓器及包含至少一配置於平面基板中的寬頻平面變壓器之電子組件，其中，每一個寬頻平面變壓器包含完全固化及剛性狀態的平面基板、鐵磁體材料、及繞組間導體，鐵磁體材料係嵌入於完全固化及剛性的平面基板中，其中，鐵磁體材料係包封於彈性及非導電材料中，繞組間導體係圍繞嵌入的鐵磁體而配置，其中，頂部及底部導體係由絕緣性黏著劑來予以接合。頂部與底部導體藉由配置於鐵磁體材料的每一側上之導電通孔而以互連樣式連接，及跨越複數層而至導體。平面變壓器又包含連接至至少一繞組間導體之至少一中央分接頭。整合式平面變壓器及電子組件又包含連接至寬頻平面變壓器的至少一個端子之至少一電子組件。

三、英文發明摘要：

The current invention provides an integrated planar transformer and electronic component that includes at least one wideband planar transformer disposed in a planar substrate, where each wideband planar transformer includes a planar substrate in a fully-cured and rigid state, a ferrite material embedded in the planar substrate, where the ferrite material is enveloped in an elastic and non-conductive material, inter-wound conductors disposed around the embedded ferrite material, where top and bottom conductors are bonded by an insulating adhesive. The top and bottom conductors are connected in an inter-connected pattern by conductive vias disposed on each side of the ferrite material and span through the layers to the conductors. The planar transformer further includes at least one center tap connected to at least one inter-wound conductor. The integrated planar transformer and electronic component further includes at least one electronic component connected to at least one terminal of the wide-band planar transformer.

七、申請專利範圍：

1. 一種整合式平面變壓器及電子組件，包括：

a. 至少一寬頻平面變壓器，係配置於平面基板中，其中，每一個該寬頻平面變壓器包含：

i. 平面基板，其中，該平面基板是完全固化及剛性狀態；

ii. 鐵磁體材料，其中，該鐵磁體材料係嵌入於該完全固化及剛性的平面基板中，其中，該嵌入包含該鐵磁體材料係包封於彈性及非導電材料中；

iii. 繞組間導體，係繞著該嵌入的鐵磁體而配置，其中，該繞組間導體包括頂部導體及底部導體，該頂部導體藉由第一接合層而被接合至該完全固化及剛性的基板之頂表面，該底部導體藉由第二接合層而被接合至該完全固化及剛性的基板之底表面，其中，該接合層包含絕緣性黏著劑，其中，該頂部導體與該底部導體藉由配置於該鐵磁體的每一側上之導電通孔而以互連樣式連接，其中，該導電通孔通過該接合層及該完全固化及剛性的平面基板，而形成該繞組間導體；

iv. 至少一中央分接頭，係連接至至少一個該繞組間導體；及

b. 至少一電子組件，其中，該電子組件係連接至該寬頻平面變壓器的至少一個端子。

2.如申請專利範圍第 1 項之整合式平面變壓器及電子組件，其中，該平面基板係選自由 FR4、熱固性材料及熱塑性材料所組成的群組中。

3.如申請專利範圍第 1 項之整合式平面變壓器及電子組件，其中，相鄰的該等頂部導體及該等底部導體係配置成符合它們之間平行及預定的間隔，並且，該等相鄰的該等頂部導體及該等底部導體係配置成使圍繞該嵌入的該鐵磁體材料之該等繞組的數目達最大，以降低繞組寄生電感及洩漏電感。

4.如申請專利範圍第 3 項之整合式平面變壓器及電子組件，其中，在該等頂部導體之間的該間隔在 $10\ \mu\text{m}$ 至 $500\ \mu\text{m}$ 的範圍中。

5.如申請專利範圍第 1 項之整合式平面變壓器及電子組件，其中，使用選自由可撓環氧樹脂、高溫熱塑性材料、及高流動陶瓷填充碳氫化合物所組成的群組中之層疊材料，將該等導電層層疊至該平面基板。

6.如申請專利範圍第 1 項之整合式平面變壓器及電子組件，其中，該中央分接頭係阻抗匹配於差分阻抗的 50%。

7.如申請專利範圍第 1 項之整合式平面變壓器及電子組件，其中，該鐵磁體材料具有選自由環輪、環形管、U 形、E 形及條狀所組成的群組中之形狀。

8.如申請專利範圍第 7 項之整合式平面變壓器及電子組件，其中，該環輪鐵磁體材料或該環形管鐵磁體材料的

中心包含配置於其中之尺寸上穩定的填充化合物。

9.如申請專利範圍第 7 項之整合式平面變壓器及電子組件，其中，該環輪鐵磁體材料或該環形管鐵磁體材料的中心包含配置於其中的熱塑性元件，其中，該熱塑性元件包括與該平面基板材料特性相符合的材料特性，以及與該環輪中心或該環形管中心的形狀相符的形狀。

10.如申請專利範圍第 1 項之整合式平面變壓器及電子組件，其中，崩潰材料係配置而遍佈於該寬頻平面變壓器的至少二個端子，其中，當曝露於 500V rms 至 10,000 V rms 範圍中的電位時，該崩潰材料作用。

11.如申請專利範圍第 1 項之整合式平面變壓器及電子組件，其中，該整合式平面變壓器的所有外表面係塗覆有絕緣層，其中，該整合式平面變壓器的至少一個端子被曝露出。

12.如申請專利範圍第 1 項之整合式平面變壓器及電子組件，其中，該寬頻平面變壓器及該電子組件之間的連接包含配置成經過該基板中的至少一孔之至少一導電接腳，其中，該至少一導電接腳是線形或有角度的。

13.如申請專利範圍第 1 項之整合式平面變壓器及電子組件，其中，該頂部導體包含淚滴狀，其中，該淚滴狀的窄端係連接至配置於該鐵磁體材料的環輪或環形管狀的中心之內導電元件，並且，該淚滴狀的寬端係連接至圍繞該鐵磁體材料的該環輪或環形管狀的外部之外導電元件。

14.如申請專利範圍第 13 項之整合式平面變壓器及電

子組件，其中，複數個變壓器電感器係以 0 至 1 之間的耦合係數相耦合，其中，該耦合是根據 i) 該導電元件之間的間隔，或 ii) 該等淚滴狀導體之間的間隔，或 iii) 該環輪或該環形管鐵磁體中的開口跨距，或 iv) 根據主級及次級的該繞組的比例；或 i)、ii)、iii) 及 iv)，其中，該開口跨距包含氣隙，其中，該氣隙包含至少一接地通孔。

15. 如申請專利範圍第 1 項之整合式平面變壓器及電子組件，其中，該電子組件包含任何需要隔離或電磁功能性的連接器。

16. 如申請專利範圍第 15 項之整合式平面變壓器及電子組件，其中，該連接器包含連接至該平面變壓器的至少一個端子之至少一電接點。

17. 如申請專利範圍第 1 項之整合式平面變壓器及電子組件，其中，該至少一寬頻平面變壓器包含該寬頻平面變壓器的陣列。

18. 如申請專利範圍第 1 項之整合式平面變壓器及電子組件，其中，該至少一電子組件包含該連接器的陣列。

19. 如申請專利範圍第 1 項之整合式平面變壓器及電子組件，其中，該至少一電子組件包含該 PCB 的陣列。

20. 如申請專利範圍第 1 項之整合式平面變壓器及電子組件，其中，該整合式平面變壓器及電子組件的底表面包含銲接墊。

21. 如申請專利範圍第 1 項之整合式平面變壓器及電

子組件，其中，導熱管係配置成取出在該子繞組一導體處所產生的熱。

22.如申請專利範圍第 21 項之整合式平面變壓器及電子組件，其中，該等導熱管係選自由導熱電鍍金屬通孔、至少一導熱金屬層、配置於至少一訊號軌跡上之額外導熱金屬、配置於該整合式平面變壓器裝置的邊緣之至少一導熱片、及圍繞該整合式平面變壓器及電子組件的導熱材料所組成的群組中。

23.如申請專利範圍第 1 項之整合式平面變壓器及電子組件，其中，該至少一中央分接頭係配置於該寬頻平面變壓器的頂部上。

24.如申請專利範圍第 1 項之整合式平面變壓器及電子組件，其中，該電子組件係配置於該平面基板的頂部上，以使它們之間的距離達最小，以提供中央分接頭電流所想要的匹配。

25.如申請專利範圍第 1 項之整合式平面變壓器及電子組件，其中，該寬頻平面變壓器又包含 i) 至少一共模抗流器，每一個該共模抗流器提供訊號整形及調整，或 ii) M 電路，或 i) 及 ii)，其中，該 M 電路是電氣電路，支援特定功能及應用之該嵌入式寬頻平面變壓器的功能性。

26.如申請專利範圍第 25 項之整合式平面變壓器及電子組件，其中，由該 M 電路所支援的該等功能係選自由濾波功能、串擾抵消功能、高電壓抑制、電磁干擾 (EMI)

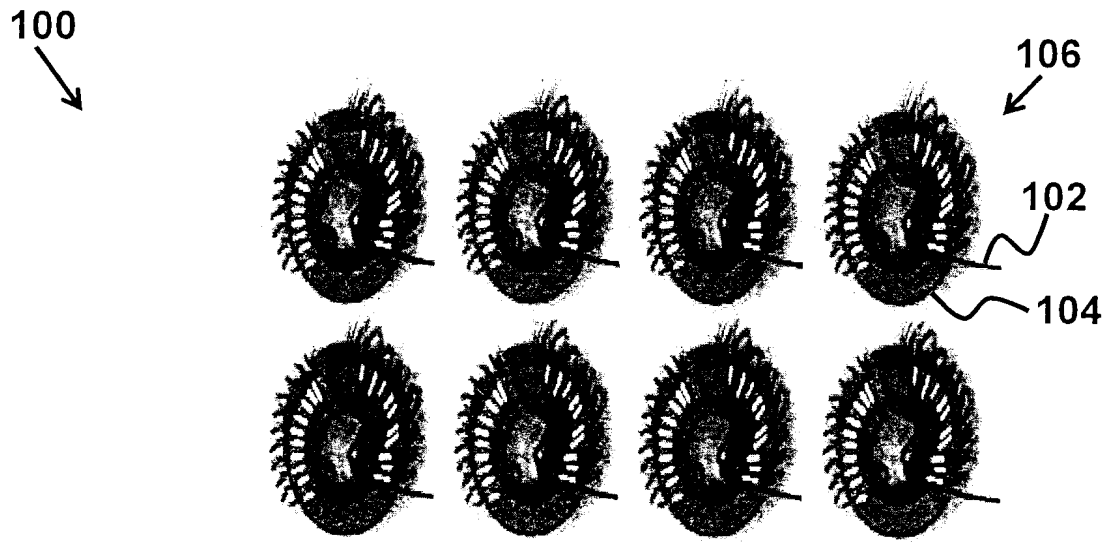
抑制、數位控制、LED 控制、平衡-不平衡 (Balun) 控制及電力管理功能所組成的群組中。

27.如申請專利範圍第 1 項之整合式平面變壓器及電子組件，其中，該整合包含堆疊，其中，該堆疊包含在第二該寬頻平面變壓器及第二該抗流器的頂部之上的至少第一該第一寬頻平面變壓器和第一抗流器、以及在該第一寬頻平面變壓器和該第一抗流器的頂部之上的濾波器和阻抗匹配元件，其中，該堆疊中的該寬頻平面變壓器的數目是依據所想要的應用而定。

28.如申請專利範圍第 1 項之整合式平面變壓器及電子組件，其中，該整合包括堆疊，其中，該堆疊包含在濾波器的頂部上的抗流器，其中，該濾波器係配置於阻抗匹配元件的頂部上，並且，該阻抗匹配元件係配置於該寬頻平面變壓器上。

