



(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 202449941 A

(43)公開日：中華民國 113 (2024) 年 12 月 16 日

(21)申請案號：112149214

(22)申請日：中華民國 112 (2023) 年 12 月 18 日

(51)Int. Cl.：

H01L21/67 (2006.01)

B25J7/00 (2006.01)

B25J9/00 (2006.01)

(30)優先權：2022/12/30

歐洲專利局

22217348.6

(71)申請人：荷蘭商 A S M L 荷蘭公司 (荷蘭) ASML NETHERLANDS B.V. (NL)

荷蘭

(72)發明人：德 賈格 皮耶特 威廉 荷曼 DE JAGER, PIETER WILLEM HERMAN (NL)；

范 茲維 愛爾恩 約翰 VAN ZWET, ERWIN JOHN (NL)；范 瑞爾 馬提納斯

康納利 約翰尼斯 瑪麗亞 VAN RIEL, MARTINUS CORNELIUS JOHANNES

MARIA (NL)；范 德 蘭斯 馬克思 強納斯 VAN DER LANS, MARCUS

JOHANNES (NL)；迪 曼 漢卓克 DE MAN, HENDRIK (NL)

(74)代理人：林嘉興；張哲倫；蔡亦強

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：15 項 圖式數：12 共 63 頁

(54)名稱

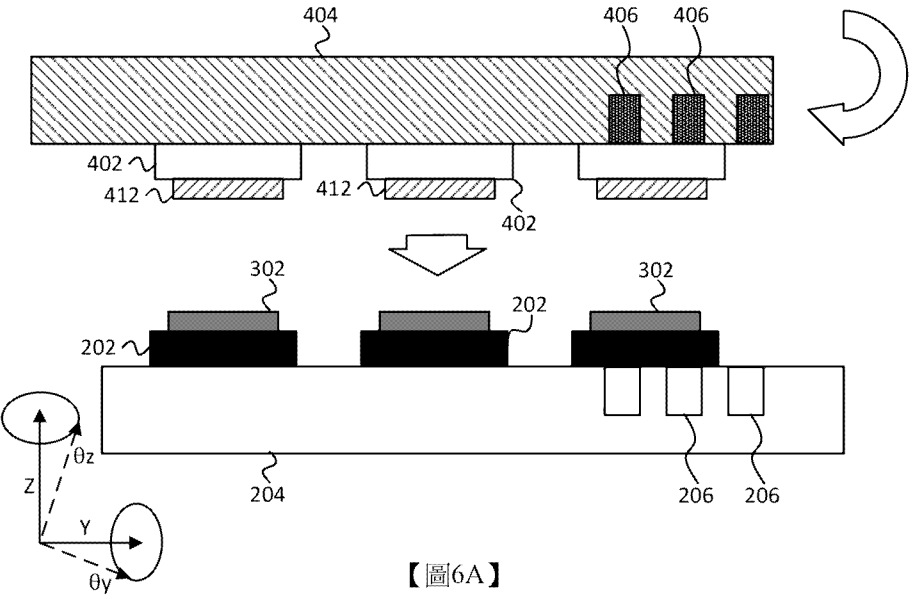
使用晶粒致動器拾取和放置以實現異質整合

(57)摘要

本發明提供一種用於晶粒放置之方法，其包含：獲得用於複數個供體晶粒之複數個目標位置；測量該複數個供體晶粒之位置，該複數個供體晶粒由複數個晶粒致動器支撐；使用該複數個晶粒致動器將該複數個供體晶粒之該等位置調整為實質上對應於該複數個目標位置；及將該複數個供體晶粒放置於該複數個目標位置上。

A method for die placement is provided, comprising obtaining a plurality of target locations for a plurality of donor dies, measuring locations of the plurality of donor dies, the plurality of donor dies supported by a plurality of die actuators, adjusting the locations of the plurality of donors dies to correspond substantially to the plurality of target locations using the plurality of die actuators, and placing the plurality of donor dies on the plurality of target locations.

指定代表圖：



【圖6A】

- 符號簡單說明：
- 202:晶粒致動器
 - 204:支撐結構
 - 206:對準標記
 - 302:供體晶粒
 - 402:晶粒致動器
 - 404:支撐結構
 - 406:對準標記
 - 412:目標晶粒
 - Y:軸
 - Z:軸
 - θ_y :角度
 - θ_z :角度

【發明摘要】

【中文發明名稱】

使用晶粒致動器拾取和放置以實現異質整合

【英文發明名稱】

PICK AND PLACE WITH DIE ACTUATORS FOR
HETEROGENEOUS INTEGRATION

【中文】

本發明提供一種用於晶粒放置之方法，其包含：獲得用於複數個供體晶粒之複數個目標位置；測量該複數個供體晶粒之位置，該複數個供體晶粒由複數個晶粒致動器支撐；使用該複數個晶粒致動器將該複數個供體晶粒之該等位置調整為實質上對應於該複數個目標位置；及將該複數個供體晶粒放置於該複數個目標位置上。

【英文】

A method for die placement is provided, comprising obtaining a plurality of target locations for a plurality of donor dies, measuring locations of the plurality of donor dies, the plurality of donor dies supported by a plurality of die actuators, adjusting the locations of the plurality of donors dies to correspond substantially to the plurality of target locations using the plurality of die actuators, and placing the plurality of donor dies on the plurality of target locations.

【指定代表圖】

圖6A

【代表圖之符號簡單說明】

202: 晶粒致動器

204: 支撐結構

206: 對準標記

302: 供體晶粒

402: 晶粒致動器

404: 支撐結構

406: 對準標記

412: 目標晶粒

Y: 軸

Z: 軸

θ_y : 角度

θ_z : 角度

【發明說明書】

【中文發明名稱】

使用晶粒致動器拾取和放置以實現異質整合

【英文發明名稱】

PICK AND PLACE WITH DIE ACTUATORS FOR
HETEROGENEOUS INTEGRATION

【技術領域】

【0001】 本發明大體上係關於用於異質整合之系統及方法。

【先前技術】

【0002】 在積體電路(IC)之製造程序中，多個已完工或未完工IC(例如，完整晶圓、經切割晶圓、部分經切割晶圓、晶片、晶粒等)可在製造程序中之各個點處被放置成接觸、堆疊、接合或以其他方式連結(例如，至異質或同質裝置)。例如不同電路或其他經圖案化裝置之整合的異質整合可依賴於多個晶粒之特定部分(例如，導電接觸元件)之連結，其中此等特定部分可在三維空間中對準以確保功能連接性。可具有多個製造層、不同關鍵尺寸、不同節點、封裝等之此等晶粒彼此對準可要求在製造期間針對微影使用不同技術。隨著IC組件之實體大小不斷縮小且其結構不斷變得更複雜，整合之準確度及產出量變得更重要。對於諸如異質整合之應用，可能需要獲得晶粒相對於彼此之準確且快速放置。

【0003】 在半導體製造之內容背景中，晶粒放置及對準之改良(例如，異質整合之改良)引起IC製造及整合能力之改良。

【發明內容】

【0004】 根據一實施例，提供一種用於晶粒放置之方法，其包含：

獲得用於複數個供體晶粒之複數個目標位置；測量該複數個供體晶粒之位置，其中該複數個供體晶粒由複數個晶粒致動器支撐；使用該複數個晶粒致動器將該複數個供體晶粒之該等位置調整為實質上對應於該複數個目標位置；及將該複數個供體晶粒放置於該複數個目標位置上。

【0005】 在一實施例中，測量該複數個供體晶粒之該等位置包含：將該複數個供體晶粒放置至該複數個晶粒致動器上，其中該複數個晶粒致動器由一支撐結構支撐；及相對於該支撐結構測量該複數個供體晶粒之該等位置。

【0006】 在一實施例中，測量該複數個供體晶粒之該等位置進一步包含：基於用於該複數個供體晶粒之該複數個目標位置，將該複數個晶粒致動器放置於該支撐結構上。

【0007】 在一實施例中，使用該複數個晶粒致動器調整該複數個供體晶粒之該等位置包含藉由支撐該等供體晶粒夾盤之可調整支撐件的致動，調整由該複數個晶粒致動器之供體晶粒夾盤支撐的該複數個供體晶粒之位置。

【0008】 在一實施例中，將該複數個供體晶粒放置於該複數個目標位置上進一步包含使該複數個供體晶粒與該複數個晶粒致動器脫嚙；及將該複數個供體晶粒接合至該複數個目標位置。

【0009】 根據另一實施例，提供一種晶粒致動器，其包含：一供體晶粒夾盤；及支撐該供體晶粒夾盤之至少三個可調整支撐件，其中該供體晶粒夾盤之一位置可藉由該等可調整支撐件之致動來控制。

【0010】 根據一實施例，提供一種包含複數個晶粒致動之支撐結構。

【0011】 根據另一實施例，提供一種設備，其包含複數個晶粒致動器，其中晶粒致動器包含各自用於支撐一相關聯的供體晶粒的供體晶粒夾盤。各供體晶粒夾盤之一位置可藉由該供體晶粒夾盤之致動來控制。該設備包括一測量系統，該測量系統在功能上耦接至該複數個晶粒致動器，且經組態以獲得用於複數個供體晶粒之複數個目標位置；獲得由該等供體晶粒夾盤支撐之該複數個供體晶粒之位置；及藉由該等供體晶粒夾盤之致動來調整該複數個供體晶粒之該等位置，使得該複數個供體晶粒之該等位置實質上對應於該複數個目標位置。

【0012】 在一實施例中，該等晶粒致動器進一步包含支撐各供體晶粒夾盤之至少三個可調整支撐件，其中各供體晶粒夾盤之該位置可藉由該等支撐性可調整支撐件之致動來控制。

【0013】 在一實施例中，該測量系統包含一處理器，該處理器經組態以藉由該等支撐性可調整支撐件之致動來調整該複數個供體晶粒之該等位置，使得該複數個供體晶粒之該等位置實質上對應於該複數個目標位置。

【0014】 根據另一實施例，提供一或多個非暫時性機器可讀媒體，其上具有指令，該等指令在由該處理器執行時經組態以執行任何其他實施例之方法。

【圖式簡單說明】

【0015】 併入本說明書中且構成本說明書之一部分的隨附圖式繪示一或多個實施例，且與實施方式一起解釋此等實施例。現將參考隨附示意性圖式而僅作為實例來描述本發明之實施例，在該等圖式中，對應參考符號指示對應部分，且在該等圖式中：

【0016】 圖1A至圖1D係根據一實施例的繪示例示性晶粒接合方法之示意圖。

【0017】 圖2A至圖2B係根據一實施例的繪示晶粒致動器之放置方法之示意圖。

【0018】 圖3A至圖3B係根據一實施例的繪示供體晶粒放置於晶粒致動器上之方法之示意圖。

【0019】 圖4A至圖4B係根據一實施例的繪示獲得複數個目標位置之方法的示意圖。

【0020】 圖5A至圖5B係根據一實施例的繪示調整供體晶粒之位置之方法的示意圖。

【0021】 圖6A至圖6D係根據一實施例的繪示將供體晶粒放置於目標位置上之方法之步驟的示意圖。

【0022】 圖7係根據一實施例的繪示晶粒對準之方法的流程圖。

【0023】 圖8A至圖8B係根據一實施例的繪示實例晶粒致動器之示意圖。

【0024】 圖9係根據一實施例的繪示實例拾取及放置系統與實例晶粒致動器之間的關係的示意圖。

【0025】 圖10A至圖10B係根據一實施例的繪示實例晶粒致動器之示意圖。

【0026】 圖11係根據一實施例的繪示晶粒致動器調整之方法的流程圖。

【0027】 圖12係根據本發明之一實施例之實例電腦系統的方塊圖。

【實施方式】

【0028】 參考圖式詳細描述本發明之實施例，該等圖式提供為本發明之說明性實例以便使熟習此項技術者能夠實踐本發明。值得注意的是，以下之圖及實例並不意欲將本發明之範疇限於單一實施例，而是藉助於所描述或所繪示元件中之一些或全部之互換而使其他實施例係可能的。此外，在可部分地或完全地使用已知組件來實施本發明之某些元件之的情況下，將僅描述理解本發明所必需理解之此類已知組件之彼等部分，且將省略此類已知組件之其他部分之詳細描述以便不混淆本發明。除非本文中另有規定，否則如對於熟習此項技術者將顯而易見的是，描述為以軟體實施之實施例不應限於此，而是可包括以硬體或軟體與硬體之組合實施之實施例，且反之亦然。在本說明書中，展示單數組件之實施例不應視為限制性的；實情為，除非本文中另有明確陳述，否則本發明意欲涵蓋包括複數個相同組件之其他實施例，且反之亦然。此外，除非如此明確闡述，否則申請人不意欲使本說明書或申請專利範圍中之任何術語歸結於不常見或特殊涵義。另外，本發明涵蓋本文中藉助於說明而提及之已知組件的目前及未來已知等效者。

【0029】 儘管在本文中可特定地參考IC之製造，但應明確地理解，本文中之描述具有許多其他可能應用。舉例而言，該等實施例可用於製造整合式光學系統、用於磁疇記憶體之導引及偵測圖案、液晶顯示面板、薄膜磁頭等。熟習此項技術者將瞭解，在此等替代應用之內容背景中，在本文中對術語「晶圓」或「晶粒」之任何使用應被視為可分別與更一般之術語「基板」及「目標部分」互換。術語「晶圓」可通常用以係指大製造單元(其可為最大製造單元)，而術語「晶粒」可用以係指可與微影圖案、微影圖案之一部分、多個微影圖案等對應之較小製造單元。「晶粒」可對應

於「晶圓」之一部分，亦即，可藉由切割或以其他方式劃分「晶圓」來產生「晶粒」。術語「晶粒」應被視為可與術語晶片、小晶片或用於IC劃分之其他術語互換。圖案化裝置(例如，微影裝置)可包含或可形成可與一或多個晶粒對應之一或多個圖案。可利用電腦輔助設計(CAD)程式基於圖案或設計佈局而產生圖案，此程序常常稱為電子設計自動化(EDA)。

【0030】 現參考圖1A至圖1D，其為符合本發明之實施例的繪示例示性晶粒接合方法之示意圖。關於參考軸系描繪例示性晶粒接合方法。參考軸僅為了便於描述而提供且不應被視為限制性的。可替代地參考不同軸系(例如，圓柱座標、極座標等)、不同原點(例如，供體晶粒中之原點、目標中之原點、供體晶粒與目標兩者之間的原點等)或不同朝向來描述所包括之方法及設備。選擇標準軸系以使得晶粒之製造平面(亦即，晶圓表面)處於x-y平面中且其中對於供體晶粒及目標位置兩者，製造方向與z軸平行或逆平行。

【0031】 如圖1A至圖1D中所示，例示性晶粒接合方法可涉及供體晶粒102及目標晶粒104。在本文中，為易於描述而使用術語「供體」及術語「目標」。應理解，術語「供體」及術語「目標」係為了參考而提供的且係相對的，且被描述為對應於「供體」之元件可替代地對應於「目標」，且反之亦然。供體晶粒102可具有電活性區域106。電活性區域106可對應於通孔(例如，矽穿孔(TSV))、電接觸線、接觸襯墊、封裝襯墊，或其他導電區域。供體晶粒102可在電活性區域106外部具有一或多個電惰性區域(例如，電絕緣區域)。電活性區域106可相對於供體晶粒102之其他表面凹入(如所展示)。電活性區域106可對應於與供體晶粒102內之電裝置(未展示)之接觸點(例如，源極、汲極、閘極等)。目標晶粒104同樣可具

