



(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 201809912 A

(43) 公開日：中華民國 107 (2018) 年 03 月 16 日

(21) 申請案號：106139946

(22) 申請日：中華民國 97 (2008) 年 07 月 17 日

(51) Int. Cl. : G03F7/20 (2006.01)

(30) 優先權：2007/07/18 日本 JP2007-187649

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

(72) 發明人：荒井大 ARAI, DAI (JP)

(74) 代理人：桂齊恆；閻啟泰

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：19 項 圖式數：20 共 70 頁

(54) 名稱

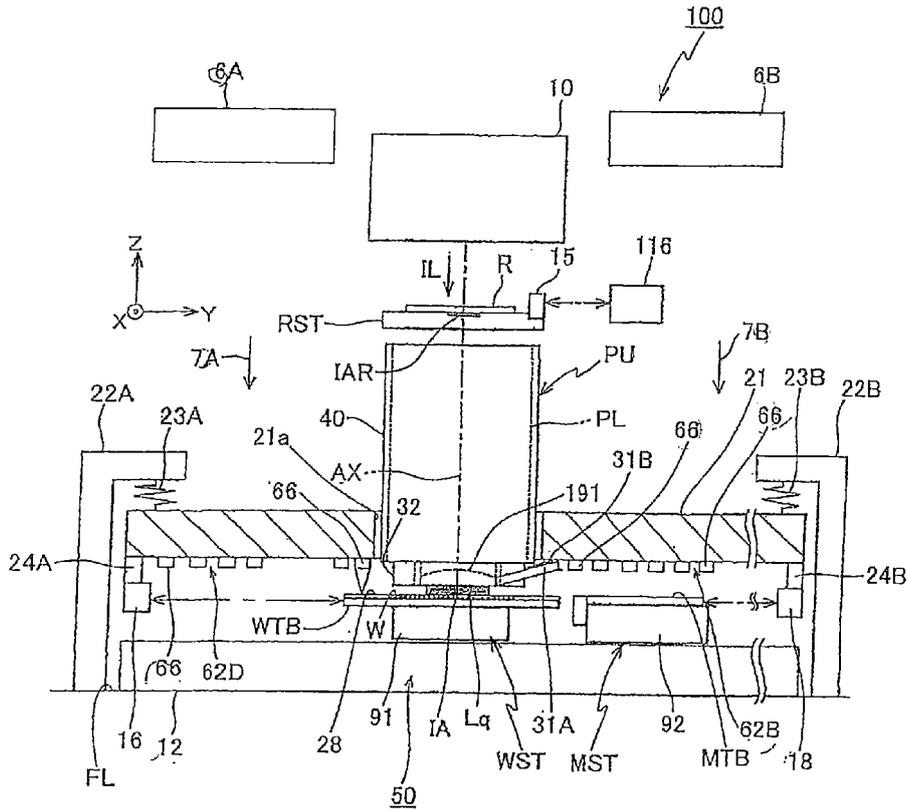
曝光裝置、曝光方法、以及元件製造方法

(57) 摘要

係一能減低周圍氣體之折射率變動的影響、以提高載台之定位精度等的曝光裝置。一種曝光裝置，係透過投影光學系統(PL)對晶圓載台(WST)上之晶圓(W)照射曝光用照明光，而於晶圓(W)形成既定圖案，其具備：設於晶圓載台(WST)之標尺；用以檢測該標尺之位置資訊的複數個 X 讀頭(66)；一體支撐複數個 X 讀頭(66)，且線膨脹係數較晶圓載台(WST)之本體部(形成有標尺之板體(28)以外的部分)小之測量框架(21)；從複數個 X 讀頭(66)之檢測結果求出品圓載台(WST)之位移資訊的控制裝置。

指定代表圖：

圖 1



符號簡單說明：

- 6A,6B . . . 送風口
 7A,7B . . . 箭頭
 10 . . . 照明系統
 12 . . . 底座
 15 . . . 移動鏡
 16,16 . . . Y 軸干涉儀
 21 . . . 測量框架
 21a . . . 開口
 22A,22B . . . 懸吊構件
 23A,23B . . . 防振構件
 24A,24B . . . 支撐構件
 28 . . . 板體
 31A . . . 供應管
 31B . . . 回收管
 40 . . . 鏡筒
 50 . . . 載台裝置
 62B,62D . . . 讀頭單元
 66 . . . X 讀頭
 91,92 . . . 載台本體
 100 . . . 曝光裝置
 116 . . . 標線片干涉儀
 191 . . . 前端透鏡
 AX . . . 光軸
 FL . . . 地面
 IA . . . 曝光區域
 IAR . . . 照明區域
 IL . . . 照明光
 Lq . . . 液體
 MTB . . . 測量台
 MST . . . 測量載台

PL . . . 投影光學系
統

PU . . . 投影單元

R . . . 標線片

RST . . . 標線片載
台

W . . . 晶圓

WTB . . . 晶圓台

WST . . . 晶圓載台

※ 申請案號：106139946 (由106106920分割)

※ 申請日： 097/07/17 ※IPC 分類：G03F 7/20 (2006.01)

【發明名稱】(中文/英文)

曝光裝置、曝光方法、以及元件製造方法

【中文】

係一能減低周圍氣體之折射率變動的影響、以提高載台之定位精度等的曝光裝置。一種曝光裝置，係透過投影光學系統(PL)對晶圓載台(WST)上之晶圓(W)照射曝光用照明光，而於晶圓(W)形成既定圖案，其具備：設於晶圓載台(WST)之標尺；用以檢測該標尺之位置資訊的複數個 X 讀頭(66)；一體支撐複數個 X 讀頭(66)，且線膨脹係數較晶圓載台(WST)之本體部(形成有標尺之板體(28)以外的部分)小之測量框架(21)；從複數個 X 讀頭(66)之檢測結果求出品圓載台(WST)之位移資訊的控制裝置。

【英文】

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（ 1 ）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

6A, 6B	送風口
7A, 7B	箭頭
10	照明系統
12	底座
15	移動鏡
16, 16	Y 軸干涉儀
21	測量框架
21a	開口
22A, 22B	懸吊構件
23A, 23B	防振構件
24A, 24B	支撐構件
28	板體
31A	供應管
31B	回收管
40	鏡筒
50	載台裝置
62B, 62D	讀頭單元
66	X 讀頭
91, 92	載台本體
100	曝光裝置
116	標線片干涉儀

191	前端透鏡
AX	光軸
FL	地面
IA	曝光區域
IAR	照明區域
IL	照明光
Lq	液體
MTB	測量台
MST	測量載台
PL	投影光學系統
PU	投影單元
R	標線片
RST	標線片載台
W	晶圓
WTB	晶圓台
WST	晶圓載台

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】(中文/英文)

曝光裝置、曝光方法、以及元件製造方法

【技術領域】

本發明，係基於 2007 年 7 月 18 日提出申請之日本專利申請第 2007-187649 號、以及 2007 年 7 月 20 日提出申請之美國專利暫時申請 60/929,988 主張優先權，並將其內容援用於此。

本發明，係關於用以測量進行物體移動之載台等可動構件之位置資訊的測量技術及載台技術、使用該載台技術進行物體之曝光的曝光技術、使用該曝光技術製造半導體元件及液晶顯示元件等之元件的元件製造技術。

【先前技術】

在製造半導體元件或液晶顯示元件等之元件(電子元件、微型元件)的微影製程中，主要是使用步進機等之靜止曝光型(一次曝光型)之投影曝光裝置、以及掃描步進機等之掃描型之投影曝光裝置(掃描型曝光裝置)等的曝光裝置，以將形成於標線片(或光罩等)之電路圖案透過投影光學系統投影曝光於塗布有光阻的晶圓(或玻璃板等)上。此種曝光裝置，為了減低所製造之電路圖案之位置歪斜或重疊誤差，以往係使用以頻率穩定化雷射為光源之雷射干涉儀，來作為用以定位或移動晶圓等之載台的位置測量用途。

雷射干涉儀中，雷射光所傳遞之光路上之氣體的折射率，會依存於該器體之溫度、壓力、溼度等而變動，折射率之變動會導致產生干涉儀之測量值之變動(干涉儀之搖晃)。因此，曝光裝置在以往係使用對干涉儀之測量光束之光路吹送經溫度控制之氣體的送風系統，藉由使該光路之氣體之溫度穩定化，來減低干涉儀之搖晃情形。最近，為了進一步提高雷射干涉儀

之測量光束之光路上氣體之溫度穩定性，亦提出了一種使用筒狀外罩等覆蓋該測量光束之光路之至少一部分的曝光裝置(參照例如日本特開平 5—2883313 號公報、日本特開平 8—261718 號公報)。

如上所述，在使用雷射干涉儀時，有需要施以防止搖晃之對策。然而，特別是掃描型曝光裝置之晶圓載台，在測量對象之載台高速地縱橫移動時，由於會因載台之移動導致氣流不規則地變動，而仍有干涉儀會搖晃某種程度的問題。

本發明之態樣，其目的係提供能減低周圍氣體之折射率變動之影響的測量技術及載台技術、能使用該載台技術提高載台之定位精度等的曝光技術、以及使用該曝光技術之元件製造技術。

【發明內容】

根據本發明之第 1 態樣，為一種測量方法，係測量可動構件相對既定構件之位移資訊，其具有：於該既定構件與該可動構件中之一方設置標尺，於另一方設置可檢測該標尺之複數個檢測器的步驟；以線膨脹係數較該可動構件小之支撐構件一體支撐設於該既定構件之該標尺或該複數個檢測器的步驟；以及從該複數個檢測器之檢測結果測量該可動構件之位移資訊的步驟。

根據本發明之第 2 態樣，為一種測量方法，係以複數個檢測器檢測設於可動構件之標尺，以測量該可動構件之位移資訊，其具有：以支撐構件一體支撐該複數個檢測器的步驟；以及從該複數個檢測器之檢測結果測量該可動構件之位移資訊的步驟；該支撐構件，係透過前端部可在相對基座構件沿該標尺表面之方向位移之複數個撓曲構件，連結於線膨脹係數較該支撐構件大的該基座構件。

根據本發明之第 3 態樣，為一種載台裝置，可將載台相對既定構件定位，其具備：設於該載台與該既定構件之一方的標尺；設於該載台與該既

定構件之另一方，用以檢測與該標尺位置相關之資訊的複數個檢測器；一體支撐設於該既定構件之該標尺或該複數個檢測器，且線膨脹係數較該載台小的支撐構件；以及從該複數個檢測器之檢測結果求出該載台之位移資訊的控制裝置。

根據本發明之第 4 態樣，為一種曝光裝置，係對基板照射曝光用光而於該基板形成既定圖案；其具有本發明之載台裝置，係藉由該載台裝置定位該基板。

根據本發明之第 5 態樣，為一種曝光裝置，係對可移動之載台所保持之基板照射曝光用光而於該基板形成既定圖案，其具備：設於該載台之標尺；用以檢測與該標尺位置相關之資訊的複數個檢測器；一體支撐該複數個檢測器的支撐構件；線膨脹係數較該支撐構件大之基座構件；將該支撐構件以可位移於沿該標尺表面之方向之狀態連結於該基座構件的連結機構；以及從該複數個檢測器之檢測結果求出該載台之位移資訊的控制裝置；該連結機構包含複數個撓曲構件，該複數個撓曲構件，係連結該支撐構件與該基座構件，且前端部可在沿該標尺表面之方向位移。

根據本發明之第 6 態樣，為一種包含微影製程之元件製造方法，其中：係在該微影製程中使用本發明之曝光裝置。

【圖式簡單說明】

圖 1，係顯示第 1 實施形態之曝光裝置概略構成之一部分欠缺的圖。

圖 2，係顯示圖 1 之載台裝置的俯視圖。

圖 3，係顯示圖 1 之測量框架的截面圖。

圖 4，係顯示圖 1 之對準系統及位置測量用編碼器之配置的圖。

圖 5A，係顯示晶圓載台之俯視圖。

圖 5B，係顯示晶圓載台之一部分截面的側視圖。

圖 6A，係顯示測量載台之俯視圖。

圖 6B，係顯示測量載台之一部分截面的側視圖。

圖 7，係顯示第 1 實施形態之曝光裝置之控制系統主要構成的方塊圖。

圖 8A，係用以說明分別包含配置成陣列狀之複數個讀頭之複數個編碼器對晶圓台在 XY 平面內之位置測量及讀頭間之測量值之接續。

圖 8B，係用以說明分別包含配置成陣列狀之複數個讀頭之複數個編碼器對晶圓台在 XY 平面內之位置測量及讀頭間之測量值之接續。

圖 9A，係顯示編碼器構成一例的圖

圖 9B，係顯示使用沿格子 RG 之週期方向延伸較長之截面形狀的雷射光束 LB 來作為檢測光的情形。

圖 10A，係顯示進行第一對準照射區域之測量之狀態的圖。

圖 10B，係顯示進行第二對準照射區域之測量之狀態的圖。

圖 10C，係顯示晶圓之對準照射區域之排列一例的圖。

圖 11，係顯示第 1 實施形態之測量及曝光動作一例的流程圖。

圖 12，係顯示第 2 實施形態之曝光裝置概略構成之一部分欠缺的圖。

圖 13，係顯示第 3 實施形態之曝光裝置概略構成之一部分欠缺的圖。

圖 14，係圖 13 之主要部位的放大立體圖。

圖 15，係圖 13 之測量框架與讀頭座之長度變化時之動作說明圖。

圖 16A，係顯示細長棒狀構件的圖。

圖 16B，係顯示形成有槽部之撓曲構件的圖。

圖 17，係顯示圖 13 之變形例之連結方法之一部分欠缺的立體圖。

圖 18，係用以說明微型元件之製程一例的流程圖。

圖 19，係顯示其他實施形態之曝光裝置主要部位之一部分欠缺的圖。

圖 20，係沿圖 19 之 AA 線的仰視圖。

【實施方式】

[第 1 實施形態]

以下，根據圖式說明本發明之實施形態一例。

圖 1 係概略顯示本實施形態之曝光裝置 100 的構成。此曝光裝置 100，係步進掃描方式之掃描型曝光裝置、亦即所謂掃描機。如後述般，本實施形態中係設有投影光學系統 PL，以下，將與此投影光學系統 PL 之光軸 AX 平行之方向設為 Z 軸方向、將在與該 Z 軸方向正交之面內標線片與晶圓相對掃描的方向設為 Y 軸方向、將與 Z 軸及 Y 軸正交之方向設為 X 軸方向，且將繞 X 軸、Y 軸、及 Z 軸之旋轉(傾斜)方向分別設為 θ_x 、 θ_y 、及 θ_z 方向。

曝光裝置 100，包含：照明系統 10；標線片載台 RST，係保持該照明系統 10 之曝光用照明用光(曝光用光)IL 所照明的標線片 R；投影單元 PU，包含用以使從標線片 R 射出之照明光 IL 投射於晶圓 W 上的投影光學系統 PL；載台裝置 50，具有晶圓載台 WST 及測量載台 MST；以及上述裝置之控制系統等。於晶圓載台 WST 上裝載有晶圓 W。

照明系統 10，例如日本特開 2001-313250 號公號(對應美國專利申請公開第 2003/0025890 號說明書)等所揭示，其包含光源、具有包含光學積分器(複眼透鏡、桿狀積分器(內面反射型積分器)、繞射光學元件等)等之照度均一化光學系統、標線片遮簾等(均未圖示)的照明光學系統。照明系統 10，係藉由照明光 IL，以大致均一之照度來照明被標線片遮簾規定之標線片 R 上的狹縫狀照明區域 IAR。作為一例，係使用 ArF 準分子雷射光(波長 193nm)來作為照明光 IL。又，例如亦能使用 KrF 準分子雷射光(波長 247nm)、F₂雷射光(波長 157nm)、YAG 雷射之諧波、固態雷射(半導體雷射等)之諧波、或水銀燈之亮線(i 等)等來作為照明光 IL。

於前述標線片載台 RTS 上例如藉由真空吸附固定有標線片 R，該標線片 R 係於其圖案面(下面)形成有電路圖案等。標線片載台 RST，能藉由例如包含線性馬達等之圖 7 之標線片載台驅動系統 11 而在 XY 平面內微幅驅

動，且能以指定之掃描速度驅動於掃描方向(Y 方向)。

圖 1 之標線片載台 RST 在移動面內之位置(包含 θ_z 方向之旋轉資訊)，係藉由標線片干涉儀 116 透過移動鏡 15(亦可係對載台之端面進行鏡面加工後的反射面)例如以 0.5~1nm 左右之分析能力隨時檢測。標線片干涉儀 116 之測量值，係傳送至圖 7 之主控制裝置 20。主控制裝置 20，即根據標線片干涉儀 116 之測量值算出標線片載台 RST 在至少 X 方向、Y 方向及 θ_z 方向的位置，且籍由根據該計算結果控制標線片載台驅動系統 11，來控制標線片載台 RST 之位置及速度。又，標線片干涉儀 116 亦可測量標線片載台 RST 在 Z 方向、 θ_x 及 θ_y 方向之至少一個的位置資訊。

圖 1 中，配置於標線片載台 RST 下方之投影單元 PU，包含：鏡筒 40；以及投影光學系統 PL，具有由以既定位置關係保持於該鏡筒 40 內之複數個光學元件。作為投影光學系統 PL，例如係使用包含沿光軸 AX 排列之複數個透鏡元件的折射光學系統。投影光學系統 PL，例如係兩側遠心且具有既定投影倍率 β (例如 1/4 倍、1/5 倍、或 1/8 倍等)。當以來自照明系統 10 之照明光 IL 來照明照明區域 IAR 時，籍由通過標線片 R 的照明光 IL，使照明區域 IAR 內之標線片 R 的電路圖案像透過投影光學系統 PL 形成於表面塗布有光阻(感光劑)之晶圓 W 上的曝光區域 IA(與照明區域 IAR 共軛)。

此外，曝光裝置 100，係進行適用液浸法之曝光。此時，亦可使用包含反射鏡與透鏡之反折射系統來作為投影光學系統 PL。又，於晶圓 W 可不僅形成感光層，而亦可形成例如用以保護晶圓或感光層之保護膜(頂層塗布膜)等。

又，本實形形態之曝光裝置 100，由於係進行適用液浸法的曝光，因此係設有構成局部液浸裝置 8 一部分之嘴單元 32，來包圍用以保持前端透鏡 191 之鏡筒 40 之下端部周圍，該前端透鏡 191 係構成投影光學系統 PL 之最靠像面側(晶圓 W 側)之光學元件的透鏡。

圖 1 中，嘴單元 32 具有能供應曝光用液體 L_q 之供應口與能回收曝光用液體 L_q 之回收口。於該回收口配置有多孔構件(網眼)。能與晶圓 W 表面對向之嘴單元 32 之下面，包含配置成包圍多孔構件之下面及用以使照明光 IL 通過之開口的各平坦面。又，該供應口，係透過形成於嘴單元 32 內部之供應流路及供應管 31A 連接於能送出曝光用液體 L_q 的液體供應裝置 186(參照圖 7)。該回收口，係透過形成於嘴單元 32 內部之回收流路及回收管 31B 連接於能回收至少液體 L_q 的液體回收裝置 189(參照圖 7)。

液體供應裝置 186，係包含液體槽、加壓泵、溫度控制裝置、以及用以控制液體對供應管 31A 之供應及停止的流量控制閥等，能送出潔淨且溫度經調整的曝光用液體 L_q 。液體回收裝置 189，係包含液體之槽及吸引泵、以及透過回收管 31B 控制液體之回收及停止的流量控制閥等，而能回收曝光用液體 L_q 。此外，液體槽、加壓(吸引)泵、溫度控制裝置、控制閥等，曝光裝置 100 不需全部具備，亦能將其至少一部分由設有曝光裝置 100 之工廠內的設備來代替。

圖 7 之液體供應裝置 186 及液體回收裝置 189 之動作籍由主控制裝置 20 來控制。自圖 7 之液體供應裝置 186 送出之曝光用液體 L_q ，在流經圖 1 之供應管 31A 及嘴單元 32 之供應流路後，自該供應口供應至照明光 IL 的光路空間。又，藉由驅動圖 7 之液體回收裝置 189，自該回收口回收之曝光用液體 L_q ，係在流經嘴單元 32 之回收流路後，透過回收管 31B 被液體回收裝置 189 回收。圖 7 之主控制裝置 20，藉由同時進行供應口之液體供應動作與嘴單元 32 之回收口之液體回收動作，以液體 L_q 充滿包含圖 1 之前端透鏡 191 與晶圓 W 間之照明光 IL 的光路空間的液浸區域 14(參照圖 3)，以形成液體 L_q 之液浸空間。

