

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：97/24767

G02B 26/00 (2006.01)

※ 申請日期：97.7.1

※IPC 分類：B81B 7/02 (2006.01)

G02F 1/01 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

具有與機械及電氣功能分離的光學功能之微機電裝置

MICROELECTROMECHANICAL DEVICE WITH OPTICAL
FUNCTION SEPARATED FROM MECHANICAL AND ELECTRICAL
FUNCTION

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

美商IDC公司

IDC, LLC

代表人：(中文/英文)

彼維克 麥拉

MEHRA, VIVEK

住居所或營業所地址：(中文/英文)

美國加州普利山頓市獾之道3055號

3055, BADGER DRIVE, PLEASANTON, CALIFORNIA 94566, U.S.A.

國 籍：(中文/英文)

美國 U.S.A.

三、發明人：(共 6 人)

姓 名：(中文/英文)

1. 克萊恩司 裘伊
CHUI, CLARENCE
2. 丹尼斯 安迪許
ENDISCH, DENIS
3. 萊歐 寇古特
KOGUT, LIOR
4. 湯民豪
TUNG, MING-HAU
5. 童葉俊
TUNG, YEH-JIUN
6. 姜志偉
CHIANG, CHIH-WEI

國 籍：(中文/英文)

1. 美國 U.S.A.
2. 德國 GERMANY
3. 以色列 ISRAEL
4. 美國 U.S.A.
5. 美國 U.S.A.
6. 中華民國 TAIWAN

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07月02日；11/772,730

2.歐洲專利機構；2008年03月28日；08075220.7

☐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：

本申請案為2005年2月11日申請之美國專利申請案第11/057,045號之部份接續申請案，其主張2004年9月27日申請之美國臨時申請案第60/613,372號之權利，該等申請案之全文被以引用的方式併入本文中。

【先前技術】

微機電系統(MEMS)包括微機械元件、致動器及電子器件。微機械元件的產生可使用沈積、蝕刻，及/或蝕刻掉基板及/或沈積材料層之部分或者添加層以形成電子及機電裝置的其他微機械加工製程。一種類型之MEMS裝置被稱為干涉調變器。如在本文中所使用，術語干涉調變器或干涉光調變器指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，該對導電板中之一者或兩者可為部分透明的，且能夠在施加適當電信號時相對運動。在一特定實施例中，一板可包含一沈積於基板上之固定層，另一板可包含一與該固定層分離一空氣間隙之金屬膜。如本文中較詳細地描述，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。此等裝置具有廣泛之應用，且利用及/或修改此等類型之裝置的特性以使得其特徵可用在改良現有產品及創造尚未開發之新產品過程中，將對此項技術大有裨益。

【發明內容】

本發明之系統、方法及裝置每一者具有若干態樣，該等

態樣之任何單一者均不單獨負責其理想屬性。在不限制本發明之範疇的情況下，現將簡潔地論述其較突出的特徵。在考慮了此論述後，且尤其在閱讀了題為"實施方式"之章節後，大家將理解，本發明之特徵提供比其他顯示裝置之優勢的方式。

在某些實施例中，一種微機電(MEMS)裝置包含一第一反射層、一可移動元件及一致動電極。該可移動元件處於該第一反射層上。該可移動元件包含一可變形層及一反射元件。該致動電極處於該可變形層與該反射元件之間。

在某些實施例中，一種微機電(MEMS)裝置包含用於移動該裝置之一部分之構件、用於反射光之第二構件及用於致動該移動構件之構件。該移動構件包含用於變形之構件及用於反射光之第一構件。該致動構件處於該變形構件與該第一反射構件之間。

在某些實施例中，一種製造一微機電(MEMS)裝置之方法包含：在一反射層上形成一第一犧牲層、在該第一犧牲層上形成一反射元件、在該反射元件上形成一第二犧牲層、在該第二犧牲層上形成一致動電極、在該致動電極上形成一第三犧牲層、在該第三犧牲層上形成一可變形層，及移除該第一、該第二及該第三犧牲層。該可變形層機械耦接至該反射元件。

在某些實施例中，一種調變光之方法包含提供一包含一反射層、一在該反射層上之可移動元件及一致動電極之顯示元件。該可移動元件包含一可變形層及一反射元件。該

致動電極處於該可變形層與該反射元件之間。該方法進一步包含將一電壓施加至該致動電極。該電壓在該可移動元件之一第一部分上產生一在第一方向上之第一吸引力及在該可移動元件之一第二部分上產生一在第二方向上之第二吸引力。該第二方向大體上與該第一方向相反。該第一吸引力大於該第二吸引力，其藉此使該可移動元件大體在該第一方向上移動。

【實施方式】

以下實施方式係針對本發明之某些具體實施例。然而，可以大量不同方式來實施本發明。在此描述中參看了圖式，其中通篇以同樣的數字表示同樣的部分。如將自以下描述顯而易見，可在經組態以顯示影像(無論是運動影像(例如視訊)還是固定影像(例如靜態影像)，且無論是文字影像還是圖片影像)之任何裝置中實施該等實施例。更特定言之，預料到，該等實施例可實施於各種各樣的電子裝置中或與其相關聯而實施，該等電子裝置諸如(但不限於)：行動電話、無線裝置、個人數位助理(PDA)、手持式或攜帶型電腦、GPS接收器/導航器、相機、MP3播放器、攜帶型攝像機、遊戲控制台、手錶、鐘錶、計算器、電視監視器、平板顯示器、電腦監視器、自動顯示器(例如里程計顯示器等)、駕駛艙控制器及/或顯示器、相機視野之顯示器(例如車輛中的後視相機之顯示器)、電子照片、電子廣告牌或標記、投影儀、建築結構、封裝及美學結構(例如，一件珠寶上的影像顯示器)。與本文中所描述之

MEMS裝置結構類似的MEMS裝置亦可用於非顯示器應用中，諸如電子開關裝置。此外，本文中之所有圖已經繪製來描繪某些元件之間的關係，且因此為高度圖解性的且不應被考慮為按比例。

在某些實施例中，提供一安置於可移動元件之反射表面與可變形層之間的致動電極。該致動電極不處於光徑中，此允許其包含一非透明導體且較厚，藉此改良電力消耗。致動電極作用於可變形層或反射元件上，其視致動電極與可變形層之間的距離及致動電極與反射元件之間的距離或者致動電極與反射元件或可變形層之間的屏蔽而定。在一些實施例中，可變形層而非反射表面接觸MEMS裝置之固定部分，其又減小了靜摩擦、彈簧常數、靜電力及電容器面積，因此致能快速且低電力操作。在一些實施例中，表面粗加工及其他抗靜摩擦特徵可形成於致動電極與可變形層之間或致動電極與反射元件之上表面之間，而並不影響光學效能，因為該等特徵不處於光徑中。在一些實施例中，在致動後，反射表面並不接觸任何事物，此允許其大體上平滑且平坦，而無靜摩擦危險。在一些實施例中，將一第二致動電極提供於可變形層及/或反射表面上或下，使得反射表面在至少三個狀態下穩定。

包含一干涉MEMS顯示元件之一干涉調變器顯示器實施例說明於圖1中。在此等裝置中，該等像素處於亮或暗狀態。在亮("接通"或"打開")狀態下，顯示元件將大部分入射之可見光反射給使用者。當在暗("斷開"或"關閉")狀態

下，顯示元件將極少的入射之可見光反射給使用者。視實施例而定，可顛倒"接通"與"斷開"狀態之光反射性質。MEMS像素可經組態以主要在選定色彩下反射，除了黑及白之外，其還允許彩色顯示。

圖1為描繪一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，一干涉調變器顯示器包含此等干涉調變器之一列/行陣列。每一干涉調變器包括一對反射層，其經按一彼此間之可變且可控制距離定位，以形成一具有至少一可變尺寸之共振光學空腔。在一實施例中，可將該等反射層中之一者在兩個位置之間移動。在第一位置(本文中稱作鬆弛位置)中，可移動反射層經定位於距一固定之部分反射層相對較遠距離處。在第二位置(本文中稱作致動位置)中，可移動反射層經較緊緊鄰近該部分反射層定位。視可移動反射層之位置而定，自兩個層反射之入射光相長或相消地干涉，其對於每一像素產生一全反射或非反射狀態。

圖1中之像素陣列之所描繪部分包括兩個鄰近干涉調變器12a及12b。在左邊之干涉調變器12a中，可移動反射層14a經說明為處於距光學堆疊16a一預定距離之鬆弛位置處，該光學堆疊16a包括一部分反射層。在右邊之干涉調變器12b中，可移動反射層14b經說明為處於鄰近光學堆疊16b之致動位置處。

如本文中所提及之光學堆疊16a及16b(總稱為光學堆疊

16)通常包含若干熔合層，該等熔合層可包括一諸如氧化銦錫(ITO)之電極層、一諸如鉻之部分反射層及一透明介電質。光學堆疊16因此為導電、部分透明且部分反射性的，且可(例如)藉由在透明基板20上沈積以上層中之一或多者來加以製造。部分反射層可形成自部分反射性的各種各樣的材料，諸如，各種金屬、半導體及介電質。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組合形成。

在一些實施例中，光學堆疊16之諸層經圖案化為平行條帶，並可形成顯示裝置中之列電極(如下進一步描述)。可變形層14a、14b可形成為沈積於柱18及沈積於柱18之間的介入犧牲材料之頂部上的一或多個經沈積之金屬層之一系列平行條帶(與16a、16b之列電極正交)。當該犧牲材料經蝕刻掉時，將可移動反射層14a、14b與光學堆疊16a、16b分離一界定之空氣間隙19。諸如鋁之高導電性且反射性材料可用於反射層14，且此等條帶可形成顯示裝置中之行電極。

如在圖1中藉由像素12a說明，在無施加之電壓之情況下，間隙19保持處於可移動反射層14a與光學堆疊16a之間，其中可移動反射層14a處於機械鬆弛狀態下。然而，當將一電位差施加至選擇之列及行時，在對應的像素處之列電極與行電極之相交處形成之電容器變得帶電，且靜電力將電極拉動在一起。若電壓足夠高，則可移動反射層14變形且經受力而與光學堆疊16相抵。光學堆疊16內之一介

電層(此圖中未說明)可防止短路且控制層14與16之間的分離距離，如由在圖1中右邊之像素12b說明。與施加的電位差之極性無關，性能為相同的。以此方式，可控制反射對非反射像素狀態之列/行致動在許多方面相似於在習知LCD及其他顯示器技術中使用之致動。

圖2至圖5說明用於在顯示器應用中使用一干涉調變器陣列之一例示性過程及系統。

圖2為說明可併有本發明之態樣的一電子裝置之一實施例的系統方塊圖。在該例示性實施例中，該電子裝置包括一處理器21，其可為任何通用單晶片或多晶片微處理器，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、微控器或可程式化閘陣列。如本項技術所習知，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包括將信號提供至一顯示陣列或面板30之一列驅動器電路24及一行驅動器電路26。圖1中說明的陣列之橫截面由圖2中之線1-1展示。對於MEMS干涉調變器，列/行致動協定可利用圖3中說明的此等裝置之滯後性質。舉例而言，可能需要10伏特電位差

來使可移動層自鬆弛狀態變形至致動狀態。然而，當電壓自彼值減小時，隨著電壓跌回10伏特以下，該可移動層維持其狀態。在圖3之例示性實施例中，可移動層直到電壓降至2伏特以下時才會完全鬆弛。因此，存在一施加電壓範圍(在圖3中所說明之實例中，施加電壓約為3 V至7 V)，在該窗內，裝置穩定地處於鬆弛或致動狀態下。本文將其稱為"滯後窗"或"穩定窗"。對於一具有圖3之滯後特性的顯示陣列而言，可對列/行致動協定設計以使得在列選通期間，所選通之列中之待致動之像素被曝露至約10伏特之電壓差，且待鬆弛之像素被曝露至接近零伏特之電壓差。在選通後，使像素曝露至約5伏特之穩定狀態電壓差，使得其處於列選通使其所處於之任何狀態下。在此實例中，在被寫入後，每一像素處於在3 V至7 V之"穩定窗"內之電位差下。此特徵使圖1中所說明之像素設計在相同施加電壓條件下於致動的或鬆弛的預先存在之狀態下皆穩定。由於干涉調變器之每一像素無論處於致動狀態或鬆弛狀態基本上都為一由固定及移動反射層形成之電容器，所以可在滯後窗內之一電壓下保持此穩定狀態，其中幾乎無電力耗散。若施加之電位固定，則基本上無電流流進該像素。

在典型應用中，可藉由根據第一列中之所需致動像素集合斷定行電極集合來產生一顯示圖框。接著將列脈衝施加至列1電極，其致動對應於所斷定之行線之像素。接著所斷定之行電極集合經改變以對應於第二列中之所需致動像素集合。接著將脈衝施加至列2電極，其根據所斷定之行

電極致動列2中之適當像素。列1像素不受列2脈衝之影響，且保持於其在列1脈衝期間被設定之狀態中。對於整個列系列，可以順序方式將此過程重複以產生圖框。通常，藉由在一些所要的每秒圖框數下不斷重複此過程，用新的顯示資料刷新及/或更新圖框。用於驅動像素陣列之列及行電極以產生顯示圖框之廣泛的各種各樣之協定亦係熟知的，且可結合本發明而加以使用。

圖4、圖5A及圖5B說明用於在圖2之 3×3 陣列上產生一顯示訊框之一可能的致動協定。圖4說明展示出圖3之滯後曲線的可用於像素之一組可能的行及列電壓位準。在圖4實施例中，致動一像素包含將適當的行設定為 $-V_{bias}$ 及將適當的列設定為 $+\Delta V$ ，其可分別對應於-5伏特及+5伏特。藉由將適當的行設定為 $+V_{bias}$ 及將適當的列設定為相同的 $+\Delta V$ (在像素上產生零伏特電位差)，實現釋放像素。在將列電壓保持於零伏特之彼等列中，像素穩定地處於其原始處於之無論何狀態中，其與行處於 $+V_{bias}$ 還是 $-V_{bias}$ 無關。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適當行設定至 $+V_{bias}$ 及將適當列設定至 $-\Delta V$ 。在此實施例中，藉由將適當行設定為 $-V_{bias}$ 且將適當列設定為相同的 $-\Delta V$ (此在像素上產生零伏特電位差)，實現釋放像素。

圖5B為展示一系列施加至圖2之 3×3 陣列之列及行信號的時序圖，其將導致圖5A中所說明之顯示配置(其中致動像素為非反射性的)。在寫入圖5A所說明之圖框之前，該等

像素可處於任一狀態，且在此實例中，所有列處於0伏特且所有行處於+5伏特。在此等施加之電壓的情況下，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。此並不改變任何像素之狀態，因為所有像素都保持在3-7伏特穩定窗內。接著，藉由一自0伏特升至5伏特再返回零之脈衝對列1選通。此致動(1,1)及(1,2)像素並鬆弛(1,3)像素。陣列中之其他像素不受影響。為了按需要設定列2，將行2設定為-5伏特且將行1及行3設定為+5伏特。接著，施加至列2之相同選通將致動像素(2,2)且鬆弛像素(2,1)及(2,3)。又，陣列之其他像素不受影響。藉由將行2及行3設定為-5伏特且將行1設定為+5伏特而類似地設定列3。列3選通對列3之設定如圖5A所示。在寫入該圖框之後，列電位為零，且行電位可保持於+5或-5伏特，且接著顯示器穩定於圖5A之配置下。應瞭解，相同程序可用於幾十或幾百列及行之陣列。亦應瞭解，在上文概述之一般性原理內，可廣泛地變化用以執行列及行致動之時序、順序及電壓位準，且以上實例僅為例示性的，且任何致動電壓方法皆可適用於本文中所描述之系統及方法。

圖6A及圖6B為說明一顯示裝置40之一實施例的系統方塊圖。舉例而言，顯示裝置40可為蜂巢式或行動電話。然而，顯示裝置40之相同組件或其輕微變化亦說明各種類型

之顯示裝置，諸如電視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。通常自如熟習此項技術者所熟知之各種各樣的製造過程中之任一者形成外殼41，包括射出成形及真空成形。此外，外殼41可由各種各樣的材料中之任一者製成，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包括可與不同色彩或含有不同標識、圖片或符號之其它可移除部分互換的可移除部分(未圖示)。

例示性顯示裝置40之顯示器30可為各種各樣的顯示器中之任一者，包括如本文中所描述之雙穩態顯示器。在其他實施例中，如熟習此項技術者所熟知，顯示器30包括：如上所述之平板顯示器，諸如，電漿、EL、OLED、STN LCD或TFT LCD；或者非平板顯示器，諸如，CRT或其他管裝置。然而，為了描述本實施例，顯示器30包括一如本文中所描述之干涉調變器顯示器。

例示性顯示裝置40之一實施例的組件示意性地說明於圖6B中。所說明之例示性顯示裝置40包括一外殼41，且可包括至少部分包圍於其中之額外組件。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，該網路介面27包括一耦接至一收發器47之天線43。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，對信號濾波)。調節硬體52連接至揚聲器45及麥克風46。處理器21亦連接至輸入裝置48及驅

動器控制器29。驅動器控制器29耦接至圖框緩衝器28及陣列驅動器22，陣列驅動器22又耦接至顯示陣列30。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使得例示性顯示裝置40可在一網路上與一或多個裝置通信。在一實施例中，網路介面27亦可具有減少處理器21之需求的一些處理能力。天線43為熟習此項技術者已知用於傳輸及接收信號之任一天線。在一實施例中，該天線根據IEEE 802.11標準(包括IEEE 802.11(a)、(b)或(g))來傳輸及接收RF信號。在另一實施例中，該天線根據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或用以在無線手機網路內通信的其它已知信號。收發器47預處理自天線43接收之信號，使得其可由處理器21接收且由處理器21進一步地操縱。收發器47亦處理自處理器21接收之信號，使得可經由天線43將其自例示性顯示裝置40傳輸。

在一替代實施例中，收發器47可由一接收器替換。在又一替代實施例中，網路介面27可由一影像源替換，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，影像源可為數位視訊碟(DVD)或含有影像資料之硬碟機或者產生影像資料之軟體模組。

處理器21通常控制例示性顯示裝置40之總體操作。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)，且將該資料處理為原始影像資料或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或至圖框緩衝器28以供儲存。原始資料通常指識別一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色彩、飽和度及灰度階。

在一實施例中，處理器21包括一微控制器、CPU或邏輯單元來控制例示性顯示裝置40之操作。調節硬體52通常包括用於將信號傳輸至揚聲器45及用於自麥克風46接收信號之放大器及濾波器。調節硬體52可為例示性顯示裝置40內之離散組件，或者可被併入於處理器21或其他組件中。

驅動器控制器29直接自處理器21或自圖框緩衝器28取得由處理器21產生之原始影像資料，且適當地重新格式化該原始影像資料用於高速傳輸至陣列驅動器22。具體言之，驅動器控制器29將原始影像資料重新格式化為具有光柵狀格式之資料流，使得其具有適合於在顯示陣列30上掃描之時間次序。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。雖然諸如LCD控制器之驅動器控制器29常作為單獨積體電路(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。其可作為硬體嵌入處理器21中、作為軟體嵌入處理器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自驅動器控制器29接收經格式化之資訊，並將視訊資料重新格式化為一組平行之波形，該組波形每秒許多次地被施加至來自顯示器之x-y像素矩陣之

數百且有時甚至數千個引線。

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適合於本文中所描述之任何類型顯示器。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經與陣列驅動器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度整合系統中係常見的。在又一實施例中，顯示陣列30為一典型顯示陣列或一雙穩態顯示陣列(例如，一包括一干涉調變器陣列之顯示器)。

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包括一小鍵盤(諸如，QWERTY鍵盤或電話小鍵盤)、一按鈕、一開關、一觸敏螢幕或者一壓敏或熱敏膜。在一實施例中，麥克風46為例示性顯示裝置40之輸入裝置。當麥克風46用以將資料輸入至裝置時，可由使用者提供語音命令以用於控制例示性顯示裝置40之操作。

電源50可包括如此項技術中所熟知之各種各樣的能量儲存裝置。舉例而言，在一實施例中，電源50為可再充電電池，諸如，鎳鎘電池或鋰離子電池。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。

如上所述，在一些實施例中，控制可程式化性駐留於可位於電子顯示系統中之若干處的驅動器控制器中。在一些實施例中，控制可程式化性駐留於陣列驅動器22中。熟習此項技術者將認識到，上述最佳化可實施於任何數目的硬體及/或軟體組件中及各種組態中。

根據以上闡明的原理操作之干涉調變器之結構細節可廣泛地變化。舉例而言，圖7A至圖7E說明移動鏡結構之五個不同的實施例。圖7A為圖1之實施例之橫截面，其中金屬材料條帶14沈積於正交延伸的支撐件18上。在圖7B中，可移動反射材料14僅附著至繫栓32上之轉角處之支撐件。在圖7C中，可移動反射層14懸掛於可變形層34上，可變形層34可包含可撓性金屬。可變形層34在可變形層34之周邊周圍直接或間接連接至基板20。此等連接在本文中被稱作支撐柱。圖7D中所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。可移動反射層14保持懸掛於間隙上(如圖7A至圖7C中)，但可變形層34並不藉由填充在可變形層34與光學堆疊16之間的孔洞而形成支撐柱。相反，支撐柱係由平坦化材料形成，該平坦化材料用以形成支撐柱插塞42。圖7E中所說明之實施例係基於圖7D中所展示之實施例，但亦可經調適成與圖7A至圖7C中所說明之實施例中之任何者以及未展示之額外實施例一起起作用。在圖7E中所展示之實施例中，已使用金屬或其他導電材料之一附加層形成匯流排結構44。此允許沿著干涉

調變器之背部導引信號，其消除了可能否則必須形成於基板20上之眾多電極。

在諸如圖7中所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之前側觀看影像，該側與其上配置有調變器之側相對。在此等實施例中，反射層14光學屏蔽反射層之與基板20相對的側上之干涉調變器之部分(包括可變形層34)。此允許在不消極地影響影像品質之情況下組態及操作屏蔽區。此屏蔽允許圖7E中之匯流排結構44，該結構可提供將調變器之光學性質與調變器之機電性質(諸如，定址及由該定址所導致的移動)分離的能力。此可分離之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，圖7C至圖7E中所示之實施例具有來源於反射層14之光學性質與其機械性質解耦的額外益處，該機械性質由可變形層34實現。此允許用於反射材料14之結構設計及材料可關於光學性質而最佳化，及用於可變形層34之結構設計及材料可關於所要的機械性質而最佳化。

對干涉調變器放電及充電之回應時間部分視連接至該干涉調變器的電壓電路之RC(電阻-電容)時間常數而定。干涉調變器之此回應時間具有對干涉調變器陣列之顯示品質之影響。當由給定干涉調變器接收之輸入的掃描脈衝之間的時間比干涉調變器之回應時間短時，移動層不能夠與輸入的掃描脈衝同步。在此等條件下，干涉調變器之狀態並不回應每個掃描脈衝，藉此導致降級的顯示影像。因此，

需要給干涉調變器提供減小之回應時間以允許較快之掃描及刷新速率。

連接至干涉調變器之電壓電路包含干涉調變器之電極，以及接觸點、導體及其他提供電極與列/行驅動器電子器件之間的電連接之導電元件。在某些實施例中，干涉調變器之電極的材料及幾何形狀影響電壓電路之RC時間常數。在某些陣列組態中，鄰近干涉調變器之電極經串聯耦接於一起以將鄰近干涉調變器與驅動器電子器件連接，此導致較高RC時間常數。對於其他陣列組態，可將電線或其他電連接器用於列及行驅動器與干涉調變器之電極之間的電連接，其中此等電線對干涉調變器之RC時間常數有影響。

圖8A、圖8B及圖8C示意性地說明根據本文中描述之實施例的一干涉調變器顯示器之例示性3×3部分。比圖8A中說明之3×3部分大或小的顯示部分亦可與本文中描述之實施例相容。如在沿著圖8A之線8B-8B截取的圖8B之橫截面圖中所示，每一調變器包含一基板1106、一在該基板1106上之第一電極層(或"致動電極") 902及一在該基板1106上之層1302。在某些實施例(例如，如圖8B中所示)中，層1302被用作電極，且可被稱作"第二電極層" 1302。然而，在某些其他實施例中，層1302包含不充當電極之可變形層1302。舉例而言，MEMS裝置之反射表面901或其他部分可充當第二電極。某些實施例之調變器進一步包含一反射表面901，其大體上平行於第一電極層902且其耦接至第二

電極層 1302。反射表面 901 可在第一位置與第二位置之間移動。反射表面 901 之第一位置為距第一電極層 902 之第一距離。反射表面 901 之第二位置為距第一電極層 902 之第二距離。

在某些實施例中，如圖 8B 中所示，每一調變器之第一電極層 902 係固定的，且經最接近基板 1106 定位。按列排列該陣列之第一電極層 902。此等列未展示於圖 8A 中，但對應於在圖 8A 中展示的三个調變器列。每一列之第一電極層 902 相互電連接，但與其他列之第一電極層 902 電絕緣。

在某些實施例中，每一調變器之第二電極層 1302 包含在第一電極層 902 上之移動層之至少一部分。在由圖 8A 示意性說明之實施例中，第二電極層 1302 包含整個移動層。在某些實施例中，該陣列之第二電極層 1302 經圖案化，使得將每一行調變器之第二電極層 1302 與鄰近行調變器之第二電極層 1302 分離。因此，按行排列該陣列之第二電極層 1302。舉例而言，在由圖 8A 示意性說明之實施例中，第二電極層 1302 在每一調變器之第二電極層 1302 的四個拐角處具有狹帶或繫栓 1300。繫栓 1300 在調變器之拐角處將第二電極層 1302 機械耦接至支撐柱 202。繫栓 1300 將在一行內電耦接鄰近調變器之第二電極層 1302，而每一行調變器之第二電極層 1302 經與其他行調變器之第二電極層 1302 電絕緣。與本文中描述之實施例相容的其他第二電極層 1302 具有彈簧結構而非圖 8A 之繫栓 1300。

在某些實施例中，如由圖 8A 及圖 8B 示意性地說明，每

一調變器之反射表面901由一支撐部件1200機械耦接至對應的調變器之第二電極層1302。某些其他實施例包含複數個支撐部件1200，其將反射表面901機械耦接至第二電極層1302。因此，當啟動調變器時，沿著大體上垂直於反射表面901之方向903在第一位置與第二位置之間相對於第一電極層902移動反射表面901。

在某些實施例中，該陣列之每一調變器進一步包含一導電匯流排層。導電匯流排層之至少一部分電耦接至第一電極層902及第二電極層1302中之至少一者。回應於施加至導電匯流排層之電壓，反射表面901在第一位置與第二位置之間移動。

某些實施例之導電匯流排層600包含一導電材料，包括(但不限於)金屬、複合物及合金。導電匯流排層600之例示性導電材料包括(但不限於)鈦、鉻、鎳及鋁、在某些實施例中，導電匯流排層600之厚度處於在與圖8B中之方向903平行的方向上量測之約0.1微米(μm)與約2微米之間的範圍中。其他厚度亦與本文中描述之實施例相容。

在某些實施例中，如圖8B中所示，導電匯流排層600經定位於第二電極層1302上。調變器之導電匯流排層600形成複數個導電條600，在圖8B中說明之例示性實施例中，該複數個導電條600位於第二電極層1302上。每一列之導電條600相互電連接且經與其他列之導電條600電絕緣，其如圖8A中所示。在某些實施例中，每一導電條600提供一系列驅動器與一系列對應的調變器之第一電極層902之間的電

連接。在某些實施例中，沿著列延展的導電條600之寬度處於在與圖8B中之方向903垂直的方向上量測之約4微米與約10微米之間的範圍中。其他寬度亦與本文中描述之實施例相容。

在圖8A至圖8C中所說明之例示性實施例中，一調變器之導電匯流排層600由該調變器之支撐柱202中的一或多者之導電部分電耦接至調變器之第一電極層902。支撐柱202提供用於移動層及第二電極層1302之結構支撐。在某些實施例中，支撐柱202之導電部分電耦接至導電匯流排層600及第一電極層902兩者，但由絕緣材料603與第二電極層1302電絕緣，其如圖8B中所示。

圖8C示意性說明與本文中描述之實施例相容的圖8A之干涉調變器顯示器之3×3部分的支撐柱202。繫栓1300機械耦接至支撐柱202，但與導電匯流排層600及支撐柱200之導電部分700電絕緣。支撐柱200之導電部分700將導電匯流排層600電耦接至第一電極層902。如圖8C中所示，支撐柱200之導電部分700具有大體圓形，如由同心虛線說明。在某些其他實施例中，導電部分700具有其他橫截面形狀(例如，正方形)。在某些實施例中，導電部分700為管形、圓柱形或實心。導電部分700之實施例在導電匯流排層600與第一電極層902之間可具有均勻或非均勻的橫截面。

