

[0014] 雷射束104入射在聲光偏轉器102上，其中雷射束104被稱作入射雷射束。基於施加至電至機械轉換器107、接著施加至聲光偏轉器102之電輸入106，入射雷射束104在聲光偏轉器內經歷繞射，且產生繞射雷射束108。繞射角110(亦即，繞射雷射束108與入射雷射束104之間的角)係藉由聲頻或藉由轉換器施加之電力判定。轉換器置放於電輸入與偏轉器晶體102之間。

[0015] 當雷射束在布拉格條件下繞射時，一階繞射雷射束之效率得到改良，布拉格條件係藉由 $\lambda_L = 2\lambda_s \sin\theta_i$ 給出，其中 λ_L 及 λ_s 分別為雷射束及聲波在聲光晶體內之波長，且 θ_i 為入射雷射束在聲光晶體內之掠射角，亦即，藉由入射雷射束與聲光晶體內之相位光柵之壓縮層及稀疏層之界面包起來的角，如圖1中所示。

[0016] 聲波在聲光晶體內之波長 λ_s 表示圖1中所示之相位光柵的週期性。由於掠射角 θ_i 會隨著操控角(如圖3中所示) θ_s 改變，亦即，聲瓣之傾斜改變以達成入射雷射束之大偏轉；相位光柵在聲瓣中之週期性可經調變以誘發雷射束在布拉格條件下之偏轉。

[0017] 由於 $\lambda_s = V_s/f_s$ ，其中 V_s 及 f_s 為聲波在聲光晶體內之速度及頻率，因此布拉格條件可重寫為 $\lambda_L = 2(V_s/f_s)\sin\theta_i$ ，此指示速度或頻率或其組合可經調變以在 θ_s 改變時誘發雷射束在布拉格條件下之偏轉。波速 V_s 在各向同性晶體中係恆定的，但 V_s 在各向異性晶體中隨角方向改變。因此，基於各向異性晶體之聲光偏轉器可用以將 V_s 隨角(諸如 θ_s)之

變化用於在 θ_s 改變時誘發雷射束在布拉格條件下之偏轉。又，可藉由將適當電信號施加至轉換器而使轉換器發出不同頻率之聲波，且藉由此機制， f_s 可改變以在 θ_s 改變時誘發雷射束在布拉格條件下之偏轉。

[0018]所說明AOD 102使入射雷射束104沿著單一維度偏轉。舉例而言，若基體之二維表面係藉由彼此正交之X軸(表示水平方向)及Y軸(表示垂直方向)來表示，則在例示性實施例中，聲光偏轉器102在置放於某一位置及定向中時可垂直方向或水平方向之一者中而非兩者中空間定位繞射光束。

[0019]圖2為用以在一個方向上光學操控入射光光束的具有經改良效能之AOD的更具體圖。在所說明實例中，入射雷射束204經繞射而具有變化之RF信號、頻寬及相移。射束偏轉系統200係基於圍繞AOD晶體202。諸如雷射之輸入光束204係以選定入射角輸入至晶體。光束以藉由晶體判定之角偏轉且以任何選定輸出角209輸出，光束以該輸出角入射於光學系統218上。

[0020]在此實例中，光學系統係單態遠心透鏡218，然而，視特定系統之要求而定，可使用更複雜或更靈活之光學系統。遠心透鏡折射輸出射束以將射束引導至工件212上。輸出射束209藉由透鏡引導至不同位置以變為工件上之入射束229。

[0021]AOD包括轉換器216之陣列。該等轉換器接收來自電輸入模組206之電波形且將此波形施加至AOD晶體以

作為晶體材料中之彈性波或聲波。轉換器之陣列跨AOD之表面而分佈。在所說明實例中，該等轉換器附接至晶體之水平底部且輸入雷射束204入射於鄰近的正交垂直側壁上。

[0022] 當聲波傳播通過晶體時，壓縮波及稀疏波(該等波可視晶體之頂面之設計而為駐波或傳播波)在晶體中形成。可藉由調整該等轉換器之間的相位延遲來操控聲波。聲瓣232係使用相位延遲而沿著聲操控角形成。聲瓣係基於施加至晶體之第一中心頻率 f_{c1} 而產生且相對於垂直線具有第一角 θ_{s1} 之軸線偏移。

[0023] 可藉由改變至該等轉換器之輸入聲學相位延遲電信號而在所說明角與任何其他角之間快速地切換聲瓣之聲操控角 θ_{s1} 。基於在晶體中藉由該等轉換器產生之聲波速度及晶體之彈性回應時間，變化可在微秒內發生。彈性回應時間係指特性時間，在該特性時間期間，壓縮及稀疏原子平面返回至晶體之正常晶格平面。

[0024] 可藉由調整相鄰轉換器之間的相位延遲來達成任何特定聲束操控角 θ_s 。針對各向同性材料之實例(諸如鍺晶體及密集的聲轉換器)，相鄰元件之間的時間延遲 $\Delta\tau$ 可針對所要偏轉角而判定為 $\Delta\tau = (S \times \sin\theta_s)/c_p$ ，其中S為鄰近轉換器之間的距離且 c_p 為穿過聲光偏轉器之波之縱向模的聲速。此速度取決於晶體之物理性質。鄰近轉換器之間的相移 $\Delta\phi$ 因而可判定為 $\Delta\phi = 2\pi f \times \Delta\tau$ ，其中f為聲中心頻率。若該等轉換器相隔更遠或用於其他類型之材料，則仍可使用不同方程來直接計算相位延遲。

[0025]聲瓣使來自晶體之雷射束209偏轉藉由聲瓣之角判定之角211。圍繞中心頻率之小變化 Δf_{c1} 允許光束關於此角進行操控以使最終的聚焦射束229在不同位置中衝擊工件。如所示，藉由改變施加至轉換器之聲頻電信號，一個光射束在一範圍之不同位置中衝擊工件。

[0026]在此技術中，跨光學晶體之表面使用多個轉換器216。用以激勵各轉換器之聲音信號之相位隨著該信號之頻率變化而變化。給定用於該等轉換器之聲波相移($\Delta\phi$)、用於該等轉換器之中心射頻(f_c)及用於該等轉換器的圍繞 f_c 之 Δf 之頻率調變，可判定入射雷射束之偏轉。藉由改變微轉換器處的此等三個變數 f_c 、 Δf 及 $\Delta\phi$ 而使雷射束204偏轉。

[0027]當選中特定 Δf 時，雷射束掃描角 $\Delta\theta$ 係藉由 $\Delta\theta=(\lambda_0 \Delta f)/V$ 給定，該式係自布拉格繞射方程 $\sin\theta_B=(\lambda_0 f)/2V$ 導出。對於傾斜(光束操控)角 θ_{s1} 下之給定聲瓣，壓縮及稀疏原子平面垂直於聲波傳播之方向。在原子平面之此配置中，雷射束以中心聲頻 f_{c1} 在布拉格繞射條件下偏轉，從而導致最大繞射效率。在使光束以聲頻 f_{c1} 及圍繞 f_{c1} 之 Δf_{c1} 之頻寬偏轉之後，聲瓣傾斜至另一傾斜角 θ_{s2} 。聲瓣現於對應於中心頻率 f_{c2} 及 Δf_{c2} 之頻寬之另一布拉格繞射條件下操作以利用此聲瓣進行一組偏轉。

[0028]圖3為根據一實施例的用於展示兩個不同偏轉之雷射束偏轉的AOD之圖。圖3展示原子平面如何由於穿過晶體之聲波傳播而傾斜以達成圍繞聲束操控角 θ 之 $\Delta\theta$ 。

[0029]如在圖2中，圖3之AOD射束偏轉系統300具有

AOD晶體302，其中輸入雷射束304以特定入射角進入晶體。電輸入306驅動轉換器316之陣列以在晶體中產生聲波。展示兩個聲瓣，第一聲瓣相對於垂直線以角 θ_{s1} 傾斜從而使雷射束以特定角311偏轉而離開309且藉由晶體302外之透鏡318聚焦。聚焦射束329衝擊工件312，光束係藉由透鏡引導於工件上。第二瓣相對於垂直線以另一角 θ_{s2} 傾斜從而使雷射束以特定角310偏轉而離開308且藉由透鏡318聚焦。歸因於聲瓣之間在晶體內的定向上之差異，聚焦射束328在不同位置處衝擊工件312。

[0030]將在滿足用於某一RF頻率(f)下之各繞射角之布拉格條件的同時獲得大的偏轉掃描角($\Delta\theta$)及高的繞射效率(η)。在此第二技術中，改變聲波在各轉換器處之相移($\Delta\phi$)及RF頻率(f)。結果，藉由改變兩個變數(該兩個變數係微轉換器處的聲波之 f 及 $\Delta\phi$)而使雷射束偏轉。

[0031]在聲瓣之給定傾斜角 θ_{s1} 下，壓縮及稀疏原子平面垂直於聲波傳播之方向。在此傾斜角 θ_{s1} 下，雷射束在布拉格繞射條件下偏轉至基體上之特定位置，此意味頻率 f_1 及 $\Delta\phi_1$ 經恰當選擇而在聲瓣傾斜角 θ_{s1} 下達成布拉格繞射條件。為了使光束在另一位置處偏轉，選擇頻率 f_2 及相移 $\Delta\phi_2$ 之其他值從而以另一傾斜角 θ_{s2} 產生聲瓣，以在布拉格繞射條件下達成不同雷射束偏轉。聲瓣傾斜角 θ_{s1} 及 θ_{s2} 之間的最小差與基體表面上之偏轉掃描解析度相關。