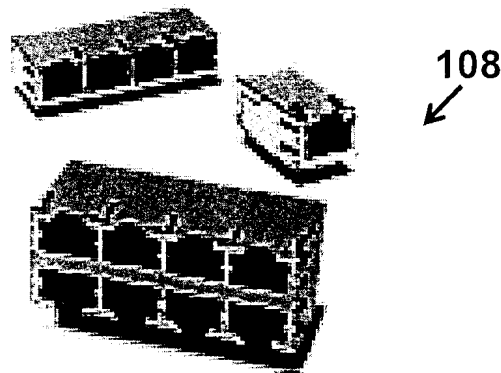
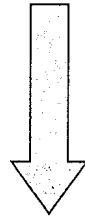
29.如申請專利範圍第 1 項之整合式平面變壓器及電子組件，其中，該彈性及非導電材料包含至少一填充劑，其中，具有該填充劑之該彈性及非導電材料的熱膨脹係數達到該平面基板的熱膨脹係數。

30.如申請專利範圍第 1 項之整合式平面變壓器及電子組件，其中，在該基板中設置鑽孔，其中，該整合式平面變壓器及電子組件的熱脹膨係藉由該等鑽孔來予以控制。



(a)

手繞變壓器難以
整合至連接器

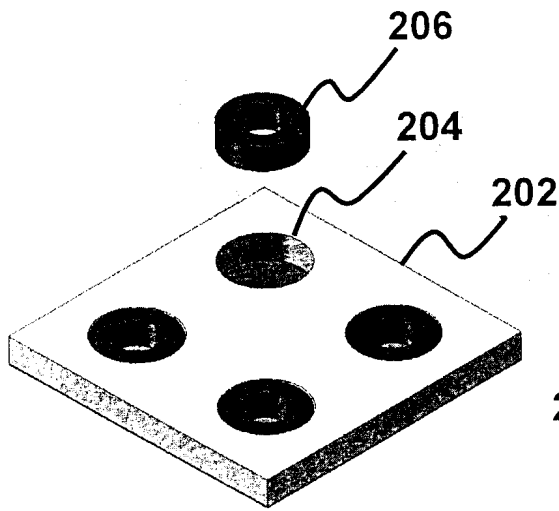


(b)

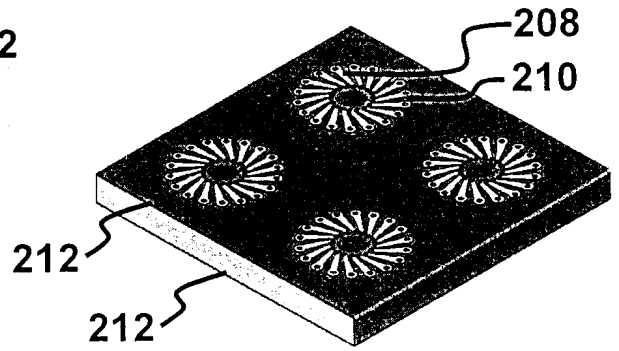
先前技術

圖 1

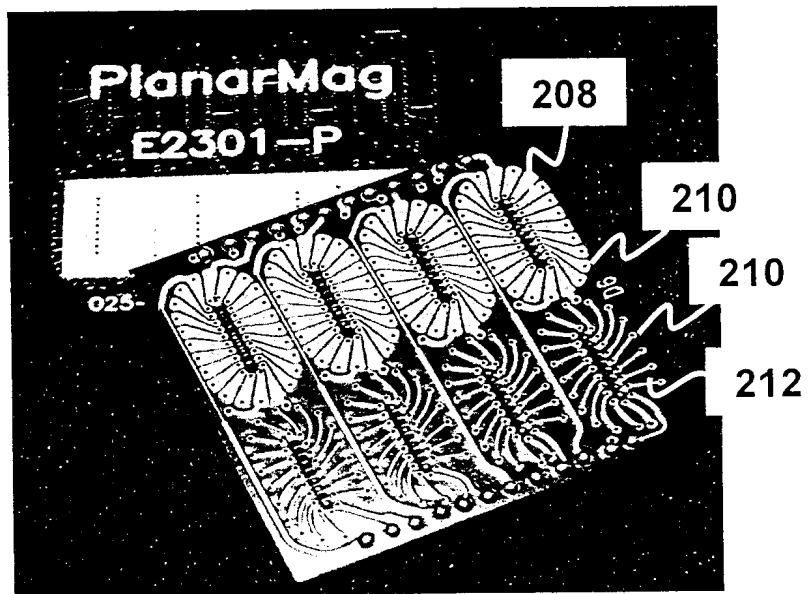
200
↓



(a)



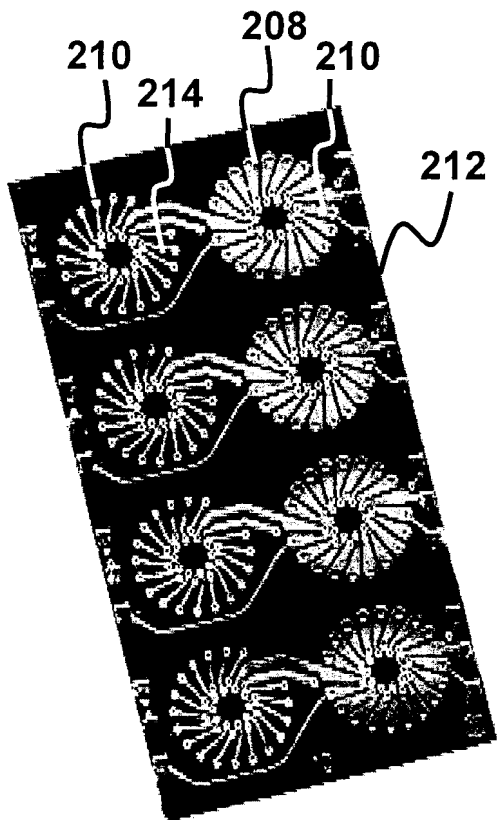
(b)



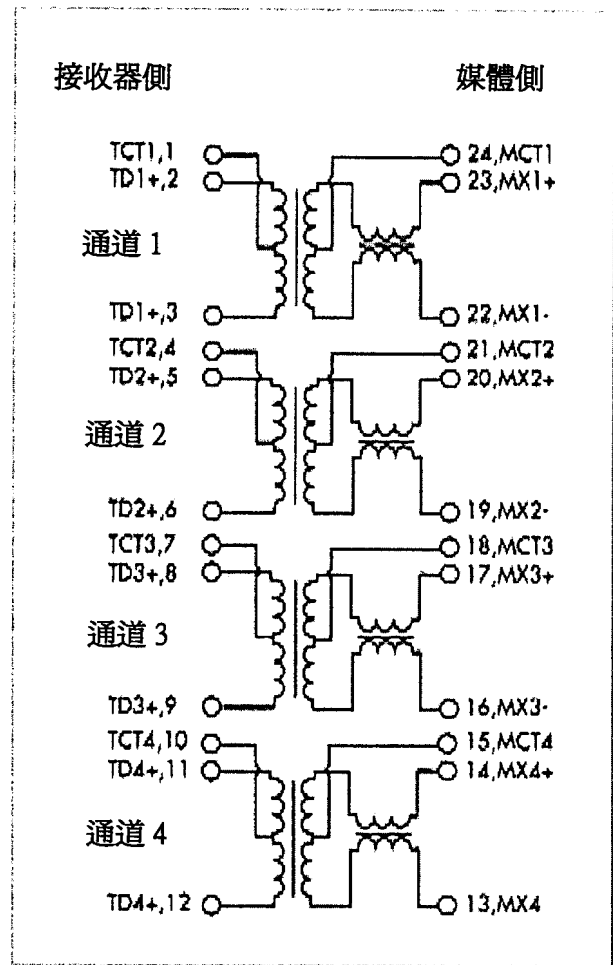
(c)

圖 2

200
↓



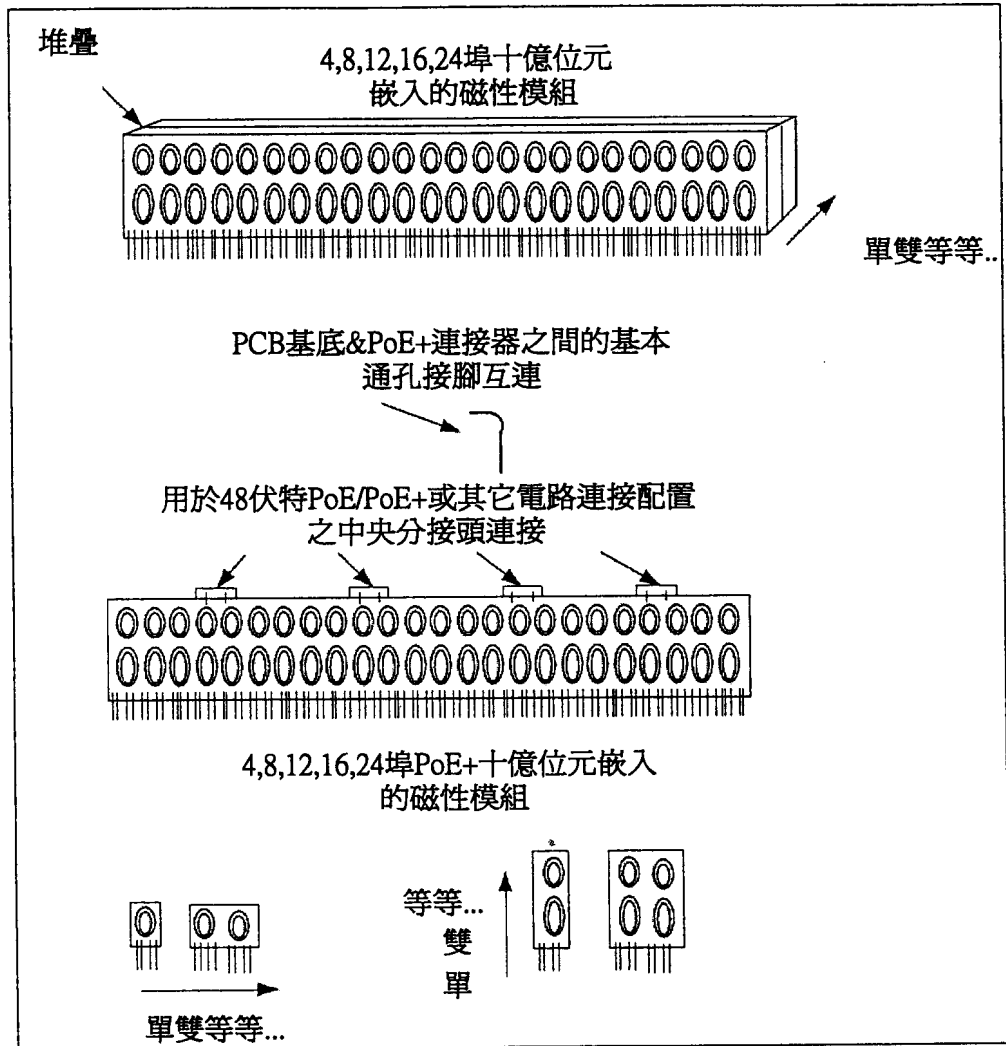
(d)



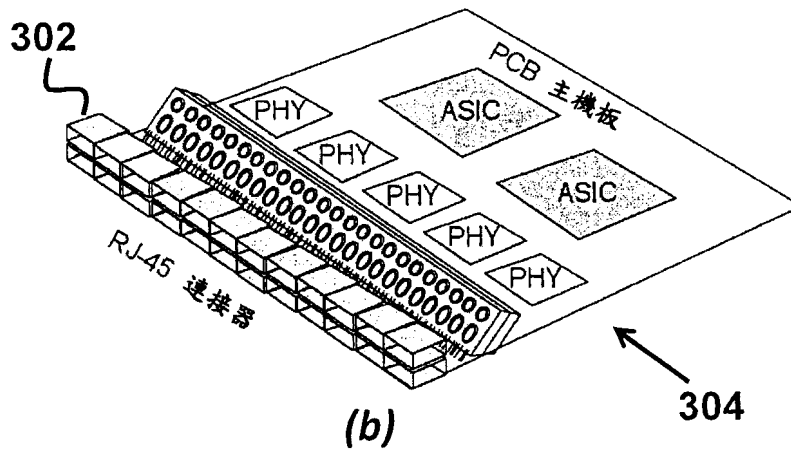
(e)