有利地，對於由圖8A、圖8B及圖8C示意性說明之實施例，導電匯流排層600經定位於第二電極層1302上且遠離進入或自干涉調變器反射的光之光徑。因此，此等實施例

之導電匯流排層600並不干擾干涉調變器之光學性質。此外，導電匯流排層600有利地提供干涉調變器陣列之列驅動器電子器件與第一電極層902之間的電路徑，其具有比其他組態(例如，一系列干涉調變器之第一電極層902相互串聯連接)之其他電路徑所具有之電阻顯著低的電阻，藉此與此等其他組態相比，有利地減小RC時間常數。

某些實施例之導電匯流排層600經定位於相對於干涉調變器之顯示器的其他部分之各種位置處。在某些實施例中，如由圖8B示意性地說明，導電匯流排層600處於第二電極層1302上。如下所述，在某些其他實施例中，導電匯流排層600經定位於第一電極層902內或經鄰近第一電極層902定位，或經定位於第一電極層902與第二電極層1302之間。導電匯流排層600亦可位於第一電極層902下或在大體上與第二電極層1302相同的平面中。導電匯流排層600之其他組態亦可與本文中描述之實施例相容。

圖9A示意性說明具有干涉調變器的干涉調變器顯示器之一例示性 3×3 部分，其中導電匯流排層800位於第二電極層1302上且電耦接至第二電極層1302。圖9B展示圖9A之干涉調變器顯示器之 3×3 部分的沿著線9B-9B截取的橫截面圖。在某些實施例中，如圖9A中所示，該顯示器之一行調變器之導電匯流排層800經耦接於一起以形成複數個導電條800。每一行之導電條800將該行之第二電極層1302相互電連接，且每一行之導電條800與其他行之導電條800電絕緣。

在某些實施例中，每一導電條800提供一行驅動器與對應行的調變器之第二電極層1302之間的電連接。在某些實施例中，每一導電匯流排層800在一或多個位置處電連接至對應的第二電極層1302。如在圖9B中所說明，導電匯流排層800在支撐柱202上連接至第二電極層1302。在某些實施例中，沿著行延展的導電條800之寬度處於在垂直於圖9B中之方向903的方向上量測之約4微米與約10微米之間的範圍中。其他寬度亦與本文中描述之實施例相容。有利地，導電匯流排層800提供干涉調變器陣列之行驅動器電子器件之間的電路徑，其具有比其他組態(例如，一行干涉調變器之第二電極層1302相互串聯連接)之其他電路徑所具有之電阻顯著低的電阻，藉此與其他組態相比，有利地減小RC時間常數。

圖10A示意性說明具有干涉調變器之干涉調變器顯示器之一例示性 3×3 部分，其中導電匯流排層900位於第一電極層902與第二電極層1302之間。圖10B展示圖10A之干涉調變器顯示器之 3×3 部分的沿著線10B-10B截取的橫截面圖。在圖10B中說明之例示性實施例中，導電匯流排層900位於第二電極層1302下且為支撐柱202之導電部分。在由10B示意性說明之實施例中，每一導電匯流排層900電耦接至一系列干涉調變器之每一第一電極層902且與其他列之干涉調變器之第一電極層902電隔離。

某些此等實施例之導電匯流排層900電連接一系列驅動器與一系列對應的干涉調變器之第一電極層902。列驅動器經

由導電匯流排層 900 將電壓選擇性施加至顯示器列之干涉調變器之第一電極層 902。導電匯流排層 900 提供一電路徑，其具有比僅經由第一電極層 902 電連接干涉調變器列之組態顯著低的電阻。

圖 10C 示意性說明具有具有一導電匯流排層 1000 之干涉調變器之干涉調變器顯示器的例示性 3×3 部分，該導電匯流排層 1000 位於一列對應的干涉調變器之第一電極層 902 鄰近處且電耦接至該第一電極層 902。圖 10D 展示圖 10C 之干涉調變器顯示器之 3×3 部分之沿著線 10D-10D 截取的橫截面圖。某些此等實施例之導電匯流排層 1000 電連接一系列驅動器與一系列對應的干涉調變器之第一電極層 902，藉此提供該列驅動器與該干涉調變器之間的電路徑，該電路徑具有比僅經由第一電極層 902 電連接干涉調變器列之其他組態顯著低的電阻。在圖 10D 中說明之例示性實施例中，導電匯流排層 1000 經定位於支撐柱 202 之間且在下層第一電極層 902 之周邊附近。導電匯流排層 1000 電耦接至下層第一電極層 902。

用於導電匯流排層 1000 之材料經選擇以增強在第一電極層 902 上之導電率。在某些實施例中，導電匯流排層 1000 包含鋁或其他導電材料。與某些實施例之第一電極層 902 不同，經選擇用於導電匯流排層 1000 之材料可為不透明的。在某些實施例中，導電匯流排層 1000 具有處於在與圖 10D 中之方向 903 垂直的方向上量測之約 4 微米與約 10 微米之間的範圍中之寬度。

在某些實施例中，一介電層906位於導電匯流排層1000與反射表面層901之間。某些此等實施例之介電層906有利地防止導電匯流排層1000與干涉調變器之反射表面層901之間的接觸。

在某些實施例中，導電匯流排層1000位於反射表面層901下，可藉由阻塞干涉調變器之入射且經反射之光的至少一部分，而不利地影響干涉調變器之光學效能。為了減小導電匯流排層1000對干涉調變器之光學效能的視覺影響，可利用具有在垂直於圖10D之方向903的方向上量測之較小寬度之導電匯流排層1000。

圖10E展示圖10C之干涉調變器顯示器之3×3部分的另一實施例之橫截面圖。由圖10E說明的顯示器之干涉調變器具有一光罩材料1002，其大體與干涉調變器之導電匯流排層1000對準且位於導電匯流排層1000與3×3干涉調變器顯示器之觀看側之間。光罩材料1002為具有阻塞入射光撞擊於導電匯流排層1000上之足夠寬度的大體不透明且光學吸收材料。在圖10E中說明之實施例中，光罩材料1002大體上在層1004中與將入射光透射至調變器且反射來自調變器之光的光學透射材料1004(例如，包含SiO₂)共平面。

圖11A示意性說明具有干涉調變器之干涉調變器顯示器之一例示性3×3部分，其中一第一導電匯流排層1100位於第二電極層1302上且一第二導電匯流排層1102位於第一導電匯流排層1100上。圖11B展示圖11A之3×3干涉調變器顯示器之沿著線11B-11B截取的橫截面圖。經由至少一支撐

柱202之導電部分將第一導電匯流排層1100電耦接至一系列干涉調變器之第一電極層902。第二導電匯流排層1102電耦接至一行干涉調變器之第二電極層1302。經由支撐柱202之絕緣部分605使第一導電匯流排層1100與第二導電匯流排層1102電隔離。

在圖11B中，第一導電匯流排層1100經由一或多個支撐柱202之一導電部分電耦接至第一電極層902。第二導電匯流排層1102在一或多個支撐柱202上之位置處電耦接至第二電極層1302。

在某些實施例中，由導電匯流排層提供之較低電阻路徑有利地減小了電路之RC時間常數。視干涉調變器之數目而定，具有串聯電耦接之第一電極層902之複數個干涉調變器之例示性RC時間常數範圍可自約5毫秒至約100毫秒。此相同複數個干涉調變器可具有高為每平方公分30-50歐姆(Ω/cm^2)之電阻。將導電匯流排層1100、1102用以分別將列及行驅動器電連接至複數個干涉調變器之對應的第一電極層902及第二電極層1302可減小電路之電阻，藉此減小RC時間常數。

在機械層上製造導電匯流排之方法

用於形成位於第二電極層1302上之導電匯流排結構的一系列例示性處理步驟示意性地說明於圖12A至圖12Q中。圖12A展示黑光罩1800在基板1106上之沈積。在某些實施例中，黑光罩1800包含鉬。

圖12B展示經圖案化及蝕刻以在基板1106之頂部上形成

島狀物之黑光罩1800。圖12C展示氧化層1802在黑光罩1800及基板1106上之沈積，及金屬層904(或"第一反射層"904，反射表面901為"第二反射表面"901)及第一電極層902在氧化層1802上之沈積。在某些實施例中，金屬層904包含鉻，及第一電極層902包含氧化銦錫(ITO)。黑光罩亦可用於MEMS裝置1300之其他部分中，例如，以防止不當的光調變及/或使不調變光的區之反射比最小化，藉此改良對比率。

圖12D展示經圖案化及蝕刻以形成與干涉調變器行、列或其他有用組態(根據顯示器設計)相容之電極902之第一電極層902及金屬層904。在圖12A至圖12Q中說明之例示性實施例中，第一電極層902可用作行電極。

如圖12D中所說明，一介電(例如，二氧化矽)層906形成於金屬層904、第一電極層902及氧化層1802上。

圖12E展示犧牲層1804之形成。在某些實施例中，犧牲層1804判定反射表面901懸掛於其上的空腔之尺寸。空腔之干涉性質直接受其深度影響。具有彩色干涉調變器之某些實施例建構具有不同深度之空腔(其提供所得之紅、綠及藍之靜態色彩)的調變器。為了產生此等變化之空腔尺寸，對於不同有色干涉調變器中之每一者，沈積犧牲層1804之不同厚度。

舉例而言，在某些實施例中，一第一犧牲層經沈積、遮罩及圖案化，其中第一犧牲層界定第一調變器之面積。一第二犧牲層接著經沈積及圖案化以界定第一調變器(其上

經界定)與第二調變器之組合面積。第一干涉調變器之區中的第一犧牲層與第二犧牲層之組合厚度比第二干涉調變器之區中的第二犧牲層之厚度大。隨後，在某些實施例中，一第三犧牲層形成於第二犧牲層上，從而界定每一組有色干涉調變器之第一、第二及第三干涉調變器之組合面積。在某些實施例中，此第三犧牲層不必加以圖案化，因為其厚度將包括於該組有色干涉調變器之所有三個調變器中。

此處描述之三個個別犧牲層可具有不同厚度。以此方式，該組有色干涉調變器之第一調變器將具有一等於三個犧牲層之組合厚度的空腔深度。該組有色干涉調變器之第二調變器將具有一等於三個犧牲層中之兩者之組合厚度的空腔深度。該組有色干涉調變器之第三調變器將具有一等於三個犧牲層中之一者之厚度的空腔深度。當移除犧牲層時，空腔尺寸將根據三個犧牲層之各種組合厚度變化，此導致三個不色彩，諸如，紅、綠及藍。

圖 12F 說明反射表面層 1901 在介電層 906 上之沈積。在圖 12G 中，反射表面層 1901 經圖案化及蝕刻以形成反射表面層 1901 之島狀物。

圖 12H 說明犧牲層 1810 在反射表面層 1901 及介電層 906 上之沈積。在某些實施例中，犧牲層 1810 包含鉬。

在圖 12I 中，犧牲層 1810 已經圖案化及蝕刻以形成導電匯流排孔 1812 及反射表面層孔 1814。導電匯流排孔 1812 延伸穿過犧牲層 1810 及插入層至第一電極層 902。反射表面

層孔1814延伸穿過犧牲層1810至反射表面層1901。

在圖12J中，導電層1816經沈積於犧牲層1810上且在導電匯流排孔1812及反射表面層孔1814中。經由導電匯流排孔1812將導電層1816電耦接至第一電極層902。經由反射表面層孔1814將導電層1816電耦接至反射表面層1901。

在圖12K中，導電層1816經圖案化及蝕刻以形成導電匯流排結構1820及反射表面層連接器1818。圖12K中說明之反射表面層連接器1818與導電匯流排結構1820電隔離。

在圖12L中，沈積一介電層1824。在圖12M中，介電層1824經圖案化及蝕刻以移除介電層1824在位於導電匯流排結構1820與反射表面層連接器1818之間的區域中之部分。

圖12N說明一犧牲層1826之沈積。在圖12O中，犧牲層1826經圖案化及蝕刻以形成用於第二電極層1302之平台1828。在圖12P中，第二電極層1302已經沈積、圖案化及蝕刻。在圖12Q中，犧牲層1804、1810、1826被移除，從而產生具有匯流排結構1820之干涉調變器。

單獨地或與上述特徵組合，可減小干涉調變器之電容。減小電路之電容減小了RC時間常數。

刷新速度

需要用以充電及放電或改變在第一電極層902及第二電極層1302上之施加的電壓之時間可影響顯示器之刷新速率。舉例而言，第二電極層1302對施加之電壓的改變之反應時間之減小允許顯示器用較少的時間刷新。較快刷新顯示器可提供隨後圖框之間的不太引人注意的轉變。

影像解析度

在某些實施例中，沿著干涉調變器陣列之後側的包含複雜導引線之導電匯流排結構之使用改良了灰階顯示技術。用於顯示灰階影像之技術包括將像素再分為複數個干涉調變器或較小的子像素。藉由在每一像素中具有更多子像素，可達成較深的灰階。然而，增加子像素之數目增加了至位於顯示器陣列之周邊處的列及行驅動器的所需導引之複雜性。

在某些實施例中，導電匯流排結構之使用改良了灰階顯示。在時間調變中，灰階影像之每一干涉調變器經加脈衝或快速地刷新，使得觀看者察覺到顯示器正展示出強度位準變化。在某些實施例中，干涉調變器之刷新或調變速率藉由併入上述修改中的一或多者而增加。刷新速率可由以下計算來計算：

$$\tau_{\text{line}} = \tau_{\text{rc}} + \tau_{\text{interferometric modulator}}$$

其中， τ_{line} 為更新一行之時間； τ_{rc} 為對該行之RC時間；及 $\tau_{\text{interferometric modulator}}$ 為干涉調變器之機械回應時間。接著：

$$\tau_{\text{refresh}} = n_{\text{rows}} \times \tau_{\text{line}}$$

其中， τ_{refresh} 為更新整個螢幕之時間；及 n_{rows} 為顯示器上之列的數目。接著：

$$\text{螢幕刷新速率} = \frac{1}{\tau_{\text{refresh}}}$$

其中：螢幕刷新速率為整個顯示器之更新速率，通常單位為 Hz。

因此，在 τ_{rc} 因使用導電匯流排而減小時， τ_{line} 減小且 $\tau_{refresh}$ 減小。在 $\tau_{refresh}$ 減小時，螢幕刷新速率增加且增強了時間調變。

返回參看圖 8A 及圖 8B，第一電極層 902 具有一視經選擇用於第一電極層 902 之材料而定的固有導電率。藉由將具有較高導電率之材料用於第一電極 902，可減小干涉調變器之電路電阻。在某些實施例中，經選擇用於第一電極層 902 之材料包含氧化鋅錫 (ZnTO)，與氧化銦錫 (ITO) 相比，氧化鋅錫 (ZnTO) 具有較高導電率。

第一電極層 902 之厚度可變化。在某些實施例中，厚度處於在平行於圖 8B 中之方向 903 的方向上量測之約 300 埃與約 2,000 埃之間。可使用第一電極層 902 之其他厚度。

可選擇具有低介電常數之材料用於將第一電極層 902 與第二電極層 1302 分離的介電材料 906。介電材料 906 使第二電極層 1302 與第一電極層 902 電絕緣，此允許將電荷或電壓儲存於第一電極層 902 與第二電極層 1302 之間。介電層 906 進一步允許電壓或電荷形成作用於第二電極層 1302 上之靜電力。具有低介電常數之用於介電層 906 之材料有利地減小了電路之 RC 時間常數。舉例而言，低介電常數 k 材料可具有比自二氧化矽製造之介電質 (介電常數為 3.8) 低的介電常數。在某些實施例中，介電層 906 之介電常數低為約 2.0。

減小電容

可添加不同及額外之材料以減小電路之電容。在某些實施例中，經選擇用於介電層 906 之材料可減小電路之電容。此等材料包括旋塗式玻璃、SiN、SiO₂、Al₂O₃ 及此等材料中之一或多者之複合物。

在某些實施例中，如圖 13 中所說明，將第二介電層 104 提供於金屬層 904 與第一電極層 902 之間。第二介電層 104 為介電或氧化層 906 之附加。在此等實施例中，介電層 104 將金屬層 904 之光學功能與第一電極層 902 之電氣功能分離。在某些實施例中，此組態並不會不利地影響顯示器之影像品質。

在干涉調變器之某些實施例中，當反射表面 901 處於"附近"位置中時，歸因於第二介電層 104 之添加的電容之減小為介電層 906 與第二介電層 104 之厚度的函數。在某些實施例中，兩個介電層 906、104 包含相同的材料，而在其他實施例中，兩個介電層 906、104 包含不同的材料。當介電層 906 與第二介電層 104 為同一材料時，干涉調變器之電容可由以下等式來估計。

$$\text{電容} \approx \frac{(\text{反射表面 901 之面積}) \times (\text{介電常數}) \times (\text{電容率常數})}{(\text{介電層 906 之厚度}) + (\text{介電層 104 之厚度})}$$

在某些實施例中，介電層 906 之厚度可變化。舉例而言，如圖 14 中所說明，介電層 906 可包含嵌入於介電層 906 內之一或多個空氣間隙 1900。

圖 15 及圖 18 說明排列成列及行的鄰近干涉調變器 110 之

陣列，每一者具有第一電極層902之與第一電極層902之周邊部分電隔離的中心部分。在某些實施例中，第一電極層902中之切口將中心部分與周邊部分分離。在某些此等實施例中，減小了第一電極層902之參與干涉調變器110之驅動的部分之面積，藉此減小了電路之電容。

在某些實施例中，僅周邊部分對第一電極層902之電作用區有影響。在某些此等實施例中，周邊部分電連接至導電匯流排結構。在某些其他實施例中，僅中心部分對第一電極層902之電作用區有影響。在某些此等實施例中，中心部分電連接至導電匯流排結構。圖16及圖17為分別沿著圖15之線16-16及17-17截取的兩個鄰近干涉調變器110之橫截面，且該等干涉調變器110具有一與兩個干涉調變器110之周邊部分902b電隔離之電作用中心部分902a。

圖18說明排列成列及行的干涉調變器112之陣列，每一干涉調變器112具有一具有一行部分902c之第一電極層902，該行部分902c與第一電極層902之兩個周邊部分902d、902e電隔離。在某些實施例中，周邊部分902c、902d、902e中之一或多者對第一電極層902之電作用區有影響，且周邊部分902c、902d、902e中之一或多者不對第一電極層902之電作用區有影響。圖19為沿著圖18之線19-19截取的兩個干涉調變器112之橫截面圖，且該等干涉調變器112具有與兩個干涉調變器之非電作用行部分902c電隔離之電作用周邊部分902d、902e。

在某些實施例中，一種MEMS裝置包含一第一反射層、

一在該第一反射層上之可移動元件及一致動電極。該可移動元件包含一可變形層及一反射元件。如上所述，在某些實施例中，使可移動元件之光學性質與可移動元件之機械性質相分離(例如，藉由提供一可變形層及一反射元件)。在某些實施例中，藉由將致動電極定位於可變形層與反射元件之間，使可移動元件之光學性質與可移動元件之電性質以及可移動元件之機械性質相分離。

圖20及圖21分別說明在未致動(或"鬆弛")及致動狀態下的MEMS裝置之實施例。MEMS裝置包含一在第一反射層904上之可移動元件2220。可移動元件2220包含一可變形層1302及一具有一反射表面901之反射元件914。MEMS裝置進一步包含一致動電極902，其包含在可變形層1302與反射元件914之間的電作用區404a、404b、404c、404d、404e。在某些實施例中，可變形層1302由靜電力吸引向致動電極902之電作用區404a至404e，靜電力朝向電作用區404a至404e拉動可變形層1302。反射元件914機械耦接至可變形層1302，使得當可變形層1302朝向電作用區404a至404e移動時，反射元件914之反射表面901移動相對於第一反射層904(且在一些實施例中，為基板1106)之一對應距離且朝向第一反射層904。如上所述，反射表面901之移動"接通"或"斷開" MEMS裝置。藉由自光學功能去耦電氣功能，可移動元件2220之電作用部分的面積可經減小以小於可移動元件2220之光學部分的面積。

圖22A至圖22C分別說明包含一第一反射層904、第一反

射層 904 上之一可移動元件 2220 及一致動電極 902 的 MEMS 裝置 2200、2205、2210 之例示性實施例。可移動元件 2220 包含一可變形層 1302 及一具有第二反射表面 901 之反射元件 914。致動電極 902 處於可變形層 1302 與反射元件 914 之間。在某些實施例中，可變形層 1302 與致動電極 902 之間的水平距離(在圖 22A 至圖 22C 中標註為 D_3)處於約 5 μm 與 20 μm 之間。在某些實施例中，可變形層 1302 與致動電極 902 之間的垂直距離(在圖 22A 至圖 22C 中標註為 D_1)處於約 200 nm 與 2 μm 之間。

在圖 22A 至圖 22C 中說明之實施例中，MEMS 裝置 2200、2205、2210 包含支撐結構(或"柱")202 及一可選絕緣層 906，且形成於基板 1106 上。其他組態亦係可能的。在某些實施例中，如下所述，MEMS 裝置 2200、2205、2210 不包含絕緣層 906。雖然圖 22A 至圖 22C 中說明之實施例使可變形層 1302 由支撐結構 202 支撐，但其他實施例亦係可能的(例如，如下所述，如在圖 7C 至圖 7E 中所說明)。

如圖 22A 至圖 22C 中所說明，在一些實施例中，第一反射層 904 處於可移動元件 2220 與基板 1106 之間。在某些此等實施例中，可移動元件 810 包含一部分反射且部分透射材料，及第一反射層 904 包含一完全反射材料。在一些實施例中，圖 22A 至圖 22C 之可移動元件 2220 處於第一反射層 904 與基板 1106 之間。在某些此等實施例中，可移動元件 810 包含一完全反射材料，及第一反射層 904 包含一部分反射且部分透射材料。

在圖 22A 中，致動電極 902 由支撐結構 2202 支撐。某些此等實施例可用於 MEMS 裝置 2200 不包含支撐柱 202 (藉由其支撐致動電極 902) 的實施例 (例如，如在圖 7C 及 / 或圖 24F 中所描繪)。舉例而言，此等過程可用於製造過程之簡化。在圖 22B 及圖 22C 中，致動電極 902 由支撐柱 202 支撐。某些此等實施例可允許較大反射元件 914 (例如，因為當所有其他尺寸相同時，反射元件 914 可延伸至由圖 22A 中之支撐結構 2202 佔據之區內)，藉此增強填充因數。

在圖 22A 至圖 22C 中說明之實施例中，可移動元件 2220 進一步包含一連接元件 2218，其將可變形層 1302 與反射元件 914 機械耦接於一起。在連接元件 2218 為導電性且將可變形層 1302 與反射元件 914 電耦接於一起之實施例中，任何形成於反射元件 914 上之電位可經由可變形層 1302 放電。此放電可減小可自在不同電位下之兩個導體產生之發弧。

圖 22C 說明可移動元件 2220 進一步包含一連接元件 2219 之實施例，連接元件 2219 將可變形層 1302 與反射元件 914 機械耦接於一起。連接元件 2219 可為絕緣的 (例如，包含 SiO_2 、 Al_2O_3) 或導電的 (例如，包含鎳、鋁等)。連接元件 2219 導電之某些實施例可有利地減小反射元件 914 之彎曲及 / 或傾斜量 (例如，在用於可變形層 1302 及反射元件 914 之材料具有不同內應力及 / 或熱膨脹係數之實施例中，連接元件 2219 可減小及 / 或吸收應力)。

靜電力係歸因於電位差。在可移動元件 2220 包含一絕緣

連接元件2219之實施例中，當可變形層1302之電位不為零時，反射元件914之電位可約為零。在某些此等實施例中，回應於施加至致動電極902的電壓之作用於可變形層1302上之靜電力可選擇性地大於回應於施加至致動電極902的電壓之作用於反射元件914上之靜電力。因此，可移動元件2220可經組態以回應於施加至致動電極902的電壓朝向第一反射層904致動。此外，電容器(例如，處於致動電極902與可變形層1302之間)之面積可有利地小，藉此比大電容器(例如，光徑中處於反射元件與致動電極之間)花費較少的時間來放電，此可減少回應時間。然而，在反射元件914與可變形層1302或其他結構電絕緣之實施例中，反射元件914可變得帶電，藉此自身產生靜電力。在一些實施例中，反射元件914經塗佈(例如，藉由塑膠)以選擇性地耗散靜電放電。

在可變形層1302與反射元件914電通信(例如，歸因於導電連接元件2218及/或導電連接元件2219)之實施例中，可變形層1302與反射元件914處於同一電位下。在某些此等實施例中，當將一電壓施加至致動電極902時，第一方向(例如，朝向反射元件914)上之第一吸引力作用於可移動元件2220之第一部分(例如，可變形層1302)上，且第二方向(例如，遠離反射元件914)上之第二吸引力作用於可移動元件2220之第二部分(例如，反射元件914)上。在某些其他此等實施例中，當將一電壓施加至致動電極902時，第一方向(例如，遠離反射元件914)上之第一吸引力作用於可移動

元件 2220 之第一部分(例如，反射元件 914)上，且第二方向(例如，朝向反射元件 914)上之第二吸引力作用於可移動元件 2220 之第二部分(例如，可變形層 1302)上。該第二方向大體上與該第一方向相反。在第一吸引力比第二吸引力大之實施例中，可移動元件 2220 回應於第一及第二吸引力而大體在第一方向上(例如，在大體垂直於基板 1106 之方向上)移動。

在可變形層 1302 與反射元件 914 之間包含一致動電極 902 的 MEMS 裝置之其他實施例亦係可能的。舉例而言，一 MEMS 裝置可包含一連接元件 2219 以及支撐結構 2202。另外，雖未在圖 22A 至圖 22C 中描繪，但 MEMS 裝置之某些部分可與某些其他部分電通信。舉例而言，反射元件 914 及/或可變形層 1302 可與第一反射層 904 電通信(例如，如在圖 22D 及圖 22E 中所描繪)。

圖 22D 說明在左邊之未致動狀態下及在右邊之致動狀態下的圖 22C 之 MEMS 裝置 2210 之實施例。可移動元件 2220 之由第一吸引力作用的第一部分包含可變形層 1302，及可移動元件 2220 之由第二吸引力作用的第二部分包含反射元件 914。可移動元件 2220 回應於第一及第二吸引力而大體在第一方向上(例如，在大體垂直於基板 1106 之方向上，如由箭頭 2260 說明)移動。可移動元件 2220 回應於吸引力而大體在箭頭 2260 之方向上移動，因為作用於可變形層 1302 上之吸引力大於作用於反射元件 914 上之吸引力(例如，因為反射元件 914 比可變形層 1302 更遠離致動電極

902，因為反射元件914經屏蔽而不受致動電極902影響)。可變形層1302之下表面接觸MEMS裝置2210之固定部分(例如，致動電極902)。在某些此等實施例中，在致動狀態下，反射元件914不接觸基板1106之頂表面905(例如，絕緣層906之頂表面905或第一反射層904之頂表面905)。

圖22E說明在左邊之未致動狀態下及在右邊之致動狀態下的圖22C之MEMS裝置2210之另一實施例。可移動元件2220之由第一吸引力作用的第一部分包含反射元件914，及可移動元件2220之由第二吸引力作用的第二部分包含可變形層1302。可移動元件2220回應於第一及第二吸引力而大體在第一方向上(例如，在大體垂直於基板1106之方向上，如由箭頭2262說明)移動。可移動元件2220回應於吸引力而大體在箭頭2262之方向上移動，因為作用於反射元件914上之吸引力大於作用於可變形層1302上之吸引力(例如，因為可變形層1302比反射元件914更遠離致動電極902，因為可變形層1302經屏蔽而不受致動電極902影響)。反射元件914之上表面接觸MEMS裝置2210之固定部分(例如，致動電極902)。在某些此等實施例中，在鬆弛狀態下，反射元件914不接觸基板1106之頂表面905(例如，絕緣層906之頂表面905或第一反射層904之頂表面905)。

圖22F說明在左邊之未致動狀態下及在右邊之致動狀態下的圖22C之MEMS裝置2210之又一實施例。可移動元件2220之由第一吸引力作用的第一部分包含可變形層1302，及可移動元件2220之由第二吸引力作用的第二部分包含反

射元件914。可移動元件2220回應於第一及第二吸引力而大體在第一方向上(例如，在大體垂直於基板1106之方向上，如由箭頭2264說明)移動。與圖22D中說明之實施例相反，可變形層1302之下表面不接觸MEMS裝置2210之固定部分(例如，致動電極902)。實情為，在致動狀態下，反射元件914之反射表面901接觸基板1106之頂表面905(例如，絕緣層906之頂表面905或第一反射層904之頂表面905)。