[0032]圖4為使用大量的聲轉換器之相控陣列使光束在AOD晶體中偏轉之AOD系統400的圖。入射雷射束404以入

射角 θ_{in} 進入AOD晶體420且以視存在於晶體中之聲瓣而定之角作為偏轉射束408、409離開。離開射束428、429係藉由遠心透鏡418或其他光學成像系統聚焦至工件412上。AOD晶體420具有藉由電輸入406供電之大型轉換器416之相控陣列。電輸入為具有一系列432頻率 f_1 、 f_2 、 f_3 ... f_n 及一系列434相位 φ_1 、 φ_2 、 φ_3 ... φ_n 之波形。

[0033]藉由驅動聲波穿過晶體之更多體積來增加AOD之效率。藉由增加耦合至聲轉換器之晶體表面之量來進行此增加。儘管有可能僅使用例如四個大型轉換器來覆蓋轉換器之表面，但此降低偏轉之效率且降低光束操控準確度。在使轉換器大小保持小的同時，使用更多數目之轉換器來覆蓋更多的晶體表面。

[0034]可針對特定應用中之最佳效應來選擇轉換器之大小。分別另 L 、 w 及 t 為轉換器之長度、寬度及厚度。由於 t 通常不影響晶體中之聲干擾，因此僅需要使用 L 及 w 來量化轉換器之相對大小(小或大)。若 $L \gg w$ (亦即， $L=100w$)，則轉換器在理論上可被視為無限長的且長度尺寸將不影響聲瓣之形成。若 $L \approx w$ ，則長度尺寸及寬度尺寸均會影響聲瓣之形成。針對微轉換器，轉換器在 $w > 10\Lambda$ 之情況下可被視為大的且在 $w < 10\Lambda$ 之情況下可被視為小的，其中 Λ 為聲波在轉換器中之波長。

[0035]在第三替代技術中，聲轉換器陣列416覆蓋AOD晶體之底面的大部分，使得受擾聲波佔據大部分的晶體。此使偏轉效率增加。在習知AOD中，藉由各轉換器產生之

面上，則全內反射發生。

[0042]轉換器可以多種不同組配中之任一者置放於聲光晶體之底部表面處。在圖5A中，轉換器之平面相控陣列係置放晶體之單一平面上。圖5C展示另一實例，其中轉換器之傾斜相控陣列係置放於晶體之兩個不同平面上。

[0043]在圖5C中，AOD晶體542具有兩個鄰近有角度面550、552。若需要，則可利用兩個以上之有角度面。此等兩個面中之每一者具有在不同方向上將聲波545、547驅動至晶體中之聲轉換器陣列544、546。傾斜轉換器陣列之間的角必須匹配各轉換器陣列之中心頻率，使得布拉格條件可在更寬頻率頻寬中得到滿足。此組配提供較大偏轉角、對聲能量之較好使用及對操控瓣之寬度(W)之額外控制。

[0044]使用藉由2D相控陣列轉換器之單一AOD的光束操控降低系統複雜度且增加將雷射用於製造(諸如雷射通孔鑽孔及雷射直接成像)之許多系統之生產速度。AOD提供較好的光束定位，此係因為不存在機械移動零件。更準確之定位允許特徵以較高準確度形成。作為實例，晶粒之表面上的連接凸塊可更準確地形成從而允許該等連接凸塊一起更靠近。此允許製成裝置中之較高凸塊間距及較高輸入-輸出密度。

[0045]圖6為使用聲光偏轉器之半導體基體處理系統600的圖。雷射束619係藉由聲光偏轉器602偏轉而入射於工件616上以用於根據某些實施例之製造及處理應用。工件可為半導體、光學、微機器或混合基體，電路或機器係在該

基體上製造。基體可由矽、砷化鎵、金屬、玻璃塑膠、樹脂或多種其他材料製成。儘管本發明係在有機基體中之雷射鑽孔之上下文中描述，但本發明不限於此。

[0046]雷射束618首先自雷射諧振器606產生且接著視情況通過孔罩608以達到鏡610。鏡將經遮蔽雷射束619引導至聲光偏轉器602。鏡可固定或可操控以將光束以不同入射角引導至聲光偏轉器。自聲光偏轉器，雷射束以不同角出現在諸如遠心透鏡之掃描透鏡612中以將光束聚焦並引導至工件616上。工件係置放於諸如台座、夾盤或掃描X-Y台614之支撐件上。接著使用雷射來鑽出通孔、暴露用於光微影之光阻、在添加相機或其他成像系統(未圖示)之情況下執行偵測及測試例行工作或對工件執行多種其他任務。

[0047]雷射束自聲光偏轉器出現所處之角係由藉由頻率合成器620產生之電輸入626來控制。頻率合成器耦合至聲光偏轉器之轉換器中之每一者，使得至各轉換器之電驅動信號之相位、頻率及幅度可由一個一般信號來控制或獨立受控。頻率合成器耦合至數位信號處理器 (Digital Signal Processor, DSP)，數位信號處理器產生用於產生使轉換器運行所需之頻率、相位延遲及其他參數的適當信號。DSP由控制器624來控制，該控制器自引導工件上之製造程序之系統控制器628接收輸入。該系統控制器亦控制掃描台614、雷射諧振器606、孔罩608及其他組件(未圖示)。

[0048]系統控制器628包括電子組件以允許該系統控制器控制涉及所有說明組件及用於製造之其他組件的製造

在該等轉換器之間具有兩組選定相位延遲的一聲頻信號，該第一組相位延遲在該等轉換器之該兩個維度中之一第一維度中且該第二組相位延遲在該等轉換器之該兩個維度中之一第二維度中以同時控制該雷射束沿著該第一軸線及該第二軸線之一偏轉。

[0078]在另外的實施例中，該聲光偏轉器具有在該聲光偏轉器之一第二表面上的第二複數個聲轉換器，且其中該等第二複數個聲轉換器接收在該等轉換器之間具有一相位延遲之一第二聲頻電信號以控制沿著一第二軸線的該受操控雷射束之方向。

[0079]在另外的實施例中，所支撐工件上之工作包含在工件上鑽出通孔。所支撐工件上之工作包含暴露用於雷射直接成像之光阻材料。至轉換器之電輸入經調整以改變聲頻以控制繞射角從而使雷射束偏斜。至該等轉換器之電輸入經調整以改變跨該等轉換器之聲頻以達成用於使該雷射束在布拉格條件下偏轉的布拉格條件。

[0080]在另外的實施例中，多個轉換器配置在該聲光偏轉器之多個面上，其中面之間存在某一角。

【符號說明】

102、602...聲光偏轉器

104、204、404、504...入射雷射束

106、206、306、406...電輸入

107...電至機械轉換器

108...繞射雷射束

110...繞射角
 200、300...射束偏轉系統
 202、302、420、502、542...聲光偏轉器(AOD)晶體
 209...選定輸出角/輸出射束
 212、312、412、616...工件
 216、316、416、516...轉換器
 218、518、612...光學系統
 229...入射束/聚焦射束
 232...聲瓣
 304...輸入雷射束
 310、311...角
 308、309...離開
 329...聚焦射束
 400...聲光偏轉器(AOD)系統
 408、409...偏轉射束
 418...遠心透鏡
 428、429、508...離開射束
 432...一系列頻率
 434...一系列相位
 544、546...聲轉換器陣列
 545、547...聲波
 550、552...有角度面
 600...半導體基體處理系統
 606...雷射諧振器

608...孔罩
 610...鏡
 614...掃描台
 618、619...雷射束
 620...頻率合成器
 624...控制器
 626...電輸入信號
 628...系統控制器
 630...中央處理器
 632...記憶體
 633...輸入/輸出組件
 f_1 、 f_2 ...頻率
 f_{cl} ...中心頻率
 V_s ...波速
 W ...轉換器寬度
 X 、 Y 、 Z ...方向
 λ_L ...雷射束在聲光晶體內之波長
 λ_s ...聲波在聲光晶體內之波長
 θ_i ...掠射角
 θ_{in} ...入射角
 θ_{s1} 、 θ_{s2} ...操控角/聲瓣傾斜角
 Δf_{cl} ...中心頻率之變化
 $\Delta\phi_1$ 、 $\Delta\phi_2$...相移

