

三、發明人：(共 2 人)

姓 名：(中文/英文)

1. 威廉 J 卡密司

CUMMINGS, WILLIAM J.

2. 布萊恩 J 蓋利

GALLY, BRIAN J.

國 籍：(中文/英文)

1. 美國 U.S.A.

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；2004年09月27日；60/613,537

2. 美國；2005年08月05日；11/198,888

☐ 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、致動器及電子元件。可使用沈積、蝕刻及或其它微機械製程來製造微機械元件，該等製程蝕刻掉基板及/或經沈積之材料層之部分或添加層以形成電氣及機電裝置。一種類型之MEMS裝置被稱為干涉調變器。如本文所用，術語干涉調變器或干涉光調變器係指使用光學干涉之原理而選擇性地吸收及/或反射光的裝置。在一些實施例中，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之整體或部分可為透明及/或反射性的，且可經由施加適當之電訊號而相對移動。在特定實施例中，一板可包含沈積於基板上之一靜態層且另一板可包含一藉由空氣隙而與該靜態層分離之金屬膜。如本文更詳細之描述，一板相對於另一板之位置可改變入射於干涉調變器上之光的光學干涉。該等裝置具有廣泛應用，且利用及/或修改此等類型裝置之特性，使得在改良現有產品及創造未經開發之新產品的過程中可採用其特徵，此在此項技術中係有利的。

在製造MEMS裝置期間會出現誤差。偵測誤差及誤差之來源可在品質控制及MEMS裝置之最優化方面出現問題。因此，需要用於監控製造過程及其結果的結構及方法。

【發明內容】

本文所揭示之一實施例包括一種獲得與用於製造微機電系統(MEMS)之製造過程相關之資訊的方法，該方法包括：經由一系列沈積及圖案化步驟於一基板之第一側上形成至少一MEMS結構；同時利用該系列之沈積及圖案化步驟於該基板之該第一側上形成至少一測試單元，其中該測試單元與該MEMS結構相比具有至少一結構性差異；及自與該第一側相對之基板之第二側偵測自該測試單元反射的光，藉此所偵測之光提供在沈積及圖案化步驟期間所沈積或移除之至少一材料的特徵。

本文所揭示之另一實施例包括一種監控干涉調變器製造過程的方法，其中該製造過程包含一系列沈積及圖案化步驟，該方法包括：使用該系列之沈積及圖案化步驟來形成一測試單元，其中該測試單元與由製造過程形成之干涉調變器相比具有至少一結構性差異；及偵測來自該測試單元之光學反射率。

本文所揭示之另一實施例包括一用於監控干涉調變器製造過程之測試單元，其中該干涉調變器經調適以用於顯示器中，該測試單元係藉由包含與用於製造經調適以用於顯示器中之干涉調變器之步驟相同之至少一步驟之製程而製造。

本文所揭示之另一實施例包括一種晶圓，其包含：一或多個干涉調變器，其經調適以用於顯示器中；及一或多個測試單元，其經調適以反射入射光且藉此提供與用於製造該或該等干涉調變器之製程相關的資訊。

本文所揭示之另一實施例包括一種晶圓，其包含：複數個第一構件，其用於反射光而用於顯示器中；及第二構件，其用於反射入射光並監控用於製造該等第一構件之製程。

本文所揭示之另一實施例包括一種製造一用於一顯示器中之第一晶圓的方法，該方法包括：於一第二晶圓上形成複數個干涉調變器及至少一測試單元；及切除該第二晶圓以移除該測試單元並藉此產生該第一晶圓。

本文所揭示之另一實施例包括一種將干涉調變器之陣列識別為適用於一顯示器中的方法，其中該等干涉調變器係由包含一系列沈積及圖案化步驟之製程而製造，該方法包括：使用該系列之沈積及圖案化步驟中之至少一些步驟來形成至少一測試單元；及偵測該測試單元之至少一特徵。

本文所揭示之另一實施例包括一種在製造微機電系統(MEMS)期間監控第一材料之蝕刻範圍的方法，該第一材料安置於兩個其它材料層之間及鄰近處，該方法包括：製造一測試單元，其包含兩個其它材料層及置於該等兩層之間及鄰近處的第一材料，其中該等兩層中之一者包含一孔；將該孔曝露於一蝕刻劑；及以光學方式偵測自該孔之中心至蝕刻劑已蝕刻掉第一材料處的距離，藉此該距離指示該第一材料之蝕刻範圍。

本文所揭示之另一實施例包括一種晶圓，其包含：複數個結構，該複數個結構包含一犧牲層及位於該犧牲層之上方及鄰近處之至少一層，其中該等結構經由移除該犧牲層

而變為干涉調變器，其中位於該犧牲層之上方及鄰近處之至少一層包含複數個孔，一蝕刻劑可穿過該複數個孔到達該犧牲層；及一測試單元，其亦包含該犧牲層及位於該犧牲層之上方及鄰近處之至少一層，其中該測試單元中之位於該犧牲層之上方及鄰近處之該至少一層包含多個孔，其中該測試單元中之該等孔之間的距離大於該複數個結構中之該複數個孔之間的距離。

本文所揭示之另一實施例包括一種晶圓，其包含：複數個結構，該複數個結構包含一犧牲層及位於該犧牲層之上方及鄰近處之至少一層，其中該等結構經由移除該犧牲層而變為干涉調變器，其中位於該犧牲層之上方及鄰近處之至少一層包含複數個孔，一蝕刻劑可穿過該複數個孔到達該犧牲層；及一測試單元，其亦包含該犧牲層及位於該犧牲層之上方及鄰近處之至少一層，其中該測試單元中之位於該犧牲層之上方及鄰近處之該至少一層包含一單一孔。

本文所揭示之另一實施例包括一種製造一具有一微機電系統(MEMS)及一測試單元結構之晶圓的方法，該方法包括：形成複數個結構，其中形成該複數個結構包括一或多個材料沈積及移除步驟，其中該等結構包含一犧牲層及位於該犧牲層之上方及鄰近處之至少一層，其中位於該犧牲層之上方及鄰近處之該至少一層包含複數個孔，一蝕刻劑可穿過該複數個孔到達該犧牲層；同時形成一測試單元，其中形成該測試單元包括該或該等材料沈積及移除步驟，其中該測試單元亦包含該犧牲層及位於該犧牲層之上方及

鄰近處之該至少一層，其中該測試單元中之位於該犧牲層之上方及鄰近處之該至少一層包含多個孔，其中該測試單元中之該等孔之間的距離大於該複數個結構中之該複數個孔之間的距離；及將該複數個結構及該測試單元曝露於一蝕刻劑。

本文所揭示之另一實施例包括一種晶圓，其包括一微機電結構(MEMS)及一測試單元，該測試單元經調適以量測在製造MEMS期間所移除之材料之蝕刻範圍。

本文所揭示之另一實施例包括一種晶圓，其包括：第一構件，其用於回應於一電刺激而移動一機械結構；及第二構件，其用於量測在製造第一構件期間所移除之材料之蝕刻範圍。

本文所揭示之另一實施例包括一種由以下製程產生之測試單元，該製程包括：將至少三個材料層沈積於彼此頂部上；及在頂部材料層中形成一孔。

本文所揭示之另一實施例包括一種判定干涉調變器製造過程對由該製程製造之干涉調變器所反射之色彩之影響的方法，該方法包括：製造複數個干涉調變器，其包含支撐一第一機械膜之柱；製造一測試單元標準具，其包含支撐一第二機械膜之柱，其中該測試單元中之該等柱所展現之密度高於該複數個干涉調變器中之該等柱之密度；及偵測自該測試單元標準具反射的光，藉此該經偵測之光提供對該複數個干涉調變器中之一干涉腔之深度的指示。

本文所揭示之另一實施例包括一種用於監控製造干涉調

變器之製程對由彼等干涉調變器所反射之色彩之影響的測試單元，其包含一測試標準具，該測試標準具所包含之支撐該測試標準具中之機械膜之柱的密度高於由該製程產生之干涉調變器中之柱的密度。

本文所揭示之另一實施例包括一種晶圓，其包含：複數個干涉調變器，其經調適以用於顯示器中；及一測試單元，其經調適以反射所具有之色彩與自反射性顯示元件之至少一者反射之色彩大體相同的光。

本文所揭示之另一實施例包括一種測試單元，其包括：一標準具，該標準具具有一導電部分反射鏡；及包含一反射鏡之導電機械膜，其中該機械膜係由複數個柱與部分反射鏡分離，其中柱之密度足夠高以使得當在該部分反射鏡與該機械膜之間施加電壓時該機械膜不會朝該部分反射鏡收縮。

本文所揭示之另一實施例包括一種製造一組合之微機電系統(MEMS)及測試單元結構的方法，該方法包括：形成一MEMS結構，其中形成該MEMS結構包括一或多個材料沈積及圖案化步驟，其中該MEMS結構包含一由第一複數個柱支撐之第一機械膜；及同時形成一測試單元，其中形成該測試單元包括該或該等材料沈積及圖案化步驟，該測試單元包含一由第二複數個柱支撐之第二機械膜，其中該等第二複數個柱所展現之密度高於該等第一複數個柱之密度。

本文所揭示之另一實施例包括一種晶圓，其包含：複數

個第一構件，其用於反射光而用於顯示器中；及第二構件，其用於穩定地反射所具有之色彩與自該第二構件中之至少一者反射的色彩大體相同的光。

本文所揭示之另一實施例包括一種由一製程產生之測試單元，該製程包括：形成一部分反射鏡；形成一機械膜；及形成複數個柱，該複數個柱支撐該機械膜並分離該機械膜與該部分反射鏡，其中柱之密度足夠高以使得當在該部分反射鏡與該機械膜之間施加電壓時該機械膜不會朝該部分反射鏡收縮。

本文所揭示之另一實施例包括一種監控在製造微機電系統(MEMS)期間所沈積之材料之沈積的方法，該方法包括：形成一測試單元，其由製造期間所沈積之至少三個材料層組成，其中該等至少三個材料層的數目小於在製造MEMS期間所沈積之層的數目，其中該等至少三個材料層形成一標準具；及偵測自該標準具反射的光，藉此獲得與該等至少三個層之特性相關的資訊。

本文所揭示之另一實施例包括一種晶圓，其包含經調適以用於顯示器中之複數個干涉調變器，及一非調變干涉儀。

本文所揭示之另一實施例包括一種晶圓，其包括：複數個第一構件，其用於在一顯示器中以干涉方式顯示光；及第二構件，其用於以非調變方式及干涉方式反射光。

本文所揭示之另一實施例包括一種監控在製造微機電(MEMS)系統期間所沈積之材料之沈積的方法，該方法包

括：形成一測試單元，其包含在製造期間所沈積之一或多個材料層，其中該測試單元中之材料層之數目小於製造MEMS期間所沈積之層的數目；及偵測該測試單元之反射率，藉此該反射率提供與該測試單元中之該等層之特性相關的資訊。

本文所揭示之另一實施例包括一種晶圓，其包含：複數個干涉調變器，其經調適以用於顯示器中，該等干涉調變器包含複數個材料層；及一測試單元，其包含該等材料層中之一或多個，其中該測試單元所包含之層少於所有該複數個材料層。

本文所揭示之另一實施例包括一種製造一組合之微機電系統(MEMS)及測試單元結構的方法，該方法包括：形成一MEMS結構，其中形成該MEMS結構包括一或多個材料沈積及圖案化步驟；及同時形成一測試單元，其中形成該測試單元包括該或該等材料沈積及圖案化步驟，其中該測試單元所包含之組件少於MEMS結構中所存在之所有組件。

本文所揭示之另一實施例包括一種由一製程產生之晶圓，該製程包括：於一基板上沈積並圖案化一系列材料層以形成一MEMS結構；及同時於該基板上沈積並圖案化一系列材料層以形成一測試單元，其中該測試單元所包含之組件少於MEMS結構中所存在之所有組件。

本文所揭示之另一實施例包括一種量測在製造微機電系統(MEMS)期間所沈積之層之厚度的方法，該方法包括：

形成一包含連續沈積於彼此頂部上之兩個或兩個以上層的結構，其中該等層係使用一用於在製造MEMS期間形成彼等層之製程而形成，其中該等層經圖案化使得至少兩個階梯形成於該結構之輪廓中；及藉由跨越該結構掃描一輪廓測定儀而量測該等階梯之高度。

本文所揭示之另一實施例中包括一種用於量測在製造干涉調變器期間所沈積之複數個層之厚度的測試單元，該測試單元包含堆疊於彼此頂部上之該等層以形成該測試單元之輪廓中之至少兩個階梯。

本文所揭示之另一實施例包括一種晶圓，其包含：複數個干涉調變器，其經調適以用於顯示器中，該等干涉調變器包含複數個材料層；及一測試單元，其包含堆疊於彼此頂部上之該複數個材料層以形成該測試單元之輪廓中之至少兩個階梯。

本文所揭示之另一實施例包括一種製造一組合之微機電系統(MEMS)及測試單元結構的方法，該方法包括：形成一MEMS結構，其中形成該MEMS結構包括一或多個材料沈積及圖案化步驟，其中該MEMS結構包含複數個層；及同時形成一測試單元，其中形成該測試單元包括該或該等材料沈積及圖案化步驟，其中該測試單元包含該複數個層以形成該測試單元之輪廓中之至少兩個階梯。

本文所揭示之另一實施例包括一種晶圓，其包括：複數個反射性顯示元件，其經調適以用於顯示器中；及一測試單元，其經調適以量測在製造該等反射性顯示元件期間所

沈積之至少一材料之厚度。

本文所揭示之另一實施例包括一種晶圓，其包含：複數個第一構件，其用於反射光而用於顯示器中；及第二構件，其用於量測在製造該等第一構件期間所沈積之至少一材料之厚度。

本文所揭示之另一實施例包括一種由一製程產生之晶圓，該製程包含：於一基板上沈積並圖案化一系列材料層以形成一MEMS結構；及同時於該基板上沈積並圖案化該系列之材料層以形成一測試單元，其中圖案化後保留於該測試單元中之材料層形成該測試單元之輪廓中之至少兩個階梯。

本文所揭示之另一實施例包括一種測試用於製造多色干涉調變器顯示器之製程的方法，其中顯示器中不同色彩之干涉調變器係藉由在部分反射器與反射性機械膜之間形成不同深度之間隙而製造，其中該等間隙之深度係藉由一或多個犧牲層之沈積而判定，其中至少一間隙之深度係藉由複數個犧牲層之沈積而判定，該方法包括：形成一包含該或該等犧牲層之測試單元，其中該測試單元之至少一區域包含沈積於彼此頂部上之複數個犧牲層；量測該測試單元之輪廓；及由該輪廓判定複數個犧牲層之累加厚度。

本文所揭示之另一實施例包括一種用於測試用於製造多色干涉調變器顯示器之製程的測試單元，其中顯示器中不同色彩之干涉調變器係藉由在部分反射器與反射性機械膜之間形成不同深度之間隙而製造，其中該等間隙之深度係

藉由一或多個犧牲層之沈積而判定，其中至少一間隙之深度係藉由複數個犧牲層之沈積而判定，該測試單元包含位於彼此頂部上之複數個材料層，其中該測試單元之一區域包括一單一犧牲層，該測試單元之一第二區域包括位於彼此頂部上之兩個犧牲層，且該測試單元之一第三區域包括位於彼此頂部上之三個犧牲層。

【實施方式】

以下詳細說明針對於本發明之一些特定實施例。然而，本發明可以多種不同方式體現。在此描述中將圖式作為參考，其中在該等所有圖式中以相似的數字表示相似的部件。自以下描述將顯而易見：該等實施例可實施於經組態以顯示影像(無論是動態的(例如視頻)還是靜態的(例如靜止的影像)，且無論是本文的還是圖示的)之任何裝置中。更特定言之，其涵蓋：該等實施例可實施於多種電子裝置中或與其相關聯，該等電子裝置可諸如(但不限於)行動電話、無線裝置、個人資料助理(PDA)，手持式或攜帶型電腦、全球定位系統(GPS)接收器/導航器、相機、MP3播放器、可攜式攝像機、遊戲控制臺、腕表、鐘錶、計算器、電視監控器、平板顯示器、電腦監控器、汽車顯示器(例如計程顯示器等)、駕駛艙控制及/或顯示器、相機觀看之顯示器(例如交通工具中之後視相機之顯示器)、電子攝影機、電子佈告板或標記、投影儀、建築結構、包裝及美學結構(例如，一件珠寶之影像的顯示器)。具有類似於本文所描述之彼等結構之結構的MEMS裝置亦可用於諸如電子

