

(此處由本局於收
文時黏貼條碼)

公告本

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：94141844

※申請日期：94.11.29

※IPC 分類：H05K 1/1

一、發明名稱：(中文/英文)

用於高頻應用之包括貫穿連接結構(Through Connection)之多層印刷電
路板

MULTI-LAYER PRINTED CIRCUIT BOARD COMPRISING A
THROUGH CONNECTION FOR HIGH FREQUENCY APPLICATIONS

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

高級微裝置公司

ADVANCED MICRO DEVICES, INC.

指定 為應受送達人

代表人：(中文/英文)(簽章) 德瑞克 保羅 S / DRAKE, PAUL S.

住居所或營業所地址：(中文/英文)

美國·加州 94088-3453·桑尼威·第 1AMD 區·M/S 68·郵政信箱 3453 號

One AMD Place, M/S 68, P.O. Box 3453, Sunnyvale, CA 94088-3453 U.S.A.

國籍：(中文/英文) 美國 / U.S.A.

三、發明人：(共 2 人)

姓名：(中文/英文)

1. 卡拉茲尼 海格 / KALUZNI, HEIKO

2. 荷茲卡 安卓思 / HUSCHKA, ANDREAS

國籍：(中文/英文)

1. 2. 德國 / GERMANY

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：

1. 德國 2004 年 12 月 17 日 10 2004 060 962.4 （主張優先權）

2. 美國 2005 年 07 月 13 日 11/180,756 （主張優先權）

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。

九、發明說明：

[發明所屬之技術領域]

本發明係關於用於高頻裝置之連接技術之領域，詳言之，係關於用於高頻應用之多層印刷電路板之貫穿連接結構。

[先前技術]

當半導體製造商持續縮小晶片上之特徵結構(on-chip features)時，這些縮小尺寸之特徵結構可由於實質地減少裝置之寄生電容而因此增加晶片上之操作頻率。雖然在一些在例如目前水準(state of the art)之微處理器之應用中，也許可用高於輸入/輸出頻率之晶片上之操作頻率(時脈率)來驅動，但是在例如無線區域網路(WLAN)或行動電話用之高頻發射器和接收器裝置之其他應用中，也許需要輸入/輸出於 GHz 範圍之高頻訊號。舉例而言，WLAN 收發器可提供 2.4 GHz 訊號至連接天線及/或可接收從該連接天線送來之 2.4 GHz 訊號，該連接天線例如可印製於共同基板上。典型之情況是，積體電路晶粒安裝於基板上，並藉由形成於精製之多層基板上之導線(conduction lines)而連接於其他的裝置。尤其是，對於超過 300 MHz 之高頻訊號之連線受到有關所使用基板材料和線路設計之某些限制，並可藉由例如微帶線(microstrip line)而形成，以提供具有控制阻抗之連接線。然而，習知的貫穿連接結構可引起高頻訊號之訊號反射和衰減，尤其是在 GHz 範圍。

另一方面，以一般之規則而言，縮小特徵結構使其能

保持晶粒之大小而增加功能性，或保持功能性而減小晶粒之大小。然而，於此二種情況，於晶粒上輸入和輸出(I/O)之密度增加。對於習知的周邊接合墊(bond pad)安排，所造成之接合墊間距(二個鄰接接合墊之中心之間的距離)因此減小。因此，先進之積體電路之晶粒的接合，尤其是對於高頻積體電路，對電子組件之製造商而言是一種挑戰。典型之情況是，積體電路裝置安裝於基板上而裝置之接觸墊藉由線接合(wire bonding)、捲帶自動接合(TAB)或覆晶接合技術而連接至基板上對應之鐳墊(pads)。

相對於線接合和 TAB，覆晶接合不受使用周邊接合墊之限制。然而，覆晶技術需要於晶粒上和將接合晶粒之基板上相等之突塊間距(bump pitch)。於基板上可達成之最小突塊間距依於載質(carrier material)和對應可使用之技術而定。一般而言，需要接合墊再分配以提供可靠的和低成本之組件。結果，半導體製造商設置二列或更多列之接合墊於配設於晶片面積之周邊區域(周邊陣列)，或再分配周邊接合墊於整個晶片面積上(區域陣列)，以允許較高之接合墊間距。對於高頻積體電路，一般而言，無法獲得具有突塊鐳墊之晶粒上(on-die)再分配之晶粒及提供所需功能性之晶片載具(chip carrier)。

可使用例如陶瓷、聚醯亞胺、或阻燃玻璃纖維環氧薄板(flame-retardant fiberglass epoxy laminate; FR4)作為高頻晶片載具材料。於大規模生產中，FR4 雖然具有不佳之材料性質(高介電常數、高損失角度(loss angle))，但是由

於其經濟上的優點，仍為廣泛使用之材料，甚至用於高頻應用。然而，經由習知 FR4 印刷電路板(PCB)技術形成之貫穿連接結構，可能會引起過度的高頻訊號變形。

有鑑於上述之問題，因此需要一種改良之連接技術以用於高頻應用裝置。

[發明內容]

以下提出本發明之簡化摘要以提供本發明之一些觀點的基礎瞭解。此摘要不是本發明徹底的概觀。該摘要並非要驗證本發明關鍵或重要的元件或描述本發明之範圍。其唯一目的係提出一些概念以簡化的方式作為前言，而更詳細的說明會稍後討論。

依照本發明之一個實施範例，提供一種高頻多層印刷電路板。該印刷電路板包括層堆疊(layer stack)，該層堆疊包含第一含金屬層(metal-comprising layer)、第二含金屬層、和至少一個分離該第一和第二含金屬層之電介質層。該印刷電路板復包括轉變結構(transition structure)，該轉變結構包括從該第一含金屬層延伸通過該至少一個電介質層至該第二含金屬層之貫穿連接結構，及圍繞至少部分之該貫穿連接結構之阻抗調適結構，該阻抗調適結構提供該轉變結構之特性阻抗，該特性阻抗調適至所希望之阻抗值。

依照本發明之另一個實施範例，提供一種高頻多層印刷電路板。該高頻多層印刷電路板包括層堆疊，該層堆疊包含第一含金屬層、第二含金屬層、和至少一個分離該第一和第二含金屬層之電介質層。該印刷電路板復包括轉變

結構，該轉變結構包括從該第一含金屬層延伸通過該至少一個電介質層至該第二含金屬層之貫穿連接結構，及形成於該第一和第二含金屬層之阻抗調適結構，其中該第一和第二含金屬層包括由含金屬區域所圍繞之實質同心之無金屬區域，該無金屬區域實質同軸對準該貫穿連接結構並具有適於該轉變結構之特性阻抗之所希望值之直徑。

依照本發明之又另一個實施範例，提供一種高頻多層印刷電路板。該高頻多層印刷電路板包括一個層堆疊，該層堆疊包含第一含金屬層和第二含金屬層、至少一個設置在該第一和第二含金屬層之間之含金屬內層 (metal-comprising inner layer)、以及至少二個分離該等含金屬層之電介質層。該印刷電路板復包括轉變結構，該轉變結構包括從該第一含金屬層延伸通過該至少一個含金屬內層和該至少二個電介質層至該第二含金屬層之貫穿連接結構，及形成於該含金屬內層之阻抗調適結構，其中該含金屬內層包括由含金屬區域所圍繞之實質同心之無金屬區域，該無金屬區域實質同軸對準該貫穿連接結構並具有適於該轉變結構之特性阻抗之所希望值之直徑。

依照本發明之又另一個實施範例，提供一種高頻多層印刷電路板。該高頻多層印刷電路板包括層堆疊，該層堆疊包含第一含金屬層和第二含金屬層、至少二個設置在該第一和第二含金屬層之間之含金屬內層、以及至少三個分離該等含金屬層之電介質層。該印刷電路板復包括轉變結構，該轉變結構包括從該第一含金屬層延伸通過該至少二

個含金屬內層和該至少三個電介質層至該第二含金屬層之貫穿連接結構，及藉由複數個配置在實質圓形線之同軸通孔(coaxial vias)而導電連接該至少二個含金屬內層之至少二個之阻抗調適結構，該圓形線實質同軸對準該貫穿連接結構。

依照本發明之又另一個實施範例，提供一種高頻裝置。該裝置包括積體高頻電路晶粒，該積體高頻電路晶粒包括高頻端子和高頻多層印刷電路板，該高頻多層印刷電路板包括轉變結構，其中該積體高頻電路晶粒裝設在該高頻多層印刷電路板上且該高頻端子連接至該轉變結構，其中該轉變結構包括貫穿連接結構和阻抗調適結構。