圖2(續)

300



(a)



(b)

圖 3

400
↙

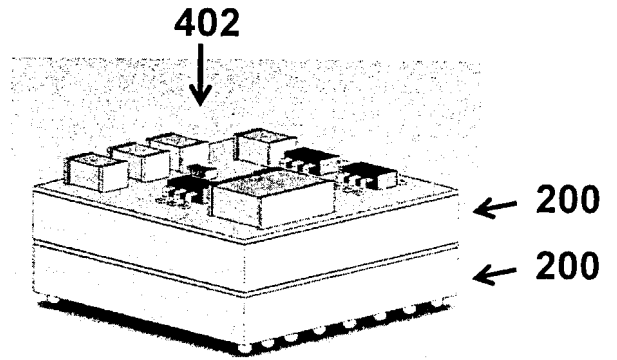
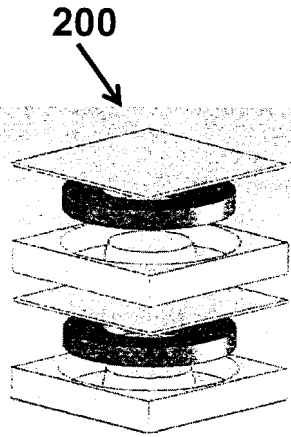
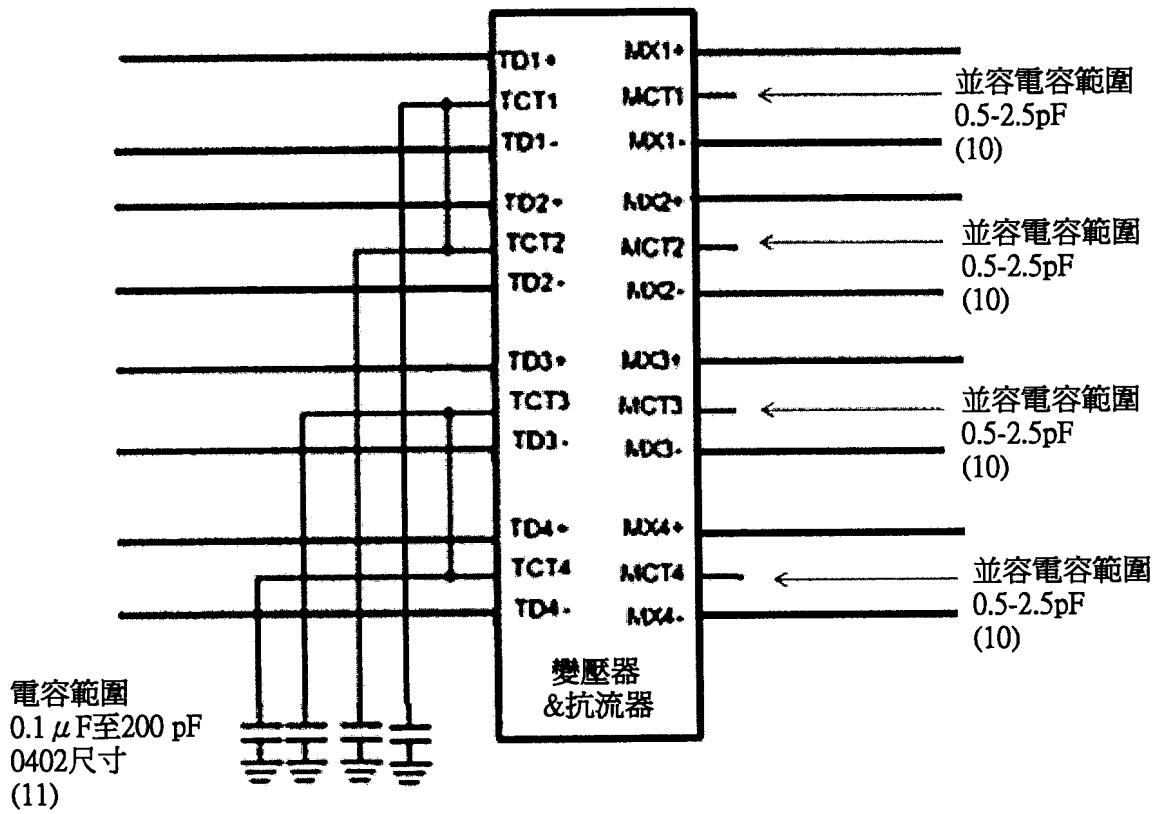


圖4

中央分接頭終端電路

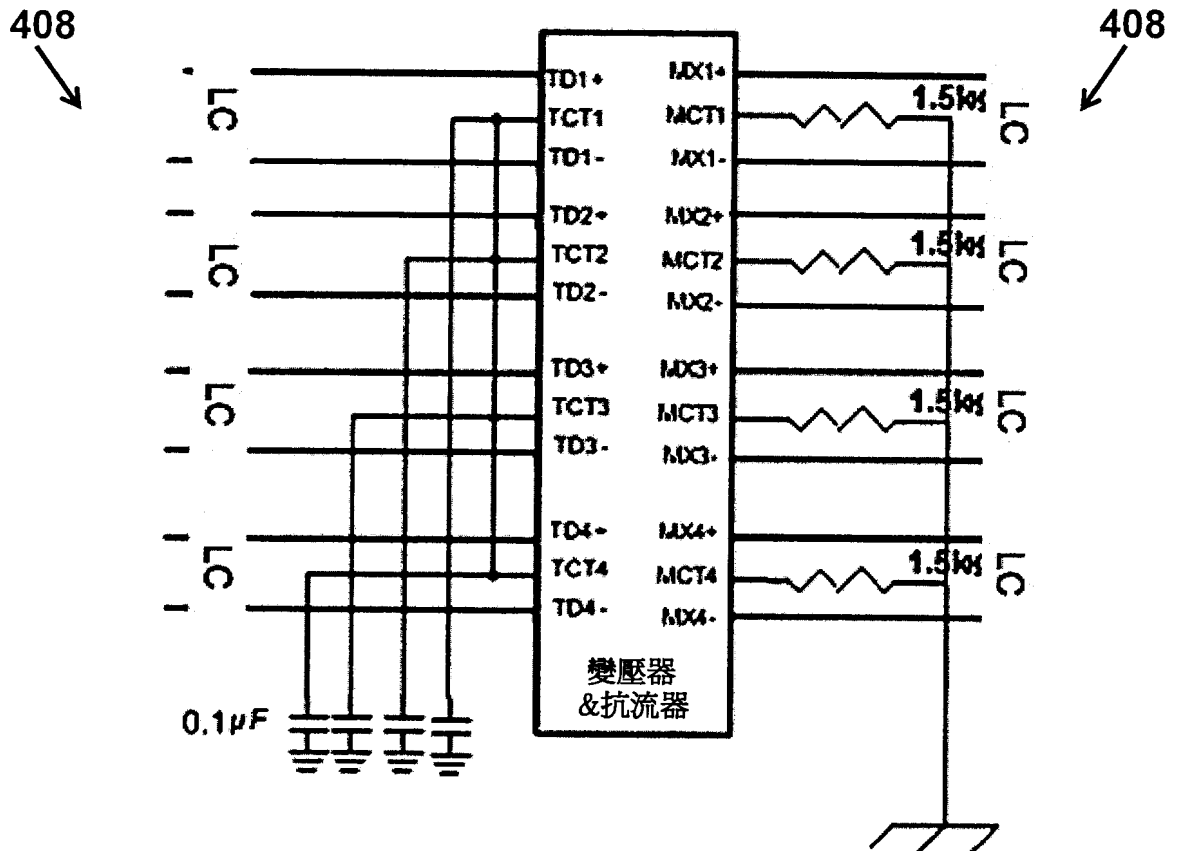


(c)

圖4(續)

406
↙

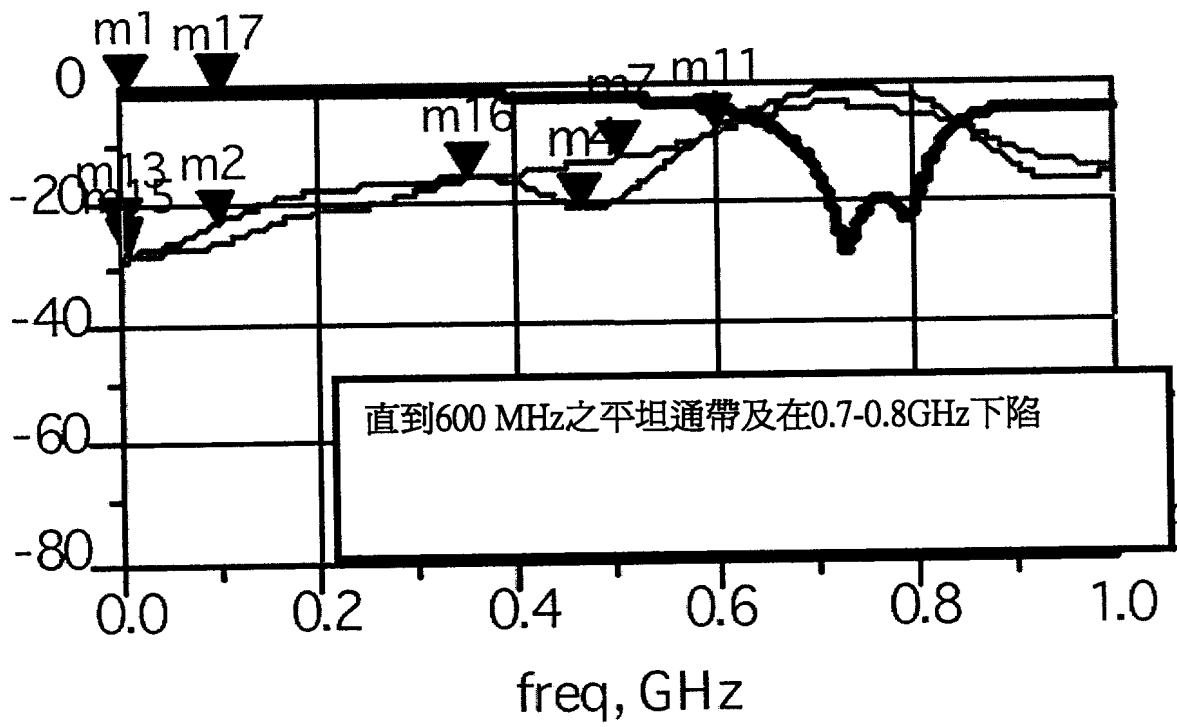
用於增強型濾波系列LC陷波之電路



(d)

圖4(續)

410
↙



(e)

圖4(續)

