

(此處由本局於收
文時黏貼條碼)

公告本 762034

發明專利說明書

(本申請書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：95120975

※申請日期：95 年 06 月 13 日

※IPC分類：B23K 26/04 · 26/067 (2006.01)
H01S 3/00 (2006.01)

一、發明名稱：

(中) 雷射加工裝置
(英)

二、申請人：(共 1 人)

1. 姓 名：(中) 彩霸陽光股份有限公司
(英) CYBER LASER INC.

代表人：(中) 1. 關田仁志

(英) 1. SEKITA, HITOSHI

地 址：(中) 日本國東京都江東區青海二丁目三八番地特雷可姆中心大樓東棟二樓

(英) Telecom Center Bldg. East Tower 2F, 2-38 Aomi, Koto-Ku, Tokyo, 1358070 Japan

國籍：(中英) 日本 JAPAN

三、發明人：(共 2 人)

1. 姓 名：(中) 奧野雅史
(英) OKUNO, MASASHI

國 籍：(中) 日本
(英) JAPAN

2. 姓 名：(中) 渡部明
(英) WATABE, AKIRA

國 籍：(中) 日本
(英) JAPAN

四、聲明事項：

◎本案申請前已向下列國家(地區)申請專利 ☐ 主張國際優先權：

【格式請依：受理國家(地區)；申請日；申請案號數 順序註記】

1. 日本 ； 2005/04/11 ； 2005-114024 ☒ 無主張優先權

(此處由本局於收
文時黏貼條碼)

公告本 762034

發明專利說明書

(本申請書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：95120975

※申請日期：95 年 06 月 13 日

※IPC分類：B23K 26/04 · 26/067 (2006.01)
H01S 3/00 (2006.01)

一、發明名稱：

(中) 雷射加工裝置
(英)

二、申請人：(共 1 人)

1. 姓 名：(中) 彩霸陽光股份有限公司
(英) CYBER LASER INC.

代表人：(中) 1. 關田仁志

(英) 1. SEKITA, HITOSHI

地 址：(中) 日本國東京都江東區青海二丁目三八番地特雷可姆中心大樓東棟二樓

(英) Telecom Center Bldg. East Tower 2F, 2-38 Aomi, Koto-Ku, Tokyo, 1358070 Japan

國籍：(中英) 日本 JAPAN

三、發明人：(共 2 人)

1. 姓 名：(中) 奧野雅史
(英) OKUNO, MASASHI

國 籍：(中) 日本
(英) JAPAN

2. 姓 名：(中) 渡部明
(英) WATABE, AKIRA

國 籍：(中) 日本
(英) JAPAN

四、聲明事項：

◎本案申請前已向下列國家(地區)申請專利 ☐ 主張國際優先權：

【格式請依：受理國家(地區)；申請日；申請案號數 順序註記】

1. 日本 ; 2005/04/11 ; 2005-114024 ☒ 無主張優先權

(1)

九、發明說明

【發明所屬之技術領域】

本發明是有關雷射加工裝置，特別是關於具有奈米要求以上的精度之雷射加工裝置。

【先前技術】

一般，雷射加工裝置是具備：

照射至被加工物的雷射光源；及

配備載置被加工物的可動台之具有耐震性的精密台，

且具有固定自雷射光源輸出的雷射光的基準點，使上述可動台移動於精密台上的 X-Y 平面上，而來加工被加工物之步驟。

在該加工步驟中，可想像有檢測出精密台上的可動台的位置之位置檢測器的誤差、及從雷射光源到被加工物的導光路所引起之雷射光的光軸的誤差，但可動台的位置檢測器的精度可實現 10nm 以下的精度，從雷射光源輸出的雷射光的光軸的安定精度可實現到微弧度 (micro radian) 水準的精度。

在專利文獻 1 中揭示有可測定雷射光的照射位置之雷射加工裝置的集光光學系的集光位置檢測裝置。

該集光位置檢測裝置是設有：

複數個受光元件會被配置成矩陣狀，可裝卸配置於 X-Y 台的特定位置之位置感測器；及

朝該位置感測器照射雷射光時，檢測出構成位置感測

(2)

器的各受光元件的輸出，判別雷射光的集光位置之判別裝置；

根據該判別結果，算出對上述 X-Y 台的座標軸之集光位置的偏差量之運算裝置。

在該裝置中，以 X-Y 台的 X-Y 方向的座標軸與位置感測器的 X-Y 方向的座標軸能夠一致之方式，將位置感測器安裝於 X-Y 台，使 X-Y 台移動至特定的位置，將雷射光集中照射至位置感測器。然後，檢測出構成位置感測器的各受光元件的輸出，判別哪個受光元件接受雷射光，求取來自受光元件的位置感測器的原點的座標位置，藉此求取雷射光的集光位置。

〔專利文獻 1〕特開平 6-23577 號公報

【發明內容】

（發明所欲解決的課題）

專利文獻 1 的雷射光的位置檢測裝置是配置於裝卸可能的可動台上，若為具有微米單位的精度之加工技術，則雷射光的光軸的安定性即使為微弧度水準還是能夠容許，因此可適切地控制可動台的位置。

但，當加工精度為奈米單位以下時，雷射加工裝置的誤差，雖可動台的位置檢測器之誤差可容許，但雷射光的光軸的搖晃不被容許，雷射光的照射點的安定性所引起因的誤差會形成問題。

本發明的目的是在於提供一種具備用以監視雷射光的

(3)

光軸的位置之光軸位置檢測器，校正照射至被加工物的雷射光的光軸偏差，藉此可對應於奈米單位以下的加工精度之雷射加工裝置。

(用以解決課題的手段)

(1) 爲了達成上述目的，本發明之雷射加工裝置係具備：

光源，其係輸出雷射光；

光路調整部，其係調整該雷射光的光路；

第1分光器，其係將雷射光分光；

可動台，其係具有特定的可動域，載置被加工物；

可動台位置檢測器，其係檢測出可動台的位置；

第1光軸位置檢測器，其係檢測出上述所被分光之雷射光的光軸的位置；

平台，其係載置上述可動台、可動台位置檢測器、及第1光軸位置檢測器；及

光軸控制部，其係接受來自上述第1光軸位置檢測器的輸出，而控制上述光路調整部，調整上述分光後的雷射光的光軸。

(2) 又，本發明之雷射加工裝置的光軸控制部，較理想是進行模糊控制 (Fuzzy Control)。

(3) 又，本發明之雷射加工裝置，較理想是更具備：

第2分光器，其係將上述分光後的雷射光再分光；及

(4)

第 2 光軸位置檢測器，其係用以檢測出藉由第 2 分光器所分光之光軸的位置，

以第 1 光軸位置檢測器及第 2 光軸位置檢測器中雷射光能夠在特定的位置被檢測出之方式來控制上述光軸控制部。

(4) 又，本發明之雷射加工裝置的第 1 光軸位置檢測器或第 2 光軸位置檢測器的至少一方，較理想是藉由在第 1 分光器所被分光的雷射光或第 2 分光器所被分光的雷射光反射於球狀的反射面而以 4 象限感測器來受光，進行各雷射光的光軸的位置檢測。

(5) 又，本發明之雷射加工裝置，較理想是在上述第 1 分光器與第 1 光軸位置檢測器之間，或上述第 2 分光器與第 2 光軸位置檢測器之間的至少一方配置具有用以雷射光通過的特定口徑之針孔。

〔發明的效果〕

(1) 請求項 1 的發明是在將自雷射光源輸出的雷射光照射至被加工物為止的導光路中，由於雷射光的光軸會產生微弧度程度的偏動，照射點的位置會產生誤差，因此例如將由配置成矩陣狀的受光元件所構成的第 1 光軸位置檢測器配置於可動台的附近，且將位置檢測用的雷射光予以分光，使分光後的雷射光的光軸受光於該第 1 光軸位置檢測器，檢測出受光後的雷射光的光軸的基準位置，藉此算出自基準位置的偏差，根據該算出後的值來調整光路調

(5)

整部，而修正導光路，藉此可實現對應於奈米單位以下的精度之雷射加工裝置。

(2) 請求項 2 的發明，因為進行模糊控制，所以即使雷射光的光軸產生偏差，還是可以漸漸地校正光軸的偏差，以最小的誤差來進行雷射加工。

(3) 請求項 3 的發明是在第 1 光軸位置檢測器及第 2 光軸位置檢測器中以雷射光能夠在特定的位置被檢測出之方式來控制上述光軸控制部，因此雷射光的光軸的基準點會被設置兩處，例如以能夠將該兩個基準點維持成等間隔的方式來調整光路調整部，校正光路，使能夠提高校正精度。

(4) 請求項 4 的發明是藉由反射於球狀的反射面後受光於 4 象限感測器來進行各雷射光的光軸的位置檢測，因此可使具有特定光徑的雷射光照射至各受光元件，以受光強度（受光面積）能夠均等維持的方式來校正光軸。並且，可將雷射光的受光面設定於任意處，雷射加工裝置的設計具有彈性。

(5) 請求項 5 的發明是配置具有雷射光通過用的特定口徑之針孔，因此可將雷射光集中於所望的光徑。

【實施方式】

舉實施例參照圖面來說明有關本發明的較佳實施形態。另外，在各圖中對相同的要素賦予同樣的符號，且有時適當省略其說明。

(6)

〔實施例 1〕

圖 1 是表示具有毫微 (nano) 單位精度的本發明之雷射加工裝置 1 的全體構成概略圖。該雷射加工裝置 1 是由：光源 2、光路調整部 4、半透鏡 (第 1 分光器) 8、全反射鏡 13、可動台 6、可動台位置檢測器 12、第 1 光軸位置檢測器 (光檢測器) 10、平台 7、光軸控制部 5、集光透鏡 9, 9' 所構成。並且，所有的構成要素 1~12 是配置於防振台 3 上。

雷射光源 2 是以 1000 兆分之 1 秒雷射、或 UV 雷射光作為基本波輸出。光路調整部 4 (詳細參照圖 8) 具有使自雷射光源 2 輸入的雷射光反射之複數個全反射鏡 (圖 8 中為 2 個：22 及 24)，該全反射鏡中具有用以變更雷射光的反射角之複數個馬達 (圖 8 中為 4 個：M1~M4)。該馬達如後述，接受來自光軸控制部 5 的信號，調整全反射鏡的反射面的角度，將雷射光定位於特定的光軸位置。半透鏡 8 是配置於自光路調整部 4 輸出的雷射光的光軸上，而將該雷射光予以分光。可動台 6 是在載置固定被照射雷射光的被加工物 11 的狀態下，可移動於特定的可動域內，該雷射光是被反射於全反射鏡 13，且被集中於集光透鏡 9'。可動台位置檢測器 12 能以可動台 6 的移動誤差為 10nm 的精度來進行位置檢測。第 1 光軸位置檢測器 (光檢測器) 10，為了在加工用雷射光的附近精確地調整雷射光的光軸，而配置於可動台位置檢測器 12 的附近，

(7)

例如由配置成矩陣狀的 CCD 之畫素等的複數個受光元件所構成。平台 7 是以集中於集光透鏡 9 的雷射光的光軸能夠照射於第 1 光軸位置檢測器 10 的受光面，集中於集光透鏡 9' 的雷射光的光軸能夠對被加工物 11 照射之方式，將可動台 6、可動台位置檢測器 12、第 1 光軸位置檢測器 10 配置於同一平面上。光軸控制部 5 具備調整值算出手段 26 及馬達控制部 28（參照圖 8），如後述，根據第 1 光軸位置檢測器 10 所接受後的雷射光的受光強度的輸出來模糊控制上述光路調整部 4，使上述分光後的雷射光的光軸固定於一定的基準位置。

