

I315074

公告本

98年4月30日修(受)正本

第 92125399 號專利案 98年 4月修正
(全份)

發明專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：92125399

※申請日期：92年9月15日

※IPC 分類：H01F 27/28

一、發明名稱：(中文/英文)

電子變壓器及電感器及其製造方法

ELECTRONIC TRANSFORMER/INDUCTOR DEVICES AND
METHODS FOR MAKING SAME

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

美商·多重細線電子股份有限公司

Multi-Fineline Electronix, Inc.

代表人：(中文/英文)

哈汀菲利浦 A

HARDING, PHILIP A.

住居所或營業所地址：(中文/英文)

美國加州阿拉罕市東柯羅納多街 3140-A

3140-A East Coronado Street, Anaheim, CA 92806, U.S.A.

國籍：(中文/英文)

美國/USA

三、發明人：(共 1 人)

姓名：(中文/英文)

菲利浦 A.哈汀/Phillip A. Harding

國籍：(中文/英文)

美國/USA

四、聲明事項：

主張專利法第二十二條第二項 第一款或 第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號 順序註記】

有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

美國；2002 年 9 月 16 日；60/411,801

無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

主張專利法第三十條生物材料：

須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

玖、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係有關於電感性組件和製造這些組件的方法。

【先前技術】

電感性組件普遍使用鐵磁核心和絕緣的電線繞線來製造。鐵磁核心通常是超環面核心，竿型核心，或組裝成底下是 "E" 型的鐵磁部份，並以一鐵磁蓋頂連接該 "E" 狀的三隻角，如第 1 圖所示。

超環面和竿型核心是用手動或自動地繞線以絕緣的銅絲形成變壓器的數個多周繞線或電感器的單一繞線。該組裝然後通常被封裝以保護電線。本案線路連接係藉焊接電線端子而成。這方式因為個別的處理，需要高的人工成本。因為銅電線在精確安置上的困難，此方式在電子參數的變異性很大，像是：漏電電感，分布和繞線間電容，和在繞線之間的共通組態不平衡等。

如第 1 圖，該 "E" 型和蓋頂組裝被做成一個電感性組件，用手動或自動地繞銅絕緣線在 E 角周圍。將蓋頂膠黏或鉗緊在適當處，則最後的封裝即可完成此組件。同樣地，線路連接穿透孔焊接電線端子做成。通常不但本裝置有超環面和竿型核心的限制，如前所述，它是一個非常大的裝置。因為蓋頂是一個單獨的裝置，磁力線在該 "E" 型和蓋頂之間便有了非鐵磁性間隙的阻抗，因此降低變壓器

的效率。

如第 1 圖所示的功率變壓器還有另一個缺點是因 E 型核心和蓋頂將繞線與散熱槽(heat sink)隔離，故從繞線中阻抗損失所產生的熱不容易逸散。

【發明內容】

本發明實施例提供比目前技術較佳的電感器和變壓器，和製造這些組件的方法。本發明的電感器和變壓器可應用在電子，電訊和電腦領域中。在一個實施例中，一個鐵磁材料的矩形平板封裝在印刷的電路之間。多數個穿透孔(vias)在平板製造期間用鑽孔等方法由平板頂面到底面形成，穿透孔的數字係依據繞線的需要匝數。本實施例以非常創新的方法利用安培定律在電路板上形成變壓器、電感器等類，而非在電路板上使用或組裝個別的電感裝置。因此，繞線並非絕緣的電線。然而，通過平板之穿透孔係藉穿透孔電鍍或其他技術具備電導性，並且與封裝平板之印刷線路電性連接。此電鍍的穿透孔和印刷電路形成電感器和變壓器的繞線，而電感器和變壓器的核心係為形成鐵磁材料已鑽孔或已形成之平板。本實施例提供實質上的進步，特別在製造高頻率電感器和變壓器方面。

在另一個實施例中，電感器或變壓器的核心包含以多層串聯薄同心圓鐵磁金屬環所形成之核心，該鐵磁金屬環被支持在一個適當的基材(substrate)，諸如可撓性電路(FLEX)或印刷電路板(PCB)。通過鄰近這些同心圓環核

心的穿透孔以印刷電路提供電性連接至電感器和變壓器繞線。本實施例建構了高導磁性電感器和最小渦流效應的變壓器。如此建構的電感器和變壓器可特別應用在小型的低頻率供電器。

在下面描述的另一個實施例中，一個單一導體被形成在一薄鐵磁平板中的穿透孔裡面，以形成一個單匝電感器。通過導體的電流在平板靠近穿透孔的部分產生一個環狀磁場。

在其他的實施例中，第一和第二導體被形成在鐵磁平板相同的穿透孔裡面，以形成一個電池 (cell) 核心 1:1 (1-to-1) 匝數比 (turns-ratio) 的變壓器。藉由串聯和並聯的連接組合第一和第二多穿透孔的導體，而建構一個具備所需匝數比的變壓器。其他的繞線可藉由在鐵磁平板中形成附加的感測導體於附加的穿透孔內，而增加至電感器或變壓器。如此建構的電感器和變壓器可特別應用在具備高次要電流的小型功率變壓器。

除了上述的優點之外，本發明實施例有許多的附加優點，包括：優越的熱移除，易接近的外部連接以簡化接線，較短的通量路徑增加磁性效能，較簡單的製造，更整合的連結，比較小的電感裝置，優越的效能和優良的製造重覆性。

【實施方式】

第 2 圖說明一個具有超環面核心 30 態樣的先前技

術變壓器。為簡單起見，本變壓器有二絕緣繞線：一二匝繞線 32 和一四匝繞線 34。每匝 36 環繞核心 30 以致於當電流通過繞線的時候，一環繞的磁通量路徑 38 便在核心 30 裡面流動。第 2A 圖說明繞線 32、34 通過核心 30 的中心，並在核心 30 的外邊環繞。如第 2 圖所示的繞線 32、34 係藉核心 30 電感性耦合。核心 30 提供一磁通量路徑，以耦合主要繞線 32 與次要繞線 34，藉此當主要繞線有電壓存在時，在次要繞線產生一電壓。

本發明實施例有一個與第 2 圖非常不同的核心和繞線的安排。第 3 圖顯示一鐵磁平板 10 具有多數個適當地隔開的穿透孔 12，延伸自形成電感器或變壓器的平板 10 頂部的表面 14 到底部表面 16。第 3 圖顯示在平板 10 裡面已被鑽孔或形成總數為 25 個的穿透孔 12，穿透孔 12 的數字可依特殊應用所需的繞線數而定。明顯地，電感器或變壓器可藉選擇性安排穿透孔 12，和電鍍導體在頂部表面 14 和底部表面 16 間並通經之穿透孔 12，以構成主要和次要繞線。次要繞線也可藉由通過穿透孔 12 放置第二組絕緣導體而形成。

”平板”和”鐵磁平板”在本申請書各處被使用，意指任何鐵磁材料的組態，包括，但不限於：片狀、薄片、平面和數層的鐵磁材料。

”虛擬核心”

第 4 圖說明依照本發明的一個”虛擬核心”。依據穿

透孔 56、68 形成的態樣，在第 4 圖所顯示的實施例也參考到一個” 虛擬超環面核心” 或” 虛擬超環面”。如第 4 圖，鐵磁平板 50 有一個頂部表面 52 和底部表面 54，和如剖面圖中顯示的二個外部穿透孔 56，和在平板 50 裡面之一個內部穿透孔 68。如下所述，以小型電感器和變壓器而言，平板 50 最好是具有相對高電阻性的亞鐵鹽薄層。

第 4 A 和 4 B 圖顯示一個依據本發明建構，使用平板 50，並具有八個外部穿透孔 56 和六個內部穿透孔 68 (在第 4B 圖中顯示的只是部份)的虛擬核心，作為虛擬超環面變壓器。導體 58 被形成在平板頂部 52 和底部 54 的表面。導體具有墊件 60 以和其他的裝置或電路連接。依照下面描述，這些外部和內部穿透孔 56、68 是電鍍穿透頂部到底部，而且與導體 58 電性接觸，以致一個完整迴路延伸在，例如墊件 60 和墊件 60'之間。如下所述，一個虛擬超環面變壓器 62 因此被形成具有一環狀路徑 64。

第 5 圖說明鐵磁平板 70，具有二個獨立的虛擬核心 72、74 在相同的平板 70 上。第二變壓器 74 說明本發明的另一個實施例，穿透孔被重新安排成特定的態樣。這重新安排形成一個矩形虛擬超環面 75，具有一內部的長方形 76，和一個外部的長方形 77。

第 6 圖說明一個在具有一個頂部表面 80，和一個底部表面 (未顯示) 的鐵磁平板 78 中，形成的虛擬核心的另一個實施例。鐵磁平板 78 有八個外部穿透孔 82，以形成一虛擬超環面的外部直徑 84，和八個內部穿透孔 83，

以形成一虛擬超環面的內部直徑 85；在平板 78 的頂部 80 和底部表面上形成導體 86，而且電鍍穿透外部穿透孔 82 和內部穿透孔 83，以形成一連續的電路徑或繞線。如下所述，第 6 圖所示的虛擬核心形式一個具有八匝繞線的虛擬超環面電感器。

可撓性電線的製造

一種製造的方法是在可撓式電路 92 的頂層和底層裡面埋入多層鐵磁平板（核心 90）如第 7、8 和 9 圖所示。銅線圖案 92 係對應於所需要的繞線，在環氧樹脂片 110 上形成，其係藉黏著物 115 黏到平板頂部和底部表面 112、114。核心 90 因此藉一疊層（lamination）製程被包含在線路 92 裡面。穿透孔 190 係穿過可撓式電路 92 的組合層、和核心而形成頂部可撓式電路 116 到底部可撓式電路 117 之間的連結，如第 8 和 9 圖所示。填充穿透孔用導電墨水（conductive inks）和標準的工業電鍍程序是用來同時製造大量的虛擬核心的連接的方法。本結構的剖面圖如第 8、9 圖所示。

電路板的製造

如第 10、11 和 12 圖中所示的另一製造方法，是在電路板線路的頂層 170 和底層 172 之間埋入多個鐵磁片 150。第 10 圖顯示在電路板黏著物內之一穿透孔陣列 154，或預浸體（prepreg）陣列 156。形成預浸體 156 板面以容納每核心片 150。如第 11 圖所示，在片 150 插入穿透

孔 154 後，電路板的頂部 170 和底部 172 係壓合為陣列 156。核心片 150 因此藉在二片環氧基樹脂之間埋入核心片 150 的疊層製程形成。穿透孔 190 係穿過電路板 192 的組合層和核心片 150 以形成頂部電路板 194 電路和底部電路板 196 電路之間的連結。穿透孔 190 係用導電墨水 198 或標準的工業電鍍程序(例如：電鍍後的銅 198)來填充，以同時連接很多的核。本結構的剖面圖與如第 8 和 9 圖所示的可撓式電路 117 類似。主要的不同是由於電路板材料的非可撓性，故與個別的核心片 150 並不一致。

不使用可撓式電路 (FLEX) 或電路板 (PCB) 的製造方法

另一個製造的方法顯示在第 13 圖中，多個核心 210 包含在一載體 (carrier) 212 上。每個核心 210 係與適當的穿透孔 214 模鑄。標準工業導電墨水是用來形成在核心 210 的頂部 215 和底部 216 上的線路，並且同時填充穿透孔 214 以在頂部 215 和底部 216 之間形成必需的連結。

虛擬核心與安培定律

如上所述之本發明實施例，導電的穿透孔通過磁性的平板，係以創新的方法應用安培定律。穿透孔係以允許一通量路徑存在於基材上的二繞線間的方式形成。因此，如第 4A 圖所示，落在內部穿透孔 68 之內的任何路徑將包含零淨電流 (net current)，因此這些路徑將沒有磁通量。

包含外部穿透孔 56 的任何路徑也將包含零淨電流，因為內部穿透孔 68 具有和外部穿透孔 56 相等卻反向的電流，在包含外部穿透孔 56 的區域中形成零磁通量。然而，在內部和外部穿透孔 68、56 之間的路徑由於包含內部穿透孔 68，將具有一個淨磁通量。其他部份包含內部或外部穿透孔 68、56 的路徑將沒有明顯的磁通量，因為通量將類似電流選擇最短的物理路徑，因此，本結構的效能將很相似於第 2 圖的超環面，並且顯示為一個虛擬超環面 62。

安培定律以下列方程式描述：

$$\oint H \cdot (dl) = \Sigma I \quad (\text{第 1 方程式})$$

其中，圍繞一封閉路徑的磁場強度 H 的線性積分，相等於流過該路徑包圍區域的電流 I 的總數。參考第 6 圖，安培定律說明任何封閉路徑的線積分，落在內部穿透孔 83 之內的，將包含零淨電流，因為本區域之內沒有電流通過穿透孔。因此，在虛擬超環面內部直徑 85 裡面將沒有磁通量產生。任何包含外部穿透孔 82 的封閉路徑線積分也將有一零淨電流通過所附的區域，因為具有電流流出的那八個內部穿透孔 83 被相等量的電流流入八個外部穿透孔 82 平衡掉。因此，沒有磁通量將在包含虛擬超環面外部直徑 84 的任何區域裡面產生。

將有連續通量的唯一區域，是在虛擬超環面核心的內部 85 和外部 84 直徑之間的區域。在本區域，封閉路徑

線積分將包含從那八個內部穿透孔 83 橫斷所附的區域的總電流。因此，如第 6 圖所示之穿透孔態樣形式一個虛擬超環面電感器，其中，外部 84 和內部 85 直徑定義一以八匝繞線激化的虛擬超環面核心。點線圓圈 88 代表包含在虛擬超環面核心區域的通量路徑的定向。

明顯地，適當選擇穿透孔，可在基材上造成許多不同形狀的虛擬核心和核心的安排。因此，許多獨立的磁性線路能在相同的基材上被建構。因此，藉著適當的安置穿透孔和在鐵磁平板 50 的頂面和底面 52、54 上的線路導體，如第 4 圖所示，較能建構比簡單的電感器和變壓器更複雜的線路。舉例來說，應用在傳統的電路板和可撓式電路板工業多重組件(諸如電阻、電容和積體電路等)的製程(光阻沉積、蝕刻和電鍍)，可使用在相同的基材上以形成微小(micro-miniature)的線路組裝。

第 14 圖說明在相同的鐵磁平板 218 上的多個虛擬核心 220、222、224。每個虛擬核心 220、222、224 係獨立操作，而且可有線路連結穿透並在電鍍的穿透孔之間，如第 6 圖所示，以形成虛擬超環面變壓器或虛擬超環面電感器。第一虛擬核心 220 可以一八匝繞線，例如在第 6 圖所示的虛擬超環面核心，所激磁。第二虛擬核心 222 說明另一個實施例，穿透孔以與第 6 圖的虛擬超環面核心相同的幾何圖形安排，但以較少的穿透孔形成一個可以一四匝繞線所激磁的虛擬超環面核心。點線圓圈 223 代表虛擬超環面核心所涵蓋區域的通量路徑的定向。第三虛擬核心

224 說明另一個實施例，穿透孔態樣重新安排以形成一個被一個內部的長方形 226 和一個外部的長方形 227 定義的矩形虛擬超環面核心。矩形虛擬核心 224 可以十二匝繞線所激磁。點線圓圈 228 代表矩形虛擬超環面核心所涵蓋區域的通量路徑的定向。

針對高頻率線路(像是被用於範圍通常從 100 KHz 到 100 MHz 的無線電頻率)很有用的電感器和變壓器，可依據前面的實施例建構。前面實施例的鐵磁平板最好以具有 100 到 10,000 的導磁係數，和每公分 1,000 歐姆到十的九次方歐姆的電阻係數的亞鐵鹽薄層形成。典型的亞鐵鹽組合物包括氧化鐵 (ferric oxide) 和磁性合金 (alnico)。這些亞鐵鹽材料有一夠高的電阻性，以致於電鍍的穿透孔通過平板會被彼此絕緣。如此建構的變壓器和電感器特為小型化所適用。他們排除對複雜的接腳或導線架 (lead-frames) 的需求。因此，1.5 吋長、1 吋寬、0.05 吋厚的平板，和 0.03 吋直徑的穿透孔，便能提供二個或更多個變壓器的核心。鐵磁平板可非常小，在頂部和底部表面上的表面墊件形成連接，而且可直接地安裝到電路板的表面，如此可減少裝置的尺寸大小，為其他的組件製造更多的空間。計畫的繞線實質上是在二個平行的平面中，因此一個十層繞線的平面變壓器裝置，一個典型的應用，能減少整體高度的五分之一。鐵磁平板可非常薄，例如 0.05 吋，以致本發明的變壓器和電感器可實質上建構在一個很薄的平面中，不像三度空間的 E 核心結構，因此更進一

步大幅減少整體的高度。

具有高可撓性電路密度和最小的渦流電流的變壓器/電感器裝置的其他實施例

許多電感性裝置，像是低頻功率變壓器，需要具有相對高的相對導磁性，例如：10,000 到 100,000，的核心。然而，本發明實施例可提供更大的範圍，例如：1,000 到 1,000,000。特定的金屬和金屬合金提供這些高電線密度，包括鋼、鐵、矽石鐵、78 高導磁合金 (78 permalloy)、鎳鐵合金 (Mumetal)、純化鐵 (purified iron) 和超導磁合金 (supermalloy)。雖然這些高電線密度能在建構變壓器和電感器方面提供具體的優點，但是金屬的低電阻性允許渦流電流流動，抵消了高通量密度的優點。在一個金屬核心 303 中流動的磁通量 302 所引起的感應渦流電流 300 如第 16 圖所示。目前使用金屬當核心的變壓器及電感器墊通常藉由從疊片金屬 E 條，每條間係藉某種的介電材料隔開，建構超環面或 E 型核心，以減少這些渦流電流 304。整個 E 型核心包含許多的長條以形成一整個核心。本結構使渦流電流被限制到每長條的剖面圖區域。如下所述，本發明的一個特徵是更進一步減少核心的剖面區域。

本發明的一個實施例使用鐵磁金屬當作核心材料，如第 17-21 圖所示，其中一個可撓性電路或印刷電路板 290 支持一系列的疊層金屬環於 FLEX 或 PCB 上，並以介電片隔開。電鍍的穿透孔在環的中心和在外邊，並在核心的周

圖電鍍完成電匝。如下所述，本實施例實質上減少每個疊片核心的剖面積，實質上將渦流電流減到最少。

多數個核心疊層係藉在一個電路板或可撓式電路 290 上先疊層鐵磁金屬片，然後蝕刻部分鐵磁片以形成多數的緊密相隔的窄連續核心段。因此，第 17 圖顯示一個具有 16 蝕刻的核心陣列的電路板或可撓式電路 310 的個別層，清楚地，一般技術水平的疊層和蝕刻製程通常允許超過 16 個依陣列和圖案的大小決定的陣列。核心陣列 315 最好是使用廣為人知的雙面製程蝕刻，以便同一的陣列在片 310 的頂部和底部之上被形成。

一單一核心陣列 315 的放大圖如第 18 圖中所示，具有 16 個同心圓的鐵磁電導電金屬環 320a ~ 320 p 被個別蝕刻出的空間或穿透孔 325a ~ 325 o 彼此絕緣。同樣地，在陣列 315 外的區域 330，和在最裡面的環 320 裡面的區域 335 是磁性材料的穿透孔。然而，本發明並不限制在一個同心圓環陣列。明顯地，熟練本技術者將可建構其他的核心陣列，例如一系列連續、較大的、彼此絕緣的正方形或長方形。

下一個製造步驟是堆疊多個電路板和可撓式電路 310，並使陣列 315 實質上對準。如第 19A 圖所示，同心圓環 315a ~ 315 h 的核心陣列一個疊在另一個上面，在每層上的核心態樣彼此對準。結果製成多個帶有高通量和非常小的渦流電流區域的金屬核心。因此，用來蝕刻陣列 315 的原始片厚度可以非常薄，通常在 0.0005 吋到 0.010

吋範圍中。同心圓環可用傳統的電路板或可撓式電路（FPC）蝕刻技術完成 0.002 吋到 0.003 吋等級，非常狹窄的寬度。結果，核心穿過截面的渦流電流產生區域尺寸即大幅地減少。

在堆疊製程中，介電材料薄層 340 被放置毗連於每個蝕刻過的同心圓環陣列 315 的頂部表面。通常是使用環氧基樹脂材料。介電片和支撐那蝕刻過的鐵磁環的介電片可以是不同的材料。代表性的材料包括：環氧基樹脂和杜邦和羅傑公司（Dupont and Rogers Corp.）製造的壓克力，以製造電路板和可撓式電路。環氧基樹脂和預浸體（和具有玻璃的環氧基樹脂），通常用來建構電路板，而壓克力通常用來製造可撓式電路。在疊層程序，如第 18 圖所示的穿透孔 325、穿透孔 330 和穿透孔 335 中充滿介電物質 340，如第 21 A 和 21 B 圖所示。

如上所述，本發明實施例的電繞線最好是以與核心結構兩邊上的印刷電路接觸，導電的穿透孔提供。第 17-21 圖所示的繞線實施例之製造步驟顯示在第 20 A、20 B、21 A 和 21 B 圖。

