



(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 I512348 B

(45) 公告日：中華民國 104 (2015) 年 12 月 11 日

(21) 申請案號：102146353 (22) 申請日：中華民國 102 (2013) 年 12 月 16 日
 (51) Int. Cl. : G02B6/13 (2006.01) G02B3/00 (2006.01)
 (30) 優先權：2013/01/28 美國 13/751,540
 (71) 申請人：台灣積體電路製造股份有限公司 (中華民國) TAIWAN SEMICONDUCTOR
 MANUFACTURING CO., LTD. (TW)
 新竹市新竹科學工業園區力行六路 8 號
 (72) 發明人：賴瑞協 LAI, JUI HSIEH (TW)；郭英穎 KUO, YING HAO (TW)；陳海清 CHEN,
 HAI CHING (TW)；包天一 BAO, TIEN I (TW)
 (74) 代理人：洪澄文；顏錦順
 (56) 參考文獻：
 US 2004/0169004A1 US 2005/0052751A1
 US 2008/0186585A1
 審查人員：陳淑敏
 申請專利範圍項數：7 項 圖式數：7 共 24 頁

(54) 名稱

自對準光學結構、其形成方法及光學裝置的形成方法

SELF-ALIGNMENT DUE TO WETTABILITY DIFFERENCE OF AN INTERFACE

(57) 摘要

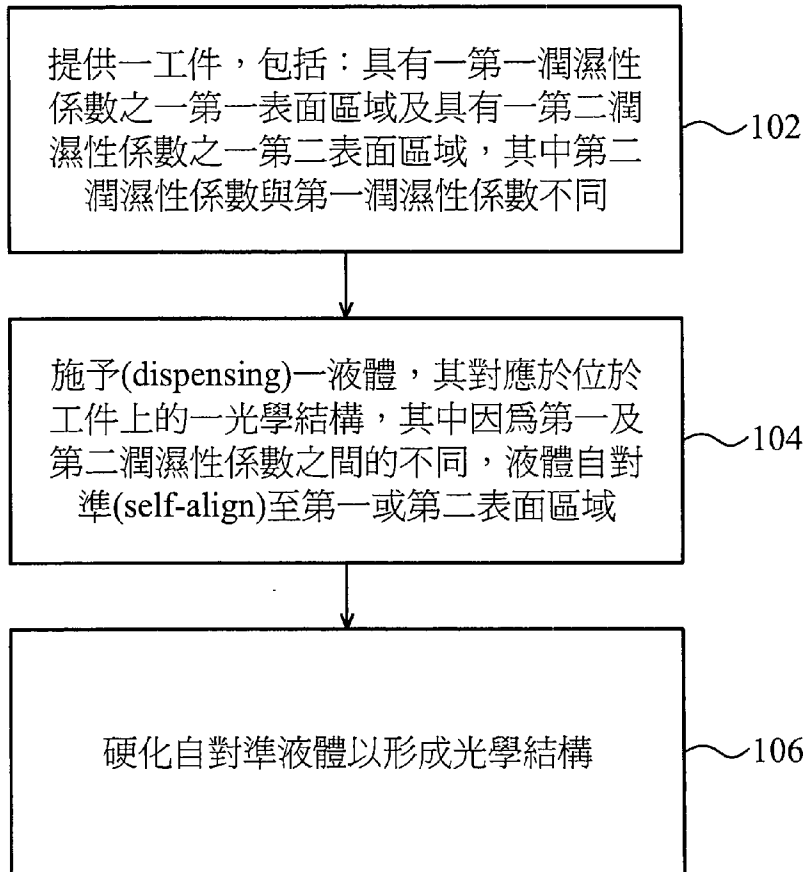
本發明提供一種自對準光學結構的形成方法，包括：提供一工件，其包括具有一第一潤濕性係數之一第一表面區域及具有一第二潤濕性係數之一第二表面區域，其中第二潤濕性係數與第一潤濕性係數不同；施予 (dispensing) 一液體，其對應於位於工件的第一及第二表面區域上的一光學結構，其中因為第一及第二潤濕性係數之間的不同，液體自對準 (self-align) 至第一表面或第二表面區域；以及硬化自對準液體以形成光學結構。本發明亦提供一種自對準光學結構及光學裝置的形成方法。

Some embodiments relate to a method of processing a workpiece. The workpiece includes a first surface region having a first wettability coefficient, and a second surface region having a second wettability coefficient that differs from the first wettability coefficient. A liquid, which corresponds to an optical structure, is dispensed on the first and second surface regions of the workpiece, wherein the liquid self-aligns to the second surface region due to the difference between the first and second wettability coefficients. The self-aligned liquid is hardened to form the optical structure.

100 . . . 方法

102、104、

106 . . . 步驟

100

第 1 圖

發明摘要

※ 申請案號：102146353

G02B 6/13 (2006.01)

※ 申請日：102.12.16

※IPC 分類：G02B 3/00 (2006.01)

【發明名稱】 自對準光學結構、其形成方法及光學裝置的形成方法

SELF-ALIGNMENT DUE TO WETTABILITY
DIFFERENCE OF AN INTERFACE

【中文】

本發明提供一種自對準光學結構的形成方法，包括：提供一工件，其包括具有一第一潤濕性係數之一第一表面區域及具有一第二潤濕性係數之一第二表面區域，其中第二潤濕性係數與第一潤濕性係數不同；施予 (dispensing) 一液體，其對應於位於工件的第一及第二表面區域上的一光學結構，其中因為第一及第二潤濕性係數之間的不同，液體自對準 (self-align) 至第一表面或第二表面區域；以及硬化自對準液體以形成光學結構。

本發明亦提供一種自對準光學結構及光學裝置的形成方法。

【英文】

Some embodiments relate to a method of processing a workpiece. The workpiece includes a first surface region having a first wettability coefficient, and a second surface region having a second wettability coefficient that differs from the first wettability coefficient. A liquid, which corresponds to an optical structure, is dispensed on the first and second surface

regions of the workpiece, wherein the liquid self-aligns to the second surface region due to the difference between the first and second wettability coefficients. The self-aligned liquid is hardened to form the optical structure.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（1）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

