



(19) 中華民國智慧財產局

(12) 發明說明書公開本

(11) 公開編號：TW 202004129 A

(43) 公開日：中華民國 109 (2020) 年 01 月 16 日

(21) 申請案號：108113017

(22) 申請日：中華民國 108 (2019) 年 04 月 15 日

(51) Int. Cl. : **G01B21/20 (2006.01)****G01B11/00 (2006.01)**

(30) 優先權：2018/05/21 日本

2018-097063

(71) 申請人：日商松下知識產權經營股份有限公司 (日本) PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY MANAGEMENT CO., LTD. (JP)

日本

(72) 發明人：田中仁 TANAKA, HITOSHI (JP)；舟橋隆憲 FUNABASHI, TAKANORI (JP)；佐佐木亘 SASAKI, WATARU (JP)

(74) 代理人：林志剛

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：5 項 圖式數：12 共 46 頁

(54) 名稱

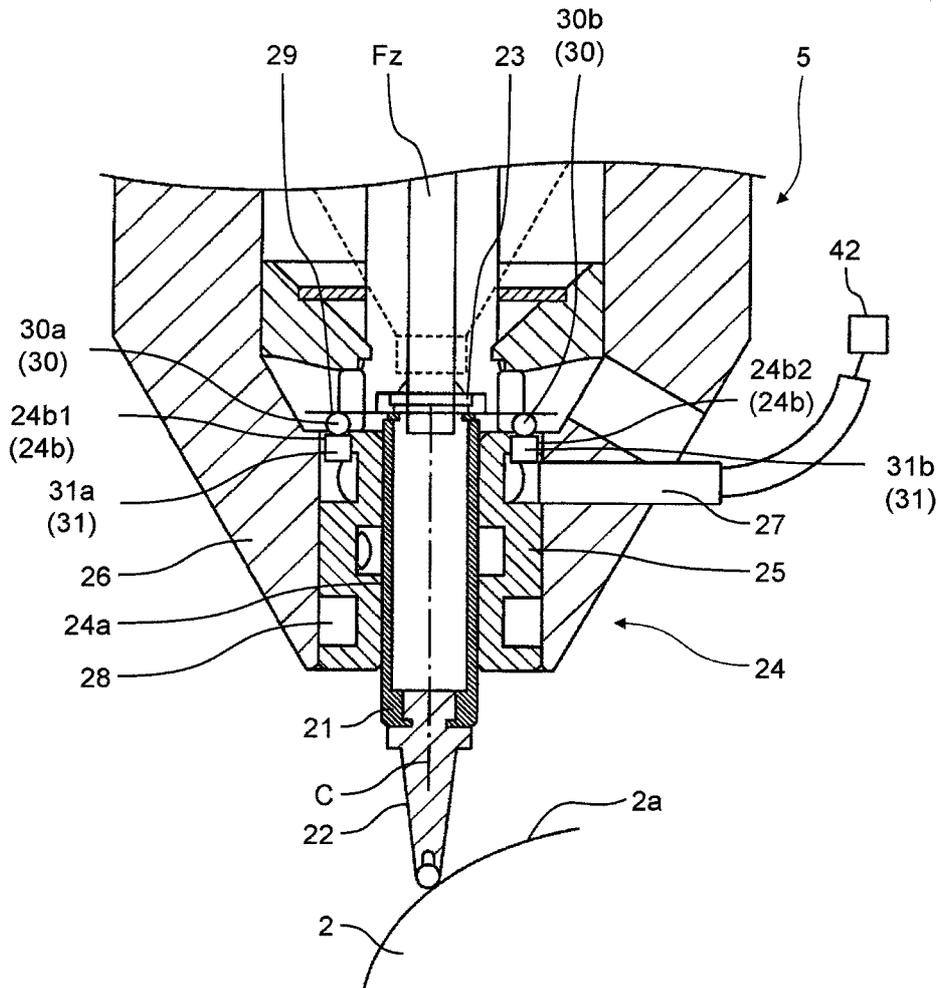
形狀測定用探針

(57) 摘要

一種形狀測定用探針，係具有可動構件、接觸件、空氣軸承、第 1 磁鐵、第 2 磁鐵、第 1 支承部、第 2 支承部、彈性材。第 1 磁鐵及第 2 磁鐵，係對於可動構件的軸中心以大致對稱的方式固定於空氣軸承的上端部。第 1 支承部係與第 1 磁鐵藉由磁力連結，第 2 支承部係與第 2 磁鐵藉由磁力連結。彈性材係板狀，並固著於可動構件的上端部，且載置於第 1 支承部及第 2 支承部上。

A shape measuring probe includes a movable member, a stylus, an air bearing, a first magnet, a second magnet, a first supporter, a second supporter, and an elastic material. The first magnet and the second magnet are fixed to an upper end portion of the air bearing, substantially symmetrically with respect to a shaft center of the movable member. The first supporter is connected to the first magnet with a magnetic force. The second supporter is connected to the second magnet with a magnetic force. The plate-like elastic material adheres to the upper end portion of the movable member and is placed on the first supporter and the second supporter.

指定代表圖：



【圖 2A】

符號簡單說明：

2 . . . 物體

2a . . . 測定面

5 . . . 測定用探針

21 . . . 可動構件

22 . . . 接觸件

23 . . . 反射面

24 . . . 空氣軸承

24a . . . 軸孔

24b . . . 凹部

24b1 . . . 第 1 凹部

24b2 . . . 第 2 凹部

25 . . . 空氣軸承本  
體

26 . . . 殼體

27 . . . 空氣接頭

28 . . . 溝

29 . . . 彈性材

30 . . . 鋼球

30a . . . 第 1 支承部

30b . . . 第 2 支承部

31 . . . 磁鐵

31a . . . 第 1 磁鐵

31b . . . 第 2 磁鐵

42 . . . 壓縮機

C . . . 軸中心

Fz . . . 雷射光

# 【發明說明書】

## 【中文發明名稱】

形狀測定用探針

## 【英文發明名稱】

SHAPE MEASURING PROBE

## 【技術領域】

【0001】本揭示，係關於取得光學零件或模具等之被測定面的位置資訊之3維形狀測定裝置的接觸式的形狀測定用探針。

## 【先前技術】

【0002】作為以高精度測定光學零件或模具等之表面形狀為非球面形狀的方法，已知有3維形狀測定機。一般而言，具有接觸式的測定用探針之3維形狀測定機，係一邊使測定用探針的前端接觸於物體，一邊使測定用探針沿著物體的表面移動，藉由測定用探針與基準面的位置關係測定物體的表面形狀。作為如此之測定機之一，係有利用雷射測長器與基準平面鏡之3維形狀測定機。

【0003】在此，針對以往之3維形狀測定機，使用圖10進行說明。圖10係以往之3維形狀測定機的概略構成圖。於圖10中，物體2係(例如透鏡等)載置於定盤101上。接著，3維形狀測定機100係構成為：使安裝於移動體103

的測定用探針 105 的前端一邊接觸於物體 2 的測定面 2a，一邊使測定用探針 105 的前端追隨於測定面 2a，藉此測定物體 2 的表面形狀。

【0004】於設有測定用探針 105 的移動體 103，係設有 X 軸載台部 109 及 Y 軸載台部 110，而能夠使移動體 103 於 X 軸方向及 Y 軸方向移動。藉此，移動體 103，係能夠追隨於物體 2 的測定面 2a 的表面形狀，使移動體 103 分別於 X 軸方向及 Y 軸方向進行掃描。

【0005】並且，於物體 2 所載置的定盤 101 上，透過參照鏡支承部，配置有 X 參照反射鏡 106、Y 參照反射鏡 107 以及 Z 參照反射鏡 108。並且，於移動體 103 設置有雷射測長光學系 104。藉由光干涉法將 XYZ 各個參照反射鏡作為基準，並對於測定用探針 105 的距離進行測長，藉此 3 維形狀測定機能夠取得測定用探針 105 的 XYZ 座標的位置資訊(例如，參照專利文獻 1)。

【0006】接著，針對自動對焦控制，分為機械構成、自動對焦光學系、控制方法，參照圖 11 之構成例進行說明。藉由自動對焦控制，探針位置被控制為使測定用探針 105 的前端以幾乎一定的力接觸於物體 2 的測定面 2a。

【0007】首先，針對機械構成進行說明。測定用探針 105，係可動構件 111 插入空氣軸承 131 而能夠於 Z 座標方向移動之構造。另外，可動構件 111 於下端裝設有接觸件 112，於上端裝設有反射面 113。對於反射面 113 照射雷射光  $Fz_0$ ，藉由反射光測定反射面 113 的位置。

【0008】於可動構件111，安裝有彈性限制Z方向的移動之彈性材，具體而言係安裝有板簧114。該板簧114，係以相對於可動構件111的上端往圖11的兩側延伸的方式配置。並且，板簧114的兩側的下表面係接觸於導引部115的支承點133，可動構件111係透過板簧114以支承點133作為支點被懸吊。在形狀測定時，係在可動構件111被板簧114懸吊的狀態，可動構件111對於測定面2a上下追隨。此時，可動構件111係藉由空氣軸承131限制XY方向，而能夠於Z方向自由移動。

【0009】接著，針對自動對焦光學系進行說明。從半導體雷射117照射的雷射光 $G_0$ ，會通過準直透鏡118，並通過偏光分束器119及 $\lambda/4$ 波長板120。接著，雷射光 $G_0$ 被分光鏡121反射，並藉由聚光透鏡122聚光至可動構件111的上端的反射面113。

【0010】接著，以反射面113反射的反射光通過聚光透鏡122，被分光鏡121反射，被偏光分束器119全反射，並被透鏡123聚光。接著，光被半反射鏡124分離為二，分別通過針孔125a及針孔125b，並分別被光檢測器126a及光檢測器126b受光。

【0011】接著，針對自動對焦控制的控制方法進行說明。2個光檢測器126a及光檢測器126b的檢測輸出，係被輸入至誤差訊號產生部127。來自誤差訊號產生部127的對焦誤差訊號，係被輸出至伺服電路128。藉由伺服電路128驅動控制線性馬達129，使探針本體116的位置被對焦到能

夠獲得預定的測定力之位置。

【0012】最後，針對以空氣軸承144支承可動構件141的方法進行說明。圖11中之支承點133，係可動構件111之Z方向之上下移動當中唯一的物理性接觸點。因此，於支承點133之摩擦阻力會成為可動構件111之細微的上下移動之重大的負荷原因。

【0013】因此，如圖12所示，提案有使用2個鋼球150支承可動構件141。依據如此之構成，可使支承點133與彈性材149的接觸成為點接觸，而能夠將可動構件141之上下移動當中之彈性材149與鋼球150的摩擦力抑制為小。因此，能夠降低對於可動構件141之上下移動的摩擦阻力。作為鋼球150的固定方法，例如有於空氣軸承施加V溝140，將鋼球150設置於V溝140，並以接著劑等固定的方法等(例如，參照專利文獻2)。藉由使鋼球150為支承點133，亦會具有不會在板狀的彈性材產生扭轉之優點。

[先前技術文獻]

[專利文獻]

