



(19) 中華民國智慧財產局

(12) 新型說明書公告本

(11) 證書號數：TW M598396 U

(45) 公告日：中華民國 109 (2020) 年 07 月 11 日

(21) 申請案號：108215337

(22) 申請日：中華民國 108 (2019) 年 11 月 19 日

(51) Int. Cl. : G01N21/21 (2006.01)

G01N21/17 (2006.01)

(30) 優先權：2018/11/19 以色列

263106

(71) 申請人：以色列商諾威量測設備股份有限公司(以色列) NOVA MEASURING INSTRUMENTS LTD. (IL)

以色列

(72) 新型創作人：多坦 埃拉德 DOTAN, ELAD (IL)；萬霍特斯克爾 莫舍 VANHOTSKER, MOSHE (IL)；亞洛夫 希莫 YALOV, SHIMON (IL)；戴希 瓦萊里 DEICH, VALERY (IL)；林格爾 羅伊 RINGEL, ROI (IL)；舒爾曼 本亞明 SHULMAN, BENIAMIN (IL)；巴爾歐恩 紐希 BARON, YOSI (IL)；巴桑 沙哈爾 BASSAN, SHAHAR (IL)

(74) 代理人：張耀暉；王奕軒；莊志強

申請專利範圍項數：26 項 圖式數：6 共 30 頁

(54) 名稱

測量系統

(57) 摘要

本創作揭露一種測量系統，配置為與處理設備集成，處理設備用於對結構進行光學測量，測量系統包括：密封的隔室；支撐組件，用於在測量系統測量結構時將結構保持在隔室內；和至少一個接口，被配置為將氣體或真空的流從處理設備輸送到結構的附近，結構位於隔室內。

指定代表圖：

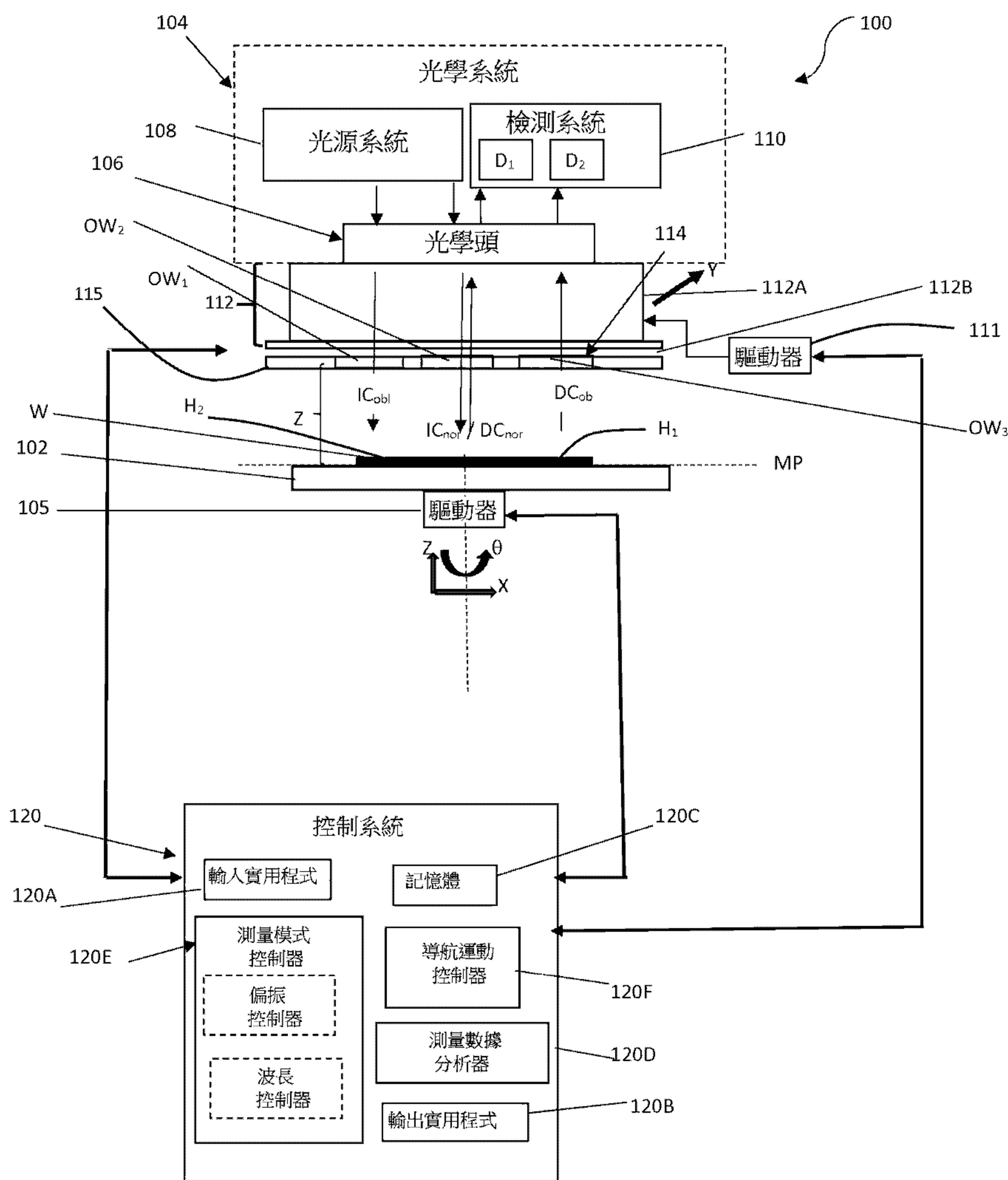


圖2

符號簡單說明：

- 100:測量系統
- 102:支撐組件(載物台)
- 104:光學系統
- 105:驅動器/馬達
- 106:光學頭
- 108:光源系統
- 110:光檢測系統
- 111:驅動單元/機構(驅動器)
- 112:支架組件(載物台)
- 112A:支撐單元(托架)
- 112B:引導單元
- 114:光學窗口布置
- 115:板/外殼/框架(面板)
- 120:控制系統
- 120A:輸入實用程式
- 120B:輸出實用程式
- 120C:記憶體實用程式
- 120D:測量數據分析器
- 120E:測量模式控制器
- 120F:導航運動控制器
- D₁、D₂:檢測裝置/檢測器單元
- H₁:第一半部
- H₂:第二半部
- MP:測量平面測量平面
- OW₁:光學窗口
- OW₂:光學窗口
- OW₃:光學窗口



M598396

【新型摘要】

【中文新型名稱】測量系統

【英文新型名稱】INTEGRATED MEASUREMENT SYSTEM

【中文】

本創作揭露一種測量系統，配置為與處理設備集成，處理設備用於對結構進行光學測量，測量系統包括：密封的隔室；支撐組件，用於在測量系統測量結構時將結構保持在隔室內；和至少一個接口，被配置為將氣體或真空的流從處理設備輸送到結構的附近，結構位於隔室內。

【指定代表圖】圖2。

【代表圖之符號簡單說明】

100	測量系統
102	支撐組件（載物台）
104	光學系統
105	驅動器/馬達
106	光學頭
108	光源系統
110	光檢測系統
111	驅動單元/機構（驅動器）
112	支架組件（載物台）
112A	支撐單元（托架）
112B	引導單元
114	光學窗口布置
115	板/外殼/框架（面板）
120	控制系統
120A	輸入實用程式
120B	輸出實用程式
120C	記憶體實用程式
120D	測量數據分析器
120E	測量模式控制器
120F	導航運動控制器
D ₁ 、D ₂	檢測裝置/檢測器單元
H ₁	第一半部
H ₂	第二半部

MP	測量平面測量平面
OW ₁	光學窗口
OW ₂	光學窗口
OW ₃	光學窗口

【新型說明書】

【中文新型名稱】 測量系統

【英文新型名稱】 INTEGRATED MEASUREMENT SYSTEM

【技術領域】

【0001】 本創作屬於測量技術領域，並且關於一種用於集成測量/監控系統的光學測量系統，該光學測量系統在半導體工業中特別有用。

【先前技術】

【0002】 半導體裝置的製造包括要求在生產線上進行的晶片在連續的製造步驟之間被測量的多階段過程。半導體工業中尺寸縮小的當前趨勢以及半導體製造過程的動態性，增加了對精確診斷工具的需求，該診斷工具能夠為諸如閉環控制和前饋控制的短時間響應反饋環路提供接近實時的測量。這樣的嚴格要求不能通過不提供實時響應的離線（“獨立”）測量系統來獲得，並且不能通過諸如端點檢測裝置的現場檢測裝置來提供，因為它們的性能不夠精確。

【0003】 已經開發了集成測量/監控技術，在半導體製造廠的生產線內提供具有完整計量能力的監控工具的物理實現。集成測量系統是物理上安裝在處理設備內部或附接到處理設備並專用於具體過程的系統。

【0004】 集成測量系統要從幾個方面考慮，並滿足具體要求，以便可行。這樣的要求尤其包括以下內容：小的覆蓋區，即集成測量系統應具有盡可能小的覆蓋區，以便在物理上位於諸如CMP設備的處理設備內（例如，安裝在處理設備內部或經由裝載端口連接到設備前端模組（EFEM）），例如將測量單元與處理設備的環境分離（例如，使用密封的外殼）；高速測量單元（例如，快速定位、自動聚焦以及測量）；可以選擇被生產過程繞過並在離線模式下操作；等。

【0005】 已經開發並廣泛使用了各種集成測量/計量系統，可以從本創作的受讓人商購獲得，例如NovaScan[®] 3090Next、NOVA i500[®]等。

【新型內容】

【0006】 在本領域中需要一種用於圖案化結構，尤其是複雜結構的光學測量的新型集成測量系統，該系統使得能夠使用垂直和傾斜測量方案兩者進行光學臨界尺寸（OCD）測量。

【0007】 在許多情況下，用垂直和傾斜方案兩者執行光學晶片計量測量，以增加測量通道的數量是有利的。事實上，用垂直和傾斜測量方案的測量可以提供關於被測量結構的更完整的資訊。

【0008】 考慮到計量系統，特別是針對複雜圖案化結構的OCD測量，從不同的測量方案提供這種附加資訊是重要的。這是因為用垂直和傾斜測量方案的測量可能對不同的結構參數具有不同的靈敏度，並且因此當組合使用時增加了關於被測量結構的資訊量。此外，例如使用相對於垂直入射方案中的圖案的光的偏振平面的不同定向，和/或使用光入射的不同方位，將垂直和傾斜測量方案組合起來有助於增加進一步的測量通道。

【0009】 根據本創作的一個方面，提供了一種測量系統，測量系統被配置為與處理設備集成，處理設備用於對結構進行光學測量，測量系統包括：密封的隔室；支撐組件，用於在測量系統測量結構時將結構保持在隔室內；和至少一個接口，被配置為將氣體或真空的流從處理設備輸送到結構的附近，結構位於隔室內。

【0010】 根據示例性實施例，氣體或真空的源在處理設備內。

【0011】 根據示例性實施例，至少一個接口是多個接口。

【0012】 根據示例性實施例，密封接口形成在測量系統與處理設備的設備前端模組之間。

【0013】 根據示例性實施例，氣體是 N_2 。

【0014】 根據示例性實施例，氣體是 CO_2 。

【0015】 根據示例性實施例，測量系統的第一橫軸覆蓋尺寸超過測量系統的第二橫軸覆蓋尺寸。

【0016】 根據示例性實施例，測量系統被配置為執行光學臨界尺寸測量。

【0017】 根據示例性實施例，處理設備為材料去除處理設備。

【0018】 根據示例性實施例，處理設備為材料沉積處理設備。

【0019】 根據示例性實施例，處理設備為化學機械拋光或蝕刻處理設備中的一種。

【0020】 根據示例性實施例，支撐組件被配置為能操作以沿著第一橫軸移動；其中，測量系統還包括支架組件和限定照明和收集光通道的光學系統，其中，照明和收集光通道中的至少一個支持傾斜光學測量方案；其中，光學系統包括光學頭，光學頭包括構成照明和收集光通道的一部分的物鏡；其中，支架組件被配置為使光學頭沿著朝向第一橫軸的第二橫軸移動。