100~方法

102、104、106~步驟

【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

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】 自對準光學結構、其形成方法及光學裝置的形成方法

SELF-ALIGNMENT DUE TO WETTABILITY
DIFFERENCE OF AN INTERFACE

【技術領域】

【0001】 本發明係有關於光學結構及其形成方法，且特別是有關於一種自對準光學結構及其形成方法。

【先前技術】

【0002】 影像感測器(image sensor)通常包括電子感測元件所組成的陣列，其中每一個元件能夠檢測一個或多個電磁輻射(例如可見光)的預定波長。陣列中每一個電子感測元件提供一個單一訊號顯示所檢測到的光波長(如果有的話)，這使得感測元件所組成的陣列提供了許多訊號，這些訊號共同代表一個圖像。這些信號透過一光學內連線結構自陣列中導引(routed)出來，光學內連線結構具有一系列負載著電磁輻射(例如可見光)的光學路徑，與金屬導線負載電流或電壓的方式相同。由於光學內連線包括許多途徑以負載來自陣列中緊密封裝的感測元件的訊號，因此光學內連線最好也是被緊密封裝。

【發明內容】

【0003】 根據一實施例，本發明提供一種自對準光學結構的形成方法，包括：提供一工件，其包括具有一第一潤濕性係數之一第一表面區域及具有一第二潤濕性係數之一第二表面

區域，其中第二潤濕性係數與第一潤濕性係數不同；施予 (dispensing) 一液體，其對應於位於工件的第一及第二表面區域上的一光學結構，其中因為第一及第二潤濕性係數之間的不同，液體自對準 (self-align) 至第一表面或第二表面區域；以及硬化自對準液體以形成光學結構。

【0004】根據另一實施例，本發明提供一種自對準光學結構，包括：一基板，其包括具有一第一潤濕性係數的多個第一表面區域，其中相鄰的第一表面區域彼此被具有一第二潤濕性係數的一第二表面區域分離；以及一光學結構，形成於基板之上且自對準至第一表面區域或第二表面區域。

【0005】又根據另一實施例，本發明提供一種光學裝置的形成方法，包括：提供具有一曝露的表面的一工件，曝露的表面包括：具有一第一潤濕性係數的一第一表面區域，及至少兩個具有一第二潤濕性係數的第二表面區域，其中第二潤濕性係數與第一潤濕性係數不同；以及施予 (dispensing) 一液體，其對應位於曝露的表面上的一光學結構，其中液體自對準至至少兩個第二表面區域，因為第一及第二潤濕性係數間的不同，以在至少兩個第二表面區域上形成一波導器或球面鏡。

【0006】為讓本發明之上述和其他目的、特徵、和優點能更明顯易懂，下文特舉出較佳實施例，並配合所附圖式，作詳細說明如下：

【圖式簡單說明】

【0007】

第1圖為根據本發明一些實施例顯示光學裝置形成方法的

流程圖。

第 2A~2D 圖為根據本發明一些實施例顯示光學裝置形成方法的一系列剖面圖。

第 3A~3D 圖為根據本發明一些實施例顯示光學裝置形成方法的一系列剖面圖。

第 4A~4D 圖為根據本發明一些實施例顯示在一工件上形成光學裝置的方法及將光纖連接至工件的一系列剖面圖。

第 5A~5D 圖為根據本發明一些實施例顯示在一工件上形成光學裝置的方法及將光纖連接至工件的一系列剖面圖。

第 6A~6D 圖為根據本發明一些實施例顯示在一工件上形成光學裝置的方法及將光纖連接至工件的一系列剖面圖。

第 7A~7D 圖為根據本發明一些實施例顯示在一工件上形成光學裝置的方法及將光纖連接至工件的一系列剖面圖。

【實施方式】

【0008】本說明書請配合圖式一起參閱，在全文中相似的參數通常用以表示相似的元件，其中各種結構未必依照比例繪製。在以下的描述中，為達解釋的目的，將記載許多特定細節以加速理解。然而，比起這些特定細節，以較少的程度來實現此處描述之一個或多個方面，對於本領域具有通常知識者來說可能是顯而易見的。在其他的例子中，已知的結構和裝置以方塊圖顯示以加速理解。

【0009】傳統上，透過微影製程或“取放(pick-and-place)”技術(預建的光學結構被機械式拾起並放置在工件上。想要的位置)將光學內連線結構圖案化以構成光學層。不幸的，這些傳

統的技術都不太理想。在微影製程中，用來形成光學內連線的聚合物需為感光性的；且不幸的，這將排除使用其他非感光性的材料做為光學內連線的用途。此外，即使取放(pick-in-place)技術可使用非感光性的材料做為光學內連線，這些取放(pick-in-place)技術受限於內連線元件在工件上定位的精確性。為了更精確的安置光學元件，並比以前具有更多的材料選擇性，本發明揭露一種改良的光學元件製造方法及連接器組件(connector assemblies)。基於表面界面的潤濕性差異，這些方法提供自對準的光學結構。

【0010】第1圖為根據一些實施例顯示一般的方法100。第1圖始於步驟102，提供一工件，其包括具有第一潤濕性係數之一第一表面區域，以及具有一第二、不同的潤濕性係數之一第二表面區域。在步驟104中，施予(dispensing)一液體(對應於即將形成於工件上的光學結構)於工件的第一及第二表面區域上。因為第一及第二潤濕性係數之間的差異，液體會自對準至第一或第二表面區域。在步驟106中，自對準的液體硬化以形成光學結構。在一些實施例(implementations)中，舉例來說，光學結構可對應於一波導器及/或球面鏡，其可使得具有預定波長的光在沒有強度損失或是很小的強度損失下通過，且其比起周遭環境具有較大的折射率。在一些實施例中，第一及/或第二表面區域可藉由微影製程形成，且用以製造光學結構的自對準液體為非感光性的。

【0011】因為第1圖所示的自對準技術使得液體可以自對準至精確定位的表面區域上，其中這些表面區域可透過微影製

程形成，這些技術提供高準確性的對準。此外，因為自對準液體不需為感光性的，這個發展使得工程師可以使用各式各樣的材料(包括非感光性的材料，其可在液體狀態下施放)形成光學結構。這是有利的，因為這些材料之中有一些可提供良好的光學性能，例如，為感興趣的預定波長帶來低損失及/或理想的折射率。因此，本發明所揭露的自對準技術在某些方面相信可以改善傳統的微影製程及取放(pick-and-place)技術。

【0012】第2A~2D圖顯示光學結構的製造方法的一些實施例。在第2A圖中，方法始於提供一工件200，其可包括一基板202，其中一層或多層形成於基板202上。一罩幕層204形成於基板202之上。罩幕層204被圖案化以定義第一表面區域206，其可例如被罩幕204覆蓋；及第二表面區域208，其透過罩幕204中的孔隙曝露。在其他實施例中，第一表面區域可被罩幕的孔隙曝露，第二表面區域可被罩幕覆蓋。

