



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I414756 B

(45)公告日：中華民國 102 (2013) 年 11 月 11 日

(21)申請案號：099117039

(22)申請日：中華民國 99 (2010) 年 05 月 27 日

(51)Int. Cl. : G01B9/02 (2006.01)

G01B11/00 (2006.01)

G01B11/26 (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：覺文郁 (TW)；劉建宏 (TW)；鄧雲峰 (TW)；陳柏宇 (TW)

(74)代理人：簡靖峰

(56)參考文獻：

TW 585990

US 4930895

US 5035507

US 5283434

Chien-Hung Liu, Hsueh-Liang Huang, and Hau-Wei Lee. "Five-degrees-of-freedom diffractive laser encoder." Applied optics Vol.48.14 (2009): 2767-2777.

Hsueh-Liang Huang, et al. "Development of a three-degree-of-freedom laser linear encoder for error measurement of a high precision stage." Review of scientific instruments 78.6 (2007): 066103-1~066103-3.

審查人員：林秀峰

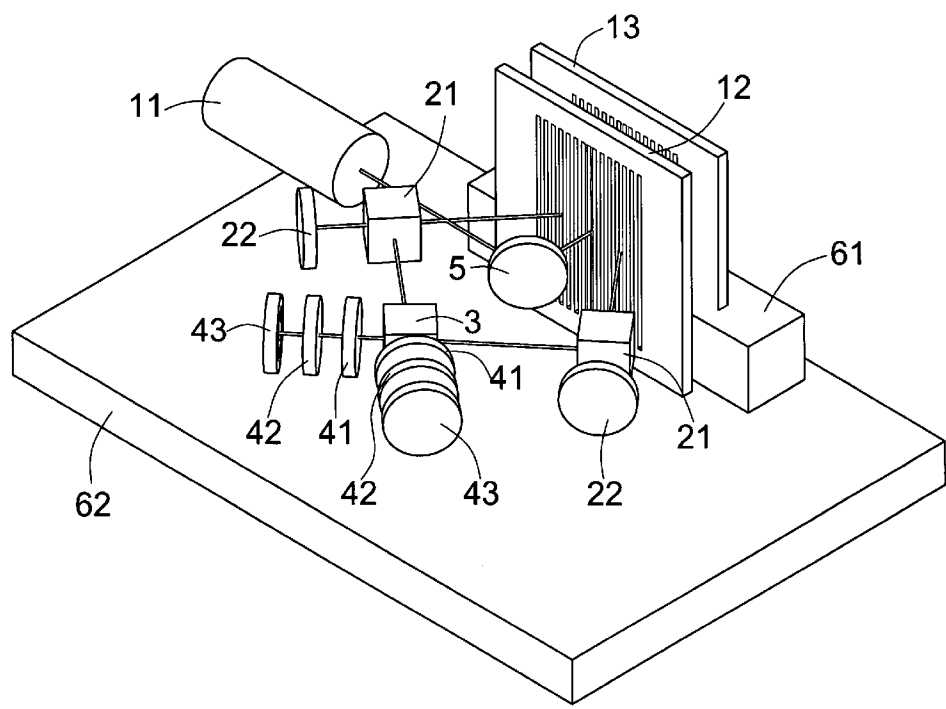
申請專利範圍項數：5 項 圖式數：5 共 20 頁

(54)名稱

雙光柵訊號量測系統

(57)摘要

一種雙光柵訊號量測系統，為光源提供一光束射入穿透光柵後會產生零階與正負一階的繞射光，穿透後的零階繞射光入射到反射光柵後，既會產生一樣的零階與正負一階的反射光，並於穿透光柵產生繞射光，同理穿透後的正負一階繞射光也會反射產生一道垂直入射至穿透光柵的反射光，並產生零階與正負一階的繞射光，經由反射光柵反射並穿透過穿透光柵後的二道正一階繞射光與二道負一階繞射光，分別兩兩重疊並經由左右二邊的分光元件後，再一次的將重疊的光源一分為二，其穿透的重疊光源將入射至位置感測器上，以檢測出物體的三個角度與一個垂直運動方向的位移量，而左右兩組分光鏡所產生的另一道反射的重疊光將經過偏振分光鏡並入射至位置感測器上，藉由分析移動訊號的變化既可判別其模具與工件之間的位移變化量。



- 11 . . . 光源
- 12 . . . 透光光柵
- 13 . . . 反射光柵
- 21 . . . 分光元件
- 22 . . . 位置感測器
- 3 . . . 偏極分光元件
- 41 . . . 四分之一波片
- 42 . . . 偏極片
- 43 . . . 位置感測器
- 5 . . . 反射鏡
- 61 . . . 移動平台
- 62 . . . 架設平台

圖 五

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：99119039

※申請日：99.5.27

※IPC 分類：G01B 9/02 (2006.01)
G01B 11/00 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