在MEMS裝置包含一在光徑中之致動電極902及一絕緣層906及在致動狀態下反射元件914之反射表面901接觸絕緣層906之頂表面905的上述某些實施例中，接觸區包括一介電層。為了避免將電荷捕獲於介電層中，可交替地切換施加至致動電極902及可移動元件的電壓之極性。切換極性耗散電荷，但消耗電力。然而，在MEMS裝置2210不包含絕緣層906且在致動狀態下反射元件914之反射表面901接觸第一反射層904之頂表面905之某些實施例中，接觸有利地無電場。因此，施加至致動電極902及可移動元件2220之電壓可保持相同，其有利地節省電力。

再次參看圖22A至圖22C，在某些實施例中，在鬆弛狀態下，可變形層1302與致動電極902相間隔開一距離 D_1 ，及反射元件914與致動電極902相間隔開一與距離 D_1 不同的距離 D_2 。藉由兩個導電層之間的電位差之兩個導電層之間的靜電力與兩個導電層之間的距離成反比。因此，致動電極902與可移動元件2220之一部分之間的距離愈小，則作用於可移動元件2220之彼部分上的靜電力之量值愈大。若

距離 D_2 比距離 D_1 大，則作用於可變形層 1302 上的每單位面積之靜電力比作用於反射元件 914 上的每單位面積之靜電力大。在某些此等實施例中，將電壓施加至致動電極 902 將使可移動元件 2220 朝向基板 1106 移動。若距離 D_1 比距離 D_2 大，則作用於反射元件 914 上的每單位面積之靜電力比作用於可變形層 1302 上的每單位面積之靜電力大。在某些此等實施例中，將電壓施加至致動電極 902 將使可移動元件 2220 遠離基板 1106 移動。

在某些實施例中，距離 D_1 、 D_2 之間的百分比差大於約 5%、大於約 10%、大於約 15% 或大於約 20%。應藉由某些其他因數來使距離 D_1 、 D_2 之間的差平衡，例如，光學干涉性質(例如，反射色彩)及 MEMS 裝置之厚度，其亦視距離 D_1 、 D_2 而定。一旦存在一些不平衡量(亦即，距離 D_1 、 D_2 之間的合適差)，則將電壓施加至第二致動電極 902 將會將可移動元件 2220 之具有較短距離之部分吸引向致動電極 902，藉此減小了彼距離，同時亦增加了與可移動元件 2220 之具有較大距離之部分的距離。因此，即使在具有少量不平衡(例如，歸因於在約 10% 下的距離差)之實施例中，靜電力可合適地引起可移動元件 2220 之致動。

與致動電極 902 與可移動元件 2220 之第一及第二部分之間的距離無關，靜電力可至少部分由屏蔽致動電極 902 與可移動元件 2220 之間的電壓差之至少一部分的導電層減小。舉例而言，將可移動元件 2220 之第一部分屏蔽而不受致動電極 902 影響可使靜電力更大體上作用於可移動元件

2220之第二部分上。若可移動元件2220之至少部分經屏蔽而不受致動電極902影響的第一部分包含反射元件914，則將電壓施加至致動電極902將使可移動元件2220朝向第一反射層904移動。若可移動元件2220之至少部分經屏蔽而不受致動電極902影響的第一部分包含可變形層1302，則將電壓施加至致動電極902將使可移動元件2220遠離第一反射層904移動。在某些此等實施例中，屏蔽可減小包含MEMS裝置2200的顯示裝置之厚度，因此不需要存在 D_1 、 D_2 之間的差，但屏蔽亦可增加設計複雜性及製造成本。

如上所述，藉由連接元件2219使反射元件914與可變形層1302絕緣(例如，關於圖22C描述之某些實施例)允許反射元件914及可變形層1302處於不同電位下。在某些此等實施例中，若將一電壓施加於可變形層1302與致動電極902之間，且並非反射元件914與致動電極902之間，則可移動元件2220將朝向第一反射層904移動。在某些其他實施例中，若將一電壓施加於反射元件914與致動電極902之間，且並非可變形層1302與致動電極902之間，則可移動元件2220將遠離第一反射層904移動。

為了確保回應於施加於致動電極902與可移動元件2220之間的電壓之位移大體上僅發生於可移動元件2220中(例如，歸因於可變形層1302之變形)且大體上不在致動電極902中，則致動電極902較佳地為硬性或剛性。層之硬度與層之厚度的立方成比例。在某些實施例中，致動電極902具有使得其大體上不變形之一厚度。舉例而言，在致動電

極 902 包含鋁之實施例中，致動電極可具有為可變形層 1302 之厚度約 2.15 倍大之厚度。應瞭解，其他尺寸(例如，長度及寬度)亦可影響致動電極 902 之剛性。

圖 23A 說明致動電極 902 包含一包括一導電層 2252 及一絕緣層 2254 之多層堆疊的實施例之一部分。在某些實施例中，導電層 2252 包含一電壓所施加至的導電材料，且絕緣層 2254 將所要之剛性提供至致動電極 902，且提供電絕緣以抑制致動電極 902 與可移動元件 2220 之間的短路。舉例而言，大於約 1,500 Å 厚的一 SiO_2 層足夠剛性。在某些替代實施例中，導電層 2252 包含一電壓所施加至的導電材料，且將所要之剛性提供至致動電極 902，及絕緣層 2254 提供電絕緣以抑制致動電極 902 與可移動元件 2220 之間的短路。在 MEMS 裝置經設計使得在致動後可移動元件 2220 朝向第一反射層 904 移動之實施例中，絕緣層 2254 較佳地處於導電層 2252 上(例如，如在圖 23A 中所說明)，因為當 MEMS 裝置處於致動狀態下時，可變形層 1302 之下表面可接觸致動電極 902。在 MEMS 裝置經設計使得在致動後可移動元件 2220 遠離第一反射層 904 移動之實施例中，絕緣層 2254 較佳地處於導電層 2252 下，因為當 MEMS 裝置處於致動狀態下時，反射元件 914 之上表面可接觸致動電極 902。多層致動電極 902 之其他組態亦係可能的。舉例而言，致動電極 902 可包含一單一剛性的導電材料層，且一絕緣層可形成於可變形層 1302 之下表面及/或反射元件 914 之上表面上。

絕緣層 2254 之厚度包括於自致動電極 902 之導電部分 2252 至可變形層 1302 之距離 D_1 (例如，當形成於導電部分 2252 上時，如在圖 23A 中所描繪) 或至反射元件 914 之距離 D_2 (例如，當形成於導電部分 2252 下時) 中。在某些實施例中，絕緣層 2254 經選擇以提供所要之介電電容率以修整致動電極 902 與可移動元件 2220 之間的靜電力。

圖 23B 說明致動電極 902 包含一多層堆疊之另一實施例。致動電極 902 包含致動電壓所施加至的一第一導電層 2252、抑制致動電極 902 與可移動元件 2220 之間的短路之一第一絕緣層 2254、屏蔽可移動元件 2220 之層以防靜電力之一第二導電層 2258 及使第一導電層 2252 與第二導電層 2258 絕緣之一第二絕緣層 2256。第二導電層 2258 處於第一導電層 2252 之與第一絕緣層 2254 相對的側上。在 MEMS 裝置經設計使得在致動後可移動元件 2220 朝向第一反射層 904 移動之實施例中，第一絕緣層 2254 處於第一導電層 2252 上 (例如，如在圖 23B 中所說明)，因為當 MEMS 裝置處於致動狀態下時，可變形層 1302 之下表面可接觸致動電極 902，及第二導電層 2258 處於第一導電層 2252 下，因為反射元件 914 至少部分藉由第二導電層 2258 屏蔽以防靜電力。在 MEMS 裝置經設計使得在致動後可移動元件 2220 遠離第一反射層 904 移動之實施例中，第一絕緣層 2254 處於第一導電層 2252 下，因為當 MEMS 裝置處於致動狀態下時，反射元件 914 之上表面可接觸致動電極 902，及第二導電層 2258 處於第一導電層 2252 上，因為可變形層 1302 至少

部分藉由第二導電層2258屏蔽以防靜電力。在某些此等實施例中，包含層2252、2254、2256、2258的致動電極902之尺寸(例如，厚度)足夠剛性，使得致動電極902大體上不變形。其他多層堆疊亦係可能的。舉例而言，致動電極902在第二導電層2258之與第一導電層2252相對的側上可進一步包含一第三絕緣層來提供電絕緣以抑制致動電極902與可移動元件2220之其他部分之間的短路。

圖24A說明MEMS裝置2200之一 3×3 陣列之俯視平面圖。致動電極902經安置於反射元件914(如由虛線說明)與可變形層1302之間。在圖24A中說明之致動電極902大體上係平坦的且在複數個MEMS裝置2200上之一列中的反射元件914與可變形層1302之間延伸(例如，如在圖24B之橫截面圖中所說明)。如所說明，可變形層1302由連接元件2218經由致動電極902中之孔隙242機械耦接至反射元件914，但亦可使用連接元件2219或其他組態。MEMS裝置2200包含在可變形層1302下且支撐可變形層1302之支撐結構202。MEMS裝置2200進一步包含在致動電極902下且支撐致動電極902之支撐結構2202(例如，如以上關於圖22A所描述)。在某些替代實施例中，可變形層1302沿著一行連續，及致動電極902沿著一行連續。如上所述，當將一電位差施加至選定列及行時，形成於對應的MEMS裝置2200處之列與行電極之交叉處的電容器變得帶電。因此，MEMS裝置2200中之每一者個別地可定址。

圖24C說明複數個MEMS裝置2205之一部分的橫截面

圖。致動電極902經安置於反射元件914與可變形層1302之間。MEMS裝置2205包含在可變形層1302下且支撐可變形層1302及致動電極902之支撐結構202(例如，如以上關於圖22B所描述)。致動電極902包含在可變形層1302下(如在圖24C至圖24E中所說明)及在反射元件914上(如在圖24C中所說明)自支撐結構202延伸之複數個懸臂244。致動電極902經由導電元件246在複數個MEMS裝置2205上之一列中延伸。在某些替代實施例中，可變形層1302沿著一行連續地，及致動電極902沿著一行連續。如上所述，當將一電位差施加至選定列及行時，形成於對應的MEMS裝置2205處之列與行電極之交叉處的電容器變得帶電。因此，MEMS裝置2205中之每一者個別地可定址。

說明之MEMS裝置2200、2205之組合亦係可能的。舉例而言，MEMS裝置2200之致動電極902可包含複數個自支撐結構2202延伸之懸臂。對於另一實例，MEMS裝置2205之致動電極902可大體上平坦且包括孔隙242。致動電極902經連接成列之其他組態亦係可能的(例如，包含由支撐結構902支撐之平坦條帶且具有其間之一間隙，經由該間隙，可變形層1302可機械耦接至反射元件914)。

圖24F說明包含在可變形層1302上之支撐結構2302的複數個MEMS裝置2400之一部分的橫截面圖，可將支撐結構2302叫作"鉚釘"。在此等實施例中，致動電極902可由支撐結構2202支撐。致動電極902可包含懸臂244，可為平坦的，或者可另外地連接於MEMS裝置2400之間。其他支撐

結構組態及組合亦係可能的(例如，包含一鉚釘2302及一支撐結構202之MEMS裝置，支撐結構202支撐可變形層1302及/或致動電極902)。

如上所述，MEMS裝置之回應時間與導體之電阻與電容之乘積成比例。在可變形層1302與反射元件914之間包含一致動電極902之MEMS裝置可有利地減小電阻及/或電容，藉此減少回應時間。減少回應時間可增加螢幕刷新速率且增強時間調變。除了減少回應時間之外，減小MEMS裝置之電容可減少MEMS裝置之電力消耗。

在致動電極902處於MEMS裝置之光徑中之實施例(例如，如在圖8B、圖9B、圖10B、圖10D、圖10E及圖11B中所描繪)中，其包含一對光透明之材料，例如(但不限於)，ITO、ZnTO、氧化銦鋅(IZO)及氧化銦(IO)。一般而言，與不透明導體相比，透明導體具有不良的電阻，對於包含透明致動電極902之MEMS裝置，此可導致不良的電力耗散及高的電時間常數。然而，可變形層1302與反射元件914之間的致動電極902不處於光徑中，此允許致動電極902包含不透明導體，諸如，鋁、銅、銀、金等以及透明導體。包含不透明致動電極902之某些MEMS裝置可有利地具有比包含透明致動電極902之MEMS裝置低的電力耗散及/或短的電回應時間，因為不透明導體可具有比透明導體低的電阻。

諸如ITO之某些透明導體對高溫製程敏感，使得在形成致動電極902後，MEMS裝置之最大處理溫度受到限制。

舉例而言，在大約350°C及更高之溫度下，ITO降級，此增加了包含ITO的致動電極902之電阻率。因此，通常不對包含ITO之結構執行某些製程(例如，大於350°C之化學氣相沈積(CVD))。然而，在可變形層1302與反射元件914之間包含致動電極902之MEMS裝置可具有一包含可承受高溫處理之各種各樣的導體之致動電極902，其增加了對於MEMS裝置之組件的處理靈活性。舉例而言，可在高溫下執行某些沈積(例如，支撐結構202之沈積)。對於另一實例，某些沈積製程可為CVD而非物理氣相沈積(PVD)(例如，濺鍍)，此可增強沈積保形性及均勻性。

在光徑中的致動電極902之厚度受到限制，以便避免不利地影響MEMS裝置之光學性質，但可變形層1302與反射元件914之間的致動電極902可具有各種各樣的厚度，因為其不處於光徑中。舉例而言，增加致動電極902之厚度可有利地增加導電率，藉此減少回應時間及/或MEMS裝置之電力消耗。此外，厚致動電極902致能替代沈積方法(例如，塗佈、噴墨印刷、可印刷導體)之使用，其可降低製造成本。

在致動電極902處於MEMS裝置之光徑中使得其朝向第一反射層904拉動反射元件914之實施例中，反射元件914大體接觸基板1106之頂表面905(例如，在基板1106上的絕緣層906之頂表面905)，因為基板1106之頂表面905充當用於可移動元件2220之移動的"擋止件"。在反射元件914之反射表面901及基板1106之頂表面905平坦(例如，以增強

色域)之實施例中，表面之間的靜摩擦(靜態摩擦)可不利地影響其於其中接觸的MEMS裝置之操作。諸如表面粗糙化及抗靜摩擦層之某些特徵可用以減小此靜摩擦，但彼等特徵可不利地影響MEMS裝置之光學效能。然而，可變形層1302與反射元件914之間的致動電極902允許MEMS裝置之組態使得可移動元件2220之一部分接觸致動電極902(亦即，致動電極902充當用於可移動元件2220之移動的擋止件，而非基板1106之頂表面905充當擋止件)。可移動元件2220之部分接觸致動電極902處的界面可有利地經調適以減小靜摩擦，而並不影響光學效能，因為其不處於光徑中。舉例而言，絕緣層2254之表面構形可經粗糙化以減少接觸點之數目，或者一抗靜摩擦層可形成於致動電極902上。

透明致動電極902大體處於反射元件914之整個反射表面901下(例如，如在圖8B、圖9B、圖10B、圖10D、圖10E及圖11B中所描繪)，使得藉由將電壓施加至致動電極902而產生之靜電力足以致動MEMS裝置。因此，在MEMS裝置之電容器包含反射元件914之反射表面901及致動電極902之實施例中，電容器之面積及MEMS裝置之電容高。在使用較大反射元件914(例如，以增強填充因數)之實施例中，MEMS裝置可具有甚至更高的電容。電容器包含致動電極902及可變形層1302之下表面之部分或反射元件914之上表面之部分(例如，如在圖20至圖22C中所描繪)的MEMS裝置可有利地減小電容器之面積且減小MEMS裝置之電容。

電容器包含致動電極902及可變形層1302之下表面之部分或反射元件914之上表面之部分(例如，如在圖20至圖22C中所描繪)的MEMS裝置亦可有利地減小用以操作MEMS裝置之機械力且減小可變形層1302之某些尺寸，因為機械功能至少部分與光學功能分離。在MEMS裝置之致動電極902處於可變形層1302與反射元件914之間且充當用於可變形層1302或用於反射元件914之擋止件的某些實施例中，接觸面積可比反射表面901之面積小。較小之接觸面積導致較少的靜摩擦，因此可使用較低機械力，此允許減小可變形層1302之尺寸。在電容器包含可變形層1302及致動電極902之實施例中，可變形層1302之減小的尺寸減小了電容器之面積，且因此有利地減小了MEMS裝置之電容。在電容器包含反射元件914之上表面之部分及致動電極902之實施例中，可減小電容器之面積，例如，藉由減小連接元件2218及/或連接元件2219之面積及致動電極902距可移動元件2220之水平距離，因此減小了MEMS裝置之電容及電力消耗。

在某些實施例中，MEMS裝置可經組態以藉由使具有約90 nm與110 nm之間的厚度(例如，約100 nm)之絕緣層906與反射元件914之反射表面901接觸而產生黑。然而，在致動電極902處於光徑中之實施例中，MEMS裝置之第一反射層與第二反射層之間的距離可忽略(例如，小於約100 Å)之高反射率寬頻白係不可能的，因為當絕緣層906如此薄時，在致動電極902與反射元件914之間可能發生電短路。

在圖 8B、圖 9B、圖 10B、圖 10D、圖 10E 及圖 11B 中所說明之實施例中，反射元件 914 與致動電極 902 電絕緣，且反射元件 914 由絕緣層 906 而與第一反射層 904 電絕緣，其如上所述。在 MEMS 裝置包含一在可變形層 1302 與反射元件 914 之間的致動電極 902 之某些實施例中，可視情況將絕緣層 906 自 MEMS 裝置消除，例如，在反射元件 914 不接觸基板 1106 之頂表面 905 (例如，因為致動電極 902 充當用於可移動元件 2220 之擋止件) 之實施例及反射元件 914 接觸第一反射層 904 之實施例中。絕緣層 906 之消除允許反射元件 914 之反射表面 901 與第一反射層 904 分離一可忽略之距離 (例如，分離小於約 $100\text{ \AA}$ 或觸碰)。反射性 MEMS 裝置之每一界面引起一些反射，因此無絕緣層 906 之實施例可比包括絕緣層 906 之實施例產生良好的色彩 (例如，良好的黑)。藉由將反射元件 914 之反射表面 901 與第一反射層 904 相間隔開約 $100\text{ \AA}$ 與 100 nm 之間，可在無時間調變之情況下產生灰色。

在 MEMS 裝置經組態使得反射元件 914 與第一反射層 904 接觸或密切接觸使得產生寬頻白之實施例中，反射元件 914 與第一反射層 904 較佳地處於同一電位下以便減小其間之可引起發弧的任何靜電力或電場。在某些實施例中，反射元件 914 與第一反射層 904 經由可變形層 1302 電通信，使得其處於同一電位下。在某些實施例中，反射元件 914 與可變形層 1302 電絕緣 (例如，使用一介電連接元件 2219)，且第一反射層 904 亦電絕緣，使得其處於同一電位下。為

了減小反射元件914與第一反射層904之間的靜摩擦(在其接觸之實施例中)，可將導電特徵(例如，凸塊)塗覆至第一反射層904及/或反射表面901，但此等特徵可負面地影響MEMS裝置之光學效能。

在MEMS裝置之致動使反射元件914遠離第一反射層904移動之某些實施例(例如，如在圖22E中所描繪)中，可變形層1302可經組態使得可移動元件2220在鬆弛狀態下負"發射"(例如，朝向基板1106)。舉例而言，可變形層1302與支撐結構202之間的殘餘應力可經設計使得在犧牲層之移除後可變形層1302向下偏轉。在某些此等實施例中，鬆弛狀態產生高反射率寬頻白(例如，藉由觸碰第一反射層904或與第一反射層904間隔小於約100 Å)、低反射率黑(例如，藉由與第一反射層904間隔約100 nm)、灰(例如，藉由與第一反射層904間隔約100 Å與100 nm之間)或彩色(例如，黃、紅、藍等)。

圖25A至圖25G說明製造圖22A之MEMS裝置2200之一方法的一實例實施例。圖25A中說明之MEMS結構2500包括一基板1106(例如，包含玻璃、塑膠)、一第一反射層904(例如，包含鉻)、一可選絕緣層906(例如，包含SiO₂及/或Al₂O₃)、一第一犧牲層2502及一具有一反射表面901之反射元件914(例如，包含鋁)。如上所論述，在一些實施例中，可省略絕緣層906。在某些實施例中，一或多個孔隙2504經形成穿過反射元件914以允許第一犧牲層2502之較容易的蝕刻。

反射元件914與基板1106之頂表面905之間的距離之量與反射元件914與基板1106之頂表面905之間的空腔中之流體(例如，空氣)之量成比例。在可移動元件2220之第一部分包含可變形層1302且在致動狀態下反射元件914不接觸基板1106之頂表面905(例如，因為可變形層1302之下表面擋止可移動元件2220之移動)的MEMS裝置2200之某些實施例中，反射元件914與基板1106之頂表面905之間的距離變得很小。舉例而言，在可產生高反射率寬頻白(例如，因為距離小於約100 Å)之實施例中，距離通常小。在移動(例如，致動)期間，某些此等小距離可影響在反射元件914周圍的流體(例如，空氣)之流動，因為一些流體可能不具有足夠的空間來在反射元件914之側周圍移動且可替代地可變得在反射元件914與基板1106之頂表面905之間經壓縮。在某些實施例中，在移動(例如，致動)期間，反射元件914中之孔隙2504為佔據反射元件914與基板1106之頂表面905之間的空腔之流體提供額外路徑以自反射元件914下流動至反射元件914上。因此，至少一孔隙2504可增加MEMS裝置2200之速度。然而，反射元件914之包含該至少一孔隙2504的部分不反射，此減小了MEMS裝置2200之填充因數。

在反射元件914不接觸基板1106之頂表面905之實施例中，反射元件914之反射表面901較佳地大體上平滑且平坦，例如，以增加色域。在一些實施例中，藉由在平滑且平坦之犧牲層2502(例如，包含光阻劑)上形成反射元件914

或藉由在反射元件914之形成前拋光犧牲層2502(例如，包含鉬)，使反射表面901大體上平滑且平坦。在反射元件914接觸基板1106之頂部(例如，100 nm厚絕緣層906之頂表面905以產生黑，或第一反射層904之頂表面905以產生寬頻白)的實施例中，反射元件914之反射表面901亦可平滑且平坦，但在此等實施例中考慮靜摩擦之可能效應(例如，藉由添加絕緣或導電性凸塊)。

在一些實施例中(例如，如在圖22D中所描繪)，在鬆弛狀態下，第一犧牲層2502之厚度影響MEMS裝置之色彩。在可移動元件2220經組態以在致動後遠離第一反射層904移動之實施例中，反射元件914之上表面可經粗糙化以減少接觸點之數目，以便減小與致動電極902之靜摩擦。在可移動元件2220經組態以在致動後遠離第一反射層904移動之實施例中，可將一絕緣層(未圖示)及/或其他層(例如，一抗靜摩擦層(未圖示))沈積於反射元件914之上表面上。

圖25B說明在第二犧牲層2506(例如，包含鉬)已經形成於反射元件914上後的圖25A之MEMS結構2500。第二犧牲層2506將反射元件914與致動電極902相間隔開。第二犧牲層2506可包含與第一犧牲層2502相同的材料可與第一犧牲層2502不同的材料。

圖25C說明在支撐結構2202及致動電極902在第二犧牲層2506上形成後的圖25B之MEMS裝置2500。如上所述，致動電極902可包含多層堆疊。在此等實施例中，致動電極

902之形成可包含一系列圖案化步驟(例如，對於多層堆疊中之每一層，沈積、光罩形成、蝕刻及光罩移除)或包含多個蝕刻之一單一圖案化步驟(例如，多層堆疊中之每一層之沈積、光罩形成、多層堆疊中之每一層之蝕刻、光罩移除)。其他序列亦係可能的(例如，多層堆疊中之每一層之沈積、光罩形成、多層堆疊中之頂層之蝕刻及將一或多個上層用作一或多個下層之光罩)。多層堆疊之層的厚度可變化，但所得致動電極902較佳地足夠剛性，使得其大體上不變形。

在可移動元件2220經組態以在致動後朝向第一反射層904移動之實施例中，一絕緣層2254可形成於致動電極902之導電部分2252之頂部上(例如，如圖23A中所描繪)，在此處，進行與可變形層1302之下表面的接觸。在某些此等實施例中，致動電極902之頂表面可經粗糙化以減少接觸點之數目，以便減小與可變形層1302之靜摩擦。其他層(例如，抗靜摩擦層)亦可形成於致動電極902之頂部上。

在可移動元件2220經組態以在致動後遠離第一反射層904移動之實施例中，一絕緣層2254可形成於致動電極902之導電部分2252之底部上，在此處，進行與可變形層914之上表面的接觸。在某些此等實施例中，致動電極902之底表面可經粗糙化以減少接觸點之數目，以便減小與反射元件914之靜摩擦。其他層(例如，抗靜摩擦層)亦可形成於致動電極902之底部上。

支撐結構2202較佳地包含一剛性材料。舉例而言，在一

些實施例中，致動電極902之層2252、2254中之一或多者(例如，如圖23A中所說明)用以形成支撐結構2202。在一些替代實施例中，支撐結構2202包含一或多個不同層。在某些實施例中，支撐結構2202包含一導電部分(未圖示)以允許將電壓導引至致動電極902。在某些實施例中，支撐結構2202支撐在一列(例如，如在圖24A中所展示)或一行上連續之致動電極902以允許將電壓導引至致動電極902。

圖25D說明在第三犧牲層2508(例如，包含鉬)已形成於致動電極902及支撐結構2202上後的圖25C之MEMS結構2500。第三犧牲層2508將可變形層1302與致動電極902相間隔開。第三犧牲層2508可包含與第一及第二犧牲層2502、2506中之一或兩者相同的材料或與第一及第二犧牲層2502、2506中之一或兩者不同的材料。在一些實施例中，第三犧牲層2508之形成可形成一穿過第二及第三犧牲層2506、2508之孔隙2510。在某些替代實施例中，在第二犧牲層2506之形成期間，形成孔隙2510之一部分。

在一絕緣或其他層已形成於反射元件914之頂表面上的實施例中，孔隙2510可允許在無額外圖案化之情況下移除此等層。舉例而言，在可移動元件2220經組態以在致動後遠離第一反射層904移動且一絕緣層經沈積於反射元件914之上表面上之實施例中，可將孔隙2510用作光罩來移除其下之絕緣層之部分(例如，以允許電連接至連接元件2218)。應瞭解，適當時(例如，在於此形成期間曝露反射元件914之實施例中)，在致動電極902之蝕刻期間，應小

心保護反射元件914。

在某些實施例中，與如上所述之任何絕緣層2254一起，第二犧牲層2506之厚度界定距離 D_2 ，及第三犧牲層2508之厚度界定距離 D_1 。因此，厚度 D_1 、 D_2 可經調整使得使可移動元件2220朝向或遠離第一反射層904移動。犧牲層2502、2506、2508之厚度亦可經組態使得在致動或鬆弛狀態下可移動元件2220之一部分接觸或不接觸基板1106之頂部。

圖25E說明在支撐結構202(例如，包含 SiO_2)已形成於第三犧牲層2508上後的圖25D之MEMS結構2500。在一絕緣層形成於反射元件914之上表面上之實施例中，支撐結構202之圖案化亦可用以經由孔隙2510移除該絕緣層。

圖25F說明在可變形層1302(例如，包含鎳)已形成於支撐結構202及第三犧牲層2508上後的圖25E之MEMS結構2500。可變形層1302由連接元件2218機械耦接至反射元件914。

圖25G說明在分別已移除了第一犧牲層2502、第二犧牲層2506及第三犧牲層2508後的圖25F之MEMS結構2500，其產生圖22A之MEMS裝置2200。在犧牲層2502、2506、2508每一者包含鉬之實施例中，可(例如)藉由用二氟化氙(XeF_2)蝕刻將其移除。在一犧牲層包含光阻劑之實施例中，可(例如)藉由灰化(例如，藉由用 O_2 及/或 H_2O 蝕刻)來將其移除。圖25A中說明之孔隙2504幫助蝕刻劑移除反射元件914下之第一犧牲層2502。在移除了犧牲層後，可移

動元件2220可回應於施加至致動電極902之電壓而移動。

圖26A至圖26D說明製造圖22B之MEMS裝置2205之一方法的一實例實施例。圖26A說明在致動電極902在第二犧牲層2506上形成後的MEMS結構2600，其如上關於圖25C所描述。MEMS裝置2205之反射元件914可比MEMS結構2200之反射元件914大，因為支撐致動電極902之支撐結構202不佔據可變形層1302下之空間(例如，與支撐結構2202形成對比)。如上所述，第三犧牲層2508之形成較佳地產生一至反射元件914之孔隙2510。另外，第三犧牲層2508在MEMS裝置2600中之形成使致動電極902之一部分曝露，使得致動電極902可機械耦接至支撐結構202。