參考第 20 A 和 20 B 圖，附加的數層銅 350、355 連同二附加的電介層 360、365 分別地疊在頂部和底部上，以將銅表面從那蝕刻過的金屬表面分開。

完成的結構顯示如第 21 A 和 21 B 圖，穿透孔 370 貫穿整個疊片陣列。這些穿透孔靠近設置，卻通常不接觸低電阻性鐵磁環，以電性絕緣由電鍍穿透孔提供的繞線

匝。然後用導電材料（例如：銅）電鍍這些穿透孔 370，也可使用導電墨水和導電膠於穿透孔內。銅層 350、355 然後被蝕刻以形成與電鍍穿透孔 370 電性接觸的線路態樣，以形成同心圓環核心陣列 315 周圍的繞線。

第 21 A 和 21 B 圖中所示的實施例說明每個變壓器的少量穿透孔 370a、370 b、370 c 和 370 d。熟悉本技術者將輕易瞭解，第 17-21 圖中所示的實施例可藉由增加額外的穿透孔得到多重繞線。如果需要，附加的銅層可在層 350、355 上堆疊以提供必須的連接給附加的穿透孔。

個別變壓器和電感器裝置從第 21 A、21 B 圖的疊片陣列藉由通常切割晶片或從陣列定出某部份繞路（routing）的方法被取出。每個這樣的裝置可被用來取代例如第 1-16 圖所示的傳統電感性裝置。因為那蝕刻掉的金屬核心是如第 19 圖所示陣列的部份，它可被其他的組件互相連接。

具有“電池核心”的變壓器/電感器裝置的進一步較佳實施例

第 22 圖說明本發明被稱“電池核心”的另一實施例，其中一或更多的電感裝置從 60 個穿透孔 402 被形成，在鐵磁平板 400 裡面形成一陣列。如第 22 圖所指出，電流從陣列中的每個穿透孔 402 流入或流出。電流可被電鍍貫穿穿透孔 402 和其間的導體（未顯示）所承載，如第 4B 圖所示。如下所述，每個穿透孔 402 和鐵磁平板 400（如點線圓圈 404 所示）的周圍部分形成一個形成

一個”電池核心 403”，係個別地或與其他的電池核心組合的電感性裝置。

第 22 圖可使用前面揭露製造虛擬核心的方法製造。舉例來說，第 22 圖可被製造成可撓式電路的部份如第 7、8 和 9 圖所述，或一個電路板的部份如第 10、11 和 12 圖所述，或沒有可撓式電路或電路板如第 13 圖的前面描述所揭露。

電池核心的安培定律的應用

依照安培定律，每個帶電導體通過第 22 圖的一穿透孔 402 中將產生如點線圓圈 404 所示的一個環狀磁場。傳統的電感裝置通常在一個亞鐵鹽超環面核心的周圍纏繞一個絕緣的導體，以建構一個通過核心的中央穿透孔的”線匝”，這些繞線在核心裡面不一定會形成一個通量的磁場，舉例來說，第 23 圖說明安培定律的一種形式，其中一個環狀磁場 410 經由電流 405 通過直的導體 412 而產生。因此，一個彎的導體不一定會產生一個磁場。然而，磁場路徑係賴於電流路徑。舉例來說，一圓形的電流路徑將會形成一個通過電流路徑中心的直線磁場。

因此，在安培定律之下，對一個相當於一匝電感器的一個別的電感裝置，可藉由將一單一帶電導體通過一第 22 圖的穿透孔 402，在鐵磁平板 400 靠近包含穿透孔 402 的部分形一個磁場。如點線圓圈 404 所指出，被一個帶電導體產生的磁通量位於鐵磁平板 400 的周圍區域。

電池核心的法拉第定律應用

本發明另外實施例，放置一第二絕緣導體通過一或多個第 22 圖的穿透孔 402，形成一個變壓器，此處稱為“電池核心變壓器”或“電池變壓器”。第 24 圖顯示法拉第定律的一種形式，當導體 420 的路徑包括區域 407(代號 A)，一電場強度 406 (代號 E)產生在一導體 420，具有一隨時間變化的磁通量密度 408(代號 B)。這定律以下列方程式描述：

$$\oint E \cdot (dl) = \oint dB/dt \cdot (dA) \quad (\text{第 2 方程式})$$

當電場強度 E 在一條封閉路徑的線積分，等於隨時間變化，穿過該路徑所包括的區域 A 的磁通量密度 B 的總數，所感應的電壓。

因此，在第 22 圖所示的實施例中，被一穿透孔 402 的第二導體偵測到的通量和在穿透孔 402 裡面的主要電流形成的周圍通量相等。一個相當於一 1:1 匝數比變壓器的個別電感裝置，藉由通過一個攜帶主要電流的導體和一第二、或感測導體通過第 22 圖相同的穿透孔 402 而形成。如下所述，多個穿透孔 402 的第一和第二導體可電性耦合成串聯和並聯的組合，以產生一個具有一需要的匝數比的電池變壓器的主要和次要繞線。只要當組合來自每個穿透孔 402 信號的時候，感應電壓的極性是加成性的，該

組合的繞線將作為一個運作變壓器的部份。

安排第 22 圖的電流圖案，以便在任一穿透孔 402 流動之電流將和任一在陣列的同行或同列的相鄰穿透孔 402 的電流反向流動。在每個穿透孔 402 周圍環狀磁通量的定向的點線圓圈 404，當二個鄰接的磁場相交時，每個穿透孔 402 之間所產生的通量具有相同定向。然而，這定向並不一定，各種不同的電流態樣是可能的。舉例來說，第 25 圖說明本發明一個實施例，其中 40 個穿透孔 432 在鐵磁平板 434 裡面形成一陣列。如第 25 圖所示的電流圖案被安排以便流過每個同一行穿透孔 432 的電流是同定向的，而與流過任一相鄰行穿透孔 432 的電流定向是相反定向的。點線圓圈 436 說明同一列的兩相鄰穿透孔 432 所產生的通量定向是相同定向的，而同一行的兩相鄰穿透孔 432 所產生的通量定向是相反定向的。第 26 圖說明本發明另一個實施例，其中在鐵磁平板 440 裡面形成的每一 40 個穿透孔 438 中流動的電流在是相同的定向，點線圓圈 442 說明當二個鄰接的磁場相交時，在每個穿透孔 438 之間產生的通量是反向的。

不管電流態樣如何，一個個別穿透孔產生的磁通量繼續位於鐵磁材料環繞穿透孔的附近區域。因此，當產生串聯和並聯繞線組合時，多種電流態樣可被選擇以簡化線路路徑。

電池核心的組合

依照上述的討論，通過第 22 圖中的一個單一穿透孔 402 放置一第二絕緣導體將形成一 1:1 匝數比電池變壓器。在多重穿透孔 402 裡面的主要和次要導體也可用串聯和並聯組合形成任何需要的匝數比的電池變壓器。第 27 圖概要地說明本發明一個實施例，其中一個六電池變壓器 456 從在鐵磁平板 460 (其部分被表達成在每個穿透孔 458 周圍)中的六個穿透孔 458 被形成。電池變壓器 456 包括主要繞線 462，提供一條電流路徑，以致於跨在二個端點 466、468 的電壓信號 V_{in} ，導致電流 I_{in} 從第一端點 466 流到第二端點 468，通過每個穿透孔 458 的串聯。電池變壓器 456 也包括次要繞線 464 提供一條電流路徑通過每個穿透孔 458 的串聯。主要繞線 462 和次要繞線 464 可包含通過和在穿透孔 458 其間的導體 (未顯示)，在鐵磁平板 460 的頂部表面 470 和底部表面 472 上。

既然主要繞線 462 是串聯，電流 I_{in} 流過每個穿透孔 458 而且感應一相當於在次要繞線 464 部分中流過每個穿透孔 458 的 I_{in} 電流。因為次要繞線 464 也是串聯，在次要繞線 464，通過每個穿透孔 458 的最大電流是 I_{out} ，其等於 I_{in} 。因此， V_{out} 等於 V_{in} ，而且第 27 圖的六個電池變壓器具有 1:1 匝數比。

第 28 圖概要說明本發明另一個實施例，其中第 27 圖所示之六個電池變壓器 456 之次要繞線 464 被重新安排以提供一電流路徑，平行通過二穿透孔群組 488、490，其中，

流過任一群組之電流路徑串聯通過三個穿透孔 458。一相當於在次要繞線 464 部分中流過每個穿透孔 458 的 I_{in} 電流被感應，使 I_1 和 I_2 電流均相等於 I_{in} 。因此，在歐姆的定律和能量不減之下， I_{in} 等於 I_{out} 的一半，並且 V_{in} 等於 V_{out} 的兩倍。至終電池變壓器具有一 2:1 匝數比（主要到次要），其中通過通過次要繞線 464 中每個穿透孔 458 最大的電流等於 I_{out} 的一半。

第 29 圖概要地說明本發明另一個實施例，其中第 27 圖所示之六個電池變壓器 456 之次要繞線 464 被重新安排以提供一電流路徑，平行通過三穿透孔群組 492、494、496，其中，流過任一群組之電流路徑串聯通過二個穿透孔 458。一相當於在次要繞線 464 部分中流過每個穿透孔 458 的 I_{in} 電流被感應，使 I_3 、 I_4 和 I_5 電流均相等於 I_{in} 。因此， I_{in} 等於 I_{out} 除以三，並且 V_{in} 等於 V_{out} 的三倍。至終電池變壓器具有一 3:1 匝數比（主要到次要），其中通過通過次要側繞線 464 中每個穿透孔 458 最大的電流等於 I_{out} 的三分之一。

第 30 圖概要地說明本發明另一個實施例，其中第 27 圖所示之六個電池變壓器 456 之次要繞線 464 被重新安排以提供一電流路徑，平行通過二穿透孔群組 498、500，其中，流過任一群組之電流路徑並聯通過三個穿透孔 458。本結構產生如同如第 29 圖所示之次要繞線 464 結構一般的結果，說明許多不同的繞線結構能達成相同的結果。

第 31 圖概要地說明本發明另一個實施例，其中第 27

圖所示之六個電池變壓器 456 之次要繞線 464 被重新安排以提供一電流路徑，平行通過所有六穿透孔 458。運用如上所述之歐姆的定律和能量不減原理， I_{in} 等於 I_{out} 除以六，並且 V_{in} 等於 V_{out} 的六倍。至終電池變壓器具有一 6:1 匝數比（主要到次要），其中通過通過次要繞線 464 中每個穿透孔 458 最大的電流等於 I_{out} 的六分之一。

第 32A ~ 32I 圖使用第 27 圖所示之六個電池變壓器 456 之主要繞線 462 和次要繞線 464 的一些代表符號說明本發明實施例具有多種的匝數比。在主要 462 和次要 464 繞線中都顯示的實線箭頭 512 象徵當每個繞線通過一穿透孔時的方位。在實線箭頭象徵 512 之間的串聯連接 514 和並聯連接 516，藉著例子說明，主要 462 和次要 464 繞線通過第 27 圖的那六穿透孔 458 的各種不同的組合，形成需要的匝數比。

本發明六個電池變壓器 456 的實施例並不限於第 27-32I 圖的說明。如下面的表 1 是第 27 圖的六個電池變壓器 456 可能的 36 種連接組合，但不是每個組合都平衡。本說明書所稱之「平衡」電池變壓器為具有相同量的電流通過每個穿透孔。表 1 顯示共有十六個可能的平衡結構（以灰階顯示），其中的十個（畫底線的）是獨特的組合。

表 1 六個電池變壓器可能的繞線組合和其匝數比

	次要繞線					
主要繞線繞	6個串聯	5個串聯	4個串聯	3個串聯	2個串聯	6個並聯

		1個並聯	2個並聯	3個並聯	4個並聯	
6個串聯	■	6:5	6:4	■	■	■
5個串聯 1個並聯	5:6	5:5	5:4	5:3	5:2	5:1
4個串聯 2個並聯	4:6	4:5	4:4	4:3	4:2	4:1
3個串聯 3個並聯	■	3:5	3:4	■	■	■
2個串聯 4個並聯	■	2:5	2:4	■	■	■
6個並聯	■	1:5	1:4	■	■	■

電池

本發明並非限制在如第 27-32I 圖的前面描述所揭露的六個電池變壓器 456，任何數量的穿透孔都可用於形成一個所需匝數比的電池變壓器。當穿透孔增加時，繞線組合的數目戲劇性地增加，允許各式各樣的匝數比、感應係數和結構以滿足設計需求。舉例來說，在鐵磁平板中形成的 20 個電池核心的陣列將會形成 400 個不同的結構，其中的 36 個是平衡的，而 21 個完全獨特的。

電池核心功率變壓器

在電源供應器和其他的高次要電流應用，第 26 圖所示的電流態樣的一致性有利地簡化了主要繞線連接和高電流次要繞線的連接，其中大部分的電池核心係並聯連接的。第 33 A、33 B 和 33 C 圖顯示電池核心功率變壓器 530

的一個實施例，包含鐵磁平板 534 埋入在電路板黏著物 528 中。舉例說明，第 33 A、33 B 和 33 C 圖的電池核心功率變壓器 530 配置成有一 5:1 匝數比和次要輸出 50 安培的電流。由於電鍍一個能攜帶超過一安培通過一穿透孔的導體所需的費用和時間的問題，通常限制在每個穿透孔裡面的電流不超過一安培。如下所述，第 33 A、33 B 和 33 C 圖顯示的 50 個穿透孔 536 並聯地連接以提供 50 安培的次要電流輸出，通過每個穿透孔 536 的次要導體不超過一安培。

參考第 33 A、33 B 和 33 C 圖，50 個穿透孔 536 通過頂部的電路板組合層 550、鐵磁平板 534 和底部的電路板組合層 552，以形成五列的陣列。為便於討論，第 33A 圖中，列標示為 R1 到 R5。50 個穿透孔 536 中的每一個可包括主要導體（未顯示）和一個彼此絕緣的次要導體（未顯示）。四個電鍍的穿透孔 538 途徑通過不包含鐵磁平板 534 的電路板區域 532。為便於描述，十個穿透孔 536 通過鐵磁平板和通過電路板區域 532 的二穿透孔顯示在第 33C 圖的剖面圖。頂部的電路板電路 550 包含一第一頂部導電層 540 和一被絕緣層 548 分開的第二頂部導電層 544。底部的電路板電路 552 包含一第一底部導電層 542 和藉絕緣層 548 分開的第二底部導電層 546。

第 33A 圖顯示電池核心功率變壓器 530 的上視圖，其中第二頂部導電層 544 和絕緣層 548 被移除以暴露第一頂

部導電層 540。第一頂部導電層 540 的部分形成一電連結在鐵磁平板 534 一側的 R1 列的每個穿透孔 536 的主要導體之間，並且第一底部導電層 542 的部分形成一電性連結在鐵磁平板 534 另一側的 R1 列的每個穿透孔 536 的主要導體之間。因此，R1 列的所有十個主要導體被並聯連接在第一頂部導電層 540 的部分和第一底部導電層 542 的部分。同樣地，每個穿透孔 536 的主要導體係沿著 R2 到 R5 每列並聯被連接。進一步地，在電路板區域 532 中設置的穿透孔 538 係電性連接到第一頂部導電層 540 和第一底部導電層 542 的部分，如此形成 R1 列到 R5 列之間的串聯連結。如第 33A 圖所指出，流過在陣列中每個穿透孔 536 的主要電流是同定向的。

第 33B 圖顯示電池核心功率變壓器 530 的上視圖。第二頂部導電層 544 形成一電性連結在鐵磁平板 534 一側的每個穿透孔 536 的次要導體之間，並且第二底部導電層 546 形成一電性連結在鐵磁平板 534 另一側的每個穿透孔 536 的次要導體之間。因此，所有五十個次要導體被並聯連接在第二頂部導電層 544 和第二底部導電層 546 之間。

參考第 33 A、33 B 和 33 C 圖所示之電池核心功率變壓器的運作，十安培的主要電流施加在節點 554，將並聯通過 R1 列中的每個穿透孔 536。因此，R1 列的每個穿透孔 536 當它從部分的第一頂部導電層 540 穿過到部分的第一底部導電層 542，只將傳導一安培的主要電流。十安培的主要電流將從 R1 列的部分第一底部導電層 542 穿過

到 R2 列的部份的第一頂部導電層 540，透過在電路板區域 532 中的一穿透孔 538。這樣，十安培的主要電流從 R1 列的節點 554 到 R5 列的節點 556，是串聯傳給每個連續列，透過電路板區域中的那四個穿透孔 538，並且並聯給每列中的每個穿透孔 536，以致於所有的 50 個穿透孔 536 帶有一安培的主要電流通過鐵磁平板 534。舉例說明，為了要攜帶十安培的電流，在電路板區域 532 中的那四個穿透孔 538 可包含：一擴充槽、多個穿透孔、具體的高電流運送接腳、單重電線 (single thick wire) 或多重電線 (multiple wires)。

通過每一穿透孔 536 的一安培的主要電流將感應一安培的電流在通過每個穿透孔 536 的次要導體。因為每個穿透孔 536 的次要導體以並聯形式連接在次要頂部的導電層 544 和次要底部導電層 546 之間。次要 50 安培電流將從次要頂部導電層 544 的節點 558 流到次要底部導電層 546 的節點 560。因此，電池核心功率變壓器 530 具有 5:1 的匝數比和 50 安培的次要電流。

在第 33 A、33 B 和 33 C 圖的實施例中，有一個非常簡單的安排可將主要和次要繞線兩者的電阻減到最少。因為次要的頂部導電層 544 和底部導電層 546 兩者均包含一個平面導體材質，像是銅等，所以次要的高電流阻抗會非常低。同時，由於幾乎相同的路徑流經每一穿透孔 536，每個穿透孔 536 中的主要和次要導體傾向通過相同的電流。甚至，主要繞線(以節點 554 和 556 代表)和次

要繞線(以節點 558 和 560 為代表)的輸入和輸出接點可方便地被安排。

虛擬和電池核心的組合

在第 33 A、33 B 和 33 C 圖的實施例中，使用在第 26 圖所示的電流定向能容易地被改變來達成許多不同規格的輸出電流和匝數比。第 26 圖顯示的電流態樣均勻性可有利的藉著結合虛擬核心的安排來組合形成包含二個或更多的次要繞線的變壓器。具有二個或更多的次要繞線通過單一穿透孔的電池核心在製造上可能較難、而且較貴。然而，具有附加的次要導體的穿透孔可被安排接近電池核心，以偵測環繞在圍住電池核心的鐵磁材料中流動的磁通量。舉例來說，如第 33 A、33 B 和 33 C 圖在前面描述所討論的，每個穿透孔 536 在鐵磁平板 534 裡，有一個主要和一個次要帶電流導體形成在其中，主要導體在次要導體中感應一次要電流。一個或更多個附加的次要繞線可被耦合於主要導體，藉形成電鍍穿透孔在鐵磁平板 534 的區域中，其通量流動於靠近電池核心周圍的區域，例如陣列的外圍。

實施例的優點

一件式(one piece)核心：

在第 1 圖的 E 型核心結構中，一個間隙在 E 型核心和蓋頂之間形成。大多數的變壓器在使用 E 型核心時，需

要用例如：環氧基樹脂和核心鉗等，來結合核心的另一半。這些程序非常耗時、易產生損失，而且由於在 E 型核心和蓋頂之間の間隙變化而引發裝置的參數差異。相反的，在此處被揭露的核心的優勢為一包含連續的整塊，藉此提供更好的變壓器效率。這一件式的設計可也省去將兩個分別的部位在另一個處理步驟結合的需要。

如果一個間隙在第 17-21 圖的實施例中被需要，以避免磁性飽和，一個分隔可在每一個在第 18 圖所示的同心圓環中被蝕刻出來。如此蝕刻的間隙環除去 E 型核心傳統機械分離的巨大變化。

渦流電流的減少：

電感器和變壓器以第 17-21 圖的方法建構，提供更好的效能，並藉由分離金屬疊層成二個定向，減少很多的渦流電流。因為實施例有一個比傳統疊片核心薄的核心，由於事實 (a) 環 320 所蝕刻自的金屬片，可因使用電路板或可撓式電路板製造材料，而非常的薄；(b) 個別的絕緣環 320 可被做成非常狹窄。因為渦流電流與截面積的平方成正比，本實施例與傳統製造變壓器或電感器的方法相較，戲劇性地減少了渦流電流。舉例來說，參考在第 1 圖所示的傳統 E 型核心，因為條狀部份將會分開或只是無法機械整合，所以核心的金屬疊層無法開成二個定向。

表面安裝 (Surface Mount)：

依據本發明實施例被形成繞線可以表面安裝的導線架形成，不需要另一單獨導線架、複雜的腳線（pinning）或終端電鍍（end plating）。被依照本發明建構的平坦電感性裝置非常適用於表面安裝在另外諸如：電路板或可撓性電路，之表面。