有電活性區域108，其可具有與電活性區域106類似之屬性。

【0032】如圖1A中所示，例示性晶粒接合方法可涉及供體晶粒102之電活性區域106中之至少一些與目標晶粒104之電活性區域108中之至少一些對準。例示性晶粒接合方法可涉及使供體晶粒102與目標晶粒104接觸，同時維持電活性區域106與電活性區域108之間的對準。該對準可藉由供體晶粒102之多層或目標晶粒104之多層而複雜化，該等多層可為光學不透明的。圖1A至圖1C描繪例示性晶粒接合方法之部分之橫截面視圖。

【0033】如圖1A中進一步所展示，供體晶粒102及目標晶粒104可沿著z軸匯集在一起，而供體晶粒102或目標晶粒104之位置可在x-y平面(例如，垂直於靠近z軸)中進行調整。如圖1B中所示，供體晶粒102及目標晶粒104可在接觸之後退火。退火可為或包括熱退火、電退火、靜電程序、凡得瓦爾力程序等。如圖1C中所示，退火可引起供體晶粒102之電活性區域106中或目標晶粒104之電活性區域108中之物理或化學改變，此可引起電活性區域108中之電活性區域106之間的實體接觸或電接觸。退火可因此產生供體晶粒102及目標晶粒104之元件之間的電連接性(例如，整合)。即使在電活性區域106與電活性區域108不同，例如具有不同凹入深度、由不同材料構成、具有不同尺寸等之情況下，仍可發生此電連接性。

【0034】圖1D描繪本發明之實例晶粒接合方法之平面視圖。如圖1D中所示，供體晶粒102及目標晶粒104可沿著x-y平面具有對準標記以促進晶粒整體對準。晶粒(例如，供體晶粒102或目標晶粒104)之x-y平面中之對準標記可減小可用於電路系統之面積。在晶圓製造期間使用之微影對準標記可放置於諸如晶片之間的區域的廢料區域中，該等廢料區域接著可

藉由切割而被破壞。切割在本文中係指晶圓之區域(例如，製造單元)機械分離成可含有一或多個操作單元(例如，邏輯裝置、記憶體單元等)的較小區域(例如，晶粒或晶片)。切割可使用例如刻劃及斷開、機械鋸割、雷射切割等任何恰當方法進行操作，且在分離晶粒時可破壞晶圓體積之非零線寬部分(例如，磨削成粉末或以其他方式呈現為針對電路系統放置不可操作)。替代地，供體晶粒102之電活性區域106或目標晶粒104之電活性區域108 (圖1D中未展示)或其他表面特徵可充當用於供體晶粒102及目標晶粒104之對準的參考標記(例如，對準標記)。供體晶粒102與目標晶粒104可在供體晶粒102與目標晶粒104之間的接觸之前或期間在三維上對準。舉例而言，在供體晶粒102與目標晶粒104接觸時，可在x-y平面中定位或調整供體晶粒102或目標晶粒104。可藉由諸如藉由壓電步進器元件對晶粒致動器或其他晶粒級元件之操作，或藉由諸如藉由步進器元件對晶圓夾盤或其他晶圓級元件之操作，定位或調整供體晶粒102或目標晶粒104。

【0035】 供體晶粒102或目標晶粒104之位置可相對於高達六個自由度進行調整。舉例而言，給定供體晶粒102之中心處之原點，可藉由沿著X軸(例如，沿正X方向或負X方向)、沿著y軸(例如沿正Y方向或負Y方向)、沿著z軸(例如，沿正Z方向或負Z方向)之移動來調整供體晶粒102。供體晶粒102亦可相對於彼等軸中之各者可旋轉地進行調整，例如相對於x軸旋轉，相對於y軸旋轉，相對於z軸旋轉。亦即，可藉由在由六種不同類型之移動補足之空間中之自由旋轉來調整供體晶粒102 (其中上文所列之移動提供為實例，但是其中該等移動可藉由其他軸進行描述)。

【0036】 圖2A至圖2B係繪示晶粒致動器之放置方法之示意圖。圖2A描繪晶粒致動器202放置於支撐結構204上之橫截面視圖。晶粒致動器

202可為能夠支撐一或多個供體晶粒(例如圖1A至圖1D之供體晶粒102)之裝置。晶粒致動器202可將供體晶粒支撐於一或多個供體晶粒夾盤或其他支撐結構上。晶粒致動器202可將供體晶粒以靜電方式或以其他方式緊固至一或多個晶粒夾盤或其他支撐結構。晶粒致動器202可具有一或多個可調整元件(例如，支柱)，其可經啟動以調整供體晶粒之位置。晶粒致動器202可能夠調整供體晶粒之位置且高達六個方向(例如，相對於六個自由度)。晶粒致動器202可藉由拾取及放置元件216放置於支撐結構204上。拾取及放置元件216可將晶粒致動器202放置於支撐結構204上給定位置處。拾取及放置元件216可為射片機(chip shooter)、基於重力之放置器、抽吸(例如，真空)或其他基於液壓之放置器等。拾取及放置元件216可具有端效器或與晶粒致動器接觸之其他元件。端效器可包括黏附元件(例如，靜電夾具、抽吸元件)，其允許端效器拾取及/或釋放晶粒致動器。端效器亦可包括用於抓取晶粒致動器之可調整或可組態夾緊元件(諸如抓取器臂或其類似者)，諸如可以不具有適合於抽吸黏附之平坦表面的彼等夾緊元件。給定位置可為有規律的，亦即，以週期性(例如，沿Y方向之週期性 P_Y 及沿X方向之週期性 P_X)出現。拾取及放置元件216亦可在沿Z方向之給定位置(例如， Δz)下將晶粒致動器202放置於支撐結構204上。拾取及放置元件216可在晶粒致動器之大小、放置之週期性、晶粒致動器之對準特徵等方面具有固有誤差或不準確性。因此，晶粒致動器202相對於所要位置可具有不規律放置及/或不準確性。亦將參考圖8至圖10進一步論述晶粒致動器202。

【0037】 支撐結構204可為平面的，諸如晶圓，且可被視為經重構晶圓夾盤，此係由於其可用以重構切割出供體晶粒之晶圓。支撐結構204

可為除晶圓以外之平面結構或可以其他方式對應於目標晶粒之配置(圖2A至圖2B中未展示)。支撐結構204可為非平面的。舉例而言，支撐結構204可具有對應於晶粒致動器202之一或多個凹部或凸起區域。支撐結構204可具有一或多個對準標記206。與光柵對應之對準標記206僅為實例對準標記，此係因為對準標記可替代地具有不同或額外特徵。對準標記206可出現在不被晶粒致動器202佔據之區域中。對準標記206自支撐結構204之頂部或底部可為光學或以其他方式(諸如經由UV光，經由X射線偵測，經由實體互鎖元件等)可偵測的。舉例而言，支撐結構204可為光學透明的以使得可自正Z方向或負Z方向觀察對準標記206。

【0038】 圖2B描繪放置於支撐結構204上之晶粒致動器202之平面視圖。可參考一或多個原點描述晶粒致動器202之位置。為了便於描述，晶粒致動器202之位置在此處參考其預期位置(例如，由週期性 P_x 及週期性 P_y 及 Δz 給定)進行描述。晶粒致動器202中之各者之位置可在自由空間中藉由六個座標，亦即， Δx 及 Θx 且沿著x軸、沿著y軸之 Δy 及 Θy ，及沿著z軸之 Δz 及 Θz 進行描述(如圖2A中所示)。角度 Θi (其中i係x、y或z中的任一者)對應於供體晶粒繞對應軸之旋轉角度。因為可存在平面外旋轉(例如，沿著 Θz)，所以角度 Θz 與角度 Θy 可能並非互補的。晶粒致動器202之位置可受拾取及放置元件216之準確性及再現性限制且受支撐結構204之規律性限制。在圖2B中，展示替代性對準標記212。

【0039】 圖3A至圖3B係繪示供體晶粒放置於晶粒致動器上之方法的示意圖。圖3A描繪晶粒致動器202上之供體晶粒302放置於支撐結構204上之橫截面視圖。供體晶粒302可為適合於異質整合(或同質整合)之任何晶粒。供體晶粒302可由晶粒致動器202支撐。供體晶粒302可藉由拾取及

放置元件216，或替代地，藉由另一拾取及放置元件或另一方法(例如，藉由使用射片機)放置於晶粒致動器202上。在一個實施例中，供體晶粒302可在切割含納供體晶粒302之晶圓之前，諸如透過背側黏附而附接至晶粒致動器202之元件。在切割之後，附接至晶粒致動器202之供體晶粒302可放置於支撐結構204上。供體晶粒302可為來自單一晶圓、用於相同類型之多個晶圓或來自不同類型之晶圓的供體晶粒。在一個實施例中，供體晶粒302可具有實質上相同尺寸。供體晶粒302可各自由晶粒致動器202中之一者支撐。在一些實施例中，供體晶粒302中之多者可各自由晶粒致動器202中之一者支撐。在一些實施例中，晶粒致動器202中的一些可為空的或以其他方式不對應於供體晶粒302中之一者。供體晶粒302之尺寸可大於或小於晶粒致動器202之尺寸。供體晶粒302可以靜電方式或以其他方式緊固至晶粒致動器202。

【0040】拾取及放置元件216可將供體晶粒302放置於晶粒致動器202上給定位置處。該等給定位置對於晶粒致動器202中之各者可為相同或不同的。舉例而言，拾取及放置元件216可嘗試相對於給定位置(例如，由沿Y方向之週期性 P_Y 及沿X方向之週期性 P_X 給定)相對於支撐結構204將供體晶粒302放置於晶粒致動器202上。在另一實例中，拾取及放置元件216可嘗試僅相對於晶粒致動器202之位置將供體晶粒302放置於晶粒致動器202上。拾取及放置元件216當放置供體晶粒302時可嘗試或可不嘗試補償晶粒致動器202之放置中之不規律性。

【0041】在圖3A中亦展示位置測量裝置208。位置測量裝置208可為例如二維攝影機、兩個或更多個一維攝影機、光學攝影機等之攝影機，或另一測量裝置。位置測量裝置208可由多個位置測量裝置構成，該等位

置測量裝置諸如可測量x-y平面中之位置之平面內測量裝置及可測量沿Z方向之位置或距離之平面外測量裝置。在一個實施例中，位置測量裝置208包含測量深度之共焦顯微鏡。共焦顯微鏡可當聚焦於元件或表面上時基於焦平面之深度之偵測來測量深度(例如，沿Z方向之位置)。共焦顯微鏡可測量相對於晶粒上之其他位置之深度，舉例而言，其可偵測沿Z方向之深度橫越晶粒表面之改變，或者可測量絕對深度，例如晶粒表面距顯微鏡之距離。在一個實施例中，位置測量裝置208可使用重疊繞射或其他基於繞射之方法，諸如基於藉由晶粒內或晶粒上之光柵之散射來測量位置，亦即，相對位置或絕對位置。在一個實施例中，可基於晶粒之二維影像來判定晶粒之位置。舉例而言，可基於晶粒之邊緣或側之偵測來判定x偏移、y偏移、相對於x軸之旋轉角度，或相對於y軸之旋轉角度，其中可相對於晶粒致動器、支撐結構204上之位置等來判定該等偏移。在一個實施例中，可基於諸如藉由線內攝影機獲取的晶粒之一維影像來判定晶粒之位置。舉例而言，可基於在已知位置處獲取之一維影像(或準一維影像)來判定x偏移、y偏移、相對於x軸之旋轉角度，或相對於y軸之旋轉角度。可基於一維影像中之預期位置與一維影像中之實際位置之間的差異來判定預期位置與實際位置之間的差異。位置測量裝置208可在掃描模式中或自相對於支撐結構204之固定位置進行操作。

【0042】 圖3B描繪放置於晶粒致動器202上之供體晶粒302放置於支撐結構204上的平面視圖。可參考一或多個原點描述供體晶粒302之位置。為了便於描述，供體晶粒302之位置在此處參考其預期位置(例如，由自圖2A至圖2B之週期性 P_x 及週期性 P_y 及 Δz 給定)進行描述。供體晶粒302中之各者之位置可在自由空間中藉由六個座標，亦即， $\Delta x + \delta x$ 及 θx 且沿著

x軸、沿著y軸之 $\Delta y + \delta y$ 及 θy ，及沿著z軸之 $\Delta z + \delta z$ 及 θz 進行描述(如圖3A中所示)。角度 θi (其中i係x、y或z中的任一者)對應於供體晶粒302繞對應軸之旋轉角度。因為可存在平面外旋轉(例如，如圖3A中所示沿著 θz)，所以角度 θz 與角度 θy 可能並非互補的。供體晶粒302之位置可受拾取及放置元件216之準確性及再現性、晶粒致動器202之放置限制，且受支撐結構204之規律性限制。

【0043】 圖4A至圖4B係繪示獲得複數個目標位置之方法的示意圖。圖4A描繪晶粒致動器402上之目標晶粒412於支撐結構404上之橫截面視圖。目標晶粒412描繪為個別晶粒，然而，目標晶粒412可替代地為一或多個連續晶粒。舉例而言，目標晶粒412可為未經切割晶圓之目標晶粒，包括完全或相對未圖案化之晶圓。目標晶粒412可由一或多個晶粒致動器402支撐，或可放置於支撐結構404正上方。與圖3A至圖3B之供體晶粒302相似之目標晶粒412可為相同或不同的。目標晶粒412可與供體晶粒302相同，或可為不同的，包括對應於不同類型之電路系統、不同節點、記憶體對邏輯等。晶粒致動器402可具有如先前參考晶粒致動器202描述之一或多個特徵。支撐結構404可具有如先前參考支撐結構204描述之一或多個特徵。

【0044】 晶粒致動器402可藉由諸如類似於拾取及放置元件216之拾取及放置元件放置於支撐結構404上。目標晶粒412可藉由諸如拾取及放置元件216之拾取及放置元件放置於支撐結構404或晶粒致動器402上。預期位置(例如，目標晶粒412或晶粒致動器402之預期位置)可為有規律的，亦即，以週期性(例如，沿Y方向之週期性 P_Y' 及沿X方向之週期性 P_X')出現。拾取及放置元件216亦可在沿Z方向之給定位置(例如， $\Delta z'$ 或 $\Delta z' + \delta z'$)

下將目標晶粒412或晶粒致動器402放置於支撐結構404上。預期位置可歸因於拾取及放置元件之不準確性及再現性問題而不同於實際位置。拾取及放置元件可結合諸如位置測量裝置208之位置測量裝置(例如，反覆地)操作。位置測量裝置208可與圖3A之位置測量裝置208相同或不同。

【0045】 支撐結構404可為平面的，諸如晶圓。支撐結構404可以一方式經塑形為與(例如，圖2A之)支撐結構204互補或反之亦然。支撐結構404可具有一或多個對準標記406。對應於光柵之對準標記406僅為實例對準標記。對準標記406可補充(圖2A之)對準標記206。對準標記406可允許支撐結構404與(圖2A之)支撐結構204之對準。