開關裝置之非顯示應用中。

製造 MEMS 裝置通常涉及若干材料層的形成，該等若干材料層具有由使用一系列材料沈積、圖案化及蝕刻步驟而形成之結構及厚度。難以自最終的 MEMS 裝置診斷在處理裝置中之特定層期間所出現的任何誤差。此外，難以自最終的裝置判定應調整哪些特定參數(諸如膜厚度)以針對其期望用途而最優化裝置。因此，需要可用於監控特定處理步驟之結果的結構及方法。因此，在各種實施例中，提供製程控制監控，其係使用與用於製造 MEMS 裝置之製程相同的製程中之至少某些製程而建構的。製程控制監控之分析提供與組成 MEMS 裝置之個別組件或組件之子集相關的資訊。

圖 1 中說明包含干涉 MEMS 顯示元件之一干涉調變器顯示器實施例。在此等裝置中，像素處於亮狀態或暗狀態。在亮("開"或"打開")狀態下，顯示元件將入射可見光之大部分反射向使用者。當在暗("關"或"關閉")狀態下，顯示元件將少量入射可見光反射向使用者。視實施例而定，"開"及"關"狀態之光反射特性可相反。MEMS 像素可經組態以主要以選定之色彩反射，從而允許除黑色及白色之外的彩色顯示。

圖 1 為描繪視覺顯示器之一系列像素中之兩個相鄰像素的立體圖，其中每一像素包含一 MEMS 干涉調變器。在某些實施例中，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一對反射層，其經安置以

彼此相距可變及可控之距離以形成具有至少一可變尺寸之一諧振光學腔。在一實施例中，該等反射層之一者可在兩個位置之間移動。在第一位置(本文稱作放鬆位置)處，可移動之反射層經安置以與固定之部分反射層相距相對大的距離。在第二位置(本文稱作致動位置)處，可移動之反射層經安置以與該部分反射層緊密相鄰。自兩個層反射之入射光其視可移動之反射層之位置而定以相長或相消方式干涉，從而為每一像素產生全反射或非反射狀態。

圖1中之像素陣列之所描繪之部分包括兩個相鄰的干涉調變器12a及12b。在左邊之干涉調變器12a處，可移動之反射層14a經說明成位於一與光學堆疊16a相距一預定距離之放鬆位置處，該光學堆疊16a包括一部分反射層。在右邊之干涉調變器12b處，可移動之反射層14b經說明成位於鄰近該光學堆疊16b之一致動位置處。

如本文所參考之光學堆疊16a及16b(共同被稱作光學堆疊16)通常包含若干融合層，該等融合層可包括一諸如銦錫氧化物(ITO)之電極層、一諸如鉻之部分反射層及一透明介電質。因此光學堆疊16可為導電的、部分透明的及部分反射性的，且可藉由(例如)將上述層中之一或多個沈積於透明基板20上而製成。在某些實施例中，該等層經圖案化為平行條帶，且可形成顯示裝置中之列電極，其如下文進一步所描述。可移動之反射層14a、14b可形成為經沈積之金屬層(單一層或多層)之一系列平行條帶(與16a、16b之列電極正交)，其沈積於柱18及沈積於柱18之間的介入犧

牲材料之頂部上。當蝕刻掉犧牲材料時，藉由所界定之間隙19而分離可移動之反射層14a、14b與光學堆疊16a、16b。諸如鋁之高度導電及反射之材料可用於反射層14，且此等條帶可形成顯示裝置中之行電極。

在未施加電壓之情況下，腔19仍保持在可移動之反射層14a與光學堆疊16a之間，且可移動之反射層14a處於機械放鬆狀態，如圖1中之像素12a所說明。然而，當將一電勢差施加至選定之列及行時，形成於對應像素處之列及行電極之交叉處之電容器變為帶電的，且靜電力將電極拉在一起。若電壓足夠高，則可移動之反射層14發生變形且被迫與光學堆疊16相抵。光學堆疊16內之介電層(此圖中未說明)可防止短路並控制層14與層16之間的間距，如圖1中右邊之像素12b所說明。不管所施加之電勢差之極性如何，行為皆相同。以此方式，可控制反射性對非反射性像素狀態之列/行致動與用於習知之LCD及其它顯示技術中之列/行致動在許多方面類似。

圖2至圖5B說明用於在一顯示應用中使用干涉調變器之陣列之一例示性過程及系統。

圖2為說明可併入本發明之態樣之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，該電子裝置包括處理器21，其可為諸如一ARM、Pentium[®]、Pentium II[®]、Pentium III[®]、Pentium IV[®]、Pentium[®] Pro、一8051、一MIPS[®]、一Power PC[®]、一ALPHA[®]之任何通用單晶片或多晶片微處理器，或諸如數位訊號處理器、微控制器或可程

式化閘極陣列之任何專用微處理器。如此項技術中習知的，處理器21可經組態以執行一或多個軟體模組。除了執行操作系統之外，處理器可經組態以執行一或多個軟體應用程式，包括網路瀏覽器、電話應用程式、電子郵件程式或任何其它軟體應用程式。

在一實施例中，處理器21亦可經組態以與陣列驅動器22通訊。在一實施例中，該陣列驅動器22包括列驅動器電路24及行驅動器電路26，該等驅動器電路將訊號提供至面板或顯示陣列(顯示器)30。由圖2中之線1-1展示圖1中所說明之陣列之橫截面。對於MEMS干涉調變器而言，列/行致動協定可利用圖3中所說明之此等裝置的滯後特性。其可能需要(例如)10伏特電勢差以促使可移動之層自放鬆狀態變形為致動狀態。然而，當電壓自彼值降低時，當電壓降回10伏特以下時，可移動之層保持其狀態。在圖3之例示性實施例中，可移動之層直至電壓降至2伏特以下才完全放鬆。因而在圖3中所說明之實例中具有一約3伏特至7伏特之電壓範圍，其中存在一施加電壓之窗口，在該窗口內裝置穩定於放鬆狀態或致動狀態。本文中將此稱作"滯後窗口"或"穩定窗口"。對於具有圖3之滯後特性之顯示陣列而言，列/行致動協定可經設計使得在列選通期間，待致動之經選通之列中的像素經受約10伏特之電壓差，且待放鬆之像素經受接近零伏特之電壓差。選通後，該等像素經受約5伏特之穩定狀態電壓差，使得其保持在列選通使其置於的任何狀態中。經寫入後，在此實例中，每一像素觀察

到3-7伏特之"穩定窗口"內的電勢差。此特徵使得圖1中所說明之像素設計在施加相同電壓的條件下穩定於致動或放鬆預存在狀態中。因為無論在致動狀態還是放鬆狀態中，干涉調變器之每一像素實質上為由固定及移動之反射層形成的電容器，所以此穩定狀態可保持在滯後窗口內之一電壓下而幾乎無能量損耗。實質上若所施加之電勢固定，則無電流流入像素中。

在典型應用中，可藉由根據第一列中所需之致動像素集來確定行電極集而產生顯示圖框。接著將一列脈衝施加至列1電極，從而致動對應於所確定之行線的像素。接著改變所確定之行電極集以對應於第二列中所需之致動像素集。接著將一脈衝施加至列2電極，從而根據所確定之行電極而致動列2中之適當像素。列1像素不受列2脈衝影響，且其保持於列1脈衝期間其經設定之狀態。整個系列之列可以順序方式如此重複以產生圖框。一般而言，藉由以每秒若干所需數目之圖框來連續重複此過程而以新的顯示資料刷新及/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種類的協定亦已熟知且可結合本發明而使用。

圖4、圖5A及圖5B說明一用於產生圖2之3×3陣列上之顯示圖框的可能之致動協定。圖4說明可用於可顯示圖3之滯後曲線的像素之可能的行及列電壓位準集。在圖4實施例中，致動像素涉及將適當之行設定為 $-V_{bias}$ ，並將適當之列設定為 $+\Delta V$ ，其分別可對應於-5伏特及+5伏特。放鬆像

素可藉由將適當之行設定為 $+V_{bias}$ 並將適當之列設定為相同的 $+\Delta V$ 而實現，從而產生跨越像素之零伏特電勢差。在列電壓保持在零伏特之彼等列中，不管行處於 $+V_{bias}$ 還是 $-V_{bias}$ ，該等像素皆穩定於其起初所處的任何狀態。亦如圖4中所說明，應瞭解，可使用具有與上文所述之極性相對之極性的電壓，例如致動像素可涉及將適當之行設定為 $+V_{bias}$ ，且將適當之列設定為 $-\Delta V$ 。在此實施例中，釋放像素可藉由將適當之行設定為 $-V_{bias}$ 且將適當之列設定為相同的 $-\Delta V$ 而實現，從而產生跨越像素之零伏特電勢差。

圖5B為展示施加至圖2之 3×3 陣列之一系列列及行訊號(其將導致圖5A中所說明之顯示配置)的時序圖，其中經致動之像素為非反射性的。在寫入圖5A中所說明之圖框之前，該等像素可處於任何狀態，且在此實例中，所有列皆為0伏特，且所有行皆為+5伏特。在此等所施加之電壓下，所有像素皆穩定於其現有之致動或放鬆狀態。

在圖5A之圖框中，像素(1,1)、(1,2)、(2,2)、(3,2)及(3,3)經致動。為實現此，在列1之"線時間"期間，行1及行2經設定為-5伏特，且行3經設定為+5伏特。此不改變任何像素之狀態，因為所有像素皆保持於3-7伏特穩定窗口中。接著藉由自0伏特上升至5伏特並返回至零伏特的脈衝而選通列1。此致動(1,1)及(1,2)像素並放鬆(1,3)像素。未影響陣列中之其它像素。為按所需設定列2，行2經設定為-5伏特，且行1及行3經設定為+5伏特。應用於列2之相同的選通將接著致動像素(2,2)並放鬆像素(2,1)及(2,3)。仍

未影響陣列之其它像素。藉由將行2及行3設定為-5伏特，並將行1設定為+5伏特而以類似的方式設定列3。列3選通將列3像素設定為如圖5A中所示。寫入圖框後，列電勢為零，且行電勢可保持在+5伏特或-5伏特，且顯示可接著穩定於圖5A之配置中。應瞭解，相同的程序可用於數打或數百列及行之陣列。亦應瞭解，用於執行列及行致動之時序、序列及電壓位準可在上述一般原理之範圍內廣泛變化，且上述實例僅為例示性的，且可以本文所述之系統及方法使用任何致動電壓方法。

圖6A及圖6B為說明顯示裝置40之實施例的系統方塊圖。顯示裝置40可(例如)為蜂巢式或行動電話。然而，顯示裝置40之相同組件或其細微變型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。外殼41一般由熟習此項技術者熟知之各種製造過程(包括射出成形及真空形成)中之任一種形成。另外，外殼41可由各種材料中之任一種製成，該等材料包括(但不限於)塑料、金屬、玻璃、橡膠及陶瓷或其組合。在一實施例中，外殼41包括可移除之部分(未圖示)，其可與具有不同色彩或含有不同標誌、圖片或符號之其它可移除之部分進行交換。

例示性顯示裝置40之顯示器30可為包括雙穩態顯示器之各種顯示器中之任一種，如本文所述。在其它實施例中，顯示器30包括諸如上述之電漿、EL、OLED、STN LCD或

TFT LCD之平板顯示器，或諸如CRT或其它電子管裝置之非平板顯示器，其如熟習此項技術者所熟知。然而，為了描述本實施例，顯示器30包括如本文所述之干涉調變器顯示器。

圖6B中示意性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包括外殼41且可包括至少部分封裝於其中之其它組件。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包括一耦接至收發器47之天線43。收發器47連接至處理器21，該處理器21連接至調節硬體52。該調節硬體52可經組態以調節訊號(例如，過濾一訊號)。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。該驅動器控制器29經耦接至圖框緩衝器28及陣列驅動器22，該陣列驅動器22接著耦接至顯示陣列30。如特定例示性顯示裝置40之設計所需要，電源50向所有組件提供能量。

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可經由網路與一或多個裝置通訊。在一實施例中，網路介面27亦可具有某些處理能力以減輕處理器21之需求。天線43為熟習此項技術者已知之用於傳輸及接收訊號之任何天線。在一實施例中，天線根據IEEE 802.11(包括802.11(a)、(b)或(g))標準而傳輸並接收射頻(RF)訊號。在另一實施例中，天線根據BLUETOOTH標準而傳輸並接收RF訊號。在蜂巢式電話之情形下，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訊之其它已知訊號。收發器47預先處理自天線43接收之訊號，使得其可由處理器21接收並進一步操縱。收發器47亦處理自處理器21接收之訊號，使得可自例示性顯示裝置40經由天線43傳輸信號。

在一替代性實施例中，收發器47可由接收器取代。在又一替代性實施例中，網路介面27可由影像源取代，其可儲存或產生待發送至處理器21之影像資料。舉例而言，影像源可為數位視頻碟片(DVD)或可含有影像資料之硬碟機，或產生影像資料之軟體模組。

處理器21一般控制例示性顯示裝置40之總操作。處理器21接收諸如來自網路介面27或影像源之壓縮影像資料的資料，並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以用於儲存。原始資料通常係指識別一影像之每一位置處之影像特徵之資訊。舉例而言，該等影像特徵可包括色彩、飽和度及灰階水平。

在一實施例中，處理器21包括微處理器、中央處理單元(CPU)或邏輯單元以控制例示性顯示裝置40之操作。調節硬體52一般包括放大器及過濾器以用於將訊號傳輸至揚聲器45，並用於自麥克風46接收訊號。調節硬體52可為例示性顯示裝置40內之分散組件，或可併入處理器21或其它組件中。

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，並適當地重新格式化該原始影像資料以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類光柵 (raster-like) 格式之資料流，使得其具有適用於掃描整個顯示陣列 30 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) 常作為獨立的積體電路 (IC) 與系統處理器 21 相關聯，但該等控制器可以多種方式實施。其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，或完全與陣列驅動器 22 整合於硬體中。

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頻資料重新格式化為平行波形集，每秒許多次地將其施加至來自顯示器之 x-y 像素矩陣的數百及有時數千的導線。

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 適合於本文所述之任何類型之顯示器。舉例而言，在一實施例中，驅動器控制器 29 為一習知之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 為一習知之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。該實施例在諸如蜂巢式電話、手錶及其它小面積顯示器之高度整合之系統中係普遍的。在又一實施例中，顯示陣列 30 為一典型之顯示陣列或

雙穩態顯示陣列(例如，包括干涉調變器之陣列之顯示器)。

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包括諸如標準鍵盤或電話鍵區之鍵區、按鈕、開關、觸敏螢幕、壓敏或熱敏膜。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，可由使用者提供聲音命令以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熟知之各種能量儲存裝置。舉例而言，在一實施例中，電源50為諸如鎳鎘電池或鋰離子電池之可再充電電池。在另一實施例中，電源50為可更新能源、電容器，或包括塑料太陽能電池之太陽能電池及太陽能電池塗料。在另一實施例中，電源50經組態以接收來自牆上插座的能量。

在某些實施中，如上所述，控制可程式化性存在於驅動器控制器中，該驅動器控制器可位於電子顯示系統中之若干位置處。在某些情形下，控制可程式化性存在於陣列驅動器22中。熟習此項技術者將認識到，上述最優化可實施於任何數目之硬體及/或軟體組件中且可以各種組態實施。

根據上述原理而操作之干涉調變器之結構之細節可廣泛地變化。舉例而言，圖7A-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之實施例之橫截面，其中金屬材料14之條帶沈積於正交延伸的支撐件18

上。在圖 7B 中，可移動反射層 14 可僅在系鏈 32 上之拐角處附接至支撐件。在圖 7C 中，可移動之反射層 14 自可變形之層 34 懸掛下來，該可變形之層 34 可包含可撓性金屬。可變形之層 34 圍繞可變形之層 34 之周邊直接地或間接地連接至基板 20。此等連接件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，其上擱置有可變形之層 34。如圖 7A-7C 中所示，可移動反射層 14 在腔上方保持懸掛，但藉由填充可變形之層 34 與光學堆疊 16 之間的孔，可變形之層 34 不形成支撐柱。相反，支撐柱由用於形成支撐柱插塞 42 之平坦材料形成。圖 7E 中所說明之實施例係基於圖 7D 中所示之實施例，但亦可經調適以與圖 7A-7C 中所說明之任何實施例及未圖示之其它實施例一起運作。在圖 7E 中所示之實施例中，金屬或其它導電材料之額外的層已用於形成匯流排結構 44。此允許訊號沿著干涉調變器之背面投送，從而消除必須另外形成於基板 20 上之許多電極。