相互連線：

因為被蝕刻的變壓器及電感器係應用過去用於製造電路板或塑膠電路板（FPC）的程序製造，變壓器能藉此有利地成為供電器或線路組裝的一個部份，減少體積的大小，減少連接，以及大體上使組裝更緊湊和更小。線路組件能在被蝕刻的變壓器的上面或下面直接地安置，將變壓器的區域當作電路平衡的載體，以使整個的線路區域和變壓器區域一樣小。舉例來說，在一個供電器應用中，開關裝置（像是二極體和 FET 半導體）可被直接安裝在鐵磁平板的頂部上，因此減少供電器線路的長度和大小。

完美的磁性：

依據本發明實施例建構的核心提供一條比傳統變壓器更少損失的高效率通量路徑。這些特性在設計和功能上相似於一個超環面結構（toroid）。磁通量路徑比使用傳統核心，諸如 E 型核心和 PQ 核心，的變壓器短。

如第 22-33C 圖所示的電池核心實施例，已經比傳統的電感裝置具有更好的效能。藉著把次要繞線放通過和主要

繞線一樣的穿透孔，在主要和次要繞線之間的漏電感可明顯地減少，因為繞線分享相同的通量。藉著把次要繞線放通過和主要繞線一樣的穿透孔，鄰近效應（proximity effect）可明顯地減少，由於主要和次要電線之間的抵銷效果，和主要和次要繞線的隔開。因為平常應用於製造電路板或可撓式電路線路的程序能達到置放導體之效果，有利的繞線態樣能被實現以減少個別導體的電流，而且降低導體的電阻。

尺寸大小：

因為不需要複雜的接腳或導線架，本實施例能被做得比傳統電感裝置更小。在頂部和底部表面上的表面墊可與自身形成連接，而且他們可以直接被安裝到電路板上，因此減少組件的空間而且製造更多的空間給其他的組件。繞線係是在二個平面中，因此十層平面變壓器裝置的繞線，能使整體高度減少到五分之一。”核心”是在一個平面中而非一個三度空間的 E 型核心結構，更進一步地大幅減少整體的高度。因為鐵磁平板是薄且平坦的表面，所以一個非常平坦的變壓器或電感器能被建造。非常小型電感裝置能被藉由在薄的鐵磁平板裡面，製造小而且緊密隔開的穿透孔而建造。如第 22-33C 圖所顯示的電池核心安排，能有效地被使用來實現包含一穿透孔和圍繞它周圍的鐵磁區域的基本鐵磁核心。

成本：

實施例可用可撓性電路做成，製造起來比比多層堆疊平面繞線便宜。變壓器或電感器所必需的導體，可被通常用來建構電路板或可撓式電路的自動處理技術安置。同時，免去對導線架、蓋頂黏著等的需要，而使裝置更容易製造。

熱移除：

依據本發明實施例的電感器和變壓器的一個特徵是產生熱的繞線並非如傳統變壓器，埋在組裝或纏繞在彼此的頂部，也並非如平面變壓器，堆疊在一起。取而代之地，電鍍的繞線實質上置放在變壓器或電感器裝置的頂部和底部的平面。這樣的擺設沒有將熱陷在繞線裡面，因而提供了優越的散熱效果。電路板可有利地附著在散熱槽，只藉一個約只有 0.005 吋厚，薄的焊錫罩分開，將半數的繞線熱接觸至散熱槽，藉此提供一個優越的表面積散熱比。第 15 圖顯示一個大的表面區域 230 優良的熱移除的一個例子，係直接安置於散熱槽 232，例如：銅和鋁。

廣泛的應用：

許多不同的匝數比可以本發明實施例來實現，進一步地，藉由堆疊鐵磁平板，並以穿透孔來對準，一個多度空間 (multidimensional) 的裝置可以很多相等的繞線匝來實現。

本發明雖已描述如前所述之相關實施例，然而這些實施例只是為舉例說明，並非用以限定本發明的範圍。因此，本發明的範圍應該僅以如下之申請專利範圍所定義。

【圖式簡單說明】

本發明的一般性質，特徵和優點概述如上，其實施例和變化將在如上的詳細描述配合圖式，令熟習本技術人士知悉明白；

第 1 圖 是先前技術鐵磁 E 型核心，加上一相配的鐵磁蓋頂的圖；

第 2A 圖 是傳統超超環面面變壓器的上視圖；

第 2B 圖 是傳統變壓器的側視圖；

第 3 圖 是具有 25 個穿透孔的鐵磁平板上視圖；

第 4A 圖 是一個”虛擬”超超環面面變壓器的上視圖；

第 4B 圖 是第 4A 圖的虛擬變壓器的側視圖；

第 5 圖 顯示虛擬變壓器的其他實施例的上視圖；

第 6 圖 是一個”虛擬”超超環面面變壓器的上視圖；

第 7 圖 顯示一個具有 70 個核心的陣列層疊在一可撓性電路上，頂層的可撓性電路被移走，以顯示個別的核心；

第 8 圖 是一放大側視圖，顯示層疊在一個別的核心平板頂部和底部的可撓性電路；

第 9 圖 顯示一個在個別的平板中的穿透孔的截面圖；

- 第 10 圖 顯示 電路板 預浸體 和 25 個 穿透孔 陣列 以收容 25 個 核心 的一個 例子；
- 第 11 圖 是 放大的 個別 核心 側視圖，顯示 頂部 和 底部 PCB 層 疊於 核心 的 電路板；
- 第 12 圖 是在 個別 鐵磁 平板 中的 穿透孔 的 放大 剖面圖；
- 第 13 圖 是 填滿 導電膠 的 穿透孔 的 放大 剖面圖；
- 第 14 圖 顯示 其他 的 虛擬 核心 實施例 的 上視圖；
- 第 15 圖 說明 本發明 藉改良 的 表面積 對 體積 比 的 散熱 特性；
- 第 16 圖 顯示 一個 金屬 超超環面 面 核心 說明 渦流 電流 產生 的 態樣；
- 第 17 圖 說明 多數 個 以 蝕刻 同心 圓環 鐵磁 金屬 製成 的 核心 疊層；
- 第 18 圖 是 第 17 圖 的 一個 核心 疊層 的 放大圖；
- 第 19A 圖 是 顯示 多數 個 堆疊 核心 疊層 的 側視圖；
- 第 19B 圖 是 第 19A 圖 的 核心 堆疊 之一 的 放大圖；
- 第 20A 圖 顯示 第 19A 圖 的 堆疊 在 頂部 和 底部 的 印刷線 路 被 增加 之後 的 剖面圖；
- 第 20B 圖 是 第 20A 圖 的 核心 堆疊 之一 的 放大圖；
- 第 21A 圖 是 第 20A 圖 的 疊片 結構 之 電鍍 穿透孔 被 鑽孔 後 之 剖面圖；
- 第 21B 圖 是 第 21A 圖 的 核心 堆疊 之一 的 放大圖；
- 第 22 圖 是在 鐵磁 平板 內 形成 60 個 電池 核心 陣列 的 上視圖，和 電流 交互 態樣 產生 的 磁通量 定向；

- 第 23 圖顯示依據安培定律，電流通過直導體產生的磁通量密度；
- 第 24 圖顯示依據法拉第定律，當導體路徑包含一個隨時間變化的磁通量密度區域時，在導體中所產生的電場強度；
- 第 25 圖是 40 個電池核心陣列上視圖，說明所示電流的磁通量定向；
- 第 26 圖是 40 個電池核心陣列上視圖，說明電流均勻態樣的磁通量定向；
- 第 27 圖是通過六個電池核心以形成一 1:1 匝數比變壓器的主要和次要繞線示意圖；
- 第 28 圖是通過六個電池核心以形成一 2:1 匝數比變壓器的主要和次要繞線示意圖；
- 第 29 圖是通過六個電池核心以形成一 3:1 匝數比變壓器的主要和次要繞線示意圖；
- 第 30 圖是通過六個電池核心以形成一 3:1 匝數比變壓器的主要和次要繞線示意圖，其中該次要繞線係如第 29 圖所安排；
- 第 31 圖是通過六個電池核心以形成一 6:1 匝數比變壓器的主要和次要繞線示意圖；
- 第 32A-32I 圖顯示通過六個電池核心以形成其他變壓器實施例的串聯和並聯主要和次要繞線的連接示意圖；
- 第 33A 圖是電池核心功率變壓器的第一頂部導電層之上

視圖，以說明通過 50 個穿透孔陣列中的每個穿透孔的主要導體之間的電性連結；

第 33B 圖是第 33A 圖的電池核心功率變壓器的第二頂部導電層之上視圖，以說明通過 50 個穿透孔陣列中的每個穿透孔的次要導體之間的並聯連結；並且

第 33C 圖是第 33A 圖的電池核心功率變壓器的剖面圖。

【元件代表符號簡單說明】

10 鐵磁平板	12 穿透孔
14 頂部表面	16 底部表面
30 超環面核心	32 主要繞線
34 次要繞線	36 匝
38 磁通量路徑	50 鐵磁平板
52 頂部表面	54 底部表面
56 外部穿透孔	58 導體
60 墊件	62 虛擬超環面變壓器
64 環狀路徑	68 內部穿透孔
70 鐵磁平板	72 虛擬核心
74 虛擬核心	75 矩形虛擬超環面
76 內部的長方形	77 外部的長方形
78 鐵磁平板	80 頂部表面
82 外部穿透孔	84 外部直徑
85 內部直徑	86 導體

- 88 點線圓圈
- 92 可撓式電路
- 112 頂部表面
- 115 黏著劑
- 117 底部可撓式電路
- 154 穿透孔陣列
- 170 頂部
- 190 穿透孔
- 194 頂部電路板
- 198 導電墨水(電鍍後的銅)
- 212 載體
- 216 底部
- 220 虛擬核心
- 224 虛擬核心
- 228 點線圓圈
- 232 散熱槽
- 300 渦流電流
- 303 金屬核心
- 315 核心陣列 電路板
- 320 鐵磁電導電金屬環
- 330 外面的區域
- 340 介電材料薄層
- 355 銅
- 365 電介層
- 90 核心
- 110 環氧基樹脂片
- 114 底部表面
- 116 頂部可撓式電路
- 150 核心片
- 156 預浸體
- 172 底部
- 192 電路板
- 196 底部電路板
- 210 核心
- 215 頂部
- 218 鐵磁平板
- 222 虛擬核心
- 223 點線圓圈
- 230 表面區域
- 290、310 電路板
- 302 磁通量
- 304 渦流電流
- 325 穿透孔
- 335 裡面的區域
- 350 銅
- 360 電介層
- 370 穿透孔

- | | |
|---------------|-----------|
| 400 鐵磁平板 | 402 穿透孔 |
| 403 電池核心 | 404 點線圓圈 |
| 405 電流 | 407 區域 |
| 406 電場強度 | 408 磁通量密度 |
| 410 環狀磁場 | |
| 412 導體 | 420 導體 |
| 432 穿透孔 | 434 鐵磁平板 |
| 436 點線圓圈 | 438 穿透孔 |
| 440 鐵磁平板 | 442 點線圓圈 |
| 456 六電池變壓器 | 458 穿透孔 |
| 460 鐵磁平板 | 462 主要繞線 |
| 464 次要繞線 | 466 第一端點 |
| 468 第二端點 | 470 頂部表面 |
| 472 底部表面 | 488 穿透孔群組 |
| 490 穿透孔群組 | 492 穿透孔群組 |
| 494 穿透孔群組 | 496 穿透孔群組 |
| 498 穿透孔群組 | 500 穿透孔群組 |
| 512 實線箭頭 | 514 串聯連接 |
| 516 並聯連接 | 528 黏著物 |
| 530 電池核心功率變壓器 | 532 電路板區域 |
| 534 鐵磁平板 | 536 穿透孔 |
| 538 穿透孔 | 540 導電層 |
| 542 導電層 | 544 導電層 |
| 546 導電層 | 548 絕緣層 |

550 電路板組合層

554 節點

558 節點

552 電路板組合層

556 節點

560 節點

伍、中文發明摘要：

本發明係關於變壓器和電感器裝置，以及建構電感性組件，像是：電感器、抗流圈和變壓器等的方法。複數個穿透孔係穿過一個鐵磁性基材被形成。主要和次要導體設於通過共同的穿透孔，以形成多數個具有 1:1 匝數比的電池變壓器。線路並聯和串聯地組合連接這些主要和次要繞線，以提供具有所需要匝數比的變壓器。

陸、英文發明摘要：

The present invention relates to transformer 1 inductor devices and to the methods of construction for inductive components such as inductors, chokes, and transformers. Plural via holes are fanned through a ferromagnetic substrate. Primary and secondary conductors are placed through common vias to form a plurality of cell transformers have a 1:1. turns ratio. Circuits connect these primary and secondary winding in parallel and serial combustion to provide a transformer having the desired turns ratio.

拾、申請專利範圍：

1. 一種電池 (cell) 核心變壓器，在主要和次要繞線之間具有顯著降低之漏電感，該變壓器具有一實質平坦表面，並且與該變壓器相關的電路組件係直接安裝在該平坦表面上，該變壓器至少包含：
 - a. 一鐵磁性材料平板，具有通經該板之一組成列 (rows) 和成行 (columns) 相隔開的穿透孔；
 - b. 一第一主要導體，延伸通過該等穿透孔的一第一洞，該等穿透孔係在該鐵磁性材料平板內所形成以用於攜帶電流，以在鐵磁性材料接近圍繞該穿透孔的部分內產生一磁場；
 - c. 一第二主要導體，延伸通過該等穿透孔的一第二洞，該等穿透孔係在該鐵磁性材料平板內所形成，該第二穿透孔在該第一穿透孔附近；
 - d. 該第一主要導體和第二主要導體係耦合在一起，以致於在該第一洞之內電流的流動定向和該第二洞之內電流的流動定向相反，藉此，在該第一洞和該第二洞之間所產生之通量在該二鄰接磁場相交之處，具有相同的定向；
 - e. 一第一次要導體，在該鐵磁性材料平板內，延伸通過與該第一主要導體相同的穿透孔，藉此在該第一次要導體內，藉由在該第一主要導體內流動之電流所產生的磁通量，感應一電壓；
 - f. 一第二次要導體，延伸通過該鐵磁性材料平板

內與該第二主要導體相同的穿透孔，藉此在該第二次要導體內，藉由在該第二主要導體內流動之電流所產生的磁通量，感應一電壓；

g. 該等主要導體耦合在一起，並且該等次要導體耦合在一起，以提供一所欲之匝數比至該電池變壓器；以及

h. 複數個電性印刷電路，形成在該平板的頂部表面和底部表面上，該平板具有電路，其與該第一和第二主要導體以及該第一和第二次要導體電性連接。

2. 一種電池核心變壓器，具有一實質上平坦的表面，並且與該變壓器相關的電路組件係直接安裝在該平坦表面上，該變壓器至少包含：

a. 一鐵磁性材料平板，具有通經該板之一組相隔開的穿透孔；

b. 複數個主要導體，分別延伸通過該等穿透孔，以便電流通過該等導體，在該鐵磁性材料接近圍繞該等穿透孔的部分內，產生複數個各自的磁場；

c. 複數個次要導體，分別延伸通過與該等主要導體所延伸之穿透孔相同的孔；

d. 該等主要導體係耦合在一起，並且該等次要導體係耦合在一起，以提供該電池變壓器所欲之匝數比；以及

e. 複數個電性印刷電路，形成在該平板的頂部和

底部表面上，該平板具有電路與該主要和次要導體電性連接。

3. 如申請專利範圍第 2 項所述之電池核心變壓器，其中該等複數個主要導體係耦合在一起，以致於流經任一穿透孔之電流，與流經其相鄰穿透孔之電流的流動定向相反，藉此，鄰近穿透孔之間所產生之通量在鄰接磁場相交之處，具有相同的定向。
4. 如申請專利範圍第 2 項所述之電池核心變壓器，其中該等複數個次要導體係以串聯耦合。
5. 如申請專利範圍第 2 項所述之電池核心變壓器，其中該等複數個次要導體係以並聯耦合。
6. 如申請專利範圍第 2 項所述之電池核心變壓器，係具有 $x + y$ 個次要導體， x 個次要導體係以串聯耦合，而 y 個導體係以串聯耦合，該串聯的 x 個導體和該串聯的 y 個導體係以並聯耦合，以提供一個降壓 (step-down) 變壓器。
7. 如申請專利範圍第 2 項所述之電池核心變壓器，該電池核心變壓器係具有 $b + c$ 個主要導體，和 $x + y$ 個次要導體， b 個主要導體係以串聯耦合，而 c 個主要導體係

以串聯耦合；

該串聯的 b 個導體和該串聯的 c 個導體係以並聯耦合；

x 個次要導體係以串聯耦合，並 y 個次要導體係以串聯耦合；

該串聯的 x 個導體和該串聯的 y 個導體係以並聯耦合，以提供一個選擇的匝數比變壓器。

8. 一種製造電池核心變壓器的方法，該電池核心變壓器具有一降低損失之高效率通量路徑，該方法包括下列步驟：

形成複數個穿透孔通過一實質平坦的鐵磁性材料；

在一頂部電路板（PCB）和一底部電路板內形成相對應的穿透孔，及在該鐵磁性材料外面形成一或多個穿透孔；

通過每一個穿透孔形成主要導體，該等主要導體係延伸通過該鐵磁性材料；

通過每一個穿透孔形成與該等主要導體絕緣之次要導體，該等次要導體係延伸通過該鐵磁性材料，以便每一穿透孔和該鐵磁性材料接近於該等穿透孔的部分，能形成一 1: 1 匝數比變壓器；

在該頂部電路板和該底部電路板內形成印刷電路板電路，以並聯或串聯連接該主要導體和該次要導體，

該並聯或串聯連接方式係取決於該電池核心變壓器所欲的匝數比；

形成複數個電性導體，通過一或多個在該鐵磁性材料外面的該穿透孔，以連接在該頂部和底部電路板上的電路；以及

在該頂部電路板和該底部電路板之間，壓合該平坦鐵磁性材料。

9. 一種製造電池核心變壓器的方法，該電池核心變壓器具有一降低損失之高效率通量路徑，該方法包括下列步驟：

通過一實質平坦的鐵磁性物質形成複數個穿透孔；

在可撓性 (flex) 電路內形成相對應的穿透孔，並且在該鐵磁性物質外面形成一個或多個穿透孔；

通過每一個穿透孔形成一主要導體，該主要導體延伸通過該鐵磁性物質；

通過每一個穿透孔形成與該主要導體絕緣之次要導體，該次要導體延伸通過該鐵磁性物質，以便每一穿透孔和該鐵磁性物質接近於該等穿透孔的部分，形成一 1: 1 匝數比變壓器；以及

在該可撓性物質內形成複數個電路，以並聯或串聯連接該主要導體和該次要導體，該並聯或串聯連接方式係取決於該電池核心變壓器所需的匝數比。

10. 一種製造電池核心變壓器的方法，該電池核心變壓器具有一降低損失之高效率通量路徑，該方法包括下列步驟：

通過一實質平坦的鐵磁性材料形成複數個穿透孔；

通過每一個穿透孔形成一主要導體，該主要導體延伸通過該鐵磁性材料；

通過每一個穿透孔形成與該主要導體絕緣之次要導體，該主要導體延伸通過該鐵磁性材料，以便每一穿透孔和該鐵磁性材料接近於該等穿透孔的部分，形成一1:1匝數比變壓器；以及