【0046】 圖4B描繪放置於晶粒致動器402上之目標晶粒412放置於支撐結構404上的平面視圖。作為額外實例，圖4B之晶粒致動器402被描繪為對應於平面晶粒致動器402，而非如圖4A中所示之每目標晶粒412之個別晶粒致動器402。舉例而言，若目標晶粒412具有已知厚度(例如，平面化)且可僅要求平面內之位置調整，則可使用平面晶粒致動器402。可參考一或多個原點描述目標晶粒412之位置。為了便於描述，目標晶粒412之位置在此處參考其預期位置(例如，由週期性 P_x 及週期性 P_y 及 Δz 給定)進行描述。目標晶粒412中之各者之位置可在自由空間中藉由六個座標，亦即， $\delta x'$ 及 $\theta x'$ 且沿著x軸沿著y軸之 $\delta y'$ 及 $\theta y'$ ，及沿著z軸之 $\Delta z' + \delta z'$ 及 $\theta z'$ 進行描述(如圖4A中所示)。角度 θ_i 對應於目標晶粒412繞對應軸之旋轉角度。因為可存在平面外旋轉(例如，沿著 θz)，所以角度 θz 與角度 θy 可能並非互補的。目標晶粒412之位置可受拾取及放置元件216之準確性及再現性、晶粒致動器402之放置限制，且受支撐結構404之規律性限制。相較於經切割晶圓，對於完整晶圓，目標晶粒412之位置可更準確。在圖4B中，展

示替代性對準標記416，其補充圖2B中所展示之替代性對準標記212。

【0047】 圖5A至圖5B係繪示調整供體晶粒之位置之方法的示意圖。圖5A描繪在供體晶粒302之位置調整之後，晶粒致動器202上之供體晶粒302放置於支撐結構204上的橫截面視圖。可藉由晶粒致動器202之任何恰當動作來調整(例如，在位置上)供體晶粒302。將參考圖8至圖10進一步論述晶粒致動器之實例動作。

【0048】 晶粒致動器202可與位置測量裝置208協同操作。晶粒致動器202可基於或回應於藉由位置測量裝置208獲取之位置資訊而遞增地(或反覆地)調整供體晶粒302之位置。晶粒致動器202亦可或可替代地基於目標晶粒(例如，圖4A至圖4B之目標晶粒412)之位置資訊來調整供體晶粒302之位置。晶粒致動器202可嘗試將供體晶粒302移動至預期位置(例如，以補償晶粒致動器202之放置時之誤差)。在一些實施例中，晶粒致動器202可與目標晶粒之晶粒致動器(例如，圖4A至圖4B之目標晶粒412之晶粒致動器402)協同操作以在可能並非預期位置之位置處使供體晶粒302與目標晶粒對準。晶粒致動器202可相對於或不相對於支撐結構204上之位置(例如，諸如參考或不參考對準標記206)來對準供體晶粒302。晶粒致動器202可另外或替代地沿一或多個方向調整晶粒致動器202自身之位置。

【0049】 圖4B描繪在對準之後，放置於晶粒致動器202上之供體晶粒302放置於支撐結構204上的平面視圖。可參考一或多個原點描述供體晶粒302之位置。供體晶粒302中之各者之位置可在自由空間中藉由六個座標，亦即，沿著x軸之 δx 及 θx (其中 θx 指示與x軸之平行度)、沿著y軸之 δy 及 θy (其中 θy 指示與y軸之平行度)，及沿著z軸之 $\Delta z + \delta z$ 及 θz 進行描述(如圖4A中所示)，其中 θz 指示供體晶粒302之x-y縱向平面與支撐結構204

之間的平行度。供體晶粒302之位置可受晶粒致動器202之準確性及再現性限制且仍可包括放置誤差，其可小於當使用拾取及放置元件時之可能的放置誤差。

【0050】 圖6A至圖6D係繪示將供體晶粒放置於目標位置上之方法之步驟的示意圖。圖6A至圖6D係晶粒放置之各個步驟之橫截面視圖。圖6A描繪藉由使支撐結構204與支撐結構404接近而將供體晶粒302放置於目標晶粒412上。在圖6A中，支撐結構404被展示為靠近支撐結構204，然而，靠近之方向係相對的，因為支撐結構204可替代地或另外靠近支撐結構404。在圖6A中，支撐結構404被展示為旋轉(例如，繞x軸)以便補充支撐結構204之位置，然而，支撐結構204及支撐結構404中之任一者或兩者可在靠近之前旋轉或平移。支撐結構404可基於對準標記，例如基於對準標記406及對準標記206而與支撐結構204對準(例如，沿X方向、沿Y方向、沿Z方向、可旋轉地等)。

【0051】 圖6B描繪在目標晶粒412接觸供體晶粒302時，支撐結構404與支撐結構204之精細對準。支撐結構404、支撐結構204、晶粒致動器202或晶粒致動器402之調整可用以在目標晶粒412與供體晶粒302接觸時，提供供體晶粒302中之目標晶粒412之精細對準。供體晶粒302與目標晶粒412之對準可準確至200 nm內。當由晶粒致動器202或晶粒致動器402支撐時供體晶粒302與目標晶粒412之對準可比可僅藉由拾取及放置實現之對準更準確。當由晶粒致動器202或晶粒致動器402支撐時供體晶粒302於目標晶粒412上之放置可另外(或替代地)比藉由晶粒接合器之放置更快速。當由晶粒致動器202或晶粒致動器402支撐時供體晶粒302於目標晶粒412上之放置可為並非完整晶圓之各種晶粒，例如為無法藉由晶圓接合器

放置、對準或接合之經切割晶圓提供晶粒放置，該等晶圓接合器可要求供體晶粒302與目標晶粒412具有相同尺寸(例如，此可最適用於同質整合)。

【0052】圖6C描繪在目標晶粒412接觸供體晶粒302之後移除支撐結構204。供體晶粒302與目標晶粒412之接觸可包括供體晶粒302與目標晶粒412之黏附(例如，靜電黏附、凡得瓦爾力吸引等)或退火。在供體晶粒302黏附至目標晶粒412之後，可自晶粒致動器202釋放，包括以靜電方式釋放目標晶粒412。該釋放可包括晶粒致動器202與供體晶粒302之間的主動脫嚙，例如靜電排斥。在自晶粒致動器202釋放供體晶粒302之後，可移動支撐結構204以單獨晶粒致動器202與供體晶粒302。沿著Z方向描繪支撐結構204之移除，但是，可替代地或另外沿另一方向描繪支撐結構204之移除。在一些實施例中，支撐結構204之移除可包括支撐結構204之解構或分裂。

【0053】圖6D描繪在供體晶粒302黏附至接觸晶粒412之後移除支撐結構404。接觸晶粒412中之供體晶粒302可由例如收集插座、晶片饋送器線等之另一支撐結構(未描繪)支撐。如參考供體晶粒302自晶粒致動器202及支撐結構204之釋放所描述，可自晶粒致動器402及支撐結構404主動地或被動地釋放目標晶粒412。供體晶粒302與接觸晶粒412可在移除支撐結構404 (或移除支撐結構204)之前或之後退火或者以電、實體、化學等方式連結。供體晶粒302與目標晶粒412一旦連結便可充當例如電路系統之單一單元。供體晶粒302及目標晶粒412可諸如經由微影進一步經處理，可諸如經由電測試進一步經分析，可進一步經切割，可進一步整合，包括與額外晶粒(例如，諸如額外供體晶粒302、額外目標晶粒412、不同類型之額外晶粒等)整合，可經封裝等。

【0054】 圖7係繪示晶粒對準之方法的流程圖。下文詳細描述此等操作中之各者。下文呈現之方法700的操作意欲為說明性的。在一些實施例中，方法700可用未描述的一或多個額外操作及/或不用所論述之操作之一或多者來實現。另外，在圖7中繪示及在下文描述方法700之操作的次序並不意欲為限制性的。在一些實施例中，方法700之一或多個部分可(例如，藉由模擬、模型化等)實施於一或多個處理裝置(例如，一或多個處理器)中。一或多個處理裝置可包括回應於以電子方式儲存於電子儲存媒體上之指令而執行方法700之操作中之一些或全部的一或多個裝置。一或多個處理裝置可包括透過硬體、韌體及/或軟體來組態之一或多個裝置，該硬體、韌體及/或軟體經專門設計用於執行例如方法700之操作之一或多者。

【0055】 在操作710處，獲得複數個目標位置。目標位置可對應於複數個目標晶粒之位置。目標位置可對應於目標晶圓上之複數個位置。目標位置可為位置(例如，在三維中諸如沿著X軸、Y軸及Z軸之位置、在六個方向上諸如沿著X軸、Y軸及Z軸且相對於繞彼等軸之旋轉角度的位置等)。目標位置可為目標的或目標上的例如2個或更多個位置之位置集(諸如與圖1A之電活性區域108相似之電活性區域)，供體晶粒之區域將接合至該等位置集。

【0056】 可自目標圖案，例如自目標位置之平面獲得複數個目標位置。可例如自經製造目標晶粒、目標晶圓等獲得用於測量之複數個目標位置。可以任何恰當座標系，諸如相對於目標晶圓上、晶粒致動器上、支撐結構上等之一或多個對準標記來獲得複數個目標位置。

【0057】 在一些實施例中，晶粒致動器可基於所獲得之複數個目標

位置而放置於支撐結構上。亦即，複數個目標位置可用以向拾取及放置元件通知何時放置複數個晶粒致動器。在一些實施例中，供體晶粒可基於所獲得之複數個目標位置而放置於晶粒致動器上。亦即，複數個目標位置可用以向拾取及放置元件通知何時放置複數個供體晶粒。

【0058】 在操作720處，獲得複數個供體晶粒位置。可經由沿著一或多個維度對供體晶粒之一或多個位置之測量來獲得供體晶粒位置。複數個供體晶粒之位置可在平面內(例如，在x-y平面中)經由第一方法進行測量且在平面外(例如，沿Z方向)經由第二方法進行測量。舉例而言，可在平面內基於一或多個影像測量複數個供體晶粒之位置。可自二維影像獲得複數個供體晶粒之位置，該二維影像可展示供體晶粒之邊緣或拐角相對於支撐結構上或晶粒致動器上之位置的位置。可基於供體晶粒之曝露表面上之特徵(例如，電活性區域)獲得複數個供體晶粒之位置。供體晶粒之此等特徵可被用作對準標記或參考標記。在一些實施例中，可包括作為供體晶粒之曝露特徵的對準標記。對準標記可具體地為了晶粒接合而被添加或可為對應於先前製造步驟之對準標記。

【0059】 在操作730處，調整複數個供體晶粒之位置。調整包括其中諸如若經測量位置對應於臨限值內之目標位置，則位置在測量之後極小被調整或實質上不被調整之狀況。可藉由晶粒致動器之動作調整複數個供體晶粒之位置。晶粒致動器可調整支撐供體晶粒夾盤之一或多個支撐件(例如，支柱)或其他供體晶粒支撐件之長度、位置、角度。可控制，包括電控制晶粒致動器。此係藉由一或多個測量系統，諸如併入有位置測量元件之測量系統。晶粒致動器可受諸如一或多個測量系統之系統控制，該系統亦控制拾取及放置元件。複數個供體晶粒之位置之調整可對應於一或多

個供體晶粒夾盤之調整。複數個供體晶粒之位置之調整可對應於一或多個供體晶粒致動器之位置之調整。

【0060】 複數個供體晶粒之位置之調整可包括複數個供體晶粒位置之反覆測量，包括在調整發生時。在一或多個實施例中，可針對臨限數目次反覆(例如，1次反覆、2次反覆等)使用反覆測量及調整步驟。在一或多個實施例中，可使用反覆測量及調整步驟直至達到臨限供體晶粒放置，諸如自預期位置之最小偏移為止。在一或多個實施例中，可藉由供體晶粒放置與供體晶粒預期位置之間的差異超過臨限值而觸發反覆調整。舉例而言，可獲取複數個供體晶粒位置，可調整複數個供體晶粒之位置，且可獲得複數個經調整供體晶粒位置。基於判定經調整供體晶粒位置之臨限值內符合預期位置，可退出測量及調整之反覆。基於判定經調整供體晶粒位置在臨限值內不符合預期位置，可繼續測量及調整之反覆。

【0061】 在操作740處，將複數個供體晶粒放置於複數個目標位置上。可藉由移動一或多個支撐結構或一或多個晶粒致動器，將供體晶粒放置於目標位置上。在供體晶粒接觸目標位置時，目標位置中之供體晶粒可經歷自對準。舉例而言，供體晶粒可相對於目標位置偏置，使得供體晶粒之電活性區域被吸引至目標位置之某些區域，諸如電吸引力區域。複數個供體晶粒可黏附至複數個目標位置。複數個供體晶粒可諸如藉由退火接合至複數個目標位置。可自複數個晶粒致動器或自支撐結構釋放複數個供體晶粒。

【0062】 在一些實施例中，額外供體晶粒集可放置於複數個晶粒致動器上。舉例而言，若目標位置對應於目標晶圓之目標位置，則針對該等目標晶圓中之一者獲取之目標位置可應用於具有相同製造參數之額外目標

晶圓。在另一實例中，若多個晶粒將被堆疊，則當發生第一層堆疊，例如用於第一層堆疊之供體晶粒位置可被用作用於第二層堆疊之目標位置時，可獲取用於第二層堆疊之目標位置。

【0063】 如上文所描述，方法700（及/或本文中描述之其他方法及系統）經組態以用於多個晶粒之對準。

【0064】 圖8A至圖8B係繪示實例晶粒致動器之示意圖。圖8A係由主體802、晶粒致動器夾具804、剪切壓電元件808、晶粒平台810及晶粒夾具812組成之實例晶粒致動器之橫截面視圖。亦描繪供體晶粒820及支撐結構830。晶粒致動器之主體802可含有一或多個晶粒致動器電極840。主體802可在x-y平面中具有大約10 mm×10 mm之尺寸。主體802可由金屬、半導體材料（諸如矽、二氧化矽等）製成。可藉由增材或減材製造來製造主體802。可藉由三維印刷來製造主體802。主體802之側壁相較於晶粒平台810之高度可更高或更短。晶粒致動器夾具804可為靜電夾具。晶粒致動器夾具804可為電容夾具。晶粒致動器夾具可在兩個夾具（其可為靜電夾具，可為電容夾具等）之間含納剪切壓電材料，其中夾具及剪切壓電元件中之各者可各自獨立地操作。晶粒致動器夾具804可將高電壓（其可為恆定的或變化信號）施加至晶粒致動器之主體802之表面，施加至剪切壓電元件808之表面，且施加至晶粒平台810之表面以誘發晶粒致動器夾具804與主體802、晶粒平台810或剪切壓電元件808之表面之間的吸引。當經嚙合時，晶粒致動器夾具804可防止主體802、晶粒平台810或剪切壓電元件808相對於彼此移動（例如，防止晶粒平台810相對於主體802滑動）。當經釋放時，晶粒致動器夾具804可允許主體802、晶粒平台810或剪切壓電元件808之表面滑動至超過彼此。晶粒致動器夾具804可操作以產生剪切壓

