



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I684802 B

(45)公告日：中華民國 109 (2020) 年 02 月 11 日

(21)申請案號：104133747

(22)申請日：中華民國 104 (2015) 年 10 月 14 日

(51)Int. Cl. : **G02B7/00 (2006.01)****B32B37/12 (2006.01)****H01L31/0232(2014.01)**

(30)優先權：2014/10/14 美國

62/063,532

(71)申請人：新加坡商海特根微光學公司 (新加坡) HEPTAGON MICRO OPTICS PTE. LTD.

(SG)

新加坡

(72)發明人：黑姆葛納 史蒂芬 HEIMGARTNER, STEPHAN (CH)；畢茲齊 亞歷山德

BIETSCH, ALEXANDER (CH)；立歐 彼得 RIEL, PETER (DE)

(74)代理人：陳長文

(56)參考文獻：

TW I435134

TW 201310106A

US 6381072B1

WO 2008/063528A2

審查人員：蔡志明

申請專利範圍項數：11 項 圖式數：4 共 22 頁

(54)名稱

光學元件堆疊組件

(57)摘要

本發明描述光學元件堆疊組件，其包含彼此堆疊之多個基板。該等基板之至少一者在其表面上包含一光學元件(諸如一 DOE)。可在(例如)晶圓級程序中製造該等堆疊組件。

The present disclosure describes optical element stack assemblies that include multiple substrates stacked one over another. At least one of the substrates includes an optical element, such as a DOE, on its surface. The stack assemblies can be fabricated, for example, in wafer-level processes.

指定代表圖：

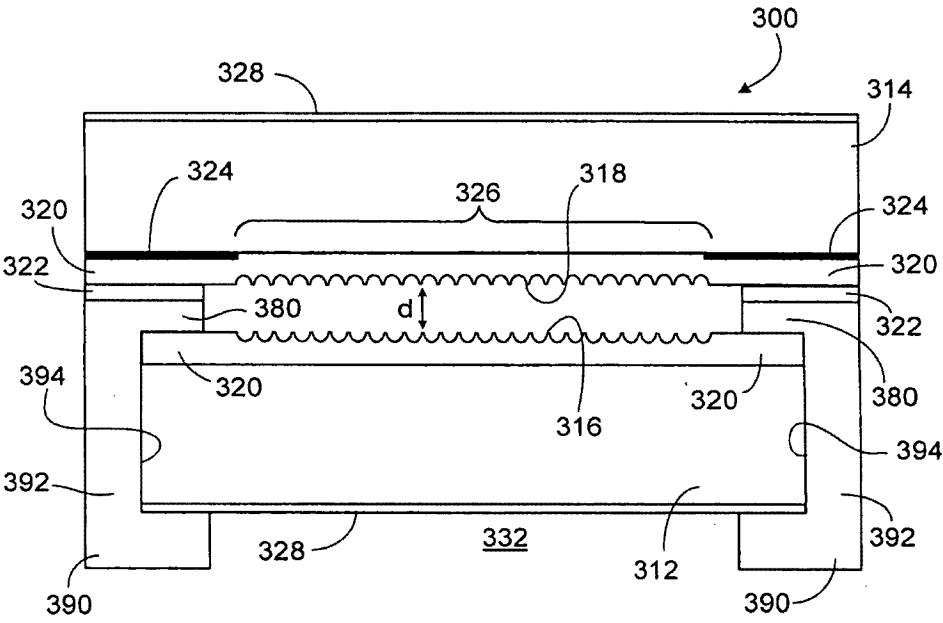


圖 3

符號簡單說明：

- 300 . . . 光學元件堆疊組件
- 312 . . . 第一基板
- 314 . . . 第二基板
- 316 . . . 光學元件
- 318 . . . 光學元件
- 320 . . . 橫向側部分
- 322 . . . 黏合劑
- 324 . . . 非透明塗層
- 326 . . . 光學止檔
- 328 . . . 薄抗反射塗層 (ARC)
- 332 . . . 開口
- 380 . . . 真空注射成型間隔物
- 390 . . . 間隔物
- 392 . . . 單一真空注射成型件，部件
- 394 . . . 橫向側邊緣
- d . . . 間距

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】

光學元件堆疊組件

OPTICAL ELEMENT STACK ASSEMBLIES

[相關申請案之交叉參考]

本申請案主張2014年10月14日申請之美國臨時專利申請案第62/063,532號之優先權。更早的申請案之揭示內容之全文以引用的方式併入本文中。

【技術領域】

本發明係關於光學元件堆疊組件。

【先前技術】

各種光電模組針對(例如)成像應用(諸如三維(3D)成像)或距離量測應用(諸如近接感測)。在一些應用中，一光學發射器組件係可操作以發射一結構化光學圖案，其對於成像與距離感測應用可係有用的。該結構化光可導致投射在一物件上之離散特徵之一圖案(即，紋理)。藉由該物件反射之光可指向回一影像感測器(其中感測該光)。所感測之信號可用於距離計算。在一些情況下，結構化光提供用於匹配立體成像應用中之像素之額外紋理。

在一些模組中，一光學元件(諸如一繞射光學元件(DOE))引入藉由一光源(諸如一垂直腔半導體雷射(VCSEL)或VCSEL陣列)發射之光之路徑。該DOE在產生該結構化光圖案上可係有用的。其亦可促進倍增一藉由該VCSEL或其他光源產生之結構化光圖案。

【發明內容】

本發明描述可藉由(例如)晶圓級方法製造之光學元件堆疊組件。

例如，在一態樣中，一製造堆疊組件之晶圓級方法包含將一第一晶圓附接至一第二晶圓以形成一晶圓子堆疊。該第一晶圓或該第二晶圓之至少一者在其表面上具有光學元件。該第一及第二晶圓附接使得每個光學元件安置在該第一與第二晶圓之間。該方法進一步包含將一間隔物晶圓附接至該晶圓子堆疊以形成一晶圓堆疊，且將該晶圓堆疊分離成堆疊組件，每個堆疊組件包含該等光學元件之至少一者。

在另一態樣中，一製造堆疊組件之晶圓級方法包含提供第一及第二晶圓，其中該第一晶圓或該第二晶圓之至少一者在其表面上具有光學元件。該方法包含使用一單一真空注射技術在該第二晶圓之相對表面上形成上及下間隔物。該方法進一步包含將該第一晶圓附接至該第二晶圓以形成一晶圓堆疊。該第一及第二晶圓附接使得每個光學元件安置在該第一與第二晶圓之間。接著，該晶圓堆疊可分離成複數個堆疊組件，每個堆疊組件包含該等光學元件之至少一者。

