

# 發明專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※ 申請案號：P312306P

※ 申請日期：P3.8.2

※IPC 分類：

G02B<sup>26</sup>/<sub>10</sub>

B23K<sup>26</sup>/<sub>00</sub>

一、發明名稱：(中文/英文)

電流掃描器之控制方法、電流掃描器及雷射加工機

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

日立比亞機械股份有限公司

代表人：(中文/英文)

上野 健夫

住居所或營業所地址：(中文/英文)

日本神奈川縣海老名市上今泉 2100 番地

國 籍：(中文/英文)

日本

三、發明人：(共 5 人)

姓 名：(中文/英文)

1. 大槻 治明

2. 遠山 聰一

3. 關 健太

4. 大久保 彌市

5. 北村 大介

國 籍：(中文/英文)

1.2.3.4.5. 日本

#### 四、聲明事項：

主張專利法第二十二條第二項  第一款或  第二款規定之事實，  
其事實發生日期為： 年 月 日。

申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號 順序註記】

有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

日本；2004.02.19；2004-043050

無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

主張專利法第三十條生物材料：

須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

## 九、發明說明：

### 【發明所屬之技術領域】

本發明，係關於用來掃描雷射等光的電流掃描器之控制方法、電流掃描器、以及使用此種電流掃描器照射雷射來進行印刷電路基板之鑽孔的雷射加工機。

### 【先前技術】

具有雷射掃描功能之雷射裝置之一例的印刷電路基板鑽孔用雷射加工機，係將雷射以脈衝狀照射於印刷電路基板，用來鑽設基板之導體層間連接用孔。習知之印刷電路基板鑽孔用雷射加工機，例如，具備：XY 台伺服機構，載置印刷電路基板使印刷電路基板沿水平面內之 XY 方向移動；及一對電流掃描器伺服機構，用來將雷射光束沿上述印刷電路基板上之 XY 方向掃描(例如，參閱專利文獻 1)。

電流掃描器之構造，例如，係將線圈固定於一體貫穿擺動軸之中央區間，鄰接於此線圈兩端配置一對軸承，在其一邊之外側配置角度檢測器，在另一邊之外側配置反射鏡裝配部(例如，參閱專利文獻 2)。

以下，使用圖式更詳細說明。

圖 5，係表示習知之雷射加工機之電流反射鏡伺服機構(電流掃描器伺服機構)之構成例的方塊圖。

電流掃描器 100 之電磁擺動致動器 110，係用來使擺動軸 111 擺動。在擺動軸 111 之一端部，透過反射鏡托架(mirror mount)131 裝設反射鏡 130，在另一端部裝設角度

檢測器 120。

由於以上之構成，對應擺動軸 111 之擺動改變反射鏡 130 之方向，使射入反射鏡 130 之雷射光束 30 之出射方向變化。擺動軸 111、即反射鏡 130 之擺動角度，係藉由角度檢測器 120 檢測。

上位控制裝置 10，解譯 NC 程式，對應雷射光束 30 應定位之對象物上之位置，將反射鏡 130 之目標定位角度 11 告知電流掃描器控制裝置 20。

圖 6，係構成習知之電流掃描器控制裝置 20 之掃描器伺服機構的方塊圖，虛線之左側係表示伺服處理器之軟體所執行之部分，右側係表示硬體之連接關係與信號之流程。

目標軌道產生處理部 210，依據目標定位角度 11，計算各時刻之電流掃描器擺動角度目標值 215，產生掃描器伺服機構之目標軌道。此目標值 215，藉由減法機構 222 減去檢測出之掃描器之擺動角度 255 而成為偏差 225。此偏差 225，以補償要件 220 實施控制運算處理算出操作量信號 226。操作量信號 226 以 D/A 轉換器 230 轉換成類比信號，而成為電流控制系統 240 之指令值(驅動信號)21。在電流控制系統 240 之輸出側，連接電流致動器 110 之電樞，並連接與其串聯之電流檢測用電阻 241。電流檢測用電阻 241 之端子電壓，以差動放大器 242 檢測後，作為電流信號反饋至電流控制系統 240。結合於擺動軸 111 之編碼器 120，對應擺動量產生脈衝(位置信號)22，將此脈衝

以脈衝計數器 250 計數後，當作擺動角度 255 反饋。

藉由將此等處理重複進行，使反射鏡 130 慢慢地接近目標位置。完成定位後，從電流掃描器控制裝置 20 將定位完成信號 12 傳送至上位控制裝置 10。

省略圖示之雷射振盪器所輸出之雷射光束 30 藉由反射鏡 130 反射，透過  $F\theta$  透鏡 140 照射於對象物之加工位置。在圖 5 中，表示對應反射鏡 130 之 3 種擺動角度的點 A、點 B、點 C 之 3 個加工位置。

圖 7，係電流致動器的截面圖。

將圓筒狀之內軛(inneryoke)112 配置成環繞擺動軸 111 之形狀，在其外側，隔著圓筒狀之空隙 G，沿周方向配置分割成 4 等分之永久磁鐵 113a、113b、113c、113d。永久磁鐵 113a~113d 以朝半徑方向極化之方式磁化，永久磁鐵 113a 與永久磁鐵 113c、又永久磁鐵 113b 與永久磁鐵 113d 分別朝同一方向磁化。

在永久磁鐵 113a~113d 之外側，配置外軛(outeryoke)114，由此等構件形成磁路。並且，藉由永久磁鐵 113a~113d 及內軛 112 所形成之磁場，在空隙 G 產生大致半徑方向之磁通 M。又，在空隙 G 配置構成電樞之線圈的導線群組 115a、115b、115c、115d 如圖示。

依上述之構成，若將線圈通電，在導線群組 115a、115b、115c、115d 沿圖 7 所示之方向流通電流，藉由磁通與電流之相互作用，沿圓周方向的力量(洛倫茲力)將作用於導線群組 115a~115d。因線圈、即導線群組 115a~115d

係固定於擺動軸 111，故此力量成為使擺動軸 111 驅動之轉矩。此轉矩與通過線圈之電流成比例，其比例常數則係轉矩常數。

(專利文獻 1) 日本特開 2002-137074 號公報(第 2 頁、圖 6)