在諸如圖 7 中所示之實施例中，干涉調變器充當直接觀看裝置，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 以光學方式屏蔽與基板 20 相對之反射層之側上的干涉調變器之某些部分，包括可變形之層 34 及匯流排結構 44。此允許此等經屏蔽之區域在不負面影響影像品質之情況下經組態及操作。此可分離之調變器架構允許選擇用於調變器之機電態樣及光學態樣的結構設計及材料並彼此獨立地起作用。另外，圖 7C-7E 中所示之實施例具有獲自反射層 14 之光學

特性與其機械特性之分離之額外益處，該等機械特性可由可變形之層34實現。此允許用於反射層14之結構設計及材料可關於光學特性而經最優化，且用於可變形之層34之結構設計及材料可關於所需之機械特性而經最優化。

製程控制監控

許多MEMS製造過程由一系列材料沈積及圖案化步驟組成。各種材料可連續沈積於基板上以形成多個層。沈積步驟之間的圖案化及材料蝕刻可用於在結構上裁製(tailor)經沈積之材料以達成所需之MEMS結構。MEMS製造之多層方法及所產生之結構之小尺寸可在嘗試評估製造過程是否已產生具有所需特性之結構及材料層中出現問題。因此，在一實施例中，提供製程控制監控，其可用於評估各種製造過程之結果。在某些實施例中，使用與用於製造MEMS裝置之步驟相同的製造步驟中之至少某些步驟來產生製程控制監控。此等製程控制監控之評估可接著用於判定彼等製造步驟期間所形成之各種材料及結構的特性。在某些實施例中，使用與製造期間所使用之材料沈積及圖案化步驟集相同之材料沈積及圖案化步驟集來產生製程控制監控。藉由將不同的圖案塗覆至製程控制監控而非塗覆至MEMS結構，可在結構上裁製該製程控制監控。舉例而言，藉由以一使得在蝕刻步驟期間蝕刻掉所沈積之整個層之方式圖案化製程控制監控，使存在於MEMS結構中之一材料層可在製程控制監控中完全消失。類似地，在其它實施例中，製造MEMS結構期間以正常方式蝕刻掉之一材料層可保持

在製程控制監控中。

在某些實施例中，可經由光學構件獲得來自製程控制監控之資訊。舉例而言，自製程控制監控所反射之光可含有與存在於製程控制監控中之材料相關的資訊。熟習此項技術者將瞭解評估製程控制監控之其它方法，諸如雷射掃描，包括光學、電子及x射線顯微法之顯微法及光譜法。在一實施例中，使用光偵測器來偵測所反射之光以獲得所反射之光的強度。此資訊可用於判定製程控制監控中之材料的反射率及透射率。此等特性又可提供與製程控制監控中之材料之厚度相關的資訊。舉例而言，來自固有反射性材料之反射量將提供其厚度之量測。在一實施例中，使用Minolta®反射計。在另一實施例中，使用光譜儀量測自製程控制監控反射的光以獲得所反射之光的波長相依性。此波長相依性可提供與製程控制監控中之材料之吸收特性及材料之折射率相關的資訊。此外，因為MEMS裝置常含有緊密靠近之反射表面，所以所反射之光可承受建構性及破壞性干涉(例如，MEMS裝置可含有一或多個標準具)。因此，所反射之光之波長相依性可提供與MEMS中之反射表面之相對定位相關的資訊。在一實施例中，使經量測之光譜與一模型光譜匹配，該模型光譜係經預測之待自一標準具反射之光譜，從而判定諸如標準具之深度的特性。在某些實施例中，使用色度計來量測自製程控制監控反射之光的色彩。如本文所使用，"標準具"係指兩個表面，其經至少部分反射性安置，使得光可穿過一個表面進入且在穿過

相同的表面反射回之前在兩個表面之間反射多次。該等多次反射可導致各種波長之破壞性及建構性干涉，從而允許過濾光學波長。

在一實施例中，一透明基板可用於支撐製程控制監控。該基板賦能自與沈積側相對之側的光學偵測。因而，在某些情形下，可探測到在其它情況下(例如，上層包括一高度反射層)不能探測之較低的沈積材料。在其它實施例中，可以光學方式自材料沈積之側探測製程控制監控。

在一實施例中，參考圖8，製程控制監控100、102及104可在形成MEMS裝置108的同時形成於相同基板106上。如上文所論述，基板106之全部可經受相同的材料沈積及圖案化步驟，然而，可塗覆不同的圖案以形成製程控制監控100、102及104。舉例而言，在圖案化步驟期間塗覆至製程控制監控100、102及104之圖案可不同於在對應的圖案化步驟期間塗覆至MEMS裝置108之圖案。該等圖案化步驟可包括此項技術中之任何合適的圖案化技術(例如，光微影)。可在基板上形成任何數目之不同的製程控制監控100、102及104。圖8中所描繪之整合晶圓110允許探測在製造特定MEMS裝置108期間所應用之製程。因而，在以電子方式測試MEMS裝置108或將其併入封裝裝置中之前可快速識別任何異常結果，藉此避免額外的費用。在某些實施例中，亦可在製造MEMS裝置108後探測製程控制監控100、102及104。在一實施例中，MEMS裝置108由適用於顯示器之干涉調變器之陣列組成。在某些實施例中，在製

造期間標記基板106上之製程控制監控。

基於標準具之製程控制監控

如上文所述，在某些實施例中，製程控制監控經建構使得其含有至少一標準具。可接著偵測自標準具反射之光之光譜並使其與一標準具模型匹配以判定製程控制監控之特性，且因此判定MEMS裝置中之類似結構的特性。在某些實施例中，由與MEMS裝置之材料沈積步驟相同的材料沈積步驟形成製程控制監控，且因而製程控制監控含有MEMS裝置中所含有之至少某些材料層。在某些實施例中，製程控制監控中所含有之層之數目小於在MEMS裝置中所含有之層之數目。

基於標準具之製程控制監控的一實例集為如下結構：所含之層少於干涉調變器中之所有層，但仍含有標準具。圖9描繪可在製造干涉調變器期間沈積的材料之實例。首先，一銦錫氧化物(ITO)154層沈積於透明基板152上。透明導體ITO 154提供一導電板，使得可在干涉調變器中之可移動之反射鏡與該板之間施加電壓。在一實施例中，ITO之厚度約為500 Å。然後，沈積一鉻150層。在一實施例中，鉻150相對較薄(在一實施例中約70 Å)，從而允許其充當一部分反射體。或者，鉻層150可沈積於基板152上，然後為ITO層154。接著，沈積介電層156/158。該介電層可由一或多個氧化物組成。在某些實施例中，氧化層156/158可為複合層。舉例而言，可沈積相對厚(在一實施例中約450 Å)的SiO₂ 156層，然後為薄(在一實施例中約70

Å)的 Al_2O_3 158層，從而保護 SiO_2 156。在某些實施例中，可使用三個或三個以上的氧化層(例如， Al_2O_3 - SiO_2 - Al_2O_3)。氧化層156/158在可移動之反射鏡與鉻150之間提供一絕緣層。該層之厚度判定干涉調變器之干涉特性，尤其當其處於致動狀態時之干涉特性。在下一步驟中，沈積犧牲層160(在一實施例中約2000 Å)。該犧牲層提供一空間填充材料，可易於在不影響其它材料之情況下將該空間填充材料蝕刻掉。在一實施例中，該犧牲層160為鉬。用於犧牲層之合適之材料之其它實例包括多晶矽、非晶矽或光阻材料。在後面的製造步驟中，將蝕刻掉犧牲層160以在可移動之反射鏡與氧化層156、158之間產生空氣隙。犧牲層160之圖案化及蝕刻可用於在層中產生孔及渠溝而用於形成將支撐可移動之反射鏡的柱及橫桿。平坦材料162可應用於填充該等孔並形成該等柱。最後，形成含有可移動之反射鏡之機械膜164/166。在一實施例中，機械膜164/166係由鋁層164(在一實施例中約500 Å)及接著的鎳層(在一實施例中約1450 Å)166形成的。在某些實施例中，在該鎳層之頂部添加一額外的鋁層以提供圖案化期間所使用之光阻材料之較佳的黏著。在蝕刻掉圖9中所描繪之結構中的犧牲層160後，獲得類似於圖7A中所描繪之干涉調變器的干涉調變器。在某些實施例中，可在添加其它層之前將暗遮罩層添加至透明基板152。該暗遮罩層可經圖案化以減少自諸如柱或橫桿之結構部分的反射。在某些實施例中，該暗遮罩層包括MoCr層及氧化層。熟習此項技術者

將瞭解，除了此處所提及之圖案化及蝕刻步驟之外的圖案化及蝕刻步驟可用於形成干涉調變器。此外，應瞭解，其它結構之干涉調變器亦可為可能的，諸如圖7B-7E中所描繪的。

圖10A-10D中描繪含有上文所論述之材料層中之某些材料層的基於標準具之製程控制監控的實例。圖10A中所描繪之製程控制監控含有在基板152上沈積於彼此頂部上的ITO 154、鉻150、氧化物156/158及機械膜164/166層。部分反射之鉻層150及反射性機械膜164/166形成一標準具，可自基板152之底側量測該標準具之反射率。分析自此標準具反射之光的光譜或其色彩可提供對氧化物156/158層之組合厚度及其折射率及鉻150層之厚度及反射率之指示。亦應瞭解，此組態接近當干涉調變器處於致動狀態時(即，反射鏡相抵於氧化層而收縮)所獲得之組態。因此，評估此等製程控制監控將提供關於由所使用之製程產生之干涉調變器是否將具有所需之致動的光譜特徵的指示。

圖10B中所描繪之製程控制監控由ITO 154、鉻150、氧化物156/158及犧牲層160組成。如上文所提及，犧牲層160可為鉬，其固有反射性。因此，由部分反射之鉻層150及反射之犧牲層160形成標準具。除了提供上文所論述之與氧化物156/158層相關的相同參數及致動的干涉調變器狀態之外，此製程控制監控之反射率可提供與犧牲層160相關的資訊。舉例而言，犧牲層160之反射率將視犧牲層160之厚度而定。在某些實施例中，藉由蝕刻而移除犧牲

層 160，並分析剩餘的 ITO 154、鉻 150 及氧化物 156/158 層以判定犧牲層 160 是否對任何剩餘層有影響。

圖 10C 中所描繪之製程控制監控含有 ITO 154、鉻 150、氧化物 156/158、平坦 162 及機械膜 164/166 層。由鉻 150 及機械膜 164/166 層形成一標準具。分析所反射之光之光譜並將其與圖 10A 中之製程控制監控所獲得之結果進行比較可提供平坦材料之折射率及其厚度。此外，來自此製程控制監控之光學回應將接近由干涉調變器陣列之區域(其中存在柱或橫桿)所引起的光學回應。

圖 10D 中所描繪之製程控制監控含有 ITO 154、鉻 150、平坦 162 及機械膜 164/166 層。由鉻 150 及機械膜 164/166 層形成一標準具。分析所反射之光之光譜可提供平坦材料 162 之折射率及平坦材料 162 之厚度。與圖 10D 之製程控制監控相比較可提供與氧化層 156/158 相關的資訊(例如，折射率及厚度)。

當藉由與用於製造干涉調變器之沈積及圖案化步驟相同的沈積及圖案化步驟形成上述基於標準具的製程控制監控時，例如，當於相同的基板 106 上形成為干涉調變器陣列 108(參閱圖 8)時，可應用合適的圖案化，使得蝕刻掉製程控制監控中不需要的層。舉例而言，在圖 10A 中所描繪之製程控制監控中，可移除掉在製造期間所沈積的犧牲層 160 及平坦材料 162。在某些實施例中，需要保護製程控制監控之區域以防止在處理期間蝕刻掉其層。舉例而言，可圖案化經沈積之平坦材料或來自機械膜 164/166 之材料，

使得其保持在製程控制監控之邊緣上以在製程控制監控需要含有犧牲層 160 時在釋放蝕刻期間保護犧牲層 160。

熟習此項技術者將瞭解在製程控制監控中所沈積之層之其它組合，該等層之光學特性(例如，干涉特性)可提供與在製造 MEMS 裝置期間所形成之對應材料相關的資訊。

非基於標準具之製程控制監控

在某些實施例中，所建構之製程控制監控不含有形成標準具之兩個反射性表面。在此等製程控制監控中，可經由反射率及/或透射率量測值而獲得與反射鏡中之材料相關的資訊。此等反射率及/或透射率值可與膜厚度相關聯。在某些實施例中，製程控制監控由與 MEMS 裝置之材料沈積步驟相同的材料沈積步驟形成，且因而含有 MEMS 裝置中含有之材料層中之至少某些層。在某些實施例中，製程控制監控中含有之層之數目小於 MEMS 裝置中含有之層之數目。此等結構之反射率及/或透射率特徵可有助於識別在處理製程控制監控結構中所包括之元件期間出現的任何誤差。可使用諸如反射計、光偵測器、光譜儀或色度計之任何合適的偵測器來評估此等製程控制監控結構。在一實施例中，使用球形積分器及反射計來量測膜之反射率。此等製程控制監控結構使得能監控 MEMS 結構中之個別元件之處理以判定任何誤差並最優化製造過程。

圖 11A-11G 描繪非基於標準具之製程控制監控之一實例集，其所含之材料層少於在製造諸如圖 9 中所描繪之干涉調變器的干涉調變器期間所沈積之所有材料層。圖 11A 中

之製程控制監控由沈積於基板152上之ITO層154及鉻層150組成。此製程控制監控之反射率提供如下指示：鉻層150之厚度及ITO層154之透明度。為使鉻層150充當干涉調變器中之部分反射之反射鏡，組成部分反射體之膜可非常薄。舉例而言，該膜之厚度為約70 Å。如此薄之膜之厚度難以量測及核實。因此，在一實施例中，藉由量測圖11A之製程控制監控中之層的反射率而判定鉻層150之厚度。當膜之厚度增加時，反射率亦會增加。因此，對於給定材料而言，藉由使用所量測之反射率來校準膜厚度，可易於由所量測之反射率判定該厚度。圖11A之製程控制監控之光學特性亦接近在其中已移除機械膜及氧化層之行之間的干涉調變器陣列中所觀察之光學特性。因此，此等製程控制監控可用於判定行間特性對於將陣列用作顯示器而言是否為可接受的。

在另一實施例中，基板152上僅含有鉻層150的製程控制監控可用於判定鉻層150之反射率及(因此)厚度。此製程控制監控之量測值可與圖11A中所描繪之製程控制監控所獲得之量測值作比較，以判定ITO層154之光學特性。舉例而言，ITO層154之表面之反射率可與兩個製程控制監控之反射比率成比例。在某些實施例中，若用於干涉調變器之處理條件不能用於產生唯鉻(chrome-only)層，則可在與用於製造干涉調變器之晶圓分離的晶圓上製造唯鉻製程控制監控。

圖11B描繪非基於標準具之製程控制監控結構之另一實

施例，其由ITO層154、鉻層150及氧化層156/158組成。此結構可用於量測ITO-鉻-氧化物組合之光學特徵。舉例而言，量測經由製程控制監控之透射率提供如下指示：由ITO層154、鉻層150及氧化層156/158引起的組合薄化。此製程控制監控結構之量測值與圖11A中之製程控制監控之量測值的比較可用於分離出氧化層156/158之光學特性。除了提供與氧化層156/158之光學特性相關的資訊外，該比較亦可用於判定氧化層156/158之厚度(例如，較低的透射率將指示較厚的氧化層156/158)。圖11B中之製程控制監控之光學特性亦接近機械膜之蝕刻釋放孔之區域中的干涉調變器陣列中所觀察到的光學特性。

圖11C描繪製程控制監控結構之另一實施例，其由機械膜層164/166組成。此製程控制監控可用於分離出並量測機械膜164/166之反射特性。

圖11D仍描繪製程控制監控結構之另一實施例，其僅由沈積於基板152上之犧牲層160組成。此製程控制監控可用於單獨量測犧牲層160之特徵，包括其厚度。可在任何釋放蝕刻之前分析此製程控制監控。或者，一保護性材料層可沈積於犧牲層160上以在釋放蝕刻期間保護其。

圖11E描繪製程控制監控之另一實施例，其具有氧化層156/158，平坦材料162及機械膜層164/166。此製程控制監控之反射率接近在其中在ITO 154及鉻158層中製成切口之列之間的干涉調變器陣列中所觀察之反射率。