依照本發明又進一步之實施範例，提供一種製造高頻多層印刷電路板之方法。該方法包括選擇所希望之阻抗值，及形成層堆疊，該層堆疊包括至少第一含金屬層和第二含金屬層、和至少一個分離該第一和第二含金屬層之電介質層。該方法復包括形成從該第一含金屬層延伸通過該至少一個電介質層至該第二含金屬層之貫穿連接結構，及形成圍繞至少部分之該貫穿連接結構阻抗調適結構，並藉之調適轉變結構之特性阻抗至所希望之阻抗值，其中該轉變結構包括該貫穿連接結構和該阻抗調適結構。

[實施方式]

儘管本發明係易於做出不同的修改與替代的形式，但是其中特定的實施例已由圖中的實例顯示並且於本文中詳細說明。不過，應瞭解，本文中所描述的特定實施例並不

是要用來將本發明限定為所揭露的特定形式，反而是，本發明將涵蓋落於所附申請專利範圍所界定之本發明精神與範疇內的所有修改、相等物、以及替代物。

以下詳述本發明之具體實施例。為了清楚說明之目的，在本說明書中並未討論實際上實施之所有特徵。應當理解的是，於任何此種實際實施例的發展過程中，必須做出多個特定實施的決定以達成開發者的特定目標，例如符合與系統有關的以及與商業有關之限制，該等限制將會隨著每一實作之不同而有所不同。此外，應理解的是，這種研發所需的努力可能是複雜與耗時的，但是對於在這個技術領域中具有通常知識者而言於了解本說明書後，將如同例行程序般地施行本發明。

接下來將參照所附圖式來說明本發明。為了說明之目的，附圖中僅以示意方式例示出各種結構、系統與裝置，以使所屬技術領域中具有通常知識者不致於為了已理解之細節而模糊了本發明。然而，仍加上附圖以描述與解釋本發明的實施範例。應了解的是，此處之用詞與用語與所屬技術領域中具有通常知識者所了解的用詞與用語具有一致的意義。沒有任何特別的術語或用語之定義(亦即，與所屬技術領域具有通常知識者所了解的慣常定義不同)是由此處術語或用語的一致使用而暗示。具有特別意義之術語或用語(亦即，與所屬技術領域具有通常知識者所了解的慣常定義不同)將以直接且明確表達術語或用語特別定義之方式陳述於說明書中。

再者，所使用之幾何名詞，譬如同心的、圓形的和同軸的，係相關於可不必呈現精確幾何正確性之特徵結構。除非特徵結構之功能性不會受到過度影響(例如，由於製造容差)，對應特徵結構之實際形狀可偏離精確之幾何形狀。

參照第 1a、1b、2、3a、3b、4、5a、5b、6a、6b、7a 和 7b 圖，現將詳細說明本發明之實施範例，其中相似的或相同的組件除了第一個數字外，其餘將以相同的參考號碼標註，該第一個數字係依照各別圖式之編號而選擇。

第 1a 圖示意地表示高頻多層印刷電路板 100 之實施例之平面圖，而第 1b 圖描繪其剖面圖。該高頻多層印刷電路板 100 包括層堆疊 110 和轉變結構 108。層堆疊 110 包括第一含金屬層 103、第二含金屬層 105 和至少一個電介質層 102。轉變結構 108 包括阻抗調適結構 106、貫穿連接結構 104、電介質材料區 132 和鐳墊(pads)109。

高頻多層印刷電路板 100 可由習知的多層 PCB 技術層疊層堆疊 110 而形成。第一和第二含金屬層 103、105 例如可包含銅、金或鋁，並可具有大約 5 至 200 μm 之範圍的厚度。含銅層可被覆有鈍化層(passivation layer)(圖中未顯示)，該鈍化層包括例如金、鎳、錫、鉛、或其化合。鈍化層之厚度可以在約 50 nm 至 20 μm 之範圍。該至少一個電介質層 102 可包括任何適合用於高頻應用的電介質材料，譬如例如 FR4、譬如液晶聚合物(LCP)、聚四氟乙烯(PTFE)或聚醯亞胺之聚合物、及譬如氧化鋁(Al_2O_3)或氮化鋁(AlN)之陶瓷。電介質層 102 之厚度在約 0.1 至 2 mm 之範圍。

所使用電介質材料之介電常數(ϵ_r)大約在 2 至 10 之範圍，其決定電磁波於電介質材料中傳播的速度，其中低介電常數對應於較高傳播速度，而因此對應於較長之波長。所使用電介質材料之損失角度大約為 0.001 至 0.1 範圍，其影響於電介質材料中高頻波傳播之衰減。

轉變結構 108 形成於多層印刷電路板 100 中。孔洞 112 藉由例如已知的機械或根據雷射之技術或藉由蝕刻，而形成於層堆疊 110 中。其後，藉由已良好建立的電鍍技術來電鍍孔洞之壁，以形成阻抗調適結構 106。電鍍層之總厚度在約 5 至 50 μm 之範圍。應注意的是於高頻，由於集膚效應(skin effect)，電流可集中於僅具有數微米(μm)厚之表面次層(圖中未顯示)。因此，對於轉變結構 108 於高頻應用中薄電鍍層也許已足夠。於次一個步驟，用電介質材料 132 填充包含形成阻抗調適結構 106 之電鍍層之孔洞。材料 132 可以與電介質材料 102 相同，或可包括具有適當電特性之替代材料。其後，藉由機械或根據雷射之技術或藉由蝕刻形成內孔 116，以於其中形成貫穿連接結構 104，該內孔 116 實質同軸對準阻抗調適結構 106。用來形成阻抗調適結構 106 之電鍍技術亦可用來形成電鍍層，該電鍍層位於形成貫穿連接結構 104 之內孔 116 之壁。因為由於集膚效應，於貫穿連接結構 104 內之電流集中於薄外次層(圖中未顯示)，故如果需要的話，貫穿連接結構 104 之內部(圖中未顯示)可用電介質材料填充，而不會實質增加作用於高頻訊號之電阻。

阻抗調適結構 106 與貫穿連接結構 104 之直徑 113、111 適於所希望之阻抗值，例如適於連接收發器和/或連接微帶線之輸入/輸出阻抗。所希望之阻抗值是在約 10 至 300 Ω 之範圍，而於特定的實施例中約 50 Ω 。實質同軸結構之特性阻抗視材料 132 之介電常數(ϵ_r)，和視貫穿連接結構 104 之外徑 111(d_2)與阻抗調適結構 106 之內徑 113(d_1)之比例($Z_0 \approx 60 / \epsilon_r^{1/2} \times \ln(d_1/d_2)$)而定。因此，轉變結構 108 之阻抗可藉由選擇材料 132 和/或藉由選擇直徑 111 與 113 之比例而調適至所希望之阻抗值。對於介電常數(ϵ_r)4(例如，FR4 材料)與 10 至 300 Ω 範圍內之特性阻抗，直徑 111 與 113 之比例是在約 1.5 至 22,000 之範圍。對於 50 Ω 阻抗值和於 2 至 10 範圍內之介電常數(ϵ_r)，直徑 111 與 113 之比例是在約 3.2 至 14 之範圍內。於特定的實施例中，介電常數(ϵ_r)約為 4 而特性阻抗約為 50 Ω ，以及所得直徑 111 與 113 之比例約為 8.8。於進一步之實施例中，可藉由已知之 3D 電磁場模擬技術，例如，藉由有限元素方法(finite element method)，而決定轉變結構 108 之幾何參數，以說明(account for)連接結構(例如，突塊結構(未圖示)或轉變(未圖示))至微帶線之額外效果。

第 2 圖示意地表示依照本發明之實施範例之高頻裝置 250 之剖面圖。包含接合墊 226 之高頻積體電路晶粒 220 藉由接合(bonds)222 而接合於高頻多層印刷電路板 200。多層印刷電路板 200 包括第一和第二含金屬層 203、205、電介質層 202、接合墊 224、導電連接線 214、和轉變結構

208。轉變結構 208 包括貫穿連接結構 204 和阻抗調適結構 206。

多層印刷電路板 200 和轉變結構 208 可關於第 1a 和 1b 圖所提出者而形成。接合墊 224、209 藉由已良好建立之多層印刷電路板 (PCB) 技術而形成於多層印刷電路板 200 之第一和第二含金屬層 203、205。轉變結構 208 之貫穿連接結構 204 與接合墊 209 接觸，而使得來自積體電路晶粒 220 之高頻訊號能夠傳導通過個別接合 222 和貫穿連接結構 204 而至配置於多層印刷電路板 200 之相對側之組件(圖中未顯示)。繪示於第 2 圖中之接合 222 顯示突塊接合，但是於另一個實施例中可以包含 TAB 接合或線接合。於進一步實施例中，多層印刷電路板 200 可用作為晶片載具，用於包含至少一個高頻積體電路之一個或多個晶粒。尤其是，對於覆晶接合之晶粒，該晶片載具可用來例如再分配密集的週邊接合墊配置為較廣展佈陣列接合墊配置，甚至當高頻端子包含在內時。因此，包含精製之精細間距佈局之小晶片載具可安裝於大 PCB(圖中未顯示)上以減緩大主機板(圖中未顯示)之佈局需求，以減少電子組件之整體製造成本。於主機板上可安裝僅需粗間距(coarse-pitch)佈局之額外的組件，例如，小鍵盤、被動裝置、天線等等。因此，於對應之應用中，低成本 FR4 PCB 可使用於主機板。於一個實施例中，使用轉變結構 208，甚至可製造 FR4 材料之高頻晶片載具，提供低成本之高頻晶片載具用於大規模生產。該晶片載具可藉由突塊接合製程或藉由可容易

