



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I570880 B

(45)公告日：中華民國 106 (2017) 年 02 月 11 日

(21)申請案號：103139956

(22)申請日：中華民國 103 (2014) 年 11 月 18 日

(51)Int. Cl.：

*H01L25/07 (2006.01)**H01L21/302 (2006.01)**H01L23/28 (2006.01)**B23K26/38 (2014.01)**B23K26/40 (2014.01)*

(30)優先權：2013/11/19 美國

61/906,315

2013/11/19 美國

61/906,326

(71)申請人：柔芬新拿科技公司 (美國) ROFIN-SINAR TECHNOLOGIES INC. (US)

美國

(72)發明人：荷西尼 阿巴斯 HOSSEINI, S. ABBAS (CA)

(74)代理人：俞大衛

(56)參考文獻：

US 6333485B1

US 2012/235969A1

US 2007/0298529A1

US 2013/0293482A1

審查人員：林弘恩

申請專利範圍項數：20 項 圖式數：34 共 83 頁

(54)名稱

機／電微晶片及利用叢發超快雷射脈衝製造之方法

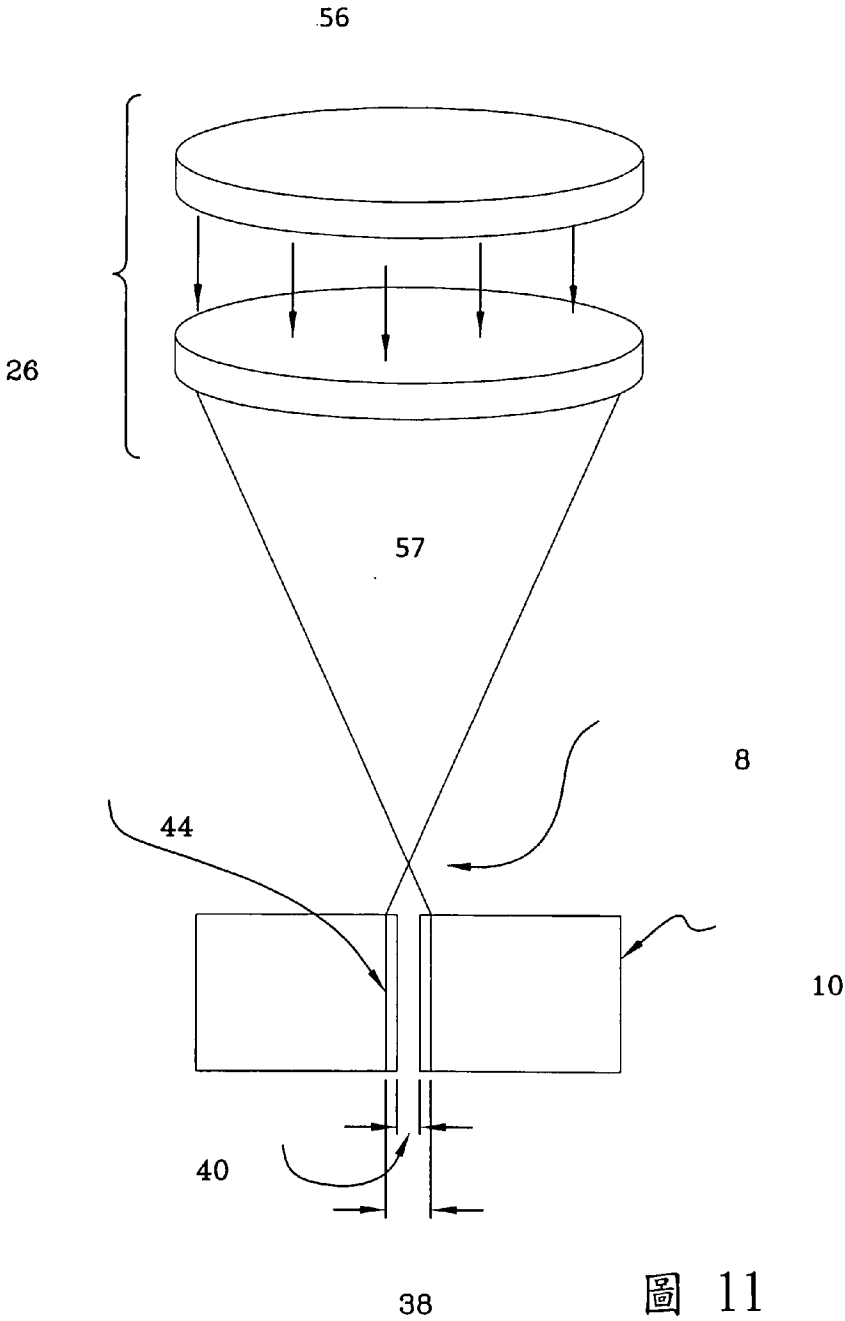
ELECTRO/MECHANICAL MICROCHIPS AND METHOD OF MAKING WITH BURST ULTRAFAST LASER PULSES

(57)摘要

一種使用多數透明基材製造一機電晶片之方法，包含以下步驟：使用光聲加壓，在該等多數基材之至少一基材中切削完全或部份穿透之空孔。該等多數透明基材係以一特定的順序堆疊及配置。該等透明基材均係固定且密封在一起。該晶片可藉由雷射熔接或黏著劑密封。

A method for making an electromechanical chip using a plurality of transparent substrates, comprising the steps of: machining, using photoacoustic compression, full or partial voids in at least one of the plurality of substrates. The plurality of transparent substrates are stacked and arranged in a specific order. The transparent substrates are affixed and sealed together. The chip may be sealed by laser welding or adhesive.

指定代表圖：



- 符號簡單說明：
- 8 . . . 聚焦腰部(中央焦點)
 - 10 . . . 標靶
 - 26 . . . 分散式聚焦元件總成(最後像差透鏡)
 - 40 . . . 光絲直徑
 - 44 . . . 光絲
 - 38 . . . 光束點直徑
 - 56 . . .

$$R_c = \frac{\text{光點直徑}(\mu\text{m})}{\text{光絲直徑}(\mu\text{m})} > 1$$

- 57 . . . 分散聚焦

圖 11

公告本

發明摘要

※ 申請案號：103139956

H01L 25/07 (2006.01)

※ 申請日：103.11.18

H01L 21/302 (2006.01)

※IPC 分類：H01L 23/28 (2006.01)

B23K 26/38 (2014.01)

B23K 26/40 (2014.01)

【發明名稱】(中文/英文)

機／電微晶片及利用叢發超快雷射脈衝製造之方法

ELECTRO/MECHANICAL MICROCHIPS AND METHOD OF
MAKING WITH BURST ULTRAFast LASER PULSES

【中文】

一種使用多數透明基材製造一機電晶片之方法，包含以下步驟：使用光聲加壓，在該等多數基材之至少一基材中切削完全或部份穿透之空孔。該等多數透明基材係以一特定的順序堆疊及配置。該等透明基材均係固定且密封在一起。該晶片可藉由雷射熔接或黏著劑密封。

【英文】

A method for making an electromechanical chip using a plurality of transparent substrates, comprising the steps of: machining, using photoacoustic compression, full or partial voids in at least one of the plurality of substrates. The plurality of transparent substrates are stacked and arranged in a specific order. The transparent substrates are affixed and sealed together. The chip may be sealed by laser welding or adhesive.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（ 11 ）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

- 8 聚焦腰部（中央焦點）
- 10 標靶
- 26 分散式聚焦元件總成（最後像差透鏡）
- 40 光絲直徑
- 44 光絲
- 38 光束點直徑
- 56 $R_c = \frac{\text{光點直徑}(\mu\text{m})}{\text{光絲直徑}(\mu\text{m})} > 1$
- 57 分散聚焦

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

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)

機／電微晶片及利用叢發超快雷射脈衝製造之方法

ELECTRO/MECHANICAL MICROCHIPS AND METHOD OF
MAKING WITH BURST ULTRAFAST LASER PULSES

【技術領域】

【0001】 本發明係有關於一種低成本之大幅迷你化機/電微晶片。本發明製成之微晶片適合一次性使用。材料係選自於一透明材料，例如玻璃、Si、LiTiO₃、LiNbO₃、透明陶瓷、聚合物、透明導體、寬頻帶玻璃、晶體、結晶石英、鑽石(天然或人造)、藍寶石、稀土配方、用於顯示器之金屬氧化物、及在拋光或未拋光條件下具有或沒有塗層之非晶質氧化物。它們係使用藉由叢發超快雷射脈衝絲化之用以切削透明標靶基材之方法及裝置所製做而成的。

【先前技術】

【0002】 業界對於持續迷你化機/電微晶片，例如生物晶片，及MEM裝置有極大需求。微機電系統(MEM)係非常小之裝置的科技。傳統的光刻製程可使用來在多數基材中形成電子裝置，此等傳統光刻製程包括施加光阻、遮罩，照光以醃亞胺化該光阻之某些部份，濕式與乾式蝕刻等。用以製造一MOSFET之方法(包括施加光阻、遮蔽及蝕刻)可參見，例如，2008年6月24日領證之Hunter等人的美國專利第7,389,675號。

【0003】 要產生微流體通道，通常使用模製，且樣本係以一玻璃板覆蓋及被黏合。有一些人已嘗試使用雷射作用及蝕刻，在大塊玻璃中製造多

數微通道，但是沒有成功。

【0004】 不僅為了減少材料之成本，而且為了在較少空間中可有更多系統複雜性。微製造主要係有關於機械鑽孔或刻劃方法及/或雷射微切削、雷射修改、化學蝕刻、遮蔽與鍍敷及模製技術。下方的結構需要較厚的基材，同時這些方法一直被改進，下一階段之迷你化將需要更高之準確性。

【0005】 今後，可在一較薄基材上，例如電氣通路、組件固定點、流體/氣體通路、粒度分離器/過濾器，以較小功能元件構成一機/電微晶片，將可滿足在機/電微晶片工業中之長期需求。本發明能在一獨立及新穎組態中使用並組合多數新技術，以克服前述問題且達成此新發明。

【發明內容】

【0006】 本發明之一般目的，係提供一種使用大幅簡化其製造程序及降低成本至可丟棄程度、單次使用微晶片的新技術及材料之迷你化機/電微晶片。該晶片可被使用在一手持裝置或機器中作為一樣本固持器及分析器，並且可在主要模組中完成進一步之加工。該晶片可在每次使用後丟棄。或者它可被設計成在危險區域中作為一無線偵測器或分析器而工作。

【0007】 鑽孔完全穿過一基材，或在一基材中鑽出封閉之孔口，將在本發明之製程中實施。此外，在玻璃(或其他透明材料)中切削通道，亦將在本發明之製程中實施。本發明包括一種材料切削技術，包含藉由多數超快雷射脈衝叢波絲化，及配合產生多數焦點之一分散式聚焦透鏡總成，特定地調整該等雷射參數，其中該主要聚焦腰部不會位在該透明基材標靶之表面中或其上，以便在該透明基材標靶中產生一光絲，而該光絲在該透明基材標靶之一堆疊陣列之任一或各構件中形成一孔口，其中該孔口在所欲晶

圓、平板或基材內之一所欲開始點及一終止點具有一特定深度及寬度。雖然本發明主要聚焦在孔口之鑽出，在此所述之該等系統及方法同樣可藉著造成在該基材內生成之鑽出孔口光絲之該雷射光束的持續移動，應用於鑽孔、分割、切割、通道形成、容器生成及刻劃標靶的切削製程。該切削可呈一非直線構態，因此該切削不限於平面基材。

【0008】 在此揭露的用以切削之方法，將產生較小廢料，且能比習知技術達成更複雜之切割。詳言之，它使用一新穎方法，在一多層機/電微晶片的任一基材層中切削路徑，及組件安裝與操作空孔，且該新穎方法使用一叢波或超快雷射脈衝叢波之干涉，其中該等雷射光及聚焦參數已被調整成可在該材料內產生一光絲，而該光絲可在該所欲開始點及該所欲終止點形成具有特定深度及寬度之一孔口。

【0009】 本發明在此揭露的是一種新穎且獨特之技術，能在透明材料（例如硼矽玻璃、Si晶圓、玻璃或藍寶石）之中，以穿透或不穿透的方式產生奈米至微米級尺寸的孔口及此種寬度的切割。它有許多優於習知技術的新穎特徵，用以製造便宜的迷你化機/電微晶片，此一新方法並未被任何習知技術以單獨或其任何組合的方式而被預期、顯而易見、被建議、或甚至暗示。詳言之，它提供相當大的優於習知技術的進步，其中，這些裝置可更準確地、便宜地、更細薄地且更小地被製成。此種切削能提供較平滑之切割面、最少的微裂縫傳播、產生較長/較深孔口、非錐形孔口、非直線吸收、具有一致內徑之孔口、最小之入口扭曲及較少的間接損害。

【0010】 本發明之標的物在此說明書之結論部份中將特別被指出且清楚地以申請專利範圍加以定義。但是，其組織及操作方法，以及本發明

之其他優點及目的，可配合附圖參照以下說明而更佳地了解，其中類似之符號將表示類似元件。本發明之其他目的、特徵及特性將更詳細地說明如下。

【圖式簡單說明】

【0011】 圖1係一習知技術燒蝕雷射切削配置之示意圖，其中，該主要聚焦發生在該透明基材之頂表面；

【0012】 圖2係藉由圖1之切削配置所生成之一孔口的立體圖；

【0013】 圖3係一習知技術燒蝕雷射切削配置之說明側視圖，其中，該主要聚焦發生在該透明基材之頂表面下方；

【0014】 圖4係藉由圖3之雷射切削配置所生成之一孔口的立體圖；

【0015】 圖5係如圖1之雷射配置燒蝕地切削之一孔口的說明側視圖，其中，該主要聚焦發生在該透明基材之頂表面；

【0016】 圖6係本發明之雷射切削配置之示意圖，其中，該主要聚焦發生在該透明基材之頂表面上方；

【0017】 圖7係藉由本發明之雷射切削配置所形成之在一透明基材中之一孔口刻劃的立體圖；

【0018】 圖8係藉由圖6之雷射配置鑽出之兩孔口的說明側視圖；

【0019】 圖9係習知技術燒蝕雷射鑽孔配置之示意圖；

【0020】 圖10係本發明之示意圖；

【0021】 圖11係使用一分散式聚焦透鏡配置之本發明的示意圖；

【0022】 圖12係使用一分散式聚焦透鏡配置之本發明的示意圖；

【0023】 圖13係使用一分散式聚焦透鏡配置及該主要聚焦係在該標

靶上方之聚焦腰部分布之本發明的示意圖；

【0024】 圖14係使用一分散式聚焦透鏡射配置及該主要聚焦係在該標靶下方之聚焦腰部分布之本發明的示意圖；

【0025】 圖15係圖13之本發明的示意圖，其中，該孔口已被鑽出；

【0026】 圖16係使用一分散式聚焦透鏡配置及該主要聚焦係在多數標靶下方之聚焦腰部分布之本發明的示意圖；

【0027】 圖17至19顯示三種不同之雷射能量分布組態；

【0028】 圖20係一雷射切削系統之示意圖；

【0029】 圖21係用於圖20之雷射切削系統之控制與處理單元的示意圖；

【0030】 圖22與23顯示使用非遠心及遠心透鏡之X-Y掃描器；

【0031】 圖24顯示產生相對於該工作件材料之表面傾斜之多數光絲的另一實施例；

【0032】 圖25顯示適合零件切割之一雷射系統實例的布置；

【0033】 圖26(a至d)顯示用以製造如圖26(e)之傾斜邊緣的傾斜切除方法；

【0034】 圖27係已被切削而生成一穿過其中之錐形孔口的一透明平面基材晶圓的立體圖；

【0035】 圖28係已被切削而生成一穿過其中之粒度分離器/過濾器之一透明平面基材晶圓的立體圖；

【0036】 圖29係已被切削而生成一穿過其中之收集漏斗之一透明平面基材晶圓的立體圖；

【0037】 圖30係已被切削而生成接受多數插入物之多數孔口之一透明平面基材晶圓的立體圖；

【0038】 圖31係已被切削而生成穿過晶圓的一通路之一透明平面基材晶圓的立體圖；

【0039】 圖32係已被切削而形成多數組件切口之一透明平面基材晶圓的立體圖；

【0040】 圖33係圖27至32之基材的一堆疊物；

【0041】 圖34係在具有一非常乾淨周邊的一印刷頭中三個印刷頭孔口之一陣列的放大照片。

【實施方式】

【0042】 在此簡要地提出本發明之較重要特徵，以便可更佳地了解隨後之詳細說明，且可更佳地了解其對所屬技術領域之貢獻。當然，以下亦將說明申請專利範圍之標的物，及本發明之其他特徵。

【0043】 本發明之各種實施例及態樣，將參照以下之細節加以說明。以下說明及圖式係本發明之舉例說明，且不應被解讀為對本發明的限制。在此說明許多特定細節以便徹底了解本發明之各種實施例。但是，在某些情形下，會不去說明眾所周知的習知細節，以維持本說明書文字的簡潔。

【0044】 在詳細說明本發明之至少一實施例之前，應了解的是，本發明不會去限制其應用於構造之細節，及在以下說明或圖式中所示之組件的配置。本發明可以有其他實施例，且以各種方式實施及實現。同時應了解的是，在此使用之語詞及術語僅係用來說明，而不應被視為限制。

【0045】 本發明之主要目的在於提供一種方法，用以快速、精確且經

濟地非燒蝕雷射切削，以便藉著超快雷射脈衝之(多數)叢波的絲化在透明基材中切割形狀、刻劃鑽孔。自一較大的標靶實際製造薄晶圓也是製程的一部份。在此將以該雷射切削技術及該雷射切削系統，詳細說明用以切削該等微晶片之裝置及方法。

雷射切削技術

【0046】 封閉或貫穿之孔口可在任何深度開始，或在一組堆疊晶圓、平板或基材之任一者中，主要是，但不限於，在透明材料中鑽孔，使得該孔口及周圍材料之結構特性超過在習知技術中可能達成者。該雷射光束相對於該透明基材之移動能提供以對基材(標靶)切片或切割之形式而表現的切削。這可在一材料之堆疊陣列之任一或各構件中，藉由使用一超快雷射脈衝之叢波的絲化的一新穎方法達成，其中，該等雷射光及聚焦參數已被調整成在該材料內產生一光絲，該光絲可產生一孔口或切割穿過一特定深度之透明基材。

【0047】 除非另外定義，否則在此使用之所有技術及科學用語應具有與所屬技術領域中具有通常知識者一般了解相同之意義。除非另外指出，否則在此所使用之整個上下文中，以下用語應具有以下意義：

【0048】 在此所使用之用語”燒蝕鑽孔”，表示一種藉由以一雷射光束照射它，切削一標靶(通常藉由移除材料切割或鑽一基材)表面的方法。在低雷射通量時，該材料被所吸收之雷射能量加熱並蒸發或昇華。在高雷射通量時，該材料通常被轉換成電漿。通常，雷射燒蝕表示以一脈衝雷射移除材料，但是，如果該雷射強度足夠高，則可以一連續波雷射光束燒蝕材料。燒蝕鑽孔或切割技術之特徵在於產生一碎屑域，在該材料移除過程中，

在某一點出現一液體/熔融相，及在該特徵之入口或出口產生一噴出物丘。

【0049】 在此所使用之用語“光聲鑽孔”，表示一種切削一標靶之方法，通常藉由以比在燒蝕鑽孔或切割技術中使用者低之脈衝能量雷射光束照射它來切割或鑽來自一固體之一基材。通過光學吸收，接著熱彈性膨脹之程序，在該被照射材料內產生寬頻聲波及環繞該傳播軸(與該孔口之軸同軸)生成加壓材料的一通路，其特徵在於一平滑壁孔口、一最小或消除的噴出物及在該材料中生成最小微裂縫。這種現象亦通稱為“光聲加壓”。

● 【0050】 在此所使用之用語“光學效率”，係有關於在主要聚焦腰部之通量對在該聚焦元件或總成之穿透孔的總入射通量之比。

【0051】 在此所使用之用語“透明”，表示對一入射光學光束至少部份地透明的一材料。更佳地，依據在此所述之實施例，一透明基材之特徵在於吸收深度大到足以藉由一入射光束支持一內光絲修改陣列之產生。一透明基材有一吸收光譜及厚度，使得該入射光束之至少一部份在該直線吸收範圍中透射。

● 【0052】 在此所使用之用語“光絲修改區域”，表示在一基材內之一光絲區域，其特徵在於藉由該光學光束路徑界定之一加壓區域。

【0053】 在此所使用之用語“叢發”、“叢發模式”或“叢發脈衝”，表示具有相對時間間隔之一組雷射脈衝，該相對時間間隔係實質小於該雷射之重覆時間。應了解的是，在脈衝之間一叢波內的之該時間間隔可固定或變化且在一叢波內脈衝的波幅可變化的，例如，以便在該標靶材料內產生最佳化或預定光絲修改區域。在某些實施例中，一脈衝之叢波可形成強度或構成該叢波之脈衝的能量之變化。

【0054】 在此所使用之用語“幾何聚焦”，表示光依據透鏡之曲率移的之正常光徑，且一光束腰部係依據光學元件通用之簡單透鏡公式定位。它被用來區別由該等透鏡之位置所產生之光學焦點及它們的相對關係與由在該標靶材料中之熱扭曲所產生之收斂情形，且事實上，該等收斂情形提供到達15mm數量級之一準-雷利(Rayleigh)長度，這是特別不尋常的，同時也足以顯示本案的進步性。

【0055】 在此所使用之用語“基材”，表示一透明材料標靶且可選自於由透明陶瓷、聚合物、透明導體、寬頻帶玻璃、晶體、結晶石英、鑽石(天然或人造)、藍寶石、稀土配方、用於顯示器之金屬氧化物及在拋光或未拋光條件下具有或沒有塗層之非晶質氧化物所構成之群組，且意欲涵蓋其任一幾何形式的組態，例如但不限於：平板及晶圓。該基材可包含二層或更多層以上，其中，選擇該聚焦雷射光束之一光束焦點位置，以在該等二層或更多層之至少一層內產生光絲陣列。該多層基材可包含多層平板顯示器玻璃，例如液晶顯示器(LCD)、平板顯示器(FPD)、及有機發光顯示器(OLED)。該基材亦可選自於由汽車玻璃、管、窗、生物晶片、光學感測器、平面光波電路、光纖、飲料玻璃器具、藝術玻璃、矽、111-V半導體、微電子晶片、記憶體晶片、感測器晶片、光電透鏡、平板顯示器、需要堅固殼蓋材料之手持計算裝置、發光二極體(LED)、雷射二極體(LD)、及垂直腔面發射雷射器(VCSEL)所構成之群組。標靶或標靶材料通常選自於基材。

【0056】 在此所使用之用語“主要聚焦腰部”，表示在最後聚焦後(通過最後光學元件總成之後，光照射在該標靶之前)，該光束之最緊密聚焦及最強聚焦強度。它亦可與用語“主要聚焦”互換使用。該用語“次要聚

焦腰部”，表示在具有一強度比該主要聚焦腰部小的在該分散光束中其他聚焦之任一聚焦。它亦可與用語“次要聚焦”互換使用。

【0057】 在此所使用之用語“光絲”，表示通過一介質之任何光束，其中，可觀察及測量克爾(Kerr)效應。

【0058】 在此所使用之用語“雷射絲化”，係透過使用一雷射，在一材料中產生多數光絲之動作。

【0059】 在此所使用之用語“犧牲層”，表示可移除地施加於標靶上的一材料。

【0060】 在此所使用之用語“切削”或“修改”，包含鑽孔、切割、刻劃或分割一標靶或基材的一表面或體積的程序。

【0061】 在此所使用之用語“聚焦分布”，表示通經其集合體係為一正透鏡的一透鏡總成的入射光線的空間時間分布。通常，在此說明它們的有用強度之後續收斂點，隨著距離該聚焦透鏡之中心的距離而改變。