其次，說明有關從本發明的雷射加工裝置 1 的雷射光源 2 輸出的雷射光的導光路。

首先，從光源 2 往光路調整部 4 輸出雷射光。其次，在光路調整部 4，為了照射至被加工物 11，將雷射光的光路調整成能夠固定於特定位置。而且，通過光路調整部 4 後的雷射光是在半透鏡 8 中分光成通過此的雷射光、及從半透鏡 8 分歧的雷射光。通過半透鏡 8 的雷射光是被反射於全反射鏡 13 而經由集光透鏡 9' 來照射被加工物 11，施以所望的加工。又，從半透鏡 8 分光的雷射光是經由集光透鏡 9 來照射第 1 光軸位置檢測器 10。

如上述，形成本發明之雷射加工裝置的導光路。

其次，參照圖 8 來詳述有關調整從圖 1 的雷射光源 2 到第 1 光軸位置檢測器 10 的光路之機構。

光路調整部 4 是具備 2 個的全反射鏡 22、24，各全

(8)

反射鏡 22、24 是分別具備用以調整反射面的角度之馬達 M1、M2 及 M3、M4，該反射面是使從雷射光源 2 輸出的雷射光反射。並且，分光器 44 是具備使射入的雷射光分光之半透鏡 8、及集光透鏡 9。

自雷射光源 2 輸出的雷射光，如前述，會被射入光路調整部 4，然後藉由全反射鏡 22、24 來定位於特定的光軸位置而輸出。所被輸出的雷射光會被輸入分光器 44 的半透鏡 8。半透鏡 8 會從射入被加工物（未圖示）的雷射光來分光射入第 1 光軸位置檢測器 10 的雷射光。所被分光的雷射光會被射入集光透鏡 9，集中於第 1 位置檢測器 10 的特定受光元件（參照圖 2～圖 4）後照射。第 1 光軸位置檢測器 10 的受光元件會將受光後的雷射光變換成與其強度成比例的電氣信號輸出。由於該被輸出的電氣信號其強度一般較弱，因此會藉由放大器 34 來放大後輸入至光軸控制部 5 內的調整值算出手段 26。調整值算出手段 26 會根據藉由放大器所放大的電氣信號，利用模糊推論來分別算出上述馬達 M1～M4 的旋轉量。有關利用模糊推論來算出馬達 M1～M4 的旋轉量（調整量）的構成會在往後敘述。在調整值算出手段 26 所被算出之馬達 M1～M4 的旋轉量會傳送至控制馬達 M1～M4 的馬達控制部 28。其次，從馬達控制部 28 來將顯示各旋轉量的信號傳送至各馬達 M1～M4，驅動馬達 M1～M4。藉此，全反射鏡 22 及 24 的各個反射面的方向會被調整，而調整雷射光的光路或光軸。其次，參照圖 2～圖 4 來說明有關第 1 光軸位

(9)

置檢測器 10 的受光元件。

在圖 2 及圖 3 中，各畫素 21 是被配置成矩陣狀，畫素間隔 A 約為 $2\mu\text{m}$ 。圖 2 是表示雷射光的照射點會僅以 1 畫素作為基準畫素來完全照射的實施例（符號 20），根據該基準畫素來測定雷射光的受光強度。然後，當雷射光的光軸產生搖晃，而有未照射至畫素的部分發生時，受光元件會感測到受光強度的減少，完全照射基準畫素，以受光強度能夠形成極大的方式來藉由光軸控制部 5 進行光路調整部 4 的調整。又，圖 3 是表示雷射光的照射點會均等地照射形成 4 象限感測器的 4 個畫素的一部份之實施例（符號 30），設定應均等地照射各畫素 21 的照射面積 S1~S4 之雷射光的基準照射點。然後，當雷射光的光軸產生搖晃，各畫素 21 的照射面積 S1~S4 發生不均衡時，以光軸控制部 5 能夠使各畫素 21 的受光強度形成均等的方式來調整光路調整部 4。

圖 4 是揭示有關第 1 光軸位置檢測器 10 的受光元件的配置之變形實施例。該實施例是在集光透鏡 9 與第 1 光軸位置檢測器 10 之間配置用以使雷射光反射的反射球 41，使自半透鏡 8 分光的雷射光藉由反射球 41 的反射面來反射於垂直方向（對該雷射光的光軸而言），例如在形成配置於與該光軸平行的面 40 的 4 象限感測器之 4 個畫素中設定與圖 3 同樣的照射基準點。然後，當雷射光的光軸產生搖晃，各畫素的照射面積發生不均衡時，以光軸控制部 5 能夠使各畫素的受光強度形成均等的方式來調整光路

(10)

調整部 4。

其次，參照圖 5 說明有關利用第 1 光軸位置檢測器及第 2 光軸位置檢測器來檢測出雷射光的光軸的位置之變形實施例。該實施例是在被分光於半透鏡 8 的雷射光的導光路上，於半透鏡 8 與第 1 光軸位置檢測器 10 之間配置第 2 半透鏡（第 2 分光器）16。第 2 半透鏡 16 會再將雷射光分光，該被分光的雷射光會被反射於全反射鏡 18，而照射至第 2 光軸位置檢測器 15。第 2 半透鏡 16 及第 2 全反射鏡 18 是一起被支持於反射鏡支持台 50。第 2 光軸位置檢測器 15 可與第 1 光軸位置檢測器 10 相同型態或相異型態。如上述，任何的光軸位置檢測器皆是在受光元件中設定照射雷射光的基準點，以 2 個基準點的距離能夠形成相等之方式來使光軸控制部 5 運算，藉此控制光路調整部 4。

其次，參照圖 6 來說明有關圖 4 的變形實施例。圖 6 中，在反射球 41 與配置形成 4 象限感測器的 4 個畫素的面 40 之間配置針孔 42 的點是與圖 4 的實施形態不同。針孔 42 可將雷射光的光徑縮小成所望的徑，藉由縮小形成上述 4 象限感測器的 4 個畫素的相互間隔，可對應於徑的縮小來確保各畫素的照射面積。

圖 7 是表示在圖 1 的集光透鏡 9 與第 1 光軸位置檢測器 10 之間配置以支持台 71 所支持的針孔 72 的狀態擴大圖。在本實施形態中亦可縮小雷射光的光徑，照射至第 1 光軸位置檢測器。

(11)

圖 9 是藉由在光路調整部 4 中調整雷射光的光軸，以第 1 光軸位置檢測器 10 的受光強度能夠安定地成極大值之方式來進行控制的結果，定性地描繪其受光強度為時間性變化的狀態。橫軸為時間，縱軸為受光強度，分別為任意刻度。

如上述說明，實行調整從圖 8 的雷射光源 2 到第 1 光軸位置檢測器 10 為止的光路或光軸的過程之結果，從往第 1 光軸位置檢測裝置 10 的入射開始時刻經過時間 t' 後入射光的強度會達到極大值，然後若在入射光的強度變化所被容許設定的容許範圍（圖 9 中為箭號所夾著的 P 範圍）內變動，則可謀求雷射加工裝置的第 1 光軸位置檢測裝置的輸出強度的安定化。藉此，持續該雷射加工裝置的作動中之該光軸調整步驟，可謀求雷射光的光軸的安定化。

其次，參照圖 10 所示的流程圖來更詳述從第 1 光軸位置檢測器之雷射光的受光到光路調整部 4 的光軸調整為止的過程。

步驟 S-10：此步驟是控制開始步驟。根據來自該雷射加工裝置的操作者或個人電腦等的指示，開始進行供以使第 1 光軸位置檢測裝置的受光強度安定化成極大值的控制。

步驟 S-12：此步驟是調整值算出手段 26 取得來自第 1 光軸位置檢測器 10 的輸出之步驟。但，在設置放大器 34 時，是調整值算出手段 26 取得來自放大器 34 的輸出之步驟。往後為了簡單說明，表記為「來自第 1 光軸位置

(13)

強度增加，則表示該馬達的旋轉是受光強度成極大的方向。相反的，若得知第 1 光軸位置檢測器 10 所受光的受光強度減少，則表示該馬達的旋轉是與受光強度成極大的方向相反的方向。

步驟 S-20：此步驟是在於計算第 1 光軸位置檢測器 10 的輸出信號的時間微分值、及離目標值（極大值）的偏差量之步驟。就此步驟而言，是在模糊推論中，計算作為輸入值利用之輸出信號的時間微分（差分）值，計算離目標值（極大值）的偏差量。若來自第 1 光軸位置檢測器 10 的時刻 t_1 之輸出信號的值為 s_1 ，時刻 t_2 之輸出信號的大小為 s_2 ，則假定 $t_1 < t_2$ ，輸出信號的時間差分值 S' 為 $S' = (S_2 - S_1) / (t_2 - t_1)$ 。並且，當目標值（極大值）為 s_0 時，計算 $\Delta S = (s_1 / s_0) - 1$ 之離目標值的偏差量（離目標值的偏差比例） ΔS 。利用 S' 及 ΔS 來進行模糊推論。

步驟 S-22：此步驟是在於計算模糊推論之馬達的驅動量（旋轉量）的步驟。詳細會在往後敘述，此步驟是利用上述 S' 及 ΔS 的值來進行模糊推論，計算馬達的驅動量（旋轉量）的絕對值 M 。

步驟 S-24：此步驟是在於求取馬達的驅動方向（旋轉方向）之步驟。若在上述步驟 S-20 所求得的 S' 的值為負，必須使馬達的驅動方向（旋轉方向）反轉。另一方面，若 S' 的值為正，則馬達的旋轉方向原封不動即可。此步驟是以其次的程序來求取上述馬達的旋轉方向。亦即，決定馬達的旋轉方向的參數為 α 。 α 是取值 1 或值 -1 者。

(14)

並且，以其次的方式來決定參數 δ 。若在上述步驟 S-20 所求得的 S' 的值為負，則 $\delta = -1$ ，若 S' 的值為正，則 $\delta = 1$ 。然後，該馬達的下次旋轉方向為 $\alpha \times \delta$ 。亦即，藉由將該 $\alpha \times \delta$ 值設定成下次新的參數 α 的值，來確定馬達的下次旋轉方向。若亦包含馬達的旋轉方向來表示旋轉量，則以 $\alpha \times M$ 表示。

步驟 S-26：此步驟是驅動馬達的步驟，使馬達只旋轉上述 $\alpha \times M$ 。

步驟 S-28：此步驟是與上述步驟 S-18 同樣，取得與照射至第 1 光軸位置檢測器 10 的受光強度成比例的信號之步驟。

步驟 S-30：此步驟是根據與在上述步驟 S-28 所取得的受光強度成比例的信號的值來判斷是否終了至目前為止的步驟所控制及調整後的馬達的調整作業，前進至控制其次的馬達的步驟。與上述步驟 S-28 所取得的受光強度成比例的信號的值若在視為目標值（極大值）大小的範圍內（圖 9 中箭號所夾著的 P 值範圍），則為了進行其次的馬達控制，而切換控制對象的馬達。然後，前進至下個步驟，亦即步驟 S-32。另一方面，若判定與步驟 S-28 所取得的受光強度成比例的信號的值未達目標值，則回到步驟 S-20。