電元件808、主體802及晶粒平台810之間的微步進器功能性。

【0065】 支撐結構830可含有一或多個控制器電極842，其可與晶粒致動器電極840一起操作以供應功率至晶粒致動器且控制晶粒致動器。一或多個控制器電極842可諸如以電感、電容(例如，透過電容式充電)等方式供應功率至晶粒致動器電極。儘管一或多個控制器電極842及一或多個晶粒致動器電極840經展示為藉由主體802及支撐結構830之深度分開，但應理解，一或多個控制器電極可為表面電極且一或多個晶粒致動器電極可為表面電極。一或多個控制器電極可供應功率、致動信號、控制信號等，包括藉由不同的一或多個控制器電極進行供應。信號可為無線的、基於阻抗的、電容式、基於電壓的、基於電流的等。舉例而言，一或多個控制器842電極中之給定者可供應功率，而一或多個控制器電極842中之另一者可針對給定晶粒致動器夾具804供應控制信號。一或多個晶粒致動器電極840亦可對應於晶粒致動器之不同元件。舉例而言，一或多個晶粒致動器電極840中之給定者可對應於晶粒致動器夾具中之給定者之夾緊，而一或多個晶粒致動器電極840中之另一者對應於針對晶粒致動器夾具中之給定者之釋放效應。可藉由一或多個控制器電極842向晶粒致動器電極840提供引起晶粒致動器致動之信號。舉例而言，可繼而基於來自一或多個控制器電極842之數位或類比信號來致動(例如，接通或關斷)與壓電元件808及晶粒致動器夾具804對應之晶粒致動器電極840。

【0066】 一或多個控制器電極842與一或多個晶粒致動器電極840之間的關係可為已知的(例如，基於晶粒致動器主體802於支撐結構830上之經測量放置)或可諸如藉由繼而提供測試信號至一或多個控制器電極842中之各者且觀測(例如，以實驗方式)晶粒致動器上之對應效應進行判定，該

等對應效應可包括夾緊、釋放、壓電動作等。

【0067】 支撐結構830可為設置有經圖案化電極之晶圓，例如矽晶圓上之二氧化矽。支撐結構可為印刷電路板(PCB)，包括陶瓷PCB。支撐結構830可為諸如由鐵氟龍(Teflon)或另一惰性材料構成之具有嵌入電極之晶圓夾盤。

【0068】 晶粒致動器可藉由調整晶粒夾具812之一或多個支撐件之位置進行操作。晶粒夾具812可為靜電夾具，其用以夾緊或釋放供體晶粒820。晶粒夾具812可將高電壓(其可為恆定的或變化信號)施加至供體晶粒820以誘發晶粒夾具812與供體晶粒820之間的靜電吸引以提供供體晶粒820至晶粒夾具812之黏附。可藉由在晶粒致動器電極842處接收之電壓信號來致動晶粒夾具812。晶粒平台810經描繪為由至少兩個支腿816支撐(在橫截面視圖中展示)，該等至少兩個支腿轉而由晶粒致動器夾具804及剪切壓電元件818支撐。可透過使用剪切壓電元件808調整支腿816支撐晶粒平台810之位置，該等剪切壓電元件可結合晶粒致動器夾具804中之兩者或更多者操作為步進器。其中與支撐晶粒平台810之支腿816對應之兩個或更多個晶粒致動器夾具804交替地抓緊及釋放的步進器功能可用以消除自晶粒平台810之移動之遲滯，其中剪切壓電元件可易受遲滯及漂移影響。支腿816可為能夠耐受與供體晶粒820於晶粒平台810上之放置及供體晶粒820於目標晶粒上之放置一致的彎曲及力(例如，能夠耐受壓力而不斷裂或能夠在變形之後回彈)的金屬或其他材料。儘管兩個支腿816經展示為支撐晶粒平台810，但應理解可使用更多支腿816，且彼等支腿816在y平面中可能彼此不共平面(僅為便於描述進行展示)。支腿816可進一步經建構為諸如藉由併入彈簧片、其他彈簧元件、彎曲元件等而耐受來自晶粒放

置之力。支腿816可藉由線放電加工(線-EDM)，藉由雷射切割等而形成。支腿816可具有相對於晶粒平台之基底(例如，支腳)或相對於晶粒平台(例如，相對於供體晶粒)之角度。支腿816之厚度可經調整以便調整晶粒平台810之剛度。

【0069】 圖8B係圖8A之實例晶粒致動器之一部分的橫截面視圖。圖8B描繪主體802之一部分、剪切壓電元件808，及晶粒平台810之一部分。圖8B亦描繪可一起操作以形成微步進器之三個晶粒致動器夾具804A至804C，該微步進器藉由調整支腿816之位置來調整晶粒平台810之位置。可諸如藉由施加電位來更改剪切壓電元件808。剪切壓電元件808經展示為能夠沿著y方向彎曲，但是此描述僅作為實例且剪切壓電元件808可以其他方式，諸如在大小上(例如，藉由收縮之延長)，或沿著不同方向更改。剪切壓電元件808可經歷漂移或遲滯(諸如可為一些類型之壓電材料之屬性)。為了緩解此等因素，剪切壓電元件808可與主體802之不動支柱或其他部分一起使用以操作為步進器。

【0070】 在步進器模式中，晶粒致動器夾具804A至804C可在循環中夾緊及釋放以調整支腿816之基底之位置且因此調整供體晶粒(例如，圖8A之供體晶粒820)之位置。舉例而言，為了朝向正y方向移動支腿816，晶粒致動器夾具804A可被釋放(例如，接收到用以釋放靜電夾緊或其他夾緊之信號，其可為自接通電壓至關斷電壓之電壓降)，而晶粒致動器夾具804A至804C保持夾緊(例如，接收到用以保持夾具之信號，其可為接通電壓信號或維持相同)。一旦晶粒致動器夾具804A經釋放，便可啟動剪切壓電元件808 (例如，接收到電壓變化信號，例如人自大正電壓至大負電壓之切換)，其可使剪切壓電元件808自其初始位置移動至經激發位置，諸如

藉由虛線平行四邊形850展示之位置。虛線平行四邊形850僅提供為實例，且可藉由剪切壓電元件808之材料及初始組態判定壓電元件808之經激發位置。剪切壓電元件808之啟動可因此沿正y方向如藉由虛線圖852 (對應於晶粒致動器夾具804B之位置)及虛線圖854 (對應於晶粒平台810之位置)所展示地移動支腿816 (及晶粒平台810)。在剪切壓電元件808保持拉緊時，晶粒致動器夾具804A可夾緊(例如，可接收到用以發起夾緊之信號，其可為自關斷電壓至接通電壓之電壓切換)，其可將支腿816及晶粒平台810固持在新位置處。一旦晶粒致動器夾具804A夾緊，便可釋放晶粒致動器夾具804B或804C (例如，接收到釋放夾緊之信號，其可為自接通電壓至關斷電壓之電壓降)。此可允許剪切壓電元件808撤銷啟動(例如，停用，其可對應於接收到電壓變化信號，例如返回至接近零電壓或自大負電壓改變為大正電壓)且返回至初始或鬆開確認。壓電元件808可在晶粒致動器夾具804A至804C之夾緊及釋放之循環中被啟用及停用(或沿一個方向被啟用且接著沿另一方向被啟用而非停用)，以便使支腿816、晶粒平台810及供體晶粒(例如，圖8A之供體晶粒820)之位置「步進」或遞增地移動。

【0071】 多個壓電元件(諸如壓電元件808)可用以提供支腿816、晶粒平台810及供體晶粒(例如，圖8A之供體晶粒820)之多方向的調整。舉例而言，可存在可沿著x方向移動支腿之基底的一或多個晶粒致動器夾具及剪切壓電元件之額外行(未展示)。在一個實施例中，多個剪切壓電元件可用以在晶粒致動器夾具804A脫嚙時，諸如藉由沿y方向啟動剪切壓電元件808且亦沿x方向啟動剪切壓電元件(未展示)兩者，一次沿多個方向移動支腿816。在一個實施例中，剪切壓電元件可用以一次一個地沿多個方向(例如，連續)移動支腿816。

【0072】圖9係繪示實例拾取及放置系統與實例晶粒致動器之間的關係的示意圖。圖9係實例晶粒致動器(例如，圖8之晶粒致動器)放置於支撐結構(例如，圖8之支撐結構830)上之橫截面視圖。可藉由拾取及放置元件(例如，圖2A之拾取及放置元件216)移動晶粒致動器。可藉由拾取及放置元件透過諸如端效器902之專用端效器拾取、載送、放置或以其他方式操控晶粒致動器。端效器902可經塑形為接觸晶粒致動器之主體(例如，圖8之主體802)。端效器902可以靜電方式、透過使用抽吸、經由液壓效應等黏附或吸引晶粒致動器之主體。端效器902可具有敞開或閉合元件(例如，抓取器臂或其他滑動元件)，其可用以選擇或固持晶粒致動器。端效器902可具有類似於晶粒致動器之主體810之外部尺寸的尺寸。晶粒致動器之主體810可具有沿z方向突出的側壁以使得端效器902能夠黏附至晶粒致動器。端效器902可具有一或多個釋放機構，以便在晶粒致動器放置於支撐結構上之後釋放該晶粒致動器之主體。如所描繪，端效器902含有藉由虛線橢圓910識別之黏附元件。黏附元件可為靜電、抽吸、電容式等黏附元件。黏附元件可為任何恰當的黏附元件，包括參考圖2A之拾取及放置元件216描述之彼等黏附元件。黏附元件被描繪為與晶粒致動器之主體810之豎直平面相互作用，但是可替代地與晶粒致動器之其他平面或單一平面相互作用。舉例而言，晶粒致動器可含有水平面或基座，拾取及放置元件藉由抽吸與該水平面或基座相互作用。在另一實例中，晶粒致動器可含有沿著x方向上的兩側及y方向上的兩側環繞供體晶粒820的豎直位置。在此實例中，端效器902可含有滑動元件，其諸如透過凡得瓦爾力、運用摩擦襯墊等抓取四個環繞平面中之各者。滑動元件可鬆開(例如，朝外展開)以釋放晶粒致動器。

【0073】 圖10A至圖10B係繪示實例晶粒致動器之示意圖。圖10A係實例晶粒致動器1000之平面視圖，而圖10B係實例晶粒致動器1000之正交視圖。實例晶粒致動器1000具有晶粒平台1010，其可進一步包括晶粒夾具或緊固供體晶粒(或目標晶粒)之其他構件。實例晶粒致動器1000具有支撐晶粒平台1010之三個支撐件(例如，支腿、結構體等)1030A至1030C。三個支撐件1030A至1030C係帶凹口彈簧片，其以45°角(不過可使用其他角度)與晶粒平台連結。帶凹口彈簧片可為相對平坦的，具有3 mm之實例長度及0.1 mm之實例厚度。彈簧片之凹口(藉由支撐件1030B中之虛線橢圓1040識別)可由切割至彈簧片之平面表面中之空隙形成。彈簧片之凹口可降低彈簧片之剛度。可調整彈簧片之無凹口部分的寬度(例如，凹口空隙之間的窄區)以提供所要剛度。帶凹口彈簧片可具有諸如與凹口一致的預成型褶(例如，彎曲部)。三個支撐件1030A至1030C中之各者繼而由支腳(例如，支腳1020A至1020B)支撐，該等支腳可為與支撐平台的接觸點或可擱置於晶粒致動器之主體上。三個支撐件1030A至1030C亦以45°角(不過可使用其他角度)與支腳1020A至1020B連結。在實例晶粒致動器1000中，三個支撐件1030A至1030C提供對晶粒平台1010 (及因此對由晶粒平台1010支撐之供體晶粒)的定位調整。可藉由對應支腳1020A至1020C之移動來調整三個支撐件1030A至1030C中之各者。可沿著x-y平面在至少兩個正交方向上(例如，沿著x方向且沿著y方向或沿著相對於x軸及y軸旋轉之另兩個軸集)調整支腳1020A至1020C中之各者。藉由移動支腳1020A至1020C中之各者，亦可沿平面外方向(例如，沿著z方向)調整晶粒平台1010。舉例而言，可藉由朝內移動支腳1020A至1020C中之各者而沿z方向升高晶粒平台1010，且可藉由朝外移動支腳1020A至1020C中之各

者而降低晶粒平台1010。三個支撐件1030A至1030C被描繪為彈簧片，但是可替代地或另外為任何其他恰當支撐件。所描繪之三個支撐件1030A至1030C可為諸如相對於六個自由度調整供體晶粒之位置所需的最小數目之支撐件。然而，可使用更多支撐件。替代地，若僅相對於三個自由度(例如，不考量旋轉、僅x-y平面中之自由度)調整供體晶粒，則可使用較少支撐件。可藉由機械加工、微機械加工等構造晶粒致動器1000。晶粒致動器1000可由單一材料(例如，藉由破壞性機械加工)構造而成、由多種材料(例如，藉由增材機械加工)構造而成，或由類似材料及不同材料之組合構造而成。

【0074】 圖11係繪示晶粒致動器調整之方法的流程圖。下文詳細描述此等操作中之各者。下文呈現的方法1100之操作意欲為說明性的。在一些實施例中，方法1100可用未描述之一或多個額外操作及/或不用所論述之操作中之一些或多者來實現。另外，在圖11中繪示及在下文描述方法1100之操作的次序並不意欲為限制性的。在一些實施例中，方法1100之一或多個部分可(例如藉由模擬、模型化等)實施於一或多個處理裝置(例如一或多個處理器)中。一或多個處理裝置可包括回應於以電子方式儲存於電子儲存媒體上之指令而執行方法1100的操作中之一些或全部之一或多個裝置。一或多個處理裝置可包括透過硬體、韌體及/或軟體來組態之一或多個裝置，該硬體、韌體及/或軟體經專門設計用於執行例如方法1100之操作中之一些或多者。

【0075】 在操作1110處，獲得供體晶粒位置。可使用任何恰當方法，包括先前參考圖7之操作720所描述之彼等方法，獲得供體晶粒位置。可測量或可自儲存裝置獲得供體晶粒位置。

【0076】 在操作1120處，獲得對應於供體晶粒位置的目標位置。可使用任何恰當方法，包括先前參考圖7之操作710所描述之彼等方法，獲得目標位置。可測量或可自儲存裝置獲得目標位置。可自複數個目標位置中識別對應於供體晶粒之目標位置。

【0077】 在一些實施例中，可以相反次序獲得供體晶粒位置及目標位置，本文中提供之操作次序僅為了說明且不應被視為限制性的。在一些實施例中，基於目標位置判定預期供體晶粒位置。舉例而言，可基於理想目標位置與實際目標位置之間的差異來判定供體晶粒之對應位置(亦即，預期供體晶粒位置)。在一些實施例中，可判定供體晶粒位置與預期供體晶粒位置之間的差異。可相對於一或多個方向，諸如相對於高達六個自由度來判定該差異。預期供體晶粒位置與供體晶粒位置之間的差異可用以判定在多達六個自由度上之調整因素，其中調整因素可為距離、旋轉角度等。

