



(21)申請案號：108122080 (22)申請日：中華民國 108 (2019) 年 06 月 25 日

(51)Int. Cl. : **B23K26/062 (2014.01)** **B23K26/082 (2014.01)**

(30)優先權：2018/08/08 日本 2018-149667

(71)申請人：日商松下知識產權經營股份有限公司 (日本) PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY MANAGEMENT CO., LTD. (JP)
日本

(72)發明人：恒吉拓央 TSUNEYOSHI, HIROO (JP)；川西努 KAWANISHI, TSUTOMU (JP)；小林勇治 KOBAYASHI, YUJI (JP)；岡田敏幸 OKADA, TOSHIYUKI (JP)；木田勝啓 KIDA, KATSUHIRO (JP)

(74)代理人：劉法正；尹重君

(56)參考文獻：

TW	200406277A	TW	201029789A
TW	201801838A	JP	2001-244197A
JP	2018-94582A		

審查人員：蔣國珍

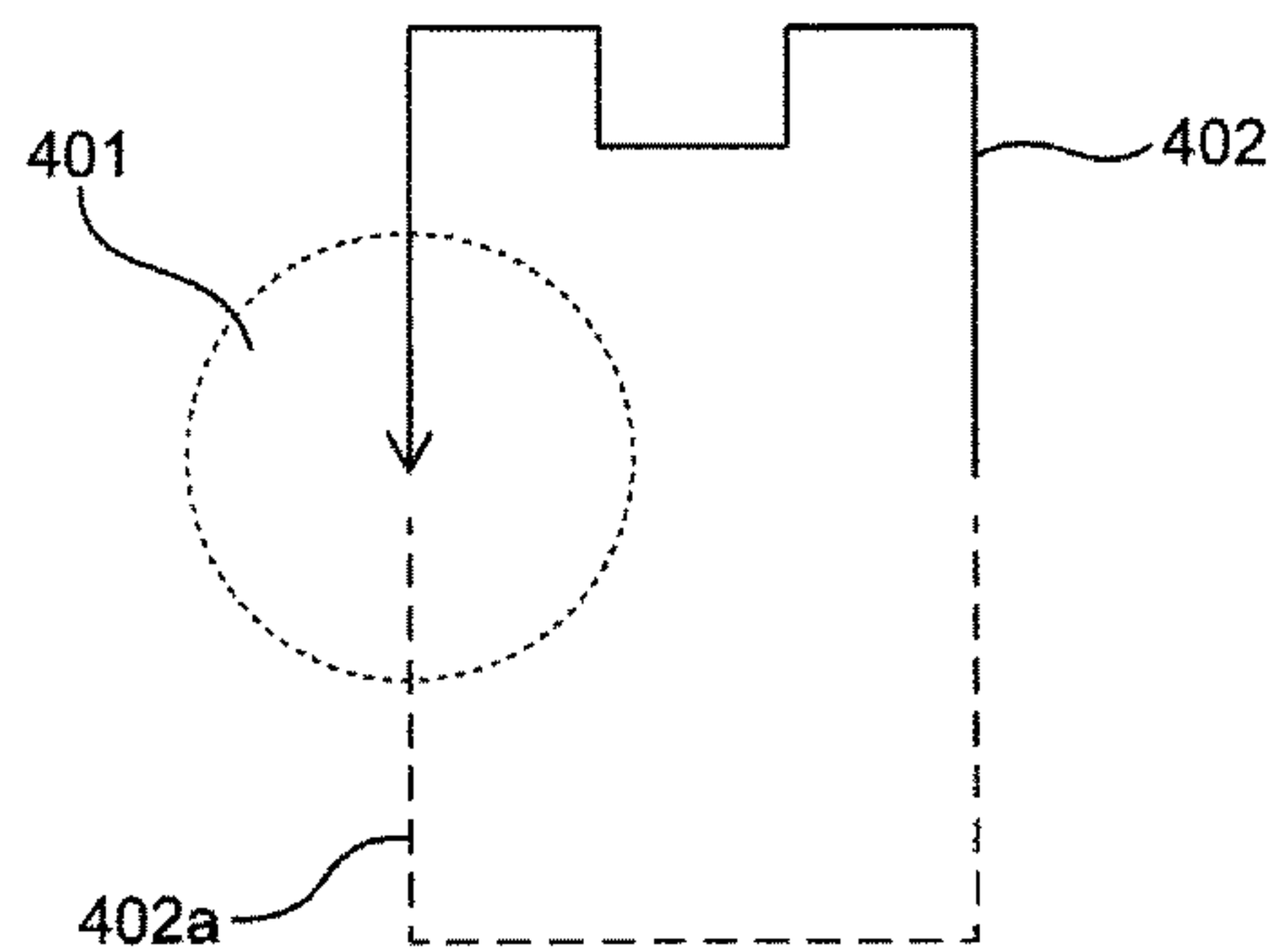
申請專利範圍項數：13 項 圖式數：9 共 33 頁

(54)名稱
雷射加工方法及雷射加工裝置

(57)摘要

提供一種能夠抑制加工精度與生產性的降低之雷射加工方法及雷射加工。將加工對象物保持於使其朝第 1 方向移動的驅動台上，接著，藉由驅動台使加工對象物朝第 1 方向移動，並藉由電流掃描器，使通過電流掃描器與 fθ 透鏡而對加工對象物照射的雷射光，對於加工對象物在加工預定線之一部分的同一直線上，往第 1 方向與第 1 方向的相反方向往返移動 3 次以上來掃描。雷射光的掃描之線速度 V_0 是控制成相對固定，正向及反向掃描中的線速度 V_0 是正向掃描速度 V_{s1} 與加工對象物的移動速度 V_t 間的差及反向掃描速度 V_{s2} 與移動速度 V_t 間的差，移動速度 $V_t=(V_{s1}-V_{s2})/2$ 、正向掃描速度 $V_{s1}>$ 反向掃描速度 V_{s2} 、掃描速度 $V_s>2\times$ 移動速度 V_t 。

指定代表圖：



符號簡單說明：

401:電流掃描器的掃描區域

402:雷射掃描軌跡

402a:加工預定線

【圖4】



I733129

【發明摘要】

【中文發明名稱】

雷射加工方法及雷射加工裝置

【中文】

[課題]提供一種能夠抑制加工精度與生產性的降低之雷射加工方法及雷射加工。

[解決手段]將加工對象物保持於使其朝第 1 方向移動的驅動台上，接著，藉由驅動台使加工對象物朝第 1 方向移動，並藉由電流掃描器，使通過電流掃描器與 $f\theta$ 透鏡而對加工對象物照射的雷射光，對於加工對象物在加工預定線之一部分的同一直線上，往第 1 方向與第 1 方向的相反方向往返移動 3 次以上來掃描。雷射光的掃描之線速度 V_0 是控制成相對固定，正向及反向掃描中的線速度 V_0 是正向掃描速度 V_{s1} 與加工對象物的移動速度 V_t 間的差及反向掃描速度 V_{s2} 與移動速度 V_t 間的差，移動速度 $V_t = (V_{s1} - V_{s2})/2$ 、正向掃描速度 $V_{s1} >$ 反向掃描速度 V_{s2} 、掃描速度 $V_s > 2 \times$ 移動速度 V_t 。

【指定代表圖】 圖4

【代表圖之符號簡單說明】

- 401…電流掃描器的掃描區域
- 402…雷射掃描軌跡
- 402a…加工預定線

【特徵化學式】

(無)

【發明說明書】

【中文發明名稱】

雷射加工方法及雷射加工裝置

【技術領域】

【0001】發明領域

本發明是有關於一種例如樹脂薄膜等的加工對象物之雷射切斷加工中的雷射加工方法及雷射加工裝置。

【先前技術】

【0002】發明背景

已知有一種藉由雷射照射所進行的各式各樣之加工對象物(亦即工件)的切斷及開洞等之加工方法及裝置。

【0003】雷射加工裝置主要是以驅動台、電流掃描器(Galvano scanner)、雷射振盪器、及光學系統零件所構成，使所照射的雷射通過聚光透鏡，並使焦點位置對準工件，藉此來施行加工的方法是相當普遍的。又，在二維方向的加工中，有一種以具有驅動軸的平台或電流掃描器來掃描任意的軌跡之方法。

【0004】例如，有一種僅以電流掃描器來掃描雷射光的方法。在這種情況下，由於電流掃描器掃描速度快，因此能夠降低工件的熱影響，並能夠實現高品質的加工。

【0005】又，除了前述方法外，還有一種使驅動台進行間距移動來加工的方法。在這種情況下，在大面積的工件及加工上是有效的。如上所述，提案有各式各樣的技術。

【0006】近年來，提案有一種以高速及高品質為目

的，組合並協調控制驅動台及電流掃描器來加工的方法(例如，參照專利文獻1)。

先前技術文獻

專利文獻

【0007】 專利文獻1：日本專利特開2017-196652號
公報

【發明內容】

【0008】 發明概要

發明欲解決之課題

然而，在前述以往的構成中，為了要對比 $f\theta$ 透鏡的掃描區域更大的區域之大面積進行加工，會如以下來動作。首先，以 $f\theta$ 透鏡的掃描區域之範圍來分隔加工對象物。接著，對已停止的驅動台上之加工對象物的第1加工區域進行雷射加工。之後，驅動驅動台，將加工對象物移動至第1加工區域旁邊的第2加工區域。之後，停止並對加工對象物的第2加工區域進行雷射加工。接著，順次重複此等加工動作。亦即，有必要以一種使驅動台反覆移動恰好加工間距來加工的分步&重複方式來進行加工。因此，具有如下課題：在掃描範圍的邊界中，在加工痕上產生接縫，且由於過度加工或加工不足而造成加工精度與生產性降低。

【0009】 因此，本發明之目的在於解決前述問題，且在於提供一種能夠抑制加工精度與生產性的降低之雷射加工方法及雷射加工。

用以解決課題之手段

【0010】為了達成前述目的，本發明的一態樣之雷射加工方法是對加工區域比掃描雷射光的掃描區域更大的加工對象物進行雷射加工的雷射加工方法，

其是將前述加工對象物保持於使其朝第1方向移動的第1驅動裝置上，

接著，在藉由前述第1驅動裝置使前述加工對象物朝前述第1方向移動，並藉由電流掃描器，使通過前述電流掃描器與 $f\theta$ 透鏡而對前述加工對象物照射的前述雷射光，對於前述加工對象物朝前述第1方向與前述第1方向的相反方向往返移動來掃描時，

將前述加工對象物的移動速度設成 V_t ，且將前述雷射光的掃描速度設成 V_s ，使前述加工對象物以前述移動速度 V_t 移動，並在前述加工對象物的加工預定線之一部分的同一直線上，以前述掃描速度 V_s 將前述雷射光連續往返掃描3次以上來照射前述雷射光，

前述雷射光的掃描之線速度 V_0 是藉由控制部而被控制成變得相對固定，在藉由前述掃描速度 V_s 所進行的前述往返掃描當中，將正向掃描的電流掃描器正向掃描速度設成 V_{s1} ，並且將反向掃描的電流掃描器反向掃描速度設成 V_{s2} 後，

