(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 201125670 A1
(43)公開日： 中華民國 100 (2011) 年 08 月 01 日

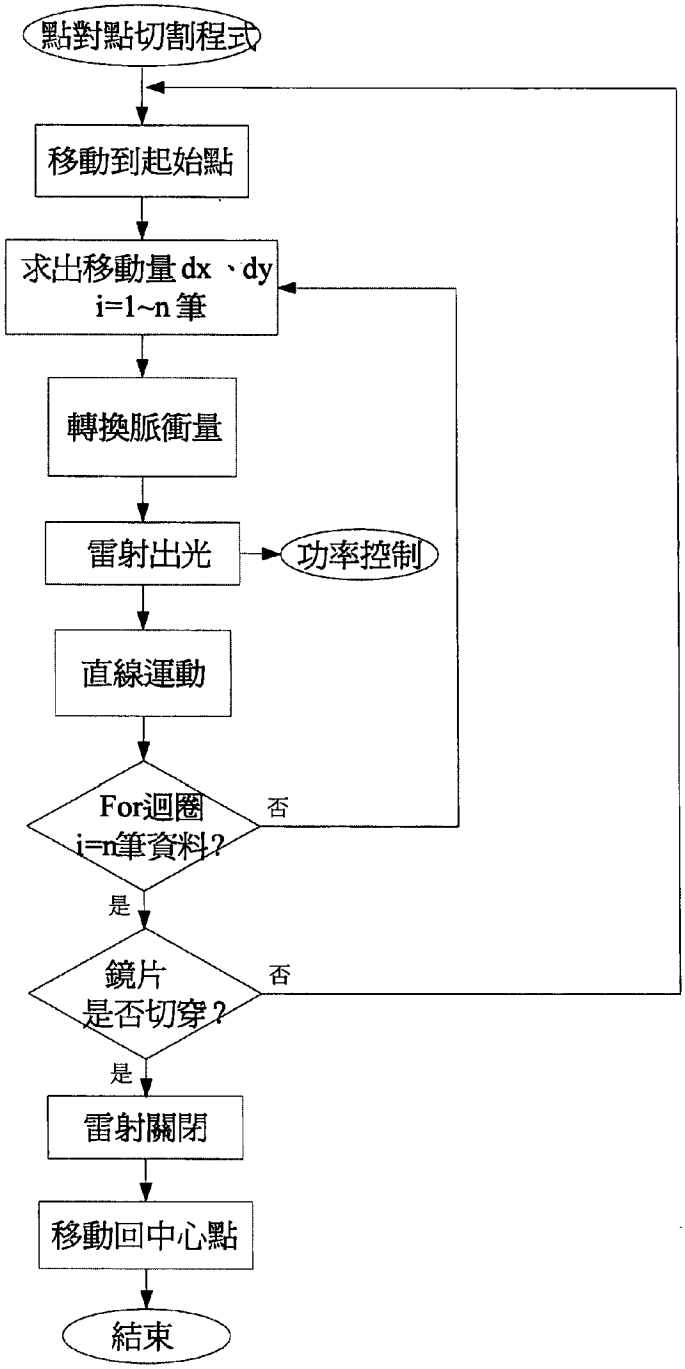
(21)申請案號：099101280 (22)申請日： 中華民國 99 (2010) 年 01 月 18 日
(51)Int. Cl.： *B23K26/38 (2006.01)* *G02C7/02 (2006.01)*
(71)申請人：國立虎尾科技大學 (中華民國) NATIONAL FORMOSA UNIVERSITY (TW)
雲林縣虎尾鎮文化路 64 號
(72)發明人：李廣齊 (TW) ；王柏勳 (TW)
(74)代理人：陳展俊
申請實體審查：有 申請專利範圍項數：10 項 圖式數：16 共 36 頁

(54)名稱

眼鏡鏡片雷射切割之方法與裝置

(57)摘要

本發明提供全框眼鏡及無框眼鏡鏡片的雷射切割技術，具有提昇眼鏡鏡片研磨速度，並增加無框眼鏡造型設計的彈性的優點。本發明使用影像處理技術擷取鏡框邊緣，並將之轉換為鏡片切割的外廓軌跡，配合雷射光源的功率大小使一雷射光源在一眼鏡鏡片上方進行有次序的點對點直線繞圈運動，並重覆多圈直到該眼鏡鏡片為該雷射光源所產生的雷射光所切穿，於是獲得一符合該眼鏡鏡框的切割鏡片。


點對點切割程式
移動到起始點
求出移動量 dx 、dy
i=1~n 筆
轉換脈衝量
雷射出光
功率控制
直線運動
For迴圈
i=n筆資料?
否
是
鏡片
是否切穿?
否
是
雷射關閉
移動回中心點
結束

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係有關一種自動化的眼鏡鏡片雷射切割之方法與裝置。

【先前技術】

傳統的鏡片研磨機在鏡片製程加工裡加工方式大部分都先以吸盤式夾具、治具、真空吸附等方式固定鏡片之後再用旋轉式刀具切削鏡片。如果要在鏡片上打洞做造型在刀具的選擇上可使用多種銑切刀具和雕刻刀具。鏡片材料本身若不平整(厚度有厚、薄差)，則執行等深度加工時，除非是已經過特殊設計之機種，否則加工會非常麻煩。進行鏡片加工時刀具路徑需注意避開治具，以免發生撞車狀況。加工中會產生粉塵和碎屑(依材料和加工方式之不同而不同)。某些材質於加工中，亦會因刀具切削磨擦產生之高溫，而發出異味對於環境的汙染頗具有影響。切割加工時，受限於刀具之直徑，無法執行較細微之切割工作，當刀具狀況良好時，直刃刀可切割出垂直度較好的斷面，切割斷面會有刀痕。若鏡片材料為壓克力，加工後需要有“拋光”(走光)之尾工程序。倒角時，需更換一把尖刀，才可以做倒角的工作且鏡片周圍無法自動倒角需用人工2次加工。切割底面時，較大面積之切割需換用較大的刀具。在耗材方面，主要耗材為刀具，但是某些機種之工作台面會因切割工作需求，也屬消耗品。因為是接觸式加工，所以

一般而言刀具損耗量極大。一般切削刀具大多有現品可選購，但是雕刻刀具，則大多仍由使用者視工作需求，自行磨刀製作。一般刀具之價格並不高，但是，若使用特殊刀具，則價格也不便宜。傳統上製作一副無框眼鏡時，要先以吸盤式鏡片夾具固定鏡片之後再放到鏡片研磨機上研磨鏡片，約需 15 分鐘的時間才完成。吸盤式鏡片夾具中心定位精度約在 0.1 以上，使用鏡片鑽孔機在鏡片上鑽孔，每附眼鏡製作的時間從 30 分鐘到一兩個小時都有可能。由於前面所執行的加工都無法自動進行所以都需要操作員在加工物前面進行操作才能完成。

【發明內容】

本發明的一主要目的在提供眼鏡鏡片雷射切割之方法與裝置。

依本發明內容所完成的一種眼鏡鏡片雷射切割之方法，包含下列步驟：

a) 擷取一眼鏡鏡框的影像；

b) 轉化該影像為鏡框座標資料；

c) 計算該鏡框座標資料的鏡框中心點座標，包括取一水平長方形的座標資料，該水平長方形的四邊切過該鏡框的外周緣，及計算該水平長方形的中心點座標作為鏡框中心點座標；

d) 以該鏡框中心點座標作為一軟體座標原點轉換該鏡框座標資料；

e) 依一輸入的瞳孔在鏡框內的位置平移該轉換過的鏡框座標資料，包括將該轉換過的鏡框座標資料減去該瞳孔位置的座標；

f) 使用該平移後的鏡框座標資料的第一點座標至最後一點座標驅動一雷射光源在一眼鏡鏡片上方進行有次序的點對點直線繞圈運動，直到該眼鏡鏡片為該雷射光源所產生的雷射光所切穿，於是獲得一符合該眼鏡鏡框的切割鏡片。

較佳地，步驟 f)的眼鏡鏡片的光學中心與步驟 d)的軟體座標原點重疊。

較佳地，步驟 f)的繞圈運動配合該雷射光源的功率大小被重覆多圈。

較佳地，步驟 f)的雷射光源係安裝在 X 軸導軌上，而該 X 軸導軌係被安裝在一個 Y 軸導軌上；或者該雷射光源係安裝在 Y 軸導軌上，而該 Y 軸導軌係被安裝在一個 X 軸導軌上，於是該雷射光源可被驅動進行 X 方向及 Y 方向移動。

較佳地，步驟 f)的眼鏡鏡片被固定於一夾具的圓孔內，該圓孔具有對應於該眼鏡鏡片的大小及形狀。

較佳地，步驟 f)進一步包含在該繞圈運動之前依一輸入的安裝孔位置及大小，驅動該雷射光源在該眼鏡鏡片上方移動，直到該眼鏡鏡片為該雷射光源所產生的雷射光所穿孔而形成該安裝孔。

較佳地，步驟 f)包含計算眼鏡鏡片在平移後的鏡框座

標資料的第一點至最後一點座標的厚度；依該厚度計算出該第一點至最後一點座標值的倒角距離及倒角深度；依平移後的鏡框座標資料的第一點至最後一點座標、該倒角距離及倒角深度驅動該雷射光源在該眼鏡鏡片上方進行有次序的點對點直線繞圈運動，直到該眼鏡鏡片的一半厚度為該雷射光源所產生的雷射光所除去；翻轉該眼鏡鏡片並且將前述第一點至最後一點座標、倒角距離及倒角深度依該翻轉方式進行對稱轉換；及以對稱轉換後的第一點至最後一點座標、倒角距離及倒角深度驅動該雷射光源在該翻轉後的眼鏡鏡片上方進行有次序的點對點直線繞圈運動，直到該眼鏡鏡片的另一半厚度為該雷射光源所產生的雷射光所除去，於是獲得一邊緣具有倒角及符合該眼鏡鏡框的切割鏡片。

