



(21)申請案號：101138774

(22)申請日：中華民國 101 (2012) 年 10 月 19 日

(51)Int. Cl. : G02B26/08 (2006.01)

H01G5/16 (2006.01)

(30)優先權：2011/10/21 美國

13/279,089

(71)申請人：高通微機電系統科技公司 (美國) QUALCOMM MEMS TECHNOLOGIES, INC.
(US)

美國

(72)發明人：菲爾霍佛 丹尼爾 FELNHOFER, DANIEL (CA) ; 張文鈺 ZHANG, WENYUE
(CN) ; 藍杰雄 LAN, JE-HSUING (US)

(74)代理人：陳長文

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：28 項 圖式數：16 共 91 頁

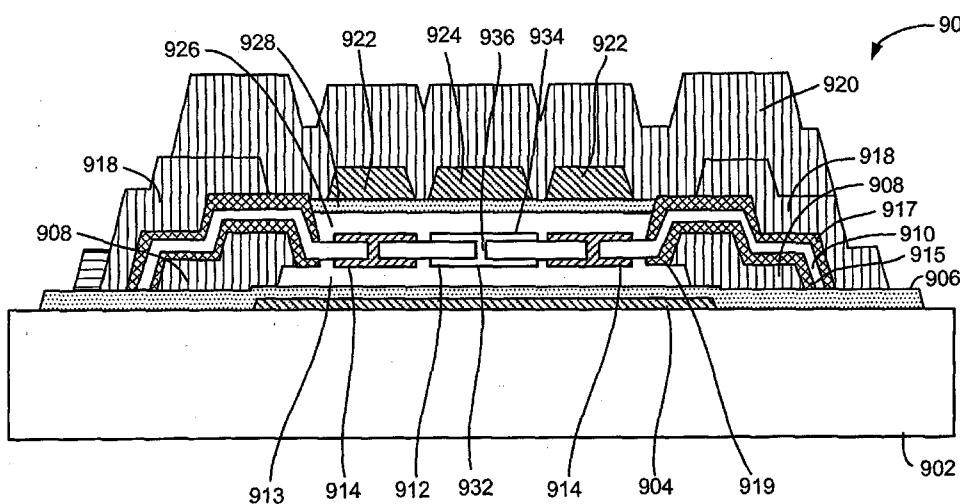
(54)名稱

機電系統可變電容裝置

ELECTROMECHANICAL SYSTEMS VARIABLE CAPACITANCE DEVICE

(57)摘要

本發明提供用於機電系統可變電容裝置之系統、方法及設備。在一項態樣中，一機電系統可變電容裝置包含一基板，該基板具有包含上覆於該基板之一第一偏壓電極之一第一金屬層。懸置於該第一金屬層上面之一部件包含一介電樑及包含一第一射頻電極及一接地電極之一第二金屬層。該部件與該第一金屬層界定一第一氣隙。在該部件上方之一第三金屬層包含一第二偏壓電極，且該第三金屬層與該部件界定一第二氣隙。該部件包含實質上平行於含有該第一偏壓電極之一平面之一對稱平面。



- 900：機電系統變容
器/變容器
- 902：基板
- 904：第一偏壓電極/
電極
- 906：非平坦化第一介
電層/介電層
- 908：第一介電支撐件
- 910：第二介電層/介
電樑
- 912：電極/第一射頻
電極
- 913：第一氣隙
- 914：電極/接地電極
- 915：第一金屬層

- 917：第二金屬層
- 918：第二介電支撐件
- 919：部件
- 920：非平坦化第三介電層
- 922：第二偏壓電極/
電極
- 924：第二射頻電極/
電極
- 926：第二氣隙
- 928：第四介電層/介電層
- 932：第一金屬層
- 934：第二金屬層
- 936：金屬

(21)申請案號：101138774

(22)申請日：中華民國 101 (2012) 年 10 月 19 日

(51)Int. Cl. : G02B26/08 (2006.01)

H01G5/16 (2006.01)

(30)優先權：2011/10/21 美國

13/279,089

(71)申請人：高通微機電系統科技公司 (美國) QUALCOMM MEMS TECHNOLOGIES, INC.
(US)

美國

(72)發明人：菲爾霍佛 丹尼爾 FELNHOFER, DANIEL (CA) ; 張文鈺 ZHANG, WENYUE
(CN) ; 藍杰雄 LAN, JE-HSUING (US)

(74)代理人：陳長文

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：28 項 圖式數：16 共 91 頁

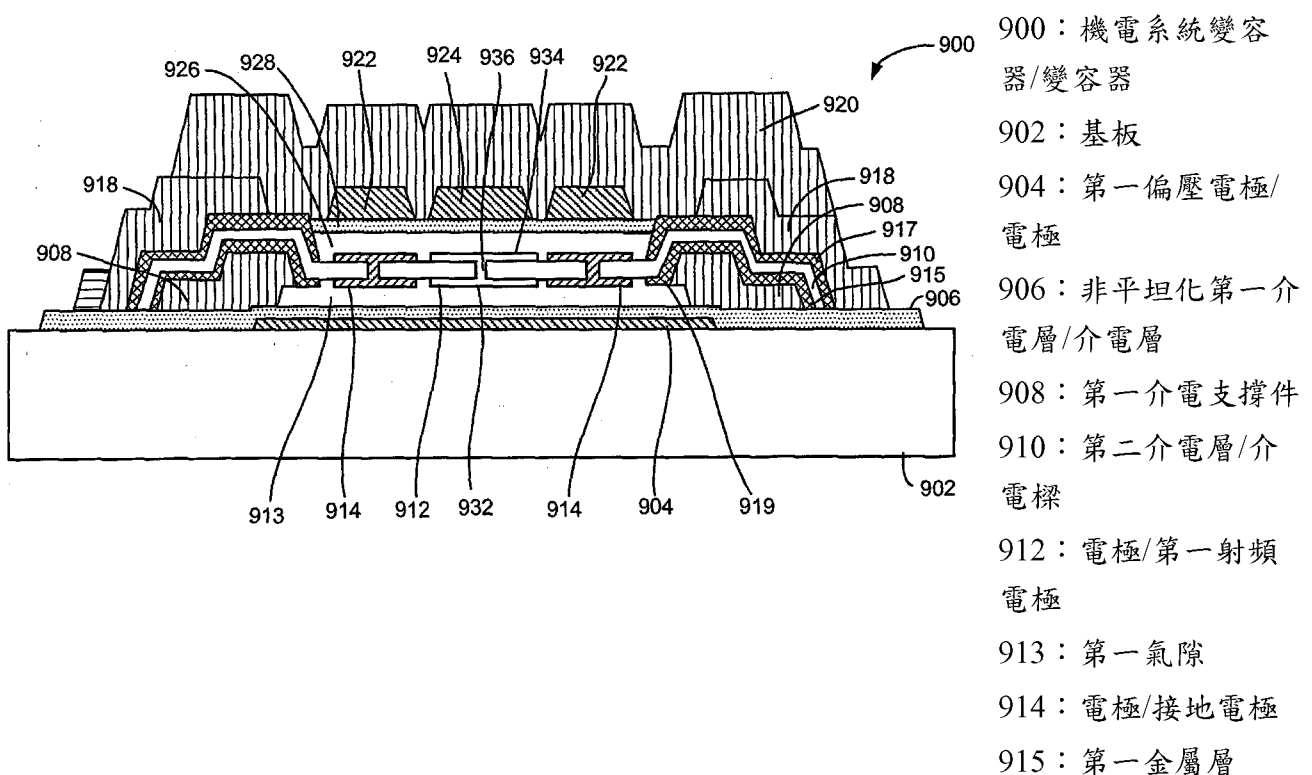
(54)名稱

機電系統可變電容裝置

ELECTROMECHANICAL SYSTEMS VARIABLE CAPACITANCE DEVICE

(57)摘要

本發明提供用於機電系統可變電容裝置之系統、方法及設備。在一項態樣中，一機電系統可變電容裝置包含一基板，該基板具有包含上覆於該基板之一第一偏壓電極之一第一金屬層。懸置於該第一金屬層上面之一部件包含一介電樑及包含一第一射頻電極及一接地電極之一第二金屬層。該部件與該第一金屬層界定一第一氣隙。在該部件上方之一第三金屬層包含一第二偏壓電極，且該第三金屬層與該部件界定一第二氣隙。該部件包含實質上平行於含有該第一偏壓電極之一平面之一對稱平面。



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：101138775 G02B 2608 (2006.01)

※申請日：101.10.19 ※IPC 分類：H01G 5/16 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

機電系統可變電容裝置

ELECTROMECHANICAL SYSTEMS VARIABLE CAPACITANCE
DEVICE

二、中文發明摘要：

本發明提供用於機電系統可變電容裝置之系統、方法及設備。在一項態樣中，一機電系統可變電容裝置包含一基板，該基板具有包含上覆於該基板之一第一偏壓電極之一第一金屬層。懸置於該第一金屬層上面之一部件包含一介電樑及包含一第一射頻電極及一接地電極之一第二金屬層。該部件與該第一金屬層界定一第一氣隙。在該部件上方之一第三金屬層包含一第二偏壓電極，且該第三金屬層與該部件界定一第二氣隙。該部件包含實質上平行於含有該第一偏壓電極之一平面之一對稱平面。

三、英文發明摘要：

This disclosure provides systems, methods and apparatus for electromechanical systems variable capacitance devices. In one aspect, an electromechanical systems variable capacitance device includes a substrate with a first metal layer including a first bias electrode overlying the substrate. A member suspended above the first metal layer includes a dielectric beam and a second metal layer including a first radio frequency electrode and a ground electrode. The member and the first metal layer define a first air gap. A third metal layer over the member includes a second bias electrode, and the third metal layer and the member define a second air gap. The member includes a plane of symmetry substantially parallel a plane containing the first bias electrode.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(9)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

900	機電系統變容器/變容器
902	基板
904	第一偏壓電極/電極
906	非平坦化第一介電層/介電層
908	第一介電支撐件
910	第二介電層/介電樑
912	電極/第一射頻電極
913	第一氣隙
914	電極/接地電極
915	第一金屬層
917	第二金屬層
918	第二介電支撐件
919	部件
920	非平坦化第三介電層
922	第二偏壓電極/電極
924	第二射頻電極/電極
926	第二氣隙
928	第四介電層/介電層
932	第一金屬層
934	第二金屬層
936	金屬

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

(無)

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明一般而言係關於機電系統(EMS)裝置，且更特定而言係關於EMS可變電容裝置。

本專利申請案主張2011年10月21日提出申請、標題為「ELECTROMECHANICAL SYSTEMS VARIABLE CAPACITANCE DEVICE」之同在申請中之美國專利申請案第13/279,089號(代理人檔案號：QUALP087/110559)之優先權。將先前申請案之揭示內容視為本專利申請案之一部分且特此出於所有目的以全文引用方式併入本專利申請案中。

【先前技術】

機電系統包含具有電氣及機械元件、致動器、傳感器、感測器、光學組件(例如，鏡)以及電子器件之裝置。機電系統可以包含但不限於微尺度及奈米尺度之各種尺度來製造。舉例而言，微機電系統(MEMS)裝置可包含具有介於自約一微米至數百微米或數百微米以上之範圍之大小之結構。奈米機電系統(NEMS)裝置可包含具有小於一微米之大小(舉例而言，包含小於幾百奈米之大小)之結構。機電元件可使用沈積、蝕刻、微影及/或蝕除基板及/或經沈積材料層之若干部分或添加若干層以形成電氣及機電裝置之其他微機械加工程序來形成。

一種類型之機電系統裝置稱作一干涉式調變器(IMOD)。如本文中所用，術語干涉式調變器或干涉式光調變器係指使用光學干涉原理選擇性地吸收及/或反射光

之一裝置。在某些實施方案中，一干涉式調變器可包含一對導電板，該對導電板中之一者或兩者可係完全或部分透明的及/或反射的且能夠在施加一適當電信號時相對運動。在一實施方案中，一個板可包含沈積於一基板上之一固定層，而另一個板可包含藉由一氣隙與該固定層分離之一反射隔膜。一個板相對於另一個板之位置可改變入射於該干涉式調變器上之光的光學干涉。干涉式調變器裝置具有一寬廣範圍之應用，且預期將其用於改良現有產品並形成新的產品，尤其係具有顯示能力之彼等產品。

EMS裝置亦可用於實施各種射頻(RF)電路組件。舉例而言，另一類型之EMS裝置係一EMS可變電容裝置，亦稱作一EMS變容器。一EMS變容器可包含於各種電路(諸如可調諧濾波器、可調諧天線等)中。

【發明內容】

本發明之系統、方法及裝置各自具有數種發明性態樣，該數種發明態樣中之任一單個者皆不能單獨決定本文中所示之可期望性質。

本發明中所闡述之標的物之發明態樣可實施於一種機電系統變容器中。一種機電系統變容器可包含一基板，該基板具有上覆於該基板之一第一金屬層。該第一金屬層可包含一第一偏壓電極。一部件可懸置於該第一金屬層上方，其中該部件與該第一金屬層界定一第一氣隙。該部件可包含一介電樑及一第二金屬層。該第二金屬層可包含一第一射頻電極及一接地電極。一第三金屬層可位於該部件上

方，其中該第三金屬層與該部件界定一第二氣隙。該第三金屬層可包含一第二偏壓電極。該部件可包含實質上平行於含有該第一偏壓電極之一平面之一對稱平面。

在某些實施方案中，該部件之第二金屬層可嵌入於該部件之該介電樑中。在某些其他實施例中，該第一射頻電極可包含一第一層及一第二層，且該接地電極可包含一第一層及一第二層。該第一射頻電極之該第一層及該接地電極之該第一層可曝露於該第一氣隙。該第一射頻電極之該第二層及該接地電極之該第二層可曝露於該第二氣隙。該第一射頻電極之該第一層及該第二層可藉由填充穿過該介電樑之一第一通孔之一第一導電材料而彼此耦合。該接地電極之該第一層及該第二層可藉由填充穿過該介電樑之一第二通孔之一第二導電材料而彼此耦合。

在某些實施方案中，該部件可經組態以回應於由該第一偏壓電極所接收之一第一直流電壓而機械地移動至該第一氣隙中，且該部件可經組態以回應於由該第二偏壓電極所接收之一第二直流電壓而機械地移動至該第二氣隙中。

本發明中所闡述之標的物之另一發明態樣可實施於一種機電系統變容器中。一種機電系統變容器可包含一基板，該基板具有上覆於該基板之一第一金屬層。該第一金屬層可包含一第一偏壓電極。一部件可懸置於該第一金屬層上方。該部件可包含一介電樑及一第二金屬層。該第二金屬層可包含一第一射頻電極及一接地電極，其中該第一射頻電極與該接地電極彼此電隔離。一第三金屬層可位於該部

件上方。該第三金屬層可包含一第二偏壓電極。該部件可包含實質上平行於含有該第一偏壓電極之一平面之一對稱平面。

在某些實施方案中，該部件之第二金屬層可嵌入於該部件之該介電樑中。在某些其他實施例中，該第一射頻電極可包含一第一層及一第二層，且該接地電極可包含一第一層及一第二層。該第一射頻電極之該第一層及該接地電極之該第一層可曝露於該第一氣隙。該第一射頻電極之該第二層及該接地電極之該第二層可曝露於該第二氣隙。該第一射頻電極之該第一層及該第二層可藉由填充穿過該介電樑之一第一通孔之一第一導電材料而彼此耦合。該接地電極之該第一層及該第二層可藉由填充穿過該介電樑之一第二通孔之一第二導電材料而彼此耦合。

本發明中所闡述之標的物之另一發明態樣可實施於一種製造一機電系統變容器之方法中。可在一基板上形成一第一金屬層。可在該第一金屬層上形成一第一犧牲層。可在該第一犧牲層上形成一部件，其中該部件包含一介電樑、一第一射頻電極及一接地電極。可在該部件上形成一第二犧牲層。可在該第二犧牲層上形成一第二金屬層。可移除該第一犧牲層及該第二犧牲層。該介電樑、該第一射頻電極及該接地電極可包含實質上平行於含有該第一金屬層之一平面之一對稱平面。

在某些實施方案中，可藉由在該第一犧牲層上形成一第一介電層來形成一部件。可在該第一介電層上形成一第三

金屬層。可自該第三金屬層形成該第一射頻電極及該接地電極。可在該第三金屬層上形成一第二介電層。該第一介電層及該第二介電層可形成該介電樑。

在某些其他實施例中，可藉由在該第一犧牲層上形成一第三金屬層來形成一部件。可自該第三金屬層形成該第一射頻電極之一底部層及該接地電極之一底部層。可在該第三金屬層上形成一介電層。可在該介電層中蝕刻第一通孔及第二通孔。可在該介電層上形成一第四金屬層，包含用該第四金屬層填充該等第一通孔及第二通孔。可自該第四金屬層形成該第一射頻電極之一頂部層及該接地電極之一頂部層。該等第一通孔可耦合該第一射頻電極之該底部層及該頂部層。該等第二通孔可耦合該接地電極之該底部層及該頂部層。該介電層可形成該介電樑。

在隨附圖式及下文說明中闡明本說明書中所闡述之標的物之一或多項實施方案之細節。依據說明、圖式及申請專利範圍，其他特徵、態樣及優點將變得顯而易見。注意，以下圖之相對尺寸可能未按比例繪製。

【實施方式】

各種圖式中之相同元件符號及名稱指示相同元件。

以下詳細說明係出於闡述發明態樣之目的而針對某些實施方案。然而，本文中之教示可以多種不同方式應用。所闡述之實施方案可實施於經組態以顯示一影像(無論是運動影像(例如，視訊)還是靜止影像(例如，靜態影像)，且無論是文字影像、圖形影像還是圖片影像)之任何裝置

中。更特定而言，預期該等實施方案可實施於以下各種電子裝置中或與其相關聯：諸如但不限於行動電話、具有多媒體網際網路能力之蜂巢式電話、行動電視接收器、無線裝置、智慧電話、藍芽裝置、個人資料助理(PDA)、無線電子郵件接收器、手持式或可攜式電腦、小筆電、筆記型電腦、智慧筆電、平板電腦、印表機、影印機、掃描機、傳真裝置、GPS接收器/導航儀、相機、MP3播放器、攝錄影機、遊戲控制台、手錶、時鐘、計算器、電視監視器、平板顯示器、電子閱讀裝置(例如，電子閱讀器)、電腦監視器、汽車顯示器(例如，里程表顯示器等)、駕駛艙控制件及/或顯示器、攝影機景物顯示器(例如，一車輛中之一後視攝影機之顯示器)、電子相片、電子告示牌或標牌、投影機、建築結構、微波爐、冰箱、立體聲系統、卡式記錄器或播放器、DVD播放器、CD播放器、VCR、無線電、可攜式記憶體晶片、清洗機、乾燥機、清洗機/乾燥機、停車計時器、封裝(例如，機電系統(EMS)、MEMS及非MEMS)、美學結構(例如，一件珠寶上之影像顯示器)及各種機電系統裝置。本文中之教示亦可用於非顯示應用中，諸如但不限於電子切換裝置、射頻濾波器、感測器、加速度計、陀螺儀、運動感測裝置、磁力計、用於消費型電子裝置之慣性組件、消費型電子裝置產品之部分、變容器、液晶裝置、電泳裝置、驅動方案、製造程序、電子測試裝備。因此，該等教示並非意欲限制於僅在圖中繪示之實施方案，而是具有廣泛應用，如熟習此項技術者將易於

明瞭。

本文中所闡述之某些實施方案係關於EMS可變電容裝置或EMS變容器。EMS變容器可在一基板上方併入有若干個金屬層。一個金屬層可包含一第一RF電極，且一第二金屬層可包含一第二RF電極，其中該第一RF電極與該第二RF電極界定一氣隙。偏壓電極可用於藉由施加一直流(DC)電壓至一偏壓電極而調諧一EMS變容器之電容。此可致使氣隙收合或擴展，此可改變EMS變容器之電容。

舉例而言，在本文中所闡述之某些實施例中，一EMS變容器可包含一基板，該基板具有上覆於該基板之一第一金屬層。該第一金屬層可包含一第一偏壓電極及一第一RF電極。一部件可懸置於該第一金屬層上方。該部件可包含一介電樑及一第二金屬層，其中該部件與該第一金屬層界定一第一氣隙。該第二金屬層可包含一第二RF電極及一接地電極。一第三金屬層可在該部件上方，其中該第三金屬層包含一第二偏壓電極。該第三金屬層與該部件可界定一第二氣隙。該部件可包含實質上平行於含有該第一偏壓電極之一平面之一對稱平面。該第二RF電極可經組態以回應於由該第一偏壓電極接收之一第一DC電壓而機械地移動及回應於由該第二偏壓電極所接收之一第二DC電壓而機械地移動。在該第二RF電極經組態以移動之情況下，該第一RF電極與該第二RF電極之間的一電容可係可變的。