G01B 11/06 (2006.01)

雙光柵訊號量測系統

二、中文發明摘要：

一種雙光柵訊號量測系統，為光源提供一光束射入穿透光柵後會產生零階與正負一階的繞射光，穿透後的零階繞射光入射到反射光柵後，既會產生一樣的零階與正負一階的反射光，並於穿透光柵產生繞射光，同理穿透後的正負一階繞射光也會反射產生一道垂直入射至穿透光柵的反射光，並產生零階與正負一階的繞射光，經由反射光柵反射並穿透過穿透光柵後的二道正一階繞射光與二道負一階繞射光，分別兩兩重疊並經由左右二邊的分光元件後，再一次的將重疊的光源一分為二，其穿透的重疊光源將入射至位置感測器上，以檢測出物體的三個角度與一個垂直運動方向的位移量，而左右兩組分光鏡所產生的另一道反射的重疊光將經過偏振分光鏡並入射至位置感測器上，藉由分析移動訊號的變化既可判別其模具與工件之間的位移變化量。

三、英文發明摘要：

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(五)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

- 11 光源
- 12 穿透光柵
- 13 反射光柵
- 21 分光元件
- 22 位置感測器
- 3 偏極分光元件
- 41 四分之一波片
- 42 偏極片
- 43 位置感測器
- 5 反射鏡
- 61 移動平台
- 62 架設平台

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於一種雙光柵訊號量測系統，特別是指一種利用光柵繞射原理與光繞射原理，所建立的可量測五自由度訊號系統。

【先前技術】

一般精密平台運動是多自由度方位變動且影響著各目標產生誤差，實際運動時，會產生六自由度誤差包括三個線位移誤差 $\Delta x, \Delta y, \Delta z$ 與三個角位移俯仰、搖擺、滾動誤差，由於運動平台是經由線性元件、旋轉平台及其它元件經設計組裝而具有多自由度運動，機器中之各種運動平台的特性將影響整台機器的精度與加工產品的品質，被加工工件的定位、精密零件的安裝及目標物體在空間運動位置和姿態都需要多至六個自由度的量測與調整或控制；因此對多自由度的檢測需提出更高要求，而所缺乏的即是能同時量測工件、零部件或目標物體在空間的多個自由度。

若以 HP 繞射儀而言，其一次只能量取一項幾何誤差，因此在量測所有誤差時需更換不同量測架構，儀器的安裝和參考軸的對準亦需個別校正，每次重新校正所量取的實際量測路徑並無法與前次路徑完全相同，多次校正亦產生誤差，量測耗時而且增加量測不確定性，而自動視準儀器對轉動角度雖具有高解析度，但整體架構太重不適合安裝機器上做線

上量測。

光學尺的發展上近年來結合光柵繞射與繞射原理、電子分割技術與二維光柵製造的技術發展，目前已有光學尺，如中華民國發明第 099283 號，專利名稱：對光柵缺陷與對位不準具有高容許度之繞射光柵線性光學尺，其中，可提供二維定位且解析度可達奈米級，雖然二維光學尺架設容易解析度高，但只能提供二維訊號，對於精密運動定位多自由度誤差無法同時提供；若量測系統每次只僅能檢測一或兩項誤差，則要將全部誤差量測完畢，其所需時間愈長，環境變化也越來越難測，量測不確定度將隨時間而增加。

所以在檢測線性平台及 X、Y 運動平台的量測儀器上，無論量測儀器是雷射繞射儀、光學尺、自動視準儀或電子水平移等，皆只能一次量取一個或二個自由度誤差，卻無法同時一次量取五自由度誤差，致使量測的工作更無效率。

【發明內容】

本發明之目的即在於提供一種雙光柵訊號量測系統，其中該光源之光波具有高度的指向性與同調性，但是卻更能達到有較小的體積與更大的效率。

本發明之次一目的係在於提供一種雙光柵訊號量測系統，其中該半反射鏡在正負一階繞射光入射時，產生正負一階穿透光及正負一階反射光，而正負一階穿透光及正負一階反射光的光強度皆只有入射光強度的一半。

本發明之另一目的係在於提供一種雙光柵訊號量測系統，其中該偏極分光元件能使正負一階反射光重疊形成一合成光(繞射繞射光)並使其偏極化，因而得到相應隨之都卜勒頻移大小變化的相移信號變化。

可達成上述發明目的之雙光柵訊號量測系統，包括有：

一複合光學單元，為光源提供一光束以第一方向射入穿透光柵與反射光柵，該光束經過該穿透光柵後產生不同波長繞射光束，再於反射光柵產生依不同繞射角分佈之繞射光，該繞射光又經該反射光柵反射回該穿透光柵，並形成輸出該繞射光；

