

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：91111583

※ 申請日期：91.3.28

※IPC 分類：B81C 1/00 (2006.01)
B81B 7/02 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

利用藉由停止層分離之傳導層之微機電裝置及方法

MICROELECTROMECHANICAL DEVICE AND METHOD UTILIZING
CONDUCTING LAYERS SEPARATED BY STOPS

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

美商高通微機電系統科技公司

QUALCOMM MEMS TECHNOLOGIES, INC.

代表人：(中文/英文)

傑夫 山姆賽

SAMPSELL, JEFF

住居所或營業所地址：(中文/英文)

美國加州聖地牙哥市摩豪斯大道5775號

5775 MOREHOUSE DRIVE SAN DIEGO, CA 92121, 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. 萊歐 寇古特

KOGUT, LIOR

2. 湯民豪

TUNG, MING-HAU

國 籍：(中文/英文)

1. 以色列 ISRAEL

2. 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；2007年03月28日；11/692,734

2.

無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1.

2.

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】

本發明之領域係關於微機電系統(MEMS)。

【先前技術】

微機電系統(MEMS)包括微機械元件、致動器及電子設備。可使用沈積、蝕刻，及/或蝕刻掉基板及/或所沈積材料層之部分或添加層之其他微機械加工處理而產生微機械元件以形成電及機電裝置。一類型之MEMS裝置被稱為干涉調變器。如本文中所使用，術語"干涉調變器"或"干涉光調變器"指代使用光干涉之原理選擇性地吸收及/或反射光的裝置。在某些實施例中，干涉調變器可包含一對導電板，該對導電板中之一或兩個導電板可為整體或部分透明及/或反射的，且能夠在施加合適電信號後即相對運動。在一特定實施例中，一板可包含一沈積於基板上之固定層，且另一板可包含一藉由氣隙與該固定層分離之金屬隔膜。如本文更詳細描述，一板相對於另一板之位置可改變入射於干涉調變器上的光之光干涉。此等裝置具有廣泛範圍之應用，且在此項技術中利用及/或修改此等類型之裝置的特性使得可將其特徵用於改良現有產品及產生尚未開發之新產品係有益的。

【發明內容】

微機電系統(MEMS)裝置之一實施例包含一包含至少一停止層部件的反射元件。該裝置亦包含電極及延伸至少部分地穿過該電極之孔隙。該孔隙具有邊界。該裝置在孔隙

內或在孔隙之邊界的一部分上具有非導電表面。支撐結構使反射元件與電極分離。可在第一位置與第二位置之間移動反射元件。在反射元件處於第一位置時，停止層部件與非導電表面間隔開。在反射元件處於第二位置時，停止層部件之一部分與非導電表面接觸。在反射元件處於第二位置時，反射元件與電極彼此電隔離。

微機電系統(MEMS)裝置之另一實施例包含用於反射光之構件及用於傳導電之構件。該反射構件包含用於停止反射構件之移動之構件。該裝置亦包含用於收納停止構件之構件。該收納構件具有邊界且在收納構件內或在邊界上具有非導電部分。該裝置進一步包含用於分離反射構件與傳導構件之構件。可在第一位置與第二位置之間移動反射構件。在反射構件處於第一位置時，停止構件與非導電部分間隔開，且在反射構件處於第二位置時，停止構件之一部分與非導電部分接觸。在反射構件處於第二位置時，反射構件與傳導構件彼此電隔離。

揭示製造微機電系統(MEMS)裝置之方法的一實施例。該方法包含提供基板及在該基板上形成電極。可移除電極之一部分以形成孔隙。該方法亦包含在電極及孔隙上形成第一犧牲層及移除孔隙上之第一犧牲層的一部分。第二犧牲層可形成於第一犧牲層上。該方法亦包括在第二犧牲層上形成反射元件。該反射元件具有朝孔隙延伸之至少一停止層部件。可移除第一犧牲層及第二犧牲層。可用此方法製造MEMS裝置。

【實施方式】

以下詳細描述係針對本發明之某些特定實施例。然而，可以許多不同方式來具體化本發明。在此描述中，參看始終用相似數字來指定相似部分的圖式。如將自以下描述顯而易見，可在經組態以顯示影像(無論是運動(例如，視訊)或固定(例如，靜態影像)，且無論是文字或圖片)之任何裝置中實施該等實施例。更特定言之，預期該等實施例可在多種電子裝置中實施或與其相關聯，該等電子裝置諸如(但不限於)行動電話、無線裝置、個人資料助理(PDA)、掌上型或攜帶型電腦、GPS接收器/導航儀、相機、MP3播放器、攝像機、遊戲控制台、腕錶、時鐘、計算器、電視監視器、平板顯示器、電腦監視器、自動顯示器(例如，里程錶顯示器等)、座艙控制器及/或顯示器、相機視野顯示器(例如，車輛中具有後視相機之顯示器)、電子照片、電子告示牌或標記、投影器、建築結構、封裝及美學結構(例如，在一件珠寶上之影像的顯示)。與本文所述之彼等裝置具有類似結構之MEMS裝置亦可用於非顯示應用(諸如在電子切換裝置中)。

在MEMS裝置之一些實施例中，非導電層(例如，介電層)用以在裝置處於致動或驅動狀態時電隔離及防止可移動反射元件與電極之間的實體接觸。然而，在裝置之操作期間，非傳導層可累積經捕獲電荷，此可歸因於諸如增加之黏著力、靜摩擦及偏移移位之效應而降低裝置之效能。因此，提供不包括非傳導層之MEMS裝置可為有利的。為

了防止反射元件與電極之間的實體及電接觸，MEMS裝置之某些實施例在朝電極中之孔隙延伸的反射元件上提供停止層部件。在驅動狀態中，停止層部件在孔隙內或孔隙之邊界的一部分上接觸非導電表面以便防止反射元件實體或電接觸電極。舉例而言，該孔隙可延伸穿過電極至玻璃基板，且該停止層部件可接觸處於驅動狀態之玻璃基板的一部分。此等MEMS裝置可提供優勢，包括經捕獲電荷之降低的效應、較小黏著力、較低電容及較快回應時間。

在圖1中說明一包含干涉MEMS顯示元件之干涉調變器顯示器實施例。在此等裝置中，像素處於亮或暗狀態。在亮("開啟"或"打開")狀態中，顯示元件將大部分入射可見光反射至使用者。當在暗("斷開"或"關閉")狀態中時，顯示元件反射極少的入射可見光至使用者。視實施例而定，"開啟"及"斷開"狀態之光反射性質可顛倒。MEMS像素可經組態以主要在選定之顏色處反射，從而除黑色及白色外還允許彩色顯示。

圖1為描繪視覺顯示器之一系列像素中之兩個鄰近像素的等角視圖，其中每一像素包含一MEMS干涉調變器。在一些實施例中，干涉調變器顯示器包含此等干涉調變器之列/行陣列。每一干涉調變器包括以距彼此可變及可控之距離而定位以形成具有至少一可變尺寸之諧振光學間隙之一對反射層。在一實施例中，可在兩個位置之間移動該等反射層中之一者。在第一位置(本文稱為鬆弛位置)中，將可移動反射層定位於距固定的部分反射層一相對較大距離

處。在第二位置(本文稱為致動位置)中，將可移動反射層定位為更緊鄰於部分反射層。視可移動反射層之位置而定，自該兩層反射之入射光建設性地或破壞性地干涉，從而對每一像素產生總體反射或非反射狀態。

在圖1中，像素陣列之所描繪部分包括兩個鄰近之干涉調變器12a及12b。在左側之干涉調變器12a中，說明在距光學堆疊16a(其包括部分反射層)一預定距離之鬆弛位置中的可移動反射層14a。在右側之干涉調變器12b中，說明在鄰近於光學堆疊16b之致動位置中的可移動反射層14b。

如本文所提及，光學堆疊16a及16b(統稱為光學堆疊16)通常包含若干熔融層，其可包括電極層(諸如氧化銦錫(ITO))、部分反射層(諸如鉻)及透明介電質。因此，光學堆疊16係導電、部分透明且部分反射的，且可(例如)藉由將以上層中之一或多者沈積至透明基板20上而製造。部分反射層可由部分反射之多種材料(諸如各種金屬、半導體及介電質)而形成。部分反射層可由一或多個材料層形成，且該等層中之每一者可由單一材料或材料之組合而形成。

在一些實施例中，光學堆疊16之層經圖案化成平行條帶，且可如下文進一步描述而形成顯示裝置中之列電極。可移動反射層14a、14b可形成為在柱18之頂部沈積的一或多個所沈積金屬層(正交於16a、16b之列電極)及在柱18之間沈積的插入犧牲材料的一系列平行條帶。當蝕刻掉犧牲材料時，可移動反射層14a、14b藉由一所界定間隙19而與

光學堆疊16a、16b分離。諸如鋁之高導電及反射材料可用於反射層14，且此等條帶可形成顯示裝置中之行電極。

如由圖1中之像素12a所說明，在無所施加電壓之情況下，間隙19保持於可移動反射層14a與光學堆疊16a之間，其中可移動反射層14a係處於機械鬆弛狀態。然而，當將電位差施加至選定列及行時，在相應像素處之列電極及行電極之相交處形成的電容器變為充電狀態，且靜電力將該等電極拉在一起。若電壓足夠高，則可移動反射層14變形且被迫使抵靠光學堆疊16。如由圖1中右側之像素12b所說明，在光學堆疊16內之介電層(未在此圖中說明)可防止短路且控制在層14與層16之間的分離距離。無關於所施加電位差之極性，行為係相同的。以此方式，可控制反射對非反射像素狀態之列/行致動在許多方面與在習知LCD及其他顯示技術中所使用之列/行致動類似。

圖2至圖5B說明一用於在顯示應用中使用干涉調變器陣列之例示性處理及系統。

圖2為說明可併有本發明之態樣的電子裝置之一實施例的系統方塊圖。在例示性實施例中，該電子裝置包括一處理器21，其可為任何通用單或多晶片微處理器(諸如ARM、Pentium[®]、Pentium II[®]、Pentium III[®]、Pentium IV[®]、Pentium[®] Pro、8051、MIPS[®]、Power PC[®]、ALPHA[®])或任何特殊用途微處理器(諸如數位信號處理器、微控制器或可程式化閘陣列)。如在此項技術中所習知的，處理器21可經組態以執行一或多個軟體模組。除執

行作業系統外，處理器還可經組態以執行一或多個軟體應用程式，包括網頁瀏覽器、電話應用程式、電子郵件程式或任何其他軟體應用程式。

在一實施例中，處理器21亦經組態以與一陣列驅動器22通信。在一實施例中，陣列驅動器22包括一系列驅動器電路24及一行驅動器電路26，其將信號提供至顯示陣列或面板30。在圖1中說明之陣列橫截面係由在圖2中之線1-1展示。對MEMS干涉調變器而言，列/行致動協定可利用在圖3中說明之此等裝置的滯後性質。可能需要(例如)10伏特電位差以使得可移動層自鬆弛狀態變形為致動狀態。然而，當電壓自該值減小時，可移動層隨著電壓下降回至10伏特以下而維持其狀態。在圖3之例示性實施例中，可移動層直至電壓下降至2伏特以下才完全鬆弛。因此，存在一所施加電壓窗(在圖3中所說明之實例中為約3 V至7 V)，在該所施加電壓窗內，裝置穩定地處於鬆弛或致動狀態。本文將此稱為"滯後窗"或"穩定窗"。對具有圖3之滯後特性的顯示陣列而言，列/行致動協定可經設計以使得在列選通期間，在選通列中待致動之像素暴露於約10伏特之電壓差，且待鬆弛之像素暴露於接近於零伏特之電壓差。在選通之後，像素被暴露於約5伏特之穩定狀態電壓差下，使得該等像素保持處於列選通將其置入的任何狀態。在此實例中，在被寫入後，每一像素具有在3伏特至7伏特之"穩定窗"內的電位差。此特徵使得在圖1中所說明之像素設計在相同所施加電壓條件下於預先存在之致動或鬆弛狀態中皆

穩定。因為干涉調變器之每一像素(無論在致動或鬆弛狀態中)實質上為由固定及移動反射層形成之電容器，故可在滯後窗內之一電壓下保持此穩定狀態，其中幾乎無功率耗散。若所施加電位為固定的，則實質上無電流流入像素中。

在典型應用中，可藉由根據第一列中之所要致動像素組確立行電極組來產生顯示圖框。接著將列脈衝施加至列1電極，從而致動對應於所確立之行線的像素。接著將所確立之行電極組改變為對應於在第二列中之所要的致動像素組。接著將脈衝施加至列2電極，從而根據所確立之行電極致動列2中之合適像素。列1像素不受列2脈衝影響，且保持於其在列1脈衝期間被設定之狀態。此可對於整個系列之列以順序型式重複以產生圖框。大體而言，藉由以每秒某所要數目之圖框來持續重複此處理，可用新的顯示資料再新及/或更新該等圖框。用於驅動像素陣列之列及行電極以產生顯示圖框之廣泛多種協定亦為吾人所熟知且可與本發明結合使用。

圖4、圖5A及圖5B說明一用於在圖2之 3×3 陣列上產生顯示圖框之可能的致動協定。圖4說明可用於展現圖3之滯後曲線之像素的行電壓位準及列電壓位準的可能設定。在圖4之實施例中，致動一像素涉及將合適行設定為 $-V_{bias}$ ，且將合適列設定為 $+\Delta V$ (其可分別對應於-5伏特及+5伏特)。鬆弛該像素係藉由將合適行設定為 $+V_{bias}$ ，且將合適列設定為相同的 $+\Delta V$ ，從而越過該像素產生零伏特之電位差而

實現。在列電壓保持於零伏特之彼等列中，不管行處於 $+V_{bias}$ 或 $-V_{bias}$ ，像素均穩定地處於其最初所處之任何狀態中。亦如圖4中所說明，應瞭解，可使用與上述電壓之極性相反之電壓，例如，致動一像素可涉及將合適行設定為 $+V_{bias}$ 及將合適列設定為 $-\Delta V$ 。在此實施例中，釋放像素係藉由將合適行設定為 $-V_{bias}$ 且將合適列設定為相同 $-\Delta V$ ，從而越過像素產生零伏特電位差而實現。

圖5B為一展示施加至圖2之 3×3 陣列之一系列的列及行信號的時序圖，其將導致在圖5A中說明之顯示配置，在該配置中所致動像素為非反射的。在寫入圖5A中所說明之圖框之前，像素可處於任何狀態中，且在此實例中，所有列均處於0伏特，且所有行均處於+5伏特。在此等所施加電壓下，所有像素均穩定地處在其現有的致動或鬆弛狀態中。

在圖5A之圖框中，像素(1,1)、(1,2)、(2,2)、(3,2)及(3,3)被致動。為實現此目的，在列1之"線時間"期間，將行1及2設定為-5伏特，且將行3設定為+5伏特。因為所有像素均保持於3至7伏特之穩定窗中，故此並未改變任何像素之狀態。接著用自0伏特升至5伏特且返回至0伏特之脈衝來選通列1。此致動(1,1)及(1,2)像素而鬆弛(1,3)像素。陣列中之其他像素未受影響。為了按需要設定列2，將行2設定為-5伏特，且將行1及3設定為+5伏特。施加至列2之相同選通將接著致動像素(2,2)而鬆弛像素(2,1)及(2,3)。又，陣列之其他像素未受影響。藉由將行2及3設定為-5伏特且將行1設定為+5伏特來類似地設定列3。列3選通設定

列3像素(如圖5A中所示)。在寫入圖框後，列電位為零，且行電位可保持於+5或-5伏特，且顯示穩定於圖5A之配置中。應瞭解，相同程序可用於具有數十個或數百個列及行之陣列。亦應瞭解，用於執行列及行致動之電壓之時序、序列及位準可在上文所概括之一般原理內經廣泛改變，且以上實例僅為例示性的，且任何致動電壓方法可與本文所述之系統及方法一起使用。

圖6A及圖6B為說明顯示裝置40之一實施例的系統方塊圖。該顯示裝置40可為(例如)蜂巢式電話或行動電話。然而，顯示裝置40之相同組件或其微小改變亦說明瞭各種類型之顯示裝置(諸如電視機及攜帶型媒體播放器)。

顯示裝置40包括一外殼41、一顯示器30、一天線43、一揚聲器45、一輸入裝置48及一麥克風46。外殼41大體由熟習此項技術者所熟知之多種製造處理(包括射出成形及真空成形)中之任一者而形成。另外，外殼41可由多種材料中之任一者製成，該等材料包括(但不限於)塑膠、金屬、玻璃、橡膠及陶瓷，或其組合。在一實施例中，外殼41包括可與具有不同顏色或含有不同標識、圖片或符號之其他可移除部分互換之可移除部分(未圖示)。

如本文所描述，例示性顯示裝置40之顯示器30可為多種顯示器中之任一者，該等顯示器包括雙穩態顯示器。在其他實施例中，顯示器30包括熟習此項技術者所熟知之平板顯示器(諸如上文描述之電漿、EL、OLED、STN LCD或TFT LCD)或非平板顯示器(諸如CRT或其他管裝置)。然

而，出於描述本實施例之目的，顯示器30包括如本文所描述之干涉調變器顯示器。

在圖6B中示意性地說明例示性顯示裝置40之一實施例之組件。所說明之例示性顯示裝置40包括一外殼41且可包括至少部分封閉於其中之額外組件。舉例而言，在一實施例中，例示性顯示裝置40包括一網路介面27，網路介面27包括一天線43，該天線43耦接至一收發器47。收發器47連接至一處理器21，處理器21連接至調節硬體52。調節硬體52可經組態以調節信號(例如，濾波信號)。調節硬體52連接至一揚聲器45及一麥克風46。處理器21亦連接至一輸入裝置48及一驅動器控制器29。驅動器控制器29耦接至一圖框緩衝器28且耦接至一陣列驅動器22，該陣列驅動器22又耦接至一顯示陣列30。一電源50按特定例示性顯示裝置40設計之需要將電力提供至所有組件。