【0013】基板202可為一塊狀半導體基板(例如：塊狀矽晶圓)、二元化合物基板(例如：砷化鎵)、三元化合物基板(例如：砷化鎵鋁)、更高級數的化合物基板等；但也可由非半導體材料製成，例如：玻璃。基板202也可包括半導體材料和非半導體材料的組合。例如：塊狀半導體基板也可包括非半導體材料，像是絕緣體上矽(silicon-on-insulator; SOI)中的氧化物、部分絕緣體上矽(SOI)基板、及有機材料，也可包括多晶矽、非晶矽等。在一些實施例中，基板202可包括堆疊或是附著在一起的多重晶圓或晶粒。基板202可包括從矽單晶塊(ingot)切割下來的晶圓，及/或任何其他類型的半導體/非半導體及/或形

成於下方基板上的沉積或生長(例如：磊晶生長)層。

【0014】 在第2B圖中，當罩幕層204安置好後，便進行表面處理210以形成表面處理區域212。表面處理210改變表面處理區域212(例如：第2A圖中的第二(例如：未-覆蓋)表面區域208)的潤濕性，相對於未經處理的表面區域(例如：第2A圖中的第一(例如：被覆蓋的)表面區域206)。舉例來說，在一些實施例中，表面處理210包括一電漿處理，且表面處理區域212為經電漿修飾之區域。在其他實施例中，濕潤洗或蒸氣處理可改變潤濕性，像是六甲基二矽氮烷(Hexamethyldisilazane; HMDS)。經電漿修飾的區域具有一第二潤濕性係數，其不同於(例如：高於)未經處理的表面區域(例如：第2A圖中的第一表面區域206)的第一潤濕性係數。

【0015】 在第2C圖中，移除罩幕204以再-曝露出未經處理的表面區域206，並施予對應於光學結構之液體214於表面處理區域212及未經處理的表面區域206之上。取決於實施例(implementation)，液體可被施予在整個基板表面之上，或是可被施予在少於整個基板表面之上。例如，液體可被配置在略大於表面處理區域212的區域上，其也可被稱為著陸墊(landing pads)。

【0016】 如第2D圖所示，因為表面處理區域212和未經處理的表面區域206之間潤濕性的差異，被施予的液體傾向於自對準至表面處理區域212。在其他的實施例中，液體可自對準至未經表面處理的區域206。接著，透過像是在一低溫下對自對準液體進行烘焙以硬化自對準液體，並在一較高的溫度下進行

硬化(cure)以形成光學結構。在所示的實施例中，光學結構可包括一波導器214，其可相對地為箱狀；及球面鏡216，每一個球面鏡相對地為球狀或圓頂狀。光學結構是由具有比周遭環境大的折射率的材料所組成，用以使具有預定波長的電磁輻射(例如：可見光)在少量或沒有強度的損失下通過時，可“折(bend)”、轉移(divert)、聚焦(focus)、或瞄準(collimate)進入的或激發的電磁輻射。例如，球面鏡216的彎曲外表面216A造成通過球面鏡216的光向內部轉向，直到光聚焦在鏡片的焦距 f 上。因為如此，最靠近球面鏡216的波導器邊緣214A與球面鏡的外表面216A常被焦距 f 分隔，從而促使球面鏡216和波導器214之間較強的光耦合。例如，在一些實施例中，球面鏡216可具有一半徑 r ，約25~500 μm ，或大約25~100 μm ，波導器214可具有一高度 f ，約20~150 μm ，或大約20~40 μm ，且在球面鏡216及波導器邊緣214A之間的焦距 f 間距(spacing)可大約為100 μm ，雖然也有許多其他的尺寸可使用。

【0017】第3A~3D圖顯示光學元件的製造方法的另一個實施例。在第3A圖中，方法始於提供一工件，其包括一基板300。如先前關於第2A圖的論述，基板300可為許多形式，包括一半導體基板、玻璃基板等。基板300具有一曝露的基板表面300A，其具有一第一潤濕性係數。

【0018】在第3B圖中，一著陸層(landing layer)302形成在基板300之上。著陸層302被圖案化以包括開口304，其對應於曝露的表面區域306(例如：第一表面區域)，其具有第一潤濕性係數，例如：基板表面300A的天然潤濕性係數。著陸表面區域

308(例如：第二表面區域)顯示出第二潤飾性係數，其不同於曝露的表面區域306的潤濕性係數。通常，透過微影製程將著陸層302圖案化以提供良好的放置精確度。

【0019】 在第3C圖中，對應於光學元件之液體310被施予在曝露的表面區域306及著陸表面區域308之上。

【0020】 如第3D圖所示，因為著陸表面區域308和曝露表面區域306之間潤濕性的差異，施予的液體傾向於自對準著陸表面區域308。接著，透過像是在一低溫下對自對準液體進行烘焙以硬化自對準液體，接著在一較高的溫度下進行硬化(cure)以形成光學結構。在所示的實施例中，光學結構可對應於一波導器314，其可相對地為箱狀，及球面鏡316，每一個球面鏡相對地為球狀或圓頂狀，一如前述對第2A~2D圖之討論。

【0021】 因為第2~3圖所述之自對準技術使得各式各樣的材料(於液體狀態下)可自對準至精確定位的表面區域，這些表面區域可由微影製程形成，這樣的進展使得工程師可以使用各式各樣的液體(包括非感光性材料)形成光學結構。這是有利的，因為這些液體之中有一些可提供良好的光學性能，例如，為感興趣的預定波長帶來低損失及/或理想的折射率。同時，這些技術也提供了高精確的對準及良好的光耦合，因為微影的圖案依然位於用來對準的表面區域的下層。

【0022】 第4A~4D顯示製造光學結構的另一個實施例，在某些方面與第2圖相似，但其也將光纖連接至基板。

【0023】 在第4A圖中，方法始於提供一工件400，其包括具有一基板表面402A的基板402，形成於基板402上的罩幕層

404。罩幕層404通常由光阻所形成，但也可為一氮化物罩幕、氧化物、或其他硬罩幕。當罩幕404安置好後，便進行一表面處理406以在基板中形成一表面處理區域408。

【0024】 在一些實施例中，表面處理406為一電漿處理，其使得表面處理區域408相對於被罩幕404覆蓋之未經表面處理的基板表面具有親水性。例如：在第4B~4C圖中，電漿處理可使得表面處理區域408具有一親水性界面，其包括 F^- 、 Cl^- 、以及 CH_4 原子。即使電漿可以根據電漿工具的設計而改變，其可為微弱且通常小於100W射頻功率(RF power)。在一些這樣的實施例中，實施電漿的時間可介於10秒到數分鐘。