可實施本發明中所闡述之標的物之特定實施方案以實現以下潛在優點中之一或多者。在本文中所揭示之EMS變容

器設計中，一部件可包含一偏壓電極及一RF電極，該偏壓電極及該RF電極可分別係一專用偏壓電極及一專用RF電極。亦即，一偏壓電極可接收一DC電壓而非一DC電壓與一RF信號兩者。一RF電極可接收一RF信號而非一信號與一DC電壓兩者。包含一偏壓電極及一RF電極之一變容器之一部件因此可具有單獨的DC路徑及RF路徑。用於一變容器中之一部件之單獨DC及RF路徑可減少此等兩個輸入之干涉及耦合。部件中之一介電層亦可改良EMS變容器之機械效能，諸如疲勞性質及熱穩定性。此外，在此一部件之情況下，可製作一個三層、五端子之EMS變容器。

所闡述實施方案可應用於其之一適合之機電系統(EMS)或MEMS裝置之一實例係一反射式顯示器裝置。反射式顯示器裝置可併入有干涉式調變器(IMOD)以使用光學干涉原理來選擇性地吸收及/或反射入射於其上之光。IMOD可包含一吸收體、可相對於該吸收體移動之一反射體及界定於該吸收體與該反射體之間的一光學諧振腔。該反射體可移動至可改變該光學諧振腔之大小且藉此影響該干涉式調變器之反射比之兩個或兩個以上不同位置。IMOD之反射比光譜可形成可跨越可見波長移位以產生不同色彩之相當寬闊光譜帶。可藉由改變該光學諧振腔之厚度(亦即，藉由改變該反射體之位置)來調整該光譜帶之位置。

圖1展示繪示一干涉式調變器(IMOD)顯示器裝置之一系列像素中之兩個毗鄰像素之一等角視圖之一實例。該IMOD顯示器裝置包含一或多個干涉式MEMS顯示器元

件。在此等裝置中，MEMS顯示器元件之像素可處於一亮狀態或暗狀態中。在亮(「經鬆弛」、「斷開」或「接通」)狀態中，該顯示器元件將入射可見光之一大部分反射(例如)至一使用者。相反地，在暗(「經致動」、「閉合」或「關斷」)狀態中，顯示器元件反射極少入射可見光。在某些實施方案中，可將接通狀態及關斷狀態之光反射比性質顛倒。MEMS像素可經組態以主要在特定波長下反射，從而允許除黑色及白色之外之一色彩顯示。

IMOD顯示器裝置可包含一系列/行IMOD陣列。每一IMOD可包含一對反射層，亦即，一可移動反射層及一固定部分反射層，該等層定位於彼此相距一可變化且可控制距離處以形成一氣隙(亦稱作一光學間隙或腔)。該可移動反射層可在至少兩個位置之間移動。在一第一位置(亦即，一經鬆馳位置)中，該可移動反射層可定位於距該固定部分反射層一相對大距離處。在一第二位置(亦即，一經致動位置)中，該可移動反射層可更接近於該部分反射層而定位。自兩個層反射之入射光可取決於該可移動反射層之位置而相長地或相消地干涉，從而針對每一像素產生一總體反射或非反射狀態。在某些實施方案中，IMOD可在未經致動時處於一反射狀態中，從而反射在可見光譜內之光，且可在經致動時處於一暗狀態中，從而反射在可見範圍之外的光(例如，紅外光)。然而，在某些其他實施方案中，一IMOD可在未經致動時處於一暗狀態中且在經致動時處於一反射狀態中。在某些實施方案中，引入一所施加電壓

可驅動像素改變狀態。在某些其他實施方案中，一所施加電荷可驅動像素改變狀態。

圖1中所繪示之像素陣列之部分包含兩個毗鄰干涉式調變器12。在左側之IMOD 12 (如所圖解說明)中，一可移動反射層14經圖解說明為處於距一光學堆疊16一預定距離處之一鬆弛位置中，光學堆疊16包含一部分反射層。跨越左側之IMOD 12施加之電壓 V_0 不足以致使可移動反射層14之致動。在右側之IMOD 12中，可移動反射層14經圖解說明為處於接近或毗鄰光學堆疊16之一經致動位置中。跨越右側之IMOD 12施加之電壓 V_{bias} 足以將可移動反射層14維持在該經致動位置中。

在圖1中，用指示入射於像素12上之光之箭頭13及自左側之IMOD 12反射之光15大體圖解說明像素12之反射性質。儘管未詳細地圖解說明，但熟習此項技術者應理解，入射於像素12上之光13之大部分將透射穿過透明基板20朝向光學堆疊16。入射於光學堆疊16上之光之一部分將透射穿過光學堆疊16之部分反射層，且一部分將往回反射穿過透明基板20。透射穿過光學堆疊16之光13之部分將在可移動反射層14處往回反射朝向(且穿過)透明基板20。自光學堆疊16之部分反射層反射之光與自可移動反射層14反射之光之間的干涉(相長性的或相消性的)將判定自IMOD 12反射之光15之波長。

光學堆疊16可包含一單個層或數個層。該(等)層可包含一電極層、一部分反射且部分透射層及一透明介電層中之

一或多者。在某些實施方案中，光學堆疊16導電、部分透明且部分反射，且可(舉例而言)藉由將上述層中之一或多者沈積至一透明基板20上來製作。該電極層可由各種材料形成，諸如各種金屬(舉例而言，氧化銦錫(ITO))。該部分反射層可由部分反射之各種材料(諸如，(例如)鉻(Cr)、半導體及電介質之各種金屬)形成。該部分反射層可由一或多個材料層形成，且該等層之每一者皆可由一單個材料或一材料組合來形成。在某些實施方案中，光學堆疊16可包含充當一光學吸收體及導體兩者之一單個半透明厚度之金屬或半導體，同時(例如，光學堆疊16或IMOD之其他結構之)不同更導電之層或部分可用於在IMOD像素之間用匯流排傳送信號。光學堆疊16亦可包含覆蓋一或多個導電層或一導電/吸收層之一或多個絕緣層或介電層。

在某些實施方案中，可將光學堆疊16之該(等)層圖案化成若干平行條帶，且可如下文進一步闡述形成一顯示器裝置中之列電極。如熟習此項技術者應理解，術語「圖案化」在本文中用於指遮蔽以及蝕刻程序。在某些實施方案中，一高度導電及反射材料(諸如鋁(Al))可用於可移動反射層14，且此等條帶可形成一顯示器裝置中之行電極。可移動反射層14可形成為一經沈積金屬層或若干經沈積金屬層(正交於光學堆疊16之列電極)之一系列平行條帶以形成沈積於柱18之頂部上之行及沈積於柱18之間的一介入犧牲材料。當蝕除該犧牲材料時，可在可移動反射層14與光學堆疊16之間形成一經界定間隙19或光學腔。在某些實施方

案中，柱18之間の間隔可係大約1 μm 至1000 μm ，而間隙19可小於10,000埃(\AA)。

在某些實施方案中，該IMOD之每一像素(無論是處於經致動狀態中還是處於經鬆馳狀態中)基本上係由該等固定及移動反射層形成之一電容器。當不施加電壓時，可移動反射層14保持處於一機械鬆弛狀態中，如圖1中左側之IMOD 12所圖解說明，其中在可移動反射層14與光學堆疊16之間存在間隙19。然而，當將一電位差(例如，電壓)施加至一選定列及行中之至少一者時，在對應像素處形成於列電極與行電極之相交處之電容器變為帶電，且靜電力將該等電極拉到一起。若所施加電壓超過一臨限值，則可移動反射層14可變形且移動而接近或抵靠光學堆疊16。光學堆疊16內之一介電層(未展示)可防止短路且控制層14與層16之間的分離距離，如圖1中右側之經致動IMOD 12所圖解說明。不管所施加電位差之極性如何，行為皆相同。儘管在某些例項中可將一陣列中之一系列像素稱為「列」或「行」，但熟習此項技術者應易於理解，將一個方向稱為一「列」且將另一方向稱為一「行」係任意的。重申地，在某些定向中，可將列視為行，且將行視為列。此外，該等顯示器元件可均勻地配置成正交之列與行(一「陣列」)，或配置成非線性組態，舉例而言，相對於彼此具有一定的位置偏移(一「馬賽克」)。術語「陣列」及「馬賽克」可係指任一組態。因此，儘管將顯示器稱為包含一「陣列」或「馬賽克」，但在任何例項中，元件本身無需

彼此正交地配置或安置成一均勻分佈，而是可包含具有不對稱形狀及不均勻分散式元件之配置。

圖2展示圖解說明併入有一 3×3 干涉式調變器顯示器之一電子裝置之一系統方塊圖之一實例。該電子裝置包含可經組態以執行一或多個軟體模組之一處理器21。除執行一作業系統之外，處理器21亦可經組態以執行一或多個軟體應用程式，包含一網頁瀏覽器、一電話應用程式、一電子郵件程式或任何其他軟體應用程式。

處理器21可經組態以與一陣列驅動器22通信。陣列驅動器22可包含將信號提供至(例如)一顯示器陣列或面板30之一列驅動器電路24及一行驅動器電路26。圖2中之線1-1展示圖1中所圖解說明之IMOD顯示器裝置之剖面圖。儘管為清晰起見，圖2圖解說明一 3×3 IMOD陣列，但顯示器陣列30可含有極大數目個IMOD且可在列中具有與在行中不同數目個IMOD，且反之亦然。

圖3展示圖解說明圖1之干涉式調變器之可移動反射層位置與所施加電壓之關係曲線之一圖式之一實例。對於MEMS干涉式調變器，列/行(亦即，共同/分段)寫入程序可利用如圖3中所圖解說明之此等裝置之一滯後性質。一干涉式調變器可需要(舉例而言)約一10伏電位差以致使可移動反射層(或鏡)自經鬆弛狀態改變為經致動狀態。當電壓自彼值減小時，可移動反射層在電壓降回至(例如)10伏以下時維持其狀態，然而，可移動反射層不完全鬆弛直至電壓降至2伏以下。因此，如圖3中所展示，存在大約3伏至7

伏之一電壓範圍，在該電壓範圍內存在一所施加電壓窗，在該窗內該裝置穩定地處於經鬆馳狀態或經致動狀態中。在本文中將其稱為「滯後窗」或「穩定窗」。對於具有圖3之滯後特性之一顯示器陣列30，列/行寫入程序可經設計以一次定址一或多個列，以使得在對一給定列之定址期間，將欲經致動之所定址列中之像素曝露於約10伏之一電壓差，且將欲被鬆弛之像素曝露於接近零伏之一電壓差。在定址之後，該等像素曝露於大約5伏之一穩定狀態或偏壓電壓差以使得其保持在先前選通狀態中。在此實例中，在被定址之後，每一像素經受在約3伏至7伏之「穩定窗」內之一電位差。此滯後性質特徵使得(例如)圖1中所圖解說明之像素設計能夠在相同所施加電壓條件下保持穩定處於一經致動狀態或經鬆弛預先存在狀態中。由於每一IMOD像素(無論是處於經致動狀態中還是處於經鬆馳狀態中)基本上係由該等固定及移動反射層形成之一電容器，因此可在該滯後窗內之一穩定電壓下保持此穩定狀態而實質上不消耗或損失電力。此外，若所施加電壓電位保持實質上固定，則基本上極小或沒有電流流動至該IMOD像素中。

在某些實施方案中，可藉由根據一給定列中之像素之狀態的期望之改變(若存在)，沿該組行電極以「分段」電壓之形式施加資料信號來形成一影像之一圖框。可依次定址該陣列之每一列，以使得一次一列地寫入該圖框。為將期望之資料寫入至一第一列中之像素，可將對應於該第一列中之像素的期望之狀態之分段電壓施加於行電極上，且可

將呈一特定「共同」電壓或信號之形式之一第一列脈衝施加至第一列電極。然後該組分段電壓可經改變以對應於第二列中之像素之狀態之期望之改變(若存在)，且可將一第二共同電壓施加至第二列電極。在某些實施方案中，第一列中之像素不受沿著行電極施加之分段電壓之改變影響，且在第一共同電壓列脈衝期間保持處於其已被設定之狀態中。可以一順序方式對整個列系列或另一選擇係對整個行系列重複此程序以產生影像圖框。可藉由以某期望之數目個圖框/秒之速度連續地重複此程序來用新影像資料再新及/或更新該等圖框。

跨越每一像素施加之分段信號及共同信號之組合(亦即，跨越每一像素之電位差)判定每一像素之所得狀態。圖4展示圖解說明當施加各種共同電壓及分段電壓時干涉式調變器之各種狀態之一表之一實例。如熟習此項技術者將易於理解，可將「分段」電壓施加至行電極或列電極，且可將「共同」電壓施加至行電極或列電極中之另一者。

如圖4中(以及圖5B中所展示之時序圖中)所圖解說明，當沿著一共同線施加一釋放電壓 $V_{C_{REL}}$ 時，不管沿著分段線施加之電壓(亦即，高分段電壓 V_{S_H} 及低分段電壓 V_{S_L})如何，沿著該共同線之所有干涉式調變器元件皆將被置於一經鬆馳狀態(另一選擇係，稱作一經釋放或未經致動狀態)中。特定而言，當沿一共同線施加釋放電壓 $V_{C_{REL}}$ 時，在沿著彼像素之對應分段線施加高分段電壓 V_{S_H} 及低分段電

壓 VS_L 之兩種情況下，跨越該調變器之電位電壓(另一選擇係，稱作一像素電壓)處於鬆馳窗(參照圖3，亦稱作一釋放窗)內。

當將一保持電壓(諸如，一高保持電壓 VC_{HOLD_H} 或一低保持電壓 VC_{HOLD_L})施加於一共同線上時，干涉式調變器之狀態將保持恆定。舉例而言，一經鬆馳IMOD將保持在一經鬆馳位置中，且一經致動IMOD將保持在一經致動位置中。可選擇該等保持電壓以使得在沿著對應分段線施加高分段電壓 VS_H 及低分段電壓 VS_L 之兩種情況下，該像素電壓皆將保持在一穩定窗內。因此，分段電壓擺動(亦即，高 VS_H 與低分段電壓 VS_L 之間的差)小於正穩定窗或負穩定窗之寬度。

當將一定址電壓或致動電壓(諸如，一高定址電壓 VC_{ADD_H} 或一低定址電壓 VC_{ADD_L})施加於一共同線上時，可藉由沿著各別分段線施加分段電壓而將資料選擇性地寫入至沿著彼線之調變器。可選擇分段電壓以使得致動取決於所施加之分段電壓。當沿著一共同線施加一定址電壓時，施加一個分段電壓將導致一像素電壓處於一穩定窗內，從而致使該像素保持未經致動。相比而言，施加另一分段電壓將導致一像素電壓超出該穩定窗，從而導致該像素致動。致使致動之特定分段電壓可取決於使用哪一定址電壓而變化。在某些實施方案中，當沿著共同線施加高定址電壓 VC_{ADD_H} 時，高分段電壓 VS_H 之施加可致使一調變器保持在其當前位置中，而低分段電壓 VS_L 之施加可致使該

調變器致動。作為一推論，當施加一低定址電壓 $V_{C_{ADD_L}}$ 時，分段電壓之效應可係相反的，其中高分段電壓 V_{S_H} 致使該調變器致動且低分段電壓 V_{S_L} 對該調變器之狀態無影響(亦即，保持穩定)。

在某些實施方案中，可使用跨越該等調變器始終產生相同極性電位差之保持電壓、定址電壓及分段電壓。在某些其他實施方案中，可使用使調變器之電位差之極性交替之信號。跨越調變器之極性之交替(亦即，寫入程序之極性之交替)可減小或抑制在一單個極性之重複寫入操作之後可能發生之電荷累積。

圖 5A 展示圖解說明在圖 2 之 3×3 干涉式調變器顯示器中之一顯示資料圖框之一圖式之一實例。圖 5B 展示可用於寫入圖 5A 中所圖解說明之顯示器資料圖框之共同信號及分段信號之一時序圖之一實例。可將信號施加至(例如)圖 2 之陣列之 3×3 陣列，此將最終導致圖 5A 中所圖解說明之線時間 60e 顯示配置。圖 5A 中之經致動調變器係處於一暗狀態中，亦即，其中所反射光之一相當大部分係在可見光譜之外，從而導致呈現給(例如)一觀看者之一暗外觀。在寫入圖 5A 中所圖解說明之圖框之前，像素可處於任一狀態中，但圖 5B 之時序圖中所圖解說明之寫入程序假定在第一線時間 60a 之前每一調變器已被釋放且駐存於一未經致動狀態中。

在第一線時間 60a 期間：將一釋放電壓 70 施加於共同線 1 上；施加於共同線 2 上之電壓以一高保持電壓 72 開始且移

動至一釋放電壓 70；且沿著共同線 3 施加一低保持電壓 76。因此，沿著共同線 1 之調變器(共同 1，分段 1) (1,2)及(1,3)保持處於一經鬆弛或未經致動狀態中達第一線時間 60a 之持續時間，沿著共同線 2 之調變器(2,1)、(2,2)及(2,3)將移動至一經鬆弛狀態，且沿著共同線 3 之調變器(3,1)、(3,2)及(3,3)將保持處於其先前狀態中。參照圖 4，沿著分段線 1、2 及 3 施加之分段電壓將對該等干涉式調變器之狀態無影響，此乃因在線時間 60a 期間共同線 1、2 或 3 皆不曝露於致使致動之電壓位準(亦即， $V_{C_{REL}}$ -鬆馳與 $V_{C_{HOLD_L}}$ -穩定)。

在第二線時間 60b 期間，共同線 1 上之電壓移動至一高保持電壓 72，且由於無定址電壓或致動電壓施加於共同線 1 上，因此不管所施加之分段電壓如何，沿著共同線 1 之所有調變器皆保持處於一經鬆弛狀態中。沿著共同線 2 之調變器因施加釋放電壓 70 而保持處於一經鬆馳狀態中，且沿著共同線 3 之調變器(3,1)、(3,2)及(3,3)將在沿著共同線 3 之電壓移動至一釋放電壓 70 時鬆弛。

在第三線時間 60c 期間，藉由將一高定址電壓 74 施加於共同線 1 上來定址共同線 1。由於在施加此定址電壓期間沿著分段線 1 及 2 施加一低分段電壓 64，因此跨越調變器(1,1)及(1,2)之像素電壓大於調變器之正穩定窗之高端(亦即，電壓差超過一預定義臨限值)，且致動調變器(1,1)及(1,2)。相反地，由於沿著分段線 3 施加一高分段電壓 62，因此跨越調變器(1,3)之像素電壓小於調變器(1,1)及(1,2)之

像素電壓，且保持在調變器之正穩定窗內；調變器(1,3)因此保持經鬆馳。亦在線時間60c期間，沿著共同線2之電壓降低至一低保持電壓76，且沿著共同線3之電壓保持處於一釋放電壓70，從而使沿著共同線2及3之調變器處於一經鬆馳位置中。

在第四線時間60d期間，共同線1上之電壓返回至一高保持電壓72，從而使沿共同線1上之調變器處於其各別經定址狀態中。共同線2上之電壓降低至一低定址電壓78。由於沿著分段線2施加一高分段電壓62，因此跨越調變器(2,2)之像素電壓低於該調變器之負穩定窗之下端，從而致使調變器(2,2)致動。相反地，由於沿分段線1及3施加一低分段電壓64，因此調變器(2,1)及(2,3)保持在一經鬆馳位置中。共同線3上之電壓增加至一高保持電壓72，從而使沿共同線3之調變器處於一經鬆馳狀態中。

最終，在第五線時間60e期間，共同線1上之電壓保持處於高保持電壓72，且共同線2上之電壓保持處於一低保持電壓76，從而使沿著共同線1及2之調變器處於其各別經定址狀態中。共同線3上之電壓增加至一高定址電壓74以定址沿著共同線3之調變器。當在分段線2及3上施加一低分段電壓64時，調變器(3,2)及(3,3)致動，而沿著分段線1施加之高分段電壓62致使調變器(3,1)保持在一經鬆馳位置中。因此，在第五線時間60e結束時，3×3像素陣列處於圖5A中所展示之狀態中，且只要沿著該等共同線施加保持電壓，該像素陣列即將保持處於彼狀態中，而不管在正定址

沿著其他共同線(未展示)之調變器時可發生之分段電壓之變化如何。

在圖5B之時序圖中，一既定寫入程序(亦即，線時間60a至60e)可包含對高保持電壓及定址電壓或低保持電壓及定址電壓之使用。一旦已針對一既定共同線完成該寫入程序(且將該共同電壓設定至具有與致動電壓相同極性之保持電壓)，該像素電壓即保持在一既定穩定窗內，而不穿過鬆馳窗直至將一釋放電壓施加於彼共同線上為止。此外，由於每一調變器係作為該寫入程序之在定址調變器之前的一部分而被釋放，因此一調變器之致動時間而非釋放時間可判定所需線時間。具體而言，在其中一調變器之釋放時間大於致動時間之實施方案中，可施加該釋放電壓達長於一單個線時間，如圖5B中所繪示。在某些其他實施方案中，沿著共同線或分段線施加之電壓可變化以計及不同調變器(諸如不同色彩之調變器)之致動及釋放電壓之變化。