本發明亦提供一種眼鏡鏡片雷射切割之裝置，包含：

一雷射光源；

一馬達模組，其包X軸導軌及Y軸導軌，其中該X軸導軌係被安裝在該Y軸導軌上，或者該Y軸導軌係被安裝在該X軸導軌上；一X軸步進馬達；及一Y軸步進馬達，其中該雷射光源被安裝在X軸導軌上，該X軸導軌係被安裝在一個Y軸導軌上，該X軸步進馬達用於驅動該雷射光源在該X軸導軌上進行X方向移動，及該Y軸步進馬達用於驅動該X軸導軌在該Y軸導軌上進行Y方向移動；或者該雷射光源係安裝在Y軸導軌上，該Y軸導軌係被安裝在一個X軸導軌上，該Y軸步進馬達用於驅動該雷射光源在

該Y軸導軌上進行Y方向移動，及該X軸步進馬達用於驅動該Y軸導軌在該X軸導軌上進行X方向移動；

一功率控制模組，其用於控制該雷射光源的輸出功率；及

一電腦，其用於執行下列步驟：

i) 轉化一眼鏡鏡框的影像為鏡框座標資料；

ii) 計算該鏡框座標資料的鏡框中心點座標，包括取一水平長方形的座標資料，該水平長方形的四邊切過該鏡框的外周緣，及計算該水平長方形的中心點座標作為鏡框中心點座標；

iii) 以該鏡框中心點座標作為一軟體座標原點轉換該鏡框座標資料；及

iv) 依一輸入的瞳孔在鏡框內的位置平移該轉換過的鏡框座標資料，包括將該轉換過的鏡框座標資料減去該瞳孔位置的座標；及

v) 將該平移後的鏡框座標資料的第一點座標至最後一點座標輸出給該馬達模組及將雷射光源的輸出功率的信號輸出給該功率控制模組，

於是該雷射光源被驅動在一眼鏡鏡片上方進行有次序的點對點直線繞圈運動，直到該眼鏡鏡片為該雷射光源所產生的雷射光所切穿，而獲得一符合該眼鏡鏡框的切割鏡片。

較佳地，該眼鏡鏡片的光學中心與步驟iii)的軟體座標原點重疊。

較佳地，於本發明的裝置中該眼鏡鏡片被固定於一夾具的圓孔內，該圓孔具有對應於該眼鏡鏡片的大小及形狀。

本發明提供的眼鏡鏡片雷射切割技術具有提昇眼鏡鏡片切割速度，並增加無框眼鏡造型設計的彈性的優點。另外本發明的技術亦可避免先前技藝中必須使用吸盤式鏡片夾具來固定鏡片的缺點。

【實施方式】

本發明將藉由下文及配合圖式所描述的較佳具體實施例被進一步了解，說等內容僅為說明之用，而非唯一用於限制本發明的範圍。

眼鏡鏡片雷射切割系統架構圖如圖 1 所示。利用 CCD 鏡頭拍攝眼鏡之鏡框，利用影像處理技術取得鏡框邊緣點座標，將鏡框邊緣點資料以文字檔的資料格式匯入眼鏡鏡片雷射切割控制系統內。鏡框邊緣座標經過像素與以該鏡框中心點座標作為一軟體座標原點轉換該鏡框座標資料，依據患者瞳孔位置將鏡片圖形做偏移座標計算。接著藉由眼鏡鏡片雷射切割軌跡規劃計算出鏡片圖形雷射切割運動路徑，接著由眼鏡鏡片雷射切割運動控制模組輸出 X axis 及 Y axis 控制信號至眼鏡鏡片雷射切割機馬達模組，及分別輸出 On/Off 功率信號至眼鏡鏡片雷射切割功率控制模組。馬達模組依據鏡片外緣路徑移動雷射頭，雷射切割功率控制模組則依據所需之深度調整雷射輸出功率，完成鏡片切割。

眼鏡鏡片雷射切割機之中心定位

本發明針對眼鏡鏡片雷射切割機規劃硬體零點以及軟體零點，為使眼鏡鏡片雷射切割之精度更為提升，乃針對眼鏡鏡片設計二種不同形式之專用雷射切割夾具，分別為圓孔式以及夾持式，並選用三種最為廣泛應用之規格鏡片進行雷射切割，乃為 200 度近視鏡片直徑分別為 71.47mm、69.88mm、64.67mm 之鏡片，使用二種鏡片夾具進行眼鏡鏡片雷射切割機中心點與鏡片中心點對準之調整。最後將針對配鏡者之眼睛部位參數進行瞳孔中心對焦，配合瞳孔中心偏移調整鏡框邊緣座標點位置，將鏡片邊緣實際座標點與鏡片中心之偏移量相加，即為瞳孔中心位置對焦後之鏡片邊緣座標點，於取得鏡片雷射切割圖形座標後，進行眼鏡鏡片雷射切割之軌跡規劃。

硬體零點回歸與軟體零點回歸

眼鏡鏡片雷射切割機 X 軸導軌 11 工作範圍為 700mm，Y 軸導軌 21 工作範圍為 500mm，本發明將硬體零點設定於工作平面最右上角之為置，並使用遮蔽式感測器來偵測 X 軸與 Y 軸是否到達硬體零點，硬體回歸零點路徑圖如圖 2 所示。假設雷射頭 10 現在位於工作平面某處，當硬體回歸零點時，控制器將同時對 X 軸與 Y 軸輸出正脈衝(Pulse)給 X 軸步進馬達 12 與 Y 軸步進馬達 22，X 軸則向右方移動至 X 軸紅外線感測器 13 之位置，此時控制器收到感測器

低電位訊號停止X軸正脈波輸出，此位置為X軸工作行程之最右端。Y軸則向上方移動至Y軸紅外線感測器23之位置，此時控制器收到Y軸感測器低電位訊號停止Y軸正脈波輸出，此位置為Y軸工作行程之最上端，設此點為硬體零點 O_h。

本發明設定眼鏡鏡片雷射切割機之軟體零點 O_s 於工作平面中心之處，本發明所使用的步進馬達規格為每轉動一圈需要4000個脈衝，X軸與Y軸馬達轉動一圈所位移之距離為50毫米(mm)，因此可知馬達轉動每1毫米需要80個脈衝。軟體回歸零點路徑圖如圖3所示。其中當軟體回歸零點時，控制器對X軸輸出28000個負脈衝訊號，X軸則向左方移動至350mm之位置，此時控制器輸出完畢X軸停止，此位置為X軸工作行程之中點。控制器也同時對Y軸輸出20000個負脈衝訊號，Y軸則向下方移動至250mm之位置，此時控制器輸出完畢Y軸停止，此位置為Y軸工作行程之中點，設此點為軟體零點 O_s，亦即軟體座標原點。

圓孔式眼鏡鏡片夾具

圓孔式眼鏡鏡片夾具顧名思義也就是將未切割之鏡片放置在與鏡片相同規格之圓孔內，於圓孔式鏡片夾具使用前，必須先校正並找出鏡片雷射切割機工作平面之中心。眼鏡鏡片雷射切割機工作平面中心圖如圖4所示，其中首先將雷射頭回歸至硬體零點 O_h 位置，接著使用雷射切割長度為190mm、寬度為260mm四邊形之底部基板31，並在

底部基板的四個角落切割基板固定圓孔32其半徑為1.5mm，使用直徑3mm螺絲將底部基板31固定於工作平面30上，接著使用雷射於四邊形基板上繪出水平中心線與垂直中心線，兩中心線之焦點即為工作平面中心，找出工作平面中心點後，使用雷射清掃出以工作平面中心點為中心之四邊形凹槽33，其長度為150mm、寬度為220mm、深度為3mm，為放置圓孔式鏡片夾具之用。

於找出鏡片雷射切割機工作平面中心後，需將圓孔式眼鏡鏡片夾具放入以工作平面中心之四邊形凹槽內，圓孔式眼鏡鏡片夾具圖如圖5所示。圓孔式鏡片夾具40為一四邊形木板長度為150mm、寬度為220mm、厚度為5mm，中間為一圓孔41是以四邊形中心為圓心所切割而成，圓孔之直徑則是依據本發明所選用之三種不同規格之鏡片直徑分別為71.47mm、69.88mm、64.67mm。使用圓孔式鏡片夾具進行眼鏡鏡片切割時，首先需先確定鏡片之規格，選用此規格之圓孔式鏡片夾具，將鏡片放入圓孔內，接著再將裝有鏡片之圓孔式夾具放入位於工作平面上底部基板的凹槽內，即可進行眼鏡鏡片之切割。

瞳孔中心對焦

本發明之鏡片雷射切割方法於加工前需要將原始鏡片之中心位置與鏡片雷射切割平台中心對準，接著根據配鏡者瞳孔中心位置調整鏡片圖形之水平與垂直位置。配鏡者在配戴眼鏡時，瞳孔的位置必須與鏡片光學中心位置相匹

配，才能確保眼鏡舒適度達到輔助視力之功能，因此本發明規劃了鏡框與配鏡者眼睛部位之相關參數，以促使眼鏡鏡片雷射切割時，能夠更精確且完整的符合配鏡者所要的需求。

眼鏡鏡框參數圖如圖 6 所示，其中幾何中心(GC)：即眼鏡鏡框二長邊或二寬邊等距離之點。幾何中心距(GCD)：幾何中心距，又稱鏡框瞳距(FPD)，是在鏡架左、右鏡框二個幾何中心間的距離。鏡片間距(DBL)：鏡片間距，又稱樑架尺寸(Bridge Size)，是鏡架左、右兩眼鏡框間最短的距離，即鼻橋尺寸。鏡片尺寸(L)：鏡框的水平長度，即左、右眼各鏡框最外側點與最內側點間距離。鏡片高度(H)：即左、右眼各鏡框的最高點與最低點間的距離。打孔圓心(O)：鏡片打孔時鏡片上打孔圓中心的位置。打孔直徑(D)：鏡片打孔時鏡片上打孔圓直徑的長度。

配鏡者眼睛參數圖如圖 7 所示，其中瞳孔中心(P)：瞳孔中心距離(FPD)：即配鏡者左、右二個瞳孔中心間的距離。左眼瞳距(PDL)：左眼瞳距是指配鏡者左眼瞳孔中心到鼻樑正中的距離。右眼瞳距(PDR)：右眼瞳距是指配鏡者右眼瞳孔中心到鼻樑正中的距離。瞳孔高度(PH)：瞳孔高度是指配鏡者瞳孔中心到鏡框內緣最下方的垂直距離。當配鏡者之瞳距剛好與鏡框之幾何中心距離重合時，則不需要移心，將鏡片的光學中心放在鏡框的幾何中心即可。