圖式

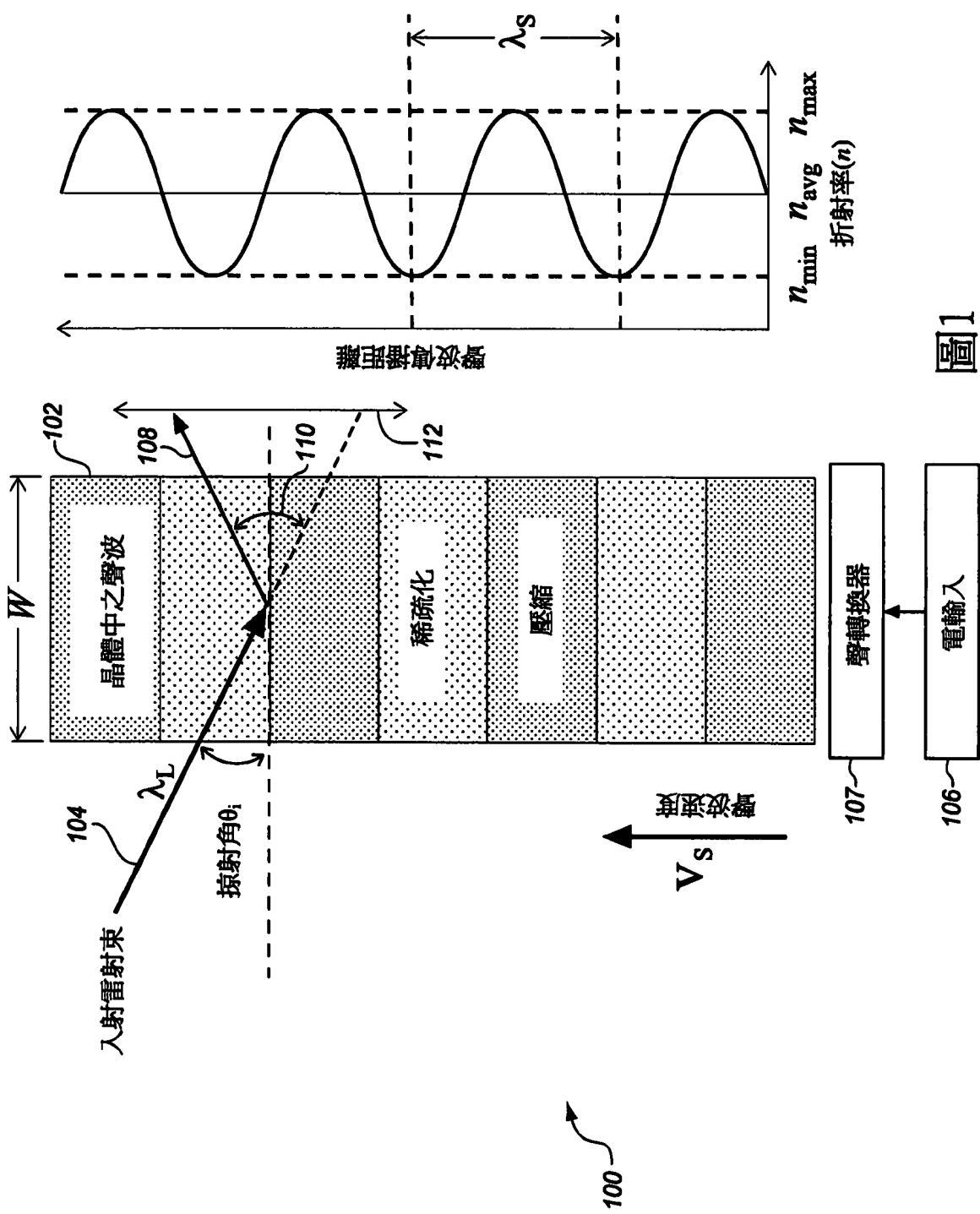


圖1

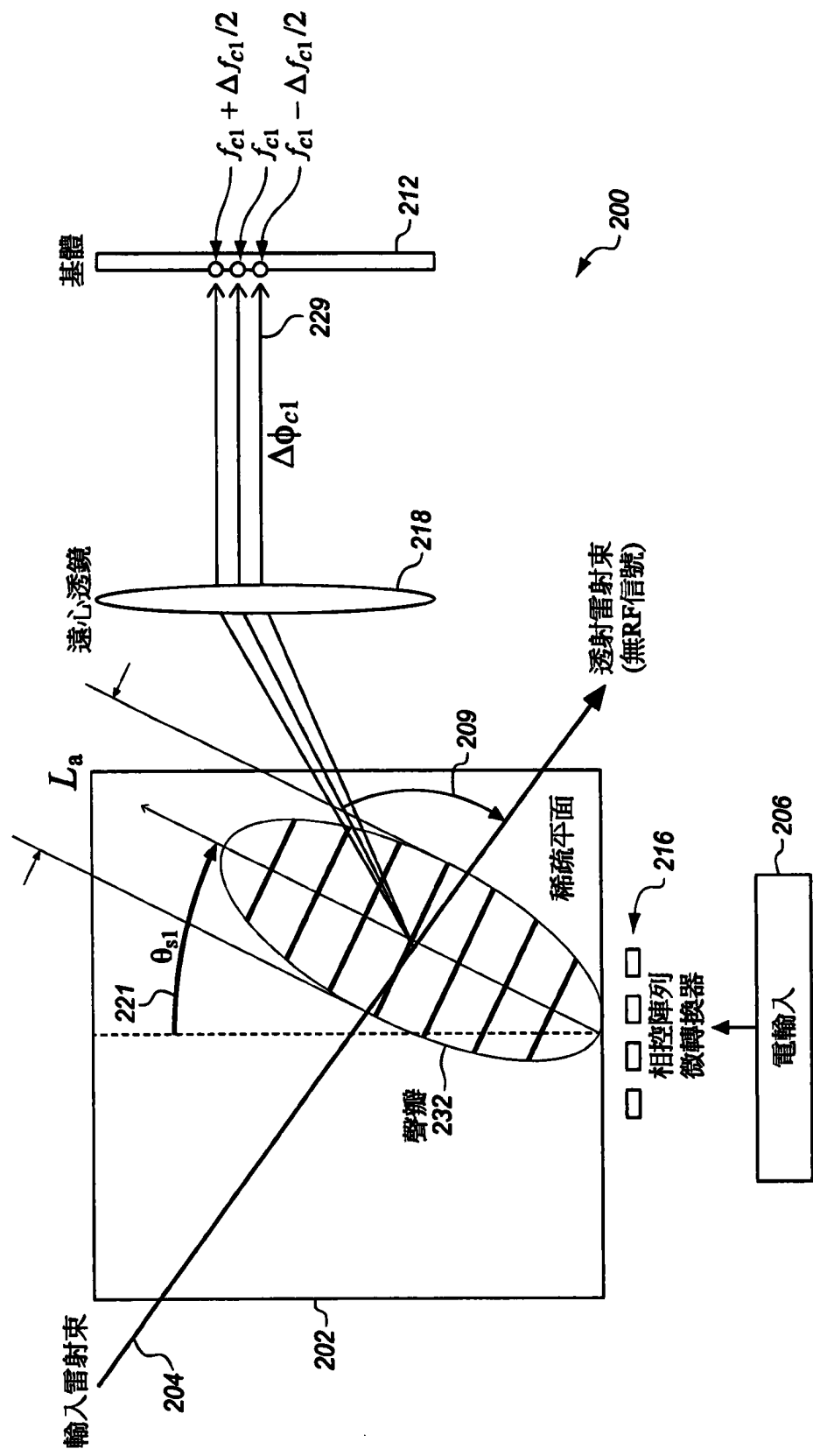
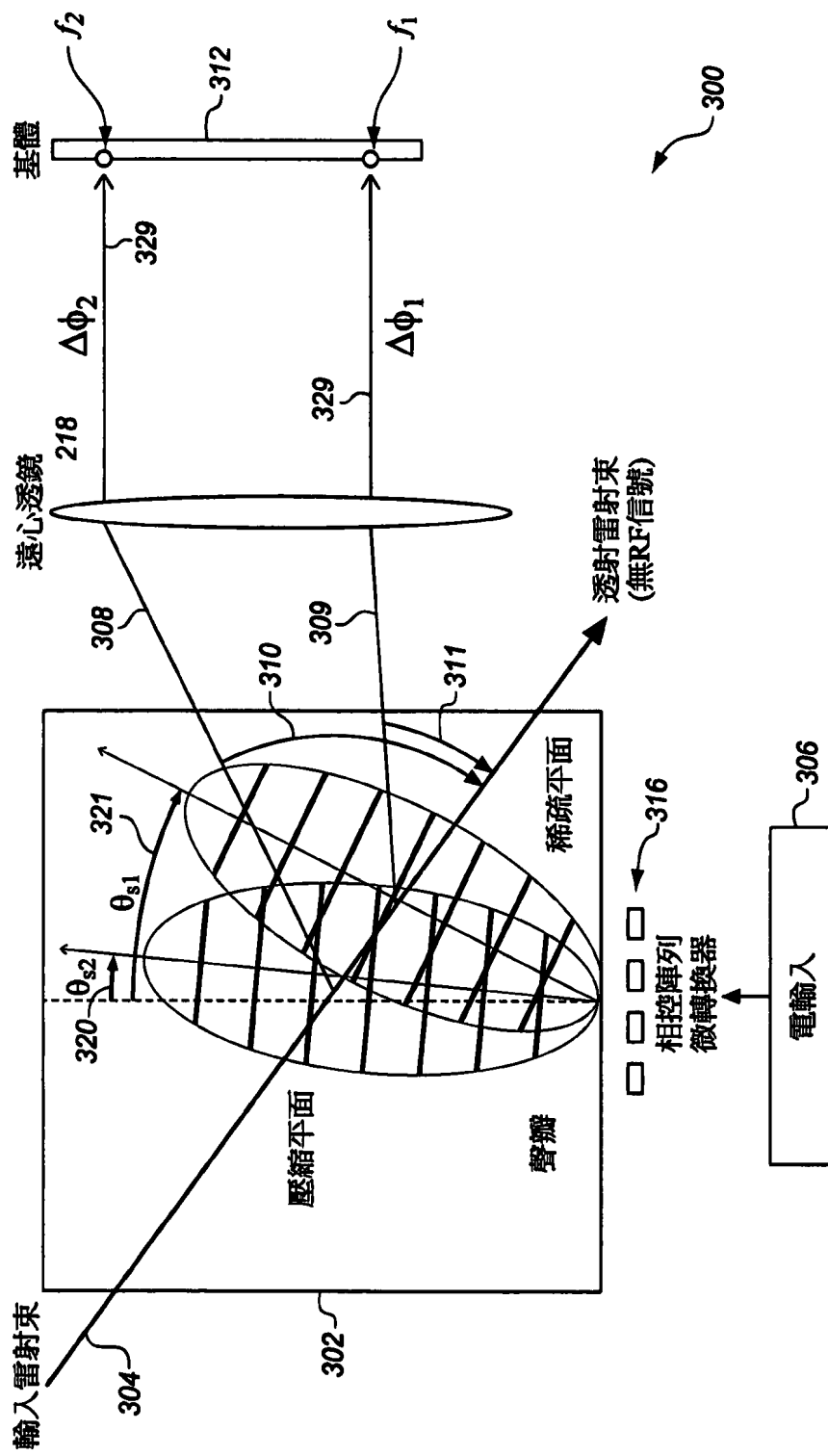