網路介面27包括天線43及收發器47以使得例示性顯示裝置40可經由網路與一或多個裝置進行通信。在一實施例中，網路介面27亦可具有一些處理能力以減輕對處理器21之需求。天線43為熟習此項技術者所知之用於傳輸及接收信號的任何天線。在一實施例中，天線根據IEEE 802.11標準(包括IEEE 802.11(a)、(b)或(g))傳輸及接收RF信號。在另一實施例中，天線根據藍芽(BLUETOOTH)標準傳輸及接收RF信號。在蜂巢式電話之情況下，天線經設計以接收CDMA、GSM、AMPS或用於在無線行動電話網路內通信之其他已知信號。收發器47預處理自天線43接收之信號，

以使得該等信號可由處理器21接收且進一步操縱。收發器47亦處理自處理器21接收之信號，以使得該等信號可經由天線43自例示性顯示裝置40傳輸。

在一替代實施例中，收發器47可由接收器替代。在又一替代實施例中，網路介面27可由一影像源替代，該影像源可儲存或產生待發送至處理器21之影像資料。舉例而言，影像源可為含有影像資料之數位視訊光碟(DVD)或硬碟機，或產生影像資料之軟體模組。

處理器21大體控制例示性顯示裝置40之整體操作。處理器21接收資料(諸如來自網路介面27或影像源之壓縮影像資料)，且將資料處理為原始影像資料或處理為易於處理為原始影像資料之格式。處理器21接著將經處理之資料發送至驅動器控制器29或發送至圖框緩衝器28以供儲存。原始資料通常指代識別影像內每一位置處之影像特性的資訊。舉例而言，此等影像特性可包括顏色、飽和度及灰度階。

在一實施例中，處理器21包括用於控制例示性顯示裝置40之操作的微控制器、CPU或邏輯單元。調節硬體52大體包括用於將信號傳輸至揚聲器45且用於自麥克風46接收信號之放大器及濾波器。調節硬體52可為在例示性顯示裝置40內之離散組件，或可併入處理器21或其他組件內。

驅動器控制器29直接自處理器21或自圖框緩衝器28得到由處理器21產生的原始影像資料，且將該原始影像資料合適地重新格式化以高速傳輸至陣列驅動器22。特定言之，

驅動器控制器 29 將原始影像資料重新格式化為具有光柵樣格式之資料流，以使得其具有適於越過顯示陣列 30 掃描之時間次序。接著，驅動器控制器 29 將經格式化之資訊發送至陣列驅動器 22。儘管驅動器控制器 29 (諸如 LCD 控制器) 經常作為獨立積體電路 (IC) 與系統處理器 21 相關聯，但可以許多方式實施此等控制器。該等控制器可作為硬體嵌入於處理器 21 中、作為軟體嵌入於處理器 21 中或以硬體形式與陣列驅動器 22 完全整合。

通常，陣列驅動器 22 接收來自驅動器控制器 29 之經格式化之資訊且將視訊資料重新格式化為一組平行波形，該等平行波形每秒多次地施加至來自顯示器之 x-y 像素矩陣的數百條且有時數千條引線。

在一實施例中，驅動器控制器 29、陣列驅動器 22 及顯示陣列 30 適合於本文描述之顯示器之類型中的任一者。舉例而言，在一實施例中，驅動器控制器 29 為習知顯示控制器或雙穩態顯示控制器 (例如，干涉調變器控制器)。在另一實施例中，陣列驅動器 22 為習知驅動器或雙穩態顯示驅動器 (例如，干涉調變器顯示器)。在一實施例中，驅動器控制器 29 與陣列驅動器 22 整合。此實施例在諸如蜂巢式電話、手錶及其他小面積顯示器之高整合系統中係常見的。在又一實施例中，顯示陣列 30 為典型顯示陣列或雙穩態顯示陣列 (例如，包括干涉調變器之陣列的顯示器)。

輸入裝置 48 允許使用者控制例示性顯示裝置 40 之操作。在一實施例中，輸入裝置 48 包括小鍵盤 (諸如 QWERTY 鍵

盤或電話小鍵盤)、按鈕、開關、觸敏螢幕，或壓敏或熱敏隔膜。在一實施例中，麥克風46為用於例示性顯示裝置40之輸入裝置。當麥克風46用於將資料輸入至裝置時，可由使用者提供語音指令以控制例示性顯示裝置40之操作。

電源50可包括在此項技術中熟知之多種能量儲存裝置。舉例而言，在一實施例中，電源50可為諸如鎳-鎘電池組或鋰離子電池組之可再充電電池組。在另一實施例中，電源50為可再生能源、電容器或太陽能電池(包括塑膠太陽能電池及太陽能電池漆)。在另一實施例中，電源50經組態以自壁式插座接收電力。

在一些實施中，如上文所述，控制可程式性駐留於驅動器控制器中，該驅動器控制器可位於電子顯示系統中之若干位置中。在一些實施例中，控制可程式性駐留於陣列驅動器22中。熟習此項技術者將認識到，可在任何數目的硬體及/或軟體組件中及在各種組態中實施上述最佳化。

根據上文陳述之原理操作之干涉調變器之結構的細節可能廣泛變化。舉例而言，圖7A至圖7E說明可移動反射層14及其支撐結構之五個不同實施例。圖7A為圖1之實施例的橫截面，其中金屬材料14之條帶係在正交延伸支撐物18上沈積。在圖7B中，可移動反射層14僅在轉角處(在繫栓32上)附著至支撐物。在圖7C中，可移動反射層14係自可變形層34懸置，該可變形層34可包含可撓性金屬。可變形層34直接或間接地在該可變形層34周邊周圍連接至基板20。本文將此等連接稱為支撐柱。在圖7D中說明之實施例

具有支撐柱插塞42，可變形層34擱置於該等支撐柱插塞42上。如圖7A至圖7C中，可移動反射層14保持懸置於間隙上方，但可變形層34並未藉由填充在可變形層34與光學堆疊16之間的孔來形成支撐柱。實情為，支撐柱係由用於形成支撐柱插塞42之平坦化材料形成。在圖7E中說明之實施例係基於在圖7D中展示之實施例，但亦可調適為與在圖7A至圖7C中說明之實施例中之任一者以及未圖示之額外實施例一起起作用。在圖7E中展示之實施例中，金屬或其他導電材料之額外層已用於形成匯流排結構44。此允許信號沿干涉調變器之後部導引，從而消除可能另外應在基板20上形成之多個電極。

在諸如圖7中展示之實施例的實施例中，干涉調變器充當直觀裝置，其中自透明基板20之前側(該側與配置有調變器之側相對)觀測影像。在此等實施例中，反射層14光學屏蔽干涉調變器在反射層之與基板20相對之側上的部分(包括可變形層34)。此允許組態及操作屏蔽區域，而不會負面地影響影像品質。此屏蔽允許圖7E中的匯流排結構44，其提供分離調變器之光學性質與調變器之機電性質的能力，諸如定址及由該定址引起之移動。此分離調變器架構允許用於調變器之機電態樣及光學態樣之結構設計及材料彼此獨立地選擇及起作用。此外，在圖7C至圖7E中展示之實施例具有得自由可變形層34進行之反射層14之光學性質與其機械性質之去耦的額外益處。此允許用於反射層14之結構設計及材料關於光學性質而最佳化，且用於可變形

層34之結構設計及材料關於所要機械性質而最佳化。

在圖7A至圖7E中所示之MEMS裝置的許多實施例中，光學堆疊16包含一非導電層，該非導電層包含形成於導電電極上之透明介電材料(例如，ITO層)。該非傳導介電材料防止在裝置處於致動狀態時，電極與可移動反射層14之間的電短路。然而，用此非傳導層形成之MEMS裝置可能具有一些缺點。在MEMS裝置之操作期間，非傳導層經受電場及直接電荷注入且可累積所捕獲電荷，該等所捕獲電荷可能影響MEMS裝置之機電行為、可靠性及滯後特性。所捕獲電荷可能在裝置之部分上誘發靜電力且可能為可移動反射層14與光學堆疊16之間的靜摩擦之起因。另外，所捕獲電荷可導致滯後窗之正致動電壓與負致動電壓之間的偏移移位。為了避免偏移移位，以電荷平衡方式驅動一些MEMS裝置，其中交替越過裝置之極性以減少所捕獲電荷。然而，電荷平衡導致較高功率消耗，因為必須驅動電流以自非傳導層移除電荷。此外，非傳導層之存在增加裝置(處於致動與未致動狀態兩者中)之電容，此導致較大電時間常數且限制MEMS裝置顯示器的可能大小。又，為了避免經由漏電介電質及介質擊穿而發生電荷漂移，在裝置之製造期間，昂貴及高品質之介電材料通常用於非傳導層。

不利用此非傳導層之MEMS裝置可提供下列優勢中之一些。裝置將累積大體上較少所捕獲電荷，且將極大地減少或消除偏移移位及電荷誘發之靜摩擦。在不存在顯著偏移

移位之情況下，無需以電荷平衡方式驅動裝置，藉此減少功率消耗。裝置將具有較低電容及較低電時間常數，藉此允許製造較大顯示器。又，因為無需昂貴、高品質之介電層的沈積，所以裝置之製造可能較不昂貴。

然而，不具有非傳導層之MEMS裝置可能遭受可在致動狀態期間發生的電短路，此係歸因於可移動反射層14與光學堆疊16之間的實體接觸或電弧。因此，為了提供達成以上優勢中之一些或全部的裝置，本揭示案之某些實施例藉由使用位於可移動反射層14之表面上且朝光學堆疊16延伸的一或多個停止層部件(例如，凸塊或突起)而防止電短路。停止層部件之一部分經組態以配合於形成於光學堆疊16中且暴露下伏非導電基板20之區域的孔隙中。在致動狀態期間，停止層部件之一部分接觸孔隙內之基板20，藉此防止可移動反射層14接觸光學堆疊16之電極層(且使其短路)。停止層部件之高度可經選擇以在處於致動狀態之光學堆疊16與可移動反射層14之間提供適合大小之間隙。處於未致動及致動狀態之間隙的大小可有利地經組態以提供顯示處於致動及未致動狀態之光之不同顏色的雙鉻MEMS裝置。另外，在某些此等裝置中，在致動狀態中產生較小黏著力，因為停止層部件接觸基板20之面積大體上小於其他裝置中之可移動反射層14與非傳導層之間的接觸面積。在本文所描述之某些實施例中，較小黏著力可提供經改良之效能及可靠性。在裝置之某些實施例中，修改(例如，藉由粗糙化或藉由提供凸塊)停止層部件及/或孔隙之表面

以進一步減小處於致動狀態之黏著力。停止層部件及/或孔隙之經修改表面大體上不影響裝置之光學行為，因為具有停止層部件及相應孔隙之裝置的區域大體上不在裝置中有助於光干涉。另外，在某些此等實施例中，此等區域由"黑色遮罩"(下文進一步描述)遮蔽以防止或減少環境或雜散光進入及/或離開此等區域。

現將參看圖8A及圖8B論述併有本揭示案之態樣中的一些之MEMS裝置的一實施例。MEMS裝置100包含反射元件104，該反射元件104包含至少一停止層部件108。MEMS裝置100進一步包含電極112及延伸至至少部分地穿過電極104且具有邊界118之孔隙116。MEMS裝置100亦包含在孔隙116內或邊界118之一部分上的非導電表面120。支撐結構124使反射元件104與電極112分離。反射元件104可在第一位置(在圖8A中示意地說明)與第二位置(在圖8B中示意地說明)之間移動。當反射元件104處於第一位置時，停止層部件108與非導電表面120間隔開。當反射元件104處於第二位置時，停止層部件108之一部分136與非導電表面120接觸，且反射元件104與電極112彼此電隔離。

圖8A為示意地說明處於未致動或鬆弛狀態之MEMS裝置100之一實施例的側視橫截面圖。圖8B為示意地說明處於致動或驅動狀態之MEMS裝置100的側視橫截面圖。MEMS裝置100可形成於透明或半透明基板122上。基板122較佳包含非導電材料(諸如介電質)，其在一實施例中包含玻璃。電極112可藉由(例如)沈積一或多個導電材料層(諸如

氧化銦錫(ITO)或鉻)而形成於基板122上。在一些實施例中，將部分反射層沈積於電極112上。部分反射層可由部分反射之多種材料(諸如各種金屬(例如，鉻)、半導體及介電質)製造。部分反射層可由一或多個材料層形成，且該等層中之每一者可由單一材料或材料之組合形成。圖7A至圖7E中所示之干涉調變器的光學堆疊16包含電極112及部分反射層。電極112之一部分可為部分透明或半透明的且部分反射至波長之範圍中的光。舉例而言，該波長範圍可包括電磁波譜之可見範圍的一部分。電極112可圖案化為大體上平行條帶且可在本文所描述之顯示裝置中形成列電極。

在一些實施例中，電極112可包含部分反射、部分吸收及/或導電材料之額外層或區域。舉例而言，在某些實施例中，基板或電極112包含額外層或區域以提供吸收環境或雜散光之"黑色遮罩"，藉此改良裝置100之光學效能。在某些此等實施例中，黑色遮罩可包含形成於基板122上之第一導電層及形成於第一導電層上之第二非導電層。黑色遮罩亦可由經選擇以具有吸收或衰減光之光學回應的材料製造。舉例而言，黑色遮罩可製造為薄膜之堆疊。在此實施例中，薄膜之堆疊可包含夾在兩個光反射鉻層之間的非光吸收介電層。在其他實施例中，黑色遮罩可包含有機或無機材料之單層(其衰減或吸收光)。在一些實施例中，黑色遮罩形成於基板122之表面123上以抑制光經由孔隙116進入裝置100。黑色遮罩之其他細節發現於2004年5

月 25 日頒發之美國專利第 6,741,377 號，標題為 "DEVICE HAVING A LIGHT-ABSORBING MASK AND A METHOD FOR FABRICATING SAME" 中，該案之整體揭示內容以引用的方式併入本文中。

在某些較佳實施例中，介電層並非形成於電極 112 上。在其他實施例中，鈍化層形成於電極 112 上(或部分反射層(若存在)上)，該鈍化層可保護電極 112(或部分反射層(若存在))不受侵蝕。在此等實施例中之一些中，鈍化層可由絕緣薄膜或傳導薄膜形成。絕緣薄膜為有利的，因為其可能相對薄(例如，在約 50 Å 至約 500 Å 之範圍中)，由於存在較少或不存在的停止層部件 108 接觸非傳導表面 120 所在之電場，所以存在較少或不存在的電擊穿之風險。與一些裝置中之非傳導(例如，介電)層對比，因為反射元件 104 與絕緣鈍化層在致動狀態中並非彼此實體接觸，所以存在相對較少或不存在的越過此絕緣鈍化層之直接電荷注入或在此絕緣鈍化層中之電荷累積。

MEMS 裝置 100 包括孔隙 116，其延伸至少部分地穿過電極 112。在各種實施例中，孔隙 116 可形成為電極 112 中之開口、凹座及/或空腔。孔隙 116 具有邊界 118，其示意地被說明為圖 8A 中之虛線。在圖 8A 及圖 8B 中展示之實施例中，孔隙 116 延伸完全穿過電極 112 且暴露基板 122 之表面部分。孔隙 116 之邊界 118 包含基板 122 之經暴露表面部分、電極 112 之邊緣 113 及假想上表面 114，該假想上表面 114 與孔隙 116 附近之電極 112 的上表面大體共平面。在一

些實施例中，非導電表面120包含邊界118之一部分。舉例而言，在圖8A中展示之實施例中，非導電表面120包含基板122之經暴露表面部分。在其他實施例中，非導電表面120在孔隙116內。舉例而言，在某些其他實施例中，孔隙116延伸僅部分地穿過電極112，且孔隙116內之非傳導層提供非傳導表面120。

如下文進一步描述，當裝置100處於致動狀態時，孔隙116經組態以接受停止層部件108之至少一部分136。在一些實施例中，大體上如上文所描述之"黑色遮罩"可用以遮蔽在孔隙116附近或內之裝置100的區域以防止或減少環境或雜散光經由孔隙116進入或離開。舉例而言，黑色遮罩可形成於孔隙116內之基板122上，且非導電表面120可包含黑色遮罩之非導電部分。

在MEMS裝置100之某些實施例中，支撐結構124安置於電極112上。支撐結構124可包含機械層126及一或多個支撐柱128。在某些此等實施例中，機械層126之至少一部分為導電的且可圖案化為大體上平行條帶，該等條帶在本文中所描述之顯示裝置中形成行電極。機械層126可由可變形及高傳導及反射材料(諸如金屬，其在一些實施例中可為鋁或鎳)製造。在一些實施例中，支撐柱128為非導電的且使機械層126與裝置100之其他部分(例如，電極112)電絕緣。支撐柱128之非傳導部分可包含介電材料，諸如氧化鋁。

如圖8A及圖8B中示意地說明，反射元件104可包含機械

層 126 之大體上平行於電極 112 的一部分，且支撐結構 124 可經組態以使得反射元件 104 包含面向電極 112 之表面。在一些實施例中，反射元件 104 為導電的。

如本文參看圖 1 所論述，可藉由在電極 112 與機械層 126 之間施加電壓差而將機械層 126 自鬆弛狀態(第一位置)移動至驅動狀態(第二位置)。若電壓差超過臨限值，則靜電力使得機械層 126 自處於鬆弛狀態(圖 8A)之其位置變形且朝電極 112 移動。為了防止反射元件 104 與電極 112 之間的電短路，反射元件 104 包含一或多個停止層部件 108。舉例而言，如圖 8A 及圖 8B 中所示，停止層部件 108 可包含反射元件 104 之表面的朝孔隙 116 延伸之一部分。此部分可具有比反射元件 104 之表面定位於更接近非導電表面 120 處的表面。在一些實施例中，停止層部件 108 為導電的。停止層部件 108 可與機械層 126 整體地形成。在一些實施例中，停止層部件 108 由連接至機械層 126 之單獨材料形成。孔隙 116 之大小足夠大以使得隨著藉由所施加之驅動電壓朝電極 112 驅動反射元件 104，停止層部件 108 之一部分 136 可配合於孔隙 116 內。在圖 8B 中所示之驅動狀態中，停止層部件 108 之部分 136 的下表面接觸具有孔隙 116 之非導電表面 120，藉此停止反射元件 104 朝電極 112 之移動。在黑色遮罩安置於孔隙 116 中以吸收或衰減雜散或環境光之實施例中，停止層部件 108 之部分 136 的下表面可接觸處於驅動狀態之黑色遮罩的非導電區域以便停止反射元件 104 朝電極 112 之移動。反射元件 104 及電極 112 較佳在驅動狀態中藉