拔開之插頭和插座連接而安裝於主機板上。

第 3a 圖表示包括依照本發明之轉變結構 308 之進一步實施例之多層印刷電路板 300 之平面圖，而第 3b 圖為其剖面圖。多層印刷電路板 300 包括層堆疊 310，該層堆疊 310 包含第一含金屬層 303 和第二含金屬層 305、二個配置於第一和第二含金屬層 303、305 之間之含金屬內層 307、以及三個分離該等含金屬層 303、305、307 之電介質層 302。轉變結構 308 包括貫穿連接結構 304 和阻抗調適結構 306。該阻抗調適結構 306 包括 8 個同軸通孔 344，及實質同軸對準貫穿連接結構 304 之含金屬區域 342、346。

多層印刷電路板 300 由已良好建立之多層 PCB 技術形成，其中，於第一步驟，圖案化二個含金屬內層 307 以形成含金屬區域 346。含金屬區域 346 之內徑 313 與貫穿連接結構 304 之外徑 311 之比例，可由提出關於相似於描述同軸實施例之第 1 圖之轉變結構 108，或藉由根據電磁場模擬之計算而決定。同軸通孔 344 配設於實質圓形線 318 上，該圓形線 318 實質同軸對準其後將形成之貫穿連接結構 304。圓形線 318 之直徑 317 亦關於轉變結構 308 之阻抗而決定。於一個實施例中，同軸通孔 344 可配設於實質圓形線上，而使得通孔 344 之最內部分與具有直徑 313 之圓相切(tangent)。二個含金屬區域 346 係藉由同軸通孔 344 而導電地連接。於完成包含二個含金屬內層 307 之層堆疊後，該第一和第二含金屬層 303、305 層疊於該內層堆疊之相對側，各分別由電介質層 302 之其中一個所分離。該第

一和 second 含金屬層係用已知之 PCB 圖案化製程而圖案化。於這些層 303、305 中，含金屬區域 342 設於對應至含金屬區域 346 以形成阻抗調適結構 306 之部分。含金屬區域 346、342 之外邊界(圖中未顯示)未實質影響到轉變結構 308 之阻抗，並可例如任意地界定只要形狀按照所使用 PCB 技術之設計規則即可。阻抗調適結構 306 之含金屬區域 346、342 和同軸通孔 344 共同提供阻抗調適功能，可與關於第 1a 和 1b 圖所描述之阻抗調適結構 106 相比較。

從第一含金屬層 303 延伸通過二個含金屬內層 307 與三個電介質層 302 至該 second 含金屬層 305 之貫穿連接結構 304 係用已知之多層 PCB 技術而形成。鐳墊 309 可形成於第一和 second 含金屬層 303、305，以允許貫穿連接結構 304 之可信賴連接。貫穿連接結構 304 可由譬如例如像是突塊接合 370 或線接合(未圖示)之晶粒接合而直接連接。於另一個實施例中，貫穿連接結構 304 可用具有定義之阻抗之導電線，譬如例如微帶線(圖中未顯示)，來連接。連接可進一步包括平衡-不平衡轉換器(balun transformers)(圖中未顯示)以符合對稱要求。

於所描述之實施例中，8 個同軸通孔 344 以約略等距方式配置於實質圓形線 318 上。於另一個實施例中，不同數目之同軸通孔 344(例如，6 個或 12 個同軸通孔 344)可配置於圓形線 318 上。於又一個實施例中，阻抗調適結構 306 可連接至接地電位。

第 4 圖表示多層高頻 PCB 400 之特定實施例之剖面

圖，該 PCB 400 包括如第 3a 圖和第 3b 圖中所示之結構 308 之高頻轉變結構 408，其中該佈局適於現時可達成的 FR4-PCB 設計規則。除了轉變結構 408 之外，多層高頻 PCB 400 包括第一含金屬外層 448 和第二含金屬外層 449 各由外電介質層 423 所分離、二個外通孔 464、二個微帶線 462 和接合墊 458。第 4 圖復描繪突塊接合 470、452 和主機板 456 和接合於 PCB 400 之晶粒 420 之部分。

轉變結構 408 之貫穿連接結構 404 之一側連接至晶粒 420 之高頻端子之結合墊 459，且其相對側連接至主機板 456 之接合墊 455。藉由外通孔 464 和微帶線 462 達成該連接。藉由已知之設計規則，將線之寬度和厚度以及其至鄰近接地層之距離列入考量，而設計微帶線 462。於進一步實施例中，連接主機板 456 之突塊接合 452 和/或連接晶粒 420 之突塊接合 470 可直接形成於配置在外通孔 464 上之接合墊 460 上，而可省略微帶線。藉由使用同軸線方式或藉由電磁場模擬，而施行關於第 3a 和 3b 圖之阻抗調適結構 306 所提出之阻抗調整。模擬可進一步考量外通孔 464 和/或突塊接合 450、452 之影響。

於多層 PCB 400 之一個實施例中，含金屬層 403、405、407、448 和 449 包括銅且第一和第二含金屬外層 448、449 之厚度 445 為約 40 μm ，第一和第二含金屬層 403、405 之厚度 447 為約 20 μm ，且含金屬內層 407 之厚度 449 為約 30 μm 。電介質層 402、403 包括具有介電常數約 4.4 之阻燃玻璃纖維環氧薄板 (FR4) 於頻率 1GHz。電介質層 402 之

厚度 441 約 $100\ \mu\text{m}$ ，而電介質層 423 之厚度 443 約 $63\ \mu\text{m}$ 。貫穿連接結構 404 之外徑 411 約 $240\ \mu\text{m}$ ，而鐳墊 409 之直徑 435 約 $500\ \mu\text{m}$ 。形成於該第一和第二合金層 403、405、407 之合金區域 442、446 之內徑 413 為大約 $1090\ \mu\text{m}$ 。界定 8 個同軸通孔 444 之位置之實質圓形線之直徑 419 為約 $1400\ \mu\text{m}$ 。同軸通孔 444 之鐳墊 468 之直徑 466 為約 $500\ \mu\text{m}$ ，而同軸通孔 444 之貫穿連接結構之直徑 465 為約 $200\ \mu\text{m}$ 。外通孔 464 之鐳墊 460 之直徑 461 為約 $250\ \mu\text{m}$ ，而外通孔 464 之貫穿連接結構之直徑 463 為約 $100\ \mu\text{m}$ 。貫穿連接結構 404 之軸與外通孔 464 之軸之間之距離 433 為約 $300\ \mu\text{m}$ ，而使得貫穿連接結構 404 之鐳墊 409 和外通孔 464 之鐳墊 460 部分重疊。突塊鐳墊 458 之直徑 453 為約 $600\ \mu\text{m}$ ，而相鄰突塊鐳墊 458 之中心間之距離 451 為約 $1270\ \mu\text{m}$ 。

包括外通孔 464 之轉變結構之測量插入損失(沒有由微帶線所引起之衰減)於 $2.4\ \text{GHz}$ 訊號頻率為約 $-0.29\ \text{dB}$ 。計算之散射參數(或 S 參數)確定測量之結果。根據材料參數之 $\kappa_{\text{Cu}}=5.8\ \text{S/m}$ 為銅之導電率及 $\tan \delta=0.04$ 為 FR4 之損失角度，來執行計算。所得到之輸入反射(reflectance)因數 S_{11} 為：於 $0.1\ \text{GHz}$ 為 $0.003/-94^\circ$ ，於 $2.4\ \text{GHz}$ 為 $0.050/-170^\circ$ 和於 $6.0\ \text{GHz}$ 為 $0.092/64^\circ$ ，以及對應之反射阻尼(reflectance damping)分別為約 $-0.52\ \text{db}$ 、 $-26\ \text{db}$ 和 $-21\ \text{db}$ 。傳輸損失 S_{12} 之結果為：於 $0.1\ \text{GHz}$ 為 $-0.01\ \text{db}$ ，於 $2.4\ \text{GHz}$ 為 $-0.17\ \text{db}$ 和於 $6.0\ \text{GHz}$ 為 $-0.54\ \text{db}$ ，以及輸出反射因素 S_{22}