步驟 S-32：此步驟是進行判定是否終了光路調整部 4 的調整作業之步驟。若確定對馬達 M1～M4 的調整作業完全終了，則前進至下個步驟 S-34，使調整作業終了。另

(15)

一方面，若未終了持續進行控制的話，則回到上述步驟 S-14。即使被確定對上述馬達 M1～M4 的調整作業完全終了，爲了對應於經時變化，在驅動此雷射加工裝置的期間，不使光路調整部 4 的調整作業終了判斷亦有可能。

步驟 S-34：此步驟是使光路調整部 4 的調整作業終了之步驟。

＜ 模糊推論 ＞

參照圖 11 (A1) ～ (A4) 及 (B1) ～ (B4)、圖 12 (A1) ～ (A3) 及 (B1) ～ (B3) 來說明有關使用於爲了該雷射加工裝置的雷射光的光軸調整而實行的模糊推論之歸屬函數 (Membership function)。以下，在指圖 11 (A1) ～ (A4) 及 (B1) ～ (B4) 的所有圖時，僅記爲圖 11。又，同樣在指圖 12 (A1) ～ (A3) 及 (B1) ～ (B3) 的所有圖時，亦僅記爲圖 12。

圖 11 是表示對第 1 光軸位置檢測器 10 所檢測出的輸出信號的時間微分 (差分) 值 S' 之歸屬 (Membership) 函數。圖 12 是表示對第 1 光軸位置檢測器 10 的輸出信號值的目標輸出值接近極大輸出值時的輸出信號的值 ΔS 之歸屬函數。圖 11 所示的 (A1) ～ (A4) 是表示模糊推論的前件部，(B1) ～ (B4) 是表示分別對應於前件部 (A1) ～ (A4) 的後件部。並且，在圖 12 中亦同樣，(A1) ～ (A3) 是表示模糊推論的前件部，(B1) ～ (B3) 是表示分別對應於前件部 (A1) ～ (A3) 的後件部。

(16)

即使在光路調整部 4 中進行光路調整，雷射光的光軸還是會不安定產生微弧度程度的偏差，因此第 1 光軸位置檢測器的受光強度會時間性地變動。如上述，此受光強度的時間變化的狀態是藉由第 1 光軸位置檢測器 10 來觀測。藉由第 1 光軸位置檢測器 10 所觀測的受光強度的時間變化的狀態是以上述輸出信號的時間差分值 S' ，亦即、 $S'=(s_2-s_1)/(t_2-t_1)$ 來表現。

因此，以能夠按照以下的規則（rule）（以下亦稱為「模糊規則」）之方式來定義作為模糊推論的基礎之歸屬函數。

規則 11：若 S' 為取正的值，其值大，則馬達的旋轉量的絕對值大。

規則 12：若 S' 為取正的值，其值小，則馬達的旋轉量的絕對值小。

規則 13：若 S' 為取 0 的值，則馬達的旋轉量的絕對值為 0。

規則 14：若 S' 為取負的值，則馬達的旋轉量的絕對值小。

參照圖 11 來視覺性地說明上述規則。圖 11 所示的（A1）～（A4）是表示上述模糊規則之各規則 11～14 的前件部。在圖 11（A1）～（A4）中，橫軸是表示 S' ，縱軸是表示合致的程度（取 0～1 的值之範圍）。另一方面，圖 11 所示的（B1）～（B4）是表示上述模糊規則之各規則 11～14 的後件部。橫軸是表示馬達的驅動量（旋轉量

(17)

) 的絕對值 M ，縱軸是表示合致的程度。

其次，說明有關第 1 光軸位置檢測器 10 的輸出信號值的目標輸出值接近最大輸出值時，目標值（極大值）為 s_0 時，對 ΔS （該 $\Delta S = (s_1/s_0) - 1$ ）的歸屬函數。在此， s_1 是時刻 t_1 的輸出信號的值。利用對 ΔS 的歸屬函數的理由是基於以下的 2 點。

首先，針對第 1 點來進行說明。從雷射光源輸出的雷射光為高斯光束。高斯光束的性質上，對光束的中心附近的強度的動徑方向之微分值小。而且，充分離開光束的中心之處的強度的動徑方向的微分值亦小。亦即，往半透鏡 8（分光器 44）之雷射光的入射角度的對準大致正確時、及對準大幅度偏離時，無論哪個情況，在光路調整部 4 中所被進行的雷射光的光路調整效果是形成同程度的大小，其效果小。換言之，在光路調整部 4 中為了調整雷射光的光路而使變化之全反射鏡 22 及 24 的反射面的方向的各單位變化量之第 1 光軸位置檢測器 10 所檢測出的受光強度的變化比例為同程度小。

亦即，對準大幅度偏離時，應以馬達的旋轉角度的絕對值能夠變大之方式來設定，但若僅利用上述規則 11～14 來進行模糊推論，則馬達的旋轉角度會小幅度被計算。因此，藉由對 ΔS 的歸屬函數設定新的規則，可使馬達的旋轉角度的大小適正化。不過，即使不設定該新的規則，目的之光學系的調整還是可進行。只是所被計算之馬達的旋轉角度的值小，所以將光學系調整至最佳狀態的時間

(18)

會花費長（控制的步驟多）。

其次，針對第 2 點來進行說明。光路調整機能可藉由上述新規則的設定來提高對雜訊的耐久性，即使在第 1 光軸位置檢測器 10 中所被檢測出的受光強度中有某雜訊混入也不會有問題。但，假使只靠規則 11～14，除此以外沒有設置新的規則時，若第 1 光軸位置檢測器 10 所檢測後的受光強度的值中混入有雜訊，則 S' 的值會特別異常地形成大的值，有時馬達的旋轉角度的值會不適當地成較大的值算出，會有無法適當控制的可能性。

因此，若事先設定以下所示的新規則，則即使在受光強度的值中混入有雜訊的事態發生，還是能夠排除上述的可能性。

因此，以能夠按照以下的模糊規則（新規則）之方式來定義有關作為模糊推論的基礎之 ΔS 的歸屬函數。

規則 21：若第 1 光軸位置檢測器 10 所檢測出的受光強度的信號比目標值（極大值） s_0 還要非常小（ ΔS 的值為負的值，其絕對值大），則馬達的旋轉角度大。

規則 22：若第 1 光軸位置光檢測器 10 所檢測出的受光強度的信號對目標值（極大值） s_0 而言大致同程度（ ΔS 的值為負的值，其絕對值小），則馬達的旋轉角度小。

規則 23：若第 1 光軸位置檢測器 10 所檢測出的受光強度的信號達到目標值（極大值） s_0 或之上（ ΔS 的值比 0 大），則馬達的旋轉角度為 0。

(20)

則 11 及規則 12 的後件部的去頭處理後的歸屬函數來求取。

圖 14 是供以說明根據規則 21~23 之統合化的步驟。在此圖中，對應於規則 21~23 的歸屬函數是再記錄與圖 13 所示的歸屬函數相同者。

由於 $\Delta S = \Delta S_1$ ，因此在表示對應於圖 14 所示的規則 21~23 之歸屬函數的前件部的圖中，藉由縱的點線來表示對上顯示 ΔS 的橫軸之 ΔS_1 的位置。由此圖可知，因為上述規則 21 的適合度為 0，所以後件部亦為 0。在上述規則 22 及規則 23 中，由於前件部的適合度不為 0，因此會使對應於該適合度來進行後件部的歸屬函數的去頭處理。其結果，規則 21~23 的模糊推論會被進行，求取圖 14 中作為統合化 2 表示之後件部的邏輯和（統合化 2），作為該等的結果。另外，顯示作為統合化 2 表示之後件部的邏輯和之函數是與上述統合化 1 時同樣，藉由合成進行規則 21 及規則 23 的後件部的去頭處理後的歸屬函數來求取。

其次，進行對於規則 11~14（以下亦稱為「第 1 規則系列」）而言，重視規則 21~23（以下亦稱為「第 2 規則系列」）多少，或均等地重視第 1 及第 2 系列之附加重要性的處理。分別使作為上述統合化 1 及統合化 2 而取得的結果（圖 13 及圖 14 中分別作為統合化 1 及統合化 2 來表示之作為後件部的邏輯和而求取的合成歸屬函數）形成 r 倍及 $(1-r)$ 倍，藉此來對各個的函數進行附加重要性，如圖 15（A）~（D）所示，使兩者統合化。

(21)

在此， r 是取 $0 \sim 1$ 的值範圍的實數值。例如，選擇 $r=1$ ，是對應於只取入第 1 規則系列，而無視第 2 規則系列。又，選擇 $r=0.5$ ，是意指同等處理第 1 規則系列及第 2 規則系列。又，選擇 $r=0$ ，是對應於只取入第 2 規則系列，而無視第 1 規則系列。

圖 15 (A) ~ (D) 是供以說明求取統合化 3 作為上述圖 13 及圖 14 中統合化 1 及統合化 2 的歸屬函數的邏輯和的步驟。圖 15 (A) 是作為統合化 1 而求取的合成歸屬函數的概略形狀，圖 15 (B) 是作為統合化 2 而求取的合成歸屬函數的概略形狀。圖 15 (C) 是使作為統合化 1 而求取的合成歸屬函數形成 r 倍，使作為統合化 2 而求取的合成歸屬函數形成 $(1-r)$ 倍後合成的統合化 3 之歸屬函數的概略形狀。圖 15 (D) 是用以說明求取在圖 15 (C) 所被賦予的歸屬函數的合成重心的值，採用該合成重心的值作為馬達的驅動量（旋轉角度）的程序。在圖 15 (D) 中，橫軸上以 M 箭頭所示之橫軸的值是從圖 15 (C) 所示的歸屬函數求取的合成重心的位置，該位置會顯示馬達的旋轉角度。

亦即，可藉由進行上述模糊推論，調整雷射光的光路，求取為了使光路調整部 4 的全反射鏡的反射面等的角度變化而驅動之馬達的旋轉角度。

在上述說明中是針對第 1 規則系列的規則 11~14 的各規則或第 2 規則系列的規則 21~23 的各規則來均等地處理，但亦可在該等的規則間對重視的程度附上輕重。此

(22)

情況，只要針對對應於第 1 規則系列的規則 11~14 的各規則或第 2 規則系列的規則 21~23 的各規則之歸屬函數乘以相當於上述 r 的參數，然後進行統合化即可。

又，上述模糊推論中是利用 min-max 合成重心法來求取馬達的旋轉角度的值，但並非限於此方法，亦可採用代數積-加算重心法等模糊推論的方法之其他習知的方法。只要根據經驗等，採用對模糊推論控制的對象之雷射加工裝置最適合的方法即可。

其次，在表 1 及表 2 中，分別將針對使用於上述模糊推論的第 1 規則系列及第 2 規則系列的參數彙整於一覽表。由表 1 及表 2 所示的參數可明確得知，未設定特別複雜的模糊規則。即使如此，只要實行根據上述模糊推論的控制，便可確定雷射加工裝置的光學系的對準能夠簡單地實現。

[表 1]

有關第 1 光軸位置檢測器的時間之微分值與
驅動量的絕對值及旋轉反轉參數的關係

規則編號	感測器微分值	驅動量的絕對值	旋轉反轉 δ
11	LP	LP	+1
12	SP	SP	+1
13	ZE	ZE	+1
14	NE	SP	-1

(23)

