I508132

(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 I508132 B**

(45)公告日： 中華民國 104 (2015) 年 11 月 11 日

(21)申請案號：102109447 (22)申請日： 中華民國 96 (2007) 年 01 月 19 日

(51)Int. Cl.： ***H01L21/027 (2006.01)***

(30)優先權：2006/01/19 日本 JP2006-011506

2006/02/21 日本 JP2006-044599

2006/08/31 日本 JP2006-236878

(71)申請人：尼康股份有限公司 (日本) NIKON CORPORATION (JP)

日本

(72)發明人：柴崎祐一 SHIBAZAKI, YUICHI (JP)

(74)代理人：桂齊恆；閻啟泰

(56)參考文獻：

JP 特開 2005-268811A US 2004/0263846A1

US 2005/0168714A

審查人員：黃鼎富

申請專利範圍項數：22 項 圖式數：27 共 125 頁

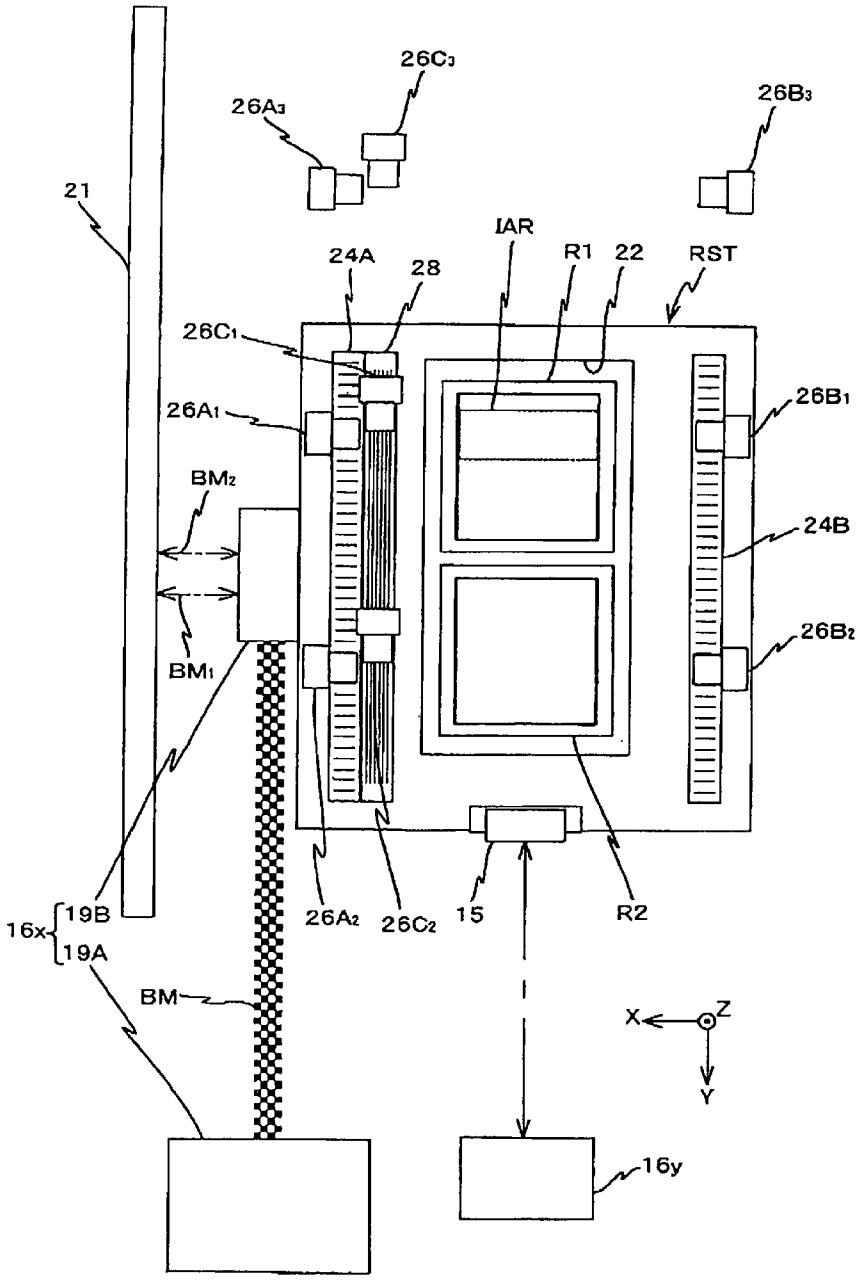
(54)名稱

曝光裝置及曝光方法、以及元件製造方法

(57)摘要

係使用干涉儀(16y)、與測量值的短期穩定性優於該干涉儀之編碼器((24A,26A_1)(24B,26B_1))，來測量移動體(RST)在Y軸方向之位置資訊，並根據該測量結果來執行既定之校正動作，以取得對編碼器的測量值進行修正之修正資訊。藉此，能使用干涉儀的測量值來取得修正資訊，該修正資訊係用以修正測量值的短期穩定性優於該干涉儀之編碼器的測量值。又，可根據編碼器的測量值與該修正資訊，來以良好精度將移動體驅動於Y軸方向。

圖 2



IAR・・・照明區域

R1、R2・・・標線片

RST・・・標線片載台

15・・・移動鏡

16x、16y・・・標線片干涉儀

19A・・・感測器讀頭

19B・・・光學系統單元

21・・・平面鏡

22・・・凹部

24A、24B・・・移動標尺

$26A_1$ ~$26A_3$ 、$26B_1$ ~$26B_3$ 、$26C_1$ ~$26C_3$ ・・・讀頭

28・・・讀頭

I508132

公告本

分割案

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；惟已有申請案號者請填寫）

※ 申請案號：102109447
※ 申請日期：96.11.19　※IPC 分類：H01L 21/027 (2006.01)
原申請案號：096102064

一、發明名稱：（中文/英文）

曝光裝置及曝光方法、以及元件製造方法

二、中文發明摘要：

係使用干涉儀(16y)、與測量值的短期穩定性優於該干涉儀之編碼器((24A, 26A1)(24B, 26B1))，來測量移動體(RST)在Y軸方向之位置資訊，並根據該測量結果來執行既定之校正動作，以取得對編碼器的測量值進行修正之修正資訊。藉此，能使用干涉儀的測量值來取得修正資訊，該修正資訊係用以修正測量值的短期穩定性優於該干涉儀之編碼器的測量值。又，可根據編碼器的測量值與該修正資訊，來以良好精度將移動體驅動於Y軸方向。

三、英文發明摘要：

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第（ 2 ）圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

IAR 照明區域

R1、R2標線片

RST 標線片載台

15　移動鏡

16x、16y　標線片干涉儀

19A 感測器讀頭

19B 光學系統單元

21　平面鏡

22　凹部

24A、24B 移動標尺

$26A_1$～$26A_3$、$26B_1$～$26B_3$、$26C_1$～$26C_3$　讀頭

28　讀頭

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

（無）

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明，係移動體驅動方法及移動體驅動系統、圖案形成方法及圖案形成裝置、曝光方法及曝光裝置、以及元件製造方法，更詳細而言係有關於：將移動體至少驅動於一軸方向之移動體驅動方法、非常適用於該方法之移動體驅動系統、使用該移動體驅動方法之圖案形成方法、具備該移動體驅動系統之圖案形成裝置、使用該移動體驅動方法之曝光方法、具備移動體驅動系統之曝光裝置、以及使用該圖案形成方法之元件製造方法。

【先前技術】

以往，於半導體元件、液晶顯示元件等微型元件(電子元件等)之製造時的微影步驟中，多是使用步進重複方式之縮小投影曝光裝置(即步進機)、或是步進掃描方式之掃描型投影曝光裝置(即掃描步進機、亦稱掃描機)等。

此種曝光裝置，為了要將標線片(或光罩)的圖案轉印至晶圓上之複數個照射區域，係藉由例如線性馬達等，將保持著晶圓之晶圓載台驅動於 XY2 維方向。特別是在掃描步進機的情形時，不僅限於晶圓載台，連標線片載台亦藉由線性馬達等以既定行程驅動於掃描方向。標線片載台及晶圓載台的位置測量，一般作法，係使用長期看來測量值具有良好穩定性、且具備高解析能力之雷射干涉儀。

然而，圖案隨著半導體元件的高積體化而漸趨微細，而對載台的位置控制遂有更高精度的要求，目前，已無法

忽視在雷射干涉儀的光束光路上因環境氣氛的溫度晃動而造成測量值的短期變動現象。

另一方面，在最近的位置測量裝置中，有出現一種編碼器，其測量的解析能力高於雷射干涉儀(例如，參照專利文獻 1)。然而，由於編碼器有使用標尺(光柵)，而會隨著標尺的使用時間之經過而衍生各種誤差要因(格子間距的偏移、固定位置的偏移、及熱膨脹等)，而欠缺長期穩定之機械特性。因此，編碼器與雷射干涉儀相較，有欠缺測量值的直線性、長期穩定性較差的缺點。

【專利文獻 1】美國專利第 6,639,686 號說明書

【發明內容】

本發明，係基於以上事項而揭示者，由第 1 觀點觀之，係一種移動體驅動方法(第 1 移動體驅動方法)，用以將移動體驅動於至少一軸方向，其特徵在於，具備：第 1 步驟，係使用第 1 測量裝置、以及測量值的短期穩定性優於該第 1 測量裝置之第 2 測量裝置，來測量該移動體在該一軸方向的位置資訊，並根據該第 1、第 2 測量裝置之測量結果來執行校正動作，該校正動作係用以決定修正該第 2 測量裝置之測量值的修正資訊；以及第 2 步驟，係根據該第 2 測量裝置的測量值與該修正資訊來將該移動體驅動於該一軸方向。

據此，藉由上述之校正動作，係使用第 1 測量裝置的測量值，來決定測量值之短期穩定性優於該第 1 測量裝置之第 2 測量裝置之測量值的修正資訊。接著，根據第 2 測

量裝置的測量值與修正資訊，將移動體驅動於該一軸方向。因此，係根據已使用修正資訊而予修正之第 2 測量裝置之測量值，亦即根據短期穩定性與長期穩定性等均良好之移動體在一軸方向之位置資訊的測量值，而能將移動體以良好精度驅動於一軸方向。

本發明，由第 2 觀點觀之，係一種移動體驅動方法(第 2 移動體驅動方法)，用以將移動體驅動於與彼此正交之第 1 及第 2 軸平行之 2 維面內，其特徵在於：係藉由一對之第 1 光柵與第 1 編碼器，來測量該移動體在與該第 1 軸平行之方向之位置資訊；且藉由第 2 光柵與第 2 編碼器，來測量該移動體在與該第 2 軸平行之方向之位置資訊；該一對之第 1 光柵，係分別包含在該移動體上與該 2 維面平行之面內周期性地排列於與第 1 軸平行之方向的格子，其在與各自之長邊方向於該面內正交之方向彼此分離配置；該第 1 編碼器，具有與該長邊方向交叉之讀頭；該第 2 光柵，係位在該移動體上之與該 2 維面平行之面上，以與該第 1 光柵的長邊方向交叉之方向為長邊方向延伸，且包含周期性的排列於與第 2 軸平行之方向之格子；該第 2 編碼器，具有與該第 2 光柵的長邊方向交叉之讀頭單元。

藉此，只要移動體位在一對第 1 光柵中有至少一方與第 1 編碼器所具有的讀頭單元對向、且第 2 光柵與第 2 編碼器所具有之讀頭單元對向的既定行程範圍內，則能藉由至少一方之第 1 光柵與第 1 編碼器，來測量移動體在與第 1 軸平行之方向之位置資訊；並能藉由第 2 光柵與第 2 編

碼器，來測量移動體在與第 2 軸平行之方向之位置資訊。由於第 1、第 2 編碼器的測量值具有良好的短期穩定性，因此能高精度的測量移動體在 2 維面內之位置資訊。又，係根據上述高精度測得之移動體的位置資訊來驅動移動體。因此，能使移動體被高精度的驅動。

本發明，依第 3 觀點觀之，係一種移動體驅動方法(第 3 移動體驅動方法)，用於將移動體至少驅動於一軸方向，其特徵在於：包含根據編碼器之測量值與該格子間距的修正資訊，將該移動體驅動於該既定方向的步驟，該編碼器，係將檢測光照射於在該移動體上面以既定方向為周期方向而配置之格子，並根據其反射光來測量該移動體在該既定方向之位置資訊。

藉此，能夠不受格子間距的偏置等之影響，而能高精度的驅動移動體。

本發明，依第 4 觀點觀之，係用以將圖案形成於物體之方法(第 1 圖案形成方法)，其特徵在於：使用本發明之第 1 至第 3 之移動體驅動方法中之任一方法，來驅動裝載有該物體之移動體，以將圖案形成於該物體。

藉此，藉由將圖案形成於裝載在移動體(係使用本發明第 1 至第 3 移動體驅動方法之任一方法而被以高精度驅動)上之物體，而能高精度的將圖案形成於物體上。

依本發明之第 5 觀點觀之，係一種將圖案形成於物體之方法(第 2 圖案形成方法)，其特徵在於：使用本發明第 1 至第 3 移動體驅動方法之任一方法，驅動包含裝載有該物

體之移動體的複數個移動體中的至少一者，以將圖案形成於該物體。

藉此，為了要將圖案形成於物體，係使用本發明第 1 至第 3 移動體驅動方法中的任一項，使複數個移動體中的至少 1 個能以高精度被驅動，以在被裝載於任一移動體上之物體產生圖案。

本發明，依第 6 之觀點觀之，係一種包含圖案形成步驟之元件製造方法，在該圖案形成步驟中，係使用本發明第 1、第 2 圖案形成方法中的任一項而在基板上形成圖案。

本發明，依第 7 觀點觀之，係一種藉由能量束之照射來於物體形成圖案之曝光方法(第 1 曝光方法)，其特徵在於：係使用本發明第 1 至第 3 移動體驅動方法之任一方法來驅動裝載有該物體之移動體，以使該能量束與該物體相對移動。

藉此，係使用本發明第 1 至第 3 移動體驅動方法之任一方法來驅動裝載有該物體之移動體，以使照射於該物體之該能量束與該物體相對移動。因此，可藉由掃描曝光來高精度的在物體上形成圖案。

本發明，依第 8 觀點觀之，係一種移動體驅動系統(第 1 移動體驅動系統)，係用以將移動體驅動於至少一軸方向，其特徵在於，具備：第 1 測量裝置，用以測量該移動體在該一軸方向的位置資訊；第 2 測量裝置，用以測量該移動體在該一軸方向的位置資訊，其測量值的短期穩定性優於該第 1 測量裝置；校正裝置，係執行用以決定修正資

訊之校正動作，該修正資訊係使用該第 1 測量裝置之測量值來修正該第 2 測量裝置之測量值；以及驅動裝置，係根據該第 2 測量裝置的測量值與該修正資訊，來將該移動體驅動於該一軸方向。

藉此，係藉由校正裝置來執行上述之校正動作，係決定修正資訊之校正動作，該修正資訊係使用該第 1 測量裝置之測量值來修正第 2 測量裝置(測量值之短期穩定性優於該第 1 測量裝置)之測量值的資訊。又，藉由驅動裝置，根據第 2 測量裝置的測量值與修正資訊來將移動體驅動於一軸方向。因此，係根據已使用修正資訊而予修正之第 2 測量裝置之測量值，亦即根據短期穩定性與長期穩定性等均良好之移動體在一軸方向之位置資訊的測量值，而能將移動體以良好精度驅動於一軸方向。

本發明，依第 9 觀點觀之，係一種移動體驅動系統(第 2 移動體驅動系統)，用以將移動體驅動於與彼此正交之第 1 及第 2 軸平行之 2 維面內，其特徵在於，具備：第 1 光柵，係配置在該移動體上之與該 2 維面平行的面上，包含在與第 1 軸平行之方向周期排列的格子；一對第 2 光柵，係配置在該移動體上之與該 2 維面平行的面上，以與該第 1 光柵的長邊方向交叉之方向為長邊方向延伸，且在與該長邊方向正交之方向分離配置，又，分別包含周期性排列於與第 2 軸平行之方向之格子：第 1 編碼器，具有與該第 1 光柵的長邊方向交叉之讀頭單元，與該第 1 光柵一起測量該移動體在與該第 1 軸平行之方向之位置資訊；第 2 編碼器，

具有與該一對第 2 光柵的長邊方向交叉之讀頭單元，與該一對第 2 光柵一起測量該移動體在與該第 2 軸平行之方向之位置資訊；以及驅動裝置，係根據該第 1 及第 2 編碼器所測得之位置資訊來驅動該移動體。

藉此，只要移動體位在第 1 編碼器所具有的讀頭單元對向於第 1 光柵、且一對第 2 編碼器所具有的讀頭單元對向於一對第 2 光柵中之至少一方的既定行程範圍內，則能藉由第 1 光柵與第 1 編碼器，來測量移動體在與第 1 軸平行之方向之位置資訊；並能藉由該第 2 光柵與第 2 編碼器，來測量移動體在與第 2 軸平行之方向之位置資訊。由於第 1、第 2 編碼器的測量值具有良好的短期穩定性，因此能高精度的測量移動體在 2 維面內之位置資訊。又，係根據上述高精度測得之移動體的位置資訊來驅動移動體。因此，能使移動體被高精度的驅動。

本發明，依第 10 觀點觀之，係一種移動體驅動系統(第 3 移動體驅動系統)，係將移動體驅動於與彼此正交之第 1 及第 2 軸平行之 2 維面內，其特徵在於，具備：第 1 光柵，係在該移動體上以與第 2 軸平行之方向為長邊方向延伸，且其格子係周期性排列於與第 1 軸平行之方向；第 2 光柵，係在該移動體上以與該第 1 軸平行之方向為長邊方向延伸，且其格子係周期性排列於與該第 2 軸平行之方向；第 1 編碼器，具有與該第 2 軸的平行方向交叉之讀頭單元，與該第 1 光柵一起測量該移動體在與該第 1 軸平行之方向之位置資訊；第 2 編碼器，具有與該第 1 軸的平行方向交叉

之讀頭單元，與該第 2 光柵一起測量該移動體在與該第 2 軸平行之方向之位置資訊；以及驅動裝置，係根據該第 1 及第 2 編碼器所測得之位置資訊來驅動該移動體；該第 1 及第 2 編碼器的至少一方，具有複數個在該長邊方向分離配置之讀頭單元。

因此，藉由第 1 光柵與第 1 編碼器、及第 2 光柵與第 2 編碼器，除了能測量移動體在與第 1 軸平行之方向之位置資訊及與第 2 軸平行之方向之位置資訊，亦能測量其在 2 維面內的旋轉(繞與 2 維面正交之軸之旋轉)。又，由於第 1、第 2 編碼器之測量值的短期穩定性良好，因此能高精度的測量移動體在 2 維面內之位置資訊(包含旋轉資訊)。又，驅動裝置在驅動移動體時，係根據上述之高精度測得之移動體的位置資訊。因此，可高精度的驅動移動體。

本發明，依第 11 觀點觀之，係一種移動體驅動系統(第 4 移動體驅動系統)，用以將移動體驅動於至少一軸方向，其特徵在於，具備：編碼器，係將檢測光照射在以既定方向為周期方向而配置在該移動體上面之格子，根據其反射光來測量該移動體在該既定方向之位置資訊；以及驅動裝置，係根據該編碼器的測量值與該格子間距之修正資訊，來將該移動體驅動於該既定方向。

據此，藉由驅動裝置，可根據編碼器的測量值與格子間距的修正資訊，來將移動體驅動於既定方向。因此，移動體能不受格子間距的偏置等之影響，而能高精度的驅動。

本發明，由第 12 觀點觀之，係一種在物體形成圖案之

裝置(第 1 圖案形成裝置)，其特徵在於，具備：圖案化裝置，用以在該物體上產生圖案；以及本發明第 1 至第 4 移動體驅動系統中之任一項；其係藉由該移動體驅動系統，來驅動裝載有該物體之移動體，以將圖案形成於該物體。

藉此，以圖案化裝置而將圖案形成於物體時，該物體係位於被本發明第 1 至第 4 移動體驅動系統中的任一者高精度驅動之移動體上，藉此能高精度的將圖案形成於物體上。

本發明，依第 13 觀點觀之，係一種在物體上形成圖案之裝置(第 2 圖案形成裝置)，其特徵在於，具備：圖案化裝置，用以在該物體上產生圖案；複數個移動體，包含裝載有該物體之移動體；以及本發明第 1 至第 4 移動體驅動系統之任一項；以該移動體驅動系統來驅動該複數個移動體之至少一個，以將圖案形成於該物體。

藉此，為了將圖案形成於物體，係藉由本發明之第 1 至第 4 移動體驅動系統中的任一者，來高精度的驅動複數個移動體中之至少一者，且藉由圖案化裝置而將圖案產生於被裝載於任一移動體上之物體。

本發明，依第 14 觀點之，係一種曝光裝置(第 1 曝光裝置)，係藉由能量束的照射而在物體形成圖案，其特徵在於，具備：用以將該能量束照射至該物體之圖案化裝置；以及本發明第 1 至第 4 移動體驅動系統中的任一者；藉由該移動體驅動系統來驅動裝載該物體之移動體，以使該能量束與該物體相對移動。

藉此，為了使由圖案化裝置照射至物體之能量束與該物體相對移動，係藉由本發明之第 1 至第 4 移動體驅動系統中的任一者，來高精度的驅動裝載有物體之移動體。因此，可藉由掃描曝光而將圖案高精度的形成於物體上。

本發明，依第 15 之觀點觀之，係一種曝光方法(第 2 曝光方法)，係進行步進掃描方式、即重複交替進行掃描曝光與該物體之移動，來將該圖案依序轉印至該物體上之複數個區劃區域，該掃描曝光，係使光罩與物體同步移動於既定掃描方向而將形成於該光罩之圖案轉印在該物體上之區劃區域，該物體之移動，係為了對次一區劃區域進行掃描曝光，其特徵在於：至少在對各區劃區域進行掃描曝光時，藉由編碼器測量保持該光罩之光罩載台的位置資訊，且根據該編碼器的測量值、以及根據該編碼器與干涉儀所測得之該光罩載台的位置資訊而決定出之該編碼器的測量值修正資訊，來控制該光罩載台的移動，並根據該步進掃描方式的曝光動作中所儲存之該干涉儀及編碼器的測量值，據以校正該修正資訊。

藉此，在對於次一物體進行步進掃描方式之曝光時，能根據已使用修正資訊而予修正之編碼器之測量值，亦即是根據短期穩定性及長期穩定性均良好之光罩載台在掃描方向的位置資訊之測量值，來高精度的控制光罩載台在各區劃區域之掃描曝光時(圖案轉印時)的移動。藉此，能藉由掃描曝光而將形成於光罩之圖案高精度的轉印至該物體上之複數個區劃區域。

本發明，依第16觀點觀之，為一種曝光裝置(第2曝光裝置)，係進行步進掃描方式之曝光動作、即重複交替進行掃描曝光與該物體之移動，該掃描曝光，係使光罩與物體同步移動於既定掃描方向而將形成於該光罩之圖案轉印在該物體上之區劃區域，該物體之移動，係為了對次一區劃區域進行掃描曝光，其特徵在於，具備：光罩載台，能在保持該光罩之狀態下至少移動於該掃描方向；物體載台，能在保持該物體之狀態下至少移動於該掃描方向；干涉儀及編碼器，用以測量該光罩載台在掃描方向之位置資訊；以及控制裝置，係至少在對各區劃區域之掃描曝光中，根據該編碼器的測量值，以及該編碼器與該干涉儀所測得之該光罩載台的位置資訊而決定出之該編碼器的測量值修正資訊，據以控制該光罩載台的移動，並根據該步進掃描方式的曝光動作中所儲存之該干涉儀及該編碼器的測量值，據以校正該修正資訊。

藉此，控制裝置在將圖案依序轉印至物體上之複數個區劃區域之步進掃描方式曝光動作時，在對各區劃區域之掃描曝光中，根據編碼器的測量值，以及編碼器與該干涉儀所測得之該光罩載台的位置資訊而決定出之該編碼器的測量值修正資訊，據以控制該光罩載台的移動，並根據步進掃描方式的曝光動作中所儲存之干涉儀及編碼器的測量值，據以校正修正資訊。因此，對於該校正後之物體上各區劃區域進行掃描曝光時(圖案轉印時)之光罩載台的移動，能根據已使用校正後之修正資訊而予修正之編碼器之

測量值，亦即根據短期穩定性、直線性及長期穩定性亦良好之光罩載台在掃描方向之位置資訊之測量值，而能進行高精度的控制。藉此，能藉由掃描曝光而將形成於光罩之圖案高精度的轉印至該物體上之複數個區劃區域。

本發明，依第 17 之觀點觀之，係一種曝光裝置(第 3 曝光裝置)，用以使光罩與物體相對於照明光同步移動於既定掃描方向，以將形成於該光罩之圖案轉印至該物體上，其特徵在於，具備：光罩載台，能在保持該光罩之狀態下至少移動於該掃描方向；物體載台，能在保持該物體之狀態下至少移動於該掃描方向；干涉儀及編碼器，用以測量該光罩載台在掃描方向之位置資訊；校正裝置，係分別將該光罩載台定位於複數個位置，邊以既定之取樣間隔來取得該干涉儀及編碼器的測量值，然後根據所取得之測量值來實施校正動作，以修正用以顯示該干涉儀與編碼器的測量值關係之圖形資訊的定標(scaling)誤差；該複數個位置包含第 1 位置與第 2 位置，該第 1 位置與第 2 位置，係指曝光對象之光罩圖案區域被該照明光所照射的範圍之兩端位置；以及控制裝置，係根據該編碼器的測量值與該修正後的圖形資訊，來控制在該圖案轉印時該光罩載台的移動。

藉此，能藉由校正裝置，以能忽視該干涉儀測量值之短期變動的低速將光罩載台驅動於掃描方向，使用干涉儀及編碼器來測量光罩載台在掃描方向之位置資訊，並根據干涉儀及編碼器的測量結果來決定出使用干涉儀的測量值來修正編碼器的測量值時之校正資訊，亦即所決定之修正

資訊，係使用測量值的直線性及長期穩定性優於編碼器之干涉儀的測量值，以對於測量值的短期穩定性優於該干涉儀之編碼器定出用來修正其測量值之修正資訊。又，藉由控制裝置，根據編碼器的測量值與修正資訊，來控制圖案轉印時該光罩載台的移動。因此，能根據已使用修正資訊而予修正之編碼器之測量值，亦即根據短期穩定性、直線性及長期穩定性亦良好之光罩載台在掃描方向之位置資訊之測量值，而能高精度的控制圖案轉印時光罩載台在掃描方向的移動。藉此，能高精度的將形成於光罩之圖案藉掃描曝光而予轉印至物體上。

本發明，依第 18 之觀點觀之，係一種曝光裝置(第 4 曝光裝置)，用以使光罩與物體相對於照明光同步移動於既定掃描方向，以將形成於該光罩之圖案轉印至該物體上，其特徵在於，具備：光罩載台，能在保持該光罩之狀態下至少移動於該掃描方向；物體載台，能在保持該物體之狀態下至少移動於該掃描方向；干涉儀及編碼器，用以測量該光罩載台在該掃描方向之位置資訊；校正裝置，係分別將該光罩載台定位於複數個位置，邊以既定之取樣間隔來取得該干涉儀及編碼器的測量值，然後根據所取得之測量值來實施校正動作，以修正用以顯示該干涉儀與編碼器的測量值關係之圖形資訊之定標誤差；該複數個位置包含第 1 位置與第 2 位置，該第 1 位置與第 2 位置，係指曝光對象之光罩圖案區域被該照明光所照射的範圍之兩端位置；以及控制裝置，係根據該編碼器的測量值與該修正後的圖形

資訊，來控制在該圖案轉印時該光罩載台的移動。

依此，可藉由校正裝置，分別將光罩載台定位於複數個位置，邊以既定之取樣間隔來取得干涉儀及編碼器的測量值，然後根據所取得之測量值來實施校正動作，以修正用以顯示干涉儀與編碼器的測量值關係之圖形資訊之定標誤差；該複數個位置包含第 1 位置與第 2 位置，該第 1 位置與第 2 位置，係指照明光通過曝光對象之光罩圖案區域的範圍之兩端位置。亦即，對於測量值的直線性及長期穩定性優於編碼器之干涉儀、以及測量值的短期穩定性優於該干涉儀之編碼器，以圖形資訊來顯示其測量值關係，並予以修正圖形資訊中之定標誤差。又，控制裝置係根據編碼器的測量值與修正後的圖形資訊，來控制圖案轉印時光罩載台的移動。因此，根據修正後的圖形資訊與編碼器的測量值，能高精度的控制光罩載台在圖案轉印時於掃描方向的移動。

【實施方式】

以下，根據圖 1 至圖 21 來說明本發明之一實施形態。

圖 1 所示，係一實施形態之曝光裝置 100 之概略構成。該曝光裝置 100 係步進掃描方式之掃描型曝光裝置，換言之，係所謂掃描步進機。如後述，本實施形態設有投影光學系統 PL，在以下的說明中，將與該投影光學系統 PL 的光軸 AX 平行之方向設為 Z 軸方向；將在與 Z 軸方向正交之面內標線片與晶圓相對掃描之方向設為 Y 軸方向；將與 Z 軸及 Y 軸正交之方向設為 X 軸方向，繞 X 軸、Y 軸、及 Z

軸旋轉(傾斜)之方向，分別設為θx、θy、及θz方向。

曝光裝置100具備：照明系統10，其包含光源及照明光學系統，用以將照明光(曝光用光)IL照明於標線片R1、R2；標線片載台RST，用以保持標線片R1、R2；投影單元PU；晶圓載台裝置12，其包含供裝載晶圓W之晶圓載台WST；主體BD，其搭載著標線片載台RST及投影單元PU等；以及該等之控制系統等。

照明系統10，係藉由照明光IL來以大致均一照度照明由未圖示標線片遮板(遮罩系統)所限定之於標線片R1或R2上延伸於X軸方向的狹縫狀照明區域IAR(參照圖2)。此處所使用之照明光IL，舉一例，係ArF準分子雷射光(波長193nm)。

上述之標線片載台RST，係藉由設於其底面之未圖示空氣軸承等，例如透過數μm左右之間距支撐於構成後述第2柱架(column)34之頂板的標線片底座36上。標線片載台RST，雖可使用例如能保持1片標線片之標線片載台、或是能獨立的各保持1片標線片並移動之雙載台式之標線片載台，但本實施形態中，係使用能同時保持2片標線片之雙載台式之標線片載台。

此處之標線片載台RST，能藉由包含線性馬達等之標線片載台驅動系統11，而在垂直於投影光學系統PL的光軸AX之XY平面內進行2維方向(X軸方向、Y軸方向、及θz方向)之微幅驅動。又，標線片載台RST可藉由標線片載台驅動系統11，以指定的掃描速度在標線片底座36上驅動

於既定的掃描方向(此處處係指圖 1 中紙面的左右方向、即 Y 軸方向)。此外，標線片載台 RST 的構造，亦可為例如日本特開平 8－130179 號公報(對應美國專利第 6,721,034 號)所揭示之粗微動構造，其構造並不侷限於本實施形態(圖 2 等)。

標線片載台 RST 在 XY 平面(移動面)內的位置資訊，在圖 1 所示之構成中，可由包含標線片 Y 雷射干涉儀(以下稱為「標線片 Y 干涉儀」)16y 等之標線片干涉儀系統、及包含編碼器讀頭(以下簡稱「讀頭」)$26A_1$～$26A_3$、$26C_1$～$26C_3$和移動標尺 24A 等之編碼器系統來測量。此外，在圖 1 中，雖顯示標線片 R1、R2 的上端面係外露於移動標尺 24A 的上方之狀態，但此圖示方式係為了說明之便利起見，與實際情況有異。

此處，針對於測量標線片載台 RST 及其 XY 平面(移動面)內的位置之標線片干涉儀系統及編碼器系統的構成等，予以進一步詳述。

如圖 2 所示，在標線片載台 RST 的中央部形成有一在 Y 軸方向(掃描方向)呈細長狀(俯視時，亦即由上方觀之)之矩形的凹部 22。在凹部 22 的內部底面，有 2 個大致呈正方形之開口(未圖示)以並排於 Y 軸方向之方式而形成，標線片 R1、標線片 R2 係以各自覆於上述開口之狀態並排配置於 Y 軸方向。標線片 R1、R2，係分別藉由設置在凹部 22 的內部底面之 2 個開口的 X 軸方向兩側之吸附機構(未圖示)，例如真空夾具，而各以真空方式來吸附之。

又，在標線片載台 RST 上面之＋X 側端部及－X 側端部，設有一對以 Y 軸方向為長邊方向延伸之移動標尺 24A、24B，其配置位置，由通過照明區域 IAR 的中心(本實施形態中，在投影光學系統 PL 的第 1 面(物體面)內與其光軸 AX 大致一致)之平行於 Y 軸方向之中心軸觀之，呈現對稱之關係。移動標尺 24A、24B 係由同一材料(例如陶瓷或低熱膨脹的玻璃等)所構成，在其表面，形成有以 Y 軸方向作為周期方向之反射型的繞射光柵，相對上述中心軸係為對稱配置之關係。移動標尺 24A、24B 係藉由真空吸附(或板彈簧)等，以不會發生局部伸縮之狀態而被固定在標線片載台 RST。