由間隙而彼此實體及電隔離，此防止反射元件104與電極112之間的電短路。下文描述停止層部件108及孔隙116之組態的其他細節。

如本文參看圖1進一步描述，MEMS裝置100可充當"干涉調變器"。在圖8A中所示之未致動或鬆弛狀態中，空腔132a界定於反射元件104與電極112之間，空腔132a提供具有高度 g_u 之間隙。類似地，在圖8B中所示之驅動或致動狀態中，空腔132b界定於反射元件104與電極112之間，空腔132b提供具有高度 g_d 之間隙。在未致動或鬆弛狀態中，將入射於基板122之表面123上的光透射至空腔132a中。視空腔132a之高度 g_u 而定，干涉使得某些波長之光被反射且其他波長之光被吸收。若反射光在電磁波譜之可見部分中，則基板122之表面123將顯示對應於所反射波長之顏色。對比而言，在驅動狀態中，空腔132b之高度 g_d 小於在未驅動狀態中的情況，且裝置100吸收大體上所有入射光，或至少大體上所有入射可見光。在某些此等實施例之驅動狀態中，基板122之表面123將顯示黑色。藉由適合地組態空腔132a、132b之大小及高度，裝置100可用以在影像顯示裝置中形成像素。舉例而言，在一實施例中，空腔高度差 $g_u - g_d$ ，為約1800 Å。在一些實施例中，空腔132a、132b之大小及高度經組態以提供雙鉻MEMS裝置，其中基板122之表面123在裝置處於鬆弛狀態時顯示一顏色且在裝置處於驅動狀態時顯示一不同顏色。

圖9A及圖9B為示意地說明MEMS裝置100之另一實施例

的側視橫截面圖，該MEMS裝置100可在圖9A中所示之第一位置(例如，鬆弛或未致動狀態)與在圖9B中所示之第二位置(例如，驅動或致動狀態)之間移動。圖9A及圖9B中所示之MEMS裝置100的實施例大體上類似於參看圖8A及圖8B所展示且描述之實施例，但具有下文更充分描述之一些差異。

支撐結構124包含機械層126及複數個柱128。在圖9A及圖9B中所示之實施例中，柱128延伸穿過電極112且與基板122之在電極112下方的一部分接觸(不同於圖8A、8B中，其中柱128與電極112之上表面接觸)。反射元件104包含面向電極112之表面，且停止層部件108包含反射元件104之表面的面向電極112之一部分，其中停止層部件108朝孔隙116延伸。停止層部件108之一部分可定位於比反射元件104之表面更接近非導電表面120處。在一些實施例中，反射元件104及/或停止層部件108為導電的。

大體而言，停止層部件108可具有適於防止反射元件104與電極112之間的接觸之任何形狀及大小。舉例而言，如圖8A及圖8B中所示，機械層126可形成為大體上平面平行層，且停止層部件108可形成為朝電極112延伸之機械層126之表面上的突起或凸塊。或者，如圖9A及圖9B中所示，停止層部件108可包含機械層126之經組態以朝電極112延伸的部分。停止層部件108之形狀及大小可視在製造MEMS裝置100期間所使用的處理流程(下文進一步描述)而定。停止層部件108之許多可能形狀及大小為可能的，且

在圖 8A 至圖 9B 中示意地展示之形狀及大小意欲為說明性的且並非意欲為對停止層部件 108 之限制。

孔隙 116 經組態以使得在裝置 100 處於致動狀態時，停止層部件 108 之至少部分 136 配合於孔隙 116 內。在圖 9B 中所示之致動狀態中，部分 136 之下表面接觸孔隙 116 之邊界 118 之一部分內或上的非導電表面 120，藉此停止反射元件 104 朝電極 112 之進一步移動且使反射元件 104 與電極 112 保持彼此電隔離。

圖 8A 至圖 9A 示意地指示 MEMS 裝置 100 之特徵中之一的一些的各種表示尺寸。指示於圖中之尺寸意欲說明此等特徵之可能大小，但並非意欲為對裝置 100 中之特徵之尺寸、大小、形狀或組態的限制。應認識到，可不同於圖 8A 至圖 9A 中所示來界定特徵之表示尺寸。

如圖 8A 及圖 9A 中所示，停止層部件 108 延伸在反射元件 104 以下的長度 d_1 。停止層部件 108 之接觸非傳導表面 120 之部分 136 的表示寬度為 d_2 。儘管圖 8A 中所示之停止層部件 108 具有大體矩形形狀，但停止層部件 108 可具有任何適合形狀，該形狀包括(例如)具有不同於且大於寬度 d_2 (接近部分 136)之寬度 d_6 (接近機械層 126)的大體梯形或錐形形狀(如圖 9A 中所示)。在其他實施例中，停止層部件之橫截面形狀可由額外表示寬度來表徵。

如圖 8A 及圖 9A 中示意地展示，孔隙 116 具有橫截面寬度 d_3 。在某些較佳實施例中，孔隙寬度 d_3 大於寬度 d_2 以准許停止層部件 108 之部分 136 進入孔隙 116。然而，停止層部

件108之不進入孔隙116之區域的寬度可大於孔隙寬度 d_3 (例如，寬度 d_6)。在圖8B至圖9B中所示之MEMS裝置100中，在驅動狀態中，停止層部件108之部分136與非傳導表面120之間的實體接觸面積大體顯著小於具有非傳導(例如，介電)層之MEMS裝置中的實體接觸面積，其中大體上所有反射元件104可接觸非傳導層。因為該實體接觸面積小於裝置100中之實體接觸面積，所以黏著力減小，且反射元件104可有益地自驅動狀態更容易地被釋放。

在圖8B中所示之驅動狀態中，停止層部件108與電極112之間間隙具有寬度 d_5 ，其近似等於 $(d_3-d_2)/2$ 。間隙寬度 d_5 較佳應足夠大以使反射元件104與電極112彼此電隔離。舉例而言，間隙寬度 d_5 可足夠大以防止反射元件104與電極112之間的實體接觸或電弧考慮此等特徵之表面粗糙度(通常，數十埃)。另外，孔隙寬度 d_3 應足夠大以使得間隙寬度 d_5 在停止層部件108與孔隙116之間提供一區域，該區域足夠大以使得停止層部件108與孔隙116之間的輕微機械未對準(例如，在製造期間)不會在裝置100操作期間導致此等特徵之間的實體或電接觸。在一些實施例中，停止層部件108大體上居中於孔隙116中，且相對於停止層部件108之側所量測的間隙寬度 d_5 對於停止層部件108之該等側中的一或多者而言為近似相同的。在一些實施例中，間隙寬度 d_5 在約 $0.5\ \mu\text{m}$ 至約 $2\ \mu\text{m}$ 之範圍中以解決孔隙116中之停止層部件108的可能未對準。在某些實施例中，停止層部件108之部分136的寬度 d_2 在約 $2\ \mu\text{m}$ 至約 $3\ \mu\text{m}$ 之範圍中，且孔

隙寬度 d_3 在約3 μm 至約5 μm 之範圍中。在一些實施例中，停止層部件108之部分136的寬度 d_2 在約0.1 μm 至約4 μm 之範圍中。孔隙116之寬度可在約0.1 μm 至約6 μm 之範圍中。接近機械層126之停止層部件108的寬度 d_6 可在約4 μm 至約8 μm 之範圍中。在其他實施例中，此等寬度可具有不同值。

返回參看圖8A及圖8B，電極112具有代表性厚度 d_4 ，在裝置100之一些實施例中，該厚度為約500 \AA 。為了避免處於驅動狀態之反射元件104與電極112之間的實體及電接觸，停止層部件108之長度 d_1 較佳大於電極厚度 d_4 。如上文進一步描述，在未致動狀態中，空腔132a提供具有高度 g_u 之間隙，且在驅動狀態中，空腔132b提供具有高度 g_d 之間隙。在驅動狀態中，間隙之高度 g_d 近似為

$$g_d \approx d_1 - d_4 + \text{S.R.}, \quad (1)$$

其中S.R.表示由反射元件104及電極112之表面粗糙度引起之間隙的高度。在一些實施例中，表面粗糙度為約200 \AA 。驅動間隙之高度 g_d 可經選擇以使得在裝置100處於驅動狀態時，MEMS裝置100顯示特定顏色。方程式(1)論證某些實施例之MEMS裝置100的優勢，其中可製造停止層部件108之長度 d_1 以提供驅動間隙高度 g_d 之適合大小且藉此提供驅動狀態中的適合顯示顏色。

在一實例實施例中，MEMS裝置100經組態以具有與具有電極112上之介電層之MEMS裝置類似的可見光顯示特

性。在某些此等實施例中，在驅動狀態中，反射元件104與電極112之上表面之間的距離 d_1-d_4 為約795 Å。方程式(1)展示，若表面粗糙度為約200 Å，則在驅動狀態中，間隙之高度 g_d 為約995 Å。在此實施例中，電極112之厚度為 $d_4 \approx 500$ ？因此，停止層部件108延伸在反射元件104以下的長度 $d_1 \approx 1295$ 。在未致動狀態中，間隙之高度 g_u 為約2795 Å，以使得MEMS裝置100提供未致動狀態中的特定顯示顏色。在其他實施例中，停止層部件108之長度 d_1 在約500 Å至約2000 Å之範圍中。此等代表性尺寸意欲為說明性的，且在其他實施例中，此等尺寸中之一些或全部可能不同。

現將描述根據本文所揭示之某些實施例之MEMS裝置的各種機電參數。可藉由根據本文參看圖3所描述之滯後性質越過裝置施加致動及釋放電壓而在鬆弛狀態與驅動狀態之間驅動MEMS裝置100。在所施加之電壓增加高於致動電壓 V_a 時，裝置100自鬆弛狀態移動至致動狀態，且在所施加之電壓減小低於釋放電壓 V_r 時，裝置100自致動狀態移動至鬆弛狀態。若所施加之電壓在偏壓 $V_b \approx (V_a + V_r)/2$ 。周圍居中之寬度 $V_w = V_a - V_r$ 的滯後窗內，則裝置100保持處於其致動或鬆弛狀態。如參看圖4所論述，用以操作裝置100之電壓 V_{bias} 可近似等於 V_b 。致動及釋放電壓由以下方程式近似給定：

$$V_a = \sqrt{\frac{8Kg_u^3}{27\epsilon A}}, \quad (2)$$

$$V_r = \sqrt{\frac{2K(g_u - g_d)g_d^2}{\epsilon A}}. \quad (3)$$

在此等方程式中， $\epsilon=8.854\times 10^{-12}$ C/Nm²為自由空間介電常數， K 為MEMS裝置之硬度， A 為機械層126與電極112重疊之區域的橫截面面積(如在大體上垂直於圖8A至圖9B之平面的平面中所觀測)，且 g_u 及 g_d 為未致動及驅動間隙之高度。處於未致動狀態之裝置的電容 C_u 及處於驅動狀態之裝置的電容 C_d 由以下方程式給定

$$C_u = \frac{\epsilon A}{g_u}, \quad (4)$$

$$C_d = \frac{\epsilon A}{g_d}. \quad (5)$$

處於驅動狀態之電極112與反射元件104之間的電場近似為 $E_d \approx 2V_d/g_d$ 。表1展示自具有硬度 $K \approx 100$ N/m、橫截面面積 $A \approx 1.2 \times 10^{-9}$ m²，及空腔高度 $g_u = 1295$ Å及 $g_d = 995$ Å之MEMS裝置100之一實施例的以上方程式計算之機電參數的代表性值。為了比較起見，表1亦列出具有電極上之介電層的MEMS裝置之機電參數的代表性值。

參數	MEMS裝置 100之實施例	具有電極上之 介電層的MEMS裝置
致動電壓 V_a	7.8 V	5.15 V
釋放電壓 V_r	5.79 V	1.86 V
窗寬度 V_w	2.01 V	3.29 V
偏壓 V_b	6.79 V	3.51 V
未致動電容 C_u	0.0379 pF	0.05 pF
驅動電容 C_d	0.107 pF	0.331 pF
驅動狀態電場 E_d	1.36 MV/cm	1.32 MV/cm

表1：MEMS裝置之機電參數

本文所描述之某些實施例中之MEMS裝置100的一優勢在於，與在機械層與電極之間具有非傳導層之MEMS裝置相比，在未致動狀態與驅動狀態兩者下的其電容可減小。舉例而言，表1中所示之MEMS裝置100之實施例的電容比具有介電層之比較裝置中的典型電容小約24%(在未致動狀態中)且小約3倍(在驅動狀態中)，此產生較小的電時間常數。因此，使用MEMS裝置100之陣列的與本文所描述之某些實施例相容的大規模顯示器應用或非顯示器切換應用可比具有非傳導層之MEMS裝置的應用有益地具有顯著更快的回應時間。

表1展示處於驅動狀態之MEMS裝置100的代表性電場為約1.36 MV/cm，其比空氣之電擊穿場小約一個數量級。因此，空腔132b(參見圖8B及圖9B)中之間隙將充當電絕緣體且將允許電極112及反射元件104在驅動狀態中彼此電隔離。因為擊穿電壓視因素(諸如電極幾何形狀、表面粗糙度、氣體組合物、相對濕度)而定，所以停止層部件108之長度 d_1 可在裝置100之其他實施例中不同，以使得驅動狀態間隙 g_d 足夠大以防止電擊穿。

在圖8A至圖9B中示意地說明之MEMS裝置100的實施例具有一安置於支撐柱128之間的停止層部件108(及相關聯之孔隙116)。然而，不同數目之停止層部件(及相關聯之孔隙)可用於其他實施例中。圖10A為示意地說明MEMS裝置100之另一實施例的側視橫截面圖。此實施例大體上類似於圖8A至圖9B中所描繪之實施例，但具有下文更充分描

述之一些差異。反射元件104包括兩個停止層部件108a及108b。電極112包括經組態以在裝置100處於驅動狀態時分別接受停止層部件108a及108b之部分136a及136b的兩個孔隙116a及116b。儘管圖10A展示兩組停止層部件108a、108b及相關聯之孔隙116a及116b，但裝置100之其他實施例可使用更大數目之組。舉例而言，一些實施例使用三組、四組、五組、六組、七組、八組、九組或更多組之停止層部件及孔隙。在驅動狀態中，部分136a及136b之下表面分別與孔隙116a及116b之邊界118a及118b之部分內或上的非導電表面120a及120b接觸，藉此停止移動及防止反射元件104與電極112之間的電短路。

在此實施例中，停止層部件108a在形狀及大小上大體類似於停止層部件108b，但此並非必要條件。在某些實施例中，停止層部件108a、108b中之每一者延伸在反射層以下的大體上相同長度，以使得在裝置100處於驅動狀態時，反射元件104大體上平行於電極112。

圖10B為沿圖10A之線10B-10B所截取之MEMS裝置100的俯視橫截面圖。圖10B示意地展示支撐柱128及停止層部件108a及108b之實例組態。在此實施例中，四個柱128用於分離機械層126與電極112及基板122之支撐結構124中。四個柱128通常安置於接近裝置100之轉角處，裝置100在此實施例中提供大體上正方形形狀之顯示像素。停止層部件108a及108b通常安置於接近裝置100之中心處。如圖10B中所示，在平面中大體平行於電極112之停止層部件108a及

108b的橫截面形狀可為不同的，但此並非必要條件。停止層部件108a、108b可具有任何適合形狀且可為(例如)大體上圓形、正方形、矩形或多邊形。圖10C為提供大體上矩形形狀之顯示像素之MEMS裝置100之另一實施例的俯視橫截面圖。在此實施例中，以兩列排列總共六個停止層部件108c、108d，每一列含有三個停止層部件。沿裝置100之縱向方向(例如，在圖10C中自左側至右側)，停止層部件之間的間距為 $2a_1$ ，且沿大體上正交橫向方向(例如，在圖10C中自頂部至底部)的間距為 $2a_2$ ，其可不同於間距 $2a_1$ 。在圖10C中所示之實施例中，停止層部件108c、108d在大體平行於電極112之平面中具有大體相同的橫截面形狀。停止層部件及支撐柱之許多其他組態為可能的，且圖10A至圖10C中所示之實例意欲為說明性的且不欲為限制性的。

可以足夠"密度"(例如，每單位長度之機械層126之停止層部件的數目)將停止層部件108製造於反射元件104上(或作為機械層126之部分)，以使得在驅動狀態中足夠間隙維持於反射元件104與電極112之間以在反射元件104與電極112之間提供電隔離(例如，避免電短路或電弧)。另外，停止層部件108之密度可經選擇，以使得機械層126之在反射元件104之鄰近停止層部件108之間的區域在由作用於機械層126之靜電力引起的負載下並未大體上偏轉或變形。在裝置100之一些實施例中，停止層部件108之密度經選擇以使得此等區域之偏轉足夠小，例如，以防止反射元件104

與電極112之區域之間的實體或電接觸及/或使反射元件104保持大體上平行於電極112。

在裝置100之某些實施例中，可如下估計用以充分地支撐機械層126(或反射元件104)之停止層部件108的密度。由距離 $2a$ 間隔開且經受均一壓力 p 之停止層部件108懸置之結構的偏轉之適合公式為

$$p = \frac{3t\sigma d}{a^2} + \frac{1.8Etd^3}{a^4} \quad (6)$$

在方程式(6)中， t 為結構之厚度， d 為鄰近停止層之間的中心點處之偏轉， σ 為殘餘應力且 E 為結構之彈性模數。可藉由使結構上之靜電力除以結構面積(例如， $4a^2$)來估計壓力 p 。在一些實施例中，假定將 $2V_b$ 之電壓施加越過結構來估計靜電力；然而，在其他實施例中，較小電壓可為合適的。可求解方程式(6)以確定鄰近停止層部件108之間の間距 $2a$ 。可藉由使柱128之間の距離除以間距 $2a$ 來近似估計MEMS裝置100中之停止層部件108的數目。

