202303744

(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本 (11)公開編號：TW 202303744 A

(43)公開日： 中華民國 112 (2023) 年 01 月 16 日

(21)申請案號：111112059 (22)申請日： 中華民國 111 (2022) 年 03 月 29 日

(51)Int. Cl.： *H01L21/306 (2006.01)* *H01L21/3065(2006.01)*
H01L21/8234(2006.01)

(30)優先權：2021/03/29 美國 63/167,462
2021/04/13 美國 63/174,128
2021/06/28 美國 63/215,807

(71)申請人：德克薩斯大學系統董事會 (美國) BOARD OF REGENTS, THE UNIVERSITY OF TEXAS SYSTEM (US)
美國

(72)發明人：斯里尼瓦薩恩 思蓋塔V SREENIVASAN, SIDLGATA V. (US)；阿杰伊 帕拉斯 AJAY, PARAS (IN)；馬拉瓦拉普 阿希拉 MALLAVARAPU, AKHILA (IN)；巴雷拉 克莉絲朵 BARRERA, CRYSTAL (US)

(74)代理人：李文賢；盧建川

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：84 項 圖式數：106 共 256 頁

(54)名稱

催化劑影響化學蝕刻的製程與應用

(57)摘要

一種用於將來自原生基板的場域組裝到第二基板上的系統。原生基板包含複數場域。系統更包含轉印卡盤。轉印卡盤用以從原生基板平行地拾取待轉印至第二基板的至少四個場域，其中至少四個場域的相對位置是預定的。

A system for assembling fields from a source substrate onto a second substrate. The source substrate includes fields. The system further includes a transfer chuck that is used to pick at least four of the fields from the source substrate in parallel to be transferred to the second substrate, where the relative positions of the at least four of the fields is predetermined.

指定代表圖：

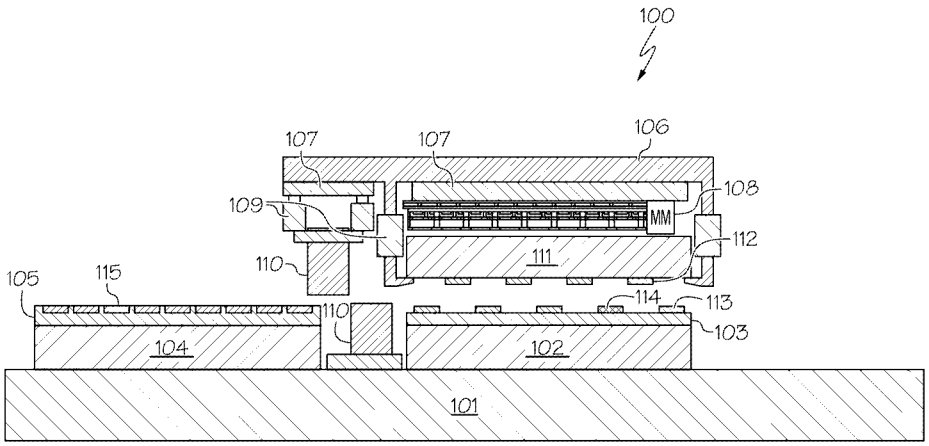


圖1

符號簡單說明：

100:工具

101:奈米行進 xy 平台

102:原生基板卡盤(原生晶圓卡盤)

103:原生基板(基板)

104:產品基板卡盤(產品晶圓卡盤)

105:產品基板(產品晶圓)

106:框架

107:短行程 xy 平台

108:計量模組(計量模組工具)

109:音圈

110:電漿單元

111:轉印卡盤(轉印卡盤單元)

112:場域

113:單體化場域

114:場域

115:元件

20230720
202305744
專利案號：111112059

【發明摘要】

【中文發明名稱】　催化劑影響化學蝕刻的製程與應用

【英文發明名稱】　PROCESSES AND APPLICATIONS FOR CATALYST INFLUENCED CHEMICAL ETCHING

【中文】

一種用於將來自原生基板的場域組裝到第二基板上的系統。原生基板包含複數場域。系統更包含轉印卡盤。轉印卡盤用以從原生基板平行地拾取待轉印至第二基板的至少四個場域，其中至少四個場域的相對位置是預定的。

【英文】

A system for assembling fields from a source substrate onto a second substrate. The source substrate includes fields. The system further includes a transfer chuck that is used to pick at least four of the fields from the source substrate in parallel to be transferred to the second substrate, where the relative positions of the at least four of the fields is predetermined.

【指定代表圖】　圖1

【代表圖之符號簡單說明】

100:工具

101:奈米行進xy平台

102:原生基板卡盤（原生晶圓卡盤）

103:原生基板（基板）

104:產品基板卡盤（產品晶圓卡盤）

105:產品基板（產品晶圓）

106:框架

107:短行程xy平台

108:計量模組（計量模組工具）

109:音圈

110:電漿單元

111:轉印卡盤（轉印卡盤單元）

112:場域

113:單體化場域

114:場域

115:元件

【特徵化學式】　無

【發明說明書】

【中文發明名稱】　催化劑影響化學蝕刻的製程與應用

【英文發明名稱】　PROCESSES AND APPLICATIONS FOR CATALYST INFLUENCED CHEMICAL ETCHING

【技術領域】

【0001】 本案主張於2021年3月29日提申之美國臨時專利申請第63/167,462號發明名稱為「用於半導體子電路的奈米級精密取放組件的系統與製程」的優先權，在此引入前述申請案的全部內容以作為參考。

【0002】 本案更主張於2021年4月13日提申之美國臨時專利申請第63/174,128號發明名稱為「用於催化劑影響化學蝕刻的製程與應用」的優先權，在此引入前述申請案的全部內容以作為參考。

【0003】 本案更主張於2021年6月28日提申之美國臨時專利申請第63/215,807號發明名稱為「用於取放組件的工具與製程」的優先權，在此引入前述申請案的全部內容以作為參考。

【0004】 本案大體上是關於蝕刻，且特別是一種用於催化劑影響化學蝕刻的設備與製程技術。

【先前技術】

【0005】 在半導體裝置製造中，蝕刻是指將從基板上的薄膜（在其表面上具有或不具有先前的結構）選擇性移除材料且透過此移除在基板上創造此材料之圖案的任何技術。此圖案可由抗蝕刻製程的遮罩所定義。一旦遮罩就定位，就可以透過濕化學或「乾」物理方法對不受遮罩保護的材料進行蝕刻。

【0006】 蝕刻的一種類型是催化劑影響化學蝕刻（catalyst influenced chemical etching，CICE），其是一種基於催化劑的蝕刻方法，可用以在半導體中，例如矽、鍺等製造複數特徵，其中此些特徵具有高深寬比、低側壁斜度、低側壁粗糙度及/或可控孔隙度。此方法用以創造更高的密度與更高效能的靜態隨機存取記憶體以及低損耗波導。

【0007】 不幸的是，目前在使用CICE於半導體中製造特徵方面存在限制。

【發明內容】

【0008】 在本案的一實施例中，一種用於將來自原生基板的場域組裝到第二基板的系統包含一原生基板。原生基板包含複數場域。系統更包含一轉印卡盤。轉印卡盤用以從原生基板的複數場域中平行地拾取待轉印至第二基板的至少四個場域，其中複數場域的至少四個場域的相對位置是預定的。

【0009】 在本案的另一實施例中，一種轉印卡盤包含複數適應性卡盤模組的一矩形陣列。轉印卡盤更包含用以改變複數適應性卡盤模組之矩形陣列的至少一X間距或至少一Y間距的一可變間距機構。

【0010】 在本案的又一實施例中，一種轉印基板包含先前使用轉印卡盤從原生基板拾取的複數場域。轉印基板更包含順應於Z方向的複數嵌入式結構。

【0011】 在本案的另一實施例中，一種用以在單片化期間於複數場中創造複數對準標記的方法包含在單片化期間中使用蝕刻技術在複數場中創造複數對準標記，其中蝕刻技術包含催化劑影響化學蝕刻或深反應離子蝕刻。

【0012】 此外，在本案的另一實施例中，一種在催化劑影響化學蝕刻期間防止催化劑之漂移的方法包含提供一半導體材料。此方法更包含圖案化一催化劑在半導體材料之表面上，其中催化劑包含一或多個隔離特徵，且其中一或多

個隔離特徵包含一預定孔。此方法還包含暴露圖案化的催化劑於一蝕刻劑，其中圖案化的催化劑與蝕刻劑導致半導體材料的蝕刻以形成對應於預定孔的複數扶壁，其中複數扶壁在催化劑影響化學蝕刻期間防止催化劑的漂移。

【0013】 此外，在本案的另一實施例中，一種用以製造奈米結構的方法包含在一多晶矽層上執行化學影響化學蝕刻以創造複數矽結構。此方法更包含沉積一或多種結構材料在複數矽結構上，其中被選擇的一或多種結構材料是用以增強所需的裝置特性。此方法還包含創造往複數矽結構的一通道。此外，此方法包含選擇性地移除複數矽結構，從而留下實質上相同的一或多種結構材料。

【0014】 在本案的另一實施例中，一種流體裝置包含矽微柱與奈米柱陣列的多層堆疊，其中矽微柱與奈米柱陣列是使用催化劑影響化學蝕刻來製造的，且其中多層堆疊是透過沉積包含複數多晶矽膜且使用催化劑影響化學蝕刻來蝕刻此些多晶矽膜所製造出來的。

【0015】 在本案的又一實施例中，一種用於彎曲一或多個影像感測器成球形的方法包含使用一轉印卡盤加壓一或多個影像感測器的前側以產生一或多個影像感測器的曲度。

【0016】 上文已經相當概括地闡述了本案的一或多個實施例的特徵與技術優點，以便可以更好地理解以下對本案的詳細描述。本案的附加特徵與優點將在下文中描述，其可以形成本案之申請專利範圍的主題。

【圖式簡單說明】

【0017】當結合所附圖式考慮以下詳細說明時，可以對本案獲得更佳的理解，其中：

【0018】

[圖1]示出了根據本案一實施例之用於取放組件的示例性工具；

[圖2A至圖2B]示出了根據本案一實施例之用於原生/產品/中介基板卡盤的示例性設計；

[圖3]示出了根據本案一實施例之具有用於場域釋放之極紫外光發光二極體陣列之原生基板卡盤的示例性設計；

[圖4A]示出了根據本案一實施例之帶有附接之場域的轉印卡盤；

[圖4B]示出了根據本案一實施例之轉印卡盤的剖視圖；

[圖4C]示出了根據本案一實施例之xy致動器層的俯視圖；

[圖4D]示出了根據本案一實施例之氣動閥層的俯視圖；

[圖4E]示出了根據本案一實施例之氣動閥層的替代俯視圖；

[圖5A]示出了根據本案一實施例之包含用於每一新場域類型之定製層之轉印卡盤（transfer chuck，TC）的示例性圖式；

[圖5B]示出了根據本案一實施例之包含用於每一新場域類型之定製層之轉印卡盤的放大視圖；

[圖6A]示出了根據本案一實施例之由順應針組成之示例性轉印卡盤；

[圖6B]示出了根據本案一實施例之轉印卡盤之頂金屬層之局部的放大視圖；

[圖6C]示出了根據本案一實施例之位在如圖6B所示之轉印卡盤之頂金屬層之底部上之薄皮的放大視圖；

[圖7]示出了根據本案一實施例之在可以使用採用9個標籤（9個組裝步驟）之致動器網格進行組裝的矩形邊界區域中之複數場域的示例性標記；

[圖8]示出了根據本案一實施例之用於組裝之中介基板的示例性製程；

[圖9]示出了根據本案一實施例之在組裝期間使用的多個轉印卡盤的示例性圖式；

[圖10]示出了根據本案一實施例的示例性可重配置網格轉印卡盤；

[圖11A至圖11B]示出了根據本案一實施例之具有封閉邊界真空及/或壓力區域的示例性轉印卡盤；

[圖12A至圖12B]示出了根據本案一實施例之具有封閉邊界真空及/或壓力區域之示例性轉印卡盤的替代實施例；

[圖13A至圖13C]示出了根據本案一實施例之具有封閉邊界真空及/或壓力區域之示例性轉印卡盤的又一替代實施例；

[圖14]示出了根據本案一實施例之用於示例性計量模組的示例性感測器佈置；

[圖15]示出了根據本案一實施例之用於示例性計量模組的替代示例性感測器佈置；

[圖16]示出了根據本案一實施例之用於示例性計量模組的示例性重配置網格感測器佈置；

[圖17]示出了圖16所示之重配置網格感測器佈置根據本案一實施例之展開以獲取30 mm x 3 mm的複數場域；

[圖18A至圖18D]示出了根據本案一實施例之用於示例性計量模組的示例性對準計量架構；

[圖19A至圖19C]示出了根據本案一實施例之用於示例性計量模組的替代示例性對準計量架構；

[圖20A至圖20C]示出了關於根據本案一實施例之示例性計量模組的細節；

[圖21]示出了根據本案一實施例的示例性計量架構；

[圖22]示出了根據本案一實施例之包含2 x 2晶粒之陣列的示例性場域；

[圖23]示出了根據本案一實施例的示例性計量架構；

[圖24]示出了根據本案一實施例之示例性計量架構的另一實施例；

[圖25]示出了根據本案一實施例之示例性計量架構的又一實施例；

[圖26A至圖26B]示出了根據本案一實施例的示例性已知不良晶粒替換卡盤（known-bad-die replacement chuck，KRC）；

[圖27A至圖27C]示出了根據本案一實施例的示例性原生基板類型；

[圖28A至圖28B]示出了根據本案一實施例之具有示例性多層封裝的示例性場域；

[圖29A至圖29B]示出了根據本案一實施例的示例性面對背（face-to-back，F2B）與面對面（face-to-face，F2F）裝置堆疊；

[圖30]示出了根據本案一實施例之在邏輯場域上之靜態隨機存取記憶體的示例性組裝；

[圖31]示出了根據本案一實施例之在邏輯場域上之多個堆疊的靜態隨機存取記憶體的示例性組裝；

[圖32]示出了根據本案一實施例之在中間具有錯誤更正中介層之邏輯場域上之靜態隨機存取記憶體的示例性組裝；

[圖33]示出了根據本案一實施例之用於取放組裝的示例性順序；

[圖34]示出了根據本案一實施例之用於取放組裝的替代示例性順序；

[圖35]示出了根據本案一實施例之用於取放組裝的又一替代示例性順序；

[圖36A至圖36B]示出了根據本案一實施例的示例性轉印卡盤；

[圖37A至圖37O]示出了根據本案一實施例的替代示例性轉印卡盤；

[圖38A至圖38C]示出了根據本案一實施例的示例性重配置轉印卡盤；

[圖39A至圖39C]示出了根據本案一實施例的示例性轉印卡盤，其示出了使用可調間距機構（variable pitch mechanism，VPM）而可相對於彼此移動之複數適應性卡盤模組（adaptive chucking modules，ACMs）的陣列；

[圖40A至圖40B]示出了根據本案一實施例的替代示例性轉印卡盤，其示出了使用可調間距機構而可相對於彼此移動之複數長形適應性卡盤模組的陣列；

[圖41]示出了根據本案一實施例的又一替代示例性轉印卡盤，其示出了使用可調間距機構而可相對於彼此移動之複數長形適應性卡盤模組的陣列；

[圖42A至圖42B]示出了根據本案一實施例之示例性的適應性卡盤模組；

[圖43A至圖43C]示出了根據本案一實施例的另一示例性轉印卡盤，其示出了使用可調間距機構而可相對於彼此移動之複數適應性卡盤模組的陣列；

[圖44A至圖44F]示出了根據本案一實施例的示例性轉印基板；

[圖45]示出了根據本案一實施例的替代示例性轉印基板；

[圖46A至圖46B]示出了根據本案一實施例的示例性干擾防範方法（在場域組裝到轉印基板的期間）；

[圖47A至圖47E]示出了根據本案一實施例的示例性原生基板；

[圖48]是根據本案一實施例之用於從具有犧牲層之基板創造用於組裝之原生基板之方法的流程圖；

[圖49A至圖49F]描繪了根據本案一實施例使用圖48中所述之步驟從具有犧牲層的基板創造用於組裝之原生基板的剖視圖；

[圖50A至圖50C]示出了根據本案一實施例的示例性良率管理流程；

[圖51A至圖51D]示出了根據本案一實施例之用於切割和對準標記創建的示例性方法；

[圖52A]示出了根據本案一實施例之將轉印卡盤上所拾取的場域定位到穩定參考網格；

[圖52B]示出了根據本案一實施例之相對於穩定參考網格來定位複數適應性卡盤模組的位置；

[圖53A至圖53B]示出了根據本案一實施例之用於使用噴墨催化劑之基於金屬輔助催化蝕刻（metal-assisted catalytic etching，MACE）之切割的示例性方法；

[圖54A至圖54B]示出了根據本案一實施例之用於使用噴墨催化劑之基於金屬輔助催化蝕刻之切割的替代示例性方法；

[圖55A至圖55B]示出了根據本案一實施例之用於基板切割後背面研磨的示例性方法；

[圖56]示出了根據本案一實施例之用於在背面研磨之前在原生基板中創造晶粒切割的示例性方法；

[圖57]是根據本案一實施例之使用金屬輔助化學蝕刻為基板切割創造金屬斷裂之方法的流程圖；

[圖58A至圖58C]描繪了根據本案一實施例之以圖57中所述之步驟使用金屬輔助化學蝕刻為基板切割創造金屬斷裂的剖視圖；

[圖59]是根據本案一實施例之使用選擇性原子層沉積（atomic layer deposition，ALD）圖案化催化劑之方法的流程圖，其使得催化劑是「防塌蓋」的一部分；

[圖60A至圖60E]描繪了根據本案一實施例之以圖59中所述之步驟使用選擇性原子層沉積圖案化催化劑而使得催化劑是「防塌蓋」之一部分的剖視圖；

[圖61]是根據本案一實施例之藉由定向沉積與催化劑之原子層蝕刻來創造防塌蓋以及催化劑圖案化之方法的流程圖；

[圖62A至圖62D]描繪了根據本案一實施例之以圖61中所述之步驟藉由定向沉積與催化劑之原子層蝕刻來創造防塌蓋以及催化劑圖案化的剖視圖；

[圖63A至圖63D]示出了根據本案一實施例之隔離催化劑在CICE期間中的漂移；

[圖64A至圖64D]顯示了根據本案一實施例之用於穩定圖案或支撐結構的示例性幾何結構；

[圖65]是根據本案一實施例之用釕（Ru）作為催化劑製造具有圓形催化劑扶壁之隔離催化劑點之方法的流程圖；

[圖66A至圖66E]描繪了根據本案一實施例之以圖65中所述之步驟用釕作為催化劑製造具有圓形催化劑扶壁之隔離催化劑點的剖視圖；

[圖67A至圖67E]描繪了根據本案一實施例之以圖65中所述之步驟用釕作為催化劑製造具有圓形催化劑扶壁之隔離催化劑點的俯視圖；

[圖68A]示出了根據本案一實施例的催化劑以及由多孔矽組成的奈米結構；

[圖68B]示出了根據本案一實施例的催化劑以及由多孔矽與非多孔矽之交替層組成的奈米結構；

[圖69A至圖69D]示出了根據本案一實施例之在CICE後用具有扶壁以防止漂移之隔離催化劑來移除矽扶壁（「穩定圖案」）（「催化劑扶壁」）；

[圖70A至圖70C]示出了根據本案一實施例之設計塌陷柱以在特定方向上必然性地坍塌，例如藉由將扶壁圖案朝向蝕刻的一側放置；

[圖71]是根據本案一實施例之使用CICE製造具有光刻鏈路之線/空間圖案之方法的流程圖；

[圖72]示出了根據本案一實施例之使用圖71中所述之步驟的所需線/空間圖案的俯視圖；

[圖73A至圖73C]描繪了根據本案一實施例之以圖71中所述之步驟使用CICE製造具有光刻鏈路之線/空間圖案的剖視圖；

[圖74A至圖74B]顯示了根據本案一實施例之使用以金作為催化劑之CICE所製造的示例性多晶矽奈米線陣列；

[圖75]顯示了根據本案一實施例之使用氧化矽之原子層沉積來轉化矽鰭片成孔洞的示例性幾何結構；

[圖76]是根據本案一實施例之使用CICE之色調顛倒（tone reversal）製程之方法的流程圖。

[圖77A至圖77D]描繪了根據本案一實施例之以圖76中所述之步驟之使用CICE之色調顛倒製程的俯視圖；

[圖78A至圖78D]描繪了根據本案一實施例之以圖76中所述之步驟之使用CICE之色調顛倒製程的剖面圖；

[圖79]是根據本案一實施例之使用多晶矽之CICE執行色調顛倒製程的方法，其包含使用選擇性化學蝕刻的催化劑移除；

[圖80A至圖80D]描繪了根據本案一實施例之以圖79中所述之步驟之使用多晶矽之CICE執行色調顛倒製程的俯視圖，其包含使用選擇性化學蝕刻的催化劑移除；

[圖81A至圖81F]描繪了根據本案一實施例之以圖79中所述之步驟之使用多晶矽之CICE執行色調顛倒製程的剖面圖，其包含使用選擇性化學蝕刻的催化劑移除；

[圖82]是根據本案一實施例之使用多晶矽之CICE執行色調顛倒製程之方法的流程圖，其包含使用選擇性化學蝕刻的催化劑移除且其中的蝕刻停止層在最終裝置中是被移除的；

[圖83A至圖83D]描繪了根據本案一實施例之以圖82中所述之步驟之使用多晶矽之CICE執行色調顛倒製程的俯視圖，其包含使用選擇性化學蝕刻的催化劑移除且其中的蝕刻停止層在最終裝置中是被移除的；

[圖84A至圖84G]描繪了根據本案一實施例之以圖82中所述之步驟之使用多晶矽之CICE執行色調顛倒製程的剖面圖，其包含使用選擇性化學蝕刻的催化劑移除且其中的蝕刻停止層在最終裝置中是被移除的；

[圖85]是根據本案一實施例之使用多晶矽之CICE的色調顛倒製程製造金屬互連線與導通孔之方法的流程圖；

[圖86A至圖86F]描繪了根據本案一實施例之以圖85中所述之步驟之使用多晶矽之CICE之色調顛倒製程製造金屬互連線與導通孔的俯視圖；

[圖87A至圖87L]描繪了根據本案一實施例之以圖85中所述之步驟之使用多晶矽之CICE之色調顛倒製程製造金屬互連線與導通孔的剖面圖；

[圖88]是根據本案一實施例之用於形成具有色調顛倒之CICE與選擇性生長之超晶格之方法的流程圖；

[圖89A至圖89D]描繪了根據本案一實施例之以圖88中所述之步驟之形成具有色調顛倒CICE與選擇性生長之超晶格的俯視圖；

[圖90A至圖90D]描繪了根據本案一實施例之以圖88中所述之步驟之形成具有色調顛倒CICE與選擇性生長之超晶格的剖面圖；

[圖91]是根據本案一實施例之使用CICE與矽晶圓剝離之確定性橫向位移（deterministic lateral displacement，DLD）裝置製造之方法的流程圖；

[圖92A至圖92G]描繪了根據本案一實施例之以圖91中所述之步驟之使用CICE與矽晶圓剝離之確定性橫向位移裝置製造的剖面圖；

[圖93]是根據本案一實施例之在不導致柱坍塌的CICE之後接合蓋板至DLD柱以創造DLD裝置之方法的流程圖；

[圖94A至圖94E]描繪了根據本案一實施例之以圖93中所述之步驟之在不導致柱坍塌的CICE之後接合蓋板至DLD柱以創造DLD裝置的剖面圖；

[圖95]是根據本案一實施例之使用多孔穩定材料提升柱高之方法的流程圖；

[圖96A至圖96C]描繪了根據本案一實施例之以圖95中所述之步驟之使用多孔穩定材料提升柱高的剖面圖；

[圖97]是根據本案一實施例之在不導致柱坍塌的CICE之後接合用於DLD裝置之蓋板之方法的流程圖；

[圖98A至圖98D]描繪了根據本案一實施例之以圖97中所述之步驟之在不導致柱坍塌的CICE之後接合用於DLD裝置之蓋板的剖面圖；

[圖99]是根據本案一實施例之藉由從厚柱開始並在蓋板接合後縮小柱尺寸以改善薄柱之坍塌之方法的流程圖；

[圖100A至圖100D]描繪了根據本案一實施例之以圖99中所述之步驟之從厚柱開始並在蓋板接合後縮小柱尺寸以改善薄柱之坍塌的剖面圖；

[圖101]是根據本案一實施例之使用多晶矽的CICE製造多堆疊DLD裝置之方法的流程圖；

[圖102A至圖102F]描繪了根據本案一實施例之以圖101中所述之步驟之使用多晶矽的CICE製造多堆疊DLD裝置的剖面圖；

[圖103]示出了根據本案一實施例之在奈米區域中用於提升整體產出量之多堆疊DLD裝置的剖面圖；

[圖104]示出了根據本案一實施例之超穎表面，其包含使用由CICE製造之矽奈米柱與氧化的多孔矽奈米柱以聚焦不同波長之光的四個柱陣列；

[圖105]示出了根據本案一實施例的例示性3D堆疊影像感測器；以及

[圖106]示出了根據本案一實施例的例示性花瓣狀影像儀晶粒。

【實施方式】

【0019】 如先前技術部分所述，在半導體裝置製造中，蝕刻是指將從基板上之薄膜（在其表面上具有或不具有先前的結構）選擇性地移除材料並透過此移除在基板上創造此材料之圖案的任何技術。此圖案可由抗蝕刻製程的遮罩所定義。一旦遮罩就定位，就可以透過濕化學或「乾」物理方法對不受遮罩保護的材料進行蝕刻。

【0020】 蝕刻的一種類型是催化劑影響化學蝕刻（catalyst influenced chemical etching，CICE），其是一種基於催化劑的蝕刻方法，可用以在半導體中，例如矽、鍺等製造複數特徵，其中此些特徵具有高深寬比、低側壁斜度、低側壁粗糙度及/或可控孔隙度。此方法用以創造更高的密度與更高效能的靜態隨機存取記憶體以及低損耗波導。

【0021】 不幸的是，目前在使用CICE於半導體中製造特徵方面存在限制。

【0022】 本案的原理提供一種使用本案之催化劑影響化學蝕刻的設備與製程技術以利用此CICE製程有效地在半導體中製造特徵的手段。

【0023】 現在詳細參閱圖式，圖1示出了根據本案一實施例之用於取放組件的示例性工具100。

【0024】 如圖1所示，工具100包含奈米行進xy平台101以支撐原生基板卡盤102（用於保持原生基板103）以及產品基板卡盤104（用於保持產品基板105）。

【0025】 工具100更包含用以支撐短行程xy平台107的精密取放模組框架106。此外，如圖1所示，工具100在短行程xy平台107上包含選擇性計量模組108。另外，工具100包含音圈109和電漿單元110以及轉印卡盤（transfer chuck，TC）111，其中如圖1所示，轉印卡盤111已從原生基板103拾取場域112的子集。

【0026】 此外，如圖1所示，在原生基板103上留有單體化場域113，其中場域114包含已知不良晶粒。

【0027】 另外，如圖1所示，已組裝了場品基板105之具有場域1的層1（元件115）。

【0028】 此外，圖1特別示出了用於從一或多個原生基板103到產品基板105之場域之取放組裝的示例性工具100。如本文所用，「場域」是指在基板分

割之後所產生的基板之最大連續部分。場域可包含一或多個晶粒、小晶片或裝置。在一實施例中，原生基板103各自包含單一類型的場域。在另一實施例中，原生基板103包含多種類型的場域。在一實施例中，原生基板103中之場域的尺寸範圍可從一側0.5毫米（mm）到一側高達200毫米。

【0029】 在一實施例中，用於取放組裝的工具100結合了以下組件中之一或多個：原生基板卡盤102、產品基板卡盤104、中介基板卡盤（保持一中介基板）（圖1未示出）、轉印卡盤111、用於預接合表面活化的電漿單元110以及計量模組（metrology module，MM）108。

【0030】 現在結合圖1參閱圖2A-2B以及圖3，圖2A至圖2B示出了根據本案一實施例之用於原生卡盤/產品卡盤/中介卡盤的示例性設計。圖3示出了根據本案一實施例之具有用於場域釋放之極紫外光發光二極體陣列之原生基板卡盤，例如原生基板卡盤102的示例性設計。

【0031】 如圖2A所示，透明的原生/產品/中介基板201接觸卡盤202（代表原生基板卡盤102或產品基板卡盤104或中介基板卡盤）的一部份。在一實施例中，這樣的基板201包含小晶片203。

【0032】 在一實施例中，原生/產品/中介基板卡盤202包含通過光路205進行場域釋放（例如，基於光纖的）之選擇性光源204。此外，在一實施例中，原生/產品/中介基板卡盤202包含用於即時計量的選擇性影像儀206。另外，在一實施例中，原生/產品/中介基板卡盤202包含用於熱致動的選擇性光源207、DMD組件208以及用於場域釋放（例如，基於光纖的）的另一選擇性光源209。

【0033】 此外，在一實施例中，原生/產品/中介基板卡盤202包含選擇性投影器210以投射光學訊號以及用於即時計量的另一選擇性影像儀211。

【0034】 另外，在一實施例中，原生/產品/中介基板卡盤202包含一組選擇性熱電冷卻器212、選擇性透明的導熱印刷電路板（PCB）213以及具有透明覆蓋物的冷卻組件214。

【0035】 如圖2B所示，圖2B示出了示例性可選的光子波導基板215的俯視圖。此種基板215包含外耦合光柵216以及內耦合光柵217。另外，圖2B示出了光子波導基板215包含用於面內光傳輸的二維光子晶體路徑218。

【0036】 此外，如圖3所示，原生基板卡盤102包含選擇性可尋址的紫外光（UV）發光二極體（LED）陣列301以及選擇性冷卻系統組件302。

【0037】 下面結合圖1提供對圖2A-2B與圖3的進一步討論。

【0038】 在一實施例中，基板卡盤202的主要功能是在場域組裝期間分別保持原生/產品/中介基板在熱機械穩定狀態以及以受控方式（如果需要的話）去改變此些基板的熱機械狀態。

【0039】 在一實施例中，基板卡盤202是使用以下群組中之一或多個建構而成：碳化矽（SiC）、藍寶石、熔融石英（fused silica）、玻璃、矽、軟性基板（例如，聚碳酸酯等）。在一實施例中，卡盤的基板觸碰表面塗有硬質材料，例如以下群組中之一或多個：氮化矽（SiN）、碳化矽等。

【0040】 在一實施例中，一或多個基板卡盤202具有透明部分。此透明部分（在相關光譜中）可允許通過卡盤的光傳輸，以促進從/到基板的場域釋放/暫時接合及/或通過卡盤的計量。基於光的場域釋放解決方案是可商購的。光從基板卡盤202的底面入射，或替換地從側面或兩者的組合。在一實施例中，基於波導的解決方案用以將光從光入射於基板卡盤202之一側導引至基板底面。如果在波導基板中所需的最小特徵尺寸大於100奈米（nm），可使用直接寫入方法對基

板進行圖案化（例如，雷射直接寫入）。如果最小特徵尺寸小於100奈米，則可使用奈米壓印微影（nanoimprint lithography，NIL）以及數量有限的標定NIL模板進行圖案化。標定模板可由量化的圖案片組成，例如1毫米垂直波導通道、1毫米水平波導通道、+90°波導通道、-90°波導通道等。此些可用於對任何從外耦合光柵216到內耦合光柵217的客製波導圖案進行圖案化。在一實施例中，內耦合光柵217是放置在周邊，且此周邊滿足由量化波導片施加的量化X與Y分離限制。在另一實施例中，可尋址的紫外光發光二極體陣列用於自原生基板103的場域釋放。

【0041】 在一實施例中，一或多個基板卡盤202結合計量模組（例如，計量模組108）以允許即時計量。

【0042】 在一實施例中，一或多個基板卡盤202具有嵌入式或其他形式的熱致動器。熱致動器可用於控制以下群組中之一或多個：原生/產品/中介基板上的溫度、場域變形以及場域形貌。在一實施例中，可以使用熱電冷卻器（thermoelectric cooler，TEC）之陣列來執行熱致動。熱交換器可用以和熱致動器進行熱交換。在一實施例中，熱交換器使用液體，例如水來作為工作流體。在一實施例中，熱致動器是安裝在導熱印刷電路板213上。在一實施例中，印刷電路板213是透明的。

【0043】 在另一實施例中，使用被原生/產品/中介基板吸收的入射空間調變輻射來執行熱致動，例如使用一或多個數位微鏡裝置（digital micromirror device，DMD）。所述輻射可結合以下群組中的一或多個：短波長紅外輻射（short wavelength infrared radiation，SWIR）、中波長紅外輻射（middle wavelength infrared

radiation，MWIR）以及長波長紅外輻射（long wavelength infrared radiation，LWIR）。

【0044】 在一實施例中，一或多個基板卡盤202對於原生基板犧牲層蝕刻劑是惰性的。在另一實施例中，一或多個卡盤202可塗有對犧牲層蝕刻劑呈惰性的材料，例如PTFE、高密度聚乙烯（high-density polyethlene，HDPE）等。

【0045】 在一實施例中，一或多個原生基板卡盤102是安裝在運動平台上。在一實施例中，一或多個原生基板卡盤102是安裝在獨立於n-MASC工具（用於半導體小晶片之奈米級模組化組裝的工具）中之其他平台進行移動的運動平台。

【0046】 在一實施例中，n-MASC工具結合多個基板卡盤202以同時處理及/或進行多個原生/產品/中介基板，每個基板都可以獨立地移動。

【0047】 現在參閱圖4A至圖4E，圖4A至圖4E示出了關於示例性轉印卡盤111的細節。

【0048】 如圖4A所示，圖4A示出了根據本案一實施例之帶有附接之場域401的轉印卡盤111。

【0049】 根據本案一實施例之轉印卡盤111的剖面圖顯示在圖4B中。

【0050】 參閱圖4B，轉印卡盤111包含矽製的選擇性微製造針402，例如，以連接固定式熱致動器層到移動式熱致動器臂。在一實施例中，此種微製造針402的直徑是2微米（μm），且高度是10微米。

【0051】 在一實施例中，轉印卡盤111包含熱交換器流體403以及導熱印刷電路板404。此外，在一實施例中，轉印卡盤111包含熱交換器層405以及可能包含熱電冷卻器407的熱致動器層406。另外，在一實施例中，轉印卡盤111包含xy

致動器層408。在一實施例中，xy致動器層408是由不銹鋼構成。在一實施例中，xy致動器層408具有5毫米的厚度。根據本案一實施例的此種xy致動器層408的俯視圖顯示於圖4C中。

【0052】 參閱圖4C，xy致動器層408包含彎曲部409、固定部分410以及移動部分411。

【0053】 復參閱圖4B，轉印卡盤111更包含氣動閥以及xy彎曲層412。此種層412包含在氣動閥層412中創造閥密封的選擇性軟性層413（例如，聚合物）。另外，此種層412包含例如，可以靜電致動的流量閥414。

【0054】 根據本案一實施例之氣動閥層412的俯視圖之圖式顯示在圖4D中。如圖4D所示，氣動閥層412包含固定部分415以及移動部分416。此外，如圖4D所示，氣動閥層412包含xy彎曲部417。在一實施例中，此種xy彎曲部417可用以將真空與壓力從固定部分415傳送到移動部分416。

【0055】 根據本案一實施例之氣動閥層412的替代俯視圖的進一步圖式顯示在圖4E中。如圖4E所示，氣動閥層412包含示例性致動網格418、選擇性壓力線419、在層邊緣的選擇性真空源420、選擇性壓力源421以及選擇性真空線422。如圖4E所示，氣動閥層412可包含從層之邊緣到每個致動單元的真空與壓力分配線。在一實施例中，所述的壓力與真空是源自於蝕刻到層基板中的通道。在一實施例中，真空與壓力分配線位在同一基板的不同側。

【0056】 復參閱圖4B，在一實施例中，轉印卡盤111包含z形彎曲層423（兩個黏接層以形成內部流體通道）。在一實施例中，內部流體通道的每一層具有0.25毫米的厚度。在一實施例中，z形彎曲層423包含z形彎曲部424。

【0057】 另外，在一實施例中，轉印卡盤包含用於彎曲場域的壓力歧管層425。在一實施例中，層425具有0.3毫米的厚度。在一實施例中，壓力歧管層425包含選擇性壓力線426。

【0058】 此外，在一實施例中，轉印卡盤111包含真空吸附層427。在一實施例中，真空吸附層427具有0.3毫米的厚度。

【0059】 另外，圖4B示出了場域接觸針428。在一實施例中，此種針可以選擇性地塗有硬質材料，例如SiN、SiC等。此外，圖4B示出了場域401以及選擇性真空線429。最後，圖4B示出了在致動單元邊界和xy可移動層之間的間隙430。

【0060】 此外，如圖4B所示，在一實施例中，在轉印卡盤製造期間中，陰影較淺的區域可填充有犧牲材質，例如SiO_2。在一實施例中，此些區域在諸如轉印卡盤針拋光的操作期間中可提供結構穩定性，但可被蝕刻掉，例如在轉印卡盤111製造後使用蒸氣HF。

【0061】 另外，如圖4B所示，在一實施例中，陰影較深的區域可以用矽來製造。

【0062】 現在參閱圖5A，圖5A示出了根據本案一實施例之包含用於每一新場域類型之定製層的轉印卡盤111的示例性圖式。

【0063】 如圖5A所示，轉印卡盤（TC）111可選擇性包含到轉印卡盤真空歧管的真空供應器501。此外，如圖5A所示，轉印卡盤111選擇性地使用在周圍的環形接觸點502來固定至框架106。

【0064】 圖5B示出了根據本案一實施例之包含用於每一新場域類型之定製層的轉印卡盤111的放大視圖。

【0065】 如圖5B所示，轉印卡盤111包含主要真空歧管503以及次要真空歧管504。在一實施例中，主要與次要真空歧管503、504選擇性地結合在一起，例如在元件505處所示。

【0066】 在一實施例中，轉印卡盤111在不會組裝場域的區域中不具有真空供應器，例如在元件506處所示。

【0067】 在一實施例中，主要與次要真空歧管503、504選擇性地以一方式設計，使得針不會干擾到波導多層記憶體（waveguide multilayer memory，WMM）光束路徑，例如在元件507處所示。

【0068】 此外，在一實施例中，轉印卡盤111包含在次要真空歧管504中保持場域至歧管針的真空段508。

【0069】 另外，圖5B示出了示例性氣流方向509。

【0070】 在一實施例中，次要真空歧管504由標準矽基板製造。在一實施例中，主要真空歧管503是使用厚矽基板製造，以提供額外的結構強度來抵抗重力下垂。

【0071】 現在參閱圖6A，圖6A示出了根據本案一實施例之由順應針組成的示例性轉印卡盤111。

【0072】 如圖6A所示，轉印卡盤111包含頂金屬層601以及背面電晶體層602，且在層601、602之間具有nMASC場域603（多層Al_2O_3-SiO_2組合）。此外，如圖6A所示，一示例性粒子604位在頂金屬層601之表面上。

【0073】 根據本案一實施例之頂金屬層601的一部分之放大視圖顯示在圖6B中。圖6C示出了根據本案一實施例之位在如圖6B所示之頂金屬層601的底部上之薄皮605的放大視圖。

【0074】 下面提供了關於圖4A至圖4E、圖5A至圖5B以及圖6A至圖6C的討論。

【0075】 轉印卡盤111的主要功能是以熱機械穩定方式從原生/產品/中介基板拾取一或多個場域或放置一或多個場域至原生/產品/中介基板，以及以受控方式（如果需要的話）去改變場域的熱機械狀態。

【0076】 在一實施例中，一或多個轉印卡盤111是使用以下群組中的一或多個建造而成：碳化矽（SiC）、藍寶石、熔融石英、玻璃、矽、軟性基板（例如，聚碳酸酯等）。在一實施例中，一或多個轉印卡盤111的基板接觸表面塗覆有硬質材料（例如，氮化矽（SiN）、碳化矽等）。

【0077】 在一實施例中，一或多個轉印卡盤111具有透明部分。此透明部分（在相關光譜中）可允許通過轉印卡盤的光傳輸，以促進從/到基板的場域釋放/暫時接合及/或通過轉印卡盤的計量。光可從基板卡盤的底面入射，或替換地從側面或兩者的組合。在一實施例中，基於波導的解決方案用以將光從光入射於基板卡盤之一側導引至基板底面。

【0078】 在一實施例中，卡盤，例如轉印卡盤111結合一或多個金屬層，例如金屬層601。金屬層，例如金屬層601可用以為轉印卡盤111提供結構穩定性。金屬層，例如金屬層601可使用宏觀加工技術（例如，電腦數值控制（computerized numerical control，CNC）加工）來進行加工。在一實施例中，金屬層，例如金屬層601是由高熱膨脹材料製成。在一實施例中，金屬層，例如金屬層601是由低導熱率材料製成。在一實施例中，金屬層，例如金屬層601是使用不銹鋼製成。

【0079】 在一實施例中，轉印卡盤111結合0.755毫米厚度或更厚的厚基板（例如，厚矽、厚藍寶石）。此厚基板可用以為轉印卡盤111提供結構穩定性。

【0080】 在一實施例中，轉印卡盤111結合複數層以促進各種TC層（例如，鉻薄膜、聚合物薄膜、黏性聚合物薄膜等）的接合。

【0081】 在一實施例中，轉印卡盤111結合複數層以防止n-MASC工具組件（包含TC子組件）被犧牲層蝕刻劑汙染（例如，鉻薄膜、聚合物薄膜、黏性聚合物薄膜等）。

【0082】 在一實施例中，構成轉印卡盤111的多個層使用以下群組中之一或多種來結合在一起：陽極接合、熔融接合、混合接合、氣吸、黏接劑等。

【0083】 在一實施例中，轉印卡盤111利用真空抽吸來保持場域401。在一實施例中，轉印卡盤111結合集成閥組以打開和關閉用於各個拾取之場域的真空吸力。轉印卡盤111還可以結合集成閥組以打開和關閉對應於各個拾取之場域的壓力源。壓力源可用以在場域拾取或場域接合之前形成薄的流體潤滑層。可以使用深蝕刻製程，例如金屬輔助化學蝕刻（metal-assisted chemical etching，MACE）、深反應離子蝕刻（deep reactive ion etching，DRIE）等來創造致能真空與壓力供應器以拾取場域所需的孔洞與凹槽。此外，轉印卡盤111利用加工進一或多個TC層中的彎曲機構來將壓力與真空從轉印卡盤111的移動部分提供至轉印卡盤111的固定部分。

【0084】 在一實施例中，閥組件（用於打開和關閉壓力/真空）由轉印卡盤的孔洞、軟性隔膜（例如，由聚合物製成）、隔膜致動機構（例如，音圈和沉積或附著在軟性隔膜上的磁敏感材料）、用以打開和關閉至棟機構的繼電器（例如，使用電晶體）所組成。在一實施例中，致動機構利用熱膨脹。

【0085】 在一實施例中，轉印卡盤111結合多孔層以在場域401上創造真空吸力。在一實施例中，轉印卡盤111結合具有混合多孔和非多孔結構的層以在場域401上創造真空吸力。

【0086】 在一實施例中，轉印卡盤111使用靜電力來保持場域401。在一實施例中，轉印卡盤使用Johnsen-Rahbek型靜電卡盤以僅在與轉印卡盤111接觸的地方來保持場域401。在一實施例中，卡盤機構結合開關陣列以調節靜電保持力。在一實施例中，開關陣列是使用多工器電子電路來定址。

【0087】 在一實施例中，轉印卡盤111利用黏接劑以保持場域401。在一實施例中，轉印卡盤111利用UV釋放膠來保持場域401。

【0088】 在一實施例中，轉印卡盤111使用針陣列，例如針428來接觸場域401。針可以是截頂錐台的形狀。針可以具有一或多個孔洞，真空或壓力源自於此一或多個孔洞。在另一實施例中，轉印卡盤111使用環形陣列接觸場域401。環形區域可包含一或多個孔洞以獲取真空或壓力。

【0089】 在一實施例中，針，例如針428是順應於Z軸。

【0090】 在一實施例中，轉印卡盤接觸表面在轉印卡盤111組裝後被拋光。在TC層中的任何凹槽可填充有流體可蝕刻層，例如氧化矽（可使用蒸氣HF蝕刻）。流體可蝕刻層可在拋光後被蝕刻掉。

【0091】 在一實施例中，轉印卡盤111結合集成機械致動器（例如，一或多個壓電致動器、熱致動器、靜電致動器等），以在X、Y及/或θ軸中為一或多個拾取的場域401執行致動。在一實施例中，轉印卡盤111結合彎曲層以促進場域401以及轉印卡盤111之特定部分的面內運動。在一實施例中，熱致動器用於藉由彎曲臂的適當加熱與冷卻來執行所述的就地運動。可使用熱電元件之陣列

來產生彎曲臂的熱致動。在一實施例中，熱電元件用以使用軟性柱陣列來傳遞熱至彎曲部。或者，熱電元件用以使用薄的低摩擦係數材料（例如，聚四氟乙烯（polytetrafluoroethlene，PTFE）的薄膜、導熱膏的薄膜等）來遞熱至彎曲部。在另一實施例中，彎曲臂的熱致動是使用被彎曲臂所吸收的空間調變輻射來執行，例如藉由使用一或多個數位微鏡裝置（DMD）。在一實施例中，壓電轉換器是區域性地放置在場域401周圍（以棋盤式排列）以執行場域401的面內致動。在一實施例中，熱致動是以定時方式來執行，其中，在熱致動開始後的某個時間ta，並且在持續時間Δta內維持所需的控制。

【0092】 在一實施例中，如上所述的集成機械致動器是用於校正一階疊對誤差的一或多個分量。在一實施例中，如上所述的集成機械致動器是用於校正高階疊對誤差的一或多個分量。

【0093】 在一實施例中，轉印卡盤111結合可加壓區域以在接合之前於場域401中形成弓形。在一實施例中，轉印卡盤111結合可加壓區域以致動在z軸上的場域401。

【0094】 在一實施例中，轉印卡盤111結合一或多個熱交換器層，例如熱交換器層405，以將多餘的熱量或冷量從轉印卡盤111傳輸出去。

【0095】 在一實施例中，轉印卡盤111結合一或多個層，所述層結合受約束在z軸上移動的彎曲部。彎曲部可具有10微米或更大的移動範圍。在一實施例中，是使用熱致動器、壓電致動器及/或氣動致動器來致動彎曲部。

【0096】 在一實施例中，場域401的厚度變異被主動地感測。在一實施例中，場域401的厚度變異是使用氣壓計來感測。

【0097】 在一實施例中，轉印卡盤111具有光學清晰路徑以允許通過轉印卡盤111的即時計量。在一實施例中，轉印卡盤111具有用於紅外線輻射的光學清晰路徑。

【0098】 在一實施例中，一或多個定製的轉印卡盤111用於每一新的場域設計，其中TC致動器網格（由重複的致動器組之陣列所定義，其中每一致動器組用以致動預設尺寸的單一場域）匹配於場域尺寸。在一實施例中，定製的轉印卡盤111可以使用機械臂以及升降針來進行交換。

【0099】 在一實施例中，具有固定網格（對應於預設場域尺寸）的轉印卡盤111適用於組裝不同尺寸的場域。下面描述了實現此目的的演算法–

- 定義了邊界區域$W \in \mathbf{R}^2$，其可以是直徑$d_{substrate}$的圓。
- 定義了以下兩個區塊：
  - $T_{actuator}$是一圖塊集，每一圖塊的大小為($width_{actuator}$, $height_{actuator}$)，使得$T_{actuator}$鑲嵌於W。$T_{actuator}$中的圖塊可轉移成X與Y中的一個群組。
  - T_{field}是一圖塊集，每一圖塊的大小為($width_{field}$, $height_{field}$)，使得T_{field}鑲嵌於W。
- 對於給定的標籤集n，在T_{field}中的所有圖塊皆被標籤，使得圖塊集共享一個標籤，各場域和其在$T_{actuator}$中最近的圖塊之間的中心至中心距離被最小化，且沿X軸完全低於($width_{actuator} - width_{field}$)/2，並沿Y軸完全低於($height_{actuator} - height_{field}$)/2。藉由以下所述建立此種標籤：首先為$T_{field}$中的圖塊產生$n$標籤的$m_0$個隨機分配，並檢查每個隨機分配，屬於一標籤之所有場域的最大中心至中心距離橫跨所有標籤，藉由在X與Y軸上以小的固定量滑動致動器圖塊直至($width_{actuator}$, $height_{actuator}$)的區域被覆

蓋。然後，使用啟發式優化器，例如基因演算法類型的最小化器來產生更好的標籤分配，其中標籤分配被交叉、變異並選擇為最大中心至中心距離的最小值。

- 運行一個總體啟發式優化器（overarching heuristic optimizer），其最小化標籤集*n*。

【0100】 一種這樣的標記顯示於圖7中，並在下面討論。

【0101】 圖7示出了根據本案一實施例之在可以使用採用9個標籤（9個組裝步驟）之致動器網格702進行組裝的矩形邊界區域701中之場域401的示例性標記。

【0102】 在一實施例中，轉印卡盤111是由一薄環形式的結構件所保持，此結構件在蝕刻進轉印卡盤111之側面的環形區域中接觸轉印卡盤111。

【0103】 在一實施例中，犧牲層蝕刻劑是源自於轉印卡盤111中穿過轉印卡盤111之蝕刻惰性部分的孔洞。在一實施例中，犧牲層蝕刻劑是源自於轉印卡盤111中由矽製成的部分。

【0104】 以下討論是基於圖8。圖8示出了根據本案一實施例之用於組裝之中介基板的示例性製程。在一實施例中，級聯的轉印卡盤111用以將來自一個原生/中介/產品基板103/801/105的場域401轉印到不同的原生/中介/產品基板103/801/105。

【0105】 在一實施例中，級聯的轉印卡盤111用以將來自原生基板103的場域轉移到產品基板105。一或多個轉印卡盤111從原生基板103拾取場域401的子集並轉印它們（例如，以逐場域方式）至中介基板801，同時確保場域沿X軸的間距以及沿Y軸的間距匹配於產品基板105中之場域401的X和Y間距。在一實施

例中，一或多個轉印卡盤111用以翻轉來自原生基板103或中介基板801之一的場域401之子集的方向，使得接合所需的正確側面向產品基板105。在一實施例中，一或多個轉印卡盤111對正組裝到產品基板105上的場域401之子集執行疊對控制以及混合接合。

【0106】 在另一實施例中，級聯的轉印卡盤111用以將來自原生基板103的場域401轉移到產品基板105。一或多個轉印卡盤111從原生基板103拾取場域401的子集並以逐行方式轉印它們至中介基板801，同時確保場域沿X軸的間距匹配於產品基板105中之場域401的間距。在一實施例中，一或多個轉印卡盤111從中介基板801拾取場域401的子集並以逐列方式轉印它們至不同的中介基板801，同時確保場域沿Y軸的間距匹配於產品基板105中之場域401的間距。在一實施例中，一或多個轉印卡盤111用以翻轉來自原生基板103或中介基板801之一的場域401之子集的方向，使得接合所需的正確側面向產品基板105。在一實施例中，一或多個轉印卡盤111對正組裝到產品基板105上的場域401之子集執行疊對控制以及混合接合。

【0107】 在一實施例中，中介基板804是由矽、氧化矽、玻璃、聚合物（例如，聚碳酸酯）及/或藍寶石所製成。在一實施例中，中介基板801具有嵌入內部的計量標記。在一實施例中，在中介基板801中的計量標記適用於對準場域至已知的精密網格。

【0108】 在一實施例中，原生基板103由切割帶框架上的單體化場域所組成。在一實施例中，中介基板801由具有嵌入式對準標記的玻璃基板所組成。在一實施例中，使用噴墨UV固化黏接劑來執行到中介基板801上的暫時接合。此

外，在一實施例中，最終接合是在附接於中介基板801之場域401和產品基板105之間。

【0109】 在一實施例中，轉印卡盤111在幾何上是由具有直徑為300毫米的圓柱體所界定。在另一實施例中，轉印卡盤111在幾何上是由長方體所界定。在一實施例中，轉印卡盤111是由兩側都大於300毫米的長方體所界定。

【0110】 此外，如圖8所示，原生基板103（識別為「原生基板2」）包含面朝下的場域401。這樣的場域401被轉印卡盤111轉印至中介基板801。在一實施例中，存在一嵌入式對準網格802以協助確保場域沿X軸的間距以及場域沿Y軸的間距會匹配於產品基板105中對應之場域401的X與T間距。在一實施例中，存在一選擇性變化密度膠803，其被分配以補場場域厚度變異。

【0111】 另外，圖8示出了來自原生基板103（識別為「原生基板1」）之示例性場域401，如透過元件804所示，場域401已組裝至產品基板105上。此外，圖8示出了產品基板105選擇性地被電漿處理，例如在組裝之前。

【0112】 此外，圖8示出了在產品基板105上來自原生基板103（識別為「原生基板2」）的示例性場域401，如透過元件805所示，產品基板105選擇性地被電漿處理。注意的是，場域401在產品基板105上是面朝上。

【0113】 如透過元件806所示，產品基板105的此種場域401被接合以形成組裝的產品基板105。

【0114】 現在參閱圖9，圖9示出了根據本案一實施例之在組裝期間使用的多個轉印卡盤111的示例性圖式。

【0115】 如圖9所示，多個轉印卡盤111被並行使用以在原生晶圓902上組裝表示成晶粒901的場域。在一實施例中，每一轉印卡盤111用以拾取並組裝單

體化晶粒901。注意的是，每一轉印卡盤111可在X、Y及/或Z軸上驅動，並具有可獨立控制的壓力與真空供應器。

【0116】 在一實施例中，多個轉印卡盤111用以並行組裝場域401（例如，晶粒901），其中每一轉印卡盤111可拾取、疊對以及接合一或多個場域401。在一實施例中，多個轉印卡盤111用以並行組裝場域401，其中每一轉印卡盤111可拾取、疊對以及接合一個場域401。

【0117】 現在參閱圖10，圖10示出了根據本案一實施例的示例性可重配置網格轉印卡盤111（例如，300 mm x 300 mm）。

【0118】 如圖10所示，存在一對重疊的「底板」1001。此些底板可選地不連接，而有利於獨立的X和Y擴展。此外，如圖10所示，選擇性地存在一體製造的Y重配置陣列1002。相較於陰影較淺的連桿1004，連桿1003（陰影較暗的）是位於不同的平面中。X重配置陣列（現在顯示於圖10中）可被單獨地製造，並且選擇性地重疊在Y重配置陣列1002的頂部。

【0119】 此外，圖10示出了用於重新配置轉印卡盤X網格之示例性施加力的位置1005。另外，圖10示出了用於重新配置轉印卡盤Y網格之示例性施加力的位置1006。

【0120】 另外，圖10示出了單體致動單元1007，且示出了可單獨更換的故障致動單元1008。

【0121】 在一實施例中，使用具有重配置致動網格的轉印卡盤111。在一實施例中，重配置機構是一體製造的。在一實施例中，藉由堆疊一或多個層來建造重配置佈置，每一層都是一體製造的。在一實施例中，使用塊狀金屬、塊狀聚合物、薄塗層等或其任意組合來製造重配置機構。在一實施例中，使用鋼、

不鏽鋼、鉻等或其任意組合來製造重配置機構。在一實施例中，重配置機構由彎曲元件所組成。在一實施例中，布置彎曲元件以在每對致動單元1007之間形成剪式機構。在一實施例中，使用分離的重配置機構以沿X與Y方向擴展。此些機構可以堆疊在彼此之上。每一機構可在一個方向上致動，同時可在正交方向上自由移動。在一實施例中，重配置機構的致動是使用放置在重配置機構之外圍上或外圍內的一或多個位置的致動器（例如，音圈馬達、壓電致動器、熱致動器等）所產生的。在一實施例中，致動器是放置在重配置機構的對稱軸上。在一實施例中，每一致動單元1007使用或多個專用致動器在X及/Y中移動。在一實施例中，一或多個致動單元群組使用一或多個致動器群組在X及/Y中移動。在一實施例中，重配置機構位在流體軸承上。在一實施例中，可跨相關的基板來步進及/或掃描重配置機構。在一實施例中，重配置網格的形狀為矩形，其較短的臂小於原生/產品/中介基板的尺寸。在一實施例中，重配置網格是致動單元之單一水平或垂直線的形狀。

【0122】 在一實施例中，TC致動單元1007附接於一平板，使得致動單元1007的間距是原生/產品/中介基板103/105/801上之場域間距的整數倍。平板可以為每一新的場域設計定制製造。平板可具有凹槽或槽孔以定位致動單元1007。在一實施例中，平板具有對準特徵（例如，針）以在X、Y、Z、θ_x、θ_y與θ_z軸上對準致動單元1007。在一實施例中，致動單元1007使用黏接劑、彎曲式卡合機構、磁鐵、電磁鐵、真空等或其任意組合來附接於平板。

【0123】 現在參閱圖11A至圖11B，圖11A至圖11B示出了根據本案一實施例之具有封閉邊界真空及/或壓力區域的示例性轉印卡盤111。圖12A至圖12B示出了根據本案一實施例之具有封閉邊界真空及/或壓力區域之示例性轉印卡盤

111的替代實施例。圖13A至圖13C示出了根據本案一實施例之具有封閉邊界真空及/或壓力區域之示例性轉印卡盤111的又一替代實施例。

【0124】 如圖11A所示，存在由轉印卡盤組合1101（識別為「ATC」）所表示的轉印卡盤111之網格。如圖11A進一步所示，存在選擇性多孔過濾隔膜1102過濾氣流中的粒子以防止其抵達ATC（assembly of TCs）場域介面。此外，如圖11A所示，在過濾隔膜1102中存在用於真空及/或壓力的孔洞1103。

【0125】 另外，如圖11A所示，存在用於保持場域401的針1104。在一實施例中，此種針1104可選性性地在其底部逐漸變細以減少與場域401的接觸面積。

【0126】 圖11B示出了轉印卡盤組合1101和在元件1105的場域401之間的實際接觸邊緣。此外，圖11B示出了選擇性材料1106以填塞真空孔。例如，此種材料1106可以是噴墨的。

【0127】 如圖12A所示，存在選擇性多孔過濾隔膜1102過濾氣流中的粒子以防止其抵達ATC場域介面。此外，如圖12A所示，在過濾隔膜1101中存在供真空及/或壓力穿過轉印卡盤組合1101之厚度的孔洞1103。

【0128】 此外，如圖12A所示，存在用以保持場域401的針1104。在一實施例中，此種針可選性性地在其底部逐漸變細以減少與場域401的接觸面積。

【0129】 另外，如圖12A所示，填塞材料1201分配及/或沉積在轉印卡盤組合1101的頂部。此可防止ATC場域介面被此種填塞材料1201汙染。

【0130】 此外，如圖12A所示，ATC子組件1202，例如熱致動器、X/Y/Z彎曲部、閥單元等是位在真空/壓力孔洞1103的外圍。

【0131】 圖12B示出了轉印卡盤組合1101和在元件1105的場域401之間的實際接觸邊緣。

【0132】 如圖13所示，在一實施例中，轉印卡盤111的頂部1301可使用真空吸力附接至底部，並且可被分離以使用噴墨來覆蓋孔洞。

【0133】 在一實施例中，轉印卡盤111的底部1302（其與拾取的晶粒接觸）保持固定。此外，圖13A示出了用於真空的孔洞1103以及針1104以保持場域401。在一實施例中，此種針1104可選性性地在其底部逐漸變細以減少與場域401的接觸面積。

【0134】 此外，圖13A示出了用以過濾氣流中之粒子的選擇性多孔過濾隔膜1303以防止其抵達TC場域介面。在一實施例中，多孔過濾隔膜1303由次100奈米孔隙尺寸的多孔矽製成，以使其作為一種有效介質。或者，常閉型矽懸臂陣列可用以製造多孔過濾隔膜1303。

【0135】 在一實施例中，轉印卡盤111的頂部1301可以使用晶圓濕式清潔（piranha clean）、UV式清潔等來恢復到其預設的未填塞狀態。如果清潔過程緩慢，可使用多個轉印卡盤111。

【0136】 圖13B示出了將UV固化黏接劑分配至錐形孔洞1103的噴墨器1304。在一實施例中，為了最小化表面積，液滴可穩定停留在錐體的頂部。

【0137】 圖13C示出了被填塞的真空孔洞1103，如在元件1305處所示。

【0138】 參閱圖11A-11B、圖12A-12B以及圖13A-13C，在一實施例中，轉印卡盤1101具有封閉邊界真空及/或壓力區域（相比於半導體針卡盤中之傳統的開放邊界真空區域）。針1104可具有錐形的截面以降低轉印卡盤111和拾取的場域401之間的接觸面積。可使用包含晶體蝕刻、等向性蝕刻、非等向性蝕刻（例如，反應離子蝕刻）等以及其任意組合的蝕刻技術來產生錐形。在一實施例中，在封閉邊界區域中的真空及/或壓力是藉由用填塞材料1201填塞來開啟或關閉。

可以使用噴墨器來執行填塞。或者，遮蔽的電漿式沉積製程可用以沉積填塞材料1201。在一實施例中，使用SiLK型揮發性液體和氧化物混合物來進行填塞。多孔氧化物的孔隙尺寸（在揮發性成分蒸發後留下來的）可被化優化，使得通過氧化物的器流是最小的。填塞材料1201可隨後透過電漿噴射流、化學蝕刻（例如，蒸氣HF）、加熱（以蒸發填塞材料）以使轉印卡盤111回復至其預設狀態等以及其任意組合來移除。在一實施例中，場域尺寸（X及/或Y）受限為TC針1104之間距的整數倍。在一實施例中，填塞材料分配器是取放工具的一部份。轉印卡盤111更可以包含如圖11A和圖12A所示的選擇性多孔隔膜1102，以限制從轉印卡盤111之一部分到另一部分的粒子汙染。在一實施例中，多孔隔膜1102可由透明的（例如，在IR輻射中）多孔聚合物、多孔矽等或其任意組合所製成。多孔隔膜1102的孔隙尺寸可被優化，使得氣流限制成最小且同時過濾掉汙染物。或者，放置在每一真空/壓力孔洞1103上的微加工懸臂的常閉陣列可用於汙染物過濾。此些可由矽、氧化矽、透明聚合物等或其任意組合所製成。可選地，真空及/或壓力孔洞1103可具有錐形幾何形狀（部分或全部），使得分配的黏接劑在錐形幾何形狀的頂部具有優選的停留部位。錐形幾何形狀，例如可使用晶體蝕刻來建構。

【0139】 在一實施例中，在轉印卡盤111上的吸力產生層（其接觸拾取的場域）可被定制製造以匹配於所拾取之場域401的網格。定制的吸力產生層可使用真空吸力、黏接劑、靜電力、磁力、電磁力等或其任意組合來附接至轉印卡盤111的其餘部分。

【0140】 在一實施例中，電漿產生單元，例如電漿單元110用以在接合之前清潔接合表面。

【0141】 在一實施例中，電漿產生單元，例如電漿單元110在大氣壓下操作。在一實施例中，電漿產生單元由瑟菲克斯科技（Surfx® Technologies）生產。

【0142】 在一實施例中，電漿單元，例如電漿單元110覆蓋整個原生/產品/中介基板103/105/801的區域。

【0143】 在一實施例中，在原生/產品/中介基板103/105/801的區域上掃描電漿單元。電漿單元，例如電漿單元110可安裝在可沿X軸、Y軸及/或Z軸行進的運動平台上。在一實施例中，電漿單元，例如電漿單元110安裝在可伸縮板上，一旦電漿處理完成，可伸縮板就會縮回以避開場域401。

【0144】 在一實施例中，電漿單元，例如電漿單元110面朝上以處理面朝下的場域401。

【0145】 在一實施例中，電漿單元，例如電漿單元110面朝下以處理面朝上的場域401。

【0146】 在一實施例中，面朝上與面朝下的電漿頭同步，使得在面朝上的單元處理面朝下的場域401時，面朝下的單元處理面朝上的場域401。

【0147】 在一實施例中，多個原生產品/中介基板103/105/801在n-MASC工具的單獨腔室中進行電漿處理。

【0148】 現在參閱圖14，圖14示出了根據本案一實施例之用於示例性計量模組108的示例性感測器佈置。

【0149】 如圖14所示，計量模組108包含影像儀1401的示例性單個可互換單元。在一實施例中，計量模組108總共具有大約30個這樣的單元。在一實施例中，影像感測器1401可具有圍繞光敏感區域的光不敏感區域。

【0150】 此外，如圖14所示，計量模組108具有示例性的單「排」影像儀1402。在一實施例中，計量模組108總共具有大約2.5排的影像儀。另外，圖14示出了用於轉印卡盤111拾取的所有場域401以獲取X和Y對準數據的示例性掃描式方法。

【0151】 在一實施例中，計量模組108對應於300 mm x 300 mm的影像儀1401之完全可重配置陣列。

【0152】 在一實施例中，示例性場域401具有25毫米的水平長度以及30毫米的垂直長度。在一實施例中，場域401總共具有多達8個對準標記（四個用於X對準，四個用於Y對準）。此外，場域401可在層0或辦切口中具有對準標記。

【0153】 在一實施例中，影像儀1401由短波長紅外輻射感測器（SWIR）（例如，Sony® IMX990-AABJ-C）組成。在一實施例中，計量模組108中大約有130個這樣的感測器。

【0154】 在一實施例中，用於計量模組108的示例性Y掃描行進約300毫米。在一實施例中，用於計量模組108的示例性X掃描行進約190毫米。

【0155】 現在參閱圖15，圖15示出了根據本案一實施例之用於示例性計量模組108的替代示例性感測器佈置。

【0156】 如圖15所示，計量模組108包含影像儀1401的示例性單元可互換單元。在一實施例中，計量模組108總共具有大約12個這樣的單元。

【0157】 此外，如圖15所示，計量模組108具有示例性的單「排」影像儀1402。在一實施例中，計量模組108僅具有一排影像儀1402。

【0158】 在一實施例中，用於計量模組108的示例性Y掃描行進約500毫米。在一實施例中，用於計量模組108的示例性X掃描行進約3 x 190 mm（即，執行行進190毫米三次的計量模組108之X掃描）。

【0159】 圖16示出了根據本案一實施例之用於示例性計量模組108的示例性重配置網格感測器佈置。

【0160】 如圖16所示，可選地有一對重疊的「底板」1601。此些底板1601可選擇性地不連接，而有利於獨立的X和Y擴展。

【0161】 此外，如圖16所示，選擇性地存在一體製造的Y重配置陣列1602。相較於陰影較淺的連桿1604，連桿1603（陰影較暗的）是位於不同的平面中。X重配置陣列（未顯示於圖16中）可被單獨地製造，並且選擇性地重疊在Y重配置陣列1602的頂部。

【0162】 此外，圖16示出了用於重新配置影像儀X網格之示例性施加力的位置1605。另外，圖16示出了用於重新配置影像儀Y網格之示例性施加力的位置1606。

【0163】 另外，圖16示出了可單獨更換的故障影像儀1401。

【0164】 在一實施例中，示例性場域401具有20毫米的水平長度以及20毫米的垂直長度。在一實施例中，場域401總共具有多達8個對準標記（四個用於X對準，四個用於Y對準）。

【0165】 在一實施例中，影像儀1401由短波長紅外輻射感測器（SWIR）（例如，Sony® IMX990-AABJ-C）組成。在一實施例中，計量模組108中大約有20個這樣的感測器。

【0166】 在一實施例中，計量模組108對應於300 mm x 300 mm的影像儀1401之完全可重配置陣列。

【0167】 現在參閱圖17，圖17示出了圖16所示之重配置網格感測器佈置根據本案一實施例之展開以獲取30 mm x 3 mm的複數場域。

【0168】 圖17示出了用於重新配置影像儀X網格之示例性施加力的位置1701。另外，圖17示出了用於重新配置影像儀Y網格之示例性施加力的位置1702。

【0169】 此外，圖17示出了在Y重配置陣列（未顯示於圖17中）之頂部上過載的X重配置陣列1703。

【0170】 現在參閱圖18A至圖18D，圖18A至圖18D示出了根據本案一實施例之用於示例性計量模組108的示例性對準計量架構。

【0171】 如圖18A所示，此種架構包含SWIR影像儀子組件1801的俯視圖，其包含SWIR感測器的光敏感區域1802。粗（盒中盒（box-in-box）類型）和細（疊紋（moiré））對準標記都是藉由相同的影像儀以及光學元件所獲得。在一實施例中，使用了1X放大光學元件。在一實施例中，使用了反射疊紋。

【0172】 此外，使用了遠心聚焦光學元件1803。在一實施例中，此種光學元件1803包含大約0.2的數值孔徑、在1.4微米處大約4.2微米的解析度、在1.4微米處大約20微米的景深以及1X的放大率。

【0173】 另外，圖18A示出了交錯感測器設計1804，其確保來自第0級與第1級的背向反射光最終不會汙染相鄰的影像儀。

【0174】 圖18B示出了交錯感測器設計的剖面圖，例如轉印卡盤組合1101包含對準標記的部分以及場域401包含對準標記的部份。

【0175】 圖18C示出了由兩個反向傳播的疊紋標記1805所組成的交錯感測器設計的俯視圖。在一實施例中，總高度約為20微米。

【0176】 此外，圖18C示出了影像式標記1806，例如在拾取的場域1807之中，以及在位置1808處示出了改良的切口（大約5微米），其中標準的切口在位置1809處大約為60微米。

【0177】 如果對準標記是圖案化在層0或在晶粒間切口中（在拾取了由多個晶粒組成之整個場域的情況下），整個切口寬度可能可用於創造對準標記。

【0178】 或者，MAC式切割技術可用以創造具有尖角的微米級厚度切口。此可以允許以前無法使用的大部分切口區域用於對準標記放置。

【0179】 圖18D示出了正常背向衍射疊紋計量。如圖18D所示，入射光1810反射自疊紋光柵1811。對於沿著光柵法線朝向SWIR感測器返回的一階，將滿足以下光柵方程式：$\sin(\theta_1) = \sin(2\theta_i) = \sin(\theta_i) + \lambda/\rho$。

【0180】 使用影像式標記的檢測精準度（假設5微米的SWIR像素間距以及1/10子像素檢測）近乎0.5微米。然而，使用疊紋標記的檢測精準度（假設$\rho1, \rho2 = 3, 3.05\ \mu m$，1/10子像素檢測）近乎8奈米。此外，疊紋相位明確擷取範圍近乎1.5微米。

【0181】 圖19A至圖19C示出了根據本案一實施例之用於示例性計量模組108的替代示例性對準計量架構。

【0182】 圖19A示出了包含SWIR感測器之光敏感區域1902的SWIR影像儀子組件1901的俯視圖。在一實施例中，使用了1X放大光學元件。在一實施例中，使用了反射成像。

【0183】 此外，圖19A示出了聚焦光學元件1903。此種光學元件1903包含大約0.5的數值孔徑、在1.4微米處大約1.8微米的解析度、在1.4微米處大約3.6微米的景深以及1X的放大率。

【0184】 另外，圖19A示出了聚焦光學元件1903包含IR LED以及聚焦光學元件1904。

【0185】 圖19B示出了計量平面的剖面圖，其包含轉印卡盤組合1101之包含對準標記的部分以及場域401之包含對準標記之部分。

【0186】 圖19C示出了由兩個反向傳播的疊紋標記1905所組成的計量平面的俯視圖。

【0187】 此外，圖19C示出了影像式標記1906，例如在拾取的場域1907之中，以及在位置1908處示出了改良的切口（大約5微米），其中標準的切口在位置1909處大約為60微米。

【0188】 如果對準標記是圖案化在層0或在晶粒間切口中（在拾取了由多個晶粒組成之整個場域的情況下），整個切口寬度可能可用於創造對準標記。

【0189】 或者，MAC式切割技術可用以創造具有尖角的微米級厚度切口。此可以允許以前無法使用的大部分切口區域用於對準標記放置。

【0190】 此外，在這樣的實施例中，使用影像式標記的檢測精準度（假設1微米的SWIR像素間距以及1/20子像素檢測）近乎90奈米。

【0191】 圖20A至圖20C示出了關於根據本案一實施例之示例性計量模組108的細節。

【0192】 圖20A示出了用於SWIR感測器以及LED的流動式冷卻器2001。此外，圖20A示出了用於IR感測器以及LED陣列之定制300毫米的導熱印刷電路板213。另外，圖20A示出了PCB接線以及熱交換器流體吊帶2002。

【0193】 圖20B示出了直接集成到定制的印刷電路板213上的SWIR LED 2003和SWIR感測器2004。此外，圖20B示出了用作LED/感測器外殼的加工金屬框架2005。另外，圖20B示出了形成放大遠心對的平面透鏡2006，其是微製造在300毫米的玻璃基板上。另外，圖20B示出了離軸LED聚焦光學元件2007以及疊紋平面2008。

【0194】 圖20C示出了沿著疊紋平面2008的轉印卡盤組合1101的放大圖。如圖20C所示，入射光2009反射自疊紋光柵2010。對於沿著光柵法線朝向SWIR感測器返回的一階，將滿足以下光柵方程式：$\sin(\theta_1) = \sin(2\theta_i) = \sin(\theta_i) + \lambda/\rho$。例如，1.4微米的入射波長以及5微米的光柵間距，滿足上述條件的入射角θ大約18度。

【0195】 圖21示出了根據本案一實施例的示例性計量架構。

【0196】 參閱圖21，圖21透過元件2101示出了在轉印卡盤組合1101和拾取的場域之間的對準量測（使用計量模組108）。此外，圖21示出了在轉印卡盤組合1101和產品晶圓105之間的全局對準2102。另外，圖21示出了具有已組裝好的層1之產品基板105以及用以保持產品基板105的產品基板卡盤104。

【0197】 此外，圖21示出了在產品晶圓105上之場域401的定位是預定義的（見元件2103），其可能在計量模組工具108之外。

【0198】 注意的是，圖21僅顯示了計量模組108的邊界框。實際的計量模組組件可以在此邊界框內。

【0199】 圖22示出了根據本案一實施例之包含2 x 2晶粒2201之陣列的示例性場域401。此外，圖22示出了對準標記位置2202。

【0200】 圖23示出了根據本案一實施例的示例性計量架構。

【0201】 如圖23所示，影像儀2301（例如，SWIR感測器）包含反射式閃耀光柵2302。此外，如圖23所示，計量架構可包含聚焦光學元件2303以將來自光源2304的光聚焦到在透明的印刷電路板213上的不透光外殼壁2305上。

【0202】 此外，如圖26所示，利特羅角（Littrow angle）2306由來自疊紋平面2008處之反射光所形成。

【0203】 圖24示出了根據本案一實施例之示例性計量架構的另一實施例。

【0204】 如圖24所示，包含光源2402（例如，LED）的整體組件2401具有聚焦光學元件2403以將從光源2402發出的光聚焦到轉印卡盤組合1101。

【0205】 在一實施例中，在由元件2404所標示的位置處之衍射元件將光以特定角度耦合進出光導。圖案化到轉印卡盤組合1101的光子光導2405可製造在定制層中，此定制層使用黏接劑、真空、電磁力、磁力、靜電力等或其任意組合來附接到轉印卡盤組合1101的其餘部分。

【0206】 在一實施例中，光子光導2405將光導引到在疊紋平面2008的轉印卡盤組合1101上的拾取的場域2406。

【0207】 圖25示出了根據本案一實施例之示例性計量架構的又一實施例。

【0208】 參閱圖25，圖25示出了一系列的衍射元件2501以將來自光源的光導引至對準標記。

【0209】 參閱圖14-17、圖18A-18D、圖19A-19C、圖20A-20C以及圖21-25，在一實施例中，計量模組108用以量測拾取的場域401、轉印卡盤111、原生基板

103、中介基板801及/或產品基板105的疊對、對準、面內及/或面外失真誤差。在一實施例中，計量模組108用以在組裝至產品基板105之前量測場域401的疊對。。在一實施例中，計量模組108用以量測在原生基板103、中介基板801及/或產品基板105上之一或多個場域401的面內失真。

【0210】 在一實施例中，計量模組108對在轉印卡盤111上的所有場域同時進行量測。

【0211】 在一實施例中，計量模組108結合了一或多個影像儀單元1401。在一實施例中，影像儀單元1401對可見光輻射、紅外線輻射、短波長紅外輻射（SWIR）等敏感。

【0212】 在一實施例中，一或多個光源2402用以照亮計量目標。在一實施例中，光源2402結合了發光二極體（LED）、雷射二極體、光鮮導引光源、垂直共振腔面射雷射（vertical-cavity surface-emitting lasers，VCSELs）等或其任意組合。或者，邊緣照明可用作計量的光源2402，其中光從邊緣照明基板的側面注入並使用，例如光子晶體式光導引來傳輸至相關區域。在一實施例中，光源2402安裝在印刷電路板上。在一實施例中，光源2402安裝在影像儀單元1401的附近。在一實施例中，光源2402使用離軸透鏡以一角度向計量目標發送光。或者，光源2402使用一或多個鏡子以一角度向計量目標發送光。可使用反射式閃耀光柵來建造鏡子組件。閃耀光柵可塗有金屬。閃耀光柵可製造在矽、藍寶石、氧化矽、玻璃及/或聚合物基板之上。在一實施例中，來自光源2402的光以利特羅角2306入射。在另一實施例中，來自光源2402的光以一角度入射，使得來自計量標記的第一衍射級中之一個沿著場域法線方向朝影像儀1401返回。

【0213】 在一實施例中，影像儀單元1401安裝在印刷電路板上。在一實施例中，光源2402安裝在印刷電路板上。在一實施例中，影像儀單元1401和光源2402一起安裝在印刷電路板上。在一實施例中，安裝在印刷電路板上的光源2402和影像儀單元1401選擇性地使用暗加工框架隔離。在一實施例中，印刷電路板是導熱的。

【0214】 在一實施例中，圖案化在矽、藍寶石、玻璃、氧化矽及/或聚合物基板上的透鏡陣列用於將來自光源2402的光導引至計量標記之上，並且將來自計量標記的光聚焦到影像儀列之上。在一實施例中，透鏡陣列結合了蝕刻進透鏡陣列基板的環形透鏡狀區域。在一實施例中，透鏡陣列結合了一組同心金屬環。或者，透鏡陣列結合了由蝕刻基板、金屬以及高折射率材料，例如氧化鈦所製成的超穎透鏡。在一實施例中，透鏡陣列形成了用以將光聚焦到影像儀陣列上的遠心耦合。

【0215】 在一實施例中，計量方案是基於疊紋式空間相位感測的原理。在一實施例中，計量方案是基於軸上疊紋計量。在一實施例中，計量方案是基於圓形疊紋計量。在一實施例中，使用純影像式計量（例如，盒中盒對準標記計量）。在一實施例中，變焦系統用以在計量期間維持焦點在兩個或多個不同平面。例如，可使用變焦鏡頭來實現變焦。在一實施例中，同時使用在本段中所提到的一或多個方法。

【0216】 在一實施例中，以一反射模式執行計量，其中光源2402和影像儀單元1401 位在計量標記的同一側。在另一實施例中，以一透射模式執行計量，其中光源2402和影像儀單元1401 位在計量標記的相對側。

【0217】 在一實施例中，計量方案使用可見光。在一實施例中，計量方案使用紅外光。

【0218】 在一實施例中，縮小光學元件用以觀察大於影像儀單元1401之尺寸的基板區域。在另一實施例中，放大光學元件用以觀察小於影像儀單元1401之尺寸的基板區域。在一實施例中，子像素邊緣檢測技術用以檢測計量訊號中的邊緣。

【0219】 在一實施例中，計量模組108放置在沿X、Y及/或Z軸移動的運動平台上。在一實施例中，計量模組108透過沿X、Y及/或Z軸以適量的步進及/或掃描來從正在組裝中的所有場域擷取資訊。

【0220】 在一實施例中，計量標記放置在正在組裝的場域401之一或多個角附近。場域401在計量標記的上方和下方層中可以沒有電路元件。在一實施例中，計量標記放置在場域401的切口區域中。在一實施例中，場域401由兩個或多個晶粒組成，每個晶粒由切口區域相互隔開，且此晶粒間切口區域包含一或多個對準標記。

【0221】 在一實施例中，在場域401接合到產品基板105上時，實時進行計量。在另一實施例中，在接合發生以前進行計量。在一實施例中，使用前饋模型來校正場域失真的可重複分量。

【0222】 在一實施例中，計量模組108量測由轉印卡盤111所拾取的場域401之間的對準，其中轉印卡盤111具有匹配於場域網格的嵌入式對準標記。計量模組108可隨後使用放置在轉印卡盤111與產品基板105的邊緣區域及/或切口區域附近的計量標記來對準轉印卡盤111至產品基板105。在一實施例中，執行拾取的場域401與產品基板105的實時形貌映射，並且預測誤差由疊對控制致動

器（例如，熱致動器）來補償。在一實施例中，在每一場域401上執行單體形貌量測。可使用氣壓計（例如）來執行形貌映射。例如，氣壓計陣列可安裝在印刷電路板213旁邊。也可以使用氣簾以冷卻產品基板105和拾取的場域401，以防印刷電路板213將它們加熱到顯著程度。

【0223】 在一實施例中，在計量模組108中使用軸上對準方法。

【0224】 在一實施例中，轉印卡盤111具有附接及/或圖案化在其上的光柵以高準確度地追蹤XY位移。

【0225】 在一實施例中，對準標記是放置在半切口區域中的場域401上（如圖18C與圖19C所示）。作為在切口的一半（或半切口）內圖案化對準標記的替代方案，MACE式切割製程可用以致能在整個切口區域中的對準標記。在一實施例中，對準標記是放置在金屬0（M0）層中的場域401上。

【0226】 在一實施例中，非常大的感測器用於計量模組108中的對準檢測。

【0227】 在一實施例中，光子晶體式光導引技術用於以正確的角度和位置照射對準標記。

【0228】 在一實施例中，聯合多個本地資料處理器並放置在緊鄰於一或多個影像感測器1401的位置。此些資料處理器可用以執行感測器本地影像處理。在一實施例中，資料處理器被製造成影像感測器1401的一部分（感測器內電腦）。

【0229】 在一實施例中，使用影像感測器1401的固定網格。在一實施例中，影像感測器1401佈置成一線性陣列、階梯式陣列或其兩者的組合。在一實施例中，佈置影像感測器1401以使得由感測器中之一所擷取的基板之區域重疊於由下一個最近的影像感測器1401所擷取的基板之區域，使得感測器的整個陣列擷取連續且不間斷的基板的掃描帶（swath）。在一實施例中，影像感測器1401

包含圍繞光不敏感區域的光敏感區域。在一實施例中，光源2402安裝在此光不敏感區域中，如果需要的話以一角度安裝，並且在側面以不透光覆蓋物包住（以防止感測器被雜散光汙染）。來自光源2402的光通過聚焦光學元件2303並且朝向計量平面入射。設計光源2402以使得光束的深度（沿著Z軸）和影像感測器1401的深度相同。如果入射光落在疊對計量標記上，則光在垂直於基板的方向上朝影像感測器1401反射。使用1X放大低數值孔徑的光學元件將從計量標記平面朝影像感測器1401入射的光聚焦到感測器上。傳感器陣列在X方向上（見圖14與圖15）掃描以收集整個基板的Y疊對資料（例如）。正交於第一感測器陣列的第二感側器陣列用以收集整個基板的X疊對資料（例如）。或者，用於Y疊對資料收集的感應器陣列也可用以收集X疊對資料，其藉由以蛇形掃描、步進到新的地點並再次掃描蛇形。

【0230】 在一實施例中，使用影像感測器1401的重配置佈置。在一實施例中，重配置佈置是一體製造的。在一實施例中，藉由堆疊一或多個層來建構重配置佈置，每一層都是一體製造的。在一實施例中，使用塊狀金屬、塊狀聚合物、薄塗膜等來製造重配置佈置。在一實施例中，使用鋼、不銹鋼、鉻等來製造重配置佈置。在一實施例中，重配置佈置由彎曲元件組成。在一實施例中，布置彎曲元件以在每一對影像感測器之間形成剪式機構。在一實施例中，使用單獨的重配置佈置以沿X和Y方向重新配置。此些佈置可以堆疊在彼此之上。每個佈置可在一個方向上為可致動的，同時可在正交方向上自由移動。在一實施例中，使用放置在重配置佈置上或其外圍內的一或多個位置的致動器（例如，音圈馬達、壓電致動器、熱致動器等）來產生重配置佈置的致動。在一實施例中，致動器是放置在重配置佈置的對稱軸上。在一實施例中，每一感測器使用

一或多個專用致動器在X及/或Y方向上移動。在一實施例中，感測器群組使用致動器群組在X及/或Y方向上移動。在一實施例中，重配置佈置位在流體軸承上。在一實施例中，可以跨轉印卡盤111來步進及/或掃描重配置佈置。在一實施例中，重配置佈置為矩形，其較短的臂小於原生/產品/中介基板103/105/801的尺寸。在一實施例中，重配置佈置的形狀是單個橫排或縱排的感應器。

【0231】 在一實施例中，影像感測器1401附接於平板，使得影像感測器1401的間距是在轉印卡盤/原生/產品/中介基板（111/103/105/801）上之場域間距的整數倍。平板可以為每個新的場域佈局去定制製造。平板可具有凹槽或槽孔以定位影像感測器1401。平板可具有對準特徵（例如，針1104）以在X、Y、Z、θ_x、θ_y與θ_z軸上對準影像感測器1401。影像感測器1401使用黏接劑、彎曲式卡合機構、磁鐵、電磁鐵、真空等附接於平板。

【0232】 在一實施例中，計量模組108使用透明窗與取放工具的其餘部分分離。在一實施例中，計量模組108放置在透明窗後面，使得計量模組108和取放工具的其餘部分之間沒有巨量轉移。在一實施例中，計量模組108放置在具有面向轉印卡盤111之透明窗的氣密式密封腔。在一實施例中，氣密式密封腔具有門，以取出及/或放入計量模組108。

【0233】 在一實施例中，在拾取的場域401附接到一或多個中介基板上之前量測產品基板105上的形貌（以及場域401到已知網格的對位）。在一實施例中，在場域401附接到一或多個中介基板上之前量測轉印卡盤111上之拾取的場域401的形貌（以及拾取的場域401到已知網格的對位）。在一實施例中，在產品基板和轉印卡盤111上之拾取的場域401的量測形貌以及對位資訊用以致動拾取的場域401，並部分地或全部地補償如果在產品基板105上之最終接合步驟（接

合中介基板至產品基板）未補償時會產生的對位錯誤。基於形貌和對位資料的疊對錯誤之預測可以使用機械建模進行。在一實施例中，在轉印卡盤111上之場域401的溫度以及產品基板105的溫度維持在一個小的視窗內（例如，10mK）。在一實施例中，對在轉印卡盤111和產品基板105上的每一場域執行單形貌量測。可使用氣壓計（例如）執行形貌映射。

【0234】 在一實施例中，影像感測器1401之群組（由一或多個影像感測器1401組成）使用專用及/或本地資料處理器來處理用以從擷取的影像決定計量輸出（例如，疊對、對準、形貌等）的整個或部分的影像處理管線。在一實施例中，資料處理器是單板電腦。

【0235】 在一實施例中，圖案化定制的光路徑（將從光源2402入射的光傳輸到適合投影到對準標記的位置）到轉印卡盤111中。在一實施例中，光路徑是製作在附接於轉印卡盤111之其餘部分的定制層。在一實施例中，使用黏接劑、真空、電磁力、磁力、靜電力等來執行附接。在一實施例中，光路徑由只透射和反射衍射結構所組成。在一實施例中，使用奈米壓印微影（nanoimprint lithography，NIL）創造光路徑。在一實施例中，光路徑由重複的標準化部份所組成，其可使用有限數量的固定遮罩或標線片進行圖案化。

【0236】 塊狀HF蝕刻器用以在一或多個原生基板的犧牲層中創造繫鏈（tethers）。

【0237】 在一實施例中，基板水平地布置在多基板卡盤上。在另一實施例中，基板垂直地布置在多基板架上。

【0238】 在一實施例中，對一或多個蝕刻中的基板進行用於端點與均勻性量測的即時計量。

【0239】 儲料器單元可用於儲存多個完全和部分地填充的原生/產品/中介基板103/105/801。儲料器單元可用於儲存轉印卡盤單元111以及計量單元108。在一實施例中，轉印卡盤111可具有附接於它們的場域401。在一實施例中，儲料器單元具有附帶緊急備用電源的專用真空源以提供真空給儲存的轉印卡盤111。

【0240】 在一實施例中，儲料器單元具有溫度與濕度控制。

【0241】 在一實施例中，單個或多個機器人搬運單元可用以在n-MASC工具的各個部分之間移動獨立基板、基板群組、轉印卡盤111、計量單元108等。

【0242】 現在參閱圖26A至圖26B，圖26A至圖26B示出了根據本案一實施例的示例性已知不良晶粒替換卡盤(know-bad-die replacement chuck，KRC)2601。

【0243】 如圖26A所示，緩衝基板2602填充有已知良好晶粒2603，其中緩衝基板2602是由緩衝基板卡盤2604所保持。

【0244】 此外，如圖26A所示，在原生基板103上已知不良晶粒2605是用已知良好晶粒，例如已知良好晶粒2603替換。

【0245】 圖26B是精密模組框架106的剖面放大視圖，其示出了使用附接在已知不良晶粒替換卡盤2601之外圍的機器手臂2606來裝載或卸載已知不良晶粒替換卡盤2601的示例性方式。注意的是，轉印卡盤111可以相同的方式來裝載或卸載。

【0246】 此外，圖26B示出了音圈柱2607（到音圈109的柱子）以及頂桿2608。

【0247】 下面提供關於圖26A-26B的進一步討論。

【0248】 已知不良晶粒替換卡盤（KRC）2601用於以已知良好晶粒（known good dies，KGDs）2603替換已知不良晶粒（known bad dies，KBDs）2605。一或多個緩衝基板2604用作已知良好晶粒2603的來源。已知不良晶粒替換卡盤2601可替換掉在一或多個原生/中介/產品基板103/108/105上的已知不良晶粒2605（以已知良好晶粒2603）。已知不良晶粒替換卡盤2601的設計在其夾持場域、感測與校正疊對、保持熱穩定等方面的能力可以和轉印卡盤相似。

【0249】 在一實施例中，已知不良晶粒替換卡盤2601替換掉在原生基板103上的已知不良晶粒2605。選擇性地從原生基板103釋放掉已知不良晶粒2605，例如，使用UV釋放黏接劑的局部UV曝光，並使用已知不良晶粒替換卡盤2601以已知良好晶粒2603替換掉。在一實施例中，轉印卡盤111從具有一或多個或全部的已知不良晶粒2605已被替換成已知良好晶粒2603的原生基板103拾取兩個或多個晶粒的群組，並繼續組裝到產品基板105上。

【0250】 在一實施例中，已知不良晶粒替換卡盤2601組裝已知良好晶粒2603到產品基板105上。已知不良晶粒2605在被轉印卡盤111從原生基板103拾取之後直接去除，或者轉印卡盤111避免從原生基板103拾取已知不良晶粒2605。產品基板105上原本會被已知不良晶粒2605佔據的空間是被從緩衝基板2602拾取並使用已知不良晶粒替換卡盤2601組裝到產品基板105上的已知良好晶粒2603所填充。

【0251】 在一實施例中，已知不良晶粒替換卡盤2601組裝已知良好晶粒2603到中介基板（圖26A-26B中未示）上。已知不良晶粒2605在被轉印卡盤111從原生基板103拾取之後直接去除，或者轉印卡盤111避免從原生基板103拾取已知不良晶粒2605。中介基板上原本會被已知不良晶粒2605佔據的空間是被從緩

衝基板2602拾取並使用已知不良晶粒替換卡盤2601組裝到中介基板上的已知良好晶粒2603所填充。

【0252】 在一實施例中，在緩衝基板2602上的晶粒（例如，已知良好晶粒2603）是高度映射的，使得已知不良晶粒替換卡盤2601可拾取正確高度的已知良好晶粒2603以放置到原生/中介/產品基板103/801/105上。可使用各種方法執行高度映射，例如氣壓計、共焦雷射感測器等。

【0253】 在一實施例中，使用獨立於轉印卡盤111之z致動組件的z致動組件來附接已知不良晶粒替換卡盤2601至n-MASC工具。在另一實施例中，不良晶粒替換卡盤2601安裝與轉印卡盤111相同的z致動組件上（轉印卡盤111暫時地從z致動組件卸載）。

【0254】 取放組件工具可設計成在產出量、疊對與良率的各種狀態下操作。

示例性產出量選項如下－

1. 在產出量範圍的高端：(a) 全基板組裝（並行組裝所有場域401），(b) 半棋盤組裝（並行組裝原生基板103上的一半場域401，其中場域401是以包含原生基板103及/或產品基板105上之一半場域401的棋盤圖案進行佈置。在原生基板103及/或產品基板105上連續的任何3 x 3晶粒陣列的情況下，半棋盤是由不共享邊緣的五個場域或也不共享邊緣且最接近於3 x 3陣列之中心的四個場域所組成），(c) 四分之一棋盤組裝（並行組裝原生基板103上所有場域401的四分之一，其中場域401是以包含原生基板103及/或產品基板105上所有場域401的四分之一的棋盤圖案進行佈置）。

2. 在產出量範圍的低端：(a) 9場域組裝，(b) 4場域組裝，(c) 逐場域組裝，(d) 6場域組裝，(e) 8場域組裝，(f) 12場域組裝，(g) 14場域組裝，(h) 16場域組裝，(i) 18場域組裝，(j) 20場域組裝，(k) 24場域組裝，(l) 25場域組裝，(m) 36場域組裝，(n) 50場域組裝，以及(o) 64場域組裝。

示例性疊對選項如下－

1. 在疊對範圍的精確端：(a) 在產品基板上的次10奈米（3σ）疊對控制，(b) 在產品基板上的次50奈米（3σ）疊對控制，(c) 在產品基板上的次100奈米（3σ）疊對控制。
2. 在疊對範圍的不太精確端：(a) 在產品基板上的次200奈米（3σ）疊對控制，(b) 在產品基板上的次500奈米（3σ）疊對控制，(c) 在產品基板上的次1微米（3σ）疊對控制。

示例性良率選項如下－

1. 完全替換：使用不良晶粒替換卡盤2601以已知良好晶粒2603替換掉所有已知不良晶粒2605。
2. 半替換：使用不良晶粒替換卡盤2601以已知良好晶粒2603替換掉近乎一半的已知不良晶粒2605。
3. 四分之一替換：使用不良晶粒替換卡盤2601以已知良好晶粒2603替換掉近乎四分之一的已知不良晶粒2605。
4. 無替換：沒有替換任何已知不良晶粒2605。

表1：示例性取放組件工具模式

	產生量	**疊對**	**良率**
模式1	四分之一棋盤組裝	次1μm (3σ)	全替換

模式2	四分之一棋盤組裝	次100nm (3σ)	全替換
模式3	四分之一棋盤組裝	次50nm (3σ)	全替換
模式4	八分之一棋盤（並行組裝原生基板上八分之一的場域，其中場域是以包含原生基板及/或產品基板上八分之一的場域的棋盤圖案進行佈置）組裝	次50nm (3σ)	全替換
模式5	9場域組裝	次50nm (3σ)	全替換
模式6	4場域組裝	次50nm (3σ)	全替換
模式7	逐場域組裝	次50nm (3σ)	全替換

【0255】 現在參閱圖27A至圖27C，圖27A至圖27C示出了根據本案一實施例的示例性原生基板類型。

【0256】 參閱圖27A，圖27A示出了「原生基板類型1」，其由塊狀矽層2701、位在塊狀矽2701之上的埋入式氧化物層2702（對應於用於組裝的犧牲層）、位在埋入式氧化物層2702之上的矽（Si）層2703、位在矽層2703之上的埋入式氧化物層2704，以及位在埋入式氧化物層2704之上用於裝置的矽層2705所組成。

【0257】 圖27B示出了「原生基板類型2」，其由塊狀矽層2706、一層重摻雜p型材料（p++）以創造的埋入式犧牲層2707、位在層2707之上的非常輕摻雜n型材料（n-）層2708、位在層2708之上用於裝置功能的重摻雜p型材料（p++）層2709，以及位在層2709之上用於裝置的矽層2710所組成。

【0258】 圖27C示出了「原生基板類型3」，其由重摻雜（p++）的塊狀矽層2711、位在層2711之上的非常輕摻雜n型材料（n-）層2712、位在層2712之上用於裝置功能的重摻雜p型材料（p++）層2713，以及位在層2713之上用於裝置的矽層2714所組成。

【0259】 圖28A至圖28B示出了根據本案一實施例之具有示例性多層封裝的示例性場域401。

【0260】 如圖28A所示，圖28A示出了包含位在晶體矽2802上之裝置堆疊2801的場域401之剖面的放大版本。在一實施例中，場域401的寬大約30毫米。在一實施例中，裝置堆疊2801的寬大約3微米。在一實施例中，晶體矽2802的寬大約1微米。

【0261】 圖28B示出了具有多層封裝的場域401，其包含了薄化學保護層2083（例如，碳的化學氣相沉積）以及結構穩定性層2804（例如，二氧化矽的化學氣相沉積）。

【0262】 此外，如圖28B所示，在區域1 2805中的封裝層僅需與薄的底層矽層相匹配，因此可具有低的有效硬度。注意的是，區域1 2805的圖案化可以用和創造到埋入式犧牲層之出入孔相同的方式（例如，微影）來執行。

【0263】 另外，如圖28B所示，可能需要更硬的封裝層（區域2 2806）以補償更大的彎曲趨勢。

【0264】 圖29A至圖29B示出了根據本案一實施例的示例性面對背（face-to-back，F2B）與面對面（face-to-face，F2F）裝置堆疊。

【0265】 如圖29A所示，通用的F2B堆疊包含裝置層2901A-2901N（如圖29A所示，2901A識別為「裝置層1」，2901B識別為「裝置層2」，2901C識別為

「裝置層3」，且2901N識別為「裝置層N」），其中此些裝置層是透過垂直電連接2902（矽通孔（through silicon via，TSV））以面對背的方式連接。裝置層2901A-2901N可以分別共同地或單獨地稱為多個裝置層2901或裝置層2901。

【0266】 如圖29B所示，通用的F2F堆疊包含裝置層2903A-2903N（如圖29B所示，2903A識別為「裝置層1」，2903B識別為「裝置層2」，2903C識別為「裝置層3」，2903N-1識別為「裝置層N-1」，且2903N識別為「裝置層N」），其中此些裝置層是透過垂直電連接2904（矽通孔（through silicon via，TSV））以面對面的方式連接。裝置層2903A-2903N可以分別共同地或單獨地稱為多個裝置層2903或裝置層2903。

【0267】 圖30示出了根據本案一實施例之在邏輯場域上之靜態隨機存取記憶體（SRAM）的示例性組裝。

【0268】 如圖30所示，經由使用n-MASC裝置3004的面對背來組裝邏輯場域3001以及具有犧牲層3003的SRAM場域3002，以形成由位於邏輯場域3001之上的SRAM場域3002所組成的組裝產品3005。

【0269】 之後，執行矽通孔形成與封裝連接以形成包含到封裝與矽通孔3008之連線3007的裝置3006。

【0270】 現在參閱圖31，圖31示出了根據本案一實施例之在邏輯場域上之多個堆疊的靜態隨機存取記憶體的示例性組裝。

【0271】 如圖31所示，裝置3006現在包含堆疊在邏輯場域3001上的多個SRAM 3101。下面提供了關於堆疊的SRAM的進一步討論。

【0272】 現在參閱圖32，圖32示出了根據本案一實施例之在中間具有錯誤更正中介層之邏輯場域上之靜態隨機存取記憶體的示例性組裝。

【0273】 如圖32所示，中介場域3201用以確定邏輯場域3001和SRAM場域3002的良好位元單元以及製造定制的錯誤更正程序，例如電連接性、散熱等。中介場域3201在由n-MASC裝置3004組裝（F2B）之後可駐留在邏輯場域3001和SRAM場域3002之間。

【0274】 以下討論基於圖27A-27C、圖28A-28B、圖29A-29B以及圖30-32。

【0275】 在一實施例中，原生基板103包含埋入式犧牲層2702、2707。在一實施例中，犧牲層2702、2707是氧化矽。在一實施例中，用於包含犧牲層之原生基板的起始基板是由低摻雜n型層（簡稱為N-）2708、2712以及高摻雜p型層（簡稱為P++）2709、2713所組成。高摻雜p型層2709、2713可以先轉換成多孔矽（例如，使用矽陽極氧化），接續再被氧化以創造氧化矽的埋入式犧牲層。低摻雜n型層2708、2712在陽極氧化期間保持不受影響，並限制陽極氧化僅在高摻雜層。在一實施例中，可以使用磊晶成長來產生具有低n型與高p型摻雜的層。在一實施例中，塊狀矽本身是高度p摻雜的（例如，層2711）。

【0276】 在一實施例中，原生基板103由載體基板上的背景裝置所組成。載體基板可為塊狀矽、玻璃基板、帶框等，此取決於用於創造背景裝置的製程以及所需的裝置取向。在一實施例中，載體基板是透明的。在一實施例中，載體基板使用UV釋放黏接劑附接到背景場域。在一實施例中，載體基板使用昇華聚合物附接到背景場域。在一實施例中，使用MACE製程來執行背面研磨。

【0277】 在一實施例中，使用光熱轉換（light-to-heat conversion，LTHC）黏著劑層將背景場域附接到載體基板。在一實施例中，在拾取（透過一或多個轉印卡盤111）之後，可以使用氧電漿、蝕刻劑蒸氣（例如，蒸氣HF）及/或蝕刻劑液體在轉印卡盤111其自身上清潔場域401。

【0278】 在一實施例中，使用具有一定厚度與材料的結構封裝層來控制因殘留應力所引起的薄場域401之變形，使得封裝層的硬度接近或等於底層場域401的硬度。在一實施例中，封裝層由化學封裝層2803（以防止化學損壞）以及結構封裝層2804（以防止因殘留應力所引起的變形）所組成。在一實施例中，圖案化結構封裝層2804以對抗跨場域401之區域的變動的變形趨勢。在一實施例中，使用基於波前的方法、基於雷射的光域掃描方法、電容性方法等來感測在封裝場域中的殘留變形。

【0279】 在一實施例中，對於面對背組裝，在接合之前不移除拾取的場域401上的封裝層。在一實施例中，殘留應力補償的結構封裝層背包含在裝置本身中。在一實施例中，金屬互連線穿過結構封裝層2804。

【0280】 在一實施例中，封裝層包含順應元件以防止因嵌入式粒子所引起的場域變形。在一實施例中，順應元件採用順應針卡盤的順應針形式。在一實施例中，封裝層包含順應聚合物層以防止因嵌入式粒子所引起的場域變形。

【0281】 在一實施例中，封裝層包含抗刮層，例如使用類鑽層或硬塗層，例如氧化鋁來製成。

【0282】 在一實施例中，封裝層是由以下三層–碳、氧化矽、碳（其中氧化矽夾在兩個碳層之間）所組成。

【0283】 在一實施例中，使用奈米壓印微影、光微影、電子束微影等來進行封裝層的圖案化。在一實施例中，使用相同於創造場域出入孔之微影製程來進行封裝層的圖案化。

【0284】 在一實施例中，場域401在接合面處包含奈米線叢以促進電連接。在一實施例中，奈米線叢結合了銅奈米線。

【0285】 在一實施例中，在接合之後形成以電性連接接合之場域401的矽通孔（TSV）2902、2904具有多殼結構，其可包含金屬連接線（例如，在TSV的中心）且在金屬連接線周圍具有呈環形的低k介電質。

【0286】 在一實施例中，組裝在產品基板105上的場域401由記憶體層（例如，3002）以及邏輯層（例如，3001）組成。在一實施例中，在產品基板105上的場域401包含可用以創造電連接性、散熱等的中介層（例如，中介場域3201）。

【0287】 在一實施例中，對於面對背組裝，在轉印卡盤上的場域接觸針具有大於場域401中之選擇性出入孔之尺寸的截面積。

【0288】 在一實施例中，具有犧牲層的起始基板以黏接劑附接到載體基板，並且剝離犧牲層，使得原生基板103由載體基板上的場域401組成。

【0289】 在傳入的背景原生基板上之場域401可先被轉移到中介基板801，然後使用轉印卡盤111轉移到第二中介基板801，然後其最終翻轉到並混合結合到產品基板105。傳入的背景單體化場域可在透明載體上（例如，玻璃、石英、藍寶石及/或聚合物）。第一中介基板801可為透明基板（例如，玻璃、石英、藍寶石及/或聚合物）。第二中介基板801可為透明基板（例如，玻璃、石英、藍寶石及/或聚合物）或非透明基板（在可見光譜中），例如矽。將場域401黏接至在原生基板103中的載體基板之黏接劑可為UV可釋放的、熱可釋放的等。用以將場域401黏接至在原生基板103中之第一中介基板801的黏接劑可為UV可釋放的、熱可釋放的等。在一實施例中，來自原生基板103的場域401在翻轉並附接至第一中介基板801之後，藉由在原生基板側上之UV釋放黏接劑的UV曝光而被釋放。

【0290】 圖33示出了根據本案一實施例之用於取放組裝的示例性順序。

【0291】 參閱圖33，一系列預翻轉原生晶圓3301A-3301N（注意，術語「晶圓」和「基板」在本文中可互換使用）（3301A識別為「預翻轉原生晶圓1」、3301B識別為「預翻轉原生晶圓2」且3301N識別為「預翻轉原生晶圓N」）分別駐留在載體基板3302A-3302N。預翻轉原生晶圓3301A-3301N可共同地或單獨地分別稱為多個預翻轉原生晶圓3301或預翻轉原生晶圓3301。載體基板3302A-3302N可共同地或單獨地分別稱為多個載體基板3302或載體基板3302。

【0292】 此外，如圖33所示，金屬結構（晶粒）3303面向黏接劑3304。

【0293】 在一實施例中，晶圓3301以暫時接合來翻轉且例如藉由使用轉印卡盤111來分離預翻轉載體3302，從而形成如圖33所示的原生晶圓3305A-3305N（3305A識別為「原生晶圓1」、3305B識別為「原生晶圓2」且3305N識別為「原生晶圓N」）。原生晶圓3305A-3305N可共同地或單獨地分別稱為多個原生晶圓3305或原生晶圓3305。

【0294】 接續，可能存在集體晶粒向中介晶圓3306A-3306N（3306A識別為「中介晶圓1」、3306B識別為「中介晶圓2」且3306N識別為「中介晶圓N」）轉移，同時可能使用轉印卡盤111調整在X及/或Y方向中的間距，如圖33所示。中介晶圓3306A-3306N可共同地或單獨地分別稱為多個中介晶圓3306或中介晶圓3306。在一實施例中，每個晶粒3303的黏接劑3304之厚度可被調整以補償高度失配，如通過元件3307所示。此外，圖33示出了示例性黏接劑島3308，其中單個晶粒3303被黏接結合至中介晶圓3306。

【0295】 此外，如圖33所示，接下來可使用轉印卡盤111從所有中介晶圓集體轉移到轉印晶圓3309。在一實施例中，可以在此步驟期間校正疊對。此外，在一實施例中，在這樣的步驟期間中，可以在X及/或Y方向上調整晶粒網格間距。

【0296】 另外，如圖33所示，轉印晶圓3309被接合（例如，混合接合）至產品晶圓3310。

【0297】 現在參閱圖34，圖34示出了根據本案一實施例之用於取放組裝的替代示例性順序。

【0298】 如圖34所示，與圖33相比，存在使用轉印卡盤111來集體轉移至轉印晶圓3309而不使用到中介晶圓3306。此外，如圖34所示，在原生晶圓3305上可存在示例性黏接劑島3401，其中，單個晶粒3303被黏接結合至原生晶圓3305。另外，注意的是，每個場域401的黏接劑3304之厚度可被調整以補償場域失配，如通過元件3402所示。

【0299】 現在參閱圖35，圖35示出了根據本案一實施例之用於取放組裝的又一替代示例性順序。

【0300】 如圖35所示，與圖33與圖34相比，預翻轉原生晶圓3301沒有被翻轉，且沒有使用中介晶圓3306。相反地，使用轉印卡盤111從所有預翻轉原生晶圓3301集體轉移到轉印晶圓3309。在一實施例中，可以在此步驟期間校正疊對。此外，在一實施例中，在這樣的步驟期間中，可以在X及/或Y方向上調整晶粒網格間距。

【0301】 在轉移之後，轉印晶圓3309以暫時接合翻轉且載體基板3302被分離，例如藉由使用轉印卡盤111，從而形成結構3501。

【0302】 此外，如圖35所示，在轉印晶圓3309上可存在示例性黏接劑島3502，其中，單個晶粒3303被黏接結合至轉印晶圓3309。

【0303】 現在參閱圖36A至圖36B，圖36A至圖36B示出了根據本案一實施例的示例性轉印卡盤111。

【0304】 如圖36A所示，轉印卡盤111可由多個微型轉印卡盤3601所組成。

【0305】 此外，圖36A示出了用於重新配置轉印卡盤X網格之示例性施加力的位置3602。另外，圖36A示出了用於重新配置轉印卡盤Y網格之示例性施加力的位置3603。

【0306】 此外，圖36A示出了Y重配置陣列3604。X重配置陣列（未顯示於圖36A中）可被單獨地製造，並且重疊在Y重配置陣列3604的頂部。

【0307】 在一實施例中，轉印卡盤111包含300 mm x 300 mm之微型轉印卡盤3601的完全可重配置陣列。微型轉印卡盤3601之剖面的放大版本如圖36B中所示。

【0308】 如圖36B所示，微型轉印卡盤3601包含電極3605以及定制的薄膜電晶體（thin flim transistor，TFT）背板3606。另外，如圖36B所示，可以利用在微型轉印卡盤3601和場域401之間的介電值3607的層，其中介電質3607可選擇性地洩漏以產生Johnsen-Rahbek（J-R）型夾持效應。

【0309】 圖37A至圖37O示出了根據本案一實施例的替代示例性轉印卡盤。

【0310】 參閱圖37A，圖37A示出了微型轉印卡盤3601之剖面的放大版本。如圖37A所示，「選項1」是重複使用來自微型LCD顯示器的薄膜電晶體背板3701。例如，微型轉印卡盤3601將包含重複使用的薄膜電晶體背板3701。此外，在電極3703之間的空間3702使用通道3704的面內網格來保持在大氣壓力下。

【0311】 另外，圖37A示出了真空入口3705，其中真空是使用真空通道的面內網格（圖37A未示出）來產生的。此外，圖37A示出了到場域401的真空出口3706。

【0312】 如圖37B所示，圖37B的結構包含重複使用的薄膜電晶體背板3701以及電晶體導線3707。

【0313】 現在參閱圖37C，圖37C包含用於重複使用來自微型LCD顯示器之薄膜電晶體背板3701的製程步驟，其包含真空通道圖案化3708、金屬沉積與圖案化（用於固定的電極）3709、氧化物沉積3710、金屬沉積與圖案化（用於可移動的電極）3711、軟性膜沉積3712、TSV圖案與從背側蝕刻3713以及凸塊創造3714，從而產生如圖37D所示的結構。

【0314】 如圖37D所示，結構包含電極3703以及通道3704。

【0315】 現在參閱圖37E，用於重複使用來自微型LCD顯示器之薄膜電晶體背板3701的製程步驟包含真空通道圖案化3715、氧化物沉積3716、TSV圖案與從背側蝕刻3717、多孔膜沉積3718、氧化物沉積3719以及針拋光3720，從而產生如圖37F所示的結構3721。

【0316】 現在參閱圖37G，藉由執行凸塊接合、熔融接合以及使用vHF（氣相氫氟酸）之氧化物釋放的製程步驟將圖37B、圖37D與圖37F中所示的結構接合在一起（見元件3722），從而產生如圖37H所示的結構3723。

【0317】 現在參閱圖37I，圖37I示出了微型轉印卡盤3601之剖面的放大版本。如圖37I所示，「選項2」是在TFT晶圓代工廠使用定制的背板3724。微型轉印卡盤3601更包含移動電極3725以及固定電極3726。此外，如圖37I所示，有一選擇性多孔過濾隔膜3727用以濾除氣流中的粒子以防止其到達TC場域介面。

【0318】 現在參閱圖37J，圖37J包含在TFT晶圓代工廠使用定制之背板3724的製程步驟，其包含TFT圖案化3728、真空通道圖案化3729、金屬沉積與圖

案化（用於固定電極3727）3730、氧化物沉積3731、金屬沉積與圖案化（用於移動電極3725）3732以及軟性膜沉積3733，從而產生如圖37K所示的結構。

【0319】 如圖37K所示，結構包含定制的背板3724以及可移動和固定的電極3725、3726。

【0320】 現在參閱圖37L，圖37L包含在TFT晶圓代工廠使用定制之背板3724的附加製程步驟，其包含真空通道圖案化3734、氧化物沉積3735、TSV圖案與從背側蝕刻3736、多孔膜沉積3737、氧化物沉積3738以及針拋光3739，從而產生如圖37M所示的結構3740。

【0321】 現在參閱圖37N，藉由執行凸塊接合、熔融接合以及使用vHF（氣相氫氟酸）之氧化物釋放的製程步驟將圖37K與圖37M中所示的結構接合在一起（見元件3741），從而產生如圖37O所示的結構3742。

【0322】 現在參閱圖38A至38C，圖38A至圖38C示出了根據本案一實施例的示例性重配置轉印卡盤111。

【0323】 圖38A示出了轉印卡盤111的X-Z平面剖示圖，其中描繪了光學電磁致動器3801。此外，轉印卡盤111包含滑塊3802以及約束滑塊3802在θ_x與θy的選擇性彎曲系統3803。此外，轉印卡盤111在彎曲系統3803與光學電磁致動器之間包含選擇性無摩擦樞軸3804。

【0324】 在一實施例中，δ_y、δ_z、θ_z、θ_x是可控制的。在一實施例中，轉印卡盤111包含具有選擇性無摩擦旋轉軸承的選擇性彎曲軸承。

【0325】 圖38B示出了轉印卡盤111的俯示圖。

【0326】 圖38C示出了轉印卡盤111之俯示圖的放大圖。

【0327】 如圖38B與圖38C所示，存在選擇性壓力及/或真空3805以將滑塊3802導引及/或固定到線性軌道3806上。此外，圖38C示出了滑塊3802的選擇性透明芯端口3807以允許計量。另外，圖38C示出了選擇性編碼器感測器3808。圖38C更示出了選擇性永久磁鐵/音圈3809。

【0328】 下面提供了關於圖33-35、圖36A-36B、圖37A-37O以及圖38A-38C的進一步討論。

【0329】 請在下面找到本文討論的術語定義之列表。

- SiP－系統級封裝，其中單獨製造的晶粒集成到更高階的組件中。
- 場域－單個晶粒或並列在SiP中的一小群晶粒。
- SPP－在包含SPP_x與SPP_y之產品晶圓上的SiP間距（SiP Pitch on Product-wafer，SPP）。
- 轉印卡盤－用以將來自一基板的場域及/或晶粒轉移到另一基板，同時保持所述之場域及/或晶粒之熱機械穩定性的系統。

【0330】 在一實施例中，首先使用轉印卡盤111將在原生基板103上的單體化場域（在背面研磨後獲得）轉移到中介基板801，然後轉移到轉印基板3309。在一實施例中，在從原生基板103轉移到中介基板801的期間中，場域401在X及/或Y軸上位移，使得場域間距匹配於產品基板105上沿X及/或Y軸的網格間距。在一實施例中，在從中介基板801轉移到轉印基板3309的期間中，場域401在X及/或Y軸上位移，使得場域間距匹配於產品基板105上沿X及/或Y軸的網格間距。在一實施例中，在從中介基板801轉移到轉印基板3309的期間中，由在轉印卡盤111及/或轉印基板卡盤上的致動器（熱的、機械的）來完全地或部分地補償在產品基板105上之場域的預測疊對誤差。在一實施例中，場域401以整個基板方式

從轉印基板3309轉移到產品基板105。在一實施例中，使用加熱（以熱釋放黏接劑）或UV曝光（以透明或穿孔的基板以及UV固化黏接劑）將轉印基板3309從暫時接合的場域分離。在一實施例中，轉印基板309在暫時接合至產品基板105（例如，使用室溫混合接合來執行所述之接合）之後從場域401分離。在轉印基板3309分離之後，使用氧化濕式清潔、氧氣電漿灰化等清除殘留的黏接劑及/或UV固化平坦化材料。所述之清潔可以在氧化物表面之間的暫時接合之後且在永久接合之前來執行，其中永久接合是使用混合接合表面的熱固化來執行。

【0331】 原生/中介/轉印基板103/801/3309中的一或多個可由玻璃基板、卷狀玻璃基板、鋁、卷狀鋁、箔狀鋁、聚合物、卷狀聚合物、不鏽鋼及/或卷狀不銹鋼所組成。在一實施例中，原生/中介/轉印基板103/801/3309中的一或多個具有用作光導之穿過基板的穿孔。

【0332】 在一實施例中，中介與轉印基板801、3309是由透明基板（例如，氧化矽、熔融石英、玻璃等）、非透明基板（例如，矽）及/或部分透明基板（例如，具有穿孔的矽）。可使用深蝕刻製程，例如深反應離子蝕刻（deep reactive-ion etching，DRIE）、金屬輔助化學蝕刻（MACE）等來製造具有穿孔的矽基板。

【0333】 在圖33中，在場域從一或多個原生晶圓3305轉移到一或多個中介晶圓3306的期間中，可使用轉印卡盤組合1101僅沿著單一軸（X或Y中之一）來改變場域401的間距。場域401可隨後被轉移至第二組的中介晶圓（圖33中未示出），其中場域間距是沿者與前一步驟正交的方向被改變。

【0334】 在一實施例中，轉印卡盤111是可重配置的並且包含附接於每一單個或一組致動單元的光學元件（以將來自以及到光源2402與光感測器的光聚焦到計量模組108）。在一實施例中，轉印卡盤包含一或多個附接到每一單個或

一組致動單元1007的光源。在一實施例中，與單個致動單元1007相關聯的光學元件和光源2402本身可以相對於致動單元1007在X、Y及/或Z軸上移位。可以使用磁性的、電磁的（例如，音圈）、熱的、壓電的及/或氣動的致動形式來執行致動。

【0335】 在一實施例中，轉向面鏡與單個或多個光源2402的組件用以將用於計量的光頭射到轉印卡盤111上。在一實施例中，轉向面鏡是由具有以預定量開始並隨著沿來自光源2402的光路前進而逐漸增加及/或減小之反射率的鏡子所組成。在一實施例中，轉向面鏡由塗有反射材料之圖案化膜的透明基板組成，其具有變化的圖案間距以匹配在特定位置的反射率要求。

【0336】 在一實施例中，雷射式方法可用以切除及/或蒸發填塞材料1201。雷射可用以加熱直接圍繞填塞材料1201的轉印卡盤之部份。在一實施例中，雷射在紫外頻率下操作。在一實施例中，雷射具有257奈米的波長。在一實施例中，雷射是連續波長雷射、脈衝雷射或超短脈衝雷射。在一實施例中，濕式清潔用以蝕刻填塞材料1201。清潔材料可僅分配在填塞材料1201的所在位置附近。