在移動標尺 24A、24B 的上方(＋Z 側)，如圖 2 所示般，設有 2 對與移動標尺 24A、24B 彼此對向之用來測量 Y 軸方向位置之讀頭 $26A_1$、$26A_2$ 和 $26B_1$、$26B_2$，係相對上述中心軸而成為對稱配置之關係(參照圖 1)。其中的讀頭 $26A_1$、$26B_1$，係位在通過前述照明區域 IRA 中心之 X 軸方向的直線(測量軸)上，並將其測量中心配置於大致一致之位置。又，讀頭 $26A_2$、$26B_2$ 係被配置於從讀頭 $26A_1$、$26B_1$ 算起在＋Y 方向離開同一距離之位置處，且與讀頭 $26A_1$、$26B_1$ 配置在同一面上。再者，在與讀頭 $26A_1$、$26B_1$ 的同一面上設有一對讀頭 $26A_3$、$26B_3$，其與上述讀頭 $26A_2$、$26B_2$ 成為對稱於上述測量軸之關係，並分別位於從讀頭 $26A_1$、$26A_2$ 算起在－Y 方向離開同一距離之位置處。上述 3 對之讀頭 $26A_1$、$26B_1$、$26A_2$、$26B_2$、$26A_3$、$26B_3$，係分別透過未圖

示之支撐構件而被固定於標線片底座 36。

又，在標線片載台 RST 上面的移動標尺 24A 的－X 側，設有以 Y 軸方向為長邊方向之移動標尺 28，其係與移動標尺 24A 並排配置，藉由例如真空吸附(或板彈簧)等方式而被固定於標線片載台 RST。該移動標尺 28 之構成，係以與移動標尺 24A、24B 相同之材料(例如陶瓷、或低熱膨脹之玻璃等)構成，且在其上面形成有以 X 軸方向為周期方向之反射型繞射光柵，其在 Y 軸方向橫越大致全長而形成。

在移動標尺 28 的上方(＋Z 側)，如圖 2 所示般，配置有 2 個與移動標尺 28 彼此對向之用來測量 X 軸方向位置的讀頭 $26C_1$、$26C_2$(參照圖 1)。其中的讀頭 $26C_1$，大致位在通過前述照明區域 IAR 的中心之 X 軸方向的直線(測量軸)上。又，讀頭 $26C_2$ 係被配置於從讀頭 $26C_1$ 算起在＋Y 方向離開既定距離之讀頭 $26A_2$ 的附近位置，且與讀頭 $26A_1$、$26A_2$ 等係配置在同一面上。

再者，在讀頭 $26C_1$ 之同一面上，以與讀頭 $26C_2$ 對稱於上述測量軸之位置關係，在距離讀頭 $26C_1$ 於－Y 方向離開既定距離之處配置有讀頭 $26C_3$。上述 3 個讀頭 $26C_1$、$26C_2$、$26C_3$，係分別透過未圖示之支撐構件而被固定於標線片底座 36。此外，本實施形態中的 9 個讀頭 $26A_1$～$26A_3$、$26B_1$～$26B_3$、及 $26C_1$～$26C_3$，雖係透過未圖示之支撐構件來固定於標線片底座 36，但並不侷限於此，例如，亦可透過防振機構，而設置在於地板 F 或底面平板 BS 所設置之框架(frame)構件。

在本實施形態中，係藉由讀頭 $26A_1$、$26B_1$ 與對向之移動標尺 24A、24B，構成一對用以測量標線片載台 RST 在 Y 軸方向之位置(Y 位置)的 Y 線性編碼器。在以下為方便起見，而對此等 Y 線性編碼器使用相同於各讀頭之符號，而記述成 Y 線性編碼器 $26A_1$、$26B_1$。

Y 線性編碼器 $26A_1$、$26B_1$ 之測量軸，由上述照明區域 IRA 的中心(在本實施形態中，與投影光學系統 PL 的光軸 AX 一致)算起，在 X 軸方向具有相同距離，在例如曝光等之際，可根據 Y 線性編碼器 $26A_1$、$26B_1$ 的測量值之平均值，來測量標線片載台 RST 的 Y 位置。亦即，以 Y 線性編碼器 $26A_1$ 及 B_1 來測量標線片載台 RST 的位置資訊時，其實質之測量軸，係通過投影光學系統 PL 的光軸 AX 上。因此，在曝光等之際，能使用 Y 線性編碼器 $26A_1$、$26B_1$，在沒有阿貝誤差之情況下測量標線片載台 RST 的 Y 位置。再者，根據 Y 線性編碼器 $26A_1$、$26B_1$ 的測量值，而可測量標線片載台 RST 在 θz 方向的旋轉資訊(偏搖(yawing))。

同樣的，亦藉由讀頭 $26A_2$、$26A_3$ 與對向之移動標尺 24A，來分別構成用來測量標線片載台 RST 的 Y 位置之 Y 線性編碼器。同樣的，藉由讀頭 $26B_2$、$26B_3$、與對向之移動標尺 24B，來分別構成用來測量標線片載台 RST 的 Y 位置之 Y 線性編碼器。在以下為便利起見，而對此等 Y 線性編碼器各使用與讀頭相同之符號，記述成 Y 線性編碼器 $26A_2$、$26A_3$、$26B_2$、$26B_3$。

又，藉由讀頭 $26C_1$、與對向之移動標尺 28 構成 X 線性

編碼器，用以在通過上述照明區域 IAR 的中心之 X 軸方向的平行直線(測量軸)，測量標線片載台 RST 在 X 軸方向的位置(X 位置)。在以下為便利起見，而對該 X 線性編碼器使用與該讀頭相同之符號，記述成 X 線性編碼器 $26C_1$。因此，在曝光等之際，可使用 X 線性編碼器 $26C_1$，在沒有阿貝誤差的情況下測量標線片載台 RST 的 X 位置。

同樣的，藉由讀頭 $26C_2$、$26C_3$ 與移動標尺 28，來分別構成用來測量標線片載台 RST 的 X 位置之 X 線性編碼器。在以下為便利起見，而對其等之 X 線性編碼器各使用與其讀頭相同的符號，而記述成 X 線性編碼器 $26C_2$、$26C_3$。

上述 9 個線性編碼器(以下，亦有僅稱為「編碼器」者)$26A_1$～$26C_3$ 之測量值，係被傳送至主控制裝置 20(參照圖 1 及圖 6)。

此外，上述 3 個移動標尺 24A、24B、28 在 Y 軸方向的長度(在移動標尺 24A、24B 中係相當於繞射光柵之形成範圍，在移動標尺 28 中係相當於繞射光柵的寬度)被設定成，至少足以在各透過標線片 R1、R2 而對晶圓 W 進行掃描曝光時，能涵蓋標線片載台 RST 在 Y 軸方向的移動行程(移動範圍)之全域(在本實施形態中，至少在掃描曝光中、與掃描曝光前後之標線片載台 RST 的加減速及同步整定之期間當中，能使例如 3 個為一組之讀頭 $26A_i$、$26B_i$、$26C_i$(i=1～3)中有至少 1 組之讀頭(測量光束)不會離開對應之移動標尺(繞射光柵)，換言之，不會成為無法測量之狀態)。又，上述 3 個移動標尺 24A、24B、28 在 X 軸方向的寬度(在移

動標尺 24A、24B 係相當於繞射光柵的寬度，在移動標尺 28 係相當於繞射光柵之形成範圍)亦同樣的被設定成，能涵蓋標線片載台 RST 在 X 軸方向的移動行程之全域(本實施形態中，係使例如 3 個為一組之讀頭 $26A_i$、$26B_i$、$26C_i$(i=1～3)中有至少一組讀頭(測量光束)不會離開對應的移動標尺(繞射光柵)，換言之，不會成為無法測量之狀態)。由於標線片載台 RST 可朝 θz 方向微幅旋轉，因此當然上述 3 個移動標尺 24A、24B、28 亦必須考慮 θz 方向的旋轉範圍來設定在 X 軸及 Y 軸方向的大小(長度、寬度)，以避免因此旋轉而至少造成 3 個線性編碼器 $26A_1$、$26B_1$、$26C_1$ 無法測量。

再者，在本實施形態中，於使用標線片 R2 之掃描曝光時，可藉由 6 個線性編碼器 $26A_1$、$26A_2$、$26B_1$、$26B_2$、$26C_1$、$26C_2$，來測量標線片載台 RST 的位置資訊(至少包含 X 軸及 Y 軸方向的位置與 θz 方向的旋轉資訊)。又，於使用標線片 R1 之掃描曝光時，可藉由 6 個線性編碼器 $26A_1$、$26A_3$、$26B_1$、$26B_3$、$26C_1$、$26C_3$，來測量標線片載台 RST 的位置資訊(至少包含 X 軸及 Y 軸方向的位置與 θz 方向之旋轉資訊)。又，在本實施形態中，係於相對上述照明區域 IAR 的＋Y 側或－Y 側進行標線片 R1、R2 的更換，或者，係在－Y 側進行標線片 R1 之交換、在＋Y 側進行標線片 R2 之交換；在該交換位置中，同樣可藉由至少 3 個線性編碼器 $26A_2$、$26B_2$、$26C_2$ 或線性編碼器 $26A_3$、$26B_3$、$26C_3$，來測量標線片載台 RST 的位置資訊。

再者，在本實施形態中，標線片載台 RST 用的編碼器

系統之構成中，包含3個移動標尺24A、24B、28，與具有9個讀頭$26A_1$～$26A_3$、$26B_1$～$26B_3$、$26C_1$～$26C_3$之讀頭單元，但編碼器系統之構成並不局限於圖2所示，例如，讀頭單元亦可僅具有3個讀頭$26A_1$、$26B_1$、$26C_1$。此情形下，當在上述標線片更換位置、或是至該更換位置之途中不能以線性編碼器$26A_1$、$26B_1$、$26C_1$來測量晶圓載台RST的位置時，亦能使用例如其他的測量裝置或是上述標線片干涉儀系統的至少一部分，來進行標線片載台RST的位置測量。又，在本實施形態中，係藉由吸附機構或板彈簧等，而將3個移動標尺24A、24B、28固定在標線片載台RST，但並不限於此，亦能使用例如螺絲鎖定方式、或是直接將繞射光柵形成於標線片載台RST。再者，在本實施形態中，係將移動標尺24A、24B、28設置在標線片載台RST的上面(照明系統側)，但亦可設置在其下面(投影光學系統側)；亦可將上述讀頭單元(編碼器讀頭)與移動標尺24A、24B、28之配置採相反方式，亦即將上述讀頭單元設置在標線片載台RST，將移動標尺24A、24B、28配置在主體側。

上述之標線片干涉儀系統，如圖2及圖6所示般，具備標線片Y干涉儀16y與標線片X干涉儀16x。

標線片X干涉儀16x如圖2所示，包含感測器讀頭19A(在圖1中並未圖示)，與固定在標線片載台RST的＋X側端面之光學系統單元19B。

感測器讀頭19A被固定在標線片底座36上面，在其內部安裝有光源、光學系統、2個檢光元件(偏光元件)、及2

個光電轉換元件等。光源係利用季曼(zeeman)效果之雙頻雷射。來自該光源之雷射光束，藉由光學系統而使截面形狀在水平方向擴大，如圖 2 所示般，從感測器讀頭 19A 輸出已擴大其截面形狀之光束 BM。接著，在光學系統單元 19B 內將光束 BM 分割為二，一邊之分割光束，射入未圖示之第 1 分束器而分割成測定光 BM_1 與參考光，測定光 BM_1 在平面鏡 21 的反射面反射，且參考光在例如標線片載台 RST 的反射面反射而回到第 1 分束器，經同軸合成而由光學單元 19B 輸出。同樣的，另一方之分割光束係射入未圖示之第 2 分束器而分割成測定光 BM_2 與參考光，測定光 BM_2 在平面鏡 21 的反射面反射，且參考光在例如標線片載台 RST 的反射面反射而回到第 2 分束器，經同軸合成而由光學系統單元 19B 輸出。儘管並未圖示，本實施形態中的平面鏡 21，係固定在上述主體 BD 的一部分，例如固定在第 2 柱架 34 的標線片底座 36、或是後述之第 1 柱架 32 的鏡筒固定座(主框架)38。

又，分別來自光學系統單元 19B 內的第 1 及第 2 分束器之返回光(上述之測定光 BM_1、BM_2 與各自之參考光的合成光)返回至感測器讀頭 19A。在感測器讀頭 19A 的內部，此等返回光透過光學系統而分別射入個別的檢光元件，藉由 2 個光電轉換元件個別接收從各檢光元件輸出的干涉光，然後將對應於各干涉光之干涉訊號傳送至未圖示之訊號處理系統。該訊號處理系統，係根據來自各光電轉換元件的干涉訊號，使測定光的相位相對參考光的相位產生都

卜勒偏移(Doppler shift)，利用相位的改變，以外差方式(heterodyne)來檢測因該相位改變產生之干涉訊號的變化。接著，訊號處理系統根據檢測出的干涉訊號的變化，以例如 0.5～1 nm 左右的解析能力，持續檢測在測定光 BM_1、BM_2 的照射點中，以平面鏡 21 為基準的 X 軸方向之位置資訊，亦即檢測標線片載台 RST 在測定光 BM_1、BM_2 之照射點的 X 位置資訊。

標線片 Y 干涉儀 16y 所使用的光源，與標線片 X 干涉儀 16x 相同，係使用有季曼效果之雙頻雷射的邁克生型外差式雷射干涉儀。該標線片 Y 干涉儀 16y，係以固定在鏡筒(用以構成投影單元 PU)40 的側面之固定鏡 14(參照圖 1)作為基準，以例如 0.5～1 nm 左右的解析能力，持續的透過固定在標線片載台 RST 之移動鏡(平面鏡或後向反射鏡等)15 來檢測標線片載台 RST 的 Y 位置。此外，標線片 Y 干涉儀 16y 的至少一部分(例如，光源除外之光學單元)固定在例如標線片底座 36。

來自標線片 X 干涉儀 16x 之 X 位置雙軸資訊、以及來自標線片 Y 干涉儀 16y 之 Y 位置資訊，被送至主控制裝置 20(參照圖 6)。

此外，上述之標線片干涉儀系統所具備之 X 干涉儀 16x 中，雖包含感測器讀頭 19A 與設置在標線片載台 RST 之光學系統單元 19B，但 X 干涉儀 16x 的構成方式並不侷限於此，例如亦能將其配置成與光學系統單元 19B 及平面鏡 21 相反之方式，亦即，亦可由配置在標線片底座 36 之光學系

統單元 19B，來將測定光照射於在標線片載台 RST 側面延 Y 軸方向形成之反射面(相當於平面鏡 21)。再者，感測器讀頭 19A 雖然係設置在標線片底座 36，但亦能將其至少一部分設置在有別於主體 BD 之另一框架構件。又，在本實施形態中，標線片干涉儀系統之干涉儀用反射面，係使用固定在標線片載台 RST 端部之前述的移動鏡 15 等，但亦能取代於此，例如在標線片載台 RST 的端面(側面)施以鏡面加工，而使用所取得之反射面亦可。再者，在本實施形態中，Y 干涉儀 16y 有 1 條測距軸、X 干涉儀 16x 有 2 條測距軸，然而，亦可使測距軸的條數與其 X 軸方向及 Y 軸方向相反，或是各具有 2 條以上。特別是後者之情形，亦能以 Y 干涉儀 16y 來測量標線片載台 RST 在 θx 方向之旋轉資訊(縱搖：pitching)，並以 X 干涉儀 16x 來測量標線片載台 RST 在 θy 方向之旋轉資訊(橫搖：rolling)。

在本實施形態的曝光裝置 100 中，標線片干涉儀系統 16x、16y 的測量值，如後述，僅是用於編碼器 $26A_1$、$26B_1$、$26C_1$ 等之測量值的校正(Calibration)之際，在曝光動作時之標線片載台 RST 的位置，係根據標線片側的編碼器之測量值來控制。特別是，在掃描曝光中的標線片載台 RST 的位置，係由主控制裝置 20 根據編碼器 $26A_1$、$26B_1$、$26C_1$ 的測量值來管理。因此，由圖 2 亦能輕易想像得知，在曝光動作之際，必須要進行編碼器之切換(測量值的承接)以用於標線片載台 RST 的位置控制，關於此點且容待後述。

在標線片載台 RST 的上方，在 X 軸方向相隔既定之距

離，設有一對以使用曝光波長的光之 TTR(Through The Reticle)方式之對準系統所構成之標線片對準系統 13A、13B(在圖 1 並未圖示，參照圖 6)，以透過投影光學系統 PL 來同時檢測晶圓載台 WST 上之一對基準標記、與對應於此之標線片上的一對對準標記。上述一對之標線片對準系統 13A、13B，可使用例如日本特開平 7－176468 號公報(對應美國專利第 5,646,413 號說明書)等所揭示之構成。

投影單元 PU，位在標線片載台 RST 的(圖 1)下方，由主體 BD 的一部分所保持。該主體 BD 中具備：第 1 柱架 32，其係被裝設於無塵室的地面 F 上所設置的框架鑄體(frame caster)FC 上；以及第 2 柱架 34，其係被固定於該第 1 柱架 32 之上。

框架鑄體 FC 中具備有，水平置放於地面 F 上之底面平板 BS，以及固定在該底面平板 BS 上之複數根(例如 3 根或 4 根，但在圖 1 中省略了位居紙面深側者)的腳部 39。

第 1 柱架 32 具有鏡筒固定座(main frame)38，其係透過被個別固定在腳部 39(用來構成上述框架鑄體 FC 之腳部 39)上端之複數個(例如 3 個或 4 個)第 1 防振機構 58，而以大致水平之狀態被保持著。

在鏡筒固定座 38 的大致中央部位形成有未圖示之圓形開口，投影單元 PU 係由上方插入該圓形開口內；投影單元 PU 係透過設在其外周部之凸緣 FLG 而被鏡筒固定座 38 所保持。在鏡筒固定座 38 的上面，於外繞投影單元 PU 的位置，固定有複數根(例如 3 根)之腳部 41(但在圖 1 中省略了

位居紙面深側者)的一端(下端)。上述腳部 41 的另一端(上端)之面，各位在大致同一水平面上，上述標線片底座 36 係被固定在上述腳部 41。如上所述，藉由複數根腳部 41 而將標線片底座 36 保持成水平狀態。亦即，藉由標線片底座 36、與支撐標線片底座 36 之複數根腳部 41 來構成第 2 柱架 34。在標線片底座 36 的中央部位形成有作為照明光 IL 的通路之開口 36a。

投影單元 PU 包含：設有該凸緣 FLG 之圓筒狀的鏡筒 40；以及由該鏡筒 40 所保持之複數個光學元件所構成的投影光學系統 PL。在本實施形態中，雖然將投影單元 PU 裝載於鏡筒固定座 38 上，但亦可如國際公開第 2006／038952 號小冊子所揭示般，將投影單元 PU 懸吊支撐於配置在投影單元 PU 上方之未圖示主體框架構件或標線片底座 36 等。

投影光學系統 PL 係使用折射光學系統，其構成中所包含之複數片透鏡(透鏡元件)例如係沿與 Z 軸方向平行之光軸 AX 而排列。該投影光學系統 PL，例如係兩側遠心且具有既定投影倍率(例如 1／4 倍、1／5 倍、或 1／8 倍等)。藉此，當以來自照明系統 10 之照明光 IL 來照明照明區域 IAR 時，藉由通過投影光學系統 PL 之第 1 面(物體面)與其圖案面大致配置成一致之標線片(R1 或 R2)的照明光 IL，使該照明區域 IAR 內之標線片 R 的電路圖案縮小像(電路圖案之一部分縮小像)透過投影光學系統 PL(投影單元 PU)形成於區域(曝光區域)；該區域係與配置於其第 2 面(像面)側、表面塗布有光阻(感光劑)之晶圓 W 上的前述照明區域 IAR

共軛。又，藉著標線片載台 RST 與晶圓載台 WST 的同步驅動，使標線片相對照明區域 IAR(照明光 IL)而移動於掃描方向(Y 軸方向)，且使晶圓 W 相對曝光區域(照明光 IL)而移動於掃描方向(Y 軸方向)，藉此而進行晶圓 W 上的 1 個照射區域(區劃區域)之掃描曝光，以將標線片的圖案轉印至該照射區域。亦即，本實施形態中，係藉由照明系統 10、標線片、及投影光學系統 PL，而在晶圓 W 上產生圖案，藉著照明光 IL 對晶圓 W 上的感應層(光阻層)之曝光而在晶圓 W 上形成該圖案。

晶圓載台裝置 12 具備：載台底面 71，其係藉由配置在底面平板 BS 上之複數個(例如 3 個或 4 個)第 2 防振機構(未圖示)，而以大致成水平之狀態被支撐著；配置在該載台底面 71 上之晶圓載台 WST；以及用以驅動該晶圓載台 WST 之晶圓載台驅動系統 27 等。

載台底面 71，係由亦稱為固定座之板狀構件所構成，其上面被修整成具有極高的平坦度，成為晶圓載台 WST 在移動之際的引導面。

晶圓載台 WST 具有本體部與其上部之台部，可藉由包含例如線性馬達或音圈馬達等之晶圓載台驅動系統 27，將其驅動於 X 軸方向、Y 軸方向、Z 軸方向、θx 方向、θy 方向、及θz 方向之 6 個自由度方向。

此外，晶圓載台 WST 所能採用之構造方式尚可舉例為，使其具備：可藉由線性馬達等而至少驅動於 X 軸方向、Y 軸方向、及θz 方向之晶圓載台本體；以及，位在該晶圓

載台本體上，可由音圈馬達等而使其至少能於 Z 軸方向、θx 方向、及 θy 方向進行微幅驅動之晶圓台。

在上述晶圓載台 WST 上(更正確而言係上述台部上)，透過未圖示之晶圓保持具而裝載晶圓 W；晶圓 W 係透過例如真空吸附(或靜電吸附)等方式而被固定於晶圓保持具。

又，晶圓載台 WST 在 XY 平面(移動面)內之位置資訊，可由包含圖 1 所示之讀頭單元 46B、46C、46D 及移動標尺 44B、44C、44D 等之編碼器系統，與晶圓雷射干涉儀系統(以下稱為「晶圓干涉儀系統」)18 來分別測量。以下，針對晶圓載台 WST 使用之編碼器系統及晶圓干涉儀系統 18 之構成等予以詳述。

在晶圓載台 WST 的上面，如圖 3 所示，以外繞晶圓 W 之方式而固定有 4 個移動標尺 44A～44D。更詳細而言，移動標尺 44A～44D 係由同一材料(例如陶瓷或低熱膨脹的玻璃等)而構成，在其表面形成有以長邊方向為周期方向之反射型繞射光柵。該繞射光柵，係以例如 4μm～138nm 間之間距來形成，在本實施形態採用 1μm 之間距。再者，在圖 3 中為了圖示之便利起見，而將格子間距圖示的較實際要大的多。此點在其他圖亦是相同。

移動標尺 44A 及 44C，長邊方向與圖 3 中的 Y 軸方向一致，相對通過晶圓載台 WST(移動鏡 17X、17Y 不予考慮)的中心之平行於 Y 軸方向的中心線配置成對稱，形成於移動標尺 44A、44C 之各繞射光柵，亦相對該中心線配置成對稱。此等移動標尺 44A、44C，由於其繞射光柵係周期的排

列於Y軸方向，因此用來測量晶圓載台WST在Y軸方向的位置。

又，移動標尺44B及44D，長邊方向與圖3中的X軸方向一致，相對通過晶圓載台WST(移動鏡17X、17Y不予考慮)的中心之平行於X軸方向的中心線配置成對稱，形成於移動標尺44B、44D之各繞射光柵，亦相對該中心線配置成對稱。此等移動標尺44B、44D，由於其繞射光柵係周期性的排列於X軸方向，因此用來測量晶圓載台WST在X軸方向的位置。

再者，圖1中的晶圓W，係呈現由移動標尺44C的上方外露之狀態，但此係為圖方便之權宜作法，實際上，移動標尺44A～44D的上面與晶圓W的上面大致等高，或是位在其上方。

另一方面，由圖1及圖3所示可以了解，以從四方圍繞投影單元PU最下端部周圍之狀態，與各自對應之移動標尺44A～44D交叉配置有4個編碼器單元(以下簡稱為「讀頭單元」)46A～46D。此等讀頭單元46A～46D，實際上係透過支撐構件而以懸吊支撐之狀態固定於鏡筒固定座38，但在圖1中為避免圖面過於複雜而省略其圖示。

讀頭單元46A、46C，係於投影單元PU的－X側、＋X側，以與對應之移動標尺44A、44C之長邊方向(圖3之Y軸方向)正交之X軸方向為長邊方向、且相對投影光學系統PL的光軸AX配置成對稱。又，讀頭單元46B、46D，係於投影單元PU的＋Y側、－Y側，以與對應之移動標尺44B、

44D之長邊方向(圖3之X軸方向)正交之Y軸方向為長邊方向、且相對投影光學系統PL的光軸AX配置成對稱。

各讀頭單元46A～46D可為例如單一之讀頭，或具有複數個在排列時幾乎沒留下空隙之讀頭，在本實施形態中，例如以圖3中的讀頭46C為代表而揭示者，具有沿其長邊方向以既定間隔而配置之複數個例如11個讀頭48a～48k。此外，在讀頭單元46A～46D各自配置複數個讀頭時，其間之配置間隔，須使相鄰的2個讀頭不會離開其所對應之移動標尺(繞射光柵)，換言之，係以較繞射光柵在與移動標尺長邊方向(繞射光柵的排列方向)之寬度小的間隔來配置複數個讀頭。

讀頭單元46A，係與移動標尺44A一起構成用來測量晶圓載台WST的Y位置之具備多眼(讀頭48a～48k，更正確而言係11眼)的Y線性編碼器50A(參照圖6)。又，讀頭單元46B，係與移動標尺44B一起構成用來測量晶圓載台WST的X位置之11眼的X線性編碼器50B(參照圖6)。又，讀頭單元46C，係與移動標尺44C一起構成用來測量晶圓載台WST的Y位置之11眼的Y線性編碼器50C(參照圖6)。又，讀頭單元46D，係與移動標尺44D一起構成用來測量晶圓載台WST的X位置之11眼的X線性編碼器50D(參照圖6)。編碼器50A～50D之測量值被供應至主控制裝置20。此外，本實施形態中之4個讀頭單元46A～46D係懸吊支撐於鏡筒固定座38，但若圖1的曝光裝置100的構成係如前所述，將投影單元PU懸吊支撐於主框架構件或標線片底座

36時，則亦能將讀頭單元46A～46D與投影單元PU成為一體來懸吊支撐，或亦能以獨立於投影單元PU之方式，將4個讀頭單元46A～46D設置於主框架構件，或將此等設置於懸吊支撐於標線片底座36之測量用框架。

又，晶圓載台WST的位置資訊，如圖1所示般，係由晶圓干涉儀系統18將測定光照射至固定於晶圓載台WST之移動鏡17、43，而能持續以例如0.5～1 nm左右的解析度來檢測之。晶圓干涉儀系統18的至少一部分(例如，光源除外之光學單元)，係以懸吊支撐於鏡筒固定座38之狀態而被固定。此外，亦可使晶圓干涉儀系統18的至少一部分與投影單元PU成為一體來懸吊支撐；或亦可設置在上述之測量用框架。

此處，晶圓載台WST上，如圖3所示般，實際上雖設有具備與掃描方向(Y軸方向)正交之反射面的Y移動鏡17Y、以及具備與非掃描方向(X軸方向)正交之反射面的X移動鏡17X，但在圖1之中，僅以移動鏡17作為代表。

上述之晶圓干涉儀系統18，如圖3所示，包含晶圓Y干涉儀18Y、2個晶圓X干涉儀$18X_1$及X_2、以及2個Z干涉儀$18Z_1$及Z_2，而有5個干涉儀。上述5個干涉儀18Y、$18X_1$、$18X_2$、$18Z_1$、$18Z_2$，係利用有季曼效果之雙頻雷射之邁克生型的外差式雷射干涉儀。其中的晶圓Y干涉儀18Y，如圖3所示，係使用具有複數個測距軸之多軸干涉儀，該複數個測距軸包含的2個測距軸，係相對通過投影光學系統PL的光軸AX(上述曝光區域的中心)及對準系統ALG的

檢測中心之Y軸的平行軸(中心軸)成對稱。

晶圓X干涉儀$18X_1$，係沿著通過投影光學系統PL的光軸AX之平行於X軸的測距軸，將測定光照射至移動鏡17X。由該晶圓X干涉儀$18X_1$來測量移動鏡17X之反射面的位置資訊(以固定在投影單元PU的鏡筒40側面之X固定鏡的反射面為基準)，以作為晶圓載台WST的X位置。

晶圓X干涉儀$18X_2$，係沿著通過對準系統ALG的檢測中心之平行於X軸的測距軸，將測定光照射在移動鏡17X，以測量移動鏡17X之反射面的位置資訊(以固定在對準系統ALG側面之固定鏡的反射面為基準)，以作為晶圓載台WST的X位置。

又，在晶圓載台WST的本體部的＋Y側之側面，如圖1及圖4所示般，透過未圖示之動態式支撐機構安裝有以X軸方向作為長邊方向之移動鏡43。

在移動鏡43的對向處，設有一對用以將測定光照射至該移動鏡43、構成干涉儀系統18一部分的Z干涉儀$18Z_1$、Z_2(參照圖3及圖4)。更詳細而言，由圖3及圖4可以了解，移動鏡43在X軸方向的長度較移動鏡17Y為長，係由具有如將長方形與等腰梯形予以一體化之六角形截面形狀的構件構成。對該移動鏡43的＋Y側之面施以鏡面加工，形成了如圖4所示之3個反射面43b、43a、43c。

反射面43a，構成移動鏡43的＋Y側之端面，係與XZ平面平行並且朝X軸方向延伸。反射面43b，構成與反射面43a的＋Z側相鄰之面，其平行於一傾斜面(即圖4中，在順

時針方向相對 XZ 平面以既定角度傾斜之面)且朝 X 軸方向延伸。反射面 43c，構成與反射面 43a 的－Z 側相鄰之面，且隔著反射面 43a 設置成與反射面 43b 成對稱。

該 Z 干涉儀 $18Z_1$、$18Z_2$，由圖 3 及圖 4 可以了解，距 Y 干涉儀 18Y 之 X 軸方向的一側與另一側隔著大致相等之距離，且配置在較 Y 干涉儀 18Y 稍低之處。

Z 干涉儀 $18Z_1$、$18Z_2$，如圖 3 及圖 4 所示般，係沿著 Y 軸方向分別將測定光 B1、B2 投射至反射面 43b、43c。在本實施形態，具有各自延伸設置於 X 軸方向之固定鏡 47A 及固定鏡 47B；該固定鏡 47A 具有能使由反射面 43b 所反射的測定光 B1 大致垂直射入的反射面；該固定鏡 47B 具有能使由反射面 43c 所反射的測定光 B2 大致垂直射入的反射面。

固定鏡 47A、47B，例如係由設置在鏡筒固定座 38 之同一支撐體(未圖示)所支撐。此外，固定鏡 47A、47B 亦可由上述之測量用框架等來支撐。

該 Y 干涉儀 18Y，如圖 3 所示般，係沿著 Y 軸方向之測距軸(該測距軸，係由通過投影光學系統 PL 的投影中心(光軸 AX，參照圖 1)之平行於 Y 軸的直線算起，在－X 側和＋X 側各離開同一距離之處)將測定光 $B4_1$、$B4_2$ 投射至移動鏡 17Y，然後接收其等之反射光，藉此能以固定在投影單元 PU 的鏡筒 40 側面之 Y 固定鏡的反射面為基準，檢測出晶圓載台 WST 在測定光 $B4_1$、$B4_2$ 的照射點之 Y 軸方向的位置資訊。此外，圖 4 中，測定光 $B4_1$、$B4_2$ 係代表性的以

測定光 B4 來圖示。

又，Y 干涉儀 18Y 將一沿著 Y 軸方向的測距軸之測定光 B3 投射至固定鏡 43 的反射面 43a(該測定光 B3 於俯視時係位在測定光 $B4_1$、$B4_2$ 的大致中央，於側視時係位在測定光 $B4_1$、$B4_2$ 的－Z 側)，然後接收反射面 43a 所反射的測定光 B3，藉以檢測出移動鏡 43 的反射面 43a(亦即晶圓載台 WST)在 Y 軸方向的位置資訊。

主控制裝置 20 根據與 Y 干涉儀 18Y 的測定光 $B4_1$、$B4_2$ 對應之測距軸的測量值之平均值，算出移動鏡 17Y、亦即晶圓台 WTB(晶圓載台 WST)的 Y 位置。又，主控制裝置 20 根據移動鏡 17Y 及移動鏡 43 的反射面 43a 之 Y 位置，來算出晶圓載台 WST 在 θx 方向之位移(縱搖量)。

又，Z 干涉儀 $18Z_1$、$18Z_2$ 所投射之測定光 B1、B2，分別以既定之入射角($\theta/2$)射入移動鏡 43 的反射面 43b、43c，並由反射面 43b、43c 所反射而垂直的射入固定鏡 47A、47B 的反射面。又，由固定鏡 47A、47B 所反射之測定光 B1、B2，再度於反射面 43b、43c 各自反射，然後由 Z 干涉儀 $18Z_1$、$18Z_2$ 來接收。