形成複數個電路以並聯或串聯連接該主要導體和該次要導體，該並聯或串聯連接方式係取決於該電池核心變壓器所需的匝數比。

11. 一種電池核心變壓器，具有一實質上平坦的表面，並且與該變壓器相關的電路組件係直接安裝在該平坦表面上，該電池核心變壓器至少包含：

a. 一磁性材料平板，具有通經該板之一組相隔開的洞；

b. 一第一導體只通過該等洞其中之一洞；

c. 一第二導體通過與該第一導體所通過之洞相同的該洞，該第二導體係與該第一導體電性絕緣；

d. 複數個電性印刷電路，形成在該平板的頂部和底部表面上，該等印刷電路係與該第一導體和第二導體電性接觸；

e. 一額外洞，其通過位於該磁性材料平板之邊界外部之該印刷電路板；以及

f. 一形成在該額外洞內之電鍍的穿透孔，其與該等電路板其中之一電性接觸。

12. 一種電池核心變壓器，其至少包含：

a. 一元件，包括一磁性材料，其具有一組相隔開的洞通過該磁性材料的至少一部份；

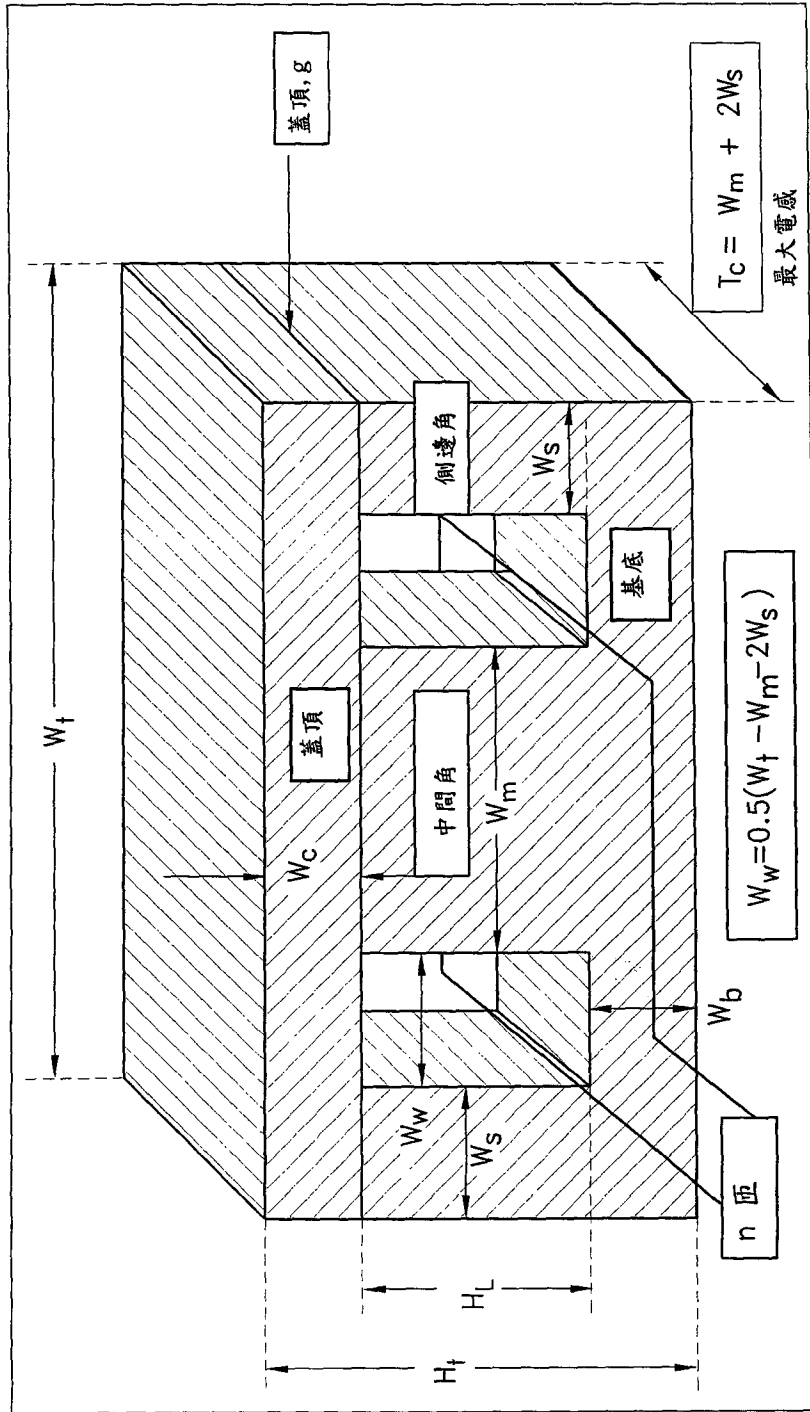
b. 一第一導體，其只通過該等洞其中之一洞；

c. 一第二導體，其通過與該第一導體所通過之洞相同的該洞，該第二導體係與該第一導體電性絕緣；

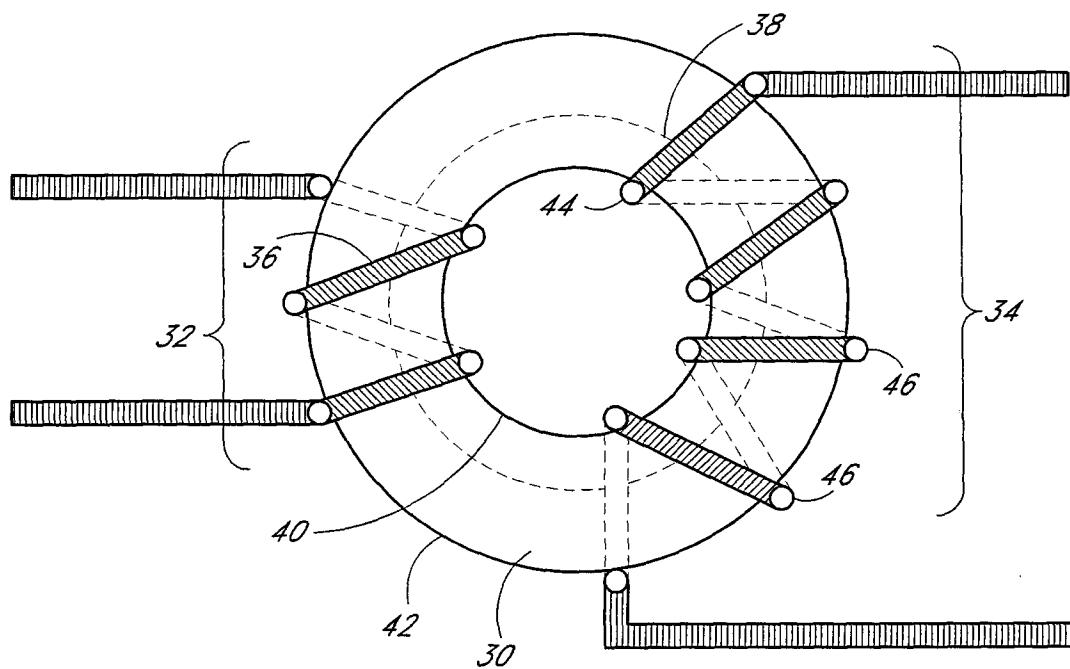
d. 複數個電性印刷電路，形成在該平板的頂部和底部表面上，該些印刷電路係與該第一導體和第二導體電性接觸；

e. 一額外洞，其通過位於該磁性材料元件之邊界外部之該印刷電路板；以及

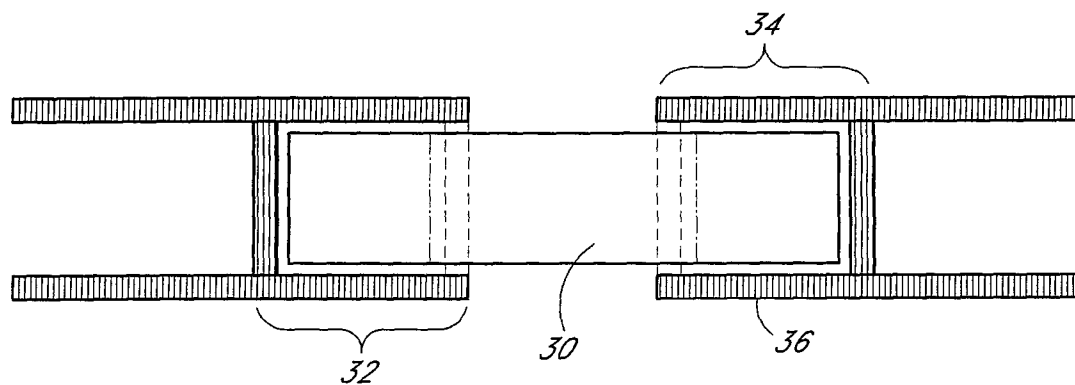
f. 一形成在該額外洞內之電鍍的穿透孔，其與該等電路板其中之一電性接觸。



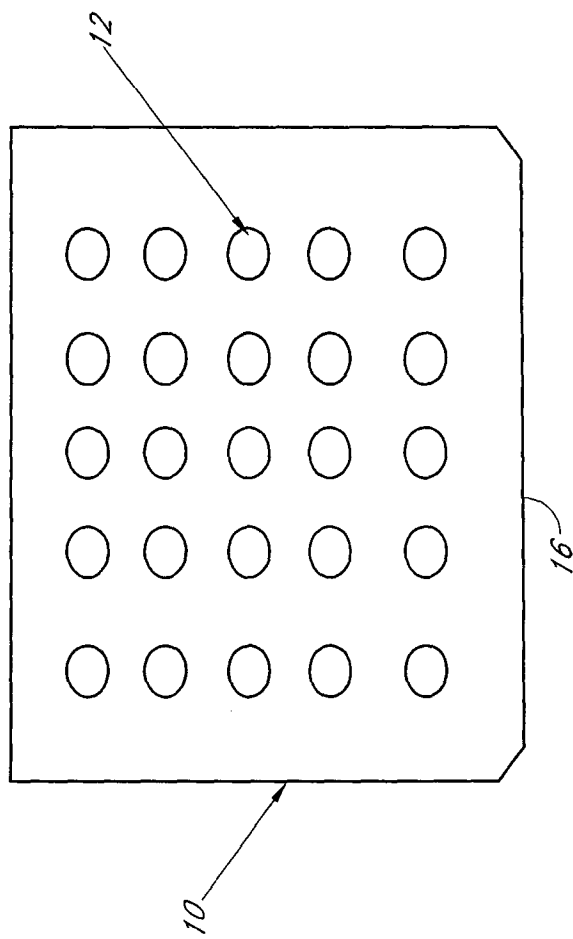
第1圖
(先前技術)