【0025】 當一液體光學聚合物，例如一旋塗式玻璃(spin on glass)、或一溶膠凝膠(sol-gel)聚合物，被施予在工件400之上時，親水性界面將導致液體自對準至表面處理區域408(第4C圖)。在第4D圖中，光纖410可接著利用環氧樹脂412連接至，例如距離球面鏡414一理想的距離 f ，之基板表面以提供良好的光耦合。

【0026】 相反的，在第5A~5D圖中，表面處理506使表面處理區域508具有一疏水性的界面，包括 O^- 、 NH_3 、及 N_2 原子。蒸氣處理，像是用以氧化的水蒸氣也可被使用。因為表面處理區域508為疏水性，液體像是旋塗式玻璃(spin-on-glass; SOG)或是溶膠凝膠(sol-gel)會被表面處理區域508所排斥，並因此自對準至未經處理的基板表面510以形成光學結構。在第5D圖中，光纖512可接著利用像是環氧樹脂412連接至，例如距離球面鏡516一理想的距離 f ，之球面鏡516以提供良好的光耦合。

【0027】第6A~6D圖顯示另一個製造光學結構的實施例，其在某些方面與第3圖類似，但其仍將光纖連接至基板。

【0028】在第6A圖中，方法始於一工件，其包括具有一基板表面602A之基板602，一著陸層(landing layer)604形成在基板602上。著陸層(landing layer)604通常由微影製程所形成，且相對於基板表面602A(相對為疏水性)為親水性。

【0029】在第6B圖中，對應於光學元件的液體被施予在曝露的表面區域606及著陸表面區域608之上。

【0030】如第6C圖所示，因為著陸表面區域608與曝露的表面區域606之間的潤濕性差異，被施予的液體傾向於自對準至著陸表面區域608。接著，透過像是在一低溫下對自對準液體進行烘焙以硬化自對準液體，接著在一較高的溫度下進行硬化(cure)以形成光學結構。在所示的實施例中，光學結構可包括一波導器614，其可相對地箱狀；及透鏡616，每一個鏡片相對地為似球體或圓頂狀，其為似球體的一部份(dorm-like in shape of a portion of a spheroid)。在第6D圖中，光纖618可接著利用像是環氧樹脂620連接至，例如距離球面鏡616一理想的距離 f ，至基板表面以提供良好的光耦合。

【0031】相反地，在第7A~7D圖中，著陸層604相對於曝露的基板表面606(相對為親水性)為疏水性。因此，在此實施例中，被施予的液體傾向於自對準至曝露的基板區域606，而不是著陸層604。各種不同的表面拓撲結構及材料被視為落入本發明的範疇。根據本發明所揭示的各個實施例，著陸墊(例如：曝露基板區域606)具有與透鏡(lens)材料616相似的表面特

性，但對比於周圍區域(604)具有較大的接觸角以形成自對準結構。

【0032】雖然本發明已以數個較佳實施例揭露如上，然其並非用以限定本發明，任何所屬技術領域中具有通常知識者，在不脫離本發明之精神和範圍內，當可作任意之更動與潤飾，因此本發明之保護範圍當視後附之申請專利範圍所界定者為準。

【符號說明】

【0033】

100~方法

200、400~工件

102、104、106~步驟

202、300、402、602~基板

204、404~罩幕(層)

206~第一表面區域

208~第二表面區域

210、406、506~表面處理

212、408、508~表面處理區域

214、314、614~波導器

214A~波導器邊緣

216、316、414、516、616~球面鏡

216A~球面鏡邊緣

f~焦距

h~高度

r~半徑

300A、402A、510、602A~基板表面

302、604~著陸層

304~開口

306、606~曝露的表面區域

308、608~著陸表面區域

310~液體

410、512、618~光纖

412、514、620~環氧樹脂

申請專利範圍

1. 一種自對準光學結構的形成方法，包括：

提供一平面工件表面，其包括具有一第一潤濕性係數之一第一表面區域及具有一第二潤濕性係數之一第二表面區域，其中該第一表面區域與該第二表面區域共平面且該第二潤濕性係數與該第一潤濕性係數不同，其中該第二表面區域包括被該第一表面區域將彼此分離的複數個第一及第二次區域(sub-region)表面，且其中該些第一及第二次表面分別具有第一長度及第二長度，其中該第一長度與第二長度不同；

施予(dispensing)一液體，其對應於位於該工件的該第一及第二表面區域上的一光學結構，其中因為該第一及第二潤濕性係數之間的不同，該液體自對準(self-align)至該第一次區域及第二次區域表面；以及

硬化該自對準液體以在該第一次區域表面上形成一第一光學結構並在該第二次區域表面上形成一第二光學結構。

2. 如申請範圍第1項所述之自對準光學結構的形成方法，其中該第一及第二表面區域是由微影製程所形成，且其中該硬化的第一光學結構及第二光學結構的溶解為非感光性的。
3. 如申請範圍第1項所述之自對準光學結構的形成方法，其中提供該工件該第一及第二表面區域包括：
形成一罩幕層，位於該第一及第二表面區域之上；
圖案化該罩幕層以覆蓋該第一或第二表面區域之其一，並曝露該第一或第二表面區域之另一；以及

當該罩幕層在改變該第一或第二表面區域之另一相對於該第一或第二表面區域之其一的潤濕性時，處理該第一或第二表面區域之另一，其中該處理包括將該第一或第二表面區域之另一曝露於一電漿。

4. 一種自對準光學結構，包括：

一基板，包括具有一第一潤濕性係數的多個第一表面區域，其中相鄰的第一表面區域包括彼此被具有一第二潤濕性係數的一第二表面區域分離的複數個第一及第二次區域(sub-region)表面，其中該第一表面區域與該第二表面區域共平面，且該些第一及第二次表面分別具有第一長度及第二長度，其中該第一長度與第二長度不同；

一第一光學結構，形成於該基板之上且自對準至該第一次表面區域；以及

一第二光學結構，形成於該基板之上且自對準至該第二次表面區域。

5. 如申請範圍第4項所述之自對準光學結構，其中該第一表面區域包括一電漿修飾表面區域，其被一電漿製程所修飾，且其中該第二表面區域包括一基板表面，其並未被一電漿製程所修飾。