在裝置100之一實施例中，可藉由具有在驅動狀態中小於間隙之高度 g_d 的中心點偏轉 d 來估計停止層部件108之間的分離，以防止實體接觸及電短路。在此實施例中，結構之厚度為 $t=1000$ ？殘餘應力為 $\sigma=350$ MPa，且彈性模數為 $E=210$ GPa。假定電壓為 $2V_b$ ，結構上之壓力為82.7 kPa，且方程式(6)確定鄰近停止層之間の間距為約 $2a=22.5$ μm 。在此實施例中，柱128之間の距離為約40 μm ，且一停止層部件108可自實質偏轉充分地支撐反射元件104。在比 $2V_b$

小之電壓適合的裝置中，鄰近停止層部件108之間的間距增加。

在MEMS裝置100充當干涉調變器之應用中，隨著光在反射層(例如，反射元件104)與光學堆疊16(例如，形成於電極112上之部分反射層)之間反射，裝置100之光學性質由建設性及/或破壞性的干涉效應來部分地確定。與穿過電極112之光相比，經由電極112中之孔隙116進入裝置100的光可能不經歷相同量之建設性或破壞性的干涉。因此，對應於MEMS裝置100之顯示像素的光學效能在孔隙116之區域中可能稍微不同。然而，與鄰近停止層部件108之間的間距相比，在孔隙寬度 d_3 為小的實施例中，此光學效能差異係相對小的。舉例而言，歸因於孔隙116引起之光學填充因子的損失為約 $(d_3/2a)^2$ ，且在具有6 μm 孔隙寬度及22.5 μm 停止層部件間距之實施例中僅為7%。藉由將所施加之電壓差自 $2V_b$ 減小至稍微大於致動電壓 V_a 之值，本文所描述之某些實施例有利地不但引起鄰近停止層部件之間的較大間距，而且亦引起光學填充因子的較小損失。

可與圖8A至圖10C中所示不同地組態併有本揭示案之特徵中的一些或全部之MEMS裝置的實施例。舉例而言，圖11A及圖11B為示意地說明處於鬆弛狀態(圖11A)及驅動狀態(圖11B)之MEMS裝置200之另一實施例的側視橫截面圖。MEMS裝置200包含反射元件204，該反射元件204包含至少一停止層部件208。MEMS裝置200進一步包含電極212及具有邊界218之至少一孔隙216。非導電表面220在孔

隙 216 內或在邊界 218 上。MEMS 裝置 200 亦包括分離反射元件 204 與電極 212 之支撐結構 224。反射元件 204 可在第一位置(在圖 11A 中示意地說明)與第二位置(在圖 11B 中示意地說明)之間移動。當反射元件 204 處於第一位置時，停止層部件 208 與非導電表面 220 間隔開。當反射元件 204 處於第二位置時，停止層部件 208 之一部分 236 與非導電表面 220 接觸，且反射元件 204 與電極 212 彼此電隔離。

在圖 11A 及圖 11B 中所示之實施例中，支撐結構 224 包含機械層 226 及一或多個支撐柱 228。某些實施例之電極 212 包含導電材料(諸如 ITO)且可形成於非導電基板 222 上。在一些實施例中，部分反射層(例如，鉻)沈積於電極 212 上以形成光學堆疊 16(參見圖 7A 至圖 7E)。基板 222 可為介電材料(例如，玻璃)。非導電表面 220 可包含基板 222 之一部分。在一些實施例中，孔隙 216 延伸完全穿過電極 212 且暴露非導電基板 222 之一部分。在某些實施例中，黑色遮罩(如上文所描述)可形成於孔隙 216 內之基板 222 上，且非導電表面 220 可包含黑色遮罩之非導電部分。在其他實施例中，黑色遮罩形成於基板 222 之表面上以抑制光經由孔隙 216 進入裝置 200。

如圖 11A 及圖 11B 中所示，反射元件 204 包含鏡面 250 之機械耦接至機械層 226 的一部分。鏡面 250 大體安置於機械層 226 與電極 212 之間，以使得反射元件 204 大體上平行於電極 212。在一些實施例中，反射元件 204 及/或停止層部件 208 為導電的。在一些實施例中，鏡面 250 包含導電材料

(例如，ITO、鋁或鎳)且同時機械與電耦接至機械層226。

可以與上文參看圖8A至圖10C所描述之MEMS裝置100類似的方式操作MEMS裝置200。舉例而言，可藉由在電極212與機械層226之間施加電壓差而將機械層226自鬆弛狀態(第一位置)移動至驅動狀態(第二位置)。若電壓差超過臨限值，則靜電力使得機械層226自處於鬆弛狀態(圖11A)之其位置變形且朝電極212移動。在某些實施例中，反射元件204與電極212之間的電短路由反射元件204或鏡面250上之一或多個停止層部件208來有利地防止。舉例而言，如圖11A及圖11B中所示，停止層部件208可包含反射元件204的朝電極212中之孔隙216延伸之一部分。停止層部件208之一部分236可比反射元件204更接近非導電層220。在其他實施例中，鏡面250包括朝孔隙216延伸之部分(例如，參見圖13L)。在一些實施例中，停止層部件208為導電的。停止層部件208可具有任何適合大小及形狀，且在一些實施例中，利用二個、三個、四個、五個、六個或更多停止層部件208。

某些實施例之孔隙216的大小經組態為足夠大，以使得隨著反射元件204由所施加之驅動電壓朝電極212驅動，停止層部件208之部分236配合於孔隙216內。在圖11B中所示之驅動狀態中，停止層部件208之部分236的下表面接觸孔隙216之邊界218之一部分內或上的非導電表面220，藉此停止反射元件204朝電極212之移動。反射元件204及電極212較佳在驅動狀態中藉由間隙而彼此實體及電隔離，此

防止反射元件204與電極212之間的電短路。

如上文參看圖8A至圖10C所描述，裝置200中之代表性長度、寬度及距離可經選擇以提供所要特徵，諸如雙鉻顯示器、驅動狀態中之電絕緣間隙等。可如上文參看方程式(6)所描述來估計用以在驅動狀態中充分地支撐反射元件204(及鏡面250)之停止層部件208的數目。舉例而言，在裝置200之一實施例中，結構之厚度為 $t=10,000$ ？殘餘應力為 $\sigma=50$ MPa，且彈性模數為 $E=70$ GPa。鄰近停止層部件208之間的間距被發現為 $2a=27$ μm 。在此實施例中，支撐柱之間的間距在第一方向上為 20 μm 且在大體上正交之第二方向上為 70 μm 。因此，單一停止層部件208可在第一方向上提供抵制偏轉之充分支撐，而二或三個停止層部件208用以在第二方向上提供充分支撐。此實施例之俯視橫截面圖類似於在圖10C中示意地展示之視圖，但僅使單一系列之三個停止層部件安置於支撐柱之間。

大體而言，可利用習知薄層形成處理(包括(例如)光微影、沈積、蝕刻、圖案化及遮蔽技術)來製造本文所揭示之MEMS裝置。作為一說明性實例，現將參看圖12A至圖12J來描述用於製造大體類似於圖9A及圖9B中所示之裝置100之MEMS裝置之實施例的處理流程。

圖12A示意地說明藉由沈積，且較佳藉由化學氣相沈積(CVD)將電極112形成於基板122上。基板122包含非導電材料，其可為介電質(諸如玻璃)。電極112包含導電材料，其可為金屬(諸如鋁、鈦或鉻)、金屬氧化物(諸如氧化銻錫)

或適合合金。電極112之厚度可在約50 Å至約1000 Å之範圍中且較佳約500 Å。在一些處理中，將部分反射層形成於電極112上。部分反射層可由部分反射之多種材料(諸如各種金屬(例如，鉻)、半導體及介電質)製造。部分反射層可由一或多個材料層形成，且該等層中之每一者可由單一材料或材料之組合形成。圖7A至圖7B中所示之干涉調變器的光學堆疊16包含電極112及部分反射層。

圖12B示意地說明藉由移除電極112(及部分反射層(若存在))之一部分而形成孔隙116。在一實施例中，孔隙116經圖案化為 $6\ \mu\text{m}\times 6\ \mu\text{m}$ 區域，可藉由蝕刻電極112下至基板122而移除該區域。在另一實施例中，孔隙116經圖案化為 $4\ \mu\text{m}\times 4\ \mu\text{m}$ 區域，且接著被蝕刻下至基板122。在某些實施例中，孔隙116可具有在約 $0.1\ \mu\text{m}$ 至約 $6\ \mu\text{m}$ 之範圍中的寬度。在一些實施例中，孔隙116延伸部分地穿過電極112。圖12C示意地說明將第一犧牲層304形成於電極112上。第一犧牲層304大體界定處於驅動狀態之反射元件104與電極112之間之間隙之高度。就在圖9A中所示之尺寸而言，第一犧牲層304之厚度在一些實施例中近似等於 d_1-d_4 且在一實施例中為約795 Å。如圖12D中所示，第一犧牲層304經圖案化且蝕刻於孔隙116之區域中。六氟化硫(SF_6)可用作蝕刻劑。在一些實施例中，第一犧牲層304之區域經蝕刻下至基板122，其中此區域最終界定停止層部件108之接觸基板122的部分136以停止在驅動狀態中之反射元件104的移動。在此處理流程之另一實施例中，定時蝕刻用以蝕刻

795 Å區域深至孔隙116上方之第一犧牲層304中。

圖12E示意地說明將第二犧牲層308形成於第一犧牲層304上。第一犧牲層304及第二犧牲層308之高度大體界定處於鬆弛狀態之反射元件104與電極112之間的間隙之高度 g_u 。就在圖9A中所示之尺寸而言，第二犧牲層308之厚度在一些實施例中為約 $g_u - (d_1 - d_4)$ 且在一實施例中為2000 Å。在某些實施中，將第二犧牲層308沈積為第一犧牲層304上方之等形薄膜層。第二犧牲層308包括界定停止層部件108(其在稍後處理步驟中形成)之形狀的區域310。在一實施例中，區域310具有約1295 Å之深度。可藉由適合地圖案化及蝕刻區域310而組態停止層部件108之大小及形狀。

第一犧牲層304及第二犧牲層308可經圖案化及蝕刻以形成在圖12F中示意地展示之孔328，孔328可被填充非導電材料以形成在圖12G中示意地展示之支撐柱128。圖12F展示孔328延伸穿過第一犧牲層304及第二犧牲層308下至電極112之實施例。在此等實施例中，支撐柱128耦接至電極112之表面。然而，在其他實施例中，孔328可經蝕刻下至基板122以使得柱122可耦接至其。支撐柱128可由介電材料(諸如氧化鋁及/或二氧化矽)形成。在一些實施例中，支撐柱128藉由額外圖案化及蝕刻步驟而得以成形。

圖12H示意地說明將機械層126形成於第二犧牲層308上(例如，藉由沈積)。導電、機械可變形及高反射材料(諸如鋁)可用於機械層126。在一些實施例中，反射元件104包含圖12H中所示之機械層126之下表面的一部分。在某些實

施例中，將機械層 126 沈積為第二犧牲層 308 上方之等形薄膜。機械層 126 之厚度可在約 300 Å 至約 10000 Å 之範圍中且較佳可為約 5000 Å。在此實施例中，停止層部件 108 由機械層 126 之填充區域 310 的一部分形成。在圖 12H 中所示之實施例中，停止層部件 108 具有內表面，該內表面界定不含有機械層 126 之材料的區域 311；然而，在其他實施例中，區域 311 被(至少部分地)填充材料(例如，以形成圖 8A 及圖 10A 中所說明之停止層部件)。

藉由(例如)蝕刻而移除第一犧牲層 304 及第二犧牲層 308 以製造在圖 12I 中示意地說明之 MEMS 裝置。結果，由第一犧牲層 304 及第二犧牲層 308 填充之空間成為在未致動狀態中完成之 MEMS 裝置的干涉空腔 132a。諸如 XeF_2 、 F_2 或 HF 之物質可單獨或組合地用作蝕刻劑。在圖 12J 中示意地說明在驅動狀態中由上述處理製造之 MEMS 裝置。

如 MEMS 裝置製造技術中所已知，額外或不同處理步驟及材料可用以製造根據本文所揭示之某些實施例的 MEMS 裝置。舉例而言，圖 13A 至圖 13L 示意地說明可用以製造大體類似於圖 11A 及圖 11B 中所示之裝置 200 之 MEMS 裝置的處理流程。在圖 13A 至圖 13E 中示意地說明之處理步驟大體上類似於參看圖 12A 至圖 12E 所描述之處理步驟。在此等步驟中，電極 212 形成於基板 222 上。如上文所描述，在一些處理中將部分反射層形成於電極 212 上。將孔隙 216 形成於電極 212(及部分反射層(若存在))中。如圖 13B 中所示，孔隙 216 可延伸完全穿過電極 212。將第一犧牲層 304

及第二犧牲層308沈積於電極212上。第二犧牲層308包括界定停止層部件208(其在稍後處理步驟中形成)之形狀的區域310。在一實施例中，區域310具有約1295 Å之深度。可藉由適合地圖案化及蝕刻區域310而組態停止層部件208之大小及形狀。

圖13F示意地說明將鏡面層320形成於第二犧牲層308上。鏡面層320可沈積為等形薄膜且可包含導電及高反射材料(諸如鋁)。鏡面層320之厚度可在約300 Å至約10000 Å之範圍中且較佳可為約5000 Å。停止層部件208由(整體或部分)填充區域310之鏡面層320的材料形成。鏡面層320經圖案化及蝕刻以製造具有如在圖13G中示意地說明之適合大小的鏡面250。反射元件204包含圖13G中所示之鏡面250之下表面的一部分。如圖13H中示意地說明，第三犧牲層312形成於鏡面250及第二犧牲層308之部分上。

第一犧牲層304、第二犧牲層308及第三犧牲層312可經圖案化及蝕刻以形成在圖13I中示意地展示之孔328，孔328可被填充非導電材料以形成在圖13J中示意地展示之支撐柱228。圖13J展示孔328延伸穿過第一犧牲層304、第二犧牲層308及第三犧牲層312下至電極212之實施例。在此等實施例中，支撐柱228耦接至電極212之表面。然而，在其他實施例中，孔328可經蝕刻下至基板222以使得柱228可耦接至其。支撐柱228可由介電材料(諸如氧化鋁)形成。在一些實施例中，支撐柱228藉由額外圖案化及蝕刻步驟而得以成形。圖13I及圖13J亦展示第三犧牲層312的經圖

案化及蝕刻以形成連接器之區域324，該連接器將鏡面250機械耦接至機械層226(在隨後步驟中形成)。

圖13K示意地說明將機械層226形成於第三犧牲層312及支撐柱228上(例如，藉由沈積)。導電、機械可變形材料(諸如鋁)可用於機械層226。在某些實施例中，將機械層226沈積為第三犧牲層312上方之等形薄膜。移除(例如，藉由蝕刻)第一犧牲層304、第二犧牲層308及第三犧牲層312以製造在圖13L中示意地說明之MEMS裝置。結果，由犧牲層304及308填充之空間成為完成之MEMS裝置的干涉空腔232a。由第三犧牲層312填充之空間成為機械層226與鏡面250之上表面之間的間隙。諸如 XeF_2 、 F_2 或 HF 之物質可單獨或組合地用作蝕刻劑。

儘管上文論述某些較佳實施例及實例，但應理解，本發明之標的物延伸超過所特定揭示之實施例至其他替代實施例及/或使用本發明及明顯修改及其等效物。預期本文所揭示之本發明的範疇應不受所特定揭示之實施例限制。因此，舉例而言，在本文所揭示之任何方法或處理中，構成方法/處理之行動或操作可以任何適合序列來執行且未必限於任何特定揭示之序列。在適當情況下，已描述實施例之各種態樣及優勢。應理解，根據任何特定實施例，未必可達成所有此等態樣或優勢。因此，舉例而言，應認識到可以達成或最佳化本文所教示之一優勢或優勢群而不必需達成本文可教示或提議之其他態樣或優勢的方式進行各種實施例。

【圖式簡單說明】

圖1為描繪干涉調變器顯示器之一實施例之一部分的等角視圖，其中第一干涉調變器之可移動反射層處於鬆弛位置，且第二干涉調變器之可移動反射層處於致動位置。

圖2為說明一併有 3×3 干涉調變器顯示器之電子裝置之一實施例的系統方塊圖。

圖3為圖1之干涉調變器之一例示性實施例之可移動鏡面位置對所施加電壓的圖。

圖4為可用於驅動干涉調變器顯示器之一組列及行電壓的說明。

圖5A說明在圖2之 3×3 干涉調變器顯示器中之顯示資料的一例示性圖框。

圖5B說明可用於寫入圖5A之圖框之列及行信號的一例示性時序圖。

圖6A及圖6B為說明包含複數個干涉調變器之視覺顯示裝置之一實施例的系統方塊圖。

圖7A為圖1之裝置的橫截面。

圖7B為干涉調變器之一替代實施例的橫截面。

圖7C為干涉調變器之另一替代實施例的橫截面。

圖7D為干涉調變器之又一替代實施例的橫截面。

圖7E為干涉調變器之一額外替代實施例的橫截面。

圖8A為處於未致動或鬆弛狀態之MEMS裝置之一實施例的側視橫截面圖。

圖8B為圖8A之處於致動或驅動狀態之MEMS裝置的側視

橫截面圖。

圖 9A 及圖 9B 為處於鬆弛狀態(圖 9A)及驅動狀態(圖 9B)之 MEMS 裝置之另一實施例的側視橫截面圖。

圖 10A 為處於未致動狀態之 MEMS 裝置之另一實施例的側視橫截面圖。

圖 10B 為圖 10A 之沿線 10B-10B 所截取之 MEMS 裝置的俯視橫截面圖，其示意地說明停止層部件之形狀及布局。

圖 10C 為 MEMS 裝置之另一實施例的俯視橫截面圖且示意地說明停止層部件之另一可能組態。

圖 11A 為 MEMS 裝置之未致動或鬆弛狀態的側視橫截面圖，其中反射元件附著至機械層。

圖 11B 為圖 11A 之處於致動或驅動狀態之 MEMS 裝置的側視橫截面圖。

圖 12A 至圖 12J 為示意地說明用以製造具有形成於機械層上之停止層部件的 MEMS 裝置之處理流程的側視橫截面圖。

圖 13A 至圖 13L 為示意地說明用以製造具有安置於附著至機械層之鏡面上的停止層部件之 MEMS 裝置之處理流程的側視橫截面圖。

【主要元件符號說明】

$2a$	間距
$2a_1$	間距
$2a_2$	間距
12a	干涉調變器/像素

- 12b 干涉調變器/像素
- 14 可移動反射層/金屬材料
- 14a 可移動反射層
- 14b 可移動反射層
- 16 光學堆疊
- 16a 光學堆疊
- 16b 光學堆疊
- 18 柱/支撐物
- 19 間隙
- 20 基板
- 21 處理器
- 22 陣列驅動器
- 24 列驅動器電路
- 26 行驅動器電路
- 27 網路介面
- 28 圖框緩衝器
- 29 驅動器控制器
- 30 顯示陣列或面板/顯示器
- 32 繫栓
- 34 可變形層
- 40 顯示裝置
- 41 外殼
- 42 支撐柱插塞
- 43 天線