本實施形態中，作為上述曝光用液體 L_q ，係使用可使 ArF 準分子雷射光(波長 193nm 之光)透射的純水。純水，具有在半導體製造工廠等能容易地

大量獲得且對晶圓上之光阻及光學透鏡等無不良影響的優點。水對 ArF 準分子雷射光之折射率 n 為大致 1.44。於該水中，照明光 λ 之波長，被縮短至 $193\text{nm} \times 1/n = \text{約 } 134\text{nm}$ ，因此可提升解析度。

從上述說明可清楚得知，本實施形態之局部液浸裝置 8，係包含嘴單元 32、液體供應裝置 186、液體回收裝置 189、液體之供應管 31A 及回收管 31B 等。此外，局部液浸裝置 8 之一部分、例如至少嘴單元 32，亦可懸吊支撐於用以保持投影單元 PU 之主框架(包含前述之鏡筒底座)，或亦可設於與主框架不同之框架構件。本實施形態中，係將嘴單元 32 設於與投影單元 PU 獨立懸吊支撐之測量框架。此情況下，亦可不懸吊支撐投影單元 PU。

此外，即使測量載台 MST 位於圖 1 之投影單元 PU 下方時，亦能與上述同樣地將水充滿於後述測量台與前端透鏡 191 之間。又，上述說明中，作為一例，雖分別設有各一個液體供應管(嘴)與液體回收管(嘴)，但並不限於此，只要在考量與周圍構件之關係下亦能進行配置的話，亦可採用例如國際公開第 99/49504 號小冊子所揭示之具有多數個嘴之構成。扼要言之，只要係能將液體供應至構成投影光學系統 PL 最下端之光學構件(前端透鏡)191 與晶圓 W 之間的構成，該構成可為任意者。例如，本實施形態之曝光裝置，亦能適用在揭示於國際公開第 2004/053955 號小冊子之液浸機構或歐洲專利公開第 1420298 號說明書的液浸機構等。

回到圖 1，載台裝置 50，具備；晶圓載台 WST 及測量載台 MST，係配置於底座 12 上方；干涉儀系統 118(參照圖 7)，包含測量此等載台 WST、MST 之位置資訊的 Y 軸干涉儀 16、18；後述之編碼器系統，係在曝光時等用以測量晶圓載台 WST 之位置資訊；以及載台驅動系統 124(參照圖 7)，係驅動載台 WST、MST 等。

於晶圓載台 WST、測量載台 MST 各自之底面之複數處，設有未圖示之非接觸軸承、例如真空預壓型空氣靜壓軸承(以下稱為「空氣墊」)，藉由從

此等空氣墊往底座 12 上面噴出之加壓空氣的靜壓，使晶圓載台 WST、測量載台 MST 透過數 μm 程度之間隙以非接觸方式支撐於底座 12 的上方。又，載台 WST、MST，係可藉由圖 7 之載台驅動系統 124 而獨立驅動於 Y 方向及 X 方向之二維方向。

進一步詳述之，如圖 2 之俯視圖所示，於地面上，延伸於 Y 軸方向之一對 Y 軸固定件 86, 87 隔著底座 12 分別配置於 X 軸方向之一側與另一側。Y 軸固定件 86, 87 例如由內裝有永久磁石群之磁極單元構成，該永久磁石群係由沿 Y 軸方向以既定間隔且交互配置之複數組 N 極磁石與 S 極磁石構成。於 Y 軸固定件 86, 87，各兩個之 Y 軸可動件 82, 84 及 83, 85 係設置成分別以非接觸方式卡合的狀態。亦即，合計四個之 Y 軸可動件 82, 84, 83, 85，係呈插入於 XZ 截面為 U 字型之 Y 軸固定件 86 或 87 之內部空間的狀態，分別透過未圖示空氣墊例如透過數 μm 程度之間隙來以非接觸方式支撐於所對應的 Y 軸固定件 86 或 87。各 Y 軸可動件 82, 84, 83, 85，例如係由內裝有沿 Y 軸方向相距既定間隔所配置之電樞線圈的電樞元件單元所構成。亦即，本實施形態中，係以電樞元件單元所構成之 Y 軸可動件 82, 84 與磁極單元所構成之 Y 軸固定件 86，來分別構成移動線圈型的 Y 軸線性馬達。同樣地，以 Y 軸可動件 83, 85 與 Y 軸固定件 87，分別構成移動線圈型之 Y 軸線性馬達。以下，將上述四個 Y 軸線性馬達分別使用與各可動件 82, 84, 83, 85 相同的符號來適當稱為 Y 軸線性馬達 82、Y 軸線性馬達 84、Y 軸線性馬達 83 及 Y 軸線性馬達 85。

上述四個 Y 軸線性馬達中，兩個 Y 軸線性馬達 82, 83 之可動件 82, 83，係分別固定於延伸於 X 軸方向之 X 軸固定件 80 長邊方向的一端與另一端。又，剩餘之兩個 Y 軸線性馬達 84, 85 之可動件 84, 85，係固定於延伸於 X 軸方向之 X 軸固定件 81 的一端與另一端。據此，X 軸固定件 80, 81，即可藉由各一對之 Y 軸線性馬達 82, 83, 84, 85 分別沿 Y 軸被驅動。

各 X 軸固定件 80, 81，例如係由分別內裝有沿 X 軸方向相距既定間隔配置之電樞線圈的電樞元件單元所構成。

一 X 軸固定件 81，係設置成插入形成於載台本體 91(構成品圓載台 WST 一部分，參照圖 1)之未圖示開口的狀態。於該載台本體 91 之上述開口內部例如設有具永久磁石群的磁極單元，該永久磁石群係由沿 X 軸方向以既定間隔且交互配置之複數組 N 極磁石與 S 極磁石構成。以該磁極單元與 X 軸固定件 81 來構成用以將載台本體 91 驅動於 X 軸方向之動磁型 X 軸線性馬達。同樣地，另一 X 軸固定件 80，係設置成插入形成於載台本體 92(構成測量載台 MST)之未圖示開口的狀態。於該載台本體 92 之上述開口內部設有與晶圓載台 WST 側(載台本體 91 側)同樣的磁極單元。以該磁極單元與 X 軸固定件 80 來構成用以將測量載台 MST 驅動於 X 軸方向之動磁型 X 軸線性馬達。

本實施形態中，構成載台驅動系統 124 之上述各線性馬達，係由圖 7 所示之主控制裝置 20 來控制。此外，各線性馬達，並不限定於動磁型或移動線圈型之任一方，能視需要來適當選擇。此外，藉由稍微改變一對 Y 軸線性馬達 84, 85(或 82, 83)分別產生的推力，而能控制晶圓載台 WST(或測量載台 MST)之偏轉(繞 θ_z 之方向的旋轉)。

晶圓載台 WST，包含：前述載台本體 91；以及晶圓台 WTB，係透過未圖示 Z 調平機構(例如音圈馬達等)裝載於該載台本體 91 上，可相對載台本體 91 微幅驅動於 Z 軸方向、 θ_x 方向、以及 θ_y 方向。

於晶圓台 WTB 上設有藉由真空吸附等來保持晶圓 W 的晶圓保持具(未圖示)。晶圓保持具雖可與晶圓台 WTB 形成為一體，但本實施形態中晶圓保持具與晶圓台 WTB 係分別構成，藉由例如真空吸附等將晶圓保持具固定於晶圓台 WTB 之凹部內。又，於晶圓台 WTB 上面設有板體(撥液板)28，該板體係與裝載於晶圓保持具上之晶圓表面大致同一面高、其外形(輪廓)為矩

形且於其中央部形成有較晶圓保持具(晶圓之裝載區域)大一圈的圓形開口。板體 28，係由低熱膨脹係數之材料、例如玻璃或陶瓷(首德公司之 Zerodur(商品名))、 Al_2O_3 或 TiC 等)構成，於其表面例如由氟樹脂材料、聚四氟乙烯(鐵氟龍(註冊商標))等氟系樹脂材料、丙烯酸系樹脂材料或矽系樹脂材料等來形成撥液膜。

進一步地，如圖 5A 之晶圓台 WTB(晶圓載台 WST)之俯視圖所示，板體 28 具有用以包圍圓形開口之外形(輪廓)為矩形之第 1 撥液區域 28a、以及配置於第 1 撥液區域 28a 周圍之矩形框狀(環狀)第 2 撥液區域 28b。第 1 撥液區域 28a，例如在進行曝光動作時，形成有從晶圓表面超出之液浸區域 14(參照圖 3)之至少一部分，第 2 撥液區域 28b，係形成有後述編碼器系統用之標尺。此外，板體 28 之表面之至少一部分亦可不與晶圓表面為同一面高，亦即亦可係相異之高度。又，板體 28 雖可係單一板體，但在本實施形態中為複數個板體，例如組合分別與第 1 及第 2 撥液區域 28a, 28b 對應之第 1 及第 2 撥液板來構成。本實施形態中之液體 Lq 由於係純水，因此係對撥液區域 28a, 28b 例如施有撥水塗層。

此情形下，與照明光 IL 會照射於內側之第 1 撥水板 28a 相對地，照明光 IL 幾乎不會照射到外側之第 2 撥水板 28b。考量到此點，本實施形態中係於第 1 撥水板 28a 表面施以對照明光 IL (此時為真空紫外區之光)有充分之耐性之撥水塗布膜，而於第 2 撥水板 28b 表面施以對照明光 IL 之耐性較第 1 撥水區域 28a 差之撥水塗布膜。

又，由圖 5A 可清楚得知，於第 1 撥水區域 28a 之 +Y 方向側端部之 X 方向的中央部形成有長方形缺口，於此缺口與第 2 撥水區域 28b 所包圍之長方形空間內部(缺口內部)埋入有測量板 30。於此測量板 30 之長邊方向中央(晶圓台 WTB 之中心線 LL 上)形成基準標記 FM ，於該基準標記之 X 方向一側與另一側，形成有相對基準標記中心配置成對稱之一對空間像測量狹縫

圖案(狹縫狀測量用圖案)SL。各空間像測量狹縫圖案 SL，例如係使用具有沿 Y 方向與 X 方向之邊的 L 字形狹縫圖案，或分別沿 X 方向及 Y 方向延伸之兩個直線狀狹縫圖案等。

又，如圖 5B 所示，收納有送光系統 36(由包含物鏡、反射鏡、中繼透鏡等之光學系統構成)之 L 字形框體，係以從晶圓台 WTB 貫通載台本體 91 內部一部分之狀態，安裝成一部分埋入於上述各空間像測量狹縫圖案 SL 下方之晶圓載台 WST 內部的狀態。雖省略圖示，但送光系統 36 係與上述一對空間像測量狹縫圖案 SL 對應設置有一對。送光系統 36，係將透射過空間像測量狹縫圖案 SL 之照明光 IL 沿 L 字形路徑導引，並朝向 Y 方向射出。

再者，於第 2 撥水區域 28b 上面，沿其四邊各以既定間距直接形成有多數個格子線 37, 38。進一步詳言之，於第 2 撥水區域 28b 之 X 方向兩側(圖 5A 中之左右兩側)的區域分別形成有 Y 標尺 39Y₁, 39Y₂，此 Y 標尺 39Y₁, 39Y₂，例如係以延伸於 X 方向之格子線 38 以既定間距沿平行於 Y 軸之方向(Y 方向)而形成之、週期性排列於 Y 方向之反射型格子(例如相位型繞射光柵)所構成。

同樣地，於第 2 撥水區域 28b 之 Y 軸方向一側與另一側(圖 5A 中之上下兩側)的區域分別形成有 X 標尺 39X₁, 39X₂，此 X 標尺 39X₁, 39X₂，例如係以延伸於 Y 方向之格子線 37 以既定間距沿平行於 X 軸之方向(X 方向)而形成之、週期性排列於 X 方向之反射型格子(例如繞射光柵)所構成。

上述各標尺 39Y₁, 39Y₂, 39X₁, 39X₂，例如係以全像片等來於第 2 撥水區域 28b 表面作成反射型繞射光柵。此時，於各標尺係以既定間隔(間距)而刻出由窄狹縫或槽等構成之格子來作為標度。用於各標尺之繞射光柵之種類並不限定，不僅能以機械方式形成槽等，例如亦可係將干涉紋燒結於感光性樹脂來加以作成。不過，各標尺，例如係以 138nm~4 μm 間之間距(例如 1 μm 間距)將上述繞射光柵之標度刻於薄板狀玻璃來作成。此等標尺係被前

述撥液膜(撥水膜)覆蓋。此外，圖 5A 中爲了方便表示，格子之間距係圖示成較實際間距大許多。此點在其他的圖中亦相同。

承上所述，本實施形態由於將第 2 撥水區域 28b 本身構成標尺，因此係使用低熱膨脹之玻璃板來作為第 2 撥水區域 28b。然而並不限於此，亦可將形成有格子之低熱膨脹之玻璃板等所構成的標尺構件，藉由例如板彈簧(或真空吸附)等固定於晶圓台 WTB 上面，以避免其產生局部性之伸縮，此時，亦可將於全面施有同一撥水塗布膜之撥水板代用為板體 28。

晶圓台 WTB 之 $-Y$ 端面， $-X$ 端面，係分別施以鏡面加工而形成為圖 2 所示之反射面 17a, 17b。干涉儀系統 118(參照圖 7)之 Y 軸干涉儀 16 及 X 軸干涉儀 126(參照圖 2)，係分別對此等反射面 17a, 17b 投射干涉儀光束(測距光束)，並藉由接收各自之反射光。接著，干涉儀 16 及 126，測量各反射面從基準位置(例如配置於投影單元 PU 之參照鏡)的位移、亦即晶圓載台 WST 在 XY 平面內的位置資訊，並將該測量值供應至主控制裝置 20。本實施形態中，作為 Y 軸干涉儀 16 及 X 軸干涉儀 126，均使用具有複數個光軸之多軸干涉儀，主控制裝置 20，不但能根據此等 Y 軸干涉儀 16 及 126 之測量值來測量晶圓台 WTB 之 X, Y 位置，亦能測量 θ_x 方向之旋轉資訊(縱搖)、 θ_y 方向之旋轉資訊(橫搖)、以及 θ_z 方向之旋轉資訊(偏搖)。

本實施形態中，晶圓載台 WST(晶圓台 WTB)在 XY 平面內之位置資訊(包含 θ_z 方向之旋轉資訊)，主要係藉由包含上述 Y 標尺、 X 標尺等之後述編碼器系統來測量，干涉儀 16, 126 之測量值係輔助性地用於修正(校正)該編碼器系統之長期性變動(例如因標尺隨時間之變化等所造成)等。又， Y 軸干涉儀 16 之用途，係爲了更換晶圓，而在後述卸載位置及裝載位置附近測量晶圓台 WTB 的 Y 位置等。又，例如在裝載動作與對準動作之期間、及/或曝光動作與卸載動作之期間中晶圓載台 WST 移動，亦使用干涉儀系統 118 之測量資訊、亦即在五自由度方向(X 軸、 Y 軸、 θ_x 、 θ_y 、 θ_z 方向)之位

置資訊的至少一個。

此外，干涉儀系統 118 之 Y 軸干涉儀 16、X 軸干涉儀 126、以及後述之測量載台 MST 用之 Y 軸干涉儀 18、X 軸干涉儀 130，係如圖 1 中之測量框架 21 之俯視圖之圖 3 所示，透過支撐構件 24A, 24C, 24B, 24D 支撐於測量框架 21 之底面。然而，亦可將 Y 軸干涉儀 16, 18 及 X 軸干涉儀 126, 130 設於保持投影單元 PU 之主框架，或與如前所述懸吊支撐之投影單元 PU 設置成一體。此等情形下，亦可干涉儀 16, 18, 126, 130，僅包含用以分離及合成射向載台之測距光束與射向參照鏡之參照光束的干涉儀光學系統之部分，接收測距光束與參照光束之干涉光之接收器(光電檢測器)之部分係以未圖示柱架支撐。

此外，本實施形態中，晶圓載台 WST 雖包含可在 XY 平面內移動自如之載台本體 91，以及裝載於該載台本體 91 上、可相對載台本體 91 被微幅驅動於 Z 方向、 θ_x 方向、以及 θ_z 方向的晶圓台 WTB，但並不限於此，亦可採用能在六自由度移動之單一載台來作為晶圓載台 WST。又，亦可於晶圓台 WTB 設置由平面鏡構成之移動鏡來代替反射面 17b。再者，配置參照鏡(基準面)之位置不限於投影單元 PU，亦不一定要使用固定鏡來測量晶圓載台 WST 之位置資訊。

又，本實施形態中，由干涉儀系統 118 測量之晶圓載台 WST 的位置資訊，並不用在後述曝光動作或對準動作等，而主要是用在編碼器系統之校正動作(亦即測量值之校正)等，但例如亦可將干涉儀系統 118 之測量資訊(亦即五自由度方向之位置資訊的至少一個)用在例如曝光動作及/或對準動作等。本實施形態中，編碼器系統係測量晶圓載台 WST 在三自由度方向、亦即 X 方向、Y 方向、以及 θ_z 方向的位置資訊。因此，在進行曝光動作等時，干涉儀系統 118 之測量資訊中，可僅使用與編碼器系統對晶圓載台 WST 之位置資訊之測量方向(X 方向、Y 方向、以及 θ_z 方向)相異的方向，例如在

θ_x 方向及/或 θ_y 方向的位置資訊，或除了該相異方向之位置資訊以外，再加上使用與編碼器系統之測量方向相同方向(亦即 X 方向、Y 方向、以及 θ_z 方向之至少一個)之位置資訊。又，干涉儀系統 118 亦可測量晶圓載台 WST 在 Z 軸方向之位置資訊。此時，亦可在曝光動作中使用 Z 軸方向之位置資訊。

於圖 1 之測量載台 MST，係於載台本體 92 上固定平板狀測量台 MTB 而構成。於測量台 MTB 及載台本體 92 設有各種測量用構件。作為該測量用構件，例如圖 2 及圖 6A 所示，係採用具有針孔狀受光部的照度不均感測器 94、用以測量投影光學系統 PL 所投影之圖案空間像(投影像)的空間像測量器 96、以及波面像差測量器 98 等。

此外，本實施形態中，係進行藉由透過投影光學系統 PL 與液體(水)Lq 以照明光 IL 使晶圓 W 曝光的液浸曝光，與此對應地，用於使用照明光 IL 之測量之上述照度不均感測器 94(以及照度監測器)、空間像測量器 96、以及波面像差測量器 98，係透過投影光學系統 PL 及水接收照明光 IL。如圖 6B 所示，於測量載台 MST 之載台本體 92 之 -Y 方向側端面固定有框狀安裝構件 42。又，於載台本體 92 之 -Y 方向側端面，安裝構件 42 開口內部之在 X 方向之中心位置附近，係以能與前述圖 5B 之一對送光系統 36 對向之配置固定有一對受光系統 44。各受光系統 44，係由中繼透鏡等之光學系統、受光元件(例如光電倍增管等)、以及收納此等之框體構成。由圖 5B 及圖 6B、以及截至目前為止之說明可知，本實施形態中，在晶圓載台 WST 與測量載台 MST 於 Y 軸方向接近既定距離以內之狀態(包含接觸狀態)下，透射過測量板 30 之各空間像測量狹縫圖案 SL 的照明光 IL 係被前述各送光系統 36 導引，而以各受光系統 44 之受光元件接收光。亦即，藉由測量板 30、送光系統 36、以及受光系統 44，來構成與前述日本特開 2002-14005 號公報(對應美國專利申請公開第 2002/0041377 號說明書)、等所揭示者相

同之空間像測量裝置 45(參照圖 7)。

於圖 6B 之安裝構件 42 上，在 X 軸方向延伸設置有由截面矩形之棒狀構件構成之作為基準構件的基準桿(以下簡稱為「CD 桿」)46。此 CD 桿 46，係藉由全動態框構造以動態方式支撐於測量載台 MST 上。

由於 CD 桿 46 為原器(測量基準)，因此其材料係採用低熱膨脹係數之光學玻璃陶瓷、例如首德公司之 Zerodur(商品名)等。此 CD 桿 46 之上面(表面)的平坦度設定得較高，與所謂基準平面板相同程度。又，於該 CD 桿 46 之長邊方向一側與另一側端部附近，係如圖 6A 所示分別形成有以 Y 方向為週期方向的基準格子(例如繞射光柵)52。此一對基準格子 52 之形成方式，係隔著既定距離(L)在 CD 桿 46 之 X 軸方向中心、亦即相隔前述中心線 CL 配置成對稱。

又，於該 CD 桿 46 上面以圖 6A 所示之配置形成有複數個基準標記 M。該複數個基準標記 M，係以同一間距在 Y 軸方向形成為三行的排列，各行排列形成為在 X 方向彼此偏移既定距離。各基準標記 M，例如使用可藉由後述第一對準系統、第二對準系統來檢測之尺寸的二維標記。基準標記 M 之形狀(構成)雖亦可與前述圖 5A 之基準標記 FM 相異，但本實施形態中基準標記 M 與基準標記 FM 係相同構成，且亦與晶圓 W 之對準標記相同構成。此外，本實施形態中，CD 桿 46 之表面及測量台 MTB(亦可包含前述測量用構件)之表面均分別以撥液膜(撥水膜)覆蓋。