如果鏡片幾何中心與配鏡者的瞳距不相符合時，鏡片中心定位圖如圖 8 所示，其中當鏡框 100 的幾何中心與配

鏡者不一致時，這就需要將鏡片200的光學中心在鏡框的中心線上進行水平或垂直的調整。水平移心量的計算公式如式(1)所示。其中水平移心量(Δx)等於幾何中心距(GCD)與瞳孔中心距離(FPD)相減的一半。例：一副鏡框的幾何中心距為75mm，配鏡者的瞳距為71mm，這副鏡片的水平移心量為2mm。

$$\text{水平移心量}\ \Delta x = \frac{GCD - FPD}{2} \qquad (1)$$

垂直移心量的計算公式如式(2)所示。其中垂直移心量(Δy)等於瞳孔高度(PH)減去一半的鏡片高度。例：一副鏡框的鏡片高度為30mm，配鏡者的瞳孔高度為12mm，這副鏡片的垂直移心量為2mm。

$$\text{垂直移心量}\ \Delta y = PH - \frac{H}{2} \qquad (2)$$

由式(1)與式(2)得到鏡片中心偏移量(Δx, Δy)之後，將鏡片邊緣座標點與鏡片中心之偏移量相加，即為瞳孔中心位置對焦後之鏡片邊緣座標點。

眼鏡鏡片雷射切割軌跡規劃

本發明於取得鏡片雷射切割圖形座標後，隨即將進行眼鏡鏡片雷射切割之軌跡規劃，依據鏡片雷射切割圖形座標點計算出X軸與Y軸之移動量，並將其轉換成為脈衝信號傳送至馬達模組。本發明所使用之眼鏡鏡片為球面鏡片，顧名思義鏡片之表面為球面，必須考慮雷射切割深度之

變化，在此針對 200 度球面近視鏡片計算出所切割鏡片邊緣座標各點之厚度，乃於正面與反面倒角切割時，得以準確針對該點深度調整雷射功率之大小，減少因為球面所產生之深度偏差。眼鏡鏡片雷射切割時，為使鏡片與鏡框能更加緊密配合，本發明調整雷射之功率於鏡片邊緣進行倒角加工，眼鏡鏡片雷射切割系統所使用的雷射切割方式，是以調整雷射激發開/關時間比例(Ton/Toff)的方式來改變所激發之雷射光功率進行鏡片切割。

鏡片之點對點運動軌跡規劃

眼鏡鏡片雷射切割軌跡規劃是依據鏡片雷射切割圖形座標點計算出 X 軸與 Y 軸之移動量，並將其轉換成為脈衝信號傳送至步進馬達模組，本發明所使用的步進馬達規格為每轉動一圈需要 4000 個脈衝，X 軸與 Y 軸馬達轉動一圈所位移之距離為 50 毫米，因此可知馬達轉動每 1 毫米需要 80 個脈衝。鏡片雷射切割之運動模式是以鏡片切割圖形座標點進行點對點間直線運動，眼鏡鏡片雷射切割軌跡圖如圖 9 所示。圖 9 中 A1A2 點為鏡片圖形座標的其中兩點，兩點座標位置之 X 軸及 Y 軸方向相減，可求得出 X 軸移動量 dx 與 Y 軸移動量 dy，接著將移動量 dx 與 dy 乘上 80 脈衝/毫米轉換成脈衝量，然後送至眼鏡鏡片雷射切割運動控制模組進行直線路徑插值輸出脈衝信號至步進馬達模組驅動馬達轉動。眼鏡鏡片雷射切割程式流程圖如圖 10 所示。圖 10 所示的本發明切割程式流程使用鏡框座標資料從第

一點座標至最後一點座標驅動一雷射光源在一眼鏡鏡片上方進行有次序的點對點直線繞圈運動(如圖 9 的箭頭方向)，直到該眼鏡鏡片為該雷射光源所產生的雷射光所切穿，於是獲得一符合該眼鏡鏡框的切割鏡片。

眼鏡鏡片邊緣厚度計算

由於本發明所使用之眼鏡鏡片為球面鏡片，顧名思義鏡片之表面為球面，所以在進行鏡片邊緣倒角切割時，必須考慮雷射切割深度之變化，本發明針對 200 度球面近視鏡片計算出所切割鏡片邊緣座標各點之厚度，乃於正面與反面倒角切割時，得以準確針對該點深度調整雷射功率之大小，減少因為球面所產生之深度偏差。本發明選用三種不同直徑之 200 度近視鏡片進行鏡片切割，分別為直徑 71.47mm、69.88mm、64.67mm 之鏡片。由於皆為 200 度之近視鏡片，故該三種鏡片之中心厚度與內外圓半徑皆相同，球面鏡片剖面圖如圖 11 所示。圖 11 為直徑 71.41mm 球面鏡片，鏡片光學中心厚度為 1.8mm，外圓半徑為 R_0 為 55mm，內圓半徑 R_i 為 48mm，計算鏡片厚度前，必須先計算鏡片邊緣各點與鏡片光學中心也就是鏡片最薄處之直線距離如式(3)所示，由於外圓及內圓有相同之 P 值，將球面鏡片剖面可視為兩個不同心的圓，計算鏡片直線距離 P 之後，再由式(4)求出夾角 θ_i，接著利用三角函數推算出 Q_i 長度如式(5)所示，然後用相同 P 值求出夾角 θ_o 如式(6)，推算得 Q_o 長度如式(7)所示，故鏡片厚度 t 可由式(8)求得

。

$$P = \sqrt{(x_i - x_c)^2 - (y_i - y_c)^2} \quad (3)$$

$$\theta_i = \cos^{-1}\left(\frac{P}{R_i}\right) \quad (4)$$

$$Q_i = R_i \sin\theta_i \quad (5)$$

$$\theta_o = \cos^{-1}\left(\frac{P}{R_o}\right) \quad (6)$$

$$Q_o = R_o \sin\theta_o \quad (7)$$

$$t = Q_o - Q_i - 5.2mm \quad (8)$$

眼鏡鏡片邊緣雷射倒角

眼鏡鏡片雷射切割時，為使鏡片與鏡框能更加緊密配合需將鏡片邊緣進行倒角，由於鏡片表面為球面，所以在進行倒角時必須考慮雷射切割深度偏差量，眼鏡鏡片切割前，須計算出所切割之鏡片外緣各點之厚度，乃於正面與反面切割倒角時，得以準確針對鏡片邊緣各點深度調整雷射功率之大小，減少因為球面所產生之深度偏差。在此針對鏡片雷射倒角進行說明，全框鏡片邊緣側視圖如圖 12 所示，其中 r 段為鏡片邊緣之倒角半徑，全框鏡片倒角時需要二次加工，正面雷射切割倒角完成後將鏡片左右翻轉反面再完成背面倒角之雷射切割。本發明所使用鏡片雷射切割系統之雷射切割的最小線寬為 0.1mm，雷射焦距範圍為 63～70mm 之間。

全框鏡片進行雷射倒角時，藉由倒角層數來影響鏡片

邊緣雷射倒角表面的精細程度，於倒角半徑不改變的情況下，當雷射倒角切割層數越多時，鏡片邊緣倒角表面就越精細，但也容易因為層數過多進給量過小造成雷射能量過於集中，切割層數過少時，則鏡片邊緣倒角表面就越粗糙，也不容易完成倒角之斜面。本發明之雷射切割層數 n 介於 5 至 10 層之間，全框鏡片倒角深度圖如圖 13 所示。其中倒角切割層數為 n，若倒角之角度為 45 度，每一層雷射切割之深度增加量為倒角半徑 r 長度除以 n 層，雷射光頭向外之進給量為倒角半徑 r 長度除以 n-1 層，由於雷射切割的最小線寬為 0.1mm，所以雷射頭向外進給量須大於 0.05mm，每次進給量皆相同。眼鏡鏡片正面與背面皆為球面，為使所切割之倒角在鏡片邊緣中間位置，故計算第一層雷射切割鏡片邊緣各點之深度 D1 如式(9)所示。其中為鏡片厚度的一半減去第一層雷射切割之深度增加量，第二層之雷射切割鏡片邊緣各點之深度 D2 如式(10)所示。其中為鏡片厚度的一半減去第二層雷射切割之深度增加量，由上往下逐層切割，以此類推完成倒角加工，背面亦是使用此切割方式完成背面倒角。

$$D_1 = \frac{t}{2} - \left[(r \div n) \times (n-1)\right] \tag{9}$$

$$D_2 = \frac{t}{2} - \left[(r \div n) \times (n-2)\right] \tag{10}$$

眼鏡鏡片雷射切割之功率控制

眼鏡鏡片雷射切割的功率必須與切割速度相配合，切割的功率大速度慢加工能量也就強，切割的功率大速度快也因為速度快，所以加工時間短在加工物件上累積的能量也就相對減小，切割的功率小速度慢能量較小但所加工的精細度會提高，切割的功率小速度快適合較薄的加工物件因為能量較小不適合做較深的切割。本發明之眼鏡鏡片雷射切割系統所使用的雷射切割方式，是以調整雷射源的開/關時間比(Ton/Toff)的方式來進行鏡片切割，經由眼鏡鏡片雷射切割運動控制模組的I/O點輸出兩控制信號，一為開/關信號，當輸出信號為3.3~5伏特(V)間之高電位時，則雷射電源開啟雷射管激發雷射光，當輸出信號為0~3.3伏特間之低電位時，則雷射關閉。另一控制信號為控制雷射功率大小之信號，調整所送出脈衝信號工作週期之開(on)與關(off)之比例，可調整範圍為0~100百分比(%)，本發明使用反向放大器IC7400，將輸出信號反向並放大至眼鏡鏡片雷射切割功率控制模組內的雷射電源控制器所能接受之電壓準位，當眼鏡鏡片雷射切割運動控制模組輸出信號工作週期百分比為20%時，雷射功率信號工作週期20%之波形圖如圖14所示。圖14中上方波形為眼鏡鏡片雷射切割運動控制模組輸出端信號，工作週期為20%，信號頻率為2.12kHz，平均電壓為2.6伏特，經反向放大後產生下方之波形為雷射電源控制器輸入端信號，工作週期為79.6%，信號頻率為2.12kHz，平均電壓為4.07伏特，則雷射管所

