



(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 201419352 A

(43)公開日：中華民國 103 (2014) 年 05 月 16 日

(21)申請案號：102130328

(22)申請日：中華民國 102 (2013) 年 08 月 23 日

(51)Int. Cl. : **H01H59/00 (2006.01)**

B81B7/02 (2006.01)

(30)優先權：2012/11/09 美國

13/672,863

(71)申請人：賀利實公司 (美國) HARRIS CORPORATION (US)

美國

(72)發明人：羅傑斯 約翰 E ROGERS, JOHN E. (US) ; 維斯朋 麥克 R WEATHERSPOON,
MICHAEL R. (US)

(74)代理人：陳長文

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：10 項 圖式數：17 共 38 頁

(54)名稱

在微機電及其他系統中使用的開關及其製造程序

SWITCHES FOR USE IN MICROELECTROMECHANICAL AND OTHER SYSTEMS, AND
PROCESSES FOR MAKING SAME

(57)摘要

開關(10)之實施例包含：第一電導體(34)及第二電導體(36)，其等懸置於一導電外殼(28)內；及一接觸元件(16)，其具有在該接觸元件(16)處於一閉合位置時於該第一電導體(34)與該第二電導體(36)之間建立電接觸之一導電部分(53b)。該導電部分(53b)藉由該接觸元件(16)之相鄰電絕緣部分(53a、53c)而與開關(10)之一接地板(27)電氣絕緣。

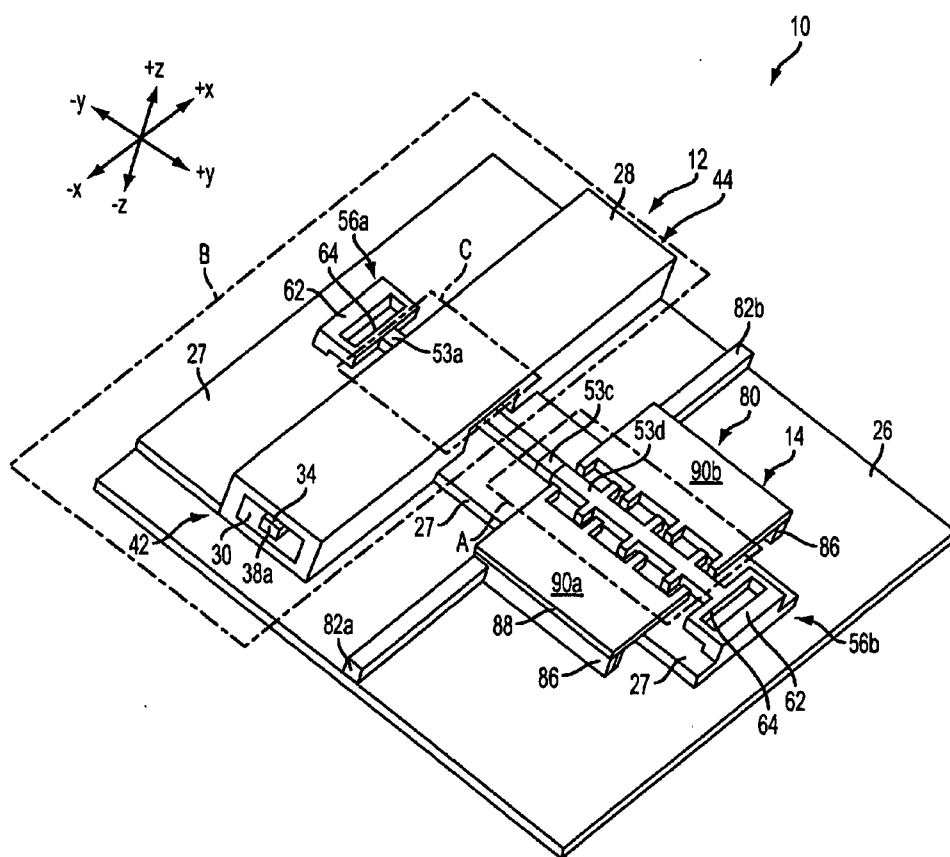


圖 1

- 10：開關/微機電系統
(MEMS)開關
- 12：接觸部分
- 14：致動部分/致動器
部分
- 26：基板
- 27：接地板
- 28：導電接地外殼/接
地外殼
- 30：內通道/通道
- 34：第一內導體/第一
電導體
- 38a：第一末端
- 42：輸入埠
- 44：氣隙/輸出埠
- 53a：第一部分/電絕
緣部分
- 53c：第三部分/電絕
緣部分
- 53d：第四部分
- 56a：第一底座
- 56b：第二底座
- 62：基底
- 64：橫樑部分
- 80：本體
- 82a：第一引線/引線
- 82b：第二引線/引線
- 86：接腳
- 88：頂部
- 90a：第一半部
- 90b：第二半部
- A：區域
- B：區域
- C：區域



(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 201419352 A

(43)公開日：中華民國 103 (2014) 年 05 月 16 日

(21)申請案號：102130328

(22)申請日：中華民國 102 (2013) 年 08 月 23 日

(51)Int. Cl. : **H01H59/00 (2006.01)**

B81B7/02 (2006.01)

(30)優先權：2012/11/09 美國

13/672,863

(71)申請人：賀利實公司 (美國) HARRIS CORPORATION (US)

美國

(72)發明人：羅傑斯 約翰 E ROGERS, JOHN E. (US) ; 維斯朋 麥克 R WEATHERSPOON,
MICHAEL R. (US)

(74)代理人：陳長文

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：10 項 圖式數：17 共 38 頁

(54)名稱

在微機電及其他系統中使用的開關及其製造程序

SWITCHES FOR USE IN MICROELECTROMECHANICAL AND OTHER SYSTEMS, AND
PROCESSES FOR MAKING SAME

(57)摘要

開關(10)之實施例包含：第一電導體(34)及第二電導體(36)，其等懸置於一導電外殼(28)內；及一接觸元件(16)，其具有在該接觸元件(16)處於一閉合位置時於該第一電導體(34)與該第二電導體(36)之間建立電接觸之一導電部分(53b)。該導電部分(53b)藉由該接觸元件(16)之相鄰電絕緣部分(53a、53c)而與開關(10)之一接地板(27)電氣絕緣。

發明摘要

※ 申請案號：102130328

※ 申請日：102. 8. 23

※IPC 分類：H01H 59/00 2006.01
B81B 7/02 2006.01

【發明名稱】

在微機電及其他系統中使用的開關及其製造程序

SWITCHES FOR USE IN MICROELECTROMECHANICAL AND
OTHER SYSTEMS, AND PROCESSES FOR MAKING SAME

○ 【中文】

開關(10)之實施例包含：第一電導體(34)及第二電導體(36)，其等懸置於一導電外殼(28)內；及一接觸元件(16)，其具有在該接觸元件(16)處於一閉合位置時於該第一電導體(34)與該第二電導體(36)之間建立電接觸之一導電部分(53b)。該導電部分(53b)藉由該接觸元件(16)之相鄰電絕緣部分(53a、53c)而與開關(10)之一接地板(27)電氣絕緣。

【英文】

○

Embodiments of switches (10) include first and second electrical conductors (34, 36) suspended within an electrically-conductive housing (28), and a contact element (16) having an electrically-conductive portion (53b) that establishes electrical contact between the first and second electrical conductors (34, 36) when the contact element (16) is in a closed position. The electrically-conductive portion (53b) is electrically isolated from a ground plane (27) of the switch (10) by adjacent electrically-insulative portions (53a, 53c) of the contact element (16).

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（1）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

- 10 開關/微機電系統(MEMS)開關
- 12 接觸部分
- 14 致動部分/致動器部分
- 26 基板
- 27 接地板
- 28 導電接地外殼/接地外殼
- 30 內通道/通道
- 34 第一內導體/第一電導體
- 38a 第一末端
- 42 輸入埠
- 44 氣隙/輸出埠
- 53a 第一部分/電絕緣部分
- 53c 第三部分/電絕緣部分
- 53d 第四部分
- 56a 第一底座
- 56b 第二底座
- 62 基底
- 64 橫樑部分
- 80 本體
- 82a 第一引線/引線
- 82b 第二引線/引線
- 86 接腳
- 88 頂部

90a 第一半部

90b 第二半部

A 區域

B 區域

C 區域

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

無

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】

在微機電及其他系統中使用的開關及其製造程序

SWITCHES FOR USE IN MICROELECTROMECHANICAL AND
OTHER SYSTEMS, AND PROCESSES FOR MAKING SAME

【技術領域】

本發明配置係關於開關，諸如寬頻、低損耗無線電頻率(RF)微機電系統(MEMS)開關。

【先前技術】

通訊系統(諸如寬頻衛星通訊系統)通常在從300 MHz(UHF頻帶)至300 GHz(毫米波頻帶)之任何頻率下運作。此等實例包含TV廣播(UHF頻帶)、地面動作(UHF頻帶)、全球定位系統(GPS)(UHF頻帶)、氣象(C頻帶)及衛星TV(SHF頻帶)。大多數此等頻帶對動作及固定衛星通訊開放。較高頻帶通常伴隨著較大頻寬，其產生較高的資料速率運作。在此等類型之系統中使用的開關器件需以相對低損耗運作，例如，在此等超高頻率下小於一分貝(dB)的插入損耗。

歸因於強加在此等系統之組件上的嚴格限制，微型化開關(諸如單石微波積體電路(MMIC)及MEMS開關通常在寬頻通訊系統中使用，尤其在基於衛星之應用中。當前，市面上最好的開關在40 GHz下運作，其具有累積屬性諸如約0.6 dB之一插入損耗、約13 dB之回波損耗及約40 dB之隔離度。

可藉由使用連續建構程序形成三維微結構。例如，美國專利第7,012,489號及第7,898,356號描述用於製造同軸波導微結構之方法。此等程序提供傳統薄膜技術之一替代方案，但亦造成新的設計挑戰，