(專利文獻 2) 日本特開 2002-6255 號公報(第 2 頁、圖 6)

### 【發明內容】

近年來，對雷射加工機等之電流掃描器應用製品之加工效率提高的要求越來越高，對電流掃描器伺服機構亦要求高速響應。電流掃描器，雖在既定之角度範圍進行使反射鏡擺動之動作，但在此角度範圍內之電流掃描器特性不一定相同。

即，在上述圖 7 所示之電流致動器 110 之情形，永久磁鐵 113a~113d 之中央附近之磁通  $M$  雖朝半徑方向，但越接近端部則越偏離半徑方向，密度亦變低。因此，若導線群組 115a~115d 接近永久磁鐵 113a~113d 之端部，則會產生轉矩常數之降低。

圖 8，係表示擺動角度與轉矩常數之關係之一例的曲線圖，擺動角度  $\theta_B$  係擺動之中心，擺動角度  $\theta_A$  係正側的角度，擺動角度  $\theta_C$  係負側的角度，對應圖 5 之加工位置 A、B、C 之擺動角度。

圖 9，係將在擺動角度  $\theta_A$ 、 $\theta_B$ 、 $\theta_C$  之加工位置進行

相同衝程(stroke)之定位時的伺服機構之偏差信號的曲線重疊的圖。

從該圖 9 可知，雖在擺動角度  $\theta_B$  表示適宜之響應，但在擺動角度  $\theta_A$  或擺動角度  $\theta_C$  則產生超越(overshoot)。即，因轉矩常數依擺動角度變化，故會有在某角度具有良好之定位響應性的伺服機構，而在另一角度產生超越、或變成過衰減(overdamping)的問題。

然而，要將作用於線圈之磁場之強度不拘擺動角度而使其一樣係相當困難，即使通過相同電流，對應擺動角度作用於轉子之轉矩大小亦會變動。即使使用其他構造產生轉矩之電流掃描器，要使轉矩常數完全不依擺動角度而變動，亦相當困難。

本發明之目的，在於提供：不拘擺動角度，能以高速定位反射鏡的電流掃描器之控制方法、電流掃描器、及藉由此種電流掃描器照射雷射來進行印刷電路基板之鑽孔的雷射加工機。

本發明之第 1 手段之電流掃描器之控制方法，係依據指令信號與現在位置之偏差使用以擺動反射鏡之致動器動作，來控制射入該反射鏡之光之出射角，其特徵在於具備以下步驟：

計測對應擺動角度之該致動器之增益變化的步驟；及以消除該增益變化之方式，來修正該致動器之操作量的步驟。

本發明之第 2 手段之電流掃描器，係依據指令信號與

現在位置之偏差而使用以擺動反射鏡之致動器動作，來控制射入該反射鏡之光之出射角，其特徵在於具備：

計測機構，用以計測對應擺動角度之該致動器之增益變化；及

記憶機構，用以記憶藉由該計測機構在實際動作之前所檢測之增益變化；及

修正機構，在實際動作時以將記憶於該記憶機構之增益變化消除之方式，來修正該致動器之操作量。

本發明之第 3 手段之雷射加工機，其特徵在於：具備申請專利範圍第 2 項之電流掃描器，藉由該電流掃描器來掃描雷射光束以對工件進行加工。

因不拘擺動角度，而能以高速定位反射鏡，故能使加工速度提高。

### 【實施方式】

圖 1，係構成電流掃描器控制裝置 50(具備依據本發明之轉矩常數計測功能)之掃描器伺服機構的方塊圖，虛線之左側係表示伺服處理器之軟體所執行之部分，右側係表示硬體之連接關係與信號之流程。又，對與圖 6 相同之功能使用同一符號，省略重複說明。又，雖省略圖示，但電流掃描器控制裝置 50 具備 LAN 介面(interface)，透過 LAN 能與遠處之主電腦通訊。

激振信號產生處理部 260 產生小振幅之正弦波信號。又，此正弦波之頻率，係避開控制對象之掃描器致動器

(scanner actuator)之共振頻率、或放大器之各種雜訊之頻率、摩擦之影響顯著之低頻區域等，而設定於傳遞函數顯示慣性體之雙重積分特性的頻率。

信號連接遮斷處理部 261，將輸出自激振信號產生處理部 260 之信號連接或遮斷於加法處理部 262。加法處理部 262，將激振信號產生處理部 260 及從目標值產生處理部 210 輸出之目標值 215 相加後，輸出至減法機構 222。

將補償要件 220 之輸出，輸入至信號連接轉換處理部 227 之端子 a 與轉矩常數變動補償部 300，轉矩常數變動補償部 300 之輸出，則輸入至信號連接轉換處理部 227 之端子 b。信號連接轉換處理部 227 之輸出，則從端子 c 輸入至 D/A 轉換器 230。

在增益計測信號處理部 270，將擺動角度 255 透過信號連接遮斷處理部 271 輸入，並且將操作量信號 226 透過信號連接遮斷處理部 272 輸入，處理結果 284 則記憶於記憶體 290 內所指定之位址。

其次，說明增益計測信號處理部 270。

圖 2，係表示本發明之增益計測信號處理部之構成的方塊圖。

第 1 數位濾波器 273 之輸入側連接於信號連接遮斷處理部 271，輸出信號透過第 1 峰值保持部 277 輸入於除法處理部 279。第 2 數位濾波器 274 之輸入側連接於信號連接遮斷處理部 272，輸出信號透過第 2 峰值保持部 278 輸入於除法處理部 279。第 1 及第 2 數位濾波器 273、274，

係具有帶通(band pass)特性，僅使與藉由激振信號產生處理部 260 所產生之正弦波頻率相同的頻率成分通過，並遮斷其他成分。又，圖 2 之 283 係時序信號。