二分光量測單元，為以分光元件接收繞射光後分光產生反射光與透光，並以位置感測器(quadrant detector)接收透光以測量光點的位置；

一偏極分光元件，配置於二反射光之光路交會處，而該偏極分光元件使二反射光重疊形成二合成光；

二補償量測單元，用以供該合成光入射該四分之一波片經偏極化後又經該偏極片，使該合成光成為一繞射光條紋，再以該位置感測器接收繞射光條紋以測量光點的相位變化。

【實施方式】

請參閱圖一與圖二，本發明所提供之雙光柵訊號量測系統，主要包括有：一複合光學單元、二分光量測單元、一偏極分光元件 3 以及二補償量測單元所構成。

該複合光學單元為一光源 11、一透光柵 12 及一反射光柵 13 所構成，該光源 11 為提供一光束 A 射入透光柵 12 與反射光柵 13，該雷射光束 A 經過該透光柵 12 後產生不同波長繞射光束，再於反射光柵 13 產生依不同繞射角分佈之繞射光，該繞射光又經該反射光柵 13 反射回該透光柵 12，並形成輸出該繞射光。該透光柵 12 於雷射光束 A 入射並穿透過光柵後，該透光柵 12 會利用光的繞射現象產生朝向反射光柵 13 的雷射光束 A 與正負一階繞射光 B1,B2，並將正負一階繞射光 B1,B2 再入射至反射光柵 13。該反射光柵 13 於雷射光束 A 入射後，該反射光柵 13 會利用光的繞射現象產生正負一階繞射光 B3,B4，並將正負一階繞射光 B3,B4 反射穿透過回該透光柵 12，而正負一階繞射光 B1,B2 則藉由反射光柵 13 垂直反射回透光柵 12 並產生穿透的正負一階繞射光 B5,B6，並形成輸出該繞射光。

如圖三至圖五，本發明之雙光柵訊號量測系統，更包含一反射鏡 5 設置於該光源 11 與該透光柵 12 間之光路，以修正該輸入雷射光束 A 之路徑，亦為接收雷射光束 A 反射至後述之透光柵 12。或更包含一準直透鏡設置於該光源 11 與該透光柵 12 間之光路，以將輸入光束 A 準直為平行光，並將該平行光輸出至透光柵 12。

該分光量測單元為以分光元件 21 接收繞射光後分光產

生反射光與透光，並以位置感測器 22 接收透光以測量光點的位置。其中，二分光元件 21 為以二分光鏡接收正負一階繞射光 B5,B6 後，會分光產生正負一階透光 C1,C2 與正負一階反射光 D1,D2；該分光元件 21 或也可採用任一具有反射率與穿透率之偏光鏡。而二位置感測器 22 係接收分光元件 21 分光射出之正負一階透光 C1,C2，以獲得的四個位置變化以求解與垂直光柵面方向之自由度位移量與繞三軸旋轉角度之三自由度變化量。

該偏極分光元件 3(Polarization Beam Splitter,PBS)係配置於二反射光之光路交會處，係接收由二分光元件 21 分光射出之正負一階反射光 D1,D2，使兩道正負一階反射光 D1,D2 重疊形成兩道正負一階合成光 E1,E2(繞射光)並使其偏極化，該偏極分光元件 3 能為一偏極分光鏡(Polarization Beam Splitter Mirror)或一偏極分光稜鏡(Polarization Beam Splitter Prism)。

二補償量測單元為二四分之一波片 41、二偏極片 42 及二位置感測器 43 所構成，用以供該正負一階合成光 E1,E2 入射該四分之一波片 41 經偏極化後形成正負一階偏極光 F1,F2 又經該偏極片 42，使該合成光成為一繞射光條紋，再以該位置感測器 43 接收繞射光條紋以測量光點的相位變化。該四分之一波片 41 係接收由偏極分光元件 3 偏極化後的正負一階合成光 E1,E2，由線偏極光變圓偏極光，或是將

圓偏極光變為線偏極光。該偏極片 42 係限制由四分之一波片 41 所產生正負一階穿透光 F1,F2 的方向。該位置感測器 43 係接收四分之一波片 41 與偏極片 42 輸出之繞射光條紋的訊號相位變化。

本發明之反射光柵 13 係設置於移動平台 61 上，以提供反射光柵 13 之移動位移外，該光源 11、反射鏡 5、分光元件 21、偏極分光元件 3、四分之一波片 41、偏極片 42 以及位置感測器 22,43，係共同設置於一架設平台 62 上。

