

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：96150719

※申請日期：96.12.28

※IPC 分類：H01P 11/00 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

H01P 3/06 (2006.01)

H05K 3/42 (2006.01)

三維微結構及其形成方法

THREE-DIMENSIONAL MICROSTRUCTURES AND METHODS OF FORMATION THEREOF

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

羅門哈斯電子材料有限公司

ROHM AND HAAS ELECTRONIC MATERIALS LLC

代表人：(中文/英文)(簽章) 弗里基 達瑞爾 P/FRICKEY, DARRYL P.

住居所或營業所地址：(中文/英文)

美國·麻州 01752·馬爾柏洛·森林街 455 號

455 Forest Street, Marlborough, MA 01752, U.S.A.

國籍：(中文/英文) 美國/U.S.A.

三、發明人：(共 3 人)

姓名：(中文/英文)

1. 尼古斯 克斯多佛 A / NICHOLS, CHRISTOPHER A.

2. 周熙房(音譯) / ZHOU, SHIFANG

3. 互克 威廉 D / HOUCK, WILLIAM D.

國籍：(中文/英文) 1. 至 3. 美國/U.S.A.

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. 美國 2006 年 12 月 30 日 60/878,270 （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：

[與政府的關係]

本發明依由 DARPA 所授予的協定第 W911QX-04-C-0097 受到政府贊助而完成。政府具有本發明一定程度的權利。

本發明依 35U.S.C.§119(e)主張於 2006 年 12 月 30 日申請，案號為 60/878,270 的美國臨時申請案的優先權，且將這篇的全部內容整合於本文以作為參考。

【發明所屬之技術領域】

本發明一般係有關微製程技術以及三維微結構之形成。本發明特別適用於傳輸電磁能之微結構，諸如，同軸傳輸元件微結構，以及經由連續建造製程(sequential build process)而形成此微結構之方法。

【先前技術】

過去曾描述經由連續建造製程形成三維微結構，例如，於 Sherrer 等人之美國專利第 7,012,489 號中。請參閱第 1 圖，美國專利第 7,012,489 號揭露經由連續建造製程形成之同軸傳輸線微結構 2。該微結構係形成於基板 4 上，並且包括外部導體 6、中心導體 8 以及一個或多個支撐該中心導體之介電質支撐件 10。該外部導體包括形成下部壁之導電基層 12、形成側壁之導電層 14、16 與 18 以及形成上壁之導電層 20。該內部導體與外部導體之間的體積 22 為空氣或空的，其係經由從之前填充此體積之結構移除犧牲材料(sacrificial material)而形成。

當製造不同材料之微結構時(例如，懸掛之微結構，諸如，美國專利第 7,012,489 號之微結構中之中心導體)，會發生由於結構元件之間不足的附著力所造成的問題，特別是當元件係由不同的材料所形成時。舉例而言，適用於形成該介電質支撐件之材料類可對該外部導體與中心導體之金屬材料類呈現較差的黏著力。儘管該介電質支撐件係埋植在該外部導體側壁中之一端，這較差的黏著力結果造成該介電質支撐件能從該外部導體及/或中心導體兩者或其一分離。當該裝置於製造中以及在該裝置於製造後之正常操作期間遭受振動或其他力量，該分離會特別造成問題。舉例而言，若用於高速載具(諸如，飛機)，則該裝置可能遭受極強的力量。此分離結果造成該同軸結構之傳輸效能可能變低且該裝置可能變成不能運作。

因此，需要有會解決與本領域現今狀況相關的問題之改良三維微結構及其形成方法。

【發明內容】

根據本發明的第一態樣，提供經由連續建造製程形成之三維微結構。該微結構包括第一電鍍晶種層(electroplating seed layer)。微結構元件係設置於該第一晶種層上，該微結構元件具有第一表面、與該第一表面相對之第二表面以及延伸通過該第一表面至於該第一晶種層上之該第二表面之孔洞。第二電鍍晶種層係設置於該第一微結構元件上且於孔洞中。經電鍍之金屬係設置於該第一與第二晶種層上之該孔洞中。於本發明的一個實施例中，該

微結構可包括同軸傳輸線，該同軸傳輸線具有中心導體、外部導體以及用以支撐該中心導體之介電質支撐件，該介電質支撐件係該微結構元件。

根據本發明的第二態樣，提供經由連續建造製程形成三維微結構之方法。該方法涉及形成第一電鍍晶種層於基板上。微結構係形成於該第一晶種層上，其中，該微結構元件具有第一表面、與該第一表面相對之第二表面以及延伸通過從該第一表面至該第一晶種層上之該第二表面之孔洞。第二電鍍種層係設置於該第一微結構元件上且於孔洞之內。經電鍍之金屬係設置於該第一與第二晶種層上之孔洞中。

本發明的其他特徵及優點在檢閱過下文說明書、申請專利範圍以及附圖後對所屬領域之技術者將變得顯而易見的。

【實施方式】

欲描述之例示性製程涉及連續建造以產生三維微結構。術語「微結構」意指經由微製程而形成之結構，其典型地為晶圓級或網格級(grid-level)。於本發明連續建造製程中，微結構係經由將多種材料以預定的方式連續加層與處理而形成。舉例而言，當實施膜形成、微影圖案化(lithographic patterning)、蝕刻以及其他選擇性製程(諸如，平坦化技術)時，提供一種彈性的方法以形成多種三維微結構。

連續建造製程通常通過多種製程組合而達成，包括：

(a)金屬、犧牲金屬(例如，光阻)以及介電質塗佈製程；(b)表面平坦化；(c)微影技術；以及(d)蝕刻或其他層除去製程。於沉積金屬中，電鍍技術特別有用，雖然可使用其他金屬沉積技術，諸如，物理氣相沉積(physical vapor deposition，PVD)與化學氣相沉積(chemical vapor deposition，CVD)技術。

本文中所述之例示性實施例乃是透過製造電磁能之同軸傳輸線的內容而揭露。舉例而言，此結構可應用於電信工業中之雷達系統以及微波與毫米波裝置中。然而，必須清楚所述用於產生微結構之技術並不會限制例示性結構或應用，但應為適用於許多微裝置的領域中，諸如，壓力感應器與翻覆感應器(rollover sensor)、質譜儀、過濾器、微流體裝置、外科儀器、血壓感應器、氣流感應器、助聽器感應器、影像穩定器、高度感應器以及自動對焦感應器(autofocus sensor)。本發明可作為將一起經微製造以形成新組成物之異質材料機械性固定之一般方法。例示性同軸傳輸線微結構特別適用於傳播具有，例如，從許多 MHz 至 100GHz 或更多之頻率(包括毫米波與微波)之電磁能。所述之傳輸線進一步用於直流(dc)信號與電流之傳輸，例如，用於提供偏壓至經整合或經結合之半導體裝置。

第 2 圖說明經由根據本發明之連續建造製程而形成之三維傳輸線微結構 202 之例示性特徵。該微結構包括基板 204、外部導體 206、中心導體 208 以及用以支撐該中心導體之一個或多個介電質支撐件 210'。該外部導體包括形成

下部壁之導電基層 212、形成側壁之導電層 214、216 與 218 以及形成外部導體的上壁之導電層 220。導電基層 212 與導電層 220 可視需要地提供為導電基板或基板上之導電層之一部分。該中心導體與該外部導體之間的體積 222 為非固體，例如，氣體(諸如，空氣或六氟化硫)、空的或液體。該介電質支撐件具有一個或多個孔洞 224，其位於該中心導體及/或該外部導體之附近。如所例示般，孔洞延伸通過該介電質支撐件從該件之上表面至該件之下表面，但可從該處部分穿透延伸。將金屬材料設置在該等孔洞中，藉以將該等介電質支撐件固定至該中心導體與該外部導體。

形成第 2 圖之同軸傳輸線之例示性方法將參考第 3 圖至第 15 圖進行描述。如第 3 圖所示，該傳輸線係形成在基板 204 之上，其可以多種形式形成。舉例而言，該基板可從陶質；介電質；半導體，諸如，矽或砷化鎵；金屬，諸如，銅或鋼；聚合物或其組合所建構。舉例而言，該基板可為電子基板之多種形式，諸如，印刷電路板；或半導體裝置，諸如，矽、矽鍺或砷化鎵晶圓。該基板可經選擇以具有與用於形成該傳導線之材料相似的膨脹係數，而且應經選擇以於該傳輸線之形成期間維持其完整性。將於其上形成傳輸線的基板表面典型地為平坦的。舉例而言，該基板表面可為經磨輾(ground)、經研磨的或經拋光的，以達成高度平坦。所形成之該結構之該表面之平坦化可於製程期間任何層形成之前或之後進行。典型地，可使用習知平坦化技術，例如，化學-機械-拋光(chemical-mechanical

polishing, CMP)、研磨、或這些方法之組合。可額外或替代性使用其他習知平坦化技術，例如，機械整理加工 (mechanical finish)，諸如，機械切削 (mechanical machining)、鑽石切削、電漿蝕刻、雷射剝離等等。

犧牲光敏性材料之第一層 226a(例如，光阻)係沉積於基板 204 之上，而且係曝光與顯影以形成圖案 227，圖案 227 用於該傳輸線外部導體之底部壁之後續沉積。該圖案包括該犧牲材料中之通道，該通道暴露基板 204 之上表面。習知微影技術步驟與材料可用於此目的。舉例而言，該犧牲光敏性材料可為負型光阻，諸如，可從 Rohm and Haas Electronic Materials LLC 購得之 Shipley BRP™ 100 或 PHOTOPOSIT™ SN；於 Lundy 等人之美國專利第 6,054,252 號中所述者；或乾膜，諸如，亦可從 Rohm and Haas Electronic Materials LLC 購得之 LAMINAR™ 乾膜。於此與其他步驟中之該犧牲光敏性材料的厚度將取決於所製造之結構之尺寸，但典型地為 10 至 200 微米。