[專利文獻1]日本特開平6-265340號公報

[專利文獻2]日本特開2006-78367號公報

### 【發明內容】

【0014】形狀測定用探針，係具有可動構件、接觸件、空氣軸承、第1磁鐵、第2磁鐵、第1支承部、第2支承部、彈性材。

可動構件係棒狀，並於上端具有反射雷射光的反射面。

接觸件係設置於可動構件的下端，並接觸於物體。

空氣軸承係具有軸孔，並使可動構件貫穿軸孔而支承為能夠於第1方向移動。

第1磁鐵及第2磁鐵，係對於可動構件的軸中心以大致對稱的方式固定於空氣軸承的上端部。

第1支承部係磁性體且為球形，能夠於第1磁鐵上移動，並與第1磁鐵藉由磁力連結。

第2支承部係磁性體且為球形，能夠於第2磁鐵上移動，並與第2磁鐵藉由磁力連結。

彈性材係板狀，並固著於可動構件的上端部，且載置於第1支承部及第2支承部上。

### 【圖式簡單說明】

#### 【0015】

[圖1A]圖1A係表示使用了實施形態1之測定用探針的3維形狀測定裝置的構成的立體圖。

[圖1B]圖1B係使用了實施形態1之測定用探針的自動對焦光學系的示意圖。

[圖2A]圖2A係本發明的實施形態1之測定用探針的剖面圖。

[圖2B]圖2B係測定用探針之鋼球附近的放大說明圖。

[圖3A]圖3A係以往方式之至可動構件開始朝向下方向

移動之可動構件及彈性材及鋼球的示意圖。

[圖 3B]圖 3B 係表示圖 3A 之彈性材與鋼球之間產生的靜止摩擦力的圖。

[圖 4A]圖 4A 係以往方式之可動構件開始朝向下方向移動之後的可動構件及彈性材及鋼球的示意圖。

[圖 4B]圖 4B 係表示圖 4A 之彈性材與鋼球之間產生的靜止摩擦力的圖。

[圖 5A]圖 5A 係以往方式之至可動構件開始朝向上方向移動之可動構件及彈性材及鋼球的示意圖。

[圖 5B]圖 5B 係表示圖 5A 之彈性材與鋼球之間產生的靜止摩擦力的圖。

[圖 6A]圖 6A 係以往方式之可動構件開始朝向上方向移動之後的可動構件及彈性材及鋼球的示意圖。

[圖 6B]圖 6B 係表示圖 6A 之彈性材與鋼球之間產生的靜止摩擦力的圖。

[圖 7A]圖 7A 係實施形態 1 之可動構件朝向下方向移動時之彈性材及鋼球的動作的示意圖。

[圖 7B]圖 7B 係實施形態 1 之可動構件朝向上方向移動時之彈性材及鋼球的動作的示意圖。

[圖 8]圖 8 係實施形態 2 之測定用探針的剖面圖。

[圖 9]圖 9 係實施形態 3 之測定用探針的剖面圖。

[圖 10]圖 10 係表示使用以往之測定用探針的 3 維形狀測定機的構成的立體圖。

[圖 11]圖 11 係以往之自動對焦光學系的示意圖。

[圖 12]圖 12係以往之測定用探針的剖面圖。

### 【實施方式】

【0016】於以往之構成中，安裝於可動構件 111 之板簧 114 係被鋼球 150 以點支承，藉此能夠減少摩擦阻力。然而，在可動構件 111 進行上下數奈米至數微米之上下移動之際，會於板簧 114 與支承點 133 之間產生摩擦阻力。其會成為可動構件 111 之上下移動的負荷，會造成使接觸件的前端以一定的力與物體接觸的控制上的不穩定。

【0017】以下，參照圖式，針對本揭示之實施形態進行詳細說明。

### (實施形態 1)

【0018】圖 1A 係表示使用了實施形態 1 之測定用探針的 3 維形狀測定裝置的概略構成的立體圖。

【0019】使用了實施形態 1 之測定用探針 5 之 3 維形狀測定裝置 13，與圖 10 所示之以往的 3 維形狀測定機相比，2 個球形的支承部附近的構成大相逕庭。

【0020】於以下記載測定時之測定用探針 5 的動作之概要。在使測定用探針 5 的前端接觸載置於定盤 1 的物體 2 的測定面 2a 的狀態下，測定用探針 5 能夠於 XY 軸方向相對移動。配合測定用探針 5 之朝向 XY 軸方向的移動，測定用探針 5 的前端會沿著物體 2 的測定面 2a 一邊將接觸力保持為幾乎一定一邊追隨，藉此測定物體 2 的測定面 2a 的形狀。

【0021】3維形狀測定裝置13，係對於固定在定盤1之物體2的測定面2a，使安裝在移動體3的測定用探針5的前端進行追隨，而測定物體2之各點的位置資訊，藉此測定物體2的形狀。作為位置資訊的測定方法，於定盤1上，透過參照反射鏡支承部，分別配置X參照反射鏡6、Y參照反射鏡7、Z參照反射鏡8，藉由以各個參照反射鏡為基準面之光干涉法所構成之雷射測長光學系4取得XYZ之座標位置。

【0022】於設有測定用探針5的移動體3，係設有X軸載台部9及Y軸載台部10，而能夠使測定用探針5追隨於物體2的測定面2a的表面形狀而使移動體3分別於X軸方向及Y軸方向移動。

【0023】並且，Z軸載台部11，係於定盤1以能夠於Z軸方向亦即上下方向(垂直方向)移動的方式被支承，並於下端支承對於物體2的測定面2a接觸的測定用探針5，而使測定用探針5能夠上下移動。

【0024】控制部40，係與自動對焦光學系41、X軸載台部9、Y軸載台部10、Z軸載台部11、He-Ne雷射12等連接，並進行各自的動作控制，藉此控制3維形狀測定動作。

【0025】在此，針對將探針位置控制為使測定用探針5的前端以幾乎一定的力接觸於物體2的測定面2a之自動對焦控制，分為機械構成、自動對焦光學系41、控制方法，參照圖1B的構成例進行說明。

【0026】首先，針對機械構成進行說明。測定用探針5，係可動構件21貫穿插入空氣軸承24而能夠於Z座標方向移動之構造。另外，可動構件21於下端裝設有接觸件22，於上端裝設有反射面23。對於反射面23照射雷射光Fz，藉由該反射面23之反射光測定反射面23的位置。

【0027】於可動構件21，安裝有彈性限制Z方向的移動之彈性材29，具體而言係安裝有板簧。該彈性材29，係以相對於可動構件21的上端朝向圖1B的兩側延伸的方式配置，並如後述般對於空氣軸承24被懸吊支承。

【0028】在形狀測定時，係在可動構件21藉由彈性材29對於空氣軸承24被懸吊的狀態，可動構件21對於測定面2a上下追隨。此時，可動構件21係藉由空氣軸承24限制XY方向的移動，而能夠於Z方向自由移動。

【0029】接著，針對自動對焦光學系41進行說明。從半導體雷射417照射的雷射光G，會通過準直透鏡418，並通過偏光分束器419及 $\lambda/4$ 波長板420。接著，雷射光G被分光鏡421反射，並藉由聚光透鏡422聚光至可動構件21的上端的反射面23。

【0030】接著，以反射面23反射的反射光通過聚光透鏡422，被分光鏡421反射，被偏光分束器419全反射，並被透鏡423聚光。接著，光被半反射鏡424分離為二，分別通過針孔425a及針孔425b，並分別被光檢測器426a及光檢測器426b受光。

【0031】接著，針對自動對焦控制的控制方法進行說

明。2個光檢測器426a及光檢測器426b的檢測輸出，係被輸入至誤差訊號產生部427。來自誤差訊號產生部427的對焦誤差訊號，係被輸出至伺服電路428。藉由伺服電路428驅動控制線性馬達429，使探針本體416的位置被對焦到能夠獲得預定的測定力之位置。

【0032】圖2A係實施形態1之測定用探針5的前端的擴大剖面圖。

【0033】測定用探針5，係至少具有接觸件22、棒狀的可動構件21、空氣軸承24、2個磁鐵31(第1磁鐵31a及第2磁鐵31b)、2個球形的支承部(第1支承部30a及第2支承部30b)，換言之，具備彈性材支承部及板狀的彈性材29。

【0034】接觸件22係設置於測定用探針5的下端，並接觸於物體2的測定面2a。

【0035】可動構件21，係於上端具備反射來自雷射測長光學系4的雷射光Fz的反射面23。

【0036】空氣軸承24，係使可動構件21插入而支承為僅能夠於軸方向(第1方向)亦即Z方向移動。

【0037】2個磁鐵31，係對於可動構件21的軸中心C以大致對稱位置固定於空氣軸承24的上端部。

【0038】作為2個球形的彈性材支承部之例係金屬球，更具體而言係鋼球30。2個鋼球30係載置於作為2個磁鐵31的平面之上端面上，並以能夠移動的方式藉由磁力連結。

【0039】彈性材29係固著於可動構件21的上端部，且

以延伸至2個球形的鋼球30的方式被載置支承。換言之，彈性材29係固著於可動構件21的上端部，且載置於2個鋼球30(第1支承部30a及第2支承部30b)上。

【0040】位於測定用探針5內的可動構件21，係如前述般，於下端裝設有與物體2的測定面2a接觸的接觸件22。另外，於可動構件21的上端裝設有反射面23。因藉由光干涉法進行測長，故對於反射面23照射來自雷射測長光學系4的雷射光Fz。另外，可動構件21係在插入至空氣軸承24的軸孔24a的狀態下被保持，且僅能夠於軸方向移動。空氣軸承24，係將作為軸的可動構件21以插入至軸孔24a的狀態支承。並且，空氣軸承24，係具備：筒狀的空氣軸承本體25，係設置有用以引導對於插入至軸孔24a的可動構件21噴吹的空氣之空氣通路；以及外壁，裝設或結合至其他零件。於本實施形態中，空氣軸承24的外壁，係以測定用探針5的殼體26形成。

【0041】殼體26，係設置於測定用探針5的前端之筒狀的容器，並於前端保持空氣軸承24。於殼體26，設有用於對於空氣軸承本體25送入空氣的空氣接頭27，並從壓縮機42等吹入壓縮空氣。於空氣軸承本體25的表面形成有溝28，藉由殼體26的內側壁與溝28的內壁面所劃分出的溝28內的空間係形成作為使空氣流動的路徑。

【0042】藉由此構成，在測定中XY移動時的可動構件21，係在空氣軸承24內被限制對於XY方向的移動，而僅能夠於Z方向移動。

【0043】另外，於可動構件21的上端，與反射面23為不同個體之板狀的彈性材29係固定於可動構件21的軸中心C附近。彈性材29，係以與可動構件21呈直角方向的方式配置。作為彈性材29的具體例係板簧。在可動構件21貫穿空氣軸承本體25的軸孔24a時，彈性材29的兩端部係以接觸於位在空氣軸承本體25的上面的2個鋼球30上的方式被載置。亦即，可動構件21會成為透過彈性材29被兩端的2個鋼球30支承而懸吊於空氣軸承24的內部的狀態。

【0044】接著，針對裝設於測定用探針5的前端之接觸件22一邊接觸於測定面2a一邊朝向XY方向相對移動時之測定用探針5的Z方向的動作進行說明。

【0045】將接觸件22裝設於下端的可動構件21，係對於裝設在該可動構件21的上端的反射面23照射有來自雷射測長光學系4的雷射光Fz。藉由該雷射光Fz的反射光測定反射面23的位置。接著，不同於雷射光Fz，來自自動對焦光學系41的雷射光G照射置至反射面23。藉由雷射光G的反射光檢測出測定用探針5內的反射面23的相對位置，並藉由自動對焦控制，控制Z軸載台部11之Z軸方向，使反射面23在測定用探針5內之Z軸方向的位置相對上為一定。接著，測定用探針5內之反射面23在Z軸方向的位置上相對為一定的位置，係設定為接觸件22的前端會接觸於測定面2a且彈性材29被2個鋼球30支承而懸吊之狀態的位置。

【0046】藉此，裝設於測定用探針5的接觸件22，係維持在以幾乎一定的微小的力接觸於測定面2a的位置關

係。在此，所謂微小的力，係例如數  $mgf$  至數十  $mgf$ 。

【0047】如此，一邊進行使測定用探針5內之反射面23的位置保持為一定之自動對焦控制，一邊使包含測定用探針5的Z軸載台部11藉由X軸載台部9及Y軸載台部10對於物體2的測定面2a於XY方向相對移動。在如此之情形，即便可動構件21沿著測定面2a的形狀的凹凸變化上下變動，Z軸載台部11會追隨該上下變動，藉此即便於XY方向移動當中，測定用探針5亦能夠以一定的力持續接觸於物體2的測定面2a。