本發明一種雙光柵訊號量測系統之如圖三至圖五所示，本發明係能利用一光源 11 入射雷射光束 A 至反射鏡 5 後再折射至一設置於架設平台 62 之透光柵 12 上，且雷射光束 A 穿透過透光柵 12 變為雷射光束 A 射至設置於移動平台 61 的反射光柵 13 作為感應與訊號轉換傳輸元件，當光束 A 通過透光柵 12 與反射光柵 13 時會產生繞射現象，繞射光為 0 階，+1、-1 階，+2、-2 階，+3、-3 階……依此命名，使光源 11 強度迅速減弱，其後將透光柵 12 與設置於移動平台 61 的反射光柵 13 設在架設平台 62 上，使雷射光束 A 垂直入射至透光柵 12 與反射光柵 13 產生正負一階繞射光 B5,B6，並將正負一階繞射光 B5,B6 入射至二分光元件 21，隨著移動平台 61 移動及轉動，二分光元件 21 接收正負一階繞射光 B5,B6 後，會分光產生正負一階反射光 D1,D2 與正負一階穿透光 C1,C2，分光射出之正

負一階穿透光 C1,C2 會各自會進入一位置感測器 22 內，使二組位置感測器 22 能獲得四個位置變化以求解與垂直穿透光柵 12 與反射光柵 13 面方向之自由度位移量與繞三軸旋轉角度三自由度變化量；

當設置於移動平台 61 的反射光柵 13 移動時，由分光元件 21 分光產生正負一階反射光 D1, D2 會進入一偏極分光元件 3，於偏極分光元件 3 內正負一階反射光 D1,D2 會重疊形成正負一階合成光 E1,E2(繞射光)後，再由四分之一波片 41 與偏極片 42 接收並調整正負一階合成光 E1,E2 大小，進一步使位置感測器 43 接收正負一階繞射光條紋 G1,G2 之變化，進一步獲得移動平台 61 移動方向位移量。

當位置感測器 43 輸出的正負一階繞射光條紋 G1,G2 訊號為光強度變化訊號，該光束 A 經過該穿透光柵 12 後產生不同波長繞射光束，再於反射光柵 13 產生依不同繞射角分佈之繞射光，該繞射光會隨著反射光柵 13 移動轉動而週期變化的一餘弦訊號，其光束 A 強度振幅受反射光柵 13 位移的調制，當移動平台 61 移動或轉動時，反射光柵 13 移動或轉動速度的改變，訊號頻率亦隨之變化。因此，當移動平台 61 靜止時，訊號輸出只是與反射光柵 13 瞬間位置有關的直流值，且訊號頻率為零，由於此量測系統對位移量測要求須達到奈米等級之辨別率，光柵移動時會造成光強度變化，如此經後續信號處理，便可以得到位移值，藉此

校正線位移誤差。因此配合同時檢測莫爾條紋與光強度能量變化可將所得的二組正交的弦波訊號利用各種方式而達成的細分割量測系統。

本發明之光源 11 另可使用單頻雷射光、雙頻雷射光或線性調頻半導體雷射光作為一光源 11，係採用正一階繞射光與負一階繞射光做為量測依據，經反射鏡 5 反射至透光柵 12 及反射光柵 13 後，產生具有等值、反向雙重都卜勒(Doppler)頻移的正一階繞射光及負一階繞射光，該二繞射光分別經二組分光元件 21 分光，以產生二組正負一階反射光 D1,D2 與正負一階透光 C1,C2，正一階反射光及負一階反射光經偏極分光元件 3 後重疊形成繞射光條紋，亦得到相應隨都卜勒(Doppler)頻移大小變化的信號的相移變化，量測基準也由波長變為光柵常數，當繞射光條紋訊號進入位置感測器 43 前，為使位置感測器 43 輸出端能得到一組彼此正交的弦波訊號，系統中利用四分之一波片 41、偏極片 42 來調整繞射光條紋大小，使位置感測器 43 接收訊號的相位變化，便可以實現對反射光柵 13 位移的量測，於位置感測器 43 部分也可從移動方向獲得一組平移自由度位移量。

其次，將二組分光元件 21 分光後的正負一階透光 C1,C2，該正一階透光由第一組位置感測器 22 接收產生以第一組位置變化，同樣的負一階透光由第二組位置感測器

22 接收以產生第二組位置變化，然而因反射光柵 13 移動方向的偏擺會改變正負一階繞射光 B5, B6 方向，因此藉由二組正負一階穿透光 C1, C2 入射至位置感測器 22 的位置變化可進一步獲得一組垂直反射光柵 13 面方向之自由度位移量與繞三軸旋轉角度之三自由度變化量。

本發明所提供之雙光柵訊號量測系統，與前述引證案及其他習用技術相互比較時，更具有下列之優點：

1. 本發明使用光波具有高度的指向性與同調性的光源當光源，於光束入射反射光柵時，當反射光柵有所變動時，正負一階繞射光會隨之產生都卜勒頻移，繞射光柵的都卜勒頻移與繞射光柵的移動速度及繞射階數成正比、並與繞射光柵常數成反比，而與入射光的波長及入射方向無關，減少了檢測時的影響因素。
2. 當光源入射偏極分光元件時，會產生正負一階穿透光及正負一階反射光，其光強度可在製造時分別選擇光強度比例，本發明依據繞射儀的結構由兩入射光有繞射現象，使其在某些位置上，可產生極大值與極小值。
3. 本發明之偏極分光元件可與四分之一波片、偏極片、感測器搭配使訊號的相位變化，以實現對反射光柵位移的量測，和獲得一組平移自由度位移量，對於精密運動平台之精度正提供莫大助益。

