

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：97111868

※申請日期：97年04月01日

※IPC分類：G01S 17/32 (2006.01)

一、發明名稱：

(中) 距離・速度計及距離・速度測量方法
(英)

二、申請人：(共 1 人)

1. 姓 名：(中) 山武股份有限公司
(英) YAMATAKE CORPORATION

代表人：(中) 1. 小野木聖二
(英) 1. ONOKI, SEIJI

地 址：(中) 日本國東京都千代田區丸之內二丁目七番三號
(英) 2-7-3 Marunouchi, Chiyoda-ku Tokyo 100-6419 Japan

國籍：(中英) 日本 JAPAN

三、發明人：(共 1 人)

1. 姓 名：(中) 上野達也
(英) UENO, TATSUYA

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 ; 2007/04/03 ; 2007-097244 ☒ 有主張優先權

2. 日本 ; 2008/03/05 ; 2008-054699 ☒ 有主張優先權

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：97111868

※申請日期：97年04月01日

※IPC分類：G01S 17/32 (2006.01)

一、發明名稱：

(中) 距離・速度計及距離・速度測量方法
(英)

二、申請人：(共 1 人)

1. 姓 名：(中) 山武股份有限公司
(英) YAMATAKE CORPORATION

代表人：(中) 1. 小野木聖二

(英) 1. ONOKI, SEIJI

地 址：(中) 日本國東京都千代田區丸之內二丁目七番三號

(英) 2-7-3 Marunouchi, Chiyoda-ku Tokyo 100-6419 Japan

國籍：(中英) 日本 JAPAN

三、發明人：(共 1 人)

1. 姓 名：(中) 上野達也

(英) UENO, TATSUYA

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 ; 2007/04/03 ; 2007-097244 ☒ 有主張優先權

2. 日本 ; 2008/03/05 ; 2008-054699 ☒ 有主張優先權

九、發明說明

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於一種利用光的干涉，對於與測定對象的距離及測定對象的速度進行測量的距離・速度計和距離・速度測量方法。

【先前技術】

利用因雷射所產生的光的干涉的距離測量因屬於非接觸測定而不會干擾測定對象，自古以來一直被作為高精度的測定方法加以使用。近來，為了實現裝置的小型化，半導體雷射係作為光測量用光源而被加以利用。以其代表例而言，存在一種採用 FM 外差式干涉儀（heterodyne interferometry）者。該者可進行較長距離的測量且精度良好，但是由於在半導體雷射的外部採用干涉儀，故具有光學系統較為複雜的缺點。

相對於此，一種利用雷射的輸出光與來自測定對象的返回光在半導體雷射內部的干涉（自耦合效應）的測量器已被提出（參照例如非專利文獻 1、非專利文獻 2、非專利文獻 3）。根據如上所示之自耦合型的雷射測量器，由於內建光電二極體的半導體雷射兼具有發光、干涉、受光的各功能，故可大幅簡化外部干涉光學系統。因此，感測器部僅為半導體雷射與透鏡，與習知技術相比較，較為小型。另外，具有距離測定範圍大於三角測量法的特徵。

在第 14 圖中顯示 FP 型（Fabry-Perot 型）半導體雷

射的複合共振器模型。在第 14 圖中，101 係半導體雷射，102 係半導體結晶的壁開面，103 係光電二極體，104 係測定對象。來自測定對象 104 的反射光的一部分容易返回到振盪區域內。返回來的微弱的光與共振器 101 內的雷射光耦合，動作變得不穩定而產生噪音（複合共振器雜訊或返回光雜訊）。即使相對輸出光的相對返回光量極其微小，因返回光引起的半導體雷射的特性的變化仍顯著呈現。如上所示的現象並不限於法布里-伯羅（Fabry-Perot）型（以下稱為 FP 型）半導體雷射，在垂直共振腔面射雷射（Vertical Cavity Surface Emitting Laser）型（以下稱為 VCSEL 型）、分佈反饋雷射（Distributed Feedback Laser）型（以下稱為 DFB 雷射型）等其他種類的半導體雷射中也同樣呈現。

若將雷射的振盪波長設為 λ ，由接近測定對象 104 的壁開面 102 到測定對象 104 為止的距離設為 L ，則在滿足以下的共振條件時，返回光和共振器 101 內的雷射相互加強，雷射輸出稍稍增加。

$$L = q\lambda/2 \quad \cdots (1)$$

在式（1）中， q 表示整數。該現象係即便在來自測定對象 104 的散射光極其微弱的情況下，亦可因半導體雷射的共振器 101 內的表觀反射率增加，而產生放大作用，而足以充分觀測。

在半導體雷射中，由於按照注入電流的大小而放射頻率不同的雷射光，因此在將振盪頻率進行調變時，不需要

外部調變器，即可藉由注入電流直接進行調變。第 15 圖係顯示在按照某個恒定的比例使半導體雷射的振盪波長改變時的振盪波長和光電二極體 103 的輸出波形的關係圖。在滿足式 (1) 所示的 $L = q\lambda/2$ 時，返回光和共振器 101 內的雷射光的相位差變成 0° (同相位)，返回光和共振器 101 內的雷射光最為相互加強，當 $L = q\lambda/2 + \lambda/4$ 時，相位差為 180° (逆相位)，返回光和共振器 101 內的雷射光相互最為相互減弱。由此，如果使半導體雷射的振盪波長改變，則雷射輸出增強的情形和減弱的情形交替反覆地出現，若利用設置於共振器 101 的光電二極體 103 檢測此時的雷射輸出時，如第 15 圖所示，獲得恒定周期的階梯狀波形。這樣的波形一般稱為干涉條紋。

將該階梯狀的波形，亦即干涉條紋中的一個個稱為模式跳躍脈衝 (mode hop pulse) (以下稱之為 MHP)。MHP 是與模式跳躍 (mode hopping) 現象不同的現象。例如，在距測定對象 104 的距離為 L_1 時，如果 MHP 的數量為 10 個，則在一半的距離 L_2 時，MHP 的數量為 5 個。亦即，在某一定時間使半導體雷射的振盪波長改變時，MHP 的數量與測定距離成正比地改變。因此，如果利用光電二極體 103 檢測 MHP，並測定 MHP 的頻率，則可容易進行距離測量。

在自耦合型的雷射測量器中，由於可大幅度地簡化共振器外部的干涉光學系統，故具有可使裝置小型化，並且不需要高速的電路，抗擾亂光強的優點。另外，由於來自

測定對象的返回光也可極其微弱，故具有不影響測定對象的反射率，亦即不選擇測定對象的優點。但是，在包括自耦合型在內的過去的干涉型測量器中，存在的問題在於，即使可測量距靜止的測定對象的距離，也無法測量具有速度的測定對象的距離。

因此，本發明人提出一種距離・速度計（參照專利文獻 1），其不僅可以測量距靜止的測定對象的距離，而且可以測量測定對象的速度。第 16 圖表示該距離・速度計的構成。第 16 圖的距離・速度計係具有：向測定對象照射雷射的半導體雷射 201；將半導體雷射 201 的光輸出轉換成電訊號的光電二極體 202；透鏡 203，其將來自半導體雷射 201 的光聚光而照射在測定對象 210，並且將來自測定對象 210 的返回光聚光而使其入射至半導體雷射 201；雷射驅動器 204，其使半導體雷射 201 交替反覆振盪波長連續地增加的第 1 振盪期間和振盪波長連續地減少的第 2 振盪期間；電流-電壓轉換放大器 205，其將光電二極體 202 的輸出電流轉換成電壓並進行放大；訊號抽出電路 206，其對電流-電壓轉換放大器 205 的輸出電壓進行 2 次微分；計數電路 207，其對訊號抽出電路 206 的輸出電壓所包含的 MHP 的數量進行計數；運算裝置 208，其計算與測定對象 210 的距離及測定對象 210 的速度；以及顯示裝置 209，其顯示運算裝置 208 的計算結果。

雷射驅動器 204 將關於時間以恒定的變化率反覆增減的三角波驅動電流作為注入電流而供給至半導體雷射 201

。由此，半導體雷射 201 係以使振盪波長以恒定的變化率連續地增加的第 1 振盪期間和振盪波長以恒定的變化率連續地減少的第 2 振盪期間交替反覆的方式被驅動。第 17 圖係顯示半導體雷射 201 的振盪波長的時間變化圖。在第 17 圖中，P1 表示第 1 振盪期間，P2 表示第 2 振盪期間， λ_a 表示各期間的振盪波長的最小值， λ_b 表示各期間的振盪波長的最大值，T 表示三角波的周期。

從半導體雷射 201 射出的雷射光係藉由透鏡 203 予以聚光，且射入測定對象 210。由測定對象 210 反射的光係藉由透鏡 203 予以聚光，且射入半導體雷射 201。光電二極體 202 係將半導體雷射 201 的光輸出轉換成電流。電流-電壓轉換放大器 205 係將光電二極體 202 的輸出電流轉換成電壓進行放大，訊號抽出電路 206 係對電流-電壓轉換放大器 205 的輸出電壓進行 2 次微分。計數電路 207 係針對第 1 振盪期間 P1 和第 2 振盪期間 P2 的各期間，對訊號抽出電路 206 的輸出電壓所包含的 MHP 的數量進行計數。運算裝置 208 係根據半導體雷射 1 的最小振盪波長 λ_a 、最大振盪波長 λ_b 、第 1 振盪期間 P1 中的 MHP 的數量、及第 2 振盪期間 P2 中的 MHP 的數量，計算與測定對象 210 的距離及測定對象 210 的速度。

（專利文獻 1）日本特開 2006-313080 號公報

（非專利文獻 1）上田正、山田諄、紫藤進，“利用半導體雷射的自耦合效應的距離計”，1994 年度電氣關係學會東海支部聯合大會演講論文集，1994 年

(非專利文獻 2) 山田 諄、紫藤進、津田紀生、上田正，“有關利用半導體雷射的自耦合效應的小型距離計的研究”，愛知工業大學研究報告，第 31 號 B，p.35 至 42，1996 年

(非專利文獻 3) Guido Giuliani, Michele Norgia, Silvano Donati and Thierry Bosch, “Laser diode self-mixing technique for sensing applications”, JOURNAL OF OPTICS A: PURE AND APPLIED OPTICS, p.283 至 294, 2002 年

【發明內容】

(發明所欲解決之課題)

根據在專利文獻 1 所揭示的距離・速度計，可以同時測量與測定對象的距離和測定對象的速度。但是，在該距離・速度計中，爲了測定距離及速度，需要至少 3 次例如在第 1 振盪期間 $t-1$ 、第 2 振盪期間 t 以及第 1 振盪期間 $t+1$ 對 MHP 的數量進行計數，存在測定所需時間較長的問題。

本發明係爲了解決上述課題而研發者，其目的在於在一種利用光的干涉，不僅可測量與靜止的測定對象的距離，亦可對測定對象的速度進行測量的距離・速度計及距離・速度測量方法中縮短測定時間。

(解決課題之手段)

本發明之距離・速度計係具有：第 1 半導體雷射，對測定對象放射第 1 雷射光；第 2 半導體雷射，以與前述第 1 雷射光平行的方式對前述測定對象放射第 2 雷射光；第 1 雷射驅動器，以至少振盪波長連續地單調增加的振盪期間反覆存在的方式使前述第 1 半導體雷射進行動作；第 2 雷射驅動器，以振盪波長的增減與前述第 1 半導體雷射相反的方式使前述第 2 半導體雷射進行動作；第 1 受光器，將前述第 1 雷射光與該雷射光之來自前述測定對象的返回光轉換成電訊號；第 2 受光器，將前述第 2 雷射光與該雷射光之來自前述測定對象的返回光轉換成電訊號；計數手段，針對前述第 1、第 2 受光器的輸出訊號的各個，對前述第 1、第 2 受光器的輸出訊號所包含之由前述第 1、第 2 雷射光及其返回光所產生的干涉波形的數量進行計數；以及運算手段，根據前述第 1、第 2 半導體雷射的最小振盪波長及最大振盪波長與前述計數手段的計數結果，計算與前述測定對象的距離及前述測定對象的速度的至少一者。

此外，本發明之距離・速度計係具有：第 1 半導體雷射，對測定對象放射第 1 雷射光；第 2 半導體雷射，以與前述第 1 雷射光平行的方式對前述測定對象放射第 2 雷射光；第 1 雷射驅動器，以至少振盪波長連續地單調增加的振盪期間反覆存在的方式使前述第 1 半導體雷射進行動作；第 2 雷射驅動器，以振盪波長的增減與前述第 1 半導體雷射相反的方式使前述第 2 半導體雷射進行動作；第 1 受光器，將前述第 1 半導體雷射的光輸出轉換成電訊號；第

2 受光器，將前述第 2 半導體雷射的光輸出轉換成電訊號；計數手段，針對前述第 1、第 2 受光器的輸出訊號的各個，對前述第 1、第 2 受光器的輸出訊號所包含之藉由前述第 1、第 2 雷射光及其返回光的自耦合效應所產生的干涉波形的數量進行計數；以及運算手段，根據前述第 1、第 2 半導體雷射的最小振盪波長及最大振盪波長與前述計數手段的計數結果，計算與前述測定對象的距離及前述測定對象的速度的至少一者。

此外，在本發明之距離・速度計之一構成例中，前述計數手段係在短於前述振盪期間的第 1 計數期間中，求出與前述第 1 和第 2 半導體雷射中振盪波長正在增加的半導體雷射相對應的受光器的輸出訊號所包含的干涉波形的數量，在短於前述振盪期間而且至少一部分的時刻與前述第 1 計數期間不同的第 2 計數期間中，求出與前述第 1、第 2 半導體雷射中振盪波長正在減少的半導體雷射相對應的受光器的輸出訊號所包含的干涉波形的數量，根據與振盪波長正在增加的半導體雷射相對應的受光器的輸出訊號及與振盪波長正在減少的半導體雷射相對應的受光器的輸出訊號，交替地求出前述干涉波形的數量。

此外，在本發明之距離・速度計之一構成例中，前述運算手段係包括：距離・速度計算部，根據前述第 1、第 2 半導體雷射的最小振盪波長和最大振盪波長與前述計數手段的計數結果，計算與前述測定對象的距離的候補值和前述測定對象的速度的候補值；履歷位移計算部，計算作