【0337】 在一實施例中，填塞材料1201是一種暫態材料。在一實施例中，填塞材料1201是封端的聚甲醛（end-capped polyoxymethlene）。

【0338】 在一實施例中，使用兩個或多個轉印卡盤111，其中多個轉印卡盤111中之一用於取放組件，其餘的轉印卡盤111被清潔並返回到它們用於真空切換的預設狀態。在一實施例中，轉印卡盤111附接到分度機構（indexing mechanism）。在一實施例中，轉印卡盤111附接到翻轉它們方向以及分度它們以進行清潔的機構。

【0339】 在一實施例中，熱穩定光學平板用作參考以量測在原生基板103、中介基板801、轉印基板3309及/或產品基板105上之場域的定位誤差。在一實施例中，定制製造用於量測不同晶粒之定位的光學平板。在另一實施例中，光學平板由對新型晶粒保持相同的對準標記之密集陣列所組成。

【0340】 在一實施例中，用於附接場域401至原生基板103、中介基板801、轉印基板3309及/或產品基板105的黏接劑3304可由兩個或多層組成。此些層可為UV固化黏接劑、奈米粒子漿料、熱固化黏接劑、壓感黏接劑及/或暫態材料。在一實施例中，奈米粒子漿料吸收窄波長範圍內的輻射。在一實施例中，奈米粒子漿料吸收窄波長範圍內的輻射，n-MASC系統中之基板與卡盤的一或多個在窄波長範圍內顯示最小或零吸收率。在一實施例中，黏接劑3304的成分之一是在加熱時變成氣體的暫態材料。可以使用輻射的（例如，使用雷射）、對流的或傳導的熱傳遞來執行加熱。在一實施例中，暫態材料包含聚氧乙烯。在一實施例中，黏接劑3304以黏接劑島形式（例如，黏接劑島3308、3401、3502）分配到原生基板103、中介基板801、轉印基板3309及/或產品基板105之上。黏接劑島（例如，黏接劑島3308、3401、3502）的尺寸可從小於10微米到300毫米不等。

【0341】 在一實施例中，原生基板103、中介基板801、轉印基板3309及/或產品基板105固定且密集的對準標記網格。例如，對準標記網格可用作固定且穩定的參考，以量測在轉印卡盤111上所拾取之場域的錯位。

【0342】 在一實施例中，分配到原生基板103、中介基板801、轉印基板3309及/或產品基板105上的黏接劑3304是在n-MASC工具之外執行。

【0343】 在一實施例中，每種類型之一或多個緩衝原生基板的存貨（產品基板105需要的）保持在n-MASC工具中的儲料器單元。如果緩衝基板的當前存

貨皆為部份填充的且不包含在正確位置處所需的所有晶粒以在產品基板105上產生所需場域佈局，則可以為特定場域類型添加新的緩衝基板，直到達到緩衝基板的預設限制數量，此時，使用庫存中的一個或已經存在的多個緩衝基板來實現逐晶粒或少量晶粒的拾取與放置。

【0344】 在一實施例中，在n-MASC期間中所使用之封裝層的一或多個包含導電元件。在一實施例中，導電元件連接到電位源以在轉印卡盤111和在封裝層所在之處上的場域401之間形成靜電吸引力。在一實施例中，封裝層的一或多個和裝置結構位在場域401的相對面上。

【0345】 在一實施例中，一或多個微型轉印卡盤3601用以拾取一或多個晶粒901。微型轉印卡盤3601位在軌道3806上，並且可以使用軌道3806和滑塊3802之間的電磁吸力及/或斥力來驅動。圖38A-38C中示出了示例性系統。軌道3806及/或滑塊3802（微型轉印卡盤3601附接於其上）可具有嵌入式電磁鐵以在X、Y、Z、θ_x、θ_y及/或θ_z軸產生受控運動。在一實施例中，使用了軌道的正交系統：一或多個Y軌道在X軌道的正交對上停留並被導引。一或多個滑塊3802可在Y軌道上被導引。藉由提供空氣式緩衝墊及/或磁性緩衝墊，滑塊3802可在X、Y、Z、θ_x、θ_y及/或θ_z軸上受約束。滑塊3802及/或軌道3806可包含用以產生真空及/或壓力孔洞及/或穿孔以創造緩衝效果。在一實施例中，滑塊3802及/或軌道3806可包含多孔陶質（例如，多孔SiC）以產生壓力及/或真空。在一實施例中，使用軟性覆蓋物覆蓋從滑塊3802及/或軌到3806中之孔洞及/或穿孔散發出的壓力及/或真空。在一實施例中在微型轉印卡盤3601之表面及/或正在實施轉移的基板上形成水平氣簾。在一實施例中，氣簾用以減少顆粒汙染。在一實施例中，僅在兩個相反方向上分配壓力（例如，同時朝向滑塊3802的頂部與底部）以產生用於滑塊約束

的反作用緩衝墊。在一實施例中，磁性緩衝與空氣式緩衝的組合用以約束滑塊3802。可以使用類似用於滑塊3802的機構將Y軌道約束到X軌道上。在一實施例中，真空預載用以約束滑塊3802及/或Y軌道中的一或多個。在一實施例中，彎曲部放置在平行於轉印卡盤111之平面及/或正交於轉印卡盤111之平面中，並且可用以將微型轉印卡盤3601約束在X、Y、Z、θ_x、θ_y及/或θ_z軸。在一實施例中，使用平面外縮放機構提供所述容納。在一實施例中，每個Y軌道使用的剪式機構用於所述約束。在一實施例中，電纜（用於滑塊3802及/或微型轉印卡盤3601的電性及/或氣動式連接）由滑塊約束彎曲部支撐。

【0346】 在一實施例中，TC重配置可為反饋控制的。可以使用編碼器板實現全局精度。在一實施例中，編碼器板僅在特定原生晶圓組的組裝開始時使用。編碼器板可裝載到原生晶圓卡盤102、重配置的轉印基板111，然後可被移除。每一微型轉印卡盤3601可參考全域精密編碼器板。可藉由結合在原生晶圓卡盤102或潛在的計量模組108的編碼器板來實現實時反饋。

【0347】 在一實施例中，微型轉印卡盤3601位在於電磁平板上滑動的定位盤上，電磁平板能夠控制所述定位盤在X、Y、Z、θ_x、θ_y及/或θ_z軸上的運動。微型轉印卡盤3601可以面朝上，且待拾取與放置的晶粒901及/或場域401面朝下（使得拾取的過程將晶粒及/或場域在向下的方向上與基板分離）。

【0348】 在一實施例中，微型轉印卡盤3601位在300毫米或更大的夾持表面上。在一實施例中，微型轉印卡盤3601使用真空、電磁力及/或化學黏接劑附接到夾持表面。在取放組裝期間，可以使用微型轉印卡盤拾取機構從夾持表面拾取微型轉印卡盤3601，並且在放置到中介晶圓801、轉印晶圓3309或產品晶圓105上之前，微型轉印卡盤3601在X及/或Y軸上擴展或收縮以匹配產品基板105

的SPP_x或SPP_y。擴展可以在一個步驟或兩個步驟中執行。在一個步驟之擴展情況下，拾取機構可包含彎曲機構，例如基於可在X與Y方向上獨立擴展的剪式機構。在兩個步驟之情況下，拾取機構首先將所有微型轉印卡盤3601的間距沿著一個方向擴展。隨後，將機構旋轉90度，或利用佈置在第一機構之正交方向上的單獨機構，以在正交方向上擴展微型轉印卡盤3601的間距。拾取機構可使用上述的軌道式系統，或剪式機構或上述的組合來擴展微型轉印卡盤3601的間距。

【0349】 現在參閱圖39A至圖39C，圖39A至圖39C示出了根據本案一實施例的示例性轉印卡盤111，其示出了使用可調間距機構（variable pitch mechanism，VPM）而可相對於彼此移動之複數適應性卡盤模組（adaptive chucking modules，ACMs）的陣列。

【0350】 如圖39A所示，轉印卡盤111包含彎曲式樞軸3901。圖39B中提供了轉印卡盤111的剖面圖，其描繪了選擇性透明窗3902、附接在滑塊3802的適應性卡盤模組3903以及選擇性空氣軸承3904。

【0351】 此外，圖39C提供了轉印卡盤111的俯視圖，其描繪了音圈致動器3905以及固定中央的適應性卡盤模組3903。

【0352】 圖40A至圖40B示出了根據本案一實施例的替代示例性轉印卡盤111，其示出了使用可調間距機構而可相對於彼此移動之複數長形適應性卡盤模組3903的陣列。

【0353】 參閱圖40A，圖40A示出了轉印卡盤111的俯視圖，其描繪了X軌道4001與Y軌道4002，以及固定於Y軌道4002的長形適應性卡盤模組3903。在一實施例中，Y軌道4002的寬度約為15毫米。

【0354】 圖40B中描繪了Y軌道4002之剖面的放大圖。如圖40B所示，Y軌道4002的端部由使用空氣軸承4003的X軌道4001所支撐。在一實施例中，Y軌道4002的端部由多孔碳化矽所製成。在另一實施例中，Y軌道4002的端部由具有孔洞的金屬製成以創造空氣軸承4003。在一實施例中，沿著X方向的致動可使用電磁致動器系統來提供。

【0355】 圖41示出了根據本案一實施例的又一替代示例性轉印卡盤111，其示出了使用可調間距機構而可相對於彼此移動之複數長形適應性卡盤模組3903的陣列。

【0356】 如圖41所示，轉印卡盤111包含X方向彎曲部4101。

【0357】 圖42A至圖42B示出了根據本案一實施例之示例性的適應性卡盤模組3903。

【0358】 參閱圖42A，圖42A示出了適應性卡盤模組3903的剖面。特別是，圖42A示出了到開關、固定電極4202、移動電極4203以及此些電極4202、4203之間的5微米間隙4204的示例性連接4201。此外，圖42A示出了在大氣中的位置4205以及在晶粒901上的ACM針4206。另外，圖42A示出了大約100微米的針間距。此外，圖42A示出了雙重密封4207、多晶矽隔膜4208以及真空入口4209。

【0359】 圖42B中描繪了顯示真空入口4209之路徑的適應性卡盤模組3903的俯視圖。

【0360】 下面提供關於圖39A-39C、圖40A-40B以及圖42A-42B的進一步討論。

【0361】 在一實施例中，轉印卡盤111可由適應性卡盤模組3903之陣列所組成，其每一個可用以從原生/中介/產品基板103/801/105拾取與放置一或多個場

域401。在一實施例中，適應性卡盤模組3903由閥單元之陣列所組成。在一實施例中，使用靜電致動機構來致動閥。在一實施例中，由一或多個腔室組成的密封4207用以將真空入口4209與出口隔離。在一實施例中，由一或多個腔室組成的密封4207內所包含的空氣體積用以緩衝隔膜4208在關閉閥時的衝擊。

【0362】 適應性卡盤模組3903可以使用可變間距機構來相對於彼此移動。可變間距機構可由彎曲軸承、空氣軸承與電磁軸承以及氣動、電磁致動器所組成。在一實施例中，適應性卡盤模組3903安裝在沿6個軸提供致動的平面馬達上。一些示例性設計顯示在圖39A-39C、圖40A-40B以及圖41中。

【0363】 在一實施例中，適應性卡盤模組3903包含用於適應性卡盤模組3903相對於可變間距機構的θ致動（theta actuation）。在一實施例中，θ致動機構是彎曲式的。在一實施例中，使用在彎曲臂包含熱膨脹的熱致動器來致動θ致動彎曲部。在一實施例中，增加在轉印卡盤111中之拾取的場域之間的間隔以容納用於熱致動之更長的彎曲部，以產生更大之θ位移（theta displacement）。

【0364】 在一實施例中，一或多個影像儀1401用以檢測由適應性卡盤模組3903拾取與放置之場域中的錯誤。在一實施例中，影像儀1401為可見光影像儀或IR影像儀。在一實施例中，每個影像儀1401觀察單個適應性卡盤模組3903或每個影像儀1401觀察多個適應性卡盤模組3903。自動故障檢測演算法可使用來自影像儀1401的影像流以標記在取放過程中的錯誤。錯誤檢測演算法可基於人工神經網路（artificial neural networks，ANNs）、卷積神經網路（convolutional neural networks，CNNs）等。

【0365】 圖43A至圖43C示出了根據本案一實施例的另一示例性轉印卡盤111，其示出了使用可調間距機構而可相對於彼此移動之複數適應性卡盤模組3903的陣列。

【0366】 參閱圖43A，轉印卡盤111包含用於適應性卡盤模組3903之Y擴展/收縮的剪式機構4301。

【0367】 圖43B為剪式機構4301之剖面的放大圖。如圖43B所示，圖43B示出了可調間距機構4302上的固定點4303。此外，可調間距機構4302包含塗有光熱轉換材料（例如，光吸收奈米粒子鏈結、光熱轉換（light-to-heat conversion，LTHC）釋放塗層等）的致動臂4304。另外，可調間距機構4302包含隔熱連接器4305。

【0368】 圖43C示出了剪式機構4301之剖面的另一放大圖。如圖43C所示，圖43C示出了准許在X、Y及θ軸上運動但准許在Z平面中之最小運動的選擇性懸臂彎曲部4306。

【0369】 圖43C更示出了使用選擇性隔熱黏接劑連接到適應性卡盤模組3903的選擇性隔熱框4307。

【0370】 參閱圖43A-43C，在一實施例中，適應性卡盤模組3903使用可致動X、Y及θ軸中之一或多個的機構連接到可調間距機構4302。在一實施例中，X或Y位移的範圍至少為100奈米，而θ的範圍至少為10微弧度。在一實施例中，致動機構連接至可調間距機構4302的固定點4303以及適應性卡盤模組3903。在一實施例中，上述機構與可調間距機構4302之固定點4303以及適應性卡盤模組3903的連接是使用隔熱材料產生的。在一實施例中，隔熱連接器也具有低的整體熱膨脹（小於25奈米或甚至小於10奈米）。此低的整體熱膨脹可使用具有低

熱膨脹係數（coefficient of thermal expansion，CTE）的連接器材料或使用薄的（微米級）連接器或低熱膨脹係數與薄連接器之組合來實現。此些連接器材料可包含隔熱黏接劑、具有低整體熱膨脹的聚合物連接器、熔融石英或不銹鋼。在一實施例中，致動臂4304塗有光熱轉換材料（例如，光吸收奈米粒子漿料、LTHC層）。在一實施例中，藉由輻射致動臂4304使用以下群組中之一或多個來執行致動臂4304的加熱：掃描光源、數位微鏡陣列、LED陣列以及微LED陣列。在一實施例中，散熱器用以維持致動臂4304的穩定參考溫度。散熱器可由跨致動臂4304及/或嵌入式流體微通道的流體流（例如，空氣）所組成。在一實施例中，可變間距機構4302具有至少一毫米的運動範圍。

【0371】 現在參閱圖44A至圖44F，圖44A至圖44F示出了根據本案一實施例的示例性轉印基板3309。

【0372】 如圖44A所示，圖44A示出了轉印基板3309。圖44B示出了轉印基板3309之剖面的放大圖。圖44B示出了用於黏接劑之毛細管釘扎的選擇性台面4401（轉印基板3309上基板3309尚未被蝕刻掉的區域）。在一實施例中，使用聚合物並且圖案化，例如通過微影，來製造台面4401。在一實施例中，台面4401對UV光是透明的（例如，舉例而言，光阻材料）。在一實施例中，台面4401的材料是折射率匹配（index-matched）於波導層。可調節台面材料的折射率以僅允許波導中的部分光透過台面4401洩漏進入黏接劑（例如，用於UV固化）。

【0373】 此外，如圖44B所示，在從原生基板103拾取之後，少量的原生基板黏接劑4402可選擇性地被留在場域401的底側。

【0374】 此外，圖44B示出了兩個示例性相鄰的場域401。在一實施例中，場域401使它們的主動側面向上（遠離轉印基板3309）。場域401的高度變異可

藉由z順應彎曲部、黏接劑液滴體積調整以及邊緣附近之場域401的懸臂來補償，如元件4403所示。

【0375】 另外，圖44B示出了UV固化黏接劑4404。

【0376】 此外，圖44B示出了選擇性波導層4405。波導層4405可在z彎曲部結構的頂部及/或在它們的下方。在一實施例中，波導層4405是使用SiO_2、氮化矽及/或UV透射聚合物（例如，丙烯酸）製成。

【0377】 此外，圖44B描繪了用於將光（例如，UV 4407）耦合到橫向波導結構4405中的內耦合光柵4406。此些可位在轉印基板3309之外圍及/或場域401之間的切口區域附近。此些可選擇性地在壓印光阻繫上使用J-FIL壓印微影（Jet and Flash Imprint Lithography）來進行圖案化。

【0378】 另外，圖44B示出了轉印基板3309的塊體部分4408（例如，大約775微米厚的塊體矽）。此可選擇性地使用蝕刻技術來進行穿孔，例如催化劑影響化學蝕刻（CICE）或深反應離子蝕刻（DRIE），以允許黏接劑4404從轉印基板3309之底側進行UV曝光。

【0379】 此外，圖44B示出了用於z順應結構4410的選擇性封裝層4409。在一實施例中，封裝層4409將z順應結構4410的內部結構與拾取的場域401分離。在一實施例中，封裝層4409的z順應量藉由改變其厚度而改變。在一實施例中，封裝層4409是使用矽、多晶矽、氧化矽、聚合物及/或金屬（例如，鉻）製成。

【0380】 另外，圖44B示出了選擇性外耦合光柵4411。

【0381】 現在參閱圖44C，圖44C是z順應結構4410的放大圖。如圖44C所示，z順應結構4410包含彎曲桿4412。在一實施例中，彎曲桿4412被設計成只要作用在上面之場域的力超過特定值時就會彎曲。此外，圖44C示出了在z順應結

構4410中的凹槽4413，其可使用選擇性犧牲材料（例如，氧化矽、多孔碳、聚乙烯醇（polyvinyl alcohol，PVA）等）來填充，其中犧牲材料可在製造結束時使用合適的蝕刻劑來移除。

【0382】 圖44D是z順應結構4410之頂部的放大圖。如圖44D所示，次級彎曲部4414允許中心墊4415在z方向上的彎曲，同時防止在XY平面中的實質性運動。在一實施例中，台面4401與黏接劑4404可選地位在中心墊4415之上方。

【0383】 圖44E是z順應結構4410之中心部分的放大圖。如圖44E所示，彎曲桿層4412可由矽（例如）製成，並使用合適的接合技術（例如，共價結合）接合至順應層的其餘部分。

【0384】 此外，圖44F是內耦合光柵4406（例如，用於UV光）之俯視的放大圖。另外，圖44F示出了在黏接劑液滴4416附近之剖面的俯視圖，其顯示了液滴交錯以允許耦合到波導層4405中的UV輻射在被吸收或散射之前達到最大液滴量。

【0385】 圖45示出了根據本案一實施例的替代示例性轉印基板3309。

【0386】 參閱圖45，圖45示出了用於黏接劑4404之毛細管釘扎的選擇性台面4401。在一實施例中，台面4401是使用聚合物製成，並且使用微影圖案化。在一實施例中，台面4401對IR光4501是透明的。可選地，台面4401可嵌入選擇性吸收特定波長之光（例如，紅外光）的奈米粒子。此些可用於局部加熱以及固化兩部分黏接劑4404。

【0387】 圖45更是出了選擇性兩部分黏接劑4404（除了此是透過IR輻射固化之外，類似於圖44B中所示的黏接劑）。在一實施例中，黏接劑4404是單獨儲存，並且在場域附接步驟之前一起分配（例如，使用噴墨）。在一實施例中，

黏接劑4404可選擇性地嵌入選擇性吸收特定波長之光（例如，紅外光4501）的奈米粒子。此些可用於局部加熱以及固化兩部分黏接劑4404。

【0388】 參閱圖44A-44F以及圖45，在緊接在（在集成順序中）混合接合到產品基板105上之前，轉印基板3309是場域401暫時組裝到其上的中介基板801。場域401通常是以整個基板方式從轉印基板3309轉移到產品基板105。

【0389】 在一實施例中，轉印基板3309包含嵌入式結構，其在Z方向上選擇性地順應，同時在X和Y方向上呈硬性。示例性結構顯示在圖44A-44F以及圖45中。此種結構可藉由將多個2D製造層（使用諸如雷射加工、微影、蝕刻等技術）接合在一起來進行組裝。嵌入式結構中的凹槽4413可以犧牲材料，例如SiO_2、水溶性的聚乙烯醇（PVA）、多孔碳等來填充。填充層可用以支撐內部結構以防止塌陷與損壞，以及可在已製造層之上生長的任何後續層。在整個製造過程結束時，可以使用合適的蝕刻劑（例如，用於SiO_2的HF、用於PVA的水等）將填充層蝕刻掉。填充層和內部結構可塗有由SiO_2、旋塗玻璃（spin-on-glass，SOG）、金屬、聚合物、矽及/或多晶矽組成的封裝層4409。在一實施例中，封裝層4409被金屬層覆蓋，此金屬層有助於光在波導層中的內反射。

【0390】 在一實施例中，轉印基板3309的平面內變形是使用熱致動（例如，珀爾帖致冷器（peltier coolers）、紅外輻射式局部加熱源）以及機械致動技術來控制的。在一實施例中，利用熱致動來抽出在使用例如，UV輻射固化黏接劑之期間所產生的任何多餘熱量。可選地，可使用高導熱黏接劑以促進熱傳遞過程。

【0391】 在一實施例中，轉印基板3309是為每個新的SiP定制的。在一實施例中，封裝層4409、台面層4401以及內耦合光柵層4406是為每個SiP定制圖案化的。

【0392】 在一實施例中，為了防止轉印卡盤111的轉印基板面向表面和轉印基板3309上預先存在之場域401的干擾（於將轉印卡盤111所拾取之場域401放置到轉印基板3309上時），可使用短的電漿剝離步驟來減少在預先存在之場域401上之封裝層4409的厚度。電漿可為大氣壓等離子體。

【0393】 在一實施例中，為了防止轉印卡盤111的轉印/原生/中介基板面向表面和轉印/原生/中介基板3309/103/801上預先存在之場域401的干擾（於將轉印卡盤111所拾取之場域401放置到轉印/原生/中介基板3309/103/801上時），可在轉印/原生/中介基板3309/103/801上預先存在之場域401和轉印卡盤111的轉印/原生/中介基板面向表面之間產生排斥力。所述力可藉由在預先存在場域位置處將空氣從適應性卡盤模組3903排出來產生，以創造將預先存在之場域401與轉印卡盤111的基板面向表面分開的薄空氣墊。或者，所述力可藉由以相似極性電荷對轉印卡盤111的基板面向表面和預先存在之場域401的轉印卡盤面向表面進行充電來產生，以在表面之間創造靜電排斥。在一實施例中，轉印/原生/中介基板3309/103/801內部的z彎曲結構4412（也可稱為「彎曲桿」）之順應性可被改變以在放置步驟之期間中幫助產生轉印卡盤至場域的間隙。

【0394】 在一實施例中，轉印基板3309中的台面層4401、波導層4405、封裝層4409與z順應結構中的一或多個可使用具有高導熱率的材料（例如，金屬、矽、包含高導熱性填料的高導熱性複合聚合物）來製成，以允許熱量從場域401垂直和橫向傳遞到轉印/原生/中介基板3309/103/801和轉印卡盤111的主體。

【0395】 在一實施例中，增加台面結構4401的厚度以增加轉印/原生/中介基板3309/103/801的局部X、Y順應性。在一實施例中，增加黏接劑液滴4416的體積以增加黏接劑4404的釘扎高度，以增加轉印/原生/中介基板3309/103/801的有效局部X、Y順應性。

【0396】 圖46A至圖46B示出了根據本案一實施例的示例性干擾防範方法（在場域組裝到轉印基板3309的期間）。

【0397】 參閱圖46A，圖46A示出了已經組裝在轉印基板3309上的示例性場域4601。相比於正在組裝的場域401，所示場域401（例如）具有更大的厚度。在沒有干擾防範方法的情況下，此會因適應性卡盤模組3903試圖將場域401組裝到轉印基板3309上而妨礙到它。

【0398】 此外，圖46A示出了當前正在組裝到轉印基板3309上的場域4602。

【0399】 圖46B是轉印基板3309之一部分的放大圖。如圖46B所示，由適應性卡盤模組3903（在已組裝場域4601的位置）產生局部氣壓及/或靜電排斥4603以防止在組裝其中場域和轉印卡盤/適應性卡盤模組111/3903的干擾。

【0400】 此外，如圖46B所示，轉印基板3309中的彎曲結構有助於減少干擾。

【0401】 現在參閱圖47A至圖47E，圖47A至圖47E示出了根據本案一實施例的示例性原生基板103。

【0402】 如圖47A所示，圖47A示出了原生基板103。圖47B示出了原生基板103之剖面的放大圖。圖47B示出了用於黏接劑之毛細管釘扎的選擇性台面4701（原生基板103上基板103尚未被蝕刻掉的區域）。在一實施例中，台面4701是使用聚合物製成並被圖案化，例如通過微影。在一實施例中，台面4701對IR

光是透明的。在一實施例中，台面4701可嵌入選擇性吸收特定波長之光（例如，紅外光）的奈米粒子。此些可用於局部加熱以及固化兩部分黏接劑。

【0403】 此外，如圖47B所示，在從原生基板103拾取之後，少量的原生基板黏接劑4702可選擇性地被留在場域401的底側。

【0404】 此外，圖47B示出了兩個示例性相鄰的場域401。在一實施例中，場域401使它們的主動側面向上（遠離原生基板103）。場域401的高度變異可藉由z順應彎曲部、黏接劑液滴體積調整以及邊緣附近之場域401的懸臂來補償。

【0405】 另外，圖47B示出了用於暫態材料激活的選擇性UV輻射4703。

【0406】 此外，圖47B示出了原生基板103的塊體部分4704（例如，大約775微米厚的塊體矽或使用合適的蝕刻技術製成的具有穿孔之矽層）。

【0407】 此外，圖47B示出了用於z順應結構4706的選擇性封裝層4705。在一實施例中，封裝層4705將z順應結構4706的內部結構與拾取的場域401分離。在一實施例中，封裝層4705的z順應量藉由改變其厚度而改變。在一實施例中，封裝層4705是使用矽、多晶矽、氧化矽、聚合物及/或金屬（例如，鉻）製成。

【0408】 另外，圖47B示出了選擇性暫態材料（黏接劑）4707。在一實施例中，暫態材料4707被噴墨在台面層4701之頂部。可以使用例如，熱或UV輻射來誘發相變。可選地，暫態材料4707可嵌入選擇性吸收特定波長之光（例如，紅外光）的奈米粒子。此些可用於局部加熱材料。

【0409】 現在參閱圖47C，圖47C是z順應結構4706的放大圖。如圖47C所示，z順應結構4706包含彎曲桿4708。在一實施例中，彎曲桿4708被設計成只要作用在上面之場域的力超過特定值時就會彎曲。此外，圖47C示出了在z順應結構4706中的凹槽4709，其可使用選擇性犧牲材料（例如，氧化矽、多孔碳、聚

乙烯醇（PVA）等）來填充，其中犧牲材料可在製造結束時使用合適的蝕刻劑來移除。

【0410】 圖47D是z順應結構4706之頂部的放大圖。如圖47D所示，次級彎曲部4710允許中心墊4711在z方向上的彎曲，同時防止在XY平面中的實質性運動。在一實施例中，台面4701與黏接劑4707可選地位在中心墊4711之上方。

【0411】 圖47E是z順應結構4706之中心部分的放大圖。如圖47E所示，彎曲桿層4708可由矽（例如）製成，並使用合適的接合技術（例如，共價結合）接合至順應層的其餘部分。

【0412】 在一實施例中，原生基板103可由使用黏接劑（例如，黏接劑4707）附接到透明載體基板（例如，玻璃、熔融石英、藍寶石）或帶框載體隔膜的場域401所組成。黏接劑可為連續膜，其連續膜之厚度變化以補償場域401的厚度變化，或分離成島，其X/Y範圍與厚度考量於不同之X/Y範圍與厚度的場域401而改變。在一實施例中，此種原生基板103是藉由從具有犧牲層之基板的場域401開始，例如氧化物上覆矽（silicon-on-oxide，SOI）、藍寶石上覆矽（silicon-on-sapphire，SOS），翻轉並以整個基板方式黏接到合適的載體基板，以及使用合適的蝕刻劑分離起始基板的主體。在一實施例中，起始基板由製造在位於犧牲矽鍺（SiGe）層之頂部的場域401所組成。此種SiGe層可以使用磊晶沉積技術來生長。可以使用濕式蝕刻、電漿蝕刻、原子層蝕刻以及混合蝕刻方法來執行犧牲矽鍺層的蝕刻。在一實施例中，使用由蒸氣HF、蒸氣H_2O_2以及蒸氣乙酸所組成的蝕刻劑。

【0413】 圖48是根據本案一實施例之用於從具有犧牲層之基板創造用於組裝之原生基板之方法4800的流程圖。圖49A至圖49F描繪了根據本案一實施例

之使用圖48中所述之步驟從具有犧牲層的基板創造用於組裝之原生基板的剖面圖。

【0414】 結合圖49A-49F參閱圖48，在步驟4801中，執行犧牲層4903的部分蝕刻以創造如圖49A-49B所示的繫鏈（tethers）。圖49A示出了在頂部具有主動層的單體化場域4901。此外，圖49A示出了用於犧牲層蝕刻劑的出入孔4902以及在塊狀基板4904上的犧牲層4903。另外，圖49A示出了場域切口4905。

【0415】 如上所述，在步驟4801中，執行犧牲層4903的部分蝕刻以創造如圖49B所示的繫鏈4906。

【0416】 在步驟4802中，塊狀基板4904被翻轉並通過黏接劑4908暫時附接到中介基板4907，如圖49C所示。在一實施例中，中介基板4907是使用矽、碳化矽、氧化矽、熔融石英、藍寶石、聚合物膜及/或帶框所製成。

【0417】 在步驟4803中，使用犧牲層蝕刻來分離塊狀基板4904，如圖49D所示。在一實施例中，塊狀基板4904（也稱為「載體基板」）一直附接於載體基板卡盤。載體基板卡盤可選地是抗犧牲蝕刻劑的，例如使用聚四氟乙烯（polytetrafluoroethylene，PTFE）及/或藍寶石製成。

【0418】 在步驟4804中，中介基板4907被翻轉並使用黏接劑島4910暫時附接到用於組裝的原生基板4909（例如，原生基板103），如圖49E所示。在一實施例中，原生基板4909是使用矽、碳化矽、氧化矽、熔融石英、藍寶石、聚合物膜及/或帶框所製成。

【0419】 在步驟4805中，中介基板4907（連同黏接劑4908）被移除，例如通過蝕刻技術，從而留下具有場域4901的原生基板4909，如圖49F所示。

【0420】 下面提供關於方法4800的進一步討論。

【0421】 在一實施例中，場域401、4901包含分佈在場域401、4901之整個區域中的出入孔。用於犧牲層（例如，犧牲層4903）的蝕刻劑除了源自場域401、4901之邊緣之外，還可以源自出入孔4902（在繫鏈形成蝕刻以及塊裝基板分離的期間中）。在一實施例中，出入孔4902的XY間距為20微米。在一實施例中，在犧牲層4903上方的矽層為約300奈米厚。在一實施例中，如果使用蒸氣蝕刻劑，犧牲層4903約為0.5微米厚，如果使用濕式蝕刻劑，犧牲層4903約為5微米厚，其中選擇的值允許犧牲層蝕刻劑的充分橫向傳輸。

【0422】 在一實施例中，增加台面結構4401（圖45中所示）的厚度以增加原生基板103、4909的局部X、Y順應性。在一實施例中，增加黏接劑液滴4416（見圖44F）的體積以增加黏接劑4404的釘扎高度，以增加原生基板103、4909的有效局部X、Y順應性。

【0423】 在一實施例中，在背面研磨期間或在圖47A-47E中所示之原生晶圓創造過程（在中介載體基板上）期間中，當場域401、4901處於主動側朝下時，它們的厚度可使用減成法（例如，噴墨式平面化）與加成法（例如，使用噴墨、化學氣相沉積、旋轉塗佈等將材料添加到背面）的一或多種來調製。在一實施例中，可由矽、氧化矽、藍寶石、熔融石英等製成的載體基板4904被拋光至高度平坦，並用作附接到基板之場域401、4901的參考。載體基板4904上的場域高度可藉由量測在切口4905和每一場域401、4901之邊緣之間的形貌變化的合適形貌量測技術來進行量測。在一實施例中，氣壓計式厚度量測方法用以量測場域401、4901的厚度。

【0424】 本文所述的黏接劑可用以附接場域401、4901至原生、中介、轉印與載體基板103、801、3309、4904以及轉印卡盤111。黏接劑可由UV釋放黏

接劑、熱釋放黏接劑、光熱轉換（LTHC）塗層、液晶（liquid-crystal，LC）式黏接劑、UV相位切換液晶式黏接劑等所組成。

【0425】 在一實施例中，黏接劑層由第一光吸收層與暫態材料層中之一或多層所組成。光吸收層可為純聚合物層（例如，由3M®製造的LTHC塗層），或針對光吸收優化之聚合物與奈米粒子的複合物。在一實施例中，可以使用黏貼到暫態材料的黏接劑塗層（例如，VALMat）塗覆在場域401、4901之底側及/或其整體。

【0426】 在一實施例中，黏接劑液滴4416被分配在離場域401、4901之邊緣的一個合適距離處，使得懸臂場域（靠近場域401、4901之邊緣）彎曲以接納相鄰場域401、4901在混合接合期間中的任何殘餘高度差距。如果場域401、4901的厚度小，則此種彎曲不一定會導致任何顯著的疊對誤差。

【0427】 在一實施例中，光熱轉換（LTHC）層用以局部加熱及/或蒸發黏接劑。LTHC層可由諧振吸收層的一或多個所組成。在一實施例中，LTHC包含設計在窄波長範圍內吸收輻射的嵌入式奈米粒子，理想地在轉印卡盤111、原生基板103、轉印基板3309的一或多個顯示最小或零光吸收的波長處。在一實施例中，黏接劑由聚醯亞胺（polyimide）組成。在一實施例中，黏接劑由聚醯亞胺光熱轉換式（polyimide-LTHC-based）釋放層所組成。

【0428】 在一實施例中，在LTHC層中用於光吸收的奈米粒子是使用金、矽、釕、貴金屬、鈦及/或鎢製成。在一實施例中，增加奈米粒子的尺寸以提升它們的熔點（例如，金奈米粒子的熔點隨著奈米粒子的尺寸減小而下降）。

【0429】 圖50A至圖50C示出了根據本案一實施例的示例性良率管理流程。

【0430】 現在參閱圖50A，圖50A示出了在轉印基板3309上的示例性SIP 5001，其顯示了需要用來自緩衝基板的已知良好晶粒2603替換掉的四個示例性已知不良晶粒2605。

【0431】 參閱圖50B，圖50B示出了在各種主動緩衝基板5002A-5002N上的已知良好晶粒2603，其中N為正整數（5002A識別成「主動緩衝基板1」、5002B識別成「主動緩衝基板2」、5002N識別成「主動緩衝基板N」）。主動緩衝基板5002A-5002N可分別共同地或單獨地稱為多個主動緩衝基板5002或主動緩衝基板5002。

【0432】 在任何時間點，維持有N個（N為正整數）主動緩衝基板5002。在一實施例中，在所有時間點，保持此些在一低耗盡水平，使得任何給定轉印晶圓3309的已知不良晶粒替換步驟可在至多一或兩個取放步驟中完成。

【0433】 圖50C示出了一系列惰性緩衝基板5003-5003N，其中N為正整數（5003A識別成「惰性緩衝基板1」、5003B識別成「惰性緩衝基板2」、5003N識別成「惰性緩衝基板N」）。惰性緩衝基板5003A-5003N可分別共同地或單獨地稱為多個惰性緩衝基板5003或惰性緩衝基板5003。

【0434】 如圖50C所示，來自耗盡最多之惰性緩衝基板5003（例如，惰性緩衝基板5003N）的晶粒901使用逐晶粒轉印卡盤以逐晶粒方式組裝到耗盡最少的惰性緩衝基板5003（例如，惰性緩衝基板5003A），如圖50C中的箭頭5004所示。

【0435】 此外，如圖50B和圖50C中所示，一旦主動緩衝基板5002中之一者達到耗盡的預指定水平，耗盡最少的惰性緩衝基板5003（例如，惰性緩衝基板5003A）可被送至緩衝基板5002之主動組，如箭頭5005所示。

【0436】 圖51A至圖51D示出了根據本案一實施例之用於切割和對準標記創建的示例性方法。

【0437】 圖51A示出了未切割場域5101，其中裝置層面向在載體基板3302上的黏接劑5102。

【0438】 此外，圖51B是在圖51A中所示之載體基板3302上方之層的放大圖。如圖51B所示，圖51B示出了位在封裝層5104上的裝置結構5103。此外，圖51B示出了黏接劑層5102，其可選擇性地為蝕刻停止層。另外，圖51B示出了用以創造金屬斷裂的層5105。此外，圖51B示出了用於使用CICE創造對準標記的選擇性催化劑5106。另外，圖51B示出了切口區域5107，其中切口區域5107的放大圖顯示在圖51C中。

【0439】 如圖51C所示，切口區域5107包含對準標記5108。

【0440】 此外，用於場域切割的電漿蝕刻顯示在圖51D中。如圖51D所示，使用CICE創造對準標記5109。如圖51D進一步所示，切割邊緣5110是使用電漿蝕刻創造的。

【0441】 在一實施例中，對準標記5108、5108是在單體化期間中在場域中創造的。

【0442】 在一實施例中，對準標記5108、5109創造在場預的背面。例如，光微影（photolithography，PL）或奈米壓印微影（NIL）可用於標記5108、5109的圖案化。在另一實施例中，深反應離子蝕刻（DRIE）可用於標記5108、5109的乾蝕刻。在又一實施例中，CICE可用於標記5108、5109的蝕刻。標記5108、5109可放置在電路圖案下方或遠離電路區域之切口區域5107附近。標記5108、5109可被一路蝕刻到通過場域的厚度或被部分地蝕刻。

【0443】 場域的單體化可使用單獨一組的圖案化和蝕刻技術來執行（相比於對準標記創造步驟）。光微影（PL）或奈米壓印微影（NIL）可用於圖案化。乾蝕刻（例如，DRIE）可用於蝕刻。此外，濕式蝕刻（例如，CICE）可用於蝕刻。另外，可使用雷射式方法，例如雷射切割或隱形切割來執行單體化。

【0444】 現在參閱圖52A，圖52A示出了根據本案一實施例之將轉印卡盤111上所拾取的場域401定位到穩定參考網格。特別的是，圖52A示出了用於相對於穩定參考網格及/或相對於轉印卡盤111來定位拾取之場域401的上視顯微鏡5201。

【0445】 圖52A更示出了選擇性耦合的顯微鏡位在單獨的可變間距機構5202上，其可針對穩定參考網格進行校準。

【0446】 現在參閱圖52B，圖52B示出了根據本案一實施例之相對於穩定參考網格5203（例如，穩定網格板）來定位複數適應性卡盤模組3903的位置。

【0447】 如圖52B所示，集成光源和感測器對5204A-5204B、5204C-5204D用於發送適應性卡盤模組3903相對於穩定參考網格5203（例如，穩定網格板）的位移。集成光源和感測器對5204A-5204D可分別共同地或單獨地稱為多個集成光源和感測器對5204或集成光源和感測器對5204。

【0448】 參閱圖52A-52B，在一實施例中，朝上顯微鏡5201用以量測場域401相對於全局網格的位置，或者當它們被拾取到轉印卡盤111上時，相對於在場域401上之對準標記位置之轉印卡盤111的對準。在一實施例中，朝上顯微鏡5201是放在可重配置的可變間距機構，例如可變間距機構5202上。在一實施例中，朝上顯微鏡5201的位置可相對於穩定2D網格和附接到顯微鏡501之網格編碼器來量測。在可變間距機構，例如可變間距機構5202上的顯微鏡5201之位置可

被間歇地校準一次，或在每個取放步驟期間中被主動地觀察。另外，可使用疊紋式計量來量測朝上顯微鏡5201的位置，其中一組疊紋標記放置在顯微鏡5201上，且另一組疊紋標記放置在穩定參考基板上，並且使用疊紋顯微鏡來觀察在朝上顯微鏡5201和參考基板上之對應標記組的相對位置。在一實施例中，原生基板103用以組裝多個轉印基板3309，使得用於上視顯微鏡5201的可變間距機構，例如可變間距機構5202僅在裝載新的原生基板時必須重新配置。

【0449】 在一實施例中，使用上視顯微鏡5201在有限組的位置上取樣來自原生基板103且已被轉印卡盤111拾取的場域401，以量測那些場域401相對於穩定參考網格5203及/或相對於轉印卡盤111的位置。可使用合適的位置外插技術來外插轉印卡盤111上剩餘之拾取場域401的位置。

【0450】 可以從轉印卡盤111的底側、直接從轉印卡盤111之上方或從具有源自內耦合光柵4406（其用以送入用於黏接劑固化的UV光）之對準訊號的轉印卡盤111的上方來觀察場域上的對準標記。可使用計算方法或藉由設計對準標記之位置以使其避免干擾結構來濾除對準訊號和場域401上之電路元件（例如）的干擾。

【0451】 在一實施例中，可相對於穩定2D網格來直接觀察可變間距機構，例如可變間距機構4302上之適應性卡盤模組3903的位置。小型網格編碼器可集成到適應性卡盤模組3903上，並用以查看2D網格板，以在組裝期間中實時量測適應性卡盤模組3903的位移。

【0452】 在一實施例中，轉印基板3309包含對準標記的網格。對準標記的網格可選擇性地使用和製造台面（例如，台面4401）相同的技術（例如，i線微影）而圖案化在轉印基板3309中的台面（例如，台面4401）上。在一實施例中，

進來的場域401對準於在轉印基板3309上的對準標記之網格。來自選擇性朝上顯微鏡5201以及來自用於量測轉印基板3309和場域401之間之對準的對準顯微鏡的場域位置誤差可以藉由在轉印基板卡盤上的熱致動器組來校正。

【0453】 在一實施例中，所有場域401的零層在同一微影工具上製造（此包含不同種類的場域，而不僅僅是相同種類的不同場域）。

【0454】 在一實施例中，轉印卡盤111的面向場域表面被拋光成高度平坦，以作為拾取與放置之場域401的參考平面。在一實施例中，在z方向上主動地調節轉印卡盤111的表面以達到平坦或期望的非平坦輪廓。

【0455】 在一實施例中，產品晶圓卡盤104包含致動器以在混合接合之前弄平產品晶圓105的表面。可使用雷射式方法、氣壓計等來執行產品晶圓105上之形貌的感測。可使用壓電致動器、熱致動器及/或電磁致動器來執行晶圓卡盤的致動。

【0456】 現在參閱圖53A至圖53B，圖53A至圖53B示出了根據本案一實施例之用於使用噴墨催化劑之基於金屬輔助催化蝕刻（metal-assisted catalytic etching，MACE）之切割的示例性方法。

【0457】 如圖53A所示，切口區域5107包含對準標記5301以及選擇性切割邊緣穩定結構5302和切割邊緣5303。

【0458】 圖53B是黏接劑層5102上方之層的放大圖。如圖53B所示，有一選擇性淺蝕刻凹槽5304以改進蝕刻劑圍阻、一包含彎月面的蝕刻劑液滴5305以及一噴墨催化劑5306。此外，圖53B示出了切割厚度5307可選擇性地為次微米級。

【0459】 現在參閱圖54A至圖54B，圖54A至圖54B示出了根據本案一實施例之用於使用噴墨催化劑之基於金屬輔助催化蝕刻之切割的替代示例性方法。

【0460】 如圖54A所示，具塗有催化劑之刀刃5402的刀刃切割機框架5401用以切割場域401。圖54B中顯示了此種製程的放大圖。

【0461】 如圖54B所示，刀刃切割機框架（例如，矽）可包含蝕刻劑入口5403以及蝕刻劑出口5404。此外，如圖54B所示，存在用於切割機框架5401的選擇性保護層5405（例如，碳）。另外，如圖54B所示，存在包含彎月面的蝕刻劑液滴5406以及催化劑膜5407，其中切割厚度5408可選擇性地為次微米級。

【0462】 以下討論基於圖53A-53B與圖54A-54B。

【0463】 MACE可用以切割基板成場域401。

【0464】 在一實施例中，切割邊緣是直的。在另一實施例中，切割邊緣可具有一或多個彎曲或角狀元件（例如90°轉角等）。

【0465】 在一實施例中，使用一或多個噴墨器將MACE催化劑分配到未切割的基板（例如，未切割的場域5101）。在一實施例中，催化劑為金。在切割後，可使用蝕刻劑（例如，用於金催化劑的王水）。

【0466】 在另一實施例中，刀刃切割機框架5401用以蝕刻進基板（例如，基板3302）。在一實施例中，刀刃5402塗有MACE催化劑。在一實施例中，刀刃5402塗有保護層（例如，碳層）。在一實施例中，刀刃5402具有斷續式穩定結構。

【0467】 在一實施例中，MACE蝕刻劑覆蓋整個基板（例如，基板3302）。在一實施例中，使用在場域401之切口區域5107附近的噴墨器來分配MACE蝕刻劑。在一實施例中，使用在切割前就已經被蝕刻且位在切口區域5107附近的凹槽來容納MACE蝕刻劑。在一實施例中，使用在切口區域5107附近的表面張力來容納MACE蝕刻劑。

【0468】 在一實施例中，循環MACE蝕刻劑以防止蝕刻滯止。在一實施例中，在切口區域5107的鄰域內實施蝕刻劑循環。

【0469】 在一實施例中，場域401塗有保護層以防止在切割和催化劑移除期間中的化學損壞。

【0470】 在一實施例中，刀刃切割機框架5401具有彎曲機構以提供沿著Z軸的順應性。在一實施例中，刀刃切割機框架5401具有彎曲機構以為每一個場域401提供沿著Z軸的順應性。

【0471】 在一實施例中，切割邊緣具有被優化以減少凹陷與蝕刻滯止趨勢的橫截面。在一實施例中，切割邊緣在蝕刻區域具有梯形橫截面。可使用結晶蝕刻（例如，基於KOH的蝕刻）來創造梯形橫截面。

【0472】 在一實施例中，切割邊緣具有正交結構以提供機械支撐。

【0473】 在一實施例中，蝕刻式切割技術（例如，基於MACE的切割）用以創造非直線的場域邊緣。在一實施例中，蝕刻式切割技術（例如，基於MACE的切割）用以單體化場域401，使得在切口區域5107上的對準標記5301在切割之後被保留。

【0474】 現在參閱圖55A至圖55B，圖55A至圖55B示出了根據本案一實施例之用於基板切割後背面研磨的示例性方法。

【0475】 如圖55A所示，切口區域5107（例如，40微米寬）包含全尺寸的對準標記5301（例如，38微米寬）以及選擇性切割邊緣穩定結構5302和切割邊界/邊緣5303（例如，1微米）。

【0476】 圖55B是黏接劑層5102上方之層的放大圖。如圖55B所示，在切割邊界有催化劑5501。

【0477】 現在參閱圖56，圖56示出了根據本案一實施例之用於在背面研磨之前在原生基板103中創造晶粒切割的示例性方法。

【0478】 特別的是，圖56是黏接劑層5102上方之層的放大圖。如圖56所示，在裝置結構5103上方有一封裝層5601且在切割邊界處有一催化劑5501，其現在位於裝置結構5103下方，而不是和層5105位在相同水平以創造如圖55B中所示的金屬斷裂。

【0479】 現在參閱圖57，圖57是根據本案一實施例之使用金屬輔助化學蝕刻為基板切割創造金屬斷裂之方法5700的流程圖。圖58A至圖58C描繪了根據本案一實施例之以圖57中所述之步驟使用金屬輔助化學蝕刻為基板切割創造金屬斷裂的剖視圖。

【0480】 結合圖58A-58C參閱圖57，在步驟5701中，執行紫外（ultraviolet，UV）固化以固化如圖58A-58B所示的催化劑斷裂層5802。如圖58A所示，用於催化劑斷裂5802的UV固化層位在待切割的基板5801之頂部。此外，如圖58A所示，具有台面5803的模板，例如台面5804位在催化劑斷裂層5802上。在執行UV固化後，催化劑斷裂層5802被固化，從而產生層5805，如圖58B所示。

【0481】 此外，在步驟5701中，可執行選擇性電漿蝕刻以改善催化劑斷裂層5802的輪廓，從而導致模板5803的去除，如圖58B所示。

【0482】 在步驟5702中，催化劑5806沉積在用於催化劑斷裂5805與基板5801的UV固化層，如圖58C所示。

【0483】 以下討論圖55A-55B、圖56、圖57與圖58A-58C。

【0484】 在一實施例中，從原生基板103的正面或背面執行切割製程。在一實施例中，從已經接合至載體基板3302的原生基板103的正面或具有前面接合

至載體基板3302的原生基板103之背面來執行製程。在一實施例中，在附接到載體基板3302的背面接地式基板上執行製程。

【0485】 在一實施例中，用於裝置堆疊之含矽區域的蝕刻製程是CICE。在一實施例中，用於裝置堆疊之矽組件的蝕刻製程是矽電化蝕刻。在一實施例中，用於裝置堆疊之非含矽區域（例如，氧化矽、金屬，諸如鍺、砷化鎵、碳化矽的非矽基板）的蝕刻製程是物理蝕刻製程，例如深反應離子蝕刻（DRIE）或濕式蝕刻製程（例如，使用含有液態或氣態氫氟酸之蝕刻劑的蝕刻）。

【0486】 在一實施例中，裝置堆疊的未蝕刻部分，例如在暴露於HF蝕刻（例如）後可能保持未蝕刻的金屬線，在結束時使用更侵略的清潔蝕刻，例如使用王水、硝酸等來蝕刻。在一實施例中，裝置堆疊之含銅的未蝕刻部分是使用氯化鐵、氯化銅、鹼性蝕刻劑、過氧化氫和硫酸的混合物、鉻-硫酸、氯酸鈉、檸檬酸、過硫酸銨等來蝕刻。在一實施例中，適當地稀釋用於裝置堆疊之未蝕刻部分的蝕刻劑，使得它對裝置封裝層、氧化物層以及其他功能裝置層具有降低的活性或沒有活性。在一實施例中，在蝕刻後使用稀釋劑噴霧（例如，水）來去除蝕刻劑。

【0487】 在一實施例中，在蝕刻製程期間，使用封裝層，例如封裝層5601來保護場域401內部的裝置層。在一實施例中，封裝層，例如封裝層5601由貴金屬、非貴金屬及/或聚合物所組成。在一實施例中，封裝層，例如封裝層5601由CVD碳所組成。在一實施例中，封裝層，例如封裝層5601由聚對二甲苯、氟聚合物（例如，PTFE）及/或碳（例如，CVD沉積或旋轉塗佈）所組成。在一實施例中，封裝層，例如封裝層5601包含氧化矽。

【0488】 在一實施例中，封裝層，例如封裝層5601是使用光微影或奈米壓印微影來圖案化。在一實施例中，封裝層，例如封裝層5601是使用噴墨來沉積。在一實施例中，封裝層，例如封裝層5601是使用通過圖案化模板的流體釘扎所創造的不連續膜來圖案化。

【0489】 在一實施例中，用於化學切割製程（例如，使用MACE）的蝕刻劑僅分配在待蝕刻區域附近（例如，使用噴墨）或保持在腔室中以覆蓋包含待蝕刻區域的整個基板。在一實施例中，噴墨器用於蝕刻劑分配，並且噴墨器的所有浸濕區域塗有蝕刻惰性層（例如，氟聚合物，如PTFE、聚對二甲苯等）。

【0490】 對於基於MACE的切割，在一實施例中，蝕刻催化劑，例如催化劑5106是由貴金屬、非貴金屬、非金屬、聚合物及/或陶瓷所組成。在一實施例中，催化劑，例如催化劑5106是由Au、Ag、Ru、Pt、Pd、C、Ta、W、Cu、Al及/或Ni所組成。在一實施例中，催化劑，例如催化劑5106是金和銀的雙層，其中銀未於金下方並被金包裹。在一實施例中，蝕刻催化劑，例如催化劑5106使用噴墨器來分配作為奈米粒子漿料。在一實施例中，蝕刻催化劑，例如催化劑5106被電鍍。在一實施例中，蝕刻催化劑，例如催化劑5106是使用物理氣相沉積技術，如濺射、電子束沉積等來沉積。在一實施例中，使用產生具有線邊緣粗糙度（line edge roughness，LER）小於10奈米（1σ或3σ）之側壁的技術來沉積蝕刻劑，例如，使用物理氣相沉積技術（例如，電子束、聚焦離子束、濺射）、電鍍及/或無電解電鍍。在一實施例中，催化劑，例如催化劑5106在下方包含氧化矽的薄膜以提升蝕刻均勻性。在一實施例中，氧化矽膜的厚度介在10奈米與100奈米之間。在一實施例中，催化劑，例如催化劑5106的蝕刻率是由溫度、蝕刻劑溶液的pH值（使用緩衝溶液，例如HF與NH4OH或NH4F）、蝕刻劑的電漿

處理、使用組合式濺鍍合金化具有對MACE有較低活性之材料（例如，碳）的催化劑。

【0491】 在一實施例中，催化劑，例如催化劑5106是分配在通過圖案化模板的流體釘扎（UV固化聚合物的）以及隨後的UV暴露（UV固化聚合物的）所創造的不連續聚合物膜之頂部。在一實施例中，催化劑，例如催化劑5106在聚合物和基板，例如基板3302之間的邊緣處含有斷裂。在一實施例中，電漿式清潔用以清潔聚合物的邊緣以創造改良的金屬斷裂。

【0492】 在一實施例中，基於MACE的切割是以定時方式來停止，或者在黏接劑膜，例如黏接劑膜5102可用的情況下（在基板附接到載體基板的情況下），黏接劑膜用作蝕刻停止層。在一實施例中，黏接劑膜，例如黏接劑膜5102塗有抗蝕刻劑材料，例如碳。

【0493】 一旦切割完成，除催化劑，例如催化劑5106是使用合適的蝕刻劑來移，例如用於金的水區域（或含有碘化鉀、氰化物等的蝕刻劑）、或原子層蝕刻製程、或在特定情況下，當在背面研磨之前執行部分切割時，背面研磨製程也可以藉由研磨掉催化劑來解決它。

【0494】 在一實施例中，沿著場域401之直邊的切割邊緣的幾何形狀是由彎曲的及/或角狀的部件所組成。在一實施例中，對準標記，例如標記5301包含在切割邊緣5303的彎曲部分中。在一實施例中，切割邊緣5303包含支撐結構，例如結構5302以防止漂移。此種支撐結構可存在於切割邊緣5303的外部或內部。對準標記，例如標記5301包含凹槽以容納支撐結構，例如結構5302。在一實施例中，利用影像處理技術以濾除因對準標記，例如標記5301中之凹槽導致

對準訊號的任何損失。創造在對準標記，例如標記5301中的凹槽可以使用合適的材料沉積技術，例如（矽、氧化矽等的）CVD、ALD等來在切割後填充。

【0495】 在一實施例中，沉積在金屬斷裂層5105上的催化劑膜，例如催化劑5106用以在晶粒和轉印卡盤111之間產生靜電吸力。

【0496】 可使用CICE來製造高深寬比、無孔隙、無錐度的半導體奈米結構。CICE也被描述為金屬輔助化學蝕刻（MACE）。對於矽的CICE，催化劑包含以下群組中的一或多個：（如果有必要的化，以合金形式）Au、Pt、Pd、Ag、Ru、Ir、W、Cu、TiN、Ti、石墨烯、碳等催化H_2O_2的還原，並將產生的電洞注入矽，從而改變矽的氧化狀態。在一實施例中，HF選擇性地蝕刻此矽，並且催化劑沉入蝕刻區域以繼續局部氧化還原反應，從而在不具有催化劑的區域中產生矽奈米結構。所產生的矽奈米結構之特性高度依賴於反應速率、電荷轉移、蝕刻劑質量轉移以及催化劑之運動的平衡。在一實施例中，用於CICE的基板由以下群組中的一或多個所組成：單晶體塊狀矽晶圓、沉積在一基板上的多晶矽層、沉積在一基板上的非晶矽層、絕緣體上覆矽（silicon on insulator，SOI）晶圓、玻璃上覆矽、藍寶石上覆矽、在一基板上的磊晶矽、不同摻雜水平與摻質之半導體材料的交替層、高摻雜矽和輕摻雜矽、未摻雜矽或摻雜矽或鍺、矽和Si_xGe_{1-x}、不同摻雜的矽及/或Si_xGe_{1-x}、不同摻雜的矽及/或鍺、或矽和鍺。

【0497】 在一實施例中，藉由在奈米結構的尖端上使用「防塌蓋」或「防塌特徵」來延遲或消除CICE蝕刻奈米結構的塌陷。在一實施例中，防塌蓋藉由在奈米結構之間的靜電排斥來防止塌陷。

【0498】 圖59是根據本案一實施例之使用選擇性原子層沉積（atomic layer deposition，ALD）圖案化催化劑之方法5900的流程圖，其使得催化劑是「防塌

蓋」的一部分。在此製程中，催化劑不會在圖案遮罩的一部分上生長。ALD化學列於表2中：

表2：原子層沉積（ALD）的前驅物。

催化劑材料	前驅物A	氣體B	ALD化學	用於沉積的基板
鉑	三甲基(甲基環戊二烯基)鉑(IV)	氧	電漿增強，熱燃燒化學	SiO_2，具天然氧化物的矽
鈀	$Pd(hfac)_2$	福馬林，H2	熱-氫還原化學	
金	三甲基膦基三甲基金(III)	氧	電漿	
TiN	四(二乙胺基)鈦(IV)，四(二甲基氨基)鈦(IV)，四氯化鈦，異丙醇鈦(IV)	NH_3	電漿增強，熱	
TaN	三(二乙胺基)(第三-丁基胺基)鉭(V)	氫，NH_3	電漿增強，熱	
Ru	雙(乙基環戊二烯基)釕(II)	NH_3，O_2	電漿，熱燃燒化學	
Ir	$Ir(acac)_3$	O_2	熱燃燒化學	
Ag	$Ag(fod)(PEt_3)$	氫	電漿增強	
Cu	$(Cu(thd)_2)$; 銅β-二酮: Cu(II) 1,1,1,5,5,5-六氟乙醯丙酮$(Cu(hfac)_2)$	甲醇，乙醇，福馬林	熱-氫還原化學	
Co	$Co(MeCp)_2$	H_2 或	電漿增強	

		NH_3		
	雙(N-叔丁基,N'-乙基丙脒)鈷(II)	H_2O	熱	
W	雙(叔丁基氨基)雙(二甲氨基)鎢(VI)，WF_6	Si_2H_6	熱-氟矽烷消除化學	

【0499】 如上所述，圖59是根據本案一實施例之使用選擇性原子層沉積（atomic layer deposition，ALD）圖案化催化劑之方法5900的流程圖，其使得催化劑是「防塌蓋」的一部分。圖60A至圖60E描繪了根據本案一實施例之以圖59中所述之步驟使用選擇性原子層沉積圖案化催化劑而使得催化劑是「防塌蓋」之一部分的剖視圖

【0500】 在一實施例中，使用以下群組中之一或多個來圖案化催化劑：奈米壓印微影、光微影、聚焦離子束銑削、電子束微影、雷射干涉微影、奈米球微影、嵌段共聚物微影及定向自組裝。在另一實施例中，CICE圖案化包含使用熱穩定碳、使用奈米壓印微影（NIL）阻劑、光阻劑等蝕刻進該碳中，以及在催化劑沉積之前使用金屬斷裂剝離任何聚合物阻劑。

【0501】 結合圖60A-60E參閱圖59，在步驟5901中，ALD阻擋材料6002是沉積在基板6001上，如圖60A所示。

【0502】 在步驟5902中，在ALD阻擋材料6002上圖案化ALD增強材料6003，如圖60B所示。

【0503】 在步驟5903中，蝕刻未被ALD增強材料6003覆蓋的ALD阻擋材料6002以及未被ALD增強材料6003覆蓋的基板6001之一部分，如圖60C所示。

【0504】 在步驟5904中，催化劑6004通過ALD選擇性沉積在暴露的基板6001與ALD增強材料6003上，如圖60D所示。

【0505】 在步驟5905中，執行CICE以產生具有防塌蓋6006的奈米結構6005，其中防塌蓋6006是由催化劑6004和ALD增強材料6603所製成。

【0506】 現在參閱圖61，圖61是根據本案一實施例之藉由定向沉積與催化劑之原子層蝕刻來創造防塌蓋以及催化劑圖案化之方法6100的流程圖。圖62A至圖62D描繪了根據本案一實施例之以圖61中所述之步驟藉由定向沉積與催化劑之原子層蝕刻來創造防塌蓋以及催化劑圖案化的剖視圖

【0507】 結合圖62A-62D參閱圖61，在步驟6101中，遮罩6202在基板6201上被圖案化，如圖62A所示。

【0508】 在步驟6102中，催化劑材料6203定向沉積在遮罩6202以及基板6201的暴露區域（即，基板6201未被遮罩6202覆蓋的那些區域）上，如圖62B所示。在一實施例中，使用熱蒸發、電子束蒸發、物理氣相沉積等另執行催化劑材料6203的定向沉積。在一實施例中，催化劑材料6203是Ru。

【0509】 在步驟6103中，從遮罩6202的側壁移除催化劑材料6203，例如通過乾蝕刻，如圖62C所示。在一實施例中，催化劑材料6203，例如Ru的蝕刻用以移除沉積在遮罩6202之側壁上的較薄金屬。

【0510】 在步驟6104中，執行CICE以產生具有防塌蓋6205的奈米結構6204，其中防塌蓋6205是藉由催化劑材料6203和遮罩6202製成。

【0511】 在CICE製程期間，隔離金屬催化劑可能會漂移並且產生非垂直的不期望蝕刻路徑。在CICE製程中，不連續的催化劑特徵傾向於漂移並導致缺陷。

由於催化劑上的范德華力以及因局部蝕刻劑濃度或蝕刻速率導致施加力中的隨機變化，具有隔離催化劑之孔洞的CICE可能會漂移，如圖63A-63B所示。

【0512】 圖63A至圖63D示出了根據本案一實施例之隔離催化劑在CICE期間中的漂移。

【0513】 參閱圖63A-63D，圖63A示出了漂移進入基板6302的隔離催化劑6301。圖63B示出了隔離催化劑6301的俯視圖。圖63C示出了隔離催化劑6301的剖面圖。此外，圖63D示出了催化劑中心蝕刻速率的隨機變化。

【0514】 為了防止催化劑，例如催化劑6301的漂移，可在隔離催化劑中插入穩定圖案–從而在CICE期間提供支撐結構給催化劑。此些穩定圖案可為不同橫截面的預定孔，其圖案化在隔離催化劑結構之中。支撐結構可在CICE後移除，以實現垂直無漂移CICE。圖64A至圖64D顯示了根據本案一實施例之用於穩定圖案或支撐結構（本文稱為「催化劑扶壁」）的示例性幾何結構。

【0515】 參閱圖64A，圖64A示出了包含穩定圖案6401之催化劑6301的俯視圖。圖64B示出了包含穩定圖案6401之催化劑6301的剖面圖。圖64C示出了催化劑6301的剖面圖，其中穩定圖案6401在CICE執行後被移除。此外，圖64D示出了待插入催化劑6301中的各種穩定圖案6401。

【0516】 在一實施例中，圖64D中所示之催化劑扶壁設計的圖案化與製造是使用光微影、壓印微影、電子束微影、EUV微影、自對準圖案化、間隔物圖案化等來執行。

【0517】 圖65是根據本案一實施例之用釕（Ru）作為催化劑製造具有圓形催化劑扶壁之隔離催化劑點之方法6500的流程圖。圖66A至圖66E描繪了根據本案一實施例之以圖65中所述之步驟用釕作為催化劑製造具有圓形催化劑扶壁之

隔離催化劑點的剖視圖。圖67A至圖67E描繪了根據本案一實施例之以圖65中所述之步驟用釕作為催化劑製造具有圓形催化劑扶壁之隔離催化劑點的俯視圖。

【0518】 結合圖66A-66E以及圖67A-67E參閱圖65，在步驟6501中，催化劑6301沉積在基板6601上，如圖66A與圖67A所示。在一實施例中，催化劑6301的材料是Ru。

【0519】 在步驟6502中，插入點圖案6602到催化劑6301中，例如通過光微影、壓印微影、電子束微影、EUV微影、自對準圖案化、間隔物圖案化等，如圖66B與圖67B所示。在一實施例中，點圖案6602是氧化物材料。

【0520】 在步驟6503中，圍繞點圖案6602沉積間隔物圖案6603，如圖66C與圖67C所示。

【0521】 在步驟6504中，點圖案6602被移除，例如通過各種蝕刻技術，如圖66D與圖67D所示。在一實施例中，點圖案6602是氧化物材料，其透過蝕刻來移除。在一實施例中，用於蝕刻的蝕刻劑包含以下群組中的一或多個：氟化物、氧化劑、醇類與質子性溶劑、非質子性溶劑、極性溶劑與非極性溶劑。在一實施例中，蝕刻劑包含以下群組中的兩個或多個：含氟化物化學品HF或NH_4F、氧化劑H_2O2、$KMnO_4$、或溶氧、醇化物乙醇、異丙醇、或乙二醇、質子性溶劑、非質子性溶劑、極性溶劑與非極性溶劑，例如，去離子水或二甲基亞碸（dimethyl sulfoxide，DMSO）。

【0522】 在步驟6505中，間隔物圖案6603以及暴露的催化劑6301之部份（即，催化劑6301未被間隔物圖案6603所覆蓋的部分）通過蝕刻來移除，例如通過各種蝕刻技術（例如，乾蝕刻），從而創造隔離點，如圖66E、圖67E所示。

【0523】 在一實施例中，矽奈米結構在CICE之後是多孔的。矽（Si）中的孔隙增強了蝕刻劑的擴散，並可進一步防止隔離催化劑6301的漂移。在另一實施例中，矽奈米結構是使用矽超晶格蝕刻來製造以創造用於3D NAND快閃記憶體中之示例性應用之多孔和非多孔矽奈米結構的交替層，如圖68A-68B所示。

【0524】 圖68A示出了根據本案一實施例的催化劑6301以及由多孔矽6801組成的奈米結構。圖68B示出了根據本案一實施例的催化劑6301以及由多孔矽6801與非多孔矽6802之交替層組成的奈米結構。

【0525】 圖69A至圖69D示出了根據本案一實施例之在CICE後用具有扶壁，例如扶壁6401以防止漂移之隔離催化劑6301來移除矽扶壁（「穩定圖案」）（「催化劑扶壁」）。在一實施例中，扶壁，例如扶壁6401因毛細管力與黏附力而塌陷。蝕刻遮罩的圖案化和矽的異向性電漿蝕刻用以移除塌陷的矽扶壁，例如扶壁6401。

【0526】 參閱圖69A，圖69A示出了具扶壁設計6401（例如，矽扶壁）之催化劑6301的剖面圖。然後，移除扶壁設計6401（例如矽柱）從而產生圖69C與圖69D中所示的結構。圖69C示出了在扶壁設計6401的移除之後所產生之結構的俯視圖。圖69D示出了在扶壁設計6401的移除之後所產生之結構的剖面圖。

【0527】 在一實施例中，顯示於圖70A-70C中，根據本案一實施例之設計塌陷柱（塌陷扶壁5401，例如矽扶壁）以在特定方向上必然性地坍塌，例如藉由將扶壁圖案朝向蝕刻的一側放置。塌陷扶壁結構，例如扶壁6401是使用帶有蝕刻遮罩的電漿蝕刻來移除，蝕刻遮罩的幾何形狀被偏置以暴露塌陷區域。

【0528】 參閱圖70A，圖70A示出了塌陷矽扶壁6401，其中它被設計成在特定方向上必然性地坍塌，例如朝向蝕刻的一側。圖70B示出了蝕刻遮罩7001的

放置，且圖70C示出了帶有蝕刻遮罩7001之塌陷矽扶壁6401的移除，蝕刻遮罩7001的幾何形狀被偏置以暴露塌陷區域。

【0529】 和用CICE蝕刻孔洞類似，線與空間的蝕刻需要催化劑的長隔離線，其傾向於在CICE製程期間中漂移。在一實施例中，線與空間之間的光刻鏈路用以連接隔離催化劑線。設計光刻鏈路的尺寸與位置以確保對最終裝置要求的干擾最小。使用諸如CVD、ALD、物理氣相沉積（physical vapor deposition，PVD）等方法的填充材料之沉積用以填充由CICE在具有光刻鏈路之區域中所蝕刻的間隙。在一實施例中，光刻鏈路正交於所需之線與空間的方向，並且低k介電材料，例如氧化矽的ALD用以填充間隙，如下方結合圖71、圖72與圖73A-73C的討論。

【0530】 圖71是根據本案一實施例之使用CICE製造具有光刻鏈路之線/空間圖案之方法7100的流程圖。圖72示出了根據本案一實施例之使用圖71中所述之步驟的所需線/空間圖案的俯視圖。圖73A至圖73C描繪了根據本案一實施例之以圖71中所述之步驟使用CICE製造具有光刻鏈路之線/空間圖案的剖視圖。

【0531】 參閱圖72，圖72示出了所需線/空間圖案7201的俯視圖。參閱圖73A，圖73A示出了催化劑6301的長隔離線，其具有用於連接圍繞在基板6302之區域之隔離催化劑線6301的光刻鏈路7301。

【0532】 現在結合圖73A-73C參閱圖71，在步驟7101中，執行CICE以移除催化劑6301的線以及光刻鏈路7301，如圖73B所示。

【0533】 在步驟7102中，填充材料7302，例如透過CVD、PVD等沉積在先前移除的催化劑6301之線以及光刻鏈路7301中，如圖73C所示。

【0534】 使用CICE在多晶矽中製造高深寬比結構能實現應用，例如在DRAM中的堆疊電容。圖74A至圖74B顯示了根據本案一實施例之使用以金作為催化劑之CICE所製造的示例性多晶矽奈米線陣列。

【0535】 由於隔離催化劑，例如隔離催化劑6301遭受漂移，用以產生高深寬比之孔洞的CICE是具有挑戰性的。在一實施例中，蝕刻的奈米結構可用以特徵的色調–從柱到孔洞，使用原子層沉積（ALD）以部分地填充在柱之間的間隙。圖75顯示了根據本案一實施例之使用氧化矽之原子層沉積來轉化矽鰭片成孔洞的示例性幾何結構。在一實施例中，矽鰭片區域用以創造電晶體，且孔洞區域用以創造用於DRAM裝置的電容。

【0536】 使用CICE的色調顛倒製程可進一步擴展至包含任意材料，其中多晶矽或矽結構是以CICE製成，且結構之間的間隙以結構材料填充。在一實施例中，該材料為絕緣體。在一實施例中，結構材料為碳、非晶碳、二氧化矽、氮化矽、金屬氧化物、氧化錫及/或氧化銦錫。在一實施例中，沉積材料是以下群組中的一或多個：SiO_2、TiO_2、Al_2O_3、Pd、Pt、W、TiN、TaN、Cu、SiNx、SnOx、ZnOx等。選擇性地移除矽以在結構材料中產生結構的顛倒色調。在一實施例中，使用以下方法移除蝕刻的多晶矽及/或矽結構：選擇性濕式蝕刻劑（例如，KOH、TMAH、EDP）、乾蝕刻劑（例如，XeF_2蒸氣）、電漿蝕刻（例如，電漿中的Cl_2、SF_6、BCl_3等物質。可選地，所需材料可沉積在移除矽的區域中，從而在任何材料中創造高深寬比的任意幾何結構。或者，結構材料可為導體，而所需材料為絕緣體，此取決於應用要求。圖76、圖77A-77D以及圖78A-78D討論了使用CICE之色調顛倒的製程。

【0537】 在一實施例中，選擇蝕刻停止層，使得它不會在如圖79、圖80A-80D以及圖81A-81F中所討論的CICE製程中被蝕刻。在另一實施例中，在如圖82、圖83A-83D以及圖84A-84G所討論的色調顛倒製成期間中，移除蝕刻停止層。如圖82、圖83A-83D以及圖84A-84G所討論的，蝕刻停止層厚度可被優化以減少底切的可能性。蝕刻停止層厚度的厚度範圍可從1奈米至100奈米。在一實施例中，蝕刻停止材料包含碳、Cr、氧化鉻、氧化鋁、氮化矽、氧化矽、釕等或其任意組合。在一實施例中，優化蝕刻停止層蝕刻成異向性的和選擇性的，例如碳層的移除是使用氧電漿蝕刻、使用臭氧的化學蝕刻等。

【0538】 現在參閱圖76，圖76是根據本案一實施例之使用CICE之色調顛倒製程之方法7600的流程圖。77A至圖77D描繪了根據本案一實施例之以圖76中所述之步驟之使用CICE之色調顛倒製程的俯視圖。圖78A至圖78D描繪了根據本案一實施例之以圖76中所述之步驟之使用CICE之色調顛倒製程的剖面圖。

【0539】 結合圖77A-77D以及圖78A-78D參閱圖76，在步驟7601中，執行CICE，產生具有矽柱7701的結構，其位在基板7702上，如圖77A與圖78A所示。

【0540】 在步驟7602中，執行氧化物7703在矽柱7701與基板7702上的沉積，如圖77B與圖78B所示。

【0541】 在步驟7603中，使用各種蝕刻技術，例如CICE來移除矽柱7701，如圖77C與圖78C所示。

【0542】 在步驟7604中，在移除矽柱7701的區域中沉積所需材料7704，例如透過CVD、PVD、ALD等，從而產生高深寬比的任意幾何結構，如圖77D與78D所示。

【0543】 現在參閱圖79，圖79是根據本案一實施例之使用多晶矽之CICE執行色調顛倒製程的方法7900，其包含使用選擇性化學蝕刻的催化劑移除。圖80A至圖80D描繪了根據本案一實施例之以圖79中所述之步驟之使用多晶矽之CICE執行色調顛倒製程的俯視圖，其包含使用選擇性化學蝕刻的催化劑移除。圖81A至圖81F描繪了根據本案一實施例之以圖79中所述之步驟之使用多晶矽之CICE執行色調顛倒製程的剖面圖，其包含使用選擇性化學蝕刻的催化劑移除。

【0544】 結合圖80A-80D以及圖81A-81F參閱圖79，在步驟7901中，沉積蝕刻停止層8101以及一層多晶矽8102在所需裝置上，例如包含位在基板8104上之一層所需材料8103的裝置，如圖81A-81B所示。

【0545】 在步驟7902中，執行CICE以蝕刻多晶矽8102的部分，留下多晶矽的柱8105，如圖80A和圖81C所示。

【0546】 在步驟7903中，執行氧化物8106在柱8105以及蝕刻停止層8101之暴露區域（即，未被多晶矽之柱8105所覆蓋的那些區域）上的沉積，如圖80B與圖81D所示。

【0547】 在步驟7904中，執行氧化物8106到柱8105之頂層的回蝕以及柱8105的移除，例如透過各種蝕刻技術（例如，ALE），如圖80C與圖81E所示。

【0548】 在步驟7905中，然後在先前由移除的柱8105所佔據的區域中沉積所需材料8107，例如透過CVD、PVD、ALD等，如圖80D與圖81F所示。

【0549】 現在參閱圖82，圖82是根據本案一實施例之使用多晶矽之CICE執行色調顛倒製程之方法8200的流程圖，其包含使用選擇性化學蝕刻的催化劑移除且其中的蝕刻停止層在最終裝置中是被移除的。圖83A至圖83D描繪了根據本案一實施例之以圖82中所述之步驟之使用多晶矽之CICE執行色調顛倒製程的

俯視圖，其包含使用選擇性化學蝕刻的催化劑移除且其中的蝕刻停止層在最終裝置中是被移除的。圖84A至圖84G描繪了根據本案一實施例之以圖82中所述之步驟之使用多晶矽之CICE執行色調顛倒製程的剖面圖，其包含使用選擇性化學蝕刻的催化劑移除且其中的蝕刻停止層在最終裝置中是被移除的。

【0550】 結合圖83A-83D以及圖84A-84G參閱圖82，在步驟8201中，沉積蝕刻停止層8401以及一層的多晶矽8402在所需裝置上，例如包含位在基板8404上之一層所需材料8403的裝置，如圖84A-84B所示。

【0551】 在步驟8202中，執行CICE以蝕刻多晶矽8402的部分，留下多晶矽的柱8405，如圖83A和圖84C所示。

【0552】 在步驟8203中，使用各種蝕刻技術，例如透過ALE來移除蝕刻停止層8401的暴露部分（即，蝕刻停止層8401未被柱8405所覆蓋的那些部分），如圖84D所示。

【0553】 在步驟8204中，執行氧化物8406在柱8405以及所需裝置之暴露區域，例如材料8403（即，未被蝕刻停止層8401所覆蓋的那些區域）上的沉積，如圖83B與圖84E所示。

【0554】 在步驟8205中，執行氧化物8406到柱8405之頂層的回蝕以及柱8405與蝕刻停止層8401的移除，例如透過各種蝕刻技術（例如，ALE），如圖83C與圖84F所示。

【0555】 在步驟8206中，然後在先前由移除的柱8405和移除的蝕刻停止層8401所佔據的區域中沉積所需材料8407，例如透過CVD、PVD、ALD等，如圖83D與圖84G所示。

【0556】 現在參閱圖85，圖85是根據本案一實施例之使用多晶矽之CICE的色調顛倒製程製造金屬互連線與導通孔之方法8500的流程圖。圖86A至圖86F描繪了根據本案一實施例之以圖85中所述之步驟之使用多晶矽之CICE之色調顛倒製程製造金屬互連線與導通孔的俯視圖。圖87A至圖87L描繪了根據本案一實施例之以圖85中所述之步驟之使用多晶矽之CICE之色調顛倒製程製造金屬互連線與導通孔的剖面圖。

【0557】 結合圖86A-86F以及圖87A-87L參閱圖85，在步驟8501中，沉積蝕刻停止層8701以及一層的多晶矽8702在所需裝置上，例如包含位在基板8704上之一層所需材料8703的裝置，如圖87A-87B所示。

【0558】 在步驟8502中，蝕刻多晶矽8702的部分，例如，透過CICE，留下多晶矽的柱8705，如圖86A和圖87C所示。

【0559】 在步驟8503中，沉積催化劑8706（例如，Ru）在蝕刻停止層8701的暴露部分（即，蝕刻停止層8701未被柱8705所覆蓋的那些部分），例如透過ALD、CVD、PVD、電鍍或熱蒸發，如圖86A與圖87C所示。

【0560】 在步驟8504中，移除催化劑8706，例如透過各種蝕刻技術（例如，乾蝕刻、濕式蝕刻），如圖87D所示。

【0561】 在步驟8505中，移除蝕刻停止層8701的暴露部分（即，蝕刻停止層8701未被柱8705所覆蓋的那些部分），例如透過蝕刻技術（例如ALE），如圖87E所示。

【0562】 在步驟8506中，執行氧化物8707在柱8705以及所需裝置之暴露區域，例如材料8703（即，未被蝕刻停止層8701所覆蓋的那些區域）上的沉積，如圖86B與圖87F所示。

【0563】 在步驟8507中，執行氧化物8707到柱8705之頂層的回蝕以及柱8705與蝕刻停止層8701的移除，例如透過各種技術（例如，乾蝕刻、濕式蝕刻），如圖86C與圖87G所示。

【0564】 在步驟8508中，然後在先前由移除的柱8705和移除的蝕刻停止層8701所佔據的區域中沉積所需材料8708，例如透過CVD、PVD、ALD等，如圖86D與圖87H所示。

【0565】 在一實施例中，在步驟8509中，對於色調顛倒CICE，重複步驟8501，其中在圖86D與圖87H中所示之裝置結構上沉積蝕刻停止層8709以及一層的多晶矽8710，從而得到圖87I中所示的結構。

【0566】 在步驟8510中，重複步驟8502，其中蝕刻多晶矽8710的部分，例如透過CICE，留下多晶矽的柱8711，如圖86E與圖87J所示。

【0567】 在步驟8511中，重複步驟8503-8507，從而得到如圖87K中所示的具有氧化物8712之結構。

【0568】 在步驟8512中，重複步驟8508，其中在先前被移除的柱8711與移除的蝕刻停止層8709所佔據的區域中隨後沉積所需材料8713，例如透過CVD、PVD、ALD等，從而形成圖86F與圖87L所示的結構，其中形成的結構包含所需材料8713、8708以及氧化物8712、8707。

【0569】 可針對所需數量的金屬層及/或絕緣層連續重複步驟8509-8512。

【0570】 在一實施例中，方法8500用於互連線中的金屬層，其中結構材料為低k介電質，例如氧化矽或氮氧化矽，並且所需材料是導體，例如Cu、Mo、W、Ru、TiN、TaN、Pd等。在一實施例中，CICE用於金屬互連線的製造，並且用於CICE的催化劑，例如催化劑8706是Ru。在一實施例中，在CICE之後，不移

除催化劑，例如催化劑8706，並且Ru是用作Cu電鍍的種子層，以使用雙鑲嵌製程來創造Cu互連線。可沉積成互連線的其他金屬包含Ru、Cu、Mo、TiN、Cu、W、TaN等。金屬可以使用ALD、CVD、PVD、電鍍或熱蒸發來沉積。在一實施例中，Cu是使用電度來沉積，並且使用CMP來拋光。

【0571】 色調顛倒CICE可用以在高深寬比的孔洞中選擇性生長超晶格結構，從而可在沒有用於超晶格材料之電漿蝕刻的使用下製造出垂直的、無錐度的超晶格奈米結構。超晶格材料可使用選擇性原子層沉積、磊晶成長、選擇性電沉積等來沉積，使得每一層僅在先前沉積的層上生長，而不是在結構材料上生長。圖88、圖89A-89A以及圖90A-90D示出了製造此些結構的示例性製程。在一實施例中，交替層為磊晶生長的Si與SiGe，用以應用在奈米片FETs中，並且結構材料是絕緣體。

【0572】 圖88是根據本案一實施例之用於形成具有色調顛倒CICE與選擇性生長之超晶格之方法8800的流程圖。圖89A至圖89D描繪了根據本案一實施例之以圖88中所述之步驟之形成具有色調顛倒CICE與選擇性生長之超晶格的俯視圖。圖90A至圖90D描繪了根據本案一實施例之以圖88中所述之步驟之形成具有色調顛倒CICE與選擇性生長之超晶格的剖面圖。

【0573】 結合圖89A-89A以及圖90A-90D參閱圖88，在步驟8801中，在位於基板8902上之多晶矽層上執行CICE，從而產生柱狀8903的多晶矽，如圖89A與圖90A所示。

【0574】 在步驟8802中，執行氧化物8904在柱8903與基板8902之暴露區域上的沉積，如圖89B與圖90B所示。

【0575】 在步驟8803中，執行氧化物8904到柱8903之頂層的回蝕以及柱8903的移除，例如透過各種工藝技術（例如，ALE），如圖89C與圖90C所示。

【0576】 在步驟8804中，隨後在先前被移除的柱8903所佔據的區域中沉積所需材料8905，如圖89D與圖90D所示。

【0577】 卷對卷（Roll-to-Roll，R2R）製程可用於使用矽之R2R沉積、R2R圖案化以及R2R CICE之矽奈米結構的製造。在一實施例中，多晶矽沉積在不銹鋼輥上並且使用R2R奈米壓印微影來圖案化，然後去除抗壓印殘留層厚度（residual layer thickness，RLT）。其他基板包含金屬箔和金屬和金、聚合物膜與其他軟性基板。在另一實施例中，阻擋層沉積在輥基板和多晶矽之間。阻擋層對CICE蝕刻劑具有化學抗性，並可作為蝕刻停止層。Cr、碳、Al_2O_3為用於阻擋層之材料的例子。

【0578】 黏接劑材料的薄膜與催化劑材料是使用電子束蒸發、熱蒸發、物理氣相沉積、化學氣相沉積等來沉積。沉積的薄膜之例子包含Ti、Au、Pt、Pd、Ag、Ru、RuO_2、Ir、IrO_2、TiN、W、Cu等或其任意組合。圖案化在R2R基板上之多晶矽上的催化劑隨後暴露於CICE的濕式蝕刻。在一實施例中，輥在垂直方向上排列，且蝕刻劑被噴在輥的圖案側。在另一實施例中，使用氣相蝕刻劑來執行CICE製程。在一實施例中，多晶矽奈米線是使用用於電池和超級電容應用中之高密度陽極的R2R製程來製造。

【0579】 確定性橫向位移（deterministic lateral displacement，DLD）是一種微流體技術，其使用放置在微流體通道中柱陣列的特定佈置來在流體介質中基於它們的尺寸來分離粒子。柱之間的間隙以及柱的放置決定了分離機制。DLD所需的柱陣列可使用奈米微影，例如奈米壓印微影組合催化劑影響化學蝕刻

（CICE）製程來製造。在一實施例中，如圖91與圖92A-92G所示，用於DLD的矽柱是製造在矽晶源基板上。在另一實施例中，在CICE之後不移除催化劑，並且封裝DLD裝置。CICE蝕刻劑流過裝置入口，以進一步蝕刻在封裝之DLD裝置中的柱。

【0580】 在一實施例中，剝離用以從矽柱上移除矽的薄層，使得剩餘的矽基板可以被拋光和重新使用。此製程可以降低用於DLD製造的成本，其在Ward等人於2019年4月5日所提出的「用於單晶微級矽膜之剝離的工作之設計」中被討論，在此引入其全部內容以作為參考。

【0581】 參閱圖91，圖91是根據本案一實施例之使用CICE與矽晶圓剝離之DLD裝置製造之方法9100的流程圖。圖92A至圖92G描繪了根據本案一實施例之以圖91中所述之步驟之使用CICE與矽晶圓剝離之DLD裝置製造的剖面圖。

【0582】 結合圖92A至圖92G參閱圖91，在步驟9101中，蝕刻矽晶圓基板9201，例如透過CICE以形成矽奈米線（柱）9202（本文中也稱為「矽奈米柱」），如圖92A所示。

【0583】 在步驟9102中，沉積支撐材料9203在矽奈米線9202之間的凹槽中，如圖92B所示。

【0584】 在步驟9103中，沉積鎳9204在支撐材料9203之頂部以進行剝離，如圖92C所示。

【0585】 在步驟9104中，至少大部分的矽晶圓基板9201被剝離，留下矽晶圓基板9201的薄層，如圖92D所示。

【0586】 在步驟9105中，支撐基板9205隨後接合到矽晶圓基板9201之剩餘部分，如圖92E所示。

【0587】 在步驟9106中，移除鎳9204與支撐材料9203，例如透過蝕刻技術（例如ALE），從而形成DLD裝置，如圖92F所示。

【0588】 在步驟9107中，沉積封裝層9206在DLD裝置的矽奈米線9202上，如圖92G所示。

【0589】 在一實施例中，封裝之DLD裝置中的柱，例如矽奈米線9202，可被進一步蝕刻，例如透過CICE，以增加柱高度。例如，CICE蝕刻劑可流過裝置入口以進一步蝕刻在封裝之DLD裝置中的柱，例如矽奈米線9202。

【0590】 DLD陣列中的矽奈米柱，例如矽奈米柱9202的塌陷限制了柱的最大高度。在一實施例中，藉由使用對蝕刻劑具有化學抗性之材料，例如碳、Cr等的沉積在矽奈米柱上創造天花板結構來增加柱高，其在Rouhani等人於2018年4月1日，碳的第130卷之第401-409頁中所提提出的「具有不同Sp3含量之非晶碳膜的即時熱穩定分析」中被討論，在此引入其全部內容以作為參考。

【0591】 在另一實施例中，天花板結構或穩定材料是藉由共濺射抗HF材料與HF消耗材料所製成，從而產生多孔網格。在一實施例中，共濺射碳與二氧化矽以產生天化板結構。當暴露於CICE蝕刻劑時，二氧化矽被蝕刻掉，從而產生多孔碳網格。多孔碳網格在結構上穩定了矽奈米柱，而CICE蝕刻劑進一步增加了它們的高度。

【0592】 圖93是根據本案一實施例之在不導致柱坍塌的CICE之後接合蓋板至DLD柱以創造DLD裝置之方法9300的流程圖。圖94A至圖94E描繪了根據本案一實施例之以圖93中所述之步驟之在不導致柱坍塌的CICE之後接合蓋板至DLD柱以創造DLD裝置的剖面圖。

【0593】 結合圖94A-94E參閱圖93，在步驟9301中，在矽晶圓基板9401上執行CICE，而形成DLD柱9402，如圖94A所示。

【0594】 在步驟9302中，透過各種沉積技術，例如透過CVD、PVD、ALD等沉積穩定材料9403在DLD柱9402的頂部，如圖94B所示。

【0595】 在步驟9303中，穩定材料9403被回蝕到DLD柱9402之頂部下方（本文稱之為「DLD柱蓋9404」），如圖94C所示。

【0596】 在步驟9304中，移除DLD柱蓋9404，例如透過各種蝕科技術（例如，ALE），留下一小部分的DLD柱9402（識別成元件9405）在回蝕之穩定材料9403上方，如圖94D所示。

【0597】 在步驟9305中，接合蓋板9406至在移除DLD柱9404後所留下的DLD柱9405的剩餘部分，如圖94E所示。可以使用陽極接合、熔融接合、混合接合、氣動抽吸、黏接劑等來執行此種接合。

【0598】 圖95是根據本案一實施例之使用多孔穩定材料提升柱高之方法9500的流程圖。圖96A至圖96C描繪了根據本案一實施例之以圖95中所述之步驟之使用多孔穩定材料提升柱高的剖面圖。

【0599】 結合圖96A-96C參閱圖95，在步驟9501中，在形成DLD柱9602之矽晶源基板9601上執行CICE。

【0600】 在步驟9502中，蝕刻DLD柱9602，例如透過各種蝕刻技術（例如，ALE）以縮短DLD柱9602的高度，如圖96A所示。

【0601】 在步驟9503中，沉積具有抗蝕刻劑與蝕刻劑可溶成分的層9603在DLD柱9602以及矽晶圓基板9601之暴露區域上，如圖96B所示。

【0602】 在步驟9504中，在層9603下方的矽晶圓基板9601上執行進一步的CICE，以擴展DLD柱的高度，從而產生如圖96C所示的結構。

【0603】 在步驟9505中，多孔抗性層9604，例如多孔抗HF層選擇性地沉積在層9603上大約在柱9602之中間高度處，以穩定柱9602，如圖96C所示。

【0604】 圖97是根據本案一實施例之在不導致柱坍塌的CICE之後接合用於DLD裝置之蓋板之方法9700的流程圖。圖98A至圖98D描繪了根據本案一實施例之以圖97中所述之步驟之在不導致柱坍塌的CICE之後接合用於DLD裝置之蓋板的剖面圖。

【0605】 結合圖98A-98D參閱圖97，在步驟9701中，在形成DLD柱9802之矽晶源基板9801上執行CICE。此種DLD柱9802包含DLD柱蓋9803，其是指DLD柱9402之頂部。

【0606】 在步驟9702中，犧牲材料9804（例如，聚乙烯醇（polyvinyl alcohol，PVA））沿著DLD柱9802的壁沉積，如圖98B所示。

【0607】 在步驟9703，移除DLD柱蓋9803，例如透過各種蝕刻技術（例如，ALE），如圖98C所示。

【0608】 步驟9704中，接合具有抗蝕刻劑膜9806之蓋板9805至DLD柱9802的剩餘頂部，如圖98C所示。可以使用陽極接合、熔融接合、混合接合、氣動抽吸、黏接劑等來執行此種接合。

【0609】 在步驟9705中，執行犧牲材料蝕刻劑（例如，去離子水）流動以移除犧牲材料9804，如圖98D所示。可選地，可進一步執行CICE以及氧化物生長和移除以製造更細的線。

【0610】 圖99是根據本案一實施例之藉由從厚柱開始並在蓋板接合後縮小柱尺寸以改善薄柱之坍塌之方法9900的流程圖。圖100A至圖100D描繪了根據本案一實施例之以圖99中所述之步驟之從厚柱開始並在蓋板接合後縮小柱尺寸以改善薄柱之坍塌的剖面圖。

【0611】 結合圖100A-100D參閱圖99，在步驟9901中，在形成DLD柱9802之矽晶源基板9801上執行CICE，如圖100A所示。此種DLD柱9802包含DLD柱蓋9803，其是指DLD柱9402之頂部。

【0612】 在步驟9902中，犧牲材料9804（例如，聚乙烯醇（PVA））沿著DLD柱9802的壁沉積，如圖100B所示。

【0613】 在步驟9903，移除DLD柱蓋9803，例如透過各種蝕刻技術（例如，ALE），如圖100C所示。

【0614】 步驟9904中，接合具有抗蝕刻劑膜9806之蓋板9805至DLD柱9802的剩餘頂部，如圖100C所示。可以使用陽極接合、熔融接合、混合接合、氣動抽吸、黏接劑等來執行此種接合。

【0615】 在步驟9905中，執行氧化物蝕刻劑（例如，稀氫氟酸）流動以移除犧牲材料9804以及部分的DLD柱9802，以使它們更薄，如圖100D所示。

【0616】 在另一實施例中，DLD裝置的多個層是使用多晶矽沉積以及CICE所製成，如下方結合圖101、圖102A-102F以及圖103所討論的。可以使用雷射再結晶方法使多晶矽再結晶。在一實施例中，結構材料是水溶性聚合物，例如PVA，並且在製造之後透過使水流過裝置來去除此材料。封裝層可由玻璃、Cr、聚合物、矽、氧化物塗層聚合物等所製成。在另一實施例中，多堆疊DLD柱製造在奈米級特徵尺寸DLD區域中，如圖103所示。此可以使在DLD裝置之微米級

區域以及奈米級區域中流體樣品的流動阻力匹配。在一實施例中，多層堆疊之間的多孔層是藉由共濺射抗HF材料以及HF消耗材料所製成，從而產生多孔網格。在一實施例中，共濺射碳與二氧化矽以創造多孔層。當暴露於CICE蝕刻劑時，二氧化矽被蝕刻掉，從而產生了多孔碳網格。多孔碳網格在結構上穩定了矽奈米柱，並使流體樣品的傳輸可通過DLD裝置的不同層。

【0617】 圖101是根據本案一實施例之使用多晶矽的CICE製造多堆疊DLD裝置之方法10100的流程圖。圖102A至圖102F描繪了根據本案一實施例之以圖101中所述之步驟之使用多晶矽的CICE製造多堆疊DLD裝置的剖面圖。

【0618】 結合圖102A-102F參閱圖101，在步驟10101中，在形成DLD柱10202之矽晶源基板10201上執行CICE，如圖102A所示。

【0619】 在步驟10102中，結構材料10203沉積在DLD柱10202之間的凹槽中，如圖102B所示。

【0620】 在步驟10103中，封裝層10204沉積在結構材料10203以及DLD柱10202之上，如圖102B所示。

【0621】 在步驟10104中，多晶矽層10205沉積在封裝層10204上，如圖102C所示。

【0622】 在步驟10105中，執行CICE，其蝕刻部分的多晶矽層10205從而形成柱10206，如圖102D所示。

【0623】 在步驟10106中，結構材料10207沉積在柱10206之間的凹槽中，如圖102E所示。

【0624】 在步驟10107中，沉積封裝層10208在結構材料10207以及柱10206上，如圖102E所示。

【0625】 注意的是，可重複步驟10104-10107以增加DLD堆疊的數量。

【0626】 在步驟10108中，移除結構材料10207、10203，例如透過各種蝕刻技術（例如，CICE），如圖102F所示。

【0627】 圖103示出了根據本案一實施例之在奈米區域中用於提升整體產出量之多堆疊DLD裝置的剖面圖。

【0628】 如圖103所示，基板10301包含微米級DLD柱10302以及奈米級DLD柱10303。此外，如圖103所示，在多晶矽層10306A-10306B下方分別有多孔層10304以及流動和蝕刻停止層10305A-10305B。另外，圖103示出了放置在多晶矽層10306B以及位在頂部之多晶矽層10306B旁邊的奈米級DLD柱10303上的蓋板10307。

【0629】 在一實施例中，可使用光譜方法，例如表面增強拉曼光譜（surface enhanced Raman spectroscopy，SERS）在晶片上檢測由DLD裝置分離的粒子。SERS基板集成到具有多孔矽的DLD晶片中，以過濾載液，使得待檢測的粒子為在多孔矽上。可藉由圖案化SERS增強結構，例如金奈米結構來增強粒子檢測。在一實施例中，用於SERS檢測器的多孔矽是使用CICE製成，其中具有多孔矽的區域是使用離子佈植摻雜的。或者，以較高的CICE催化活性催化劑，例如Pt、Pd或Ru圖案化具有多孔矽的區域，並以較低的CICE催化活性催化劑，例如Au圖案化具有非多孔矽DLD柱陣列的區域。

【0630】 產生具有垂直側壁和變化之臨界尺寸與形狀的奈米結構之能力可用於諸如超穎透鏡與超穎表面的應用。在一實施例中，超穎表面包含具有不同的矽奈米柱形狀與幾何結構的柱陣列，使得超穎表面可聚焦具有特定波長的光，例如近紅外光與中紅外光。另外，陣列也可以由氧化的多孔矽製成，從而

能夠聚焦可見波長。圖104顯示了示例性像素幾何形狀，其中柱的一部份是氧化矽。特別是，圖104示出了根據本案一實施例之超穎表面，其包含使用由CICE製造之矽奈米柱與氧化的多孔矽奈米柱以聚焦不同波長之光的四個柱陣列。多孔矽柱可藉由使用微影與離子佈植在像素的所需區域中故意地增加矽的摻雜濃度來製造。優化CICE製程以創造在高摻雜區域中的多孔矽柱，以及在待蝕刻材料之低摻雜區域中的非多孔矽柱。在一實施例中，多孔矽奈米柱的氧化將它們完全轉換成多孔氧化矽奈米柱，且薄氧化殼生長在非多孔柱上。

【0631】 在一實施例中，3D集成方法，例如nMASC用於在超穎表面中之III-V檢測器的集成。

【0632】 圖105示出了根據本案一實施例的例示性3D堆疊影像感測器。

【0633】 圖106示出了根據本案一實施例的例示性花瓣狀影像儀晶粒。

【0634】 以下討論是基於圖105與圖106。

【0635】 在一實施例中，用於取放組件的工具用以組裝兩個或多個場域，其中至少一個場域是光敏感像素陣列，並且至少一對場域是一個組裝在另一個之頂部上。在一實施例中，用於取放組件的工具用以組裝兩個或多個場域，其中至少一個場域是光敏感像素陣列，並且至少一個場域由邏輯電路組成。在一實施例中，用於取放組件的工具用以組裝兩個或多個場域，其中至少一個場域是光敏感像素陣列，並且至少一個場域由邏輯電路組成，以及至少一個場域由記憶體電路組成。

【0636】 在一實施例中，影像儀組件的總厚度小於25微米。在一實施例中，使用物理上位在像素下方的邏輯電路來尋址一或多個像素的群組。

【0637】 在一實施例中，彎曲一或多個影像感測器成球形。影像儀的曲率可以藉由使用轉印卡盤加壓影像儀之前側來產生，而影像儀的背側符合球形模具。模具可選地是透明的。在一實施例中，模具上具有黏接劑以固定彎曲的影像儀。黏接劑可微UV固化的。可從透明模具的背側執行UV固化。在一實施例中，在影像儀彎曲之前噴墨黏接劑。在一實施例中，從原生基板，例如原生基板103拾取多個影像儀，並同時放置和彎曲到一模具群組上。在一實施例中，模具群組是使用透明聚合物製成的單個連續零件。在一實施例中，影像儀晶粒的邊緣在組裝過程中是固定的。在一實施例中，影像儀晶粒的邊緣在組裝過程中不受約束。在一實施例中，影像儀具有花瓣型結構。在一實施例中，在彎曲製程之後，一或多個花瓣的一或多個邊緣位在相鄰花瓣的後面。

【0638】 在一實施例中，DLD裝置的產出量可藉由堆疊多個DLD裝置並並行運行樣品來提升。在一實施例中，DLD裝置使用3D集成技術來堆疊。在一實施例中，3D集成技術為n-MASC。

【0639】 綜上所述，本案的原理提供一種使用本案之催化劑影響化學蝕刻的設備與製程技術以利用此CICE製程有效地在半導體中製造特徵的手段。

【0640】 本案的各種實施例的描述是為了說明目的而呈現的，但並不旨在窮舉或限制於所公開的實施例。在不脫離所描述之實施例之範圍和精神下，許多修改和變化對於熟習此技藝者將是顯而易見的。在本文中所選用的術語是為了最佳地解釋實施例的原理、實際應用或對在市場中發現之技術的技術改進，或者使熟習此技藝者能夠理解本文公開的實施例。

【符號說明】

【0641】

100:工具

101:奈米行進xy平台

102:原生基板卡盤（原生晶圓卡盤）

103:原生基板（基板）

104:產品基板卡盤（產品晶圓卡盤）

105:產品基板（產品晶圓）

106:框架

107:短行程xy平台

108:計量模組（計量模組工具）

109:音圈

110:電漿單元

111:轉印卡盤（轉印卡盤單元）

112:場域

113:單體化場域

114:場域

115:元件

201:基板

202:卡盤

203:小晶片

204:光源

205:光路

206:影像儀

207:光源

208:DMD組件

209:光源

210:投影器

211:影像儀

212:熱電冷卻器

213:印刷電路板

214冷卻組件

215:基板

216:外耦合光柵

217:內耦合光柵

218:光子晶體路徑

301:紫外光發光二極體陣列

302:冷卻系統組件

401:場域

402:微製造針

403:熱交換器流體

404:導熱印刷電路板

405:熱交換器層

406:熱致動器層

407:熱電冷卻器

408:xy致動器層

409:彎曲部

410:固定部分

411:移動部分

412:層

413:軟性層

414:流量閥

415:固定部分

416:移動部分

417:彎曲部

418:致動網格

419:壓力線

420:真空源

421:壓力源

422:真空線

423:z形彎曲層

424:彎曲部

425:層

426:壓力線

427:真空吸附層

428:針

429:真空線

430:間隙

501:真空供應器

502:環形接觸點

503:主要真空歧管

504:次要真空歧管

505:元件

506:元件

507:元件

508:真空段

509:氣流方向

601:層

602:層

603:nMASC場域

604:粒子

605:薄皮

701:矩形邊界區域

702:致動器網格

801:中介基板（中介晶圓）

802:嵌入式對準網格

803:變化密度膠

804:元件

805:元件

806:元件

901:晶粒

902:原生晶圓

1001:底板

1002:Y重配置陣列

1003:連桿

1004:連桿

1005:位置

1006:位置

1007:致動單元

1008:故障致動單元

1101:轉印卡盤組合

1102:隔膜

1103:孔洞

1104:針

1105:元件

1106:材料

1201:填塞材料

1202:ATC子組件

1301:頂部

1302:底部

1303:多孔過濾隔膜

1304:噴墨器

1305:元件

1401:影像儀（影像儀單元）（影像感測器）

1402:影像儀

1601:底板

1602:Y重配置陣列

1603:連桿

1604:連桿

1605:位置

1606:位置

1701:位置

1702:位置

1703:X重配置陣列

1801:SWIR影像儀子組件

1802:光敏感區域

1803:光學元件

1804:交錯感測器設計

1805:疊紋標記

1806:影像式標記

1807:場域

1808:位置

1809:位置

1810:入射光

1811:疊紋光柵

1901:SWIR影像儀子組件

1902:光敏感區域

1903:聚焦光學元件

1904:聚焦光學元件

1905:疊紋標記

1906:影像式標記

1907:場域

1908:位置

1909:位置

2001:流動式冷卻器

2002:熱交換器流體吊帶

2003:SWIR LED

2004:SWIR感測器

2005:加工金屬框架

2006:平面透鏡

2007:離軸LED聚焦光學元件

2008:疊紋平面

2009:入射光

2010:疊紋光柵

2101:元件

2102:全局對準

2103:元件

2201:晶粒

2202:對準標記位置

2301:影像儀

2302:反射式閃耀光柵

2303:聚焦光學元件

2304:光源

2305:不透光外殼壁

2306:利特羅角

2401:整體組件

2402:光源

2403:聚焦光學元件

2404:元件

2405:光子光導

2406:場域

2501:衍射

2601:已知不良晶粒替換卡盤

2602:緩衝基板

2603:已知良好晶粒

2604:緩衝基板卡盤

2605:已知不良晶粒

2606:機器手臂

2607:音圈柱

2608:頂桿

2701:塊狀矽層（塊狀矽）

2702:層

2703:矽層

2704: 埋入式氧化物層

2705:矽層

2706:塊狀矽層

2707:層

2708:層

2709:層

2710:矽層

2711:層

2712:層

2713:層

2714:矽層

2801:裝置堆疊

2802:晶體矽

2803:層

2804:層

2805:區域1

2806:區域2

2901A-2901N:裝置層

2902:垂直電連接（矽通孔）

2903A-2903N:裝置層

2904:垂直電連接（矽通孔）

3001:邏輯場域

3002:SRAM場域

3003:犧牲層

3004:n-MASC裝置

3005:組裝產品

3006:裝置

3007:連線

3008:矽通孔

3101:SRAM

3201:中介場域

3301A-3301N:原生晶圓

3302A-3302N:載體基板（基板）

3303:金屬結構（晶粒）

3304:黏接劑

3305A-3305N:原生晶圓

3306A-3360N:中介晶圓

3307:元件

3308:黏接劑島

3309:轉印晶圓（轉印基板）（基板）

3310:產品晶圓

3401:黏接劑島

3402:元件

3501:結構

3502:黏接劑島

3601:微型轉印卡盤

3602:位置

3603:位置

3604:Y重配置陣列

3605:電極

3606:薄膜電晶體背板

3607:介電質

3701:薄膜電晶體背板

3702:空間

3703:電極

3704:通道

3705:真空入口

3706:真空出口

3708:真空通道圖案化

3709:金屬沉積與圖案化（用於固定的電極）

3710:氧化物沉積

3711:金屬沉積與圖案化

3712:軟性膜沉積

3713:TSV圖案與從背側蝕刻

3714:凸塊創造

3715:真空通道圖案化

3716:氧化物沉積

3717:TSV圖案與從背側蝕刻

3718:多孔膜沉積

3719:氧化物沉積

3720:針拋光

3721:結構

3722:元件

3723:結構

3724:背板

3725:電極

3726:電極

3727:多孔過濾隔膜

3728:TFT圖案化

3729:真空通道圖案化

3730:金屬沉積與圖案化（用於固定電極）

3731:氧化物沉積

3732:金屬沉積與圖案化（用於移動電極）

3733:軟性膜沉積

3734:真空通道圖案化

3735:氧化物沉積

3736:TSV圖案與從背側蝕刻

3737:多孔膜沉積

3738:氧化物沉積

3739:針拋光

3740:結構

3741:元件

3742:結構

3801:光學電磁致動器

3802:滑塊

3803:彎曲系統

3804:無摩擦樞軸

3805:壓力及/或真空

3806:軌道

3807:透明芯端口

3808:編碼器感測器

3809:永久磁鐵/音圈

3901:彎曲式樞軸

3902:透明窗

3903:適應性卡盤模組

3904:空氣軸承

3905:音圈致動器

4001:X軌道

4002:Y軌道

4003:空氣軸承

4101:X方向彎曲部

4201:連接

4202:電極

4203:電極

4204:間隙

4205:位置

4206:ACM針

4207:密封

4208:隔膜

4209:真空入口

4301:剪式機構

4302:可調間距機構

4303:固定點

4304:致動臂

4305:隔熱連接器

4306:懸臂彎曲部

4307:隔熱框

4401:台面（台面層）（台面結構）

4402:原生基板黏接劑

4403:元件

4404:黏接劑

4405:波導層（波導結構）

4406:內耦合光柵（內耦合光柵層）

4407:UV

4408:塊體部分

4409:封裝層

4410:z順應結構

4411:外耦合光柵

4412:彎曲桿（彎曲桿層）（彎曲結構）

4413:凹槽

4414:次級彎曲部

4415:中心墊

4416:黏接劑液滴

4501:IR光

4601:場域

4602:場域

4603:局部氣壓及/或靜電排斥

4701:台面（台面層）

4702:原生基板黏接劑

4703:UV輻射

4704:塊體部分

4705:封裝層

4706:z順應結構

4707:暫態材料（黏接劑）

4708:彎曲桿（彎曲桿層）

4709:凹槽

4710:次級彎曲部

4711:中心墊

4800:方法

4801-4805:步驟

4901:場域

4902:出入孔

4903:犧牲層

4904:塊狀基板（載體基板）

4905:切口

4906:繫鏈

4907:中介基板

4908:黏接劑

4909:原生基板

4910:黏接劑島

5001:SIP

5002A-5002N:主動緩衝基板

5003A-5003N:惰性緩衝基板

5004:箭頭

5005:箭頭

5101:場域

5102:黏接劑（黏接劑層）（黏接劑膜）

5103:裝置結構

5104:封裝層

5105:層

5106:催化劑

5107:切口區域

5108:標記

5109:標記

5110:切割邊緣

5201:顯微鏡

5202:可變間距機構

5203:穩定參考網格

5204A-5204D:集成光源和感測器對

5301:標記

5302:結構

5303:切割邊緣（切割邊界）

5304:淺蝕刻凹槽

5305:蝕刻劑液滴

5306:噴墨催化劑

5307:切割厚度

5401:切割機框架

5402:刀刃

5403:蝕刻劑入口

5404:蝕刻劑出口

5405:保護層

5406:蝕刻劑液滴

5407:催化劑膜

5408:切割厚度

5501:催化劑

5601:封裝層

5700:方法

5701-5702:步驟

5801:基板

5802:催化劑斷裂層（催化劑斷裂）

5803:台面（模板）

5804:台面

5805:層（催化劑斷裂）

5806:催化劑

5900:方法

5901-5905:步驟

6001:基板

6002:ALD阻擋材料

6003:ALD增強材料

6004:催化劑

6005:奈米結構

6006:防塌蓋

6100:方法

6101-6104:步驟

6201:基板

6202:遮罩

6203:催化劑材料

6204:奈米結構

6205:防塌蓋

6301:催化劑（催化劑線）

6302:基板

6401:穩定圖案（扶壁）（扶壁設計）

6500:方法

6501-6505:步驟

6601:基板

6602:點圖案

6603:間隔物圖案

6801:多孔矽

6802:非多孔矽

7001:蝕刻遮罩

7100:方法

7101-7102:步驟

7201:線/空間圖案

7301:光刻鏈路

7302:填充材料

7600:方法

7601-7604:步驟

7701:矽柱

7702:基板

7703:氧化物

7704:所需材料

7900:方法

7901-7905:步驟

8101:蝕刻停止層

8102:多晶矽

8103:所需材料

8104:基板

8105:柱

8106:氧化物

8107:所需材料

8200:方法

8201-8206:步驟

8401:蝕刻停止層

8402:多晶矽

8403:材料

8404:基板

8405:柱

8406:氧化物

8407:所需材料

8500:方法

8501-8512:方法

8701:蝕刻停止層

8702:多晶矽

8703:材料

8704:基板

8705:柱

8706:催化劑

8707:氧化物

8708:所需材料

8709:蝕刻停止層

8710:多晶矽

8711:柱

8712:氧化物

8713:所需材料

8800:方法

8801-8804:步驟

8902:基板

8903:柱狀（柱）

8904:氧化物

8905:所需材料

9100:方法

9101-9107:步驟

9201:矽晶圓基板

9202:矽奈米線（矽奈米柱）

9203:支撐材料

9204:鎳

9205:支撐基板

9206:封裝層

9300:方法

9301-9305:步驟

9401:矽晶圓基板

9402:DLD柱

9403:穩定材料

9404:DLD柱蓋

9405:元件（DLD柱）

9406:蓋板

9500:方法

9501-9505:步驟

9601:矽晶圓基板

9602:柱

9603:層

9604:多孔抗性層

9700:方法

9701-9705:步驟

9801:矽晶圓基板

9802:DLD柱

9803:DLD柱蓋

9804:犧牲材料

9805:蓋板

9806:抗蝕刻劑膜

9900:方法

9901-9905:步驟

10100:方法

10101-10108:步驟

10201:矽晶圓基板

10202:DLD柱

10203:結構材料

10204:封裝層

10205:多晶矽層

10206:柱

10207:結構材料

10208:封裝層

10301:基板

10302:微米級DLD柱

10303:奈米級DLD柱

10304:多孔層

10305A-10305B:流動和蝕刻停止層

10306A-10306B:多晶矽層

10307:蓋板

【發明申請專利範圍】

【請求項1】一種用於將來自一原生基板的場域組裝到一第二基板上的系統，該系統包含：

該原生基板，包含複數場域；及

一轉印卡盤，用以從該原生基板的該些場域中平行地拾取待轉印至該第二基板的至少四個場域，其中該些場域的該至少四個場域的相對位置是預定的。

【請求項2】如請求項1所述的系統，其中該些場域的該至少四個場域中之每一者相對於該第二基板的疊對精度為次1微米。

【請求項3】如請求項1所述的系統，其中該些場域的該至少四個場域中之每一者相對於該第二基板的疊對精度為次200奈米。

【請求項4】如請求項1所述的系統，其中該些場域的該至少四個場域中之每一者相對於該第二基板的疊對精度為次100奈米。

【請求項5】如請求項1所述的系統，其中該些場域的該至少四個場域中之每一者相對於該第二基板的疊對精度為次50奈米。

【請求項6】如請求項1所述的系統，其中該些場域的該至少四個場域中之每一者相對於該第二基板的疊對精度為次10奈米。

【請求項7】如請求項1所述的系統，其中該些場域中之每一者的一側至少為0.5毫米。

【請求項8】如請求項1所述的系統，其中該些場域中之每一者的一側至少為200毫米。

【請求項9】如請求項1所述的系統，其中該些場域的該至少四個場域的該些相對位置是任意的。

【請求項10】如請求項1所述的系統，其中該些場域的該至少四個場域是在一半棋盤佈局、一四分之一棋盤佈局或一八分之一棋盤佈局中被拾取。

【請求項11】如請求項1所述的系統，其中該些場域的該至少四個場域是以面對面的方式組裝到該第二基板上。

【請求項12】如請求項1所述的系統，其中該些場域的該至少四個場域是以面對背的方式組裝到該第二基板上。

【請求項13】如請求項1所述的系統，其中該轉印卡盤是可重新配置的。

【請求項14】如請求項1所述的系統，其中該轉印卡盤沿一X軸或一Y軸是可擴展的且可收縮的。

【請求項15】如請求項1所述的系統，其中該轉印卡盤沿一X軸或一Y軸是可獨立地擴展的且可獨立地收縮的。

【請求項16】如請求項1所述的系統，其中該轉印卡盤具有產生真空吸力的複數預定區域。

【請求項17】如請求項1所述的系統，其中該轉印卡盤包含複數小型轉印卡盤。

【請求項18】如請求項17所述的系統，其中該些小型轉印卡盤透過彎曲部的使用而受限於以下群組中之一或多個：X軸、Y軸、Z軸、θ_x軸、θ_y軸與θ_z軸。

【請求項19】如請求項1所述的系統，更包含：

一原生基板卡盤，用以保持該原生基板，其中該原生基板卡盤致能複數預定場域的釋放。

【請求項20】如請求項1所述的系統，其中該第二基板是一產品基板或一中介基板。

【請求項21】如請求項1所述的系統，其中該原生基板包含複數背景場域或在一犧牲層上的複數場域。

【請求項22】如請求項1所述的系統，其中一疊對控制是對所有拾取的場域並行實施。

【請求項23】如請求項1所述的系統，更包含：

一第二卡盤，用以使用已知良好晶粒替換該原生基板上的已知不良晶粒。

【請求項24】如請求項1所述的系統，更包含：

一第二卡盤，用以使用已知良好晶粒替換一中介基板上的已知不良晶粒。

【請求項25】如請求項1所述的系統，其中該轉印卡盤被配置以避免從該原生基板拾取已知不良晶粒。

【請求項26】如請求項1所述的系統，其中該第二基板是一產品基板，其中該系統更包含：

一第二卡盤，用以使用來自一緩衝基板的已知良好晶粒填充該產品基板上曾被已知不良晶粒佔據的區域。

【請求項27】如請求項26所述的系統，其中該緩衝基板上的複數晶粒是高度映射的。

【請求項28】如請求項1所述的系統，其中在該些場域的該至少四個場域中的複數晶粒是高度映射的。

【請求項29】 如請求項1所述的系統，其中該些場域的該至少四個場域的一厚度變異被主動地感測。

【請求項30】 如請求項1所述的系統，更包含：

一儲料器單元，用以儲存選自以下群組中的一或多個：該原生基板、一產品基板、一中介基板與該轉印卡盤。

【請求項31】 如請求項30所述的系統，其中該原生基板、該產品基板、該中介基板與該轉印卡盤被完全填充。

【請求項32】 如請求項30所述的系統，其中該原生基板、該產品基板、該中介基板與該轉印卡盤被局部地填充。

【請求項33】 如請求項1所述的系統，其中該轉印卡盤具有附接到該轉印卡盤的該些場域的該至少四個場域中的至少一個。

【請求項34】 一轉印卡盤，包含：

複數適應性卡盤模組的一矩形陣列；及

一可變間距機構，用以改變該些適應性卡盤模組的該矩形陣列的至少一X間距或至少一Y間距。

【請求項35】 如請求項34所述的轉印卡盤，其中該可變間距機構擁有至少一毫米的運動範圍。

【請求項36】 如請求項34所述的轉印卡盤，更包含：

一微動機構，在該適應性卡盤模組的X軸、Y軸與θ軸中的至少一者產生相對於該可變間距機構的位移。

【請求項37】 如請求項36所述的轉印卡盤，其中X位移或Y位移的範圍至少是100奈米。

【請求項38】 如請求項36所述的轉印卡盤，其中θ位移的範圍至少是10微弧度。

【請求項39】 一種轉印基板，包含：

先前使用一轉印卡盤從一原生基板拾取的複數場域；及

順應於Z方向的複數嵌入式結構。

【請求項40】 一種用以在一單片化期間在複數場域中創造複數對準標記的方法，該方法包含：

在該單片化期間中使用一蝕刻技術在該些場域中創造該些對準標記，其中該蝕刻技術包含催化劑影響化學蝕刻或深反應離子蝕刻。

【請求項41】 如請求項40所述的方法，其中該些對準標記是創造在該些場域的背面。

【請求項42】 如請求項40所述的方法，其中該些對準標記是創造於遠離於一切口區域之處。

【請求項43】 如請求項40所述的方法，其中該些對準標記在該些場域的至少一者的整個厚度上被完全蝕刻。

【請求項44】 如請求項40所述的方法，其中該些對準標記在該些場域的至少一者的整個厚度上被部分蝕刻。

【請求項45】 如請求項40所述的方法，更包含：

使用一第一微影製程與一第一蝕刻停止在該些場域創造該些對準標記；及

使用一第二微影製程與一第二蝕刻停止執行單片化。

【請求項46】 一種在一催化劑影響化學蝕刻（CICE）期間防止催化劑之漂移的方法，該方法包含：

提供一半導體材料；

圖案化一催化劑在該半導體材料之表面上，其中該催化劑包含一或多個隔離特徵，且其中該一或多個隔離特徵包含一預定孔；及

暴露圖案化的該催化劑於一蝕刻劑，其中圖案化的該催化劑與該蝕刻劑導致該半導體材料的蝕刻以形成對應於該預定孔的複數扶壁，其中該些扶壁在該催化劑影響化學蝕刻期間防止該催化劑的漂移。