前述正向掃描中的前述線速度 V_0 會是 $V_0 = V_{s1} - V_t$ ，

且前述反向掃描中的前述線速度 V_0 會是 $V_0 = V_{s2} + V_t$ ，

由於前述線速度 V_0 是控制成相對固定，因此

$$V_t = (V_{s1} - V_{s2}) / 2 \quad ,$$

又，前述電流掃描器會是前述電流掃描器正向掃描速度 V_{s1} 比前述電流掃描器反向掃描速度 V_{s2} 更快， $V_{s1} > V_{s2}$ ，

且前述電流掃描器的前述掃描速度 V_s 比前述移動速度 V_t 快 2 倍以上， $V_s > 2V_t$ 。

發明效果

【0011】如以上所述，依據本發明的前述態樣，便能夠抑制加工精度與生產性的降低，並能夠在加工對象物上以任意的形狀且更廣範圍地對大面積進行高速且無接縫的均質加工。

【圖式簡單說明】

【0012】圖1是本發明之實施形態中的設備構成的說明圖。

圖2是本發明之實施形態中的圖1之詳細光學系統的說明圖。

圖3是本發明之實施形態中的加工對象物的說明圖。

圖4是本發明之實施形態中的雷射加工之軌跡的說明圖。

圖5是本發明之實施形態中的雷射光掃描的說明圖。

圖6是本發明之實施形態中的電流掃描器往返動作的說明圖。

圖7A是在伴隨本發明之實施形態中的雷射光掃描之加工深度的說明中，上側是平面圖，下側是作為截面圖來

表示的說明圖。

圖7B是在伴隨本發明之實施形態中的雷射光掃描之加工深度中，往返動作次數 $N=1$ 的動作中之加工對象物的平面與截面的說明圖。

圖7C是在伴隨本發明之實施形態中的雷射光掃描之加工深度中，往返動作次數 $N=2$ 的動作中之加工對象物的平面與截面的說明圖。

圖7D是在伴隨本發明之實施形態中的雷射光掃描之加工深度中，往返動作次數 $N=3$ 的動作中之加工對象物的平面與截面的說明圖。

圖7E是在伴隨本發明之實施形態中的雷射光掃描之加工深度中，往返動作次數 $N=4$ 的動作中之加工對象物的平面與截面的說明圖。

圖7F是在伴隨本發明之實施形態中的雷射光掃描之加工深度中，往返動作次數 $N=5$ 的動作中之加工對象物的平面與截面的說明圖。

圖8是在本發明之實施形態中的加工端之重疊量的說明中，上側是平面圖，下側是作為截面圖來表示的說明圖。

圖9是本發明之實施形態中的 $f\theta$ 透鏡最大掃描範圍及雷射光掃描軌跡的說明圖。

【實施方式】

【0013】用以實施發明之形態

以下，針對本發明的實施形態，一邊參照圖式一邊進行說明。

【0014】（實施形態）

圖1是關於本發明之實施形態的雷射加工裝置90之構成的圖。

【0015】 使用雷射加工裝置90的雷射加工方法是對加工區域(參照圖4的掃描軌跡402及加工預定線402a)比掃描雷射光L的掃描區域401(參照圖4)更大的加工對象物101進行雷射加工的方法。在此，是使雷射光L掃描而生成掃描軌跡402，並將生成掃描軌跡402的線稱為加工預定線402a。

【0016】 雷射加工裝置90至少具備有：作為第1驅動裝置的例子之加工對象物用的驅動台102、雷射射出部、電流掃描器202、 $f\theta$ 透鏡203、作為第2驅動裝置的例子之掃描用的驅動台、及控制部100。

【0017】 作為一例，加工對象物用的驅動台是X軸驅動台102。在圖1中，X軸驅動台102配置於基台91上，加工對象物101被保持於X軸驅動台102上，且加工對象物101是藉由X軸驅動台102的驅動而在X軸方向上進退移動。

【0018】 電流掃描器202及 $f\theta$ 透鏡203配備於加工頭103上。

【0019】 作為一例，掃描用的驅動台至少是以Y軸驅動台105所構成。較理想的是，雷射光用的驅動台亦可更具備Z軸驅動台104。Y軸驅動台105與Z軸驅動台104配置於基台91上。詳細來說，Y軸驅動台105安裝於已被固定

於基台91上的倒U字狀之門柱106上。

【0020】加工頭103被支撐於Z軸驅動台104上，且加工頭103是藉由Z軸驅動台104的驅動而在與X軸及Y軸交叉的Z軸之方向上進退移動。又，Z軸驅動台104被支撐於Y軸驅動台105上，且加工頭103是藉由Y軸驅動台105的驅動而與Z軸驅動台104一起在與X軸交叉的Y軸之方向上進退移動。

【0021】另外，作為其他例，也可以作成為加工對象物用的驅動台是以Y軸驅動台，掃描用的驅動台是以X軸驅動台來構成。

【0022】電流掃描器202是以X軸用及Y軸用的電流鏡202a、202b、調整電流鏡202a、202b之傾斜角度的軸旋轉用馬達202c、202d、及驅動控制軸旋轉用馬達202c、202d的旋轉角控制部202e所構成。

【0023】X軸驅動台102及Y軸驅動台105是作成為像是具有能夠充分確保動作速度的性能(例如500mm/sec以上)之構成。作為一例，在本實施形態中，X軸驅動台102及Y軸驅動台105各自是以被驅動控制部(未圖示)所驅動控制的線性馬達(未圖示)、及以線性馬達來進退移動的導件(未圖示)所構成。

【0024】Z軸驅動台104是為了雷射光照射的對焦調整而使用，並不需要滿足如前述般的高速驅動的性能，是作成為能夠確保重複定位精度的構成。作為Z軸驅動台104的一例，在本實施形態中，是以被驅動控制部(未圖示)所

驅動控制的伺服馬達(未圖示)、滾珠螺桿(未圖示)、及導件(未圖示)所構成，在伺服馬達的正反旋轉驅動下，滾珠螺桿會正反旋轉，以螺絲連結在滾珠螺桿上的導件會在滾珠螺桿的軸方向亦即Z軸方向上進退移動。加工頭103被支撐在導件上。

【0025】另外，只要Y軸驅動台105是滿足前述構成者的話，便也能夠作成為配置於X軸驅動台102上等，不驅動加工頭103的構成。亦即，在這種情況下，將變成：加工對象物用的驅動台是以X軸驅動台102及Y軸驅動台105所構成，掃描用的驅動台是以Z軸驅動台104所構成。

【0026】控制部100會控制雷射射出部、X軸驅動台102的驅動控制部、Y軸驅動台105的驅動控制部、Z軸驅動台104的驅動控制部、及電流掃描器202的旋轉角控制部202e的每一個，並且控制成進行協調控制並實施雷射加工。

【0027】圖2是圖1的一部分之構成的詳細圖。雷射光L會從作為雷射射出部的一例之雷射振盪器201對電流掃描器202的電流鏡202a、202b照射。從雷射振盪器201所照射的雷射光L會藉由電流掃描器202的電流鏡202a與電流鏡202b而被反射，且藉由 $f\theta$ 透鏡203而被聚光。藉由 $f\theta$ 透鏡203所聚光的雷射光L會透過 $f\theta$ 透鏡203而被照射於加工對象物101，來對加工對象物101進行加工。此時，以X軸驅動台102、電流掃描器202、與Y軸驅動台105來掃描任意的加工預定線402a，便能夠形成預定的掃描軌跡

402而切斷成預定的形狀來得到切斷品301。在本實施形態中，由於是以控制部100協調控制X軸驅動台102與電流掃描器202，因此能夠實現前述動作。

【0028】另外，前述控制部100並不限於X軸驅動台102，對於Y軸驅動台105也會與X軸驅動台102同樣地實施協調控制。

【0029】從圖3來看，藉由雷射光L所進行的加工是從加工對象物101切出預定的切斷形狀之切斷品301。

【0030】另外，圖3是從大面積的加工對象物切出複數形狀的切斷品之方法，但並不限於此，也可從小面積的加工對象物切出單一形狀的切斷品等，切出的形態是各式各樣的。

【0031】又，切斷品301的大小如圖4所示，是比電流掃描器202的掃描區域401更大的加工區域，一邊使X軸驅動台102或Y軸驅動台105沿加工預定線402a掃描，一邊以控制部100在相同時間序列下協調控制電流掃描器202來使其在同加工預定線402a上動作。

【0032】控制部100是藉由X軸驅動台102及Y軸驅動台105各自的驅動控制部，控制成雷射光L能夠對任意的形狀之加工預定線402a以固定的速度及朝單一方向掃描，並藉由電流掃描器202的旋轉角控制部202e，控制成一邊在同加工預定線402a上使電流掃描器202在掃描區域401內進行往返動作，一邊使相對的線速變得固定。

【0033】雷射振盪器201是以超短脈衝(例如皮秒至

飛秒)、及最大頻率1MHz以上來振盪出雷射光L。直到來自雷射振盪器201的雷射光L照射至加工對象物101的加工預定線402a為止，都會藉由複數片反射鏡(未圖示)及電流掃描器202來對雷射光L進行空間傳輸，且聚光透鏡是使用 $f\theta$ 透鏡203。

【0034】另外，加工對象物101的材質及加工方法是依據加工的內容而定，雷射振盪器201的波長、輸出、或參數設定等可適當地來決定。例如，在金屬類材料中，雷射波長宜使用1064nm附近。

【0035】電流掃描器202是作成為具有能夠充分確保往返動作亦即往返掃描的掃描速度之性能者(例如，具有5000mm/sec左右的掃描速度之電流掃描器)，作為反射鏡的電流鏡202a、202b會選定符合於前述雷射振盪器201的波長帶、功率、及光束直徑等的條件者。關於電流鏡202a、202b以外的其他反射鏡、光學系統零件(例如準直儀透鏡及擴束器等)，也是以滿足前述條件者來構成。

【0036】另外，電流掃描器202的構成能夠作成為是以多角鏡，或是壓電元件等的單體或2軸構成來作為反射鏡而具有電流鏡202a、202b的構成。

【0037】 $f\theta$ 透鏡203是配合所要求的加工精度而使用F值為45以上且110以下的透鏡。F值越小則越高精度，F值變得越大則生產性越優異。又， $f\theta$ 透鏡203的焦點距離及光束的直徑是參照已選定的F值之 $f\theta$ 透鏡203，使用擴束器及準直儀透鏡而構成為光束口徑會成為理論值。

【0038】圖5是顯示本發明之實施形態中的使用了雷射加工裝置90之雷射加工方法的圖。

【0039】本實施形態是對加工區域比雷射掃描區域401更大的加工對象物101進行雷射加工的加工方法，使X軸驅動台102及Y軸驅動台105動作且同時以電流掃描器202掃描雷射光L，便能夠不受接縫影響地來進行加工。又，在控制部100的控制之下，將雷射光L的掃描之線速度 V_0 控制成相對固定，便能夠實現生產性高的加工。

【0040】為了將雷射掃描的線速度保持固定，會以控制部100協調控制X軸驅動台102的驅動台掃描501與電流掃描器202的電流掃描器掃描502。在驅動台掃描501中，會以單一方向(例如圖5的上方方向)掃描被賦與的雷射光L的加工預定線402a，且藉由電流掃描器202反射的雷射光L會在相同時間序列下往返地在驅動台的加工預定線402a上掃描複數次。在圖5中，顯示作為驅動台掃描501與電流掃描器掃描502的協調控制之結果的同步掃描的軌跡503，並且也顯示同步掃描軌跡分解影像504。

【0041】藉由控制部100控制電流掃描器202的驅動，以使電流掃描器掃描502中的雷射光L之掃描線速度 V_0 變得相對固定。

【0042】在此，將在被賦與的加工預定線402a上朝單一方向前進的X軸驅動台102的驅動台速度設成 V_t ，且將朝與X軸驅動台102的移動方向(例如朝向圖1的靠前側之方向)相同方向前進的電流掃描器202的電流掃描器正向

掃描速度設成 V_{s1} ，並將X軸驅動台102的移動方向設成第1方向。此時，掃描線速度 V_0 會變成 $V_0 = V_{s1} - V_t$ 。

【0043】又，作為X軸驅動台102的移動方向，將在被賦與的加工預定線402a上朝單一方向前進的驅動台速度設成 V_t ，且將朝與X軸驅動台102的前述移動方向相反方向前進的電流掃描器202的電流掃描器反向掃描速度設成 V_{s2} ，並將前述相反方向設成第2方向(亦即，與第1方向相反方向)。此時，掃描線速度 V_0 會變成 $V_0 = V_{s2} + V_t$ 。

【0044】在此，電流掃描會是第1方向比第2方向更快，前述第1方向是朝與X軸驅動台102相同方向掃描的方向，前述第2方向是朝與X軸驅動台102的前述移動方向即第1方向相反方向掃描的方向。因此， $V_{s1} > V_{s2}$ 。

【0045】由於掃描線速度 V_0 是藉由控制部100而被控制成會藉由控制部100而變得相對固定，因此是 $V_{s1} - V_t > V_{s2} + V_t$ ，且會變成 $(V_{s1} - V_{s2}) / V_t > 2$ 。

【0046】因此，會變成電流掃描器202的掃描速度 V_s 變得比X軸驅動台102的驅動台速度(亦即移動速度) V_t 快2倍以上。

【0047】另外，圖5雖然是以直線形狀來說明，但即便在具有直角或圓弧的形狀下，也是同樣的概念。

【0048】依據這種加工方法，便能夠藉由X軸驅動台102使加工對象物101朝X軸的方向移動，並藉由電流掃描器202，使通過電流掃描器202與 $f\theta$ 透鏡203而對加工對象物101照射的雷射光，對於加工對象物101朝沿X軸方向的

