



(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 I610149 B

(45) 公告日：中華民國 107 (2018) 年 01 月 01 日

(21) 申請案號：105117940

(22) 申請日：中華民國 96 (2007) 年 08 月 31 日

(51) Int. Cl. : G03F7/23 (2006.01)

(30) 優先權：2006/08/31 日本

JP2006-236783

(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：

TW 380202

EP 0834773A2

US 5610715

審查人員：呂燦

申請專利範圍項數：22 項 圖式數：29 共 121 頁

(54) 名稱

移動體驅動系統及移動體驅動方法、圖案形成裝置及方法、曝光裝置及方法、元件製造方法、以及決定方法

(57) 摘要

藉由驅動裝置，根據用以測量晶圓台 WTB 於 Y 軸方向位置資訊的編碼器(64)之測量值、與該測量時以干涉儀(16,43A 及 43B)所測量之晶圓台 WTB 於非測量方向(例如，Z、及  $\theta_z$  及  $\theta_x$  方向)之位置資訊所對應之已知修正資訊，將晶圓台 WTB 驅動於 Y 軸方向。亦即，根據用以修正因讀頭往非測量方向與標尺之相對位移引起之編碼器測量誤差的修正資訊修正後之編碼器測量值，將移動體驅動於 Y 軸方向。因此，能在不受讀頭與標尺間之欲測量方向(測量方向)以外之相對運動影響的情形下，一邊以編碼器測量位置、一邊以良好精度將晶圓台 WTB(移動體)驅動於所欲方向。