[表 2]

對目標輸出的比 ΔS 與驅動量的絕對值的關係

規則號碼	ΔS	驅動量的絕對值
21	NL	LP
22	NS	SP
23	ZE	ZE

此表 1 及表 2 的內容是分別為圖 11 及圖 12 的歸屬函數所表現者及數學上同值的內容。在此，該表 1 及表 2 所示的參數意義如下。LP：較大的正值、SP：較小的正值、ZE：0、NE：負的值、NS：負的較小值、NL：絕對值較大的負值。

由以上說明可知，在本發明之雷射加工裝置的光學系的調整步驟中，不需要所謂原點恢復動作。這是因為作為上述模糊推論的根據使用的值對第 1 光軸位置檢測器的輸出信號的時間差分值 $S' = (S_2 - S_1) / (t_2 - t_1)$ 及目標值（極大值） S_0 而言，只是以 $\Delta S = (s_1 / s_0) - 1$ 所賦予的 ΔS 。亦即，為了求取 S' 及 ΔS 的值，無論對哪個皆是不必進行所謂的原點恢復動作而求取的值。其結果，即使基於何種原因（例如間隙（backlash）等），光路調整部 4 未按照來自光軸控制部 5 的控制信號正確地調整，還是能夠再度對光路調整部 4 傳送控制信號，完成符合最適條件的對準。

又，本發明之雷射加工裝置的光學系的調整步驟中，如上述，針對藉由第 1 光軸位置檢測器 10 所測定的受光強度之一個資訊，調整值算出手段 26 可在光路調整部 4

(24)

中實行的複數個調整處算出所分別對應的光路調整值，藉此實現安定之光軸位置的固定。

另外，若在未利用模糊推論之下實現光路控制，則對準作業中必須設置錯誤發生處理（程序）或暴走防止處理（程序）。供以使該等錯誤發生處理或暴走防止處理實行的程式量必須與上述模糊推論處理用的處理同等或以上。而且，裝置的機構設計上亦必須準備限幅器開關（limiter switch）等暴走防止用的手段。暴走防止用的手段，特別是在構成雷射裝置上重要，假設發生暴走，則會導致被加工物損傷等重大的結果。

在上述實施例中所開示的模糊推論程式是按照非常單純的算法來作成。爲了以單純的算法爲基礎，程式的性格上是形成難以發生雷射加工裝置的暴走之構造。亦即，藉由利用模糊推論，可使程式單純化，因爲使用模糊推論，所以能夠以單純的算法來進行複雜的作業。

又，雖是針對 S' 及 ΔS 的兩種類來進行判斷，但這將有助於抑止上述暴走狀態的發生。若只藉由 S' 或 ΔS 的其中一方的判斷來控制對準作業，則會因混入控制信號的雜訊等，暴走狀態顯現的危險性變大。在進行 S' 及 ΔS 兩種類的判斷時，只要使顯現暴走狀態的要因不發生於 S' 及 ΔS 的雙方，裝置的暴走狀態便不會顯現。藉此，針對 S' 及 ΔS 的兩種類來進行判斷，可顯著地縮小暴走狀態顯現的機率。

如以上說明可知，此發明的雷射加工裝置當作控制系

(25)

統全體來看時，照樣形成暴走狀態難以發生的構造。

如以上所述，本發明的雷射加工裝置可藉由模糊控制來調整因自雷射光源輸出的雷射光的光軸搖晃所引起之光軸的角度誤差，可將安定的雷射光的光軸的位置予以固定。

【圖式簡單說明】

圖 1 是表示具有毫微單位的精度之本發明的雷射加工裝置 1 的全體構成概略圖。

圖 2 是在第 1 光軸位置檢測器中配列成矩陣狀的受光畫素中雷射光的照射點僅以 1 畫素作為基準畫素來完全照射的實施例。

圖 3 是在第 1 光軸位置檢測器中配列成矩陣狀的受光畫素中雷射光的照射點均等地照射於形成 4 象限感測器的 4 個畫素的一部份的實施例。

圖 4 是有關第 1 光軸位置檢測器 10 的受光元件的配置之變形實施例。

圖 5 是利用第 1 光軸位置檢測器及第 2 光軸位置檢測器來檢測出雷射光的光軸的位置之變形實施例。

圖 6 是圖 4 的變形實施例。

圖 7 是在圖 1 的集光透鏡 9 與第 1 光軸位置檢測器 10 之間配置以支持台 71 所支持的針孔 72 之狀態擴大圖。

圖 8 是供以說明本發明之雷射加工裝置的光路調整機

(26)

能的概略方塊構成。

圖 9 是供以說明受光強度變化。

圖 10 是表示根據模糊推論之光路調整步驟的流程圖。

圖 11 是表示對 S' 的歸屬函數。

圖 12 是表示對 ΔS 的歸屬函數。

圖 13 是供以說明根據規則 11~14 之統合化的步驟。

圖 14 是供以說明根據規則 21~23 之統合化的步驟。

圖 15 是供以說明求取統合化 3 作為統合化 1 及統合化 2 的歸屬函數的邏輯和的圖。

【主要元件符號說明】

1：本發明的雷射加工裝置

2：雷射光源

3：防振台

4：光路調整部

5：光軸控制部

6：可動台

7：平台

8：半透鏡

9：集光透鏡

9'：集光透鏡

10：第 1 光軸位置檢測器

11：被加工物

(27)

- 12：可動台位置檢測器
- 13：全反射鏡
- 15：第 2 光軸位置檢測器
- 16：第 2 半透鏡
- 18：第 2 全反射鏡
- 20：雷射光的照射點
- 21：CCD 畫素
- 22：全反射鏡
- 24：全反射鏡
- 26：算出手段
- 28：馬達控制部
- 30：雷射光的照射點
- A：畫素間距離
- S1～S4：畫素之雷射光的照射面積
- 40：4 個畫素（4 象限）的配列面
- 41：雷射光的反射球
- 42：針孔
- 50：反射鏡支持台
- 71：針孔支持台
- 72：針孔