此處，若是將晶圓載台 WST(亦即移動鏡 43)在 Y 軸方向的位移(移動量)設為 ΔYo，在 Z 軸方向的位移(移動量)設為 ΔZo，則由 Z 干涉儀 $18Z_1$、$18Z_2$ 所接收之測定光 B1 的光路長變化 $\Delta L1$ 及測定光 B2 之光路長變化 $\Delta L2$，可各自由下式(1)、式(2)來表示。

$$\Delta L1 \fallingdotseq \Delta Yo \times \cos\theta - \Delta Zo \times \sin\theta \cdots\cdots (1)$$

$$\Delta L2 \fallingdotseq \Delta Yo \times \cos\theta - \Delta Zo \times \sin\theta \cdots\cdots(2)$$

因此，根據式(1)、式(2)，可由下述之式(3)、式(4)來求出ΔZo及ΔYo。

$$\Delta Zo = (\Delta L2 - \Delta L1) / 2\sin\theta \cdots\cdots(3)$$

$$\Delta Yo = (\Delta L1 + \Delta L2) / 2\cos\theta \cdots\cdots(4)$$

上述之位移ΔZo、ΔYo，係各由Z干涉儀$18Z_1$、$18Z_2$來求出。因此，若將Z干涉儀$18Z_1$所求出之位移設為ΔZoR、ΔYoR，將Z干涉儀$18Z_2$所求出之位移設為ΔZoL、ΔYoL，並將測定光B1、B2在X軸方向的距離(間隔)設為D(參照圖3)時，則可根據下述之式(5)、式(6)，來求出移動鏡43(亦即晶圓載台WST)在θz方向的位移(偏搖量)$\Delta\theta z$、及移動鏡43(亦即晶圓載台WST)在θy方向的位移(橫搖量)$\Delta\theta y$。

$$\Delta\theta z = (\Delta YoR - \Delta YoL) / D \cdots\cdots(5)$$

$$\Delta\theta y = (\Delta ZoL - \Delta ZoR) / D \cdots\cdots(6)$$

因此，主控制裝置20藉由上述式(1)至式(6)的使用，可根據Z干涉儀$18Z_1$、$18Z_2$的測量結果，來算出晶圓載台WST在4個自由度之位移ΔZo、ΔYo、$\Delta\theta z$、$\Delta\theta y$。

又，如上述，主控制裝置20可根據Y干涉儀18Y的測量結果，求出晶圓載台WST在Y軸方向的位移ΔY、及晶圓載台WST在θx方向的位移(偏搖量)$\Delta\theta x$。

此外，在圖1中，對於X干涉儀$18X_1$、$18X_2$、干涉儀18Y、及Z干涉儀$18Z_1$、$18Z_2$，係代表性的以晶圓干涉儀系統18來表示；對於用來測量X軸方向位置之固定鏡與用來

測量Y軸方向位置之固定鏡，係代表性的以固定鏡57來表示。又，對於對準系統ALG及固定於此之固定鏡，在圖1中則是予以省略。

在本實施形態中，晶圓X干涉儀$18X_1$與晶圓干涉儀18Y的用途，係對於晶圓在曝光動作時所用的編碼器系統施以校正，且晶圓X干涉儀$18X_2$與晶圓Y干涉儀18Y，係用於對準系統ALG之標記檢測時。又，晶圓Y干涉儀18Y，除了用來測量晶圓載台WST的Y位置外，亦能測量θx方向之旋轉資訊(縱搖)。此外，在本實施形態中，上述晶圓干涉儀系統18的X干涉儀$18X_1$、$18X_2$及Y干涉儀18Y之測定光之反射面，雖係使用固定在晶圓載台WST之移動鏡17X、17Y，但並不侷限於此，例如亦可對晶圓載台WST的端面(側面)施以鏡面加工而形成反射面(相當於移動鏡17X、17Y的反射面)。

晶圓Y干涉儀18Y、晶圓X干涉儀$18X_1$及$18X_2$、及Z干涉儀$18Z_1$和$18Z_2$之測量值被供應至主控制裝置20。

又，在晶圓載台WST上設有未圖示之基準標記板，其以表面與晶圓W等高之狀態而被固定。在該基準標記板的表面，形成至少一對用來進行標線片對準之第1基準標記、以及與此等第1基準標記為既定之位置關係的對準系統ALG基線測量用第2基準標記。

本實施形態的曝光裝置100，儘管在圖1中已予省略，但其設有由照射系統42a與受光系統42b(參照圖6)構成之斜入射方式之多焦點位置檢測系統，其與例如日本特開平6

－283403 號公報(對應美國專利第 5,448,332 號說明書)等所揭示者相同。

又，曝光裝置 100 中，在投影單元 PU 的附近，設有上述之對準系統 ALG(在圖 1 中並未圖示)。該對準系統 ALG，例如係影像處理方式之對準感測器、即 FIA(Field Image Alignment)系統。該種離軸方式之對準系統 ALG，係將以指標中心作為基準之標記之位置資訊供應至主控制裝置 20。主控制裝置 20 乃根據所供應之資訊、與晶圓干涉儀系統 18 之干涉儀 18Y、$18X_2$ 之測量值，來測量檢測對象的標記之位置資訊，具體而言，係對於基準標記板上之第 2 基準標記、或晶圓上之對準標記，測量其等在干涉儀 18Y、$18X_2$ 所規定的座標系統(對準座標系統)上之位置資訊。

接著，針對於編碼器 50A～50D 的構成等，使用圖 5 所示之擴大後的編碼器 50C 作為代表而予說明。圖 5 中係係顯示將檢測光照射至移動標尺 44C 之讀頭單元 46C 的讀頭 48a～48k(圖 3)之一個來作為讀頭 48y。

讀頭 48y 的構成中，主要可分成照射系統 64a、光學系統 64b、及受光系統 64c 之 3 大部分。

照射系統 64a 包含：光源，例如半導體雷射 LD，用以將雷射光 LB 射至相對 Y 軸及 Z 軸之 45°方向；及透鏡 L1，其係配置於由該半導體雷射 LD 所射出之雷射光 LB 的光路上。

光學系統 64b，包含其分離面與 XZ 平面平行之偏光分光器 PBS，一對反射鏡 R1a, R1b，透鏡 L2a, L2b，四分之

一波長板(以下記述為λ/4板)WP1a, WP1b，以及反射鏡 R2a, R2b 等。

受光系統 64c 包含偏光元件(檢光元件)及光檢測器等。

該 Y 編碼器 50C 中，從半導體雷射 LD 射出之雷射光束 LB 係透過透鏡 L1 射入偏光分光器 PBS，使其偏光被分離成兩個光束 LB_1, LB_2。透射過偏光分光器 PBS 之光束 LB_1，透過反射鏡 R1a 到達形成於移動標尺 44 之反射型繞射光柵 RG，在偏光分光器 PBS 反射之光束 LB_2 則透過反射鏡 R1b 到達反射型繞射光柵 RG。此外，此處之「偏光分離」，係指將入射光束分離成 P 偏光成分與 S 偏光成分。

藉由光束 LB_1, LB_2 之照射而從繞射光柵 RG 產生之既定次數的繞射光束、例如一次繞射光束，係在透過透鏡 L2b, L2a 而被λ/4 板 WP1a, WP1b 轉換成圓偏光後，在反射鏡 R2a, R2b 反射而再度通過λ/4 板 WP1a, WP1b，沿與返路相同光路之相反方向到達偏光分光器 PBS。

到達偏光分光器 PBS 之兩個光束，其各自之偏光方向相對原本之方向被旋轉了 90 度。因此，先透射過偏光分光器 PBS 之光束 LB_1 的一次繞射光束，係在偏光分光器 PBS 反射而射入受光系統 64c，先在偏光分光器 PBS 反射之光束 LB_2 的一次繞射光束，則透射過偏光分光器 PBS 後與光束 LB_1 合成為同軸而射入受光系統 64c。

接著，上述兩個一次繞射光束，係在受光系統 64c 內部被檢光元件整合其偏光方向，而彼此干涉成為干涉光，該干涉光被光檢測器檢測，並轉換成與干涉光強度對應之電

氣訊號。

從上述說明可知，編碼器 50C 中，由於彼此干涉之兩個光束之光路長極短且大致相等，因此幾乎可忽視空氣晃動之影響。又，當移動標尺 44C(亦即晶圓載台 WST)移動於測量方向(此時為 Y 軸方向)時，兩個光束各自之相位即變化使干涉光之強度變化。該干涉光之強度變化被受光系統 64c 檢測出，與該強度變化相對應之位置資訊即作為編碼器 50C 的測量值輸出。其他之編碼器 50A, 50B, 50D 亦與編碼器 50A 為相同構成。又，上述標線片載台所使用的 9 個編碼器 $26A_1$～$26C_3$，亦是使用與編碼器 50C 相同構成之繞射干涉方式。各編碼器的解析度，例如為 0.1 nm。

圖 6 所示之方塊圖，係本實施形態之曝光裝置 100 中與載台控制有關之控制系統，但已省略其中一部分。該圖 6 之控制系統，包含由 CPU(中央運算處理裝置)、ROM(唯讀記憶體)、RAM(隨機存取記憶體)等所構成之微電腦(或工作站)，其構成中心係主控制裝置 20，以供統籌控制裝置整體。

具有上述構成之曝光裝置 100，在進行例如日本特開昭 61－44429 號公報及對應之美國專利第 4,780,617 號等所揭示之 EGA(Enhanced global alignment：加強型全區域對準)方式等的晶圓對準動作時，時，如上述，係根據晶圓干涉儀系統 18 的測量值，藉主控制裝置 20 來管理晶圓載台 WST 的位置；在晶圓對準動作以外，例如曝光動作等狀況時，則是根據編碼器 50A～50D 的測量值，由主控制裝置 20 來管理晶圓載台 WST 的位置。此外，在晶圓對準動作時，亦

能根據編碼器 50A～50D 的測量值來管理晶圓載台 WST 的位置。又，在根據編碼器 50A～50D 的測量值來管理晶圓載台 WST 的位置石，亦可併用晶圓干涉儀系統 18 之至少 1 個測量值(例如 Z 軸、θx、及 θy 方向之位置資訊)。

因此，本實施形態中，在晶圓對準動作終止後直到曝光開始前的期間，須進行位置測量系統的切換動作，以將用於晶圓載台位置測量之位置測量系統，從晶圓干涉儀系統 18(亦即晶圓 Y 干涉儀 18Y 及晶圓 X 干涉儀 $18X_2$)切換成編碼器 50A～50D。

以下，簡單說明該位置測量系統的切換動作。

在結束晶圓對準的時點，例如圖 7 所示，晶圓載台 WST 的位置係由主控制裝置 20 根據干涉儀 18Y、$18X_2$、$18Z_1$、$18Z_2$ 之測量值來管理。因此，在結束晶圓對準後，主控制裝置 20 即根據此等干涉儀 18Y、$18X_2$、$18Z_1$、$18Z_2$ 之測量值，透過晶圓載台驅動系統 27 將晶圓載台 WST 驅動於＋Y 方向。

接著，如圖 8 所示，當晶圓載台 WST 已到達可使來自干涉儀 $18X_2$ 之測定光、與來自干涉儀 $18X_1$ 之測定光同時照射至移動鏡 17X 之位置時，主控制裝置 20 即根據干涉儀 18Y 的測量值來調整晶圓載台 WST 的姿勢，而使晶圓載台 WST 的 θz 旋轉誤差(偏搖誤差)及(θx 旋轉誤差(縱搖誤差))成為零，之後則將干涉儀 $18X_1$ 的測量值預設成與此時干涉儀 $18X_2$ 的測量值相同。此外，晶圓載台 WST 的 θz 旋轉誤差，亦可根據 Z 干涉儀 $18Z_1$、$18Z_2$ 之測量值來調整。

在上述之預設之後，主控制裝置 20 使晶圓載台 WST 在該位置停止既定時間，直到所停止之既定時間，已足以藉由平均化效果而對於干涉儀 $18X_1$、18Y 的測量值中受空氣晃動(空氣的溫度擺盪)的短期變動處理至得以忽視的程度，在該停止時間中所取得之干涉儀 $18X_1$ 之測量值的加算平均值(停止時間中的平均值)，被作為 X 線性編碼器 50B、50D 所承接的測量值。並且，主控制裝置亦將在該停止時間中所取得之干涉儀 18Y 的複數軸的各測量值之加算平均值(停止時間中的平均值)的平均值，作為 Y 線性編碼器 50A、50C 所承接的測量值。藉此，結束 X 線性編碼器 50B、50D 及 Y 線性編碼器 50A、50C 的初始設定，亦即結束位置測量系統的切換動作。之後，主控制裝置 20 係根據編碼器 50A～50D 的測量值來管理晶圓載台 WST 的位置。

接著所說明者，係曝光時之標線片載台 RST 的掃描動作，其中包含標線片載台用之編碼器系統中的編碼器切換(測量值的承接)動作。

例如，使晶圓 W 朝＋Y 方向移動、並使標線片 R1 朝－Y 方向移動以進行掃描曝光(此處係著眼於晶圓 W 的移動方向而稱為正向掃描曝光)時，以圖 9 所示之加速開始位置起點開始標線片載台 RST 往－Y 方向之加速。在該加速開始位置，標線片載台 RST 的位置係由主控制裝置 20 以編碼器 $26A_2$、$26B_2$ 及 $26C_2$ 來測量。

接著，在結束標線片載台 RST 朝－Y 方向之加速之加速終止時點，舉圖 10 為其一例，係使標線片 R1 的－Y 端

與照明區域 IAR 的＋Y 端大致一致。在此之前，讀頭 $26A_1$、$26B_1$、$26C_1$ 各與移動標尺 24A、24B、28 成為對向。亦即，不僅編碼器 $26A_2$、$26B_2$、及 $26C_2$，亦能由編碼器 $26A_1$、$26B_1$、$26C_1$ 來測量標線片載台 RST 的位置。

因此，從編碼器 $26A_1$、$26B_1$、$26C_1$ 已能測量標線片載台 RST 的位置之時點起算，直至結束加速的時點，主控制裝置 20 係將此期間編碼器 $26A_2$、$26B_2$、$26C_2$ 的測量值(將既定之原點視為零時之計算值(標尺的讀取值))直接作為編碼器 $26A_1$、$26B_1$、$26C_1$ 所承接之測量值。其後，主控制裝置 20 遂使用編碼器 $26A_1$、$26B_1$、及 $26C_1$ 來管理標線片載台 RST 的位置。

又，從圖 10 之時點開始標線片載台 RST 的等速移動，直到經過既定之整定時間，當標線片 R1 的圖案區域到達照明區域 IAR 時即開始進行曝光(參照圖 16)。接著，在經過既定時間後，結束曝光進行(參照圖 17)，並開始標線片載台 RST 的減速，而在圖 11 所示的位置停止。又，亦可在曝光結束的大致同時開始標線片載台 RST 的減速。

由圖 10 及圖 11 可以了解，從曝光即將開始之前(亦即，係用於標線片載台 RST 的位置控制之編碼器的切換時點)起經過掃描曝光期間而直至結束減速為止的期間，標線片載台 RST 的位置，係由主控制裝置 20 根據編碼器 $26A_1$、$26B_1$、$26C_1$ 的測量值來管理。

另一方面，使晶圓 W 朝－Y 方向移動、並使標線片 R1 朝＋Y 方向移動而進行掃描曝光(負向掃描曝光)時，與上述

之正向掃描曝光相反，係從圖 11 之狀態開始使標線片載台 RST 朝＋Y 方向加速，在圖 10 所示之曝光終止後一刻之時點，進行編碼器的切換(測量值的承接)；在減速期間中的標線片載台 RST 的位置，係由主控制裝置 20 根據編碼器 $26A_2$、$26B_2$、$26C_2$ 的測量值來管理。

此處，圖 9、圖 10、圖 11 等，雖顯示除了編碼器之外亦以干涉儀 16x、16y 來測量標線片載台 RST 的位置，但以干涉儀進行之標線片載台 RST 的位置測量當然並不一定要進行。本實施形態中，有關掃描曝光中所取得之編碼器及干涉儀 16x、16y 之測量結果的利用方法，留待後述。

此外，雖省略詳細說明，但使用標線片 R2 之正向掃描曝光及負向掃描曝光，係使用編碼器 $26A_1$、$26B_1$、$26C_1$ 與編碼器 $26A_3$、$26B_3$、$26C_3$。此時，亦進行與前述同樣之編碼器的切換(測量值的承接)，至少在掃描曝光的期間，標線片載台 RST 的位置，係由主控制裝置 20 根據編碼器 $26A_1$、$26B_1$、$26C_1$ 的測量值來管理。又，主控制裝置 20 不僅根據編碼器的測量值來管理標線片載台 RST 的 X、Y 位置，亦管理其在 θz 方向的位置(偏搖量)。

在本實施形態的曝光裝置 100 中，與一般的掃描步進機相同，係使用標線片對準系統 13A、13B(圖 6)、晶圓載台 WST 上的基準標記板及對準系統 ALG 等，來進行標線片對準(包含使標線片座標系統與晶圓座標系統成對應)、及對準系統 ALG 的基線測量等一連串作業。在上述一連串作業中，標線片載台 RST、晶圓載台 WST 的位置控制，係根據

干涉儀 16y 及 16x、與干涉儀 $18X_1$、$18X_2$、18Y、$18Z_1$、$18Z_2$的測量值來進行。此外，在進行標線片對準、或基線測量等時，亦可僅根據上述編碼器的測量值、或根據干涉儀與編碼器雙方之測量值，來進行標線片載台 RST、晶圓載台 WST 的位置控制。

接著，主控制裝置 20 以未圖示之晶圓載具(搬送裝置)來進行晶圓載台 WST 上的晶圓更換(當晶圓載台 WST 上並無晶圓時，係進行晶圓之裝載)，以對準系統 ALG 對該晶圓施以例如 EGA 方式之晶圓對準作業。藉由該晶圓對準作業而能求出，晶圓在上述對準座標系統上之複數個照射區域的排列座標。

之後，藉由主控制裝置 20 進行上述位置測量系統的切換之後，根據先予測量之基線量及編碼器 50A～50D 的測量值，來管理晶圓載台 WST 的位置，且根據上述編碼器 $26A_1$、$26B_1$、$26C_1$的測量值來管理標線片載台 RST 的位置，且以相同於一般的步進掃描機之順序，進行步進掃描方式之曝光，而將標線片(R1 或 R2)的圖案分別轉印至晶圓上之複數個照射區域。

圖 12(A)係表示，當晶圓 W 的中央附近位在投影單元 PU 的正下方位置時之晶圓載台 WST 的狀態；圖 12(B)係表示，當晶圓 W 的中心與外周的中間附近位在投影單元 PU 的正下方位置時之晶圓載台 WST 的狀態。又，圖 13(A)係表示，晶圓 W 的＋Y 側邊緣附近位在投影單元 PU 的正下方位置時之晶圓載台 WST 的狀態；圖 13(B)係表示，當晶

圓 W 中相對於 X 軸及 Y 軸位在 45°方向(從其中心觀之)的邊緣附近位在投影單元 PU 的正下方位置時，晶圓載台 WST 的狀態。又，圖 14 係表示，當晶圓 W 的＋X 側邊緣附近位在投影單元 PU 的正下方位置時，晶圓載台 WST 的狀態。由圖 12(A)～圖 14 可以了解，無論是其中的任一圖，於讀頭單元 46A～46D 各自具有的 11 個讀頭中，會有至少 1 個(本實施形態係 1 個或 2 個)與對應的移動標尺成為對向。基於此一事實，連同以下事項來做綜合考量，即：讀頭單元 46A～46D 的配置係以投影光學系統 PL 的光軸 AX 為中心而對稱的位在上下左右方向；以及，移動標尺 44A～44D 的配置係相對晶圓載台 WST 的中心而對稱的位在 X 軸方向及 Y 軸方向，可了解以下訊息。亦即，在曝光裝置 100 中，無論晶圓載台 WST 在曝光動作中位在晶圓載台 WST 的移動範圍內的哪一位置，在讀頭 46A～46D 各自具有的 11 個讀頭中，至少會有 1 個，與對應的移動標尺成為對向，可持續的由 4 個編碼器 50A～50D 來測量晶圓載台 WST 的 X 位置及 Y 位置。又，亦可測量晶圓載台 WST 的偏搖。

換言之，上述 4 個移動標尺 44A～44D 各自的長邊方向長度(相當於繞射光柵的形成範圍)被設定成，至少能涵蓋在掃描晶圓 W 全面而其使曝光時之該晶圓載台 WST 的移動行程(移動範圍)的全域，因而設定的較晶圓 W 的尺寸(直徑)要長(本實施形態中，在所有的照射區域，至少在掃描曝光中、與晶圓載台 WST 在掃描曝光前後的加減速及同步整定的期間當中，係使 4 個讀頭單元 46A～46D(測量光束)不會

離開其所對應的移動標尺(繞射光柵)，亦即不會成為無法測量之狀態)。

又，對於4個讀頭單元46A～46D亦是相同，其各自的長邊方向的長度(相當於繞射光柵的檢測範圍)係被設定成，至少能涵蓋在對晶圓W全面施以掃描曝光時該晶圓載台WST的全部移動行程，因而設定成該移動行程之同程度以上(換言之，至少在圓W的曝光動作中，4個讀頭單元46A～46D(測量光束)不會離開其所對應的移動標尺(繞射光柵)，亦即不會成為無法測量之狀態)。再者，讀頭單元46A～46D的構成方式，若能使編碼器50A～50D對晶圓載台WST的位置測量不單侷限於曝光動作，亦能包含其他動作，例如對準動作(包含上述之晶圓對準及基線測量)，亦是可行作法。

此外，編碼器的移動標尺，會隨著使用時間的經過而從固定位置偏離、或因熱膨脹等原因而使繞射光柵的間距有部分乃至整體發生變化，因此，編碼器欠缺長期穩定性。故而，由於該測量值內所包含的誤差會隨使用時間的經過而增加，而必須對此進行校正。以下，針對於本實施形態的曝光裝置100中所進行的編碼器之校正動作提出說明。

首先說明第1校正動作，其係對於構成標線片載台用之編碼器系統的編碼器，予以校正其測量值中的增益(gain)誤差及線性誤差。該第1校正動作的進行時機可舉例為，對每一批量前頭之晶圓開始曝光前而進行之，亦即係以較為長期的間隔來進行，因而在以下亦稱為長期校正動作。

具體而言，主控制裝置 20 以可忽視干涉儀測量值的短期變動之程度的極低速，在標線片 R1 及 R2(的圖案區域)被照明區域 IAR 通過(實際上，係使照明區域 IAR 橫越標線片 R1 及 R2(的圖案區域))之範圍內，使標線片載台 RST 在 Y 軸方向掃描。此外，在進行此第 1 校正動作之際，雖然照明區域 IAR 並非由照明光 IL 照明，但此處為了易於理解標線片載台 RST 的移動位置，而使用「照明區域 IAR 通過」等的表現方式。

在上述的掃描中，主控制裝置 20 係以既定的取樣間隔，擷取標線片干涉儀 16y 和 Y 線性編碼器 $26A_1$、$26B_1$ 的測量值，以及標線片 X 干涉儀 16x 和 X 線性編碼器 $26C_1$ 的測量值，然後將該等測量值儲存在未圖示的記憶體，且對於 Y 線性編碼器 $26A_1$ 及 $26B_1$ 的測量值與標線片 Y 干涉儀 16y 的測量值，以及標線片 X 干涉儀 16x 的測量值與 X 線性編碼器 $26C_1$ 的測量值，分別作成圖 15 所示之圖。此處，之所以擷取 3 個編碼器 $26A_1$、$26B_1$、及 $26C_1$ 的測量值，原因在於，在照明區域 IAR 通過標線片 R1 及 R2(之圖案區域)的範圍內，係使用此等 3 個編碼器 $26A_1$、$26B_1$、及 $26C_1$ 來控制標線片載台 RST 的位置之故。

圖 15 所示之線圖，係以橫軸表示干涉儀的測量值、以縱軸表示編碼器的測量值，並將此時兩者的關係以曲線 C 來表示；該曲線 C 與理想線段 TL 之差值，係表示編碼器的測量值內所包含的誤差。該圖 15 之線圖可直接當作用來修正編碼器測量值之修正圖。其原因在於，例如在圖 15 的點

P1 係表示編碼器的測量值為 e1 時，雖顯示所對應的干涉儀之測量值為 i1，但由於此干涉儀的測量值係在上述之極低速狀態下掃描標線片載台 RST 掃描而取得者，因此不但不包含長期性變動誤差，亦幾乎不包含因空氣晃動等導致之短期性變動誤差，可將之視為可忽視誤差之正確之值。

根據該圖 15 之修正圖，求出編碼器 $26A_1$、$26B_1$、$26C_1$ 之修正後的測量值、與對應的干涉儀之測量值的關係後，會與圖 15 的理想線段 TL 一致。此外，用來修正編碼器 $26C_1$ 的測量值之修正圖，當然可將標線片載台 RST 驅動於 X 軸方向之可動範圍內，並根據在上述驅動中取得的編碼器 $26C_1$、標線片 X 干涉儀 16x 的測量值來作成。

主控制裝置 20 對於其餘的編碼器，亦能以相同於上述編碼器 $26A_1$、$26B_1$、及 $26C_1$ 之步驟，使用干涉儀 16x、16y 的測量值來作成修正圖。

又，當除了上述的長期校正動作之外亦一併實施後述短期校正動作之情形時，可將上述修正圖的曲線 C 分離成有偏置成分及傾斜成分之低次成分、以及除此之外之高次成分，以分別將低次成分、高次成分作成修正圖，或亦可對於低次成分又分離成偏置成分與傾斜成分，俾使各自之修正圖與高次成分併存。或者，亦可對於在假想上認為能長期不生變動之高次成分保有修正圖(修正資訊)，對於假想上認為會在短期內發生變動之低次成分的修正資訊，則以短期校正動作來取得。

此外，在上述的說明中，至少在取得(決定)編碼器

$26A_1$、$26B_1$ 的測量值之修正資訊之校正動作中，如上述，係使標線片載台 RST 在掃描方向(Y 軸方向)移動於標線片 R1 及 R2 的圖案區域各被照明區域 IAR 所橫越之範圍，但標線片載台 RST 的移動範圍並不侷限於此。例如，亦可移動於編碼器 $26A_1$、$26B_1$ 的可測量範圍(與移動標尺 24A、24B 的繞射光柵之形成範圍相對應)之大致全域、或是移動於使用標線片 R1、R2 的任一方來進行掃描曝光時的移動範圍等。上述掃描曝光時的移動範圍，並不侷限於掃描曝光期間，亦可是包含在其前後之加減速期間及同步整定期間等之至少一部分的標線片載台 RST 之移動範圍。又，標線片載台 RST 的移動範圍，並不侷限於使用標線片 R1、R2 進行掃描曝光時該標線片載台 RST 的移動範圍，亦能包含使用設置在標線片載台 RST 之基準標記(未圖示)來進行測量動作時之移動範圍。該基準標記，係在標線片載台 RST 上相對標線片 R1 而設置在－Y 側、及／或相對標線片 R2 而設置在＋Y 側(至少設置 1 個)。

接著說明，例如對每片晶圓逐一(亦即在交疊時間(由前一晶圓的曝光結束起直至下一晶圓開始曝光為止之期間))實施之編碼器 $26A_1$、$26B_1$、及 $26C_1$ 之增益誤差(編碼器的測量值相較於干涉儀測量值之定標誤差)校正、亦即第 2 校正動作。此第 2 校正動作係例如對每一片晶圓逐一進行，亦即具有較為短期的實施間隔，故在以下亦稱短期校正動作。

首先，如圖 16 所示，主控制裝置 20 係將標線片載台

RST在掃描方向(Y軸方向)定位於第1Y位置(以下亦簡稱為第1位置),該第1Y位置係指,用於下一曝光之標線片R1(或R2)的圖案區域之－Y側端部與照明區域IAR的＋Y側端部一致之位置。在該校正動作之際，同樣的，雖然實際上照明光IL並未照明照明區域IAR,但在圖16為了要易於了解標線片載台RST的位置起見，而圖示出照明區域IAR。

又，主控制裝置20，使圖16所示之標線片載台RST被定位於上述第1位置之狀態持續既定時間，在該定位狀態的持續當中，以既定之取樣間隔取得編碼器$26A_1$、$26B_1$、及$26C_1$，與干涉儀16x和16y的測量值，儲存在未圖示的記憶體。

接著，主控制裝置20將標線片載台RST驅動於－Y方向,如圖17所示般,將標線片載台RST定位於第2Y位置(以下,有時簡稱為第2位置);該第2Y位置係指,標線片R1(或R2)的圖案區域之＋Y側的端部與照明區域IAR的－Y側之端部一致之位置。又，主控制裝置20使圖17所示之標線片載台RST被定位於上述第2位置之狀態持續既定時間，在該定位狀態的持續當中，以既定之取樣間隔取得編碼器$26A_1$、$26B_1$、及$26C_1$，與干涉儀16x和16y的測量值，儲存在未圖示的記憶體。

之後，主控制裝置20根據記憶體內所記憶之各在上述第1及第2位置取得的測量值(測量資訊)，對於編碼器$26A_1$、$26B_1$及$26C_1$，與干涉儀16x和16y，各算出其在上述第1位置及第2位置之測量值的加算平均值(時間平均

值)。又，根據所算出的結果，對於 Y 線性編碼器 $26A_1$ 及 $26B_1$ 的測量值和標線片 Y 干涉儀 16y 的測量值，以及標線片 X 干涉儀 16x 的測量值和 X 線性編碼器 $26C_1$ 的測量值，分別作成如圖 18 所示之圖。在圖 18 中的點 P2、點 P3 係分別表示，在上述第 1 及第 2 位置中的干涉儀之測量值(其已藉由平均化效果來降低空氣晃動等所導致的短期變動)、與對應的編碼器之測量值之關係。

接著，主控制裝置 20 藉由下式，來算出使用干涉儀的測量值來修正編碼器的測量值時，其修正圖的傾斜成分(斜率)Sc。

$$Sc = (e3 - e2) / (i3 - i2)$$

接著，主控制裝置 20 將算出的修正圖之傾斜成分，置換成低次成分的修正圖中的傾斜成分，然後根據上述置換後的低次成分之修正圖、以及已有修正圖之高次成分，作成新的修正圖俾用來修正低次成分及高次成分。

此外，在上述的說明中，係分別將標線片載台 RST 定位於第 1 位置及第 2 位置，亦即曝光對象的標線片 R1(或 R2)之圖案區域被照明區域 IAR 所通過的範圍內之兩端位置，然後經過既定之處理算出上述之新的修正資訊。然而，其作法並不侷限於此，亦可將標線片載台 RST 分別定位於除了第 1 位置、第 2 位置之外、另包含位於其間之至少一個位置的 3 個以上之位置，然後實施相同於上述之處理，對於所得到之 3 個以上的點求出最小平方之近似直線，進而根據該近似直線，除了算出修正圖的傾斜成分(定標誤差)

外亦算出偏置成分。此時，只要根據所算出的修正圖之低次成分(傾斜成分及偏置成分)、與已具有修正圖之高次成分，來作成用於修正低次成分及高次成分的新修正圖即可。又，用以定位標線片載台 RST 的第 1 位置及第 2 位置，係對應於在掃描方向之標線片載台 RST 的移動範圍中，標線片的圖案之整體橫越照明區域 IAR 時之兩端位置，但並不侷限於此，亦可使其對應於，在使用標線片 R1、R2 的任一方來進行掃描曝光時該標線片載台 RST 所實際移動之範圍(亦包含掃描曝光前後的加減速期間、及同步整定時間)。再者，由第 1 及第 2 位置所規定之掃描方向的移動範圍，即使與標線片的圖案區域之全體被照明區域 IAR 所橫越時標線片載台 RST 的移動範圍有部分偏離亦可，但較佳作法係至少包含此移動範圍。又，標線片載台 RST 的移動範圍亦能包含，使用上述基準標記來進行測量動作時的移動範圍。

接著所說明者，係對每片晶圓逐一(在所謂交疊時間)實施之第 3 校正動作，其用以更新編碼器 $26A_1$、$26B_1$ 及 $26C_1$ 之增益誤差(編碼器測量值相較於干涉儀測量值之定標誤差及偏置)、亦即更新上述修正圖的低次成分。該第 3 校正動作，同樣能基於上述之理由而在下述稱為短期校正動作。

首先，主控制裝置 20 係以相當程度的低速(此低速的程度係即使曝光裝置 100 有因為該第 3 校正動作的實施而降低產能，仍能將產能維持在容許範圍內)，在下一曝光所用之標線片 R1(或 R2)的圖案區域被照明區域 IAR 所通過之既

定範圍內，將標線片載台 RST 驅動於 Y 軸方向。又，在該驅動當中，係使用干涉儀 16x、16y、及編碼器 $26A_1$、$26B_1$、$26C_1$，以既定取樣間隔取得標線片載台 RST 的位置資訊，並儲存在未圖示之記憶體內。此外，在進行該第 3 校正動作時，雖照明區域 IAR 並未被照明光 IL 照明，但仍基於相同於上述之理由，而使用「照明區域 IAR 通過」等的表現方式。又，標線片載台 RST 的移動範圍，與上述第 2 校正動作所說明的範圍相同。不過，此第 3 校正動作，無須在該移動範圍的兩端進行標線片載台 RST 的定位。