按照以上所闡明之原理操作之干涉式調變器之結構之細節可廣泛地變化。舉例而言，圖6A至圖6E展示包含可移動反射層14及其支撐結構之干涉式調變器之不同實施方案之剖面圖之實例。圖6A展示圖1之干涉式調變器顯示器之一部分剖面圖之一實例，其中一金屬材料條帶(亦即，可移動反射層14)沈積於自基板20正交延伸之支撐件18上。在圖6B中，每一IMOD之可移動反射層14在形狀上係大體方形或矩形且於拐角處或接近拐角處在繫鏈32上附接至支撐件。在圖6C中，可移動反射層14在形狀上係大體方形或

矩形且懸掛在一可變形層34上，可變形層34可包含一撓性金屬。可變形層34可在可移動反射層14之周邊周圍直接或間接連接至基板20。此等連接在本文中稱作支撐柱。圖6C中所展示之實施方案具有自將可移動反射層14之光學功能與其機械功能(由可變形層34實施)解耦導出之額外益處。此解耦允許用於反射層14之結構設計及材料與用於可變形層34之彼等結構設計及材料彼此獨立地最佳化。

圖6D展示一IMOD之另一實例，其中可移動反射層14包含一反射子層14a。可移動反射層14擱置於一支撐結構(諸如，支撐柱18)上。支撐柱18提供可移動反射層14與下部固定電極(亦即，所圖解說明IMOD中之光學堆疊16之部分)之分離，以使得(舉例而言)當可移動反射層14處於一經鬆弛位置中時，在可移動反射層14與光學堆疊16之間形成一間隙19。可移動反射層14亦可包含可經組態以充當一電極之一導電層14c及一支撐層14b。在此實例中，導電層14c安置於支撐層14b之遠離基板20之一側上，且反射子層14a安置於支撐層14b之鄰近於基板20之另一側上。在某些實施方案中，反射子層14a可導電且可安置於支撐層14b與光學堆疊16之間。支撐層14b可包含一介電材料(舉例而言，氧氮化矽(SiON)或二氧化矽(SiO₂))之一或多個層。在某些實施方案中，支撐層14b可係一層堆疊或層，諸如例如一SiO₂/SiON/SiO₂三層堆疊。反射子層14a及導電層14c中之任一者或兩者可包含(例如)具有約0.5%銅(Cu)之一鋁(Al)合金或另一反射金屬材料。在介電支撐層14b上方及下

方採用導電層14a、14c可平衡應力且提供經增強導電性。在某些實施方案中，反射子層14a及導電層14c可出於各種設計目的(諸如，達成可移動反射層14內之特定應力分佈)而由不同材料形成。

如圖6D中所圖解說明，某些實施方案亦可包含一黑色遮罩結構23。黑色遮罩結構23可形成於光學非作用區(例如，在像素之間或在柱18下方)中以吸收周圍光或雜散光。黑色遮罩結構23亦可藉由抑制光自一顯示器裝置之非作用部分反射或透射穿過一顯示器裝置之非作用部分來改良該顯示器裝置之光學性質，藉此增加對比度比率。另外，黑色遮罩結構23可導電且經組態以用作一電匯流排層。在某些實施方案中，該等列電極可連接至黑色遮罩結構23以減小所連接列電極之電阻。黑色遮罩結構23可使用各種方法(包含沈積及圖案化技術)來形成。黑色遮罩結構23可包含一或多個層。舉例而言，在某些實施方案中，黑色遮罩結構23包含充當一光學吸收體之鉬-鉻(MoCr)層、一SiO₂層及充當一反射體及一匯流排層之鋁合金，其分別具有介於約30 Å至80 Å、500 Å至1000 Å及500 Å至6000 Å之範圍內之一厚度。可使用各種技術(包含光微影及乾式蝕刻)來圖案化該一或多個層，包含(舉例而言)用於MoCr層及SiO₂層之四氟化碳(CF₄)及/或氧氣(O₂)及用於鋁合金層之氯氣(Cl₂)及/或三氯化硼(BCl₃)。在某些實施方案中，黑色遮罩23可係一標準量具或干涉式堆疊結構。在此干涉式堆疊黑色遮罩結構23中，導電吸收體可用於在每一列或

行之光學堆疊16中之下部固定電極之間傳輸或用匯流排傳送信號。在某些實施方案中，一間隔物層35可用來將吸收體層16a與黑色遮罩23中之導電層大體電隔離。

圖6E展示一IMOD之另一實例，其中可移動反射層14係自支撐的。與圖6D相比，圖6E之實施方案不包含支撐柱18。而是，可移動反射層14在多個位置處接觸下伏光學堆疊16，且可移動反射層14之曲率提供當跨越該干涉式調變器之電壓不足以致使致動時可移動反射層14返回至圖6E之未經致動位置之足夠支撐。為清楚起見，此處展示可含有複數個數種不同層之光學堆疊16，其包含一光學吸收體16a及一電介質16b。在某些實施方案中，光學吸收體16a既可充當一固定電極且亦可充當一部分反射層。

在諸如圖6A至圖6E中所展示之彼等實施方案之實施方案中，該等IMOD用作直觀裝置，其中自透明基板20之前側(亦即，與其上配置有調變器之彼側相對之側)觀看影像。在此等實施方案中，可對該裝置之後部分(亦即，該顯示器裝置之處於可移動反射層14後面之任一部分，包含(舉例而言)圖6C中所圖解說明之可變形層34)進行組態及操作而不對顯示器裝置之影像品質造成衝擊或負面影響，此乃因反射層14光學地遮擋該裝置之彼等部分。舉例而言，在某些實施方案中，可在可移動反射層14後面包含一匯流排結構(未圖解說明)，該匯流排結構提供將調變器之光學性質與調變器之機電性質(諸如電壓定址及由此定址導致之移動)分離之能力。另外，圖6A至圖6E之實施方案可簡

化諸如例如圖案化之處理。

圖7展示圖解說明一干涉式調變器之一製造程序80之一流程圖之一實例，且圖8A至圖8E展示此一製造程序80之對應階段之剖面示意性圖解之實例。在某些實施方案中，除圖7中未展示之其他方塊之外，製造程序80亦可經實施以製造(例如)圖1及圖6中所圖解說明之一般類型之干涉式調變器。參照圖1、圖6及圖7，程序80在方塊82處開始以在基板20上方形成光學堆疊16。圖8A圖解說明在基板20上方形成之此一光學堆疊16。基板20可係一透明基板(諸如，玻璃或塑膠)，其可係撓性的或相對堅硬且不易彎曲的，且可已經受先前製備程序(例如，清潔)以促進光學堆疊16之有效形成。如上文所論述，光學堆疊16可導電、部分透明及部分反射且可(舉例而言)藉由將具有期望之性質之一或多個層沈積至透明基板20上來製作。在圖8A中，光學堆疊16包含具有子層16a及16b之一多層結構，但在某些其他實施方案中可包含更多或更少個子層。在某些實施方案中，子層16a、16b中之一者可經組態有光學吸收性質及導電性質兩者，諸如經組合導體/吸收體子層16a。另外，子層16a、16b中之一或多者可經圖案化成平行條帶，且可形成一顯示器裝置中之列電極。此圖案化可藉由一遮蔽及蝕刻程序或此項技術中已知之另一合適程序來執行。在某些實施方案中，子層16a、16b中之一者可係一絕緣或介電層，諸如沈積於一或多個金屬層(例如，一或多個反射層及/或導電層)上方之子層16b。另外，可將光學堆疊16圖案

化形成該顯示器之列之個別且平行條帶。

程序80在方塊84處繼續以在光學堆疊16上方形成一犧牲層25。稍後移除犧牲層25(例如,在方塊90處)以形成腔19且因此在圖1中所圖解說明之所得干涉式調變器12中未展示犧牲層25。圖8B圖解說明包含形成於光學堆疊16上方之一犧牲層25之一經部分製作之裝置。在光學堆疊16上方形成犧牲層25可包含以經選擇以在隨後移除之後提供具有一期望之設計大小之一間隙或腔19(亦參見圖1及圖8E)之一厚度沈積一種二氟化氙(XeF_2)可蝕刻材料(諸如,鉬(Mo)或非晶矽(Si))。可使用諸如物理汽相沈積(PVD,例如,濺鍍)、電漿增強型化學汽相沈積(PECVD)、熱化學汽相沈積(熱CVD)或旋塗等沈積技術來實施犧牲材料之沈積。

程序80在方塊86處繼續以形成一支撐結構,例如,如圖1、圖6及圖8C中所圖解說明之一柱18。形成柱18可包含以下操作:圖案化犧牲層25以形成一支撐結構孔隙,然後使用諸如PVD、PECVD、熱CVD或旋塗之一沈積方法來將一材料(例如,一聚合物或一無機材料,例如,氧化矽)沈積至該孔隙中以形成柱18。在某些實施方案中,形成於該犧牲層中之支撐結構孔隙可延伸穿過犧牲層25及光學堆疊16兩者至下伏基板20,以使得柱18之下部端接觸基板20,如圖6A中所圖解說明。另一選擇係,如圖8C中所繪示,形成於犧牲層25中之孔隙可延伸穿過犧牲層25,但不穿過光學堆疊16。舉例而言,圖8E圖解說明與光學堆疊16之上表面接觸之支撐柱18之下部端。可藉由將一支撐結構材料層

沈積於犧牲層 25 上方並圖案化支撐結構材料之位於遠離犧牲層 25 中之孔隙處之部分來形成柱 18 或其他支撐結構。該等支撐結構可位於該等孔隙內(如圖 8C 中所圖解說明)，但亦可至少部分地延伸於犧牲層 25 之一部分上方。如上文所述，對犧牲層 25 及/或支撐柱 18 之圖案化可藉由一圖案化及蝕刻程序來執行，但亦可藉由替代蝕刻方法來執行。

程序 80 在方塊 88 處繼續，以形成一可移動反射層或隔膜，諸如圖 1、圖 6 及圖 8D 中所圖解說明之可移動反射層 14。可藉由採用一或多個沈積步驟(例如，反射層(例如，鋁、鋁合金)沈積)連同一或多個圖案化、遮蔽及/或蝕刻程序來形成可移動反射層 14。可移動反射層 14 可導電，且稱作一導電層。在某些實施方案中，可移動反射層 14 可包含如圖 8D 中所展示之複數個子層 14a、14b、14c。在某些實施方案中，諸如子層 14a、14c 之子層中之一或多者可包含針對其光學性質而選擇之高度反射子層，且另一子層 14b 可包含針對其機械性質而選擇之一機械子層。由於犧牲層 25 仍存在於方塊 88 處所形成之部分製成之干涉式調變器中，因此可移動反射層 14 在此階段通常不可移動。含有一犧牲層 25 之一經部分製作之 IMOD 在本文中亦可稱為一「未釋放」IMOD。如上文與圖 1 一起所闡述，可將可移動反射層 14 圖案化形成該顯示器之行之個別且平行條帶。

程序 80 在方塊 90 處繼續，以形成一腔，例如，如圖 1、圖 6 及圖 8E 中所圖解說明之腔 19。可藉由將犧牲材料 25 (在方塊 84 處所沈積)曝露於一蝕刻劑來形成腔 19。舉例而

言，可藉由乾式化學蝕刻，例如，藉由將犧牲層 25 曝露於一氣態或汽相蝕刻劑(諸如，自固態 XeF_2 得到之蒸汽)達有效地移除期望之材料量之一段時間來移除一可蝕刻犧牲材料(諸如，Mo 或非晶 Si)，通常係相對於環繞腔 19 之結構選擇性地移除。亦可使用可蝕刻犧牲材料與蝕刻方法(例如，濕式蝕刻及/或電漿蝕刻)之其他組合。由於在方塊 90 期間移除犧牲層 25，因此可移動反射層 14 通常在此階段之後可移動。在移除犧牲材料 25 之後，所得完全或部分製成 IMOD 在本文中可稱作一「經釋放」IMOD。

EMS 裝置亦可併入於各種不同電子電路中。一種類型之 EMS 裝置係一 EMS 可變電容裝置或一 EMS 變容器。在某些 EMS 變容器中，用作一可移動層之一電極可接收一 DC 電壓及一 RF 信號。然而，自一裝置及電路角度，可期望在一 EMS 變容器中具有單獨偏壓電極及 RF 電極。用於一 EMS 變容器之一可移動層之單獨偏壓電極及 RF 電極可併入於包含一介電樑之一部件中。

圖 9 及圖 10 展示一 EMS 變容器之示意性圖解說明之實例。圖 9 展示一 EMS 變容器之一剖面示意性圖解說明之一實例。圖 10 展示圖 9 中所展示之 EMS 變容器之一自上向下之示意性圖解說明之一實例。藉由圖 10 中之線 1-1 展示圖 9 中所示之 EMS 變容器之剖面示意性圖解說明。以下給定之 EMS 變容器之組件之尺寸係一特定 EMS 變容器之尺寸之實例。取決於 EMS 變容器之意欲應用，該等尺寸可按比例擴大或縮小。舉例而言，一較高電壓之 EMS 變容器可使用較

厚材料層。

如圖9中所展示，EMS變容器900包含一基板902，該基板902上具有一第一偏壓電極904。一非平坦化第一介電層906在基板902上且在第一偏壓電極904上。非平坦化第一介電層906上之第一介電支撐件908支撐一部件919，部件919包含一第二介電層(亦稱作一介電樑)910、一第一RF電極912及接地電極914。在某些實施方案中，第一RF電極912與接地電極914可彼此電隔離。部件919與非平坦化第一介電層906界定一第一氣隙913。在某些實施方案中，第一氣隙913可係約100奈米(nm)至300 nm厚，或約200 nm厚。未上覆於第一氣隙913之部件919之部分包含一第一金屬層915及一第二金屬層917，其中第二介電層910在該兩個金屬層之間。部件919上之第二介電支撐件918支撐一非平坦化第三介電層920。非平坦化第三介電層920在包含第二偏壓電極922與一第二RF電極924之一金屬層上方。一第四介電層928可用於使第二偏壓電極922及第二RF電極924絕緣。部件919與第四介電層928界定一第二氣隙926。在某些實施方案中，第二氣隙926可係約100 nm至300 nm厚，或約200 nm厚。

部件919可包含實質上平行於含有用於上覆於第一氣隙913之部件919之部分之第一偏壓電極904之一平面之一對稱平面。舉例而言，圖9中所示之部件919包含一對稱平面。部件919之一對稱平面亦可實質上平行於含有第二偏壓電極922及第二RF電極924之一平面。

基板902可包含不同基板材料，包含透明材料、不透明材料、撓性材料、剛性材料或此等材料之組合，在某些實施方案中，基板可係一半導體(舉例而言，Si或磷化銦(InP))、絕緣體上矽(SOI)、一玻璃(諸如，一顯示器玻璃或一硼矽玻璃)、一撓性塑形或一金屬箔。在某些實施方案中，基板902之大小可自數微米至數百毫米不等。

第一偏壓電極904、接地電極914、第一RF電極912、第二偏壓電極922及第二RF電極924可係任何數目種不同金屬，包含鋁(Al)、銅(Cu)、鉬(Mo)、鉭(Ta)、鉻(Cr)、釹(Nd)、鎢(W)、鈦(Ti)及包含此等金屬中之至少一者之一合金。舉例而言，在某些實施方案中，電極可係Al或摻雜有矽(Si)或Cu之Al。在某些實施方案中，所有電極可由相同金屬製成。舉例而言，在某些實施方案中，第二偏壓電極922及第二RF電極924可由相同金屬製成。在某些其他實施方案中，第二偏壓電極922及第二RF電極924可係不同金屬。在某些實施方案中，舉例而言，第二偏壓電極922可係具有比第二RF電極924之金屬高之一電阻率之一金屬。在某些實施方案中，係具有比第二RF電極924之金屬高之一電阻率之一金屬之第二偏壓電極922可減少RF電力損失。第一偏壓電極904可係約0.5微米至1微米厚。第二偏壓電極922及第二RF電極924可係約1微米至3微米厚。

接地電極914及第一RF電極912中之每一者包含一第一金屬層932、一第二金屬層934及耦合該兩個金屬層之金屬936。為清楚起見，圖9中僅針對第一RF電極912指示第一

金屬層 932、第二金屬層 934 及金屬 936。每一電極 912 及 914 之第一金屬層 932 可曝露於第一氣隙 913 中，且每一電極 912 及 914 之第二金屬層 934 可曝露於第二氣隙 926 中。在某些實施方案中，每一電極 912 及 914 之第一金屬層 932 及第二金屬層 934 可係約 250 nm 至 750 nm 厚或約 500 nm 厚。在某些實施方案中，每一電極 912 及 914 之金屬 936 可係約 500 nm 至 1 微米厚或約 500 nm 厚。因此，在某些實施方案中，每一電極 912 及 914 可具有約 1 微米至 2.5 微米(或約 1.5 微米)之一厚度。

非平坦化第一介電層 906、第一介電支撐件 908、第二介電層 910、第二介電支撐件 918、非平坦化第三介電層 920 及第四介電層 928 之介電材料可包含若干個不同介電材料。在某些實施方案中，介電材料可包含二氧化矽 (SiO_2)、氧化鋁 (Al_2O_3)、氧化鈦 (TiO_2)、氮氧化矽 (SiON) 或氮化矽 (SiN)。

在某些實施方案中，非平坦化第一介電層 906 可係一 SiO_2 層。針對 EMS 變容器 900 之低電壓(例如，小於約 4 伏)之實施方案，非平坦化第一介電層 906 可具有小於約 200 nm 之一厚度。針對 EMS 變容器 900 之高電壓(例如，約 20 伏至 100 伏)之實施方案，非平坦化第一介電層 906 可厚於約 200 nm。在某些實施方案中，部件 919 之第二介電層 910 將通常比第一金屬層 932 及第二金屬層 934 中之每一者厚且與金屬 936 一樣厚，亦即，約 500 nm 至 1 微米厚或約 500 nm 厚。在某些實施方案中，第四介電層 928 可具有約 10 nm 至

30 nm之一厚度。

在某些實施方案中，第一介電支撐件908及第二介電支撐件918可係SiO₂或SiON。在某些實施方案中，介電支撐件可不形成一平坦材料層。一介電支撐件可在介電支撐件之不同區中具有約0.5微米至2微米之一厚度。

在某些實施方案中，非平坦化第三介電層920可係3微米至7微米厚或約5微米厚。在某些實施方案中，非平坦化第三介電層920可係足夠厚以使得在EMS變容器900之操作期間其不機械地移動至第二氣隙926中。在某些實施方案中，非平坦化第三介電層920可包含彼此上下堆疊之若干個不同介電層(例如，五至六層)。在某些實施方案中，非平坦化第三介電層920可形成用於EMS變容器900之一囊封殼。一囊封殼可保護EMS變容器900免於氛圍或環境影響。

在圖10中所示之EMS變容器900之自上向下視圖中，展示EMS變容器900之基板902及電極。為清楚起見，未展示介電層及介電支撐件。如圖10中所示，端子1004係通向第一偏壓電極904之一引線，端子1012係通向第一RF電極912之一引線，端子1014係通向接地電極914之引線，端子1022係通向第二偏壓電極922之引線且端子1024係通向第二RF電極924之一引線。因此，EMS變容器900係一個三層、五端子變容器。

圖10中所示之端子之組態係端子之一種組態之一實例，且其他端子組態係可行的。舉例而言，端子可連接至電極

之不同側或區。此外，雖然第一偏壓電極904、第一RF電極912、接地電極914、第二偏壓電極922及第二RF電極924在圖10中經展示為具有一矩形形狀，但其他電極形狀係可行的。舉例而言，電極可具有一圓形形狀或一方形形狀。

在某些實施方案中，電極904、912、914、922及924之一尺寸1032可係約20微米至80微米。在某些實施方案中，一接地電極914、第一RF電極912、一第二偏壓電極922及第二RF電極924之一尺寸1034可係約20微米至40微米或約30微米。雖然一接地電極914、第一RF電極912、一第二偏壓電極922及第二RF電極924之尺寸1034在圖10中經展示為相同，但在某些實施方案中，一接地電極914、第一RF電極912、一第二偏壓電極922及第二RF電極924中之每一者之尺寸1034可係不同的。第一偏壓電極904之一尺寸1036可係約100微米至200微米或約150微米。尺寸1032、1034及1036係一EMS變容器之一項實施方案之實例性尺寸。如以上所述，取決於EMS變容器之預期操作條件，該等尺寸可按比例擴大或縮小。

圖11展示圖9及圖10中所示之EMS變容器之部件之一部分之一自上向下示意性圖解說明之一實例。圖11中所示之EMS變容器900之部件919之部分包含接地電極914及第一RF電極912之第一金屬層932。上覆於接地電極914及第一RF電極912之第一金屬層932係第二介電層910。第二介電層910包含若干個穿過第二介電層910之通孔1102。可用金屬936填充第二介電層910中之通孔1102，金屬936可將第