之結果為：於 0.1 GHz 為 $0.003/-93^\circ$ ，於 2.4 GHz 為 $0.047/-155^\circ$ 和於 6.0 GHz 為 $0.095/83^\circ$ 。所獲得的結果證明了藉由僅使用現時可取得的標準結構來形成於 FR4 PCB 之多層轉變結構可提供適當的阻抗調適以發送訊號於 GHz 頻率範圍。

對於某些應用，可簡化阻抗調適結構以增加 PCB 製程之成本效益，而同時仍提供充分的阻抗調適性。關於第 5a、5b、6a、6c、7a 和 7b 圖，用於高頻多層 PCB 之阻抗調適結構之對應實施例說明於下。設計簡化之阻抗調適結構以減少多層堆疊所需層之數目，和/或減少所需 PCB 面積。可使用本發明不同實施例之特徵的結合，以獲得進一步之阻抗調適結構。

第 5a 圖表示包含轉變結構 508 之高頻印刷電路板 500 之另一實施例之平面圖，而第 5b 圖為其剖面圖。高頻電路板 500 包括含有第一含金屬層 503 和第二含金屬層 505 之多層堆疊 510。該轉變結構 508 包括含有鍍墊 509 之貫穿連接結構和阻抗調適結構 506。

高頻印刷電路板 500 僅包括標準組件，而因此可以用已良好建立之習知 PCB 技術製造。

阻抗調適結構 506 之內徑 513 可調適以減少貫穿連接結構 504 和連接結構之阻抗不匹配。可藉由以對應測試結構進行之反射率測量值 (reflectance measurements) 或藉由計算而決定適當的直徑。如上所述，計算可根據將直徑 513 和 511 之比例列入考慮之同軸線近似，或根據已良好建立

之電磁場模擬。模擬亦可將連接結構之影響列入考慮。於一個實施例中，直徑 513 和 511 之比例是在約 2 至 10 之範圍。

第 6a 圖表示相似於第 5a 和 5b 圖中所示實施例之高頻印刷電路板 600 之進一步實施例之平面圖，而第 6b 圖為其剖面圖。相反於第 5a 和 5b 圖中之實施例，第 6a 和 6b 圖中之實施例包括至少一個額外的含金屬內層 607 配置於該第一和第二含金屬層 603、605 之間，及至少二個由該至少一個含金屬內層 607 所分離之電介質層 602。貫穿連接結構 604 從該第一含金屬層 603 延伸通過該至少二個電介質層 602 和該至少一個含金屬內層 607 而至第二含金屬層 605。相反於第 5a 和 5b 圖中之實施例，轉變結構 608 之阻抗調適結構 606 形成於含金屬內層 607。可藉由調整阻抗調適結構 606 之直徑 617 與貫穿連接結構 604 之直徑 611 之比例，而調適轉變結構 608 之阻抗至所希望之值。於一個實施例中，直徑 617 與 611 之比例是在約 2 至 10 之範圍。

第 7a 圖表示相似於第 6a 和 6b 圖之高頻印刷電路板 700 之進一步實施例之平面圖，而第 7b 圖為其剖面圖。相反於第 6a 和 6b 圖中之實施例，第 7a 和 7b 圖中之實施例包括至少二個含金屬內層 707、及至少三個由該至少二個含金屬內層 707 所分離之電介質層 702。貫穿連接結構 704 從該第一含金屬層 703 延伸通過該至少三個電介質層 702 和該至少二個含金屬內層 707 而至該第二含金屬層 705。相反於第 6a 和 6b 圖中之實施例，阻抗調適結構 706 藉由

配置於位在如上所述之至少二個含金屬內層 707 之間之圓形線 718 上之同軸通孔 744 所形成，相關於第 3a 和 3b 圖。藉由調整圓形線 718 之直徑 719 與貫穿連接結構 704 之直徑 711 之比例，而調適轉變結構 708 之阻抗至所希望之值。於一個實施例中，直徑 719 與 711 之比例是在約 3 至 20 之範圍。

因此，本發明提供用於高頻應用之多層印刷電路板。該多層印刷電路板包括允許調適其阻抗至希望值(例如，至收發器裝置之輸出/輸入阻抗)之轉變結構，而使得從收發器來之高頻訊號或送至收發器之高頻訊號可引至多層印刷電路板之相對側，例如，將訊號提供於印製在多層印刷電路板上之天線。再者，提出之轉變結構可用來製造高頻晶片載體，例如，用於覆晶應用，允許晶粒之精細間距接合墊配置再分配成粗間距接合墊配置，甚至當高頻晶粒端子包含在內時。所達成之阻抗可調適性充分達成所需之傳輸性能，甚至當 FR4 材料用作為基板材料時，而使得可提供低成本之多層印刷電路板和晶片載體。

以上揭示之特定實施例僅為例示性之說明，然對於熟悉此項技術者於了解本說明書之內容後可很顯然地了解本發明可用不同但均等之方式作修改或實作。舉例來說，前述之處理步驟可以不同之順序來執行。再者，除了後述之申請專利範圍所描述者外，其餘於此顯示之詳細構造或設計並非要用來限制本發明。因此很明顯的，以上所揭露之特定實施例可作修飾與改變，而所有之此等改變皆考慮在

本發明之精神與範圍內。由是，本發明之權利保護範圍，應如後述之申請專利範圍。

[圖式簡單說明]

藉由參照下列之說明並結合所附圖式而可了解本發明，其中相同之元件符號識別相同之元件，以及其中，

第 1a 圖為依照本發明之轉變結構之平面圖，及第 1b 圖為於第 1a 圖中所示剖線之剖面圖；

第 2 圖顯示依照本發明之高頻裝置之剖面圖；

第 3a 圖表示轉變結構之平面圖，及第 3b 圖為轉變結構之剖面圖，該轉變結構適於現時可達成的多層印刷電路板設計規則；

第 4 圖表示多層印刷電路板(PCB)之剖面圖，該多層印刷電路板包括第 3a 圖和第 3b 圖之高頻轉變結構，並適於現時可達成的 FR4-PCB 設計規則；

第 5a 圖顯示依照本發明之實施例之具有另一高頻轉變結構之多層印刷電路板之平面圖，及第 5b 圖為其剖面圖；

第 6a 圖表示依照本發明之另一實施例之具有高頻轉變結構之多層印刷電路板之平面圖，及第 6b 圖為其剖面圖；以及

第 7a 圖表示依照本發明之又另一實施例之具有高頻轉變結構之多層印刷電路板之平面圖，及第 7b 圖為其剖面圖。

[主要元件符號說明]

- 100 高頻多層印刷電路板
- 102、202、302、402、602、702 電介質層
- 103、203、503、603、703 第一含金屬層
- 105、205、505、605、705 第二含金屬層
- 104、204、304、504、604、704 貫穿連接結構
- 106、206、306、506、606、706 阻抗調適結構
- 108、208、308 轉變結構
- 109、309、409、460、468、509 銲墊
- 110、310 層堆疊
- 111、113、313、419、453、465、466、461、463、511、513、611、617、711、719 直徑
- 112 孔洞 116 內孔
- 132 材料 200、300 多層印刷電路板
- 209、224、226、455、458、459 接合墊
- 214 導電連接線 220 積體電路晶粒
- 222 接合 250 高頻裝置
- 303、305、307、403、405、407、448、449 含金屬層
- 311、411 外徑 318 圓形線
- 342、346、442、446 含金屬區域
- 344、444、744 同軸通孔 370、452、470 突塊接合
- 400 多層高頻 PCB 404 貫穿連接結構
- 408、508、608、708 轉變結構
- 413 內徑 420 晶粒
- 423 外電介質層 441、443、445、447 厚度

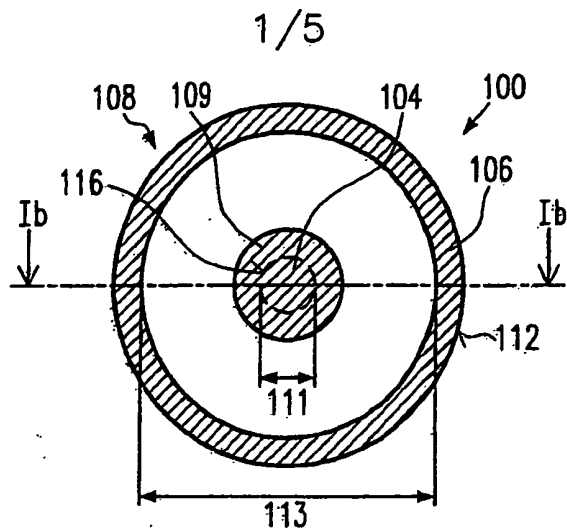
451	距離	456	主機板
462	微帶線	464	外通孔
500、600、700	高頻印刷電路板		
510	多層堆疊	607、707	含金屬內層
718	圓形線		