【0048】然而，若如圖12所示之以往方法般將支承可動構件141的鋼球150固定，彈性材149在配合於可動構件141的上下移動上下撓曲之際，彈性材149與鋼球150的接觸點的位置會偏離。因此，彈性材149與鋼球150會產生微小的摩擦力。因此，該摩擦力會成為對於可動構件141之上下移動的摩擦阻力。對此，於以下進行詳細說明。

【0049】於圖3A表示可動構件141從靜止時至即將開始朝向下方向移動時之可動構件141及彈性材149及鋼球150。於圖3B表示可動構件141靜止時之彈性材149與鋼球150的接觸點周邊的放大圖。

【0050】參照圖3B，針對可動構件141從靜止的狀態至開始朝向下方向移動的期間產生於彈性材149與鋼球150之間的摩擦力進行說明。在彈性材149對於水平方向的傾斜角度為 $\theta$ 時，彈性材149會對於鋼球150於垂直方向施加 $F_1$ 之力，故作為 $F_1$ 之力的分力的一部分，鋼球150對於彈

性材 149 施加的阻力係  $F_1 \cos\theta$ 。在此，因彈性材 149 與鋼球 150 之間係靜摩擦，故若設靜摩擦係數為  $\mu$ ，則彈性材 149 與鋼球 150 之間所產生的摩擦力係  $\mu F_1 \cos\theta$ 。

【0051】接著，於圖 4A 表示可動構件 141 開始朝向下方向移動時之可動構件 141 及彈性材 149 及鋼球 150。於圖 4B 表示可動構件 141 開始移動時之彈性材 149 與鋼球 150 的接觸點周邊的放大圖。

【0052】參照圖 4B，針對可動構件 141 開始朝向下方向移動時產生於彈性材 149 與鋼球 150 之間的摩擦力進行說明。與靜止時相同，會從彈性材 149 對於鋼球 150 於垂直方向作用有  $F_1$  之力，故鋼球 150 對於彈性材 149 施加的阻力係  $F_1 \cos\theta$ 。在此，可動構件 141 開始朝向下方向移動的同時，因彈性材 149 與鋼球 150 之間產生的摩擦力係動摩擦，故若設動摩擦係數為  $\mu'$ ，則摩擦力係  $\mu' F_1 \cos\theta$ 。

【0053】接著，於圖 5A 表示可動構件 141 從靜止時至即將開始朝向上方向移動時之可動構件 141 及彈性材 149 及鋼球 150。於圖 5B 表示可動構件 141 靜止時之彈性材 149 與鋼球 150 的接觸點周邊的放大圖。

【0054】參照圖 5B，針對可動構件 141 從靜止的狀態至開始朝向上方向移動的期間產生於彈性材 149 與鋼球 150 之間的摩擦力進行說明。會從彈性材 149 對於鋼球 150 於垂直方向作用有  $F_2$  之力，故鋼球 150 對於彈性材 149 施加的阻力係  $F_2 \cos\theta$ 。在此，因彈性材 149 與鋼球 150 之間產生的摩擦力係靜摩擦，故若設靜摩擦係數為  $\mu$ ，則彈性材 149 與

鋼球 150 之間所產生的摩擦力係  $\mu F_2 \cos \theta$ 。

【0055】接著，於圖 6A 表示可動構件 141 開始朝向上方向移動時之可動構件 141 及彈性材 149 及鋼球 150，於圖 6B 表示可動構件 141 開始移動時之彈性材 149 與鋼球 150 的接觸點周邊的放大圖。

【0056】參照圖 6B，針對可動構件 141 開始朝向上方向移動時產生於彈性材 149 與鋼球 150 之間的摩擦力進行說明。與靜止時相同，會從彈性材 149 對於鋼球 150 於垂直方向作用有  $F_2$  之力，故鋼球 150 對於彈性材 149 施加的阻力係  $F_2 \cos \theta$ 。在此，可動構件 141 開始朝向上方向移動的同時，因彈性材 149 與鋼球 150 之間產生的摩擦力係動摩擦，故若設動摩擦係數為  $\mu'$ ，則彈性材 149 與鋼球 150 之間產生的摩擦力係  $\mu' F_2 \cos \theta$ 。亦即，在自動對焦控制中使可動構件 141 保持為一定位置之際，可動構件 141 雖會反覆上下移動，然而每當可動構件 141 的上下移動方向切換，會於可動構件 141 產生自靜摩擦力  $\mu' F_1 \cos \theta$  或  $\mu' F_2 \cos \theta$  至動摩擦力  $\mu' F_1 \cos \theta$  或  $\mu' F_2 \cos \theta$  之以非線形的變化的阻力。另外，在可動構件 141 於上下方向移動的情形中彈性材 149 對於鋼球 150 施加的力  $F_1$  及力  $F_2$ ，係力  $F_1$  比力  $F_2$  更大。因此，在可動構件 141 之上移動時及下移動時，摩擦力的大小會不同。

【0057】如此，對於可動構件 141 的上下移動會產生摩擦阻力，且該摩擦阻力會非線形地變化或是上下方向之間的摩擦力的大小不同，故自動對焦控制所執行之可動構

件141之對於物體2的測定面2a的形狀的追隨性會惡化。

【0058】在此，於本實施形態中，針對彈性材29對應於可動構件21的上下運動產生的撓曲，使彈性材29與2個鋼球30之間不致各自產生位移。亦即，使2個鋼球30之對於空氣軸承24的支承構造不單純是V溝所形成的固定構造，而是容許對於空氣軸承24移動的支承構造。

【0059】具體而言，係配合彈性材29的撓曲，使各個鋼球30能夠從可動構件21的軸中心C朝向放射方向前後移動。

【0060】接著，各個鋼球30能夠從可動構件21的軸中心方向朝向放射方向前後移動的構成於以下詳細說明。亦即，如圖2A所示，於空氣軸承24在對於軸中心C大致對稱的位置，例如隔著180度間隔固定2個磁鐵31。並且，於該等2個磁鐵31的上端面上分別設置鋼球30，以能夠藉由磁鐵31的磁力使空氣軸承24及鋼球30移動的方式連結。作為空氣軸承24對於磁鐵31的固定方法，有例如使用接著劑等固定的方法。具體而言，於空氣軸承24，對於軸中心C隔著180度間隔形成有2個凹部24b(第1凹部24b1及第2凹部24b2)。於各個凹部24b內，以接著劑固定磁鐵31。在此之磁鐵31，係至少於上端面具有平面之例如圓柱狀。接著，將鋼球30載置於各個磁鐵31的上端面，藉由能夠移動的磁鐵31的磁力保持鋼球30。最後，將彈性材29載置於各個鋼球30上。如圖2B示，凹部24b的深度 $D_3$ 當中減去磁鐵31的厚度所剩下的尺寸 $D_2$ ，作為一例，係能夠將磁鐵31收納於

凹部 24b 內且係能夠收納鋼球 30 的將近下半部的程度的尺寸。如此，能夠於空氣軸承 24 穩定地保持磁鐵 31 及鋼球 30。

【0061】又，所謂對於軸中心 C 為大致對稱的位置，不限於隔著 180 度間隔的 2 個位置，例如為隔著 120 度間隔的 3 個位置亦可。

【0062】在此，凹部 24b，係有防止鋼球 30 滾動而從磁鐵 31 脫落的功能。為發揮該功能，就鋼球 30 的直徑而言，必須為即便鋼球 30 在測定時於磁鐵 31 上輕微滾動而移動，鋼球 30 亦不致接觸凹部 24b 的開口邊緣的程度。作為具體之一例，鋼球 30 為直徑 1mm 時，鋼球 30 滾動的距離最多不過數十  $\mu\text{m}$ 。另外，磁鐵 31 及凹部 24b 的加工誤差最多不過 100  $\mu\text{m}$  左右。假使加工為使磁鐵 31 的直徑僅減少 100  $\mu\text{m}$ ，凹部 24b 的直徑僅增大 100  $\mu\text{m}$ ，磁鐵 31 的中心對於凹部 24b 的中心僅會偏離 100  $\mu\text{m}$ 。因此，為了使鋼球 30 即便在測定當中於磁鐵 31 上滾動數十  $\mu\text{m}$ ，鋼球 30 亦不致接觸凹部 24b 的開口邊緣，係如圖 2B 所示，必須使凹部 24b 的直徑為凹部 24b 的開口邊緣與鋼球 30 的間隙距離  $D_1$  為  $(100\mu\text{m}) + (\text{數十}\mu\text{m}) = (\text{一百數十}\mu\text{m})$  左右。

【0063】另外，如前述般，使鋼球 30 即便於磁鐵 31 滾動亦不致從磁鐵 31 脫落即可。因此，作為凹部 24b 的深度  $D_3$  當中減去磁鐵 31 的厚度所剩下的尺寸  $D_2$  之具體例，係鋼球 30 的直徑的  $2/3$  以上且  $1/2$  以下為佳。

【0064】於圖 7A 及圖 7B，表示藉由磁鐵 31 連結鋼球

30與空氣軸承24之際可動構件21上下移動時之彈性材29及鋼球30的狀況。

【0065】如圖7A所示，在可動構件21沿著測定面2a的形狀朝向 $-Z$ 方向(亦即下方向)移動的情形，彈性材29會以朝向下方向凸出的方式撓曲，對此，各個鋼球30亦在所對應的磁鐵31的上端面上朝向可動構件21的軸中心C的方向滾動(圖7A(b))。接著，控制為當可動構件21朝向 $-Z$ 方向移動， $Z$ 軸載台部11會朝向 $-Z$ 方向移動，而使反射面23與自動對焦光學系41的距離回到預定的位置。亦即，當可動構件21回到預定位置之際，彈性材29的撓曲亦會回復原狀，對此，各個鋼球30亦在所對應的磁鐵31的上端面滾動而回到可動構件21的軸中心C的相反方向。

【0066】接著，如圖7B所示，在可動構件21沿著測定面2a的形狀朝向 $+Z$ 方向(亦即上方向)移動的情形，彈性材29會朝向上方向撓曲，對此，各個鋼球30亦在所對應的磁鐵31的上端面上朝向可動構件21的軸中心C的相反側滾動(圖7B(b))。接著，控制為當可動構件21朝向 $+Z$ 方向移動，反射面23與自動對焦光學系41的距離會縮短， $Z$ 軸載台部11會朝向 $+Z$ 方向移動，而再度使反射面23與自動對焦光學系41的距離回到預定的位置。亦即，當可動構件21回到預定位置之際，彈性材29的撓曲亦會回復原狀，對此，各個鋼球30亦在所對應的磁鐵31的上端面上滾動而回到可動構件21的軸中心方向。

【0067】對於伴隨可動構件21的上下移動產生之彈性

材 29 的撓曲，於習知技術中，會使支承彈性材 149 的鋼球 150 與彈性材 149 之間產生摩擦阻力。然而，藉由本實施形態，配合彈性材 29 的撓曲，各個鋼球 30 會於各個磁鐵 31 的上端面上滾動，藉此能夠減輕摩擦阻力。因此，自動對焦控制的追隨性會提升，且使測定時之物體 2 的測定面 2a 與接觸件 22 的接觸力為一定。

【0068】亦即，2 個鋼球 30 係分別於 2 個磁鐵 31 上以能夠移動的方式藉由磁力連結，固著於可動構件 21 的上端部的板狀的彈性材 29，係被載置而懸吊支承於 2 個鋼球 30 上。藉此，彈性材 29 隨著可動構件 21 的上下移動撓曲之際，能夠消除彈性材 29 與鋼球 30 的接觸面的位移而降低摩擦阻力，藉此能夠使作為可動構件 21 的位置控制之自動對焦控制的追隨性改善。藉由如此構成，在使測定用探針 5 的前端接觸於物體 2 的測定面 2a 而進行測定的 3 維形狀測定裝置 13 中，比以往更能夠使測定用探針 5 的前端對於測定面 2a 施加的力維持一定。並且，因使力保持一定，故能夠使測定用探針 5 的前端以更小的力接觸於測定面 2a。

【0069】並且，如前述般，自動對焦控制的追隨性提升，而比以往的方法更能夠使接觸力維持一定，故即便將接觸力本身設定得更小，亦能夠進行自動對焦控制的追隨。

【0070】另外，磁鐵 31 的磁力係具有中心附近最強而越靠外側越弱的性質。因此，平時鋼球 30 係保持於磁鐵 31 的中心。因此，即便在測定用探針 5 被卸除的情形，或是