【0021】 根據示例性實施例，第一橫軸垂直於處理設備的設備前端模組的裝載端口。

【0022】 根據示例性實施例，其他照明和收集光通道中的至少一個用於垂直光學測量方案。

【0023】 根據示例性實施例，測量系統還包括控制器，控制器被配置為能操作用於在垂直光學測量方案和傾斜光學測量方案之間能控制地轉換光學系統的操作。

【0024】 根據示例性實施例，控制器被配置為通過控制快門的位置來在垂直光學測量方案和傾斜光學測量方案之間能控制地轉換光學系統的操作。

【0025】 根據示例性實施例，測量系統包括外殼，外殼包括光學窗口，其中，外殼包括：小平面，光學窗口的中央光學窗口在小平面中製成；以及在小平面的相對側的兩個傾斜側面，在傾斜側面中製成光學窗口的兩個其他光學窗口，使得每個光學窗口位於與光學頭的相應物鏡的光軸呈九十度角的平面中。

【0026】 根據示例性實施例，光學系統包括公共照明組件，公共照明組件與垂直光學測量方案和傾斜光學測量方案的照明通道光學耦合，以及單獨檢測設

備，單獨檢測設備容納在垂直光學測量方案和傾斜光學測量方案的各個收集通道中。

【0027】 根據示例性實施例，垂直光學測量方案和傾斜光學測量方案的測量通道光學耦合至同一光譜檢測器。

【0028】 根據示例性實施例，光學系統還包括成像通道。

【0029】 根據示例性實施例，測量系統還包括導航移動系統，導航移動系統被配置為能操作以分別驅動支撐組件的旋轉移動和驅動支撐組件沿著第一橫軸的移動。

【0030】 根據示例性實施例，物鏡被配置為具有低色差。

【0031】 根據示例性實施例，光學系統包括偏振器組件，偏振器組件包括位於照明和收集光通道中的至少一個中的至少一個偏振器。

【0032】 根據示例性實施例，偏振器組件位於光學頭中，並且偏振器組件包括分別位於垂直和傾斜測量方案的照明和檢測光通道中的偏振器。

【0033】 根據示例性實施例，光學窗口被配置為維持穿過光學窗口的光的偏振。

【0034】 根據示例性實施例，每個光學窗口沿其長度具有均勻的厚度，長度至少比厚度高兩個數量級。

【圖式簡單說明】

【0035】 為了更好地理解本文所公開的主題並示例如何在實踐中實施，現在將參考圖式僅通過非限制性示例的方式來描述實施方式。

【0036】 圖1是測量/計量系統與處理設備集成的示例的示意圖。

【0037】 圖2示意性地示出了根據本創作的集成測量/計量系統的配置。

【0038】 圖3A至圖3C示出了用於在本創作的光學系統中保持光學頭的支架組件的配置的具體的、非限制性的示例。

【0039】 圖4A至圖4D示出了在Z載物台中使用的標準楔形設計的原理，以將

X軸運動轉換為Z軸運動（圖4A至圖4B），以及適用於本創作的測量系統中的，利用雙楔形發動機的Z載物台的配置的具體的、非限制性的示例（圖4C至圖4D）。

【0040】圖5示出了本創作的集成測量/計量系統的光學系統中的光傳播方案，該光傳播方案被配置用於以垂直和傾斜操作模式操作光學系統。

【0041】圖6A示意性地示出了本創作的示例性集成測量系統的俯視圖，該俯視圖示出了光學窗口和晶片（支撐組件）在系統的覆蓋區內的行進範圍。

【0042】圖6B示出了在晶片中被測量複雜圖案化結構的典型幾何形狀，該幾何形狀示出了本創作的系統配置使得能夠針對傾斜模式用更多數量的可用方位（每個圖案）進行測量和針對垂直模式用偏振方位進行測量。

【實施方式】

【0043】如上所述，本創作提供一種測量系統，其被配置用於與處理設備集成，用於在由處理設備處理之前或之後將光學測量應用於結構。處理設備可以包括一個或多個處理工具，並且結構前進通過處理設備的連續階段，而測量系統可以在至少一些處理階段之前或之後將測量應用於結構。如上所述，在一些情況下，集成測量系統可以位於處理設備內部，並且在一些其他情況下，集成測量系統經由裝載端口連接到設備前端模組（EFEM）。在下面的描述中，集成測量/計量系統被描述為與處理設備集成或集成在處理設備內，以覆蓋任何這樣的可能配置。

【0044】在這方面，參考圖1，通過框圖示例測量系統10與處理設備PE（例如，材料去除（CMP，蝕刻）或沉積（CVD）設備）的集成。在該示例中，處理設備PE包括處理/製造工具及其相關聯的EFEM。EFEM通常具有與對應數量的晶片盒單元相關聯的多個裝載端口LP，以及用於將結構/晶片W從盒單元的裝載端口運輸到處理工具的機器人（robot）R（或多個機器人）。集成測量系統10容納在處理設備內，例如容納在處理工具站內，和/或容納在EFEM側（類似於具有裝載端口的盒站），並且可以使用相同的機器人用於經由相應裝載端口LP

將晶片運輸到測量系統10的支架或支撐載物台上。通常，支架（或夾持器/卡盤）是結構處理組件的一部分。

【0045】處理設備的結構和操作以及結構運輸和保持裝置（means）的結構和操作不構成本創作的部分，並且因此除了注意以下內容之外，不需要具體描述。為了控制應用於處理設備PE中的結構的過程，在由處理工具處理之後和/或在由處理工具處理之前將測量應用於結構，並且通過該處理工具控制被應用於結構的過程，即控制處理工具的工作參數。由集成測量系統提供的測量數據因此可以用於閉環過程控制中，如果在處理之後應用測量，則提供用於具體處理工具的反饋結果，和/或如果在由所述工具處理之前將測量應用於結構，則提供用於具體處理工具的前饋結果，例如，以限定過程開始時的初始條件。例如，處理設備PE可以是化學機械拋光（CMP）的設備，並且集成測量系統10可以執行CMP後測量，並且還可以執行CMP前測量。

【0046】現在參考圖2，圖2以框圖的方式示意性地示出了本創作的測量系統100，該測量系統100被配置並且能操作，使得其能夠與處理設備（例如，類似於圖1的示例）集成，用於在由處理設備的處理工具處理之前和/或之後將OCD測量應用於結構。測量系統100包括用於保持被測量結構W（即半導體晶片）並限定測量平面MP的結構支撐組件102、光學系統104以及用於保持光學系統104的能移動部分的支架組件。

【0047】支撐組件102可以包括被配置用於沿著測量平面中的一個或多個軸運動的運動載物台和裝配在運動載物台上的可旋轉卡盤。因此，一般而言，支撐組件可以被配置為 r, θ 載物台，其由適當的驅動器/馬達105驅動，用於在平行於測量平面MP的平面內旋轉並在該平面內沿著第一橫向軸X軸移動。這種移動可以用於在結構（晶片）上導航以便到達測量位置。

【0048】支撐組件102還被配置用於調整測量平面MP的z軸位置。如下面將進一步更具體地描述的，較佳地使用雙楔形發動機來實現載物台的z定位。

【0049】光學系統104被配置為限定垂直和傾斜光學方案。光學系統104包括光學地耦接到光源系統108和光檢測系統110的光學頭106，並且包括限定照射和光收集通道的導光組件（例如折疊反射鏡、透鏡等）。光學系統還可以包括偏振器組件（這裡未示出），該偏振器組件使得能夠用不同的偏振條件進行測量。

【0050】應當注意，光源系統108和光檢測系統110中的一個或兩者，作為集成測量系統100內的光學系統104的構造（內部）部分，可以分別由光輸出端口和光輸入端口構成，而照射/檢測組件或其部分可以容納在集成測量系統100外部，並且可以與光輸入和輸出端口（例如，通過諸如纖維的光導元件）光學地耦接。因此，分別指示光源系統108和光檢測系統110的框(108和110)中的每一個應當被廣義地解釋，而不必包括光發射器和光敏檢測器。

【0051】支架組件112包括支撐單元（托架）112A和引導單元112B，該支撐單元（托架）112A被配置用於保持光學頭106，該引導單元112B包括沿著垂直於X軸的第二橫向軸Y軸延伸的導軌(這裡未示出)。托架112A安裝在引導單元112B上，並且由驅動單元/機構111驅動，用於沿著導軌滑動運動。

【0052】因此，支架組件112實際上被配置並且能操作為Y載物台，用於光學頭106（作為光學系統104的能移動部分）沿著Y軸移動。該結構（晶片）在x- θ 載物台102上移動。如下面將進一步更具體地描述的，Y載物台112操作以移動包括一組物鏡以及可能的偏振器和彎曲反射鏡的光學頭106，以將光束從光源帶到物鏡和晶片，再返回。

【0053】在一些實施方式中，被測量結構可以是具有一定橫向尺寸的對稱結構，例如具有一定直徑的盤狀結構（例如，半導體晶片）。光學頭106沿著Y軸的行進距離y可以達到結構的尺寸，例如晶片的直徑，例如300mm。沿著x軸的行進距離（即，在導航運動期間）可以大約是該結構的一半尺寸，例如晶片的半徑，例如150mm；並且載物台旋轉角 θ 在0至180度的範圍內。這將在下面參考圖6A進一步描述。

【0054】 測量系統100還包括光學窗口布置114，該光學窗口布置114被適當地配置用於光從光學頭106傳播和向光學頭106傳播。這種光學窗口布置114形成在支架組件112（其上具有光學頭106）和測量平面MP（晶片平面）之間的板/外殼/框架（所謂的面板）115中。具有光學窗口布置114的面板115呈現光學頭的輸入/輸出光平面。

【0055】 光學窗口布置114被設計為將運動部分（光學頭106）與結構密封。光學窗口布置114包括三個光學窗口 OW_1 、 OW_2 、 OW_3 ，該三個光學窗口 OW_1 、 OW_2 、 OW_3 是細長的，沿著Y軸延伸，並且以間隔開的平行關係布置在面板115中，以位於照明和收集通道中。在光學窗口布置114（即，光學頭的輸入/輸出光平面）和測量平面MP之間維持一定距離 z 。光學窗口具有對應於y軸行進距離的長度，該長度對應於結構的尺寸，例如直徑300mm的晶片。

【0056】 如下面將進一步更具體地描述的，中央光學窗口 OW_2 在水平面中延伸並且用於光學系統的垂直方案操作，而兩個其他光學窗口 OW_1 和 OW_3 沿著傾斜表面延伸並且用於光學系統的傾斜方案操作。

【0057】 如下面還將進一步更具體地描述和示例的，光學頭106包括物鏡組件。光學頭106和測量平面MP之間的距離被選擇為在物鏡組件和測量平面之間提供盡可能小的距離/間隙，以便滿足整個集成測量/計量系統的盡可能小的覆蓋區的要求，並以便減少由光學器件引起的像差效應。因此，物鏡是短焦距透鏡。

【0058】 還應當注意，考慮與處理設備PE集成的集成測量系統100，例如，如圖1所示，可能需要在測量平面附近，即在被測量結構附近維持一定的環境。這可以是諸如 N_2 或真空或 CO_2 的某些所需的環境。為此目的，本創作提供使用在處理設備（相應處理工具）中使用的氣體供應，因此消除了對任何附加的氣體源的需求。更具體地，可以使用來自EFEM的氣體（ N_2 ），而不需要使用附加的 N_2 源。為此，密封集成測量系統100和EFEM的接口，並且密封集成測量系統100中的晶片隔室，以使得 N_2 能夠在測量系統100中時從EFEM流到晶片附近。