第1方向與前述第1方向的相反方向之第2方向往返移動來掃描。因此，能夠將雷射振盪器201的照射功率設定得較小(例如，以往的20%左右)，雷射加工時對於加工對象物101的熱影響會變小。又，由於將掃描速度調成高速地進行複數次往返掃描，所以即便雷射振盪器201的照射功率小，也會因為雷射加工中的切割量大，而有縮短加工時間的效果。例如，在掃描距離約391mm且相當於6吋的加工對象物的情況下，能夠比以往快1.5~2.0倍左右高速地進行加工。

【0049】圖6是顯示電流掃描器202的加工預定線402a亦即掃描軌跡402，主要是往返動作，且設成會進行複數次。具體而言，會導出線速度及功率關係的程序條件，以滿足往返動作次數N為3次以上且為奇數的掃描次數。往返動作次數N未達2次的話，由於是單純的往返動作，且形狀掃描會變得單純，因此並不理想。又，將往返動作次數N設成偶數次動作的話，在後述的加工對象物101之截面形狀中，有可能電流掃描會在反向中結束(參照圖7E)，而成為加工不良的原因。因此，亦即，為了抑制加工精度與生產性的降低，往返動作次數N是設成3次以上且奇數次。

【0050】另外，加工預定線402a亦即軌跡402的形狀並不限於直線，也可以使用圓弧或其他形狀。又，關於加工預定線402a亦即軌跡402的長度，雖然只要不超過 $f\theta$ 透鏡203的最大掃描範圍的話，可以採任意的設定，但以落在後述的軌跡通過範圍內是較理想的。

【0051】依據前述，X軸驅動台102會朝沿X軸的單一方向以固定線速度移動。將此X軸驅動台102的移動、與藉由控制部100所進行的協調控制中之電流掃描器掃描加以結合，掃描軌跡402在雷射加工的深度方向上，便會使得加工對象物101的截面形狀變成如圖7A般的階梯形狀。在圖7A中，顯示有加工端區域701、及切斷線702。

【0052】藉此，加工對象物101能夠得到藉由掃描軌跡402被逐步切割的效果，變得能夠進行高品質的加工。

【0053】具體而言，以圖7B~圖7F進行說明。

【0054】圖7B是往返動作次數 $N=1$ 的動作中之加工對象物101的截面。此動作顯示X軸驅動台102及電流掃描器202的正向動作。

【0055】圖7C是往返動作次數 $N=2$ 的動作中之加工對象物101的截面。此動作是對於圖7B的動作還加入有電流掃描器202的反向動作。然而，由於前述X軸驅動台102僅朝單一方向動作，因此移動量變短。

【0056】圖7D是往返動作次數 $N=3$ 的動作中之加工對象物101的截面。在此動作中，X軸驅動台102會朝單一方向動作，電流掃描器202除了往返動作外還會進行正向動作。

【0057】再重複動作複數次的話，圖7E是往返動作次數 $N=4$ 的動作中之加工對象物101的截面，圖7F是往返動作次數 $N=5$ 的動作中之加工對象物101的截面。如此對加工對象物101進行加工，來施行雷射切斷加工。

【0058】另外，在3以上的往返動作之重複次數方面，較理想的是從線速度及雷射振盪器201的功率的關係導出程序條件來決定。

【0059】又，在前述掃描動作中，如圖7F所示，在加工開始點與加工結束點的加工端區域701中，會殘留深度方向的落差701a。因此，為了在加工端區域701中消除落差701a，只要在加工端區域701中，以生成像是刻意使軌跡402重疊的掃描軌跡402的方式來掃描即可。

【0060】此時的重疊量如圖8所示，是在加工開始點及加工結束點的前後，以生成往返動作次數 $N > 1$ 的軌跡402，或是充分考量了藉由前述程序導出的切斷所需之往返重複次數的軌跡402的方式來掃描。另外，在圖8中，顯示有開始點重疊801、結束點重疊802、開始端803、及結束端804。

【0061】依據前述，雷射光L在透過 $f\theta$ 透鏡203而聚光後，會對加工對象物101照射。並且具有雷射光L越是通過 $f\theta$ 透鏡203的中心，雷射光L的聚光性便越好，而能夠高精度地加工的特徵。因此，藉由電流掃描器202掃描的加工預定線402a是以通過 $f\theta$ 透鏡203的中心203a的方式來生成掃描軌跡402而被掃描。

【0062】作為一例，如圖9所示， $f\theta$ 透鏡203存在最大掃描範圍(換言之，最大掃描區域)901。例如，在F值為100的情況下，約直徑70mm的圓內(直徑70mm圓內的正方形領域50mm*50mm)之範圍作為最大掃描範圍901是有

效的，大小雖然會依 $f\theta$ 透鏡 203 的種類而有所不同，但最大掃描範圍 901 是圓形狀。依據前述，通過掃描的最大掃描範圍 901 之圓形狀的中心之軌跡 402 是設定在圖 9 的 (a) 之軌跡通過範圍寬度 902 內，以 $f\theta$ 透鏡 203 為中心的十字形。點線 902a 顯示藉由軌跡通過範圍亦即掃描軌跡 402 所進行的切斷而被分離之工件的邊緣。

【0063】將最大掃描直徑設成 D_s ，軌跡通過範圍寬度 A 是以如下公式來表示。

【0064】寬度 $A = D_s * \sin \pi / 4 * 0.06$

依據前述，由於會通過 $f\theta$ 透鏡 203 的中心 203a，因此可被高精度加工，且，由於在十字形具有軌跡通過範圍寬度 A ，因此能夠使用至最大掃描範圍 901 的上限，且，可藉由拉長掃描距離來達成加工時間的縮短，所以便能夠兼具雷射加工中的加工精度與生產性。

【0065】又，圖 9 的 (b)~(e) 顯示有通過 $f\theta$ 透鏡 203 的中心 203a 之軌跡通過範圍寬度 A 的掃描軌跡圖案 903 之一部分，主要是藉由電流掃描器 202 來往返掃描如圖 9 (b)~圖 9 (e) 般的掃描軌跡圖案 903。

【0066】圖 9 (b) 顯示在圖 9 (b) 的左右方向上被掃描所生成之軌跡 402 的軌跡圖案 903a。圖 9 (c) 顯示在圖 9 (c) 的上下方向上被掃描所生成之軌跡 402 的軌跡圖案 903b。圖 9 (d) 顯示從圖 9 (d) 的上方通過中心且在右方上被 L 字狀地掃描所生成之軌跡 402 的軌跡圖案 903c。在此軌跡圖案 903c 中，能夠在切斷形狀的角部形成直角的角部。圖 9 (e)

顯示在圖9(d)的軌跡圖案903c當中，沒有在中心彎曲成直角，而是在中心附近平緩地彎曲轉向的軌跡圖案903d。在此軌跡圖案903d中，能夠在切斷形狀的角部形成彎曲的R部。

【0067】依據前述構成的雷射加工方法及裝置，會驅動加工對象物101或雷射掃描光學系統202、203，能夠藉由X軸及Y軸驅動台102、105將加工對象物101與雷射光L在XY軸方向上驅動，且具有能夠使雷射光L在掃描範圍內定位來照射的雷射掃描光學系統例如電流鏡G_x、G_y軸，會因應於掃描軌跡，來使X軸及Y軸驅動台102、105的XY軸與雷射掃描光學系統202、203的X軸用及Y軸用的電流鏡202a、202b同時地動作，以便固定地控制雷射掃描速度，便能夠在不控制雷射強度的情況下進行雷射加工。

【0068】依據前述實施形態，由於是作為使加工對象物101以移動速度V_t移動，並在加工對象物101的加工預定線402a之一部分的同一直線上，以掃描速度V_s將雷射光L連續往返掃描3次以上且僅為奇數次，因此能夠抑制加工精度與生產性的降低，並能夠在加工對象物101上以任意的形狀且更廣範圍地對大面積進行高速且無接縫的均質加工。

【0069】另外，可以藉由將前述各種實施形態或變形例當中的任意之實施形態或變形例適當組合，以做到發揮各自具有之效果。又，實施形態彼此之組合或實施例彼此之組合或實施形態與實施例之組合皆是可能的，並且不同

之實施形態或實施例中的特徵彼此之組合也是可能的。

產業上之可利用性

【0070】本發明之前述態樣的雷射加工裝置及雷射加工方法能夠在加工對象物上以任意的形狀且廣範圍高速地加工，也能夠適用於樹脂薄膜以外的加工對象物(例如鐵類材料)等之切割或切斷加工的用途上。

【符號說明】

【0071】90…雷射加工裝置

91…基台

100…控制部

101…加工對象物

102…X軸驅動台

103…加工頭

104…Z軸驅動台

105…Y軸驅動台

106…門柱

201…雷射振盪器

202…電流掃描器(雷射掃描光學系統)

202a、202b…X軸用及Y軸用的電流鏡

202c、202d…軸旋轉用馬達

202e…旋轉角控制部

203… $f\theta$ 透鏡(雷射掃描光學系統)

203a… $f\theta$ 透鏡的中心

301…切斷品

- 401…電流掃描器的掃描區域
- 402…雷射掃描軌跡
 - 402a…加工預定線
- 501…驅動台掃描
 - 502…電流掃描器掃描
 - 503…同步掃描的軌跡
 - 504…同步掃描軌跡分解影像
- 701…加工端區域
 - 701a…落差
 - 702…切斷線
- 801…開始點重疊
- 802…結束點重疊
- 803…開始端
- 804…結束端
- 901…電流掃描器最大掃描範圍
- 902…軌跡通過範圍寬度
 - 902a…軌跡通過範圍
- 903…掃描軌跡圖案
 - 903a、903b、903c、903d…軌跡圖案
- L…雷射光
- X、Y、Z…方向

【發明申請專利範圍】

【請求項1】一種雷射加工方法，是對加工區域比掃描雷射光的掃描區域更大的加工對象物進行雷射加工的雷射加工方法，

其是將前述加工對象物保持於使其朝第1方向移動的第1驅動裝置上，

接著，在藉由前述第1驅動裝置使前述加工對象物朝前述第1方向移動，並藉由電流掃描器，使通過前述電流掃描器與 $f\theta$ 透鏡而對前述加工對象物照射的前述雷射光，對於前述加工對象物朝前述第1方向與前述第1方向的相反方向往返移動來掃描時，

將前述加工對象物的移動速度設成 V_t ，且將前述雷射光的掃描速度設成 V_s ，使前述加工對象物以前述移動速度 V_t 移動，並在前述加工對象物的加工預定線之一部分的同一直線上，以前述掃描速度 V_s 將前述雷射光連續往返掃描3次以上來照射前述雷射光，

前述雷射光的掃描之線速度 V_0 是藉由控制部而被控制成變得相對固定，在藉由前述掃描速度 V_s 所進行的前述往返掃描當中，將正向掃描的電流掃描器正向掃描速度設成 V_{s1} ，並且將反向掃描的電流掃描器反向掃描速度設成 V_{s2} 後，

前述正向掃描中的前述線速度 V_0 會是 $V_0 = V_{s1} - V_t$ ，

且前述反向掃描中的前述線速度 V_0 會是 $V_0 = V_{s2} + V_t$ ，

由於前述線速度 V_0 是控制成相對固定，因此 $V_t = (V_{s1} - V_{s2})/2$ 。

【請求項2】一種雷射加工方法，是對加工區域比掃描雷射光的掃描區域更大的加工對象物進行雷射加工的雷射加工方法，

其是將前述加工對象物保持於使其朝第1方向移動的第1驅動裝置上，

接著，在藉由前述第1驅動裝置使前述加工對象物朝前述第1方向移動，並藉由電流掃描器，使通過前述電流掃描器與 $f\theta$ 透鏡而對前述加工對象物照射的前述雷射光，對於前述加工對象物朝前述第1方向與前述第1方向的相反方向往返移動來掃描時，

將前述加工對象物的移動速度設成 V_t ，且將前述雷射光的掃描速度設成 V_s ，使前述加工對象物以前述移動速度 V_t 移動，並在前述加工對象物的加工預定線之一部分的同一直線上，以前述掃描速度 V_s 將前述雷射光連續往返掃描3次以上來照射前述雷射光，