有衝擊作用於測定用探針5本身的情形，鋼球30亦能夠回歸至磁鐵31的上端面上的預定位置。

(第2實施形態)

【0071】接著，針對本揭示的第2實施形態，使用圖8進行說明。第2實施形態的測定用探針5，係與第1實施形態的測定用探針5為大略相同的構成，故以相異點為中心進行說明。

【0072】與第1實施形態相同，2個鋼球30係在離可動構件21的軸中心C為大致對稱的位置配置於空氣軸承24，於鋼球30的下部，在空氣軸承24固定有磁鐵31。然而，不同於第1實施形態，第2實施形態係在鋼球30與磁鐵31之間配置有與鋼球30的接觸面之面精度高(例如表面粗度為Ra6.3以上)的磁性體60(例如SUS(不鏽鋼)等)。亦即，於第1支承部30a與第1磁鐵31a之間配置第1磁性體60a。並且，於第2支承部30b與第2磁鐵31b之間配置第2磁性體60b。磁鐵31在材質上具有脆弱的性質，故難以藉由研磨加工等提高面精度。因此，藉由將容易研磨加工的SUS等磁性體60插入至磁鐵31與鋼球30之間，不但能夠保持磁力，且能夠改善鋼球30的滾動狀況。另外，藉由該方法，能夠使鋼球30不致直接於磁鐵31上滾動，故亦能夠獲得防止磁鐵31磨耗的效果。

(第3實施形態)

【0073】接著，針對本揭示的第3實施形態，使用圖9進行說明。

【0074】第3實施形態的測定用探針5，係與第1實施形態的測定用探針5為大略相同的構成，故以相異點為中心進行說明。

【0075】與第1實施形態相同，2個鋼球30係在離可動構件21的軸中心C為大致對稱的位置配置於空氣軸承24，於鋼球30的下部，在空氣軸承24固定有磁鐵31。然而，不同於第1實施形態，第3實施形態係在鋼球30與磁鐵31之間配置有非磁性體70，並具有藉由非磁性體70調整磁鐵31的磁力的機構。亦即，於第1支承部30a與第1磁鐵31a之間配置第1非磁性體70a。並且，於第2支承部30b與第2磁鐵31b之間配置第2非磁性體70b。如於第1實施形態所敘述，係配合彈性材29的撓曲，使各個鋼球30對於可動構件21的軸中心C朝向前後放射方向滾動。在此，相對於作用在彈性材29與鋼球30的靜摩擦力，鋼球30遠離磁鐵31中心時產生的磁力所產生的回復力更強的情形，鋼球30無法滾動，配合彈性材29的撓曲，會在彈性材29與鋼球30之間產生摩擦阻力。並且，即便在鋼球30於磁鐵31滾動的情形，若磁鐵的回復力強，亦會有對於自動對焦控制所進行的可動構件21的上下移動控制造成阻力的情形。因此，雖有調整磁鐵31的磁力的必要，然而不易進行磁鐵本身的磁力的細微調整。因此，於磁鐵31與鋼球30之間配置非磁性體70，並調整該非磁性體70的厚度或材質，藉此能夠微調磁鐵31的磁

力，而能夠獲得對於自動對焦控制為最佳的磁力。並且，藉由提高非磁性體70的與鋼球30的接觸面的面精度，能夠一併獲得與第2實施形態所示之效果類似的效果。

【0076】又，藉由組合前述各種實施形態當中任意的實施形態例，能夠獲得其各自所具有的效果。另外，能夠將實施形態彼此組合，亦能夠將實施形態中的特徵彼此組合。

【0077】如以上般，本揭示係用以解決以往之課題者，故能夠減少可動構件上下移動之際產生的細微的摩擦阻力，而使可動構件的上下移動更為順暢。藉此，能夠提供一種形狀測定用探針，其能夠使測定用探針的前端對於測定面以一定的力接觸。

【0078】換言之，依據本揭示之形態，2個係球形且磁性體的支承部，係分別於2個磁鐵上以能夠移動的方式藉由磁力連結，固著於可動構件的上端部的板狀的彈性材，係被載置而懸吊支承於2個球形的支承部上。藉由如此構成，在使測定用探針的前端接觸於物體的測定面而進行測定的3維形狀測定裝置中，比以往更能夠使測定用探針的前端對於測定面施加的力維持一定。並且，因使力保持一定，故能夠使測定用探針的前端以更小的力接觸於測定面。

【0079】本揭示的前述形態之測定用探針，不僅能夠運用於測定光學零件或模具等非球面物體的表面形狀之三維形狀測定裝置，亦能夠運用作為測定半導體製造用的晶

圓或磁碟等之薄板材的平坦度或厚度等的形狀測定裝置等的測定用探針。

**【符號說明】**

**【0080】**

- 1：定盤
- 2：物體
- 2a：測定面
- 3：移動體
- 4：雷射測長光學系
- 5：測定用探針
- 6：X參照反射鏡
- 7：Y參照反射鏡
- 8：Z參照反射鏡
- 9：X軸載台部
- 10：Y軸載台部
- 11：Z軸載台部
- 12：He－Ne雷射
- 13：3維形狀測定裝置
- 21：可動構件
- 22：接觸件
- 23：反射面
- 24：空氣軸承
- 24a：軸孔

- 24b : 凹部
- 24b1 : 第1凹部
- 24b2 : 第2凹部
- 25 : 空氣軸承本體
- 26 : 殼體
- 27 : 空氣接頭
- 28 : 溝
- 29 : 彈性材
- 30 : 鋼球
- 30a : 第1支承部
- 30b : 第2支承部
- 31 : 磁鐵
- 31a : 第1磁鐵
- 31b : 第2磁鐵
- 40 : 控制部
- 41 : 自動對焦光學系
- 42 : 壓縮機
- 60 : 磁性體
- 60a : 第1磁性體
- 60b : 第2磁性體
- 70 : 非磁性體
- 70a : 第1非磁性體
- 70b : 第2非磁性體
- 100 : 3維形狀測定機

- 101：定盤
- 103：移動體
- 104：雷射測長光學系
- 105：測定用探針
- 106：X參照反射鏡
- 107：Y參照反射鏡
- 108：Z參照反射鏡
- 109：X軸載台部
- 110：Y軸載台部
- 111：可動構件
- 112：接觸件
- 113：反射面
- 114：板簧
- 115：導引部
- 116：探針本體
- 117：半導體雷射
- 118：準直透鏡
- 119：偏光分束器
- 120： $\lambda/4$ 波長板
- 121：分光鏡
- 122：聚光透鏡
- 123：聚光透鏡
- 124：半反射鏡
- 125a：針孔

- 125b：針孔
- 126a：光檢測器
- 126b：光檢測器
- 127：誤差訊號產生部
- 128：伺服電路
- 129：線性馬達
- 133：支承點
- 140：V溝
- 141：可動構件
- 144：空氣軸承
- 149：彈性材
- 150：鋼球
- 416：探針本體
- 417：半導體雷射
- 418：準直透鏡
- 419：偏光分束器
- 420： $\lambda/4$ 波長板
- 421：分光鏡
- 422：聚光透鏡
- 423：聚光透鏡
- 424：半反射鏡
- 425a：針孔
- 425b：針孔
- 426a：光檢測器

426b : 光檢測器

427 : 誤差訊號產生部

428 : 伺服電路

429 : 線性馬達

C : 軸中心

Fz : 雷射光

G : 雷射光



202004129

## 【發明摘要】

### 【中文發明名稱】

形狀測定用探針

### 【英文發明名稱】

SHAPE MEASURING PROBE

### 【中文】

一種形狀測定用探針，係具有可動構件、接觸件、空氣軸承、第1磁鐵、第2磁鐵、第1支承部、第2支承部、彈性材。第1磁鐵及第2磁鐵，係對於可動構件的軸中心以大致對稱的方式固定於空氣軸承的上端部。第1支承部係與第1磁鐵藉由磁力連結，第2支承部係與第2磁鐵藉由磁力連結。彈性材係板狀，並固著於可動構件的上端部，且載置於第1支承部及第2支承部上。

### 【英文】

A shape measuring probe includes a movable member, a stylus, an air bearing, a first magnet, a second magnet, a first supporter, a second supporter, and an elastic material. The first magnet and the second magnet are fixed to an upper end portion of the air bearing, substantially symmetrically with respect to a shaft center of the movable member. The first supporter is connected to the first magnet with a magnetic force. The second supporter is connected to the second magnet with a magnetic force. The plate-like elastic material adheres to the upper end portion of the movable member and is placed on the first supporter and the second supporter.