6. 如申請範圍第4項所述之自對準光學結構，其中該些相鄰的第一表面區域上分別形成有一球面鏡及一波導器，且被大約該球面鏡之一焦距所分隔。

7. 一種光學裝置的形成方法，包括：

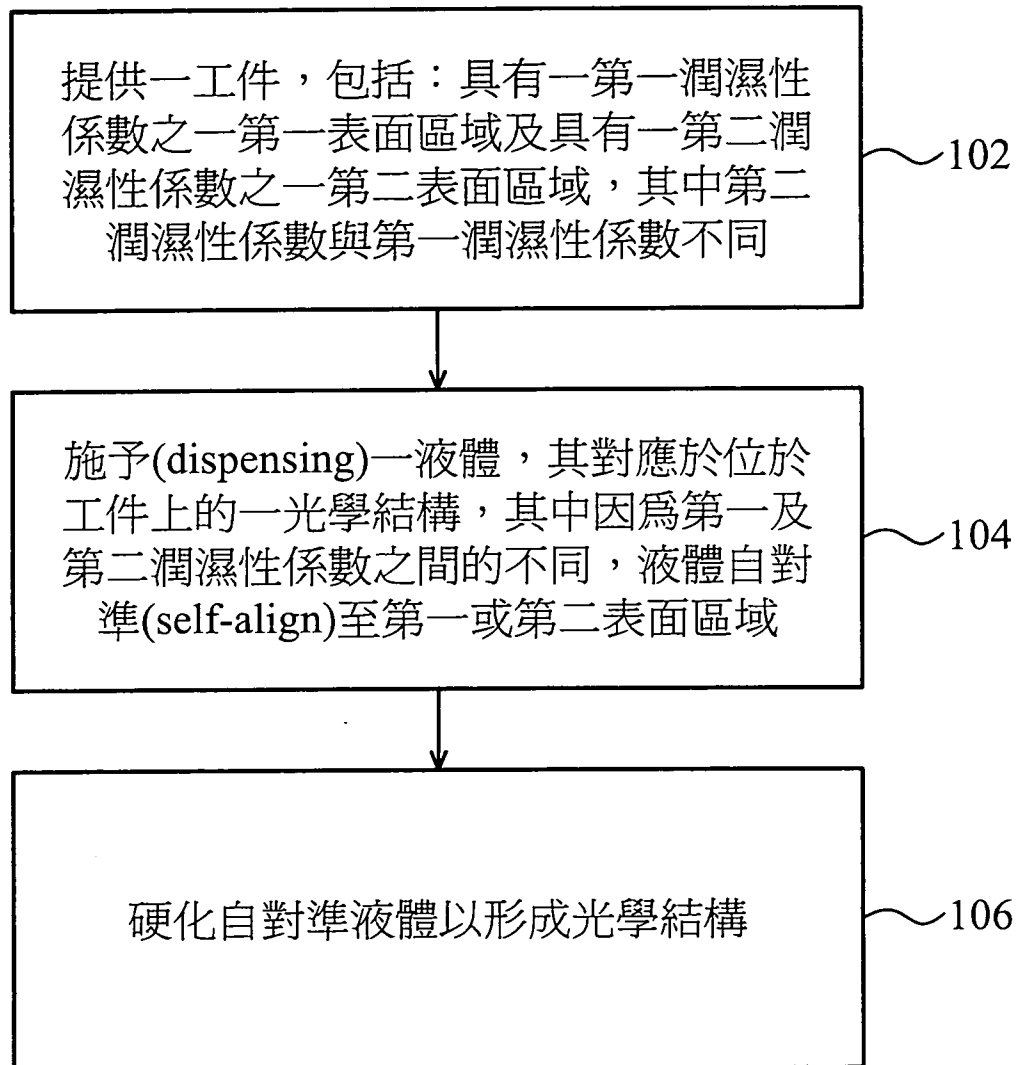
提供具有一曝露的平面表面的一工件，該曝露的平面表面

包括：

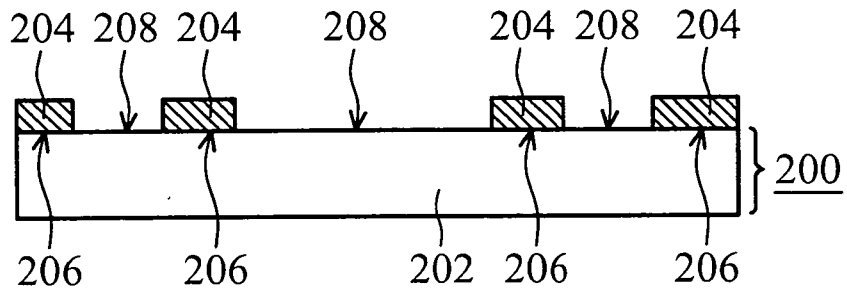
具有一第一潤濕性係數的一第一表面區域，及都具有一第二潤濕性係數的一鏡面 (lens) 表面區域及一波導器表面區域，其中該第二潤濕性係數與該第一潤濕性係數不同，其中該鏡面表面區域沿著一第一方向具有一第一長度，且該波導器表面區域沿著該第一方向具有大於該第一長度之一第二長度；以及

施予 (dispensing) 一液體，其對應位於該曝露的平面表面上的一光學結構，其中該液體自對準至該鏡面表面區域及該波導器表面區域，因為該第一及第二潤濕性係數間的不同，以在該波導器及該鏡面表面區域上形成一波導器及一球面鏡。