如第 4 圖所示，導電基層 212 形成於基板 204 上，而且於最終結構中形成該外部導體之底部壁。該基極層可由具有高導電性之材料所形成，諸如，金屬或金屬-合金(統稱為“金屬”)，例如，銅、銀、鎳、鋁、鉻、金、鈦、其合金、經摻雜之半導體材料或其組合，例如，多層此等材料。該基層可經由習知製程而沉積，例如，經由諸如，電解電鍍或是無電電鍍或浸鍍之電鍍法；物理氣相沉積 (physical vapor deposition, PVD)，諸如，濺鍍或蒸鍍；或化學氣相

沉積(chemical vapor deposition, CVD)。舉例而言，經電鍍之銅特別適合用為利用本領域習知技術之基層材料。舉例而言，電鍍可為使用銅鹽與還原劑之無電製程。適當材料為可購得的而且包括，例如，可從 Rohm and Haas Electronic Materials LLC, Marlborough, MA 購得之 CIRCUPOSIT™ 無電銅。另外，該材料可經由塗佈導電晶種層(electrically conductive seed layer)接著電解電鍍而鍍覆。該晶種層可於塗佈犧牲材料 226a 之前經由 PVD 而沉積於該基板上。適當電解材料為可購得的而且包括，例如，可從 Rohm and Haas Electronic Materials LLC 購得之 COPPER GLEAM™ 酸電鍍產品。在使用經活化之觸媒之後，可使用無電及/或電解沉積。該基層(與後續層)可經圖案化成任意幾何形狀，以通過略述之方法獲得希望的裝置結構。

該基層(與該外部導體之後續形成之其他壁)的厚度係經選擇以提供該微結構之機械穩定性，以及提供足夠導電性使電子移動通過該傳導線。在微波頻率或更高時，由於表面厚度通常少於 $1\text{ }\mu\text{m}$ ，結構與熱導電性影響變得更明顯。因此，該厚度將取決於，例如，在特定基層材料、欲傳播之特別的頻率與想要的應用。舉例而言，在欲將最終結構從該基板移除之情況下，採用較厚的基層，例如，約 20 至 $150\text{ }\mu\text{m}$ 或 20 至 $80\text{ }\mu\text{m}$ ，可能對結構完整性為有利的。該最終結構維持完整仍具有基板的情況下，則希望採用可經由所使用之頻率之表面深度要求而決定之較薄的基層。

用於形成該等側壁之適合材料與技術與上述根據基層描述者相同。雖然可採用不同的材料，但典型地使用用於形成基層 212 相同的材料形成側壁。於電鍍製程下，當於後續步驟中金屬將僅直接塗在先前所形成、暴露在外之金屬區域上時，可在此省略晶種層或電鍍基底(plating base)之應用。然而，應清楚所顯示於圖式中之例示性結構典型地僅佔特殊裝置的小區域，而且這些及其他結構之金屬化可始於該製程順序中之任何一層，其中典型地可使用晶種層。

除了提供於後續製程中之平坦表面之外，為了除去任何沉積於犧牲材料之上表面上之不要的金屬，可於此階段及/或後續階段中進行表面平坦化。通過表面平坦化，相較於僅通過塗佈而言，可更嚴格地控制特定層的總厚度。舉例而言，CMP 製程可用以將金屬與犧牲材料平坦化成相同的程度。這接著可為，例如，研磨處理，其以相同速度緩慢移除金屬、犧牲材料或任何介電質，以允許對該層的最終厚度有更大的控制。

參閱第 5 圖，該犧牲光敏性材料之第二層 226b 係沉積於基層 212 與第一犧牲層 226a 上，而且經曝光與經顯影以形成圖案 228，圖案 228 用於該傳導線外部導體之下部側壁部分之後續沉積。圖案 228 包括在該犧牲材料中之兩個平行通道，其暴露基層之上表面。

如第 6 圖所示，接著形成該傳輸線外部導體之下部側壁部分 214。用於形成這些側壁的適合方法與技術與上述

關於基層 212 所述者相同，然而可採用不同材料。在電鍍製程的情況下，當金屬於後續步驟中將僅直接形成在先前所形成、暴露出之金屬區域時，可在此省略晶種層或電鍍基底之應用。上述表面平坦化可於此階段進行。

如第 7 圖所示，接著將介電質材料之層 210 沉積於第二犧牲層 226b 與下部側壁部分 214 之上。於後續加工中，將支撐結構從介電質層圖案化而來，以支撐欲形成之傳輸線之中心導體。由於這些支撐結構將位於該最終傳輸線結構之核心區域，該支撐層應從不會讓欲傳輸通過該傳輸線之信號產生過度流失之材料形成。該材料應亦能提供支撐該中心導體所需之機械強度，而且應較不溶於用以從最終傳輸線結構將該犧牲材料移除之溶劑。該材料典型地為介電質材料，係選自光敏性-苯環丁烯(Photo-BCB)樹脂，諸如，以產品名 Cyclotene (Dow Chemical Co.)與 SU-8 阻劑 (MicroChem Corp.)販售者；無機材料類，諸如，矽石與矽氧化物、SOL 膠、各種玻璃、氮化矽(Si_3N_4)、氧化鋁(諸如，氧化鋁(Al_2O_3)、氮化鋁(AlN)以及氧化鎂(MgO))；有機材料，諸如，聚乙烯、聚酯、聚碳酸酯、醋酸纖維素、聚丙烯、聚氯乙烯、聚偏二氯乙烯、聚苯乙烯、聚醯胺以及聚醯亞胺；有機-無機混成材料，諸如，有機倍半矽氧烷材料類；光可確定(photodefinable)介電質，諸如，不會在欲進行之犧牲材料移除製程中被損害之負型作用光阻或光環氧樹脂(photoepoxy)。這些之中，典型地為 SU-8 2015 光阻。使用可容易以例如，經由旋轉塗佈法、滾筒塗佈法、刮板

塗佈法(squeegee coating)、噴塗法、化學氣相沉積(CVD)或層壓而沉積的材質是有利的。支撐層 210 係沉積至提供中心導體所需要支撐的厚度，而不會破裂或斷裂。此外，就平坦度而言，該厚度不應嚴重地影響犧牲材料層的後續應用。雖然介電質支撐層的厚度將取決於微結構之其他元件的尺寸與材料，該厚度典型地為 1 至 100 微米，例如，約 20 微米。

參閱第 8 圖，接著利用標準微影技術與蝕刻技術圖案化介電質材料層 210，以提供一個或多個介電質支撐件 210' 以支撐欲形成之中心導體。於所例示之裝置中，該等介電質支撐件從該外部導體之第一側延伸至該中心導體之對側。於另一例示性態樣中，該等介電質支撐件可從該外部導體延伸且終止於該中心導體。在這個情況下，該等支撐件中之每一個之一端係形成在一個或其他下部側壁部分 214 上，而且該對側端延伸至位於該等下部側壁部分之間之犧牲層 226b 之上的位置。支撐件 210' 典型地以固定距離彼此相隔。該等介電質支撐件之數目、形狀與圖案排列應足以提供該中心導體與其末端支撐，同時亦可避免過度信號流失與分散。此外，若希望達到低傳播損失，則可選擇形狀與週期性或非週期性以避免在希望低傳播損失之頻率時的反射，其可經由使用習知產生布雷格(Bragg)光柵與濾波器之方法進行計算。於後者中，此循環結構的謹慎設計可提供濾波的功能。

在圖案化介電質支撐件 210' 之過程中，一個或多個孔

洞 224 係形成於其中。如所例示，該等孔洞典型地從該等介電質支撐件之上表面延伸通過至其下表面。該等孔洞的目的為提供體積以接收金屬材料，而且該金屬黏附至且可被認定為該中心導體及/或外部導體之一部分。相較於孔洞不存在的情況下，通過將金屬填充入孔洞中，從而增加該等介電質件與該中心導體及/或外部導體之間的接觸面積。因此，可更有效地將該等介電質件固定於該中心導體及/或外部導體的位置。於所例示之實施例中，孔洞係顯示於介電質支撐件之中央或一端。亦可使用其他配置。舉例而言，於支撐件之每端包括孔洞可能是有利的。

所例示之孔洞為圓柱形之幾何形狀。當然，可使用其他幾何形狀，例如，具有正方形、矩形、三角形與卵形截面者。該等孔洞側壁可為垂直或不垂直的。第 16A 圖至第 16D 圖說明例示性孔洞結構。第 16A 圖顯示如第 8 圖中說明之孔洞 224，其具有垂直側壁 228 且為圓柱形之幾何形狀。亦可希望孔洞具有不垂直側壁 228，例如，諸如第 16B 圖至第 16D 圖中所示之凹形輪廓。一般相信，由於此等結構將欲沉積於孔洞中之金屬機械性固定，他們提供進一步位於完成之微結構之元件之間更強化之連接。這最小化或防止填充孔洞之金屬滑動。此等結構亦可經由使用多於一層，例如，第 16D 圖中所示之層 210'、210'' 而產生。

參閱第 9 圖，第三犧牲光敏性層 226c 係塗佈於基板上，而且經曝光以及經顯影以形成圖案 230 與 232，以用於孔洞 224 之後續填充以及該傳輸線外部導體與中心導體