【0059】 如上所述，光學系統104被配置為限定垂直和傾斜光學測量方案用於將入射（照射）光沿著垂直和傾斜照射通道引導到結構上並收集從結構上的照射區域返回的光並沿著相應收集通道傳播。返回光可以包括來自結構的照射的鏡面反射和/或零階散射光。光學系統還可以用於暗場測量，而照射光和被收集的光沿著不同的通道傳播，例如，相同的傾斜照射通道和不同的收集通道被用於執行亮場模式和暗場模式兩者。例如，中央光學窗口 OW_2 位於垂直和傾斜方案的光學路徑的重合/重疊區域內，並且限定照明和收集通道 IC_{nor} 和 DC_{nor} ，並且光學窗口 OW_1 和 OW_3 位於中央窗口的相對側，並且分別限定傾斜方案的照明和收集通道 IC_{obl} 和 DC_{obl} 。

【0060】 例如，光學系統104可以利用與垂直和傾斜光學方案的照射通道 IC_{nor} 和 IC_{obl} 光學地耦接的公共光源系統108，並且分離的檢測裝置 D_1 和 D_2 可以容納在垂直和傾斜光學方案的相應收集通道中。

【0061】 在一些實施方式中，測量系統100被配置用於執行結構的成像和測量兩者。因此，光學系統104被配置使得收集通道 DC_{nor} 和 DC_{obl} 中的至少一個限定與兩個不同的檢測器 D_1 和 D_2 相關聯的空間上分離的成像和測量通道/路徑，該兩個不同檢測器例如是CCD（成像檢測器）和分光光度儀（測量檢測器）。為此，所述收集通道 DC_{nor} 和 DC_{obl} 中的至少一個包括分光裝置，例如針孔反射鏡裝置，用於在空間上將所收集的光分離成成像和測量光部分，並引導它們傳播通過成像和測量通道/路徑。例如，垂直和傾斜光學方案兩者的測量通道可以光學地耦接到相同的測量檢測器（例如，光譜儀）。下面進一步更具體地示例測量系統100的配置和操作。

【0062】 如圖2進一步所示，測量系統100被配置用於經由任何適當技術的有線和/或無線訊號傳輸與控制系統120進行數據通訊。控制系統120包括數據輸入實用程式120A和輸出實用程式120B、記憶體實用程式120C、測量數據分析器120D。

【0063】 控制系統120中還提供了用於控制系統操作的各種控制器，包括測量模式控制器120E和導航運動控制器120F。測量模式控制器120E被配置用於控制在垂直和傾斜測量模式之間的系統移位/切換；並且還可以被配置用於控制諸如偏振和/或波長和/或方位角的變化條件等。導航運動控制器120F被配置並且能操作以操作驅動器105和111，以分別控制結構支撐組件102（例如卡盤）的旋轉運動和結構支撐組件102（例如載物台）的X軸運動，以及光學頭106沿著Y軸的運動。

【0064】 如上所述，可以執行支撐組件102（例如卡盤）的旋轉運動以實現對應於載物台102的第一和第二相對角位置的第一和第二連續測量會話，該第一和第二相對角位置分別將結構W的第一半部 H_1 和第二半部 H_2 帶入測量位置。在控制支撐組件102和光學頭106沿著X軸和Y軸的橫向運動的同時，可以依次實現第一和第二測量會話中的每一個，從而在結構W的第一和第二半部中的相應半部上導航多個測量位置的測量。如上所述，考慮在這種盤狀結構上的測量，支撐組件102沿著X軸的最大行進距離 x 對應於（等於或稍微大於）結構的半徑 r ，並且光學頭沿著Y軸的行進距離 y 達到結構的直徑 $2r$ 。

【0065】 通常，集成測量/計量系統通常在晶片上的多個測量位置上執行測量。應當理解，其中實現晶片和光學頭之間的相對位移的方式取決於針對具體結構（例如，針對300mm晶片）的採樣計劃。上述兩半測量模式是非限制性示例，當所選測量位置對稱地定位/定向（假設180度對稱）時可以使用該測量模式。當測量晶片/測量位置的其他定向時，可能會出現一種情況。在那種情況下，導航（旋轉和/或X軸運動和/或Y軸運動）可以由於多個測量位置及其定向而被優化。還應當注意，上述平移方案不是可以覆蓋整個晶片的最小化運動方案（例如，Theta/R，R），但是在一些應用中可能是最佳的。本創作的原理不限於兩半測量模式。

【0066】 參考圖3A至3D，圖3A至3D示出了承載光學系統104的光學頭部分

106（移動部分）的支架組件112的配置。

【0067】 如圖3A所示，光學頭106具有三個導光光學單元（聚焦光學器件） L_1 、 L_2 、 L_3 ，該三個導光光學單元 L_1 、 L_2 、 L_3 限定分別與傾斜方案照射通道 IC_{obl} 、垂直光學方案的照射-和-收集通道 IC_{nor} -and- DC_{nor} 以及傾斜光學方案的檢測通道 DC_{obl} 相關的三個光傳播路徑。光學單元 L_1 、 L_2 、 L_3 包括物鏡 OL_1 、 OL_2 、 OL_3 （以及可能的其他光學元件），該物鏡 OL_1 、 OL_2 、 OL_3 限定與設置在支架組件112和被測量結構位於其中的測量平面之間的面板115中的光學窗口 OW_1 、 OW_2 以及 OW_3 （例如，孔）對齊的對應光學路徑。面板115具有其中形成光學窗口 OW_2 的平面（水平）小平面115A，以及其中形成光學窗口 OW_1 和 OW_3 的兩個傾斜小平面115B和115C。光學單元 L_1 、 L_2 、 L_3 相對於面板115布置，使得光學單元 L_1 、 L_2 、 L_3 的光輸出/輸入分別與光學窗口 OW_1 、 OW_2 以及 OW_3 對齊。應當注意，光學窗口的傾斜定向在相應透鏡單元的光軸和窗口表面之間提供90度。

【0068】 如圖3A和圖3C所示，支架組件112具有支撐單元112A（光學頭托架），聚焦/物鏡光學單元 L_1 、 L_2 、 L_3 以對應於光學方案的適當角度定向安裝在支撐單元112A上。保持光學頭106的支撐單元112A安裝在引導單元112B上，用於沿著限定支撐單元112A沿著滑動運動路徑往復運動的滑動運動路徑的導軌112C滑動運動。

【0069】 如上所述，支架組件112（支撐單元112A和引導單元112B）呈現用於光學系統104的移動部分（光學頭）的Y載物台。光學窗口布置114（例如，在面板115上形成的三窗口布置）位於支架組件112和測量平面MP之間。針對垂直光學方案，一個窗口 OW_2 是水平的，而其他兩個窗口 OW_1 和 OW_3 相對於水平面傾斜並且用於傾斜光學方案。Y載物台被配置為移動光學頭106（一組三個光學單元，包括物鏡、並且可能還包括偏振器和彎曲（導光）反射鏡，如下面將進一步描述的），以將照射光束從光源帶到物鏡和結構，並將從結構返回的光引導到檢測系統。

【0070】 在一些實施方式中，Y載物台驅動器111包括線性磁馬達。較佳地，線性磁馬達被配置使得磁體111A移動並且線圈組件111B靜止。該配置提供相對恆定的驅動電流，以及從線圈到系統邊界的熱傳遞，用於經由散熱接口111C散熱。這樣的要求可以與載物台非常接近需要溫度穩定性的光學頭環境的需要相關聯。

【0071】 如上所述，物鏡應盡可能靠近測量平面定位，並且因此光學單元 L_1 、 L_2 、 L_3 包括短聚焦透鏡。通過將光學窗口布置114配置有非常薄的光學窗口以減少視軸變化（例如2mm）來進一步支持該要求，其中，窗口厚度沿著窗口基本上均勻（ $\pm 1\mu\text{m}$ 公差），窗口長度比厚度至少高2個數量級，例如，大約300mm的長度。另外，如上所述並且將在下面進一步更具體地示例，光學系統104可以包括偏振器（例如，在光學單元 L_1 、 L_2 以及 L_3 中）。因此，光學窗口 OW_1 、 OW_2 以及 OW_3 被配置為維持（即，不影響）穿過其中的光的偏振。例如，光學窗口的介質可以是雙折射的。

【0072】 針對支撐組件102相對於光學頭106的每個給定位置，光學頭106沿著導軌112C（沿著Y軸）的滑動運動使得能夠在沿著位於測量平面MP中的結構W的Y軸的細長區域內進行測量。在載物台102沿著X軸在範圍（0至r）內步進運動預定距離之後，例如在光學頭沿著Y軸移動達2r的距離的同時，可以將測量應用於結構W的進一步區域。載物台（支撐組件）102沿著X軸和光學頭106（即支撐單元112A）沿著Y軸的這種逐步運動使得能夠在晶片的多個位置上執行測量。例如，可以首先使用載物台102和112的x運動和y運動來檢查結構W的一半 H_1 ，然後載物台102可以旋轉180度，從而將結構的另一半 H_2 帶到測量位置，並且重複該過程以對結構的這一半執行測量。

【0073】 此外，控制光學頭106相對於測量平面MP的z軸位置，例如用於聚焦目的。支撐組件102的z定位優選地使用雙楔形發動機來實現。在這方面，參考圖4A至圖4B和圖4C至圖4D。圖4A和圖4B示出了在Z載物台配置中使用的標準

楔形設計，以分別在z向上位置（x關閉位置）和z向下位置（x打開位置）將X軸運動轉換為Z軸運動。當處於打開位置時，這種配置在x維度（x-dimension）上遭受相對大的非對稱覆蓋區。圖4C和圖4D示出了在z向上、x關閉位置（圖4C）和z向下、x打開位置（圖4D）中利用由兩個相對對稱的楔形 W_1 和 W_2 形成的雙楔形配置的z載物台102的具體示例。這種配置減少了系統的x維佔用空間。

【0074】現在參考圖5，圖5示例了光學系統104的配置和操作以及其中的光傳播方案。在本非限制性示例中，單個（公共）照射組件（光源系統）108用於垂直和傾斜光傳播方案兩者。光源系統108可以包括照射纖維，該照射纖維將光從光發射器引導到照射通道。

【0075】另外，在該示例中，通過控制快門136（即所謂的跳躍反射鏡）的位置來實現在垂直和傾斜操作模式之間的切換/移位（即，在垂直和傾斜方案中的光傳播之間的移位）。此外，在該示例中，光檢測系統110包括與垂直和傾斜收集通道 DC_{nor} 和 DC_{obl} 相關聯的兩個檢測組件。這兩個檢測組件中的每一個被配置用於與成像和測量模式並行操作，並且包括相應成像檢測器單元 D_1 和 D_2 （例如，CCD），並且或者包括相應測量檢測器 D_1' 和 D_2' ，或者公共測量檢測器（光譜檢測器）用於垂直和傾斜方案兩者。該系統以寬帶照射操作，例如在210至2500nm範圍內。另外，在本非限制性示例中，使用偏振器組件。在圖中，偏振器/分析器被示出為形成光學頭106的光學單元 L_1 、 L_2 以及 L_3 的一部分。然而，應當理解，本創作既不限於使用任何偏振器，也不限於將偏振器容納在光學系統的能移動部分，即由支架組件112承載的光學頭106內。

【0076】因此，照射光束 LB_1 從光源系統108傳播並且由導光元件（例如照射中繼透鏡單元和管狀透鏡單元）引導，以沿著輸入光路134朝向模式移位位置135傳播。為此，重引導元件136，例如反射鏡被提供為在其位於位置135中的能操作狀態和其位於光路134外部的無法操作狀態之間（例如，通過測量模式控制器120E）可控制地移動。