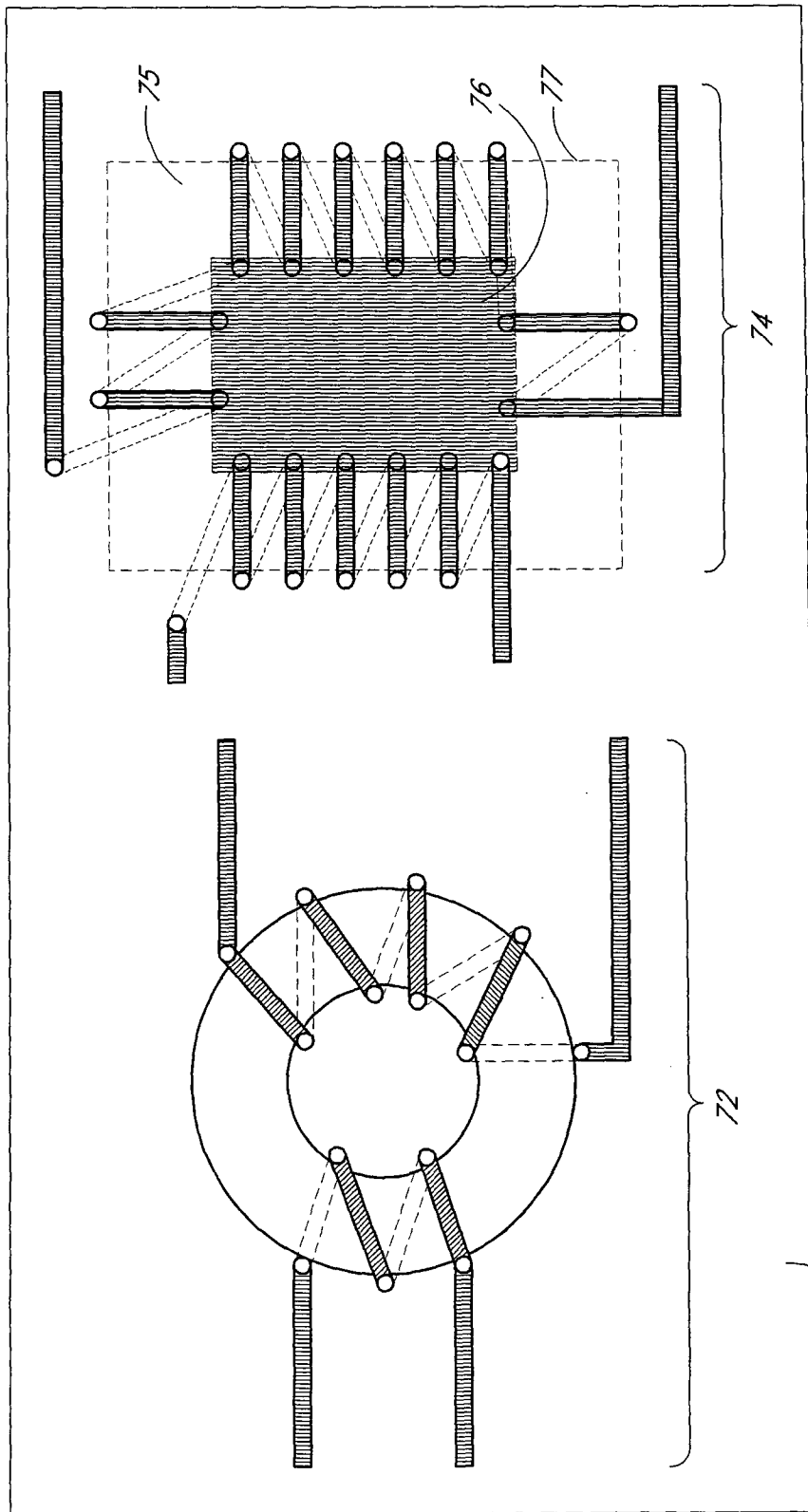
第2A圖



第2B圖

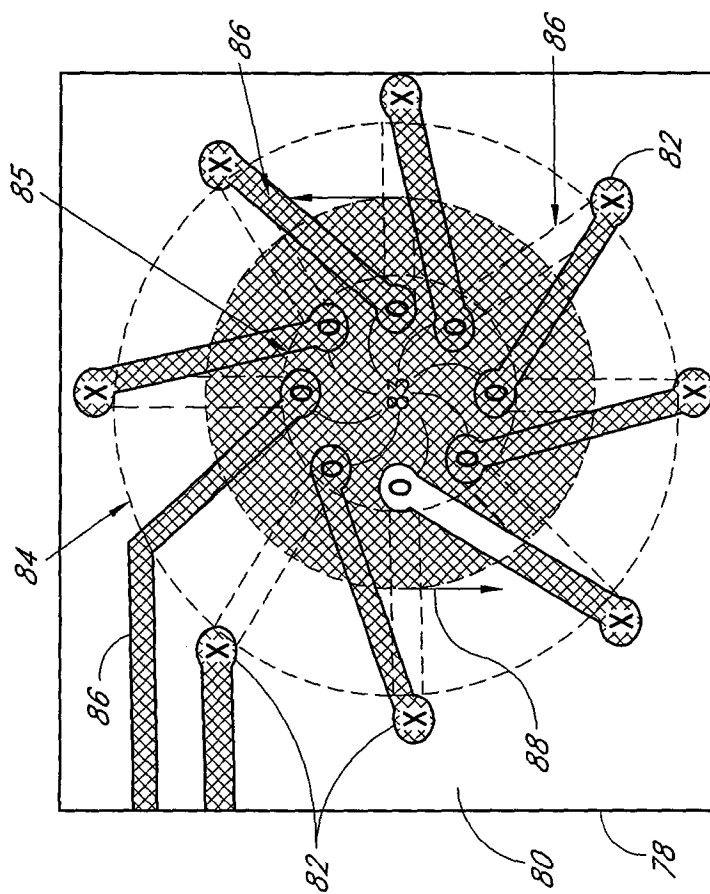


第3圖



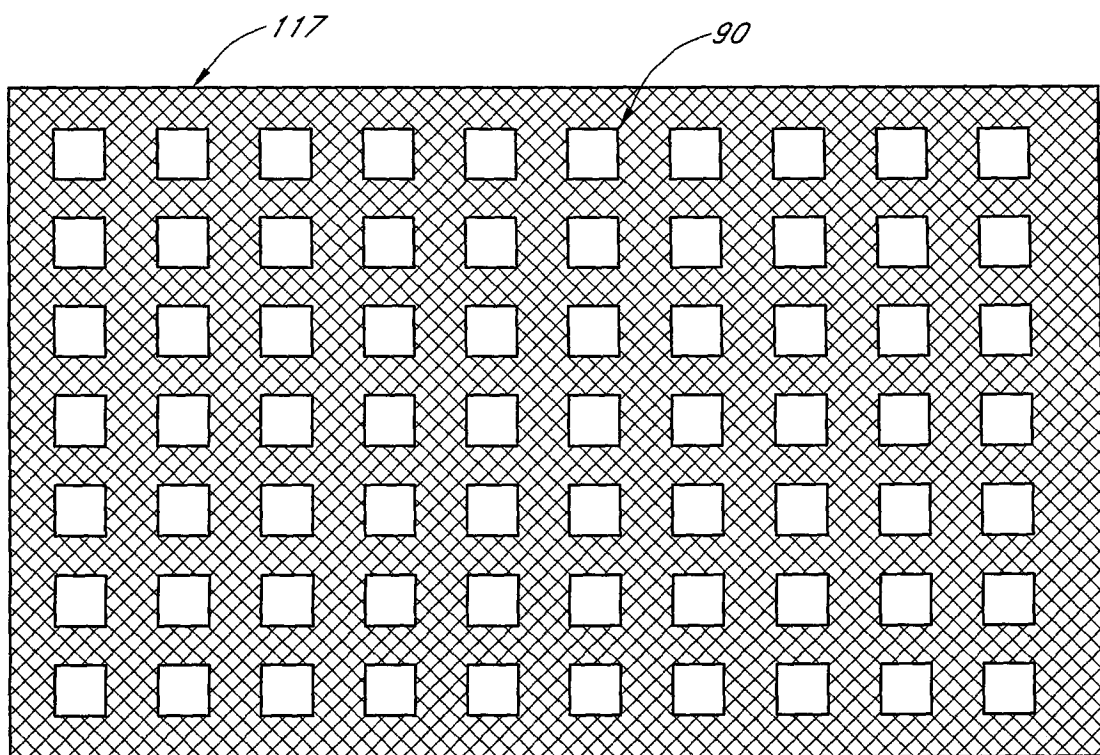
第5圖

70

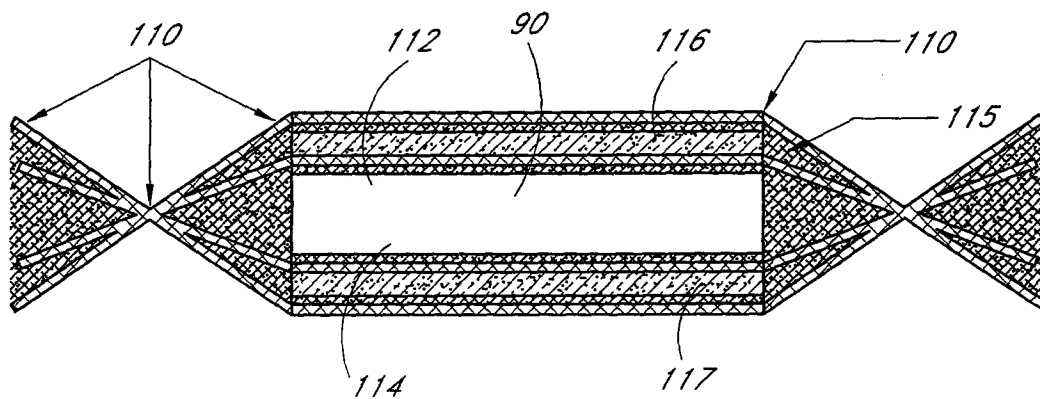


(X) 電流入入的穿透孔 (O) 電流流出的穿透孔

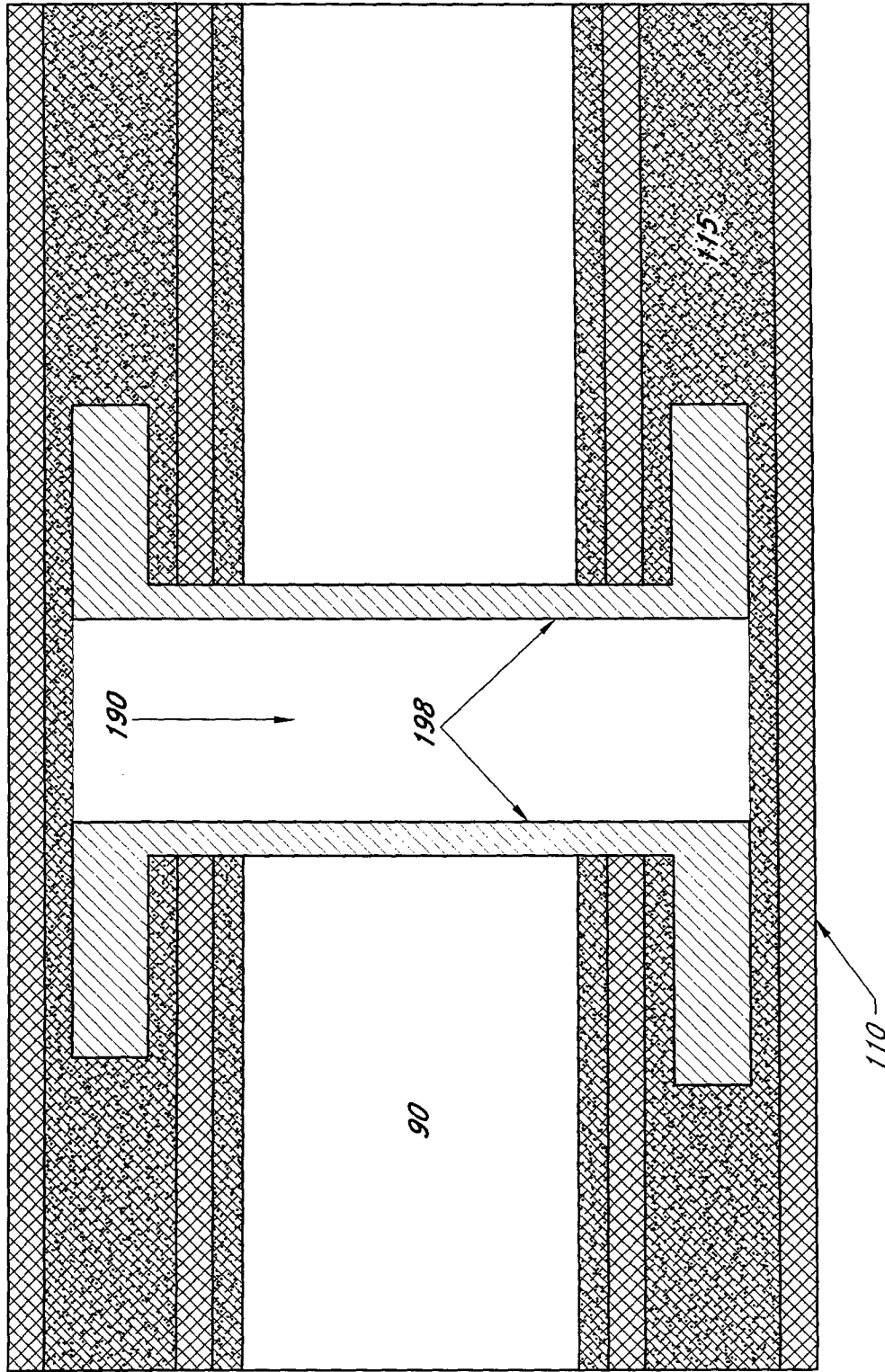
第6圖



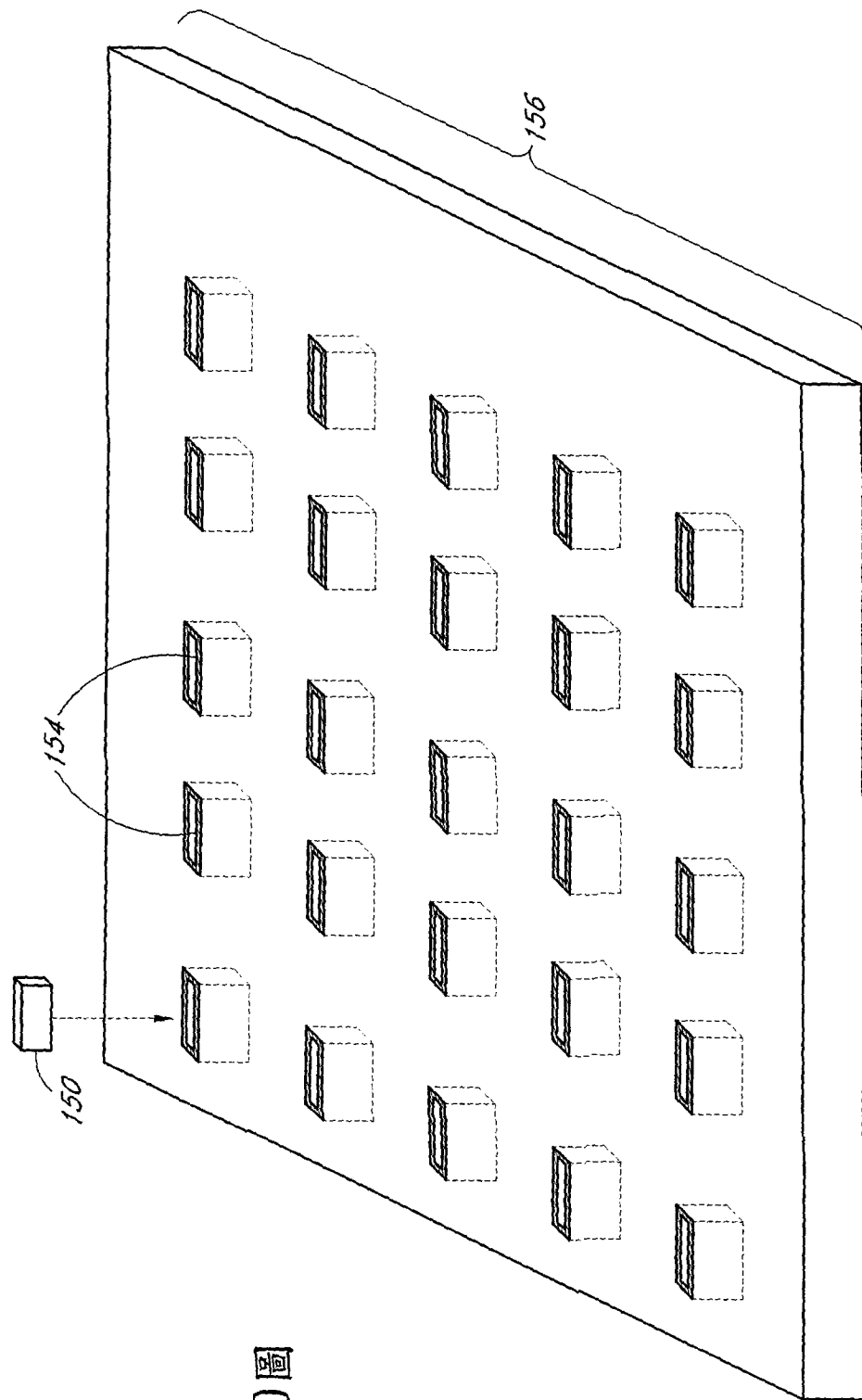
第7圖



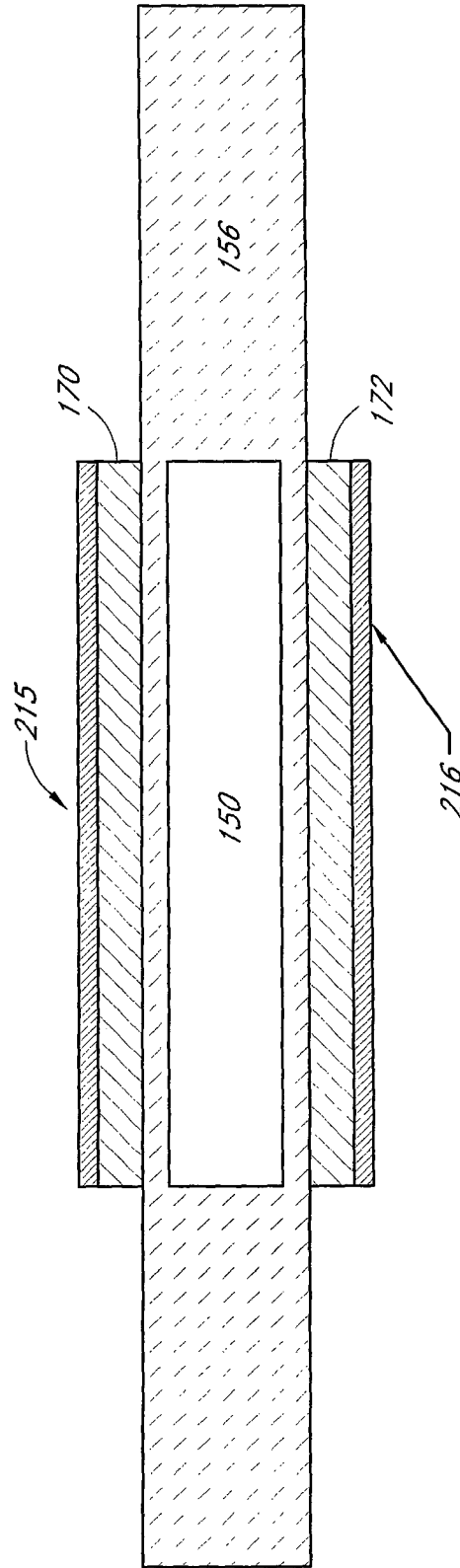
第8圖



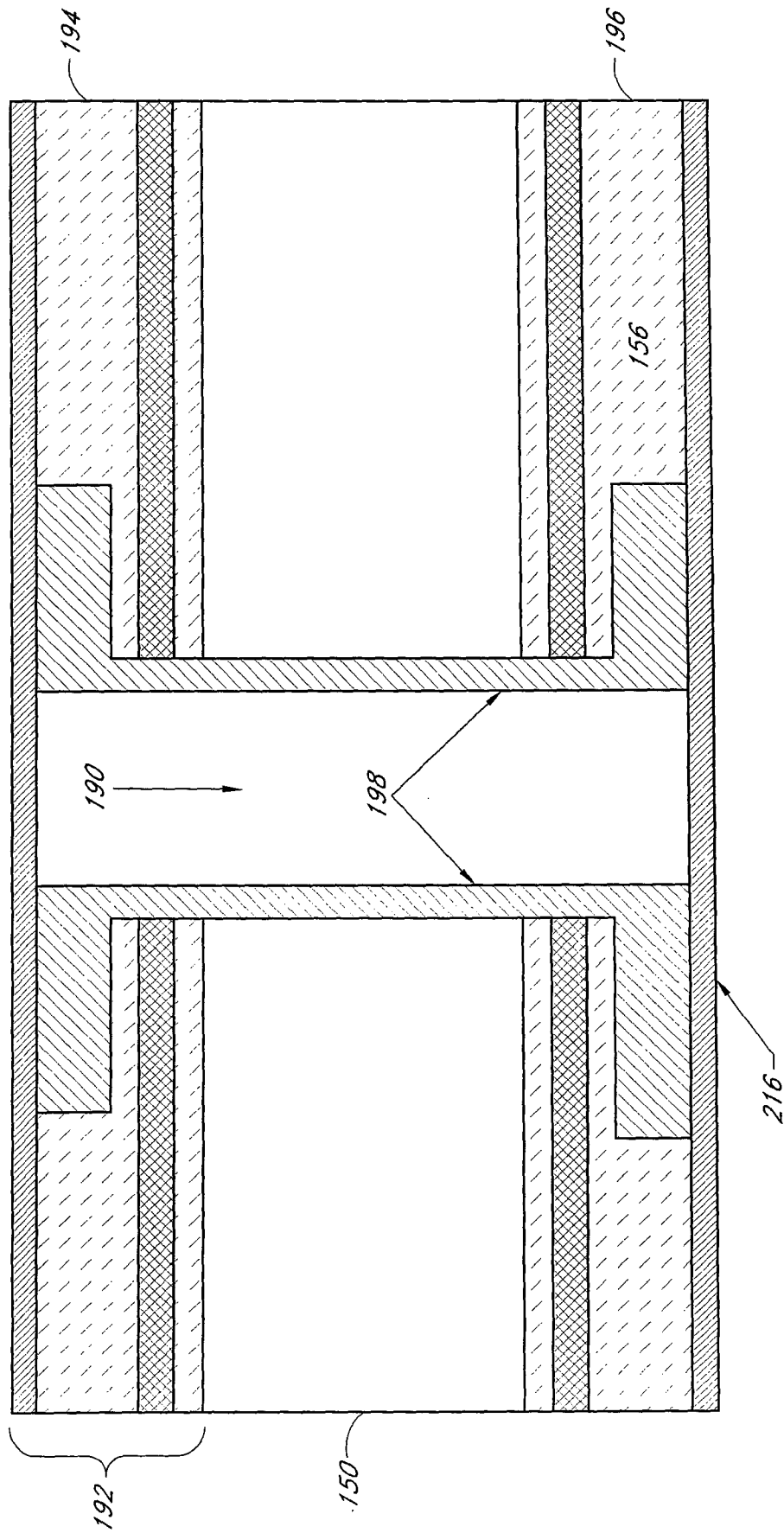
第9圖



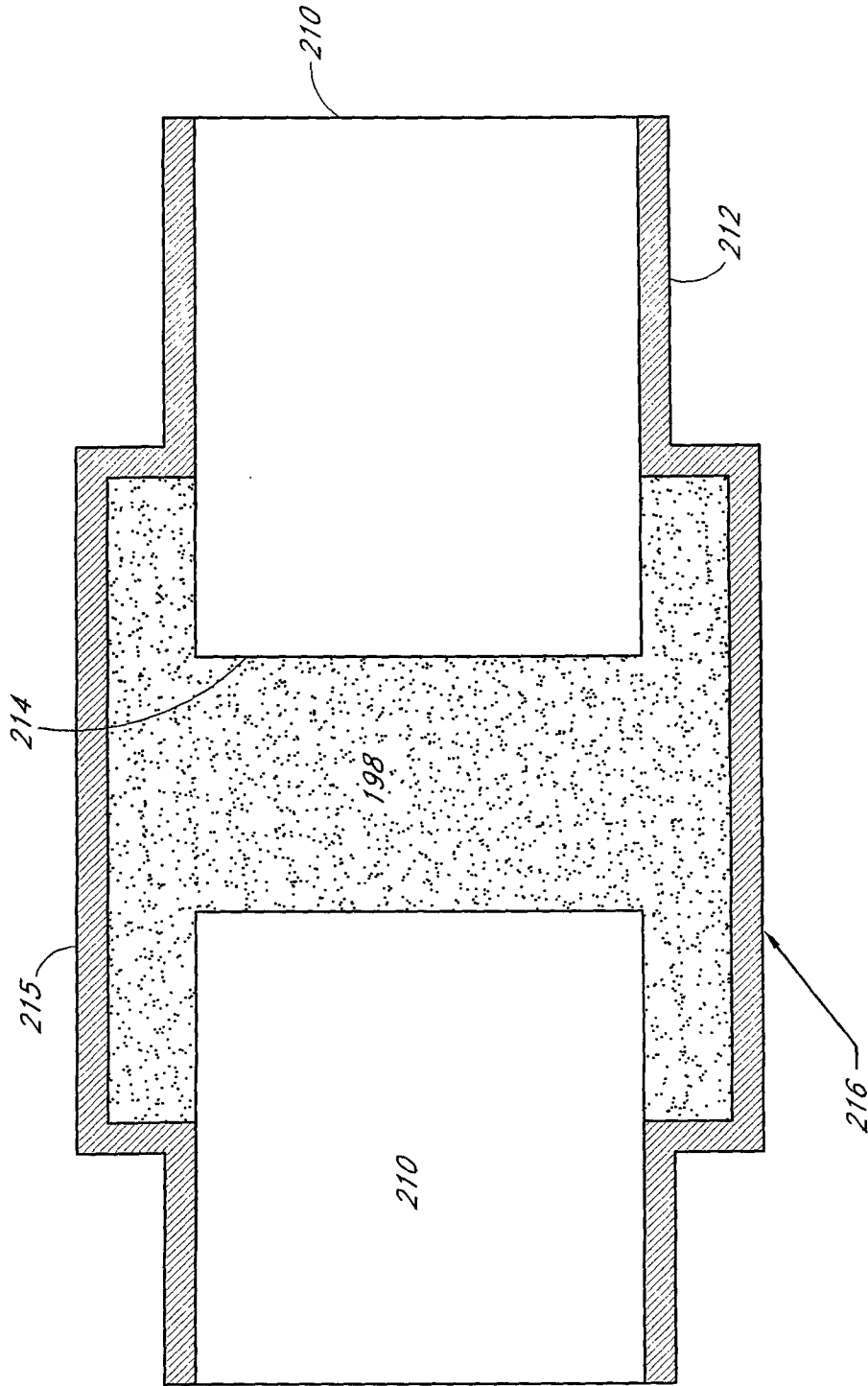
第10圖



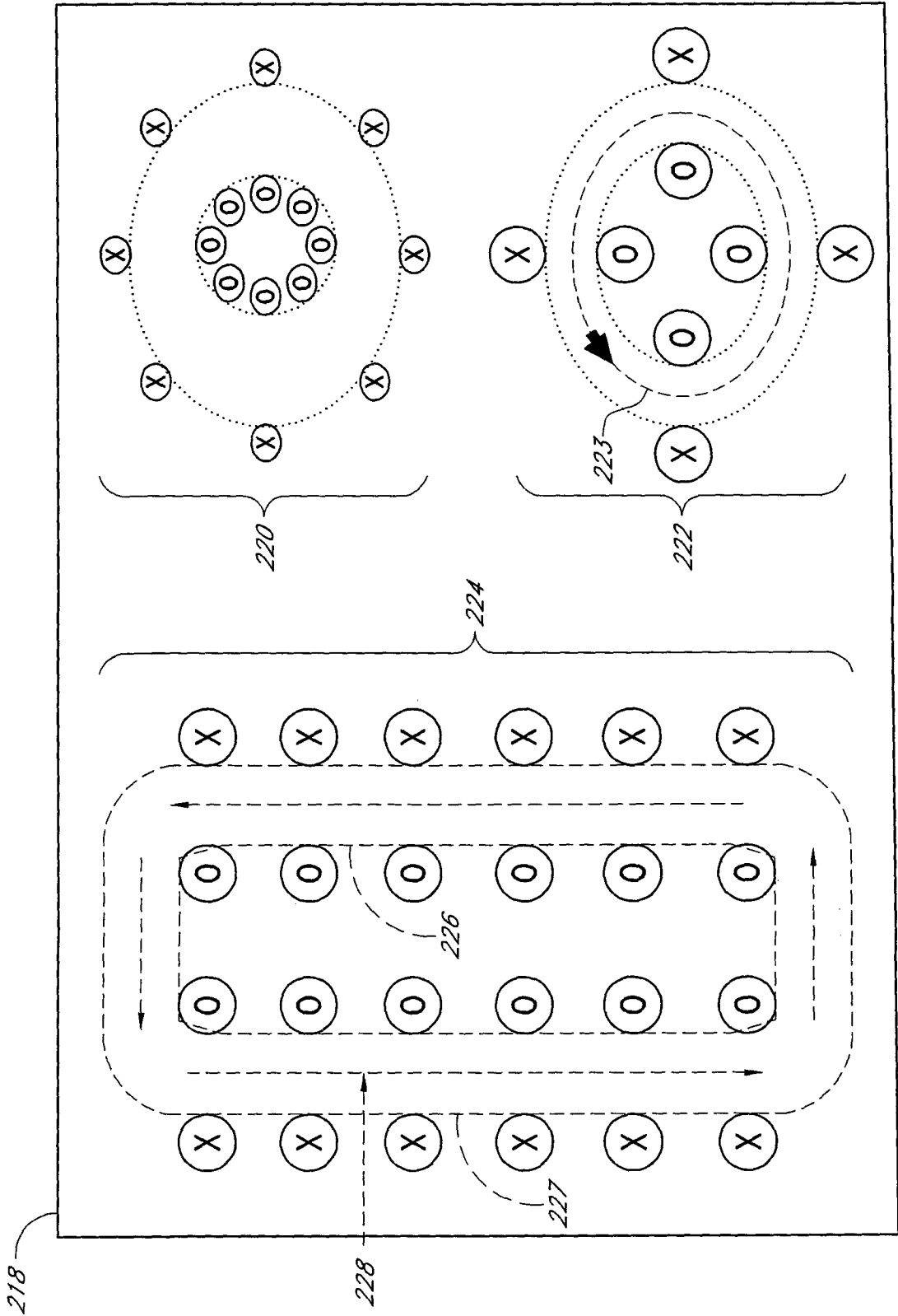