【0062】 在此所使用之用語“臨界能階”、“閾(臨界值)能階”及“最小能階”，均表示必須放在一標靶中或其上的最少之能量，在該標靶中開始產生例如但不限於，燒蝕切削、光聲切削及該克爾(Kerr)效應的一暫時程序。

【0063】 在此所使用之用語“像差透鏡”表示不是一完美透鏡之一聚焦透鏡，其中，在x平面中之透鏡曲率不等於在y平面中之透鏡曲率且通過該透鏡之入射光產生一分散式聚焦圖案。一正像差透鏡係一焦點收斂透鏡，一負像差透鏡係一焦點發散透鏡。

【0064】 在此所使用之用語“包含”，應解釋為內含的及開放的，及

非排除的。詳言之，當在說明書及申請專利範圍中使用時，該用語“包含”及其變化形表示包括特定特徵、步驟或組件。這些用語不應被解釋為排除其他特徵、步驟或組件之存在。

【0065】 在此所使用之用語“示範裝置”，表示“作為一例子、例證或實例”，且相對於此揭露之其他組態，不應被解釋為較佳的或有利的。

【0066】 在此所使用之用語“大約”、“大略”，表示涵蓋可存在數值範圍之上與下限中之變化，例如性質、參數及尺寸之變化。

【0067】 以下所述的方法將提供快速、可靠且符合經濟效益之非燒蝕切削技術，以在該標靶材料中開始生成多數孔口(封閉/遮蔽或貫穿孔口)，且該等孔口可藉由超快雷射脈衝之一或多數叢波絲化而在多數堆疊標靶中之一單一標靶材料下方或上方(或在一管之任一側上)開始生成。該雷射光束相對於該標靶之移動，將導引該光絲以切割或切片該標靶。

【0068】 超短雷射對於微切削能提供高的強度，藉由積極地驅動多光子、穿隧離子化、及電子突崩程序的修改而俐落地加工表面。目前之問題，係如何在該標靶之透明材料中放入足夠之能量，小於在燒蝕鑽孔中使用之能量，但超過該臨界能階，開始且維持光聲加壓，以便產生一光絲，足以改變在該材料中的該焦點之折射率，且不會遭遇光學崩潰(如習知技術燒蝕鑽孔系統中遭遇者)，使得標靶材料中的雷射光束之連續再聚焦可以繼續足夠長的距離，使得即使是多數堆疊的基材，亦可以在該鑽孔之距離上造成可忽略其錐形、並且為一相當平滑的孔壁，同一時間的鑽孔可由標靶材料之上方、下方或內部同時開始。藉由該製造單元的方向/轉向所生成之光絲可被用來鑽出孔口、切割、刻劃或分割標靶的表面或體積。

【0069】 通常，在習知技術中，使用一高能脈衝雷射光束，在該材料之上方、內部或在一表面上聚焦至一單一主要焦點的雷射燒蝕技術，已被用來切削透明材料。習知技術的主要問題為，其為一慢速製程、切面具有微裂縫、及在該表面之寬切口寬度上具有碎屑。此外，習知技術製程導致多數的切割壁一直會有一個角度，且該等切割無法在垂直方向上銳利地達成。

【0070】 如圖1所示，入射雷射光束2通過一聚焦總成，且通過一最後聚焦透鏡4，以聚焦一非分散光束6，該非分散光束6在該標靶10的表面有一聚焦腰部8。或者，如圖3所示，該非分散光束可聚焦，使得該聚焦腰部位在該標靶內。通常，這些技術使用一完全球面聚焦透鏡12，也就是，在X平面中的曲率等於在Y平面中的曲率($C_x=C_y$)之一非像差透鏡，或另外使用如圖9中所示之能產生具有一單一焦點14的一非分散光束的聚焦元件。如此將產生緊密光點，該緊密光點接著傳送到標靶基材材料10之上(圖1)或其中。請參見圖3。圖2顯示以圖1之技術切割的一切削槽16的幾何形狀，及圖4顯示以圖3的技術製成一長橢圓形孔口18的幾何形狀。

【0071】 在不同光學介質中傳播密集超快雷射脈衝的技術，已被充分地研究過了。材料的非線性折射率係隨著雷射強度改變。脈衝的中央部份有比尾部高甚多之強度，具有高斯分布曲線的一密集雷射脈衝，表示由於該雷射光束脈衝，該材料之中央及周圍區域之折射率的不同。因此，該雷射脈衝傳播時，該脈衝會自動地瓦解。此種非線性現象在工業中通稱為自動對焦。亦可使用該光束路徑中的一透鏡來促進自動對焦。在該聚焦區域中，該雷射光束強度到達一足以產生多數離子化、穿隧離子化及突崩離子

化之數值，其在該材料中產生電漿。電漿使該雷射光束散焦，且由於高峰強度脈衝，再聚焦生成下一個電漿體積。在一非分散光束中，單一聚焦的固有問題為，在雷射脈衝喪失其所有能量後，該程序即結束，且無法如以下所述地再聚焦。

【0072】 此種燒蝕方法，在材料10中產生長度達到30微米的光絲，直到它超過該材料的光學崩潰臨界值且光學崩潰(OB)發生。請參見圖9。在光學崩潰(OB)時，會到達最大臨界通量(每單位面積傳送之能量，單位為 J/m^2)，且孔口直徑縮小，並且燒蝕切削或鑽孔不再更深入地進行。這是使用習知技術方法之明顯缺點，因為它們限制了可鑽之孔口的尺寸，產生一粗糙孔口壁，並導致具有一錐形之孔口22，該錐形孔在標靶10的頂部與底部表面具有不同的直徑。請參見圖5。會發生此情形是因為在燒蝕切削中，光束在標靶10的表面有中央焦點8(亦被稱為一主要聚焦腰部)，在其中造成局部加熱及熱膨脹，而將材料10的表面加熱至其沸點並產生一鑰孔。該鑰孔導致光學吸收性突然增加而快速地加深該孔口。當該孔口加深且該材料沸騰時，所產生之蒸氣腐蝕該熔融壁，將噴出物20吹出，並且進一步加大該孔口22。當這種情形發生時，該經燒蝕材料在它膨脹時，會將一高壓力的脈衝施加至其下方的表面上。該效果類似於以一錘頭打擊表面，且使脆性材料容易破裂。此外，脆性材料對於熱破壞特別敏感，熱破壞在熱應力破裂中可以被利用，但是在鑽孔時是不需要的。光學崩潰(OB)通常是在碎屑未被排出、在該孔口22產生一氣泡，或有使該標靶在該孔口22的區域中破裂的猛烈燒蝕時產生。這些效應中之任一效應或其組合，使該光束6由這點散射，或完全被吸收，而沒有留下足以進一步向下鑽過材料10的光束功

率(通量)。此外，在標靶基材10的表面，可能在環繞該開始點之處產生一扭曲或粗糙部，被稱為燒蝕噴出物丘20。請參見圖5。

【0073】 雷射燒蝕技術的另一問題是，它鑽出的孔口不是均一直徑，因為該雷射光束絲化會隨著距離改變其直徑。此被稱為雷利(Rayleigh)範圍，而且係沿著一光束之傳播方向，由該聚焦腰部至橫截面積處成為雙倍的距離。這產生一錐形孔口22，如圖2與5所示。

【0074】 本發明能解決該光學崩潰問題，將孔口粗糙度及燒蝕噴出物堆減至最小，並消除錐形直徑孔。

【0075】 本發明提供藉由雷射誘發光聲加壓在透明材料中進行孔口之加工的裝置、系統及方法。不像過去習知的雷射材料切削方法，本發明之實施例利用一光學組態，以分散方式沿著光束縱軸聚焦該入射光束2，使得該主要焦點8及多數次要焦點24的線性對齊(與該孔口之直線軸一致，但從該主要聚焦或聚焦腰部垂直移開)，當入射光束通過材料10時，讓該入射光束2連續再聚焦，藉此產生一光絲，且該光絲在材料10中沿著光束路徑修改折射率，而不會遭遇光學崩解(參見在習知技術燒蝕鑽孔系統中，有及沒有使用基本絲化作用的效果)，使得在該標靶材料中之雷射光束可長距離連續再聚焦。請參見圖6。

【0076】 此種分散式聚焦方法藉由分散式聚焦元件總成26而產生多數次要焦點24，並且從材料上或其內至材料10的外部定位該主要聚焦腰部8之位置，用以”轉移(dumping)”或”減少”在該主要聚焦腰部8所發現的來自入射光束2的不必要能量。此轉移光束通量結合該主要聚焦腰部8及次要聚焦腰部24之線性對齊，使光絲生成的距離遠超過目前為止所使用之先前

習知方法所能達成之距離(遠超過1毫米之上)，同時保持足夠的雷射強度(微焦耳/平方公分($\mu\text{J}/\text{cm}^2$) 通量)，以便在整段長度的該光絲區域完成確實的修改及加壓。此分散式聚焦方法支撐生成長度遠超過1毫米的光絲，但仍保持在該材料之光學崩解臨界值以下之一能量密度，其強度足以穿過多數不相似的材料(例如在多層標靶材之間的空氣或聚合物間隙)，且在多數堆疊的基材上同時鑽孔，而在鑽孔的距離上方具有可忽略之錐形，(圖7)且可從標靶材料上方、下方或內部開始形成相當平滑之孔壁。在一標靶10中傳播一非錐形壁狹縫23的作用，係在切削一孔口時，藉由標靶10之相對移動來達成的。

【0077】 雷射脈衝之光學密度展開自動聚焦現象且產生一光絲，該光絲具有足以在該光絲內部/四週/周圍的一區域中非燒蝕性初始光聲加壓的強度，以產生與該光絲一致的實質固定之一直線對稱空孔，同時亦使該雷射脈衝連續自動聚焦及散焦，並與該分散光束之次要聚焦腰部輸出之能量耦合生成一光絲，導向/引導通過或貫穿該標靶材特定區域之孔口的生成。所獲得之孔口可以不從該標靶移除材料，而是在所生成之孔口的周緣以光聲加壓於該標靶材料，而生成此種效果的孔洞。

【0078】 吾人已知，標靶表面的通量值係隨著該入射光束強度及特定分散式聚焦元件總成而改變，且可依特定標靶材料、標靶厚度、所欲切削速度、孔口總深度及孔口直徑來調整。此外，鑽孔深度係取決於該雷射能量吸收之深度，且因此藉由單一雷射脈衝所移除之材料數量取決於該材料之光學性質及該雷射波長及脈衝長度。基於這項原因，對各種特殊基材並對需要實驗決定最佳結果之應用方式配合使用之系統及材料，所以在此列

出廣泛的加工參數。因此，雖然不一定需要產生此電漿，但如果表面之通量值高到足以引發瞬時、局部燒蝕(蒸發)切削，則在標靶10上之進入點會生成某些最小燒蝕噴出物丘20。在某些情形中，在標靶表面需要使用密集到足以開始產生該瞬態、瞬時燒蝕鑽孔之通量值，以產生一寬斜角的入口，但該均一直徑的孔口22之剩餘部分，請參見圖8，以分散式聚焦混合鑽孔法產生，而該方法使用之能量值允許在應用一連續光聲加壓技術之後，使用瞬時燒蝕技術。本發明便是在標靶表面選擇一通量值平衡該材料中之光束線性吸收對非線性吸收，使得燒蝕切削所需之通量值將在該斜角(或其他幾何組態)之所欲深度耗盡，以此完成上述技術。如果在標靶表面施加一犧牲層30，則此混合技術將產生可忽略的一極小噴出物丘20。一般犧牲層係樹脂或聚合物，例如但不限於PVA、甲基丙烯酸酯或PEG，且通常只需要1至300微米厚度(但是對於透明材料切削而言，將使用10至30微米範圍)，並且通常是將該犧牲層噴灑在標靶材料上。如所屬技術領域所習知的，犧牲層將防止熔融的碎屑本身附著在該表面上，而是附著在可移除的犧牲材料上，以此可抑制該標靶10上生成一噴出物丘。請參見圖8。

【0079】 為實現光聲加壓切削，需要以下系統：

【0080】 一叢發脈衝雷射系統，可產生一光束，該光束由可程式控制的一串脈衝組成，此串脈衝在該叢發脈衝波封內包含1至50個子脈衝。此外，依據所使用之標靶材料，該雷射系統必須能夠產生1至200瓦之平均功率，且對於硼矽玻璃而言，通常此範圍將在50至100瓦之內。

【0081】 一分散式聚焦元件總成(可能包含正、負透鏡，但總體上有一正聚焦效果)，可產生一微弱收束、多焦點空間光束輪廓，其中，在該標

靶材料之入射通量足以產生克爾(Kerr)效應自動聚焦及傳播。

【0082】 一光學傳送系統，可傳送該光束至標靶。

【0083】 商業操作亦會需要該材料(或光束)相對於該等光學件之移動能力(反之亦然)，或藉由一系統控制電腦驅動之協調/組合移動。商業操作亦需要該材料(或光束)相對於該等光學件之移動能力(反之亦然)，或藉由一系統控制電腦驅動之協調/混和動作。

【0084】 對該(等)特定標靶而言，使用此系統藉由光聲加壓鑽孔，需要操控以下條件：該分散式聚焦元件總成之性質；該叢發脈衝雷射光束特性；及該主要聚焦之位置。

【0085】 該分散式聚焦元件總成可以是所屬技術領域中常用之一般習知聚焦元件，例如非球面板、遠心透鏡、非遠心透鏡、非球面透鏡、旋轉三稜鏡、環狀多面透鏡、定製基本像差(非完美)透鏡、正負透鏡組合或一系列修正板(相位轉移遮罩)、相對於該入射光束傾斜之任何光學元件、及可操控光束傳播之主動補償式光學元件。上述一候選光學元件總成之主要聚焦腰部，通常不包含大於90%且不小於50%在之主要聚焦腰部之入射光束通量。

【0086】 雖然在特定情形中，該分散式聚焦元件總成26之光學效率可達99%。圖10說明一非-非球面像差透鏡34，將在上述程序中所使用。該分散式聚焦元件總成26之真正光學效率，必須針對各種特定應用加以微調。使用者將創造出為各種透明材料、該標靶之實體組態及特性以及特定雷射參數而定製之一組實驗表。碳化矽、磷化鎵、藍寶石、強化玻璃等，各有自己的值。此表格係在該材料內產生一光絲(如上述調整雷射功率、聚焦位

置及透鏡特性)且確保有足夠之通量誘發光聲加壓的一分裂平面或軸，以產生一孔口的實驗所決定。

【0087】 使用50瓦雷射輸出5脈衝(以50百萬赫茲(MHz))，每一叢波有50微焦耳(μJ)的能量，且頻率(重複率)在200千赫茲(kHz)範圍內，在硼矽製成之一2毫米厚的單一、平面標靶中鑽出一直徑1微米的貫穿孔口(如圖11所示)之樣本光學效率為65%，其中，該光束之主要聚焦腰部偏離所欲之開始點高達500微米(μm)。

【0088】 應注意的是，亦有一組必須藉由此光聲加壓鑽孔程序滿足之物理參數。請參閱圖11與12，可看到該光束點直徑38大於該光絲直徑40，而該光絲直徑40大於該孔口直徑42。此外，該分散光束之主要聚焦腰部8不會在內部已產生一光絲的該標靶材料10表面之中或其上。

【0089】 該主要聚焦腰部8之位置，大致在偏離該所欲開始點5至500微米之範圍內。這亦被稱為能量轉移距離32，如圖6所示。它亦由針對各透明材料、該標靶之實體組態及特性，以及雷射參數定製之一實驗表所決定。它是由藉上述方法產生之表格外插而得。

【0090】 雷射光束能量性質之一實施例如下：在光束中以1赫茲(Hz)至2百萬赫茲(MHz)之重複率介於5微焦耳至100微焦耳的脈衝能量(該重複率界定該樣本移動之速度及相鄰光絲間之間距)。可藉由改變各叢發波封內出現之時間能量分布來調整該光絲直徑及長度。

【0091】 圖17至19顯示一叢發脈衝雷射信號之三種不同瞬時能量分布的實施例。圖19之上升與下降叢發波封曲線分布，表示一特別有用之加工控制裝置，非常適合用於從介電材料中移除薄金屬層。

【0092】 請一起參閱圖13至16，可最佳地顯示本發明之機制。在此，使用叢發皮秒脈衝光是因為沉積在該靶材中之能量總數低且可在不使該材料破裂之情形下進行光聲加壓，並且在該靶材中產生較少的熱，因此有效的較小能量封包沉積在該材料中，使得該材料可從基態逐漸升高至最大激態而不會損害該光絲附近的材料之完整性。

【0093】 真正的物理程序如在此所述地發生。該脈衝叢發雷射之入射光束的主要聚焦腰部，係經由一分散式聚焦元件總成傳送至在其內產生光絲之標靶材上方或下方(但不會在內部)空間的一點。這將在標靶表面產生一光點且發出白光。標靶表面上之光點直徑將超過該光絲直徑及該所欲特徵(孔口、槽孔等)之直徑。因此照射在該表面之光點中的能量大於產生二次光電效應(克爾(Kerr)效應-其中該材料之折射率變化與所施加之電場成正比)之臨界能量，但是低於引發燒蝕程序所需之臨界能量且更明顯地低於該材料之光學崩解臨界值。由於長時間維持在該靶材中所需之功率，使得在該自動聚焦條件及電漿散焦條件間之平衡得以維持，故可進行光聲加壓。此光聲加壓係一均勻且高功率之光絲生成及傳播程序的結果，此材料因而得以重組而便於經由燒蝕程序去除。如此產生之非常長的光絲，藉由該分散式聚焦元件總成所產生在空間上延伸的次要焦點之存在而被激發，在不到達光學崩解之情形下保持自動聚焦效應。在此總成中，大量邊緣及近軸光線相對於該主要聚焦收束在不同的空間位置。這些次要焦點存在且延伸入無限空間，但只在實驗上對應該標靶厚度之一有限範圍內才具有有用的強度。以較低的能量值將該等次要焦點聚焦在該基材表面下方，但是在該絲化程序活躍的底面，使該雷射能量可進入該材料之體積內，同時避免被電

漿吸收及被碎屑散射。

【0094】 該分散式聚焦元件總成，可為一單像差聚焦透鏡放在該入射雷射光束之路徑中，形成該入射光束似乎不均勻分散式聚焦於一分散聚焦光束路徑中，且該分散式聚焦光束路徑包含一主要聚焦腰部及一連串直線配置之次要聚焦腰部(焦點)。這些焦點之對齊係與該孔口42之直線軸同一直線。請注意，該主要聚焦腰部8不會在該標靶材料10上或在其內。由於該孔口42可在該主要聚焦腰部8上方或下方藉由該聚焦光束之對稱及非直線性質開始形成，所以在圖13中，該主要聚焦腰部係在標靶材料上方，且在圖14中，它在標靶材料10的下方。因為該材料是作為該雷射之電場改變該標靶的折射率時，產生這些焦點之最後光學元件，所以有一光束點52(距離約10微米)位在該標靶10表面上，且該等較弱的次要聚焦腰部同一直線位在標靶內。此分散式聚焦使雷射能得以沉積在該材料中生成一光絲線或區域60。請參見圖15。利用多數直線對齊的焦點且讓該材料作為最後透鏡，在該標靶材料被超快脈衝雷射光束轟炸時進行多次、連續、局部的加熱，該等加熱便沿該直線對齊的焦點路徑以熱誘發改變該材料之局部折射率(詳言之，為複折射率)，造成該標靶內形成一非錐形長條光絲60，接著一聲壓波在該所欲區域以環狀壓縮該材料，在該絲化路徑附近產生一空孔及環狀之壓縮材料。然後該光束再聚焦且該再聚焦之光束結合該次要聚焦腰部之能量，以保持該臨界能量值，且這一連串程序自行重複以便鑽出1500：1長度直徑比(孔口長度/孔口直徑)的一孔口，且該孔口具有小到沒有錐度及切實地相同直徑之一入口孔口尺寸及出口孔口尺寸。此方法不像習知技術是將能量聚焦在標靶材料之頂表面上，或在標靶材料內，而產生一短的絲化距

離直到光學崩解且絲化減緩或停止為止。

【0095】 圖16顯示在一堆疊組態的三個平面標靶10之底部兩個標靶中鑽孔，且在它們之間具有一空氣間隙，其中，主要聚焦腰部8係位在最後的標靶10下方。可從一多層構造之頂端、或底部、或中間鑽孔，但是如果使用相同一組透鏡及曲率，該鑽孔程序一定是從該主要聚焦腰部以相同距離進行。該聚焦腰部一直在該材料外部且不會到達該基材表面。

【0096】 透過光聲加壓鑽孔之方法，係藉由以下序列步驟來達成：

● 【0097】 1.使雷射能量脈衝從一雷射源通過一選定的分散聚焦透鏡聚焦總成；

● 【0098】 2.調整該分散聚焦透鏡聚焦總成相對於一雷射源之相對距離及/或角度，以便以一分散式聚焦組態聚焦該雷射能量脈衝而產生一主要聚焦腰部及至少一個次要聚焦腰部；

● 【0099】 3.調整該主要聚焦腰部或該標靶，使得該主要聚焦腰部不會在被切削之標靶上或其內；

● 【0100】 4.調整該焦點，使得該標靶表面上雷射通量之光點位在該主要聚焦腰部下方或上方，具有始終大於在該標靶中生成之一光絲的直徑；

● 【0101】 5.調整該次要聚焦腰部之通量值為足以確保一光聲加壓切削傳播通過該標靶之所欲體積的強度及數目；

● 【0102】 6.從該雷射源通過選定之分散聚焦透鏡聚焦總成至該標靶施加至少一次具有適當波長、適當叢發脈衝重複率及適當叢發脈衝能量之雷射脈衝叢波，其中，在該雷射脈衝接觸該標靶上開始切削的點，施加於該標靶的脈衝能量或通量總量大於開始及進行光聲加壓切削所需之臨界能

量值，且低於開始燒蝕切削所需之臨界能量值；及

【0103】 7.當完成所欲切削時，停止該雷射脈衝叢波。

【0104】 如先前所述，會有多種特定的孔口組態，其中，可能想要有錐形入口的孔口。這可藉由能夠燒蝕切削一所欲距離之雷射通量值開始形成該孔口，並以低於燒蝕切削臨界值但高於光聲切削臨界值的雷射通量值在該材料中鑽至所欲深度來達成。亦可在該標靶表面上施加一可移除的犧牲層來生成這種孔口。這將在該犧牲層生成噴出物丘，使得該噴出物丘在後來可與該犧牲層一起移除。如此混合燒蝕及光聲加壓法削切鑽出的孔口將透過以下步驟完成(雖然必須施加犧牲層，但如果使用的話不必先進行)：

【0105】 1.在標靶的至少一面施加一犧牲層；

【0106】 2.使雷射能脈衝從一雷射源穿過一選定的分散聚焦透鏡聚焦總成；

【0107】 3.調整該分散聚焦透鏡聚焦總成相對於一雷射源之相對距離及/或角度，以便以一分散式聚焦組態聚焦該雷射能脈衝，而產生一主要聚焦腰部及至少一個次要聚焦腰部；

【0108】 4.調整該主要聚焦腰部或該標靶，使得該主要聚焦腰部將不會位在被切削之標靶上或其內；

【0109】 5.調整該焦點，使得該標靶表面上雷射通量的光點位在該主要聚焦腰部下方或上方；

【0110】 6.調整該靶表面上雷射通量的光點，使得其直徑始終大於在該標靶中生成之光絲的直徑；

【0111】 7.確保該等次要聚焦腰部之通量值具有足以確保一光聲加

壓切削傳播通過該標靶之所欲體積的強度及數目；及

【0112】 8.從該雷射源通過選定之分散聚焦透鏡聚焦總成，至該標靶施加至少一次具有適當波長、適當叢發脈衝重複率及適當叢發脈衝能量之雷射脈衝叢波，其中，在該雷射脈衝接觸在該標靶上切削之開始點的一光點，施加至該標靶的脈衝能量或通量之總量大於開始燒蝕切削至所欲深度所需之臨界能量值，且接著在該燒蝕鑽孔底部之通量能量大於開始及進行一絲化及光聲加壓切削所需之臨界能量值，且低於開始燒蝕切削所需之臨界能量值；及