指定代表圖：

符號簡單說明：

16 . . . Y 干涉儀

39X<sub>1</sub>, 39X<sub>2</sub> . . . X 標尺

39Y<sub>1</sub>, 39Y<sub>2</sub> . . . Y 標尺

41 . . . 移動鏡

43A, 43B . . . Z 干涉儀

47A, 47B . . . 固定鏡

62A~62D . . . 頭部單元

64 . . . Y 頭部

66 . . . X 頭部

91 . . . 載台本體

AR . . . 投影區域

W . . . 晶圓

WTB . . . 晶圓台

$\alpha$  . . . 縱搖量

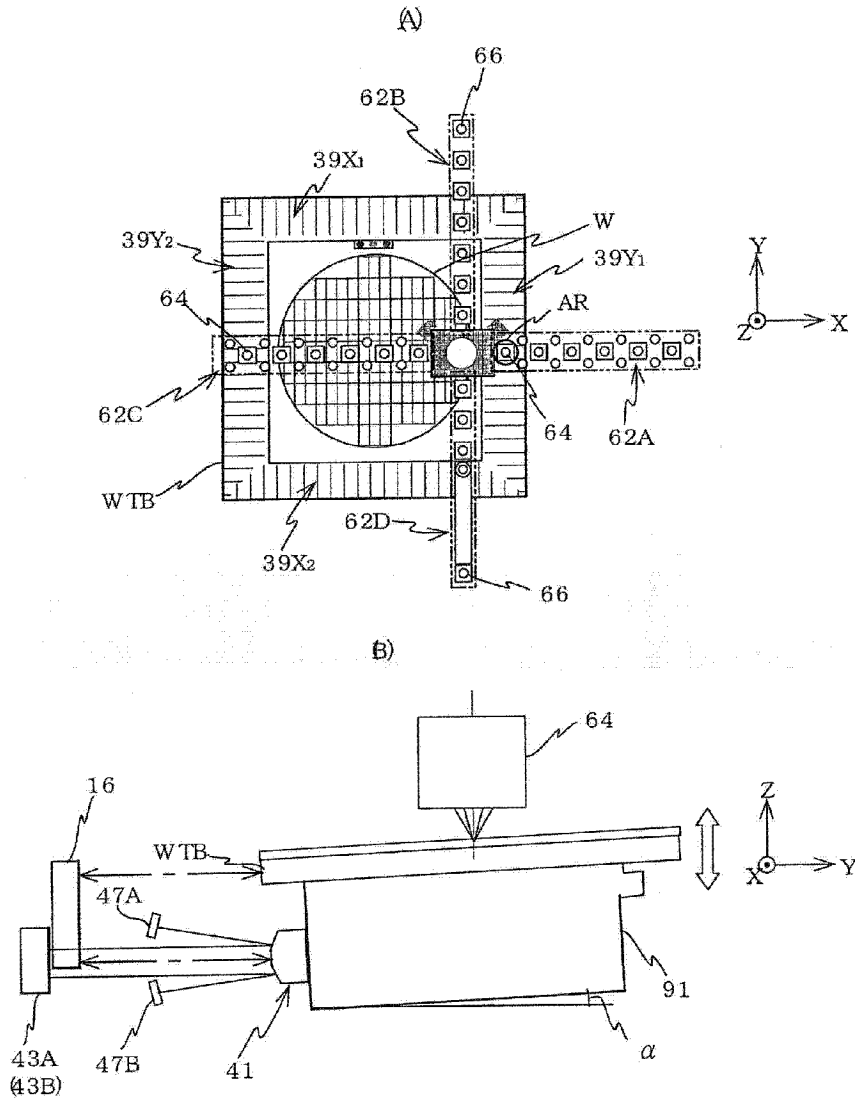


圖11

# 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)

移動體驅動系統及移動體驅動方法、圖案形成裝置及方法、曝光裝置及方法、元件製造方法、以及決定方法

## 【技術領域】

【0001】 本發明，係關於移動體驅動系統及移動體驅動方法、圖案形成裝置及方法、元件製造方法以及決定方法，更詳言之，係關於沿既定平面驅動移動體之移動體驅動系統及移動體驅動方法、具備該移動體驅動系統之圖案形成裝置及利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曝光裝置及利用該移動體驅動方法之曝光方法、利用該圖案形成方法之元件製造方法、以及決定用以測量移動體於既定方向之位置資訊之編碼器系統測量值之修正資訊的決定方法。

## 【先前技術】

【0002】 以往，在製造半導體元件、液晶顯示元件等之微型元件(電子元件)的微影製程中，較常使用步進重複方式之縮小投影曝光裝置(所謂步進器)、步進掃描方式之縮小投影曝光裝置(所謂掃描步進器(亦稱掃描器))等。

【0003】 此種曝光裝置，為了將標線片(或光罩)之圖案轉印於晶圓上之複數個照射區域，保持晶圓之晶圓載台係藉由例如線性馬達等驅動於 XY 二維方向。特別是掃描步進器，不僅可驅動晶圓載台，亦可將標線片載台藉由線性馬達等在既定動程驅動於掃描方向。標線片載台或晶圓載台之測量，一般係使用長期測量值之穩定性良好、具高分解能力之雷射干涉儀。

【0004】 然而，因半導體元件之高積體化所伴隨之圖案之微細化，而越來越被要求須有更高精度之載台位置控制，目前，因雷射干涉儀之光束光路上之環境氣氛之溫度搖晃導致之測量值短期變動，即占了重疊精度中相當大的比重。

【0005】 另一方面，作為使用於測量載台位置之雷射干涉儀以外的測量裝置雖有編碼器，但由於編碼器係使用標尺，因此該標尺欠缺機械性長期穩定性(格子間距之偏移、固定位置偏移、熱膨脹等)，與雷射干涉儀相較，有欠缺測量值之線性，長期穩定性差的缺點。

【0006】 有鑑於上述雷射干涉儀與編碼器之缺點，已有提出各種併用雷射干涉儀與編碼器(使用繞射格子之位置檢測感測器)，來測量載台位置的裝置(參照專利文獻 1, 2 等)。

【0007】 又，習知之編碼器之測量分解能力，雖與干涉儀相較較差，但最近係出現了測量分析能力與雷射干涉儀相同程度以上的編碼器(參照例如專利文獻 3 等)，將上述雷射干涉儀與編碼器組合之技術日漸受到矚目。

【0008】 然而，將編碼器例如用於曝光裝置之晶圓載台在移動面內之位置測量之情形時，假設是使用 1 個編碼器讀頭進行設有標尺(光柵)之晶圓載台在移動面內的位置測量時，在讀頭與標尺間產生欲測量方向以外之相對運動時，多數情形會檢測出測量值(計數)之變化，產生測量誤差。除此之外，實際上，於曝光裝置之晶圓載台適用編碼器時，針對 1 個標尺須使用複數個編碼器讀頭，而有因例如編碼器讀頭間偏移(光軸傾斜)之差等於編碼器之計數值產生誤差等的不良情形。