綜上所述，本案不但在空間型態上確屬創新，並能較習

用物品增進上述多項功效，應已充分符合新穎性及進步性之法定發明專利要件，爰依法提出申請，懇請 貴局核准本件發明專利申請案，以勵發明，至感德便。

【圖式簡單說明】

圖一為本發明雙光柵訊號量測系統之流程圖；

圖二為該雙光柵訊號量測系統之示意圖；

圖三為該雙光柵訊號量測系統增加反射鏡之流程圖；

圖四為該雙光柵訊號量測系統增加反射鏡之示意圖；

圖五為該雙光柵訊號量測系統增加反射鏡之立體示意圖。

【主要元件符號說明】

- 11 光源
- 12 穿透光柵
- 13 反射光柵
- 21 分光元件
- 22 位置感測器
- 3 偏極分光元件
- 41 四分之一波片
- 42 偏極片
- 43 位置感測器
- 5 反射鏡

- 61 移動平台
- 62 架設平台
- A 光束
- B1~B6 正負一階繞射光
- C1,C2 正負一階穿透光
- D1,D2 正負一階反射光
- E1,E2 正負一階合成光
- F1,F2 正負一階偏極光
- G1,G2 正負一階繞射光條紋

七、申請專利範圍：

1. 一種雙光柵訊號量測系統，包括：

一複合光學單元，為光源提供一光束射入穿透光柵與反射光柵，該光束經過該穿透光柵後產生不同波長並具有等值、反向雙重都卜勒頻移繞射光，再於該反射光柵產生依不同繞射角分佈之正負一階繞射光，該正負一階繞射光又經該反射光柵反射回該穿透光柵，並形成輸出該正負一階繞射光；

二分光量測單元，為以分光元件接收正負一階繞射光後分光產生正負一階反射光與正負一階穿透光，並以位置感測器接收穿透光以測量光點的位置；

一偏極分光元件，配置於二正負一階反射光之光路交會處，而該偏極分光元件使二正負一階反射光重疊形成二正負一階合成光；

二補償量測單元，繞射繞射為二四分之一波片、二偏極片及二位置感測器所構成，用以供該正負一階合成光入射該四分之一波片經偏極化後形成正負一階偏極光又經該偏極片，使該合成光成為一繞射光條紋，再以該位置感測器接收繞射光條紋以測量光點的相位變化。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之雙光柵訊號量測系統，更包含一反射鏡設置於該光源與該穿透光柵間之光路，以修正該光束之路徑。

3. 如申請專利範圍第 1 項所述之雙光柵訊號量測系統，更包含一準直透鏡設置於該光源與該穿透光柵間之光路，以將光束準直為平行光。
4. 如申請專利範圍第 1 項所述之雙光柵訊號量測系統，其中該分光元件為以二分光鏡接收正負一階繞射光後，會分光產生正負一階反射光與正負一階穿透光。
5. 如申請專利範圍第 1 項所述之雙光柵訊號量測系統，其中該正一階繞射光及負一階繞射光分別經二組分光元件分光，以產生二組正負一階反射光與正負一階穿透光，正一階反射光及負一階反射光經偏極分光元件後重疊形成繞射光條紋。