【0113】 9.當完成所欲切削時，停止該雷射脈衝之叢波及絲化。

【0114】 該等雷射性質、該主要聚焦腰部之位置及該最後聚焦透鏡配置以及所產生之孔口特性的各種參數係列在下表中。應注意的是，由於它們的值會隨著該標靶材料之種類、其厚度及所欲孔口尺寸與位置而大幅變化，故它們係以範圍表示。以下圖表詳述用以在多數透明材料中完成鑽出均一孔口之各種系統變數的範圍。

雷射性質	
波長	等於或小於 5 微米
脈衝寬度	等於或小於 10 奈秒
頻率(雷射脈衝重覆率)	1 赫茲至 2 百萬赫茲
平均功率	200 至 1 瓦
每叢波之子脈衝數	1 至 50
子脈衝間隔	1 奈秒至 10 微秒
脈衝能量	5 微焦耳(μJ)至 500 微焦耳(μJ) (平均功率/重覆率) 瓦/1/秒
孔口性質	
最小孔口直徑	.5 微米

最大孔口直徑	50 微米
最大孔口深度	在硼矽玻璃中 10 毫米
典型長度直徑比	1500:1
最大長度直徑比	2500:1
像差透鏡比	其中該等透鏡的 Cx : Cy 比係為(-5 至 4,000)
孔口側壁平滑度 (與材料無關)	<5 微米平均粗度 (例如, Si, SiC, SiN, GaAs, GaN, InGaP)
孔口側壁錐度 (與材料無關)	通過 10,000 微米深度是忽略的
光束性質	
聚焦分布	-5 至 4,000
M ²	1.00 至 5.00

【0115】 如前所述，上述參數隨著標靶而變化。就一操作例而言，為了在一透明基材中鑽出一2毫米深3微米孔，將使用以下裝置及參數：一1064奈米波長雷射，64瓦平均功率，100千赫茲重複率，80微焦耳脈衝能量，及，在該叢發波封內一50百萬赫茲頻率之8子脈衝。

【0116】 假設一10皮秒脈衝寬度的脈衝功率，例如，係，80微焦耳除以10皮秒，產生8MW(MW=百萬瓦)。這將以像差的透鏡在2毫米的空間(光絲活躍區域係2毫米長)聚焦傳送分散的焦點而聚焦在該基材表面上方或下方5至50微米處。

雷射切削系統

【0117】 在所屬技術領域中所習知的是，目前有數種雷射切削系統可以使用。所有雷射切削系統通常有至少兩件事：它們可改變該入射雷射光束在該工作件上之位置；及它們可調整各種雷射聚焦、功率及傳送參數。該系統可相對於該雷射光束移動該工作件(例如，透過可在該X-Y平面中移動之一工作台)；可相對於該工作件移動該雷射光束(例如，透過轉向鏡)；或

可使用兩種技術的組合。圖20係在一玻璃基材上可生成多數光絲之雷射切削系統70之一實施例。它包括最好脈衝寬度小於100皮秒，配備一組適當光束轉向光學元件，供應一連串叢發模式脈衝之一超快雷射72，使得該雷射光束可被傳送至一多軸旋轉與移動平台，且該多軸旋轉與移動平台包括：在該XY平面中之一旋轉平台(西他， θ)，一3D XYZ移動平台，及在一協調控制系統中使該光束或該零件相對於該X軸(伽馬， γ)傾斜之一軸。在所示實施例中，該光束係藉由調整光學元件74(例如一正透鏡或負透鏡或傳送可進一步調整或控制微弱聚焦光點的透鏡組合)、光束取樣鏡76、功率計78、X-Y掃描器80、最後聚焦透鏡82、及用以定位工作件86之伺服控制平台84來控制，例如，具有多數電路元件之一基材，且該等電路元件係在基材上且在該基材中通過該基材。進一步詳述於下的控制與處理單元88是用來控制在此揭露之該雷射絲化及切割系統實施例70。光絲位置及深度可藉由維持一固定工作距離之一自動聚焦組態(例如，使用一位置感測裝置)來控制。

【0118】 圖21提供控制與處理單元88之一實施例，其包括一或多個處理器90(例如，一CPU/微處理器)，匯流排92，可包括隨機存取記憶體(RAM)及/或唯讀記憶體(ROM)之記憶體94，一或多個任選之內部儲存裝置96(例如，一硬碟、光碟機或內部快閃記憶體)，一電源98，一或多數任選之通訊介面100，任選之外部儲存裝置102，一任選之顯示器104，及各種任選之輸入/輸出裝置及/或介面106(例如，一接收器，一發射器，一揚聲器，一影像感測器(例如，在一數位相機或數位攝影機中使用者)，一輸出埠，使用者輸入裝置(例如，一鍵盤、一小鍵盤、一滑鼠、一位置追蹤筆、一位置追蹤探針、一腳踏開關、及/或用以捕捉語音命令之一麥克風等)。控制與處理單元

88係與一或多個雷射系統72、雷射掃描/定位系統80、該伺服控制平台84(用於該基材之定位系統)，及一或多個計量裝置或系統108，例如，一或多個計量感測器或成像裝置。控制與處理單元88係與一或多數雷射系統72、雷射掃描/定位系統80、該伺服控制平台84(用於該基材之定位系統)，及一或多數計量裝置或系統108，例如一或多數計量感測器或成像裝置。

【0119】 雖然在圖21中只顯示各組件中之一組件，但是在該控制與處理單元88中可包括任何數目之各組件。例如，一電腦通常包含多數不同資料儲存介體。此外，雖然匯流排92係以一單一連接顯示在所有組件之間，但是應了解的是，該匯流排92可代表一或多個電路、裝置或通訊通道，其連接該等組件中之二或多個組件。例如，在個人電腦中，匯流排92經常包括或係為一母板。

【0120】 在一實施例中，控制與處理單元88可為，或包括，一般用途電腦或任何其他硬體相等物。控制與處理單元88亦可以透過一或多個通訊通道或介面與處理器90耦合之一或多個實體裝置來實施。例如，控制與處理單元88可使用特殊應用積體電路(ASIC)實施。或者，控制與處理單元88可以一硬體與軟體之組合實施，其中，該軟體係由該記憶體或透過一網路連接載入該處理器中。

【0121】 控制與處理單元88可以用一組指令進行編程，且該組指令在該處理器中執行時，使該系統實施在本揭露內容中所述之一或多個方法。控制與處理單元88可包括比所示者多或少許多之組件。雖然未顯示，依據參數輸入(例如，體積效率、反射率、及分隔效率)，預備在該基材上實施之全系列切割的3D模擬系統，亦可加入該處理單元中。

【0122】 雖然某些實施例已在全功能電腦及電腦系統之上下文中說明過了，所屬技術領域中具有通常知識者可了解的是，各種實施例可以各種格式分配一規劃產品，且可在不考慮用於真正地進行該分配之機器或電腦可讀介體之特定種類的情形下應用。

【0123】 可使用一電腦可讀介體來儲存軟體及資料，且該軟體及資料在藉由一資料處理系統執行時，使該系統實施各種方法。該可執行的軟體及資料可儲存在各種地方，包括，例如ROM、依電性RAM、非依電性記憶體及/或快取記憶體。此軟體及/或資料的某些部份可以儲存在這些儲存裝置中之任一裝置。通常，一機器可讀介體，包括藉著一機器(例如，一電腦、網路裝置、個人數位助理、製造工具、任何具有一組一個或多個處理器的裝置等)，以一可存取的格式提供(即，儲存及/或傳送)資訊的任一機構。

【0124】 電腦可讀介體之實例，包括但不限於可記錄及不可記錄型式的介體，例如，依電性及非依電性記憶體裝置、唯讀記憶體(ROM)、隨機存取記憶體(RAM)、快閃記憶體裝置、軟碟及其他可移式磁碟、磁碟儲存介體、光學儲存介體(例如，光碟(CD)、數位多功能光碟(DVD)等)等。該等指令可以用於電、光、聲或其他形式之傳送信號(例如載波、紅外線信號、數位信號等)的數位及類比通訊連結來實施。

【0125】 本發明之某些特性至少部份地可以軟體來實施。即，該等技術可在一電腦系統或其他資料處理系統中，依據其處理器(例如，一微處理器)實行，在一記憶體(例如ROM、依電性RAM、非依電性記憶體、快取記憶體、磁碟及光碟、或一遠端儲存裝置)中執行多數指令序列。此外，該等指令可透過一資料網路以一編譯及連結形態之格式下載至一電腦裝置中。

或者，實施上述該等程序的邏輯，可在其他電腦及/或機器可讀介體中執行多數分立硬體組件(例如，作為大型積體電路(LSI's)、特殊應用積體電路(ASIC's)，或例如，可抹除、可程式唯讀記憶體(EEPROM's)以及現場可程式閘陣列(FPGAs)之韌體)。

【0126】 圖22與23示出多件實施例，且該等實施例顯示能夠使用非遠心透鏡110(圖22)及遠心透鏡112(圖23)，經由控制該X-Y掃描器80之平台來控制多數軸的能力。在一非遠心透鏡110的情況下，在一非像場改正透鏡中出現之自然扭曲，可以產生多數彎曲光絲路徑。環繞該X(伽馬)軸之旋轉可在工件86內(例如，其上及其中有多數電路的基材)執行提供彎曲光絲修改區域(114、116)。應了解的是，還有其他可能的光學組態。

【0127】 圖24顯示另一實施例，其中，支持該工件86之伺服控制平台84(未圖示)旋轉，以產生相對於該工件材料表面(例如，該基材的表面)傾斜的多數光絲。此實施例經組配，相對於該光束入射角呈現一傾斜之樣本，用以產生結果類似於使用一掃描透鏡之裝置實施例。

【0128】 圖25顯示適用於零件分割之一雷射系統實例之布置。雷射72可傳送叢發脈衝(例如，以大約5微焦耳(μJ)至500微焦耳(μJ)之範圍內的能量，且以大約2.5至50百萬赫茲(MHz)範圍的重覆率)，在一叢發波封中增加脈衝數，可增加平均功率並防止對該等光學件之破壞。例如，如圖17至19所示，可在一叢發波封中使用多數子脈衝，其中各脈衝具有較低個別能量但是每次重覆之總能量實質地增加。依此方式，該等光學件可受保護而不會因過大功率值而損壞。

【0129】 花崗岩豎板118係設計用以減少機械振動之反應塊，一般在

工業中使用。此可以是一橋接，該平台上之該等光學件可沿一軸，X或Y相對於該平台且與它配合地，在該橋接上移動。花崗岩底座120提供可支撐該系統之任一或所有組件的一反應塊。在某些實施例中，為了穩定性之理由，處理裝置122係由該系統振動地解耦。

【0130】 Z軸馬達驅動件124係設置用以使該等光學件相對於該伺服控制X-Y平台84在該Z軸上移動(調整及聚焦，如果必要的話，掃描光學件)。此種移動可配合該XY平台84，及在上方花崗岩橋接中之X或Y移動，以及在保存欲處理樣本材料的該花崗岩底座120上的該平台之XY移動。

【0131】 平台84包括，例如，具有一傾斜軸， γ (“偏擺”)之XY及 θ 平台。平台84之移動係藉由一控制電腦系統配合(例如，由一較大母片產生一所欲的零件形狀)。計量裝置108提供後處理或預處理(或兩者)測量(例如，用於映射、測量尺寸、及/或檢查切割後之邊緣品質)。

【0132】 圖26(a)至(d)顯示以角度斜切方法製造出具有斜邊之內部特徵而不需要後製分割加工便可達成所欲角度結果。

【0133】 在圖26(a)至(c)中，該光束軌道係以一固定入射角度之雷射光束127經由環繞該 θ 軸126旋轉來獲得，該角度等於在最後零件邊緣128上所欲之斜率。此非限定的實施例可讓斜角切割及移動的旋轉平台成為一種裝置，經由多數光絲陣列支撐複雜切口的產生。

【0134】 圖26(d)顯示以不同角度利用多數光絲形成光束132經由加工而生成之一倒角零件130的實施例。應了解的是，該光束與光絲路徑可被控制而形成各種角度之倒角或斜邊。以協同(平行)生成為例，該光束可被分開且被導引通過光學件以獲得多種光束路徑，到達標靶時呈現直角以

外之多數入射角度，及一垂直入射光束，因此產生一三面邊緣或倒角。

【0135】 應了解的是，可依據，例如，該程序所能容許之分開角度，創造出有二個或更多個的面之倒角。圖26(e)顯示某些組態實例。

【0136】 在某些實施例中，如下所述，該雷射加工系統經過配置之後可使一雷射(具有光束分開的光學件)同時實施兩個刻劃步驟，只要該雷射具有足夠功率即可。已發現的是，例如，具有一大約75瓦平均功率的雷射足以同時實施所有加工步驟。

● 【0137】 具有多軸旋轉及移動控制之前述裝置，當利用叢發超快雷射脈衝絲化來達成光聲加壓切削時，可被用來以可變的聚焦位置，非垂直入射角，且以可變、配方控制的位置將該光束照射至該(等)工作件上，產生光絲陣列的多數曲線區域，以便切割出多數閉合形狀而產生玻璃HDD圓盤(由原玻璃或覆蓋磁性介質之玻璃基材)，這以目前所使用之雷射燒蝕切削技術是不可能做到的。所屬技術領域中具有通常知識者均了解，不是所有應用都需要所有這些軸，且某些應用方式如果有較簡單的系統構造反而獲益。此外，應了解的是，所示裝置只是本發明多數實施例中之一實施例，且該裝置之製造者在不偏離本發明之範疇的情形下，對於多種不同基材、應用及零件呈現方式，可改變、修改或混成該等實施例。

微晶片製造方法

● 【0138】 機/電微晶片係藉由將個別透明基材晶圓接合在一起而形成。該機/電微晶片可由矽或玻璃透明基材製成。該等個別透明基材晶圓，包括在其中及/或其上及通過其中之多數電路元件。多數機械裝置亦可配置在該等晶圓中或該等晶圓上。該等晶圓可薄如10微米(50至500微米厚度之硼

矽玻璃，將是一典型的工作厚度範圍及基材)。各晶圓可以或可不被雷射切削，以包括多數孔口、槽、通道、切口等，或以多層主動或被動材料塗布，形成多數電極，配線，電氣與機械導管，電氣與機械感測器，電晶體，電容器，二極體，季納(Zener)二極體，肖特基(Schottky)二極體，線性及開關電源，包括橋接電路、化學及生物分析電路之電源電路，微流體通道，微流體控制及其他微電子裝置。當堆疊在一起時，這些各種不同晶圓界定該微晶片內生成的多數操作空孔。在該等晶圓層疊及接合之前，插入多數組件、黏膠、導電媒介等。

【0139】 在其他情形中，在該等晶圓已積疊及接合後，可添加這些。這些晶圓可藉著雷射焊接該等基材本身、雷射焊接金屬粉末或固定在該微晶片周邊之薄金屬片、或藉由膠黏，來接合。一完成的微晶片可被用作一“智慧塵”感測器，在危險環境中供一次使用。它亦可只作為在一電子裝置中的一簡單印刷電路板(PCB)。

【0140】 圖27在基材190中有一錐形孔口168，用於篩分顆粒、將一氣體集中在一通路、容許一導電介質注射至在一晶圓下方中或收納一組件的一空孔。圖28顯示，已被切削而形成通過其中的一粒度分離器或過濾器166的一透明平面基材180晶圓。粒度分離器166位於於基材170中生成的截頭錐形漏斗168F上方，該截頭錐形漏斗168F係對齊在該過濾器166下方。請參見圖29。依此方式，一樣本可依據尺寸收集且接著運送至在下方兩層的一晶圓上的一通路，以便進行某種樣本收集分析。如果該取樣或分析裝置係由玻璃製成並裝配有一便宜之RFID晶片，以便無線地傳送資訊，則它可被投入到一化學或輻射材料的槽中進行分析及報告，接著，可將該微晶片留在

該槽中。

【0141】 如果圖30之基材晶圓160被直接放在圖31的晶圓150上，則可看到該組件安裝插入物162(延伸穿過基材160)，將位於該通路152上方並在兩個晶圓上的該等孔口154將對齊。當然，電極158、158將透過某些未顯示之裝置而供電。組件安裝插入物162接合通路152且由此被供電。這使得一組件(例如，發光二極體(LED)或雷射)可設置該電源上方的數個晶圓中。

【0142】 圖30之晶圓160被放置在圖31之晶圓150上。多數孔口154對齊且可作為在其中注入一導電介質之一點，使基材之間可電氣連通。孔口164(由圖29之漏斗168進入)可將氣體/流體介質導入通路152以便進行取樣。在空孔156中可設置一分析器。

【0143】 圖31係已被切削而生成穿過晶圓之一通路、通道152之一透明平面基材晶圓150的立體圖。此晶圓亦有一連串四組件安裝孔口，或孔154。如果此晶圓150被夾持在兩個其他未切削晶圓之間，將生成用以通過一流體/氣體之一通路或通道152(微流體通道)。或者，如果該通路152係利用一導電介質高壓噴射，則一電信號可被傳送到位在該大空孔156中之一組件。應注意的是，在該通路152之兩端生成兩個電極158、158。

【0144】 較佳地，將該等電極158、158使用光刻技術印在該玻璃基材150之頂部。位在該150頂部之電極158、158的高度較小，因此不需要製造一溝槽以隱藏它們。利用位在該玻璃基材150頂部之電極，該等玻璃基材仍可接合及焊接在一起。

【0145】 或者，多數電極可被埋在其中具有一溝槽之玻璃基材內。或者，該多數電極可位在一該玻璃基材150中切割的一空孔。該等電極158、

158只需要另一頂部晶圓以界定該等電極之路徑，因為該等多數電極下方之空孔不延伸通經該晶圓150。圖32顯示在晶圓基材140中之多數感測器170A或類似組件。圖32顯示用於該晶片之基底基材140。

【0146】 因此，該等基材可組合及組織生成一組合晶片。圖33係圖27至圖32的基材之一堆疊物。圖33顯示由上方至下方堆疊的組合基材190、180、170、160、150與140(如圖27-圖31所示)之晶片的一個實例。該頂部基材係以符號190示出，且該底基材係以符號140示出。該組合晶片係藉由黏著劑及/或雷射熔接固定在一起。該組合晶片傳送電信號及/或物質，如上面所述及如該等基材所示。如圖33所示，該等基材可以依據該晶片、機械、電氣生物或其任何組合之功能，依需要，能有不同的厚度。

【0147】 藉著適當地堆疊多數組件以及使用黏膠或雷射熔接黏結它們，依據設計及應用，可以製造作為生物晶片或MEMS或微流體通道使用的晶片。

【0148】 使用超快雷射脈衝，可製造使該等晶片更精進之波導、體光柵、組合器等。

【0149】 配合該電腦化雷射切削系統準確地聚焦所生成之光絲的能力，藉由超快雷射脈衝之叢波相對於該透明基材晶圓，使用以上詳述之雷射切削技術可在各獨立層中準確地生成所欲的空孔或切口。在沒有錐度之情形下，及在沒有碎屑或間接傷害(例如微裂縫)之情形下，可俐落地切割該等孔口、切口、通道、容室等的事實，就一廣泛之目的而言，使有用之相鄰特徵可準確且緊密地放置。藉由相對於該晶圓改變該光絲，可在該晶圓中無限制地完全或部份切割。因為該電腦化3D模擬能力及切割之準確性，

故可切割同時具有銳角及鈍角的多數空孔(包括凹狀輪廓)，例如對於一粒度分離器、通氣孔或漏斗，將是必要的

【0150】 在一透明基材上切削完全或部份空孔之方法，係以下列步驟進行。

【0151】 提供一透明材料；

【0152】 提供一包含一雷射脈衝叢波之雷射光束；

【0153】 提供一可將該雷射光束聚焦在一標靶(透明材料或晶圓)上且可使該雷射光束與該標靶之間產生相對移動的雷射光束傳送系統；

【0154】 相對於該透明材料聚焦該雷射光束，以在該透明材料外之一位置生成一光束腰部，其中，照射在該透明材料表面上之雷射脈衝經聚焦，使得在該透明材料內維持足夠能量密度，以便在不造成光學崩解之情形下生成通過其中之一連續雷射光絲；

【0155】 環繞該光絲傳播一孔口，該光絲傳播一孔口藉由光聲加壓完全地橫貫通過該透明材料之一部份；

【0156】 利用該雷射光束傳送系統使在該聚焦雷射光束與該透明材料之間產生相對移動，以移動在該透明材料中產生該孔口之該雷射光絲之位置，而產生通過該透明材料之部份的一切割且生成一透明晶圓；

【0157】 相對於該晶圓聚焦該雷射光束以在該晶圓外的一位置生成一光束腰部，其中，照射在該晶圓表面上之雷射脈衝係聚焦，使得在該晶圓內維持足夠能量密度，以便在不造成光學崩解之情形下生成通過其中之一連續雷射光絲；

【0158】 環繞該光絲傳播一孔口，且該孔口係藉由光聲加壓完全地橫

貫通過該晶圓之一部份；及，

【0159】 利用該雷射光束傳送系統，使在該聚焦雷射光束與該晶圓之間產生相對移動，以移動在該晶圓中產生該孔口之該雷射光絲之位置而穿過該晶圓，切削一槽、通道、切片、切口等。

【0160】 由這點開始，該組裝之步驟的順序可改變。在切削各晶圓後，該等晶圓以一準確方位及位置堆疊或積層，致使功能地產生各種空孔之協合幾何組態。當該組裝發生時，可插入多數組件或該等組件可依據該微晶片之設計而在稍後插入。類似地，可有一導電介質或一黏膠或一化學品或一觸媒放在一特定層中的一特定空孔中或者它們可在稍後施加或注入。接著，藉由雷射熔接該等晶圓邊緣本身或藉由金屬成邊，來接合該等晶圓。紫外線(UV)可硬化膠可以在該晶圓之表面上乾燥並在一後來的時間使用以接合晶圓。應注意的是，該多數晶圓在切削之前或在組裝之前可以所欲的塗層在所欲的表面上塗布。該塗層之一實例可以為磁性介質。

【0161】 藉由調整上述雷射光絲切削程序，可產生並進一步切削及積層非常薄之玻璃晶圓或其他透明材料成為複雜三維微晶片裝置。這些微晶片有功能性地用以處理液體、氣體、微粒、電信號、光信號或其他信號處理活動。

【0162】 此種微晶片製造方法，避免許多微製造問題，例如，使用雷射材料修改及蝕刻在大塊玻璃內製造通道。不需要在該等晶圓上進行蝕刻，遮蔽及銅沈積。因為鑽出之孔口的尺寸沒有錐度(這是蝕刻孔口所遭遇的一般尺寸問題)，所以在多數組件間之間距減少(因為該孔口之基底或投影面積沒有加寬)，而且該微晶片之整體尺寸縮小。該等晶圓之厚度可減少至

10微米的範圍。對該等微晶片而言，使用玻璃作為生物取樣裝置比起粗糙且多孔質塑膠，係為好很多之材料。事實上，玻璃有負電荷及有塑膠所沒有之光學透明性。此外，某些化學品會與塑膠交互作用。

【0163】 本發明係用以在微製造印刷頭中鑽孔。一印刷頭係一印刷機墨匣之前面，該前面已被鑽孔，以配合由該墨匣之印刷墨水的流動。通常，這些係由矽或玻璃製成。目前，有數種方法用以在一印刷頭中鑽出或穿出該等墨水孔，但是最常用之方法，是以小直徑鑽頭對一透明基材材料片進行高速鑽孔。這會產生的問題是，當前緣之腐蝕成為一問題時，用於該印刷頭之材料必須非常耐磨且可承受多次工作週期。如此便必須由一堅韌且難以鑽孔之材料來製造。因此，由於這堅韌基材而斷裂及鈍化，該製造需要更換許多鑽頭。此外，小直徑鑽頭在負載下有偏斜及彎曲或撓曲的傾向，因此鑽出未適當分開或未互相平行且直於該印刷頭面的多數孔口。