此等設計挑戰是關於其等在用於不同器件(諸如微型化開關)之有利實施的有效使用。

【發明內容】

開關之實施例包含一接地外殼；一第一電導體及與第一電導體分隔開之一第二電導體。第一電導體及第二電導體在接地外殼內懸置於電絕緣支撐件上。開關進一步包含一接觸元件，該接觸元件具有一電絕緣第一部分、一導電第二部分及一電絕緣第三部分。接觸元件之第一部分及第三部分鄰接第二部分。接觸元件經組態以在一第一位置與一第二位置之間移動，在此第一位置處，接觸元件之第二部分與第一電導體及第二電導體分隔開且電氣絕緣，而在第二位置處，接觸元件之第二部分接觸第一電導體及第二電導體。

開關之其他實施例包含一接地板及一外殼，此外殼係電連接至接地板且具有界定一通道之一或多個內表面。開關亦包含一第一電導體及一第二電導體，其等懸置於通道內，藉由一第一氣隙與外殼之一或多個內表面分隔開，且藉由一第二氣隙彼此分隔開。開關進一步包含一接觸元件，該接觸元件安裝於接地板上，且可操作以在一第一位置與一第二位置之間移動，在此第一位置處，接觸元件之一導電部分藉由各別第三氣隙及第四氣隙與第一電導體及第二電導體分隔開且電氣絕緣，而在第二位置處，接觸元件之導電部分接觸第一電導體及第二電導體且橋接第二氣隙，以在第一電導體與第二電導體之間建立電接觸。接觸元件進一步包含一第一電絕緣部分，其經組態使接觸元件之導電部分與接地板電氣絕緣。

根據本文所主張之發明概念之另一態樣，製作開關之程序包含在一基板上選擇性沈積一第一層導電材料以形成一接地板及一致動器之至少一部分。程序進一步包含在第一層及基板上選擇性沈積一第二層導電材料，以形成或進一步形成致動器、一外殼之一部分、及一接

觸元件的一底座之一部分，該接觸元件經組態以在藉由致動器致動時選擇性地電連接一第一電導體及一第二電導體。程序亦包含在第一層及第二層與基板上選擇性沈積一第三層導電材料之一部分，以形成或進一步形成外殼、致動器、底座、接觸元件，及第一電導體與第二電導體。

【圖式簡單說明】

將參考以下圖式描述實施例，其中在所有圖式中相同數字代表相同項目且其中：

圖1係一MEMS開關之一頂部透視圖，其描繪處於一打開位置之開關之一梭動件；

圖2係圖1中所顯示之開關的一接地外殼及一接地板之一部分的頂部透視圖，其中為闡釋明瞭起見將外殼之一頂層移除；

圖3係圖1中指定為「C」之區域之一放大圖，其將外殼及梭動件描繪為透明的；

圖4係圖1至圖3中所顯示之開關的前視圖，其描繪處於打開位置之梭動件且顯示開關之分層結構，且加上凸顯(relief)以更好地表示所繪示結構；

圖5A係圖1中指定為「A」之區域之一頂部放大圖，其描繪處於打開位置之梭動件；

圖5B係圖1中指定為「A」之區域之一頂部放大圖，其描繪處於閉合位置之梭動件；

圖6A係圖1中指定為「B」之區域之一俯視圖，其以虛線描繪開關之一接地外殼，且描繪處於打開位置之梭動件；

圖6B係圖1中指定為「B」之區域之一俯視圖，其以虛線描繪開關之一接地外殼，且描繪處於閉合位置之梭動件；

圖7A、圖8A、圖9A...圖17A係穿透圖1之線「E-E」取得之截面

圖，其描繪不同製造階段期間圖1至圖6B中所顯示之開關之部分；及圖7B、圖8B、圖9B...圖17B係穿透圖1之線「D-D」取得之截面圖，其描繪不同製造階段期間圖1至圖6B中所顯示之開關之部分。

【實施方式】

參考附圖描述本發明。圖式未按比例繪製且其等僅被提供以說明本發明。下文為參考用於說明之實例應用描述發明之若干態樣。應瞭解闡述許多特定細節、關係及方法以提供本發明之全面理解。然而，相關領域之一般技術者將易於瞭解本發明可在沒有一或多個特定細節的情況下實踐或可用其他方法實踐。在其他實例中，為避免使本發明難懂，未詳細顯示眾所周知之結構或操作。本發明不限於所繪示之動作或事件之順序，此係因為一些動作可按不同順序發生及/或與其他動作或事件同時發生。此外，不需要所有所繪示之動作或事件以實施根據本發明之方法。

圖式描繪一MEMS開關10。開關10可在電連接至該開關10之一第一電子組件與一第二電子組件(未顯示)之間選擇性地建立及解除電接觸。開關10具有約1 mm之一最大高度(「z」維度)；約3 mm之一最大寬度(「y」維度)；及約3 mm之一最大長度(「x」維度)。開關10被描述為具有僅用於例示性目的之此等特定維度之一MEMS開關。根據一特定應用之要求(包含大小、重量及功率(SWaP)要求)，開關10之替代實施例可按比例放大或縮小。

如圖1中所顯示，開關10包括一接觸部分12、一致動器部分14及為一梭動件16形式之一接觸元件。第一電子組件及第二電子組件電連接至接觸部分12之相對末端，且經由接觸部分12選擇性地電連接至彼此。如下文所討論，回應於致動器部分14之通電及斷電，梭動件16在「y」方向上於一打開位置與一閉合位置之間移動。當梭動件16處於其閉合位置時，梭動件16促進電流流動穿過接觸部分12，藉此在第一

電子組件與第二電子組件之間建立電接觸。當梭動件16處於其打開位置時，電流不會流動穿過接觸部分12。因此，當梭動件16處於其打開位置時，第一電子組件與第二電子組件彼此電氣絕緣。

如圖1及圖4中所顯示，開關10包括由一介電材料(諸如矽(Si))形成之一基板26。在替代實施例中，基板26可由其他材料形成，諸如玻璃、矽-鍺(SiGe)或砷化鎵(GaAs)。開關10亦包含位於基板26上之一接地板27。開關10由五層導電材料(諸如銅(Cu))形成。各層可具有例如，約50 μm 之一厚度。接地板27係第一層或最下層導電材料之部分。導電材料之層數取決於申請人，且可隨諸如設計之複雜性、其他器件與開關10之混合或單體整合、開關10之總高度(「z」維度)、各層之厚度等等因素改變。

如圖1及圖4中所繪示，開關10之接觸部分12包含位於接地板27上之一導電接地外殼28。接地外殼28是由第二層至第五層導電材料之部分形成。如圖1至圖4、圖6A及圖6B中所描繪，接地外殼28及下方部分的接地板27界定實質上在「x」方向上延伸之一內通道30。

如圖1至圖4、圖6A及圖6B中所顯示，接觸部分12進一步包含一導電第一內導體34及一導電第二內導體36，其等各具有一實質矩形截面。第一內導體34及第二內導體36可各形成為第三層導電材料之部分。

如圖1至圖4、圖6A及圖6B中所顯示，第一內導體34及第二內導體36定位在通道30內。第一內導體34之一第一末端38a定位在通道30之一第一末端上。第二內導體36之一第一末端40a定位在通道30之一第二末端上。第一內導體34之一第二末端38b藉由一氣隙44，且如下文所討論，藉由定位於氣隙44內之梭動件16之一部分而與第二內導體36之一第二末端40b分隔開。

第一內導體34及接地外殼28之包圍部分界定接觸部分12之一輸

入埠42。第二內導體36及接地外殼28之包圍部分界定接觸部分12之一輸出埠44。第一電子器件可電連接至輸入埠42。第二電子器件可電連接至輸出埠44。第一電子器件及第二電子器件可藉由，例如，混合整合方法(諸如線結合及覆晶結合)與各自輸入埠42及輸出埠44整合。

如圖2、圖3、圖6A及圖6B中所繪示，第一內導體34及第二內導體36各自在通道34內懸置於電絕緣突片37上。突片37由一介電材料形成。例如，突片37可由聚乙烯、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、聚醯亞胺、苯環丁烯，SU8等形成，前提是此材料不會被如下文討論在開關10之製造期間用於溶解犧牲光阻劑之溶劑所腐蝕。突片37可各具有，例如，約15 μm 之一厚度。各突片37跨越通道30之寬度，即y方向維度。各突片37之末端被夾置於形成接地外殼28之端側的第二層與第三層導電材料的部分之間。第一內導體34及第二內導體36被一氣隙50包圍，且藉由該氣隙50與接地外殼28之內表面分隔開。氣隙50作為介電質，其使第一內導體34及第二內導體36與接地外殼28電氣絕緣。傳輸線組態之類型通常被稱為「矩形同軸(recta-coax)」組態，另被稱為微同軸(micro-coax)。

如圖1至圖6B中所顯示，梭動件16具有實質在「y」方向上延伸之一長形本體52。本體52包含一電絕緣第一部分53a及一鄰接、導電第二部分53b。本體52亦包含鄰接第二部分53b之一電絕緣第三部分53c，及鄰接第三部分53c之一導電第四部分53d。本體52之導電第二部分53b及導電第四部分53d被形成為第三層導電材料之部分。電絕緣第一部分53a及電絕緣第三部分53c由一介電材料形成，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、聚醯亞胺、苯環丁烯，SU8等等，前提是此材料不會被如下文討論在開關10之製造期間用於溶解犧牲光阻劑之溶劑所

腐蝕。

開關10包含一第一底座56a及一實質上相同之第二底座56b。如圖1、圖6A及圖6B中所顯示，第一底座56a係位於與開關10之接觸部分12相關聯之接地板27的部分上。如圖1、圖5A及圖5B中所繪示，第二底座56b係位於與開關10之致動器部分14相關聯的接地板27之部分上。