激發之雷射功率為 47.7 瓦。

當眼鏡鏡片雷射切割運動控制模組輸出信號工作週期百分比為 50%時，雷射功率信號工作週期 50%之波形圖如圖 15 所示。圖 15 中上方波形為眼鏡鏡片雷射切割運動控制模組輸出端信號，工作週期為 50%，信號頻率為 2.13kHz，平均電壓為 2.6 伏特，經反向放大後產生下方之波形為雷射電源控制器輸入端信號，工作週期為 50%，信號頻率為 2.13kHz，平均電壓為 4.07 伏特，則雷射管所激發之雷射光功率為全開時的一半，本發明所使用之雷射裝置為 60 瓦，所以工作週期百分比 50%也就是 30 瓦。

如上述本發明實際針對兩種類型的眼鏡鏡片進行切割分別為全框眼鏡以及無框眼鏡，根據眼鏡鏡片雷射切割流程利用 CCD 鏡頭拍攝鏡框，並使用影像處理技術偵測鏡框內緣之邊緣點，將鏡片邊緣座標點匯入眼鏡鏡片雷射切割系統內。鏡框內緣座標經過像素與校正值轉換成為實際尺寸之座標，依據配鏡者瞳孔位置將鏡片圖形做偏移座標的計算。然後藉由眼鏡鏡片雷射切割軌跡規劃出鏡片雷射切割之運動路徑，接著由眼鏡鏡片雷射切割系統輸出控制信號至眼鏡鏡片雷射切割機馬達模組與眼鏡鏡片雷射切割功率控制模組進行鏡片切割。本發明自行設計特殊造型之無框眼鏡實際進行雷射切割，增加無框眼鏡造型變化之彈性。實際完成特殊造型無框鏡片圖如圖 16 所示。本發明所切割之無框鏡片需打兩個圓孔為固定鏡架之用，於鏡片上切割 7 個造型用之圓孔，特殊造型無框眼鏡鏡片邊緣為直

接切斷，為避免邊緣雷射切割時能量累積，使用小功率多次切割。

【圖式簡單說明】

圖 1 顯示本發明之眼鏡鏡片雷射切割控制系統的架構方塊圖。

圖 2 為圖 1 中之本發明的眼鏡鏡片雷射切割機馬達模組的上視示意圖，其中顯示硬體回歸零點路徑。

圖 3 為圖 1 中之本發明的眼鏡鏡片雷射切割機馬達模組的上視示意圖，其中顯示軟體回歸零點路徑。

圖 4 為本發明的眼鏡鏡片雷射切割機的工作平面及底部基板的上視示意圖。

圖 5 為本發明的圓孔式眼鏡鏡片夾具的上視示意圖。

圖 6 為一眼鏡鏡框的平面示意圖，其顯示了眼鏡鏡框參數。

圖 7 為一眼睛的平面示意圖，其顯示了眼睛參數。

圖 8 為一眼鏡鏡框配合眼鏡鏡片的平面示意圖，其顯示了眼鏡鏡框中心與眼睛瞳孔位置的偏移。

圖 9 顯示眼鏡鏡片雷射切割軌跡圖。

圖 10 顯示本發明的眼鏡鏡片雷射切割程式流程方塊圖。

圖 11 顯示直徑為 71.47mm 之球面鏡片的剖面圖。

圖 12 為全框鏡片邊緣之側視示意圖。

圖 13 為全框鏡片邊緣之側視示意圖，其顯示全框鏡片

倒角深度。

圖 14 顯示本發明之眼鏡鏡片雷射切割運動控制模組輸出信號(工作週期 20%)之波形，及眼鏡鏡片雷射切割功率控制模組內的雷射電源控制器輸入端信號(工作週期 80%)。

圖 15 顯示本發明之眼鏡鏡片雷射切割運動控制模組輸出信號(工作週期 50%)之波形，及眼鏡鏡片雷射切割功率控制模組內的雷射電源控制器輸入端信號(工作週期 50%)。

圖 16 為依本發明雷射切割方法所完成之特殊造型的無框眼鏡鏡片的照片。

【主要元件符號說明】

10..雷射頭　　11..X 軸導軌　　12..Y 軸導軌

12..X 軸步進馬達　　22..Y 軸步進馬達

13..X 軸紅外線感測器　　23..Y 軸紅外線感測器

O_h..硬體零點　　O_s..軟體零點(軟體座標原點)

30..工作平面　　31..底部基板

32..固定圓孔　　33..四邊形凹槽

40..鏡片夾具　　41..夾具圓孔

GC..幾何中心　　GCD..幾何中心距

FPD..瞳孔中心距離　　DBL..鏡片間距

L..鏡片尺寸　　H..鏡片高度

O..打孔圓心　　D..打孔直徑

P..瞳孔中心　　PDL..左眼瞳距

PDR..右眼瞳距　　PH..瞳孔高

100..鏡框　　200..鏡片

Δx..水平移心量　　Δy..垂直移心量

$A_1(x_1,y_1)$, $A_2(x_2,y_2)$, $A_3(x_3,y_3)$, $A_{n-1}(x_{n-1},y_{n-1})$, $A_n(x_n,y_n)$..座標點

t..鏡片厚度　　r..倒角半徑

n..倒角雷射切割層數　　D..倒角層雷射切割深度

201125670

發明專利說明書

（本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫）

※申請案號：99101280

※申請日：99.1.18　※IPC分類：B23K 26/38 (2006.01)
G02C 7/02 (2006.01)

一、發明名稱：（中文/英文）

眼鏡鏡片雷射切割之方法與裝置

二、中文發明摘要：

本發明提供全框眼鏡及無框眼鏡鏡片的雷射切割技術，具有提昇眼鏡鏡片研磨速度，並增加無框眼鏡造型設計的彈性的優點。本發明使用影像處理技術擷取鏡框邊緣，並將之轉換為鏡片切割的外廓軌跡，配合雷射光源的功率大小使一雷射光源在一眼鏡鏡片上方進行有次序的點對點直線繞圈運動，並重覆多圈直到該眼鏡鏡片為該雷射光源所產生的雷射光所切穿，於是獲得一符合該眼鏡鏡框的切割鏡片。

三、英文發明摘要：

七、申請專利範圍：

1. 一種眼鏡鏡片雷射切割之方法，包含下列步驟：

a) 擷取一眼鏡鏡框的影像；

b) 轉化該影像為鏡框座標資料；

c) 計算該鏡框座標資料的鏡框中心點座標，包括取一水平長方形的座標資料，該水平長方形的四邊切過該鏡框的外周緣，及計算該水平長方形的中心點座標作為鏡框中心點座標；

d) 以該鏡框中心點座標作為一軟體座標原點轉換該鏡框座標資料；

e) 依一輸入的瞳孔在鏡框內的位置平移該轉換過的鏡框座標資料，包括將該轉換過的鏡框座標資料減去該瞳孔位置的座標；

f) 使用該平移後的鏡框座標資料的第一點座標至最後一點座標驅動一雷射光源在一眼鏡鏡片上方進行有次序的點對點直線繞圈運動，直到該眼鏡鏡片為該雷射光源所產生的雷射光所切穿，於是獲得一符合該眼鏡鏡框的切割鏡片。

2. 如申請專利範圍第 1 項的方法，其中步驟 f)的眼鏡鏡片的光學中心與步驟 d)的軟體座標原點重疊。

3. 如申請專利範圍第 1 項的方法，其中步驟 f)的繞圈運動配合該雷射光源的功率大小被重覆多圈。

4. 如申請專利範圍第 1，2 或 3 項的方法，其中步驟 f)的雷射光源係安裝在 X 軸導軌上，而該 X 軸導軌係被安裝在一個 Y 軸導軌上；或者該雷射光源係安裝在 Y 軸導軌上，而該 Y 軸導軌係被安裝在一個 X 軸導軌上，於是該雷射光源可被驅動進行 X 方向及 Y 方向移動。

5. 如申請專利範圍第 4 項的方法，其中步驟 f)的眼鏡鏡片被固定於一夾具的圓孔內，該圓孔具有對應於該眼鏡鏡片的大小及形狀。

6. 如申請專利範圍第 4 項的方法，其中步驟 f)進一步包含在該繞圈運動之前依一輸入的安裝孔位置及大小，驅動該雷射光源在該眼鏡鏡片上方移動，直到該眼鏡鏡片為該雷射光源所產生的雷射光所穿孔而形成該安裝孔。

7. 如申請專利範圍第 1 項的方法，其中步驟 f)包含計算眼鏡鏡片在平移後的鏡框座標資料的第一點至最後一點座標的厚度；依該厚度計算出該第一點至最後一點座標值的倒角距離及倒角深度；依平移後的鏡框座標資料的第一點至最後一點座標、該倒角距離及倒角深度驅動該雷射光源在該眼鏡鏡片上方進行有次序的點對點直線繞圈運動，直到該眼鏡鏡片的一半厚度為該雷射光源所產生的雷射光所除去；翻轉該眼鏡鏡片並且將前述第一點至最後一點座

標、倒角距離及倒角深度依該翻轉方式進行對稱轉換；及以對稱轉換後的第一點至最後一點座標、倒角距離及倒角深度驅動該雷射光源在該翻轉後的眼鏡鏡片上方進行有次序的點對點直線繞圈運動，直到該眼鏡鏡片的另一半厚度為該雷射光源所產生的雷射光所除去，於是獲得一邊緣具有倒角及符合該眼鏡鏡框的切割鏡片。

8. 一種眼鏡鏡片雷射切割之裝置，包含：

一雷射光源；

一馬達模組，其包X軸導軌及Y軸導軌，其中該X軸導軌係被安裝在該Y軸導軌上，或者該Y軸導軌係被安裝在該X軸導軌上；一X軸步進馬達；及一Y軸步進馬達，其中該雷射光源被安裝在X軸導軌上，該X軸導軌係被安裝在一個Y軸導軌上，該X軸步進馬達用於驅動該雷射光源在該X軸導軌上進行X方向移動，及該Y軸步進馬達用於驅動該X軸導軌在該Y軸導軌上進行Y方向移動；或者該雷射光源係安裝在Y軸導軌上，該Y軸導軌係被安裝在一個X軸導軌上，該Y軸步進馬達用於驅動該雷射光源在該Y軸導軌上進行Y方向移動，及該X軸步進馬達用於驅動該Y軸導軌在該X軸導軌上進行X方向移動；