【0164】 切割孔口之雷射燒蝕作用至一程度，但是未俐落地留下切割孔口，留下環繞該開口之表面噴出物，且鑽不出平行側壁之孔口。

【0165】 當該印刷機中之孔口的尺寸及形狀改變時，被印刷物比較不清楚。當該孔口壁之粗糙度增加時，使該墨水流動所需之壓力亦增加。如果該等孔口之壁不平行時，越過該孔口產生一壓力差，使得該墨水不會由這孔口完全相同地流至另一平行壁的孔口。這表示該理想印刷頭孔口將有明顯地界定的多數圓形開口、垂直於該印刷頭之前表面的多數孔口、等距地間隔的多數孔口、環繞其開口具有最小噴出物的多數孔口、具有平滑壁的多數孔口、以及具有平行(非錐形)側壁的多數孔口。

【0166】 現有印刷頭之製造方法的另一個問題是，它們留下具有由其

輻射出來之多數微裂縫的一受損或粗糙開口。

【0167】 習知方法之狀態不能達成所需之銳利解析度。

【0168】 圖34係三個印刷頭孔口185的一陣列之放大照片。請參閱圖34，可看到在該印刷頭183中獲得的鑽出孔口185有一非常乾淨之周邊187。因為更緊密地調節的墨水由該印刷機流出，所以此種鑽孔之準確性產生由該印刷所達成之更高的解析度圖像。

【0169】 應注意的是，該雷射必須一直正確地聚焦，以避免一光學崩解生成，因為此種情形發生的話，將會在該孔口開始的點產生必須藉由拋光移除且可能對該閉合形式及/或基材造成間接傷害的一大的噴出物丘。

【0170】 就第三個實例而言，可使用相同孔作為在微電子裝置中經常使用之薄玻璃上的通孔。在操作頻率被推至其極限之中央處理單元(CPU)製造中，該等裝置間之內部配線不必要地加長會導致洩漏。更多電晶體(即使它們已達到其尺寸之極限)需要空間及配合上述需要之最佳方式是堆疊該等基材。在堆疊基材時，以避免任何電子或電洞傳送或透過電場之任何感應且仍可耐受在該中央處理單元內產生的熱，玻璃是一絕緣體之最佳可能候選者。由該堆疊之一層至下一層之連通可利用多數通孔達成。本發明每秒可產生大約10,000微孔。

【0171】 應了解的是，本發明之應用不限於以下說明提出或圖中所示之組件配置。本發明可以有其他實施例且可以各種不同順序之步驟實施或執行。又，應了解的是，在此使用之語詞及術語係用以說明，且不應被視為限制。因此，所屬技術領域中具有通常知識者均了解本發明所依據之構想可輕易作為實現本發明之數種目的之其他結構、方法及系統的一設計

基礎。因此，重要的是申請專利範圍在等效構造不偏離本發明之精神與範疇之情形下應被視為包括該等等效構造。

【符號說明】

【0172】

OB 光學崩潰

2 入射雷射光束

4 最後聚焦透鏡

6 非分散光束

8 聚焦腰部（中央焦點）

10 標靶

12 聚焦透鏡

14 單一焦點

16 切削槽

18 長橢圓孔口

20 噴出物

21 噴出物丘

22 孔口

23 非錐形壁夾縫

24 次要焦點

26 分散式聚焦元件總成（最後像差透鏡）

30 犧牲層

32 能量轉移距離

34 非球面像差透鏡

38 光束點直徑

40 光絲直徑

- 42 孔口
- 44 光絲
- 51 蒸發之傾斜入口
- 52 生成遮蔽錐形孔口
- 53 $C_x=C_y$ 理想球面透鏡
- 54 非球面/球面透鏡
- 55 無光學崩潰
- 56 $R_c = \frac{\text{光點直徑}(\mu\text{m})}{\text{光絲直徑}(\mu\text{m})} > 1$
- 57 分散聚焦
- 58 分散聚焦光束路徑
- 59 光束路徑
- 60 光絲線（區域）
- 61 分散光束路徑
- 62 未生成光絲
- 63 叢發A波封
- 64 叢發脈衝頻率
- 65 叢發脈衝A
- 66 叢發頻率重覆率A
- 67 脈衝能量
- 68 叢發B波封
- 69 叢發脈衝B
- 70 雷射切削系統
- 71 叢發頻率重覆率B
- 72 超快雷射
- 73 叢發C波封

74	調整光學元件
75	叢發頻率重覆率C
76	光束取樣鏡
77	脈衝1D
78	功率計
79	脈衝4D
80	X-Y掃描器
81	脈衝7D
82	最後聚焦透鏡
83	脈衝1C
84	伺服控制平台
85	脈衝4C
86	工作件
88	控制與處理單元
90	處理器
92	匯流排
94	記憶體
96	內部儲存裝置
98	電源
100	通訊介面
102	外部儲存裝置
104	顯示器
106	介面
118	花崗岩豎板
120	花崗岩底座
122	處理裝置

- 124 Z軸馬達驅動件
- 126 θ 軸
- 128 零件邊緣
- 130 倒角零件
- 132 光束
- 140 晶圓基材（基底）
- 150 晶圓
- 152 通路
- 154 孔口
- 156 空孔
- 158 電極
- 160 基材（晶圓）
- 162 插入物
- 164 孔口
- 166 過濾器
- 168 錐形孔口
- 168F 漏斗
- 170 基材
- 170A 感測器
- 180 透明平面基材
- 183 印刷頭
- 185 印刷頭孔口
- 187 周邊
- 190 頂部基材
- 190 基材

【生物材料寄存】

國內寄存資訊【請依寄存機構、日期、號碼順序註記】

國外寄存資訊【請依寄存國家、機構、日期、號碼順序註記】

【序列表】(請換頁單獨記載)

申請專利範圍

1. 一種使用一第一透明基材及一第二透明基材製造一機電晶片之方法，其包含以下步驟：
使用光聲加壓在該第一透明基材上切削多數完全或部份穿透之空孔；
及，
將該第一透明基材及該第二透明基材固定在一起。
2. 一種使用一第一透明基材製造一機電晶片的方法，其包含以下步驟：
使用光聲加壓在該第一透明基材之第一側切削一第一空孔；
使用光聲加壓在該第一透明基材之第二側切削一第二空孔；
在該第一透明基材之該第一側之該空孔中施加一導電材料；及，
在該第一透明基材之該第二側之該空孔中施加一導電材料。
3. 如請求項 2 之使用一第一透明基材製造一機電晶片的方法，其中：
該第一空孔係一部份空孔，且不延伸穿過該第一透明基材；及，
該第二空孔係一部份空孔，且不延伸穿過該第一透明基材。
4. 如請求項 2 之使用一第一透明基材製造一機電晶片的方法，其中：
該第一空孔係一完全空孔，且完全延伸穿過該第一透明基材；
該第二空孔係一完全空孔，且完全延伸穿過該第一透明基材；且
該等第一與第二空孔係以電氣連通。
5. 一種使用一第一透明基材及一第二透明基材製造一機電晶片的方法，其

包含以下步驟：

使用光聲加壓在該第一透明基材中切削多數完全或部份穿透之空孔；

使用光聲加壓在該第二透明基材中切削多數完全或部份穿透之空孔；

及，

使該等第一與第二透明基材互相接合，使得該第一透明基材之該等完全或部份穿透之空孔與該第二透明基材之該等完全或部份穿透之空孔相連通。

6. 一種用以製造一機電晶片的方法，其包含以下步驟：

提供一透明材料；

提供一包含一雷射脈衝叢波之雷射光束；

提供可相對於該透明材料聚焦該雷射光束且可使該雷射光束與該透明材料之間產生相對移動之一雷射光束傳送系統；

相對於該透明材料聚焦該雷射光束，以在該透明材料外之一位置生成一光束腰部，其中，照射在該透明材料表面上之雷射脈衝係聚焦，使得在該透明材料內維持足夠能量密度，以便在不造成光學崩解之情形下生成通過其中之一連續雷射光絲；

環繞該光絲傳播一孔口，且該孔口係藉由光聲加壓完全地橫貫通過該透明材料之一部份；及，

切削一安裝結構體、一槽、一通道、在該透明材料上造成切口、或造成穿過該透明材料的切洞。

7. 如請求項 6 之用以製造一機電晶片的方法，其中，該透明材料係矽。

8. 如請求項 6 之用以製造一機電晶片的方法，其中，該透明材料係玻璃。
9. 如請求項 6 之用以製造一機電晶片的方法，其中，該光聲加壓未由該晶片移除任何透明材料。
10. 如請求項 6 之用以製造一機電晶片的方法，其中該脈衝叢波包括在 1 至 50 脈衝之間。
11. 如請求項 6 之用以製造一機電晶片的方法，更包含以下步驟：
將一機械裝置安裝在該透明材料上之該安裝結構體、槽、通道、切口或穿透的切洞內。
12. 一種使用多數透明基材製造一機電晶片的方法，其包含以下步驟：
使用光聲加壓，在該等多數基材之至少一基材中切削完全或部份穿透之空孔；
以一特定的順序堆疊該等多數透明基材；及，
將該等基材固定在一起。
13. 如請求項 12 之使用多數透明基材製造一機電晶片的方法，其包含以下步驟：
藉由將該等透明基材雷射熔接在一起的方式而密封該晶片。
14. 如請求項 12 之使用多數透明基材製造一機電晶片的方法，其中，該等多數透明基材具有不同的多種厚度。

15.如請求項 12 之使用多數透明基材製造一機電晶片的方法，其中，該堆疊該等多數透明基材之步驟，包括在該等透明基材中之至少兩透明基材中對齊該等完全或部份穿透之空孔。

16.如請求項 12 之使用多數透明基材製造一機電晶片的方法，更包含以下步驟：

將一氣體、液體或固體注入在該等多數基材之至少一基材中的該等完全或部份穿透之空孔中之一完全或部份穿透之空孔，且接著將該等多數基材密封在一起。

17.如請求項 16 之使用多數透明基材製造一機電晶片的方法，其中，該密封步驟係利用一雷射實施。

18.如請求項 16 之使用多數透明基材製造一機電晶片的方法，其中，該密封步驟係利用一黏著劑實施。

19.一種使用多數透明基材製造一機電晶片的方法，其包含以下步驟：

使用光聲加壓，在該等多數基材之至少兩基材中切削完全或部份穿透之空孔；

以一特定的順序堆疊該等多數切削後之透明基材，並將該機電晶片格式化為一裝置，而該裝置係選自於多數電極，多數配線，多數電氣及機械導管，多數電氣及機械感測器，電晶體，TTL電路，邏輯電路，電容器，二極體，季納(Zener)二極體，肖特基(Schottky)二極體，線性及開關電源，

電源電路包括橋接電路、化學及生物分析電路之電源電路，微流體通道，微流體控制及其他微電子裝置所組成之組群；及，
將該等基材固定在一起。

- 20.如請求項 19 之使用多數透明基材製造一機電晶片之方法，更包括：
使用雷射以將基材密封在一起。

圖式

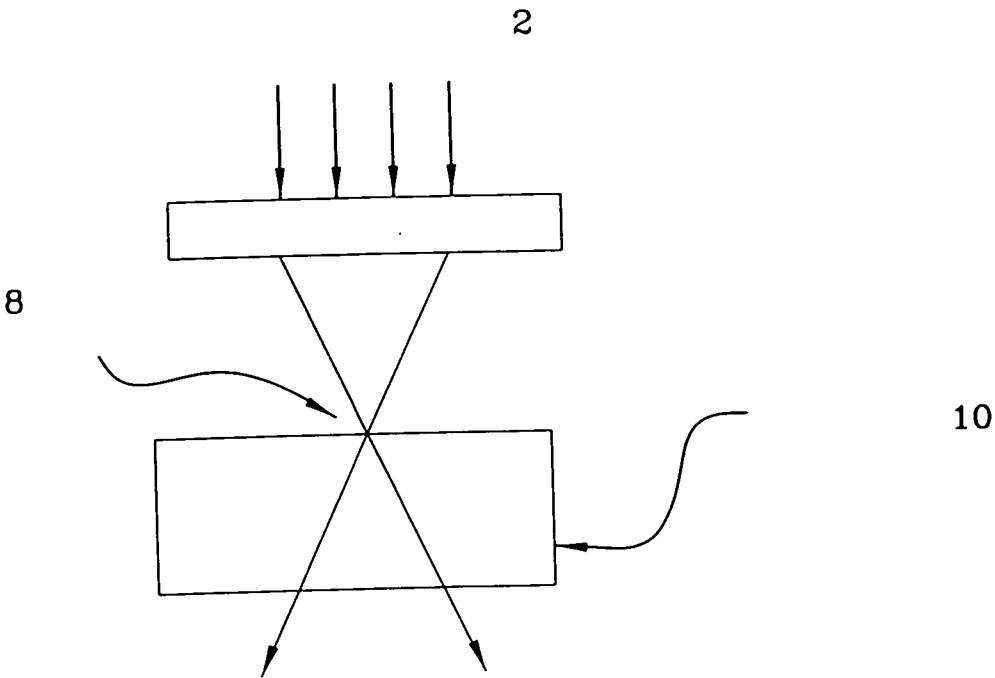


圖 1

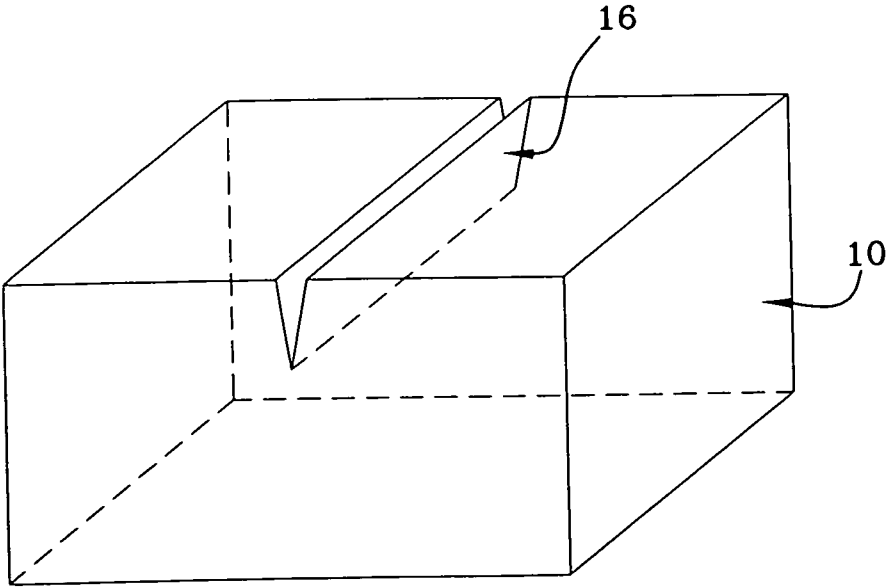


圖 2

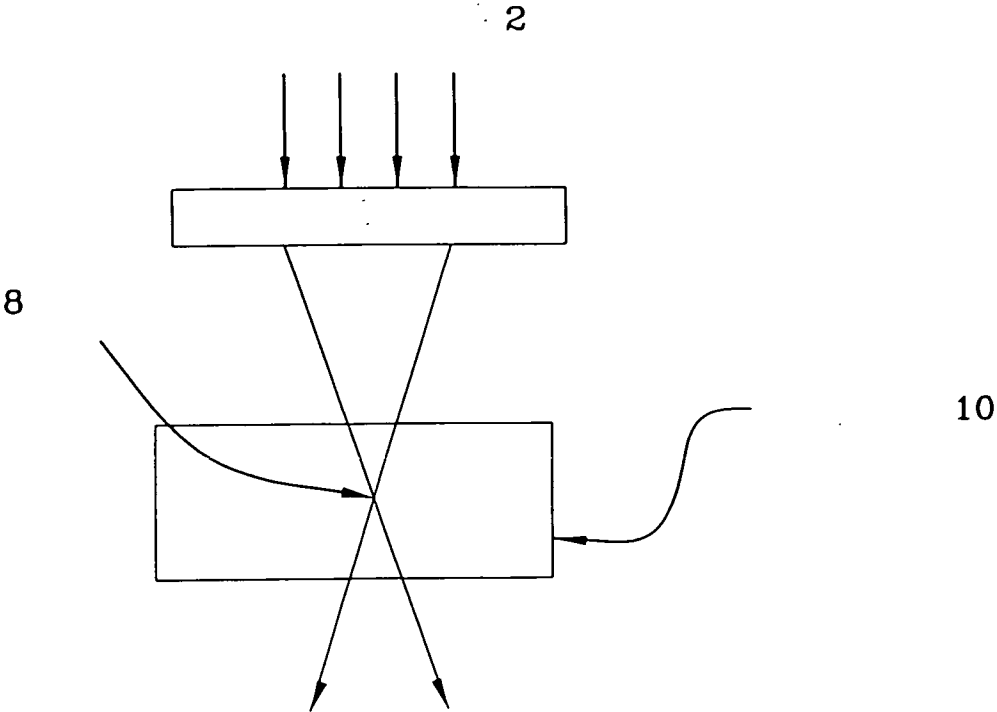


圖 3

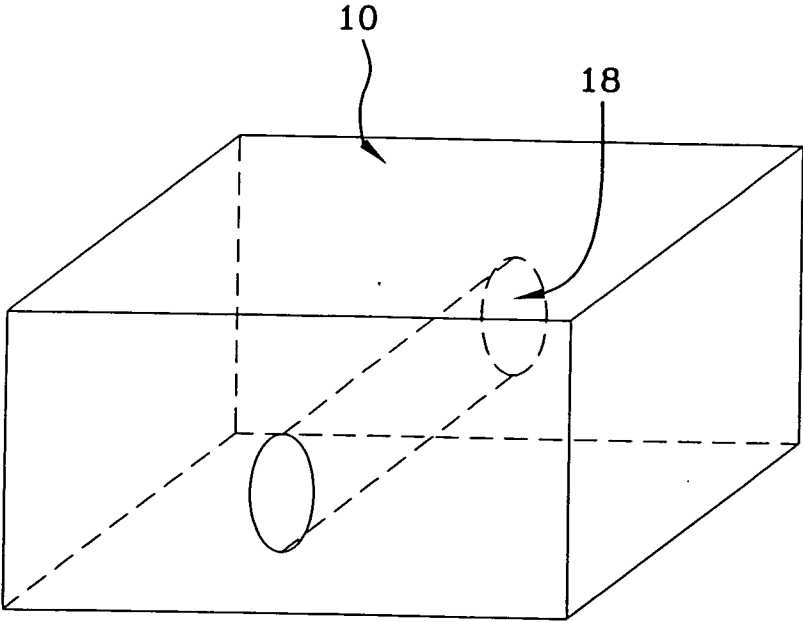


圖 4

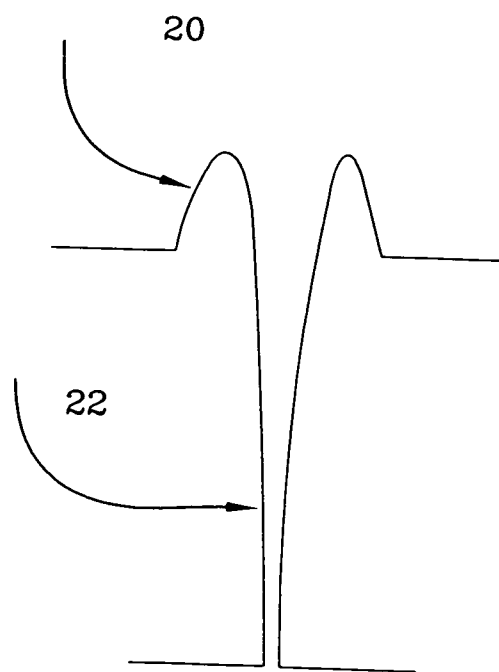


圖 5

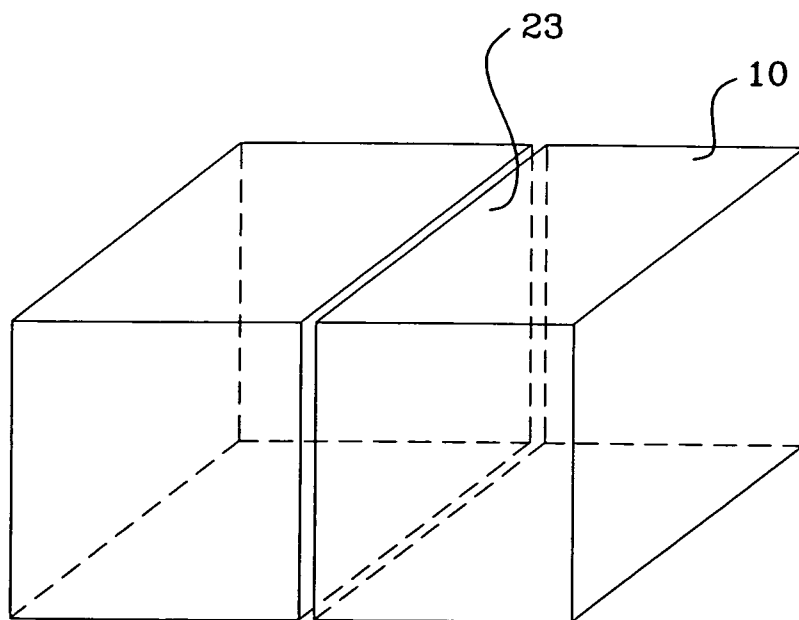
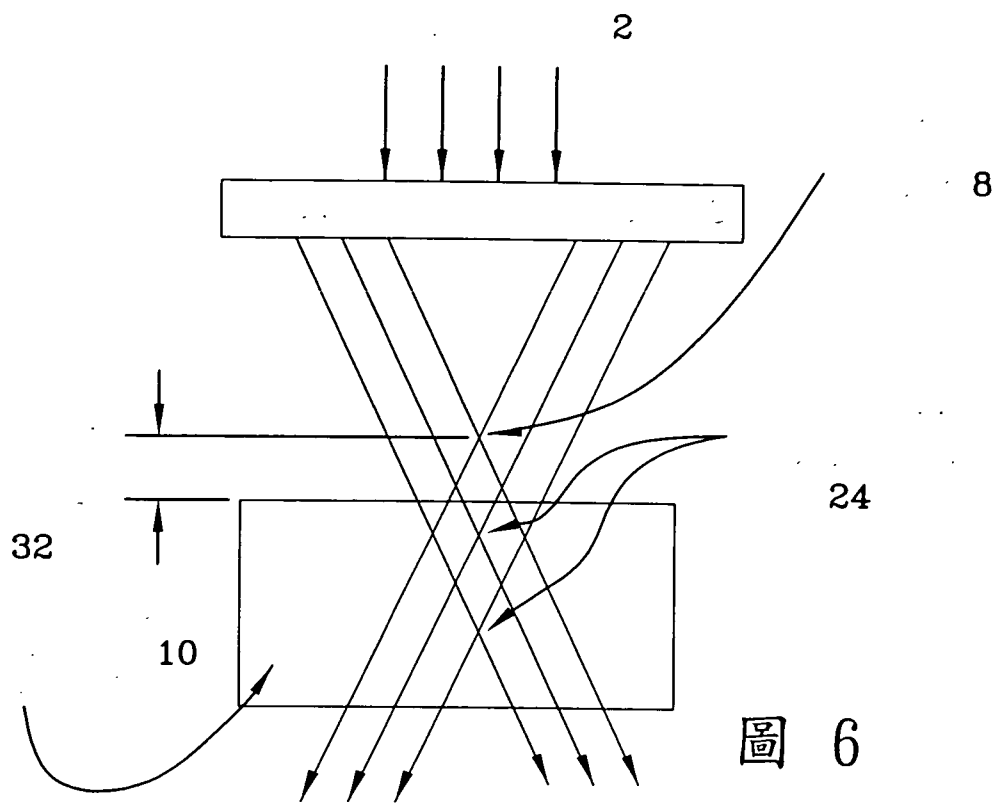