【指定代表圖】第(2A)圖。

【代表圖之符號簡單說明】

2：物體

2a：測定面

5：測定用探針

21：可動構件

22：接觸件

23：反射面

24：空氣軸承

24a：軸孔

24b：凹部

24b1：第1凹部

24b2：第2凹部

25：空氣軸承本體

26：殼體

27：空氣接頭

28：溝

29：彈性材

30：鋼球

30a：第1支承部

30b：第2支承部

31：磁鐵

31a：第1磁鐵

31b：第2磁鐵

42：壓縮機

C：軸中心

Fz：雷射光

【特徵化學式】無

## 【發明申請專利範圍】

### 【第1項】

一種形狀測定用探針，係具備：

棒狀的可動構件，係於上端具有反射雷射光的反射面；

接觸件，係設置於前述可動構件的下端，並接觸於物體；

空氣軸承，係具有軸孔，並使前述可動構件貫穿前述軸孔而支承為能夠於第1方向移動；

第1磁鐵及第2磁鐵，係對於前述可動構件的軸中心以大致對稱的方式固定於前述空氣軸承的上端部；

球形且為磁性體的第1支承部，係能夠於前述第1磁鐵上移動，並與前述第1磁鐵藉由磁力連結；

球形且為磁性體的第2支承部，係能夠於前述第2磁鐵上移動，並與前述第2磁鐵藉由磁力連結；以及