爲由該距離・速度計算部所計算出的距離的候補值、與前次所計算出的距離的候補值的差值的履歷位移；狀態判定部，根據前述距離・速度計算部與前述履歷位移計算部的計算結果，判定前述測定對象的狀態；以及距離・速度確定部，根據該狀態判定部的判定結果，確定與前述測定對象的距離及前述測定對象的速度的至少一者。

此外，在本發明之距離・速度計之一構成例中，前述距離・速度計算部與前述履歷位移計算部係使前述測定對象的狀態爲微小位移狀態或變動比前述微小位移狀態快的位移狀態的任一者，針對假定前述測定對象處於微小位移狀態的情形與假定處於位移狀態的情形的各個，在每次前述計數手段求出前述干涉波形的數量時，即進行計算前述距離的候補值與前述速度的候補值與前述履歷位移，前述狀態判定部係根據前述距離・速度計算部和前述履歷位移計算部的計算結果，在每次進行前述計算時，進行判定前述測定對象是處於微小位移狀態或處於位移狀態，並且在每次進行前述計算時，判定前述測定對象是進行等速運動或進行等速運動以外的運動。

此外，在本發明之距離・速度計之一構成例中，前述狀態判定部係在假定前述測定對象處於微小位移狀態而計算所得的前述履歷位移的符號爲一定，並且假定前述測定對象處於微小位移狀態而計算所得的前述速度的候補值與假定前述測定對象處於微小位移狀態而計算所得的前述履歷位移的絕對值的平均值爲相等時，進行判定前述測定對

象以微小位移狀態進行等速運動。

此外，在本發明之距離・速度計之一構成例中，前述狀態判定部係在假定前述測定對象處於位移狀態而計算所得的前述履歷位移的符號為一定，並且假定前述測定對象處於位移狀態而計算所得的前述速度的候補值與假定前述測定對象處於位移狀態而計算所得的前述履歷位移的絕對值的平均值為相等時，進行判定前述測定對象以位移狀態進行等速運動。

此外，在本發明之距離・速度計之一構成例中，前述狀態判定部係在假定前述測定對象處於微小位移狀態而計算所得的前述履歷位移的符號在每次進行前述計算時進行反轉，並且假定前述測定對象處於微小位移狀態而計算所得的前述速度的候補值和假定前述測定對象處於微小位移狀態而計算所得的前述履歷位移的絕對值的平均值為不相一致時，進行判定前述測定對象以微小位移狀態進行等速運動以外的運動。

此外，在本發明之距離・速度計之一構成例中，前述狀態判定部係在假定前述測定對象處於位移狀態而計算所得的前述速度的候補值的絕對值、與假定前述測定對象處於微小位移狀態而計算所得的前述距離的候補值乘上前述第 1、第 2 半導體雷射的波長變化率所得的值為相等，並且假定前述測定對象處於微小位移狀態而計算所得的前述速度的候補值和假定前述測定對象處於微小位移狀態而計算所得的前述履歷位移的絕對值的平均值不相一致時，進

行判定前述測定對象以微小位移狀態進行等速運動以外的運動。

此外，在本發明之距離・速度計之一構成例中，前述狀態判定部係假定前述測定對象處於位移狀態而計算所得的前述履歷位移的符號在每次進行前述計算時進行反轉，並且假定前述測定對象處於位移狀態而計算所得的前述速度的候補值和假定前述測定對象處於位移狀態而計算所得的前述履歷位移的絕對值的平均值不相一致時，進行判定前述測定對象以位移狀態進行等速運動以外的運動。

此外，在本發明之距離・速度計之一構成例中，前述狀態判定部係在假定前述測定對象處於微小位移狀態而計算所得的前述速度的候補值的絕對值、與假定前述測定對象處於位移狀態而計算所得的前述距離的候補值乘上前述第1、第2半導體雷射的波長變化率所得的值為相等，並且假定前述測定對象處於位移狀態而計算所得的前述速度的候補值和假定前述測定對象處於位移狀態而計算所得的前述履歷位移的絕對值的平均值不相一致時，進行判定前述測定對象以位移狀態進行等速運動以外的運動。

此外，在本發明之距離・速度計之一構成例中，前述運算手段係在前述測定對象處於具有微小之位移的運動狀態時，取代前述計算的結果，將前述位移的積分結果作為與前述測定對象的距離的變化。

此外，在本發明之距離・速度計之一構成例中，另外具有振幅調整手段，其以在假定前述測定對象處於微小位

移狀態時的速度的候補值和假定前述測定對象處於位移狀態時的速度的候補值中前述狀態判定部判斷非為真值而未選擇的速度的候補值，與前述狀態判定部判斷為真值而選擇的距離的候補值乘上前述第 1、第 2 半導體雷射的波長變化率所得的值大致相等的方式，調整由前述第 1、第 2 雷射驅動器被供給至前述第 1、第 2 半導體雷射之驅動電流中至少一者的振幅。

此外，本發明之距離・速度測量方法係具備有：以至少振盪波長連續地單調增加的振盪期間反覆存在的方式使第 1 半導體雷射進行動作的第 1 振盪步驟；以振盪波長的增減與前述第 1 半導體雷射相反的方式使第 2 半導體雷射進行動作的第 2 振盪步驟；將由前述第 1 半導體雷射所放射的第 1 雷射光與該雷射光之來自前述測定對象的返回光轉換成電訊號的第 1 受光器的輸出訊號所包含之由前述第 1 雷射光及其返回光所產生的干涉波形的數量進行計數，並且將由前述第 2 半導體雷射所放射的第 2 雷射光與該雷射光之來自前述測定對象的返回光轉換成電訊號的第 2 受光器的輸出訊號所包含之由前述第 2 雷射光及其返回光所產生的干涉波形的數量進行計數的計數步驟；以及根據前述第 1、第 2 半導體雷射的最小振盪波長及最大振盪波長與前述計數步驟的計數結果，計算與前述測定對象的距離及前述測定對象的速度的至少一者的運算步驟。

此外，本發明之距離・速度測量方法係具備有：以至少振盪波長連續地單調增加的振盪期間反覆存在的方式使

第 1 半導體雷射進行動作的第 1 振盪步驟；以振盪波長的增減與前述第 1 半導體雷射相反的方式使第 2 半導體雷射進行動作的第 2 振盪步驟；藉由將前述第 1 半導體雷射的光輸出轉換成電訊號的第 1 受光器的輸出訊號所包含之由前述第 1 半導體雷射所放射的第 1 雷射光及該雷射光之來自前述測定對象的返回光的自耦合效應所產生的干涉波形的數量進行計數，並且藉由將前述第 2 半導體雷射的光輸出轉換成電訊號的第 2 受光器的輸出訊號所包含之由前述第 2 半導體雷射所放射的第 2 雷射光及該雷射光之來自前述測定對象的返回光的自耦合效應所產生的干涉波形的數量進行計數的計數步驟；以及根據前述第 1、第 2 半導體雷射的最小振盪波長及最大振盪波長與前述計數步驟的計數結果，計算與前述測定對象的距離及前述測定對象的速度的至少一者的運算步驟。

（發明之效果）

由於干涉型的距離計在測定距離時，以測定對象呈靜止狀態為絕對條件，因此並無法測定與具有速度的測定對象之間的距離。相對於此，在本發明中，亦可測定與未呈靜止狀態的測定對象之間的距離。亦即，藉由本發明，可以同時對測定對象的速度（大小、方向）和距離進行測定。另外，藉由本發明，可根據雷射測量器的最小振盪波長和最大振盪波長與計數手段的計數結果，進行判定測定對象是在進行等速運動或在進行等速運動以外的運動。另外

，在本發明中，係由振盪波長的增減呈相反的第 1、第 2 半導體雷射，同時向測定對象放射彼此平行的雷射光，針對第 1、第 2 受光器的輸出訊號的各個，對第 1、第 2 受光器的輸出訊號所包含的干涉波形的數量進行計數，藉此可以比習知技術短的時間，測定距離和速度。

此外，在本發明中，以假定測定對象處於微小位移狀態時的速度的候補值和假定測定對象處於位移狀態時的速度的候補值中狀態判定部判斷非為真值而未選擇的速度的候補值，與狀態判定部判斷為真值而選擇的距離的候補值乘上第 1、第 2 半導體雷射的波長變化率所得的值大致相等的方式，調整由第 1、第 2 雷射驅動器被供給至第 1、第 2 半導體雷射的驅動電流中至少一者的振幅，藉此可使第 1、第 2 半導體雷射的波長變化量的絕對值相等，而可提升距離和速度的測定精度。

【實施方式】

〔第 1 實施形態〕

本發明係一種根據在採用波長調變的感測（sensing）時射出的波與由對象物反射的波的干涉訊號，來測量距離的手法。因此，亦可適用於自耦合型以外的光學式干涉計、光以外的干涉計。若針對採用半導體雷射的自耦合的情形更加具體說明，當一面由半導體雷射對測定對象照射雷射光，一面使雷射的振盪波長改變時，在振盪波長從最小振盪波長變化為最大振盪波長的期間（或從最大振盪波長

至最小振盪波長變化的期間)中之測定對象的位移係反映在 MHP 的數量。因此,可藉由調查使振盪波長改變時的 MHP 的數量,來檢測測定對象的狀態。以上為干涉計的基本原理。

以下參照圖示,對本發明的第 1 實施例詳加說明。第 1 圖係顯示本發明第 1 實施形態的距離・速度計的構成的方塊圖。第 1 圖的距離計係具有:對測定對象 11 放射雷射光的第 1、第 2 半導體雷射 1-1、1-2;作為分別將半導體雷射 1-1、1-2 的光輸出轉換成電訊號之第 1、第 2 受光器的光電二極體 2-1、2-2;分別將來自半導體雷射 1-1、1-2 的光聚光而照射在測定對象 11,並且將來自測定對象 11 的返回光聚光而使其射入半導體雷射 1-1、1-2 的透鏡 3-1、3-2;使半導體雷射 1-1、1-2 交替地反覆產生振盪波長連續地增加的第 1 振盪期間和振盪波長連續地減少的第 2 振盪期間的第 1、第 2 雷射驅動器 4-1、4-2;分別將光電二極體 2-1、2-2 的輸出電流轉換成電壓並進行放大的電流-電壓轉換放大器 5-1、5-2;由電流-電壓轉換放大器 5-1、5-2 的輸出電壓去除載波的濾波器電路 6-1、6-2;對濾波器電路 6-1、6-2 的輸出電壓所包含的 MHP 的數量進行計數的計數裝置 7;計算與測定對象 11 的距離及測定對象 11 的速度的運算裝置 8;顯示運算裝置 8 的計算結果的顯示裝置 9;以及以使半導體雷射 1-1、1-2 的驅動電流的振幅變得適當的方式控制雷射驅動器 4-1、4-2 的振幅調整裝置 10。電流-電壓轉換放大器 5-1、5-2、濾波器電路 6-1

、 6-2、 及計數裝置 7 係構成計數手段。

以下爲了容易說明，假定在半導體雷射 1 採用不具有模式跳躍（mode hopping）現象的類型（VCSEL 型、DFB 雷射型）。

雷射驅動器 4-1、4-2 係將關於時間按照恒定的變化率而反覆增減的三角波驅動電流作爲注入電流而供給至半導體雷射 1-1、1-2。由此，半導體雷射 1-1、1-2 係以交替反覆第 1 振盪期間和第 2 振盪期間的方式被驅動，該第 1 振盪期間係振盪波長與注入電流的大小成正比以恒定的變化率連續地增加，該第 2 振盪期間係振盪波長與注入電流的大小成正比以恒定的變化率連續地減少。此時，雷射驅動器 4-1、4-2 係以在半導體雷射 1-1、1-2 中振盪波長的增減呈相反的方式供給驅動電流。亦即，在半導體雷射 1-1、1-2 中，振盪波長的變化率的絕對值相同，而變化率的極性爲相反。因此，在半導體雷射 1-1 的振盪波長爲最大值時，半導體雷射 1-2 的振盪波長爲最小值，在半導體雷射 1-1 的振盪波長爲最小值時，半導體雷射 1-2 的振盪波長爲最大值。

第 2 圖係顯示半導體雷射 1-1、1-2 的振盪波長之時間變化圖。在第 2 圖中，LD1 表示半導體雷射 1-1 的振盪波形，LD2 表示半導體雷射 1-2 的振盪波形，P1 表示第 1 振盪期間，P2 表示第 2 振盪期間， λ_a 表示各期間的振盪波長的最小值， λ_{ba} 表示各期間的振盪波長的最大值，T 表示三角波的周期。在本實施形態中，振盪波長的最大值 λ_b

及振盪波長的最小值 λ_a 係分別恒為一定，該等的差值 $\lambda_b - \lambda_a$ 亦恒為一定。

由半導體雷射 1-1、1-2 射出的雷射光係藉由透鏡 3-1、3-2 予以聚光而射入測定對象 11。此時，半導體雷射 1-1、1-2 的雷射光係彼此平行地射出，並射入測定對象 11。由測定對象 11 反射的半導體雷射 1-1、1-2 的光係分別藉由透鏡 3-1、3-2 予以聚光，並射入半導體雷射 1-1、1-2。其中，透鏡 3-1、3-2 的聚光並非為必須。光電二極體 2-1、2-2 係分別將半導體雷射 1-1、1-2 的光輸出轉換成電流。電流-電壓轉換放大器 5-1、5-2 係分別將光電二極體 2-1、2-2 的輸出電流轉換成電壓並進行放大。

濾波器電路 6-1、6-2 具有從調變波抽出重疊訊號的功能。第 3 圖 (A)、第 3 圖 (B) 係分別以模式顯示電流-電壓轉換放大器 5-1、5-2 的輸出電壓波形圖，第 3 圖 (C)、第 3 圖 (D) 係分別以模式顯示濾波器電路 6-1、6-2 的輸出電壓波形圖。該等圖係表示由相當於光電二極體 2-1、2-2 之輸出的第 3 圖 (A)、第 3 圖 (B) 的波形（調變波），去除第 2 圖的半導體雷射 1-1、1-2 的振盪波形（載波），以抽出第 3 圖 (C)、第 3 圖 (D) 的 MHP 波形（重疊波）的過程。

計數裝置 7 係針對濾波器電路 6-1、6-2 的各電路，隨時地對濾波器電路 6-1、6-2 的輸出所包含之每單位時間的 MHP 的數量進行計數。第 4 圖係顯示計數裝置 7 之構成之一例的方塊圖，第 5 圖係顯示計數裝置 7 的動作的流程圖