圖26B說明在支撐結構202(例如，包含 SiO_2)已形成於第二犧牲層2506、致動電極902及第三犧牲層2508上後的MEMS結構2600。支撐結構202較佳地包含一導電部分以允許將電壓導引至致動電極902，但其與可變形層1302電絕緣。在某些實施例中，致動電極902之層2252、2254中之一或多者(例如，如圖23A中所說明)用以形成支撐結構202之一部分(未圖示)。

圖26C說明在一可變形層1302(例如，包含鎳)已形成於支撐結構202及第三犧牲層2508上後的圖26B之MEMS結構2600。可變形層1302由一連接元件2218機械耦接至反射元件914。圖26D說明在分別已移除了第一犧牲層2502、第二犧牲層2506及第三犧牲層2508後的圖26C之MEMS結構2600，其產生圖22B之MEMS裝置2205。

圖 27A 至圖 27C 說明製造圖 22C 之 MEMS 裝置 2210 之一方法的一實例實施例。圖 27A 說明在支撐結構 202 之形成後的 MEMS 結構 2700，其如上關於圖 26B 所描述。另外，一連接元件 2219 已形成於第三犧牲層 2508 上且至少部分在孔隙 2510 中。如上所述，連接元件 2219 可為絕緣或導電的。

圖 27B 說明在一可變形層 1302(例如，包含鎳)已形成於支撐結構 202、第三犧牲層 2508 及連接元件 2219 上後的圖 27C 之 MEMS 結構 2700。可變形層 1302 由一連接元件 2218 經由連接元件 2219 機械耦接至反射元件 914。圖 27C 說明在分別已移除了第一犧牲層 2502、第二犧牲層 2506 及第三犧牲層 2508 後的圖 27B 之 MEMS 結構 2700，其產生圖 22C 之 MEMS 裝置 2210。

圖 28A 至圖 29C 說明包含一第二致動電極的 MEMS 裝置之實例實施例。如上所述，可移動元件 2220 回應施加至可變形層 1302 與反射元件 902 之間的致動電極 902 之電壓而大體在一第一方向上移動。可移動元件 2220 進一步回應於施加至第二致動電極 2808 或 908 之電壓而大體在一大體上與第一方向相反之第二方向上移動。MEMS 裝置 2800、2805、2810、2900、2905、2910 因此能夠穩定地產生至少三個色彩：在鬆弛狀態下之第一色彩、在第一方向上的在致動狀態下之第二色彩及在第二方向上的在致動狀態下之第三色彩。

在圖 28A 至圖 28C 中說明之實施例中，第二致動電極 2808 處於可移動元件 2220 上。圖 28A 之 MEMS 裝置 2800 說

明形成於圖22A之MEMS裝置2200之可移動元件2220上的第二致動電極2808。圖28B之MEMS裝置2805說明形成於圖22B之MEMS裝置2205之可移動元件2220上的第二致動電極2808。圖28C之MEMS裝置2810說明形成於圖22C之MEMS裝置2210之可移動元件2220上的第二致動電極2808。MEMS裝置2800、2805、2810進一步包含一支撐第二致動電極2808之支撐結構202a及一可選絕緣層2806。

當將電壓施加至第二致動電極2808時，靜電力作用於可移動元件2220上。作為回應，可變形層1302朝向第二致動電極2808彎曲。反射元件914機械耦接至可變形層1302，使得當可變形層1302朝向第二致動電極2808移動時，反射元件914相對於第一反射層904且遠離第一反射層904移動一對應的距離。MEMS裝置之固定部分充當用於可移動元件2220之移動的擋止件。

在某些實施例(例如，其中反射元件914之上表面接觸致動電極902之實施例)中，致動電極902包含固定部分(例如，如在圖22E之右邊所說明)。在某些此等實施例中，絕緣層2806為可選的，因為可移動元件2220不實體上或電接觸第二致動電極2808。

在某些替代實施例(例如，其中可變形層1302之上表面充當擋止件)中，第二致動電極2808或絕緣層2806包含固定部分。在一些實施例中，絕緣層2806使可移動元件2220與第二致動電極2808絕緣。在一些實施例中，形成於可變形層1302之上表面上的一絕緣層(未圖示)使可移動元件

2220與第二致動電極2808絕緣。

如上所述，可移動元件2220係回應於施加至致動電極902之電壓而大體在一第一方向上移動。在第二致動電極2808提供使可移動元件2220遠離第一反射層904移動之力的實施例中，致動電極902經組態使得當將電壓施加至致動電極902時，可移動元件2220朝向第一反射層904移動(例如，藉由定位致動電極902使其較之與反射元件914距離更靠近可變形層1302，藉由用一導電層2258屏蔽反射元件914等)。

第二致動電極2808較佳地包含一非透明導電材料，例如，用於上述電性質。第二致動電極2808經定位於反射元件914之反射表面901上，使得第二致動電極2808不處於MEMS裝置之光徑中，因此其可包含不透明導電材料。因此，MEMS裝置2800、2805、2810能夠產生包括寬頻白之高反射率色彩。

製造圖28A至圖28C之MEMS裝置之方法之一實例實施例包含在可變形層1302上形成一第四犧牲層、在可變形層1302上形成支撐結構202a、在第四犧牲層上形成絕緣層2806及在支撐結構202a上形成第二致動電極2808。舉例而言，可對圖25F、圖26C及圖27B中說明之結構執行此等步驟，接著移除第一、第二、第三及第四犧牲層。在某些此等實施例中，第二致動電極2808及絕緣層2806包含至少一孔隙2804以允許犧牲層之較容易的蝕刻。在一些實施例中，當形成絕緣層2806(例如，藉由沈積 SiO_2 且圖案化

SiO₂)時，形成支撐結構202a。

在圖29A至圖29C中說明之實施例中，光學堆疊16包含第二致動電極908(例如，第二致動電極908形成於基板1106上)。圖29A之MEMS裝置2900說明形成於圖22A之MEMS裝置2200之基板1106上的致動電極908。圖29B之MEMS裝置2905說明形成於圖22B之MEMS裝置2205之基板1106上的致動電極908。圖29C之MEMS裝置2910說明形成於圖22C之MEMS裝置2210之基板1106上的致動電極908。在某些實施例中，第二致動電極908與第一反射層904電通信。

當將電壓施加至第二致動電極908時，靜電力作用於可移動元件2220上。作為回應，可變形層1302朝向致動電極908彎曲。反射元件914機械耦接至可變形層1302，使得當可變形層1302朝向致動電極2808移動時，反射元件914相對於第一反射層904且朝向第一反射層904移動一對應的距離。MEMS裝置之固定部分充當用於可移動元件2220之移動的擋止件。

在某些實施例(例如，其中可變形層1302之下表面接觸致動電極902之實施例)中，致動電極902包含固定部分(例如，如在圖22D之右邊所說明)。在某些此等實施例中，絕緣層906仍為可選的，因為可移動元件2220並不實體上或電接觸第二致動電極908。在某些替代實施例(例如，其中基板1106之頂表面905充當擋止件)中，絕緣層906包含固定部分。在一些實施例中，絕緣層2806使可移動元件2220

與第二致動電極908絕緣。

如上所述，可移動元件2220係回應於施加至致動電極902之電壓而大體在一第一方向上移動。在第二致動電極908提供使可移動元件2220朝向第一反射層904移動之力的實施例中，致動電極902經組態使得當將電壓施加至致動電極902時，可移動元件2220遠離第一反射層904移動(例如，藉由定位致動電極902使得較之與反射元件914之距離更靠近可變形層1302，藉由用一導電層2258屏蔽反射元件1302等)。

製造圖29A至圖29C之MEMS裝置之方法之一實例實施例包含在基板1106上形成第二致動電極908。在此等實施例中，第二致動電極908包含一透明導體(例如，ITO、IZO等，其如上所述)，因為其處於MEMS裝置之光徑中。然而，此等實施例允許可移動元件2220不接觸基板1106之頂部，此可提供諸如較大反射元件914之優勢，其如上所述。

減少電力消耗

減小電路之電阻或電容之一額外益處為電力消耗之減少。舉例而言，為了對一干涉調變器陣列充電及放電，行及列驅動器使用電力來施加電壓。藉由減小個別干涉調變器之電容，當啟動每一干涉調變器時，行及列驅動器可施加較低電壓。在某些實施例中，藉由改變干涉調變器之機械硬度及/或影響在干涉調變器內的靜電力之強度，達成致動電壓之減小。

舉例而言，干涉調變器之幾何改變可減小第二電極層1302之機械硬度。例示性幾何改變包括增加鄰近支撐柱202之間的間隔或改變第二電極層1302之形狀。在某些實施例中，增加支撐柱202之間的標稱間隔增加了附著至其的第二電極層1302之可撓性。此可撓性之增加允許第二電極層1302及反射表面901更易於回應於行或列驅動器施加較低致動電壓而改變狀態。

在某些實施例中，如圖30中所示，第二電極層1302之幾何形狀可經改變，使得模仿機械彈簧。機械彈簧設計自第二電極層1302去耦反射表面901。當反射表面901上下移動時，繫栓120構成一彈簧部分。在某些實施例中，反射表面901包含一剛性體(諸如，反射表面層)之一部分。以此方式，繫栓120與反射表面901經去耦，因為其中一者之移動大體上不影響另一者。

用於第二電極層1302的材料之選擇可影響致動電壓。選擇較柔性材料增加了第二電極層1302之可撓性。以此方式，在某些實施例中，列及行驅動器施加較低致動電壓，且仍達成所要之反射表面層901位移。在某些實施例中，第二電極層1302包含一較柔性材料(諸如，鋁)以允許反射表面層901回應比包含鎳之第二電極層1302所回應的致動電壓低之致動電壓。可用於第二電極層1302之其他例示性材料包括(但不限於)Cr、Cu、由氧化物及金屬製成之複合物(例如，由鋁包住之氮化矽)及由金屬強化之有機薄膜(例如，用金屬實例中之任何者電鍍之光阻劑)。藉由減小第

二電極層 1302 之厚度，可進一步減小第二電極層 1302 之機械硬度。在某些實施例中，第二電極層 1302 具有約 500 埃之厚度。

在用於減小致動電壓之某些實施例中的另一技術為改變在第一電極層 902 與第二電極層 1302 之間產生的電場之強度。藉由圖案化第一電極層 902 以減小電作用面積之量，可增加電場之強度。以此方式，干涉調變器之形成電作用部分的面積減小了。假定所有其他參數皆保持不變，藉由減小電作用面積來圖案化電極層 902 (如圖 15 至圖 19 中所說明) 具有增加致動電壓之效應。

在某些實施例中，藉由選擇具有較高介電常數之材料用於一或多個介電層 906，可進一步減小致動電壓。介電常數 k 與致動電壓 V 之間的關係為：

$$V \propto \frac{1}{\sqrt{k}}$$

電壓 V 與介電常數 k 之平方根成反比。因此，隨著介電常數 k 增加，需要較少的電壓 V 來朝向第一電極層 902 拉動第二電極層 1302。具有較高介電常數之材料增加了第一電極層 902 與第二電極層 1302 之間的所得之靜電吸引。

根據某些實施例的一可能的像素組態 602 展示於圖 31 中。此視圖係如由觀看者自基板 106 之前表面查看，且包含九個元件，色彩紅、綠及藍中之每一者有三個。如所展示，調變器 1400a、1400b、1400c 對應於紅，調變器 1400d、1400e、1400f 對應於綠，及調變器 1400g、

1400h、1400i對應於藍。在由圖31示意性說明之實施例中的干涉調變器1400a-1400i之陣列經排列於 $N \times N$ 矩陣中，使得提供用於影像之顯示表面。

在某些實施例中，藉由變化鏡與光學堆疊之間的距離，可達成三個不同色彩(紅、綠及藍)。當將一電壓施加至調變器時，其可皆朝向電極移動一統一的距離，或者其可皆朝向電極移動不同距離。實際上，所有九個調變器可橫越整個空腔且移動至使其與基板106直接接觸之"附近"位置。在靜止狀態下的空腔之尺寸分別由在圖32、圖33及圖34中之垂直尺寸1500、1600及1700展示。在一實施例中，垂直尺寸1500、1600及1700分別為約4,000埃、約3,000埃及約2,000埃。

干涉調變器很小，通常在一側上25-60微米(每英吋400-1,000點)。因此，在某些實施例中，許多干涉調變器元件可作為單色、彩色或灰階顯示器中之一像素或子像素而被組成群且一起驅動。舉例而言，每一干涉調變器可對應於一單色顯示器中之一單一顯示像素。對於彩色或灰階顯示器，在一些實施例中的每一干涉調變器之色彩或強度由光學與機械層之間的空氣間隙之大小判定。具有不同強度或色彩之多個子元件形成一灰階或彩色像素。為了產生平板顯示器，按所要之格式(例如，5"全色VGA)製造且封裝一大干涉調變器陣列。

在某些實施例中的調變器1400a之反射表面901可具有經設計以使反射表面901安定於一距離1500處之後支撐、一

彎曲層及支撐柱界面。在某些實施例中的調變器1400d之反射表面901可具有經設計以使反射表面層安定於小於距離1500的距離1600處之後支撐、一彎曲層及支撐柱界面。最後，在某些實施例中的調變器1400g之反射表面901可具有經設計以使反射表面層安定於小於距離1600的距離1700處之後支撐、一彎曲層及支撐柱界面。以此方式，在某些實施例中的控制支撐件之機械性質及/或物理約束產生三個不同空腔尺寸，且因此產生三個不同像素色彩。

或者，彎曲層及支撐件之不同的特性可經操縱以使反射表面層901在同一電壓之施加後移動不同的距離。作為又一替代例，調變器1400a-1400i可皆具有同樣的結構，但對於不同的色彩施加不同的電壓。

雖然以上詳細描述已展示、描述且指出了本發明適用於各種實施例之新穎特徵，但應理解，熟習此項技術者可在並不脫離本發明之精神的情況下對所說明之裝置或過程的形式及細節進行各種省略、替代及改變。對於一般熟習此項技術者而言，用於將上述特徵與干涉調變器合併之方法將易於顯而易見。另外，此等特徵中之一或多者可經調適成與實施例中之任何者以及干涉調變器之其他組態一起工作。如將認識到，可在並不提供本文中所闡明之所有特徵及益處的形式內體現本發明，因為一些特徵可與其他特徵相分離地使用或實踐。

【圖式簡單說明】

圖1為描繪一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釋放位置，且第二干涉調變器之可移動反射層處於致動位置。

圖2為說明併有一 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為對於圖1之干涉調變器之一例示性實施例的可移動鏡位置對施加之電壓的關係圖。

圖4為一組可用以驅動一干涉調變器顯示器之列電壓及行電壓的說明。

圖5A及圖5B說明可用以將顯示資料之圖框寫入至圖3之 3×3 干涉調變器顯示器的列及行信號之例示性時序圖。

圖6A及圖6B為說明一包含複數個干涉調變器之視覺顯示裝置之實施例的系統方塊圖。

圖7A為圖1之裝置之橫截面。

圖7B為一干涉調變器之一替代實施例之橫截面。

圖7C為一干涉調變器之另一替代實施例之橫截面。

圖7D為一干涉調變器之又一替代實施例之橫截面。

圖7E為一干涉調變器之一額外替代實施例之橫截面。

圖8A示意性說明具有位於第二電極層上且電耦接至第一電極層之導電匯流排之一實例 3×3 干涉調變器顯示器。

圖8B展示圖8A之 3×3 干涉調變器顯示器之沿著線8B-8B截取的橫截面圖。

圖8C為來自圖8A之 3×3 干涉調變器顯示器的單一柱支撐之放大圖，其中以圓虛線展示至第二電極層連接之導電匯流排。

圖9A示意性說明具有位於第二電極層上且電耦接至第二電極層之導電匯流排之一實例3×3干涉調變器顯示器。

圖9B展示圖9A之3×3干涉調變器顯示器之沿著線9B-9B截取的橫截面圖。

圖10A示意性說明具有位於第二電極層與第一電極層之間且電耦接至第一電極層之導電匯流排之一實例3×3干涉調變器顯示器。

圖10B展示圖10A之3×3干涉調變器顯示器之沿著線10B-10B截取的橫截面圖。

圖10C示意性說明具有位於第一電極層上且電耦接至第一電極層之導電匯流排之一實例3×3干涉調變器顯示器。

圖10D展示圖10C之3×3干涉調變器顯示器之沿著線10D-10D截取的橫截面圖。

圖10E展示圖10C之3×3干涉調變器顯示器之另一實施例之橫截面圖，其中具有一與導電匯流排對準且位於導電匯流排與3×3干涉調變器顯示器之觀看側之間的光罩材料。

圖11A示意性說明具有位於第二電極層上且電耦接至第一電極層之第一導電匯流排及位於第一電極層上且電耦接至第二電極層之第二導電匯流排之一實例3×3干涉調變器顯示器。

圖11B展示圖11A之3×3干涉調變器顯示器之沿著線11B-11B截取的橫截面圖。

圖12A至圖12Q示意性說明用於在第二電極層上形成一導電匯流排結構之一系列實例處理步驟。

圖 13 展示具有一位於光學堆疊層內之額外介電層的干涉調變器之一實施例之橫截面圖。

圖 14 展示具有位於介電層內之氣穴的干涉調變器之一實施例之橫截面圖。

圖 15 展示具有一減小的電作用面積之經圖案之電極之實施例。

圖 16 為對應於圖 15 之干涉調變器之沿著線 16-16 截取的在穿過作用及非作用區之平面中之橫截面圖。

圖 17 為對應於圖 15 之干涉調變器之沿著線 17-17 截取的在僅穿過作用區之平面中之另一橫截面圖。

圖 18 展示一經圖案化之電極之一替代實施例。

圖 19 為對應於圖 18 之干涉調變器之沿著線 19-19 的橫截面圖。

圖 20 展示具有負責自反射表面層去耦之靜電力之區的干涉調變器之一實施例。

圖 21 展示在 "接通" 狀態下的圖 20 之干涉調變器之一實施例。

圖 22A 為具有分離於電氣功能與機械功能的光學功能之 MEMS 裝置之一實施例之橫截面圖。

圖 22B 為具有分離於電氣功能與機械功能的光學功能之 MEMS 裝置之又一實施例之橫截面圖。

圖 22C 為具有分離於電氣功能與機械功能的光學功能之 MEMS 裝置之再一實施例之橫截面圖。

圖 22D-22F 為在致動及鬆弛狀態下的圖 22C 之 MEMS 裝置

之各種實施例之橫截面圖。

圖 23A 及圖 23B 為具有分離於電氣功能與機械功能的光學功能之 MEMS 裝置的致動電極之各種實施例之放大橫截面圖。

圖 24A 示意性說明具有分離於電氣功能與機械功能的光學功能之 MEMS 裝置之一實例 3×3 陣列。

圖 24B 為圖 24A 之實施例之沿著線 24B-24B 截取的橫截面圖。

圖 24C 為具有分離於電氣功能與機械功能的光學功能之複數個 MEMS 裝置的部分之另一實例之橫截面圖。

圖 24D 為圖 24C 之 MEMS 裝置的一部分之俯視平面圖。

圖 24E 為圖 24C 之 MEMS 裝置的一部分之透視圖。

圖 24F 為具有分離於電氣功能與機械功能的光學功能之複數個 MEMS 裝置的一部分之又一實例之橫截面圖。

圖 25A 至圖 25G 示意性說明用於形成具有分離於電氣功能與機械功能的光學功能之 MEMS 裝置的一實施例之一系列實例處理步驟。

圖 26A 至圖 26D 示意性說明用於形成具有分離於電氣功能與機械功能的光學功能之 MEMS 裝置的另一實施例之一系列實例處理步驟。

圖 27A 至圖 27C 示意性說明用於形成具有分離於電氣功能與機械功能的光學功能之 MEMS 裝置的又一實施例之一系列實例處理步驟。

圖 28A 為圖 22A 之 MEMS 裝置之一實施例之橫截面圖，其

包括一第二致動電極。

圖 28B 為圖 22B 之 MEMS 裝置之一實施例之橫截面圖，其包括一第二致動電極。

圖 28C 為圖 22C 之 MEMS 裝置之一實施例之橫截面圖，其包括一第二致動電極。

圖 29A 為圖 22A 之 MEMS 裝置之另一實施例之橫截面圖，其包括一第二致動電極。

圖 29B 為圖 22B 之 MEMS 裝置之另一實施例之橫截面圖，其包括一第二致動電極。

圖 29C 為圖 22C 之 MEMS 裝置之另一實施例之橫截面圖，其包括一第二致動電極。

圖 30 展示具有一用於第二電極層之彈簧設計的干涉調變器之一實施例之透視圖。

圖 31 展示包含一 3×3 干涉調變器陣列之一像素之布局圖。

圖 32 展示來自圖 31 中之陣列的紅干涉調變器之一實施例之橫截面圖。

圖 33 展示來自圖 31 中之陣列的綠干涉調變器之一實施例之橫截面圖。

圖 34 展示來自圖 31 中之陣列的藍干涉調變器之一實施例之橫截面圖。

【主要元件符號說明】

12a 干涉調變器/像素

12b 干涉調變器/像素

14	可移動反射層/金屬材料條帶/可移動反射材料
14a	可移動反射層/可變形金屬層
14b	可移動反射層/可變形金屬層
16	光學堆疊
16a	光學堆疊
16b	光學堆疊
18	柱/支撐件/支撐結構
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
104	第二介電層
106	基板
110	干涉調變器
112	干涉調變器
120	繫栓
202	支撐結構/支撐柱
202a	支撐結構
242	孔隙
244	懸臂
246	導電元件
404a	電作用區
404b	電作用區
404c	電作用區
404d	電作用區
404e	電作用區
600	導電匯流排層/導電條
602	像素組態
603	絕緣材料

605	絕緣部分
700	導電部分
800	導電匯流排層/導電條
901	反射表面層/反射表面/第二反射表面
902	第一電極層/致動電極
902a	電作用中心部分
902b	周邊部分
902c	行部分/周邊部分
902d	周邊部分
902e	周邊部分
903	方向
904	金屬層/第一反射層
905	頂表面
906	介電層/介電材料/氧化層/絕緣層
914	反射元件
1000	導電匯流排層
1002	光罩材料
1004	層/光學透射材料
1100	第一導電匯流排層
1102	第二導電匯流排層
1106	基板
1200	支撐部件
1300	繫栓/MEMS裝置
1302	層/第二電極層/可變形層

1400a	調變器
1400b	調變器
1400c	調變器
1400d	調變器
1400e	調變器
1400f	調變器
1400g	調變器
1400h	調變器
1400i	調變器
1500	距離
1600	距離
1700	距離
1800	黑光罩
1802	氧化層
1804	犧牲層
1810	犧牲層
1812	導電匯流排孔
1814	反射表面層孔
1816	導電層
1818	反射表面層連接器
1820	導電匯流排結構
1824	介電層
1826	犧牲層
1828	平台

1900	空氣間隙
1901	反射表面層
2000	MEMS裝置
2200	MEMS裝置
2202	支撐結構
2205	MEMS裝置
2210	MEMS裝置
2218	連接元件
2219	連接元件
2220	可移動元件
2252	第一導電層/導電部分
2254	第一絕緣層
2256	第二絕緣層
2258	第二導電層
2260	箭頭
2262	箭頭
2264	箭頭
2302	鉚釘
2400	MEMS裝置
2500	MEMS結構/MEMS裝置
2502	第一犧牲層
2504	孔隙
2506	第二犧牲層
2508	第三犧牲層

2510	孔 隙
2600	MEMS 結 構 / MEMS 裝 置
2700	MEMS 結 構
2800	MEMS 裝 置
2804	孔 隙
2805	MEMS 裝 置
2806	絕 緣 層
2808	第 二 致 動 電 極
2810	MEMS 裝 置
2900	MEMS 裝 置
D_1	距 離 / 厚 度
D_2	距 離 / 厚 度
D_3	距 離

五、中文發明摘要：

本發明提供一種微機電(MEMS)裝置(2000)，其包括一第一反射層(904)、一可移動元件(2220)及一致動電極(902)。該可移動元件(2220)處於該第一反射層(904)上。該可移動元件(2220)包括一可變形層(1302)及一反射元件(914)。該致動電極(902)處於該可變形層(1302)與該反射元件(914)之間。

六、英文發明摘要：

A microelectromechanical (MEMS) device (2000) includes a first reflective layer (904), a movable element (2220), and an actuation electrode (902). The movable element (2220) is over the first reflective layer (904). The movable element (2220) includes a deformable layer (1302) and a reflective element (914). The actuation electrode (902) is between the deformable layer (1302) and the reflective element (914).