圖11F描繪一製程控制監控之一實施例，其具有ITO層

154、鉻層 150 及機械膜層 164/166。因為鉻層 150 及機械膜層 164/166 將一起作為一反射體，所以此製程控制監控之反射率可提供與 ITO 層 154 之透明度、厚度及折射率相關的資訊。此外，此製程控制監控之反射率可與圖 11A 之製程控制監控之反射率作比較以分離出鉻層 150 之光學特性。換言之，來自測試此製程控制監控之結果可用於減去圖 11A 之製程控制監控中之 ITO 層 154 之光學效應。

圖 11G 仍描繪製程控制監控之另一實施例，其包含氧化層 156/158 及機械膜層 164/166。因為機械膜層 164/166 作為強反射體，所以此製程控制監控可用於判定氧化層 156/158 之透明度、厚度及折射率。

如基於標準具之製程控制監控之情況，上述非基於標準具之製程控制監控可由與用於製造干涉調變器之沈積及圖案化步驟相同的沈積及圖案化步驟而形成。可應用適當的圖案化，使得蝕刻掉製程控制監控中不需要的層。另外，可應用防蝕刻的適當保護。

熟習此項技術者將瞭解製程控制監控中所沈積之層之許多其它組合，該等層之光學特性(例如反射率及/或透射率)可提供與在製造 MEMS 裝置期間所形成之對應材料相關的資訊。

釋放蝕刻製程控制監控

可使用釋放蝕刻或空間製程控制監控來監控 MEMS 製造期間釋放蝕刻製程之速率及範圍。圖 12 描繪一晶圓 200，其含有一干涉調變器陣列 202 及一系列製程控制監控 204、

206及208。該干涉調變器陣列202含有許多柱210及橫桿212以支撐機械膜。一系列蝕刻孔214形成於機械膜中使得蝕刻劑可在釋放蝕刻期間到達犧牲層。為使製造成功，應將犧牲層完全自陣列區域移除。因此，在一實施例中，提供製程控制監控以監控釋放蝕刻之速率及範圍。

在製程控制監控206中描繪有該製程控制監控。此製程控制監控206由陣列202中所展現之干涉調變器結構相同的干涉調變器結構組成，然而，僅單一孔216經圖案化至機械膜中。孔216與製程控制監控206之邊緣之間的距離大於干涉調變器陣列202中之孔214之間的距離。因為該製程控制監控206僅含有單一孔216，其與多個孔214相對，所以以使用釋放蝕刻劑移除陣列202中之整個犧牲層之時間量不能自製程控制監控206移除所有犧牲層。當製程控制監控206中之蝕刻繼續進行時，已移除犧牲層之製程控制監控之區域的色彩將與蝕刻劑尚未到達之區域的色彩形成對比，其如自與處理側相對之基板側所觀察。在使用反射性犧牲層(例如鉬)之情形下，此對比係歸因於所形成之不同的標準具。在仍具有犧牲層的情況下，將在鉻層與反射性犧牲層之間形成一標準具。其中已移除犧牲層，將在鉻層與反射性機械膜之間形成一標準具。因而，在已移除犧牲層處所觀察到之色彩將接近未經致動之干涉調變器的色彩(例如，亮狀態)，同時保持有犧牲層處所觀察到之色彩將接近經致動之干涉調變器的色彩(例如，暗狀態)。自孔216之中心至色彩改變界線的距離(例如半徑)將提供蝕刻之範

圍的量測。此製程控制監控可用於在其處理過程(即，原位)期間或其完成後量測蝕刻之速率及範圍。

由製程控制監控208描繪一類似的蝕刻釋放製程控制監控。在此製程控制監控中，多個孔218形成於機械膜中，然而，每一孔218之間的距離大於干涉調變器陣列202中之孔214之間的距離。因而，在自干涉調變器陣列202移除整個犧牲層後，製程控制監控208中之蝕刻將係不完全的。可自製程控制監控208中之每一孔218的中心來量測指示蝕刻之範圍的距離。

上述蝕刻釋放製程控制監控可採取任何合適的形狀。舉例而言，如圖13A中之描繪，取代與干涉調變器陣列中所含有之結構類似的結構，製程控制監控可由具有一或多個機械膜中之孔252的條帶形狀250組成。接著可藉由判定自孔252沿著條帶250至蝕刻已延伸到處之線性距離而量測蝕刻之範圍。在另一實施例中，圖13B中之描繪，具有矩形狹槽254之形狀的孔形成於條帶250中而取代圓形之孔。在某些實施例中，提供具有不同寬度(例如，3 μm 、4 μm 、5 μm)之複數個狹槽254。

在某些實施例中，可圍繞製程控制監控之邊緣而圖案化平坦材料或其它保護性材料以提供一密封，從而防止釋放蝕刻劑自邊緣到達犧牲層。因此，將藉由使蝕刻劑進入蝕刻釋放孔而僅移除犧牲層。在某些實施例中，蝕刻釋放製程控制監控中之機械膜可電短接至ITO/鉻層。

藉由視覺觀察製程控制監控或藉由電子成像製程控制監

控(諸如使用 CCD 相機)，且接著以計算之方式來分析該影像使得自動進行量測，來使用上述製程控制監控，以量測蝕刻範圍。在某些實施例中，製程控制監控中之柱可用作用於判定蝕刻範圍之游標尺。舉例而言，柱可形成於製程控制監控中，且彼此相距一已知距離。沿著自孔之中心之一線的一定數目之柱可接著用於使該距離接近。在某些實施例中，具有比干涉調變器中形成的柱之密度更高的密度之柱可用於提供更精確之量測值。熟習此項技術者將瞭解可用於量測蝕刻範圍的許多其它形狀及結構。

干涉調變器之製程控制監控

在一實施例中，可藉由使用由具有增強之穩定性之干涉調變器組成的製程控制監控來判定干涉調變器之干涉特性(例如經反射之光之光譜)。該製程控制監控可經建構使得機械膜抵制移動，且因此固定於合適的位置而形成一靜態標準具。在一實施例中，可藉由使用大體透明之介電層(例如氧化層)來替代犧牲層而形成該製程控制監控。反射性機械膜將因而靠在介電層上並位於固定位置。可有利地將該製程控制監控製造成與顯示干涉調變器陣列分離，使得所沈積之氧化層厚於一般之干涉調變器製造期間所沈積之氧化層。

在另一實施例中，形成一製程控制監控，其係藉由與顯示干涉調變器陣列之材料沈積相同的材料沈積而製造。舉例而言，如圖 12 中之描繪，可建構一製程控制監控 204，其所包含之柱 220 之密度高於干涉調變器陣列 202 中所含有

之柱之密度。柱220之較高密度向其所支撐之機械膜提供增加的位置穩定性。因此，即使在施加電勢(例如，小於約10伏特、15伏特或20伏特)之情況下，製程控制監控204中之機械膜將抵制移向ITO層，且藉此反射相同光譜。如本文所使用，"柱"意謂可用於支撐機械膜之任何斷續結構。因此，期望"柱"包括實質由豎直線性結構組成之"點"結構。亦期望"柱"包括實質由豎直條帶材料組成之結構，亦已知為橫桿。

具有穩定機械膜之製程控制監控(諸如上述製程控制監控)可用於最優化製造以產生將反射光之所需光譜的干涉調變器。此外，該製程控制監控提供製造過程之成功的快速檢查。在某些實施例中，在製造過程產生反射不同色彩之干涉調變器之陣列(例如，用於多色顯示器)的情況下，可使用上述多個製程控制監控，每一製程控制監控反射對應的色彩。或者，可形成具有不同區域之單一製程控制監控，其中每一區域所具有之柱之高度不同於其它區域所具有之柱之高度。因而，每一區域反射不同色彩之光。

厚度製程控制監控

另一類型製程控制監控用於量測在處理期間所沈積之每一層之厚度。在一實施例中，製造厚度製程控制監控，使得自基板至製程控制監控之頂部形成單一階梯。該單一階梯之階梯高度將因而對應於階梯處之製程控制監控之所有層之組合厚度。可沈積之層之非限制性實例包括：ITO層及鉻層、氧化層、犧牲層、犧牲層上之平坦層、氧化層上

之機械膜層，及氧化層上之犧牲層上之機械膜層。

在另一實施例中，形成多層製程控制監控，使得可形成具有樓梯階梯圖案輪廓之堆疊。該階梯高度將對應於一或多個所沈積之層的厚度。舉例而言，所得之製程控制監控之結構可類似於圖14中之結構。圖14中之製程控制監控含有在製造干涉調變器期間所沈積之每一層，該干涉調變器諸如圖9中所描繪之一者。製程控制監控提供多個階梯，其對應於ITO層154之厚度、鉻層150之厚度、氧化層156/158之厚度、犧牲層160之厚度、平坦材料162之厚度及機械膜164/166之厚度。藉由適當之厚度量測技術之單一掃描過程來量測每一階梯之厚度，而非必須量測單獨之製程控制監控中之每一層。在一非限制性實例中，諸如自KLA-Tencor可購得的基於觸針之表面輪廓測繪器(例如，輪廓測定儀)可用於藉由單一掃描觸針而量測階梯高度，並因而快速判定在一特定之干涉調變器製造操作中所沈積之每一層之厚度。樓梯階梯圖案減少當使用輪廓測定儀時所遇到的自然反彈且藉此與跨越每一層個別地掃描相比具有改良之精度。熟習此項技術者將認識到，層之任何組合可用於多樓梯階梯圖案中。因而，無需包括製造干涉調變器期間所沈積之所有層。

圖15中描繪厚度製程控制監控之另一實施例。此製程控制監控亦具有樓梯階梯輪廓；然而，所形成之樓梯階梯圖案並非單調地在高度上增加。此圖案之一優勢為可形成階梯高度以更緊密地對應於某些干涉調變器中所展現的實際

厚度。除了上文所論述之層外，圖 15 之製程控制監控亦含有一暗遮罩層 275。該暗遮罩層 275 可用於干涉調變器中以抑制來自諸如柱及橫桿之某些靜態結構的反射。在此實施例中，一額外的氧化層 277 可沈積於暗遮罩層 275 上方。

圖 15 中之階梯 300 對應於所有氧化層 (277、156 及 158) 及暗遮罩 275 之厚度。此階梯可與階梯 302 作比較以判定暗遮罩 275 之厚度。階梯 304 之絕對高度提供氧化層 277、156 及 158 及 ITO 154 及鉻 150 層之組合厚度。與階梯 302 之比較提供組合之 ITO 154 及鉻 150 層之厚度。階梯 306 提供沈積於 ITO 154 及鉻 150 層之頂部上的氧化層 156/158 之厚度。階梯 308 對應於機械膜 164/166 之厚度。當干涉調變器處於機械膜 164/166 於氧化層 158 之頂部收縮之致動狀態中時，階梯 308 之絕對高度亦將接近材料之組合厚度。階梯 310 對應於機械膜 164/166 及平坦材料 162 之組合厚度。與階梯 308 之比較可用於判定平坦材料 162 之厚度。階梯 312 對應於犧牲層 160 之厚度。最後，階梯 314 對應於平坦材料 312 之厚度。當干涉調變器處於非致動狀態中時，階梯 314 之絕對高度亦對應於機械膜 164/166 之位置。

在某些實施例中，形成多色干涉調變器顯示器。一種該多色顯示器使用具有不同間隙深度以反射不同色彩之干涉調變器。舉例而言，可使用具有經調適以主要反射紅色、綠色或藍色之三種不同間隙深度的干涉調變器。一種形成該多色顯示器之方法為在沈積平坦材料及機械膜層之前沈積並圖案化三個犧牲層。犧牲層之圖案化可使得保留一單

一層而用於一干涉調變器集，保留兩層而用於另一干涉調變器集，且保留三層而用於最後的干涉調變器集。在沈積機械膜及釋放蝕刻後，將在形成單一犧牲層處形成較小的間隙深度，將在形成兩個犧牲層處形成一中等間隙深度，且將在形成三個犧牲層處形成一較大的間隙深度。圖16描繪可用於量測在使用該三個犧牲層製程期間所形成之層厚度的厚度製程控制監控。除了犧牲層160之外，亦形成犧牲層279及281。熟習此項技術者將瞭解，可順序沈積犧牲層160、279及281或若利用舉離(liftoff)或回蝕技術，則可以不同次序進行沈積。階梯350對應於所有氧化層(277、156及158)及暗遮罩275之組合厚度。此階梯可與階梯352作比較以判定暗遮罩275之厚度。階梯354之絕對高度提供氧化層277、156及158及ITO 154及鉻150層之組合厚度。與階梯352之比較提供組合之ITO 154層及鉻150層之厚度。階梯356與階梯354之比較提供沈積於ITO 154層及鉻150層之頂部上的氧化層156/158之厚度。階梯358對應於機械膜164/166之厚度。當干涉調變器處於機械膜164/166在氧化層158之頂部上收縮之致動狀態中時，階梯358之絕對高度亦接近材料之組合厚度。階梯360對應於機械膜164/166及平坦材料162之組合厚度。與階梯358之比較可用於判定平坦材料162之厚度。

階梯362對應於機械膜164/166及單一犧牲層160之組合厚度。階梯362與階梯358之比較提供犧牲層160之厚度。當具有最小間隙深度之干涉調變器處於非致動狀態時，階

梯 362 之絕對高度亦對應於機械膜 164/166 之位置。階梯 364 之絕對高度對應於位於具有最小間隙深度的兩個干涉調變器之間的柱上方之干涉調變器陣列中之組合高度。階梯 364 與階梯 358 之比較提供該柱之高度。以類似方式，階梯 366 對應於機械膜 164/166 及第一犧牲層 160 及第二犧牲層 279 之組合厚度。階梯 366 與階梯 362 之比較提供該第二犧牲層 279 之高度。當具有中等間隙深度之干涉調變器處於非致動狀態中時，階梯 366 之絕對高度亦對應於機械膜 164/166 之位置。階梯 368 之絕對高度對應於位於具有中等間隙深度的兩個干涉調變器之間的柱上方之干涉調變器陣列中之組合高度。階梯 368 與階梯 358 之比較提供柱之高度。階梯 370 對應於機械膜 164/166 及第一犧牲層 160、第二犧牲層 279 及第三犧牲層 281 的組合厚度。階梯 370 與階梯 366 之比較提供第三犧牲層 281 之厚度。當具有最大間隙深度的干涉調變器處於非致動狀態中時，階梯 370 之絕對高度亦對應於機械膜 164/166 之位置。階梯 372 之絕對高度對應於位於具有最大之間隙深度的兩個干涉調變器之間的柱上方之干涉調變器陣列中之組合高度。階梯 372 與階梯 358 之比較提供該柱之高度。

圖 16 之製程控制監控提供對由特定之干涉調變器製造過程產生的間隙深度之精確量測。量測對應於中等及最大間隙深度干涉調變器之犧牲層之累加高度與藉由量測該等三個犧牲層之個別厚度而獲得的間隙深度相比，對所得的間隙深度提供更精確的指示。若單獨量測此等三個層，則當

將該等厚度加在一起以獲得總的間隙深度時，每一層之厚度中的局部變化將經複合。相比而言，圖16之製程控制監控提供該等犧牲層之組合厚度之單一量測值，從而減少由每一單獨之犧牲層中之局部變化而引起的誤差。

在圖15及圖16之實施例中，機械膜164/166可用於在釋放蝕刻期間保護製程控制監控中的犧牲層160。因此，在某些實施例中，可在釋放蝕刻後評估厚度製程控制監控。若結果指示一或多個層厚度有問題，則在釋放蝕刻之前廢棄該晶圓，藉此節約時間及資金。

熟習此項技術者將認識到，可產生許多其它樓梯階梯圖案化之製程控制監控。亦應瞭解，可建構所含有之層少於MEMS裝置中之所有層的厚度製程控制監控。

儘管已參考實施例及實例描述本發明，但應瞭解，在不偏離本發明之精神之情況下可作大量及各種修改。因此，本發明僅由以下申請專利範圍限制。

【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立體圖，其中第一干涉調變器之可移動之反射層位於放鬆位置處，且第二干涉調變器之可移動之反射層位於致動位置處。