44	匯流排結構
45	揚聲器
46	麥克風
47	收發器
48	輸入裝置
50	電源
52	調節硬體
100	MEMS裝置
104	反射元件
108	停止層部件
108a	停止層部件
108b	停止層部件
108c	停止層部件
108d	停止層部件
112	電極
113	邊緣
114	上表面
116	孔隙
116a	孔隙
116b	孔隙
118	邊界
118a	邊界
118b	邊界
120	非導電表面

- 120a 非導電表面
- 120b 非導電表面
- 122 透明或半透明基板
- 123 表面
- 124 支撐結構
- 126 機械層
- 128 支撐柱
- 132a 空腔
- 132b 空腔
- 136 部分
- 136a 部分
- 136b 部分
- 200 MEMS裝置
- 204 反射元件
- 208 停止層部件
- 212 電極
- 216 孔隙
- 218 邊界
- 220 非導電表面/非導電層
- 222 非導電基板
- 224 支撐結構
- 226 機械層
- 228 支撐柱
- 232a 干涉空腔

236	部分
250	鏡面
304	第一犧牲層
308	第二犧牲層
310	區域
311	區域
312	第三犧牲層
320	鏡面層
324	區域
328	孔
d_1	長度
d_2	寬度
d_3	橫截面寬度/孔隙寬度
d_4	電極厚度
d_5	間隙寬度
d_6	寬度
g_d	高度
g_u	高度

五、中文發明摘要：

本發明提供一種微機電系統(MEMS)裝置，其包括一反射元件，該反射元件包括至少一停止層部件。該裝置亦包括一電極及一延伸至少部分地穿過該電極之孔隙。該孔隙具有一邊界。該裝置在該孔隙內或在該孔隙之該邊界的一部分上具有一非導電表面。一支撐結構使該反射元件與該電極分離。可在一第一位置與一第二位置之間移動該反射元件。在該反射元件處於該第一位置時，該停止層部件與該非導電表面間隔開。在該反射元件處於該第二位置時，該停止層部件之一部分與該非導電表面接觸。在該反射元件處於該第二位置時，該反射元件與該電極彼此電隔離。

六、英文發明摘要：

A microelectromechanical system (MEMS) device includes a reflective element that includes at least one stop member. The device also includes an electrode and an aperture that extends at least partially through the electrode. The aperture has a boundary. The device has an electrically nonconductive surface within the aperture or on a portion of the boundary of the aperture. A support structure separates the reflective element from the electrode. The reflective element can be moved between a first position and a second position. The stop member is spaced from the electrically nonconductive surface when the reflective element is in the first position. A portion of the stop member is in contact with the electrically nonconductive surface when the reflective element is in the second position. The reflective element and the electrode are electrically isolated from each other when the reflective element is in the second position.

十、申請專利範圍：

1. 一種微機電系統(MEMS)裝置，其包含：

一反射元件，其包含至少一停止層部件；

一電極；

一孔隙，其延伸至少部分地穿過該電極且具有一邊界；

一非導電表面，其在該孔隙內或在該邊界之一部分上；及

一支撐結構，其使該反射元件與該電極分離；

其中該反射元件可在一第一位置與一第二位置之間移動，在該反射元件處於該第一位置時，該停止層部件與該非導電表面間隔開，且在該反射元件處於該第二位置時，該停止層部件之一部分與該非導電表面接觸，且其中在該反射元件處於該第二位置時，該反射元件與該電極彼此電隔離。

2. 如請求項1之MEMS裝置，其中該反射元件及該停止層部件為導電的。

3. 如請求項1之MEMS裝置，其中該停止層部件之該部分具有一在約0.1 μm 至約4 μm 之一範圍中的寬度。

4. 如請求項1之MEMS裝置，其中在該反射元件處於該第二位置時，該電極與該停止層部件之該部分之間的一間隙在約0.5 μm 至約2 μm 之一範圍中。

5. 如請求項1之MEMS裝置，其中該孔隙具有一在約0.1 μm 至約6 μm 之一範圍中的寬度。

6. 如請求項1之MEMS裝置，其中該電極之一部分部分反射及部分透射至一波長範圍中的光。
7. 如請求項1之MEMS裝置，其中該電極之一部分為一部分反射層所覆蓋。
8. 如請求項1之MEMS裝置，其中該電極之一部分為一鈍化層所覆蓋。
9. 如請求項1之MEMS裝置，其中該反射元件包含一面向該電極之反射表面且該停止層部件包含一面向該非導電表面之停止層表面，該停止層表面經定位比該反射表面更接近該非導電表面。
10. 如請求項9之MEMS裝置，其中該停止層部件朝該孔隙延伸一在約500 Å至約2000 Å之一範圍中的長度。
11. 如請求項1之MEMS裝置，其中該電極在一非導電基板上且該孔隙延伸完全穿過該電極以暴露該非導電表面。
12. 如請求項1之MEMS裝置，其進一步包含一非導電基板且其中該孔隙之該非導電表面包含該基板之一部分。
13. 如請求項12之MEMS裝置，其中該基板包含一介電材料。
14. 如請求項1之MEMS裝置，其中該反射元件包含至少一第一停止層部件及一第二停止層部件，且該裝置包含至少一第一孔隙及一第二孔隙，該第一孔隙延伸至少部分地穿過該電極且具有一第一邊界且該第二孔隙延伸至少部分地穿過該電極且具有一第二邊界，該裝置進一步包含一在該第一孔隙內或在該第一邊界之一第一部分上的第

- 一非導電表面及一在該第二孔隙內或在該第二邊界之一第二部分上的第二非導電表面，且其中在該反射元件處於該第二位置時，該第一停止層部件之至少一第一部分與該第一非導電表面接觸且該第二停止層部件之至少一第二部分與該第二非導電表面接觸。
15. 如請求項1之MEMS裝置，其中該支撐結構包含一機械層且其中該反射元件包含該機械層之一部分。
16. 如請求項1之MEMS裝置，其中該支撐結構包含一機械層且其中該反射元件機械耦接至該機械層。
17. 如請求項1之MEMS裝置，其中該支撐結構包含複數個柱。
18. 如請求項1之MEMS裝置，其進一步包含：
一顯示器；
一經組態以與該顯示器通信之處理器，該處理器經組態以處理影像資料；及
一經組態以與該處理器通信之記憶體裝置。
19. 如請求項18之MEMS裝置，其進一步包含一經組態以將至少一信號發送至該顯示器之驅動器電路。
20. 如請求項19之MEMS裝置，其進一步包含一控制器，其經組態以將該等影像資料之至少一部分發送至該驅動器電路。
21. 如請求項18之MEMS裝置，其進一步包含一影像源模組，其經組態以將該等影像資料發送至該處理器。
22. 如請求項21之MEMS裝置，其中該影像源模組包含一接

收器、收發器及傳輸器中之至少一者。

23. 如請求項18之MEMS裝置，其進一步包含一輸入裝置，其經組態以接收輸入資料並將該等輸入資料傳達至該處理器。
24. 一種微機電系統(MEMS)裝置，其包含：
- 用於反射光之構件，該反射構件包含用於停止該反射構件之移動之構件；
 - 用於傳導電之構件；
 - 用於收納該停止構件之構件，該收納構件具有一邊界，該收納構件在該收納構件內或在該邊界上具有一非導電部分；及
 - 用於分離該反射構件與該傳導構件之構件，
- 其中該反射構件可在一第一位置與一第二位置之間移動，在該反射構件處於該第一位置時，該停止構件與該非導電部分間隔開，且在該反射構件處於該第二位置時，該停止構件之一部分與該非導電部分接觸，且其中在該反射構件處於該第二位置時，該反射構件與該傳導構件彼此電隔離。
25. 如請求項24之MEMS裝置，其中該反射構件包含一反射元件。
26. 如請求項24之MEMS裝置，其中該停止構件包含至少一停止層部件。
27. 如請求項24之MEMS裝置，其中該反射構件包含一面向該傳導構件之表面且該停止構件包含面向該非導電部分

之該表面之一或多個部分，該停止構件朝該收納構件延伸，其中該停止構件之至少一部分比該反射構件更接近該非導電部分。

28. 如請求項 24 之 MEMS 裝置，其中該傳導構件包含一電極。

29. 如請求項 28 之 MEMS 裝置，其中該收納構件包含延伸至至少部分地穿過該電極之至少一孔隙。

30. 如請求項 29 之 MEMS 裝置，其中該收納構件之該非導電部分包含一在該孔隙內或在該邊界之一部分上的非導電表面。

31. 如請求項 24 之 MEMS 裝置，其中該分離構件包含一支撐結構。

32. 如請求項 31 之 MEMS 裝置，其中該支撐結構包含一機械層及一或多個柱。

33. 一種製造一微機電系統 (MEMS) 裝置之方法，該方法包含：

提供一基板；

在該基板上形成一電極；

移除該電極之一部分以形成一孔隙；

在該電極及該孔隙上形成一第一犧牲層；

移除該第一犧牲層之在該孔隙上方的一部分；

在該第一犧牲層上形成一第二犧牲層；

在該第二犧牲層上形成一反射元件，該反射元件具有朝該孔隙延伸之至少一停止層部件；及

移除該第一犧牲層及該第二犧牲層。

34. 如請求項33之方法，其中該基板包含一介電材料。
35. 如請求項33之方法，其中該電極具有一在約50 Å至約1000 Å之一範圍中的厚度。
36. 如請求項33之方法，其中該孔隙具有一在約0.1 μm至約6 μm之一範圍中的寬度。
37. 如請求項33之方法，其中該第一犧牲層具有一約795 Å之厚度。
38. 如請求項33之方法，其中該第二犧牲層具有一約2000 Å之厚度。
39. 如請求項33之方法，其中該第二犧牲層與該第一犧牲層等形。
40. 如請求項33之方法，其中形成一反射元件包含將一反射材料沈積為該第二犧牲層上方之一等形薄膜。
41. 如請求項40之方法，其中該等形薄膜具有一在約300 Å至約10,000 Å之一範圍中的厚度。
42. 如請求項33之方法，其中移除該第一犧牲層之在該孔隙上方的一部分包含移除該第一犧牲層以暴露該基板之一部分。
43. 如請求項33之方法，其進一步包含在移除該電極之該部分以形成該孔隙前，在該電極上形成一部分反射層。
44. 如請求項33之方法，其中移除該第一犧牲層及該第二犧牲層包含用一蝕刻劑進行蝕刻。
45. 如請求項33之方法，其進一步包含在形成該第二犧牲層

後：

移除該第一犧牲層及該第二犧牲層之一部分以形成一孔；及

使該孔填充一介電材料以形成一支撐柱。

46. 如請求項33之方法，其進一步包含移除該反射元件之一部分以在移除該第一犧牲層及該第二犧牲層前形成一鏡面。
47. 如請求項46之方法，其進一步包含在該鏡面及該第二犧牲層之部分上形成一第三犧牲層。
48. 如請求項47之方法，其進一步包含在該第三犧牲層上形成一機械層。
49. 如請求項48之方法，其進一步包含移除該第三犧牲層。
50. 一種用如請求項33之方法製造的微機電系統(MEMS)裝置。