一功率控制模組，其用於控制該雷射光源的輸出功率；及

一電腦，其用於執行下列步驟：

i) 轉化一眼鏡鏡框的影像為鏡框座標資料；

ii) 計算該鏡框座標資料的鏡框中心點座標，包括取一水平長方形的座標資料，該水平長方形的四邊切過該鏡框的外周緣，及計算該水平長方形的中心點座標作為鏡框中心點座標；

iii) 以該鏡框中心點座標作為一軟體座標原點轉換該鏡框座標資料；及

iv) 依一輸入的瞳孔在鏡框內的位置平移該轉換過的鏡框座標資料，包括將該轉換過的鏡框座標資料減去該瞳孔位置的座標；及

v) 將該平移後的鏡框座標資料的第一點座標至最後一點座標輸出給該馬達模組及將雷射光源的輸出功率的信號輸出給該功率控制模組，

於是該雷射光源被驅動在一眼鏡鏡片上方進行有次序的點對點直線繞圈運動，直到該眼鏡鏡片為該雷射光源所產生的雷射光所切穿，而獲得一符合該眼鏡鏡框的切割鏡片。

9. 如申請專利範圍第 8 項的裝置，其中該眼鏡鏡片的光學中心與步驟 iii)的軟體座標原點重疊。

10. 如申請專利範圍第 8 或 9 項的裝置，其中該眼鏡鏡片被固定於一夾具的圓孔內，該圓孔具有對應於該眼鏡鏡片的大小及形狀。

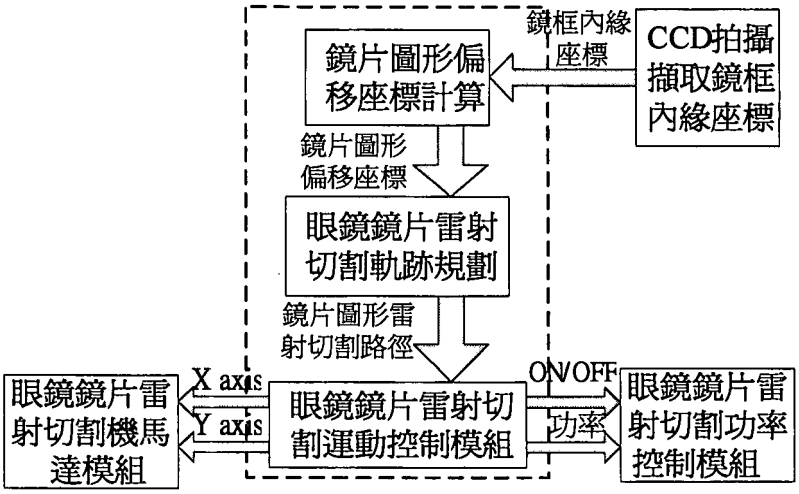

鏡框內緣
座標
CCD拍攝
擷取鏡框
內緣座標
鏡片圖形偏
移座標計算
鏡片圖形
偏移座標
眼鏡鏡片雷射
切割軌跡規劃
鏡片圖形雷
射切割路徑
X axis
Y axis
眼鏡鏡片雷
射切割機馬
達模組
眼鏡鏡片雷射切
割運動控制模組
ON/OFF
功率
眼鏡鏡片雷
射切割功率
控制模組