【0078】 在操作1130處，調整供體晶粒之位置。可藉由壓電致動器或其他致動器調整供體晶粒之位置。可藉由將電致動(或其他致動)施加至一或多個支撐件以伸長或縮短支撐件，調整供體晶粒之位置。可藉由將電致動施加至一或多個支撐件之支腳(諸如經由壓電微步進器)以一次沿一或多個方向移動一或多個支撐件之基底，調整供體晶粒之位置。可基於供體晶粒位置、目標位置、供體晶粒位置與目標位置之間的關係等調整供體晶粒之位置。可使用任何恰當方法，諸如參考圖7至圖10描述之彼等方法，調整供體晶粒之位置。在一些實施例中，可在調整之後測量(或以其他方式獲得)供體晶粒之位置。可反覆地測量及調整供體晶粒之位置。在一些實施例中，可依據調整來追蹤供體晶粒之位置，以便判定一或多個調整致

動器之漂移或改良未來調整。

【0079】 如上文所描述，方法1100 (及/或本文中描述之其他方法及系統)經組態以用於晶粒之位置調整。

【0080】 圖12為可用於本文中所描述之操作中之一或多者的實例電腦系統CS之圖解。電腦系統CS包括用於傳達資訊之匯流排BS或其他通信機構，及與匯流排BS耦接以處理資訊之處理器PRO (或多個處理器)。電腦系統CS亦包括耦接至匯流排BS以用於儲存待由處理器PRO執行之資訊及指令的主記憶體MM，諸如隨機存取記憶體(RAM)或其他動態儲存裝置。主記憶體MM亦可用於在處理器PRO執行指令期間儲存暫時性變數或其他中間資訊。電腦系統CS進一步包括耦接至匯流排BS以用於儲存用於處理器PRO之靜態資訊及指令的唯讀記憶體(ROM) ROM或其他靜態儲存裝置。提供諸如磁碟或光碟之儲存裝置SD，且將其耦接至匯流排BS以用於儲存資訊及指令。

【0081】 電腦系統CS可經由匯流排BS耦接至用於向電腦使用者顯示資訊之顯示器DS，諸如陰極射線管(CRT)，或平板或觸控面板顯示器。包括文數字及其他按鍵之輸入裝置ID耦接至匯流排BS以用於將資訊及命令選擇傳達至處理器PRO。另一類型之使用者輸入裝置為用於將方向資訊及命令選擇傳達至處理器PRO且用於控制顯示器DS上之游標移動的游標控制件CC，諸如滑鼠、軌跡球或游標方向按鍵。此輸入裝置通常具有在兩個軸(第一軸(例如，x)及第二軸(例如，y))上之兩個自由度，從而允許該裝置指定平面中之位置。觸控面板(螢幕)顯示器亦可被用作輸入裝置。

【0082】 在一些實施例中，本文中所描述之一或多種方法的部分可藉由電腦系統CS回應於處理器PRO執行主記憶體MM中所含有之一或多個

指令之一或多個序列而執行。可將此等指令自另一電腦可讀媒體(諸如儲存裝置SD)讀取至主記憶體MM中。主記憶體MM中所包括之指令序列的執行使得處理器PRO執行本文中所描述之程序步驟(操作)。呈多處理配置之一或多個處理器亦可用於執行主記憶體MM中所含有之指令序列。在一些實施例中，可代替或結合軟體指令而使用硬接線電路系統。因此，本文中之描述不限於硬體電路系統及軟體之任何特定組合。

【0083】 如本文中所使用之術語「電腦可讀媒體」及/或「機器可讀媒體」係指參與將指令提供至處理器PRO以供執行之任何媒體。此媒體可採取許多形式，包括但不限於非揮發性媒體、揮發性媒體及傳輸媒體。非揮發性媒體包括例如光碟或磁碟，諸如儲存裝置SD。揮發性媒體包括動態記憶體，諸如主記憶體MM。傳輸媒體包括同軸纜線、銅線及光纖，包括包含匯流排BS之線。傳輸媒體亦可採取聲波或光波之形式，諸如在射頻(RF)及紅外線(IR)資料通信期間產生之聲波或光波。電腦可讀媒體可為非暫時性的，例如軟碟、可撓性磁碟、硬碟、磁帶、任何其他磁性媒體、CD-ROM、DVD、任何其他光學媒體、打孔卡、紙帶、具有孔圖案之任何其他實體媒體、RAM、PROM及EPROM、FLASH-EPROM、任何其他記憶體晶片或卡匣。非暫時性電腦可讀媒體可具有其上記錄之指令。該等指令在由電腦執行時可實施本文中所描述之操作中之任一者。舉例而言，暫時性電腦可讀媒體可包括載波或其他傳播電磁信號。

【0084】 可在將一或多個指令之一或多個序列攜載至處理器PRO以供執行時涉及電腦可讀媒體之各種形式。舉例而言，最初可將該等指令承載於遠端電腦之磁碟上。遠端電腦可將指令載入至其動態記憶體內，且使用數據機經由電話線而發送指令。在電腦系統CS本端之數據機可接收電

話線上之資料，且使用紅外線傳輸器將資料轉換為紅外線信號。耦接至匯流排BS之紅外線偵測器可接收紅外線信號中所攜載之資料且將資料放置於匯流排BS上。匯流排BS將資料攜載至主記憶體MM，處理器PRO自該主記憶體擷取且執行指令。由主記憶體MM接收之指令可視情況在由處理器PRO執行之前或之後儲存於儲存裝置SD上。

【0085】 電腦系統CS亦可包括耦接至匯流排BS之通信介面CI。通信介面CI提供與網路鏈路NDL之雙向資料通信耦接，該網路鏈路NDL連接至區域網路LAN。舉例而言，通信介面CI可為整合式服務數位網路(ISDN)卡或數據機以提供至對應類型之電話線的資料通信連接。作為另一實例，通信介面CI可為區域網路(LAN)卡以提供與相容LAN的資料通信連接。亦可實施無線鏈路。在任何此類實施方式中，通信介面CI發送且接收攜載表示各種類型之資訊之數位資料串流的電信號、電磁信號或光學信號。

【0086】 網路鏈路NDL通常透過一或多個網路提供與其他資料裝置之資料通信。舉例而言，網路鏈路NDL可透過區域網路LAN提供與主機電腦HC之連接。此可包括透過全球封包資料通信網路(現在通常稱為「網際網路」INT)而提供資料通信服務。區域網路LAN (網際網路)可使用攜載數位資料串流之電信號、電磁信號或光學信號。透過各種網路之信號及在網路資料鏈路NDL上且透過通信介面CI之信號為輸送資訊的例示性載波形式，該等信號將數位資料攜載至電腦系統CS且自該電腦系統攜載數位資料。

【0087】 電腦系統CS可透過網路、網路資料鏈路NDL及通信介面CI發送訊息及接收資料(包括程式碼)。在網際網路實例中，主機電腦HC

可透過網際網路INT、網路資料鏈路NDL、區域網路LAN及通信介面CI傳輸用於應用程式之經請求碼。例如，一個此類經下載應用程式可提供本文中所描述之方法的全部或部分。所接收程式碼可在其經接收時由處理器PRO執行，且/或儲存於儲存裝置SD或其他非揮發性儲存器中以供稍後執行。以此方式，電腦系統CS可獲得呈載波之形式之應用程式碼。

【0088】 在以下經編號條項中定義本發明之實施例：

條項1：一種用於晶粒放置之方法，其包含：

獲得用於複數個供體晶粒之複數個目標位置；

測量該複數個供體晶粒之位置，該複數個供體晶粒由複數個晶粒致動器支撐；

使用該複數個晶粒致動器將該複數個供體晶粒之該等位置調整為實質上對應於該複數個目標位置；及

將該複數個供體晶粒放置於該複數個目標位置上。

條項2：如條項1之方法，其中測量該複數個供體晶粒之該等位置包含：

將該複數個供體晶粒放置至該複數個晶粒致動器上，該複數個晶粒致動器由一支撐結構支撐；及

相對於該支撐結構測量該複數個供體晶粒之該等位置。

條項3：如條項2之方法，其中測量該複數個供體晶粒之該等位置進一步包含：

基於用於該複數個供體晶粒之該複數個目標位置，將該複數個晶粒致動器放置於該支撐結構上。

條項4：如條項2之方法，其中將該複數個晶粒致動器放置於該支撐

結構上包含使用一拾取及放置工具將該複數個晶粒致動器放置於該支撐結構上，該支撐結構經組態以實質上對應於該複數個目標位置。

條項5：如條項2至4中任一項之方法，其中放置該複數個供體晶粒進一步包含：

判定用於多個供體晶粒之一品質度量的一值；及

基於對該品質度量之該值滿足一臨限值的一判定，自該多個供體晶粒中選擇該複數個供體晶粒進行放置。

條項6：如條項1之方法，其中使用該複數個晶粒致動器調整該複數個供體晶粒之該等位置包含：

藉由支撐該等供體晶粒夾盤之可調整支撐件的致動，調整由該複數個晶粒致動器之供體晶粒夾盤支撐的該複數個供體晶粒之位置。

條項7：如條項6之方法，其中可相對於六個自由度調整該複數個供體晶粒之該等位置。

條項8：如條項1之方法，其中獲得用於該複數個供體晶粒之該複數個目標位置包含在多達六個自由度上獲得用於該複數個供體晶粒之該複數個目標位置，且其中測量該複數個供體晶粒之該等位置包含在多達六個自由度上測量該複數個供體晶粒之該等位置。

條項9：如條項1之方法，其中獲得用於該複數個供體晶粒之該複數個目標位置包含：

測量用於該複數個供體晶粒之該複數個目標位置。

條項10：如條項1之方法，其中調整該複數個供體晶粒之該等位置包含：

判定該複數個供體晶粒之該等位置是否對應於該複數個目標位置；

基於對該複數個供體之該等位置不對應於該複數個目標位置的一判定，藉由該複數個晶粒致動器之可調整支撐件的致動來調整該複數個供體晶粒之該等位置。

條項11：如條項1之方法，其中將該複數個供體晶粒放置於該複數個目標位置上進一步包含：

使該複數個供體晶粒與該複數個晶粒致動器脫嚙；及

將該複數個供體晶粒接合至該複數個目標位置。

條項12：如條項11之方法，其進一步包含：

將第二複數個供體晶粒放置至該複數個晶粒致動器上；

測量該第二複數個供體晶粒之位置；

使用該複數個晶粒致動器將該第二複數個供體晶粒之該等位置調整為實質上對應於該複數個目標位置；及

將該第二複數個供體晶粒放置於該複數個目標位置上。

條項13：如條項11之方法，其進一步包含：

獲得用於第二複數個供體晶粒之第二複數個目標位置；

將該第二複數個供體晶粒放置至該複數個晶粒致動器上；

測量該第二複數個供體晶粒之位置；

使用該複數個晶粒致動器將該第二複數個供體晶粒之該等位置調整為實質上對應於該第二複數個目標位置；及

將該第二複數個供體晶粒放置於該第二複數個目標位置上。

條項14：如條項1之方法，其進一步包含：

將該複數個供體晶粒之金屬觸點退火至該複數個目標位置上之金屬觸點。

條項15：如條項1之方法，其中該複數個目標位置包含複數個目標晶粒。

條項16：如條項1之方法，其中測量該複數個供體晶粒之該等位置包含測量該複數個供體晶粒上之觸點的位置。

條項17：如條項16之方法，其中測量該等觸點之該等位置包含基於光學影像測量該等觸點之位置。

條項18：如條項16之方法，其中測量該等觸點之位置包含基於共焦成像測量該等觸點之位置。

條項19：一種晶粒致動器，其包含：

一供體晶粒夾盤；及

支撐該供體晶粒夾盤之至少三個可調整支撐件，該供體晶粒夾盤之一位置可藉由該等可調整支撐件之致動來控制。

條項20：如條項19之晶粒致動器，其中該等可調整支撐件包含壓電步進器，且其中可藉由該等壓電步進器之電調整來控制該供體晶粒夾盤之該位置。

條項21：如條項19之晶粒致動器，其中可在多達六個自由度上控制該供體晶粒夾盤之該位置。

條項22：如條項19之晶粒致動器，其進一步包含一靜電夾具，該供體晶粒夾盤能夠經由該靜電夾具固持一供體晶粒。

條項23：如條項19之晶粒致動器，其進一步包含電極，該等電極能夠接收用於該等可調整支撐件之元件之致動的信號。

條項24：如條項23之晶粒致動器，其中一第一電極電連接至一壓電元件，該第一電極能夠接收對應於該壓電元件之機械致動的一信號。

條項25：如條項23之晶粒致動器，其中一第二電極電連接至一夾持元件，該第二電極能夠接收對應於該夾持元件之嚙合或該夾持元件之鬆開的一信號。

條項26：如條項23之晶粒致動器，其中用於該等可調整支撐件之該等元件之致動的該等信號係電感信號。

條項27：如條項23之晶粒致動器，其中用於該等可調整支撐件之該等元件之致動的該等信號係電容信號。

條項28：一種包含條項19至27之複數個晶粒致動器的支撐結構。

條項29：一種設備，其包含：

複數個晶粒致動器，其中晶粒致動器包含：

供體晶粒夾盤，其各自用於支撐一相關聯的供體晶粒，各供體晶粒夾盤之一位置可藉由該供體晶粒夾盤之致動來控制；及

一測量系統，其在功能上耦接至該複數個晶粒致動器，且經組態以：

獲得用於複數個供體晶粒之複數個目標位置；

獲得由該等供體晶粒夾盤支撐之該複數個供體晶粒之位置；及

藉由該等供體晶粒夾盤之致動來調整該複數個供體晶粒之該等位置，使得該複數個供體晶粒之該等位置實質上對應於該複數個目標位置。

條項30：如條項29之設備，其中該等晶粒致動器進一步包含支撐各供體晶粒夾盤之至少三個可調整支撐件，各供體晶粒夾盤之該位置可藉由該等支撐性可調整支撐件之致動來控制。

條項31：如條項30之設備，其中該測量系統包含一處理器，該處理

器經組態以藉由該等支撐性可調整支撐件之致動來調整該複數個供體晶粒之該等位置，使得該複數個供體晶粒之該等位置實質上對應於該複數個目標位置。

條項32：如條項29之設備，其中該測量系統包含一處理器，該處理器經組態以藉由該等晶粒致動器之致動來調整該複數個供體晶粒之該等位置，使得該複數個供體晶粒之該等位置實質上對應於該複數個目標位置，該測量系統進一步包含經組態以獲得該複數個供體晶粒之光學影像的一攝影機，

其中該複數個供體晶粒之該等位置係基於該複數個供體晶粒之該等光學影像來判定。

條項33：如條項32之設備，該測量系統進一步包含一第二攝影機，該第二攝影機經組態以獲得該複數個目標位置之光學影像，

其中該複數個目標位置係基於該複數個目標位置之該等光學影像來判定。

條項34：如條項29之設備，其中該測量系統包含一處理器，該處理器經組態以藉由該等供體晶粒夾盤之致動來調整該複數個供體晶粒之該等位置，使得該複數個供體晶粒之該等位置實質上對應於該複數個目標位置，該測量系統進一步包含一共焦顯微鏡，該共焦顯微鏡經組態以獲得該複數個供體晶粒之構形，