接著，與上述相同，主控制裝置 20 針對於 Y 線性編碼器 $26A_1$ 及 $26B_1$ 之測量值與標線片 Y 干涉儀 16y 的測量值、及標線片 X 干涉儀 16x 的測量值與 X 線性編碼器 $26C_1$ 的測量值，分別作成如圖 19 所示 C1 之曲線。此外，在圖 19 中的符號 EA，係表示標線片 R1(或 R2)的圖案區域被照明區域 IAR 所通過之既定範圍、亦即曝光區間。

其次，主控制裝置 20 求出該曲線 C1 的最小平方之近似直線 FL，並求出該近似直線 FL 相對於理想直線 TL 的偏置誤差 OD、定標誤差 SD。接著，使用所求出的偏置誤差(offset drift)、定標誤差(scaling drift)，來更新已持有之低次成分的修正圖。又，根據該修正後的低次成分之修正圖、與已持有之高次成分之修正圖，作成新的修正圖以供修正低次成分及高次成分。

此外，在第 3 校正動作中的標線片載台 RST 的移動範圍，雖亦可與標線片的圖案區域整體橫越照明區域 IAR 時

之既定範圍(與曝光區間 EA 相對應)有至少一部分偏移，但最好係能至少包含該既定範圍，例如，可為使用標線片 R1、R2 之任一方進行掃描曝光時標線片載台 RST 實際移動之範圍(亦包含掃描曝光前後之加減速期間及同步整定期間)。又，標線片載台 RST 的移動範圍亦可包含使用上述基準標記來進行測量動作時之移動範圍。

又，在曝光裝置 100 中，用來在曝光動作時控制晶圓載台 WST 位置之編碼器 50A～50D，其長期校正動作與短期校正動作，係藉由主控制裝置 20 以相同於上述第 1 至第 3 校正動作之方法來進行。然而，晶圓載台 WST 的移動係在 2 維面內進行。此情形下，係將晶圓載台 WST 驅動於由晶圓 Y 干涉儀 18Y 及晶圓 X 干涉儀 $18X_1$ 所規定之正交座標系統上，根據 X 線性編碼器 50B、50D 的測量值之誤差分布來求出修正圖；根據 Y 線性編碼器 50A、50C 的測量值之誤差分布來求出修正圖。此時之 Y 線性編碼器 50A、50C，其移動標尺 44A、44C 的繞射光柵排列方向及長邊方向均是 Y 軸方向；讀頭單元 46A、46C 的長邊方向(讀頭的排列方向)係 X 軸方向。

接著，針對於本實施形態之曝光裝置 100 所進行之編碼器 50A～50D 的長期校正動作(第 1 校正動作)，亦即晶圓載台 WST 之移動標尺的格子間距的修正資訊、及格子變形的修正資訊之取得動作，輔以圖 20 來說明。

在圖 20 中，來自 Y 干涉儀 18Y 之測定光 $B4_1$、$B4_2$，係相對通過投影光學系統 PL 的光軸之平行於 Y 軸之直線

(與讀頭單元46B及讀頭單元46D中複數個讀頭的中心連結線一致)配置成對稱，Y干涉儀18Y的實質測距軸，與通過投影光學系統PL的光軸之平行於Y軸的直線一致。因此，根據Y干涉儀18Y，可在沒有阿貝誤差的情況下測量晶圓載台WST的Y位置。同樣的，來自X干涉儀$18X_1$的測定光，係配置在通過投影光學系統PL的光軸之平行於X軸的直線(與讀頭單元46A及讀頭單元46C的複數個讀頭中的中心連結線一致)上，X干涉儀$18X_1$的測距軸，與通過投影光學系統PL的光軸之平行於X軸的直線一致。因此，藉由X干涉儀$18X_1$，在進行曝光等時，能在沒有阿貝誤差的情況下測量晶圓載台WST的X位置。

此處提出一例，以說明X標尺的格子線變形(格子線的扭曲)之修正資訊、與Y標尺的格子間距之修正資訊之取得動作。此處為了簡化說明起見，而將移動鏡17X的反射面視為理想平面。

首先，主控制裝置20根據Y干涉儀18Y、X干涉儀$18X_1$、及Z干涉儀$18Z_1$、$18Z_2$的測量值來驅動晶圓載台WST，將晶圓載台WST定位成如圖20所示般，使移動標尺44A、44C各位於其所對應的讀頭單元46A、46C(至少1個讀頭)的正下方，且使移動標尺(繞射光柵)44A、44C的＋Y側之一端，各與其所對應的讀頭單元46A、46C一致。

接著，主控制裝置20以可忽視Y干涉儀18Y的測量值之短期變動的低速，一邊將X干涉儀$18X_1$的測量值固定於既定值，一邊根據Y干涉儀18Y及Z干涉儀$18Z_1$、$18Z_2$

的測量值，在使縱搖量、橫搖量、及偏搖量俱維持於零的情況下，將晶圓載台 WST 移動於圖 20 中的箭頭 F 所示之＋Y 方向，直到例如移動標尺 44A、44C 的另一端(－Y 側的一端)各與其所對應的讀頭單元 46A、46C 一致為止。在上述移動中，主控制裝置 20 係以既定的取樣間隔，擷取 Y 線性編碼器 50A、50C 的測量值與 Y 干涉儀 18Y 的測量值(測定光 $B4_1$、$B4_2$ 之測量值)，根據該擷取的測量值，求出 Y 線性編碼器 50A、50C 的測量值與 Y 干涉儀 18Y 的測量值之關係。亦即，主控制裝置 20，係求出隨著晶圓載台 WST 之移動而依序對向配置於讀頭單元 46A 及 46C 之移動標尺 44A 及 44C 之格子間距(相鄰之格子線的間隔)及該格子間距的修正資訊。該格子間距之修正資訊，例如當以橫軸為干涉儀之測量值，以縱軸為編碼器之測量值時，可求出為將兩者關係以曲線顯示之修正圖等。此時 Y 干涉儀 18Y 之測量值由於係以前述極低速掃描晶圓載台 WST 時所得之值，因此不但不包含長期性變動誤差，亦幾乎不包含因空氣晃動等導致之短期性變動誤差，可將之視為可忽視誤差之正確之值。此處，雖係沿移動標尺 44A、44C 兩端橫越所對應之讀頭單元 46A、46C 的範圍使晶圓載台 WST 驅動於 Y 軸方向，但並不限於此，例如亦可在晶圓之曝光動作時晶圓載台 WST 所移動之 Y 軸方向的範圍內驅動晶圓載台 WST。又，主控制裝置 20，係在晶圓載台 WST 之移動中，對伴隨該移動而依序對向配置於移動標尺 44B、44D 之讀頭單元 46B 及 46D 之複數個讀頭所得到的測量值(X 線性編碼器

50B及50D之測量值)進行統計處理，例如藉由將之平均化(或加權平均)，而一併求出依序對向於該複數個Y讀頭之格子線之變形(扭曲)的修正資訊。之所以如此，係當移動鏡17X之反射面為一理想平面時，由於在將晶圓載台WST運送於＋Y方向之過程中應會反覆出現相同之模糊圖案，因此只要將以複數個讀頭取得之測量資料予以平均化，即能正確地求出依序對向於該複數個讀頭之移動標尺44B、44D之格子線之變形(扭曲)的修正資訊。

此外，當移動鏡17X之反射面非為理想平面時，即預先測量該反射面之凹凸(扭曲)以求出該扭曲之修正資料。接著，在上述晶圓載台WST移動於＋Y方向時，只要代替將X干涉儀18_1之測量值固定於既定值之方式，藉由根據該修正資料來控制晶圓載台WST之X位置，即可正確地使晶圓載台WST移動於Y軸方向。如此一來，即能與上述同樣地，求得移動標尺44A、44C之格子間距之修正資訊及移動標尺44B、44D之格子線之變形(扭曲)的修正資訊。此外，以讀頭單元46B及46D之複數個讀頭取得之測量資料係移動鏡17X之反射面在相異部位基準的複數個資料，由於任一讀頭均係測量同一格子線的變形(扭曲)，因此藉由上述之平均化動作，亦有反射面之扭曲修正剩餘誤差經平均化而接近真正之值(換言之，藉由將以複數個讀頭取得之測量資料(格子線之扭曲資訊)予以平均化，而能減弱扭曲剩餘誤差之影響)的附帶效果。

此外，X線性編碼器50B、50D中，移動標尺44B、44D

的繞射光柵之排列方向及長邊方向、以及讀頭單元46B、46D的長邊方向(讀頭的排列方向)，均和Y線性編碼器50A、50C僅是在X軸及Y軸方向相反，因此，在進行Y標尺的格子線變形(格子線的扭曲)之修正資訊、及移動標尺50B、50D的格子間距之修正資訊之取得動作(第1校正動作)時，只要將上述修正時的X軸方向與Y軸方向予以對調即可，故省略其詳細說明。

主控制裝置20係透過上述方式，在既定之時點中、例如依各批量，求得移動標尺44A、44C之格子間距之修正資訊及移動標尺44B、44D之格子線之變形(扭曲)的修正資訊，以及移動標尺44B、44D之格子間距之修正資訊及移動標尺44A、44C之格子線之變形(扭曲)的修正資訊。

接著，在批量內之晶圓的曝光處理中，主控制裝置20係一邊根據移動標尺44A、44C之格子間距之修正資訊及格子線之變形(扭曲)的修正資訊來修正讀頭單元46A, 46C所得的測量值(亦即線性編碼器50A, 50C之測量值)，一邊控制晶圓載台WST在Y軸方向的位置。藉此，可不受移動標尺44A、44C之格子間距隨時間之變化及格子線之扭曲的影響，使用線性編碼器50A, 50C以良好精度控制晶圓載台WST在Y軸方向的位置。

又，在批量內之晶圓的曝光處理中，主控制裝置20係一邊根據移動標尺44B、44D之格子間距之修正資訊及格子線之變形(扭曲)的修正資訊來修正讀頭單元46B、46D所得的測量值(亦即編碼器50B、50D之測量值)，一邊控制晶圓

載台 WST 在 X 軸方向的位置。藉此，可不受移動標尺 44B、44D 之格子間距隨時間之變化及格子線之扭曲的影響，使用線性編碼器 50B、50D 以良好精度控制晶圓載台 WST 在 X 軸方向的位置。

此外，上述說明中，雖係對移動標尺 44A～44D 均進行格子間距、以及格子線扭曲之修正資訊的取得，但並不限於此，亦可僅對移動標尺 44A、44C 及移動標尺 44B、44D 之任一者進行格子間距及格子線扭曲之修正資訊的取得，或亦可對移動標尺 44A、44C 及移動標尺 44B、44D 兩者進行格子間距、格子線扭曲中任一者之修正資訊的取得。

又，雖省略詳細說明，但在曝光動作時用來控制晶圓載台 WST 位置之編碼器 50A～50D 之短期校正動作(第 2、第 3 校正動作)，同樣是依照上述長期校正動作(第 1 校正動作)來進行。

又，在進行步進掃描方式之曝光動作之際，如上述，係由主控制裝置 20 根據編碼器 $26A_1$、$26B_1$、$26C_1$ 的測量值及其修正圖，來控制標線片載台 RST 的位置，並且根據編碼器 50A～50D 的測量值及其修正圖，來控制晶圓載台 WST 的位置。

又，本實施形態的曝光裝置 100，可在標線片載台 RST 上同時裝載標線片 R1 與標線片 R2。因此，主控制裝置 20 若藉由預先對標線片 R1 與標線片 R2 進行標線片對準之方式，則只須根據編碼器 $26A_1$、$26B_1$、$26C_1$ 的測量值來移動標線片載台 RST(而不須對標線片載台 RST 進行標線片更換

動作)，即可使用標線片 R1 與標線片 R2 來實施例如雙重曝光等。

再者，在本實施形態中所用的各編碼器，不侷限於上述之繞射干涉方式，可使用例如讀取(pick up)等各種方式，例如能使用美國專利第 6,639,686 號說明書等所揭示之所謂掃描式編碼器等。

如以上所詳述般，根據本實施形態之曝光裝置 100，乃是藉由主控制裝置 20 來執行例如編碼器 $26A_1$、$26B_1$、$26C_1$ 等之校正動作。亦即，係使用測量值的直線性及長期穩定性較編碼器 $26A_1$、$26B_1$、$26C_1$ 等為佳之干涉儀 16y、16x 的測量值，來取得測量值的短期穩定性優於該干涉儀 16y、16x 之編碼器 $26A_1$、$26B_1$、$26C_1$ 等之測量值的修正資訊。接著，主控制裝置 20 在進行掃描曝光等時，係根據編碼器 $26A_1$、$26B_1$、$26C_1$ 的測量值與上述修正資訊來驅動標線片載台 RST。

因此，能根據已使用修正資訊而予修正之編碼器 $26A_1$、$26B_1$、$26C_1$ 之測量值，亦即根據短期穩定性、直線性及長期穩定性等均良好之標線片載台 RST 之位置資訊，來以良好精度驅動標線片載台 RST。

又，依本實施形態之曝光裝置 100，係藉由上述之長期校正，使用測量值的直線性及展期穩定性優於編碼器 $26A_1$、$26B_1$ 之干涉儀 16y 的測量值，來取得測量值的短期穩定性優於該干涉儀 16y 之編碼器 $26A_1$、$26B_1$ 之測量值的修正資訊。又，主控制裝置 20 在圖案轉印等時，係根據編

碼器 $26A_1$、$26B_1$的測量值與上述修正資訊，來控制標線片載台 RST 的移動。因此，可根據已使用修正資訊而予修正之編碼器 $26A_1$、$26B_1$的測量值，亦即根據短期穩定性、直線性及長期穩定性等均良好之標線片載台 RST 之位置資訊，來以良好精度控制標線片載台 RST 在掃描方向的移動。

又，根據本實施形態之曝光裝置 100，係藉由上述任一者之短期校正，取得一用來修正圖形資訊中之低次成分(定標誤差、或定標誤差及斜率偏置)之修正資訊；該圖形資訊，係表示干涉儀 16y(其測量值的直線性及長期穩定性優於編碼器 $26A_1$、$26B_1$)及編碼器 $26A_1$、$26B_1$(其測量值的短期穩定性優於該干涉儀 16y)之測量值關係。又，主控制裝置 20 在圖案轉印等時，係根據編碼器 $26A_1$、$26B_1$的測量值，以及已使用上述修正資訊而予修正低次成分之圖形資訊，來控制標線片載台 RST 的移動。

又，根據曝光裝置 100，主控制裝置 20 係以相同於上述編碼器 $26A_1$、$26B_1$之校正動作，來實施例如編碼器 50A～50D 的校正動作。亦即，係取得一修正資訊，該修正資訊，係供使用干涉儀 18X、$18X_1$(其測量值的直線性及長期穩定性優於編碼器 50A～50D)之測量值來修正測量值的短期穩定性優於干涉儀 18Y、$18X_1$之編碼器 50A～50D 的測量值。又，主控制裝置 20 在掃描曝光時、及照射區域間之步進移動等時，係根據編碼器 50A～50D 的測量值與該修正資訊來驅動晶圓載台 WST。

因此，係根據已使用修正資訊予以修正之編碼器 50A

～50D之測量值，亦即根據短期穩定性、直線性及長期穩定性等均良好之晶圓載台WST在X軸及Y軸方向之位置資訊，來將晶圓載台WST高精度的驅動於X軸方向及Y軸方向之任一方向。

因此，本實施形態之曝光裝置100，在對晶圓上之各照射區域進行掃描曝光時，主控制裝置20可根據編碼器$26A_1$、$26B_1$、$26C_1$及編碼器50A～50D的測量值，使標線片R1或R2(標線片載台RST)與晶圓W(晶圓載台WST)高精度的沿掃描方向(Y軸方向)驅動，且在非掃描方向(X軸方向)，亦能使標線片R1或R2(標線片載台RST)與晶圓W(晶圓載台WST)高精度的定位(對準)。藉此，可將標線片R1(或R2)的圖案高精度的形成於晶圓W上之複數個照射區域。

此外，本實施形態的曝光裝置100中，雖主控制裝置20係根據與曝光動作獨立進行之標線片載台RST之移動而得之編碼器及干涉儀的測量值，但亦可使用例如曝光動作時該標線片載台RST的移動中所得之編碼器及干涉儀的測量值，來修正修正資訊。亦即，在進行步進重複方式之曝光動作而將標線片R1(或R2)的圖案依序轉印至晶圓W上之複數個照射區域時，亦可在例如各照射區域的掃描曝光中，根據編碼器的測量值及其修正資訊來控制標線片載台RST的位置，且以併行於該控制(晶圓的曝光動作)之方式儲存干涉儀及編碼器的測量值，然後根據該儲存之測量值，在下一晶圓之曝光前先行校正修正資訊(例如圖21所示，用來表示干涉儀與編碼器的測量值關係之圖形資訊)、亦即實

施編碼器的測量誤差之逐次校正。

圖 21 中的符號 C2，表示所儲存的資料之平均值，該平均值之資料，係已對干涉儀的測量值之短期變動(由空氣晃動等原因所導致之測量值的變動)施以平均者。此時，並無須對於所有照射區域均儲存其掃描曝光中的資料，只要在足以平均化干涉儀之測量值短期變動的照射區域儲存掃描曝光中之資料即可。圖 21 的符號 EA，與圖 19 同樣表示曝光區間。

此情形下，對次一晶圓進行步進掃描方式之曝光時，同樣的，標線片載台 RST 在各照射區域之掃描曝光時(圖案轉印時)的移動，亦是根據已以修正資訊(例如圖 21 之圖形資訊)而予修正之編碼器的測量值來控制，亦即根據短期穩定性、直線性及長期穩定性等均良好之晶圓載台的位置資訊而予高精度控制。藉此，能藉由掃描曝光方式，將形成於標線片 R1(或 R2)之圖案高精度的轉印至該晶圓上之複數個照射區域。此外，該種校正方式，不僅能對 Y 線性編碼器進行，亦可對 X 線性編碼器進行，進一步地亦可對晶圓載台的編碼器系統(編碼器 50A～50D)進行。

又，上述實施形態的曝光裝置 100，亦能根據下述變形例之方法，來取得移動標尺的格子間距之修正資訊、及格子線扭曲之修正資訊。

此處，針對於移動標尺 44A、44C 的格子間距之修正資訊的取得動作、及移動標尺 44B、44D 的格子線變形(格子線的扭曲)之修正資訊的取得動作，提出如下說明。再者，

此處為簡化說明起見，而將移動鏡 17X 的反射面假定為理想平面。

首先，主控制裝置 20 一邊將 X 干涉儀 $18X_1$ 的測量值固定成既定值，一邊根據 Y 干涉儀 18Y 及 Z 干涉儀 $18Z_1$、$18Z_2$ 的測量值，在將縱搖量、橫搖量、及偏搖量俱維持於零的狀態下，使晶圓載台 WST 在例如上述行程範圍內朝著圖 22 中箭頭 F 所示之＋Y 方向移動。在該移動中，主控制裝置 20 係以既定之取樣間隔，將編碼器 50A、50C 的測量值、及 Y 干涉儀 18Y 的測量值(測定光 $B4_1$、$B4_2$ 之測量值)擷取至內部記憶體中。此時，編碼器 50C 的測量值，係取自於與移動標尺 44C 對向之讀頭單元 46C 的讀頭 48k，其位於，由通過投影光學系統 PL 之平行於 Y 軸的直線 LV 往＋X 方向距離 a 之處、亦即圖 22 中由圓圈所圈示者。又，編碼器 50A 的測量值，係取自與移動標尺 44A 對向之讀頭單元 46A 的讀頭 48e，其位於，由直線 LV 往－X 方向距離 b 之處、亦即圖 22 中由圓圈所圈示者。

接著，主控制裝置 20 根據 X 干涉儀 $18X_1$ 的測量值而使晶圓載台 WST 在＋X 方向移動既定距離後，根據 Y 干涉儀 18Y 的測量值使其停止於圖 22 中箭頭 F'所示之朝－Y 方向移動既定距離之位置。

接著，主控制裝置 20 一邊將 X 干涉儀 $18X_1$ 的測量值固定於既定值，一邊根據 Y 干涉儀 18Y 及 Z 干涉儀 $18Z_1$、$18Z_2$ 之測量值，在將縱搖量、橫搖量維持於零、且將偏搖量儘可能維持於零之情況下，使晶圓載台 WST 在例如上述

之行程範圍內移動於圖 23 中箭頭 F 所示之＋Y 方向。在該移動中，主控制裝置 20 係以既定之取樣間隔，將編碼器 50A、50C 的測量值、及干涉儀 18Y 的測量值(測定光 $B4_1$、$B4_2$ 之測量值)擷取至內部記憶體。此時，編碼器 50C 的測量值，係取自與移動標尺 44C 對向之讀頭單元 46C 的讀頭 48e，其位於，由直線 LV 往＋X 方向距離 b 之處、亦即圖 23 中圓圈所圈示者。又，編碼器 50A 的測量值，係取自與移動標尺 44A 對向之讀頭單元 46A 的讀頭 48k，其位於，由直線 LV 往－X 方向距離 a 之處、亦即圖 23 中圓圈所圈示者。

又，由於各讀頭在 XY 座標系統上的位置係為已知，因此藉由使用在上述 2 次動作中所取得之取樣值來建立聯立方程式後解該聯立方程式，即可個別的求出移動標尺 44C、44A 的格子間距之修正資訊(例如修正圖)。

此外，當移動鏡 17X 的反射面並非理想平面時，可預先測量該反射面的凹凸(扭曲)而求出該扭曲的修正資料。又，在將晶圓載台 WST 移動於上述圖 22、圖 23 所示之＋Y 方向之際，只要根據該修正資料來控制晶圓載台 WST 的 X 位置，即可取代將 X 干涉儀 $18X_1$ 的測量值固定於既定值之作法，而能將晶圓載台 WST 正確的移動於 Y 軸方向。

如上述，在分別求出移動標尺 44A、44C 的格子間距之修正資訊(例如修正圖)後，主控制裝置 20 以例如圖 24 所示般之方式，將晶圓載台 WST 以相同於上述圖 22 等情形時之步驟而移動於＋Y 方向。此時，與取得移動標尺 44A、44C

的格子間距之修正資訊時並不相同，各與移動標尺 44B 及 44D 對向之(圖 24 中圓圈所圈示者)讀頭單元 46B 的讀頭 48g、及讀頭單元 46D 的讀頭 48i，係從 X 干涉儀 $18X_1$ 的測距軸上脫離。因此，因空氣晃動而造成之干涉儀所測量的晶圓載台 WST 在估計上之偏搖量的影響，會成為編碼器 50B 及 50D(讀頭單元 46B 的讀頭 48g、及讀頭單元 46D 的讀頭 48i)的測量值中所包含之誤差(以下，簡稱為偏搖起因誤差)。此時，可使用編碼器 50A、50C(與移動標尺 44A、44C 分別對向之圖 24 中由圓圈所圈示的讀頭單元 46A 的讀頭 48h 與讀頭單元 46C 的讀頭 48h)，來測量上述因空氣晃動而造成干涉儀所測量的晶圓載台 WST 在估計上的偏搖量。亦即，主控制裝置 20 係使用先求出之移動標尺 44C、44A 的格子間距之修正資訊，來修正編碼器 50A、50C 的測量值，並一邊根據上述已修正之測量值，來求出上述晶圓載台 WST 在估計上的偏搖量。又，主控制裝置 20 可使用上述所求出之估計上的偏搖量，來修正上述之偏搖起因誤差。

在將晶圓載台 WST 移動於＋Y 方向的過程中，主控制裝置 20 係以上述方式，邊修正偏搖起因誤差，邊以既定之取樣間隔，將讀頭單元 46B 及 46D 之複數個讀頭(其與移動標尺 44B、44D 係依序對向配置)中所得到的測量值，擷取至內部記憶體。接著，主控制裝置 20 以相同於上述之理由，對內部記憶體所讀取的測量值施以統計處理、例如施以平均(或施以加權平均)，藉此亦能求出移動標尺 44B、44D 的

格子線變形(扭曲)之修正資訊。

又，若考量到所謂正逆差，而將晶圓載台 WST 驅動於圖 22、圖 23、及圖 24 中箭頭 F'所示之－Y 方向，以圖求出移動標尺 44A、44C 的格子間距之修正資訊(例如修正圖)、及／或移動標尺 44B、44D 的格子線變形(扭曲)之修正資訊時，只要施以相同於上述之處理即可。

另一方面，當欲取得移動標尺 44A、44C 的格子線變形(扭曲)之修正資訊，及移動標尺 44B、44C 的格子間距之修正資訊時，主控制裝置 20 所進行的處理，係將上述情形時之 X 軸方向與 Y 軸方向對調，此處乃省略其詳細說明。

再者，因為各標尺(繞射光柵)具有寬度，例如，可在其寬度方向沿著左右中央之 3 個線段來取得上述格子間距的修正資訊，對格子彎曲則是取出代表性的格子線來進行彎曲測量即可。藉此，較有助於精度考量及作業性考量。

依據上述變形例的方法，在取得標尺的格子間距之修正資訊、及/或標尺的格子線變形(格子線的扭曲)之修正資訊之際，不必然非得使晶圓載台 WST 以極低速移動不可，因此，其等修正資訊之取得動作，在短期間內即可進行。

接著，參照圖 25、圖 26，以說明晶圓載台用的編碼器系統之變形例。再者，圖 25、圖 26 與圖 3 的差異僅在於編碼器系統的構成方式，因此，在以下，對於與圖 3 相同或是有相等作用、機能之構成部分，係賦與同一符號而省略其說明。

如圖 25 所示般，在晶圓載台 WST 的上面，具有 2 個

固定成L字形之移動標尺52A、52B，其各自的長邊方向成為正交，並且各以Y軸及X軸方向作為長邊方向。在2個移動標尺52A、52B的表面，形成有反射型之繞射光柵，其係以與長邊方向正交之方向作為周期方向。

又，讀頭單元46A與一對的讀頭單元$46B_1$、$46B_2$，各自與其所對應之移動標尺52A、52B成交錯配置，並透過未圖示之支撐構件而以懸吊支撐狀態被固定在鏡筒固定座38。讀頭單元46A，以X軸方向(繞射光柵的周期方向，亦即，與移動標尺52A的長邊方向所在之Y軸方向成正交之方向)作為其長邊方向(讀頭的排列方向)，其被配置於通過投影光學系統PL的光軸AX之X軸的平行軸(中心軸)上，連同移動標尺52A後，即構成了用來對晶圓載台WST測量其X軸方向位置之X線性編碼器56A。而一對的讀頭單元$46B_1$、$46B_2$，各以Y軸方向(繞射光柵的周期方向，亦即是，與移動標尺52B的長邊方向所在之X軸方向成正交之方向)作為長邊方向(讀頭的排列方向)，從通過投影光學系統PL的光軸AX之Y軸的平行軸(中心軸)看來，係呈對稱配置關係，連同移動標尺52B後，即構成了用來對晶圓載台WST測量其Y軸方向的2個位置資訊之Y線性編碼器。

再者，2個線性編碼器56A、56B的測量值，被供應至主控制裝置20，主控制裝置20根據X軸及Y軸方向的位置資訊與θz方向的旋轉資訊，透過晶圓載台驅動系統27來控制晶圓載台WST的位置。藉此，與上述實施形態完全相同，可高精度的實施晶圓載台WST的2維驅動。

圖 26，係晶圓載台用的編碼器之另一變形例，其與圖 25 的差異僅在於，除了有一組的線性編碼器 56A、56B 之外，另設有一組之線性編碼器 56C、56D。如圖 26 所示般，在晶圓載台 WST 的上面，設有 2 個固定成 L 字形之移動標尺 52C、52D，其彼此的長邊方向成為正交，並且各以 Y 軸及 X 軸方向作為長邊方向。在 2 個移動標尺 52C、52D 的表面，形成有反射型之繞射光柵，其係以與長邊方向正交之方向，作為周期方向，且，從晶圓載台 WST 的中心看來，移動標尺 52A、52B 成為對稱配置關係。

又，讀頭單元 46C、與一對的讀頭單元 $46D_1$、$46D_2$，各與其所對應之移動標尺 52C、52D 成為交錯配置，係透過未圖示的支撐構件而以懸吊支撐狀態被固定在鏡筒固定座 38。讀頭單元 46C，係以 X 軸方向(繞射光柵的周期方向，亦即是，與移動標尺 52C 的長邊方向所在之 Y 軸方向正交之方向)作為長邊方向(讀頭的排列方向)，從投影光學系統 PL 的光軸 AX 看來，其與上述讀頭單元 46A 成為對稱配置關係(亦即，係配置在通過上述光軸 AX 之 X 軸的平行軸(中心軸)上)，且，連同移動標尺 52C 後，即構成了用來對晶圓載台 WST 測量其 X 軸方向的位置資訊之 X 線性編碼器 56C。而一對的讀頭單元 $46D_1$、$46D_2$，係以 Y 軸方向(繞射光柵的周期方向，亦即是，與移動標尺 52D 的長邊方向所在之 X 軸方向成為正交之方向)作為長邊方向(讀頭的排列方向)，從投影光學系統 PL 的光軸 AX 看來，其與上述讀頭單元 $46B_1$、$46B_2$ 成為對稱配置關係(亦即，相對於上述通過

光軸 AX 之 Y 軸的平行軸(中心軸)而成為對稱配置)，並且，連同移動標尺 52D 後，即構成了用來對晶圓載台 WST 測量其在 Y 軸方向的 2 個位置資訊之 Y 線性編碼器 56D。

又，將 4 個線性編碼器 56A～56D 的測量值供應至主控制裝置 20，主控制裝置 20 根據 X 軸及 Y 軸方向的位置資訊與 θz 方向的旋轉資訊，透過晶圓載台驅動系統 27 來控制晶圓載台 WST 的位置。藉此，與上述實施形態完全相同，可高精度的實施晶圓載台 WST 的 2 維驅動。再者，由於圖 26 的編碼器系統具有 4 個線性編碼器 56A～56D，因此，與圖 25 的編碼器系統相較，就算未將讀頭單元近接配置於投影光學系統 PL，在晶圓的曝光動作時並不會受制於晶圓載台 WST 的位置，能持續的以 4 個線性編碼器 56A～56D 中的至少 3 個來取得晶圓載台 WST 的位置資訊(X 軸及 Y 軸方向的位置資訊、與 θz 方向的旋轉資訊)。又，圖 26 的編碼器系統中的 Y 線編碼器 56B、56D，各具有 2 個讀頭單元，但作法並不侷限於此，例如，僅具有 1 個讀頭單元者亦可。

此處之晶圓 X 干涉儀 $18X_1$，具有包含上述測距軸(該測距軸，與通過投影光學系統 PL 的光軸 AX 之 X 軸的平行軸(中心軸)一致、並與圖中的實線相對應)之至少 1 個測距軸。又，在圖 25 及圖 26 所示之編碼器系統中，X 線性編碼器 56A(及 56C)係被配置成，使讀頭單元 46A(及 46C)的測量軸(讀頭的排列方向)與其中心軸(晶圓 X 干涉儀 $18X_1$ 的 X 測量之測距軸)一致。又，上述之晶圓 Y 干涉儀 18Y，具有包含上述 2 個測距軸(該 2 個測距軸，從通過投影光學系統 PL

的光軸AX及對準系統ALG的檢測中心之Y軸的平行軸(中心軸)看來，係成為對稱配置關係，並與圖25、26中的實線所示之光束$B4_1$、$B4_2$相對應)之複數個測距軸。又，Y線性編碼器56B(及56D)係被配置成，使讀頭單元$46B_1$、$46B_2$(及$46D_1$、$46D_2$)的測量軸(讀頭的排列方向)各與上述2個測距軸一致。藉此，由於使用之線性編碼器與晶圓干涉儀中，其測量軸與測距軸一致(如上述)，因而難以使其測量值發生差值，而能高精度的實施上述校正動作。再者，在本變形例中，雖使線性編碼器的測量軸與晶圓干涉儀的測距軸一致，但作法並不侷限於此，亦可在XY平面內將兩軸以不在同一軸上之方式來配置。又，此點對於上述實施形態(圖3)亦是相同。

又，在圖25、圖26所示的編碼器中的2個或4個移動標尺(52A～52D)，係由同一素材(例如陶瓷或低熱膨脹的玻璃等)所構成，其各自的長邊方向的長度(相當於繞射光柵的寬度)係被設定成，至少能涵蓋晶圓載台WST在晶圓W的曝光動作時的行程(移動範圍)之全域(換言之，在所有的照射區域之掃描曝光時，各讀頭單元(測量光束)不會離開其所對應的移動格子(繞射光柵)，亦即，不會成為無法測量之狀態)，因而設定的較晶圓W的尺寸(直徑)為長。又，在圖25、圖26所示的編碼器中的3個或6個讀頭單元($46A$～$46D_2$)，亦可分別具有例如單一個讀頭、或具有複數個以幾乎未留間隙之方式而排列之讀頭，但在圖25、圖26所示中，任一編碼器系統皆具有複數個沿其長邊方向以既定間隔配置之

讀頭。再者，各個讀頭單元係被配置成，使相鄰的 2 個讀頭具有不會離開其所對應之移動標尺(繞射光柵)之間隔，亦即，複數個讀頭之配置間隔，係繞射光柵在移動標尺長邊方向之正交方向(的排列方向)之形成範圍的同程度以下。又，3 個或 6 個之讀頭單元(46A～46D_2)，其各自之長邊方向的長度(相當於繞射光柵的檢測範圍)，至少要能涵蓋晶圓載台 WST 在晶圓 W 之曝光動作時的行程(移動範圍)之全域(換言之在所有的照射區域之掃描曝光時，各讀頭單元(測量光束)不會離開其所對應之移動標尺(繞射光柵)，亦即，不會成為無法測量之狀態)，因而將其設定成該行程之同程度以上。