。計數裝置 7 係由切換開關 70、周期測定部 71-1、71-2、轉換部 72-1、72-2 所構成。

首先，計數裝置 7 的切換開關 70 係進行判定是否為切換時（第 5 圖的步驟 S100），若為切換時，則切換濾波器電路 6-1、6-2 的輸出與周期測定部 71-1、71-2 的連接（步驟 S101）。切換開關 70 的切換時係在每隔三角波的周期 T 的 $1/2$ 的時間發生。亦即，切換開關 70 係在第 1 振盪期間 $P1$ 中，將濾波器電路 6-1 的輸出與周期測定部 71-1 的輸入相連接，將濾波器電路 6-2 的輸出與周期測定部 71-2 相連接；在第 2 振盪期間 $P2$ 中，將濾波器電路 6-2 的輸出與周期測定部 71-1 的輸入相連接，將濾波器電路 6-1 的輸出與周期測定部 71-2 相連接（步驟 S101）。

周期測定部 71-1 係每當在切換開關 70 的輸出產生上升邊緣時，即對第 1 計數期間內的切換開關 70 的輸出的上升邊緣的周期（亦即 MHP 的周期）進行測定（第 5 圖的步驟 S102）。同樣地，周期測定部 71-2 係每當在切換開關 70 的輸出產生上升邊緣時，即對第 2 計數期間內的切換開關 70 的輸出的上升邊緣的周期（MHP 的周期）進行測定（步驟 S102）。

在此採用第 6 圖（A）至第 6 圖（D），對第 1、第 2 計數期間進行說明。第 6 圖（A）、第 6 圖（B）係分別以模式顯示電流-電壓轉換放大器 5-1、5-2 的輸出電壓波形圖，第 6 圖（C）、第 6 圖（D）係分別以模式顯示濾波器電路 6-1、6-2 的輸出電壓波形圖。 $Pn1$ 、 $Pn2$ 、 $Pn3$ 、 $Pn4$

、 P_{n5} 、 P_{n6} 、 P_{n7} 、 P_{n8} 係表示第 1 計數期間， P_{m1} 、 P_{m2} 、 P_{m3} 、 P_{m4} 、 P_{m5} 、 P_{m6} 、 P_{m7} 、 P_{m8} 係表示第 2 計數期間， $tn1$ 、 $tn2$ 、 $tn3$ 、 $tn4$ 、 $tn5$ 、 $tn6$ 、 $tn7$ 、 $tn8$ 係分別表示第 1 計數期間 P_{n1} 、 P_{n2} 、 P_{n3} 、 P_{n4} 、 P_{n5} 、 P_{n6} 、 P_{n7} 、 P_{n8} 的中間時刻， $tm1$ 、 $tm2$ 、 $tm3$ 、 $tm4$ 、 $tm5$ 、 $tm6$ 、 $tm7$ 、 $tm8$ 係分別表示第 2 計數期間 P_{m1} 、 P_{m2} 、 P_{m3} 、 P_{m4} 、 P_{m5} 、 P_{m6} 、 P_{m7} 、 P_{m8} 的中間時刻。

如第 6 圖 (C)、第 6 圖 (D) 所示，第 1 計數期間 P_n (P_{n1} 、 P_{n2} 、 P_{n3} 、 P_{n4} 、 P_{n5} 、 P_{n6} 、 P_{n7} 、 P_{n8}) 係對於濾波器電路 6-1 或 6-2 的輸出中與振盪波長增加的半導體雷射 1-1 或 1-2 相對應的輸出而設定，第 2 計數期間 P_m (P_{m1} 、 P_{m2} 、 P_{m3} 、 P_{m4} 、 P_{m5} 、 P_{m6} 、 P_{m7} 、 P_{m8}) 係對於濾波器電路 6-1 或 6-2 的輸出中與振盪波長減少的半導體雷射 1-1 或 1-2 相對應的輸出而設定。

最好第 1 計數期間 P_n 和第 2 計數期間 P_m 係比第 1 振盪期間 P_1 和第 2 振盪期間 P_2 的長度，亦即三角波的周期 T 的 $1/2$ 的時間短。另外，第 1 計數期間 P_n 和第 2 計數期間 P_m 係必須錯開時間。但是，第 1 計數期間 P_n 和第 2 計數期間 P_m 亦可使時間部分重疊。另外，第 1 計數期間 P_n 彼此可使時間部分重疊，第 2 計數期間 P_m 彼此亦可使時間部分重疊。

被輸入至周期測定部 71-1 的閘極訊號 $GS1$ 係在第 1 計數期間 P_n 的起始上升，在第 1 計數期間 P_n 的結束下降的訊號，被輸入至周期測定部 71-2 的閘極訊號 $GS2$ 係在

第 2 計數期間 P_m 的起始上升，在第 2 計數期間 P_m 的結束下降的訊號。

接著，轉換部 72-1 係將周期測定部 71-1 所測定到的 MHP 的周期的平均值轉換成第 1 計數期間 P_n 中的每單位時間的 MHP 的數量 n （振盪波長正在增加的情況下半導體雷射的干涉波形的數量），轉換部 72-2 係將周期測定部 71-2 所測定到的 MHP 的周期的平均值轉換成第 2 計數期間 P_m 中的每單位時間的 MHP 的數量 m （振盪波長正在減少的情況下半導體雷射的干涉波形的數量）（第 5 圖的步驟 S103）。若將 MHP 的平均周期設為 T_s ，三角波的頻率設為 f ，則每單位時間的 MHP 的數量係可利用 $\{2 / (f \times T_s)\}$ 進行計算。此時的單位時間為三角波的周期 T 的 $1/2$ 的時間。

計數裝置 7 係在每個第 1 計數期間 P_n 和每個第 2 計數期間 P_m 進行以上所示的處理。由第 6 圖（C）、第 6 圖（D）可知，第 1 計數期間 P_n 和第 2 計數期間 P_m 交替地存在。因此，以在第 1 計數期間 P_n 中，藉由周期測定部 71-1 和轉換部 72-1 的動作，計算 MHP 的數量 n ，接著在第 2 計數期間 P_m 中，藉由周期測定部 71-2 和轉換部 72-2 的動作，計算 MHP 的數量 m 所述的方式，MHP 的數量 n 和 m 係交替地予以求出。

接著，運算裝置 8 係根據半導體雷射 1-1、1-2 的最小振盪波長 λ_a 和最大振盪波長 λ_b 與 MHP 的數量 n 、 m ，計算出與測定對象 11 的距離及測定對象 11 的速度。第 7 圖

係顯示運算裝置 8 之構成之一例的方塊圖，第 8 圖係顯示運算裝置 8 的動作的流程圖。運算裝置 8 係由以下所構成：

距離・速度計算部 80，根據半導體雷射 1-1、1-2 的最小振盪波長 λ_a 和最大振盪波長 λ_b 與 MHP 的數量 n 、 m ，計算與測定對象 11 的距離的候補值和測定對象 11 的速度的候補值；履歷位移計算部 81，計算屬於由距離・速度計算部 80 所計算出的距離的候補值與瞬前所計算出的距離的候補值的差的履歷位移；記憶部 82，記憶距離・速度計算部 80 和履歷位移計算部 81 的計算結果；狀態判定部 83，根據距離・速度計算部 80 和履歷位移計算部 81 的計算結果，判定測定對象 11 的狀態；以及距離・速度確定部 84，根據狀態判定部 83 的判定結果，確定與測定對象 11 的距離和測定對象 11 的速度。

在本實施形態中，係設成將測定對象 11 的狀態滿足預定條件的微小位移狀態、或變動比微小位移狀態更大的位移狀態中的任一者。當將計數期間 P_n 和計數期間 P_m 的每個期間的測定對象 11 的平均位移設為 V 時，所謂微小位移狀態係指滿足 $(\lambda_b - \lambda_a) / \lambda_b > V / L_b$ 的狀態，所謂位移狀態係指滿足 $(\lambda_b - \lambda_a) / \lambda_b \leq V / L_b$ 的狀態。其中， L_b 為時刻 t_n (t_{n1} 、 t_{n2} 、 t_{n3} 、 t_{n4} 、 t_{n5} 、 t_{n6} 、 t_{n7} 、 t_{n8}) 或 t_m (t_{m1} 、 t_{m2} 、 t_{m3} 、 t_{m4} 、 t_{m5} 、 t_{m6} 、 t_{m7} 、 t_{m8}) 時的距離。其中，若藉由使計數期間 P_n 和計數期間 P_m 合併後的時間，對位移 V 進行正規化，則可獲得測定對象 11 的速度。

首先，運算裝置 8 的距離・速度計算部 80 係如下式所示，計算在目前時刻 t 的距離的候補值 $L\alpha(t)$ 、 $L\beta(t)$ 和速度的候補值 $V\alpha(t)$ 、 $V\beta(t)$ ，且儲放在記憶部 82（第 8 圖的步驟 S1）。

$$L\alpha(t) = \lambda a \times \lambda b \times (MHP(t-1) + MHP(t)) / \{4 \times (\lambda b - \lambda a)\} \quad \dots (2)$$

$$L\beta(t) = \lambda a \times \lambda b \times (|MHP(t-1) - MHP(t)|) / \{4 \times (\lambda b - \lambda a)\} \quad \dots (3)$$

$$V\alpha(t) = (MHP(t-1) - MHP(t)) \times \lambda b / 4 \quad \dots (4)$$

$$V\beta(t) = (MHP(t-1) + MHP(t)) \times \lambda b / 4 \quad \dots (5)$$

在式（2）至式（5）中， $MHP(t)$ 為在目前時刻 t 中所計算出的 MHP 的數量， $MHP(t-1)$ 為在 $MHP(t)$ 的前 1 次所計算出的 MHP 的數量。例如，若 $MHP(t)$ 為藉由計數裝置 7 的轉換部 72-2 所計算出的數 m ，則 $MHP(t-1)$ 為藉由轉換部 72-1 予以計算出的數 n ，相反地，若 $MHP(t)$ 為藉由轉換部 72-1 所計算出的數 n ，則 $MHP(t-1)$ 為藉由轉換部 72-2 予以計算出的數 m 。

其中，上述式（2）和（3）為假定在半導體雷射 1-1、1-2 採用不具有模式跳躍現象的類型的情形者。若在半導體雷射 1-1、1-2 採用具有模式跳躍現象的類型，則必須使用下述式（2A）和（3A）來替代上述式（2）和（3）。

$$L\alpha(t) = \lambda a \times \lambda b \times (MHP(t-1) + MHP(t)) / \{4 \times (\lambda b - \lambda a - \Sigma \lambda_{mp})\} \quad \dots (2A)$$

$$L\beta(t) = \lambda a \times \lambda b \times (|MHP(t-1) - MHP(t)|) / \{4 \times (\lambda b - \lambda a - \Sigma \lambda_{mp})\} \quad \dots (3A)$$

在此， λ_{mp} 係表示因模式跳躍現象而變得不連續的頻率的寬度的大小。在 1 個期間 t 之中產生複數個模式跳躍

現象時，任一 λ_{mp} 均表示大致相同的值。 $\sum \lambda_{mp}$ 為將在 1 個期間 t 內所產生的模式跳躍現象所引起的頻率的不連續寬度的大小 λ_{mp} 全部相加所得的值。

候補值 $L_{\alpha}(t)$ 、 $V_{\alpha}(t)$ 為假定測定對象 11 處於微小位移狀態而進行計算所得的值，候補值 $L_{\beta}(t)$ 、 $V_{\beta}(t)$ 為假定測定對象 11 處於位移狀態而進行計算所得的值。運算裝置 8 係在每個藉由計數裝置 7 測定 MHP 的數量的時刻，進行式 (2) 至式 (5) 的計算。

接著，運算裝置 8 的履歷位移計算部 81 係如下式所示，針對微小位移狀態和位移狀態的各狀態，計算出屬於在目前時刻 t 中之距離的候補值、與儲放在記憶部 82 的瞬前時刻中之距離的候補值的差的履歷位移，且將其儲放在記憶部 82 (第 8 圖的步驟 S2)。其中，在式 (6)、式 (7) 中，係將在目前時刻 t 的前 1 次所計算出的距離的候補值設為 $L_{\alpha}(t-1)$ 、 $L_{\beta}(t-1)$ 。

$$V_{cal\alpha}(t) = L_{\alpha}(t) - L_{\alpha}(t-1) \quad \dots (6)$$

$$V_{cal\beta}(t) = L_{\beta}(t) - L_{\beta}(t-1) \quad \dots (7)$$

履歷位移 $V_{cal\alpha}(t)$ 為假定測定對象 11 處於微小位移狀態而計算所得的值，履歷位移 $V_{cal\beta}(t)$ 為假定測定對象 11 處於位移狀態而計算所得的值。運算裝置 8 係在每個藉由計數裝置 7 計算 MHP 的數量的時刻，進行式 (6) 至 (7) 的計算。另外，在式 (4) 至式 (7) 中，係將測定對象 11 接近本實施形態之距離・速度計的方向設定為正的速度，將遠離該距離・速度計的方向設定為負的速度。

接著，運算裝置 8 的狀態判定部 83 係使用被儲放於記憶部 82 的式 (2) 至式 (7) 的計算結果，判定測定對象 11 的狀態 (第 8 圖的步驟 S3)。

如專利文獻 1 之記載所示，在測定對象 11 以微小位移狀態移動 (等速運動) 時，假定測定對象 11 為微小位移狀態而計算所得的履歷位移 $V_{cal\alpha}(t)$ 的符號為一定，並且假定測定對象 11 為微小位移狀態而計算所得的速度的候補值 $V_{\alpha}(t)$ 和履歷位移 $V_{cal\alpha}(t)$ 的絕對值的平均值為相等。另外，當測定對象 11 以微小位移狀態等速運動時，假定測定對象 11 為位移狀態而計算所得的履歷位移 $V_{cal\beta}(t)$ 的符號係在每個計算 MHP 的數量的時刻進行反轉。

因此，狀態判定部 83 係在假定測定對象 11 處於微小位移狀態而計算所得的履歷位移 $V_{cal\alpha}(t)$ 的符號為一定，並且假定測定對象 11 處於微小位移狀態而計算所得的速度的候補值 $V_{\alpha}(t)$ 與履歷位移 $V_{cal\alpha}(t)$ 的絕對值的平均值為相等時，判定測定對象 11 以微小位移狀態等速運動。