五、中文發明摘要

發明之名稱：雷射加工裝置

本發明的課題是在於確保雷射光的光軸的安定性。

其解決手段乃本發明之雷射加工裝置係具備：

光源，其係輸出雷射光；

光路調整部，其係調整該雷射光的光路；

第 1 分光器，其係將雷射光分光；

可動台，其係具有特定的可動域，載置被加工物；

可動台位置檢測器，其係檢測出可動台的位置；

第 1 光軸位置檢測器，其係檢測出上述所被分光之雷射光的光軸的位置；

平台，其係載置上述可動台、可動台位置檢測器、及第 1 光軸位置檢測器；及

光軸控制部，其係接受來自上述第 1 光軸位置檢測器的輸出，而控制上述光路調整部，調整上述分光後的雷射光的光軸。

六、英文發明摘要

發明之名稱：

圖 2

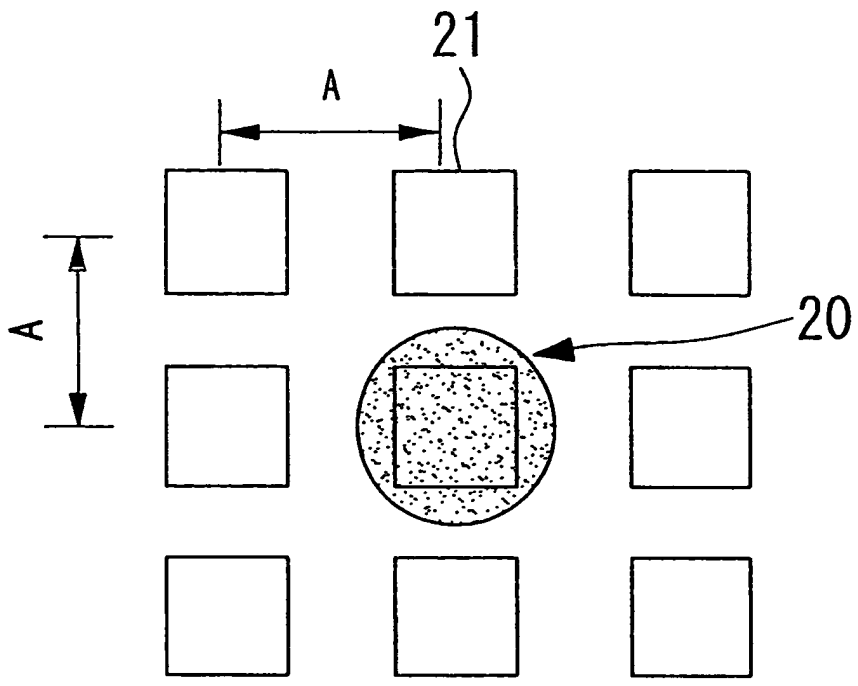


圖 3

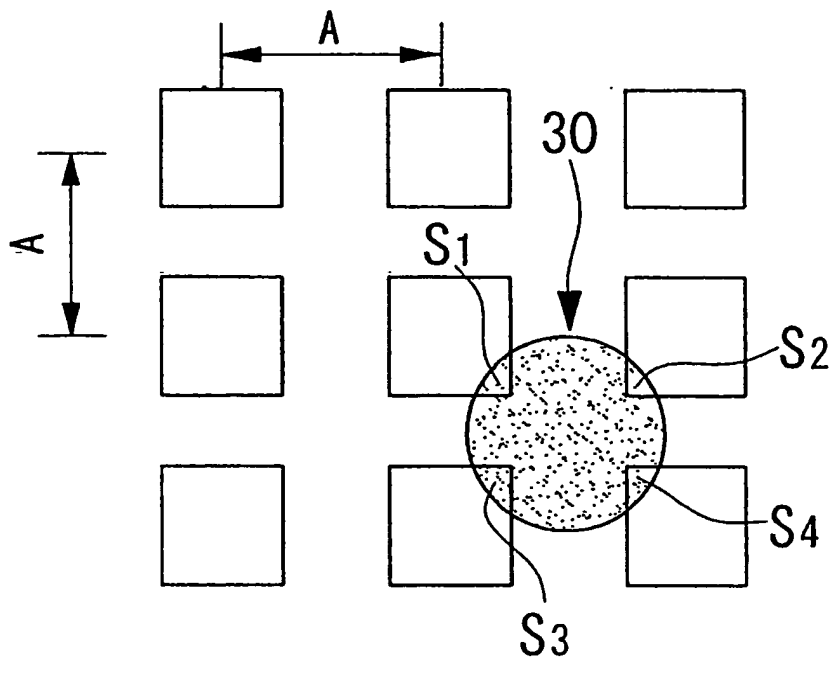


圖 4

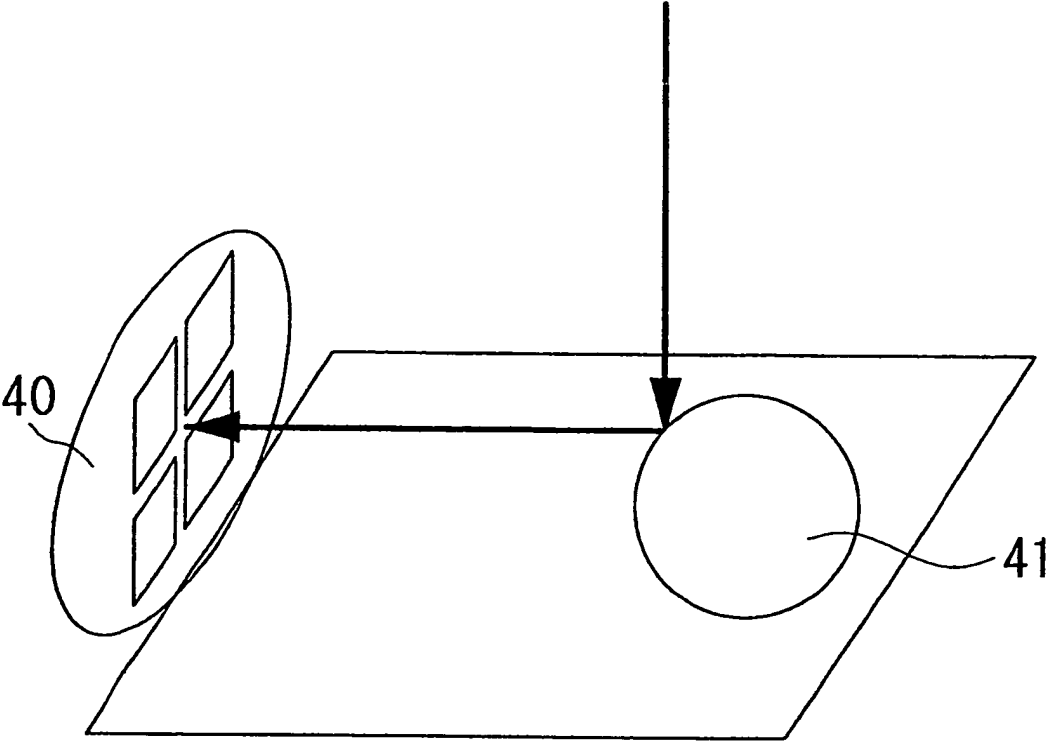


圖5

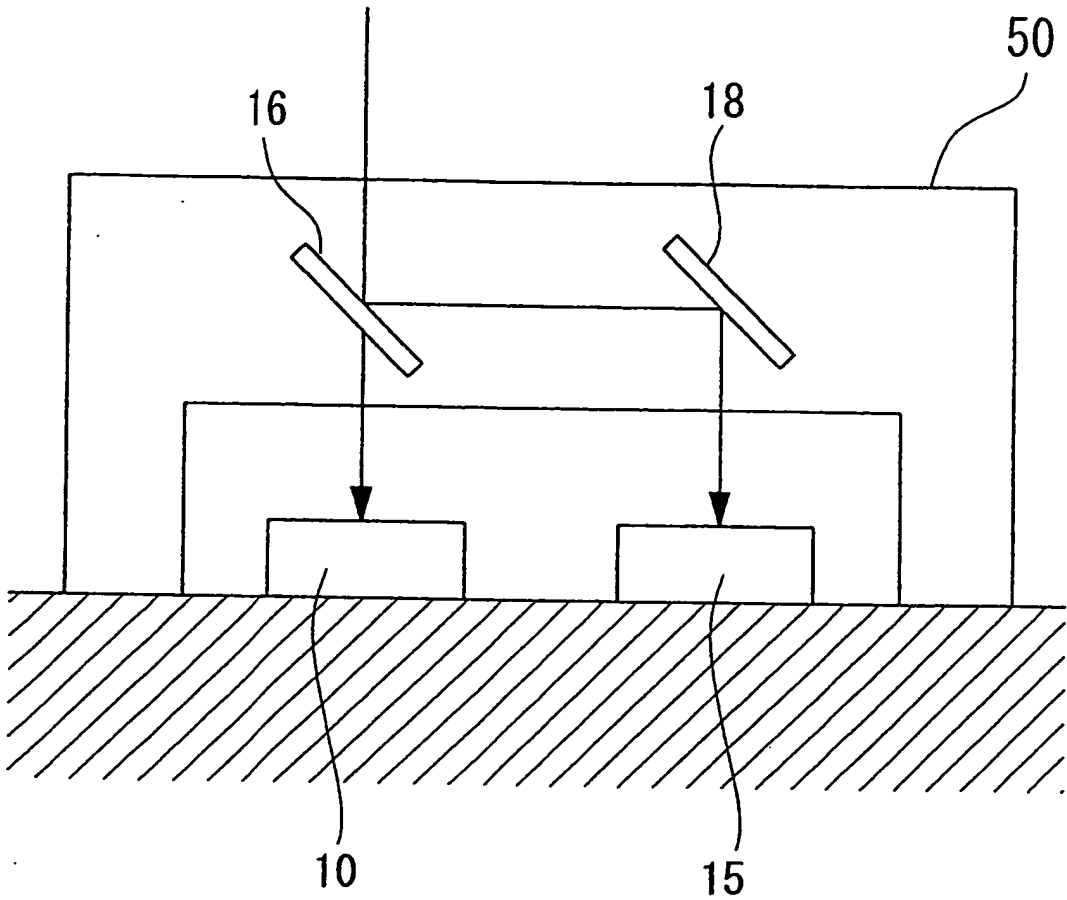


圖 6

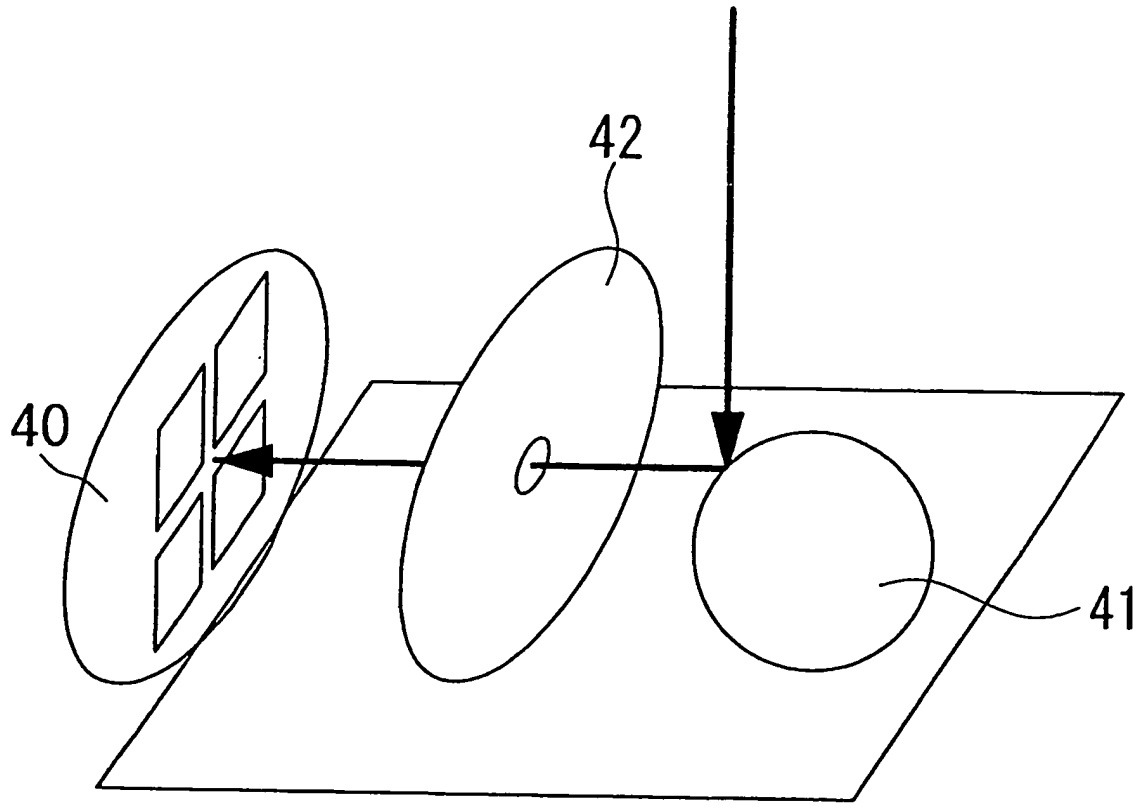
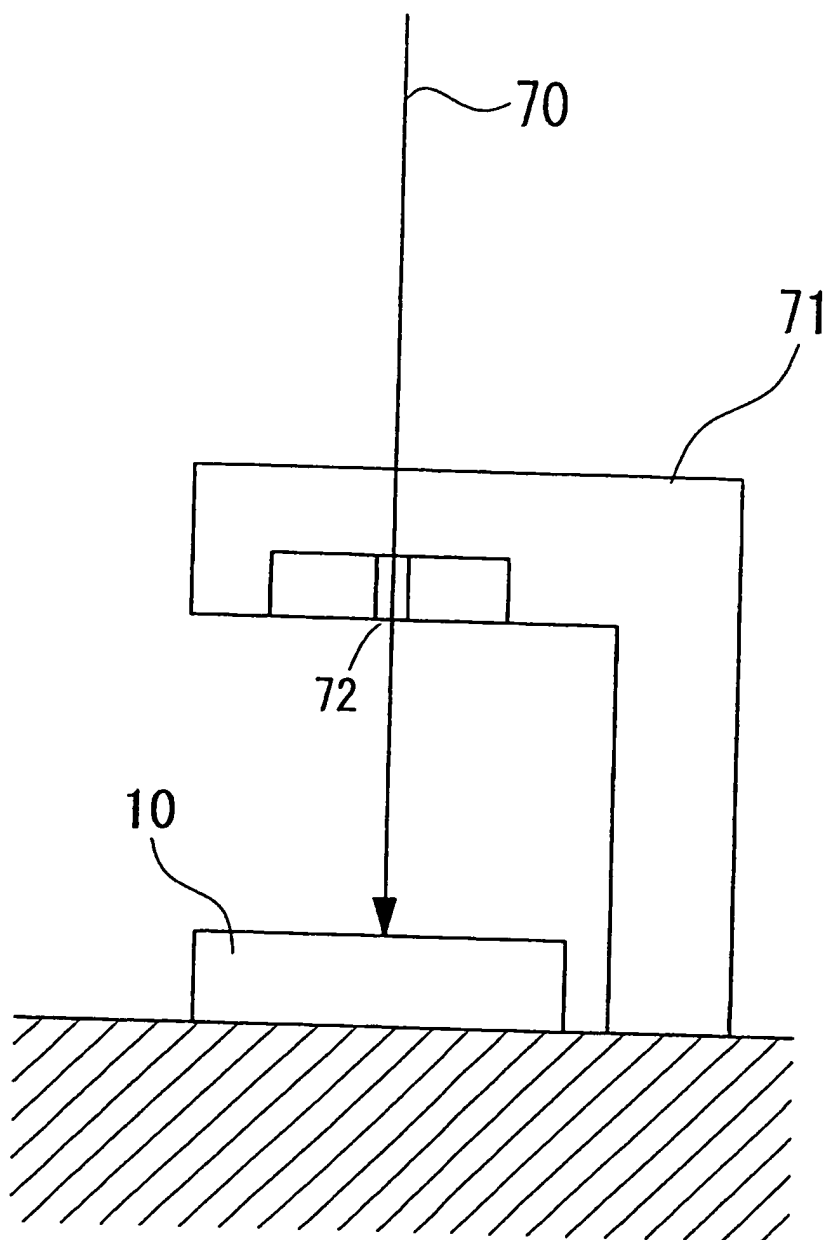