圖 7

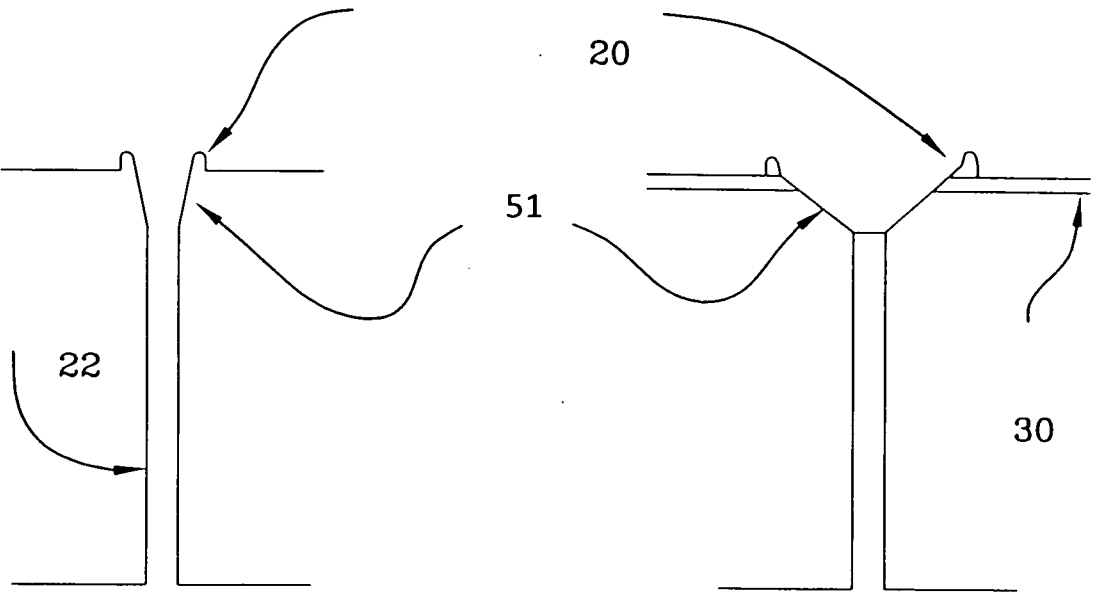


圖 8

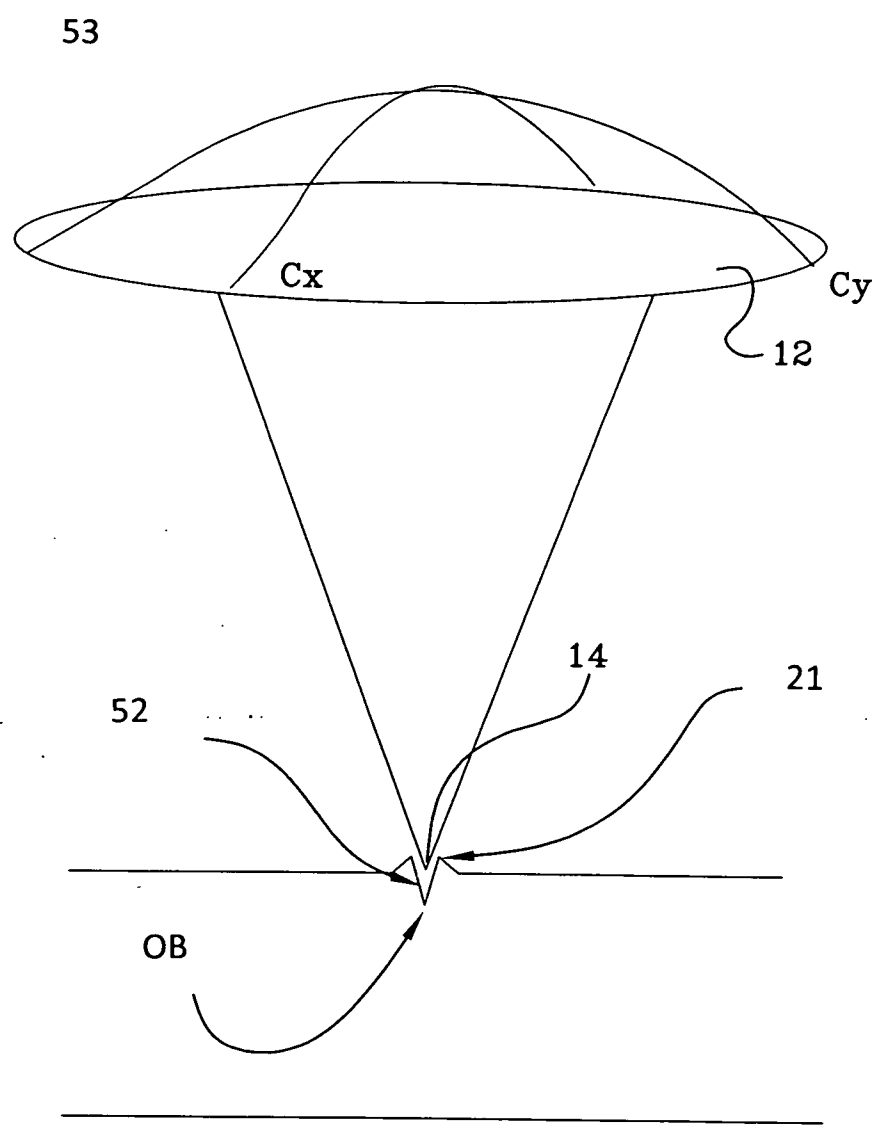


圖 9

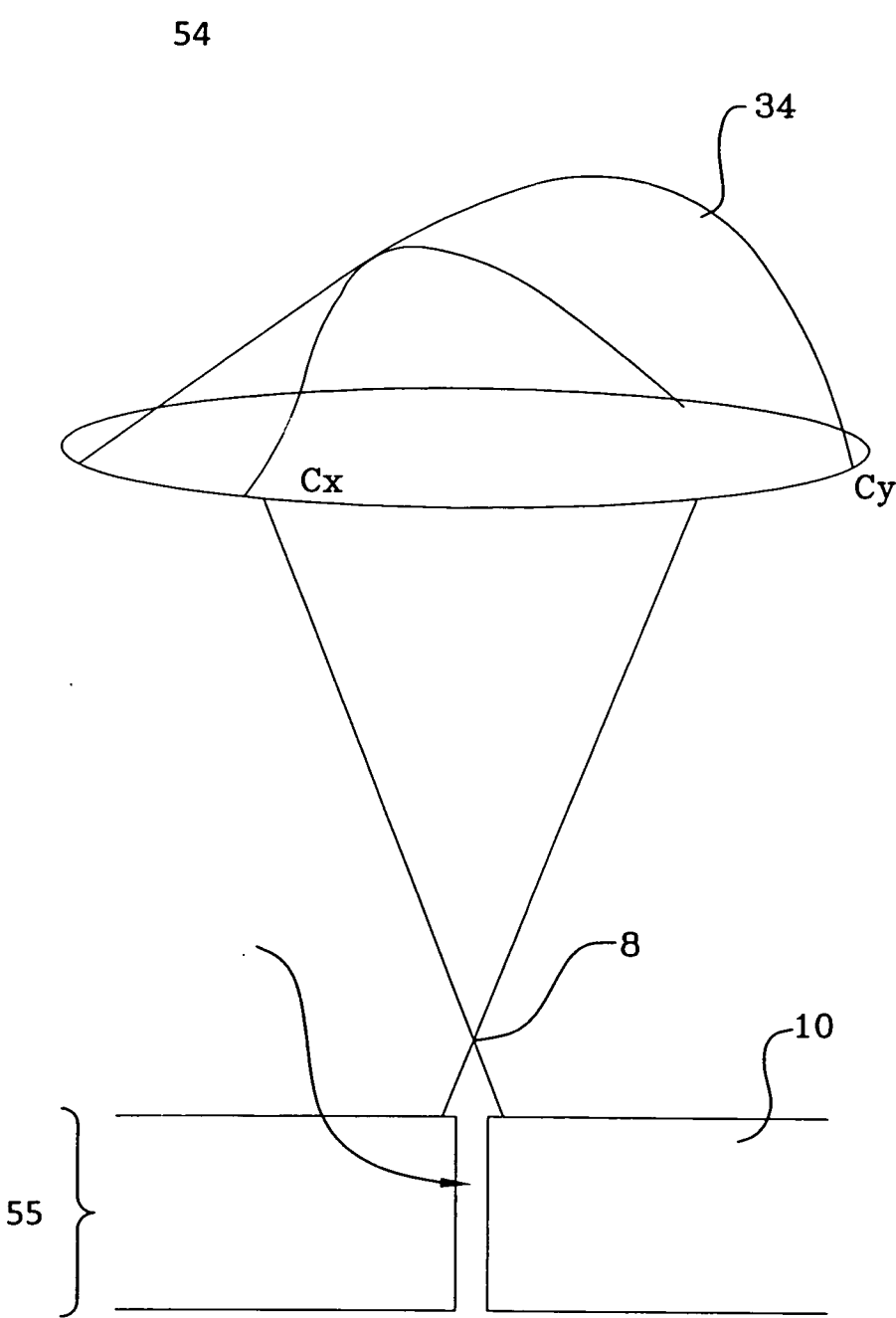
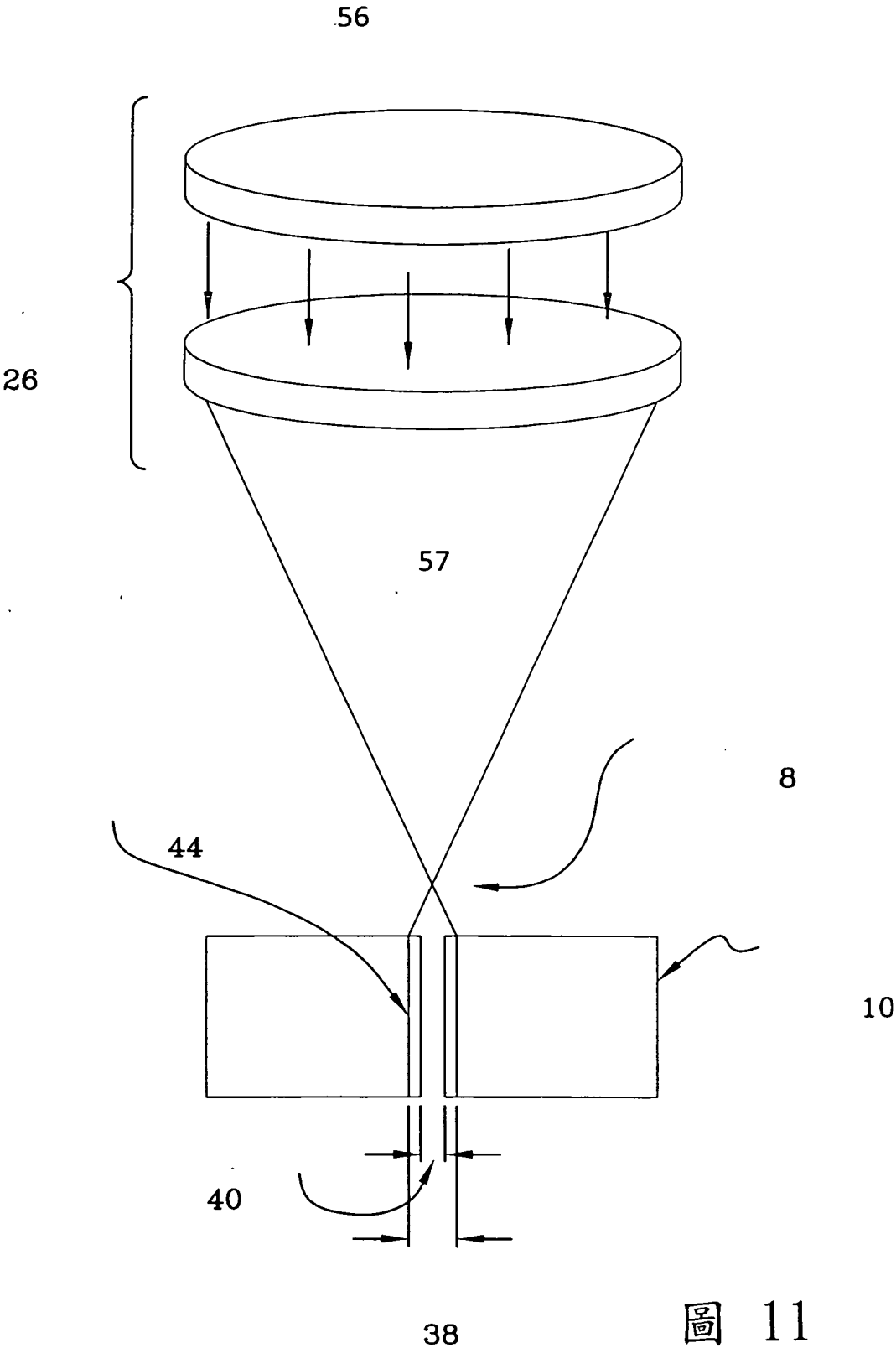
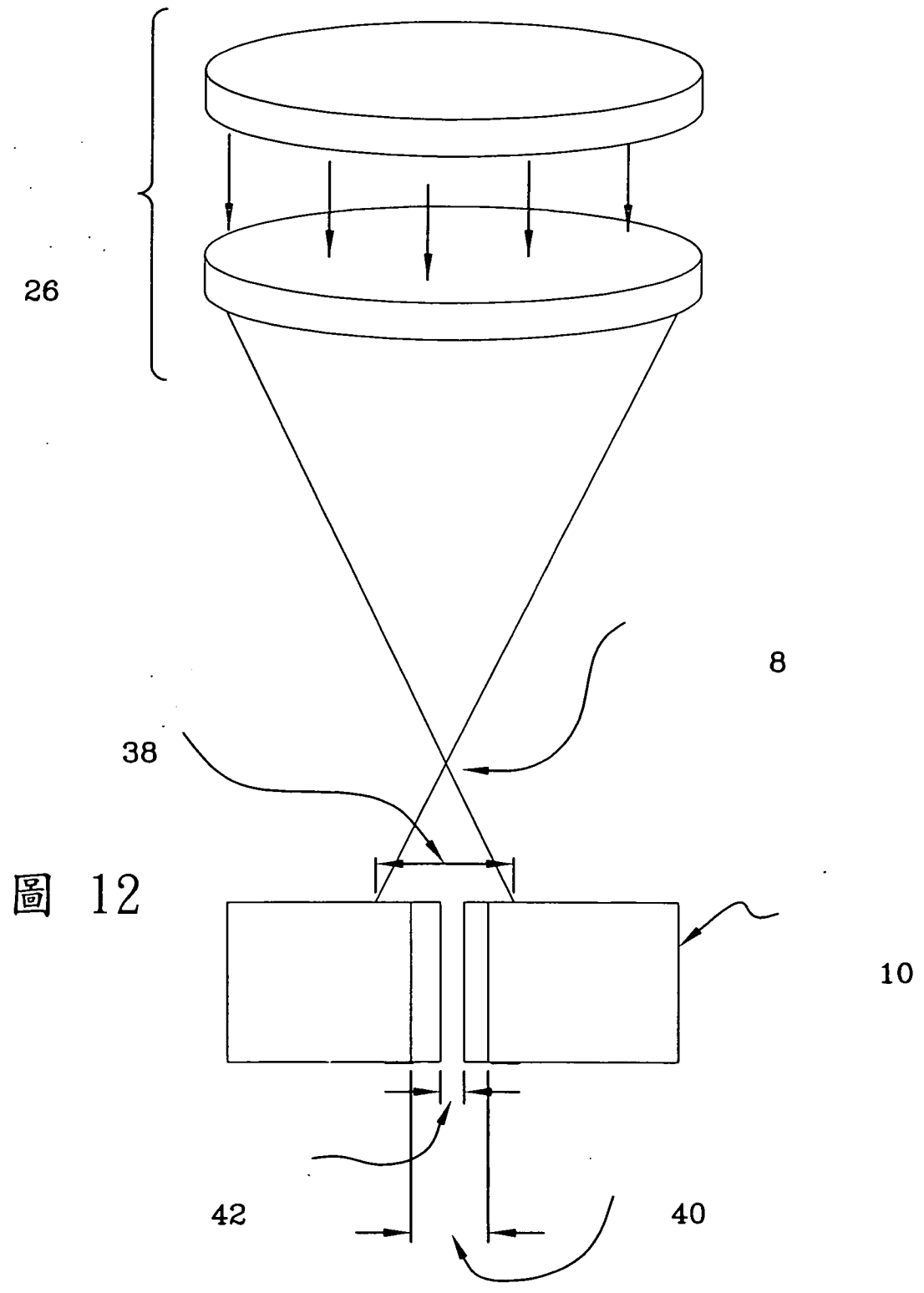


圖 10





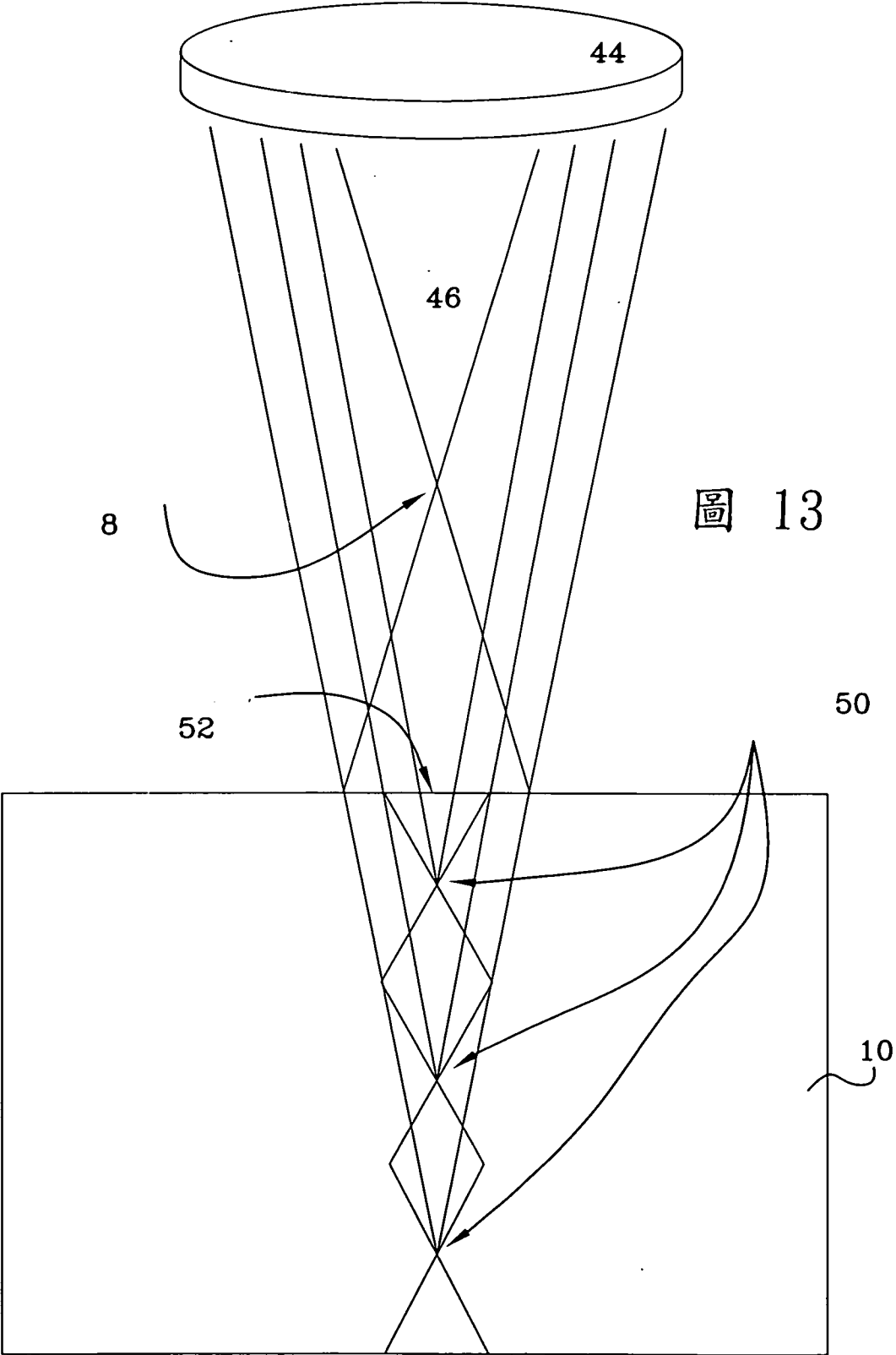
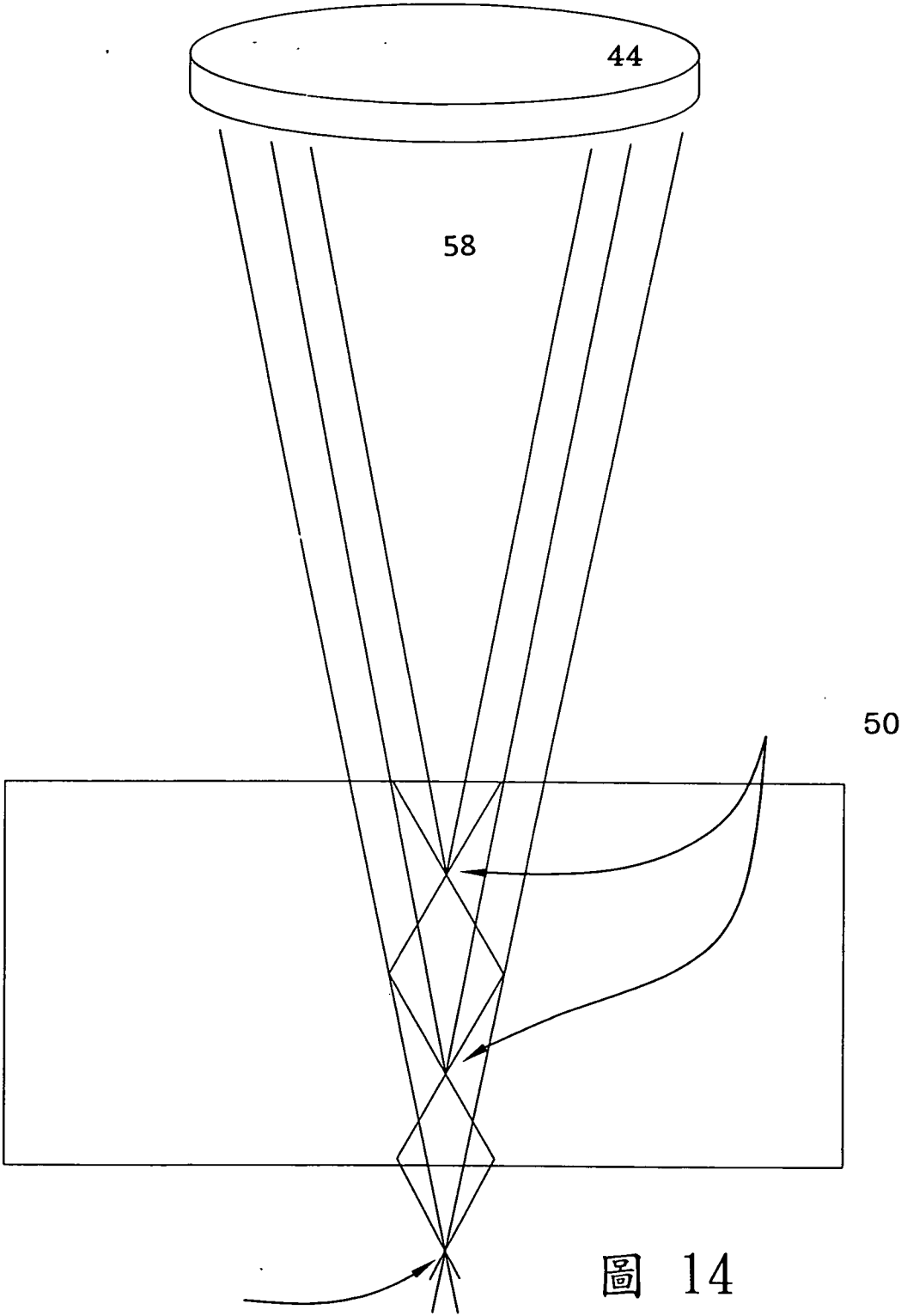
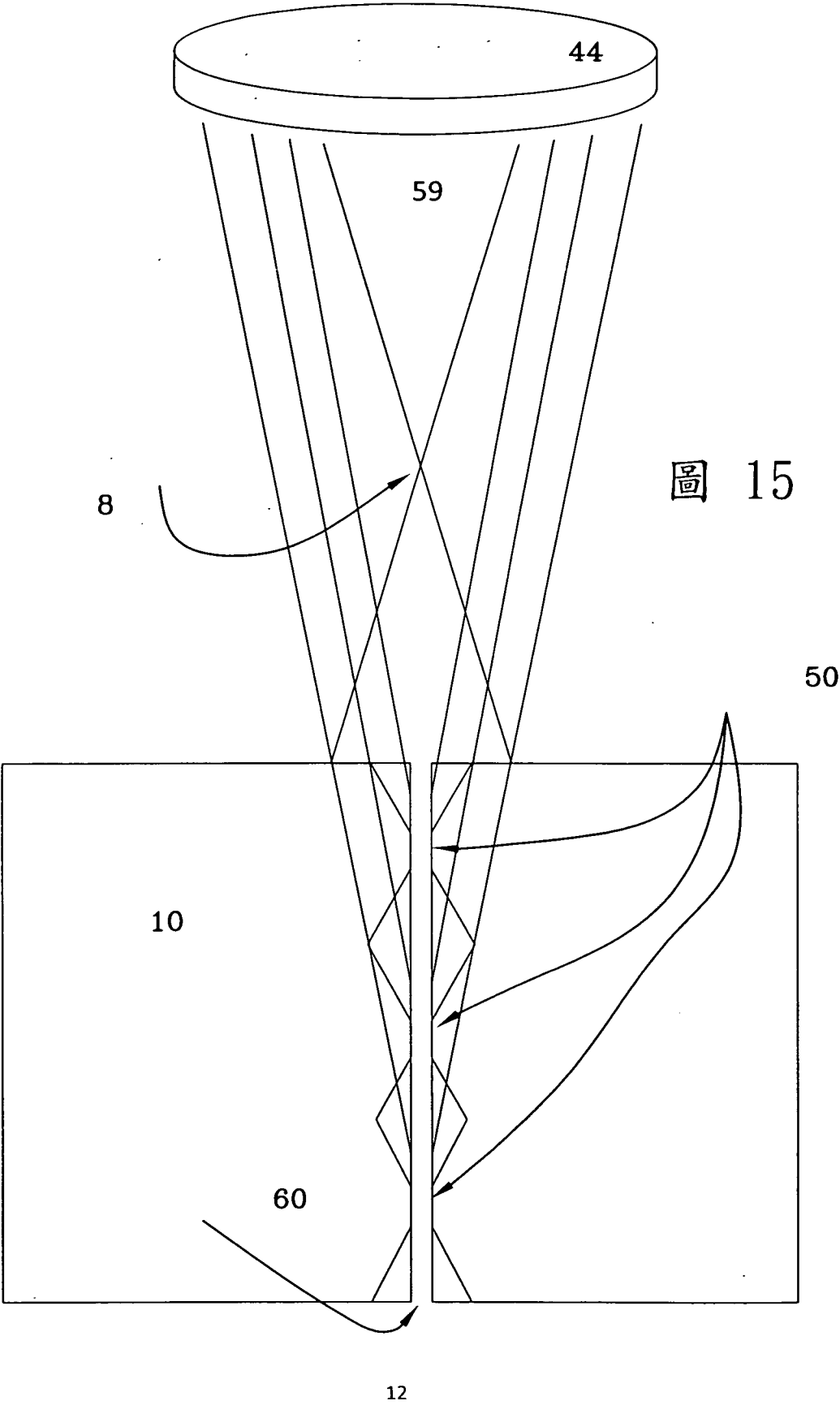