如專利文獻 1 之記載所示，在測定對象 11 以位移狀態移動 (等速運動) 時，假定測定對象 11 為位移狀態而計算所得的履歷位移 $V_{cal\beta}(t)$ 的符號為一定，並且假定測定對象 11 為位移狀態而計算所得的速度的候補值 $V_{\beta}(t)$ 與履歷位移 $V_{cal\beta}(t)$ 的絕對值的平均值為相等。另外，當測定對象 11 以位移狀態進行等速運動時，假定測定

對象 11 為微小位移狀態而計算所得的履歷位移 $V_{cal\alpha}(t)$ 的符號係在每個計算 MHP 的數量的時刻進行反轉。

因此，狀態判定部 83 係在假定測定對象 11 處於位移狀態而計算所得的履歷位移 $V_{cal\beta}(t)$ 的符號為一定，並且假定測定對象 11 處於位移狀態而計算所得的速度的候補值 $V_{\beta}(t)$ 與履歷位移 $V_{cal\beta}(t)$ 的絕對值的平均值為相等時，判定測定對象 11 以位移狀態等速運動。

如專利文獻 1 之記載所示，在測定對象 11 以微小位移狀態進行等速運動以外的運動時，假定測定對象 11 為微小位移狀態而計算所得的速度的候補值 $V_{\alpha}(t)$ 和假定測定對象 11 為微小位移狀態而計算所得的履歷位移 $V_{cal\alpha}(t)$ 的絕對值的平均值並不相一致。同樣地，假定測定對象 11 為位移狀態而計算所得的速度的候補值 $V_{\beta}(t)$ 和假定測定對象 11 為位移狀態而計算所得的履歷位移 $V_{cal\beta}(t)$ 的絕對值的平均值亦不相一致。

另外，在測定對象 11 以微小位移狀態進行等速運動以外的運動時，假定測定對象 11 為微小位移狀態而計算所得的履歷位移 $V_{cal\alpha}(t)$ 的符號係在每個計算 MHP 的數量的時刻進行反轉，即使在假定測定對象 11 為位移狀態而計算所得的履歷位移 $V_{cal\beta}(t)$ 中符號有變動的情形下，在每個計算 MHP 的數量的時刻，並不會產生該變動。

因此，狀態判定部 83 係當假定測定對象 11 處於微小位移狀態而計算所得的履歷位移 $V_{cal\alpha}(t)$ 的符號在每個

計算 MHP 的數量的時刻進行反轉，而且當假定測定對象 11 處於微小位移狀態而計算所得的速度的候補值 $V_{\alpha}(t)$ 與履歷位移 $V_{cal\alpha}(t)$ 的絕對值的平均值不相一致時，判定測定對象 11 以微小位移狀態進行等速運動以外的運動。

其中，如果著眼於速度的候補值 $V_{\beta}(t)$ ，則 $V_{\beta}(t)$ 的絕對值為常數，該絕對值係與假定測定對象 11 處於微小位移狀態而計算所得的距離的候補值 $L_{\alpha}(t)$ 乘上半導體雷射 1-1、1-2 的波長變化率 $(\lambda_b - \lambda_a) / \lambda_b$ 的值相等。因此，狀態判定部 83 亦可當假定測定對象 11 處於位移狀態而計算所得的速度的候補值 $V_{\beta}(t)$ 的絕對值與距離的候補值 $L_{\alpha}(t)$ 乘上波長變化率 $(\lambda_b - \lambda_a) / \lambda_b$ 所得的值相等，而且假定測定對象 11 處於微小位移狀態而計算所得的速度的候補值 $V_{\alpha}(t)$ 與履歷位移 $V_{cal\alpha}(t)$ 的絕對值的平均值不相一致時，判定測定對象 11 以微小位移狀態進行等速運動以外的運動。

如專利文獻 1 之記載所示，測定對象 11 在位移狀態下進行等速運動以外的運動時，假定測定對象 11 為微小位移狀態而計算所得的速度的候補值 $V_{\alpha}(t)$ 和假定測定對象 11 為微小位移狀態而計算所得的履歷位移 $V_{cal\alpha}(t)$ 的絕對值的平均值並不相一致，假定測定對象 11 為位移狀態而計算所得的速度的候補值 $V_{\beta}(t)$ 和假定測定對象 11 為位移狀態而計算所得的履歷位移 $V_{cal\beta}(t)$ 的絕對值的平均值亦不相一致。

此外，在測定對象 11 在位移狀態下進行等速運動以外的運動時，假定測定對象 11 為位移狀態而計算所得的履歷位移 $V_{cal\beta}(t)$ 的符號係在每個計算 MHP 的數量的時刻進行反轉，即使在假定測定對象 11 為微小位移狀態而計算所得的履歷位移 $V_{cal\alpha}(t)$ 中符號有變動的情形下，在每個計算 MHP 的數量的時刻，並不會產生該變動。

因此，狀態判定部 83 係在假定測定對象 11 處於位移狀態而計算所得的履歷位移 $V_{cal\beta}(t)$ 的符號在每個計算 MHP 的數量的時刻進行反轉，而且假定測定對象 11 處於位移狀態而計算所得的速度的候補值 $V_{\beta}(t)$ 和履歷位移 $V_{cal\beta}(t)$ 的絕對值的平均值不相一致時，判定測定對象 11 以位移狀態進行等速運動以外的運動。

其中，如果著眼於速度的候補值 $V_{\alpha}(t)$ ，則 $V_{\alpha}(t)$ 的絕對值為常數，該絕對值係與假定測定對象 11 處於位移狀態而計算所得的距離的候補值 $L_{\beta}(t)$ 乘上半導體雷射 1-1、1-2 的波長變化率 $(\lambda_b - \lambda_a) / \lambda_b$ 所得的值相等。因此，狀態判定部 83 亦可在假定測定對象 11 處於微小位移狀態而計算所得的速度的候補值 $V_{\alpha}(t)$ 的絕對值與距離的候補值 $L_{\beta}(t)$ 乘上波長變化率 $(\lambda_b - \lambda_a) / \lambda_b$ 所得的值相等，而且假定測定對象 11 處於位移狀態而計算所得的速度的候補值 $V_{\beta}(t)$ 和履歷位移 $V_{cal\beta}(t)$ 的絕對值的平均值不相一致時，判定測定對象 11 以位移狀態進行等速運動以外的運動。

將以上的狀態判定部 83 的判定動作顯示於第 9 圖。

運算裝置 8 的距離・速度確定部 84 係根據狀態判定部 83 的判定結果，確定測定對象 11 的速度及與測定對象 11 的距離（第 8 圖的步驟 S4）。

亦即，距離・速度確定部 84 係在判定出測定對象 11 以微小位移狀態進行等速運動時，將速度的候補值 $V\alpha(t)$ 作為測定對象 11 的速度，距離的候補值 $VL\alpha(t)$ 作為與測定對象 11 的距離，在判定出測定對象 11 以位移狀態進行等速運動時，將速度的候補值 $V\beta(t)$ 作為測定對象 11 的速度，距離的候補值 $L\beta(t)$ 作為與測定對象 11 的距離。

另外，距離・速度確定部 84 係在判定出測定對象 11 以微小位移狀態進行等速運動以外的運動時，將速度的候補值 $V\alpha(t)$ 作為測定對象 11 的速度，距離的候補值 $VL\alpha(t)$ 作為與測定對象 11 的距離。其中，實際的距離為距離的候補值 $L\alpha(t)$ 的平均值。另外，距離・速度確定部 84 係在判定出測定對象 11 以位移狀態進行等速運動以外的運動時，將速度的候補值 $V\beta(t)$ 作為測定對象 11 的速度，距離的候補值 $L\beta(t)$ 作為與測定對象 11 的距離。其中，實際的距離為距離的候補值 $L\beta(t)$ 的平均值。

其中，根據 $MHP(t-1)$ 和 $MHP(t)$ 的大小關係， $V\beta(t)$ 一定成為正的值， $V\alpha(t)$ 則為正或負的值的任一者，但是該等的符號並未呈現測定對象 11 的速度的方向。在振盪波長增加的情形下的半導體雷射的 MHP 的數量大於振盪波長減少的情形下的半導體雷射的 MHP 的數量時

，亦即，在 $n > m$ 時，測定對象 11 的速度係成為正向（接近雷射的方向）。

運算裝置 8 係在例如有來自使用者的測量結束的指示之前（第 8 圖的步驟 S5 中的“YES”），在每個由計數裝置 7 進行計算 MHP 的數量的時刻，進行以上所示的步驟 S1 至 S4 的處理。

顯示裝置 9 係以即時（real time）顯示藉由運算裝置 8 所計算出的與測定對象 11 的距離及測定對象 11 的速度。

另一方面，振幅調整裝置 10 係使用運算裝置 8 的狀態判定部 83 的判定結果，以使半導體雷射 1-1、1-2 的三角波驅動電流的振幅成為適當的方式控制雷射驅動器 4-1、4-2。振幅調整裝置 10 係使用運算裝置 8 的距離・速度計算部 80 所計算出的速度的候補值 $V_{\alpha}(t)$ 、 $V_{\beta}(t)$ 之中由狀態判定部 83 判斷為不是真值而未選擇的速度的候補值，來進行振幅調整。在判定出測定對象 11 以微小位移狀態進行速度運動或等速運動以外的運動時，狀態判定部 83 未選擇的速度的候補值為 $V_{\beta}(t)$ ，當判定出測定對象 11 以位移狀態進行等速運動或等速運動以外的運動時，狀態判定部 83 未選擇的速度的候補值為 $V_{\alpha}(t)$ 。

振幅調整裝置 10 係以使狀態判定部 83 未選擇的速度的候補值與狀態判定部 83 判斷為真值而選擇的距離的候補值乘上半導體雷射 1-1、1-2 的波長變化率 $(\lambda_b - \lambda_a) / \lambda_b$ 所得的值大致相等的方式，通過雷射驅動器 4-1、4-2 來調

整三角波驅動電流的振幅。此時，可以對由雷射驅動器 4-1 供給至半導體雷射 1-1 的驅動電流和由雷射驅動器 4-2 供給至半導體雷射 1-2 的驅動電流之雙方進行振幅調整，亦可調整任一者。

第 10 圖係用以說明由雷射驅動器 4-1、4-2 供給至半導體雷射 1-1、1-2 的三角波驅動電流的振幅的調整方法的說明圖。按照來自振幅調整裝置 10 的指示，雷射驅動器 4-1、4-2 係在將驅動電流的最大值固定在一定值（在第 10 圖的例中，係藉由半導體雷射 1-1、1-2 予以界定的驅動電流的上限值 CL）的狀態下，直接加大或減小驅動電流的最小值，藉此調整驅動電流的振幅 AMP。如此一來，可將驅動電流的振幅設定在適合的值。

如本實施形態所示，在使用複數個半導體雷射 1-1、1-2 的距離・速度計中，當半導體雷射 1-1、1-2 的波長變化量的絕對值存在差異時，則在測定值會產生誤差。因此，如本實施形態所示，藉由調整三角波驅動電流的振幅，可使半導體雷射 1-1、1-2 的波長變化量的絕對值相等，而可減低距離及速度的測定誤差。

其中，在本實施形態中，以使狀態判定部 83 未選擇的速度的候補值與狀態判定部 83 判定為真值而選擇的距離的候補值乘上波長變化率 $(\lambda_b - \lambda_a) / \lambda_b$ 所得的值相等的方式，調整三角波驅動電流的振幅，但是並不需要使速度的候補值完全等於距離的候補值乘上波長變化率所得的值，只要為大致相等的狀態即可。

如以上所示，在本實施形態中，使半導體雷射 1-1、1-2 交替地反覆振盪波長連續地增加的第 1 振盪期間和振盪波長連續地減少的第 2 振盪期間，針對光電二極體 2-1 和 2-2 的各個，對光電二極體 2-1、2-2 的輸出訊號所包含的 MHP 的數量進行計數，根據該計數結果和半導體雷射 1-1、1-2 的最小振盪波長 λ_a 及最大振盪波長 λ_b ，可以計算出與測定對象 11 的距離和測定對象 11 的速度。結果，在本實施形態中，（a）可以使裝置小型化；（b）不需要高速的電路；（c）抗擾亂光強；（d）可活用未選擇測定對象的習知的自耦合型的雷射測量器的優點，同時不僅可測量與測定對象 11 的距離，亦可以測量測定對象 11 的速度。另外，根據本實施形態，可以判定測定對象 1 是進行等速運動，還是進行等速運動以外的運動。

此外，在本實施形態中，由振盪波長的增減呈相反的半導體雷射 1-1、1-2，使彼此平行的雷射光同時放射至測定對象 11，在比第 1 振盪期間和第 2 振盪期間短的第 1 計數期間 P_n 中，求出光電二極體 2-1 或 2-2 的輸出所包含的 MHP 的數 n ，在短於第 1 振盪期間和第 2 振盪期間，並且至少一部分的時刻與第 1 計數期間 P_n 不同的第 2 計數期間 P_m 中，求出光電二極體 2-2 或 2-1 的輸出所包含的 MHP 的數 m ，藉此可比專利文獻 1 所揭示的距離・速度計，以更短時間測定距離與速度。在專利文獻 1 所揭示的距離・速度計中，必須在至少 3 次的例如第 1 振盪期間 $t-1$ 和第 2 振盪期間 t 以及第 1 振盪期間 $t+1$ ，對 MHP 的數

量進行計數，但在本實施形態中，只要在至少 3 次的例如第 1 計數期間 P_{n1} 和第 2 計數期間 P_{m1} 以及第 1 計數期間 P_{n2} ，對 MHP 的數量進行計數即可。

另外，在本實施形態中，藉由使半導體雷射 1-1、1-2 的波長變化量的絕對值相等，可使距離和速度的測定精度提升。

其中，在本實施形態中所計算出的速度和距離係成為第 6 圖的時刻 t_n (t_{n1} 、 t_{n2} 、 t_{n3} 、 t_{n4} 、 t_{n5} 、 t_{n6} 、 t_{n7} 、 t_{n8}) 與時刻 t_m (t_{m1} 、 t_{m2} 、 t_{m3} 、 t_{m4} 、 t_{m5} 、 t_{m6} 、 t_{m7} 、 t_{m8}) 的中間的時刻的值。例如，使用第 1 計數期間 P_{n1} 中的 MHP 的數 n 與第 2 計數期間 P_{m1} 中的 MHP 的數 m 所計算出的速度和距離係時刻 t_{n1} 與 t_{m1} 的中間的時刻的值，使用在第 2 計數期間 P_{m1} 的 MHP 的數 m 與第 1 計數期間 P_{n2} 的 MHP 的數 n 所計算的速度和距離係時刻 t_{m1} 和 t_{n2} 的中間的時刻的值。因此，亦可在第 4 圖所示的計數裝置 7 的內部，設置用以計算與速度及距離的計算值相對應的時刻的時刻計算手段。