如圖 2 所示，測量台 MTB 之 +Y 端面、-X 端面亦形成有與前述晶圓台 WTB 同樣之反射面 19a, 19b。干涉儀系統 118(參照圖 7)之 Y 軸干涉儀 18 及 X 軸干涉儀 130，係分別對此等反射面 19a, 19b 投射干涉儀光束(測距光束)，並藉由接收各自之反射光，測量各反射面從基準位置的位移、亦即測量載台 MST 的位置資訊(例如至少包含 X 方向及 Y 方向之位置資訊與 θ_z 方向之旋轉資訊)，並將該測量值供應至主控制裝置 20。

此外，如圖 2 所示，於 X 軸固定件 81 及 80 之 X 方向的兩端部設有制動器機構 48A, 48B。制動器機構 48A，包含：減震器 47A, 47B，係設於 X 軸固定件 81，係例如由油阻尼器構成之緩衝裝置；開口 51A, 51B，係設於 X 軸固定件 80 之減震器 47A, 47B 的對向位置；以及開關此等開口之開閉器 49A, 49B。透過開閉器 49A, 49B 之開口 51A, 51B 之開閉狀態，係藉由設於開閉器 49A, 49B 附近之開關感測器(參照圖 7)101 來檢測，該檢測結果送至主控制裝置 20。

此處，以制動器機構 48A 為代表說明前述制動器機構 48A, 48B 的作用。

圖 2 中，在開閉器 48A 處於關閉開口 51A 之狀態的情形下，當 X 軸固定件 81 與 X 軸固定件 80 接近時，亦藉由減震器 47A 與開閉器 49A 之接觸(抵接)，使 X 軸固定件 80, 81 彼此不能更加接近。另一方面，當開閉器 49A 開啟使開口 51A 成為開放狀態時，若 X 軸固定件 81, 80 彼此接近，即會使減震器 47A 之前端部之至少一部分進入開口 51A 內，而能使 X 軸固定件 80, 81 彼此更接近。其結果，能使晶圓台 WTB 與測量台 MTB(CD 桿 46)彼此接觸(或使其接近至相距 $300\ \mu\text{m}$ 左右之距離)。

圖 2 中，於 X 軸固定件 80 之 +X 端部設有間隔偵測感測器 43A, 43C 與撞擊偵測感測器 43B, 43D，於 X 軸固定件 81 之 +Y 側突設有延伸於 Y 方向之細長板狀構件 41A。間隔偵測感測器 43A, 43C，例如由透射型光感測器(例如 LED—光電晶體之元件構成的感測器)構成，使 X 軸固定件 80 與 X 軸固定件 81 接近，板狀構件 41A 即進入間隔偵測感測器 43A 之間，減少受光量，因此能偵測到 X 軸固定件 80, 81 之間隔已小於既定距離。

撞擊偵測感測器 43B, 43D，係與間隔偵測感測器 43A, 43C 相同之光電感測器，配置於其深處。籍由此撞擊偵測感測器 43B, 43D，在 X 軸固定件 81, 80 彼此更接近、使晶圓台 WTB 與 CD 桿 46(測量台 MTB)接觸之階段時(或接近至 $300\ \mu\text{m}$ 左右之距離的階段)，由於板狀構件 41A 之上半部定位於感

測器之元件間，因此主控制裝置 20，即藉由檢測出該感測器之受光量為零，偵測出兩台係彼此接觸(或接近至 $300\ \mu\text{m}$ 左右之距離)。

本實施形態之曝光裝置 100，雖在圖 1 中為了避免圖式過於複雜而予以省略，但實際上如圖 4 所示，係配置有第一對準系統 AL1，該第一對準系統 AL1 在通過投影單元 PU 之中心(與投影光學系統 PL 之光軸 AX 一致，本實施形態中亦與前述曝光區域 IA 之中心一致)且與 Y 軸平行之直線 LV 上，從該光軸往 -Y 側相隔既定距離的位置具有檢測中心。此第一對準系統 AL1，係透過支撐構件 54 固定於測量框架 21(參照圖 1)。隔著此第一對準系統 AL1 之 X 軸方向一側與另一側，分別設有其檢測中心相對該直線 LV 配置成大致對稱之第二對準系統 AL2₁, AL2₂ 與 AL2₃, AL2₄。亦即，五個對準系統 AL1, AL2₁~AL2₄ 之檢測中心，係在 X 方向配置於相異位置，亦即沿 X 方向配置。

各第二對準系統 AL2_n($n=1\sim 4$)，如代表顯示之對準系統 AL2₄ 般，係固定於能以旋轉中心 O 為中心往圖 4 中之順時針及逆時針方向旋轉既定角度範圍的臂 56_n($n=1\sim 4$) 前端(旋動端)。本實施形態中，各第二對準系統 AL2_n 之一部分(例如至少包含將對準光照射於檢測區域、且將檢測區域內之對象標記所產生之光導至受光元件的光學系統)係固定於臂 56_n，剩餘之一部分則設於測量框架 21。第二對準系統 AL2₁, AL2₂, AL2₃, AL2₄ 能藉由分別以旋轉中心 O 旋動來調整 X 位置。亦即，第二對準系統 AL2₁, AL2₂, AL2₃, AL2₄ 之檢測區域(或檢測中心)能獨立移動於 X 軸方向。此外，本實施形態中，雖藉由臂之旋動來調整第二對準系統 AL2₁, AL2₂, AL2₃, AL2₄ 的 X 位置，但並不限於此，亦可設置將第二對準系統 AL2₁, AL2₂, AL2₃, AL2₄ 往復驅動於 X 方向的驅動機構。又，第二對準系統 AL2₁, AL2₂, AL2₃, AL2₄ 之至少一個亦可不僅可移動於 X 方向而亦可移動於 Y 方向。此外，由於各第二對準系統 AL2_n 之一部分係藉由臂 56_n 來移動，因此可藉由未圖示感測器例如干涉儀或編碼器等來

測量固定於臂 56_n 之一部分的位置資訊。此感測器可僅測量第二對準系統 $AL2_n$ 在 X 方向的位置資訊，亦能使其可測量其他方向例如 Y 方向及／或旋轉方向(包含 θ_x 及 θ_y 方向的至少一方)的位置資訊。

於前述各臂 56_n 上面，設有由差動排氣型之空氣軸承構成的真空墊 58_n ($n=1\sim 4$)。又，臂 56_n ，例如藉由包含馬達等之旋轉驅動機構 n ($n=1\sim 4$ ，參照圖 7)，可依主控制裝置 20 之指示來旋動。主控制裝置 20 在臂 56_n 之旋轉調整後，即使各真空墊 58_n 作動以將各臂 56_n 吸附固定於測量框架 21(參照圖 1)。藉此，即可維持各臂 56_n 之旋轉角度後的狀態，亦即維持第一對準系統 $AL1$ 及 4 個第二對準系統 $AL2_1\sim AL2_4$ 的所欲位置關係。

此外，只要於與測量框架 21 之臂 56_n 對向的部分固定磁性體，亦可代替真空墊 58 採用電磁石。

本實施形態之第一對準系統 $AL1$ 及 4 個第二對準系統 $AL2_1\sim AL2_4$ ，可使用例如影像處理方式之 FIA(Field Image Alignment(場像對準))系統，其能將不會使晶圓上之光阻感光的寬頻檢測光束照射於對象標記，並以攝影元件(CCD(電荷耦合裝置)等)拍攝藉由來自該對象標記之反射光而成像於受光面的對象標記像、以及未圖示之指標(設於各對準系統內之指標板上的指標圖案)像，並輸出該等之拍攝訊號。來自對準系統 $AL1$ 及 $AL2_1\sim AL2_4$ 各自之攝影訊號，係供應至圖 7 的主控制裝置 20。

此外，作為上述各對準系統係不限於 FIA 系統，當然亦能單獨或適當組合使用能將同調檢測光照射於對象標記以檢測從此對象標記產生之散射光或繞射光的對準感測器，或是干涉從該對象標記產生之兩繞射光(例如同階數之繞射光、或繞射於同方向之繞射光)來加以檢測的對準感測器。又，本實施形態中由於設置了五個對準系統 $AL1, AL2_1\sim AL2_4$ ，因此能更有效率地進行對準。不過對準系統之數目並不限於五個，亦可係兩個以上且四個以下，或六個以上亦可，或亦可非為奇數而為偶數。右，翼可僅使用第一

對準系統 AL1。再者，本實施形態中，五個對準系統 AL1, AL2₁~AL2₄，雖係透過支撐構件 54 固定於測量框架 21，但並不限於此，亦可固定於用以保持投影單元 PU 的主框架下面。

本實施形態之曝光裝置 100，如圖 4 所示，係以從四方包圍前述嘴單元 32 周圍的狀態配置有編碼器系統之四個讀頭單元 62A~62D。構成此等讀頭單元 62A~62D 之複數個 Y 讀頭 64 及 X 讀頭 66，在圖 4 係以兩點鏈線所示，透過固定構件(未圖示)固定於平板狀測量框架 21(參照圖 1)之底面。該固定構件，例如包含形成有母螺紋之低膨脹係數金屬(例如因鋼等)製之複數個襯套(藉由埋入測量框架 21 而透過接著等固定)與用以將讀頭單元 62A~62D 之各讀頭 64, 66 之框體固定於對應之襯套的螺栓而構成。

測量框架 21 之材料，例如係線膨脹係數分別在 $\pm 0.2 \times 10^{-7} / \text{K} (\pm 0.02 \text{ppm} / \text{K})$ 程度以內之低膨脹玻璃(例如 OHARA 股份有限公司之 CLEARCERAM-ZHS(商品名稱))或低膨脹玻璃陶瓷(例如首德公司之 Zerodur(商品名))。又，測量框架 21 之材料，亦能使用線膨脹係數在 $\pm 0.5 \times 10^{-6} / \text{K} (\pm 0.5 \text{ppm} / \text{K})$ 程度以內之低膨脹玻璃、或線膨脹係數較因鋼小的超因鋼等。

與此相關地，圖 1 之晶圓載台 WST 之晶圓台 WTB 之裝載板體 28 的本體部、以及晶圓載台 WST 之載台本體 91 之材料，係例如線膨脹係數為 $0.1 \times 10^{-4} / \text{K} (10 \text{ppm} / \text{K})$ 程度之鐵(鋼材)或線膨脹係數為 $1 \times 10^{-6} / \text{K} (1 \text{ppm} / \text{K})$ 程度之因鋼等。其結果，本實施形態之測量框架 21 之線膨脹係數，相較於晶圓載台 WST 之形成有標尺 39Y₁, 39Y₂, 39X₁, 39X₂ 之圖 5A 之板體 28 以外的構件(晶圓載台 WST 之本體部)的線膨脹係數，係設定成小至例如 $1/2 \sim 1/50$ 左右。

再者，如圖 1 所示，本實施形態之曝光裝置 100，係設置於未圖示處理室內之地面 FL 上。用以導引晶圓載台 WST 之底座 12，係透過例如複數個

防振台(未圖示)配置於地面 FL 上。又，於地面 FL 上三處固定有包圍底座 12 之 L 字型懸吊構件 22A, 22B, 22C(參照圖 3)，從懸吊構件 22A, 22B, 22C 之前端部透過防振構件 23A, 23B, 23C 懸吊支撐測量框架 21。防振構件 23A~23C，例如係以空氣彈簧方式、油壓方式、或機械彈簧方式截斷振動的構件。

圖 3 中，於 Y 方向隔著測量框架 21 之位置、以及沿測量框架 21 之 X 方向側面之位置構成的三處地面上設置有柱架 105A, 105B, 105C。在柱架 105A, 105B 與測量框架 21 之間分別安裝有用以測量測量框架 21 在 X 方向之位移的 X 軸感測器 106XA, 106XB、以及用以測量測量框架 21 在 Z 方向之位移的 Z 軸感測器 106ZA, 106ZB。又，在柱架 105C 與測量框架 21 之間安裝有用以測量測量框架 21 在 Y 方向之位移的 Y 軸感測器 106Y、以及用以測量測量框架 21 在 Z 方向之位移的 Z 軸感測器 106ZC。六軸感測器 106XA, 106XB, 106Y, 106ZA~106ZC，可使用例如干涉儀、靜電容型位移感測器、或渦流式位移感測器等。藉由此等六軸感測器 106XA~106ZC，高精度地以既定取樣板測量以地面為基準之測量框架 21 在 X 方向、Y 方向、Z 方向、 θ_x 方向、 θ_y 方向、 θ_z 方向的位移，測量值被供應至控制部 108。

又，在柱架 105A, 105B 與測量框架 21 之間，分別安裝有使測量框架 21 於 X 方向位移之 X 軸致動器 107XA, 107XB、以及使測量框架 21 於 Z 方向位移之 Z 軸致動器 107ZA, 107ZB。再者，在柱架 105C 與測量框架 21 之間，安裝有使測量框架 21 於 Y 方向位移之 Y 軸致動器 107Y、以及使測量框架 21 於 Z 方向位移之 Z 軸致動器 107ZC。六軸非接觸方式之致動器 107XA, 107XB, 107ZA~107ZC，雖能使用例如音圈馬達，但除此以外亦能使用例如 EI 線圈方式等之電磁致動器。藉由此等六軸之致動器 107XA~107ZC，能控制測量框架 21 相對於地面之六自由度的位移。在圖 7 之主控制裝置 20 之控制下，控制部 108 係在掃描曝光中，根據六軸致動器 107XA~107ZC 之測量

值，以伺服方式將六軸致動器 107XA~107ZC 驅動成測量框架 21 相對於地面之六自由度的位移會在既定容許範圍內。此外，測量框架 21 之位移測量及位移控制之基準，亦能使用用以支撐投影單元 PU 的主框架(未圖示)。

圖 1 中，在曝光裝置 100 之作動時，係從收納有曝光裝置 100 之處理室(未圖示)之天花板的送風口 6A, 6B 沿箭頭 7A, 7B 所示，將高度潔淨化且溫度穩定化之氣體(例如乾燥空氣等)透過降流方式以既定流量供應。所供應之氣體一部分，從設於地面 FL 之回收口(未圖示)回收後，經由防塵過濾器及溫度控制部再度從送風口 6A, 6B 返回處理室內。此時，如圖 3 所示，係於測量框架 21 之包圍投影單元 PU 之區域的大致全面在 X 方向、Y 方向以既定間距形成多數個開口 25，以使氣體能以降流方式在該處理室內順利地流動。藉此，提升晶圓載台 WST 上之晶圓 W 之溫度穩定性等。

其次，圖 4 中，讀頭單元 62A, 62C，係於投影單元 PU 之 +X 側、-X 側具備複數個(此處為六個)分別沿 X 方向以既定間隔配置於通過投影光學系統 PL 之光軸 AX 且與 X 軸平行之直線 LH 上的 Y 讀頭 64。Y 讀頭 64 係分別使用前述圖 5A 之 Y 標尺 39Y₁ 或 39Y₂ 測量晶圓載台 WST(晶圓台 WTB) 在 Y 方向之位置(Y 位置)。又，讀頭單元 62B, 62D，係於投影單元 PU 之 +Y 側、-Y 側具備複數個(此處為七個及十一個(不過，圖 4 之十一個中與第一對準系統 AL1 重疊之三個係未圖示))分別沿 Y 方向以既定間隔配置於通過光軸 AX 且與 X 軸平行之直線 LV 上的 X 讀頭 66。X 讀頭 66 係分別使用前述圖 5A 之 X 標尺 39X₁ 或 39X₂ 測量晶圓載台 WST(晶圓台 WTB) 在 X 方向之位置(X 位置)。

因此，圖 4 之讀頭單元 62A 及 62C，係分別構成使用圖 5A 之 Y 標尺 39Y₁ 及 39Y₂ 來測量晶圓載台 WST(晶圓台 WTB) 之 Y 位置之多眼(此處為六眼)的 Y 軸線性編碼器(以下適當簡稱為「Y 編碼器」)70A 及 70C(參照圖 7)。Y 編碼器 70A, 70C 分別具備用以進行複數個 Y 讀頭 64 之測量值之切換(詳

細後述)的切換控制部 70Aa, 70Ca。此處，讀頭單元 62A, 62C 所具備之相鄰 Y 讀頭 64(亦即從 Y 讀頭 64 照射之測量光束)的間隔，係設定成較 Y 標尺 39Y₁, 39Y₂ 在 X 方向的寬度(更正確而言為格子線 38 之長度)窄。又，讀頭單元 62A, 62C 各自具備之複數個 Y 讀頭 64 中位於最內側之 Y 讀頭 64、X 讀頭 66，爲了儘可能配置於光軸 AX，係在投影光學系統 PL 之鏡筒 40 下端部(更正確而言為包圍前端透鏡 191 之嘴單元 32 的橫方向側)固定於測量框架 21。

又，讀頭單元 62B 及 62D，基本上係分別構成使用前述 X 標尺 39X₁ 及 39X₂ 來測量晶圓載台 WST(晶圓台 WTB)之 X 位置之多眼(此處為七眼及十一眼)的 X 軸線性編碼器(以下適當簡稱為「X 編碼器」)70B 及 70D(參照圖 7)。X 編碼器 70B, 70D 分別具備用以進行複數個 X 讀頭 66 之測量值之切換(詳細後述)的切換控制部 70Ba, 70Da。此外，本實施形態中，例如在後述對準時讀頭單元 62D 所具備之十一個 X 讀頭 66 中之兩個 X 讀頭 66，有時會同時對向於 X 標尺 39X₁ 及 39X₂。此時，係藉由 X 標尺 39X₁ 及 39X₂ 與對向於此之 X 讀頭 66 來構成 X 線性編碼器 70B 及 70D。

讀頭單元 62B, 62D 所具備之相鄰 X 讀頭 66(測量光束)的間隔，係設定成較 X 標尺 39X₁, 39X₂ 在 Y 方向的寬度(更正確而言為格子線 37 之長度)窄。

再者，於圖 4 之第二對準系統 AL2₁ 之 -X 側、第二對準系統 AL2₄ 之 +Y 側，分別設有在平行於 X 軸之直線(通過第一對準系統 AL1 之檢測中心)上且其檢測點相對該檢測中心配置成大致對稱的 Y 讀頭 64y₁, 64y₂。Y 讀頭 64y₁, 64y₂ 之間隔，係設定成大致與前述距離 L(圖 6A 之基準格子 52 在 Y 方向之間隔)相等。Y 讀頭 64y₁, 64y₂，在晶圓載台 WST 上之晶圓 W 中心位於上述直線 LV 上之圖 4 所示的狀態下，係分別與 Y 標尺 39Y₂, 39Y₁ 對向。在進行後述之對準動作時，Y 標尺 39Y₂, 39Y₁ 係分別與 Y 讀頭 64y₁, 64y₂ 對向配置，藉由該 Y 讀頭 64y₁, 64y₂(亦即藉由此等 Y 讀頭 64y₁, 64y₂ 構成之 Y 編碼器 70C, 70A)來測量晶圓載台 WST 的 Y 位置(及 θ_z 方向之角度)。

又，本實施形態中，在進行第二對準系統之後述基線測量時，圖 6A 之 CD 桿 46 之一對基準格子 52 與 Y 讀頭 64y₁, 64y₂ 係分別對向，藉由與 Y 讀頭 64y₁, 64y₂ 對向之基準格子 52，以各自之基準格子 52 來測量 CD 桿 46 的 Y 位置。以下，將藉由與基準格子 52 分別對向之 Y 讀頭 64y₁, 64y₂ 所構成之線性編碼器稱為 Y 編碼器 70E, 70F(參照圖 7)。

上述六個編碼器 70A~70E 之測量值，係供應至主控制裝置 20，主控制裝置 20 即根據編碼器 70A~70D 之測量值控制晶圓台 WTB 在 XY 平面內的位置，並根據 Y 編碼器 70E, 70F 之測量值控制 CD 桿 46 在 θ_z 方向之旋轉。

如圖 4 所示，本實施形態之曝光裝置 100，設有與照射系統 90a 及受光系統 90b 所構成、例如於日本特開平 6-283403 號公報(對應美國專利第 5,448,332 號說明書)等所揭示者相同之斜入射方式的多點聚焦位置檢測系統(以下簡稱為「多點 AF 系統」)。本實施形態中，作為其一例，係於前述讀頭單元 62C 之 -X 端部之 -Y 側配置照射系統 90a，並以與其相對之狀態於前述讀頭單元 62A 之 +X 端部之 -Y 側配置受光系統 90b。