在又一態樣中，一製造堆疊組件之晶圓級方法包含提供第一及第二晶圓，其中該第一晶圓或該第二晶圓之至少一者在其表面上具有光學元件。該方法包含將該第二晶圓附接至一膠帶且將該第二晶圓分離成單一化基板。該等單一化基板放置於一真空注射工具中以在該等單一化基板之相對表面上形成上及下間隔物。該第一晶圓附接至該等單一化基板以形成一堆疊使得每個光學元件安置在該第一晶圓與該等單一化基板之一者之間。接著，該堆疊分離成堆疊組件，每個堆疊組件包含該等光學元件之至少一者。

本發明亦描述一堆疊組件，其包含：一第一基板、一第二基板，其附接至該第一基板及一光學元件，其位於至少該第一基板或該第二基板上，其中該至少一個光學元件安置在該第一與第二基板之間。該堆疊組件包含一第一間隔物，其附接至該第一或第二基板之一外側。在一些實施方案中，該堆疊組件在該第一與第二基板之間進

一步包含一第二間隔物，其中該第一及第二間隔物係一相同真空注射成型件之部分。另外，在一些情況下，該真空注射成型件橫向圍繞該第二基板之側邊緣。此外，該第一及第二基板藉由該等光學元件之一或多者之一橫向側部分上之黏合劑彼此附接。

各種實施方案包含以下特徵之一或多者。例如，該第一及第二晶圓之各者在其表面上具有一各自光學元件，該等光學元件面向彼此。在一些示例中，該等光學元件係繞射光學元件。在一些實施方案中，該等光學元件係複製光學元件。

該等晶圓級方法允許同時並行製造多個組件。此外，取決於該應用，該等技術可有利地使用以在該第一與第二晶圓之間提供更小或更大距離。下文更詳細描述各種實例。將自以下詳細描述、附圖及申請專利範圍更易於明白其他態樣、特徵及優點。

【圖式簡單說明】

圖1繪示一光學元件堆疊組件之一第一實例。

圖2A至圖2F繪示圖1之光學元件堆疊組件之製造中之步驟的實例。

圖3繪示一光學元件堆疊組件之一第二實例。

圖4A至圖4F繪示圖3之光學元件堆疊組件之製造中之步驟的實例。

【實施方式】

本發明描述光學元件堆疊組件，其包含彼此堆疊之多個基板。該等基板之至少一者在其表面上包含一光學元件(諸如一DOE)。在一些情況下，兩個基板在其各自表面上均具有一光學元件。該等基板與光學元件經對準，使得通過該堆疊之一光學信號通過該等基板及(若干)光學元件。

如圖1中所示，一堆疊組件10包含彼此堆疊之第一及第二基板

12、14。每個基板12、14可由(例如)一玻璃、聚合物或對於一特定波長或波長之範圍(例如，在光譜之可見、紅外線(IR)及/或近IR部分中)透明的其他材料構成。在圖1之實例中，基板12、14具有經形成於其相對表面上之被動光學元件16、18。在該繪示實例中，光學元件16、18係DOE。在一些實施方案中，可提供其他類型之被動光學元件(例如，折射或繞射透鏡，或光學元件之陣列(諸如微透鏡陣列))。此外，在一些情況下，一基板12可具有與另一基板14上之光學元件之類型不同之類型之一光學元件。在一些示例中，僅基板12、14之一者可在其表面上具有一光學元件。

形成光學元件16、18之材料的橫向側部分20可充當間隔物以在相對光學元件16、18之間提供一明確定義間距「 d 」。橫向側部分20之一一般厚度「 t 」係50 μm 或更少(例如，25 μm 至50 μm)。在該繪示實例中，光學元件16、18係由一對於該特定波長或波長之範圍透明的環氧材料構成。基板12、14係由經安置於橫向側部分20上之膠或其他黏合劑22之一薄層連接在一起。黏合劑22之一一般厚度係少於10 μm (例如，7 μm)。在一些實施方案中，上文所提及之尺寸可不同。

頂部基板14之光學元件側上之一薄非透明塗層24定義一光學止檔26，其用以定義一透明視窗(該特定波長或波長之該特定範圍之光可通過該視窗)。每個基板12、14之一外表面可係使用一薄抗反射塗層(ARC) 28來塗佈。底部基板12之ARC側包含一間隔物30，以在光學元件16、18與其上安裝組件10之一表面之間提供一明確定義距離。間隔物30(其可藉由黏合劑固定至底部基板12之ARC側)在止檔26下具有一開口32。

圖2A至圖2F繪示一用於製造光學元件堆疊組件(諸如圖1之組件10)之晶圓級方法之步驟的實例。晶圓級程序允許同時製造多個組件10。通常，一晶圓係指一實質上碟狀或板狀物件，其在一方向(z 方向

或垂直方向)上的延伸相對於其在其他兩個方向(x及y或橫向方向)上的延伸係較小。在一些實施方案中，該晶圓之直徑係在5 cm與40 cm之間，且可係(例如)在10 cm與31 cm之間。該晶圓可係具有一直徑(例如，2、4、6、8或12英吋，一英吋係大約2.54 cm)之圓柱狀。在一晶圓級程序之一些實施方案中，在每個橫向方向上提供至少十個模組，且在一些情況下於每個橫向方向上提供至少三十或甚至五十或更多模組。為促進理解，在圖2A至圖2F中，僅繪示對應於一單一組件10之每個晶圓之一部分。

如圖2A中所示，提供一第一透明晶圓114，且在一第一表面上具有一ARC 128，且在其相對第二表面上具有一非透明層(例如，光阻)123。晶圓114可係由(例如)一玻璃、聚合物或對於該特定波長或波長之範圍透明的其他材料構成。如圖2B中所示，層123經圖案化(例如，使用標準光微影蝕刻技術)以形成針對每個組件10定義非透明塗層24之非透明材料的區域124。

接著，如圖2C中所示，光學元件118 (例如，DOE)形成於基板114之第二表面上。光學元件118 (其之一者在圖1C中展示)可藉由(例如)晶圓級複製形成。一般而言，複製係指一技術(藉由該技術，一給定工具(該工具包含(例如)該等光學元件之一負片)結構或其一正負片用以經由(例如)蝕刻、壓印或成型一結構化表面(例如，該等光學元件之一正片)再製。在一複製程序之一特定實例中，一結構化表面(例如，定義一光學元件或複數個光學元件)藉由使用一工具壓入一液體、粘性或可塑性變形材料，接著該材料藉由(例如)使用紫外線輻射及/或加熱固化而硬化，且接著移除該結構化表面工具。因此，獲得該結構化表面之一複製品。用於複製之合適材料係(例如)可硬化(例如，可固化)聚合物材料或其他複製材料，即，在一硬化或固化步驟(例如，一固化步驟)中可自一液體、粘性或可塑性變形狀態轉變成一