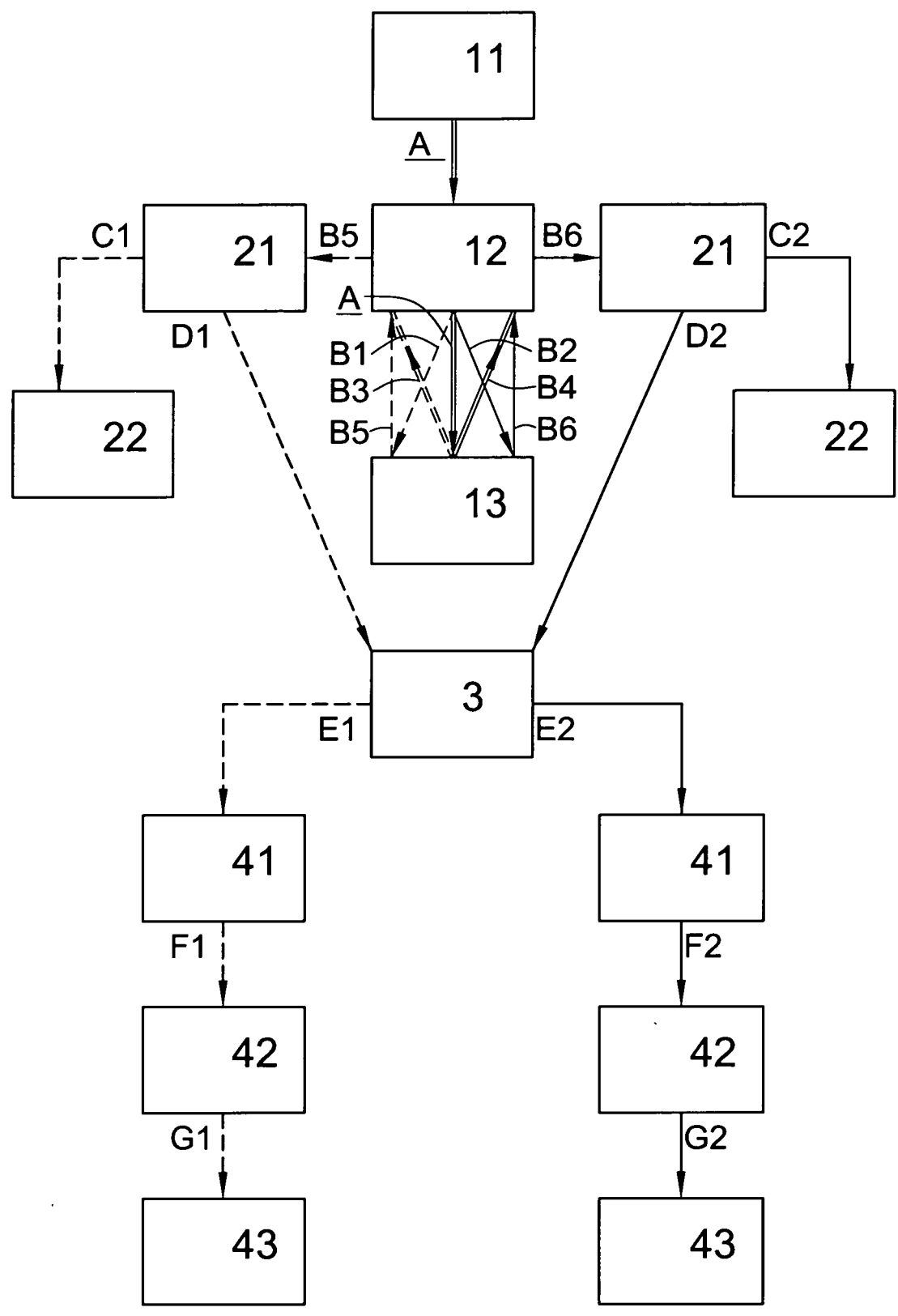