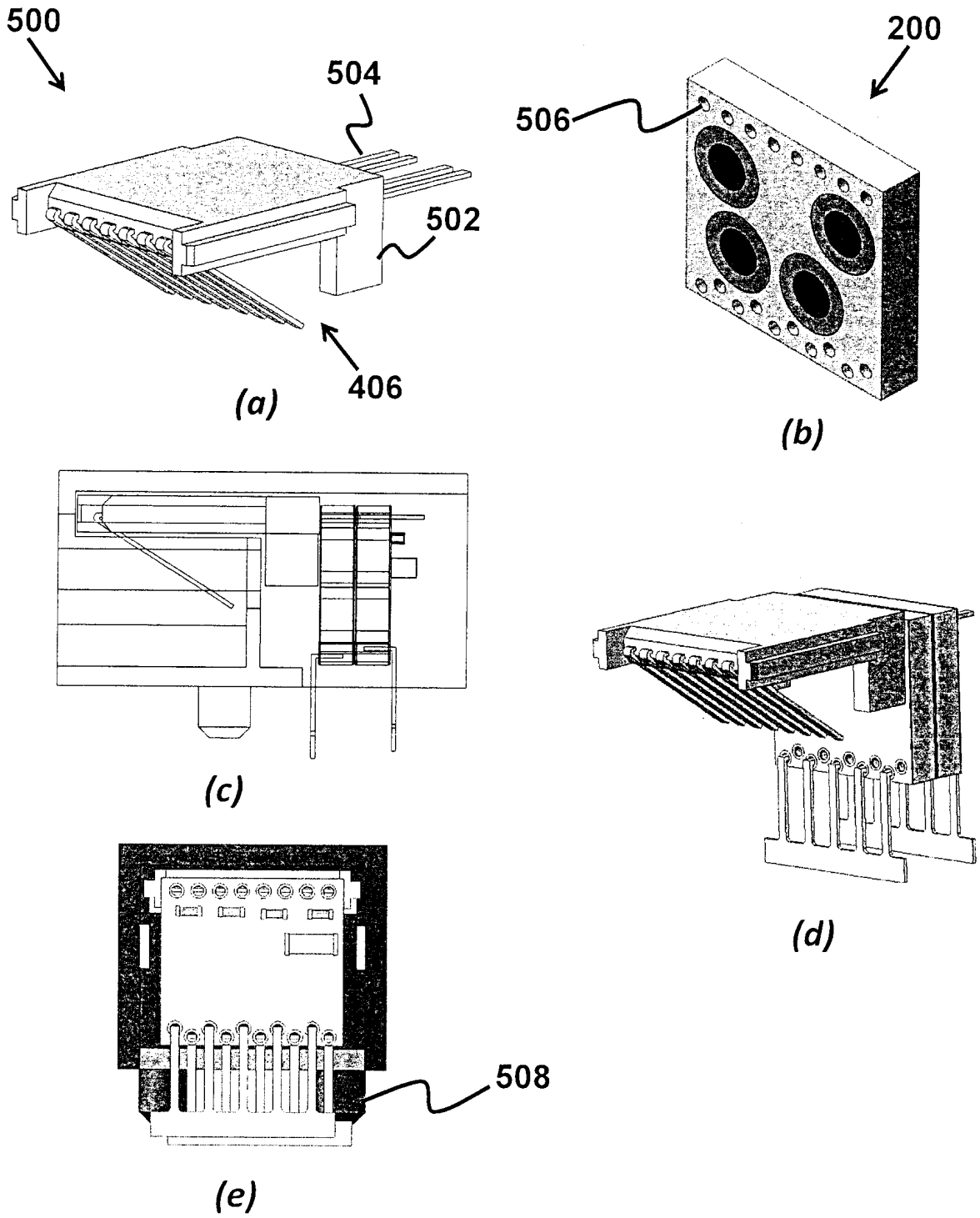


圖5

600

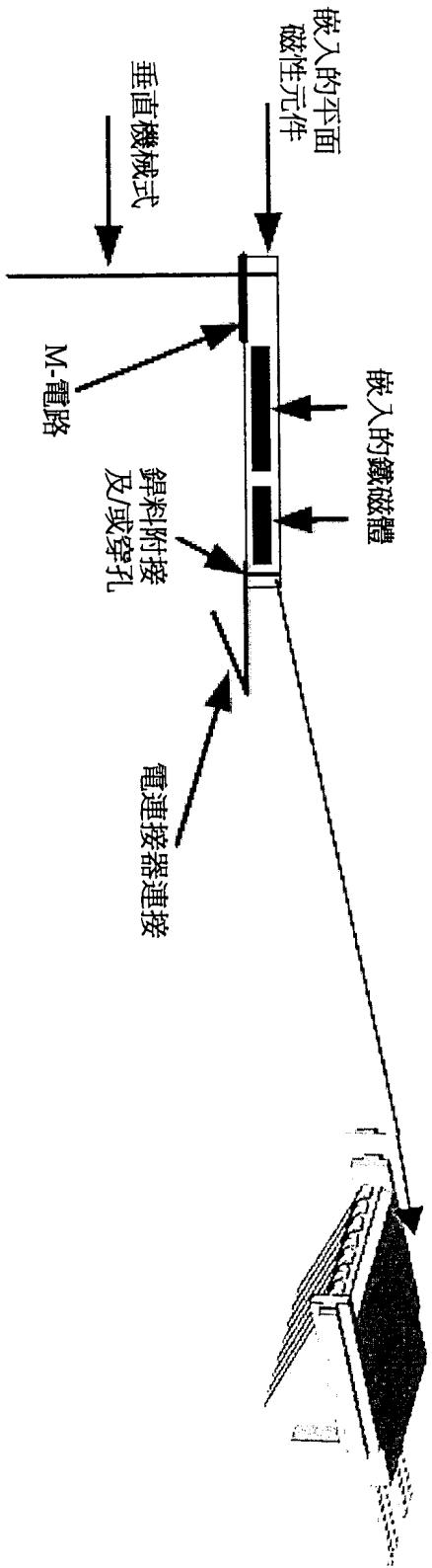
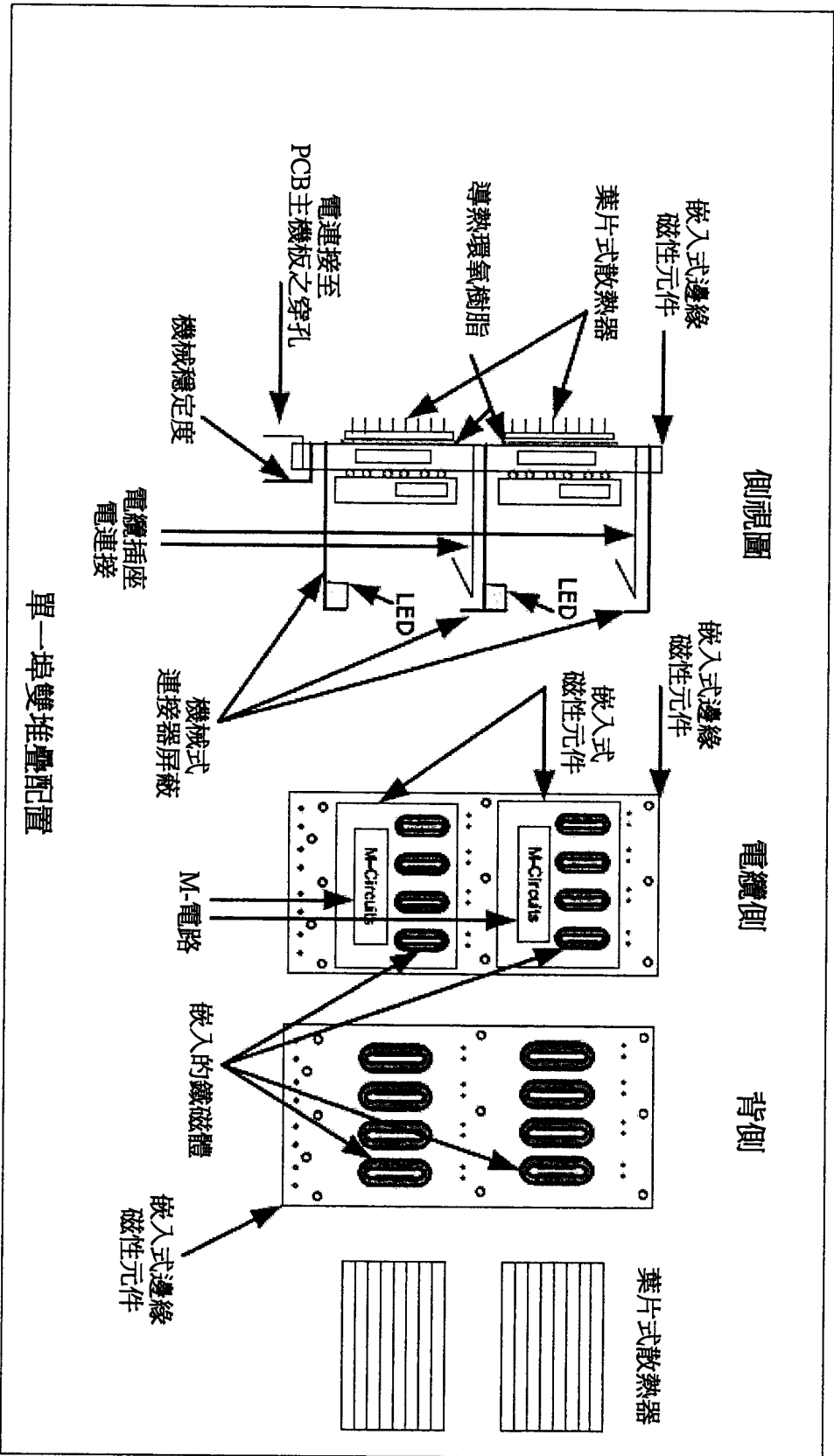