【請求項47】 如請求項46所述的方法，其中該些扶壁在該催化劑影響化學蝕刻後被選擇性地移除。

【請求項48】 如請求項46所述的方法，其中該些扶壁被圖案化以在一預定方向上必然性地塌陷。

【請求項49】 如請求項46所述的方法，其中該半導體材料包含矽，其中該方法更包含：

蝕刻該半導體材料以創造多孔矽與非多孔矽的複數交替層的一結構。

【請求項50】 如請求項49所述的方法，其中該結構是用於三維反及閘快閃裝置。

【請求項51】 如請求項49所述的方法，其中該結構是用於金屬互連線。

【請求項52】 如請求項46所述的方法，其中該催化劑包含以下群組中的一個：金、鉑、鈀、銀、釕、銥、鎢、銅、氮化鈦、鈦、石墨烯與碳。

【請求項53】 如請求項46所述的方法，其中該一或多個隔離特徵是插入到以下群組中的一個該催化劑中：微影、壓印微影、電子束微影、極紫外光源微影、自對準圖案化與間隔物圖案化。

【請求項54】 如請求項46所述的方法，其中該蝕刻劑包含以下群組中的一或多個：氟化物、氧化劑、醇類與質子性溶劑、非質子性溶劑、極性溶劑與非極性溶劑。

【請求項55】 如請求項46所述的方法，更包含：

沉積該催化劑在使用一金屬斷裂製程在一奈米壓印微影阻劑或一光阻劑中所創造的複數奈米結構上。

【請求項56】 如請求項55所述的方法，更包含：

使用熱穩定碳圖案化該催化劑；

使用該奈米壓印微影或該光阻劑蝕刻進該碳；及

在該催化劑沉積之前使用一金屬斷裂去除任何聚合物阻劑。

【請求項57】 一種用以製造奈米結構的方法，該方法包含：

在一多晶矽層上執行化學影響化學蝕刻以創造複數矽結構；

沉積一或多種結構材料在該些矽結構上，其中被選擇的該一或多種結構材料是用以增強所需的裝置特性；

創造往該些矽結構的一通道；及

選擇性地移除該些矽結構，從而留下實質上相同的該一或多種結構材料。

【請求項58】 如請求項57所述的方法，更包含：

沉積該多晶矽層在一矽基板上，其中該矽基板包含單晶體矽晶圓。

【請求項59】 如請求項57所述的方法，其中該些矽結構是創造在一基板上，其中該基板包含以下群組中的一或多個：絕緣體上矽（SOI）晶圓、玻璃上覆矽、藍寶石上覆矽、一基板上的磊晶矽、具有變化之摻雜位準及摻雜劑的半導體材料的複數交替層、高度摻雜的矽與低度摻雜的矽、無摻雜矽與經摻雜矽或鍺、矽與Si_xGe_{1-x}、不同摻雜的矽及/或Si_xGe_{1-x}、不同摻雜的矽及/或鍺，或矽與鍺。

【請求項60】 如請求項57所述的方法，其中該一或多種結構材料是使用原子層沉積法、化學氣相沉積法、物理氣象沉積法以及電沉積法來沉積。

【請求項61】 如請求項57所述的方法，其中該一或多種結構材料填充該些矽結構之間的一空間。

【請求項62】 如請求項57所述的方法，更包含：

使用以下群組中的一者來移除該些矽結構：一濕蝕刻劑、一乾蝕刻劑與電漿蝕刻。

【請求項63】 如請求項57所述的方法，其中該一或多種結構材料包含低k介電材料。

【請求項64】 如請求項57所述的方法，更包含：

沉積該多晶矽層在一抗蝕刻膜上。

【請求項65】 如請求項57所述的方法，其中該些矽結構用以製造用於動態隨機存取記憶體的電容。

【請求項66】 如請求項57所述的方法，更包含：

沉積一或多種所需材料在去除了該些矽結構的區域。

【請求項67】 如請求項66所述的方法，其中該一或多種所需材料是磊晶生長的超晶格結構。

【請求項68】 如請求項66所述的方法，其中該一或多種所需材料包含一金屬導體。

【請求項69】 如請求項57所述的方法，其中該一或多種結構材料包含一絕緣體。

【請求項70】 如請求項57所述的方法，其中該些矽結構用於創造電晶體。

【請求項71】 如請求項57所述的方法，其中該些矽結構用於創造金屬互連線。

【請求項72】 一種流體裝置，包含：

矽微柱與奈米柱陣列的多層堆疊，其中該矽微柱與奈米柱陣列是使用一催化劑影響化學蝕刻來製造的，其中該多層堆疊是透過沉積包含複數多晶矽膜的複數膜且使用該催化劑影響化學蝕刻來蝕刻該些多晶矽膜所製造出的。

【請求項73】 如請求項72所述的流體裝置，其中該矽微柱與奈米柱陣列的多層堆疊用以作為用於粒子分離的確定性橫向位移陣列。

【請求項74】 如請求項72所述的流體裝置，其中該些膜更包含複數蝕刻停止層、複數多孔層以及在暴露於一催化劑影響化學蝕刻劑時變得多孔的複數層。

【請求項75】 如請求項74所述的流體裝置，其中該些多孔層是透過共同濺鍍一耐氟化氫材料與一消耗氟化氫材料所製成。

【請求項76】 一種用於彎曲一或多個影像感測器成球形的方法，該方法包含：

使用一轉印卡盤加壓該一或多個影像感測器的前側以產生該一或多個影像感測器的曲度。

【請求項77】 如請求項76所述的方法，其中該一或多個影像感測器中的至少一者的背側相符於一或多個球形模具。

【請求項78】 如請求項77所述的方法，其中該一或多個球形模具中的每一者是透明的。

【請求項79】 如請求項77所述的方法，其中該一或多個球形模具中的每一者包含紫外光固化黏接劑。

【請求項80】 如請求項79所述的方法，其中該黏接劑是噴墨的。

【請求項81】 如請求項77所述的方法，其中該一或多個球形模具被製成單一連續部件。

【請求項82】 如請求項76所述的方法，其中該一或多個影像感測器的邊緣在組裝過程中不受約束。

【請求項83】 如請求項76所述的方法，其中該一或多個影像感測器中的至少一者具有花瓣型結構。

【請求項84】 如請求項83所述的方法，其中在該一或多個影像感測器的該曲度產生後，一或多個花瓣的一或多個邊緣位在相鄰花瓣的後面。

(發明圖式)

100
96
108
102
103
105
104
97
97
99
101
110
110
W
L1
L2
L3
L4
L5
L6
L7
L8
L9
L10
L11
L12
L13
L14
L15
L16
L17
L18
L19
L20
L21
L22
L23
L24
L25
L26
L27
L28
L29
L30
L31
L32
L33
L34
L35
L36
L37
L38
L39
L40
L41
L42
L43
L44
L45
L46
L47
L48
L49
L50
L51
L52
L53
L54
L55
L56
L57
L58
L59
L60
L61
L62
L63
L64
L65
L66
L67
L68
L69
L70
L71
L72
L73
L74
L75
L76
L77
L78
L79
L80
L81
L82
L83
L84
L85
L86
L87
L88
L89
L90
L91
L92
L93
L94
L95
L96
L97
L98
L99
L100
L101
L102
L103
L104
L105
L106
L107
L108
L109
L110
L111
L112
L113
L114
L115
L116
L117
L118
L119
L120
L121
L122
L123
L124
L125
L126
L127
L128
L129
L130
L131
L132
L133
L134
L135
L136
L137
L138
L139
L140
L141
L142
L143
L144
L145
L146
L147
L148
L149
L150
L151
L152
L153
L154
L155
L156
L157
L158
L159
L160
L161
L162
L163
L164
L165
L166
L167
L168
L169
L170
L171
L172
L173
L174
L175
L176
L177
L178
L179
L180
L181
L182
L183
L184
L185
L186
L187
L188
L189
L190
L191
L192
L193
L194
L195
L196
L197
L198
L199
L200
L201
L202
L203
L204
L205
L206
L207
L208
L209
L210
L211
L212
L213
L214
L215
L216
L217
L218
L219
L220
L221
L222
L223
L224
L225
L226
L227
L228
L229
L230
L231
L232
L233
L234
L235
L236
L237
L238
L239
L240
L241
L242
L243
L244
L245
L246
L247
L248
L249
L250
L251
L252
L253
L254
L255
L256
L257
L258
L259
L260
L261
L262
L263
L264
L265
L266
L267
L268
L269
L270
L271
L272
L273
L274
L275
L276
L277
L278
L279
L280
L281
L282
L283
L284
L285
L286
L287
L288
L289
L290
L291
L292
L293
L294
L295
L296
L297
L298
L299
L300
L301
L302
L303
L304
L305
L306
L307
L308
L309
L310
L311
L312
L313
L314
L315
L316
L317
L318
L319
L320
L321
L322
L323
L324
L325
L326
L327
L328
L329
L330
L331
L332
L333
L334
L335
L336
L337
L338
L339
L340
L341
L342
L343
L344
L345
L346
L347
L348
L349
L350
L351
L352
L353
L354
L355
L356
L357
L358
L359
L360
L361
L362
L363
L364
L365
L366
L367
L368
L369
L370
L371
L372
L373
L374
L375
L376
L377
L378
L379
L380
L381
L382
L383
L384
L385
L386
L387
L388
L389
L390
L391
L392
L393
L394
L395
L396
L397
L398
L399
L400
L401
L402
L403
L404
L405
L406
L407
L408
L409
L410
L411
L412
L413
L414
L415
L416
L417
L418
L419
L420
L421
L422
L423
L424
L425
L426
L427
L428
L429
L430
L431
L432
L433
L434
L435
L436
L437
L438
L439
L440
L441
L442
L443
L444
L445
L446
L447
L448
L449
L450
L451
L452
L453
L454
L455
L456
L457
L458
L459
L460
L461
L462
L463
L464
L465
L466
L467
L468
L469
L470
L471
L472
L473
L474
L475
L476
L477
L478
L479
L480
L481
L482
L483
L484
L485
L486
L487
L488
L489
L490
L491
L492
L493
L494
L495
L496
L497
L498
L499
L500
L501
L502
L503
L504
L505
L506
L507
L508
L509
L510
L511
L512
L513
L514
L515
L516
L517
L518
L519
L520
L521
L522
L523
L524
L525
L526
L527
L528
L529
L530
L531
L532
L533
L534
L535
L536
L537
L538
L539
L540
L541
L542
L543
L544
L545
L546
L547
L548
L549
L550
L551
L552
L553
L554
L555
L556
L557
L558
L559
L560
L561
L562
L563
L564
L565
L566
L567
L568
L569
L570
L571
L572
L573
L574
L575
L576
L577
L578
L579
L580
L581
L582
L583
L584
L585
L586
L587
L588
L589
L590
L591
L592
L593
L594
L595
L596
L597
L598
L599
L600
L601
L602
L603
L604
L605
L606
L607
L608
L609
L610
L611
L612
L613
L614
L615
L616
L617
L618
L619
L620
L621
L622
L623
L624
L625
L626
L627
L628
L629
L630
L631
L632
L633
L634
L635
L636
L637
L638
L639
L640
L641
L642
L643
L644
L645
L646
L647
L648
L649
L650
L651
L652
L653
L654
L655
L656
L657
L658
L659
L660
L661
L662
L663
L664
L665
L666
L667
L668
L669
L670
L671
L672
L673
L674
L675
L676
L677
L678
L679
L680
L681
L682
L683
L684
L685
L686
L687
L688
L689
L690
L691
L692
L693
L694
L695
L696
L697
L698
L699
L700
L701
L702
L703
L704
L705
L706
L707
L708
L709
L710
L711
L712
L713
L714
L715
L716
L717
L718
L719
L720
L721
L722
L723
L724
L725
L726
L727
L728
L729
L730
L731
L732
L733
L734
L735
L736
L737
L738
L739
L740
L741
L742
L743
L744
L745
L746
L747
L748
L749
L750
L751
L752
L753
L754
L755
L756
L757
L758
L759
L760
L761
L762
L763
L764
L765
L766
L767
L768
L769
L770
L771
L772
L773
L774
L775
L776
L777
L778
L779
L780
L781
L782
L783
L784
L785
L786
L787
L788
L789
L790
L791
L792
L793
L794
L795
L796
L797
L798
L799
L800
L801
L802
L803
L804
L805
L806
L807
L808
L809
L810
L811
L812
L813
L814
L815
L816
L817
L818
L819
L820
L821
L822
L823
L824
L825
L826
L827
L828
L829
L830
L831
L832
L833
L834
L835
L836
L837
L838
L839
L840
L841
L842
L843
L844
L845
L846
L847
L848
L849
L850
L851
L852
L853
L854
L855
L856
L857
L858
L859
L860
L861
L862
L863
L864
L865
L866
L867
L868
L869
L870
L871
L872
L873
L874
L875
L876
L877
L878
L879
L880
L881
L882
L883
L884
L885
L886
L887
L888
L889
L890
L891
L892
L893
L894
L895
L896
L897
L898
L899
L900
L901
L902
L903
L904
L905
L906
L907
L908
L909
L910
L911
L912
L913
L914
L915
L916
L917
L918
L919
L920
L921
L922
L923
L924
L925
L926
L927
L928
L929
L930
L931
L932
L933
L934
L935
L936
L937
L938
L939
L940
L941
L942
L943
L944
L945
L946
L947
L948
L949
L950
L951
L952
L953
L954
L955
L956
L957
L958
L959
L960
L961
L962
L963
L964
L965
L966
L967
L968
L969
L970
L971
L972
L973
L974
L975
L976
L977
L978
L979
L980
L981
L982
L983
L984
L985
L986
L987
L988
L989
L990
L991
L992
L993
L994
L995
L996
L997
L998
L999
L1000

圖 1

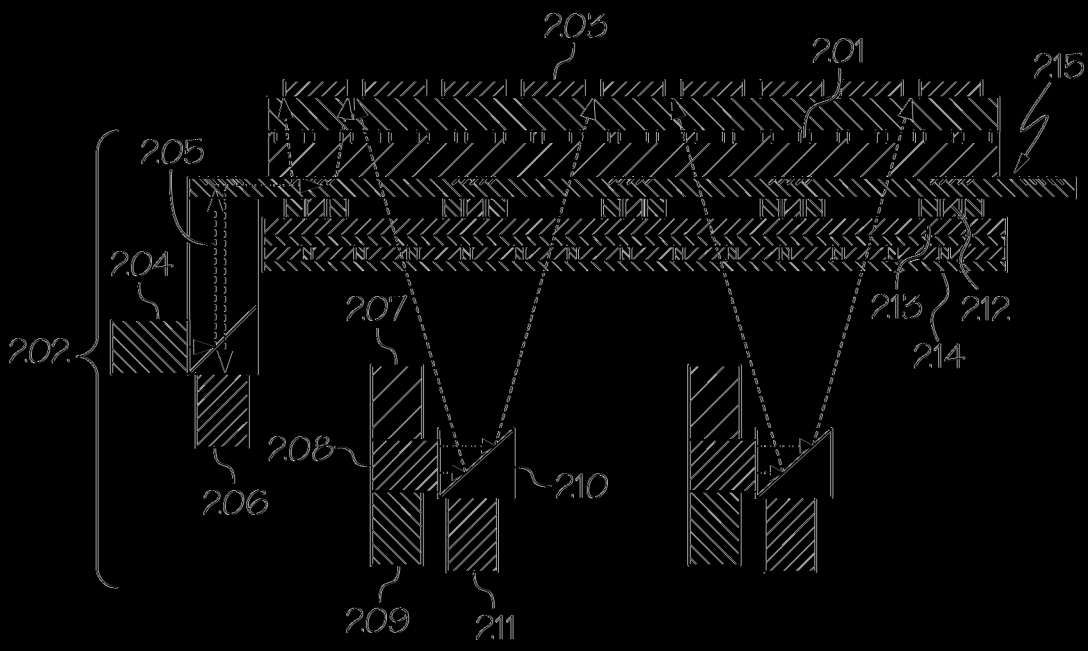

203
201
215
205
204
207
213
212
214
202
208
210
206
209
211

圖2A

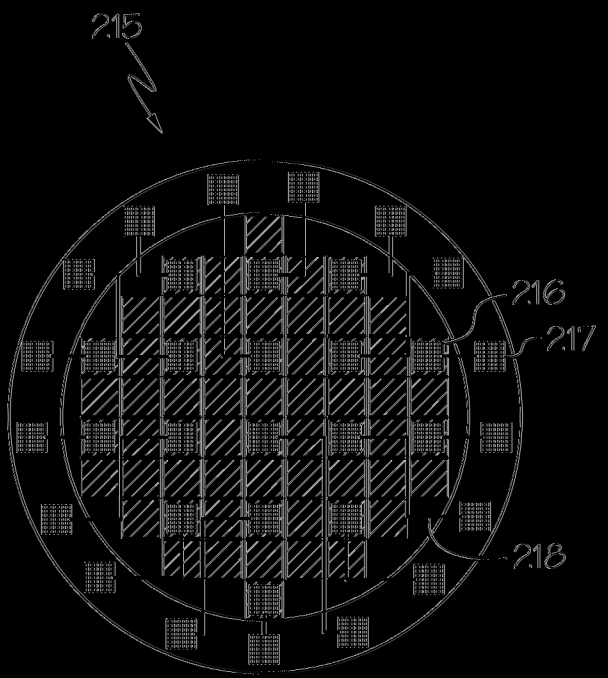

215
216
217
218

圖2B

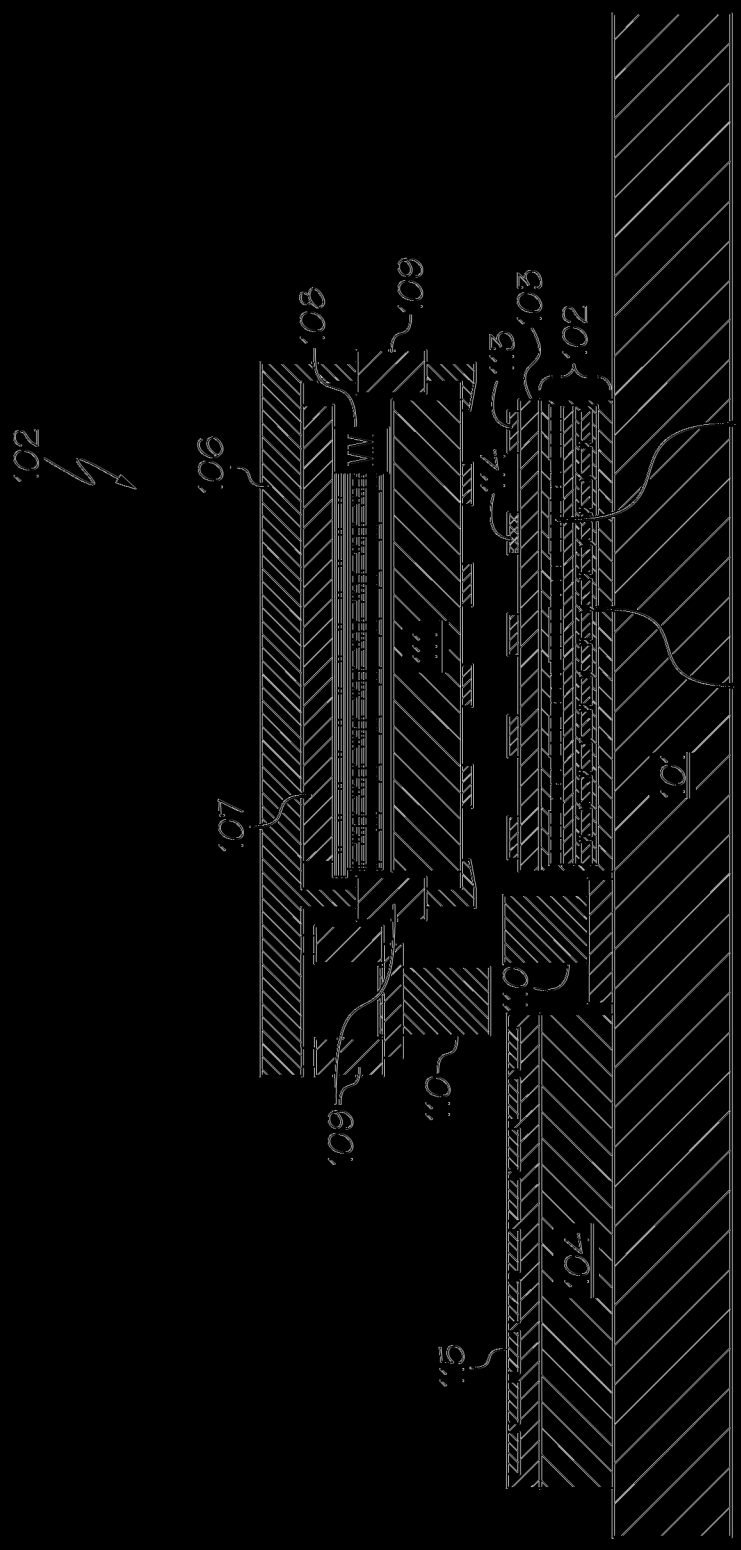


圖3

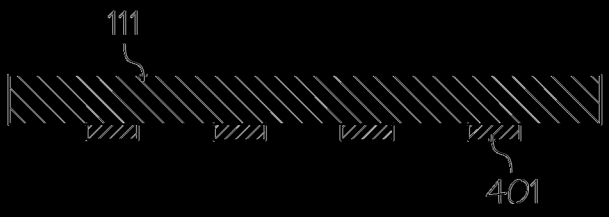

111
401

圖4A

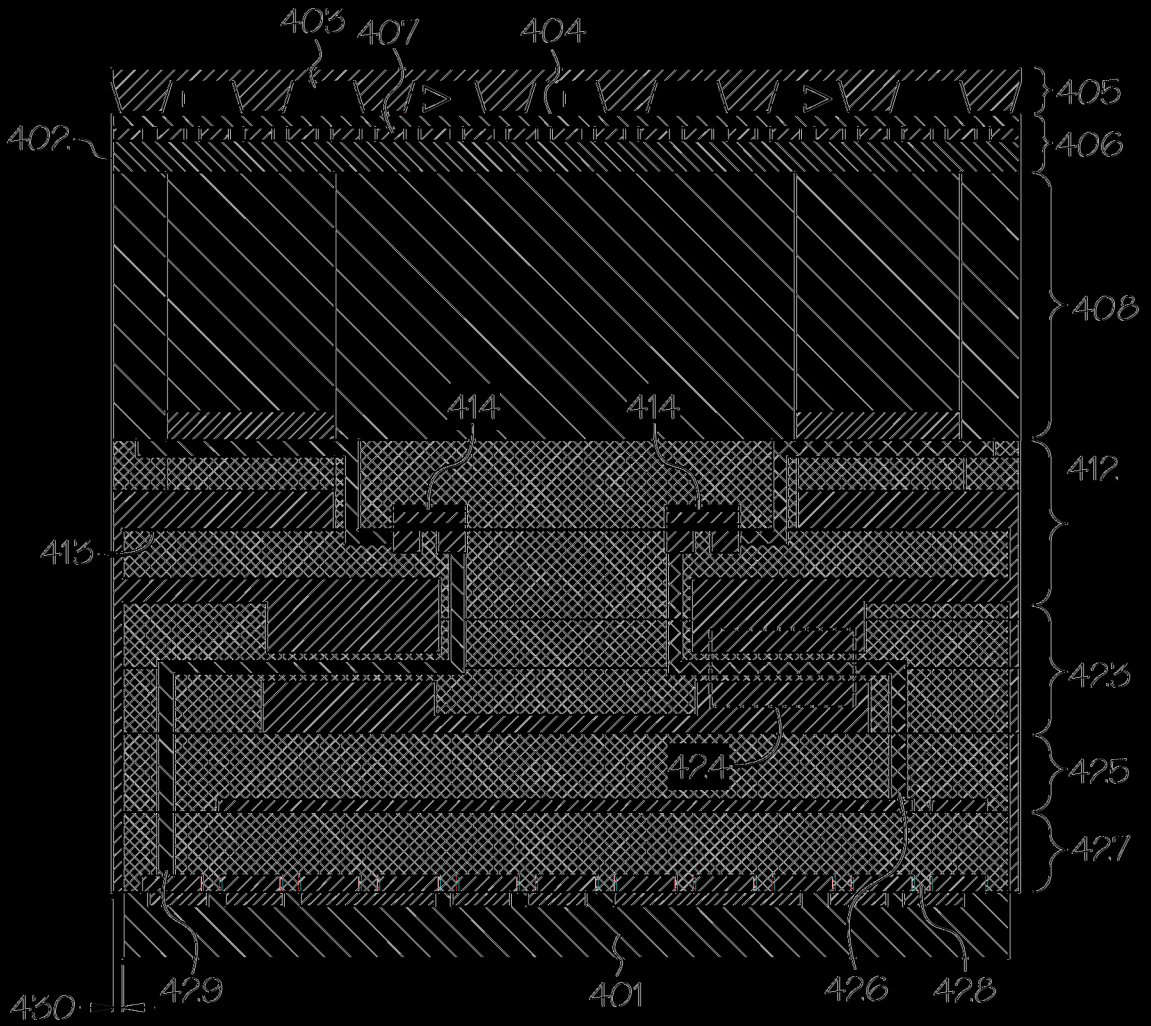

403
407
404
405
402
406
408
414
414
412
413
423
424
425
427
430
429
401
426
428

圖4B

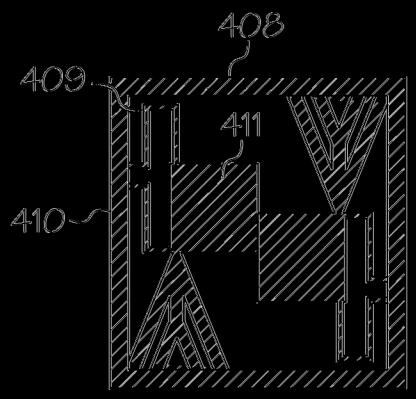


圖4C

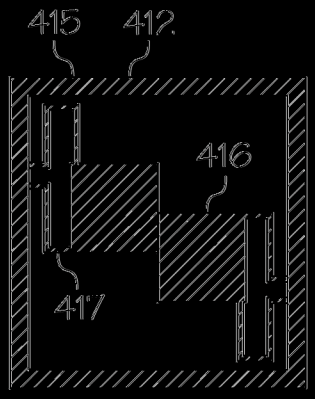


圖4D

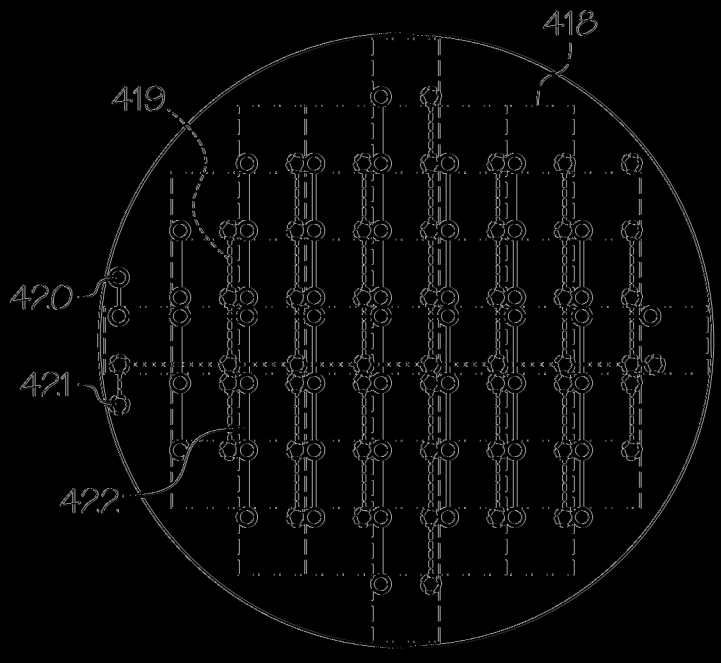


圖4E

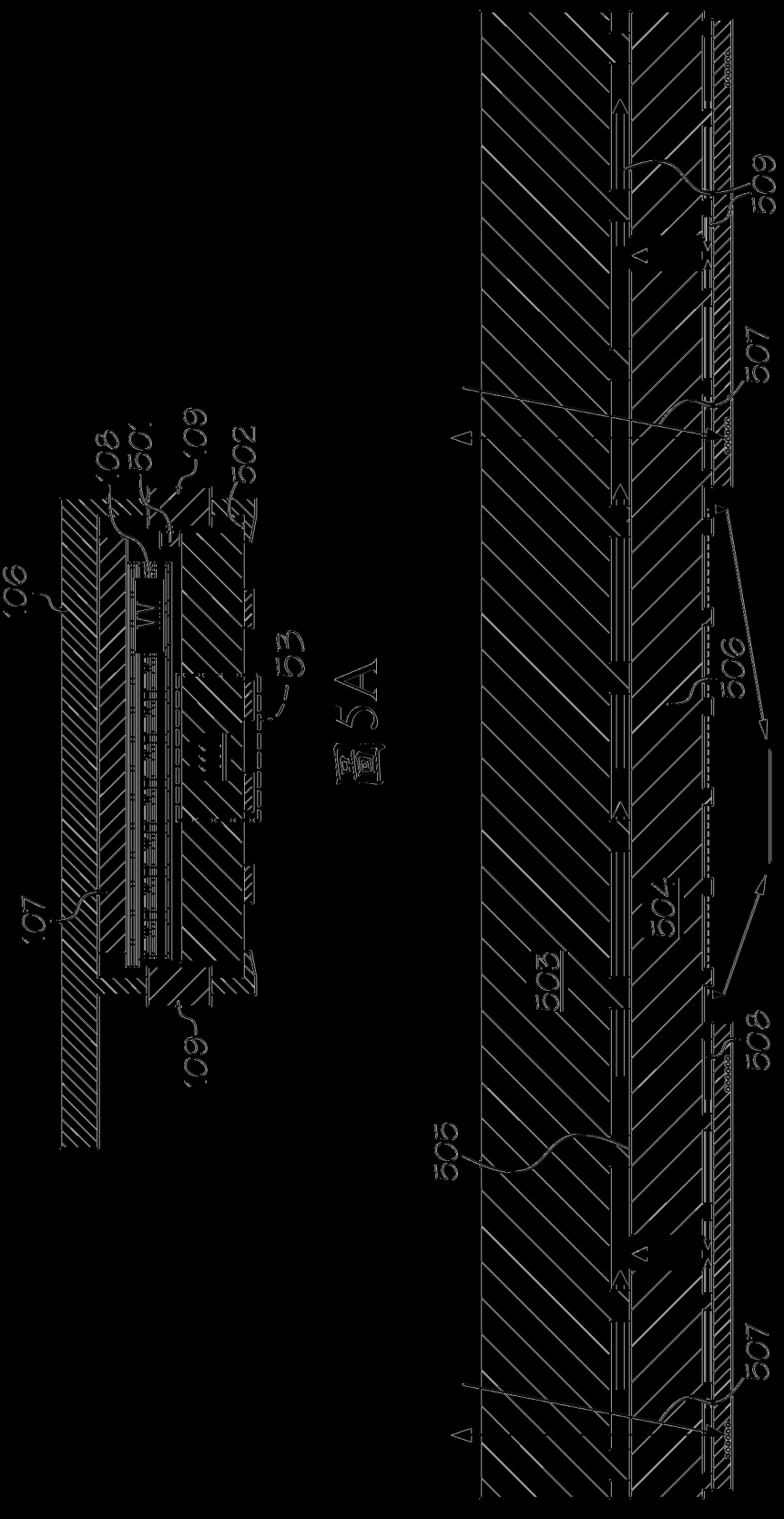

100
107
109
106
108
107
109
107
100
100
107
109

圖 5B

100
102
108
104
106
107
109
105
103

圖 5A

圖 6C

圖 6A

圖 6B

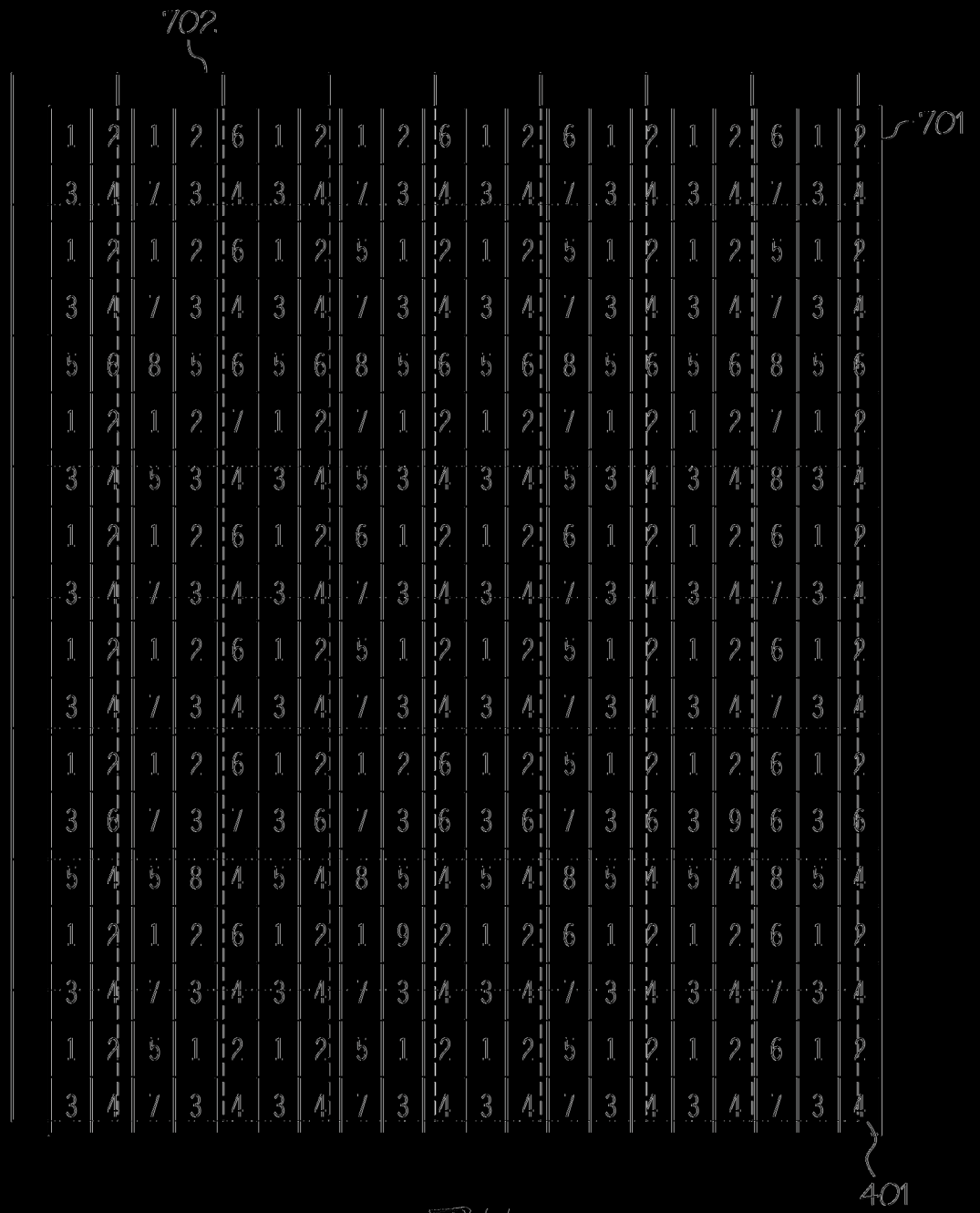


圖 1

圖8

圖 9

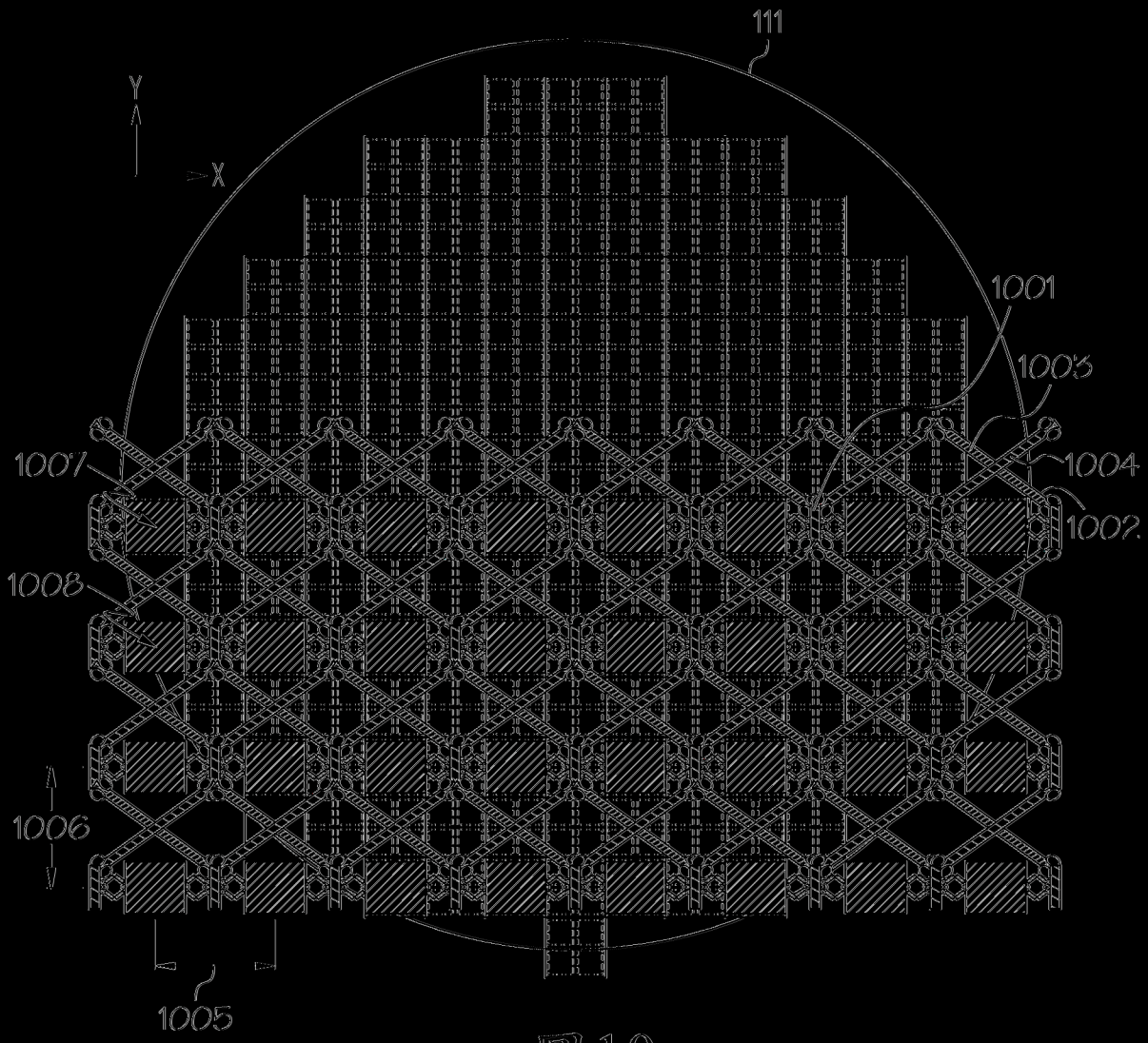


圖 10

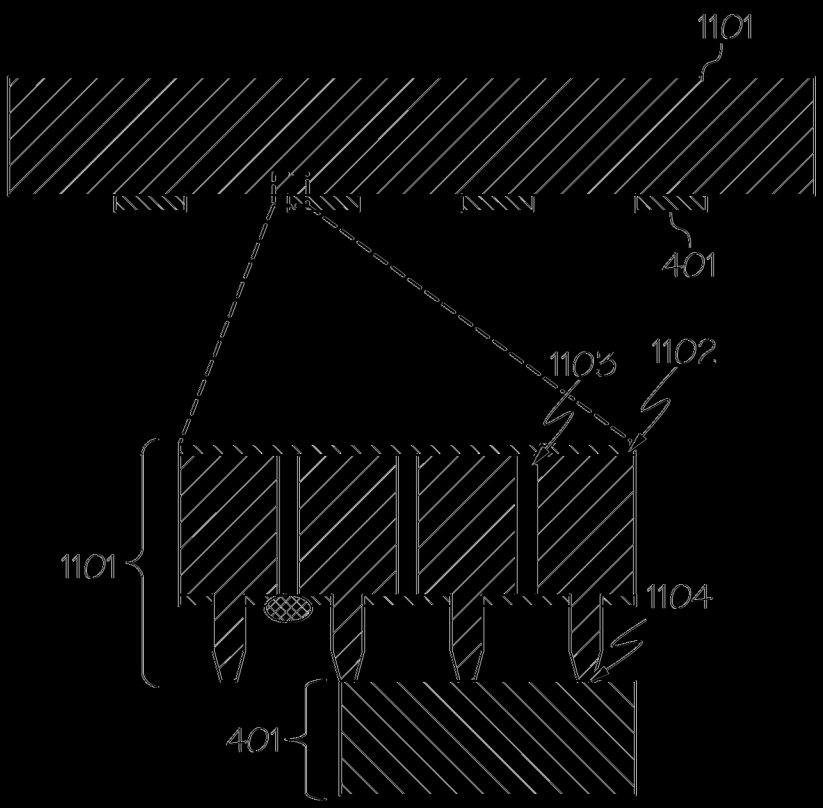


圖 11A

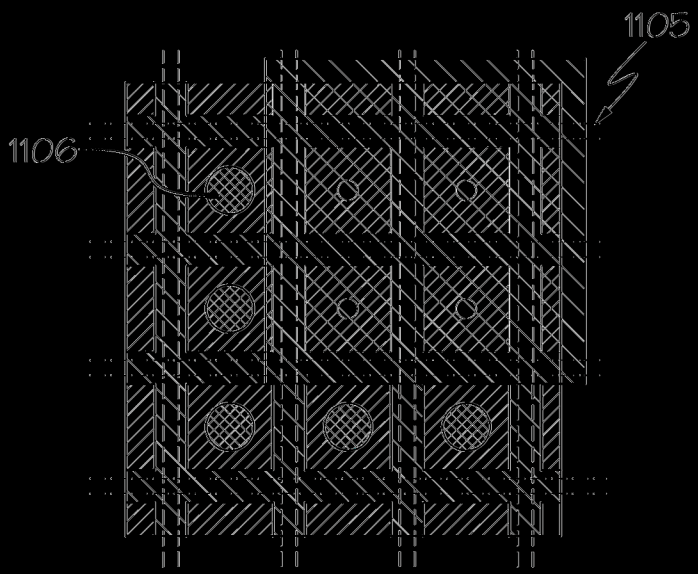


圖 11B

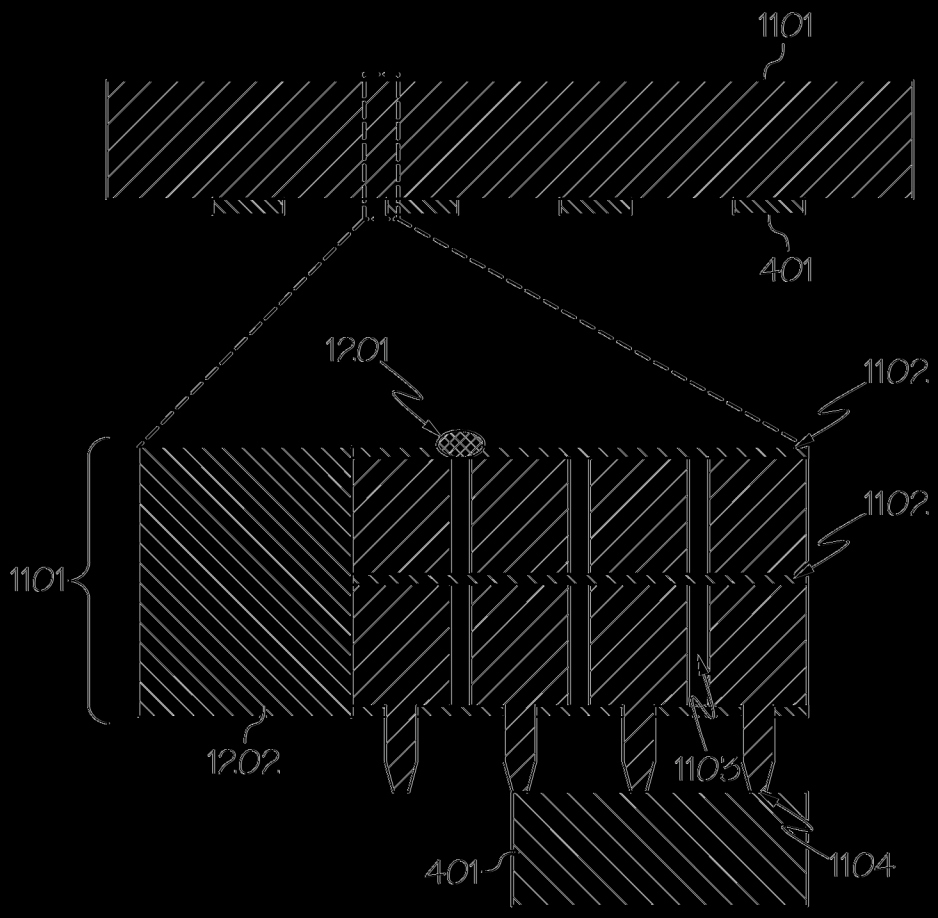


圖 12A

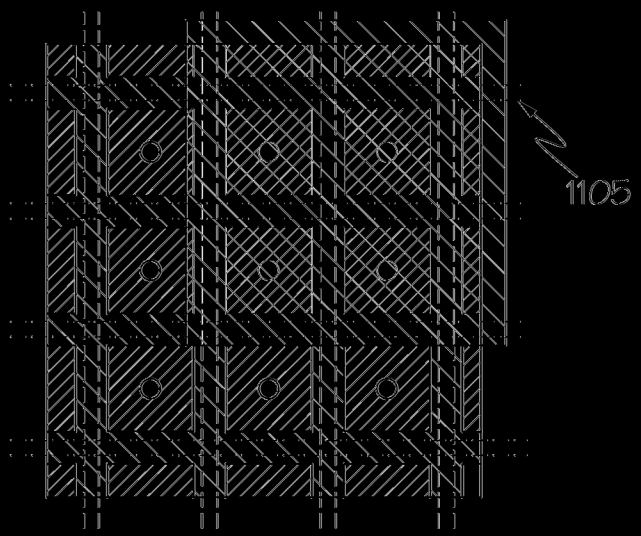


圖 12B

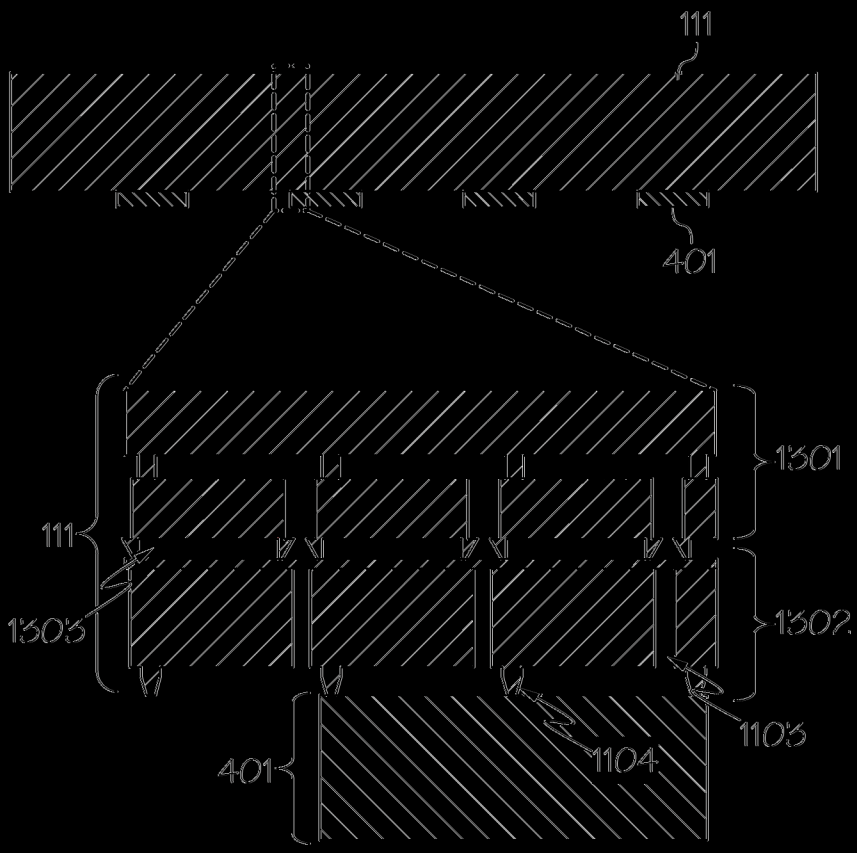


圖 13A

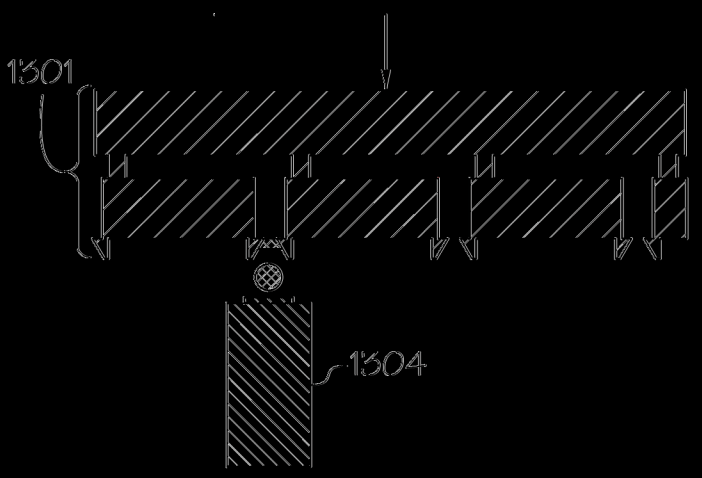


圖 13B

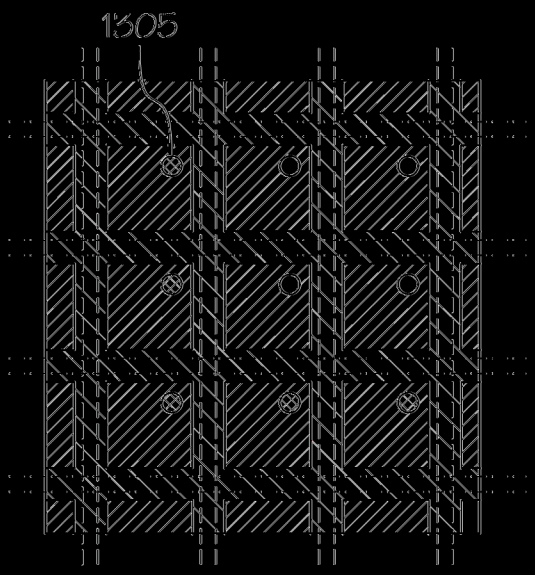


圖 13C

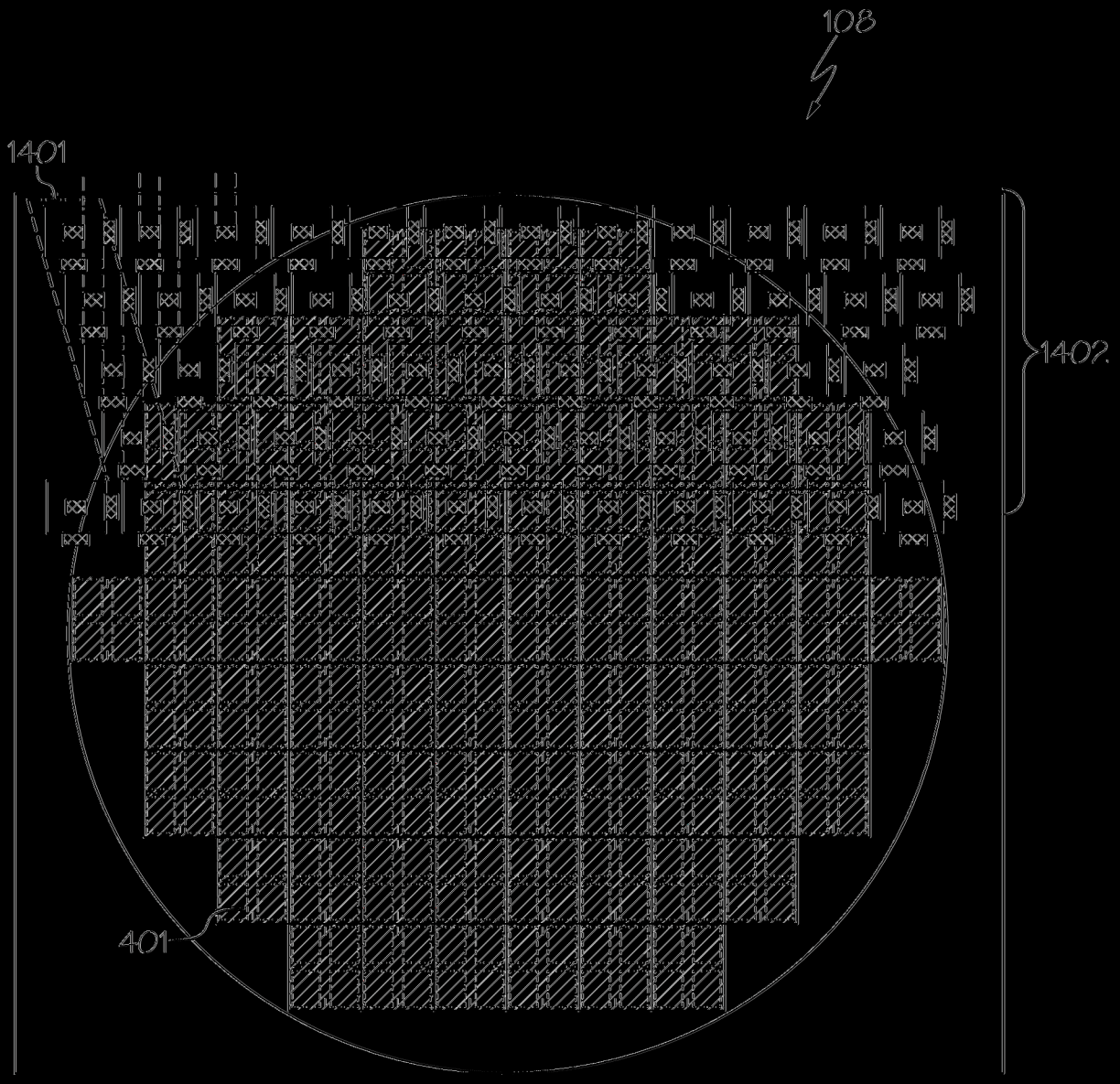


圖 14

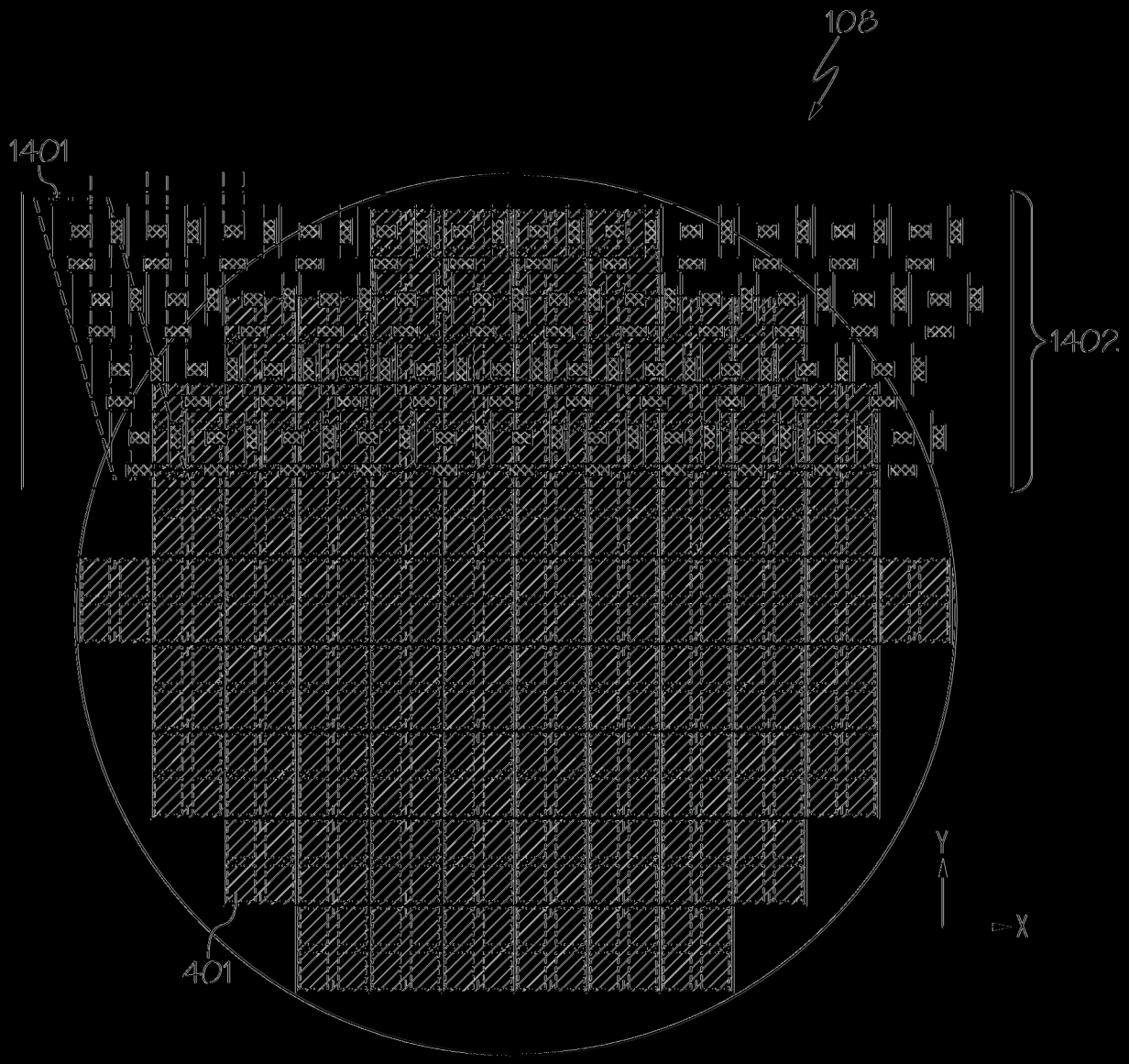


圖 15

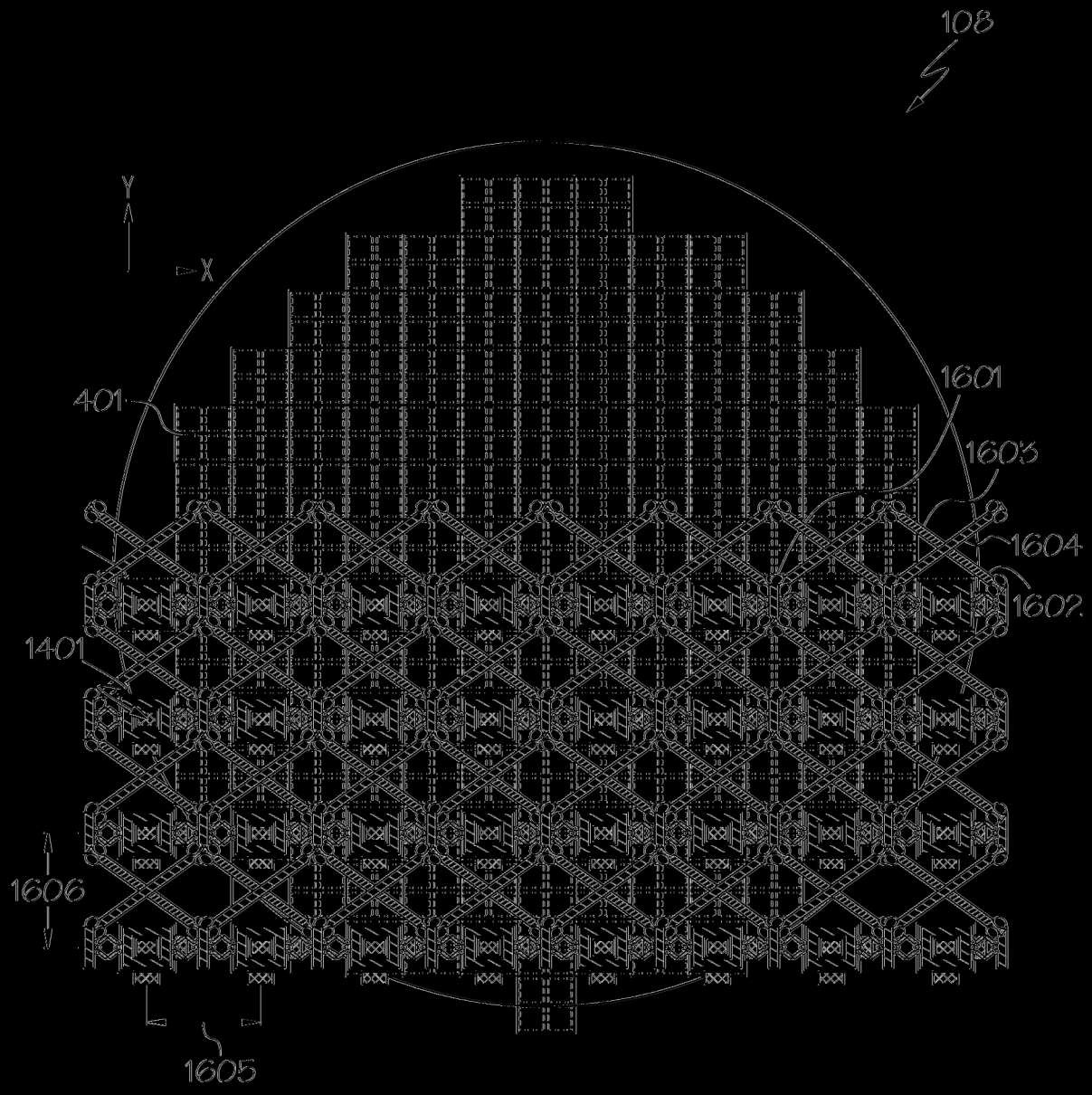


圖16

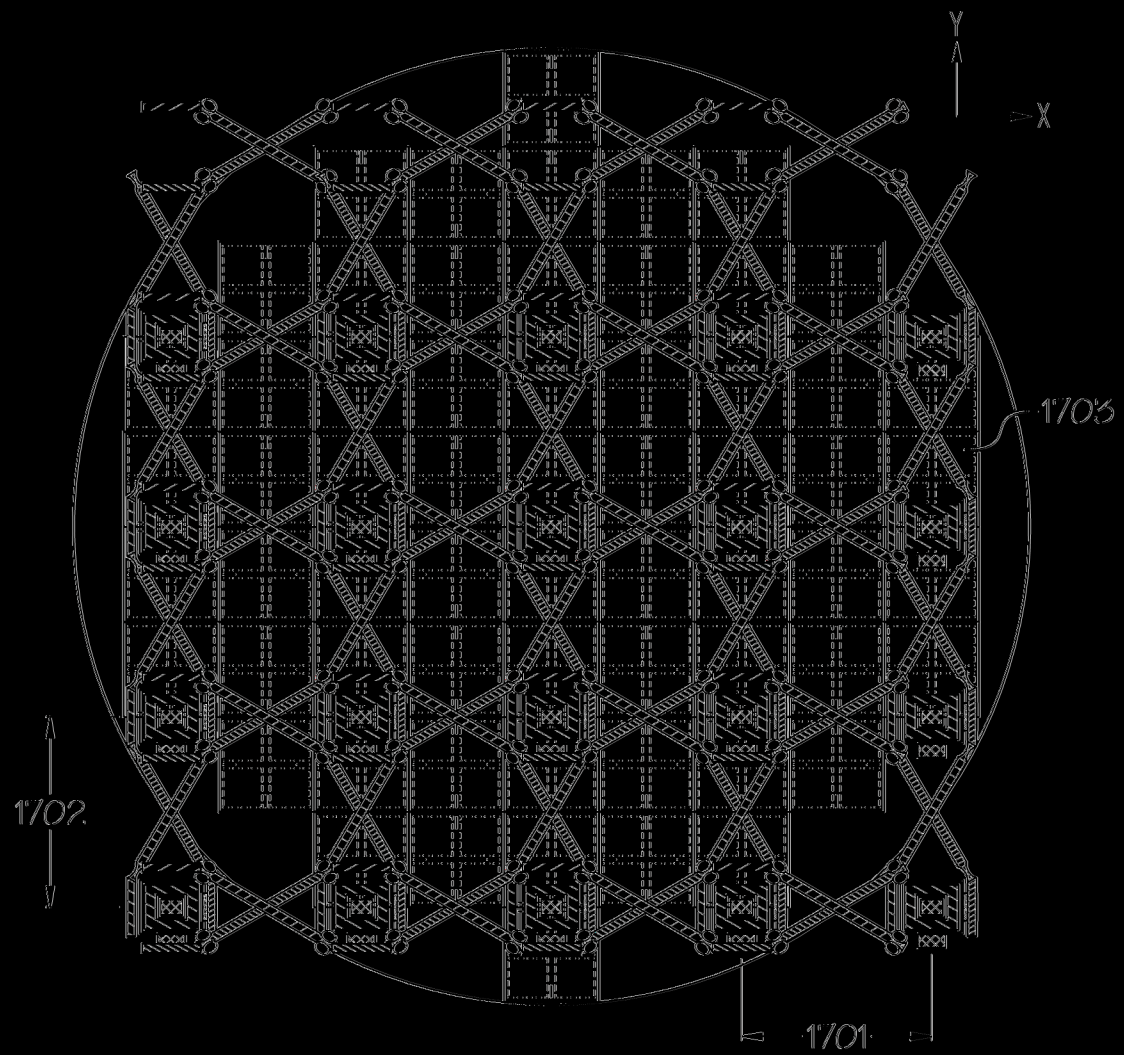


圖 17

802
80
80
80

圖 6B

圖 6A

圖 6C

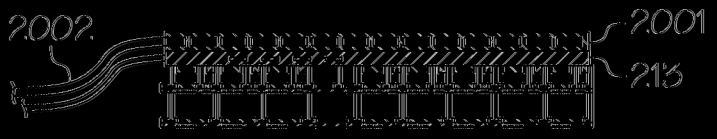

2002
2001
213

圖 2A

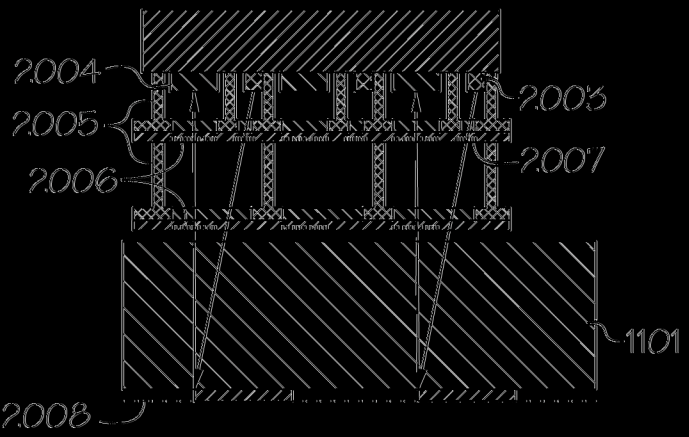

2004
2005
2006
2003
2007
1101
2008

圖 2B

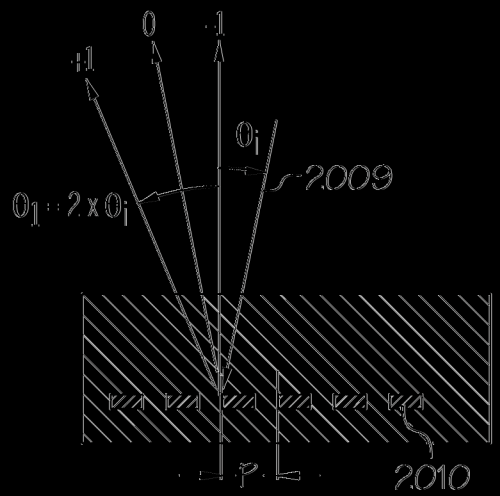

0
-1
+1
θ_i
2009
$\theta_1 = 2 \times \theta_i$
2010

圖 2C

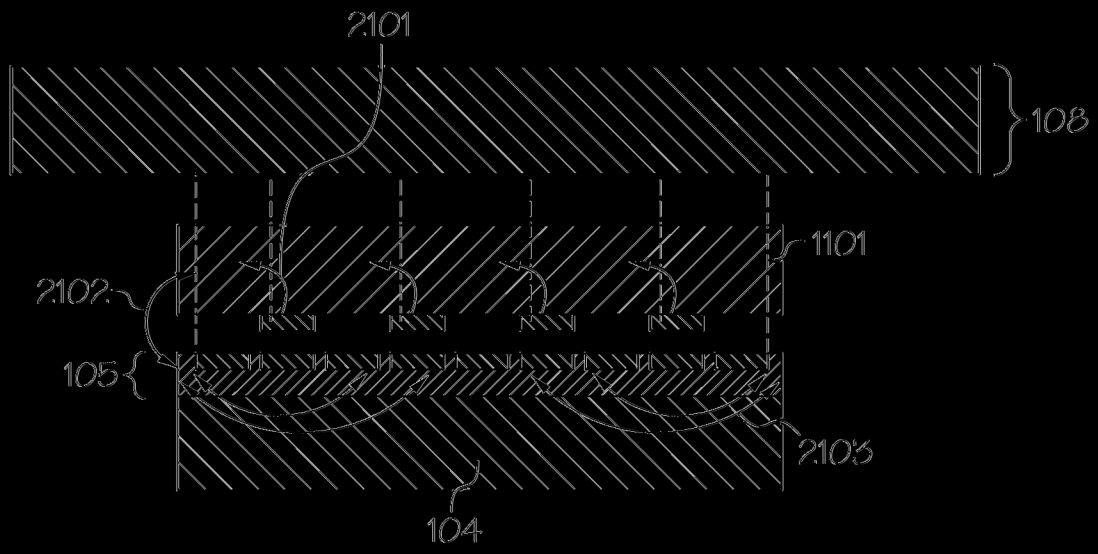


圖21

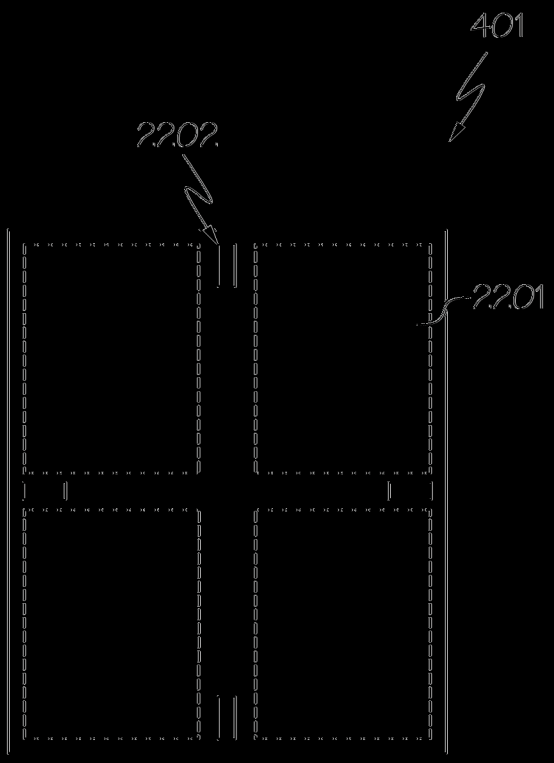


圖22

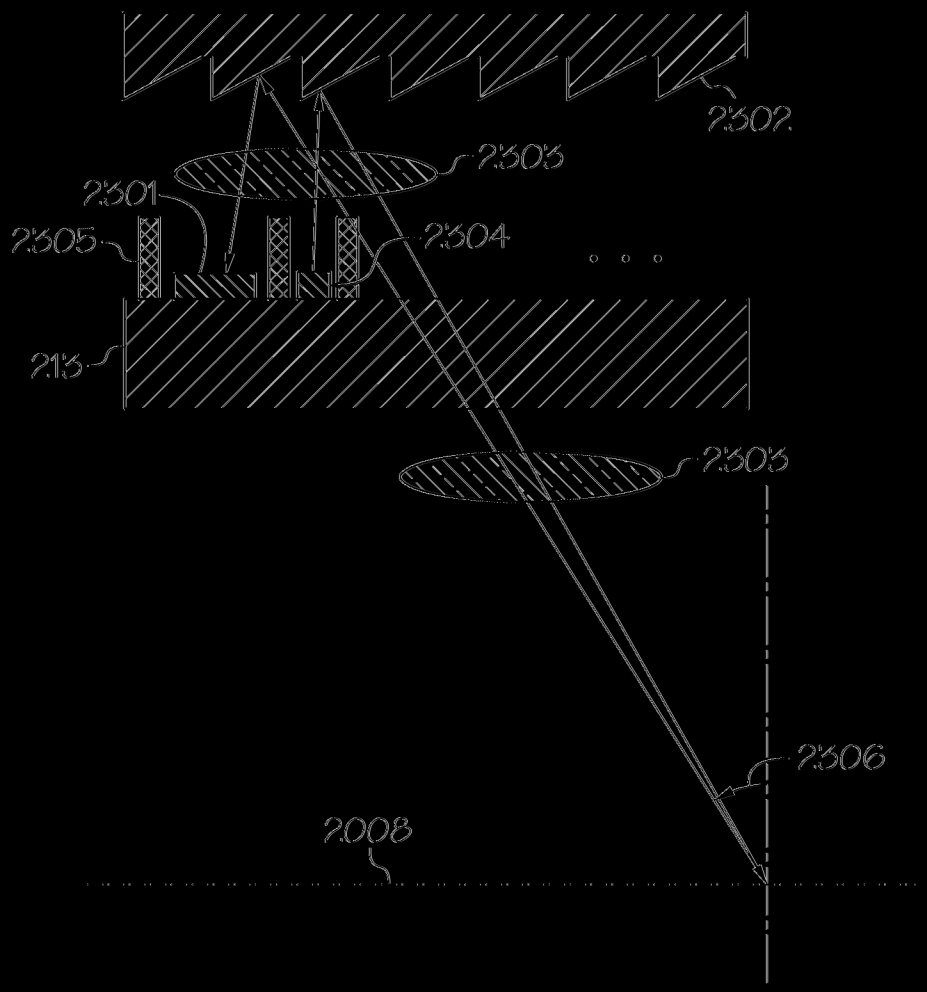


圖23

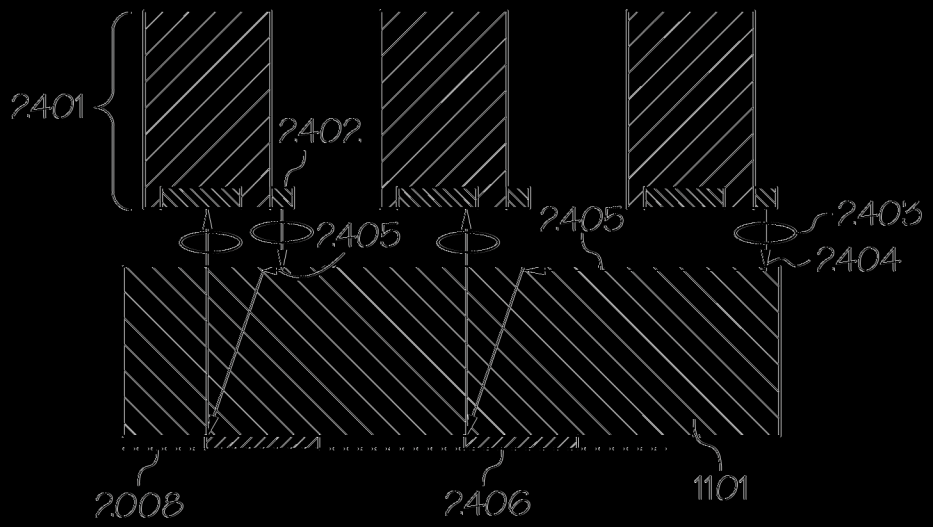


圖24

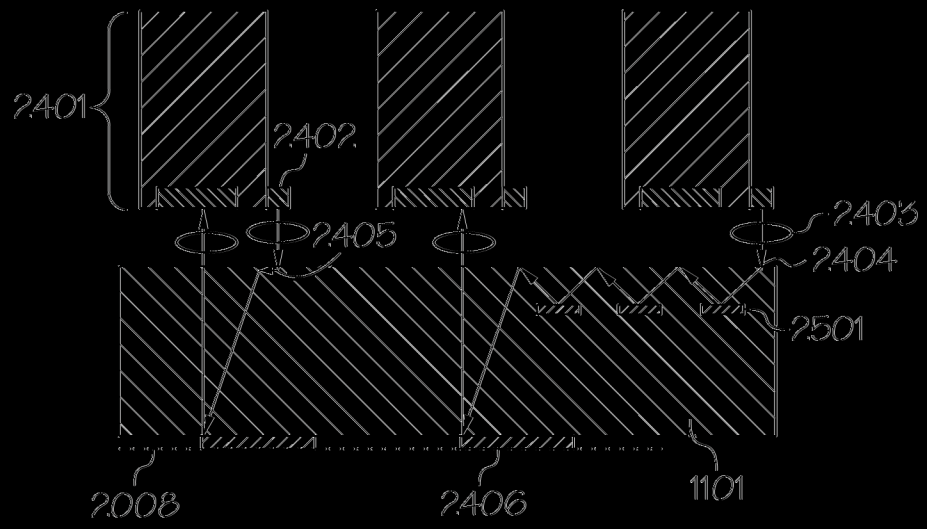


圖25

10
15
15'
102
102'
2603
2604
2602
2603'
2605
106
106'
290'
RC
90'
90
2603'
2603
2604'
2602'
2605'
106'
106
10'

圖 26A

2909
290'
2907
2908

圖 26B

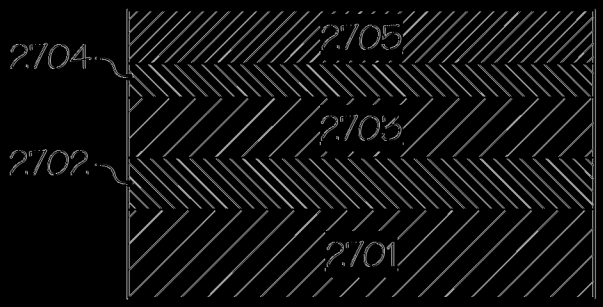


圖 2'1A

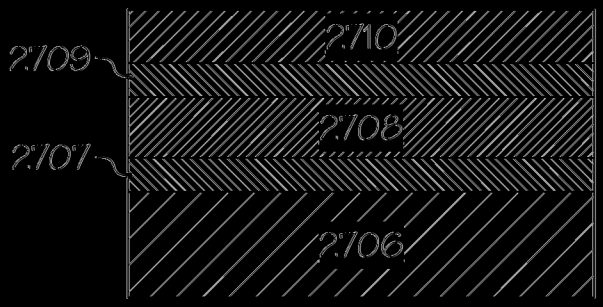


圖 2'1B

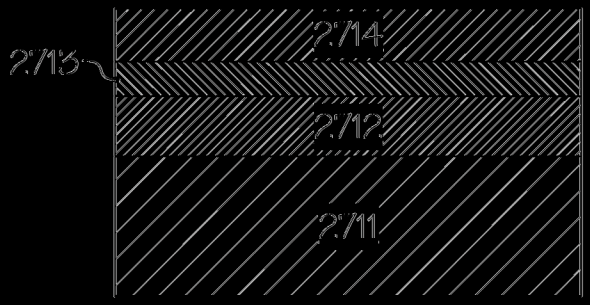


圖 2'1C

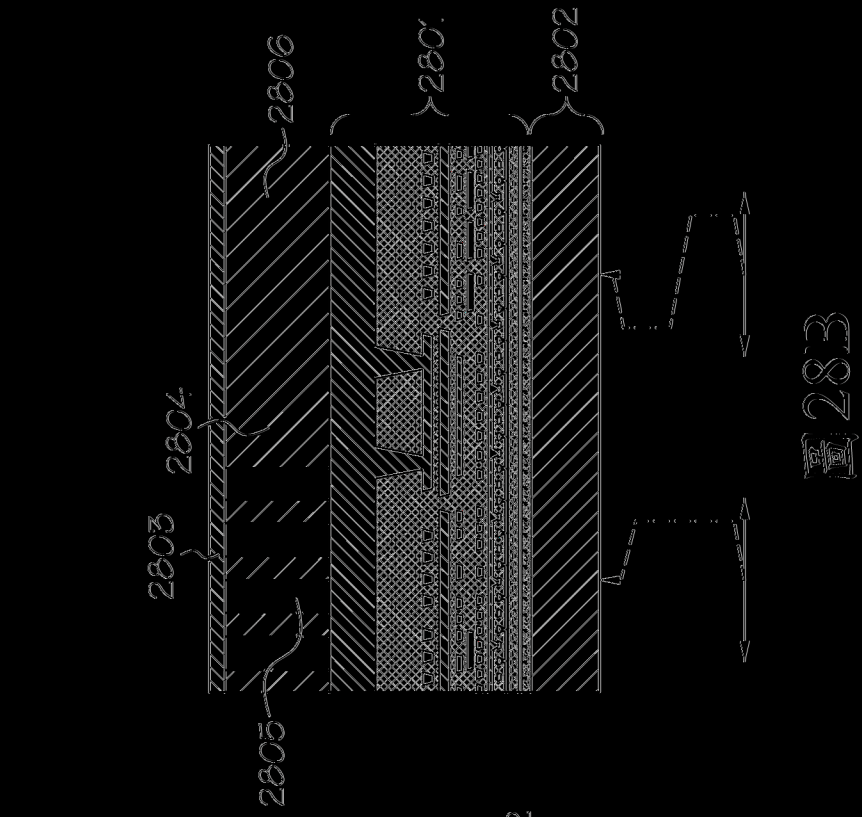


圖 28B

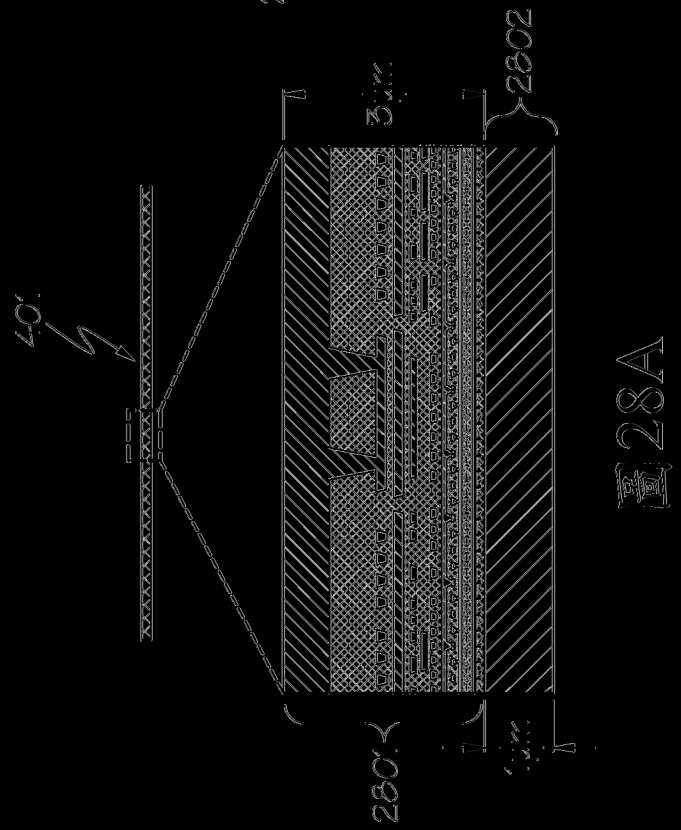


圖 28A

圖 29A　圖 29B

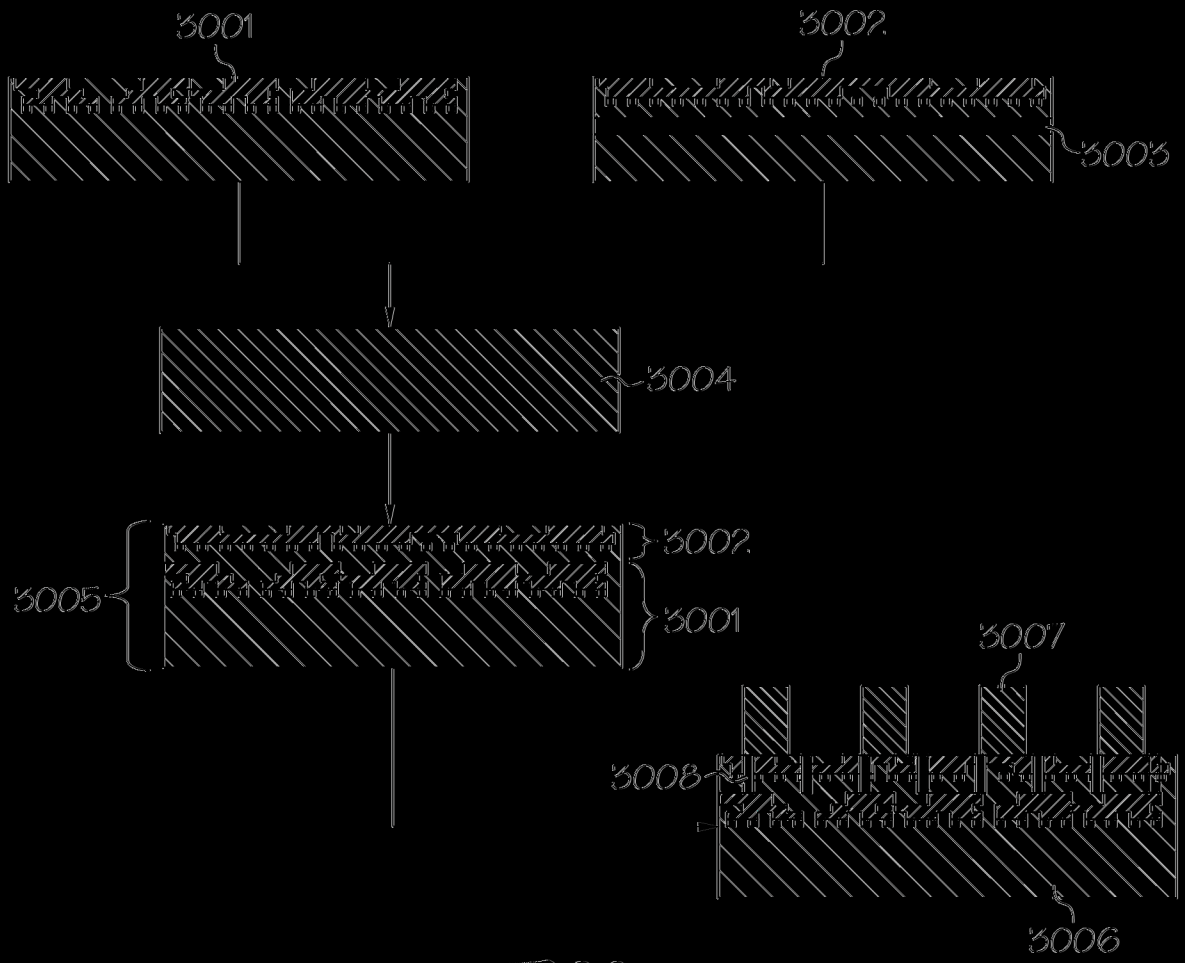


圖 30

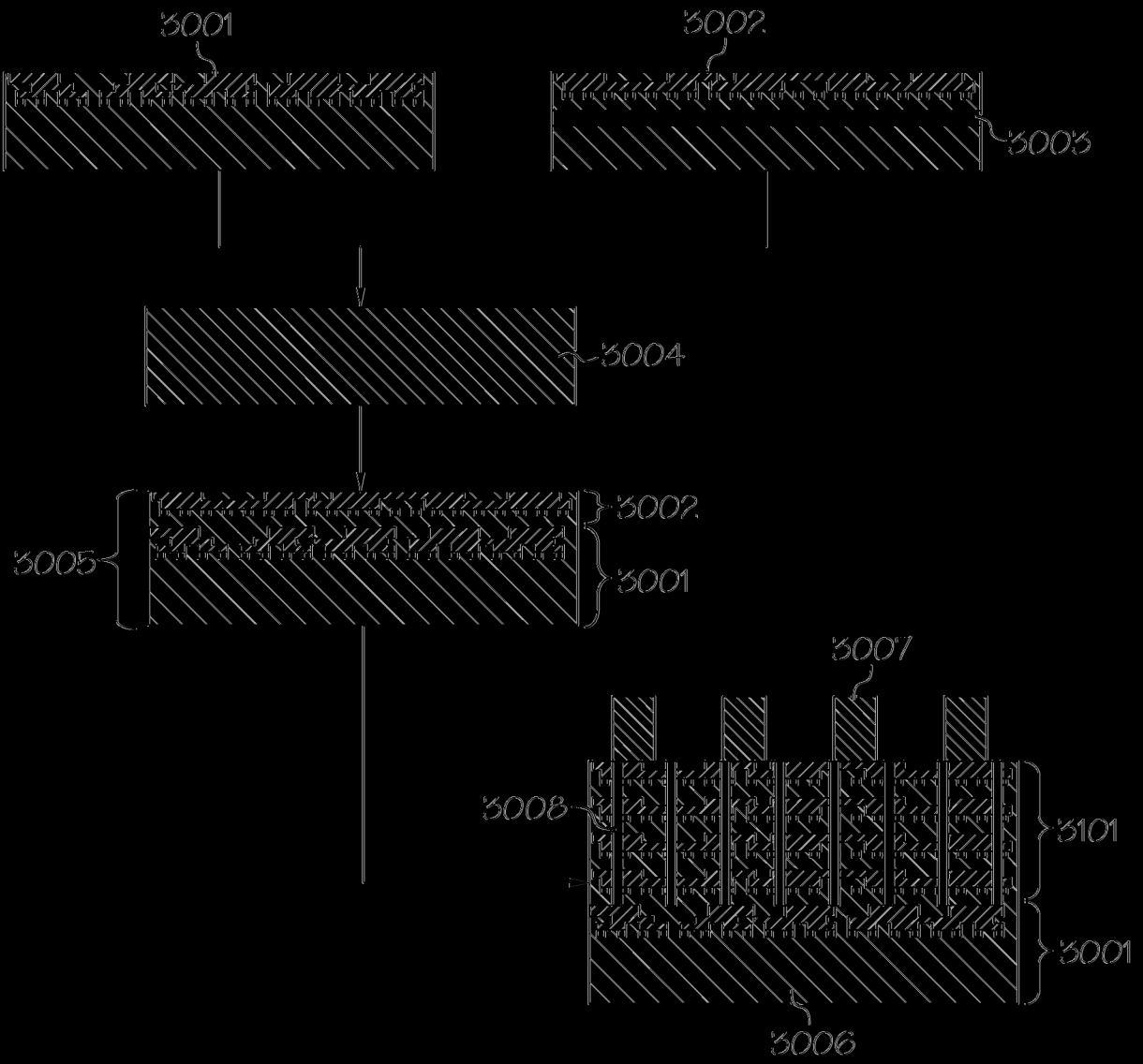


圖31

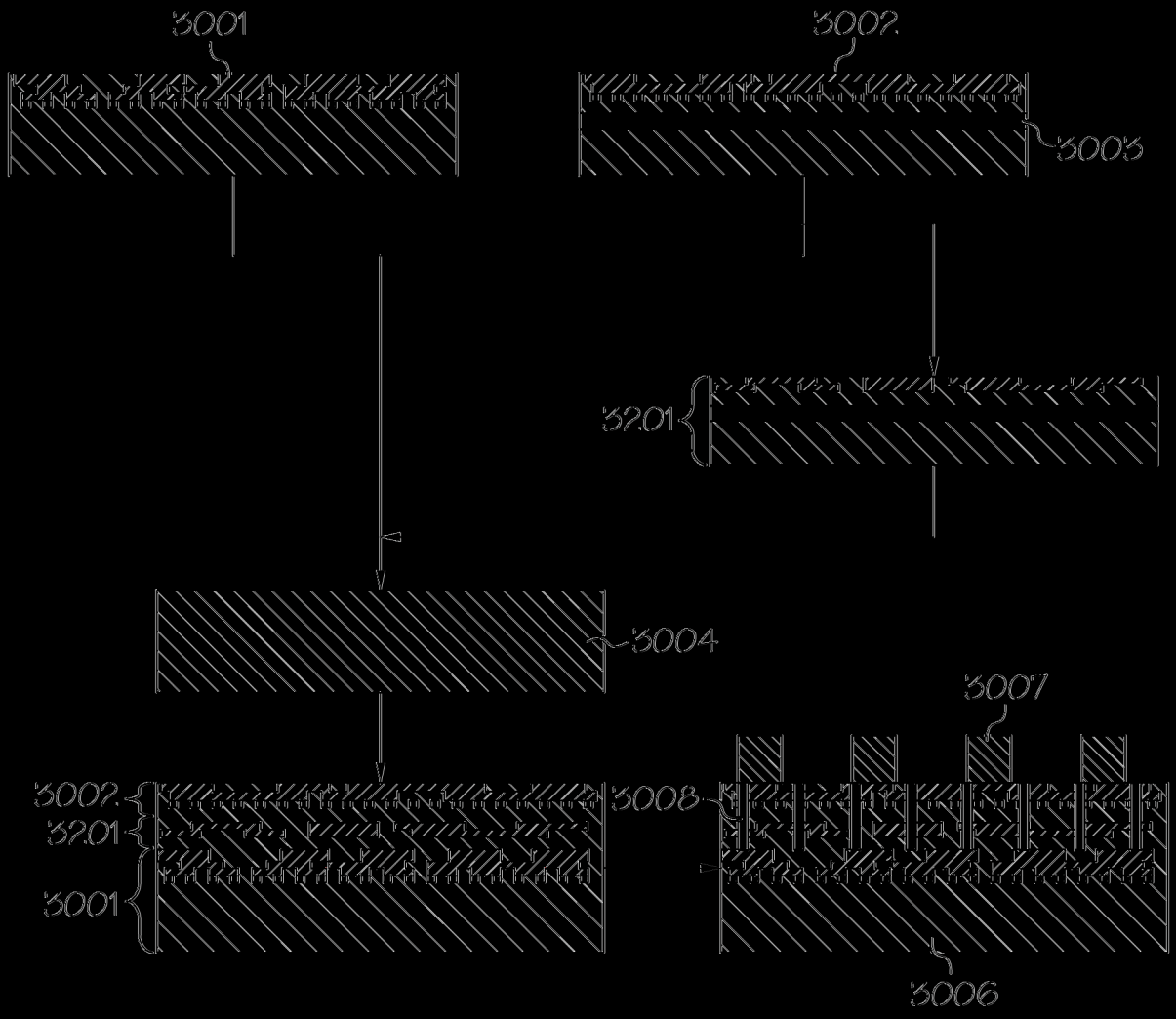


圖32

3309
33'0
3309
3306A
33063
3308
33061
3307
3307
33053
33051
3305A
3304
33'3
33'1
3303
33'A
33'2A
33023
33021

圖 33

3309
330'
3309
3302
3305A
3303
3304
3302A
330'A
3305'3
330'3
3302'3
3305'1
330'1
3302'1

圖 3A

3309
330'
3302
330'
3309
3302
330'3
330'A
3302A
3303
330'
3302'3
3302'1
330'1

圖 35

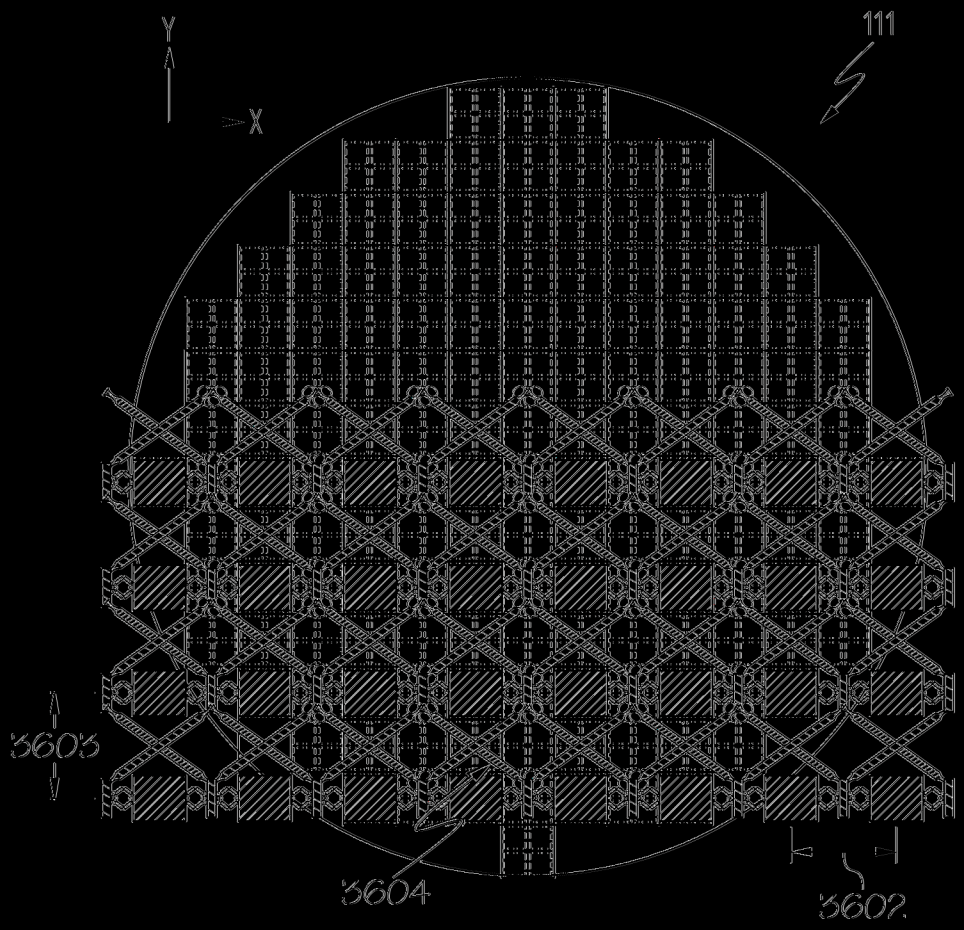


圖36A

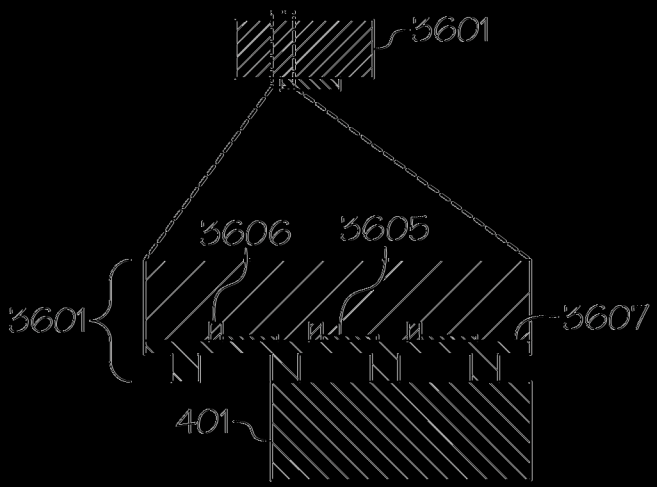


圖36B

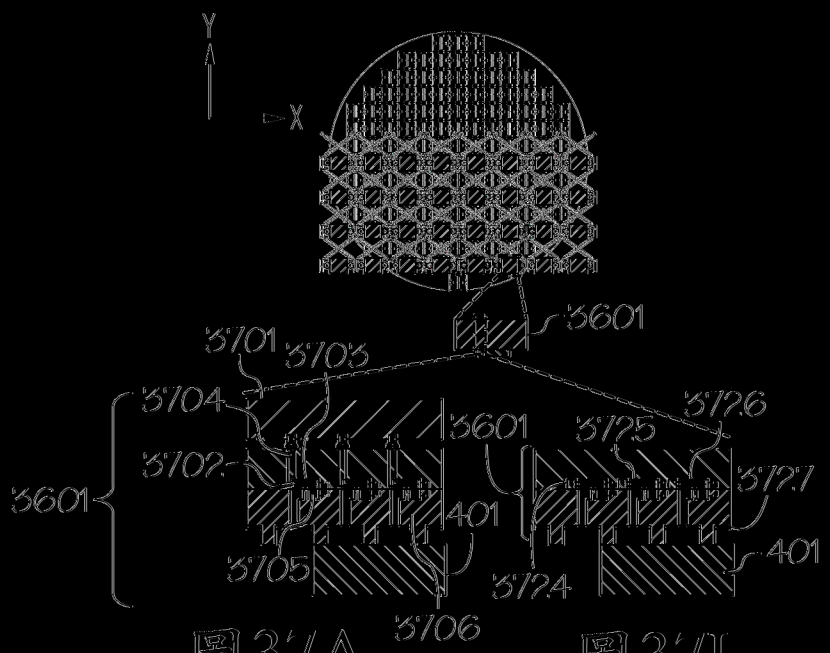


圖3'A　　圖3'I

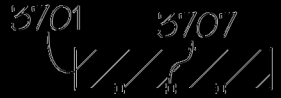


圖3'B

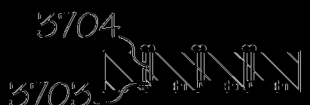


圖3'D

真空通道圖案化 3708
金屬沉積與圖案化（用於固定的電極） 3709
氧化物沉積 3710
金屬沉積與圖案化（用於可移動的電極） 3711
軟性膜沉積 3712
TSV圖案與從背側蝕刻 3713
凸塊創造 3714

圖3'C

真空通道圖案化 3715
氧化物沉積 3716
TSV圖案與從背側蝕刻 3717
多孔膜沉積 3718
氧化物沉積 3719
針拋光 3720

圖3'E

圖3'F

圖3'G

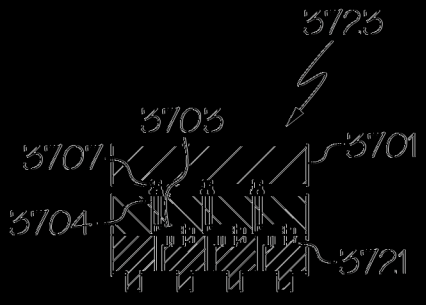


圖3'H

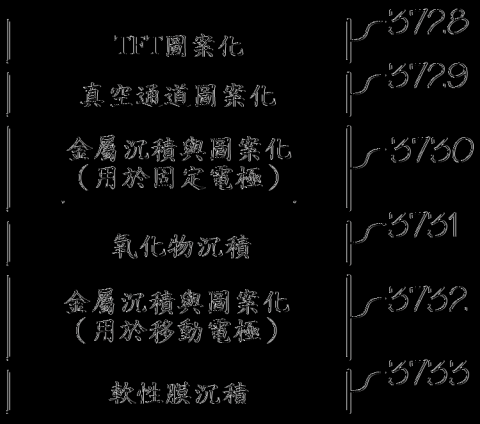


圖3'J

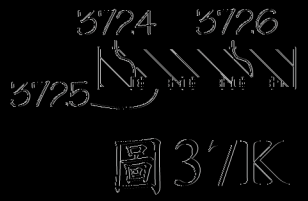


圖3'K

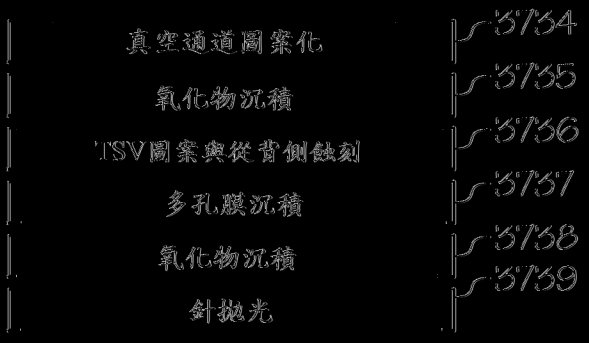


圖3'L

圖3'N

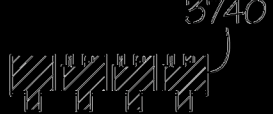


圖3'M

圖3'O

圖 38A　圖 38B　圖 38C

圖3C

圖3B

圖3A

圖 4B

圖 4A

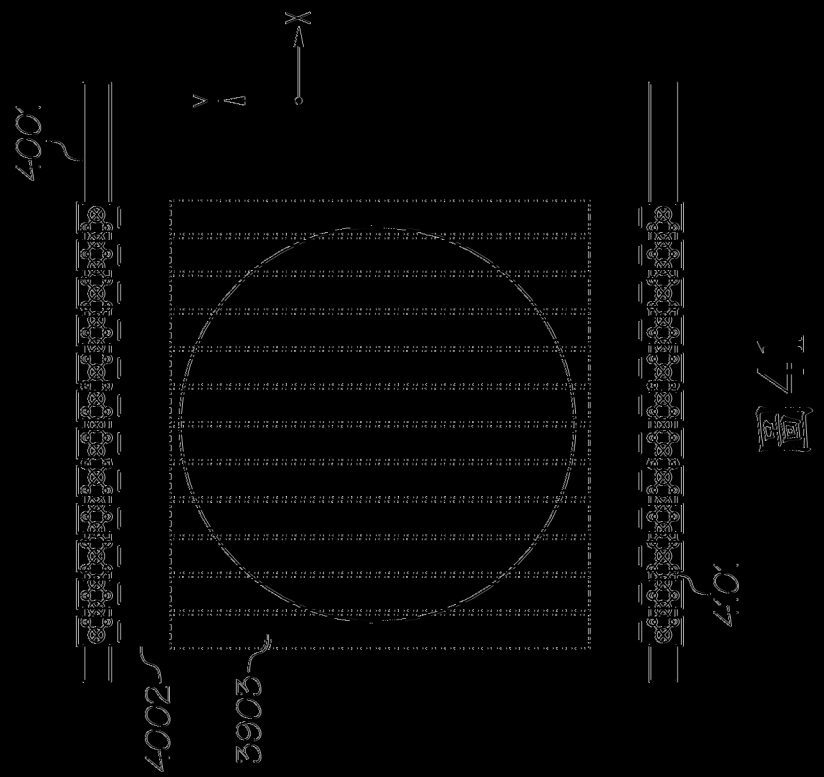

X
Y
400
300
200
400
圖 1-7

圖 4A

圖 4B

圖 4-3A

圖 4-3B

圖 4-3C

圖 7A

圖 7B

圖 7C

圖 7D

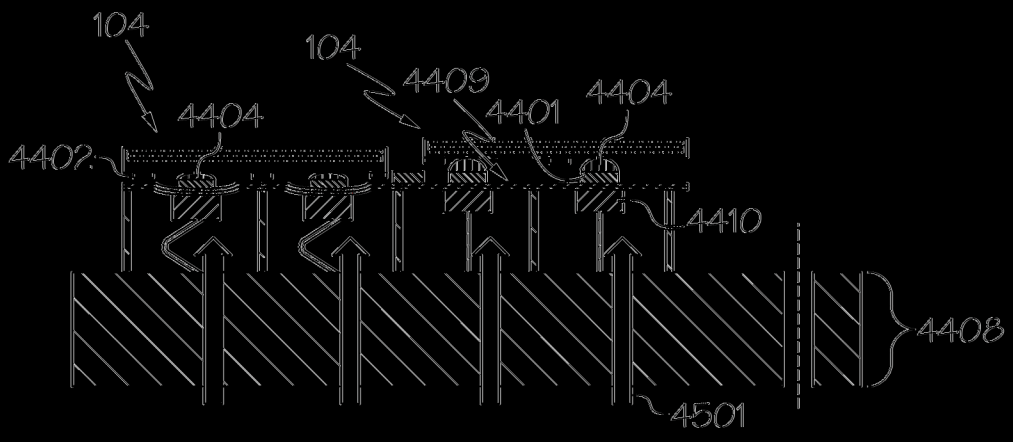


圖45

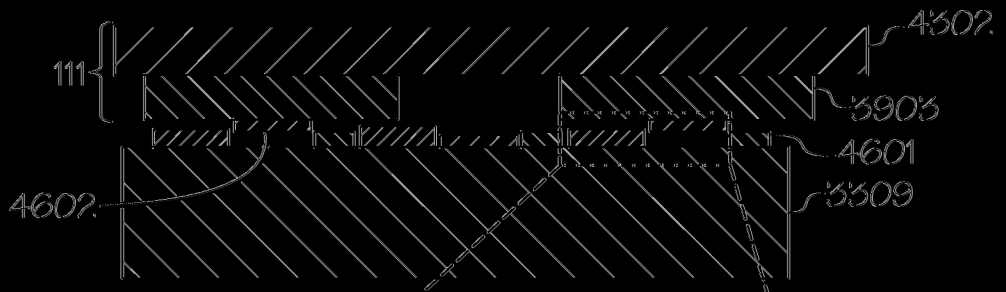

111
4302
3903
4601
4602
3509

圖46A

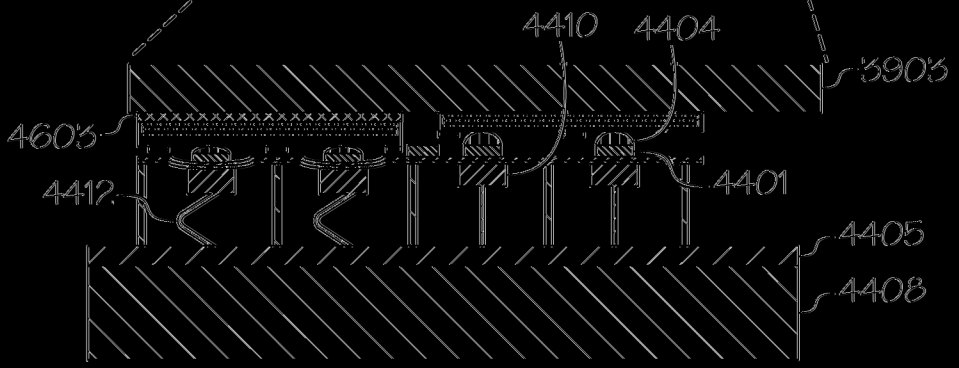

4410
4404
3903
4603
4401
4412
4405
4408

圖46B

圖 4-7A

圖 4-7B

圖 4-7C

圖 4-7D

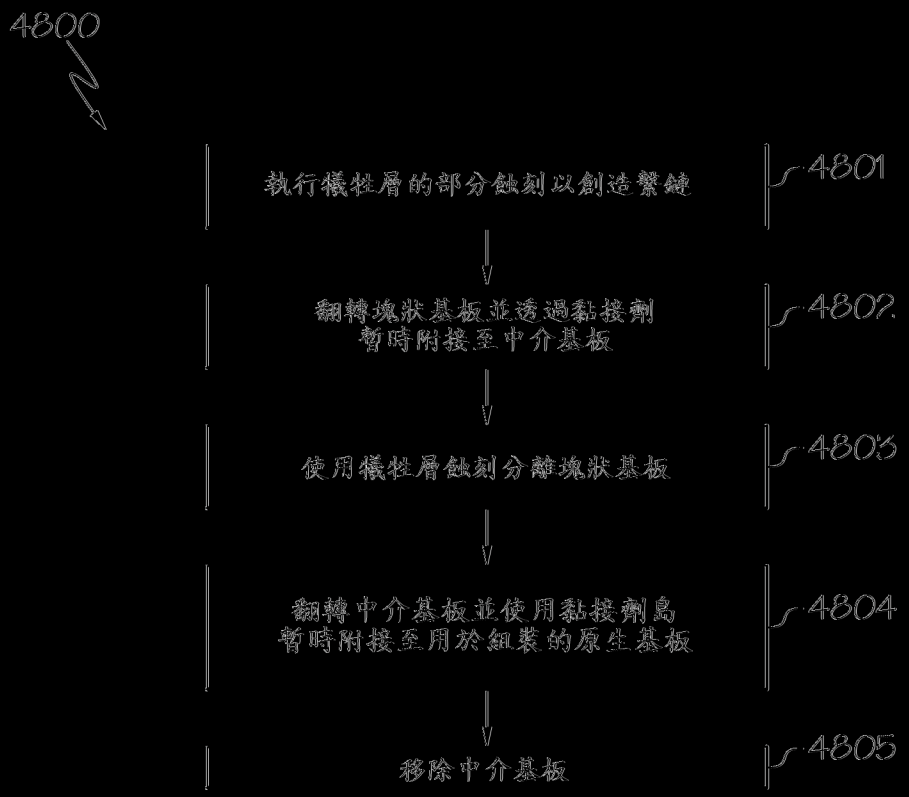

4800
執行犧牲層的部分蝕刻以創造繫鏈
4801
翻轉塊狀基板並透過黏接劑
暫時附接至中介基板
4802
使用犧牲層蝕刻分離塊狀基板
4803
翻轉中介基板並使用黏接劑島
暫時附接至用於組裝的原生基板
4804
移除中介基板
4805

圖48

490'
490'
490'