前述雷射光的掃描之線速度 V_0 是藉由控制部而被控制成變得相對固定，在藉由前述掃描速度 V_s 所進行的前述往返掃描當中，將正向掃描的電流掃描器正向掃描速度設成 V_{s1} ，並且將反向掃描的電流掃描器反向掃描速度設成 V_{s2} 後，

前述電流掃描器會是前述電流掃描器正向掃描速度 V_{s1} 比前述電流掃描器反向掃描速度 V_{s2} 更快， $V_{s1} > V_{s2}$ ，

且 $V_{s1} - V_t > V_{s2} + V_t$,

$(V_{s1} - V_{s2}) / V_t > 2$ 。

【請求項3】如請求項1或2之雷射加工方法，其中前述往返掃描是藉由沿前述加工預定線的前述電流掃描器所進行的往返動作而形成掃描軌跡，且前述往返動作的次數是3次以上且是奇數次。

【請求項4】如請求項3之雷射加工方法，其中在前述控制部中，將藉由前述電流掃描器所進行的前述往返掃描、與藉由前述第1驅動裝置所進行的朝沿前述第1方向的單一方向以固定速度的移動進行協調控制並加以結合，前述掃描軌跡在雷射加工的深度方向上便會成為階梯形狀。

【請求項5】如請求項4之雷射加工方法，其中前述控制部是控制成：在藉由前述雷射光所進行的加工開始點與加工結束點的加工端區域中，會生成前述掃描軌跡來掃描，且前述掃描軌跡是以重疊成消除前述加工對象物的截面之落差的方式來掃描。

【請求項6】如請求項3之雷射加工方法，其是以來自前述電流掃描器的前述雷射光會通過前述 $f\theta$ 透鏡的中心來生成前述掃描軌跡的方式來掃描，

前述掃描軌跡是設定在前述 $f\theta$ 透鏡的軌跡通過範圍內，在將前述 $f\theta$ 透鏡的最大掃描直徑設成 D_s ，且將軌跡通過範圍寬度設成 A 時，

是以在成為 $A = D_s * \sin \pi / 4 * 0.06$ 的條件下生成前述掃描軌跡的方式來進行前述掃描。

【請求項7】一種雷射加工裝置，是對加工區域比掃描雷射光的雷射掃描區域更大的加工對象物進行雷射加工的雷射加工裝置，其具有：

驅動台，在已保持前述加工對象物的狀態下以移動速度 V_t 朝第1方向移動；

雷射射出部，射出前述雷射光；

電流掃描器，變更從前述雷射射出部射出的前述雷射光之掃描方向，並以掃描速度 V_s 使前述雷射光以對於前述加工對象物朝前述第1方向與前述第1方向的相反方向往返移動的方式來掃描；

$f\theta$ 透鏡，讓從前述電流掃描器射出的前述雷射光透過而以任意預定角度對前述加工對象物照射；及

控制部，分別控制前述驅動台與前述電流掃描器的驅動，並且控制成：在藉由前述驅動台使前述加工對象物朝前述第1方向移動，並藉由前述電流掃描器將前述雷射光透過前述電流掃描器與前述 $f\theta$ 透鏡而對前述加工對象物照射來掃描時，將前述加工對象物的前述移動速度設成 V_t ，且將前述雷射光的前述掃描速度設成 V_s ，使前述加工對象物以前述移動速度 V_t 移動，並在前述加工對象物的加工預定線之一部分的同一直線上，以前述掃描速度 V_s 將前述雷射光連續往返掃描3次以上來照射前述雷射光，

在藉由前述控制部進行控制時，

前述雷射光的掃描之線速度 V_0 是被控制成變得相對固定，在藉由前述掃描速度 V_s 所進行的前述往返掃描當

中，將正向掃描的電流掃描器正向掃描速度設成 V_{s1} ，並且將反向掃描的電流掃描器反向掃描速度設成 V_{s2} 後，

前述正向掃描中的前述線速度 V_0 會是 $V_0 = V_{s1} - V_t$ ，

且前述反向掃描中的前述線速度 V_0 會是 $V_0 = V_{s2} + V_t$ ，由於前述線速度 V_0 是控制成相對固定，因此 $V_t = (V_{s1} - V_{s2})/2$ 。

【請求項8】一種雷射加工裝置，是對加工區域比掃描雷射光的雷射掃描區域更大的加工對象物進行雷射加工的雷射加工裝置，其具有：

驅動台，在已保持前述加工對象物的狀態下以移動速度 V_t 朝第1方向移動；

雷射射出部，射出前述雷射光；

電流掃描器，變更從前述雷射射出部射出的前述雷射光之掃描方向，並以掃描速度 V_s 使前述雷射光以對於前述加工對象物朝前述第1方向與前述第1方向的相反方向往返移動的方式來掃描；

$f\theta$ 透鏡，讓從前述電流掃描器射出的前述雷射光透過而以任意預定角度對前述加工對象物照射；及

控制部，分別控制前述驅動台與前述電流掃描器的驅動，並且控制成：在藉由前述驅動台使前述加工對象物朝前述第1方向移動，並藉由前述電流掃描器將前述雷射光透過前述電流掃描器與前述 $f\theta$ 透鏡而對前述加工對象物照射來掃描時，將前述加工對象物的前述移動速度設成 V_t ，且將前述雷射光的前述掃描速度設成 V_s ，使前述加工

對象物以前述移動速度 V_t 移動，並在前述加工對象物的加工預定線之一部分的同一直線上，以前述掃描速度 V_s 將前述雷射光連續往返掃描3次以上來照射前述雷射光，

在藉由前述控制部進行控制時，

前述雷射光的掃描之線速度 V_0 是被控制成變得相對固定，在藉由前述掃描速度 V_s 所進行的前述往返掃描當中，將正向掃描的電流掃描器正向掃描速度設成 V_{s1} ，並且將反向掃描的電流掃描器反向掃描速度設成 V_{s2} 後，

前述電流掃描器會是前述電流掃描器正向掃描速度 V_{s1} 比前述電流掃描器反向掃描速度 V_{s2} 更快， $V_{s1} > V_{s2}$ ，

且 $V_{s1} - V_t > V_{s2} + V_t$ ，

$(V_{s1} - V_{s2}) / V_t > 2$ 。

【請求項9】如請求項7或8之雷射加工裝置，其中前述驅動台是保持前述加工對象物且使其沿前述第1方向即X軸移動的X軸驅動台，

前述雷射加工裝置更具備：

加工頭，具有前述電流掃描器及前述 $f\theta$ 透鏡；

Z軸驅動台，前述加工頭在與前述X軸交叉的Z軸之方向上使前述加工頭移動；及

Y軸驅動台，安裝有前述Z軸驅動台，在與前述X軸及前述Z軸交叉的Y軸之方向上使前述加工頭與前述Z軸驅動台移動，

又，前述控制部也會分別控制前述Z軸驅動台與前述Y軸驅動台的驅動。

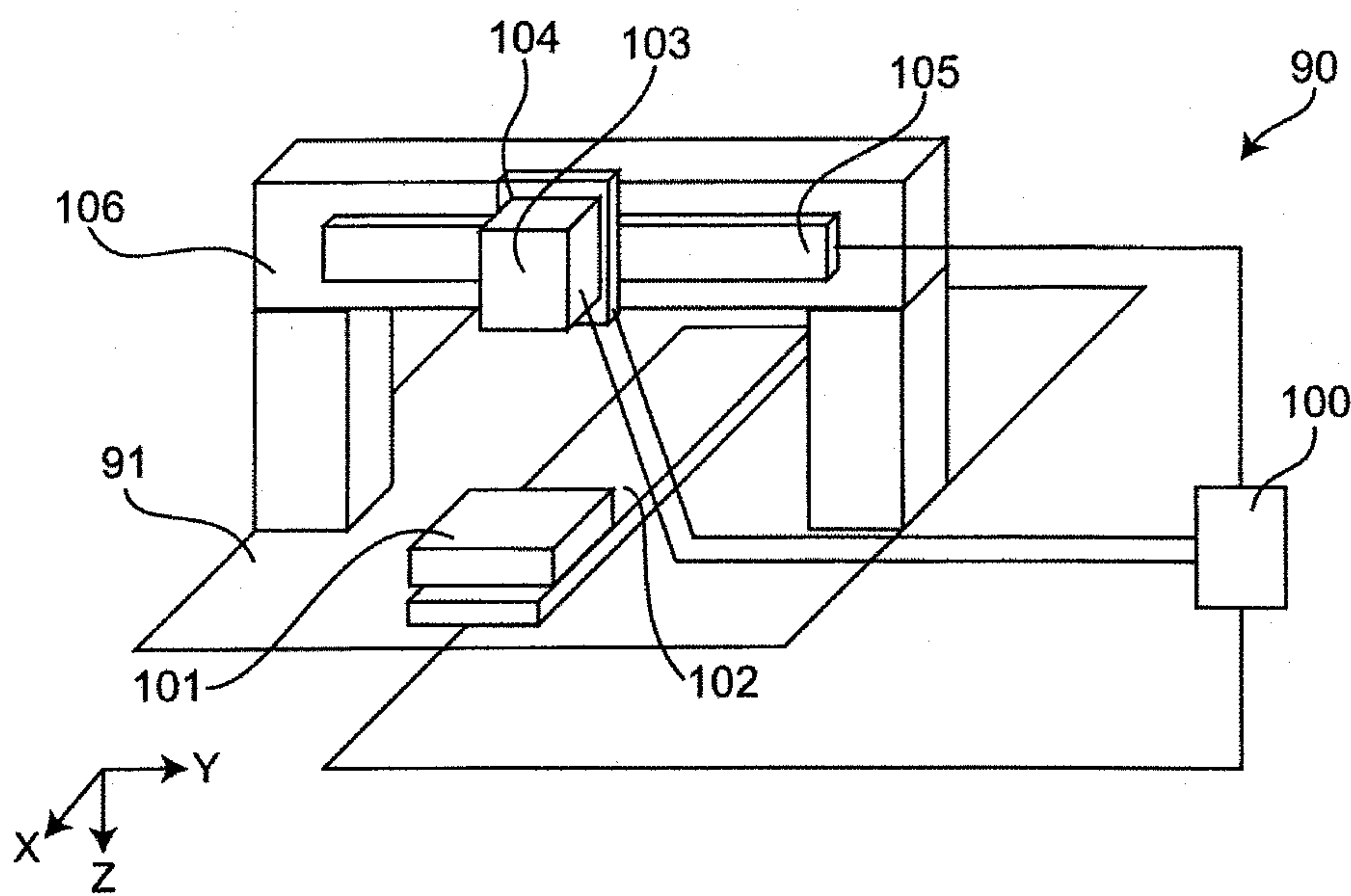
【請求項10】如請求項7或8之雷射加工裝置，其中前述控制部是協調控制前述驅動台與前述電流掃描器來進行前述往返掃描，而生成預定的掃描軌跡來掃描，藉此將前述加工對象物切斷成預定的形狀之切斷品。

【請求項11】如請求項9之雷射加工裝置，其中前述控制部是藉由前述X軸驅動台及前述Y軸驅動台，控制成前述雷射光能夠對任意的形狀之前述加工預定線以固定的速度及朝單一方向掃描，並控制成一邊在同加工預定線上使前述電流掃描器在掃描區域內進行往返動作，一邊使相對的線速變得固定。