一金屬層 932 耦合或電連接至接地電極 914 及第一 RF 電極 912 中之每一者之第二金屬層 934。

在操作中，EMS 變容器 900 之接地電極 914 可係處於一接地電位。一第一 DC 電壓可施加至第一偏壓電極 904，此可由於接地電極 914 被吸引至第一偏壓電極 904 而致使部件 919 機械地移動至第一氣隙 913 中。舉例而言，當接地電極 914 與第一偏壓電極 904 之間的電位差係較大的時，部件 919 可經牽引以與非平坦化第一介電層 906 形成接觸。當接地電極 914 與第一偏壓電極 904 之間的電位差係較小時，部件 919 可經牽引至第一氣隙 913 中而不與非平坦化第一介電層 906 形成接觸。一第二 DC 電壓可施加至第二偏壓電極 922，此可由於接地電極 914 被吸引至第二偏壓電極 922 而致使部件 919 機械地移動至第二氣隙 926 中。舉例而言，當接地電極 914 與第二偏壓電極 922 之間的電位差係大的時，部件 919 可經牽引以與第四介電層 928 形成接觸。當接地電極 914 與第二偏壓電極 922 之間的電位差係小的時，部件 919 可經牽引至第二氣隙 926 中而不與第四介電層 928 形成接觸。因此，在某些實施方案中，部件 919 可係撓性的。

因此，施加至第一偏壓電極 904 及第二偏壓電極 922 之 DC 電壓可致使第一 RF 電極 912 與第二 RF 電極 924 之間的距離變化。藉由使第一 RF 電極 912 與第二 RF 電極 924 之間的距離變化，可使第一 RF 電極 912 與第二 RF 電極 924 之間的一電容變化。舉例而言，第二 RF 電極 924 可接收一輸入信號，且第一 RF 電極 912 與第二 RF 電極 924 之間的距離之變

化可使由該輸入信號所觀察之電容變化。另一選擇係，第一RF電極912可接收一輸入信號，且第一RF電極912與第二RF電極924之間的距離的變化可使由該輸入信號所觀察之電容變化。在變容器900之某些實施方案中，可獲得高調諧電容比。可獲得高調諧電容比歸因於當EMS變容器900處於操作中時接地電極914允許第一RF電極912具有一較大程度之移動(例如，移動較接近於或較遠離於第二RF電極924)。

在EMS變容器900之某些其他實施方案中，上覆於第一介電支撐件908之部件919之部分可包含第二介電層910而無第一金屬層915及第二金屬層917。部件919之此等部分中不包含第一金屬層915及第二金屬層917可減少寄生電容且增加調諧電容比。然而，部件919之此等部分中包含第一金屬層915及第二金屬層917可有助於EMS變容器900之製作。

圖12展示一EMS變容器之一剖面示意性圖解說明之一實例。圖12中所示之EMS變容器包含不同於圖9及圖10中所示之EMS變容器之一部件結構。

如圖12中所展示，EMS變容器1200包含一基板902，一第一偏壓電極904駐存於基板902上。一非平坦化第一介電層906在基板902上且在第一偏壓電極904上。非平坦化第一介電層906上之第一介電支撐件908支撐一部件1219，部件1219可包含介電層1202及1206、一金屬層1204、一第一RF電極1212及兩個接地電極1214。在某些實施方案中，第

一 RF 電極 1212 與接地電極 1214 可彼此電隔離。由介電層 1202 及 1206 形成之結構亦稱作一介電樑。部件 1219 與非平坦化第一介電層 906 界定一第一氣隙 913。在某些實施方案中，第一氣隙 913 可係約 100 nm 至 300 nm 厚，或約 200 nm 厚。部件 1219 上之第二介電支撐件 918 支撐一非平坦化第三介電層 920。非平坦化第三介電層 920 在包含第二偏壓電極 922 與一第二 RF 電極 924 之一金屬層上方。一第四介電層 928 可用於使第二偏壓電極 922 及第二 RF 電極 924 絕緣。部件 1219 與第四介電層 928 界定一第二氣隙 926。在某些實施方案中，第二氣隙 926 可係約 100 nm 至 300 nm 厚，或約 200 nm 厚。亦包含於 EMS 變容器 900 中之 EMS 變容器 1200 之若干個部件已在上文參考圖 9 更詳細地予以闡述。

部件 1219 可包含實質上平行於含有用於上覆於第一氣隙 913 之部件 1219 之部分之第一偏壓電極 904 之一平面之一對稱平面。舉例而言，圖 12 中所示之部件 1219 包含一對稱平面。部件 1219 之一對稱平面亦可實質上平行於含有第二偏壓電極 922 及第二 RF 電極 924 之一平面。

接地電極 1214、第一 RF 電極 1212 及金屬層 1204 可係任何數目種不同金屬，包含 Al、Cu、Mo、Ta、Cr、Nd、W、Ti 及包含此等金屬中之至少一者之一合金。舉例而言，在某些實施方案中，電極可係 Al 或摻雜有矽 (Si) 或 Cu 之 Al。在某些實施方案中，所有電極可由相同金屬製成。在某些實施方案中，接地電極 1214、第一 RF 電極 1212 及金屬層 1204 可係約 250 nm 至 750 nm 厚，或約 500 nm 厚。

部件 1219 之介電層 1202 及 1206 之介電材料可包含 SiO_2 、 Al_2O_3 、 HfO_2 、 TiO_2 、 SiON 或 SiN 。在某些實施方案中介電層 1202 及 1206 可各自係約 250 nm 至 750 nm 厚，或約 500 nm 厚。因此，在某些實施方案中，在接地電極 1214、第一 RF 電極 1212 及金屬層 1204 各自具有約 250 nm 至 750 nm 之厚度之情況下，部件 1219 可具有約 0.7 微米至 2.3 微米 (或約 1.5 微米) 之一厚度。

在 EMS 變容器 1200 中，接地電極 1214 及第一 RF 電極 1212 可嵌入於介電層 1202 及 1206 中，亦即，接地電極 1214 及第一 RF 電極 1212 之表面可不曝露於第一氣隙 913 或第二氣隙 926。

EMS 變容器 1200 可以類似於圖 9 及圖 10 中所示之 EMS 變容器 900 之一方式操作。亦即，一 DC 電壓可施加至第一偏壓電極 904 或第二偏壓電極 922，此可致使部件 1219 移動至第一氣隙 913 中或移動至第二氣隙 926 中。因此，在某些實施方案中，部件 1219 可係撓性的。因此，在某些實施方案中，部件 1219 亦可稱作一隔膜。部件 1219 之移動可使第一 RF 電極 1212 與第二 RF 電極 924 之間的距離變化。藉由使第一 RF 電極 1212 與第二 RF 電極 924 之間的距離變化，可使第一 RF 電極 1212 與第二 RF 電極 924 之間的一電容變化。

在 EMS 變容器 1200 之操作中，由於接地電極 1214 及第一 RF 電極 1212 可嵌入於介電層 1202 及 1206 中，因此此等電極之表面可能並不與介電層 906 或 928 形成接觸及斷開接觸。因此，接地電極 1214 及第一 RF 電極 1212 之金屬可不由於與

介電層 906 或 928 接觸而磨損或損耗。此可增加 EMS 變容器 1200 之可靠性。

在 EMS 變容器 1200 之某些其他實施方案中，上覆於第一介電支撐件 908 之部件 1219 之部分可包含介電層 1202 及 1206 而無金屬層 1204。部件 1219 之此等部分中不包含金屬層 1204 可減少寄生電容且增加調諧電容比。然而，部件 1219 之此等部分中包含金屬層 1204 可有助於 EMS 變容器 1200 之製作。

圖 13A 至圖 13E 展示 EMS 變容器之剖面示意性圖解說明之實例。圖 13A 至 13E 中所示之剖面示意性圖解說明包含對本文中所揭示之三層、五端子變容器之簡化圖解說明。圖 13A 至圖 13E 中不展示 EMS 變容器之介電支撐件或介電層。圖 13A 至圖 13E 中所示之 EMS 變容器包含偏壓電極及 RF 電極之不同組態，如下文中所闡述。

圖 13A 中所示之 EMS 變容器 1300 之實施方案可類似於圖 9 及圖 10 中所示之 EMS 變容器 900。EMS 變容器 1300 包含一基板 902，該基板 902 上具有一第一偏壓電極 904。一部件 919 與第一偏壓電極 904 可界定一第一氣隙 913。部件 919 與包含第二偏壓電極 922 及一第二 RF 電極 924 之一金屬層可界定一第二氣隙 926。第二偏壓電極 922 與第二 RF 電極 924 可係共面的。若兩個物件皆位於相同平面中，則其係共面的。

部件 919 可包含一第二介電層（亦稱作一介電樑）910、一第一 RF 電極 912 及接地電極 914。接地電極 914 及第一 RF 電

極912中之每一者可包含一第一金屬層932、一第二金屬層934及耦合該兩個金屬層之金屬936。為清楚起見，圖13A中僅針對第一RF電極912指示第一金屬層932、第二金屬層934及金屬936。每一電極912及914之第一金屬層932可曝露於第一氣隙913，且每一電極912及914之第二金屬層934可曝露於第二氣隙926。在某些實施方案中，第一RF電極912與接地電極914可彼此電隔離。部件919可含有實質上平行於含有第一偏壓電極904之一平面之一對稱平面。舉例而言，圖13A中所示之部件919包含一對稱平面(由虛線1302指示)。部件919之一對稱平面亦可實質上平行於含有第二偏壓電極922及第二RF電極924之一平面。舉例而言，對稱之部件919可改良部件919之機械性質，包含疲勞性質及熱穩定性。

圖13B中所示之EMS變容器1315之實施方案可類似於圖9及圖10中所示之EMS變容器900。在與圖13A中所示之EMS變容器1300相比之EMS變容器1315中，第二偏壓電極922可定位於距一部件919比一第二RF電極924遠之一位置處。亦即，第二偏壓電極922與第二RF電極924可係非共面的，其中第二RF電極924比第二偏壓電極922較接近於部件919。

如圖13B中所示，EMS變容器1315包含一基板902，該基板902上具有一第一偏壓電極904。一部件919與第一偏壓電極904可界定一第一氣隙913。部件919與包含第二偏壓電極922及一第二RF電極924之一金屬層可界定一第二氣隙

926。部件919可包含一第二介電層910、一第一RF電極912及接地電極914。在某些實施方案中，第一RF電極912與接地電極914可彼此電隔離。部件919可包含實質上平行於含有第一偏壓電極904之一平面之一對稱平面。舉例而言，圖13B中所示之部件919包含一對稱平面(由虛線1302指示)。部件919之一對稱平面亦可實質上平行於含有第二偏壓電極922之一平面或含有第二RF電極924之一平面。

在EMS變容器1315中，使第二偏壓電極922定位於距一部件919比一第二RF電極924遠之一位置處可允許EMS變容器1315之一較大電容範圍。第二偏壓電極922可(舉例而言)藉由形成第二RF電極924、沈積一介電層及然後形成第二偏壓電極922而定位於不同於第二RF電極924之一平面中。

圖13C中所示之EMS變容器1330之實施方案可類似於圖9及圖10中所示之EMS變容器900。然而，在EMS變容器1330中，第二偏壓電極及一第二RF電極在基板上。如圖13C中所示，EMS變容器1330包含一基板902，該基板902上具有包含第二偏壓電極1332及一第二RF電極1334之一金屬層。第二偏壓電極1332與第二RF電極1334可係共面的，亦即，其兩者皆位於相同平面中。一部件919與包含第二偏壓電極1332及第二RF電極1334之金屬層可界定一第一氣隙913。一第一偏壓電極1336與部件919可界定一第二氣隙926。部件919可包含一第二介電層910、一第一RF電極912及接地電極914。在某些實施方案中，第一RF電極912與接地電極914可彼此電隔離。部件919可含有實質上平行於含

有第一偏壓電極1336之一平面之一對稱平面。舉例而言，圖13C中所示之部件919包含一對稱平面(由虛線1302指示)。部件919之一對稱平面亦可實質上平行於含有第二偏壓電極922及第二RF電極924之一平面。

在EMS變容器1330中，在製作程序期間，一金屬層可沈積於基板902上。第二偏壓電極1332及第二RF電極1334可自金屬層形成。舉例而言，各種圖案化技術(包含遮蔽及/或蝕刻技術)可用於自金屬層形成第二偏壓電極1332及第二RF電極1334。然而，第二偏壓電極1332及第二RF電極1334可不形成一扁平表面。亦即，舉例而言，由第二偏壓電極1332及第二RF電極1334形成之表面可包含諸如溝渠及脊之特徵。一介電層或若干層可沈積於第二偏壓電極1332及第二RF電極1334上且經平坦化以形成一扁平、平坦表面，在該表面上可製作EMS變容器1330之剩餘部分。

圖13D中所示之EMS變容器1345之實施方案可類似於圖9及圖10中所示之EMS變容器900。在與圖13C中所示之EMS變容器1330相比之EMS變容器1345中，第二偏壓電極1332可定位於距一部件919比第二RF電極1334近之一位置處。亦即，第二偏壓電極1332與第二RF電極1334可係非共面的，其中第二RF電極1334距部件919比第二偏壓電極1332遠。

如圖13D中所示，EMS變容器1345包含一基板902，該基板902上具有包含第二RF電極1334之一金屬層。第二偏壓電極1332可與基板相關聯。舉例而言，第二偏壓電極1332

可位於在基板902上之一介電層(未展示)上。一部件919與包含第二偏壓電極1332及第二RF電極1334之金屬層可界定一第一氣隙913。一第一偏壓電極1336與部件919可界定一第二氣隙926。部件919可包含一第二介電層910、一第一RF電極912及接地電極914。在某些實施方案中，第一RF電極912與接地電極914可彼此電隔離。部件919可含有實質上平行於含有第一偏壓電極1336之一平面之一對稱平面。舉例而言，圖13D中所示之部件919包含一對稱平面(由虛線1302指示)。部件919之一對稱平面亦可實質上平行於含有第二偏壓電極1332之一平面或含有第二RF電極1334之一平面。在EMS變容器1345中，使第二RF電極1334定位為距部件919比第二偏壓電極1332更遠可由於第二RF電極1334與第一RF電極912之間的大間隔而允許比圖13C中之EMS變容器1330高之RF電力處置。

在EMS變容器1345之一製作程序期間，可在基板902上形成第二RF電極1334。然後可沈積介電層，後續接著形成第二偏壓電極1332。在形成第二RF電極1334及/或形成第二偏壓電極1332之後，可執行平坦化程序。舉例而言，在形成第二偏壓電極1332之後，可將介電層沈積於第二偏壓電極1332上且曝露電介質且然後經平坦化以形成一扁平、平坦表面，在該扁平、平坦表面上可製作EMS變容器1345之剩餘部分。

圖13E中所示之EMS變容器1360之實施方案可類似於圖12中所示之EMS變容器1200。然而，在EMS變容器1360

中，第二偏壓電極及一第二RF電極在基板上。如圖13E中所示，EMS變容器1360包含一基板902，該基板902具有駐存於其上之一金屬層。金屬層包含第二偏壓電極1332及一第二RF電極1334。一部件1219與包含第二偏壓電極1332及第二RF電極1334之該金屬層可界定一第一氣隙913。一第一偏壓電極1336與部件1219可界定一第二氣隙926。部件1219可包含介電層1202及1206、一第一RF電極1212及接地電極1214。在某些實施方案中，第一RF電極1212與接地電極1214可彼此電隔離。由介電層1202及1206形成之結構亦稱作一介電樑。部件1219可含有實質上平行於含有第一偏壓電極1336之一平面之一對稱平面。舉例而言，圖13E中所示之部件1219包含一對稱平面(由虛線1362指示)。部件1219之一對稱平面亦可實質上平行於含有第二偏壓電極1332及第二RF電極1334之一平面。舉例而言，對稱之部件1219可改良部件1219之機械性質，包含疲勞性質及熱穩定性。接地電極1214及第一RF電極1212可嵌入於介電層1202及1206中。亦即，接地電極1214及第一RF電極1212之表面可不曝露於第一氣隙913或第二氣隙926。

關於圖13A至圖13E中所示之EMS變容器之組件之進一步細節係上文關於圖9及圖10中所示之EMS變容器900及圖12中所示之EMS變容器1200而闡述。

本文中所闡述之EMS變容器係可經形成具有包含一偏壓電極及一RF電極之一部件之EMS變容器之實例。然而，具有包含一偏壓電極及一RF電極之一部件之EMS變容器之其

他設計係可行的。舉例而言，部件919或1219可經實施具有本文中所揭示之偏壓電極組態中之任何者。亦即，部件919或1219可經實施具有在基板上之第一偏壓電極，如圖9、圖12、13A及13B中所示。部件919或1219亦可經實施具有在基板上或與基板相關聯之第二偏壓電極及在基板上之第二RF電極，如圖13C至圖13E中所示。

圖14展示圖解說明一EMS變容器之一製造程序之一流程圖之一實例。程序1400可經組合及/或重新配置以形成本文中所揭示之EMS變容器之任何者。在程序1400中，可在製造程序期間使用包含遮蔽以及蝕刻程序之圖案化技術來界定一EMS變容器之不同組件之形狀。

在程序1400之方塊1402處開始，在一基板上形成一第一金屬層。該基板可包含不同基板材料，包含透明材料、非透明材料、撓性材料、剛性材料或此等材料之組合。第一金屬層可包含Al、Cu、Mo、Ta、Cr、Nd、W、Ti或包含此等金屬中之至少一者之一合金。可使用包含PVD程序、CVD程序及原子層沈積(ALD)程序之沈積程序來形成第一金屬層。

在某些實施方案中，第一金屬層可用作一偏壓電極。當第一金屬層欲用作一偏壓電極時，一非平坦化介電層可沈積於第一金屬層上。非平坦化介電層可包含SiO₂、Al₂O₃、HfO₂、TiO₂、SiON或SiN。可使用包含PVD程序、CVD程序(包含PECVD程序)及ALD程序之沈積程序來形成非平坦化介電層。

在某些其他實施方案中，第一金屬層可用作一偏壓電極與一RF電極兩者。當第一金屬層欲用作一偏壓電極及一RF電極兩者時，偏壓電極及RF電極可自第一金屬層形成。舉例而言，可使用圖案化技術來自第一金屬層形成偏壓電極及RF電極以使得所形成之偏壓電極及射頻電極電隔離。然而，在圖案化操作之後，電極可不形成一扁平表面。亦即，舉例而言，由電極形成之表面可包含諸如溝渠及脊之特徵。可將一或若干介電層沈積於電極上且使其平坦化以形成一扁平、平坦表面，在該扁平、平坦表面上可製作EMS變容器之剩餘部分。介電層可包含SiO₂、Al₂O₃、HfO₂、TiO₂、SiON或SiN。可使用包含PVD程序、CVD程序(包含PECVD程序)及ALD程序之沈積程序來形成介電層。

返回至程序1400，在方塊1404處，在第一金屬層上形成一第一犧牲層。該第一犧牲層可包含呈經選定以在後續移除之後提供具有一所期望厚度及大小之一第一氣隙之一厚度及大小之一XeF₂可蝕刻材料(諸如Mo或非晶Si)。以上已論述第一氣隙之厚度之某些實例。可使用包含PVD程序及CVD程序(包含PECVD程序)之沈積程序來形成第一犧牲層。

在方塊1406處，在犧牲層上形成一部件。該部件可包含一介電樑、一第一射頻電極及一接地電極。舉例而言，該部件可類似於圖9中所示之部件919或圖12中所示之部件1219。圖15A及圖15B展示圖解說明一EMS變容器之一部

件之製造程序之流程圖之實例。

圖 15A 展示圖解說明類似於部件 919 之一部件之一製造程序之一流程圖之一實例。在某些實施方案中，部件之金屬層可由相同金屬製成。舉例而言，金屬層可包含 Al、Cu、Mo、Ta、Cr、Nd、W、Ti 或包含此等金屬中之至少一者之一合金。可使用包含 PVD 程序、CVD 程序及 ALD 程序之沈積程序來形成該等金屬層。該部件之介電層可包含 SiO_2 、 Al_2O_3 、 HfO_2 、 TiO_2 、SiON 或 SiN。可使用包含 PVD 程序、CVD 程序 (包含 PECVD 程序) 及 ALD 程序之沈積程序來形成介電層。

以程序 1500 之方塊 1502 開始，在第一犧牲層上形成一第一金屬層。在方塊 1504 處，自該第一金屬層形成一第一 RF 電極之一底部層及一接地電極之一底部層。舉例而言，可使用圖案化技術來自第一金屬層形成第一 RF 電極之底部層及接地電極之底部層。在方塊 1506 處，在第一 RF 電極及接地電極之底部層上形成一介電層。在方塊 1508 處，在介電層中蝕刻通孔。可用一金屬填充該等通孔以將第一 RF 電極及接地電極之底部層電耦合至頂部層。