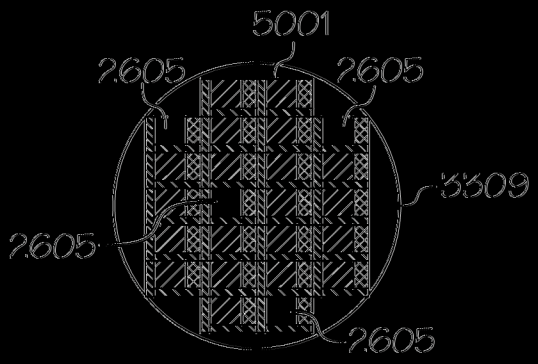


圖 50A

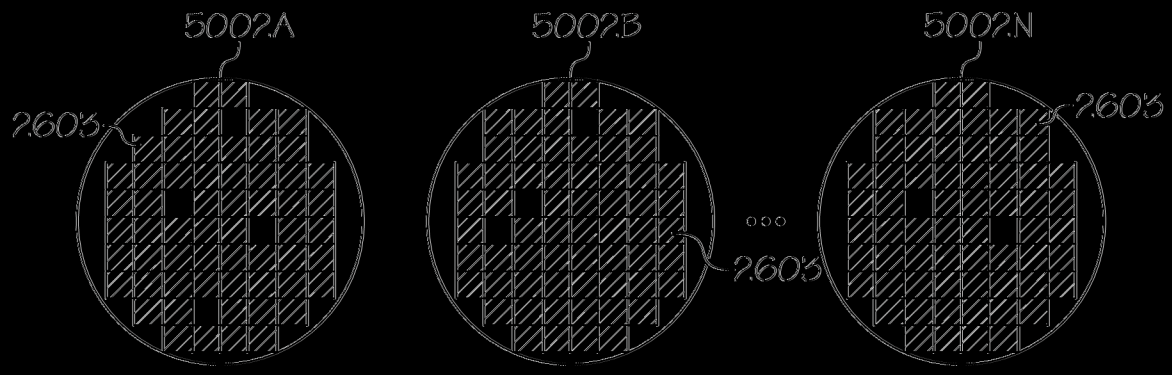


圖 50B

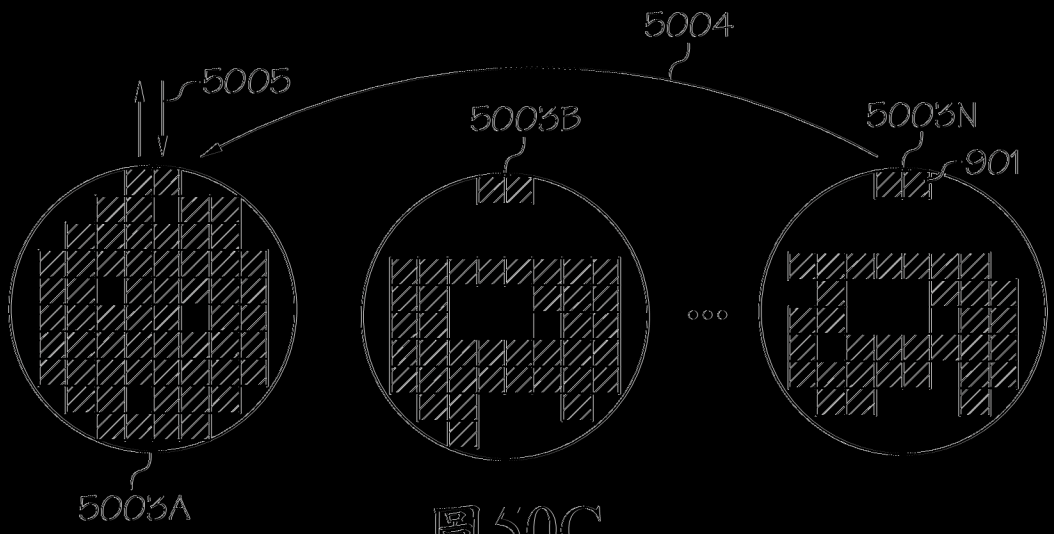


圖 50C

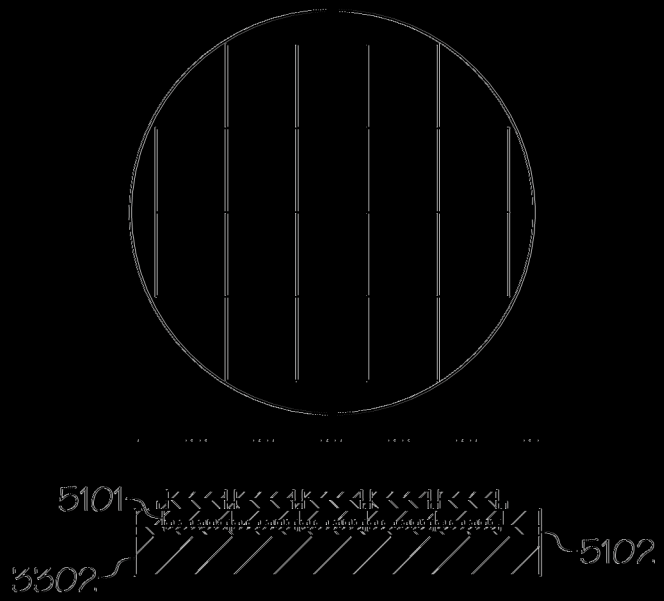


圖51A

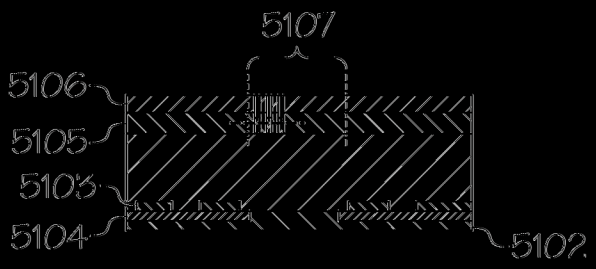


圖51B

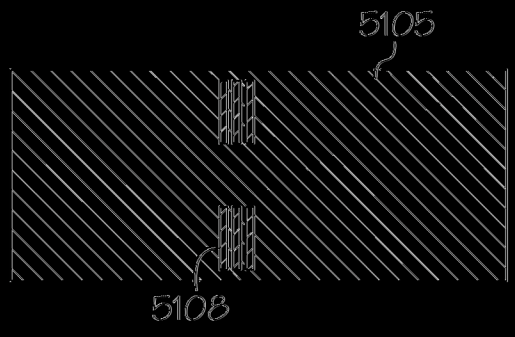


圖51C

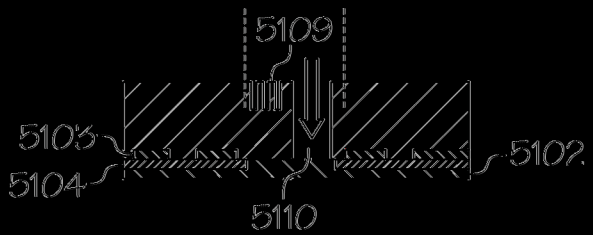


圖51D

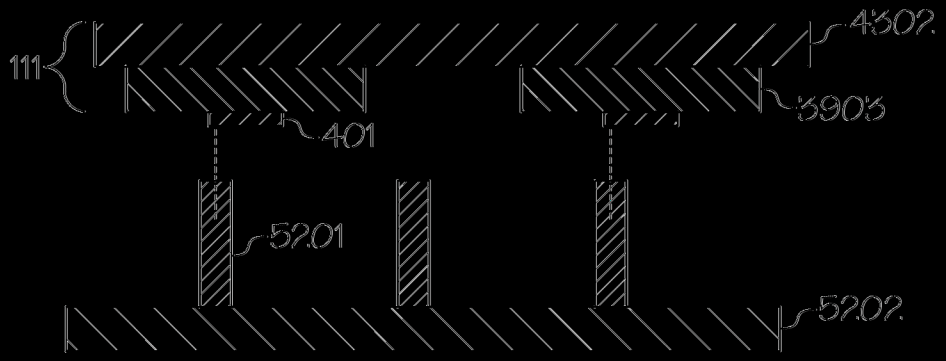

111
4502
3903
401
52.01
52.02

圖 52A

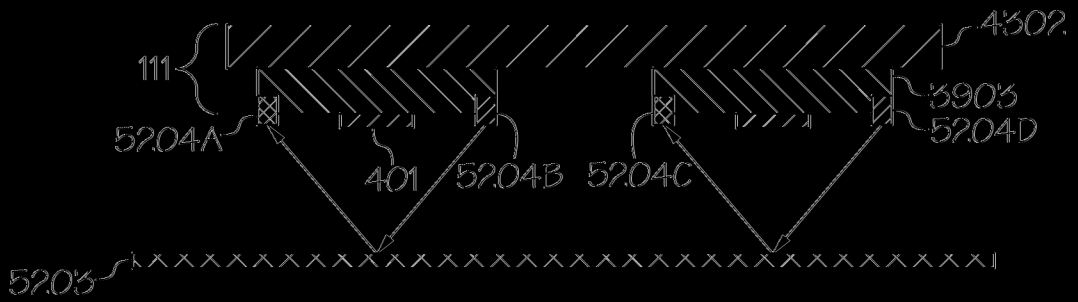

111
4502
3903
52.04A
52.04D
401
52.04B
52.04C
52.03

圖 52B

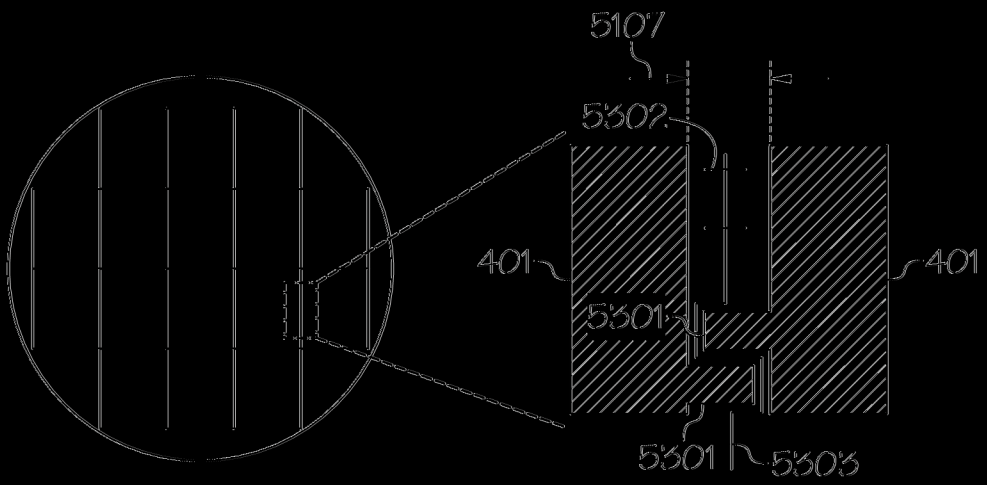

5107
5302
401
401
5301
5301
5303

圖 53A

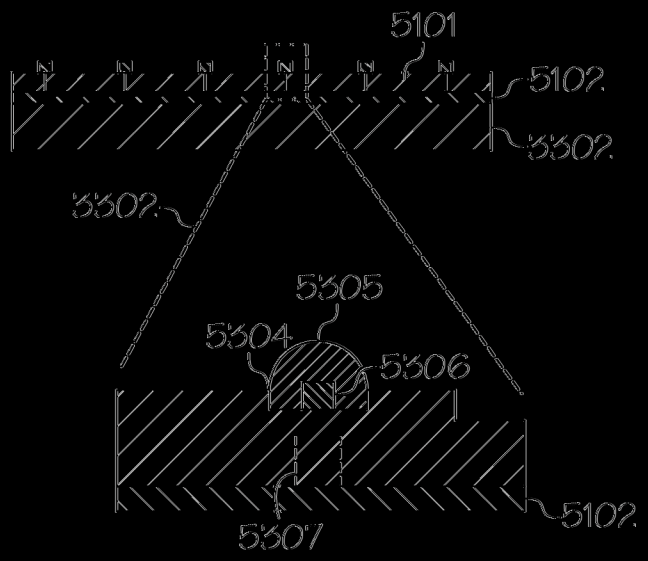

5101
5102
5302
5302
5305
5304
5306
5307
5102

圖 53B

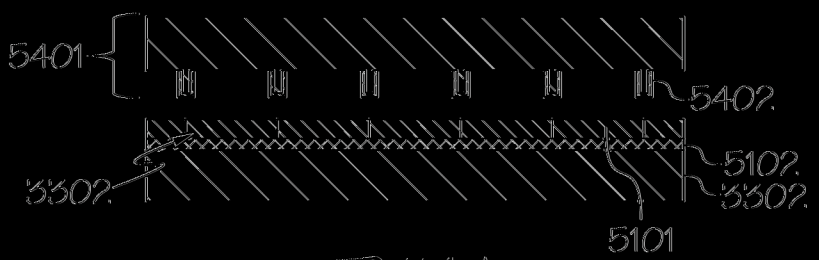

5401
5402
5302
5102
5302
5101

圖 54A

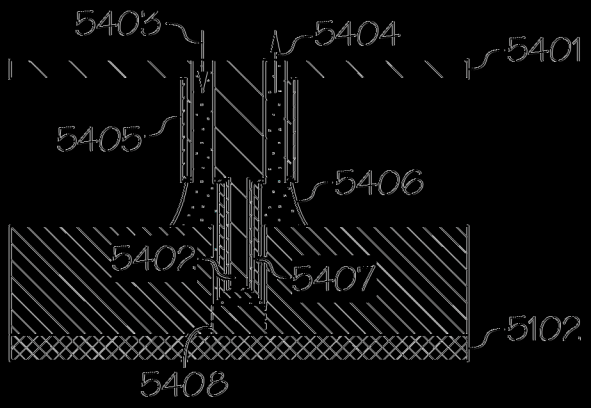

5403
5404
5401
5405
5406
5402
5407
5102
5408

圖 54B

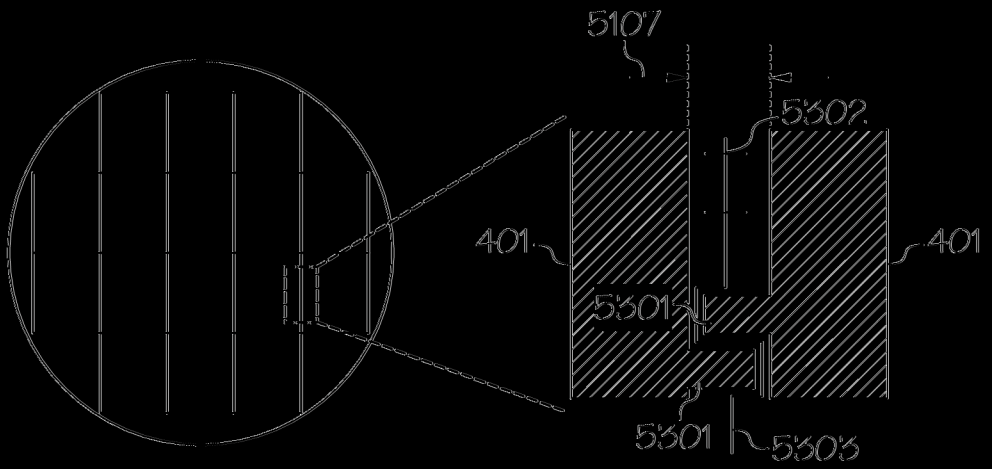

5107
5502
401
401
5501
5501
5503

圖 55A

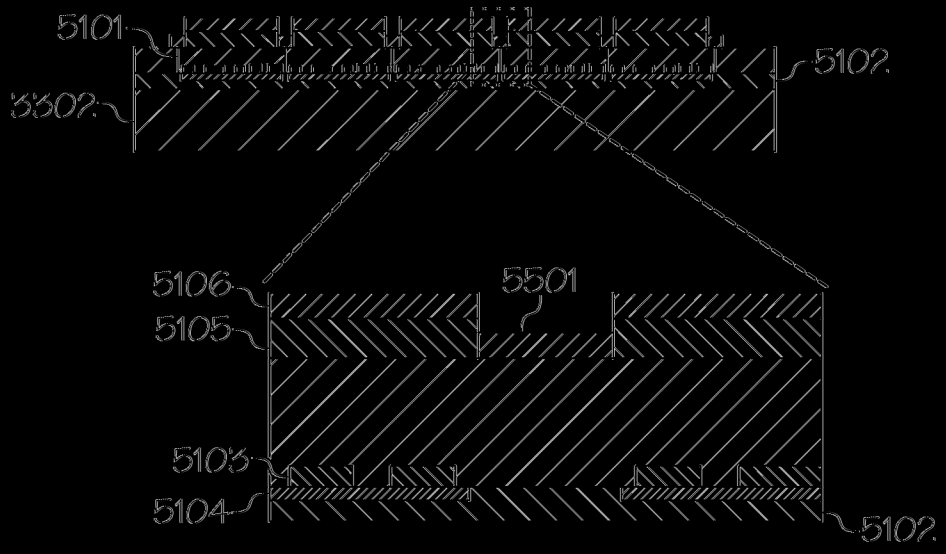

5101
5502
5102
5106
5501
5105
5103
5104
5102

圖 55B

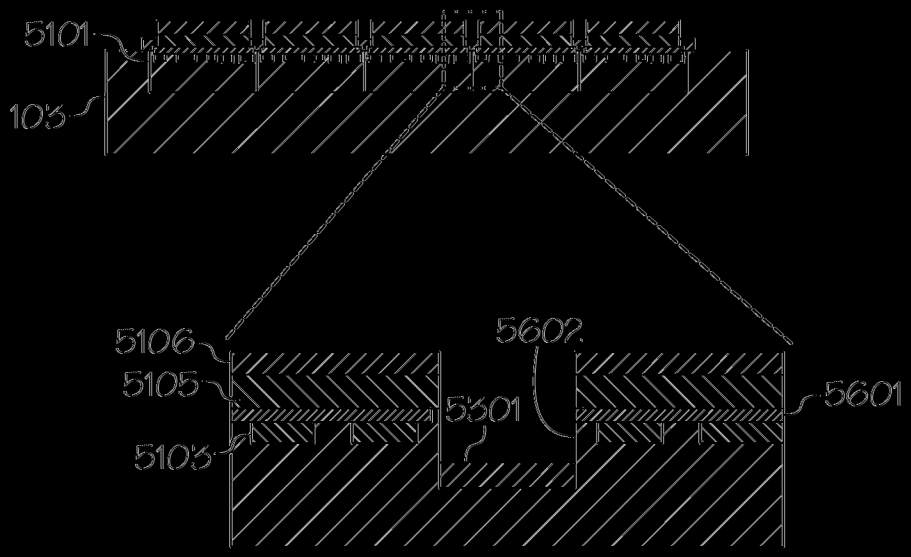


圖56

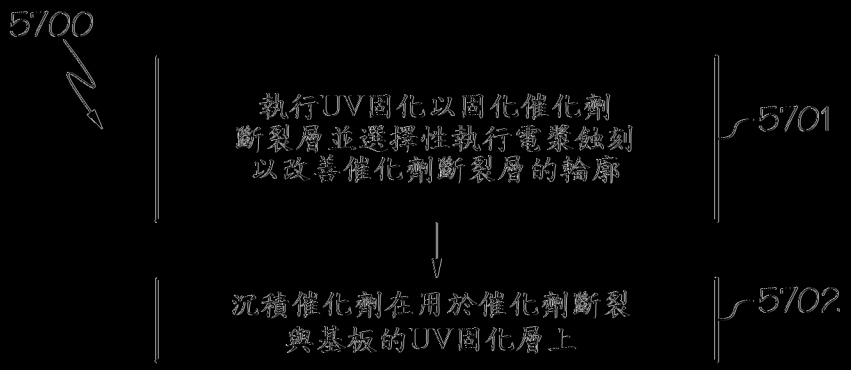


圖57

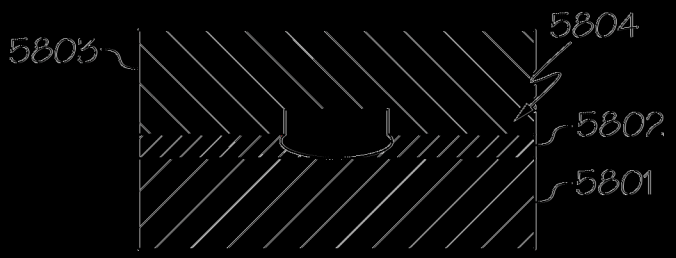


圖58A

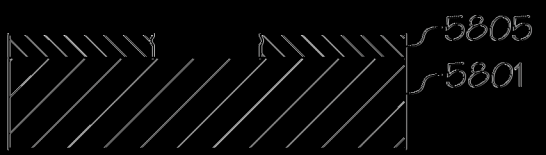


圖58B

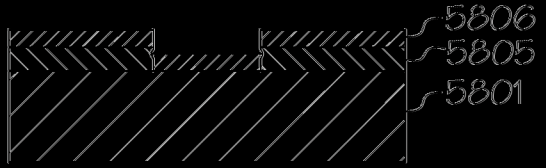


圖58C

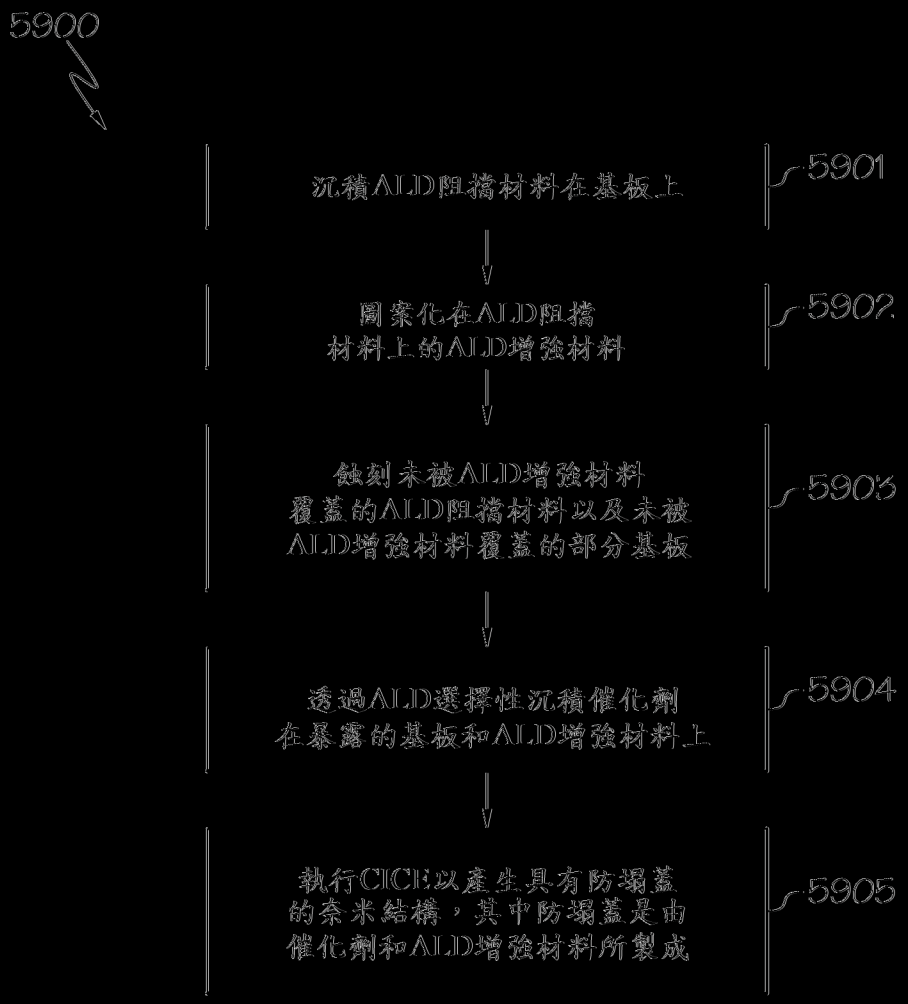

5900
沉積ALD阻擋材料在基板上
5901
圖案化在ALD阻擋材料上的ALD增強材料
5902
蝕刻未被ALD增強材料覆蓋的ALD阻擋材料以及未被ALD增強材料覆蓋的部分基板
5903
透過ALD選擇性沉積催化劑在暴露的基板和ALD增強材料上
5904
執行CICE以產生具有防塌蓋的奈米結構，其中防塌蓋是由催化劑和ALD增強材料所製成
5905

圖59

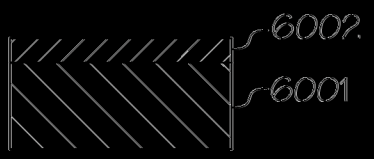


圖 60A

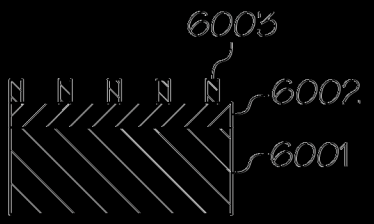


圖 60B

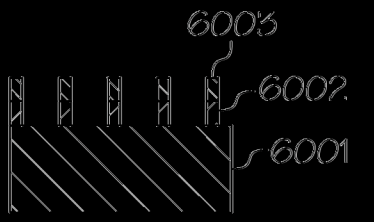


圖 60C

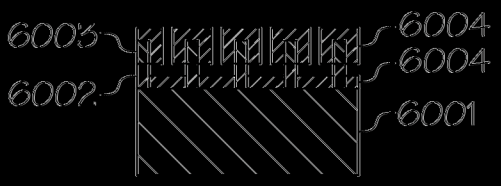


圖 60D

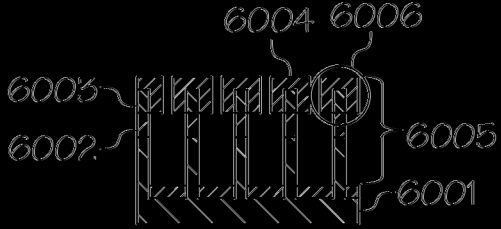


圖 60E

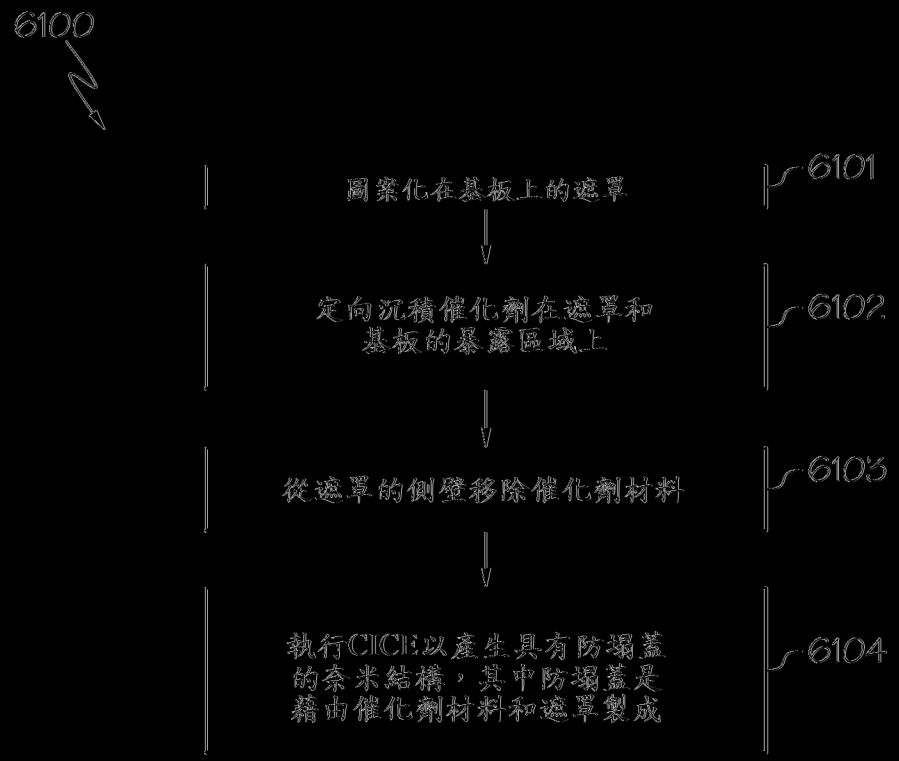

6100
圖案化在基板上的遮罩
6101
定向沉積催化劑在遮罩和基板的暴露區域上
6102
從遮罩的側壁移除催化劑材料
6103
執行CICE以產生具有防塌蓋的奈米結構，其中防塌蓋是藉由催化劑材料和遮罩製成
6104

圖61

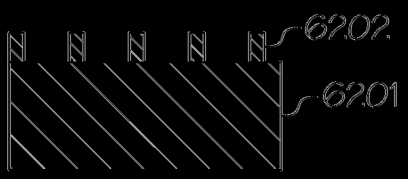


圖 62A

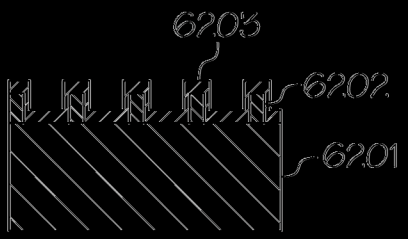


圖 62B

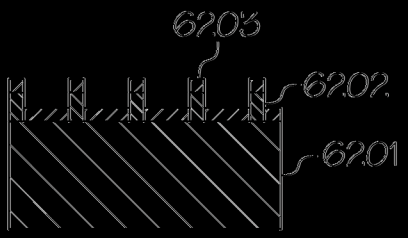


圖 62C

圖 62D

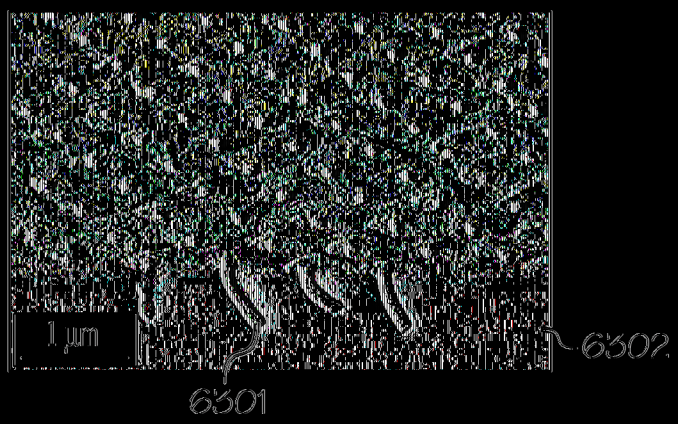


圖 63A

圖 63B

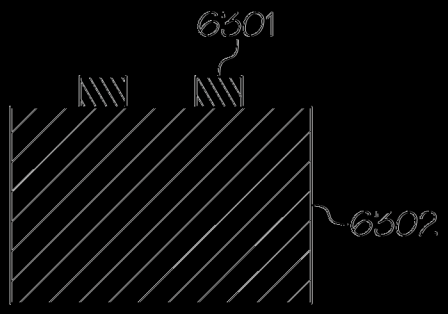


圖 63C

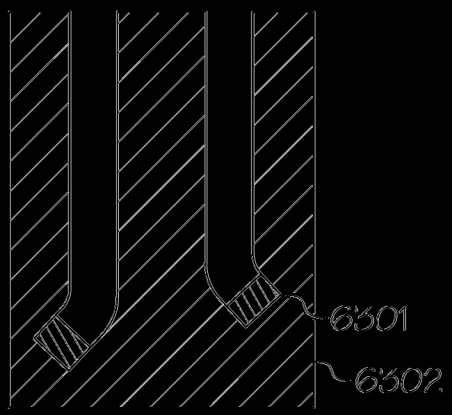


圖 63D

圖 6-3

圖 6-4

圖 6-4A

圖 6-4C

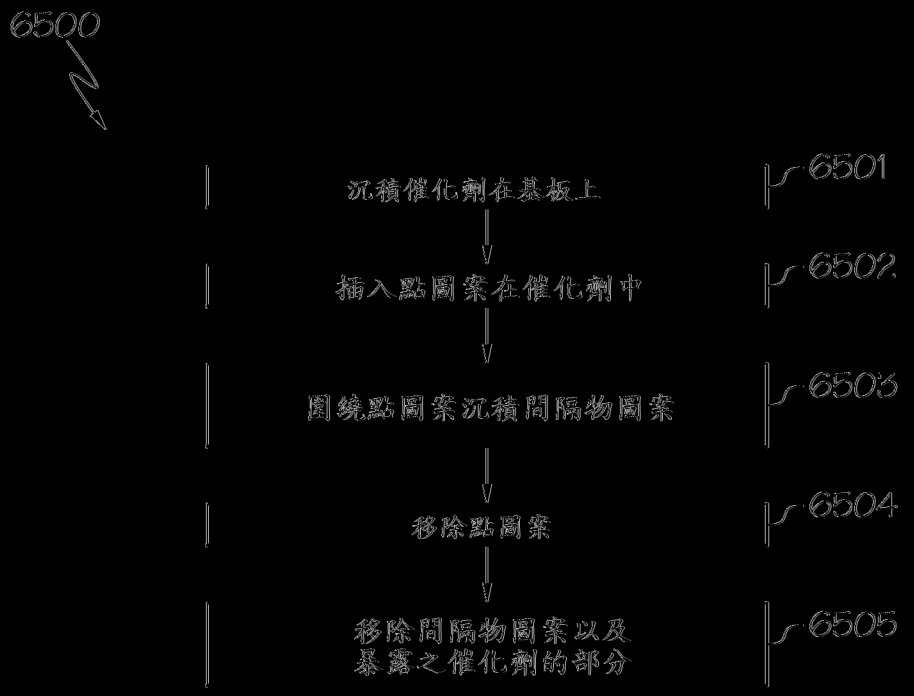

6500
沉積催化劑在基板上
6501
插入點圖案在催化劑中
6502
圍繞點圖案沉積間隔物圖案
6503
移除點圖案
6504
移除間隔物圖案以及
暴露之催化劑的部分
6505

圖 65

630
660
630
6602
660
630
6603
6602
660
630
6603
6602
660
630
6603

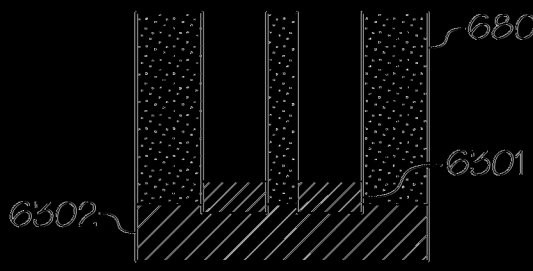


圖 68A

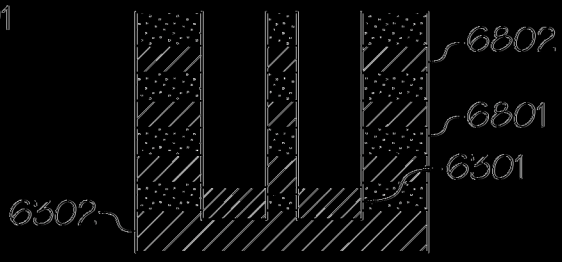


圖 68B

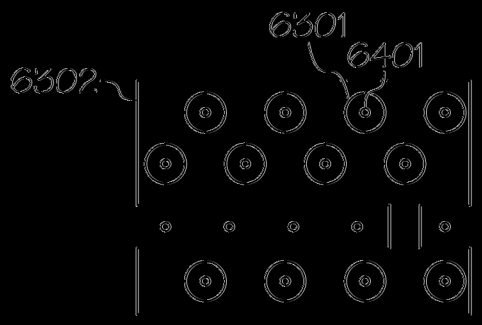


圖 69A

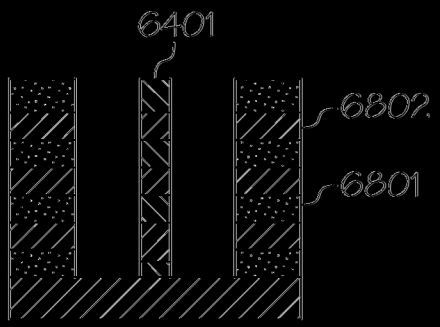


圖 69B

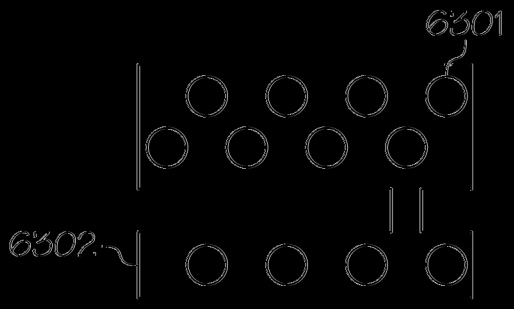


圖 69C

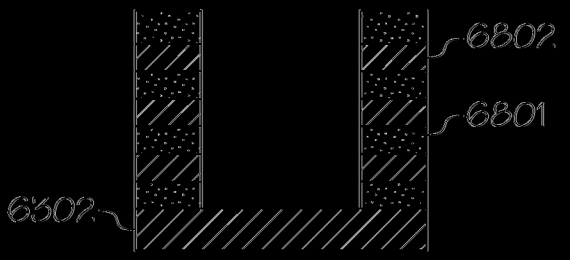


圖 69D

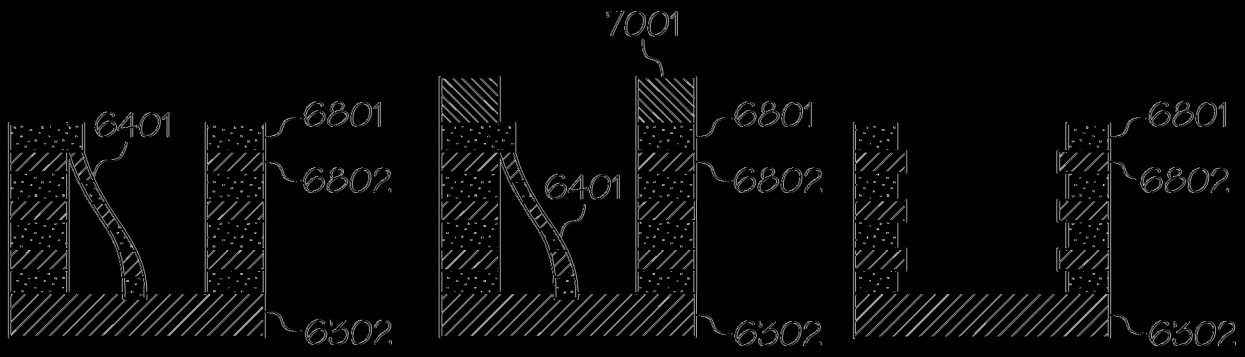


圖 7A　　圖 7B　　圖 7C

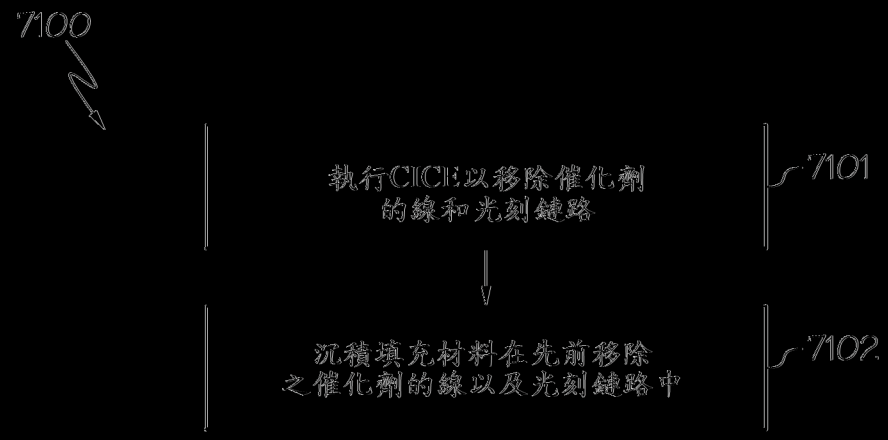

7100
執行CICE以移除催化劑的線和光刻鏈路
7101
沉積填充材料在先前移除之催化劑的線以及光刻鏈路中
7102

圖 7-1

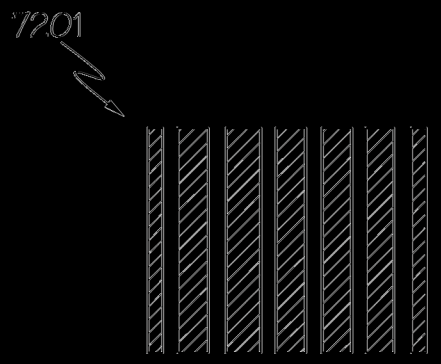


圖 7A

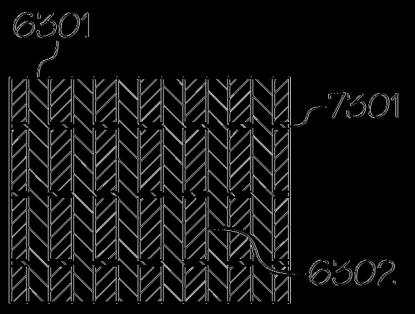


圖 7B

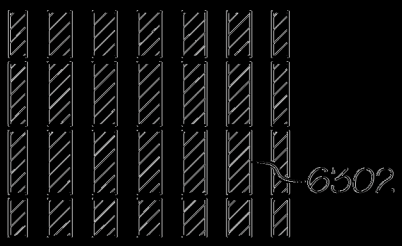


圖 7C

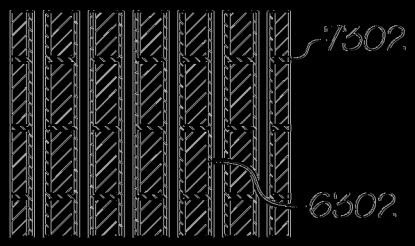


圖 7D

圖 7A

圖 7B

圖 5

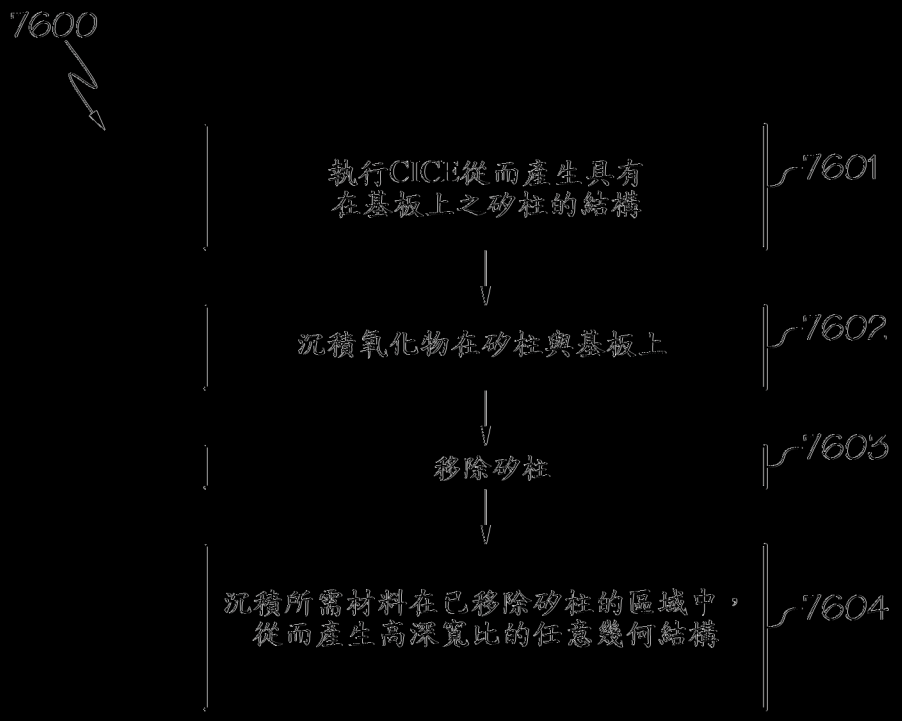

7600
執行CICE從而產生具有在基板上之矽柱的結構
7601
沉積氧化物在矽柱與基板上
7602
移除矽柱
7603
沉積所需材料在已移除矽柱的區域中，從而產生高深寬比的任意幾何結構
7604

圖7G

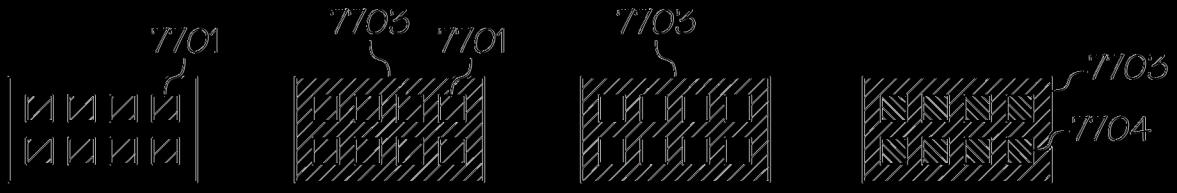


圖7A　圖7B　圖7C　圖7D

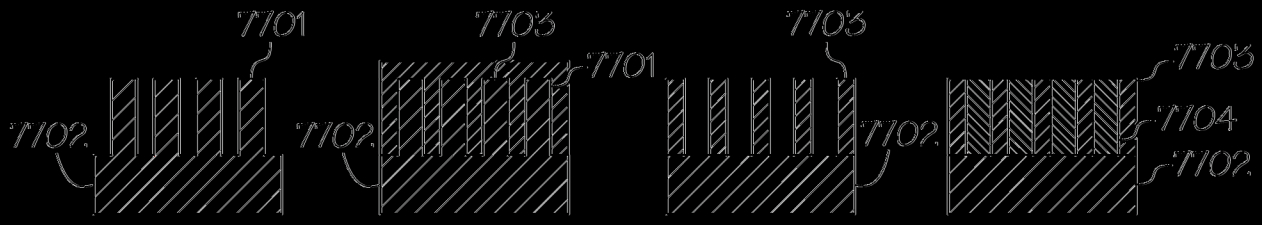


圖8A　圖8B　圖8C　圖8D

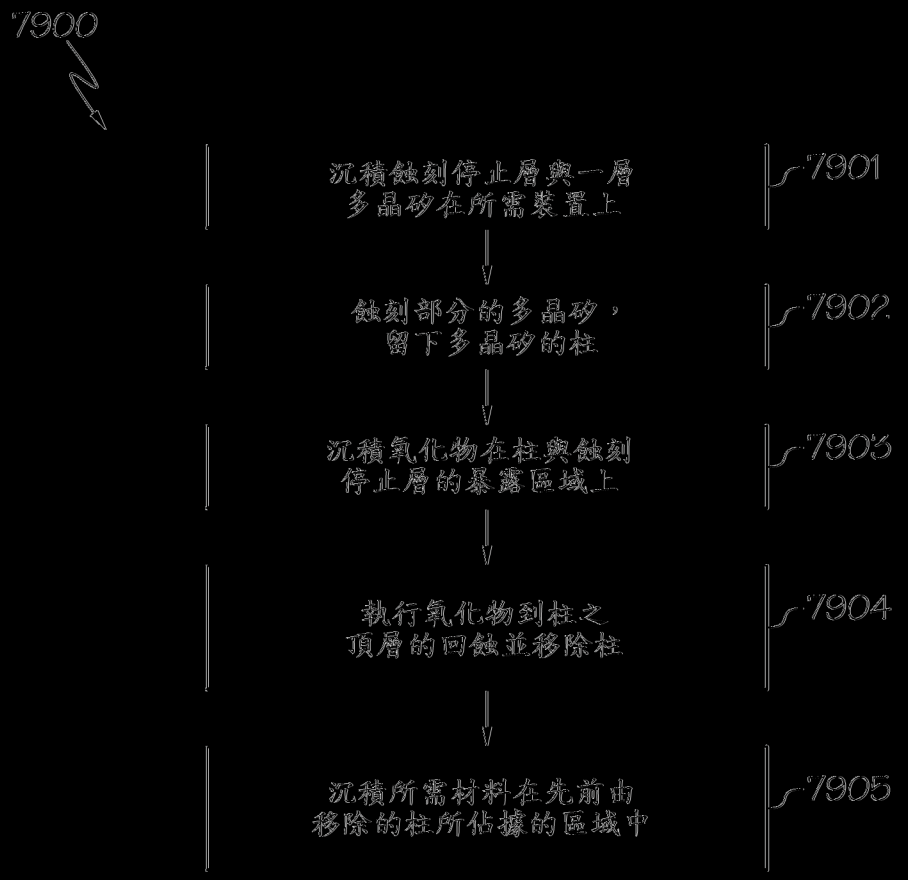

7900
沉積蝕刻停止層與一層多晶矽在所需裝置上
7901
蝕刻部分的多晶矽，留下多晶矽的柱
7902
沉積氧化物在柱與蝕刻停止層的暴露區域上
7903
執行氧化物到柱之頂層的回蝕並移除柱
7904
沉積所需材料在先前由移除的柱所佔據的區域中
7905

圖 7I9

圖 80A

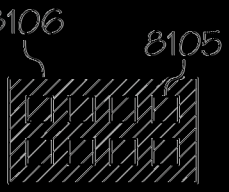


圖 80B

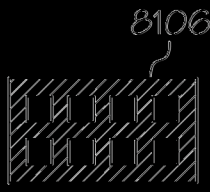


圖 80C

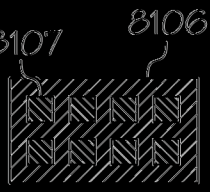


圖 80D

圖 81A

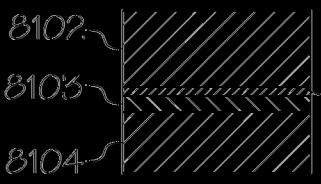


圖 81B

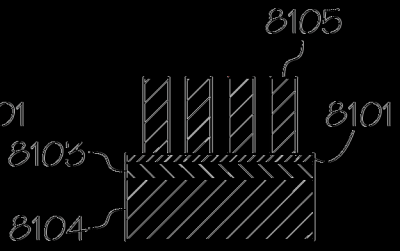


圖 81C

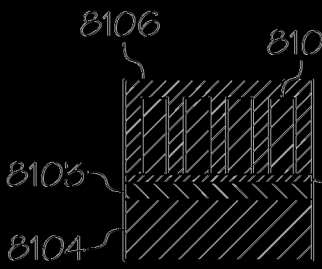


圖 81D

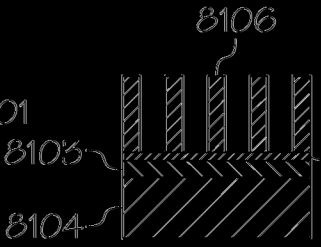


圖 81E

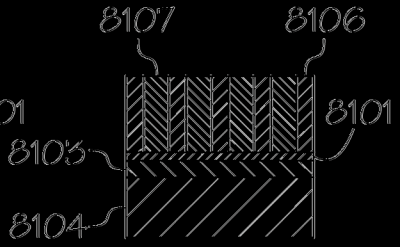


圖 81F

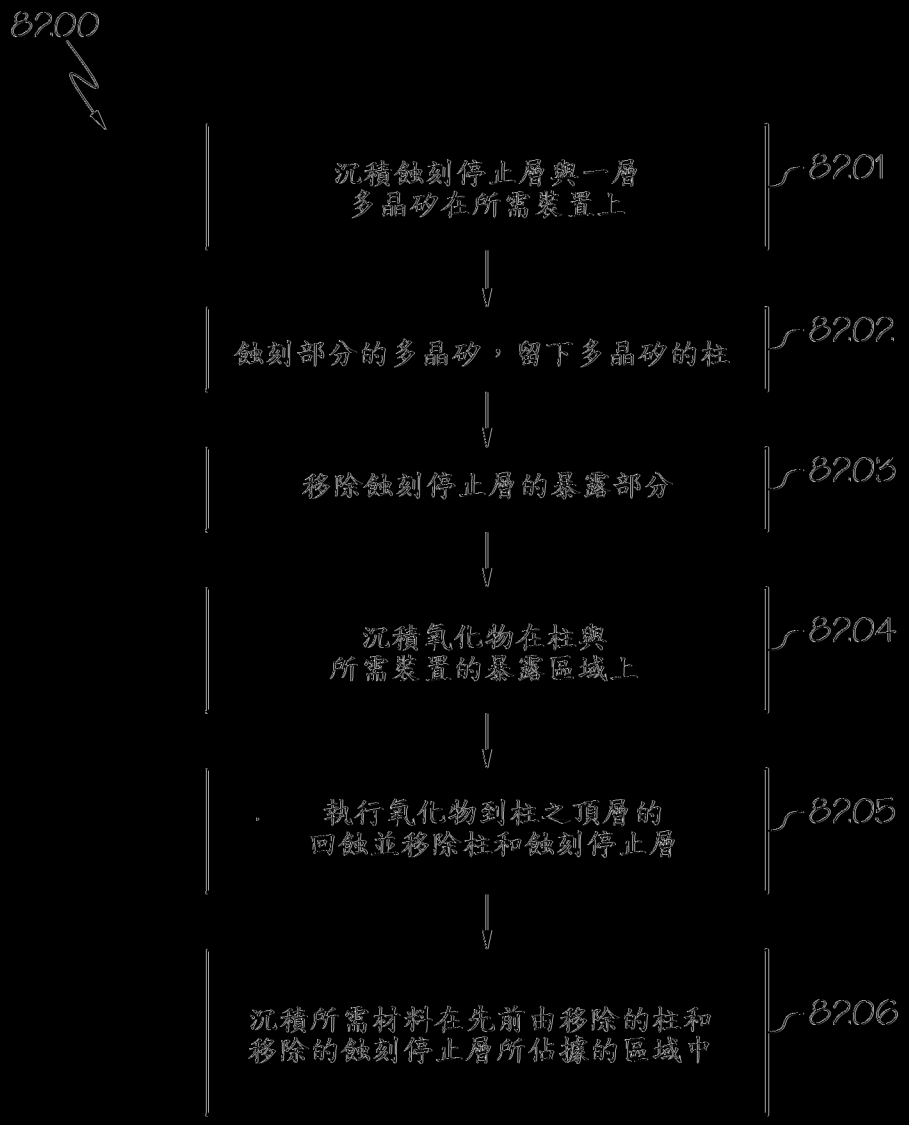

8200
沉積蝕刻停止層與一層多晶矽在所需裝置上
8201
蝕刻部分的多晶矽，留下多晶矽的柱
8202
移除蝕刻停止層的暴露部分
8203
沉積氧化物在柱與所需裝置的暴露區域上
8204
執行氧化物到柱之頂層的回蝕並移除柱和蝕刻停止層
8205
沉積所需材料在先前由移除的柱和移除的蝕刻停止層所佔據的區域中
8206

圖82

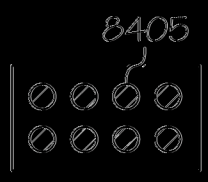


圖83A

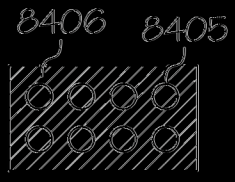


圖83B

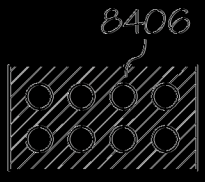


圖83C

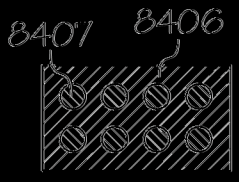


圖83D

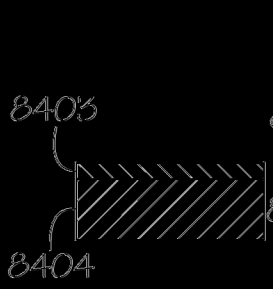


圖84A

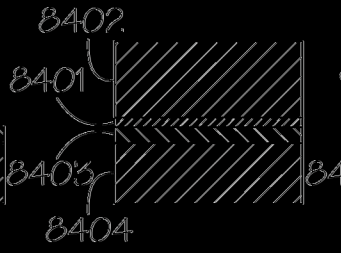


圖84B

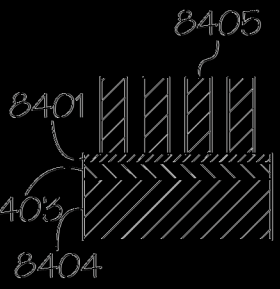


圖84C

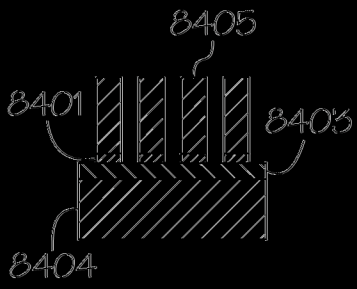


圖84D

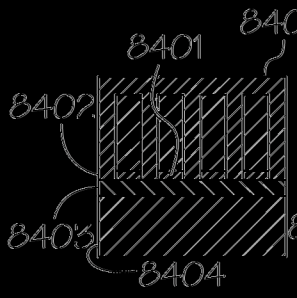


圖84E

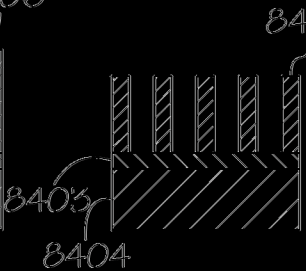


圖84F

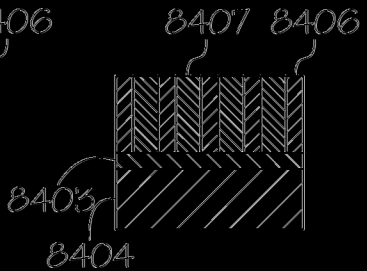


圖84G

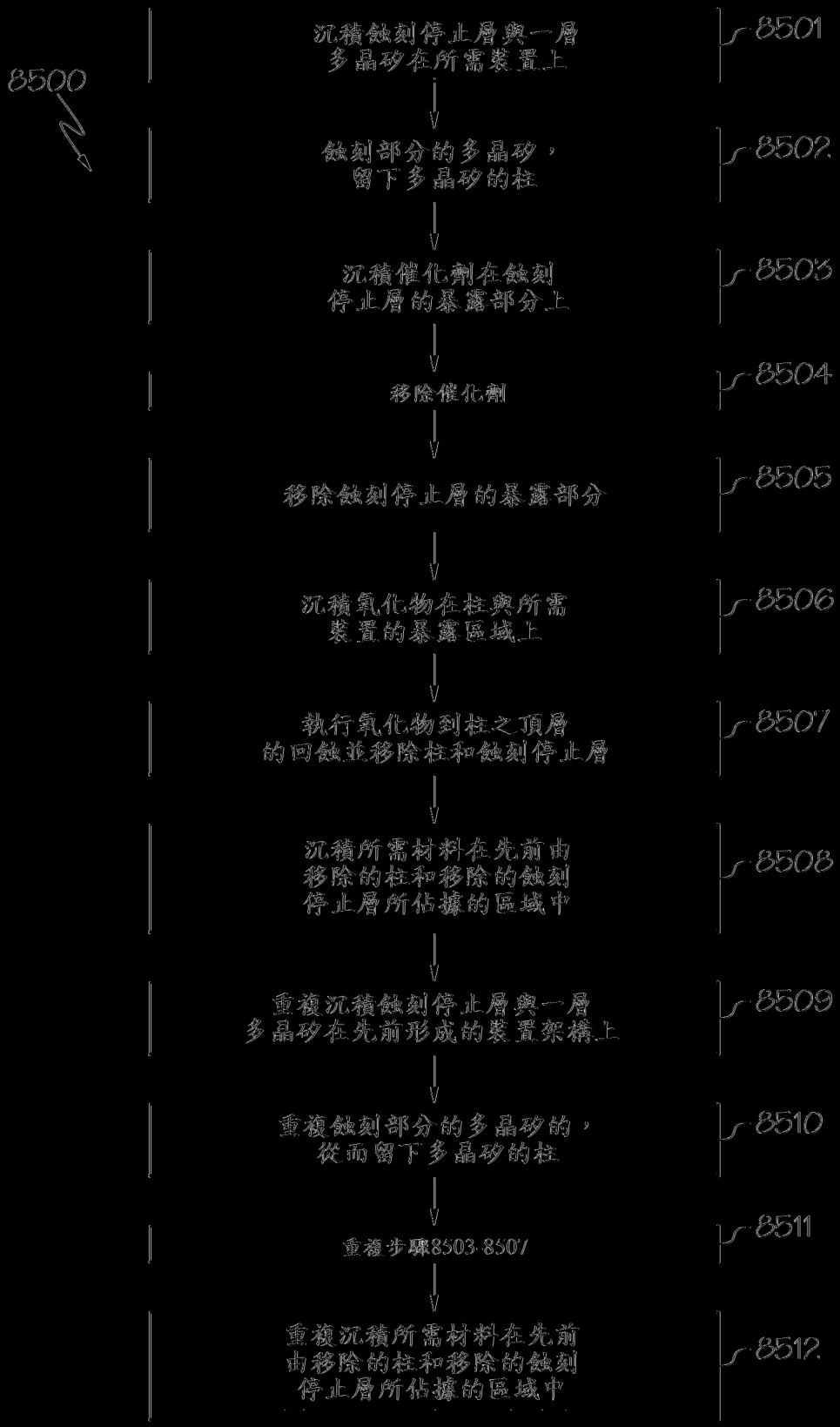

8500
沉積蝕刻停止層與一層多晶矽在所需裝置上
8501
蝕刻部分的多晶矽，留下多晶矽的柱
8502
沉積催化劑在蝕刻停止層的暴露部分上
8503
移除催化劑
8504
移除蝕刻停止層的暴露部分
8505
沉積氧化物在柱與所需裝置的暴露區域上
8506
執行氧化物到柱之頂層的回蝕並移除柱和蝕刻停止層
8507
沉積所需材料在先前由移除的柱和移除的蝕刻停止層所佔據的區域中
8508
重複沉積蝕刻停止層與一層多晶矽在先前形成的裝置架構上
8509
重複蝕刻部分的多晶矽的，從而留下多晶矽的柱
8510
重複步驟8503-8507
8511
重複沉積所需材料在先前由移除的柱和移除的蝕刻停止層所佔據的區域中
8512

圖85

圖 86A

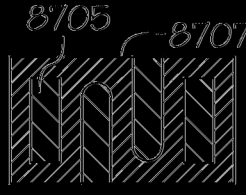


圖 86B

圖 86C

圖 86D

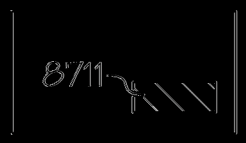


圖 86E

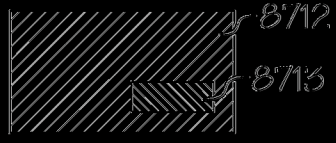


圖 86F

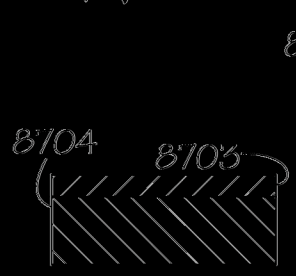


圖 8'A

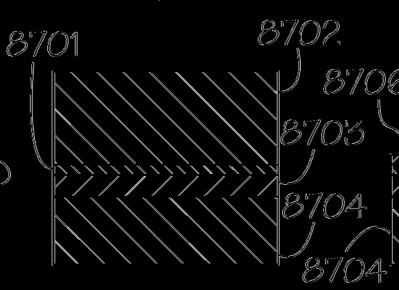


圖 8'B

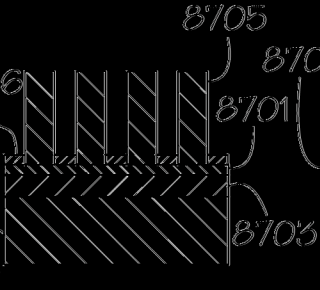


圖 8'C

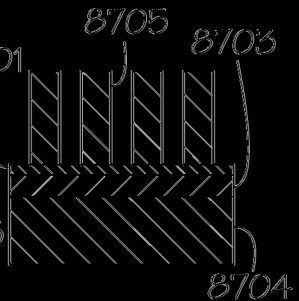


圖 8'D

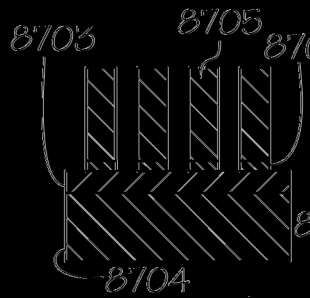


圖 8'E

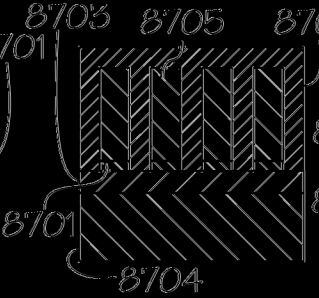


圖 8'F

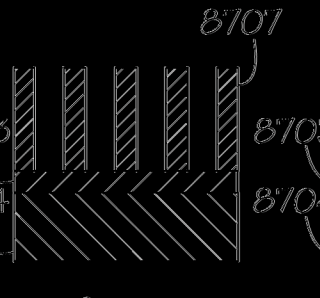


圖 8'G

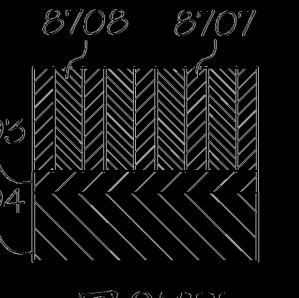


圖 8'H

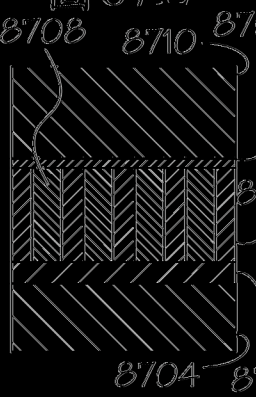


圖 8'I

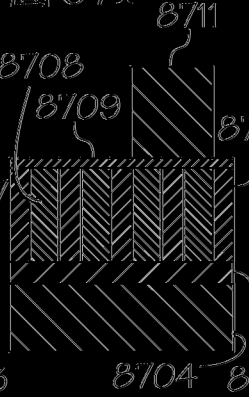


圖 8'J

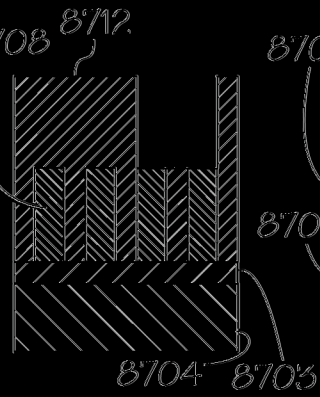


圖 8'K

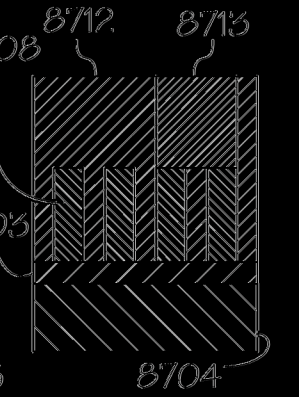


圖 8'L

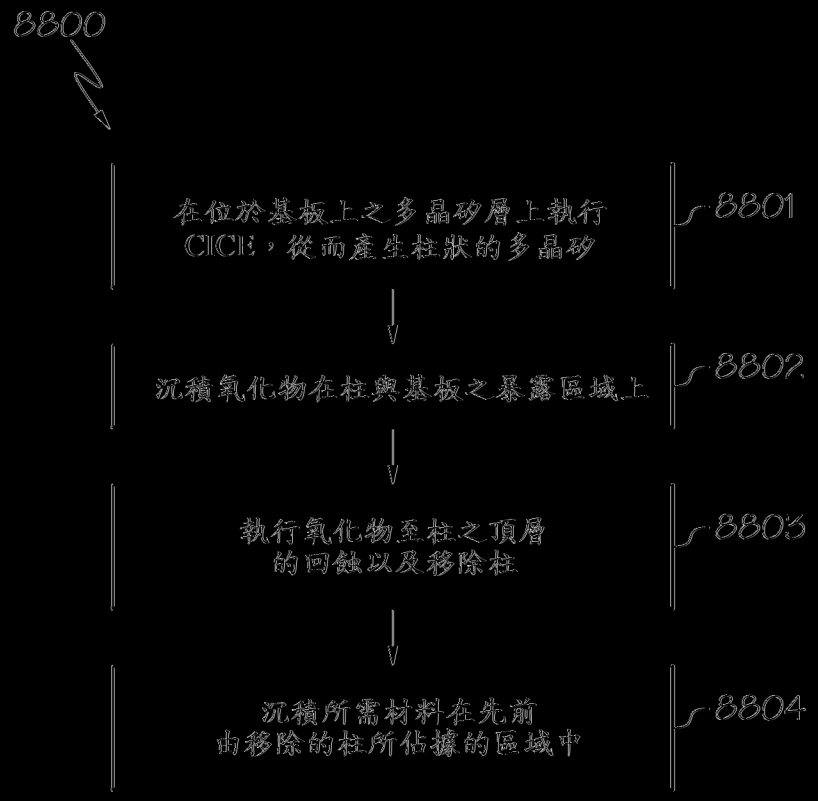

8800
在位於基板上之多晶矽層上執行CICE，從而產生柱狀的多晶矽
8801
沉積氧化物在柱與基板之暴露區域上
8802
執行氧化物至柱之頂層的回蝕以及移除柱
8803
沉積所需材料在先前由移除的柱所佔據的區域中
8804

圖88

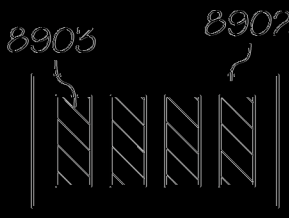


圖 89A

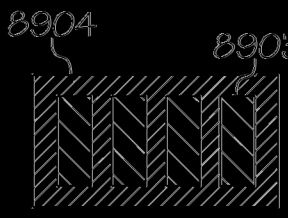


圖 89B

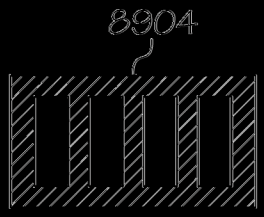


圖 89C

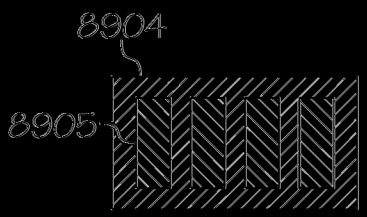


圖 89D

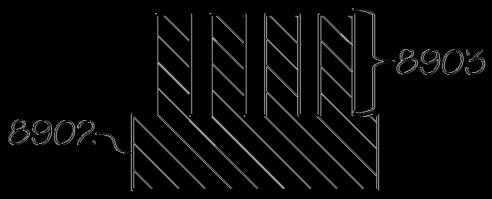


圖 90A

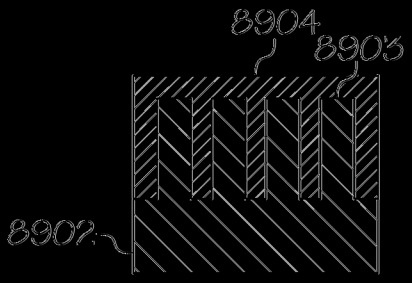


圖 90B

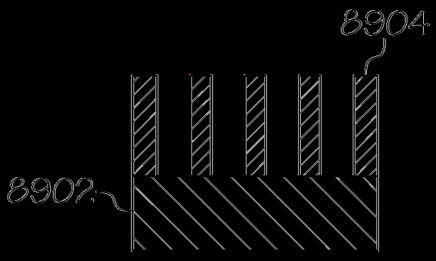


圖 90C

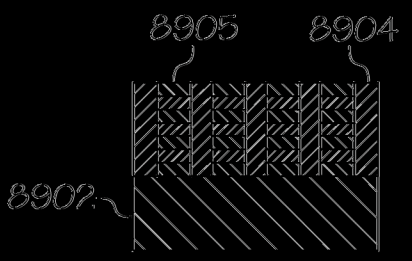


圖 90D

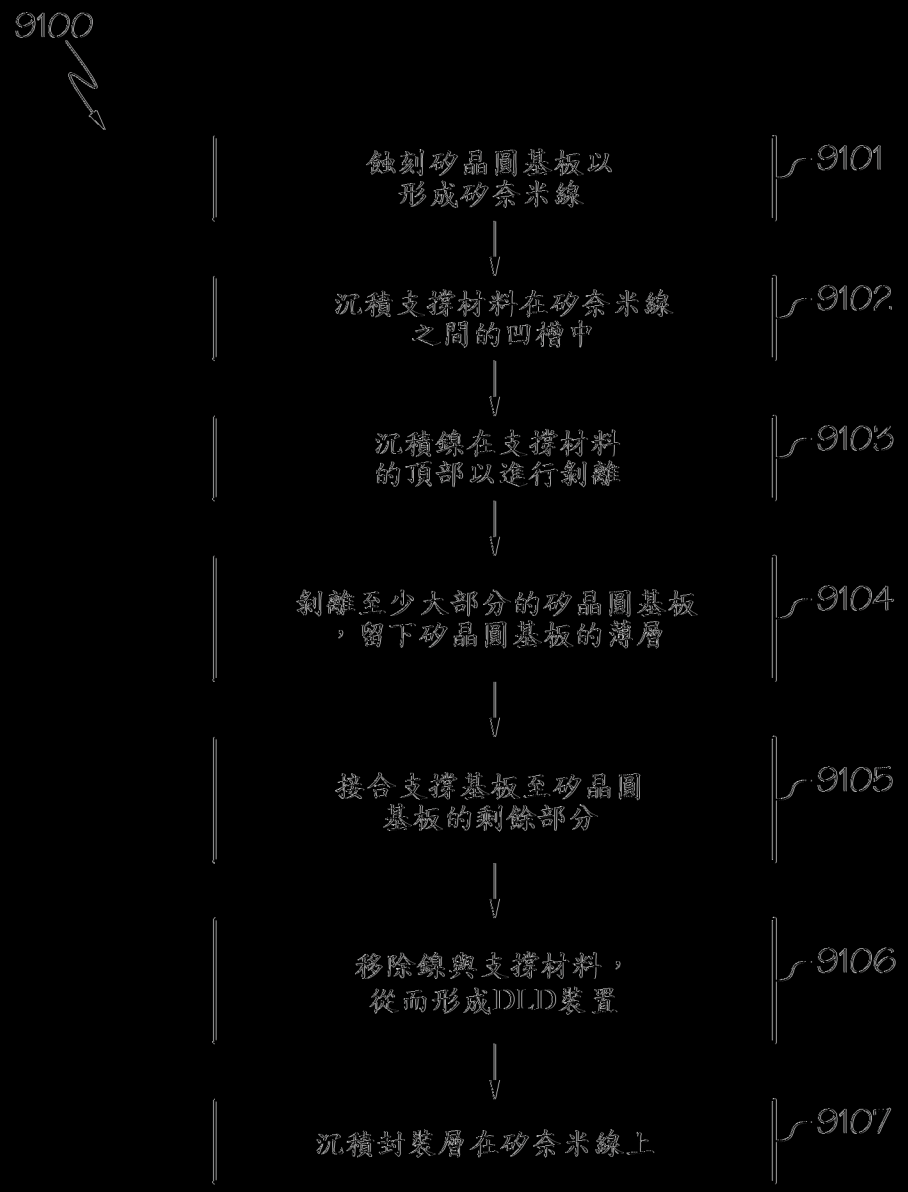

9100
蝕刻矽晶圓基板以形成矽奈米線
9101
沉積支撐材料在矽奈米線之間的凹槽中
9102
沉積鎳在支撐材料的頂部以進行剝離
9103
剝離至少大部分的矽晶圓基板，留下矽晶圓基板的薄層
9104
接合支撐基板至矽晶圓基板的剩餘部分
9105
移除鎳與支撐材料，從而形成DLD裝置
9106
沉積封裝層在矽奈米線上
9107

圖91

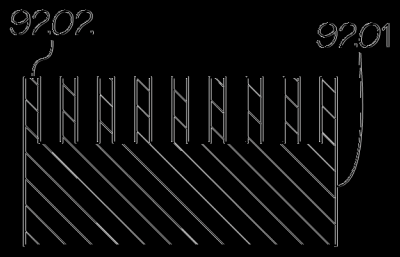


圖 92A

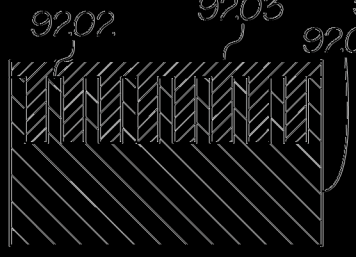


圖 92B

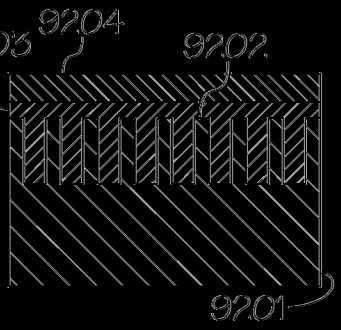


圖 92C

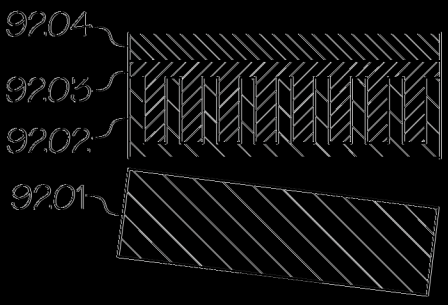


圖 92D

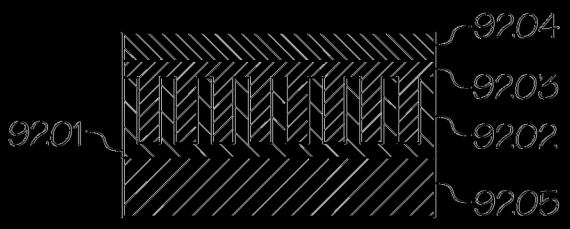


圖 92E

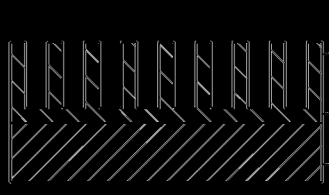


圖 92F

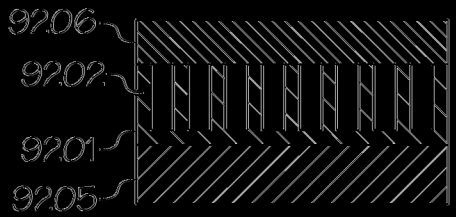


圖 92G

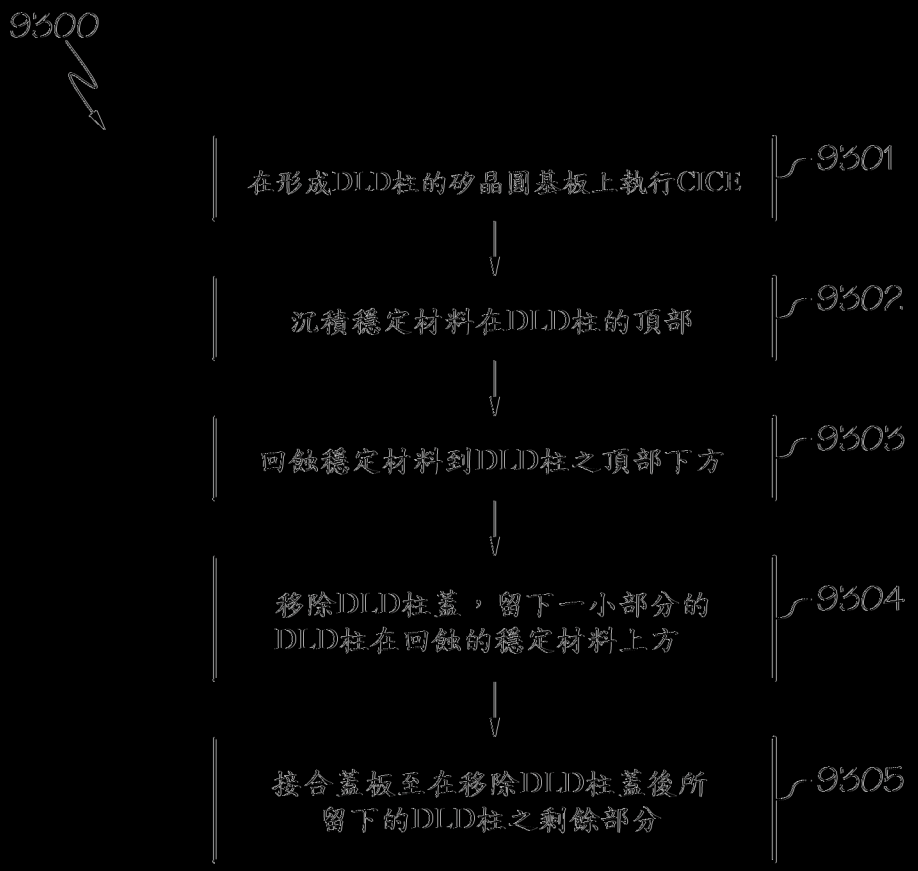

9300
在形成DLD柱的矽晶圓基板上執行CICE
9301
沉積穩定材料在DLD柱的頂部
9302
回蝕穩定材料到DLD柱之頂部下方
9303
移除DLD柱蓋，留下一小部分的DLD柱在回蝕的穩定材料上方
9304
接合蓋板至在移除DLD柱蓋後所留下的DLD柱之剩餘部分
9305

圖93

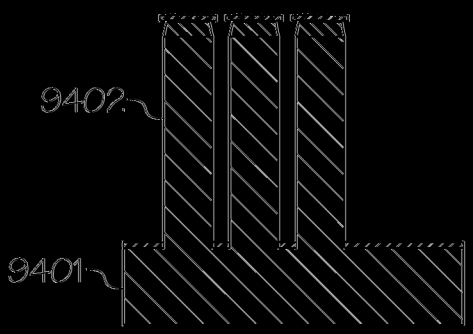


圖 94A

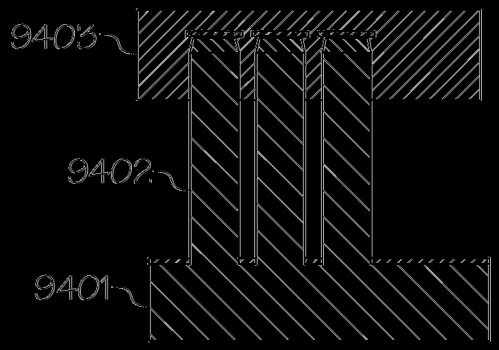


圖 94B

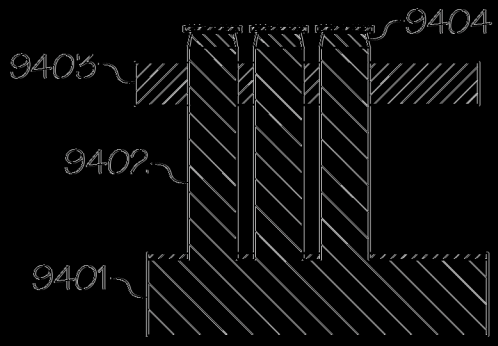


圖 94C

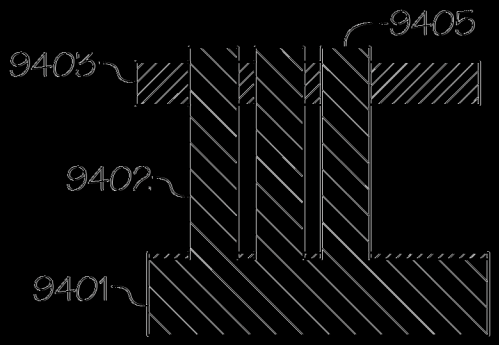


圖 94D

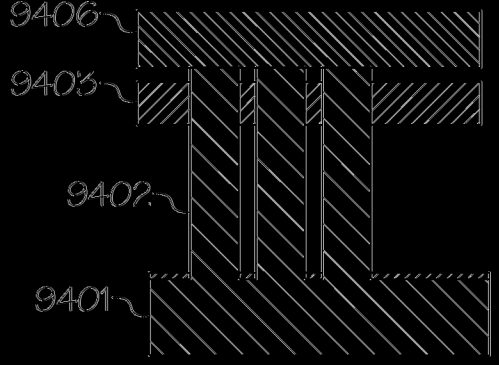


圖 94E

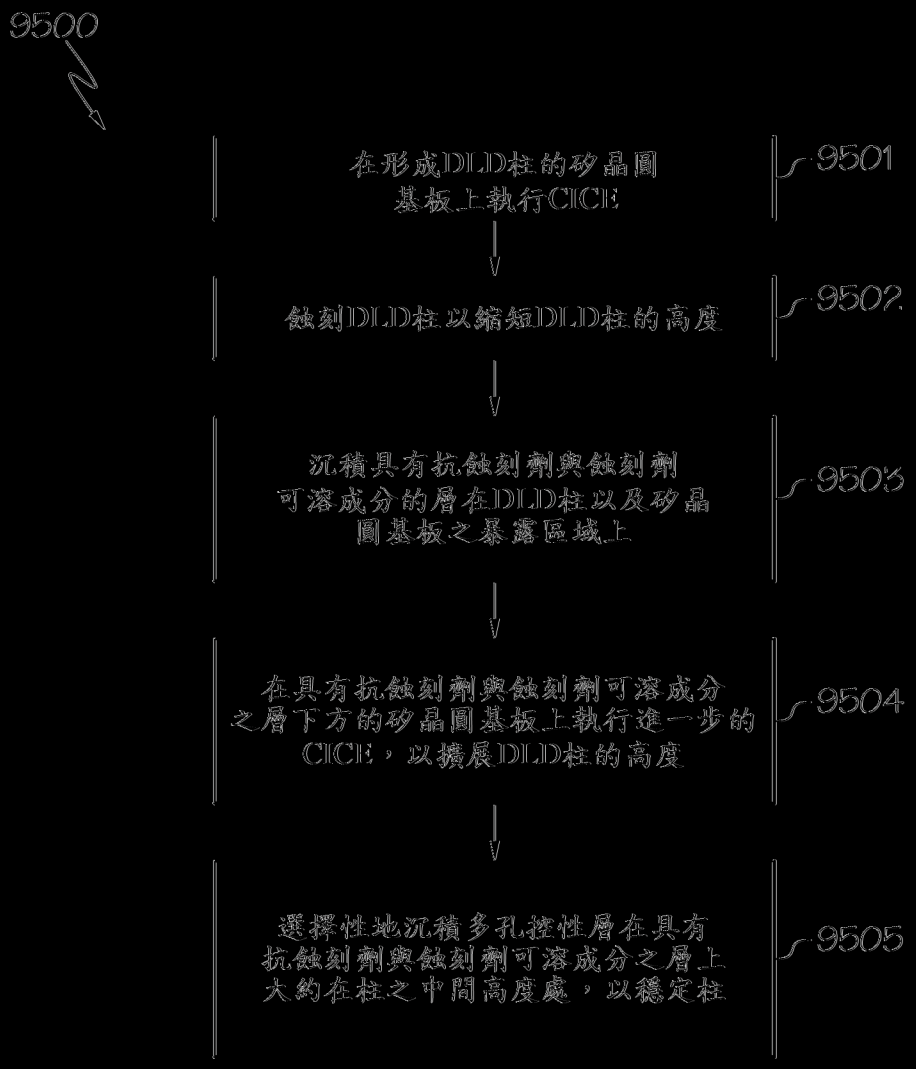

9500
在形成DLD柱的矽晶圓基板上執行CICE
9501
蝕刻DLD柱以縮短DLD柱的高度
9502
沉積具有抗蝕刻劑與蝕刻劑可溶成分的層在DLD柱以及矽晶圓基板之暴露區域上
9503
在具有抗蝕刻劑與蝕刻劑可溶成分之層下方的矽晶圓基板上執行進一步的CICE，以擴展DLD柱的高度
9504
選擇性地沉積多孔控性層在具有抗蝕刻劑與蝕刻劑可溶成分之層上大約在柱之中間高度處，以穩定柱
9505

圖95

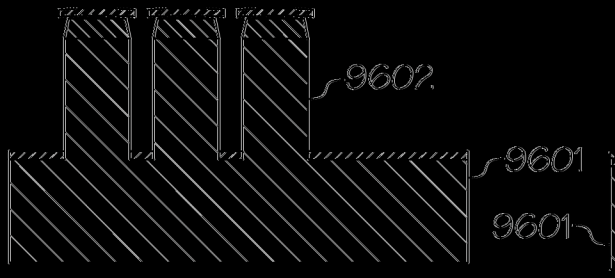


圖96A

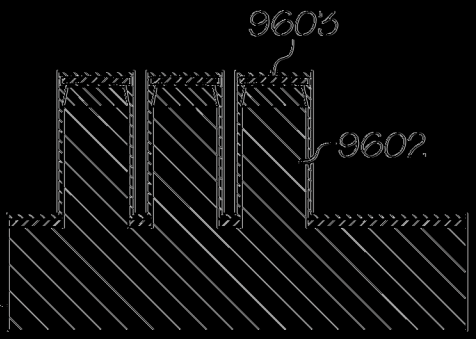


圖96B

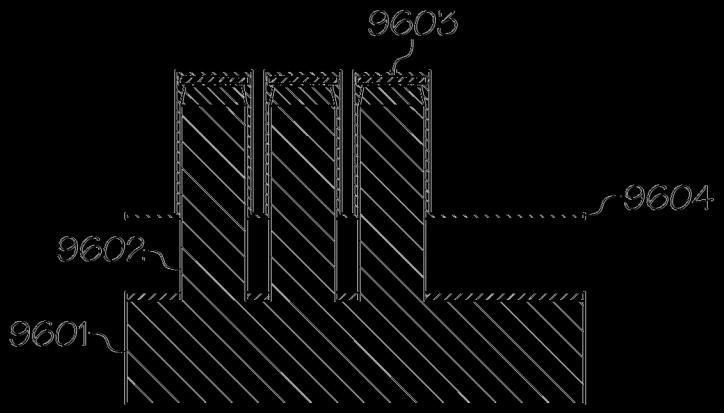


圖96C

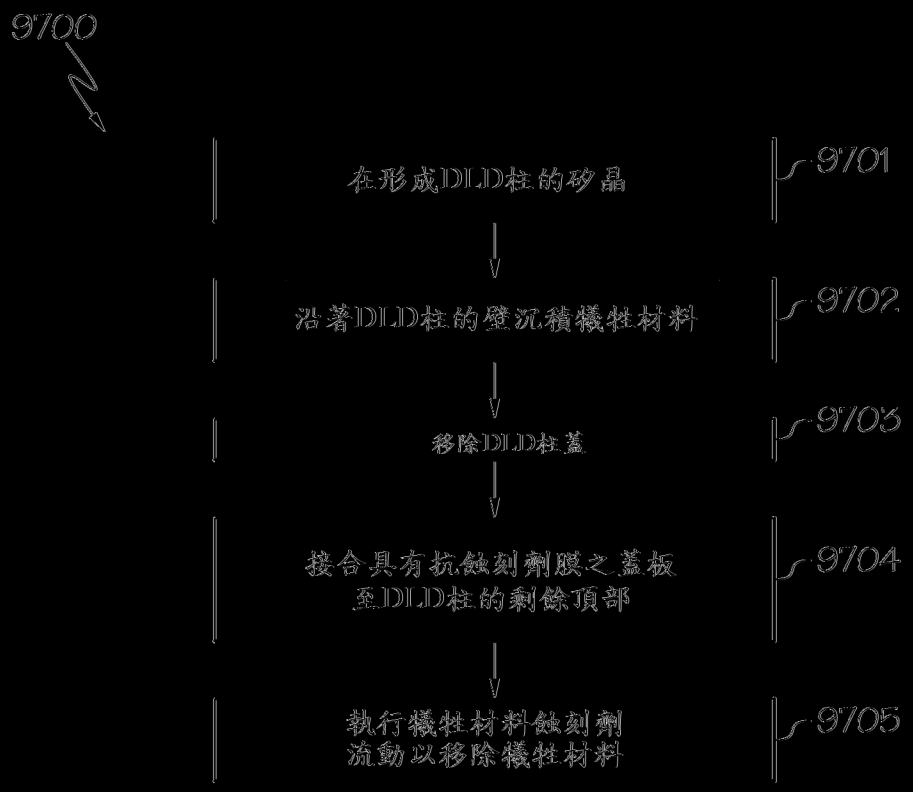

9700
在形成DLD柱的矽晶
9701
沿著DLD柱的壁沉積犧牲材料
9702
移除DLD柱蓋
9703
接合具有抗蝕刻劑膜之蓋板
至DLD柱的剩餘頂部
9704
執行犧牲材料蝕刻劑
流動以移除犧牲材料
9705

圖9'

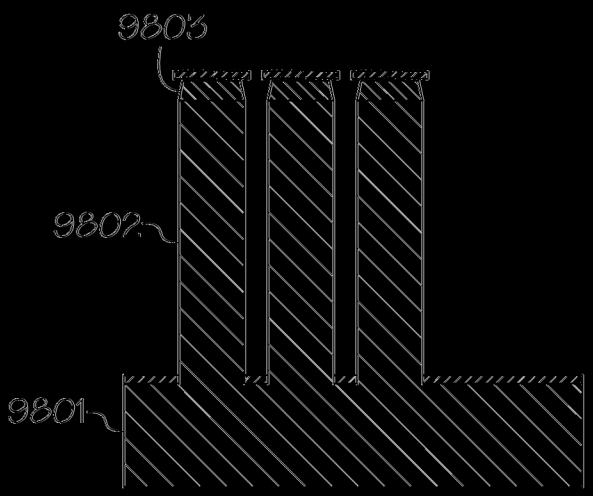


圖98A

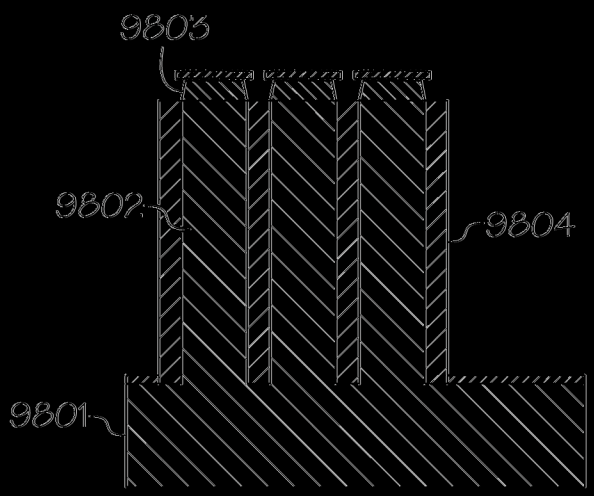


圖98B

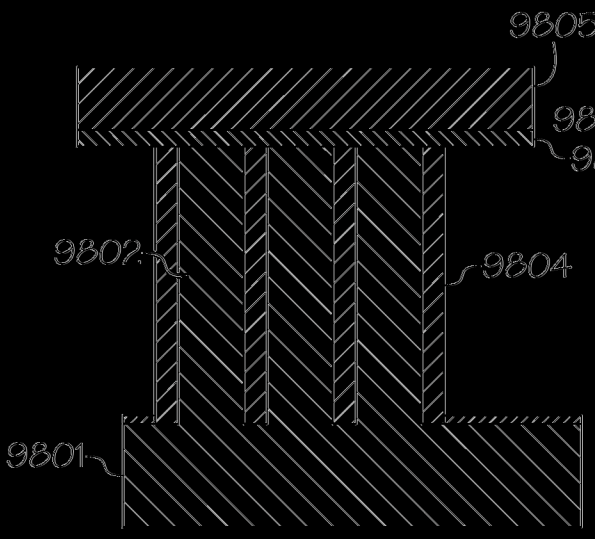


圖98C

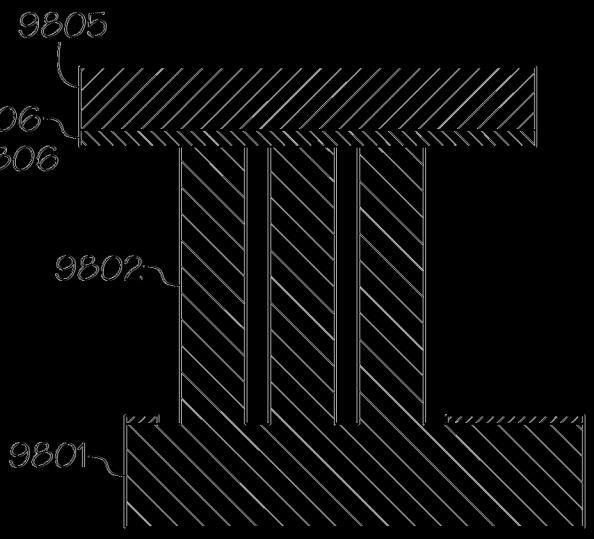


圖98D

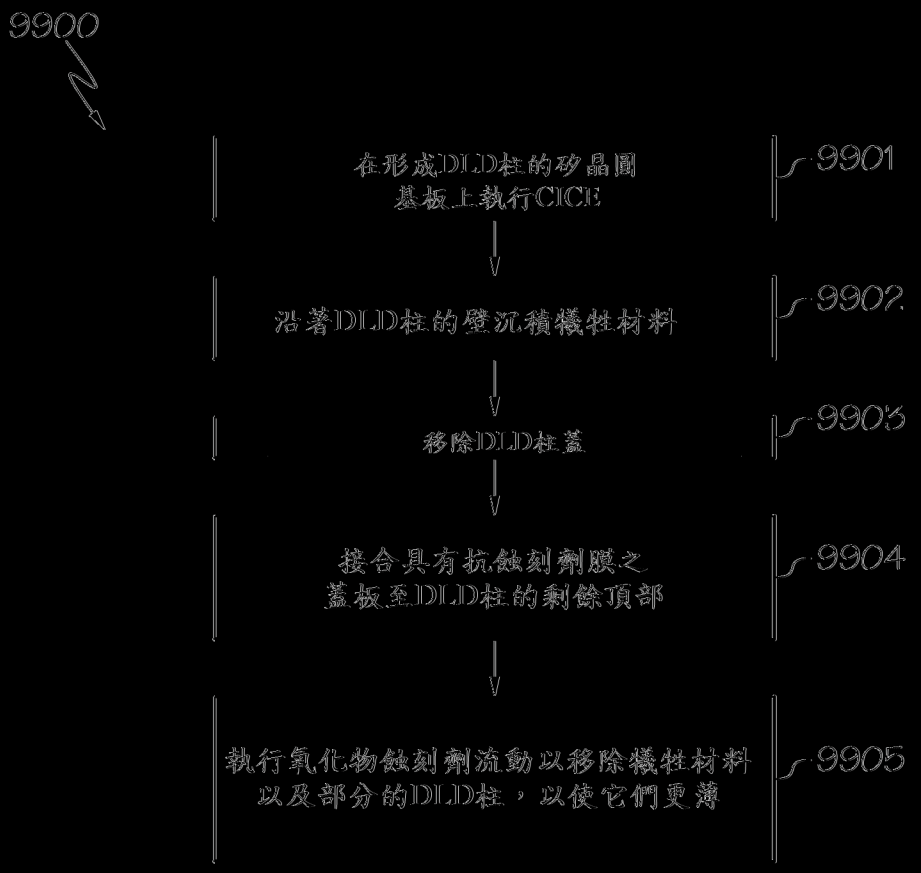

9900
在形成DLD柱的矽晶圓基板上執行CICE
9901
沿著DLD柱的壁沉積犧牲材料
9902
移除DLD柱蓋
9903
接合具有抗蝕刻劑膜之蓋板至DLD柱的剩餘頂部
9904
執行氧化物蝕刻劑流動以移除犧牲材料以及部分的DLD柱，以使它們更薄
9905

圖99

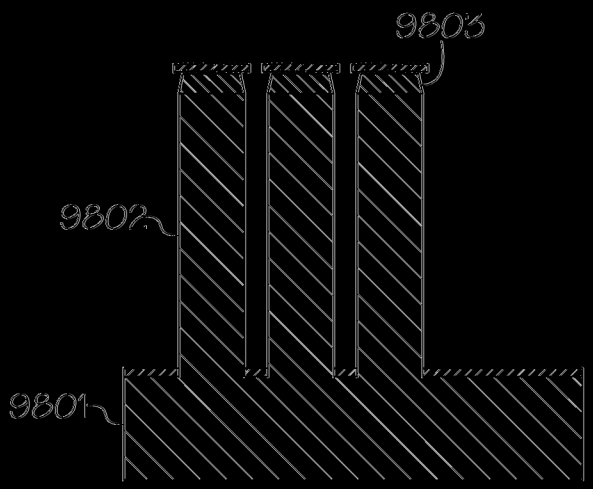


圖 100A

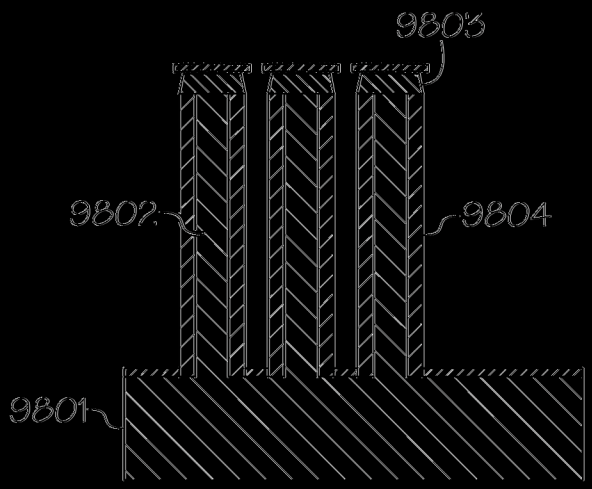


圖 100B

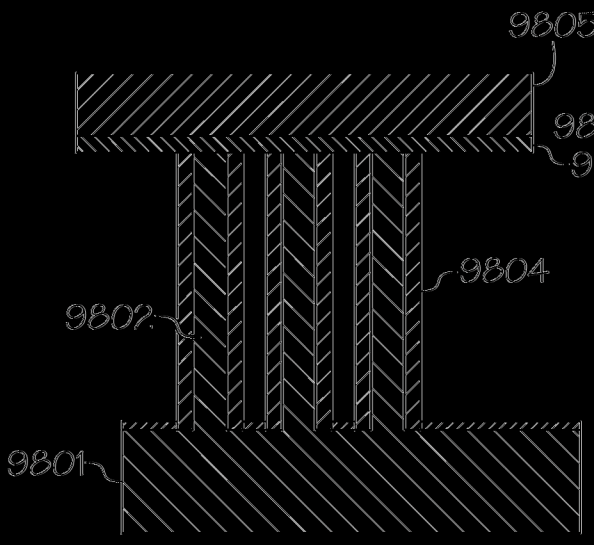


圖 100C

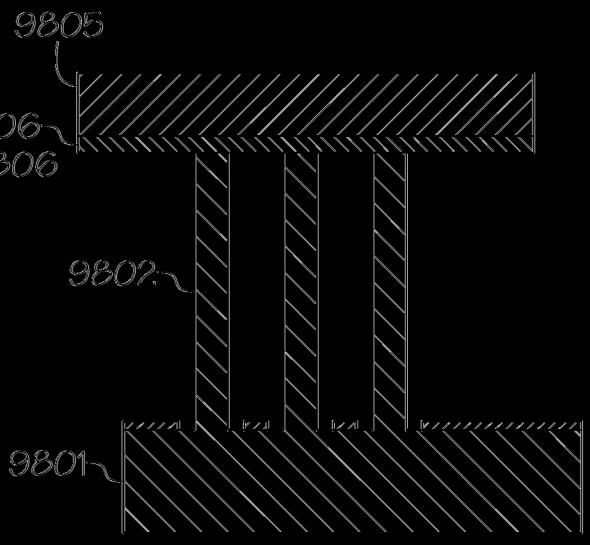


圖 100D

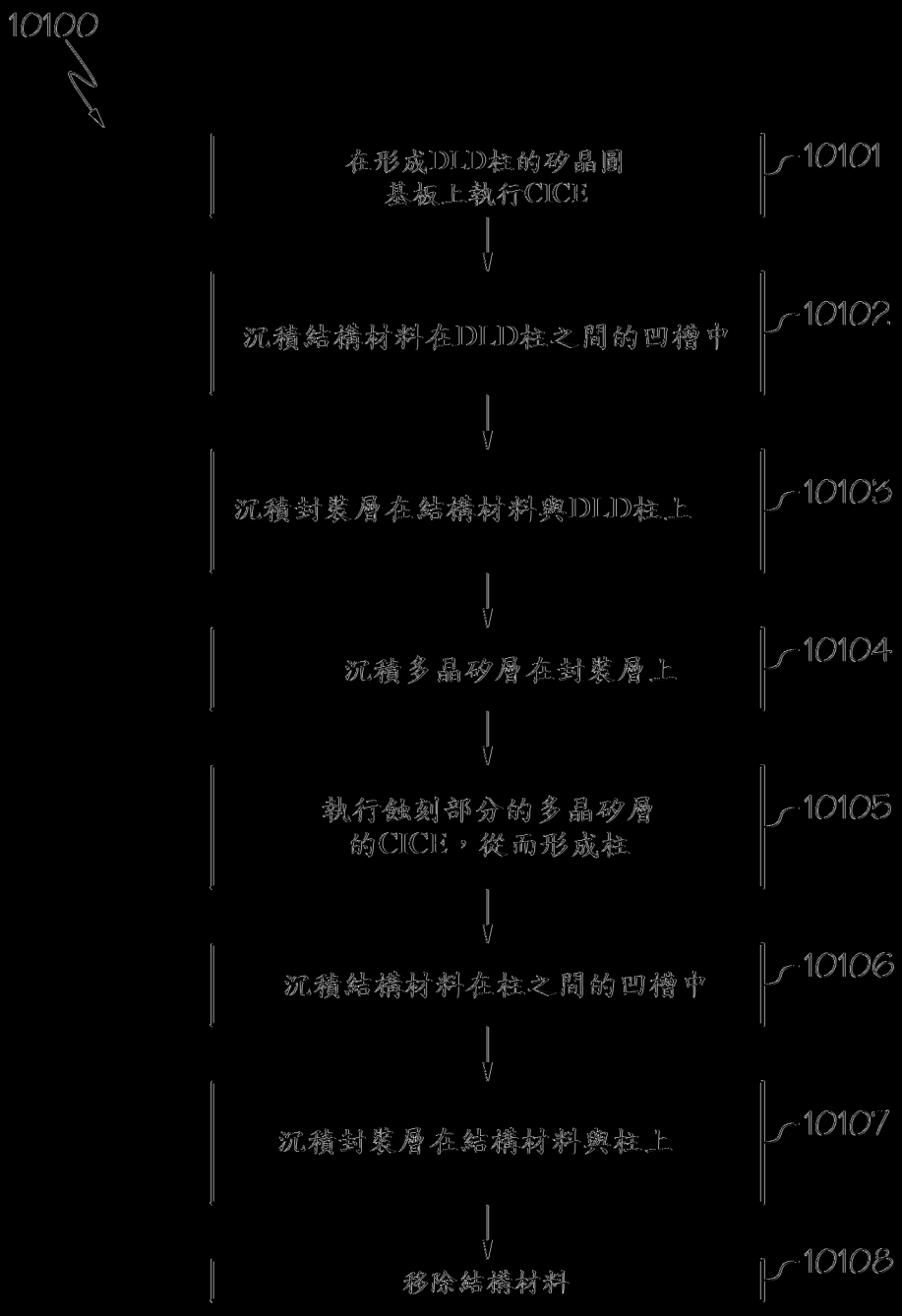

10100
在形成DLD柱的矽晶圓基板上執行CICE
10101
沉積結構材料在DLD柱之間的凹槽中
10102
沉積封裝層在結構材料與DLD柱上
10103
沉積多晶矽層在封裝層上
10104
執行蝕刻部分的多晶矽層的CICE，從而形成柱
10105
沉積結構材料在柱之間的凹槽中
10106
沉積封裝層在結構材料與柱上
10107
移除結構材料
10108

圖101

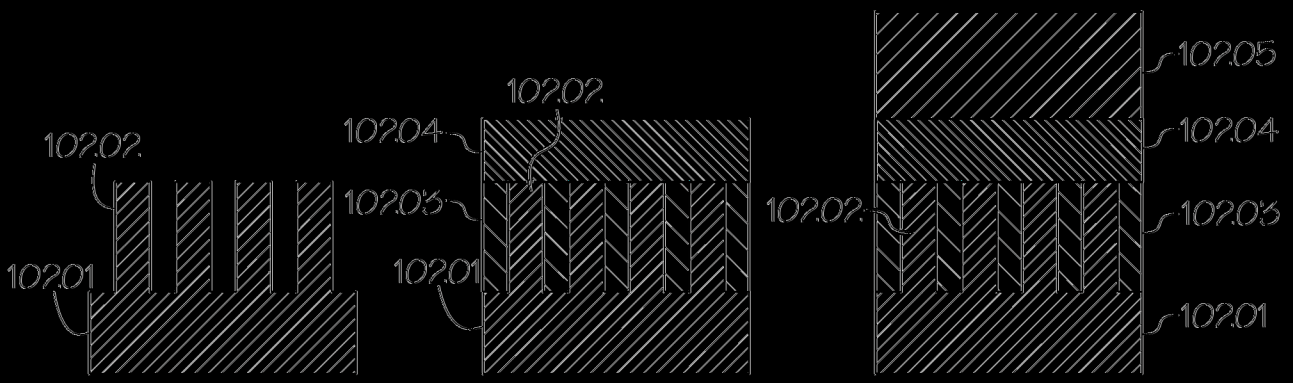


圖 102A　　圖 102B　　圖 102C

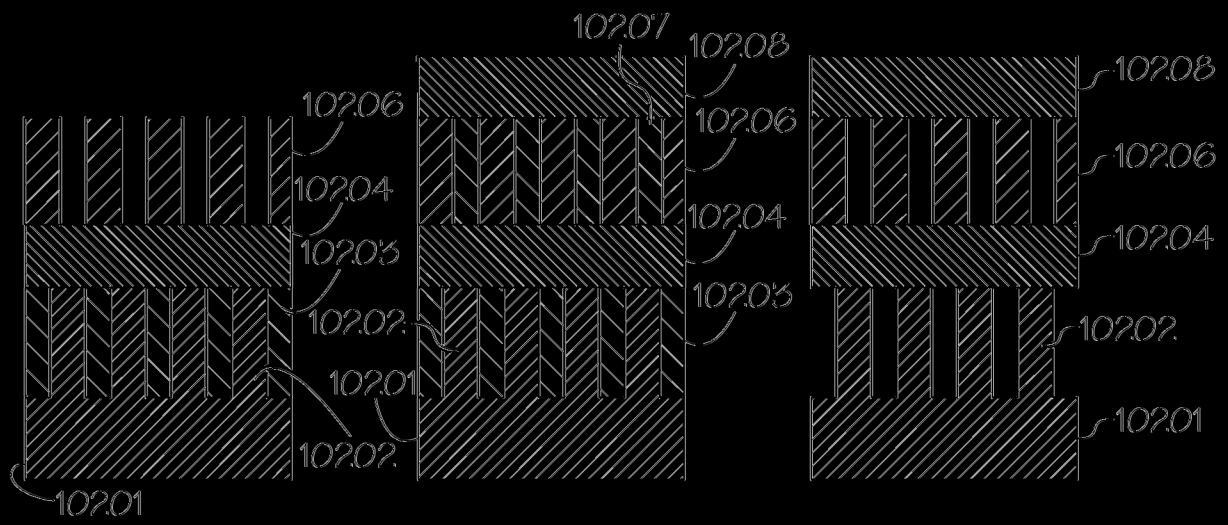


圖 102D　　圖 102E　　圖 102F

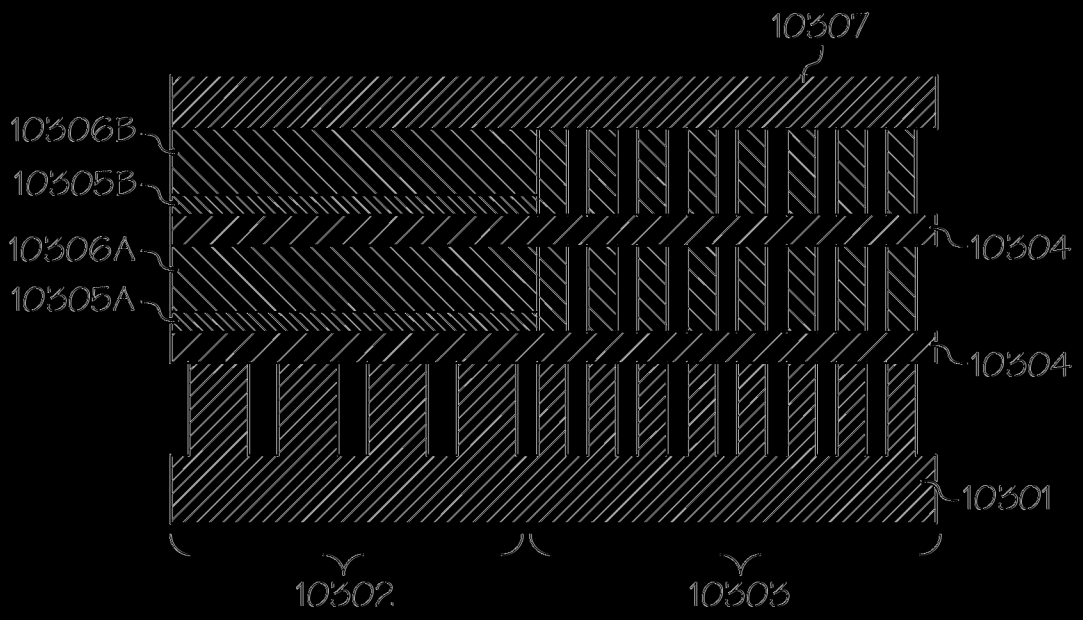

10'307
10'306B
10'305B
10'306A
10'305A
10'304
10'304
10'301
10'302
10'303

圖 103

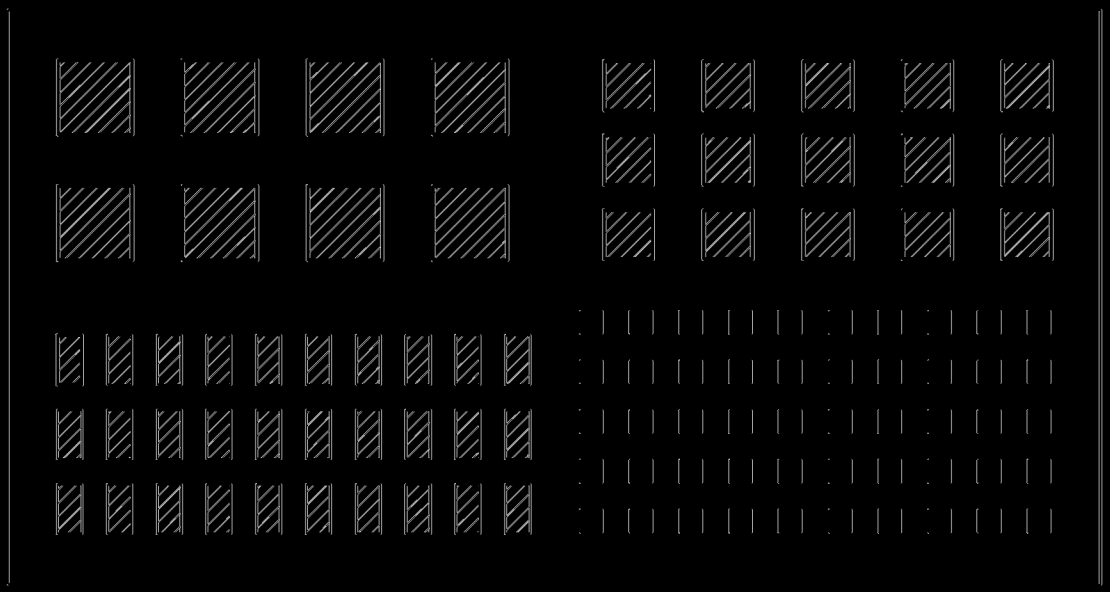


圖 10A

第一DAC
第一ADC
第二ADC
第二DAC
第一放大器
第二放大器
第一ADC
第二ADC
第一DAC
第二DAC
第一放大器
第二放大器
第一天線
第二天線

圖 3.05

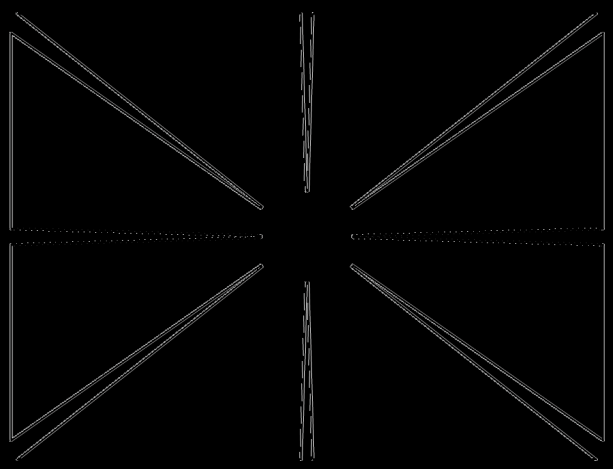


圖 106

【發明說明書】

【中文發明名稱】 催化劑影響化學蝕刻的製程與應用

【英文發明名稱】 PROCESSES AND APPLICATIONS FOR CATALYST INFLUENCED CHEMICAL ETCHING

【技術領域】

【0001】 本案主張於2021年3月29日提申之美國臨時專利申請第63/167,462號發明名稱為「用於半導體子電路的奈米級精密取放組件的系統與製程」的優先權，在此引入前述申請案的全部內容以作為參考。

【0002】 本案更主張於2021年4月13日提申之美國臨時專利申請第63/174,128號發明名稱為「用於催化劑影響化學蝕刻的製程與應用」的優先權，在此引入前述申請案的全部內容以作為參考。

【0003】 本案更主張於2021年6月28日提申之美國臨時專利申請第63/215,807號發明名稱為「用於取放組件的工具與製程」的優先權，在此引入前述申請案的全部內容以作為參考。

【0004】 本案大體上是關於蝕刻，且特別是一種用於催化劑影響化學蝕刻的設備與製程技術。

【先前技術】

【0005】 在半導體裝置製造中，蝕刻是指將從基板上的薄膜（在其表面上具有或不具有先前的結構）選擇性移除材料且透過此移除在基板上創造此材料之圖案的任何技術。此圖案可由抗蝕刻製程的遮罩所定義。一旦遮罩就定位，就可以透過濕化學或「乾」物理方法對不受遮罩保護的材料進行蝕刻。

【0006】 蝕刻的一種類型是催化劑影響化學蝕刻（catalyst influenced chemical etching，CICE），其是一種基於催化劑的蝕刻方法，可用以在半導體中，例如矽、鍺等製造複數特徵，其中此些特徵具有高深寬比、低側壁斜度、低側壁粗糙度及/或可控孔隙度。此方法用以創造更高的密度與更高效能的靜態隨機存取記憶體以及低損耗波導。

【0007】 不幸的是，目前在使用CICE於半導體中製造特徵方面存在限制。

【發明內容】

【0008】 在本案的一實施例中，一種用於將來自原生基板的場域組裝到第二基板的系統包含一原生基板。原生基板包含複數場域。系統更包含一轉印卡盤。轉印卡盤用以從原生基板的複數場域中平行地拾取待轉印至第二基板的至少四個場域，其中複數場域的至少四個場域的相對位置是預定的。

【0009】 在本案的另一實施例中，一種轉印卡盤包含複數適應性卡盤模組的一矩形陣列。轉印卡盤更包含用以改變複數適應性卡盤模組之矩形陣列的至少一X間距或至少一Y間距的一可變間距機構。

【0010】 在本案的又一實施例中，一種轉印基板包含先前使用轉印卡盤從原生基板拾取的複數場域。轉印基板更包含順應於Z方向的複數嵌入式結構。

【0011】 在本案的另一實施例中，一種用以在單片化期間於複數場中創造複數對準標記的方法包含在單片化期間中使用蝕刻技術在複數場中創造複數對準標記，其中蝕刻技術包含催化劑影響化學蝕刻或深反應離子蝕刻。

【0012】 此外，在本案的另一實施例中，一種在催化劑影響化學蝕刻期間防止催化劑之漂移的方法包含提供一半導體材料。此方法更包含圖案化一催化劑在半導體材料之表面上，其中催化劑包含一或多個隔離特徵，且其中一或多

個隔離特徵包含一預定孔。此方法還包含暴露圖案化的催化劑於一蝕刻劑，其中圖案化的催化劑與蝕刻劑導致半導體材料的蝕刻以形成對應於預定孔的複數扶壁，其中複數扶壁在催化劑影響化學蝕刻期間防止催化劑的漂移。

【0013】 此外，在本案的另一實施例中，一種用以製造奈米結構的方法包含在一多晶矽層上執行化學影響化學蝕刻以創造複數矽結構。此方法更包含沉積一或多種結構材料在複數矽結構上，其中被選擇的一或多種結構材料是用以增強所需的裝置特性。此方法還包含創造往複數矽結構的一通道。此外，此方法包含選擇性地移除複數矽結構，從而留下實質上相同的一或多種結構材料。

【0014】 在本案的另一實施例中，一種流體裝置包含矽微柱與奈米柱陣列的多層堆疊，其中矽微柱與奈米柱陣列是使用催化劑影響化學蝕刻來製造的，且其中多層堆疊是透過沉積包含複數多晶矽膜且使用催化劑影響化學蝕刻來蝕刻此些多晶矽膜所製造出來的。

【0015】 在本案的又一實施例中，一種用於彎曲一或多個影像感測器成球形的方法包含使用一轉印卡盤加壓一或多個影像感測器的前側以產生一或多個影像感測器的曲度。

【0016】 上文已經相當概括地闡述了本案的一或多個實施例的特徵與技術優點，以便可以更好地理解以下對本案的詳細描述。本案的附加特徵與優點將在下文中描述，其可以形成本案之申請專利範圍的主題。

【圖式簡單說明】

【0017】當結合所附圖式考慮以下詳細說明時，可以對本案獲得更佳的理解，其中：

【0018】

[圖1]示出了根據本案一實施例之用於取放組件的示例性工具；

[圖2A至圖2B]示出了根據本案一實施例之用於原生/產品/中介基板卡盤的示例性設計；

[圖3]示出了根據本案一實施例之具有用於場域釋放之極紫外光發光二極體陣列之原生基板卡盤的示例性設計；

[圖4A]示出了根據本案一實施例之帶有附接之場域的轉印卡盤；

[圖4B]示出了根據本案一實施例之轉印卡盤的剖視圖；

[圖4C]示出了根據本案一實施例之xy致動器層的俯視圖；

[圖4D]示出了根據本案一實施例之氣動閥層的俯視圖；

[圖4E]示出了根據本案一實施例之氣動閥層的替代俯視圖；

[圖5A]示出了根據本案一實施例之包含用於每一新場域類型之定製層之轉印卡盤（transfer chuck，TC）的示例性圖式；

[圖5B]示出了根據本案一實施例之包含用於每一新場域類型之定製層之轉印卡盤的放大視圖；

[圖6A]示出了根據本案一實施例之由順應針組成之示例性轉印卡盤；

[圖6B]示出了根據本案一實施例之轉印卡盤之頂金屬層之局部的放大視圖；

[圖6C]示出了根據本案一實施例之位在如圖6B所示之轉印卡盤之頂金屬層之底部上之薄皮的放大視圖；

[圖7]示出了根據本案一實施例之在可以使用採用9個標籤（9個組裝步驟）之致動器網格進行組裝的矩形邊界區域中之複數場域的示例性標記；

[圖8]示出了根據本案一實施例之用於組裝之中介基板的示例性製程；

[圖9]示出了根據本案一實施例之在組裝期間使用的多個轉印卡盤的示例性圖式；

[圖10]示出了根據本案一實施例的示例性可重配置網格轉印卡盤；

[圖11A至圖11B]示出了根據本案一實施例之具有封閉邊界真空及/或壓力區域的示例性轉印卡盤；

[圖12A至圖12B]示出了根據本案一實施例之具有封閉邊界真空及/或壓力區域之示例性轉印卡盤的替代實施例；

[圖13A至圖13C]示出了根據本案一實施例之具有封閉邊界真空及/或壓力區域之示例性轉印卡盤的又一替代實施例；

[圖14]示出了根據本案一實施例之用於示例性計量模組的示例性感測器佈置；

[圖15]示出了根據本案一實施例之用於示例性計量模組的替代示例性感測器佈置；

[圖16]示出了根據本案一實施例之用於示例性計量模組的示例性重配置網格感測器佈置；

[圖17]示出了圖16所示之重配置網格感測器佈置根據本案一實施例之展開以獲取30 mm x 3 mm的複數場域；

[圖18A至圖18D]示出了根據本案一實施例之用於示例性計量模組的示例性對準計量架構；

[圖19A至圖19C]示出了根據本案一實施例之用於示例性計量模組的替代示例性對準計量架構；

[圖20A至圖20C]示出了關於根據本案一實施例之示例性計量模組的細節；

[圖21]示出了根據本案一實施例的示例性計量架構；

[圖22]示出了根據本案一實施例之包含2 x 2晶粒之陣列的示例性場域；

[圖23]示出了根據本案一實施例的示例性計量架構；

[圖24]示出了根據本案一實施例之示例性計量架構的另一實施例；

[圖25]示出了根據本案一實施例之示例性計量架構的又一實施例；

[圖26A至圖26B]示出了根據本案一實施例的示例性已知不良晶粒替換卡盤（known-bad-die replacement chuck，KRC）；

[圖27A至圖27C]示出了根據本案一實施例的示例性原生基板類型；

[圖28A至圖28B]示出了根據本案一實施例之具有示例性多層封裝的示例性場域；

[圖29A至圖29B]示出了根據本案一實施例的示例性面對背（face-to-back，F2B）與面對面（face-to-face，F2F）裝置堆疊；

[圖30]示出了根據本案一實施例之在邏輯場域上之靜態隨機存取記憶體的示例性組裝；

[圖31]示出了根據本案一實施例之在邏輯場域上之多個堆疊的靜態隨機存取記憶體的示例性組裝；

[圖32]示出了根據本案一實施例之在中間具有錯誤更正中介層之邏輯場域上之靜態隨機存取記憶體的示例性組裝；

[圖33]示出了根據本案一實施例之用於取放組裝的示例性順序；

[圖34]示出了根據本案一實施例之用於取放組裝的替代示例性順序；

[圖35]示出了根據本案一實施例之用於取放組裝的又一替代示例性順序；

[圖36A至圖36B]示出了根據本案一實施例的示例性轉印卡盤；

[圖37A至圖37O]示出了根據本案一實施例的替代示例性轉印卡盤；

[圖38A至圖38C]示出了根據本案一實施例的示例性重配置轉印卡盤；

[圖39A至圖39C]示出了根據本案一實施例的示例性轉印卡盤，其示出了使用可調間距機構（variable pitch mechanism，VPM）而可相對於彼此移動之複數適應性卡盤模組（adaptive chucking modules，ACMs）的陣列；