第一底座56a及第二底座56b各包含鄰接接地板27之一基底62及鄰接基底62之一橫樑部分64。各基底62係形成爲第二層及第三層導電材料之部分。橫樑部分64係形成爲第三層導電材料之部分。應注意橫樑部分64之組態取決於應用方式，且可隨因素改變，諸如可用於容納橫樑部分64之空間量、橫樑部分64之所需或所要的彈簧常數等等。因此，橫樑部分64之組態不限於圖1中所描繪之組態。

如圖1、圖6A及圖6B中所描繪，梭動件16之第一部分53a之一末端鄰接第一底座56a之橫樑部分64。如圖1、圖5A及圖5B中所繪示，梭動件16之第四部分53d之一末端鄰接第二底座56b之橫樑部分64。因此，梭動件16憑藉梭動件16之第一部分53a與第一底座56a之橫樑部分64之間的機械連接；及梭動件16之第四部分53d與第二底座56b之橫樑部分64之間的機械連接而從第一底座56a及第二底座56b懸置且完全由第一底座56a及第二底座56b支撐。

橫樑部分64經組態以偏轉以促進梭動件16在其縱長方向上，即，在「y」方向上之移動。特定而言，如圖1、圖3、圖5A及圖6A中所描繪，當橫樑部分64處於其等中性或未偏轉位置時，梭動件16處於其打開位置。歸因於如下文討論在致動器部分14中出現之靜電力，當梭動件16在「+y」方向朝向其閉合位置被推進時，橫樑部分64會偏轉。在圖5B及圖6B中，橫樑部分64被顯示爲處在其等之偏轉狀態。

如圖3、圖6A及圖6B中所顯示，梭動件16之第二部分53b包含指

狀物74形式之兩個突出。指狀物74位於第二部分53b之相對側上，且實質上垂直於本體52之縱向，即，在「+/-x」方向上延伸。梭動件16經組態使得當梭動件16處於其打開位置時，指狀物74之一者面對第一內導體34且藉由一氣隙76與第一內導體34分隔開。當梭動件16處於其打開位置時，另一個指狀物74面對第二內導體36且藉由另一氣隙76與第二內導體36分隔開。氣隙76內的空氣作為一介電絕緣體，其在梭動件16處於其打開位置時，使指狀物74與第一內導體34及第二內導體36電氣絕緣。

如圖6B中所顯示，隨著指狀物74移動至與其相關聯之第一內導體34或第二內導體36接觸，梭動件16移動至其閉合位置導致指狀物74之各者橫穿及閉合相關聯氣隙76。當指狀物74與第一內導體34及第二內導體36接觸時，導電指狀物74及鄰接之本體52之第二部分53b因此橋接氣隙76，藉此在第一內導體34與第二內導體36之間建立電接觸。

氣隙44、76作為一介電絕緣體，其在梭動件16處於其打開位置時使第一內導體34與第二內導體38電氣絕緣。如圖6A中所顯示，雖然梭動件16之第二部分53b延伸穿過第一內導體34之第二末端38b與第二內導體36之第二末端40b之間的氣隙44，但是第二部分53b不接觸第二末端38b、40b之任一者。因此，當梭動件16處於其打開位置時，電流不經由第二部分53b在第一內導體34與第二內導體36之間傳輸。

如圖6B中所顯示，藉由在梭動件16處於閉合位置時橋接氣隙76，梭動件16電連接第一內導體34及第二內導體36，藉此閉合開關10，使得電流可經由由第一內導體34及第二內導體36及梭動件16之第二部分53b形成之一信號路徑流動穿過其中。

如圖1及圖3至圖6B中所描繪，本體52之第二部分53b鄰接本體52之電絕緣第一部分53a及電絕緣第三部分53c。第一部分53a使第二部分53b與導電第一底座56a電氣絕緣。第三部分53c使第二部分53b與導

電第四部分53d電氣絕緣。因此，經由第一內導體34及第二內導體36與接地外殼28之相鄰內表面之間的氣隙50；及經由梭動件16之第一部分53a及第三部分53c達成經過開關10的信號路徑之電氣絕緣。

如圖1及圖4中所顯示，開關10之致動器部分14包含一本體80、一第一引線82a及一第二引線82b。本體80包含兩個接腳86及一鄰接頂部88。接腳86形成爲第一層及第二層導電材料之部分。頂部88形成爲第三層導電材料之部分。如圖1中所顯示，接腳86在基板26上位於接地板27之相對側上。本體80因此跨越接地板27，且不與接地板27機械接觸或電接觸。

如圖1、圖5A及圖5B中所描繪，本體80之頂部88包含一第一半部90a及一第二半部90b。如圖1中所顯示，第一半部90a與接腳86之一者相關聯，且第二半部90b與另一接腳86相關聯。第一半部90a及第二半部90b被定位於梭動件16之第四部分53d之相對側上。第一半部90a及第二半部90b各包含實質上在「x」方向上延伸之指狀物92形式的三個突出。指狀物92之最佳數量取決於應用方式，且可隨因素改變，諸如將梭動件16移動至其閉合位置所需之力的量。

如圖1、圖5A及圖5B中所繪示，梭動件16之本體52之第四部分53d包含實質上在「x」方向上延伸之指狀物96形式的六個突出。指狀物96之三者位於第四部分53d之一第一側上，且其他三個指狀物96位於第四部分53d之另一側上。第四部分53d及本體80之第一半部90a及第二半部90b經組態使得指狀物92及指狀物96交錯或交叉，即，指狀物92、96係沿著「y」方向以交替形式配置。此外，如圖5A中所描繪，指狀物96之各者經定位爲接近指狀物92且相關聯指狀物92之一者，且當梭動件16處於其打開位置時，與相關聯之指狀物92分開達例如，約50 μm 之一間隙。

如圖1中所顯示，致動部分14之第一引線82a及第二引線82b係位

於基板26上，且形成爲第一層導電材料之部分。第一引線82a鄰接與本體80之頂部88之第一半部90a相關聯之接腳86。第二引線82b鄰接與頂部88之第二半部90b相關聯之接腳86。第一引線82a及第二引線82b可電連接至一電壓源，諸如120伏直流(DC)電壓源(未顯示)。因爲頂部88之第一半部90a及第二半部90b與其等相關聯接腳86接觸，故第一引線82a及第二引線82b之通電導致第一半部90a及第二半部90b(包含指狀物92)之通電。

如下文，使第一引線82a及第二引線82b受制於一電壓導致梭動件16從其打開位置移動至其閉合位置，且歸因於梭動件16與致動器部分14之間所產生的靜電吸引而保持在閉合位置。如上文所討論，梭動件16之第一部分53a鄰接第一底座56a之橫樑部分64，且梭動件16之第四部分53d鄰接第二底座56b之橫樑部分64，使得梭動件16從第一底座56a及第二底座56b懸置。如圖5A及圖6A中所描繪，當梭動件16處於其打開位置時，橫樑部分64處於其等中性或未偏轉位置。此外，梭動件16之第四部分53d經由第二底座56b電連接至接地板26，且藉由梭動件16之第三部分53c與梭動件16之第二部分53b電氣絕緣。第四部分53d(包含其指狀物96)因此一直保持接地或零電位狀態。

如上文所討論，使致動器部分14之第一引線82a及第二引線82b受制於一電壓電位導致指狀物92之通電。歸因於指狀物92所受制之電壓電位，通電之指狀物92作爲電極，即，圍繞各指狀物92形成一電場。通電之指狀物92之各者定位爲足夠接近其在接地梭動件16上之相關聯指狀物96，以使相關聯指狀物96受制於由圍繞指狀物92之電場產生之靜電力。靜電力將指狀物96吸引至其對應指狀物92。

作用於六個指狀物96上之淨靜電力在「+y」方向上推進梭動件16。如圖5B及圖6B中所顯示，在指狀物92通電之前處於其等中性或未偏轉狀態之第一底座56a及第二底座56b之橫樑部分64經組態以回應

於此力偏轉，藉此允許懸置梭動件16在「+y」方向上移動至其閉合位置。

偏轉量與施加至致動器部分14之電壓之間的關係取決於橫樑部分64之剛度，其繼而取決於包含橫樑部分64之形狀、長度及厚度，及形成橫樑部分64之材料的性質(例如，楊氏模量)之因素。此等因素可針對一特定應用定製以使所需致動電壓最小化，同時為橫樑部分64提供針對特定應用之足夠強度；提供足夠剛度以容忍預期程度之震動及振動；且提供足夠彈性以在至致動器部分14之電壓電位被移除時促進梭動件16返回至其打開位置。

在替代實施例中，致動器部分14可具有除上文所描述之組態以外之一組態。例如，在替代例中可使用合適梳狀、板狀或其他類型之靜電致動器。此外，在替代例中亦可使用除靜電致動器以外之致動器(諸如熱致動器、磁致動器及壓電致動器)。

如上文所討論，經由第一內導體34及第二內導體36與接地外殼28之相鄰內表面之間的氣隙50；及經由梭動件16之第一部分53a及第三部分53c達成透過開關10電氣絕緣信號路徑。據信電氣絕緣導致開關10之非常有利的信號傳輸特性。例如，基於有限元素法(FEM)模擬，開關10在40 GHz下之插入損耗預計為約0.09 dB，據信其比具有類似性能之一流開關改良至少約85%。開關10在40 GHz下之回波損耗預計為約24 dB，據信其比具有類似性能之一流開關改良至少約85%。開關10在40 GHz下之隔離預計為約40 dB，其約等於藉由具有類似性能之一流開關所達成之隔離。

此外，因為相較於其他類型之MEMS開關(其等通常基於薄膜技術)，開關10包含相對大量的銅，故在DC信號及RF信號兩者之傳輸方面，開關10據信具有比具有類似大小之其他類型開關實質更高之功率處理能力及線性。此外，開關10之組態使其能夠透過微同軸線之佈線