圖 4 之多點 AF 系統(90a, 90b)之複數個檢測點，係在被檢測面上沿 X 方向以既定間隔配置。本實施形態中，例如配置成一行 M 列(M 為檢測點之總數)或兩行 N 列(N 為檢測點總數之 1/2)的矩陣狀。圖 4 中並未個別圖示檢測光束分別照射之複數個檢測點，而係顯示在照射系統 90a 及受光系統 90b 之間延伸於 X 方向的細長檢測區域 AF。此檢測區域 AF，由於其 X 方向之長度係設定成與晶圓 W 之直徑相同，因此藉由僅沿 Y 方向掃描晶圓 W 一次，即能測量晶圓 W 之大致全面之 Z 方向位置資訊(面位置資訊)。又，該檢測區域 AF，由於係於 Y 方向，配置於前述液浸區域 14(曝光區域 IA)與對準系統(AL1, AL2₁~AL2₄)之檢測區域之間，因此能同時以多點 AF 系統與對準系統進行其檢測動作。多點 AF 系統雖可設於用以保持投影單元 PU 之主框架等，但在本實施形態中係設於前述測量框架。

此外，複數個檢測點雖係以 1 行 M 列或 2 行 N 列來配置，但行數及／或列數並不限於此。不過，當行數為 2 以上時，最好係在行之間使檢測點在 X 方向之位置亦相異。再者，雖複數個檢測點係沿 X 方向配置，但並不限於此，亦可將複數個檢測點之全部或一部分配置在 Y 方向上的不同位置。

本實施形態之曝光裝置 100，係在多點 AF 系統(90a, 90b)之複數個檢測點中位於兩端之檢測點附近、亦即檢測區域 AF 之兩端部附近，以相對前述直線 LV 呈對稱之配置設有各一對之 Z 位置測量用面位置感測器(以下簡稱為「Z 感測器」)72a, 72b 及 72c, 72d。此等 Z 感測器 72a~72d 固定於例如圖 3 之測量框架 21 下面。Z 感測器 72a~72d，係使用例如使用在 CD 驅動裝置等之光學讀頭構成的光學式位移感測器(CD 拾取方式之感測器)，其係從上方對晶圓台 WTB 照射光，並接收其反射光來測量該光之照射點中晶圓台 WTB 表面在與 XY 平面正交之 Z 方向的位置資訊。此外，Z 感測器 72a~72d 亦可設於前述投影單元 PU 之主框架等。

再者，前述讀頭單元 62C，具備隔著 X 方向之直線 LH(連結複數個 Y 讀頭 64)位於一側與另一側、分別沿平行於直線 LH 之兩條直線上且以既定間隔配置的複數個(此處為各六個，合計為十二個)Z 感測器 $74_{i,j}$ ($i=1, 2, j=1, 2, \dots, 6$)。此時，成對之 Z 感測器 $74_{1,j}$ 、Z 感測器 $74_{2,j}$ ，係相對上述直線 LH 配置成對稱。再者，複數對(此處為六對)之 Z 感測器 $74_{1,j}$ 、Z 感測器 $74_{2,j}$ 與複數個 Y 讀頭 64，係在 X 方向交互配置。各 Z 感測器 $74_{i,j}$ ，例如係使用與前述 Z 感測器 72a~72d 相同之 CD 拾取方式之感測器。

此處，位於相對直線 LH 成對稱之位置的各對 Z 感測器 $74_{1,j}$ 、 $74_{2,j}$ 之間隔，係設定成與前述 Z 感測器 74c, 74d 之間隔相同的間隔。又，一對 Z 感測器 $74_{1,4}$ 、 $74_{2,4}$ ，係位於與 Z 感測器 72a, 72b 相同之與 Y 方向平行的直線上。

又，前述讀頭單元 62A，具備相對前述直線 LV 與上述複數個 Z 感測器 $74_{i,j}$ 配置成對稱之複數個、此處為 12 個之 Z 感測器 $76_{p,q}$ ($p=1, 2, q=1, 2, \dots$ ，

6)。各 Z 感測器 $76_{p,q}$ ，例如係使用與前述 Z 感測器 72a~72d 相同之 CD 拾取方式的感測器。又，一對 Z 感測器 $76_{1,3}$, $76_{2,3}$ ，係位於與 Z 感測器 72a, 72b 相同之 Y 方向的直線上。Z 感測器 $74_{i,j}$ 及 $76_{p,q}$ 係固定於測量框架 21 之底面。

此外，圖 4 中係省略測量載台 MST 之圖示，且顯示保持於該測量載台 MST 與前端透鏡 191 之間之水 L_q 而形成的液浸區域 14。又，該圖 4 中，符號 78 係顯示局部空調系統，其用以將溫度被調整至既定溫度之乾燥空氣沿圖 4 中所示之白色箭頭透過降流送至多點 AF 系統(90a, 90b)之光束路附近。又，符號 UP，係顯示供進行晶圓在晶圓台 WTB 上之卸載的卸載位置，符號 LP 係顯示供進行將晶圓裝載於晶圓台 WTB 上之裝載位置。本實施形態中，卸載位置 UP 與裝載位置 LP 係相對直線 LV 設定成對稱。此外，亦能使卸載位置 UP 與裝載位置 LP 為同一位置。

圖 7，係顯示曝光裝置 100 之控制系統的主要構成。此控制系統，係以由用以統籌裝置整體之微電腦(或工作站)所構成的主控制裝置 20 為中心。此外，圖 7 中，係將前述照度不均感測器 94、空間像測量器 96、以及波面像差感測器 98 等設於測量載台 MST 之各種感測器，合稱為感測器群 99。

以上述方式構成之本實施形態的曝光裝置 100，由於採用如前所述之晶圓台 WTB 上之 X 標尺、Y 標尺之配置及如前述之 X 讀頭、Y 測頭的配置，因此會如圖 8A 及圖 8B 等之示例所示，晶圓載台 WST 之有效動程範圍(亦即本實施形態中之為了進行對準及曝光動作而移動的範圍)中，X 標尺 $39X_1$, $39X_2$ 與讀頭單元 62B, 62D(X 讀頭 66)一定係分別對向，且 Y 標尺 $39Y_1$, $39Y_2$ 與讀頭單元 62A, 62C(Y 讀頭 64)或 Y 讀頭 $64y_1$, $64y_2$ 一定係分別對向。此外，圖 8A 及圖 8B 中，相對應之與 X 標尺或 Y 標尺對向的讀頭係以圓圈框住表示。

因此，主控制裝置 20 可在前述晶圓載台 WST 之有效動程範圍中，藉由根據編碼器 70A~70D 之至少三個的測量值控制構成載台驅動系統 124 的

各馬達，來以高精度控制晶圓載台 WST 在 XY 平面內的位置資訊(包含 θz 方向之旋轉資訊)。編碼器 70A~70D 之測量值所承受之空氣晃動的影響，由於與干涉儀相較係小到幾乎可忽視，因此起因於空氣晃動之測量值的短期穩定性，係較干涉儀好上許多。此外，本實施形態中，係根據晶圓載台 WST 之有效動程範圍及標尺之尺寸(亦即繞射光柵的形成範圍)等來設定讀頭單元 62A, 62B, 62C, 62D 之尺寸(例如讀頭數目及/或間隔等)。因此，在晶圓載台 WST 之有效動程範圍中，四個標尺 39X₁, 39X₂, 39Y₁, 39Y₂ 雖均分別與讀頭單元 62B, 62D, 62A, 62C 對向，但四個標尺亦可不全部與所對應之讀頭單元對向。例如 X 標尺 39X₁, 39X₂ 之一方、及/或 Y 標尺 39Y₁, 39Y₂ 之一方亦可從讀頭單元脫離。當 X 標尺 39X₁, 39X₂ 之一方、或 Y 標尺 39Y₁, 39Y₂ 之一方從讀頭單元脫離時，由於在晶圓載台 WST 之有效動程範圍中三個標尺仍與讀頭單元對向，因此能隨時測量晶圓載台 WST 在 X 軸、Y 軸、以及 θz 方向的位置資訊。又，當 X 標尺 39X₁, 39X₂ 之一方、或 Y 標尺 39Y₁, 39Y₂ 之一方從讀頭單元脫離時，由於在晶圓載台 WST 之有效動程範圍中兩個標尺與讀頭單元對向，因此雖無法隨時測量晶圓載台 WST 在 θz 方向的位置資訊，但卻能隨時測量 X 軸及 Y 軸的位置資訊。此時，亦可併用藉由干涉儀系統 118 所測量之晶圓載台 WST 在 θz 方向的位置資訊，來進行晶圓載台 WST 之位置控制。

又，當如圖 8A 中白色箭頭所示將晶圓載台 WST 驅動於 X 方向時，用以測量該晶圓載台 WST 在 Y 方向之位置的 Y 讀頭 64，係如該圖中之箭頭 e₁, e₂ 所示依序切換至相鄰之 Y 讀頭 64。例如從實線圓圈框住之 Y 讀頭 64 切換至以虛線圓圈框住之 Y 讀頭 64。如此，測量值係在此切換之前後，藉由圖 7 之 Y 編碼器 70A, 70C 內之切換控制部 70Aa, 70Ca 被接續。亦即本實施形態中，為了能順利地進行該 Y 讀頭 64 之切換及測量值之接續，係如前所述般將讀頭單元 62A, 62C 所具備之相鄰 Y 讀頭 64 的間隔設定成較 Y 標

尺 39Y₁, 39Y₂在 X 方向的寬度窄。

又，本實施形態中，由於如前所述係將讀頭單元 62B, 62D 所具備之相鄰 Y 讀頭 66 的間隔設定成較前述 X 標尺 39X₁, 39X₂在 Y 方向的寬度窄，因此與上述同樣地，當如圖 8B 中白色箭頭所示將晶圓載台 WST 驅動於 Y 方向時，用以測量該晶圓載台 WST 在 X 方向之位置的 X 讀頭 66，即依序切換至相鄰之 X 讀頭 66(例如從實線圓圈框住之 X 讀頭 66 切換至以虛線圓圈框住之 X 讀頭 66)，測量值係在此切換之前後，藉由圖 7 之 X 編碼器 70A, 70C 內之切換控制部 70Ba, 70Da 被接續。

其次，針對編碼器 70A~70F 之 Y 讀頭 64 及 X 讀頭 66 構成等，以放大顯示於圖 9A 之 Y 編碼器 70A 為代表進行說明。此圖 9A 中，係顯示用以將檢測光(測量光束)照射於 Y 標尺 39Y₁之讀頭單元 62A 的一個 Y 讀頭 64。

Y 讀頭 64，大分為照射系統 64a、光學系統 64b、以及受光系統 64c 之三部分構成。照射系統 64a，包含將雷射光束 LB 沿相對 Y 軸及 Z 軸成 45° 之方向射出的光源(例如半導體雷射 LD)，以及配置在該半導體雷射 LD 所射出之雷射光束 LB 之光路上的透鏡 L1。光學系統 64b，包含其分離面與 XZ 平面平行之偏振分光器 PBS，一對反射鏡 R1a, R1b，透鏡 L2a, L2b，四分之一波長板(以下記述為 $\lambda/4$ 板)WP1a, WP1b，以及反射鏡 R2a, R2b 等。

前述受光系統 64c 包含偏光件(測光件)及光檢測器等。該 Y 編碼器 70A 之 Y 讀頭 64 中，從半導體雷射 LD 射出之雷射光束 LB 係透過透鏡 L1 射入偏振分光器 PBS，使其被偏振分離成兩個光束 LB₁, LB₂。透射過偏振分光器 PBS 之光束 LB₁，透過反射鏡 R1a 到達形成於 Y 標尺 39Y₁之反射型繞射光柵 RG，在偏振分光器 PBS 反射之光束 LB₂則透過反射鏡 R1b 到達反射型繞射光柵 RG。此外，此處之「偏振分離」，係指將入射光束分離成 P 偏振成分與 S 偏振成分。

藉由光束 LB₁, LB₂之照射而從繞射光柵 RG 產生之既定次數的繞射光

束、例如 1 次繞射光束，係在透過透鏡 L2b, L2a 而被 $\lambda/4$ 板 WP1a, WP1b 轉換成圓偏光後，在反射鏡 R2a, R2b 反射而再度通過 $\lambda/4$ 板 WP1a, WP1b，沿與返路相同光路之相反方向到達偏振分光器 PBS。到達偏振分光器 PBS 之兩個光束，其各自之偏振方向相對原本之方向被旋轉了 90 度。因此，先透射過偏振分光器 PBS 之光束 LB₁ 的 1 次繞射光束，係在偏振分光器 PBS 反射而射入受光系統 64c，先在偏振分光器 PBS 反射之光束 LB₂ 的 1 次繞射光束，則透射過偏振分光器 PBS 後與光束 LB₁ 之 -1 次繞射光束成為同軸而射入受光系統 64c。接著，上述兩個 ± 1 次繞射光束，係在受光系統 64c 內部被測光件整合其偏振方向，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。

此外，亦可附加例如使 LB₁, LB₂ 分歧及合成之光學系統等，生成相位與其干涉光差異 90° 的干涉光，並對此干涉光進行光電轉換生成電器訊號。此時，藉由使用相位差異 90° 之兩相的電氣訊號，能生成將 Y 標尺 39Y₁ 之週期(間距)之 1/2 進而內插成例如數百分之一以上的測量脈衝，而能提高測量分析能力。

從上述說明可知，Y 編碼器 70A 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 Y 標尺 39Y₁(亦即晶圓載台 WST)移動於測量方向(此時為 Y 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 Y 編碼器 70A 的測量值輸出。其他之編碼器 70B, 70C, 70D 等亦與編碼器 70A 為相同構成。各編碼器係使用分析能力為例如 0.1nm 左右者。此外，如圖 9B 所示，本實施形態之編碼器，可使用橫長延伸於格子 RG 之週期方向之截面形狀的雷射光束 LB 來作為檢測光。圖 9B 中，與格子 RG 相較係誇大圖示了光束 LB。

以下，參照圖 11 之流程圖說明本實施形態之曝光裝置 100 之用以進行

晶圓載台 WST 之位置測量及曝光的動作例。首先，圖 11 之步驟 201，係於圖 3 之測量框架 21 安裝 X 軸、Y 軸之讀頭單元 62A~62D 之複數個編碼器讀頭(X 讀頭 66, Y 讀頭 64)、以及複數軸之晶圓干涉儀之干涉儀系統即 Y 軸干涉儀 16, 18 及 X 軸干涉儀 126, 130。

次一步驟 202，將測量框架 21 從圖 3 之懸吊構件 22A~22C 透過防振構件 23A~23C 懸吊。其後，將投影單元 PU 之前端部通過測量框架 21 之開口 21a，以安裝包含嘴單元 32 的液浸機構。

次一步驟 203，將形成有圖 5A 之 X 軸、Y 軸標尺 39X₁, 39X₂, 39Y₁, 39Y₂ 之板體 28 設置於晶圓台 WTB 上，進行晶圓載台 WST 之組裝調整，且於測量框架 21 進行圖 3 所示之六軸感測器 106XA~106ZC(位移感測器)及六軸致動器 107XA~107ZC 的安裝。至此為止之步驟 201~203 之動作，係在例如曝光裝置 100 之組裝調整時在潔淨室內執行。組裝調整結束後，曝光裝置 100 係收納於既定之處理室內。

其次，在曝光裝置 100 之作動開始時，圖 11 之步驟 204，開始在收納有曝光裝置之處理室內進行潔淨氣體之降流。次一步驟 205，係使用圖 3 之感測器 106XA~106ZC。測量測量框架相對柱架 105A~105C(地面)之六自由度位移，並透過致動器 107XA~107ZC 使該位移在容許範圍內。次一步驟 206，係以低速使晶圓載台 WST 移動，以 X 讀頭 66、Y 讀頭 64(編碼器讀頭)與晶圓干涉儀之 Y 軸干涉儀 16 及 X 軸干涉儀 126 測量晶圓載台 WST 相對測量框架 21(投影光學系統 PL)的移動量，並根據此測量結果進行 X 讀頭 66、Y 讀頭 64(讀頭單元 62A~62D)之測量值之校正(calibration)。以下詳細說明此校正。

亦即，編碼器之標尺，會隨著使用時間之經過因熱膨脹等其他原因導致繞射光柵變形，或繞射光柵之間距會產生部分或整體變化，欠缺機械式之長期穩定性。因此，由於其測量值所含之誤差會隨著使用時間之經過而

變大，因此有需要進行修正。此時，只要藉由圖 2 之 Y 軸干涉儀 16 及 X 軸干涉儀 126，即能在無阿貝(Abbe)誤差之狀態下測量晶圓台 WTB 的 Y 位置及 X 位置。

因此，即以可忽視 Y 軸干涉儀 16 之測量值因干涉儀搖晃而導致之短期變動之程度的低速並將 X 軸干涉儀 126 之測量值固定於既定值，且根據 Y 軸干涉儀 16 及圖 4 之 Z 感測器 74_{1,4}, 74_{2,4}, 76_{1,3}, 76_{2,3}之測量值，一邊將縱搖量、橫搖量、以及偏搖量均維持於零，一邊將晶圓載台 WST 移動於 +Y 方向，直到例如 Y 標尺 39Y₁, 39Y₂之另一端(-Y 側之一端)與各自對應之讀頭單元 62A, 62C 一致為止(在所述之有效動程範圍內)。在此移動中，主控制裝置 20 係以既定取樣間隔擷取圖 7 之 Y 線性編碼器 70A, 70C 之測量值及 Y 軸干涉儀 16 之測量值，並根據該擷取之測量值求出 Y 線性編碼器 70A, 70C 之測量值與 Y 軸干涉儀 16 之測量值的關係。並根據此關係修正 Y 線性編碼器 70A, 70C(讀頭單元 62A, 62C)之測量值之誤差。

同樣地，可使用 X 軸干涉儀 126 修正 X 線性編碼器 70B, 70D(讀頭單元 62B, 62D)之測量值之誤差。

其次，步驟 207 中，係一邊切換複數個 X 軸、Y 軸讀頭單元 62A~62D 之 Y 讀頭 64、X 讀頭 66(編碼器讀頭)之測量值測量晶圓載台 WST 之座標位置，一邊控制晶圓載台 WST 之位置及速度進行對準及晶圓曝光。其後，在步驟 208 進行標線片更換等次一步驟的動作。

具體而言，使用圖 10A~圖 10C 簡單地說明以本實施形態之曝光裝置 100 進行之步驟 207 之晶圓對準。

此處，係說明將以圖 10C 所示之配置(照射圖)將形成有複數個照射區域之晶圓 W 上之已著色之十六個照射區域 AS 設為對準照射區域時之動作。此外，圖 10A, 圖 10B 中，係省略測量載台 MST 的圖式。

此時，預先以圖 4 之對準系統 AL1、AL2₁~AL2₄測量圖 6A 之測量載台

MST 側之 CD 桿 46 上之對應之基準標記 M 的座標，藉此求出對準系統 AL1、AL2₁~AL2₄之基線量(檢測中心之座標與圖 1 之標線片 R 之圖案像之基準位置的位置關係)並儲存於圖 7 之對準運算系統 20a。又，其前提為，第二對準系統 AL2₁~AL2₄已配合對準照射區域 AS 之配置而事前調整了其 X 方向的位置。

首先，主控制裝置 20 係將晶圓 W 中心已定位於裝載位置 LP 之晶圓載台 WST 朝向圖 10A 中之左斜上方移動，並將其定位於晶圓 W 中心位於直線 LV 上之既定位置(後述之對準開始位置)。此時之晶圓載台 WST 的移動，係由主控制裝置 20 根據 X 編碼器 70D 之測量值及 Y 軸干涉儀 16 之測量值來驅動載台驅動系統 124 之各馬達，藉此來進行。在定位於對準開始位置之狀態下，裝載有晶圓 W 之晶圓台 WTB 在 XY 平面內的位置(包含 θ_z 旋轉)之控制，係根據分別對向於圖 4 之 X 標尺 39X₁, 39X₂之讀頭單元 62D 所具備之兩個讀頭 66 的測量值、以及分別對向於 Y 標尺 39Y₁, 39Y₂之 Y 讀頭 64y₂, 64y₁(四個編碼器)的測量值來進行。

其次，主控制裝置 20 根據上述四個編碼器之測量值使晶圓載台 WST 往 +Y 方向移動既定距離使其定位於圖 10A 所示之位置，使用第一對準系統 AL1, 第二對準系統 AL2₂, AL2₃ 同時且個別檢測出附設於三個第一對準照射區域 AS 之對準標記(參照圖 10A 中之星標記)，再將上述三個對準系統 AL1, AL2₂, AL2₃ 之檢測結果與進行該檢測時之上述四個編碼器的測量值以彼此相關聯之方式供應至對準運算系統 20a。此外，此時未檢測對準標記之兩端的第二對準系統 AL2₁, AL2₄，亦可不對晶圓台 WTB(或晶圓)照射檢測光或亦可照射。又，本實施形態之晶圓對準，係設定晶圓載台 WST 在其 X 方向之位置，以使第一對準系統 AL1 配置於晶圓台 WTB 的中心線上，此第一對準系統 AL1 即檢測位於晶圓之中心線上之對準照射區域的對準標記。此外，雖亦可將對準標記形成於晶圓 W 上之各照射區域內部，但本實施形態中係