十一、圖式：

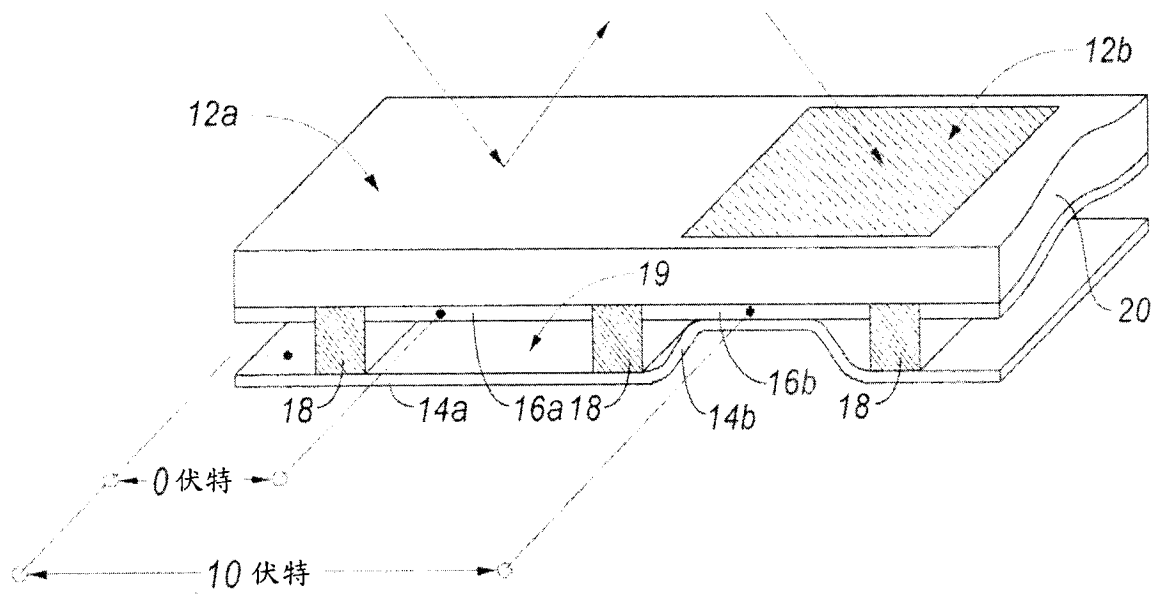


圖1

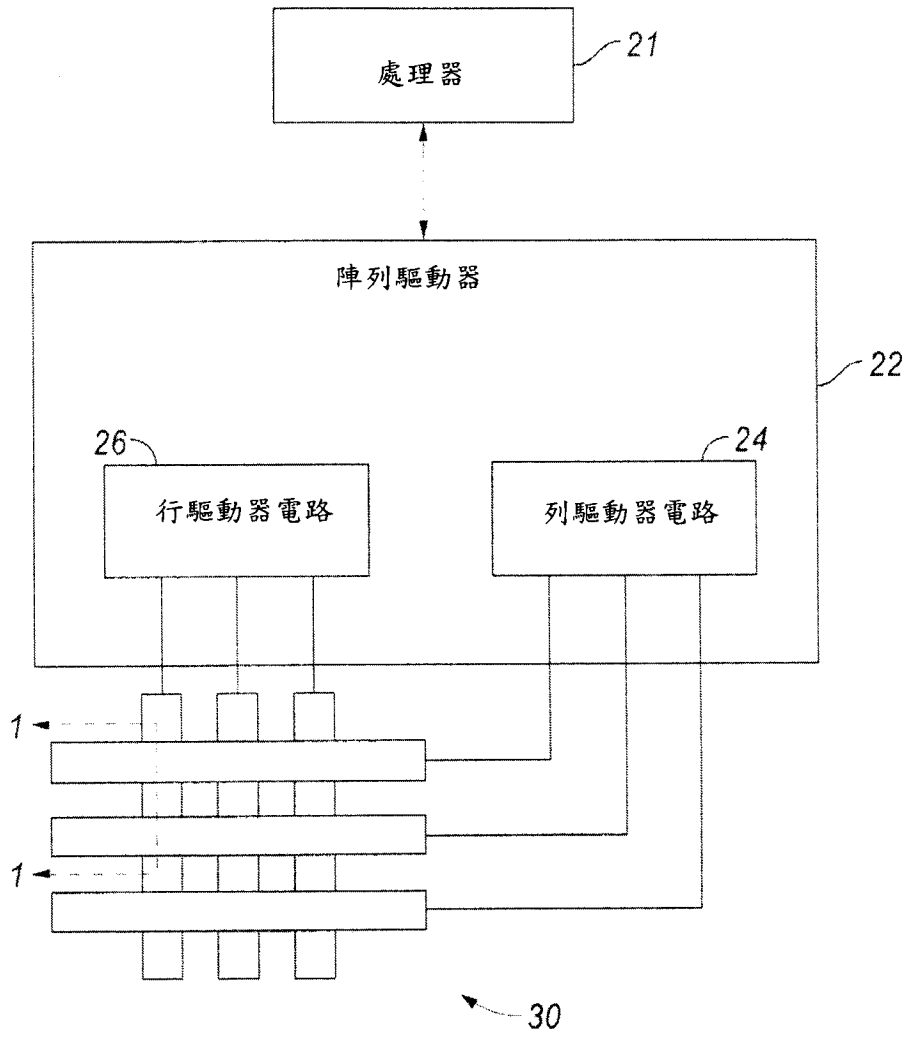


圖2

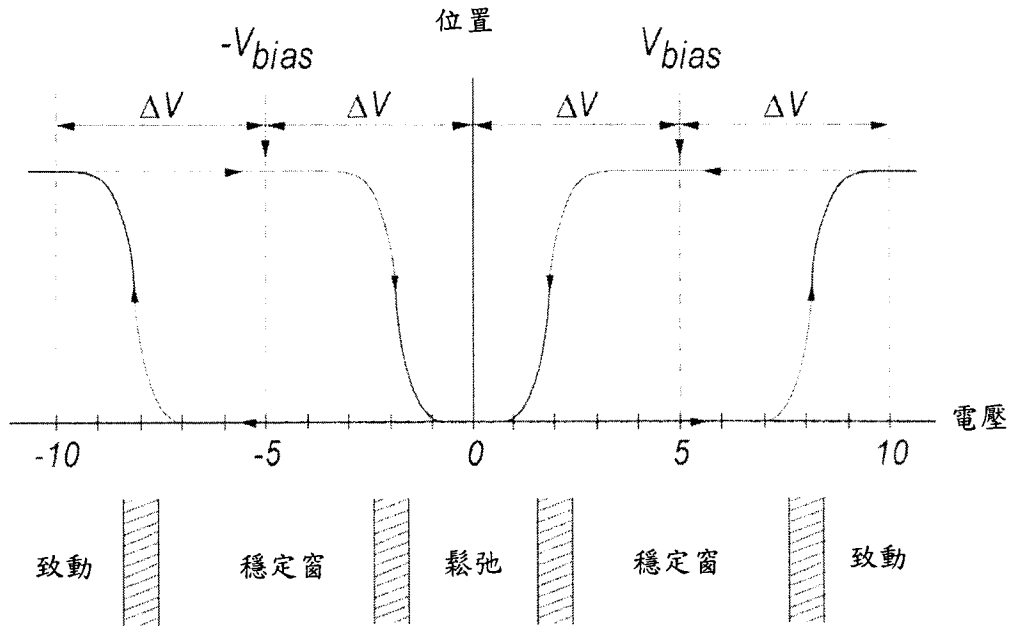


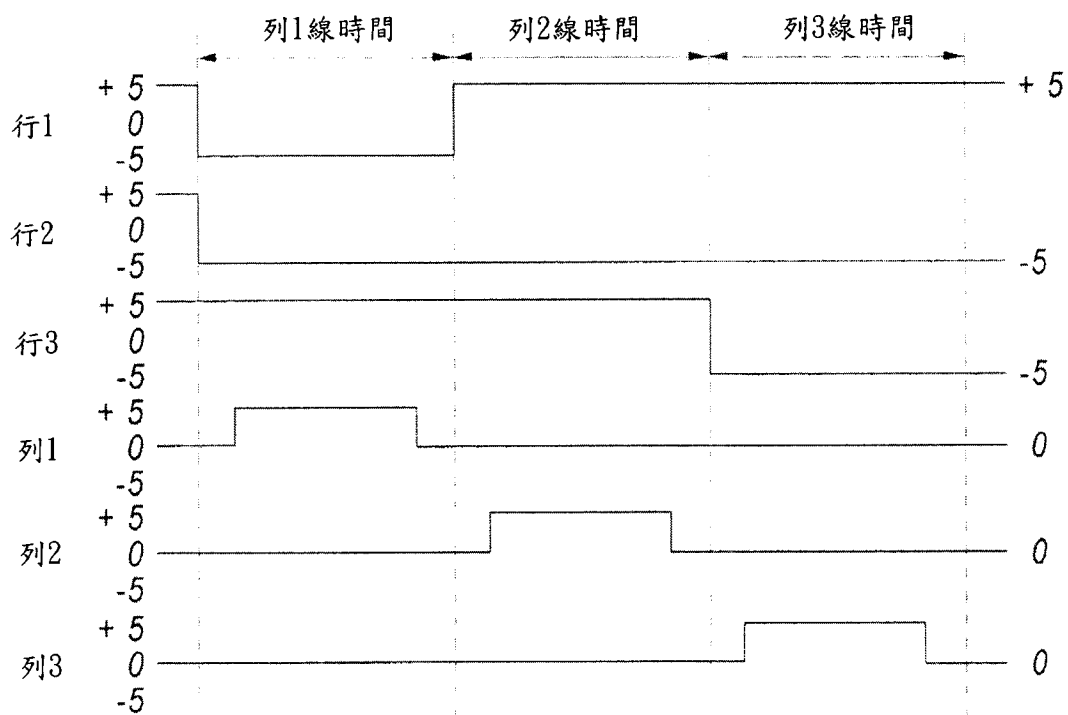
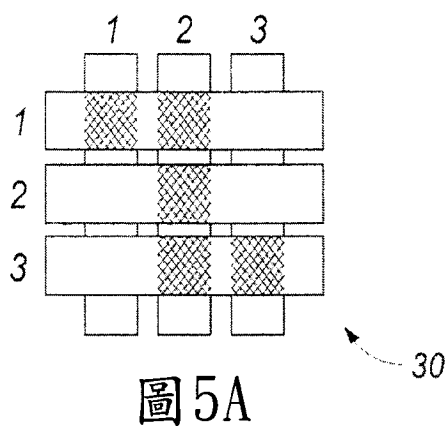
圖3