第11圖



第12圖



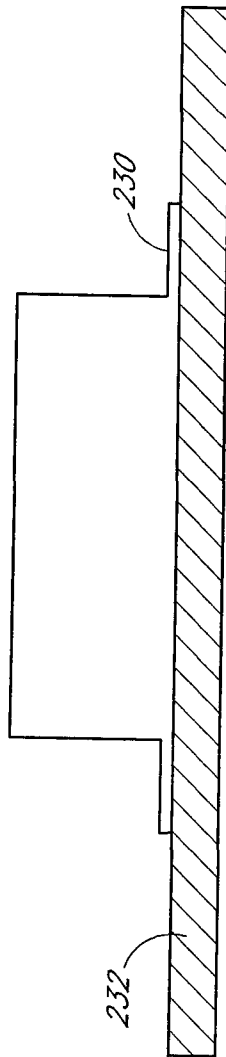
第13圖



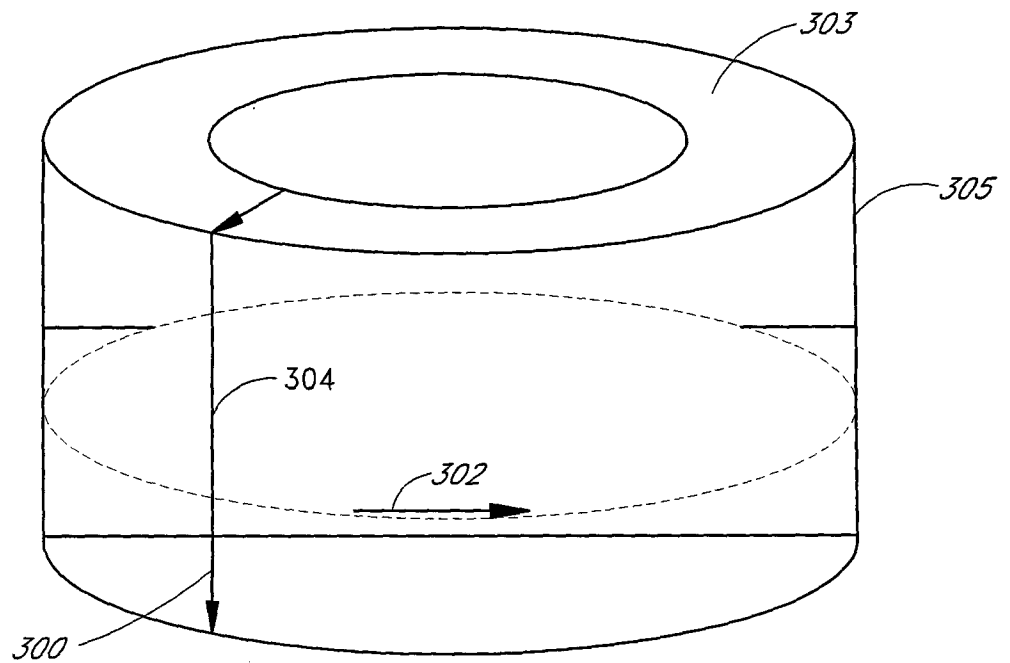
第14圖

○ 電流流出的穿透孔

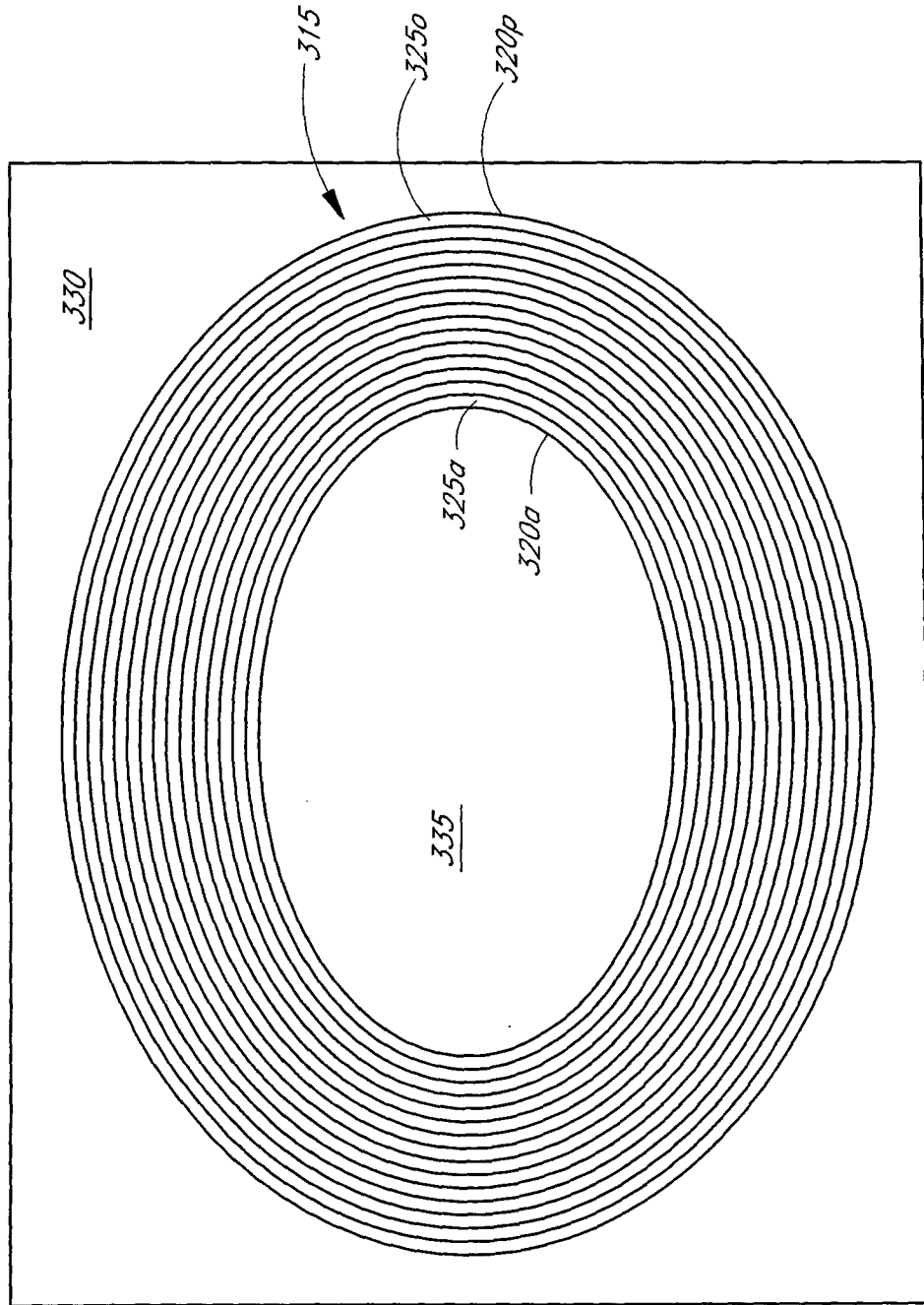
⊗ 電流流入的穿透孔



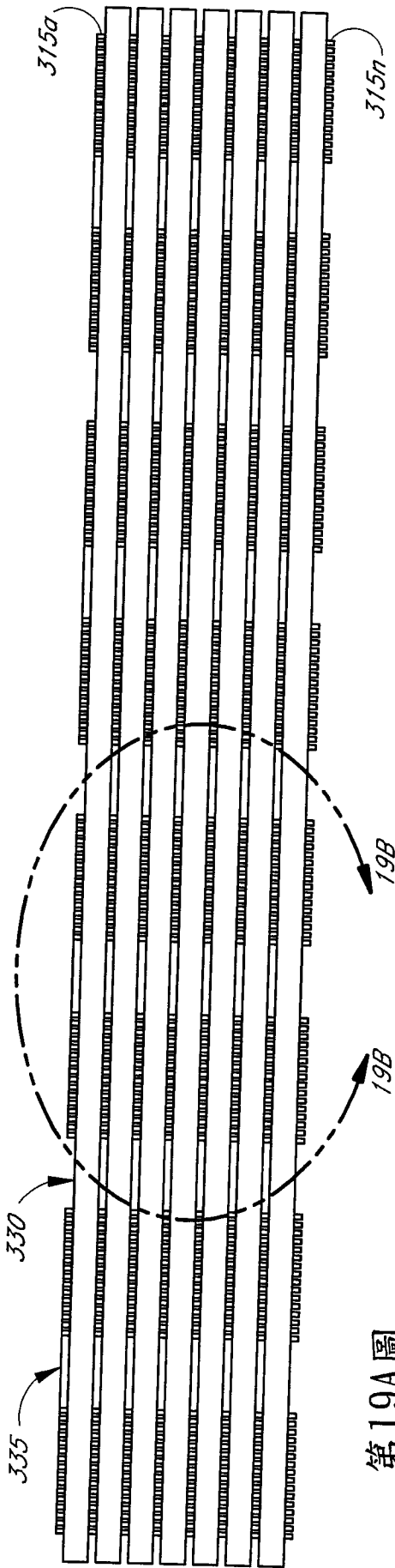
第15圖



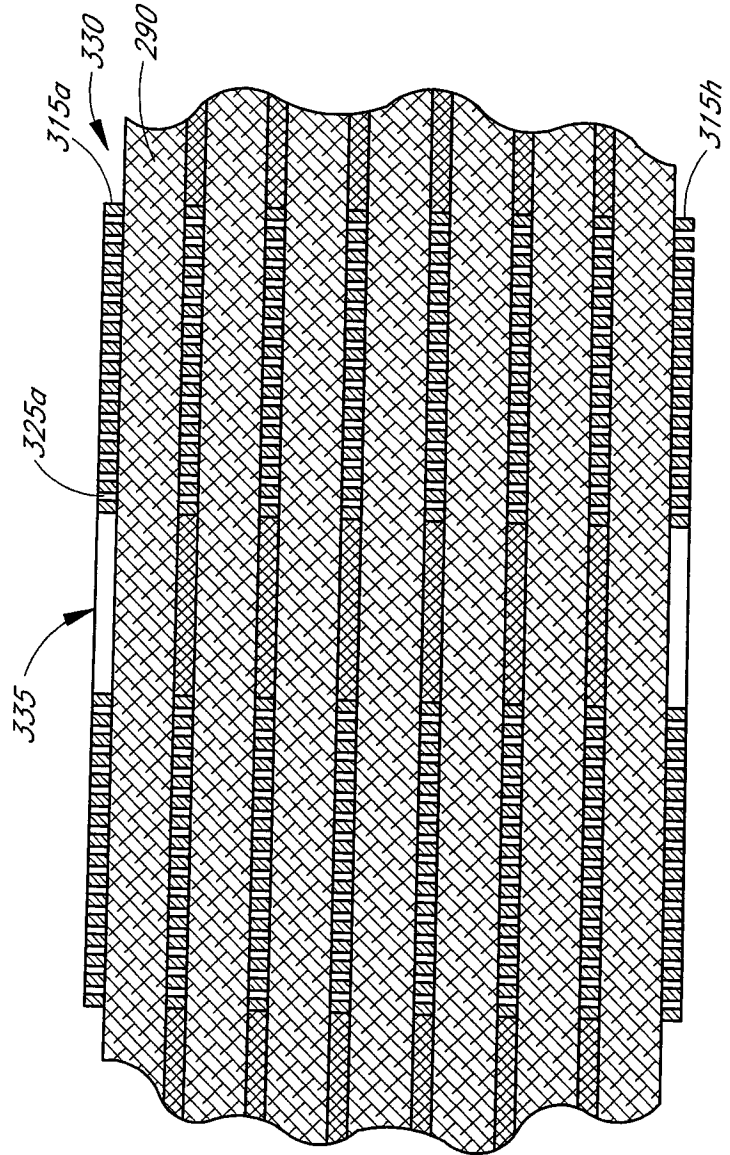
第16圖



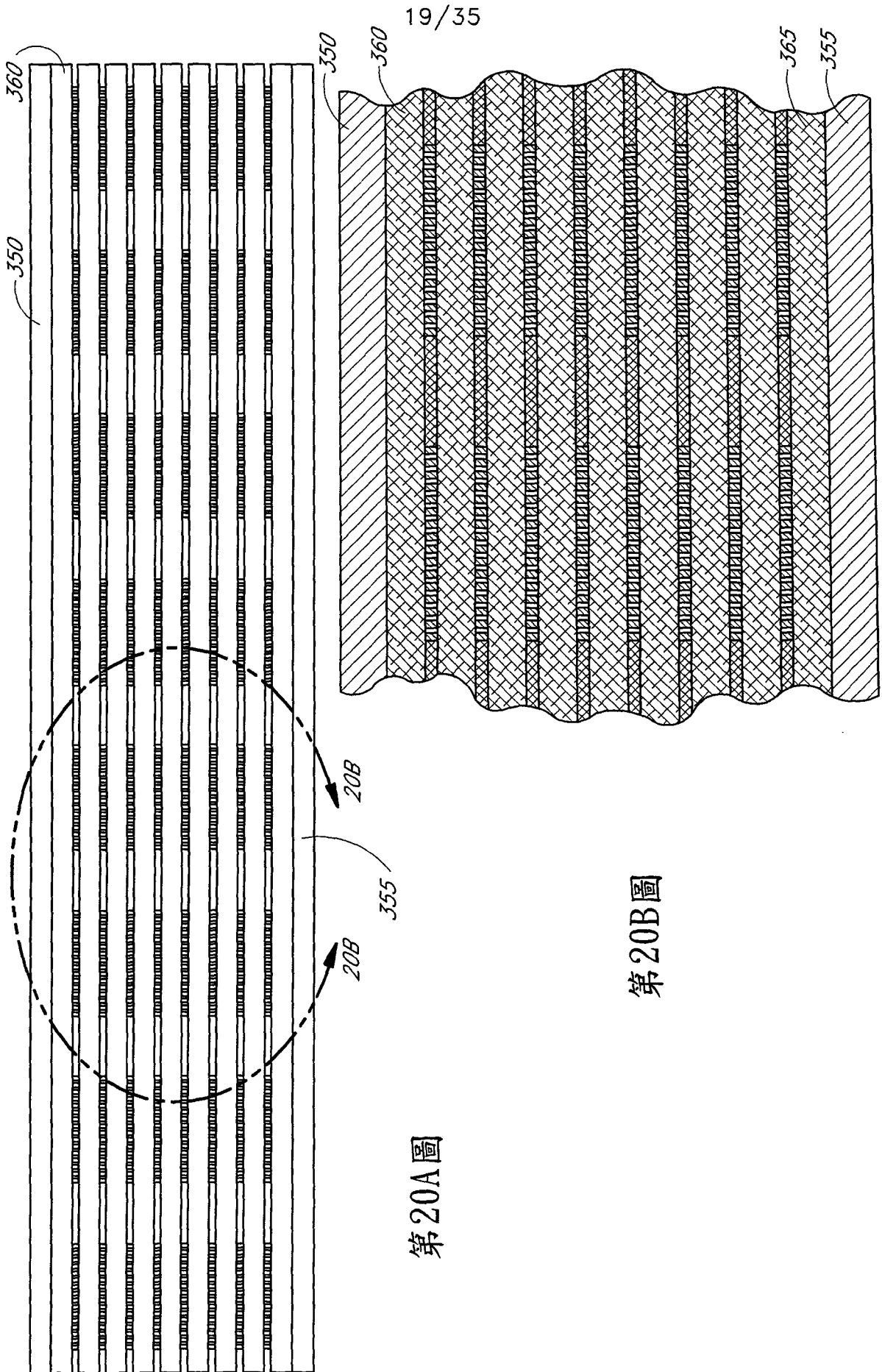
第18圖



第19A圖

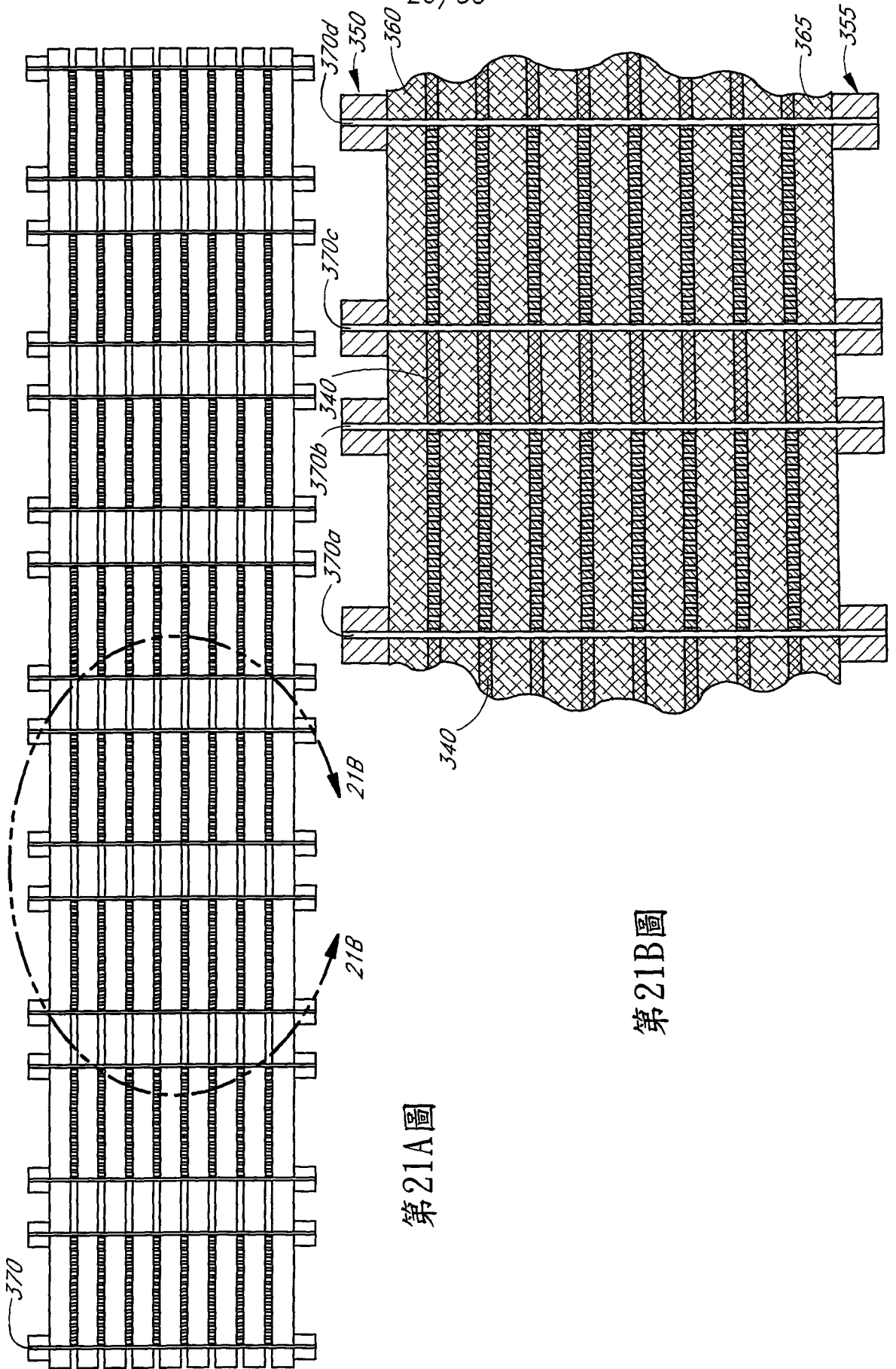


第19B圖



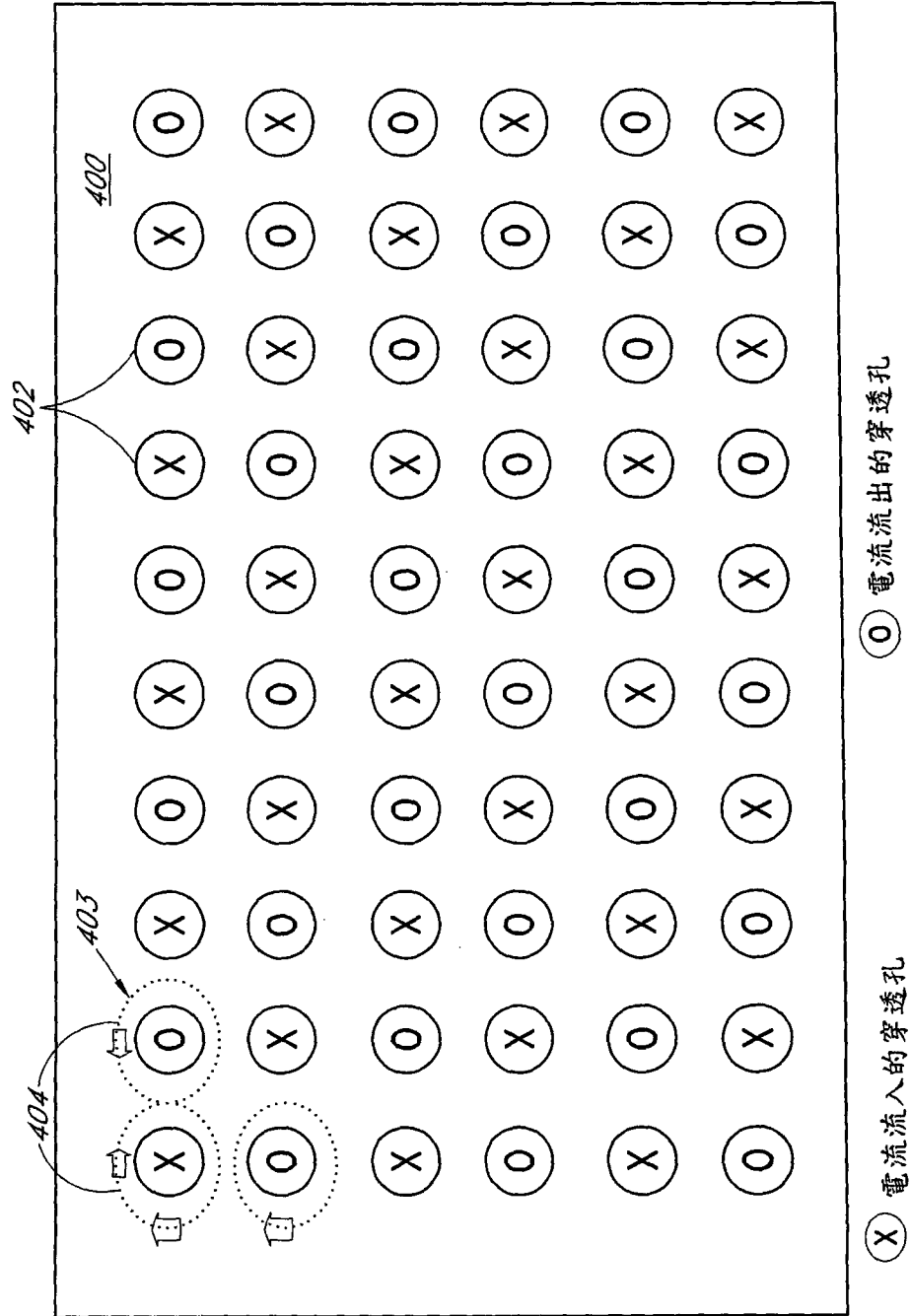
第20A圖

第20B圖

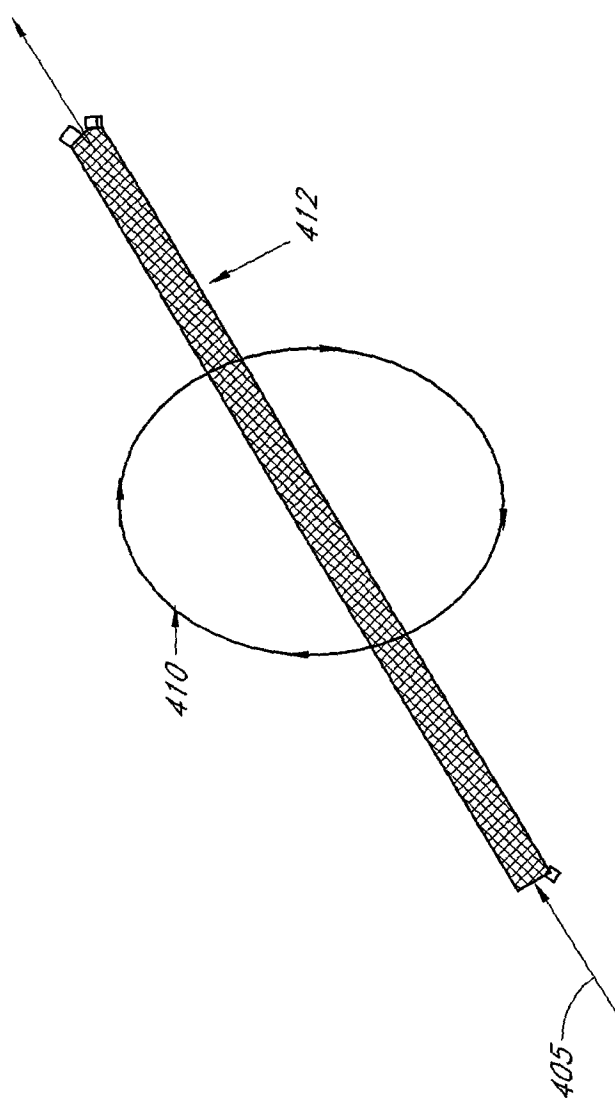