又，對於具備圖 25、圖 26 所示編碼器系統之曝光裝置，亦與上述實施形態的曝光裝置 100(包含圖 3 所示之編碼器系統)完全相同，有進行用來決定各編碼器測量值的修正資訊之校正動作(上述第 1 至第 3 之校正動作)。此時之各編碼器，舉一例而言，在其長邊方向，將移動標尺的位置設定成，以其一端與對應之讀頭單元一致，然後，使移動標尺在繞射光柵的排列方向(與長邊方向正交之方向)移動，其移動距離為該寬度以上。接著，使移動標尺在其長邊方向移動，移動距離與讀頭單元的 1 個讀頭之測量光束的尺寸相等，然後又同樣的使移動標尺在繞射光柵的排列方向移動該寬度以上。此處之後則重複實施上述動作，直到移動標尺的另一端與讀頭單元一致為止。接著，只要根據以上述驅動而得到之編碼器測量值、以及測量方向與該編碼器相

同之晶圓干涉儀之測量值，來決定該編碼器的修正資訊即可。此處例，晶圓載台 WST 的驅動範圍係跨於，在長邊方向使移動標尺的兩端與其所對應之讀頭單元一致之範圍，但作法並不侷限於此，例如，亦可將晶圓載台 WST 驅動於，在晶圓之曝光動作時該晶圓載台 WST 所移動之長邊方向的範圍。

此外，在上述實施形態及變形例中，在晶圓的曝光動作時，僅是使用上述之編碼器系統(圖 2、圖 3、圖 25、圖 26)來控制標線片載台 RST 及晶圓載台 WST 的位置。然而，即使有實施上述校正動作(特別是短期校正動作)，仍可能因為各種原因(例如，有異物附著於移動標尺、移動標尺的位置偏移、讀頭單元的不正、或是偏離平行線、或是移動標尺在 Z 方向(與表面正交之方向)有超過容許範圍的位移等)，而發生不能進行位置測量、或是測量精度超過容許範圍等問題，因而導致，在曝光動作中用來進行上述位置控制所不可缺少的 X 軸及 Y 軸方向的位置資訊與 θz 方向的旋轉資訊，有至少一部分不能取得。再者，在圖 3、圖 26 所示的編碼器系統，具有 4 個編碼器，因此，就算有 1 個編碼器發生上述問題，仍不致發生上述無法進行位置控制之情況，然而，在圖 2、圖 25 所示的編碼器系統中，若有 1 個編碼器發生上述問題，就不能進行上述位置控制。

此處，係備有：第 1 驅動模式，其係使用以上述編碼器而測得之位置資訊；及第 2 驅動模式，其係使用以上述干涉儀系統而測得之位置資訊，並且，將第 1 驅動模式預

設為一般之曝光動作時所使用者。一旦有發生情況，例如在曝光動作當中，用於位置控制的X軸及Y軸之任置資訊與θz方向之旋轉資訊有至少一部分不能取得，則可從第1驅動模式切換成第2驅動模式，據以控制標線片載台或晶圓載台的位置控制，是為較佳作法。再者，亦可具有第3驅動模式，其係併用藉上述編碼器系統而測得之位置資訊之至少一部分、以及藉上述干涉儀系統而測得之位置資訊之至少一部分，俾在換掉第1驅動模式時，使用第2及第3驅動模式之一方來進行標線片載台或晶圓載台的位置控制。從第1驅動模式往第2驅動模式(或第3驅動模式)之切換，並不侷限於曝光動作時，在其他動作(例如對準測量動作等)時，同樣可進行上述切換。又，在其他動作並無須先設定成第1驅動模式，亦可設定成其他驅動模式(例如，第2及第3驅動模式的一方等)以取代第1驅動模式。此時，例如在以其他驅動模式來控制晶圓載台位置時有發生錯誤，則亦可切換成其他驅動模式(例如，第2及第3驅動模式的另一方、或是第1驅動模式等)。再者，在曝光動作以外，亦可選擇任意之驅動模式。

再者，在上述實施形態及變形例的說明例中，於位置測量系統的切換動作時，係將晶圓載台WST停止既定時間，直到已能藉由平均化效果而使干涉儀$18X_1$、18Y的測量值中受到空氣晃動(空氣的溫度擺盪)所造成之短期變動的影響能全然不計，之後方由編碼器50A～50D來承接干涉儀$18X_1$、Y的測量值，但作法並不侷限於此，例如，亦能

進行與上述第 2 校正動作相同之動作，根據所得到之低次成分，進行測量值由干涉儀 $18X_1$、18Y 至編碼器 50A～50D 之交接。又，上述位置測量系統之切換動作，不見得非實施不可。亦即，亦能藉由對準系統 ALG 與晶圓干涉儀系統($18X_2$、18Y)來測量晶圓 W 上之對準標記、及晶圓載台 WST 上的基準標記之位置資訊，並藉由標線片對準系統與編碼器系統來測量晶圓載台 WST 上的基準標記之位置資訊，俾根據由其等之位置資訊，由編碼器系統來控制晶圓載台的位置。

又，在上述實施形態及變形例中，所說明之位置測量系統的切換動作，係從干涉儀切換成編碼器，但本發明並不侷限於此。例如，若是將對準系統 ALG 設置在遠離投影單元 PU 之處，對於有使用該對準系統而進行對準動作之區域，同樣有將與上述讀頭單元 46A～46D 相同之讀頭單元以對準系統 ALG 為中心而設置成十字形配置。又，在移動標尺 44A～44D 各具原點而進行 EGA 等晶圓對準之際，以其等移動標尺 44A～44D 的組合而規定之座標系統的原點(亦即，藉由移動標尺 44A～44D 的原點而規定之點)作為基準之晶圓 W 的各對準標記之位置資訊，遂能使用讀頭單元與移動標尺 44A～44D 來檢測之，又根據其檢測結果來進行既定之運算，而亦能求出各照射區域相對於上述原點的相對位置資訊。此情形下，於曝光之際，係使用編碼器 50A～50D 來檢測出上述原點，藉此，可使用各照射區域相對上述原點之相對位置，而將各照射區域移動至準備曝光之開始加

速位置。此情形下，讀頭與投影單元、對準系統ALG之間之位置偏移，同樣會成為誤差之要因，故較佳係同樣對其進行校正。

再者，在上述實施形態及變形例中，於晶圓的曝光動作時，係使用上述編碼器系統(圖2、圖3、圖25、圖26)來控制標線片載台RST及晶圓載台WST的位置，然而，使用編碼器系統之載台位置控制，並不侷限於曝光動作之時，亦可在曝光動作以外，例如以標線片對準系統進行之標線片對準標記之檢測動作、或標線片載台RST的基準標記之檢測動作、或標線片的交換動作等諸狀況時，同樣能使用圖2所示之編碼器系統來控制標線片載台RST的位置。同樣的，例如以對準系統ALG進行晶圓W之對準標記檢測時、或是晶圓的交換動作等諸狀況中，同樣能使用圖3、圖25、圖26所示之編碼器系統來控制晶圓載台WST的位置。此情形下，當然無須有上述位置測量系統之切換動作。

在以對準系統ALG來檢測晶圓W上的對準標記或晶圓載台WST的基準標記，或者是以標線片對準系統來檢測晶圓載台WST的基準標記時，若同樣有用到上述之編碼器系統(圖3、圖25、圖26)，此情形下，較佳係同樣將該檢測動作時之晶圓載台WST的移動範圍一併考慮。特別是對於，將晶圓載台移動至對準系統ALG的測量位置而進行之標記的檢測動作中，同樣最好將各讀頭單元的長度方向之長度(或配置等)設定成，使各讀頭單元(46A～46D、46A～

46D_2)不會離開其所對應之移動標尺(繞射光柵)，亦即，不致發生無法以編碼器系統來控制位置而導致晶圓載台位置失控之情形；或者是，亦可設置有別於其等讀頭單元之他種讀頭單元。

又，若是在晶圓的交換位置(包含裝載位置與卸載位置的至少一方)中，或是晶圓載台 WST 由上述交換位置、曝光位置(用來透過投影光學系統 PL 而轉印標線片圖案之位置)、及測量位置(以對準系統 ALG 進行標記檢測之位置)中的一方朝向另一方進行移動的途中，有使用上述之編碼器系統(圖 3、圖 25、圖 26)時，同樣的，最好亦考慮晶圓交換位置及該交換動作時晶圓載台的移動範圍，在各讀頭單元的配置、長度等之設定時，須能避免發生無法以編碼器測量位置而導致晶圓載台位置失控之情形；或者是，亦可設置有別於其等讀頭單元之他種讀頭單元。

又，例如日本特開平 10－214783 號公報及對應之美國專利第 6,341,007 號，以及國際公開 WO 98／40791 號公報和其所對應之美國專利第 6,262,796 號等所揭示般之曝光裝置，亦即能使用 2 個晶圓載台而大致同時併行曝光動作與測量動作(例如，由對準系統進行之標記檢測等)之雙晶圓載台式之曝光裝置，亦能使用上述之編碼器系統(圖 3、圖 25、圖 26)來控制各晶圓載台的位置。此處，不僅限於曝光動作，就連在測量動作時，只要將各讀頭單元的配置、長度等作適切的設定，就能直接將上述編碼器系統(圖 3、圖 25、圖 26)用來控制各晶圓載台的位置，然而，亦能設置不同於

上述讀頭單元(46A～46D、54A～54D_2)之可在該測量動作中使用之讀頭單元。例如，亦可設有以對準系統 ALG 作為中心、並且配置成十字形之 4 個讀頭單元，俾在上述測量動作之時，使用其等讀頭單元與相對應之移動標尺(46A～46D、52A～52D)來測量各晶圓載台 WST 的位置資訊。在雙晶圓載台方式之曝光裝置中，係在 2 個晶圓載台各設有 2 個或 4 個移動標尺(圖 3、圖 25、圖 26)，當被裝載於一方晶圓載台之晶圓結束曝光動作後，透過與另一方晶圓載台之間進行交換之方式，將已裝載下一晶圓(該晶圓，已在測量位置進行過標記檢測等)之另一方的晶圓載台，配置於曝光位置。又，與曝光動作併行之測量動作，並不侷限於對準系統對晶圓等之標記檢測，例如，亦能以晶圓的面資訊(段差資訊等)之檢測來代替之、或是與其組合。

再者，在上述的說明中，於測量位置或是交換位置、或是晶圓載台從曝光位置、測量位置、及交換位置的其中 1 個朝另一位置移動當中，若是使用編碼器系統並不能控制晶圓載台的位置，較佳係使用有別於該編碼器系統之他種測量裝置(例如干涉儀、編碼器等)，在上述各位置或移動中進行晶圓載台之位置控制。

又，在上述實施形態及變形例中，亦可如國際公開第 2005／074014 號公報、國際公開第 1999／23692 號公報、美國專利第 6,897,963 號說明書等所揭示般，在晶圓載台之外，亦設有包含測量構件(基準標記、感測器等)之測量載台，用以在晶圓的交換動作等之時，藉由與晶圓載台間之

交換，而將測量載台配置在投影光學系統 PL 的正下方，以供測量曝光裝置的特性(例如，投影光學系統的成像特性(波面像差)等、照明光 IL 的偏光特性等)。此情形下，在測量載台亦可配置移動標尺，俾使用上述之編碼器系統來控制測量載台的位置。又，對於被裝載於晶圓載台之晶圓進行曝光動作的期間，測量載台係退避至不會與晶圓載台發生干涉之既定位置，使其在該退避位置與曝光位置之間移動。因而，對於該退避位置、或是從該退避位置與曝光位置的一方往另一方移動的途中，若能以同樣於晶圓載台之方式而將測量載台的移動範圍亦予以考慮，在各讀頭單元的配置、長度等之設定時，須能避免發生無法以編碼器系統測量位置而使測量載台的位置失控之情形，係較佳作法；或者，亦可設置有別於讀頭單元之他種讀頭單元。又，若是在該退避位置或是上述之移動中，編碼器系統無法進行測量載台的位置控制時，較佳係使用有別於編碼器系統之他種測量裝置(例如干涉儀、編碼器等)來控制測量載台的位置。

又，在上述實施形態及變形例，舉一例，可能因為投影單元 PU 的尺寸等所致，而不得不擴大延伸設置於同一方向的一對讀頭單元之間隔，從而，在對晶圓 W 上的特定照射區域(例如位在最外周之照射區域)進行掃描曝光時，造成上述一對之讀頭單元中的一方離開其所對應之移動標尺。舉一例而言，若是圖 3 中的投影單元 PU 稍大一些，一對讀頭單元 46B、46D 中的讀頭單元 46B，就會從其所對應之移

動標尺 44B 離開。再者，例如在國際公開第 99／49504 號公報、國際公開第 2004／053955 號公報(對應美國專利申請案公開第 2005／0252506 號說明書)、美國專利第 6,952,253 號說明書、歐洲專利公開第 1420298 號公報、國際公開第 2004／055803 號公報、國際公開第 2004／057590 號公報、美國專利申請案公開第 2006／0231206 號、及美國專利申請案公開第 2005／0280791 號等所揭示般、在投影光學系統 PL 與晶圓之間填滿液體(例如純水等)之液浸型曝光裝置，其中之用來供應液體的嘴構件等，乃是以外繞投影單元 PU 之方式而設置，因此，欲將讀頭單元近接配置於投影光學系統 PL 的上述曝光區域時，難度更上一層。此處，在圖 3、圖 26 所示之編碼器系統中，若是在其 X 軸及 Y 軸方向，並沒有各要持續測量 2 個位置資訊之必要性，則亦能使編碼器系統(特別是讀頭單元)的構成方式成為，在 X 軸及 Y 軸方向的一方可供測量 2 個位置資訊、在另一方可供測量 1 個位置資訊。亦即，由編碼器系統對晶圓載台(或測量載台)之位置控制中，即使沒有在 X 軸及 Y 軸方向各具有 2 個(合計 4 個)之位置資訊亦可。又，在液浸型曝光裝置中，亦能如圖 27 所示般，以玻璃作為晶圓載台 WST 上(或晶圓台 WTB)之撥液板 WRP，並直接在該玻璃設置標尺圖案。或者，亦能以玻璃作成晶圓台。再者，液浸型曝光裝置中所具備的晶圓載台(或測量載台內)，若具有上述實施形態及變形例的移動標尺(圖 3、圖 25、圖 26)，其較佳之作法，係預在該移動標尺的表面形成撥液膜。

再者，若是考慮到晶圓載台的小型化及輕量化等，較佳作法，係在晶圓載台 WST 上將移動標尺的配置儘可能接近晶圓 W，然而，在容許有較大的晶圓載台時，亦能加大晶圓載台，而拉寬與其對向配置之一對移動標尺的間隔，藉此，至少在晶圓的曝光動作中，能常態的在 X 軸及 Y 軸方向各測量 2 個、合計 4 個之位置資訊。又，亦能使例如移動標尺的一部分以外露於晶圓載台之方式而設置，或者，亦能使用至少設有 1 個移動標尺之輔助板，將移動標尺設置在晶圓載台本體的外側，藉此，可取代加大晶圓載台的作法，而能加寬對向配置的一對移動標尺之間隔。

又，其較佳作法，係在以編碼器系統進行載台的位置控制之前，先行測量例如讀頭單元的傾倒程度(對於 Z 軸方向的傾斜)、XY 平面內的讀頭之排列(位置或間隔等)、或是讀頭對平行線的傾斜等，而將該測量結果用於上述之位置控制。又，較佳作法可舉例為，測量移動標尺在 Z 軸方向(與表面垂直之方向)的位移量或傾斜量等，將該測量結果用於上述之位置控制。

上述實施形態及變形例所說明的編碼器之第 1 至第 3 校正動作、及上述之逐次校正動作，能以單獨或經過適當組合之方式來實施。又，在上述的校正動作中，在以編碼器系統及干涉儀系統進行位置測量時，係使載台低速移動，但作法不限於此，如上述，亦能以相等於掃描曝光時的速度而使載台移動。

又，在上述實施形態及變形例中，係使用編碼器系統

來控制標線片載台及晶圓載台的位置，但作法並不侷限於此，例如，亦能以編碼器系統而對標線片載台及晶圓載台的一方進行位置控制，並使用干涉儀系統而對另一方之載台進行位置控制。再者，在上述實施形態及變形例中，係將編碼器的讀頭單元配置在標線片載台的上方，但亦可將編碼器的讀頭單元配置在標線片載台的下方。此時之移動標尺，同樣是設在標線片載台的下面側。

再者，在上述實施形態及變形例(圖 3、圖 25、圖 26)的編碼器系統中，複數個移動標尺(44A～44D、52A～52D)，係分別透過例如真空夾頭等吸附機構或板式彈簧等而被固定在晶圓載台 WST，但作法並不侷限於此，亦能透過螺絲鎖緊、或直接將繞射光柵形成於晶圓載台。特別是在後者之情形，可將繞射光柵形成於用以形成晶圓保持具之桌台，尤其是在液浸型曝光裝置中，可將繞射光柵形成於撥液板。又，無論是標線片載台 RST 或晶圓載台 WST 中，用以形成繞射光柵之構件(包含上述之移動標尺等)，較佳係以陶瓷等低熱膨脹的材料(例如首德公司之 Zerodur(商品名)等)來構成。又，為了要防止因為異物附著、髒污等而降低測量精度，例如，亦可在表面施以塗佈，使其至少覆蓋於繞射光柵、或是設有蓋玻璃亦可。再者，無論是標線片載台 RST 或是晶圓載台 WST，各移動標尺中的繞射光柵，係連續的形成於其長邊方向的大致全域，然而並不侷限於此，例如將繞射光柵分成複數個區域而以不連續方式來形成者亦可，或者，亦能以複數個標尺來構成各移動標尺。

再者，在上述實施形態及變形例中，特別是在圖 3 的編碼器系統中，用於 Y 軸方向的位置測量之一對移動標尺 44A、44C，以及用於 X 軸方向的位置測量之一對移動標尺 44B、44D，係設置在晶圓載台 WST 上，並以對應於此之方式，將一對的讀頭單元 46A、46C 配置在投影光學系統 PL 的 X 軸方向的一側與另一側，將一對的讀頭單元 46B、46D 配置在投影光學系統 PL 的 Y 軸方向的一側與另一側。然而，其應用例並不侷限於此，尚可舉例為，在晶圓載台 WST 上，所設置之用來測量 Y 軸方向位置之移動標尺 44A、44C，以及用來測量 X 軸方向位置之移動標尺 44B、44D，其中至少有一方並非成對，而是僅有一個；或者是，使一對之讀頭單元 46A、46C 及一對之讀頭單元 46B、46D 中，至少有一方並非成對而是僅有一個。此點對於圖 26 所示之編碼器系統亦是相同。又，移動標尺的延伸設置方向及讀頭單元的延伸設置方向，並不侷限於上述實施形態中所示之 X 軸方向、Y 軸方向之類的正交方向。

又，在上述實施形態及變形例中，晶圓干涉儀系統 18 的構成並不侷限於圖 3 所示，例如，若是對於對準系統 ALG(測量位置)亦配置有讀頭單元時，就算不設有晶圓 X 干涉儀 $18X_2$ 亦可；亦可使晶圓 X 干涉儀 $18X_2$ 的構成，成為與晶圓 Y 干涉儀 18Y 相同的多軸干涉儀，使其除了能測量晶圓載台 WST 的 X 位置，亦能測量旋轉資訊(例如偏搖及橫搖)。又例如，亦能使晶圓 Y 干涉儀 18Y 成為相同於晶圓 X 干涉儀 $18X_1$ 之單軸干涉儀；亦能使晶圓 X 干涉儀 $18X_1$

成為相同於晶圓 Y 干涉儀之多軸干涉儀。多軸干涉儀，亦能僅對旋轉資訊測量其偏搖量。再者，晶圓 X 干涉儀 $18X_1$ 與晶圓 Y 干涉儀 18Y 的任一方，亦能僅測量旋轉資訊中的 1 個(橫搖或縱搖)。亦即，本實施形態之晶圓干涉儀系統 18 在晶圓的曝光動作中，能至少測量 X 軸及 Y 軸方向的位置資訊與 θz 方向的旋轉資訊(偏搖)者即可。

再者，在上述實施形態中之說明例，係將本發明運用在掃描步進機，但其並不侷限於此，亦可將本發明運用在步進機等靜止型曝光裝置。即使是在步進機等情形時，同樣是藉由編碼器，來對搭載有曝光對象(物體)之載台測量位置，藉此，與使用干涉儀來測量載台位置者不同的是，幾乎不會因為空氣晃動而造成位置測量誤差。又，其係根據編碼器的測量值，以及，使用干涉儀的測量值來對該編碼器測量值的短期變動進行修正之修正資訊，而能使載台有高精度之定位，遂能高精度的將標線片圖案轉印至物體上。又，本發明同樣適用於，將照射區域與照射區域互相合成之步進貼合方式之縮小投影曝光裝置、近接方式之曝光裝置、或鏡面投影對準曝光器(mirror projection aligner)等。

又，上述實施形態之曝光裝置中之投影光學系統倍率並不僅可為縮小系統，亦可為等倍及放大系統之任一者，投影光學系統 PL 不僅可為折射系統，亦可係反射系統及反折射系統之任一者，其投影像亦可係倒立像與正立像之任一者。再者，透過投影光學系統 PL 來照射照明光 IL 之曝

光區域，雖係在投影光學系統PL之視野內包含光軸AX的軸上區域，但例如亦可與如國際公開第2004／107011號小冊子所揭示之所謂線上型反折射系統同樣地，其曝光區域為不含光軸AX之離軸區域，該線上型反折射系統具有複數個反射面且將至少形成一次中間像之光學系統(反射系統或反折射系統)設於其一部分，並具有單一光軸。又，前述照明區域及曝光區域之形狀雖為矩形，但並不限於此，亦可係例如圓弧、梯形、或平行四邊形等。

又，照明光IL，不限於ArF準分子雷射光(波長193nm)，亦能使用KrF準分子雷射光(波長248nm)等紫外光，或F_2雷射光(輸出波長157nm)等真空紫外光。真空紫外光，可使用例如國際公開第1999／46835號小冊子(對應美國專利第7,023,610號說明書)所揭示之諧波，其係以塗布有鉺(或鉺及鐿兩者)之光纖放大器，將從DFB半導體雷射或纖維雷射射出之紅外線區或可見區的單一波長雷射光放大來作為真空紫外光，並以非線形光學結晶將其轉換波長成紫外光。

又，上述實施形態中，作為曝光裝置之照明光IL，並不限於波長大於100nm之光，亦可使用波長未滿100nm之光。例如，近年來，為了形成70nm以下之圖案，已進行了一種EUV曝光裝置之開發，其係以SOR或電漿雷射為光源來產生軟X線區域(例如5～15nm之波長域)之EUV(Extreme Ultra Violet)光，且使用根據其曝光波長(例如13.5nm)所設計之全反射縮小光學系統及反射型光罩。此裝置由於係使

用圓弧照明同步掃描光罩與晶圓來進行掃瞄曝光之構成，因此能將本發明非常合適地適用於上述裝置。此外，本發明亦適用於使用電子射線或離子光束等之帶電粒子射線的曝光裝置。

又，上述實施形態中，雖使用於具光透射性之基板上形成既定遮光圖案(或相位圖案，減光圖案)的光透射性光罩(標線片)，但亦可使用例如美國專利第 6,778,257 號說明書所揭示之電子光罩來代替此光罩，該電子光罩(亦稱為可變成形光罩、主動光罩、或影像產生器，例如包含非發光型影像顯示元件(亦稱空間光調變器)之一種之 DMD(Digital Micro-mirror Device)等)係根據欲曝光圖案之電子資料來形成透射圖案、反射圖案、或發光圖案。當使用上述可變成形光罩時，裝載著晶圓或玻璃板等之載台，係相對可變成形光罩而掃描，因此只要使用編碼器來測量上述載台的位置，並對於該編碼器的測量值，以同樣於上述之方法而採用干涉儀的測量值來進行校正，藉此，即可得到與上述實施形態相等之效果。

又，本發明亦能適用於，例如國際公開第 2001／035168 號小冊子所揭示，藉由將干涉紋形成於晶圓上、而在晶圓 W 上形成等間隔線圖案之曝光裝置(微影系統)。

進而，例如亦能將本發明適用於例如日本特表 2004－519850 號公報(對應美國專利第 6,611,316 號說明書)所揭示之曝光裝置，其係將兩個標線片圖案透過雙頭型投影光學系統在晶圓上合成，藉由一次之掃描曝光來對晶圓上之一

個照射區域大致同時進行雙重曝光。

又，於物體上形成圖案之裝置並不限於前述曝光裝置(微影系統)，例如亦能將本發明適用於以噴墨式來將圖案形成於物體上的裝置。

此外，上述實施形態中待形成圖案之物體(能量束所照射之曝光對象的物體)並不限於晶圓，亦可係玻璃板、陶瓷基板、空白光罩、或者膜構件等其他物體。又，該物體之形狀並不僅為圓形，亦可為矩形等其他形狀。

曝光裝置用途並不限定於半導體製造用之曝光裝置，亦可廣泛適用於例如用來製造將液晶顯示元件圖案轉印於方型玻璃板之液晶用曝光裝置，或製造有機 EL、薄膜磁頭、攝影元件(CCD 等)、微型機器及 DNA 晶片等的曝光裝置。又，除了製造半導體元件等微型元件以外，為了製造用於光曝光裝置、EUV(極遠紫外線)曝光裝置、X 射線曝光裝置及電子射線曝光裝置等的標線片或光罩，亦能將本發明適用於用以將電路圖案轉印至玻璃基板或矽晶圓等之曝光裝置。

此外，本發明並不限定於曝光裝置，亦可廣泛適用於其他之基板處理裝置(例如雷射修理裝置、基板檢查裝置等其他)，或其他精密機械中之試料定位裝置、打線裝置等具備移動載台的裝置。

半導體元件之製造，係經由：元件之功能／性能設計步驟；根據該設計步驟來製作標線片之步驟；由矽材料來製作晶圓之步驟；以上述實施形態之曝光裝置將形成於光

罩之圖案轉印至感光物體上之微影步驟；元件組裝步驟(含切割步驟、接合步驟、封裝步驟)；及檢查步驟等。此時，由於在微影步驟係使用上述實施形態之曝光裝置，因而能高良率的製得高積體化之元件。

又，上述實施形態的曝光裝置 EX(圖案形成裝置)，係藉由組裝各種次系統(包含本案申請範圍中所列舉的各構成要素)，以能保持既定之機械精度、電氣精度、光學精度之方式所製造。為確保此等各種精度，於組裝前後，係進行對各種光學系統進行用以達成光學精度之調整、對各種機械系統進行用以達成機械精度之調整、對各種電氣系統進行用以達成電氣精度之調整。從各種次系統至曝光裝置之組裝製程，係包含機械連接、電路之配線連接、氣壓迴路之配管連接等。當然，從各種次系統至曝光裝置之組裝製程前，係有各次系統個別之組裝製程。當各種次系統至曝光裝置之組裝製程結束後，即進行綜合調整，以確保曝光裝置全體之各種精度。此外，曝光裝置之製造最好是在溫度及清潔度等皆受到管理之潔淨室進行。

如上述，本發明之移動體驅動方法及移動體驅動系統，能適用在高精度的驅動移動體之情形。又，本發明之圖案形成方法及圖案形成裝置，適用在將圖案形成於該物體上之情形。又，本發明之元件製造方法，適用在微元件的製造等情況。

【圖式簡單說明】

圖 1 係一實施形態之曝光裝置之概略構成圖。

圖 2 係將標線片載台連同用來測量該標線片載台的位置資訊之編碼器系統及干涉儀系統一併顯示的俯視圖。

圖 3 係將晶圓載台連同用來測量該晶圓載台的位置資訊之編碼器及干涉儀一併顯示的俯視圖。

圖 4 係從圖 1 中取出用來測量晶圓載台 WST 位置之 Y 干涉儀及 Z 干涉儀、和其附近的構成部分來予以顯示。

圖 5 係編碼器的一構成示例圖。

圖 6 係與一實施形態之曝光裝置之載台控制相關之控制系統方塊圖，其中已省略一部分圖示。

圖 7 係位置測量系統的切換動作之說明圖(其 1)。

圖 8 係位置測量系統的切換動作之說明圖(其 2)。

圖 9 係為了曝光目的而進行之標線片載台的掃描動作之說明圖，該動作，包含標線片側之編碼器的切換(測量值的承接)動作(第 1 圖)。

圖 10 係為了曝光目的而進行之標線片載台的掃描動作之說明圖，該動作，包含標線片側之編碼器的切換(測量值的承接)動作(第 2 圖)。

圖 11 係為了曝光目的而進行之標線片載台的掃描動作之說明圖，該動作，包含標線片側之編碼器的切換(測量值的承接)動作(第 3 圖)。

圖 12(A)，係當晶圓的中央附近位在投影單元正下方時之晶圓載台狀態圖；圖 12(B)，係當晶圓的中心與外周之中間附近位在投影單元正下方時之晶圓載台狀態圖。

圖 13(A)，係當晶圓的＋Y 側之邊緣附近位在投影單元

PU 正下方時之晶圓載台狀態圖；圖 13(B)，係當晶圓中相對 X 軸及 Y 軸成 45°方向(由晶圓的中心觀之)之邊緣附近位在投影單元 PU 正下方時之晶圓載台狀態圖。

圖 14，係當晶圓的＋X 側之邊緣附近位在投影單元 PU 正下方時之晶圓載台狀態圖。

圖 15，係表示編碼器 $26A_1$、$26B_1$、$26C_1$ 的第 1 校正動作所得到之圖例的線圖。

圖 16 係用以校正編碼器 $26A_1$、$26B_1$、$26C_1$ 的測量誤差之校正、即第 2 校正動作之說明圖(其 1)。

圖 17 係用以校正編碼器 $26A_1$、$26B_1$、$26C_1$ 的測量誤差之校正、即第 2 校正動作之說明圖(其 2)。

圖 18 係用以表示藉由第 2 校正動作而得到之圖例的圖。

圖 19 係用以表示藉由用以校正編碼器 $26A_1$、$26B_1$、$26C_1$ 之測量誤差之第 2 校正動作而得到之圖例的圖。

圖 20 係編碼器 50A～50D 的測量值之長期校正動作(第 1 校正動作)之說明圖，亦即係移動標尺之格子間距的修正資訊、及格子變形之修正資訊之取得動作的說明圖。

圖 21 係由編碼器的測量誤差之逐次校正所得到的干涉儀及編碼器之測量值的圖。

圖 22 係在變形例中，移動標尺 44A、44C 的格子間距之修正資訊之取得動作說明圖(其 1)。

圖 23 係在變形例中，移動標尺 44A、44C 的格子間距之修正資訊之取得動作說明圖(其 2)。

圖 24 係在變形例中，移動標尺 44B、44D 的格子線變形(格子線的扭曲)之修正資訊之取得動作說明圖。

圖 25 係晶圓載台用的編碼器系統之變形例之圖。

圖 26 係晶圓載台用的編碼器系統之另一變形例之圖。

圖 27 係液浸曝光裝置所用的晶圓載台之變形例之圖。

【主要元件符號說明】

AX 光軸

ALG 對準系統

BD 主體

BS 底面平板

BM 光束

F 地面

FC 框架鑄體

FLG 凸緣

IL 照明光

IAR 照明區域

L1 透鏡

LB 雷射光

LD 半導體雷射

PBS 分束器

PL 投影光學系統

PU 投影單元

R1、R2 標線片

R1a、R1b、R2a、R2b 反射鏡

RG 反射型繞射光柵

RST 標線片載台

W 晶圓

WP1a、WP1b 1/4 波長板

WST晶圓載台

10 照明系統

11 標線片載台驅動系統

12 晶圓載台裝置

14 固定鏡

15 移動鏡

16x、16y 標線片干涉儀

17 移動鏡

$18X_1$、$18X_2$ 晶圓 X 干涉儀

18Y 晶圓 Y 干涉儀

$18Z_1$、$18Z_2$ 晶圓 Z 干涉儀

19A 感測器讀頭

19B 光學系統單元

20 主控制裝置

21 平面鏡

22 凹部

24A、24B、28 移動標尺

$26A_1$～$26A_3$、$26B_1$～$26B_3$、$26C_1$～$26C_3$ 讀頭

27 晶圓載台驅動系統

32 第 1 柱架

34　第 2 柱架

36　標線片底座

36a 開口

38　鏡筒固定座

39　腳部

40　鏡筒

41　腳部

42a 照射系統

42b 受光系統

43　移動鏡

43a、43b、43c　反射面

44A～44D 移動標尺

46A～46D 讀頭

47A、47B 固定鏡

48a～48k、48y　讀頭

50A～50D 編碼器

52A～52D 移動標尺

56A～56D 編碼器

57　固定鏡

58　第 1 防振機構

64a 照射系統

64b 光學系統

64c 受光系統

71　載台底面

100 曝光裝置

七、申請專利範圍：

1.一種曝光裝置，其具有以照明光照明光罩之照明光學系統與將前述被照明之光罩之圖案像投影於基板上之投影光學系統，其具備：

光罩載台系統，具有保持前述光罩之第 1 移動體與驅動前述第 1 移動體之第 1 電磁馬達；

第 1 編碼器系統，測量藉由前述第 1 電磁馬達驅動之前述第 1 移動體之位置資訊；

基板載台系統，具有保持前述基板之第 2 移動體與驅動前述第 2 移動體之第 2 電磁馬達；

第 2 編碼器系統，具有分別對與正交於前述投影光學系統之光軸之既定面實質上平行配置之反射型光柵部照射光束之複數個讀頭，藉由前述複數個讀頭中與前述光柵部對向之讀頭來測量前述第 2 移動體之位置資訊；以及