之中間側壁部分之形成。用於中間側壁部分之圖案 230 包括與兩個下部側壁部分 214 在同長度擴張之兩個通道。下部側壁部分 214 與覆蓋該等下部側壁部分之介電質支撐件 210' 係經由圖案 230 暴露。用於該中心導體之圖案 232 為與兩個中間側壁圖案平行且位於其之間之通道，該通道暴露導體支撐件 210' 之支撐部分與相對端。為此目的，可使用如上述習知微影技術與材料。

如第 10 圖所示，孔洞 224 被填充，而且中心導體 208 與該外部導體之中間側壁部分 216 係經由將適合金屬材料沉積至形成於犧牲材料 226c 之通道中。孔洞 224 可在相同的製程中填充以及使用與用於形成中間側壁部分與該中心導體相同材料進行填充。視需要地，該等孔洞可使用相同於或不同該中心導體與中間側壁部分所使用之材料於不同製程中經填充。填充該等孔洞之金屬材料於介電質支撐材料 210' 與中心導體與外部導體之間分別形成連接，以使微結構元件互相附加。用於填充該等孔洞、形成該等中間側壁部分與中心導體之適合材料與技術與上述關於基層 212 與下部側壁部分 214 所述者相同，雖然可採用不同材料及/或技術。除了先前所敘述且視需要地於任何階段之為了後續處理提供平坦表面之外，在這階段可視需要地進行表面平坦化，以除去任何沉積在該犧牲材料之上表面上之不要的金屬。

在使用電鍍加工以填充該等孔洞時，可於該等孔洞之底表面及/或側表面上形成作為基層與黏著層一個或多個

電鍍晶種層。該晶種層可於製程中之多個階段應用。舉例而言，在塗佈第 7 圖所示之介電質支撐層 210 之前，可將晶種層塗在第 6 圖之結構上。在圖案化該等孔洞之後，該晶種層會餘留於該等孔洞之底表面上。另外或替代地，在圖案化該等介電質支撐件之後，可於該結構上形成電鍍晶種層。第 17 圖顯示採用具有複數個凹形孔洞之晶種層之例示性結構。第一晶種層 234 係設置於犧牲材料層 226 與外部導體之下部側壁部分 214 之上，而且在介電質支撐件 210' 之下。第二種層 236 係設置於介電質支撐件之側表面、上表面以及內部(孔洞側壁)表面、孔洞底面以及該第一種層之其他經暴露之區域。這提供一種於其中介電質支撐件 210' 位於埋植在該外部導體中之該第一與第二晶種層之間的結構。除了允許該介電質支撐件中之該等孔洞之金屬電鍍之外，以這方式使用複數個晶種層，以幫助將該介電質支撐件固定於有關其他微結構元件。

該等晶種層理想地為該等經塗佈之表面上之保角並連續的層，但在實行時不一定需如此。雖然非連續晶種層可導致孔洞 224 中之金屬空隙，只要足夠量金屬存在於該等孔洞中，此等空隙之存在將不會偏離從經金屬化之孔洞的整體目標中。經選擇之特別晶種層材料將取決於，例如，於經選擇以填充孔洞之金屬材料上。例示性晶種層材料類包括，例如，金、銀、鈮、鎳、鉻、鋁以及其組合。這些之中，典型為鋁/鎳與鉻/金堆疊。所述一或多層係典型地沉積為 1000 至 3000 Å 的厚度。

參閱第 11 圖，第四犧牲材料層 226d 係沉積於該基板上，而且經曝光與經顯影以形成圖案 238，圖案 238 用於該外部導體之上部側壁部分之後續沉積。用於該上部側壁之圖案 238 包括與兩個中間側壁部分 216 在同長度擴張且暴露該兩個中間側壁部分 216 之兩個通道。所述之習知微影步驟與材料可用於這目的。

如第 12 圖中所示，接著經由將適當材料沉積至形成於第四犧牲層 226d 中之通道而形成該外部導體之上部側壁部分 218。用以形成該等上部側壁之適當材料與技術與上述關於基極層與其他側壁部分者相同。上部側壁部分 218 典型地以用於形成該基極層與其他側壁之相同材料與技術所形成，然而也可採用不同的材料及/或技術。表面平坦化除了提供用於後續處理之平坦表面之外，可視需要地於這階段進行，以除去任何沉積在該犧牲材料之上表面上之不要的金屬。

參閱第 13 圖，第五光敏性犧牲層 226e 係沉積至該基板之上，而且經曝光與經顯影以形成圖案 240，圖案 240 用於該傳輸線外部導體之上壁之後續沉積。上壁之圖案 240 暴露多個上部側壁部分 218 與介於其間之第四犧牲材料 226d。於圖案化犧牲層 226e 中，可希望讓該犧牲之一個或多個區域 242 留在該等上部側壁之間的面積中。避免於後續形成該外部導體上壁之期間將金屬沉積在這些區域中。如下述，這將造成該外部導體之上壁中之開口有助於使該犧牲材料從該微結構移除。該犧牲材料之這些剩餘部

分可為，例如，圓柱形、多面體(諸如，四面體)形式或其他形狀之柱狀物 242。

如第 14 圖所示，該外部導體之上壁 220 接著經由沉積適當材料至上部側壁部分 218 上與之間的暴露區域而形成。避免於由犧牲材料柱狀物 242 所佔據的體積中發生金屬化。上壁 220 典型地以用於形成基層與其他側壁中之相同材料與技術形成，然而亦可採用不同材料及/或技術。表面平坦化可視需要地於這階段進行。

在該傳輸線之基本結構為完成後，可添加另外的層或可接著除去殘留在該結構中之犧牲材料。該犧牲材料可經由已知基於所用材料之種類之清除劑(stripper)而移除。為了讓該材料從該微結構中移除，該清除劑與該犧牲材料接觸。該犧牲材料可於該傳輸線結構之端面曝露出來。可提供如上述之傳輸線中之另外開口，以促使該清除劑與遍及整個結構之該犧牲材料接觸。可想像其它允許犧牲材料與清除劑之間接觸之結構。舉例而言，開口可於圖案化製程中形成於該傳輸線側壁。可選擇這些開口之尺寸以將該導波散射與漏波之干擾最小化。該等尺寸可為，例如，小於所用之最高頻率之波長之 $1/8$ 、 $1/10$ 或 $1/20$ 。此等開口之影響可輕易地進行計算，而且使用軟體，諸如，Ansoft, Inc. 所製造之 HFSS，進行最佳化。

第 15 圖顯示在移除該犧牲阻劑之後的最終傳輸線結構 202。先前該傳輸線之外部壁中與外部壁內之該犧牲材料所佔據之空間於該外部導體與傳輸線核心 222 中形成孔

洞 244。該核心體積典型地由氣體，諸如，空氣，所佔據。可想像使用具有較佳介電質特性之氣體於該核心中。視需要地，例如，當該結構形成密封封裝之一部分時真空可產生於該核心中。因此，可實現減少原本會吸附於該傳輸線之表面上之水蒸氣之吸收。可進一步想像液體可佔據介於中心導電體與該外部導體之間之體積 222。

第 18 圖說明本發明另外的例示性態樣，其進一步允許該微裝置之微結構元件維持彼此之固定連接。這圖式顯示在以上述相同方式進行圖案化介電質支撐件 210' 之後之微結構。該等介電質支撐件係以幾何形狀圖案化，其亦減少他們從該外部導體拉離的可能性。於例示性微結構中，該等介電質支撐件係於圖案化製程期間圖案化成“T”形之形式。於如上述之後續加工中，“T”之上部分 246 變成埋植於該外部導體之壁中，而且作用為錨型固定結構(anchor-type locking structure)。雖然所繪之結構包括於該等介電質支撐件之一端之錨型固定結構，應了解可使用多重此等結構，例如，該等介電質支撐結構之每一端有一個“I”形之錨型固定結構。所述之錨型結構可另外地或替代地用於一個或多個用來將該等介電質與金屬微結構元件固定之經金屬化之孔洞。

第 19A 圖至第 19H 圖說明另外的例示性幾何形狀，其可取代“T”固定結構而採用於該介電質支撐結構中。為了說明之目的，該等結構為支撐結構之部分描繪圖。該等結構可視需要地於相對端包括錨狀結構，其可為所繪之錨型結

構之外之不同幾何形狀之鏡像或不同幾何形狀。經選擇之幾何形狀應提供於該支撐件之至少一部分之橫截面幾何形狀之改變，以便抵抗從該外部導體分離。提供如所繪之橫截面幾何形狀於深度方向增加之凹型分佈與其他幾何形狀為典型的。如此，該介電質件變成機械性固定著，而且大量地減少從該外部導體壁拉離之可能性。雖然所繪之結構包括其一端上之單一錨狀部分，可想像多重錨，例如，於該介電質支撐結構之每一端。不希望受限於任何特別理論，一般相信除了提供機械固定效果之外，錨狀鎖緊結構由於在曝光與顯影中減少之應力而改善黏附。一般亦相信可經由，例如，透過使用曲線外形(如第 19B 圖與第 19G 圖)除去尖銳角，而於製造中改善熱所引起應力。

為了某些應用，將該最終傳輸線結構從其所附著之該基板上移除可為有利的。這會允許該經釋放之互連網路之兩側上耦合至另一個基板，例如，砷化鎵晶粒，諸如，單片(monolithic)微波積體電路或其他裝置。該結構從基板之釋放可經由多種技術而達成，例如，經由於該基板與該基層間使用犧牲層，該犧牲層可於結構完成之後於適當溶劑中除去。犧牲材料的適當材料包括，例如，光阻、選擇性可蝕刻金屬類、高溫臘以及多種鹽類。