十、申請專利範圍：

1. 一種微機電(MEMS)裝置，其包含：
 - 一第一反射層；
 - 一在該第一反射層上之可移動元件，該可移動元件包含一可變形層及一反射元件；及
 - 一致動電極，其處於該可變形層與該反射元件之間。
2. 如請求項1之MEMS裝置，其中一施加至該致動電極之電壓在該可移動元件之一第一部分上產生一在第一方向上之第一吸引力及在該可移動元件之一第二部分上產生一在第一第二方向上之第二吸引力，該第二方向大體上與該第一方向相反，該第一吸引力大於該第二吸引力，該可移動元件回應於該第一吸引力及該第二吸引力而大體在該第一方向上移動。
3. 如請求項2之MEMS裝置，其中該可移動元件之該第一部分包含該可變形層。
4. 如請求項2之MEMS裝置，其中該可移動元件之該第一部分包含該反射元件。
5. 如請求項2之MEMS裝置，其中該致動電極與該可移動元件之該第二部分之間的一距離大於該致動電極與該可移動元件之該第一部分之間的一距離。
6. 如請求項2之MEMS裝置，其中該致動電極與該可移動元件之該第二部分之間的一距離比該致動電極與該可移動元件之該第一部分之間的一距離大至少約10%。
7. 如請求項2之MEMS裝置，其進一步包含一在該致動電極

與該第二部分之間的導電層。

8. 如請求項1之MEMS裝置，其進一步包含一第二致動電極。
9. 如請求項8之MEMS裝置，其中該可移動元件係回應於施加至該可變形層與該反射元件之間的該致動電極之電壓而大體在一第一方向上移動，且其中該可移動元件係回應於施加至該第二致動電極之電壓而大體在一第二方向上移動，該第二方向大體上與該第一方向相反。
10. 如請求項1之MEMS裝置，其中當將一致動電壓施加至該致動電極時，該第一反射層與該反射元件相間隔開。
11. 如請求項1之MEMS裝置，其中當將一致動電壓施加至該致動電極時，該可變形層之一下表面接觸該裝置之一固定部分。
12. 如請求項1之MEMS裝置，其中當將一致動電壓施加至該致動電極時，該反射元件之一上表面接觸該裝置之一固定部分。
13. 如請求項1之MEMS裝置，其進一步包含：
 - 一顯示器；
 - 一處理器，其經組態以與該顯示器通信，該處理器經組態以處理影像資料；及
 - 一記憶體裝置，其經組態以與該處理器通信。
14. 如請求項13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。
15. 如請求項14之MEMS裝置，其進一步包含一經組態以將

該影像資料之至少一部分發送至該驅動器電路之控制器。

16. 如請求項13之MEMS裝置，其進一步包含一經組態以將該影像資料發送至該處理器之影像源模組。

17. 如請求項16之MEMS裝置，其中該影像源模組包含一接收器、收發器及發射器中之至少一者。

18. 如請求項13之MEMS裝置，其進一步包含一經組態以接收輸入資料及將該輸入資料傳送至該處理器之輸入裝置。

19. 一種微機電(MEMS)裝置，其包含：

用於移動該裝置之一部分之構件，該移動構件包含用於變形之構件及用於反射光之第一構件；

用於反射光之第二構件；及

用於致動該移動構件之構件，該致動構件處於該變形構件與該第一反射構件之間。

20. 如請求項19之MEMS裝置，其中該第二反射構件包含一反射層。

21. 如請求項19之MEMS裝置，其中該移動構件包含一可移動元件。

22. 如請求項19之MEMS裝置，其中該變形構件包含一可變形層。

23. 如請求項19之MEMS裝置，其中該第一反射構件包含一反射元件。

24. 如請求項19之MEMS裝置，其中該致動構件包含一致動

電極。

25. 一種製造一微機電(MEMS)裝置之方法，該方法包含：

在一反射層上形成一第一犧牲層；

在該第一犧牲層上形成一反射元件；

在該反射元件上形成一第二犧牲層；

在該第二犧牲層上形成一致動電極；

在該致動電極上形成一第三犧牲層；

在該第三犧牲層上形成一可變形層，該可變形層機械耦接至該反射元件；及

移除該第一、該第二及該第三犧牲層。

26. 如請求項25之方法，其中該第二犧牲層比該第三犧牲層厚。

27. 如請求項25之方法，其中該第三犧牲層比該第二犧牲層厚。

28. 如請求項25之方法，其進一步包含在該反射元件與該致動電極之間形成一導電層。

29. 如請求項25之方法，其進一步包含在形成該第一犧牲層前在該反射層上形成一第二致動電極。

30. 如請求項25之方法，其進一步包含：

在該可變形層上形成一第四犧牲層；

在該第四犧牲層上形成第二致動電極；及

移除該第四犧牲層。

31. 一種藉由如請求項25之方法製造之MEMS裝置。

32. 一種調變光之方法，該方法包含：

提供一包含一反射層、一在該反射層上之可移動元件及一致動電極之顯示元件，該可移動元件包含一可變形層及一反射元件，該致動電極處於該可變形層與該反射元件之間；及

將一電壓施加至該致動電極，該電壓在該可移動元件之一第一部分上產生一在第一方向上之第一吸引力及在該可移動元件之一第二部分上產生一在第二方向上之第二吸引力，該第二方向大體上與該第一方向相反，該第一吸引力大於該第二吸引力，藉此使該可移動元件大體在該第一方向上移動。

33. 如請求項32之方法，其中該可移動元件之該第一部分包含該可變形層。
34. 如請求項32之方法，其中該可移動元件之該第一部分包含該反射元件。

十一、圖式：

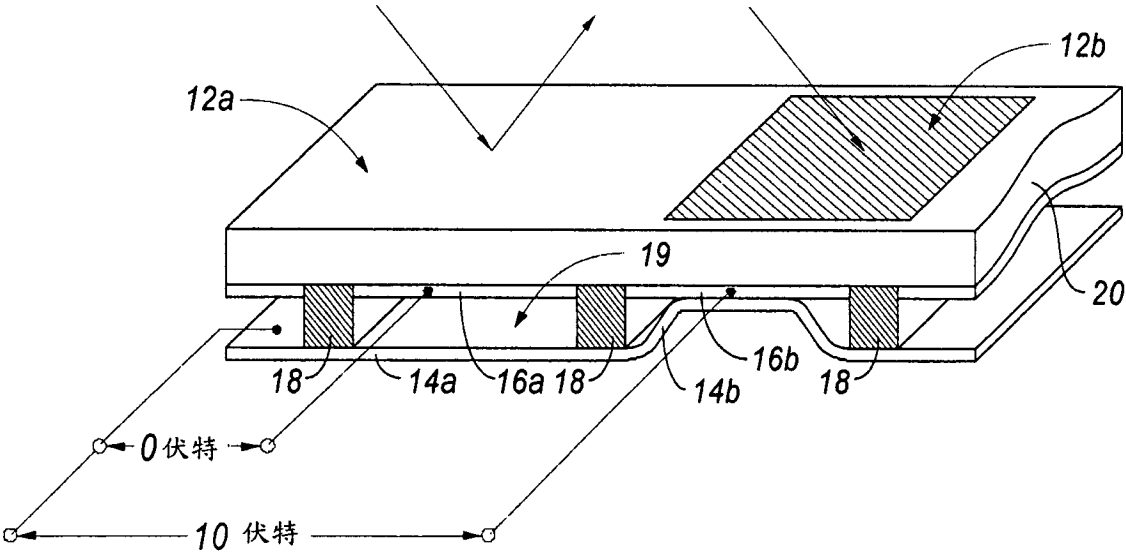


圖1

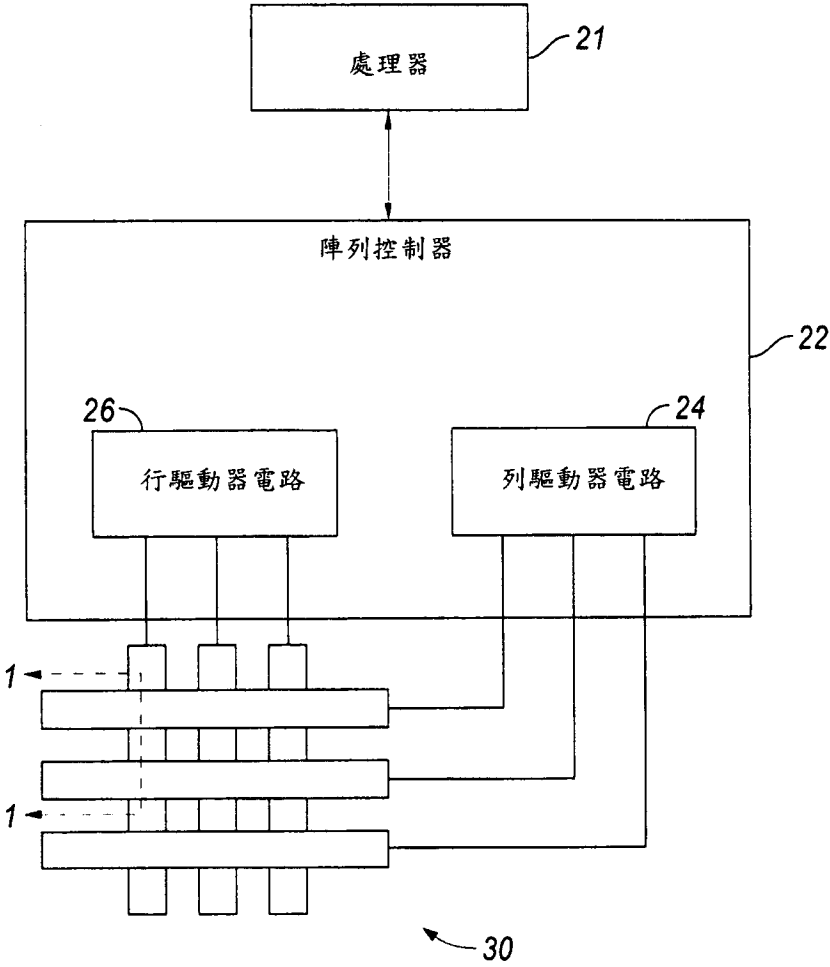


圖2

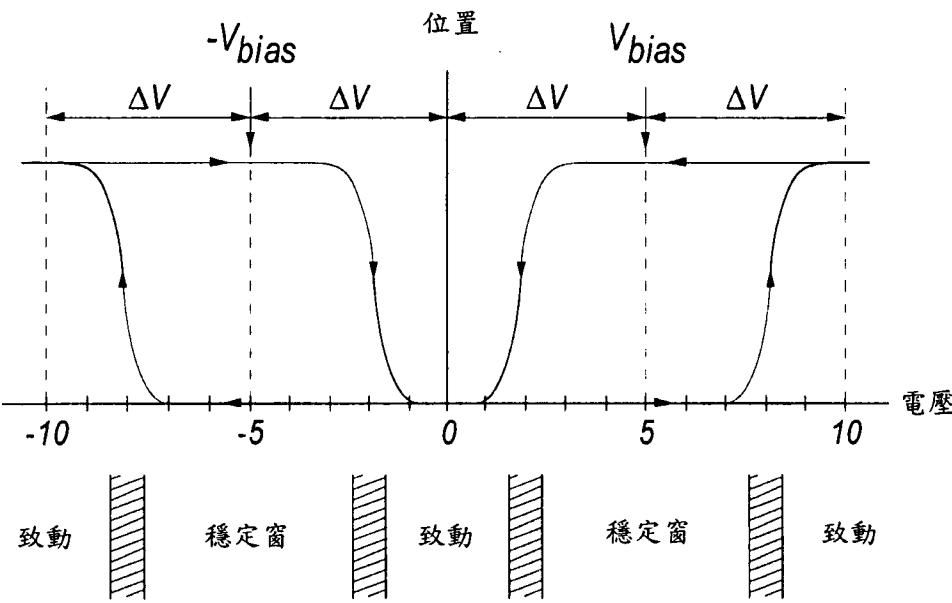


圖3

		行輸出信號	
		$+ V_{bias}$	$-V_{bias}$
列輸出信號	0	穩定	穩定
	$+ \Delta V$	鬆弛	致動
	$-\Delta V$	致動	鬆弛