控制系統，根據前述第 1、第 2 編碼器系統之測量資訊，分別控制前述第 1、第 2 電磁馬達對前述第 1、第 2 移動體之驅動；

前述控制系統，係修正因前述光柵部與前述讀頭之至少一方所產生之前述第 2 編碼器系統之測量誤差。

2.如申請專利範圍第 1 項之曝光裝置，其中，前述控制系統係根據前述第 2 編碼器系統之測量資訊及與前述光柵部與前述讀頭之至少一方相關之修正資訊控制前述第 2 移動體之驅動。

3.如申請專利範圍第 2 項之曝光裝置，其中，前述修正

資訊包含與形成於前述光柵部之光柵之間距及變形之至少一方相關之資訊。

4.如申請專利範圍第2項之曝光裝置，其中，前述修正資訊包含與形成於前述光柵部之光柵之排列相關之資訊。

5.如申請專利範圍第2項之曝光裝置，其中，前述修正資訊包含與前述讀頭之傾倒及光學特性之至少一方相關之資訊。

6.如申請專利範圍第1至5項中任一項之曝光裝置，其進一步具備檢測前述基板之標記之標記檢測系統；

前述第2編碼器系統係其一部分配置於前述標記檢測系統之周圍，在前述基板之標記之檢測動作中測量前述第2移動體之位置資訊。

7.如申請專利範圍第1至5項中任一項之曝光裝置，其中，藉由前述複數個讀頭中與前述光柵部對向之三個或四個讀頭測量前述第2移動體之位置資訊，且藉由前述第2移動體之移動，與前述光柵部對向之讀頭從前述三個讀頭與前述四個讀頭中之一方變化成另一方。

8.如申請專利範圍第7項之曝光裝置，其中，前述光柵部包含分別形成光柵之複數個標尺；

藉由前述複數個讀頭中與前述複數個標尺分別對向之讀頭測量前述第2移動體之位置資訊。

9.如申請專利範圍第8項之曝光裝置，其中，前述光柵部包含四個前述標尺；

藉由與前述四個標尺之至少三個分別對向之讀頭測量

前述第2移動體之位置資訊。

10.如申請專利範圍第9項之曝光裝置，其中，前述基板載台系統具有分別保持基板之包含前述第2移動體之複數個第2移動體；

前述第2編碼器系統測量前述複數個第2移動體之位置資訊。

11.一種元件製造方法，其包含：

微影步驟，使用申請專利範圍第1至10項中任一項之曝光裝置於基板轉印圖案。

12.一種曝光方法，透過照明光學系統以照明光照明光罩，且透過投影光學系統以前述照明光使基板曝光，其包含：

藉由具有保持前述光罩之第1移動體與驅動前述第1移動體之第1電磁馬達之光罩載台系統，使前述光罩移動；

以第1編碼器系統測量前述第1移動體之位置資訊；

藉由具有保持前述基板之第2移動體與驅動前述第2移動體之第2電磁馬達之基板載台系統，使前述基板移動；

藉由具有分別對與正交於前述投影光學系統之光軸之既定面實質上平行配置之反射型光柵部照射光束之複數個讀頭之第2編碼器系統，測量前述第2移動體之位置資訊；以及

根據前述第1、第2編碼器系統之測量資訊，分別控制前述第1、第2電磁馬達對前述第1、第2移動體之驅動；

在前述第2移動體之驅動控制中，修正因前述光柵部

與前述讀頭之至少一方所產生之前述第 2 編碼器系統之測量誤差。

13.如申請專利範圍第 12 項之曝光方法，其中，在前述第 2 移動體之驅動控制中，使用前述第 2 編碼器系統之測量資訊及與前述光柵部與前述讀頭之至少一方相關之修正資訊。

14.如申請專利範圍第 13 項之曝光方法，其中，前述修正資訊包含與形成於前述光柵部之光柵之間距及變形之至少一方相關之資訊。

15.如申請專利範圍第 13 項之曝光方法，其中，前述修正資訊包含與形成於前述光柵部之光柵之排列相關之資訊。

16.如申請專利範圍第 13 項之曝光方法，其中，前述修正資訊包含與前述讀頭之傾倒及光學特性之至少一方相關之資訊。

17.如申請專利範圍第 12 至 16 項中任一項之曝光方法，其中，藉由其一部分配置於檢測前述基板之標記之標記檢測系統之周圍之前述第 2 編碼器系統，在前述基板之標記之檢測動作中測量前述第 2 移動體之位置資訊。

18.如申請專利範圍第 12 至 16 項中任一項之曝光方法，其中，藉由前述複數個讀頭中與前述光柵部對向之三個或四個讀頭測量前述第 2 移動體之位置資訊，且藉由前述第 2 移動體之移動，與前述光柵部對向之讀頭從前述三個讀頭與前述四個讀頭中之一方變化成另一方。

19.如申請專利範圍第18項之曝光方法，其中，前述光柵部包含分別形成光柵之複數個標尺；

藉由前述複數個讀頭中與前述複數個標尺分別對向之讀頭測量前述第2移動體之位置資訊。

20.如申請專利範圍第19項之曝光方法，其中，前述光柵部包含四個前述標尺；

藉由與前述四個標尺之至少三個分別對向之讀頭測量前述第2移動體之位置資訊。

21.如申請專利範圍第20項之曝光方法，其中，藉由包含前述第2移動體之複數個第2移動體分別保持基板，且藉由前述第2編碼器系統測量前述複數個第2移動體之位置資訊。

22.一種元件製造方法，其包含：

微影步驟，使用申請專利範圍第12至21項中任一項之曝光方法於基板轉印圖案。

八、圖式：

如次頁

圖 1

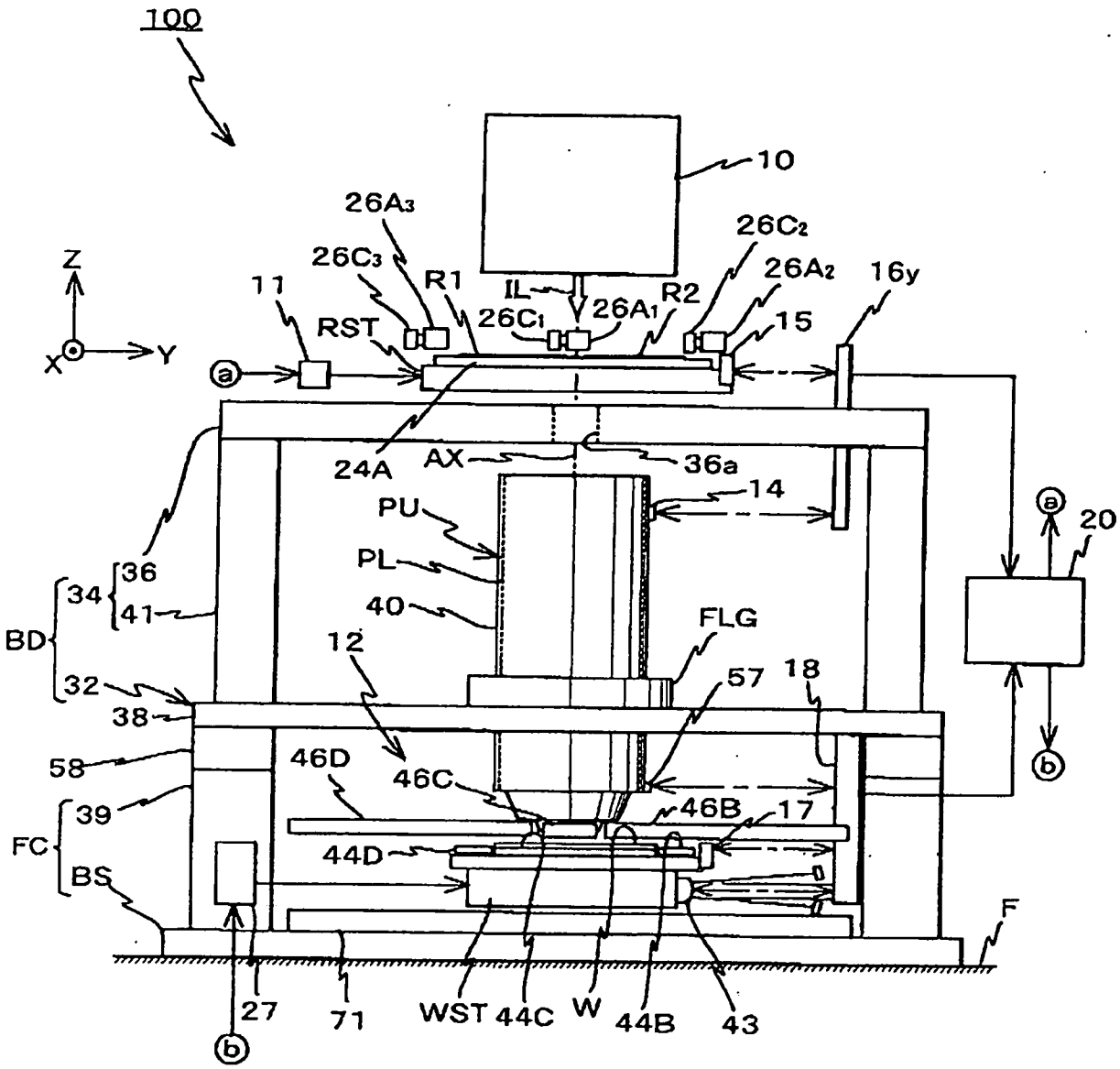

100
10
26A3
26C3
R1
IL
26C2
26A2
16y
Z
11
26C1
26A1
R2
15
RST
Y
X
a
24A
AX
36a
14
PU
PL
40
FLG
20
36
34
41
BD
32
12
57
18
38
58
46D
46C
46B
17
39
FC
44D
BS
F
27
71
WST
44C
W
44B
43
b

圖 2

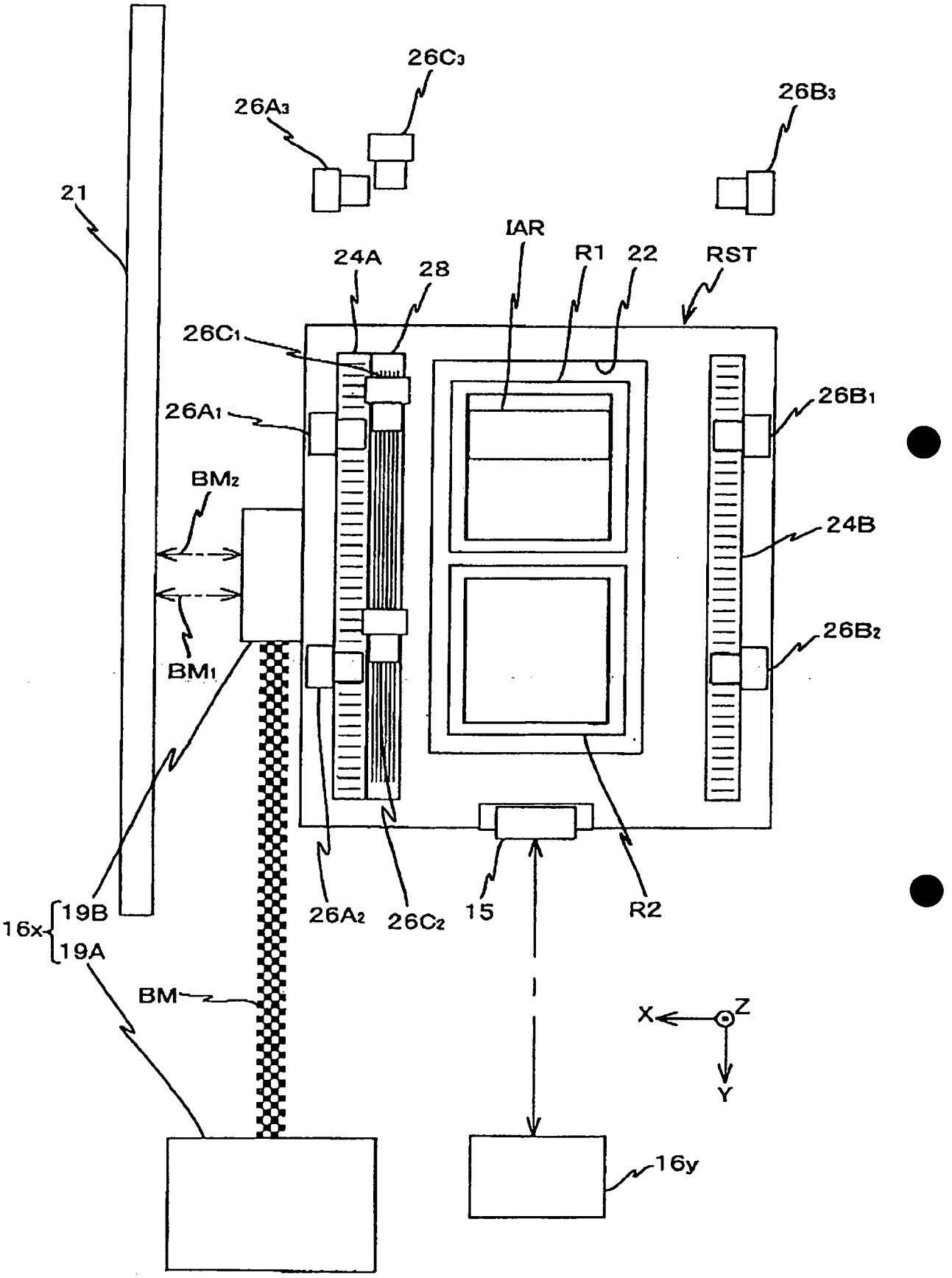

26C3
26A3
26B3
21
IAR
R1
22
RST
24A
28
26C1
26A1
26B1
BM2
24B
26B2
BM1
19B
16x
19A
26A2
26C2
15
R2
BM
X
Z
Y
16y

圖 3

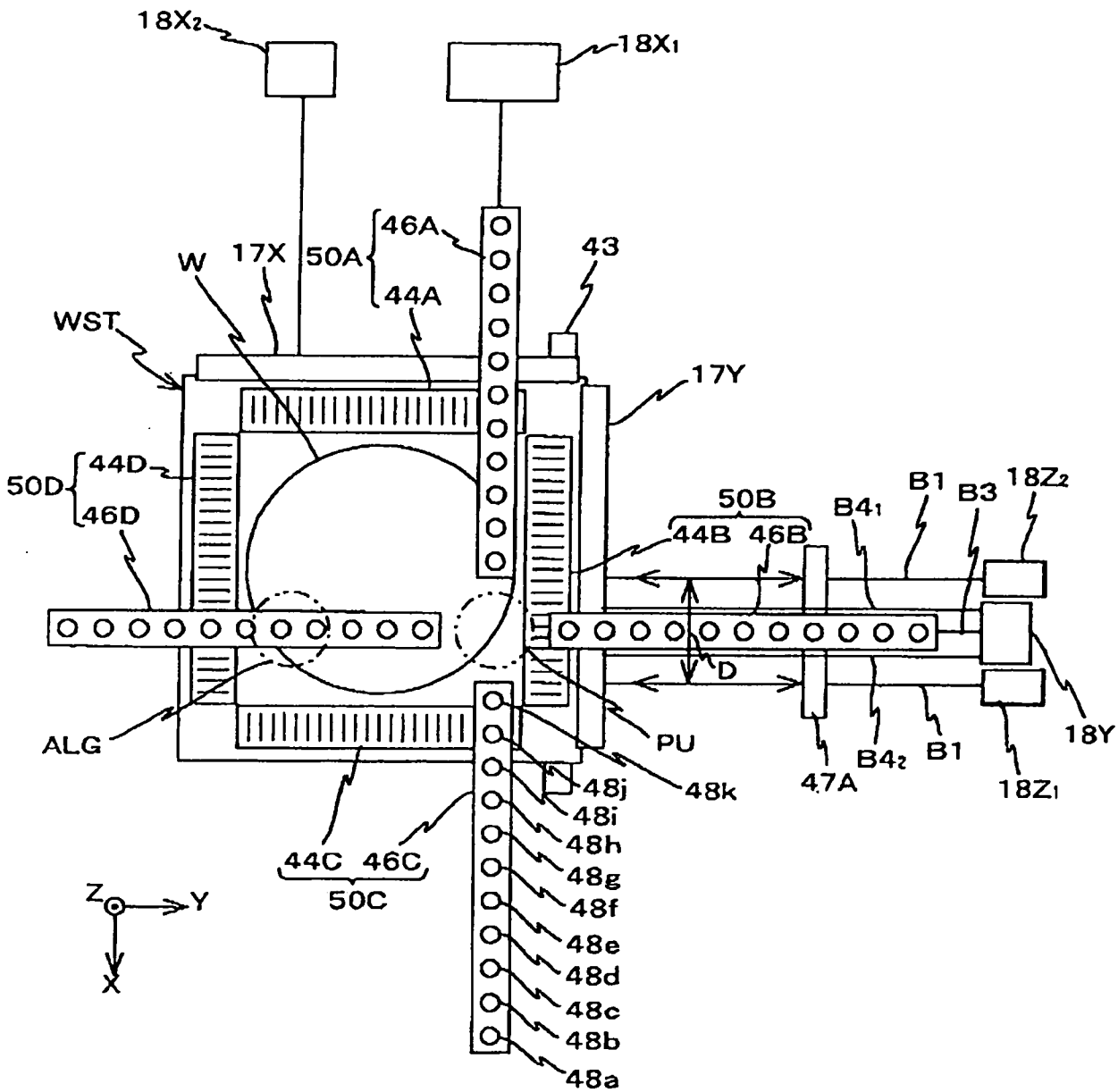

18X2
18X1
W
17X
50A
46A
44A
43
WST
17Y
50D
44D
46D
50B
44B 46B
B4₁
B1
B3
18Z2
D
ALG
PU
48k
48j
48i
48h
48g
48f
48e
48d
48c
48b
48a
47A
B4₂
B1
18Z1
18Y
44C 46C
50C
Z
Y
X

圖 4

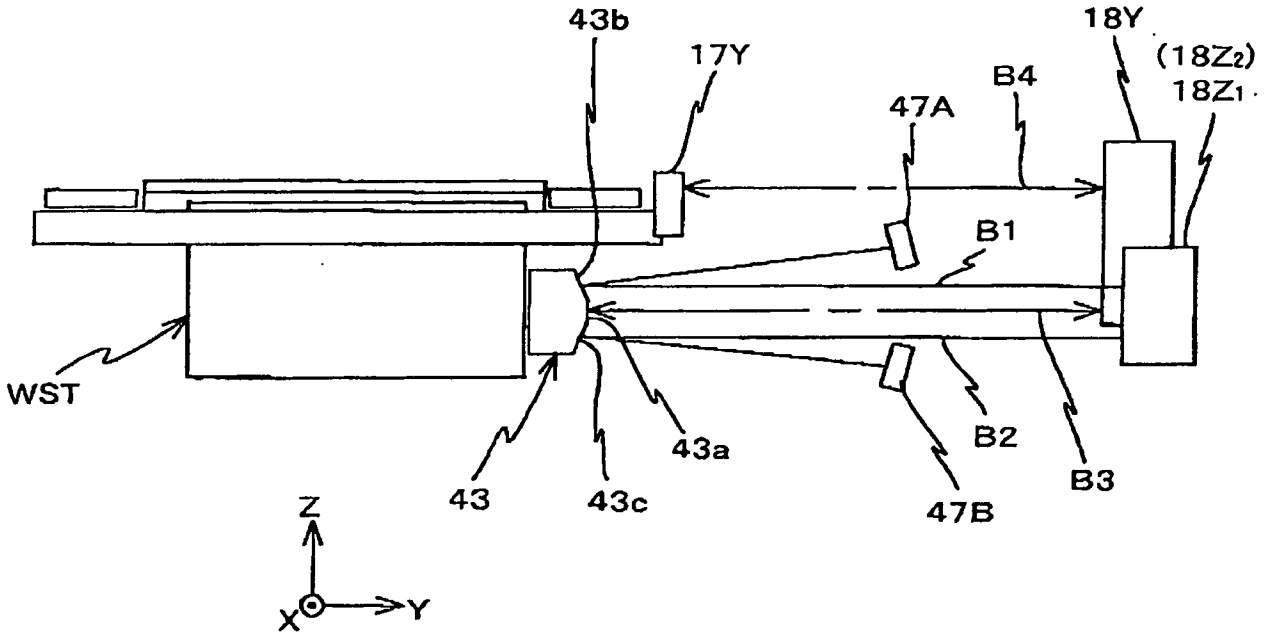


圖 5

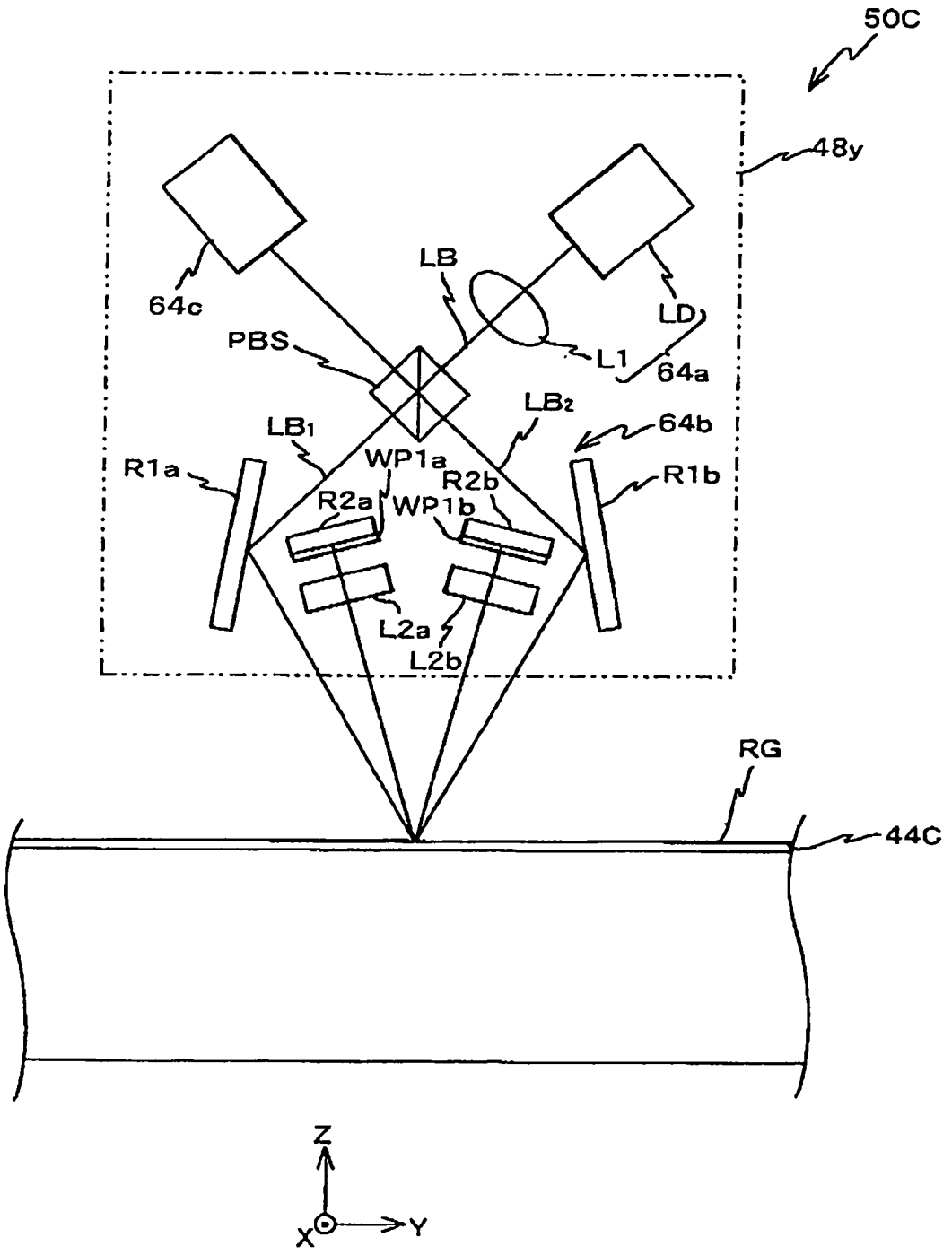

50C
48y
64c
LB
LD
PBS
L1
64a
LB2
64b
LB1
WP1a
R1a
R2b
R1b
R2a
WP1b
L2a
L2b
RG
44C
Z
X
Y

圖 6

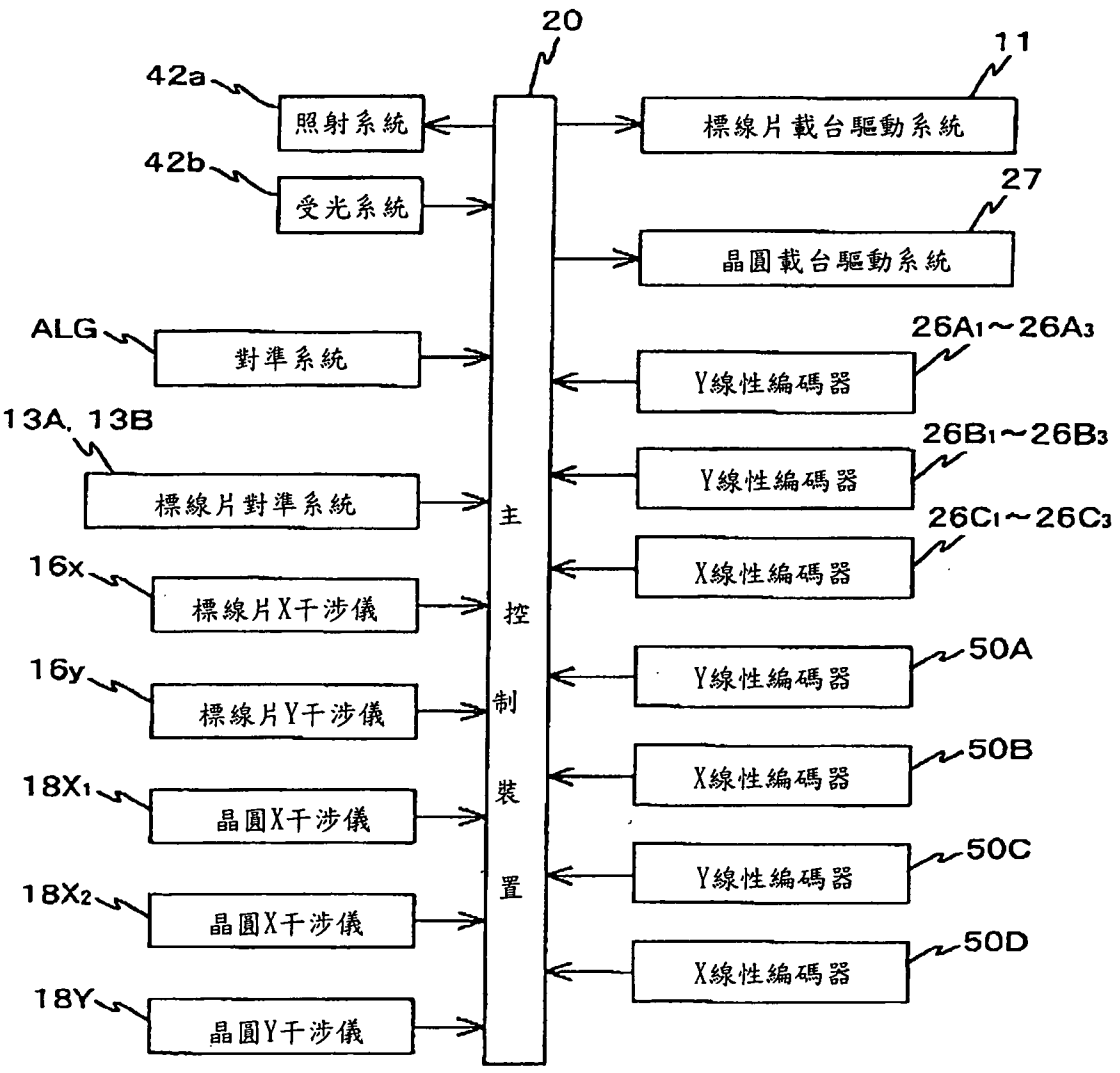

20
11
42a
照射系統
42b
受光系統
標線片載台驅動系統
27
晶圓載台驅動系統
ALG
對準系統
26A1～26A3
Y線性編碼器
13A, 13B
標線片對準系統
26B1～26B3
Y線性編碼器
26C1～26C3
X線性編碼器
16x
標線片X干涉儀
主
控
制
裝
置
50A
Y線性編碼器
16y
標線片Y干涉儀
50B
X線性編碼器
18X1
晶圓X干涉儀
50C
Y線性編碼器
18X2
晶圓X干涉儀
50D
X線性編碼器
18Y
晶圓Y干涉儀