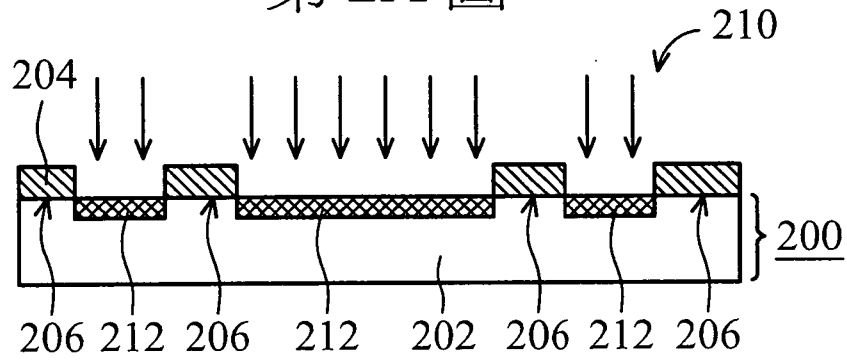
圖式

100

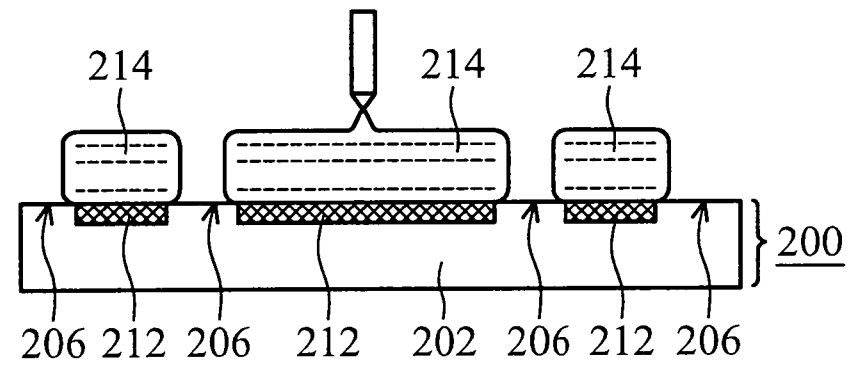
第 1 圖



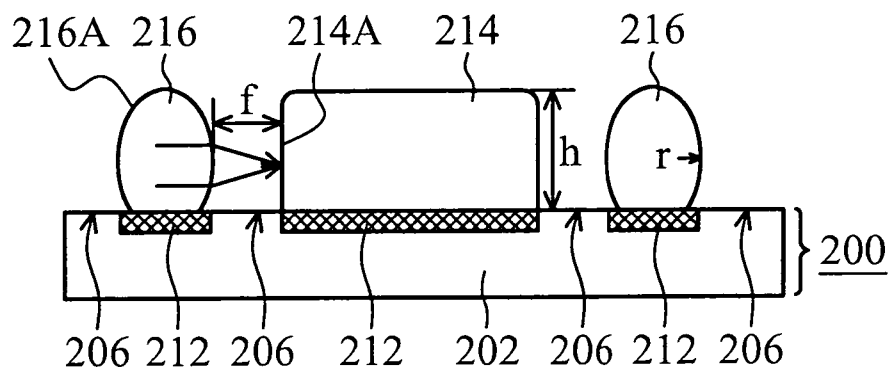
第 2A 圖



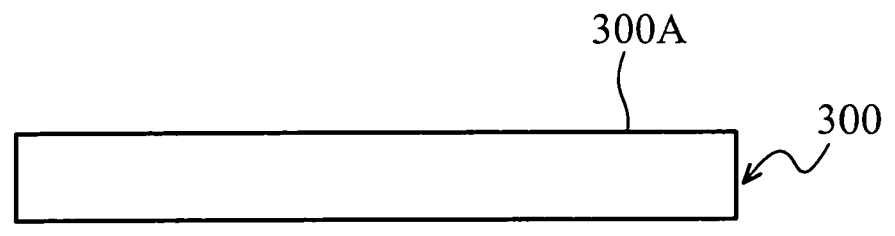
第 2B 圖



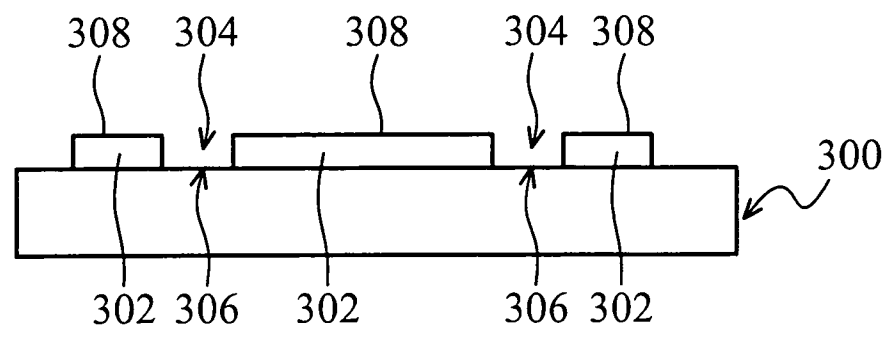
第 2C 圖



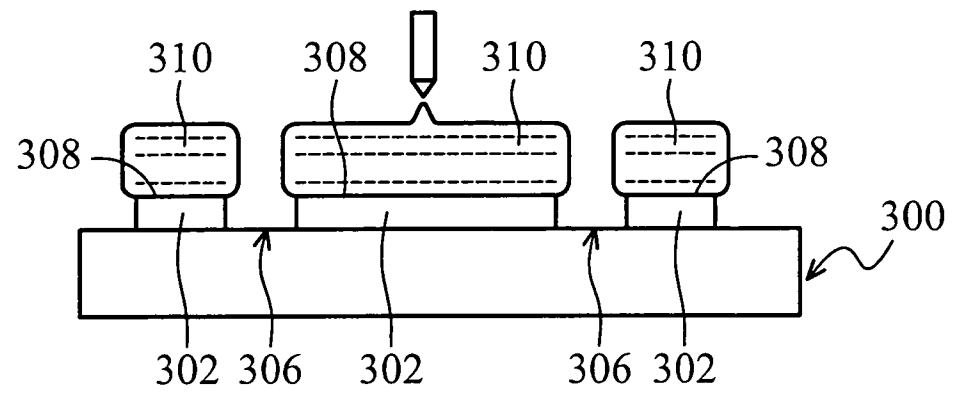
第 2D 圖



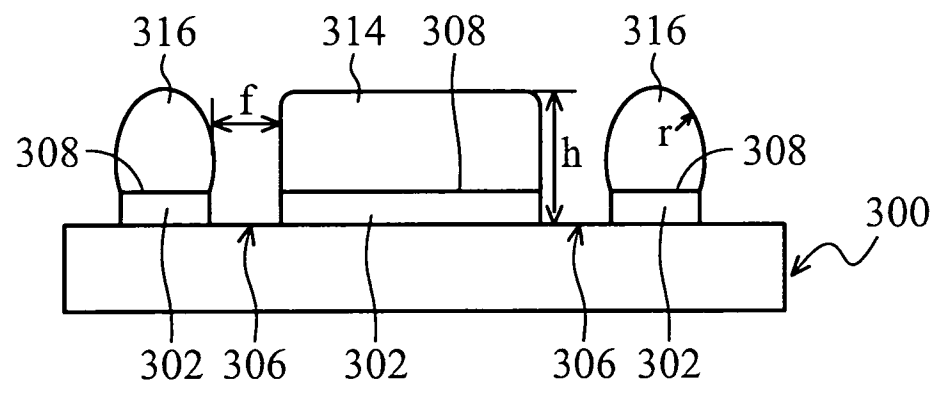
第 3A 圖



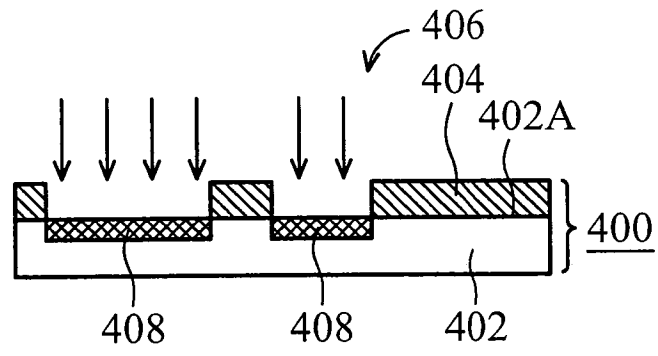