【0077】 當反射鏡136處於其能操作位置時，照射光束 LB_1 與反射鏡136相互作用並被反射鏡136反射以沿著傾斜方案的照射通道 IC_{obl} 傳播，並且因此系統以傾斜模式操作。照射通道 IC_{obl} 光學地耦接到光學頭106的相應光學組件 L_1 。如圖5的具體非限制性示例所示，照射通道 IC_{obl} 可以包括一個或多個導光（光路彎曲）元件，例如反射鏡-在本示例中示出了三個這樣的導光元件（反射鏡） LD_1 、 LD_2 、 LD_3 。如圖中進一步所示，光學組件/單元 L_1 包括透鏡單元（一個或多個透鏡），並且還包括偏振器 P_1 ，偏振器 P_1 因此位於傾斜方案照射通道 IC_{obl} 中。由此產生的傾斜入射偏振照射光束 $LB_1^{(obl)}$ 經由相應光學窗口 OW_1 聚焦到結構上的照射區域上。從由光束 $LB_1^{(obl)}$ 照射的區域返回的光 $LB_2^{(obl)}$ 經由光學窗口 OW_3 由光學組件 L_3 收集，其中，光的偏振由相應偏振器 P_3 調整，並且所收集的返回光被引導沿著傾斜方案檢測通道 DC_{obl} 傳播。類似地，該檢測通道 DC_{obl} 可以包括一個或多個導光元件（例如反射鏡）-在該示意圖中示出了五個這樣的元件 LD_4 至 LD_8 。元件 LD_8 可以被配置為具有兩個反射面的楔形稜鏡，該兩個反射面根據光入射位置來重引導入射到其上的光。因此，元件 LD_8 引導傾斜反射光束 $LB_1^{(obl)}$ 朝向傾斜方案檢測組件傳播，以與分裂元件164（例如，針孔反射鏡）相互作用，其中，該光束被分裂成成像和測量組件沿著與成像和測量檢測器（或相應光輸入端口） D_1 （例如CCD）和 $D'1$ （光譜儀）相關聯的兩個空間上分離的成像和檢測通道 $C^{(obl)}_{imag}$ 和 $C^{(obl)}_{meas}$ 傳播。

【0078】 當元件136處於其無法操作位置（被移動到光路134外部）時，照射光束 LB_1 經過位置135並與分束器160相互作用，該分束器160引導（在本示例中為反射）照射光束 LB_1 以沿著垂直方案的照射通道 IC_{nor} 傳播，並且因此系統以垂直模式操作。照射通道 IC_{nor} 光學地耦接到光學頭106的相應光學組件/單元 L_2 （物鏡單元 OL_2 ）。垂直照射通道 IC_{nor} 可以包括導光元件，例如反射鏡。如圖所示，該配置使得垂直照射光束 LB_1 連續地與導光元件（反射鏡） LD_9 和 LD_6 相互作用並進入光學單元 L_2 ，該光學單元 L_2 包括物鏡和偏振器 P_2 ，以經由光學窗口 OW_2 將偏

振的垂直入射光束 $LB_1^{(nor)}$ 聚焦到結構上的相同區域上。從由光束 $LB_1^{(nor)}$ 照射的區域返回的光 $LB_2^{(nor)}$ 由光學窗口 OW_2 收集以穿過光學單元 L_2 並被引導沿著垂直方案光收集通道 DC_{nor} 的相同的路徑傳播，其中，光束通過與導光元件（反射鏡） LD_6 、 LD_9 以及 LD_8 的連續相互作用而被引導，並且後者將光束 $LB_2^{(nor)}$ 向分裂元件（針孔反射鏡）162引導，該分裂元件（針孔反射鏡）162將光束 $LB_2^{(nor)}$ 的兩個分裂部分引導沿著空間上分離的成像和測量檢測通道朝向與測量檢測器光學地耦接的垂直方案成像檢測器/光輸入端口 D_2 （例如CCD）和光輸入端口 D_2 傳播。如上所述，相同的測量檢測器（光譜儀）可以用於檢測垂直和傾斜光學方案兩者的光。

【0079】 應當注意，本創作的測量系統不限於將垂直和傾斜方案收集通道兩者分裂成兩個檢測通道。例如，這些收集通道中的每一個可以使用單個檢測通道/單個檢測器；或者垂直和傾斜方案收集通道中的一個可以包括兩個不同的檢測方案，而另一個不包括。此外，不同的檢測方案可以在檢測類型上不同（例如，如上所述，用於檢測成像和非成像數據）；和/或可以在不同的光譜範圍的檢測中不同。

【0080】 參考圖6A和圖6B，圖6A和圖6B示出了本創作的一些其他特徵。如上所述，在一些實施方式中，集成測量系統具有小的覆蓋區，例如小於 500mm^2 ，這不允許在X方向和Y方向上掃描 300mm 晶片。另一方面，在晶片上測量的圖案化結構（如圖6B所示）相對於傾斜通道不具有旋轉對稱性。因此，可以通過光學頭沿著Y軸的位移（經由支架組件112的支撐單元112A的運動），以及沿著X軸位移結構並在測量平面中旋轉結構（經由支撐組件102的相應運動）來在其多個位置測量結構。這在圖6A中示例，圖6A示意性地示出了本創作的集成測量系統的俯視圖，該俯視圖示出了光學窗口布置114和結構/晶片W在系統的覆蓋區FP內的行進範圍。圖6A示出了結構W，該結構W在其裝載位置具有半徑 r_x （例如直徑 300mm 的晶片的 150mm ），以及兩個位移位置W'和W''，這兩個位移位置分別

對應於由支撐組件102的X軸運動和旋轉引起的結構沿著X軸的位移和結構在測量平面中的旋轉。光學頭沿著Y軸的行進距離 Y_w 在Y軸覆蓋區尺寸 Y_{FP} 內達到結構的直徑 $2r_x$ （例如300mm，考慮到半導體晶片或稍微較大的距離，例如302至304mm）。沿著X軸的行進距離可以大約是結構的一半尺寸，例如晶片的半徑，例如150mm（或者稍微較大的距離，例如154mm）。結構的支撐組件102以0至180度範圍內的旋轉角 θ 在測量平面中旋轉結構W。因此，如上所述，通過沿著Y軸移動光學頭和沿著X軸移動結構的支撐組件，以及支撐組件的旋轉，可以經由光學窗口布置114使用垂直和傾斜測量方案中的一個或兩者在多個位置中對結構進行對半測量。

【0081】 參考圖6B，示意性地示出了應用於複雜圖案化結構W的垂直和傾斜測量方案的組合。由於上述系統配置，即被測量結構的處理、轉移和旋轉以及光學頭運動範圍，本創作允許針對傾斜模式用更多數量的可用方位（每個圖案）進行測量，和針對垂直模式用偏振方位進行測量。該圖示例了由照射和檢測通道 IC_{nor} 和 DC_{nor} 限定的用於照射和鏡面反射光束 $LB_1^{(nor)}$ 和 $LB_2^{(nor)}$ 的傳播的垂直測量方案。該圖還示出了分別由照射和檢測通道 $(IC_{obl})^1 - (DC_{obl})^1$ 和 $(IC_{obl})^2 - (DC_{obl})^2$ 限定的兩種不同的傾斜測量方案，對應的兩個0度和90度方位角經由結構在測量平面中相對於光學系統的旋轉獲得。除了角度範圍0至180之外，晶片上的結構/圖案破壞了方位對稱性。

【0082】 因此，本創作提供了一種用於光學測量系統的新型相對簡單的解決方案，該光學測量系統可以以垂直和傾斜光學方案兩者操作，並且使得具有減小的覆蓋區的系統配置能夠與處理設備適當地集成。

【符號說明】

【0083】

10、100	測量系統
102	支撐組件（載物台）

104	光學系統
105	驅動器/馬達
106	光學頭
108	光源系統
110	光檢測系統
111	驅動單元/機構（驅動器）
111A	磁體
111B	線圈組件
111C	散熱接口
112	支架組件（載物台）
112A	支撐單元（托架）
112B	引導單元
112C	導軌
114	光學窗口布置
115	板/外殼/框架（面板）
115A	小平面
115B	小平面
115C	小平面
120	控制系統
120A	輸入實用程式
120B	輸出實用程式
120C	記憶體實用程式
120D	測量數據分析器
120E	測量模式控制器
120F	導航運動控制器

134	光路
135	位置
136	控制快門/重引導元件/反射鏡
160	分束器
162、164	元件
D_1 、 D_2	檢測裝置/檢測器單元
L_1 ~ L_3	光學單元（聚焦光學器件）
H_1	第一半部
H_2	第二半部
P_1 ~ P_3	偏振器
W	結構
W' 、 W''	位置
LB_1 ~ LB_2	光束
LP	裝載端口
PE	處理設備
LD_1 ~ LD_9	元件
MP	測量平面
OL_1 ~ OL_3	物鏡
OW_1 ~ OW_3	光學窗口

【新型申請專利範圍】

- 【第1項】 一種測量系統，所述測量系統被配置為與處理設備集成，所述處理設備用於對結構進行光學測量，所述測量系統包括：
- 密封的隔室；
 - 支撐組件，用於在所述測量系統測量所述結構時將所述結構保持在所述隔室內；和
 - 至少一個接口，被配置為將氣體或真空的流從所述處理設備輸送到所述結構的附近，所述結構位於所述隔室內。
- 【第2項】 如請求項 1 所述之測量系統，其中，所述氣體或真空的源在所述處理設備內。
- 【第3項】 如請求項 1 所述之測量系統，其中，所述至少一個接口是多個接口。
- 【第4項】 如請求項 1 所述之測量系統，其中，密封接口形成在所述測量系統與所述處理設備的設備前端模組之間。
- 【第5項】 如請求項 1 所述之測量系統，其中，所述氣體是 N_2 。
- 【第6項】 如請求項 1 所述之測量系統，其中，所述氣體是 CO_2 。
- 【第7項】 如請求項 1 所述之測量系統，其中，所述測量系統的第一橫軸覆蓋尺寸超過所述測量系統的第二橫軸覆蓋尺寸。
- 【第8項】 如請求項 1 所述之測量系統，其中，所述測量系統被配置為執行光學臨界尺寸測量。
- 【第9項】 如請求項 1 所述之測量系統，其中，所述處理設備為材料去除處理設備。
- 【第10項】 如請求項 1 所述之測量系統，其中，所述處理設備為材料沉積處理設備。
- 【第11項】 如請求項 1 所述之測量系統，其中，所述處理設備為化學機械拋光或蝕刻處理設備中的一種。

【第12項】如請求項 1 所述之測量系統，其中，所述支撐組件被配置為能操作以沿著第一橫軸移動；

其中，所述測量系統還包括支架組件和限定照明和收集光通道的光學系統，其中，所述照明和收集光通道中的至少一個支持傾斜光學測量方案；

其中，所述光學系統包括光學頭，所述光學頭包括構成所述照明和收集光通道的一部分的物鏡；

其中，所述支架組件被配置為使所述光學頭沿著朝向所述第一橫軸的第二橫軸移動。

【第13項】如請求項 12 所述之測量系統，其中，所述第一橫軸垂直於所述處理設備的設備前端模組的裝載端口。

【第14項】如請求項 12 所述之測量系統，其中，其他照明和收集光通道中的至少一個用於垂直光學測量方案。

【第15項】如請求項 14 所述之測量系統，其中，所述測量系統還包括控制器，所述控制器被配置為能操作用於在所述垂直光學測量方案和所述傾斜光學測量方案之間能控制地轉換光學系統的操作。

【第16項】如請求項 15 所述之測量系統，其中，所述控制器被配置為通過控制快門的位置來在所述垂直光學測量方案和所述傾斜光學測量方案之間能控制地轉換光學系統的操作。

【第17項】如請求項 12 所述之測量系統，其中，所述測量系統包括外殼，所述外殼包括光學窗口，其中，所述外殼包括：小平面，所述光學窗口的中央光學窗口在所述小平面上製成；以及在所述小平面的相對側的兩個傾斜側面，在所述傾斜側面中製成所述光學窗口的兩個其他光學窗口，使得每個所述光學窗口位於與所述光學頭的相應物鏡的光軸呈九十度角的平面中。