其次，說明本發明之動作。

如上述，轉矩常數會對應擺動角度變化。因此，為了要抑制響應波形之變動，需要對應各掃描器及其設定(setting)來計測圖 8 所示之轉矩常數之變動。

因此，在定位之前，依以下之步驟測定對應擺動角度之轉矩常數。

首先，將信號連接遮斷處理部 261、271、272 設定於連接側，並且將信號連接轉換處理部 227 之端子 c 連接於端子 a，使補償要件 220 之輸出信號直接輸入至 D/A 轉換器 230。以此狀態，目標值產生處理部 210 設定對應待計測之擺動角度的目標值 215，並且激振信號產生處理部 260 產生小振幅之正弦波信號。因從激振信號產生處理部 260 輸出之正弦波信號藉由加法處理部 262 加到目標值 215，故擺動軸 111 被驅動成以待測量之擺動角度為中心之正弦波狀。

擺動角度 255 與操作量信號 226，依各取樣周期取入，分別以第 1 及第 2 數位濾波器 273、274 處理。第 1 及第 2 數位濾波器 273、274 具有帶通特性，僅使與激振信號產生處理部 260 所產生之正弦波頻率相同之頻率成分通過，並遮斷其他成分；故激振開始後不久，經過一段時間，在此等濾波器之輸出會出現對應激振信號之控制對象之輸入

信號成分 275，對應激振信號之控制對象之輸出信號成分 276。又，第 1 及第 2 數位濾波器 273、274 因進行相同之處理，故要調查輸入信號成分 275 與輸出信號成分 276 之間之傳遞特性時，會抵消濾波器之影響。

輸入信號成分 275 與輸出信號成分 276，分別輸入於第 1 及第 2 峰值保持部處理部 277、278，使正弦波狀信號之峰值保持，當作輸出而獲得輸入信號振幅 281、輸出信號振幅 282。

經過充分之時間後，藉由時序信號 283 在除法處理部 279 進行除算處理，將輸入信號振幅 281 除以輸出信號振幅 282，算出控制對象增益之倒數 284，記憶於記憶體 290 中對應計測時之擺動角度的位址 291 所指定之位置。

將使用圖 1 與圖 2 所說明之一連串之處理，在可動範圍內藉由將擺動角度之目標值邊稍微改變邊重複進行，能進行對可動範圍全體之轉矩常數變化之計測，而記憶於記憶體 290。

在加工時，將信號連接遮斷處理部 261、271、272 設定於遮斷側，並且將信號連接轉換處理部 227 之端子 c 連接於端子 b，使補償要件 220 之輸出信號透過轉矩常數變動補償部 300 輸入至 D/A 轉換器 230。如此，轉矩常數變動補償部 300 則對應擺動角 255、即擺動角  $\theta$  並參閱記憶體 290，以抵消轉矩常數之變化之方式(例如，使其等於測定所得之轉矩常數之最大值)放大操作量信號 226，輸出至 D/A 轉換器 230。其結果，因不拘擺動角度  $\theta$  可使轉矩常

數為一定，故能使反射鏡以高速定位，而能提高加工速度。

又，對記憶體 290，就算替代擺動角 255 而使用目標值 215，亦能獲得相當之補償效果。

然而，上述方法之情形，若要提高定位精度，必須增加擺動角  $\theta$  之計測次數，故用來測定轉矩常數之變化所需要之時間則變長。因此，若採取如下之方法，則能提高定位精度並能縮短測定時間。

即，轉矩常數之變化大致係表示圖 8 所示之特性之情形，若以可動範圍中央之原點之轉矩常數進行正規化，則成為圖 3 實線所示之曲線，在原點之值成為 1。若考慮此正規化轉矩常數之倒數則變成該圖虛線所示之曲線，能以擺動角度之 4 次函數近似。設此 4 次函數為

$$Kc = a_1 \theta^4 + a_2 \theta^3 + a_3 \theta^2 + a_4 \theta + a_5 \quad \dots \quad \text{式 1}$$

其中， $Kc$  係控制對象之增益之倒數， $\theta$  係擺動角度， $a_1$ 、 $a_2$ 、 $a_3$ 、 $a_4$ 、 $a_5$  係係數。藉由一連串之計測，若在擺動角度

$$\theta = \{ \theta_1, \theta_2, \dots, \theta_n \} \quad \dots \quad \text{式 2}$$

獲得增益

$$Kc = \{ Kc_1, Kc_2, \dots, Kc_n \} \quad \dots \quad \text{式 3}$$

若  $n=5$ ，則可無歧異的定出  $a_1$ 、 $a_2$ 、 $a_3$ 、 $a_4$ 、 $a_5$ ，若  $n$  更多則能以最小平方法決定。當如上述所獲得之係數之推定值為  $A$ ，則能以下式計算修正係數。

$$Kc = A_1 \theta^4 + A_2 \theta^3 + A_3 \theta^2 + A_4 \theta + A_5 \quad \dots \quad \text{式 4}$$

如上述構成之情形，轉矩常數變動補償部 300 根據擺

動角度與係數計算修正係數，乘上操作量信號 226 後，交給 D/A 轉換器 230。藉此，能補償各擺動角度之轉矩常數對原點之轉矩常數的變化，能保持伺服機構之動特性為一定。

通常，轉矩常數之變化情形，依各電流掃描器之個體而有偏差，亦有經年變化的情形。又，因藉由電流掃描器裝配於雷射加工機之狀態，或反射鏡裝配於電流掃描器之狀態亦會變化，故為了維修將掃描器或反射鏡拆除而再裝配，雖設置於相同加工位置，可能發生無法重現原響應之情形，然而依本發明，能經常提高加工速度。

又，在式 1，雖設定 4 次曲線相對於中央(即擺動角度  $\theta = 0$ )係對稱，但依永久磁鐵 113a~113d 之特性，導線群組 115a~115d 之偏差，裝配之偏差等，會有可動範圍之中央不在轉矩常數最大之位置之情形。即使此種情形，若使取樣數  $n$  為 5 以上，因能求出對 4 次曲線中央之偏移量，故能進行精度良好之補償。

又，在上述，雖將轉矩常數變動補償部 300 配置於補償要件 220 與 D/A 轉換器 230 之間，但亦可將伺服控制迴路內之前方部分、即補償要件 220 內省略圖示之增益加以修正。

圖 4，係適用本發明之印刷電路基板鑽孔用雷射加工機的構成圖，對發明之本質不相關之部分係省略圖示。在該圖，從雷射振盪器 310 輸出之雷射光束 30，透過反射鏡 313a、反射鏡 313b，經過由準直器(collimator)312 及孔徑