固體狀態之材料。該複製材料之堆置部分120之厚度通常係50 μm 或更少(例如，25 μm 至50 μm)。圖2A至圖2C中之處理導致一針對每個組件10提供頂部基板14之第一晶圓子組件140。

作為製造程序之部分，提供一第二透明晶圓112且在其第一表面上具有一ARC 128。光學元件116 (例如，DOE) (其之一者在圖2D中展示)形成於晶圓112之第二表面上。光學元件116亦可藉由(例如)如上文所描述之晶圓級複製形成。圖2D中之處理導致一針對每個組件10提供底部基板12之第二晶圓子組件150。

接著，如圖2E中所示，第一及第二晶圓子組件140、150彼此附接以形成一晶圓子堆疊160。子組件140、150可藉由(例如)膠或其他黏合劑122(例如，藉由膠固定或網版印刷)彼此附接。子組件140、150可彼此附接使得光學元件116、118面向彼此。此外，如圖2F中所示，一間隔物晶圓130附接至第二晶圓組件150之ARC側以完成晶圓堆疊170。間隔物晶圓130可藉由(例如)膠或其他黏合劑附接。一旦完成晶圓級堆疊170，其即可分離(例如，藉由切割)以形成多個個別組件10。

在圖2A至圖2F之實例程序中，兩個晶圓112、114均具有複製在其各自表面上之光學元件116、118。然而，在一些實施方案中，僅該等晶圓之一者(第一晶圓114或第二晶圓112)在其表面上具有光學元件。此外，儘管光學元件116、118展示為DOE，但在一些示例中，可使用其他類型之光學元件。

圖3繪示一光學元件堆疊組件之一第二實例。堆疊組件300包含彼此堆疊之第一及第二基板312、314。每個基板312、314可由(例如)一玻璃、聚合物或對於一特定波長或波長之範圍(例如，在光譜之可見、紅外線(IR)及/或近IR部分中)透明之其他材料構成。

在圖3之實例中，基板312、314具有經形成於其相對表面上之被

動光學元件316、318。在該繪示實例中，光學元件316、318係DOE。在一些實施方案中，可提供其他類型之被動光學元件(例如，折射或繞射透鏡)。此外，在一些情況下，一基板312可具有與另一基板314上之光學元件之類型不同之類型之一光學元件。在一些示例中，僅基板312、314之一者可在其表面上具有一光學元件。

頂部基板314之光學元件側上之一薄非透明塗層324定義一光學止檔326，其充當一透明視窗(該特定波長或波長之該特定範圍的光可通過該視窗)。每個基板312、314之一外表面可係使用一薄抗反射塗層(ARC) 328來塗佈。

為增加相對光學元件16、18之間的間距「d」，一真空注射成型間隔物380分離形成光學元件316、318之材料的橫向側部分320。間隔物380可係直接地固定(無需黏合劑)至底部基板312上之光學元件316的橫向側部分320。間隔物380可係由膠或其他黏合劑322附接至頂部基板314上之光學元件318的橫向側部分320。底部基板312之ARC側包含一間隔物390，以在光學元件316、318與其上安裝組件300之一表面之間提供一明確定義距離。間隔物390可係一真空注射成型間隔物，其可係直接固定至底部基板312之ARC側(即，無需黏合劑)。間隔物390在止檔326下具有一開口332。

如圖3中所繪示，間隔物380及390可形成為一單一真空注射成型件，其部件392圍繞底部基板312之橫向側邊緣394。

圖4A至圖4F繪示繪示一用於製造光學元件堆疊組件(諸如圖3之組件300)之晶圓級方法的步驟。圖4A至圖4C展示一用於形成一針對每個組件300提供頂部基板314之第一晶圓子組件440的程序。該程序的此部分可係實質上與圖2A至圖2C中對應的步驟相同。因此，如圖4A中所示，提供一第一透明晶圓414，且在一第一表面上具有一ARC 428，且在其相對第二表面上具有一非透明層(例如，光阻) 423。晶圓

414可係由(例如)一玻璃、聚合物或對於該特定波長或波長之範圍透明的其他材料構成。如圖4B中所示，層423經圖案化(例如，使用標準光微影蝕刻技術)以形成針對每個組件300定義非透明塗層324之非透明材料的區域424。

接著，如圖4C中所示，光學元件418 (例如，DOE)經形成於基板414之第二表面上。如上文所討論，光學元件418 (其之一者在圖4C中展示)可係由(例如)晶圓級複製形成。圖4A至圖4C中之處理導致一針對每個組件300提供頂部基板314之第一晶圓子組件440。

作為製造程序之部分，亦提供一第二透明晶圓412，且在其第一表面上具有一ARC 428 (圖4D)。第二晶圓412之初始製備及處理可類似於圖2D中之晶圓112之初始製備及處理。因此，光學元件416 (例如，DOE) (其之一者在圖4D中展示)係形成於晶圓412之第二表面上。光學元件416亦可係由(例如)如上文所描述之晶圓級複製形成。

接著，如圖4E中所繪示，第二晶圓子組件450經受貫通孔之形成及一真空注射成型程序，其填充該貫通孔且形成頂部及底部間隔物380、390。因此，間隔物380、390可形成為一單一真空注射成型件，其部件392填充第二晶圓412中的貫通孔。美國專利第9,094,593號及美國出版專利申請案第2015-0034975號中描述合適技術。該等技術包含藉由(例如)切割、微加工或雷射切割通過一晶圓形成貫通孔。接著，真空注射可用以提供一環氧或其他合適材料以填充晶圓中的開口且形成間隔物。在一些情況下，環氧或隨後之其他材料經固化(例如，經由曝露至熱及/或UV處理)。前述之美國專利文件之揭示內容以引用的方式併入本文中。圖4E中之處理導致一針對每個組件300提供底部基板412之第二晶圓子組件450。

接著，如圖4F中所示，第一及第二晶圓子組件440、450彼此附接以形成一晶圓堆疊470。子組件440、450可藉由(例如)膠或其他黏

合劑(例如，藉由膠噴射或網版印刷)彼此附接且可彼此附接使得光學元件416、418面向彼此。接著，晶圓級堆疊470可分離(例如，藉由切割)以形成多個個別組件330。