[圖40A至圖40B]示出了根據本案一實施例的替代示例性轉印卡盤，其示出了使用可調間距機構而可相對於彼此移動之複數長形適應性卡盤模組的陣列；

[圖41]示出了根據本案一實施例的又一替代示例性轉印卡盤，其示出了使用可調間距機構而可相對於彼此移動之複數長形適應性卡盤模組的陣列；

[圖42A至圖42B]示出了根據本案一實施例之示例性的適應性卡盤模組；

[圖43A至圖43C]示出了根據本案一實施例的另一示例性轉印卡盤，其示出了使用可調間距機構而可相對於彼此移動之複數適應性卡盤模組的陣列；

[圖44A至圖44F]示出了根據本案一實施例的示例性轉印基板；

[圖45]示出了根據本案一實施例的替代示例性轉印基板；

[圖46A至圖46B]示出了根據本案一實施例的示例性干擾防範方法（在場域組裝到轉印基板的期間）；

[圖47A至圖47E]示出了根據本案一實施例的示例性原生基板；

[圖48]是根據本案一實施例之用於從具有犧牲層之基板創造用於組裝之原生基板之方法的流程圖；

[圖49A至圖49F]描繪了根據本案一實施例使用圖48中所述之步驟從具有犧牲層的基板創造用於組裝之原生基板的剖視圖；

[圖50A至圖50C]示出了根據本案一實施例的示例性良率管理流程；

[圖51A至圖51D]示出了根據本案一實施例之用於切割和對準標記創建的示例性方法；

[圖52A]示出了根據本案一實施例之將轉印卡盤上所拾取的場域定位到穩定參考網格；

[圖52B]示出了根據本案一實施例之相對於穩定參考網格來定位複數適應性卡盤模組的位置；

[圖53A至圖53B]示出了根據本案一實施例之用於使用噴墨催化劑之基於金屬輔助催化蝕刻（metal-assisted catalytic etching，MACE）之切割的示例性方法；

[圖54A至圖54B]示出了根據本案一實施例之用於使用噴墨催化劑之基於金屬輔助催化蝕刻之切割的替代示例性方法；

[圖55A至圖55B]示出了根據本案一實施例之用於基板切割後背面研磨的示例性方法；

[圖56]示出了根據本案一實施例之用於在背面研磨之前在原生基板中創造晶粒切割的示例性方法；

[圖57]是根據本案一實施例之使用金屬輔助化學蝕刻為基板切割創造金屬斷裂之方法的流程圖；

[圖58A至圖58C]描繪了根據本案一實施例之以圖57中所述之步驟使用金屬輔助化學蝕刻為基板切割創造金屬斷裂的剖視圖；

[圖59]是根據本案一實施例之使用選擇性原子層沉積（atomic layer deposition，ALD）圖案化催化劑之方法的流程圖，其使得催化劑是「防塌蓋」的一部分；

[圖60A至圖60E]描繪了根據本案一實施例之以圖59中所述之步驟使用選擇性原子層沉積圖案化催化劑而使得催化劑是「防塌蓋」之一部分的剖視圖；

[圖61]是根據本案一實施例之藉由定向沉積與催化劑之原子層蝕刻來創造防塌蓋以及催化劑圖案化之方法的流程圖；

[圖62A至圖62D]描繪了根據本案一實施例之以圖61中所述之步驟藉由定向沉積與催化劑之原子層蝕刻來創造防塌蓋以及催化劑圖案化的剖視圖；

[圖63A至圖63D]示出了根據本案一實施例之隔離催化劑在CICE期間中的漂移；

[圖64A至圖64D]顯示了根據本案一實施例之用於穩定圖案或支撐結構的示例性幾何結構；

[圖65]是根據本案一實施例之用釕（Ru）作為催化劑製造具有圓形催化劑扶壁之隔離催化劑點之方法的流程圖；

[圖66A至圖66E]描繪了根據本案一實施例之以圖65中所述之步驟用釕作為催化劑製造具有圓形催化劑扶壁之隔離催化劑點的剖視圖；

[圖67A至圖67E]描繪了根據本案一實施例之以圖65中所述之步驟用釕作為催化劑製造具有圓形催化劑扶壁之隔離催化劑點的俯視圖；

[圖68A]示出了根據本案一實施例的催化劑以及由多孔矽組成的奈米結構；

[圖68B]示出了根據本案一實施例的催化劑以及由多孔矽與非多孔矽之交替層組成的奈米結構；

[圖69A至圖69D]示出了根據本案一實施例之在CICE後用具有扶壁以防止漂移之隔離催化劑來移除矽扶壁（「穩定圖案」）（「催化劑扶壁」）；

[圖70A至圖70C]示出了根據本案一實施例之設計塌陷柱以在特定方向上必然性地坍塌，例如藉由將扶壁圖案朝向蝕刻的一側放置；

[圖71]是根據本案一實施例之使用CICE製造具有光刻鏈路之線/空間圖案之方法的流程圖；

[圖72]示出了根據本案一實施例之使用圖71中所述之步驟的所需線/空間圖案的俯視圖；

[圖73A至圖73C]描繪了根據本案一實施例之以圖71中所述之步驟使用CICE製造具有光刻鏈路之線/空間圖案的剖視圖；

[圖74A至圖74B]顯示了根據本案一實施例之使用以金作為催化劑之CICE所製造的示例性多晶矽奈米線陣列；

[圖75]顯示了根據本案一實施例之使用氧化矽之原子層沉積來轉化矽鰭片成孔洞的示例性幾何結構；

[圖76]是根據本案一實施例之使用CICE之色調顛倒（tone reversal）製程之方法的流程圖。

[圖77A至圖77D]描繪了根據本案一實施例之以圖76中所述之步驟之使用CICE之色調顛倒製程的俯視圖；

[圖78A至圖78D]描繪了根據本案一實施例之以圖76中所述之步驟之使用CICE之色調顛倒製程的剖面圖；

[圖79]是根據本案一實施例之使用多晶矽之CICE執行色調顛倒製程的方法，其包含使用選擇性化學蝕刻的催化劑移除；

[圖80A至圖80D]描繪了根據本案一實施例之以圖79中所述之步驟之使用多晶矽之CICE執行色調顛倒製程的俯視圖，其包含使用選擇性化學蝕刻的催化劑移除；

[圖81A至圖81F]描繪了根據本案一實施例之以圖79中所述之步驟之使用多晶矽之CICE執行色調顛倒製程的剖面圖，其包含使用選擇性化學蝕刻的催化劑移除；

[圖82]是根據本案一實施例之使用多晶矽之CICE執行色調顛倒製程之方法的流程圖，其包含使用選擇性化學蝕刻的催化劑移除且其中的蝕刻停止層在最終裝置中是被移除的；

[圖83A至圖83D]描繪了根據本案一實施例之以圖82中所述之步驟之使用多晶矽之CICE執行色調顛倒製程的俯視圖，其包含使用選擇性化學蝕刻的催化劑移除且其中的蝕刻停止層在最終裝置中是被移除的；

[圖84A至圖84G]描繪了根據本案一實施例之以圖82中所述之步驟之使用多晶矽之CICE執行色調顛倒製程的剖面圖，其包含使用選擇性化學蝕刻的催化劑移除且其中的蝕刻停止層在最終裝置中是被移除的；

[圖85]是根據本案一實施例之使用多晶矽之CICE的色調顛倒製程製造金屬互連線與導通孔之方法的流程圖；

[圖86A至圖86F]描繪了根據本案一實施例之以圖85中所述之步驟之使用多晶矽之CICE之色調顛倒製程製造金屬互連線與導通孔的俯視圖；

[圖87A至圖87L]描繪了根據本案一實施例之以圖85中所述之步驟之使用多晶矽之CICE之色調顛倒製程製造金屬互連線與導通孔的剖面圖；

[圖88]是根據本案一實施例之用於形成具有色調顛倒之CICE與選擇性生長之超晶格之方法的流程圖；

[圖89A至圖89D]描繪了根據本案一實施例之以圖88中所述之步驟之形成具有色調顛倒CICE與選擇性生長之超晶格的俯視圖；

[圖90A至圖90D]描繪了根據本案一實施例之以圖88中所述之步驟之形成具有色調顛倒CICE與選擇性生長之超晶格的剖面圖；

[圖91]是根據本案一實施例之使用CICE與矽晶圓剝離之確定性橫向位移（deterministic lateral displacement，DLD）裝置製造之方法的流程圖；

[圖92A至圖92G]描繪了根據本案一實施例之以圖91中所述之步驟之使用CICE與矽晶圓剝離之確定性橫向位移裝置製造的剖面圖；

[圖93]是根據本案一實施例之在不導致柱坍塌的CICE之後接合蓋板至DLD柱以創造DLD裝置之方法的流程圖；

[圖94A至圖94E]描繪了根據本案一實施例之以圖93中所述之步驟之在不導致柱坍塌的CICE之後接合蓋板至DLD柱以創造DLD裝置的剖面圖；

[圖95]是根據本案一實施例之使用多孔穩定材料提升柱高之方法的流程圖；

[圖96A至圖96C]描繪了根據本案一實施例之以圖95中所述之步驟之使用多孔穩定材料提升柱高的剖面圖；

[圖97]是根據本案一實施例之在不導致柱坍塌的CICE之後接合用於DLD裝置之蓋板之方法的流程圖；

[圖98A至圖98D]描繪了根據本案一實施例之以圖97中所述之步驟之在不導致柱坍塌的CICE之後接合用於DLD裝置之蓋板的剖面圖；

[圖99]是根據本案一實施例之藉由從厚柱開始並在蓋板接合後縮小柱尺寸以改善薄柱之坍塌之方法的流程圖；

[圖100A至圖100D]描繪了根據本案一實施例之以圖99中所述之步驟之從厚柱開始並在蓋板接合後縮小柱尺寸以改善薄柱之坍塌的剖面圖；

[圖101]是根據本案一實施例之使用多晶矽的CICE製造多堆疊DLD裝置之方法的流程圖；

[圖102A至圖102F]描繪了根據本案一實施例之以圖101中所述之步驟之使用多晶矽的CICE製造多堆疊DLD裝置的剖面圖；

[圖103]示出了根據本案一實施例之在奈米區域中用於提升整體產出量之多堆疊DLD裝置的剖面圖；

[圖104]示出了根據本案一實施例之超穎表面，其包含使用由CICE製造之矽奈米柱與氧化的多孔矽奈米柱以聚焦不同波長之光的四個柱陣列；

[圖105]示出了根據本案一實施例的例示性3D堆疊影像感測器；以及

[圖106]示出了根據本案一實施例的例示性花瓣狀影像儀晶粒。

【實施方式】

【0019】 如先前技術部分所述，在半導體裝置製造中，蝕刻是指將從基板上之薄膜（在其表面上具有或不具有先前的結構）選擇性地移除材料並透過此移除在基板上創造此材料之圖案的任何技術。此圖案可由抗蝕刻製程的遮罩所定義。一旦遮罩就定位，就可以透過濕化學或「乾」物理方法對不受遮罩保護的材料進行蝕刻。

【0020】 蝕刻的一種類型是催化劑影響化學蝕刻（catalyst influenced chemical etching，CICE），其是一種基於催化劑的蝕刻方法，可用以在半導體中，例如矽、鍺等製造複數特徵，其中此些特徵具有高深寬比、低側壁斜度、低側壁粗糙度及/或可控孔隙度。此方法用以創造更高的密度與更高效能的靜態隨機存取記憶體以及低損耗波導。

【0021】 不幸的是，目前在使用CICE於半導體中製造特徵方面存在限制。

【0022】 本案的原理提供一種使用本案之催化劑影響化學蝕刻的設備與製程技術以利用此CICE製程有效地在半導體中製造特徵的手段。

【0023】 現在詳細參閱圖式，圖1示出了根據本案一實施例之用於取放組件的示例性工具100。

【0024】 如圖1所示，工具100包含奈米行進xy平台101以支撐原生基板卡盤102（用於保持原生基板103）以及產品基板卡盤104（用於保持產品基板105）。

【0025】 工具100更包含用以支撐短行程xy平台107的精密取放模組框架106。此外，如圖1所示，工具100在短行程xy平台107上包含選擇性計量模組108。另外，工具100包含音圈109和電漿單元110以及轉印卡盤（transfer chuck，TC）111，其中如圖1所示，轉印卡盤111已從原生基板103拾取場域112的子集。

【0026】 此外，如圖1所示，在原生基板103上留有單體化場域113，其中場域114包含已知不良晶粒。

【0027】 另外，如圖1所示，已組裝了場品基板105之具有場域1的層1（元件115）。

【0028】 此外，圖1特別示出了用於從一或多個原生基板103到產品基板105之場域之取放組裝的示例性工具100。如本文所用，「場域」是指在基板分

割之後所產生的基板之最大連續部分。場域可包含一或多個晶粒、小晶片或裝置。在一實施例中，原生基板103各自包含單一類型的場域。在另一實施例中，原生基板103包含多種類型的場域。在一實施例中，原生基板103中之場域的尺寸範圍可從一側0.5毫米（mm）到一側高達200毫米。

【0029】 在一實施例中，用於取放組裝的工具100結合了以下組件中之一或多個：原生基板卡盤102、產品基板卡盤104、中介基板卡盤（保持一中介基板）（圖1未示出）、轉印卡盤111、用於預接合表面活化的電漿單元110以及計量模組（metrology module，MM）108。

【0030】 現在結合圖1參閱圖2A-2B以及圖3，圖2A至圖2B示出了根據本案一實施例之用於原生基板卡盤/產品基板卡盤/中介基板卡盤的示例性設計。圖3示出了根據本案一實施例之具有用於場域釋放之極紫外光發光二極體陣列之原生基板卡盤，例如原生基板卡盤102的示例性設計。

【0031】 如圖2A所示，透明的原生/產品/中介基板201接觸卡盤202（代表原生基板卡盤102或產品基板卡盤104或中介基板卡盤）的一部份。在一實施例中，這樣的基板201包含小晶片203。

【0032】 在一實施例中，原生/產品/中介基板卡盤202包含通過光路205進行場域釋放（例如，基於光纖的）之選擇性光源204。此外，在一實施例中，原生/產品/中介基板卡盤202包含用於即時計量的選擇性影像儀206。另外，在一實施例中，原生/產品/中介基板卡盤202包含用於熱致動的選擇性光源207、DMD組件208以及用於場域釋放（例如，基於光纖的）的另一選擇性光源209。

【0033】 此外，在一實施例中，原生/產品/中介基板卡盤202包含選擇性投影器210以投射光學訊號以及用於即時計量的另一選擇性影像儀211。

【0034】 另外，在一實施例中，原生/產品/中介基板卡盤202包含一組選擇性熱電冷卻器212、選擇性透明的導熱印刷電路板（PCB）213以及具有透明覆蓋物的冷卻組件214。

【0035】 如圖2B所示，圖2B示出了示例性可選的光子波導基板215的俯視圖。此種基板215包含外耦合光柵216以及內耦合光柵217。另外，圖2B示出了光子波導基板215包含用於面內光傳輸的二維光子晶體路徑218。

【0036】 此外，如圖3所示，原生基板卡盤102包含選擇性可尋址的紫外光（UV）發光二極體（LED）陣列301以及選擇性冷卻系統組件302。

【0037】 下面結合圖1提供對圖2A-2B與圖3的進一步討論。

【0038】 在一實施例中，基板卡盤202的主要功能是在場域組裝期間分別保持原生/產品/中介基板在熱機械穩定狀態以及以受控方式（如果需要的話）去改變此些基板的熱機械狀態。

【0039】 在一實施例中，基板卡盤202是使用以下群組中之一或多個建構而成：碳化矽（SiC）、藍寶石、熔融石英（fused silica）、玻璃、矽、軟性基板（例如，聚碳酸酯等）。在一實施例中，卡盤的基板觸碰表面塗有硬質材料，例如以下群組中之一或多個：氮化矽（SiN）、碳化矽等。

【0040】 在一實施例中，一或多個基板卡盤202具有透明部分。此透明部分（在相關光譜中）可允許通過卡盤的光傳輸，以促進從/到基板的場域釋放/暫時接合及/或通過卡盤的計量。基於光的場域釋放解決方案是可商購的。光從基板卡盤202的底面入射，或替換地從側面或兩者的組合。在一實施例中，基於波導的解決方案用以將光從光入射於基板卡盤202之一側導引至基板底面。如果在波導基板中所需的最小特徵尺寸大於100奈米（nm），可使用直接寫入方法對基

板進行圖案化（例如，雷射直接寫入）。如果最小特徵尺寸小於100奈米，則可使用奈米壓印微影（nanoimprint lithography，NIL）以及數量有限的標定NIL模板進行圖案化。標定模板可由量化的圖案片組成，例如1毫米垂直波導通道、1毫米水平波導通道、+90°波導通道、-90°波導通道等。此些可用於對任何從外耦合光柵216到內耦合光柵217的客製波導圖案進行圖案化。在一實施例中，內耦合光柵217是放置在周邊，且此周邊滿足由量化波導片施加的量化X與Y分離限制。在另一實施例中，可尋址的紫外光發光二極體陣列用於自原生基板103的場域釋放。

【0041】 在一實施例中，一或多個基板卡盤202結合計量模組（例如，計量模組108）以允許即時計量。

【0042】 在一實施例中，一或多個基板卡盤202具有嵌入式或其他形式的熱致動器。熱致動器可用於控制以下群組中之一或多個：原生/產品/中介基板上的溫度、場域變形以及場域形貌。在一實施例中，可以使用熱電冷卻器（thermoelectric cooler，TEC）之陣列來執行熱致動。熱交換器可用以和熱致動器進行熱交換。在一實施例中，熱交換器使用液體，例如水來作為工作流體。在一實施例中，熱致動器是安裝在導熱印刷電路板213上。在一實施例中，印刷電路板213是透明的。

【0043】 在另一實施例中，使用被原生/產品/中介基板吸收的入射空間調變輻射來執行熱致動，例如使用一或多個數位微鏡裝置（digital micromirror device，DMD）。所述輻射可結合以下群組中的一或多個：短波長紅外輻射（short wavelength infrared radiation，SWIR）、中波長紅外輻射（middle wavelength infrared

radiation，MWIR）以及長波長紅外輻射（long wavelength infrared radiation，LWIR）。

【0044】 在一實施例中，一或多個基板卡盤202對於原生基板犧牲層蝕刻劑是惰性的。在另一實施例中，一或多個卡盤202可塗有對犧牲層蝕刻劑呈惰性的材料，例如PTFE、高密度聚乙烯（high-density polyethlene，HDPE）等。

【0045】 在一實施例中，一或多個原生基板卡盤102是安裝在運動平台上。在一實施例中，一或多個原生基板卡盤102是安裝在獨立於n-MASC工具（用於半導體小晶片之奈米級模組化組裝的工具）中之其他平台進行移動的運動平台。

【0046】 在一實施例中，n-MASC工具結合多個基板卡盤202以同時處理及/或進行多個原生/產品/中介基板，每個基板都可以獨立地移動。

【0047】 現在參閱圖4A至圖4E，圖4A至圖4E示出了關於示例性轉印卡盤111的細節。

【0048】 如圖4A所示，圖4A示出了根據本案一實施例之帶有附接之場域401的轉印卡盤111。

【0049】 根據本案一實施例之轉印卡盤111的剖面圖顯示在圖4B中。

【0050】 參閱圖4B，轉印卡盤111包含矽製的選擇性微製造針402，例如，以連接固定式熱致動器層到移動式熱致動器臂。在一實施例中，此種微製造針402的直徑是2微米（μm），且高度是10微米。

【0051】 在一實施例中，轉印卡盤111包含熱交換器流體403以及導熱印刷電路板404。此外，在一實施例中，轉印卡盤111包含熱交換器層405以及可能包含熱電冷卻器407的熱致動器層406。另外，在一實施例中，轉印卡盤111包含xy

致動器層408。在一實施例中，xy致動器層408是由不銹鋼構成。在一實施例中，xy致動器層408具有5毫米的厚度。根據本案一實施例的此種xy致動器層408的俯視圖顯示於圖4C中。

【0052】 參閱圖4C，xy致動器層408包含彎曲部409、固定部分410以及移動部分411。

【0053】 復參閱圖4B，轉印卡盤111更包含氣動閥以及xy彎曲層412。此種層412包含在氣動閥層412中創造閥密封的選擇性軟性層413（例如，聚合物）。另外，此種層412包含例如，可以靜電致動的流量閥414。

【0054】 根據本案一實施例之氣動閥層412的俯視圖之圖式顯示在圖4D中。如圖4D所示，氣動閥層412包含固定部分415以及移動部分416。此外，如圖4D所示，氣動閥層412包含xy彎曲部417。在一實施例中，此種xy彎曲部417可用以將真空與壓力從固定部分415傳送到移動部分416。

【0055】 根據本案一實施例之氣動閥層412的替代俯視圖的進一步圖式顯示在圖4E中。如圖4E所示，氣動閥層412包含示例性致動網格418、選擇性壓力線419、在層邊緣的選擇性真空源420、選擇性壓力源421以及選擇性真空線422。如圖4E所示，氣動閥層412可包含從層之邊緣到每個致動單元的真空與壓力分配線。在一實施例中，所述的壓力與真空是源自於蝕刻到層基板中的通道。在一實施例中，真空與壓力分配線位在同一基板的不同側。

【0056】 復參閱圖4B，在一實施例中，轉印卡盤111包含z形彎曲層423（兩個黏接層以形成內部流體通道）。在一實施例中，內部流體通道的每一層具有0.25毫米的厚度。在一實施例中，z形彎曲層423包含z形彎曲部424。

【0057】 另外，在一實施例中，轉印卡盤包含用於彎曲場域的壓力歧管層425。在一實施例中，層425具有0.3毫米的厚度。在一實施例中，壓力歧管層425包含選擇性壓力線426。

【0058】 此外，在一實施例中，轉印卡盤111包含真空吸附層427。在一實施例中，真空吸附層427具有0.3毫米的厚度。

【0059】 另外，圖4B示出了場域接觸針428。在一實施例中，此種針可以選擇性地塗有硬質材料，例如SiN、SiC等。此外，圖4B示出了場域401以及選擇性真空線429。最後，圖4B示出了在致動單元邊界和xy可移動層之間的間隙430。

【0060】 此外，如圖4B所示，在一實施例中，在轉印卡盤製造期間中，陰影較淺的區域可填充有犧牲材質，例如SiO_2。在一實施例中，此些區域在諸如轉印卡盤針拋光的操作期間中可提供結構穩定性，但可被蝕刻掉，例如在轉印卡盤111製造後使用蒸氣HF。

【0061】 另外，如圖4B所示，在一實施例中，陰影較深的區域可以用矽來製造。

【0062】 現在參閱圖5A，圖5A示出了根據本案一實施例之包含用於每一新場域類型之定製層的轉印卡盤111的示例性圖式。

【0063】 如圖5A所示，轉印卡盤（TC）111可選擇性包含到轉印卡盤真空歧管的真空供應器501。此外，如圖5A所示，轉印卡盤111選擇性地使用在周圍的環形接觸點502來固定至框架106。

【0064】 圖5B示出了根據本案一實施例之包含用於每一新場域類型之定製層的轉印卡盤111的放大視圖。

【0065】 如圖5B所示，轉印卡盤111包含主要真空歧管503以及次要真空歧管504。在一實施例中，主要與次要真空歧管503、504選擇性地結合在一起，例如在元件505處所示。

【0066】 在一實施例中，轉印卡盤111在不會組裝場域的區域中不具有真空供應器，例如在元件506處所示。

【0067】 在一實施例中，主要與次要真空歧管503、504選擇性地以一方式設計，使得針不會干擾到波導多層記憶體（waveguide multilayer memory，WMM）光束路徑，例如在元件507處所示。

【0068】 此外，在一實施例中，轉印卡盤111包含在次要真空歧管504中保持場域至歧管針的真空段508。

【0069】 另外，圖5B示出了示例性氣流方向509。

【0070】 在一實施例中，次要真空歧管504由標準矽基板製造。在一實施例中，主要真空歧管503是使用厚矽基板製造，以提供額外的結構強度來抵抗重力下垂。

【0071】 現在參閱圖6A，圖6A示出了根據本案一實施例之由順應針組成的示例性轉印卡盤111。

【0072】 如圖6A所示，轉印卡盤111包含頂金屬層601以及背面電晶體層602，且在層601、602之間具有nMASC場域603（多層Al_2O_3-SiO_2組合）。此外，如圖6A所示，一示例性粒子604位在頂金屬層601之表面上。

【0073】 根據本案一實施例之頂金屬層601的一部分之放大視圖顯示在圖6B中。圖6C示出了根據本案一實施例之位在如圖6B所示之頂金屬層601的底部上之薄皮605的放大視圖。

【0074】 下面提供了關於圖4A至圖4E、圖5A至圖5B以及圖6A至圖6C的討論。

【0075】 轉印卡盤111的主要功能是以熱機械穩定方式從原生/產品/中介基板拾取一或多個場域或放置一或多個場域至原生/產品/中介基板，以及以受控方式（如果需要的話）去改變場域的熱機械狀態。

【0076】 在一實施例中，一或多個轉印卡盤111是使用以下群組中的一或多個建造而成：碳化矽（SiC）、藍寶石、熔融石英、玻璃、矽、軟性基板（例如，聚碳酸酯等）。在一實施例中，一或多個轉印卡盤111的基板接觸表面塗覆有硬質材料（例如，氮化矽（SiN）、碳化矽等）。

【0077】 在一實施例中，一或多個轉印卡盤111具有透明部分。此透明部分（在相關光譜中）可允許通過轉印卡盤的光傳輸，以促進從/到基板的場域釋放/暫時接合及/或通過轉印卡盤的計量。光可從基板卡盤的底面入射，或替換地從側面或兩者的組合。在一實施例中，基於波導的解決方案用以將光從光入射於基板卡盤之一側導引至基板底面。

【0078】 在一實施例中，卡盤，例如轉印卡盤111結合一或多個金屬層，例如金屬層601。金屬層，例如金屬層601可用以為轉印卡盤111提供結構穩定性。金屬層，例如金屬層601可使用宏觀加工技術（例如，電腦數值控制（computerized numerical control，CNC）加工）來進行加工。在一實施例中，金屬層，例如金屬層601是由高熱膨脹材料製成。在一實施例中，金屬層，例如金屬層601是由低導熱率材料製成。在一實施例中，金屬層，例如金屬層601是使用不銹鋼製成。

【0079】 在一實施例中，轉印卡盤111結合0.755毫米厚度或更厚的厚基板（例如，厚矽、厚藍寶石）。此厚基板可用以為轉印卡盤111提供結構穩定性。

【0080】 在一實施例中，轉印卡盤111結合複數層以促進各種TC層（例如，鉻薄膜、聚合物薄膜、黏性聚合物薄膜等）的接合。

【0081】 在一實施例中，轉印卡盤111結合複數層以防止n-MASC工具組件（包含TC子組件）被犧牲層蝕刻劑汙染（例如，鉻薄膜、聚合物薄膜、黏性聚合物薄膜等）。

【0082】 在一實施例中，構成轉印卡盤111的多個層使用以下群組中之一或多種來結合在一起：陽極接合、熔融接合、混合接合、氣吸、黏接劑等。

【0083】 在一實施例中，轉印卡盤111利用真空抽吸來保持場域401。在一實施例中，轉印卡盤111結合集成閥組以打開和關閉用於各個拾取之場域的真空吸力。轉印卡盤111還可以結合集成閥組以打開和關閉對應於各個拾取之場域的壓力源。壓力源可用以在場域拾取或場域接合之前形成薄的流體潤滑層。可以使用深蝕刻製程，例如金屬輔助化學蝕刻（metal-assisted chemical etching，MACE）、深反應離子蝕刻（deep reactive ion etching，DRIE）等來創造致能真空與壓力供應器以拾取場域所需的孔洞與凹槽。此外，轉印卡盤111利用加工進一或多個TC層中的彎曲機構來將壓力與真空從轉印卡盤111的移動部分提供至轉印卡盤111的固定部分。

【0084】 在一實施例中，閥組件（用於打開和關閉壓力/真空）由轉印卡盤的孔洞、軟性隔膜（例如，由聚合物製成）、隔膜致動機構（例如，音圈和沉積或附著在軟性隔膜上的磁敏感材料）、用以打開和關閉至棟機構的繼電器（例如，使用電晶體）所組成。在一實施例中，致動機構利用熱膨脹。

【0085】 在一實施例中，轉印卡盤111結合多孔層以在場域401上創造真空吸力。在一實施例中，轉印卡盤111結合具有混合多孔和非多孔結構的層以在場域401上創造真空吸力。

【0086】 在一實施例中，轉印卡盤111使用靜電力來保持場域401。在一實施例中，轉印卡盤使用Johnsen-Rahbek型靜電卡盤以僅在與轉印卡盤111接觸的地方來保持場域401。在一實施例中，卡盤機構結合開關陣列以調節靜電保持力。在一實施例中，開關陣列是使用多工器電子電路來定址。

【0087】 在一實施例中，轉印卡盤111利用黏接劑以保持場域401。在一實施例中，轉印卡盤111利用UV釋放膠來保持場域401。

【0088】 在一實施例中，轉印卡盤111使用針陣列，例如針428來接觸場域401。針可以是截頂錐台的形狀。針可以具有一或多個孔洞，真空或壓力源自於此一或多個孔洞。在另一實施例中，轉印卡盤111使用環形陣列接觸場域401。環形區域可包含一或多個孔洞以獲取真空或壓力。

【0089】 在一實施例中，針，例如針428是順應於Z軸。

【0090】 在一實施例中，轉印卡盤接觸表面在轉印卡盤111組裝後被拋光。在TC層中的任何凹槽可填充有流體可蝕刻層，例如氧化矽（可使用蒸氣HF蝕刻）。流體可蝕刻層可在拋光後被蝕刻掉。

【0091】 在一實施例中，轉印卡盤111結合集成機械致動器（例如，一或多個壓電致動器、熱致動器、靜電致動器等），以在X、Y及/或θ軸中為一或多個拾取的場域401執行致動。在一實施例中，轉印卡盤111結合彎曲層以促進場域401以及轉印卡盤111之特定部分的面內運動。在一實施例中，熱致動器用於藉由彎曲臂的適當加熱與冷卻來執行所述的面內運動。可使用熱電元件之陣列

來產生彎曲臂的熱致動。在一實施例中，熱電元件用以使用軟性柱陣列來傳遞熱至彎曲部。或者，熱電元件用以使用薄的低摩擦係數材料（例如，聚四氟乙烯（polytetrafluoroethlene，PTFE）的薄膜、導熱膏的薄膜等）來遞熱至彎曲部。在另一實施例中，彎曲臂的熱致動是使用被彎曲臂所吸收的空間調變輻射來執行，例如藉由使用一或多個數位微鏡裝置（DMD）。在一實施例中，壓電轉換器是區域性地放置在場域401周圍（以棋盤式排列）以執行場域401的面內致動。在一實施例中，熱致動是以定時方式來執行，其中，在熱致動開始後的某個時間ta，並且在持續時間Δta內維持所需的控制。

【0092】 在一實施例中，如上所述的集成機械致動器是用於校正一階疊對誤差的一或多個分量。在一實施例中，如上所述的集成機械致動器是用於校正高階疊對誤差的一或多個分量。

【0093】 在一實施例中，轉印卡盤111結合可加壓區域以在接合之前於場域401中形成弓形。在一實施例中，轉印卡盤111結合可加壓區域以致動在z軸上的場域401。

【0094】 在一實施例中，轉印卡盤111結合一或多個熱交換器層，例如熱交換器層405，以將多餘的熱量或冷量從轉印卡盤111傳輸出去。

【0095】 在一實施例中，轉印卡盤111結合一或多個層，所述層結合受約束在z軸上移動的彎曲部。彎曲部可具有10微米或更大的移動範圍。在一實施例中，是使用熱致動器、壓電致動器及/或氣動致動器來致動彎曲部。

【0096】 在一實施例中，場域401的厚度變異被主動地感測。在一實施例中，場域401的厚度變異是使用氣壓計來感測。

【0097】 在一實施例中，轉印卡盤111具有光學清晰路徑以允許通過轉印卡盤111的即時計量。在一實施例中，轉印卡盤111具有用於紅外線輻射的光學清晰路徑。

【0098】 在一實施例中，一或多個定製的轉印卡盤111用於每一新的場域設計，其中TC致動器網格（由重複的致動器組之陣列所定義，其中每一致動器組用以致動預設尺寸的單一場域）匹配於場域尺寸。在一實施例中，定製的轉印卡盤111可以使用機械臂以及升降針來進行交換。

【0099】 在一實施例中，具有固定網格（對應於預設場域尺寸）的轉印卡盤111適用於組裝不同尺寸的場域。下面描述了實現此目的的演算法–

- 定義了邊界區域$W \in \mathbf{R}^2$，其可以是直徑$d_{substrate}$的圓。
- 定義了以下兩個區塊：
  - $T_{actuator}$是一圖塊集，每一圖塊的大小為($width_{actuator}$, $height_{actuator}$)，使得$T_{actuator}$鑲嵌於W。$T_{actuator}$中的圖塊可轉移成X與Y中的一個群組。
  - T_{field}是一圖塊集，每一圖塊的大小為($width_{field}$, $height_{field}$)，使得T_{field}鑲嵌於W。
- 對於給定的標籤集n，在T_{field}中的所有圖塊皆被標籤，使得圖塊集共享一個標籤，各場域和其在$T_{actuator}$中最近的圖塊之間的中心至中心距離被最小化，且沿X軸完全低於($width_{actuator} - width_{field}$)/2，並沿Y軸完全低於($height_{actuator} - height_{field}$)/2。藉由以下所述建立此種標籤：首先為$T_{field}$中的圖塊產生$n$標籤的$m_0$個隨機分配，並檢查每個隨機分配，屬於一標籤之所有場域的最大中心至中心距離橫跨所有標籤，藉由在X與Y軸上以小的固定量滑動致動器圖塊直至($width_{actuator}$, $height_{actuator}$)的區域被覆

蓋。然後，使用啟發式優化器，例如基因演算法類型的最小化器來產生更好的標籤分配，其中標籤分配被交叉、變異並選擇為最大中心至中心距離的最小值。

- 運行一個總體啟發式優化器（overarching heuristic optimizer），其最小化標籤集*n*。

【0100】 一種這樣的標記顯示於圖7中，並在下面討論。

【0101】 圖7示出了根據本案一實施例之在可以使用採用9個標籤（9個組裝步驟）之致動器網格702進行組裝的矩形邊界區域701中之場域401的示例性標記。

【0102】 在一實施例中，轉印卡盤111是由一薄環形式的結構件所保持，此結構件在蝕刻進轉印卡盤111之側面的環形區域中接觸轉印卡盤111。

【0103】 在一實施例中，犧牲層蝕刻劑是源自於轉印卡盤111中穿過轉印卡盤111之蝕刻惰性部分的孔洞。在一實施例中，犧牲層蝕刻劑是源自於轉印卡盤111中由矽製成的部分。

【0104】 以下討論是基於圖8。圖8示出了根據本案一實施例之用於組裝之中介基板的示例性製程。在一實施例中，級聯的轉印卡盤111用以將來自一個原生/中介/產品基板103/801/105的場域401轉印到不同的原生/中介/產品基板103/801/105。

【0105】 在一實施例中，級聯的轉印卡盤111用以將來自原生基板103的場域轉移到產品基板105。一或多個轉印卡盤111從原生基板103拾取場域401的子集並轉印它們（例如，以逐場域方式）至中介基板801，同時確保場域沿X軸的間距以及沿Y軸的間距匹配於產品基板105中之場域401的X和Y間距。在一實施

例中，一或多個轉印卡盤111用以翻轉來自原生基板103或中介基板801之一的場域401之子集的方向，使得接合所需的正確側面向產品基板105。在一實施例中，一或多個轉印卡盤111對正組裝到產品基板105上的場域401之子集執行疊對控制以及混合接合。

【0106】 在另一實施例中，級聯的轉印卡盤111用以將來自原生基板103的場域401轉移到產品基板105。一或多個轉印卡盤111從原生基板103拾取場域401的子集並以逐行方式轉印它們至中介基板801，同時確保場域沿X軸的間距匹配於產品基板105中之場域401的間距。在一實施例中，一或多個轉印卡盤111從中介基板801拾取場域401的子集並以逐列方式轉印它們至不同的中介基板801，同時確保場域沿Y軸的間距匹配於產品基板105中之場域401的間距。在一實施例中，一或多個轉印卡盤111用以翻轉來自原生基板103或中介基板801之一的場域401之子集的方向，使得接合所需的正確側面向產品基板105。在一實施例中，一或多個轉印卡盤111對正組裝到產品基板105上的場域401之子集執行疊對控制以及混合接合。

【0107】 在一實施例中，中介基板804是由矽、氧化矽、玻璃、聚合物（例如，聚碳酸酯）及/或藍寶石所製成。在一實施例中，中介基板801具有嵌入內部的計量標記。在一實施例中，在中介基板801中的計量標記適用於對準場域至已知的精密網格。

【0108】 在一實施例中，原生基板103由切割帶框架上的單體化場域所組成。在一實施例中，中介基板801由具有嵌入式對準標記的玻璃基板所組成。在一實施例中，使用噴墨UV固化黏接劑來執行到中介基板801上的暫時接合。此

外，在一實施例中，最終接合是在附接於中介基板801之場域401和產品基板105之間。

【0109】 在一實施例中，轉印卡盤111在幾何上是由具有直徑為300毫米的圓柱體所界定。在另一實施例中，轉印卡盤111在幾何上是由長方體所界定。在一實施例中，轉印卡盤111是由兩側都大於300毫米的長方體所界定。

【0110】 此外，如圖8所示，原生基板103（識別為「原生基板2」）包含面朝下的場域401。這樣的場域401被轉印卡盤111轉印至中介基板801。在一實施例中，存在一嵌入式對準網格802以協助確保場域沿X軸的間距以及場域沿Y軸的間距會匹配於產品基板105中對應之場域401的X與T間距。在一實施例中，存在一選擇性變化密度膠803，其被分配以補場場域厚度變異。

【0111】 另外，圖8示出了來自原生基板103（識別為「原生基板1」）之示例性場域401，如透過元件804所示，場域401已組裝至產品基板105上。此外，圖8示出了產品基板105選擇性地被電漿處理，例如在組裝之前。

【0112】 此外，圖8示出了在產品基板105上來自原生基板103（識別為「原生基板2」）的示例性場域401，如透過元件805所示，產品基板105選擇性地被電漿處理。注意的是，場域401在產品基板105上是面朝上。

【0113】 如透過元件806所示，產品基板105的此種場域401被接合以形成組裝的產品基板105。

【0114】 現在參閱圖9，圖9示出了根據本案一實施例之在組裝期間使用的多個轉印卡盤111的示例性圖式。

【0115】 如圖9所示，多個轉印卡盤111被並行使用以在原生晶圓902上組裝表示成晶粒901的場域。在一實施例中，每一轉印卡盤111用以拾取並組裝單

體化晶粒901。注意的是，每一轉印卡盤111可在X、Y及/或Z軸上驅動，並具有可獨立控制的壓力與真空供應器。

【0116】 在一實施例中，多個轉印卡盤111用以並行組裝場域401（例如，晶粒901），其中每一轉印卡盤111可拾取、疊對以及接合一或多個場域401。在一實施例中，多個轉印卡盤111用以並行組裝場域401，其中每一轉印卡盤111可拾取、疊對以及接合一個場域401。

【0117】 現在參閱圖10，圖10示出了根據本案一實施例的示例性可重配置網格轉印卡盤111（例如，300 mm x 300 mm）。

【0118】 如圖10所示，存在一對重疊的「底板」1001。此些底板可選地不連接，而有利於獨立的X和Y擴展。此外，如圖10所示，選擇性地存在一體製造的Y重配置陣列1002。相較於陰影較淺的連桿1004，連桿1003（陰影較暗的）是位於不同的平面中。X重配置陣列（未顯示於圖10中）可被單獨地製造，並且選擇性地重疊在Y重配置陣列1002的頂部。

【0119】 此外，圖10示出了用於重新配置轉印卡盤X網格之示例性施加力的位置1005。另外，圖10示出了用於重新配置轉印卡盤Y網格之示例性施加力的位置1006。

【0120】 另外，圖10示出了單體致動單元1007，且示出了可單獨更換的故障致動單元1008。

【0121】 在一實施例中，使用具有重配置致動網格的轉印卡盤111。在一實施例中，重配置機構是一體製造的。在一實施例中，藉由堆疊一或多個層來建造重配置佈置，每一層都是一體製造的。在一實施例中，使用塊狀金屬、塊狀聚合物、薄塗層等或其任意組合來製造重配置機構。在一實施例中，使用鋼、

不鏽鋼、鉻等或其任意組合來製造重配置機構。在一實施例中，重配置機構由彎曲元件所組成。在一實施例中，布置彎曲元件以在每對致動單元1007之間形成剪式機構。在一實施例中，使用分離的重配置機構以沿X與Y方向擴展。此些機構可以堆疊在彼此之上。每一機構可在一個方向上致動，同時可在正交方向上自由移動。在一實施例中，重配置機構的致動是使用放置在重配置機構之外圍上或外圍內的一或多個位置的致動器（例如，音圈馬達、壓電致動器、熱致動器等）所產生的。在一實施例中，致動器是放置在重配置機構的對稱軸上。在一實施例中，每一致動單元1007使用一或多個專用致動器在X及/Y中移動。在一實施例中，一或多個致動單元群組使用一或多個致動器群組在X及/Y中移動。在一實施例中，重配置機構位在流體軸承上。在一實施例中，可跨相關的基板來步進及/或掃描重配置機構。在一實施例中，重配置網格的形狀為矩形，其較短的臂小於原生/產品/中介基板的尺寸。在一實施例中，重配置網格是致動單元之單一水平或垂直線的形狀。

【0122】 在一實施例中，TC致動單元1007附接於一平板，使得致動單元1007的間距是原生/產品/中介基板103/105/801上之場域間距的整數倍。平板可以為每一新的場域設計定制製造。平板可具有凹槽或槽孔以定位致動單元1007。在一實施例中，平板具有對準特徵（例如，針）以在X、Y、Z、θ_x、θ_y與θ_z軸上對準致動單元1007。在一實施例中，致動單元1007使用黏接劑、彎曲式卡合機構、磁鐵、電磁鐵、真空等或其任意組合來附接於平板。

【0123】 現在參閱圖11A至圖11B，圖11A至圖11B示出了根據本案一實施例之具有封閉邊界真空及/或壓力區域的示例性轉印卡盤111。圖12A至圖12B示出了根據本案一實施例之具有封閉邊界真空及/或壓力區域之示例性轉印卡盤

111的替代實施例。圖13A至圖13C示出了根據本案一實施例之具有封閉邊界真空及/或壓力區域之示例性轉印卡盤111的又一替代實施例。

【0124】 如圖11A所示，存在由轉印卡盤組合1101（識別為「ATC」）所表示的轉印卡盤111之網格。如圖11A進一步所示，存在選擇性多孔過濾隔膜1102過濾氣流中的粒子以防止其抵達ATC（assembly of TCs）場域介面。此外，如圖11A所示，在過濾隔膜1102中存在用於真空及/或壓力的孔洞1103。

【0125】 另外，如圖11A所示，存在用於保持場域401的針1104。在一實施例中，此種針1104可選性性地在其底部逐漸變細以減少與場域401的接觸面積。

【0126】 圖11B示出了轉印卡盤組合1101和在元件1105的場域401之間的實際接觸邊緣。此外，圖11B示出了選擇性材料1106以填塞真空孔。例如，此種材料1106可以是噴墨的。

【0127】 如圖12A所示，存在選擇性多孔過濾隔膜1102過濾氣流中的粒子以防止其抵達ATC場域介面。此外，如圖12A所示，在過濾隔膜1102中存在供真空及/或壓力穿過轉印卡盤組合1101之厚度的孔洞1103。

【0128】 此外，如圖12A所示，存在用以保持場域401的針1104。在一實施例中，此種針可選性性地在其底部逐漸變細以減少與場域401的接觸面積。

【0129】 另外，如圖12A所示，填塞材料1201分配及/或沉積在轉印卡盤組合1101的頂部。此可防止ATC場域介面被此種填塞材料1201汙染。

【0130】 此外，如圖12A所示，ATC子組件1202，例如熱致動器、X/Y/Z彎曲部、閥單元等是位在真空/壓力孔洞1103的外圍。

【0131】 圖12B示出了轉印卡盤組合1101和在元件1105的場域401之間的實際接觸邊緣。

【0132】 如圖13所示，在一實施例中，轉印卡盤111的頂部1301可使用真空吸力附接至底部，並且可被分離以使用噴墨來覆蓋孔洞。

【0133】 在一實施例中，轉印卡盤111的底部1302（其與拾取的晶粒接觸）保持固定。此外，圖13A示出了用於真空的孔洞1103以及針1104以保持場域401。在一實施例中，此種針1104可選性性地在其底部逐漸變細以減少與場域401的接觸面積。

【0134】 此外，圖13A示出了用以過濾氣流中之粒子的選擇性多孔過濾隔膜1303以防止其抵達TC場域介面。在一實施例中，多孔過濾隔膜1303由次100奈米孔隙尺寸的多孔矽製成，以使其作為一種有效介質。或者，常閉型矽懸臂陣列可用以製造多孔過濾隔膜1303。

【0135】 在一實施例中，轉印卡盤111的頂部1301可以使用晶圓濕式清潔（piranha clean）、UV式清潔等來恢復到其預設的未填塞狀態。如果清潔過程緩慢，可使用多個轉印卡盤111。

【0136】 圖13B示出了將UV固化黏接劑分配至錐形孔洞1103的噴墨器1304。在一實施例中，為了最小化表面積，液滴可穩定停留在錐體的頂部。

【0137】 圖13C示出了被填塞的真空孔洞1103，如在元件1305處所示。

【0138】 參閱圖11A-11B、圖12A-12B以及圖13A-13C，在一實施例中，轉印卡盤組合1101具有封閉邊界真空及/或壓力區域（相比於半導體針卡盤中之傳統的開放邊界真空區域）。針1104可具有錐形的截面以降低轉印卡盤111和拾取的場域401之間的接觸面積。可使用包含晶體蝕刻、等向性蝕刻、非等向性蝕刻（例如，反應離子蝕刻）等以及其任意組合的蝕刻技術來產生錐形。在一實施例中，在封閉邊界區域中的真空及/或壓力是藉由用填塞材料1201填塞來開啟或

關閉。可以使用噴墨器來執行填塞。或者，遮蔽的電漿式沉積製程可用以沉積填塞材料1201。在一實施例中，使用SiLK型揮發性液體和氧化物混合物來進行填塞。多孔氧化物的孔隙尺寸（在揮發性成分蒸發後留下來的）可被化優化，使得通過氧化物的器流是最小的。填塞材料1201可隨後透過電漿噴射流、化學蝕刻（例如，蒸氣HF）、加熱（以蒸發填塞材料）以使轉印卡盤111回復至其預設狀態等以及其任意組合來移除。在一實施例中，場域尺寸（X及/或Y）受限為TC針1104之間距的整數倍。在一實施例中，填塞材料分配器是取放工具的一部份。轉印卡盤111更可以包含如圖11A和圖12A所示的選擇性多孔隔膜1102，以限制從轉印卡盤111之一部分到另一部分的粒子汙染。在一實施例中，多孔隔膜1102可由透明的（例如，在IR輻射中）多孔聚合物、多孔矽等或其任意組合所製成。多孔隔膜1102的孔隙尺寸可被優化，使得氣流限制成最小且同時過濾掉汙染物。或者，放置在每一真空/壓力孔洞1103上的微加工懸臂的常閉陣列可用於汙染物過濾。此些可由矽、氧化矽、透明聚合物等或其任意組合所製成。可選地，真空及/或壓力孔洞1103可具有錐形幾何形狀（部分或全部），使得分配的黏接劑在錐形幾何形狀的頂部具有優選的停留部位。錐形幾何形狀，例如可使用晶體蝕刻來建構。

【0139】 在一實施例中，在轉印卡盤111上的吸力產生層（其接觸拾取的場域）可被定制製造以匹配於所拾取之場域401的網格。定制的吸力產生層可使用真空吸力、黏接劑、靜電力、磁力、電磁力等或其任意組合來附接至轉印卡盤111的其餘部分。

【0140】 在一實施例中，電漿產生單元，例如電漿單元110用以在接合之前清潔接合表面。

【0141】 在一實施例中，電漿產生單元，例如電漿單元110在大氣壓下操作。在一實施例中，電漿產生單元由瑟菲克斯科技（Surfx® Technologies）生產。

【0142】 在一實施例中，電漿單元，例如電漿單元110覆蓋整個原生/產品/中介基板103/105/801的區域。

【0143】 在一實施例中，在原生/產品/中介基板103/105/801的區域上掃描電漿單元。電漿單元，例如電漿單元110可安裝在可沿X軸、Y軸及/或Z軸行進的運動平台上。在一實施例中，電漿單元，例如電漿單元110安裝在可伸縮板上，一旦電漿處理完成，可伸縮板就會縮回以避開場域401。

【0144】 在一實施例中，電漿單元，例如電漿單元110面朝上以處理面朝下的場域401。

【0145】 在一實施例中，電漿單元，例如電漿單元110面朝下以處理面朝上的場域401。

【0146】 在一實施例中，面朝上與面朝下的電漿頭同步，使得在面朝上的單元處理面朝下的場域401時，面朝下的單元處理面朝上的場域401。

【0147】 在一實施例中，多個原生產品/中介基板103/105/801在n-MASC工具的單獨腔室中進行電漿處理。

【0148】 現在參閱圖14，圖14示出了根據本案一實施例之用於示例性計量模組108的示例性感測器佈置。

【0149】 如圖14所示，計量模組108包含影像儀1401的示例性單個可互換單元。在一實施例中，計量模組108總共具有大約30個這樣的單元。在一實施例中，影像感測器1401可具有圍繞光敏感區域的光不敏感區域。

【0150】 此外，如圖14所示，計量模組108具有示例性的單「排」影像儀1402。在一實施例中，計量模組108總共具有大約2.5排的影像儀。另外，圖14示出了用於轉印卡盤111拾取的所有場域401以獲取X和Y對準數據的示例性掃描式方法。

【0151】 在一實施例中，計量模組108對應於300 mm x 300 mm的影像儀1401之完全可重配置陣列。

【0152】 在一實施例中，示例性場域401具有25毫米的水平長度以及30毫米的垂直長度。在一實施例中，場域401總共具有多達8個對準標記（四個用於X對準，四個用於Y對準）。此外，場域401可在層0或辦切口中具有對準標記。

【0153】 在一實施例中，影像儀1401由短波長紅外輻射感測器（SWIR）（例如，Sony® IMX990-AABJ-C）組成。在一實施例中，計量模組108中大約有130個這樣的感測器。

【0154】 在一實施例中，用於計量模組108的示例性Y掃描行進約300毫米。在一實施例中，用於計量模組108的示例性X掃描行進約190毫米。

【0155】 現在參閱圖15，圖15示出了根據本案一實施例之用於示例性計量模組108的替代示例性感測器佈置。

【0156】 如圖15所示，計量模組108包含影像儀1401的示例性單元可互換單元。在一實施例中，計量模組108總共具有大約12個這樣的單元。

【0157】 此外，如圖15所示，計量模組108具有示例性的單「排」影像儀1402。在一實施例中，計量模組108僅具有一排影像儀1402。

【0158】 在一實施例中，用於計量模組108的示例性Y掃描行進約500毫米。在一實施例中，用於計量模組108的示例性X掃描行進約3 x 190 mm（即，執行行進190毫米三次的計量模組108之X掃描）。

【0159】 圖16示出了根據本案一實施例之用於示例性計量模組108的示例性重配置網格感測器佈置。

【0160】 如圖16所示，可選地有一對重疊的「底板」1601。此些底板1601可選擇性地不連接，而有利於獨立的X和Y擴展。

【0161】 此外，如圖16所示，選擇性地存在一體製造的Y重配置陣列1602。相較於陰影較淺的連桿1604，連桿1603（陰影較暗的）是位於不同的平面中。X重配置陣列（未顯示於圖16中）可被單獨地製造，並且選擇性地重疊在Y重配置陣列1602的頂部。

【0162】 此外，圖16示出了用於重新配置影像儀X網格之示例性施加力的位置1605。另外，圖16示出了用於重新配置影像儀Y網格之示例性施加力的位置1606。

【0163】 另外，圖16示出了可單獨更換的故障影像儀1401。

【0164】 在一實施例中，示例性場域401具有20毫米的水平長度以及20毫米的垂直長度。在一實施例中，場域401總共具有多達8個對準標記（四個用於X對準，四個用於Y對準）。

【0165】 在一實施例中，影像儀1401由短波長紅外輻射感測器（SWIR）（例如，Sony® IMX990-AABJ-C）組成。在一實施例中，計量模組108中大約有20個這樣的感測器。

【0166】 在一實施例中，計量模組108對應於300 mm x 300 mm的影像儀1401之完全可重配置陣列。

【0167】 現在參閱圖17，圖17示出了圖16所示之重配置網格感測器佈置根據本案一實施例之展開以獲取30 mm x 3 mm的複數場域。

【0168】 圖17示出了用於重新配置影像儀X網格之示例性施加力的位置1701。另外，圖17示出了用於重新配置影像儀Y網格之示例性施加力的位置1702。

【0169】 此外，圖17示出了重疊在Y重配置陣列（未顯示於圖17中）之頂部上的X重配置陣列1703。

【0170】 現在參閱圖18A至圖18D，圖18A至圖18D示出了根據本案一實施例之用於示例性計量模組108的示例性對準計量架構。

【0171】 如圖18A所示，此種架構包含SWIR影像儀子組件1801的俯視圖，其包含SWIR感測器的光敏感區域1802。粗（盒中盒（box-in-box）類型）和細（疊紋（moiré））對準標記都是藉由相同的影像儀以及光學元件所獲得。在一實施例中，使用了1X放大光學元件。在一實施例中，使用了反射疊紋。

【0172】 此外，使用了遠心聚焦光學元件1803。在一實施例中，此種光學元件1803包含大約0.2的數值孔徑、在1.4微米處大約4.2微米的解析度、在1.4微米處大約20微米的景深以及1X的放大率。

【0173】 另外，圖18A示出了交錯感測器設計1804，其確保來自第0級與第1級的背向反射光最終不會汙染相鄰的影像儀。

【0174】 圖18B示出了交錯感測器設計的剖面圖，例如轉印卡盤組合1101包含對準標記的部分以及場域401包含對準標記的部份。

【0175】 圖18C示出了由兩個反向傳播的疊紋標記1805所組成的交錯感測器設計的俯視圖。在一實施例中，總高度約為20微米。

【0176】 此外，圖18C示出了影像式標記1806，例如在拾取的場域1807之中，以及在位置1808處示出了改良的切口（大約5微米），其中標準的切口在位置1809處大約為60微米。

【0177】 如果對準標記是圖案化在層0或在晶粒間切口中（在拾取了由多個晶粒組成之整個場域的情況下），整個切口寬度可能可用於創造對準標記。

【0178】 或者，MAC式切割技術可用以創造具有尖角的微米級厚度切口。此可以允許以前無法使用的大部分切口區域用於對準標記放置。

【0179】 圖18D示出了正常背向衍射疊紋計量。如圖18D所示，入射光1810反射自疊紋光柵1811。對於沿著光柵法線朝向SWIR感測器返回的一階，將滿足以下光柵方程式：$\sin(\theta_1) = \sin(2\theta_i) = \sin(\theta_i) + \lambda/\rho$。

【0180】 使用影像式標記的檢測精準度（假設5微米的SWIR像素間距以及1/10子像素檢測）近乎0.5微米。然而，使用疊紋標記的檢測精準度（假設$\rho1, \rho2 = 3, 3.05\ \mu m$，1/10子像素檢測）近乎8奈米。此外，疊紋相位明確擷取範圍近乎1.5微米。

【0181】 圖19A至圖19C示出了根據本案一實施例之用於示例性計量模組108的替代示例性對準計量架構。

【0182】 圖19A示出了包含SWIR感測器之光敏感區域1902的SWIR影像儀子組件1901的俯視圖。在一實施例中，使用了1X放大光學元件。在一實施例中，使用了反射成像。

【0183】 此外，圖19A示出了聚焦光學元件1903。此種光學元件1903包含大約0.5的數值孔徑、在1.4微米處大約1.8微米的解析度、在1.4微米處大約3.6微米的景深以及1X的放大率。

【0184】 另外，圖19A示出了聚焦光學元件1903包含IR LED以及聚焦光學元件1904。

【0185】 圖19B示出了計量平面的剖面圖，其包含轉印卡盤組合1101之包含對準標記的部分以及場域401之包含對準標記之部分。

【0186】 圖19C示出了由兩個反向傳播的疊紋標記1905所組成的計量平面的俯視圖。

【0187】 此外，圖19C示出了影像式標記1906，例如在拾取的場域1907之中，以及在位置1908處示出了改良的切口（大約5微米），其中標準的切口在位置1909處大約為60微米。

【0188】 如果對準標記是圖案化在層0或在晶粒間切口中（在拾取了由多個晶粒組成之整個場域的情況下），整個切口寬度可能可用於創造對準標記。

【0189】 或者，MAC式切割技術可用以創造具有尖角的微米級厚度切口。此可以允許以前無法使用的大部分切口區域用於對準標記放置。

【0190】 此外，在這樣的實施例中，使用影像式標記的檢測精準度（假設1微米的SWIR像素間距以及1/20子像素檢測）近乎90奈米。

【0191】 圖20A至圖20C示出了關於根據本案一實施例之示例性計量模組108的細節。

【0192】 圖20A示出了用於SWIR感測器以及LED的流動式冷卻器2001。此外，圖20A示出了用於IR感測器以及LED陣列之定制300毫米的導熱印刷電路板213。另外，圖20A示出了PCB接線以及熱交換器流體吊帶2002。

【0193】 圖20B示出了直接集成到定制的印刷電路板213上的SWIR LED 2003和SWIR感測器2004。此外，圖20B示出了用作LED/感測器外殼的加工金屬框架2005。另外，圖20B示出了形成放大遠心對的平面透鏡2006，其是微製造在300毫米的玻璃基板上。另外，圖20B示出了離軸LED聚焦光學元件2007以及疊紋平面2008。

【0194】 圖20C示出了沿著疊紋平面2008的轉印卡盤組合1101的放大圖。如圖20C所示，入射光2009反射自疊紋光柵2010。對於沿著光柵法線朝向SWIR感測器返回的一階，將滿足以下光柵方程式：$\sin(\theta_1) = \sin(2\theta_i) = \sin(\theta_i) + \lambda/\rho$。例如，1.4微米的入射波長以及5微米的光柵間距，滿足上述條件的入射角θ大約18度。

【0195】 圖21示出了根據本案一實施例的示例性計量架構。

【0196】 參閱圖21，圖21透過元件2101示出了在轉印卡盤組合1101和拾取的場域之間的對準量測（使用計量模組108）。此外，圖21示出了在轉印卡盤組合1101和產品晶圓105之間的全局對準2102。另外，圖21示出了具有已組裝好的層1之產品基板105以及用以保持產品基板105的產品基板卡盤104。

【0197】 此外，圖21示出了在產品晶圓105上之場域401的定位是預定義的（見元件2103），其可能在計量模組工具108之外。

【0198】 注意的是，圖21僅顯示了計量模組108的邊界框。實際的計量模組組件可以在此邊界框內。

【0199】 圖22示出了根據本案一實施例之包含2 x 2晶粒2201之陣列的示例性場域401。此外，圖22示出了對準標記位置2202。

【0200】 圖23示出了根據本案一實施例的示例性計量架構。

【0201】 如圖23所示，影像儀2301（例如，SWIR感測器）包含反射式閃耀光柵2302。此外，如圖23所示，計量架構可包含聚焦光學元件2303以將來自光源2304的光聚焦到在透明的印刷電路板213上的不透光外殼壁2305上。

【0202】 此外，如圖23所示，利特羅角（Littrow angle）2306由來自疊紋平面2008處之反射光所形成。

【0203】 圖24示出了根據本案一實施例之示例性計量架構的另一實施例。

【0204】 如圖24所示，包含光源2402（例如，LED）的整體組件2401具有聚焦光學元件2403以將從光源2402發出的光聚焦到轉印卡盤組合1101。

【0205】 在一實施例中，在由元件2404所標示的位置處之衍射元件將光以特定角度耦合進出光導。圖案化到轉印卡盤組合1101的光子光導2405可製造在定制層中，此定制層使用黏接劑、真空、電磁力、磁力、靜電力等或其任意組合來附接到轉印卡盤組合1101的其餘部分。

【0206】 在一實施例中，光子光導2405將光導引到在疊紋平面2008的轉印卡盤組合1101上的拾取的場域2406。

【0207】 圖25示出了根據本案一實施例之示例性計量架構的又一實施例。

【0208】 參閱圖25，圖25示出了一系列的衍射元件2501以將來自光源的光導引至對準標記。

【0209】 參閱圖14-17、圖18A-18D、圖19A-19C、圖20A-20C以及圖21-25，在一實施例中，計量模組108用以量測拾取的場域401、轉印卡盤111、原生基板

103、中介基板801及/或產品基板105的疊對、對準、面內及/或面外失真誤差。在一實施例中，計量模組108用以在組裝至產品基板105之前量測場域401的疊對。。在一實施例中，計量模組108用以量測在原生基板103、中介基板801及/或產品基板105上之一或多個場域401的面內失真。

【0210】 在一實施例中，計量模組108對在轉印卡盤111上的所有場域同時進行量測。

【0211】 在一實施例中，計量模組108結合了一或多個影像儀單元1401。在一實施例中，影像儀單元1401對可見光輻射、紅外線輻射、短波長紅外輻射（SWIR）等敏感。

【0212】 在一實施例中，一或多個光源2402用以照亮計量目標。在一實施例中，光源2402結合了發光二極體（LED）、雷射二極體、光鮮導引光源、垂直共振腔面射雷射（vertical-cavity surface-emitting lasers，VCSELs）等或其任意組合。或者，邊緣照明可用作計量的光源2402，其中光從邊緣照明基板的側面注入並使用，例如光子晶體式光導引來傳輸至相關區域。在一實施例中，光源2402安裝在印刷電路板上。在一實施例中，光源2402安裝在影像儀單元1401的附近。在一實施例中，光源2402使用離軸透鏡以一角度向計量目標發送光。或者，光源2402使用一或多個鏡子以一角度向計量目標發送光。可使用反射式閃耀光柵來建造鏡子組件。閃耀光柵可塗有金屬。閃耀光柵可製造在矽、藍寶石、氧化矽、玻璃及/或聚合物基板之上。在一實施例中，來自光源2402的光以利特羅角2306入射。在另一實施例中，來自光源2402的光以一角度入射，使得來自計量標記的第一衍射級中之一個沿著場域法線方向朝影像儀1401返回。

【0213】 在一實施例中，影像儀單元1401安裝在印刷電路板上。在一實施例中，光源2402安裝在印刷電路板上。在一實施例中，影像儀單元1401和光源2402一起安裝在印刷電路板上。在一實施例中，安裝在印刷電路板上的光源2402和影像儀單元1401選擇性地使用暗加工框架隔離。在一實施例中，印刷電路板是導熱的。

【0214】 在一實施例中，圖案化在矽、藍寶石、玻璃、氧化矽及/或聚合物基板上的透鏡陣列用於將來自光源2402的光導引至計量標記之上，並且將來自計量標記的光聚焦到影像儀列之上。在一實施例中，透鏡陣列結合了蝕刻進透鏡陣列基板的環形透鏡狀區域。在一實施例中，透鏡陣列結合了一組同心金屬環。或者，透鏡陣列結合了由蝕刻基板、金屬以及高折射率材料，例如氧化鈦所製成的超穎透鏡。在一實施例中，透鏡陣列形成了用以將光聚焦到影像儀陣列上的遠心耦合。

【0215】 在一實施例中，計量方案是基於疊紋式空間相位感測的原理。在一實施例中，計量方案是基於軸上疊紋計量。在一實施例中，計量方案是基於圓形疊紋計量。在一實施例中，使用純影像式計量（例如，盒中盒對準標記計量）。在一實施例中，變焦系統用以在計量期間維持焦點在兩個或多個不同平面。例如，可使用變焦鏡頭來實現變焦。在一實施例中，同時使用在本段中所提到的一或多個方法。

【0216】 在一實施例中，以一反射模式執行計量，其中光源2402和影像儀單元1401 位在計量標記的同一側。在另一實施例中，以一透射模式執行計量，其中光源2402和影像儀單元1401 位在計量標記的相對側。

【0217】 在一實施例中，計量方案使用可見光。在一實施例中，計量方案使用紅外光。

【0218】 在一實施例中，縮小光學元件用以觀察大於影像儀單元1401之尺寸的基板區域。在另一實施例中，放大光學元件用以觀察小於影像儀單元1401之尺寸的基板區域。在一實施例中，子像素邊緣檢測技術用以檢測計量訊號中的邊緣。

【0219】 在一實施例中，計量模組108放置在沿X、Y及/或Z軸移動的運動平台上。在一實施例中，計量模組108透過沿X、Y及/或Z軸以適量的步進及/或掃描來從正在組裝中的所有場域擷取資訊。

【0220】 在一實施例中，計量標記放置在正在組裝的場域401之一或多個角附近。場域401在計量標記的上方和下方層中可以沒有電路元件。在一實施例中，計量標記放置在場域401的切口區域中。在一實施例中，場域401由兩個或多個晶粒組成，每個晶粒由切口區域相互隔開，且此晶粒間切口區域包含一或多個對準標記。

【0221】 在一實施例中，在場域401接合到產品基板105上時，實時進行計量。在另一實施例中，在接合發生以前進行計量。在一實施例中，使用前饋模型來校正場域失真的可重複分量。

【0222】 在一實施例中，計量模組108量測由轉印卡盤111所拾取的場域401之間的對準，其中轉印卡盤111具有匹配於場域網格的嵌入式對準標記。計量模組108可隨後使用放置在轉印卡盤111與產品基板105的邊緣區域及/或切口區域附近的計量標記來對準轉印卡盤111至產品基板105。在一實施例中，執行拾取的場域401與產品基板105的實時形貌映射，並且預測誤差由疊對控制致動

器（例如，熱致動器）來補償。在一實施例中，在每一場域401上執行單體形貌量測。可使用氣壓計（例如）來執行形貌映射。例如，氣壓計陣列可安裝在印刷電路板213旁邊。也可以使用氣簾以冷卻產品基板105和拾取的場域401，以防印刷電路板213將它們加熱到顯著程度。

【0223】 在一實施例中，在計量模組108中使用軸上對準方法。

【0224】 在一實施例中，轉印卡盤111具有附接及/或圖案化在其上的光柵以高準確度地追蹤XY位移。

【0225】 在一實施例中，對準標記是放置在半切口區域中的場域401上（如圖18C與圖19C所示）。作為在切口的一半（或半切口）內圖案化對準標記的替代方案，MACE式切割製程可用以致能在整個切口區域中的對準標記。在一實施例中，對準標記是放置在金屬0（M0）層中的場域401上。

【0226】 在一實施例中，非常大的感測器用於計量模組108中的對準檢測。

【0227】 在一實施例中，光子晶體式光導引技術用於以正確的角度和位置照射對準標記。

【0228】 在一實施例中，聯合多個本地資料處理器並放置在緊鄰於一或多個影像感測器1401的位置。此些資料處理器可用以執行感測器本地影像處理。在一實施例中，資料處理器被製造成影像感測器1401的一部分（感測器內電腦）。

【0229】 在一實施例中，使用影像感測器1401的固定網格。在一實施例中，影像感測器1401佈置成一線性陣列、階梯式陣列或其兩者的組合。在一實施例中，佈置影像感測器1401以使得由感測器中之一所擷取的基板之區域重疊於由下一個最近的影像感測器1401所擷取的基板之區域，使得感測器的整個陣列擷取連續且不間斷的基板的掃描帶（swath）。在一實施例中，影像感測器1401

包含圍繞光不敏感區域的光敏感區域。在一實施例中，光源2402安裝在此光不敏感區域中，如果需要的話以一角度安裝，並且在側面以不透光覆蓋物包住（以防止感測器被雜散光汙染）。來自光源2402的光通過聚焦光學元件2303並且朝向計量平面入射。設計光源2402以使得光束的深度（沿著Z軸）和影像感測器1401的深度相同。如果入射光落在疊對計量標記上，則光在垂直於基板的方向上朝影像感測器1401反射。使用1X放大低數值孔徑的光學元件將從計量標記平面朝影像感測器1401入射的光聚焦到感測器上。傳感器陣列在X方向上（見圖14與圖15）掃描以收集整個基板的Y疊對資料（例如）。正交於第一感測器陣列的第二感側器陣列用以收集整個基板的X疊對資料（例如）。或者，用於Y疊對資料收集的感應器陣列也可用以收集X疊對資料，其藉由以蛇形掃描、步進到新的地點並再次掃描蛇形。

【0230】 在一實施例中，使用影像感測器1401的重配置佈置。在一實施例中，重配置佈置是一體製造的。在一實施例中，藉由堆疊一或多個層來建構重配置佈置，每一層都是一體製造的。在一實施例中，使用塊狀金屬、塊狀聚合物、薄塗膜等來製造重配置佈置。在一實施例中，使用鋼、不銹鋼、鉻等來製造重配置佈置。在一實施例中，重配置佈置由彎曲元件組成。在一實施例中，布置彎曲元件以在每一對影像感測器之間形成剪式機構。在一實施例中，使用單獨的重配置佈置以沿X和Y方向重新配置。此些佈置可以堆疊在彼此之上。每個佈置可在一個方向上為可致動的，同時可在正交方向上自由移動。在一實施例中，使用放置在重配置佈置上或其外圍內的一或多個位置的致動器（例如，音圈馬達、壓電致動器、熱致動器等）來產生重配置佈置的致動。在一實施例中，致動器是放置在重配置佈置的對稱軸上。在一實施例中，每一感測器使用

一或多個專用致動器在X及/或Y方向上移動。在一實施例中，感測器群組使用致動器群組在X及/或Y方向上移動。在一實施例中，重配置佈置位在流體軸承上。在一實施例中，可以跨轉印卡盤111來步進及/或掃描重配置佈置。在一實施例中，重配置佈置為矩形，其較短的臂小於原生/產品/中介基板103/105/801的尺寸。在一實施例中，重配置佈置的形狀是單個橫排或縱排的感應器。

【0231】 在一實施例中，影像感測器1401附接於平板，使得影像感測器1401的間距是在轉印卡盤/原生/產品/中介基板（111/103/105/801）上之場域間距的整數倍。平板可以為每個新的場域佈局去定制製造。平板可具有凹槽或槽孔以定位影像感測器1401。平板可具有對準特徵（例如，針1104）以在X、Y、Z、θ_x、θ_y與θ_z軸上對準影像感測器1401。影像感測器1401使用黏接劑、彎曲式卡合機構、磁鐵、電磁鐵、真空等附接於平板。

【0232】 在一實施例中，計量模組108使用透明窗與取放工具的其餘部分分離。在一實施例中，計量模組108放置在透明窗後面，使得計量模組108和取放工具的其餘部分之間沒有巨量轉移。在一實施例中，計量模組108放置在具有面向轉印卡盤111之透明窗的氣密式密封腔。在一實施例中，氣密式密封腔具有門，以取出及/或放入計量模組108。

【0233】 在一實施例中，在拾取的場域401附接到一或多個中介基板上之前量測產品基板105上的形貌（以及場域401到已知網格的對位）。在一實施例中，在場域401附接到一或多個中介基板上之前量測轉印卡盤111上之拾取的場域401的形貌（以及拾取的場域401到已知網格的對位）。在一實施例中，在產品基板和轉印卡盤111上之拾取的場域401的量測形貌以及對位資訊用以致動拾取的場域401，並部分地或全部地補償如果在產品基板105上之最終接合步驟（接

合中介基板至產品基板）未補償時會產生的對位錯誤。基於形貌和對位資料的疊對錯誤之預測可以使用機械建模進行。在一實施例中，在轉印卡盤111上之場域401的溫度以及產品基板105的溫度維持在一個小的視窗內（例如，10mK）。在一實施例中，對在轉印卡盤111和產品基板105上的每一場域執行單形貌量測。可使用氣壓計（例如）執行形貌映射。

【0234】 在一實施例中，影像感測器1401之群組（由一或多個影像感測器1401組成）使用專用及/或本地資料處理器來處理用以從擷取的影像決定計量輸出（例如，疊對、對準、形貌等）的整個或部分的影像處理管線。在一實施例中，資料處理器是單板電腦。

【0235】 在一實施例中，圖案化定制的光路徑（將從光源2402入射的光傳輸到適合投影到對準標記的位置）到轉印卡盤111中。在一實施例中，光路徑是製作在附接於轉印卡盤111之其餘部分的定制層。在一實施例中，使用黏接劑、真空、電磁力、磁力、靜電力等來執行附接。在一實施例中，光路徑由只透射和反射衍射結構所組成。在一實施例中，使用奈米壓印微影（nanoimprint lithography，NIL）創造光路徑。在一實施例中，光路徑由重複的標準化部份所組成，其可使用有限數量的固定遮罩或標線片進行圖案化。

【0236】 塊狀HF蝕刻器用以在一或多個原生基板的犧牲層中創造繫鏈（tethers）。

【0237】 在一實施例中，基板水平地布置在多基板卡盤上。在另一實施例中，基板垂直地布置在多基板架上。

【0238】 在一實施例中，對一或多個蝕刻中的基板進行用於端點與均勻性量測的即時計量。

【0239】 儲料器單元可用於儲存多個完全和部分地填充的原生/產品/中介基板103/105/801。儲料器單元可用於儲存轉印卡盤單元111以及計量單元108。在一實施例中，轉印卡盤111可具有附接於它們的場域401。在一實施例中，儲料器單元具有附帶緊急備用電源的專用真空源以提供真空給儲存的轉印卡盤111。

【0240】 在一實施例中，儲料器單元具有溫度與濕度控制。

【0241】 在一實施例中，單個或多個機器人搬運單元可用以在n-MASC工具的各個部分之間移動獨立基板、基板群組、轉印卡盤111、計量單元108等。

【0242】 現在參閱圖26A至圖26B，圖26A至圖26B示出了根據本案一實施例的示例性已知不良晶粒替換卡盤(know-bad-die replacement chuck，KRC)2601。

【0243】 如圖26A所示，緩衝基板2602填充有已知良好晶粒2603，其中緩衝基板2602是由緩衝基板卡盤2604所保持。

【0244】 此外，如圖26A所示，在原生基板103上已知不良晶粒2605是用已知良好晶粒，例如已知良好晶粒2603替換。

【0245】 圖26B是精密模組框架106的剖面放大視圖，其示出了使用附接在已知不良晶粒替換卡盤2601之外圍的機器手臂2606來裝載或卸載已知不良晶粒替換卡盤2601的示例性方式。注意的是，轉印卡盤111可以相同的方式來裝載或卸載。

【0246】 此外，圖26B示出了音圈柱2607（到音圈109的柱子）以及頂桿2608。

【0247】 下面提供關於圖26A-26B的進一步討論。

【0248】 已知不良晶粒替換卡盤（KRC）2601用於以已知良好晶粒（known good dies，KGDs）2603替換已知不良晶粒（known bad dies，KBDs）2605。一或多個緩衝基板2604用作已知良好晶粒2603的來源。已知不良晶粒替換卡盤2601可替換掉在一或多個原生/中介/產品基板103/801/105上的已知不良晶粒2605（以已知良好晶粒2603）。已知不良晶粒替換卡盤2601的設計在其夾持場域、感測與校正疊對、保持熱穩定等方面的能力可以和轉印卡盤相似。

【0249】 在一實施例中，已知不良晶粒替換卡盤2601替換掉在原生基板103上的已知不良晶粒2605。選擇性地從原生基板103釋放掉已知不良晶粒2605，例如，使用UV釋放黏接劑的局部UV曝光，並使用已知不良晶粒替換卡盤2601以已知良好晶粒2603替換掉。在一實施例中，轉印卡盤111從具有一或多個或全部的已知不良晶粒2605已被替換成已知良好晶粒2603的原生基板103拾取兩個或多個晶粒的群組，並繼續組裝到產品基板105上。

【0250】 在一實施例中，已知不良晶粒替換卡盤2601組裝已知良好晶粒2603到產品基板105上。已知不良晶粒2605在被轉印卡盤111從原生基板103拾取之後直接去除，或者轉印卡盤111避免從原生基板103拾取已知不良晶粒2605。產品基板105上原本會被已知不良晶粒2605佔據的空間是被從緩衝基板2602拾取並使用已知不良晶粒替換卡盤2601組裝到產品基板105上的已知良好晶粒2603所填充。

【0251】 在一實施例中，已知不良晶粒替換卡盤2601組裝已知良好晶粒2603到中介基板（圖26A-26B中未示）上。已知不良晶粒2605在被轉印卡盤111從原生基板103拾取之後直接去除，或者轉印卡盤111避免從原生基板103拾取已知不良晶粒2605。中介基板上原本會被已知不良晶粒2605佔據的空間是被從緩

衝基板2602拾取並使用已知不良晶粒替換卡盤2601組裝到中介基板上的已知良好晶粒2603所填充。

【0252】 在一實施例中，在緩衝基板2602上的晶粒（例如，已知良好晶粒2603）是高度映射的，使得已知不良晶粒替換卡盤2601可拾取正確高度的已知良好晶粒2603以放置到原生/中介/產品基板103/801/105上。可使用各種方法執行高度映射，例如氣壓計、共焦雷射感測器等。

【0253】 在一實施例中，使用獨立於轉印卡盤111之z致動組件的z致動組件來附接已知不良晶粒替換卡盤2601至n-MASC工具。在另一實施例中，不良晶粒替換卡盤2601安裝與轉印卡盤111相同的z致動組件上（轉印卡盤111暫時地從z致動組件卸載）。

【0254】 取放組件工具可設計成在產出量、疊對與良率的各種狀態下操作。

示例性產出量選項如下－

1. 在產出量範圍的高端：(a) 全基板組裝（並行組裝所有場域401），(b) 半棋盤組裝（並行組裝原生基板103上的一半場域401，其中場域401是以包含原生基板103及/或產品基板105上之一半場域401的棋盤圖案進行佈置。在原生基板103及/或產品基板105上連續的任何3 x 3晶粒陣列的情況下，半棋盤是由不共享邊緣的五個場域或也不共享邊緣且最接近於3 x 3陣列之中心的四個場域所組成），(c) 四分之一棋盤組裝（並行組裝原生基板103上所有場域401的四分之一，其中場域401是以包含原生基板103及/或產品基板105上所有場域401的四分之一的棋盤圖案進行佈置）。

2. 在產出量範圍的低端：(a) 9場域組裝，(b) 4場域組裝，(c) 逐場域組裝，(d) 6場域組裝，(e) 8場域組裝，(f) 12場域組裝，(g) 14場域組裝，(h) 16場域組裝，(i) 18場域組裝，(j) 20場域組裝，(k) 24場域組裝，(l) 25場域組裝，(m) 36場域組裝，(n) 50場域組裝，以及(o) 64場域組裝。

示例性疊對選項如下－

1. 在疊對範圍的精確端：(a) 在產品基板上的次10奈米（3σ）疊對控制，(b) 在產品基板上的次50奈米（3σ）疊對控制，(c) 在產品基板上的次100奈米（3σ）疊對控制。
2. 在疊對範圍的不太精確端：(a) 在產品基板上的次200奈米（3σ）疊對控制，(b) 在產品基板上的次500奈米（3σ）疊對控制，(c) 在產品基板上的次1微米（3σ）疊對控制。

示例性良率選項如下－

1. 完全替換：使用不良晶粒替換卡盤2601以已知良好晶粒2603替換掉所有已知不良晶粒2605。
2. 半替換：使用不良晶粒替換卡盤2601以已知良好晶粒2603替換掉近乎一半的已知不良晶粒2605。
3. 四分之一替換：使用不良晶粒替換卡盤2601以已知良好晶粒2603替換掉近乎四分之一的已知不良晶粒2605。
4. 無替換：沒有替換任何已知不良晶粒2605。

表1：示例性取放組件工具模式

	產生量	**疊對**	**良率**
模式1	四分之一棋盤組裝	次1μm (3σ)	全替換

模式2	四分之一棋盤組裝	次100nm (3σ)	全替換
模式3	四分之一棋盤組裝	次50nm (3σ)	全替換
模式4	八分之一棋盤（並行組裝原生基板上八分之一的場域，其中場域是以包含原生基板及/或產品基板上八分之一的場域的棋盤圖案進行佈置）組裝	次50nm (3σ)	全替換
模式5	9場域組裝	次50nm (3σ)	全替換
模式6	4場域組裝	次50nm (3σ)	全替換
模式7	逐場域組裝	次50nm (3σ)	全替換

【0255】 現在參閱圖27A至圖27C，圖27A至圖27C示出了根據本案一實施例的示例性原生基板類型。

【0256】 參閱圖27A，圖27A示出了「原生基板類型1」，其由塊狀矽層2701、位在塊狀矽2701之上的埋入式氧化物層2702（對應於用於組裝的犧牲層）、位在埋入式氧化物層2702之上的矽（Si）層2703、位在矽層2703之上的埋入式氧化物層2704，以及位在埋入式氧化物層2704之上用於裝置的矽層2705所組成。

【0257】 圖27B示出了「原生基板類型2」，其由塊狀矽層2706、一層重摻雜p型材料（p++）以創造的埋入式犧牲層2707、位在層2707之上的非常輕摻雜n型材料（n-）層2708、位在層2708之上用於裝置功能的重摻雜p型材料（p++）層2709，以及位在層2709之上用於裝置的矽層2710所組成。

【0258】 圖27C示出了「原生基板類型3」，其由重摻雜（p++）的塊狀矽層2711、位在層2711之上的非常輕摻雜n型材料（n-）層2712、位在層2712之上用於裝置功能的重摻雜p型材料（p++）層2713，以及位在層2713之上用於裝置的矽層2714所組成。

【0259】 圖28A至圖28B示出了根據本案一實施例之具有示例性多層封裝的示例性場域401。

【0260】 如圖28A所示，圖28A示出了包含位在晶體矽2802上之裝置堆疊2801的場域401之剖面的放大版本。在一實施例中，場域401的寬大約30毫米。在一實施例中，裝置堆疊2801的寬大約3微米。在一實施例中，晶體矽2802的寬大約1微米。

【0261】 圖28B示出了具有多層封裝的場域401，其包含了薄化學保護層2803（例如，碳的化學氣相沉積）以及結構穩定性層2804（例如，二氧化矽的化學氣相沉積）。

【0262】 此外，如圖28B所示，在區域1 2805中的封裝層僅需與薄的底層矽層相匹配，因此可具有低的有效硬度。注意的是，區域1 2805的圖案化可以用和創造到埋入式犧牲層之出入孔相同的方式（例如，微影）來執行。

【0263】 另外，如圖28B所示，可能需要更硬的封裝層（區域2 2806）以補償更大的彎曲趨勢。

【0264】 圖29A至圖29B示出了根據本案一實施例的示例性面對背（face-to-back，F2B）與面對面（face-to-face，F2F）裝置堆疊。

【0265】 如圖29A所示，通用的F2B堆疊包含裝置層2901A-2901N（如圖29A所示，2901A識別為「裝置層1」，2901B識別為「裝置層2」，2901C識別為

「裝置層3」，且2901N識別為「裝置層N」），其中此些裝置層是透過垂直電連接2902（矽通孔（through silicon via，TSV））以面對背的方式連接。裝置層2901A-2901N可以分別共同地或單獨地稱為多個裝置層2901或裝置層2901。

【0266】 如圖29B所示，通用的F2F堆疊包含裝置層2903A-2903N（如圖29B所示，2903A識別為「裝置層1」，2903B識別為「裝置層2」，2903C識別為「裝置層3」，2903N-1識別為「裝置層N-1」，且2903N識別為「裝置層N」），其中此些裝置層是透過垂直電連接2904（矽通孔（through silicon via，TSV））以面對面的方式連接。裝置層2903A-2903N可以分別共同地或單獨地稱為多個裝置層2903或裝置層2903。

【0267】 圖30示出了根據本案一實施例之在邏輯場域上之靜態隨機存取記憶體（SRAM）的示例性組裝。

【0268】 如圖30所示，經由使用n-MASC裝置3004的面對背來組裝邏輯場域3001以及具有犧牲層3003的SRAM場域3002，以形成由位於邏輯場域3001之上的SRAM場域3002所組成的組裝產品3005。

【0269】 之後，執行矽通孔形成與封裝連接以形成包含到封裝與矽通孔3008之連線3007的裝置3006。

【0270】 現在參閱圖31，圖31示出了根據本案一實施例之在邏輯場域上之多個堆疊的靜態隨機存取記憶體的示例性組裝。

【0271】 如圖31所示，裝置3006現在包含堆疊在邏輯場域3001上的多個SRAM 3101。下面提供了關於堆疊的SRAM的進一步討論。

【0272】 現在參閱圖32，圖32示出了根據本案一實施例之在中間具有錯誤更正中介層之邏輯場域上之靜態隨機存取記憶體的示例性組裝。

【0273】 如圖32所示，中介場域3201用以確定邏輯場域3001和SRAM場域3002的良好位元單元以及製造定制的錯誤更正程序，例如電連接性、散熱等。中介場域3201在由n-MASC裝置3004組裝（F2B）之後可駐留在邏輯場域3001和SRAM場域3002之間。

【0274】 以下討論基於圖27A-27C、圖28A-28B、圖29A-29B以及圖30-32。

【0275】 在一實施例中，原生基板103包含埋入式犧牲層2702、2707。在一實施例中，犧牲層2702、2707是氧化矽。在一實施例中，用於包含犧牲層之原生基板的起始基板是由低摻雜n型層（簡稱為N-）2708、2712以及高摻雜p型層（簡稱為P++）2709、2713所組成。高摻雜p型層2709、2713可以先轉換成多孔矽（例如，使用矽陽極氧化），接續再被氧化以創造氧化矽的埋入式犧牲層。低摻雜n型層2708、2712在陽極氧化期間保持不受影響，並限制陽極氧化僅在高摻雜層。在一實施例中，可以使用磊晶成長來產生具有低n型與高p型摻雜的層。在一實施例中，塊狀矽本身是高度p摻雜的（例如，層2711）。

【0276】 在一實施例中，原生基板103由載體基板上的背景裝置所組成。載體基板可為塊狀矽、玻璃基板、帶框等，此取決於用於創造背景裝置的製程以及所需的裝置取向。在一實施例中，載體基板是透明的。在一實施例中，載體基板使用UV釋放黏接劑附接到背景場域。在一實施例中，載體基板使用昇華聚合物附接到背景場域。在一實施例中，使用MACE製程來執行背面研磨。

【0277】 在一實施例中，使用光熱轉換（light-to-heat conversion，LTHC）黏著劑層將背景場域附接到載體基板。在一實施例中，在拾取（透過一或多個轉印卡盤111）之後，可以使用氧電漿、蝕刻劑蒸氣（例如，蒸氣HF）及/或蝕刻劑液體在轉印卡盤111其自身上清潔場域401。

【0278】 在一實施例中，使用具有一定厚度與材料的結構封裝層來控制因殘留應力所引起的薄場域401之變形，使得封裝層的硬度接近或等於底層場域401的硬度。在一實施例中，封裝層由化學封裝層2803（以防止化學損壞）以及結構封裝層2804（以防止因殘留應力所引起的變形）所組成。在一實施例中，圖案化結構封裝層2804以對抗跨場域401之區域的變動的變形趨勢。在一實施例中，使用基於波前的方法、基於雷射的光域掃描方法、電容性方法等來感測在封裝場域中的殘留變形。

【0279】 在一實施例中，對於面對背組裝，在接合之前不移除拾取的場域401上的封裝層。在一實施例中，殘留應力補償的結構封裝層背包含在裝置本身中。在一實施例中，金屬互連線穿過結構封裝層2804。

【0280】 在一實施例中，封裝層包含順應元件以防止因嵌入式粒子所引起的場域變形。在一實施例中，順應元件採用順應針卡盤的順應針形式。在一實施例中，封裝層包含順應聚合物層以防止因嵌入式粒子所引起的場域變形。

【0281】 在一實施例中，封裝層包含抗刮層，例如使用類鑽層或硬塗層，例如氧化鋁來製成。

【0282】 在一實施例中，封裝層是由以下三層–碳、氧化矽、碳（其中氧化矽夾在兩個碳層之間）所組成。

【0283】 在一實施例中，使用奈米壓印微影、光微影、電子束微影等來進行封裝層的圖案化。在一實施例中，使用相同於創造場域出入孔之微影製程來進行封裝層的圖案化。

【0284】 在一實施例中，場域401在接合面處包含奈米線叢以促進電連接。在一實施例中，奈米線叢結合了銅奈米線。

【0285】 在一實施例中，在接合之後形成以電性連接接合之場域401的矽通孔（TSV）2902、2904具有多殼結構，其可包含金屬連接線（例如，在TSV的中心）且在金屬連接線周圍具有呈環形的低k介電質。

【0286】 在一實施例中，組裝在產品基板105上的場域401由記憶體層（例如，3002）以及邏輯層（例如，3001）組成。在一實施例中，在產品基板105上的場域401包含可用以創造電連接性、散熱等的中介層（例如，中介場域3201）。

【0287】 在一實施例中，對於面對背組裝，在轉印卡盤上的場域接觸針具有大於場域401中之選擇性出入孔之尺寸的截面積。

【0288】 在一實施例中，具有犧牲層的起始基板以黏接劑附接到載體基板，並且剝離犧牲層，使得原生基板103由載體基板上的場域401組成。

【0289】 在傳入的背景原生基板上之場域401可先被轉移到中介基板801，然後使用轉印卡盤111轉移到第二中介基板801，然後其最終翻轉到並混合結合到產品基板105。傳入的背景單體化場域可在透明載體上（例如，玻璃、石英、藍寶石及/或聚合物）。第一中介基板801可為透明基板（例如，玻璃、石英、藍寶石及/或聚合物）。第二中介基板801可為透明基板（例如，玻璃、石英、藍寶石及/或聚合物）或非透明基板（在可見光譜中），例如矽。將場域401黏接至在原生基板103中的載體基板之黏接劑可為UV可釋放的、熱可釋放的等。用以將場域401黏接至在原生基板103中之第一中介基板801的黏接劑可為UV可釋放的、熱可釋放的等。在一實施例中，來自原生基板103的場域401在翻轉並附接至第一中介基板801之後，藉由在原生基板側上之UV釋放黏接劑的UV曝光而被釋放。

【0290】 圖33示出了根據本案一實施例之用於取放組裝的示例性順序。

【0291】 參閱圖33，一系列預翻轉原生晶圓3301A-3301N（注意，術語「晶圓」和「基板」在本文中可互換使用）（3301A識別為「預翻轉原生晶圓1」、3301B識別為「預翻轉原生晶圓2」且3301N識別為「預翻轉原生晶圓N」）分別駐留在載體基板3302A-3302N。預翻轉原生晶圓3301A-3301N可共同地或單獨地分別稱為多個預翻轉原生晶圓3301或預翻轉原生晶圓3301。載體基板3302A-3302N可共同地或單獨地分別稱為多個載體基板3302或載體基板3302。

【0292】 此外，如圖33所示，金屬結構（晶粒）3303面向黏接劑3304。

【0293】 在一實施例中，晶圓3301以暫時接合來翻轉且例如藉由使用轉印卡盤111來分離預翻轉載體3302，從而形成如圖33所示的原生晶圓3305A-3305N（3305A識別為「原生晶圓1」、3305B識別為「原生晶圓2」且3305N識別為「原生晶圓N」）。原生晶圓3305A-3305N可共同地或單獨地分別稱為多個原生晶圓3305或原生晶圓3305。

【0294】 接續，可能存在集體晶粒向中介晶圓3306A-3306N（3306A識別為「中介晶圓1」、3306B識別為「中介晶圓2」且3306N識別為「中介晶圓N」）轉移，同時可能使用轉印卡盤111調整在X及/或Y方向中的間距，如圖33所示。中介晶圓3306A-3306N可共同地或單獨地分別稱為多個中介晶圓3306或中介晶圓3306。在一實施例中，每個晶粒3303的黏接劑3304之厚度可被調整以補償高度失配，如通過元件3307所示。此外，圖33示出了示例性黏接劑島3308，其中單個晶粒3303被黏接結合至中介晶圓3306。

【0295】 此外，如圖33所示，接下來可使用轉印卡盤111從所有中介晶圓集體轉移到轉印晶圓3309。在一實施例中，可以在此步驟期間校正疊對。此外，在一實施例中，在這樣的步驟期間中，可以在X及/或Y方向上調整晶粒網格間距。

【0296】 另外，如圖33所示，轉印晶圓3309被接合（例如，混合接合）至產品晶圓3310。

【0297】 現在參閱圖34，圖34示出了根據本案一實施例之用於取放組裝的替代示例性順序。

【0298】 如圖34所示，與圖33相比，存在使用轉印卡盤111來集體轉移至轉印晶圓3309而不使用到中介晶圓3306。此外，如圖34所示，在原生晶圓3305上可存在示例性黏接劑島3401，其中，單個晶粒3303被黏接結合至原生晶圓3305。另外，注意的是，每個場域401的黏接劑3304之厚度可被調整以補償場域失配，如通過元件3402所示。

【0299】 現在參閱圖35，圖35示出了根據本案一實施例之用於取放組裝的又一替代示例性順序。

【0300】 如圖35所示，與圖33與圖34相比，預翻轉原生晶圓3301沒有被翻轉，且沒有使用中介晶圓3306。相反地，使用轉印卡盤111從所有預翻轉原生晶圓3301集體轉移到轉印晶圓3309。在一實施例中，可以在此步驟期間校正疊對。此外，在一實施例中，在這樣的步驟期間中，可以在X及/或Y方向上調整晶粒網格間距。

【0301】 在轉移之後，轉印晶圓3309以暫時接合翻轉且載體基板3302被分離，例如藉由使用轉印卡盤111，從而形成結構3501。

【0302】 此外，如圖35所示，在轉印晶圓3309上可存在示例性黏接劑島3502，其中，單個晶粒3303被黏接結合至轉印晶圓3309。

【0303】 現在參閱圖36A至圖36B，圖36A至圖36B示出了根據本案一實施例的示例性轉印卡盤111。

【0304】 如圖36A所示，轉印卡盤111可由多個微型轉印卡盤3601所組成。

【0305】 此外，圖36A示出了用於重新配置轉印卡盤X網格之示例性施加力的位置3602。另外，圖36A示出了用於重新配置轉印卡盤Y網格之示例性施加力的位置3603。

【0306】 此外，圖36A示出了Y重配置陣列3604。X重配置陣列（未顯示於圖36A中）可被單獨地製造，並且重疊在Y重配置陣列3604的頂部。

【0307】 在一實施例中，轉印卡盤111包含300 mm x 300 mm之微型轉印卡盤3601的完全可重配置陣列。微型轉印卡盤3601之剖面的放大版本如圖36B中所示。

【0308】 如圖36B所示，微型轉印卡盤3601包含電極3605以及定制的薄膜電晶體（thin flim transistor，TFT）背板3606。另外，如圖36B所示，可以利用在微型轉印卡盤3601和場域401之間的介電值3607的層，其中介電質3607可選擇性地洩漏以產生Johnsen-Rahbek（J-R）型夾持效應。

【0309】 圖37A至圖37O示出了根據本案一實施例的替代示例性轉印卡盤。

【0310】 參閱圖37A，圖37A示出了微型轉印卡盤3601之剖面的放大版本。如圖37A所示，「選項1」是重複使用來自微型LCD顯示器的薄膜電晶體背板3701。例如，微型轉印卡盤3601將包含重複使用的薄膜電晶體背板3701。此外，在電極3703之間的空間3702使用通道3704的面內網格來保持在大氣壓力下。

【0311】 另外，圖37A示出了真空入口3705，其中真空是使用真空通道的面內網格（圖37A未示出）來產生的。此外，圖37A示出了到場域401的真空出口3706。

【0312】 如圖37B所示，圖37B的結構包含重複使用的薄膜電晶體背板3701以及電晶體導線3707。

【0313】 現在參閱圖37C，圖37C包含用於重複使用來自微型LCD顯示器之薄膜電晶體背板3701的製程步驟，其包含真空通道圖案化3708、金屬沉積與圖案化（用於固定的電極）3709、氧化物沉積3710、金屬沉積與圖案化（用於可移動的電極）3711、軟性膜沉積3712、TSV圖案與從背側蝕刻3713以及凸塊創造3714，從而產生如圖37D所示的結構。

【0314】 如圖37D所示，結構包含電極3703以及通道3704。

【0315】 現在參閱圖37E，用於重複使用來自微型LCD顯示器之薄膜電晶體背板3701的製程步驟包含真空通道圖案化3715、氧化物沉積3716、TSV圖案與從背側蝕刻3717、多孔膜沉積3718、氧化物沉積3719以及針拋光3720，從而產生如圖37F所示的結構3721。

【0316】 現在參閱圖37G，藉由執行凸塊接合、熔融接合以及使用vHF（氣相氫氟酸）之氧化物釋放的製程步驟將圖37B、圖37D與圖37F中所示的結構接合在一起（見元件3722），從而產生如圖37H所示的結構3723。

【0317】 現在參閱圖37I，圖37I示出了微型轉印卡盤3601之剖面的放大版本。如圖37I所示，「選項2」是在TFT晶圓代工廠使用定制的背板3724。微型轉印卡盤3601更包含移動電極3725以及固定電極3726。此外，如圖37I所示，有一選擇性多孔過濾隔膜3727用以濾除氣流中的粒子以防止其到達TC場域介面。

【0318】 現在參閱圖37J，圖37J包含在TFT晶圓代工廠使用定制之背板3724的製程步驟，其包含TFT圖案化3728、真空通道圖案化3729、金屬沉積與圖

案化（用於固定電極3726）3730、氧化物沉積3731、金屬沉積與圖案化（用於移動電極3725）3732以及軟性膜沉積3733，從而產生如圖37K所示的結構。

【0319】 如圖37K所示，結構包含定制的背板3724以及可移動和固定的電極3725、3726。

【0320】 現在參閱圖37L，圖37L包含在TFT晶圓代工廠使用定制之背板3724的附加製程步驟，其包含真空通道圖案化3734、氧化物沉積3735、TSV圖案與從背側蝕刻3736、多孔膜沉積3737、氧化物沉積3738以及針拋光3739，從而產生如圖37M所示的結構3740。

【0321】 現在參閱圖37N，藉由執行凸塊接合、熔融接合以及使用vHF（氣相氫氟酸）之氧化物釋放的製程步驟將圖37K與圖37M中所示的結構接合在一起（見元件3741），從而產生如圖37O所示的結構3742。

【0322】 現在參閱圖38A至38C，圖38A至圖38C示出了根據本案一實施例的示例性重配置轉印卡盤111。

【0323】 圖38A示出了轉印卡盤111的X-Z平面剖示圖，其中描繪了光學電磁致動器3801。此外，轉印卡盤111包含滑塊3802以及約束滑塊3802在θ_x與θy的選擇性彎曲系統3803。此外，轉印卡盤111在彎曲系統3803與光學電磁致動器之間包含選擇性無摩擦樞軸3804。

【0324】 在一實施例中，δ_y、δ_z、θ_z、θ_x是可控制的。在一實施例中，轉印卡盤111包含具有選擇性無摩擦旋轉軸承的選擇性彎曲軸承。

【0325】 圖38B示出了轉印卡盤111的俯示圖。

【0326】 圖38C示出了轉印卡盤111之俯示圖的放大圖。

【0327】 如圖38B與圖38C所示，存在選擇性壓力及/或真空3805以將滑塊3802導引及/或固定到線性軌道3806上。此外，圖38C示出了滑塊3802的選擇性透明芯端口3807以允許計量。另外，圖38C示出了選擇性編碼器感測器3808。圖38C更示出了選擇性永久磁鐵/音圈3809。

【0328】 下面提供了關於圖33-35、圖36A-36B、圖37A-37O以及圖38A-38C的進一步討論。

【0329】 請在下面找到本文討論的術語定義之列表。

- SiP－系統級封裝，其中單獨製造的晶粒集成到更高階的組件中。
- 場域－單個晶粒或並列在SiP中的一小群晶粒。
- SPP－在包含SPP_x與SPP_y之產品晶圓上的SiP間距（SiP Pitch on Product-wafer，SPP）。
- 轉印卡盤－用以將來自一基板的場域及/或晶粒轉移到另一基板，同時保持所述之場域及/或晶粒之熱機械穩定性的系統。

【0330】 在一實施例中，首先使用轉印卡盤111將在原生基板103上的單體化場域（在背面研磨後獲得）轉移到中介基板801，然後轉移到轉印基板3309。在一實施例中，在從原生基板103轉移到中介基板801的期間中，場域401在X及/或Y軸上位移，使得場域間距匹配於產品基板105上沿X及/或Y軸的網格間距。在一實施例中，在從中介基板801轉移到轉印基板3309的期間中，場域401在X及/或Y軸上位移，使得場域間距匹配於產品基板105上沿X及/或Y軸的網格間距。在一實施例中，在從中介基板801轉移到轉印基板3309的期間中，由在轉印卡盤111及/或轉印基板卡盤上的致動器（熱的、機械的）來完全地或部分地補償在產品基板105上之場域的預測疊對誤差。在一實施例中，場域401以整個基板方式

從轉印基板3309轉移到產品基板105。在一實施例中，使用加熱（以熱釋放黏接劑）或UV曝光（以透明或穿孔的基板以及UV固化黏接劑）將轉印基板3309從暫時接合的場域分離。在一實施例中，轉印基板309在暫時接合至產品基板105（例如，使用室溫混合接合來執行所述之接合）之後從場域401分離。在轉印基板3309分離之後，使用氧化濕式清潔、氧氣電漿灰化等清除殘留的黏接劑及/或UV固化平坦化材料。所述之清潔可以在氧化物表面之間的暫時接合之後且在永久接合之前來執行，其中永久接合是使用混合接合表面的熱固化來執行。

【0331】 原生/中介/轉印基板103/801/3309中的一或多個可由玻璃基板、卷狀玻璃基板、鋁、卷狀鋁、箔狀鋁、聚合物、卷狀聚合物、不鏽鋼及/或卷狀不銹鋼所組成。在一實施例中，原生/中介/轉印基板103/801/3309中的一或多個具有用作光導之穿過基板的穿孔。

【0332】 在一實施例中，中介與轉印基板801、3309是由透明基板（例如，氧化矽、熔融石英、玻璃等）、非透明基板（例如，矽）及/或部分透明基板（例如，具有穿孔的矽）。可使用深蝕刻製程，例如深反應離子蝕刻（deep reactive-ion etching，DRIE）、金屬輔助化學蝕刻（MACE）等來製造具有穿孔的矽基板。

【0333】 在圖33中，在場域從一或多個原生晶圓3305轉移到一或多個中介晶圓3306的期間中，可使用轉印卡盤組合1101僅沿著單一軸（X或Y中之一）來改變場域401的間距。場域401可隨後被轉移至第二組的中介晶圓（圖33中未示出），其中場域間距是沿者與前一步驟正交的方向被改變。

【0334】 在一實施例中，轉印卡盤111是可重配置的並且包含附接於每一單個或一組致動單元的光學元件（以將來自以及到光源2402與光感測器的光聚焦到計量模組108）。在一實施例中，轉印卡盤包含一或多個附接到每一單個或

一組致動單元1007的光源。在一實施例中，與單個致動單元1007相關聯的光學元件和光源2402本身可以相對於致動單元1007在X、Y及/或Z軸上移位。可以使用磁性的、電磁的（例如，音圈）、熱的、壓電的及/或氣動的致動形式來執行致動。

【0335】 在一實施例中，轉向面鏡與單個或多個光源2402的組件用以將用於計量的光頭射到轉印卡盤111上。在一實施例中，轉向面鏡是由具有以預定量開始並隨著沿來自光源2402的光路前進而逐漸增加及/或減小之反射率的鏡子所組成。在一實施例中，轉向面鏡由塗有反射材料之圖案化膜的透明基板組成，其具有變化的圖案間距以匹配在特定位置的反射率要求。

【0336】 在一實施例中，雷射式方法可用以切除及/或蒸發填塞材料1201。雷射可用以加熱直接圍繞填塞材料1201的轉印卡盤之部份。在一實施例中，雷射在紫外頻率下操作。在一實施例中，雷射具有257奈米的波長。在一實施例中，雷射是連續波長雷射、脈衝雷射或超短脈衝雷射。在一實施例中，濕式清潔用以蝕刻填塞材料1201。清潔材料可僅分配在填塞材料1201的所在位置附近。

【0337】 在一實施例中，填塞材料1201是一種暫態材料。在一實施例中，填塞材料1201是封端的聚甲醛（end-capped polyoxymethlene）。

【0338】 在一實施例中，使用兩個或多個轉印卡盤111，其中多個轉印卡盤111中之一用於取放組件，其餘的轉印卡盤111被清潔並返回到它們用於真空切換的預設狀態。在一實施例中，轉印卡盤111附接到分度機構（indexing mechanism）。在一實施例中，轉印卡盤111附接到翻轉它們方向以及分度它們以進行清潔的機構。

【0339】 在一實施例中，熱穩定光學平板用作參考以量測在原生基板103、中介基板801、轉印基板3309及/或產品基板105上之場域的定位誤差。在一實施例中，定制製造用於量測不同晶粒之定位的光學平板。在另一實施例中，光學平板由對新型晶粒保持相同的對準標記之密集陣列所組成。

【0340】 在一實施例中，用於附接場域401至原生基板103、中介基板801、轉印基板3309及/或產品基板105的黏接劑3304可由兩個或多層組成。此些層可為UV固化黏接劑、奈米粒子漿料、熱固化黏接劑、壓感黏接劑及/或暫態材料。在一實施例中，奈米粒子漿料吸收窄波長範圍內的輻射。在一實施例中，奈米粒子漿料吸收窄波長範圍內的輻射，n-MASC系統中之基板與卡盤的一或多個在窄波長範圍內顯示最小或零吸收率。在一實施例中，黏接劑3304的成分之一是在加熱時變成氣體的暫態材料。可以使用輻射的（例如，使用雷射）、對流的或傳導的熱傳遞來執行加熱。在一實施例中，暫態材料包含聚氧乙烯。在一實施例中，黏接劑3304以黏接劑島形式（例如，黏接劑島3308、3401、3502）分配到原生基板103、中介基板801、轉印基板3309及/或產品基板105之上。黏接劑島（例如，黏接劑島3308、3401、3502）的尺寸可從小於10微米到300毫米不等。

【0341】 在一實施例中，原生基板103、中介基板801、轉印基板3309及/或產品基板105固定且密集的對準標記網格。例如，對準標記網格可用作固定且穩定的參考，以量測在轉印卡盤111上所拾取之場域的錯位。

【0342】 在一實施例中，分配到原生基板103、中介基板801、轉印基板3309及/或產品基板105上的黏接劑3304是在n-MASC工具之外執行。

【0343】 在一實施例中，每種類型之一或多個緩衝原生基板的存貨（產品基板105需要的）保持在n-MASC工具中的儲料器單元。如果緩衝基板的當前存

貨皆為部份填充的且不包含在正確位置處所需的所有晶粒以在產品基板105上產生所需場域佈局，則可以為特定場域類型添加新的緩衝基板，直到達到緩衝基板的預設限制數量，此時，使用庫存中的一個或已經存在的多個緩衝基板來實現逐晶粒或少量晶粒的拾取與放置。

【0344】 在一實施例中，在n-MASC期間中所使用之封裝層的一或多個包含導電元件。在一實施例中，導電元件連接到電位源以在轉印卡盤111和在封裝層所在之處上的場域401之間形成靜電吸引力。在一實施例中，封裝層的一或多個和裝置結構位在場域401的相對面上。

【0345】 在一實施例中，一或多個微型轉印卡盤3601用以拾取一或多個晶粒901。微型轉印卡盤3601位在軌道3806上，並且可以使用軌道3806和滑塊3802之間的電磁吸力及/或斥力來驅動。圖38A-38C中示出了示例性系統。軌道3806及/或滑塊3802（微型轉印卡盤3601附接於其上）可具有嵌入式電磁鐵以在X、Y、Z、θ_x、θ_y及/或θ_z軸產生受控運動。在一實施例中，使用了軌道的正交系統：一或多個Y軌道在X軌道的正交對上停留並被導引。一或多個滑塊3802可在Y軌道上被導引。藉由提供空氣式緩衝墊及/或磁性緩衝墊，滑塊3802可在X、Y、Z、θ_x、θ_y及/或θ_z軸上受約束。滑塊3802及/或軌道3806可包含用以產生真空及/或壓力孔洞及/或穿孔以創造緩衝效果。在一實施例中，滑塊3802及/或軌道3806可包含多孔陶質（例如，多孔SiC）以產生壓力及/或真空。在一實施例中，使用軟性覆蓋物覆蓋從滑塊3802及/或軌到3806中之孔洞及/或穿孔散發出的壓力及/或真空。在一實施例中在微型轉印卡盤3601之表面及/或正在實施轉移的基板上形成水平氣簾。在一實施例中，氣簾用以減少顆粒汙染。在一實施例中，僅在兩個相反方向上分配壓力（例如，同時朝向滑塊3802的頂部與底部）以產生用於滑塊約束

的反作用緩衝墊。在一實施例中，磁性緩衝與空氣式緩衝的組合用以約束滑塊3802。可以使用類似用於滑塊3802的機構將Y軌道約束到X軌道上。在一實施例中，真空預載用以約束滑塊3802及/或Y軌道中的一或多個。在一實施例中，彎曲部放置在平行於轉印卡盤111之平面及/或正交於轉印卡盤111之平面中，並且可用以將微型轉印卡盤3601約束在X、Y、Z、θ_x、θ_y及/或θ_z軸。在一實施例中，使用平面外縮放機構提供所述容納。在一實施例中，每個Y軌道使用的剪式機構用於所述約束。在一實施例中，電纜（用於滑塊3802及/或微型轉印卡盤3601的電性及/或氣動式連接）由滑塊約束彎曲部支撐。

【0346】 在一實施例中，TC重配置可為反饋控制的。可以使用編碼器板實現全局精度。在一實施例中，編碼器板僅在特定原生晶圓組的組裝開始時使用。編碼器板可裝載到原生晶圓卡盤102、重配置的轉印基板111，然後可被移除。每一微型轉印卡盤3601可參考全域精密編碼器板。可藉由結合在原生晶圓卡盤102或潛在的計量模組108的編碼器板來實現實時反饋。

【0347】 在一實施例中，微型轉印卡盤3601位在於電磁平板上滑動的定位盤上，電磁平板能夠控制所述定位盤在X、Y、Z、θ_x、θ_y及/或θ_z軸上的運動。微型轉印卡盤3601可以面朝上，且待拾取與放置的晶粒901及/或場域401面朝下（使得拾取的過程將晶粒及/或場域在向下的方向上與基板分離）。

【0348】 在一實施例中，微型轉印卡盤3601位在300毫米或更大的夾持表面上。在一實施例中，微型轉印卡盤3601使用真空、電磁力及/或化學黏接劑附接到夾持表面。在取放組裝期間，可以使用微型轉印卡盤拾取機構從夾持表面拾取微型轉印卡盤3601，並且在放置到中介晶圓801、轉印晶圓3309或產品晶圓105上之前，微型轉印卡盤3601在X及/或Y軸上擴展或收縮以匹配產品基板105

的SPP_x或SPP_y。擴展可以在一個步驟或兩個步驟中執行。在一個步驟之擴展情況下，拾取機構可包含彎曲機構，例如基於可在X與Y方向上獨立擴展的剪式機構。在兩個步驟之情況下，拾取機構首先將所有微型轉印卡盤3601的間距沿著一個方向擴展。隨後，將機構旋轉90度，或利用佈置在第一機構之正交方向上的單獨機構，以在正交方向上擴展微型轉印卡盤3601的間距。拾取機構可使用上述的軌道式系統，或剪式機構或上述的組合來擴展微型轉印卡盤3601的間距。

【0349】 現在參閱圖39A至圖39C，圖39A至圖39C示出了根據本案一實施例的示例性轉印卡盤111，其示出了使用可調間距機構（variable pitch mechanism，VPM）而可相對於彼此移動之複數適應性卡盤模組（adaptive chucking modules，ACMs）的陣列。

【0350】 如圖39A所示，轉印卡盤111包含彎曲式樞軸3901。圖39B中提供了轉印卡盤111的剖面圖，其描繪了選擇性透明窗3902、附接在滑塊3802的適應性卡盤模組3903以及選擇性空氣軸承3904。

【0351】 此外，圖39C提供了轉印卡盤111的俯視圖，其描繪了音圈致動器3905以及固定中央的適應性卡盤模組3903。

【0352】 圖40A至圖40B示出了根據本案一實施例的替代示例性轉印卡盤111，其示出了使用可調間距機構而可相對於彼此移動之複數長形適應性卡盤模組3903的陣列。

【0353】 參閱圖40A，圖40A示出了轉印卡盤111的俯視圖，其描繪了X軌道4001與Y軌道4002，以及固定於Y軌道4002的長形適應性卡盤模組3903。在一實施例中，Y軌道4002的寬度約為15毫米。

【0354】 圖40B中描繪了Y軌道4002之剖面的放大圖。如圖40B所示，Y軌道4002的端部由使用空氣軸承4003的X軌道4001所支撐。在一實施例中，Y軌道4002的端部由多孔碳化矽所製成。在另一實施例中，Y軌道4002的端部由具有孔洞的金屬製成以創造空氣軸承4003。在一實施例中，沿著X方向的致動可使用電磁致動器系統來提供。

【0355】 圖41示出了根據本案一實施例的又一替代示例性轉印卡盤111，其示出了使用可調間距機構而可相對於彼此移動之複數長形適應性卡盤模組3903的陣列。

【0356】 如圖41所示，轉印卡盤111包含X方向彎曲部4101。

【0357】 圖42A至圖42B示出了根據本案一實施例之示例性的適應性卡盤模組3903。

【0358】 參閱圖42A，圖42A示出了適應性卡盤模組3903的剖面。特別是，圖42A示出了到開關、固定電極4202、移動電極4203以及此些電極4202、4203之間的5微米間隙4204的示例性連接4201。此外，圖42A示出了在大氣中的位置4205以及在晶粒901上的ACM針4206。另外，圖42A示出了大約100微米的針間距。此外，圖42A示出了雙重密封4207、多晶矽隔膜4208以及真空入口4209。

【0359】 圖42B中描繪了顯示真空入口4209之路徑的適應性卡盤模組3903的俯視圖。

【0360】 下面提供關於圖39A-39C、圖40A-40B以及圖42A-42B的進一步討論。

【0361】 在一實施例中，轉印卡盤111可由適應性卡盤模組3903之陣列所組成，其每一個可用以從原生/中介/產品基板103/801/105拾取與放置一或多個場

域401。在一實施例中，適應性卡盤模組3903由閥單元之陣列所組成。在一實施例中，使用靜電致動機構來致動閥。在一實施例中，由一或多個腔室組成的密封4207用以將真空入口4209與出口隔離。在一實施例中，由一或多個腔室組成的密封4207內所包含的空氣體積用以緩衝隔膜4208在關閉閥時的衝擊。

【0362】 適應性卡盤模組3903可以使用可變間距機構來相對於彼此移動。可變間距機構可由彎曲軸承、空氣軸承與電磁軸承以及氣動、電磁致動器所組成。在一實施例中，適應性卡盤模組3903安裝在沿6個軸提供致動的平面馬達上。一些示例性設計顯示在圖39A-39C、圖40A-40B以及圖41中。

【0363】 在一實施例中，適應性卡盤模組3903包含用於適應性卡盤模組3903相對於可變間距機構的θ致動（theta actuation）。在一實施例中，θ致動機構是彎曲式的。在一實施例中，使用在彎曲臂包含熱膨脹的熱致動器來致動θ致動彎曲部。在一實施例中，增加在轉印卡盤111中之拾取的場域之間的間隔以容納用於熱致動之更長的彎曲部，以產生更大之θ位移（theta displacement）。

【0364】 在一實施例中，一或多個影像儀1401用以檢測由適應性卡盤模組3903拾取與放置之場域中的錯誤。在一實施例中，影像儀1401為可見光影像儀或IR影像儀。在一實施例中，每個影像儀1401觀察單個適應性卡盤模組3903或每個影像儀1401觀察多個適應性卡盤模組3903。自動故障檢測演算法可使用來自影像儀1401的影像流以標記在取放過程中的錯誤。錯誤檢測演算法可基於人工神經網路（artificial neural networks，ANNs）、卷積神經網路（convolutional neural networks，CNNs）等。