【0009】 專利文獻 1：日本特開 2002－151405 號公報

專利文獻 2：日本特開 2004－101362 號公報

專利文獻 3：日本特開 2005－308592 號公報

### 【發明內容】

【0010】 發明人等為了解在以反射型光學式編碼器測量曝光裝置之載台位置時，讀頭與標尺在非測量方向之相對位移對編碼器測量值造成的影響，進行了各種模擬。其結果，得知編碼器之計數值不僅對載台之縱搖方向及偏搖方向之姿勢變化具有感度，亦依存於與載台移動面正交方向之位置變化。

【0011】 本發明係根據上述發明人等所進行之模擬結果而完成，其第 1 觀點為一種移動體驅動系統，係實質上沿既定平面驅動移動體，其具備：編碼器，其具有讀頭，以對具有與該既定平面平行之既定方向為週期方向之格子的標尺照射檢測光，並接收來自該標尺之反射光，用以測量該移動體於該既定方向之位置資訊；以及驅動裝置，係根據該編碼器之測量值、以及根據測量時該移動體在與該既定方向不同方向之位置資訊的修正資訊，將該移動體驅動於該既定方向。

【0012】 據此，藉由驅動裝置，根據用以測量移動體於既定方向(測量方向)位置資訊之編碼器之測量值、以及與該測量時移動體之既定方向不同方向(非測量方向)之位置資訊所對應之修正資訊，將移動體驅動於既定方向。亦即，根據用以修正因往非測量方向之讀頭與標尺之相對位移引起之編碼器測量誤差的修正資訊修正後之編碼器測量值，將移動體驅動於既定方向。因此，能在不受讀頭與標尺間之欲測量方向(測量方向)以外之相對運

動影響的情形下，以良好精度將移動體驅動於既定方向。

【0013】 根據本發明之第 2 觀點，係一種圖案形成裝置，其具備：移動體，供裝載物體、能保持該物體實質上沿移動面移動；圖案化裝置，用以在該物體上形成圖案；以及為於該物體形成圖案，而驅動該移動體之本發明的移動體驅動系統。

【0014】 據此，於使用本發明之移動體驅動系統以良好精度驅動之移動體上的物體藉由圖案化裝置形成圖案，即能以良好精度將圖案形成於物體上。

【0015】 根據本發明之第 3 觀點，為一種第 1 曝光裝置，係藉由能量束之照射於物體形成圖案，其具備：圖案化裝置，係對該物體照射能量束；以及本發明之移動體驅動系統：為進行該能量束與該物體之相對移動，以該移動體驅動系統進行裝載該物體之移動體的驅動。

【0016】 據此，可使用本發明之移動體驅動系統以良好精度驅動裝載該物體的移動體，以使從圖案化裝置照射於物體之能量束與該物體相對移動。因此，可藉由掃描曝光，以良好精度將圖案形成於物體上。

【0017】 根據本發明之第 4 觀點，為一種第 2 曝光裝置，係以能量束使物體曝光，其具備：移動體，供保持該物體，能至少在既定平面內正交之第 1 及第 2 方向移動；編碼器系統，其於保持該物體之該移動體之一面設有格子部與讀頭單元之一方，且另一方與該移動體之一面對向設置，以測量該移動體於該第 1 及第 2 方向之至少一方的位置資訊；以及驅動裝置，其根據編碼器系統之測量資訊、與該移動體在與該第 1 及第 2 方向不同方向之位置資訊，於該既定平面內驅動該移動體。

【0018】 據此，能不受移動體往編碼器系統測量方向以外之方向位移的影響，將移動體以良好精度驅動於編碼器系統之測量方向，進而能使移動體上所保持之物體以良好精度曝光。

【0019】 根據本發明之第 5 觀點，為一種第 3 曝光裝置，係以能量束使物體曝光，其具備：移動體，供保持該物體，能至少在既定平面內正交之第 1 及第 2 方向移動，且相對該既定平面傾斜；編碼器系統，其於保持該物體之該移動體之一面設有格子部與讀頭單元之一方，且另一方與該移動體之一面對向設置，以測量該移動體於該第 1 及第 2 方向之至少一方的位置資訊；以及驅動裝置，其根據編碼器系統之測量資訊、與該移動體之傾斜資訊，於該既定平面內驅動該移動體。