其中該複數個供體晶粒之該等位置係基於該複數個供體晶粒之該構形來判定。

條項35：如條項34之設備，該測量系統進一步包含一第二共焦顯微鏡，該第二共焦顯微鏡經組態以獲得該複數個目標位置之構形，

其中該複數個目標位置係基於該複數個目標位置之該構形來判定。

條項36：如條項29之設備，其進一步包含：

一拾取及放置工具，其在功能上耦接至該測量系統，

該設備包含一處理器；及

一或多個非暫時性機器可讀媒體，其上具有指令，該等指令在由該處理器執行時經組態以：

控制該拾取及放置工具以將該複數個供體晶粒放置於該複數個晶粒致動器上。

條項37：如條項36之設備，該等指令在由該處理器執行時進一步經組態以控制該拾取及放置工具以將該複數個晶粒致動器放置於一支撐結構上。

條項38：如條項29之設備，其進一步包含：

一對準工具，其在功能上耦接至該測量系統，該對準工具經組態以將支撐該複數個晶粒致動器之一結構與支撐該複數個目標位置之一結構對準。

條項39：如條項29之設備，其進一步包含：

一晶圓移動工具，其在功能上耦接至該測量系統，該晶圓移動工具經組態以：

對支撐該複數個晶粒致動器之一結構及支撐該複數個目標位置之一結構中之至少一者進行定位；及

藉由該晶圓移動工具移動支撐該複數個晶粒致動器之該結構及支撐該複數個目標位置之該結構中之至少一者，使該複數個供體晶粒接觸該複數個目標位置。

條項40：如條項29之設備，其進一步包含：

一接合工具，其經組態以將該複數個供體晶粒接合至該複數個目標位置。

【0089】 雖然本文所揭示之概念可用於在諸如矽晶圓之基板上之晶圓製造，但應理解，所揭示概念可供任何類型之製造系統(例如，用於在除了矽晶圓以外的基板上製造之製造系統)使用。

【0090】 此外，所揭示元件之組合及子組合可包含單獨的實施例。舉例而言，上文所描述之一或多個操作可包括於單獨實施例中，或其可一起包括於相同實施例中。

【0091】 上方描述意欲為說明性，而非限制性的。因此，對於熟習此項技術者將顯而易見，可在不脫離下文所闡明之申請專利範圍之範疇的情況下如所描述進行修改。

【符號說明】

【0092】

102: 供體晶粒

104: 目標晶粒

106: 電活性區域

108: 電活性區域

202: 晶粒致動器

204: 支撐結構

206: 對準標記

208: 位置測量裝置

212: 對準標記

216: 拾取及放置元件
302: 供體晶粒
402: 晶粒致動器
404: 支撐結構
406: 對準標記
412: 目標晶粒
700: 方法
710: 操作
720: 操作
730: 操作
740: 操作
802: 主體
804: 晶粒致動器夾具
804A: 晶粒致動器夾具
804B: 晶粒致動器夾具
804C: 晶粒致動器夾具
808: 剪切壓電元件
810: 晶粒平台
812: 晶粒夾具
816: 支腿
820: 供體晶粒
830: 支撐結構
840: 晶粒致動器電極

842: 控制器電極
850: 虛線平行四邊形
852: 虛線圖
854: 虛線圖
902: 端效器
910: 虛線橢圓
1000: 晶粒致動器
1010: 支撐晶粒平台
1020A: 支腳
1020B: 支腳
1020C: 支腳
1030A: 支撐件
1030B: 支撐件
1030C: 支撐件
1040: 虛線橢圓
1100: 方法
1110: 操作
1120: 操作
1130: 操作
BS: 匯流排
CC: 游標控制件
CI: 通信介面
CS: 電腦系統

DS: 顯示器

HC: 主機電腦

ID: 輸入裝置

INT: 網際網路

LAN: 區域網路

MM: 主記憶體

NDL: 網路鏈路

PRO: 處理器

P_x : 週期性

P_x' : 週期性

P_y : 週期性

P_y' : 週期性

ROM: 唯讀記憶體

SD: 儲存裝置

X: 軸

Y: 軸

Z: 軸

θ_i : 角度

θ_x : 角度

θ_x' : 角度

θ_y : 角度

θ_y' : 角度

θ_z : 角度

$\theta z'$: 角度

Δx : 座標

Δy : 座標

Δz : 週期性

$\Delta z'$: 週期性

δx : 位置

$\delta x'$: 位置

δy : 位置

$\delta y'$: 位置

δz : 位置

$\delta z'$: 位置

Θx : 座標

Θy : 座標

Θz : 座標

【發明申請專利範圍】

【請求項1】

一種設備，其包含：

複數個晶粒致動器，其中晶粒致動器包含：

供體晶粒夾盤，其各自用於支撐一相關聯的供體晶粒，各供體晶粒夾盤之一位置可藉由該供體晶粒夾盤之致動來控制；及

一測量系統，其在功能上耦接至該複數個晶粒致動器，且經組態以：

獲得用於複數個供體晶粒之複數個目標位置；

獲得由該等供體晶粒夾盤支撐之該複數個供體晶粒之位置；及

藉由該等供體晶粒夾盤之致動來調整該複數個供體晶粒之該等位置，使得該複數個供體晶粒之該等位置實質上對應於該複數個目標位置。

【請求項2】

如請求項1之設備，其中該等晶粒致動器進一步包含支撐各供體晶粒夾盤之至少三個可調整支撐件，各供體晶粒夾盤之該位置可藉由該等支撐性可調整支撐件之致動來控制。

【請求項3】

如請求項2之設備，其中該測量系統包含一處理器，該處理器經組態以藉由該等支撐性可調整支撐件之致動來調整該複數個供體晶粒之該等位置，使得該複數個供體晶粒之該等位置實質上對應於該複數個目標位置。

【請求項4】

如請求項1之設備，其中該測量系統包含一處理器，該處理器經組態

以藉由該等晶粒致動器之致動來調整該複數個供體晶粒之該等位置，使得該複數個供體晶粒之該等位置實質上對應於該複數個目標位置，該測量系統進一步包含經組態以獲得該複數個供體晶粒之光學影像的一攝影機，

其中該複數個供體晶粒之該等位置係基於該複數個供體晶粒之該等光學影像來判定。

【請求項5】

如請求項4之設備，該測量系統進一步包含一第二攝影機，該第二攝影機經組態以獲得該複數個目標位置之光學影像，

其中該複數個目標位置係基於該複數個目標位置之該等光學影像來判定。

【請求項6】

如請求項1之設備，其中該測量系統包含一處理器，該處理器經組態以藉由該等供體晶粒夾盤之致動來調整該複數個供體晶粒之該等位置，使得該複數個供體晶粒之該等位置實質上對應於該複數個目標位置，該測量系統進一步包含一共焦顯微鏡，該共焦顯微鏡經組態以獲得該複數個供體晶粒之構形，

其中該複數個供體晶粒之該等位置係基於該複數個供體晶粒之該構形來判定。

【請求項7】

如請求項6之設備，該測量系統進一步包含一第二共焦顯微鏡，該第二共焦顯微鏡經組態以獲得該複數個目標位置之構形，

其中該複數個目標位置係基於該複數個目標位置之該構形來判定。

【請求項8】

如請求項1之設備，其進一步包含：

一拾取及放置工具，其在功能上耦接至該測量系統，

該設備包含一處理器；及

一或多個非暫時性機器可讀媒體，其上具有指令，該等指令在由該處理器執行時經組態以：

控制該拾取及放置工具以將該複數個供體晶粒放置於該複數個晶粒致動器上。

【請求項9】

如請求項8之設備，該等指令在由該處理器執行時進一步經組態以控制該拾取及放置工具以將該複數個晶粒致動器放置於一支撐結構上。

【請求項10】

如請求項1之設備，其進一步包含：

一對準工具，其在功能上耦接至該測量系統，該對準工具經組態以將支撐該複數個晶粒致動器之一結構與支撐該複數個目標位置之一結構對準。

【請求項11】

如請求項1之設備，其進一步包含：

一品圓移動工具，其在功能上耦接至該測量系統，該晶圓移動工具經組態以：

對支撐該複數個晶粒致動器之一結構及支撐該複數個目標位置之一結構中之至少一者進行定位；及

藉由該晶圓移動工具移動支撐該複數個晶粒致動器之該結構及支撐該複數個目標位置之該結構中之至少一者，使該複數個供體晶粒

接觸該複數個目標位置。

【請求項12】

如請求項1之設備，其進一步包含：

一接合工具，其經組態以將該複數個供體晶粒接合至該複數個目標位置。

【請求項13】

一種用於晶粒放置之方法，其包含：

獲得用於複數個供體晶粒之複數個目標位置；

測量該複數個供體晶粒之位置，該複數個供體晶粒由複數個晶粒致動器支撐；

使用該複數個晶粒致動器將該複數個供體晶粒之該等位置調整為實質上對應於該複數個目標位置；及

將該複數個供體晶粒放置於該複數個目標位置上。

【請求項14】

如請求項13之方法，其中測量該複數個供體晶粒之該等位置包含：

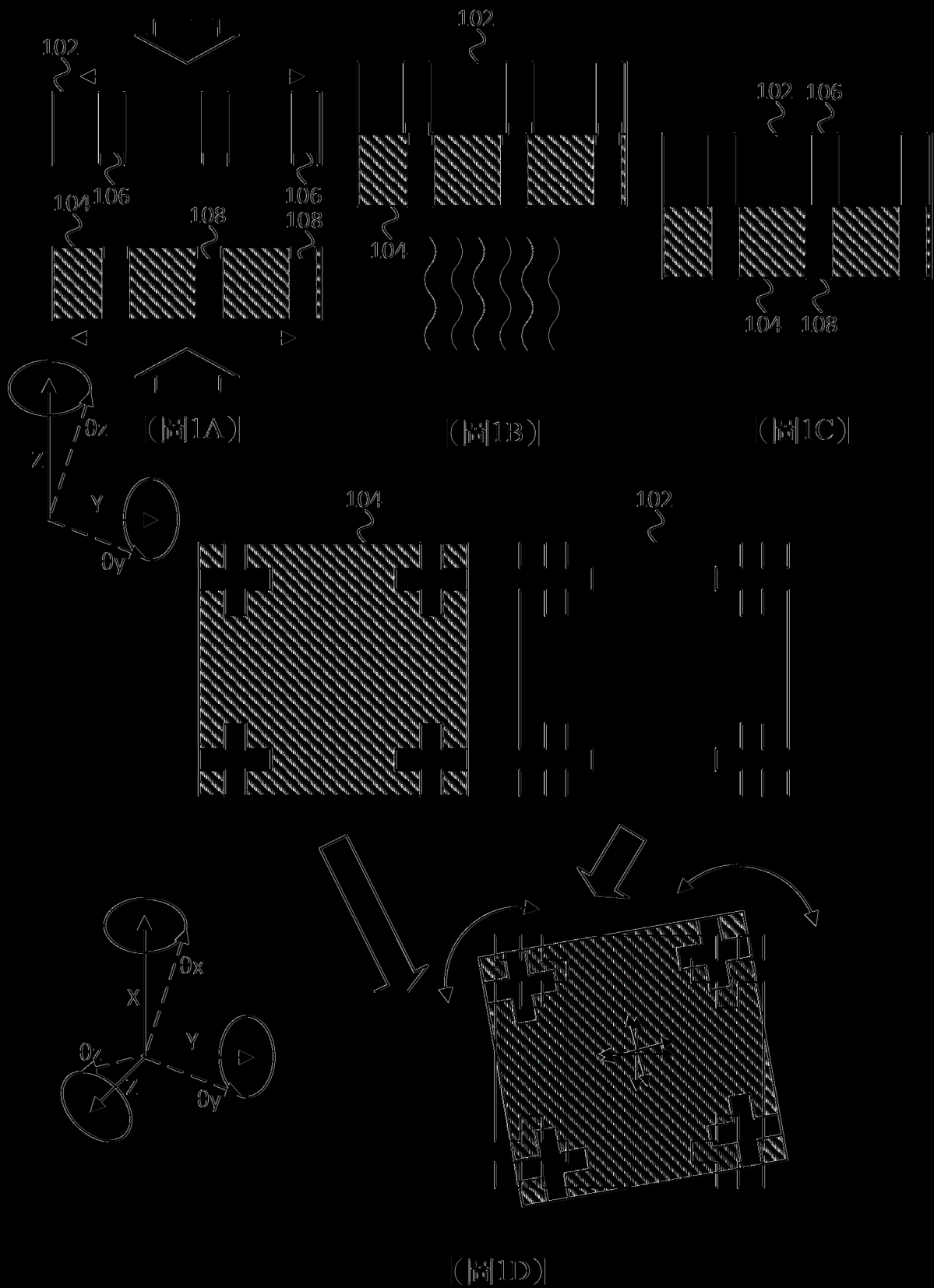
將該複數個供體晶粒放置至該複數個晶粒致動器上，該複數個晶粒致動器由一支撐結構支撐；及