將對準標記形成於各照射區域外部、亦即區劃出晶圓 W 之多數個照射區域的區塊界線(劃線)上。

其次，主控制裝置 20 根據上述四個編碼器之測量值使晶圓載台 WST 往 +Y 方向移動既定距離，使其定位於能使用五個對準系統 AL1, AL2₁~AL2₄ 同時且個別檢測出附設於晶圓 W 上之五個第二對準照射區域 AS 之對準標記的位置，再將上述五個對準系統 AL1, AL2₁~AL2₄ 之檢測結果與進行該檢測時之上述四個編碼器的測量值以彼此相關聯之方式供應至對準運算系統 20a。

其次，主控制裝置 20 根據上述四個編碼器之測量值使晶圓載台 WST 往 +Y 方向移動既定距離，使其定位於能使用五個對準系統 AL1, AL2₁~AL2₄ 同時且個別檢測出附設於晶圓 W 上之五個第三對準照射區域 AS 之對準標記的位置，再使用五個對準系統 AL1, AL2₁~AL2₄，同時且個別檢測出五個對準標記(參照圖 10B 中之星標記)，並將上述五個對準系統 AL1, AL2₁~AL2₄ 之檢測結果與進行該檢測時之上述四個編碼器的測量值以彼此相關聯之方式供應至對準運算系統 20a。

其次，主控制裝置 20 根據上述四個編碼器之測量值使晶圓載台 WST 往 +Y 方向移動既定距離，使其定位於能使用第一對準系統 AL1, 第二對準系統 AL2₂, AL2₃ 同時且個別檢測出附設於晶圓 W 上之三個第一對準照射區域 AS 之對準標記的位置，再使用上述三個對準系統 AL1, AL2₂, AL2₃，同時且個別檢測出三個對準標記，並將上述三個對準系統 AL1, AL2₂, AL2₃ 之檢測結果與進行該檢測時之上述四個編碼器的測量值以彼此相關聯之方式供應至對準運算系統 20a。

接著，對準運算系統 20a 使用以上述方式獲得之合計十六個對準標記之檢測結果與所對應之上述四個編碼器的測量值、以及第一對準系統 AL1、第二對準系統 AL2₂ 之基線，透過例如日本特開昭 61-44429 號公報(對應美

國專利第 4,780,617 號說明書)等所揭示之 EGA 方式進行統計運算，算出上述四個編碼器(四個讀頭單元)之測量軸所規定之載台座標系統(例如以投影光學系統 PL 之光軸為原點的 XY 座標系統)上晶圓 W 上之所有照射區域的排列。

如此，本實施形態中，藉由使晶圓載台 WST 往 +Y 方向移動，且將晶圓載台 WST 定位在該移動路徑上之四處，與以單一對準系統依序檢測十六處之對準照射區域 AS 的情況等相較，即能以更短時間獲得對準標記在合計十六處之對準照射區域 AS 的位置資訊。在此情形下，尤其例如就對準系統 AL1, AL2₂, AL2₃ 來看可輕易得知，此等對準系統 AL1, AL2₂, AL2₃ 係與上述晶圓載台 WST 之移動動作連動，而分別檢測出依序配置於檢測區域(例如相當於檢測光之照射區域)內之沿 Y 軸方向排列之複數個對準標記。因此，在進行上述對準標記之測量時，即不須使晶圓載台 WST 移動於 X 方向，因此能有效率地執行對準。

其次，在主控制裝置 20 之控制下，根據從對準運算系統 20a 供應之排列座標，使用讀頭單元 26A~62D(編碼器 70A~70D)之測量值驅動晶圓載台 WST，且以液浸方式及步進掃描方式將標線片 R 之圖案像曝光於晶圓 W 上之所有照射區域。

本實施形態之作用效果如下所述。

(1)圖 1 之曝光裝置 100 之測量方法，係以複數個 X 讀頭 66 及 Y 讀頭 64 檢測設於晶圓載台 WST(可動構件)之標尺 39X₁, 39X₂ 及 39Y₁, 39Y₂，以測量晶圓載台 WST 之位移資訊的測量方法，其具有：步驟 201，係將複數個 X 讀頭 66 及 Y 讀頭 64 以測量框架 21 支撐的步驟，該測量框架 21 之線膨脹係數較除了晶圓載台 WST 之形成有標尺 39X₁ 等之板體 28 以外之本體部的線膨脹係數小；以及步驟 207，係從複數個 X 讀頭 66 及 Y 讀頭 64 之檢測結果測量晶圓載台 WST 之位移資訊。

又，曝光裝置 100，係對保持在可移動之晶圓載台 WST 之晶圓 W 照射照明光 IL(曝光用光)以於晶圓 W 形成既定圖案的曝光裝置，其具備：該標尺 39X_i, 39Y_i 等；檢測該標尺之位置資訊之複數個 X 讀頭 66 及 Y 讀頭 64；將複數個 X 讀頭 66 及 Y 讀頭 64 一體支撐的測量框架 21；以及從複數個 X 讀頭 66 及 Y 讀頭 64 之檢測結果求出品圓載台 WST 之位移資訊之編碼器 70A~70D 內的切換控制部 70Aa~70Da。

承上所述，由於係以 X 讀頭 66、Y 讀頭 64 檢測設於晶圓載台 WST 之標尺的方式，因此無須如雷射干涉儀般設置與可動構件之移動動程相同長度之光路，即可減低周圍氣體之折射率變動的影響。又，當標尺 39X_i 自一個 X 讀頭 66 之檢測對象區域脫離時，可切換至能檢測該標尺 39X_i 之其他 X 讀頭 66 並續行測量。此時，測量框架 21 之線膨脹係數較晶圓載台 WST 之本體部小，即使周圍溫度變動，亦可抑制複數個 X 讀頭 66 間之位置關係之變動，縮小切換複數個 X 讀頭 66 時之測量誤差。因此可提升晶圓載台 WST 之定位精度、以及曝光裝置之重疊精度等。

(2)又，測量框架 21 係由線膨脹係數較因鋼小的材料形成。因此，即使於測量框架 21 產生某程度之溫度變化，亦能將測量誤差維持得較小。此外，測量框架 21，亦可藉由將複數個塊體以螺絲固定等連結而成。

(3)又，具備一步驟 202，係使測量框架 21 對地面、進而對具有晶圓載台 WST 之導引面之底座 12，透過防振構件 23A~23C 以在振動上分離之方式支撐。因此，不會有因驅動晶圓載台 WST 時之振動之影響產生 X 讀頭 66 及 Y 讀頭 64 之測量誤差。

(4)又，具備一步驟 205，係使用圖 3 之感測器 106XA~106ZC 及致動器 107XA~107ZC，抑制測量框架 21 對地面、進而對具有晶圓載台 WST 之導引面之底座 12 的位移。因此，即使透過防振構件支撐測量框架 21，仍可穩定維持 X 讀頭 66 及 Y 讀頭，提升測量精度。

(5)又，具備一步驟 206，係於測量框架 21 設置晶圓干涉儀之至少一部分之光學構件即 X 軸干涉儀 16、X 軸干涉儀 126，藉由 Y 軸干涉儀 16、X 軸干涉儀 126 測量晶圓載台 WST 相對於測量框架 21(投影光學系統 PL)之位移。因此，能藉由 Y 軸干涉儀 16、X 軸干涉儀 126 之測量值進行 Y 讀頭 64 及 X 讀頭 66 之測量值之校正等。

(6)又，標尺 $39X_1, 39Y_1$ 係繞射光柵狀之週期圖案，X 讀頭 66 及 Y 讀頭 64，係對該週期圖案照射檢測光並接收自該週期圖案產生之複數個繞射光(1 次繞射光)之干涉光。因此，不但可藉由 X 讀頭 66 及 Y 讀頭 64 使用短光路而減小搖晃的影響，亦能以雷射干涉儀水準之分析能力(精度)測量晶圓載台 WST 的位移。

此外，亦能使用包含週期磁性標尺(以微小節距形成有極性反轉之發磁體)與讀取該磁性標尺的磁頭之磁氣式線性編碼器等，來作為編碼器 70A~70D。

[第 2 實施形態]

以下，參照圖 12 說明本發明之第 2 實施形態。本實施形態，並非以測量框架直接支撐圖 1 之 X 讀頭 66 等，而係以卡合於測量框架之構件來支撐。圖 12 中，對與圖 1 對應之部分賦予同一或類似之符號，省略或簡化其詳細說明。

圖 12，係顯示本實施形態之曝光裝置 100A。圖 12 中，係代替圖 1 之測量框架 21，而將平板狀之測量框架 21M 透過防振構件 23A, 23B 等懸吊支撐於懸吊構件 22A, 22B 等。又，於測量框架 21M 之底面真空吸附保持有平板狀之編碼器讀頭用座(以下稱為讀頭座)26。於測量框架 21M 與讀頭座 26，以在 XY 平面內為大致相同位置關係之方式，形成有供以降流供應之氣體通過的多數個開口(未圖示)。又，於測量框架 21M 與讀頭座 26，分別形成有使投影單元 PU 之下端部通過的開口 21Ma 及 26a。

再者，構成圖 4 之讀頭單元 62B, 26D 之複數個 X 讀頭 66 及構成圖 4 之讀頭單元 62A, 26C 之複數個 Y 讀頭 64(圖 12 中未圖示)係藉由固定構件(未圖示)固定於讀頭座 26 之底面。於讀頭座 26 之底面，亦固定 Y 軸干涉儀 16, 18 及圖 2 之 X 軸干涉儀 126, 130。此外，圖 4 之對準系統 AL1, AL2₁~AL2₄ 之全部亦可以測量框架 21M 支撐，於讀頭座 26 亦可設置使對準系統 AL1, AL2₁~AL2₄ 之前端部通過的開口。又，亦能將對準系統 AL1, AL2₁~AL2₄ 之至少前端部之光學系統以讀頭座 26 支撐。

又，於圖 12 之晶圓載台 WST 之板體 28 亦與圖 5 同樣地形成有 X 標尺 39X₁, 39X₂ 及 Y 標尺 39Y₁, 39Y₂。圖 12 之讀頭座 26 之底面之 X 讀頭 66 及 Y 讀頭 64(未圖示)亦係檢測 X 標尺 39X₁, 39X₂ 及 Y 標尺 39Y₁, 39Y₂ 之位置資訊、進而檢測晶圓載台 WST(晶圓台 WTB)之位置資訊。

圖 12 中，讀頭座 26，係由線膨脹係數較晶圓載台 WST 之板體 28(形成有圖 5A 之標尺 39X₁, 39X₂, 39Y₁, 39Y₂)以外之構件(晶圓載台 WST 之本體部)之線膨脹係數小的材料形成，亦即由極小線膨脹係數之材料形成。讀頭座 26 之材料係與圖 1 之測量框架 21 相同之低膨脹玻璃或低膨脹玻璃陶瓷。由於讀頭座 26 較小，厚度為測量框架 21M 之數分之一左右的形狀，因此能使用低膨脹玻璃或低膨脹玻璃陶瓷容易地形成讀頭座 26。

再者，圖 12 之測量框架 21M，係由線膨脹係數較讀頭座 26 大且較一般鐵等金屬小的材料、例如線膨脹係數為 $1 \times 10^{-6} / K$ 左右之因鋼形成。藉由使用上述材料，而可容易地一體形成大型之測量框架 21M。又，於測量框架 21M，亦與圖 3 之測量框架 21 同樣地設有六軸之感測器 106XA~106ZC 以及六軸致動器 107XA~107ZC，藉此，能進行使相對地面之位移在容許範圍內的控制。

又，於測量框架 21M 之底面之複數處設有真空墊 111A, 111B，真空墊 111A, 111B 等係透過配管 112A, 112B 等連接於包含空氣壓縮機及真空泵的

吸附裝置 110。藉由來自吸附裝置 110 之加壓及負壓，使讀頭座 26 於測量框架 21M 之底面，隔著厚度數 μm 左右之空氣層 G 藉由真空預壓型空氣靜壓軸承方式保持成能在 XY 平面(本實施形態中為大致水平面)內順利地移動。

不過，為了防止讀頭座 26 之位置逐漸變化，讀頭座 26 係以能在測量之基準位置藉由螺栓 109A 旋轉之狀態連結於測量框架 21M。進一步地，讀頭座 26，係在其基準位置與投影光學系統 PL 大致對稱的位置，以能透過形成於讀頭座 26 之長孔藉由螺栓 109B 相對移動於連結螺栓 109A, 109B 之直線之方向的狀態連結於測量框架 21M。其他構成則與圖 1 之第 1 實施形態相同。

根據本實施形態，除了第 1 實施形態以外尚可發揮以下之作用效果。

(1)本實施形態中，係以與圖 11 之步驟 201 對應之步驟，於讀頭座 26 之底面安裝複數個 X 讀頭 66 等及 Y 軸干涉儀 16, 18 等。接著，該讀頭座 26，係以能沿晶圓載台 WST 之板體 28(X 標尺 39X₁, 39X₂ 等)表面之方向位移之狀態，透過真空墊 111A, 111B 等連結於線膨脹係數較讀頭座 26 大之測量框架 21M (基座構件)。

因此，能分別以低膨脹係數之材料容易地形成測量框架 21M 及讀頭座 26。再者，因測量框架 21M 及讀頭座 26 之線膨脹係數之線膨脹係數的差異，而可假設出因些微之溫度變化使兩者長度產生差異的情形。在此情形下，由於讀頭座 26 能以螺栓 109A 為中心沿板體 28(測量框架 21M)順利地位移，因此讀頭座 26 能因雙金屬效果而不會扭曲。因此，能隨時以高精度藉由 X 讀頭 66 等進行晶圓載台 WST 之位置測量。

(2)又，讀頭座 26 係以在螺栓 109A 之位置(既定之基準位置)不會相對位移的狀態透過真空墊 111A, 111B 等(氣體軸承)連結於測量框架 21M。因此，讀頭座 26 之位置不會逐漸變化。

(3)又，讀頭座 26 係以可於連結螺栓 109A, 109B 之方向位移之方式連結於測量框架 21M。因此，讀頭座 26 不會逐漸旋轉。

此外，亦能代替螺栓而使用板彈簧等將讀頭座 26 以能位移之狀態連結於測量框架 21M。

[第 3 實施形態]

以下，參照圖 13~圖 15 說明本發明之第 3 實施形態。本實施形態，並非如圖 12 之實施形態般將讀頭座 26 透過氣體軸承連結於測量框架 21M，而係透過更簡單之撓曲機構來連結。圖 13~圖 15 中，對與圖 12 對應之部分賦予相同符號，省略其詳細說明。

圖 13 係顯示本實施形態之曝光裝置 100B。圖 13 中，固定有 X 讀頭 66 等之讀頭座 26，係透過於 X 方向、Y 方向以大致既定間隔配置之多數個棒狀撓曲構件 113，以能於沿板體 28(形成有圖 5(A)之 X 標尺 39X₁, 39X₂等)表面之方向位移之狀態連結於測量框架 21M 之底面。換言之，多數個棒狀撓曲構件 113 之前端部(讀頭座 26 側之端部)，係可在彈性變形之範圍內於沿 X 標尺 39X₁, 39X₂等之方向位移。

圖 14 係顯示圖 13 之測量框架 21M 及讀頭座 26 一部分的放大立體圖。如圖 14 所示，撓曲構件 113，係於兩端部形成有圓周狀之缺口部(槽部)113a, 113b，而能在兩端部容易變形的棒狀構件。又，於測量框架 21M 及讀頭座 26 形成有供以降流供應之氣體通過的多數個開口 25M 及 25。其他構成則與圖 12 之實施形態相同。

本實施形態中，並非使用真空吸附機構之類複雜的機構，而係使用簡單機構之撓曲構件 113 將測量框架 21M 與讀頭座 26 以能吸收因線膨脹係數差異導致之變形的狀態連結。又，讀頭座 26 之線膨脹係數較測量框架 21M 小。此時可假設出下列情形，即因兩者之線膨脹係數之差異，從圖 15A 之狀態因溫度變化而成為如圖 15B 所示，測量框架 21M 較讀頭座 26 更延伸的

情形。即使在此情形下，亦能藉由多數個撓曲構件 113 之彈性變形，將讀頭座 26 之變形(進而為複數個 X 讀頭 66 等之位置關係的變化)抑制於最小限度。因此，即使係切換圖 13 之 X 讀頭 66 等之測量值，亦能高精度地測量晶圓載台 WST 之位置資訊。

又，由於測量框架 21M 之線膨脹係數較讀頭座 26 大，因此能使用如因鋼等容易形成大型構件的材料，因此製造容易。此外，本第 3 實施形態中，晶圓載台 WST 本體部之線膨脹係數，可係與讀頭座 26 之線膨脹係數相同程度或其以下。

此外，本實施形態中，亦可取代撓曲構件 113，而使用圖 16A 之細長棒狀構件(簡單構造之撓曲構件)114、或圖 16B 所示之於兩端部形成有沿圖 13 之 X 方向之槽部 115a 及沿 Y 方向之槽部 115b 的撓曲構件 115 等。

又，亦可如圖 17 之俯視圖所示，藉由配置成於 X 方向挾持投影單元 PU 之複數個大致平行於 YZ 平面之板彈簧 131、配置成於 Y 方向挾持投影單元 PU 之複數個大致平行於 XZ 平面之板彈簧 132、以及大致均等地配置於除此以外之部分的撓曲構件 113 來連結測量框架 21M 與讀頭座 26。藉此，能將讀頭座 26 更穩定地連結於測量框架 21M。

此外，上述實施形態中，係於晶圓載台 WST 側固定標尺 39X₁, 39Y₁，於測量框架 21 等固定編碼器之讀頭 64, 66。然而，如圖 19 之另一實施形態所示，亦能於晶圓載台 WST 側固定編碼器之讀頭 64, 66，於測量框架 21S 固定 X 標尺 39AX₁, 39AX₂ 等。

亦即，圖 19 之曝光裝置 100C 中，投影單元 PU(投影光學系統 PL)之鏡筒之突緣部 40F 係保持於主框架(未圖示)，於突緣部 40F 之底面固定有中央形成有供投影單元 PU 通過之開口的平板狀測量框架 21S。測量框架 21S 係與上述測量框架 21 同樣地由線膨脹係數小的材料形成。於測量框架 21S 之底面，以在 Y 方向夾著投影單元 PU 之方式，配置有於 X 方向形成有既定

間距之格子之一對矩形平板狀 X 標尺 39AX1, 39AX2。

又,如沿圖 19 之 AA 線之底面圖之圖 20 所示,於測量框架 21S 之底面,以在 X 方向夾著投影單元 PU 之方式,配置有於 Y 方向形成有既定間距之格子之一對 Y 標尺 39AY1, 39AY2。X 標尺 39AX1, 39AX2 及 Y 標尺 39AY1, 39AY2 分別以大致相同形狀之平板狀保護玻璃 132A, 132B, 132C, 132D 覆蓋。此等保護玻璃 132A~132D,係藉由複數個安裝構件 133 及 134,以能使標尺 39AX1, 39AX2, 39AY1, 39AY2 因熱變形而移動程度的彈壓力保持於測量框架 21S。再者,以通過投影單元 PU 之光軸 AX(曝光中心)且平行於 X 軸及 Y 軸之直線為 LH 及 LV,沿直線 LH 將真空墊 111G, 111H 設置於 Y 標尺 39AY1, 39AY2 上,沿直線 LV 將真空墊 111E, 111F 設置於 X 標尺 39AX1, 39AX2 上。

真空墊 111E~111H,分別透過測量框架 21S 內之通氣孔及圖 19 之配管 112E, 112F 等連接於包含真空泵的吸附裝置 110A。在曝光時,係從吸附裝置 110A 透過真空墊 111E~111H 將標尺 39AX1, 39AX2, 39AY1, 39AY2 吸附於測量框架 21S 側。藉此,標尺 39AX1, 39AX2, 39AY1, 39AY2 被真空墊 111E~111H 固定,而能在不從曝光中心脫離的狀態下,以投影單元 PU 為基準進行高精度之位置測量。此外,亦可取代真空墊 111E~111H,而設置能將測量框架 21S 與標尺 39AX1, 39AX2, 39AY1, 39AY2 機械式地固定的裝置(例如第 2 實施形態中之螺栓)。