圖2



三
回

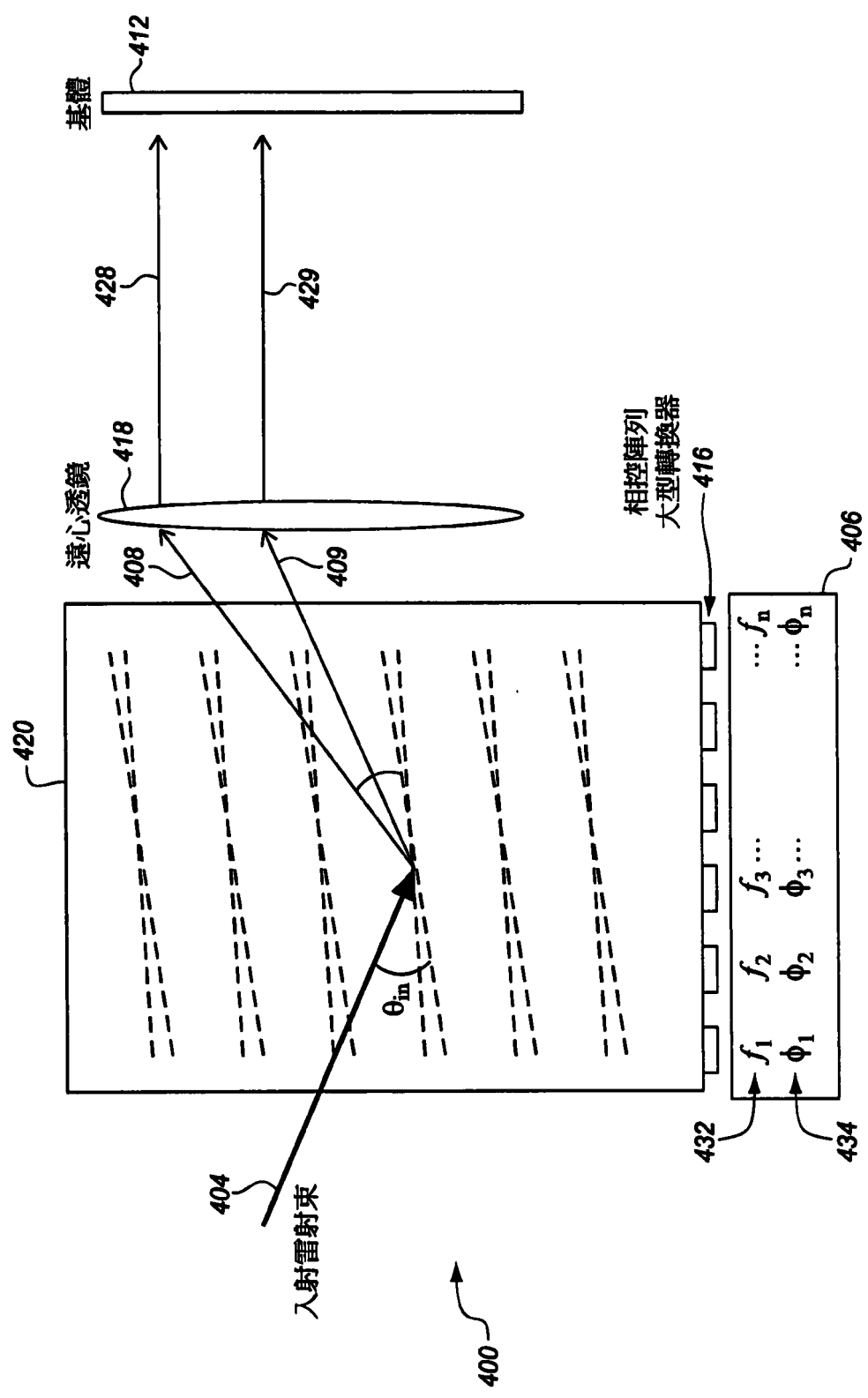


圖4

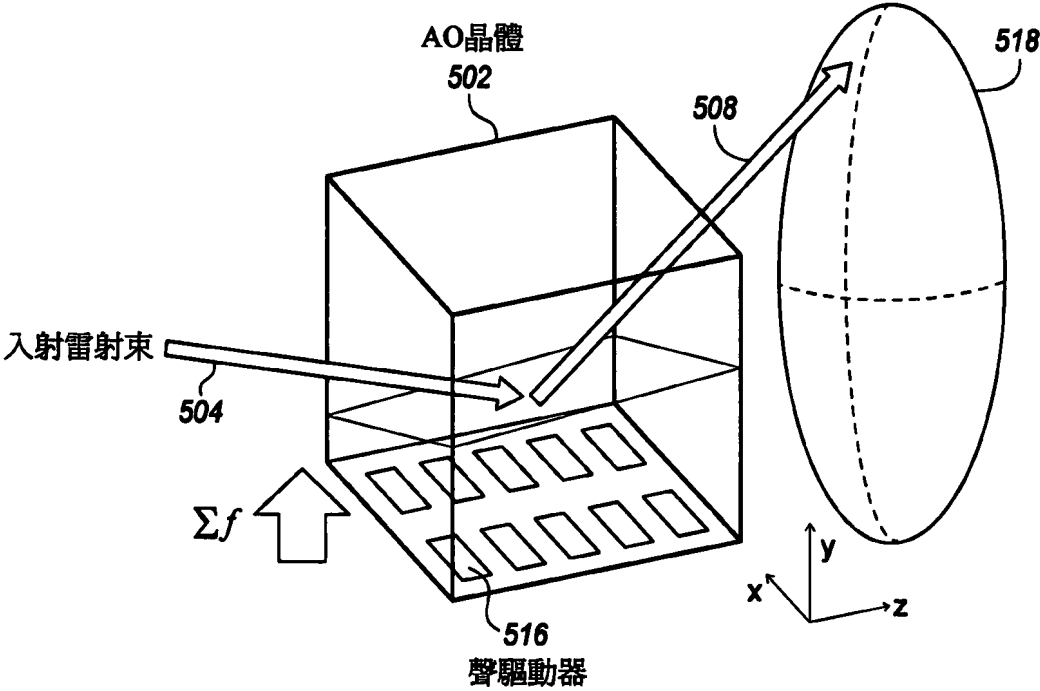


圖5A

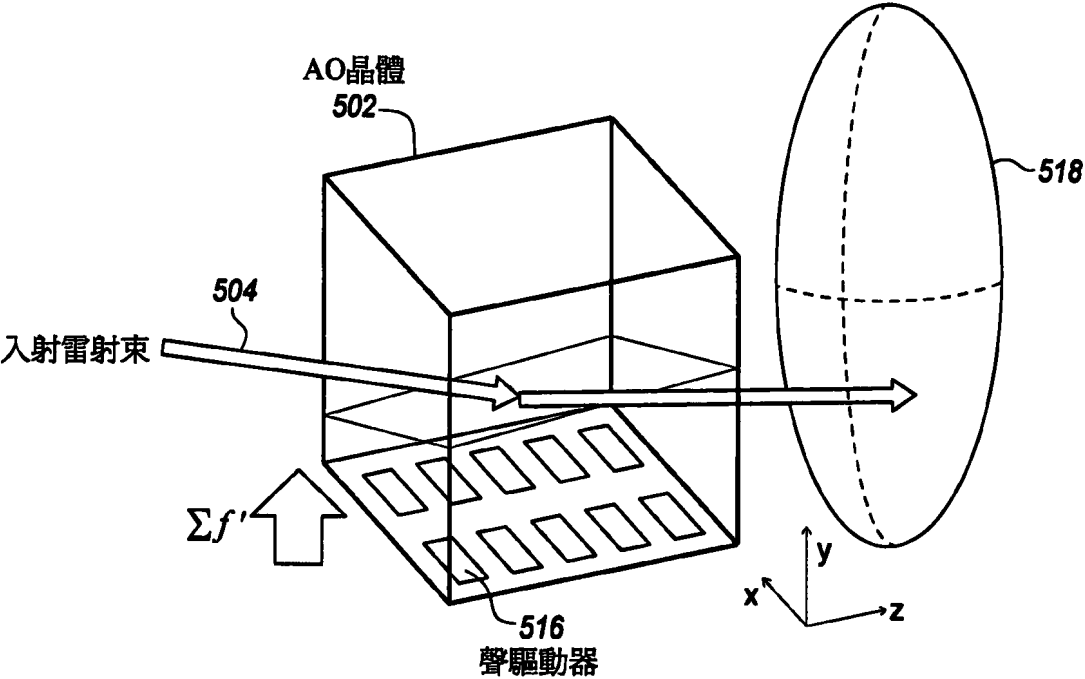


圖5B

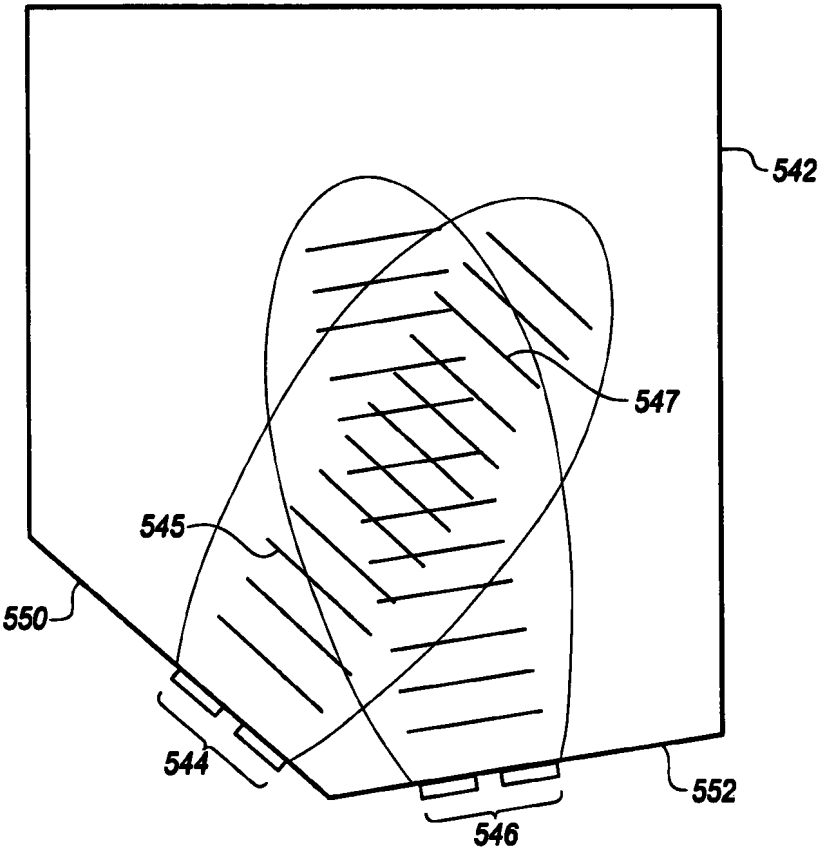


圖5C

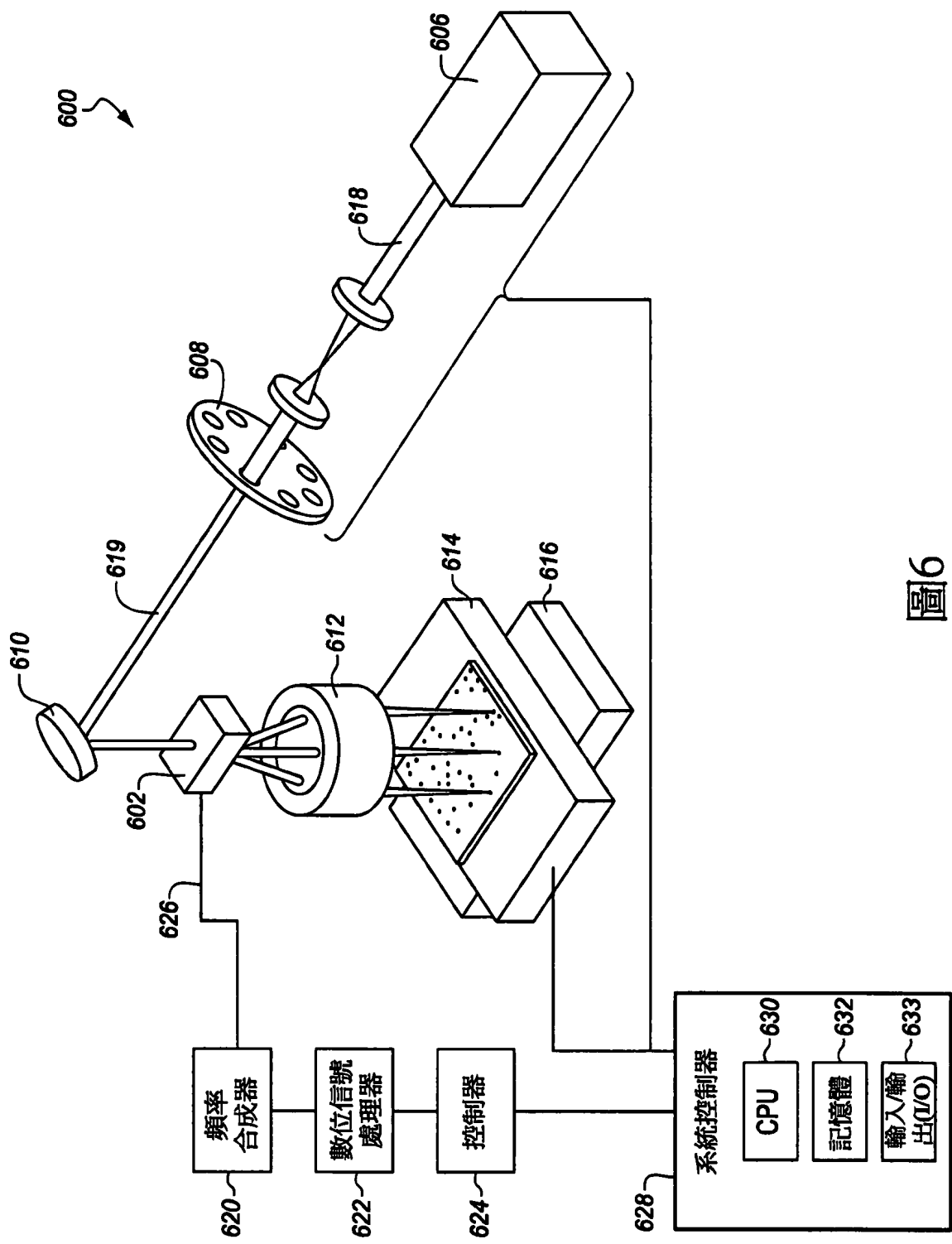


圖6

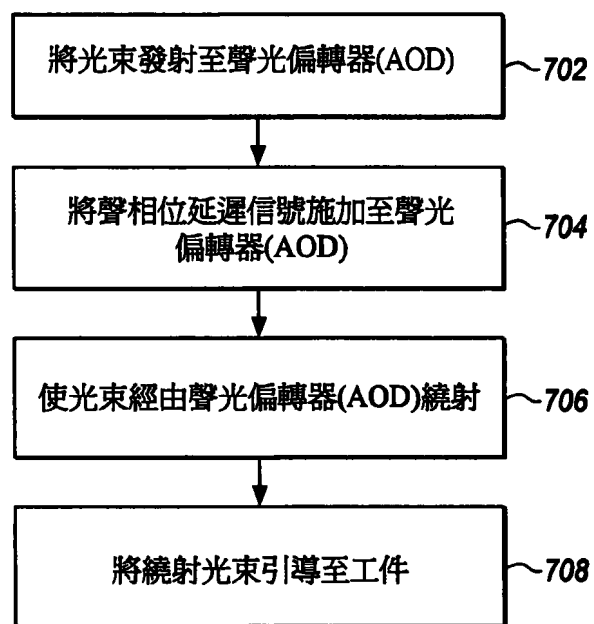


圖7

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】(中文/英文)

用於光束操控之方法及系統

METHOD AND SYSTEM FOR OPTICAL BEAM STEERING

【技術領域】

發明領域

[0001]本發明係關於針對用於光束掃描之聲光偏轉器之組配及操作的方法及系統。

【先前技術】

發明背景

[0002]在組件之製造及處理中，工業雷射被用於廣泛多種不同目的。藉由操控雷射所產生之光束使得光束可經操控而擊中工件上之恰好特定位置來改良雷射之有用性。在半導體處理中，雷射被用於診斷掃描、用於鑽孔、用於圖案成像且用於其他目的。

[0003]在積體電路設計中，例如，通孔係絕緣介電層中之小開口，其允許兩個不同層之導電部分之間的導電連接。通常，藉由基於電流計之系統中之鏡的機械移動來操控雷射束以在絕緣介電層或某一其他材料上之特定位置處鑽出通孔。光學掃描儀可用以定位雷射或其他類型之光束以用於大範圍的工業、科學、成像及雷射應用。