而單體整合至系統中。此外，開關10可被製造或轉移至一系列不同外部基板上。

可使用用於形成三維微結構(包含同軸傳輸線)之已知處理技術製造開關10及其替代實施例。例如，美國專利第7,898,356號及第7,012,489號(其等之揭示內容以引用的方法併入本文中)中所描述之處理方法可適於及應用於開關10及其替代實施例之製造。

開關10可根據圖7A至圖17B中所描繪之以下程序形成。第一層導電材料形成接地板27；致動器部分14之本體80的各接腳86之一部分；及致動器部分14之各引線82a、82b之一部分。一第一光阻層(未顯示)施加至基板26之上表面使得僅上表面之暴露部分對應於接地板27、接腳86及引線82a、82b所定位之位置。例如，藉由利用一遮罩或其他合適技術在基板26之上表面上沈積可光界定或光阻遮罩材料而形成第一光阻層。

如圖7A及圖7B中所顯示，導電材料隨後沈積於基板26之未遮罩，即，暴露部分至一預定厚度以形成第一層導電材料。使用一合適技術(諸如化學氣相沈積(CVD))完成導電材料之沈積。在替代例中，可使用其他合適技術，諸如物理氣相沈積(PVD)、濺鍍或電鍍。可使用一合適技術(諸如化學機械平坦化(CMP))使新形成之第一層的上表面平坦化。

第二層導電材料形成接地外殼28之側邊的部分；各接腳86之另一部分；第一引線82a及第二引線82b之另一部分；及第一底座56a及第二底座56b之各者的一部分。如圖8A及圖8B中所顯示，藉由利用一遮罩或其他合適技術，在部分建構之開關10上方及先前施加之第一光阻層上方將額外光阻材料圖案化為所要形狀之第二光阻層而將第二光阻層100施加至部分建構之開關10，使得僅部分建構之開關10及部分建構之蓋體100上所暴露之區域對應於上述開關10之部分將定位之位

置。如圖9A及圖9B中所顯示，導電材料隨後可沈積於開關10之暴露部分上至一預定厚度，以形成第二層導電材料。開關10之新形成部分之上表面隨後可被平坦化。

如圖10A及圖10B中所顯示，形成突片37之介電材料經沈積及圖案化於先前形成之光阻層的頂部上。亦如圖10A及圖1B中所顯示，在形成突片37之前或之後，形成梭動件16之本體52之第一部分53a及第三部分53c之介電材料可被沈積及圖案化於先前形成之光阻層的頂部上。

第三層導電材料形成接地外殼28之側邊的額外部分；梭動件16之本體52之第二部分53b及第四部分53d；第一底座56a及第二底座56b之各者的額外部分；及致動器部分14之本體80的頂部88。如圖11A及圖11B中所顯示，藉由利用一遮罩或其他合適技術，在部分建構之開關10上方及在第二光阻層上方將額外光阻材料圖案化為所要形狀之第三光阻層而將一第三光阻層102施加至部分建構之開關10，使得僅部分建構之開關10上的暴露區域對應於上述組件將定位之位置。如圖12A及圖12B中所顯示，導電材料隨後可沈積於開關10之暴露部分上至一預定厚度以形成第三層導電材料。開關10之新形成部分之上表面隨後可被平坦化。

第四層及第五層導電材料分別形成接地外殼28之側邊的額外部分及接地外殼28之頂部。第四層及第五層以類似於第一層、第二層及第三層之一方式形成。特定而言，如圖13A/圖13B及圖15A/圖15B中分別顯示，藉由利用一遮罩或其他合適技術，將額外光阻材料施加至先前形成的層以形成第四光阻層104及第五光阻層106而形成第四層及第五層，且隨後如圖14A/圖14B及圖16A/圖16B中分別顯示，將額外導電材料沈積至暴露區域以形成第四層及第五層。在施加第四層及第五層之各者後，開關10之新形成部分之上表面可被平坦化。

隨後在已如圖17A及圖17B中所描繪施加第五層後，可使用一合適技術(諸如暴露於溶解光阻材料之一適當溶劑)釋放或另外移除從各遮罩步驟殘留之光阻材料。

【符號說明】

- 10 開關/微機電系統(MEMS)開關
- 12 接觸部分
- 14 致動部分/致動器部分
- 16 梭動件/接觸元件
- 26 基板
- 27 接地板
- 28 導電接地外殼/接地外殼
- 30 內通道/通道
- 34 第一內導體/第一電導體
- 36 第二內導體/第二電導體
- 37 電絕緣突片/突片
- 38a 第一末端
- 38b 第二末端
- 40a 第一末端
- 40b 第二末端
- 42 輸入埠
- 44 氣隙/輸出埠
- 50 氣隙
- 52 本體
- 53a 第一部分/電絕緣部分
- 53b 第二部分/導電部分
- 53c 第三部分/電絕緣部分

- 53d 第四部分
- 56a 第一底座
- 56b 第二底座
- 62 基底
- 64 橫樑部分
- 74 指狀物/導電指狀物
- 76 氣隙
- 80 本體
- 82a 第一引線/引線
- 82b 第二引線/引線
- 86 接腳
- 88 頂部
- 90a 第一半部
- 90b 第二半部
- 92 指狀物
- 96 指狀物
- 100 第二光阻層/蓋體
- 102 第三光阻層
- 104 第四光阻層
- 106 第五光阻層
- A 區域
- B 區域
- C 區域

申請專利範圍

1. 一種開關，其包括：
 - 一外殼；
 - 一第一電導體；
 - 一第二電導體，其與該第一電導體分隔開，其中該第一電導體及該第二電導體在該外殼內懸置於電絕緣支撐件上；及
 - 一接觸元件，其具有一電絕緣第一部分，一導電第二部分，及一電絕緣第三部分，其中：該第一部分及該第三部分鄰接該第二部分；且該接觸元件經組態以在該接觸元件之該第二部分與該第一電導體及該第二電導體分隔開且電氣絕緣之一第一位置與該接觸元件之該第二部分接觸該第一電導體及該第二電導體之一第二位置之間移動。
2. 如請求項1之開關，進一步包括一電絕緣基板及位於該基板上之一接地板；其中該外殼係與該接地板電接觸之一導電外殼。
3. 如請求項2之開關，進一步包括一第一底座及一第二底座；其中第一底座及第二底座安裝於該接地板上且與該接地板電接觸，且該接觸元件係從該第一底座及該第二底座懸置。
4. 如請求項3之開關，其中該第一底座及該第二底座各包括一橫樑部分，該橫樑部分經組態以彈性偏轉進而促進該接觸元件在該第一位置與該第二位置之間移動。
5. 如請求項3之開關，其中該接觸元件之該第一部分經組態以使該接觸元件之該第二部分與該第一底座及該接地板電氣絕緣，且該接觸元件之該第三部分經組態以使該接觸元件之該第二部分與該第二底座及該接地板電氣絕緣。
6. 如請求項2之開關，其中該第一電導體及該第二電導體藉由一氣

隙與該外殼分隔開且電氣絕緣。

7. 如請求項2之開關，其中：該接觸元件之該第二部分包含一長形本體，及從該本體之相對側突出之一第一突出及一第二突出；該第一突出經組態以在該接觸元件處於該第一位置時與該第一電導體分隔開；且該第二突出經組態以在該接觸元件處於該第一位置時與該第二電導體分隔開。
8. 如請求項7之開關，其中該第一突出經組態以在該接觸元件處於該第二位置時接觸該第一電導體；且該第二突出經組態以在該接觸元件處於該第二位置時接觸該第二電導體。
9. 如請求項5之開關，進一步包含一致動器部分，該致動器部分具有在通電時可操作產生一力之一本體，該力將該接觸元件從該第一位置移動至該第二位置。
10. 如請求項9之開關，其中該致動器部分之該本體包括位於該基板上之一第一接腳及一第二接腳，及安裝於該第一接腳及該第二接腳上且包含一第一突出之一頂部；該接觸元件包括鄰接該接觸元件之該第三部分之一導電第四部分；該接觸元件之該第四部分包括定位為接近該第一突出之一第二突出；且該第一突出在受制於一電壓電位時係可操作以形成一靜電力，該靜電力吸引該第二突出，且藉此將該接觸元件朝向該第二位置推進。