(aperture)314 等所構成之光學的光束處理系統來整形，進一步透過反射鏡 313c、反射鏡 313d、反射鏡 313e、反射鏡 313f 而射入第 1 電流掃描器 100a 之反射鏡。此反射鏡在中立位置時將來自圖 4 右方向之射入光束向圖 4 前方向反射，但藉由改變反射鏡之角度，能使反射光束之進路在圖 4 水平面內、即 XY 台上之點 (spot) 位置沿圖 4 左右方向 (Y 軸方向) 改變。通過第 1 電流掃描器 100a 之光束，接著射入第 2 電流掃描器 100b 之反射鏡。此反射鏡在中立位置時將來自圖 4 內方向之入射光束向圖 4 下方向反射，但藉由改變反射鏡之角度，能使反射光束之進路在圖 4 前後方向之垂直面內、即 XY 台上之點位置沿圖 4 前後方向 (X 軸方向) 改變。通過第 2 電流掃描器 100b 之反射鏡之光束，透過  $F\theta$  透鏡 140，照射於載置在 XY 台 353 上之印刷電路基板 352。又，因 XY 台 353 藉由 Y 軸驅動機構 354 驅動於 Y 軸方向，Y 軸驅動機構 354 藉由 X 軸驅動機構 355 驅動於 X 軸方向，故能實現 XY 台 353 沿 XY 方向之移動位置定位。X 軸驅動機構 355 固定於機台 356 上。電流掃描器 100a、100b，具備上述之轉矩常數變動補償功能。

#### 【圖式簡單說明】

圖 1，係構成本發明之電流掃描器控制裝置(具備轉矩常數計測功能)之掃描器伺服機構的方塊圖。

圖 2，係本發明之增益計測信號處理的方塊圖。

圖 3，係表示擺動角度與轉矩常數之關係圖。

圖 4，係適用本發明之印刷電路基板鑽孔用雷射加工機的構成圖。

圖 5，係表示習知之雷射加工機之電流反射鏡伺服機構之構成例的方塊圖。

圖 6，係構成習知之電流掃描器控制裝置之掃描器伺服機構的方塊圖。

圖 7，係電流致動器的截面圖。

圖 8，係表示擺動角度與轉矩常數之關係之一例的曲線圖。

圖 9，係將在擺動角度  $\theta_A$ 、 $\theta_B$ 、 $\theta_C$  之加工位置進行相同衝程之定位時的伺服機構之偏差信號的曲線重疊的圖。

#### 【主要元件符號說明】

110	致動器
215	指令信號
242	差動放大器

## 五、中文發明摘要：

為提供不拘擺動角度而能以高速定位反射鏡的電流掃描器之控制方法、電流掃描器、及使用此種電流掃描器照射雷射來進行印刷電路基板之鑽孔的雷射加工機。

為了要依據指令信號 215 與現在位置 242 之偏差而使用以擺動反射鏡之致動器 110 動作，先計測對應擺動角度之致動器 110 之增益變化，以消除增益變化之方式，來修正致動器 110 之操作量。藉此，因能抑制對應擺動角度之轉矩常數之變動影響，故在掃描區域全體使響應特性成為一樣，而能使定位速度提高。