[0004]基於電流計之雷射束操控系統操作可用之速度

受鏡安裝件之機械構造及驅動鏡安裝件之電流計限制。機械鏡驅動系統亦限制可將雷射束定位於工件上之準確度。

【發明內容】

[0005] 依據本發明之一實施例，係特地提出一種方法，其包含：將一光射束發射穿過一聲光偏轉器；跨該聲光偏轉器之多個轉換器施加具有一相位延遲之一聲音信號以藉由該聲光偏轉器使該射束沿著一第一軸線偏轉；以及將經偏轉的該射束引導至一工件上。

【圖式簡單說明】

[0006] 本發明之實施例係藉由舉例來說明，但不作為限制，在隨附圖式之諸圖中，相同參考數字係指類似元件：

圖1為AOD之方塊圖以展示使用聲波調整偏轉之原理；

圖2為AOD之方塊圖以展示根據一實施例使用相位延遲之聲波調整偏轉之原理；

圖3為AOD之另一方塊圖以展示根據一實施例使用相位延遲之聲波調整偏轉之原理；

圖4為AOD之另一方塊圖以展示根據一實施例使用佔據整個AOD晶體寬度的相位延遲之聲波調整偏轉之原理；

圖5A為AOD之等距部分切除方塊圖以展示根據一實施例在兩個維度使用相位延遲之聲波來調整偏轉之原理；

圖5B為AOD之另一等距部分切除方塊圖以展示根據一實施例在兩個維度使用相位延遲之聲波來調整偏轉之原理；

圖5C為具有角度面之替代AOD之等距圖以根據一實施

例展示聲波；

圖6為使用雷射源及根據一實施例之AOD之工件處理系統的圖；且

圖7為使用根據一實施例之AOD操控光射束之程序流程圖。

【實施方式】

較佳實施例之詳細說明

[0007]例如雷射束之光束可藉由使其發射穿過回應於聲波之材料來操控。該材料之折射率由於聲光相互作用而改變。穿過該材料之聲波產生週期性機械應力。該應力在該材料之原子密度中產生交替的壓縮及稀疏化。此密度變化導致折射率圍繞其標稱未受應力值的週期性變化，此在該材料中形成發射光柵區域。傳播通過該材料之入射光束藉由在透射光柵區域內布拉格繞射而偏轉。

[0008]此聲光偏轉器可用以操控雷射束。在聲光偏轉器之操作中，驅動聲光偏轉器之電力可保持在恆定位準，而聲頻改變以使雷射束偏轉至不同角位置。替代地，聲功率可變化以改變AOD之繞射效率且藉此將輸出雷射能量調變至不同偏轉角。在聲光偏轉器中，雷射束之方向角及角位置之變化與聲頻線性成正比。若聲頻較高，則繞射角較大。

[0009]對於許多受操控光束應用，光束必須在兩個方向加以操控。對於半導體基體上之雷射鑽孔，通孔可希望在基體之表面上的許多不同位置中。為了達到所有所要位置，光束必須在兩個方向跨基體之表面加以操控，或若光

束僅可在一個方向上加以操控，則基體必須在另一方向上移動以允許光束達到基體之整個表面。

[0010] 為了提供光束之兩個運動度，可針對各方向使用一個聲光偏轉器。兩個聲光偏轉器可經組配以用於雷射掃描、微機械加工、成像、裝置檢測及其他應用而非通孔鑽孔。在許多應用中，使用兩個偏轉器使光束操控系統之複雜度及大小增加。

[0011] 如本文中所描述，單一聲光偏轉器(acousto-optic deflector, AOD)可用以同時在兩個方向提供光束操控。布拉格條件(Bragg condition)可在三維上建立以達成完美的光束操控。藉由多個微轉換器產生之聲波在AOD晶體中以某一角度與聲傳播向量產生干擾圖案。藉由改變正交、鄰近或正交且鄰近之兩個或兩個以上轉換器之間的相位延遲，可實現聲波波束操控。聲波波束操控可經設定以匹配晶體之射頻(radio frequency, RF)，使得可滿足在特定RF頻率(f)下針對各偏轉角之布拉格條件。間距及轉換器陣列圖案係針對聲干擾對準以用於2D雷射束掃描。可利用此最佳化來達成大的偏轉掃描角($\Delta\theta$)及高效率(η)。

[0012] 二維干擾AOD光束操控系統提供快速回應時間、高掃描速度、大範圍的掃描角，且該系統利用電流計鏡系統來避免可出現的關於對準及位置漂移之困難。

[0013] 圖1為傳播通過聲光偏轉器102之雷射束之射線跡線圖。為簡單起見，僅展示一個偏轉方向，垂直方向如所示地在圖紙上。AOD產生可調整的繞射光束。

相位係固定的，且聲頻經改變以使原子平面傾斜以用於使雷射束偏轉。在第三替代技術中，聲波在各轉換器處之頻率及相位經改變以使整個晶體之原子平面傾斜以用於使雷射束偏轉。改變藉由各轉換器產生之聲波之相位的靈活性提供如圖4中所示之動態AOD。在習知AOD中，相位 ϕ_1 、 ϕ_2 、 $\phi_3 \dots \phi_n$ 係固定的且頻率 f_1 、 f_2 、 $f_3 \dots f_n$ 有變化。然而，如電轉換器輸入信號406所指示，來自 f_1 、 f_2 、 $f_3 \dots f_n$ 之頻率432及來自 ϕ_1 、 ϕ_2 、 $\phi_3 \dots \phi_n$ 之相位434均可改變。

[0036]圖5A為使用AOD晶體之單面上的轉換器之二維陣列來控制光束在兩個維度之偏轉的AOD的圖。此允許該等轉換器用作為具有兩個自由度之相控陣列。在圖5A中，入射雷射束504進入AOD晶體502，在晶體中，雷射束以藉由存在於晶體中之聲瓣判定之特定角偏轉。視特定實施而定，離開射束508施加至光學系統518或工件。受激聲瓣係使用轉換器之二維陣列516而於晶體內產生。如所示，該等轉換器可配置成具有各列中由五個轉換器組成之兩列的網格。可存在更多列且各列中可存在更多轉換器。大量轉換器提供對聲瓣之方向的更精確控制。該等轉換器係由具有特定波形之外部電信號驅動，該等外部電信號誘使該等轉換器自不同轉換器產生具有不同相位(諸如 ϕ_1 、 ϕ_2 、 $\phi_3 \dots \phi_n$)之聲瓣。

[0037]圖5B展示與圖5A中之組件相同的組件，然而，組件具有施加至轉換器陣列516之不同聲波形。雷射束510以不同角離開晶體502而在不同位置中入射透鏡518在上。

[0038]藉由施加具有相鄰轉換器元件之間的適當相移之RF信號之頻率的一組組合，AOD晶體內之原子平面在兩個維度傾斜。此機制使入射雷射束以視原子平面之傾斜角而定之特定角(該角在圖5A中展示為向上)偏轉，且因此，偏轉雷射束在聚焦光學元件之表面處入射於特定區域上。

[0039]藉由施加具有相鄰轉換器元件之間的不同相移之RF信號之頻率的不同組組合，AOD晶體內之原子平面在不同方向上傾斜。在圖5B之實例中，入射雷射束向下偏轉以在不同位置處入射於聚焦光學元件之表面上。

[0040]如所描述，鄰近聲轉換器之間的相位延遲修改聲波在AOD晶體中之傳播方向。傳播方向之此變化被用以在布拉格條件下操控光射束。在一些實施例中，為了具有針對聲束操控之高效干擾，轉換器之最大間距係藉由所要最大操作操控角判定：

$$P_{cr} = \frac{\lambda_s}{1 + \sin(\theta_s)_{max}}。$$

其中 P_{cr} 係指轉換器間距，其為兩個連續轉換器之中心之間的距離。在所描述實例中，轉換器間距在所有鄰近轉換器之間係相同的，然而，間距可用相位延遲之適當修改來改變。

[0041]對於每一個光束操控角，存在具有相鄰轉換器之間的特定相移之特定RF頻率。此使晶體之原子平面傾斜以滿足布拉格條件。可藉由以下處理來增加傾斜：增加相鄰轉換器之間的相移，直至角很大以使得全內反射發生。若雷射束以大於臨界角 θ_{cr} 之入射角入射於AOD晶體之離開表

程序。此等其他組件包括(但不限於)中央處理器630、記憶體632 (其可為依電性記憶體(例如，DRAM)、非依電性記憶體(例如，ROM)、快閃記憶體、大容量儲存器或不同記憶體類型之某一組合)及輸入/輸出組件633，以允許用於資料及命令至及自該系統控制器之傳送的無線及/或有線通訊。

[0049]該系統控制器可視其其他功能而包括其他組件，該等組件可以或可不實體上且電氣地耦合至系統板。此等組件可包括圖形處理器、數位信號處理器、晶片組、天線及顯示器。

[0050]雷射諧振器606產生雷射束618，該等雷射束接著通過孔罩608以視將在工件上進行之工作之要求而提供不同特定大小及形狀。孔罩608旋轉以呈現不同形狀之孔隙，該等孔隙視將進行之工作而將雷射束618塑形成預定義形狀，例如雷射鑽孔不同形狀之孔。光學元件修改光束。該等修改可包括以下各者中之一或多者：修改雷射照射度；修改照射度分佈(光束塑形)；修改實體形狀(光束之圓形對矩形截面)；及修改光束之大小。經塑形雷射束620被引導至鏡。鏡610光學反射藉由孔罩608產生之經塑形雷射束620。