圖 13



8



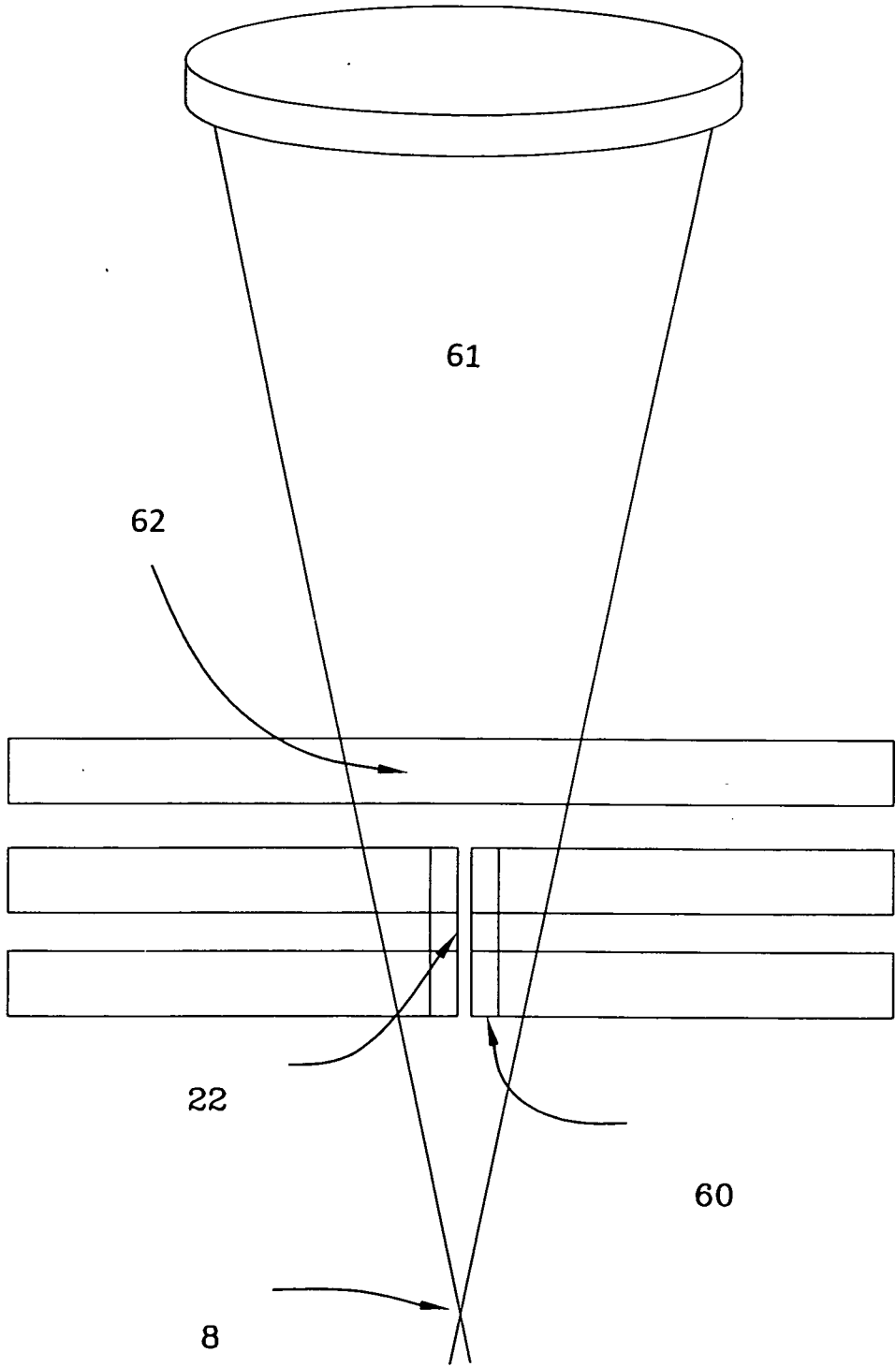


圖 16

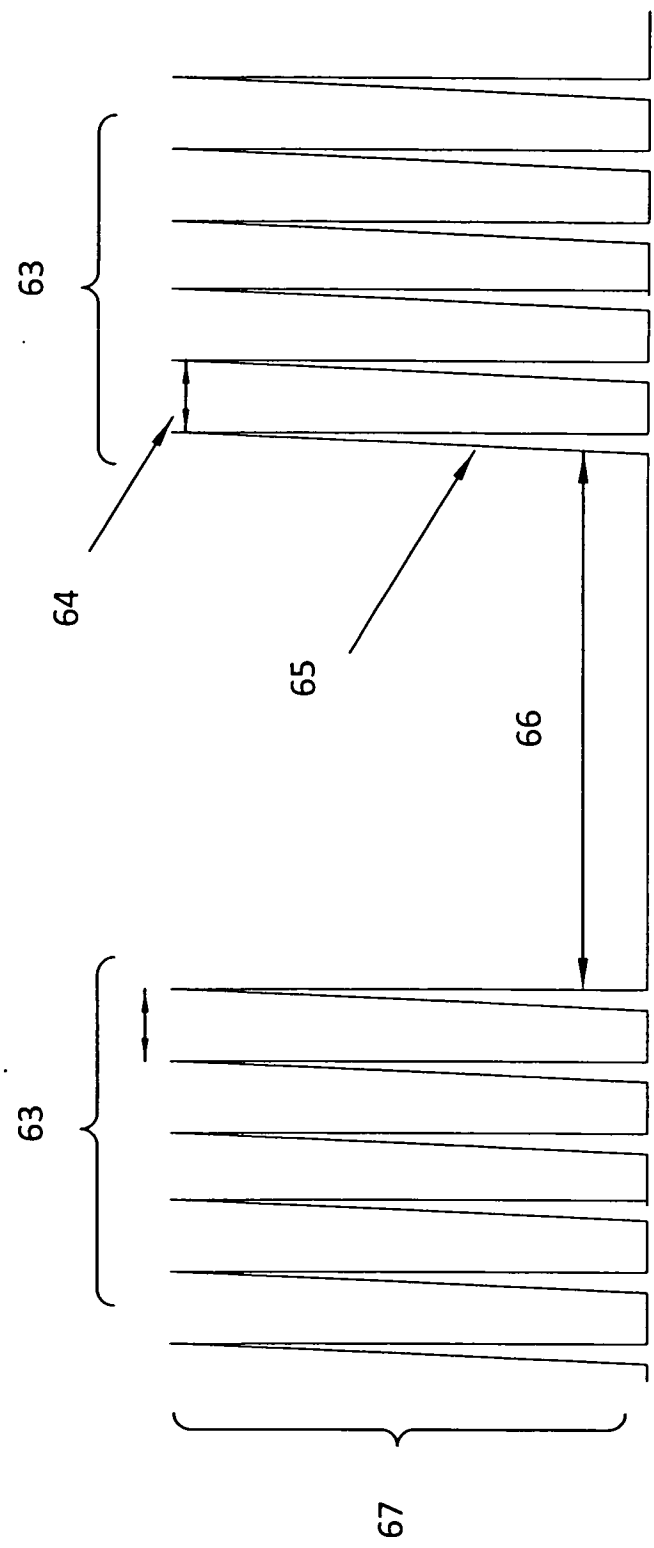


圖 17

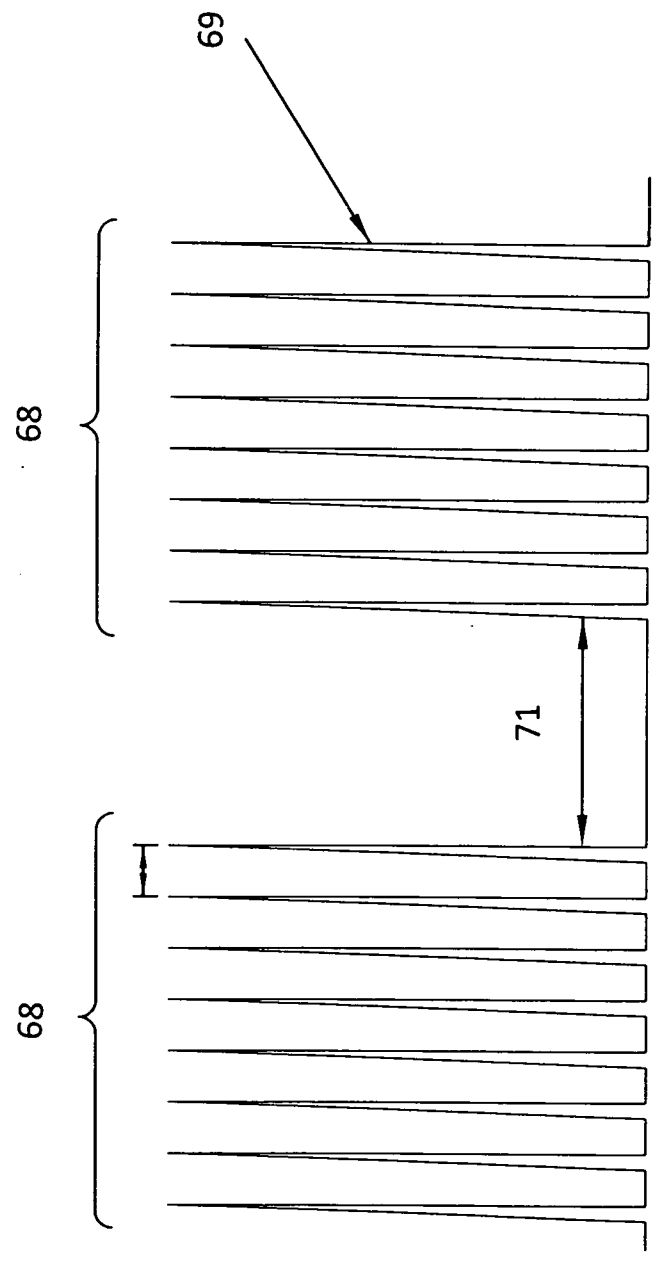


圖 18

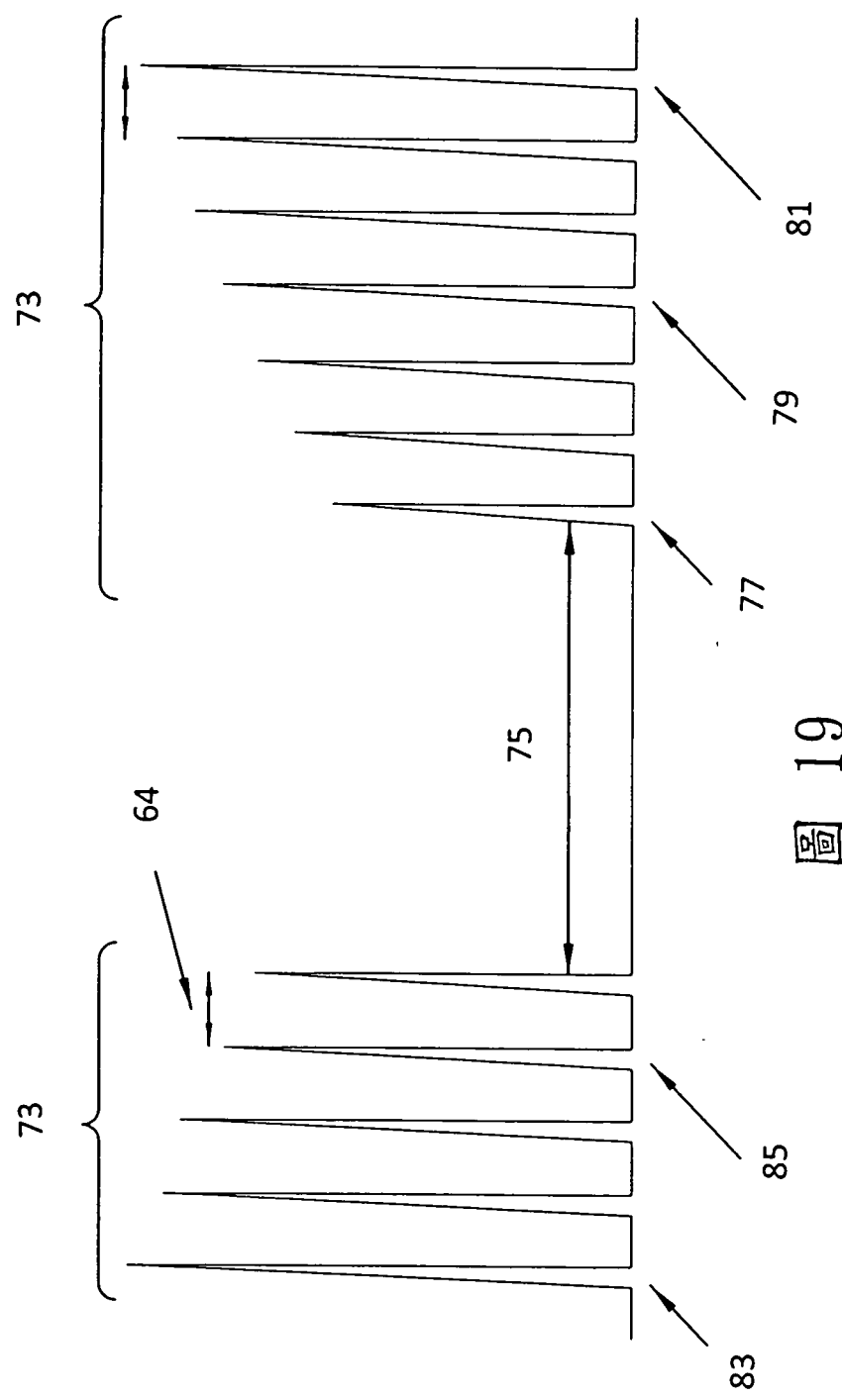


圖 19

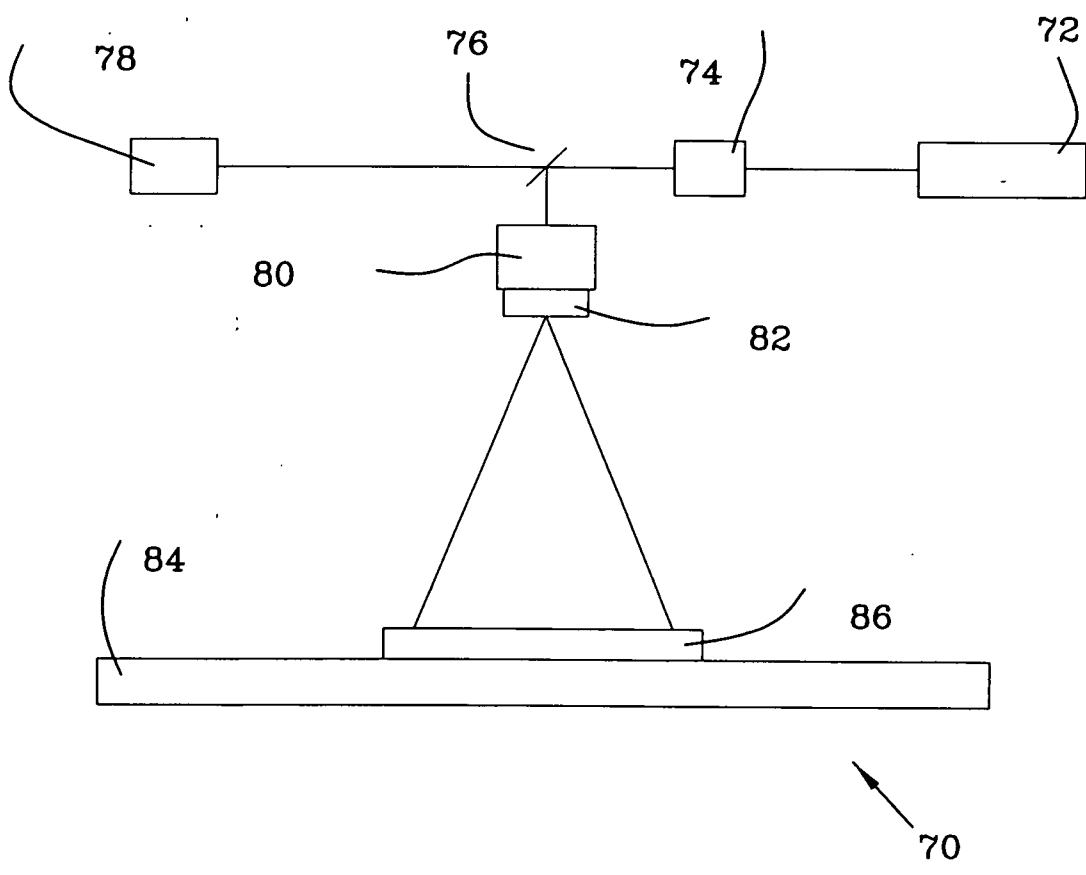


圖 20

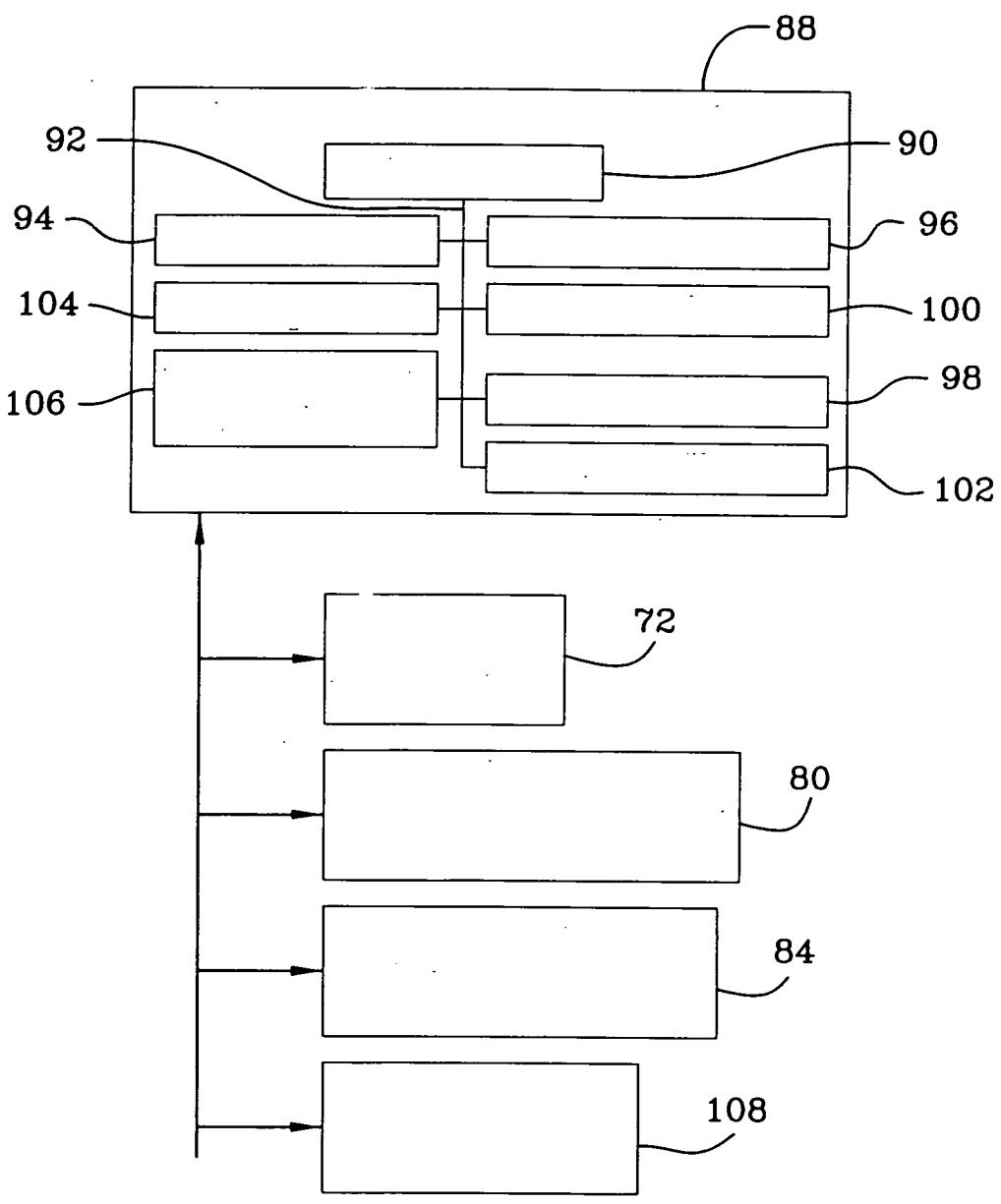


圖 21

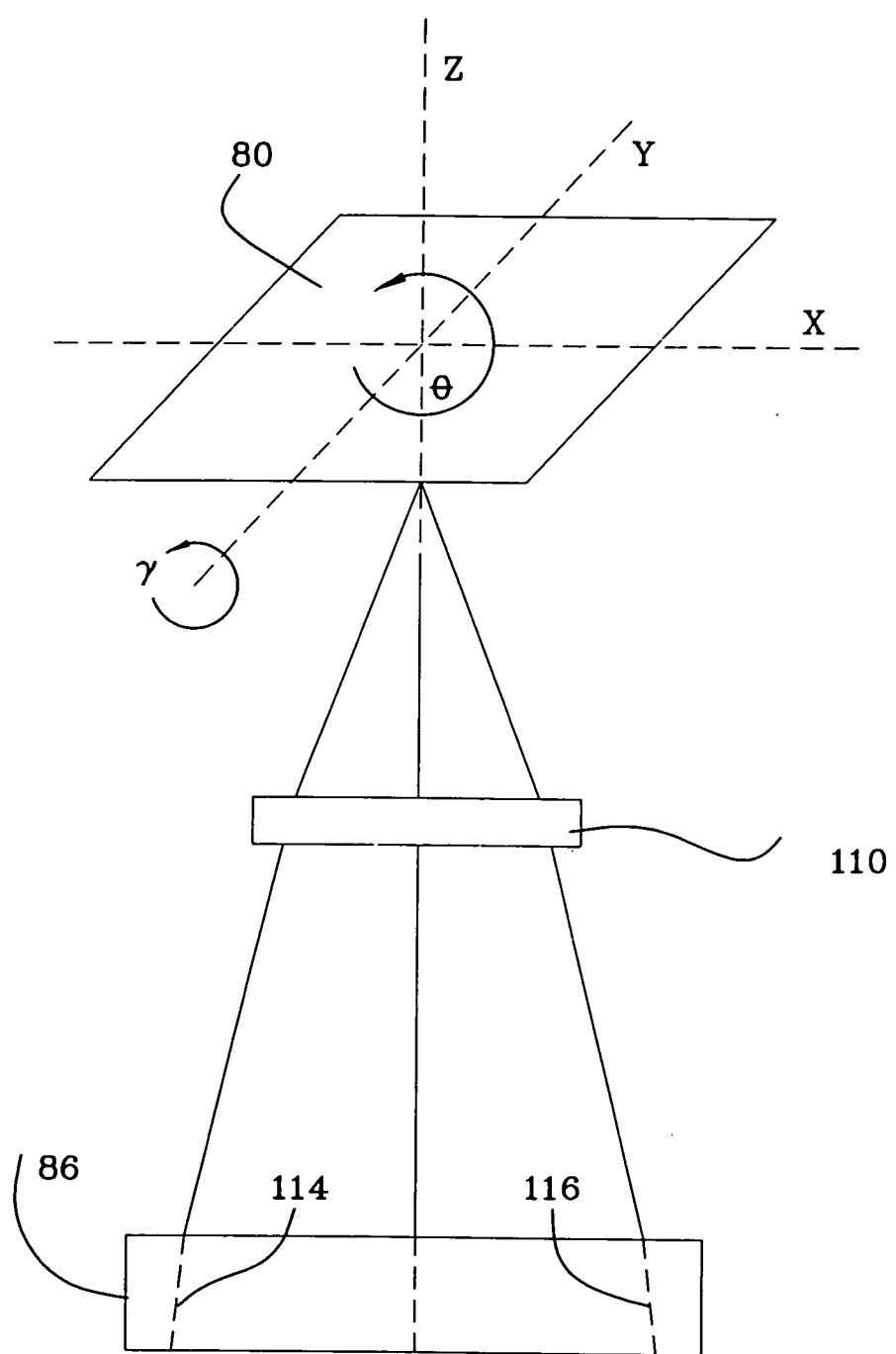


圖 22

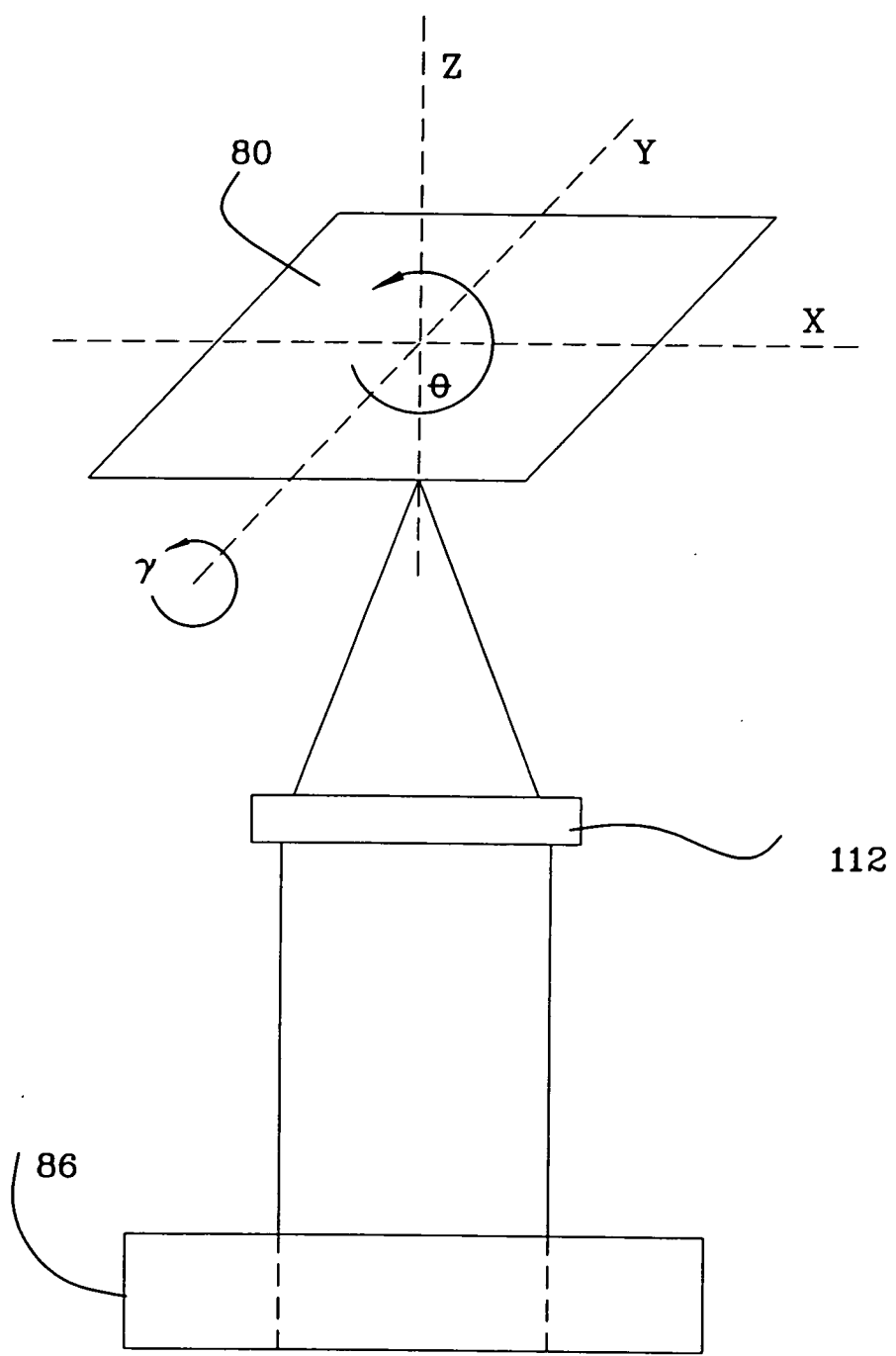