- 【第18項】如請求項 14 所述之測量系統，其中，所述光學系統包括公共照明組件，所述公共照明組件與所述垂直光學測量方案和所述傾斜光學測量方案的照明通道光學耦合；以及單獨檢測設備，所述單獨檢測設備容納在所述垂直光學測量方案和所述傾斜光學測量方案的各個收集通道中。
- 【第19項】如請求項 14 或 18 所述之測量系統，其中，所述垂直光學測量方案和所述傾斜光學測量方案的測量通道光學耦合至同一光譜檢測器。
- 【第20項】如請求項 12 所述之測量系統，其中，所述光學系統還包括成像通道。
- 【第21項】如請求項 12 所述之測量系統，其中，所述測量系統還包括導航移動系統，所述導航移動系統被配置為能操作以分別驅動所述支撐組件的旋轉移動和驅動所述支撐組件沿著所述第一橫軸的移動。
- 【第22項】如請求項 12 所述之測量系統，其中，所述物鏡被配置為具有低色差。
- 【第23項】如請求項 12 所述之測量系統，其中，所述光學系統包括偏振器組件，所述偏振器組件包括位於所述照明和收集光通道中的至少一個中的至少一個偏振器。
- 【第24項】如請求項 23 所述之測量系統，其中，所述偏振器組件位於所述光學頭中，並且所述偏振器組件包括分別位於垂直光學測量方案和傾斜光學測量方案的照明和檢測光通道中的偏振器。
- 【第25項】如請求項 23 所述之測量系統，其中，光學窗口被配置為維持穿過所述光學窗口的光的偏振。
- 【第26項】如請求項 17 所述之測量系統，其中，每個所述光學窗口沿其長度具有均勻的厚度，所述長度至少比厚度高兩個數量級。

【新型圖式】

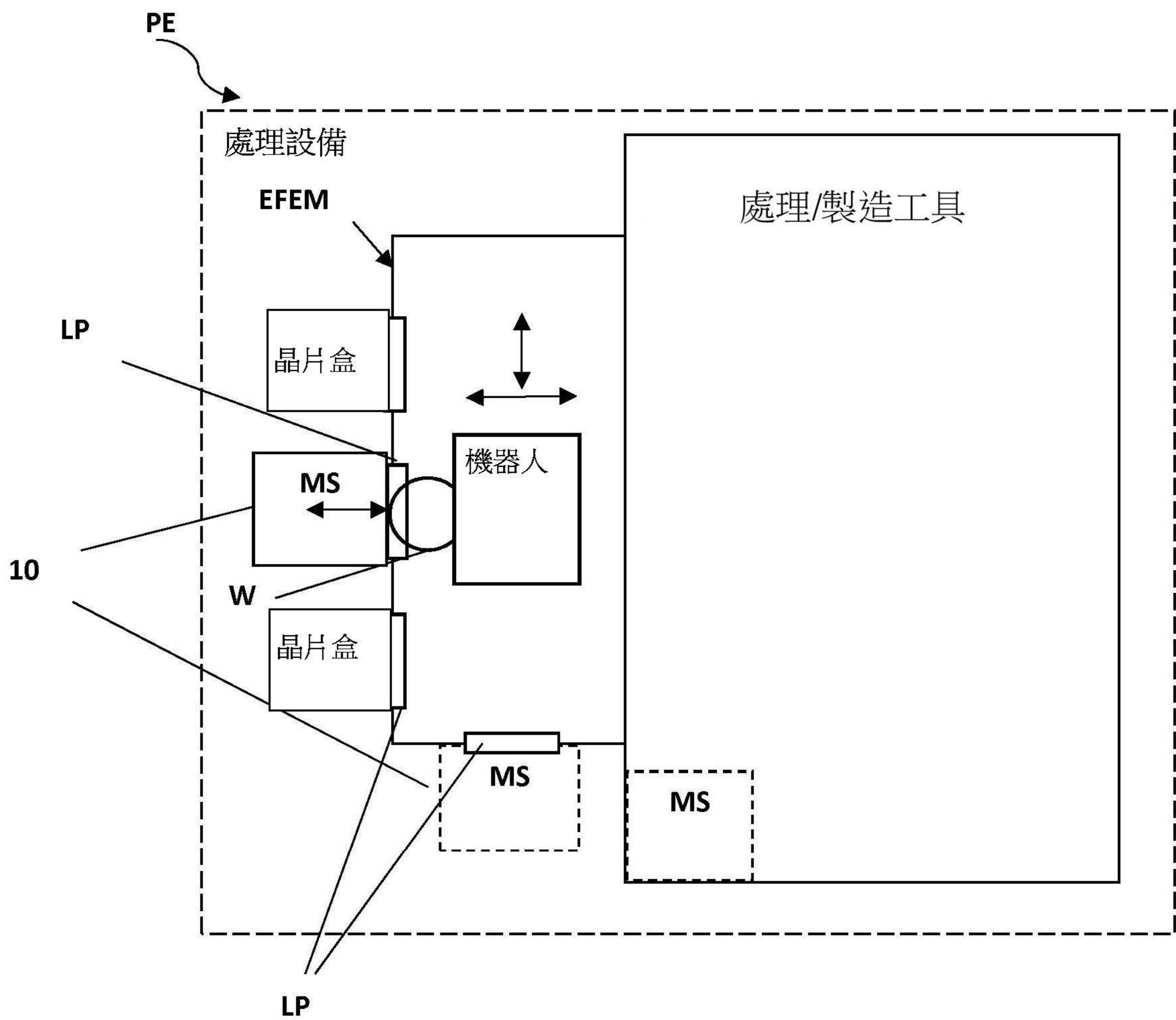


圖1
(先前技術)