圖1

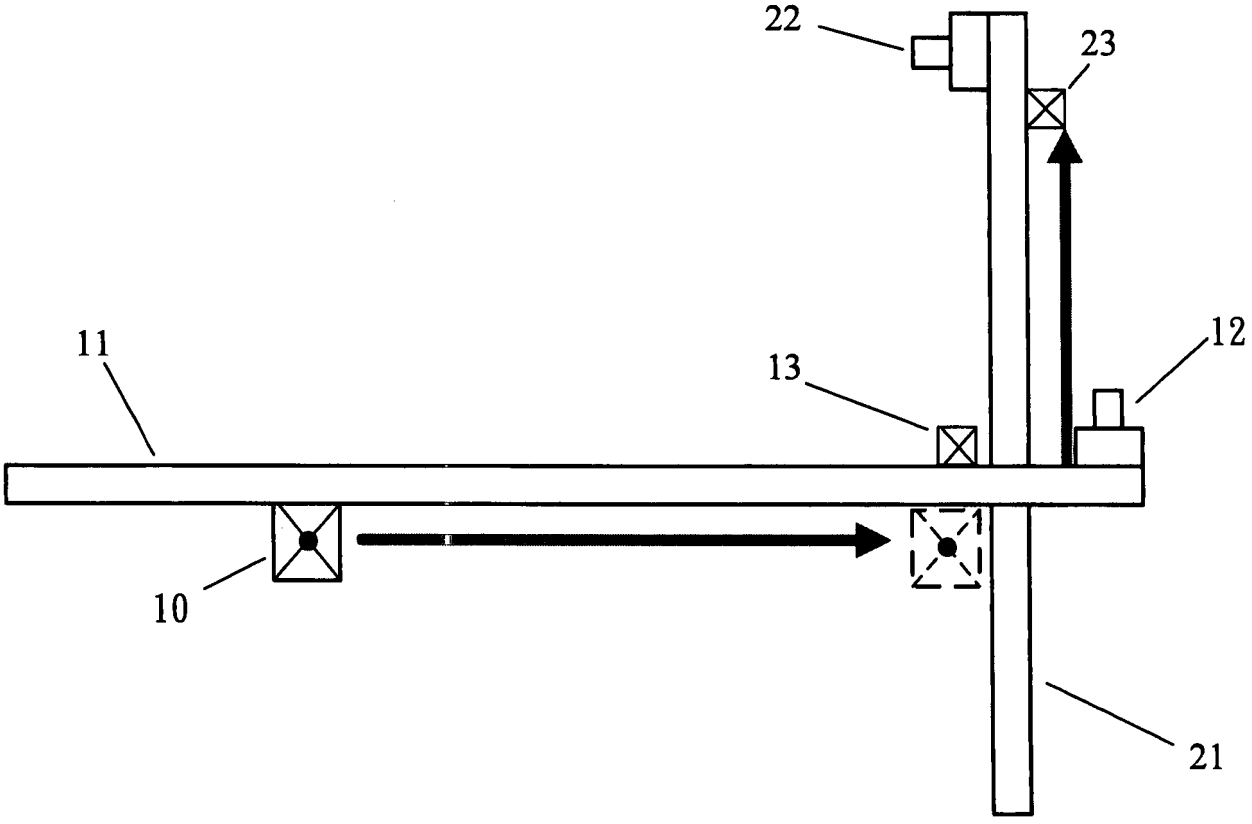

22
23
11
12
13
10
21

圖2

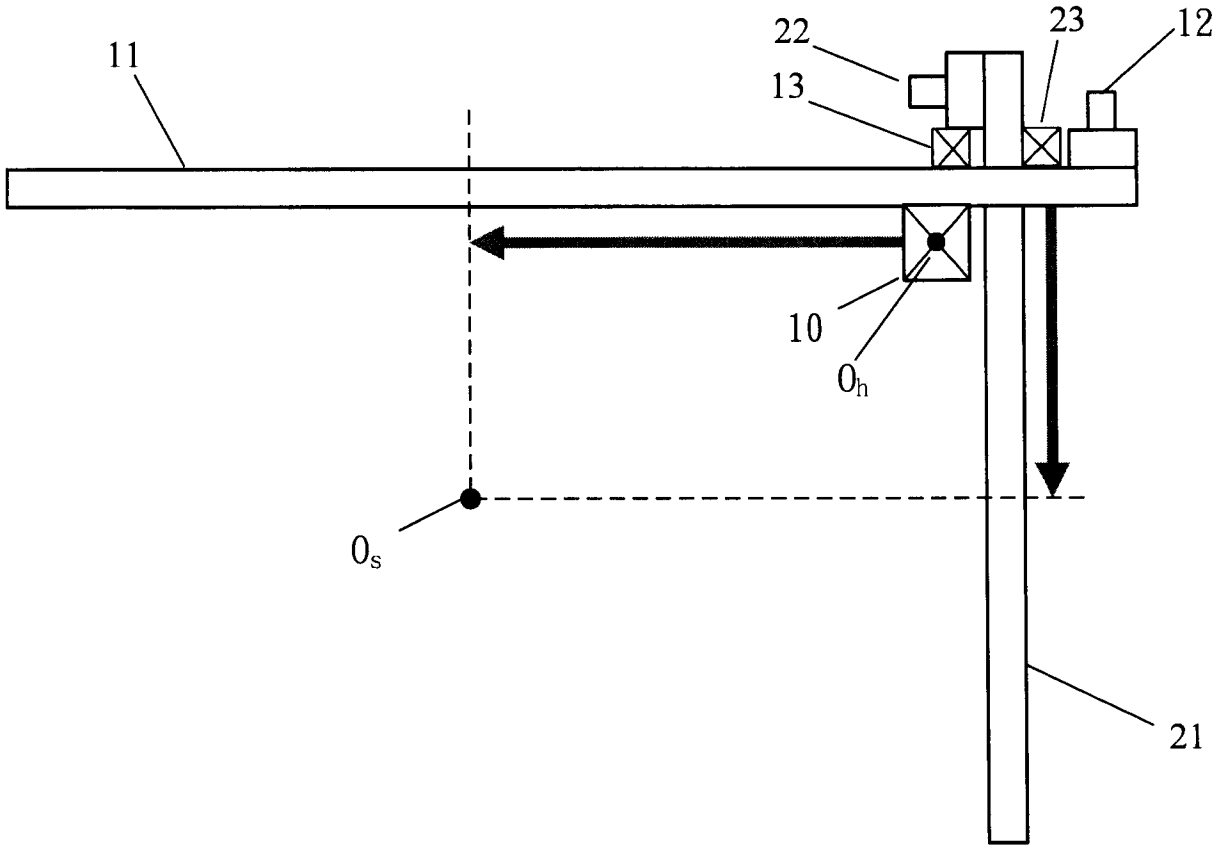


圖3

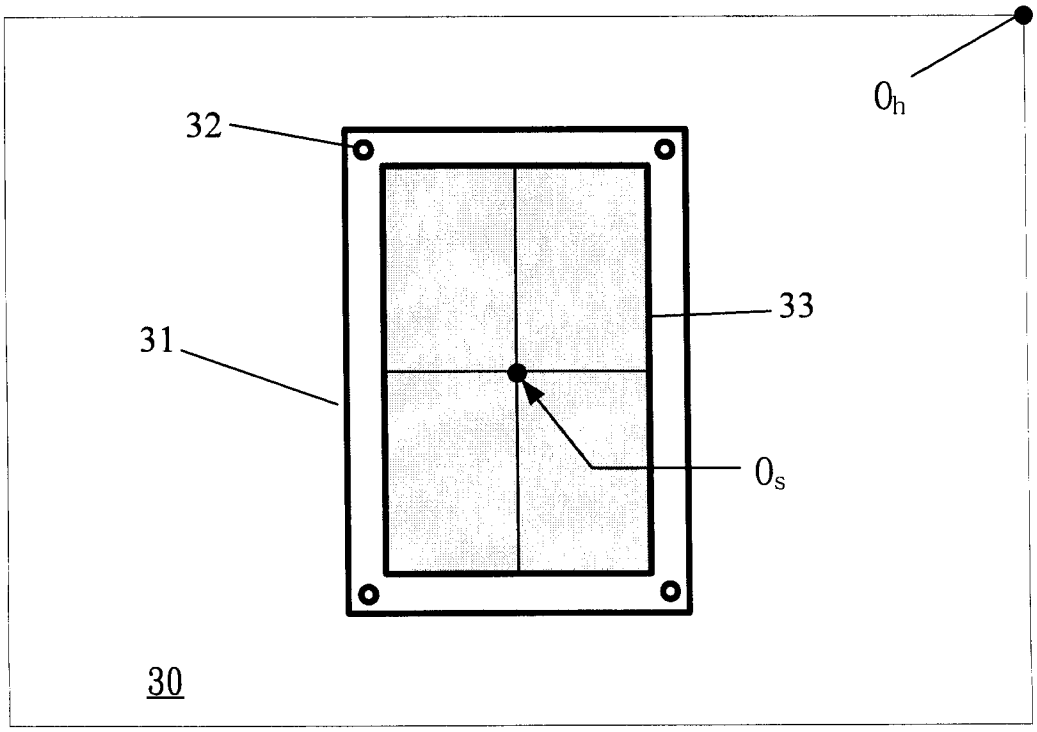


圖4

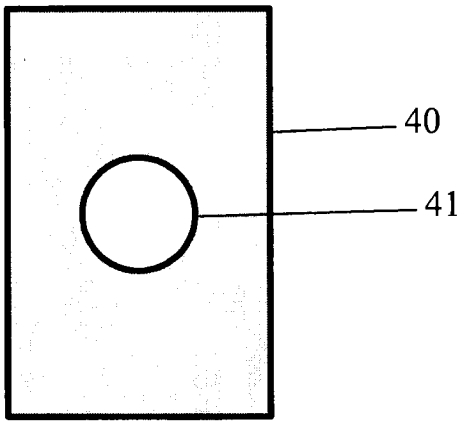


圖5

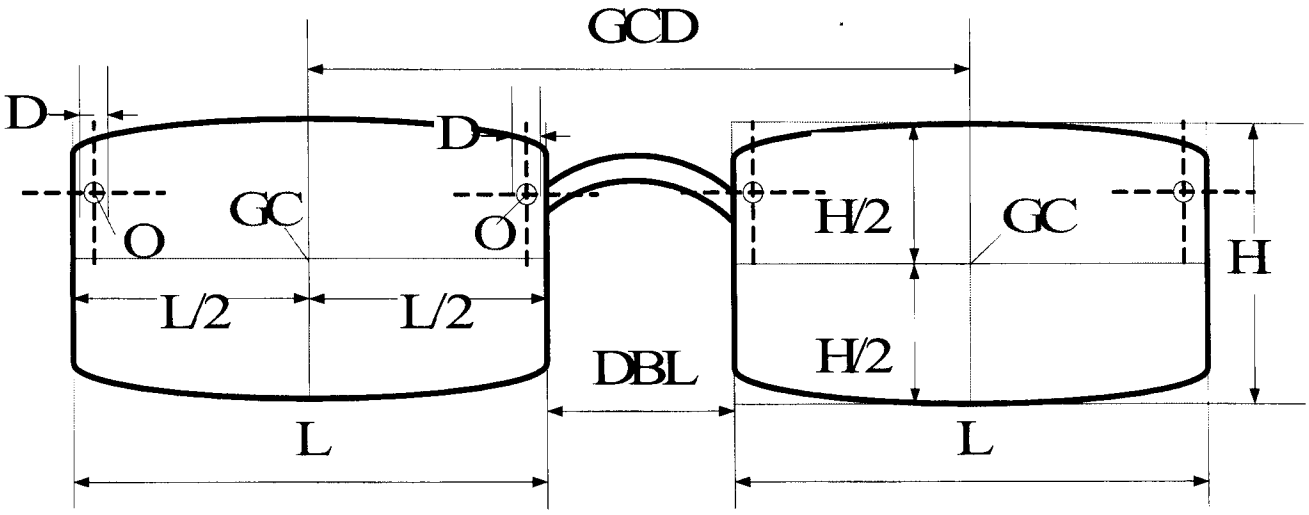


圖6

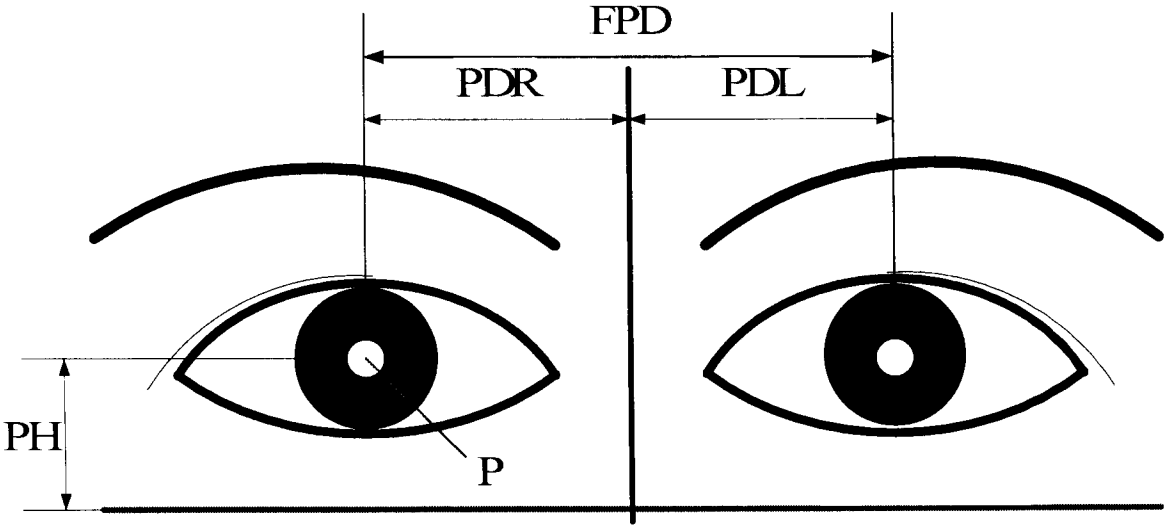


圖7

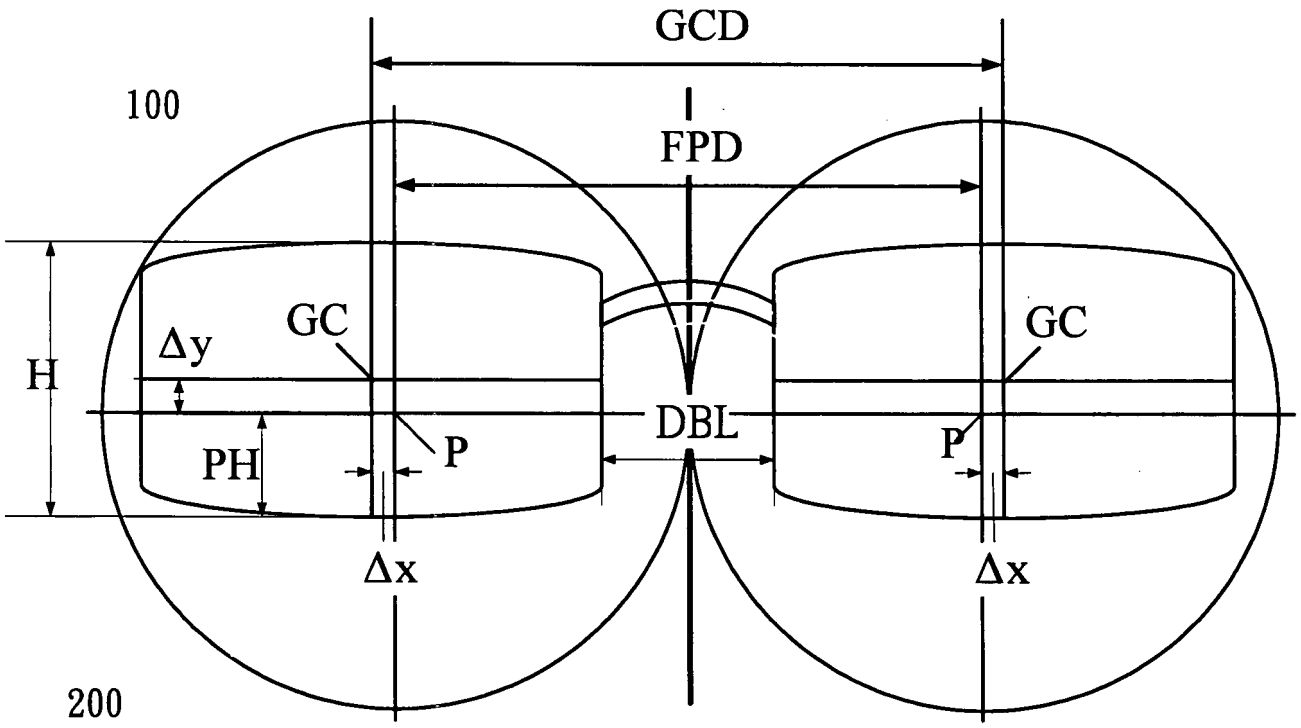