又,例如,第 3 實施形態中,亦可如圖 14~16 所示之例,將標尺 39AX1, 39AX2, 39AY1, 39AY2 透過撓曲機構來連結。

又,固定有在 Y 方向夾著晶圓載台 WST 之載台本體 91 之一對延伸於 Y 方向之檢測框架 135A, 135B, 固定有在 X 方向夾著本體部 91 之一對延伸於 X 方向之檢測框架 135C, 135D(135D 未圖示),於檢測框架 135A, 135B 以既定間隔固定有檢測 X 標尺 39AX1, 39AX2 之複數個 X 讀頭 66,於檢測框

架 135C, 135D 以既定間隔固定有檢測 Y 標尺 39AY1, 39AY2 之複數個 Y 讀頭 64。即使在晶圓載台 WST 移動於 X 方向、Y 方向時，亦可藉由切換此等複數個 X 讀頭 66 及 Y 讀頭 64 檢測標尺 39AX1, 39AX2, 39AY1, 39AY2，以高精度地測量晶圓載台 WST 之位置。此外，檢測框架 135A~135D，最好係由超因鋼等線膨脹係數極小的材料形成。

此外，使用上述實施形態之曝光裝置製造半導體元件等之微型元件時，微型元件例如能經由圖 18 所示之製程製造，此製程即：進行微型元件之功能、性能設計的步驟 221、根據此設計步驟製作光罩(標線片)之步驟 222、製造元件基材之基板的步驟 223、包含藉由前述實施形態之曝光裝置 100(投影曝光裝置)將標線片之圖案曝光於基板之步驟、使已曝光之基板顯影的步驟、以及已顯影基板之加熱(CURE)及蝕刻步驟等之基板處理步驟 224、元件組裝步驟(包含切割步驟、接合步驟、封裝步驟等之加工程序)225、以及檢查步驟 226 等。

換言之，此元件製造方法，係在包含微影製程之元件製造方法中，在該微影製程中使用上述實施形態之曝光裝置。此時，即使使晶圓載台高速移動，亦不受干涉儀之搖晃的影響，且即使產生某程度之溫度變動仍能藉由編碼器高精度地測量晶圓載台之位置，因此能提升重疊精度等之曝光精度，將元件以高精度、高產能量產。

又，本發明除了上述步進掃描方式之掃描曝光型之投影曝光裝置(掃描機)以外，亦能適用於步進重複方式之投影曝光裝置(步進機等)或工作機械等。再者，本發明亦同樣能適用於液浸型曝光裝置以外之乾式曝光型曝光裝置。

又，本發明並不限於半導體元件製造用之曝光裝置，亦可適用於例如用來製造包含液晶顯示元件或電漿顯示器等之顯示器之將元件圖案轉印於玻璃板上的曝光裝置，用來製造薄膜磁頭之將元件圖案轉印於陶瓷晶圓上

的曝光裝置，以及製造攝影元件(CCD 等)、有機 EL、微型機器、MEMS(Microelectromechanical Systems)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)曝光裝置的光罩，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。

如上述，本發明並不限定於上述實施形態，在不脫離本發明主旨之範圍內可取得各種構成。

根據本發明之實施形態，由於係以檢測器檢測設於可動構件(或載台)或既定構件之標尺的方式，因此不需如雷射干涉儀般設置與可動構件之移動動程相同程度之光路。能減低周圍氣體之折射率變動的影響。又，當可動構件或既定構件之標尺從一個檢測器之檢測對象區域脫離時，例如能切換成可檢測該標尺之另一檢測器來持續進行測量。此時，由於支撐構件之線膨脹係數較可動構件或基座構件小，因此假使周圍溫度變動，亦能抑制複數個檢測器間或標尺內之位置關係的變動，縮小切換複數個檢測器時之測量誤差。因此，在曝光裝置之情形，能提升載台之定位精度。

【符號說明】

20	主控制裝置
21, 21M	測量框架
26	讀頭座
32	嘴單元
39X ₁ , 39X ₂	X 標尺
39Y ₁ , 39Y ₂	Y 標尺
62A~62D	讀頭單元
64	Y 讀頭
66	X 讀頭

70A, 70C	Y 編碼器
70B, 70D	X 編碼器
113	撓曲構件
AL1	第一對準系統
AL2 ₁ ~AL2 ₄	第二對準系統
AS	照射區域
MTB	測量台
MST	測量載台
R	標線片
W	晶圓
WTB	晶圓台
WST	晶圓載台

申請專利範圍

- 1.一種曝光裝置，係透過投影光學系統以照明光使基板曝光，其具備：
底座構件，透過第 1 防振構件配置於前述投影光學系統之下方；
載台，配置於前述底座構件上，具有保持前述基板之保持具；
測量框架，透過與前述第 1 防振構件不同之第 2 防振構件配置；
驅動系統，具有在前述底座構件上驅動前述載台之馬達；
複數個格子部，於前述測量框架設成在前述載台上方與正交於前述投影光學系統之光軸之既定面大致平行配置，分別具有反射型格子；
編碼器系統，具有設於前述載台、對前述複數個格子部從其下方分別照射光束之複數個讀頭，測量前述載台之位置資訊；以及
控制裝置，根據以前述編碼器系統測量之位置資訊控制前述驅動系統；
前述複數個格子部，並置成前述反射型格子包圍配置於前述投影光學系統之複數個光學元件中最靠像面側之透鏡；
至少在前述基板之曝光動作中，藉由前述編碼器系統測量在前述複數個格子部下方移動之前述載台之位置資訊。
- 2.如申請專利範圍第 1 項之曝光裝置，其中，前述複數個格子部，並置成藉由前述反射型格子包圍配置前述透鏡之開口部，且透過複數個支承部於前述測量框架懸吊支承為能在沿著前述複數個格子部之表面的方向位移。
- 3.如申請專利範圍第 2 項之曝光裝置，其中，前述複數個支承部分別具有撓曲構件。
- 4.如申請專利範圍第 2 或 3 項之曝光裝置，其中，前述複數個格子部固定於形成有前述開口部之底座，前述底座透過前述複數個支承部懸吊支承於前述測量框架。

5.如申請專利範圍第 1 至 4 項中任一項之曝光裝置，其中，前述複數個格子部分別具有覆蓋前述反射型格子之保護構件。

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：嘴構件，設成包圍前述透鏡，且於下面側具有前述照明光通過之開口，於前述透鏡與前述基板之一部分間形成液浸區域；

前述複數個格子部相對前述嘴構件配置於其外側；

前述基板透過前述投影光學系統與前述液浸區域之液體被以前述照明光曝光。

7.如申請專利範圍第 6 項之曝光裝置，其中，前述複數個格子部，並置成藉由前述反射型格子包圍配置前述透鏡及前述嘴構件之開口部

8.如申請專利範圍第 6 或 7 項之曝光裝置，其中，前述嘴構件具有在其下面側配置於前述開口周圍之回收口；

透過前述嘴構件對前述液浸區域供應液體且透過前述回收口從前述液浸區域回收液體。

9.如申請專利範圍第 6 至 8 項中任一項之曝光裝置，其中，前述嘴構件設於前述測量框架或與前述測量框架不同之框架構件。

10.如申請專利範圍第 6 至 9 項中任一項之曝光裝置，其中，前述載台，具有設有凹部之上面，該凹部供配置前述保持具，且在前述凹部內將前述基板保持成前述基板之表面與前述上面成為實質同一面。

11.如申請專利範圍第 1 至 10 項中任一項之曝光裝置，其中，前述複數個讀頭，分別在前述載台設成在與前述既定面平行之方向位於前述載台上面之外側。

12.一種曝光方法，係透過投影光學系統以照明光使基板曝光，其包含：在透過第 1 防振構件配置於前述投影光學系統之下方之底座構件，使具有保持前述基板之保持具之載台移動的動作；

藉由編碼器系統測量前述載台之位置資訊的動作，該編碼器系統具有複數個讀頭，該複數個讀頭係對在透過與前述第 1 防振構件不同之第 2 防振構件配置之測量框架，設成在前述載台上方與正交於前述投影光學系統之光軸之既定面大致平行配置且分別具有反射型格子的複數個格子部，從其下方分別照射光束，且該複數個讀頭設於前述載台；以及

根據以前述編碼器系統測量之位置資訊控制前述載台之移動的動作；

前述複數個格子部，並置成前述反射型格子包圍配置於前述投影光學系統之複數個光學元件中最靠像面側之透鏡；

至少在前述基板之曝光動作中，藉由前述編碼器系統測量在前述複數個格子部下方移動之前述載台之位置資訊。

13.如申請專利範圍第 12 項之曝光方法，其中，前述複數個格子部，並置成藉由前述反射型格子包圍配置前述透鏡之開口部，且透過複數個支承部於前述測量框架懸吊支承為能在沿著前述複數個格子部之表面的方向位移。

14.如申請專利範圍第 13 項之曝光方法，其中，前述複數個格子部固定於形成有前述開口部之底座，前述底座透過前述複數個支承部懸吊支承於前述測量框架。

15.如申請專利範圍第 12 至 14 項中任一項之曝光方法，其中，藉由設成包圍前述透鏡且於下面側具有前述照明光通過之開口之嘴構件，於前述透鏡與前述基板之一部分間形成液浸區域，前述基板透過前述投影光學系統與前述液浸區域之液體被以前述照明光曝光；

前述複數個格子部相對前述嘴構件配置於其外側。

16.如申請專利範圍第 15 項之曝光方法，其中，透過前述嘴構件對前述液浸區域供應液體且透過在前述嘴構件下面側配置於前述開口部周圍之回收口從前述液浸區域回收液體。

17.如申請專利範圍第 15 或 16 項之曝光方法，其中，前述基板，是在配置前述保持具之前述載台之上面的凹部內，被保持成前述基板之表面與前述載台之上面成為實質同一面。