圖7



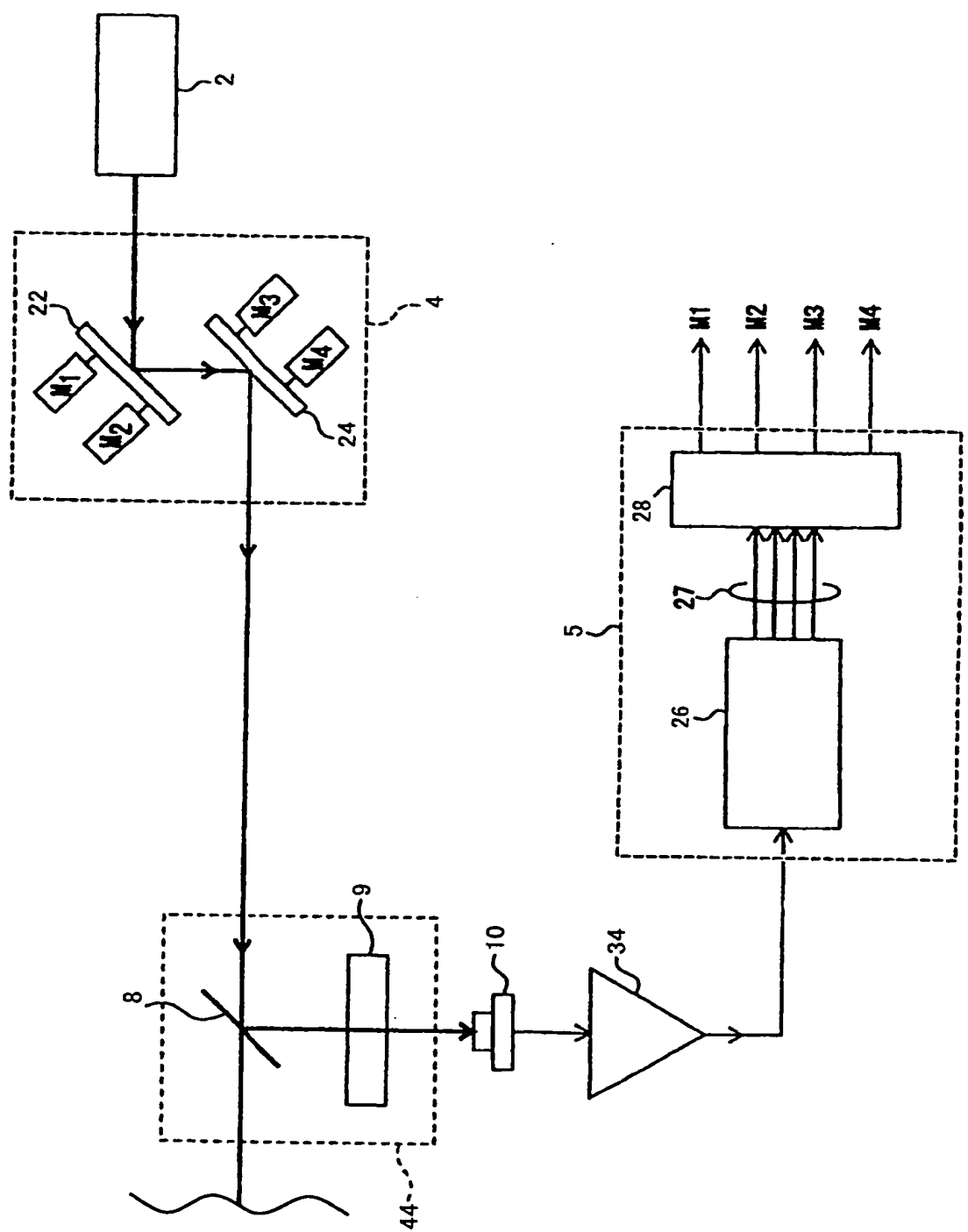


圖 8

圖 9

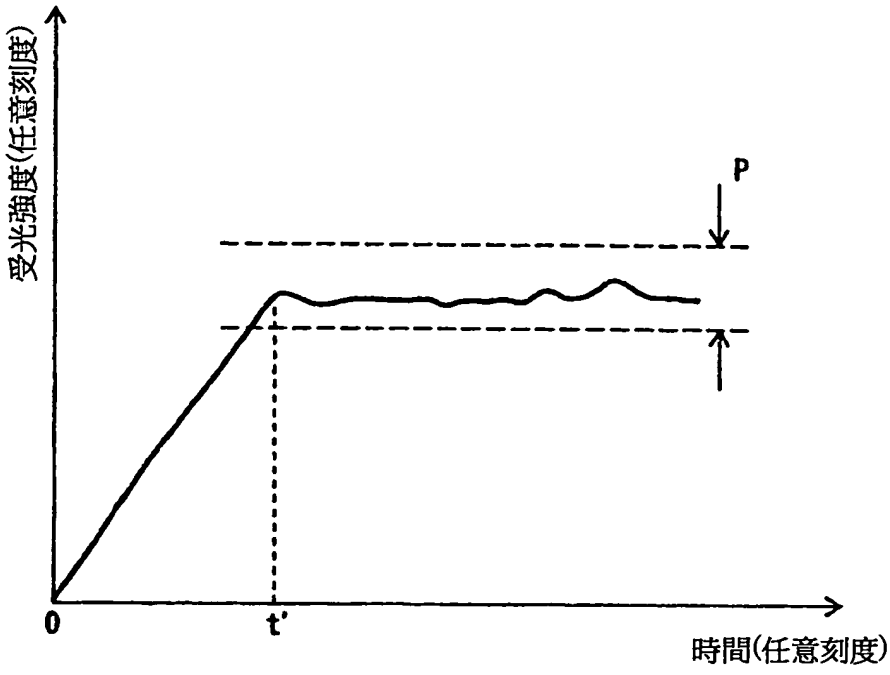
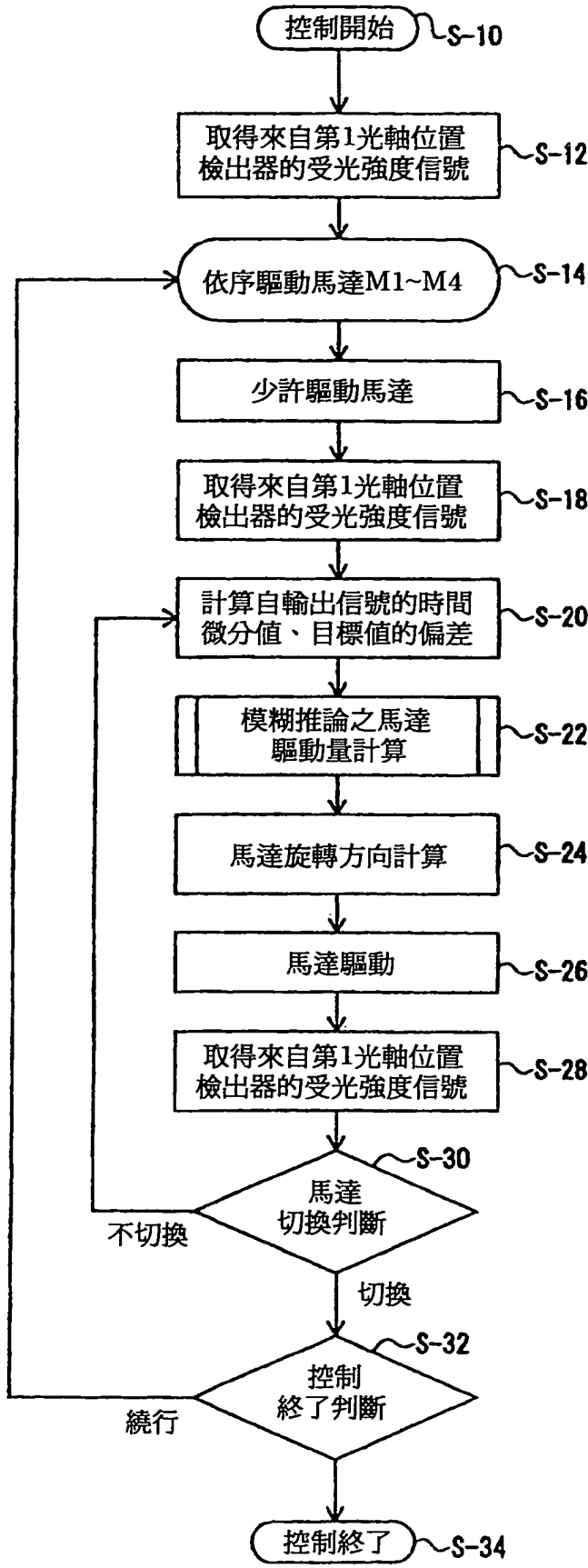
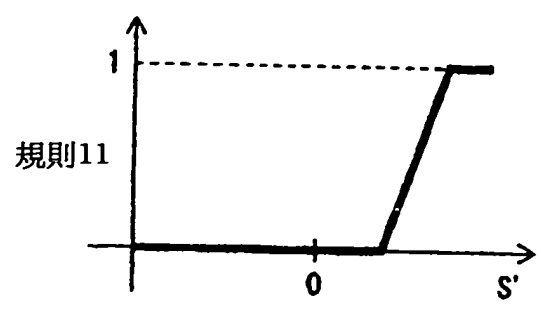