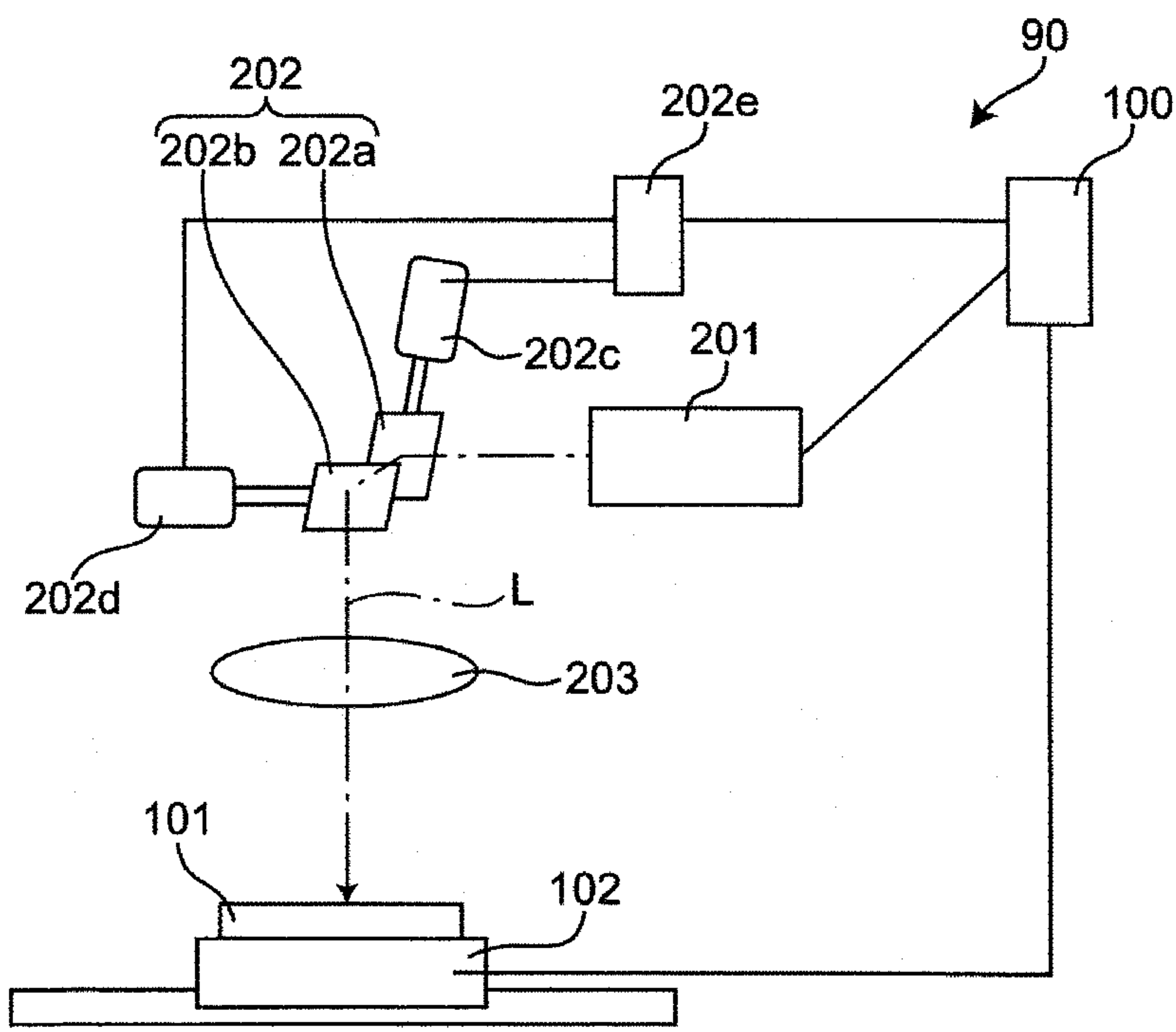
【請求項12】如請求項7或8之雷射加工裝置，其中前述雷射射出部是以皮秒至飛秒的超短脈衝、及最大頻率1MHz以上來振盪出前述雷射光的雷射振盪器。