雖然例示性傳輸線包括中心導體，一般想像除了或是替代位於下方的如第 20A 圖與第 20B 圖所繪之介電質支撐件之外，具有經金屬化之孔洞之該等介電質支撐件可形成於該中心導體之上，第 20A 圖與第 20B 圖分別顯示經金屬

化之非凹型與凹型孔洞，其中該中心導體形成於具有經金屬化之孔洞之該等介電質支撐件之上。此外，該等介電質支撐件可設置於該中心導體之內，諸如，使用多種幾何形狀，例如，正(+)形、T形、盒狀(box)或第16圖與第19圖所示之幾何形狀之分離的中心導體。

本發明之該傳輸線之橫截面典型地為正方形。然而，可想像其他形狀。舉例而言，除了使傳輸線之寬度與高度不同，其他矩形傳輸線可以與形成正方形傳輸線所使用之相同方法而獲得。圓形傳輸線，例如，圓形或半圓形傳輸線，可經由使用灰階圖案化(gray-scale patterning)而形成。舉例而言，此等圓形傳輸線可通過習知微影技術產生以供垂直推移，而且可用更容易接口(interface)與外部微同軸導體以構成導體介面。可以堆疊排列方式形成如上述之複數個傳輸線。該堆疊排列可經由通過連續進行每一堆疊之連續建造製程而達成，或經由將該等傳輸線於個別基板上實行，使用釋放層將傳輸線結構從他們個別的基板移除，以及堆疊結構而達成。此等堆疊結構可經由焊料的薄層與導電黏著劑薄層而連接。理論上，使用本文中所述之製程步驟所能堆疊之傳輸線數目並無限制。然而，實際上，層數目將受限於控制另外每層相關之厚度、應力以及阻層移除之能力。

當已參考例示性傳輸線而描述該三維微結構及其形成方法，應清楚該微結構與該方法可廣泛地應用於很多技術領域，該領域受惠於使用微機械加工製程以將金屬微結構

與介電質微結構元件固定。舉例而言，本發明之微結構與方法可用於以下產業中：電信中之微波與毫米波濾波器與耦合器；航太中之雷達與避碰系統；汽車中之壓力與翻覆感應器；化學中之質譜儀與過濾器；生物技術與生物醫學中之過濾器；微流體裝置；外科器具與血壓、氣流與助聽器感應器；以及消費性電子產品類中之影像穩定器、高度感應器以及自焦距感應器。

當已詳細描述本發明中有關其特定具體實施例，應了解本技術領域中具有通常知識者可做多種改變與修飾，而不會悖離本發明之申請專利範圍所定義之精神與範圍。

【圖式簡單說明】

本發明將參考下列圖式進行討論，其中相似的參考符號表示相似的特徵，且其中：

第 1 圖說明習知同軸傳輸線微結構之剖面圖；

第 2 圖說明根據本發明之例示性三維微結構之剖面圖；

第 3 圖至第 15 圖說明根據本發明第 2 圖於不同形成階段之三維微結構之側視圖與俯視截面圖；

第 16A 圖至第 16D 圖說明根據本發明之例示性三維微結構介電質元件與孔洞之側視截面圖；

第 17 圖說明根據本發明的另一態樣之例示性三維微結構之側視截面圖；

第 18 圖說明根據本發明的另一態樣之例示性三維微結構之側視截面圖與俯視截面圖；

第 19A 圖至第 19H 圖說明根據本發明之例示性三維微結構介電質元件與孔洞之部分俯視截面圖；以及

第 20A 圖至第 20B 圖說明根據本發明之例示性三維微結構之截面圖。

【主要元件符號說明】

2、202	傳輸線微結構	4、204	基板
6、206	外部導體	8、208	中心導體
10	介電質支撐件	12、212	基層
14、16、18、20	導電層		
22	體積	210、210''	層
210'	介電質支撐件/層	214	下部側壁部分/導電層
216	中間側壁部分/導電層		
218	上部側壁部分/導電層		
220	上壁/導電層	222	傳輸線核心/體積
224、244	孔洞	226	犧牲材質層
226a	第一層/犧牲材料/犧牲層		
226b	第二層/犧牲層	226c	犧牲光敏層、犧牲材料
226d	第四犧牲材料層	226e	第五犧牲材料層
227、230、232、238、240	圖案		
228	圖案/側壁	234	第一晶種層
236	第二晶種層	242	區域/柱狀物
246	「T」的上部份		

五、中文發明摘要：

本發明提供三維微結構與其形成方法。該微結構係經由連續建造製程所形成，並且包括彼此結合之微結構元件。舉例而言，該微結構可用於電磁能之同軸傳輸線中。

六、英文發明摘要：

Provided are three-dimensional microstructures and their methods of formation. The microstructures are formed by a sequential build process and include microstructural elements which are affixed to one another. The microstructures find use, for example, in coaxial transmission lines for electromagnetic energy.

十、申請專利範圍：

1. 一種經由連續建造製程形成之三維微結構，包括：

第一電鍍晶種層(seed layer)；

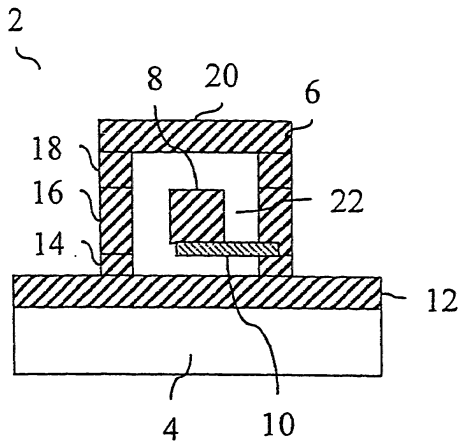
於該第一晶種層之上之微結構元件，其中，該微結構元件具有第一表面、與該第一表面相對之第二表面以及延伸通過該第一表面至於該第一晶種層上之該第二表面之孔洞；

第二電鍍晶種層，該第二電鍍種層設置於該第一微結構元件之上且於該孔洞之內；以及

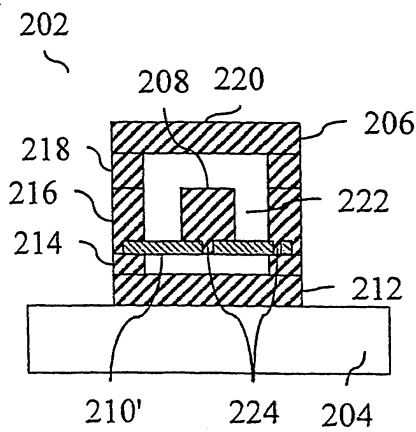
經電鍍之金屬，該經電鍍之金屬於該第一與第二晶種層上之孔洞中。

2. 如申請專利範圍第 1 項之三維微結構，進一步包括基板，其中，該微結構元件、該第一與該第二晶種層以及該經電鍍之金屬係設置於該基板上。
3. 如申請專利範圍第 1 項之三維微結構，其中，該微結構包括同軸傳輸線，該同軸傳輸線包括中心導體、外部導體以及用以支撐該中心導體之介電質支撐件，其中，該介電質支撐件為該微結構元件。
4. 如申請專利範圍第 3 項之三維微結構，其中，該中心導體與該外部導體之間之體積為真空或包括氣體。
5. 如申請專利範圍第 1 項之三維微結構，其中，該微結構元件包括介電質材料。
6. 如申請專利範圍第 1 項之三維微結構，其中，該第一與第二晶種層係選自金、銀、鈮、鎳、鉻、鋁以及其組合。

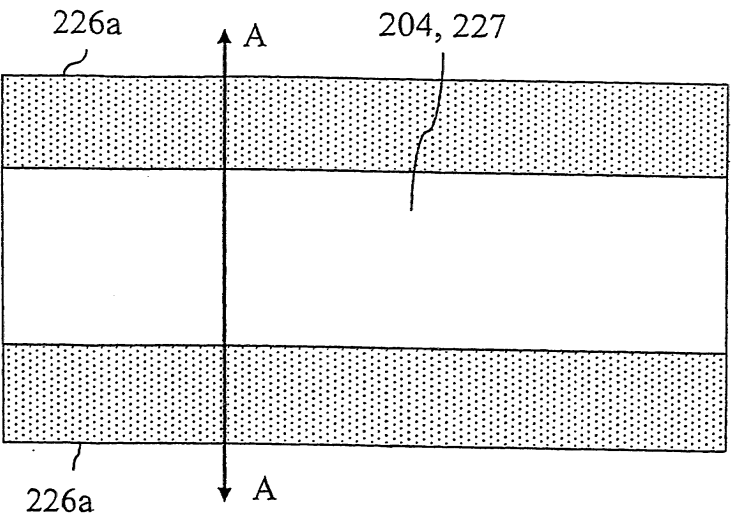
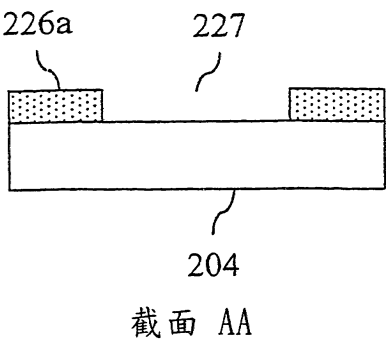
7. 如申請專利範圍第 6 項之三維微結構，其中，該第一與第二晶種層形成鋁/鎳或鉻/金堆疊。
8. 一種經由連續建造製程形成三維微結構之方法，包括：
 - 於基板上形成第一電鍍晶種層(seed layer)；
 - 於該第一晶種層上形成微結構元件，其中，該微結構元件具有第一表面、與該第一表面相對之第二表面以及延伸通過該第一表面至於該第一晶種層上之該第二表面之孔洞；
 - 於該第一微結構元件上且於該孔洞內形成第二電鍍晶種層；以及
 - 於該第一與該第二晶種層上之該孔洞中形成經電鍍之金屬。
9. 如申請專利範圍第 8 項之三維微結構，其中，該微結構包括同軸傳輸線，該同軸傳輸線包括中心導體、外部導體以及用以支撐該中心導體之介電質支撐件，其中，該介電質支撐件為該微結構元件。
10. 如申請專利範圍第 8 項之三維微結構，其中，該第一與該第二晶種層係選自金、銀、鈮、鎳、鉻、鋁以及其組合。