圖 23

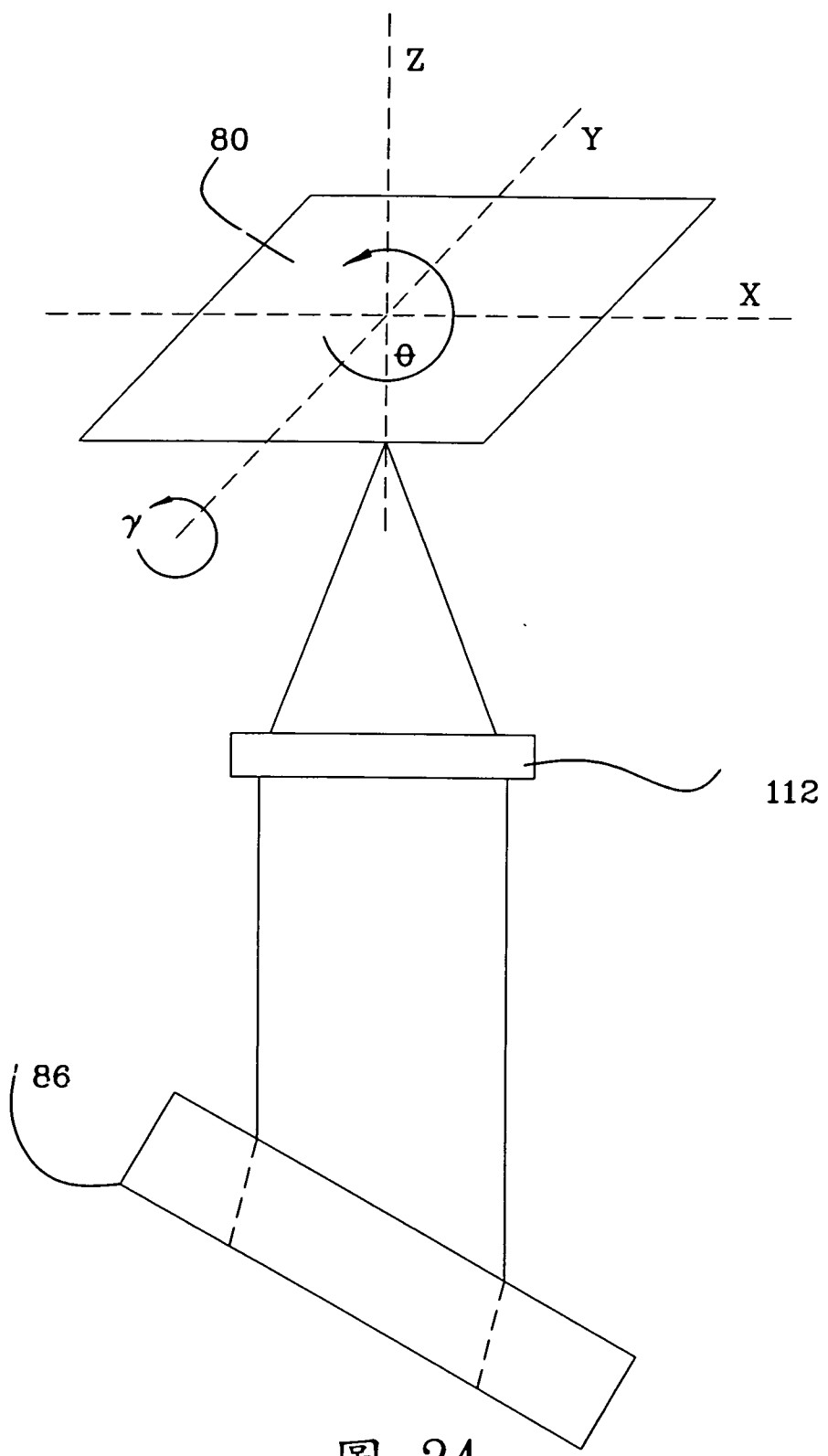


圖 24

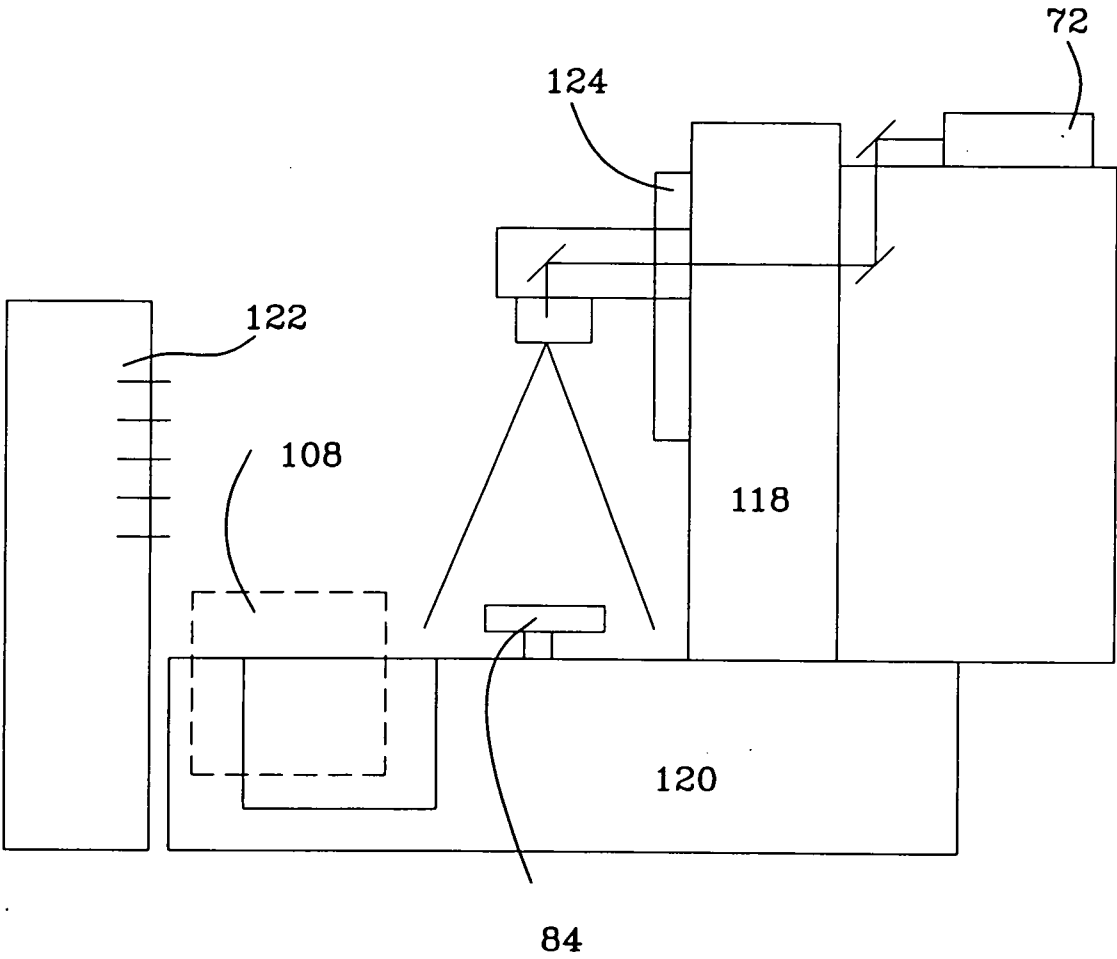


圖 25

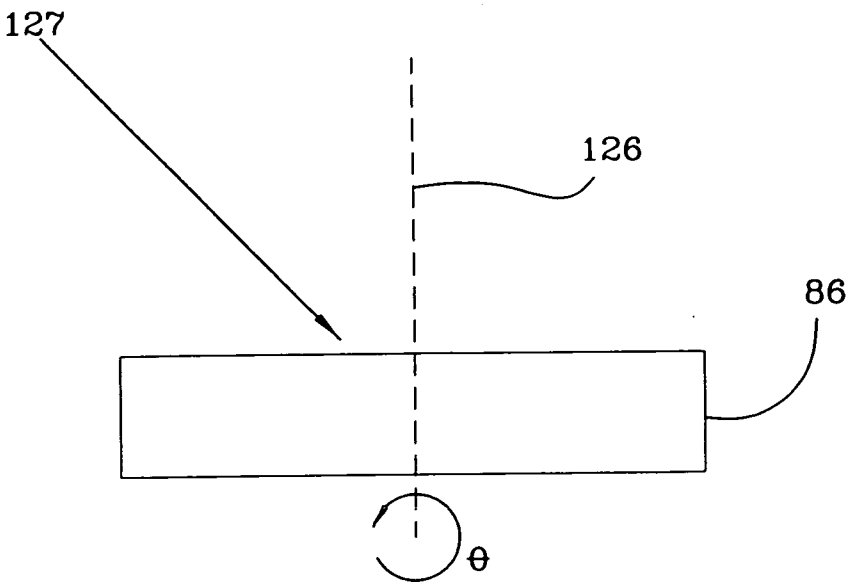


圖 26(a)

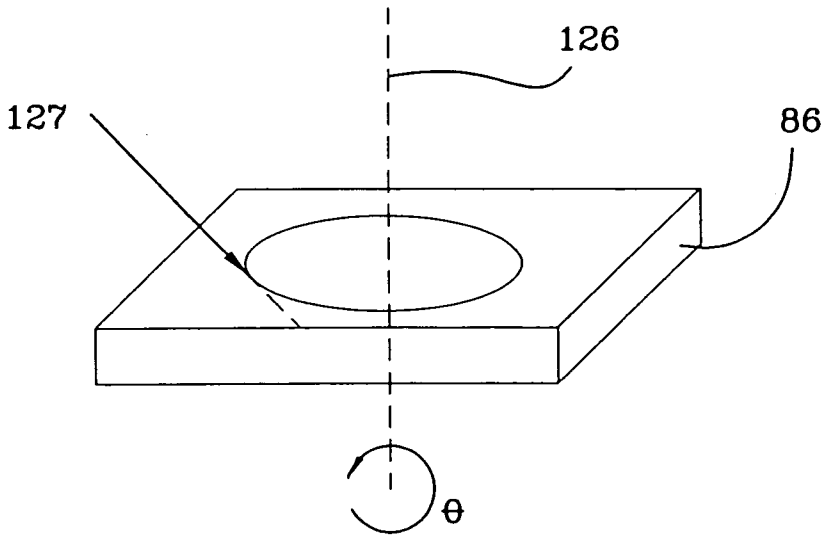


圖 26(b)

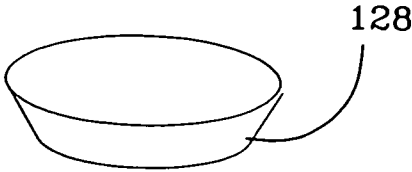


圖 26(c)

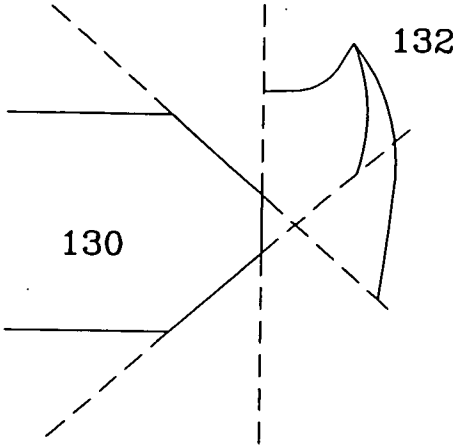


圖 26(d)

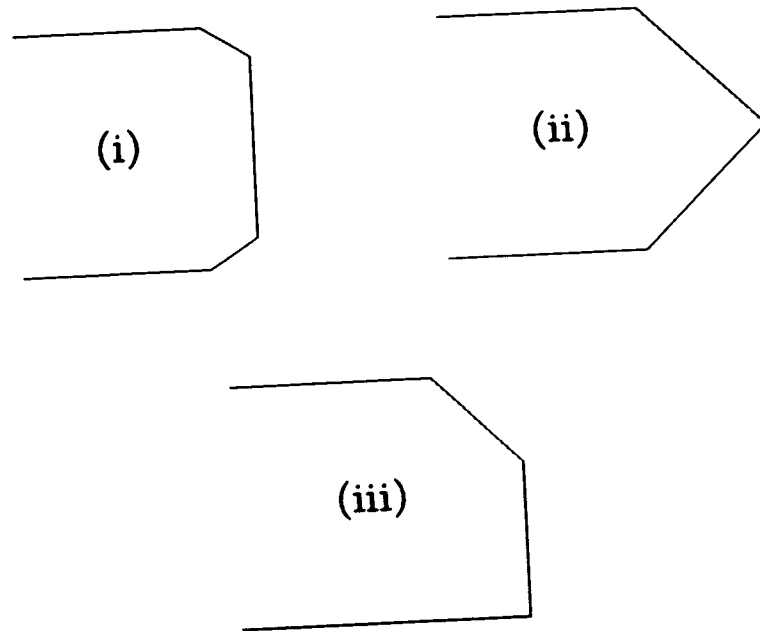


圖 26 (e)