圖2為說明併入3x3干涉調變器顯示器之一電子裝置之一實施例的系統方塊圖。

圖3為針對圖1之干涉調變器之一例示性實施例的可移動之反射鏡位置與所施加之電壓的關係曲線圖。

圖 4 為可用於驅動干涉調變器顯示器之列及行電壓集的說明。

圖 5A 說明圖 2 之 3x3 干涉調變器顯示器之顯示資料的一例示性圖框。

圖 5B 說明可用於寫入圖 5A 之圖框之列及行訊號之一例示性時序圖。

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性實施例的橫截面。

圖 7C 為干涉調變器之另一替代性實施例的橫截面。

圖 7D 為干涉調變器之又一替代性實施例的橫截面。

圖 7E 為干涉調變器之其它替代性實施例之橫截面。

圖 8 為包含 MEMS 結構及多個製程控制監控之晶圓的俯視圖。

圖 9 為在製造干涉調變器期間所沈積之層的橫截面。

圖 10A 為基於標準具之製程控制監控中之層的橫截面，其中該基於標準具之製程控制監控用於監控用於製造圖 9 之干涉調變器之製程。

圖 10B 為另一基於標準具之製程控制監控中之層的橫截面，其中該基於標準具之製程控制監控用於監控用於製造圖 9 之干涉調變器之製程。

圖 10C 為另一基於標準具之製程控制監控中之層的橫截面，其中該基於標準具之製程控制監控用於監控用於製造

圖 9 之干涉調變器之製程。

圖 10D 為另一基於標準具之製程控制監控中之層的橫截面，其中該基於標準具之製程控制監控用於監控用於製造圖 9 之干涉調變器之製程。

圖 11A 為非基於標準具之製程控制監控中之層的橫截面，其中該非基於標準具之製程控制監控用於監控用於製造圖 9 之干涉調變器之製程。

圖 11B 為另一非基於標準具之製程控制監控中之層的橫截面，其中該非基於標準具之製程控制監控用於監控用於製造圖 9 之干涉調變器之製程。

圖 11C 為另一非基於標準具之製程控制監控中之層的橫截面，其中非該基於標準具之製程控制監控用於監控用於製造圖 9 之干涉調變器之製程。

圖 11D 為另一非基於標準具之製程控制監控中之層的橫截面，其中該非基於標準具之製程控制監控用於監控用於製造圖 9 之干涉調變器之製程。

圖 11E 為另一非基於標準具之製程控制監控中之層的橫截面，其中該非基於標準具之製程控制監控用於監控用於製造圖 9 之干涉調變器之製程。

圖 11F 為另一非基於標準具之製程控制監控中之層的橫截面，其中該非基於標準具之製程控制監控用於監控用於製造圖 9 之干涉調變器之製程。

圖 11G 為另一非基於標準具之製程控制監控中之層的橫截面，其中該非基於標準具之製程控制監控用於監控用於

製造圖9之干涉調變器之製程。

圖12為包含一干涉調變器陣列及製程控制監控之一晶圓的俯視圖，其中該製程控制監控用於監控釋放蝕刻及自該干涉調變器反射的色彩。

圖13A為可用於監控釋放蝕刻之製程控制監控的俯視圖。

圖13B為可用於監控釋放蝕刻之另一製程控制監控的俯視圖。

圖14為可用於量測干涉調變器中之層之厚度的製程控制監控之橫截面。

圖15為可用於量測干涉調變器中之層之厚度的製程控制監控之另一實施例的橫截面。

圖16為可用於量測干涉調變器中之層之厚度的製程控制監控之又一實施例的橫截面。

【主要元件符號說明】

12a、12b	干涉調變器
14、14a、14b	反射層
16、16a、16b	光學堆疊
18	柱
19	間隙、腔
20	透明基板
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、顯示器
32	系鏈
34	可變形之層
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、102、104	製程控制監控
106	基板
108	MEMS裝置
110	整合晶圓
150	鉻層
152	基板

154	ITO層
158、156	氧化層
160	犧牲層
162	平坦材料
164、166	機械膜層
200	晶圓
202	干涉調變器陣列
204、206、208	製程控制監控
210	柱
212	橫桿
214、216、218	孔
220	柱
250	條帶
252	孔
254	狹槽
275	暗遮罩層
277	氧化層
279、281	犧牲層
300、302、304、306、	階梯
308、310、312、314、	
350、352、354、356、	
358、360、362、364、	
366、368、370、372	

五、中文發明摘要：

本發明揭示製程控制監控100、102及104，其係使用與用於製造MEMS裝置108之製程步驟相同的製程步驟中之至少某些步驟而產生。該等製程控制監控100、102及104之分析可提供與該MEMS裝置108及該裝置中之組件或子組件之特性相關的資訊。此資訊可用於識別處理過程中之誤差或用於最優化該MEMS裝置108。在某些實施例中，該等製程控制監控100、102及104之分析可利用光學量測值。

六、英文發明摘要：

十、申請專利範圍：

1. 一種量測在製造一微機電系統(MEMS)期間所沈積之層之厚度的方法，其包含：

形成一測試單元，該測試單元包含連續沈積於彼此頂部上之兩個或兩個以上層，其中該等層係使用一用於在製造該MEMS期間形成彼等層之製程而形成，其中該等層經圖案化使得至少兩個階梯形成於該結構之一輪廓中；及

藉由跨越該結構掃描一輪廓測定儀而量測該等階梯之高度。

2. 如請求項1之方法，其中形成該測試單元包含應用一與用於該MEMS之該製造中的材料沈積及圖案化步驟之序列相同的材料沈積及圖案化步驟之序列。
3. 如請求項1之方法，其中跨越該結構掃描該輪廓測定儀一次。
4. 如請求項1之方法，其中該MEMS為一干涉調變器。
5. 一種用於量測在製造一干涉調變器期間所沈積之複數個層之厚度的測試單元，其包含堆疊於彼此頂部上之該等層以形成該測試單元之一輪廓中之至少兩個階梯。
6. 如請求項5之測試單元，其中該測試單元中之階梯自該輪廓之一側至另一側單調地增加並接著單調地降低。
7. 如請求項5之測試單元，其包含複數個犧牲層，該等犧牲層判定形成於該等干涉調變器中之間隙的深度。
8. 如請求項5之測試單元，其包含一犧牲層及一機械膜，

其中該機械膜經調適以在一釋放蝕刻製程期間保護該犧牲層。

9. 如請求項5之測試單元，其包含至少一層中之一切口，使得該切口形成一在該測試單元之該輪廓中向下的階梯。

10. 如請求項5之測試單元，其中該測試單元中之至少一階梯由一或多個介電層組成。

11. 如請求項5之測試單元，其中該測試單元中之至少一階梯由一機械膜結構組成。

12. 如請求項5之測試單元，其中該測試單元中之至少一階梯之高度大體由一犧牲層之厚度判定。

13. 如請求項5之測試單元，其中該測試單元中之至少一階梯之高度大體由平坦材料之厚度判定。

14. 一種晶圓，其包含：

複數個反射性顯示元件，其經調適以用於一顯示器中，該等反射性顯示元件包含複數個材料層；及

一測試單元，其包含堆疊於彼此頂部上之該複數個材料層以形成該測試單元之一輪廓中之至少兩個階梯。

15. 一種製造一組合之微機電系統(MEMS)及測試單元結構的方法，其包含：

形成一MEMS結構，其中形成該MEMS結構包括一或多個材料沈積及圖案化步驟，其中該MEMS結構包含複數個層；及

同時形成一測試單元，其中形成該測試單元包括該或

該等材料沈積及圖案化步驟，其中該測試單元包含該複數個層以形成該測試單元之一輪廓中之至少兩個階梯。

16. 一種組合之微機電系統(MEMS)及測試單元結構，其係由請求項15之該方法產生。

17. 一種晶圓，其包含：

複數個反射性顯示元件，其經調適以用於一顯示器中；及

一測試單元，其經調適以量測在製造該等反射性顯示元件期間所沈積之至少一材料的厚度。

18. 一種晶圓，其包含：

複數個第一構件，其用於反射光而用於一顯示器中；及

第二構件，其用於量測在製造該等第一構件期間所沈積之至少一材料的厚度。

19. 如請求項18之晶圓，其中該等第一構件包含干涉調變器。

20. 如請求項18或19之晶圓，其中該第二構件包含一測試單元，該測試單元包含堆疊於彼此頂部上之複數個材料層以形成該測試單元中之一輪廓中之至少兩個階梯。

21. 一種由一製程產生之晶圓，該製程包含：

於一基板上沈積及圖案化一系列材料層以形成一MEMS結構；及

同時於該基板上沈積及圖案化該系列材料層以形成一測試單元，其中在該圖案化後保持於該測試單元中之材料層形成該測試單元之一輪廓中之至少兩個階梯。

22. 一種測試一用於製造一多色干涉調變器顯示器之製程的方法，其中該顯示器中之不同色彩的干涉調變器係藉由在一部分反射體與一反射性機械膜之間形成不同深度的間隙而製造，其中該等間隙之該等深度係由一或多個犧牲層之沈積而判定，其中至少一間隙之該深度係由複數個犧牲層之沈積而判定，該方法包含：

形成一測試單元，其包含該或該等犧牲層，其中該測試單元之至少一區域包含沈積於彼此頂部上之該複數個犧牲層；

量測該測試單元之一輪廓；及

自該輪廓判定該複數個犧牲層之一累加厚度。

23. 如請求項22之方法，其中形成該測試單元包含：

順序沈積該複數個犧牲層；及

在每一犧牲層之沈積後並在沈積另一犧牲層前圖案化每一犧牲層，使得形成該測試單元之區域，其中該等區域處所存在之犧牲層少於所有該複數個犧牲層。

24. 如請求項22之方法，其中形成該測試單元包含將該機械膜沈積於該測試單元之頂部上，以在一干涉調變器釋放蝕刻期間保護該等犧牲層。

25. 如請求項22之方法，其中量測該測試單元之該輪廓包含：

量測包含一單一犧牲層之一區域中之該測試單元的厚度；

量測包含兩個犧牲層之一區域中之該測試單元的厚

度；及

量測包含三個犧牲層之一區域中之該測試單元的厚度。

26. 一種用於測試一用於製造一多色干涉調變器顯示器之製程的測試單元，其中該顯示器中之不同色彩的干涉調變器係藉由在一部分反射體與一反射性機械膜之間形成不同深度的間隙而製造，其中該等間隙之該等深度係由一或多個犧牲層之沈積而判定，其中至少一間隙之該深度係由複數個犧牲層之沈積而判定，該測試單元包含沈積於彼此頂部上之複數個材料層，其中該測試單元之一區域包括一單一犧牲層，該測試單元之一第二區域包括位於彼此頂部上之兩個犧牲層，且該測試單元之一第三區域包括位於彼此頂部上之三個犧牲層。
27. 如請求項26之測試單元，其中該測試單元包含沈積於該測試單元之頂部上之該機械膜，以在一干涉調變器釋放蝕刻期間保護該等犧牲層。
28. 如請求項26之測試單元，其中該測試單元包含位於包含犧牲層之區域之間的平坦材料。