## 六、英文發明摘要：

圖 1

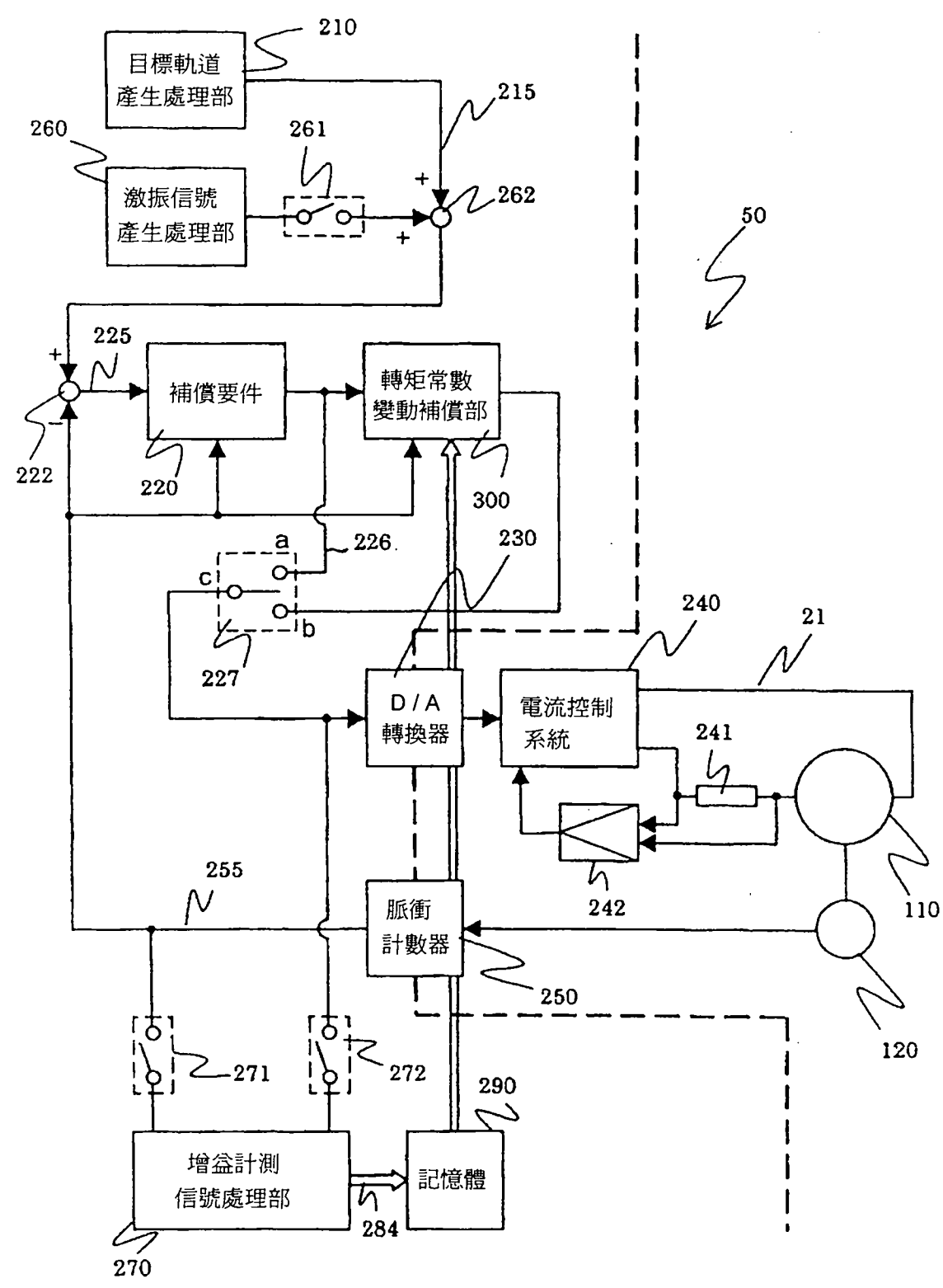


圖 2

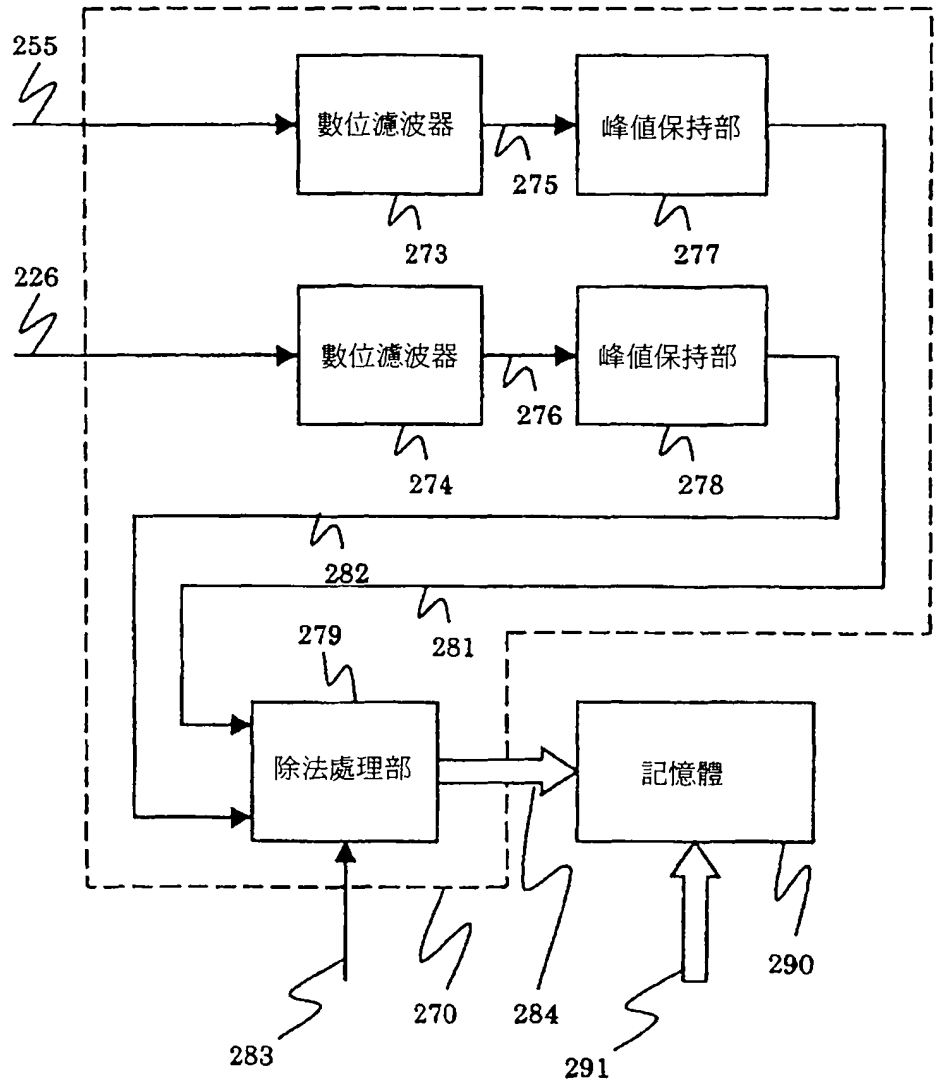


圖 3

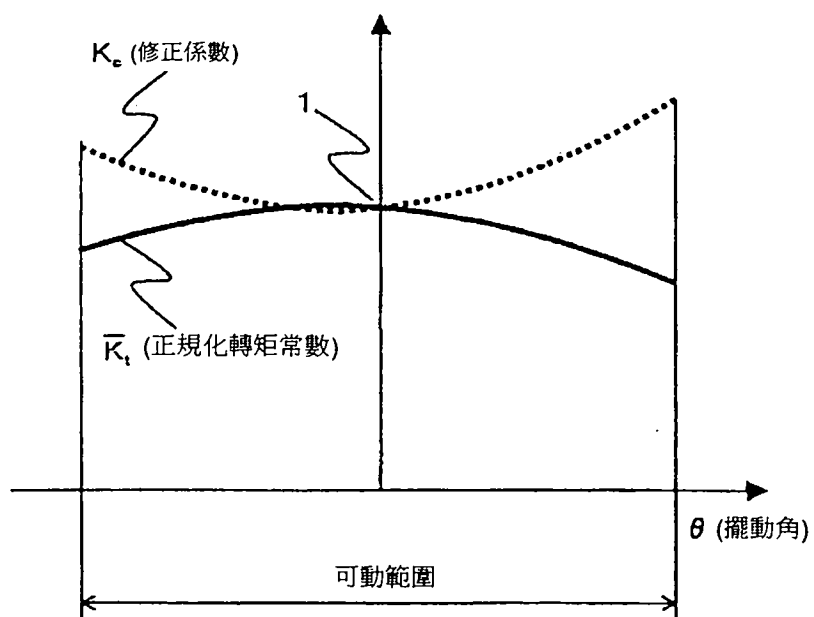


圖 4

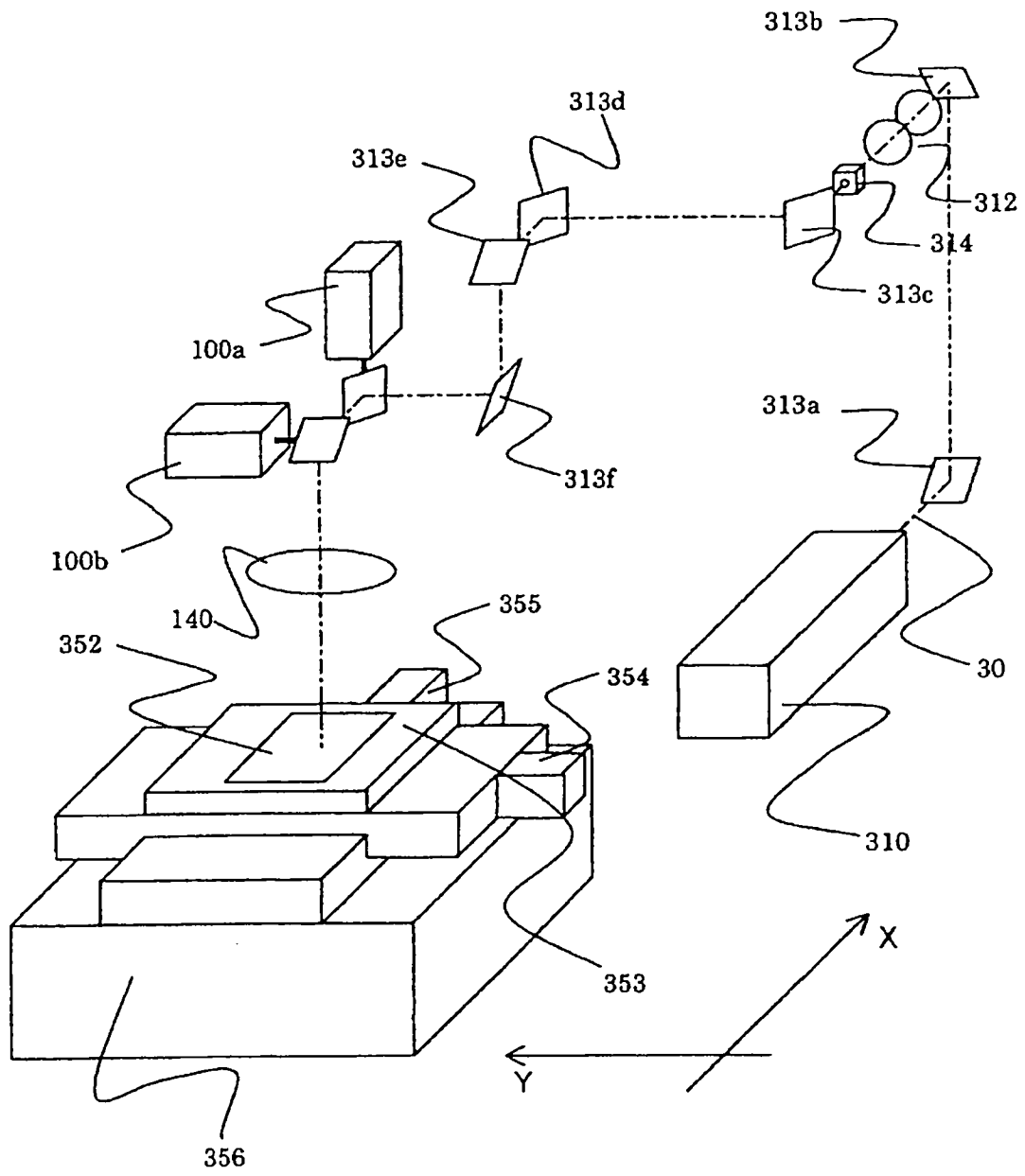


圖 5

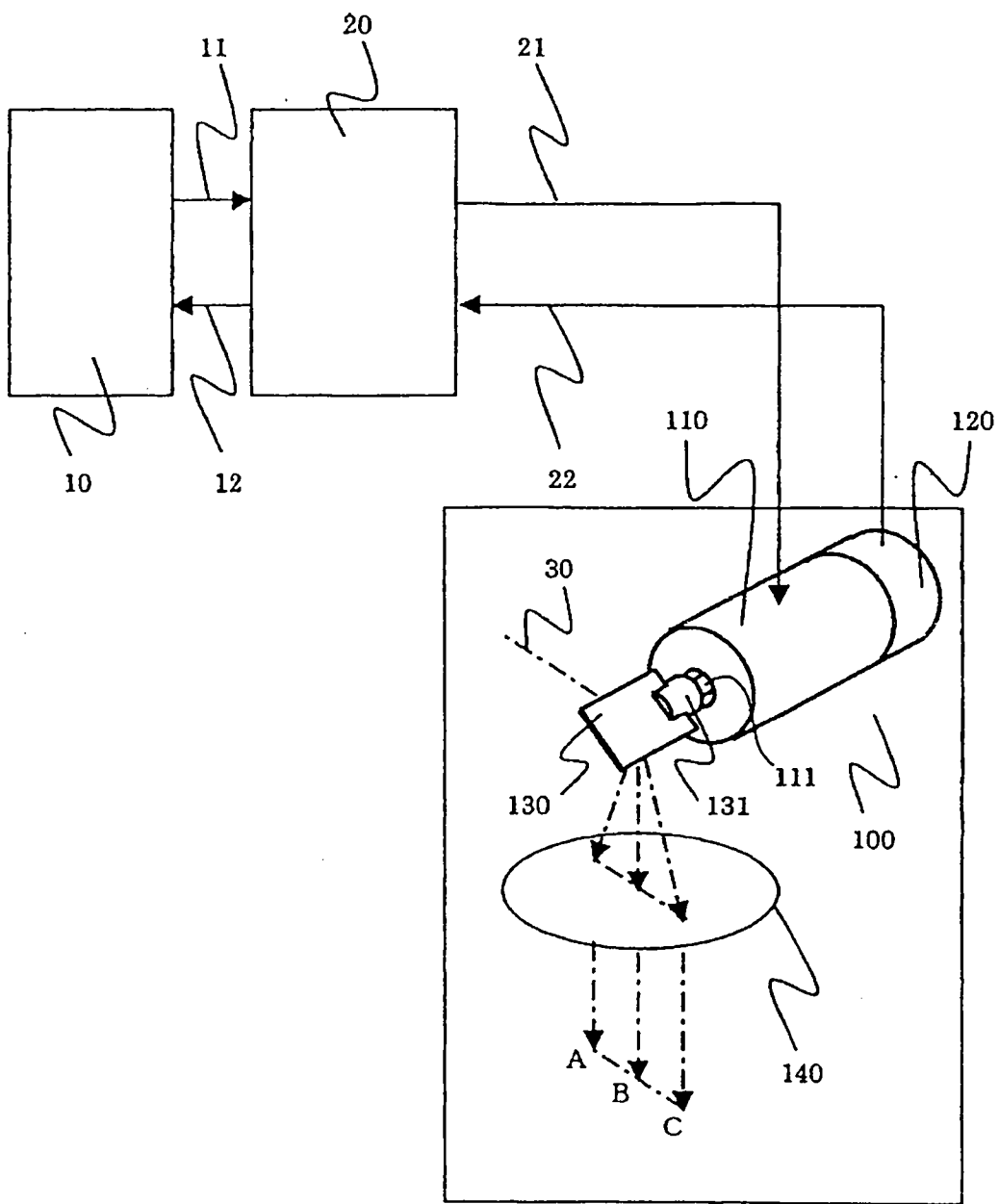


圖 6

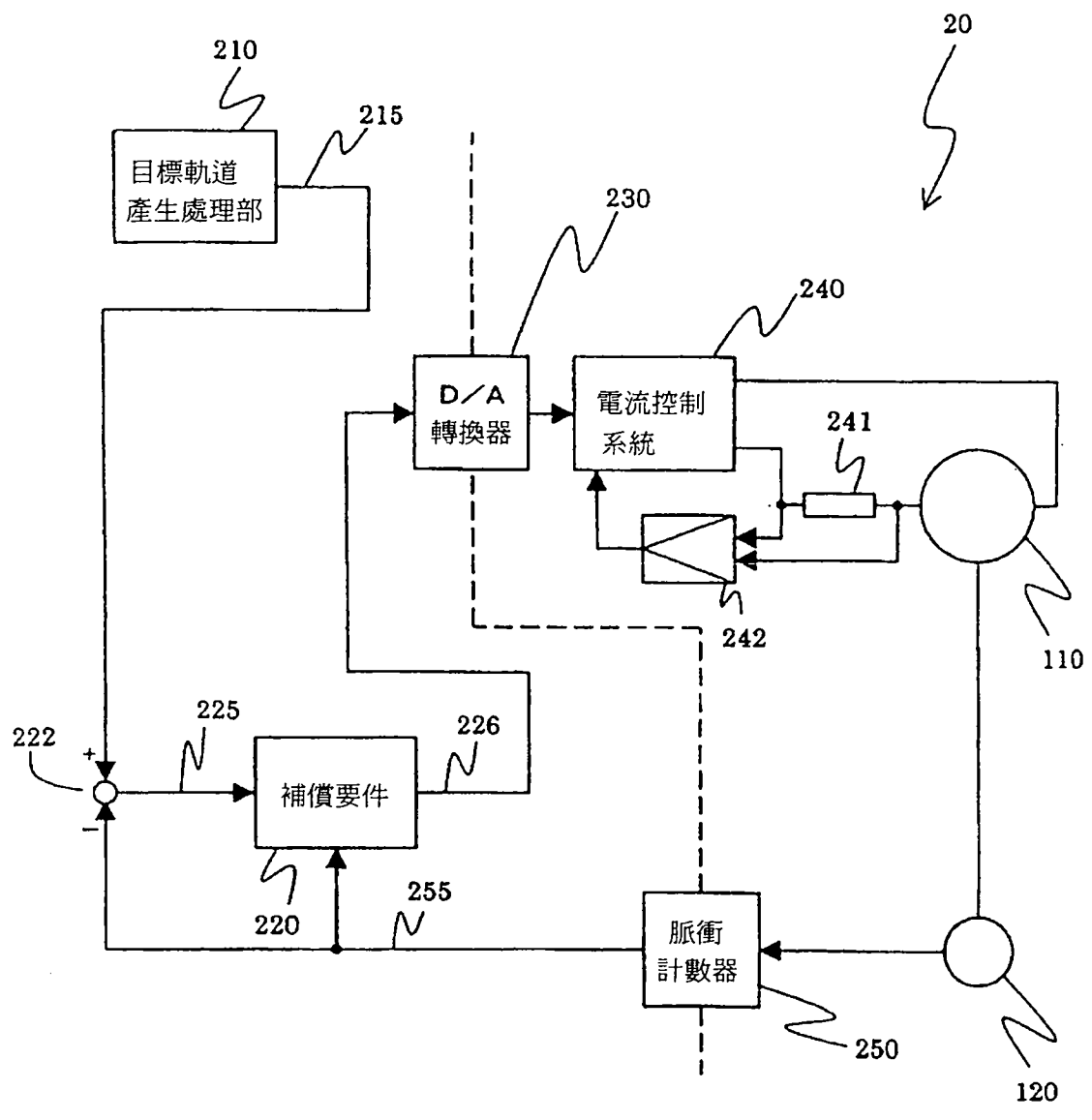


圖 7