在方塊 1510 處，在介電層上形成一第二金屬層。在形成第二金屬層時，可用第二金屬層之金屬填充在方塊 1508 處在介電層中所蝕刻之通孔。在方塊 1512 處，自第二金屬層形成第一 RF 電極之一頂部層及接地電極之一頂部層。舉例而言，可使用圖案化技術來自第二金屬層形成第一 RF 電極之頂部層及接地電極之頂部層。填充該等通孔之金屬可用

於將第一RF電極之底部層耦合至頂部層及將接地電極之底部層耦合至頂部層；亦即，填充該等通孔之金屬可用於將第一RF電極之底部層電連接至頂部層及將接地電極之底部層電連接至頂部層。

圖15B展示圖解說明類似於部件1219之一部件之一製造程序之一流程圖之一實例。部件之金屬層可包含Al、Cu、Mo、Ta、Cr、Nd、W、Ti或包含此等金屬中之至少一者之一合金。可使用包含PVD程序、CVD程序及ALD程序之沈積程序來形成該等金屬層。該部件之介電層可包含SiO₂、Al₂O₃、HfO₂、TiO₂、SiON或SiN。可使用包含PVD程序、CVD程序(包含PECVD程序)及ALD程序之沈積程序來形成介電層。

以程序1550之方塊1552開始，在第一犧牲層上形成一第一介電層。在方塊1554處，在第一介電層上形成一金屬層。在方塊1556處，自金屬層形成第一RF電極及接地電極。舉例而言，可使用圖案化技術來自金屬層形成第一RF電極及接地電極。在方塊1558處，在第一RF電極及接地電極上形成一第二介電層。在方塊1552處形成之第一介電層及在方塊1558處形成之第二介電層可形成介電樑，且方塊1556中形成之第一射頻電極及接地電極嵌入於介電樑中。

返回至程序1400，在方塊1408處，在部件上形成一第二犧牲層。該第二犧牲層可包含呈經選定以在後續移除之後提供具有一所期望厚度及大小之一第二氣隙之一厚度及大小之一XeF₂可蝕刻材料(諸如Mo或非晶Si)。以上已論述第

二氣隙之厚度之某些實例。可使用包含PVD程序及CVD程序(包含PECVD程序)之沈積程序來形成第二犧牲層。在某些實施方案中，第一犧牲層及第二犧牲層可包含相同材料。

在方塊1410處，在第二犧牲層上形成一第二金屬層。第二金屬層可包含Al、Cu、Mo、Ta、Cr、Nd、W、Ti或包含此等金屬中之至少一者之一合金。可使用包含PVD程序、CVD程序及ALD程序之沈積程序來形成第二金屬層。

在某些實施方案中，第二金屬層可用作一偏壓電極。在某些其他實施方案中，第二金屬層可用作一偏壓電極及一RF電極兩者。當第二金屬層欲用作一偏壓電極及一RF電極兩者時，可自第二金屬層形成該等電極中之每一者。舉例而言，可使用圖案化技術來自第二金屬層形成偏壓電極及RF電極。

在方塊1412處，移除第一及第二犧牲層。在某些實施方案中，犧牲層係Mo或非晶Si，且可使用XeF₂來移除犧牲層。

在某些實施方案中，可在第二金屬層上形成一非平坦化介電層。非平坦化介電層可包含SiO₂、Al₂O₃、HfO₂、TiO₂、SiON、SiN或此等電介質之層。可使用包含PVD程序及CVD程序(包含PECVD程序)之沈積程序來形成非平坦化介電層。

圖16A及圖16B展示圖解說明包含複數個干涉式調變器之一顯示器裝置40之系統方塊圖之實例。舉例而言，顯示

裝置40可係蜂窩式電話或行動電話。然而，顯示器裝置40之相同組件或其輕微變化亦說明諸如電視機、電子閱讀器及可攜式媒體播放器等各種類型之顯示器裝置。

顯示器裝置40包含一外殼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可由各種製造程序(包含射出模製及真空成形)中之任一者形成。另外，外殼41可由各種材料中之任一者製成，該等材料包含但不限於：塑膠、金屬、玻璃、橡膠及陶瓷或其一組合。外殼41可包含可移除部分(未展示)，該等可移除部分可與具有不同色彩或含有不同標誌、圖片或符號之其他可移除部分互換。

顯示器30可係各種顯示器中之任一者，包含一雙穩態顯示器或類比顯示器，如本文中所闡述。顯示器30亦可經組態以包含一平板顯示器(諸如，電漿顯示器、EL、OLED、STN LCD或TFT LCD)或一非平板顯示器(諸如，一CRT或其他電子管裝置)。另外，顯示器30可包含一干涉式調變器顯示器，如本文中所闡述。

在圖16B中示意性地圖解說明顯示器裝置40之組件。顯示器裝置40包含一外殼41且可包含至少部分地包封於其中之額外組件。舉例而言，顯示器裝置40包含一網路介面27，網路介面27包含耦合至一收發器47之一天線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可經組態以調節一信號(例如，濾波一信號)。調節硬體52連接至一揚聲器45及一麥克風46。處理器21亦連

接至一輸入裝置48及一驅動器控制器29。驅動器控制器29耦合至一圖框緩衝器28且耦合至一陣列驅動器22，該陣列驅動器又耦合至一顯示器陣列30。一電源供應器50可按照特定顯示器裝置40設計之需要將電力提供至所有組件。

網路介面27包含天線43及收發器47，以使得顯示器裝置40可經由一網路與一或多個裝置通信。網路介面27亦可具有某些處理能力以減輕(例如)處理器21之資料處理要求。天線43可傳輸及接收信號。在某些實施方案中，天線43根據包含IEEE 16.11(a)、(b)或(g)之IEEE 16.11標準或包含IEEE 802.11a、b、g或n之IEEE 802.11標準傳輸及接收RF信號。在某些其他實施方案中，天線43根據BLUETOOTH標準傳輸及接收RF信號。在一蜂巢式電話之情形中，天線43經設計以接收分碼多重存取(CDMA)、分頻多重存取(FDMA)、分時多重存取(TDMA)、全球行動通信系統(GSM)、GSM/通用封包無線電服務(GPRS)、增強型資料GSM環境(EDGE)、地面中繼式無線電(TETRA)、寬頻-CDMA(W-CDMA)、演進資料最佳化(EV-DO)、1xEV-DO、EV-DO修訂版A、EV-DO修訂版B、高速封包存取(HSPA)、高速下行鏈路封包存取(HSDPA)、高速上行鏈路封包存取(HSUPA)、演進式高速封包存取(HSPA+)、長期演進(LTE)、AMPS或用於在一無線網路(諸如，利用3G或4G技術之一系統)內通信之其他已知信號。收發器47可預處理自天線43接收之信號，以使得其可由處理器21接收並由其進一步操縱。收發器47亦可處理自處理器21接收之信

號，以使得可經由天線43自顯示器裝置40傳輸該等信號。

在某些實施方案中，可由一接收器替換收發器47。另外，可由一影像源來替換網路介面27，該影像源可儲存或產生待發送至處理器21之影像資料。處理器21可控制顯示器裝置40之總體操作。處理器21自網路介面27或一影像源接收資料(諸如，經壓縮影像資料)，及將該資料處理成原始影像資料或處理成容易被處理成原始影像資料之一格式。處理器21可將經處理資料發送至驅動器控制器29或發送至圖框緩衝器28以供儲存。原始數據通常是指識別一影像內每一位置處之影像特性之資訊。舉例而言，此影像特性可包括色彩、飽和度及灰度階。

處理器21可包含一微控制器、CPU或邏輯單元以控制顯示器裝置40之操作。調節硬體52可包含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可係顯示器裝置40內之離散組件，或可併入於處理器21或其他組件內。

驅動器控制器29可直接自處理器21或自圖框緩衝器28獲取由處理器21產生之原始影像資料，且可適當地將原始影像資料重新格式化以供高速傳輸至陣列驅動器22。在某些實施方案中，驅動器控制器29可將原始影像資料重新格式化成具有一光柵狀格式之一資料流，以使得其具有適合於跨越顯示器陣列30進行掃描之一時間次序。然後，驅動器控制器29將經格式化資訊發送至陣列驅動器22。儘管一驅動器控制器29(諸如，一LCD控制器)常常作為一獨立積體

電路(IC)與系統處理器21相關聯，但此等控制器可以諸多方式實施。舉例而言，控制器可作為硬體嵌入於處理器21中、作為軟體嵌入於處理器21中或以硬體形式與陣列驅動器22完全整合。

陣列驅動器22可自驅動器控制器29接收經格式化資訊且可將視訊資料重新格式化成一組平行波形，該組平行波形每秒多次地施加至來自顯示器之x-y像素矩陣之數百條且有時數千條(或更多)引線。

在某些實施方案中，驅動器控制器29、陣列驅動器22及顯示器陣列30適用於本文中所闡述之顯示器類型中之任一者。舉例而言，驅動器控制器29可係一習用顯示器控制器或一雙穩態顯示器控制器(例如，一IMOD控制器)。另外，陣列驅動器22可係一習用驅動器或一雙穩態顯示器驅動器(例如，一IMOD顯示器驅動器)。此外，顯示器陣列30可係一習用顯示器陣列或一雙穩態顯示器陣列(例如，包含一IMOD陣列之一顯示器)。在某些實施方案中，驅動器控制器29可與陣列驅動器22整合。此一實施方案在諸如蜂巢式電話、手錶及其他小面積顯示器等高度整合系統中係常見的。

在某些實施方案中，輸入裝置48可經組態以允許(例如)一使用者控制顯示器裝置40之操作。輸入裝置48可包含一小鍵盤(諸如，一QWERTY鍵盤或一電話小鍵盤)、一按鈕、一切換器、一搖桿、一觸敏螢幕或一壓敏或熱敏隔膜。麥克風46可組態為顯示器裝置40之一輸入裝置。在某

些實施方案中，可使用透過麥克風46之語音命令來控制顯示器裝置40之操作。

電源供應器50可包含此項技術中習知之各種能量儲存裝置。舉例而言，電源供應器50可係一可再充電式蓄電池，諸如，一鎳-鎘蓄電池或一鋰離子蓄電池。電源供應器50亦可係一可再生能源、一電容器或一太陽能電池，包含一塑膠太陽能電池或太陽能電池塗料。電源供應器50亦可經組態以自一壁式插座接收電力。

在某些實施方案中，控制可程式化性駐存於驅動器控制器29中，該驅動器控制器可位於電子顯示器系統中之若干個地方中。在某些其他實施方案中，控制可程式化性駐留於陣列驅動器22中。上文所闡述之最佳化可以任何數目個硬體及/或軟體組件實施且可以各種組態實施。

結合本文中所示之實施方案所闡述之各種說明性邏輯、邏輯區塊、模組、電路及演算法步驟可實施為電子硬體、電腦軟體或兩者之組合。已就功能性大體闡述了硬體與軟體之可互換性且在上文所闡述之各種說明性組件、區塊、模組、電路及步驟中圖解說明了硬體與軟體之可互換性。此功能性是以硬體還是軟體來實施取決於特定應用及強加於總體系統之設計約束。

用於實施結合本文中所示之態樣所闡述之各種說明性邏輯、邏輯區塊、模組及電路之硬體及資料處理設備可藉助一通用單晶片或多晶片處理器、一數位信號處理器(DSP)、一特殊應用積體電路(ASIC)、一場可程式化開陣

列(FPGA)或其他可程式化邏輯裝置、離散閘或電晶體邏輯、離散硬體組件或經設計以執行本文中所闡述之功能之其任何組合來實施或執行。一通用處理器可係一微處理器或任何習用處理器、控制器、微控制器或狀態機。一處理器亦可實施為計算裝置之一組合，例如，一DSP與一微處理器、複數個微處理器、結合一DSP核心之一或多個微處理器或任何其他此組態之一組合。在某些實施方案中，可藉由一既定功能所特有之電路來執行特定步驟及方法。

在一或多項態樣中，可以硬體、數位電子電路、電腦軟體、韌體(包含本說明書中所揭示之結構及其結構等效物)或其任何組合來實施所闡述之功能。亦可將本說明書中所闡述之標的物之實施方案實施為一或多個電腦程式，亦即，編碼於一電腦儲存媒體上以供資料處理設備執行或用以控制資料處理設備之操作之一或多個電腦程式指令模組。

熟習此項技術者可易於明瞭對本發明中所闡述之實施方案之各種修改，且可在不背離本發明之精神或範疇之情況下將本文中所定義之一般原理應用於其他實施方案。因此，申請專利範圍並不意欲限於本文中所展示之實施方案，而是被授予與本發明、本文中所揭示之原理及新穎特徵相一致之最寬廣範疇。詞語「例示性」本文中專用於意指「充當一實例、例項或圖解說明」。在本文中闡述為「例示性」之任何實施方案未必解釋為比其他實施方案較佳或有利。另外，熟習此項技術者應易於瞭解，術語「上

部」及「下部」有時係用於便於闡述該等圖，且指示對應於該圖在一適當定向之頁面上之定向之相對位置，且可不反映如所實施之IMOD之適當定向。

亦可將本說明書中在單獨實施方案之上下文下闡述之某些特徵以組合形式實施於一單項實施方案中。相反地，亦可將在一單項實施方案之上下文下闡述之各種特徵單獨地或以任何適合子組合之形式實施於多項實施方案中。此外，儘管上文可將特徵闡述為以某些組合之形式起作用，且甚至最初係如此主張的，但在某些情形中，可自一所主張組合去除來自該組合之一或多個特徵，且所主張之組合可係關於一子組合或一子組合之變化形式。

類似地，雖然在該等圖式中以一特定次序繪示操作，但不應將此理解為需要以所展示之特定次序或以順序次序執行此等操作或執行所有所圖解說明之操作以達成可期望結果。此外，該等圖式可以一流程圖之形式示意性地繪示一或多個實例性程序。然而，可將未繪示之其他操作併入於示意性地圖解說明之實例性程序中。舉例而言，可在所圖解說明操作中之任一者之前、之後、同時或之間執行一或多個額外操作。在某些情形下，多任務及平行處理可係有利的。此外，上文所闡述之實施方案中之各種系統組件之分離不應被理解為需要在所有實施方案中進行此分離，而應理解為所闡述之程式組件及系統通常可一起整合於一單個軟體產品中或封裝至多個軟體產品中。另外，其他實施方案亦在以下申請專利範圍之範疇內。在某些情形下，申

請專利範圍中所陳述之動作可以一不同次序執行且仍達成可期望結果。

【圖式簡單說明】

圖1展示繪示一干涉式調變器(IMOD)顯示器裝置之一系列像素中之兩個毗鄰像素之一等角視圖之一實例。

圖2展示圖解說明併入有一 3×3 干涉式調變器顯示器之一電子裝置之一系統方塊圖之一實例。

圖3展示圖解說明圖1之干涉式調變器之可移動反射層位置與所施加電壓之關係曲線之一圖式之一實例。

圖4展示圖解說明當施加各種共同電壓及分段電壓時一干涉式調變器之各種狀態之一表之一實例。

圖5A展示圖解說明在圖2之 3×3 干涉式調變器顯示器中之一顯示器資料圖框之一圖式之一實例。

圖5B展示可用於寫入圖5A中所圖解說明之顯示資料圖框之共同信號及分段信號之一時序圖之一實例。

圖6A展示圖1之干涉式調變器顯示器之一部分剖面圖之一實例。

圖6B至圖6E展示干涉式調變器之各種實施方案之剖面圖之實例。

圖7展示圖解說明一干涉式調變器之一製造程序之一流程圖之一實例。

圖8A至圖8E展示製作一干涉式調變器之一方法中之各種階段之剖面示意性圖解說明之實例。

圖9及圖10展示一EMS變容器之示意性圖解說明之實

例。

圖 11 展示圖 9 及圖 10 中所示之 EMS 變容器之部件之一部分之一自上向下之示意性圖解說明之一實例。

圖 12 展示一 EMS 變容器之一剖面示意性圖解說明之一實例。

圖 13A 至圖 13E 展示 EMS 變容器之剖面示意性圖解說明之實例。

圖 14 展示圖解說明一 EMS 變容器之一製造程序之一流程圖之一實例。

圖 15A 及圖 15B 展示圖解說明一 EMS 變容器之一部件之製造程序之流程圖之實例。

圖 16A 及圖 16B 展示圖解說明包含複數個干涉式調變器之一顯示器裝置之系統方塊圖之實例。

【主要元件符號說明】

1	共同線/分段線
2	共同線/分段線
3	共同線/分段線
12	干涉式調變器/像素
13	光
14	可移動反射層/反射層/層
14a	反射子層/導電層/子層
14b	支撐層/電介質支撐層/子層
14c	導電層/子層
15	光

- 16 光學堆疊/下伏光學堆疊/層
- 16a 吸收體層/光學吸收體/子層/組合式導體/吸收體子層
- 16b 電介質/子層
- 18 柱/支撐件/支撐柱
- 19 間隙/腔
- 20 透明基板/基板/下伏基板
- 21 處理器
- 22 陣列驅動器
- 23 黑色遮罩結構/黑色遮罩/干涉式堆疊黑色遮罩結構
- 24 列驅動器電路
- 25 犧牲層
- 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 顯示器陣列/面板/顯示器
- 32 繫鏈
- 34 可變形層
- 35 間隔物層
- 40 顯示器裝置
- 41 外殼
- 43 天線

45	揚聲器
46	麥克風
47	收發器
48	輸入裝置
50	電源供應器
52	調節硬體
60a	第一線時間/線時間
60b	第二線時間
60c	第三線時間/線時間
60d	第四線時間
60e	第五線時間/線時間
62	高分段電壓
64	低分段電壓
70	釋放電壓
72	高保持電壓
74	高定址電壓
76	低保持電壓
78	低定址電壓
900	機電系統變容器/變容器
902	基板
904	第一偏壓電極/電極
906	非平坦化第一介電層/介電層
908	第一介電支撐件
910	第二介電層/介電樑

912	電極/第一射頻電極
913	第一氣隙
914	電極/接地電極
915	第一金屬層
917	第二金屬層
918	第二介電支撐件
919	部件
920	非平坦化第三介電層
922	第二偏壓電極/電極
924	第二射頻電極/電極
926	第二氣隙
928	第四介電層/介電層
932	第一金屬層
934	第二金屬層
936	金屬
1004	端子
1012	端子
1014	端子
1022	端子
1024	端子
1032	尺寸
1034	尺寸
1036	尺寸
1102	通孔

1200	機電系統變容器
1202	介電層
1204	金屬層
1206	介電層
1212	第一射頻電極
1214	接地電極
1219	部件
1300	機電系統變容器
1302	對稱平面
1315	機電系統變容器
1330	機電系統變容器
1332	第二偏壓電極
1334	第二射頻電極
1336	第一偏壓電極
1345	機電系統變容器
1360	機電系統變容器
1362	對稱平面
V_0	電壓
V_{bias}	電壓
VC_{ADD_H}	高定址電壓
VC_{ADD_L}	低定址電壓
VC_{REL}	釋放電壓
VC_{HOLD_H}	高保持電壓
VC_{HOLD_L}	低保持電壓

VS_H	高分段電壓
VS_L	低分段電壓

七、申請專利範圍：

1. 一種機電系統變容器，其包括：
 - 一基板；
 - 一第一金屬層，其上覆於該基板，該第一金屬層包含一第一偏壓電極；
 - 一部件，其懸置於該第一金屬層上方，該部件包含：
 - 一介電樑，及
 - 一第二金屬層，該第二金屬層包含一第一射頻電極及一接地電極，該部件與該第一金屬層界定一第一氣隙；及
 - 一第三金屬層，其位於該部件上方，該第三金屬層包含一第二偏壓電極，該第三金屬層與該部件界定一第二氣隙，
 - 其中該部件包含實質上平行於含有該第一偏壓電極之一平面之一對稱平面。
2. 如請求項1之機電系統變容器，其中該第二金屬層嵌入於該介電樑中。
3. 如請求項1之機電系統變容器，其中該第一射頻電極包含一第一層及一第二層，其中該接地電極包含一第一層及一第二層，其中該第一射頻電極之該第一層及該接地電極之該第一層曝露於該第一氣隙，其中該第一射頻電極之該第二層及該接地電極之該第二層曝露於該第二氣隙，其中該第一射頻電極之該第一層及該第二層藉由填充穿過該介電樑之一第一通孔之一第一導電材料而彼此