【0020】 據此，能不受移動體傾斜(往傾斜方向之位移)的影響，將移動體以良好精度驅動於編碼器系統之測量方向，進而能使移動體上所保持之物體以良好精度曝光。

【0021】 根據本發明之第 6 觀點，為一種第 4 曝光裝置，係以能量束使物體曝光，其具備：移動體，供保持該物體，能至少在既定平面內正交之第 1 及第 2 方向移動；編碼器系統，其於保持該物體之該移動體之一面設有格子部與讀頭單元之一方，且另一方與該移動體之一面對向設置，以測量該移動體於該第 1 及第 2 方向之至少一方的位置資訊；以及驅動裝置，其根據編碼器系統之測量資訊、與該編碼器系統測量誤差產生原因之該讀頭單元之特性資訊，於該既定平面內驅動該移動體。

【0022】 據此，能不受起因於讀頭單元(之特性)之編碼器系統測量誤差之影響，將移動體以良好精度驅動於編碼器系統之測量方向，進而能使

移動體上所保持之物體以良好精度曝光。

【0023】 根據本發明之第 7 觀點，為一種第 5 曝光裝置，係以能量束使物體曝光，其具備：移動體，供保持該物體，能至少在既定平面內正交之第 1 及第 2 方向移動；編碼器系統，其於保持該物體之該移動體之一面設有格子部與讀頭單元之一方，且另一方與該移動體之一面對向設置，以測量該移動體於該第 1 及第 2 方向之至少一方的位置資訊；以及驅動裝置，其根據編碼器系統之測量資訊，於該既定平面內驅動該移動體，以補償因該讀頭單元所產生之該編碼器系統之測量誤差。

【0024】 據此，能不受起因於讀頭單元之編碼器系統測量誤差之影響，將移動體以良好精度驅動於編碼器系統之測量方向，進而能使移動體上所保持之物體以良好精度曝光。

【0025】 根據本發明之第 8 觀點，為一種移動體驅動方法，係實質上沿既定平面驅動移動體，其包含：使用編碼器測量該移動體於該既定方向之位置資訊，根據該編碼器之測量值、以及根據測量時該移動體在與該既定方向不同方向之位置資訊的修正資訊，將該移動體驅動於該既定方向之步驟；該編碼器具有讀頭，以對具有與該既定平面平行之既定方向為週期方向之格子的標尺照射檢測光，並接收來自該標尺之反射光。

【0026】 據此，根據用以修正因往非測量方向之讀頭與標尺之相對位移引起之編碼器測量誤差的修正資訊修正後之編碼器測量值，將移動體驅動於既定方向。因此，能在不受讀頭與標尺間之欲測量方向(測量方向)以外之相對運動影響的情形下，以良好精度將移動體驅動於既定方向。

【0027】 根據本發明之第 9 觀點，為一種圖案形成方法，其包含：將



物體裝載於能在移動面內移動之移動體上的步驟；以及為對該物體形成圖案，使用本發明之移動體驅動方法，來驅動該移動體的步驟。

【0028】 據此，於使用本發明之移動體驅動方法以良好精度驅動之移動體上的物體形成圖案，即能以良好精度將圖案形成於物體上。

【0029】 根據本發明之第 10 觀點，為一種第 1 元件製造方法，包含圖案形成步驟，其特徵在於：該圖案形成步驟，係使用本發明之圖案形成方法於基板上形成圖案。

【0030】 根據本發明之第 11 觀點，為一種第 1 曝光方法，係藉由能量束之照射於物體形成圖案，其特徵在於：為進行該能量束與該物體之相對移動，使用本發明之移動體驅動方法，驅動裝載該物體之移動體。

【0031】 據此，為進行照射於物體之能量束與該物體之相對移動，使用本發明之移動體驅動方法，以良好精度驅動裝載該物體之移動體。因此，能藉由掃描曝光以良好精度在物體上形成圖案。

【0032】 根據本發明之第 12 觀點，為一種第 2 曝光方法，係以能量束使物體曝光，其特徵在於：將物體裝載於至少能在既定平面內正交之第 1 及第 2 方向移動之移動體；根據編碼器系統之測量資訊、與該移動體在與該第 1 及第 2 方向不同方向之位置資訊，於該既定平面內驅動該移動體，該編碼器系統於保持該物體之該移動體之一面設有格子部與讀頭單元之一方，且另一方與該移動體之一面對向設置，以測量該移動體於該第 1 及第 2 方向之至少一方的位置資訊。