第21A圖

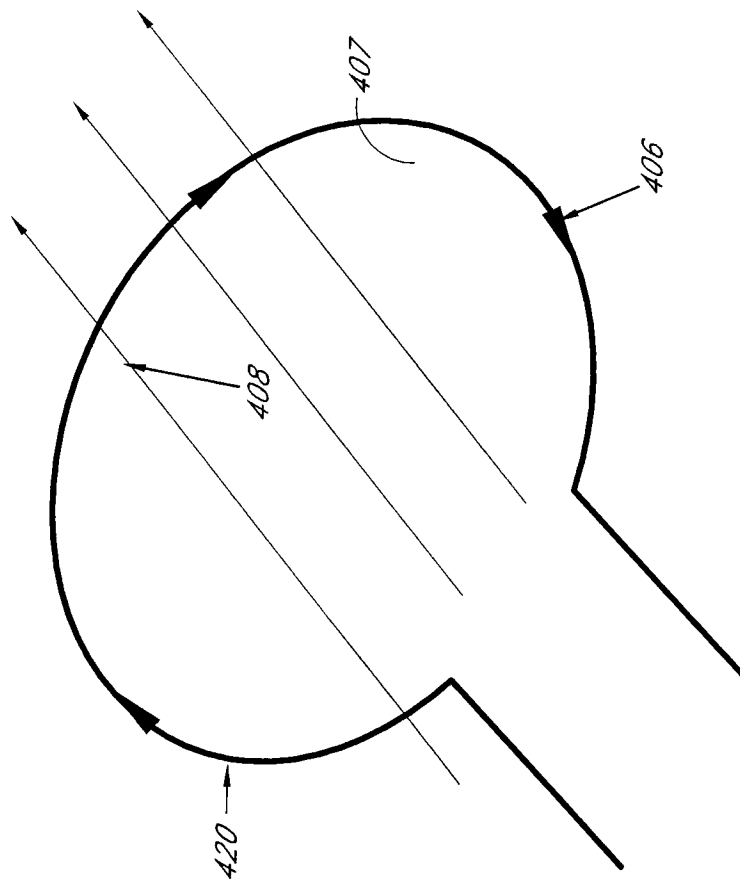
第21B圖



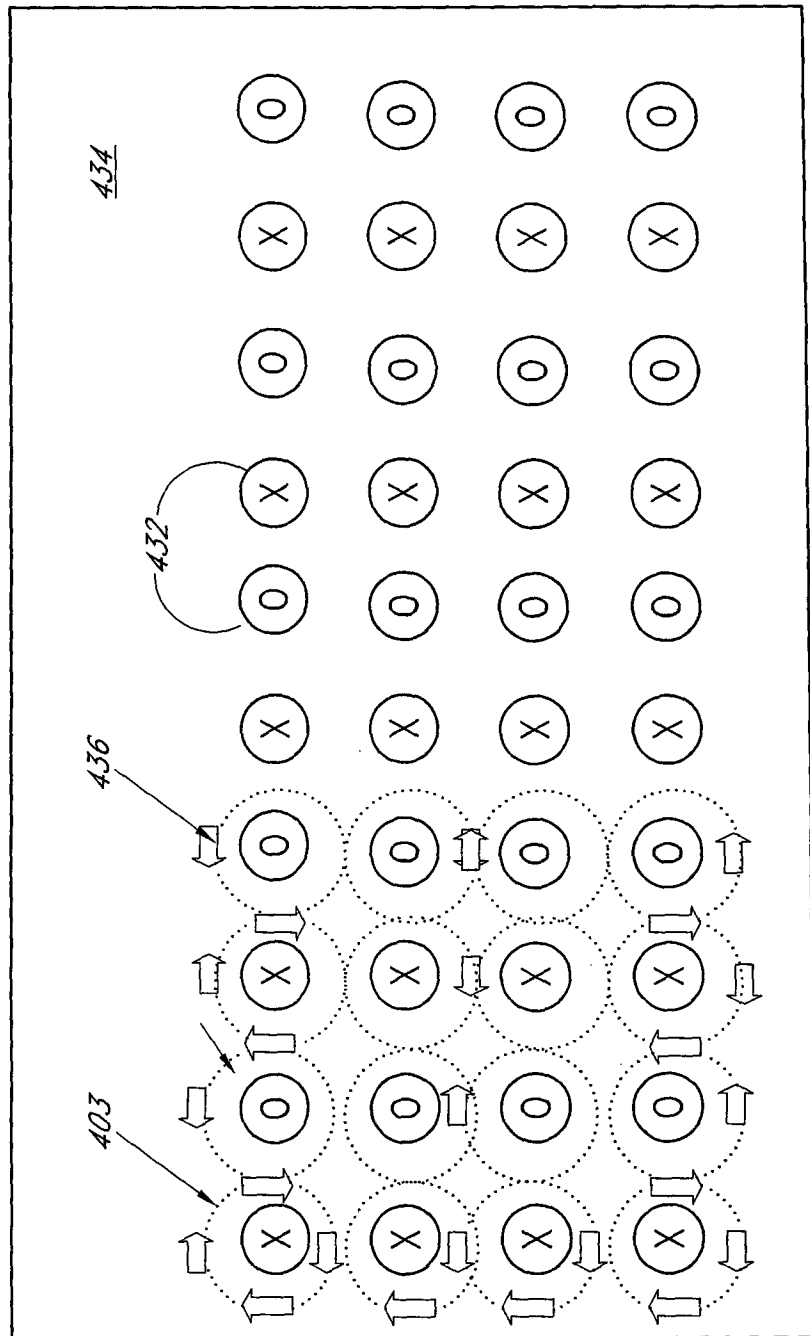
第22圖



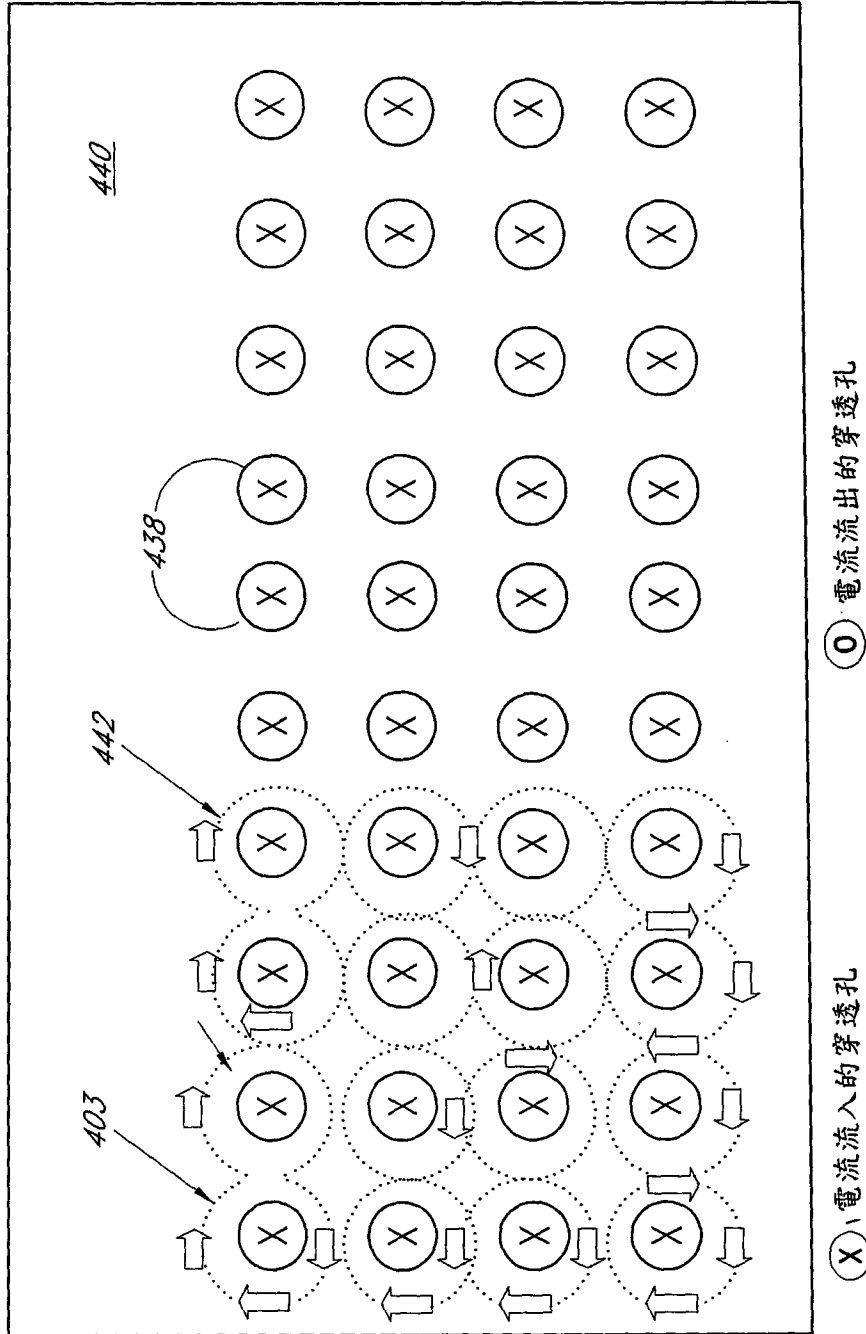
第23圖



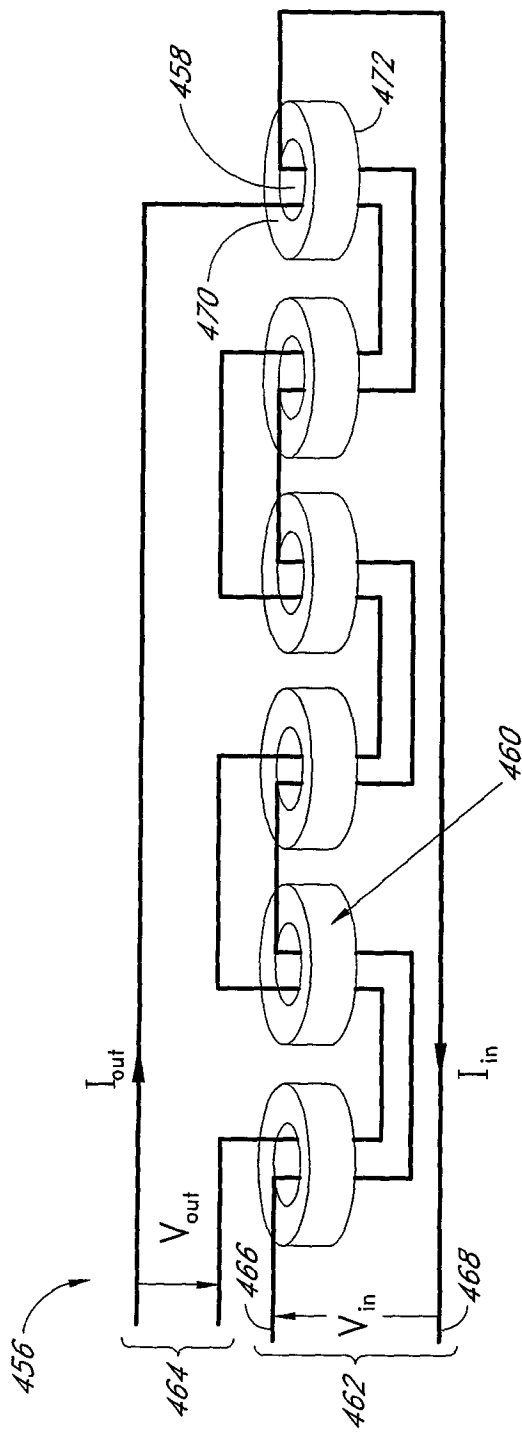
第24圖



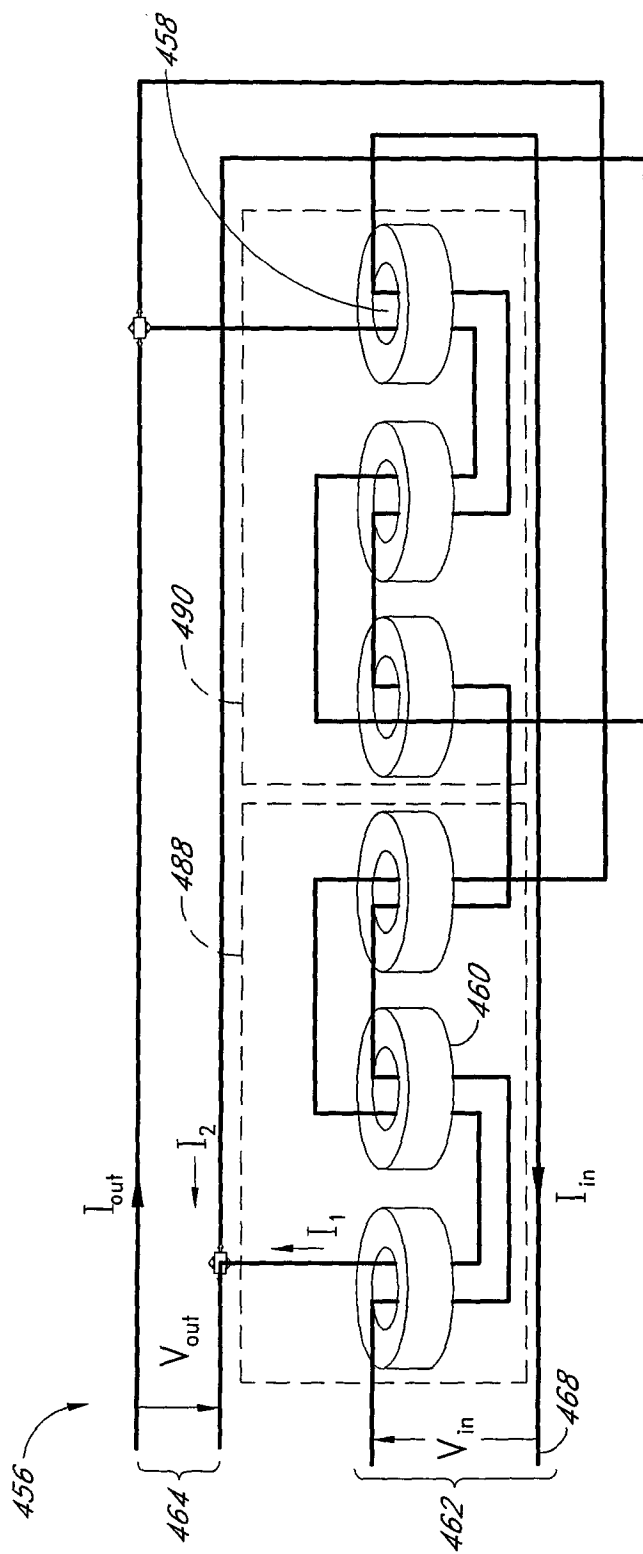
第25圖



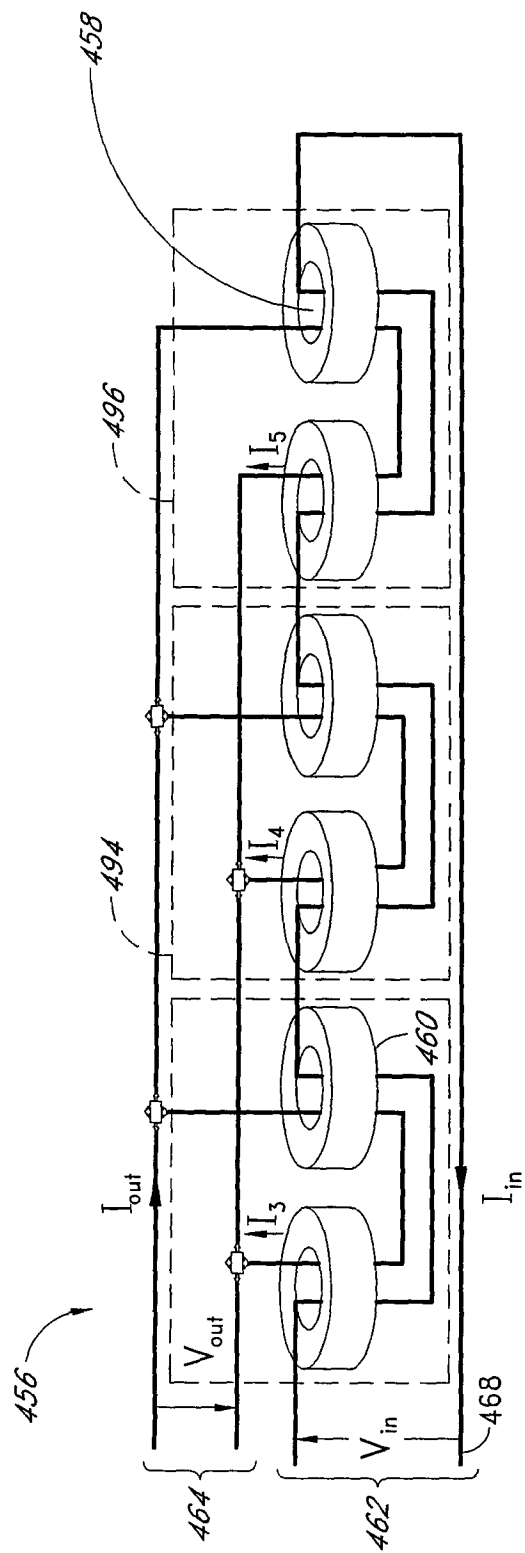
第26圖



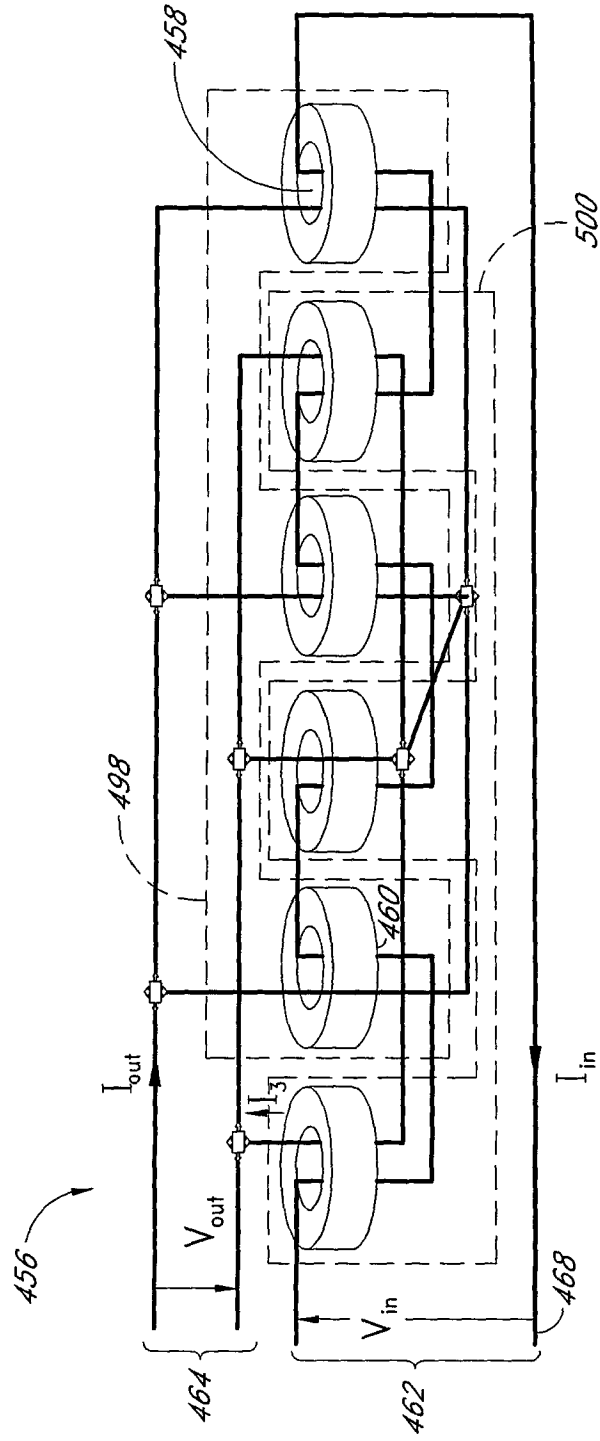
第27圖



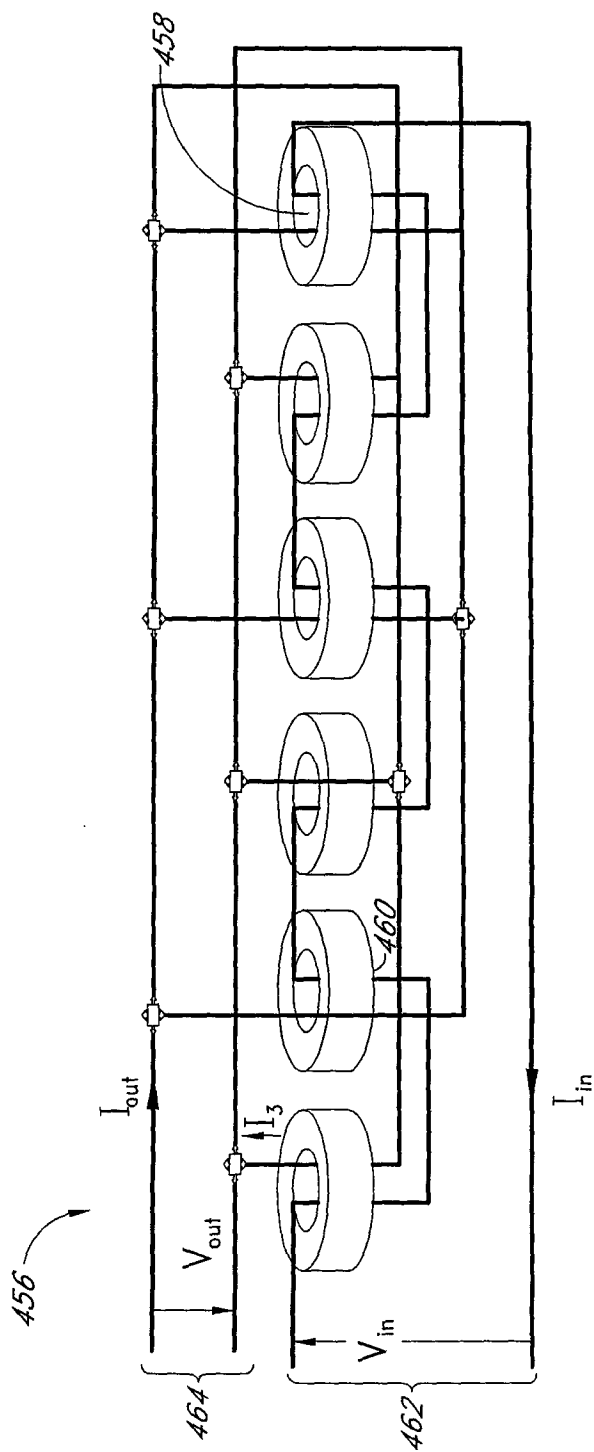
第28圖



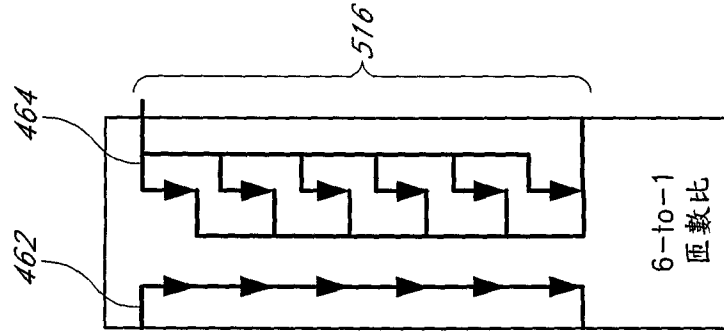
第29圖



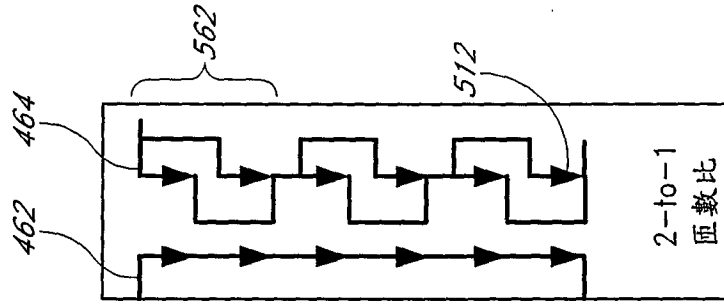
第30圖