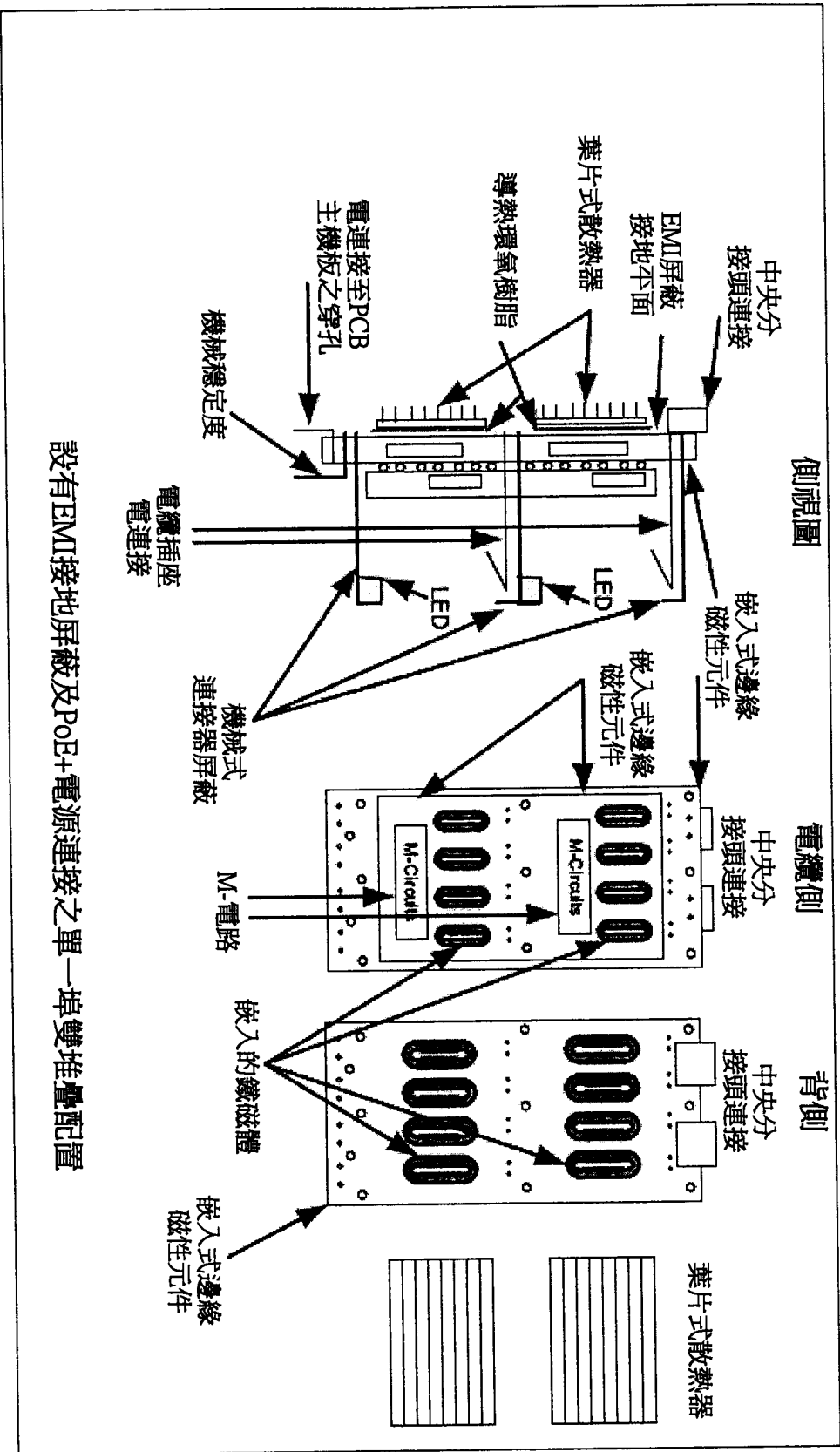
圖 6



單一埠雙堆疊配置

700

圖 7

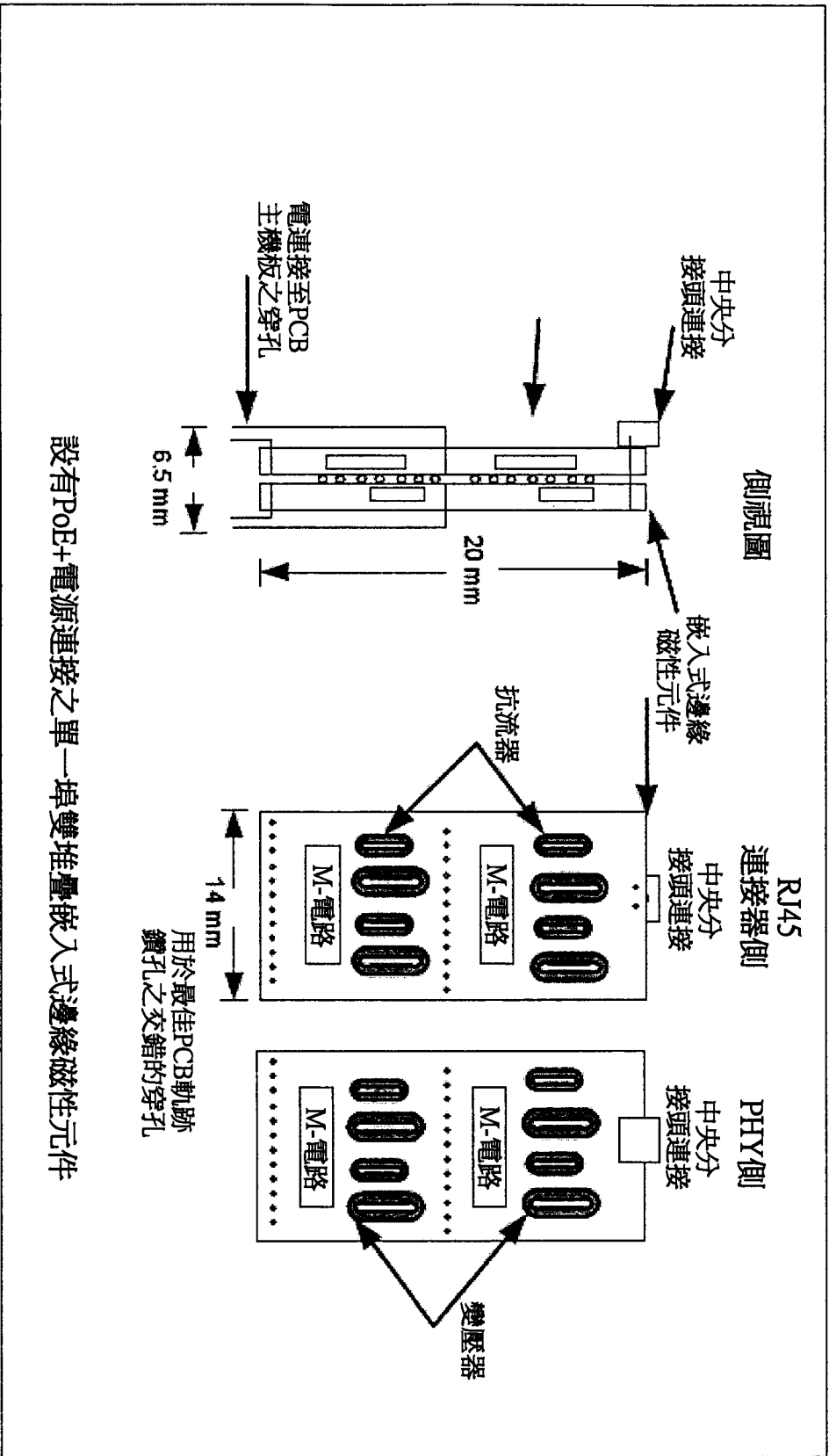


設有EMI接地屏蔽及PoE+電源連接之單一埠雙堆疊配置

800

圖 8

900 ↗



(a)

圖 9

900
↙

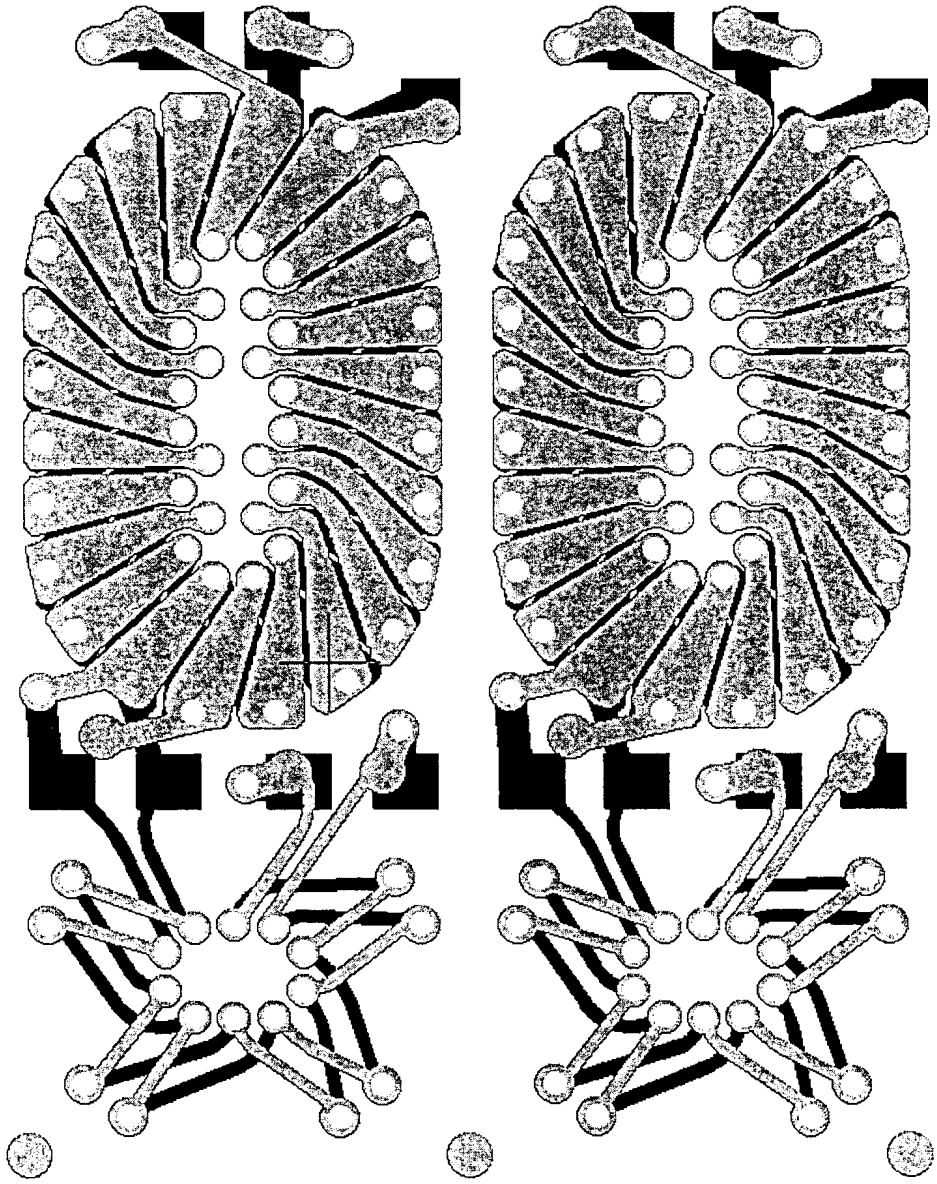
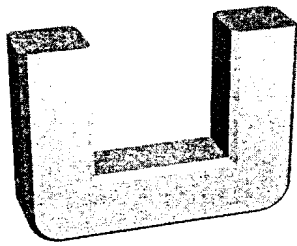
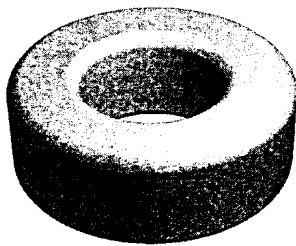


圖 9 (續)

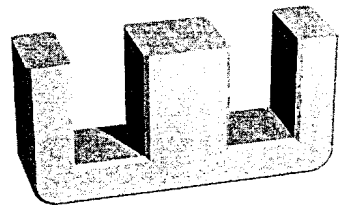
900
↙



(i)



(ii)



(iii)

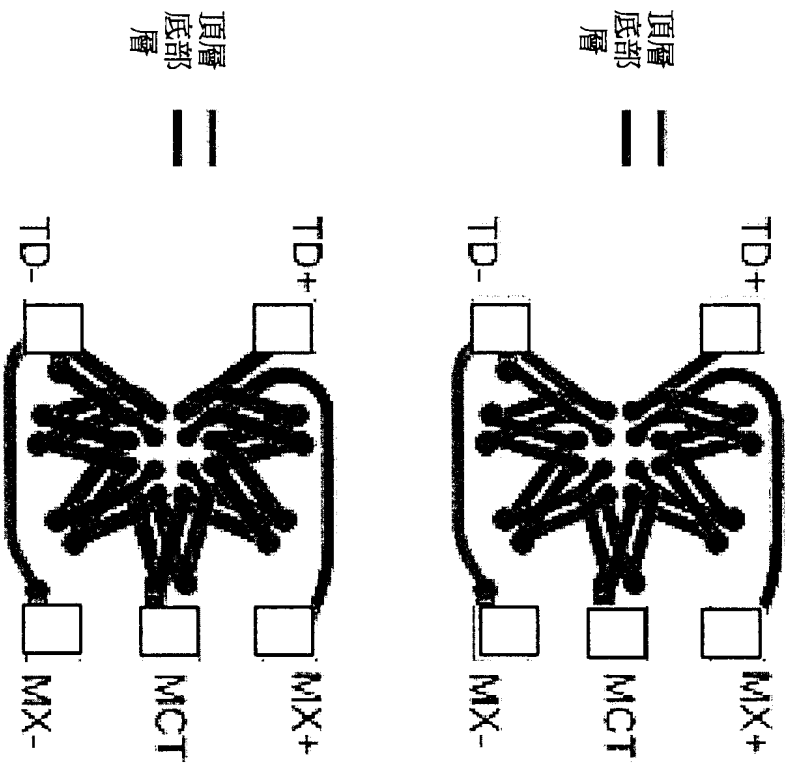
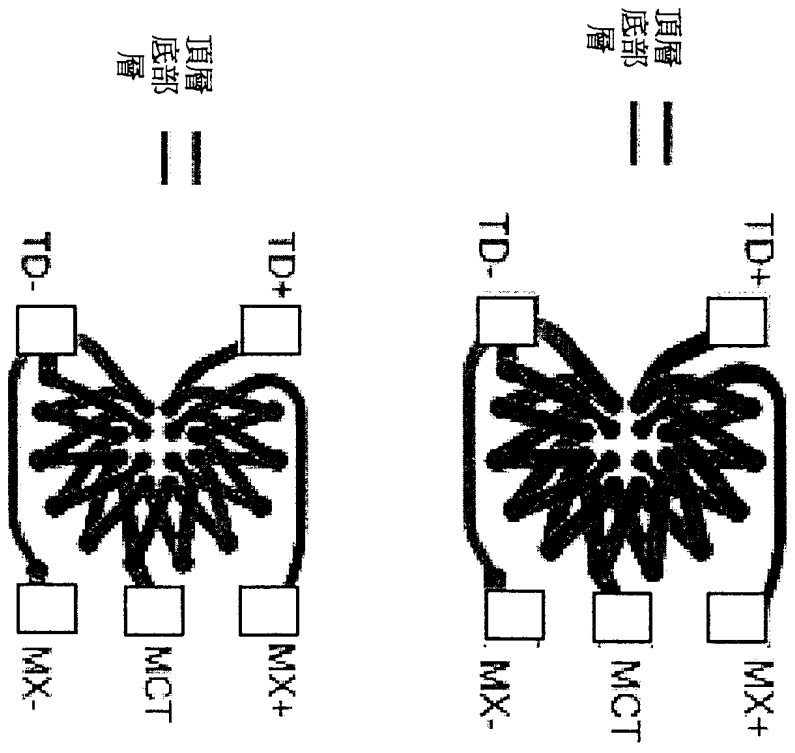