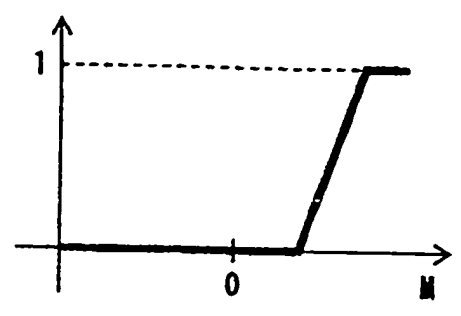
圖 10



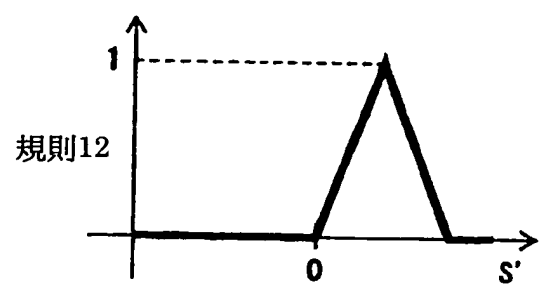
(A1) 若受光強度輸出的時間微分
在正方向大、



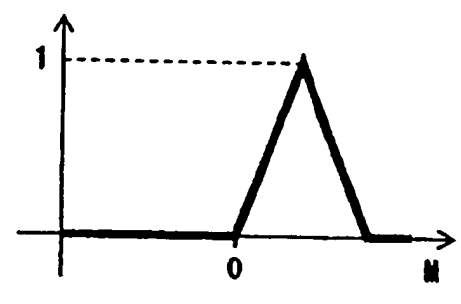
(B1) 驅動的絕對量大



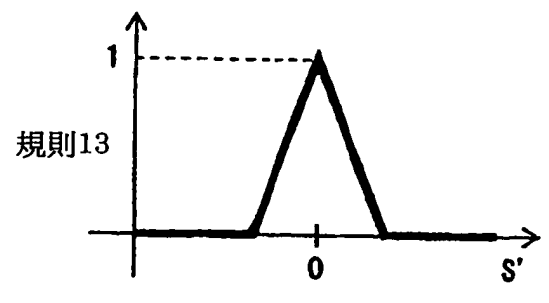
(A2) 若受光強度輸出的時間微分
在正方向小、



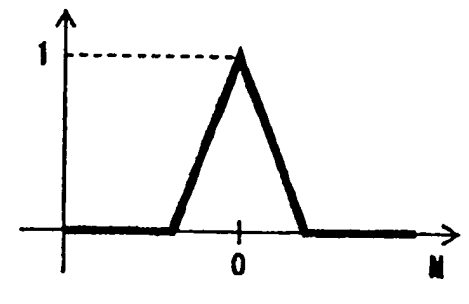
(B2) 驅動的絕對量小



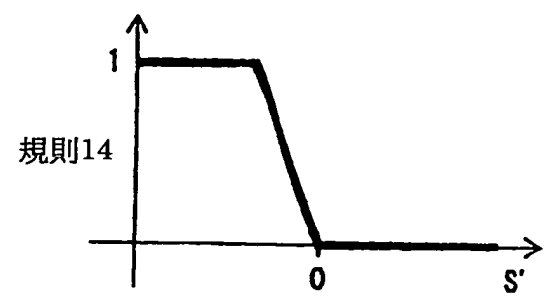
(A3) 若受光強度輸出的時間微分
為零、



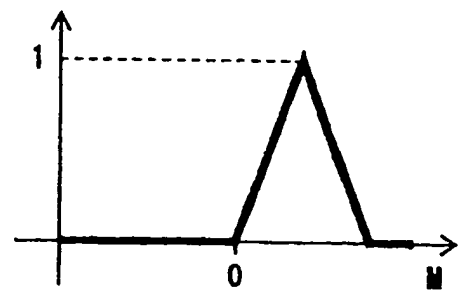
(B3) 驅動的絕對量亦零



(A4) 若受光強度輸出的時間微分
為負方向、



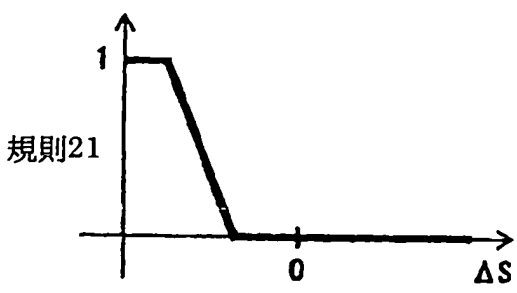
(B4) 驅動的絕對量小



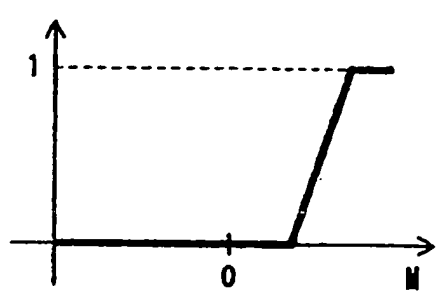
對受光強度輸出的時間微分值之歸屬函數

圖 11

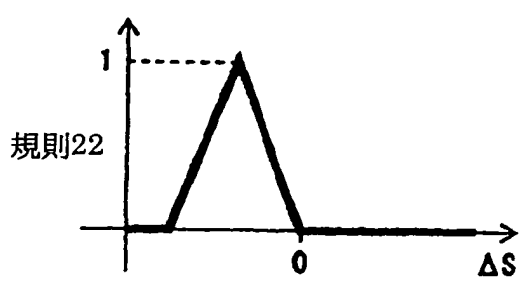
(A1) 若 ΔS 在負方向大、



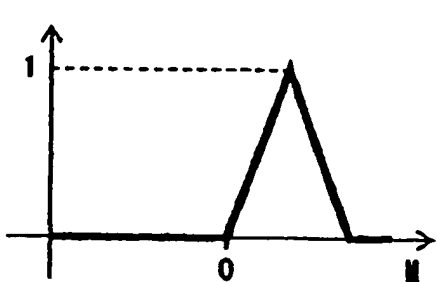
(B1) 驅動的絕對量大



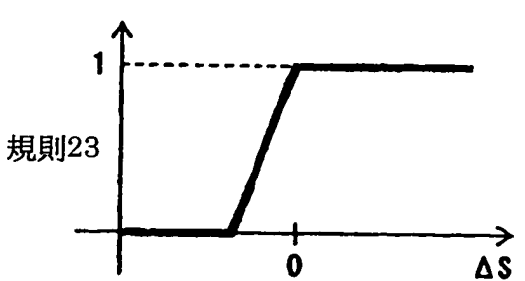
(A2) 若 ΔS 在負方向小、



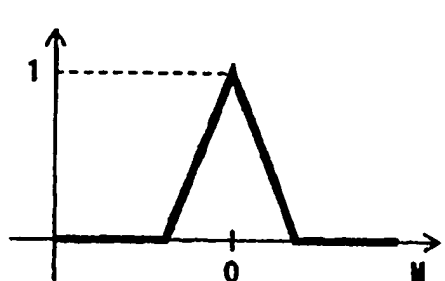
(B2) 驅動的絕對量小



(A3) 若 ΔS 比零大、

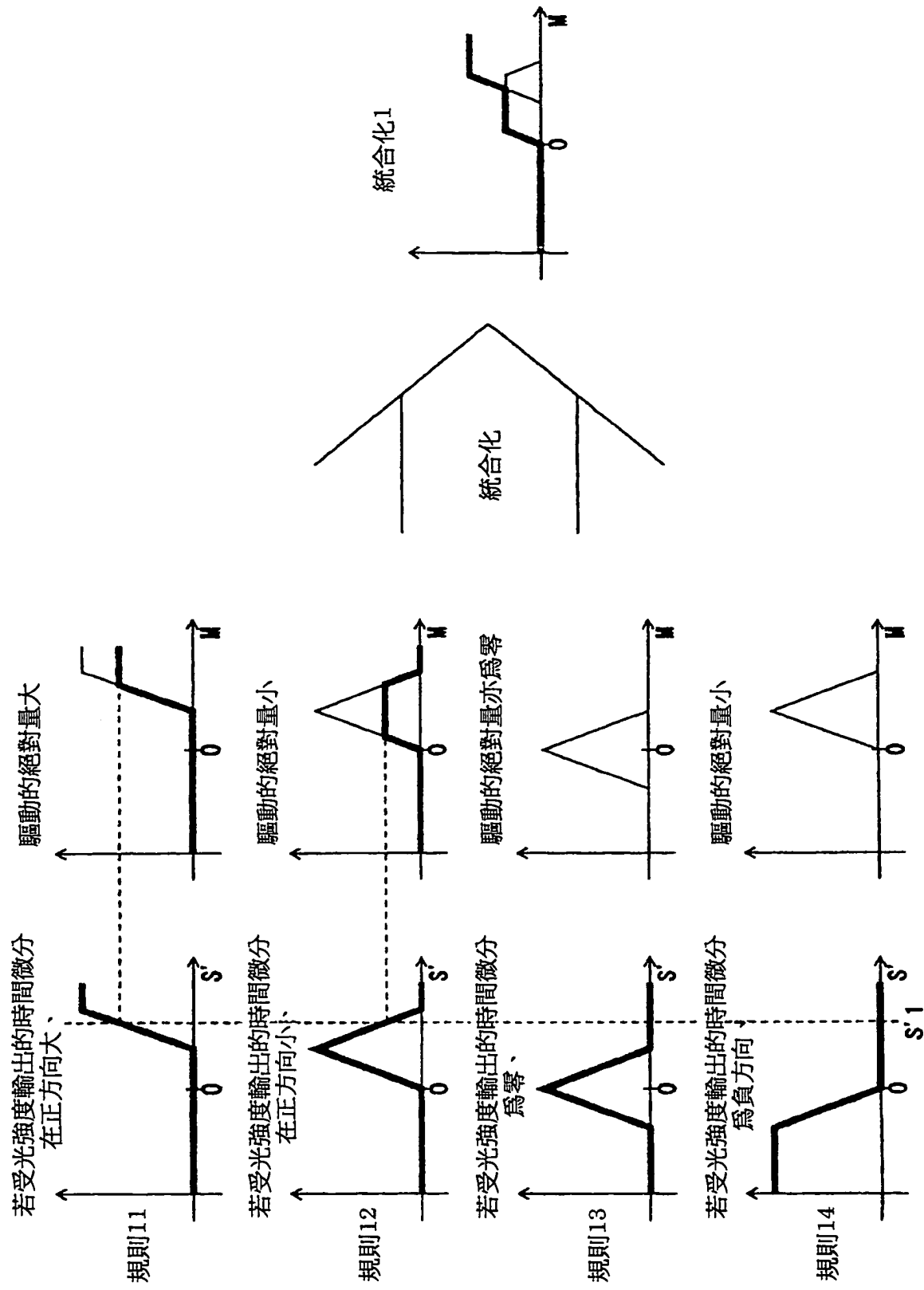


(B3) 驅動的絕對量為零



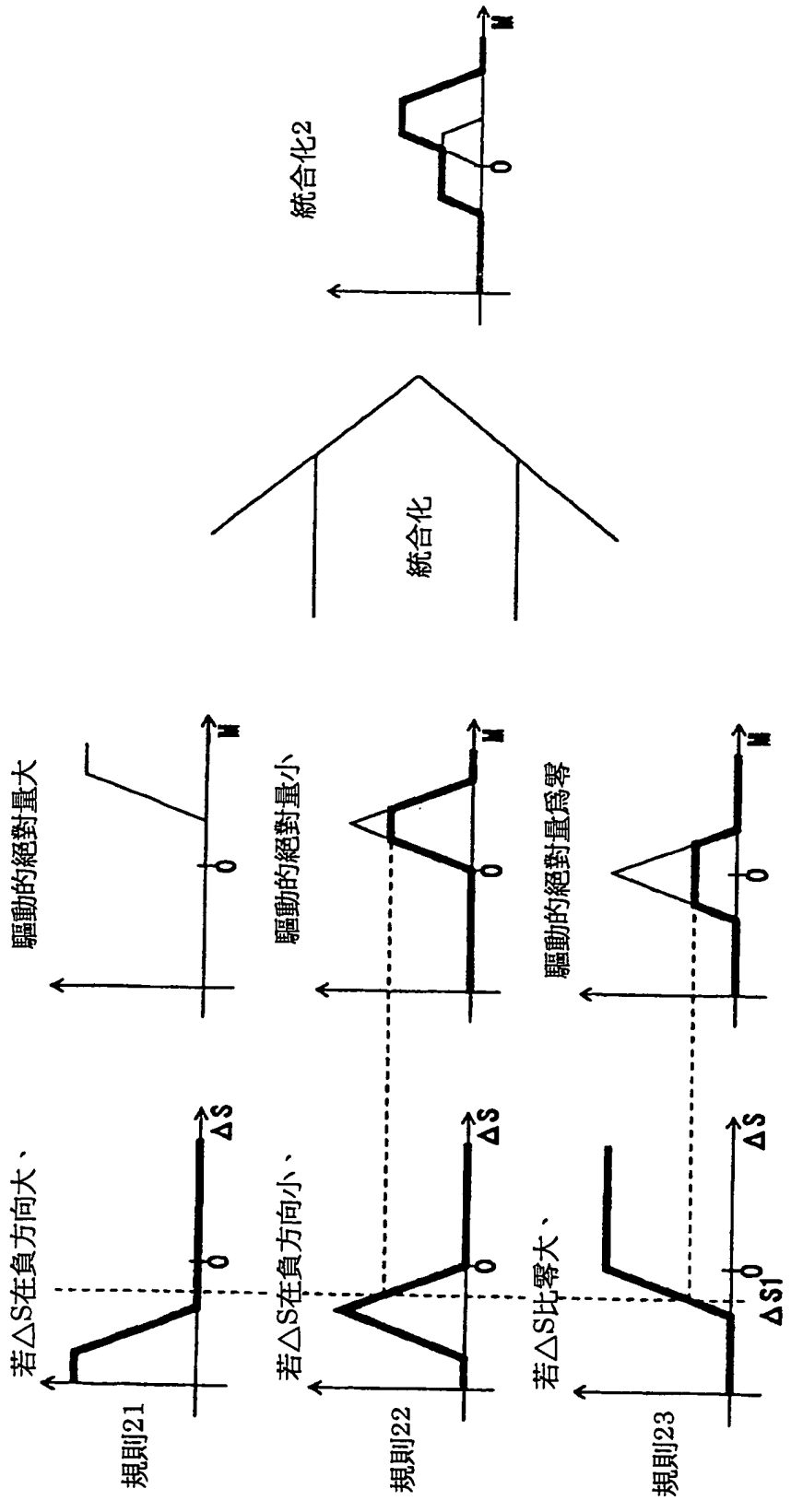
對目標輸出接近最大輸出時之光強度輸出的目標輸出之歸屬函數

圖12



供以說明根據模糊推論之統合化的步驟圖

圖13



供以說明根據模糊推論之統合化的步驟圖

圖14

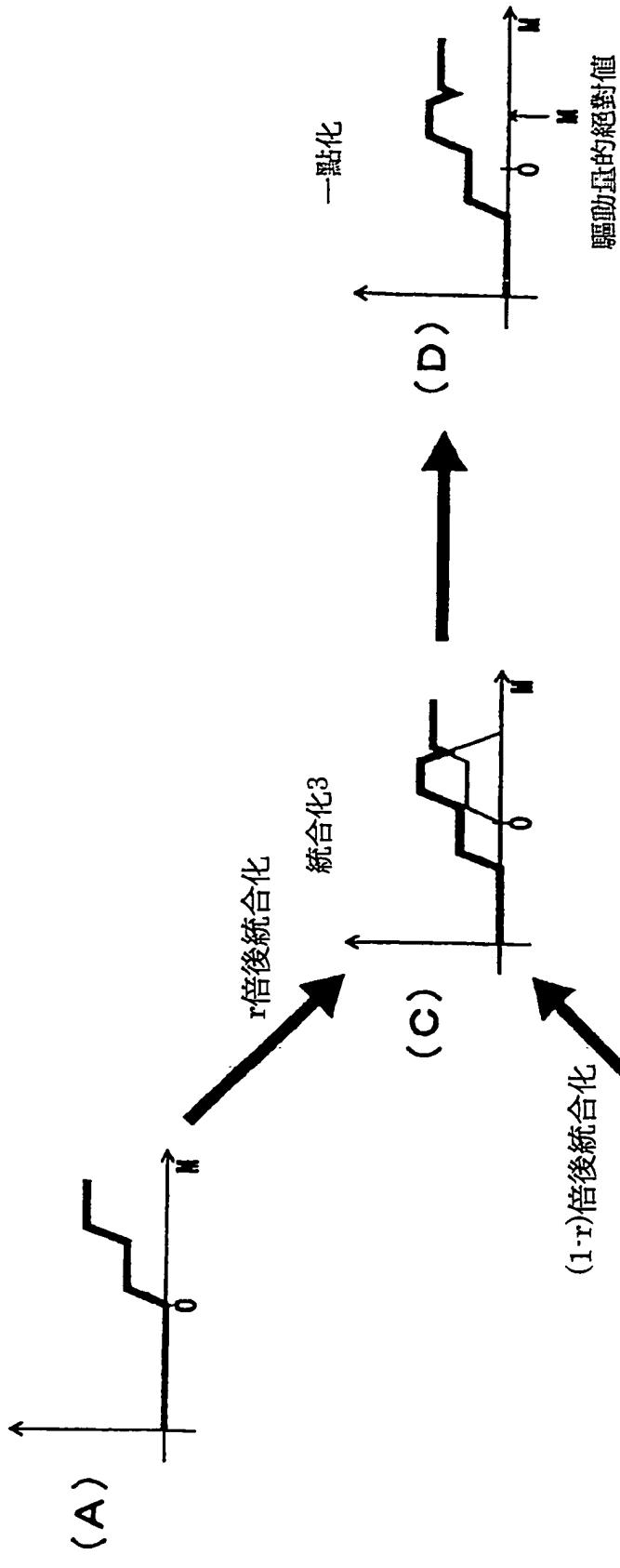


圖15

七、指定代表圖：

(一) 本案指定代表圖為：第(1)圖

(二) 本代表圖之元件符號簡單說明：

- 1：本發明的雷射加工裝置
- 2：雷射光源
- 3：防振台
- 4：光路調整部
- 5：光軸控制部
- 6：可動台
- 7：平台
- 8：半透鏡
- 9：集光透鏡
- 9'：集光透鏡
- 10：第1光軸位置檢測器
- 11：被加工物
- 12：可動台位置檢測器
- 13：全反射鏡

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：無

(12)

檢測裝置 10 的輸出」，在設置放大器 34 時，是意指來自放大器 34 的輸出。在此步驟中，在雷射光的光路的控制開始之後緊接著測定在第 1 光軸位置檢測裝置 10 所取得的受光強度。

步驟 S-14：此步驟是依序驅動馬達 M1～M4 的步驟。在馬達 M1～M4 中選定任意的馬達後開始。最初所被選擇的馬達（在此為 M1）是針對圖 8 的全反射鏡 22 來使反射面的方向變化，在受光強度極大的位置固定馬達盤的旋轉。其次所被選擇的馬達（在此為 M2）同樣是針對全反射鏡 22 來使反射面的方向變化，在受光強度極大的位置固定馬達盤的旋轉。同樣地，馬達 M3 及 M4 是針對第 2 全反射鏡 24 來使反射面的方向變化，在受光強度極大的位置固定馬達盤，而針對第 2 全反射鏡 24 來固定反射面的方向。

用以決定全反射鏡 22 及 24 的反射面的方向之馬達 M1～M4 的旋轉量是根據後述的模糊推論來決定。在此所用的模糊推論的算法是控制上述全反射鏡 22 及 24 的反射面的方向而以馬達 M1～M4 的旋轉量作為參數來說明。

步驟 S-16：此步驟是為了確定馬達 M1～M4 的旋轉方向，而進行旋轉驅動的試行驅動步驟。