板狀的彈性材，係固著於前述可動構件的上端部，且載置於前述第1支承部及前述第2支承部上。

### 【第2項】

如請求項1所述之形狀測定用探針，其中，

於前述第1磁鐵與前述第1支承部之間配置第1磁性體，藉由前述第1磁鐵的磁力，透過前述第1磁性體將前述彈性材支承於前述第1支承部，

於前述第2磁鐵與前述第2支承部之間配置第2磁性體，藉由前述第2磁鐵的磁力，透過前述第2磁性體將前述

彈性材支承於前述第2支承部。

**【第3項】**

如請求項1所述之形狀測定用探針，其中，

於前述第1磁鐵與前述第1支承部之間配置第1非磁性體，藉由前述第1磁鐵的磁力，透過前述第1非磁性體將前述彈性材支承於前述第1支承部，

於前述第2磁鐵與前述第2支承部之間配置第2非磁性體，藉由前述第2磁鐵的磁力，透過前述第2非磁性體將前述彈性材支承於前述第2支承部。

**【第4項】**

如請求項1至3中任一項所述之形狀測定用探針，其中，

前述第1磁鐵及前述第2磁鐵的上端面為平面，前述第1支承部及前述第2支承部係鋼球。

**【第5項】**

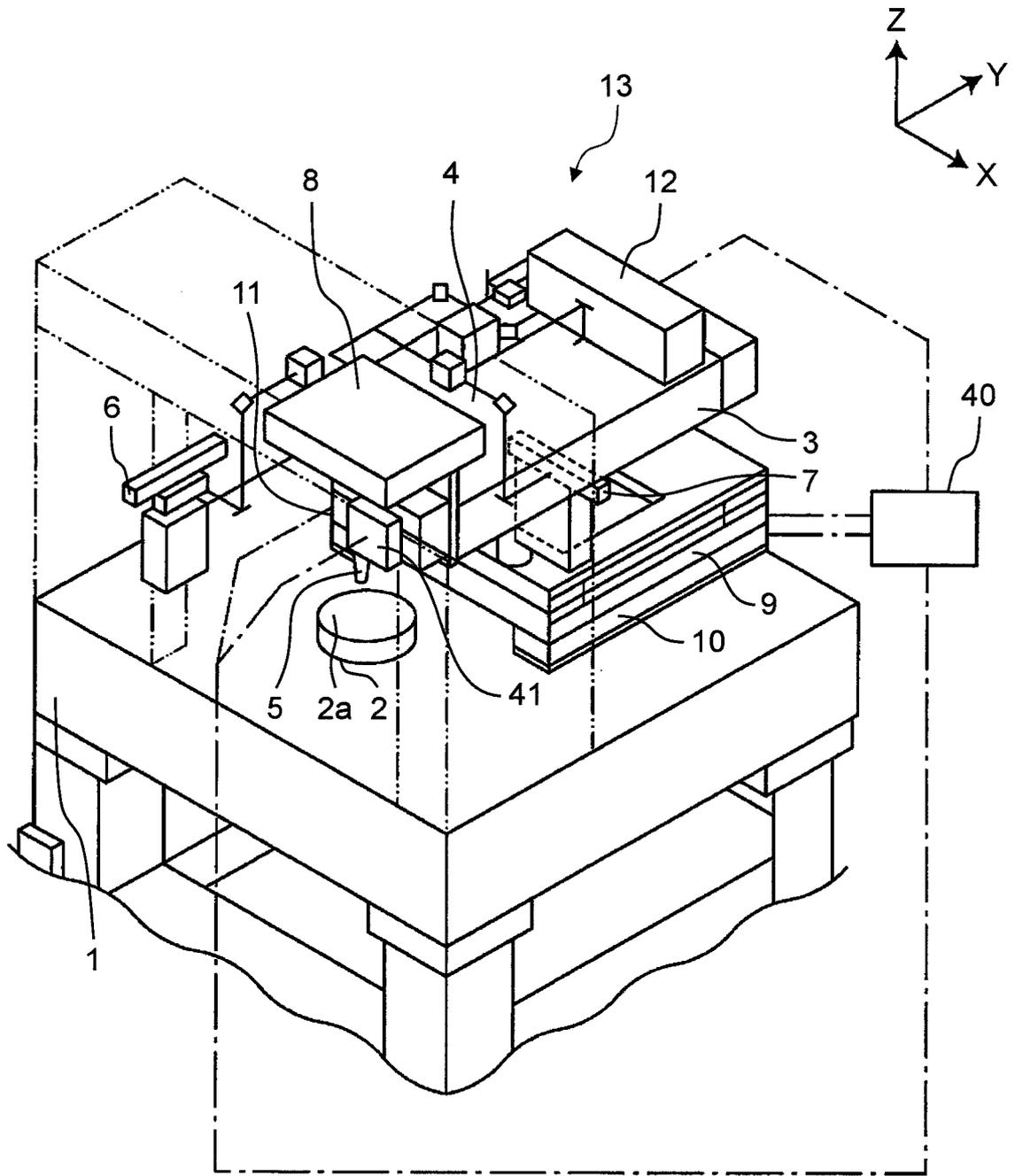