在一些示例中，在圖4E中，第二晶圓子組件450可(例如)附接至UV切割膠帶且接著，切割以形成多個單一化基板。接著，可提供該等單一化基板至一真空注射工具以形成上及下間隔物380、390。在該情況下，該晶圓級方法可包含將第一晶圓414附接至該等單一化基板以形成一堆疊使得每個光學元件416、418安置在第一晶圓414與該等單一化基板之一者之間。接著，該堆疊分離(例如，藉由切割)以形成複數個堆疊組件，每個堆疊組件包含該等光學元件之至少一者。

使用一真空注射技術形成間隔物380、390可係有利的。例如，上間隔物380之添加允許光學元件316、318之間的距離「d」增加，即使光學元件316、318之複製材料之橫向側部分320之厚度略受限制(例如，在一些情況下，限於50 μm 或更少)。

在圖4A至圖4F之實例程序中，兩個晶圓412、414均具有複製在其各自表面上之光學元件416、418。然而，在一些實施方案中，僅該等晶圓之一者(第一晶圓414或第二晶圓412)在其表面上具有光學元件。此外，儘管光學元件416、418展示為DOE，但在一些示例中，可使用其他類型之光學元件。

堆疊組件10 (圖1)及300 (圖3)可整合成且使用一寬範圍之光電模組。此等模組可包含主動光電組件(諸如光發射器(例如，發光二極體(LED)、紅外線(IR) LED、有機LED (OLED)、紅外線(IR)雷射或垂直腔面射型雷射(VCSEL)及/或光感測器(例如，CCD或CMOS感測器)。此外，此等模組可整合成各種類型之消費性電子器件及其他裝置(諸如行動電話、智慧型電話、個人數位助理(PDA)、平板電腦及膝上型電腦與(尤其)生物裝置、行動機器人及數位攝像機)。

將易於明白各種修改且各種修改係在於本發明之精神內。因此，其他實施方案係在於申請專利範圍之範疇內。

【符號說明】

10	堆疊組件
12	第一基板/底部基板
14	第二基板/頂部基板
16	光學元件
18	光學元件
20	橫向側部分
22	黏合劑
24	薄非透明塗層
26	光學止檔
28	薄抗反射塗層(ARC)
30	間隔物
32	開口
112	第二透明晶圓
114	第一透明晶圓/基板
116	光學元件
118	光學元件
120	堆置部分
122	黏合劑
123	非透明層
124	區域
128	ARC
130	間隔物晶圓
140	第一晶圓子組件

150	第二晶圓子組件
160	晶圓子堆疊
170	晶圓堆疊/晶圓級堆疊
300	光學元件堆疊組件
312	第一基板/頂部基板
314	第二基板/頂部基板
316	光學元件
318	光學元件
320	橫向側部分
322	黏合劑
324	薄非透明塗層
326	光學止檔
328	薄抗反射塗層(ARC)
332	開口
380	真空注射成型間隔物
390	間隔物
392	單一真空注射成型件，部件
394	橫向側邊緣
412	第二透明晶圓
414	第一透明晶圓
416	光學元件
418	光學元件
423	非透明層
424	區域
428	ARC
440	第一晶圓子組件

450	第二晶圓子組件
470	晶圓堆疊/晶圓級堆疊
d	間距
t	厚度

發明摘要

※ 申請案號：104133747

※ 申請日：104年10月14日

※IPC 分類：
G02B 7/00 (2006.01)
B32B 37/12 (2006.01)
H01L 31/0232 (2014.01)

【發明名稱】

光學元件堆疊組件

OPTICAL ELEMENT STACK ASSEMBLIES

【中文】

本發明描述光學元件堆疊組件，其包含彼此堆疊之多個基板。該等基板之至少一者在其表面上包含一光學元件(諸如一DOE)。可在(例如)晶圓級程序中製造該等堆疊組件。

【英文】

The present disclosure describes optical element stack assemblies that include multiple substrates stacked one over another. At least one of the substrates includes an optical element, such as a DOE, on its surface. The stack assemblies can be fabricated, for example, in wafer-level processes.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（ 3 ）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

300	光學元件堆疊組件
312	第一基板
314	第二基板
316	光學元件
318	光學元件
320	橫向側部分
322	黏合劑
324	非透明塗層
326	光學止檔
328	薄抗反射塗層(ARC)
332	開口
380	真空注射成型間隔物
390	間隔物
392	單一真空注射成型件，部件
394	橫向側邊緣
d	間距