【0033】 據此，能不受移動體往編碼器系統測量方向以外之方向位移的影響，將移動體以良好精度驅動於編碼器系統之測量方向，進而能使移

動體上所保持之物體以良好精度曝光。

【0034】 根據本發明之第 13 觀點，為一種第 3 曝光方法，係以能量束使物體曝光，其特徵在於：將物體裝載於能至少在既定平面內正交之第 1 及第 2 方向移動、且相對該既定平面傾斜之移動體；根據編碼器系統之測量資訊、與該移動體之傾斜資訊，於該既定平面內驅動該移動體，該編碼器系統其於保持該物體之該移動體之一面設有格子部與讀頭單元之一方，且另一方與該移動體之一面對向設置，以測量該移動體於該第 1 及第 2 方向之至少一方的位置資訊。

【0035】 據此，能不受移動體傾斜(往傾斜方向之位移)的影響，將移動體以良好精度驅動於編碼器系統之測量方向，進而能使移動體上所保持之物體以良好精度曝光。

【0036】 根據本發明之第 14 觀點，為一種第 4 曝光方法，係以能量束使物體曝光，其特徵在於：將物體裝載於能至少在既定平面內正交之第 1 及第 2 方向移動之移動體；根據編碼器系統之測量資訊、與該編碼器系統測量誤差產生原因之該讀頭單元之特性資訊，於該既定平面內驅動該移動體，該編碼器系統其於保持該物體之該移動體之一面設有格子部與讀頭單元之一方，且另一方與該移動體之一面對向設置，以測量該移動體於該第 1 及第 2 方向之至少一方的位置資訊。

【0037】 據此，能不受起因於讀頭單元(之特性)之編碼器系統測量誤差之影響，將移動體以良好精度驅動於編碼器系統之測量方向，進而能使移動體上所保持之物體以良好精度曝光。

【0038】 根據本發明之第 15 觀點，為一種第 5 曝光方法，係以能量

束使物體曝光，其特徵在於：將物體裝載於能至少在既定平面內正交之第 1 及第 2 方向移動之移動體；根據編碼器系統之測量資訊，於該既定平面內驅動該移動體，以補償因該讀頭單元所產生之該編碼器系統之測量誤差性資訊，該編碼器系統其於保持該物體之該移動體之一面設有格子部與讀頭單元之一方，且另一方與該移動體之一面對向設置，以測量該移動體於該第 1 及第 2 方向之至少一方的位置資訊。

【0039】 據此，能不受起因於讀頭單元之編碼器系統測量誤差之影響，將移動體以良好精度驅動於編碼器系統之測量方向，進而能使移動體上所保持之物體以良好精度曝光。

【0040】 根據本發明之第 16 觀點，為一種第 2 元件製造方法，包含微影製程，其特徵在於：該微影製程，係使用本發明第 2 至第 5 曝光方法之任一者使感應物體曝光，以將圖案形成在該感應物體上。

【0041】 根據本發明之第 17 觀點，為一種第 1 決定方法，係決定編碼器系統測量值之修正資訊，該編碼器系統具備構成複數個編碼器之讀頭單元，該複數個編碼器具有複數個設於能實質上沿既定平面移動之移動體、對具有以既定方向為週期方向之格子的標尺照射檢測光並接收來自該標尺之反射光的讀頭，用以分別測量與該既定平面平行之平面內既定方向的位置資訊其特徵在於，包含：使該移動體變化為不同之複數姿勢，就各姿勢，在維持該移動體之姿勢的狀態下，一邊從作為對象之讀頭對該標尺之特定區域照射檢測光、一邊使該移動體在與該既定平面正交方向以既定行程範圍移動，於該移動中對該作為對象之讀頭構成之編碼器測量結果進行取樣的步驟；以及根據該取樣結果，藉既定運算之進行，分別求出該複