如請求項1所述之形狀測定用探針，其中，

前述空氣軸承，係具有第1凹部及第2凹部，

前述第1支承部的至少一部分及前述第1磁鐵係配置於前述第1凹部，

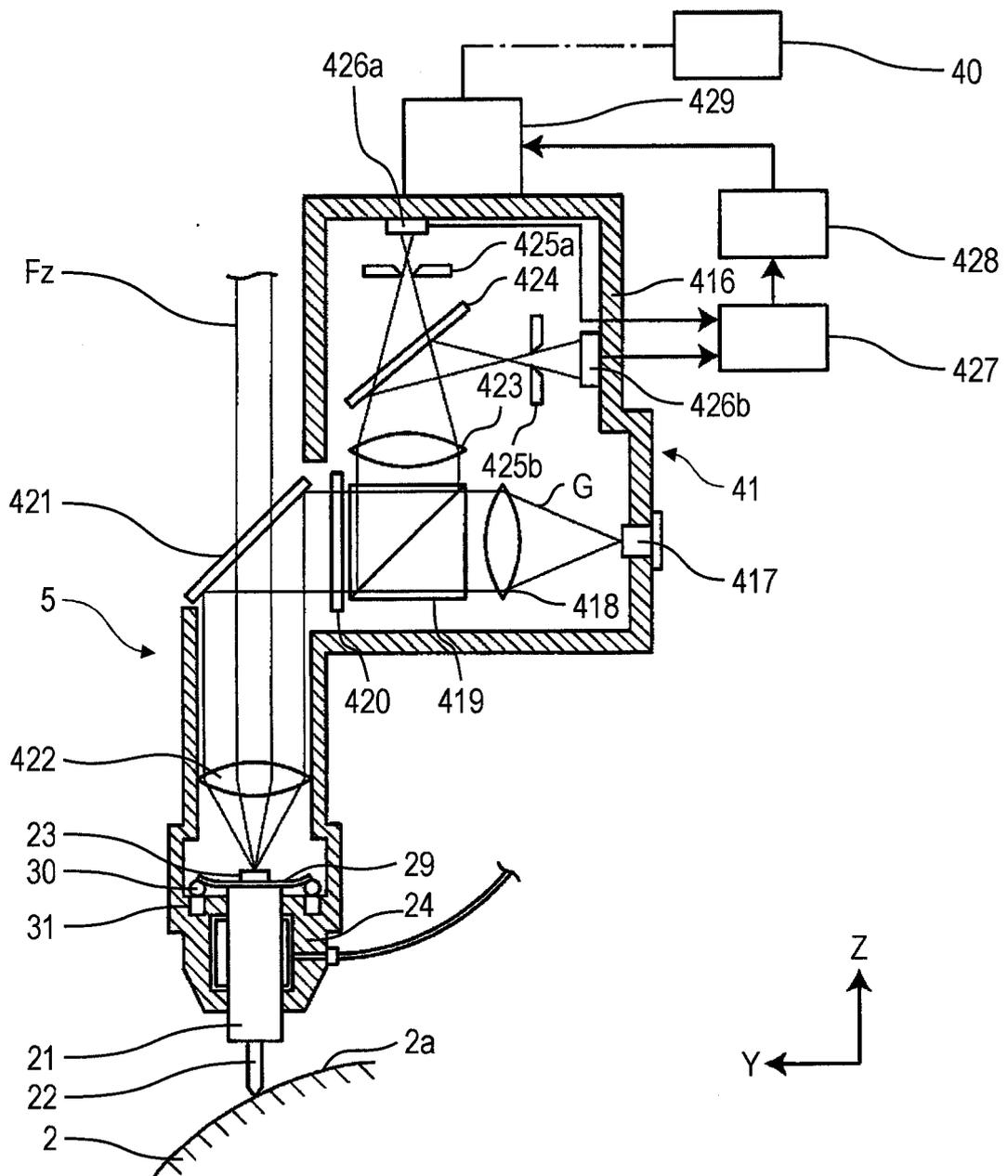
前述第2支承部的至少一部分及前述第2磁鐵係配置於前述第2凹部。

【發明圖式】

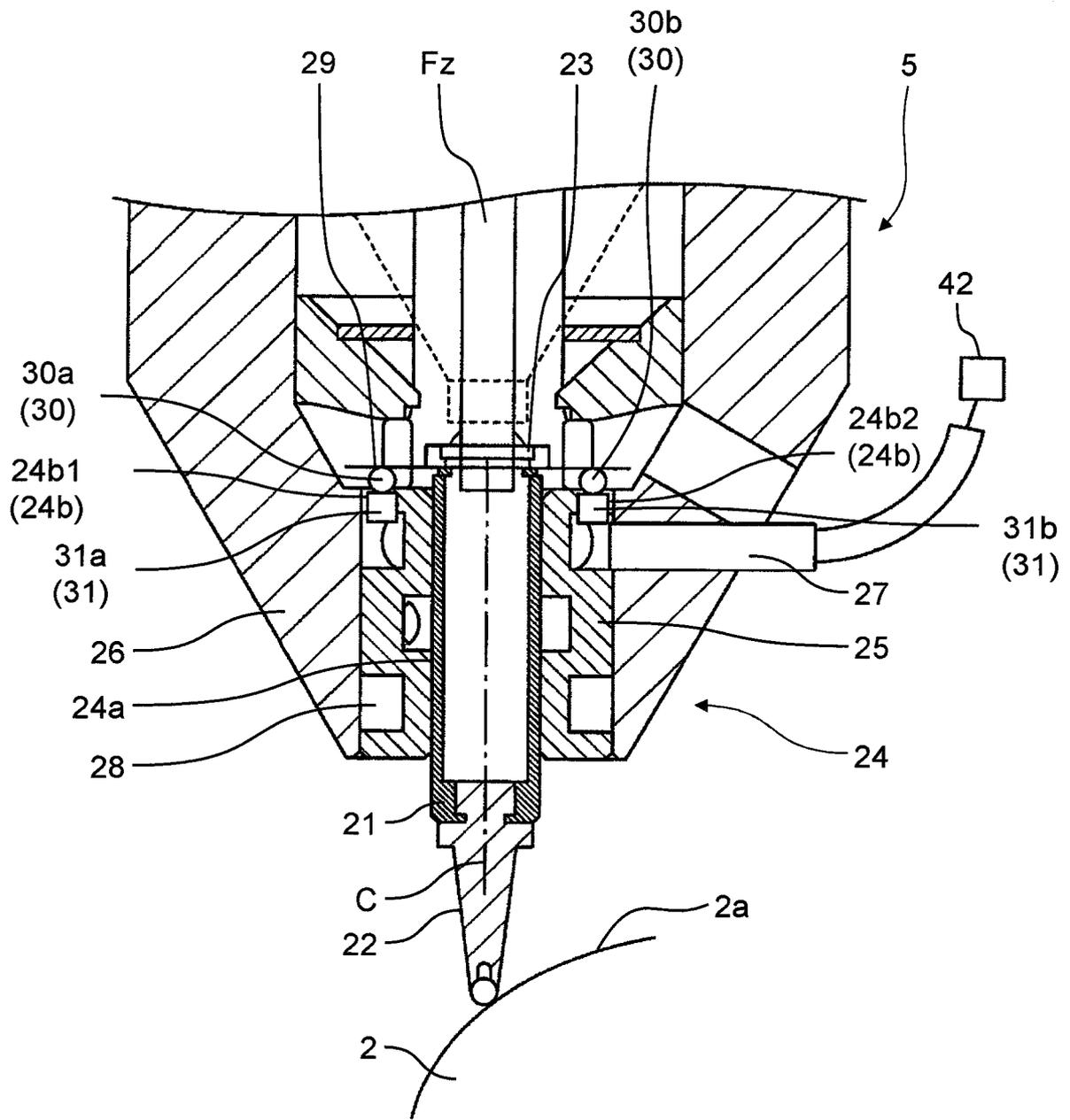


【圖 1A】

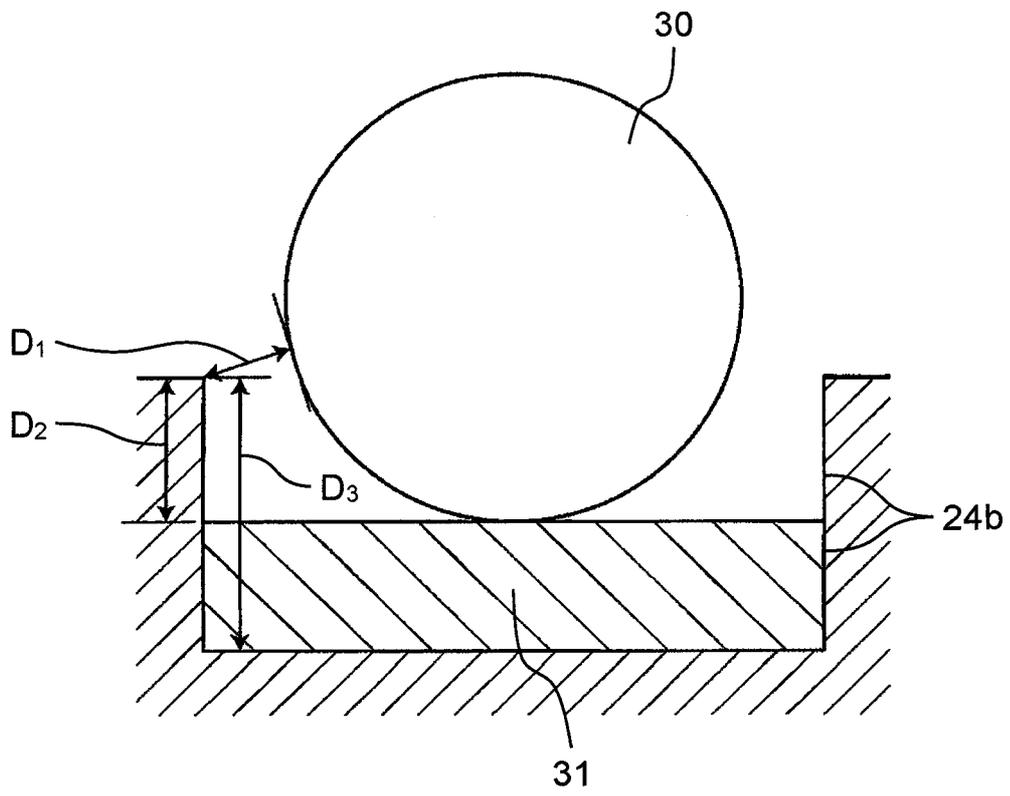
7A9823



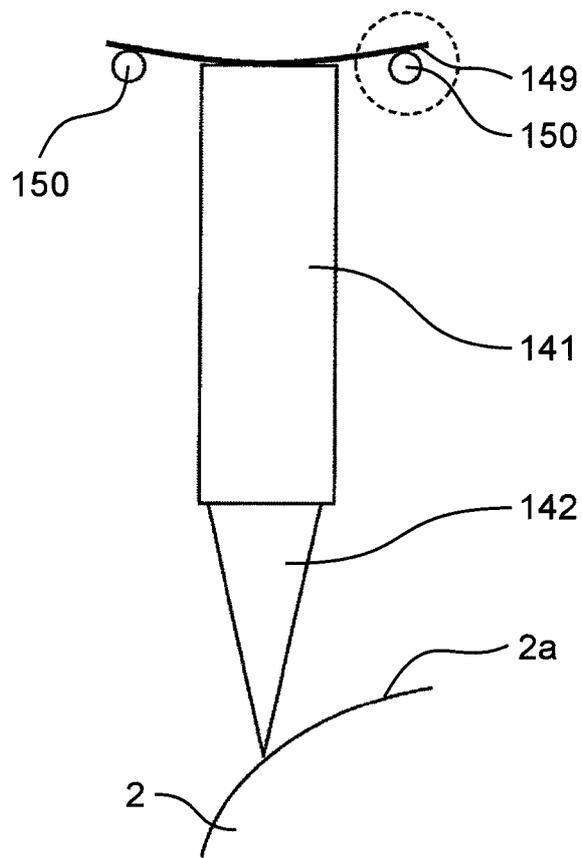
【圖 1B】



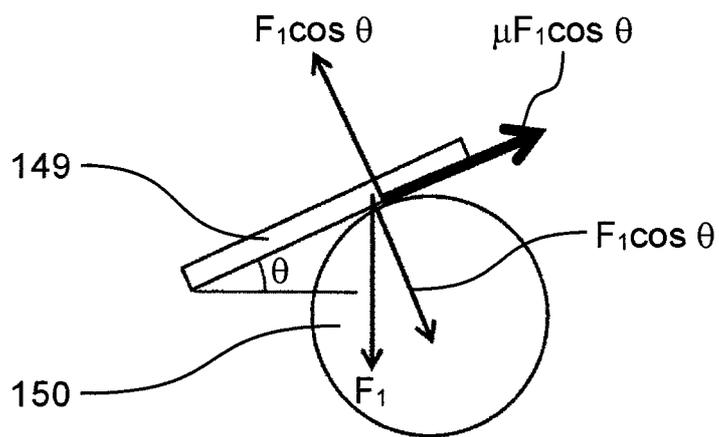
【圖 2A】



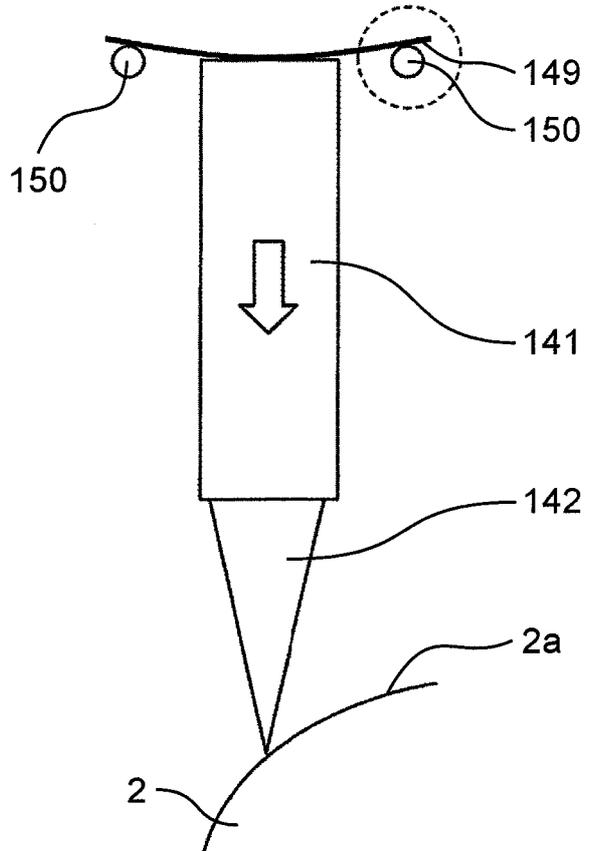
【圖 2B】



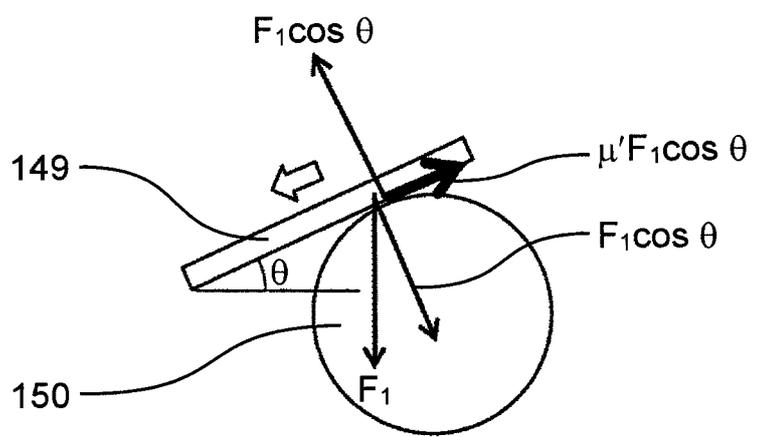
【圖 3A】



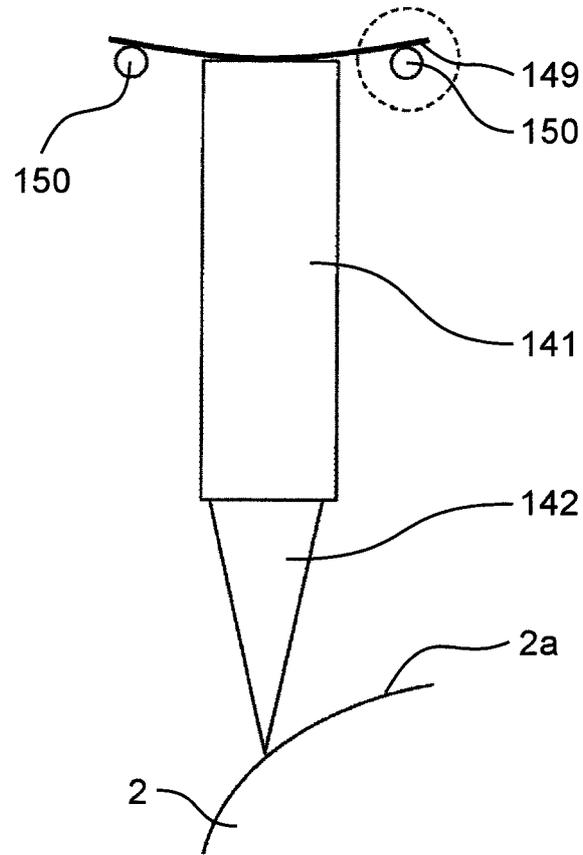
【圖 3B】