[0051]視工件及待執行之工作而定，聲光偏轉器與工件之間的光學系統612可採用多種不同形式。圖3展示單一遠心透鏡。此透鏡基於光束在透鏡上之入射角而將雷射束引導之工件上之位置。可使用更多光學元件或不同類型之光學元件來執行相同光學效應以滿足封裝需要、空間限制、

頻率限制及其他設計約束。放大光學元件亦可用以在光束到達工件之前修改光束。放大鏡可用以增加空間區域，雷射束在空間區域上投影在二維平面上。放大光學元件可為使允許雷射束入射所在之區域增加的光學系統。

[0052]該系統可在不同位置中配備光束分光器(未圖示)，使得單一雷射源可用以將多個光束傳遞至工件。該等光束分光器可用以將雷射傳遞至多個聲光偏轉器以用於獨立且同時地控制多個光束。替代地，該等光束分光器可用以利用單一聲光偏轉器將偏轉或受操控光束劃分成用於同時處理同一工件之多個位置的多個光束。

[0053]另外，多個聲光偏轉器(未圖示)可包括於該系統中以增加整個系統之角程或在操控雷射束時達成額外自由度。額外聲光偏轉器可以不同於第一聲光偏轉器之方式定向以導致不同效應。

[0054]任何目前現有之雷射技術可供圖6之雷射操控系統使用以產生類似效應，包括幅度調變、時間維度上之光束切換、擴散、聚焦及頻移。

[0055]因為本文中所描述之聲光偏轉器可用以使用多個轉換器中之每一者之間的相位延遲而使雷射束在兩個維度同時偏轉，所以受操控光束可在兩個維度跨工件移動。結果，工件可支撐於提供移動之簡單支撐系統上，其方式與X-Y台或掃描台中之方式相同。替代地，視工件之大小及雷射束操控系統之總X-Y範圍而定，台可經組配以在不移動工件之情況下供應工件之一個部分。在此部分經處理之

後，台可移動以供應工件之另一部分。針對工件之各部分，可操控雷射束以達到部分上之所有所要點，直至意欲程序完成。

[0056]圖7為可用於本申請案之程序流程圖。在702，使諸如雷射光束之光射束發射至AOD。如上文所提及，光束可用孔罩來塑形或藉由鏡或其他光學元件導引。光束亦可以其他方式變窄、加寬、聚焦、分裂或操縱。在704，將聲相位延遲信號施加至AOD。將相位延遲施加至附接至AOD之轉換器以在AOD內產生聲瓣。可在轉換器之一或多個方向上誘發相位延遲以在一或多個方向上控制聲瓣之位置。藉由信號產生器或多個信號產生器(諸如，例如圖6中所示之頻率合成器)將電信號施加至轉換器，以產生用於聲光晶體之所需聲波。

[0057]在706，AOD接收光束且視繞射光束之意欲方向及來自轉換器之聲音信號而使光束沿著一或多個軸線繞射。在708，將繞射光束引導至工件。可使用聚焦光學元件、放大光學元件、鏡或多種其他裝置來引導光束。光束可僅藉由AOD相對於工件之位置及光束離開AOD所處之角來引導。

[0058]光束可引導至工件以用於在基體上進行通孔鑽孔、雷射掃描、雷射直接成像或其他應用。在某些實施例中，使用光束分光器或光束切換裝置來增加用於通孔鑽孔之雷射束之數目。在某些實施例中，使用放大光學元件以使用於通孔鑽孔之雷射束之空間掃描範圍增加超過藉由

AOD提供之範圍。在某些實施例中，至聲光偏轉器之轉換器之電輸入經調整以修改相位延遲、功率及由該等轉換器發射之聲頻以控制布拉格繞射角以用於在不使用任何機械運動(亦即，機械移動之組件)使雷射束偏轉之情況下使雷射束偏轉。

[0059]在描述中，使用雷射束作為可供AOD之所描述實施例使用的光射束之類型之實例。視偏轉射束之意欲用途而定，可使用任何相干或非相干光射束，包含電子束及微波波束。AOD之晶體材料可經修改以適合不同波長之射束。對於典型CO₂雷射，可使用鍺晶體，但亦可使用其他晶體以適合入射在AOD晶體上的不同波長之光。晶體可為各向同性的(諸如鍺)或各向異性的(諸如二氧化碲)。可使用多種不同晶體材料及雷射類型以適合偏轉射束之不同應用。

[0060]作為本文所述的對於2 μm至12 μm之光(例如CO₂雷射之典型)特別有效之鍺晶體的替代物，可使用其他材料。磷化鎵對於0.6 μm至10 μm之光特別有效。二氧化碲對於0.35 μm至5 μm之光特別有效。磷化銮對於1 μm至1.6 μm之光特別有效。熔融石英對於0.2 μm至4.5 μm之光特別有效。視光之所要波長及所要聲光效應而定，可使用其他材料來替代此等材料。

[0061]對「一個實施例」、「一實施例」、「實例實施例」、「各種實施例」等之引用指示本發明的如此描述之實施例可包括特定特徵、結構或特性，但並非每一個實施例必需包括該等特定特徵、結構或特性。此外，一些實施例可具

有針對其他實施例所描述之特徵中之一些、全部或不具有該等特徵中之任一者。

[0062]在描述及申請專利範圍中，可使用術語「耦合」及其衍生詞。「耦合」用以指示兩個或兩個以上元件彼此合作或相互作用，但該等元件在其間可具有或可不具有介入的實體或電組件。

[0063]如申請專利範圍中所使用，除非另外規定，否則使用序數形容詞「第一」、「第二」、「第三」等描述共同元件僅指示正參照之類似元件之不同例子，且不意欲暗示如此描述之元件必須處於給定順序，無論時間、空間、等級上抑或以任何其他方式。

[0064]圖式及描述為實施例之實例。熟習此項技術者將瞭解，所描述元件中之一或多者可很好地組合為單一功能元件。替代地，某些元件可拆分成多個功能元件。來自一個實施例之元件可添加至另一實施例。舉例而言，本文中所描述之程序之次序可改變且不限於本文中所描述之方式。此外，任何流程圖之動作不必以所示次序來實施；所有該等動作亦並非必然需要執行。又，並不取決於其他動作之彼等動作可與其他動作並行地執行。實施例之範疇絕不受具體實例限制。無論是否在說明書中明確地給出，諸如結構、尺寸及材料使用之差異的大量變化係可能的。實施例之範疇係至少如由以下申請專利範圍給出地一樣寬廣。

[0065]以下實例係關於另外的實施例。不同實施例之各種特徵可不同地於所包括之一些特徵及未包括之其他特徵

組合以適合多種不同應用。一些實施例係關於一種方法，其包括使一光射束發射穿過一聲光偏轉器、跨該聲光偏轉器之多個轉換器施加具有一相位延遲之一聲音信號以藉由該聲光偏轉器使該射束沿著一第一軸線偏轉，以及將該偏轉的射束引導至一工件上。

[0066]另外實施例包括藉由該聲光偏轉器使該射束同時沿著一第二軸線偏轉。

[0067]在另外的實施例中，該等轉換器配置在兩個維度，且其中施加該聲音信號包含在該等轉換器之該兩個維度上施加具有一相位延遲之該聲音信號以控制該射束沿著該第一軸線及該第二軸線的該偏轉。該工件為一基體，該方法進一步包含將穿過放大光學元件之該偏轉的光射束聚焦至該基體上以在該基體上鑽出通孔。

[0068]另外實施例包括調整該所施加聲音信號之該等頻率以控制該光射束之一偏轉角。

[0069]在另外的實施例中，該等多個轉換器沿著該聲光偏轉器之一單一第一表面，該方法進一步包含將一第二聲音信號施加至配置於該聲光偏轉器之一第二表面上的多個轉換器之一第二集合，該第一表面及該第二表面係鄰近的，使得該晶體中的來自該第一表面之一聲波與該晶體中的來自該第二表面之一聲波組合。

[0070]另外的實施例包括使該光射束發射穿過一孔罩、藉由一鏡將該發射(遮蔽)的光射束反射至該聲光偏轉器、將該工件定位於一表面上使得該偏轉的光射束入射於

該基體上，以及藉由該聲光偏轉器之繞射的光射束在該基體上鑽出通孔。

[0071]另外的實施例係關於一種系統，其具有：一聲光偏轉器，其具有經組配以接收一發射的光射束之一第一表面及一第二表面；在該聲光偏轉器之該第二表面上的複數個聲轉換器；用於該等聲轉換器之一電輸入，該電輸入經組配以使用該等轉換器產生在各轉換器之間具有一選定相位延遲的一聲頻信號，且將該聲頻信號施加至該聲光偏轉器以控制該光射束沿著一第一軸線之一偏轉角；以及成像光學元件，其用以將該偏轉的光射束引導至一工件。