圖4

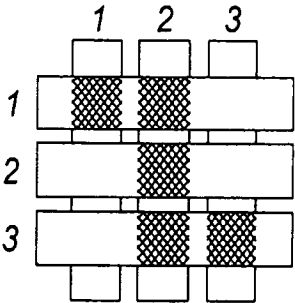


圖5A

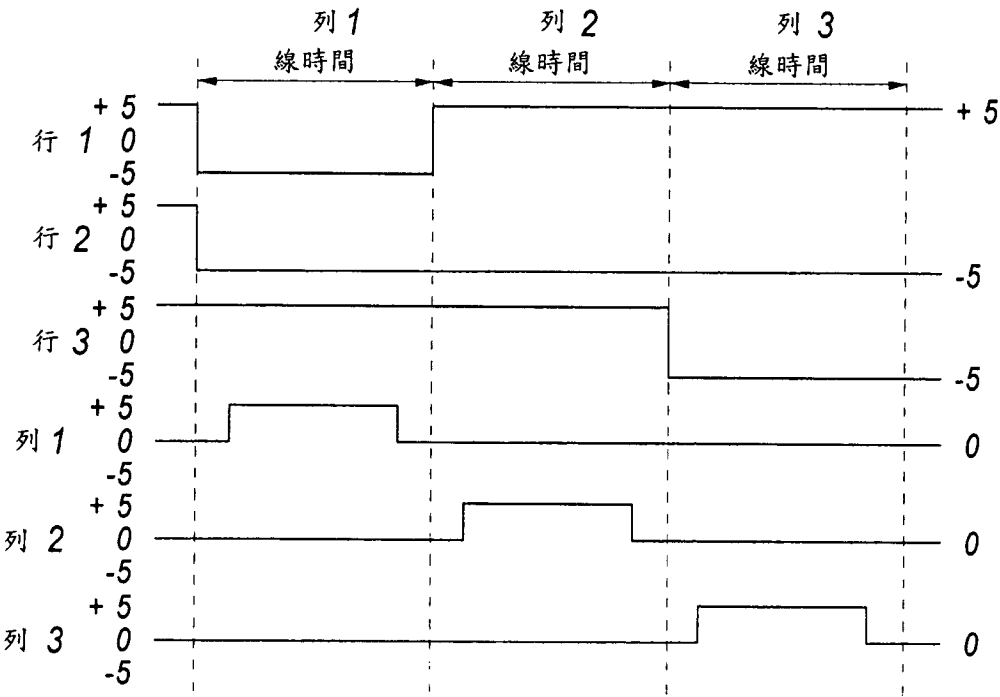


圖5B

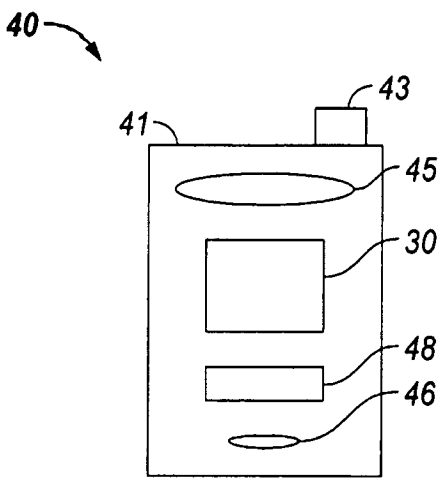


圖 6A

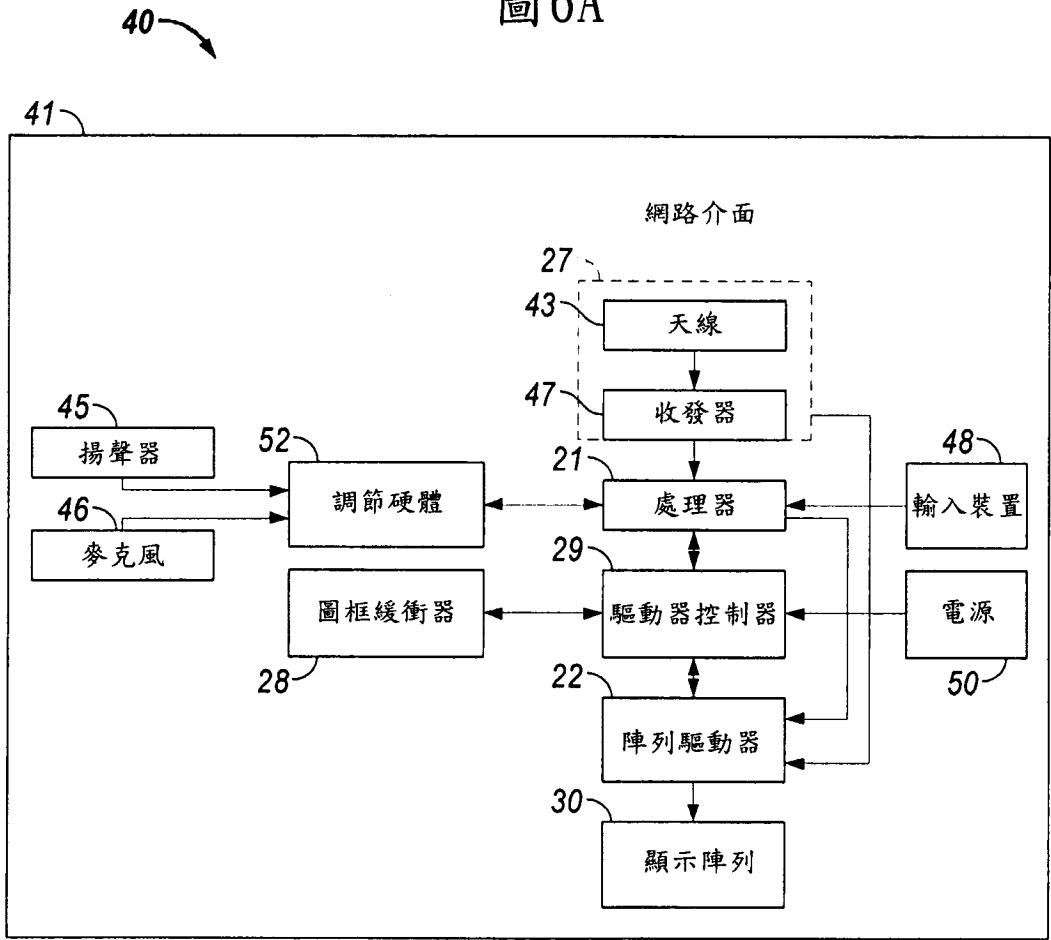


圖 6B

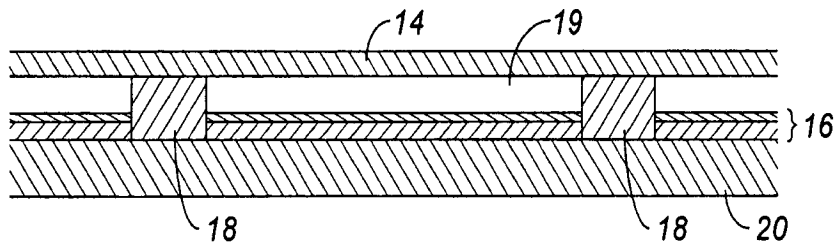


圖 7A

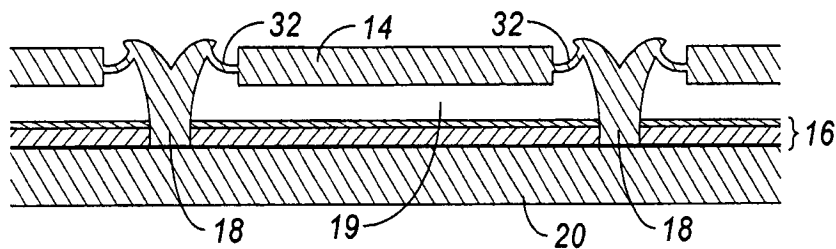


圖 7B

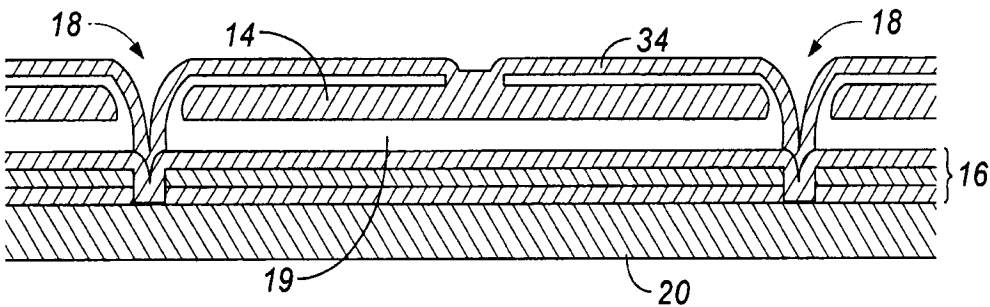


圖 7C

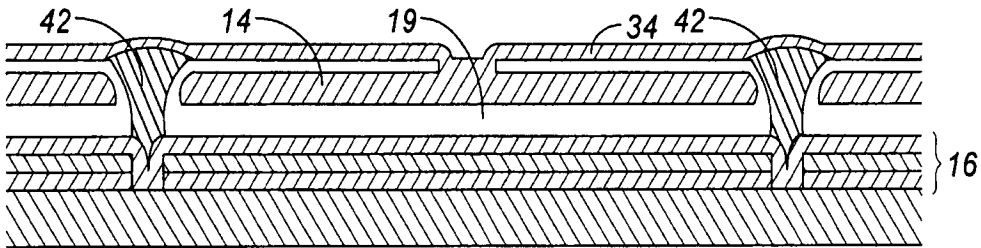


圖 7D

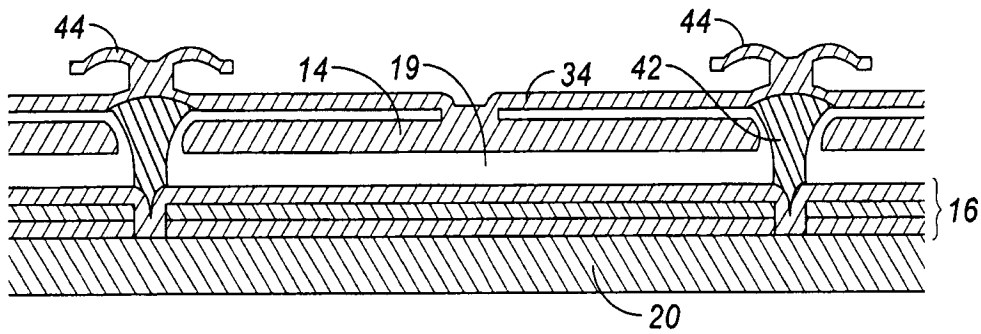


圖 7E

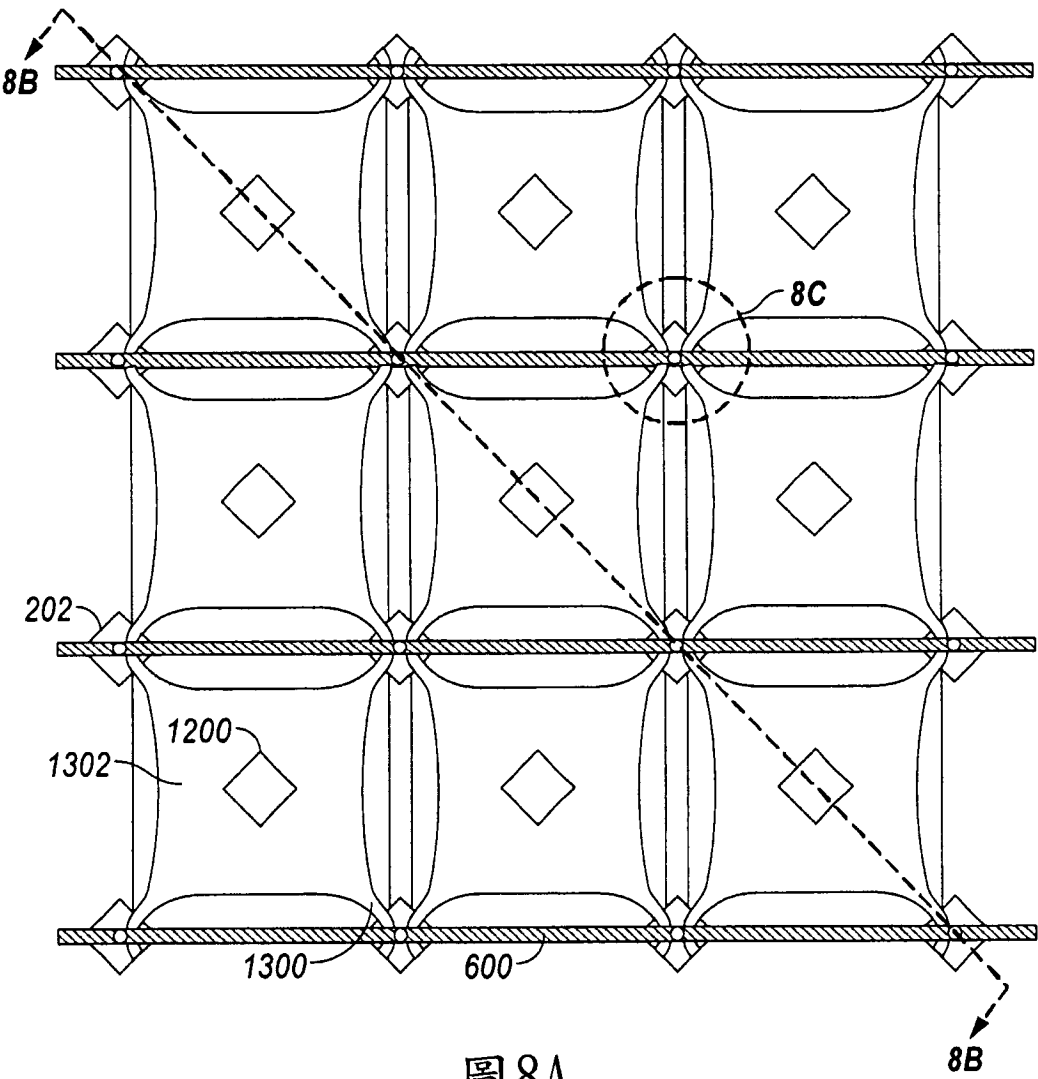


圖 8A

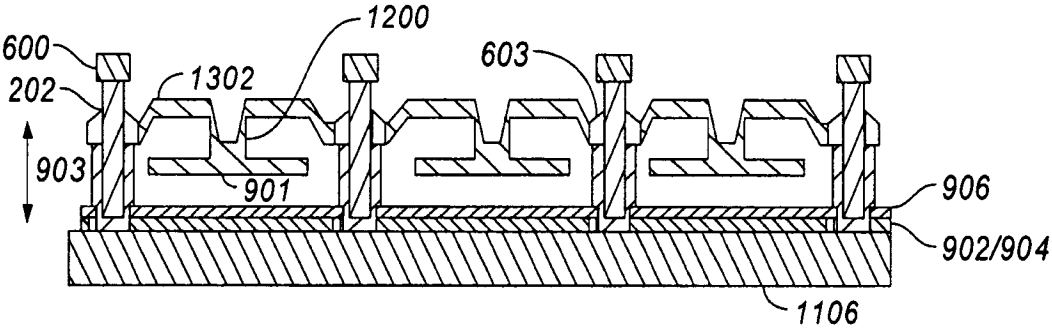


圖 8B

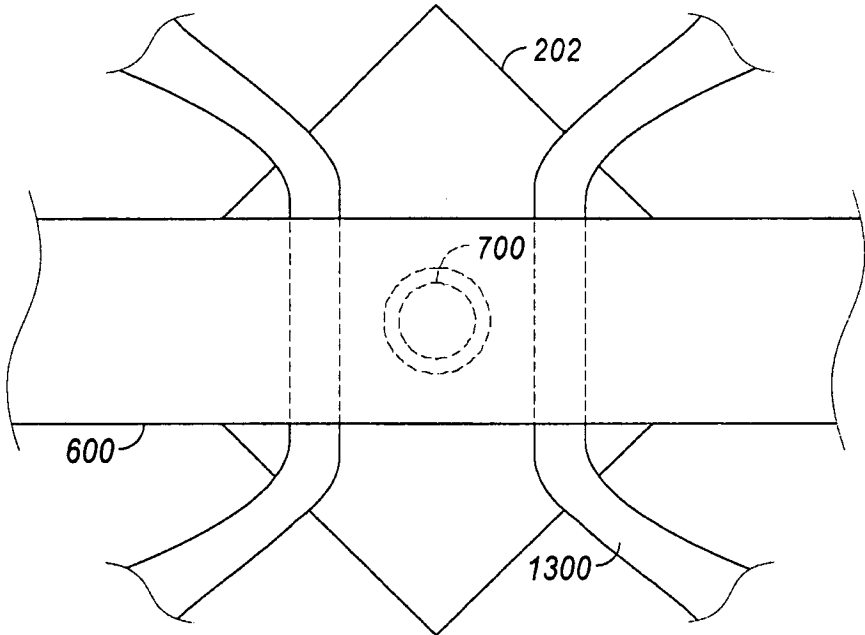


圖 8C

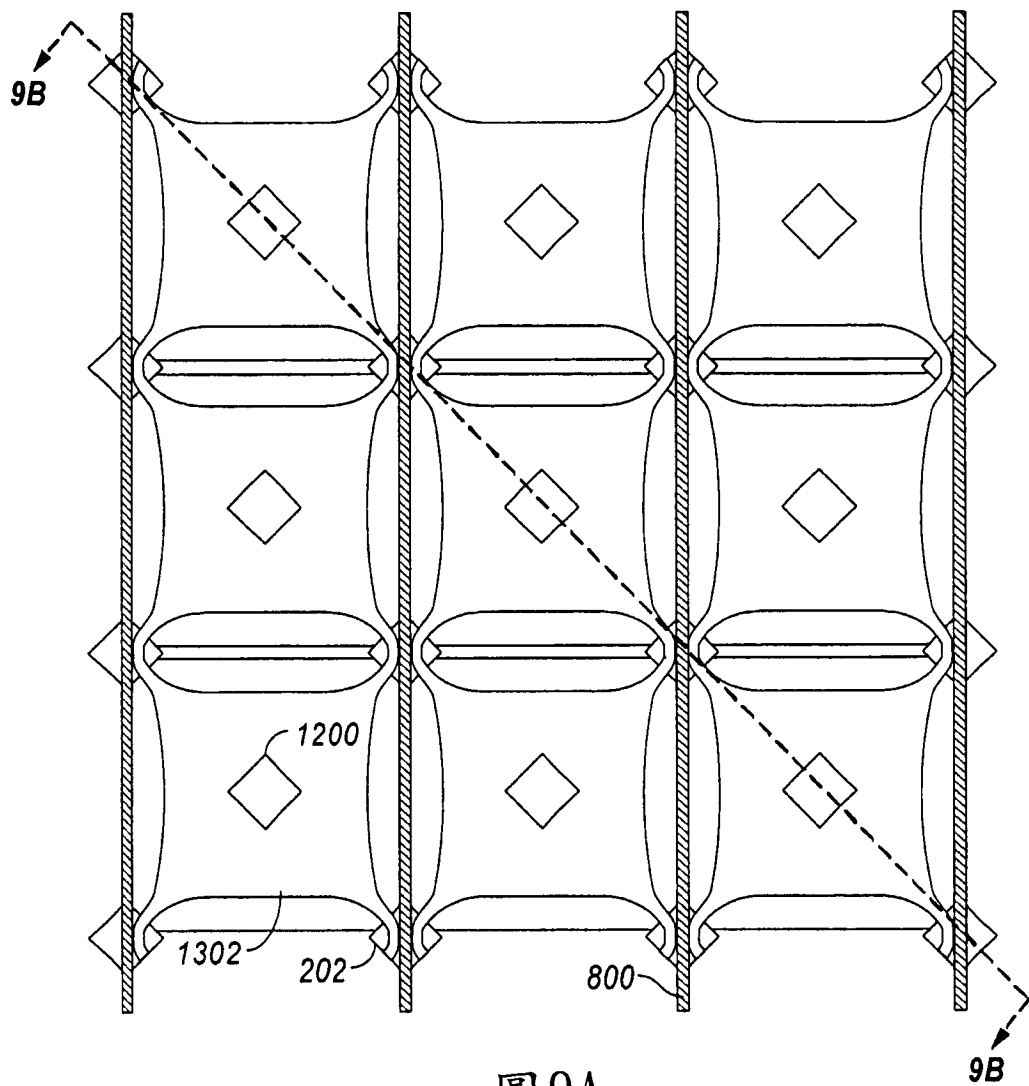


圖 9A

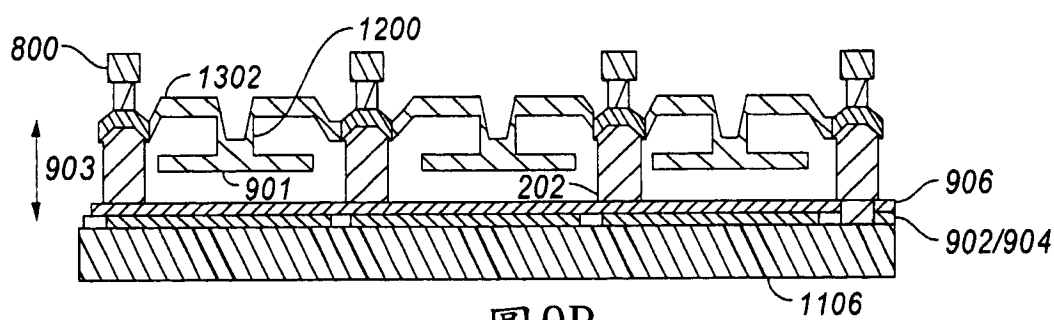
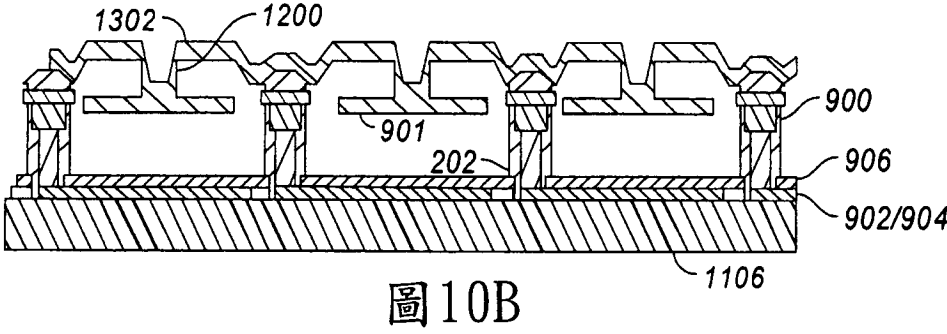
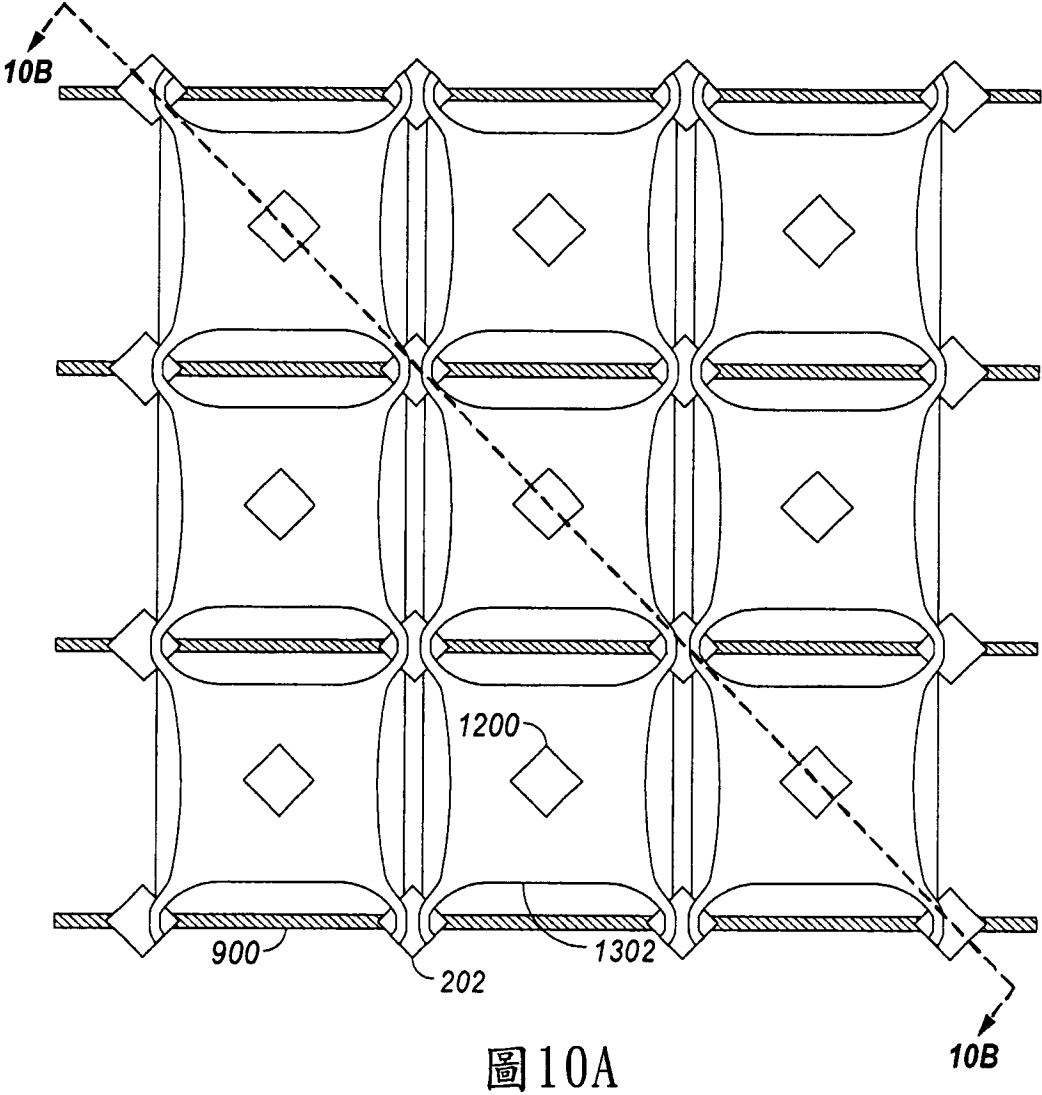