18.一種元件製造方法，其包含：

使用申請專利範圍第 12 至 17 項中任一項之曝光方法使基板曝光的動作；以及

使前述曝光後之基板顯影的動作。

19.一種元件製造方法，其包含：

使用申請專利範圍第 1 至 11 項中任一項之曝光裝置使基板曝光的動作；以及

使前述曝光後之基板顯影的動作。

圖2

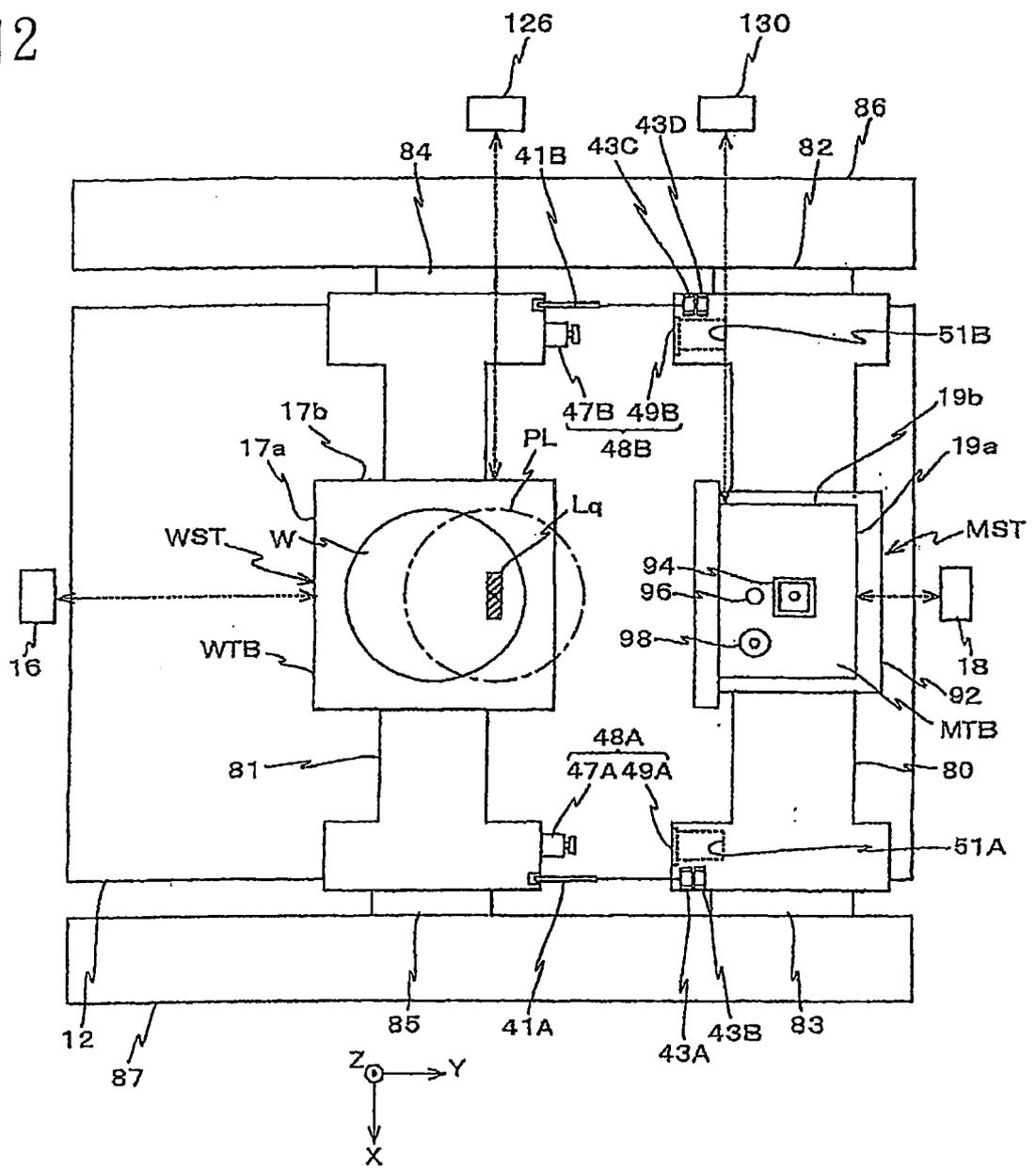


圖3

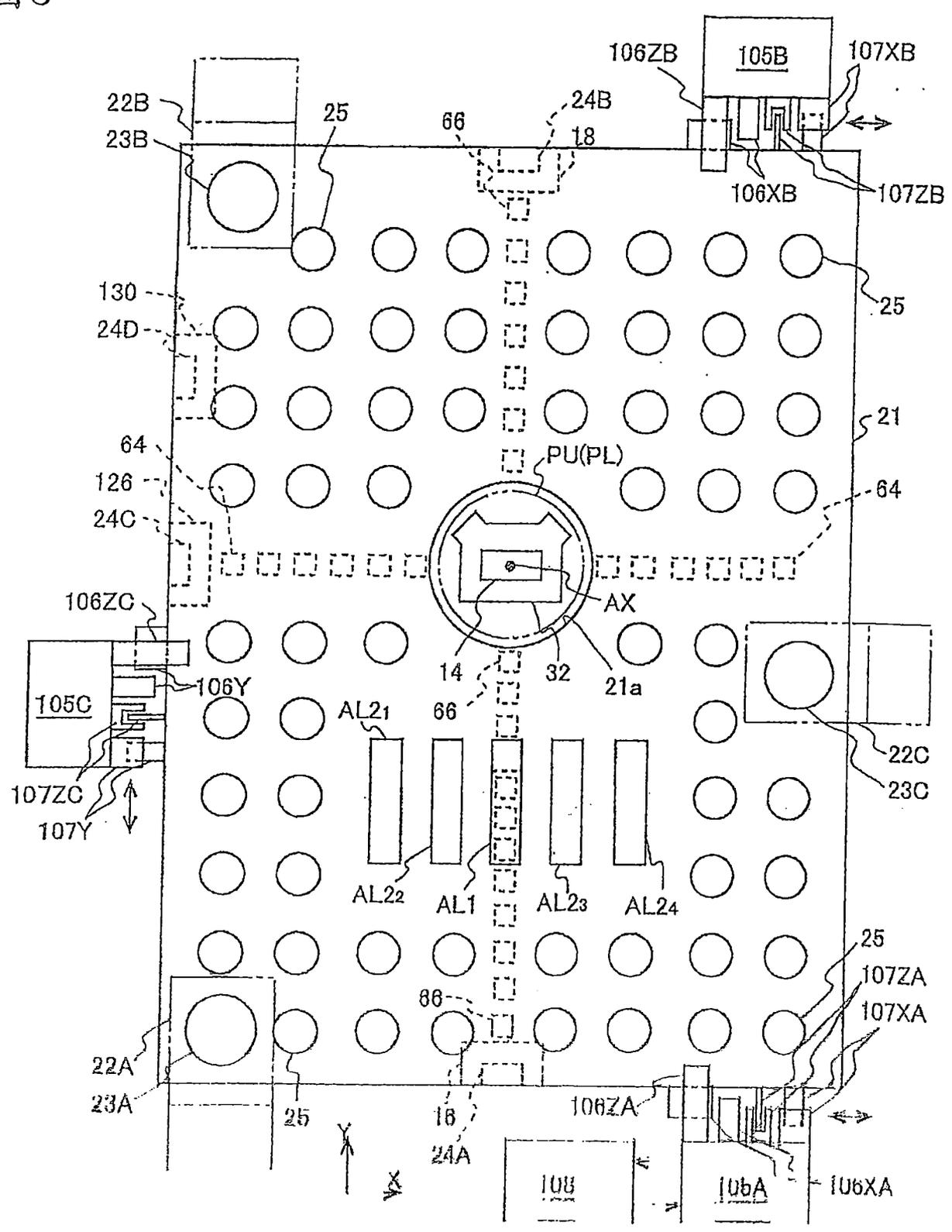


圖4

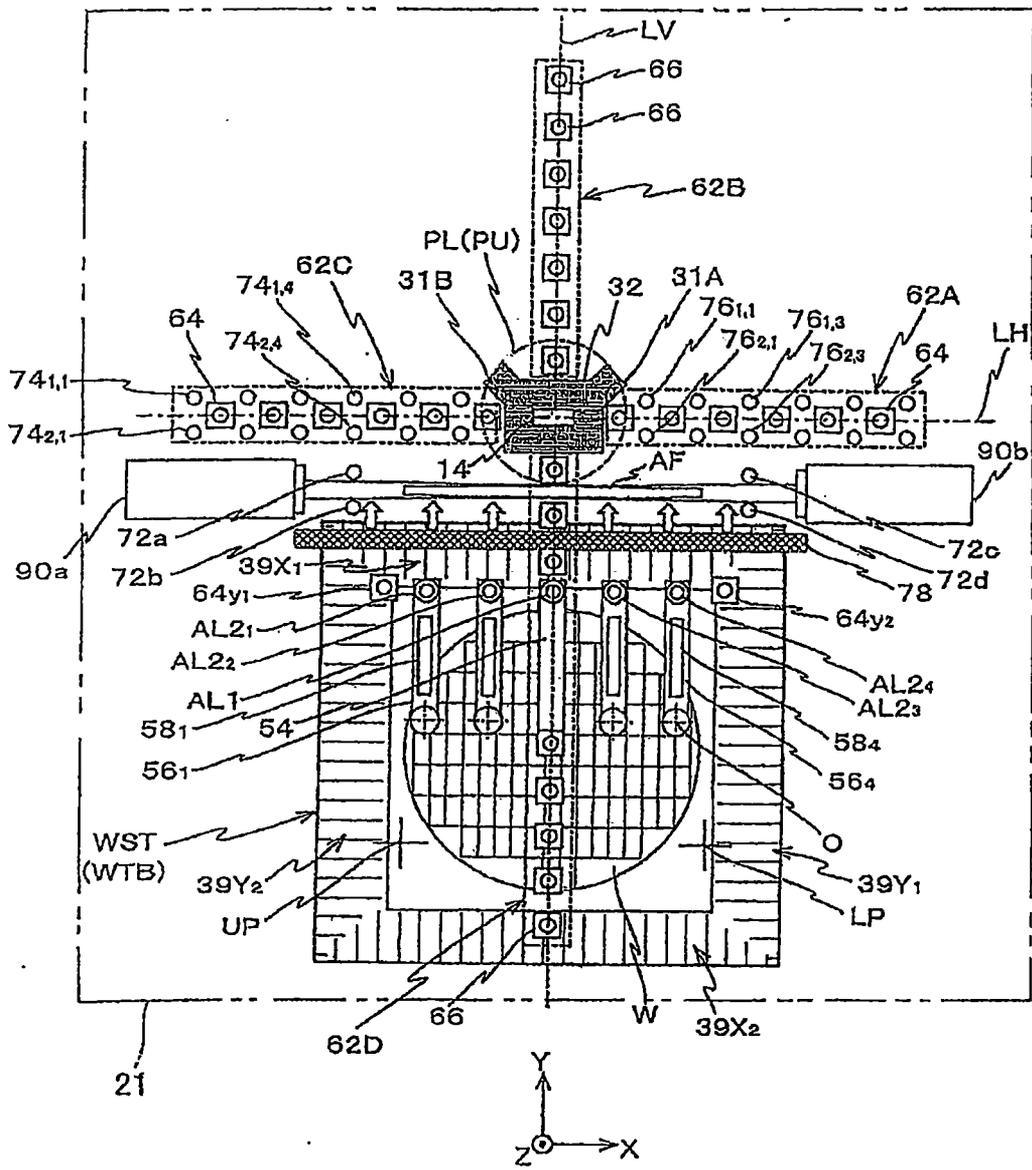


圖 5A

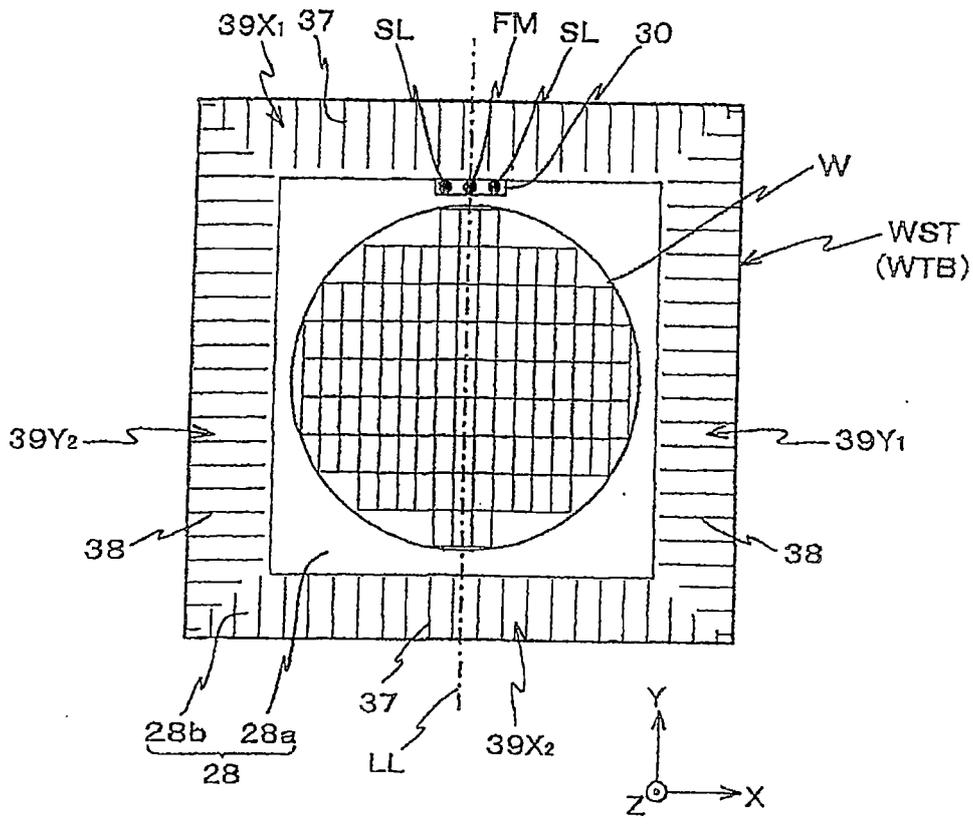


圖 5B

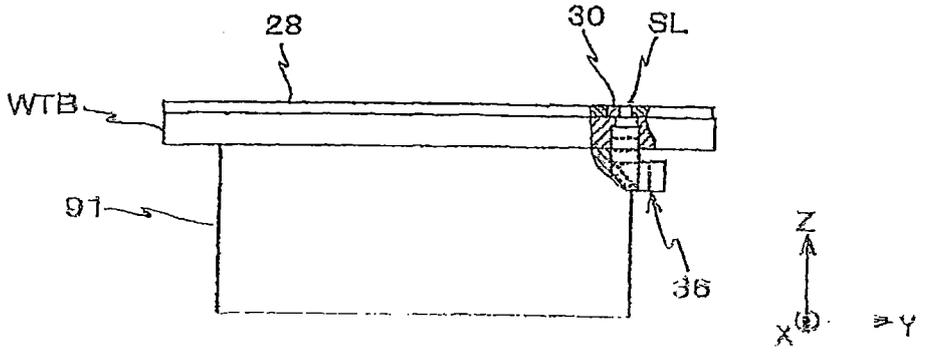


圖 6A

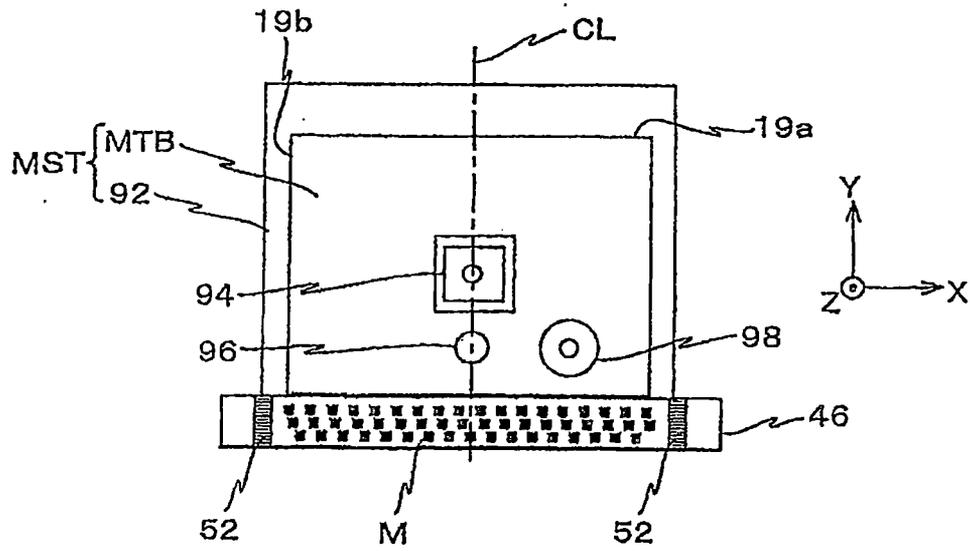


圖 6B

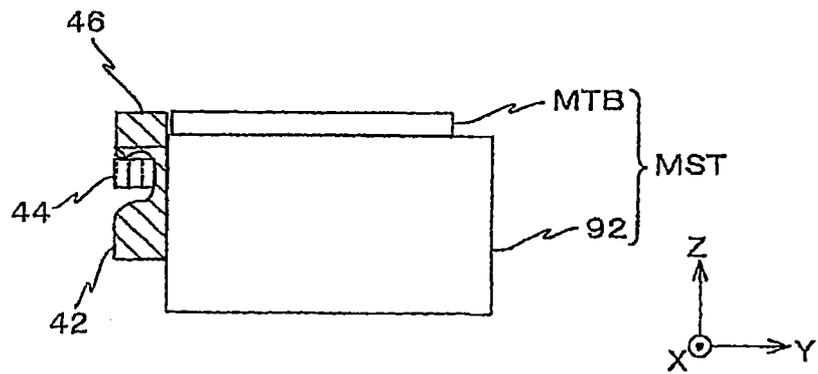


圖 7

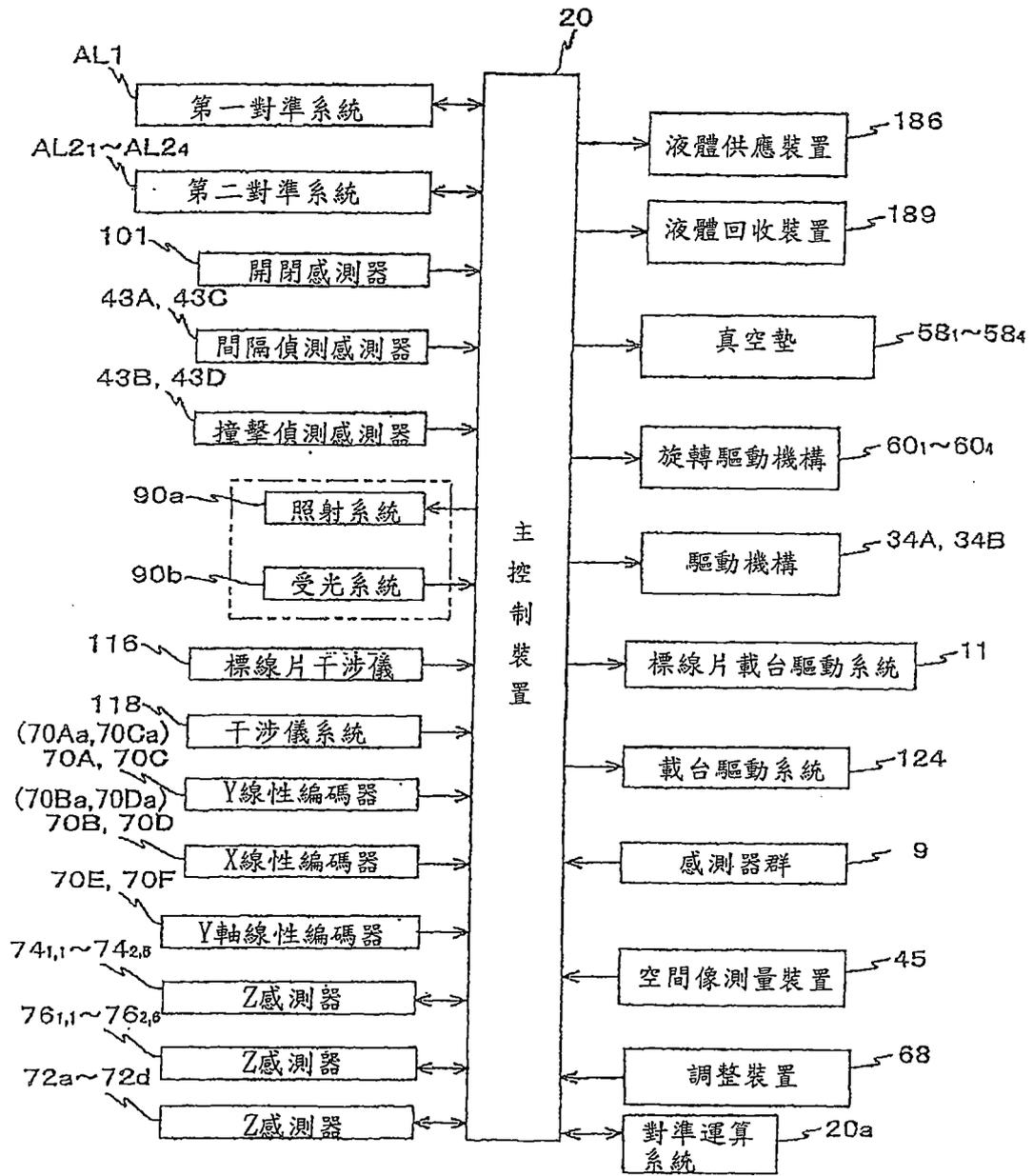


圖 8A

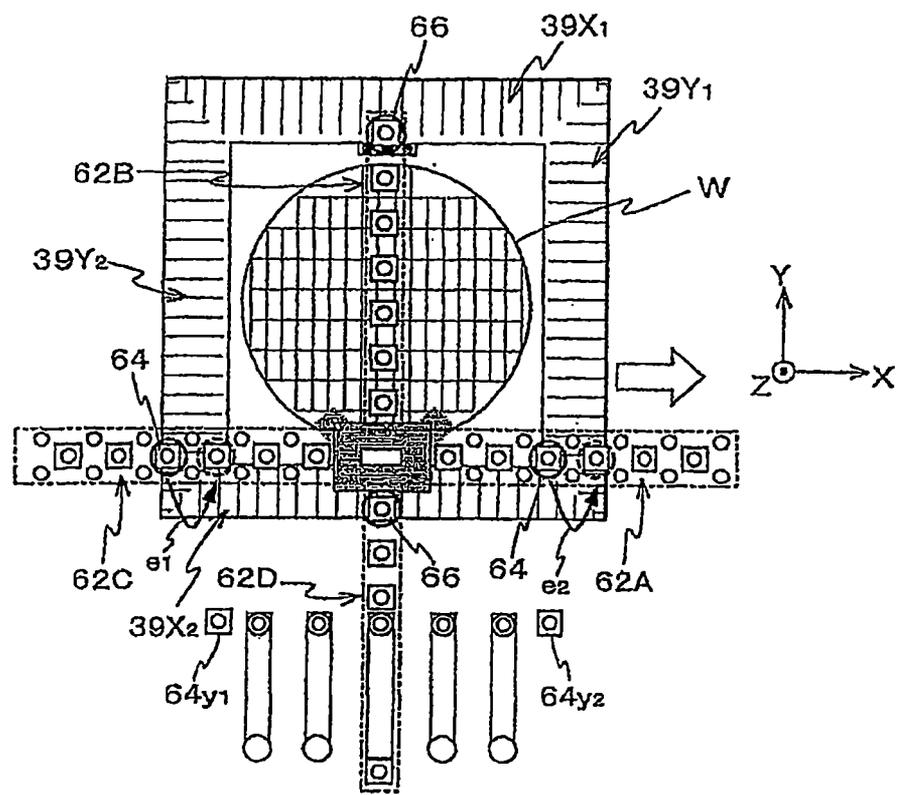


圖 8B

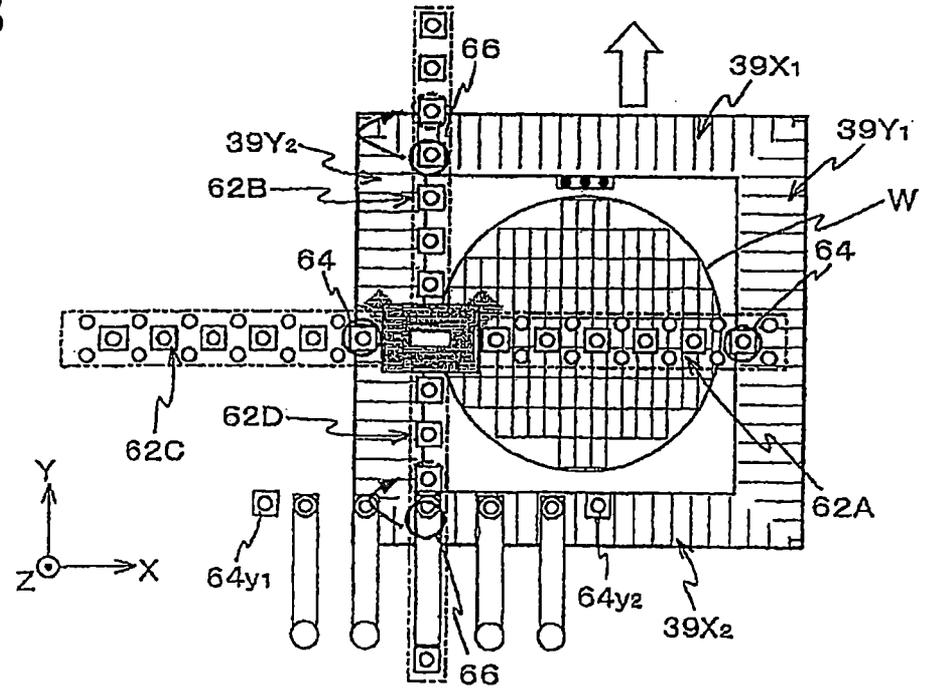


圖 9A

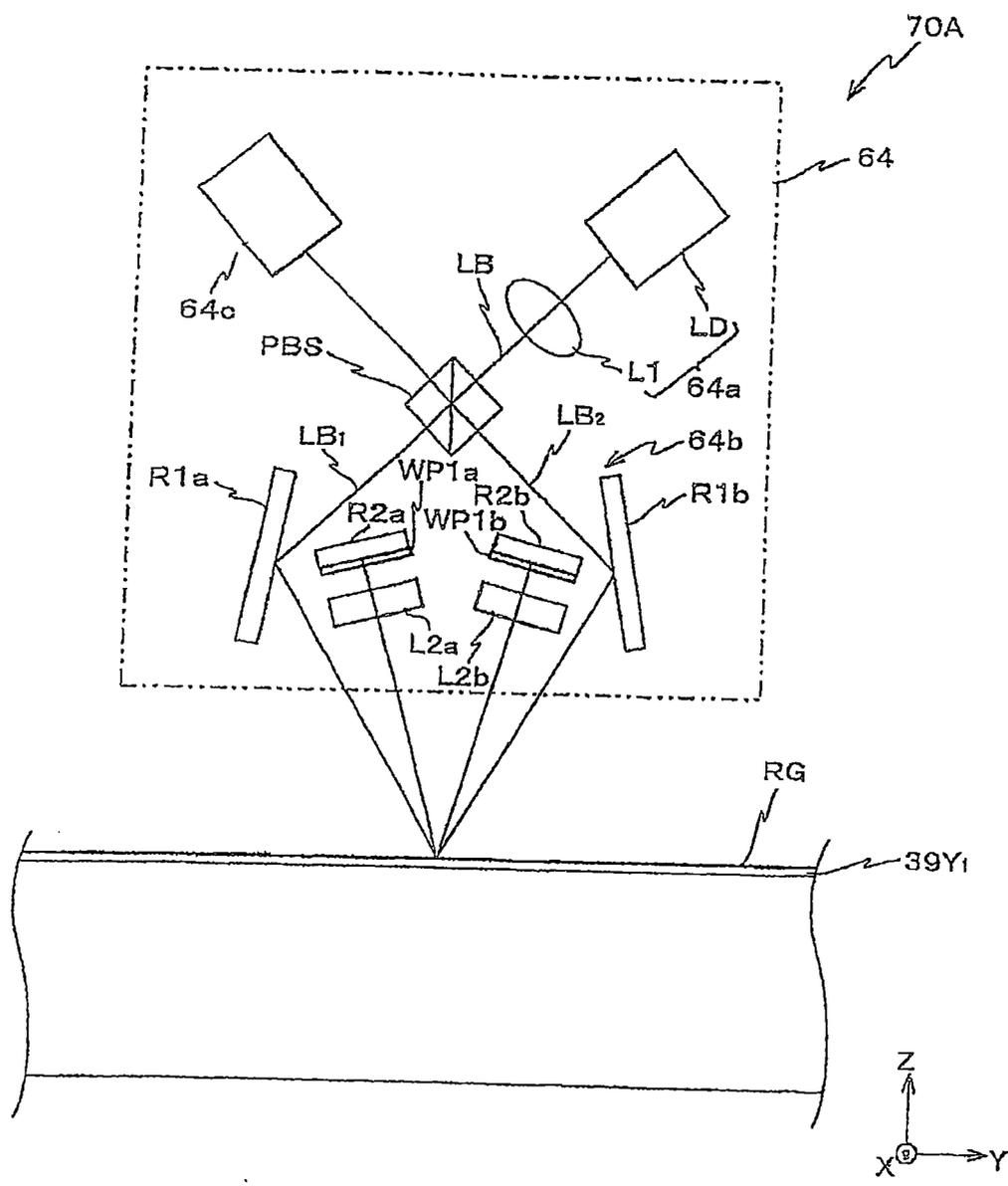


圖 9B

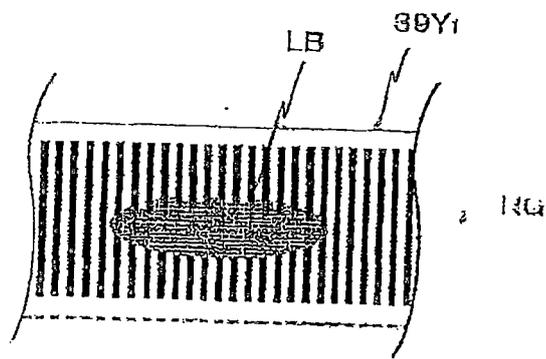


圖 10A

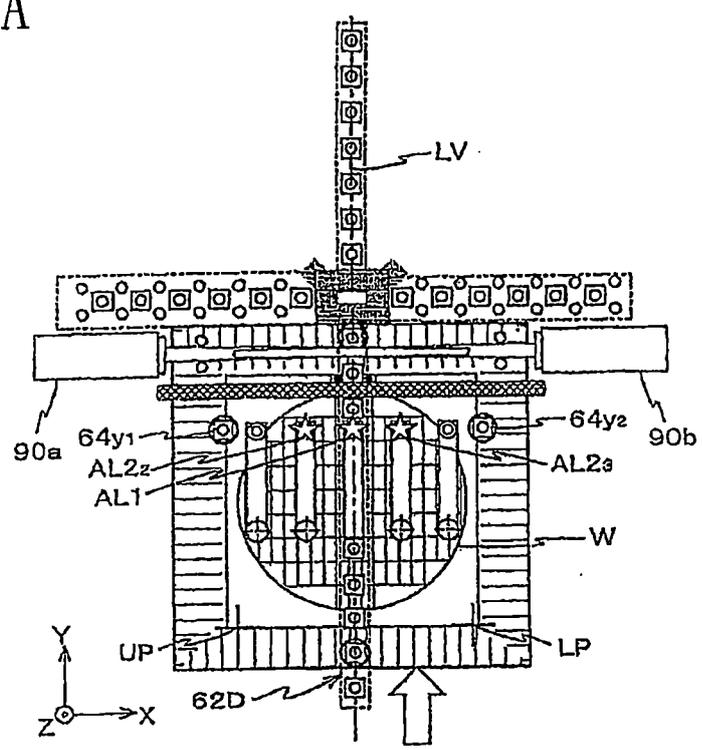


圖 10B

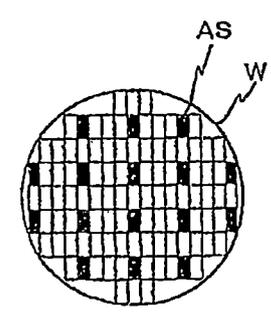
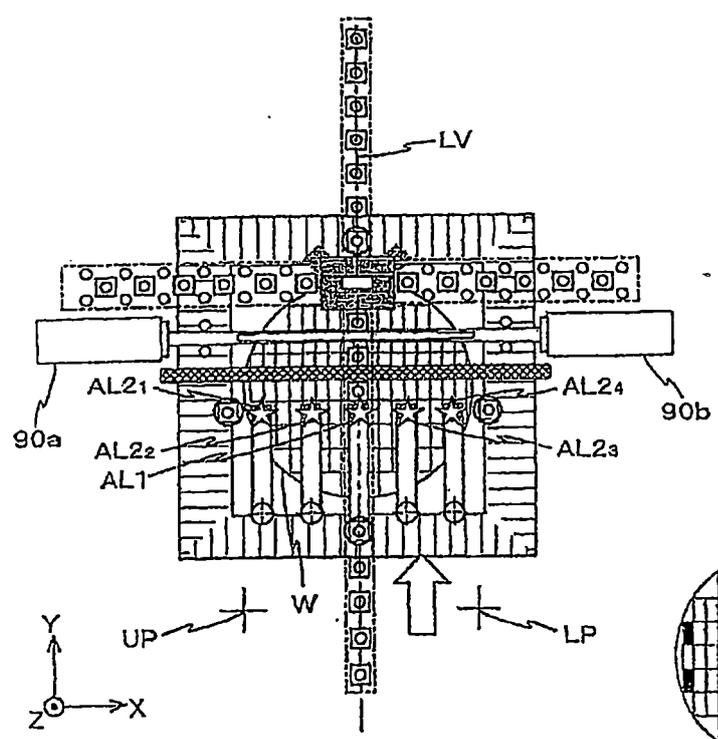