〔第 2 實施形態〕

在第 1 實施形態中，針對將本發明應用於自耦合型的干涉計的情形進行說明，但是亦可將本發明應用於自耦合型以外的干涉計。第 11 圖係顯示本發明第 2 實施形態的距離・速度計之構成的方塊圖，對與第 1 圖相同的構成係採用同一元件符號。在第 11 圖中，12-1、12-2 係表示將

入射光及反射光進行分離的分束鏡 (beam splitter) 。

半導體雷射 1-1、1-2 的雷射光彼此平行地射出且射入測定對象 11 係與第 1 實施形態相同。已通過分束鏡 12-1、12-2 和透鏡 3-1、3-2 的雷射光係射入測定對象 11。另外，在本實施形態中，由測定對象 11 予以反射的半導體雷射 1-1、1-2 的光係分別藉由分束鏡 12-1、12-2，與射入測定對象 11 的入射光予以分離，並導至光電二極體 2-1、2-2。

由於光電二極體 2-1、2-2 以後的構成係與第 1 實施形態相同，故省略說明。如此一來，即使在自耦合型以外的干涉計中，亦可獲得與第 1 實施形態相同的效果。

第 1、第 2 實施形態的計數裝置 7 和運算裝置 8 係可藉由例如具有 CPU、記憶裝置及介面的電腦與控制該等硬體的程式來實現。用於使如上所示之電腦動作的程式係在被記錄於軟性磁碟、CD-ROM、DVD-ROM、記憶卡等記錄媒體的狀態下予以提供。CPU 係將所讀入的程式寫入記憶裝置，且按照該程式，執行在第 1、第 2 實施形態中所說明的處理。

其中，在第 1、第 2 實施形態中，在測定對象 11 具有非常小的位移的振動時（例如最大速度 2nm），實際的距離的變化（振幅）為數 nm，但由於距離計算的解析度低於位移解析度，故誤差變大。因此，當測定對象處於具有微小位移的運動狀態時，取代計算結果，而將對位移（速度）進行積分後的值作為距離的變化較能提高精度。

此外，在第 1、第 2 實施形態中係針對半導體雷射 1-1 與 1-2 的最小振盪波長 λ_a 為相同，並且半導體雷射 1-1 與 1-2 的最大振盪波長 λ_b 為相同的情況進行說明，但是並不限於此，也可如第 12 圖所示，在半導體雷射 1-1 與 1-2 之間，最小振盪波長 λ_a 及最大振盪波長 λ_b 為不同。在第 12 圖中， λ_{a1} 、 λ_{b1} 表示半導體雷射 1-1 的最小振盪波長、最大振盪波長， λ_{a2} 、 λ_{b2} 表示半導體雷射 1-2 的最小振盪波長、最大振盪波長。此時， $\lambda_{a1} \times \lambda_{b1} / \{4 \times (\lambda_{b1} - \lambda_{a1})\}$ 與 $\lambda_{a2} \times \lambda_{b2} / \{4 \times (\lambda_{b2} - \lambda_{a2})\}$ 恒為相同的固定值即可。此時，式 (2) 至式 (5)、式 (2A)、式 (3A) 中的 λ_a 、 λ_b ，可採用 λ_{a1} 、 λ_{b1} ，亦可採用 λ_{a2} 、 λ_{b2} 。

此外，在第 1、第 2 實施形態中係使半導體雷射 1-1、1-2 呈三角波狀振盪，但是並不限於此，亦可如第 13 圖所示，使半導體雷射 1-1、1-2 呈鋸波狀振盪。亦即，在本發明中，若以至少第 1 振盪期間 P1 反覆存在的方式使半導體雷射 1-1 動作，且以振盪波長的增減與半導體雷射 1-1 成相反的方式使半導體雷射 1-2 動作即可。可以與第 12 圖的情形相同，實現 $\lambda_{a1} \neq \lambda_{a2}$ 、 $\lambda_{b1} \neq \lambda_{b2}$ ，亦可與第 2 圖的情形相同，實現 $\lambda_{a1} = \lambda_{a2}$ 、 $\lambda_{b1} = \lambda_{b2}$ 。

第 1 振盪期間 P1 的動作與三角波振盪的情形相同。其中，在使半導體雷射 1-1、1-2 呈鋸波狀振盪的情形下，計數裝置 7 的切換開關 70 的輸出必須固定。亦即，切換開關 70 係將濾波器電路 6-1 的輸出恒為與周期測定部 71-1 的輸入相連接，將濾波器電路 6-2 的輸出恒為與周期測

定部 71-2 的輸入相連接。

其中，在使半導體雷射 1-1、1-2 呈三角波狀振盪的情形下，可與測定對象 11 的狀態無關地進行振幅調整裝置 10 的振幅調整，但是在使半導體雷射 1-1、1-2 呈鋸齒狀振盪的情形下，係僅在測定對象 11 為靜止狀態時可進行振幅調整。

（產業上利用可能性）

本發明係可適用於測量與測定對象的距離及測定對象的速度的技術。

【圖式簡單說明】

第 1 圖係顯示本發明第 1 實施形態的距離・速度計的構成的方塊圖。

第 2 圖係顯示本發明第 1 實施形態的半導體雷射的振盪波長的時間變化的一例圖。

第 3 圖係以模式顯示本發明第 1 實施形態的電流-電壓轉換放大器的輸出電壓波形及濾波器電路的輸出電壓波形的圖。

第 4 圖係顯示本發明第 1 實施形態的計數裝置的構成的一例的方塊圖。

第 5 圖係顯示第 4 圖的計數裝置的動作的流程圖。

第 6 圖係顯示第 4 圖的計數裝置的計數期間的圖。

第 7 圖係顯示本發明第 1 實施形態的運算裝置的構成

的一例的方塊圖。

第 8 圖係顯示本發明第 1 實施形態的運算裝置的動作的流程圖。

第 9 圖係顯示本發明第 1 實施形態的運算裝置的狀態判定部的判定動作圖。

第 10 圖係用以說明本發明第 1 實施形態中，由雷射驅動器供給至半導體雷射的三角波驅動電流的振幅的調整方法的圖。

第 11 圖係顯示本發明第 2 實施形態的距離・速度計的構成的方塊圖。

第 12 圖係顯示本發明第 1、第 2 實施形態的半導體雷射的振盪波長的時間變化的其他例圖。

第 13 圖係顯示本發明第 1、第 2 實施形態的半導體雷射的振盪波長的時間變化的其他例圖。

第 14 圖係顯示習知的雷射測量器中的半導體雷射的複合共振器模型圖。

第 15 圖係顯示半導體雷射的振盪波長和內建光電二極體的輸出波形的關係圖。

第 16 圖係顯示習知的距離・速度計的構成的方塊圖。

第 17 圖係顯示第 16 圖的距離・速度計中的半導體雷射的振盪波長的時間變化的一例圖。

【主要元件符號說明】

1-1、1-2：第 1、第 2 半導體雷射

2-1、2-2：光電二極體

3-1、3-2：透鏡

4-1、4-2：第 1、第 2 雷射驅動器

5-1、5-2：電流-電壓轉換放大器

6-1、6-2：濾波器電路

7：計數裝置

8：運算裝置

9：顯示裝置

10：振幅調整裝置

11：測定對象

12-1、12-2：分束鏡

70：切換開關

71-1、71-2：周期測定部

72-1、72-2：轉換部

80：距離・速度計算部

81：履歷位移計算部

82：記憶部

83：狀態判定部

84：距離・速度確定部

101：半導體雷射

102：半導體結晶的壁開面

103：光電二極體

104：測定對象

201：半導體雷射

202：光電二極體

203：透鏡

204：雷射驅動器

205：電流-電壓轉換放大器

206：訊號抽出電路

207：計數電路

208：運算裝置

209：顯示裝置

210：測定對象

LD1：半導體雷射 1-1 的振盪波形

LD2：半導體雷射 1-2 的振盪波形

P1：第 1 振盪期間

P2：第 2 振盪期間

Pn1、Pn2、Pn3、Pn4、Pn5、Pn6、Pn7、Pn8：第 1

計數期間

Pm1、Pm2、Pm3、Pm4、Pm5、Pm6、Pm7、Pm8：第

2 計數期間

tn1、tn2、tn3、tn4、tn5、tn6、tn7、tn8：第 1 計數
期間 Pn1、Pn2、Pn3、Pn4、Pn5、Pn6、Pn7、Pn8 的中間
時刻

tm1、tm2、tm3、tm4、tm5、tm6、tm7、tm8：第 2
計數期間 Pm1、Pm2、Pm3、Pm4、Pm5、Pm6、Pm7、Pm8
的中間時刻

T ：三角波的周期

λ_a ：各期間的振盪波長的最小值

λ_b ：各期間的振盪波長的最大值

五、中文發明摘要

發明之名稱：距離・速度計及距離・速度測量方法

本發明之課題在於縮短測定時間。本發明之距離・速度計係具有：以交替存在振盪波長增加的第 1 振盪期間和振盪波長減少的第 2 振盪期間的方式使半導體雷射（1-1）動作的雷射驅動器（4-1）；以與雷射（1-1）相反相位振盪的方式使半導體雷射（1-2）動作的雷射驅動器（4-2）；將雷射（1-1）、（1-2）的光輸出轉換成電訊號的光電二極體（2-1）、（2-2）；針對光電二極體（2-1）、（2-2）的各個對於光電二極體（2-1）、（2-2）的輸出所包含的干涉波形的數量進行計數的計數手段（5-1）、（5-2）、（6-1）、（6-2）、（7）；以及根據雷射（1-1）、（1-2）之最小振盪波長及最大振盪波長與計數結果，計算出與測定對象的距離及測定對象的速度的運算裝置（8）。

六、英文發明摘要

發明之名稱：

十、申請專利範圍

1. 一種距離・速度計，其特徵為具有：

第 1 半導體雷射，對測定對象放射第 1 雷射光；

第 2 半導體雷射，以與前述第 1 雷射光平行的方式對前述測定對象放射第 2 雷射光；

第 1 雷射驅動器，以至少振盪波長連續地單調增加的振盪期間反覆存在的方式使前述第 1 半導體雷射進行動作；

第 2 雷射驅動器，以振盪波長的增減與前述第 1 半導體雷射相反的方式使前述第 2 半導體雷射進行動作；

第 1 受光器，將前述第 1 雷射光與該雷射光之來自前述測定對象的返回光轉換成電訊號；

第 2 受光器，將前述第 2 雷射光與該雷射光之來自前述測定對象的返回光轉換成電訊號；

計數手段，針對前述第 1、第 2 受光器的輸出訊號的各個，對前述第 1、第 2 受光器的輸出訊號所包含之由前述第 1、第 2 雷射光及其返回光所產生的干涉波形的數量進行計數；以及

運算手段，根據前述第 1、第 2 半導體雷射的最小振盪波長及最大振盪波長與前述計數手段的計數結果，計算與前述測定對象的距離及前述測定對象的速度的至少一者。

2. 一種距離・速度計，其特徵為具有：

第 1 半導體雷射，對測定對象放射第 1 雷射光；

第 2 半導體雷射，以與前述第 1 雷射光平行的方式對前述測定對象放射第 2 雷射光；

第 1 雷射驅動器，以至少振盪波長連續地單調增加的振盪期間反覆存在的方式使前述第 1 半導體雷射進行動作；

第 2 雷射驅動器，以振盪波長的增減與前述第 1 半導體雷射相反的方式使前述第 2 半導體雷射進行動作；

第 1 受光器，將前述第 1 半導體雷射的光輸出轉換成電訊號；

第 2 受光器，將前述第 2 半導體雷射的光輸出轉換成電訊號；

計數手段，針對前述第 1、第 2 受光器的輸出訊號的各個，對前述第 1、第 2 受光器的輸出訊號所包含之藉由前述第 1、第 2 雷射光及其返回光的自耦合效應所產生的干涉波形的數量進行計數；以及

運算手段，根據前述第 1、第 2 半導體雷射的最小振盪波長及最大振盪波長與前述計數手段的計數結果，計算與前述測定對象的距離及前述測定對象的速度的至少一者。

3. 如申請專利範圍第 1 項或第 2 項之距離・速度計，其中，前述計數手段係在短於前述振盪期間的第 1 計數期間中，求出與前述第 1 和第 2 半導體雷射中振盪波長正在增加的半導體雷射相對應的受光器的輸出訊號所包含的干涉波形的數量，在短於前述振盪期間而且至少一部分的

時刻與前述第 1 計數期間不同的第 2 計數期間中，求出與前述第 1、第 2 半導體雷射中振盪波長正在減少的半導體雷射相對應的受光器的輸出訊號所包含的干涉波形的數量，根據與振盪波長正在增加的半導體雷射相對應的受光器的輸出訊號及與振盪波長正在減少的半導體雷射相對應的受光器的輸出訊號，交替地求出前述干涉波形的數量。

4. 如申請專利範圍第 1 項至第 3 項中任一項之距離・速度計，其中，前述運算手段係包括：

距離・速度計算部，根據前述第 1、第 2 半導體雷射的最小振盪波長和最大振盪波長與前述計數手段的計數結果，計算與前述測定對象的距離的候補值和前述測定對象的速度的候補值；

履歷位移計算部，計算作為由該距離・速度計算部所計算出的距離的候補值、與前次所計算出的距離的候補值的差值的履歷位移；

狀態判定部，根據前述距離・速度計算部與前述履歷位移計算部的計算結果，判定前述測定對象的狀態；以及

距離・速度確定部，根據該狀態判定部的判定結果，確定與前述測定對象的距離及前述測定對象的速度的至少一者。

5. 如申請專利範圍第 4 項之距離・速度計，其中，前述距離・速度計算部與前述履歷位移計算部係使前述測定對象的狀態為微小位移狀態或變動比前述微小位移狀態快的位移狀態的任一者，針對假定前述測定對象處於微小

位移狀態的情形與假定處於位移狀態的情形的各個，在每次前述計數手段求出前述干涉波形的數量時，即進行計算前述距離的候補值與前述速度的候補值與前述履歷位移，

前述狀態判定部係根據前述距離・速度計算部和前述履歷位移計算部的計算結果，在每次進行前述計算時，進行判定前述測定對象是處於微小位移狀態或處於位移狀態，並且在每次進行前述計算時，進行判定前述測定對象是進行等速運動或進行等速運動以外的運動。