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

（無）

圖式

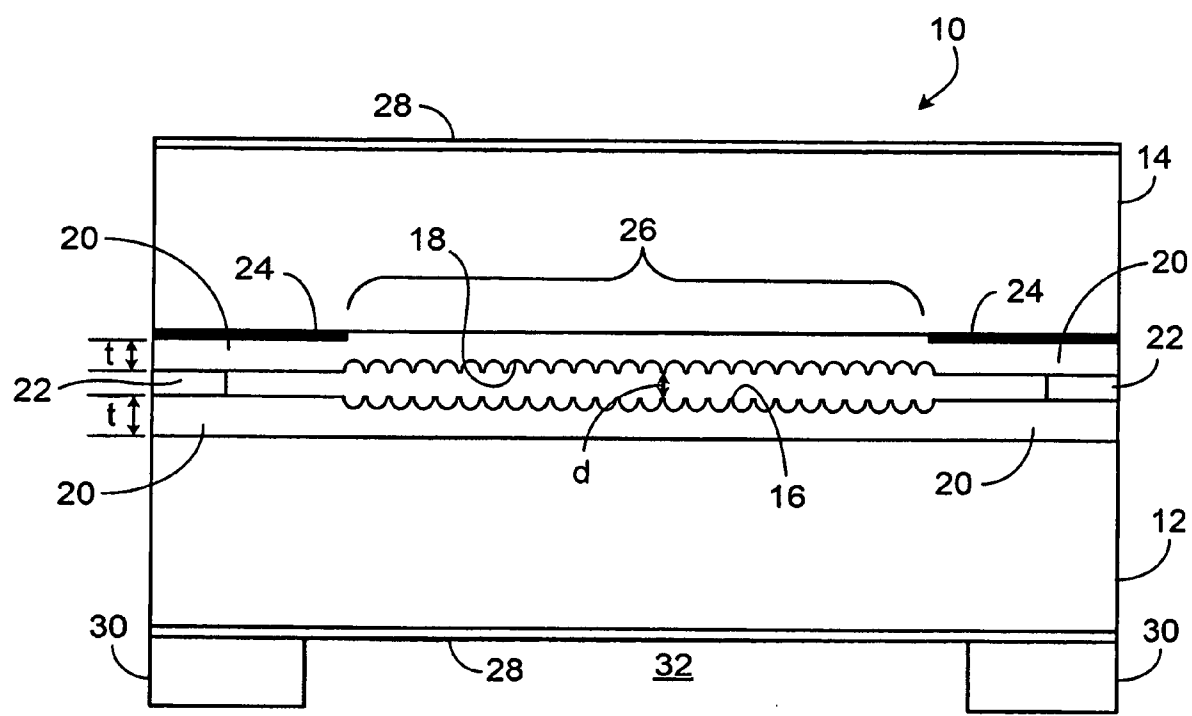


圖 1

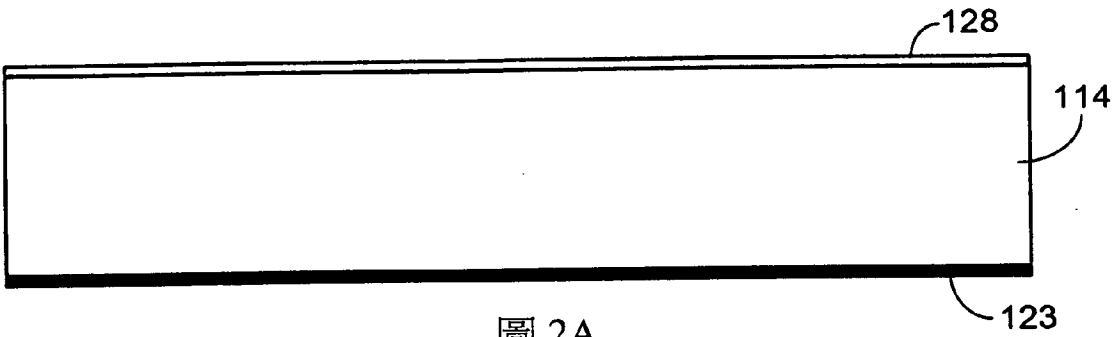


圖 2A

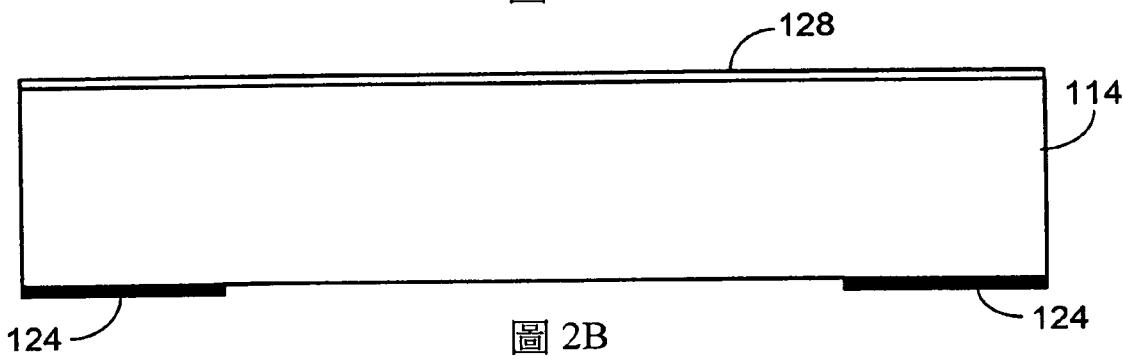


圖 2B

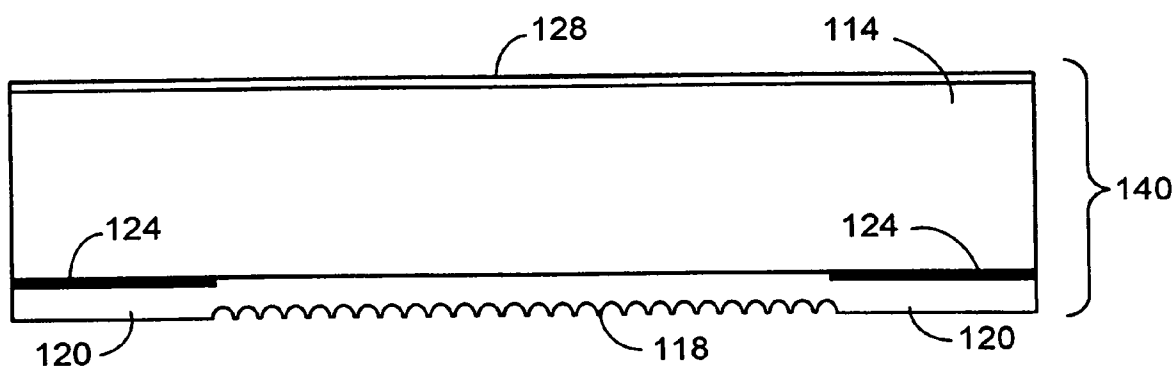


圖 2C

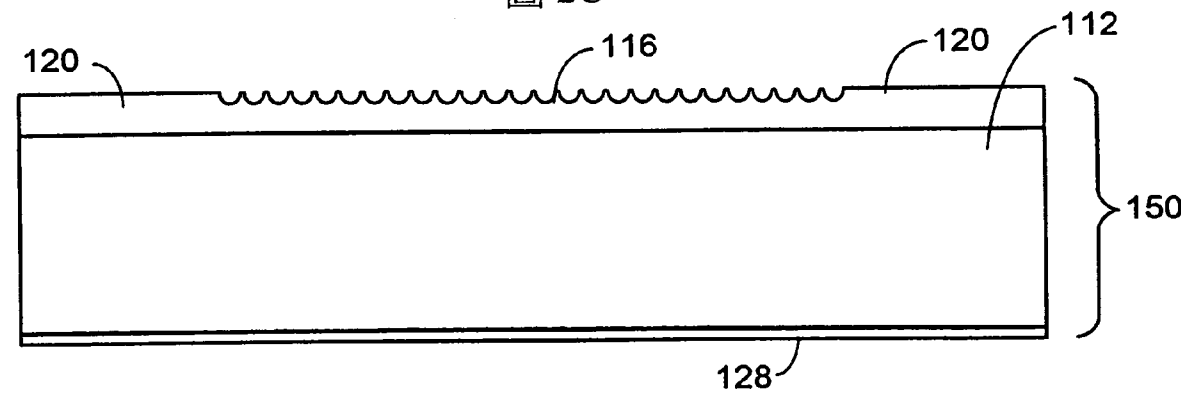


圖 2D

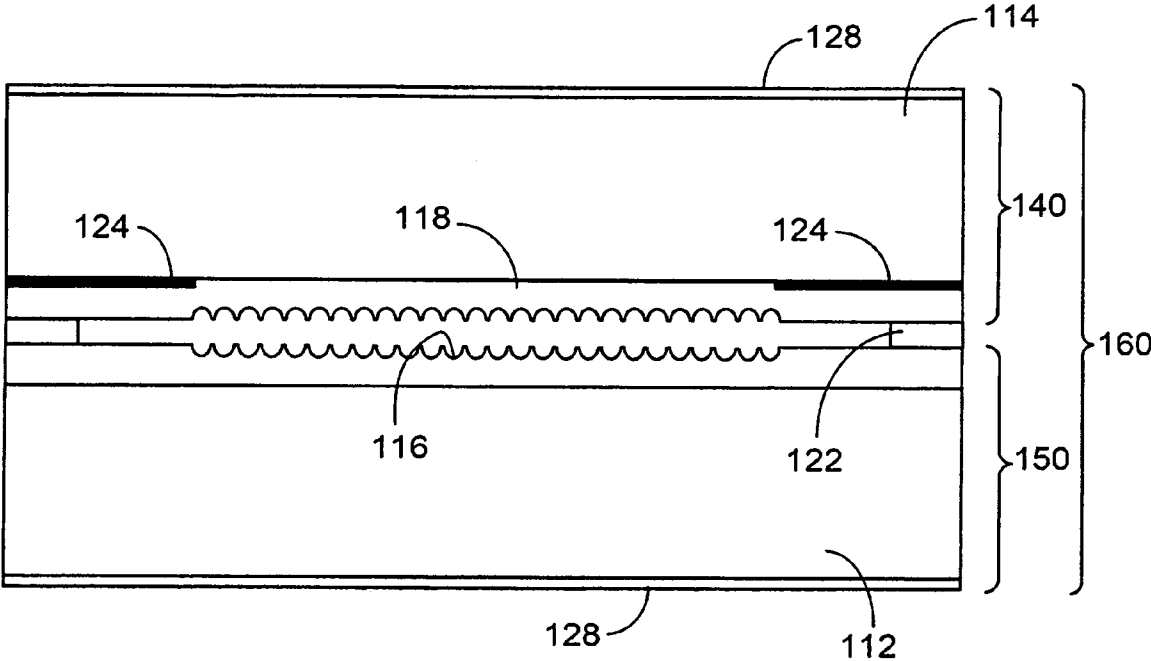


圖 2E

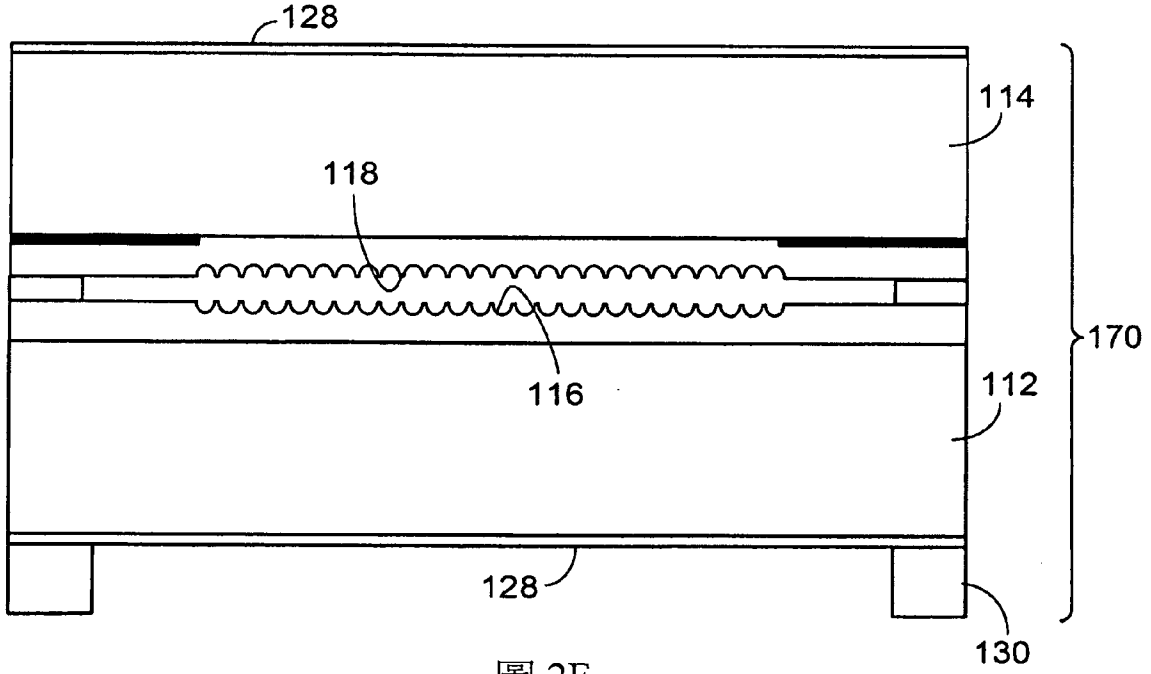


圖 2F

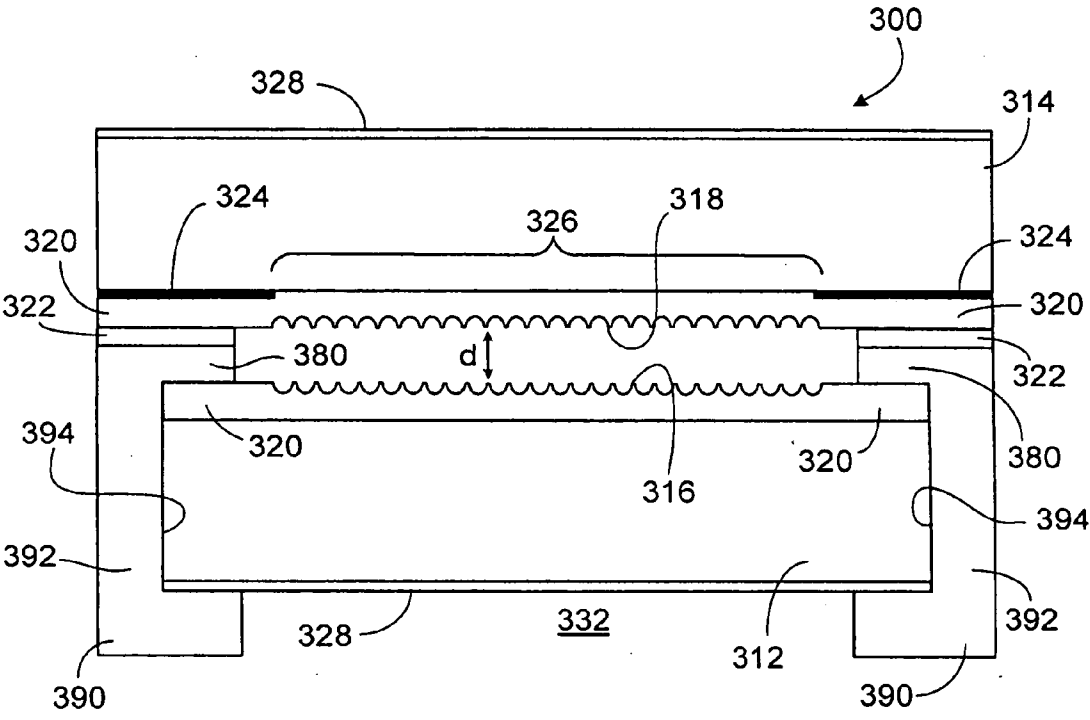