第 3B 圖



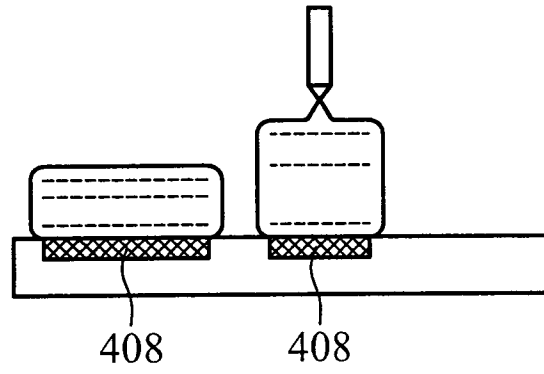
第 3C 圖



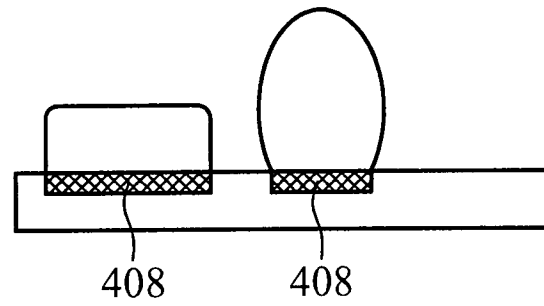
第 3D 圖



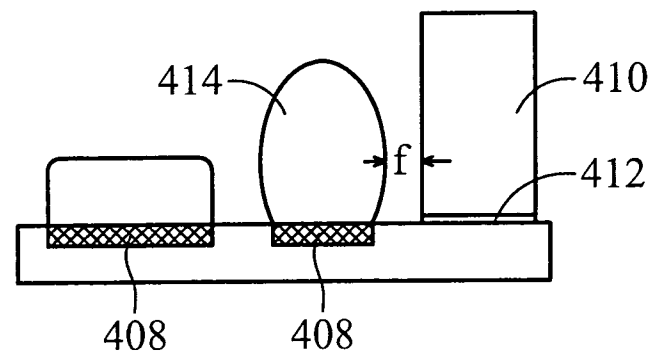
第 4A 圖



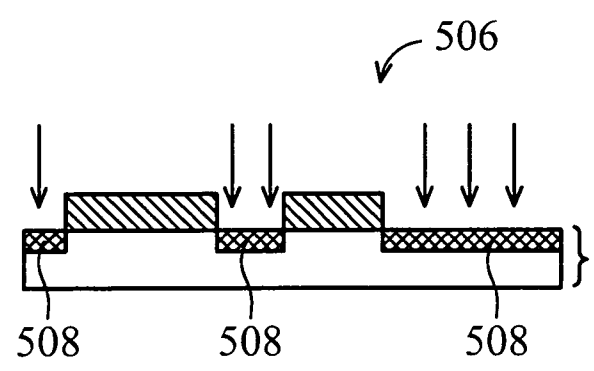
第 4B 圖



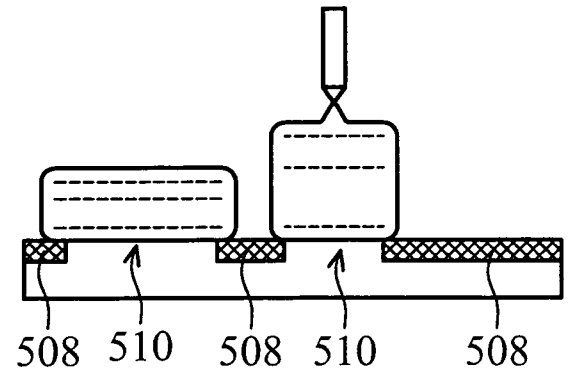
第 4C 圖



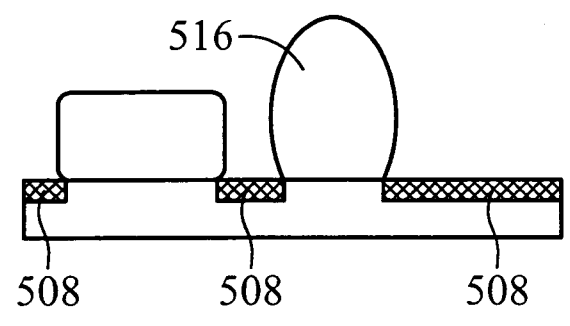
第 4D 圖



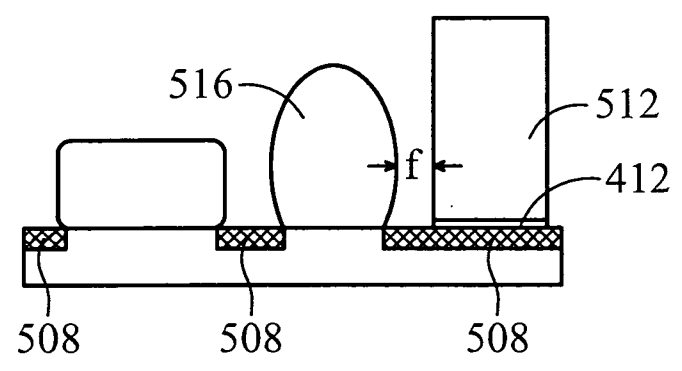
第 5A 圖



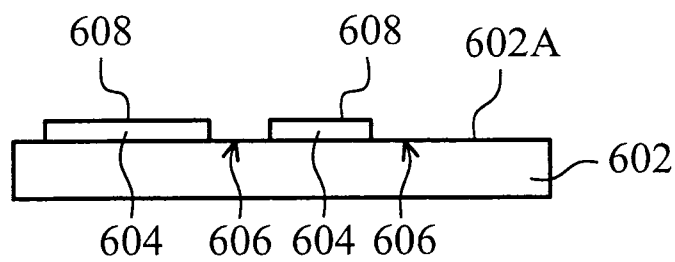