6. 如申請專利範圍第 5 項之距離・速度計，其中，前述狀態判定部係在假定前述測定對象處於微小位移狀態而計算所得的前述履歷位移的符號為一定，並且假定前述測定對象處於微小位移狀態而計算所得的前述速度的候補值與假定前述測定對象處於微小位移狀態而計算所得的前述履歷位移的絕對值的平均值為相等時，進行判定前述測定對象以微小位移狀態進行等速運動。

7. 如申請專利範圍第 5 項之距離・速度計，其中，前述狀態判定部係在假定前述測定對象處於位移狀態而計算所得的前述履歷位移的符號為一定，並且假定前述測定對象處於位移狀態而計算所得的前述速度的候補值與假定前述測定對象處於位移狀態而計算所得的前述履歷位移的絕對值的平均值為相等時，進行判定前述測定對象以位移狀態進行等速運動。

8. 如申請專利範圍第 5 項之距離・速度計，其中，前述狀態判定部係在假定前述測定對象處於微小位移狀態

而計算所得的前述履歷位移的符號在每次進行前述計算時進行反轉，並且假定前述測定對象處於微小位移狀態而計算所得的前述速度的候補值和假定前述測定對象處於微小位移狀態而計算所得的前述履歷位移的絕對值的平均值為不相一致時，進行判定前述測定對象以微小位移狀態進行等速運動以外的運動。

9. 如申請專利範圍第 5 項之距離・速度計，其中，前述狀態判定部係在假定前述測定對象處於位移狀態而計算所得的前述速度的候補值的絕對值、與假定前述測定對象處於微小位移狀態而計算所得的前述距離的候補值乘上前述第 1、第 2 半導體雷射的波長變化率所得的值為相等，並且假定前述測定對象處於微小位移狀態而計算所得的前述速度的候補值和假定前述測定對象處於微小位移狀態而計算所得的前述履歷位移的絕對值的平均值不相一致時，進行判定前述測定對象以微小位移狀態進行等速運動以外的運動。

10. 如申請專利範圍第 5 項之距離・速度計，其中，前述狀態判定部係假定前述測定對象處於位移狀態而計算所得的前述履歷位移的符號在每次進行前述計算時進行反轉，並且假定前述測定對象處於位移狀態而計算所得的前述速度的候補值和假定前述測定對象處於位移狀態而計算所得的前述履歷位移的絕對值的平均值不相一致時，進行判定前述測定對象以位移狀態進行等速運動以外的運動。

11. 如申請專利範圍第 5 項之距離・速度計，其中，

前述狀態判定部係在假定前述測定對象處於微小位移狀態而計算所得的前述速度的候補值的絕對值、與假定前述測定對象處於位移狀態而計算所得的前述距離的候補值乘上前述第 1、第 2 半導體雷射的波長變化率所得的值為相等，並且假定前述測定對象處於位移狀態而計算所得的前述速度的候補值和假定前述測定對象處於位移狀態而計算所得的前述履歷位移的絕對值的平均值不相一致時，進行判定前述測定對象以位移狀態進行等速運動以外的運動。

12. 如申請專利範圍第 1 項至第 3 項中任一項之距離・速度計，其中，前述運算手段係在前述測定對象處於具有微小之位移的運動狀態時，取代前述計算的結果，將前述位移的積分結果作為與前述測定對象的距離的變化。

13. 如申請專利範圍第 5 項之距離・速度計，其中，另外具有振幅調整手段，其以在假定前述測定對象處於微小位移狀態時的速度的候補值和假定前述測定對象處於位移狀態時的速度的候補值中前述狀態判定部判斷非為真值而未選擇的速度的候補值，與前述狀態判定部判斷為真值而選擇的距離的候補值乘上前述第 1、第 2 半導體雷射的波長變化率所得的值大致相等的方式，調整由前述第 1、第 2 雷射驅動器被供給至前述第 1、第 2 半導體雷射之驅動電流中至少一者的振幅。

14. 一種距離・速度測量方法，係使用半導體雷射而對測定對象放射雷射光的距離・速度測量方法，其特徵為具備有：

以至少振盪波長連續地單調增加的振盪期間反覆存在的方式使第 1 半導體雷射進行動作的第 1 振盪步驟；

以振盪波長的增減與前述第 1 半導體雷射相反的方式使第 2 半導體雷射進行動作的第 2 振盪步驟；

將由前述第 1 半導體雷射所放射的第 1 雷射光與該雷射光之來自前述測定對象的返回光轉換成電訊號的第 1 受光器的輸出訊號所包含之由前述第 1 雷射光及其返回光所產生的干涉波形的數量進行計數，並且將由前述第 2 半導體雷射所放射的第 2 雷射光與該雷射光之來自前述測定對象的返回光轉換成電訊號的第 2 受光器的輸出訊號所包含之由前述第 2 雷射光及其返回光所產生的干涉波形的數量進行計數的計數步驟；以及

根據前述第 1、第 2 半導體雷射的最小振盪波長及最大振盪波長與前述計數步驟的計數結果，計算與前述測定對象的距離及前述測定對象的速度的至少一者的運算步驟。

15. 一種距離・速度測量方法，係使用半導體雷射而對測定對象放射雷射光的距離・速度測量方法，其特徵為具備有：

以至少振盪波長連續地單調增加的振盪期間反覆存在的方式使第 1 半導體雷射進行動作的第 1 振盪步驟；

以振盪波長的增減與前述第 1 半導體雷射相反的方式使第 2 半導體雷射進行動作的第 2 振盪步驟；

藉由將前述第 1 半導體雷射的光輸出轉換成電訊號的

第 1 受光器的輸出訊號所包含之由前述第 1 半導體雷射所放射的第 1 雷射光及該雷射光之來自前述測定對象的返回光的自耦合效應所產生的干涉波形的數量進行計數，並且藉由將前述第 2 半導體雷射的光輸出轉換成電訊號的第 2 受光器的輸出訊號所包含之由前述第 2 半導體雷射所放射的第 2 雷射光及該雷射光之來自前述測定對象的返回光的自耦合效應所產生的干涉波形的數量進行計數的計數步驟；以及

根據前述第 1、第 2 半導體雷射的最小振盪波長及最大振盪波長與前述計數步驟的計數結果，計算與前述測定對象的距離及前述測定對象的速度的至少一者的運算步驟。

16. 如申請專利範圍第 14 項或第 15 項之距離・速度測量方法，其中，前述計數步驟係在短於前述振盪期間的第 1 計數期間中，求出前述第 1、第 2 半導體雷射中與振盪波長正在增加的半導體雷射相對應的受光器的輸出訊號所包含的干涉波形的數量；在短於前述振盪期間而且至少一部分的時刻與前述第 1 計數期間不同的第 2 計數期間中，求出前述第 1、第 2 半導體雷射中與振盪波長正在減少的半導體雷射相對應的受光器的輸出訊號所包含的干涉波形的數量，根據與振盪波長正在增加的半導體雷射相對應的受光器的輸出訊號及與振盪波長正在減少的半導體雷射相對應的受光器的輸出訊號，交替求出前述干涉波形的數量。

17. 如申請專利範圍第 14 項至第 16 項中任一項之距離・速度測量方法，其中，前述運算步驟係包含有：

根據前述第 1、第 2 半導體雷射的最小振盪波長、最大振盪波長、與在前述個數計算步驟中所計算出的干涉波形的數量，計算與前述測定對象的距離的候補值和前述測定對象的速度的候補值的距離・速度計算步驟；

計算出作為在該距離・速度計算步驟中所計算出的距離的候補值與前次所計算出的距離的候補值的差的履歷位移的履歷位移計算步驟；

根據前述距離・速度計算步驟與前述履歷位移計算步驟的計算結果，判定前述測定對象的狀態的狀態判定步驟；以及

根據該狀態判定步驟的判定結果，確定與前述測定對象的距離和前述測定對象的速度的至少一者的距離・速度確定步驟。

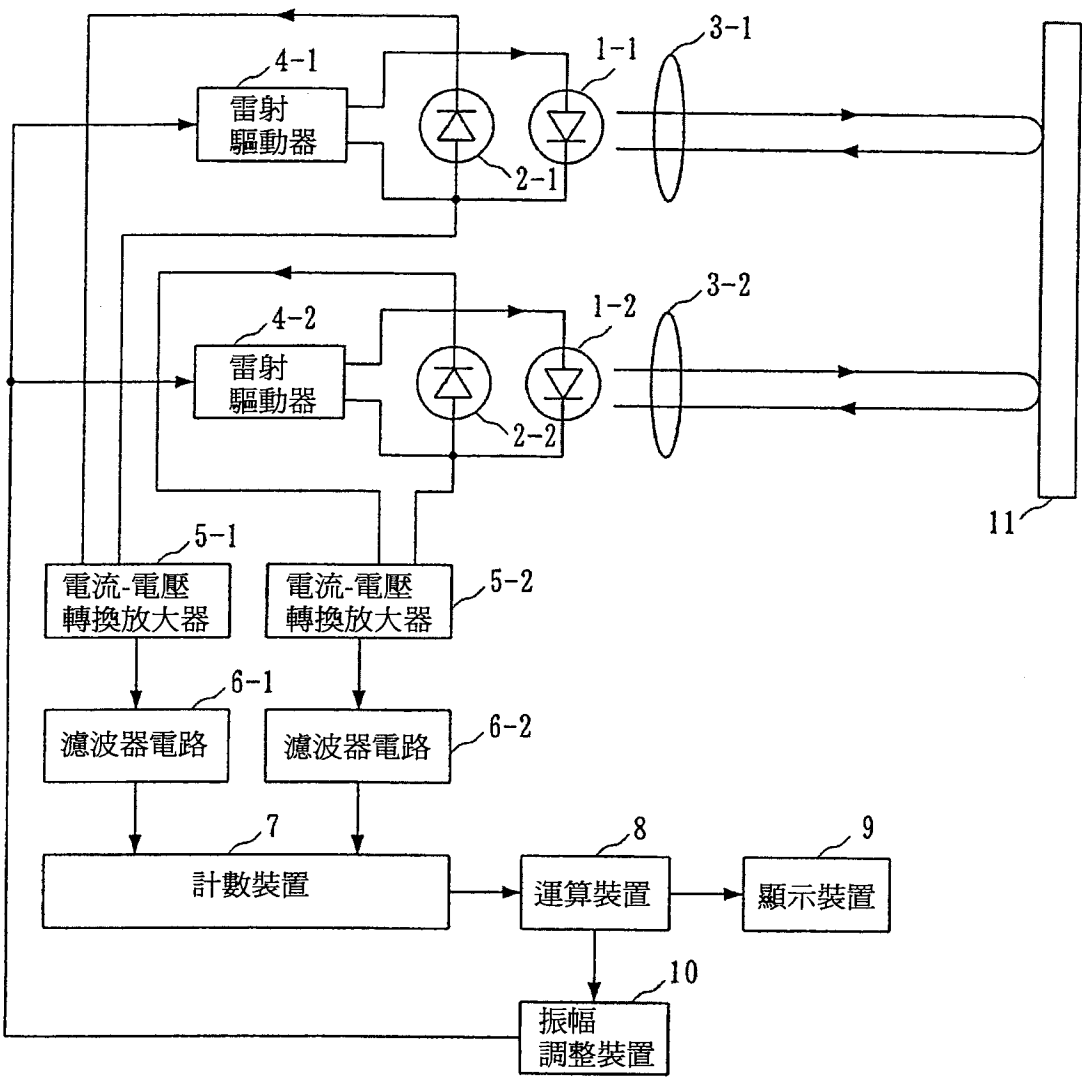
18. 如申請專利範圍第 17 項之距離・速度測量方法，其中，前述距離・速度計算步驟及前述履歷位移計算步驟係使前述測定對象的狀態為微小位移狀態或變動比前述微小位移狀態快的位移狀態的任一者，針對假定前述測定對象處於微小位移狀態的情形和假定位於位移狀態的情形的各個，在每次前述計數步驟求出前述干涉波形的數量時，計算前述距離的候補值、前述速度的候補值與前述履歷位移；

前述狀態判定步驟係在每次進行前述計算時，根據前

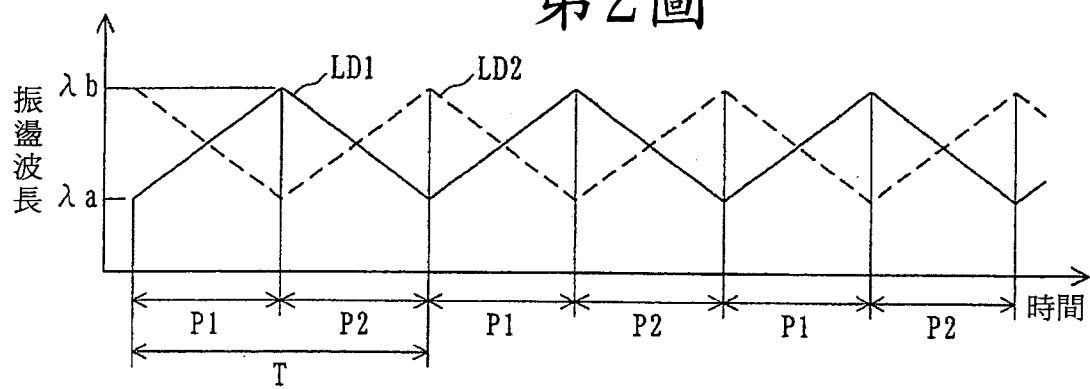
述距離・速度計算步驟及前述履歷位移計算步驟的計算結果，判定前述測定對象是處於微小位移狀態或處於位移狀態，並且在每次進行前述計算時，判定前述測定對象是進行等速運動或進行等速運動以外的運動。

19. 如申請專利範圍第 18 項之距離・速度測量方法，其中，另外具備有振幅調整步驟，其係以在假定前述測定對象處於微小位移狀態時的速度的候補值和假定前述測定對象處於位移狀態時的速度的候補值中在前述狀態判定步驟中判斷非為真值而未選擇的速度的候補值，與在前述狀態判定步驟中判斷為真值而選擇的距離的候補值乘上前述第 1、第 2 半導體雷射的波長變化率所得的值大致相等的方式，調整被供給至前述第 1、第 2 半導體雷射之驅動電流中至少一者的振幅。