十一、圖式：

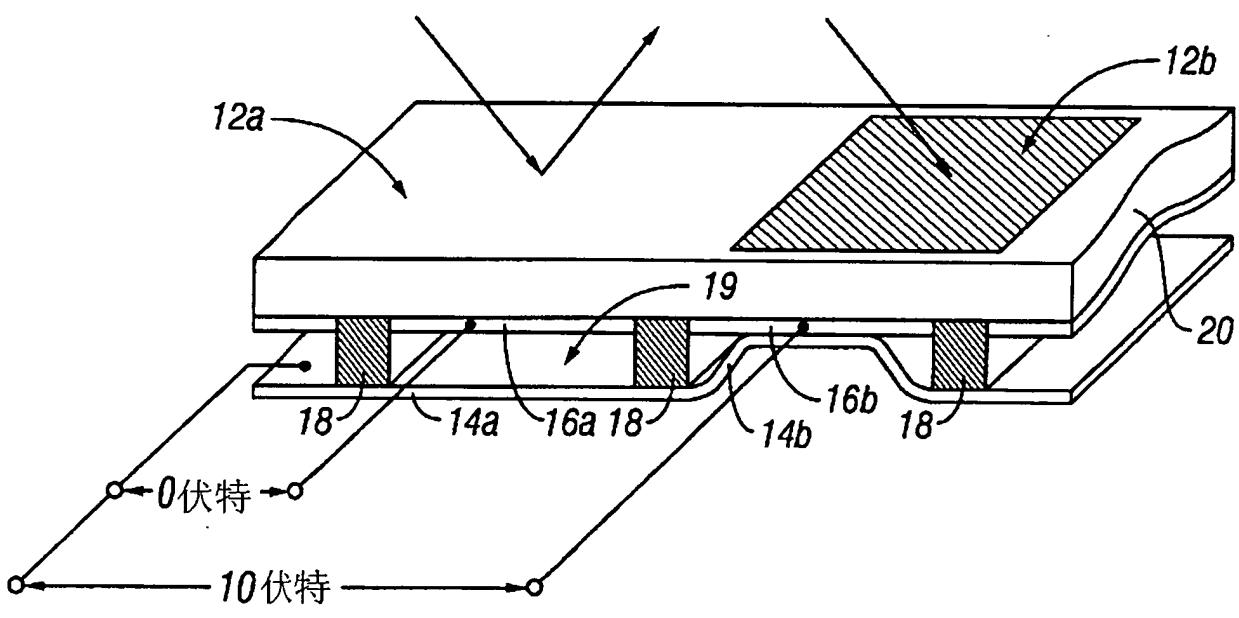


圖 1

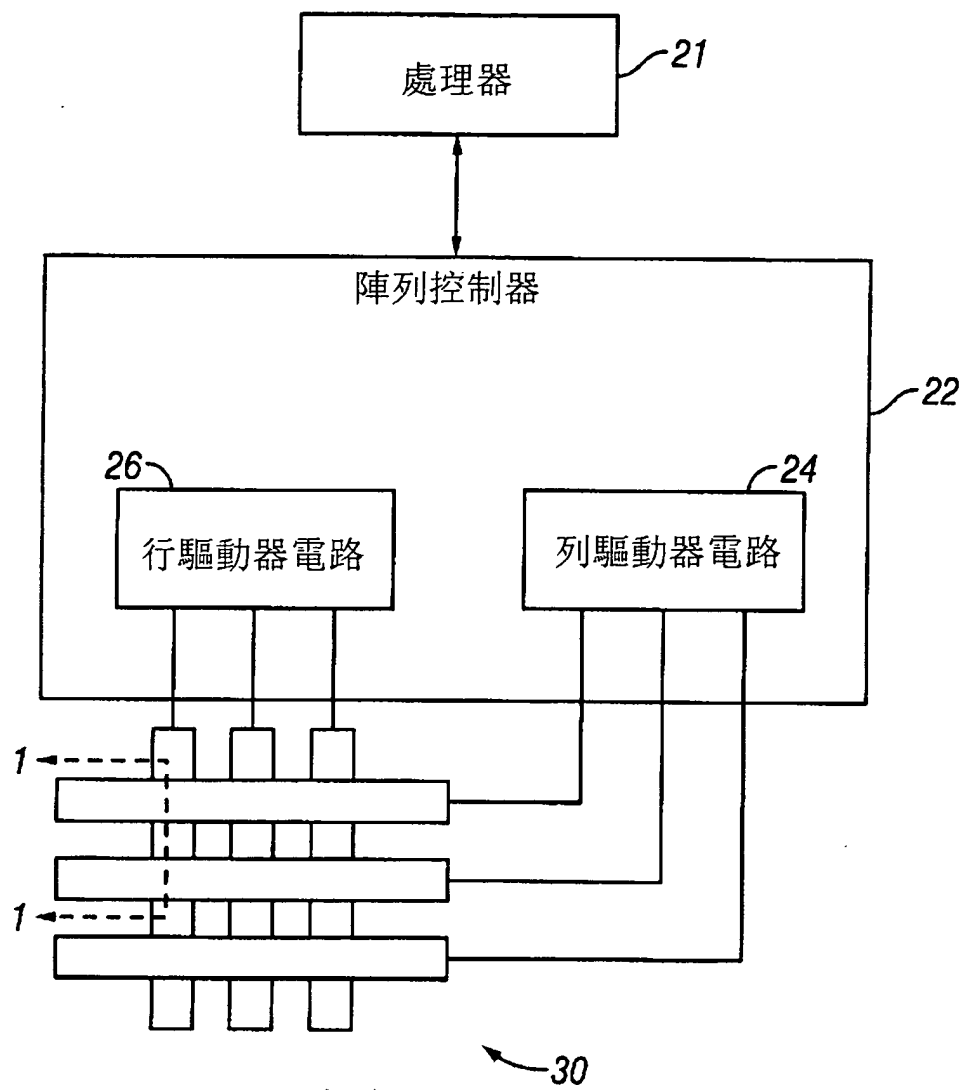


圖 2

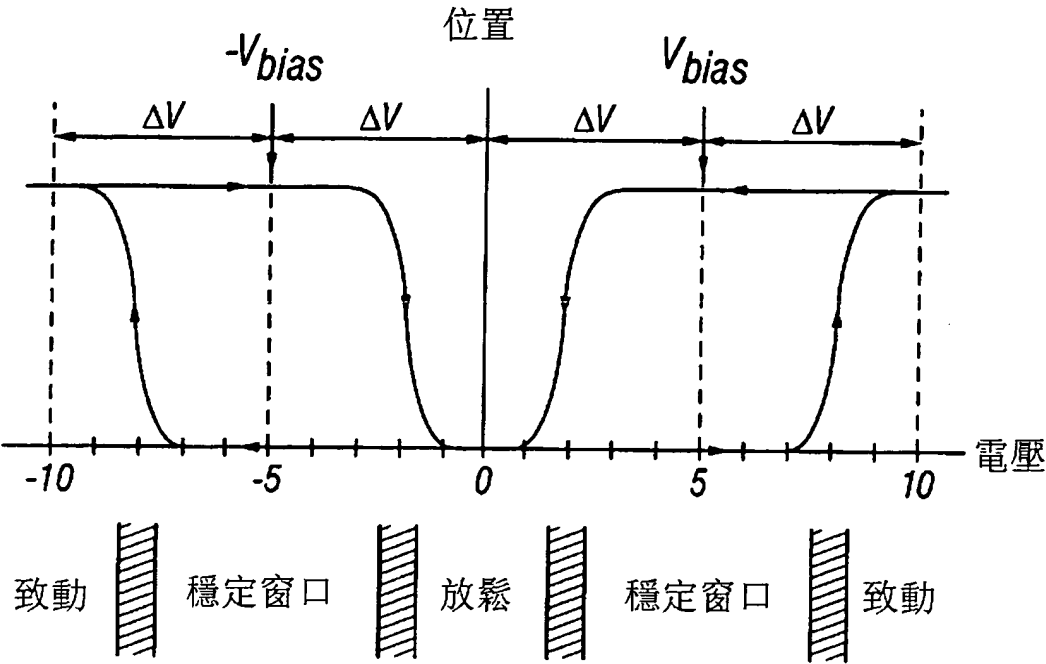


圖 3

	行輸出訊號	
	$+V_{bias}$	$-V_{bias}$
列輸出訊號	0	穩定
	$+\Delta V$	放鬆
	$-\Delta V$	致動

圖 4

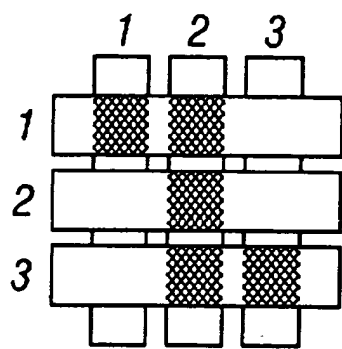


圖 5A

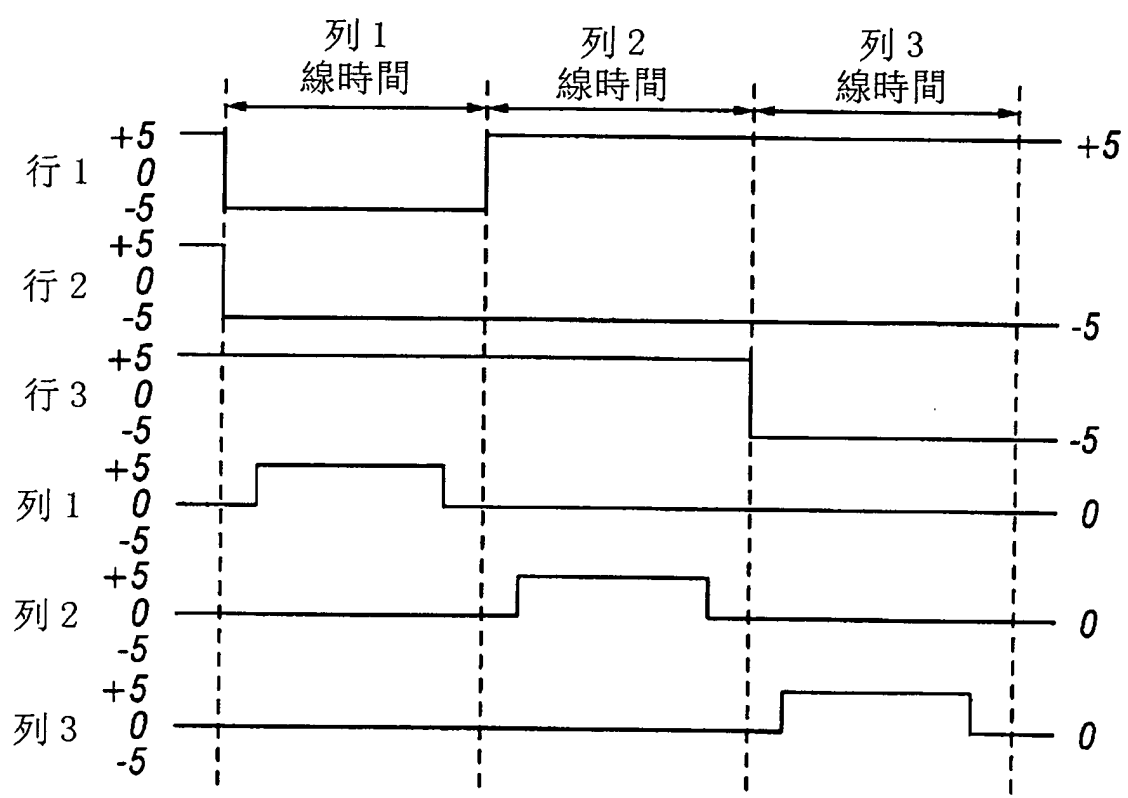


圖 5B

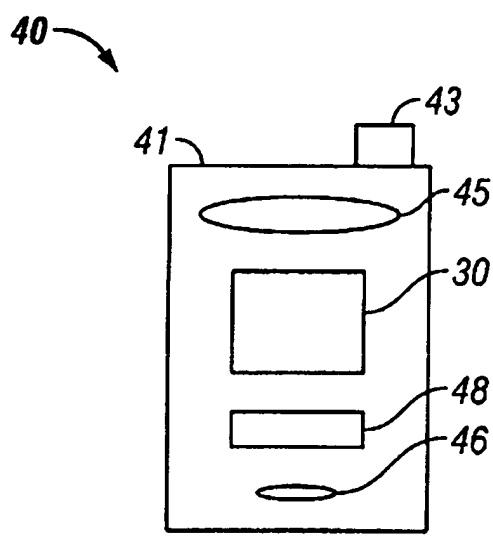


圖 6A

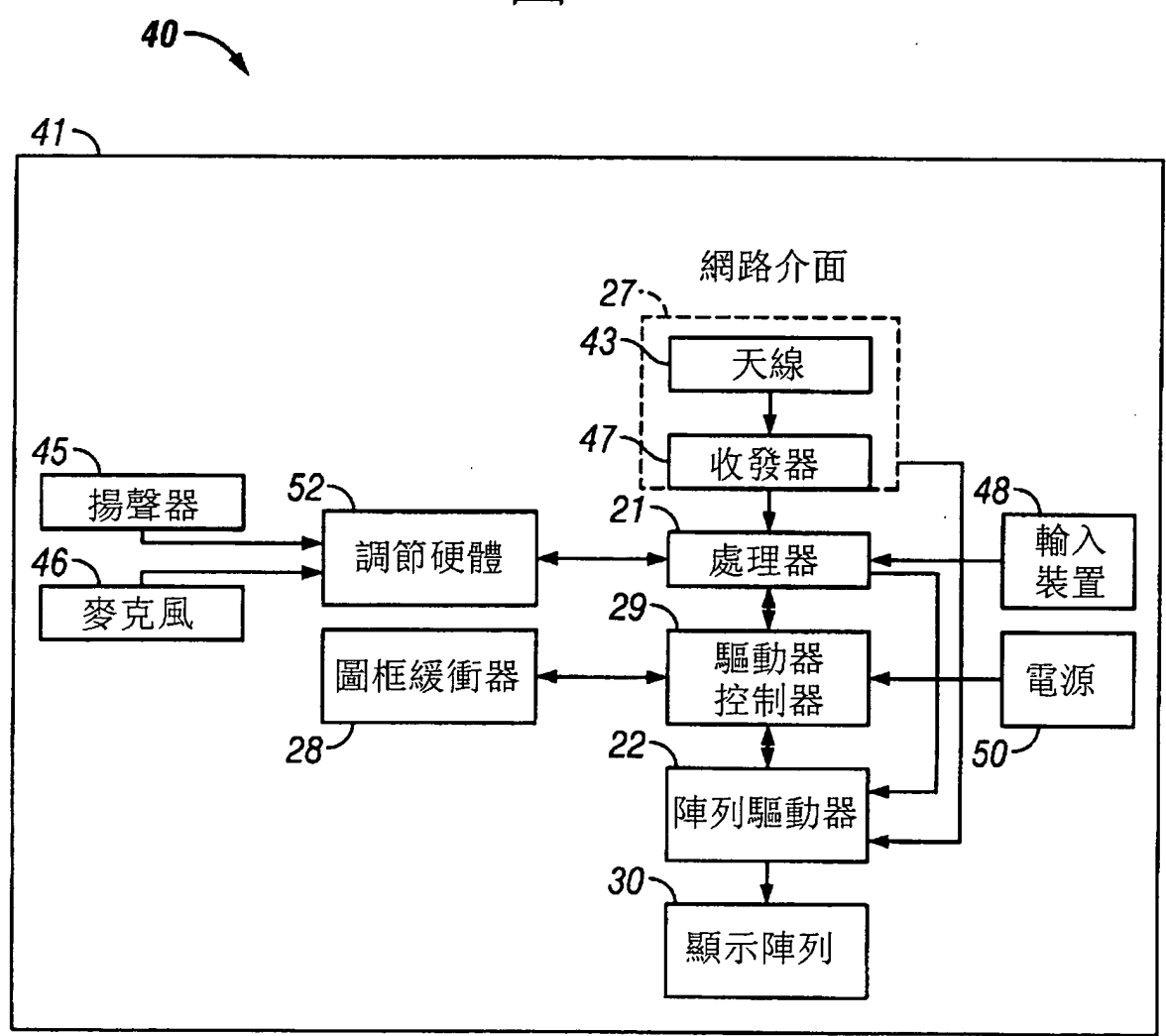


圖 6B

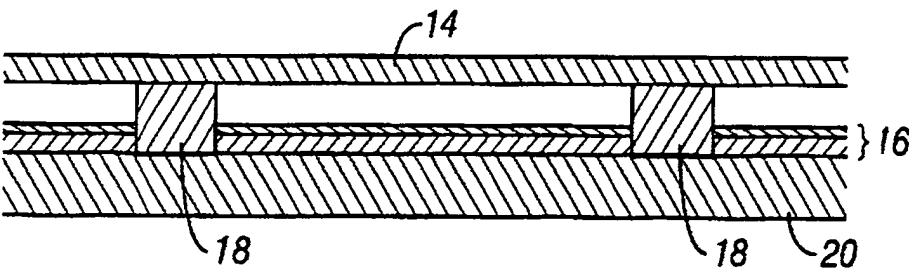


圖 7A

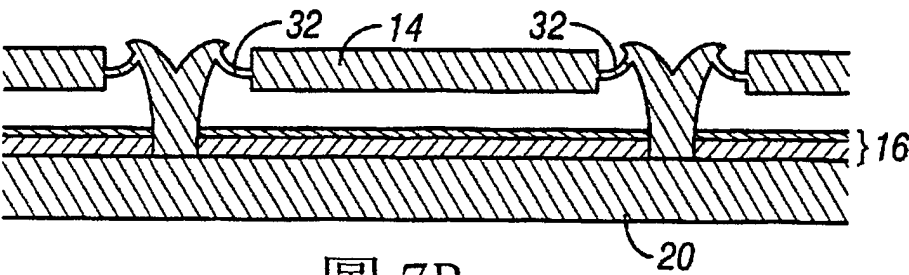


圖 7B

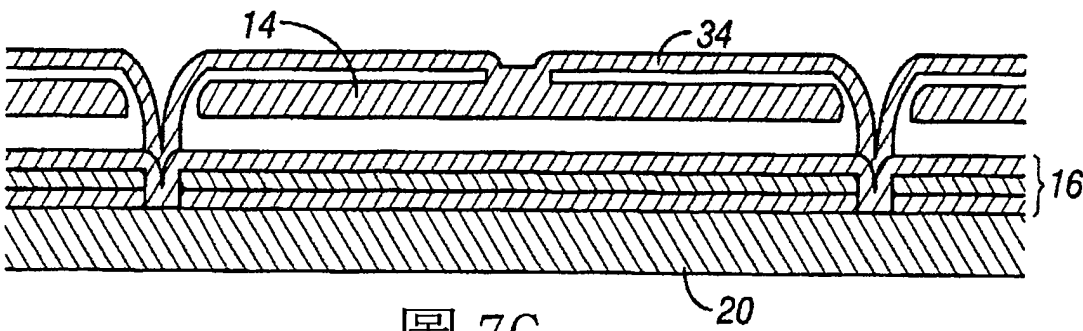


圖 7C

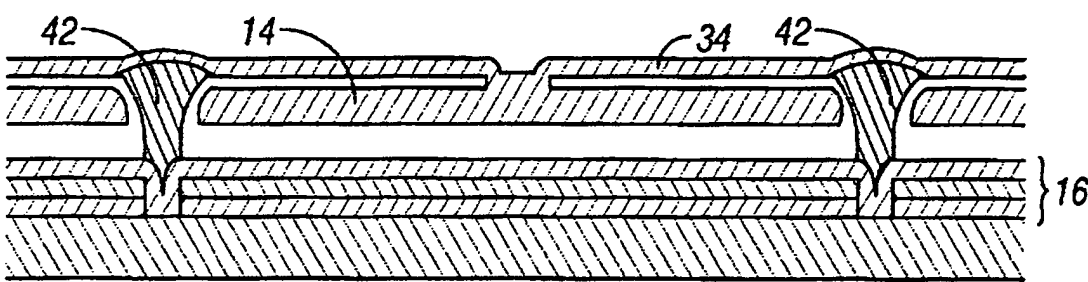


圖 7D

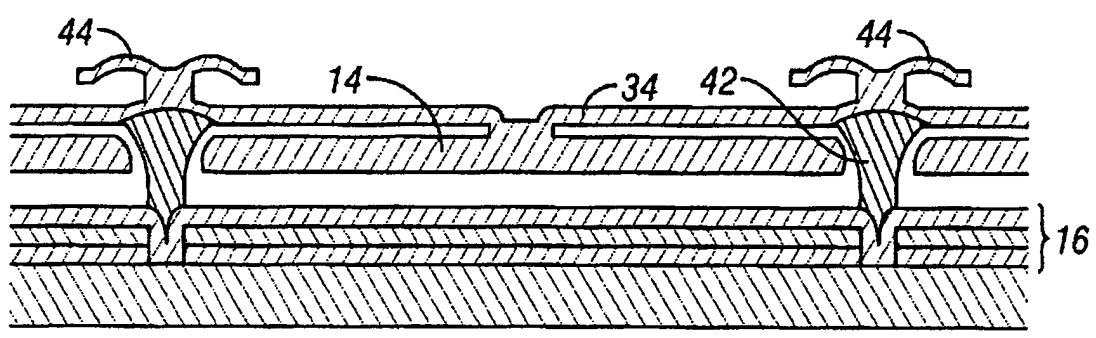


圖 7E

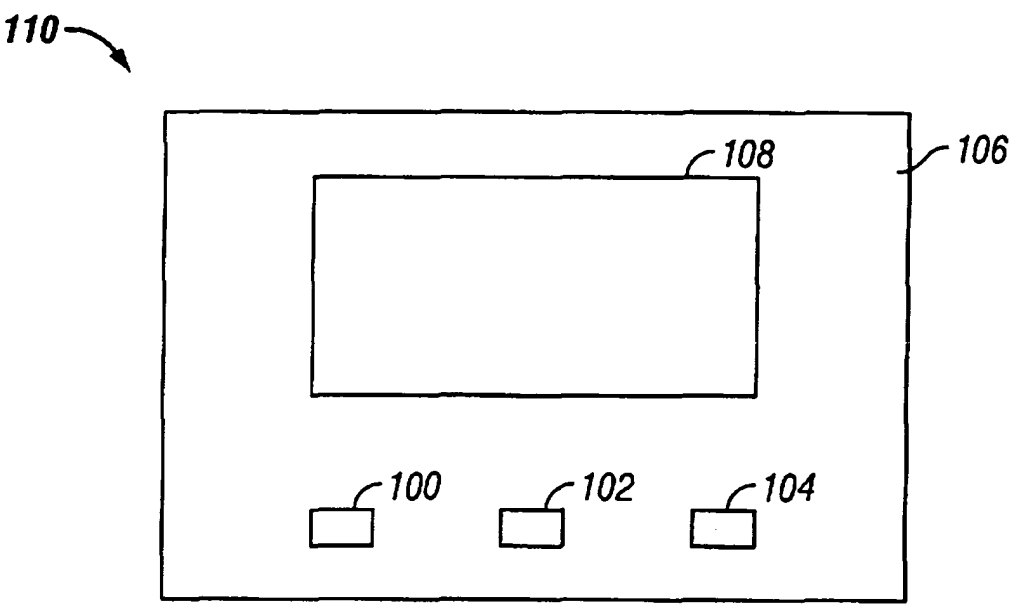


圖 8