耦合，且其中該接地電極之該第一層及該第二層藉由填充穿過該介電樑之一第二通孔之一第二導電材料而彼此耦合。

4. 如請求項1之機電系統變容器，其中該部件經組態以回應於由該第一偏壓電極所接收之一第一直流電壓而機械地移動至該第一氣隙中，且其中該部件經組態以回應於由該第二偏壓電極所接收之一第二直流電壓而機械地移動至該第二氣隙中。
5. 如請求項1之機電系統變容器，其進一步包括：
位於該第三金屬層上之一非平坦化介電層。
6. 如請求項1之機電系統變容器，其進一步包括：
位於該第一金屬層上之一第一介電層，其中該第一介電層曝露於該第一氣隙，且其中該第一介電層經組態以防止該第一金屬層與該第二金屬層之間的電接觸；及
位於該第三金屬層上之一第二介電層，其中該第二介電層曝露於該第二氣隙，且其中該第二介電層經組態以防止該第三金屬層與該第二金屬層之間的電接觸。
7. 如請求項1之機電系統變容器，其中該第一金屬層進一步包含一第二射頻電極。
8. 如請求項7之機電系統變容器，其中該第一射頻電極與該第二射頻電極之間的一電容取決於該第一射頻電極與該第二射頻電極之間的一距離而變化。
9. 如請求項7之機電系統變容器，其中該第一偏壓電極與該第二射頻電極係共面的。

10. 如請求項1之機電系統變容器，其中該第一偏壓電極與該第一射頻電極係非共面的。
11. 如請求項1之機電系統變容器，其中該第三金屬層進一步包含一第二射頻電極。
12. 如請求項11之機電系統變容器，其中該第一射頻電極與該第二射頻電極之間的一電容取決於該第一射頻電極與該第二射頻電極之間的一距離而變化。
13. 如請求項11之機電系統變容器，其進一步包括：
 - 位於該第一金屬層上之一非平坦化第一介電層，其中該非平坦化第一介電層曝露於該第一氣隙。
14. 一種包括如請求項1之機電系統變容器之系統，該系統進一步包括：
 - 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。
15. 如請求項14之系統，其進一步包括：
 - 一驅動器電路，其經組態以將至少一個信號發送至該顯示器；及
 - 一控制器，其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。
16. 如請求項14之系統，其進一步包括：
 - 一影像源模組，其經組態以將該影像資料發送至該處理器。

17. 如請求項16之系統，其中該影像源模組包含一接收器、收發器及傳輸器中之至少一者。
18. 如請求項14之系統，其進一步包括：
- 一輸入裝置，其經組態以接收輸入資料並將該輸入資料傳遞至該處理器。
19. 一種機電系統變容器，其包括：
- 一基板；
 - 一第一金屬層，其上覆於該基板，該第一金屬層包含一第一偏壓電極；
 - 一部件，其懸置於該第一金屬層上方，該部件包含：
 - 一介電樑，及
 - 一第二金屬層，該第二金屬層包含一第一射頻電極及一接地電極，該第一射頻電極與該接地電極彼此電隔離；及
 - 一第三金屬層，其位於該部件上方，該第三金屬層包含一第二偏壓電極，其中該部件包含實質上平行於含有該第一偏壓電極之一平面之一對稱平面。
20. 如請求項19之機電系統變容器，其中該第二金屬層嵌入於該介電樑中。
21. 如請求項19之機電系統變容器，其中該第一射頻電極包含一第一層及一第二層，其中該接地電極包含一第一層及一第二層，其中該第一射頻電極之該第一層及該接地電極之該第一層曝露於該第一氣隙，其中該第一射頻電

極之該第二層及該接地電極之該第二層曝露於該第二氣隙，其中該第一射頻電極之該第一層及該第二層藉由填充穿過該介電樑之一第一通孔之一第一導電材料而彼此耦合，且其中該接地電極之該第一層及該第二層藉由填充穿過該介電樑之一第二通孔之一第二導電材料而彼此耦合。

22. 如請求項19之機電系統變容器，其中該第一金屬層進一步包含一第二射頻電極。

23. 如請求項22之機電系統變容器，其中該第一射頻電極與該第二射頻電極之間的一電容取決於該第一射頻電極與該第二射頻電極之間的一距離而變化。

24. 一種製作一機電系統變容器之方法，該方法包括：

在一基板上形成一第一金屬層；

在該第一金屬層上形成一第一犧牲層；

在該第一犧牲層上形成一部件，該部件包含一介電樑、一第一射頻電極及一接地電極；

在該部件上形成一第二犧牲層；

在該第二犧牲層上形成一第二金屬層；及

移除該第一犧牲層及該第二犧牲層，其中該介電樑、該第一射頻電極及該接地電極包含實質上平行於含有該第一金屬層之一平面之一對稱平面。

25. 如請求項24之方法，其中形成該部件包含：

在該第一犧牲層上形成一第一介電層；

在該第一介電層上形成一第三金屬層；

自該第三金屬層形成該第一射頻電極及該接地電極；及
在該第三金屬層上形成一第二介電層，其中該第一介
電層及該第二介電層形成該介電樑。

26. 如請求項24之方法，其中形成該部件包含：

在該第一犧牲層上形成一第三金屬層；

自該第三金屬層形成該第一射頻電極之一底部層及該
接地電極之一底部層；

在該第三金屬層上形成一介電層；

在該介電層中蝕刻第一通孔及第二通孔；

在該介電層上形成一第四金屬層，包含用該第四金屬
層填充該等第一通孔及第二通孔；

自該第四金屬層形成該第一射頻電極之一頂部層及該
接地電極之一頂部層，其中該等第一通孔電耦合該第一
射頻電極之該底部層及該頂部層，其中該等第二通孔電
耦合該接地電極之該底部層及該頂部層，且其中該介電
層形成該介電樑。

27. 如請求項24之方法，其進一步包括：

自該第一金屬層形成一第一偏壓電極及一第二射頻電
極。

28. 如請求項24之方法，其進一步包括：

自該第二金屬層形成一第一偏壓電極及一第二射頻電
極。

八、圖式：

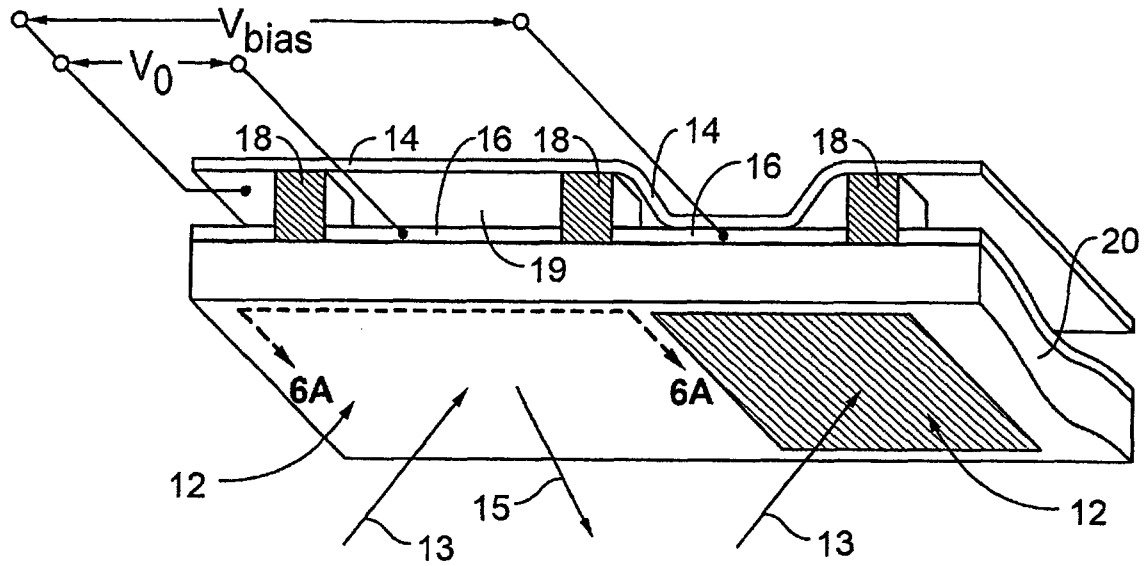


圖 1

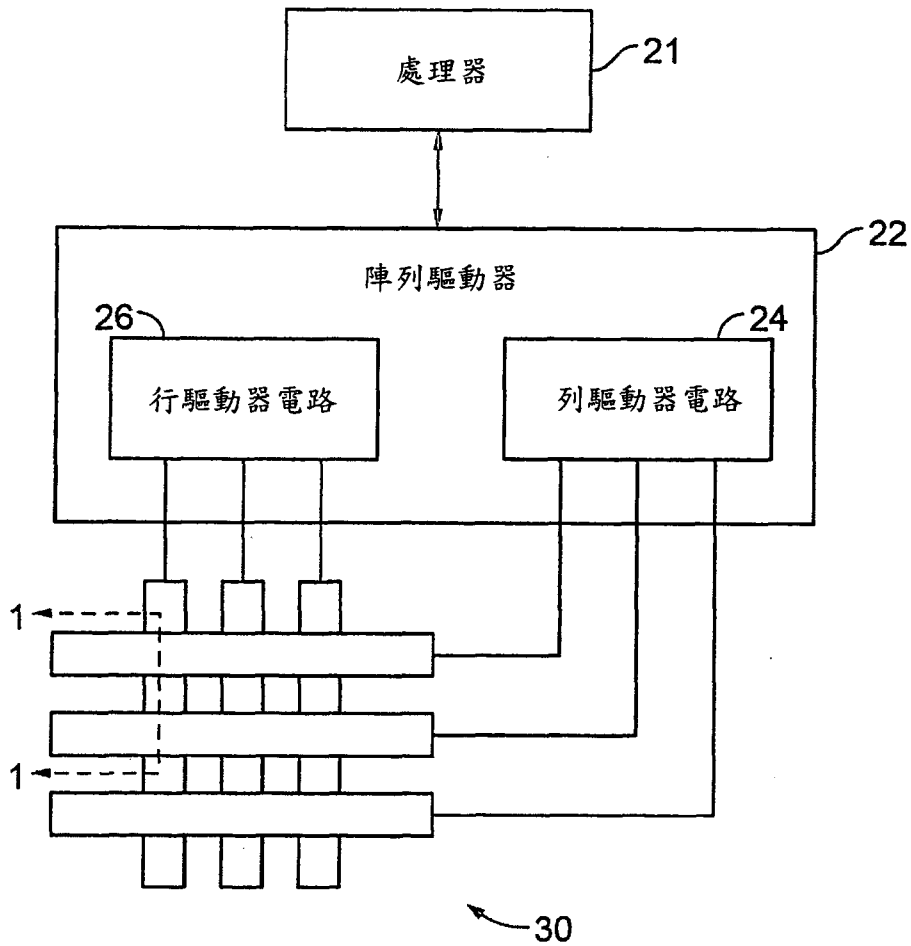


圖 2

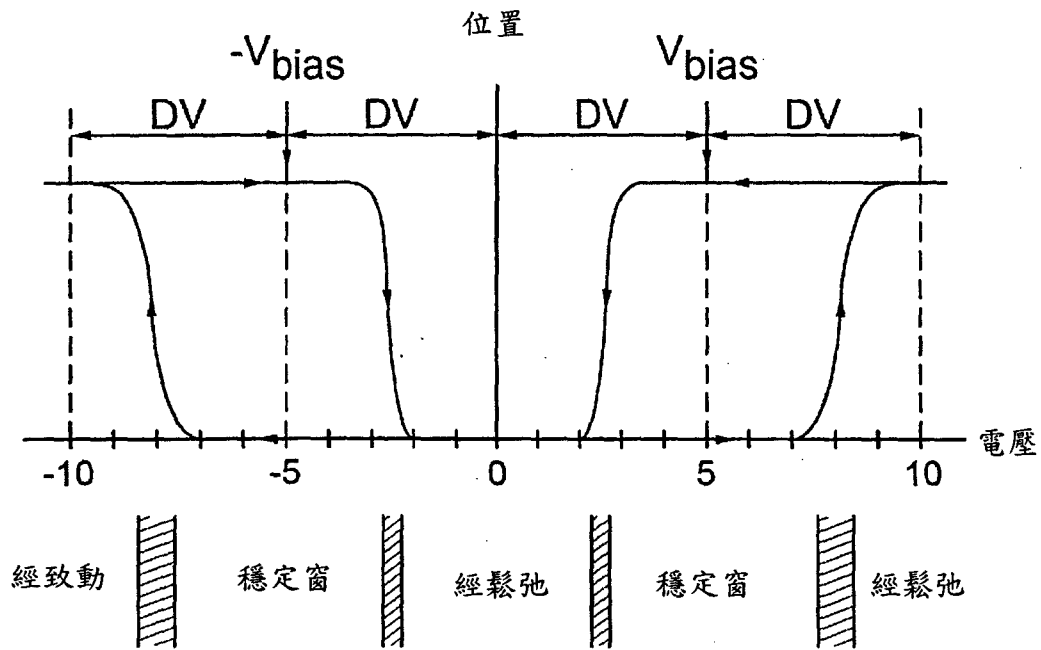


圖 3

共同電壓

分段電壓	VC_{ADD_H}	VC_{HOLD_H}	VC_{REL}	VC_{HOLD_L}	VC_{ADD_L}
VS_H	穩定	穩定	鬆弛	穩定	致動
VS_L	致動	穩定	鬆弛	穩定	穩定