行輸出信號

	$+V_{bias}$	$-V_{bias}$
0	穩定	穩定
$+\Delta V$	鬆弛	致動
$-\Delta V$	致動	鬆弛

列輸出信號

圖4



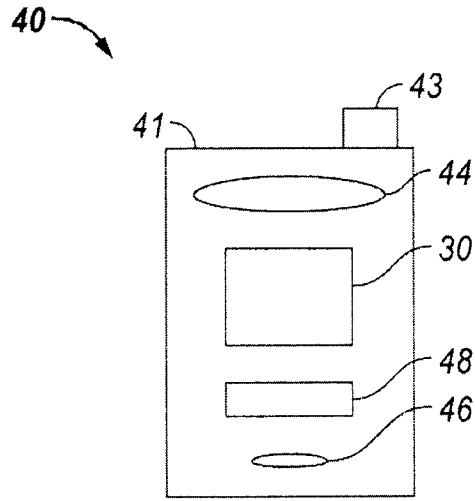


圖 6A

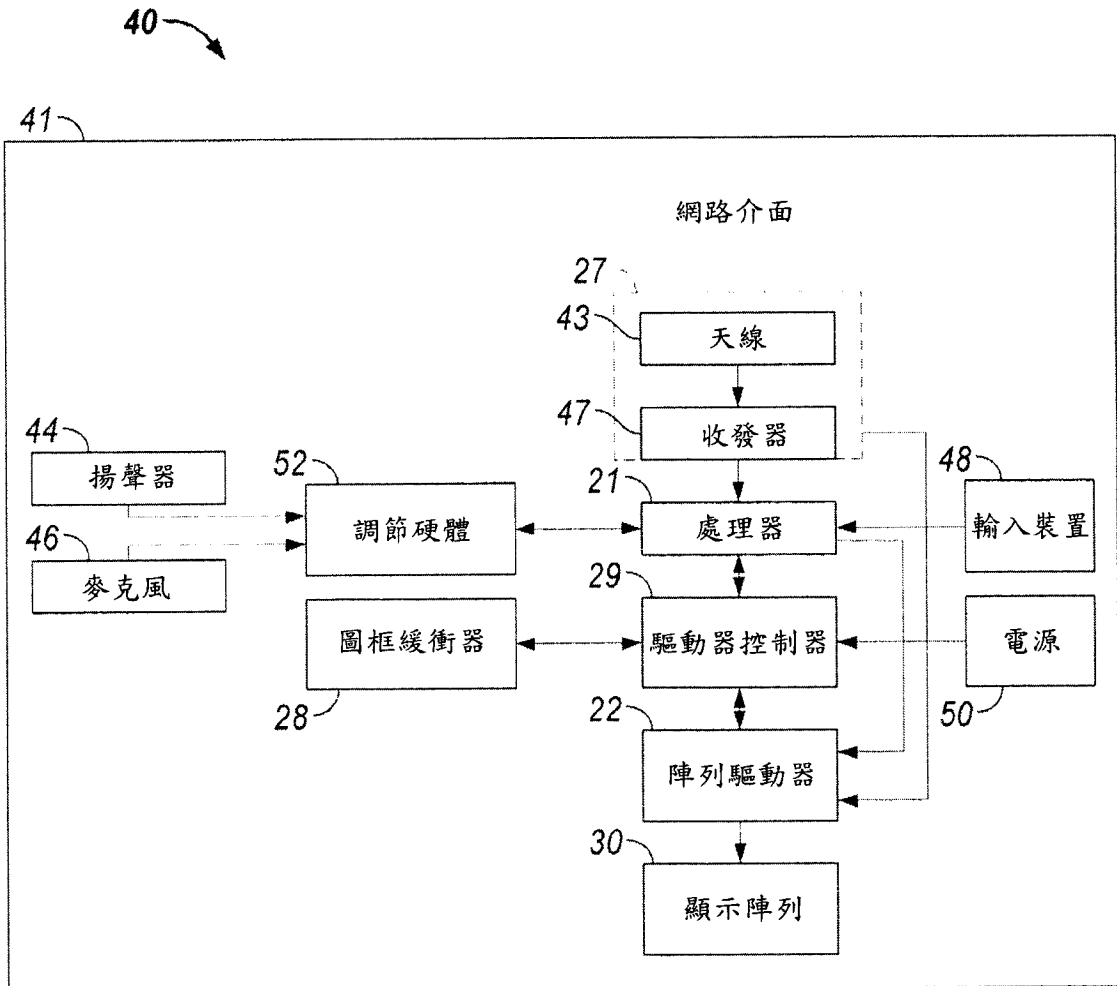


圖 6B

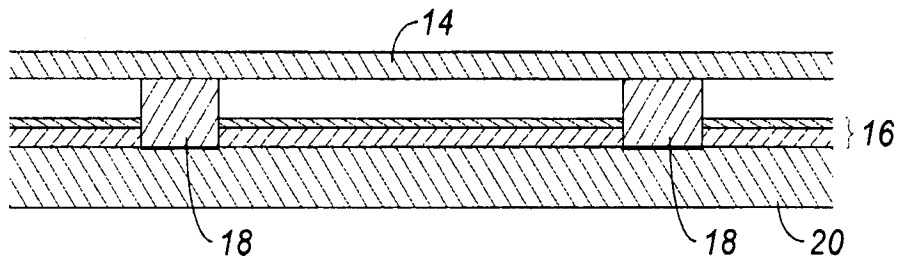


圖 7A

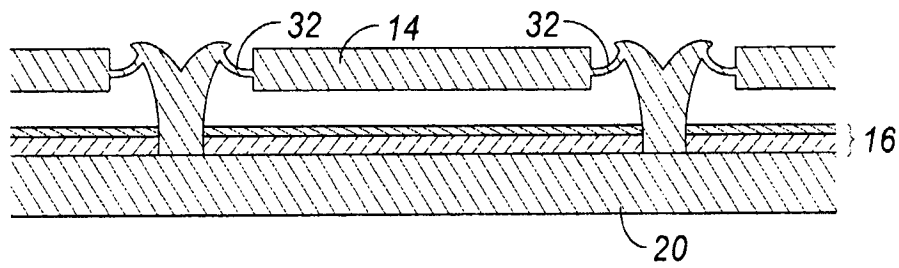


圖 7B

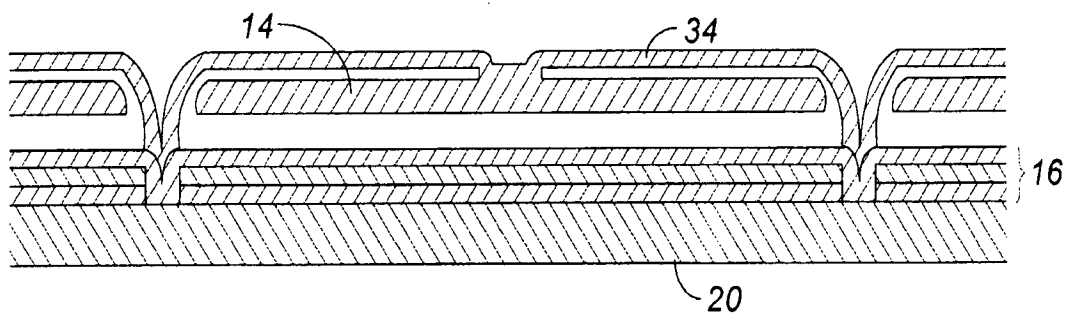


圖 7C

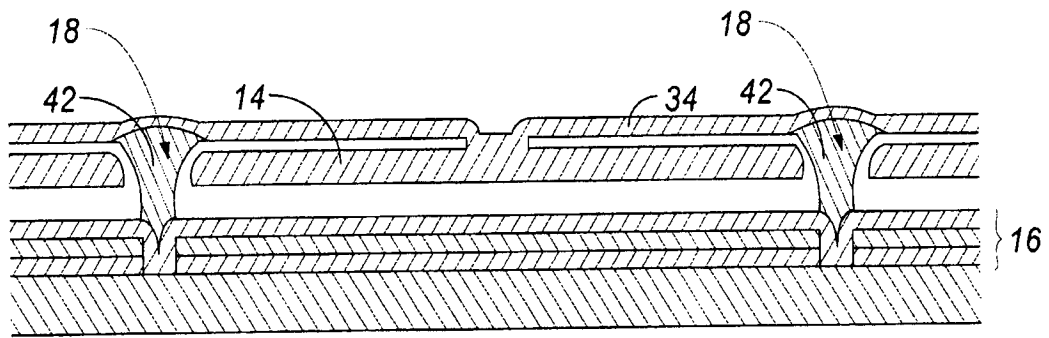


圖 7D

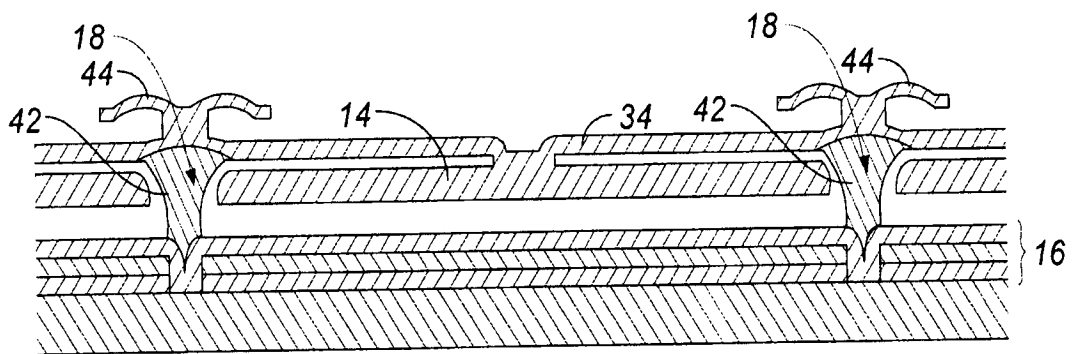


圖 7E

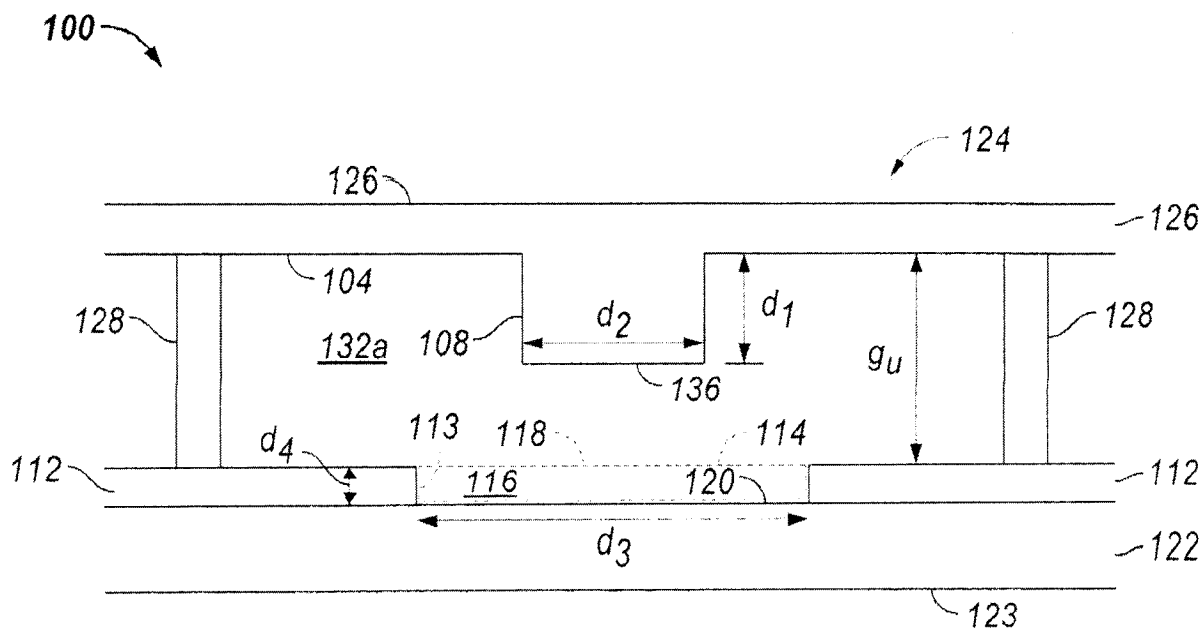


圖8A

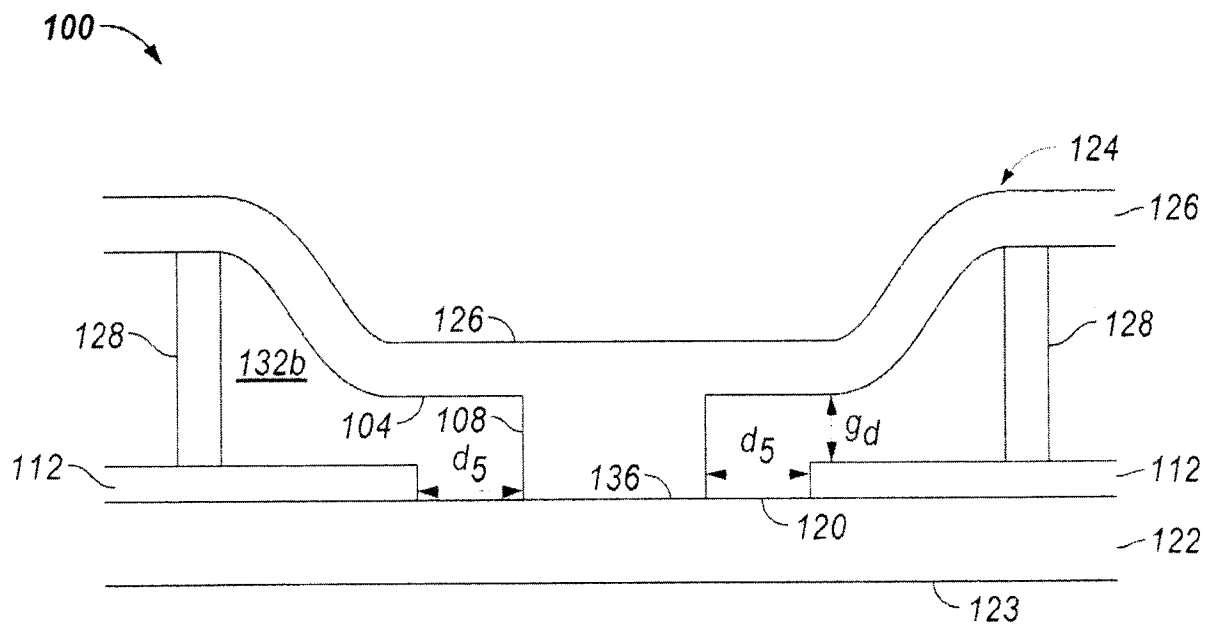


圖8B

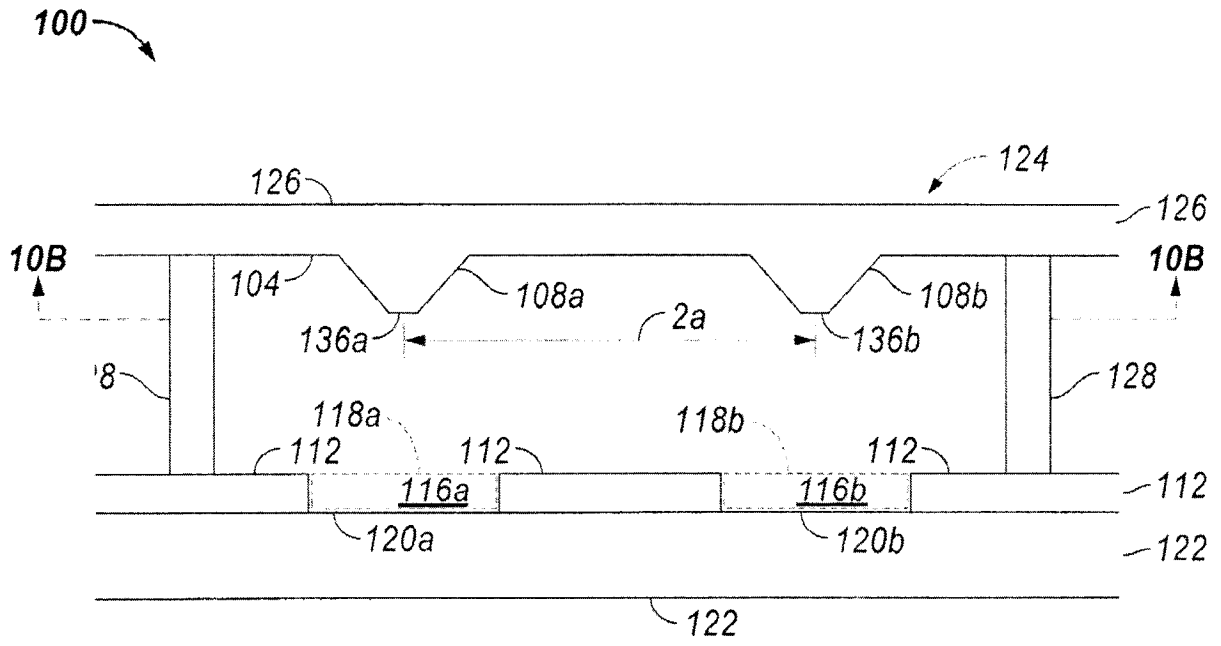


圖 10A

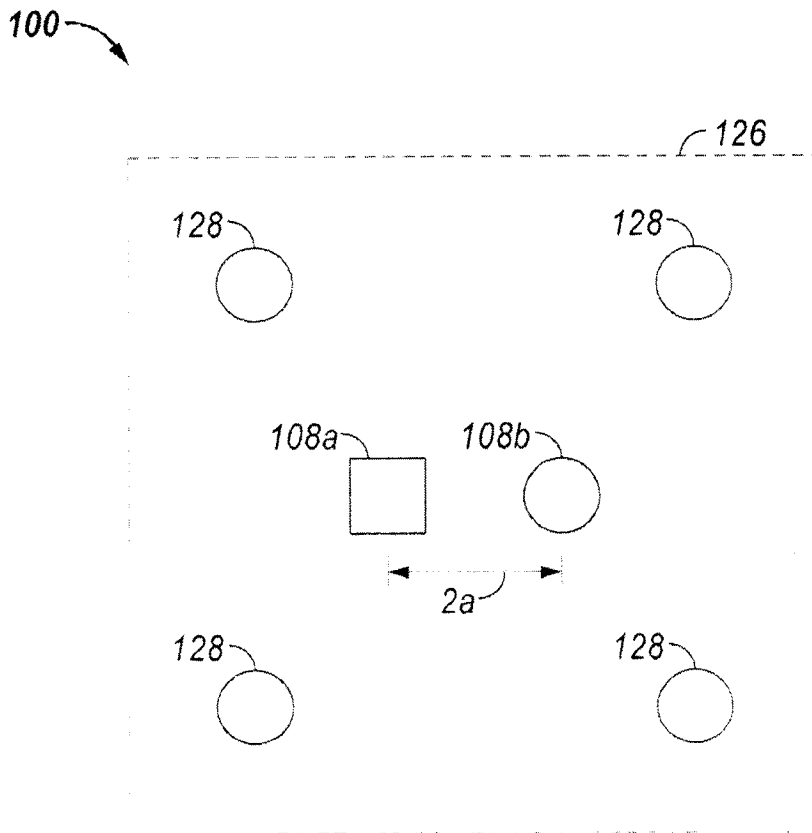


圖 10B

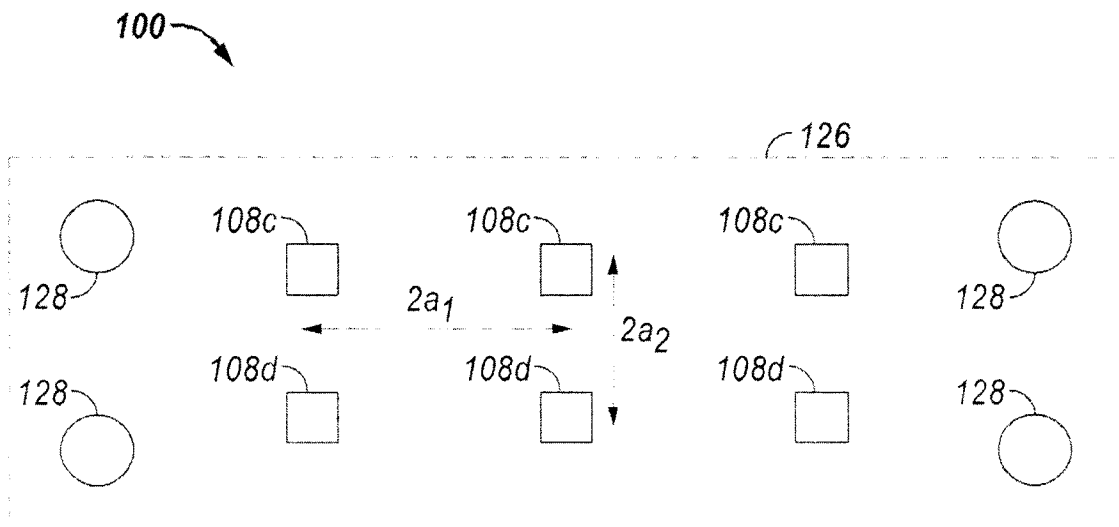


圖 10C

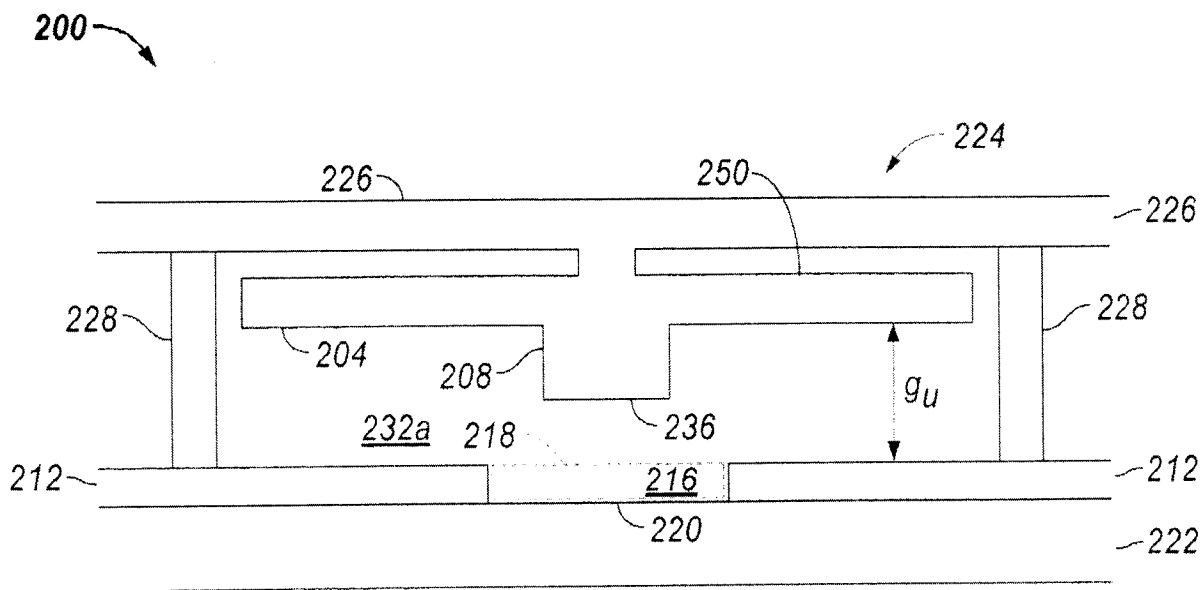


圖 11A

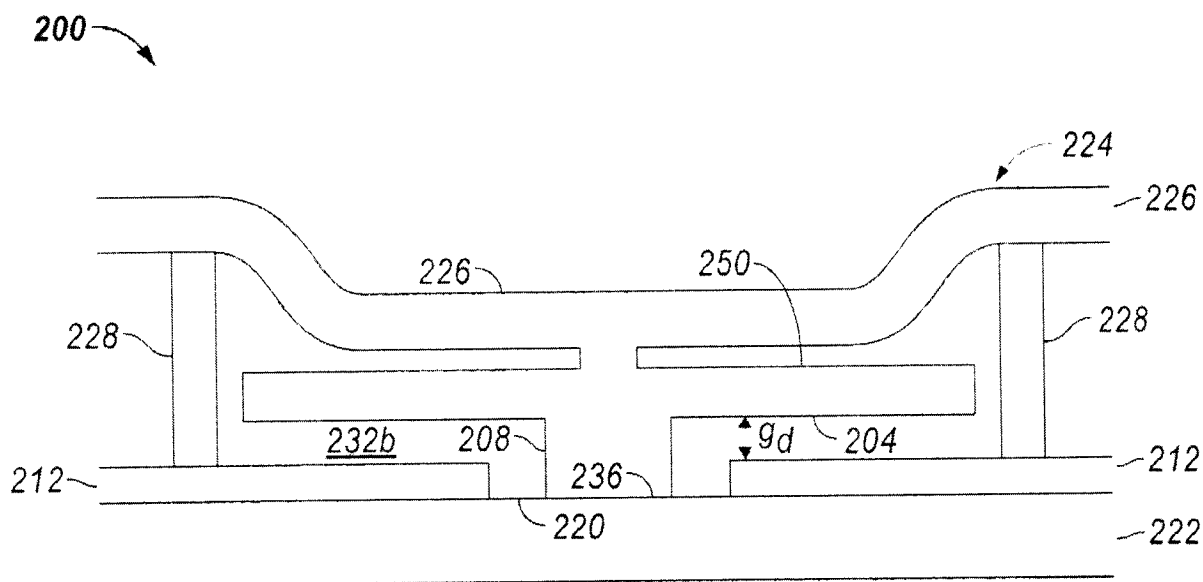


圖 11B

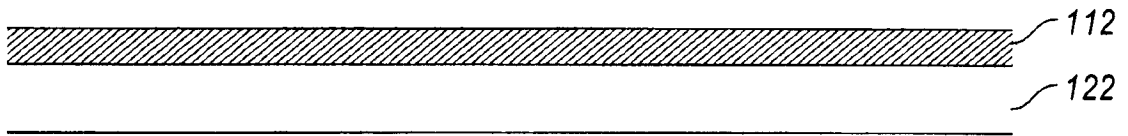


圖 12A

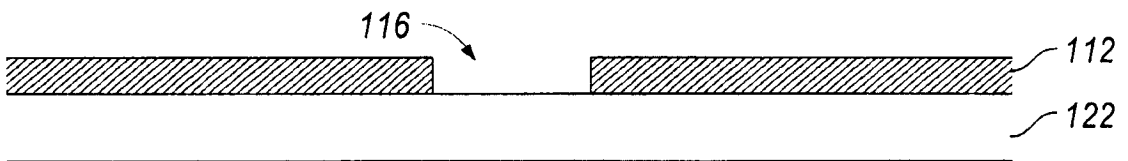


圖 12B

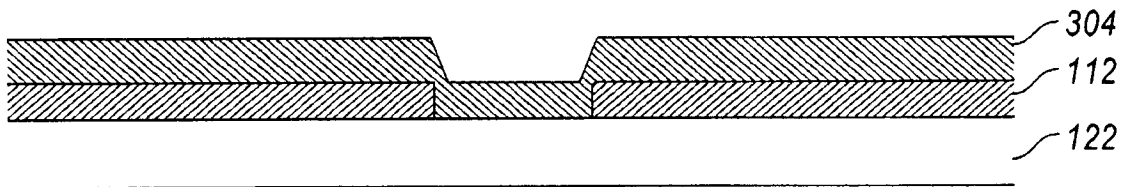


圖 12C

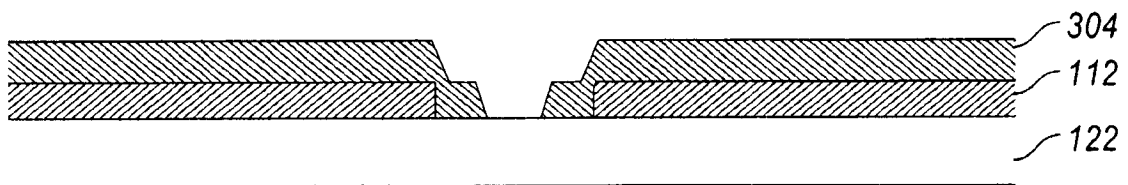


圖 12D

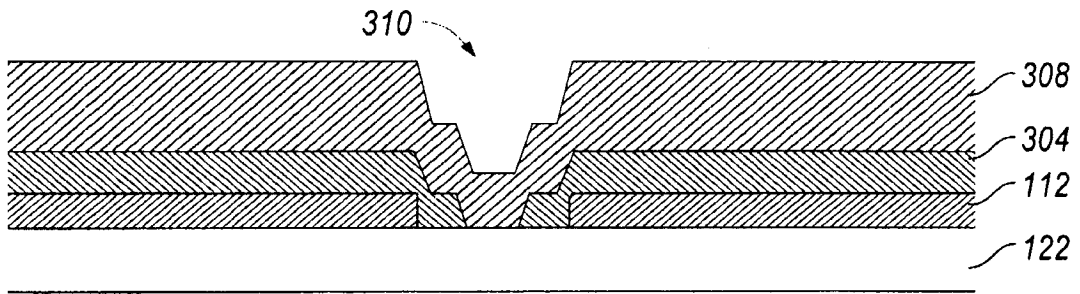


圖 12E

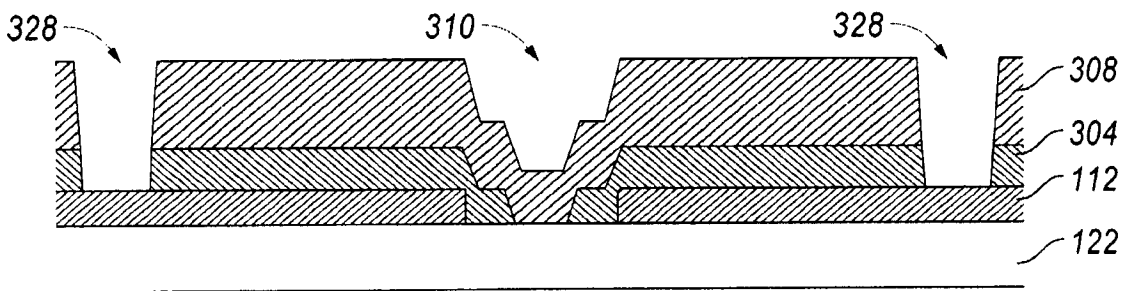


圖 12F