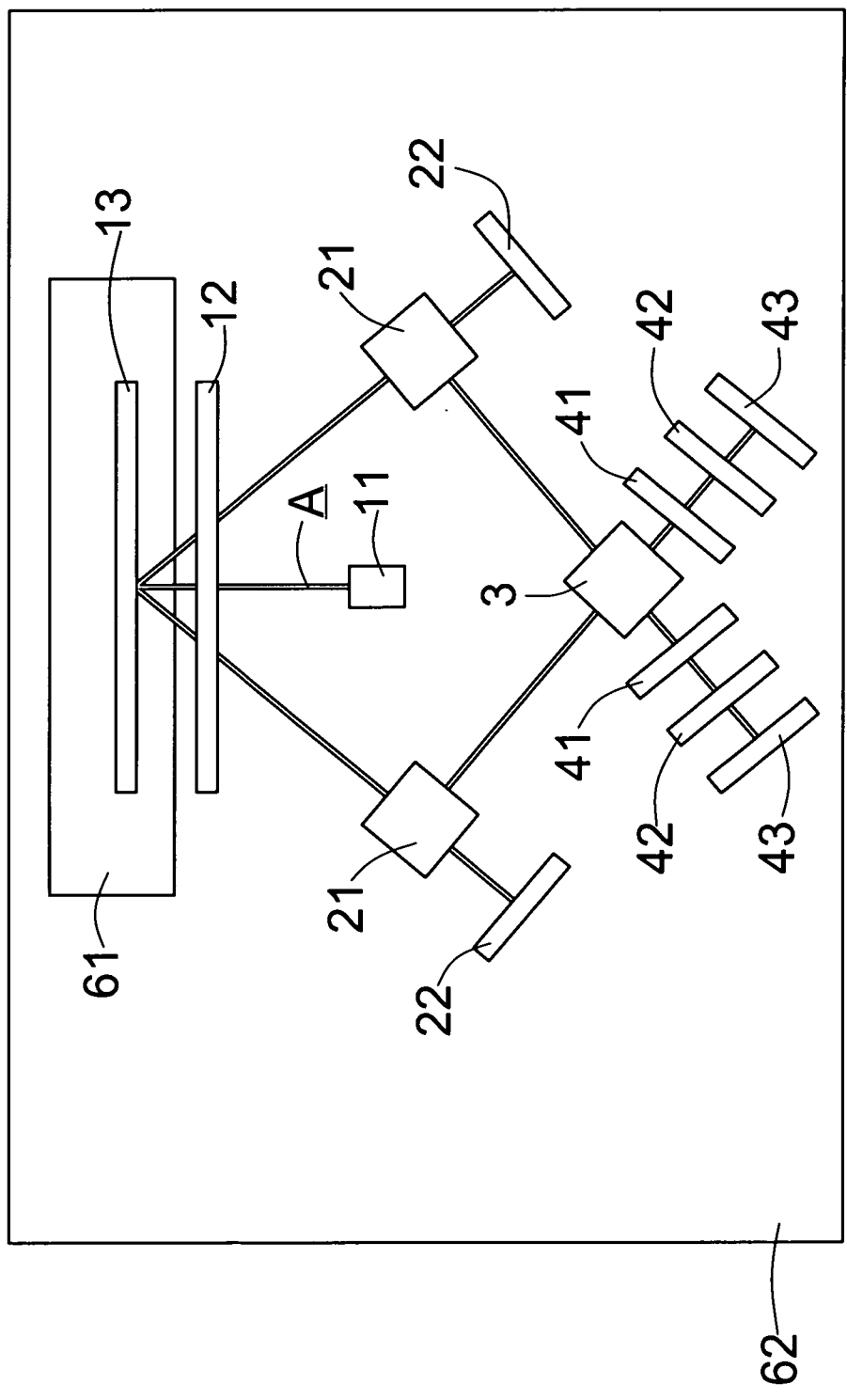