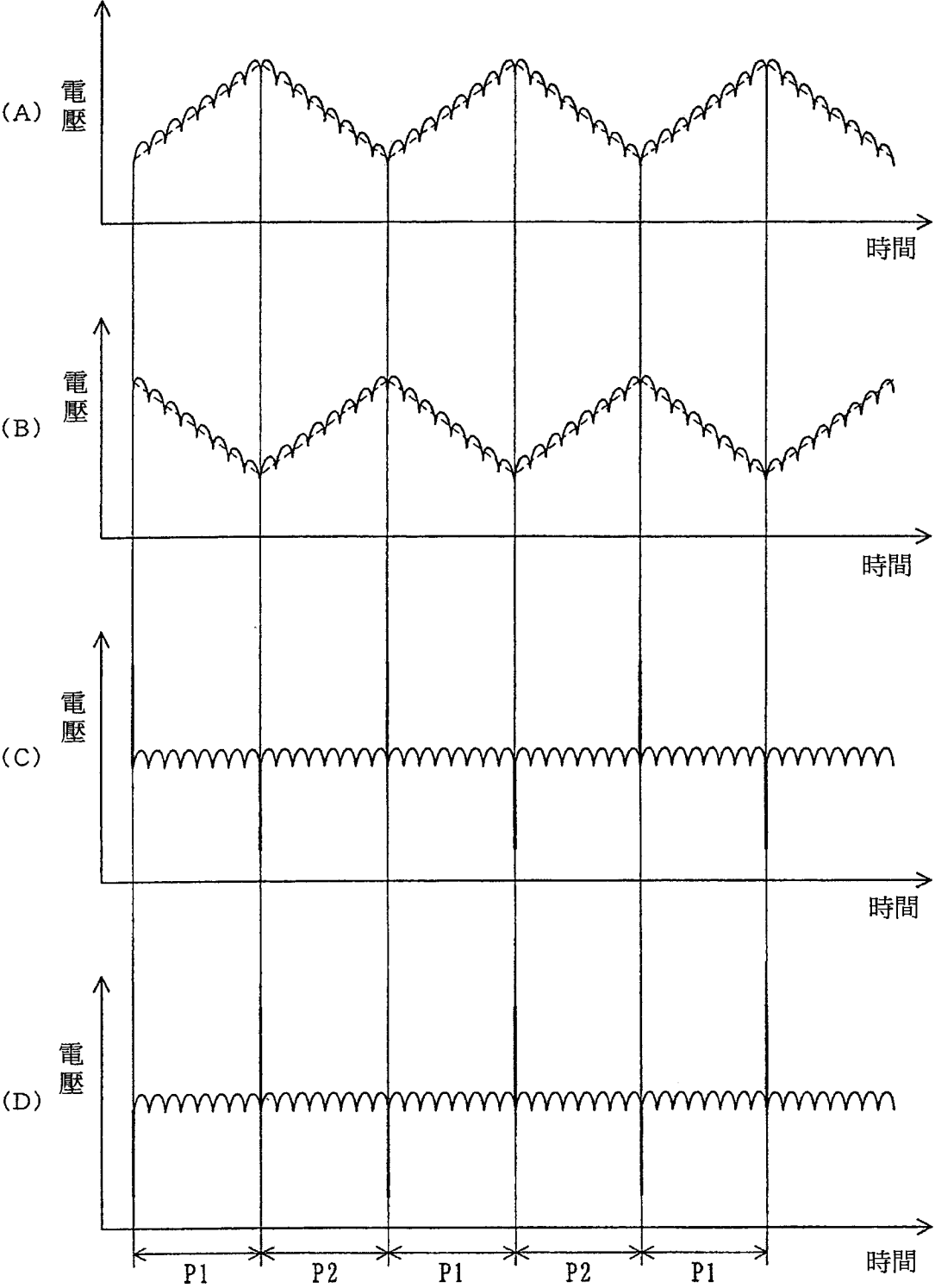
第1圖



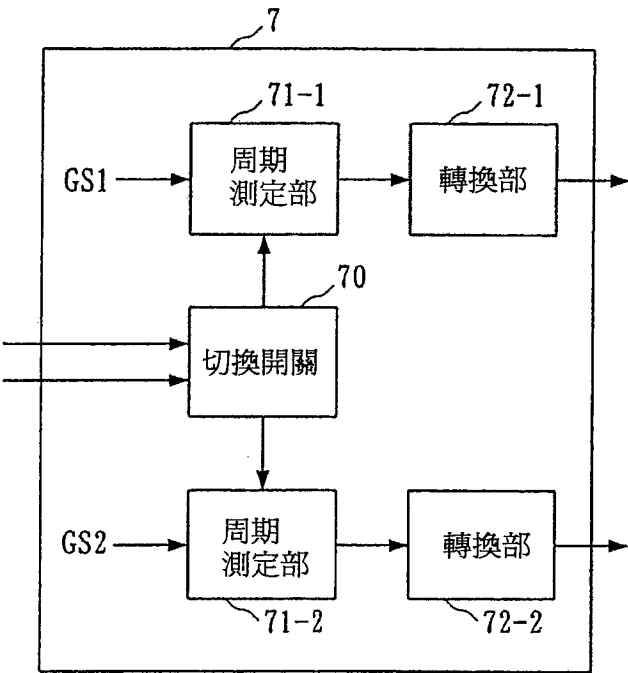
第2圖



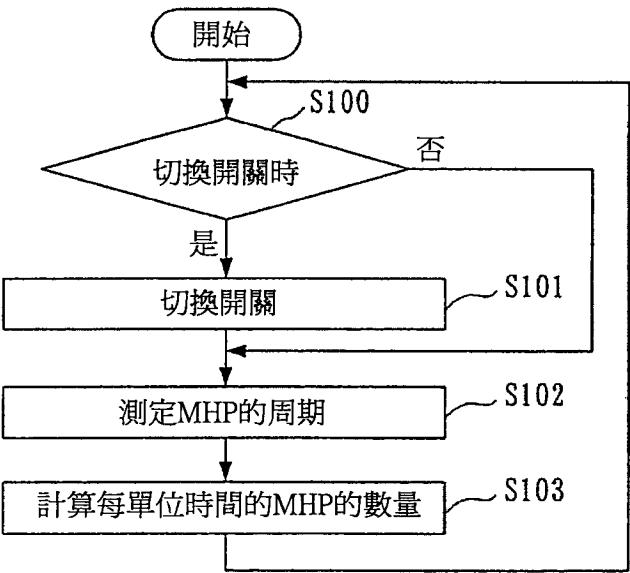
第3圖



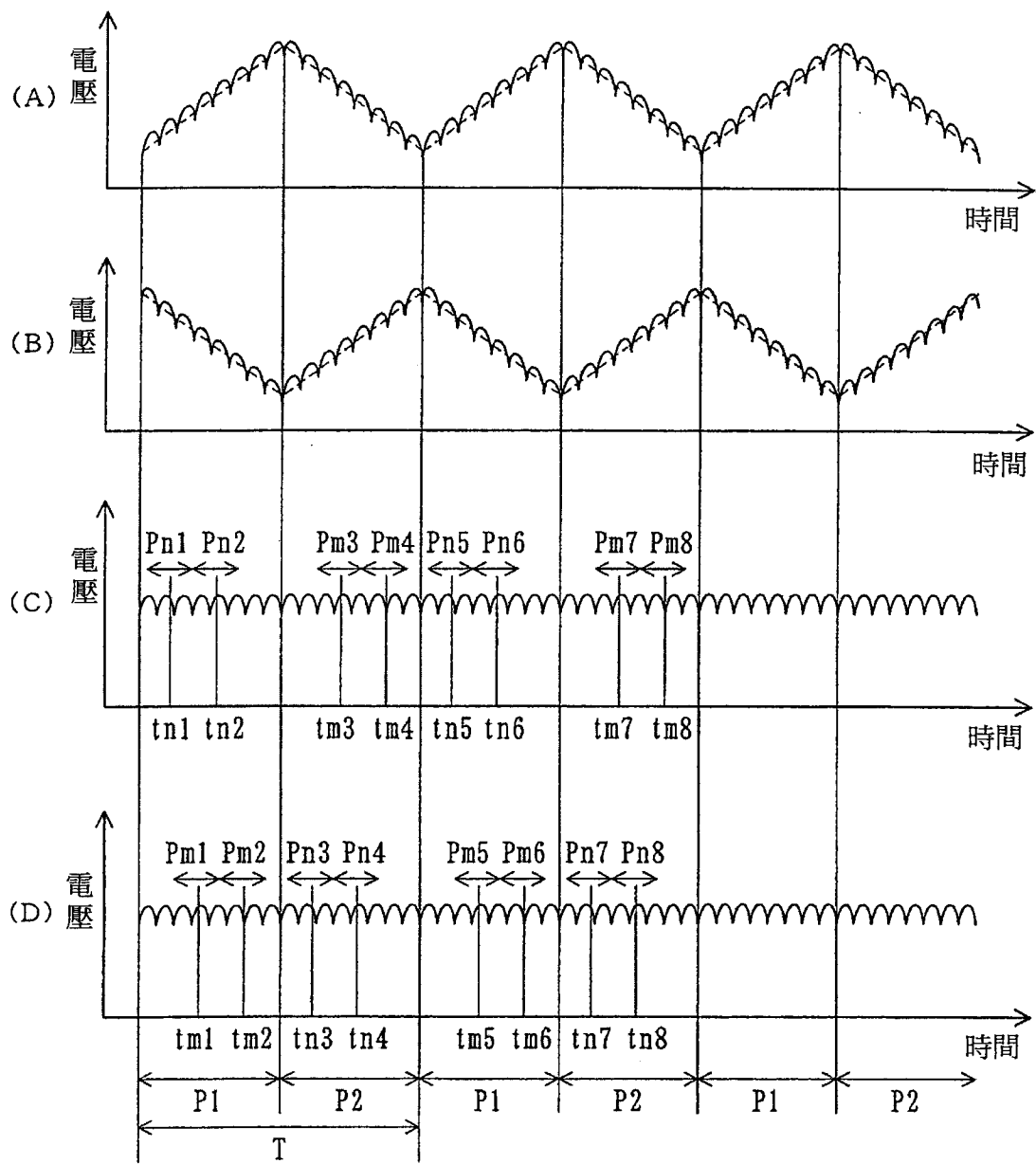
第4圖



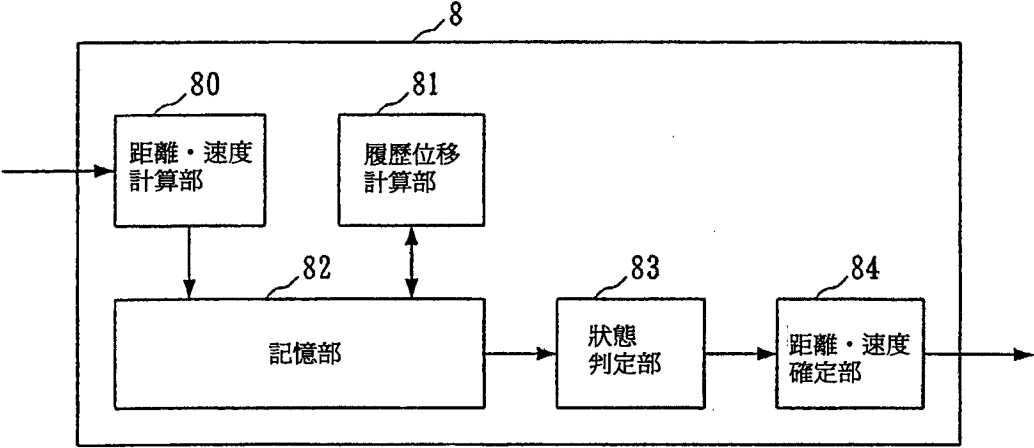
第5圖



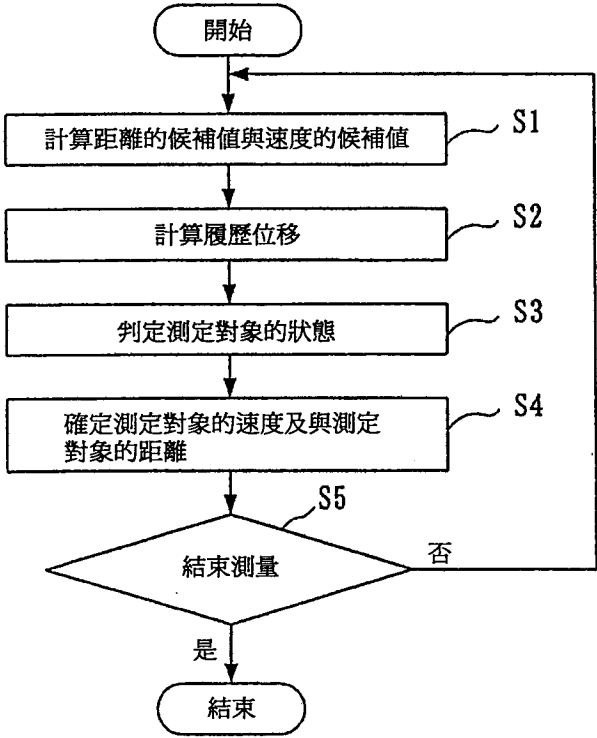
第6圖



第7圖



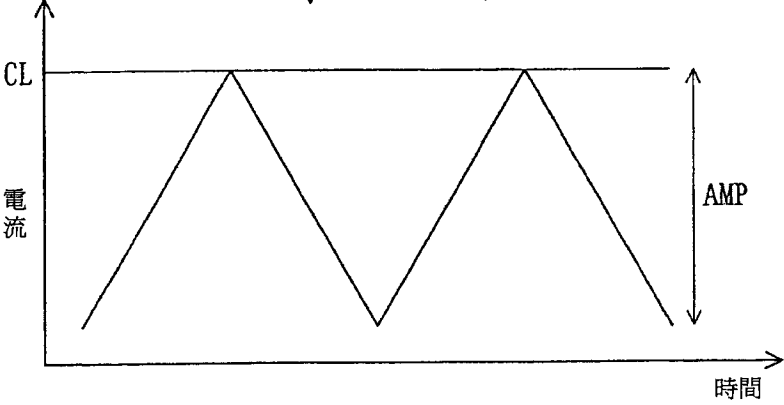
第8圖



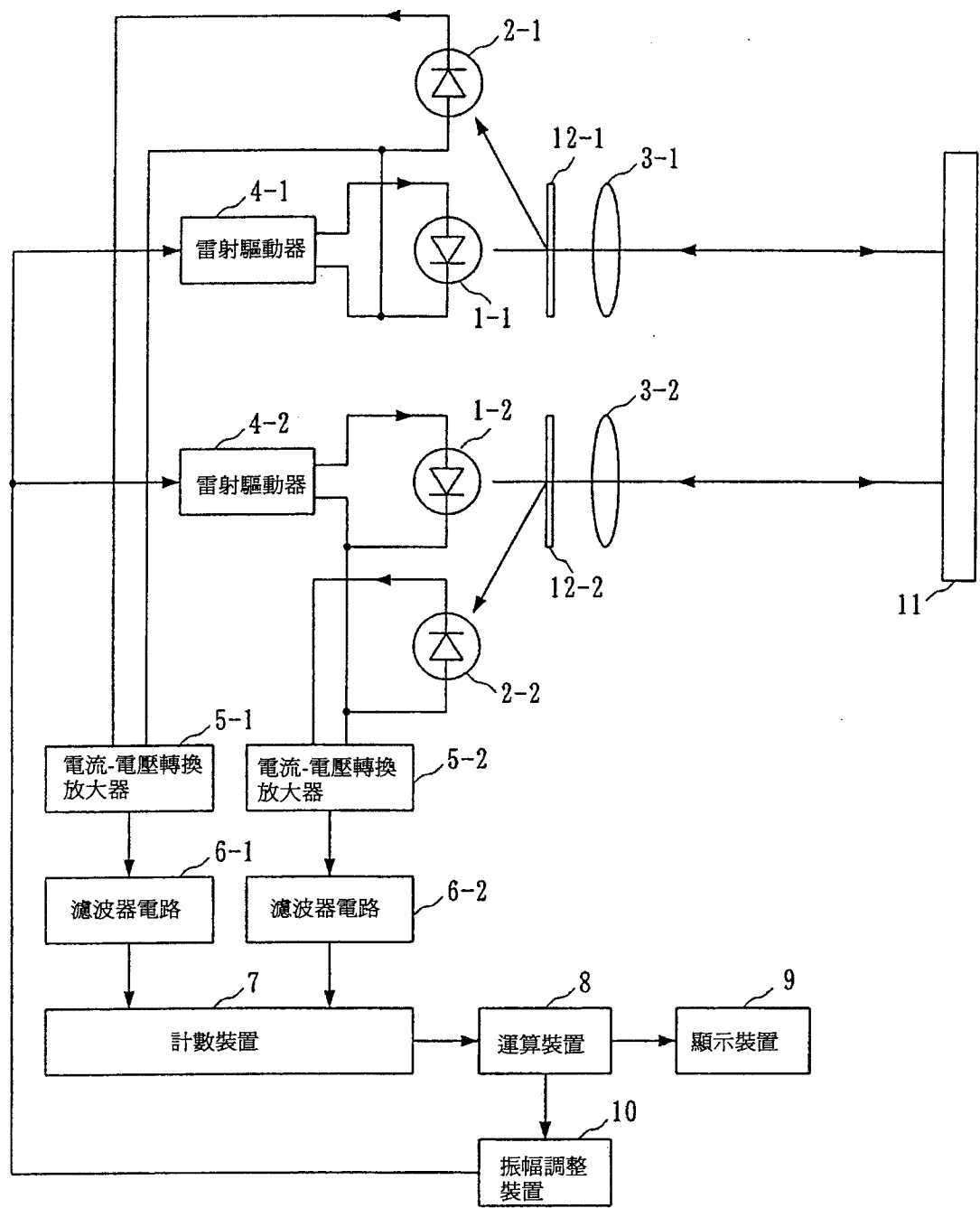
第9圖

		履歷位移		速度的候補值	
		$V_{cal\alpha}(t)$	$V_{cal\beta}(t)$	$V_{\alpha}(t)$	$V_{\beta}(t)$
移動	微小位移狀態	符號一定 速度的候補值和履歷位移的絕對值的平均值相一致	每當計算符號時即反轉	—	—
	位移狀態	每當計算符號時即反轉	符號一定 速度的候補值和履歷位移的絕對值的平均值相一致	—	—
振動	微小位移狀態	每當計算符號時即反轉 速度的候補值和履歷位移的絕對值的平均值不相一致	—	—	速度的候補值的絕對值與假定測定對象處於微小位移狀態而計算所得的距離的候補值乘上波長變化率所得的值相一致