圖式

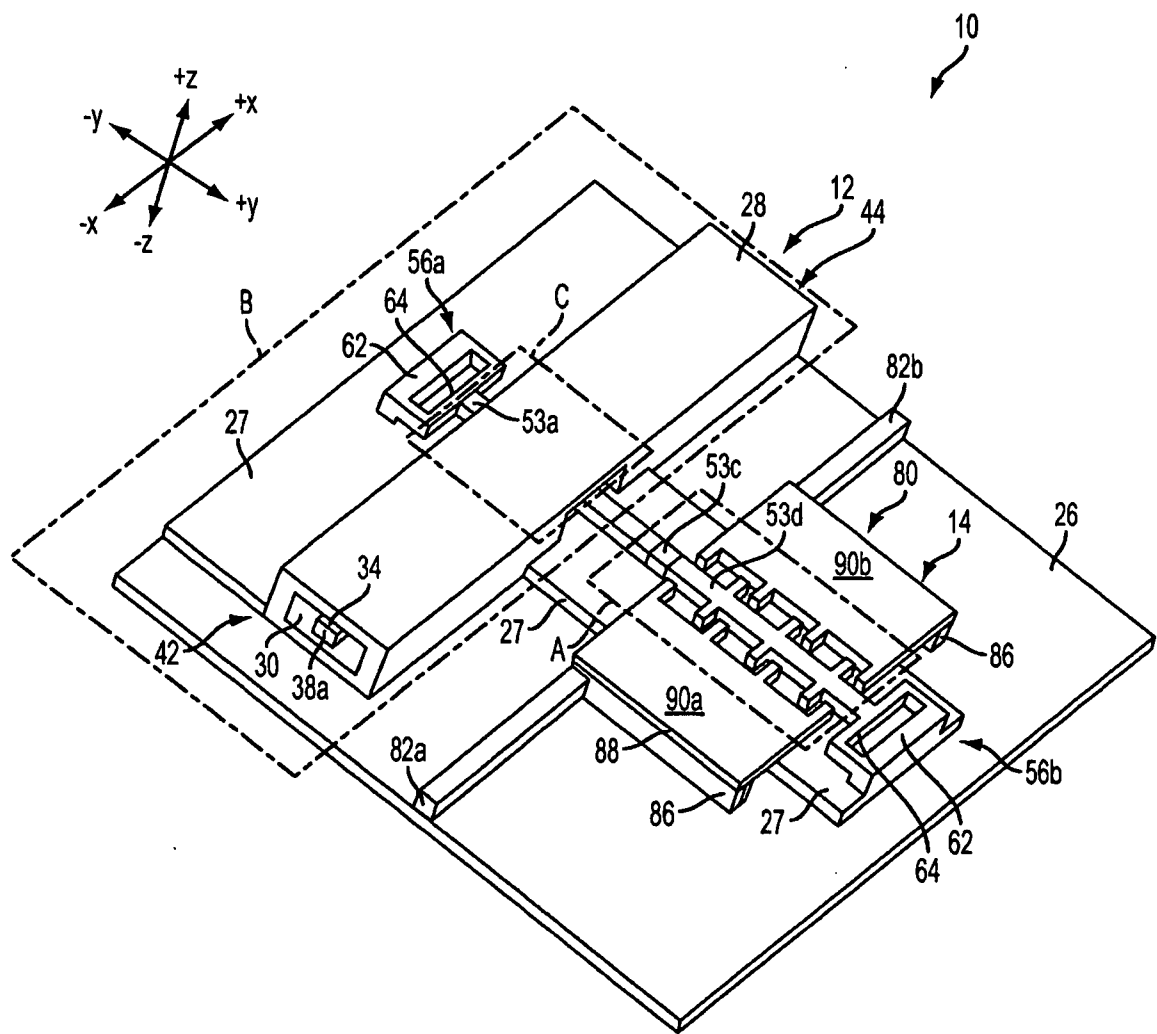


圖 1

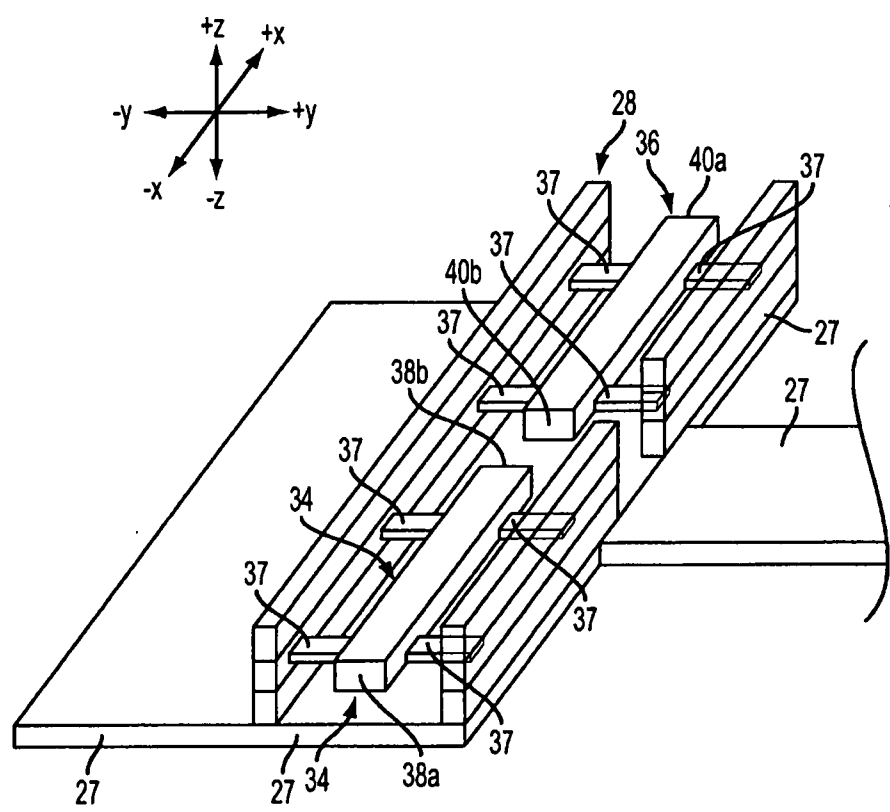


圖 2

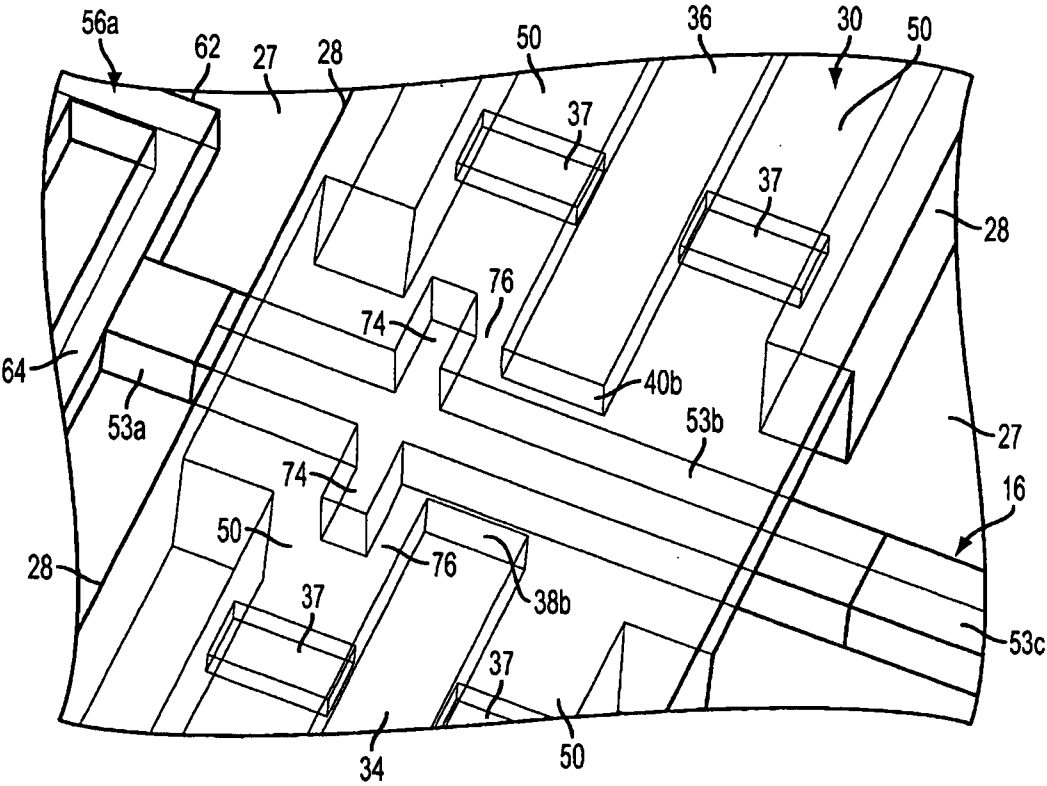


圖 3

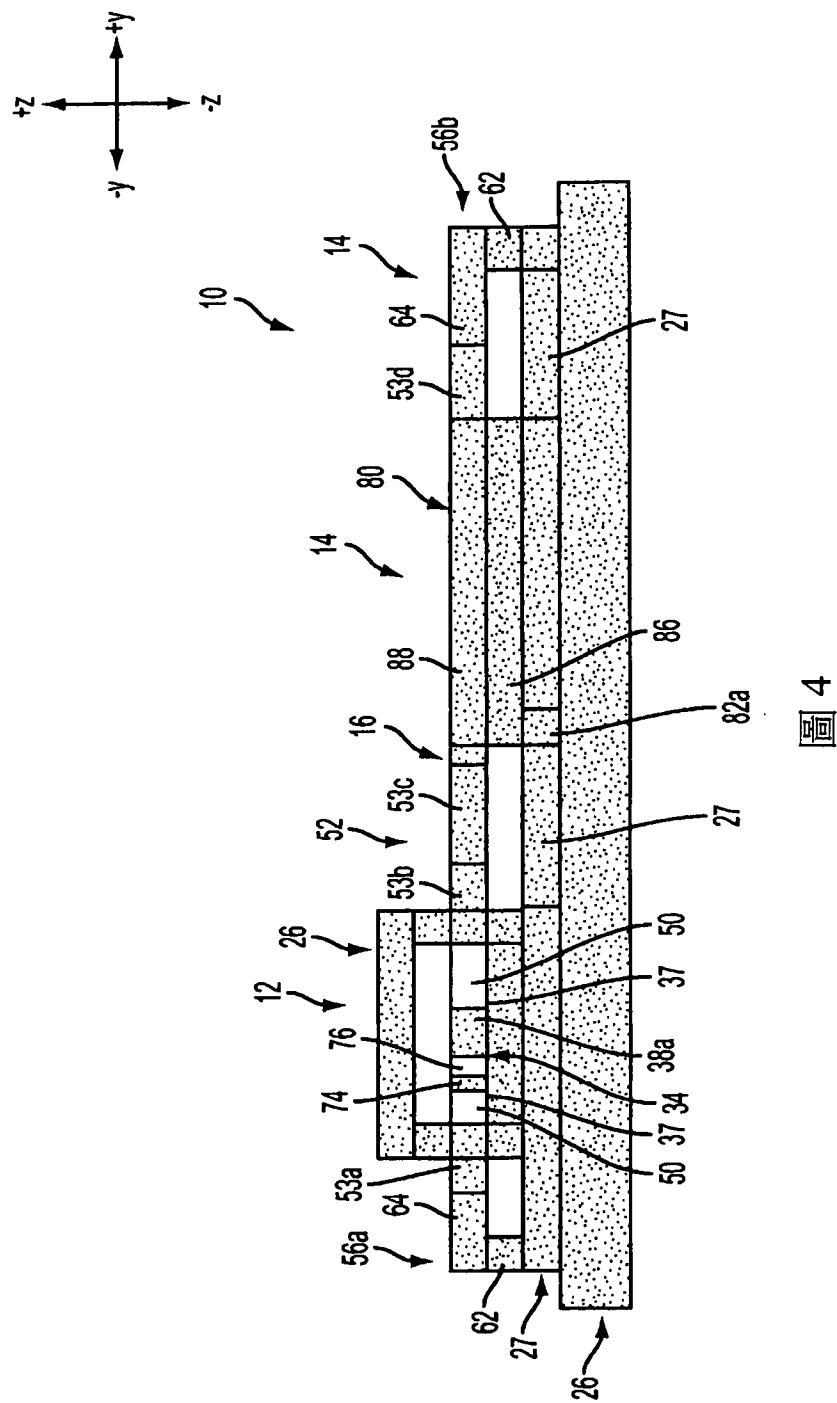


圖 4

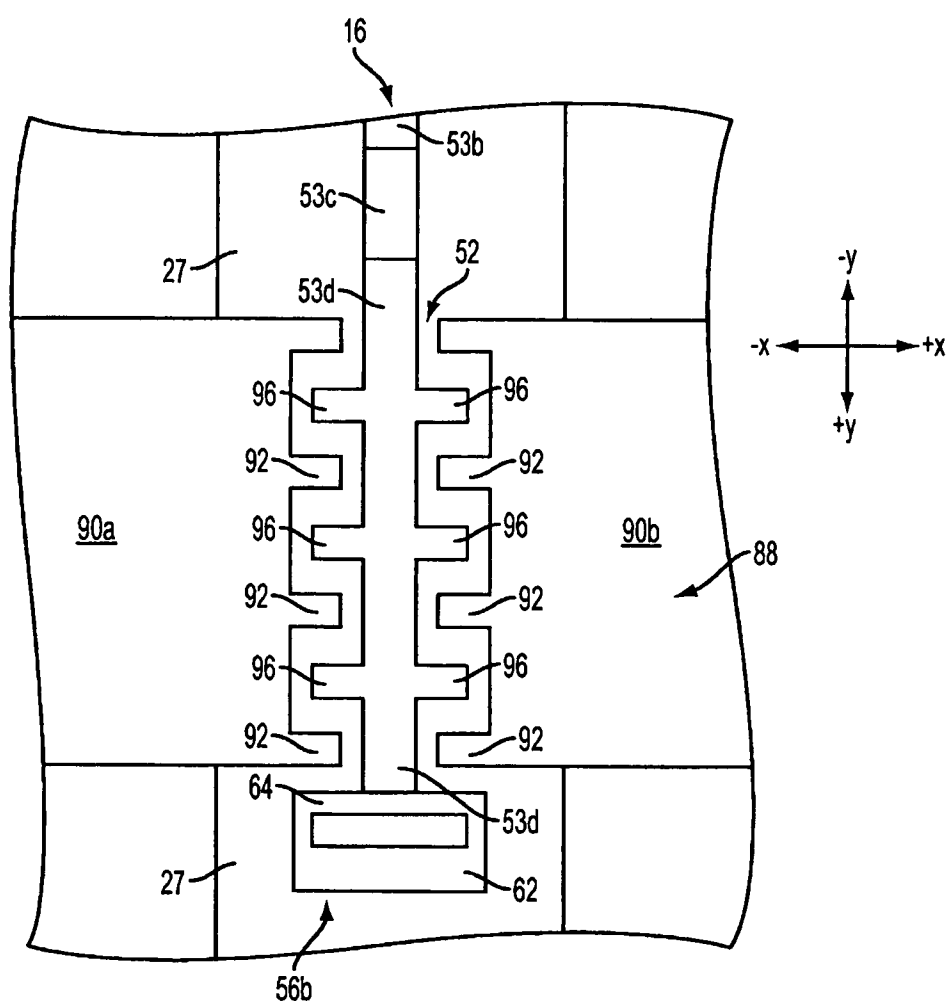


圖 5A