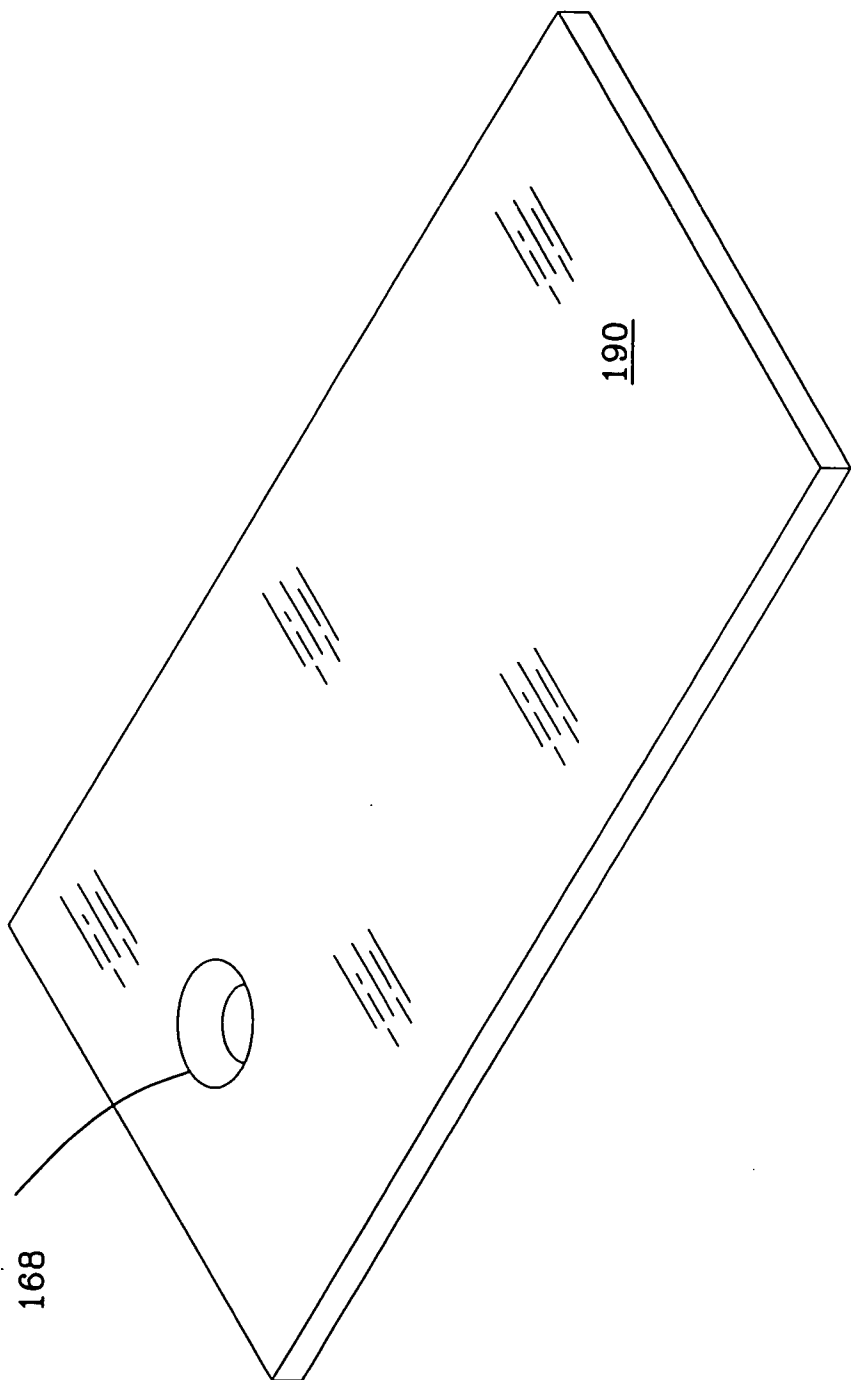


圖 27

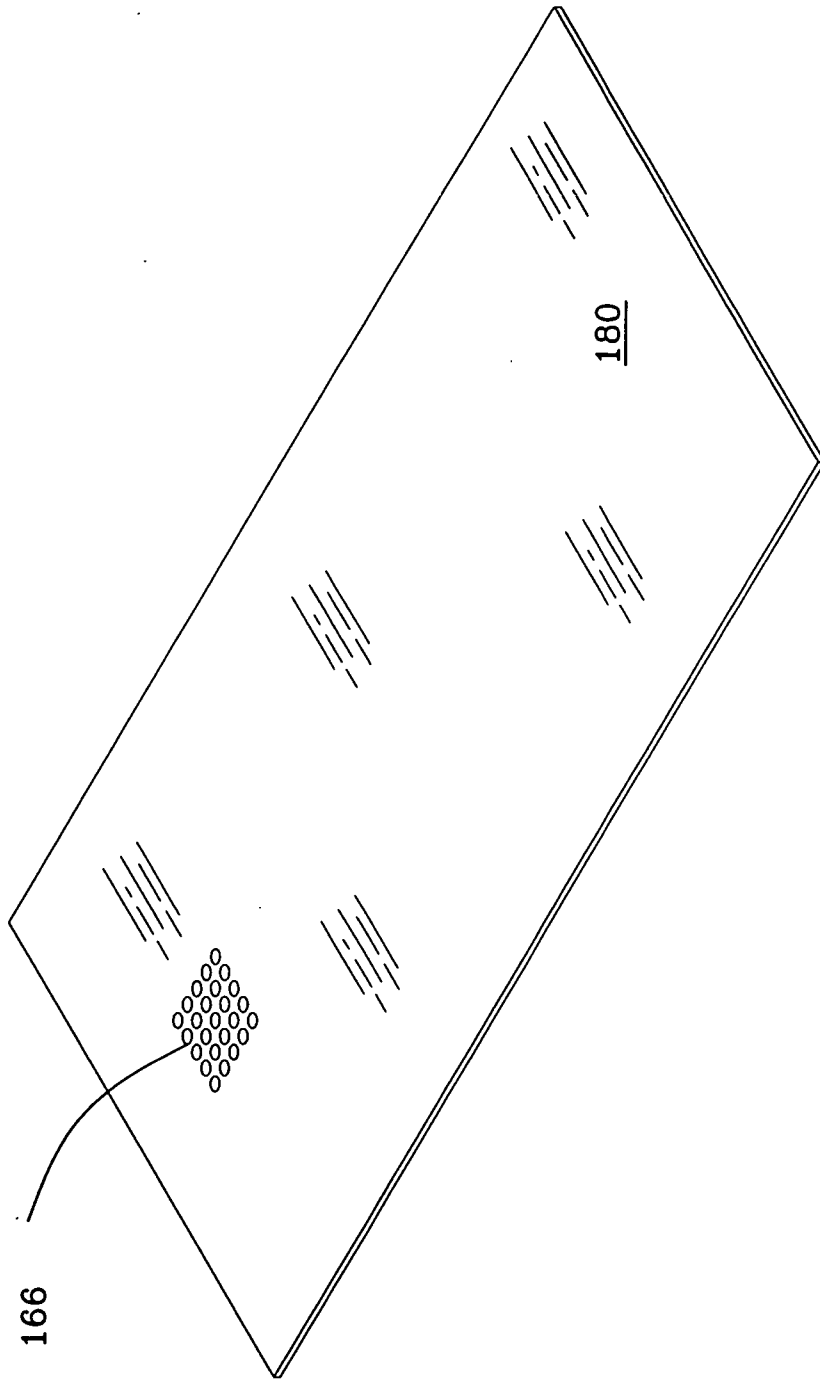


圖 28

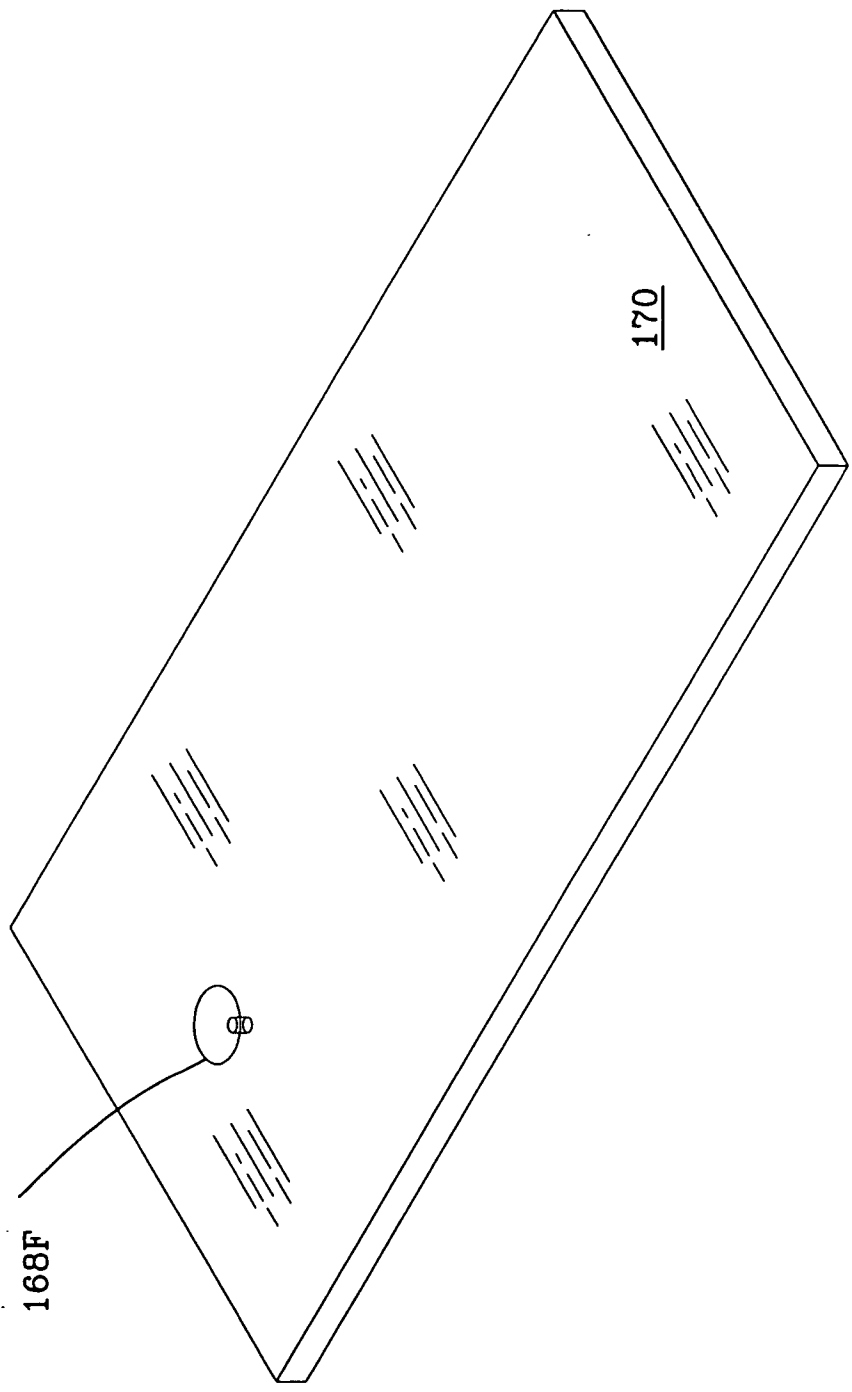
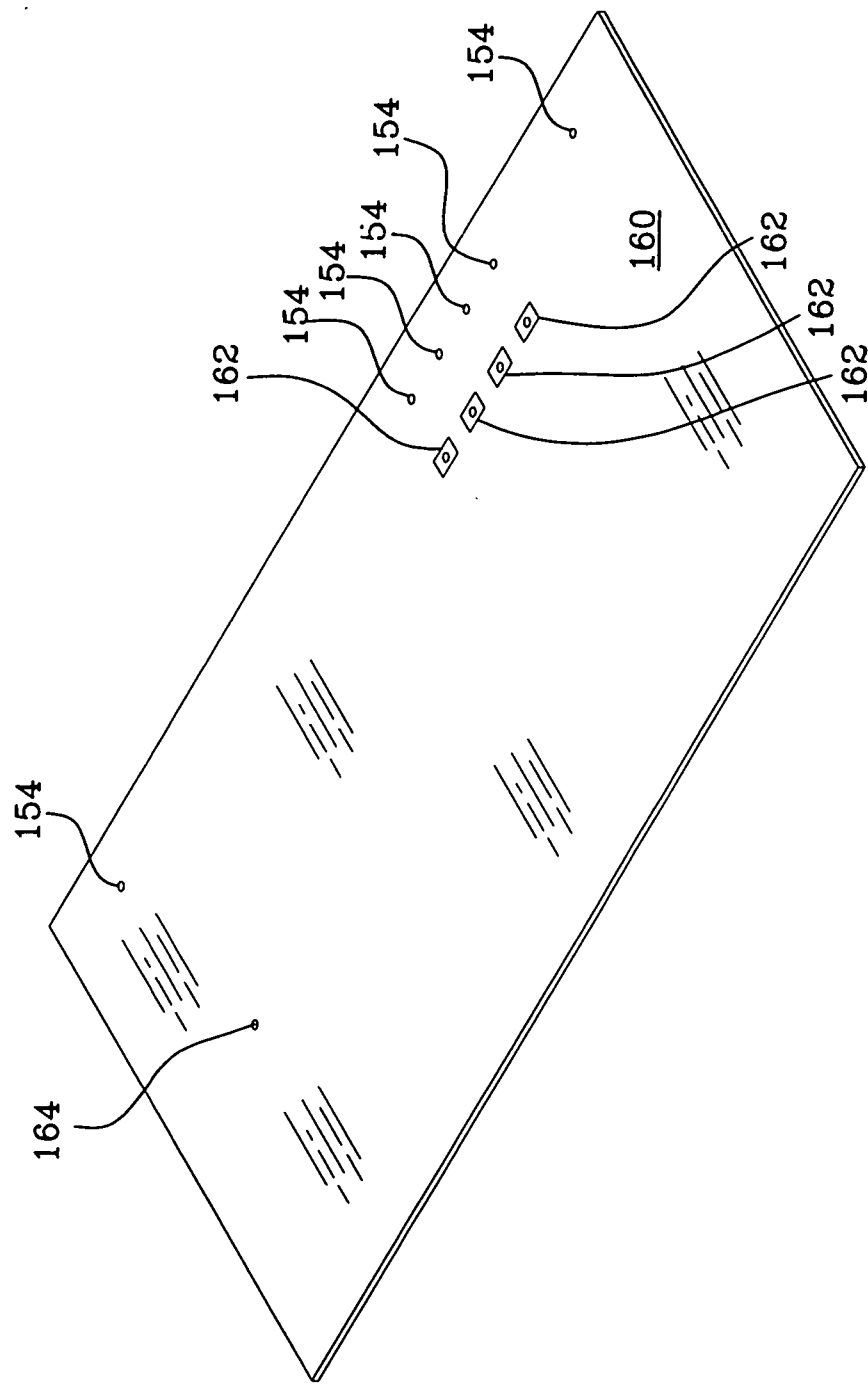


圖 29



30

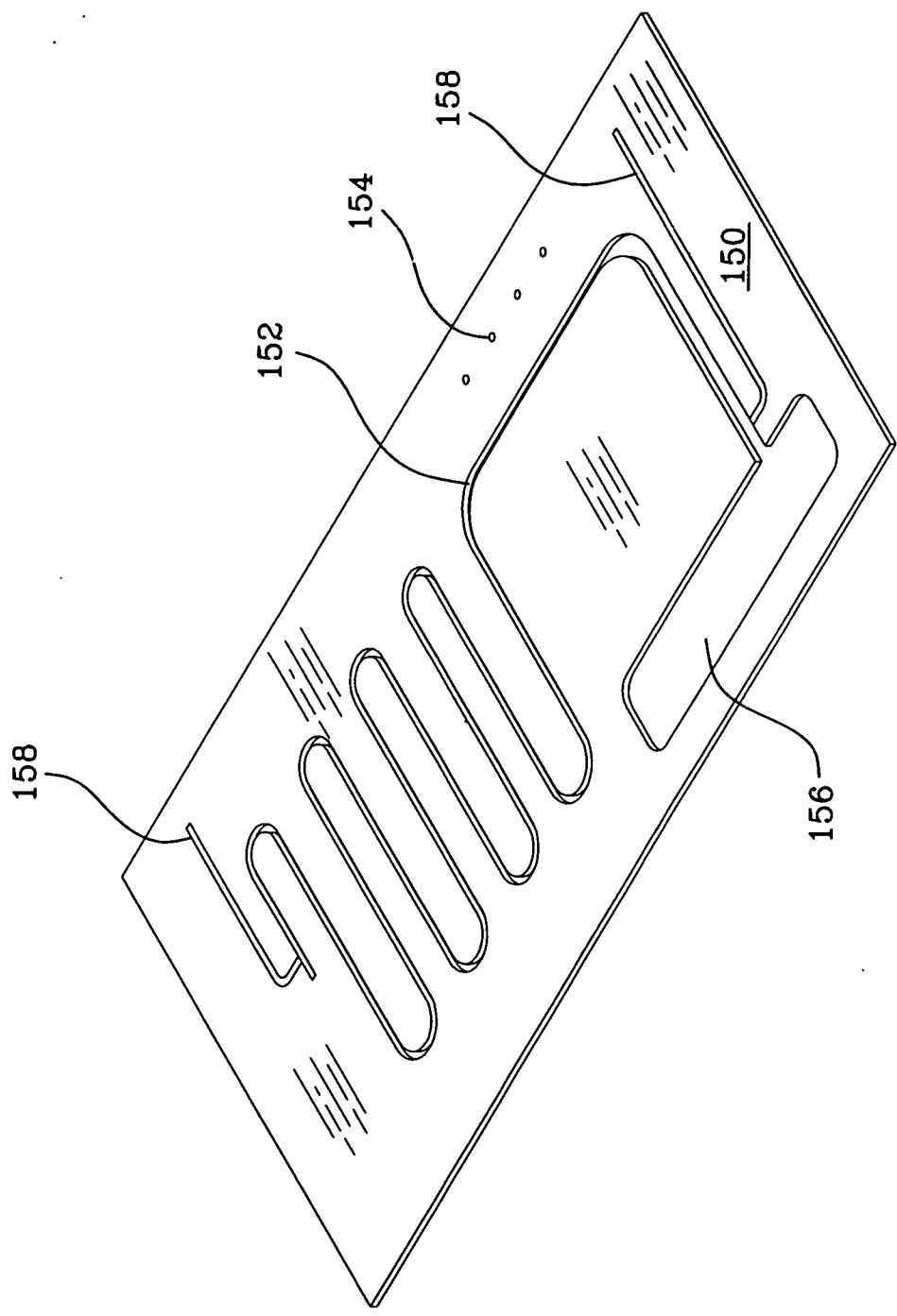


圖 31

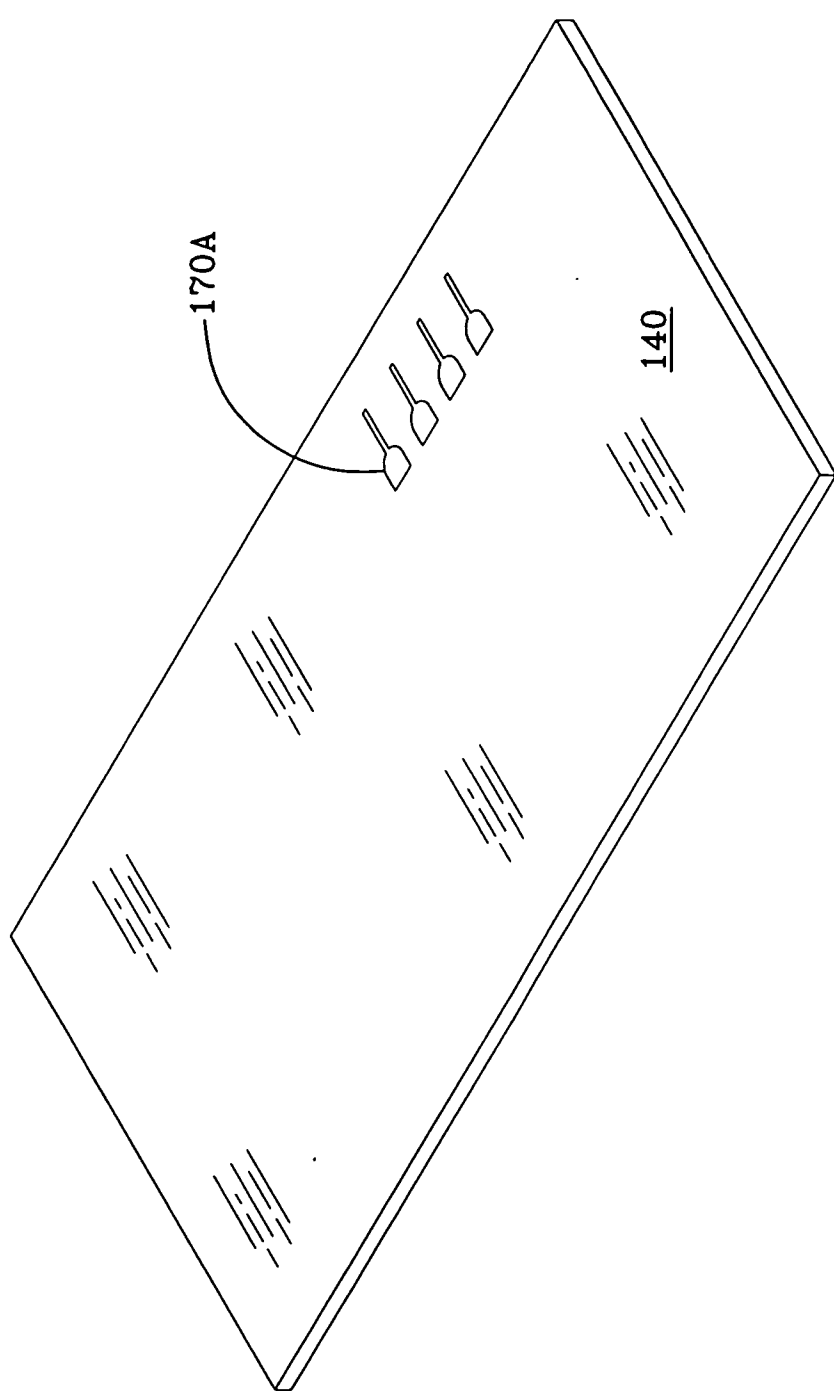


圖 32

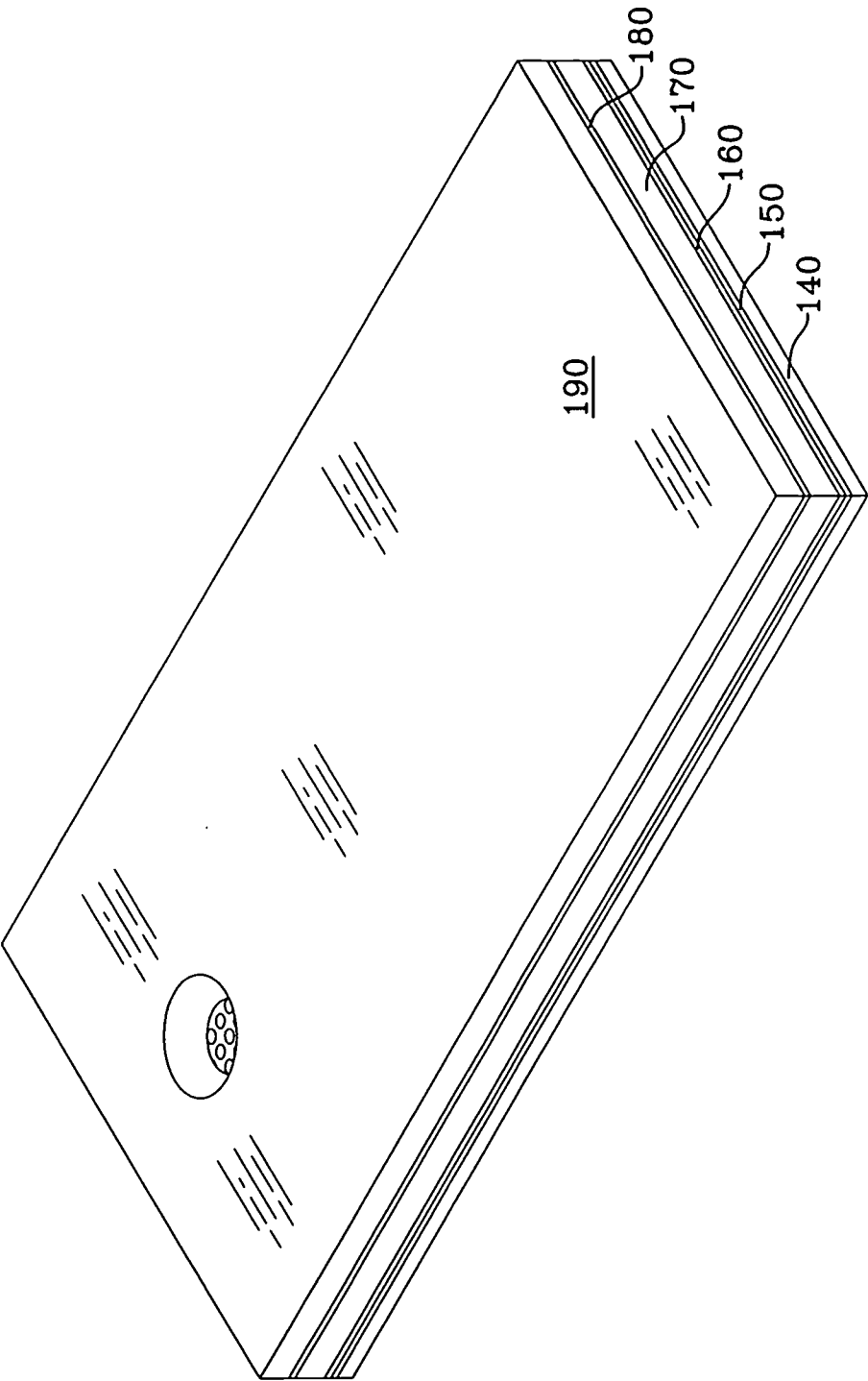


圖 33