[0072]在另外的實施例中，該等複數個聲轉換器配置在兩個維度，且其中該電輸入經組配以使用該等轉換器產生在該等轉換器之間具有兩組選定相位延遲的一聲頻信號，該第一組相位延遲在該等轉換器之該兩個維度中之一第一維度中且該第二組相位延遲在該等轉換器之該兩個維度中之一第二維度中以同時控制該光射束沿著該第一軸線及該第二軸線之一偏轉。該等轉換器之該兩個維度係正交的。該等轉換器配置成該等轉換器定位於正交列中之一網格陣列。該聲光偏轉器之該第一表面及該第二表面係正交的。

[0073]另外的實施例包括在該聲光偏轉器之一第三表面上的第二複數個聲轉換器，且其中該電輸入經進一步施加至該等第二複數個聲轉換器以產生在各轉換器之間具有一選定相位延遲的一第二聲頻信號，且將該聲頻信號施加至該聲光偏轉器以控制亦沿著一第二軸線的該光射束之一偏轉

角。

[0074]在另外的實施例中，該成像光學元件包含一遠心透鏡。該光射束用以在工件上產生通孔。該光射束用以暴露用於雷射直接成像之一光阻材料以在該工件上製造一電路。該電輸入經調整以改變跨該等轉換器之聲頻以控制該光射束之一偏轉角。該電輸入係藉由改變鄰近轉換器之間的該相位延遲來調整。該電輸入係藉由改變施加至該等轉換器之電力來調整。該電輸入經調整以改變跨該等轉換器之聲頻以達成用於使該光射束在布拉格條件下繞射的布拉格條件。該聲光偏轉器包含一鋇晶體。該聲光偏轉器包含二氧化碲晶體。

[0075]另外的實施例係關於一種用於在一基體上進行通孔鑽孔之系統，該系統包括：一雷射諧振器，其經組配以產生一雷射束；一孔罩，其光學耦合至該雷射諧振器以塑形該雷射束；一聲光偏轉器，其經組配以接收該雷射束且在一意欲方向上操控該接收之雷射束；一光學元件，其用以引導該受操控雷射束；以及一工件支撐件，該受操控雷射束經引導至該工件支撐件以對一所支撐工件起作用。

[0076]在另外的實施例中，該聲光偏轉器具有在該聲光偏轉器之一表面上的複數個聲轉換器，且其中該等轉換器接收在該等轉換器之間具有一相位延遲的一聲頻電信號以控制該受操控雷射束之方向。

[0077]在另外的實施例中，該等複數個聲轉換器配置在兩個維度，且其中該電輸入經組配以使用該等轉換器產生

I647041

發明摘要

雙面影印

※ 申請案號：104112428

※ 申請日：104 年 4 月 17 日

※ I P C 分類：**B23K 26/02** (2014.01)**B23K 26/08** (2014.01)**【發明名稱】(中文/英文)**

用於光束操控之方法及系統

METHOD AND SYSTEM FOR OPTICAL BEAM STEERING

【中文】

本發明描述具有多個聲轉換器之聲光偏轉器，其適合用於基體處理中。在一個實例中，一方法包括使一光射束發射穿過一聲光偏轉器、跨該聲光偏轉器之多個轉換器施加具有一相位延遲之一聲音信號以藉由該聲光偏轉器使該射束沿著一第一軸線偏轉，以及將該偏轉的射束引導至一工件上。

【英文】

An acousto-optic deflector with multiple acoustic transducers is described that is suitable for use in substrate processing. In one example a method includes transmitting an optic beam through an acousto-optic deflector, applying an acoustic signal with a phase delay across multiple transducers of the acousto-optic deflector to deflect the beam along a first axis by the acousto-optic deflector, and directing the deflected beam onto a workpiece.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（1）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

102...聲光偏轉器

104...入射雷射束

106...電輸入

107...電至機械轉換器

108...繞射雷射束

110...繞射角

V_s ...波速

W ...轉換器寬度

λ_L ...雷射束在聲光晶體內之波長

λ_s ...聲波在聲光晶體內之波長

θ_i ...掠射角

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

(無)

申請專利範圍

1. 一種用於光束操控之方法，其包含：

將一光射束發射穿過一聲光偏轉器；

跨該聲光偏轉器之多個轉換器施加具有一相位延遲之一聲音信號以藉由該聲光偏轉器使該射束沿著一第一軸線偏轉；以及

將經偏轉的該射束引導至一工件上。

2. 如請求項1之方法，其進一步包含藉由該聲光偏轉器使該射束同時沿著一第二軸線偏轉。
3. 如請求項2之方法，其中該等轉換器係以兩個維度被配置，且其中施加該聲音信號包含在該等轉換器之該兩個維度上施加具有一相位延遲之該聲音信號以控制該射束沿著該第一軸線及該第二軸線的偏轉。
4. 如請求項1之方法，其中該等多個轉換器係沿著該聲光偏轉器之一單一第一表面，該方法進一步包含將一第二聲音信號施加至配置於該聲光偏轉器之一第二表面上的一第二組多個轉換器，該第一表面及該第二表面係鄰近的，使得該晶體中的來自該第一表面之聲波與該晶體中的來自該第二表面之聲波組合。
5. 如請求項1之方法，該方法進一步包含：

將該光射束發射穿過一孔罩；

藉由一鏡將經發射(遮蔽)的該光射束反射至該聲光偏轉器；

將該工件定位於一表面上使得經偏轉的該光射束入射於該基體上；以及

藉由該聲光偏轉器之經繞射的該光射束在該基體上鑽出通孔。

6. 一種用於光束操控之系統，其包含：

一聲光偏轉器，其具有一第一表面及一第二表面，該第一表面經組配以接收經發射的一光射束；

在該聲光偏轉器之該第二表面上的複數個聲轉換器；

用於該等聲轉換器之一電輸入，該等聲轉換器經組配以使用該等轉換器產生在各轉換器之間具有一選定相位延遲的一聲頻信號，且將該聲頻信號施加至該聲光偏轉器以控制該光射束沿著一第一軸線之一偏轉的角度；以及

成像光學元件，其用以將經偏轉的該光射束引導至一工件。

7. 如請求項6之系統，其中該等複數個聲轉換器係以兩個維度被配置，且其中該電輸入係經組配以使用該等轉換器產生在該等轉換器之間具有兩組選定相位延遲的一聲頻信號，該第一組相位延遲係在該等轉換器之該兩個維度中的一第一維度中且該第二組相位延遲係在該等轉換器之該兩個維度中的一第二維度中以同時控制該光射束沿著該第一軸線及該第二軸線之偏轉。

8. 如請求項7之系統，其中該等轉換器配置成以該等轉換

器定位於正交列中之一網格陣列。

9. 如請求項6之系統，其進一步包含在該聲光偏轉器之一第三表面上的第二複數個聲轉換器，且其中該電輸入經進一步施加至該等第二複數個聲轉換器以產生在各轉換器之間具有一選定相位延遲的一第二聲頻信號，且將該聲頻信號施加至該聲光偏轉器以控制亦沿著一第二軸線的該光射束之偏轉的角度。
10. 如請求項6之系統，其中該電輸入係經調整以改變跨該等轉換器之聲頻以控制該光射束之偏轉的角度。
11. 如請求項10之系統，其中該電輸入係藉由改變鄰近轉換器之間的該相位延遲來調整。
12. 如請求項10之系統，其中該電輸入係藉由改變施加至該等轉換器之電力來調整。
13. 如請求項6之系統，其中該電輸入係經調整以改變跨該等轉換器之聲頻以達成用於使該光射束在布拉格條件下繞射的布拉格條件。
14. 如請求項6之系統，其中該聲光偏轉器包含一鍺晶體。
15. 如請求項6之系統，其中該聲光偏轉器包含一二氧化碲晶體。
16. 一種用於光束操控之系統，其包含：
 - 一雷射諧振器，其經組配以產生一雷射束；
 - 一孔罩，其光學地耦合至該雷射諧振器以塑形該雷射束；
 - 一聲光偏轉器，其經組配以接收該雷射束且在一意

欲方向上操控經接收之該雷射束；

一光學元件，其用以引導受操控之該雷射束；以及

一工件支撐件，受操控之該雷射束係經引導至該工件支撐件以在所支撐之工件上作用，

其中該聲光偏轉器具有在該聲光偏轉器之一表面上的複數個聲轉換器，且其中該等轉換器接收在該等轉換器之間具有一相位延遲的一聲頻電信號以控制受操控之該雷射束之方向。

17. 如請求項16之系統，其中該等複數個聲轉換器係以兩個維度被配置，且其中該電輸入係經組配以使用該等轉換器產生在該等轉換器之間具有兩組選定相位延遲的一聲頻信號，該第一組相位延遲係在該等轉換器之該兩個維度中的一第一維度中且該第二組相位延遲係在該等轉換器之該兩個維度中的一第二維度中以同時控制該雷射束沿著該第一軸線及該第二軸線之偏轉。

18. 如請求項16之系統，其中該聲光偏轉器具有在該聲光偏轉器之一第二表面上的第二複數個聲轉換器，且其中該等第二複數個聲轉換器接收在該等轉換器之間具有一相位延遲的一第二聲頻電信號以控制沿著一第二軸線的受操控之該雷射束的方向。

19. 如請求項16之系統，其中至該等轉換器之電輸入係經調整以改變跨該等轉換器之聲頻以達成用於使該雷射束在布拉格條件下偏轉的布拉格條件。