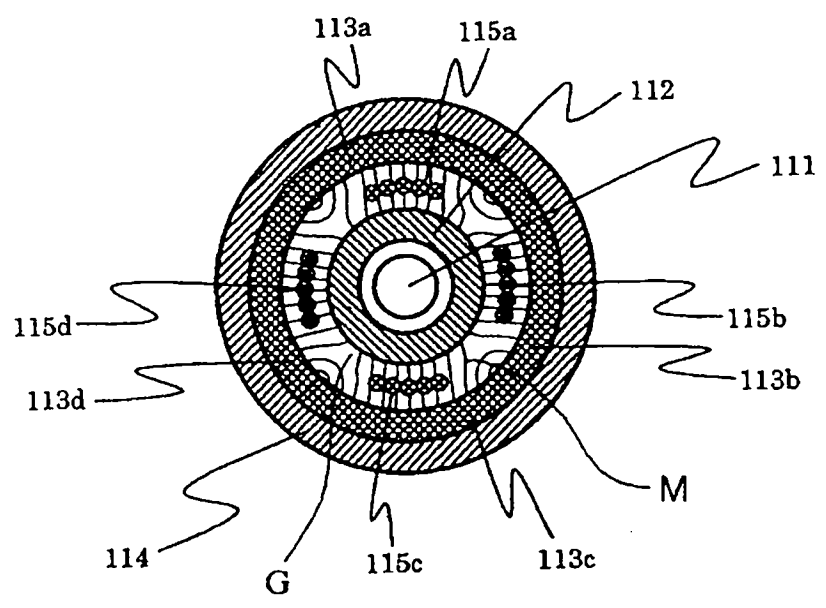


圖 8

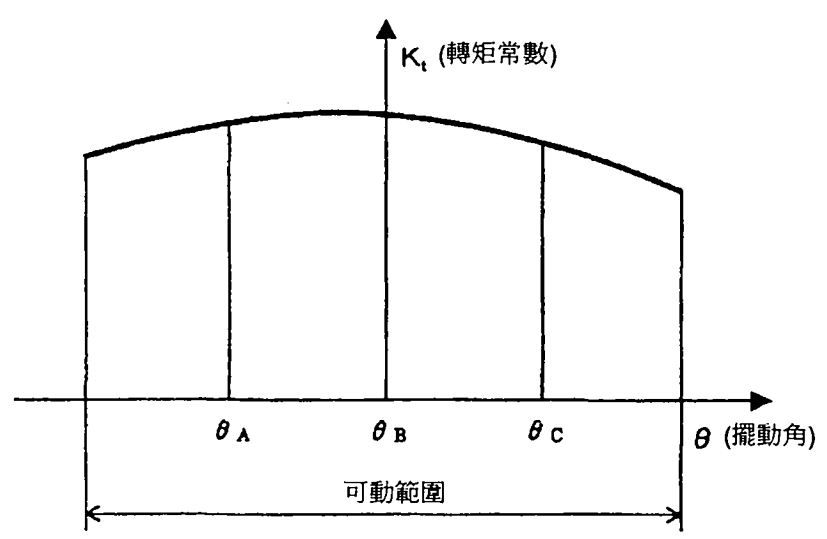
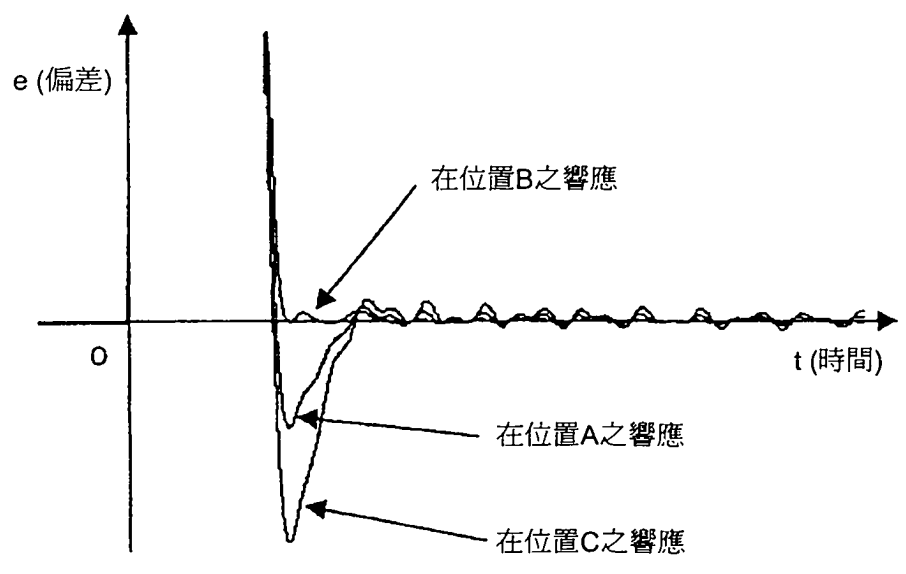


圖 9



## 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：

21：指令值

50：電流掃描器控制裝置

110：電流致動器

120：編碼器

210：目標值產生處理部

215：目標值

220：補償要件

222：減法機構

225：偏差

226：操作量信號

227：信號連接轉換處理部

230：D/A轉換器

240：電流控制系統