【0365】 圖43A至圖43C示出了根據本案一實施例的另一示例性轉印卡盤111，其示出了使用可調間距機構而可相對於彼此移動之複數適應性卡盤模組3903的陣列。

【0366】 參閱圖43A，轉印卡盤111包含用於適應性卡盤模組3903之Y擴展/收縮的剪式機構4301。

【0367】 圖43B為剪式機構4301之剖面的放大圖。如圖43B所示，圖43B示出了可調間距機構4302上的固定點4303。此外，可調間距機構4302包含塗有光熱轉換材料（例如，光吸收奈米粒子鏈結（light-absorbing nanoparticle links）、光熱轉換（light-to-heat conversion，LTHC）釋放塗層等）的致動臂4304。另外，可調間距機構4302包含隔熱連接器4305。

【0368】 圖43C示出了剪式機構4301之剖面的另一放大圖。如圖43C所示，圖43C示出了准許在X、Y及θ軸上運動但准許在Z平面中之最小運動的選擇性懸臂彎曲部4306。

【0369】 圖43C更示出了使用選擇性隔熱黏接劑連接到適應性卡盤模組3903的選擇性隔熱框4307。

【0370】 參閱圖43A-43C，在一實施例中，適應性卡盤模組3903使用可致動X、Y及θ軸中之一或多個的機構連接到可調間距機構4302。在一實施例中，X或Y位移的範圍至少為100奈米，而θ的範圍至少為10微弧度。在一實施例中，致動機構連接至可調間距機構4302的固定點4303以及適應性卡盤模組3903。在一實施例中，上述機構與可調間距機構4302之固定點4303以及適應性卡盤模組3903的連接是使用隔熱材料產生的。在一實施例中，隔熱連接器也具有低的整體熱膨脹（小於25奈米或甚至小於10奈米）。此低的整體熱膨脹可使用具有低

熱膨脹係數（coefficient of thermal expansion，CTE）的連接器材料或使用薄的（微米級）連接器或低熱膨脹係數與薄連接器之組合來實現。此些連接器材料可包含隔熱黏接劑、具有低整體熱膨脹的聚合物連接器、熔融石英或不銹鋼。在一實施例中，致動臂4304塗有光熱轉換材料（例如，光吸收奈米粒子漿料、LTHC層）。在一實施例中，藉由輻射致動臂4304使用以下群組中之一或多個來執行致動臂4304的加熱：掃描光源、數位微鏡陣列、LED陣列以及微LED陣列。在一實施例中，散熱器用以維持致動臂4304的穩定參考溫度。散熱器可由跨致動臂4304及/或嵌入式流體微通道的流體流（例如，空氣）所組成。在一實施例中，可變間距機構4302具有至少一毫米的運動範圍。

【0371】 現在參閱圖44A至圖44F，圖44A至圖44F示出了根據本案一實施例的示例性轉印基板3309。

【0372】 如圖44A所示，圖44A示出了轉印基板3309。圖44B示出了轉印基板3309之剖面的放大圖。圖44B示出了用於黏接劑之毛細管釘扎的選擇性台面4401（轉印基板3309上基板3309尚未被蝕刻掉的區域）。在一實施例中，使用聚合物並且圖案化，例如通過微影，來製造台面4401。在一實施例中，台面4401對UV光是透明的（例如，舉例而言，光阻材料）。在一實施例中，台面4401的材料是折射率匹配（index-matched）於波導層。可調節台面材料的折射率以僅允許波導中的部分光透過台面4401洩漏進入黏接劑（例如，用於UV固化）。

【0373】 此外，如圖44B所示，在從原生基板103拾取之後，少量的原生基板黏接劑4402可選擇性地被留在場域401的底側。

【0374】 此外，圖44B示出了兩個示例性相鄰的場域401。在一實施例中，場域401使它們的主動側面向上（遠離轉印基板3309）。場域401的高度變異可

藉由z順應彎曲部、黏接劑液滴體積調整以及邊緣附近之場域401的懸臂來補償，如元件4403所示。

【0375】 另外，圖44B示出了UV固化黏接劑4404。

【0376】 此外，圖44B示出了選擇性波導層4405。波導層4405可在z彎曲部結構的頂部及/或在它們的下方。在一實施例中，波導層4405是使用SiO_2、氮化矽及/或UV透射聚合物（例如，丙烯酸）製成。

【0377】 此外，圖44B描繪了用於將光（例如，UV 4407）耦合到橫向波導結構4405中的內耦合光柵4406。此些可位在轉印基板3309之外圍及/或場域401之間的切口區域附近。此些可選擇性地在壓印光阻繫上使用J-FIL壓印微影（Jet and Flash Imprint Lithography）來進行圖案化。

【0378】 另外，圖44B示出了轉印基板3309的塊體部分4408（例如，大約775微米厚的塊體矽）。此可選擇性地使用蝕刻技術來進行穿孔，例如催化劑影響化學蝕刻（CICE）或深反應離子蝕刻（DRIE），以允許黏接劑4404從轉印基板3309之底側進行UV曝光。

【0379】 此外，圖44B示出了用於z順應結構4410的選擇性封裝層4409。在一實施例中，封裝層4409將z順應結構4410的內部結構與拾取的場域401分離。在一實施例中，封裝層4409的z順應量藉由改變其厚度而改變。在一實施例中，封裝層4409是使用矽、多晶矽、氧化矽、聚合物及/或金屬（例如，鉻）製成。

【0380】 另外，圖44B示出了選擇性外耦合光柵4411。

【0381】 現在參閱圖44C，圖44C是z順應結構4410的放大圖。如圖44C所示，z順應結構4410包含彎曲桿4412。在一實施例中，彎曲桿4412被設計成只要作用在上面之場域的力超過特定值時就會彎曲。此外，圖44C示出了在z順應結

構4410中的凹槽4413，其可使用選擇性犧牲材料（例如，氧化矽、多孔碳、聚乙烯醇（polyvinyl alcohol，PVA）等）來填充，其中犧牲材料可在製造結束時使用合適的蝕刻劑來移除。

【0382】 圖44D是z順應結構4410之頂部的放大圖。如圖44D所示，次級彎曲部4414允許中心墊4415在z方向上的彎曲，同時防止在XY平面中的實質性運動。在一實施例中，台面4401與黏接劑4404可選地位在中心墊4415之上方。

【0383】 圖44E是z順應結構4410之中心部分的放大圖。如圖44E所示，彎曲桿層4412可由矽（例如）製成，並使用合適的接合技術（例如，共價結合）接合至順應層的其餘部分。

【0384】 此外，圖44F是內耦合光柵4406（例如，用於UV光）之俯視的放大圖。另外，圖44F示出了在黏接劑液滴4416附近之剖面的俯視圖，其顯示了液滴交錯以允許耦合到波導層4405中的UV輻射在被吸收或散射之前達到最大液滴量。

【0385】 圖45示出了根據本案一實施例的替代示例性轉印基板3309。

【0386】 參閱圖45，圖45示出了用於黏接劑4404之毛細管釘扎的選擇性台面4401。在一實施例中，台面4401是使用聚合物製成，並且使用微影圖案化。在一實施例中，台面4401對IR光4501是透明的。可選地，台面4401可嵌入選擇性吸收特定波長之光（例如，紅外光）的奈米粒子。此些可用於局部加熱以及固化兩部分黏接劑4404。

【0387】 圖45更是出了選擇性兩部分黏接劑4404（除了此是透過IR輻射固化之外，類似於圖44B中所示的黏接劑）。在一實施例中，黏接劑4404是單獨儲存，並且在場域附接步驟之前一起分配（例如，使用噴墨）。在一實施例中，

黏接劑4404可選擇性地嵌入選擇性吸收特定波長之光（例如，紅外光4501）的奈米粒子。此些可用於局部加熱以及固化兩部分黏接劑4404。

【0388】 參閱圖44A-44F以及圖45，在緊接在（在集成順序中）混合接合到產品基板105上之前，轉印基板3309是場域401暫時組裝到其上的中介基板801。場域401通常是以整個基板方式從轉印基板3309轉移到產品基板105。

【0389】 在一實施例中，轉印基板3309包含嵌入式結構，其在Z方向上選擇性地順應，同時在X和Y方向上呈硬性。示例性結構顯示在圖44A-44F以及圖45中。此種結構可藉由將多個2D製造層（使用諸如雷射加工、微影、蝕刻等技術）接合在一起來進行組裝。嵌入式結構中的凹槽4413可以犧牲材料，例如SiO_2、水溶性的聚乙烯醇（PVA）、多孔碳等來填充。填充層可用以支撐內部結構以防止塌陷與損壞，以及可在已製造層之上生長的任何後續層。在整個製造過程結束時，可以使用合適的蝕刻劑（例如，用於SiO_2的HF、用於PVA的水等）將填充層蝕刻掉。填充層和內部結構可塗有由SiO_2、旋塗玻璃（spin-on-glass，SOG）、金屬、聚合物、矽及/或多晶矽組成的封裝層4409。在一實施例中，封裝層4409被金屬層覆蓋，此金屬層有助於光在波導層中的內反射。

【0390】 在一實施例中，轉印基板3309的平面內變形是使用熱致動（例如，珀爾帖致冷器（peltier coolers）、紅外輻射式局部加熱源）以及機械致動技術來控制的。在一實施例中，利用熱致動來抽出在使用例如，UV輻射固化黏接劑之期間所產生的任何多餘熱量。可選地，可使用高導熱黏接劑以促進熱傳遞過程。

【0391】 在一實施例中，轉印基板3309是為每個新的SiP定制的。在一實施例中，封裝層4409、台面層4401以及內耦合光柵層4406是為每個SiP定制圖案化的。

【0392】 在一實施例中，為了防止轉印卡盤111的轉印基板面向表面和轉印基板3309上預先存在之場域401的干擾（於將轉印卡盤111所拾取之場域401放置到轉印基板3309上時），可使用短的電漿剝離步驟來減少在預先存在之場域401上之封裝層4409的厚度。電漿可為大氣壓等離子體。

【0393】 在一實施例中，為了防止轉印卡盤111的轉印/原生/中介基板面向表面和轉印/原生/中介基板3309/103/801上預先存在之場域401的干擾（於將轉印卡盤111所拾取之場域401放置到轉印/原生/中介基板3309/103/801上時），可在轉印/原生/中介基板3309/103/801上預先存在之場域401和轉印卡盤111的轉印/原生/中介基板面向表面之間產生排斥力。所述力可藉由在預先存在場域位置處將空氣從適應性卡盤模組3903排出來產生，以創造將預先存在之場域401與轉印卡盤111的基板面向表面分開的薄空氣墊。或者，所述力可藉由以相似極性電荷對轉印卡盤111的基板面向表面和預先存在之場域401的轉印卡盤面向表面進行充電來產生，以在表面之間創造靜電排斥。在一實施例中，轉印/原生/中介基板3309/103/801內部的z彎曲結構4412（也可稱為「彎曲桿」）之順應性可被改變以在放置步驟之期間中幫助產生轉印卡盤至場域的間隙。

【0394】 在一實施例中，轉印基板3309中的台面層4401、波導層4405、封裝層4409與z順應結構中的一或多個可使用具有高導熱率的材料（例如，金屬、矽、包含高導熱性填料的高導熱性複合聚合物）來製成，以允許熱量從場域401垂直和橫向傳遞到轉印/原生/中介基板3309/103/801和轉印卡盤111的主體。

【0395】 在一實施例中，增加台面結構4401的厚度以增加轉印/原生/中介基板3309/103/801的局部X、Y順應性。在一實施例中，增加黏接劑液滴4416的體積以增加黏接劑4404的釘扎高度，以增加轉印/原生/中介基板3309/103/801的有效局部X、Y順應性。

【0396】 圖46A至圖46B示出了根據本案一實施例的示例性干擾防範方法（在場域組裝到轉印基板3309的期間）。

【0397】 參閱圖46A，圖46A示出了已經組裝在轉印基板3309上的示例性場域4601。相比於正在組裝的場域401，所示場域401（例如）具有更大的厚度。在沒有干擾防範方法的情況下，此會因適應性卡盤模組3903試圖將場域401組裝到轉印基板3309上而妨礙到它。

【0398】 此外，圖46A示出了當前正在組裝到轉印基板3309上的場域4602。

【0399】 圖46B是轉印基板3309之一部分的放大圖。如圖46B所示，由適應性卡盤模組3903（在已組裝場域4601的位置）產生局部氣壓及/或靜電排斥4603以防止在組裝其中場域和轉印卡盤/適應性卡盤模組111/3903的干擾。

【0400】 此外，如圖46B所示，轉印基板3309中的彎曲結構有助於減少干擾。

【0401】 現在參閱圖47A至圖47E，圖47A至圖47E示出了根據本案一實施例的示例性原生基板103。

【0402】 如圖47A所示，圖47A示出了原生基板103。圖47B示出了原生基板103之剖面的放大圖。圖47B示出了用於黏接劑之毛細管釘扎的選擇性台面4701（原生基板103上基板103尚未被蝕刻掉的區域）。在一實施例中，台面4701是使用聚合物製成並被圖案化，例如通過微影。在一實施例中，台面4701對IR

光是透明的。在一實施例中，台面4701可嵌入選擇性吸收特定波長之光（例如，紅外光）的奈米粒子。此些可用於局部加熱以及固化兩部分黏接劑。

【0403】 此外，如圖47B所示，在從原生基板103拾取之後，少量的原生基板黏接劑4702可選擇性地被留在場域401的底側。

【0404】 此外，圖47B示出了兩個示例性相鄰的場域401。在一實施例中，場域401使它們的主動側面向上（遠離原生基板103）。場域401的高度變異可藉由z順應彎曲部、黏接劑液滴體積調整以及邊緣附近之場域401的懸臂來補償。

【0405】 另外，圖47B示出了用於暫態材料激活的選擇性UV輻射4703。

【0406】 此外，圖47B示出了原生基板103的塊體部分4704（例如，大約775微米厚的塊體矽或使用合適的蝕刻技術製成的具有穿孔之矽層）。

【0407】 此外，圖47B示出了用於z順應結構4706的選擇性封裝層4705。在一實施例中，封裝層4705將z順應結構4706的內部結構與拾取的場域401分離。在一實施例中，封裝層4705的z順應量藉由改變其厚度而改變。在一實施例中，封裝層4705是使用矽、多晶矽、氧化矽、聚合物及/或金屬（例如，鉻）製成。

【0408】 另外，圖47B示出了選擇性暫態材料（黏接劑）4707。在一實施例中，暫態材料4707被噴墨在台面層4701之頂部。可以使用例如，熱或UV輻射來誘發相變。可選地，暫態材料4707可嵌入選擇性吸收特定波長之光（例如，紅外光）的奈米粒子。此些可用於局部加熱材料。

【0409】 現在參閱圖47C，圖47C是z順應結構4706的放大圖。如圖47C所示，z順應結構4706包含彎曲桿4708。在一實施例中，彎曲桿4708被設計成只要作用在上面之場域的力超過特定值時就會彎曲。此外，圖47C示出了在z順應結構4706中的凹槽4709，其可使用選擇性犧牲材料（例如，氧化矽、多孔碳、聚

乙烯醇（PVA）等）來填充，其中犧牲材料可在製造結束時使用合適的蝕刻劑來移除。

【0410】 圖47D是z順應結構4706之頂部的放大圖。如圖47D所示，次級彎曲部4710允許中心墊4711在z方向上的彎曲，同時防止在XY平面中的實質性運動。在一實施例中，台面4701與黏接劑4707可選地位在中心墊4711之上方。

【0411】 圖47E是z順應結構4706之中心部分的放大圖。如圖47E所示，彎曲桿層4708可由矽（例如）製成，並使用合適的接合技術（例如，共價結合）接合至順應層的其餘部分。

【0412】 在一實施例中，原生基板103可由使用黏接劑（例如，黏接劑4707）附接到透明載體基板（例如，玻璃、熔融石英、藍寶石）或帶框載體隔膜的場域401所組成。黏接劑可為連續膜，其連續膜之厚度變化以補償場域401的厚度變化，或分離成島，其X/Y範圍與厚度考量於不同之X/Y範圍與厚度的場域401而改變。在一實施例中，此種原生基板103是藉由從具有犧牲層之基板的場域401開始，例如絕緣物上覆矽（silicon-on-insulator，SOI）、藍寶石上覆矽（silicon-on-sapphire，SOS），翻轉並以整個基板方式黏接到合適的載體基板，以及使用合適的蝕刻劑分離起始基板的主體。在一實施例中，起始基板由製造在位於犧牲矽鍺（SiGe）層之頂部的場域401所組成。此種SiGe層可以使用磊晶沉積技術來生長。可以使用濕式蝕刻、電漿蝕刻、原子層蝕刻以及混合蝕刻方法來執行犧牲矽鍺層的蝕刻。在一實施例中，使用由蒸氣HF、蒸氣H_2O_2以及蒸氣乙酸所組成的蝕刻劑。

【0413】 圖48是根據本案一實施例之用於從具有犧牲層之基板創造用於組裝之原生基板之方法4800的流程圖。圖49A至圖49F描繪了根據本案一實施例

之使用圖48中所述之步驟從具有犧牲層的基板創造用於組裝之原生基板的剖面圖。

【0414】 結合圖49A-49F參閱圖48，在步驟4801中，執行犧牲層4903的部分蝕刻以創造如圖49A-49B所示的繫鏈（tethers）。圖49A示出了在頂部具有主動層的單體化場域4901。此外，圖49A示出了用於犧牲層蝕刻劑的出入孔4902以及在塊狀基板4904上的犧牲層4903。另外，圖49A示出了場域切口4905。

【0415】 如上所述，在步驟4801中，執行犧牲層4903的部分蝕刻以創造如圖49B所示的繫鏈4906。

【0416】 在步驟4802中，塊狀基板4904被翻轉並通過黏接劑4908暫時附接到中介基板4907，如圖49C所示。在一實施例中，中介基板4907是使用矽、碳化矽、氧化矽、熔融石英、藍寶石、聚合物膜及/或帶框所製成。

【0417】 在步驟4803中，使用犧牲層蝕刻來分離塊狀基板4904，如圖49D所示。在一實施例中，塊狀基板4904（也稱為「載體基板」）一直附接於載體基板卡盤。載體基板卡盤可選地是抗犧牲蝕刻劑的，例如使用聚四氟乙烯（polytetrafluoroethylene，PTFE）及/或藍寶石製成。

【0418】 在步驟4804中，中介基板4907被翻轉並使用黏接劑島4910暫時附接到用於組裝的原生基板4909（例如，原生基板103），如圖49E所示。在一實施例中，原生基板4909是使用矽、碳化矽、氧化矽、熔融石英、藍寶石、聚合物膜及/或帶框所製成。

【0419】 在步驟4805中，中介基板4907（連同黏接劑4908）被移除，例如通過蝕刻技術，從而留下具有場域4901的原生基板4909，如圖49F所示。

【0420】 下面提供關於方法4800的進一步討論。

【0421】 在一實施例中，場域401、4901包含分佈在場域401、4901之整個區域中的出入孔。用於犧牲層（例如，犧牲層4903）的蝕刻劑除了源自場域401、4901之邊緣之外，還可以源自出入孔4902（在繫鏈形成蝕刻以及塊裝基板分離的期間中）。在一實施例中，出入孔4902的XY間距為20微米。在一實施例中，在犧牲層4903上方的矽層為約300奈米厚。在一實施例中，如果使用蒸氣蝕刻劑，犧牲層4903約為0.5微米厚，如果使用濕式蝕刻劑，犧牲層4903約為5微米厚，其中選擇的值允許犧牲層蝕刻劑的充分橫向傳輸。

【0422】 在一實施例中，增加台面結構4401（圖45中所示）的厚度以增加原生基板103、4909的局部X、Y順應性。在一實施例中，增加黏接劑液滴4416（見圖44F）的體積以增加黏接劑4404的釘扎高度，以增加原生基板103、4909的有效局部X、Y順應性。

【0423】 在一實施例中，在背面研磨期間或在圖47A-47E中所示之原生晶圓創造過程（在中介載體基板上）期間中，當場域401、4901處於主動側朝下時，它們的厚度可使用減成法（例如，噴墨式平面化）與加成法（例如，使用噴墨、化學氣相沉積、旋轉塗佈等將材料添加到背面）的一或多種來調製。在一實施例中，可由矽、氧化矽、藍寶石、熔融石英等製成的載體基板4904被拋光至高度平坦，並用作附接到基板之場域401、4901的參考。載體基板4904上的場域高度可藉由量測在切口4905和每一場域401、4901之邊緣之間的形貌變化的合適形貌量測技術來進行量測。在一實施例中，氣壓計式厚度量測方法用以量測場域401、4901的厚度。

【0424】 本文所述的黏接劑可用以附接場域401、4901至原生、中介、轉印與載體基板103、801、3309、4904以及轉印卡盤111。黏接劑可由UV釋放黏

接劑、熱釋放黏接劑、光熱轉換（LTHC）塗層、液晶（liquid-crystal，LC）式黏接劑、UV相位切換液晶式黏接劑等所組成。

【0425】 在一實施例中，黏接劑層由第一光吸收層與暫態材料層中之一或多層所組成。光吸收層可為純聚合物層（例如，由3M®製造的LTHC塗層），或針對光吸收優化之聚合物與奈米粒子的複合物。在一實施例中，可以使用黏貼到暫態材料的黏接劑塗層（例如，VALMat）塗覆在場域401、4901之底側及/或其整體。

【0426】 在一實施例中，黏接劑液滴4416被分配在離場域401、4901之邊緣的一個合適距離處，使得懸臂場域（靠近場域401、4901之邊緣）彎曲以接納相鄰場域401、4901在混合接合期間中的任何殘餘高度差距。如果場域401、4901的厚度小，則此種彎曲不一定會導致任何顯著的疊對誤差。

【0427】 在一實施例中，光熱轉換（LTHC）層用以局部加熱及/或蒸發黏接劑。LTHC層可由諧振吸收層的一或多個所組成。在一實施例中，LTHC包含設計在窄波長範圍內吸收輻射的嵌入式奈米粒子，理想地在轉印卡盤111、原生基板103、轉印基板3309的一或多個顯示最小或零光吸收的波長處。在一實施例中，黏接劑由聚醯亞胺（polyimide）組成。在一實施例中，黏接劑由聚醯亞胺光熱轉換式（polyimide-LTHC-based）釋放層所組成。

【0428】 在一實施例中，在LTHC層中用於光吸收的奈米粒子是使用金、矽、釕、貴金屬、鈦及/或鎢製成。在一實施例中，增加奈米粒子的尺寸以提升它們的熔點（例如，金奈米粒子的熔點隨著奈米粒子的尺寸減小而下降）。

【0429】 圖50A至圖50C示出了根據本案一實施例的示例性良率管理流程。

【0430】 現在參閱圖50A，圖50A示出了在轉印基板3309上的示例性SIP 5001，其顯示了需要用來自緩衝基板的已知良好晶粒2603替換掉的四個示例性已知不良晶粒2605。

【0431】 參閱圖50B，圖50B示出了在各種主動緩衝基板5002A-5002N上的已知良好晶粒2603，其中N為正整數（5002A識別成「主動緩衝基板1」、5002B識別成「主動緩衝基板2」、5002N識別成「主動緩衝基板N」）。主動緩衝基板5002A-5002N可分別共同地或單獨地稱為多個主動緩衝基板5002或主動緩衝基板5002。

【0432】 在任何時間點，維持有N個（N為正整數）主動緩衝基板5002。在一實施例中，在所有時間點，保持此些在一低耗盡水平，使得任何給定轉印晶圓3309的已知不良晶粒替換步驟可在至多一或兩個取放步驟中完成。

【0433】 圖50C示出了一系列惰性緩衝基板5003-5003N，其中N為正整數（5003A識別成「惰性緩衝基板1」、5003B識別成「惰性緩衝基板2」、5003N識別成「惰性緩衝基板N」）。惰性緩衝基板5003A-5003N可分別共同地或單獨地稱為多個惰性緩衝基板5003或惰性緩衝基板5003。

【0434】 如圖50C所示，來自耗盡最多之惰性緩衝基板5003（例如，惰性緩衝基板5003N）的晶粒901使用逐晶粒轉印卡盤以逐晶粒方式組裝到耗盡最少的惰性緩衝基板5003（例如，惰性緩衝基板5003A），如圖50C中的箭頭5004所示。

【0435】 此外，如圖50B和圖50C中所示，一旦主動緩衝基板5002中之一者達到耗盡的預指定水平，耗盡最少的惰性緩衝基板5003（例如，惰性緩衝基板5003A）可被送至緩衝基板5002之主動組，如箭頭5005所示。

【0436】 圖51A至圖51D示出了根據本案一實施例之用於切割和對準標記創建的示例性方法。

【0437】 圖51A示出了未切割場域5101，其中裝置層面向在載體基板3302上的黏接劑5102。

【0438】 此外，圖51B是在圖51A中所示之載體基板3302上方之層的放大圖。如圖51B所示，圖51B示出了位在封裝層5104上的裝置結構5103。此外，圖51B示出了黏接劑層5102，其可選擇性地為蝕刻停止層。另外，圖51B示出了用以創造金屬斷裂的層5105。此外，圖51B示出了用於使用CICE創造對準標記的選擇性催化劑5106。另外，圖51B示出了切口區域5107，其中切口區域5107的放大圖顯示在圖51C中。

【0439】 如圖51C所示，切口區域5107包含對準標記5108。

【0440】 此外，用於場域切割的電漿蝕刻顯示在圖51D中。如圖51D所示，使用CICE創造對準標記5109。如圖51D進一步所示，切割邊緣5110是使用電漿蝕刻創造的。

【0441】 在一實施例中，對準標記5108、5108是在單體化期間中在場域中創造的。

【0442】 在一實施例中，對準標記5108、5109創造在場預的背面。例如，光微影（photolithography，PL）或奈米壓印微影（NIL）可用於標記5108、5109的圖案化。在另一實施例中，深反應離子蝕刻（DRIE）可用於標記5108、5109的乾蝕刻。在又一實施例中，CICE可用於標記5108、5109的蝕刻。標記5108、5109可放置在電路圖案下方或遠離電路區域之切口區域5107附近。標記5108、5109可被一路蝕刻到通過場域的厚度或被部分地蝕刻。

【0443】 場域的單體化可使用單獨一組的圖案化和蝕刻技術來執行（相比於對準標記創造步驟）。光微影（PL）或奈米壓印微影（NIL）可用於圖案化。乾蝕刻（例如，DRIE）可用於蝕刻。此外，濕式蝕刻（例如，CICE）可用於蝕刻。另外，可使用雷射式方法，例如雷射切割或隱形切割來執行單體化。

【0444】 現在參閱圖52A，圖52A示出了根據本案一實施例之將轉印卡盤111上所拾取的場域401定位到穩定參考網格。特別的是，圖52A示出了用於相對於穩定參考網格及/或相對於轉印卡盤111來定位拾取之場域401的上視顯微鏡5201。

【0445】 圖52A更示出了選擇性耦合的顯微鏡位在單獨的可變間距機構5202上，其可針對穩定參考網格進行校準。

【0446】 現在參閱圖52B，圖52B示出了根據本案一實施例之相對於穩定參考網格5203（例如，穩定網格板）來定位複數適應性卡盤模組3903的位置。

【0447】 如圖52B所示，集成光源和感測器對5204A-5204B、5204C-5204D用於發送適應性卡盤模組3903相對於穩定參考網格5203（例如，穩定網格板）的位移。集成光源和感測器對5204A-5204D可分別共同地或單獨地稱為多個集成光源和感測器對5204或集成光源和感測器對5204。

【0448】 參閱圖52A-52B，在一實施例中，朝上顯微鏡5201用以量測場域401相對於全局網格的位置，或者當它們被拾取到轉印卡盤111上時，相對於在場域401上之對準標記位置之轉印卡盤111的對準。在一實施例中，朝上顯微鏡5201是放在可重配置的可變間距機構，例如可變間距機構5202上。在一實施例中，朝上顯微鏡5201的位置可相對於穩定2D網格和附接到顯微鏡501之網格編碼器來量測。在可變間距機構，例如可變間距機構5202上的顯微鏡5201之位置可

被間歇地校準一次，或在每個取放步驟期間中被主動地觀察。另外，可使用疊紋式計量來量測朝上顯微鏡5201的位置，其中一組疊紋標記放置在顯微鏡5201上，且另一組疊紋標記放置在穩定參考基板上，並且使用疊紋顯微鏡來觀察在朝上顯微鏡5201和參考基板上之對應標記組的相對位置。在一實施例中，原生基板103用以組裝多個轉印基板3309，使得用於上視顯微鏡5201的可變間距機構，例如可變間距機構5202僅在裝載新的原生基板時必須重新配置。

【0449】 在一實施例中，使用上視顯微鏡5201在有限組的位置上取樣來自原生基板103且已被轉印卡盤111拾取的場域401，以量測那些場域401相對於穩定參考網格5203及/或相對於轉印卡盤111的位置。可使用合適的位置外插技術來外插轉印卡盤111上剩餘之拾取場域401的位置。

【0450】 可以從轉印卡盤111的底側、直接從轉印卡盤111之上方或從具有源自內耦合光柵4406（其用以送入用於黏接劑固化的UV光）之對準訊號的轉印卡盤111的上方來觀察場域上的對準標記。可使用計算方法或藉由設計對準標記之位置以使其避免干擾結構來濾除對準訊號和場域401上之電路元件（例如）的干擾。

【0451】 在一實施例中，可相對於穩定2D網格來直接觀察可變間距機構，例如可變間距機構4302上之適應性卡盤模組3903的位置。小型網格編碼器可集成到適應性卡盤模組3903上，並用以查看2D網格板，以在組裝期間中實時量測適應性卡盤模組3903的位移。

【0452】 在一實施例中，轉印基板3309包含對準標記的網格。對準標記的網格可選擇性地使用和製造台面（例如，台面4401）相同的技術（例如，i線微影）而圖案化在轉印基板3309中的台面（例如，台面4401）上。在一實施例中，

進來的場域401對準於在轉印基板3309上的對準標記之網格。來自選擇性朝上顯微鏡5201以及來自用於量測轉印基板3309和場域401之間之對準的對準顯微鏡的場域位置誤差可以藉由在轉印基板卡盤上的熱致動器組來校正。

【0453】 在一實施例中，所有場域401的零層在同一微影工具上製造（此包含不同種類的場域，而不僅僅是相同種類的不同場域）。

【0454】 在一實施例中，轉印卡盤111的面向場域表面被拋光成高度平坦，以作為拾取與放置之場域401的參考平面。在一實施例中，在z方向上主動地調節轉印卡盤111的表面以達到平坦或期望的非平坦輪廓。

【0455】 在一實施例中，產品晶圓卡盤104包含致動器以在混合接合之前弄平產品晶圓105的表面。可使用雷射式方法、氣壓計等來執行產品晶圓105上之形貌的感測。可使用壓電致動器、熱致動器及/或電磁致動器來執行晶圓卡盤的致動。

【0456】 現在參閱圖53A至圖53B，圖53A至圖53B示出了根據本案一實施例之用於使用噴墨催化劑之基於金屬輔助催化蝕刻（metal-assisted catalytic etching，MACE）之切割的示例性方法。

【0457】 如圖53A所示，切口區域5107包含對準標記5301以及選擇性切割邊緣穩定結構5302和切割邊緣5303。

【0458】 圖53B是黏接劑層5102上方之層的放大圖。如圖53B所示，有一選擇性淺蝕刻凹槽5304以改進蝕刻劑圍阻、一包含彎月面的蝕刻劑液滴5305以及一噴墨催化劑5306。此外，圖53B示出了切割厚度5307可選擇性地為次微米級。

【0459】 現在參閱圖54A至圖54B，圖54A至圖54B示出了根據本案一實施例之用於使用噴墨催化劑之基於金屬輔助催化蝕刻之切割的替代示例性方法。

【0460】 如圖54A所示，具塗有催化劑之刀刃5402的刀刃切割機框架5401用以切割場域401。圖54B中顯示了此種製程的放大圖。

【0461】 如圖54B所示，刀刃切割機框架（例如，矽）可包含蝕刻劑入口5403以及蝕刻劑出口5404。此外，如圖54B所示，存在用於切割機框架5401的選擇性保護層5405（例如，碳）。另外，如圖54B所示，存在包含彎月面的蝕刻劑液滴5406以及催化劑膜5407，其中切割厚度5408可選擇性地為次微米級。

【0462】 以下討論基於圖53A-53B與圖54A-54B。

【0463】 MACE可用以切割基板成場域401。

【0464】 在一實施例中，切割邊緣是直的。在另一實施例中，切割邊緣可具有一或多個彎曲或角狀元件（例如90°轉角等）。

【0465】 在一實施例中，使用一或多個噴墨器將MACE催化劑分配到未切割的基板（例如，未切割的場域5101）。在一實施例中，催化劑為金。在切割後，可使用蝕刻劑（例如，用於金催化劑的王水）。

【0466】 在另一實施例中，刀刃切割機框架5401用以蝕刻進基板（例如，基板3302）。在一實施例中，刀刃5402塗有MACE催化劑。在一實施例中，刀刃5402塗有保護層（例如，碳層）。在一實施例中，刀刃5402具有斷續式穩定結構。

【0467】 在一實施例中，MACE蝕刻劑覆蓋整個基板（例如，基板3302）。在一實施例中，使用在場域401之切口區域5107附近的噴墨器來分配MACE蝕刻劑。在一實施例中，使用在切割前就已經被蝕刻且位在切口區域5107附近的凹槽來容納MACE蝕刻劑。在一實施例中，使用在切口區域5107附近的表面張力來容納MACE蝕刻劑。

【0468】 在一實施例中，循環MACE蝕刻劑以防止蝕刻滯止。在一實施例中，在切口區域5107的鄰域內實施蝕刻劑循環。

【0469】 在一實施例中，場域401塗有保護層以防止在切割和催化劑移除期間中的化學損壞。

【0470】 在一實施例中，刀刃切割機框架5401具有彎曲機構以提供沿著Z軸的順應性。在一實施例中，刀刃切割機框架5401具有彎曲機構以為每一個場域401提供沿著Z軸的順應性。

【0471】 在一實施例中，切割邊緣具有被優化以減少凹陷與蝕刻滯止趨勢的橫截面。在一實施例中，切割邊緣在蝕刻區域具有梯形橫截面。可使用結晶蝕刻（例如，基於KOH的蝕刻）來創造梯形橫截面。

【0472】 在一實施例中，切割邊緣具有正交結構以提供機械支撐。

【0473】 在一實施例中，蝕刻式切割技術（例如，基於MACE的切割）用以創造非直線的場域邊緣。在一實施例中，蝕刻式切割技術（例如，基於MACE的切割）用以單體化場域401，使得在切口區域5107上的對準標記5301在切割之後被保留。

【0474】 現在參閱圖55A至圖55B，圖55A至圖55B示出了根據本案一實施例之用於基板切割後背面研磨的示例性方法。

【0475】 如圖55A所示，切口區域5107（例如，40微米寬）包含全尺寸的對準標記5301（例如，38微米寬）以及選擇性切割邊緣穩定結構5302和切割邊界/邊緣5303（例如，1微米）。

【0476】 圖55B是黏接劑層5102上方之層的放大圖。如圖55B所示，在切割邊界有催化劑5501。

【0477】 現在參閱圖56，圖56示出了根據本案一實施例之用於在背面研磨之前在原生基板103中創造晶粒切割的示例性方法。

【0478】 特別的是，圖56是黏接劑層5102上方之層的放大圖。如圖56所示，在裝置結構5103上方有一封裝層5601且在切割邊界5602有一催化劑5501，其現在位於裝置結構5103下方，而不是和層5105位在相同水平以創造如圖55B中所示的金屬斷裂。其中，切割邊界5602是透過定時蝕刻來產生。

【0479】 現在參閱圖57，圖57是根據本案一實施例之使用金屬輔助化學蝕刻為基板切割創造金屬斷裂之方法5700的流程圖。圖58A至圖58C描繪了根據本案一實施例之以圖57中所述之步驟使用金屬輔助化學蝕刻為基板切割創造金屬斷裂的剖視圖。

【0480】 結合圖58A-58C參閱圖57，在步驟5701中，執行紫外（ultraviolet，UV）固化以固化如圖58A-58B所示的催化劑斷裂層5802。如圖58A所示，用於催化劑斷裂5802的UV固化層位在待切割的基板5801之頂部。此外，如圖58A所示，具有台面5803的模板，例如台面5804位在催化劑斷裂層5802上。在執行UV固化後，催化劑斷裂層5802被固化，從而產生層5805，如圖58B所示。

【0481】 此外，在步驟5701中，可執行選擇性電漿蝕刻以改善催化劑斷裂層5802的輪廓，從而導致模板5803的去除，如圖58B所示。

【0482】 在步驟5702中，催化劑5806沉積在用於催化劑斷裂5805與基板5801的UV固化層，如圖58C所示。

【0483】 以下討論圖55A-55B、圖56、圖57與圖58A-58C。

【0484】 在一實施例中，從原生基板103的正面或背面執行切割製程。在一實施例中，從已經接合至載體基板3302的原生基板103的正面或具有前面接合

至載體基板3302的原生基板103之背面來執行製程。在一實施例中，在附接到載體基板3302的背面接地式基板上執行製程。

【0485】 在一實施例中，用於裝置堆疊之含矽區域的蝕刻製程是CICE。在一實施例中，用於裝置堆疊之矽組件的蝕刻製程是矽電化蝕刻。在一實施例中，用於裝置堆疊之非含矽區域（例如，氧化矽、金屬，諸如鍺、砷化鎵、碳化矽的非矽基板）的蝕刻製程是物理蝕刻製程，例如深反應離子蝕刻（DRIE）或濕式蝕刻製程（例如，使用含有液態或氣態氫氟酸之蝕刻劑的蝕刻）。

【0486】 在一實施例中，裝置堆疊的未蝕刻部分，例如在暴露於HF蝕刻（例如）後可能保持未蝕刻的金屬線，在結束時使用更侵略的清潔蝕刻，例如使用王水、硝酸等來蝕刻。在一實施例中，裝置堆疊之含銅的未蝕刻部分是使用氯化鐵、氯化銅、鹼性蝕刻劑、過氧化氫和硫酸的混合物、鉻-硫酸、氯酸鈉、檸檬酸、過硫酸銨等來蝕刻。在一實施例中，適當地稀釋用於裝置堆疊之未蝕刻部分的蝕刻劑，使得它對裝置封裝層、氧化物層以及其他功能裝置層具有降低的活性或沒有活性。在一實施例中，在蝕刻後使用稀釋劑噴霧（例如，水）來去除蝕刻劑。

【0487】 在一實施例中，在蝕刻製程期間，使用封裝層，例如封裝層5601來保護場域401內部的裝置層。在一實施例中，封裝層，例如封裝層5601由貴金屬、非貴金屬及/或聚合物所組成。在一實施例中，封裝層，例如封裝層5601由CVD碳所組成。在一實施例中，封裝層，例如封裝層5601由聚對二甲苯、氟聚合物（例如，PTFE）及/或碳（例如，CVD沉積或旋轉塗佈）所組成。在一實施例中，封裝層，例如封裝層5601包含氧化矽。

【0488】 在一實施例中，封裝層，例如封裝層5601是使用光微影或奈米壓印微影來圖案化。在一實施例中，封裝層，例如封裝層5601是使用噴墨來沉積。在一實施例中，封裝層，例如封裝層5601是使用通過圖案化模板的流體釘扎所創造的不連續膜來圖案化。

【0489】 在一實施例中，用於化學切割製程（例如，使用MACE）的蝕刻劑僅分配在待蝕刻區域附近（例如，使用噴墨）或保持在腔室中以覆蓋包含待蝕刻區域的整個基板。在一實施例中，噴墨器用於蝕刻劑分配，並且噴墨器的所有浸濕區域塗有蝕刻惰性層（例如，氟聚合物，如PTFE、聚對二甲苯等）。

【0490】 對於基於MACE的切割，在一實施例中，蝕刻催化劑，例如催化劑5106是由貴金屬、非貴金屬、非金屬、聚合物及/或陶瓷所組成。在一實施例中，催化劑，例如催化劑5106是由Au、Ag、Ru、Pt、Pd、C、Ta、W、Cu、Al及/或Ni所組成。在一實施例中，催化劑，例如催化劑5106是金和銀的雙層，其中銀未於金下方並被金包裹。在一實施例中，蝕刻催化劑，例如催化劑5106使用噴墨器來分配作為奈米粒子漿料。在一實施例中，蝕刻催化劑，例如催化劑5106被電鍍。在一實施例中，蝕刻催化劑，例如催化劑5106是使用物理氣相沉積技術，如濺射、電子束沉積等來沉積。在一實施例中，使用產生具有線邊緣粗糙度（line edge roughness，LER）小於10奈米（1σ或3σ）之側壁的技術來沉積蝕刻劑，例如，使用物理氣相沉積技術（例如，電子束、聚焦離子束、濺射）、電鍍及/或無電解電鍍。在一實施例中，催化劑，例如催化劑5106在下方包含氧化矽的薄膜以提升蝕刻均勻性。在一實施例中，氧化矽膜的厚度介在10奈米與100奈米之間。在一實施例中，催化劑，例如催化劑5106的蝕刻率是由溫度、蝕刻劑溶液的pH值（使用緩衝溶液，例如HF與NH4OH或NH4F）、蝕刻劑的電漿

處理、使用組合式濺鍍合金化具有對MACE有較低活性之材料（例如，碳）的催化劑。

【0491】 在一實施例中，催化劑，例如催化劑5106是分配在通過圖案化模板的流體釘扎（UV固化聚合物的）以及隨後的UV暴露（UV固化聚合物的）所創造的不連續聚合物膜之頂部。在一實施例中，催化劑，例如催化劑5106在聚合物和基板，例如基板3302之間的邊緣處含有斷裂。在一實施例中，電漿式清潔用以清潔聚合物的邊緣以創造改良的金屬斷裂。

【0492】 在一實施例中，基於MACE的切割是以定時方式來停止，或者在黏接劑膜，例如黏接劑膜5102可用的情況下（在基板附接到載體基板的情況下），黏接劑膜用作蝕刻停止層。在一實施例中，黏接劑膜，例如黏接劑膜5102塗有抗蝕刻劑材料，例如碳。

【0493】 一旦切割完成，除催化劑，例如催化劑5106是使用合適的蝕刻劑來移，例如用於金的王水（或含有碘化鉀、氰化物等的蝕刻劑）、或原子層蝕刻製程、或在特定情況下，當在背面研磨之前執行部分切割時，背面研磨製程也可以藉由研磨掉催化劑來解決它。

【0494】 在一實施例中，沿著場域401之直邊的切割邊緣的幾何形狀是由彎曲的及/或角狀的部件所組成。在一實施例中，對準標記，例如標記5301包含在切割邊緣5303的彎曲部分中。在一實施例中，切割邊緣5303包含支撐結構，例如結構5302以防止漂移。此種支撐結構可存在於切割邊緣5303的外部或內部。對準標記，例如標記5301包含凹槽以容納支撐結構，例如結構5302。在一實施例中，利用影像處理技術以濾除因對準標記，例如標記5301中之凹槽導致

對準訊號的任何損失。創造在對準標記，例如標記5301中的凹槽可以使用合適的材料沉積技術，例如（矽、氧化矽等的）CVD、ALD等來在切割後填充。

【0495】 在一實施例中，沉積在金屬斷裂層5105上的催化劑膜，例如催化劑5106用以在晶粒和轉印卡盤111之間產生靜電吸力。

【0496】 可使用CICE來製造高深寬比、無孔隙、無錐度的半導體奈米結構。CICE也被描述為金屬輔助化學蝕刻（MACE）。對於矽的CICE，催化劑包含以下群組中的一或多個：（如果有必要的化，以合金形式）Au、Pt、Pd、Ag、Ru、Ir、W、Cu、TiN、Ti、石墨烯、碳等催化H_2O_2的還原，並將產生的電洞注入矽，從而改變矽的氧化狀態。在一實施例中，HF選擇性地蝕刻此矽，並且催化劑沉入蝕刻區域以繼續局部氧化還原反應，從而在不具有催化劑的區域中產生矽奈米結構。所產生的矽奈米結構之特性高度依賴於反應速率、電荷轉移、蝕刻劑質量轉移以及催化劑之運動的平衡。在一實施例中，用於CICE的基板由以下群組中的一或多個所組成：單晶體塊狀矽晶圓、沉積在一基板上的多晶矽層、沉積在一基板上的非晶矽層、絕緣體上覆矽（silicon on insulator，SOI）晶圓、玻璃上覆矽、藍寶石上覆矽、在一基板上的磊晶矽、不同摻雜水平與摻質之半導體材料的交替層、高摻雜矽和輕摻雜矽、未摻雜矽或摻雜矽或鍺、矽和Si_xGe_{1-x}、不同摻雜的矽及/或Si_xGe_{1-x}、不同摻雜的矽及/或鍺、或矽和鍺。

【0497】 在一實施例中，藉由在奈米結構的尖端上使用「防塌蓋」或「防塌特徵」來延遲或消除CICE蝕刻奈米結構的塌陷。在一實施例中，防塌蓋藉由在奈米結構之間的靜電排斥來防止塌陷。

【0498】 圖59是根據本案一實施例之使用選擇性原子層沉積（atomic layer deposition，ALD）圖案化催化劑之方法5900的流程圖，其使得催化劑是「防塌

蓋」的一部分。在此製程中，催化劑不會在圖案遮罩的一部分上生長。ALD化學列於表2中：

表2：原子層沉積（ALD）的前驅物。

催化劑材料	前驅物A	氣體B	ALD化學	用於沉積的基板
鉑	三甲基(甲基環戊二烯基)鉑(IV)	氧	電漿增強，熱燃燒化學	SiO_2，具天然氧化物的矽
鈀	$Pd(hfac)_2$	福馬林，H2	熱-氫還原化學	
金	三甲基膦基三甲基金(III)	氧	電漿	
TiN	四(二乙胺基)鈦(IV)，四(二甲基氨基)鈦(IV)，四氯化鈦，異丙醇鈦(IV)	NH_3	電漿增強，熱	
TaN	三(二乙胺基)(第三-丁基胺基)鉭(V)	氫，NH_3	電漿增強，熱	
Ru	雙(乙基環戊二烯基)釕(II)	NH_3，O_2	電漿，熱燃燒化學	
Ir	$Ir(acac)_3$	O_2	熱燃燒化學	
Ag	$Ag(fod)(PEt_3)$	氫	電漿增強	
Cu	$(Cu(thd)_2)$; 銅β-二酮: Cu(II) 1,1,1,5,5,5-六氟乙醯丙酮$(Cu(hfac)_2)$	甲醇，乙醇，福馬林	熱-氫還原化學	
Co	$Co(MeCp)_2$	H_2 或	電漿增強	

		NH_3		
	雙(N-叔丁基,N'-乙基丙脒)鈷(II)	H_2O	熱	
W	雙(叔丁基氨基)雙(二甲氨基)鎢(VI)，WF_6	Si_2H_6	熱-氟矽烷消除化學	

【0499】 如上所述，圖59是根據本案一實施例之使用選擇性原子層沉積（atomic layer deposition，ALD）圖案化催化劑之方法5900的流程圖，其使得催化劑是「防塌蓋」的一部分。圖60A至圖60E描繪了根據本案一實施例之以圖59中所述之步驟使用選擇性原子層沉積圖案化催化劑而使得催化劑是「防塌蓋」之一部分的剖視圖

【0500】 在一實施例中，使用以下群組中之一或多個來圖案化催化劑：奈米壓印微影、光微影、聚焦離子束銑削、電子束微影、雷射干涉微影、奈米球微影、嵌段共聚物微影及定向自組裝。在另一實施例中，CICE圖案化包含使用熱穩定碳、使用奈米壓印微影（NIL）阻劑、光阻劑等蝕刻進該碳中，以及在催化劑沉積之前使用金屬斷裂剝離任何聚合物阻劑。

【0501】 結合圖60A-60E參閱圖59，在步驟5901中，ALD阻擋材料6002是沉積在基板6001上，如圖60A所示。

【0502】 在步驟5902中，在ALD阻擋材料6002上圖案化ALD增強材料6003，如圖60B所示。

【0503】 在步驟5903中，蝕刻未被ALD增強材料6003覆蓋的ALD阻擋材料6002以及未被ALD增強材料6003覆蓋的基板6001之一部分，如圖60C所示。

【0504】 在步驟5904中，催化劑6004通過ALD選擇性沉積在暴露的基板6001與ALD增強材料6003上，如圖60D所示。

【0505】 在步驟5905中，執行CICE以產生具有防塌蓋6006的奈米結構6005，其中防塌蓋6006是由催化劑6004和ALD增強材料6603所製成。

【0506】 現在參閱圖61，圖61是根據本案一實施例之藉由定向沉積與催化劑之原子層蝕刻來創造防塌蓋以及催化劑圖案化之方法6100的流程圖。圖62A至圖62D描繪了根據本案一實施例之以圖61中所述之步驟藉由定向沉積與催化劑之原子層蝕刻來創造防塌蓋以及催化劑圖案化的剖視圖

【0507】 結合圖62A-62D參閱圖61，在步驟6101中，遮罩6202在基板6201上被圖案化，如圖62A所示。

【0508】 在步驟6102中，催化劑材料6203定向沉積在遮罩6202以及基板6201的暴露區域（即，基板6201未被遮罩6202覆蓋的那些區域）上，如圖62B所示。在一實施例中，使用熱蒸發、電子束蒸發、物理氣相沉積等另執行催化劑材料6203的定向沉積。在一實施例中，催化劑材料6203是Ru。

【0509】 在步驟6103中，從遮罩6202的側壁移除催化劑材料6203，例如通過乾蝕刻，如圖62C所示。在一實施例中，催化劑材料6203，例如Ru的蝕刻用以移除沉積在遮罩6202之側壁上的較薄金屬。

【0510】 在步驟6104中，執行CICE以產生具有防塌蓋6205的奈米結構6204，其中防塌蓋6205是藉由催化劑材料6203和遮罩6202製成。

【0511】 在CICE製程期間，隔離金屬催化劑可能會漂移並且產生非垂直的不期望蝕刻路徑。在CICE製程中，不連續的催化劑特徵傾向於漂移並導致缺陷。

由於催化劑上的范德華力以及因局部蝕刻劑濃度或蝕刻速率導致施加力中的隨機變化，具有隔離催化劑之孔洞的CICE可能會漂移，如圖63A-63B所示。

【0512】 圖63A至圖63D示出了根據本案一實施例之隔離催化劑在CICE期間中的漂移。

【0513】 參閱圖63A-63D，圖63A示出了漂移進入基板6302的隔離催化劑6301。圖63B示出了隔離催化劑6301的俯視圖。圖63C示出了隔離催化劑6301的剖面圖。此外，圖63D示出了催化劑中心蝕刻速率的隨機變化。

【0514】 為了防止催化劑，例如催化劑6301的漂移，可在隔離催化劑中插入穩定圖案–從而在CICE期間提供支撐結構給催化劑。此些穩定圖案可為不同橫截面的預定孔，其圖案化在隔離催化劑結構之中。支撐結構可在CICE後移除，以實現垂直無漂移CICE。圖64A至圖64D顯示了根據本案一實施例之用於穩定圖案或支撐結構（本文稱為「催化劑扶壁」）的示例性幾何結構。

【0515】 參閱圖64A，圖64A示出了包含穩定圖案6401之催化劑6301的俯視圖。圖64B示出了包含穩定圖案6401之催化劑6301的剖面圖。圖64C示出了催化劑6301的剖面圖，其中穩定圖案6401在CICE執行後被移除。此外，圖64D示出了待插入催化劑6301中的各種穩定圖案6401。

【0516】 在一實施例中，圖64D中所示之催化劑扶壁設計的圖案化與製造是使用光微影、壓印微影、電子束微影、EUV微影、自對準圖案化、間隔物圖案化等來執行。

【0517】 圖65是根據本案一實施例之用釕（Ru）作為催化劑製造具有圓形催化劑扶壁之隔離催化劑點之方法6500的流程圖。圖66A至圖66E描繪了根據本案一實施例之以圖65中所述之步驟用釕作為催化劑製造具有圓形催化劑扶壁之

隔離催化劑點的剖視圖。圖67A至圖67E描繪了根據本案一實施例之以圖65中所述之步驟用釘作為催化劑製造具有圓形催化劑扶壁之隔離催化劑點的俯視圖。

【0518】 結合圖66A-66E以及圖67A-67E參閱圖65，在步驟6501中，催化劑6301沉積在基板6601上，如圖66A與圖67A所示。在一實施例中，催化劑6301的材料是Ru。

【0519】 在步驟6502中，插入點圖案6602到催化劑6301中，例如通過光微影、壓印微影、電子束微影、EUV微影、自對準圖案化、間隔物圖案化等，如圖66B與圖67B所示。在一實施例中，點圖案6602是氧化物材料。

【0520】 在步驟6503中，圍繞點圖案6602沉積間隔物圖案6603，如圖66C與圖67C所示。

【0521】 在步驟6504中，點圖案6602被移除，例如通過各種蝕刻技術，如圖66D與圖67D所示。在一實施例中，點圖案6602是氧化物材料，其透過蝕刻來移除。在一實施例中，用於蝕刻的蝕刻劑包含以下群組中的一或多個：氟化物、氧化劑、醇類與質子性溶劑、非質子性溶劑、極性溶劑與非極性溶劑。在一實施例中，蝕刻劑包含以下群組中的兩個或多個：含氟化物化學品HF或NH_4F、氧化劑H_2O2、$KMnO_4$、或溶氧、醇化物乙醇、異丙醇、或乙二醇、質子性溶劑、非質子性溶劑、極性溶劑與非極性溶劑，例如，去離子水或二甲基亞碸（dimethyl sulfoxide，DMSO）。

【0522】 在步驟6505中，間隔物圖案6603以及暴露的催化劑6301之部份（即，催化劑6301未被間隔物圖案6603所覆蓋的部分）通過蝕刻來移除，例如通過各種蝕刻技術（例如，乾蝕刻），從而創造隔離點，如圖66E、圖67E所示。

【0523】 在一實施例中，矽奈米結構在CICE之後是多孔的。矽（Si）中的孔隙增強了蝕刻劑的擴散，並可進一步防止隔離催化劑6301的漂移。在另一實施例中，矽奈米結構是使用矽超晶格蝕刻來製造以創造用於3D NAND快閃記憶體中之示例性應用之多孔和非多孔矽奈米結構的交替層，如圖68A-68B所示。

【0524】 圖68A示出了根據本案一實施例的催化劑6301以及由多孔矽6801組成的奈米結構。圖68B示出了根據本案一實施例的催化劑6301以及由多孔矽6801與非多孔矽6802之交替層組成的奈米結構。

【0525】 圖69A至圖69D示出了根據本案一實施例之在CICE後用具有扶壁，例如扶壁6401以防止漂移之隔離催化劑6301來移除矽扶壁（「穩定圖案」）（「催化劑扶壁」）。在一實施例中，扶壁，例如扶壁6401因毛細管力與黏附力而塌陷。蝕刻遮罩的圖案化和矽的異向性電漿蝕刻用以移除塌陷的矽扶壁，例如扶壁6401。

【0526】 參閱圖69A，圖69A示出了具扶壁設計6401（例如，矽扶壁）之催化劑6301的剖面圖。然後，移除扶壁設計6401（例如矽柱）從而產生圖69C與圖69D中所示的結構。圖69C示出了在扶壁設計6401的移除之後所產生之結構的俯視圖。圖69D示出了在扶壁設計6401的移除之後所產生之結構的剖面圖。

【0527】 在一實施例中，顯示於圖70A-70C中，根據本案一實施例之設計塌陷柱（塌陷扶壁5401，例如矽扶壁）以在特定方向上必然性地坍塌，例如藉由將扶壁圖案朝向蝕刻的一側放置。塌陷扶壁結構，例如扶壁6401是使用帶有蝕刻遮罩的電漿蝕刻來移除，蝕刻遮罩的幾何形狀被偏置以暴露塌陷區域。

【0528】 參閱圖70A，圖70A示出了塌陷矽扶壁6401，其中它被設計成在特定方向上必然性地坍塌，例如朝向蝕刻的一側。圖70B示出了蝕刻遮罩7001的

放置，且圖70C示出了帶有蝕刻遮罩7001之塌陷矽扶壁6401的移除，蝕刻遮罩7001的幾何形狀被偏置以暴露塌陷區域。

【0529】 和用CICE蝕刻孔洞類似，線與空間的蝕刻需要催化劑的長隔離線，其傾向於在CICE製程期間中漂移。在一實施例中，線與空間之間的光刻鏈路用以連接隔離催化劑線。設計光刻鏈路的尺寸與位置以確保對最終裝置要求的干擾最小。使用諸如CVD、ALD、物理氣相沉積（physical vapor deposition，PVD）等方法的填充材料之沉積用以填充由CICE在具有光刻鏈路之區域中所蝕刻的間隙。在一實施例中，光刻鏈路正交於所需之線與空間的方向，並且低k介電材料，例如氧化矽的ALD用以填充間隙，如下方結合圖71、圖72與圖73A-73C的討論。

【0530】 圖71是根據本案一實施例之使用CICE製造具有光刻鏈路之線/空間圖案之方法7100的流程圖。圖72示出了根據本案一實施例之使用圖71中所述之步驟的所需線/空間圖案的俯視圖。圖73A至圖73C描繪了根據本案一實施例之以圖71中所述之步驟使用CICE製造具有光刻鏈路之線/空間圖案的剖視圖。

【0531】 參閱圖72，圖72示出了所需線/空間圖案7201的俯視圖。參閱圖73A，圖73A示出了催化劑6301的長隔離線，其具有用於連接圍繞在基板6302之區域之隔離催化劑線6301的光刻鏈路7301。

【0532】 現在結合圖73A-73C參閱圖71，在步驟7101中，執行CICE以移除催化劑6301的線以及光刻鏈路7301，如圖73B所示。

【0533】 在步驟7102中，填充材料7302，例如透過CVD、PVD等沉積在先前移除的催化劑6301之線以及光刻鏈路7301中，如圖73C所示。

【0534】 使用CICE在多晶矽中製造高深寬比結構能實現應用，例如在DRAM中的堆疊電容。圖74A至圖74B顯示了根據本案一實施例之使用以金作為催化劑之CICE所製造的示例性多晶矽奈米線陣列。

【0535】 由於隔離催化劑，例如隔離催化劑6301遭受漂移，用以產生高深寬比之孔洞的CICE是具有挑戰性的。在一實施例中，蝕刻的奈米結構可用以特徵的色調–從柱到孔洞，使用原子層沉積（ALD）以部分地填充在柱之間的間隙。圖75顯示了根據本案一實施例之使用氧化矽之原子層沉積來轉化矽鰭片成孔洞的示例性幾何結構。在一實施例中，矽鰭片區域用以創造電晶體，且孔洞區域用以創造用於DRAM裝置的電容。

【0536】 使用CICE的色調顛倒製程可進一步擴展至包含任意材料，其中多晶矽或矽結構是以CICE製成，且結構之間的間隙以結構材料填充。在一實施例中，該材料為絕緣體。在一實施例中，結構材料為碳、非晶碳、二氧化矽、氮化矽、金屬氧化物、氧化錫及/或氧化銦錫。在一實施例中，沉積材料是以下群組中的一或多個：SiO_2、TiO_2、Al_2O_3、Pd、Pt、W、TiN、TaN、Cu、SiNx、SnOx、ZnOx等。選擇性地移除矽以在結構材料中產生結構的顛倒色調。在一實施例中，使用以下方法移除蝕刻的多晶矽及/或矽結構：選擇性濕式蝕刻劑（例如，KOH、TMAH、EDP）、乾蝕刻劑（例如，XeF_2蒸氣）、電漿蝕刻（例如，電漿中的Cl_2、SF_6、BCl_3等物質。可選地，所需材料可沉積在移除矽的區域中，從而在任何材料中創造高深寬比的任意幾何結構。或者，結構材料可為導體，而所需材料為絕緣體，此取決於應用要求。圖76、圖77A-77D以及圖78A-78D討論了使用CICE之色調顛倒的製程。

【0537】 在一實施例中，選擇蝕刻停止層，使得它不會在如圖79、圖80A-80D以及圖81A-81F中所討論的CICE製程中被蝕刻。在另一實施例中，在如圖82、圖83A-83D以及圖84A-84G所討論的色調顛倒製成期間中，移除蝕刻停止層。如圖82、圖83A-83D以及圖84A-84G所討論的，蝕刻停止層厚度可被優化以減少底切的可能性。蝕刻停止層厚度的厚度範圍可從1奈米至100奈米。在一實施例中，蝕刻停止材料包含碳、Cr、氧化鉻、氧化鋁、氮化矽、氧化矽、釕等或其任意組合。在一實施例中，優化蝕刻停止層蝕刻成異向性的和選擇性的，例如碳層的移除是使用氧電漿蝕刻、使用臭氧的化學蝕刻等。

【0538】 現在參閱圖76，圖76是根據本案一實施例之使用CICE之色調顛倒製程之方法7600的流程圖。77A至圖77D描繪了根據本案一實施例之以圖76中所述之步驟之使用CICE之色調顛倒製程的俯視圖。圖78A至圖78D描繪了根據本案一實施例之以圖76中所述之步驟之使用CICE之色調顛倒製程的剖面圖。

【0539】 結合圖77A-77D以及圖78A-78D參閱圖76，在步驟7601中，執行CICE，產生具有矽柱7701的結構，其位在基板7702上，如圖77A與圖78A所示。

【0540】 在步驟7602中，執行氧化物7703在矽柱7701與基板7702上的沉積，如圖77B與圖78B所示。

【0541】 在步驟7603中，使用各種蝕刻技術，例如CICE來移除矽柱7701，如圖77C與圖78C所示。

【0542】 在步驟7604中，在移除矽柱7701的區域中沉積所需材料7704，例如透過CVD、PVD、ALD等，從而產生高深寬比的任意幾何結構，如圖77D與78D所示。

【0543】 現在參閱圖79，圖79是根據本案一實施例之使用多晶矽之CICE執行色調顛倒製程的方法7900，其包含使用選擇性化學蝕刻的催化劑移除。圖80A至圖80D描繪了根據本案一實施例之以圖79中所述之步驟之使用多晶矽之CICE執行色調顛倒製程的俯視圖，其包含使用選擇性化學蝕刻的催化劑移除。圖81A至圖81F描繪了根據本案一實施例之以圖79中所述之步驟之使用多晶矽之CICE執行色調顛倒製程的剖面圖，其包含使用選擇性化學蝕刻的催化劑移除。

【0544】 結合圖80A-80D以及圖81A-81F參閱圖79，在步驟7901中，沉積蝕刻停止層8101以及一層多晶矽8102在所需裝置上，例如包含位在基板8104上之一層所需材料8103的裝置，如圖81A-81B所示。

【0545】 在步驟7902中，執行CICE以蝕刻多晶矽8102的部分，留下多晶矽的柱8105，如圖80A和圖81C所示。

【0546】 在步驟7903中，執行氧化物8106在柱8105以及蝕刻停止層8101之暴露區域（即，未被多晶矽之柱8105所覆蓋的那些區域）上的沉積，如圖80B與圖81D所示。

【0547】 在步驟7904中，執行氧化物8106到柱8105之頂層的回蝕以及柱8105的移除，例如透過各種蝕刻技術（例如，ALE），如圖80C與圖81E所示。

【0548】 在步驟7905中，然後在先前由移除的柱8105所佔據的區域中沉積所需材料8107，例如透過CVD、PVD、ALD等，如圖80D與圖81F所示。

【0549】 現在參閱圖82，圖82是根據本案一實施例之使用多晶矽之CICE執行色調顛倒製程之方法8200的流程圖，其包含使用選擇性化學蝕刻的催化劑移除且其中的蝕刻停止層在最終裝置中是被移除的。圖83A至圖83D描繪了根據本案一實施例之以圖82中所述之步驟之使用多晶矽之CICE執行色調顛倒製程的

俯視圖，其包含使用選擇性化學蝕刻的催化劑移除且其中的蝕刻停止層在最終裝置中是被移除的。圖84A至圖84G描繪了根據本案一實施例之以圖82中所述之步驟之使用多晶矽之CICE執行色調顛倒製程的剖面圖，其包含使用選擇性化學蝕刻的催化劑移除且其中的蝕刻停止層在最終裝置中是被移除的。

【0550】 結合圖83A-83D以及圖84A-84G參閱圖82，在步驟8201中，沉積蝕刻停止層8401以及一層的多晶矽8402在所需裝置上，例如包含位在基板8404上之一層所需材料8403的裝置，如圖84A-84B所示。

【0551】 在步驟8202中，執行CICE以蝕刻多晶矽8402的部分，留下多晶矽的柱8405，如圖83A和圖84C所示。

【0552】 在步驟8203中，使用各種蝕刻技術，例如透過ALE來移除蝕刻停止層8401的暴露部分（即，蝕刻停止層8401未被柱8405所覆蓋的那些部分），如圖84D所示。

【0553】 在步驟8204中，執行氧化物8406在柱8405以及所需裝置之暴露區域，例如材料8403（即，未被蝕刻停止層8401所覆蓋的那些區域）上的沉積，如圖83B與圖84E所示。

【0554】 在步驟8205中，執行氧化物8406到柱8405之頂層的回蝕以及柱8405與蝕刻停止層8401的移除，例如透過各種蝕刻技術（例如，ALE），如圖83C與圖84F所示。

【0555】 在步驟8206中，然後在先前由移除的柱8405和移除的蝕刻停止層8401所佔據的區域中沉積所需材料8407，例如透過CVD、PVD、ALD等，如圖83D與圖84G所示。

【0556】 現在參閱圖85，圖85是根據本案一實施例之使用多晶矽之CICE的色調顛倒製程製造金屬互連線與導通孔之方法8500的流程圖。圖86A至圖86F描繪了根據本案一實施例之以圖85中所述之步驟之使用多晶矽之CICE之色調顛倒製程製造金屬互連線與導通孔的俯視圖。圖87A至圖87L描繪了根據本案一實施例之以圖85中所述之步驟之使用多晶矽之CICE之色調顛倒製程製造金屬互連線與導通孔的剖面圖。

【0557】 結合圖86A-86F以及圖87A-87L參閱圖85，在步驟8501中，沉積蝕刻停止層8701以及一層的多晶矽8702在所需裝置上，例如包含位在基板8704上之一層所需材料8703的裝置，如圖87A-87B所示。

【0558】 在步驟8502中，蝕刻多晶矽8702的部分，例如，透過CICE，留下多晶矽的柱8705，如圖86A和圖87C所示。

【0559】 在步驟8503中，沉積催化劑8706（例如，Ru）在蝕刻停止層8701的暴露部分（即，蝕刻停止層8701未被柱8705所覆蓋的那些部分），例如透過ALD、CVD、PVD、電鍍或熱蒸發，如圖86A與圖87C所示。

【0560】 在步驟8504中，移除催化劑8706，例如透過各種蝕刻技術（例如，乾蝕刻、濕式蝕刻），如圖87D所示。

【0561】 在步驟8505中，移除蝕刻停止層8701的暴露部分（即，蝕刻停止層8701未被柱8705所覆蓋的那些部分），例如透過蝕刻技術（例如ALE），如圖87E所示。

【0562】 在步驟8506中，執行氧化物8707在柱8705以及所需裝置之暴露區域，例如材料8703（即，未被蝕刻停止層8701所覆蓋的那些區域）上的沉積，如圖86B與圖87F所示。

【0563】 在步驟8507中，執行氧化物8707到柱8705之頂層的回蝕以及柱8705與蝕刻停止層8701的移除，例如透過各種技術（例如，乾蝕刻、濕式蝕刻），如圖86C與圖87G所示。

【0564】 在步驟8508中，然後在先前由移除的柱8705和移除的蝕刻停止層8701所佔據的區域中沉積所需材料8708，例如透過CVD、PVD、ALD等，如圖86D與圖87H所示。

【0565】 在一實施例中，在步驟8509中，對於色調顛倒CICE，重複步驟8501，其中在圖86D與圖87H中所示之裝置結構上沉積蝕刻停止層8709以及一層的多晶矽8710，從而得到圖87I中所示的結構。

【0566】 在步驟8510中，重複步驟8502，其中蝕刻多晶矽8710的部分，例如透過CICE，留下多晶矽的柱8711，如圖86E與圖87J所示。

【0567】 在步驟8511中，重複步驟8503-8507，從而得到如圖87K中所示的具有氧化物8712之結構。

【0568】 在步驟8512中，重複步驟8508，其中在先前被移除的柱8711與移除的蝕刻停止層8709所佔據的區域中隨後沉積所需材料8713，例如透過CVD、PVD、ALD等，從而形成圖86F與圖87L所示的結構，其中形成的結構包含所需材料8713、8708以及氧化物8712、8707。

【0569】 可針對所需數量的金屬層及/或絕緣層連續重複步驟8509-8512。

【0570】 在一實施例中，方法8500用於互連線中的金屬層，其中結構材料為低k介電質，例如氧化矽或氮氧化矽，並且所需材料是導體，例如Cu、Mo、W、Ru、TiN、TaN、Pd等。在一實施例中，CICE用於金屬互連線的製造，並且用於CICE的催化劑，例如催化劑8706是Ru。在一實施例中，在CICE之後，不移

除催化劑，例如催化劑8706，並且Ru是用作Cu電鍍的種子層，以使用雙鑲嵌製程來創造Cu互連線。可沉積成互連線的其他金屬包含Ru、Cu、Mo、TiN、Cu、W、TaN等。金屬可以使用ALD、CVD、PVD、電鍍或熱蒸發來沉積。在一實施例中，Cu是使用電度來沉積，並且使用CMP來拋光。

【0571】 色調顛倒CICE可用以在高深寬比的孔洞中選擇性生長超晶格結構，從而可在沒有用於超晶格材料之電漿蝕刻的使用下製造出垂直的、無錐度的超晶格奈米結構。超晶格材料可使用選擇性原子層沉積、磊晶成長、選擇性電沉積等來沉積，使得每一層僅在先前沉積的層上生長，而不是在結構材料上生長。圖88、圖89A-89A以及圖90A-90D示出了製造此些結構的示例性製程。在一實施例中，交替層為磊晶生長的Si與SiGe，用以應用在奈米片FETs中，並且結構材料是絕緣體。

【0572】 圖88是根據本案一實施例之用於形成具有色調顛倒CICE與選擇性生長之超晶格之方法8800的流程圖。圖89A至圖89D描繪了根據本案一實施例之以圖88中所述之步驟之形成具有色調顛倒CICE與選擇性生長之超晶格的俯視圖。圖90A至圖90D描繪了根據本案一實施例之以圖88中所述之步驟之形成具有色調顛倒CICE與選擇性生長之超晶格的剖面圖。

【0573】 結合圖89A-89A以及圖90A-90D參閱圖88，在步驟8801中，在位於基板8902上之多晶矽層上執行CICE，從而產生柱狀8903的多晶矽，如圖89A與圖90A所示。

【0574】 在步驟8802中，執行氧化物8904在柱8903與基板8902之暴露區域上的沉積，如圖89B與圖90B所示。

【0575】 在步驟8803中，執行氧化物8904到柱8903之頂層的回蝕以及柱8903的移除，例如透過各種工藝技術（例如，ALE），如圖89C與圖90C所示。

【0576】 在步驟8804中，隨後在先前被移除的柱8903所佔據的區域中沉積所需材料8905，如圖89D與圖90D所示。

【0577】 卷對卷（Roll-to-Roll，R2R）製程可用於使用矽之R2R沉積、R2R圖案化以及R2R CICE之矽奈米結構的製造。在一實施例中，多晶矽沉積在不銹鋼輥上並且使用R2R奈米壓印微影來圖案化，然後去除抗壓印殘留層厚度（residual layer thickness，RLT）。其他基板包含金屬箔和金屬和金、聚合物膜與其他軟性基板。在另一實施例中，阻擋層沉積在輥基板和多晶矽之間。阻擋層對CICE蝕刻劑具有化學抗性，並可作為蝕刻停止層。Cr、碳、Al_2O_3為用於阻擋層之材料的例子。

【0578】 黏接劑材料的薄膜與催化劑材料是使用電子束蒸發、熱蒸發、物理氣相沉積、化學氣相沉積等來沉積。沉積的薄膜之例子包含Ti、Au、Pt、Pd、Ag、Ru、RuO_2、Ir、IrO_2、TiN、W、Cu等或其任意組合。圖案化在R2R基板上之多晶矽上的催化劑隨後暴露於CICE的濕式蝕刻。在一實施例中，輥在垂直方向上排列，且蝕刻劑被噴在輥的圖案側。在另一實施例中，使用氣相蝕刻劑來執行CICE製程。在一實施例中，多晶矽奈米線是使用用於電池和超級電容應用中之高密度陽極的R2R製程來製造。

【0579】 確定性橫向位移（deterministic lateral displacement，DLD）是一種微流體技術，其使用放置在微流體通道中柱陣列的特定佈置來在流體介質中基於它們的尺寸來分離粒子。柱之間的間隙以及柱的放置決定了分離機制。DLD所需的柱陣列可使用奈米微影，例如奈米壓印微影組合催化劑影響化學蝕刻

（CICE）製程來製造。在一實施例中，如圖91與圖92A-92G所示，用於DLD的矽柱是製造在矽晶源基板上。在另一實施例中，在CICE之後不移除催化劑，並且封裝DLD裝置。CICE蝕刻劑流過裝置入口，以進一步蝕刻在封裝之DLD裝置中的柱。

【0580】 在一實施例中，剝離用以從矽柱上移除矽的薄層，使得剩餘的矽基板可以被拋光和重新使用。此製程可以降低用於DLD製造的成本，其在Ward等人於2019年4月5日所提出的「用於單晶微級矽膜之剝離的工作之設計」中被討論，在此引入其全部內容以作為參考。

【0581】 參閱圖91，圖91是根據本案一實施例之使用CICE與矽晶圓剝離之DLD裝置製造之方法9100的流程圖。圖92A至圖92G描繪了根據本案一實施例之以圖91中所述之步驟之使用CICE與矽晶圓剝離之DLD裝置製造的剖面圖。

【0582】 結合圖92A至圖92G參閱圖91，在步驟9101中，蝕刻矽晶圓基板9201，例如透過CICE以形成矽奈米線（柱）9202（本文中也稱為「矽奈米柱」），如圖92A所示。

【0583】 在步驟9102中，沉積支撐材料9203在矽奈米線9202之間的凹槽中，如圖92B所示。

【0584】 在步驟9103中，沉積鎳9204在支撐材料9203之頂部以進行剝離，如圖92C所示。

【0585】 在步驟9104中，至少大部分的矽晶圓基板9201被剝離，留下矽晶圓基板9201的薄層，如圖92D所示。

【0586】 在步驟9105中，支撐基板9205隨後接合到矽晶圓基板9201之剩餘部分，如圖92E所示。

【0587】 在步驟9106中，移除鎳9204與支撐材料9203，例如透過蝕刻技術（例如ALE），從而形成DLD裝置，如圖92F所示。

【0588】 在步驟9107中，沉積封裝層9206在DLD裝置的矽奈米線9202上，如圖92G所示。

【0589】 在一實施例中，封裝之DLD裝置中的柱，例如矽奈米線9202，可被進一步蝕刻，例如透過CICE，以增加柱高度。例如，CICE蝕刻劑可流過裝置入口以進一步蝕刻在封裝之DLD裝置中的柱，例如矽奈米線9202。

【0590】 DLD陣列中的矽奈米柱，例如矽奈米柱9202的塌陷限制了柱的最大高度。在一實施例中，藉由使用對蝕刻劑具有化學抗性之材料，例如碳、Cr等的沉積在矽奈米柱上創造天花板結構來增加柱高，其在Rouhani等人於2018年4月1日，碳的第130卷之第401-409頁中所提提出的「具有不同Sp3含量之非晶碳膜的即時熱穩定分析」中被討論，在此引入其全部內容以作為參考。

【0591】 在另一實施例中，天花板結構或穩定材料是藉由共濺射抗HF材料與HF消耗材料所製成，從而產生多孔網格。在一實施例中，共濺射碳與二氧化矽以產生天化板結構。當暴露於CICE蝕刻劑時，二氧化矽被蝕刻掉，從而產生多孔碳網格。多孔碳網格在結構上穩定了矽奈米柱，而CICE蝕刻劑進一步增加了它們的高度。

【0592】 圖93是根據本案一實施例之在不導致柱坍塌的CICE之後接合蓋板至DLD柱以創造DLD裝置之方法9300的流程圖。圖94A至圖94E描繪了根據本案一實施例之以圖93中所述之步驟之在不導致柱坍塌的CICE之後接合蓋板至DLD柱以創造DLD裝置的剖面圖。

【0593】 結合圖94A-94E參閱圖93，在步驟9301中，在矽晶圓基板9401上執行CICE，而形成DLD柱9402，如圖94A所示。

【0594】 在步驟9302中，透過各種沉積技術，例如透過CVD、PVD、ALD等沉積穩定材料9403在DLD柱9402的頂部，如圖94B所示。

【0595】 在步驟9303中，穩定材料9403被回蝕到DLD柱9402之頂部下方（本文稱之為「DLD柱蓋9404」），如圖94C所示。

【0596】 在步驟9304中，移除DLD柱蓋9404，例如透過各種蝕科技術（例如，ALE），留下一小部分的DLD柱9402（識別成元件9405）在回蝕之穩定材料9403上方，如圖94D所示。

【0597】 在步驟9305中，接合蓋板9406至在移除DLD柱9404後所留下的DLD柱9405的剩餘部分，如圖94E所示。可以使用陽極接合、熔融接合、混合接合、氣動抽吸、黏接劑等來執行此種接合。

【0598】 圖95是根據本案一實施例之使用多孔穩定材料提升柱高之方法9500的流程圖。圖96A至圖96C描繪了根據本案一實施例之以圖95中所述之步驟之使用多孔穩定材料提升柱高的剖面圖。

【0599】 結合圖96A-96C參閱圖95，在步驟9501中，在形成DLD柱9602之矽晶源基板9601上執行CICE。

【0600】 在步驟9502中，蝕刻DLD柱9602，例如透過各種蝕刻技術（例如，ALE）以縮短DLD柱9602的高度，如圖96A所示。

【0601】 在步驟9503中，沉積具有抗蝕刻劑與蝕刻劑可溶成分的層9603在DLD柱9602以及矽晶圓基板9601之暴露區域上，如圖96B所示。

【0602】 在步驟9504中，在層9603下方的矽晶圓基板9601上執行進一步的CICE，以擴展DLD柱的高度，從而產生如圖96C所示的結構。

【0603】 在步驟9505中，多孔抗性層9604，例如多孔抗HF層選擇性地沉積在層9603上大約在柱9602之中間高度處，以穩定柱9602，如圖96C所示。

【0604】 圖97是根據本案一實施例之在不導致柱坍塌的CICE之後接合用於DLD裝置之蓋板之方法9700的流程圖。圖98A至圖98D描繪了根據本案一實施例之以圖97中所述之步驟之在不導致柱坍塌的CICE之後接合用於DLD裝置之蓋板的剖面圖。

【0605】 結合圖98A-98D參閱圖97，在步驟9701中，在形成DLD柱9802之矽晶源基板9801上執行CICE。此種DLD柱9802包含DLD柱蓋9803，其是指DLD柱9402之頂部。

【0606】 在步驟9702中，犧牲材料9804（例如，聚乙烯醇（polyvinyl alcohol，PVA））沿著DLD柱9802的壁沉積，如圖98B所示。

【0607】 在步驟9703，移除DLD柱蓋9803，例如透過各種蝕刻技術（例如，ALE），如圖98C所示。

【0608】 步驟9704中，接合具有抗蝕刻劑膜9806之蓋板9805至DLD柱9802的剩餘頂部，如圖98C所示。可以使用陽極接合、熔融接合、混合接合、氣動抽吸、黏接劑等來執行此種接合。

【0609】 在步驟9705中，執行犧牲材料蝕刻劑（例如，去離子水）流動以移除犧牲材料9804，如圖98D所示。可選地，可進一步執行CICE以及氧化物生長和移除以製造更細的線。

【0610】 圖99是根據本案一實施例之藉由從厚柱開始並在蓋板接合後縮小柱尺寸以改善薄柱之坍塌之方法9900的流程圖。圖100A至圖100D描繪了根據本案一實施例之以圖99中所述之步驟之從厚柱開始並在蓋板接合後縮小柱尺寸以改善薄柱之坍塌的剖面圖。

【0611】 結合圖100A-100D參閱圖99，在步驟9901中，在形成DLD柱9802之矽晶源基板9801上執行CICE，如圖100A所示。此種DLD柱9802包含DLD柱蓋9803，其是指DLD柱9402之頂部。

【0612】 在步驟9902中，犧牲材料9804（例如，聚乙烯醇（PVA））沿著DLD柱9802的壁沉積，如圖100B所示。

【0613】 在步驟9903，移除DLD柱蓋9803，例如透過各種蝕刻技術（例如，ALE），如圖100C所示。

【0614】 步驟9904中，接合具有抗蝕刻劑膜9806之蓋板9805至DLD柱9802的剩餘頂部，如圖100C所示。可以使用陽極接合、熔融接合、混合接合、氣動抽吸、黏接劑等來執行此種接合。

【0615】 在步驟9905中，執行氧化物蝕刻劑（例如，稀氫氟酸）流動以移除犧牲材料9804以及部分的DLD柱9802，以使它們更薄，如圖100D所示。

【0616】 在另一實施例中，DLD裝置的多個層是使用多晶矽沉積以及CICE所製成，如下方結合圖101、圖102A-102F以及圖103所討論的。可以使用雷射再結晶方法使多晶矽再結晶。在一實施例中，結構材料是水溶性聚合物，例如PVA，並且在製造之後透過使水流過裝置來去除此材料。封裝層可由玻璃、Cr、聚合物、矽、氧化物塗層聚合物等所製成。在另一實施例中，多堆疊DLD柱製造在奈米級特徵尺寸DLD區域中，如圖103所示。此可以使在DLD裝置之微米級

區域以及奈米級區域中流體樣品的流動阻力匹配。在一實施例中，多層堆疊之間的多孔層是藉由共濺射抗HF材料以及HF消耗材料所製成，從而產生多孔網格。在一實施例中，共濺射碳與二氧化矽以創造多孔層。當暴露於CICE蝕刻劑時，二氧化矽被蝕刻掉，從而產生了多孔碳網格。多孔碳網格在結構上穩定了矽奈米柱，並使流體樣品的傳輸可通過DLD裝置的不同層。

【0617】 圖101是根據本案一實施例之使用多晶矽的CICE製造多堆疊DLD裝置之方法10100的流程圖。圖102A至圖102F描繪了根據本案一實施例之以圖101中所述之步驟之使用多晶矽的CICE製造多堆疊DLD裝置的剖面圖。

【0618】 結合圖102A-102F參閱圖101，在步驟10101中，在形成DLD柱10202之矽晶源基板10201上執行CICE，如圖102A所示。

【0619】 在步驟10102中，結構材料10203沉積在DLD柱10202之間的凹槽中，如圖102B所示。

【0620】 在步驟10103中，封裝層10204沉積在結構材料10203以及DLD柱10202之上，如圖102B所示。

【0621】 在步驟10104中，多晶矽層10205沉積在封裝層10204上，如圖102C所示。

【0622】 在步驟10105中，執行CICE，其蝕刻部分的多晶矽層10205從而形成柱10206，如圖102D所示。

【0623】 在步驟10106中，結構材料10207沉積在柱10206之間的凹槽中，如圖102E所示。

【0624】 在步驟10107中，沉積封裝層10208在結構材料10207以及柱10206上，如圖102E所示。

【0625】 注意的是，可重複步驟10104-10107以增加DLD堆疊的數量。

【0626】 在步驟10108中，移除結構材料10207、10203，例如透過各種蝕刻技術（例如，CICE），如圖102F所示。

【0627】 圖103示出了根據本案一實施例之在奈米區域中用於提升整體產出量之多堆疊DLD裝置的剖面圖。

【0628】 如圖103所示，基板10301包含微米級DLD柱10302以及奈米級DLD柱10303。此外，如圖103所示，在多晶矽層10306A-10306B下方分別有多孔層10304以及流動和蝕刻停止層10305A-10305B。另外，圖103示出了放置在多晶矽層10306B以及位在頂部之多晶矽層10306B旁邊的奈米級DLD柱10303上的蓋板10307。

【0629】 在一實施例中，可使用光譜方法，例如表面增強拉曼光譜（surface enhanced Raman spectroscopy，SERS）在晶片上檢測由DLD裝置分離的粒子。SERS基板集成到具有多孔矽的DLD晶片中，以過濾載液，使得待檢測的粒子為在多孔矽上。可藉由圖案化SERS增強結構，例如金奈米結構來增強粒子檢測。在一實施例中，用於SERS檢測器的多孔矽是使用CICE製成，其中具有多孔矽的區域是使用離子佈植摻雜的。或者，以較高的CICE催化活性催化劑，例如Pt、Pd或Ru圖案化具有多孔矽的區域，並以較低的CICE催化活性催化劑，例如Au圖案化具有非多孔矽DLD柱陣列的區域。

【0630】 產生具有垂直側壁和變化之臨界尺寸與形狀的奈米結構之能力可用於諸如超穎透鏡與超穎表面的應用。在一實施例中，超穎表面包含具有不同的矽奈米柱形狀與幾何結構的柱陣列，使得超穎表面可聚焦具有特定波長的光，例如近紅外光與中紅外光。另外，陣列也可以由氧化的多孔矽製成，從而

能夠聚焦可見波長。圖104顯示了示例性像素幾何形狀，其中柱的一部份是氧化矽。特別是，圖104示出了根據本案一實施例之超穎表面，其包含使用由CICE製造之矽奈米柱與氧化的多孔矽奈米柱以聚焦不同波長之光的四個柱陣列。多孔矽柱可藉由使用微影與離子佈植在像素的所需區域中故意地增加矽的摻雜濃度來製造。優化CICE製程以創造在高摻雜區域中的多孔矽柱，以及在待蝕刻材料之低摻雜區域中的非多孔矽柱。在一實施例中，多孔矽奈米柱的氧化將它們完全轉換成多孔氧化矽奈米柱，且薄氧化殼生長在非多孔柱上。

【0631】 在一實施例中，3D集成方法，例如nMASC用於在超穎表面中之III-V檢測器的集成。

【0632】 圖105示出了根據本案一實施例的例示性3D堆疊影像感測器。

【0633】 圖106示出了根據本案一實施例的例示性花瓣狀影像儀晶粒。

【0634】 以下討論是基於圖105與圖106。

【0635】 在一實施例中，用於取放組件的工具用以組裝兩個或多個場域，其中至少一個場域是光敏感像素陣列，並且至少一對場域是一個組裝在另一個之頂部上。在一實施例中，用於取放組件的工具用以組裝兩個或多個場域，其中至少一個場域是光敏感像素陣列，並且至少一個場域由邏輯電路組成。在一實施例中，用於取放組件的工具用以組裝兩個或多個場域，其中至少一個場域是光敏感像素陣列，並且至少一個場域由邏輯電路組成，以及至少一個場域由記憶體電路組成。

【0636】 在一實施例中，影像儀組件的總厚度小於25微米。在一實施例中，使用物理上位在像素下方的邏輯電路來尋址一或多個像素的群組。

【0637】 在一實施例中，彎曲一或多個影像感測器成球形。影像儀的曲率可以藉由使用轉印卡盤加壓影像儀之前側來產生，而影像儀的背側符合球形模具。模具可選地是透明的。在一實施例中，模具上具有黏接劑以固定彎曲的影像儀。黏接劑可微UV固化的。可從透明模具的背側執行UV固化。在一實施例中，在影像儀彎曲之前噴墨黏接劑。在一實施例中，從原生基板，例如原生基板103拾取多個影像儀，並同時放置和彎曲到一模具群組上。在一實施例中，模具群組是使用透明聚合物製成的單個連續零件。在一實施例中，影像儀晶粒的邊緣在組裝過程中是固定的。在一實施例中，影像儀晶粒的邊緣在組裝過程中不受約束。在一實施例中，影像儀具有花瓣型結構。在一實施例中，在彎曲製程之後，一或多個花瓣的一或多個邊緣位在相鄰花瓣的後面。

【0638】 在一實施例中，DLD裝置的產出量可藉由堆疊多個DLD裝置並並行運行樣品來提升。在一實施例中，DLD裝置使用3D集成技術來堆疊。在一實施例中，3D集成技術為n-MASC。

【0639】 綜上所述，本案的原理提供一種使用本案之催化劑影響化學蝕刻的設備與製程技術以利用此CICE製程有效地在半導體中製造特徵的手段。

【0640】 本案的各種實施例的描述是為了說明目的而呈現的，但並不旨在窮舉或限制於所公開的實施例。在不脫離所描述之實施例之範圍和精神下，許多修改和變化對於熟習此技藝者將是顯而易見的。在本文中所選用的術語是為了最佳地解釋實施例的原理、實際應用或對在市場中發現之技術的技術改進，或者使熟習此技藝者能夠理解本文公開的實施例。

【符號說明】

【0641】

100:工具

101:奈米行進xy平台

102:原生基板卡盤（原生晶圓卡盤）

103:原生基板（基板）

104:產品基板卡盤（產品晶圓卡盤）

105:產品基板（產品晶圓）

106:框架

107:短行程xy平台

108:計量模組（計量模組工具）

109:音圈

110:電漿單元

111:轉印卡盤（轉印卡盤單元）

112:場域

113:單體化場域

114:場域

115:元件

201:基板

202:卡盤

203:小晶片

204:光源

205:光路

206:影像儀

207:光源

208:DMD組件

209:光源

210:投影器

211:影像儀

212:熱電冷卻器

213:印刷電路板

214冷卻組件

215:基板

216:外耦合光柵

217:內耦合光柵

218:光子晶體路徑

301:紫外光發光二極體陣列

302:冷卻系統組件

401:場域

402:微製造針

403:熱交換器流體

404:導熱印刷電路板

405:熱交換器層

406:熱致動器層

407:熱電冷卻器

408:xy致動器層

409:彎曲部

410:固定部分

411:移動部分

412:層

413:軟性層

414:流量閥

415:固定部分

416:移動部分

417:彎曲部

418:致動網格

419:壓力線

420:真空源

421:壓力源

422:真空線

423:z形彎曲層

424:彎曲部

425:層

426:壓力線

427:真空吸附層

428:針

429:真空線

430:間隙

501:真空供應器

502:環形接觸點

503:主要真空歧管

504:次要真空歧管

505:元件

506:元件

507:元件

508:真空段

509:氣流方向

601:層

602:層

603:nMASC場域

604:粒子

605:薄皮

701:矩形邊界區域

702:致動器網格

801:中介基板（中介晶圓）

802:嵌入式對準網格

803:變化密度膠

804:元件

805:元件

806:元件

901:晶粒

902:原生晶圓

1001:底板

1002:Y重配置陣列

1003:連桿

1004:連桿

1005:位置

1006:位置

1007:致動單元

1008:故障致動單元

1101:轉印卡盤組合

1102:隔膜

1103:孔洞

1104:針

1105:元件

1106:材料

1201:填塞材料

1202:ATC子組件

1301:頂部

1302:底部

1303:多孔過濾隔膜

1304:噴墨器

1305:元件

1401:影像儀（影像儀單元）（影像感測器）

1402:影像儀

1601:底板

1602:Y重配置陣列

1603:連桿

1604:連桿

1605:位置

1606:位置

1701:位置

1702:位置

1703:X重配置陣列

1801:SWIR影像儀子組件

1802:光敏感區域

1803:光學元件

1804:交錯感測器設計

1805:疊紋標記

1806:影像式標記

1807:場域

1808:位置

1809:位置

1810:入射光

1811:疊紋光柵

1901:SWIR影像儀子組件

1902:光敏感區域

1903:聚焦光學元件

1904:聚焦光學元件

1905:疊紋標記

1906:影像式標記

1907:場域

1908:位置

1909:位置

2001:流動式冷卻器

2002:熱交換器流體吊帶

2003:SWIR LED

2004:SWIR感測器

2005:加工金屬框架

2006:平面透鏡

2007:離軸LED聚焦光學元件

2008:疊紋平面

2009:入射光

2010:疊紋光柵

2101:元件

2102:全局對準

2103:元件

2201:晶粒

2202:對準標記位置

2301:影像儀

2302:反射式閃耀光柵

2303:聚焦光學元件

2304:光源

2305:不透光外殼壁

2306:利特羅角

2401:整體組件

2402:光源

2403:聚焦光學元件

2404:元件

2405:光子光導

2406:場域

2501:衍射

2601:已知不良晶粒替換卡盤

2602:緩衝基板

2603:已知良好晶粒

2604:緩衝基板卡盤

2605:已知不良晶粒

2606:機器手臂

2607:音圈柱

2608:頂桿

2701:塊狀矽層（塊狀矽）

2702:層

2703:矽層

2704: 埋入式氧化物層

2705:矽層

2706:塊狀矽層

2707:層

2708:層

2709:層

2710:矽層

2711:層

2712:層

2713:層

2714:矽層

2801:裝置堆疊

2802:晶體矽

2803:層

2804:層

2805:區域1

2806:區域2

2901A-2901N:裝置層

2902:垂直電連接（矽通孔）

2903A-2903N:裝置層

2904:垂直電連接（矽通孔）

3001:邏輯場域

3002:SRAM場域

3003:犧牲層

3004:n-MASC裝置

3005:組裝產品

3006:裝置

3007:連線

3008:矽通孔

3101:SRAM

3201:中介場域

3301A-3301N:原生晶圓

3302A-3302N:載體基板（基板）

3303:金屬結構（晶粒）

3304:黏接劑

3305A-3305N:原生晶圓

3306A-3360N:中介晶圓

3307:元件

3308:黏接劑島

3309:轉印晶圓（轉印基板）（基板）

3310:產品晶圓

3401:黏接劑島

3402:元件

3501:結構

3502:黏接劑島

3601:微型轉印卡盤

3602:位置

3603:位置

3604:Y重配置陣列

3605:電極

3606:薄膜電晶體背板

3607:介電質

3701:薄膜電晶體背板

3702:空間

3703:電極

3704:通道

3705:真空入口

3706:真空出口

3708:真空通道圖案化

3709:金屬沉積與圖案化（用於固定的電極）

3710:氧化物沉積

3711:金屬沉積與圖案化

3712:軟性膜沉積

3713:TSV圖案與從背側蝕刻

3714:凸塊創造

3715:真空通道圖案化

3716:氧化物沉積

3717:TSV圖案與從背側蝕刻

3718:多孔膜沉積

3719:氧化物沉積

3720:針拋光

3721:結構

3722:元件

3723:結構

3724:背板

3725:電極

3726:電極

3727:多孔過濾隔膜

3728:TFT圖案化

3729:真空通道圖案化

3730:金屬沉積與圖案化（用於固定電極）

3731:氧化物沉積

3732:金屬沉積與圖案化（用於移動電極）

3733:軟性膜沉積

3734:真空通道圖案化

3735:氧化物沉積

3736:TSV圖案與從背側蝕刻

3737:多孔膜沉積

3738:氧化物沉積

3739:針拋光

3740:結構

3741:元件

3742:結構

3801:光學電磁致動器

3802:滑塊

3803:彎曲系統

3804:無摩擦樞軸

3805:壓力及/或真空

3806:軌道

3807:透明芯端口

3808:編碼器感測器

3809:永久磁鐵/音圈

3901:彎曲式樞軸

3902:透明窗

3903:適應性卡盤模組

3904:空氣軸承

3905:音圈致動器

4001:X軌道

4002:Y軌道

4003:空氣軸承

4101:X方向彎曲部

4201:連接

4202:電極

4203:電極

4204:間隙

4205:位置

4206:ACM針

4207:密封

4208:隔膜

4209:真空入口

4301:剪式機構

4302:可調間距機構

4303:固定點

4304:致動臂

4305:隔熱連接器

4306:懸臂彎曲部

4307:隔熱框

4401:台面（台面層）（台面結構）

4402:原生基板黏接劑

4403:元件

4404:黏接劑

4405:波導層（波導結構）

4406:內耦合光柵（內耦合光柵層）

4407:UV

4408:塊體部分

4409:封裝層

4410:z順應結構

4411:外耦合光柵

4412:彎曲桿（彎曲桿層）（彎曲結構）

4413:凹槽

4414:次級彎曲部

4415:中心墊

4416:黏接劑液滴

4501:IR光

4601:場域

4602:場域

4603:局部氣壓及/或靜電排斥

4701:台面（台面層）

4702:原生基板黏接劑

4703:UV輻射

4704:塊體部分

4705:封裝層

4706:z順應結構

4707:暫態材料（黏接劑）

4708:彎曲桿（彎曲桿層）

4709:凹槽

4710:次級彎曲部

4711:中心墊

4800:方法

4801-4805:步驟

4901:場域

4902:出入孔

4903:犧牲層

4904:塊狀基板（載體基板）

4905:切口

4906:繫鏈

4907:中介基板

4908:黏接劑

4909:原生基板

4910:黏接劑島

5001:SIP

5002A-5002N:主動緩衝基板

5003A-5003N:惰性緩衝基板

5004:箭頭

5005:箭頭

5101:場域

5102:黏接劑（黏接劑層）（黏接劑膜）

5103:裝置結構

5104:封裝層

5105:層

5106:催化劑

5107:切口區域

5108:標記

5109:標記

5110:切割邊緣

5201:顯微鏡

5202:可變間距機構

5203:穩定參考網格

5204A-5204D:集成光源和感測器對

5301:標記

5302:結構

5303:切割邊緣（切割邊界）

5304:淺蝕刻凹槽

5305:蝕刻劑液滴

5306:噴墨催化劑

5307:切割厚度

5401:切割機框架

5402:刀刃

5403:蝕刻劑入口

5404:蝕刻劑出口

5405:保護層

5406:蝕刻劑液滴

5407:催化劑膜

5408:切割厚度

5501:催化劑

5601:封裝層

5602:切割邊界

5700:方法

5701-5702:步驟

5801:基板

5802:催化劑斷裂層（催化劑斷裂）

5803:台面（模板）

5804:台面

5805:層（催化劑斷裂）

5806:催化劑

5900:方法

5901-5905:步驟

6001:基板

6002:ALD阻擋材料

6003:ALD增強材料

6004:催化劑

6005:奈米結構

6006:防塌蓋

6100:方法

6101-6104:步驟

6201:基板

6202:遮罩

6203:催化劑材料

6204:奈米結構

6205:防塌蓋

6301:催化劑（催化劑線）

6302:基板

6401:穩定圖案（扶壁）（扶壁設計）

6500:方法

6501-6505:步驟

6601:基板

6602:點圖案

6603:間隔物圖案

6801:多孔矽

6802:非多孔矽

7001:蝕刻遮罩

7100:方法

7101-7102:步驟

7201:線/空間圖案

7301:光刻鏈路

7302:填充材料

7600:方法

7601-7604:步驟

7701:矽柱

7702:基板

7703:氧化物

7704:所需材料

7900:方法

7901-7905:步驟

8101:蝕刻停止層

8102:多晶矽

8103:所需材料

8104:基板

8105:柱

8106:氧化物

8107:所需材料

8200:方法

8201-8206:步驟

8401:蝕刻停止層

8402:多晶矽

8403:材料

8404:基板

8405:柱

8406:氧化物

8407:所需材料

8500:方法

8501-8512:方法

8701:蝕刻停止層

8702:多晶矽

8703:材料

8704:基板

8705:柱

8706:催化劑

8707:氧化物

8708:所需材料

8709:蝕刻停止層

8710:多晶矽

8711:柱

8712:氧化物

8713:所需材料

8800:方法

8801-8804:步驟

8902:基板

8903:柱狀（柱）

8904:氧化物

8905:所需材料

9100:方法

9101-9107:步驟

9201:矽晶圓基板

9202:矽奈米線（矽奈米柱）

9203:支撐材料

9204:鎳

9205:支撐基板

9206:封裝層

9300:方法

9301-9305:步驟

9401:矽晶圓基板

9402:DLD柱

9403:穩定材料

9404:DLD柱蓋

9405:元件（DLD柱）

9406:蓋板

9500:方法

9501-9505:步驟

9601:矽晶圓基板

9602:柱

9603:層

9604:多孔抗性層

9700:方法

9701-9705:步驟

9801:矽晶圓基板

9802:DLD柱

9803:DLD柱蓋

9804:犧牲材料

9805:蓋板

9806:抗蝕刻劑膜

9900:方法

9901-9905:步驟

10100:方法

10101-10108:步驟

10201:矽晶圓基板

10202:DLD柱

10203:結構材料

10204:封裝層

10205:多晶矽層

10206:柱

10207:結構材料

10208:封裝層

10301:基板

10302:微米級DLD柱

10303:奈米級DLD柱

10304:多孔層

10305A-10305B:流動和蝕刻停止層

10306A-10306B:多晶矽層

10307:蓋板

【發明申請專利範圍】

【請求項1】一種用於將來自一原生基板的場域組裝到一第二基板上的系統，該系統包含：

該原生基板，包含複數場域；及

一轉印卡盤，用以從該原生基板的該些場域中平行地拾取待轉印至該第二基板的至少四個場域，其中該些場域的該至少四個場域的相對位置是預定的。

【請求項2】如請求項1所述的系統，其中該些場域的該至少四個場域中之每一者相對於該第二基板的疊對精度為次1微米。

【請求項3】如請求項1所述的系統，其中該些場域的該至少四個場域中之每一者相對於該第二基板的疊對精度為次200奈米。

【請求項4】如請求項1所述的系統，其中該些場域的該至少四個場域中之每一者相對於該第二基板的疊對精度為次100奈米。

【請求項5】如請求項1所述的系統，其中該些場域的該至少四個場域中之每一者相對於該第二基板的疊對精度為次50奈米。

【請求項6】如請求項1所述的系統，其中該些場域的該至少四個場域中之每一者相對於該第二基板的疊對精度為次10奈米。

【請求項7】如請求項1所述的系統，其中該些場域中之每一者的一側至少為0.5毫米。

【請求項8】如請求項1所述的系統，其中該些場域中之每一者的一側至少為200毫米。

【請求項9】如請求項1所述的系統，其中該些場域的該至少四個場域的該些相對位置是任意的。

【請求項10】如請求項1所述的系統，其中該些場域的該至少四個場域是在一半棋盤佈局、一四分之一棋盤佈局或一八分之一棋盤佈局中被拾取。

【請求項11】如請求項1所述的系統，其中該些場域的該至少四個場域是以面對面的方式組裝到該第二基板上。

【請求項12】如請求項1所述的系統，其中該些場域的該至少四個場域是以面對背的方式組裝到該第二基板上。

【請求項13】如請求項1所述的系統，其中該轉印卡盤是可重新配置的。

【請求項14】如請求項1所述的系統，其中該轉印卡盤沿一X軸或一Y軸是可擴展的且可收縮的。

【請求項15】如請求項1所述的系統，其中該轉印卡盤沿一X軸或一Y軸是可獨立地擴展的且可獨立地收縮的。

【請求項16】如請求項1所述的系統，其中該轉印卡盤具有產生真空吸力的複數預定區域。

【請求項17】如請求項1所述的系統，其中該轉印卡盤包含複數小型轉印卡盤。

【請求項18】如請求項17所述的系統，其中該些小型轉印卡盤透過彎曲部的使用而受限於以下群組中之一或多個：X軸、Y軸、Z軸、θ_x軸、θ_y軸與θ_z軸。

【請求項19】如請求項1所述的系統，更包含：

一原生基板卡盤，用以保持該原生基板，其中該原生基板卡盤致能複數預定場域的釋放。

【請求項20】如請求項1所述的系統，其中該第二基板是一產品基板或一中介基板。

【請求項21】如請求項1所述的系統，其中該原生基板包含複數背景場域或在一犧牲層上的複數場域。

【請求項22】如請求項1所述的系統，其中一疊對控制是對所有拾取的場域並行實施。

【請求項23】如請求項1所述的系統，更包含：

一第二卡盤，用以使用已知良好晶粒替換該原生基板上的已知不良晶粒。

【請求項24】如請求項1所述的系統，更包含：

一第二卡盤，用以使用已知良好晶粒替換一中介基板上的已知不良晶粒。

【請求項25】如請求項1所述的系統，其中該轉印卡盤被配置以避免從該原生基板拾取已知不良晶粒。

【請求項26】如請求項1所述的系統，其中該第二基板是一產品基板，其中該系統更包含：

一第二卡盤，用以使用來自一緩衝基板的已知良好晶粒填充該產品基板上曾被已知不良晶粒佔據的區域。

【請求項27】如請求項26所述的系統，其中該緩衝基板上的複數晶粒是高度映射的。

【請求項28】如請求項1所述的系統，其中在該些場域的該至少四個場域中的複數晶粒是高度映射的。

【請求項29】 如請求項1所述的系統，其中該些場域的該至少四個場域的一厚度變異被主動地感測。

【請求項30】 如請求項1所述的系統，更包含：

一儲料器單元，用以儲存選自以下群組中的一或多個：該原生基板、一產品基板、一中介基板與該轉印卡盤。

【請求項31】 如請求項30所述的系統，其中該原生基板、該產品基板、該中介基板與該轉印卡盤被完全填充。

【請求項32】 如請求項30所述的系統，其中該原生基板、該產品基板、該中介基板與該轉印卡盤被局部地填充。

【請求項33】 如請求項1所述的系統，其中該轉印卡盤具有附接到該轉印卡盤的該些場域的該至少四個場域中的至少一個。

【請求項34】 一轉印卡盤，包含：

複數適應性卡盤模組的一矩形陣列；及

一可變間距機構，用以改變該些適應性卡盤模組的該矩形陣列的至少一X間距或至少一Y間距。

【請求項35】 如請求項34所述的轉印卡盤，其中該可變間距機構擁有至少一毫米的運動範圍。

【請求項36】 如請求項34所述的轉印卡盤，更包含：

一微動機構，在該適應性卡盤模組的X軸、Y軸與θ軸中的至少一者產生相對於該可變間距機構的位移。

【請求項37】 如請求項36所述的轉印卡盤，其中X位移或Y位移的範圍至少是100奈米。

【請求項38】 如請求項36所述的轉印卡盤，其中θ位移的範圍至少是10微弧度。

【請求項39】 一種轉印基板，包含：

先前使用一轉印卡盤從一原生基板拾取的複數場域；及

順應於Z方向的複數嵌入式結構。

【請求項40】 一種用以在一單片化期間在複數場域中創造複數對準標記的方法，該方法包含：

在該單片化期間中使用一蝕刻技術在該些場域中創造該些對準標記，其中該蝕刻技術包含催化劑影響化學蝕刻或深反應離子蝕刻。

【請求項41】 如請求項40所述的方法，其中該些對準標記是創造在該些場域的背面。

【請求項42】 如請求項40所述的方法，其中該些對準標記是創造於遠離於一切口區域之處。

【請求項43】 如請求項40所述的方法，其中該些對準標記在該些場域的至少一者的整個厚度上被完全蝕刻。

【請求項44】 如請求項40所述的方法，其中該些對準標記在該些場域的至少一者的整個厚度上被部分蝕刻。

【請求項45】 如請求項40所述的方法，更包含：

使用一第一微影製程與一第一蝕刻停止在該些場域創造該些對準標記；及

使用一第二微影製程與一第二蝕刻停止執行單片化。

【請求項46】 一種在一催化劑影響化學蝕刻（CICE）期間防止催化劑之漂移的方法，該方法包含：

提供一半導體材料；

圖案化一催化劑在該半導體材料之表面上，其中該催化劑包含一或多個隔離特徵，且其中該一或多個隔離特徵包含一預定孔；及

暴露圖案化的該催化劑於一蝕刻劑，其中圖案化的該催化劑與該蝕刻劑導致該半導體材料的蝕刻以形成對應於該預定孔的複數扶壁，其中該些扶壁在該催化劑影響化學蝕刻期間防止該催化劑的漂移。

【請求項47】 如請求項46所述的方法，其中該些扶壁在該催化劑影響化學蝕刻後被選擇性地移除。

【請求項48】 如請求項46所述的方法，其中該些扶壁被圖案化以在一預定方向上必然性地塌陷。

【請求項49】 如請求項46所述的方法，其中該半導體材料包含矽，其中該方法更包含：

蝕刻該半導體材料以創造多孔矽與非多孔矽的複數交替層的一結構。

【請求項50】 如請求項49所述的方法，其中該結構是用於三維反及閘快閃裝置。

【請求項51】 如請求項49所述的方法，其中該結構是用於金屬互連線。

【請求項52】 如請求項46所述的方法，其中該催化劑包含以下群組中的一個：金、鉑、鈀、銀、釕、銥、鎢、銅、氮化鈦、鈦、石墨烯與碳。

【請求項53】 如請求項46所述的方法，其中該一或多個隔離特徵是插入到以下群組中的一個該催化劑中：微影、壓印微影、電子束微影、極紫外光源微影、自對準圖案化與間隔物圖案化。

【請求項54】 如請求項46所述的方法，其中該蝕刻劑包含以下群組中的一或多個：氟化物、氧化劑、醇類與質子性溶劑、非質子性溶劑、極性溶劑與非極性溶劑。

【請求項55】 如請求項46所述的方法，更包含：

沉積該催化劑在使用一金屬斷裂製程在一奈米壓印微影阻劑或一光阻劑中所創造的複數奈米結構上。

【請求項56】 如請求項55所述的方法，更包含：

使用熱穩定碳圖案化該催化劑；

使用該奈米壓印微影阻劑或該光阻劑蝕刻進該熱穩定碳；及

在該催化劑沉積之前使用一金屬斷裂去除任何聚合物阻劑。

【請求項57】 一種用以製造奈米結構的方法，該方法包含：

在一多晶矽層上執行化學影響化學蝕刻以創造複數矽結構；

沉積一或多種結構材料在該些矽結構上，其中被選擇的該一或多種結構材料是用以增強所需的裝置特性；

創造往該些矽結構的一通道；及

選擇性地移除該些矽結構，從而留下實質上相同的該一或多種結構材料。

【請求項58】 如請求項57所述的方法，更包含：

沉積該多晶矽層在一矽基板上，其中該矽基板包含單晶體矽晶圓。

【請求項59】 如請求項57所述的方法，其中該些矽結構是創造在一基板上，其中該基板包含以下群組中的一或多個：絕緣體上矽（SOI）晶圓、玻璃上覆矽、藍寶石上覆矽、一基板上的磊晶矽、具有變化之摻雜位準及摻雜劑的半導體材料的複數交替層、高度摻雜的矽與低度摻雜的矽、無摻雜矽與經摻雜矽或鍺、矽與Si_xGe_{1-x}、不同摻雜的矽及/或Si_xGe_{1-x}、不同摻雜的矽及/或鍺，或矽與鍺。

【請求項60】 如請求項57所述的方法，其中該一或多種結構材料是使用原子層沉積法、化學氣相沉積法、物理氣象沉積法以及電沉積法來沉積。

【請求項61】 如請求項57所述的方法，其中該一或多種結構材料填充該些矽結構之間的一空間。

【請求項62】 如請求項57所述的方法，更包含：

使用以下群組中的一者來移除該些矽結構：一濕蝕刻劑、一乾蝕刻劑與電漿蝕刻。

【請求項63】 如請求項57所述的方法，其中該一或多種結構材料包含低k介電材料。

【請求項64】 如請求項57所述的方法，更包含：

沉積該多晶矽層在一抗蝕刻膜上。

【請求項65】 如請求項57所述的方法，其中該些矽結構用以製造用於動態隨機存取記憶體的電容。

【請求項66】 如請求項57所述的方法，更包含：

沉積一或多種所需材料在去除了該些矽結構的區域。

【請求項67】 如請求項66所述的方法，其中該一或多種所需材料是磊晶生長的超晶格結構。

【請求項68】 如請求項66所述的方法，其中該一或多種所需材料包含一金屬導體。

【請求項69】 如請求項57所述的方法，其中該一或多種結構材料包含一絕緣體。

【請求項70】 如請求項57所述的方法，其中該些矽結構用於創造電晶體。

【請求項71】 如請求項57所述的方法，其中該些矽結構用於創造金屬互連線。

【請求項72】 一種流體裝置，包含：

矽微柱與奈米柱陣列的多層堆疊，其中該矽微柱與奈米柱陣列是使用一催化劑影響化學蝕刻來製造的，其中該多層堆疊是透過沉積包含複數多晶矽膜的複數膜且使用該催化劑影響化學蝕刻來蝕刻該些多晶矽膜所製造出的。

【請求項73】 如請求項72所述的流體裝置，其中該矽微柱與奈米柱陣列的多層堆疊用以作為用於粒子分離的確定性橫向位移陣列。

【請求項74】 如請求項72所述的流體裝置，其中該些膜更包含複數蝕刻停止層、複數多孔層以及在暴露於一催化劑影響化學蝕刻劑時變得多孔的複數層。

【請求項75】 如請求項74所述的流體裝置，其中該些多孔層是透過共同濺鍍一耐氟化氫材料與一消耗氟化氫材料所製成。

【請求項76】 一種用於彎曲一或多個影像感測器成球形的方法，該方法包含：

使用一轉印卡盤加壓該一或多個影像感測器的前側以產生該一或多個影像感測器的曲度。

【請求項77】 如請求項76所述的方法，其中該一或多個影像感測器中的至少一者的背側相符於一或多個球形模具。

【請求項78】 如請求項77所述的方法，其中該一或多個球形模具中的每一者是透明的。

【請求項79】 如請求項77所述的方法，其中該一或多個球形模具中的每一者包含紫外光固化黏接劑。

【請求項80】 如請求項79所述的方法，其中該紫外光固化黏接劑是噴墨的。

【請求項81】 如請求項77所述的方法，其中該一或多個球形模具被製成單一連續部件。

【請求項82】 如請求項76所述的方法，其中該一或多個影像感測器的邊緣在組裝過程中不受約束。

【請求項83】 如請求項76所述的方法，其中該一或多個影像感測器中的至少一者具有花瓣型結構。

【請求項84】 如請求項83所述的方法，其中在該一或多個影像感測器的該曲度產生後，一或多個花瓣的一或多個邊緣位在相鄰花瓣的後面。

100
101
102
103
104
105
106
107
108
109
110
111
112
113
114
115
116
117
118
119
120
121
122
123
124
125
126
127
128
129
130
131
132
133
134
135
136
137
138
139
140
141
142
143
144
145
146
147
148
149
150
151
152
153
154
155
156
157
158
159
160
161
162
163
164
165
166
167
168
169
170
171
172
173
174
175
176
177
178
179
180
181
182
183
184
185
186
187
188
189
190
191
192
193
194
195
196
197
198
199
200
201
202
203
204
205
206
207
208
209
210
211
212
213
214
215
216
217
218
219
220
221
222
223
224
225
226
227
228
229
230
231
232
233
234
235
236
237
238
239
240
241
242
243
244
245
246
247
248
249
250
251
252
253
254
255
256
257
258
259
260
261
262
263
264
265
266
267
268
269
270
271
272
273
274
275
276
277
278
279
280
281
282
283
284
285
286
287
288
289
290
291
292
293
294
295
296
297
298
299
300
301
302
303
304
305
306
307
308
309
310
311
312
313
314
315
316
317
318
319
320
321
322
323
324
325
326
327
328
329
330
331
332
333
334
335
336
337
338
339
340
341
342
343
344
345
346
347
348
349
350
351
352
353
354
355
356
357
358
359
360
361
362
363
364
365
366
367
368
369
370
371
372
373
374
375
376
377
378
379
380
381
382
383
384
385
386
387
388
389
390
391
392
393
394
395
396
397
398
399
400
401
402
403
404
405
406
407
408
409
410
411
412
413
414
415
416
417
418
419
420
421
422
423
424
425
426
427
428
429
430
431
432
433
434
435
436
437
438
439
440
441
442
443
444
445
446
447
448
449
450
451
452
453
454
455
456
457
458
459
460
461
462
463
464
465
466
467
468
469
470
471
472
473
474
475
476
477
478
479
480
481
482
483
484
485
486
487
488
489
490
491
492
493
494
495
496
497
498
499
500
501
502
503
504
505
506
507
508
509
510
511
512
513
514
515
516
517
518
519
520
521
522
523
524
525
526
527
528
529
530
531
532
533
534
535
536
537
538
539
540
541
542
543
544
545
546
547
548
549
550
551
552
553
554
555
556
557
558
559
560
561
562
563
564
565
566
567
568
569
570
571
572
573
574
575
576
577
578
579
580
581
582
583
584
585
586
587
588
589
590
591
592
593
594
595
596
597
598
599
600
601
602
603
604
605
606
607
608
609
610
611
612
613
614
615
616
617
618
619
620
621
622
623
624
625
626
627
628
629
630
631
632
633
634
635
636
637
638
639
640
641
642
643
644
645
646
647
648
649
650
651
652
653
654
655
656
657
658
659
660
661
662
663
664
665
666
667
668
669
670
671
672
673
674
675
676
677
678
679
680
681
682
683
684
685
686
687
688
689
690
691
692
693
694
695
696
697
698
699
700
701
702
703
704
705
706
707
708
709
710
711
712
713
714
715
716
717
718
719
720
721
722
723
724
725
726
727
728
729
730
731
732
733
734
735
736
737
738
739
740
741
742
743
744
745
746
747
748
749
750
751
752
753
754
755
756
757
758
759
760
761
762
763
764
765
766
767
768
769
770
771
772
773
774
775
776
777
778
779
780
781
782
783
784
785
786
787
788
789
790
791
792
793
794
795
796
797
798
799
800
801
802
803
804
805
806
807
808
809
810
811
812
813
814
815
816
817
818
819
820
821
822
823
824
825
826
827
828
829
830
831
832
833
834
835
836
837
838
839
840
841
842
843
844
845
846
847
848
849
850
851
852
853
854
855
856
857
858
859
860
861
862
863
864
865
866
867
868
869
870
871
872
873
874
875
876
877
878
879
880
881
882
883
884
885
886
887
888
889
890
891
892
893
894
895
896
897
898
899
900
901
902
903
904
905
906
907
908
909
910
911
912
913
914
915
916
917
918
919
920
921
922
923
924
925
926
927
928
929
930
931
932
933
934
935
936
937
938
939
940
941
942
943
944
945
946
947
948
949
950
951
952
953
954
955
956
957
958
959
960
961
962
963
964
965
966
967
968
969
970
971
972
973
974
975
976
977
978
979
980
981
982
983
984
985
986
987
988
989
990
991
992
993
994
995
996
997
998
999