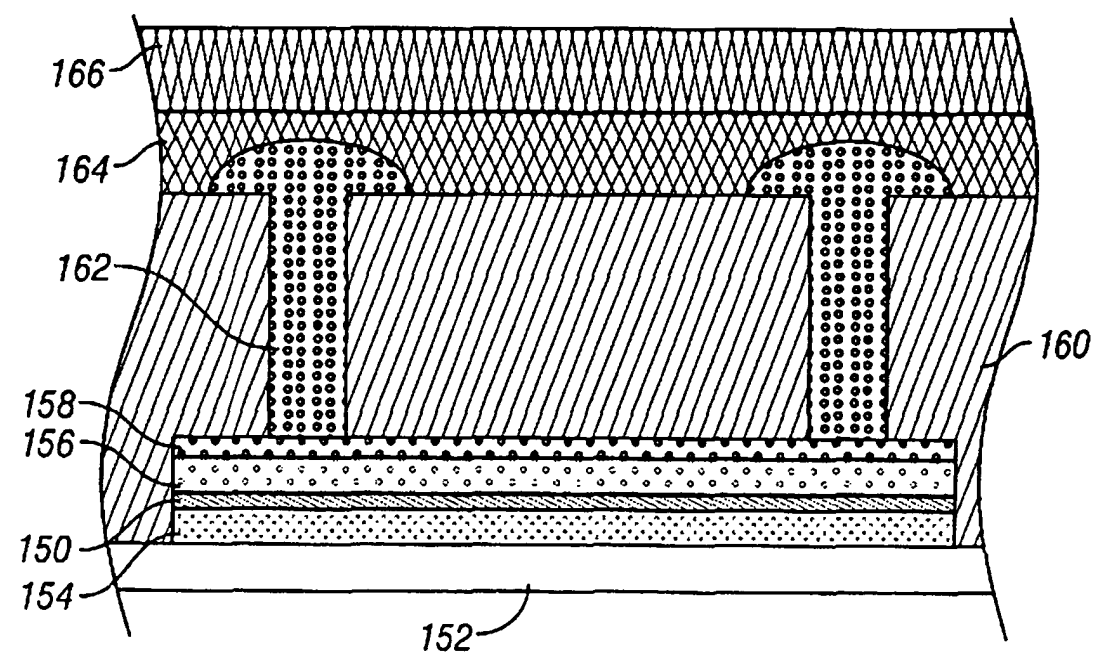


圖 9

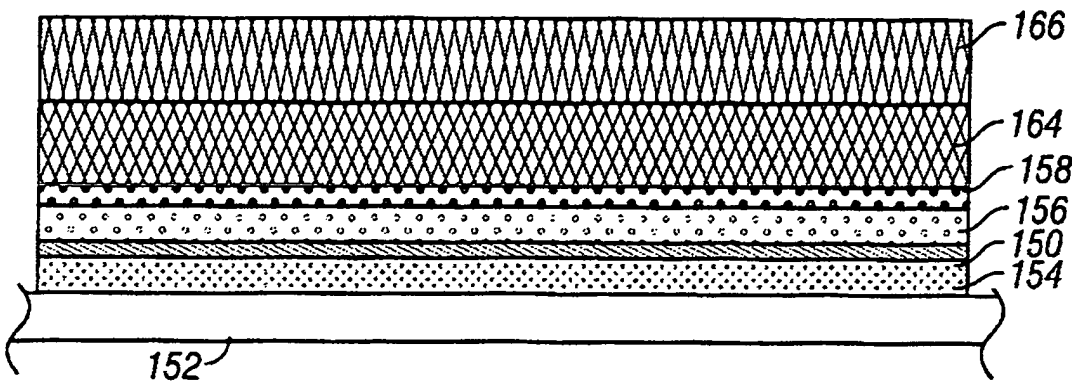


圖 10A

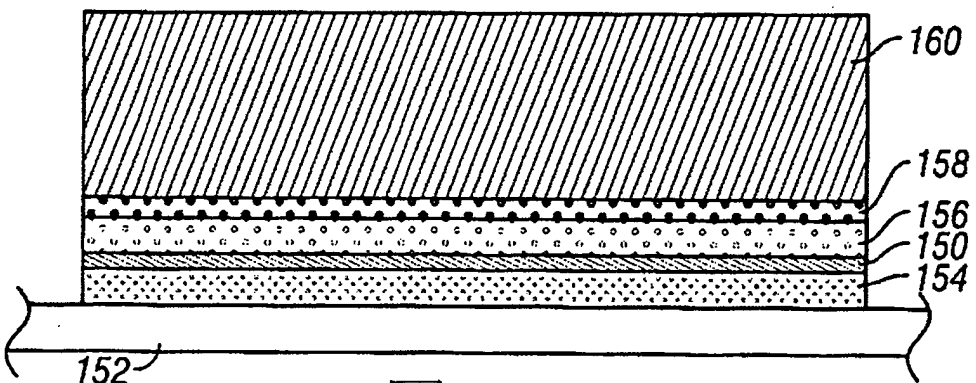


圖 10B

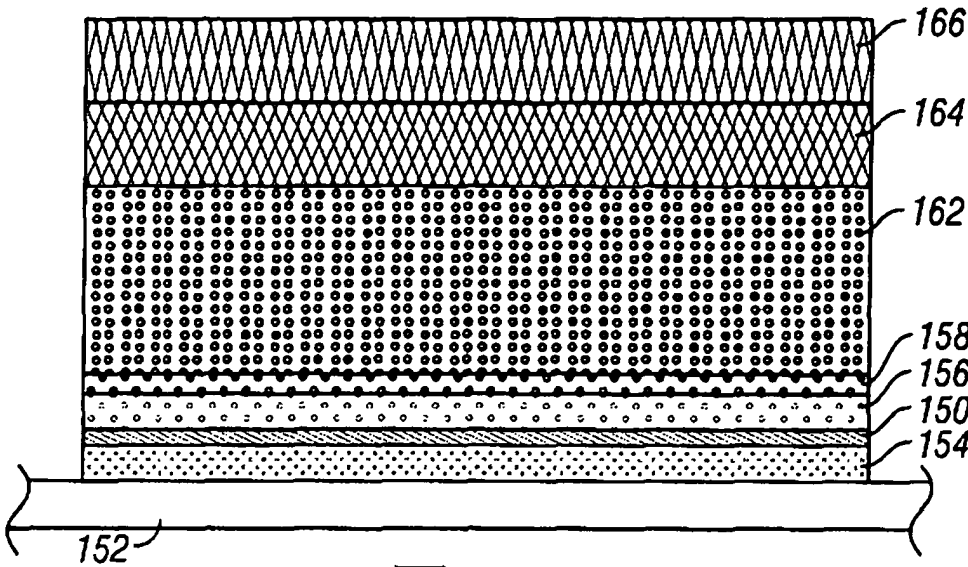


圖 10C

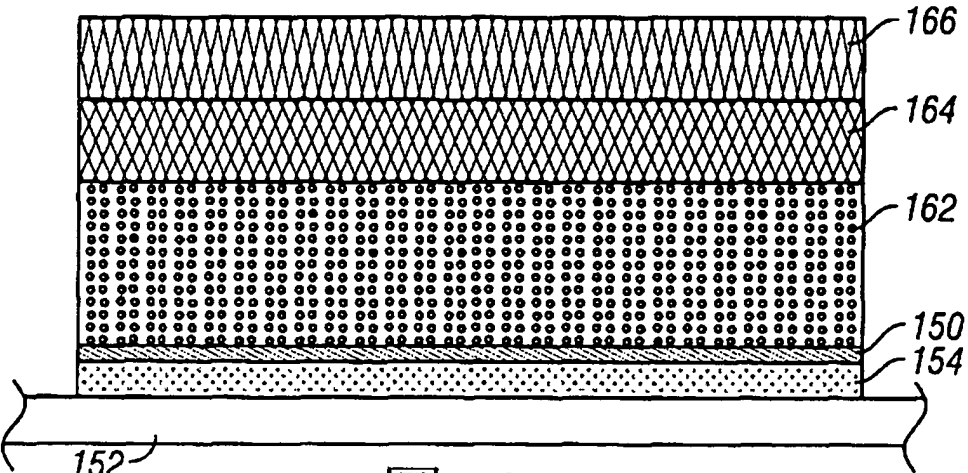


圖 10D

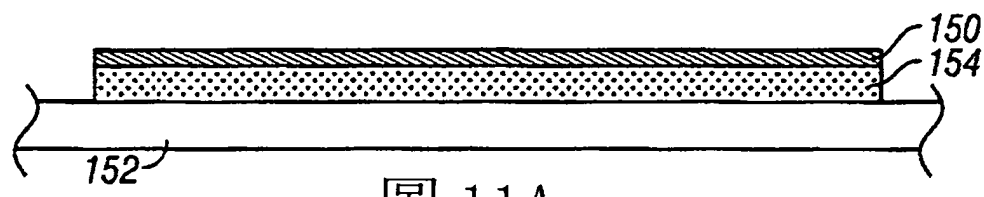


圖 11A

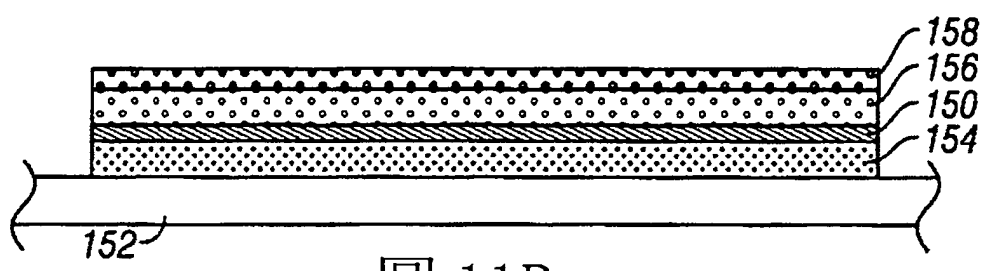


圖 11B

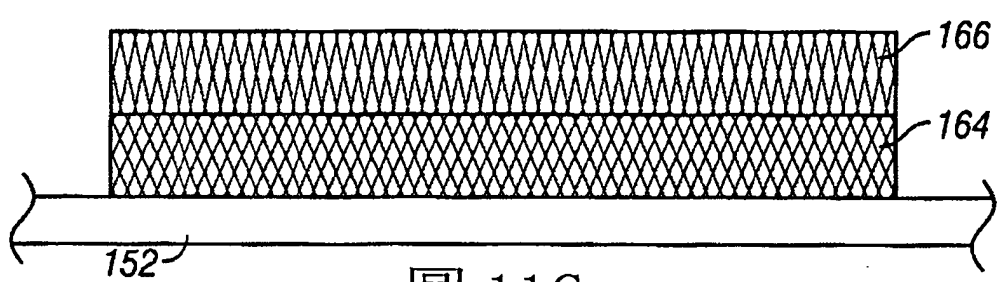


圖 11C

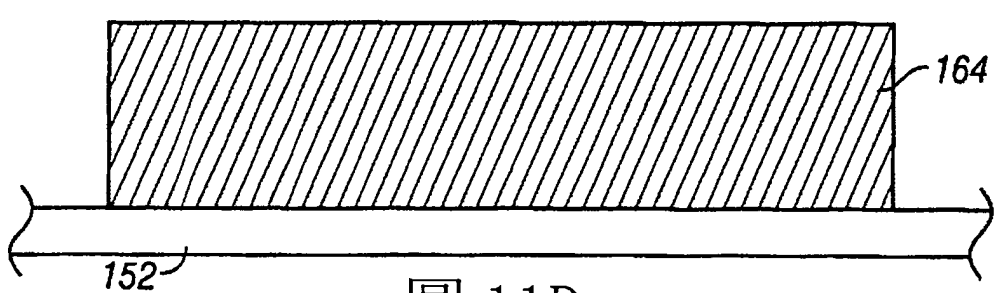


圖 11D

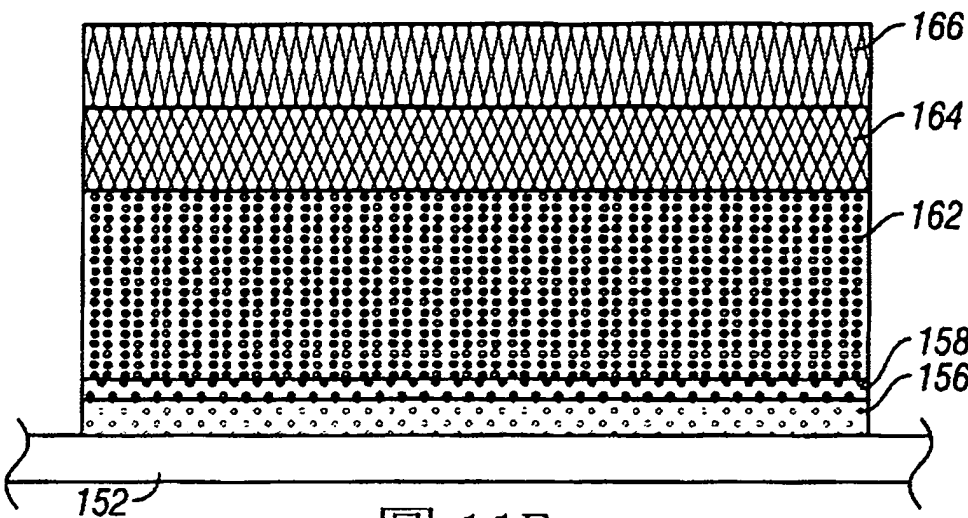


圖 11E

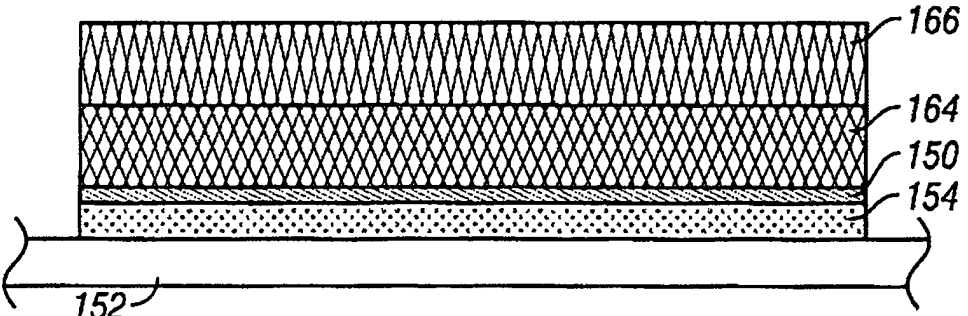


圖 11F

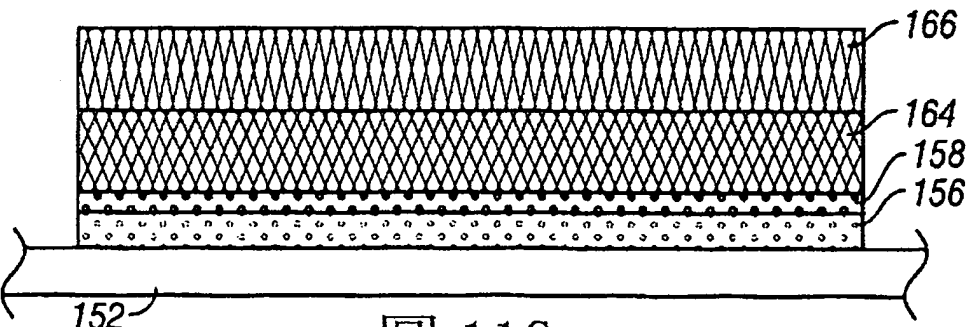


圖 11G

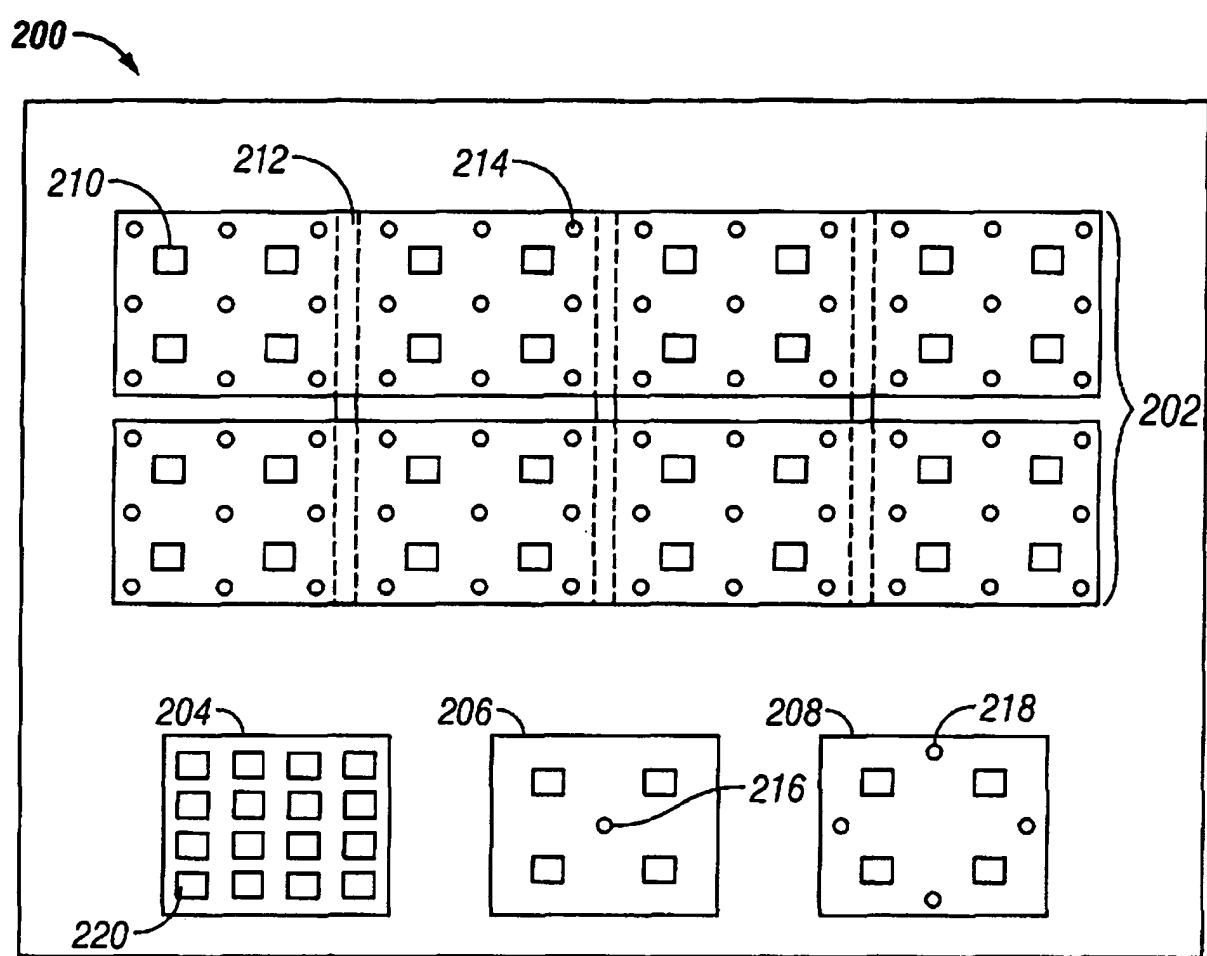


圖 12

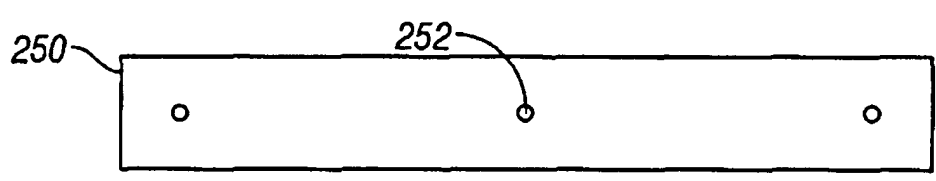


圖 13A

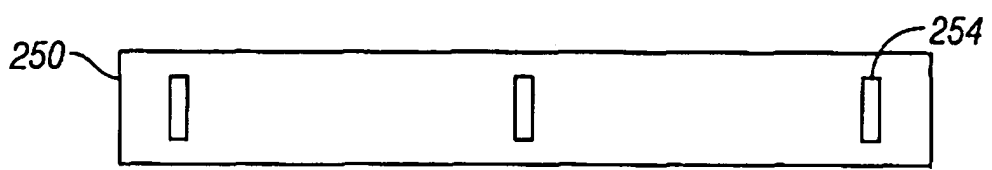


圖 13B