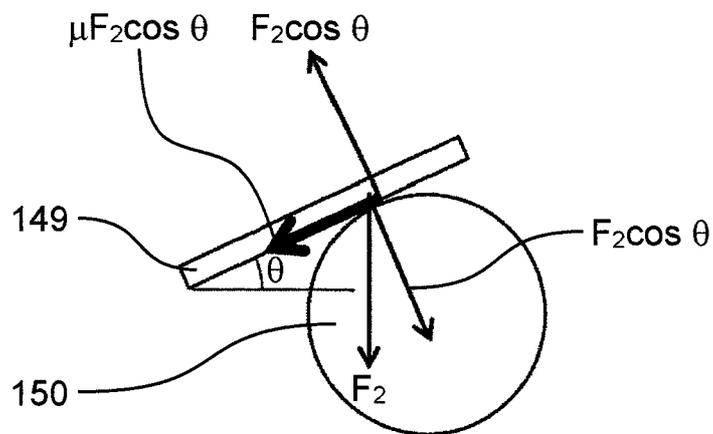
【圖 4A】



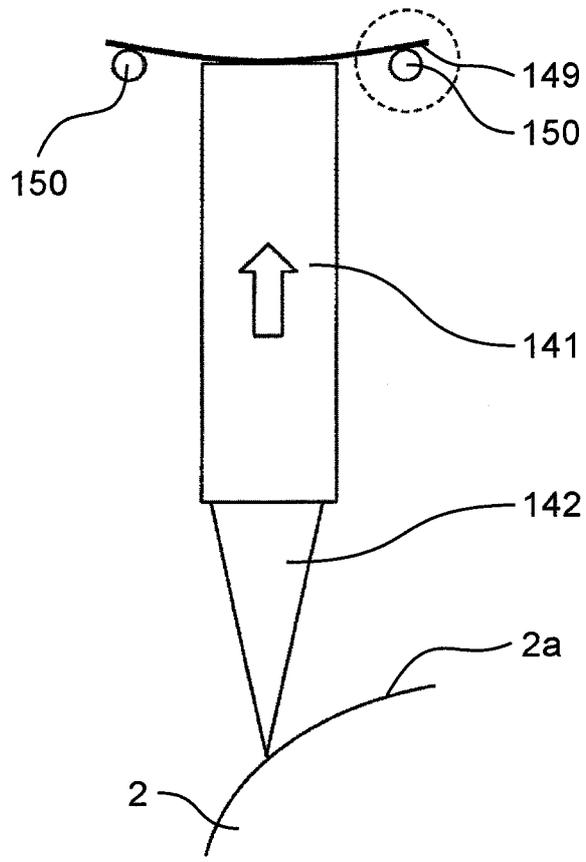
【圖 4B】



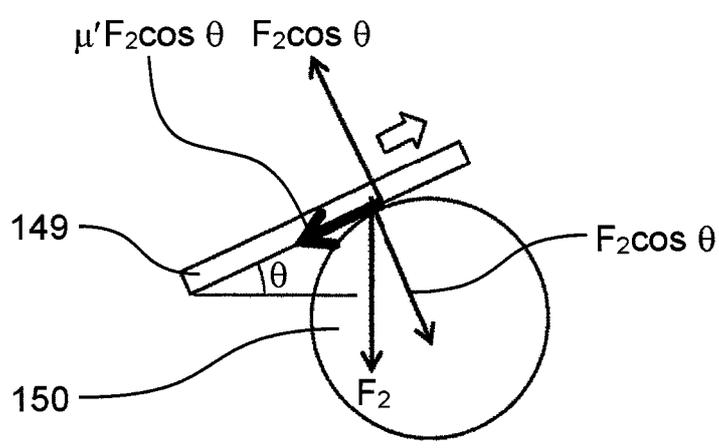
【圖 5A】



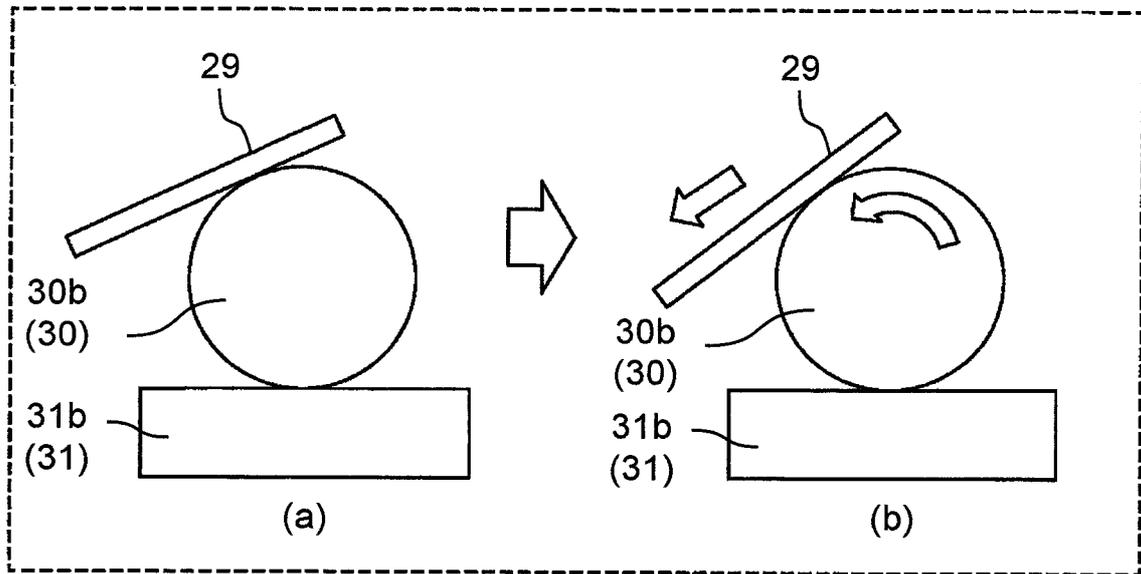
【圖 5B】



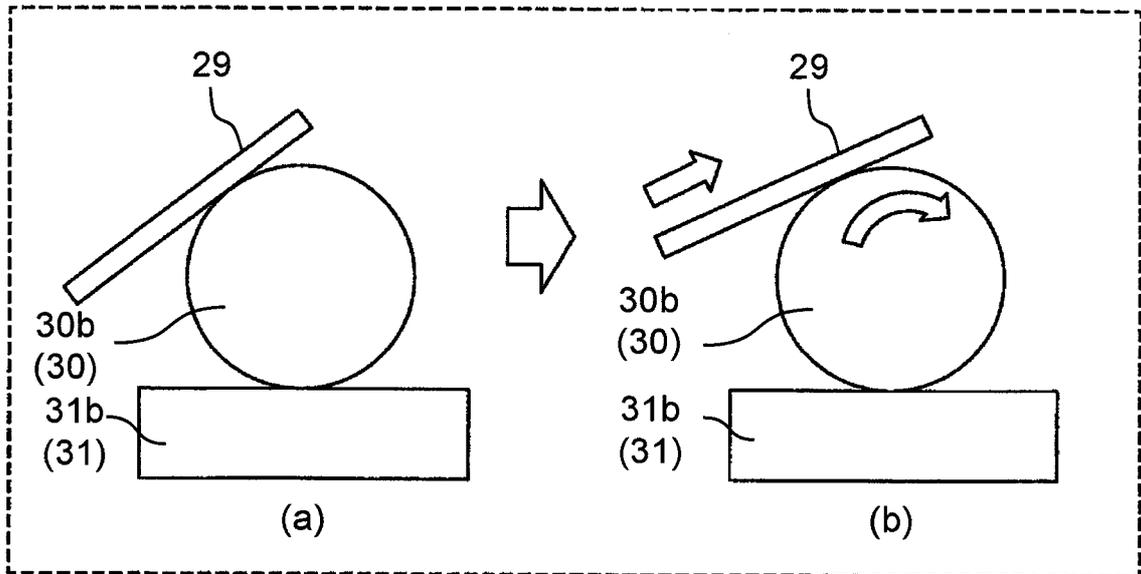
【圖 6A】



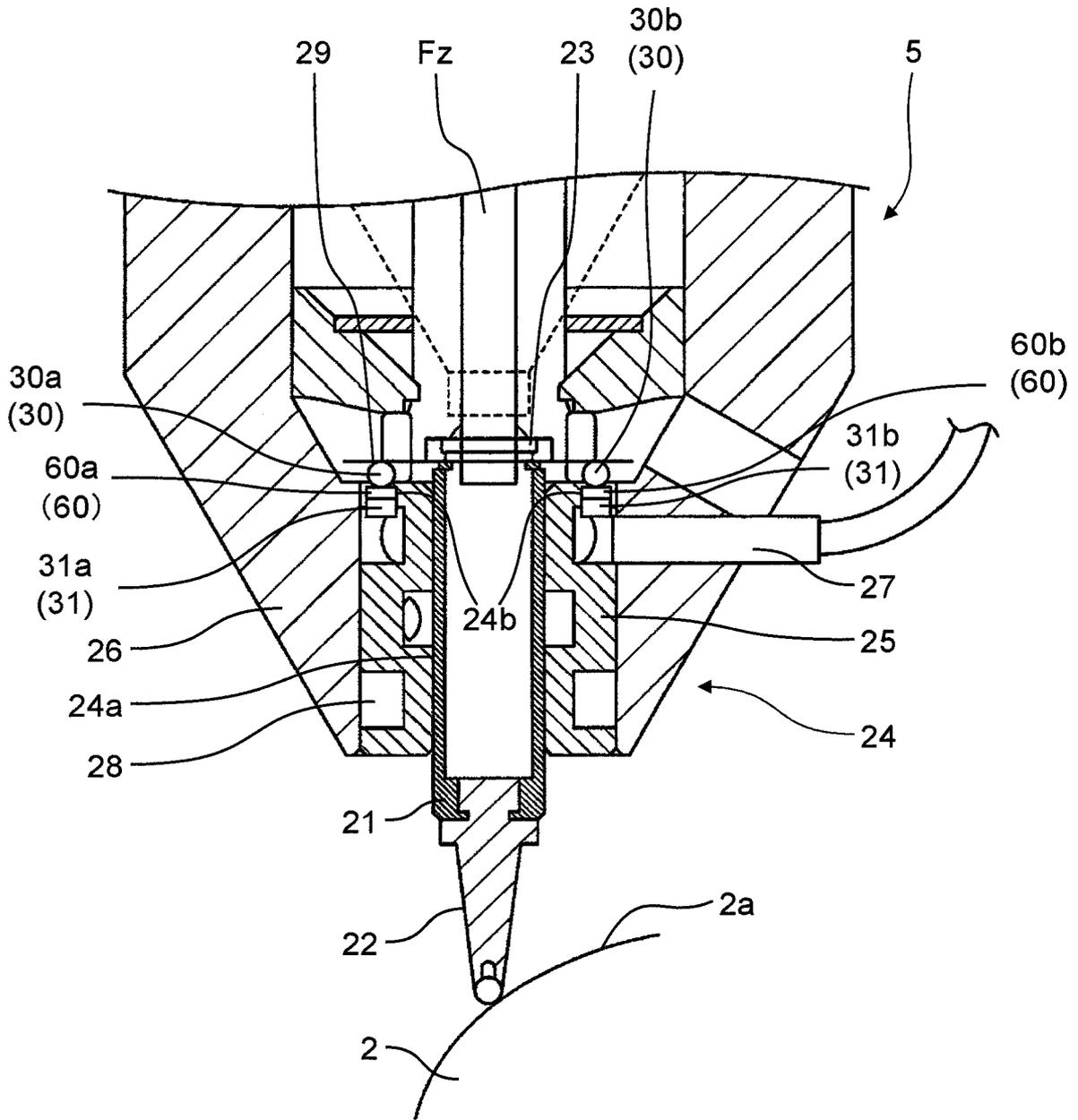
【圖 6B】



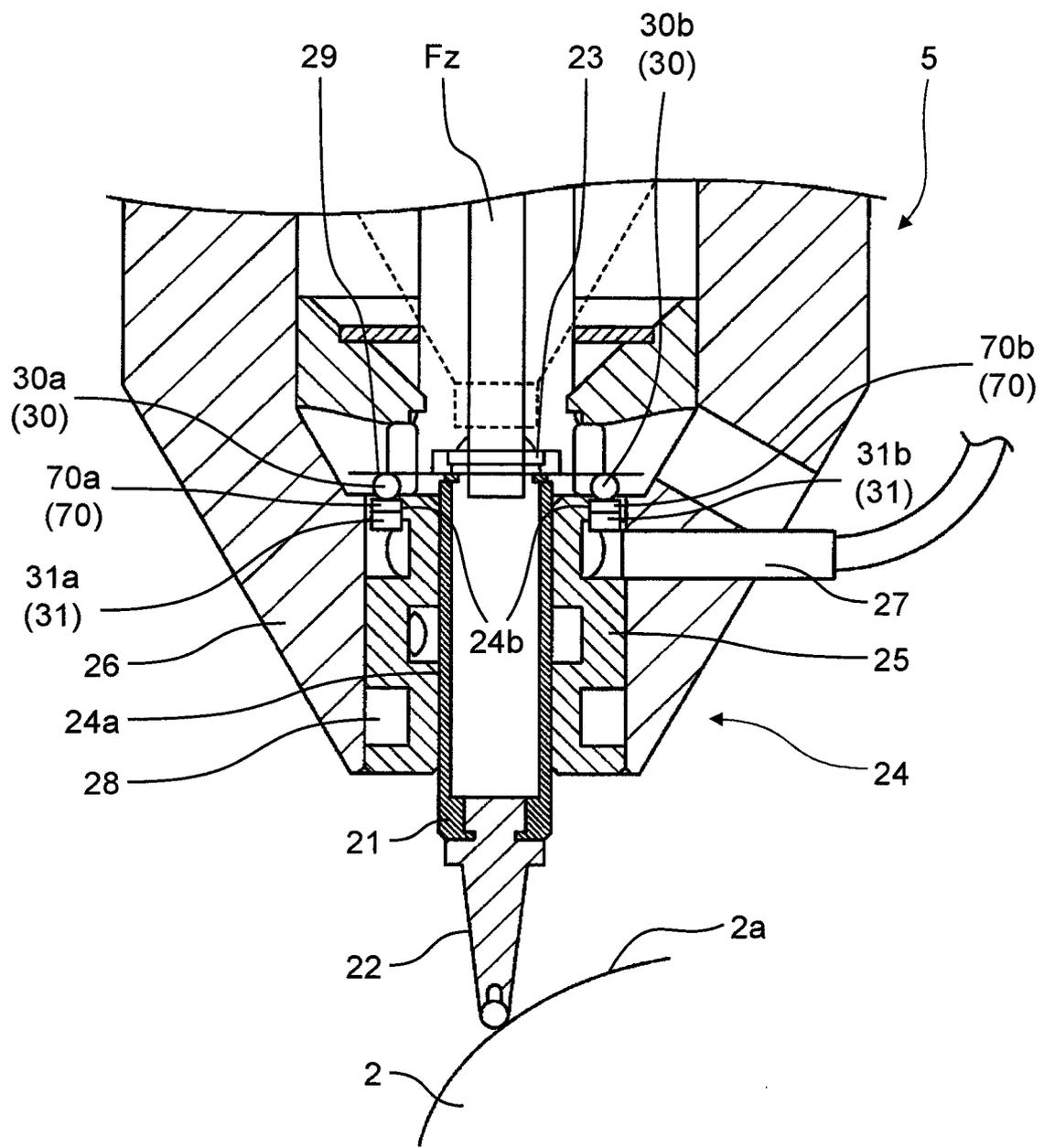
【圖 7A】



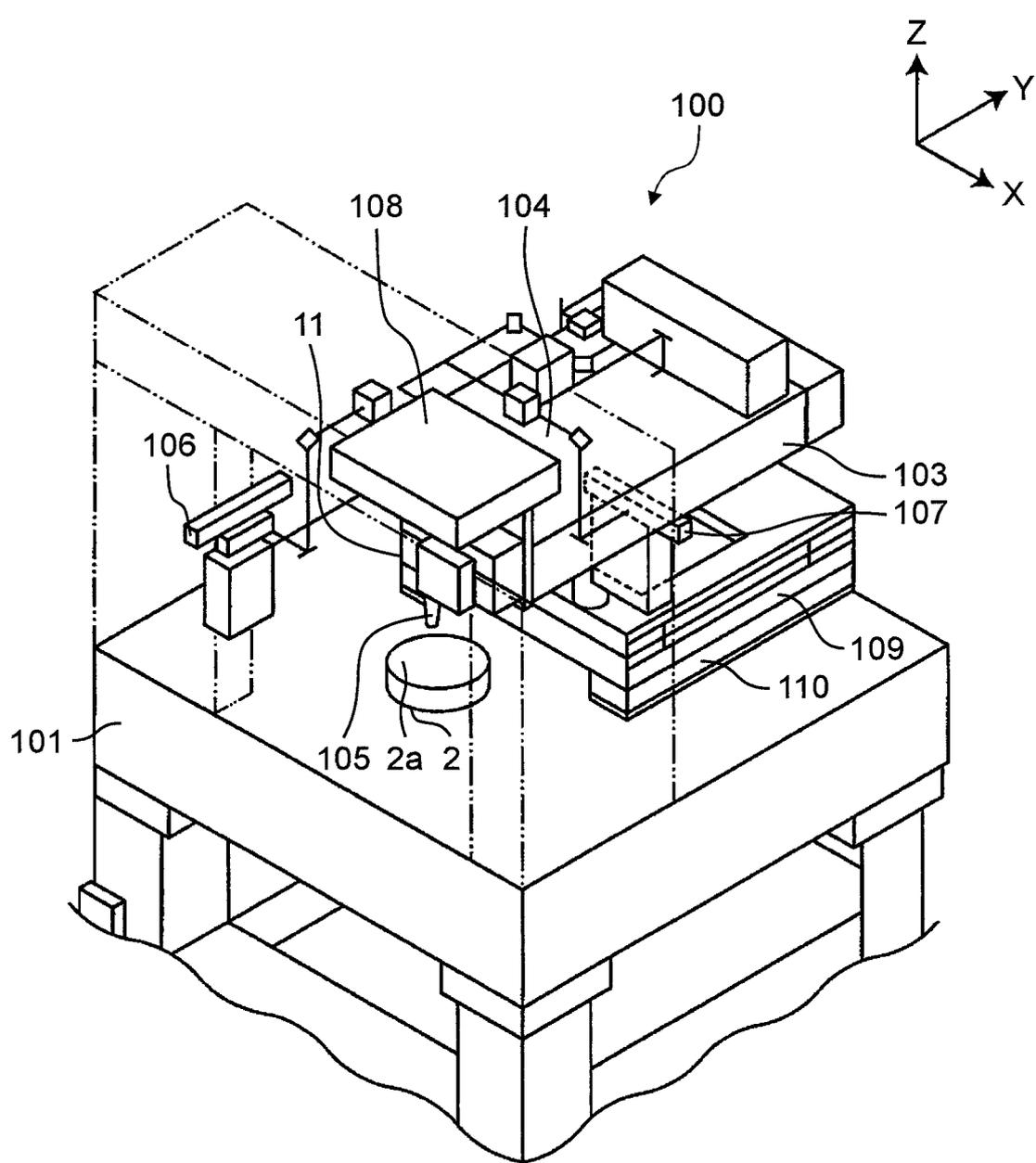
【圖 7B】



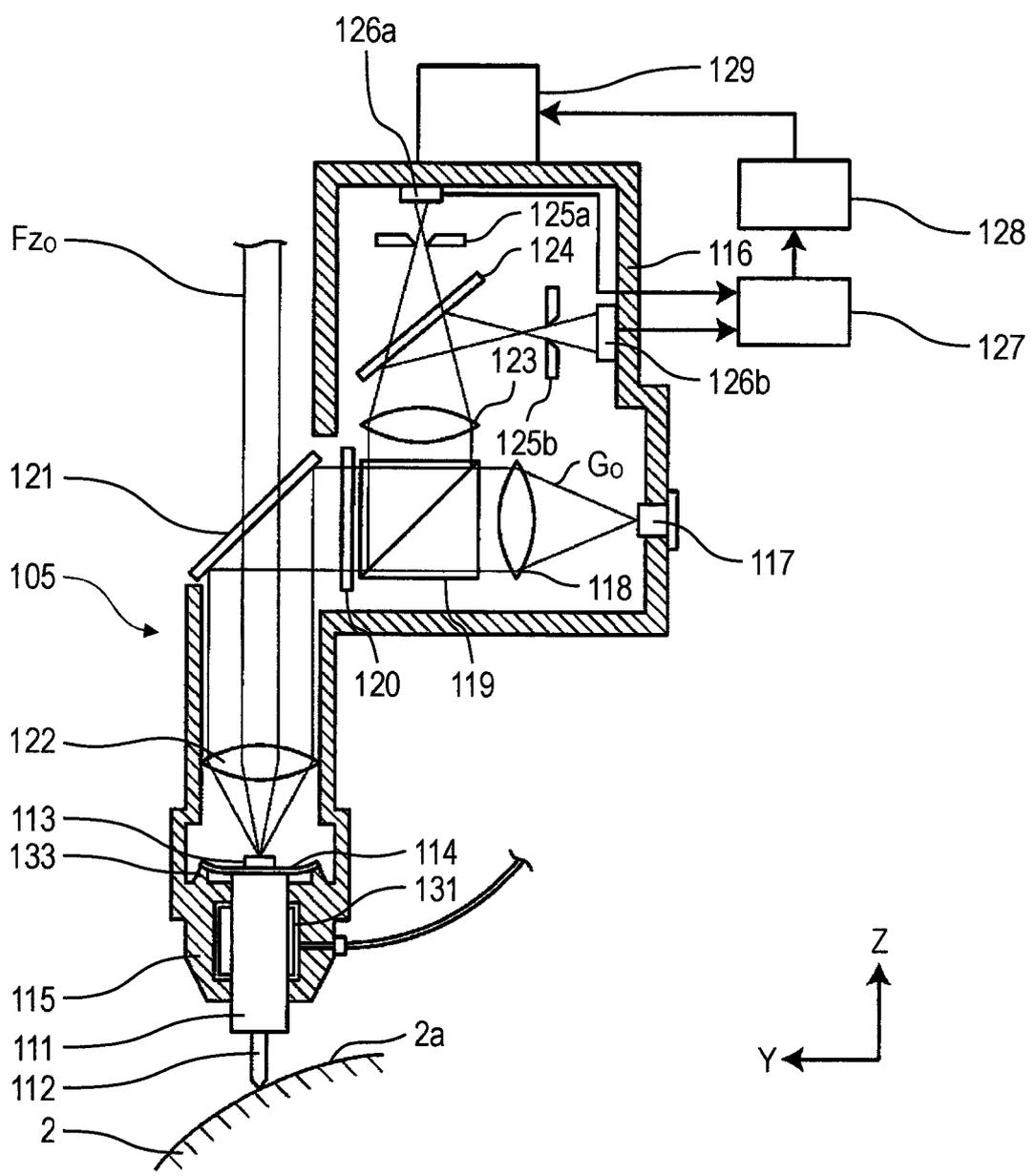
【圖 8】



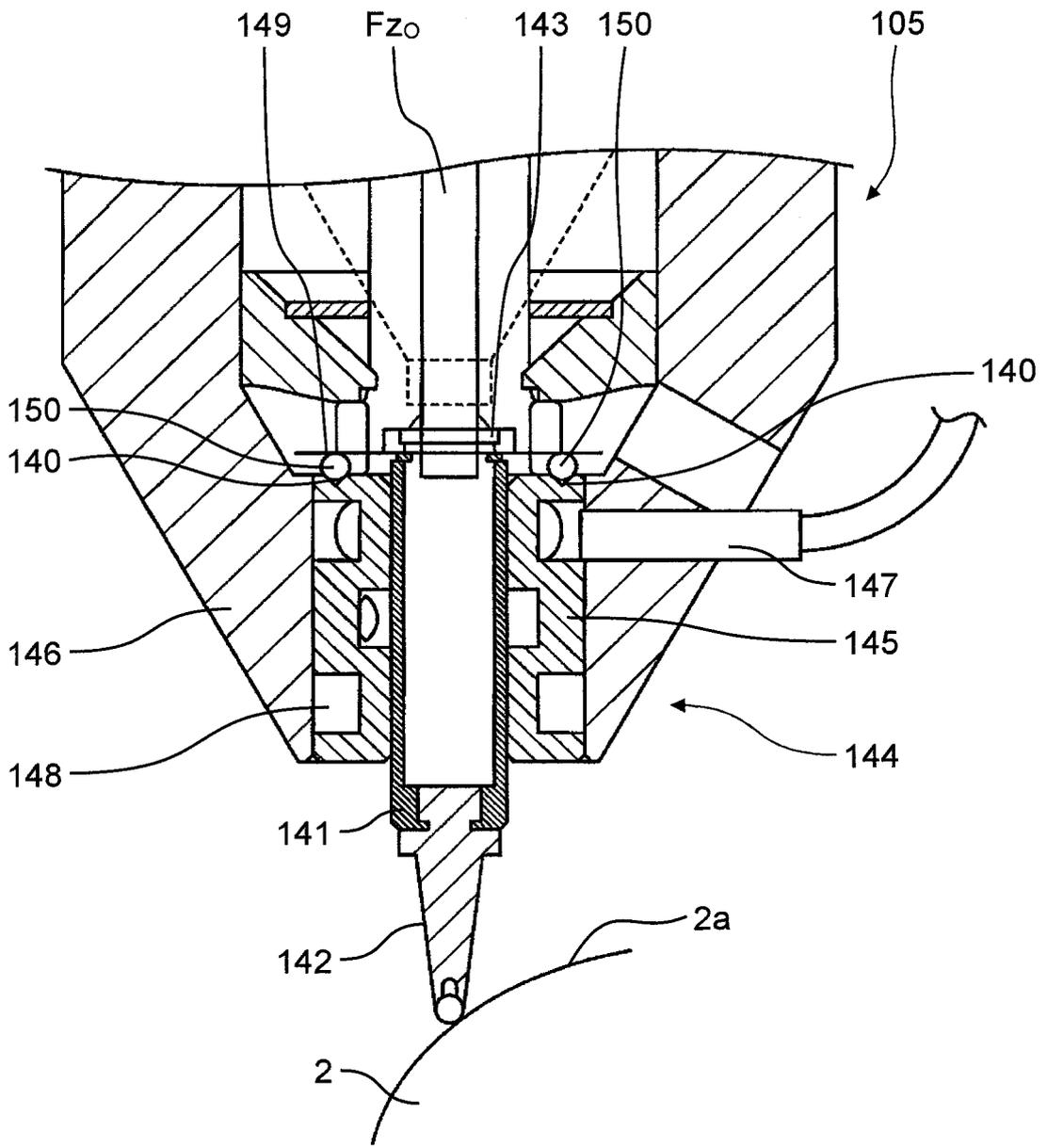
【圖 9】



【圖 10】



【圖 11】



【圖 12】