圖

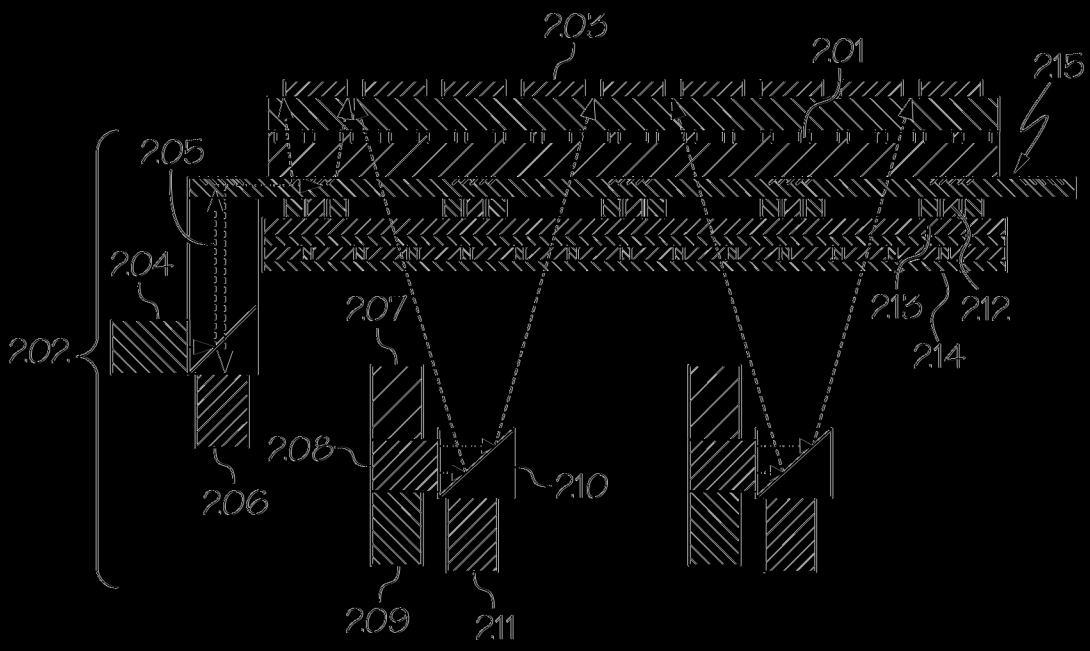

203
201
215
205
204
207
213
212
214
202
208
210
206
209
211

圖2A

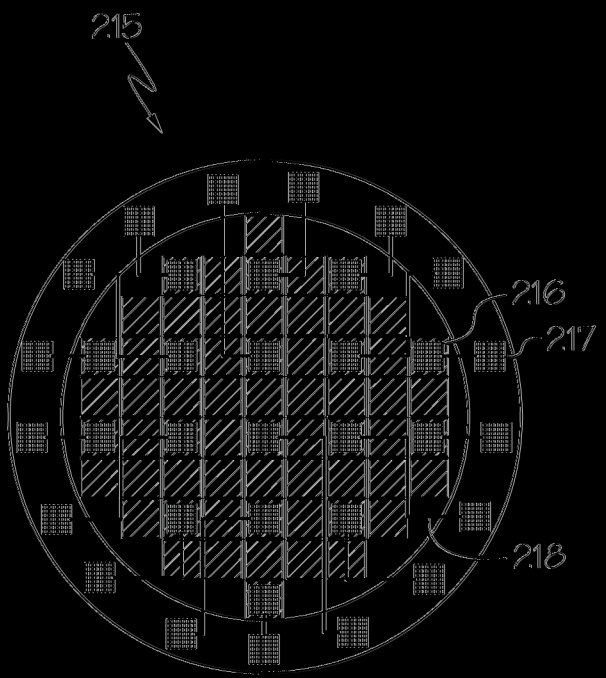

215
216
217
218

圖2B

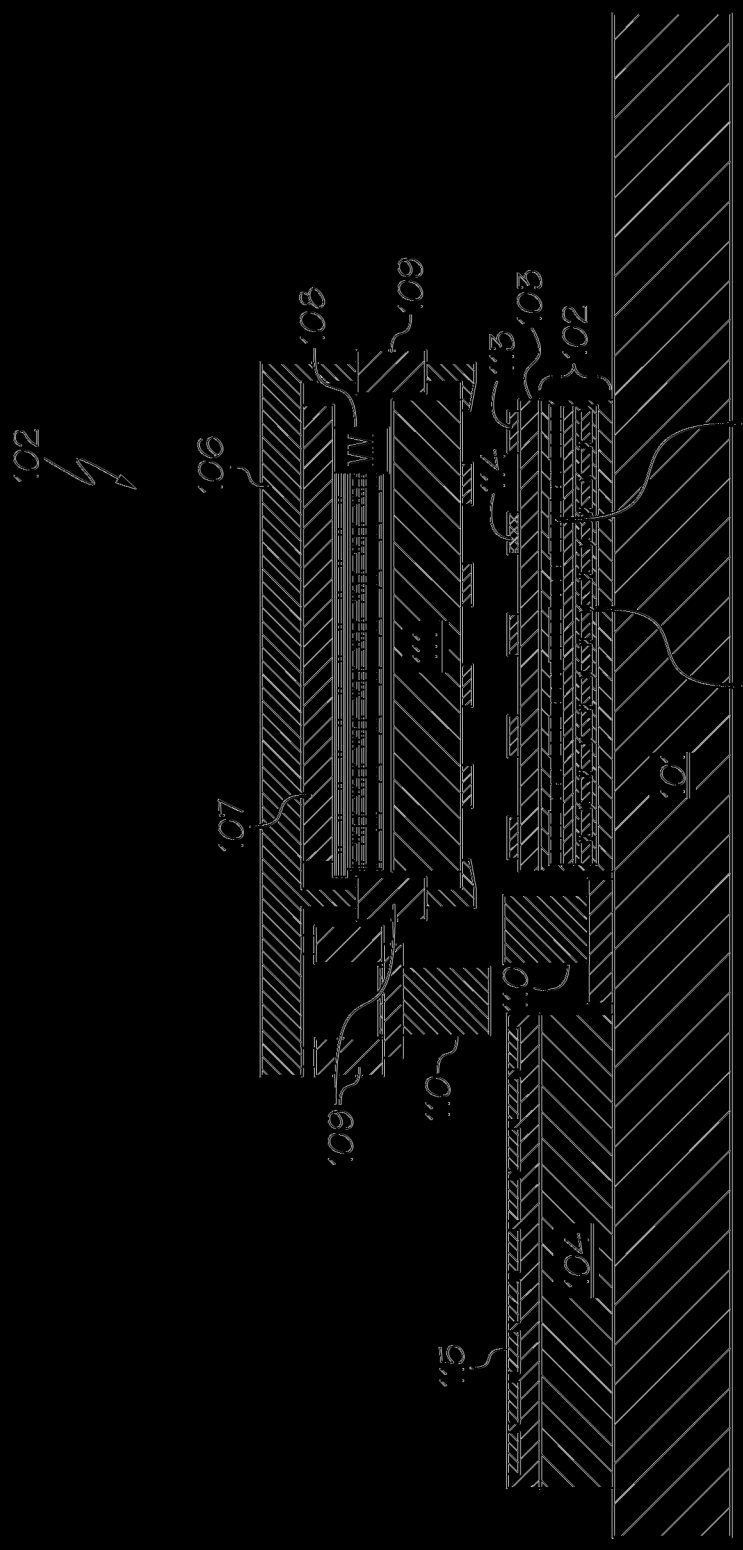


圖3

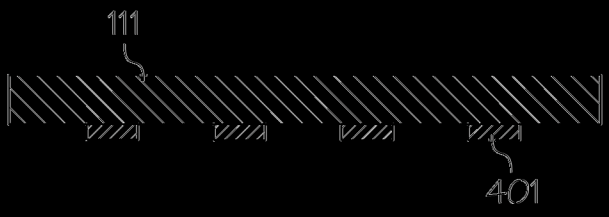

111
401

圖4A

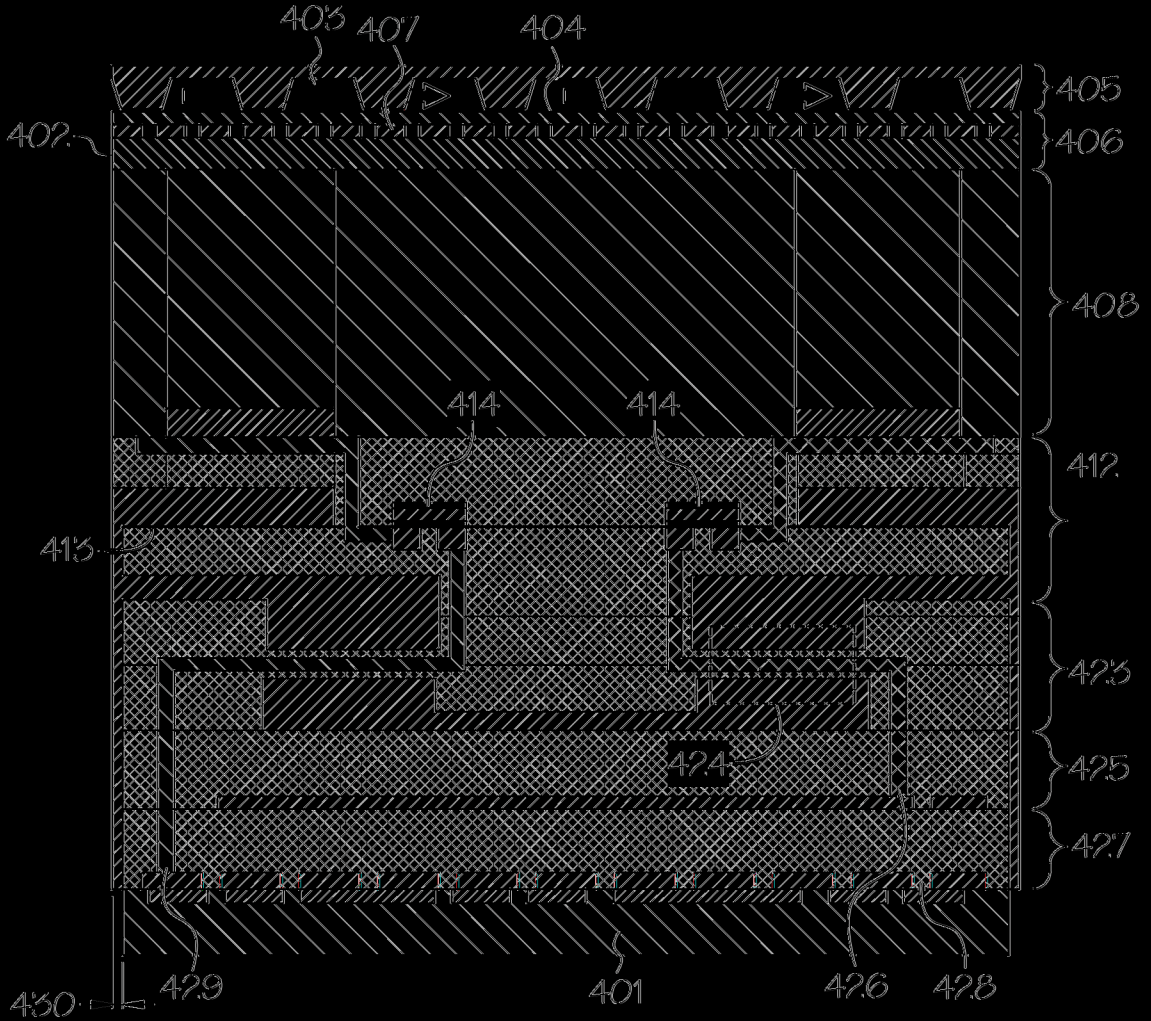

403
407
404
405
402
406
408
414
414
412
413
423
424
425
427
430
429
401
426
428

圖4B

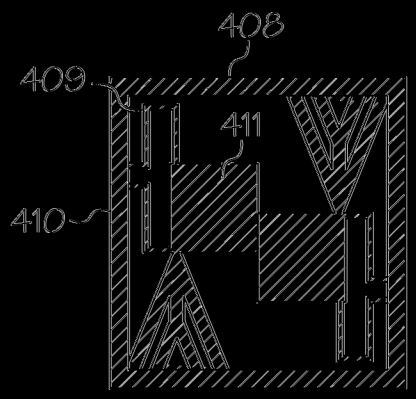


圖4C

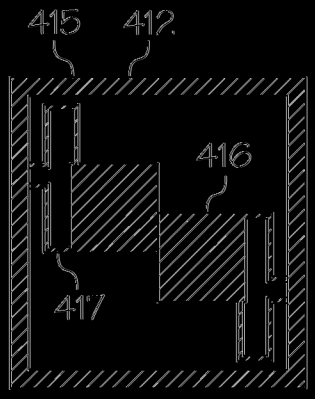


圖4D

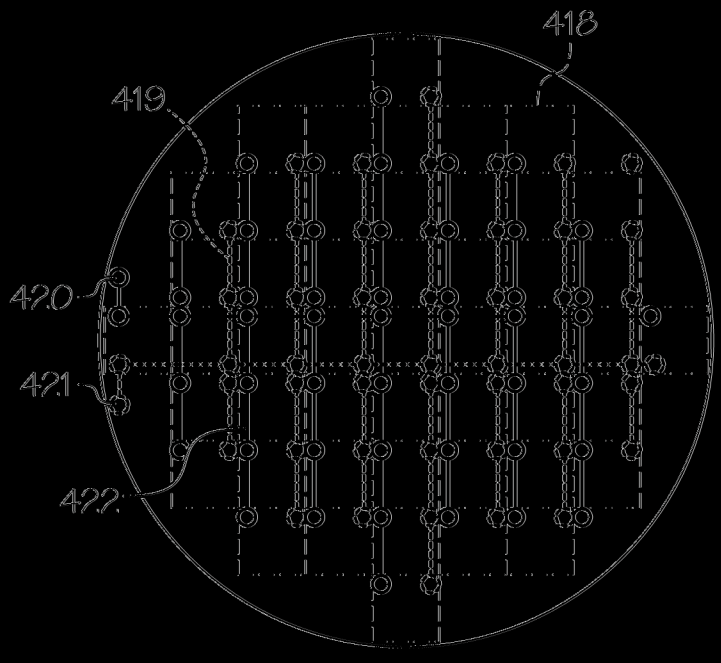


圖4E

100
107
109
105
106
108
107
100
108
105
107
109
100

圖 5B

100
107
109
108
106
105
102
103
W

圖 5A

圖 6C

圖 6B

圖 6A

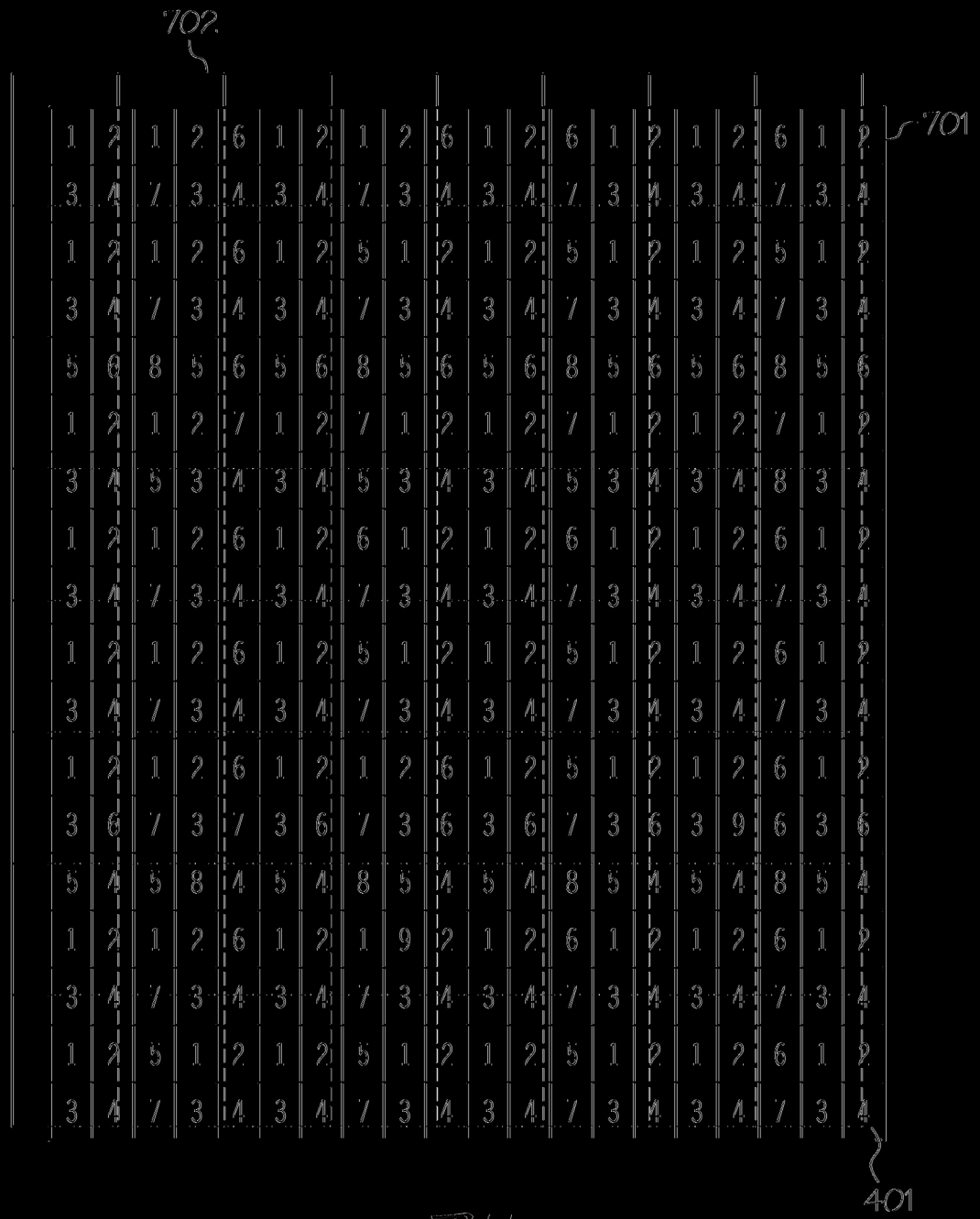


圖 1

80'
70'
803
802
805
806
804
95'
96'
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100

圖8

圖9

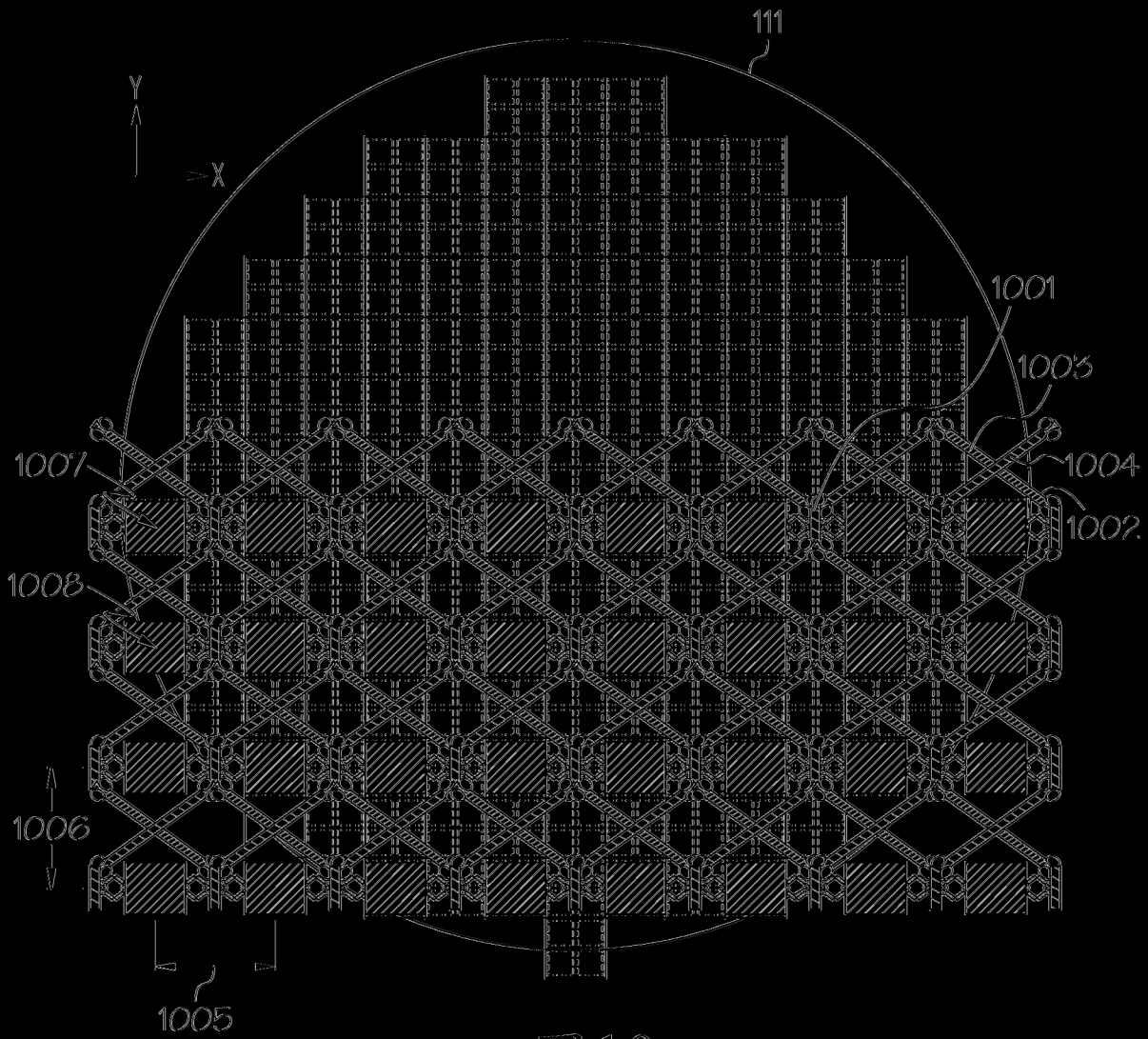


圖10

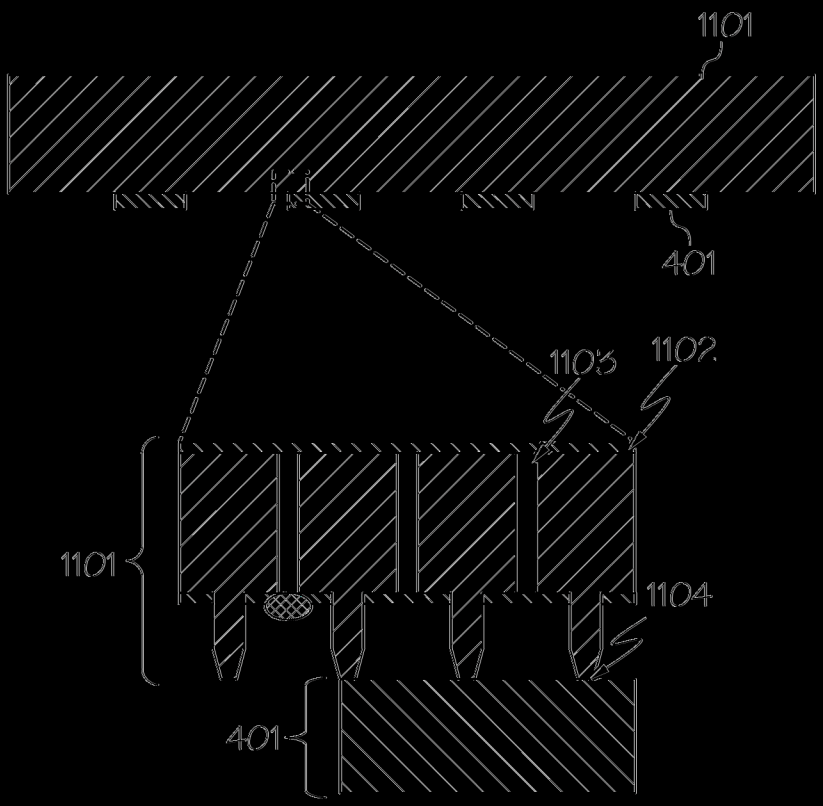


圖 11A

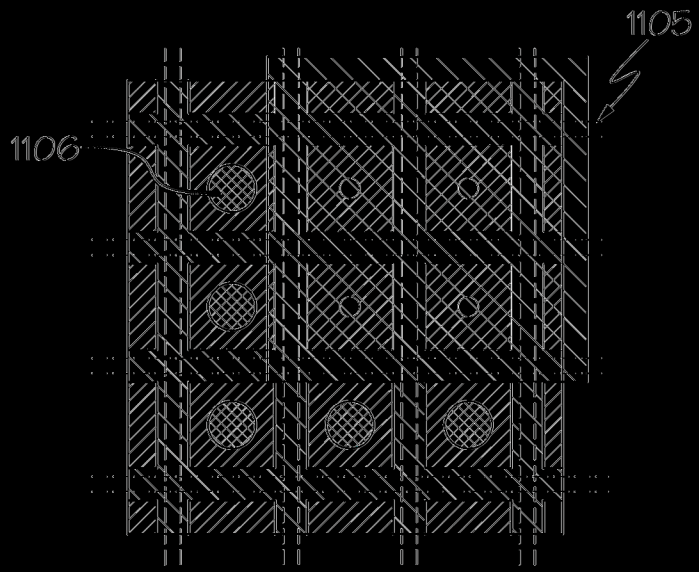


圖 11B

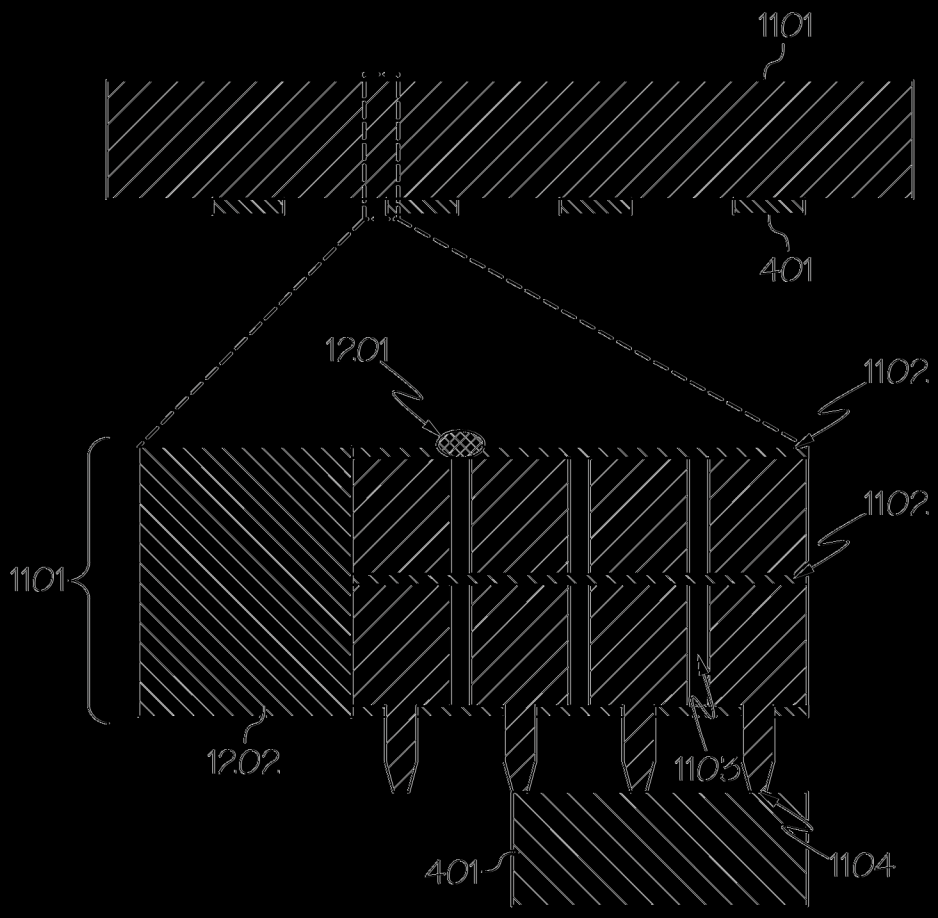


圖 12A

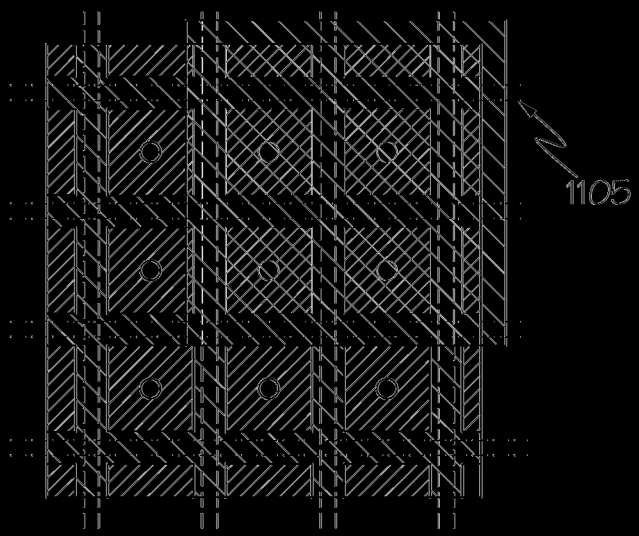


圖 12B

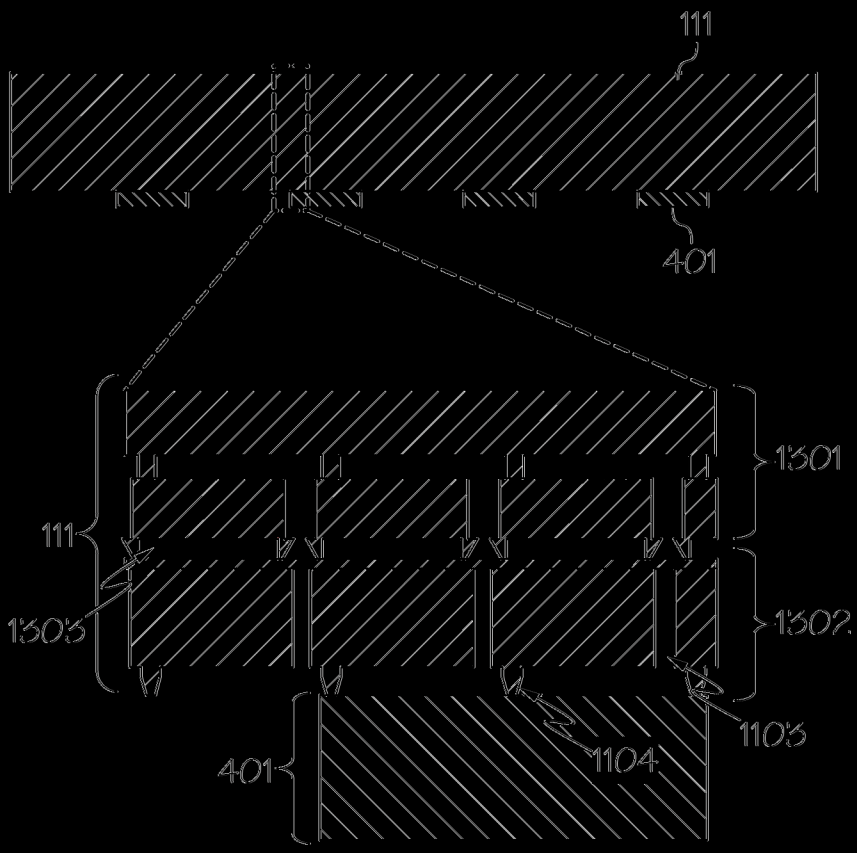


圖 13A

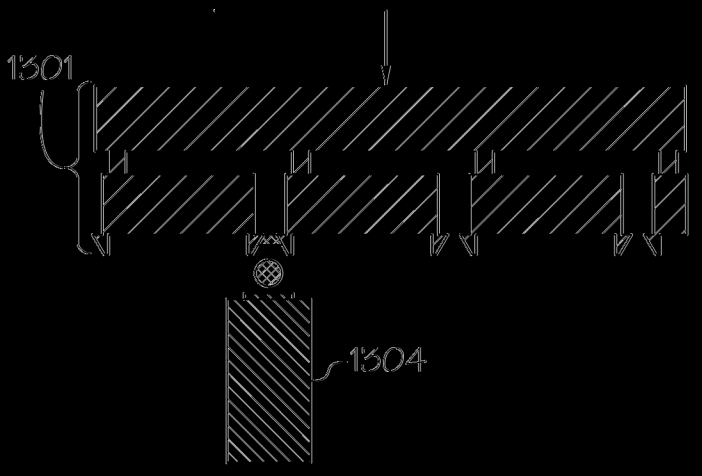


圖 13B

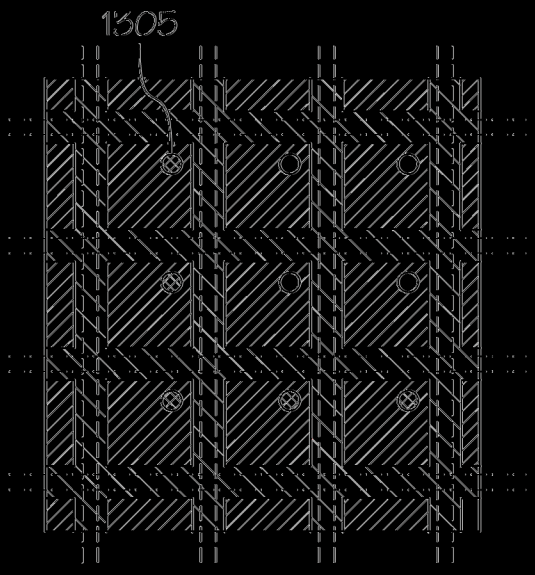


圖 13C

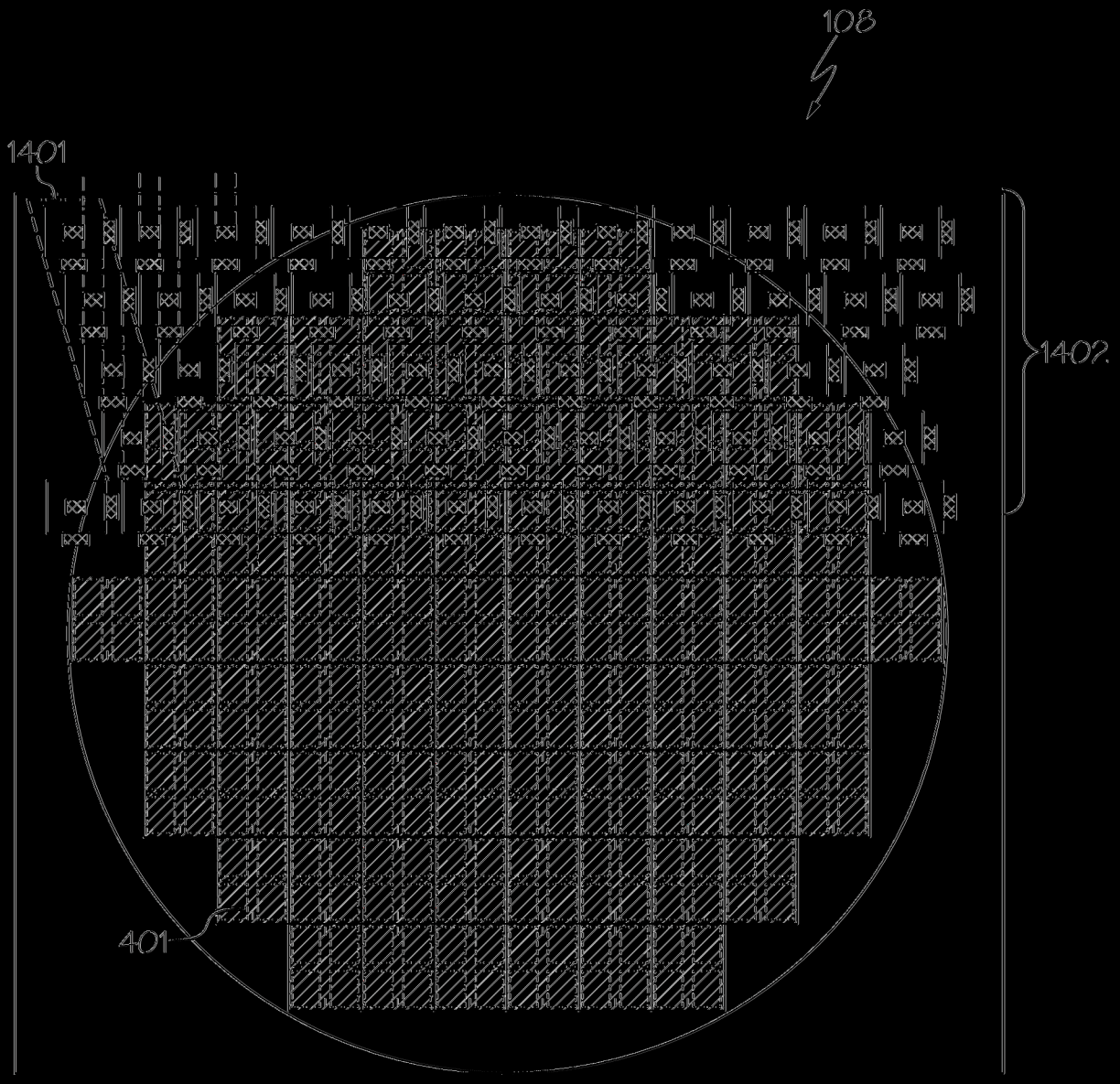


圖 14

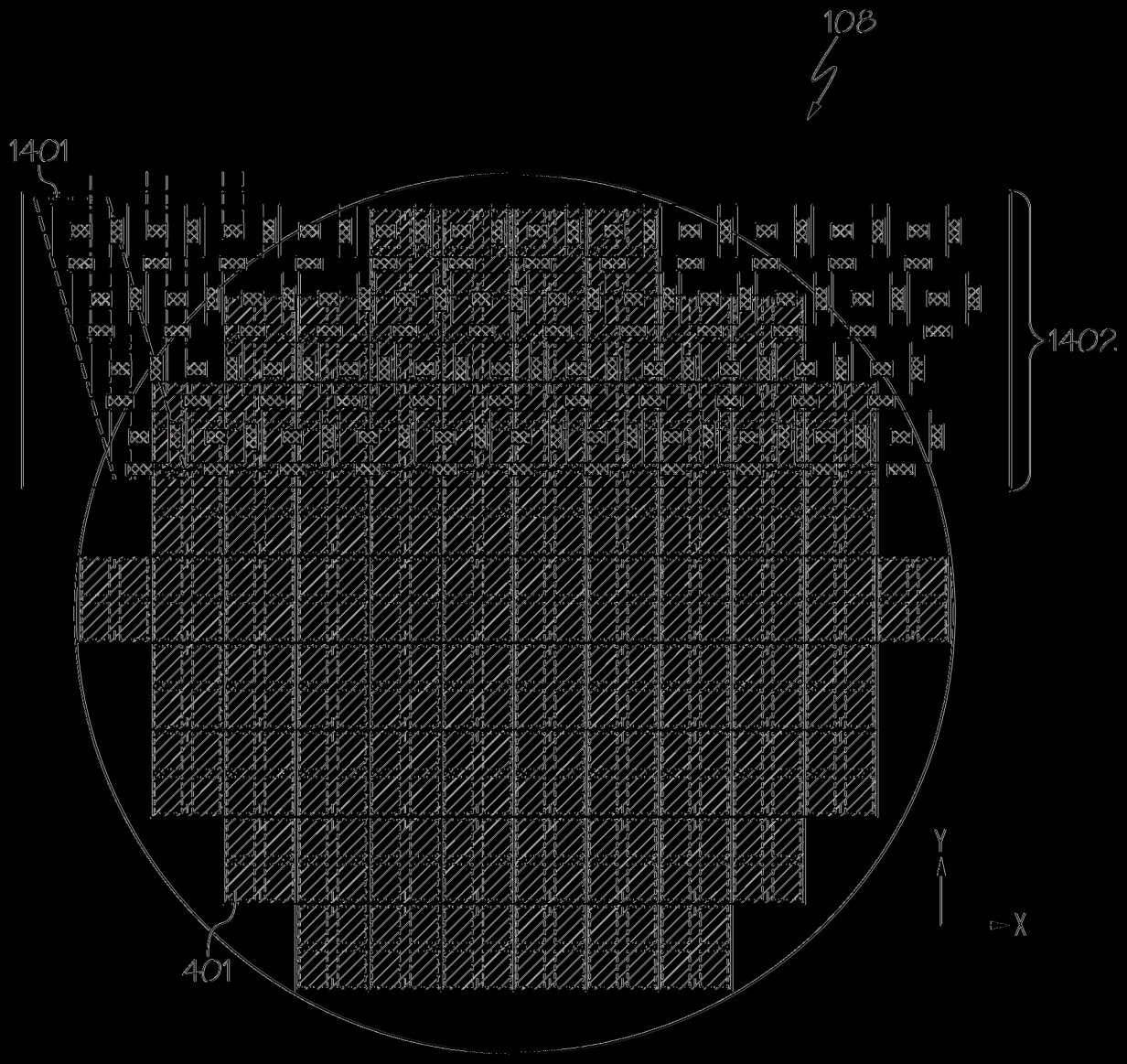


圖15

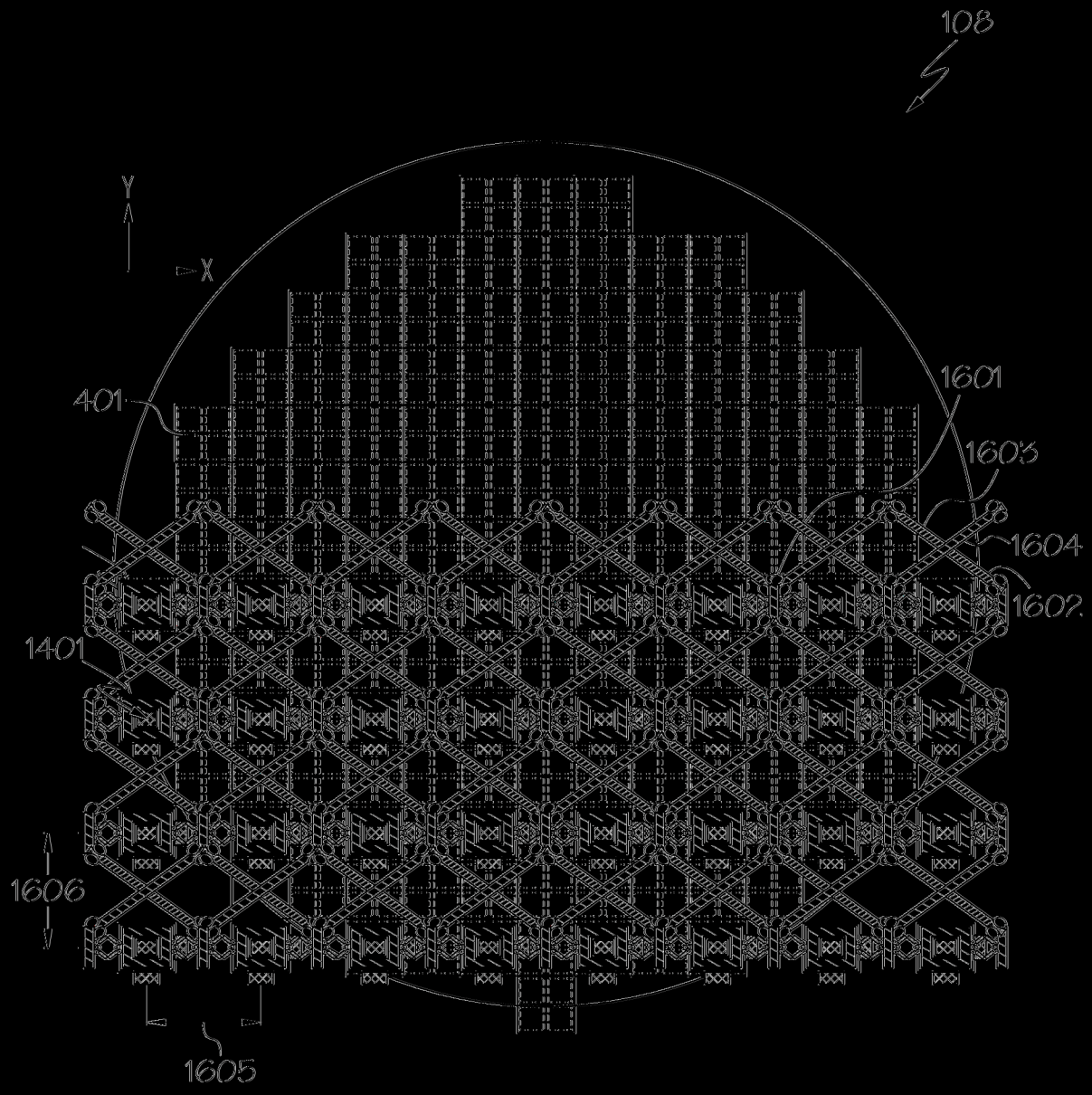


圖16

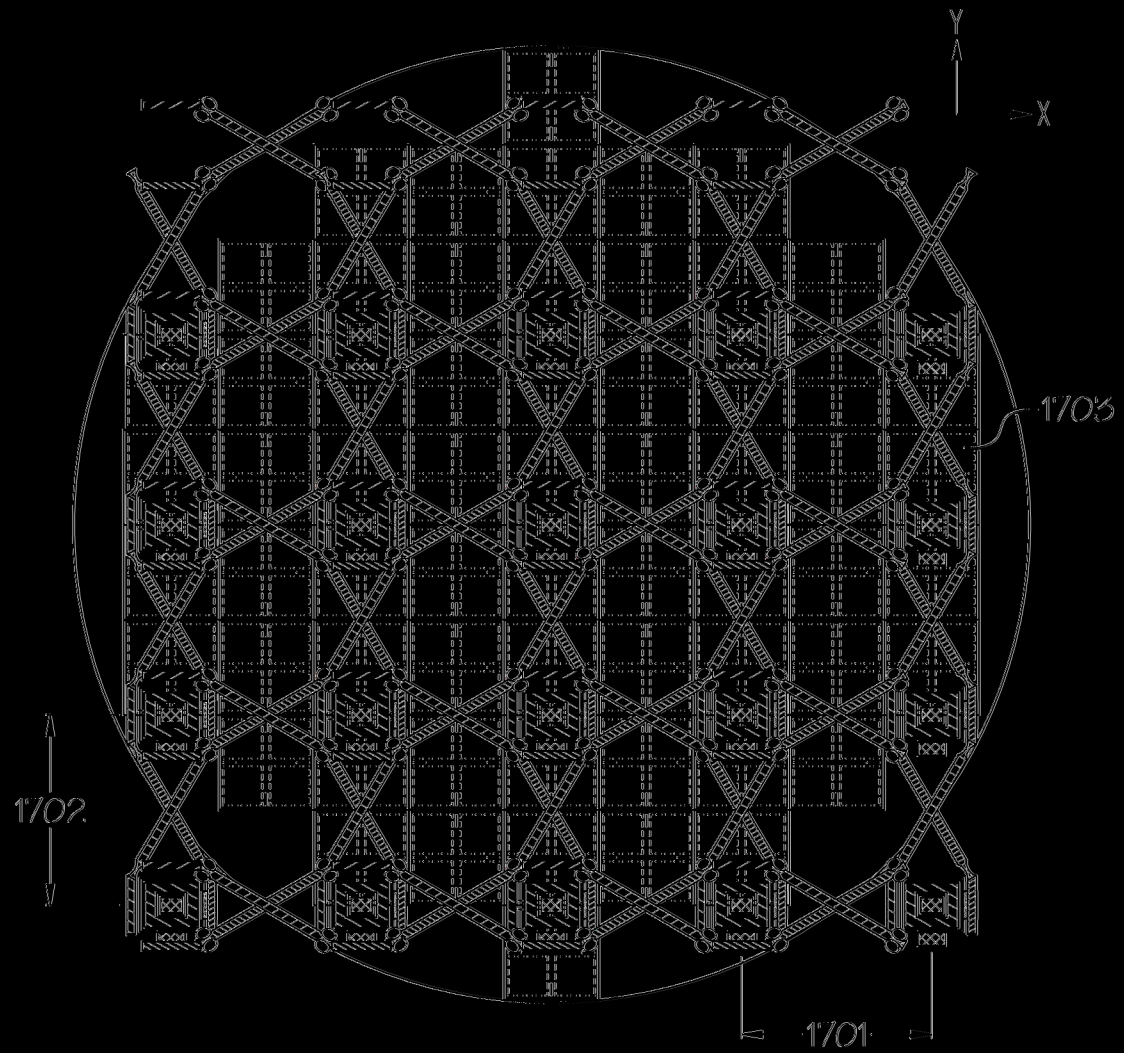


圖17

圖 8A 圖 8B 圖 8C 圖 8D

圖 6B

圖 6A

圖 6C

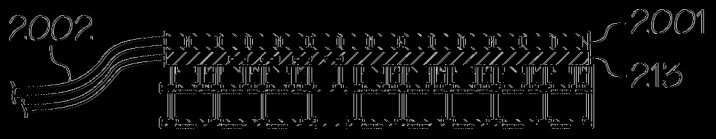


圖 20A

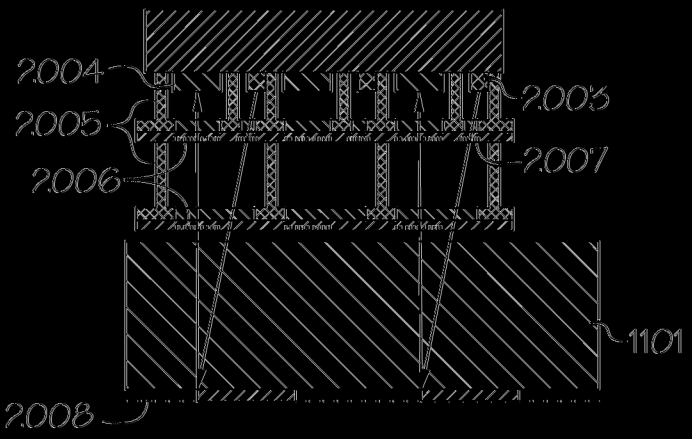


圖 20B

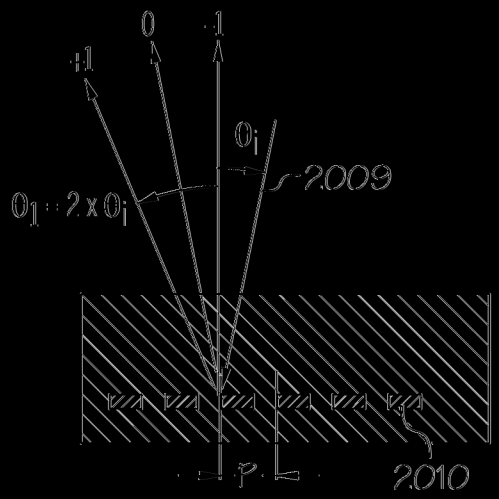


圖 20C

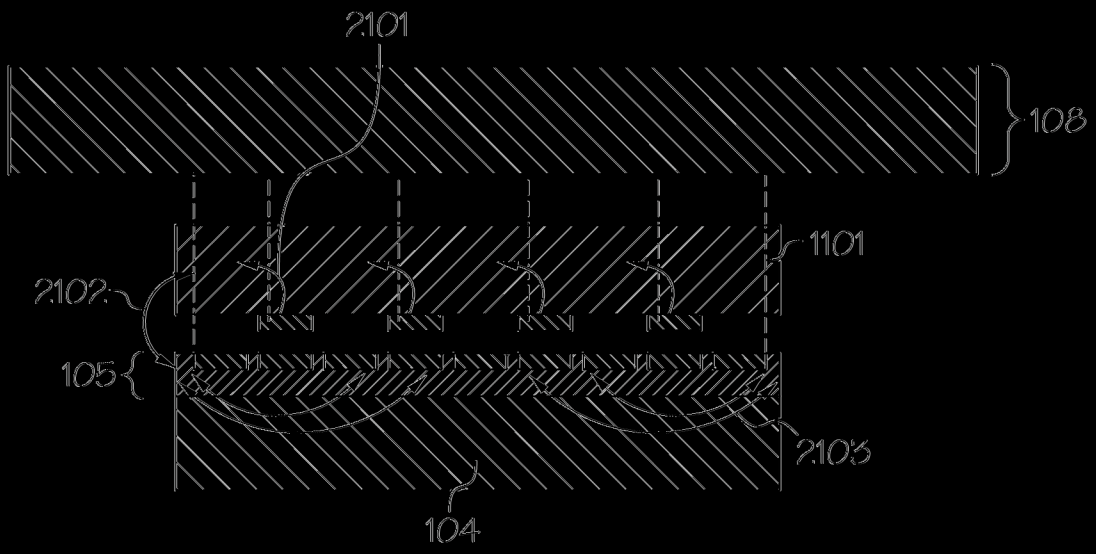


圖21

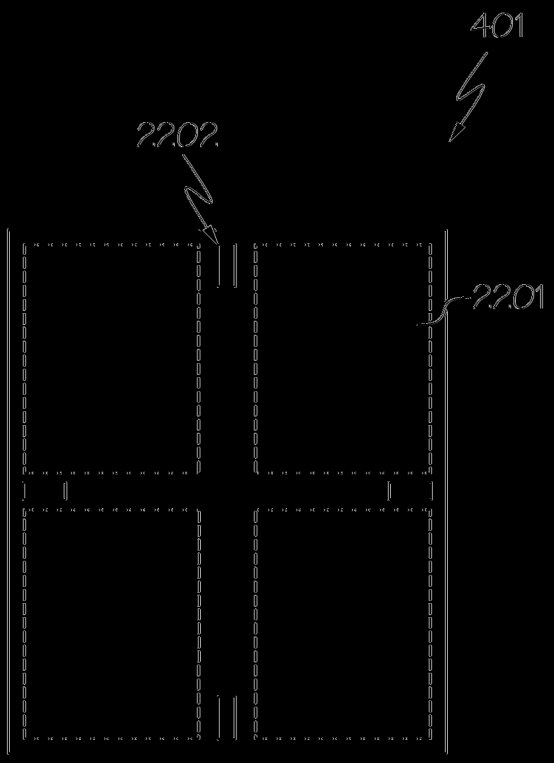


圖22

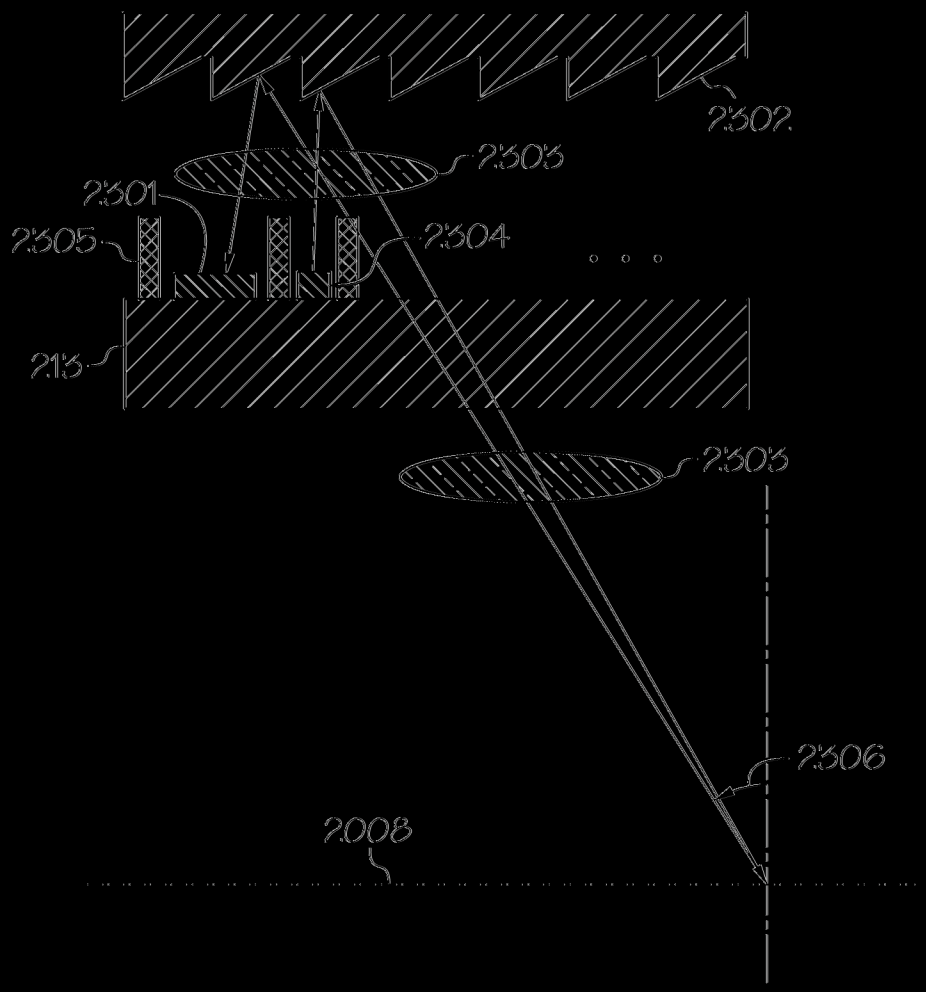


圖23

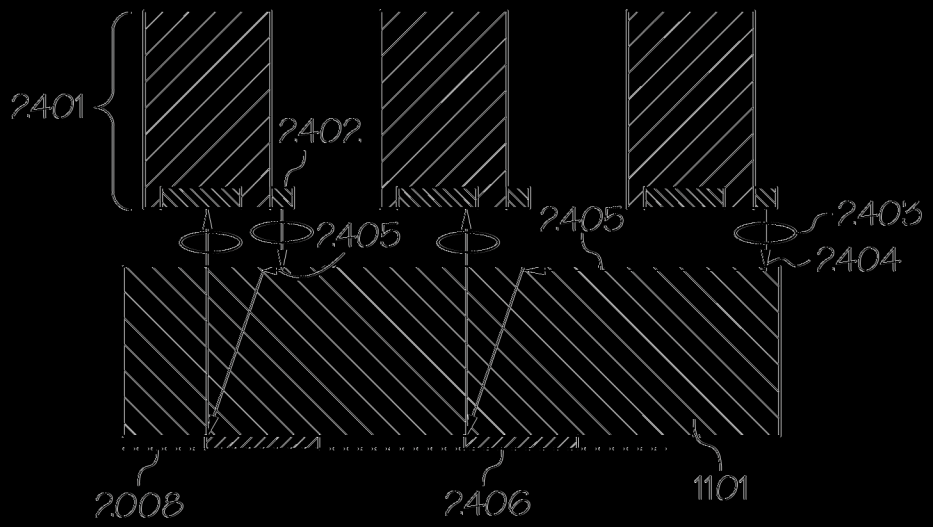


圖24

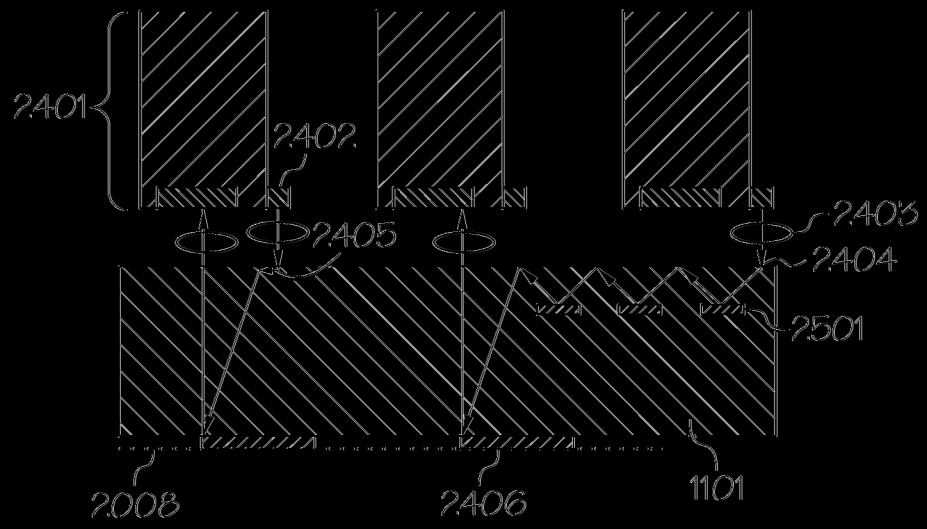


圖25

圖 26A

圖 26B

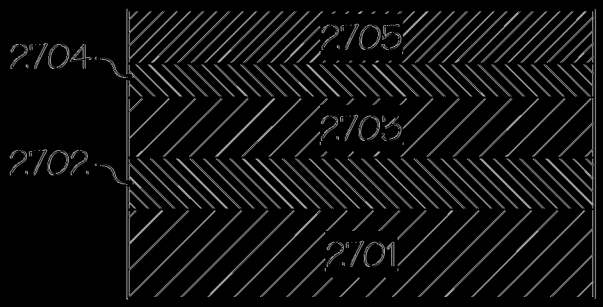


圖 2'1A

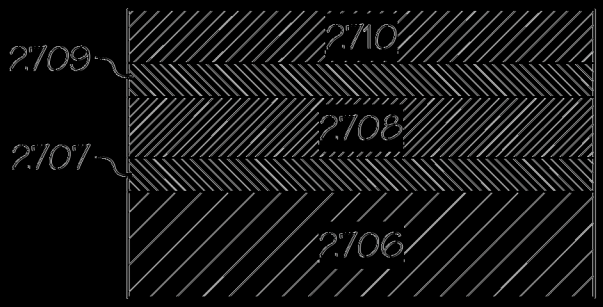


圖 2'1B

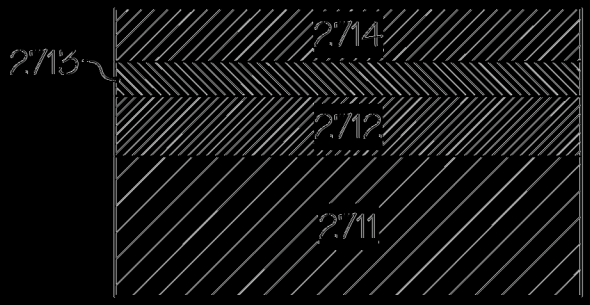
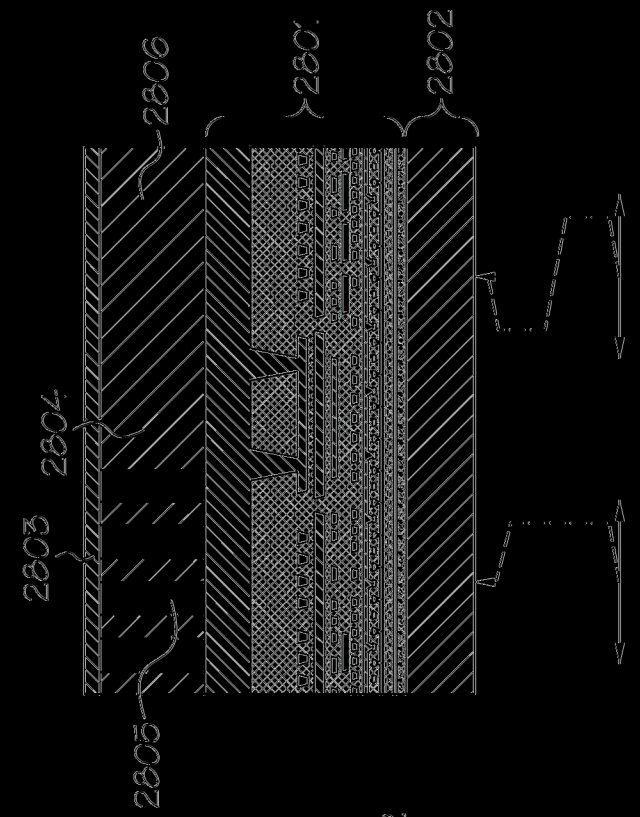
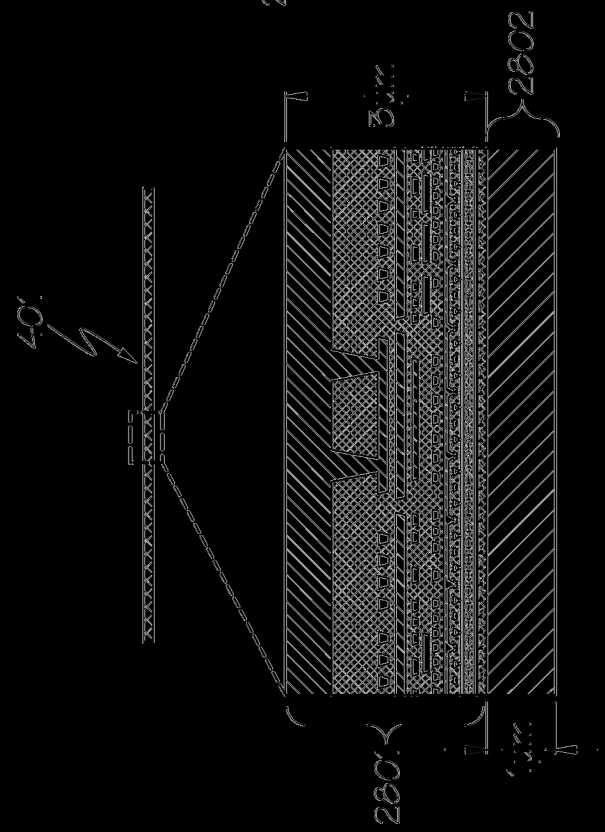


圖 2'1C


2806
2801
2802
2804
2803
2805
283


2802
2801
28A

290'A
290'C
290'1
290'3
290'C
290'A
290
290
290

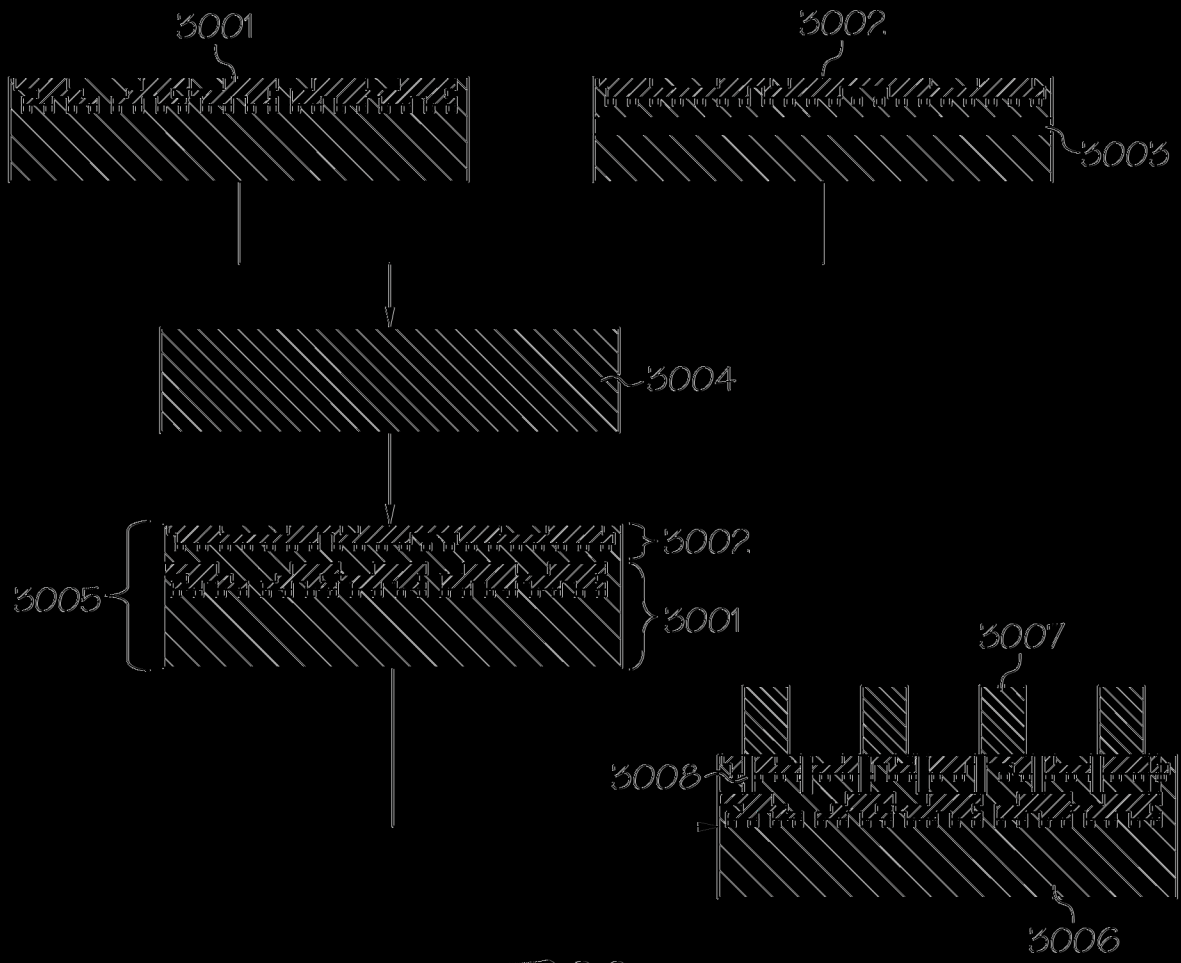


圖30

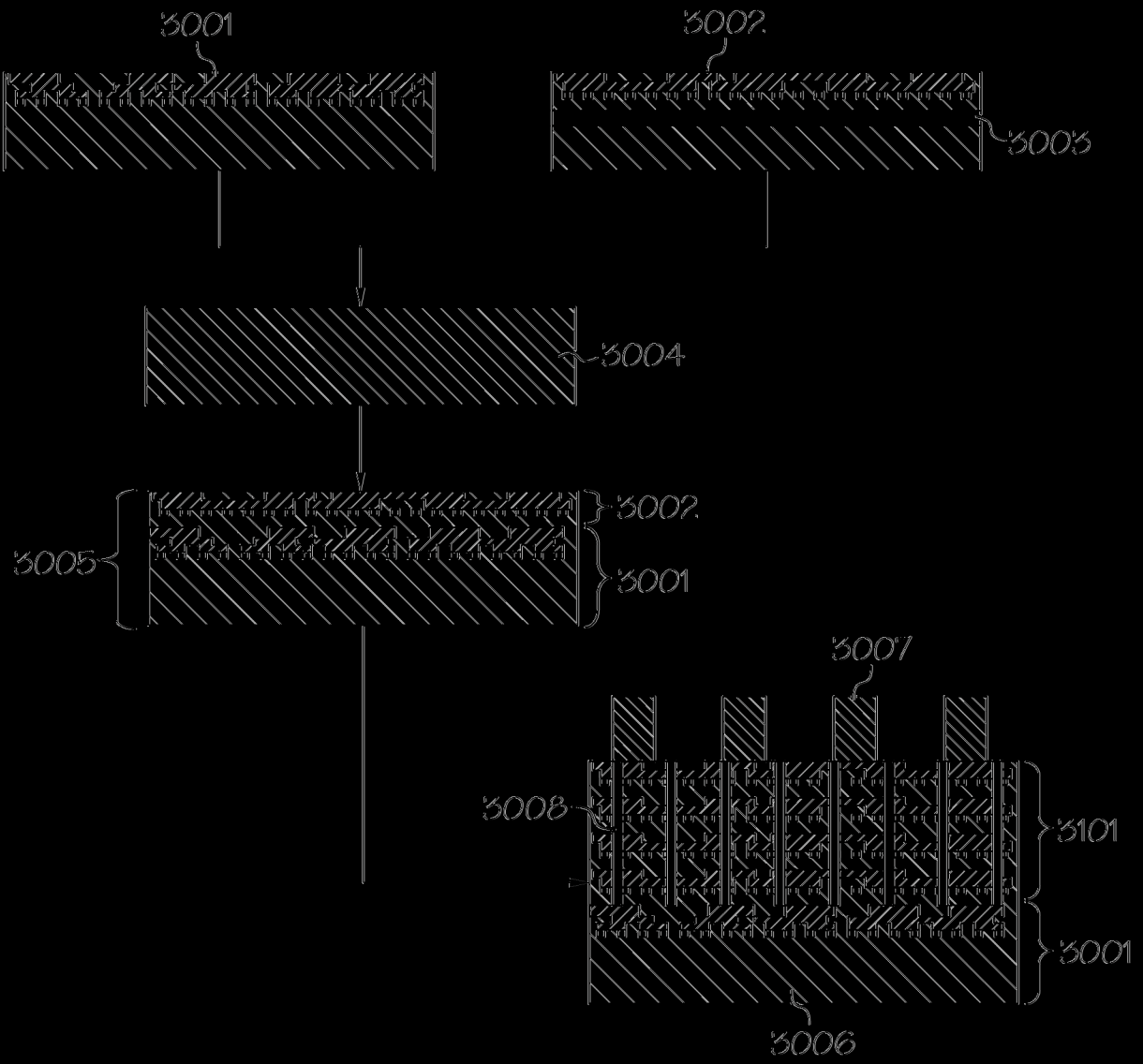


圖31

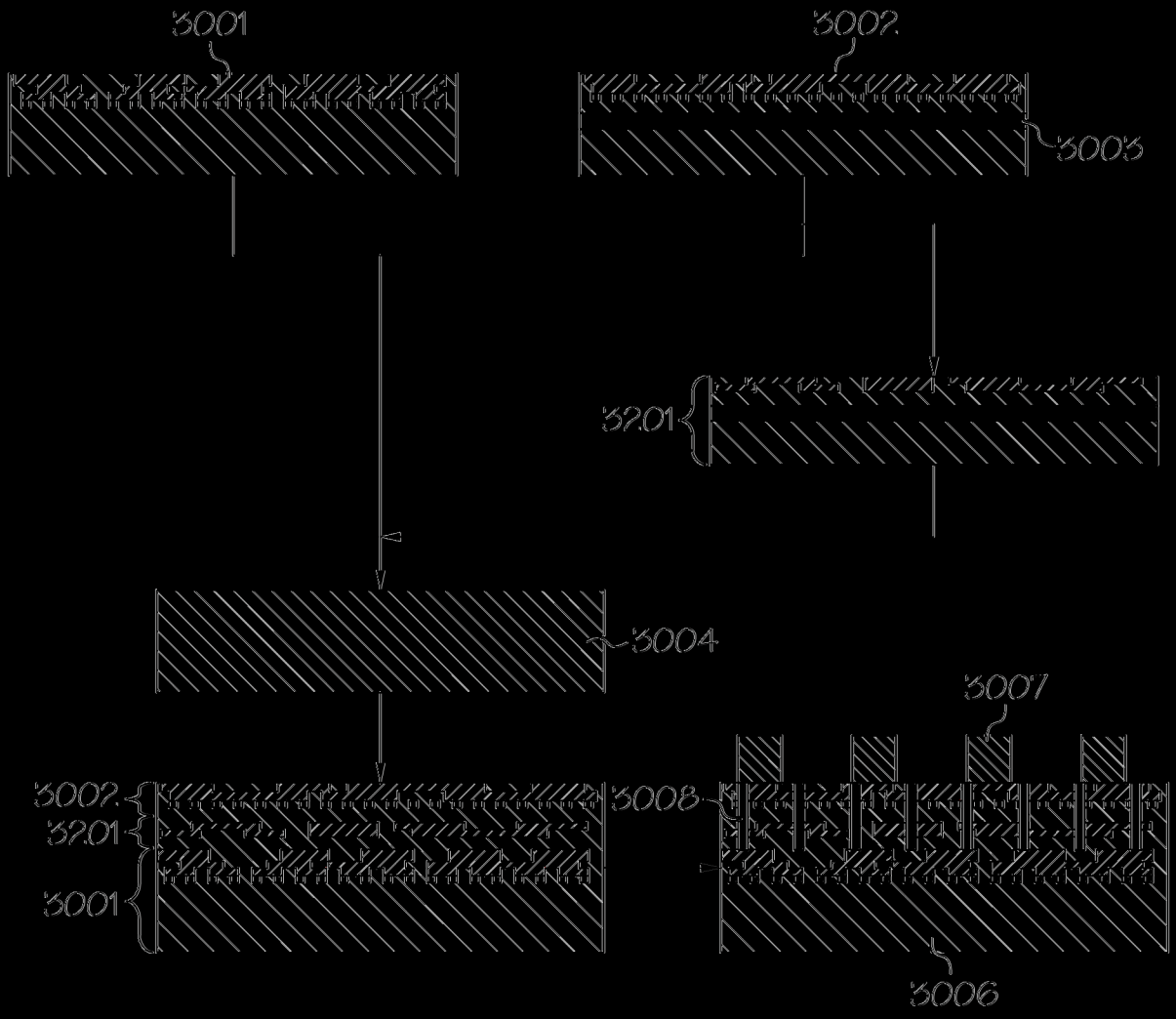


圖32

3309
33'0
3309
3306A
3306'1
33063
3308
3307
3307
33053
33051
33'03
33'01
3305A
3304
3303
33'0A
3302A
33023
33021

圖 33

3309
3310
3309
3402
3303
3401
3301
3302A
3303
3304
3303
3303
3301
3302A
3302
3302

圖3A

3306
330'
3302
330'
3306
3302
330'3
330'1
3302A
3303
330'
330'A
33023
3302'1

圖 3.5

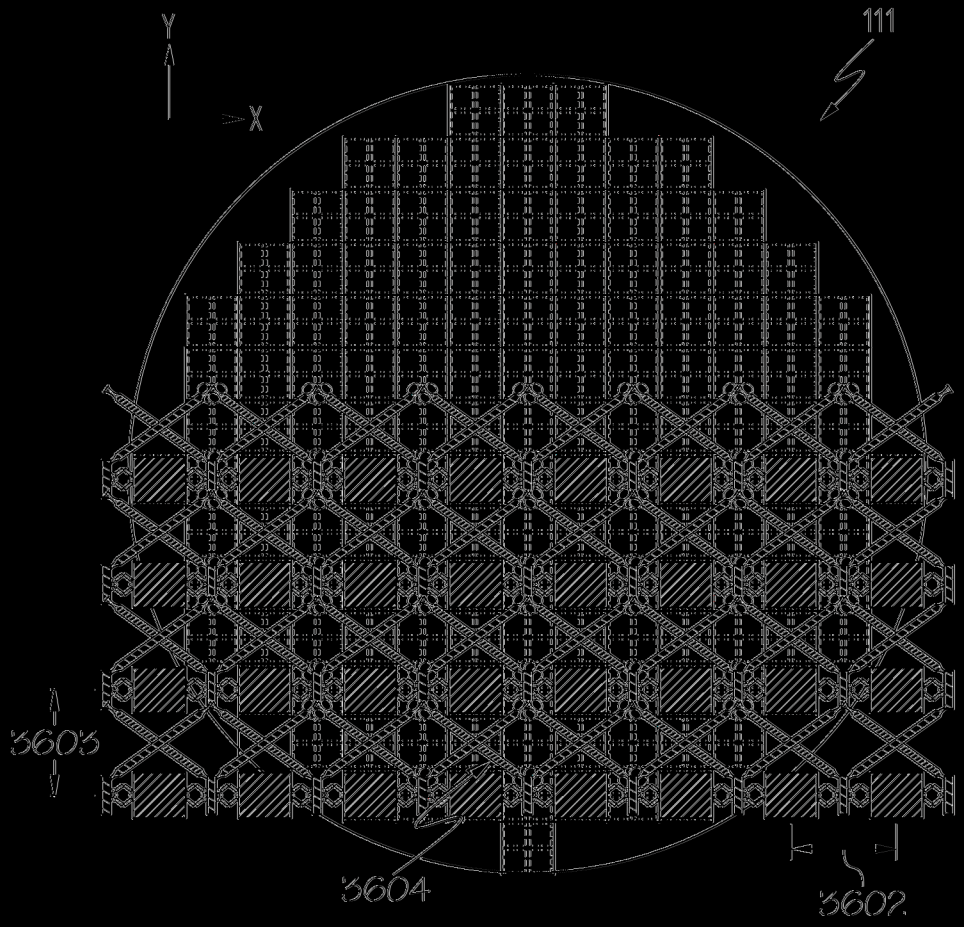


圖36A

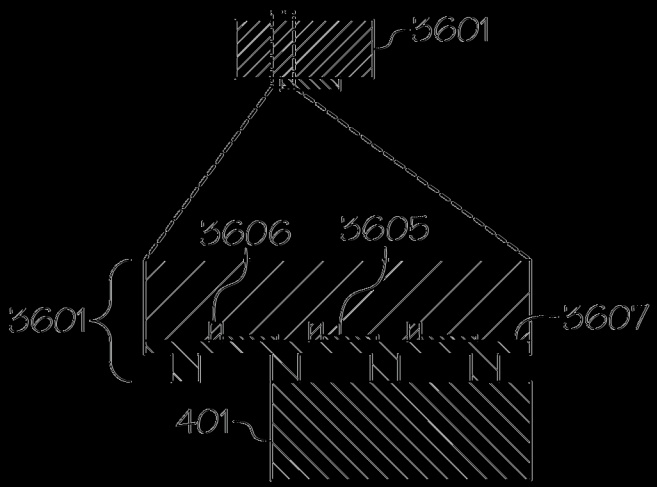


圖36B

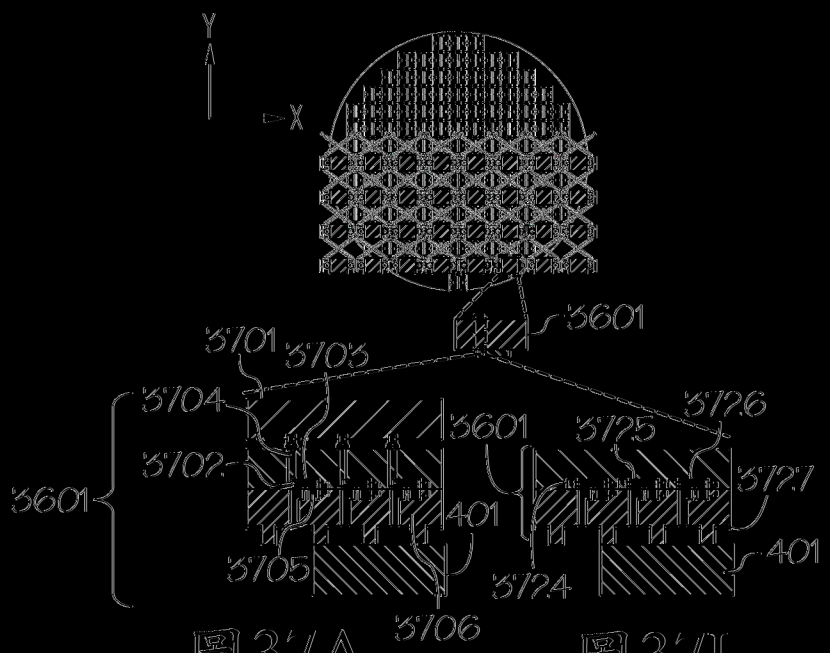


圖3'A 圖3'I

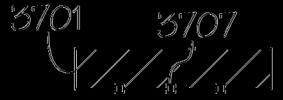


圖3'B

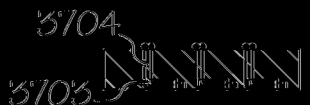


圖3'D

真空通道圖案化 3708
金屬沉積與圖案化（用於固定的電極） 3709
氧化物沉積 3710
金屬沉積與圖案化（用於可移動的電極） 3711
軟性膜沉積 3712
TSV圖案與從背側蝕刻 3713
凸塊創造 3714

圖3'C

真空通道圖案化 3715
氧化物沉積 3716
TSV圖案與從背側蝕刻 3717
多孔膜沉積 3718
氧化物沉積 3719
針拋光 3720

圖3'E

圖3'F

圖3'G

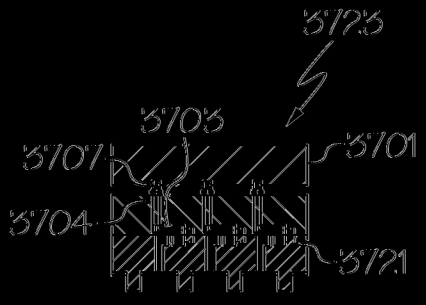


圖3'H

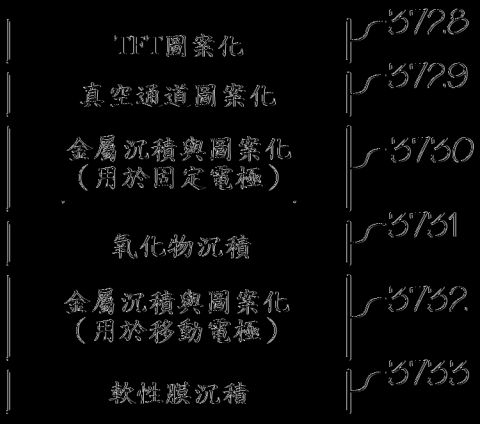


圖3'J

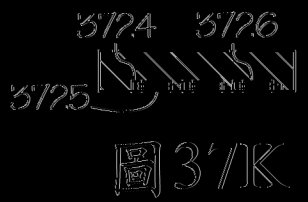


圖3'K

圖3'N

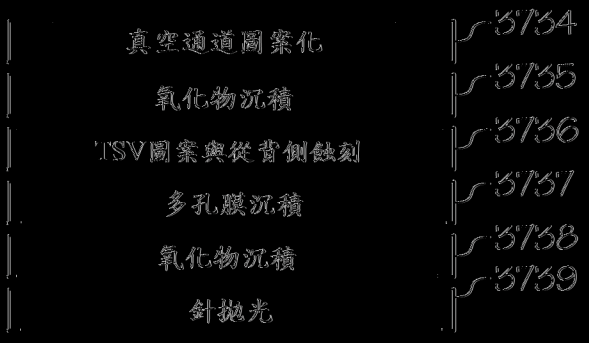


圖3'L

圖3'O

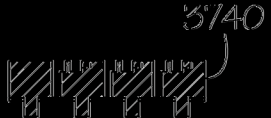


圖3'M

3806
3803
3804
380'
3802
Y
Z
圖 38A
Y
X
圖 38B
Z
X
3809
3805
3807
3808
3809
360'
47'
圖 38C

圖3C

圖3B

圖3A

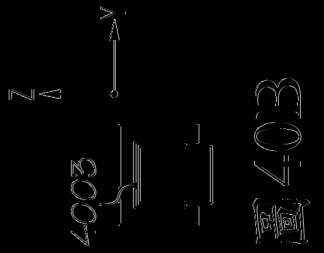


圖 4B

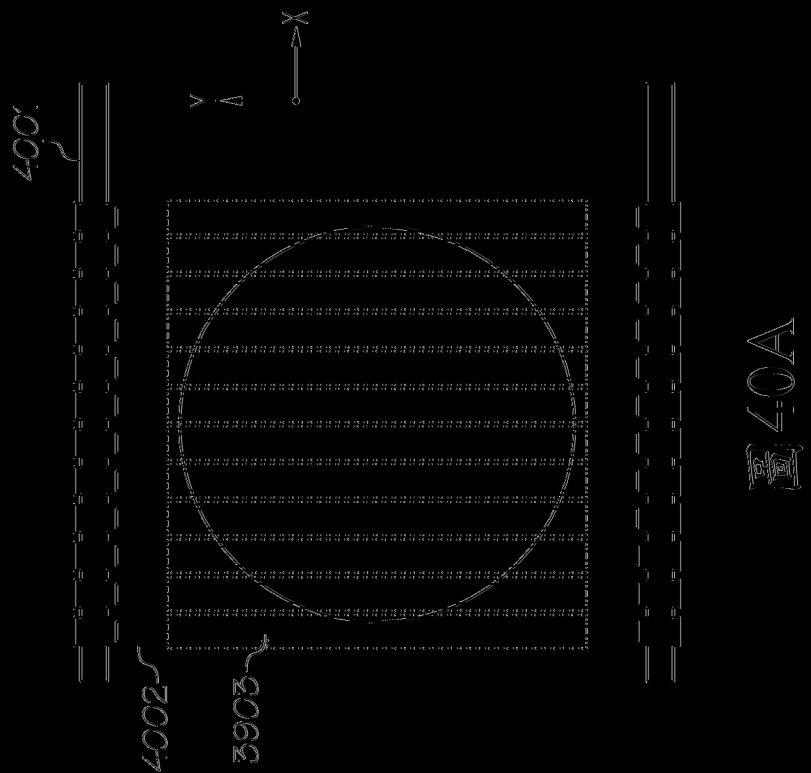


圖 4A

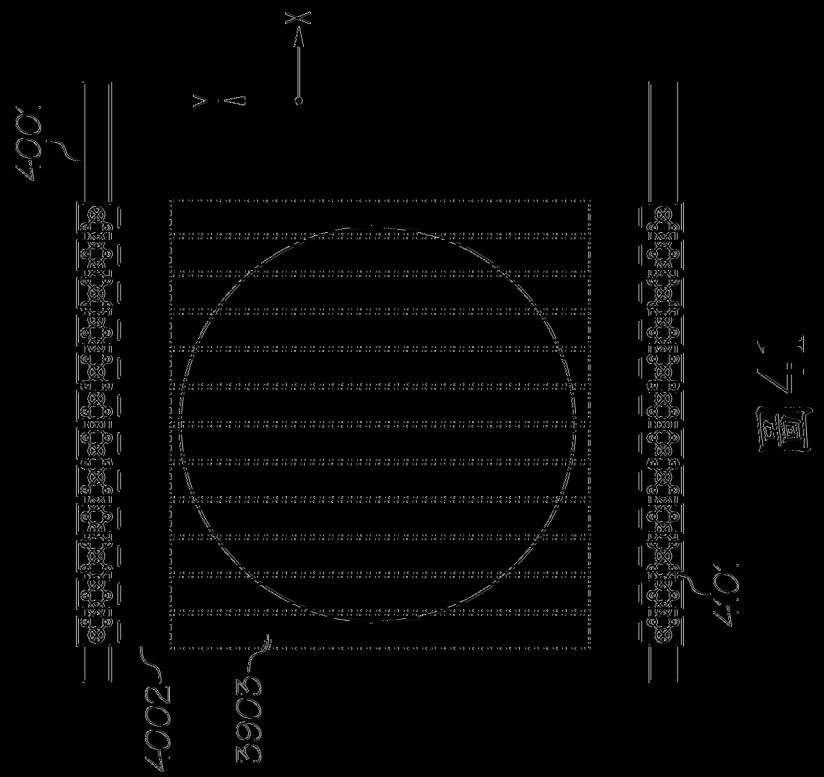

X
Y
400
300
200
400
圖 7

圖 42A

圖 42B

圖 4-3A

圖 4-3B

圖 4-3C

圖 7A

圖 7B

圖 7E

圖 7C

圖 7D

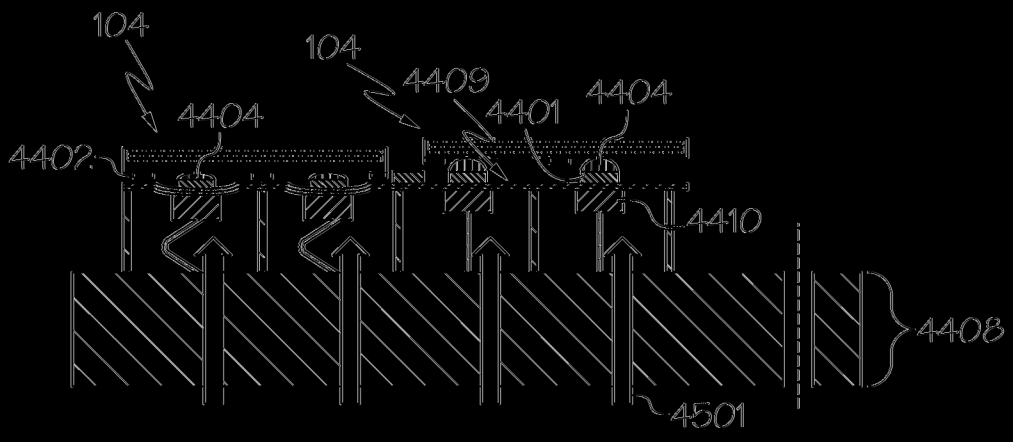


圖45

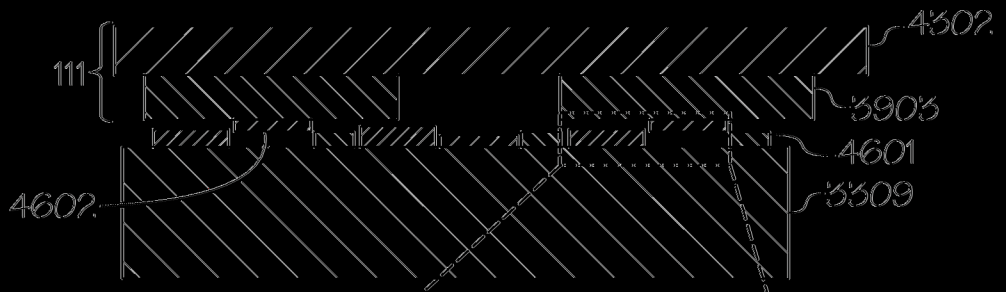

111
4302
3903
4601
4602
3509

圖46A

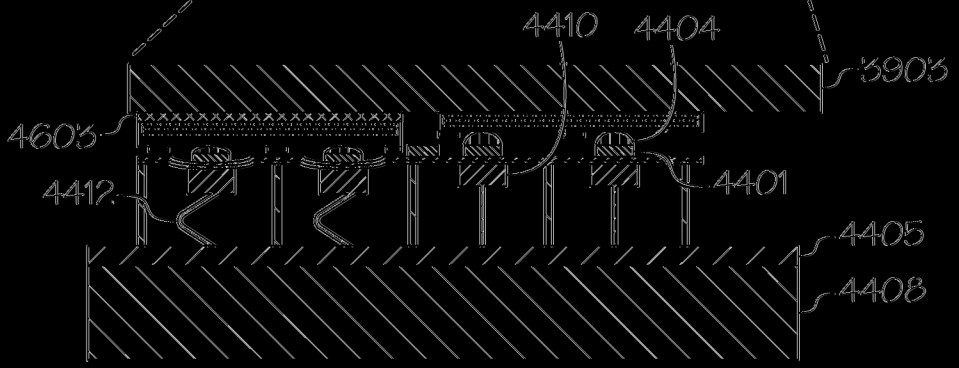

4410
4404
3903
4603
4412
4401
4405
4408

圖46B

103
470A
470
470
470

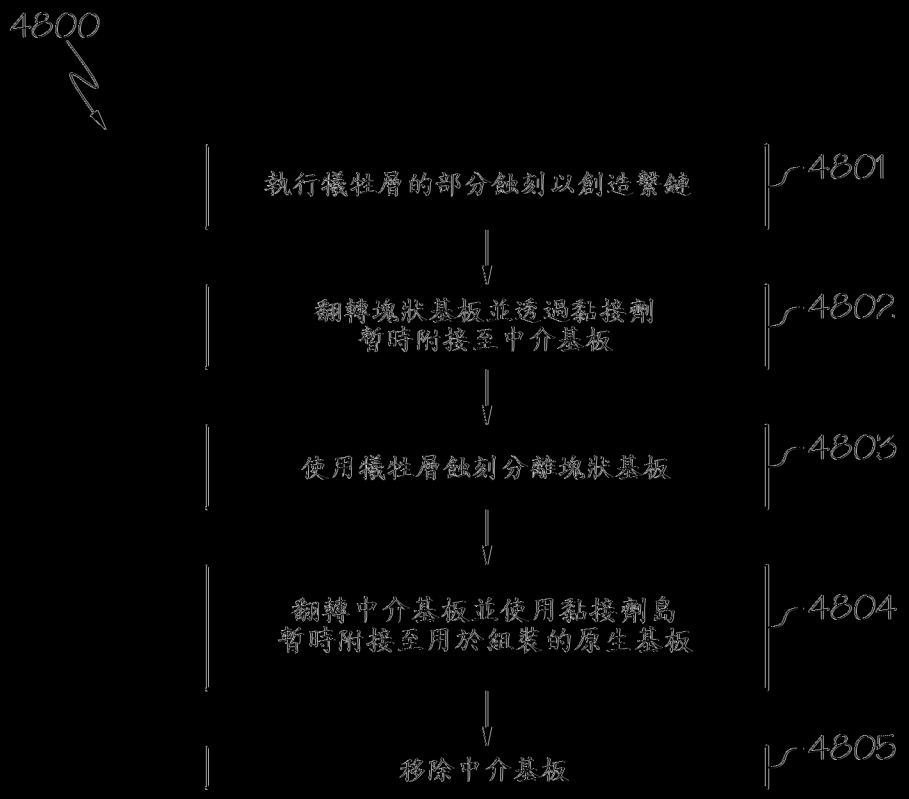

4800
執行犧牲層的部分蝕刻以創造繫鏈
4801
翻轉塊狀基板並透過黏接劑
暫時附接至中介基板
4802
使用犧牲層蝕刻分離塊狀基板
4803
翻轉中介基板並使用黏接劑島
暫時附接至用於組裝的原生基板
4804
移除中介基板
4805

圖48

圖 9A

圖 9B

圖 9C

圖 9D

圖 9E

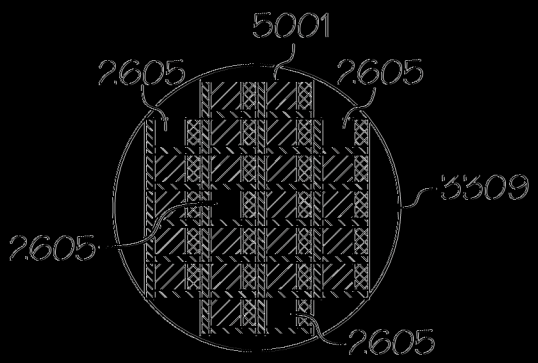


圖 50A

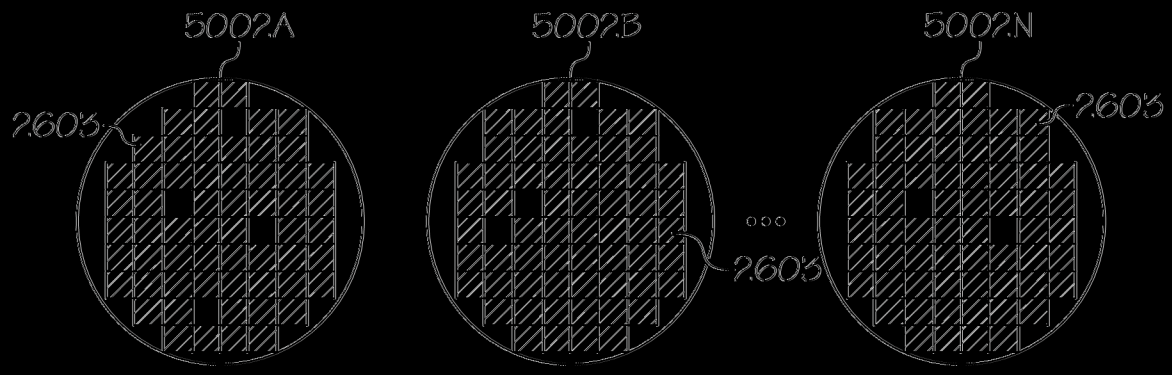


圖 50B

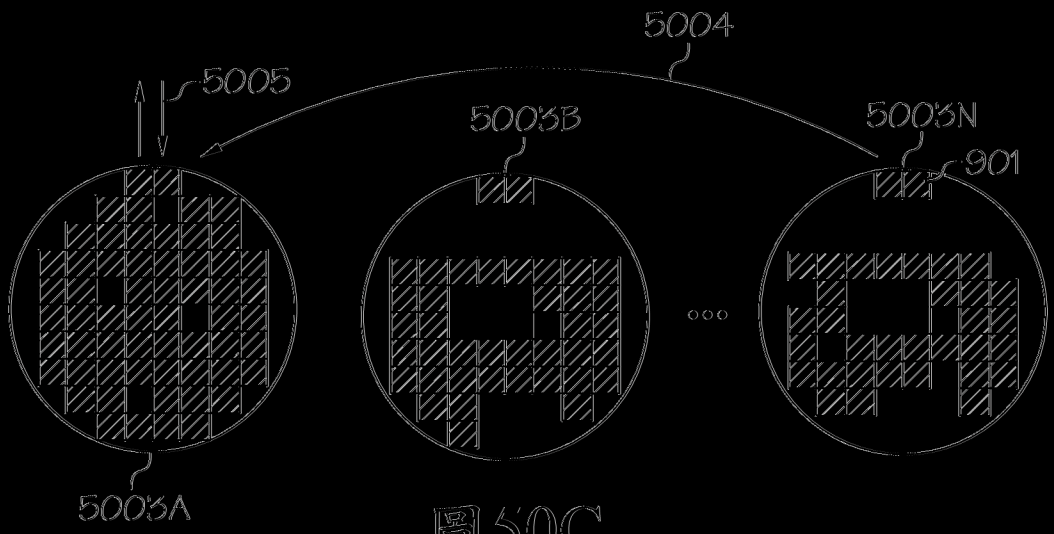


圖 50C

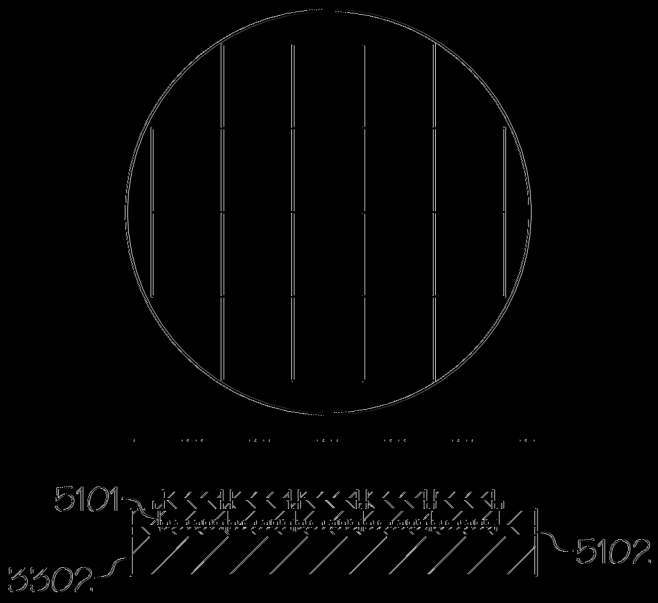


圖51A

圖51B

圖51C

圖51D

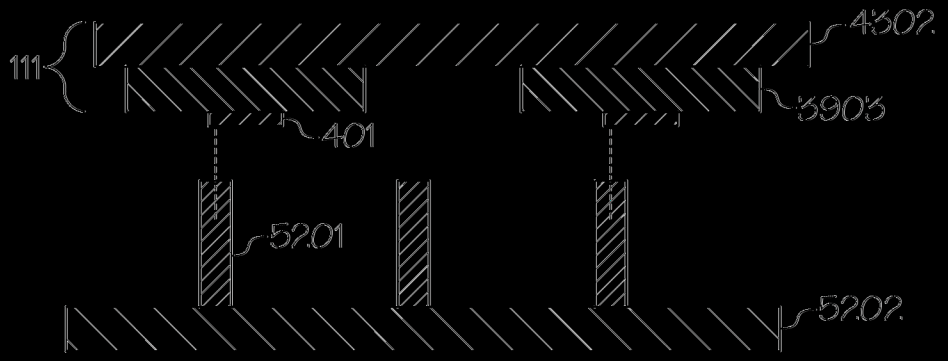

111
4502
3903
401
5201
5202

圖 52A

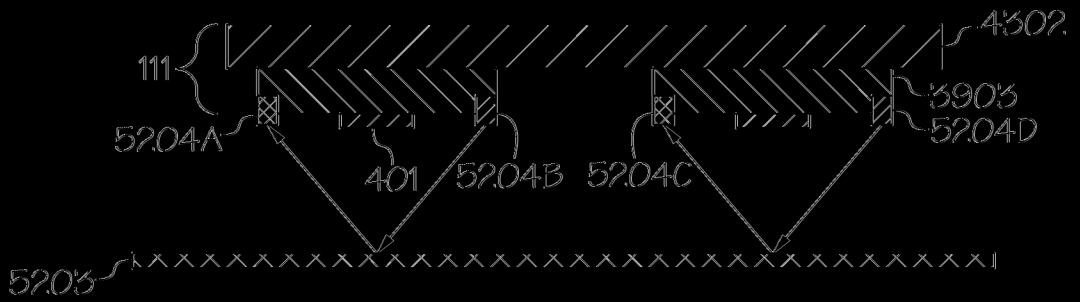

111
4502
3903
5204A
401
5204B
5204C
5204D
5203

圖 52B

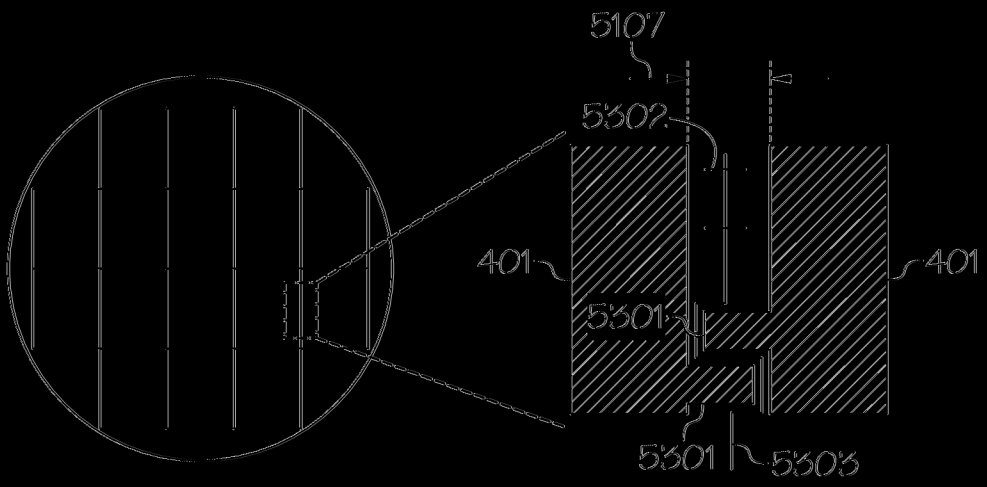

5107
5302
401
401
5301
5301
5303

圖53A

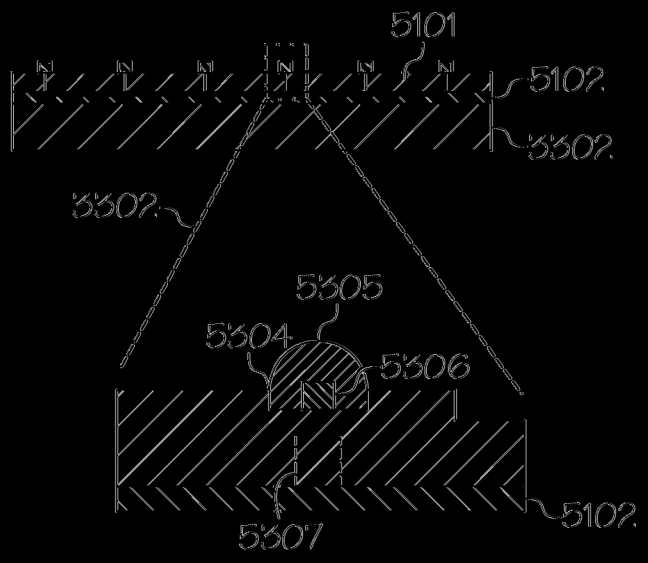

5101
5102
5302
5302
5305
5304
5306
5307
5102

圖53B

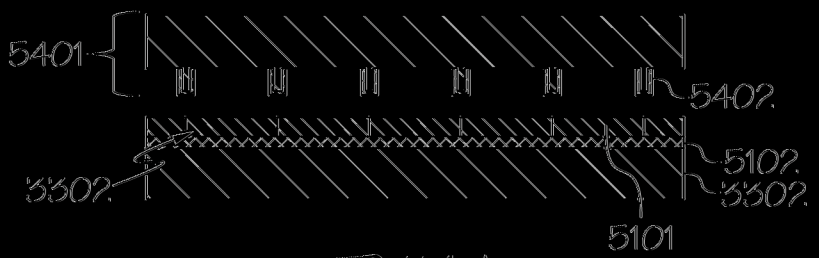

5401
5402
5102
5302
5302
5101

圖 54A

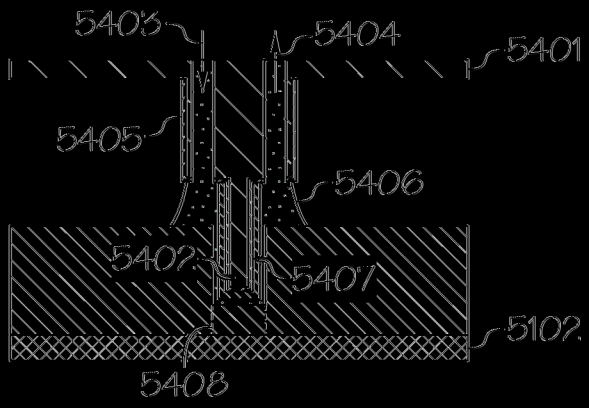

5403
5404
5401
5405
5406
5402
5407
5102
5408

圖 54B

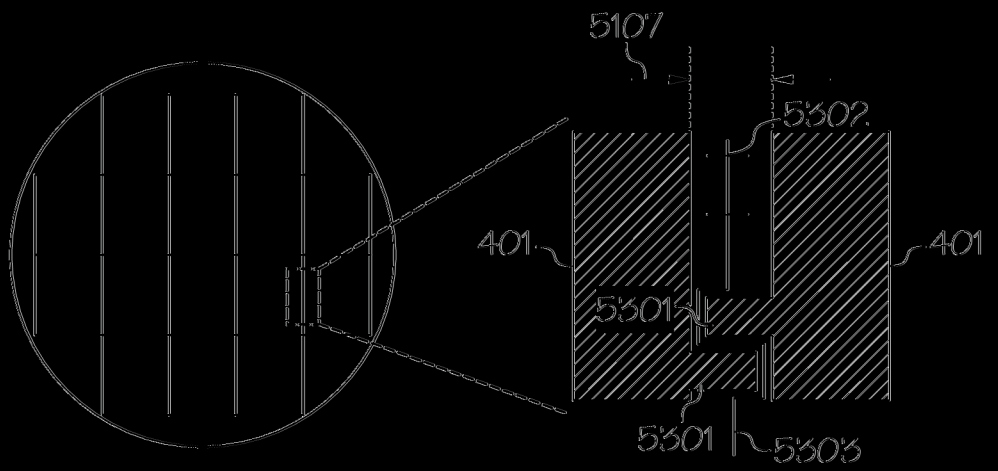

5107
5502
401
401
5501
5501
5503

圖 55A

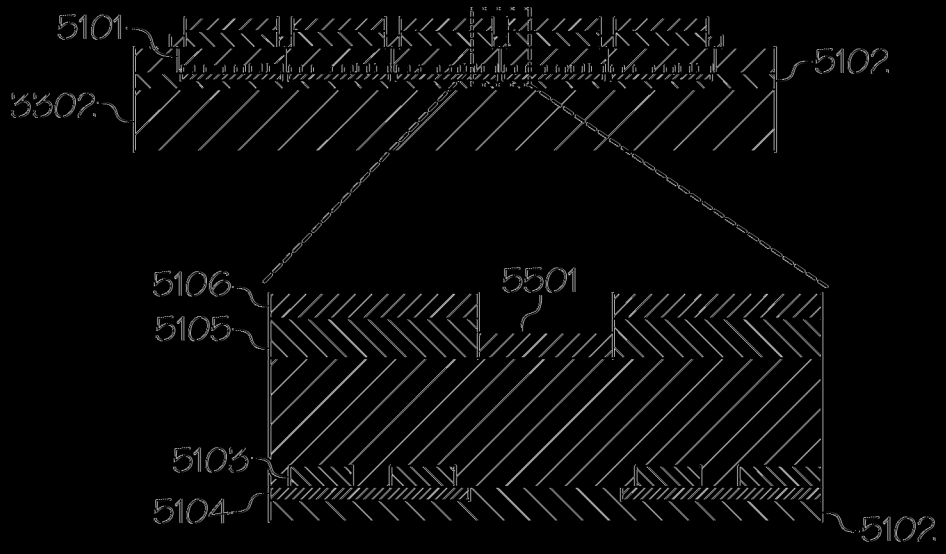

5101
5102
5502
5106
5501
5105
5103
5104
5102

圖 55B

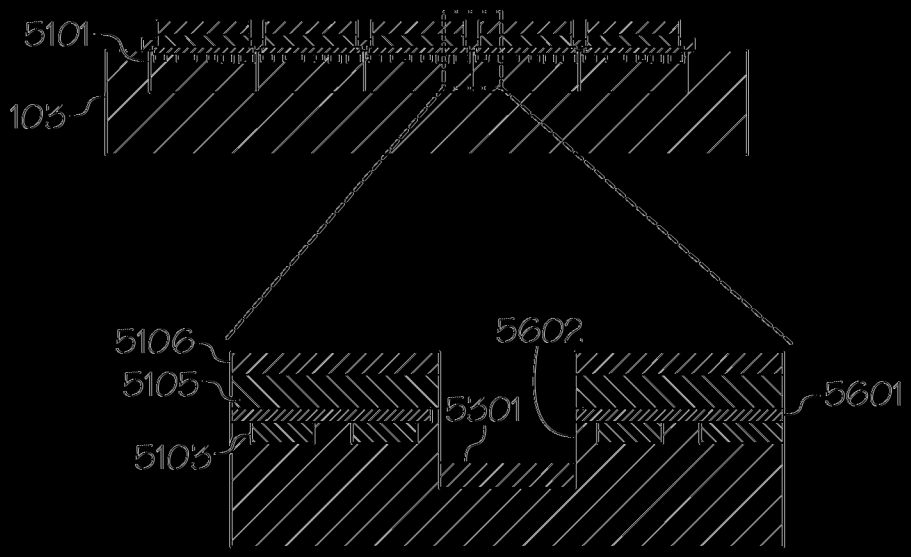


圖56

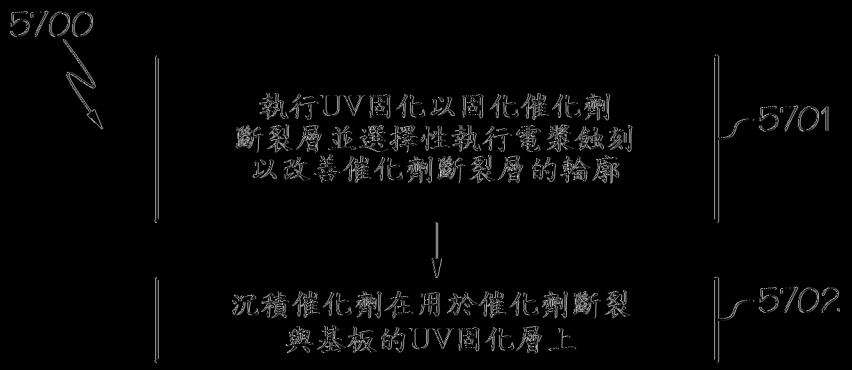


圖57

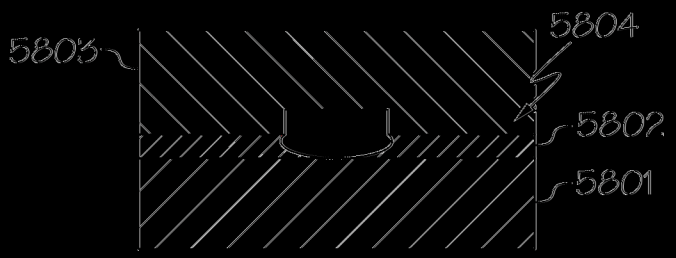


圖58A

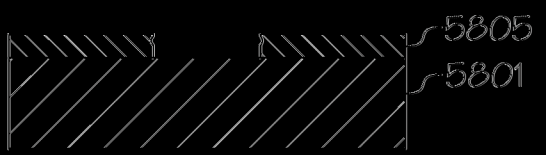


圖58B

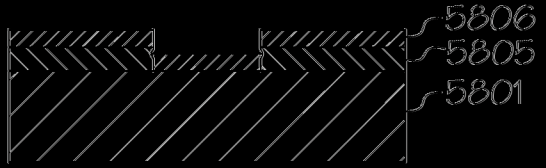


圖58C

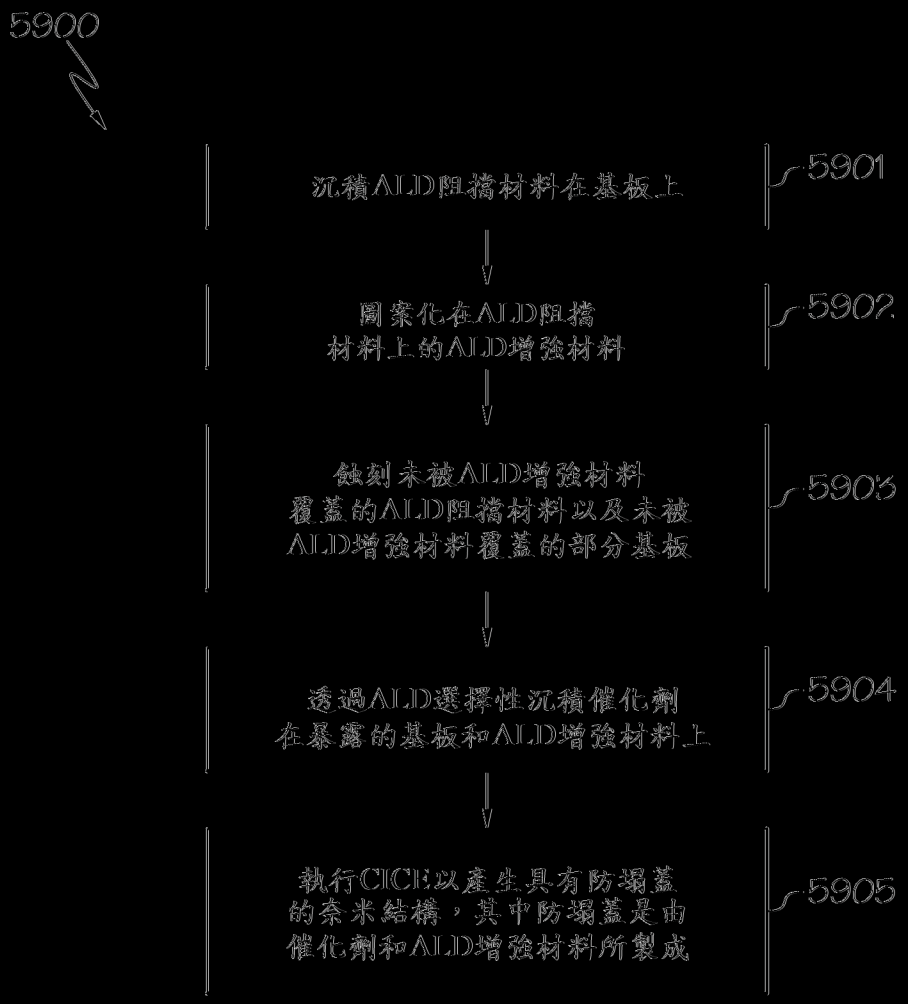

5900
沉積ALD阻擋材料在基板上
5901
圖案化在ALD阻擋材料上的ALD增強材料
5902
蝕刻未被ALD增強材料覆蓋的ALD阻擋材料以及未被ALD增強材料覆蓋的部分基板
5903
透過ALD選擇性沉積催化劑在暴露的基板和ALD增強材料上
5904
執行CICE以產生具有防塌蓋的奈米結構，其中防塌蓋是由催化劑和ALD增強材料所製成
5905