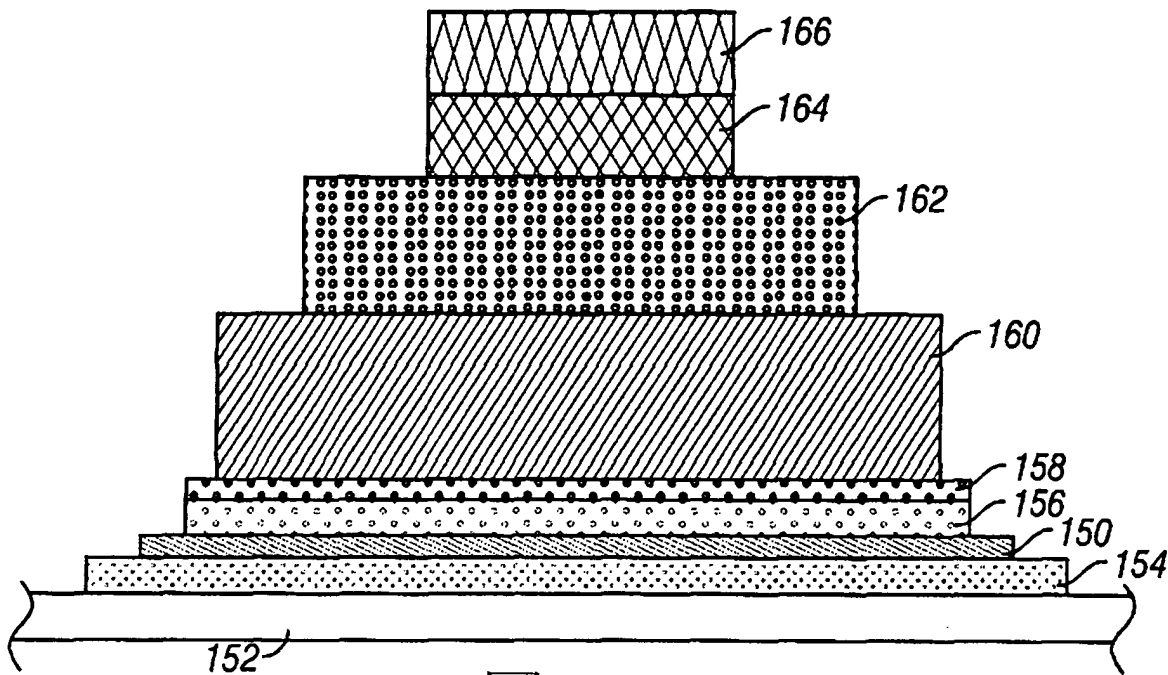


圖 14

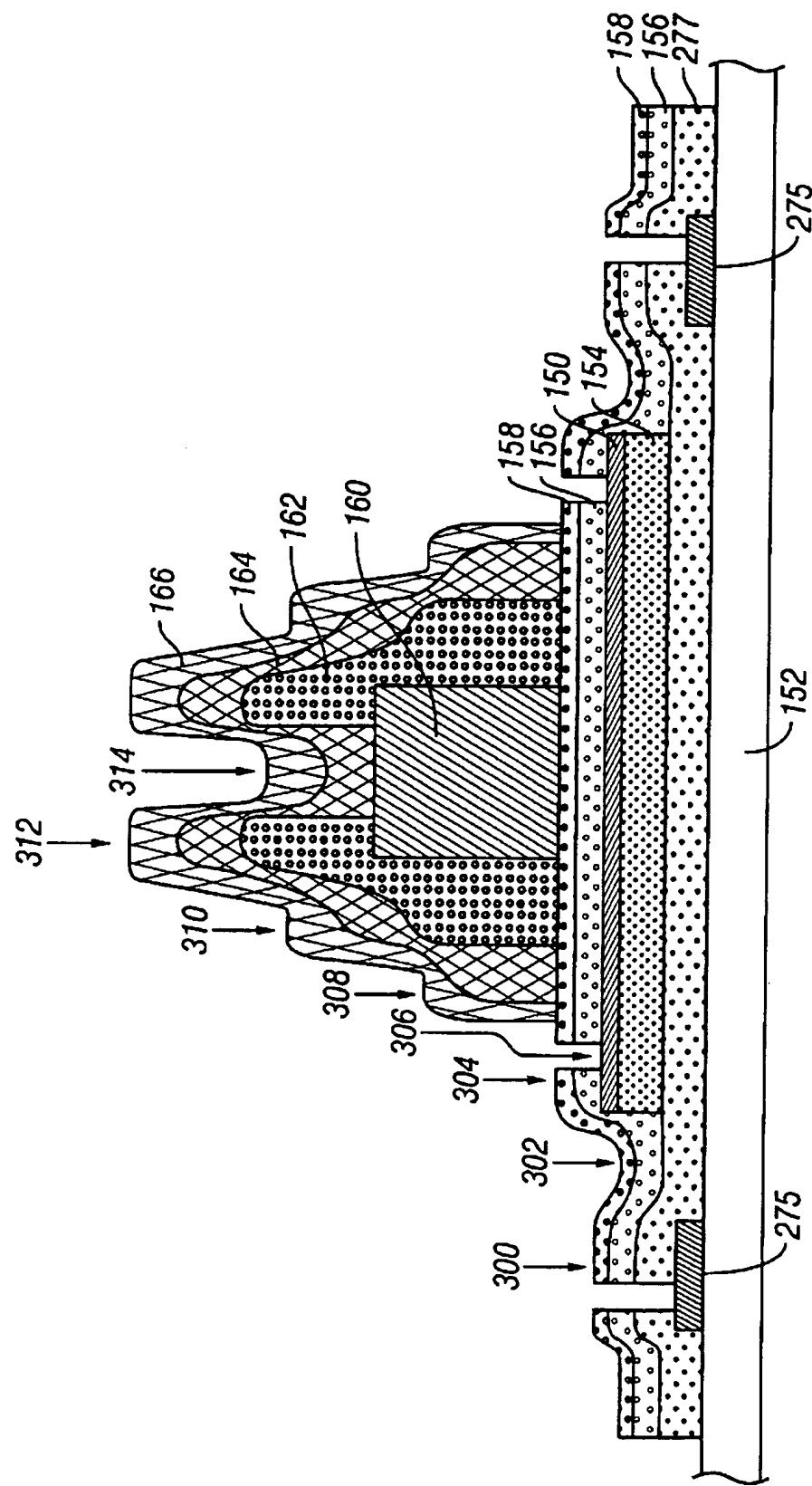


圖 15

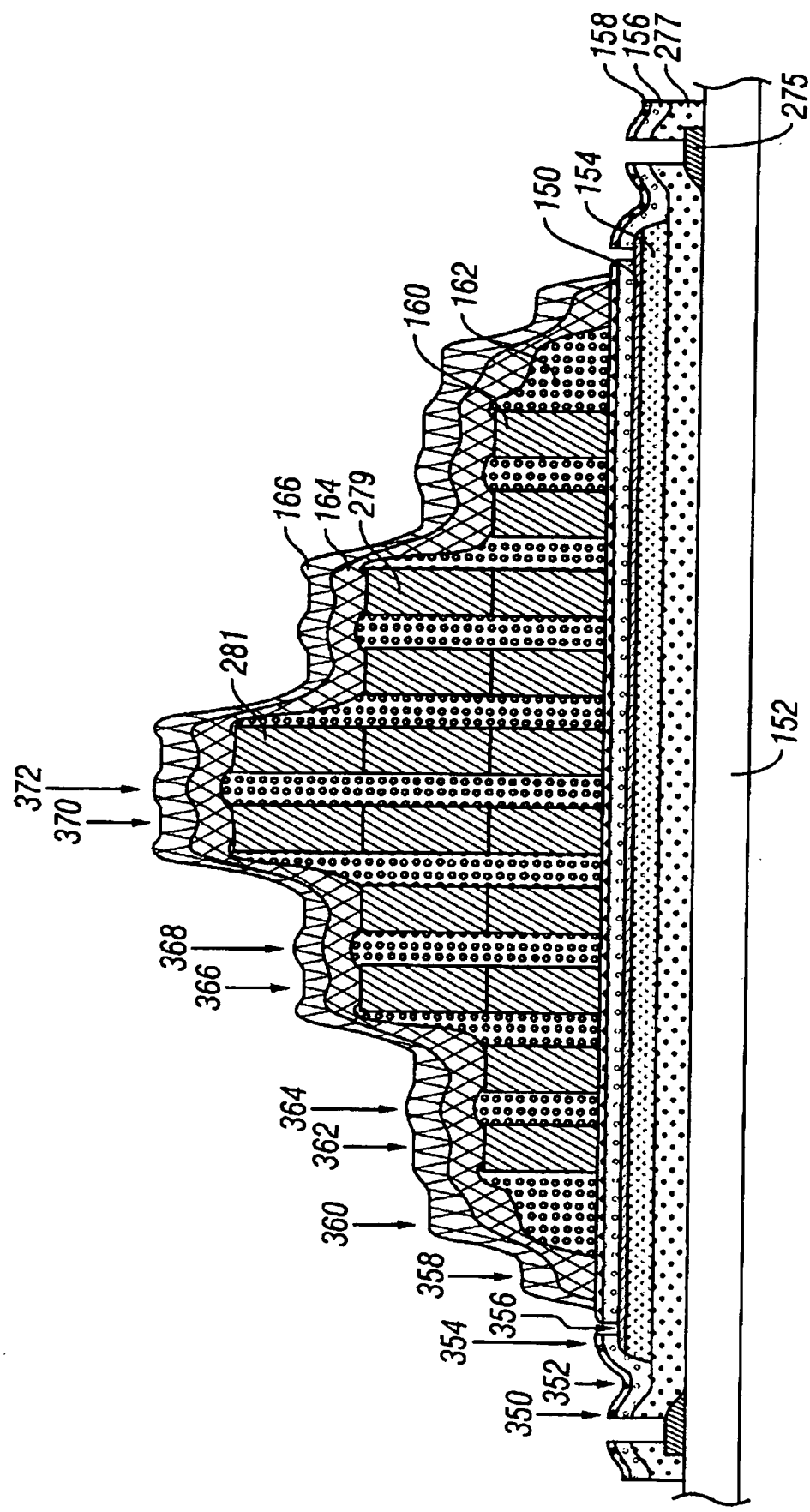


圖 16

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(8)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

100、102、104 製程控制監控

106 基板

108 MEMS裝置

110 整合晶圓

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)

發明專利說明書

99年4月9日修(更)正替換頁

中文說明書替換頁(99年4月)

(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：094133097

※ 申請日期：94.09.23

※IPC 分類：~~H01L~~

B81C 99%, G02B 26%, G01B 26%

公告本

一、發明名稱：(中文/英文)

用在干涉調變器之製程控制監控

PROCESS CONTROL MONITORS FOR INTERFEROMETRIC
MODULATORS

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)

約翰 巴帝

BATEY, JOHN

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.