【請求項13】如請求項7或8之雷射加工裝置，其中前述 $f\theta$ 透鏡是F值為45以上且110以下的 $f\theta$ 透鏡。

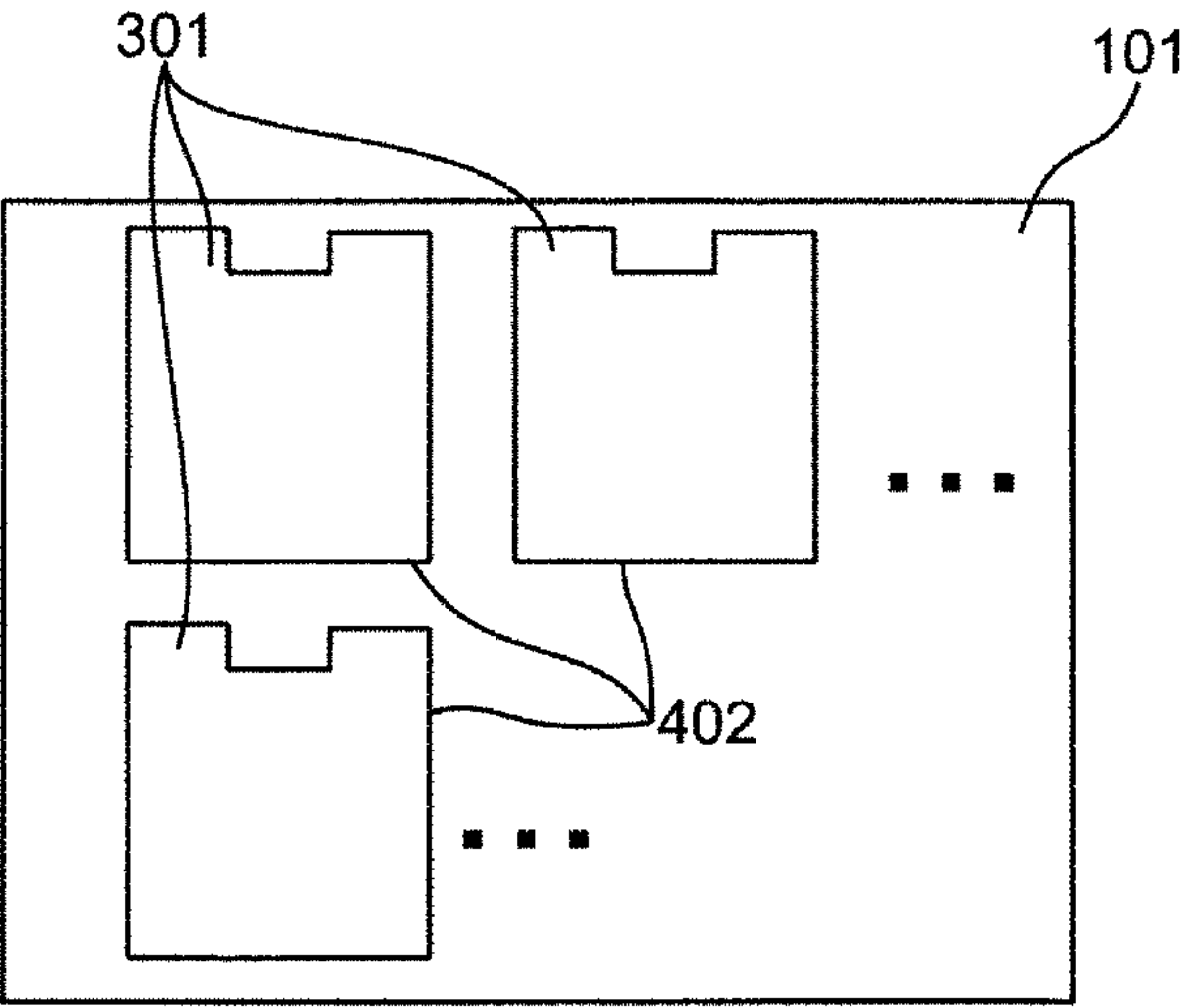
【發明圖式】



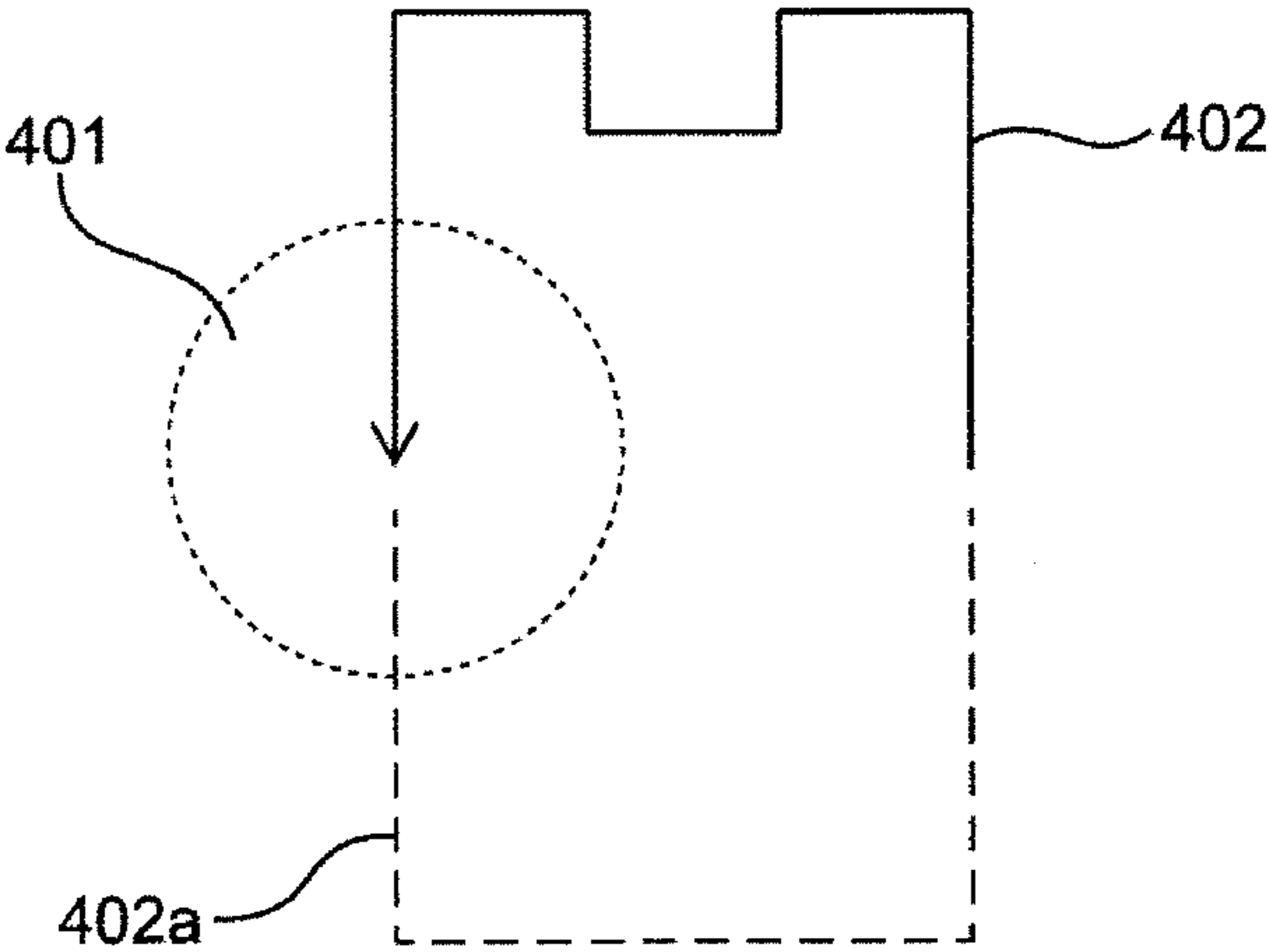
【圖1】



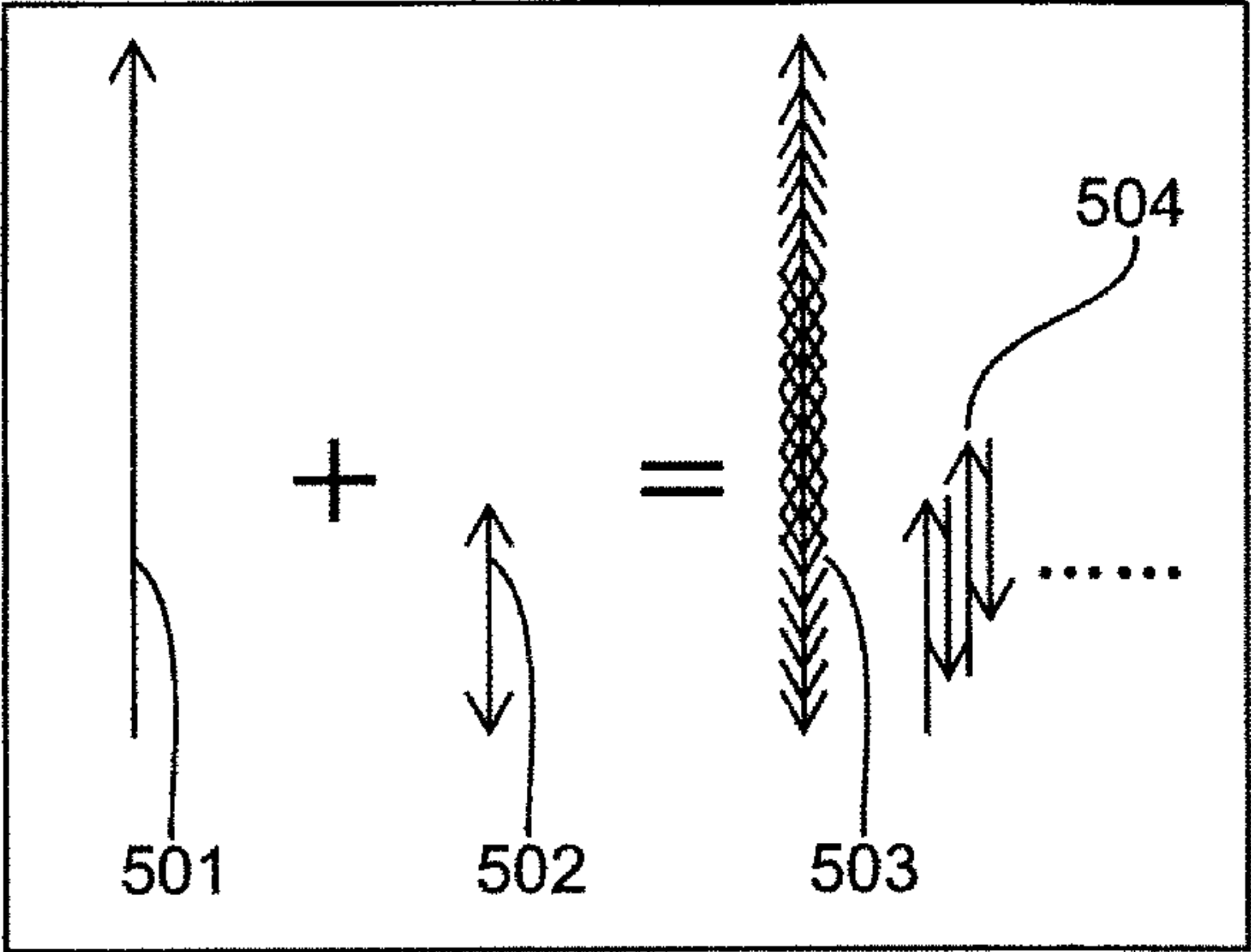
【圖2】