五、中文發明摘要：

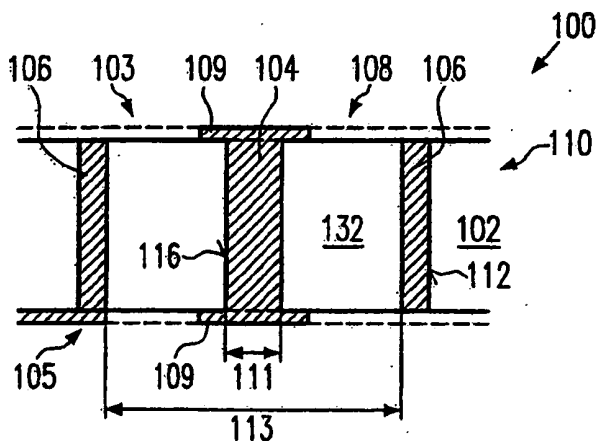
本發明提供一種包括貫穿連接結構(through connection)之高頻多層印刷電路板，該貫穿連接結構具有圍繞著該貫穿連接結構且能夠調整該貫穿連接結構之特性阻抗至所希望之值之阻抗調整結構。因此，可使高頻訊號經過印刷電路板而減少訊號變形。該高頻多層印刷電路板可應用於達 GHz 範圍之高頻訊號。

六、英文發明摘要：

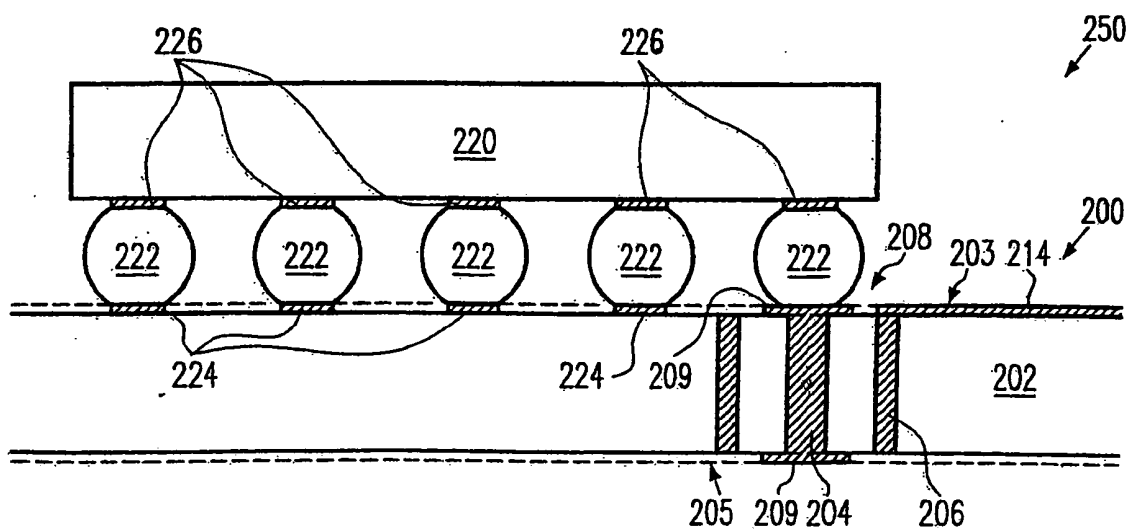
A high frequency multi-layer printed circuit board, according to the present invention, comprises a through connection having an impedance adapting structure surrounding the through connection and enabling an adjustment of the characteristic impedance of the through connection to a desired value. Thus, high frequency signals may be led through the printed circuit board with reduced signal deformation. The high frequency multi-layer printed circuit board is applicable for high frequency signals up to the GHz-range.