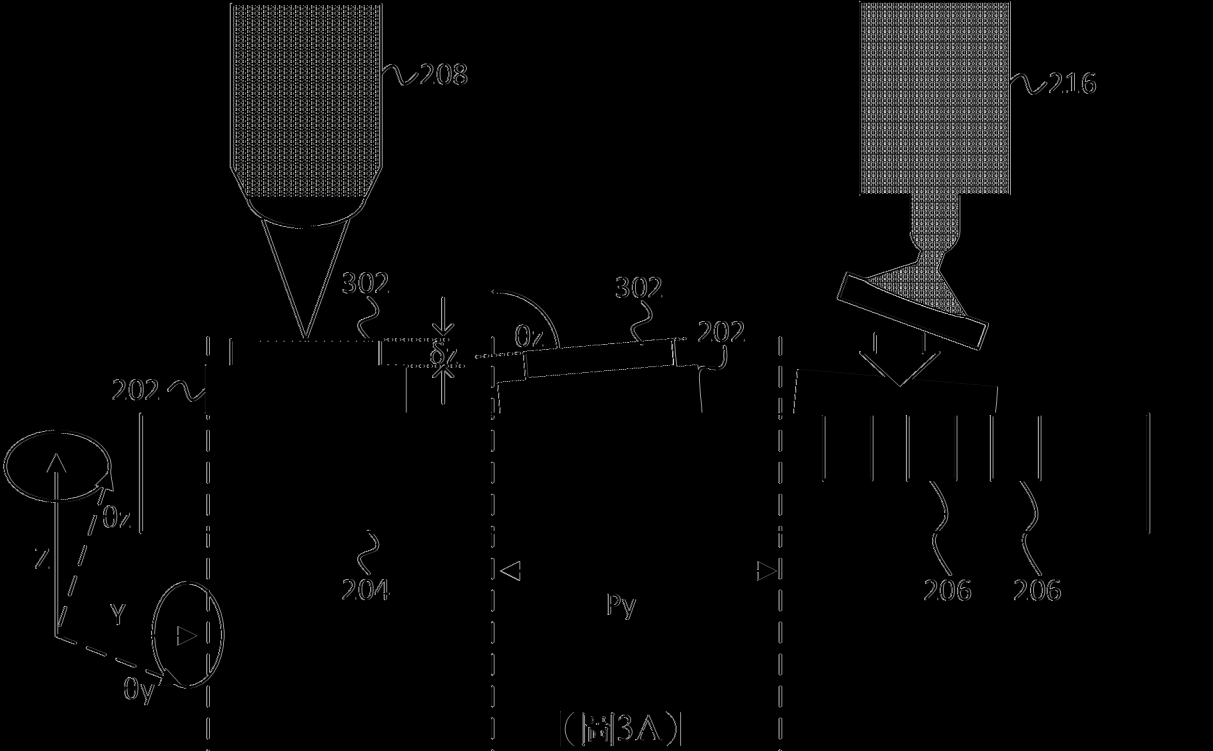
相對於該支撐結構測量該複數個供體晶粒之該等位置。

【請求項15】

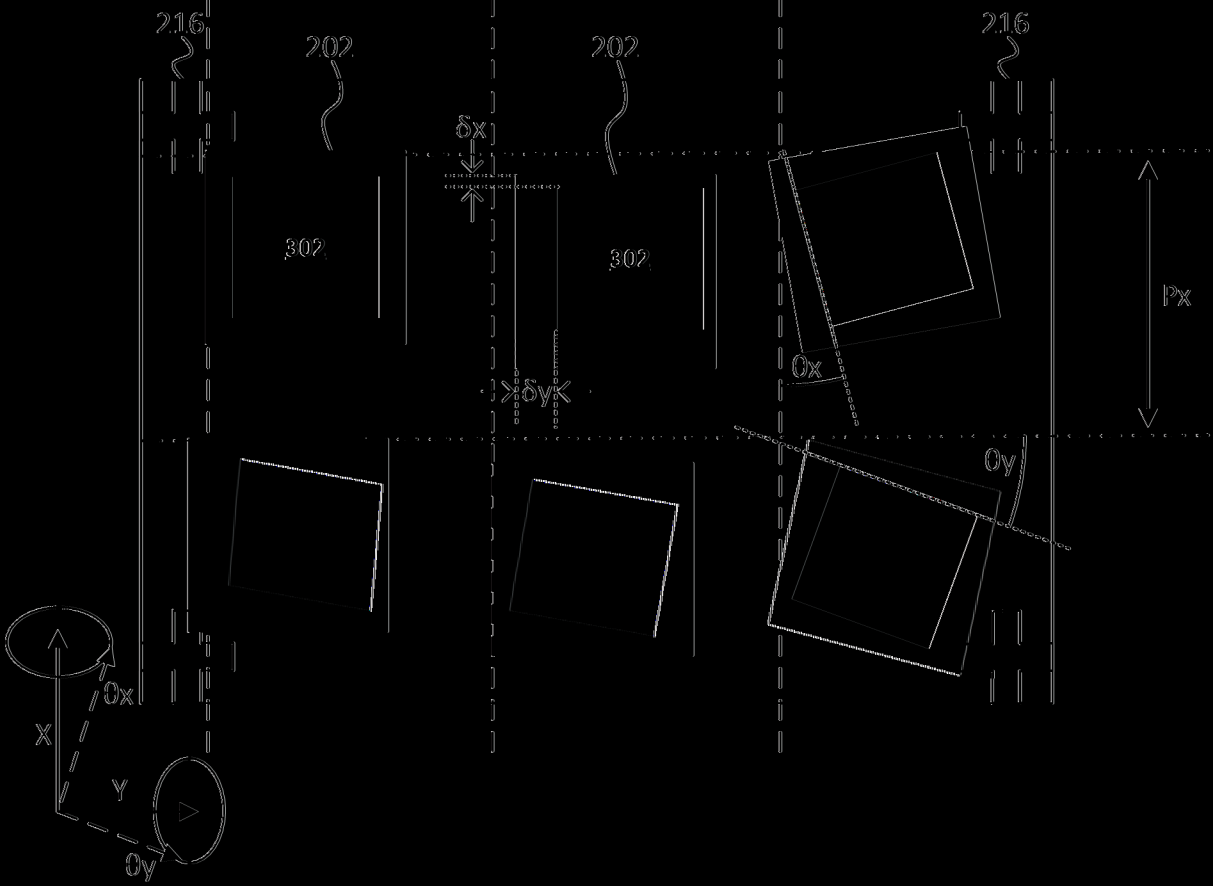
如請求項14之方法，其中測量該複數個供體晶粒之該等位置進一步包含：

基於用於該複數個供體晶粒之該複數個目標位置，將該複數個晶粒致動器放置於該支撐結構上。

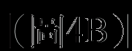
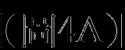


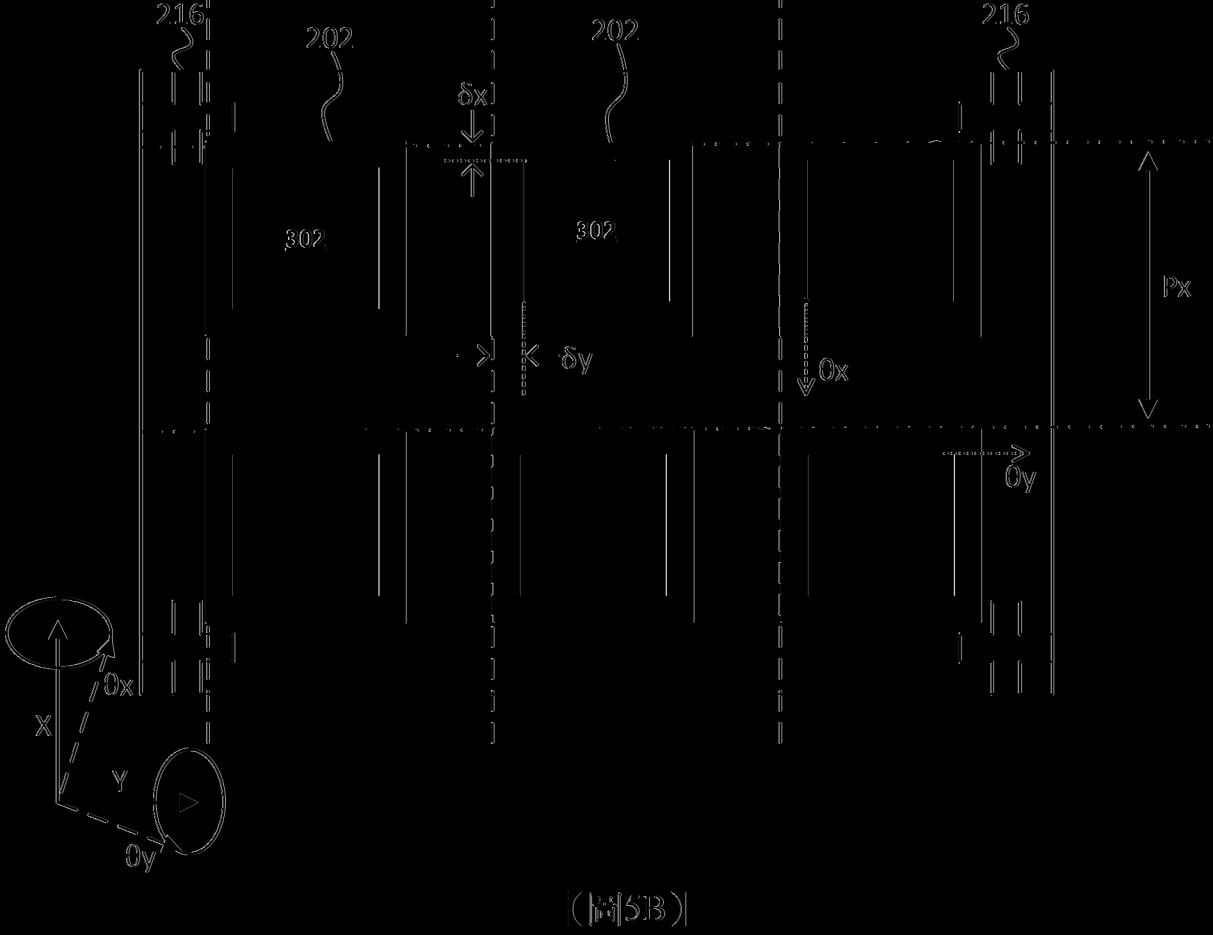
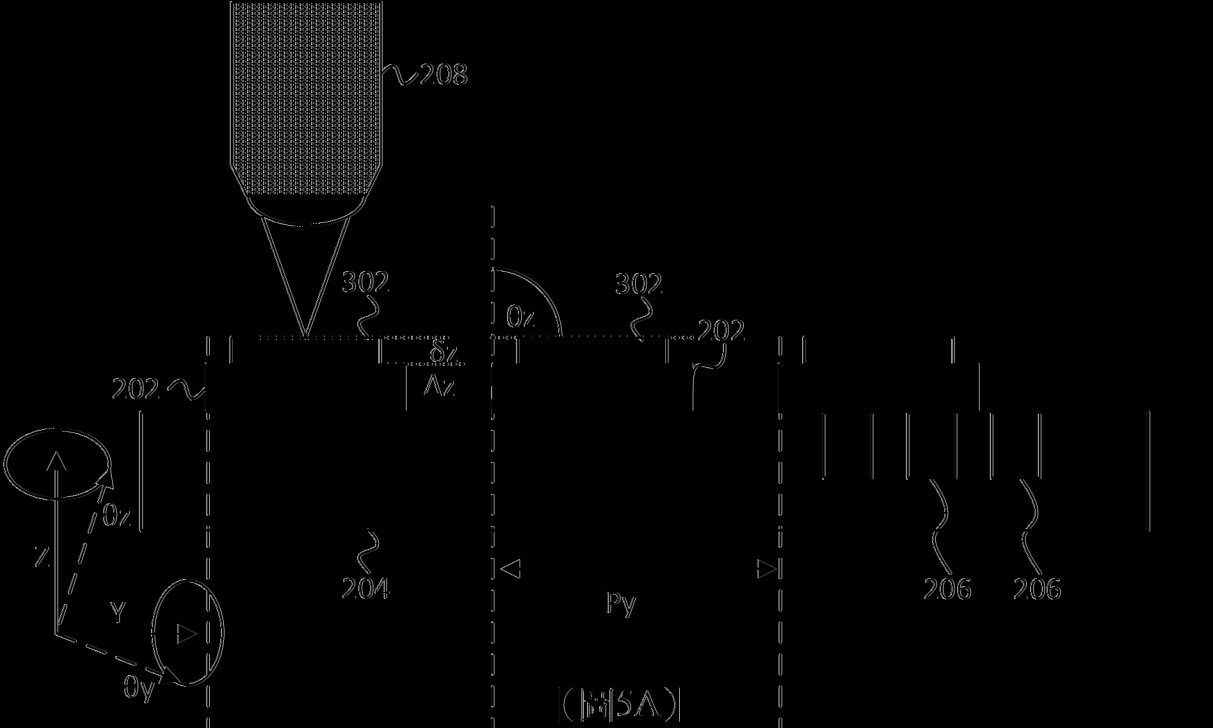


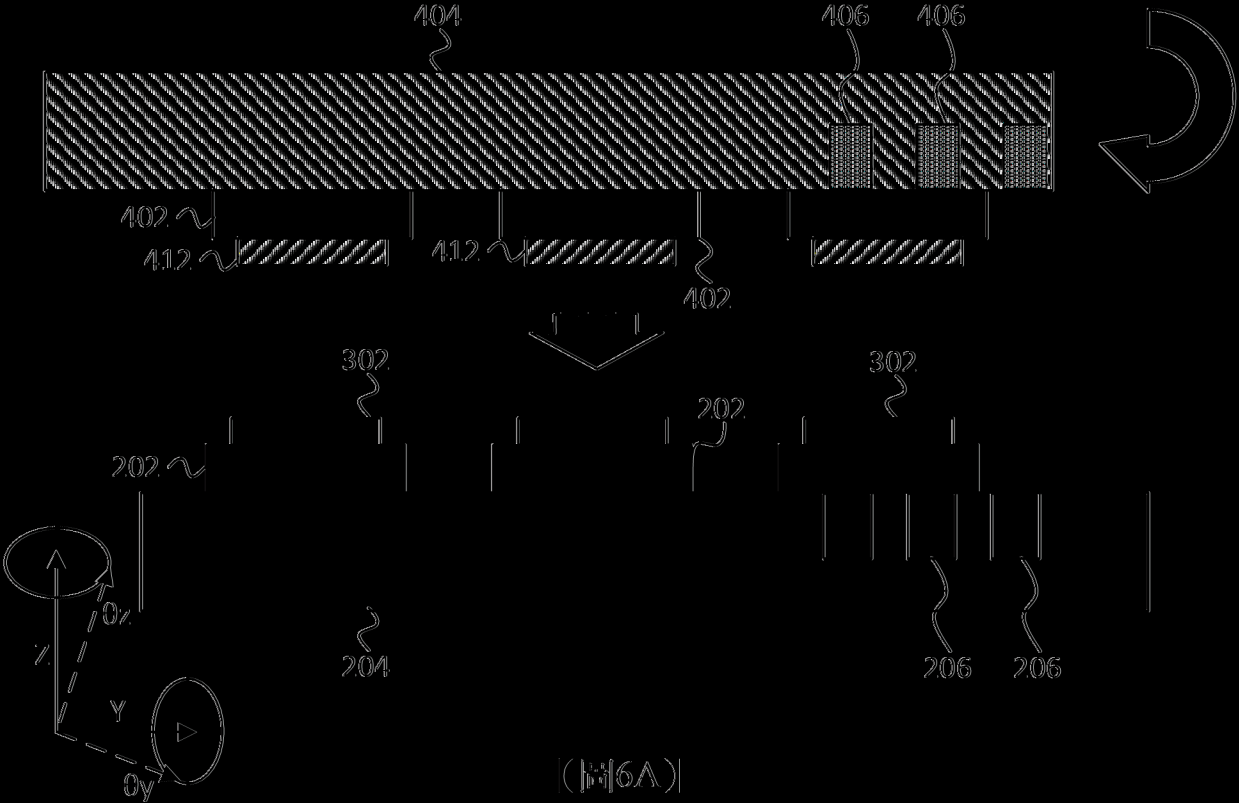
(圖3A)



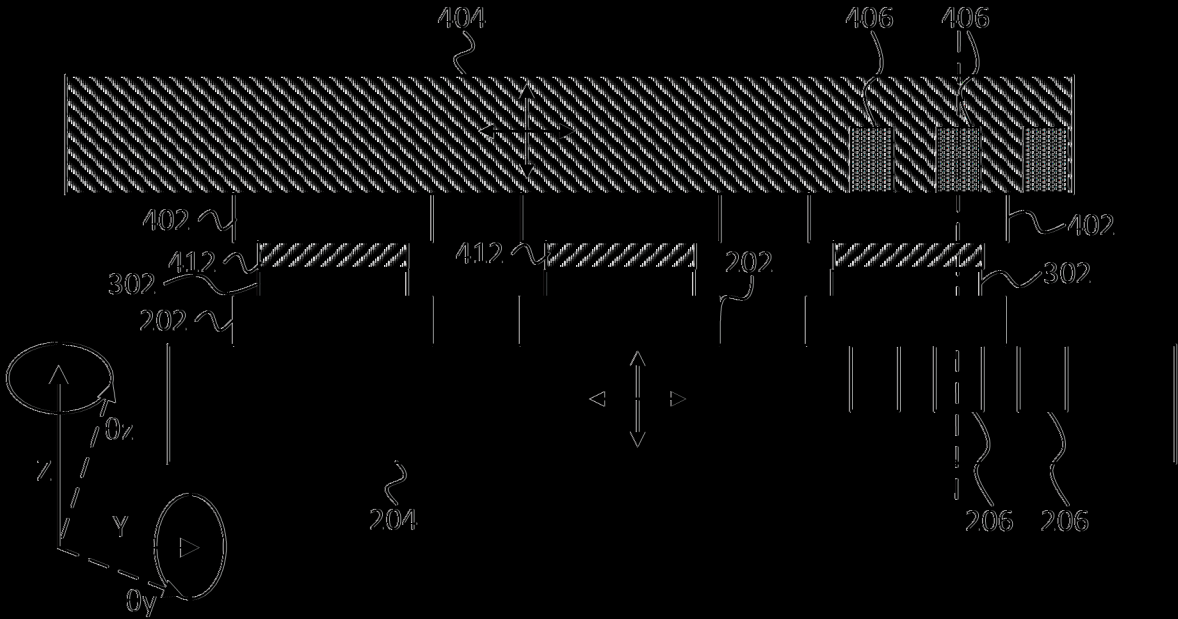
(圖3B)