圖59

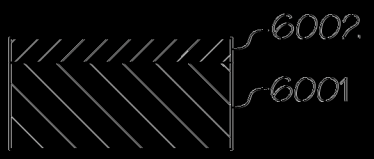


圖 60A

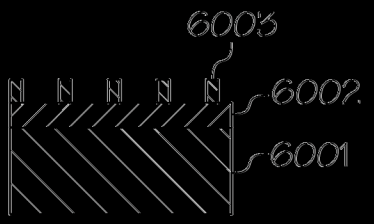


圖 60B

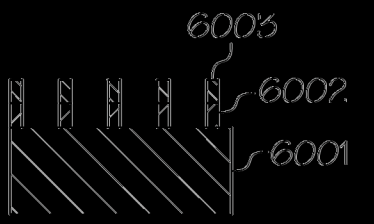


圖 60C

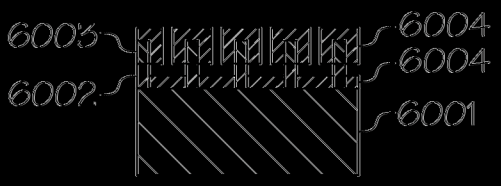


圖 60D

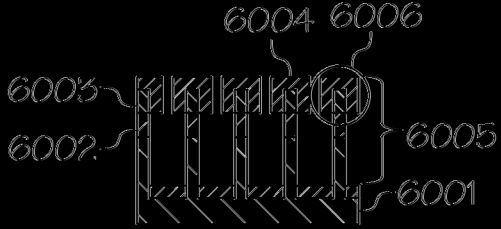


圖 60E

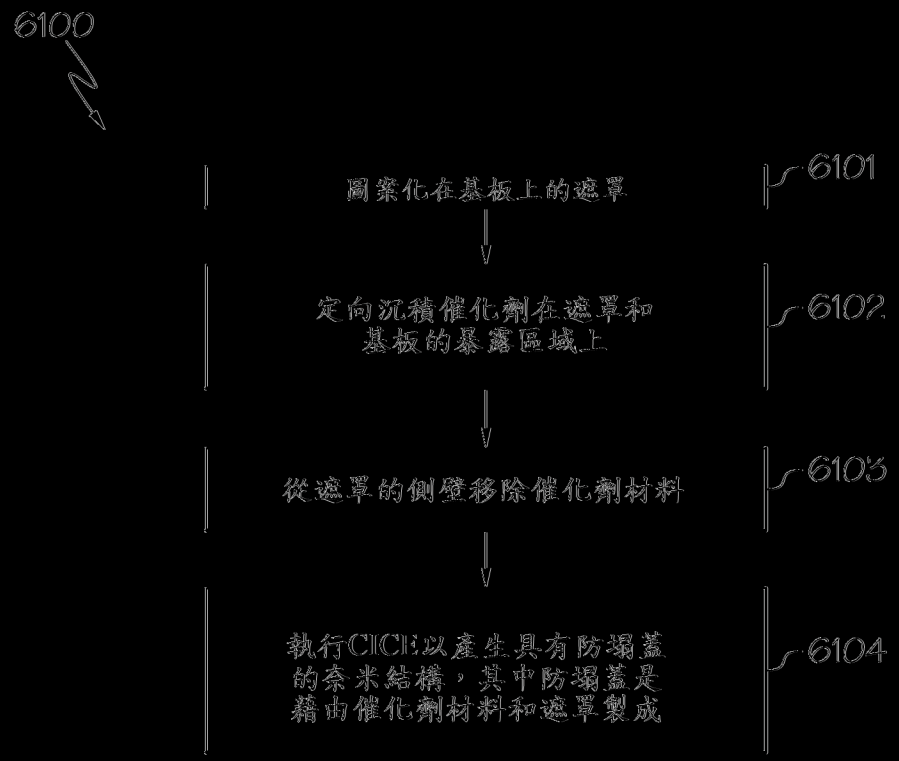

6100
圖案化在基板上的遮罩
6101
定向沉積催化劑在遮罩和基板的暴露區域上
6102
從遮罩的側壁移除催化劑材料
6103
執行CICE以產生具有防塌蓋的奈米結構，其中防塌蓋是藉由催化劑材料和遮罩製成
6104

圖61

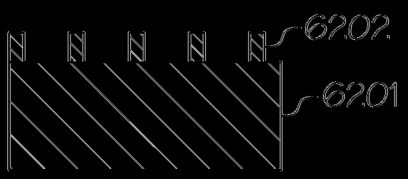


圖 62A

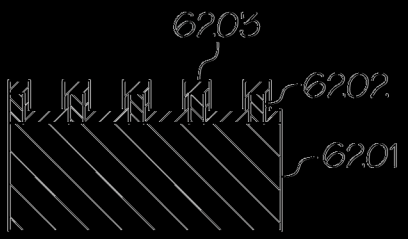


圖 62B

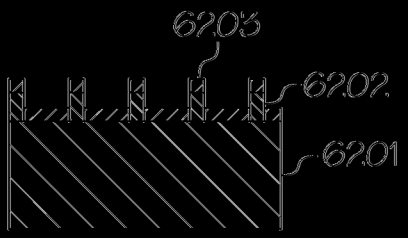


圖 62C

圖 62D

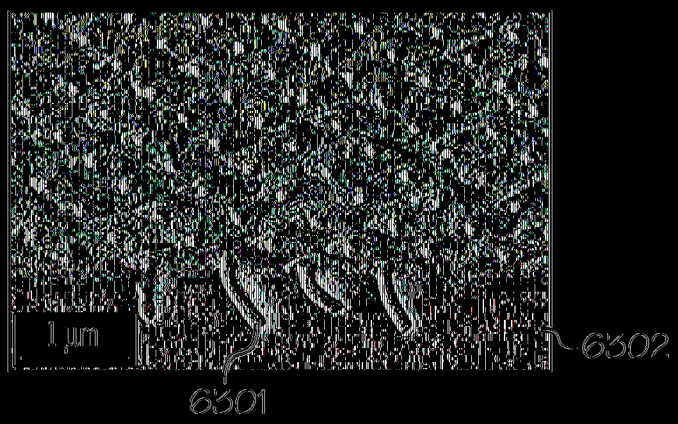


圖 63A

圖 63B

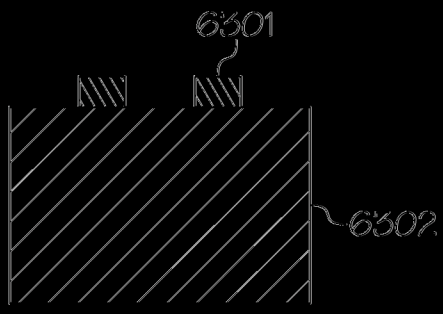


圖 63C

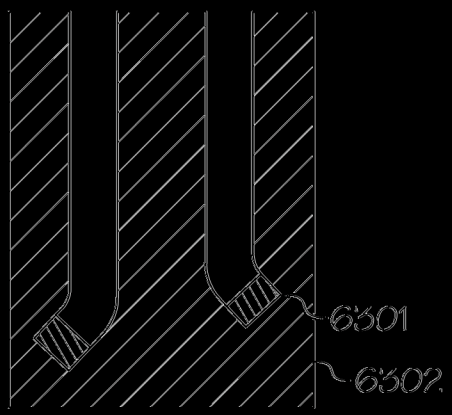


圖 63D

圖 6A

圖 6B

圖 6C

圖 6D

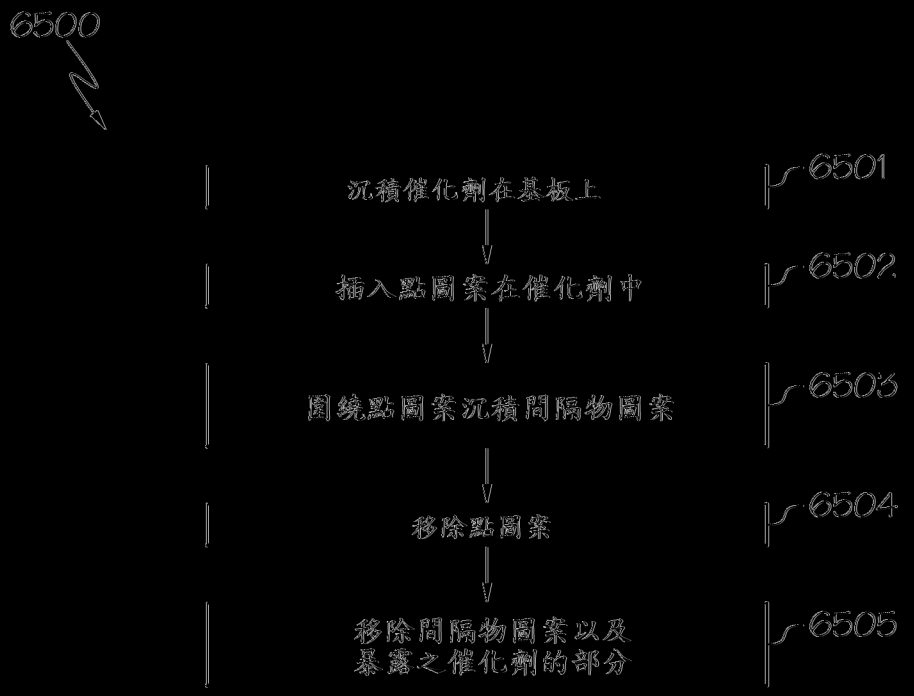

6500
沉積催化劑在基板上
6501
插入點圖案在催化劑中
6502
圍繞點圖案沉積間隔物圖案
6503
移除點圖案
6504
移除間隔物圖案以及
暴露之催化劑的部分
6505

圖65

630
660
6602
6603
6604
6605
6606
6607
6608
6609
6610
6611
6612
6613
6614
6615
6616
6617
6618
6619
6620
6621
6622
6623
6624
6625
6626
6627
6628
6629
6630
6631
6632
6633
6634
6635
6636
6637
6638
6639
6640
6641
6642
6643
6644
6645
6646
6647
6648
6649
6650
6651
6652
6653
6654
6655
6656
6657
6658
6659
6660
6661
6662
6663
6664
6665
6666
6667
6668
6669
6670
6671
6672
6673
6674
6675
6676
6677
6678
6679
6680
6681
6682
6683
6684
6685
6686
6687
6688
6689
6690
6691
6692
6693
6694
6695
6696
6697
6698
6699
6700
6701
6702
6703
6704
6705
6706
6707
6708
6709
6710
6711
6712
6713
6714
6715
6716
6717
6718
6719
6720
6721
6722
6723
6724
6725
6726
6727
6728
6729
6730
6731
6732
6733
6734
6735
6736
6737
6738
6739
6740
6741
6742
6743
6744
6745
6746
6747
6748
6749
6750
6751
6752
6753
6754
6755
6756
6757
6758
6759
6760
6761
6762
6763
6764
6765
6766
6767
6768
6769
6770
6771
6772
6773
6774
6775
6776
6777
6778
6779
6780
6781
6782
6783
6784
6785
6786
6787
6788
6789
6790
6791
6792
6793
6794
6795
6796
6797
6798
6799
6800
6801
6802
6803
6804
6805
6806
6807
6808
6809
6810
6811
6812
6813
6814
6815
6816
6817
6818
6819
6820
6821
6822
6823
6824
6825
6826
6827
6828
6829
6830
6831
6832
6833
6834
6835
6836
6837
6838
6839
6840
6841
6842
6843
6844
6845
6846
6847
6848
6849
6850
6851
6852
6853
6854
6855
6856
6857
6858
6859
6860
6861
6862
6863
6864
6865
6866
6867
6868
6869
6870
6871
6872
6873
6874
6875
6876
6877
6878
6879
6880
6881
6882
6883
6884
6885
6886
6887
6888
6889
6890
6891
6892
6893
6894
6895
6896
6897
6898
6899
6900
6901
6902
6903
6904
6905
6906
6907
6908
6909
6910
6911
6912
6913
6914
6915
6916
6917
6918
6919
6920
6921
6922
6923
6924
6925
6926
6927
6928
6929
6930
6931
6932
6933
6934
6935
6936
6937
6938
6939
6940
6941
6942
6943
6944
6945
6946
6947
6948
6949
6950
6951
6952
6953
6954
6955
6956
6957
6958
6959
6960
6961
6962
6963
6964
6965
6966
6967
6968
6969
6970
6971
6972
6973
6974
6975
6976
6977
6978
6979
6980
6981
6982
6983
6984
6985
6986
6987
6988
6989
6990
6991
6992
6993
6994
6995
6996
6997
6998
6999
7000
7001
7002
7003
7004
7005
7006
7007
7008
7009
7010
7011
7012
7013
7014
7015
7016
7017
7018
7019
7020
7021
7022
7023
7024
7025
7026
7027
7028
7029
7030
7031
7032
7033
7034
7035
7036
7037
7038
7039
7040
7041
7042
7043
7044
7045
7046
7047
7048
7049
7050
7051
7052
7053
7054
7055
7056
7057
7058
7059
7060
7061
7062
7063
7064
7065
7066
7067
7068
7069
7070
7071
7072
7073
7074
7075
7076
7077
7078
7079
7080
7081
7082
7083
7084
7085
7086
7087
7088
7089
7090
7091
7092
7093
7094
7095
7096
7097
7098
7099
7100
7101
7102
7103
7104
7105
7106
7107
7108
7109
7110
7111
7112
7113
7114
7115
7116
7117
7118
7119
7120
7121
7122
7123
7124
7125
7126
7127
7128
7129
7130
7131
7132
7133
7134
7135
7136
7137
7138
7139
7140
7141
7142
7143
7144
7145
7146
7147
7148
7149
7150
7151
7152
7153
7154
7155
7156
7157
7158
7159
7160
7161
7162
7163
7164
7165
7166
7167
7168
7169
7170
7171
7172
7173
7174
7175
7176
7177
7178
7179
7180
7181
7182
7183
7184
7185
7186
7187
7188
7189
7190
7191
7192
7193
7194
7195
7196
7197
7198
7199
7200
7201
7202
7203
7204
7205
7206
7207
7208
7209
7210
7211
7212
7213
7214
7215
7216
7217
7218
7219
7220
7221
7222
7223
7224
7225
7226
7227
7228
7229
7230
7231
7232
7233
7234
7235
7236
7237
7238
7239
7240
7241
7242
7243
7244
7245
7246
7247
7248
7249
7250
7251
7252
7253
7254
7255
7256
7257
7258
7259
7260
7261
7262
7263
7264
7265
7266
7267
7268
7269
7270
7271
7272
7273
7274
7275
7276
7277
7278
7279
7280
7281
7282
7283
7284
7285
7286
7287
7288
7289
7290
7291
7292
7293
7294
7295
7296
7297
7298
7299
7300
7301
7302
7303
7304
7305
7306
7307
7308
7309
7310
7311
7312
7313
7314
7315
7316
7317
7318
7319
7320
7321
7322
7323
7324
7325
7326
7327
7328
7329
7330
7331
7332
7333
7334
7335
7336
7337
7338
7339
7340
7341
7342
7343
7344
7345
7346
7347
7348
7349
7350
7351
7352
7353
7354
7355
7356
7357
7358
7359
7360
7361
7362
7363
7364
7365
7366
7367
7368
7369
7370
7371
7372
7373
7374
7375
7376
7377
7378
7379
7380
7381
7382
7383
7384
7385
7386
7387
7388
7389
7390
7391
7392
7393
7394
7395
7396
7397
7398
7399
7400
7401
7402
7403
7404
7405
7406
7407
7408
7409
7410
7411
7412
7413
7414
7415
7416
7417
7418
7419
7420
7421
7422
7423
7424
7425
7426
7427
7428
7429
7430
7431
7432
7433
7434
7435
7436
7437
7438
7439
7440
7441
7442
7443
7444
7445
7446
7447
7448
7449
7450
7451
7452
7453
7454
7455
7456
7457
7458
7459
7460
7461
7462
7463
7464
7465
7466
7467
7468
7469
7470
7471
7472
7473
7474
7475
7476
7477
7478
7479
7480
7481
7482
7483
7484
7485
7486
7487
7488
7489
7490
7491
7492
7493
7494
7495
7496
7497
7498
7499
7500
7501
7502
7503
7504
7505
7506
7507
7508
7509
7510
7511
7512
7513
7514
7515
7516
7517
7518
7519
7520
7521
7522
7523
7524
7525
7526
7527
7528
7529
7530
7531
7532
7533
7534
7535
7536
7537
7538
7539
7540
7541
7542
7543
7544
7545
7546
7547
7548
7549
7550
7551
7552
7553
7554
7555
7556
7557
7558
7559
7560
7561
7562
7563
7564
7565
7566
7567
7568
7569
7570
7571
7572
7573
7574
7575
7576
7577
7578
7579
7580
7581
7582
7583
7584
7585
7586
7587
7588
7589
7590
7591
7592
7593
7594
7595
7596
7597
7598
7599
7600
7601
7602
7603
7604
7605
7606
7607
7608
7609
7610
7611
7612
7613
7614
7615
7616
7617
7618
7619
7620
7621
7622
7623
7624
7625
7626
7627
7628
7629
7630
7631
7632
7633
7634
7635
7636
7637
7638
7639
7640
7641
7642
7643
7644
7645
7646
7647
7648
7649
7650
7651
7652
7653
7654
7655
7656
7657
7658
7659
7660
7661
7662
7663
7664
7665
7666
7667
7668
7669
7670
7671
7672
7673
7674
7675
7676
7677
7678
7679
7680
7681
7682
7683
7684
7685
7686
7687
7688
7689
7690
7691
7692
7693
7694
7695
7696
7697
7698
7699
7700
7701
7702
7703
7704
7705
7706
7707
7708
7709
7710
7711
7712
7713
7714
7715
7716
7717
7718
7719
7720
7721
7722
7723
7724
7725
7726
7727
7728
7729
7730
7731
7732
7733
7734
7735
7736
7737
7738
7739
7740
7741
7742
7743
7744
7745
7746
7747
7748
7749
7750
7751
7752
7753
7754
7755
7756
7757
7758
7759
7760
7761
7762
7763
7764
7765
7766
7767
7768
7769
7770
7771
7772
7773
7774
7775
7776
7777
7778
7779
7780
7781
7782
7783
7784
7785
7786
7787
7788
7789
7790
7791
7792
7793
7794
7795
7796
7797
7798
7799
7800
7801
7802
7803
7804
7805
7806
7807
7808
7809
7810
7811
7812
7813
7814
7815
7816
7817
7818
7819
7820
7821
7822
7823
7824
7825
7826
7827
7828
7829
7830
7831
7832
7833
7834
7835
7836
7837
7838
7839
7840
7841
7842
7843
7844
7845
7846
7847
7848
7849
7850
7851
7852
7853
7854
7855
7856
7857
7858
7859
7860
7861
7862
7863
7864
7865
7866
7867
7868
7869
7870
7871
7872
7873
7874
7875
7876
7877
7878
7879
7880
7881
7882
7883
7884
7885
7886
7887
7888
7889
7890
7891
7892
7893
7894
7895
7896
7897
7898
7899
7900
7901
7902
7903
7904
7905
7906
7907
7908
7909
7910
7911
7912
7913
7914
7915
7916
7917
7918
7919
7920
7921
7922
7923
7924
7925
7926
7927
7928
7929
7930
7931
7932
7933
7934
7935
7936
7937
7938
7939
7940
7941
7942
7943
7944
7945
7946
7947
7948
7949
7950
7951
7952
7953
7954
7955
7956
7957
7958
7959
7960
7961
7962
7963
7964
7965
7966
7967
7968
7969
7970
7971
7972
7973
7974
7975
7976
7977
7978
7979
7980
7981
7982
7983
7984
7985
7986
7987
7988
7989
7990
7991
7992
7993
7994
7995
7996
7997
7998
7999
8000
8001
8002
8003
8004
8005
8006
8007
8008
8009
8010
8011
8012
8013
8014
8015
8016
8017
8018
8019
8020
8021
8022
8023
8024
8025
8026
8027
8028
8029
8030
8031
8032
8033
8034
8035
8036
8037
8038
8039
8040
8041
8042
8043
8044
8045
8046
8047
8048
8049
8050
8051
8052
8053
8054
8055
8056
8057
8058
8059
8060
8061
8062
8063
8064
8065
8066
8067
8068
8069
8070
8071
8072
8073
8074
8075
8076
8077
8078
8079
8080
8081
8082
8083
8084
8085
8086
8087
8088
8089
8090
8091
8092
8093
8094
8095
8096
8097
8098
8099
8100
8101
8102
8103
8104
8105
8106
8107
8108
8109
8110
8111
8112
8113
8114
8115
8116
8117
8118
8119
8120
8121
8122
8123
8124
8125
8126
8127
8128
8129
8130
8131
8132
8133
8134
8135
8136
8137
8138
8139
8140
8141
8142
8143
8144
8145
8146
8147
8148
8149
8150
8151
8152
8153
8154
8155
8156
8157
8158
8159
8160
8161
8162
8163
8164
8165
8166
8167
8168
8169
8170
8171
8172
8173
8174
8175
8176
8177
8178
8179
8180
8181
8182
8183
8184
8185
8186
8187
8188
8189
8190
8191
8192
8193
8194
8195
8196
8197
8198
8199
8200
8201
8202
8203
8204
8205
8206
8207
8208
8209
8210
8211
8212
8213
8214
8215
8216
8217
8218
8219
8220
8221
8222
8223
8224
8225
8226
8227
8228
8229
8230
8231
8232
8233
8234
8235
8236
8237
8238
8239
8240
8241
8242
8243
8244
8245
8246
8247
8248
8249
8250
8251
8252
8253
8254
8255
8256
8257
8258
8259
8260
8261
8262
8263
8264
8265
8266
8267
8268
8269
8270
8271
8272
8273
8274
8275
8276
8277
8278
8279
8280
8281
8282
8283
8284
8285
8286
8287
8288
8289
8290
8291
8292
8293
8294
8295
8296
8297
8298
8299
8300
8301
8302
8303
8304
8305
8306
8307
8308
8309
8310
8311
8312
8313
8314
8315
8316
8317
8318
8319
8320
8321
8322
8323
8324
8325
8326
8327
8328
8329
8330
8331
8332
8333
8334
8335
8336
8337
8338
8339
8340
8341
8342
8343
8344
8345
8346
8347
8348
8349
8350
8351
8352
8353
8354
8355
8356
8357
8358
8359
8360
8361
8362
8363
8364
8365
8366
8367
8368
8369
8370
8371
8372
8373
8374
8375
8376
8377
8378
8379
8380
8381
8382
8383
8384
8385
8386
8387
8388
8389
8390
8391
8392
8393
8394
8395
8396
8397
8398
8399
8400
8401
8402
8403
8404
8405
8406
8407
8408
8409
8410
8411
8412
8413
8414
8415
8416
8417
8418
8419
8420
8421
8422
8423
8424
8425
8426
8427
8428
8429
8430
8431
8432
8433
8434
8435
8436
8437
8438
8439
8440
8441
8442
8443
8444
8445
8446
8447
8448
8449
8450
8451
8452
8453
8454
8455
8456
8457
8458
8459
8460
8461
8462
8463
8464
8465
8466
8467
8468
8469
8470
8471
8472
8473
8474
8475
8476
8477
8478
8479
8480
8481
8482
8483
8484
8485
8486
8487
8488
8489
8490
8491
8492
8493
8494
8495
8496
8497
8498
8499
8500
8501
8502
8503
8504
8505
8506
8507
8508
8509
8510
8511
8512
8513
8514
8515
8516
8517
8518
8519
8520
8521
8522
8523
8524
8525
8526
8527
8528
8529
8530
8531
8532
8533
8534
8535
8536
8537
8538
8539
8540
8541
8542
8543
8544
8545
8546
8547
8548
8549
8550
8551
8552
8553
8554
8555
8556
8557
8558
8559
8560
8561
8562
8563
8564
8565
8566
8567
8568
8569
8570
8571
8572
8573
8574
8575
8576
8577
8578
8579
8580
8581
8582
8583
8584
8585
8586
8587
8588
8589
8590
8591
8592
8593
8594
8595
8596
8597
8598
8599
8600
8601
8602
8603
8604
8605
8606
8607
8608
8609
8610
8611
8612
8613
8614
8615
8616
8617
8618
8619
8620
8621
8622
8623
8624
8625
8626
8627
8628
8629
8630
8631
8632
8633
8634
8635
8636
8637
8638
8639
8640
8641
8642
8643
8644
8645
8646
8647
8648
8649
8650
8651
8652
8653
8654
8655
8656
8657
8658
8659
8660
8661
8662
8663
8664
8665
8666
8667
8668
8669
8670
8671
8672
8673
8674
8675
8676
8677
8678
8679
8680
8681
8682
8683
8684
8685
8686
8687
8688
8689
8690
8691
8692
8693
8694
8695
8696
8697
8698
8699
8700
8701
8702
8703
8704
8705
8706
8707
8708
8709
8710
8711
8712
8713
8714
8715
8716
8717
8718
8719
8720
8721
8722
8723
8724
8725
8726
8727
8728
8729
8730
8731
8732
8733
8734
8735
8736
8737
8738
8739
8740
8741
8742
8743
8744
8745
8746
8747
8748
8749
8750
8751
8752
8753
8754
8755
8756
8757
8758
8759
8760
8761
8762
8763
8764
8765
8766
8767
8768
8769
8770
8771
8772
8773
8774
8775
8776
8777
8778
8779
8780
8781
8782
8783
8784
8785
8786
8787
8788
8789
8790
8791
8792
8793
8794
8795
8796
8797
8798
8799
8800
8801
8802
8803
8804
8805
8806
8807
8808
8809
8810
8811
8812
8813
8814
8815
8816
8817
8818
8819
8820
8821
8822
8823
8824
8825
8826
8827
8828
8829
8830
8831
8832
8833
8834
8835
8836
8837
8838
8839
8840
8841
8842
8843
8844
8845
8846
8847
8848
8849
8850
8851
8852
8853
8854
8855
8856
8857
8858
8859
8860
8861
8862
8863
8864
8865
8866
8867
8868
8869
8870
8871
8872
8873
8874
8875
8876
8877
8878
8879
8880
8881
8882
8883
8884
8885
8886
8887
8888
8889
8890
8891
8892
8893
8894
8895
8896
8897
8898
8899
8900
8901
8902
8903
8904
8905
8906
8907
8908
8909
8910
8911
8912
8913
8914
8915
8916
8917
8918
8919
8920
8921
8922
8923
8924
8925
8926
8927
8928
8929
8930
8931
8932
8933
8934
8935
8936
8937
8938
8939
8940
8941
8942
8943
8944
8945
8946
8947
8948
8949
8950
8951
8952
8953
8954
8955
8956
8957
8958
8959
8960
8961
8962
8963
8964
8965
8966
8967
8968
8969
8970
8971
8972
8973
8974
8975
8976
8977
8978
8979
8980
8981
8982
8983
8984
8985
8986
8987
8988
8989
8990
8991
8992
8993
8994
8995
8996
8997
8998
8999
9000
9001
9002
9003
9004
9005
9006
9007
9008
9009
9010
9011
9012
9013
9014
9015
9016
9017
9018
9019
9020
9021
9022
9023
9024
9025
9026
9027
9028
9029
9030
9031
9032
9033
9034
9035
9036
9037
9038
9039
9040
9041
9042
9043
9044
9045
9046
9047
9048
9049
9050
9051
9052
9053
9054
9055
9056
9057
9058
9059
9060
9061
9062
9063
9064
9065
9066
9067
9068
9069
9070
9071
9072
9073
9074
9075
9076
9077
9078
9079
9080
9081
9082
9083
9084
9085
9086
9087
9088
9089
9090
9091
9092
9093
9094
9095
9096
9097
9098
9099
9100
9101
9102
9103
9104
9105
9106
9107
9108
9109
9110
9111
9112
9113
9114
9115
9116
9117
9118
9119
9120
9121
9122
9123
9124
9125
9126
9127
9128
9129
9130
9131
9132
9133
9134
9135
9136
9137
9138
9139
9140
9141
9142
9143
9144
9145
9146
9147
9148
9149
9150
9151
9152
9153
9154
9155
9156
9157
9158
9159
9160
9161
9162
9163
9164
9165
9166
9167
9168
9169
9170
9171
9172
9173
9174
9175
9176
9177
9178
9179
9180
9181
9182
9183
9184
9185
9186
9187
9188
9189
9190
9191
9192
9193
9194
9195
9196
9197
9198
9199
9200
9201
9202
9203
9204
9205
9206
9207
9208
9209
9210
9211
9212
9213
9214
9215
9216
9217
9218
9219
9220
9221
9222
9223
9224
9225
9226
9227
9228
9229
9230
9231
9232
9233
9234
9235
9236
9237
9238
9239
9240
9241
9242
9243
9244
9245
9246
9247
9248
9249
9250
9251
9252
9253
9254
9255
9256
9257
9258
9259
9260
9261
9262
9263
9264
9265
9266
9267
9268
9269
9270
9271
9272
9273
9274
9275
9276
9277
9278
9279
9280
9281
9282
9283
9284
9285
9286
9287
9288
9289
9290
9291
9292
9293
9294
9295
9296
9297
9298
9299
9300
9301
9302
9303
9304
9305
9306
9307
9308
9309
9310
9311
9312
9313
9314
9315
9316
9317
9318
9319
9320
9321
9322
9323
9324
9325
9326
9327
9328
9329
9330
9331
9332
9333
9334
9335
9336
9337
9338
9339
9340
9341
9342
9343
9344
9345
9346
9347
9348
9349
9350
9351
9352
9353
9354
9355
9356
9357
9358
9359
9360
9361
9362
9363
9364
9365
9366
9367
9368
9369
9370
9371
9372
9373
9374
9375
9376
9377
9378
9379
9380
9381
9382
9383
9384
9385
9386
9387
9388
9389
9390
9391
9392
9393
9394
9395
9396
9397
9398
9399
9400
9401
9402
9403
9404
9405
9406
9407
9408
9409
9410
9411
9412
9413
9414
9415
9416
9417
9418
9419
9420
9421
9422
9423
9424
9425
9426
9427
9428
9429
9430
9431
9432
9433
9434
9435
9436
9437
9438
9439
9440
9441
9442
9443
9444
9445
9446
9447
9448
9449
9450
9451
9452
9453
9454
9455
9456
9457
9458
9459
9460
9461
9462
9463
9464
9465
9466
9467
9468
9469
9470
9471
9472
9473
9474
9475
9476
9477
9478
9479
9480
9481
9482
9483
9484
9485
9486
9487
9488
9489
9490
9491
9492
9493
9494
9495
9496
9497
9498
9499
9500
9501
9502
9503
9504
9505
9506
9507
9508
9509
9510
9511
9512
9513
9514
9515
9516
9517
9518
9519
9520
9521
9522
9523
9524
9525
9526
9527
9528
9529
9530
9531
9532
9533
9534
9535
9536
9537
9538
9539
9540
9541
9542
9543
9544
9545
9546
9547
9548
9549
9550
9551
9552
9553
9554
9555
9556
9557
9558
9559
9560
9561
9562
9563
9564
9565
9566
9567
9568
9569
9570
9571
9572
9573
9574
9575
9576
9577
9578
9579
9580
9581
9582
9583
9584
9585
9586
9587
9588
9589
9590
9591
9592
9593
9594
9595
9596
9597
9598
9599
9600
9601
9602
9603
9604
9605
9606
9607
9608
9609
9610
9611
9612
9613
9614
9615
9616
9617
9618
9619
9620
9621
9622
9623
9624
9625
9626
9627
9628
9629
9630
9631
9632
9633
9634
9635
9636
9637
9638
9639
9640
9641
9642
9643
9644
9645
9646
9647
9648
9649
9650
9651
9652
9653
9654
9655
9656
9657
9658
9659
9660
9661
9662
9663
9664
9665
9666
9667
9668
9669
9670
9671
9672
9673
9674
9675
9676
9677
9678
9679
9680
9681
9682
9683
9684
9685
9686
9687
9688
9689
9690
9691
9692
9693
9694
9695
9696
9697
9698
9699
9700
9701
9702
9703
9704
9705
9706
9707
9708
9709
9710
9711
9712
9713
9714
9715
9716
9717
9718
9719
9720
9721
9722
9723
9724
9725
9726
9727
9728
9729
9730
9731
9732
9733
9734
9735
9736
9737
9738
9739
9740
9741
9742
9743
9744
9745
9746
9747
9748
9749
9750
9751
9752
9753
9754
9755
9756
9757
9758
9759
9760
9761
9762
9763
9764
9765
9766
9767
9768
9769
9770
9771
9772
9773
9774
9775
9776
9777
9778
9779
9780
9781
9782
9783
9784
9785
9786
9787
9788
9789
9790
9791
9792
9793
9794
9795
9796
9797
9798
9799
9800
9801
9802
9803
9804
9805
9806
9807
9808
9809
9810
9811
9812
9813
9814
9815
9816
9817
9818
9819
9820
9821
9822
9823
9824
9825
9826
9827
9828
9829
9830
9831
9832
9833
9834
9835
9836
9837
9838
9839
9840
9841
9842
9843
9844
9845
9846
9847
9848
9849
9850
9851
9852
9853
9854
9855
9856
9857
9858
9859
9860
9861
9862
9863
9864
9865
9866
9867
9868
9869
9870
9871
9872
9873
9874
9875
9876
9877
9878
9879
9880
9881
9882
9883
9884
9885
9886
9887
9888
9889
9890
9891
9892
9893
9894
9895
9896
9897
9898
9899
9900
9901
9902
9903
9904
9905
9906
9907
9908
9909
9910
9911
9912
9913
9914
9915
9916
9917
9918
9919
9920
9921
9922
9923
9924
9925
9926
9927
9928
9929
9930
9931
9932
9933
9934
9935
9936
9937
9938
9939
9940
9941
9942
9943
9944
9945
9946
9947
9948
9949
9950
9951
9952
9953
9954
9955
9956
9957
9958
9959
9960
9961
9962
9963
9964
9965
9966
9967
9968
9969
9970
9971
9972
9973
9974
9975
9976
9977
9978
9979
9980
9981
9982
9983
9984
9985
9986
9987
9988
9989
9990
9991
9992
9993
9994
9995
9996
9997
9998
9999

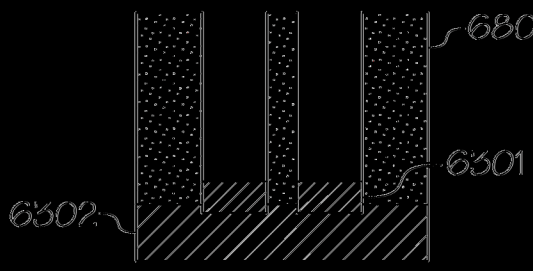


圖68A

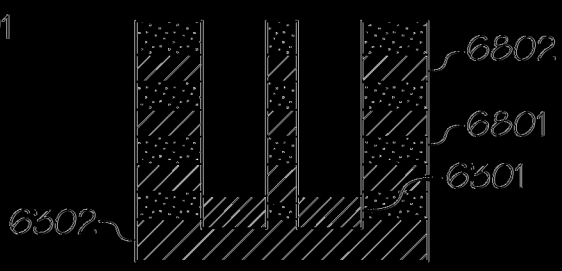


圖68B

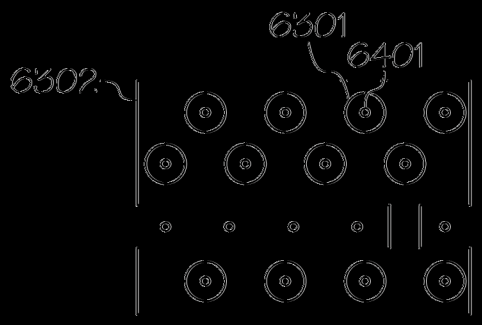


圖69A

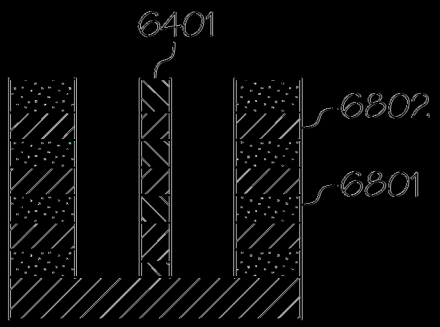


圖69B

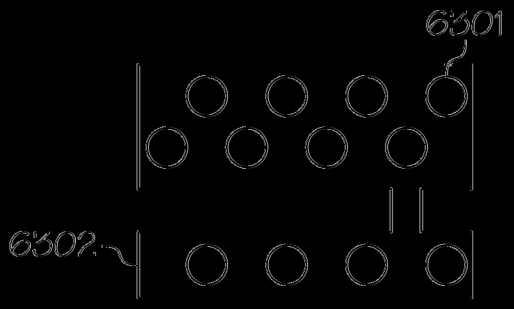


圖69C

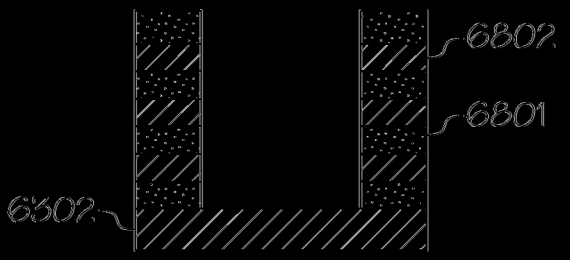


圖69D

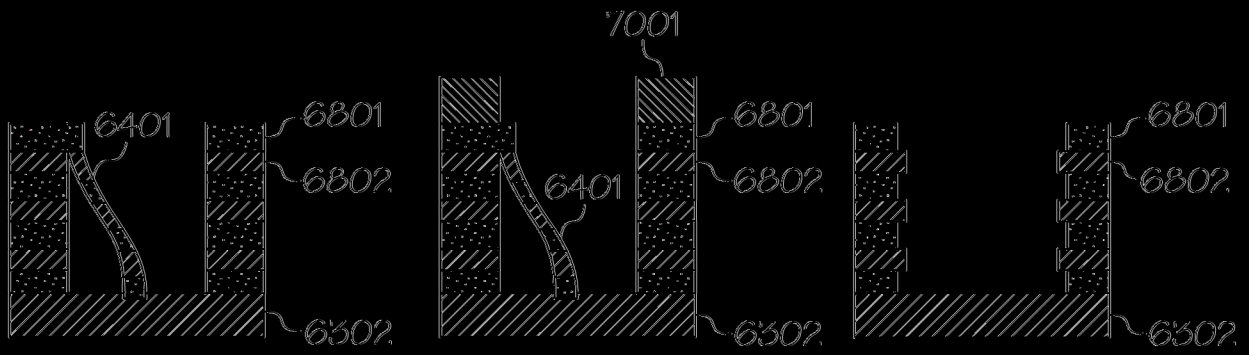


圖 7 0A　　圖 7 0B　　圖 7 0C

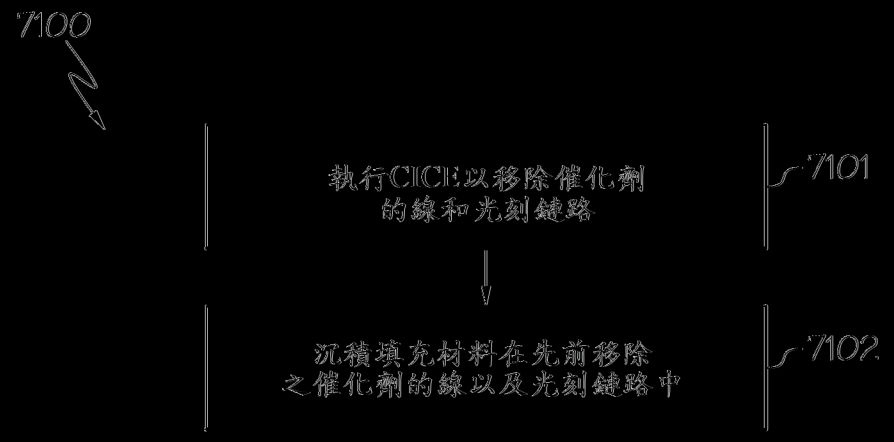

7100
執行CICE以移除催化劑的線和光刻鏈路
7101
沉積填充材料在先前移除之催化劑的線以及光刻鏈路中
7102

圖7-1

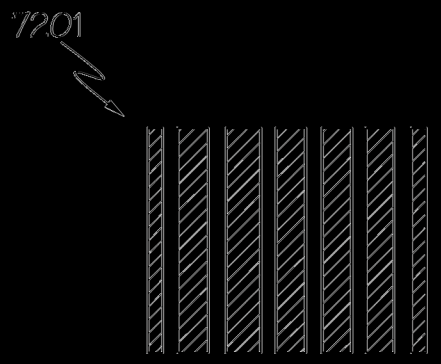


圖 7A

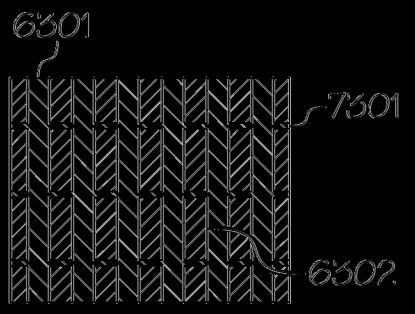


圖 7B

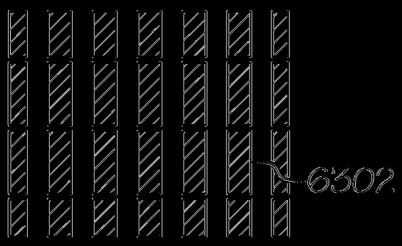


圖 7C

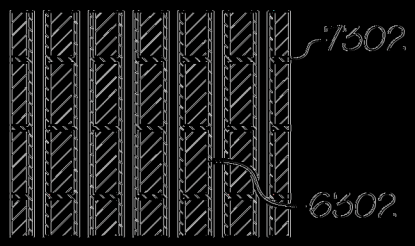


圖 7D

圖7A

圖7B

圖5

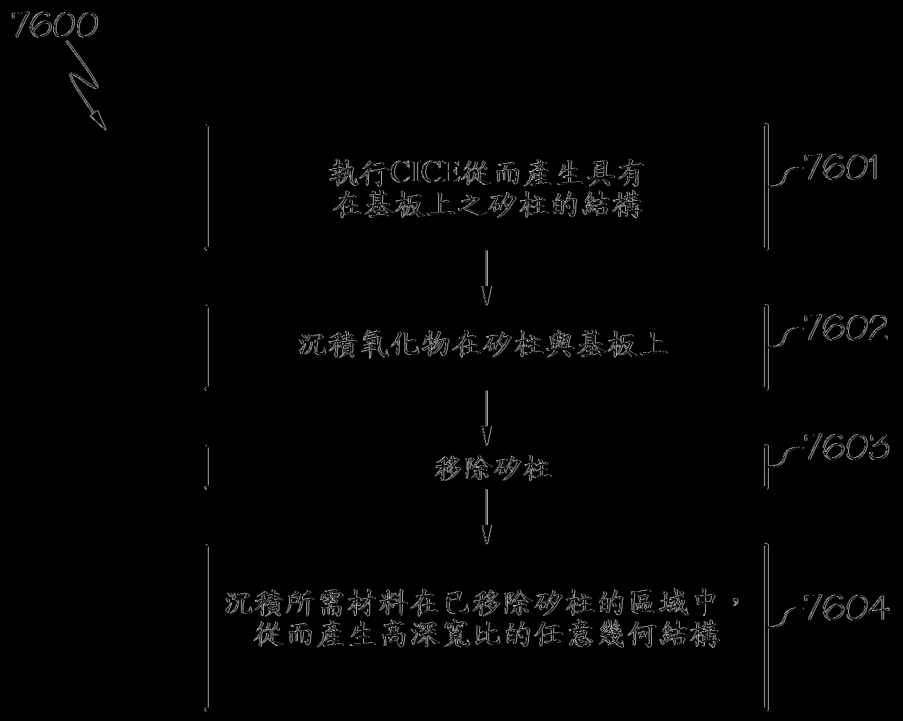

7600
執行CICE從而產生具有在基板上之矽柱的結構
7601
沉積氧化物在矽柱與基板上
7602
移除矽柱
7603
沉積所需材料在已移除矽柱的區域中，從而產生高深寬比的任意幾何結構
7604

圖 16

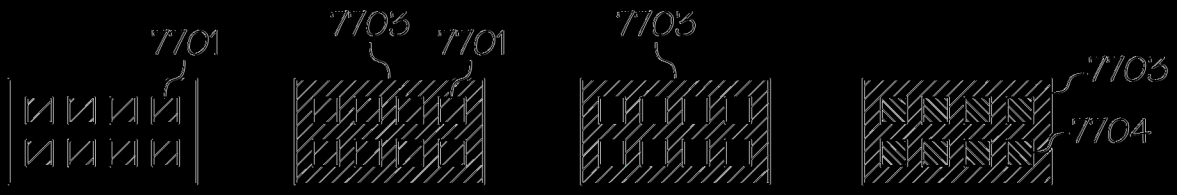


圖7A　圖7B　圖7C　圖7D

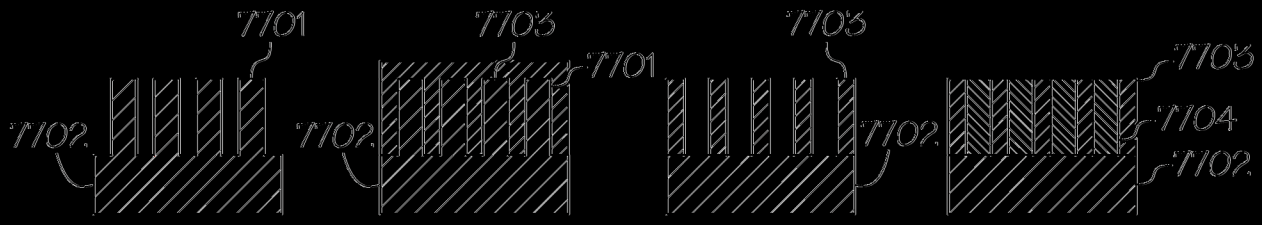


圖8A　圖8B　圖8C　圖8D

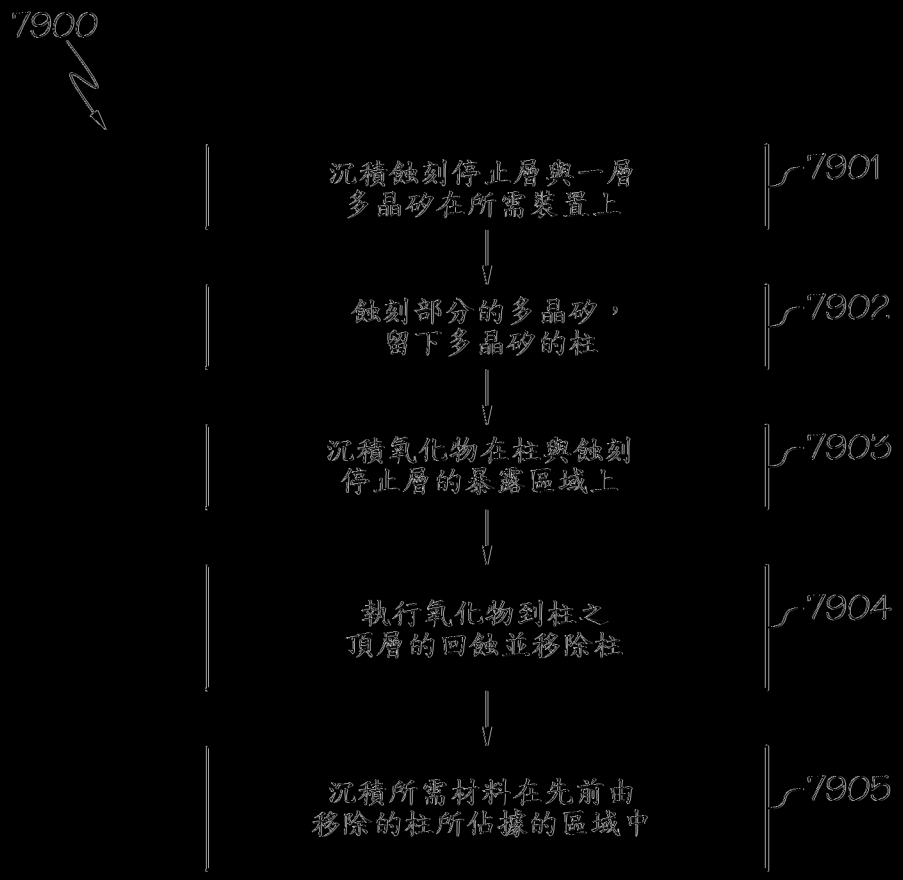

7900
沉積蝕刻停止層與一層多晶矽在所需裝置上
7901
蝕刻部分的多晶矽，留下多晶矽的柱
7902
沉積氧化物在柱與蝕刻停止層的暴露區域上
7903
執行氧化物到柱之頂層的回蝕並移除柱
7904
沉積所需材料在先前由移除的柱所佔據的區域中
7905

圖 7/9

圖80A

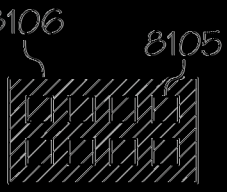


圖80B

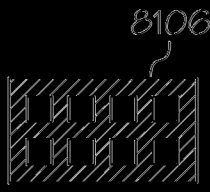


圖80C

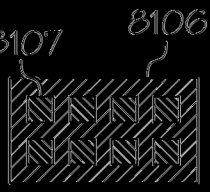


圖80D

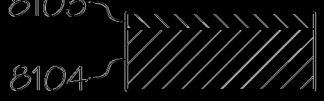


圖81A

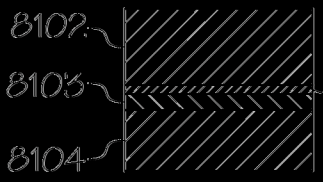


圖81B

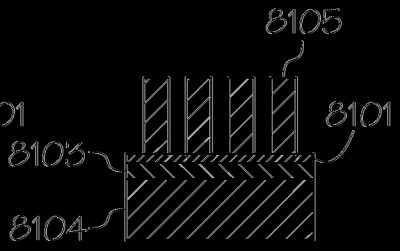


圖81C

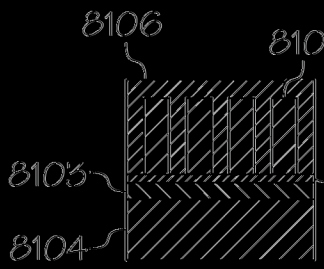


圖81D

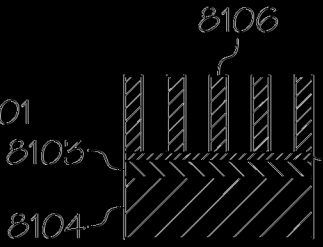


圖81E

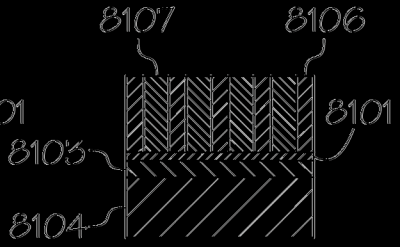


圖81F

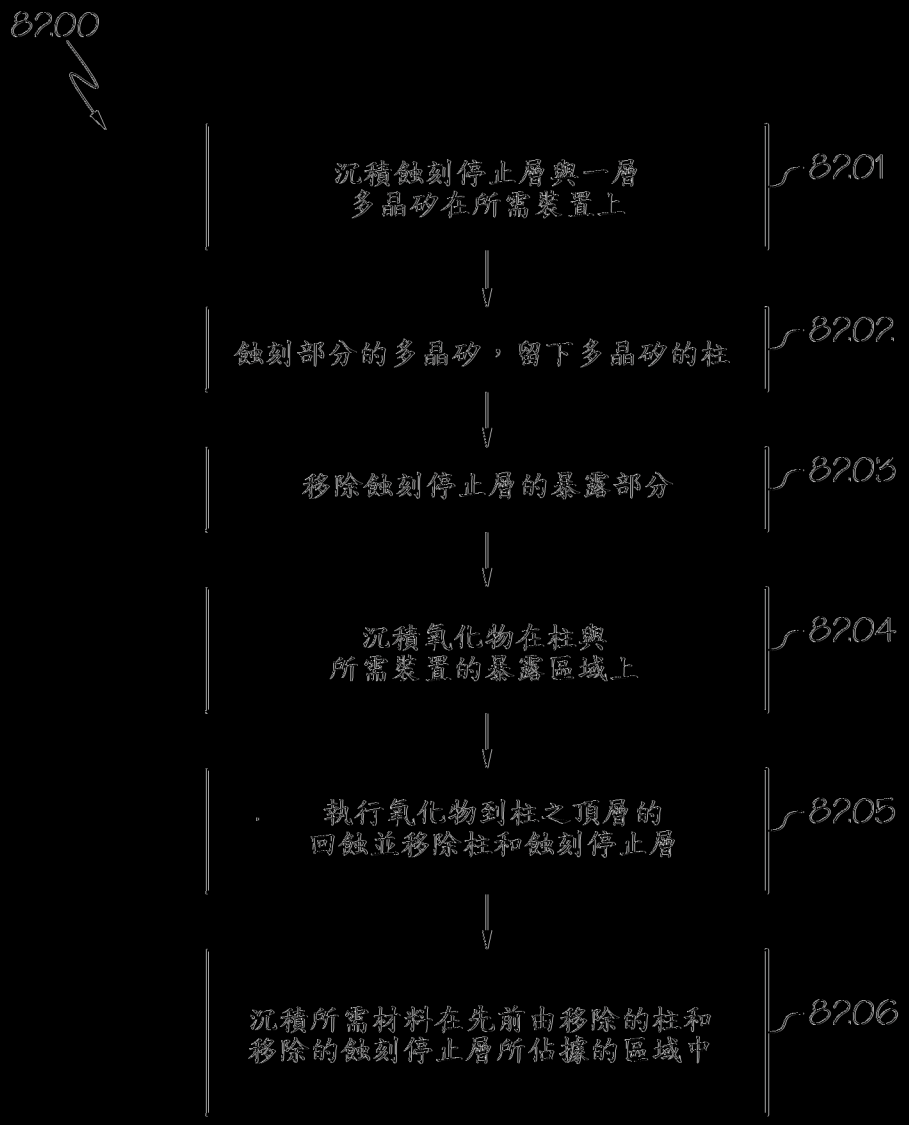

8200
沉積蝕刻停止層與一層多晶矽在所需裝置上
8201
蝕刻部分的多晶矽，留下多晶矽的柱
8202
移除蝕刻停止層的暴露部分
8203
沉積氧化物在柱與所需裝置的暴露區域上
8204
執行氧化物到柱之頂層的回蝕並移除柱和蝕刻停止層
8205
沉積所需材料在先前由移除的柱和移除的蝕刻停止層所佔據的區域中
8206

圖82

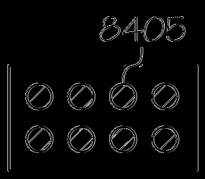


圖83A

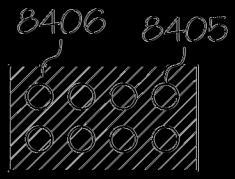


圖83B

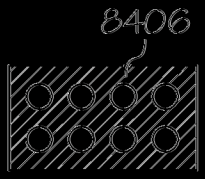


圖83C

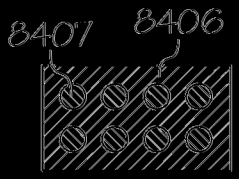


圖83D

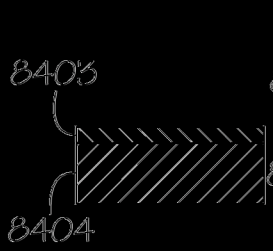


圖84A

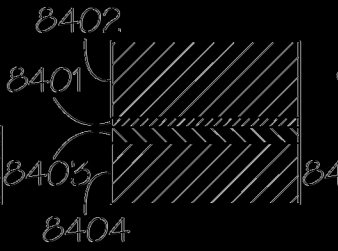


圖84B

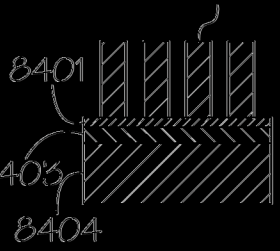


圖84C

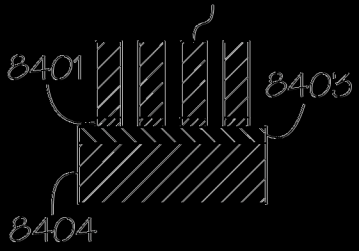


圖84D

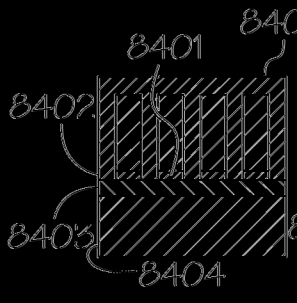


圖84E

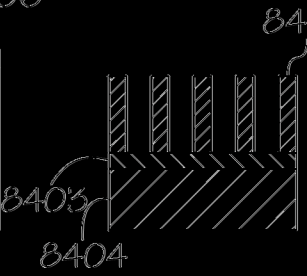


圖84F

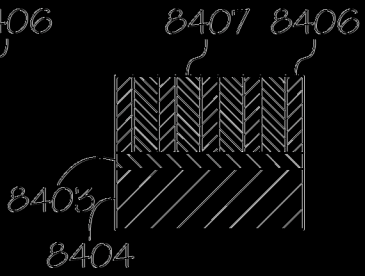


圖84G

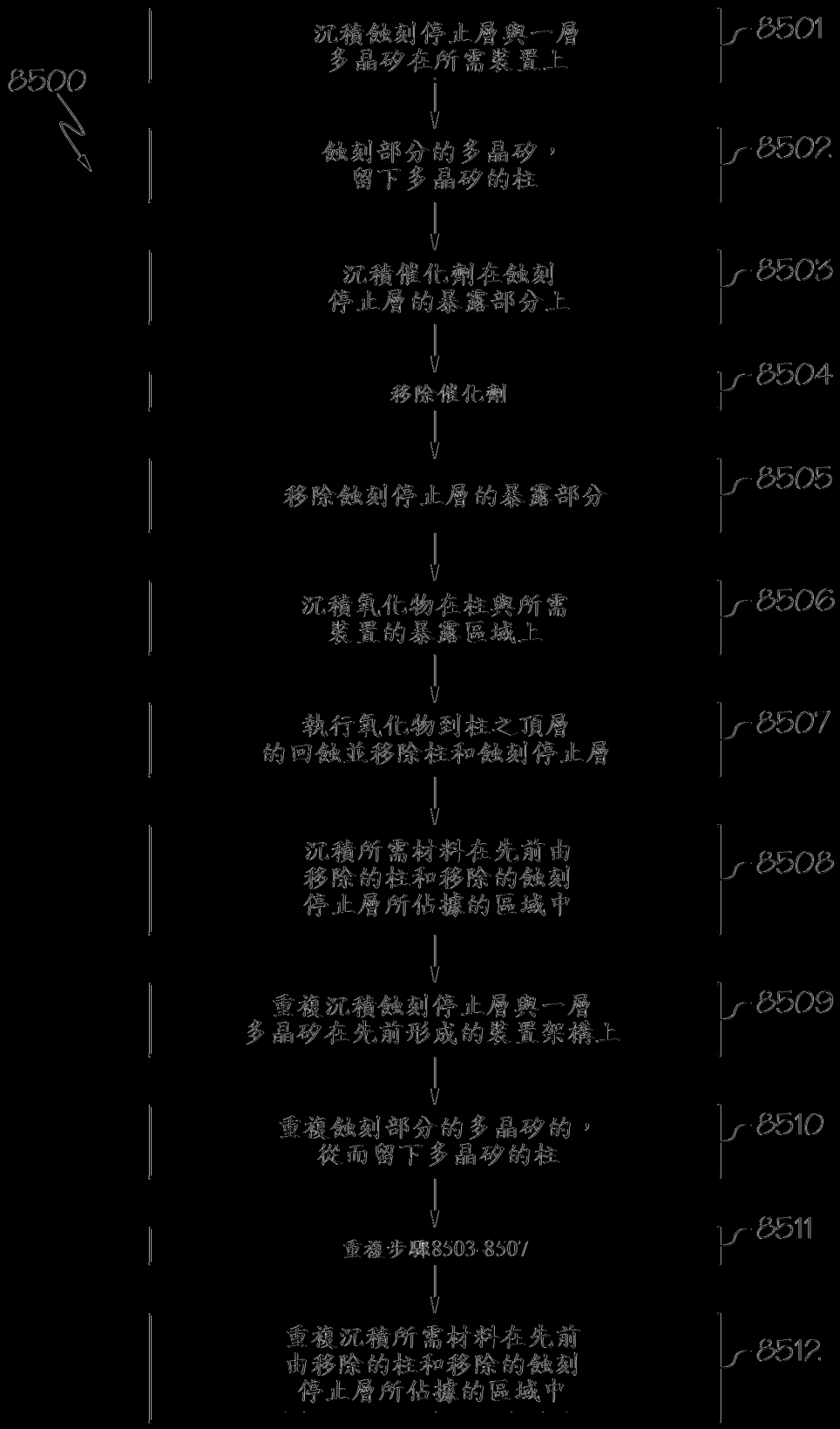

8500
沉積蝕刻停止層與一層多晶矽在所需裝置上
8501
蝕刻部分的多晶矽，留下多晶矽的柱
8502
沉積催化劑在蝕刻停止層的暴露部分上
8503
移除催化劑
8504
移除蝕刻停止層的暴露部分
8505
沉積氧化物在柱與所需裝置的暴露區域上
8506
執行氧化物到柱之頂層的回蝕並移除柱和蝕刻停止層
8507
沉積所需材料在先前由移除的柱和移除的蝕刻停止層所佔據的區域中
8508
重複沉積蝕刻停止層與一層多晶矽在先前形成的裝置架構上
8509
重複蝕刻部分的多晶矽的，從而留下多晶矽的柱
8510
重複步驟8503-8507
8511
重複沉積所需材料在先前由移除的柱和移除的蝕刻停止層所佔據的區域中
8512

圖85

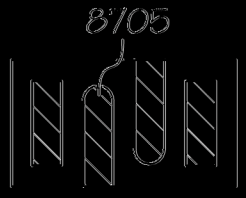


圖86A

圖86B

圖86C

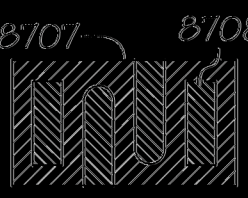


圖86D

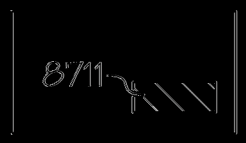


圖86E

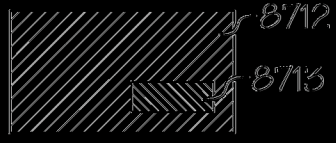


圖86F

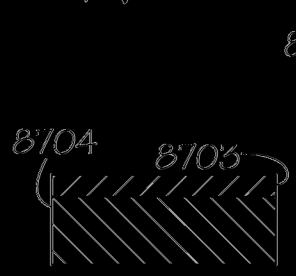


圖8'A

圖8'B

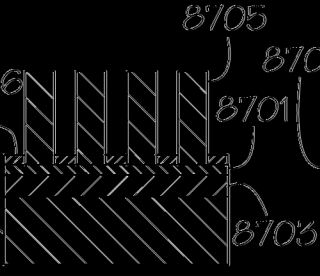


圖8'C

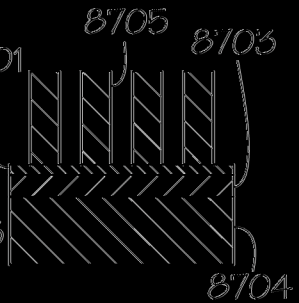


圖8'D

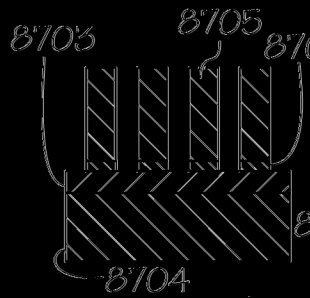


圖8'E

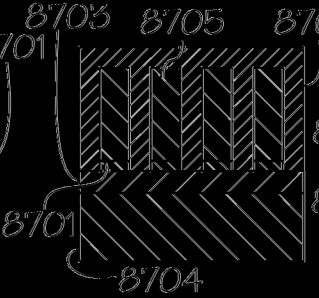


圖8'F

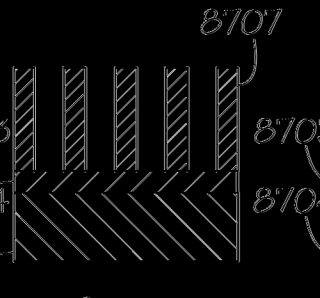


圖8'G

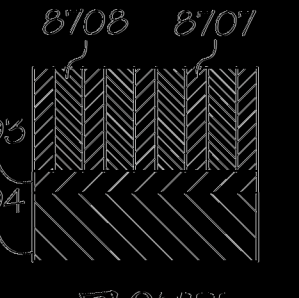


圖8'H

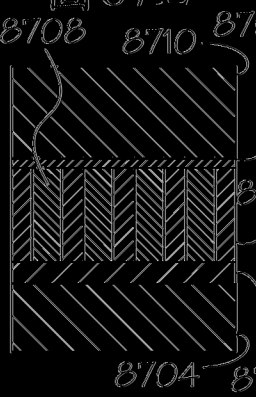


圖8'I

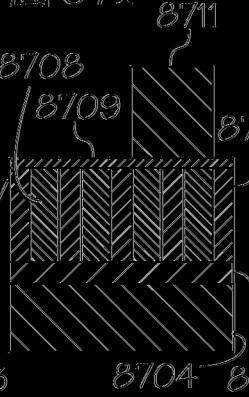


圖8'J

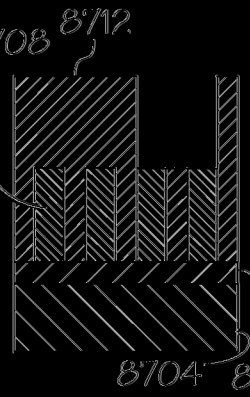


圖8'K

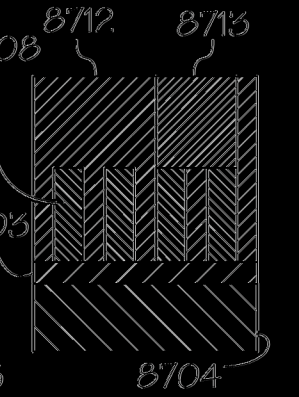


圖8'L

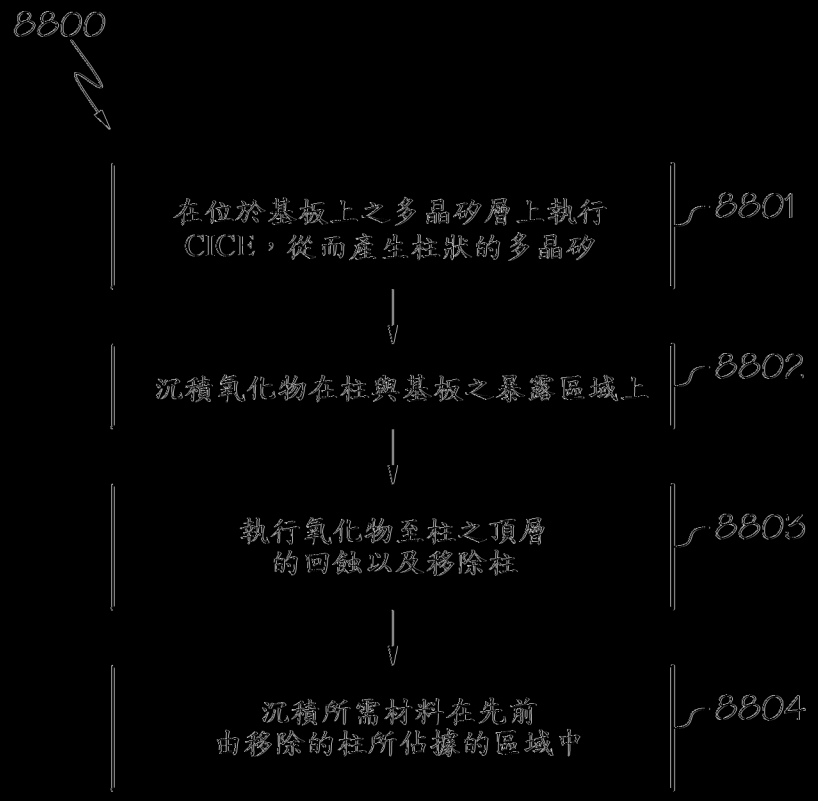

8800
在位於基板上之多晶矽層上執行CICE，從而產生柱狀的多晶矽
8801
沉積氧化物在柱與基板之暴露區域上
8802
執行氧化物至柱之頂層的回蝕以及移除柱
8803
沉積所需材料在先前由移除的柱所佔據的區域中
8804

圖88

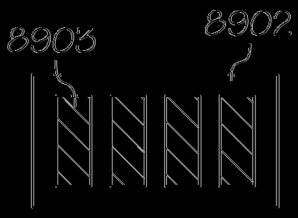


圖 89A

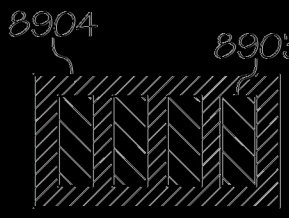


圖 89B

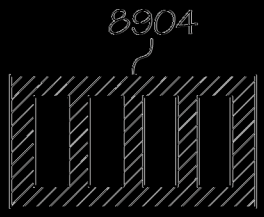


圖 89C

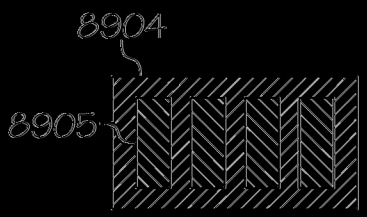


圖 89D

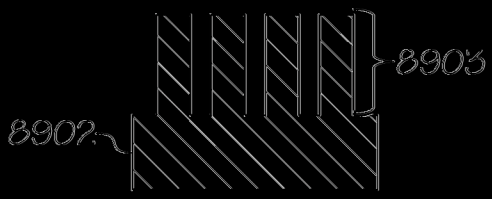


圖 90A

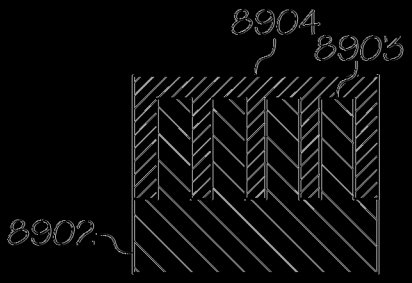


圖 90B

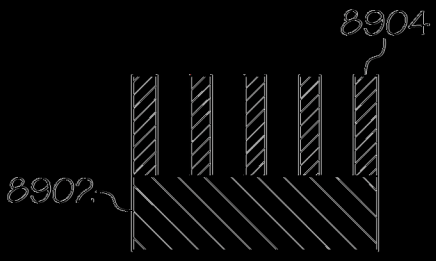


圖 90C

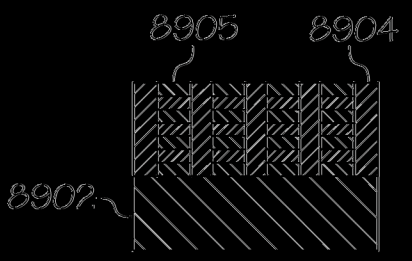


圖 90D

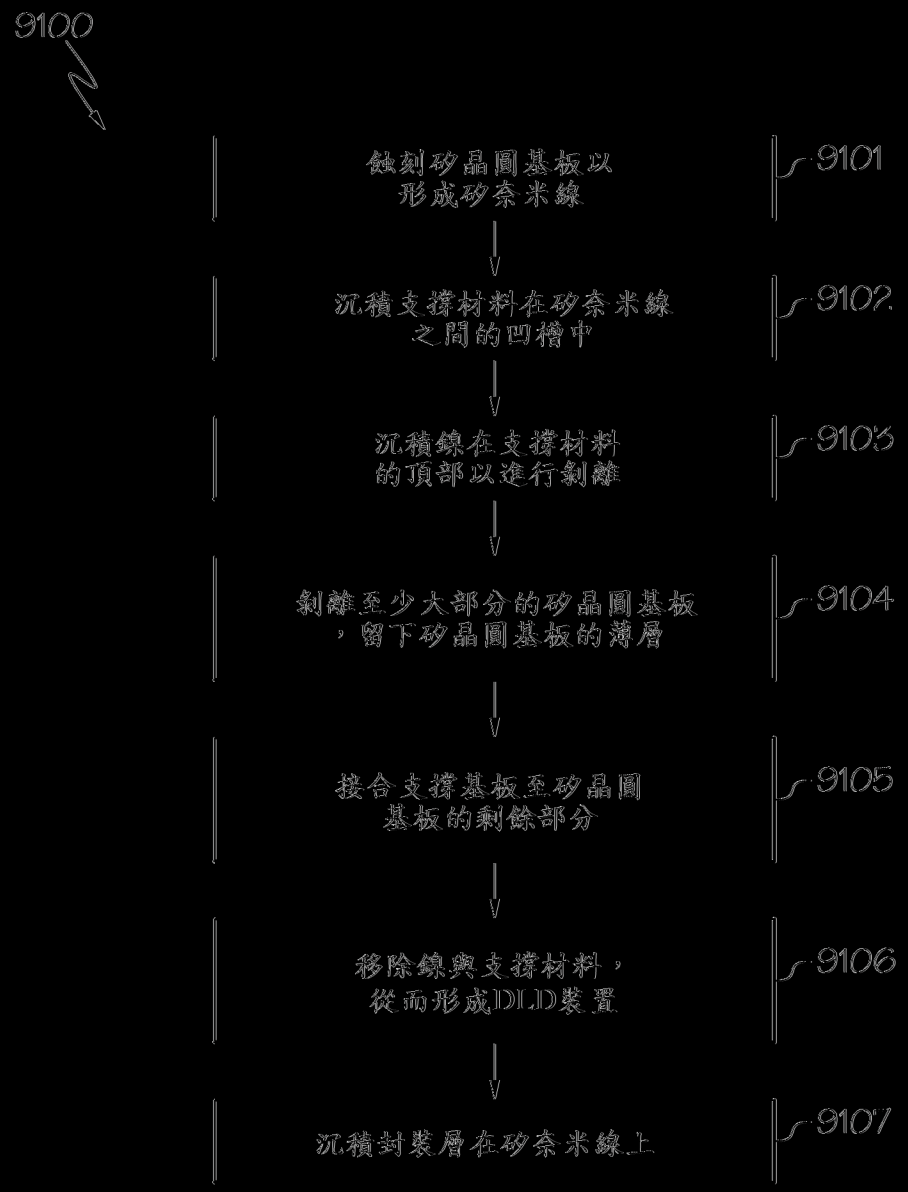

9100
蝕刻矽晶圓基板以形成矽奈米線
9101
沉積支撐材料在矽奈米線之間的凹槽中
9102
沉積線在支撐材料的頂部以進行剝離
9103
剝離至少大部分的矽晶圓基板，留下矽晶圓基板的薄層
9104
接合支撐基板至矽晶圓基板的剩餘部分
9105
移除線與支撐材料，從而形成DLD裝置
9106
沉積封裝層在矽奈米線上
9107

圖91

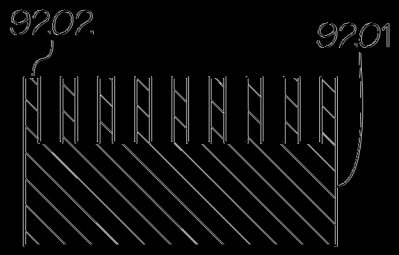


圖 92A

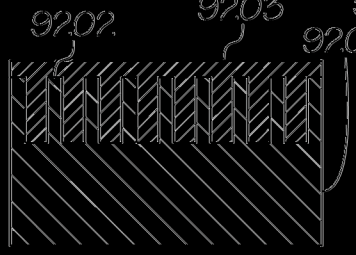


圖 92B

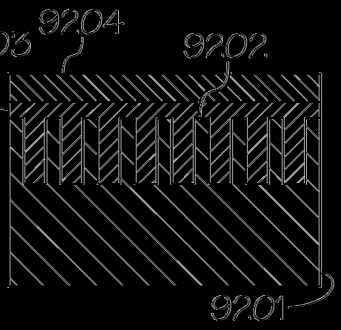


圖 92C

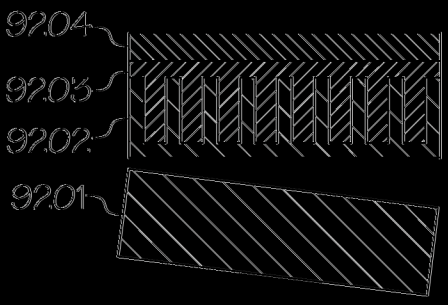


圖 92D

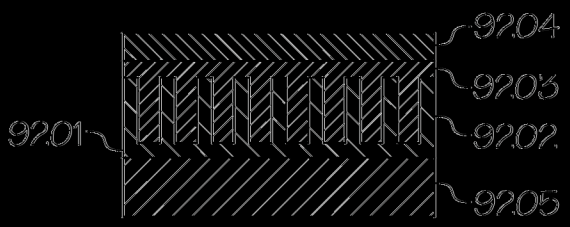


圖 92E

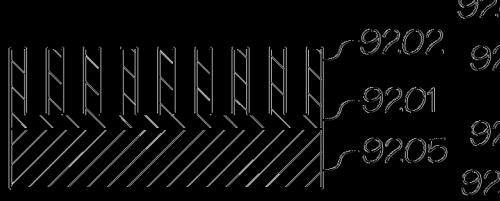


圖 92F

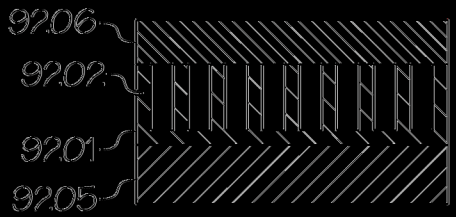


圖 92G

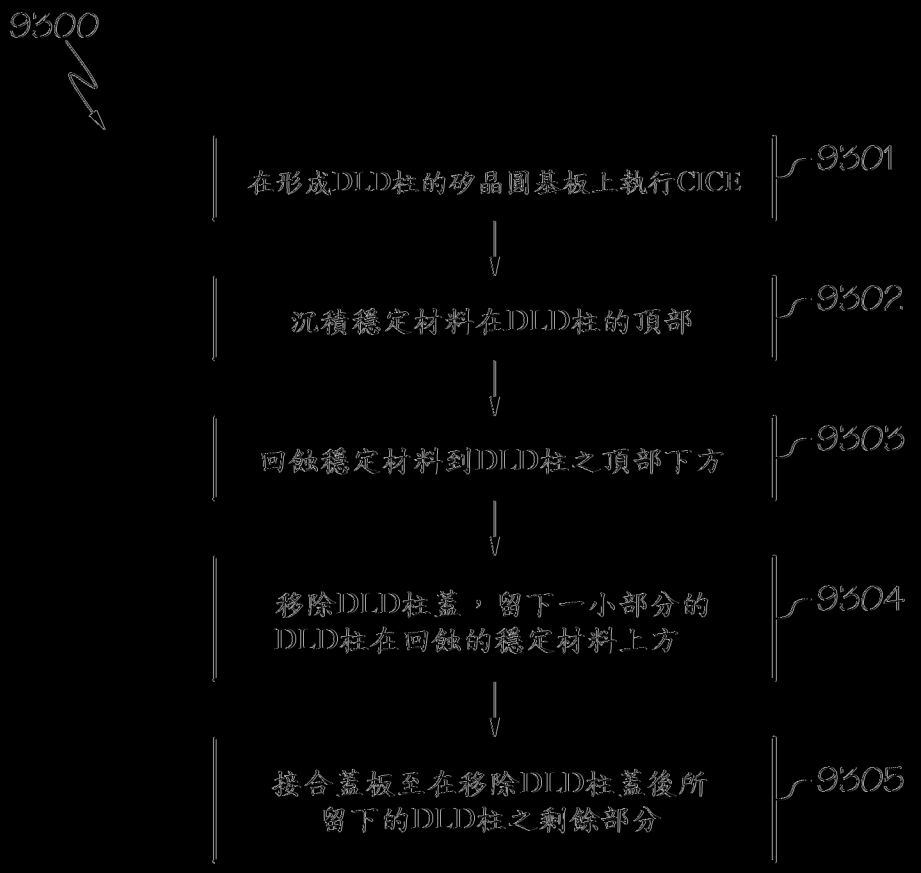

9300
在形成DLD柱的矽晶圓基板上執行CICE
9301
沉積穩定材料在DLD柱的頂部
9302
回蝕穩定材料到DLD柱之頂部下方
9303
移除DLD柱蓋，留下一小部分的DLD柱在回蝕的穩定材料上方
9304
接合蓋板至在移除DLD柱蓋後所留下的DLD柱之剩餘部分
9305

圖93

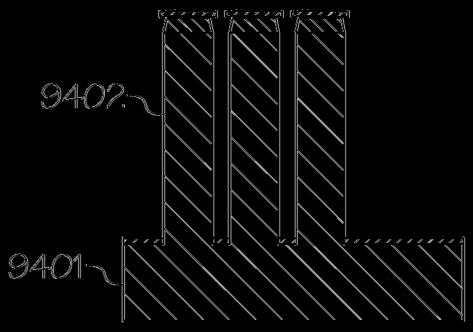


圖 94A

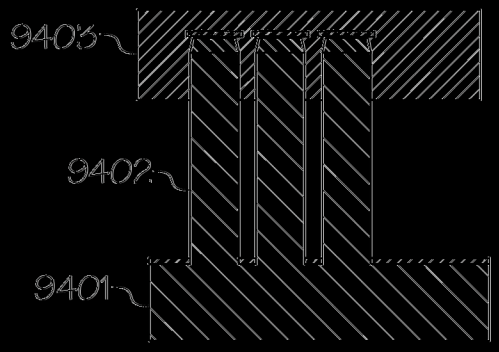


圖 94B

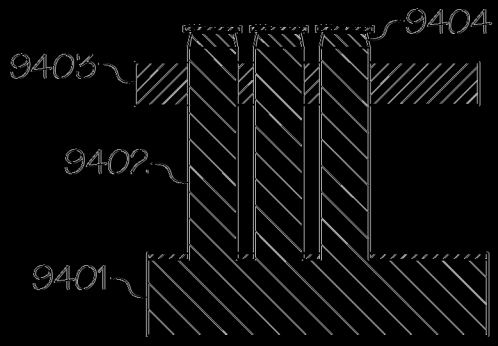


圖 94C

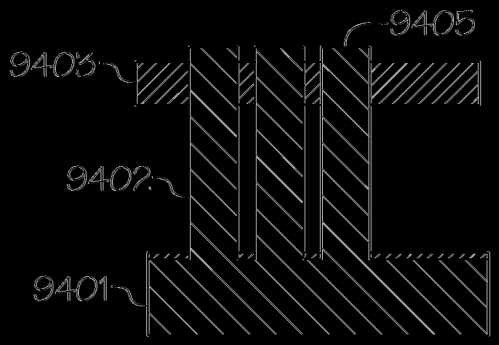


圖 94D

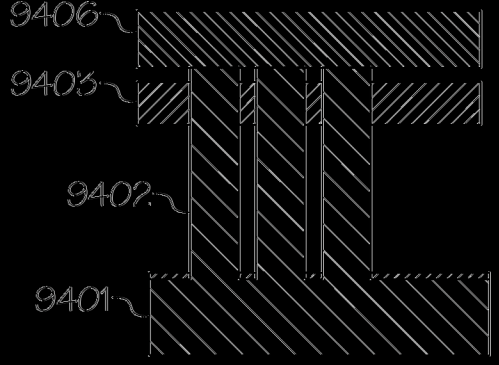


圖 94E

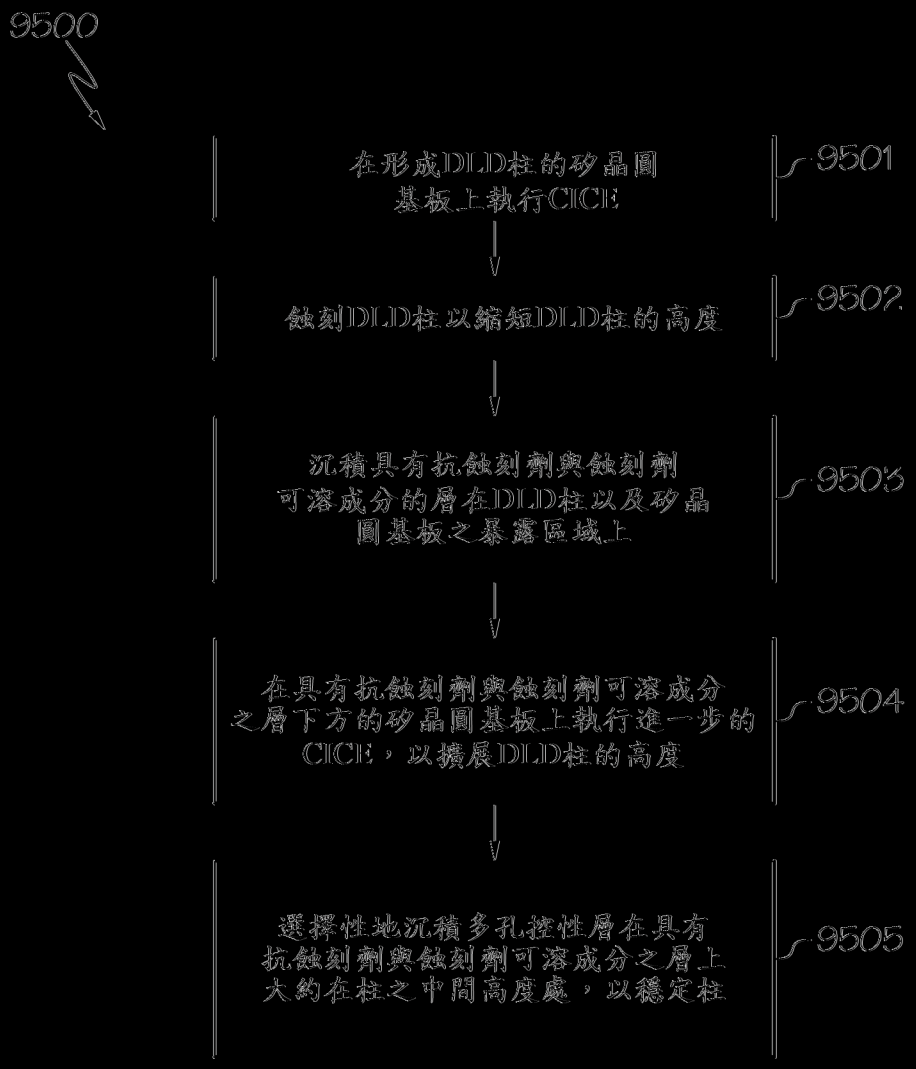

9500
在形成DLD柱的矽晶圓基板上執行CICE
9501
蝕刻DLD柱以縮短DLD柱的高度
9502
沉積具有抗蝕刻劑與蝕刻劑可溶成分的層在DLD柱以及矽晶圓基板之暴露區域上
9503
在具有抗蝕刻劑與蝕刻劑可溶成分之層下方的矽晶圓基板上執行進一步的CICE，以擴展DLD柱的高度
9504
選擇性地沉積多孔控性層在具有抗蝕刻劑與蝕刻劑可溶成分之層上大約在柱之中間高度處，以穩定柱
9505

圖95

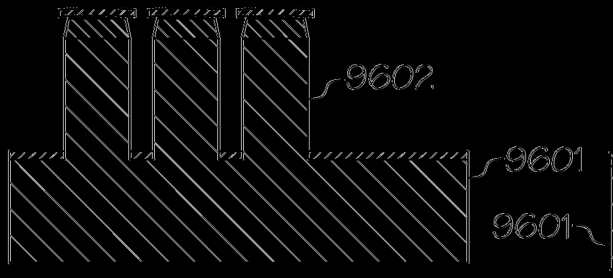


圖96A

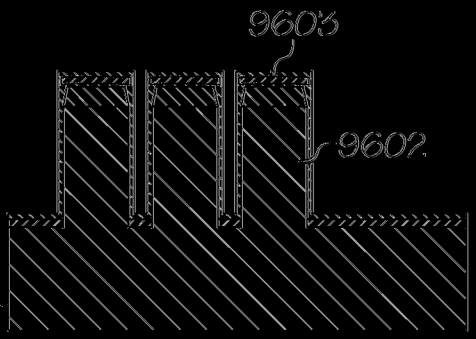


圖96B

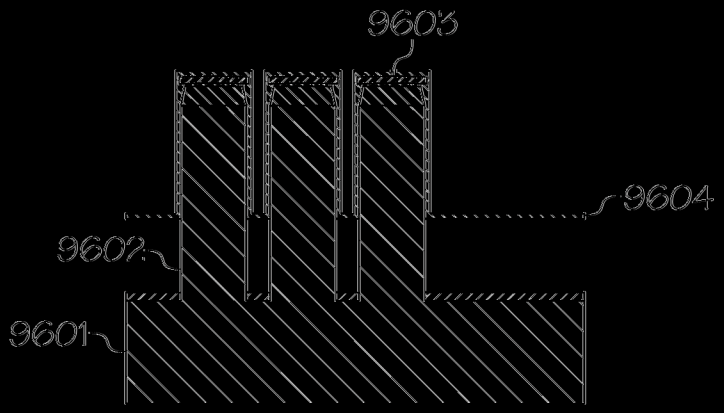


圖96C

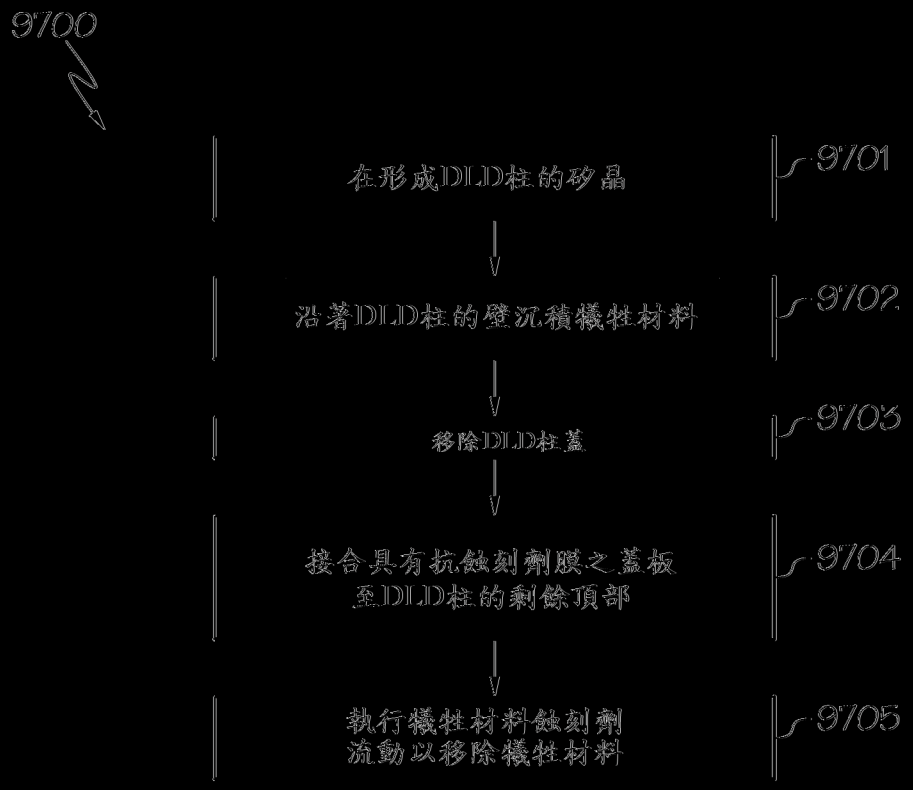

9700
在形成DLD柱的矽晶
9701
沿著DLD柱的壁沉積犧牲材料
9702
移除DLD柱蓋
9703
接合具有抗蝕刻劑膜之蓋板
至DLD柱的剩餘頂部
9704
執行犧牲材料蝕刻劑
流動以移除犧牲材料
9705

圖9'

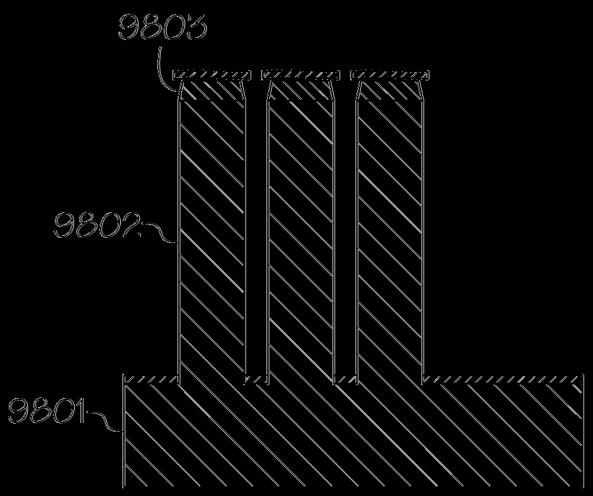


圖98A

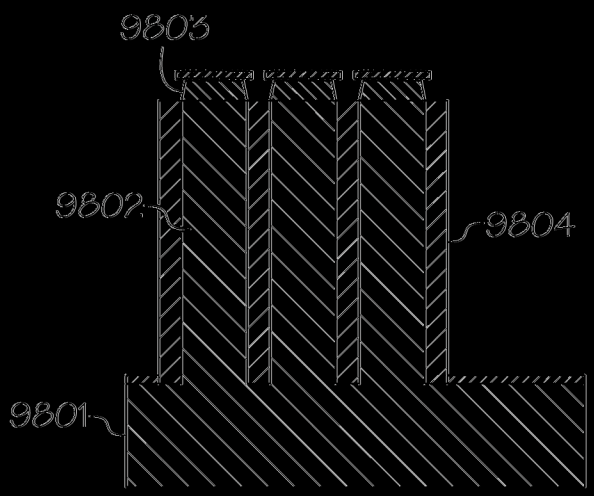


圖98B

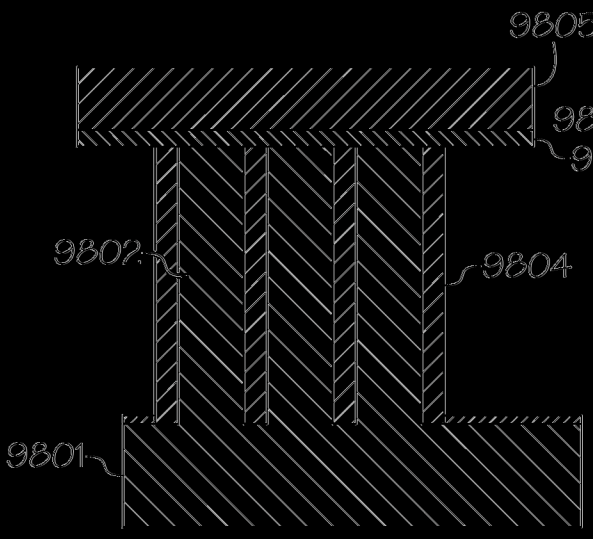


圖98C

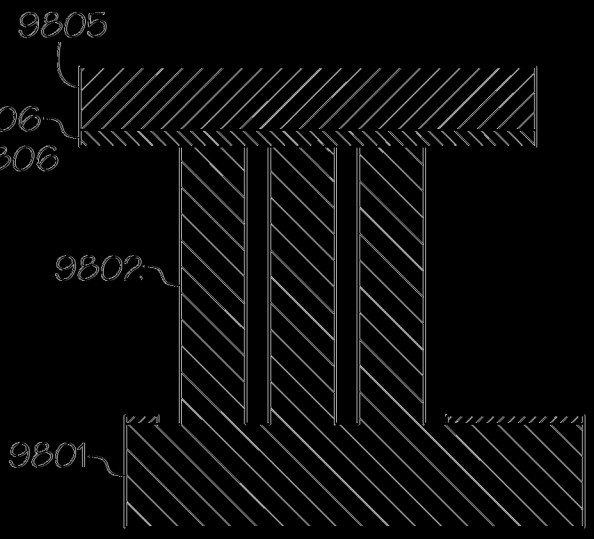


圖98D

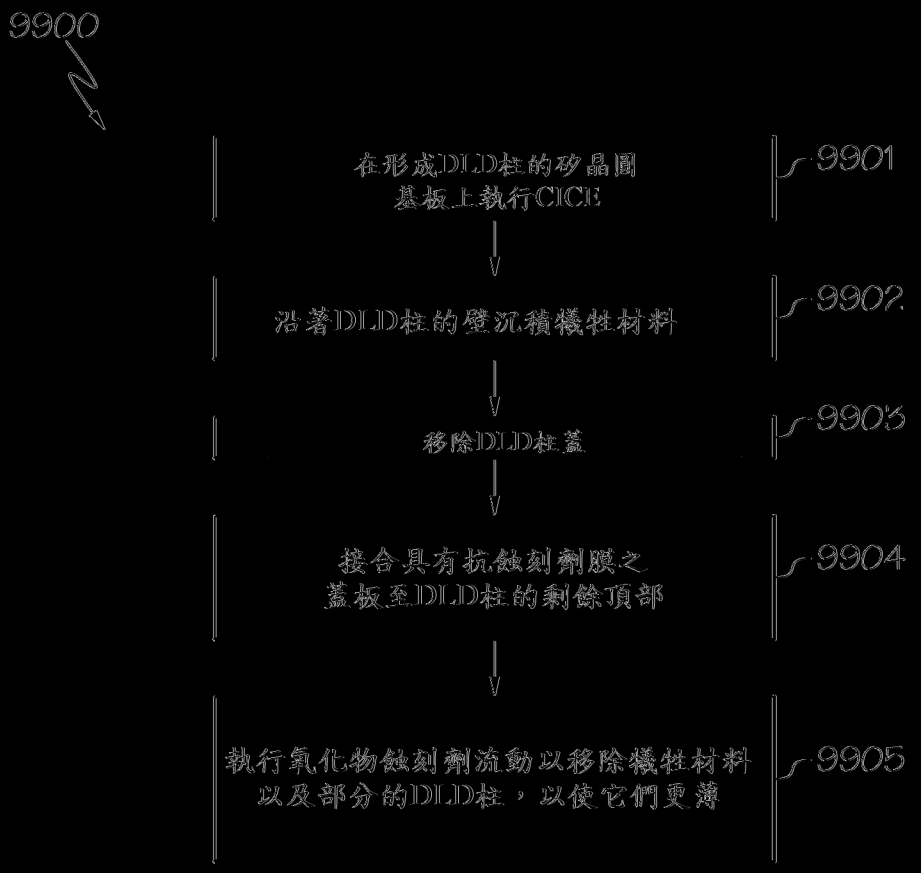

9900
在形成DLD柱的矽晶圓基板上執行CICE
9901
沿著DLD柱的壁沉積犧牲材料
9902
移除DLD柱蓋
9903
接合具有抗蝕刻劑膜之蓋板至DLD柱的剩餘頂部
9904
執行氧化物蝕刻劑流動以移除犧牲材料以及部分的DLD柱，以使它們更薄
9905

圖99

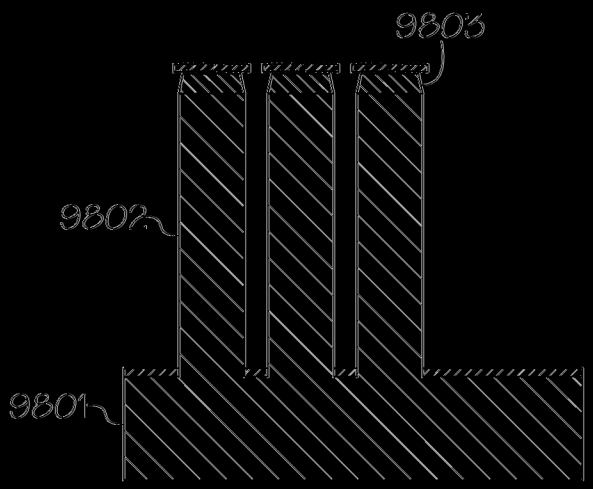


圖 100A

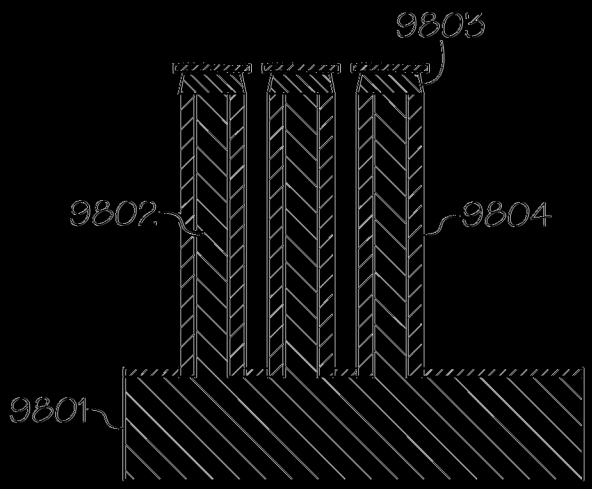


圖 100B

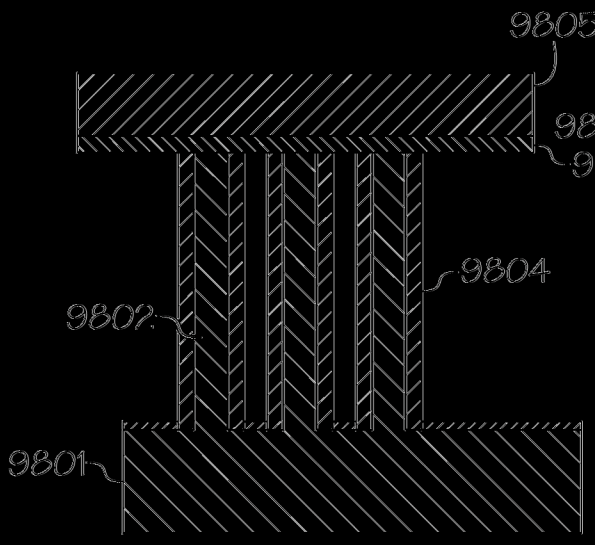


圖 100C

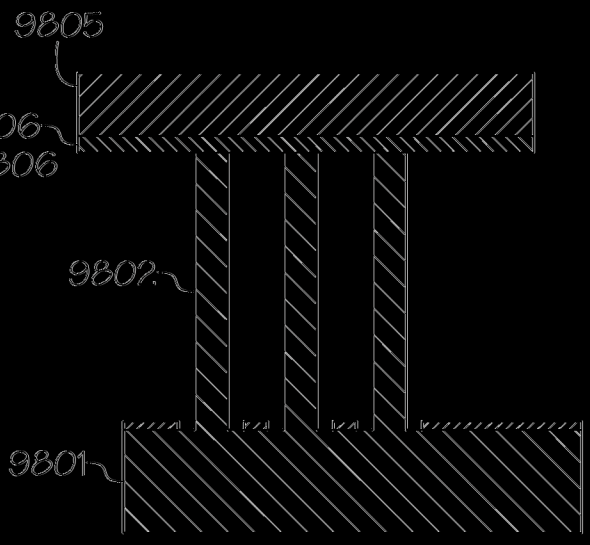


圖 100D

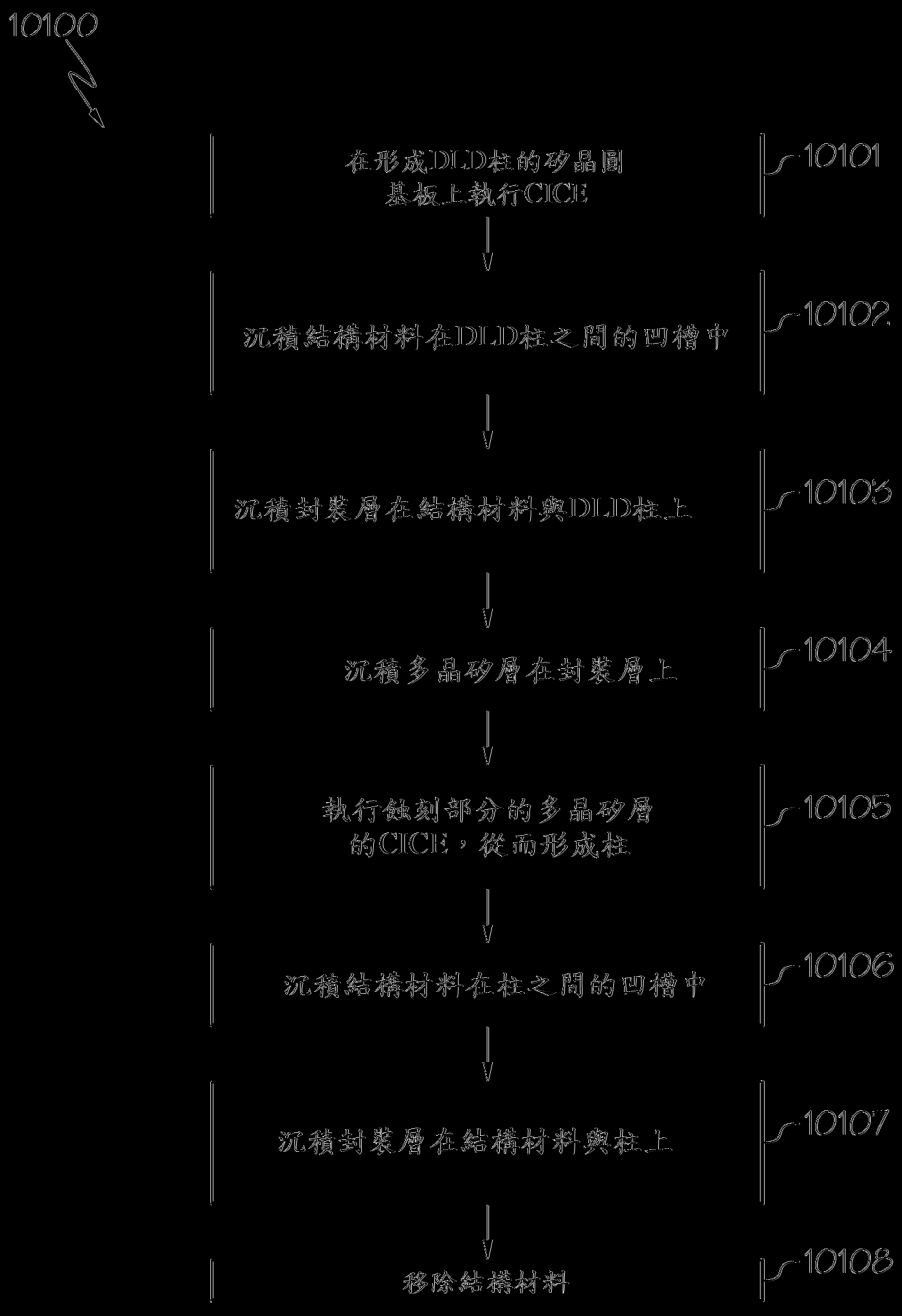

10100
在形成DLD柱的矽晶圓基板上執行CICE
10101
沉積結構材料在DLD柱之間的凹槽中
10102
沉積封裝層在結構材料與DLD柱上
10103
沉積多晶矽層在封裝層上
10104
執行蝕刻部分的多晶矽層的CICE，從而形成柱
10105
沉積結構材料在柱之間的凹槽中
10106
沉積封裝層在結構材料與柱上
10107
移除結構材料
10108

圖101

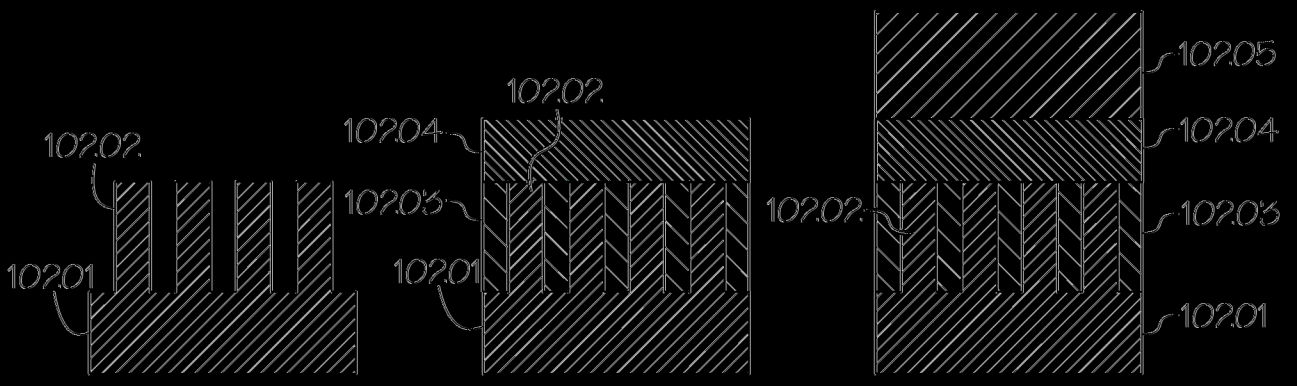


圖 102A　圖 102B　圖 102C

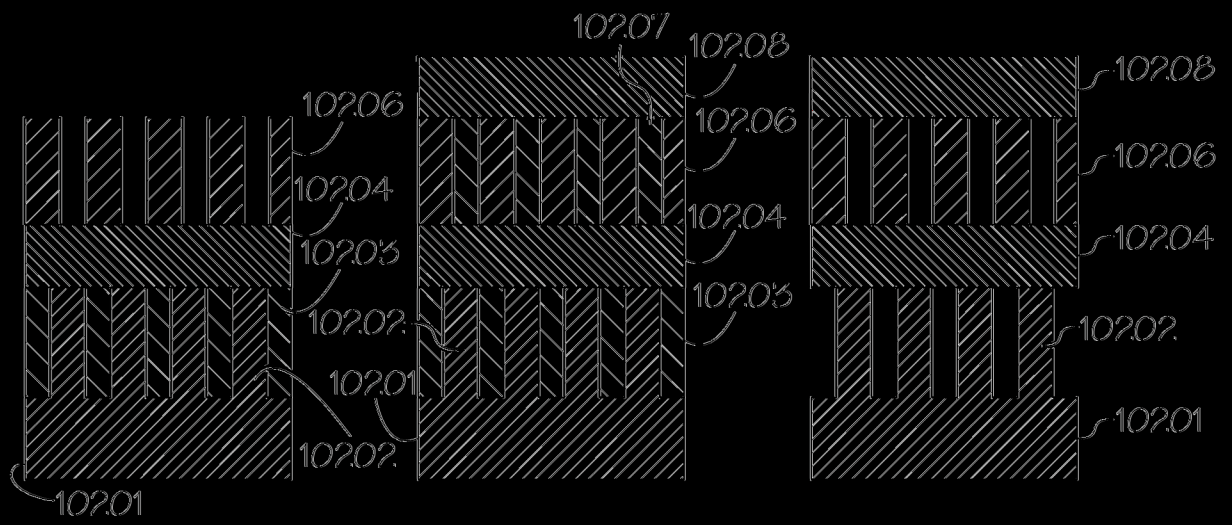


圖 102D　圖 102E　圖 102F

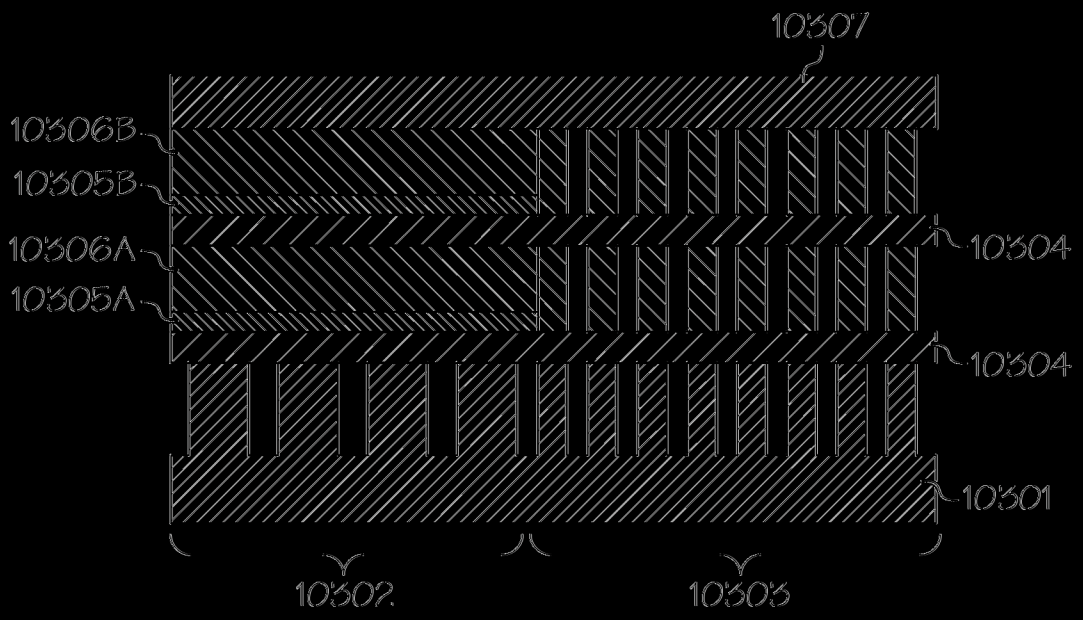

10307
10306B
10305B
10306A
10305A
10304
10304
10301
10302
10303

圖 103

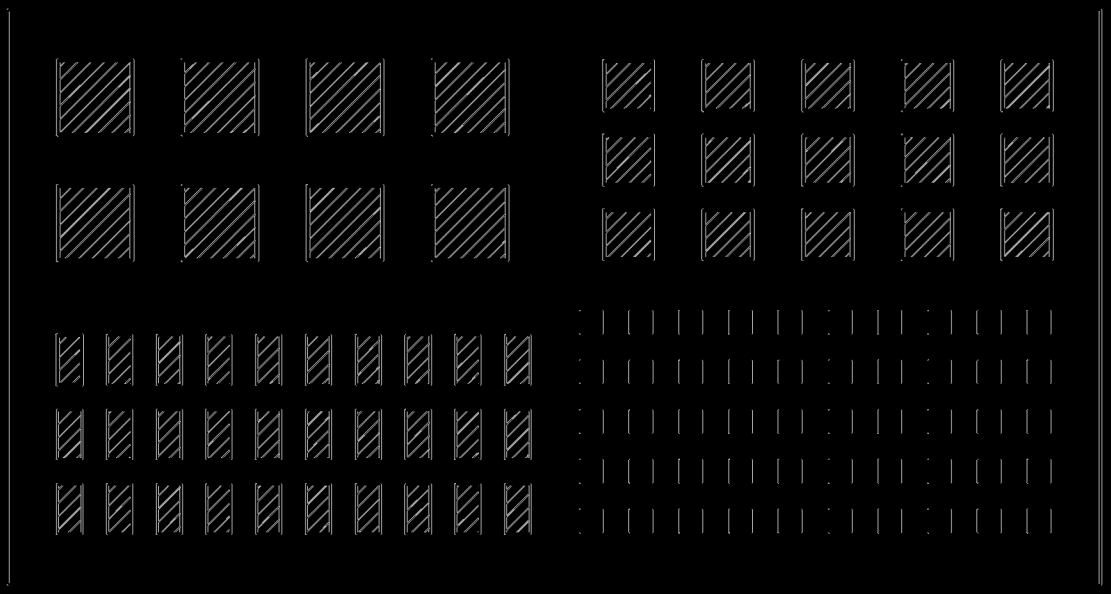


圖 10A

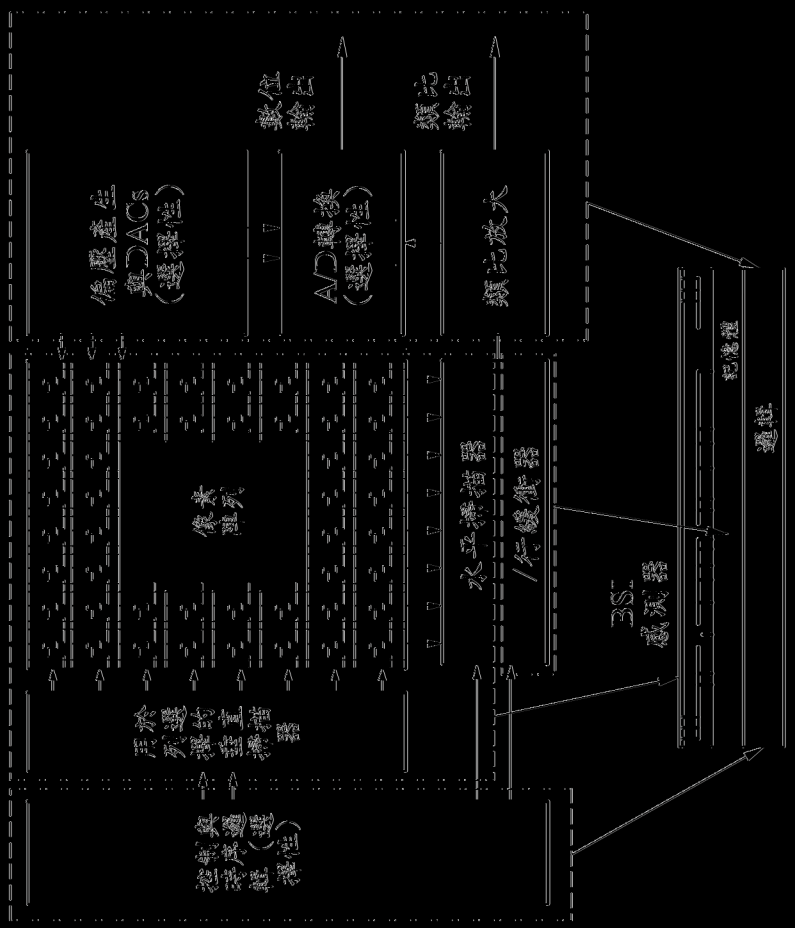


圖 3.05
3D 感測器
點雲資料
點雲資料
AD 單元
(第一階段)
AD 單元
(第二階段)
點雲資料
點雲資料
點雲資料

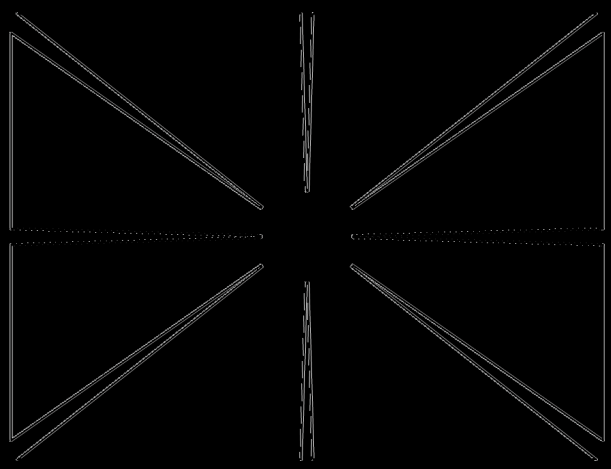


圖 106