數個編碼器對應該移動體在與既定方向相異方向之位置資訊之測量值修正資訊的步驟。

【0042】 據此，使移動體變化為不同之複數姿勢，就各姿勢，在維持移動體之姿勢的狀態下，一邊從讀頭該標尺之特定區域照射檢測光、一邊使該移動體在與該既定平面正交方向以既定行程範圍移動，於該移動中對編碼器之測量結果進行取樣。如此，即能獲得針對各姿勢之編碼器系統測量值對應移動體在與既定平面正交方向位置之變化資訊(例如特性曲線)。然後，根據此取樣結果、亦即根據針對各姿勢之編碼器系統測量值對應移動體在與既定平面正交方向位置之變化資訊，藉既定運算之進行，求取移動體在與既定方向不同方向(非測量方向)之位置資訊所對應之編碼器系統測量值之修正資訊。因此，能以簡單的方法，決定用以修正於非測量方向之因讀頭與標尺之相對變化所產生之編碼器系統測量誤差的修正資訊。

【0043】 根據本發明之第 18 觀點，為一種第 2 決定方法，係決定編碼器系統測量值之修正資訊，該編碼器系統具備構成複數個編碼器之讀頭單元，該複數個編碼器具有複數個設於能實質上沿既定平面移動之移動體、對具有以既定方向為週期方向之格子的標尺照射檢測光並接收來自該標尺之反射光的讀頭，用以分別測量與該既定平面平行之平面內既定方向的位置資訊其特徵在於，包含：使該移動體變化為不同之複數姿勢，就各姿勢，在維持該移動體之姿勢的狀態下，一邊從作為對象之讀頭對該標尺之特定區域照射檢測光、一邊使該移動體在與該既定平面正交方向以既定行程範圍移動，於該移動中對該作為對象之讀頭構成之編碼器測量結果進行取樣，將此動作針對該複數個讀頭進行的步驟；以及根據該取樣結果，

藉既定運算之進行，分別求出該複數個編碼器對應該移動體在與既定方向相異方向之位置資訊之測量值修正資訊的步驟。

【0044】 據此，能以簡單的方法，決定用以修正於非測量方向之因讀頭與標尺之相對變化所產生之編碼器系統測量誤差的修正資訊，並能決定可同時修正起因於各讀頭偏移造成之幾何上測量誤差(餘弦誤差)的修正資訊。

### 【圖式簡單說明】

#### 【0045】

圖 1，係顯示一實施形態之曝光裝置的概略構成圖。

圖 2，係顯示圖 1 之載台裝置的俯視圖。

圖 3，係顯示圖 1 之曝光裝置所具備之各種測量裝置(編碼器、對準系統、多點 AF 系統、Z 感測器等)配置的俯視圖。

圖 4(A)，係顯示晶圓載台之俯視圖，圖 4(B)，係顯示晶圓載台之一部分截面的概略側視圖。

圖 5(A)，係顯示測量載台之俯視圖，圖 5(B)，係顯示測量載台之一部分截面的概略側視圖。

圖 6，係顯示一實施形態之曝光裝置之控制系統主要構成的方塊圖。

圖 7(A)及圖 7(B)，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的圖。

圖 8(A)，係顯示編碼器一構成例的圖，圖 8(B)，係說明顯示產生此測量誤差之構造的圖，且係用以說明編碼器讀頭內之光束對反射型繞射格子

之入射光、繞射光之關係的圖。

圖 9(A)，係顯示即使於編碼器之讀頭與標尺之間產生在非測量方向之相對運動時計數值亦不會變化之情形的圖，圖 9(B)，係顯示於編碼器之讀頭與標尺之間產生在非測量方向之相對運動時計數值變化之情形一例的圖。

圖 10(A)~圖 10(D)，係用以說明於讀頭與標尺之間產生在非測量方向之相對運動時，編碼器之計數值變化之情形與計數值不變化之情形的圖。

圖 11(A)及圖 11(B)，係用以說明用以取得修正資訊之動作的圖，該修正資訊係用以修正因往非測量方向之讀頭與標尺之相對運動而產生之編碼器(第 1 編號之編碼器)的測量誤差。