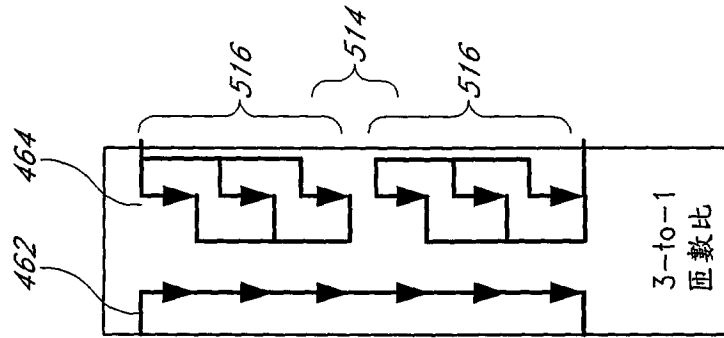
第31圖



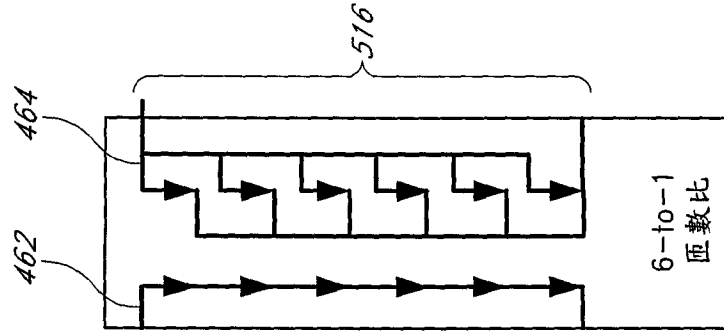
第32A圖



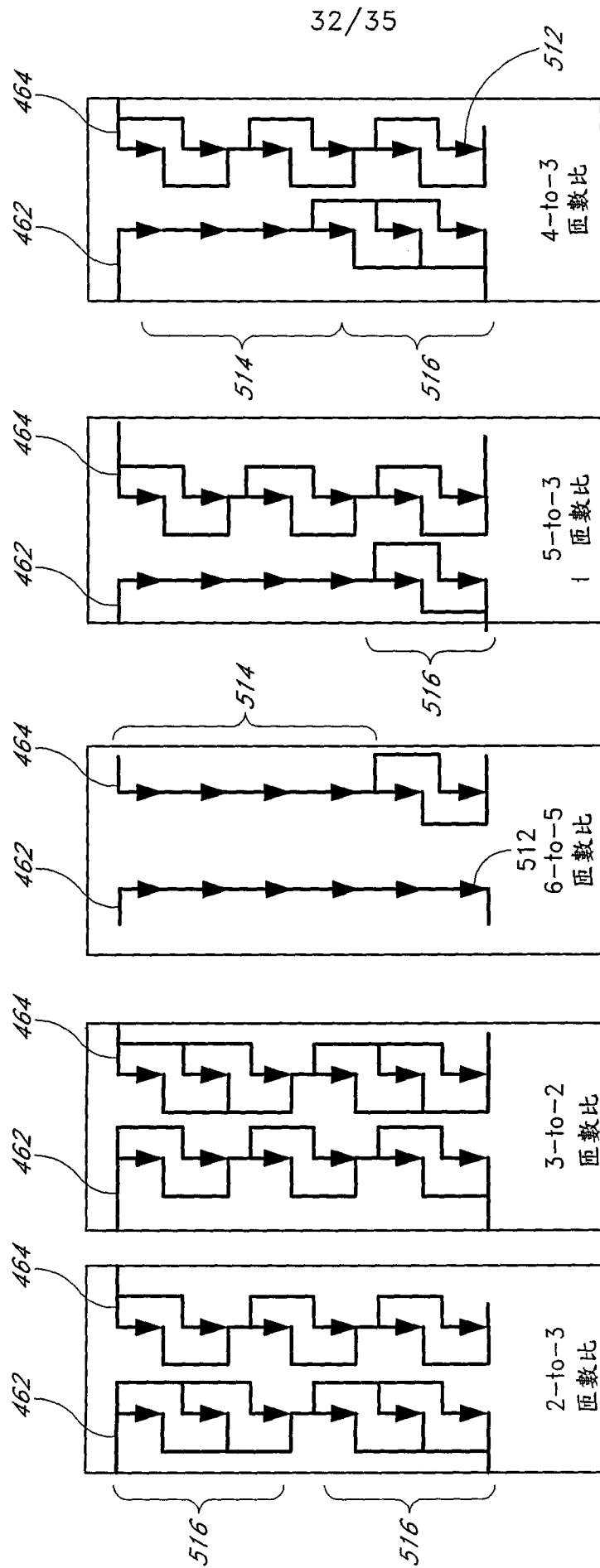
第32B圖



第32C圖



第32D圖



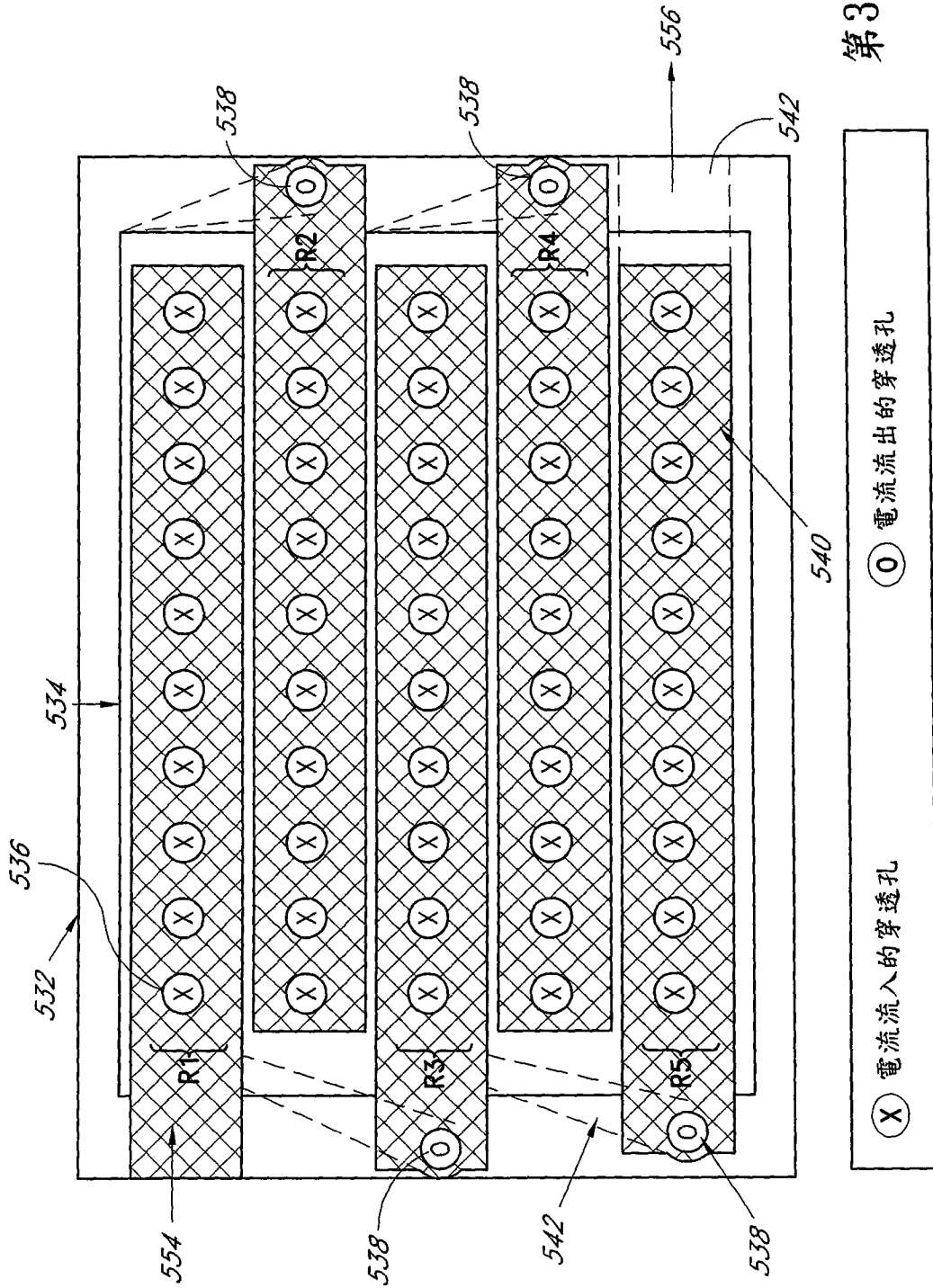
第32I圖

第32H圖

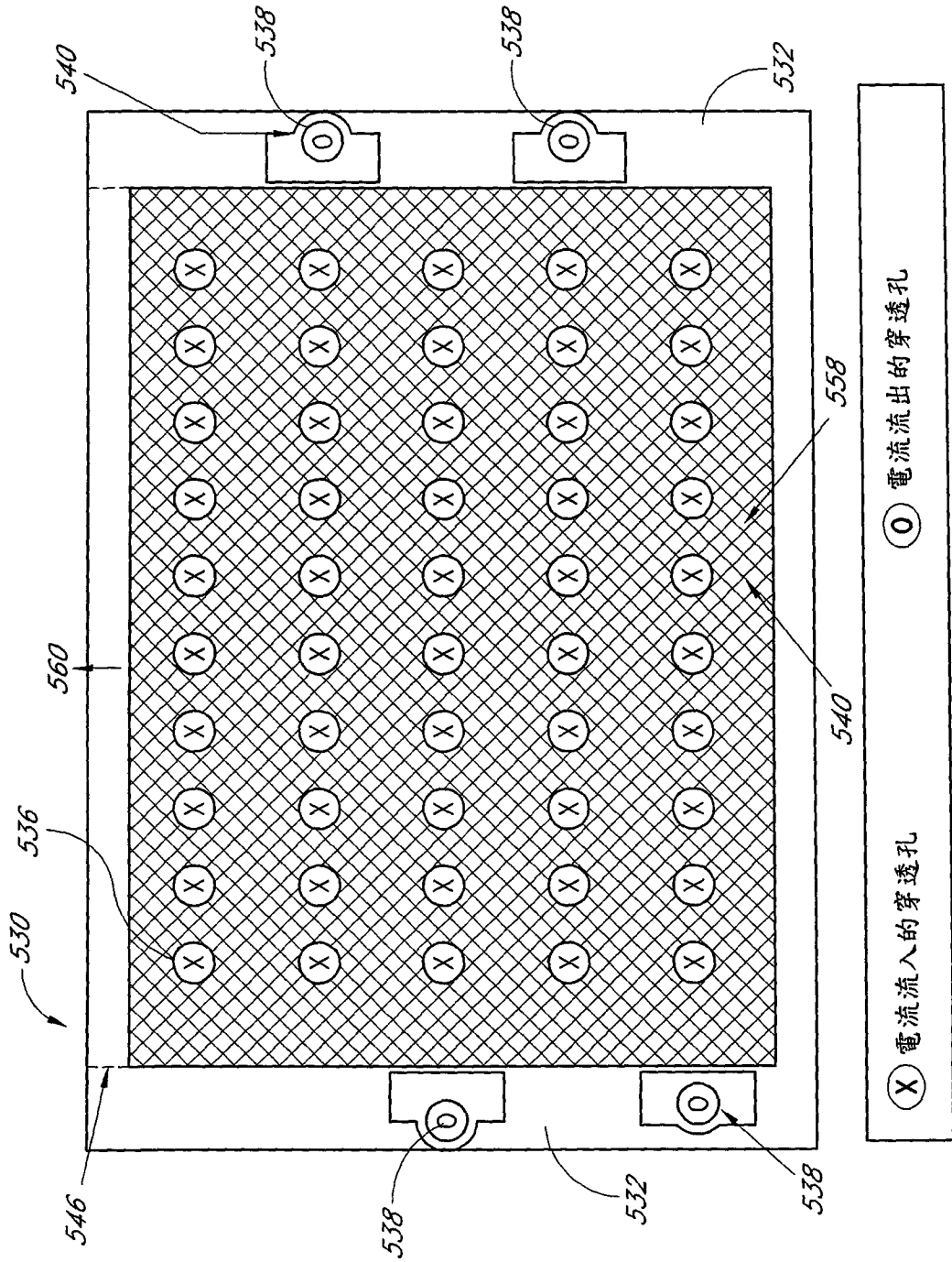
第32G圖

第32F圖

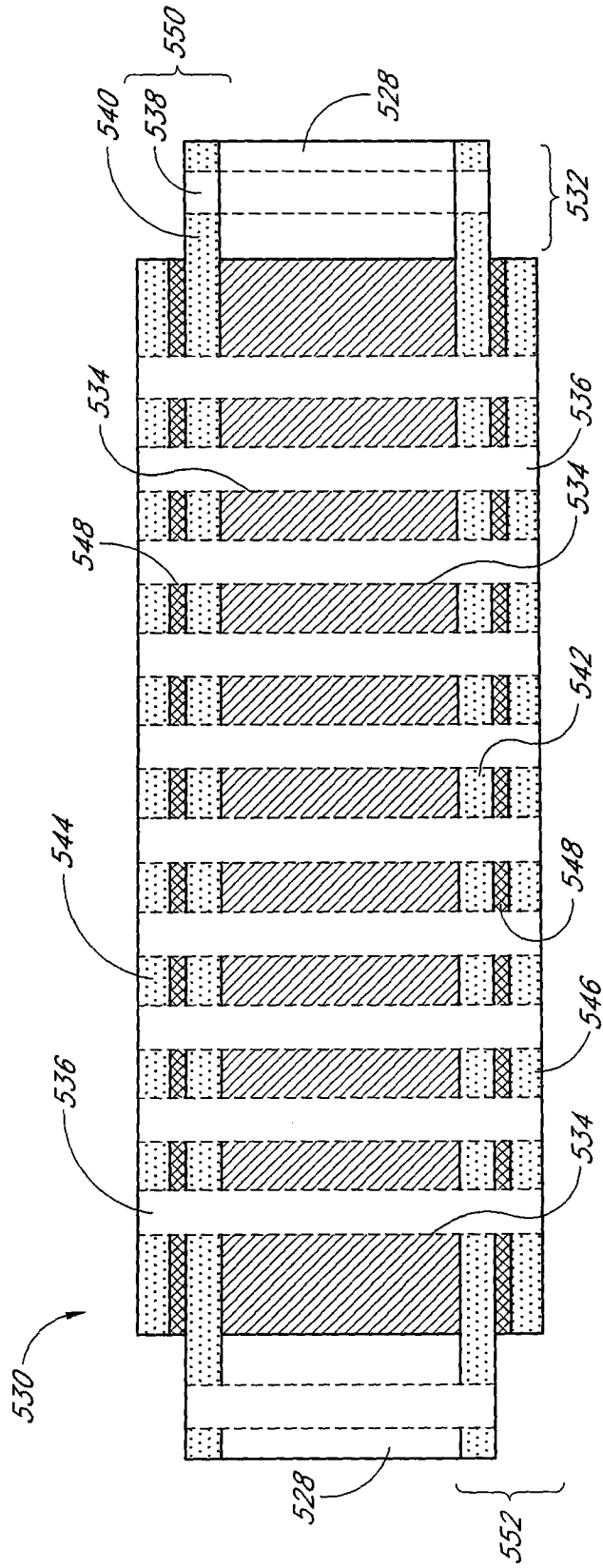
第32E圖



第33A圖



第33B圖



第33C圖

柒、指定代表圖：

(一)、本案指定代表圖為：第 22 圖。

(二)、本代表圖之元件代表符號簡單說明：

400 鐵磁平板

402 穿透孔

404 點線圓圈

捌、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無化學式