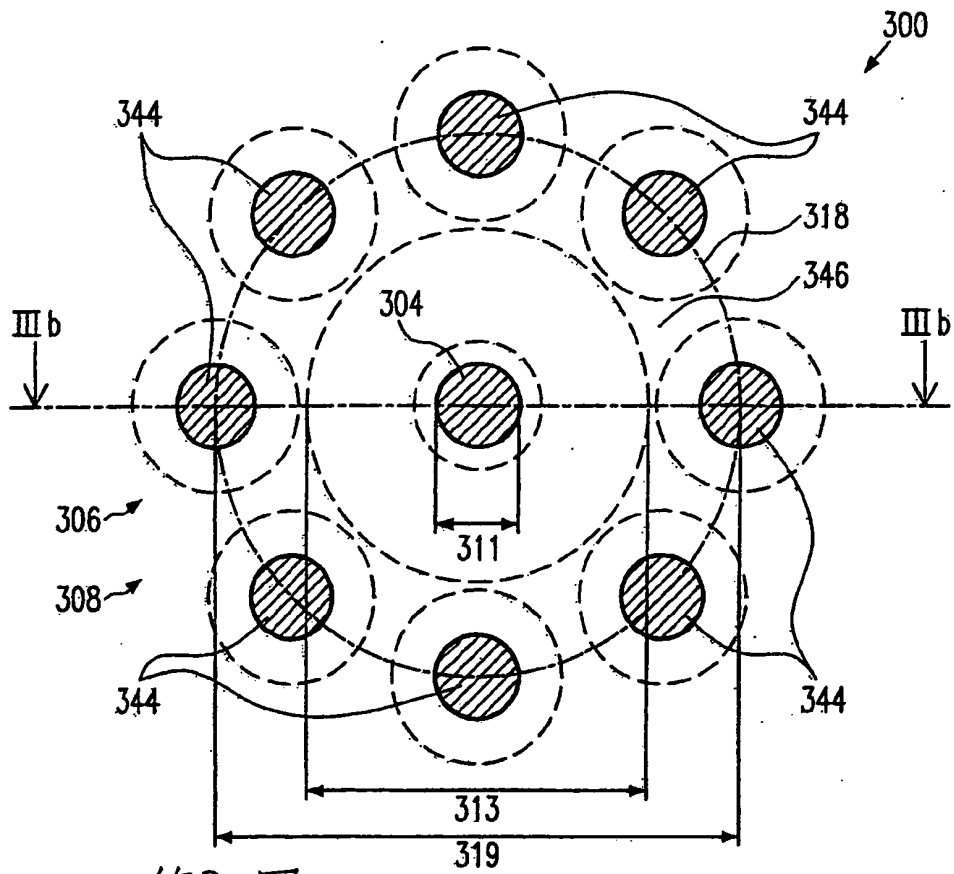
第1a圖



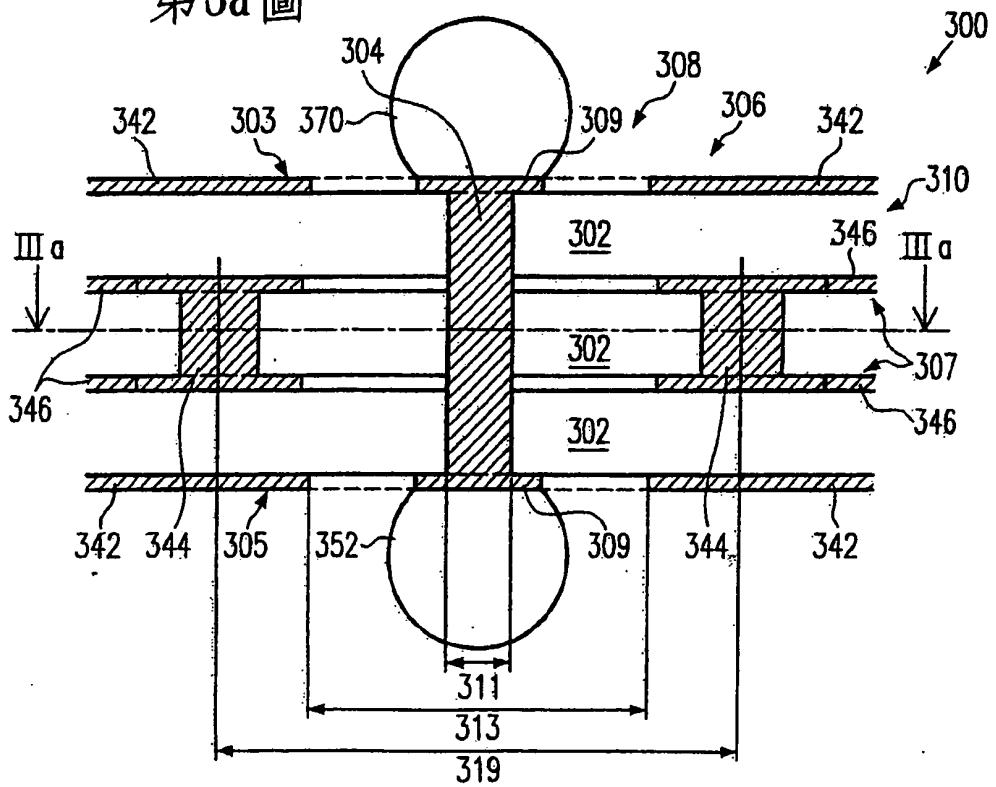
第1b圖



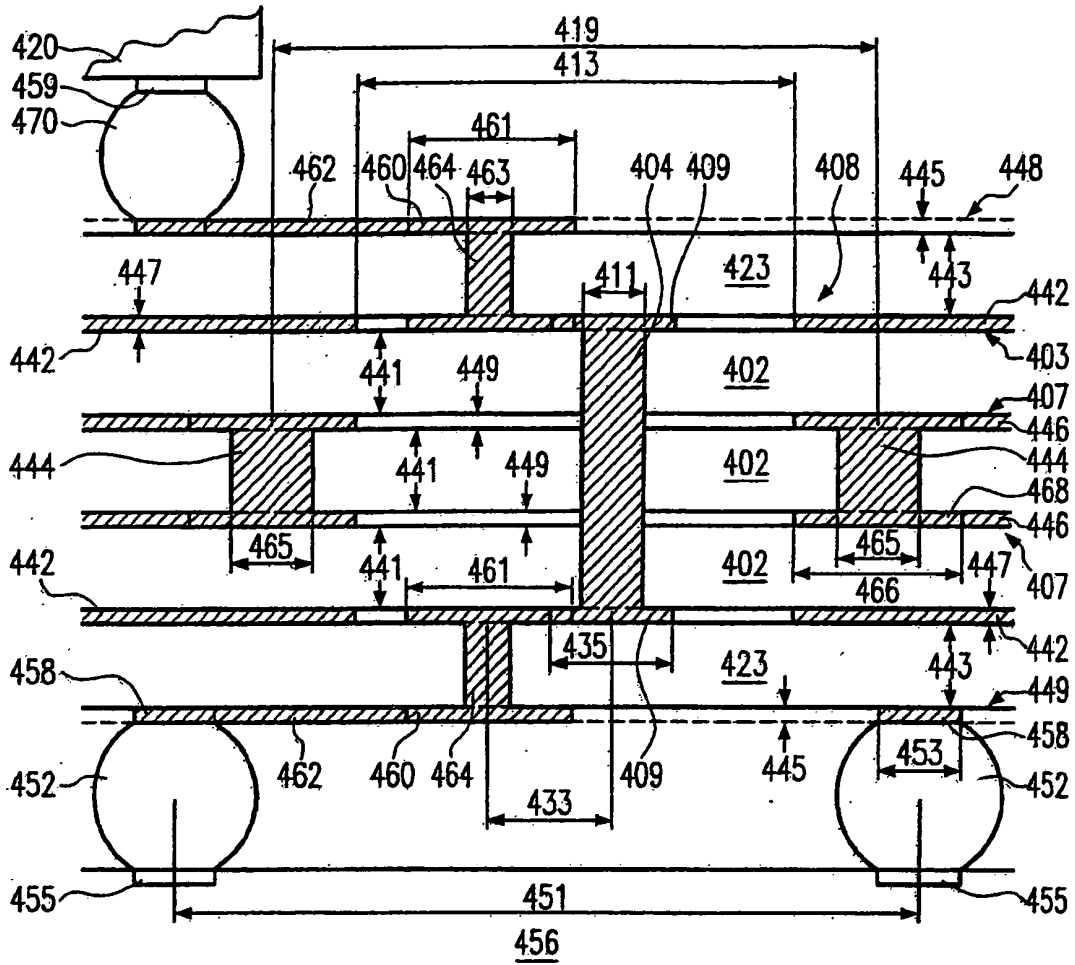
第2圖



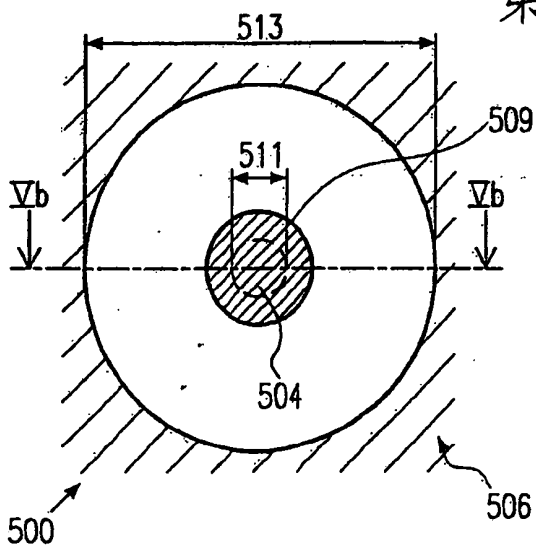
第3a圖



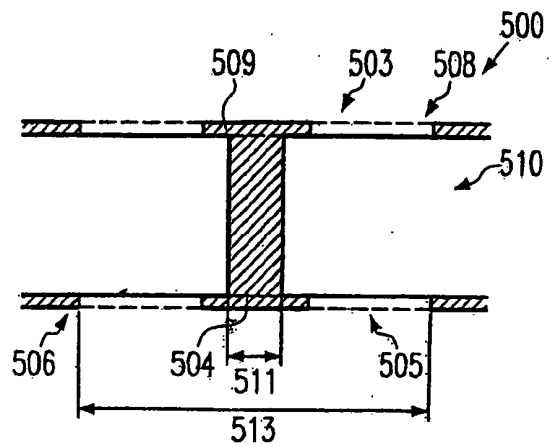
第3b圖



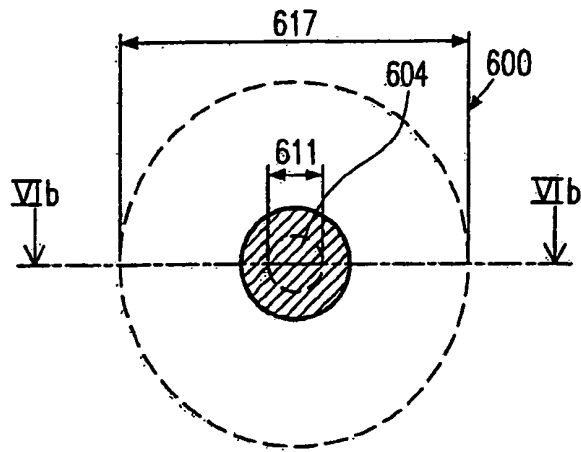
第4圖



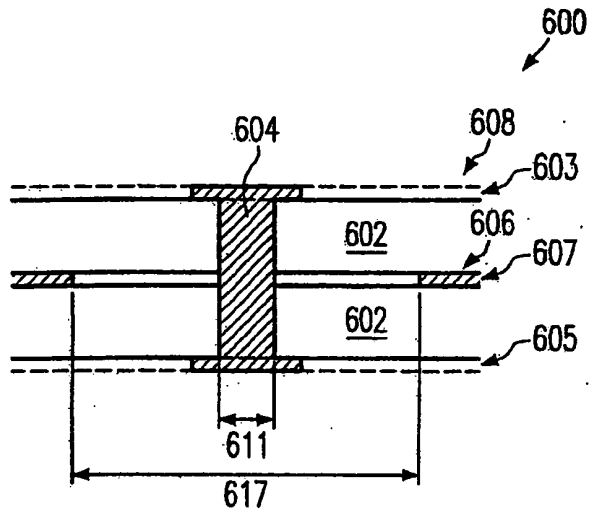
第5a圖



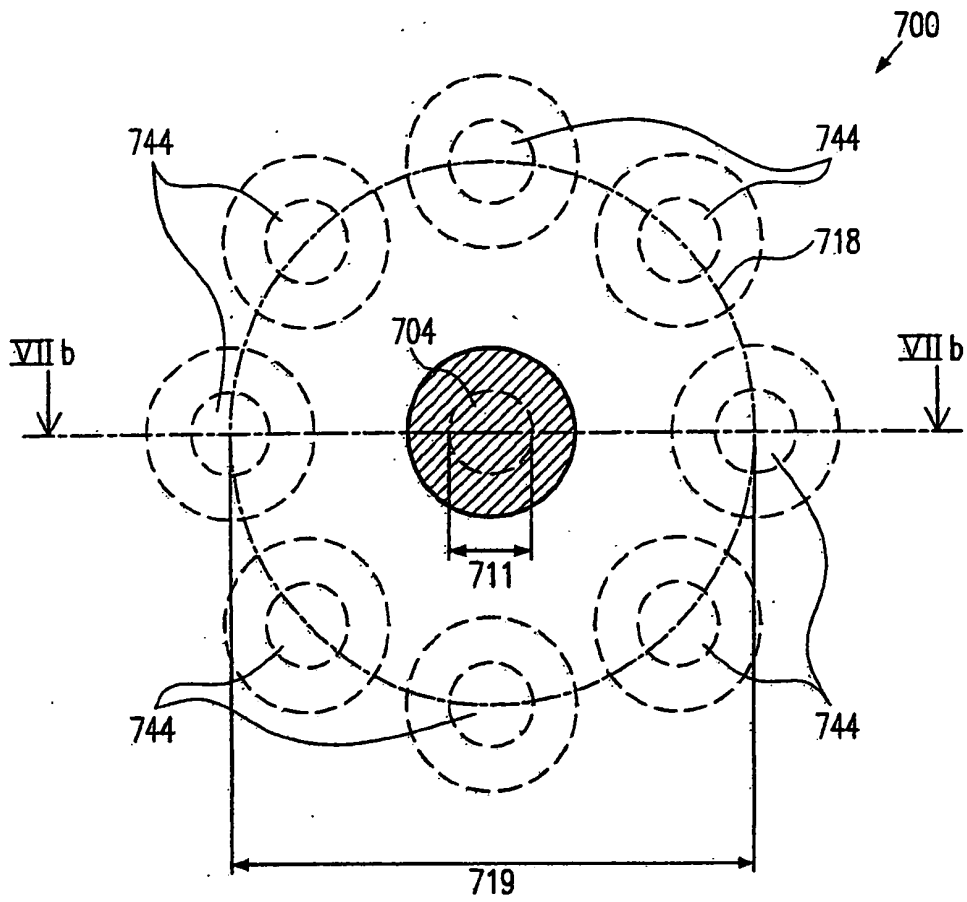
第5b圖



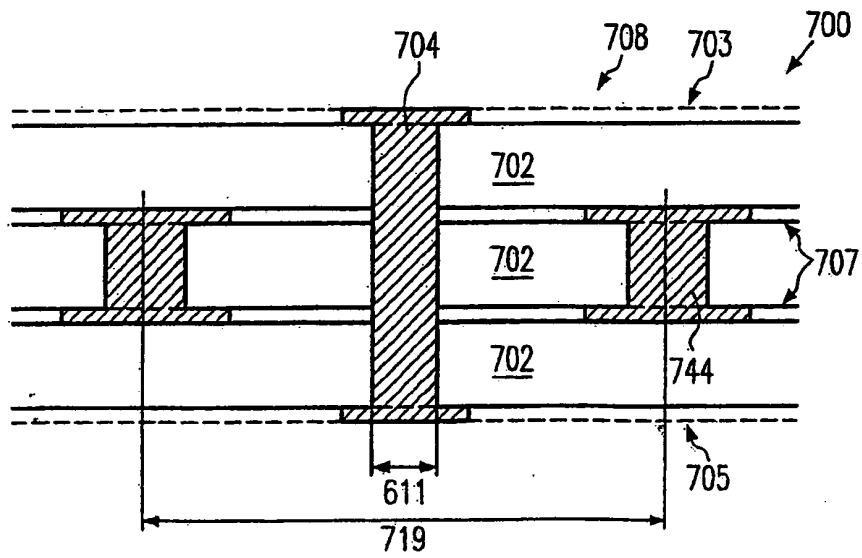
第6a圖



第6b圖



第7a圖



第7b圖

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(2)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

200	多層印刷電路板	202	電介質層
203	第一含金屬層	204	貫穿連接結構
205	第二含金屬層	206	阻抗調適結構
208	轉變結構	209、224、226	接合墊
214	導電連接線	220	積體電路晶粒
222	接合	250	高頻裝置

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

本案無代表化學式

十、申請專利範圍：

1. 一種高頻多層印刷電路板，包括：

層堆疊，該層堆疊包含第一含金屬層、第二含金屬層、第一含金屬外層、第二含金屬外層、以及複數個介電質層，其中，該複數個介電質層包含至少一個分離該第一和第二含金屬層之第一電介質層、至少一個分離該第一含金屬層和該第一含金屬外層的第二電介質層、以及至少一個分離該第二含金屬層和該第二含金屬外層的第三電介質層；以及

轉變結構，包括：

貫穿連接結構，該貫穿連接結構從該第一含金屬層延伸通過該第一電介質層至該第二含金屬層；

阻抗調適結構，該阻抗調適結構圍繞至少部分之該貫穿連接結構，並提供該轉變結構之特性阻抗，該特性阻抗調適至所希望之阻抗值；以及

外通孔，連接該貫穿連接結構至位於該第一和第二含金屬外層之結構。

2. 如申請專利範圍第 1 項之高頻多層印刷電路板，其中該阻抗調適結構實質同軸對準該貫穿連接結構，並藉由該阻抗調適結構之調整的內徑而提供該轉變結構之該特性阻抗之該所希望之阻抗值。