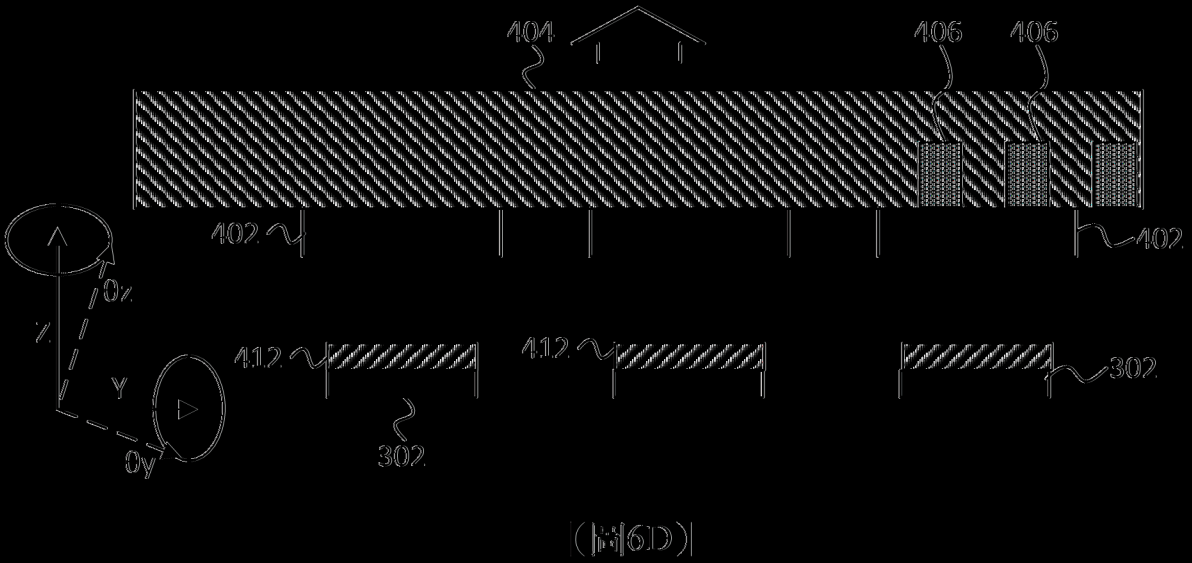
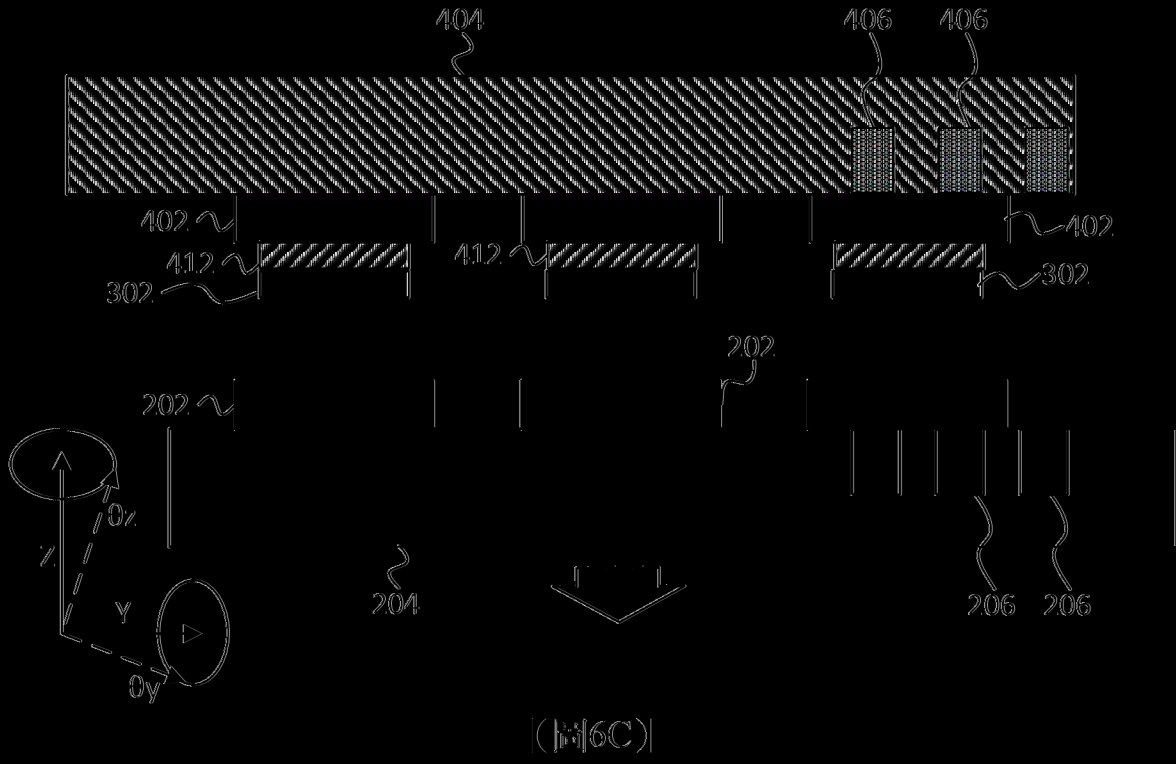


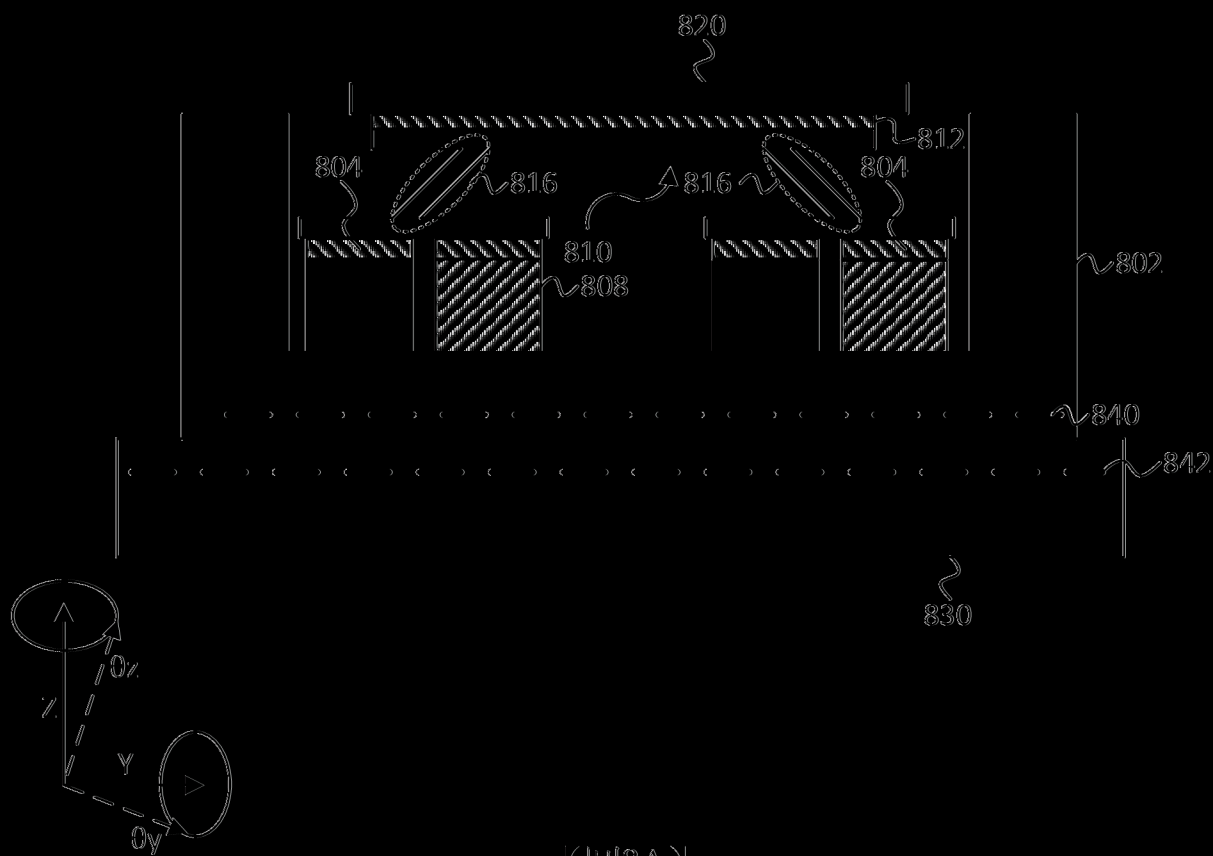


(圖6A)

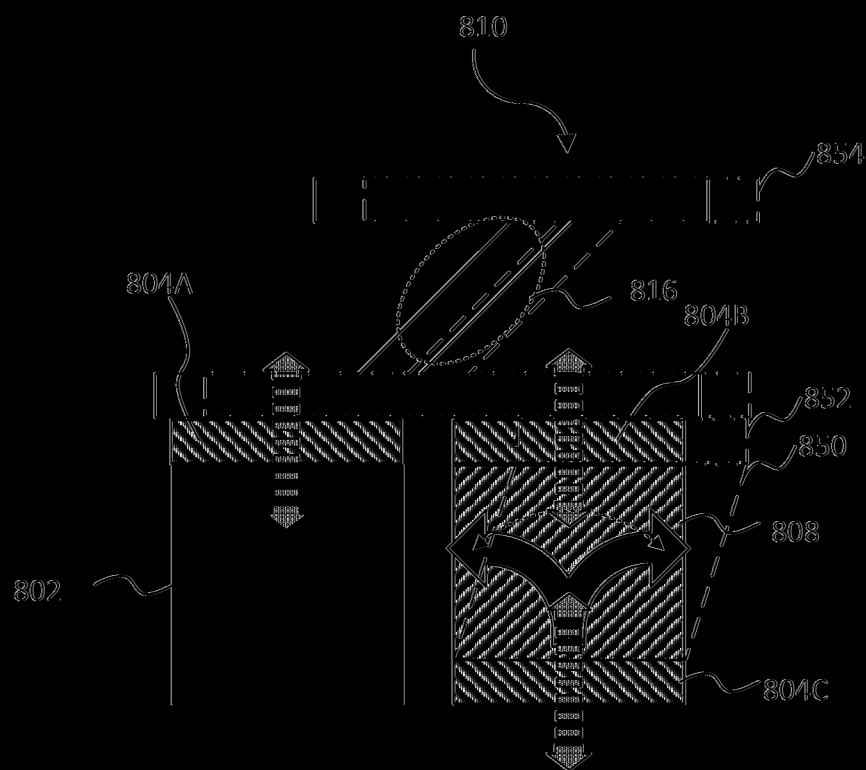


(圖6B)

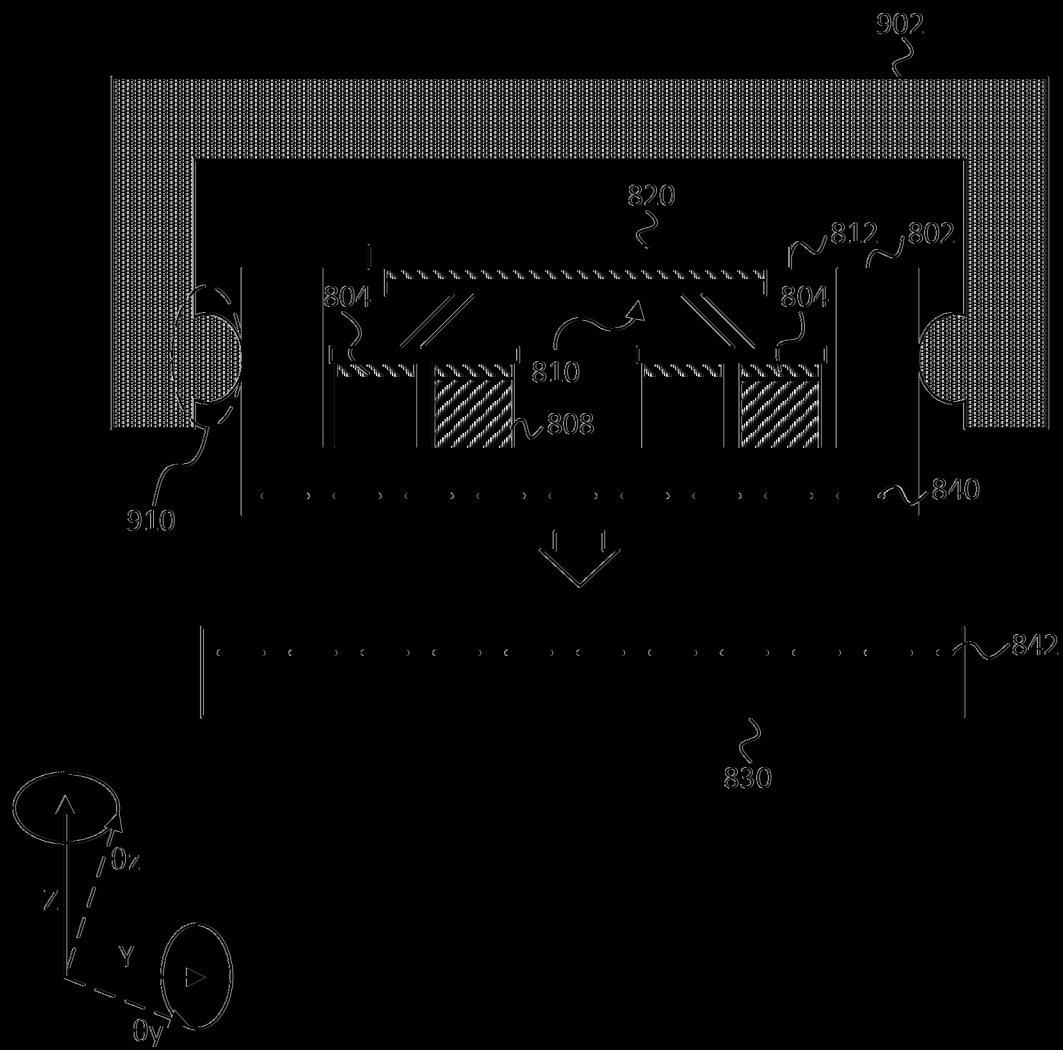




(圖 8A)



(圖 8B)



(圖9)