	位移狀態	—	每當符號計算時即反轉 速度的候補值和履歷位移的絕對值的平均值不相一致	速度的候補值的絕對值與假定測定對象處於位移狀態而計算所得的距離的候補值乘上波長變化率所得的值相一致	—

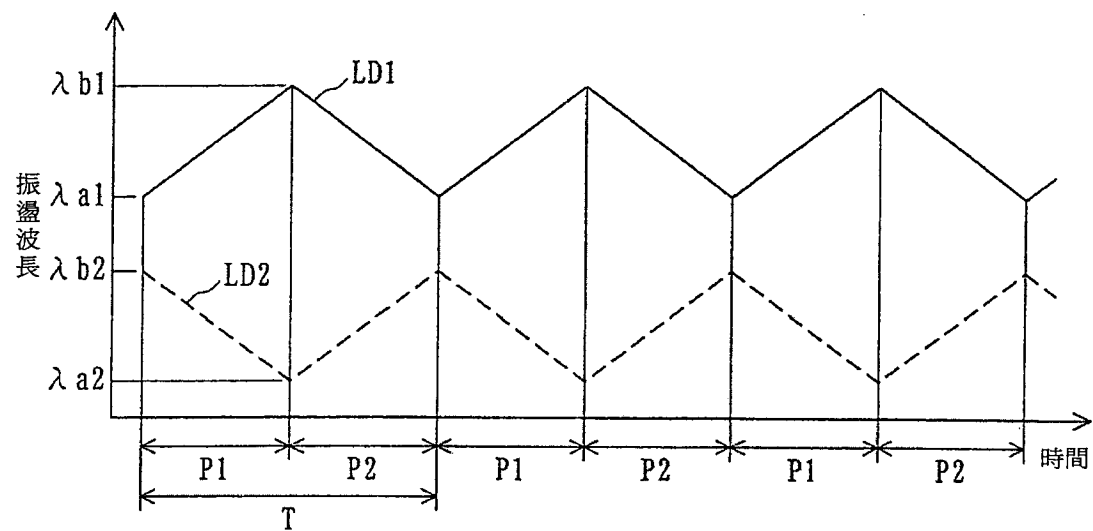
第10圖



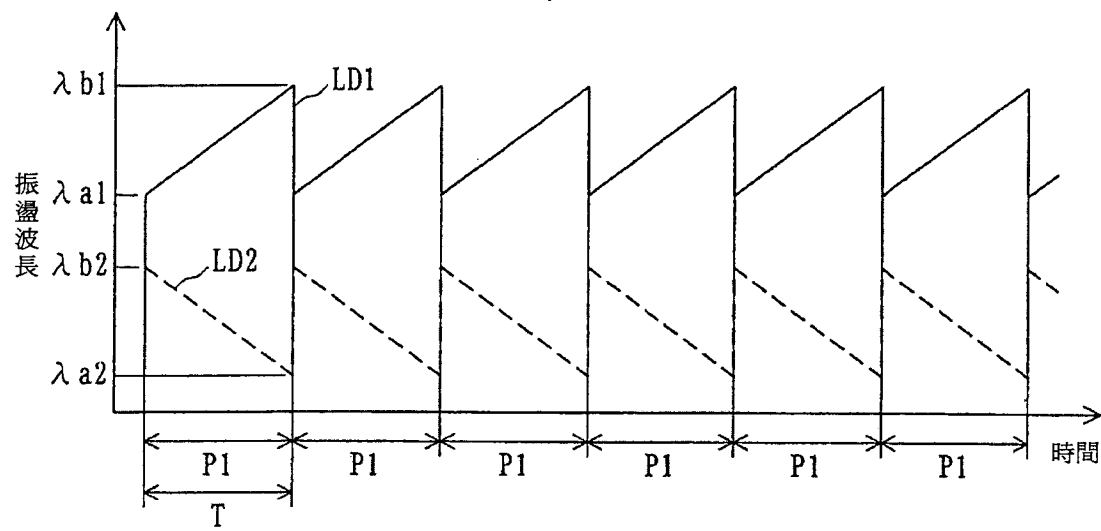
第11圖



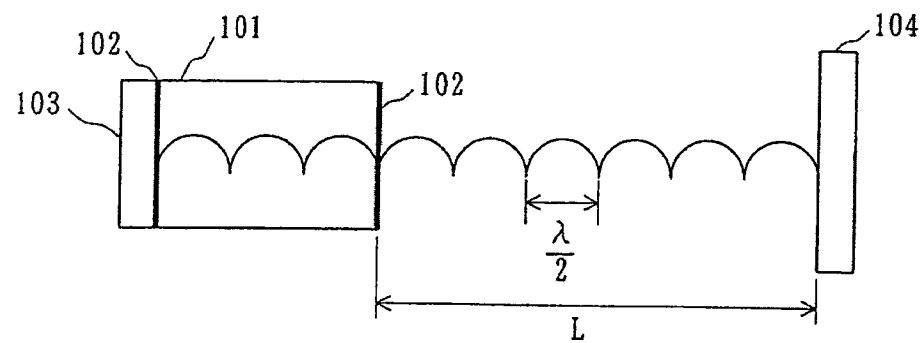
第12圖



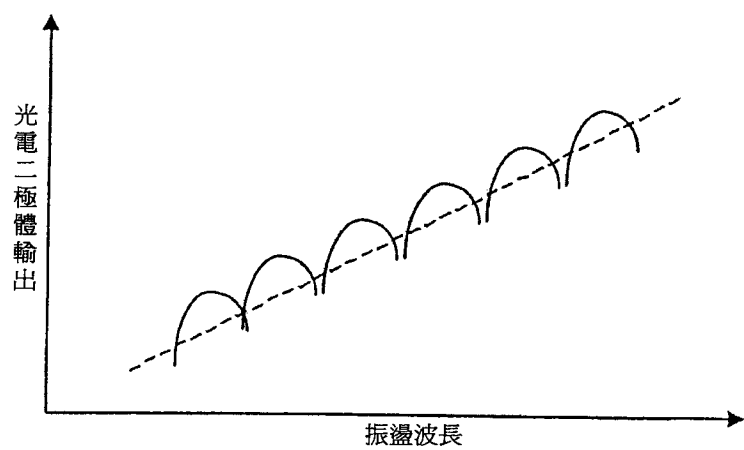
第13圖



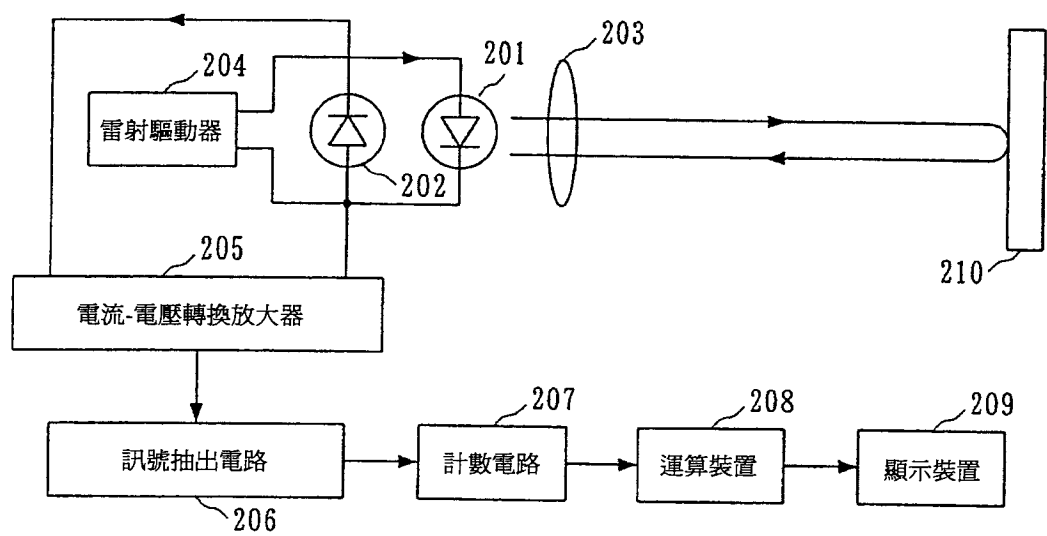
第14圖



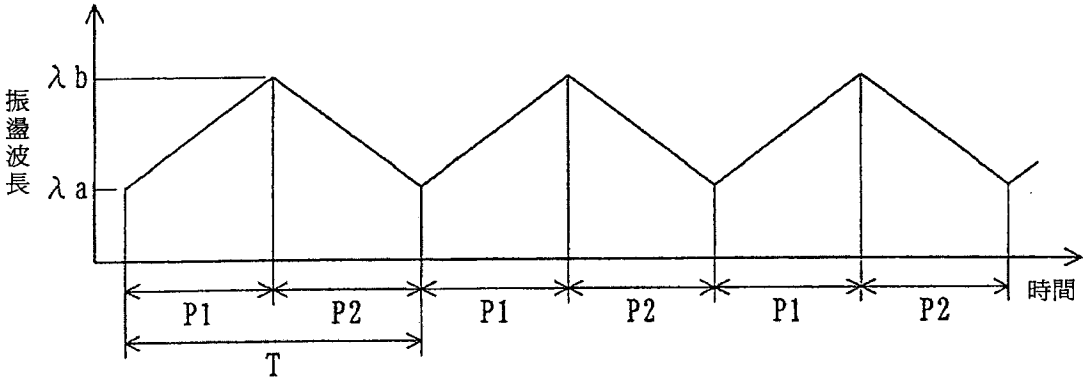
第15圖



第16圖



第17圖



七、指定代表圖：

(一)、本案指定代表圖為：第(1)圖

(二)、本代表圖之元件代表符號簡單說明：

1-1、1-2：第1、第2半導體雷射

2-1、2-2：光電二極體

3-1、3-2：透鏡

4-1、4-2：第1、第2雷射驅動器

5-1、5-2：電流-電壓轉換放大器

6-1、6-2：濾波器電路

7：計數裝置

8：運算裝置

9：顯示裝置

10：振幅調整裝置

11：測定對象

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