圖 10C

圖 11

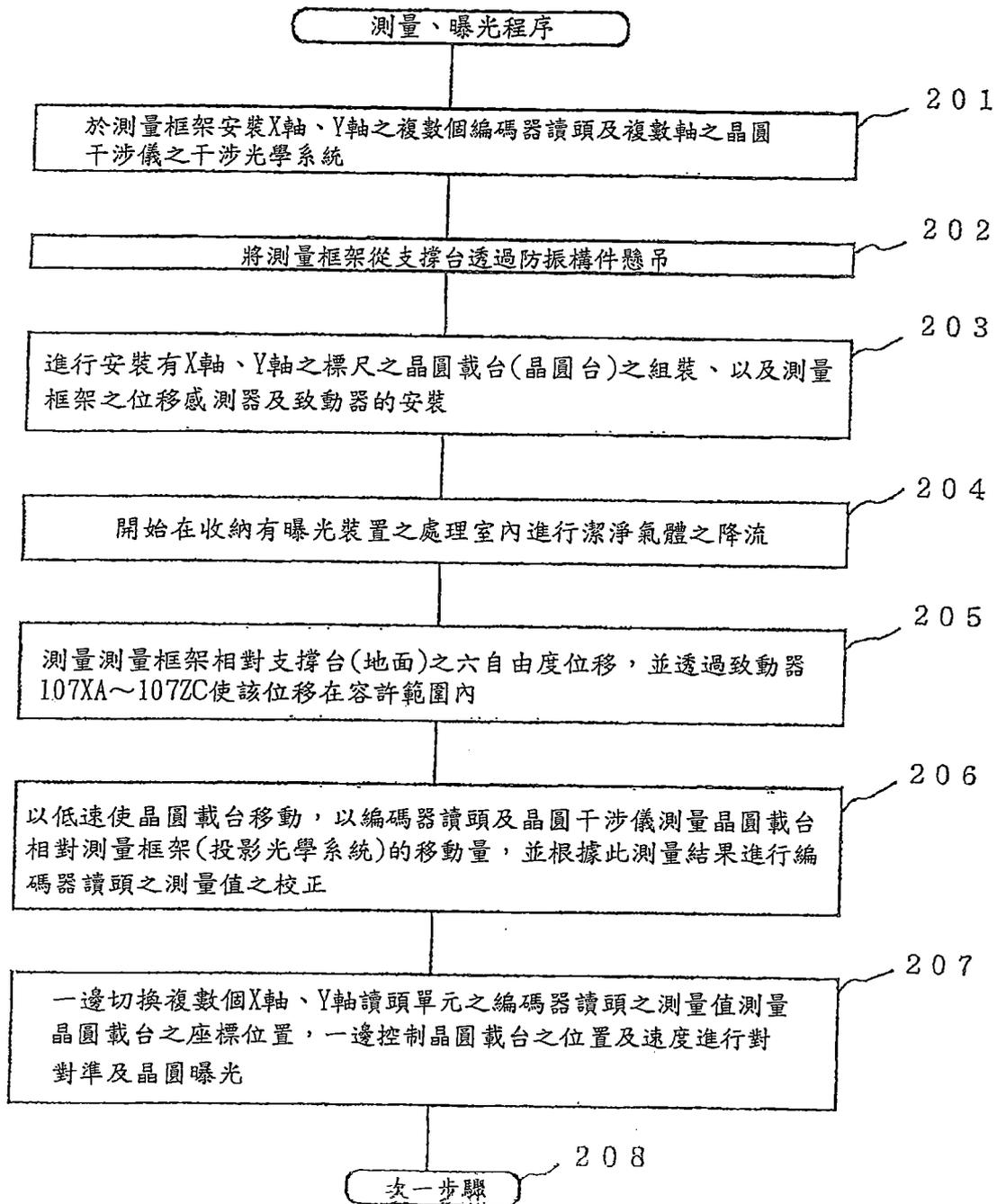


圖12

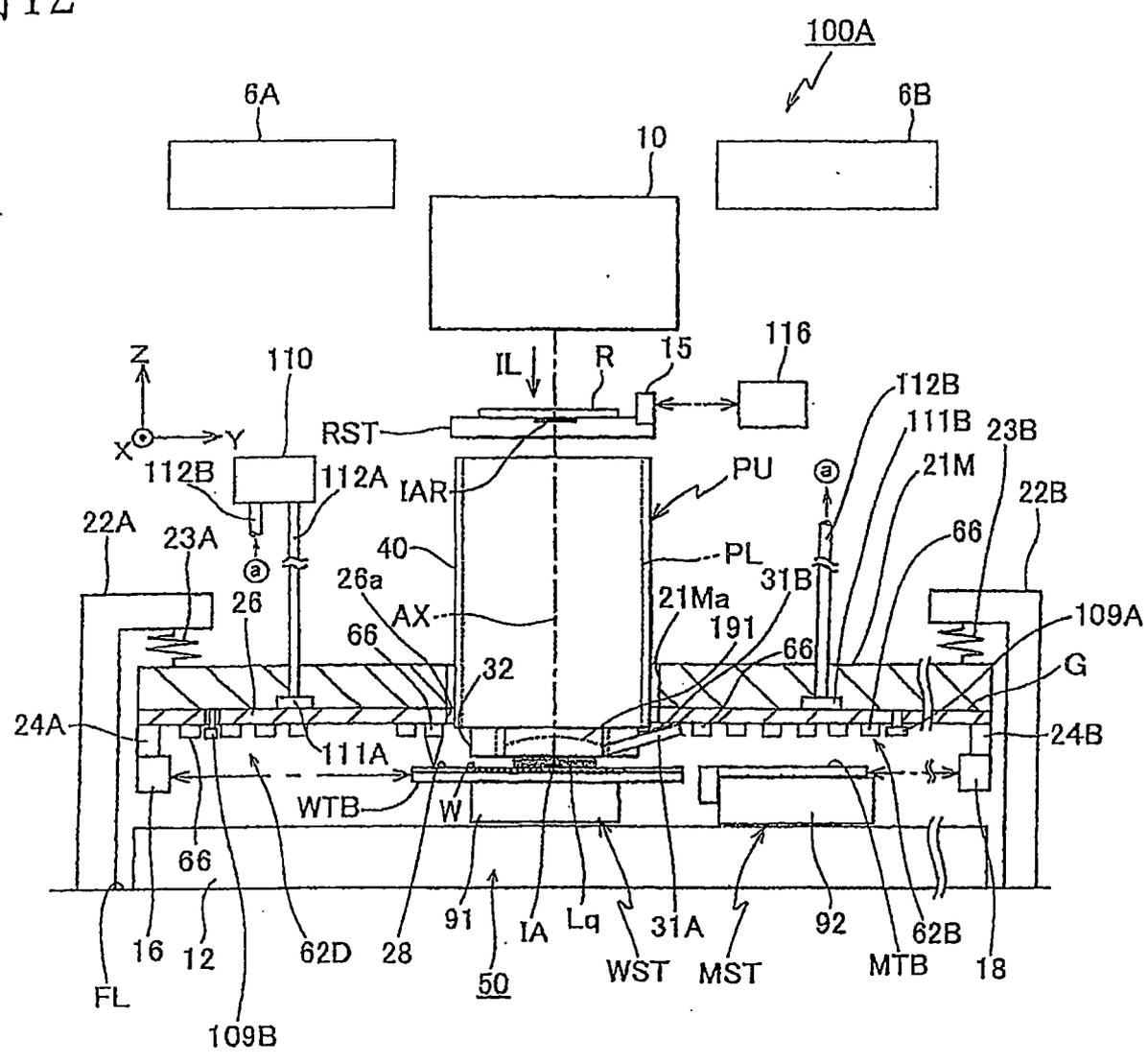


圖14

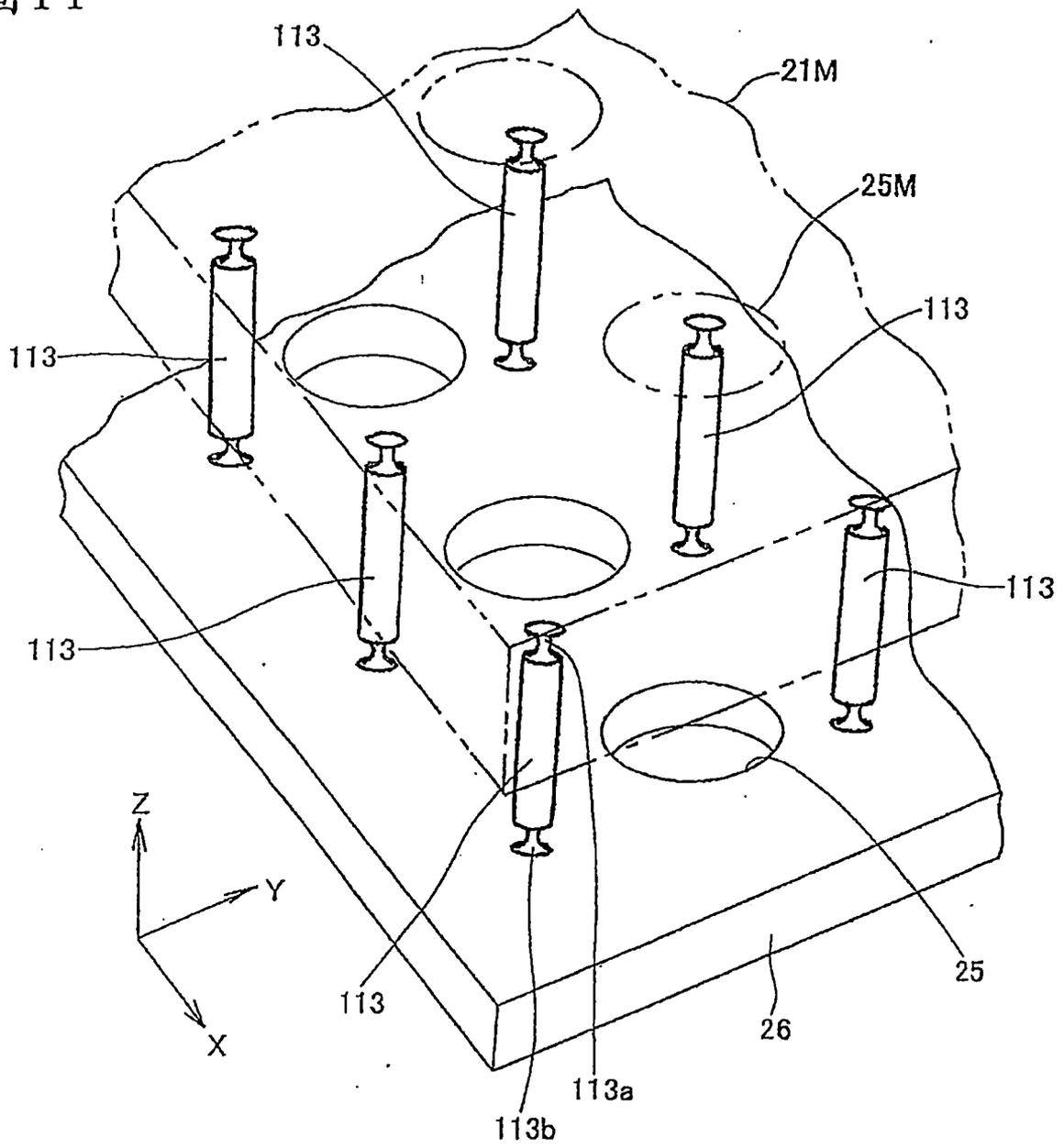


圖 15

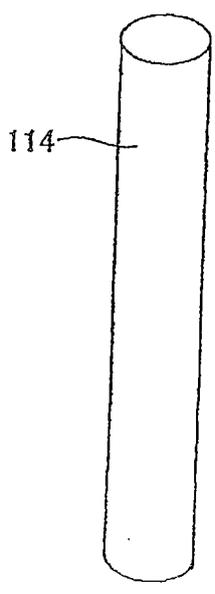
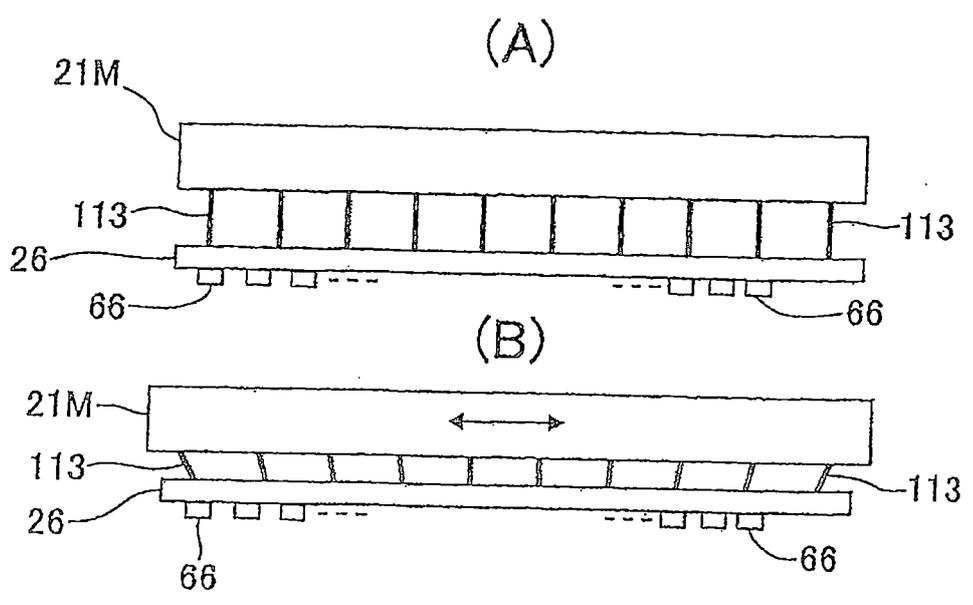


圖 16A

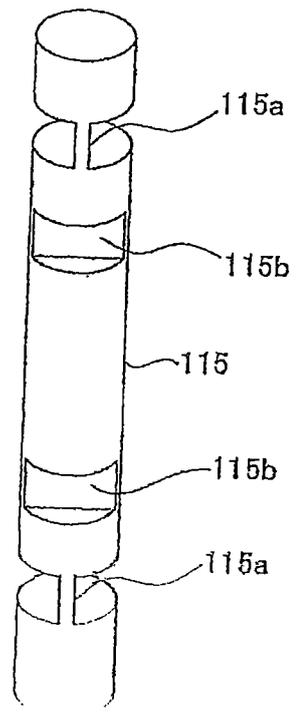


圖 16B

圖17

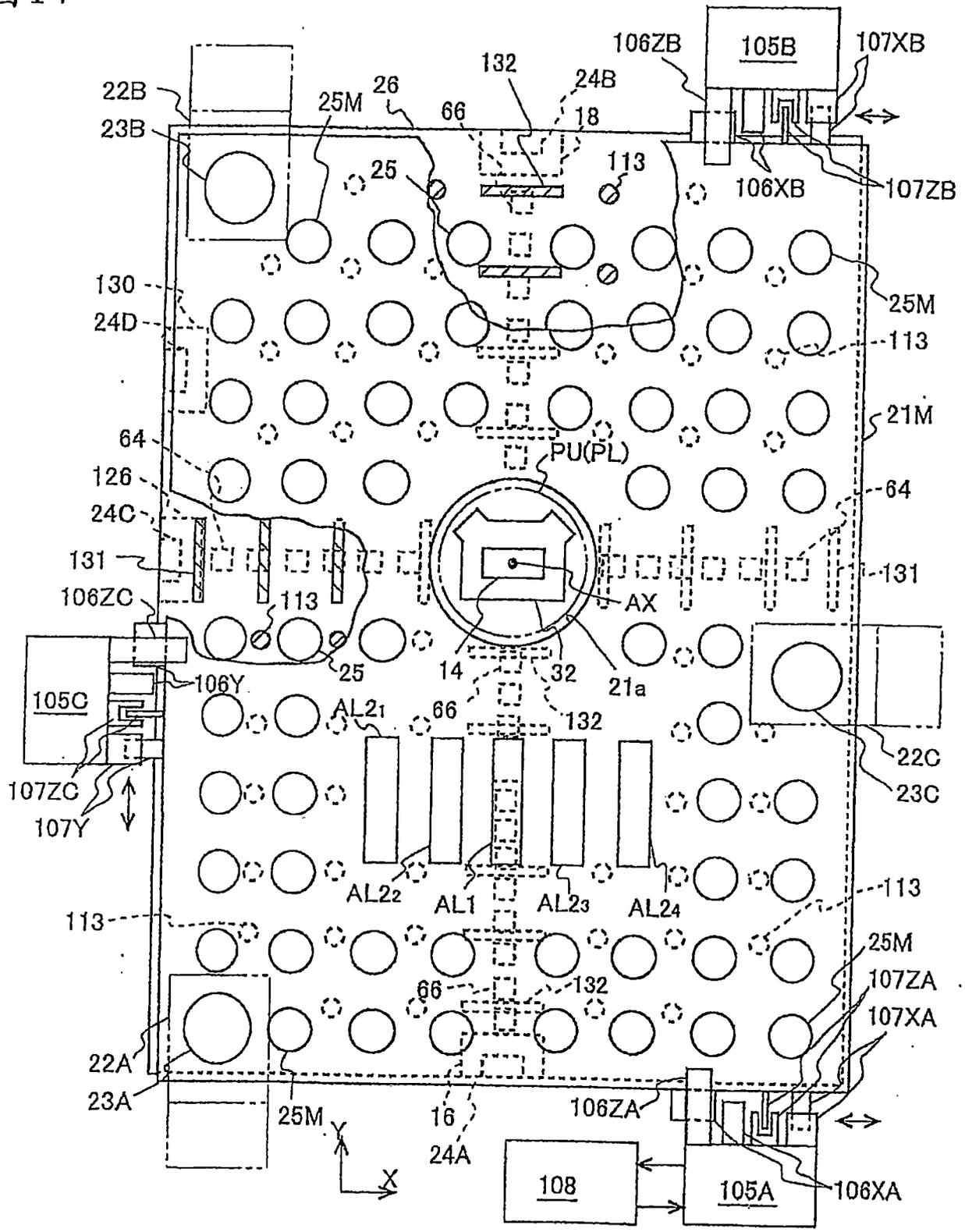


圖 18