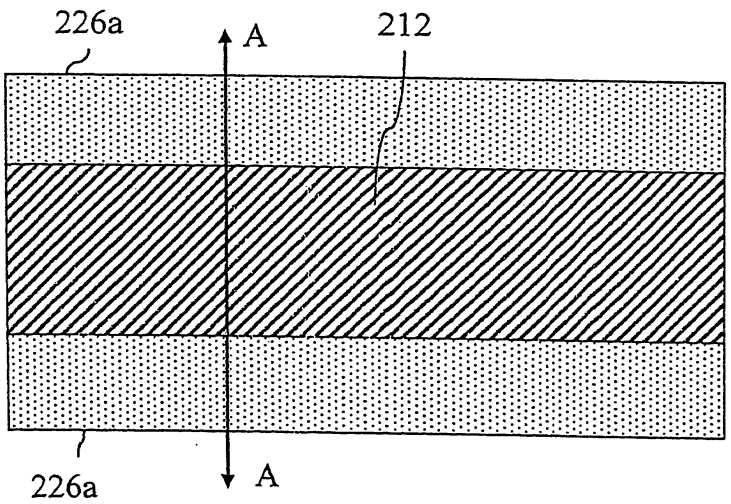
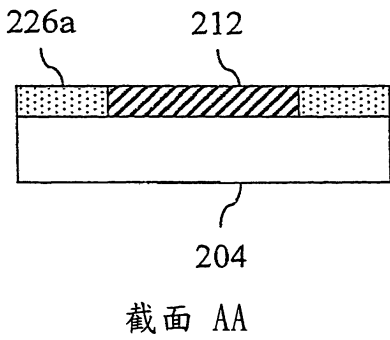
第 1 圖
(先前技術)



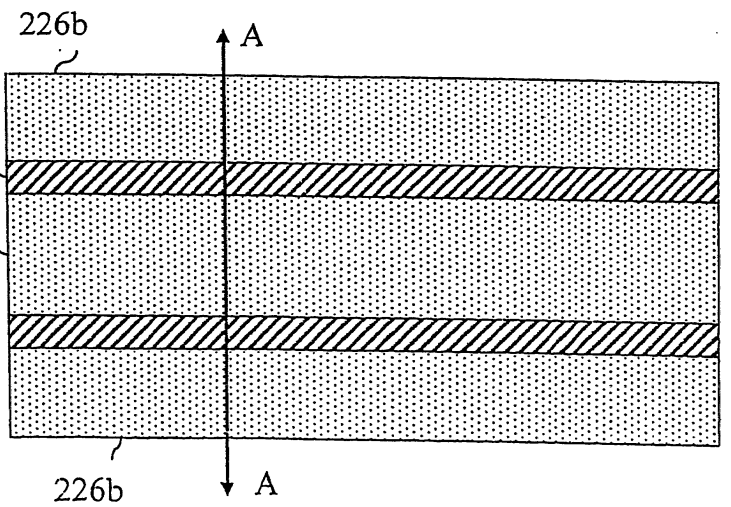
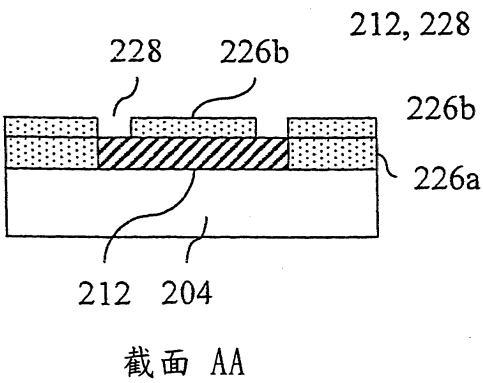
第 2 圖