241：電流檢測用電阻

242：差動放大器

250：脈衝計數器

255：擺動角度

260：激振信號產生處理部

261：信號連接遮斷處理部

262：加法處理部

270：增益計測處理部

271：信號連接轉換處理部

272：信號連接轉換處理部

284：處理結果

290：記憶體

300：轉矩常數變動補償部

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

## 十、申請專利範圍：

1.一種電流掃描器之控制方法，係依據指令信號與現在位置之偏差使用以擺動反射鏡之致動器動作，來控制射入該反射鏡之光之出射角，其特徵在於具備以下步驟：

在實際動作之前計測對應擺動角度之該致動器之增益變化的步驟；

在實際動作之前記憶所計測之增益變化的步驟；及

以消除在實際動作時藉由該記憶步驟所記憶之該增益變化之方式，來修正該致動器之操作量的步驟。

2.一種電流掃描器，係依據指令信號與現在位置之偏差而使用以擺動反射鏡之致動器動作，來控制射入該反射鏡之光之出射角，其特徵在於具備：

計測機構，用以計測對應擺動角度之該致動器之增益變化；及

記憶機構，用以記憶藉由該計測機構在實際動作之前所檢測之增益變化；及

修正機構，在實際動作時以將記憶於該記憶機構之增益變化消除之方式，來修正該致動器之操作量。

3.一種雷射加工機，其特徵在於：具備申請專利範圍第2項之電流掃描器，藉由該電流掃描器來掃描雷射光束以對工件進行加工。

## 十一、圖式：

如次頁