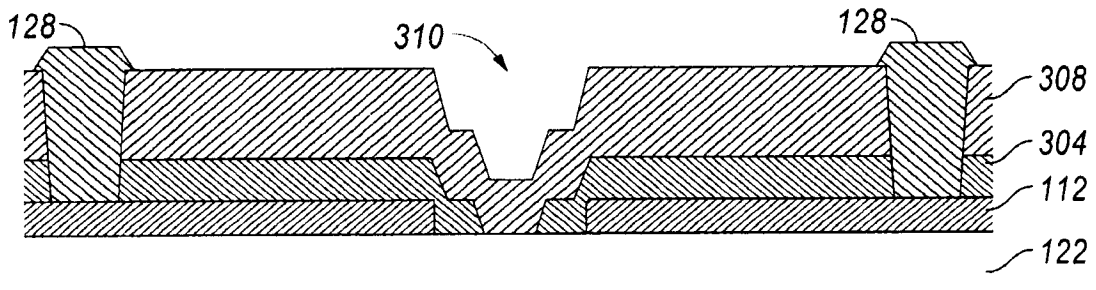


圖 12G

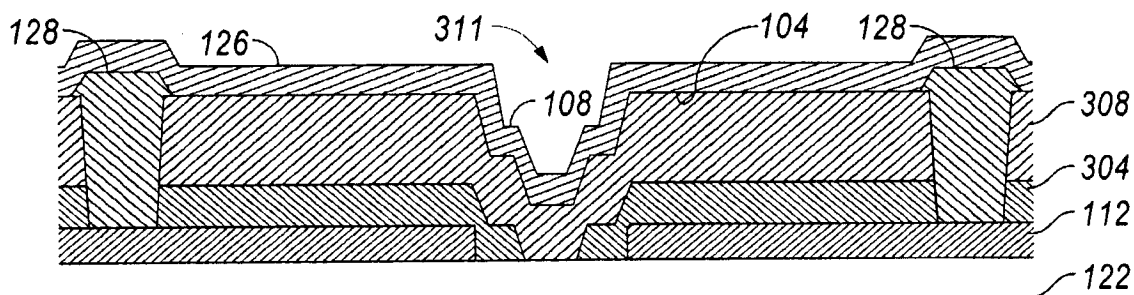


圖 12H

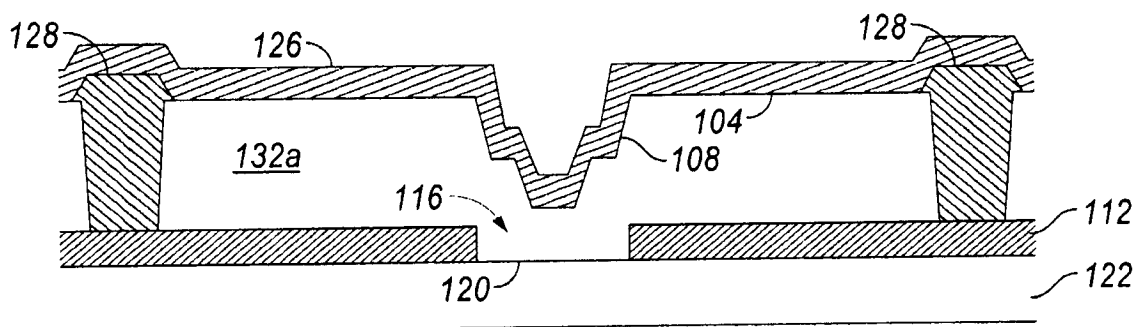


圖 12I

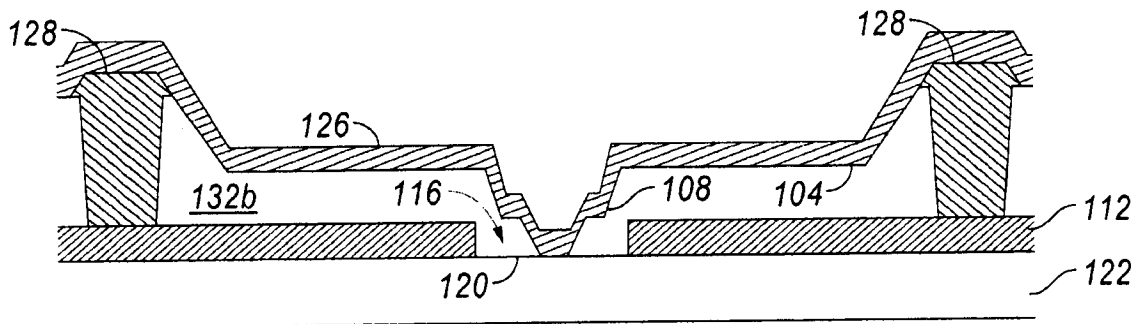


圖 12J

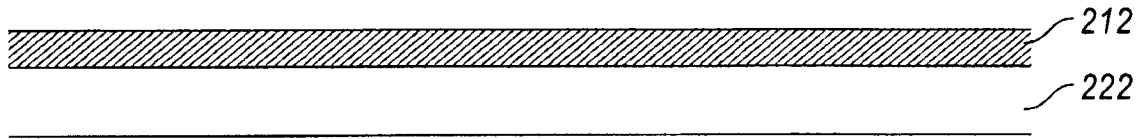


圖 13A

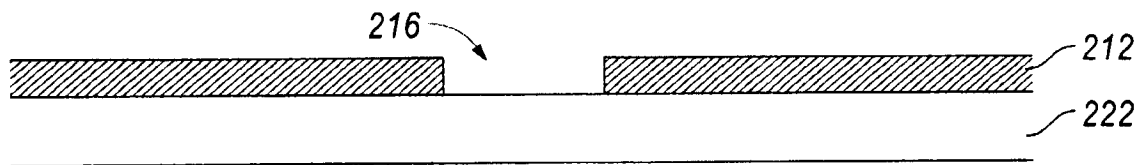


圖 13B

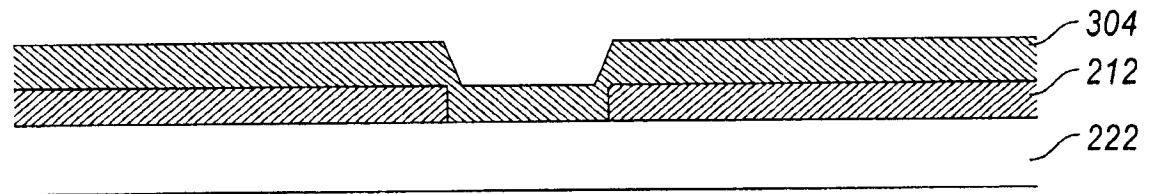


圖 13C

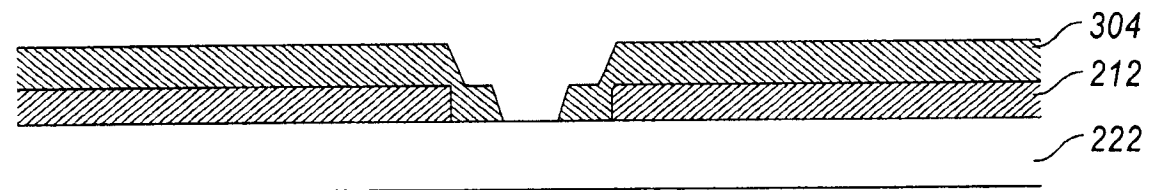


圖 13D

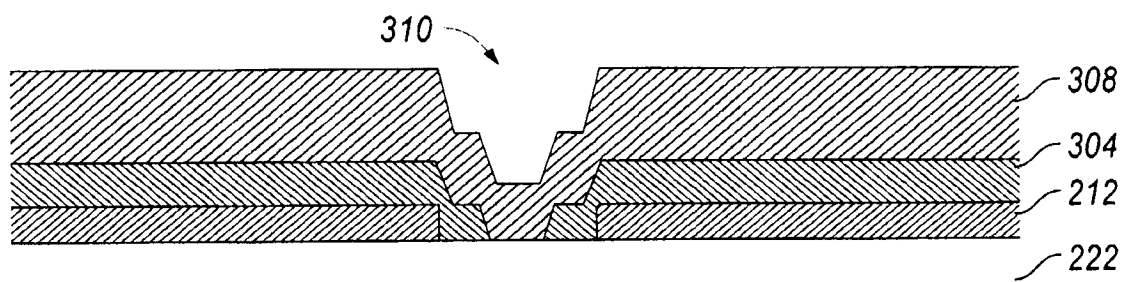


圖 13E

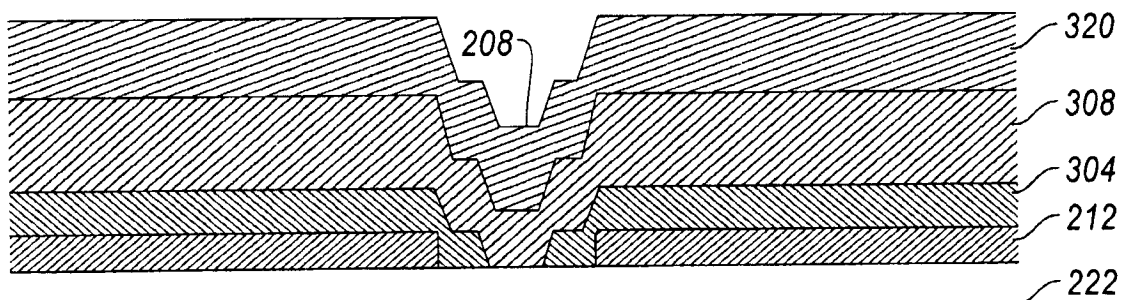


圖 13F

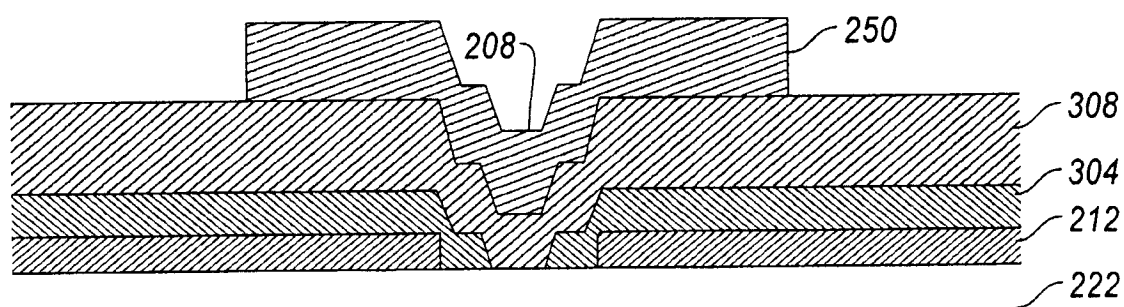


圖 13G

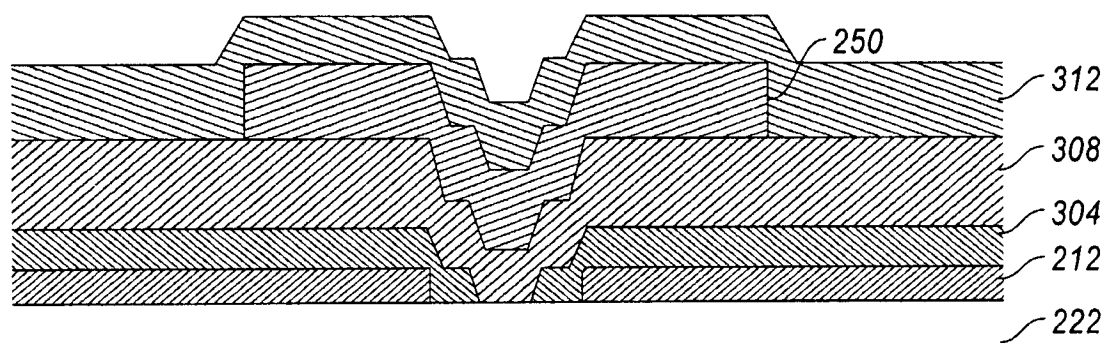


圖 13H

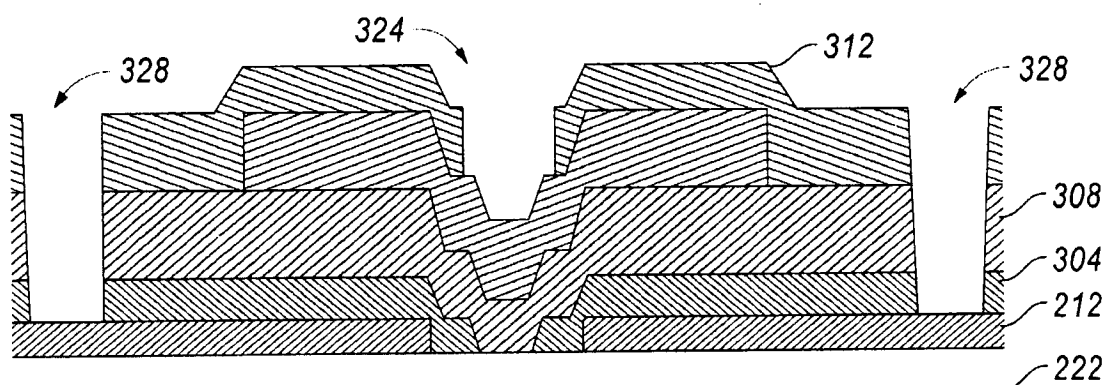


圖 13I

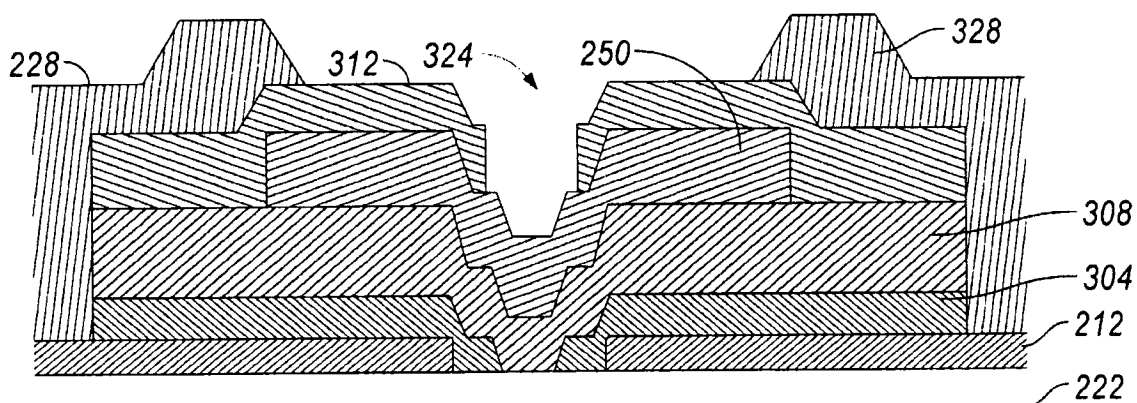


圖 13J

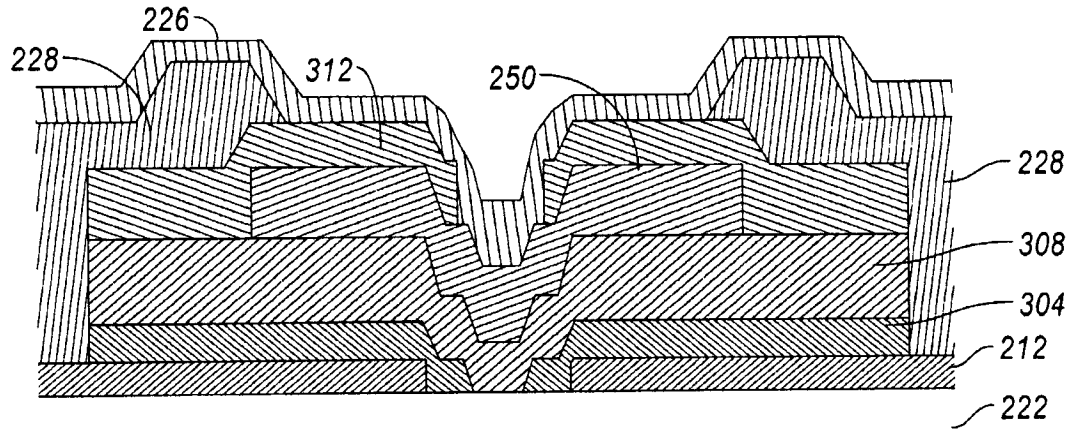


圖 13K

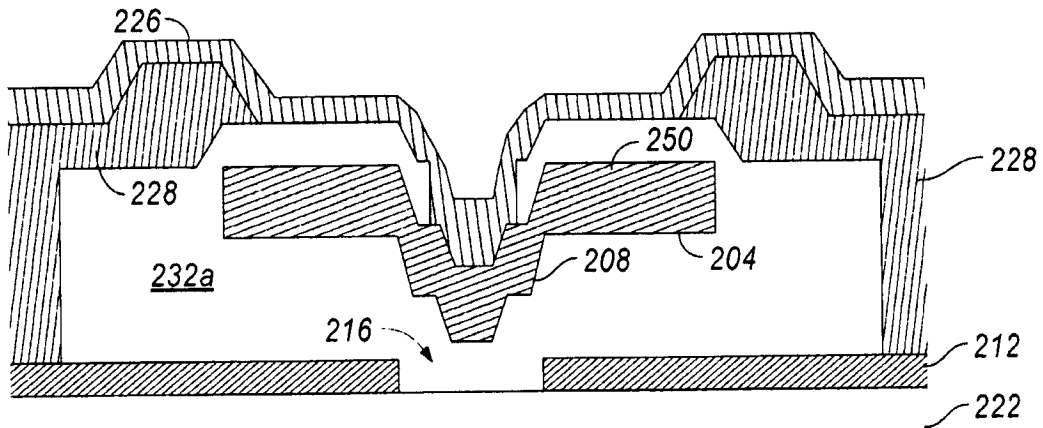


圖 13L

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (8B) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

100	MEMS 裝置
104	反射元件
108	停止層部件
112	電極
120	非導電表面
122	透明或半透明基板
123	表面
124	支撐結構
126	機械層
128	支撐柱
132b	空腔
136	部分
d_5	間隙寬度
g_d	高度

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

(無)