(iv)

(c)

圖9(續)

900 ↘



(d)

圖9(續)

900

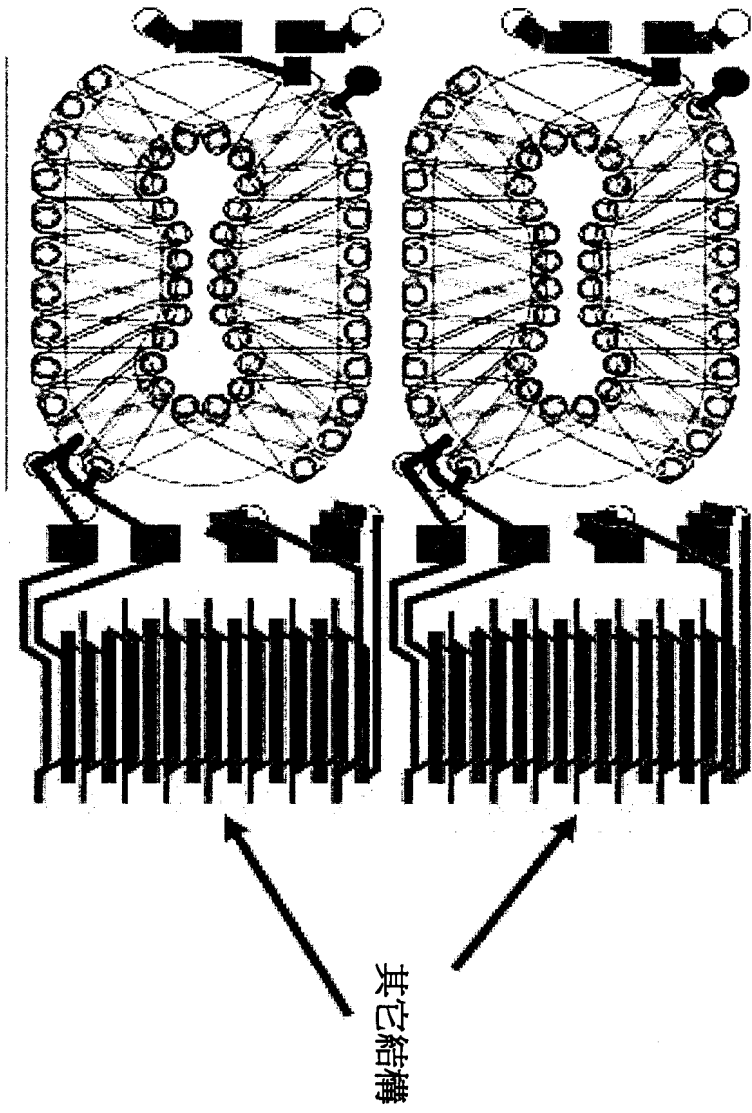


圖9(續)

1000
↙

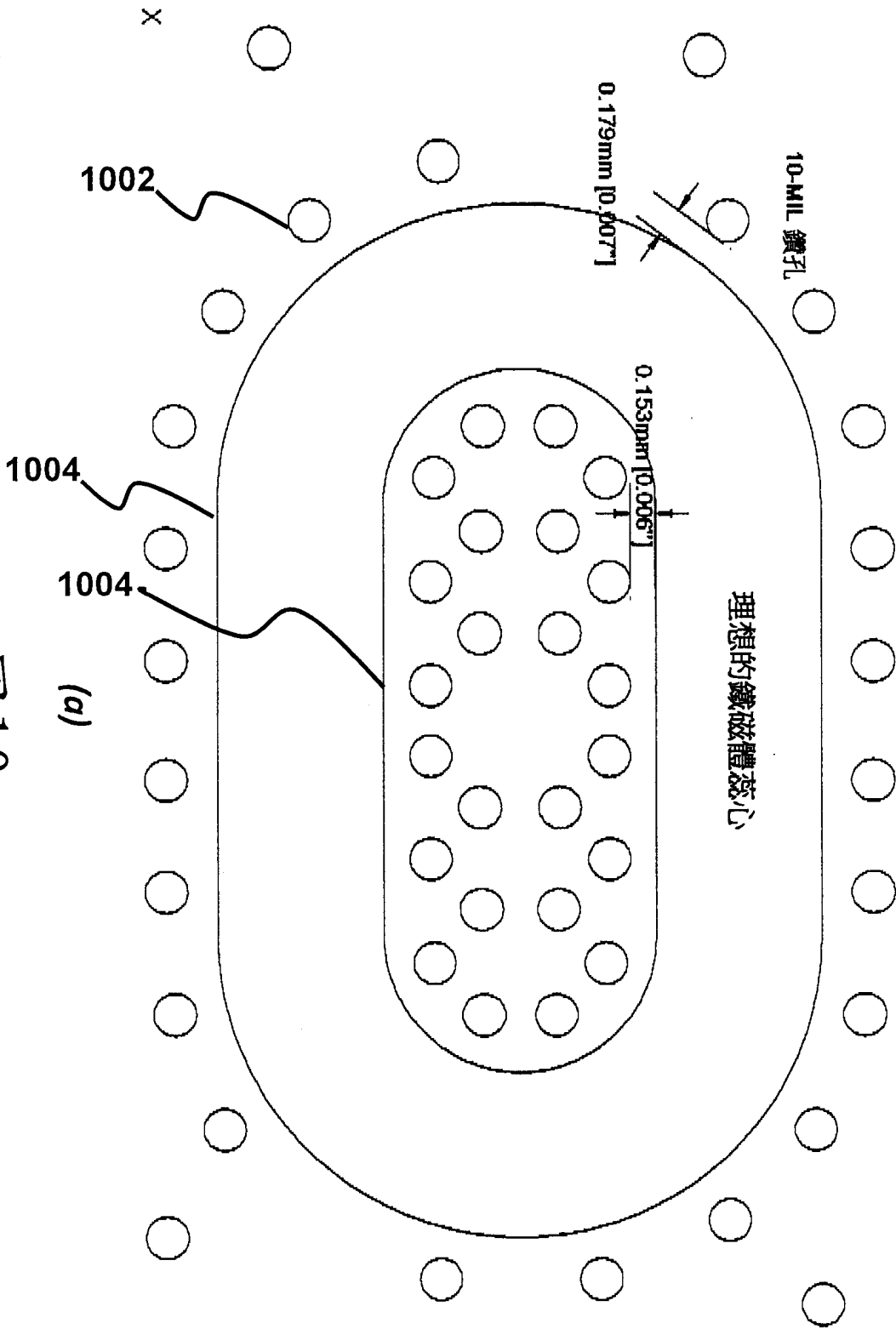


圖 10

(a)

1000
↙

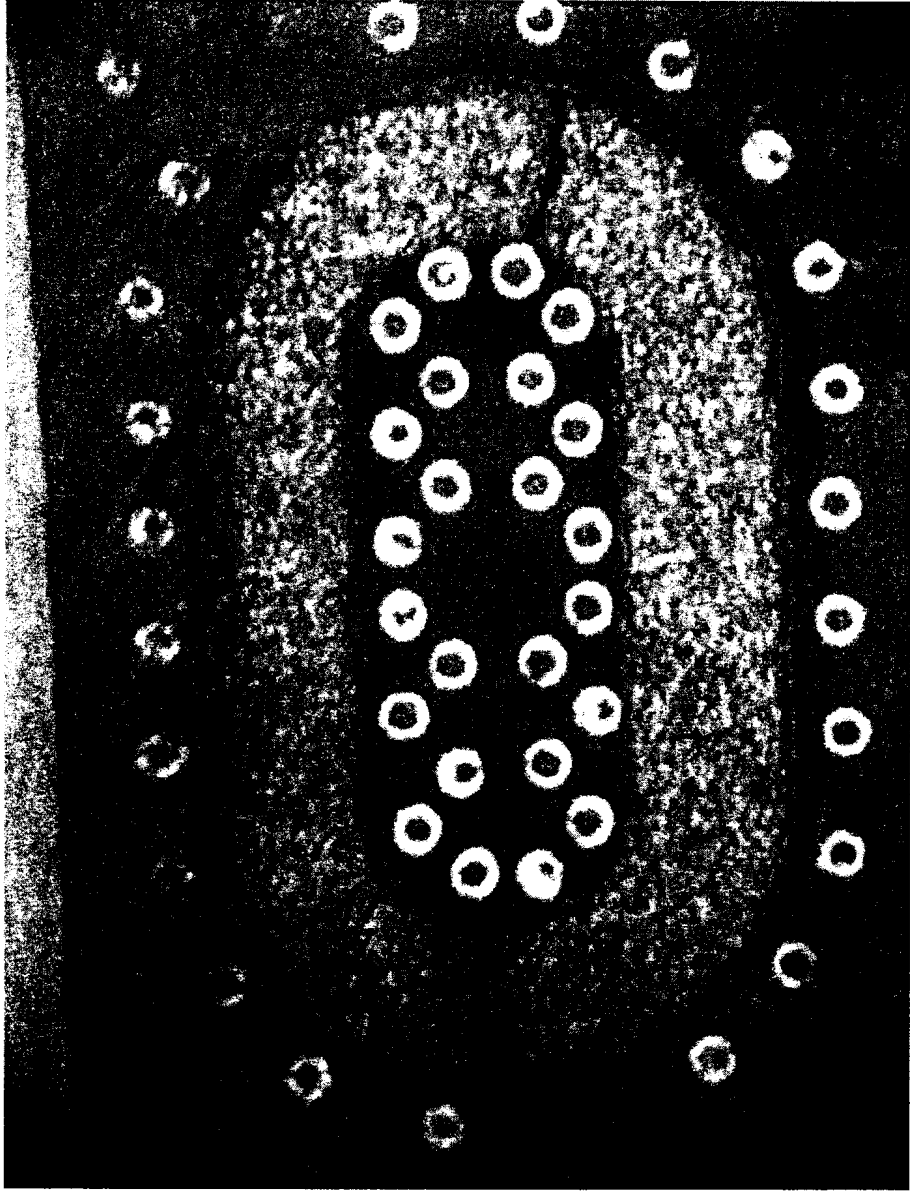


圖 10
(b)