第 5B 圖



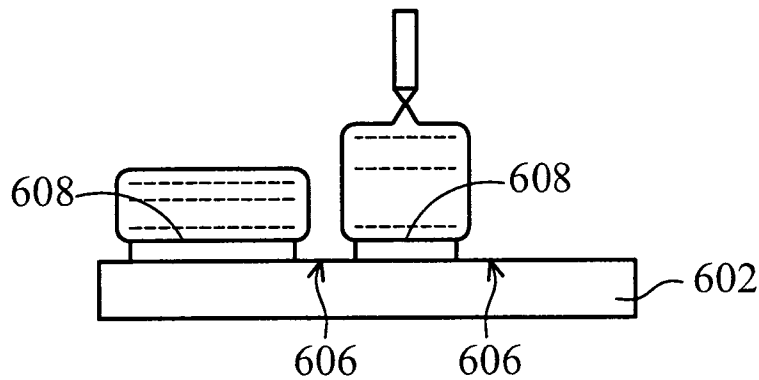
第 5C 圖



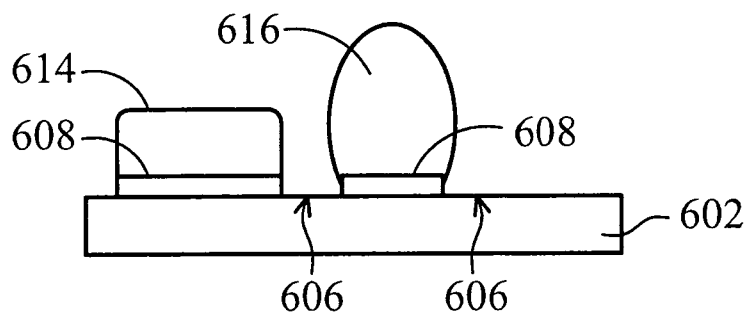
第 5D 圖



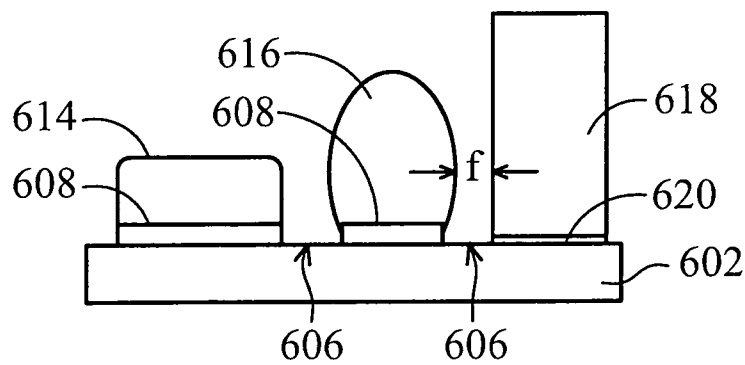
第 6A 圖



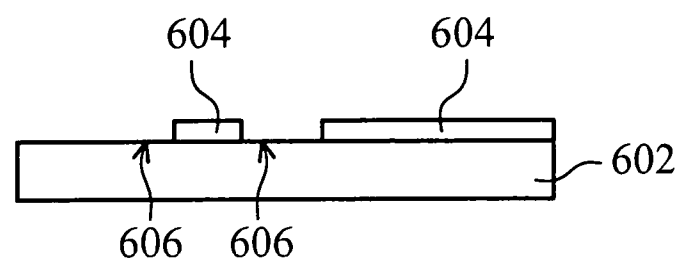
第 6B 圖



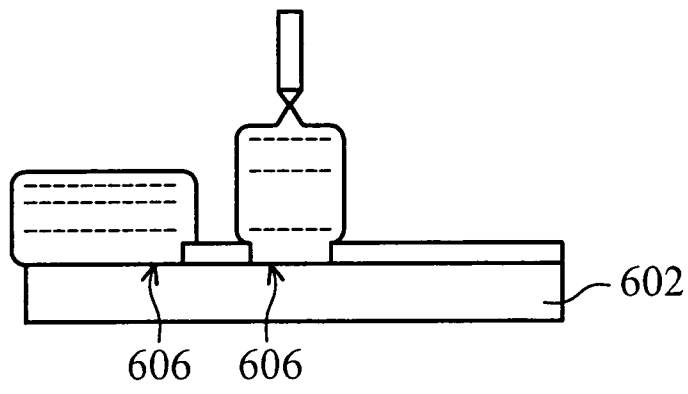
第 6C 圖



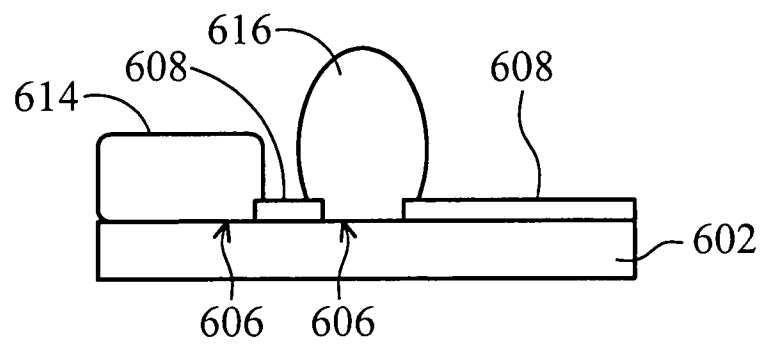
第 6D 圖



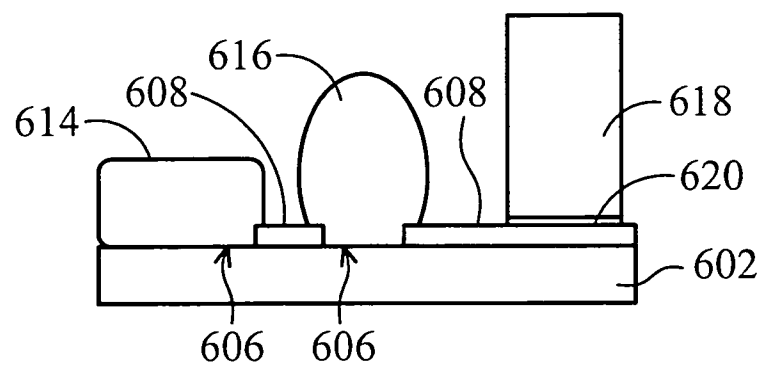
第 7A 圖



第 7B 圖



第 7C 圖



第 7D 圖