步驟 S-18：此步驟是取得與照射至第 1 光軸位置檢測器 10 的雷射光的受光強度成比例的信號之步驟。

在上述的步驟 S-16 及 S-18 中，若得知藉由使馬達旋轉於特定的方向，在第 1 光軸位置檢測器 10 受光的受光

(19)

參照圖 12 來視覺性地說明上述新的規則。圖 12 所示的 (A1) ~ (A3) 是表示上述模糊規則之各個規則 21 ~ 23 的前件部。在 (A1) ~ (A3) 中，橫軸是表示 ΔS ，縱軸是表示合致的程度（取 0 ~ 1 的值之範圍）。另一方面，圖 12 所示的 (B1) ~ (B3) 是表示上述模糊規則之各個規則 21 ~ 23 的後件部。橫軸是表示馬達的驅動量（旋轉量）的絕對值 M ，縱軸是表示合致的程度。

藉由模糊推論來計算馬達的驅動量（旋轉量）的手法，在此可利用 min-max 合成重心法。若藉由第 1 光軸位置檢測器來檢測出受光強度，則可根據其值來求取 S' 及 ΔS 。今，假設 S' 及 ΔS 的值，說明求取 S'_1 及 ΔS_1 者。

圖 13 是供以說明根據規則 11 ~ 14 之統合化的步驟。在此圖 13 中，對應於規則 11 ~ 14 的歸屬函數是再記錄與圖 12 所示的歸屬函數相同者。

由於 $S' = S'_1$ ，因此在表示對應於圖 13 所示的規則 11 ~ 14 之歸屬函數的前件部的圖中，藉由縱的點線來表示對上顯示 S' 的橫軸之 S'_1 的位置。由此圖可知，因為在上述規則 13 及規則 14 中，前件部的適合度為 0，所以後件部亦為 0。在上述規則 11 及規則 12 中，由於前件部的適合度不為 0，因此會使對應於該適合度來進行後件部的歸屬函數的去頭處理。其結果，規則 11 ~ 14 的模糊推論會被進行，求取圖 13 中作為統合化 1 表示之後件部的邏輯和（統合化 1），作為該等的結果。另外，顯示作為統合化 1 表示之後件部的邏輯和之函數是藉由合成進行規

十、申請專利範圍

1. 一種雷射加工裝置，其特徵係具備：

光源，其係輸出雷射光；

光路調整部，其係調整該雷射光的光路；

第 1 分光器，其係將雷射光分光；

可動台，其係具有特定的可動域，載置被加工物；

可動台位置檢測器，其係檢測出可動台的位置；

第 1 光軸位置檢測器，其係檢測出上述所被分光之雷射光的光軸的位置；

平台，其係載置上述可動台、可動台位置檢測器、及第 1 光軸位置檢測器；及

光軸控制部，其係接受來自上述第 1 光軸位置檢測器的輸出，而控制上述光路調整部，調整上述分光後的雷射光的光軸，

上述光軸控制部係進行包含下列過程的模糊控制：

測定由上述第 1 光軸位置檢測器所檢測出的雷射光的輸出信號的值（ s ）之過程；

計算上述輸出信號的時間差分値（ $S'=(S_2-S_1)/(t_2-t_1)$ ）之過程；

計算上述測定的輸出信號的值（ s ）與特定的目標值（ s_0 ）的偏差的比例（ ΔS ）之過程；及

使按照對 S' 的歸屬函數所求取的結果、及按照對 ΔS

71年3月6日修(更)正替換頁

的歸屬函數所求取的結果統合化之過程。

2.如申請專利範圍第 1 項之雷射加工裝置，其中，更具備：

第 2 分光器，其係將上述分光後的雷射光再分光；及

第 2 光軸位置檢測器，其係用以檢測出藉由第 2 分光器所分光之光軸的位置，

以第 1 光軸位置檢測器及第 2 光軸位置檢測器中雷射光能夠在特定的位置被檢測出之方式來控制上述光軸控制部。

3.如申請專利範圍第 1 或 2 項之雷射加工裝置，其中，第 1 光軸位置檢測器或第 2 光軸位置檢測器的至少一方，係藉由在第 1 分光器所被分光的雷射光或第 2 分光器所被分光的雷射光反射於球狀的反射面而以 4 象限感測器來受光，進行各雷射光的光軸的位置檢測。

4.如申請專利範圍第 1 或 2 項之雷射加工裝置，其中，在上述第 1 分光器與第 1 光軸位置檢測器之間，或上述第 2 分光器與第 2 光軸位置檢測器之間的至少一方配置具有用以使雷射光通過的特定口徑之針孔。

5.如申請專利範圍第 3 項之雷射加工裝置，其中，在上述第 1 分光器與第 1 光軸位置檢測器之間，或上述第 2 分光器與第 2 光軸位置檢測器之間的至少一方配置具有用以使雷射光通過的特定口徑之針孔。