3. 如申請專利範圍第 1 項之高頻多層印刷電路板，其中該阻抗調適結構藉由以含金屬區域所圍繞之實質同心的無金屬區域而形成於該第一和第二含金屬層，該無金屬

區域實質同軸對準該貫穿連接結構並具有適於該所希望阻抗值之直徑。

4. 如申請專利範圍第 3 項之高頻多層印刷電路板，復包括：

至少一個含金屬內層，配置在該第一和第二含金屬層之間；

其中該第一電介質層包括由該含金屬內層所分離之至少二個電介質層；

該貫穿連接結構從該第一含金屬層延伸通過該至少二個電介質層和該至少一個含金屬內層而至該第二含金屬層；以及

其中該阻抗調適結構藉由以含金屬區域所圍繞之實質同心的無金屬區域而形成於該含金屬內層，該無金屬區域實質同軸對準該貫穿連接結構並具有適於該所希望阻抗值之直徑。

5. 如申請專利範圍第 3 項之高頻多層印刷電路板，復包括：

至少二個設置於該第一和第二含金屬層之間之含金屬內層；

其中該第一電介質層包括分別由該至少二個含金屬內層之其中至少一個所分離之至少三個電介質層；

該貫穿連接結構從該第一含金屬層延伸通過該至少二個含金屬內層和該至少三個電介質層至該第二含金屬層；以及

其中該阻抗調適結構藉由配置在實質同心的實質圓形線上之複數個同軸通孔而形成於該至少二個含金

- 屬內層之其中至少二個之間，該實質圓形線為實質同軸對準該貫穿連接結構。
6. 如申請專利範圍第 1 項之高頻多層印刷電路板，其中該至少一個電介質層包括 FR4。
 7. 如申請專利範圍第 3 項之高頻多層印刷電路板，其中圍繞該實質同心的無金屬區域之該含金屬區域係電連接至接地電位。
 8. 如申請專利範圍第 3 項之高頻多層印刷電路板，其中該貫穿連接結構係電連接至至少一個微帶線。
 9. 如申請專利範圍第 3 項之高頻多層印刷電路板，其中該貫穿連接結構係由突塊結構而電連接。
 10. 如申請專利範圍第 5 項之高頻多層印刷電路板，其中該同軸通孔係等距配置於該實質圓形線上。
 11. 如申請專利範圍第 5 項之高頻多層印刷電路板，其中該同軸通孔包括 8 個同軸通孔。
 12. 如申請專利範圍第 1 項之高頻多層印刷電路板，其中該所希望之阻抗值為約 $50\ \Omega$ 。
 13. 一種高頻多層印刷電路板，包括：
 - 層堆疊，該層堆疊包含第一含金屬層、第二含金屬層和至少一個分離該第一和第二含金屬層之電介質層；以及
 - 轉變結構，包括：
 - 貫穿連接結構，該貫穿連接結構從該第一含金屬層延伸通過該至少一個電介質層至該第二含金屬層；

阻抗調適結構，形成於該第一和第二含金屬層，其中該第一和第二含金屬層包括由含金屬區域所圍繞之實質同心之無金屬區域，該無金屬區域實質同軸對準該貫穿連接結構並具有適於該轉變結構之特性阻抗之所希望值之直徑；以及