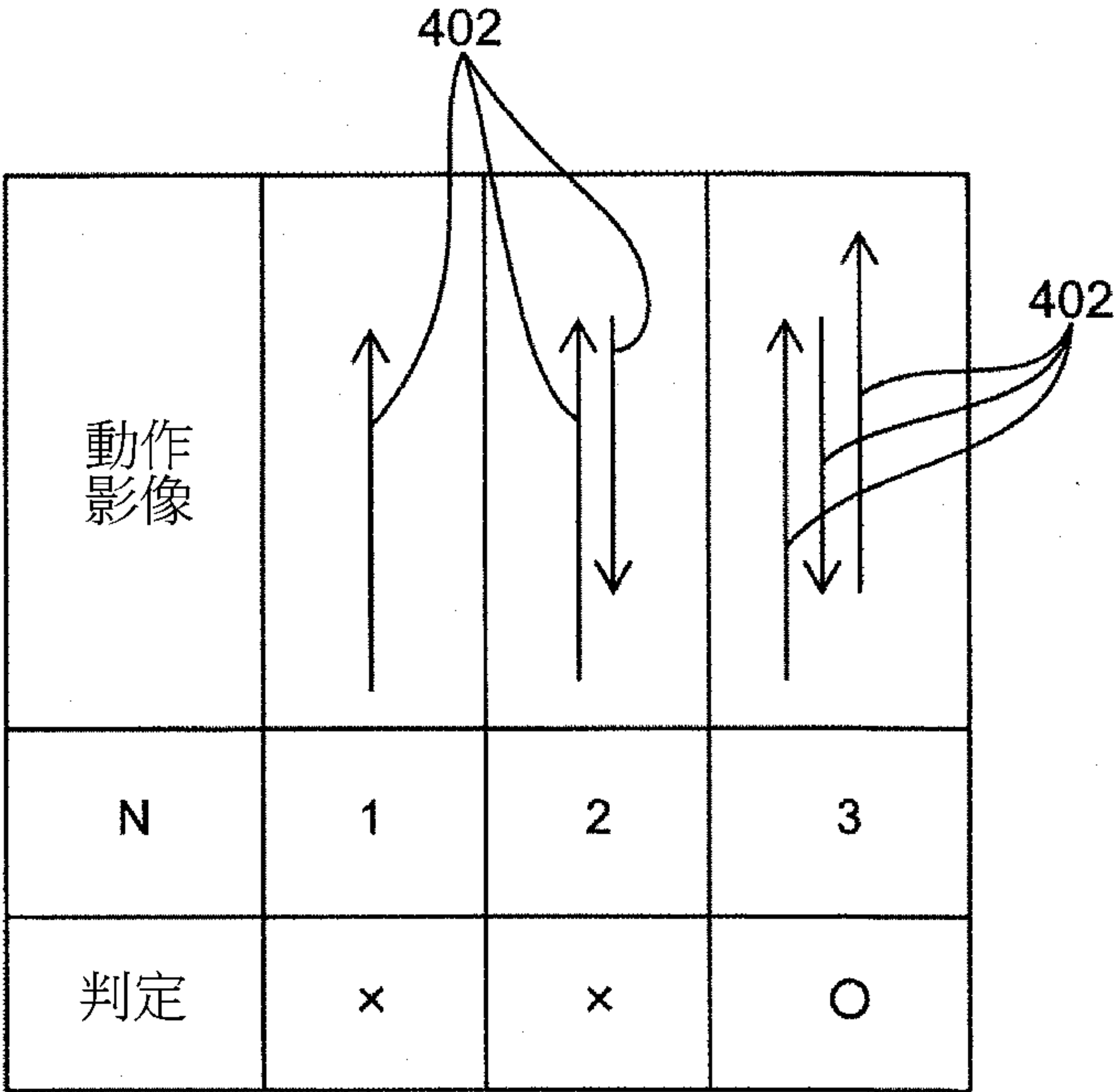
【圖3】



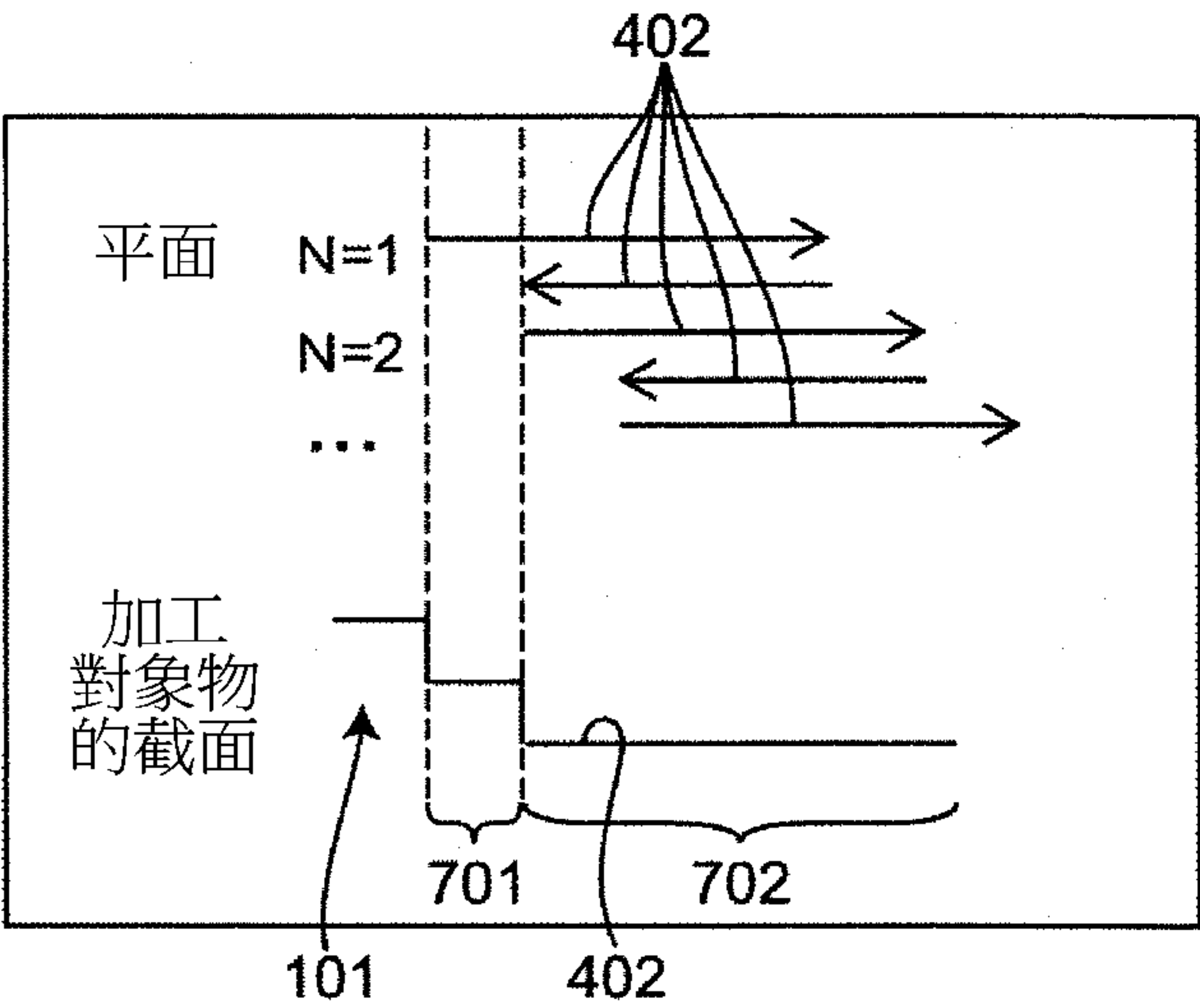
【圖4】



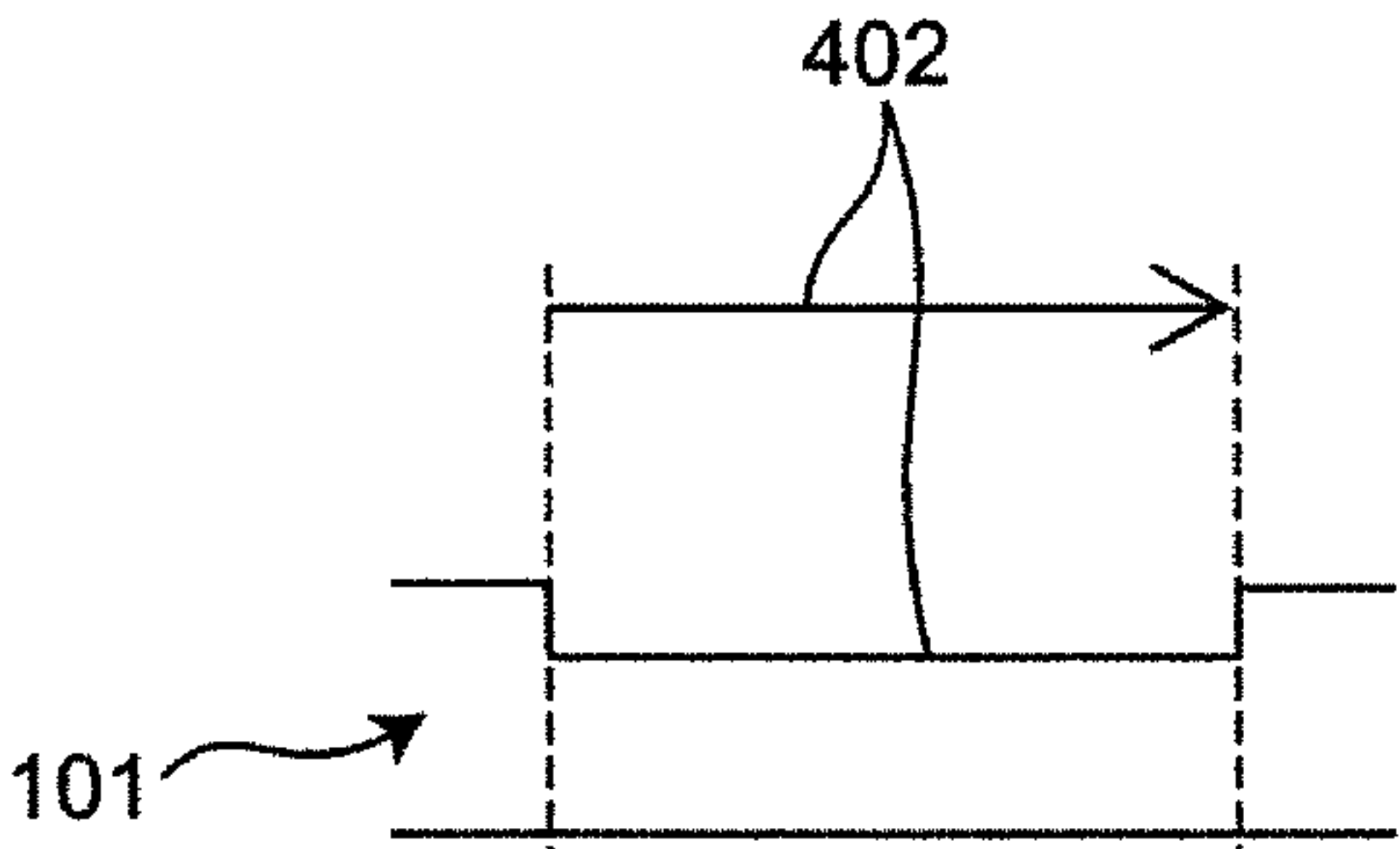
【圖5】



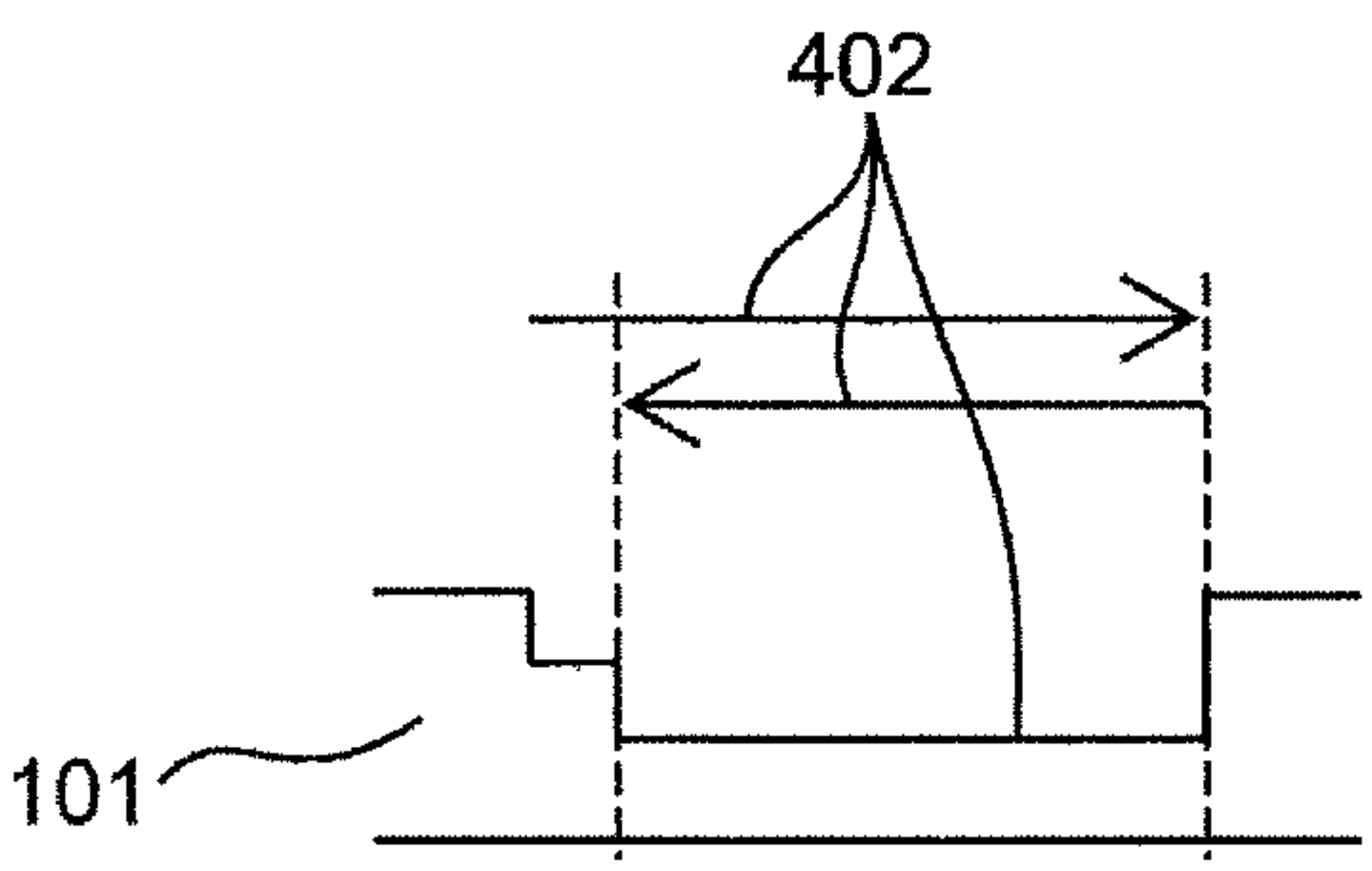
【圖6】



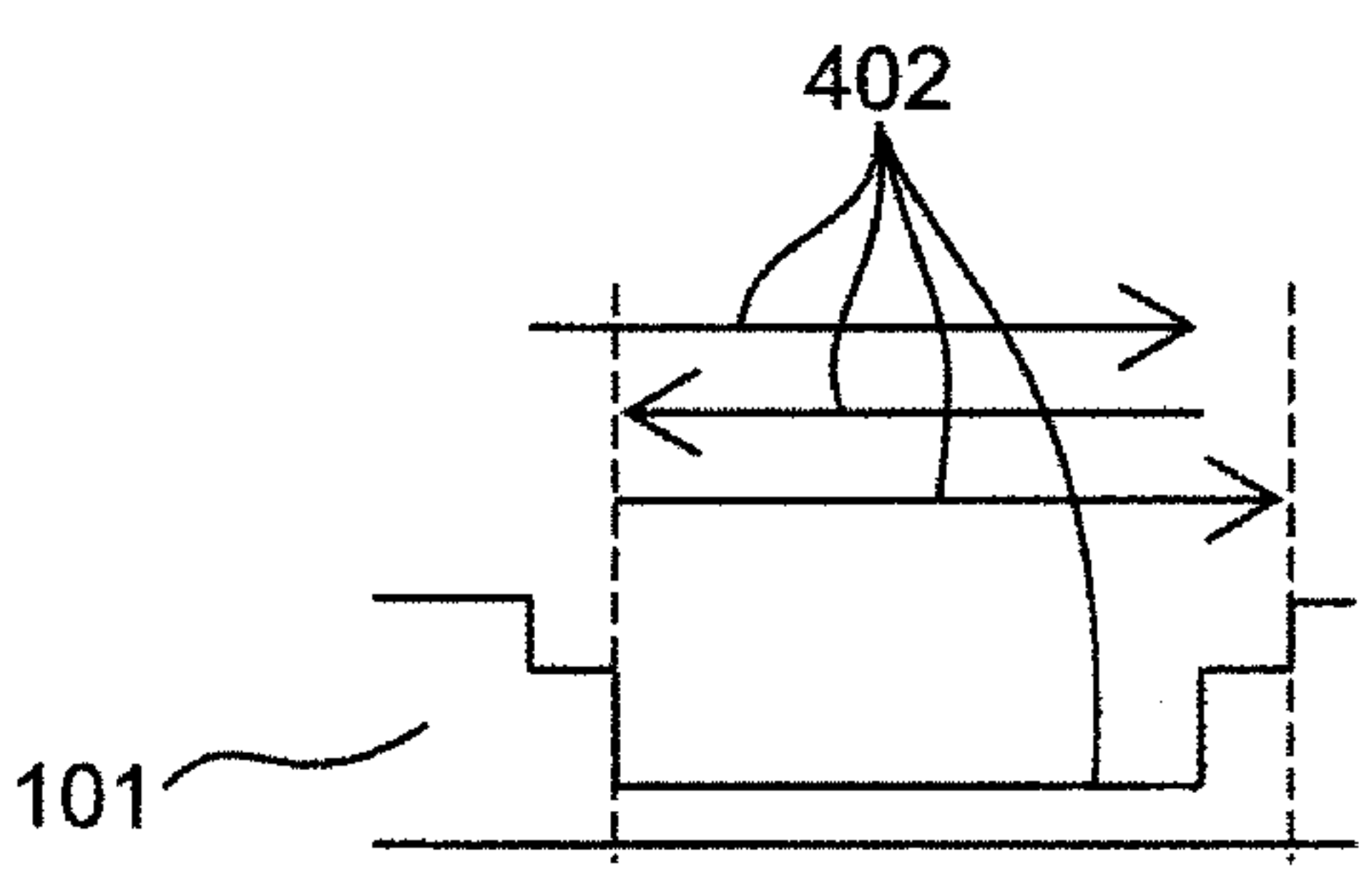