圖 9B



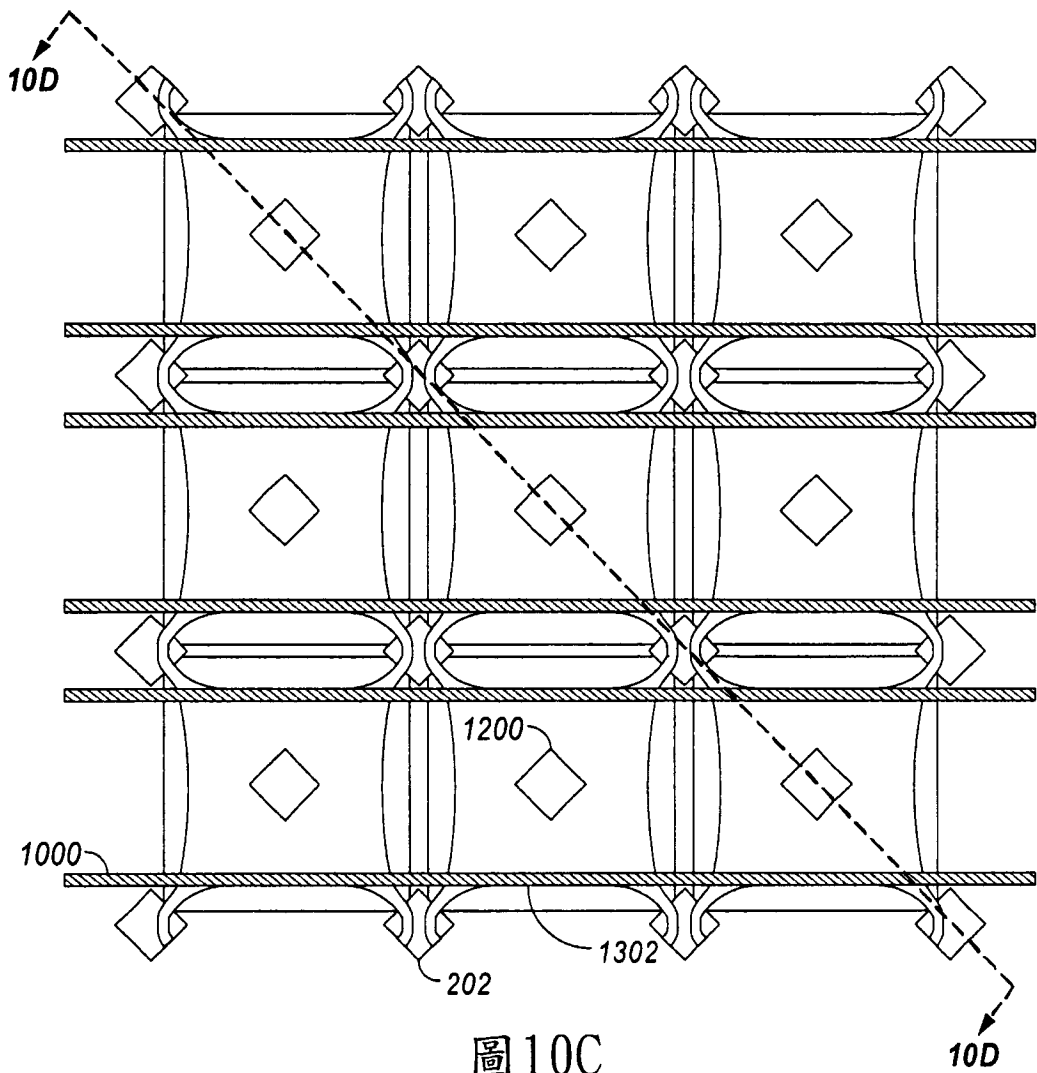


圖 10C

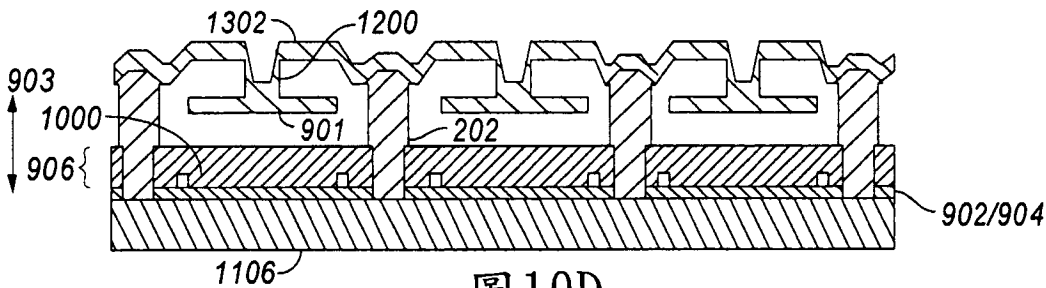


圖 10D

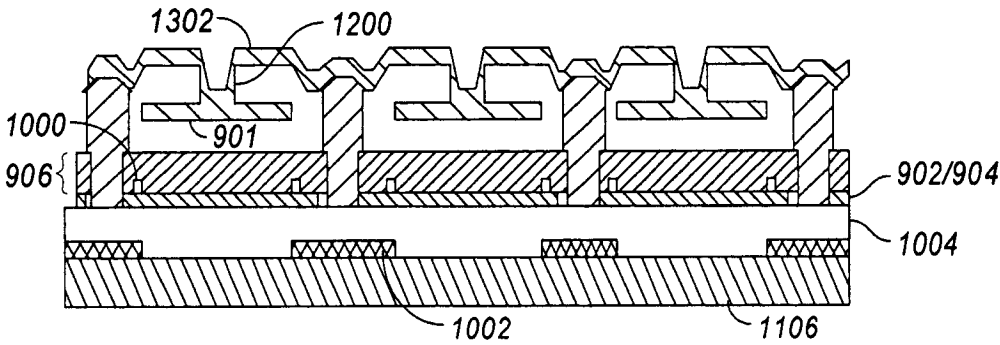


圖 10E

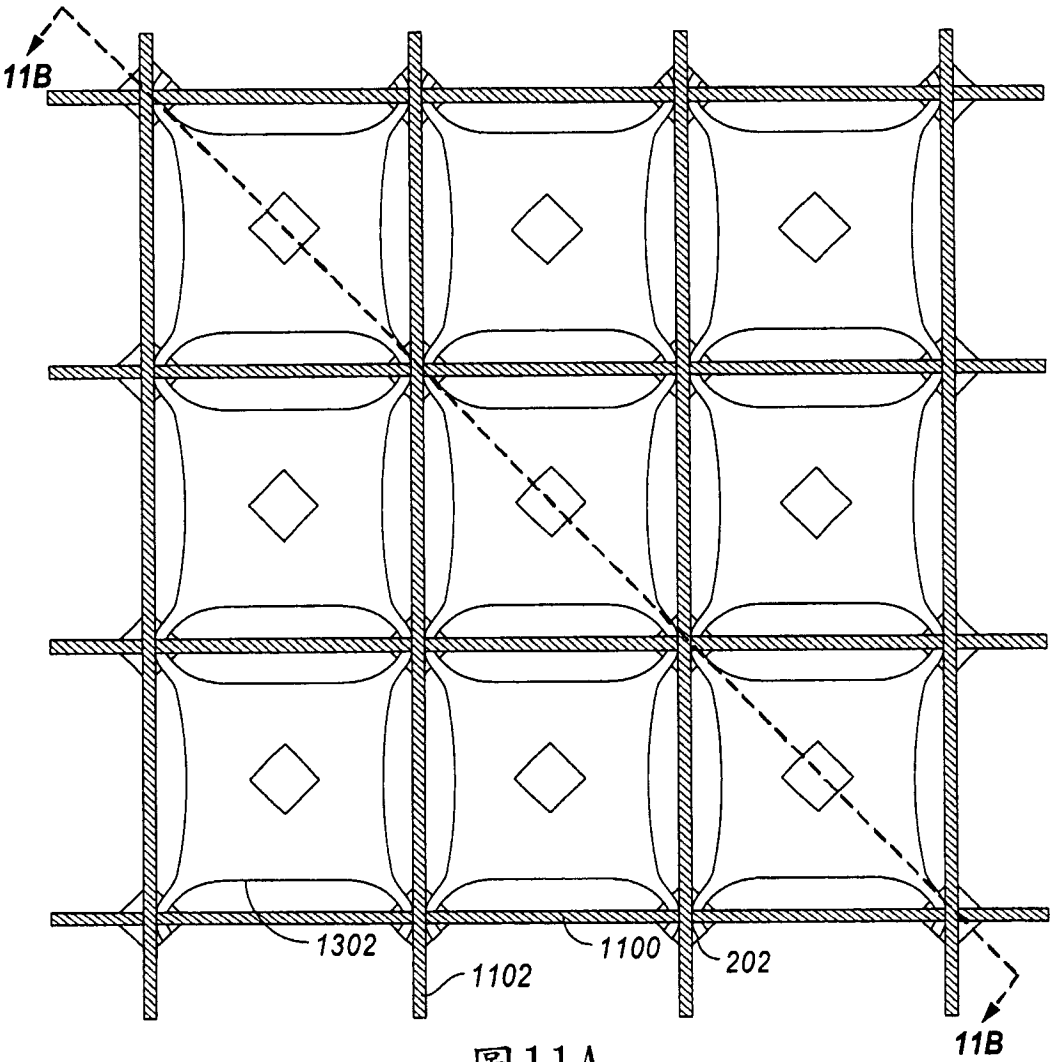


圖 11A

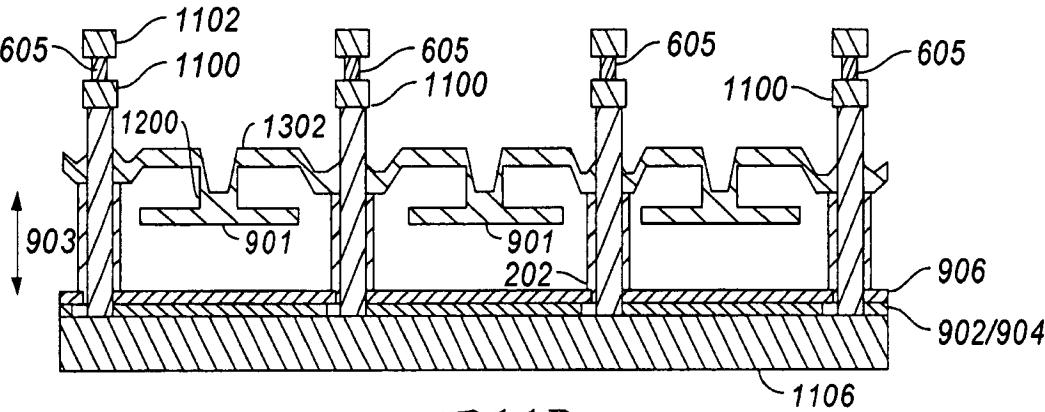


圖 11B

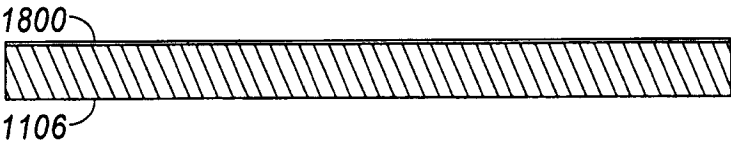


圖 12A

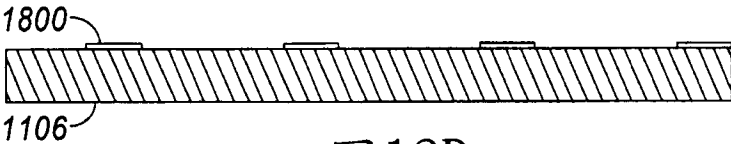


圖 12B

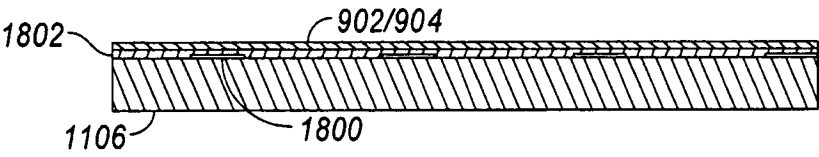


圖 12C

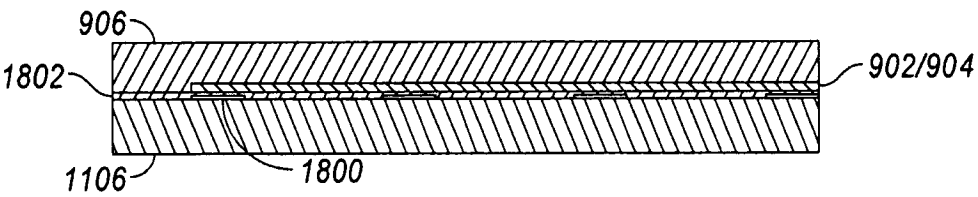


圖 12D

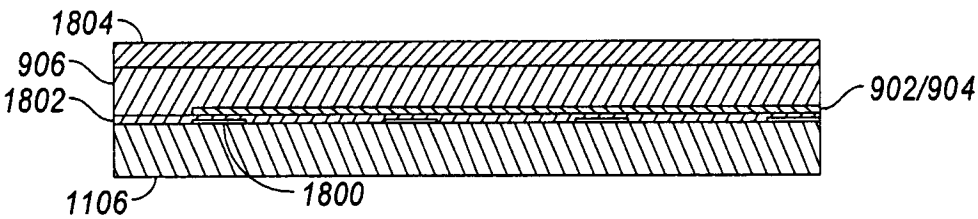


圖 12E

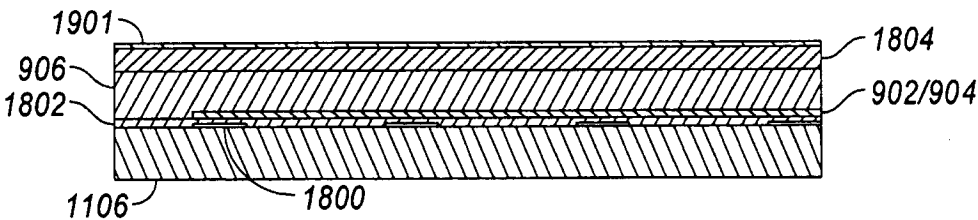


圖 12F

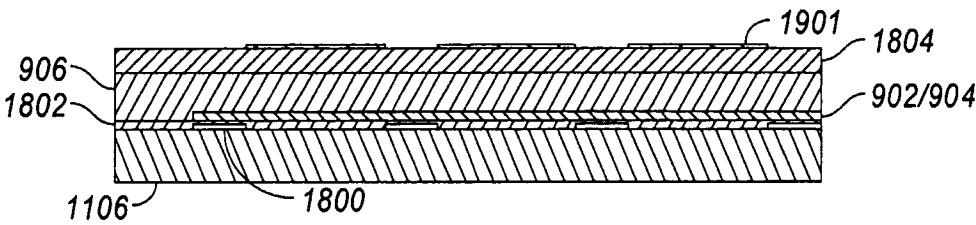


圖 12G

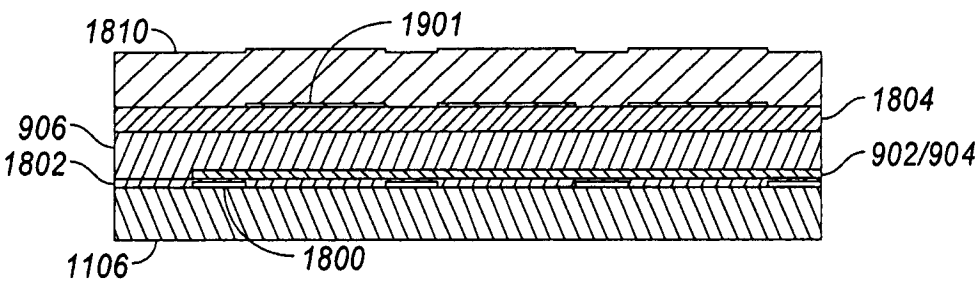


圖 12H

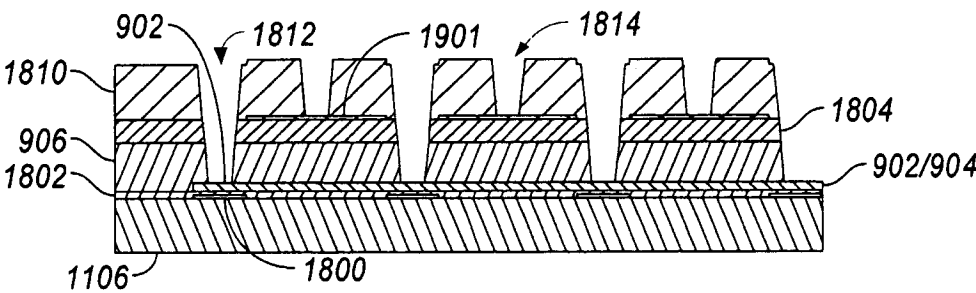


圖 12I

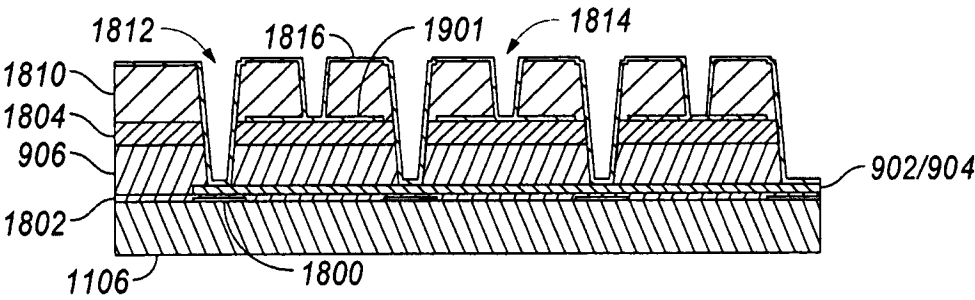


圖 12J

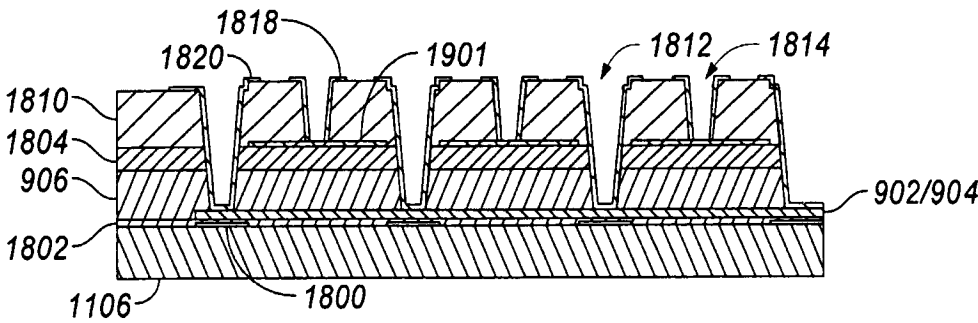


圖 12K

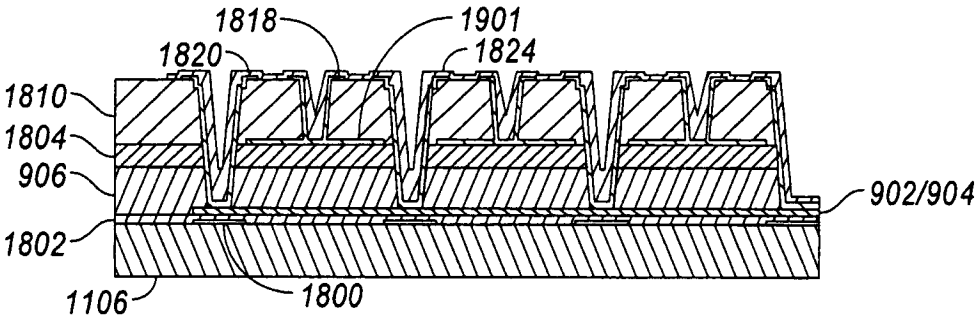


圖 12L

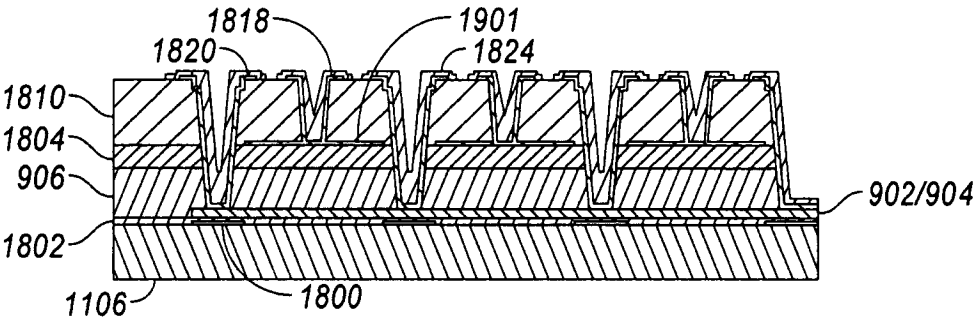


圖 12M

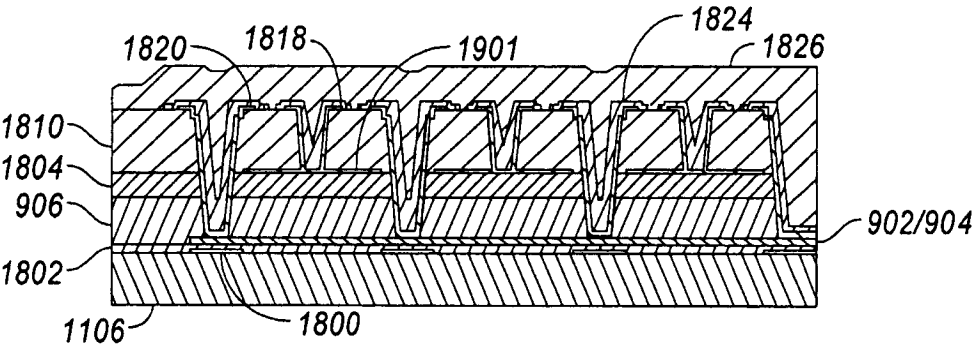


圖 12N

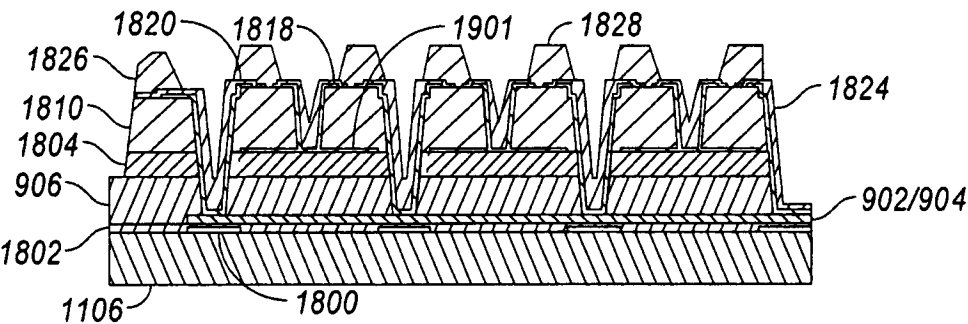


圖12O

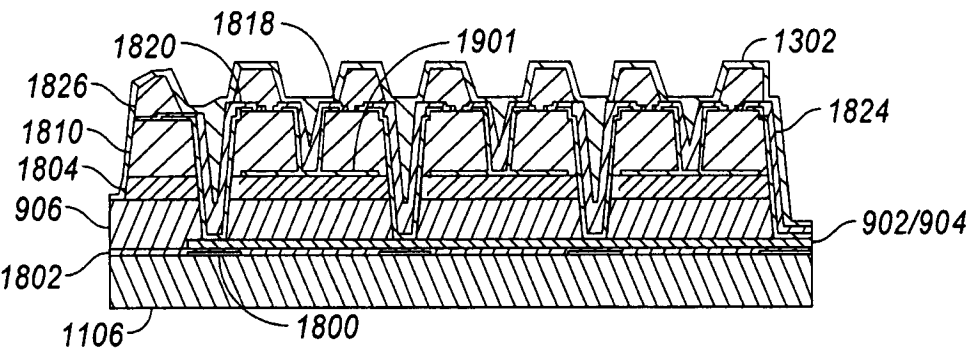


圖12P

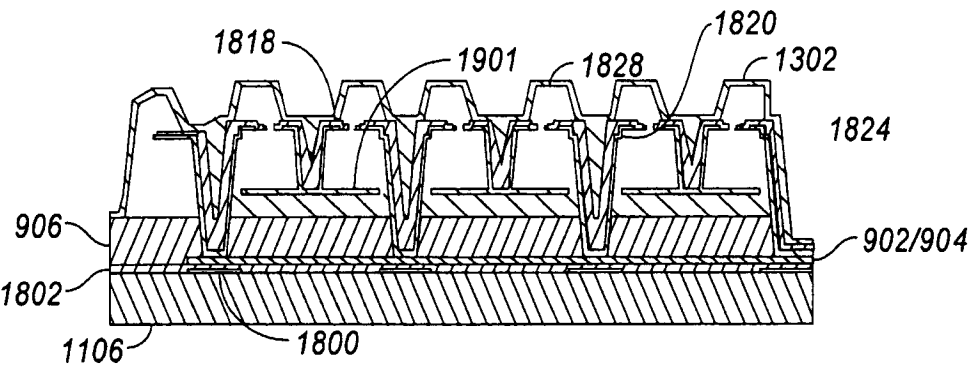


圖12Q

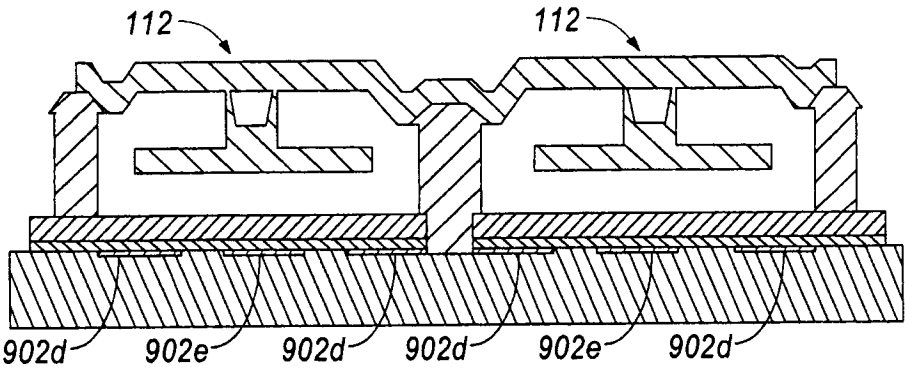


圖 19

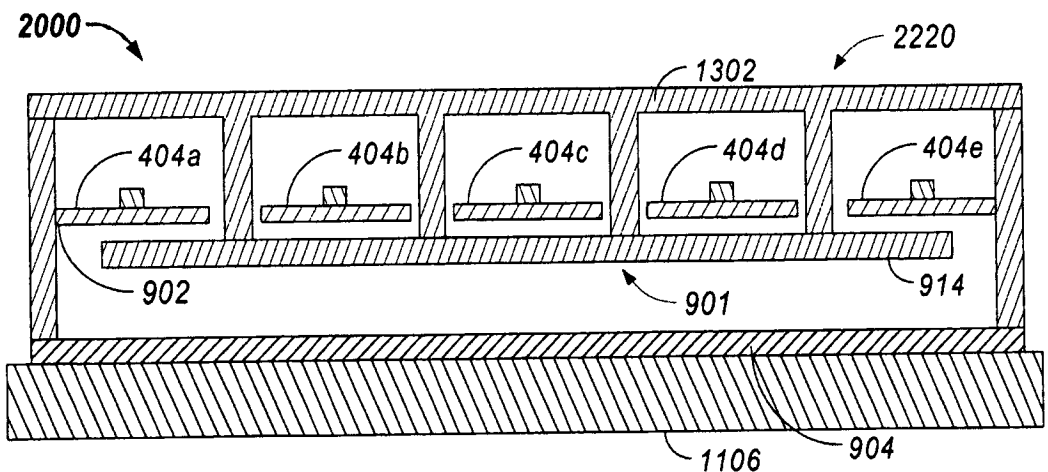


圖 20

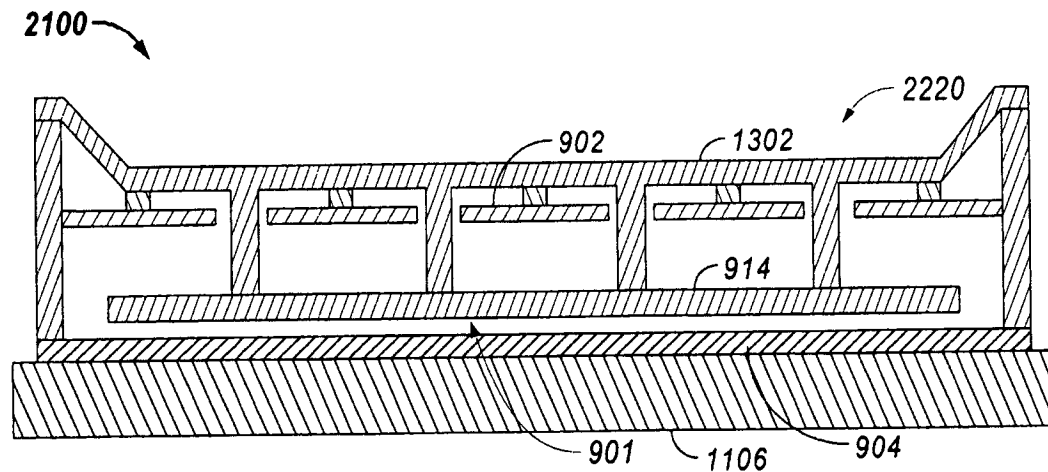


圖 21

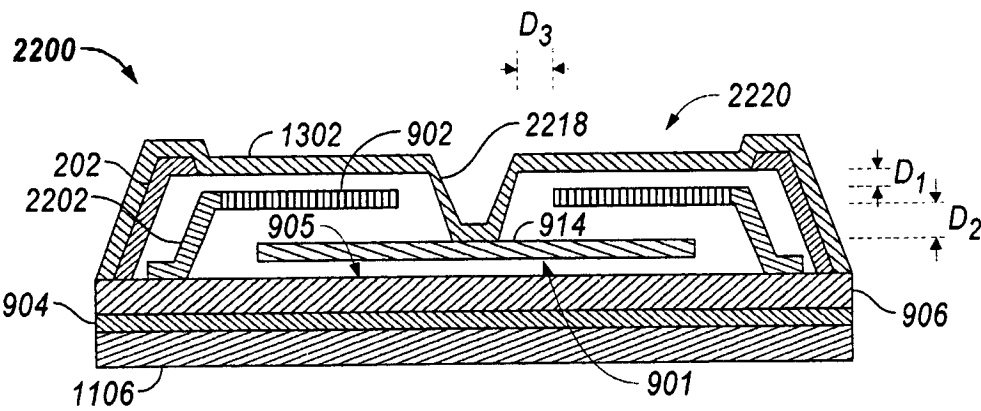


圖 22A

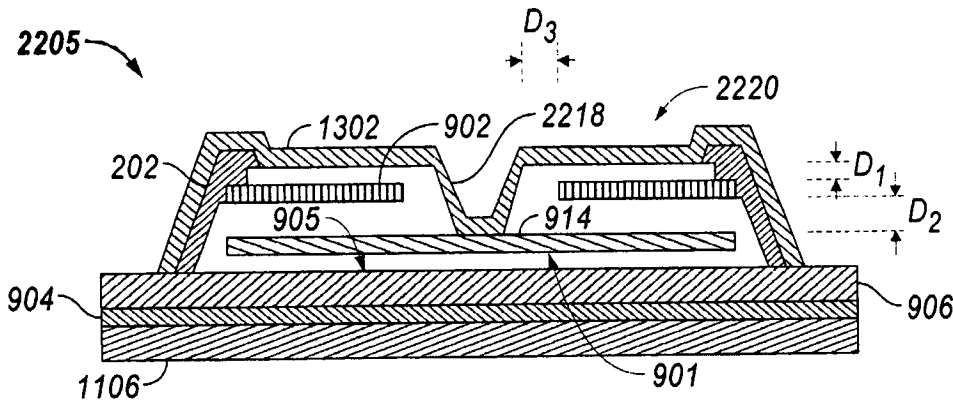


圖 22B

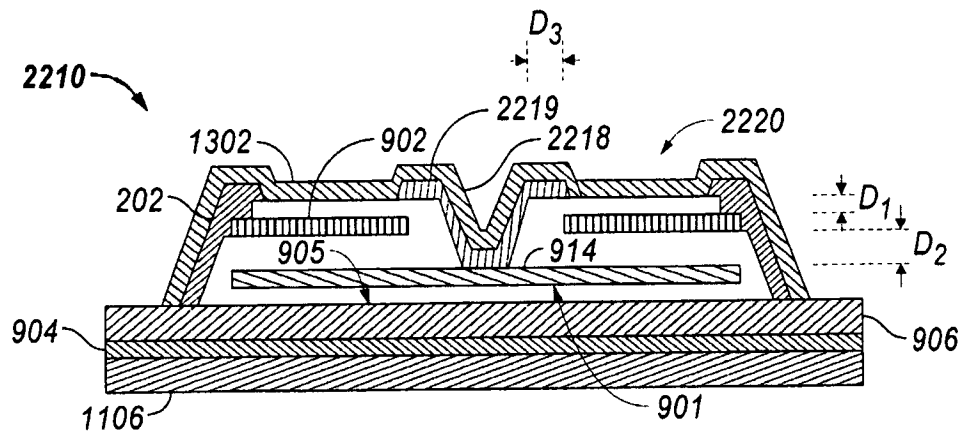


圖 22C

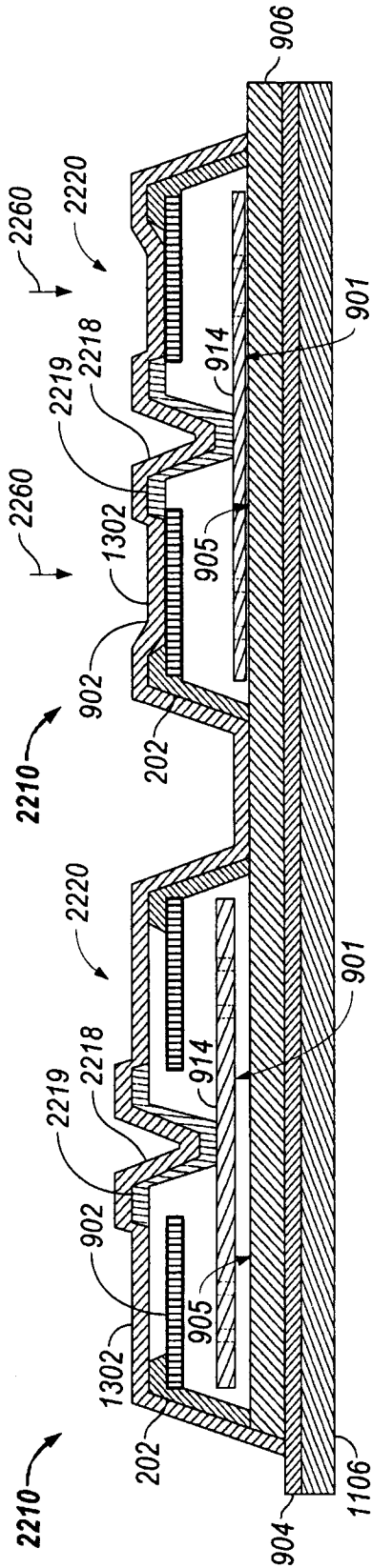


圖 22D

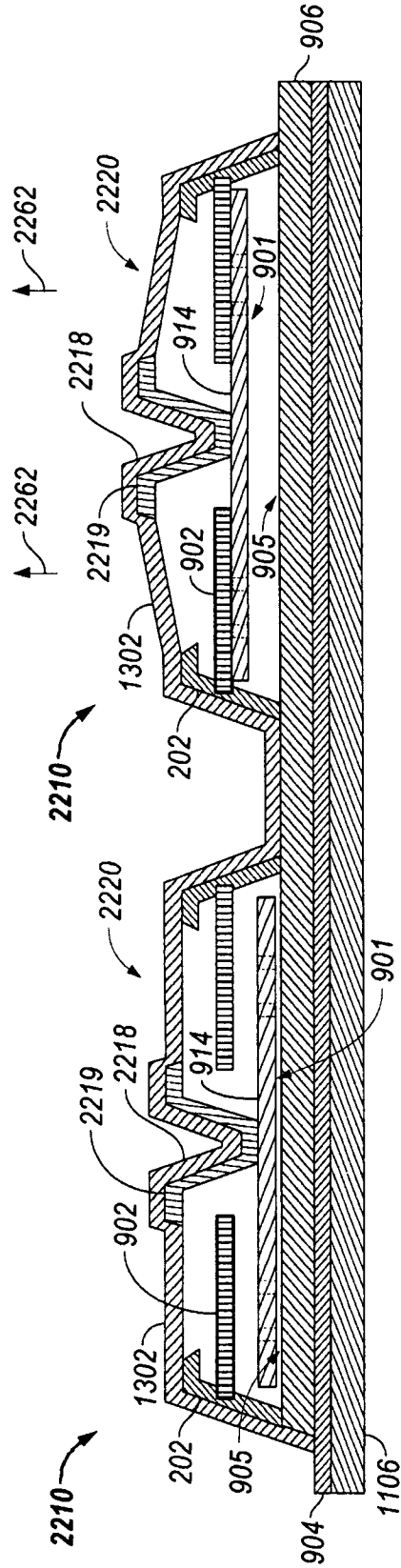


圖 22E

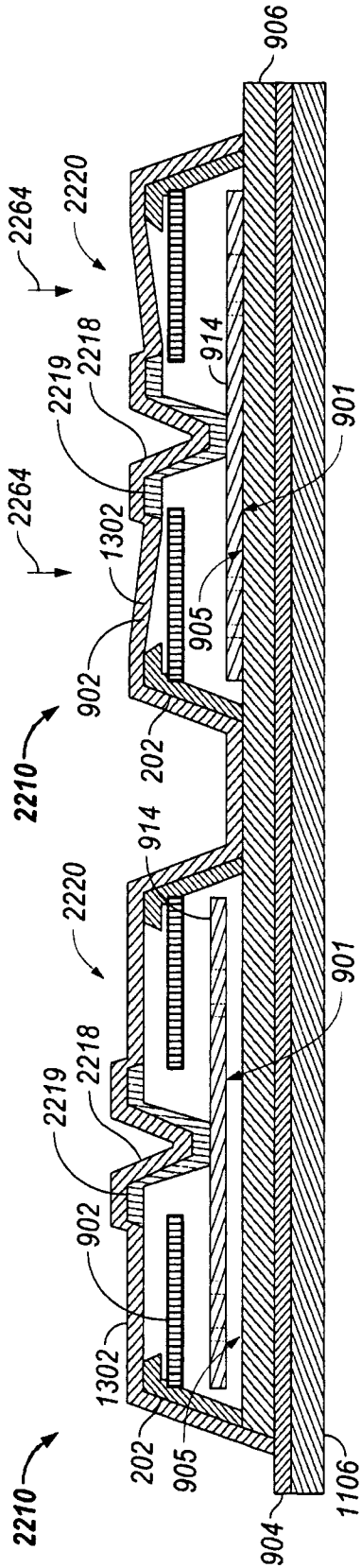


圖22F

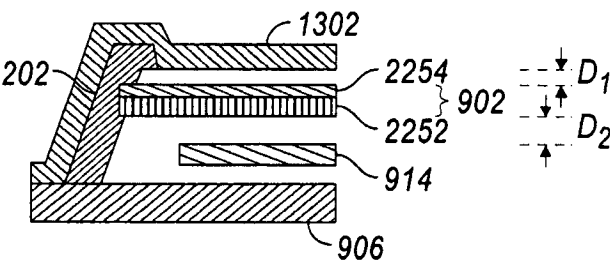


圖 23A

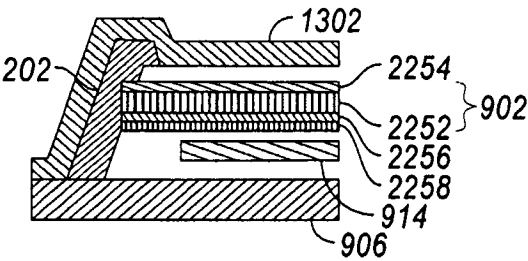


圖 23B

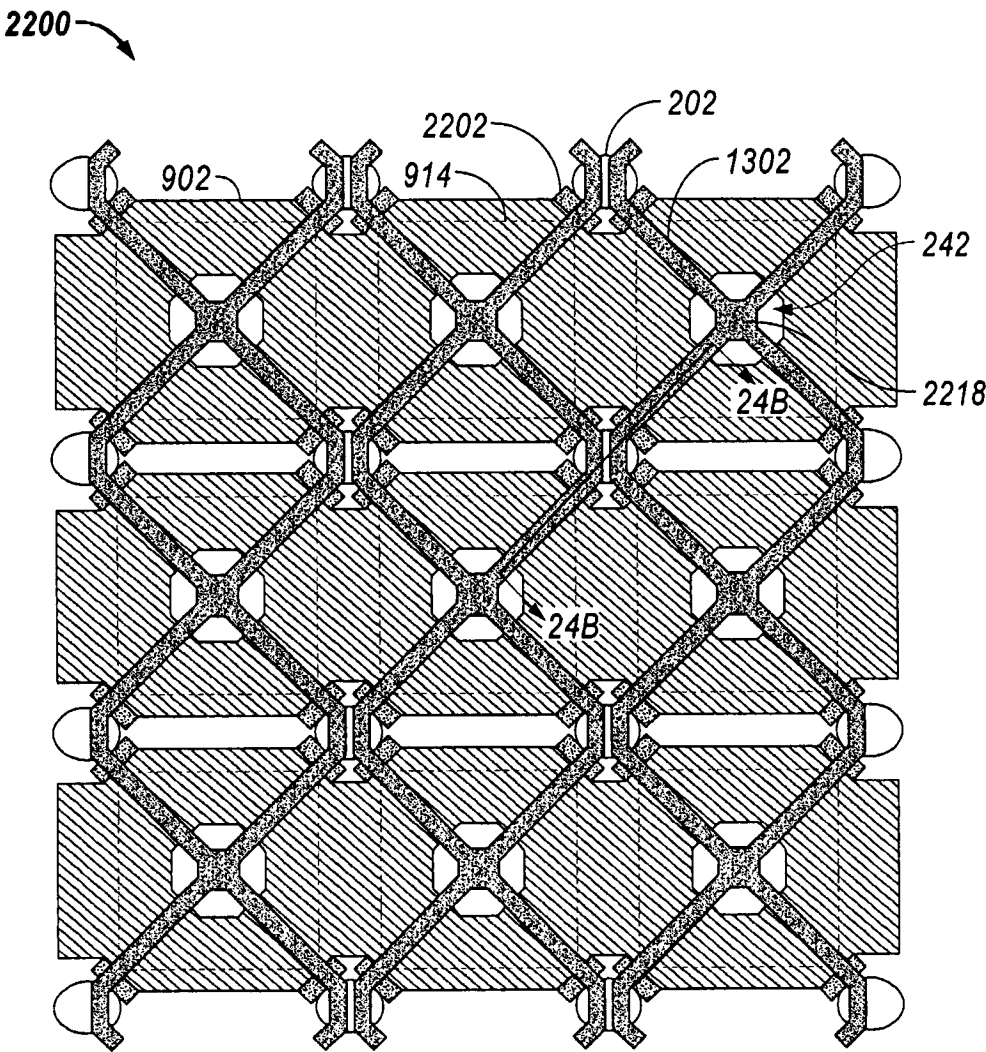


圖24A

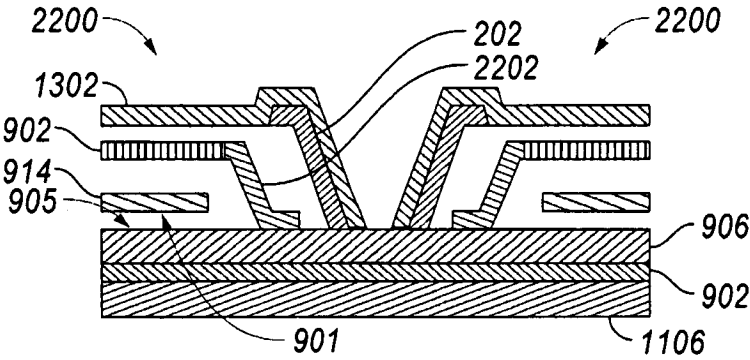


圖24B