圖 一



圖二

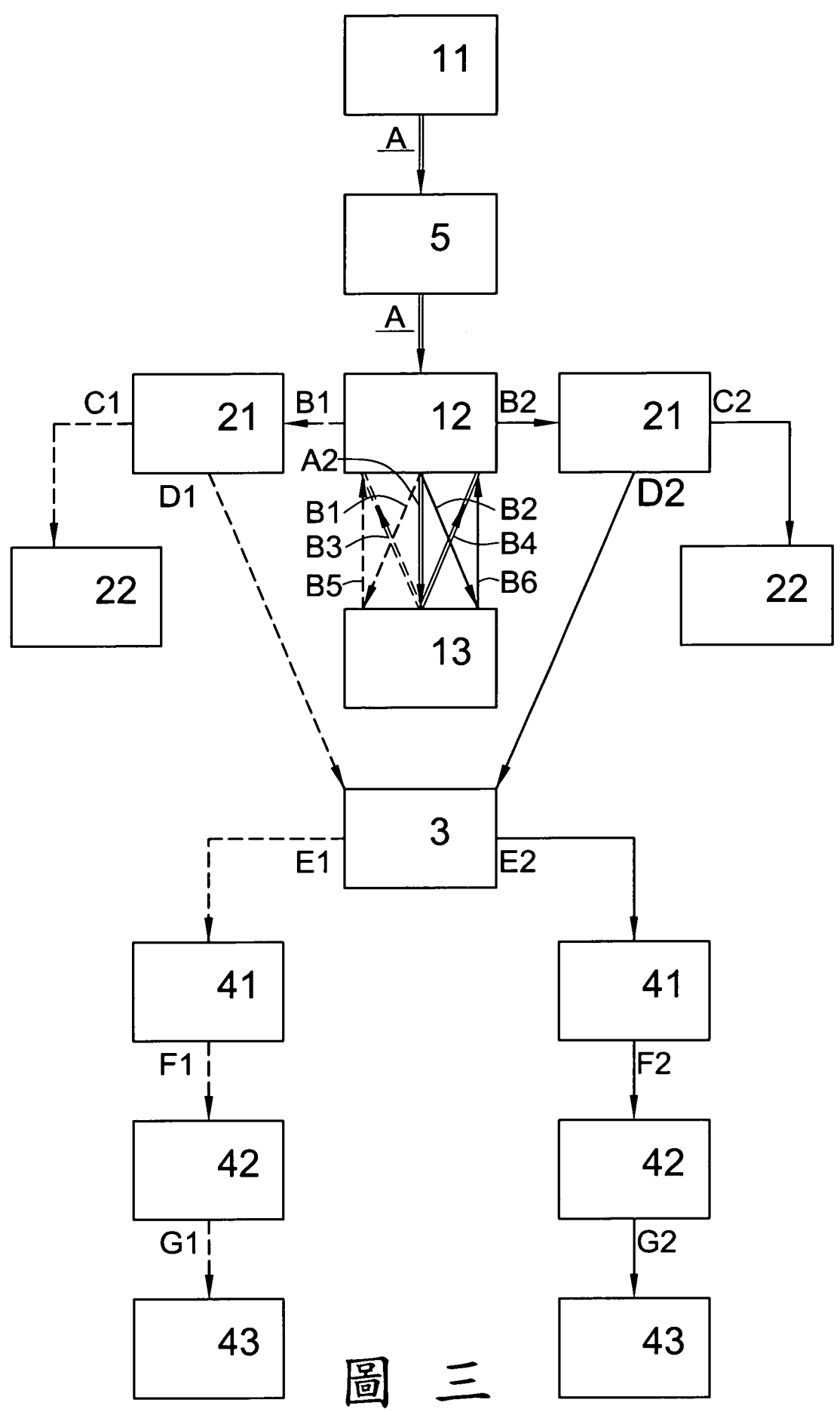
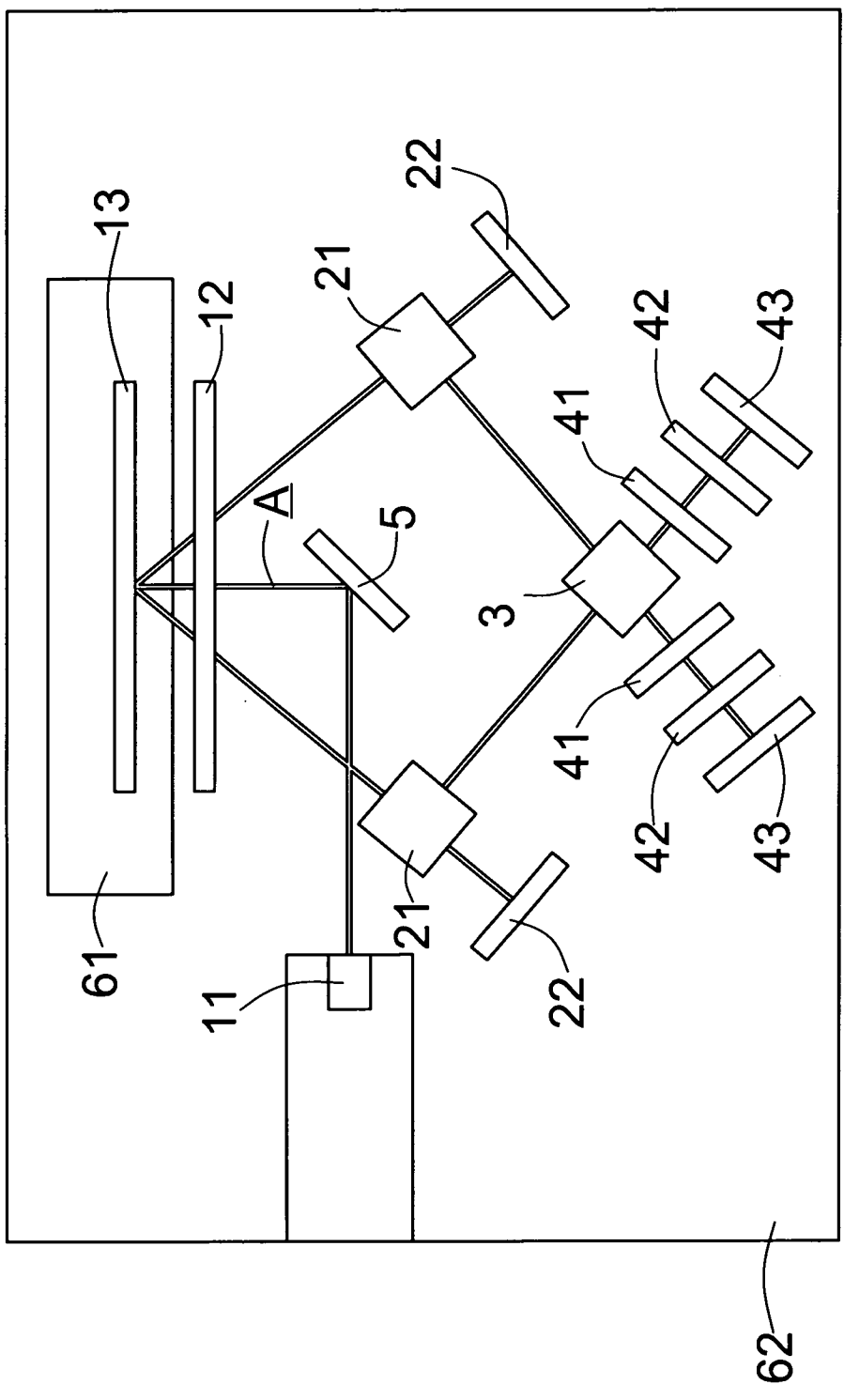


圖 三



圖四