圖 4

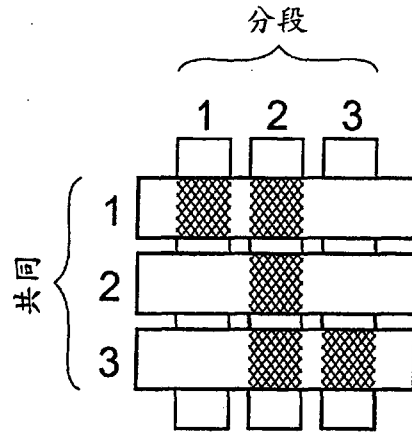


圖 5A

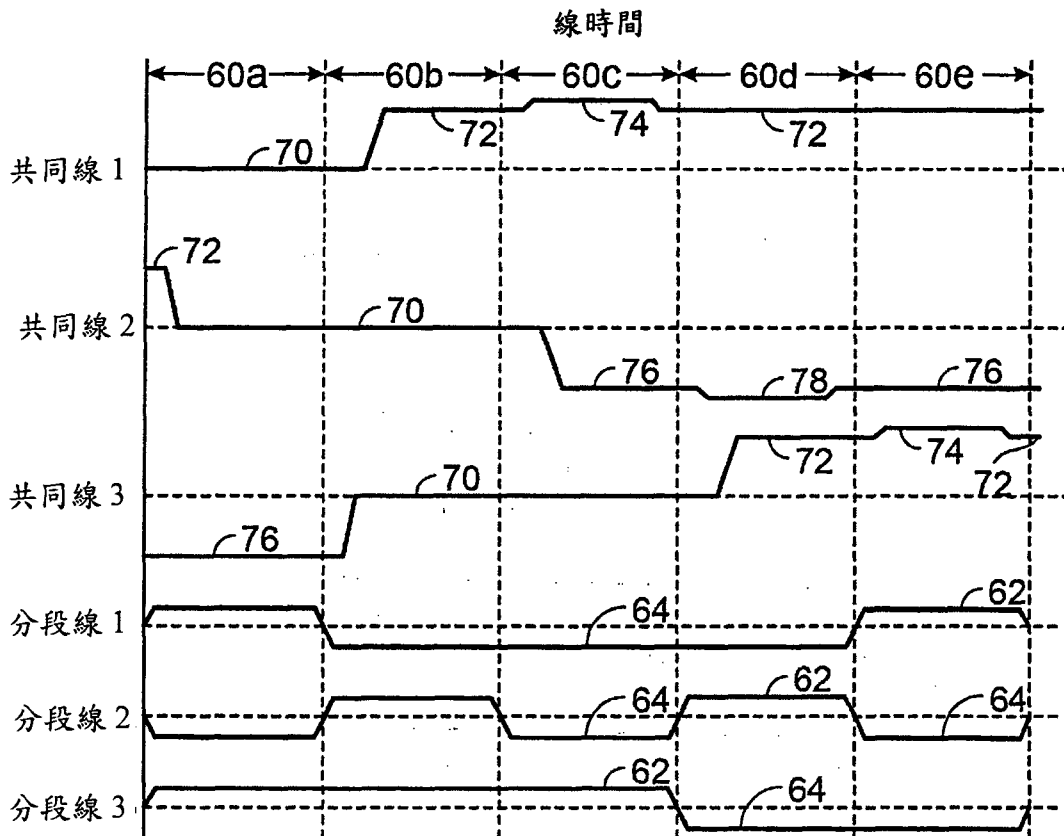


圖 5B

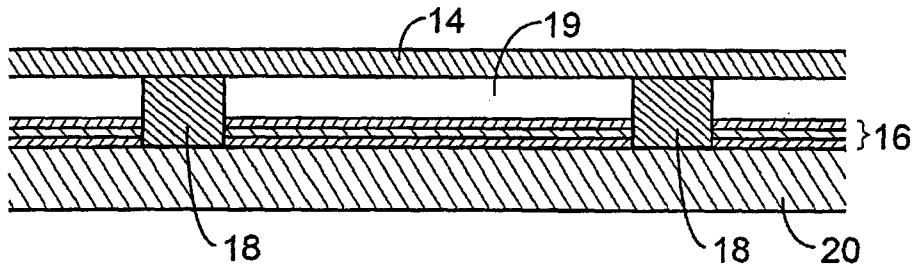


圖 6A

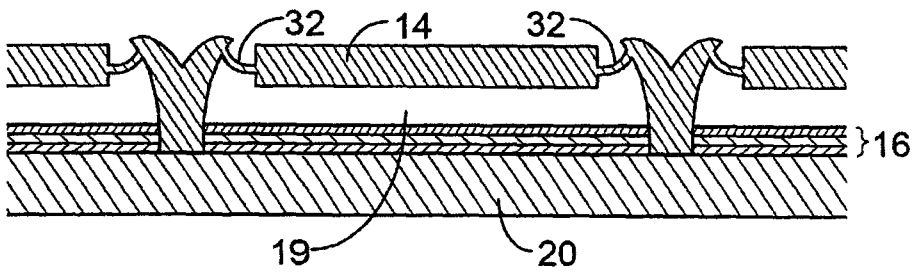


圖 6B

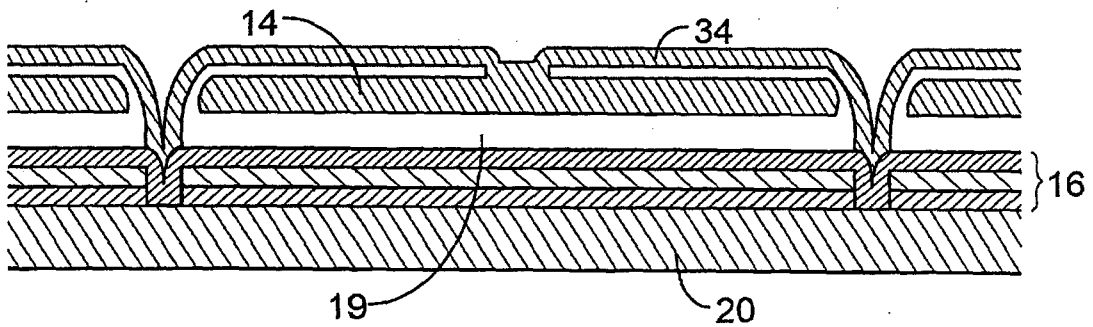


圖 6C

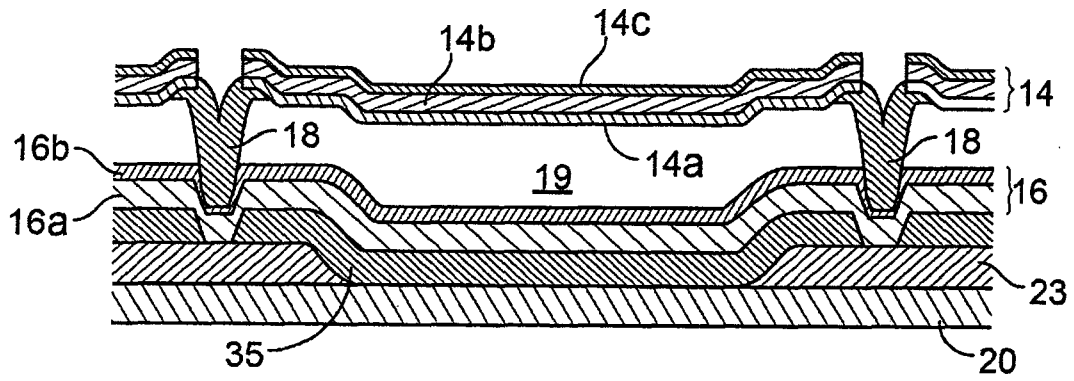


圖 6D

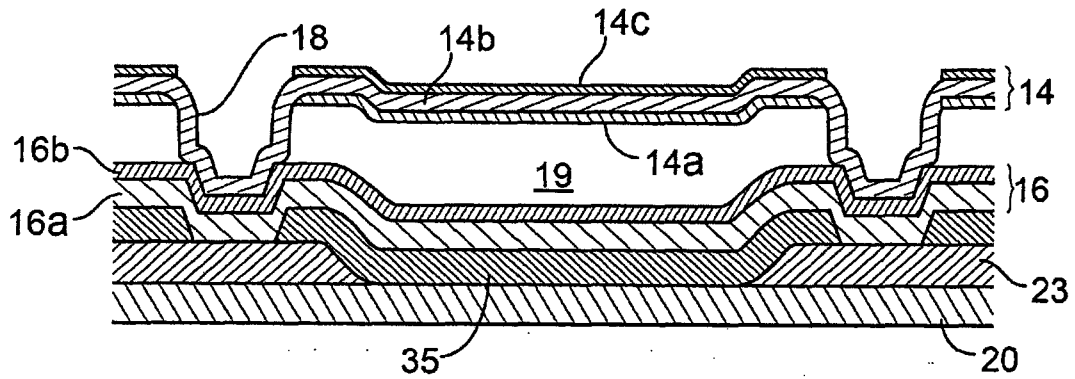


圖 6E

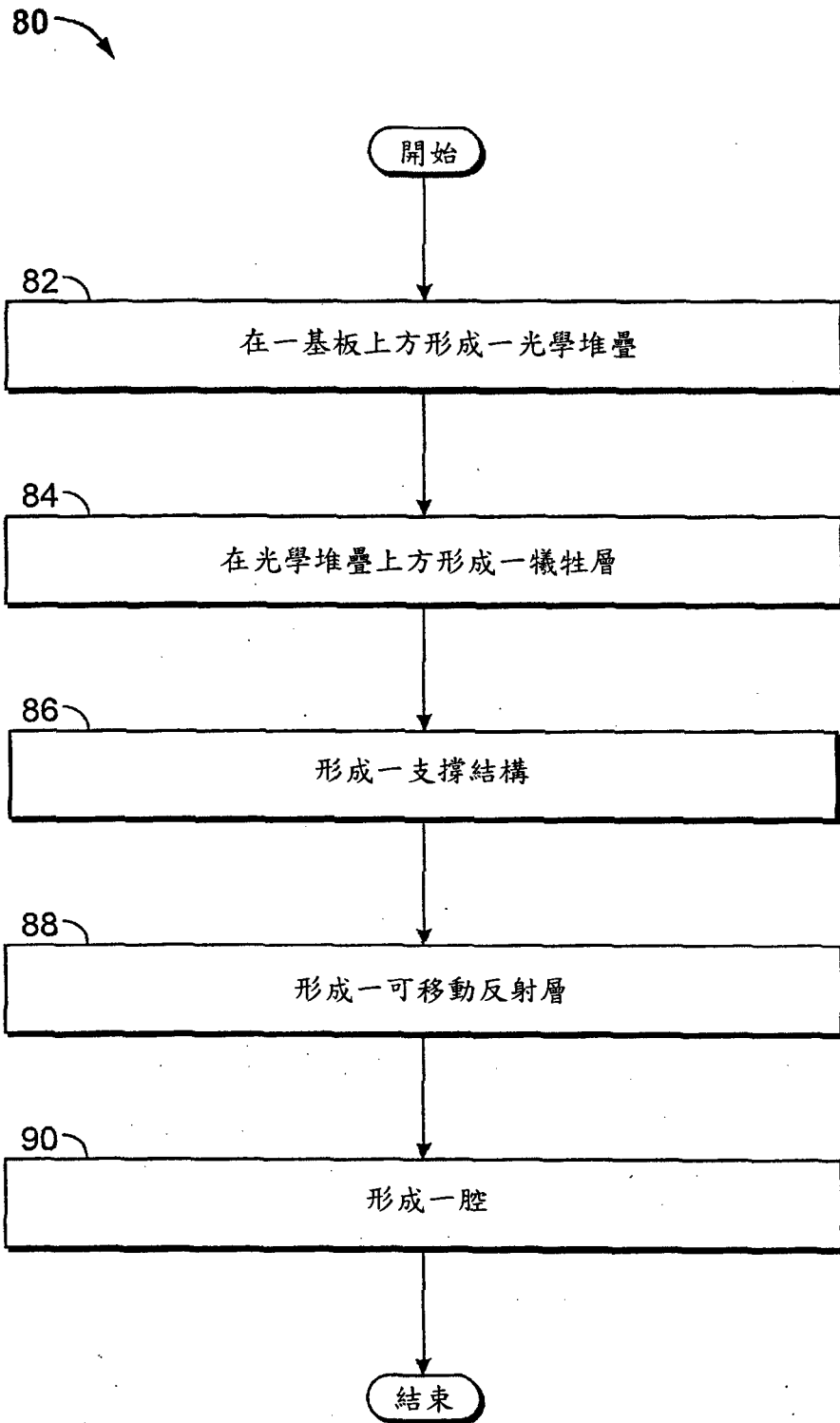


圖 7

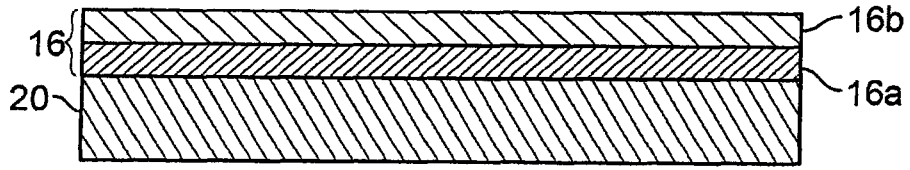


圖 8A

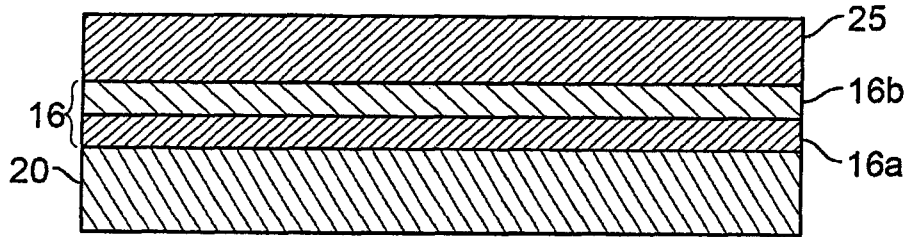


圖 8B

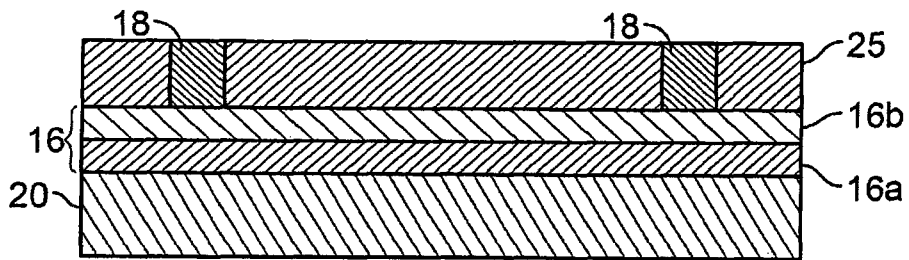


圖 8C

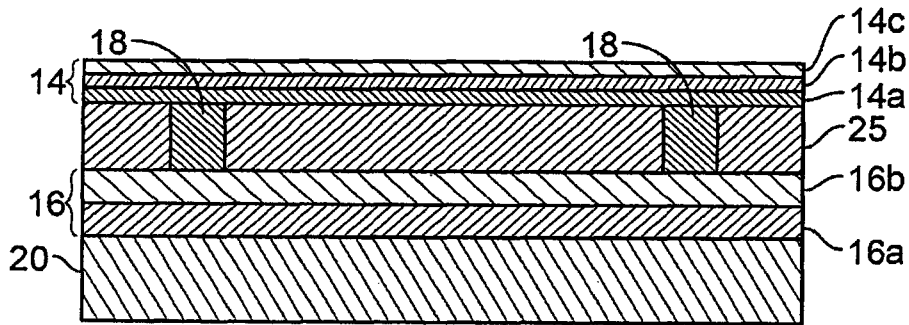


圖 8D

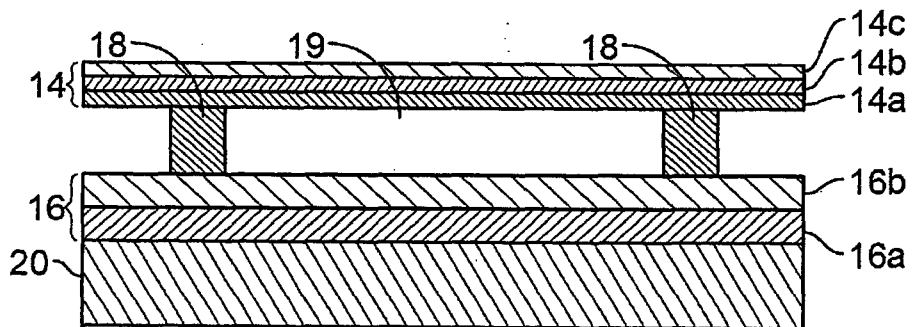