GCD
100
FPD
H
Δy
GC
GC
DBL
PH
P
P
Δx
Δx
200

圖8

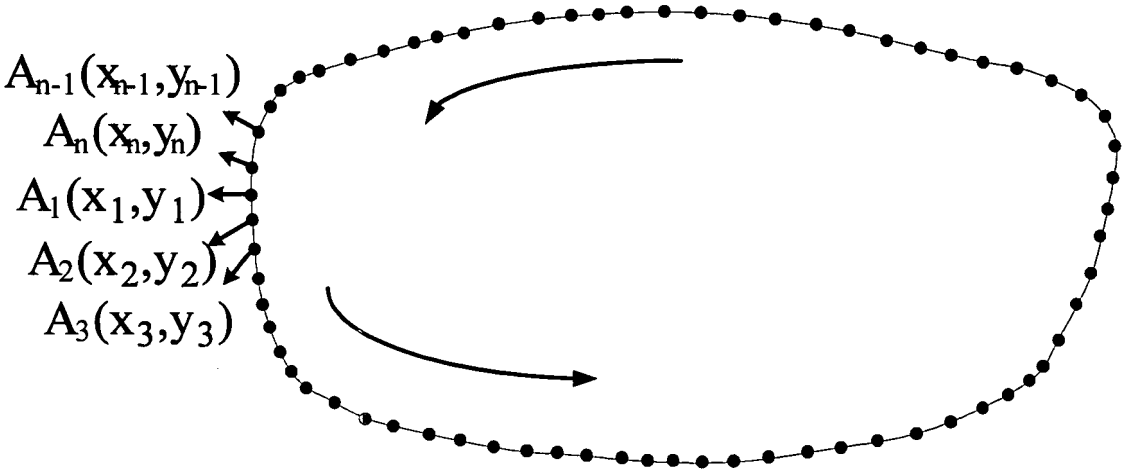

$A_{n-1}(x_{n-1},y_{n-1})$
$A_n(x_n,y_n)$
$A_1(x_1,y_1)$
$A_2(x_2,y_2)$
$A_3(x_3,y_3)$

圖9

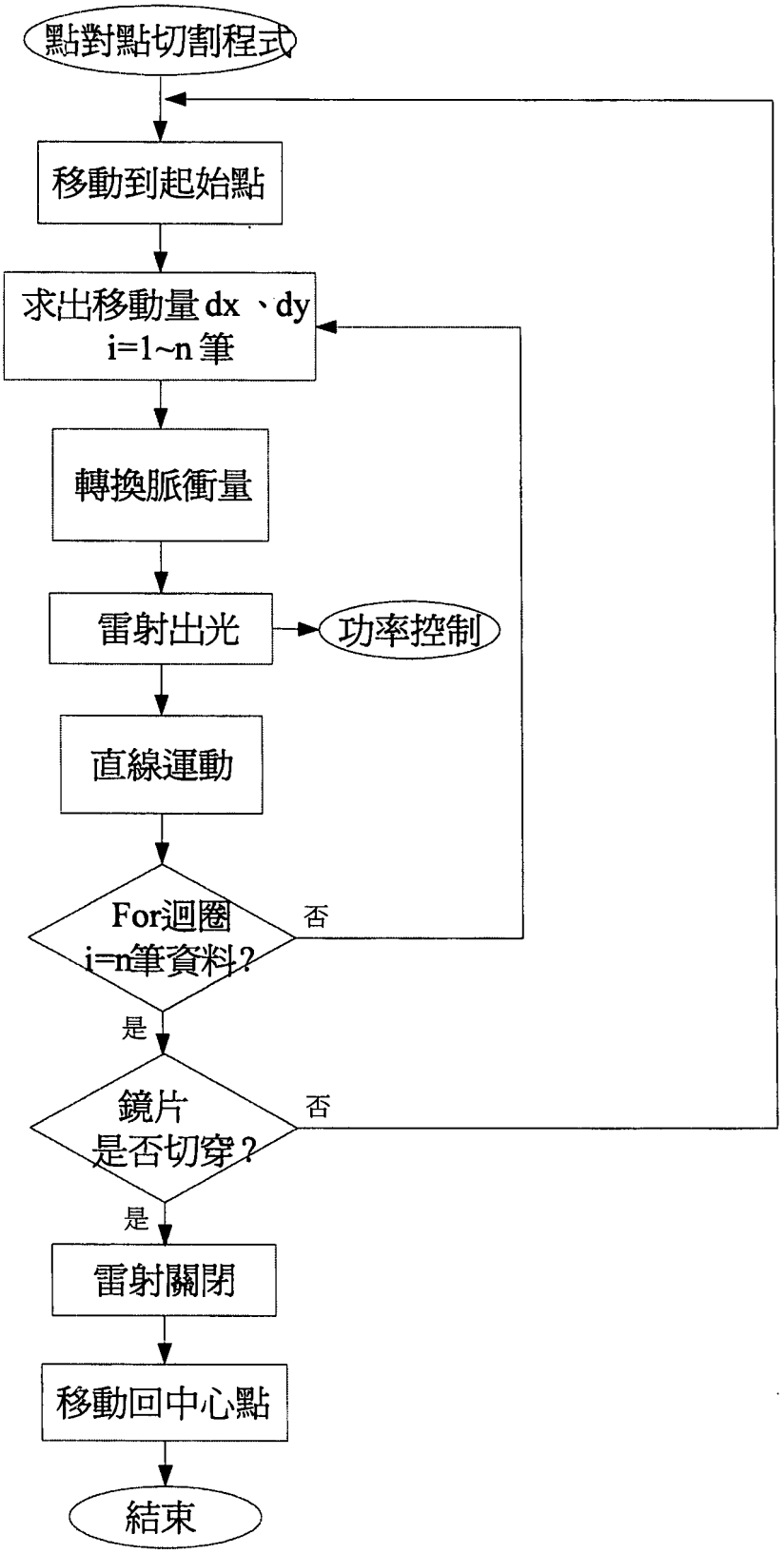

點對點切割程式
移動到起始點
求出移動量 dx 、dy
i=1~n 筆
轉換脈衝量
雷射出光
功率控制
直線運動
For迴圈
i=n筆資料?
否
是
鏡片
是否切穿?
否
是
雷射關閉
移動回中心點
結束