【圖7A】



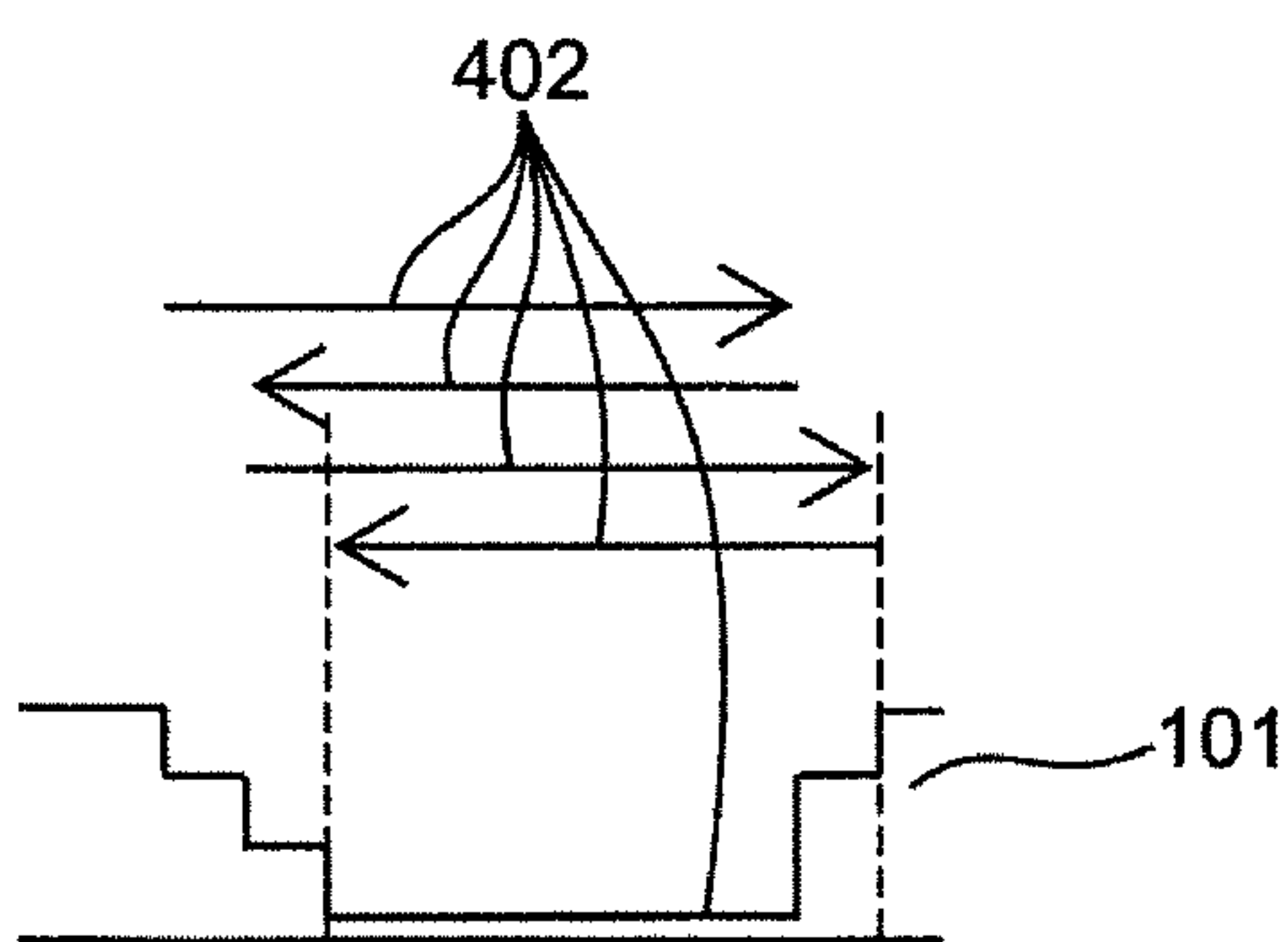
【圖7B】



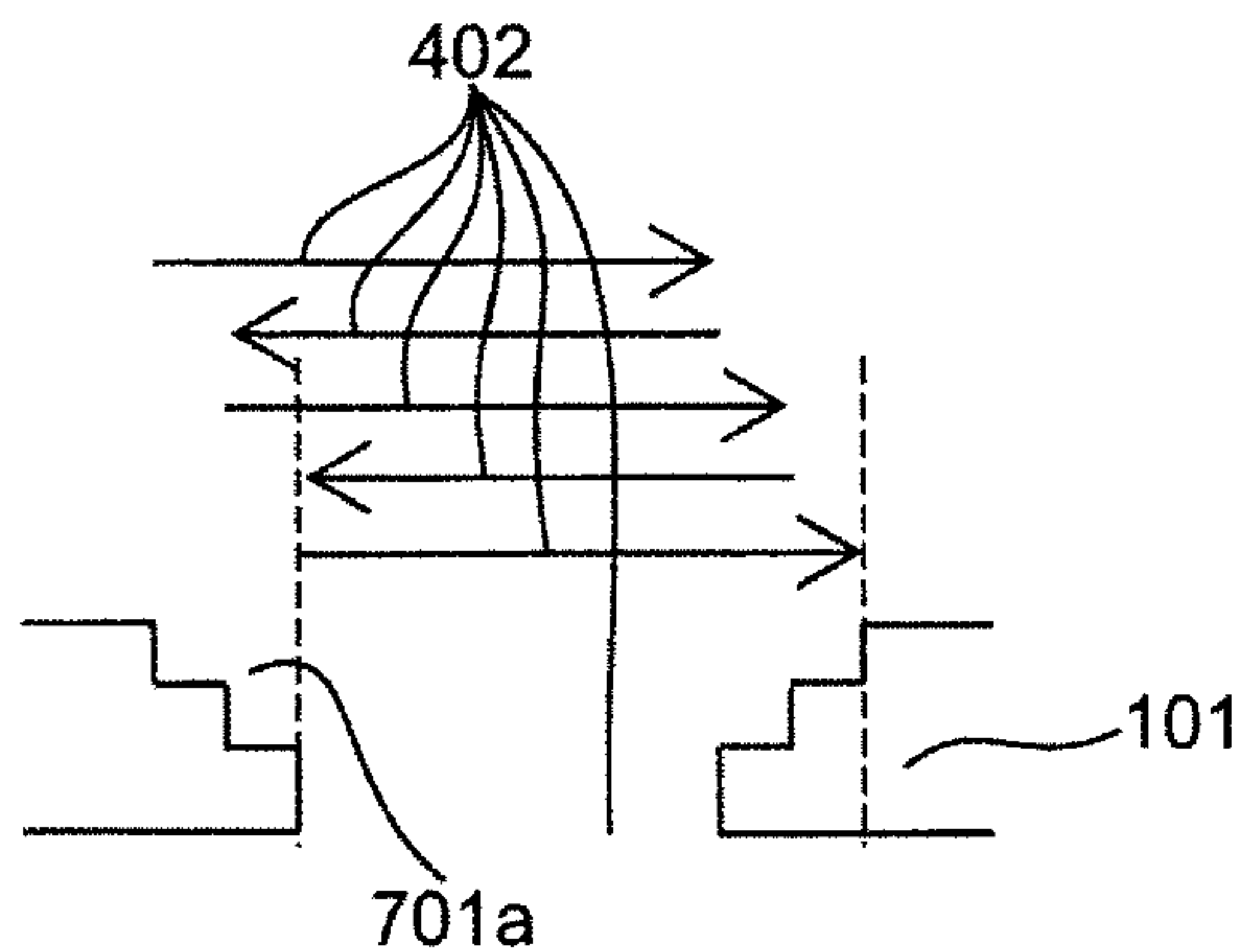
【圖7C】



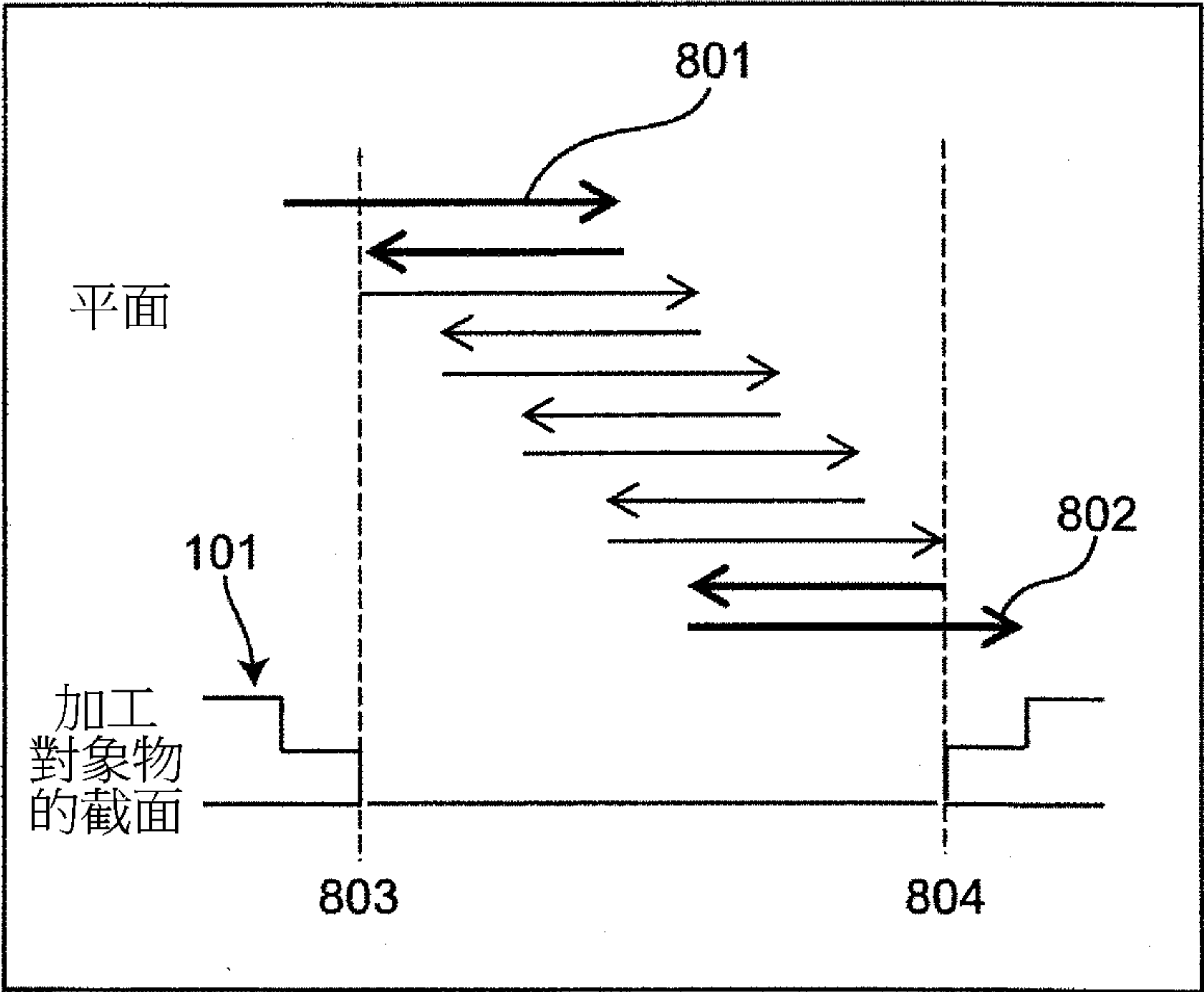
【圖7D】



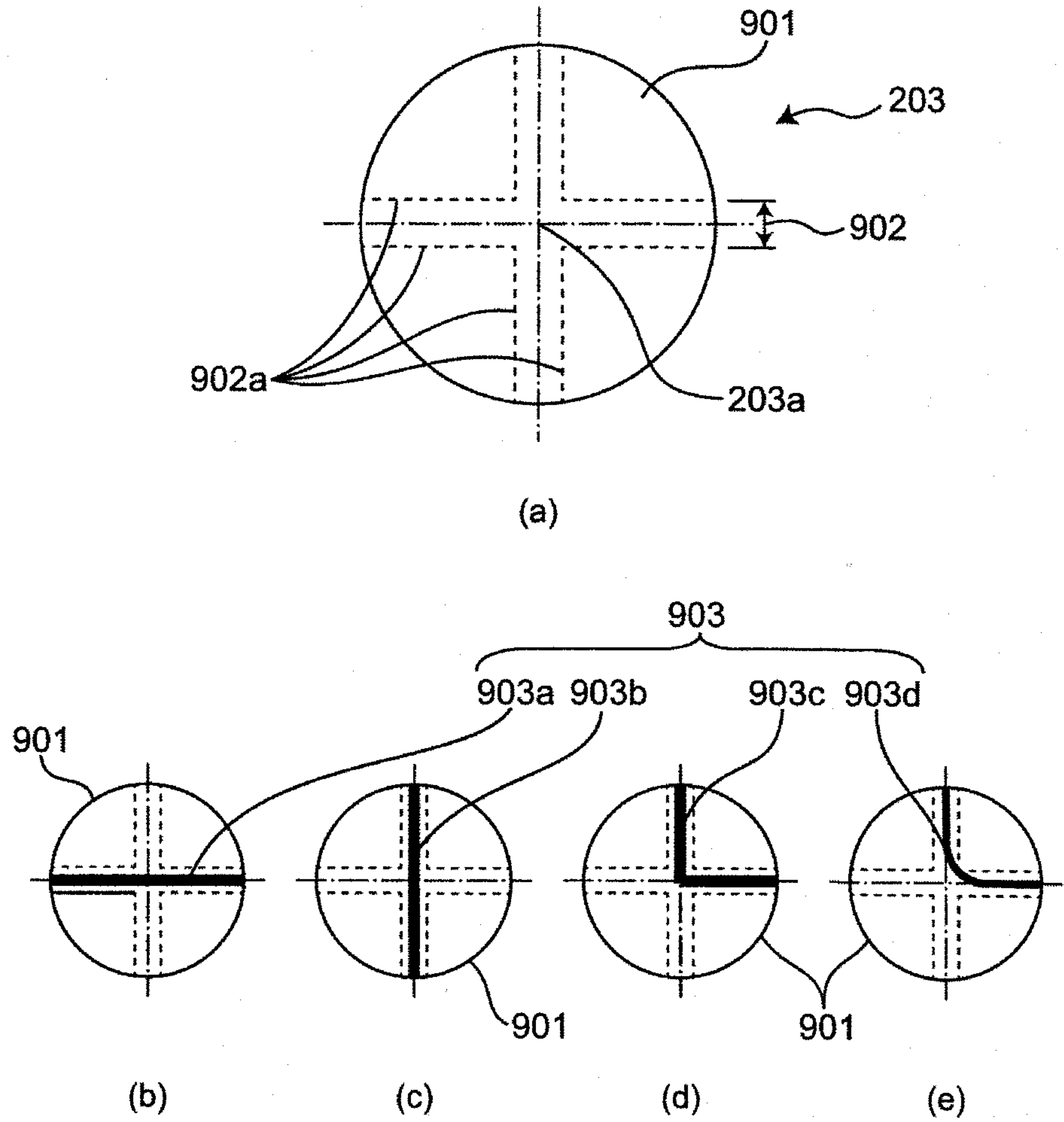
【圖7E】



【圖7F】



【圖8】



【圖9】