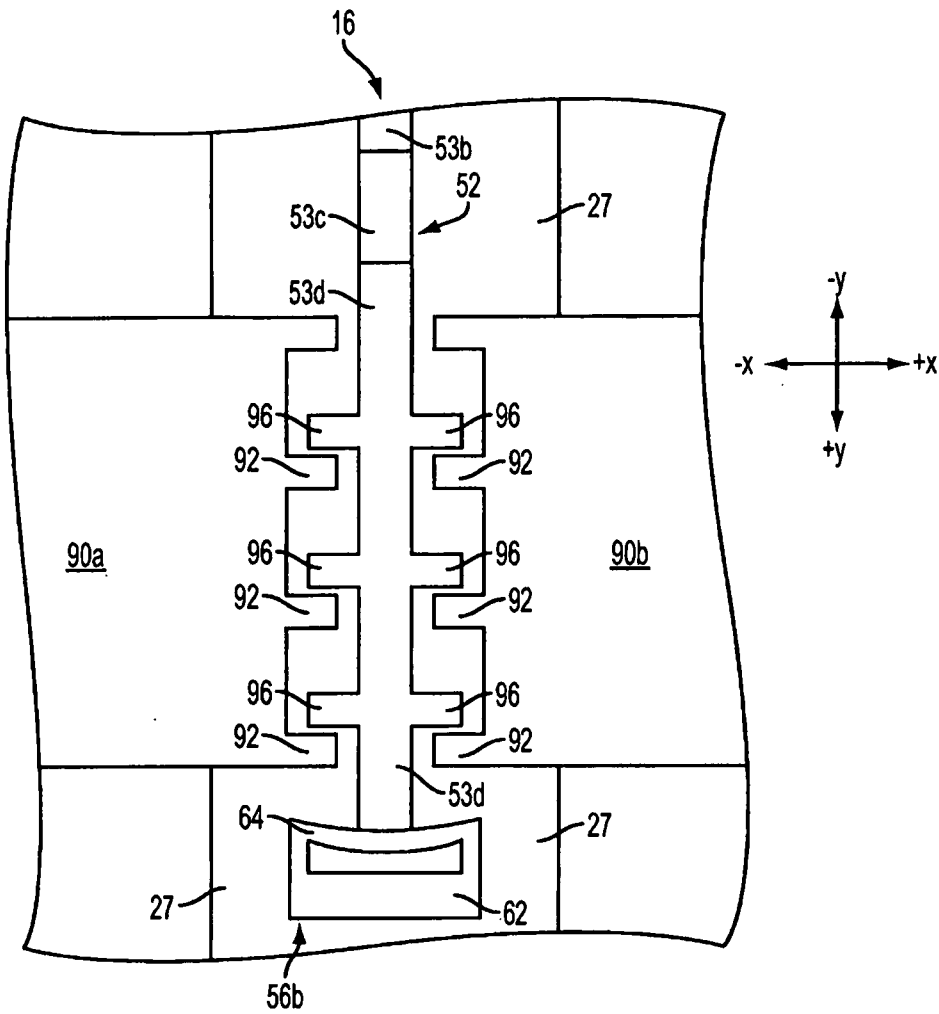


圖 5B

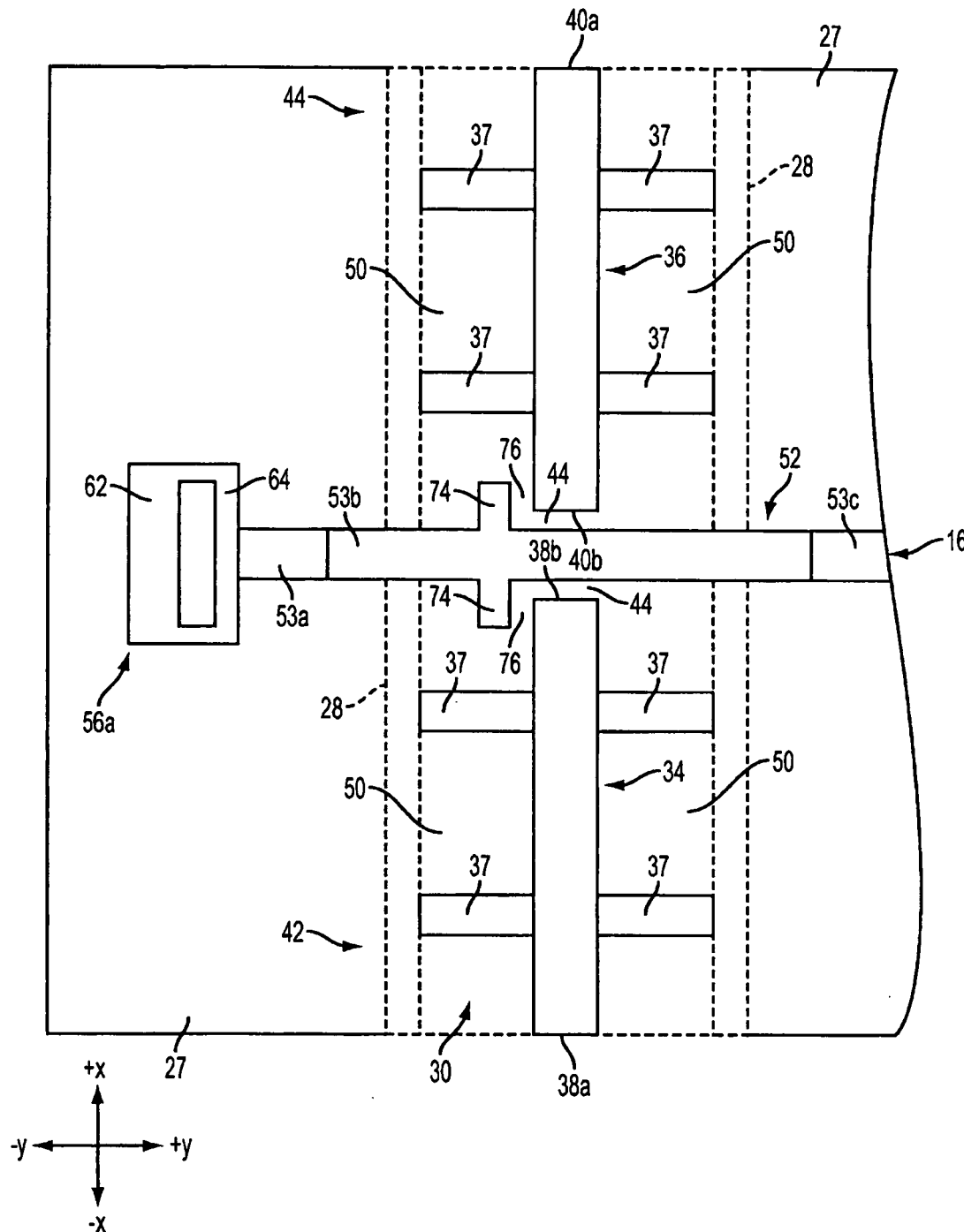


圖 6A

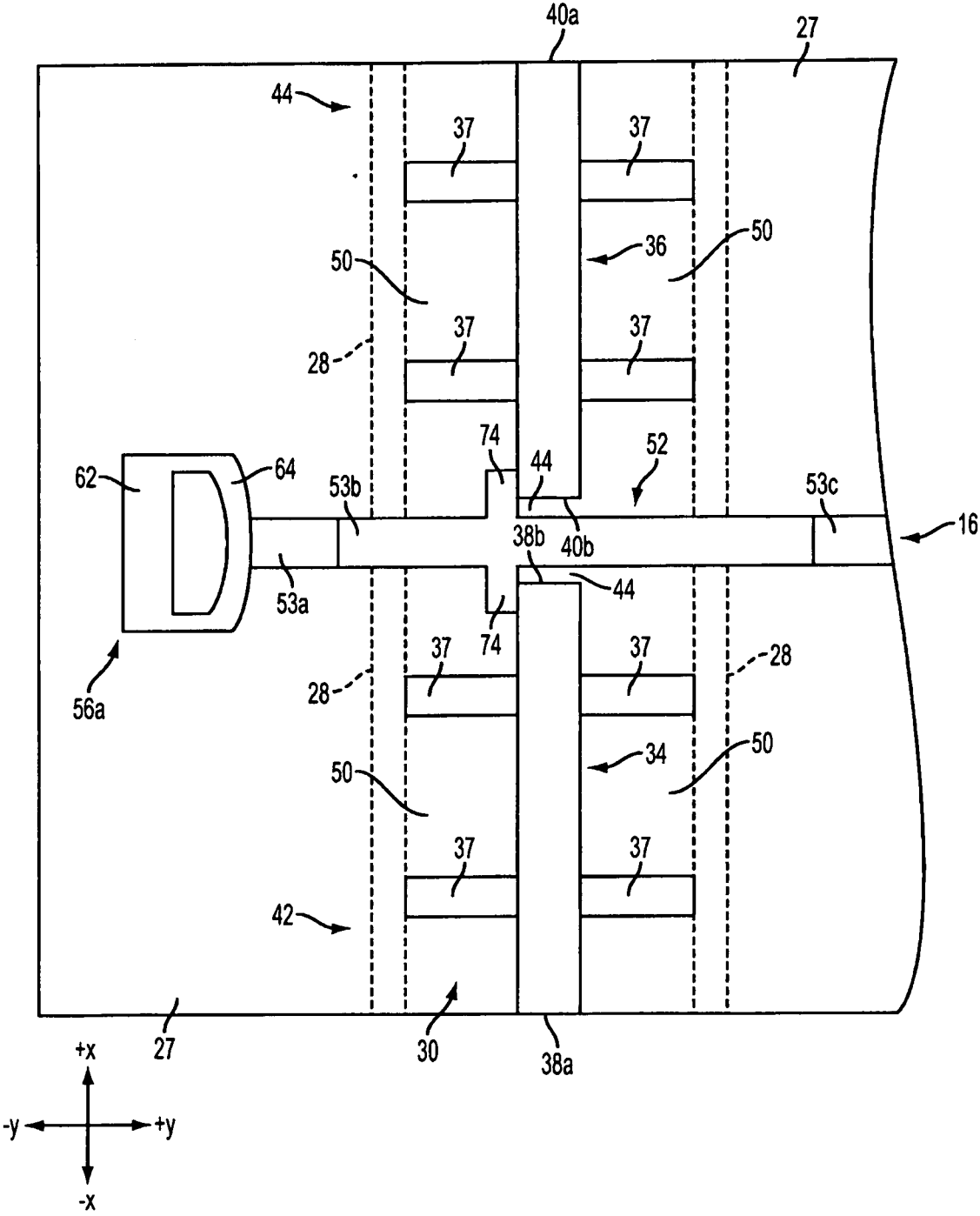


圖 6B

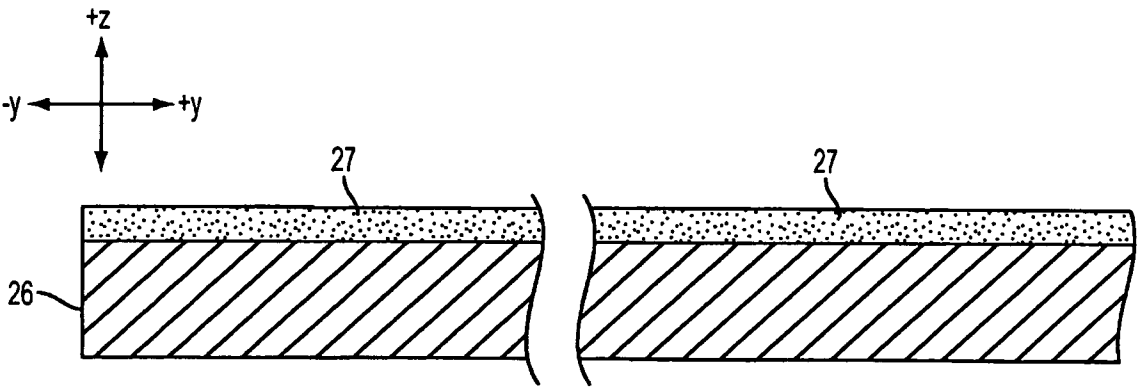


圖 7A

圖 7B

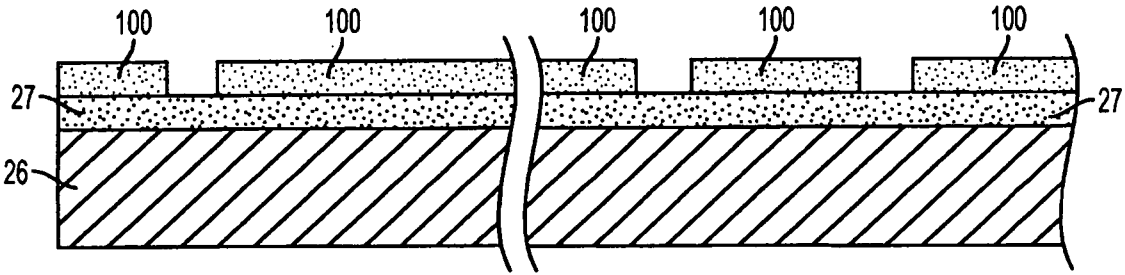


圖 8A

圖 8B