至少二個設置於該第一和第二含金屬層之間之含金屬內層；

其中該至少一個電介質層包括分別由該至少二個含金屬內層之其中一個所分離之至少三個電介質層；

該貫穿連接結構從該第一含金屬層延伸通過該至少二個含金屬內層和該至少三個電介質層至該第二含金屬層；以及

該至少二個含金屬內層之其中至少二個係由配置在實質同心圓形線上之複數個同軸通孔而導電連接，該實質同心圓形線同軸對準該貫穿連接結構。

14. 一種高頻多層印刷電路板，包括：

層堆疊，該層堆疊包含第一含金屬層、第二含金屬層和至少一個分離該第一和第二含金屬層之電介質層；以及

轉變結構，包括：

貫穿連接結構，該貫穿連接結構從該第一含金屬層延伸通過該至少一個電介質層至該第二含金屬層；

阻抗調適結構，形成於該第一和第二含金屬層，其中該第一和第二含金屬層包括由含金屬區域所圍繞之

實質同心之無金屬區域，該無金屬區域實質同軸對準該貫穿連接結構並具有適於該轉變結構之特性阻抗之所希望值之直徑；

至少一個含金屬內層，配置在該第一和第二含金屬層之間；

其中該至少一個電介質層包括由該含金屬內層所分離之至少二個電介質層；

該貫穿連接結構從該第一含金屬層延伸通過該至少二個電介質層和該至少一個含金屬內層而至該第二含金屬層；以及

該含金屬內層包括由含金屬區域所圍繞之實質同心之無金屬區域，該無金屬區域實質同軸對準該貫穿連接結構並具有適於該轉變結構之該特性阻抗之該所希望值之直徑。

15. 如申請專利範圍第 14 項之高頻多層印刷電路板，復包括：

至少二個設置於該第一和第二含金屬層之間之含金屬內層；

其中該至少一個電介質層包括分別由該至少二個含金屬內層之其中一個所分離之至少三個電介質層；

該貫穿連接結構從該第一含金屬層延伸通過該至少二個含金屬內層和該至少三個電介質層至該第二含金屬層；以及

該至少二個含金屬內層之其中至少二個係由配置

- 在實質同心圓形線上之複數個同軸通孔而導電連接，該實質同心圓形線同軸對準該貫穿連接結構。
16. 如申請專利範圍第 13 項或第 14 項之高頻多層印刷電路板，其中該至少一個電介質層包括 FR4。
 17. 如申請專利範圍第 13 項或第 14 項之高頻多層印刷電路板，其中圍繞該實質同心無金屬區域之該含金屬區域係電連接至接地電位。
 18. 如申請專利範圍第 13 項或第 14 項之高頻多層印刷電路板，其中該貫穿連接結構係電連接至至少一個微帶線。
 19. 如申請專利範圍第 13 項或第 14 項之高頻多層印刷電路板，其中該貫穿連接結構係由突塊結構而電連接。
 20. 如申請專利範圍第 13 項或第 14 項之高頻多層印刷電路板，復包括第一含金屬外層和第二含金屬外層，其中各該第一和第二含金屬外層藉由該至少一個電介質層之其中一個而分離。
 21. 如申請專利範圍第 13 項或第 14 項之高頻多層印刷電路板，復包括外通孔，連接該貫穿連接結構至位於該第一和第二外層之結構。
 22. 如申請專利範圍第 15 項之高頻多層印刷電路板，其中該同軸通孔係等距配置於該實質同心圓形線上。
 23. 如申請專利範圍第 15 項之高頻多層印刷電路板，其中該同軸通孔包括 8 個同軸通孔。
 24. 如申請專利範圍第 13 項或第 14 項之高頻多層印刷電路板，其中該所希望之阻抗值為約 50Ω 。

25. 一種高頻多層印刷電路板，包括：

層堆疊，該層堆疊包含第一含金屬層和第二含金屬層、至少一個設置在該第一和第二含金屬層之間之含金屬內層、以及至少二個分離該等含金屬層之電介質層；以及

轉變結構，包括：

貫穿連接結構，從該第一含金屬層延伸通過該至少一個含金屬內層和該至少二個電介質層至該第二含金屬層；以及

阻抗調適結構，形成於該含金屬內層，其中該含金屬內層包括由含金屬區域所圍繞之實質同心之無金屬區域，該無金屬區域實質同軸對準該貫穿連接結構並具有適於該轉變結構之特性阻抗之所希望值之直徑，

其中，該至少一個含金屬內層包括至少二個含金屬內層，且該至少二個電介質層包括至少三個電介質層；以及

該至少二個含金屬內層之其中至少二個係由配置在實質同心圓形線上之複數個同軸通孔而導電連接，該實質同心圓形線同軸對準該貫穿連接結構。

26. 一種高頻多層印刷電路板，包括：

層堆疊，該層堆疊包含第一含金屬層和第二含金屬層、至少一個設置在該第一和第二含金屬層之間之含金屬內層、以及至少二個分離該等含金屬層之電介質層；以及

轉變結構，包括：

貫穿連接結構，從該第一含金屬層延伸通過該至少一個含金屬內層和該至少二個電介質層至該第二含金屬層；以及

阻抗調適結構，形成於該含金屬內層，其中該含金屬內層包括由含金屬區域所圍繞之實質同心之無金屬區域，該無金屬區域實質同軸對準該貫穿連接結構並具有適於該轉變結構之特性阻抗之所希望值之直徑，

其中該第一和第二含金屬層包括由含金屬區域所圍繞之實質同心之無金屬區域，該無金屬區域係實質同軸對準該貫穿連接結構並具有適於該轉變結構之該特性阻抗之該所希望值之直徑。

27. 如申請專利範圍第 26 項之高頻多層印刷電路板，其中：

該至少一個含金屬內層包括至少二個含金屬內層，且該至少二個電介質層包括至少三個電介質層；以及

該至少二個含金屬內層之其中至少二個係由配置在實質同心圓形線上之複數個同軸通孔而導電連接，該實質同心圓形線同軸對準該貫穿連接結構。

28. 如申請專利範圍第 25 項或第 26 項之高頻多層印刷電路板，其中該至少二個電介質層包括 FR4。

29. 如申請專利範圍第 25 項或第 26 項之高頻多層印刷電路板，其中圍繞該實質同心無金屬區域之該含金屬區域係電連接至接地電位。

30. 如申請專利範圍第 25 項或第 26 項之高頻多層印刷電路板，其中該貫穿連接結構係電連接至至少一個微帶線。
31. 如申請專利範圍第 25 項或第 26 項之高頻多層印刷電路板，其中該貫穿連接結構係由突塊結構而電連接。
32. 如申請專利範圍第 25 項或第 26 項之高頻多層印刷電路板，復包括第一含金屬外層和第二含金屬外層，其中各該第一和第二含金屬外層藉由該至少一個電介質層之其中一個而分離。
33. 如申請專利範圍第 32 項之高頻多層印刷電路板，復包括外通孔，連接該貫穿連接結構至位於該第一和第二含金屬外層之結構。
34. 如申請專利範圍第 27 項之高頻多層印刷電路板，其中該同軸通孔係等距配置於該實質同心圓形線上。
35. 如申請專利範圍第 27 項之高頻多層印刷電路板，其中該同軸通孔包括 8 個同軸通孔。
36. 如申請專利範圍第 25 項或第 26 項之高頻多層印刷電路板，其中該所希望之阻抗值為約 50Ω 。
37. 一種高頻多層印刷電路板，包括：
 - 層堆疊，該層堆疊包含第一含金屬層和第二含金屬層、至少二個設置在該第一和第二含金屬層之間之含金屬內層、以及至少三個分離該等含金屬層之電介質層；以及
 - 轉變結構，包括：
 - 貫穿連接結構，該貫穿連接結構從該第一含金屬層

延伸通過該至少二個含金屬內層和該至少三個電介質層至該第二含金屬層；以及

阻抗調適結構，藉由配置在實質同心圓形線之複數個同軸通孔而導電連接該至少二個含金屬內層之其中至少二個，該實質同心圓形線實質同軸對準該貫穿連接結構。

38. 如申請專利範圍第 37 項之高頻多層印刷電路板，其中該至少三個電介質層包括 FR4。
39. 如申請專利範圍第 37 項之高頻多層印刷電路板，其中該貫穿連接結構係電連接至微帶線。
40. 如申請專利範圍第 37 項之高頻多層印刷電路板，其中該貫穿連接結構係由突塊結構而電連接。
41. 如申請專利範圍第 37 項之高頻多層印刷電路板，復包括第一含金屬外層和第二含金屬外層，其中各該第一和第二含金屬外層藉由該至少一個電介質層之其中一個而分離。
42. 如申請專利範圍第 41 項之高頻多層印刷電路板，復包括外通孔，連接該貫穿連接結構至位於該第一和第二外層之結構。
43. 如申請專利範圍第 37 項之高頻多層印刷電路板，其中該同軸通孔係等距配置於該實質同心圓形線上。
44. 如申請專利範圍第 37 項之高頻多層印刷電路板，其中該同軸通孔包括 8 個同軸通孔。
45. 如申請專利範圍第 37 項之高頻多層印刷電路板，其中

該所希望之阻抗值為約 50Ω 。

46. 一種製造高頻多層印刷電路板之方法，該方法包括下列步驟：

選擇所希望之阻抗值；

形成層堆疊，該層堆疊包括至少第一含金屬層和第二含金屬層，和至少一個分離該第一和第二含金屬層之電介質層；

形成從該第一含金屬層延伸通過該至少一個電介質層至該第二含金屬層之貫穿連接結構；以及

形成圍繞至少部分之該貫穿連接結構之阻抗調適結構，並藉之調適轉變結構之特性阻抗至所希望之阻抗值，其中該轉變結構包括該貫穿連接結構和該阻抗調適結構。

47. 如申請專利範圍第 46 項之方法，其中該轉變結構之該特性阻抗之該調適係由調整該阻抗調適結構之直徑而施行。

48. 如申請專利範圍第 46 項之方法，復包括提供具有約 1GHz 或更高頻率之訊號。