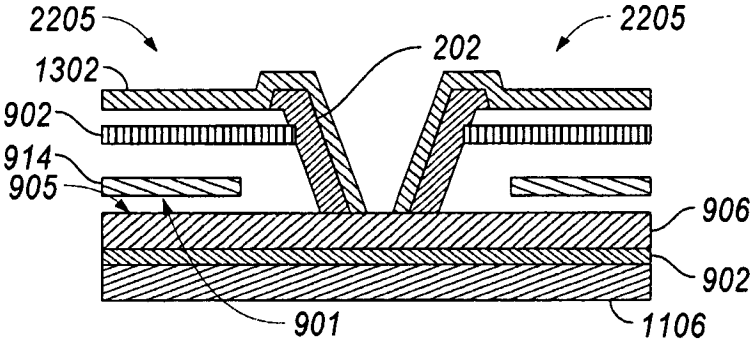


圖24C

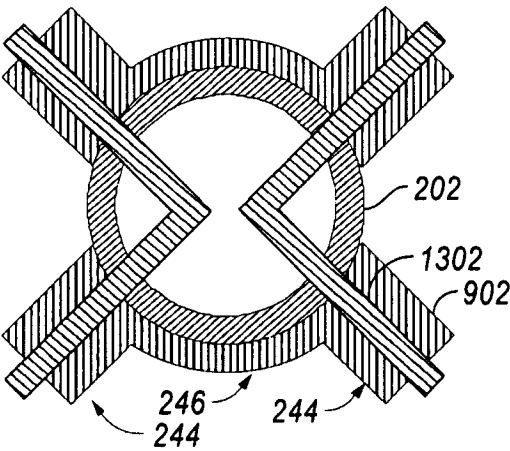


圖 24D

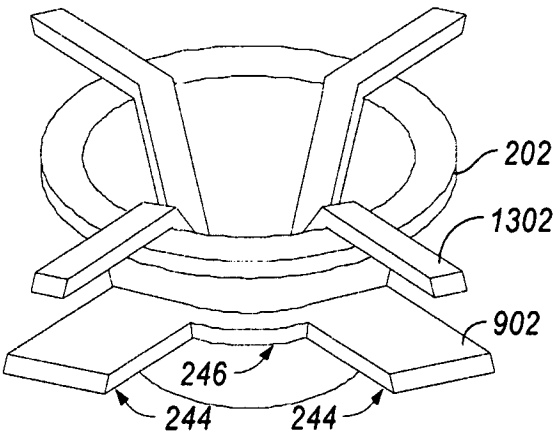


圖 24E

2400

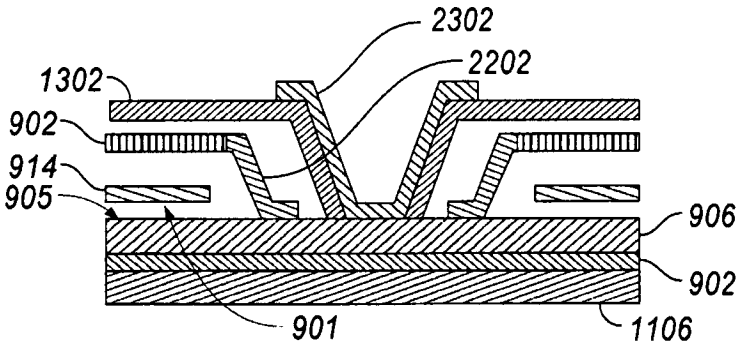


圖 24F

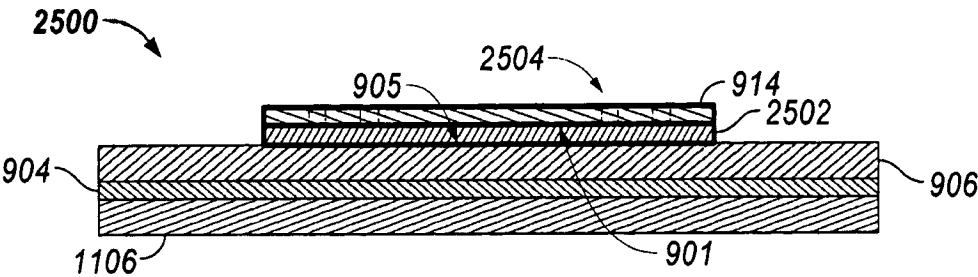


圖 25A

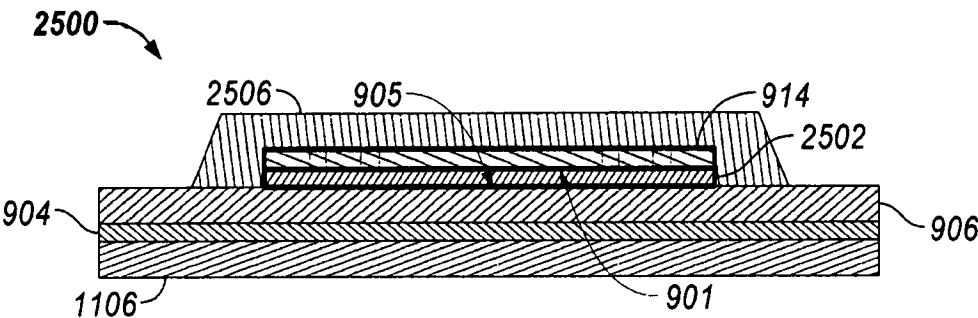


圖 25B

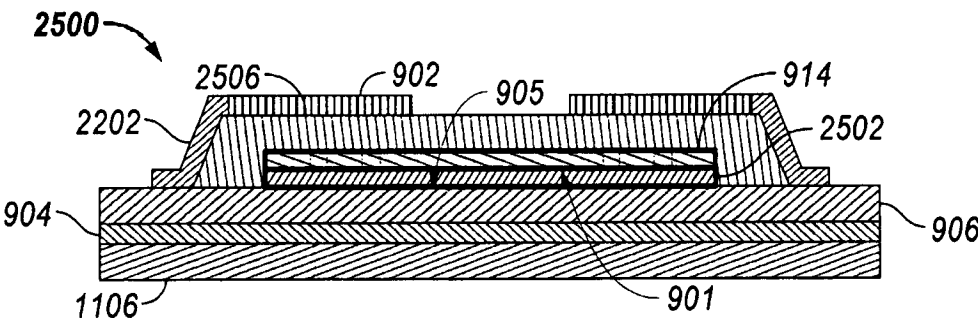


圖 25C

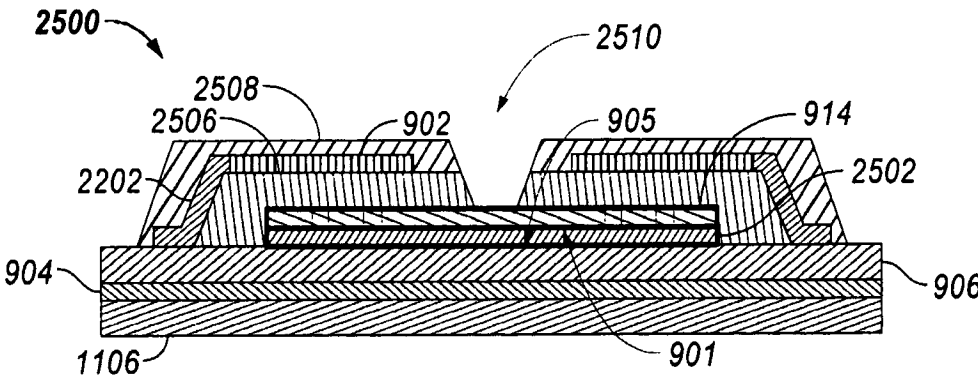


圖 25D

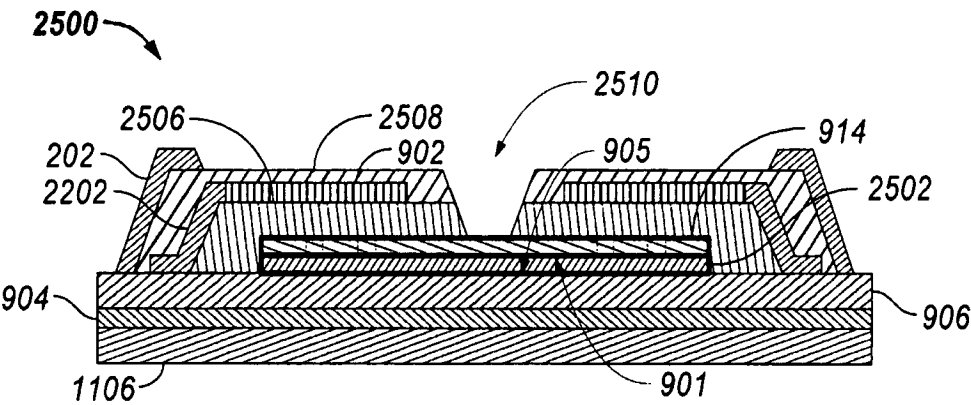


圖 25E

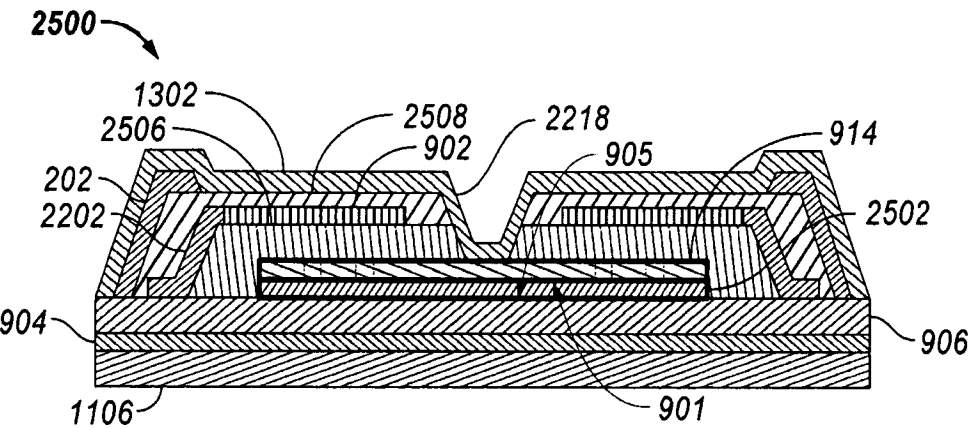


圖 25F

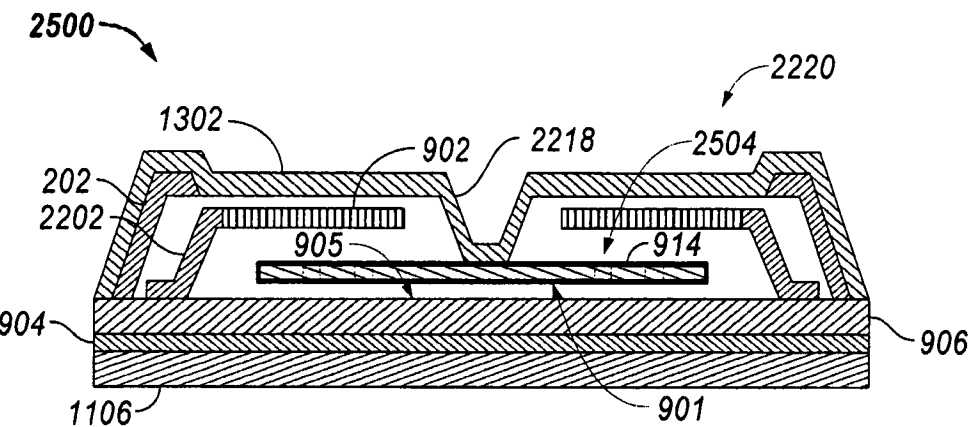


圖 25G

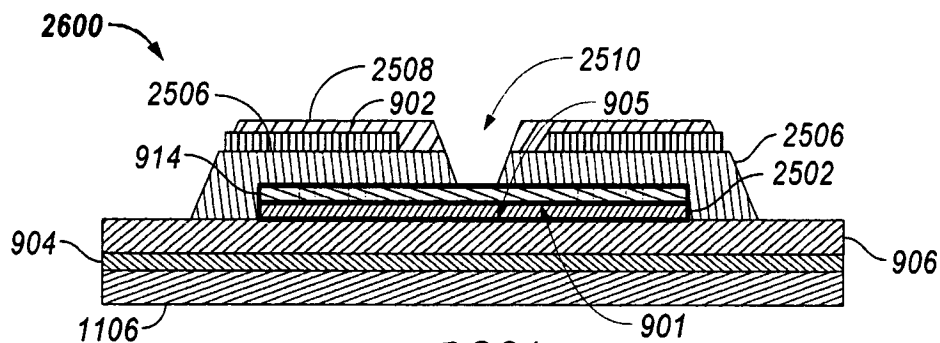


圖 26A

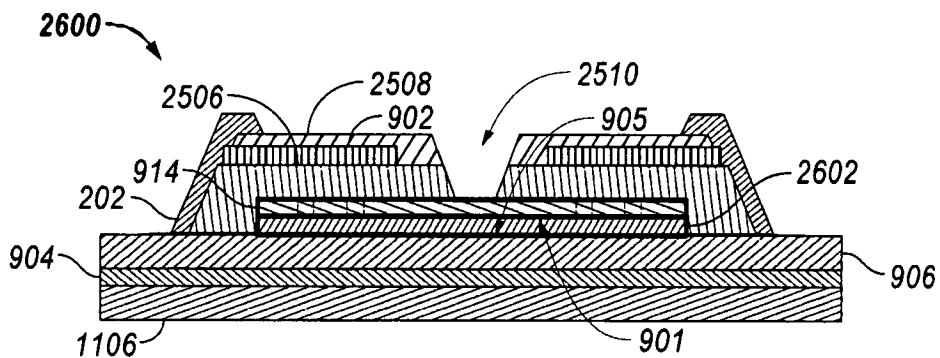


圖 26B

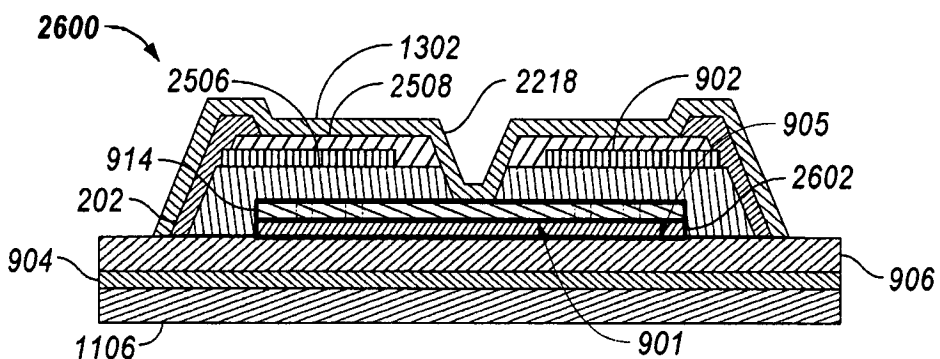


圖 26C

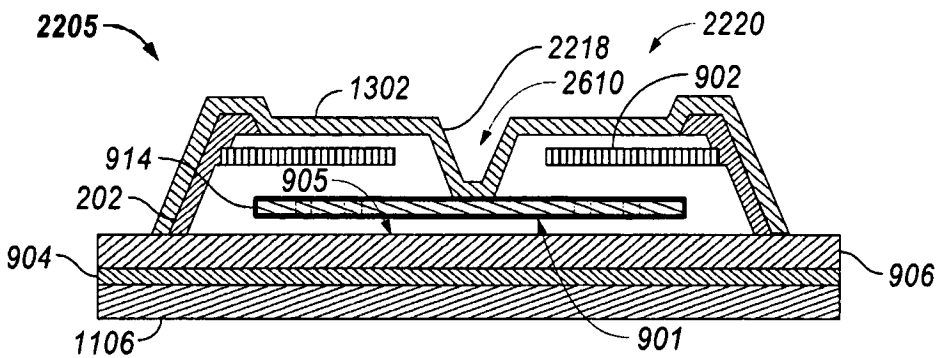


圖 26D

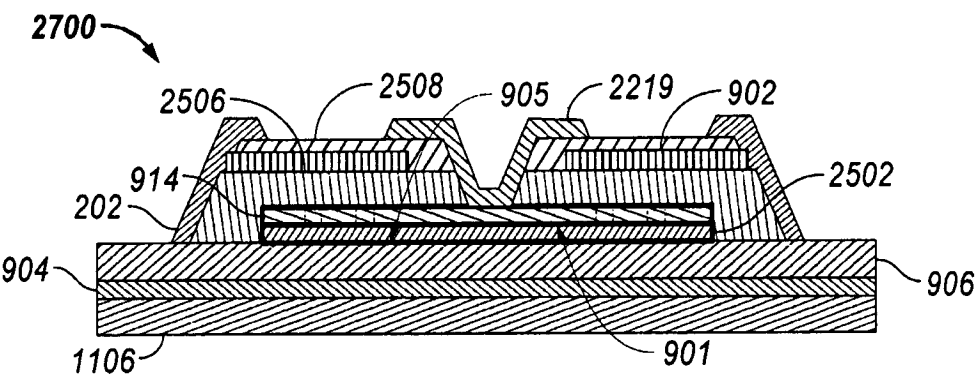


圖 27A

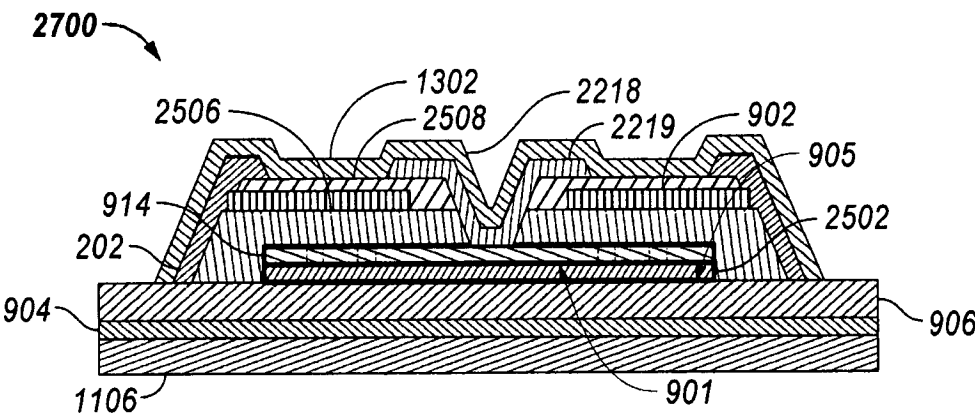


圖 27B

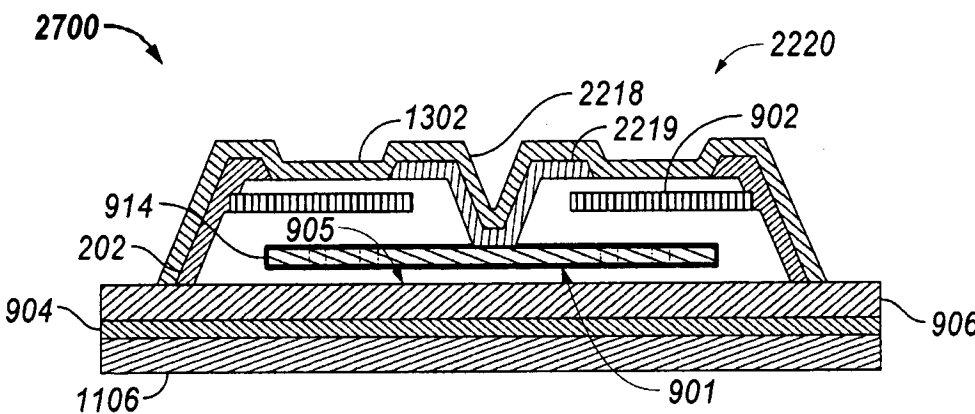


圖 27C

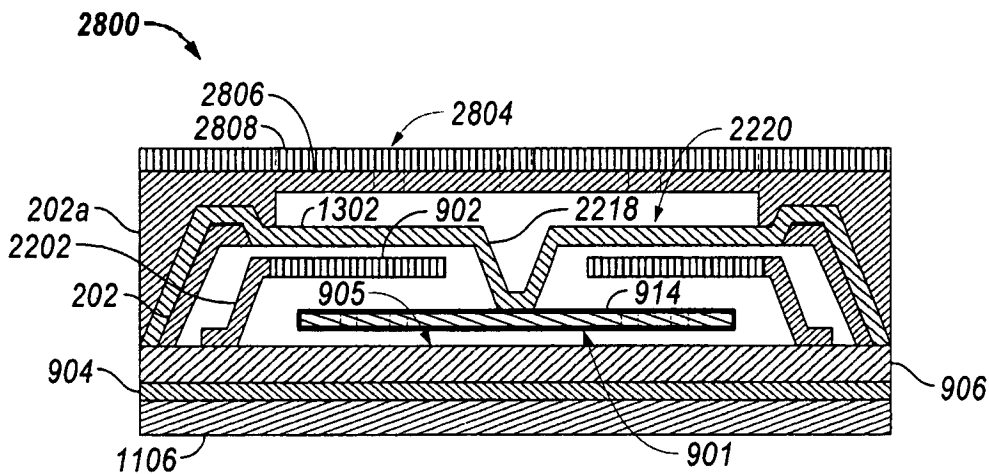


圖 28A

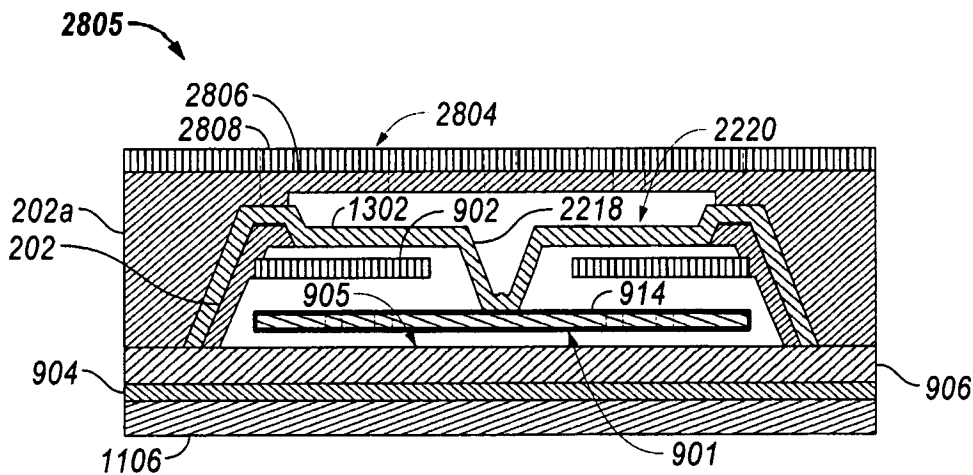


圖 28B

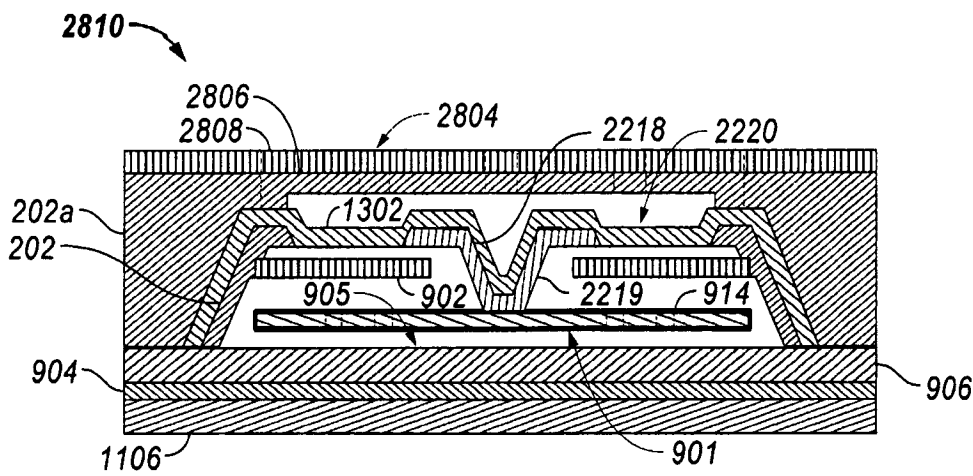


圖 28C

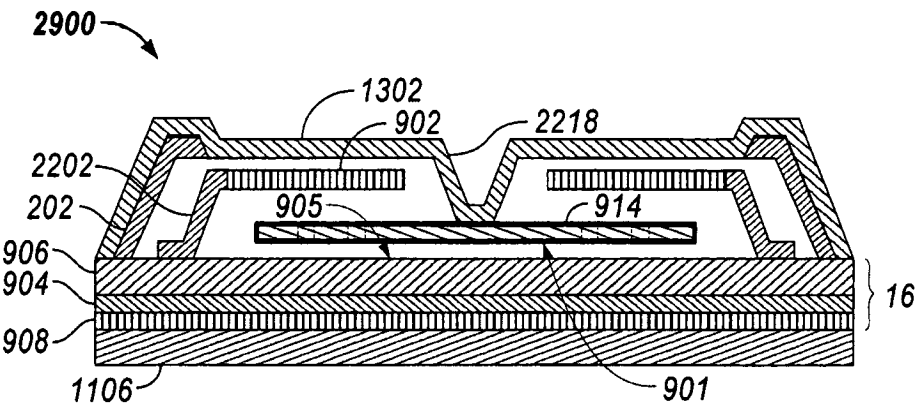


圖 29A

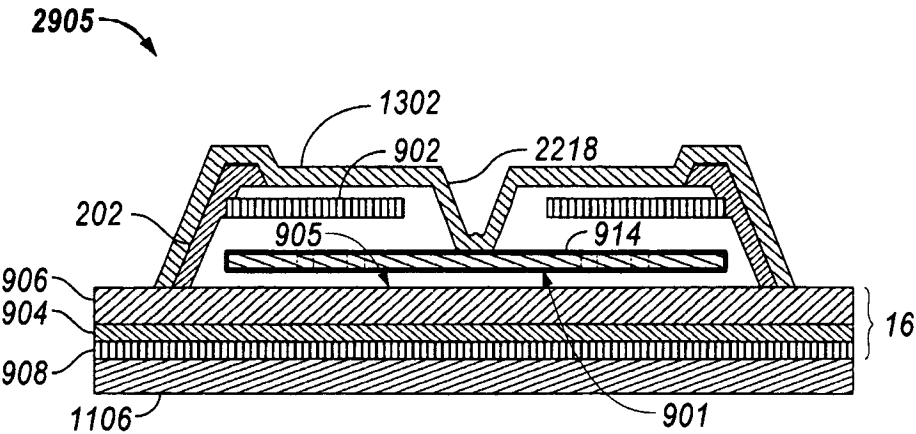


圖 29B

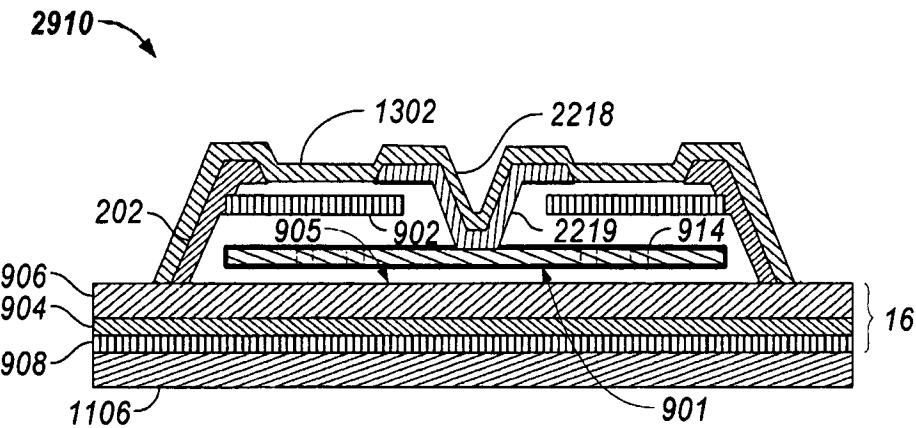


圖 29C

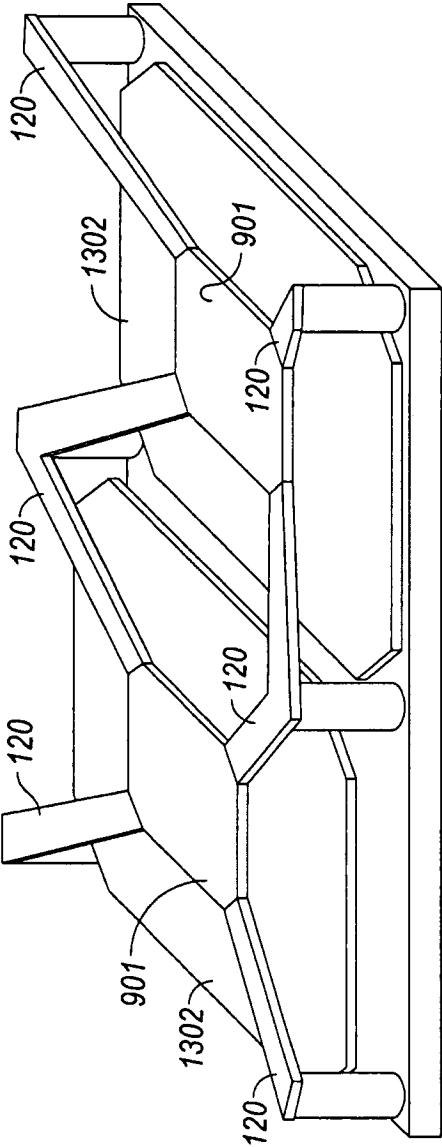


圖30

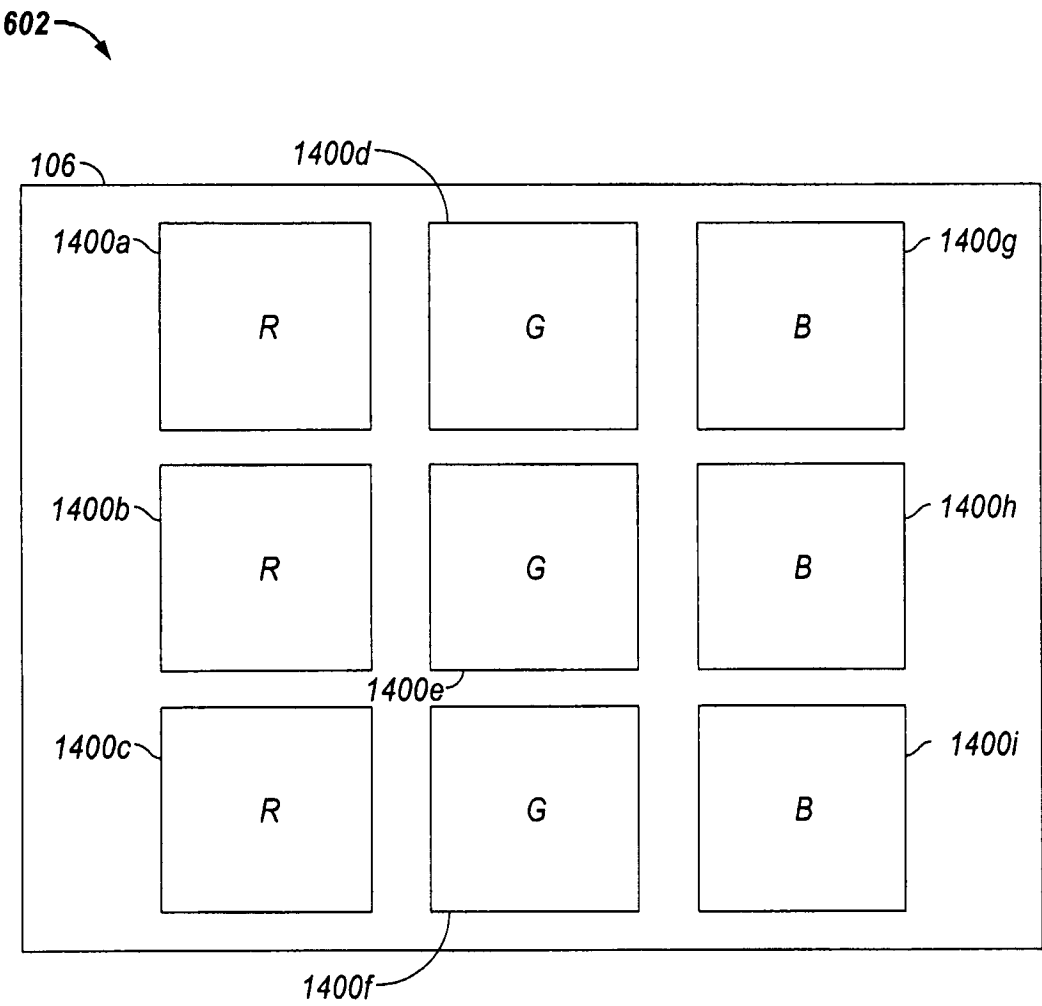


圖 31

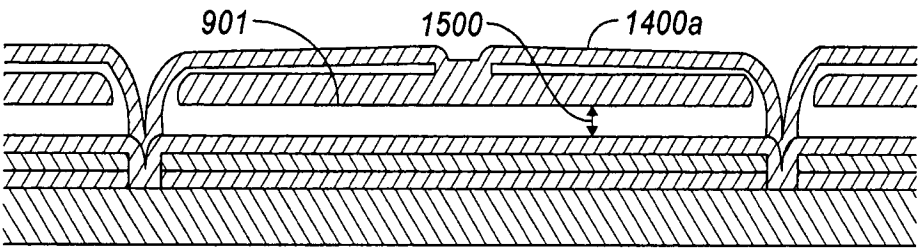


圖 32

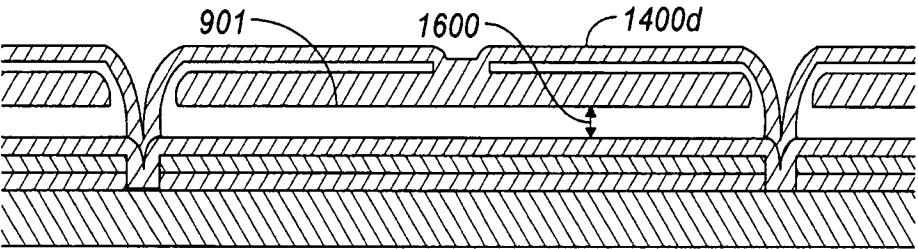


圖 33

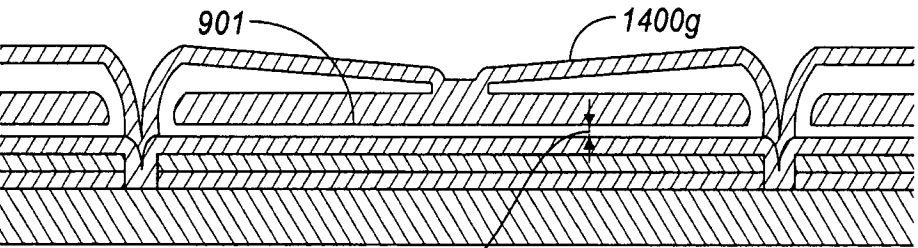


圖 34

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(20)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

404a	電作用區
404b	電作用區
404c	電作用區
404d	電作用區
404e	電作用區
901	反射表面層/反射表面/第二反射表面
902	第一電極層/致動電極
904	金屬層/第一反射層
914	反射元件
1106	基板
1302	層/第二電極層/可變形層
2000	MEMS裝置
2220	可移動元件

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)