圖10

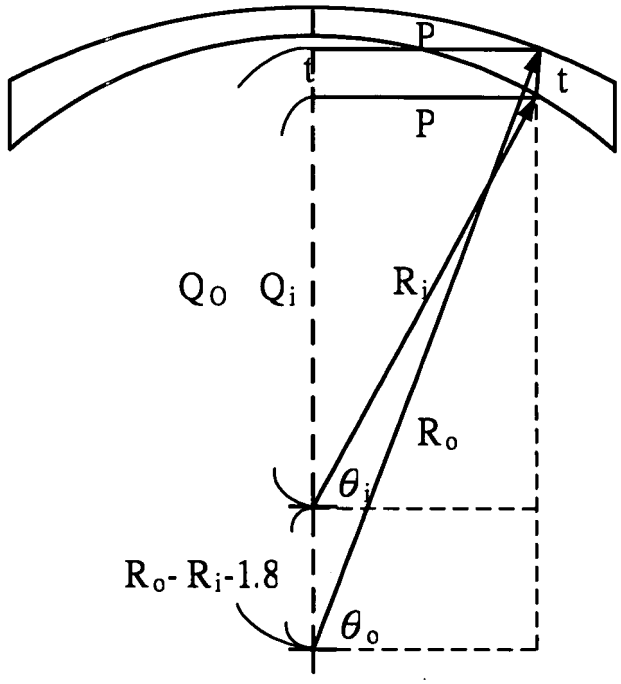


圖11

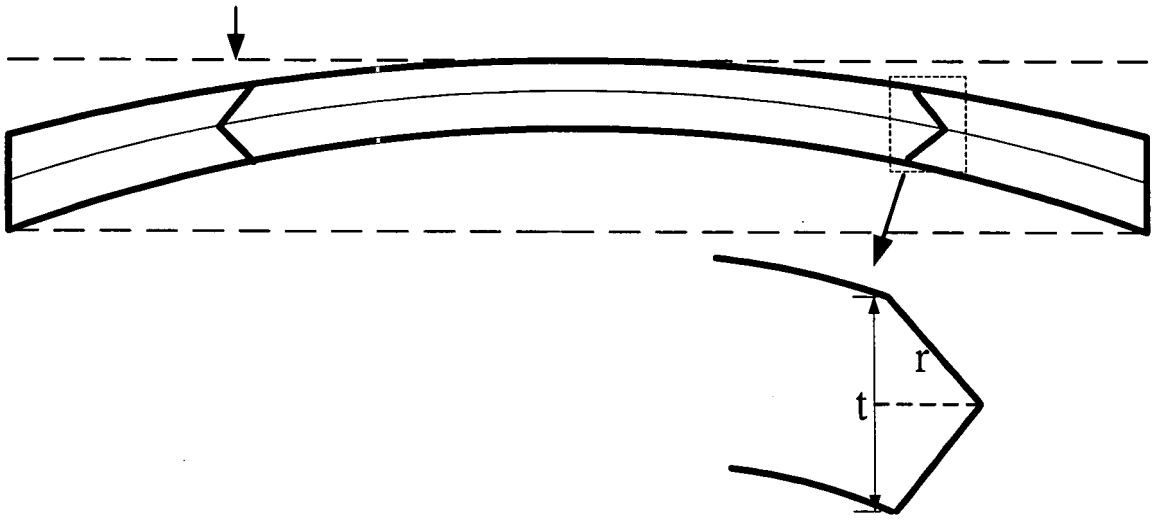


圖12

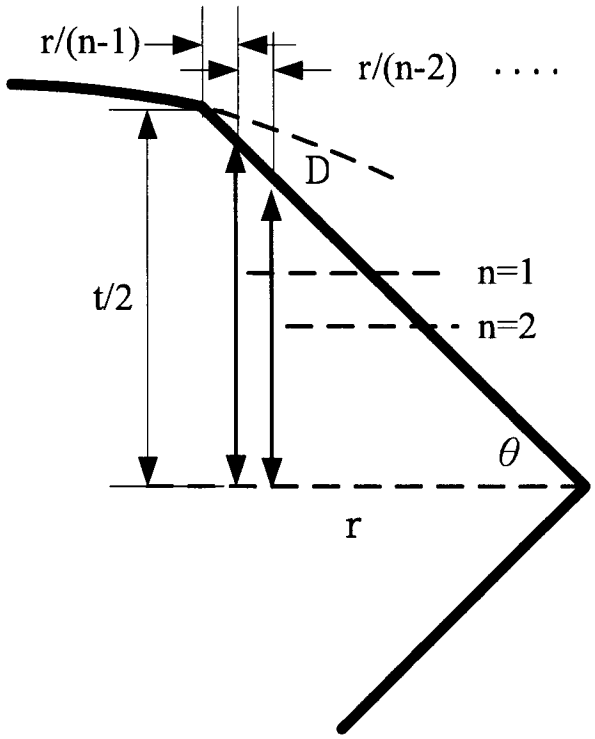


圖13

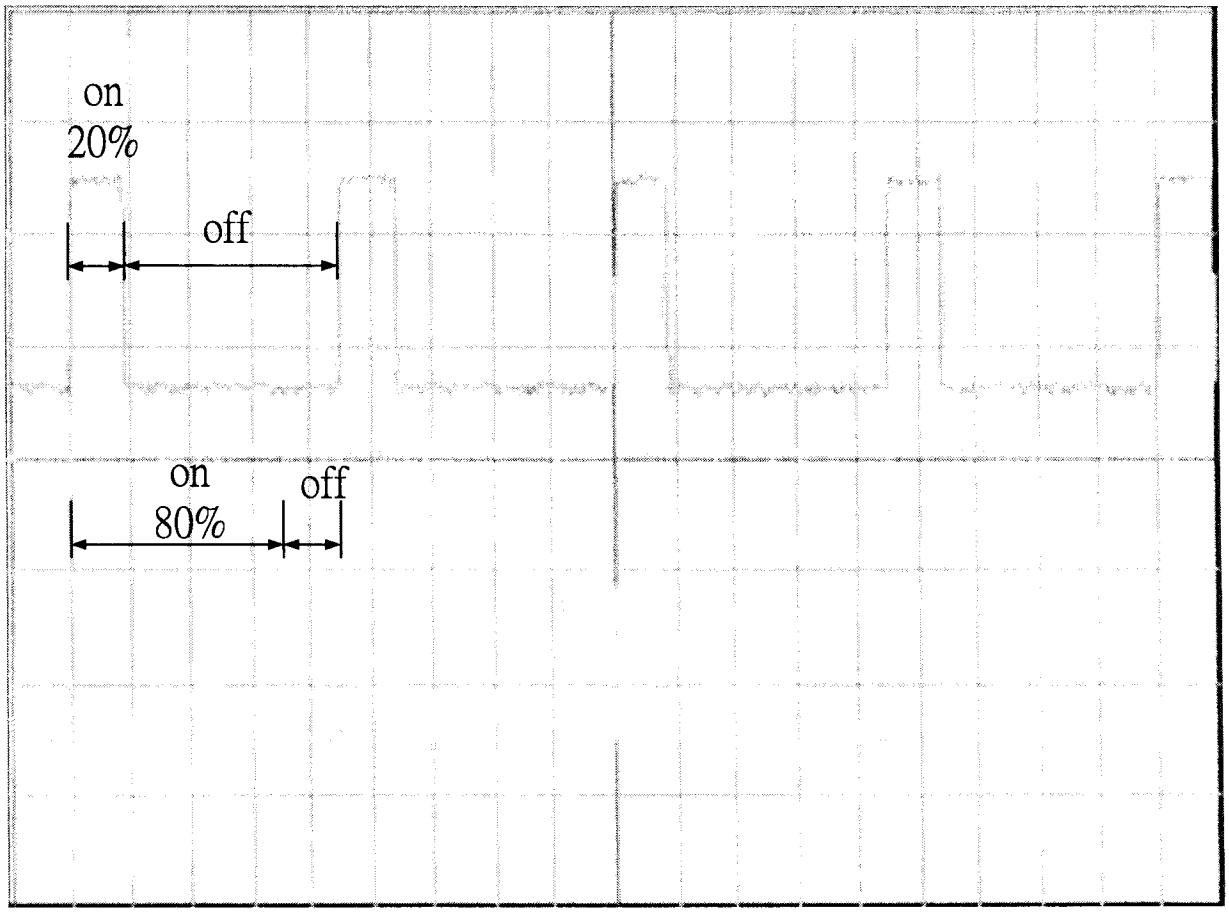


圖14

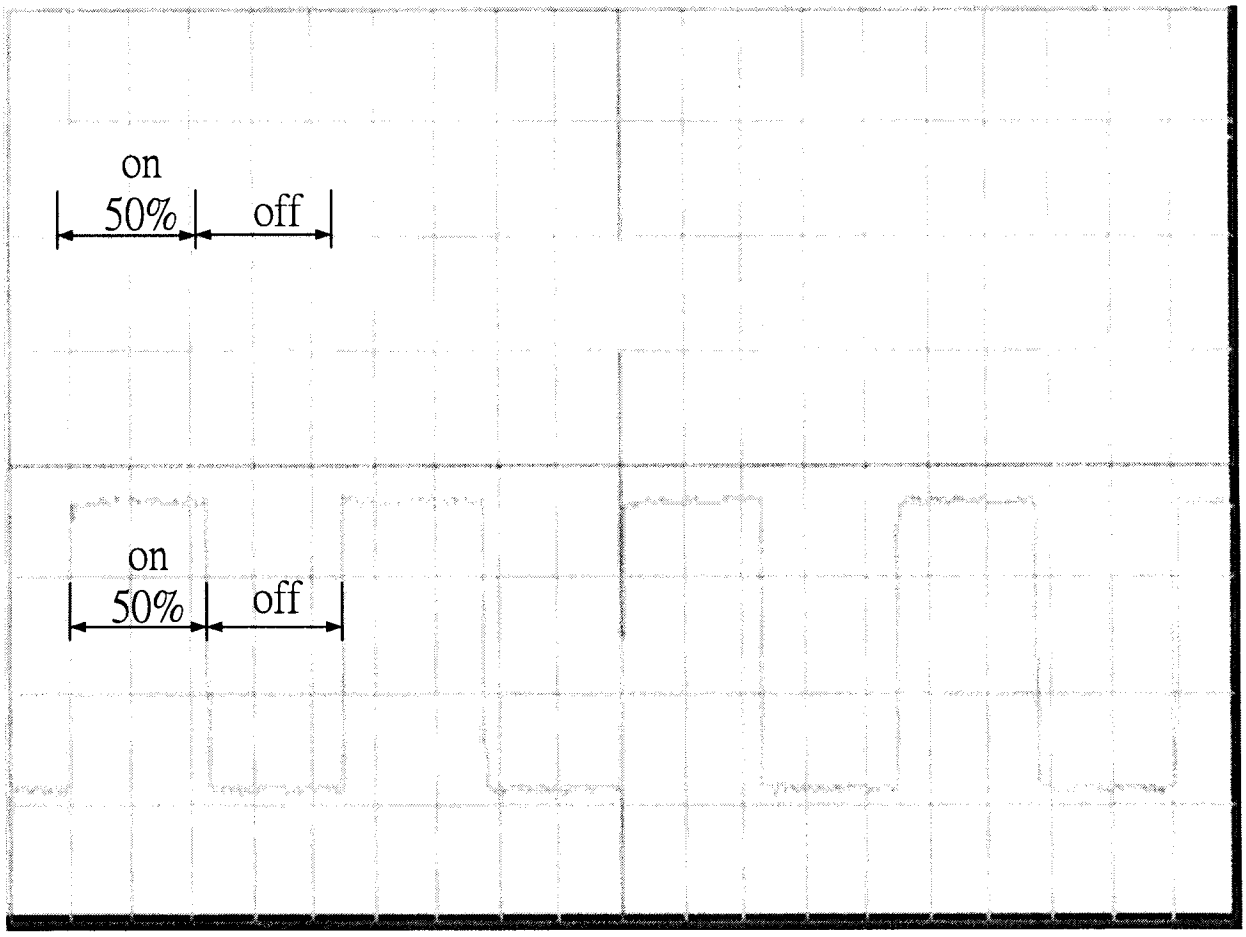


圖15

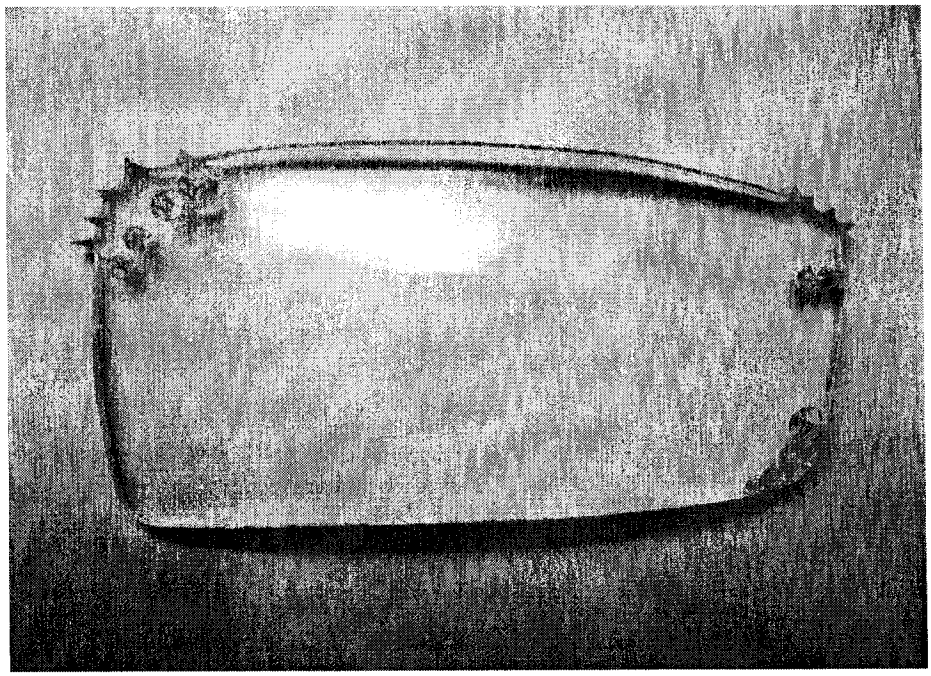


圖16

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第（　10　）圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

【無】

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

【無】