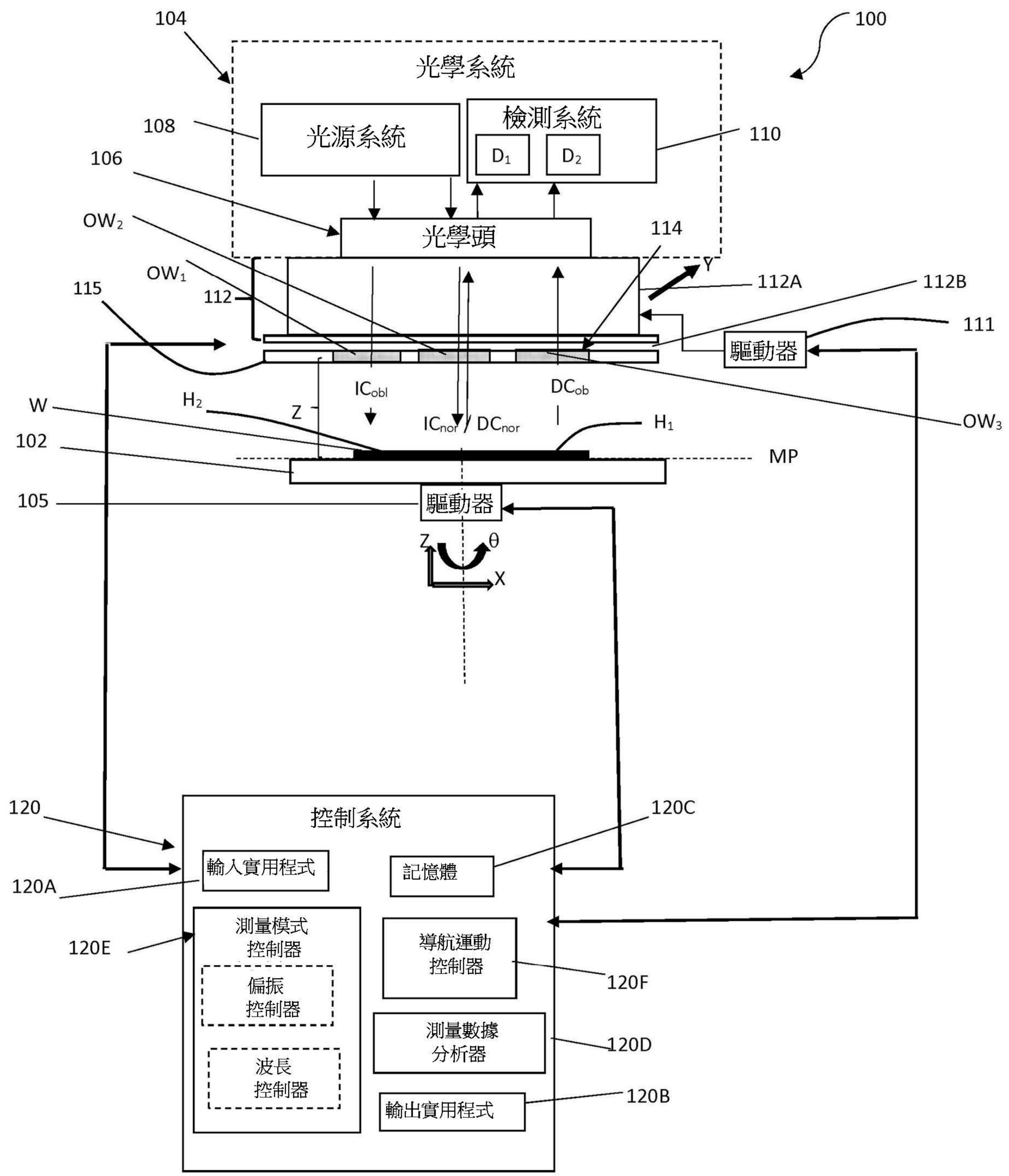


圖2

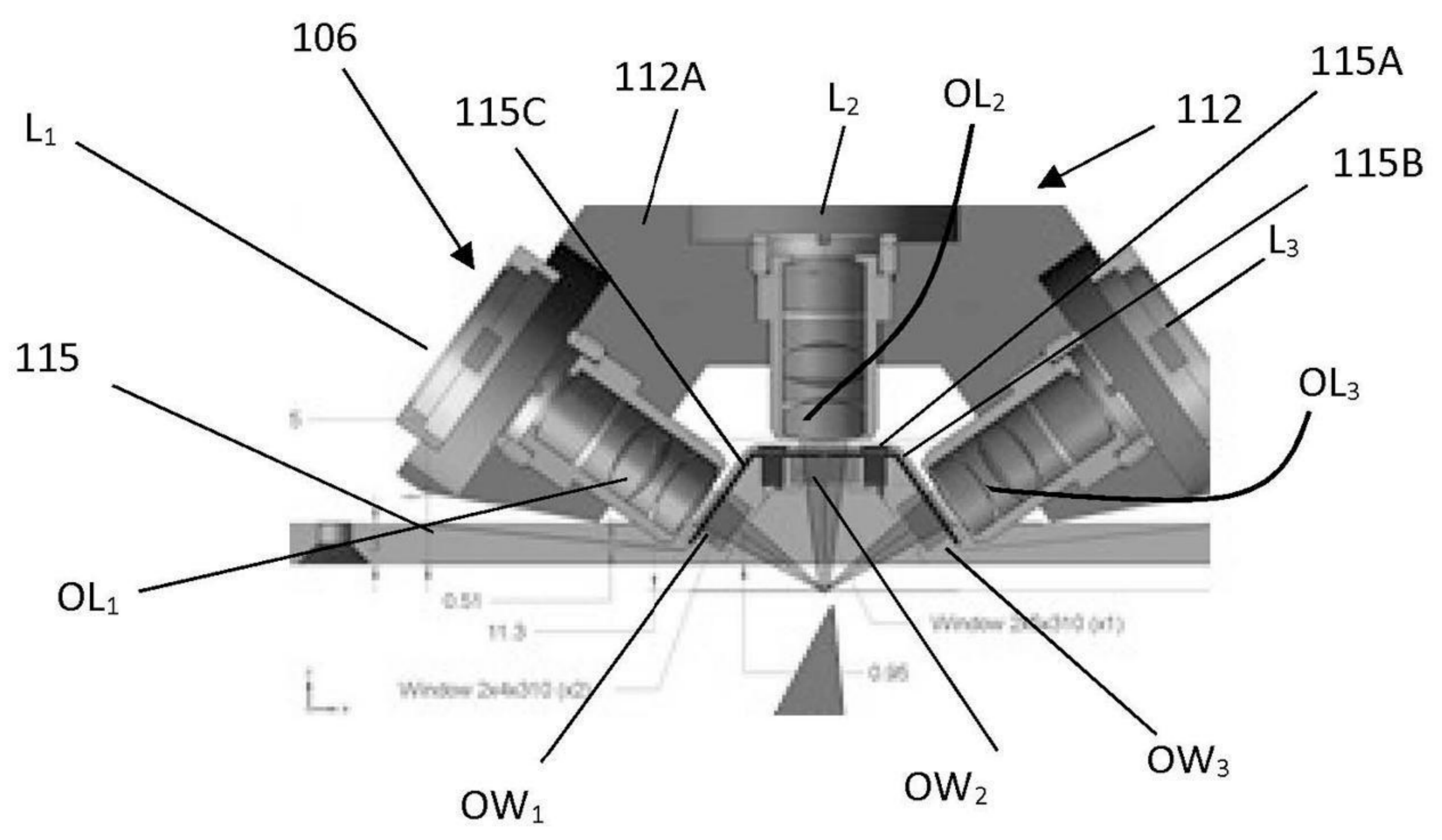


圖3A

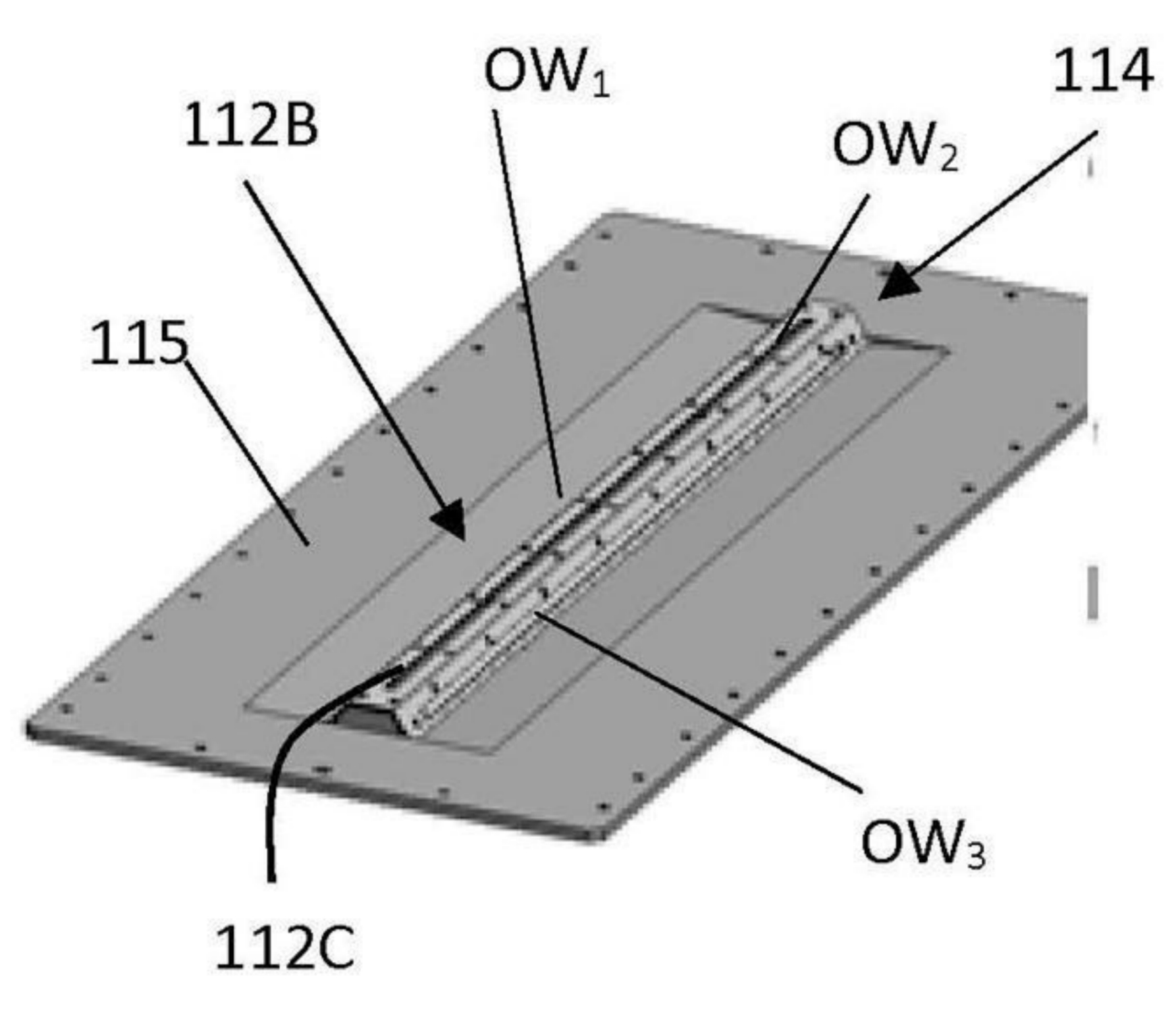


圖3B

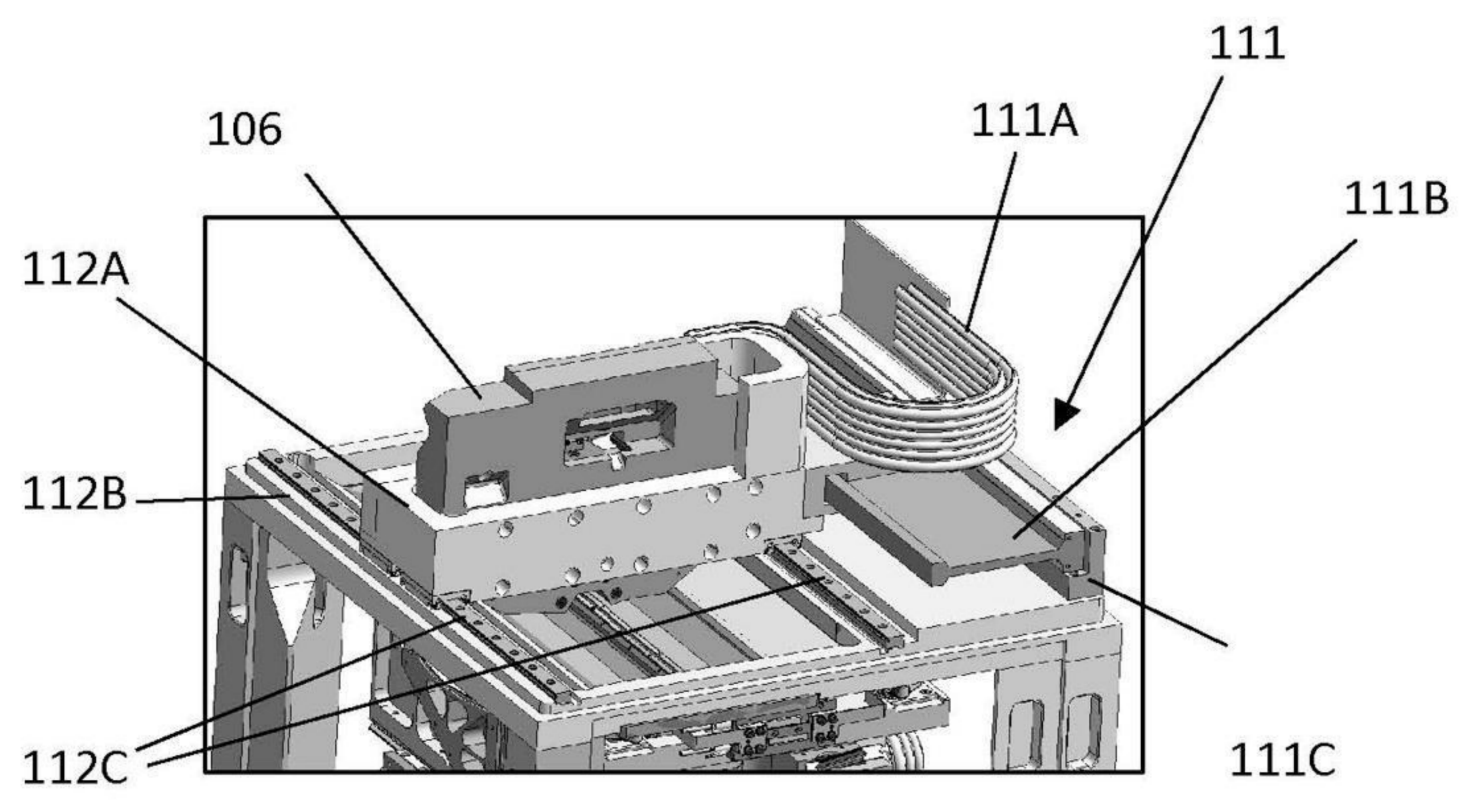


圖3C

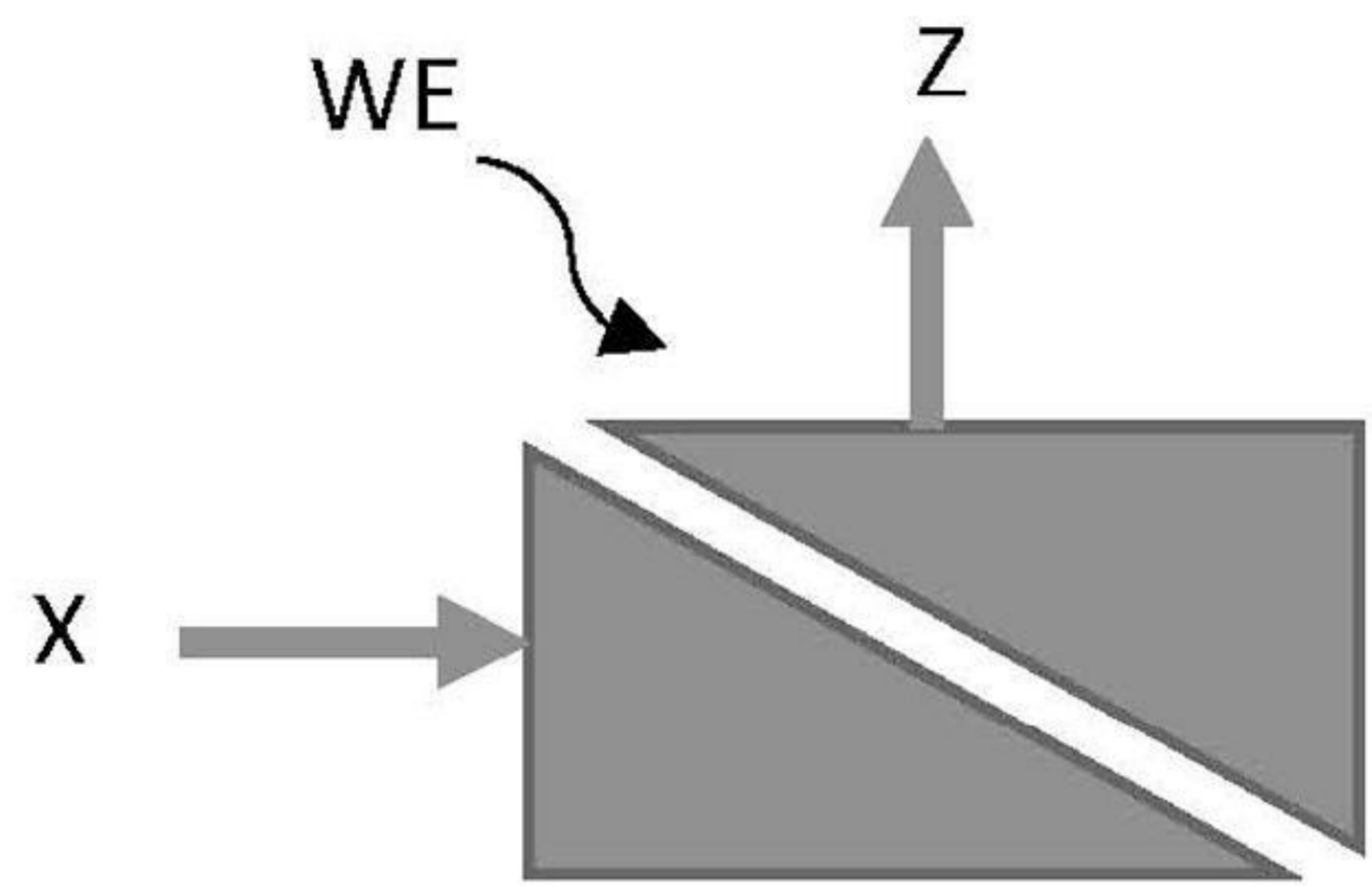


圖4A
(先前技術)