1000
↙

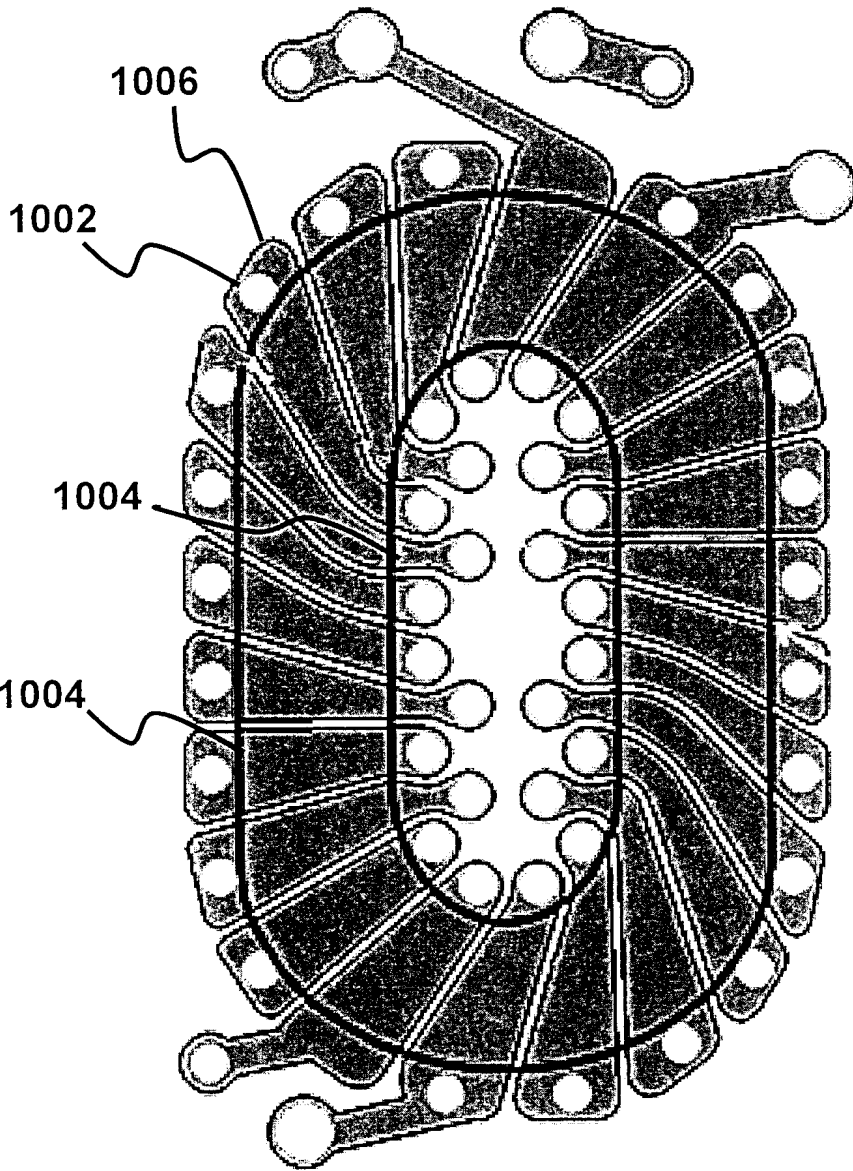


圖 10
(c)

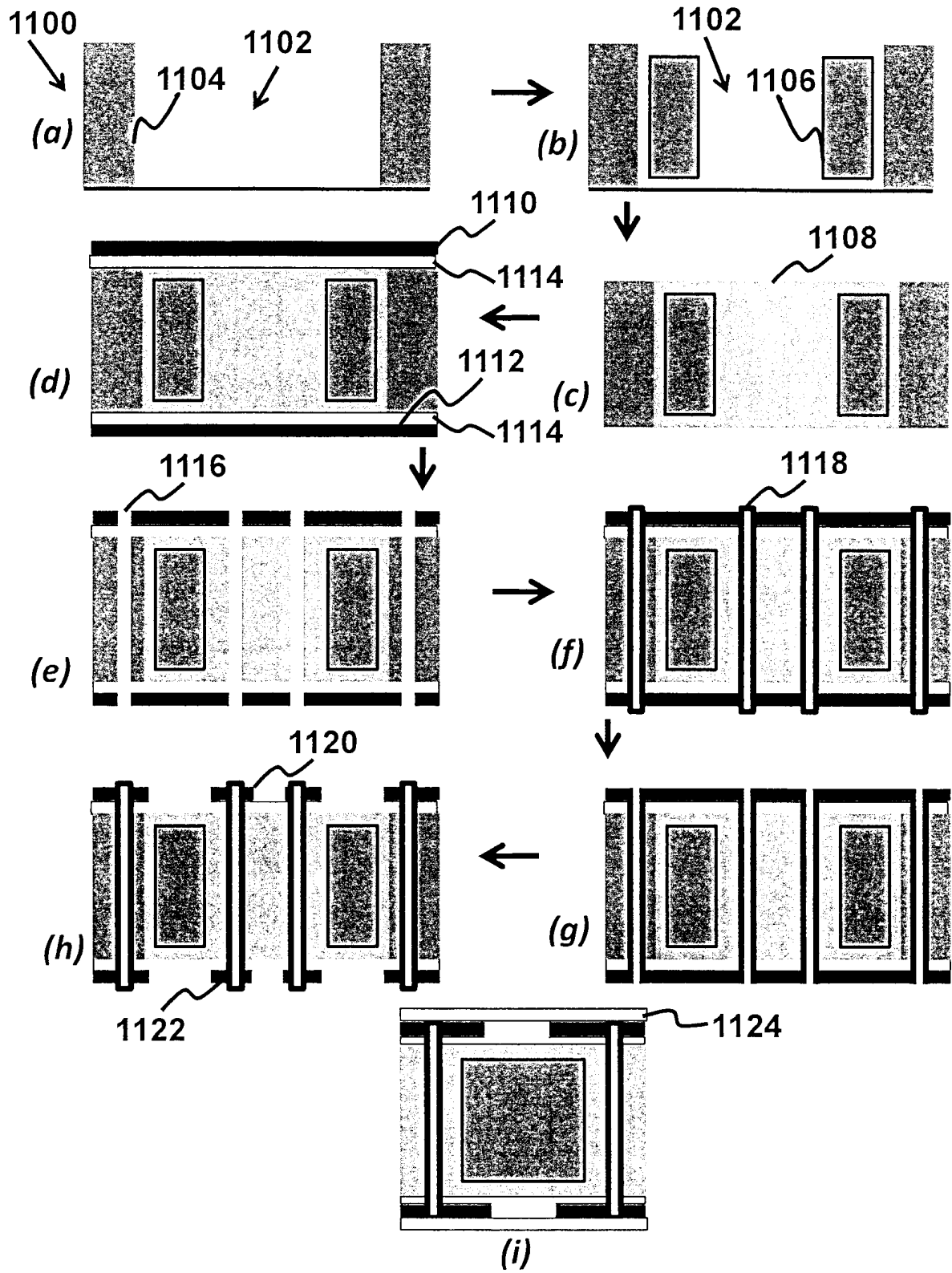


圖 11

1300
↓

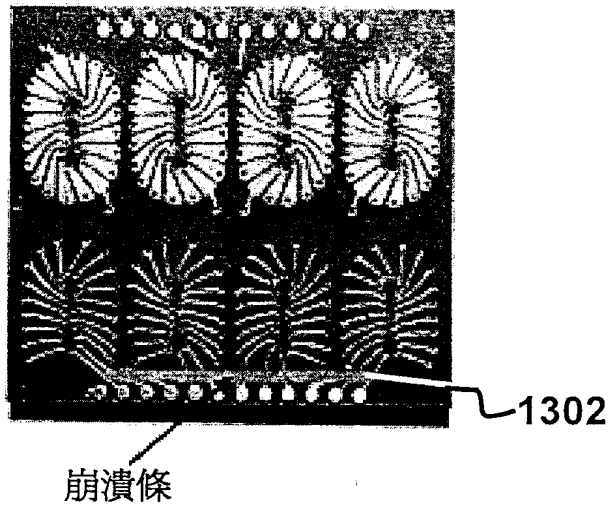
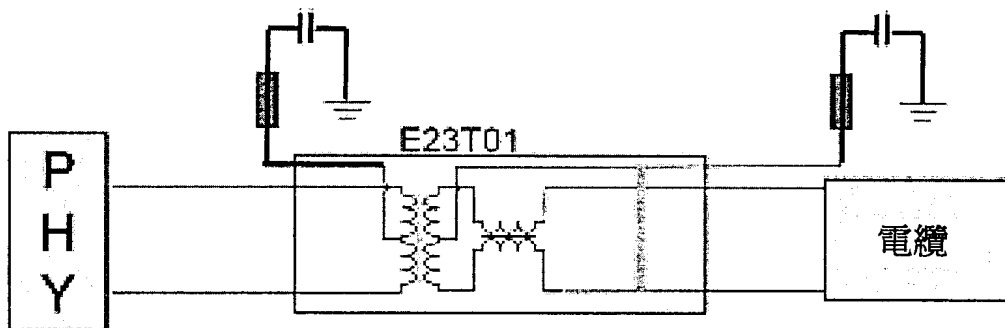
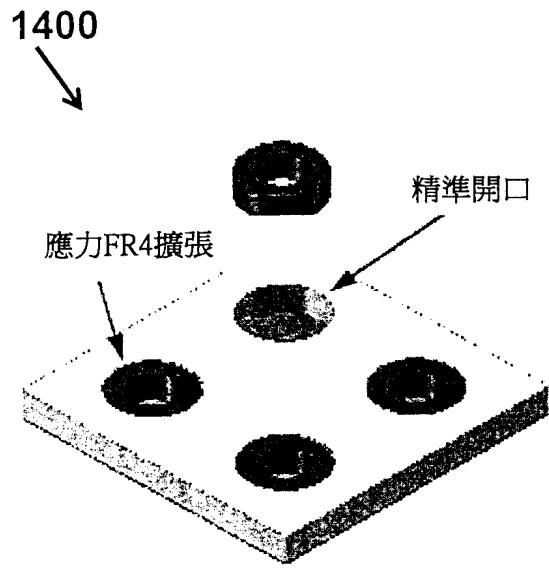
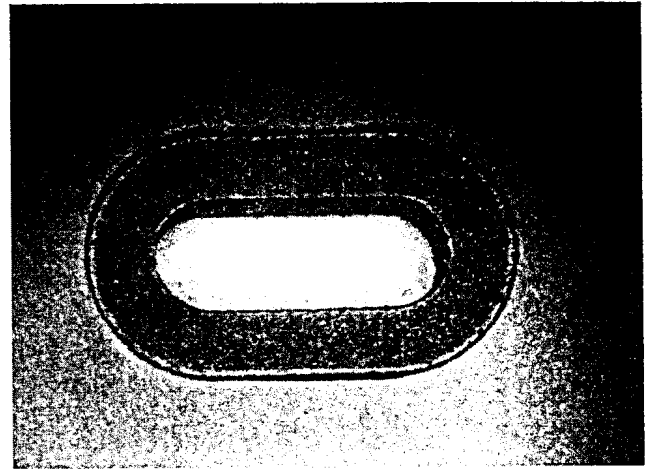