圖 12，係顯示縱搖量  $\theta_x = a$  時編碼器對 Z 位置變化之測量誤差的圖表。

圖 13，係用以說明用以取得修正資訊之動作的圖，該修正資訊係用以修正因往非測量方向之讀頭與標尺之相對運動而產生之編碼器(第 2 編號之編碼器)的測量誤差。

圖 14，係顯示對液體晶圓載台上之晶圓進行步進掃描方式曝光之狀態下，晶圓載台及測量載台之狀態的圖。

圖 15，係顯示曝光結束後，晶圓載台與測量載台從分離之狀態到成為兩載台接觸之狀態後兩載台之狀態的圖。

圖 16，係顯示在保持晶圓台與測量台之 Y 軸方向位置關係的同時，測量載台往 -Y 方向移動、晶圓載台朝向卸載位置移動時兩載台之狀態的圖。

圖 17，係顯示測量載台到達將進行 Sec-BCHK(時距)之位置時晶圓載

台與測量載台的狀態。

圖 18，係與顯示進行 Sec—BCHK(時距)同時將晶圓載台從卸載位置移動至裝載位置時晶圓載台與測量載台之狀態的圖。

圖 19，係顯示測量載台往最佳急停待機位置移動、晶圓裝載於晶圓台上時晶圓載台與測量載台之狀態的圖。

圖 20，係顯示測量載台在最佳急停待機位置待機中、晶圓載台往進行 Pri—BCHK 前半之處理之位置移動時兩載台之狀態的圖。

圖 21，係顯示使用對準系統 AL1, AL22, AL23，來同時檢測附設於三個第一對準照射區域之對準標記時晶圓載台與測量載台之狀態的圖。

圖 22，係顯示進行聚焦校正前半之處理時晶圓載台與測量載台之狀態的圖。

圖 23，係顯示使用對準系統 AL1, AL21~AL24，來同時檢測附設於五個第二對準照射區域之對準標記時晶圓載台與測量載台之狀態的圖。

圖 24，係顯示在進行 Pri—BCHK 後半之處理及聚焦校正後半之處理之至少一者時晶圓載台與測量載台之狀態的圖。

圖 25，係顯示使用對準系統 AL1, AL21~AL24，來同時檢測附設於五個第三對準照射區域之對準標記時晶圓載台與測量載台之狀態的圖。

圖 26，係顯示使用對準系統 AL1, AL22, AL23，來同時檢測附設於三個第四對準照射區域之對準標記時晶圓載台與測量載台之狀態的圖。

圖 27，係顯示對焦匹配結束時晶圓載台與測量載台之狀態的圖。

圖 28，係用以說明元件製造方法之實施形態的流程圖。

圖 29，係用以顯示圖 28 之步驟 204 之具體例的流程圖。

**【實施方式】**

【0046】 以下，根據圖 1～圖 27 說明本發明之一實施形態。

【0047】 圖 1 係概略顯示一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  $\theta_x$ 、 $\theta_y$ 、及  $\theta_z$  方向。

【0048】 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(以下稱為「照明光」或「曝光用光」)IL 所照明的標線片 R；投影單元 PU，係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，係具有晶圓載台 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。

【0049】 照明系統 10，係例如特開 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。該照明系統 10，係藉由照明光(曝光用光)IL，以大致均一之照度來照明被標線片遮簾(遮罩系統)規定之標線片 R 上的狹縫狀照明區域。此處，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，作為光學積分器，係可使用例如複眼透鏡、棒狀積分器(內面反射型積分器)或繞



射光學元件等。

【0050】 於標線片載台 RST 上例如籍由真空吸附固定有標線片 R，該標線片 R 係於其圖案面(圖 1 之下面)形成有電路圖案等。標線片載台 RST，能籍由包含例如線性馬達等之標線片載台驅動系統 11(在圖 1 未圖示、參照圖 6)而在 XY 平面內微幅驅動，且能以指定之掃描速度驅動於既定掃描方向(指圖 1 之圖面內左右方向的 Y 軸方向)。

【0051】 標線片載台 RST 在移動面內之位置資訊(包含  $\theta_z$  方向之旋轉資訊)，係藉由標線片雷射干涉儀(以下稱為「標線片干涉儀」)116，透過移動鏡 15(實際上，係設有具有與 Y 軸方向正交之反射面的 Y 移動鏡、以及具有與 X 軸方向正交之反射面的 X 移動鏡)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，係傳送至主控制裝置 20(於圖 1 未圖示，參照圖 6)，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 X 軸方向、Y 軸方向及  $\theta_z$  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)。此外，亦可對標線片載台 RST 之端面進行鏡面加工來形成反射面(相當於移動鏡 15 之反射面)，以代替移動鏡 15。又，標線片干涉儀 116 亦可測量標線片載台 RST 在 Z 軸、 $\theta_x$  及  $\theta_y$  方向之至少一個方向的位置資訊。