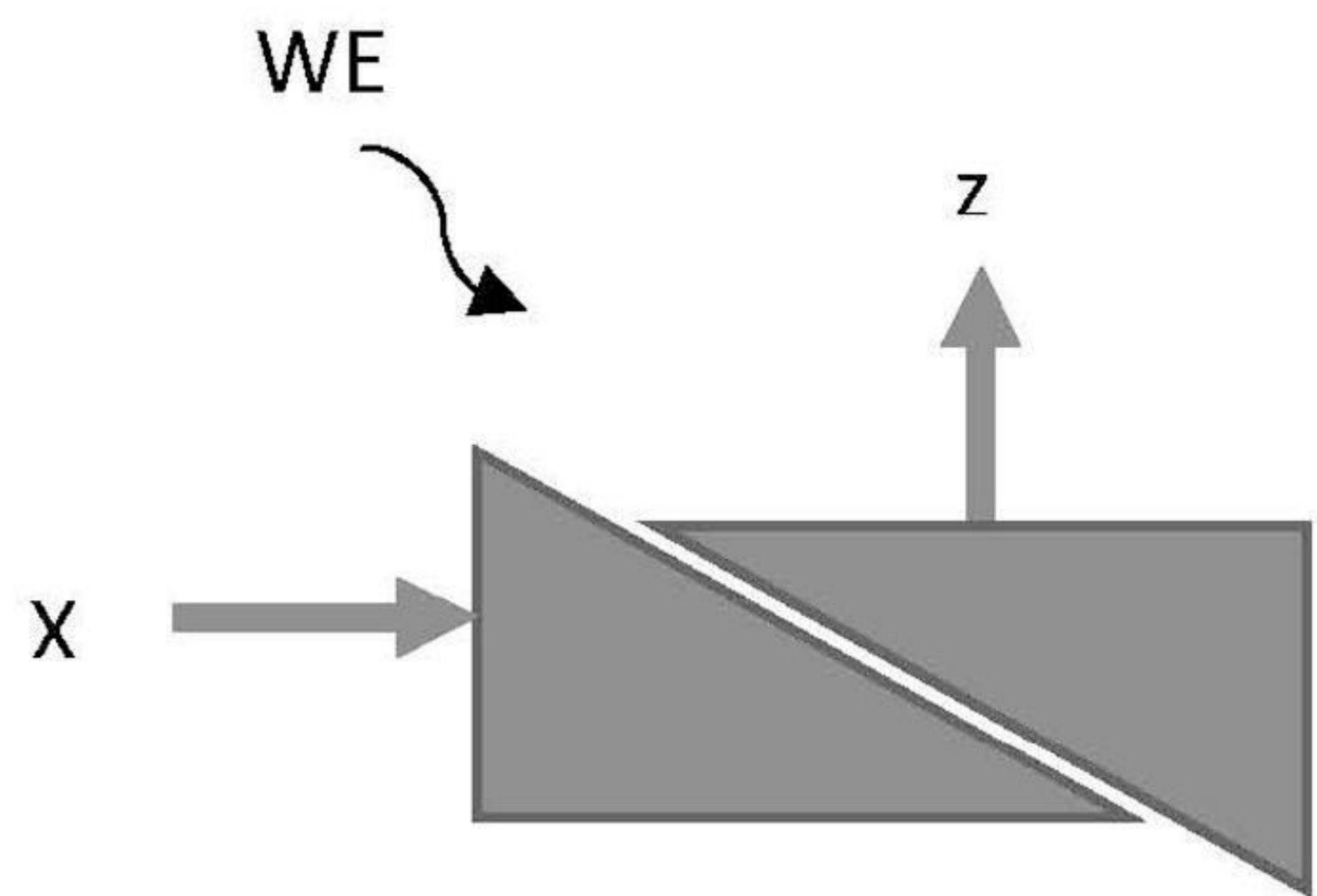


圖4B
(先前技術)