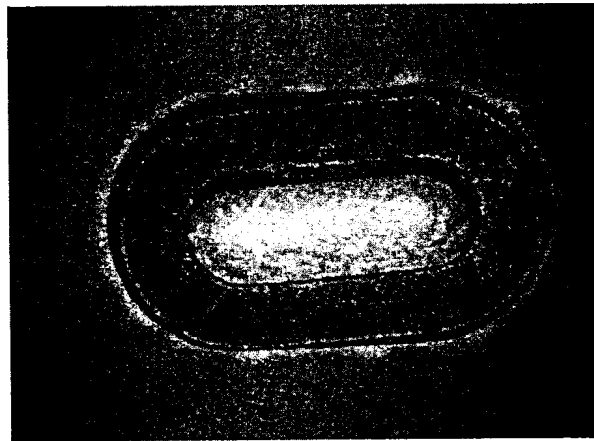
圖 13



(a)



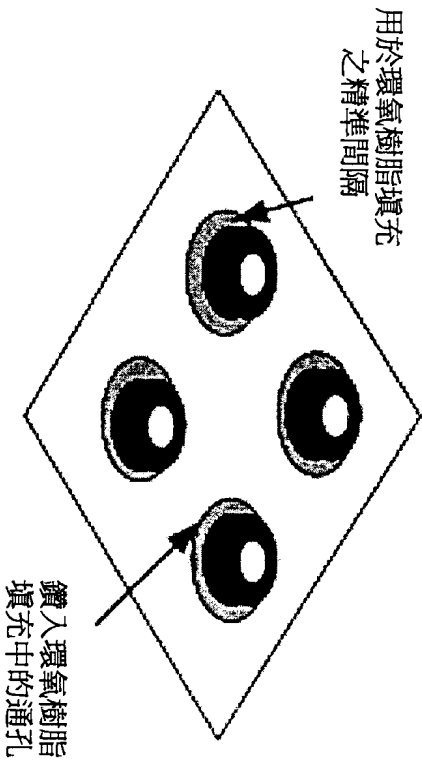
(b)



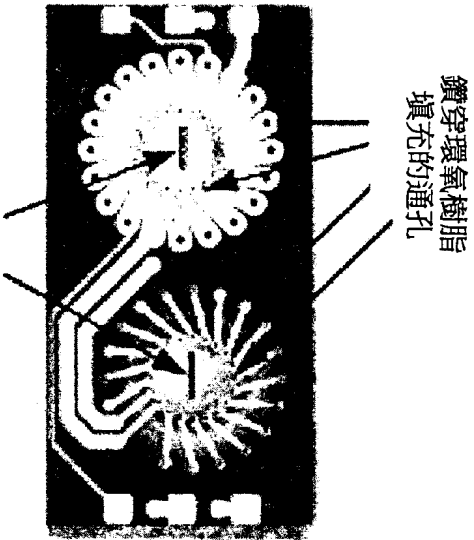
(c)

圖14

1500
↘



(a)



(b)

圖 15

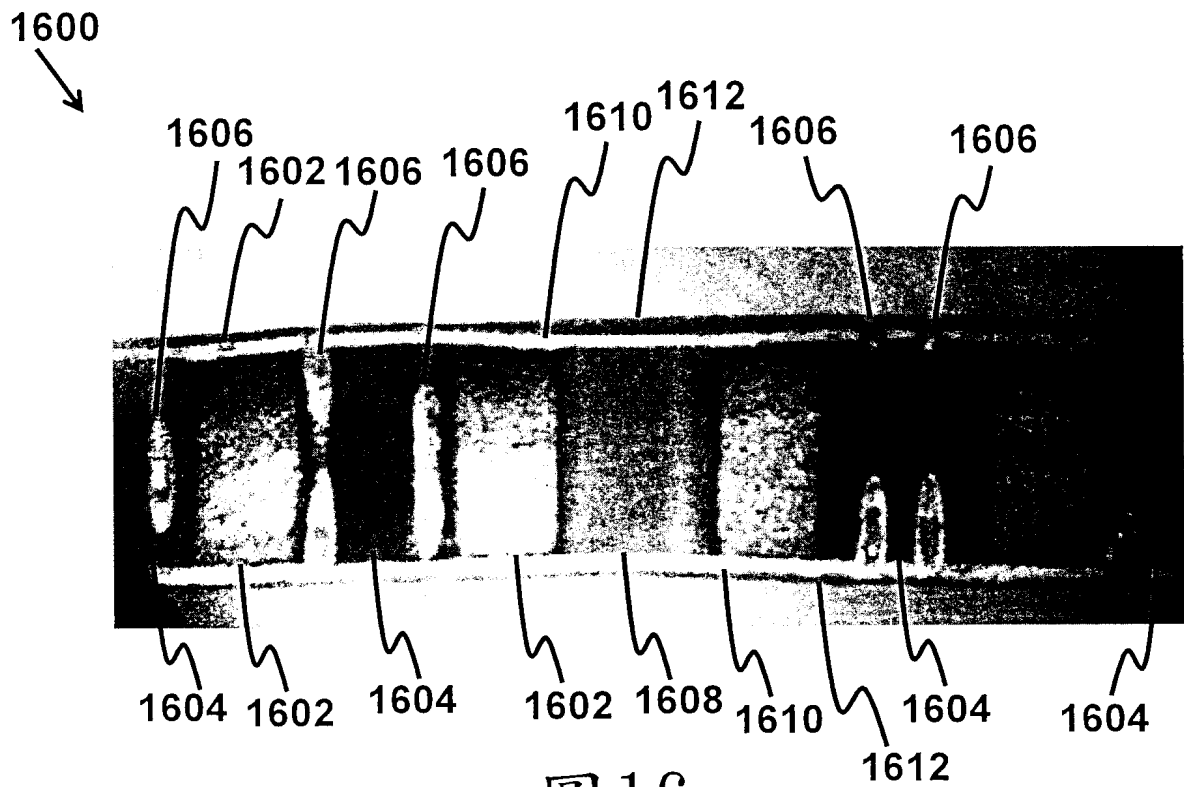


圖 16

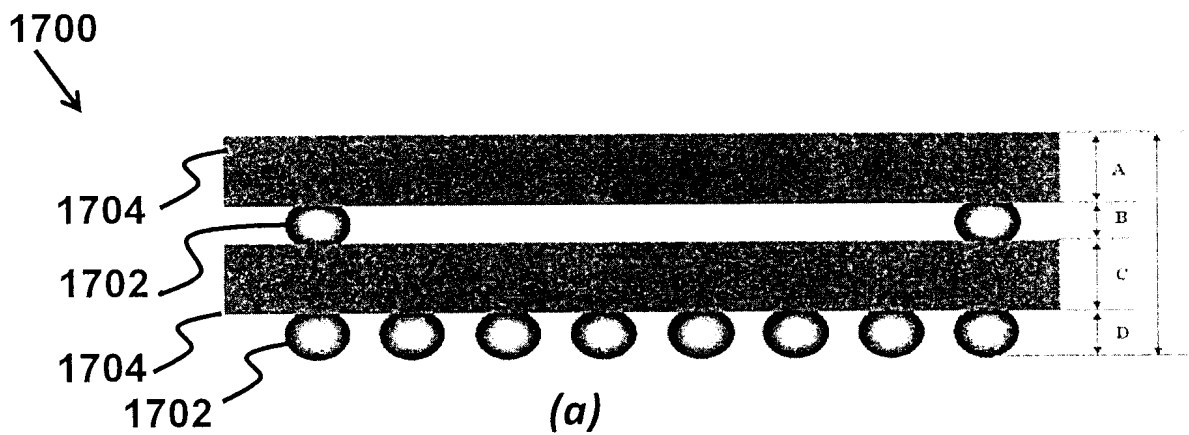


圖 17

1700
↙

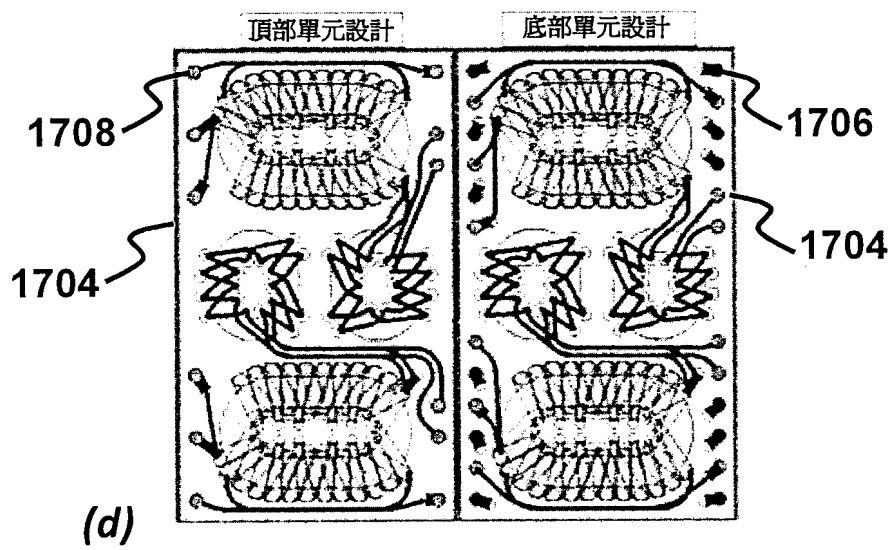
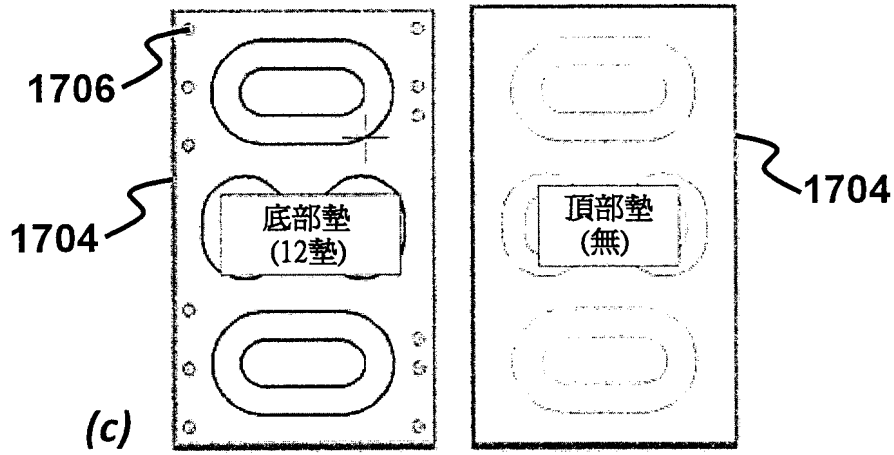
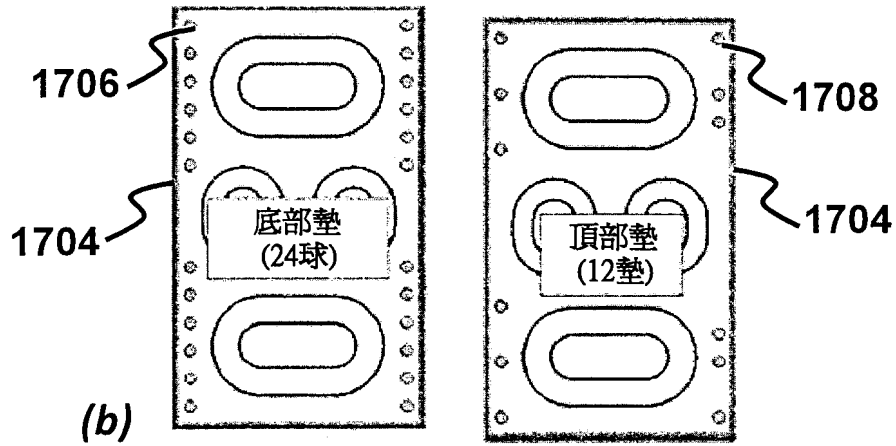


圖17(續)

四、指定代表圖：

(一) 本案指定代表圖為：第(12b)圖。

(二) 本代表圖之元件符號簡單說明：

1200：結構

1202：平面基板

1204：鐵磁體

1206：銅層

1208：M-電路

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：無