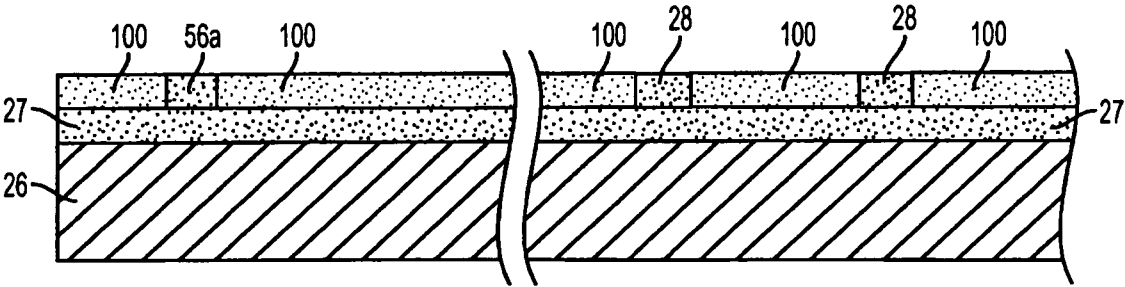


圖 9A

圖 9B

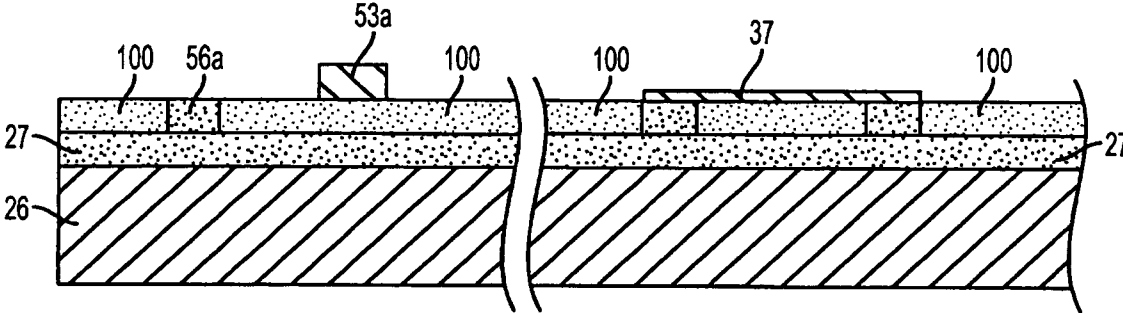


圖 10A

圖 10B

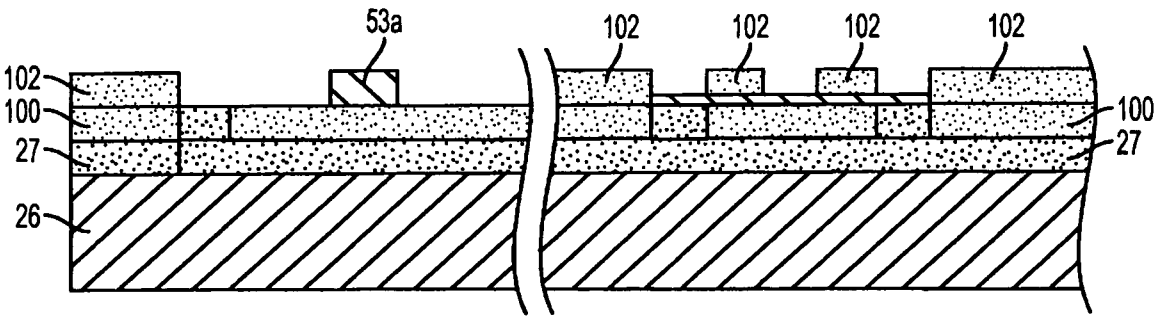


圖 11A

圖 11B

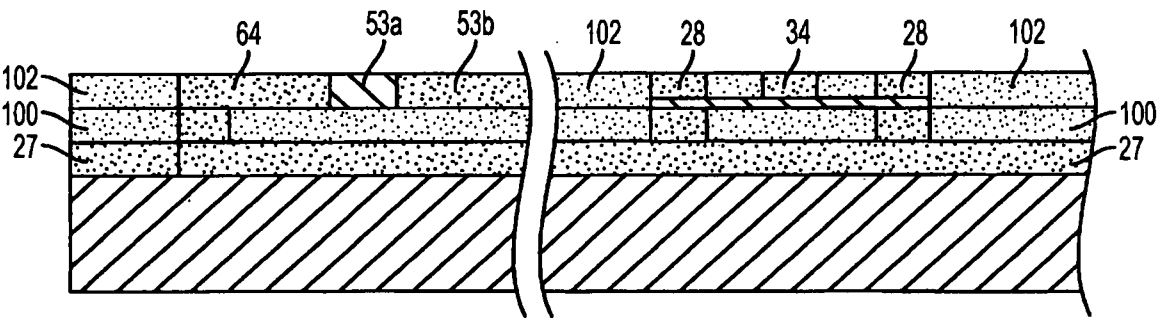


圖 12A

圖 12B

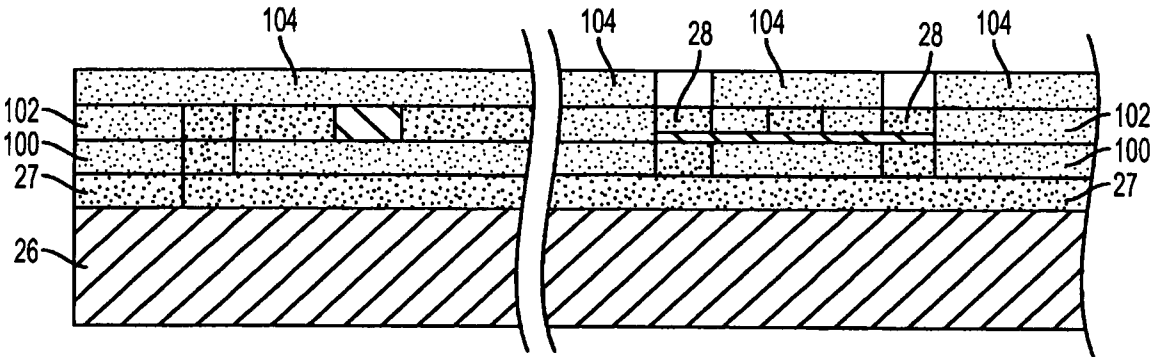