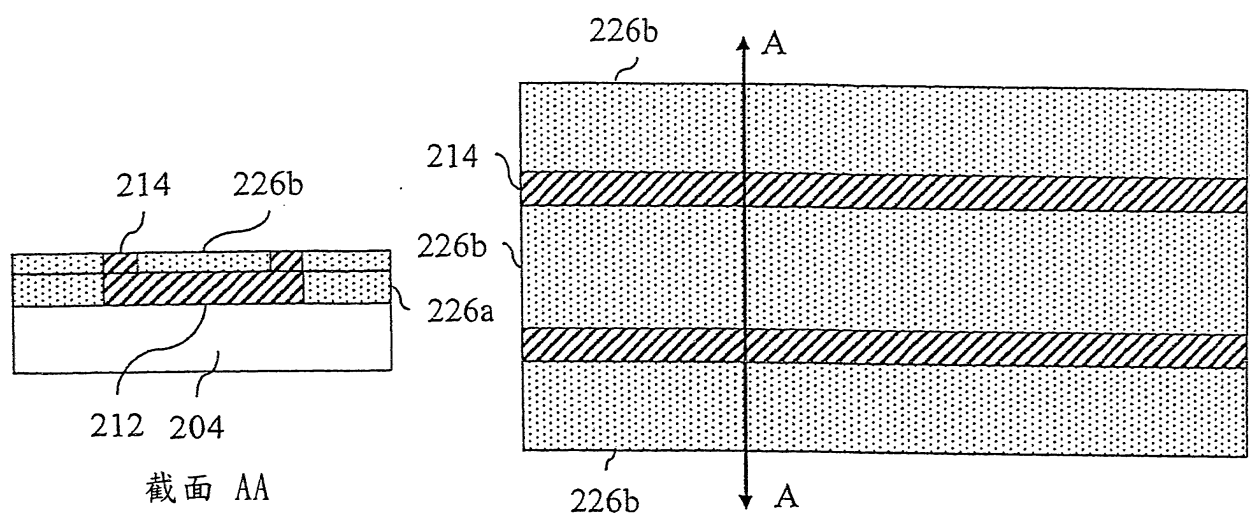
第 3 圖



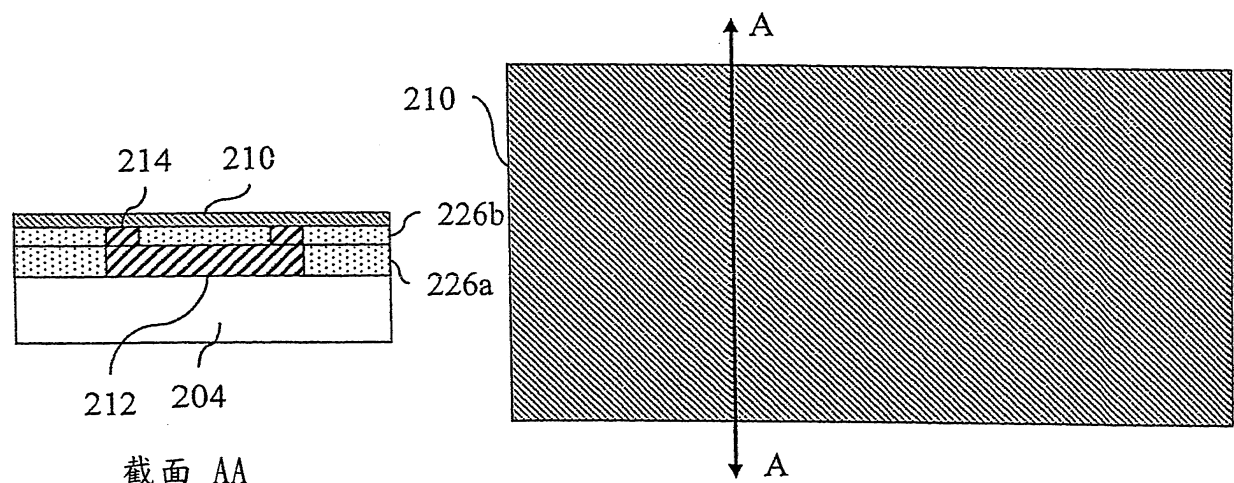
第 4 圖



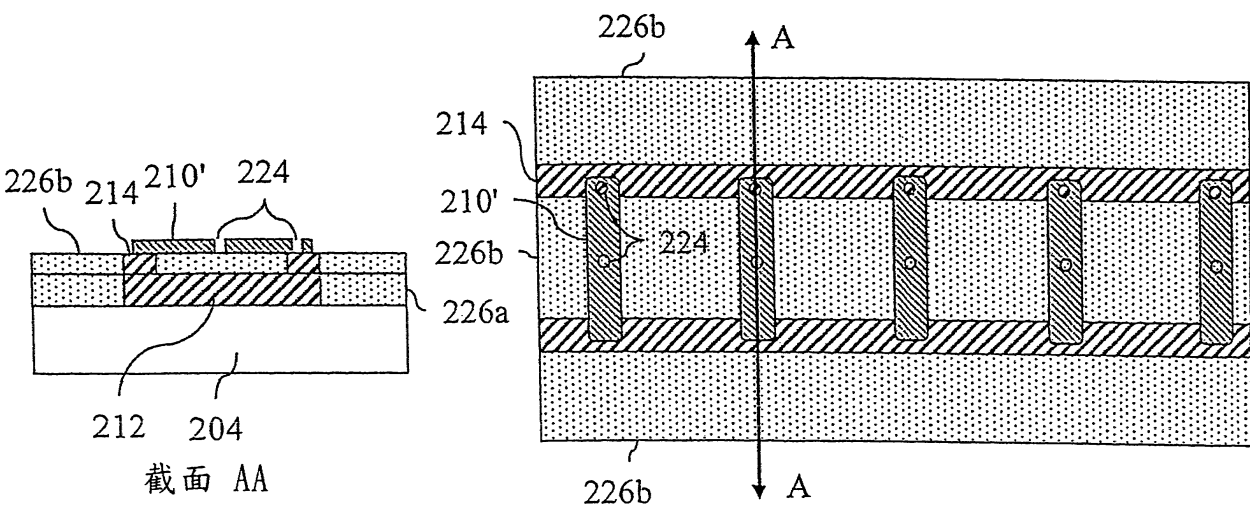
第 5 圖



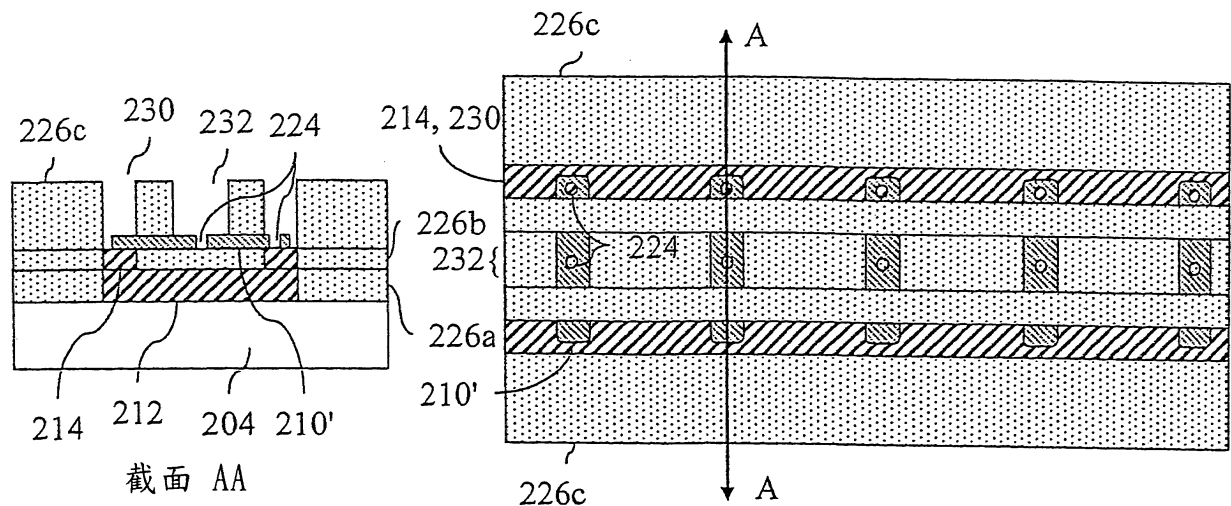
第 6 圖



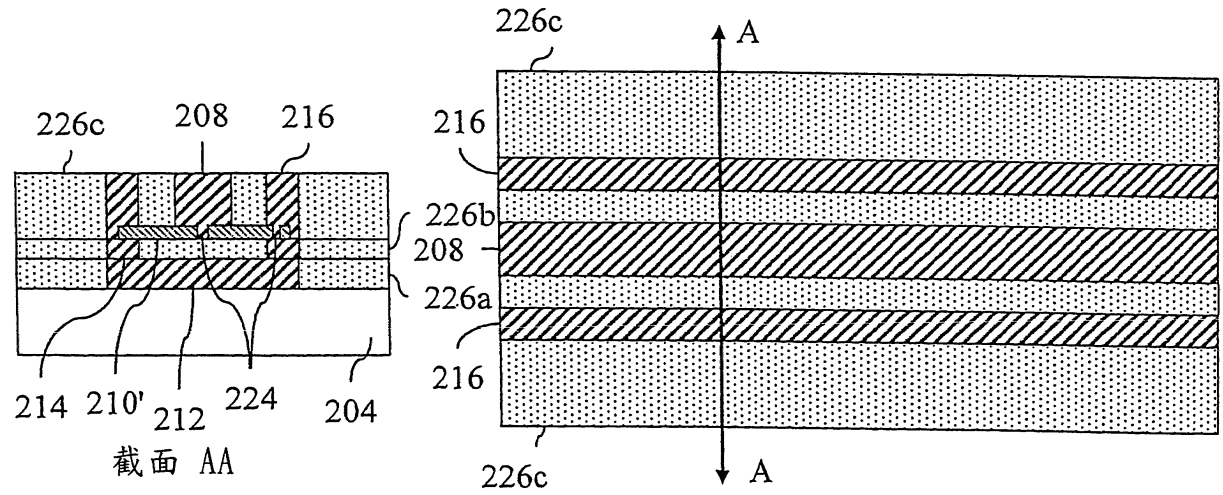
第 7 圖



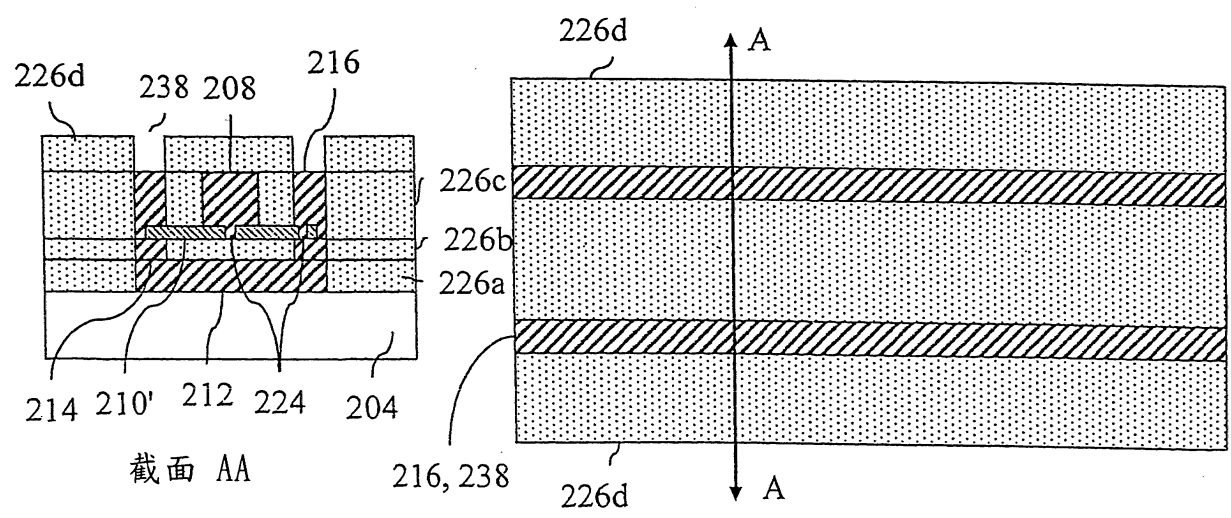
第 8 圖



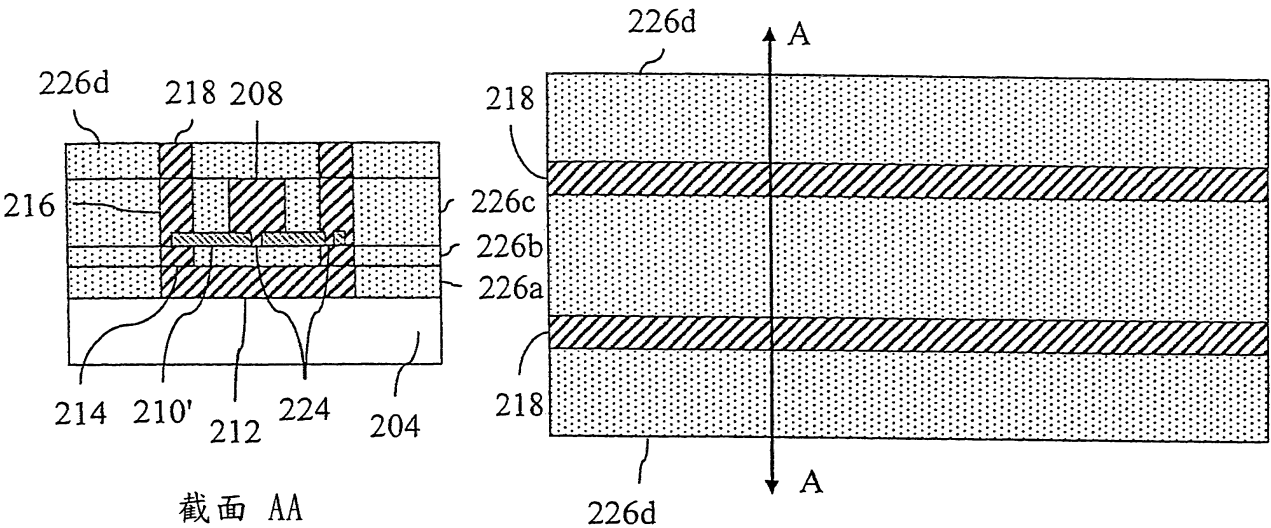
第 9 圖



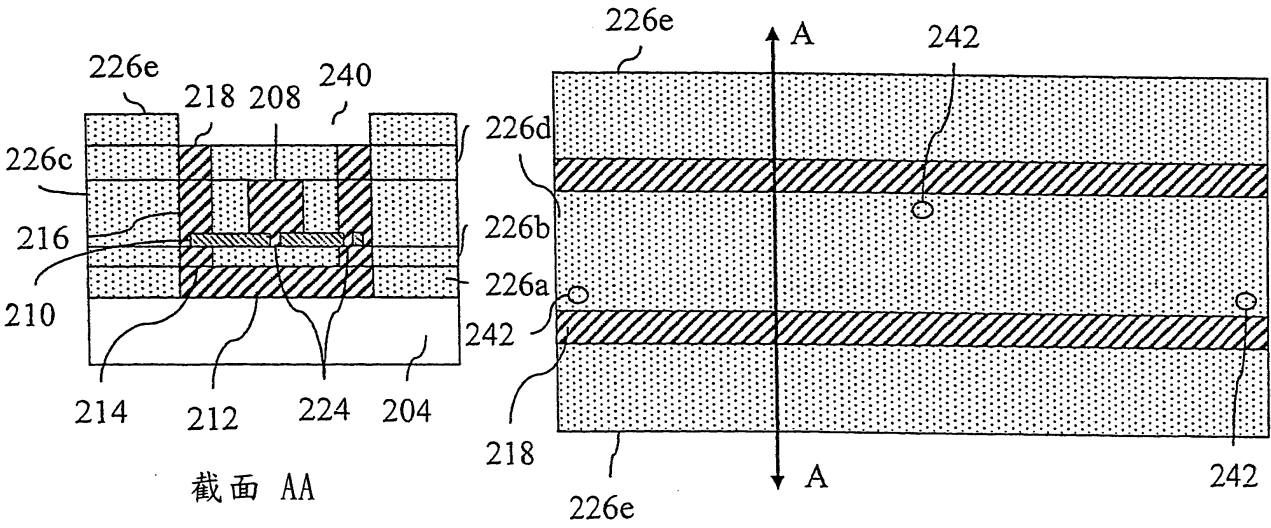
第 10 圖