圖 3

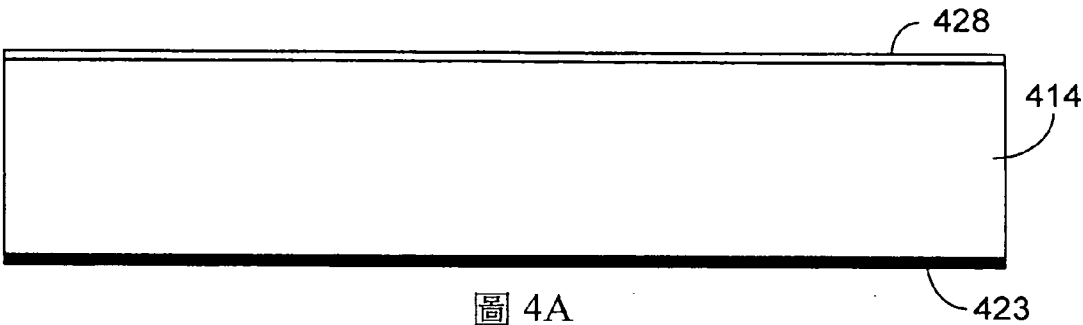


圖 4A

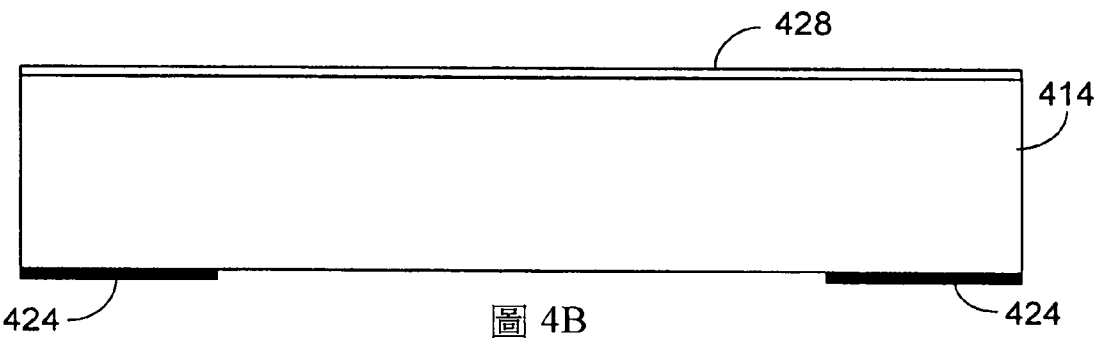


圖 4B

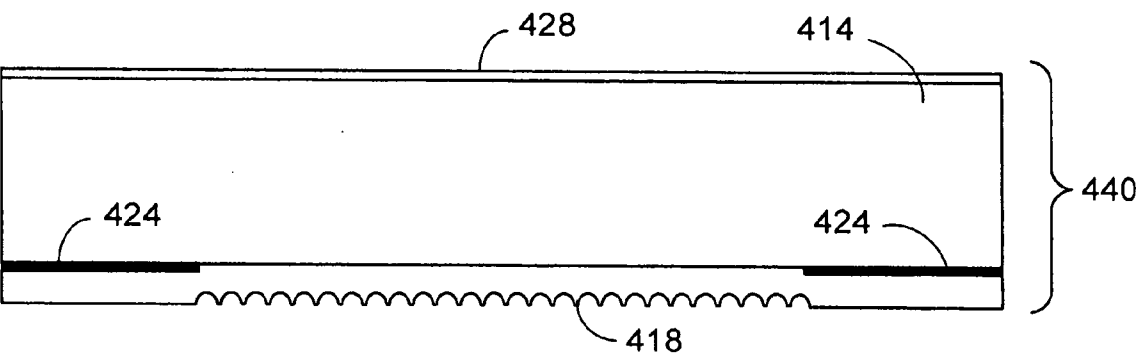


圖 4C

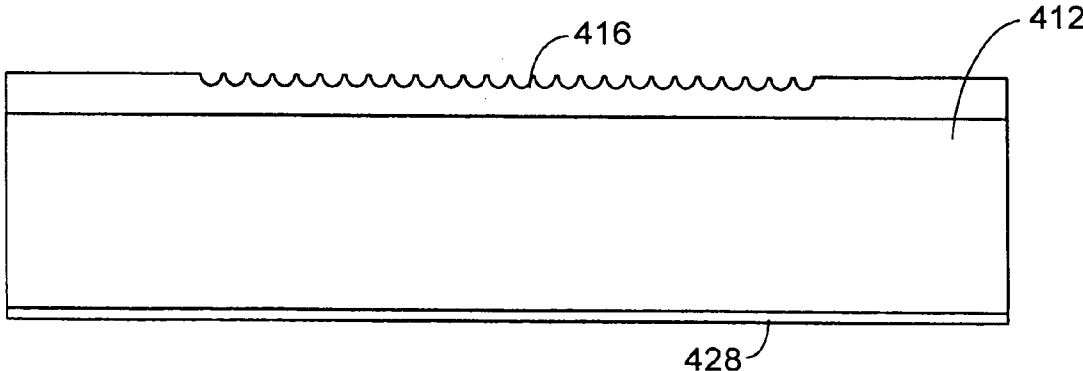


圖 4D

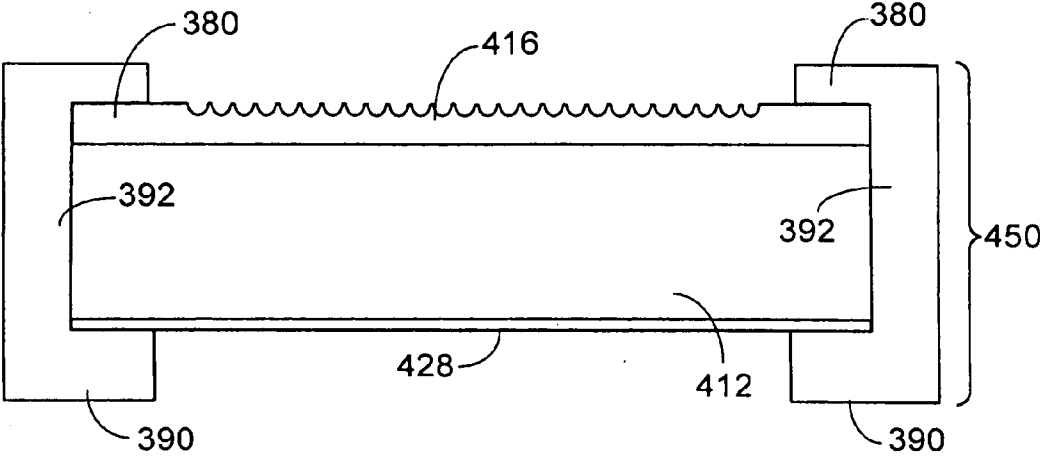


圖 4E

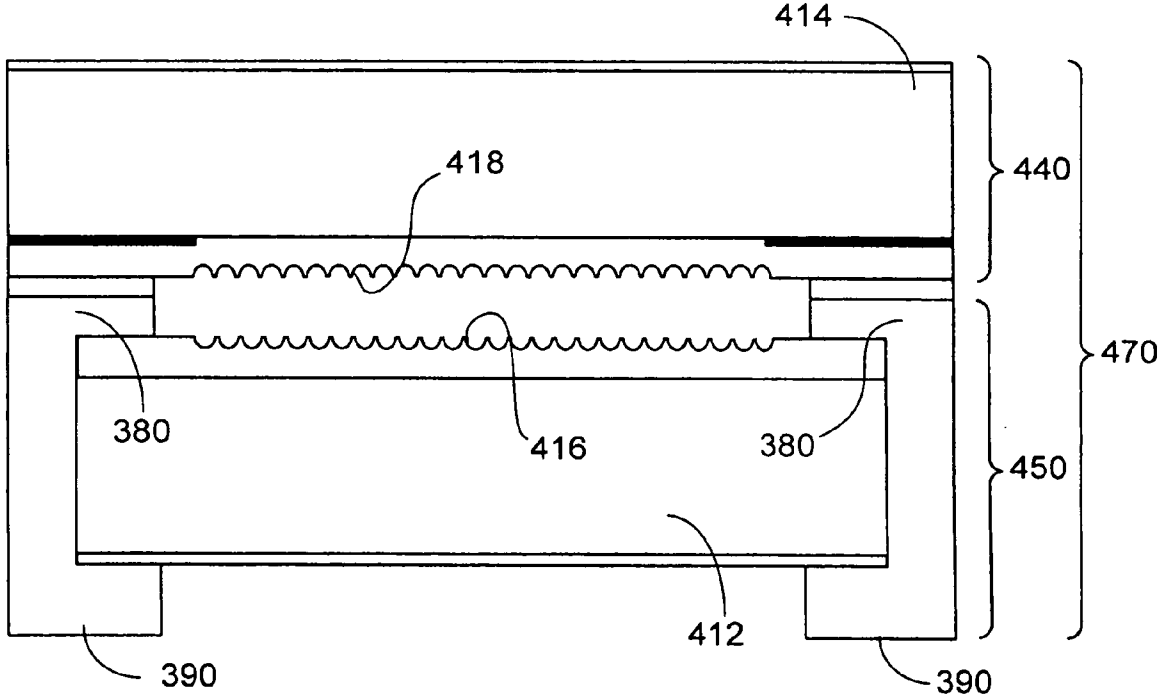


圖 4F

申請專利範圍

1. 一種用於製造複數個堆疊組件之晶圓級方法，該方法包括：
提供第一晶圓及第二晶圓，其中該第一晶圓或該第二晶圓之至少一者在其表面上具有複數個光學元件；
在該第二晶圓中形成多個貫通孔；