圖 7

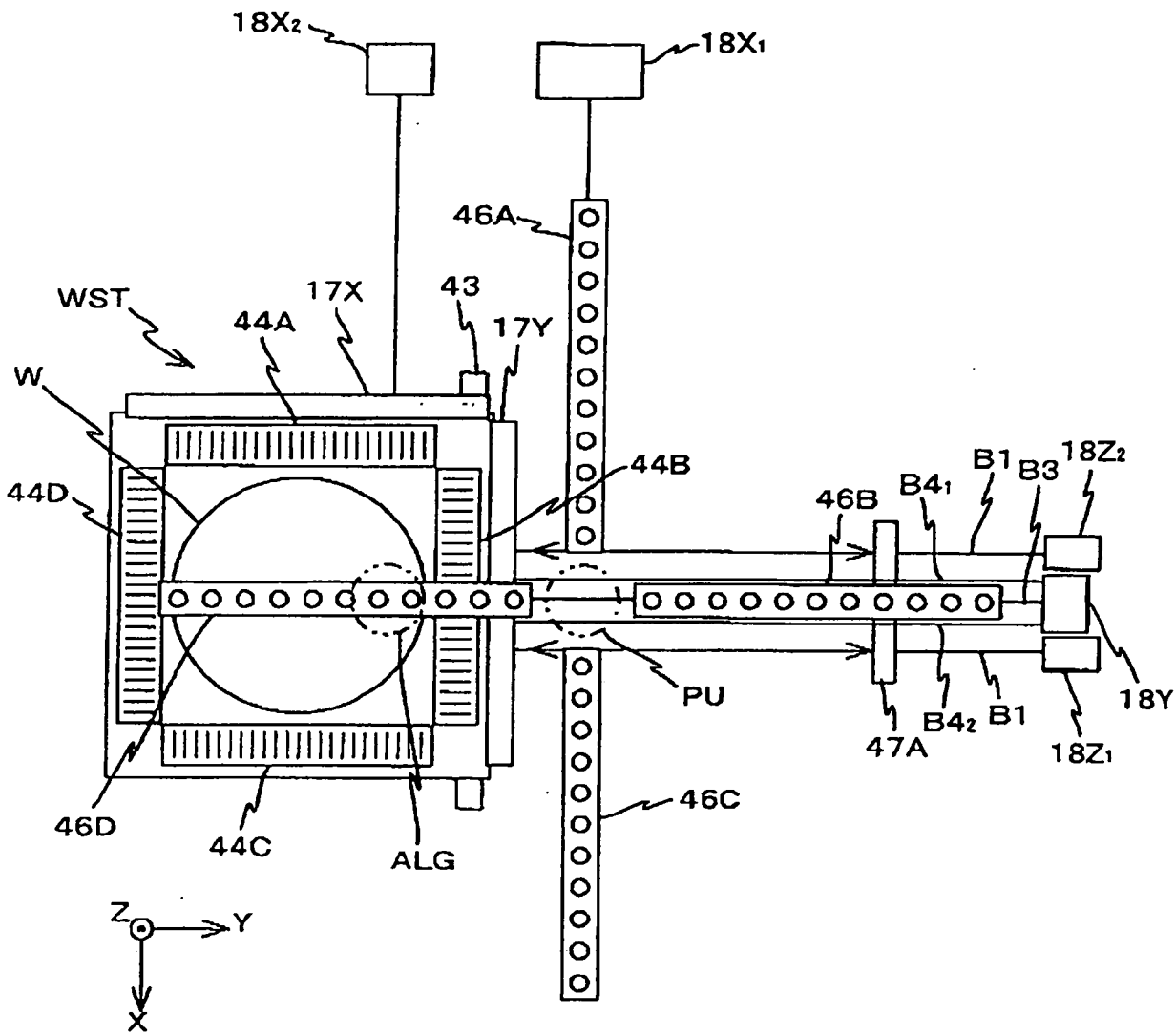

18X2
18X1
46A
WST
17X
43
44A
17Y
W
44B
44D
B1
B3
18Z2
46B
B41
PU
18Y
47A
B42
B1
18Z1
46C
46D
44C
ALG
Z
Y
X

圖 8

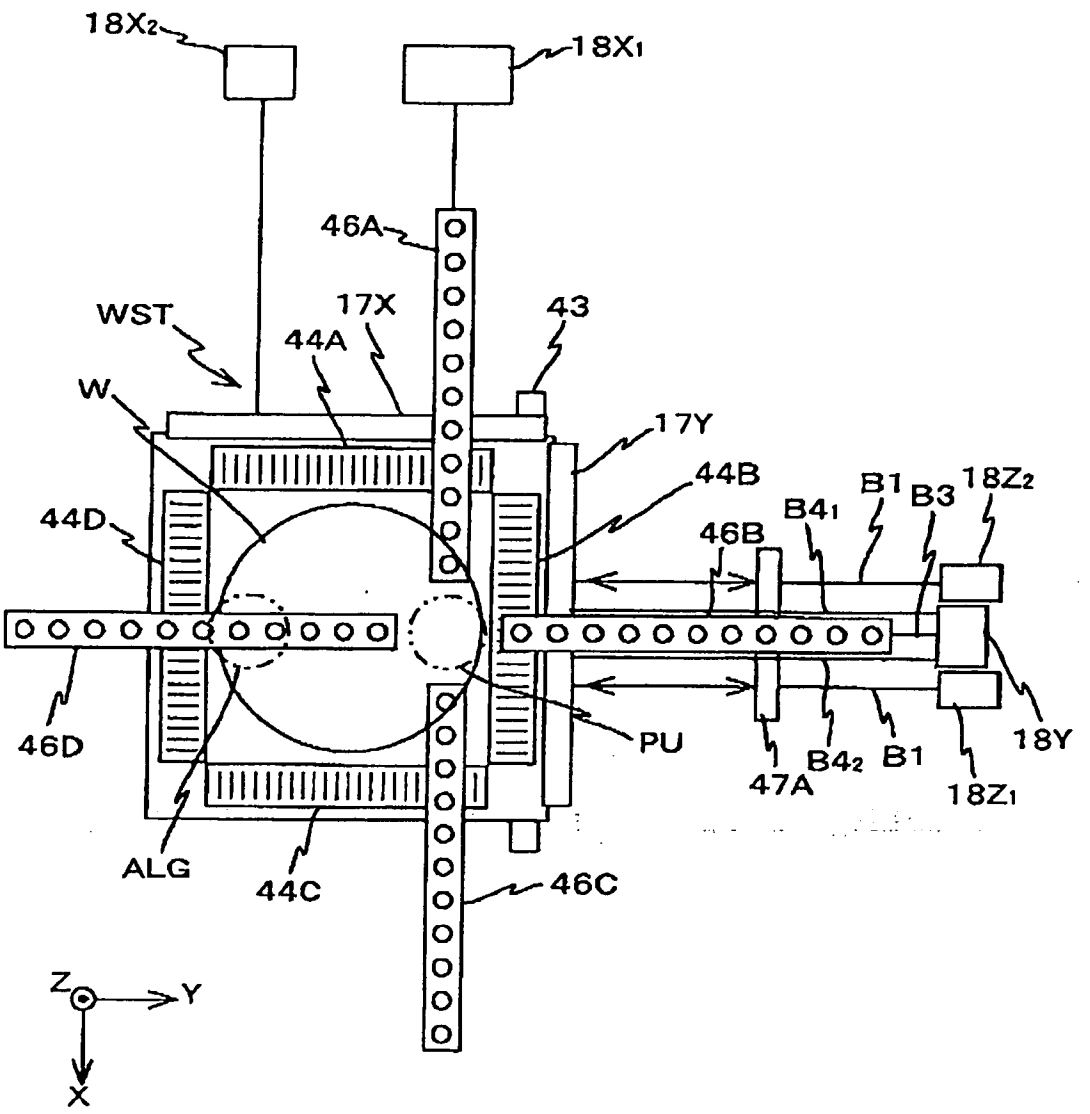

18X2
18X1
46A
WST
17X
44A
43
W
17Y
44B
B1
B3
18Z2
44D
B41
46B
46D
PU
18Y
47A
B42
B1
18Z1
ALG
44C
46C
Z
Y
X

圖 9

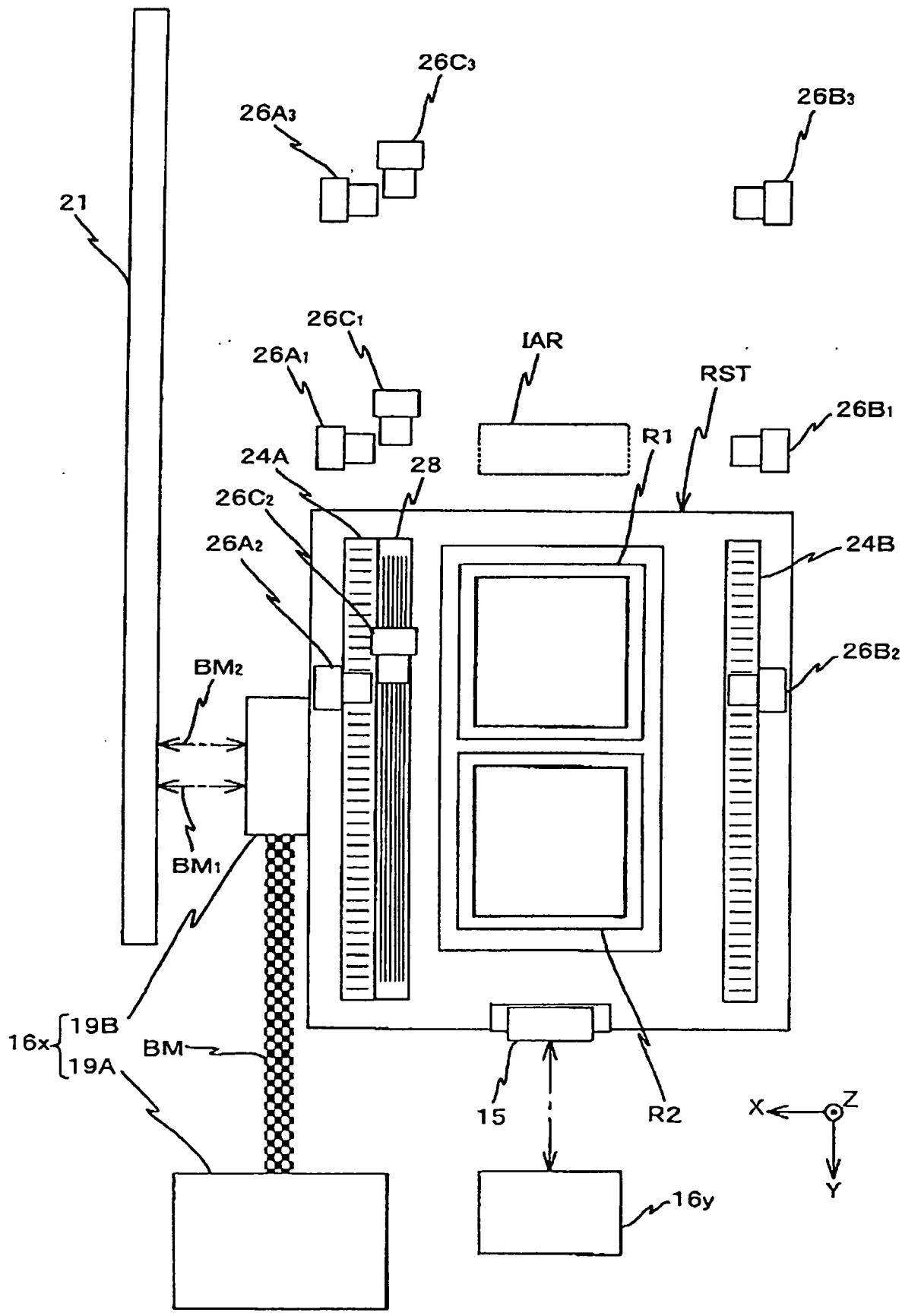

26C3
26A3
26B3
21
26C1
26A1
IAR
RST
26B1
R1
24A
28
26C2
26A2
24B
26B2
BM2
BM1
16x
19B
19A
BM
15
R2
X
Z
Y
16y

圖 10

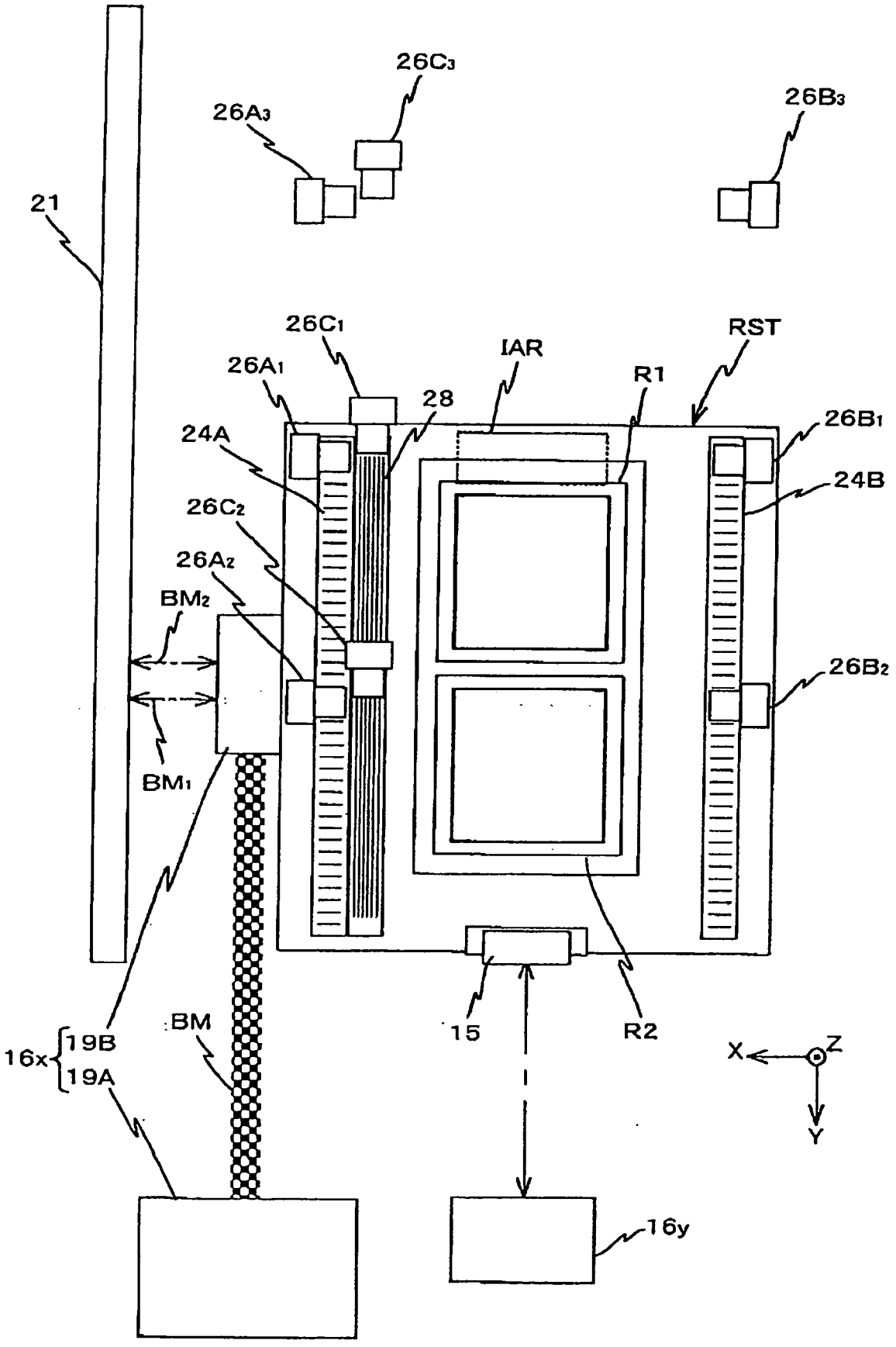

26C3
26A3
26B3
21
26C1
IAR
RST
26A1
R1
28
26B1
24A
24B
26C2
26A2
BM2
26B2
BM1
BM
16x
19B
19A
15
R2
X
Z
Y
16y

圖 11

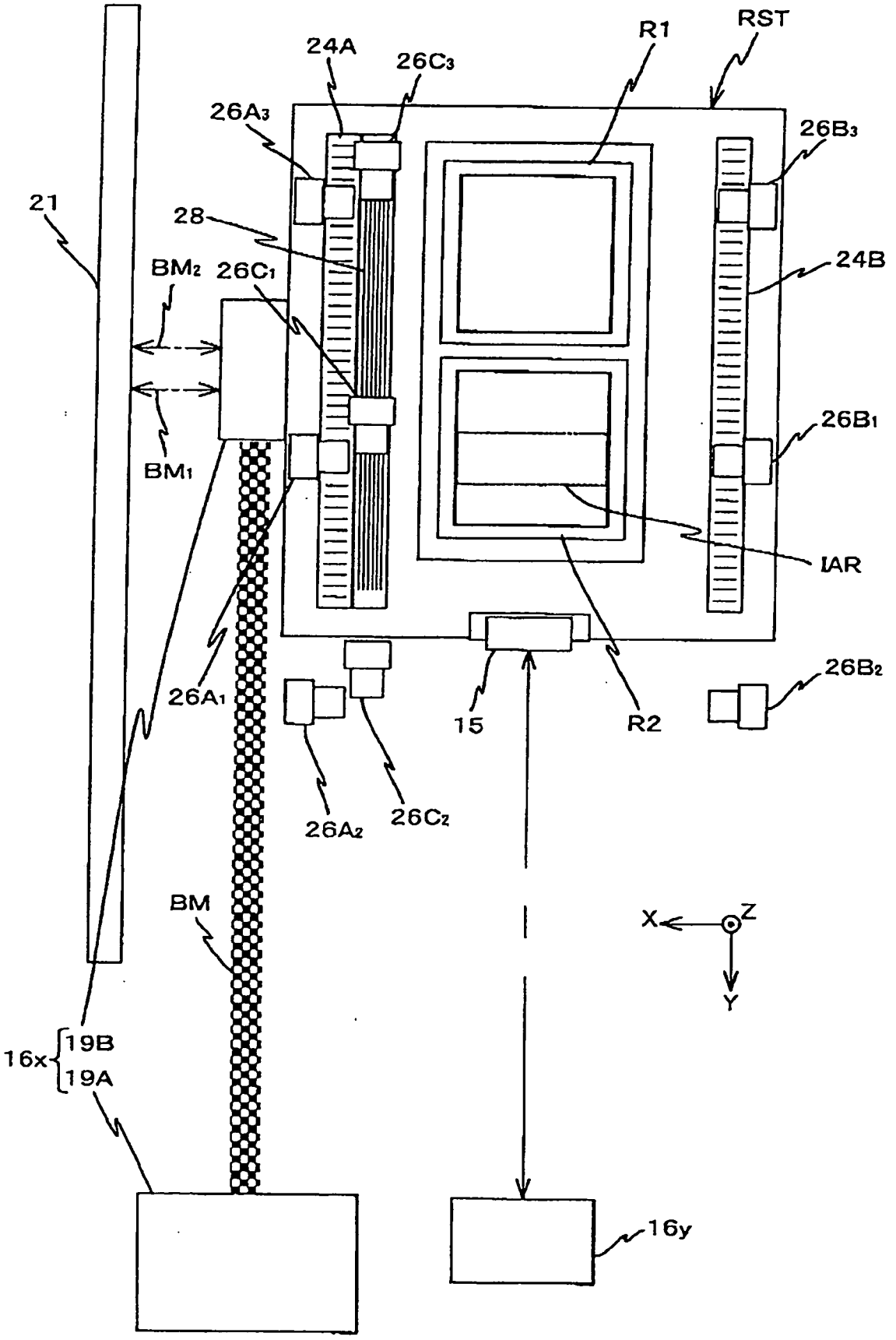

24A
26C3
R1
RST
26A3
26B3
21
28
BM2
26C1
24B
26B1
BM1
IAR
26A1
15
R2
26B2
26A2
26C2
BM
X
Z
Y
16x
19B
19A
16y

圖 12

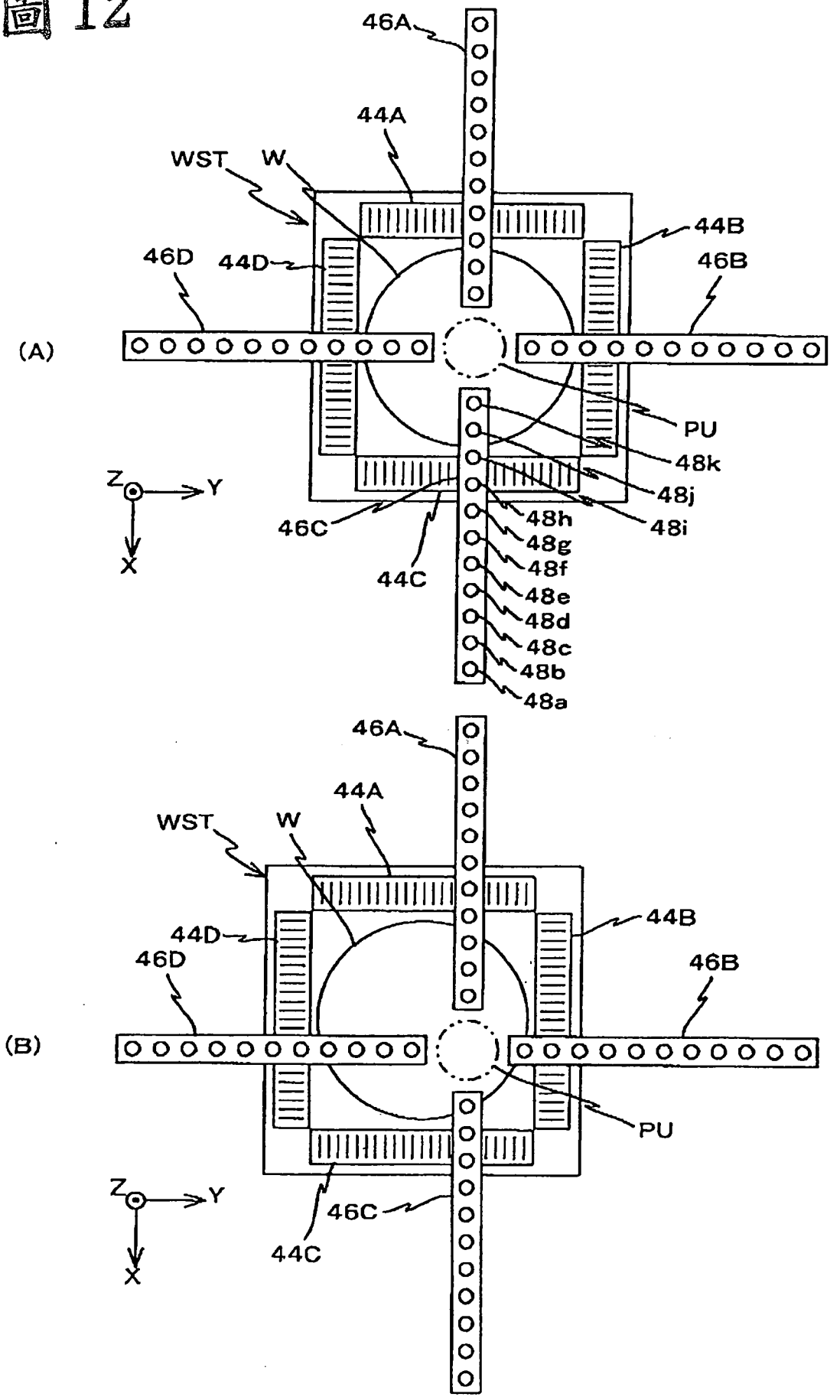

(A)
46A
44A
WST
W
44B
46D
44D
46B
PU
48k
48j
48h
48i
48g
48f
48e
48d
48c
48b
48a
Z
Y
X
46C
44C
(B)
46A
44A
WST
W
44B
44D
46D
46B
PU
Z
Y
X
46C
44C