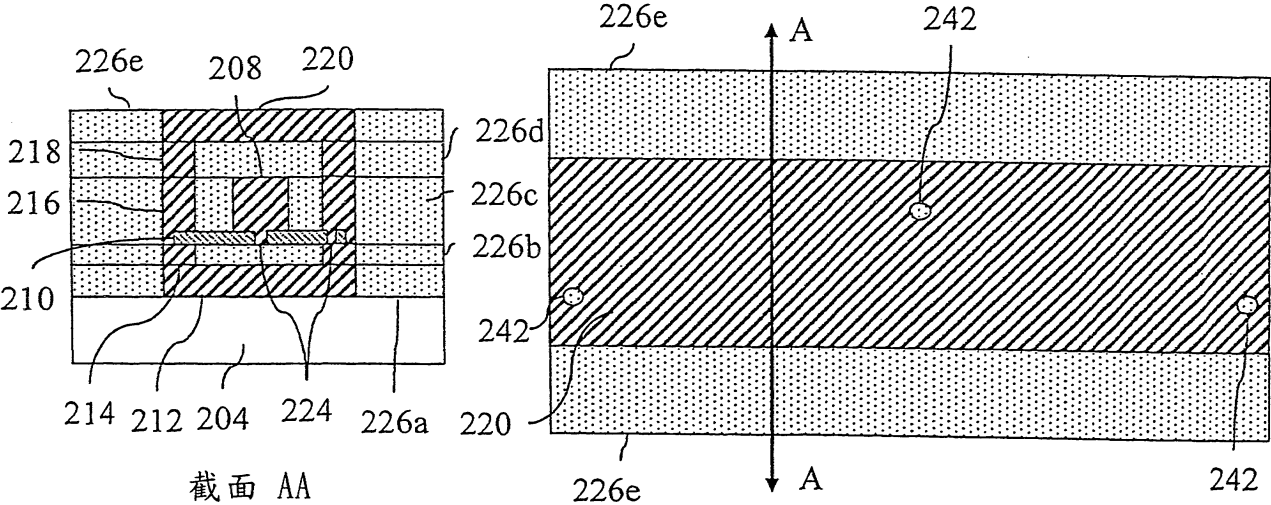
第 11 圖



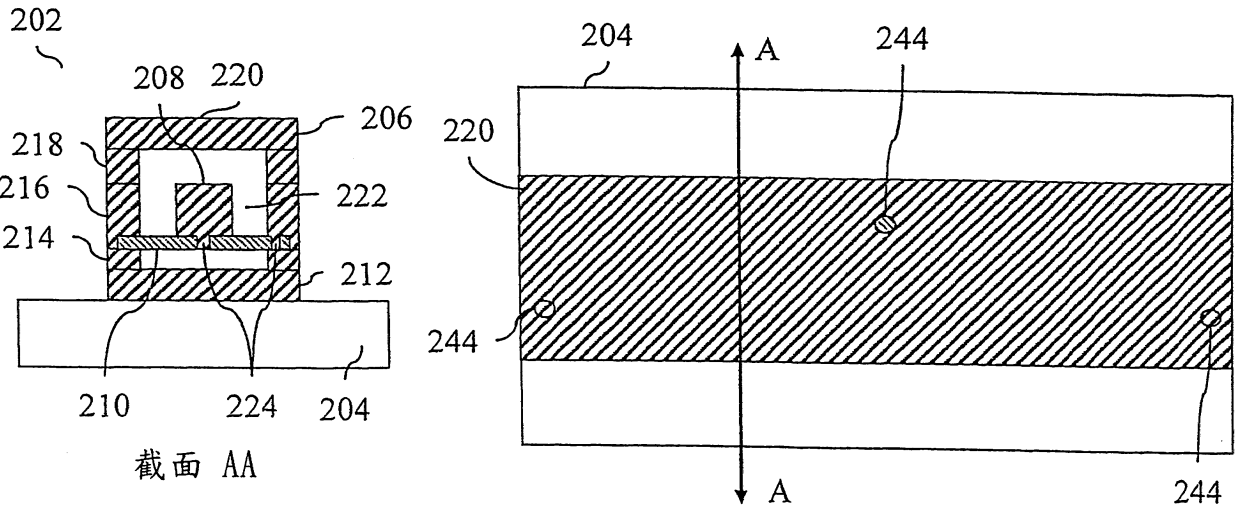
第 12 圖



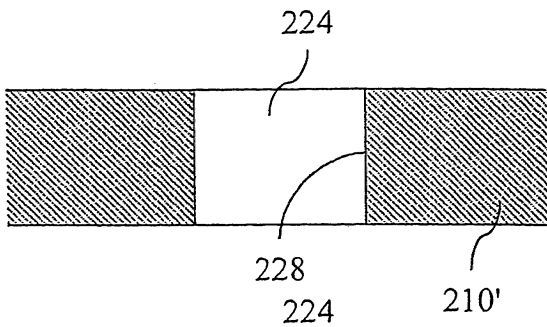
第 13 圖



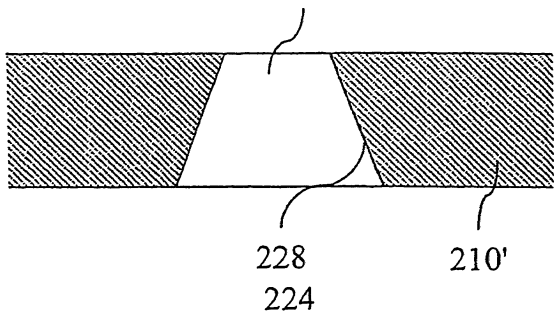
第 14 圖



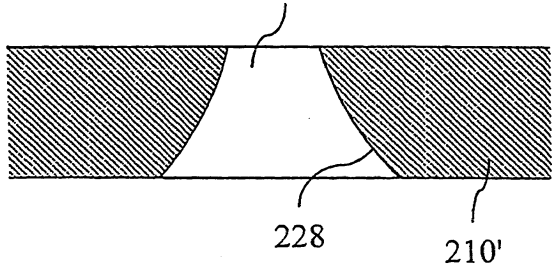
第 15 圖



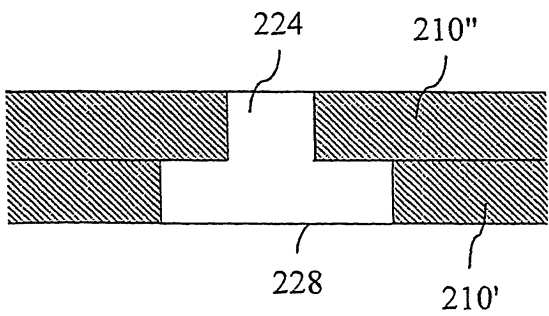
第 16A 圖



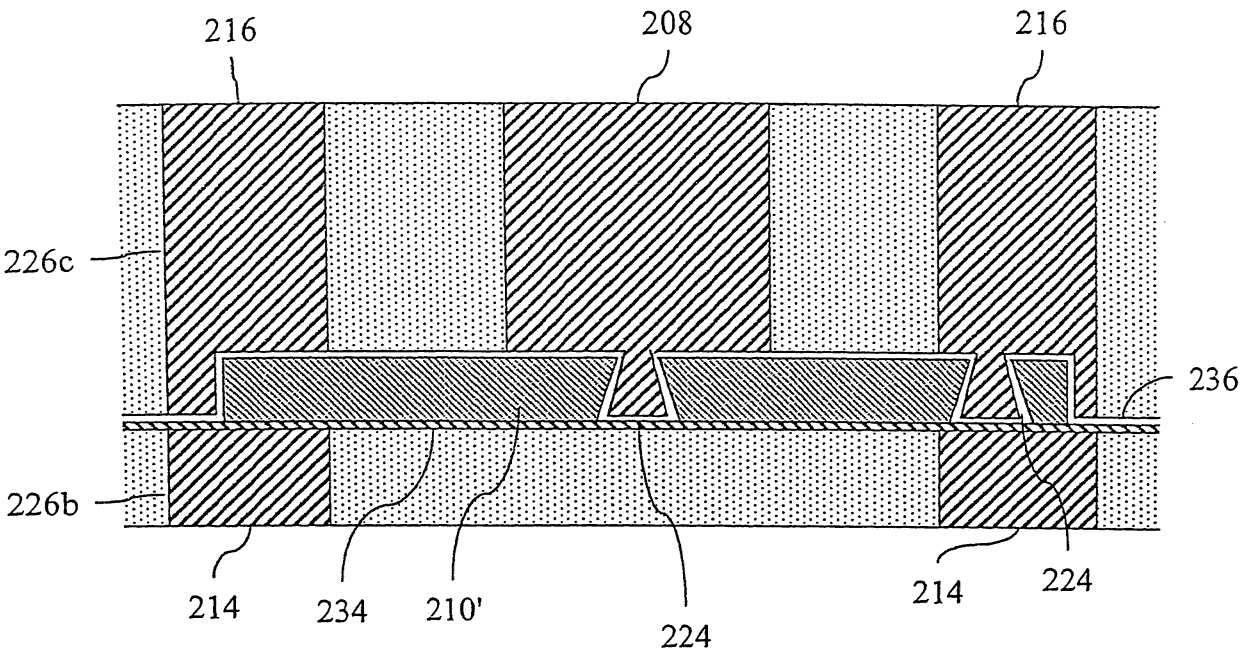
第 16B 圖



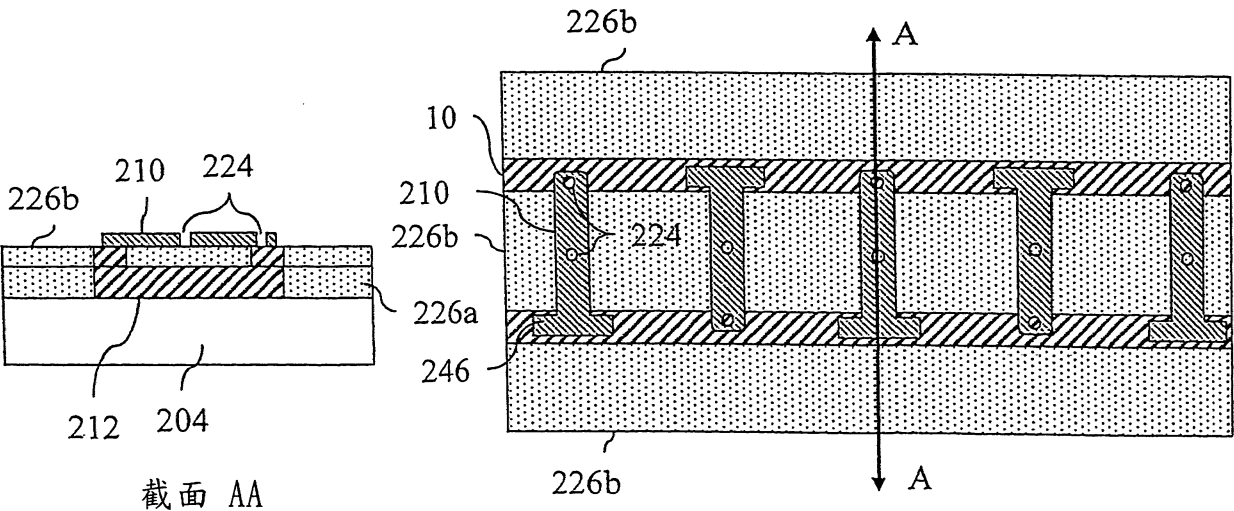
第 16C 圖



第 16D 圖