使用一單一真空注射技術，在該第二晶圓之相對表面上形成上間隔物及下間隔物，其中該真空注射技術使用與形成該上間隔物及下間隔物相同之材料來填充該第二晶圓中之該等貫通孔；
將該第一晶圓附接至該第二晶圓以形成一晶圓堆疊，該第一晶圓及該第二晶圓經附接使得每個光學元件係安置在該第一晶圓與該第二晶圓之間，其中將該第一晶圓附接至該第二晶圓包含藉由經安置在該第一晶圓之該等光學元件之橫向側部分與該第二晶圓上之該上間隔物之間的黏合劑將該第一晶圓及該第二晶圓彼此附接；且
將該晶圓堆疊分離成複數個堆疊組件，每個堆疊組件包含該等光學元件中之至少一者。
2. 如請求項1之方法，其中該上間隔物及該下間隔物可形成為一單一真空注射成型件，其填充第二晶圓中的該等貫通孔。
3. 如請求項2之方法，其中該等貫通孔係藉由切割(dicing)、微加工或雷射切割所形成。
4. 如請求項2之方法，其中該上間隔物及該下間隔物係由環氧樹脂組成。
5. 如請求項1之方法，其中該黏合劑係藉由噴射的方式施加。
6. 如請求項1之方法，其中該黏合劑係藉由網版印刷的方式施加。

7. 如請求項1之方法，其中該第一晶圓或該第二晶圓之每一者在其表面上具有複數個光學元件。
8. 如請求項1之方法，其中該第一晶圓上之該複數個光學元件面對該第二晶圓上之該複數個光學元件。
9. 如請求項1之方法，其中該等光學元件係繞射光學元件。
10. 如請求項1之方法，其中該等光學元件係複製光學元件。
11. 一種用於製造複數個堆疊組件之晶圓級方法，該方法包括：
 - 提供第一晶圓及第二晶圓，其中該第一晶圓或該第二晶圓之至少一者在其表面上具有複數個光學元件；
 - 將該第二晶圓附接至一膠帶，且將該第二晶圓分離成複數個單一化基板；
 - 將該等單一化基板放置於一真空注射工具中，以在該等單一化基板之相對表面上形成上間隔物及下間隔物；
 - 將該第一晶圓附接至該等單一化基板以形成一堆疊，使得每個光學元件係安置在該第一晶圓與該等單一化基板之一者之間；且
 - 將該堆疊分離成複數個堆疊組件，每個堆疊組件包含該等光學元件中之至少一者。