圖 13

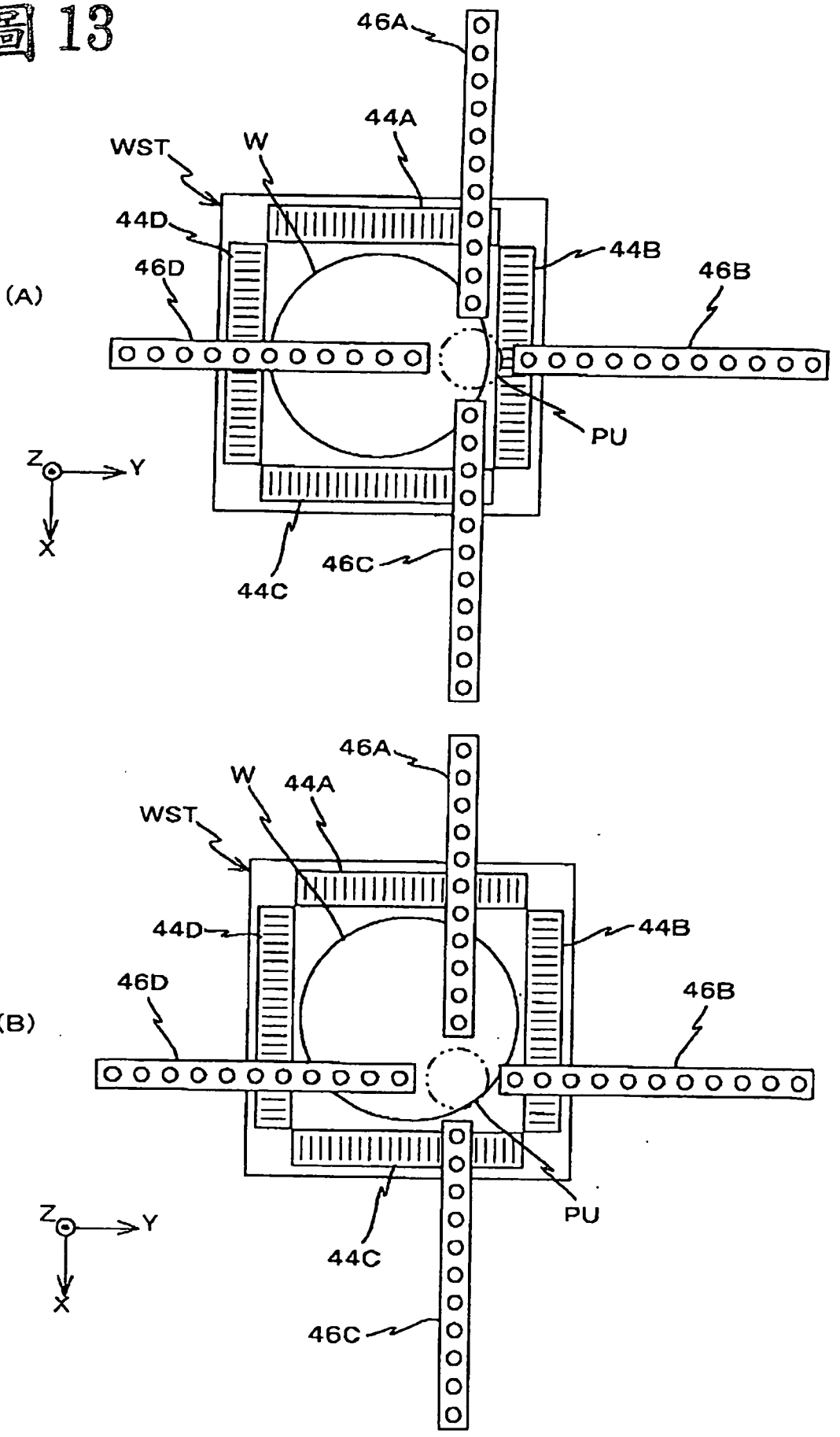

(A)
46A
44A
WST
W
44D
44B
46D
46B
PU
Z
Y
X
44C
46C
(B)
46A
W
44A
WST
44D
44B
46D
46B
PU
Z
Y
X
44C
46C

圖 14

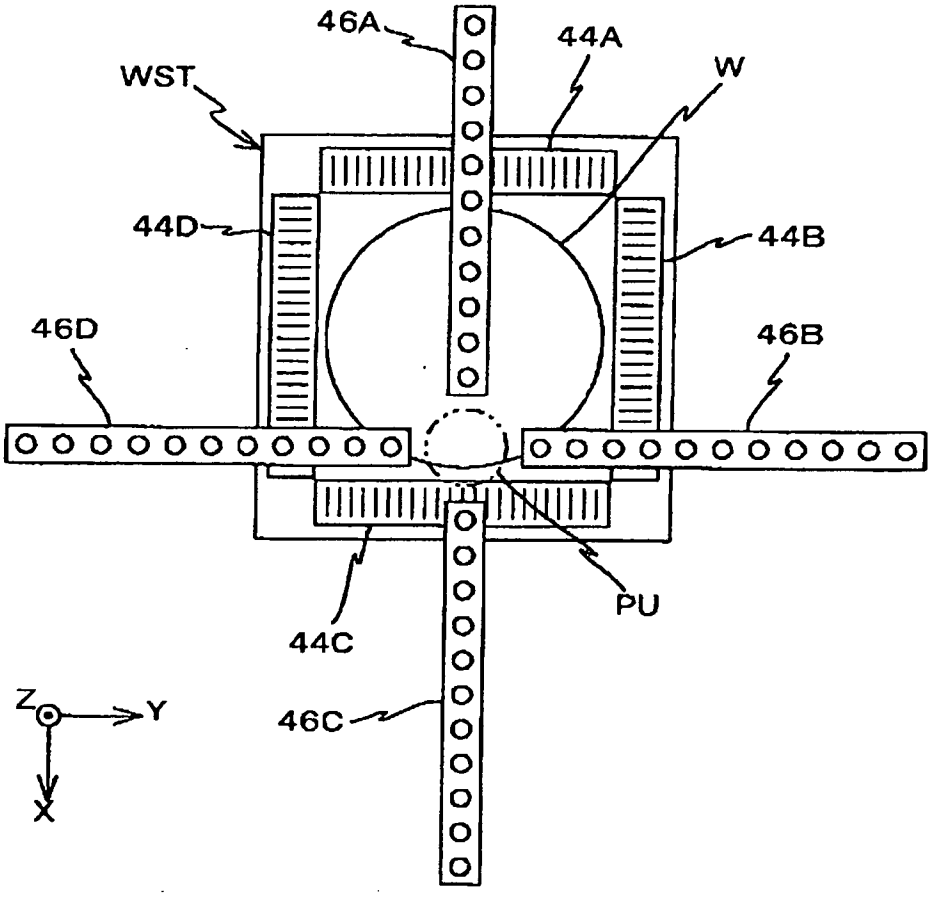

46A
44A
W
WST
44D
44B
46D
46B
PU
44C
46C
Z
Y
X

圖 15

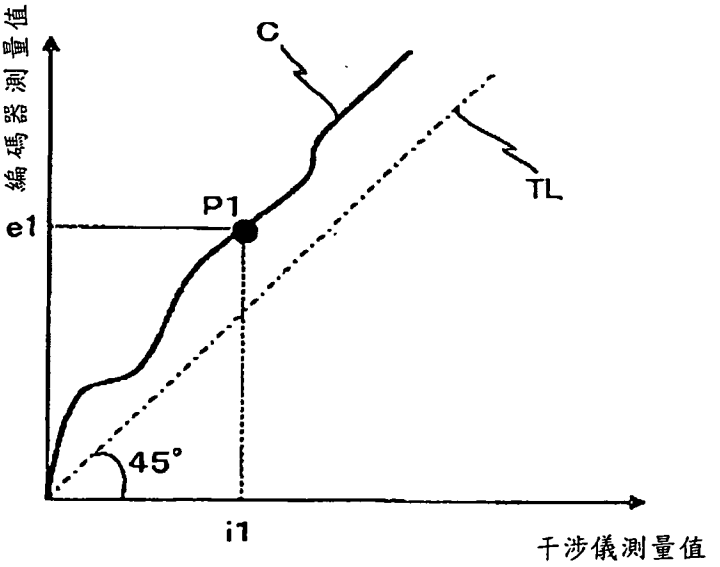

編碼器測量值
C
TL
P1
e1
45°
i1
干涉儀測量值

圖 16

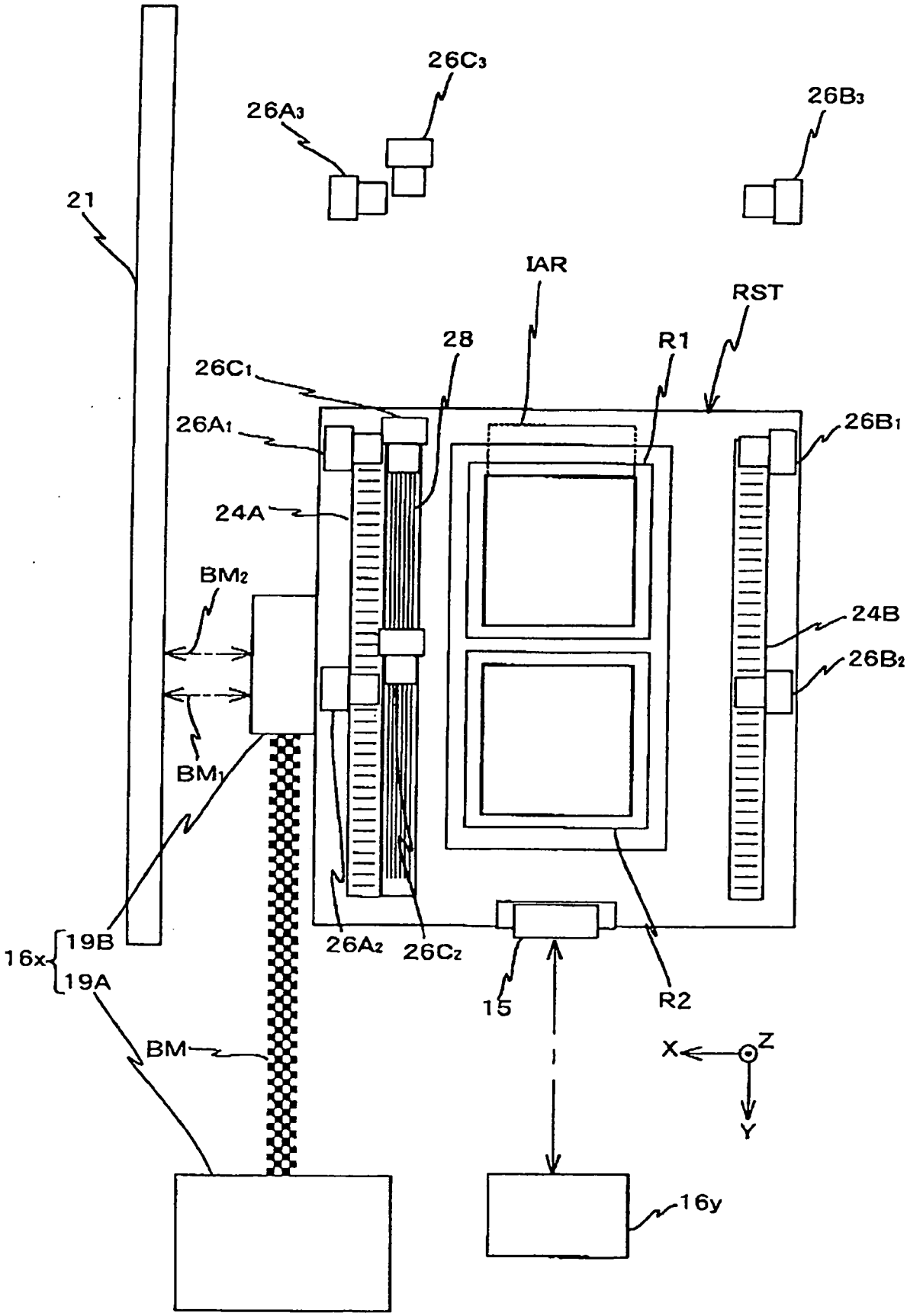

26C3
26A3
26B3
21
IAR
RST
28
R1
26C1
26A1
26B1
24A
BM2
24B
26B2
BM1
19B
16x
19A
26A2
26C2
15
R2
BM
X
Z
Y
16y

圖 17

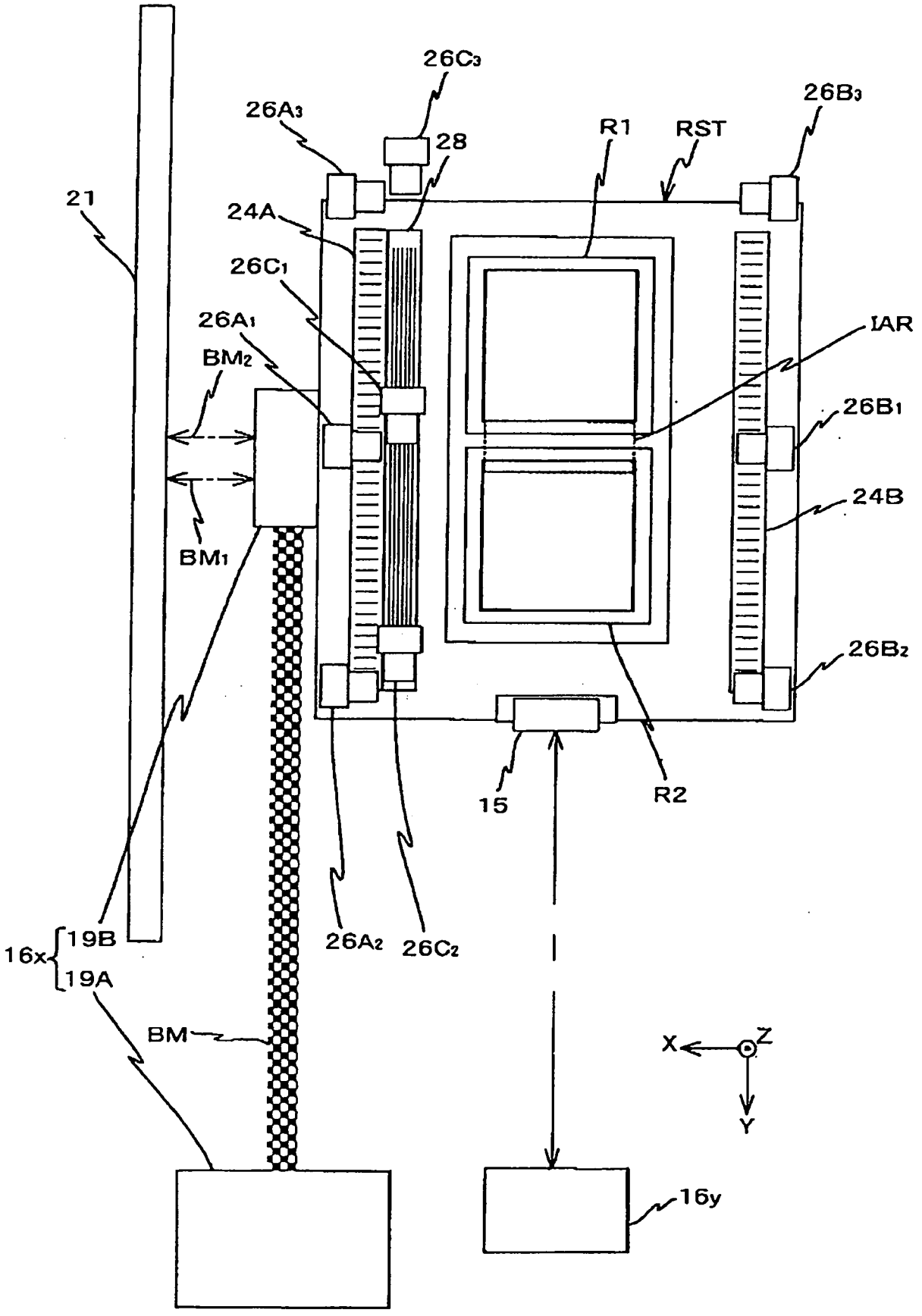

26C3
26A3
28
R1
RST
26B3
21
24A
26C1
26A1
IAR
BM2
26B1
24B
BM1
26B2
15
R2
16x
19B
19A
26A2
26C2
BM
X
Z
Y
16y

圖 18

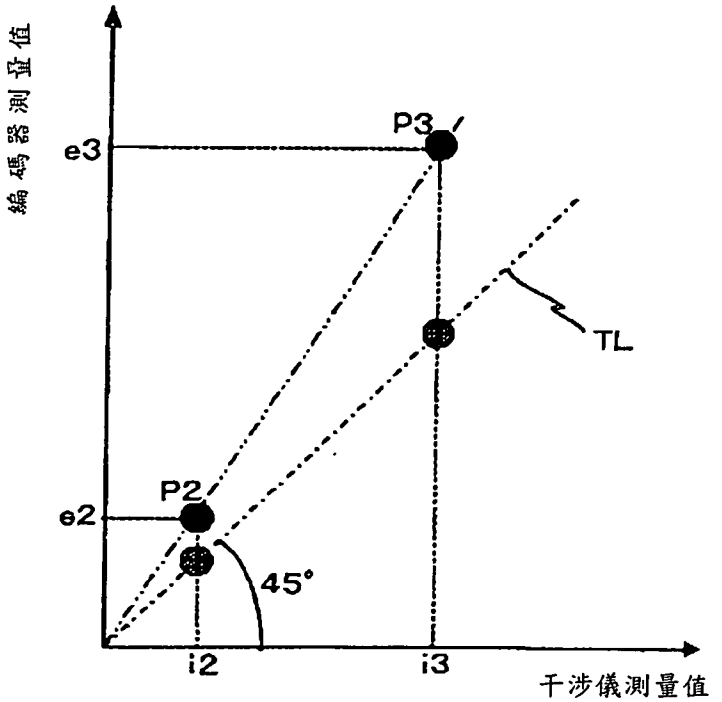

編碼器測量值
e3
P3
TL
P2
e2
45°
i2
i3
干涉儀測量值

圖 19

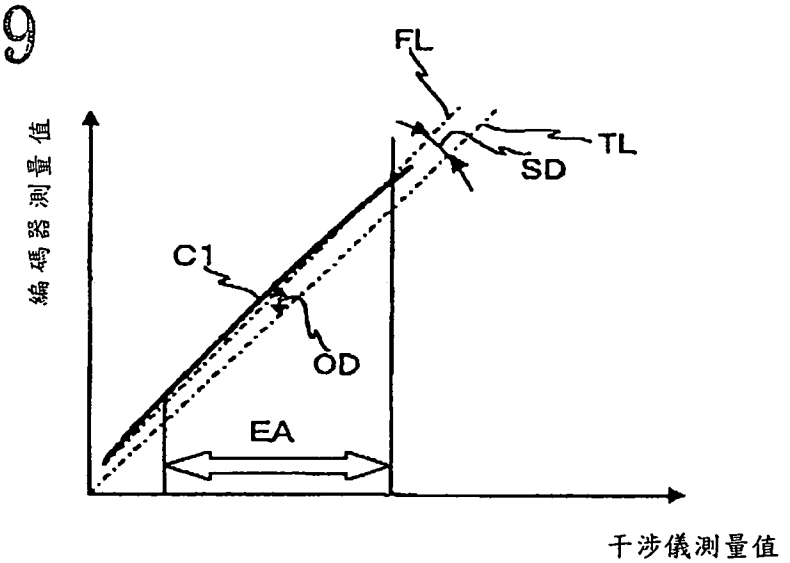

FL
TL
SD
編碼器測量值
C1
OD
EA
干涉儀測量值

圖 20

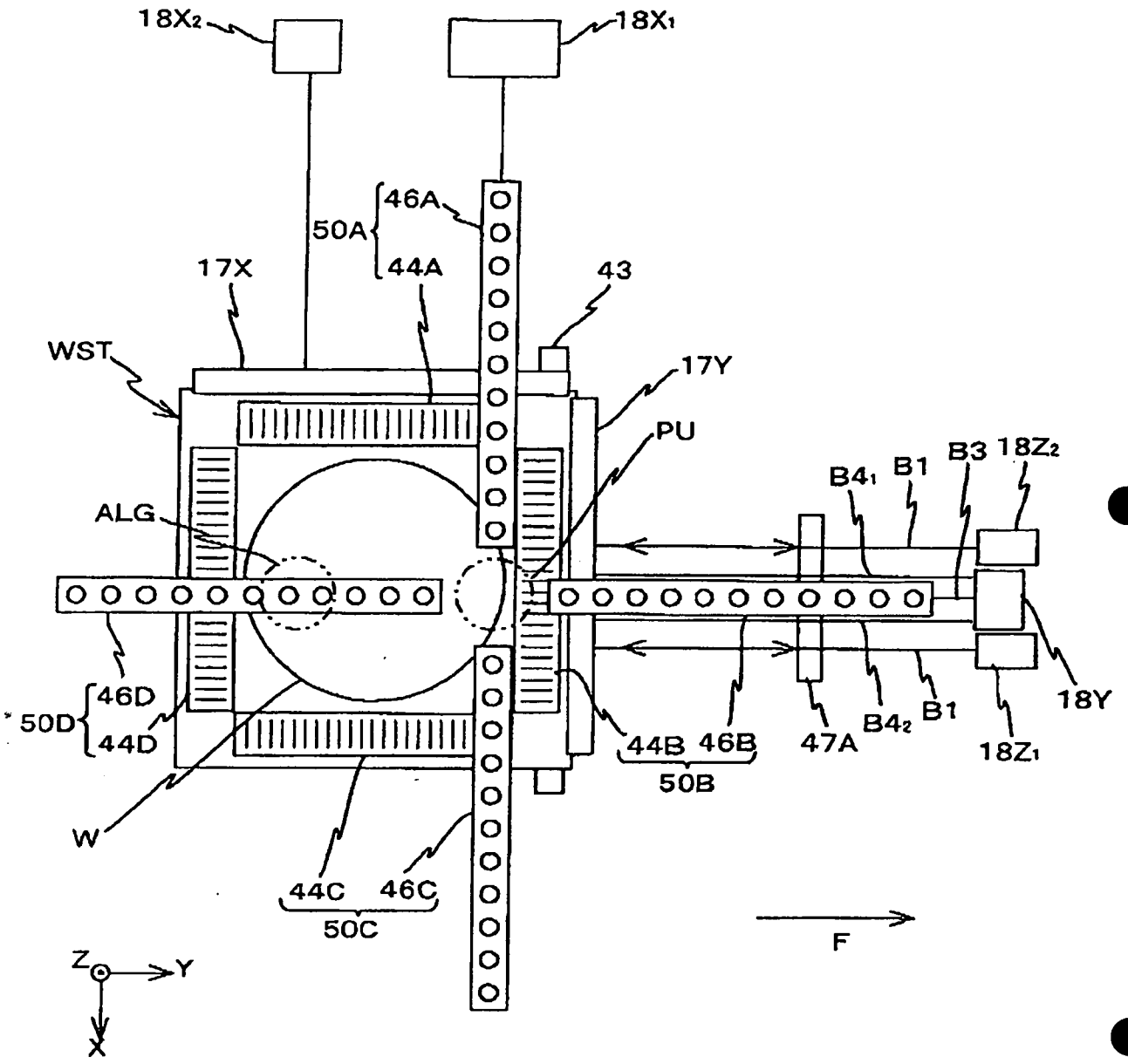

18X2
18X1
46A
50A
44A
17X
43
WST
17Y
PU
B4₁
B1
B3
18Z2
ALG
46D
50D
44D
44B
46B
47A
B4₂
B1
18Y
18Z1
50B
W
44C
46C
50C
F
Z
Y
X

圖 21

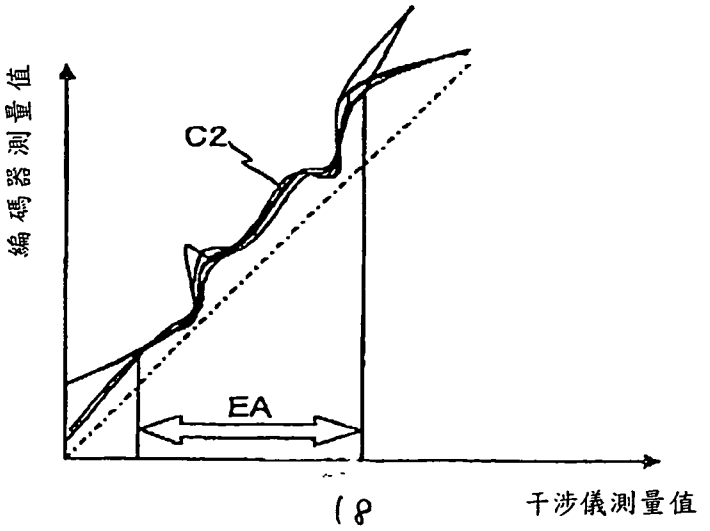

編碼器測量值
C2
EA
干涉儀測量值

圖 22

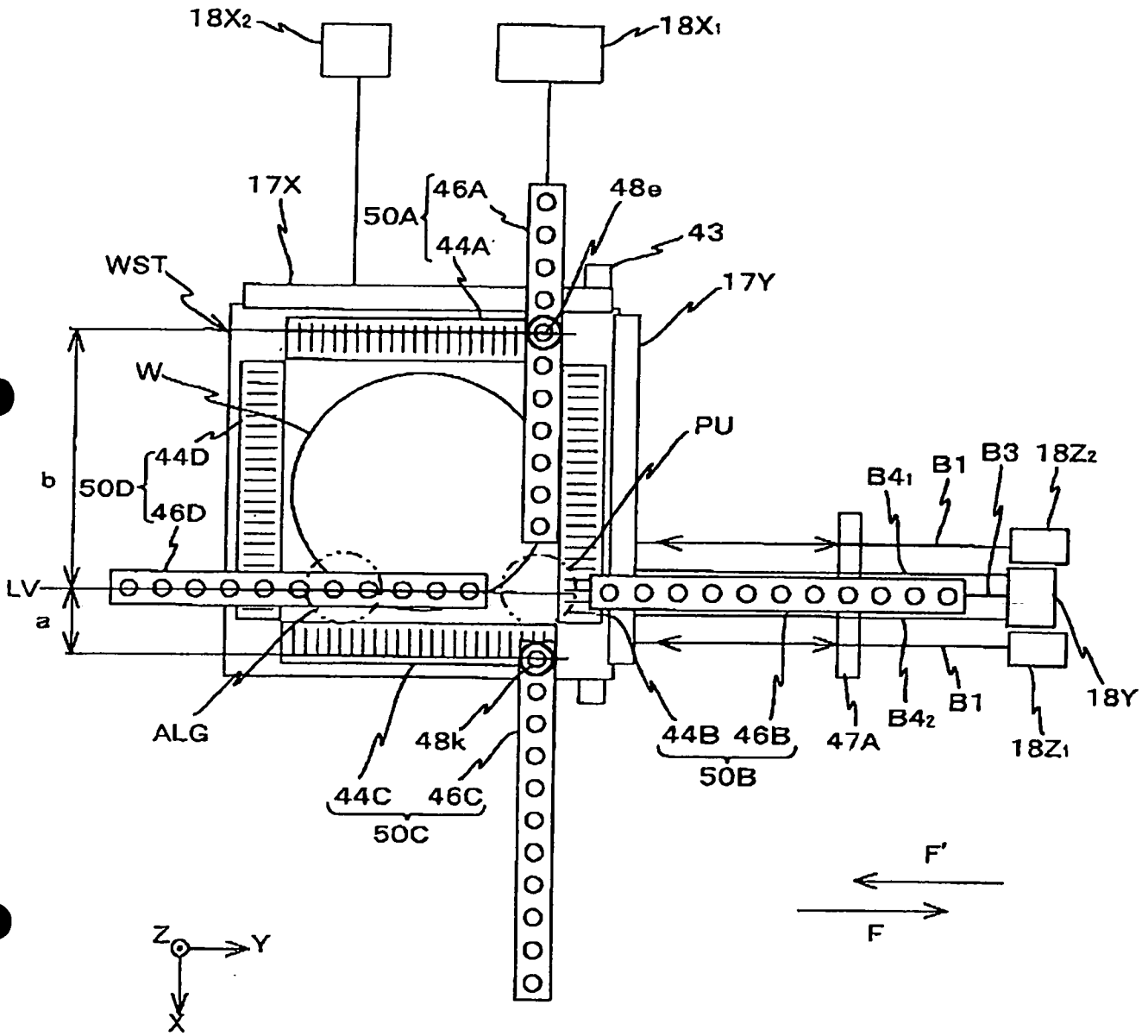

18X2
18X1
17X
50A
46A
44A
48e
43
17Y
WST
W
PU
44D
50D
46D
b
LV
a
B41
B1
B3
18Z2
ALG
48k
44C
46C
50C
44B
46B
50B
47A
B42
B1
18Y
18Z1
F'
F
Z
Y
X

圖 23

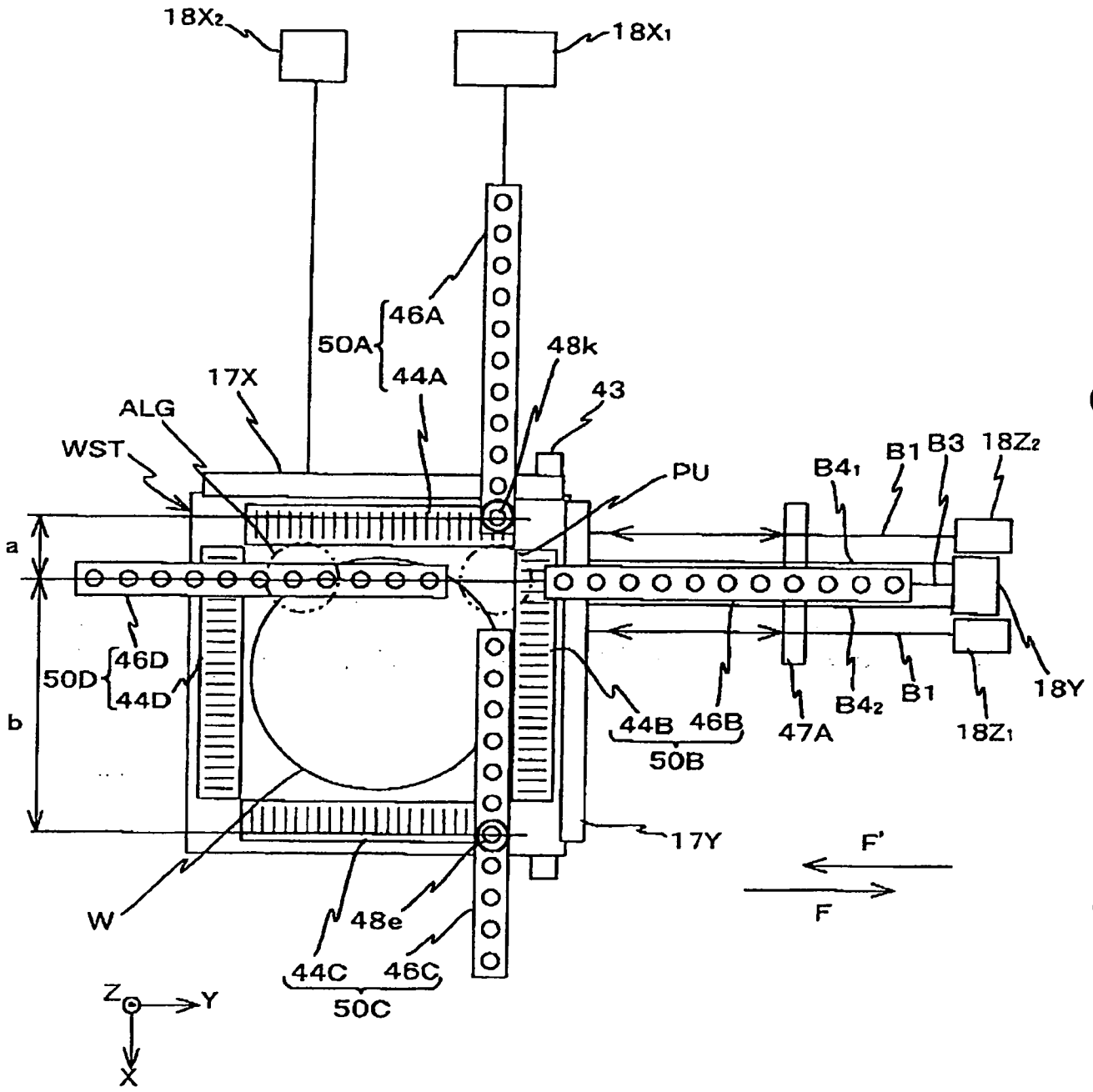

18X2
18X1
46A
50A
44A
48k
43
17X
ALG
WST
PU
B41
B1
B3
18Z2
a
b
46D
50D
44D
44B
46B
50B
47A
B42
B1
18Z1
18Y
17Y
F'
F
W
48e
44C
46C
50C
Z
Y
X

圖 24

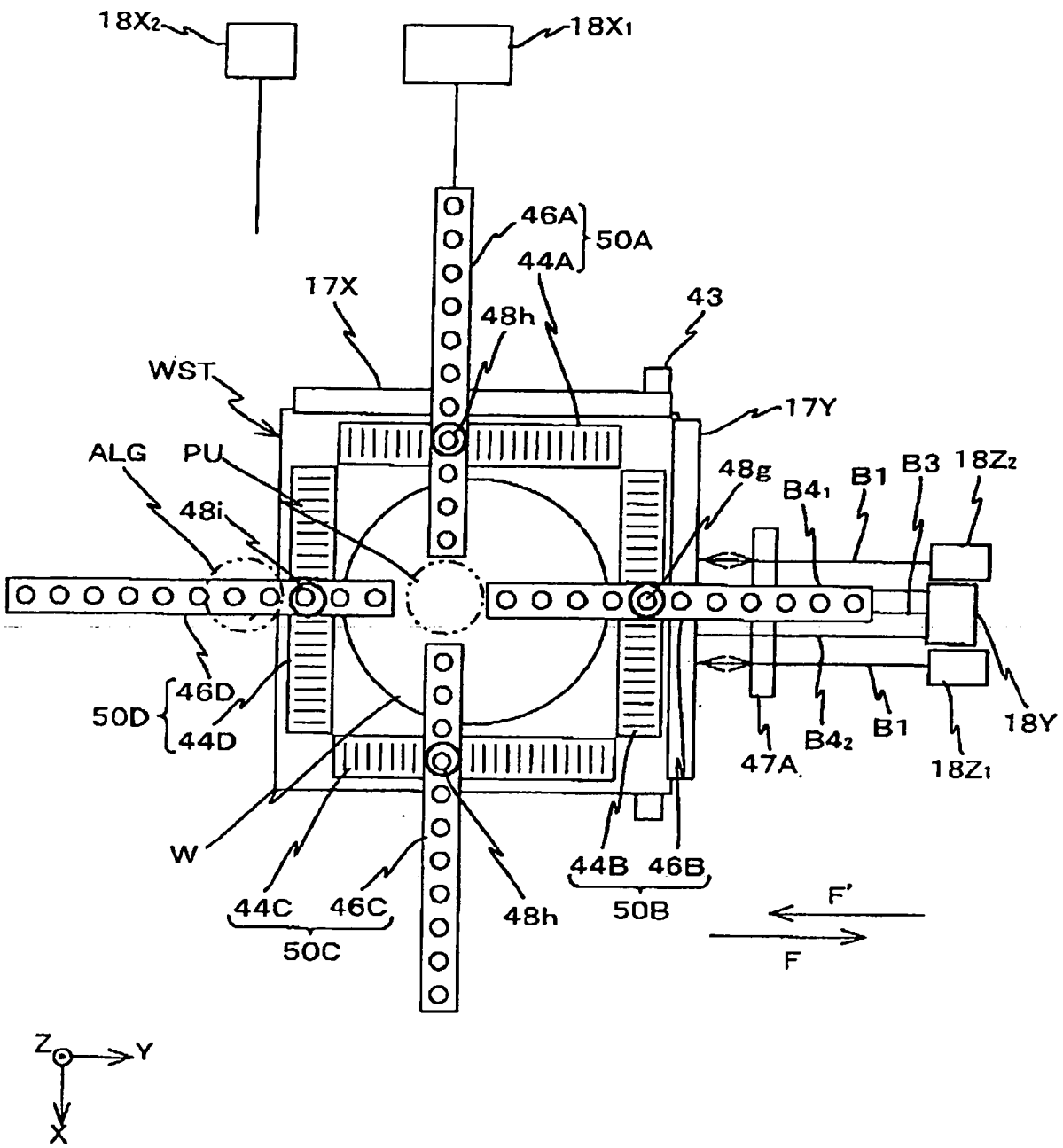

18X2
18X1
46A
50A
44A
17X
48h
43
WST
17Y
ALG
PU
48g
B41
B1
B3
18Z2
48i
46D
50D
44D
47A
B42
B1
18Z1
18Y
W
44B
46B
50B
44C
46C
50C
48h
F'
F
Z
Y
X

圖 25

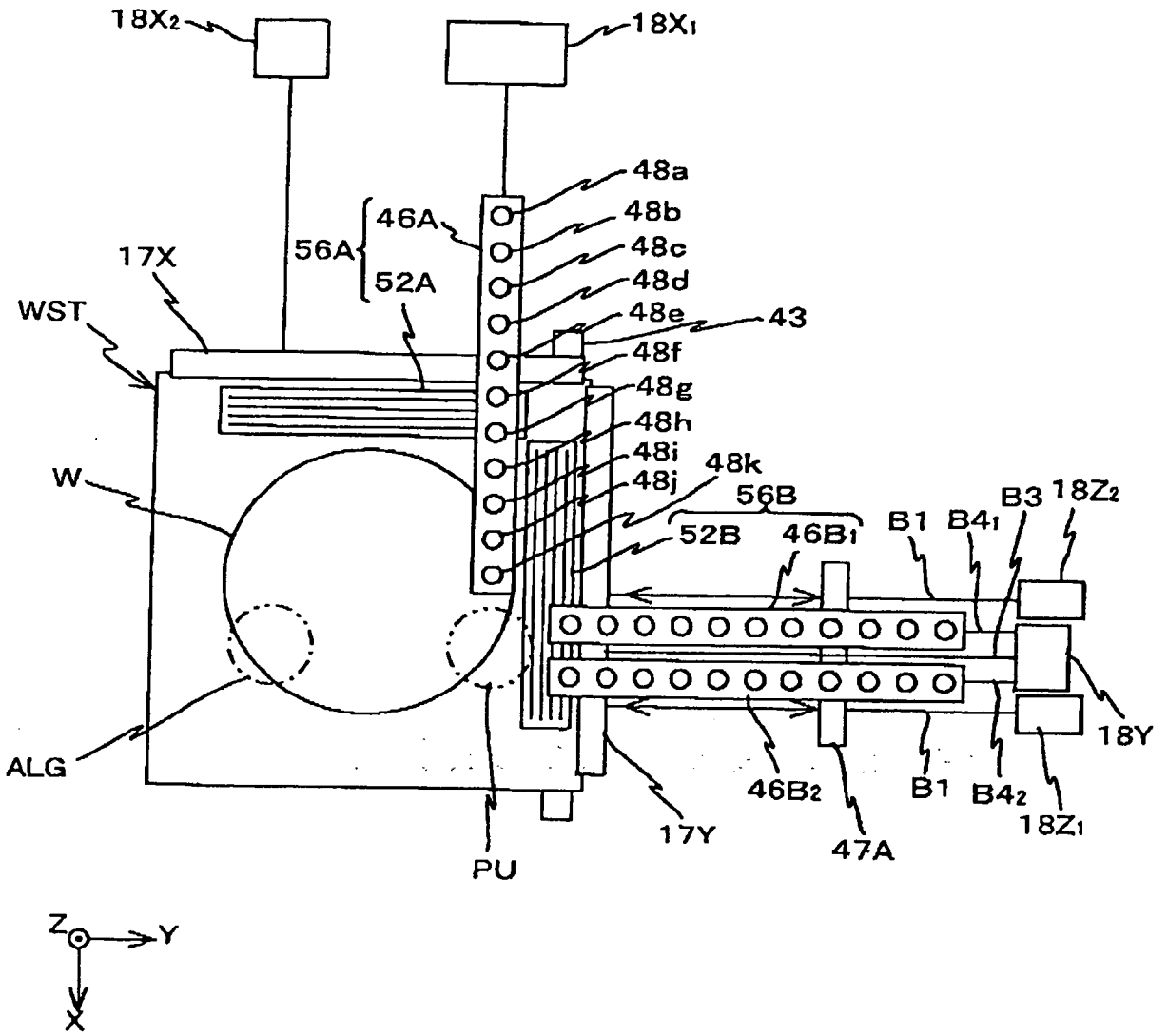

18X2
18X1
48a
48b
48c
48d
48e
43
48f
48g
48h
48i
48j
48k
46A
56A
52A
17X
WST
W
ALG
PU
56B
52B
46B1
B1
B4₁
B3
18Z2
18Y
46B2
B1
B4₂
18Z1
17Y
47A
Z
Y
X

圖 26

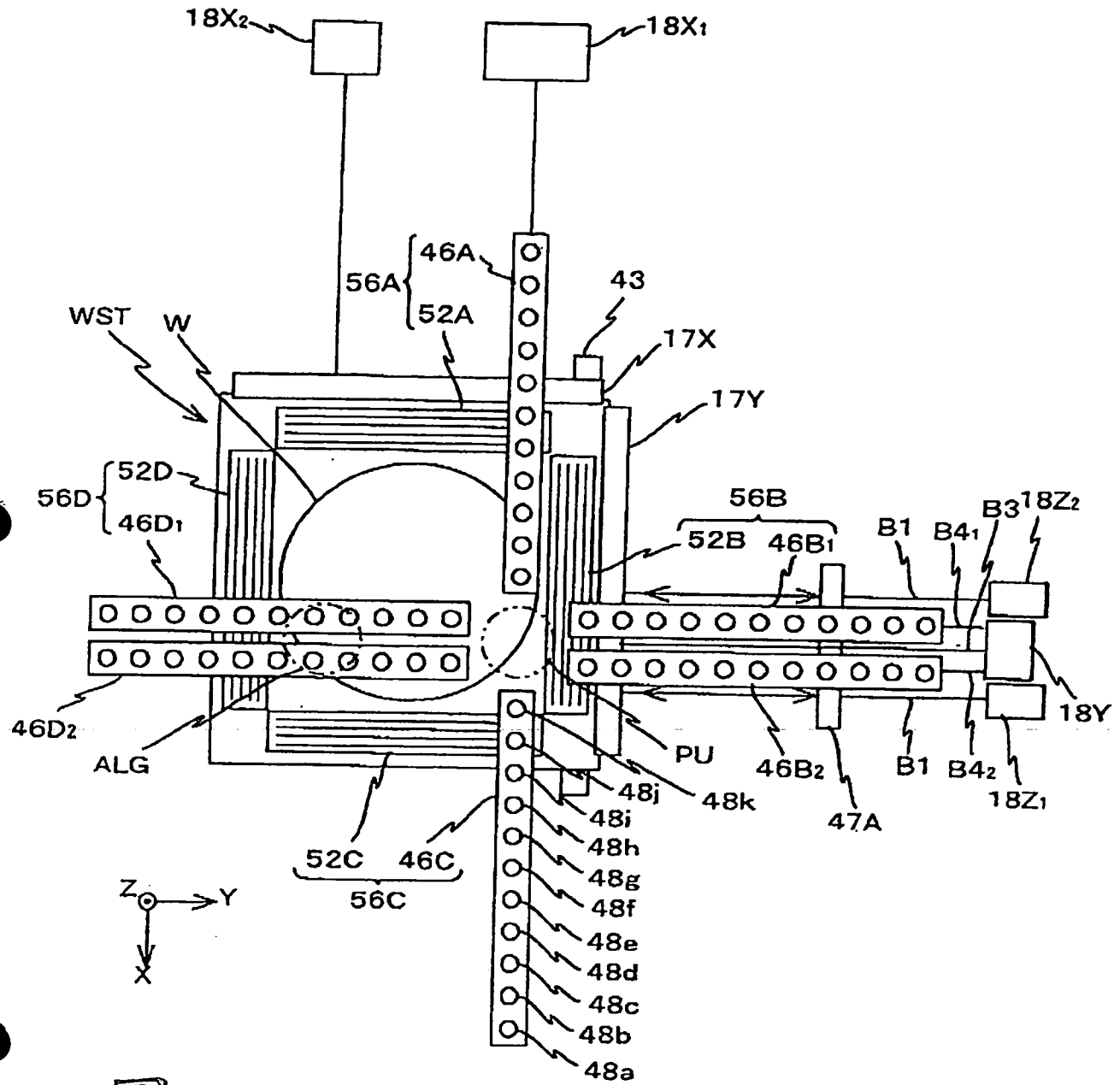
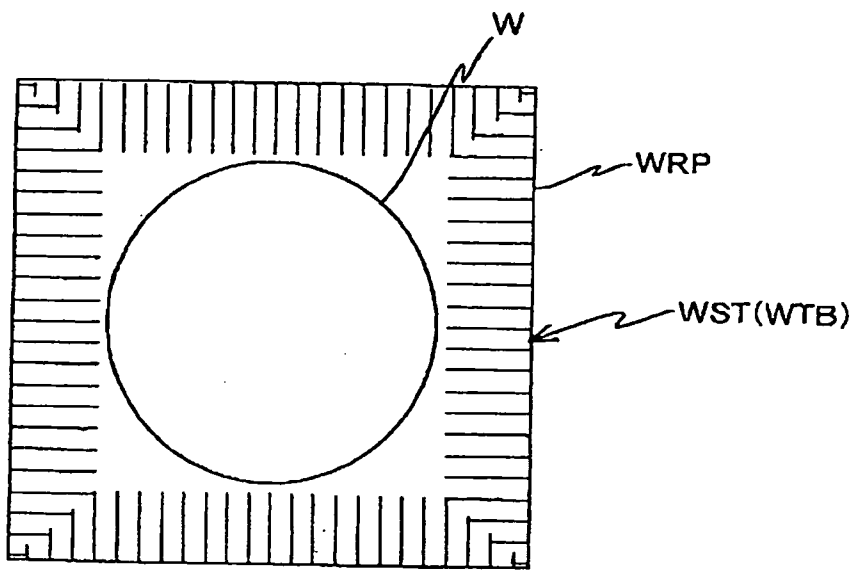

18X2
18X1
46A
56A
52A
43
WST
W
17X
17Y
52D
56D
46D1
56B
52B
46B1
B1
B4
B3
18Z2
18Y
46D2
ALG
PU
46B2
B1
B4
18Z1
48j
48k
47A
48i
48h
48g
48f
48e
48d
48c
48b
48a
52C
46C
56C
Z
Y
X

圖 27


W
WRP
WST(WTB)