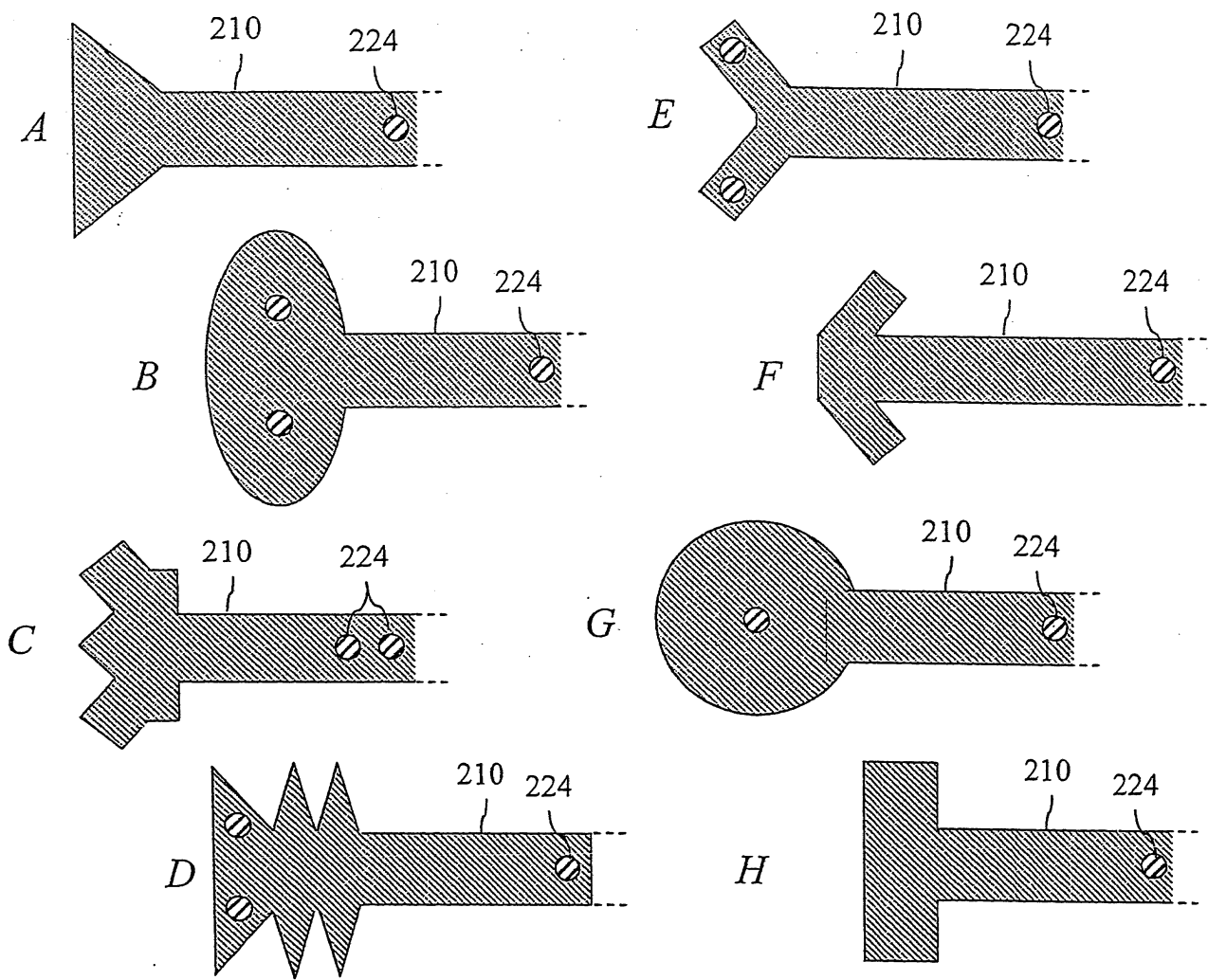


第 17 圖

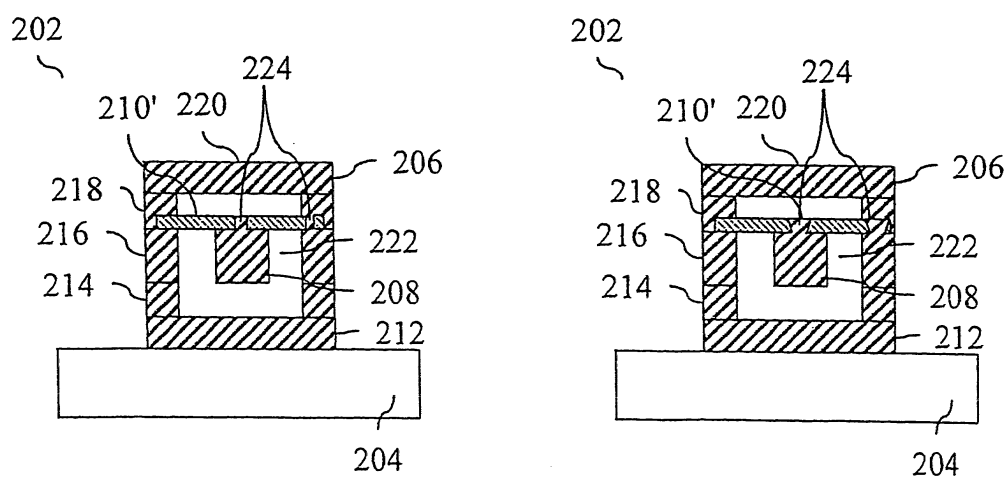


截面 AA

第 18 圖



第 19 圖



第 20A 圖

第 20B 圖

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (15) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

202	傳輸線微結構	204	基板
206	外部導體	208	中心導體
210	層	212	基層
214	下部側壁部分/導電層		
216	導電層/中間側壁部分		
218	上部側壁部分/導電層		
220	上壁/導電層	222	傳輸線核心/體積
224、244	孔洞		

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