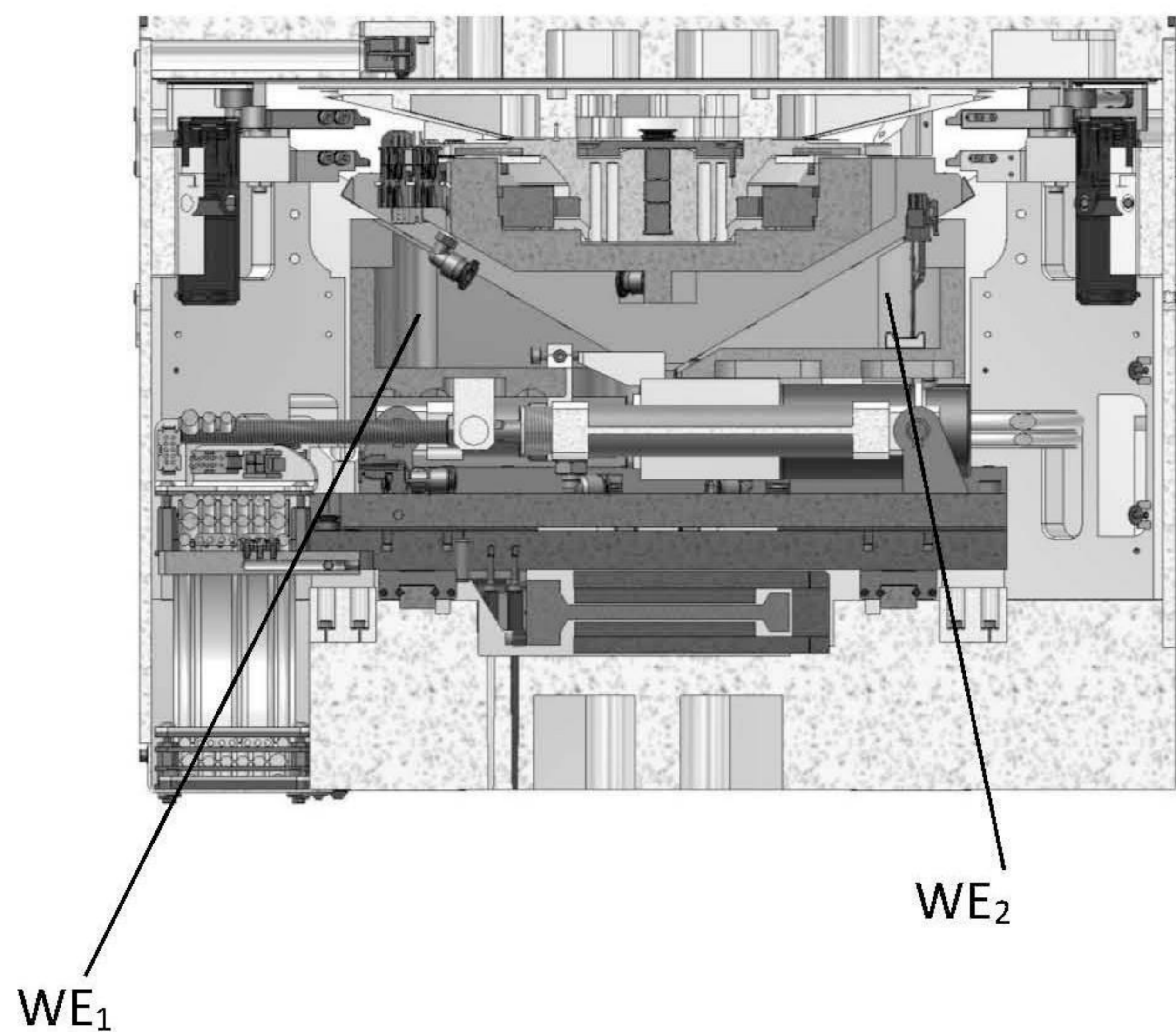


圖4C

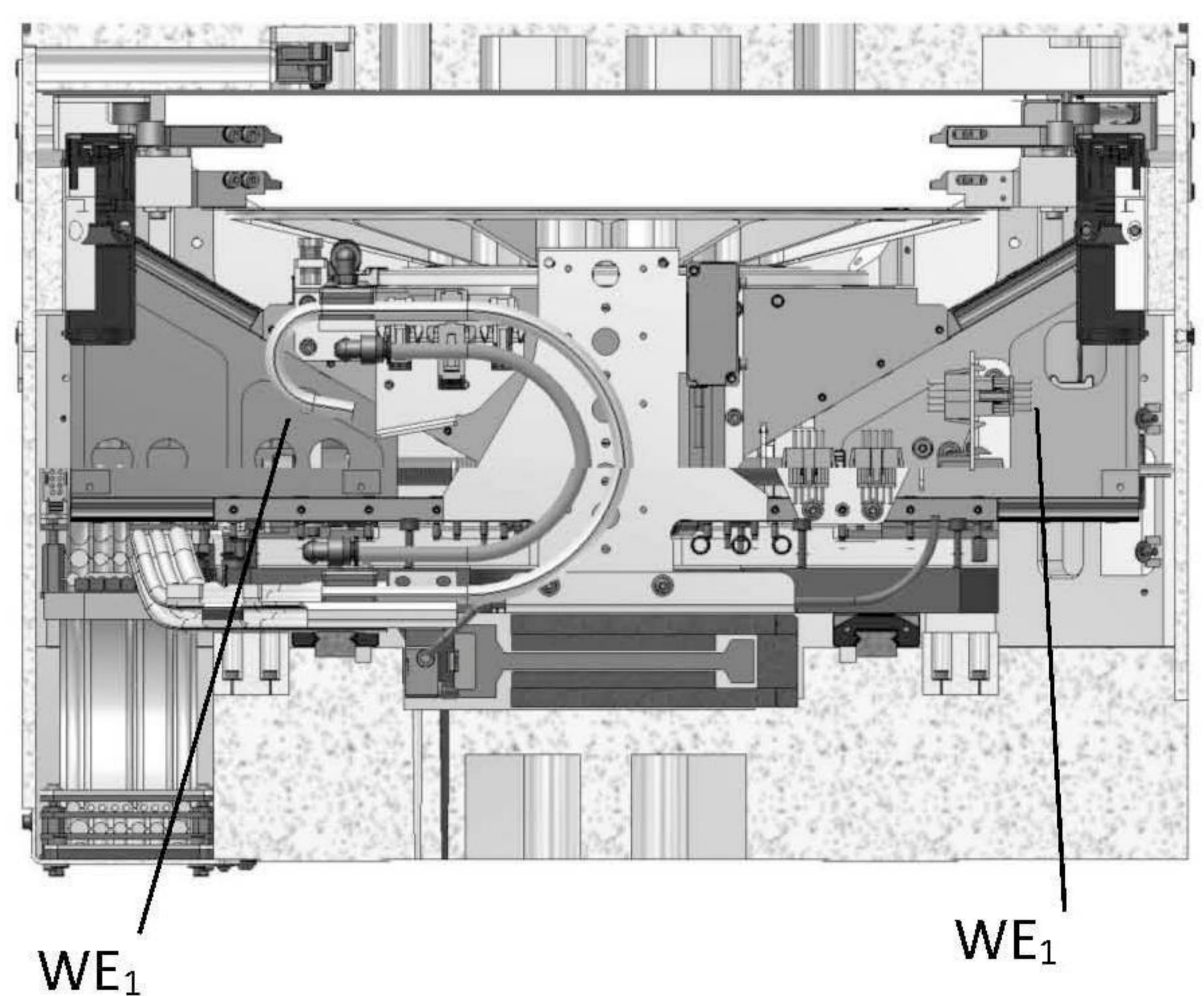


圖4D

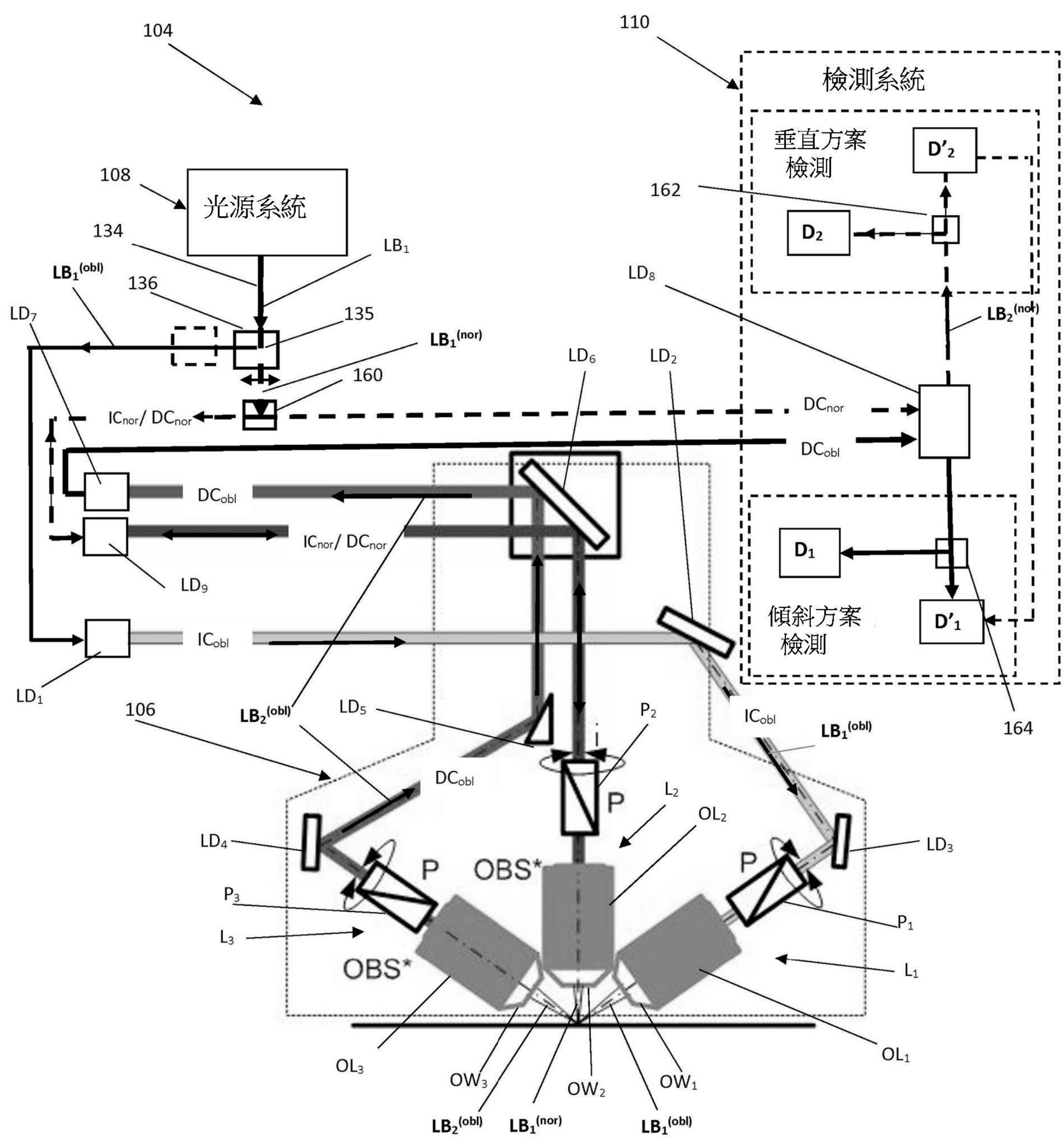


圖5

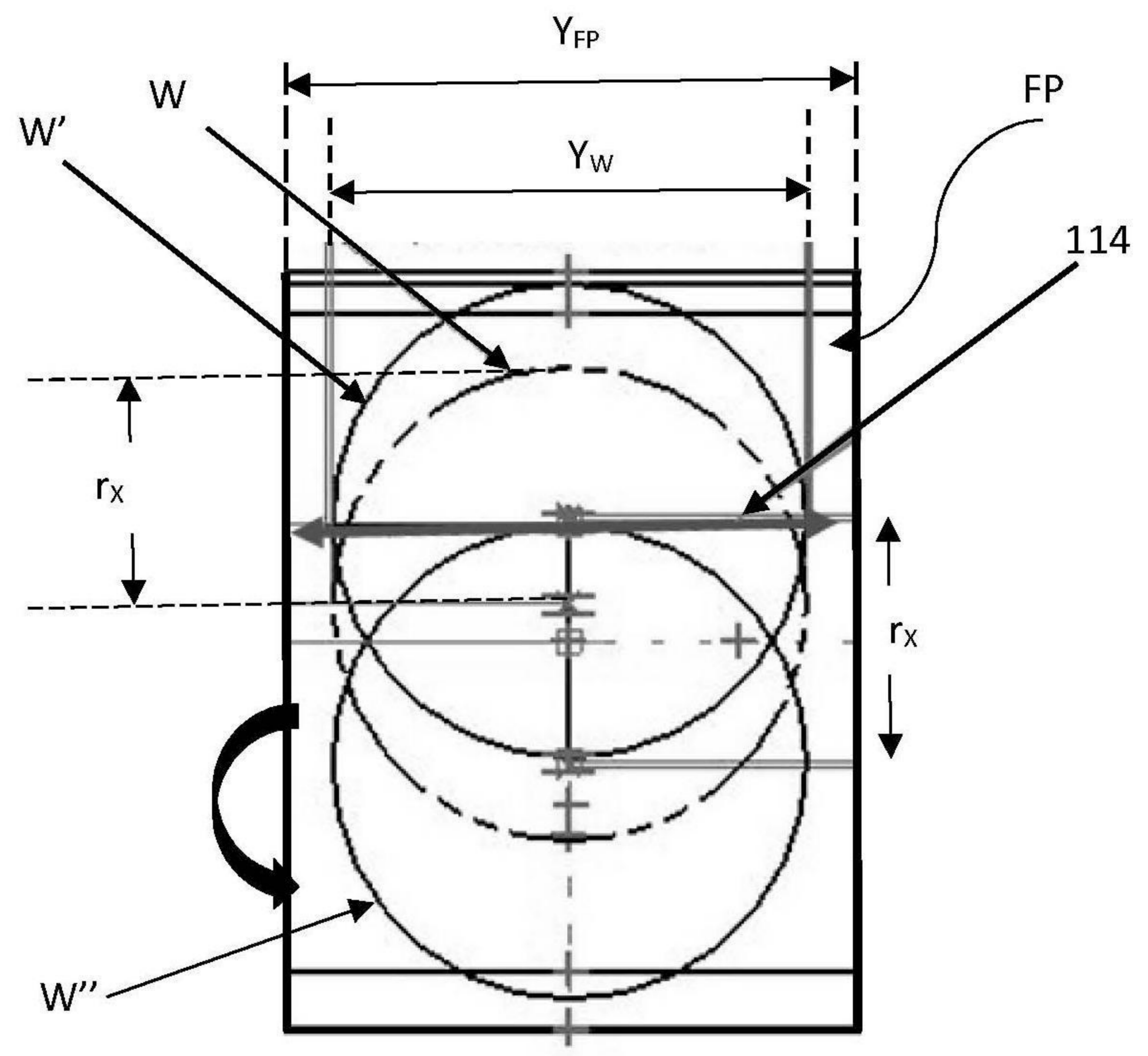


圖6A

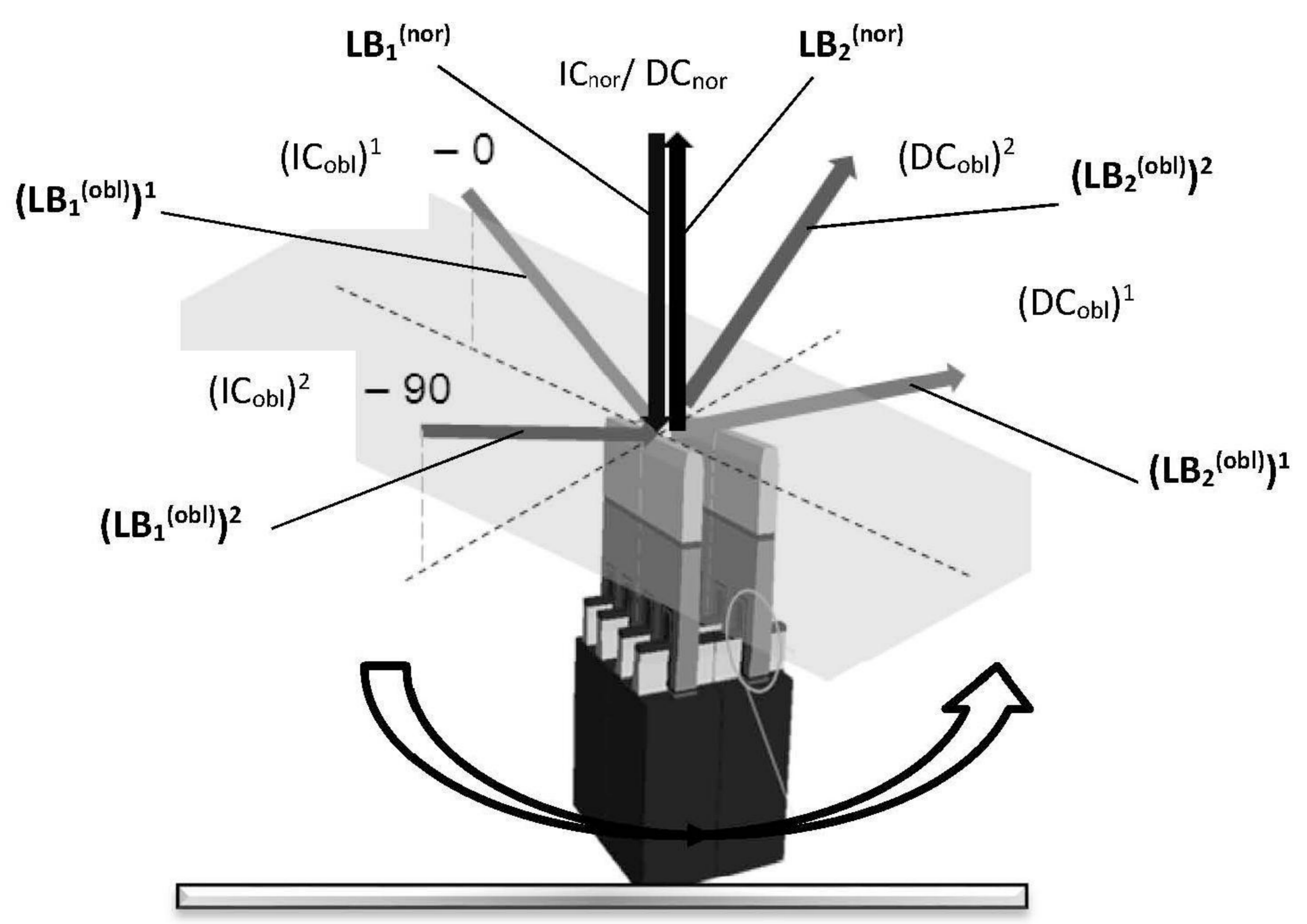


圖6B