圖 13A

圖 13B

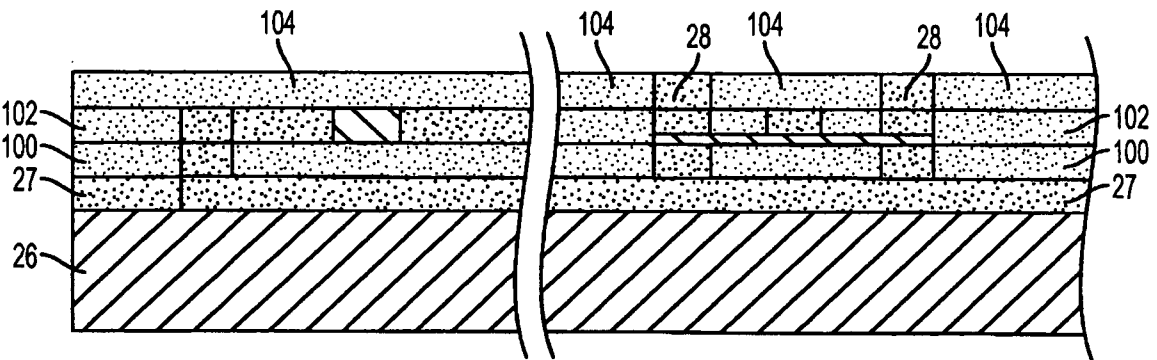


圖 14A

圖 14B

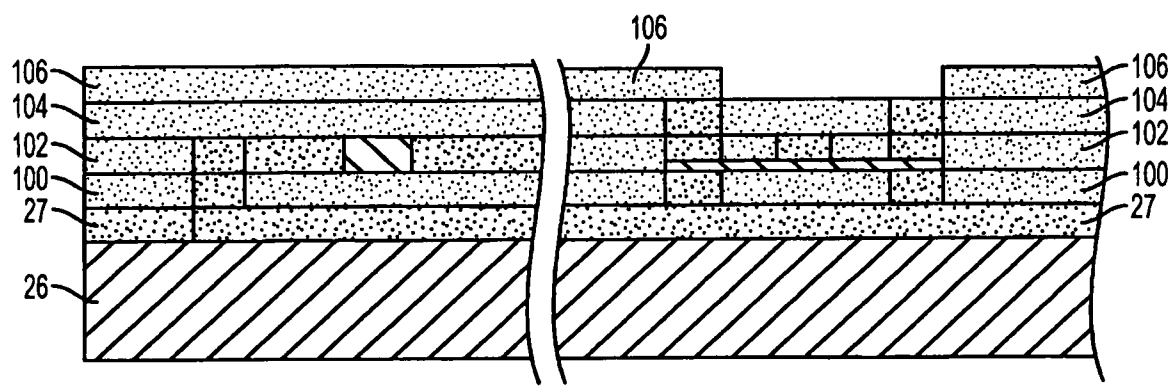


圖 15A

圖 15B

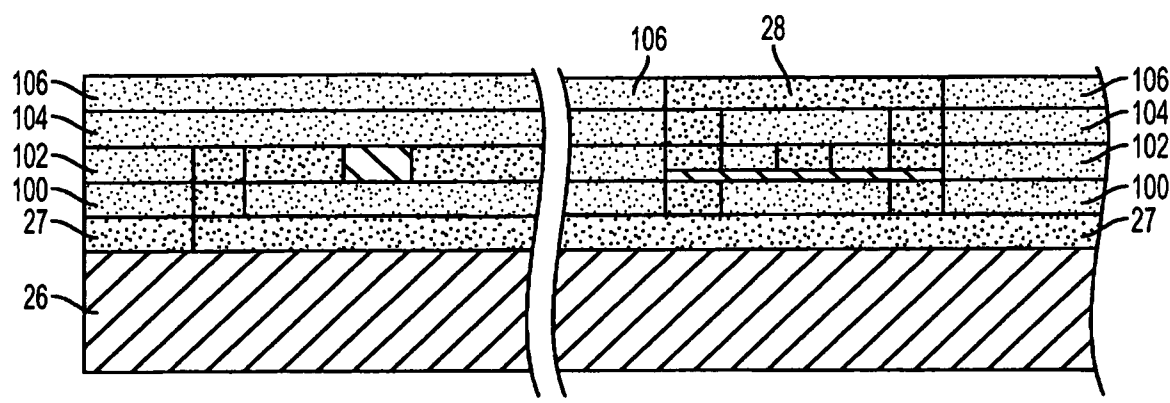


圖 16A

圖 16B

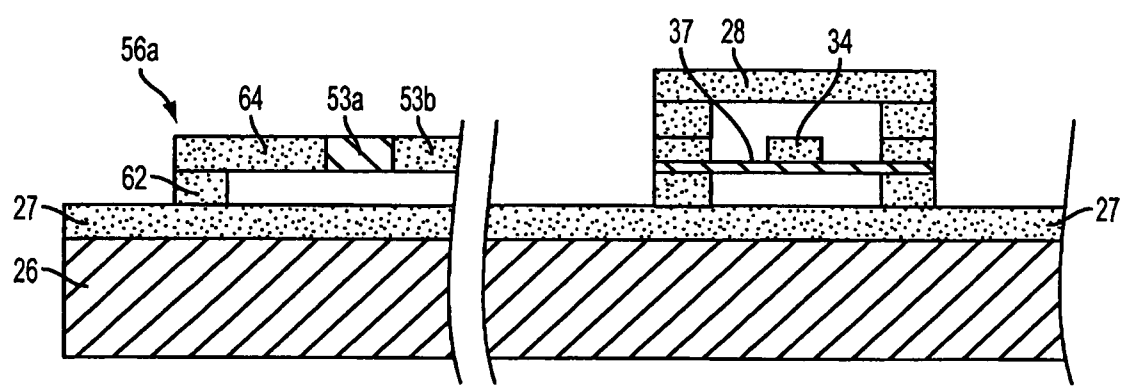


圖 17A

圖 17B