圖 8E

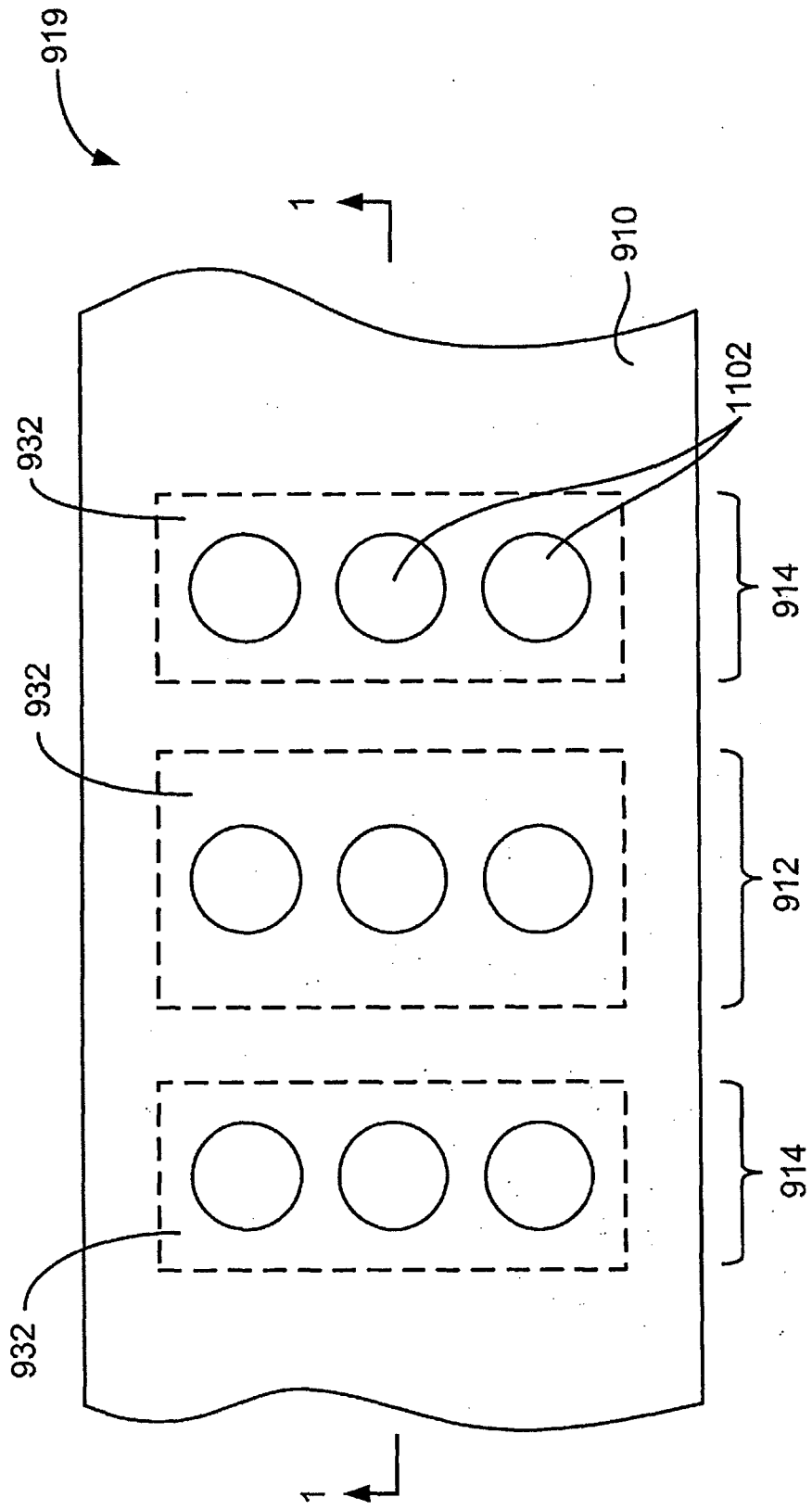


圖 11

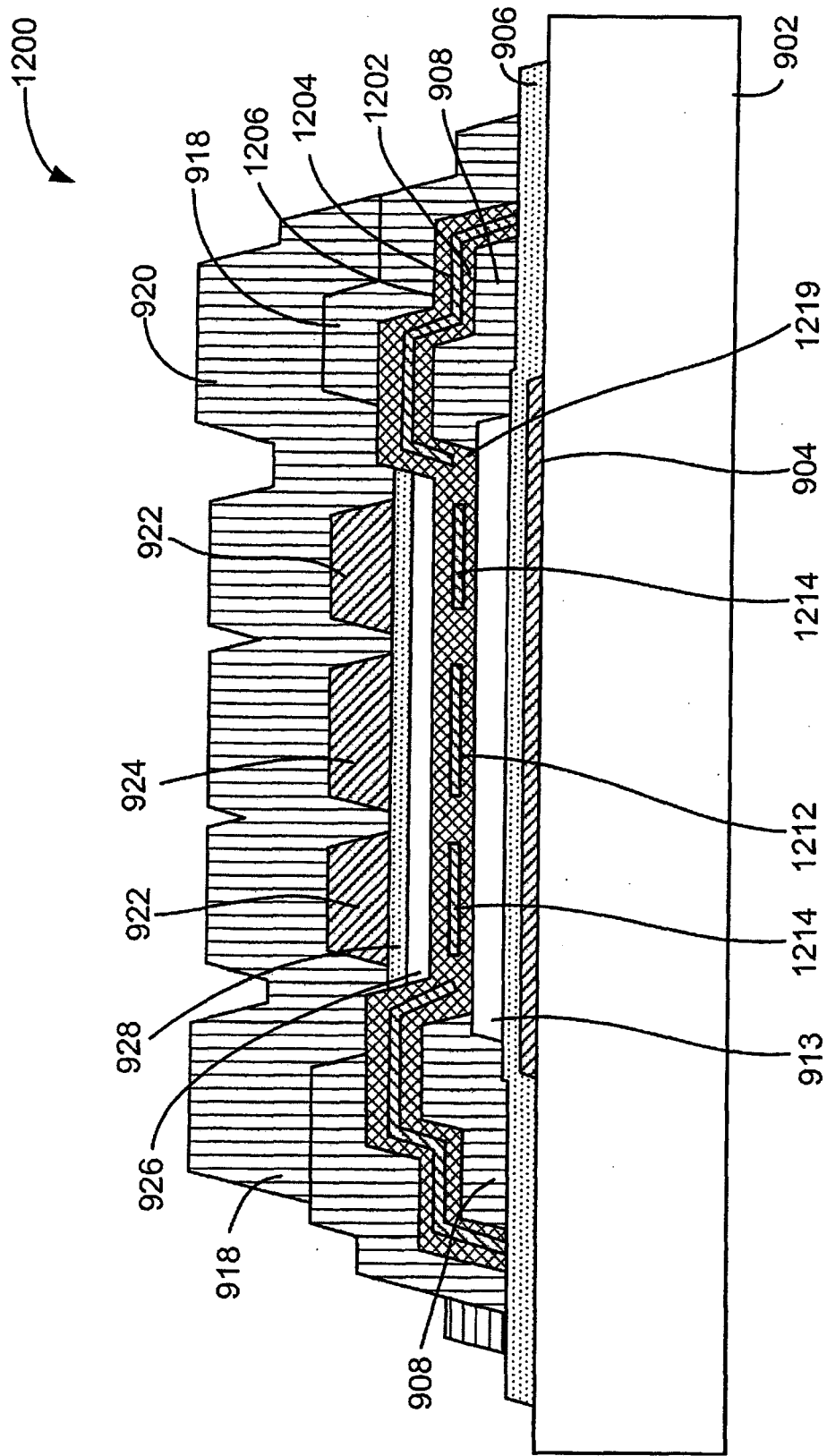


圖 12

1300 →

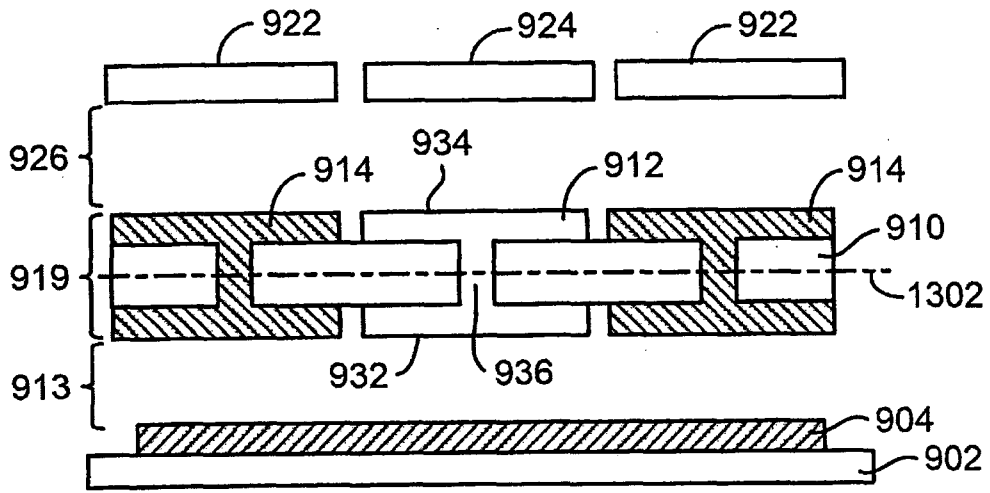


圖 13A

1315 →

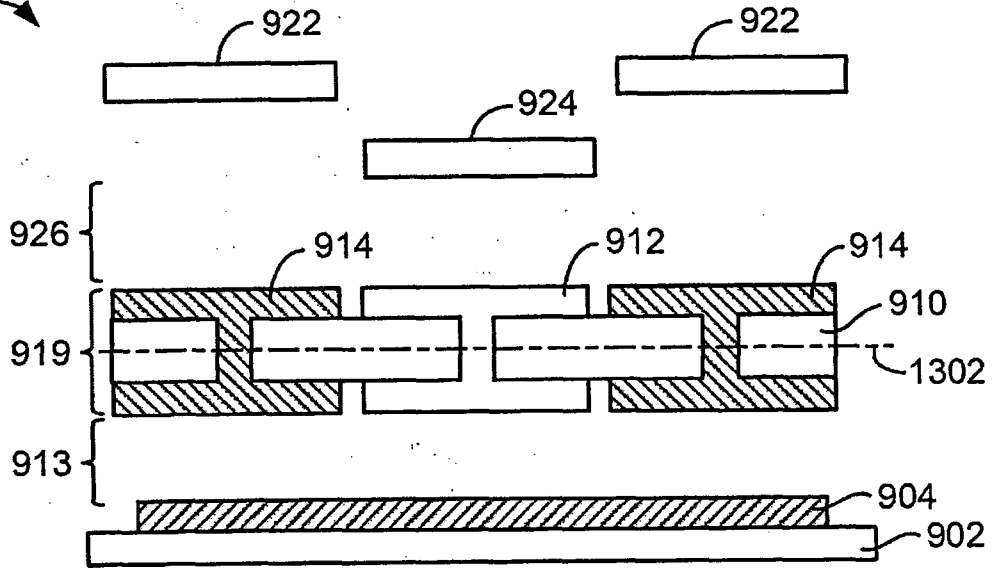


圖 13B

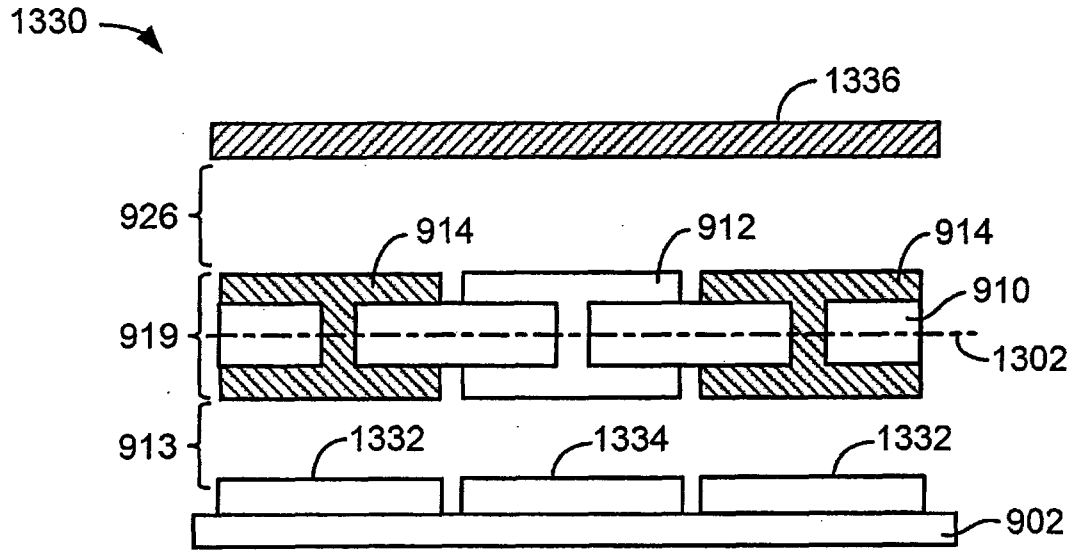


圖 13C

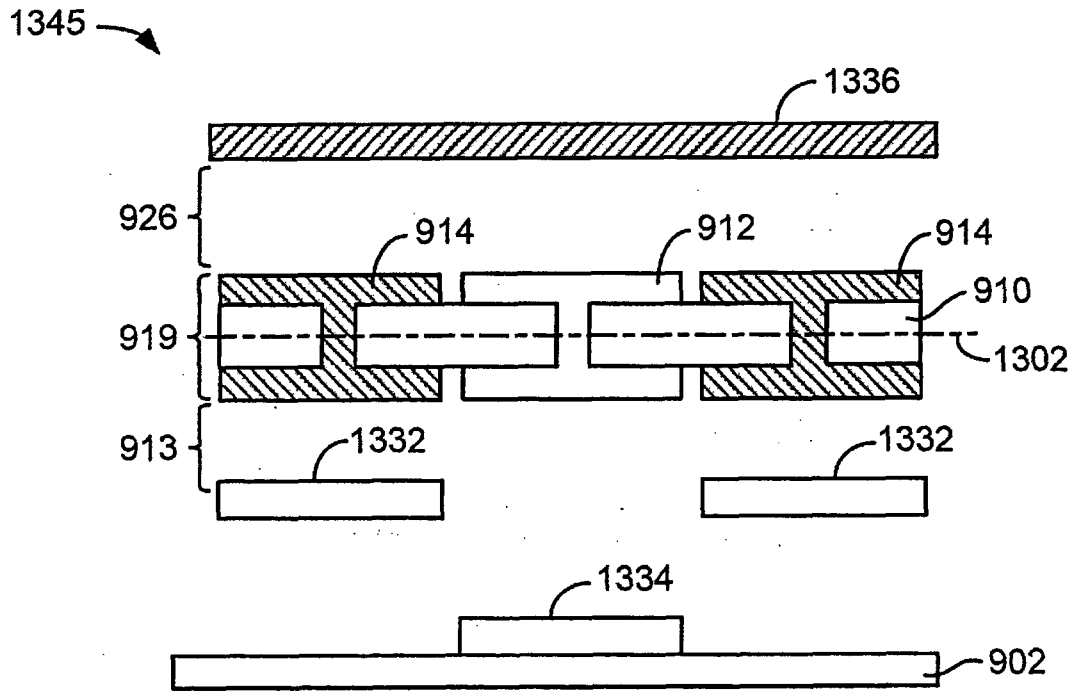


圖 13D

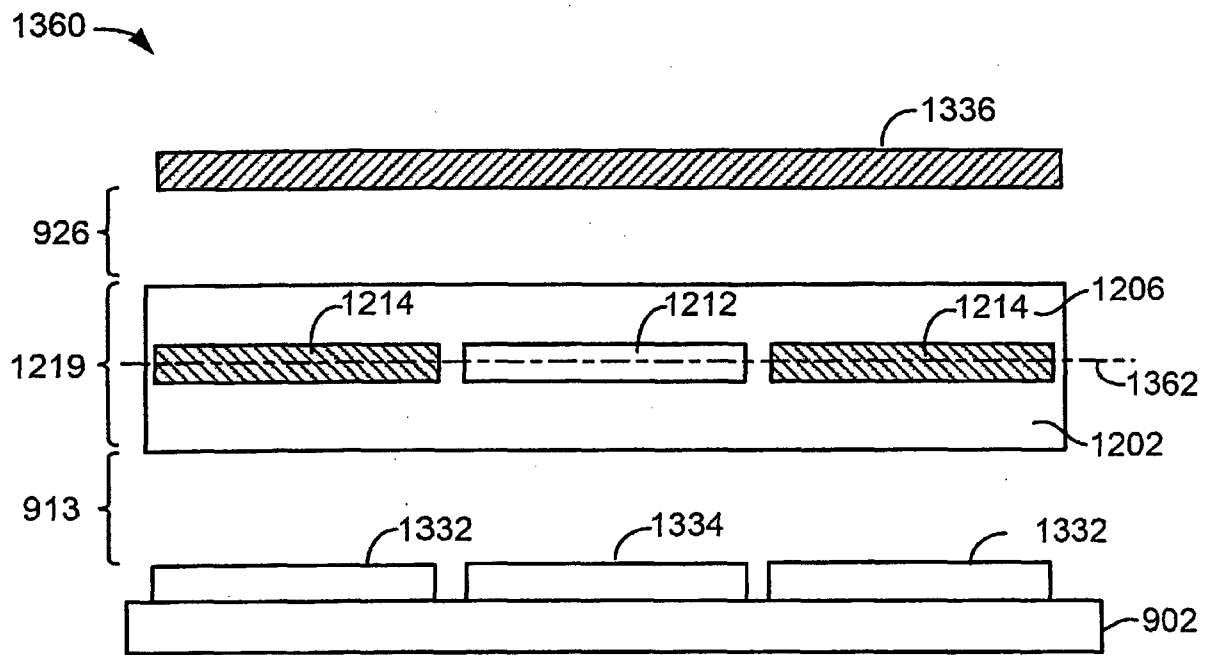


圖 13E

1400

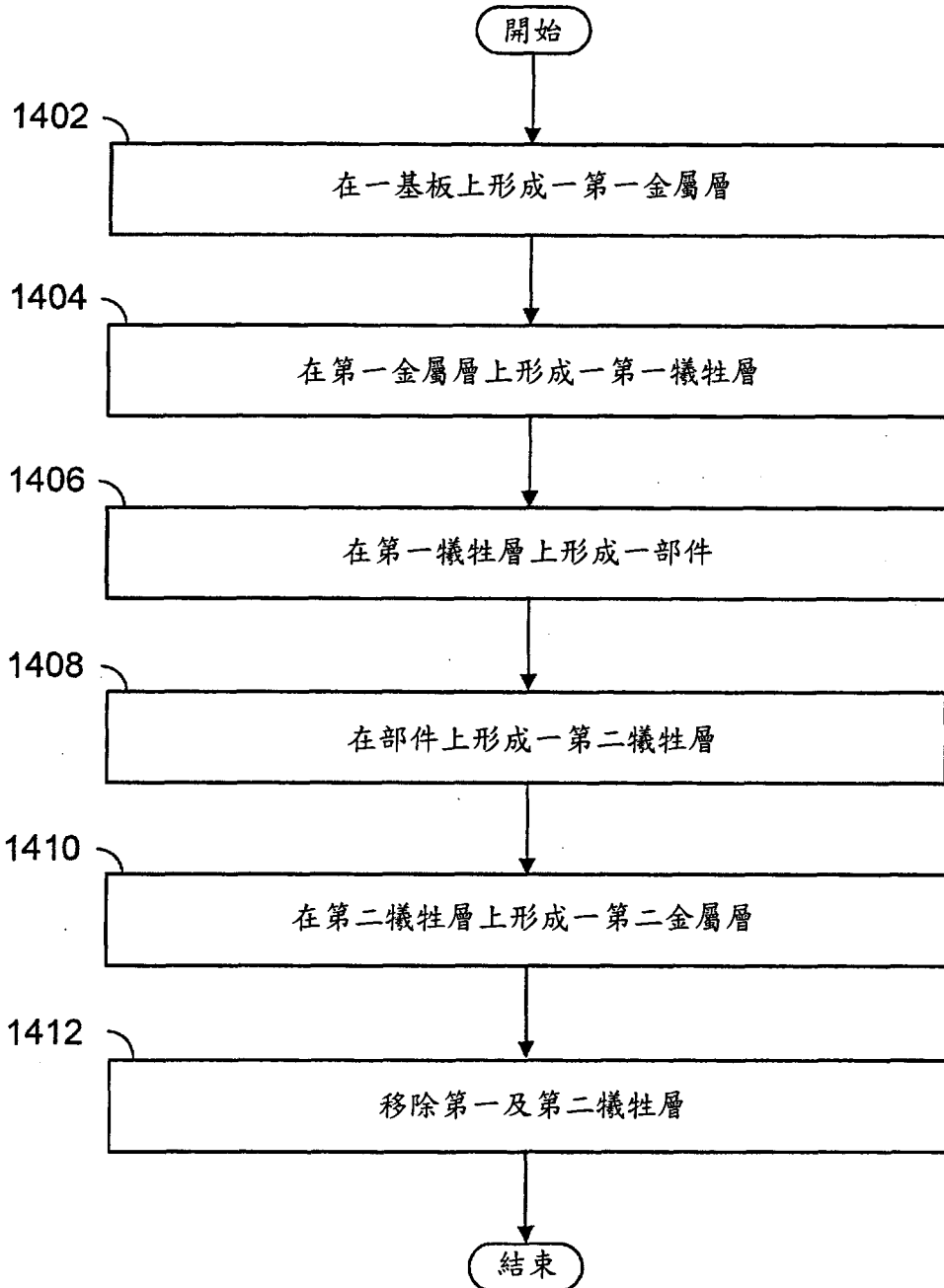


圖 14

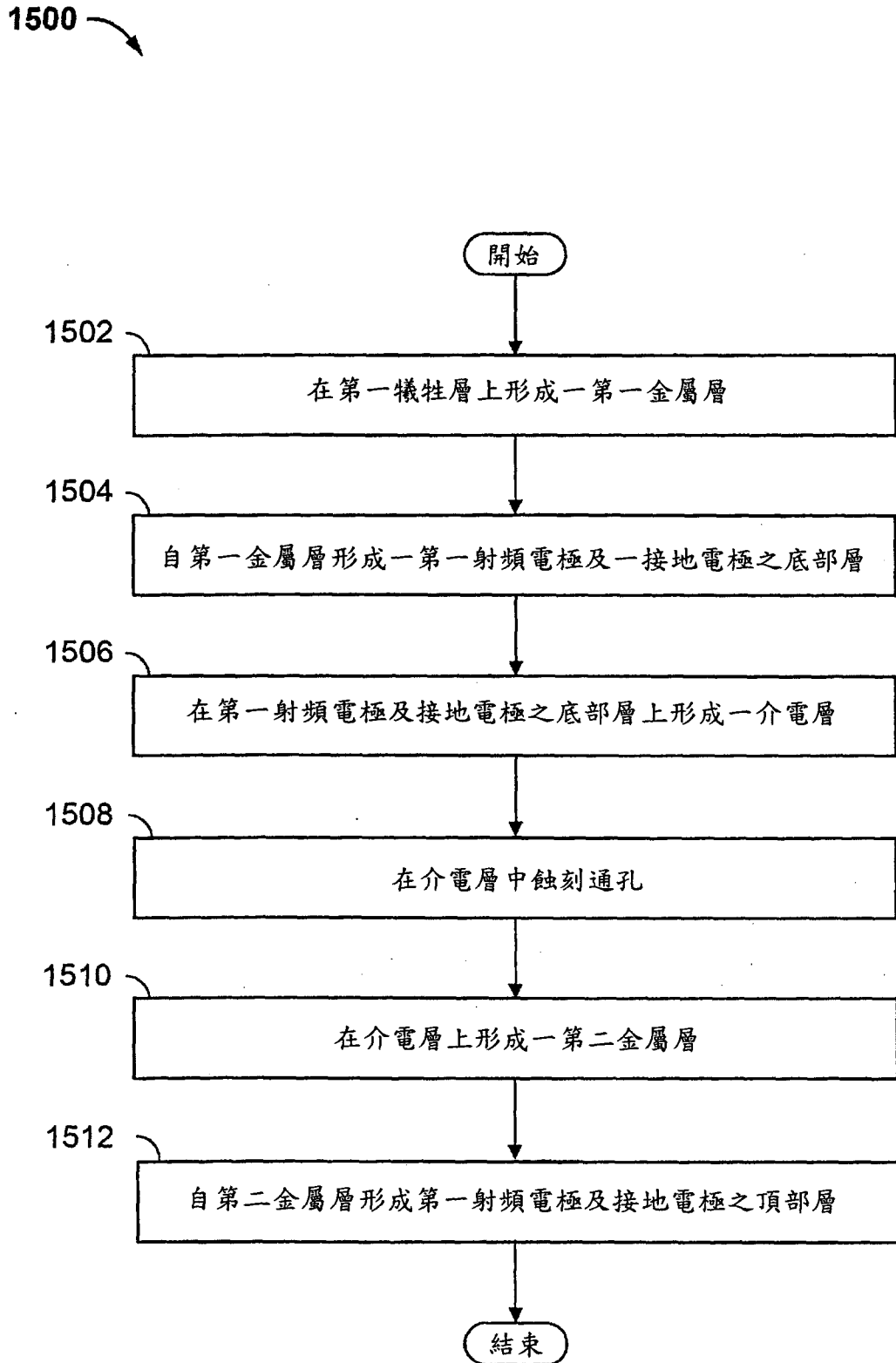


圖 15A

1550

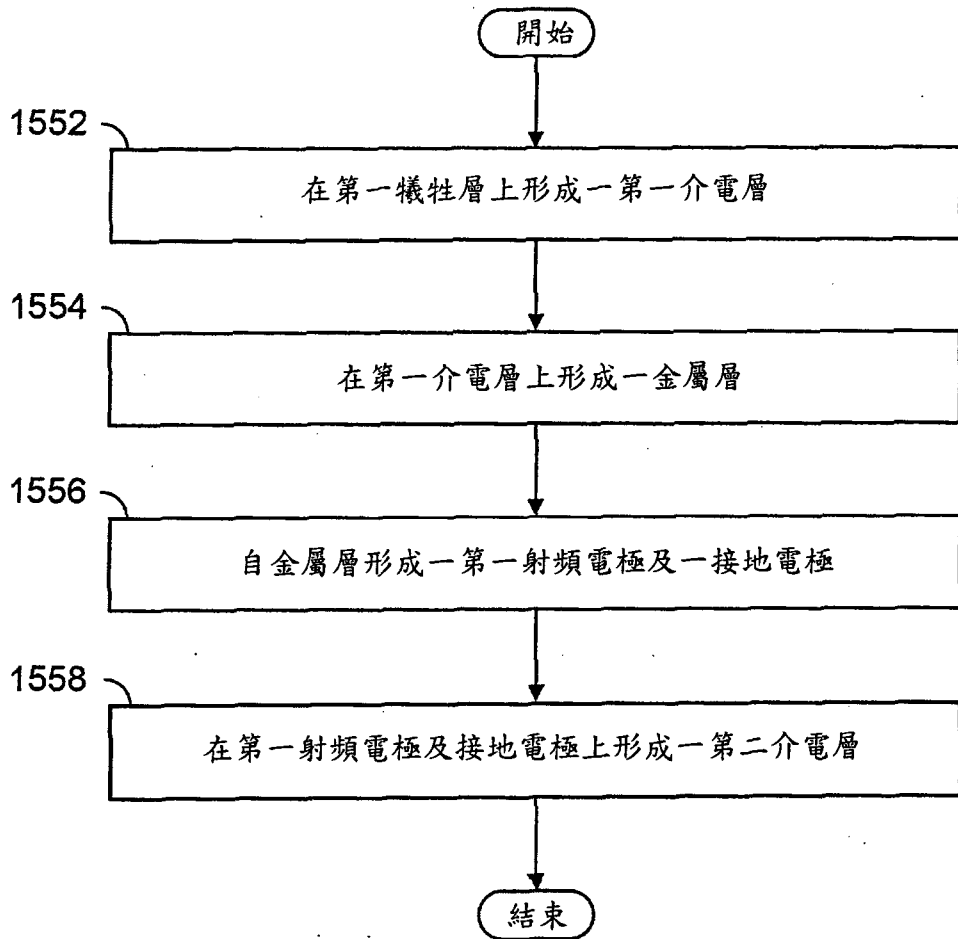


圖 15B

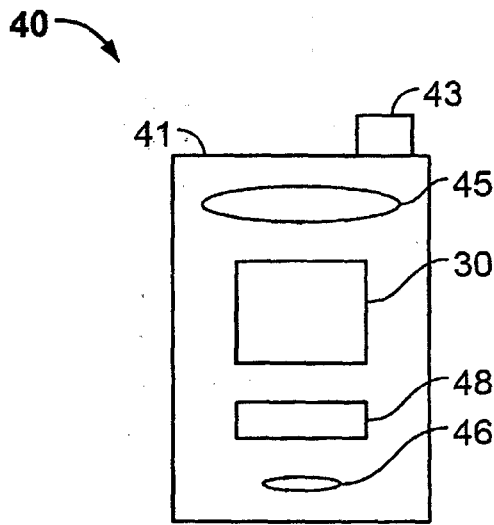


圖 16A

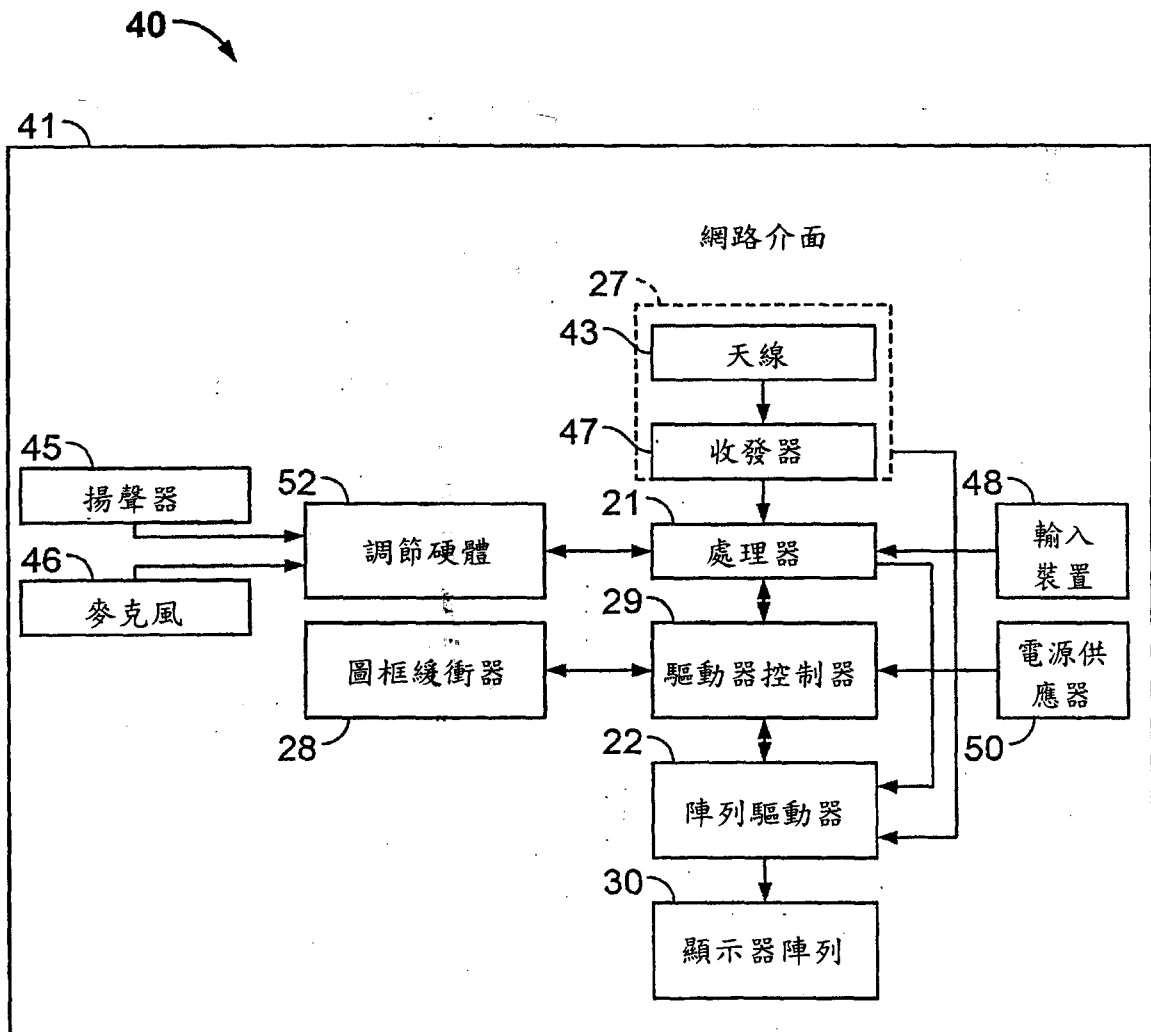


圖 16B