【0052】 投影單元 PU，係配置於標線片載台 RST 之圖 1 下方。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，例如係使用沿與 Z 軸方向平行之光軸 AX 排列之複數個透鏡(透鏡元件)所構成的折射光學系統。投影光學系統 PL，例如係兩側遠心且具有既定投影倍率(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 R 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)及液體 Lq(參照圖 1)形成於區域(曝光區域)IA；該區域 IA 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。接著，藉由標線片載台 RST 與晶圓載台 WST 之同步驅動，使標線片相對照明區域 IAR(照明光 IL)移動於掃描方向(Y 軸方向)，且使晶圓 W 相對曝光區域(照明用光 IL)移動於掃描方向(Y 軸方向)，藉此對晶圓 W 上之一個照射區域(區劃區域)進行掃描曝光，以將標線片之圖案轉印於該照射區域。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 將圖案生成於晶圓 W 上，藉由照明光 IL 對晶圓 W 上之感應層(光阻層)之曝光將該圖案形成於晶圓 W 上。此處雖未圖示，但投影單元 PU 係透過防振機構搭載於以三支支柱支持之鏡筒固定座，但例如亦可如國際公開第 2006/038952 號小冊子所揭示，將投影單元 PU 懸吊支撐於配置在投影單元 PU 上方之未圖示主框架構件、或懸吊支撐於配置標線片載台 RST 之底座構件等。

【0053】 又，本實施形態之曝光裝置 100，由於係進行適用液浸法的曝光，因此於作為構成投影光學系統 PL 之最靠像面側(晶圓 W 側)之光學元件、此處為透鏡(以下亦稱「前端透鏡」)191，圍繞用以保持該透鏡 191 之鏡筒 40 之下端部周圍設有構成局部液浸裝置 8 一部分之嘴單元 32。本實施形態中，嘴單元 32 係如圖 1 所示其下端部與前端透鏡 191 之下端面設定成

大致同一面高。又，嘴單元 32，具備液體  $L_q$  之供應口及回收口，與晶圓 W 對向配置且設有回收口之下面，以及分別與液體供應管 31A 及液體回收管 31B 連接之供應流路及回收流路。液體供應管 31A 與液體回收管 31B，如圖 3 所示，在俯視時(從上方觀看)係相對 X 軸方向及 Y 軸方向傾斜  $45^\circ$ ，相對通過投影光學系統 PL 之光軸 AX 之 Y 軸方向的直線 LV 配置成對稱。

【0054】 於液體供應管 31A，連接有其一端連接於液體供應裝置 5(圖 1 中未圖示、參照圖 6)之未圖示供應管的另一端，於液體回收管 31B，連接有其一端連接於液體回收裝置 6(圖 1 中未圖示、參照圖 6)之未圖示回收管的另一端。

【0055】 液體供應裝置 5，包含有液體槽、加壓泵、溫度控制裝置、以及用以控制液體對液體供應管 31A 之供應及停止的閥等。該閥最好係使用例如不僅可進行液體之供應及停止、亦能調整流量的流量控制閥。前述溫度控制裝置，係將液體槽內之液體溫度調整至收納有曝光裝置之處理室(未圖示)內之溫度同樣程度。此外，供應液體之槽、加壓泵、溫度控制裝置、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。

【0056】 液體回收裝置 6，包含有液體之槽及吸引泵、以及透過液體回收管 31B 控制液體之回收及停止的閥等。該閥最好係使用與液體供應裝置 5 之閥相同的流量控制閥。此外，回收液體之槽、吸引泵、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。

【0057】 本實施形態中，作為上述液體，係使用可使 ArF 準分子雷射

光(波長 193nm 之光)透射的純水(以下除特別必要情況外，僅記述為「水」)。  
純水，具有能在半導體製造工廠等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。

【0058】 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 IL 之波長，縮短至  $193\text{nm} \times 1/n = \text{約 } 134\text{nm}$ 。

【0059】 液體供應裝置 5 及液體回收裝置 6 分別具備控制器，各控制器藉由主控制裝置 20 來控制(參照圖 6)。液體供應裝置 5 之控制器，係根據來自主控制器 20 之指令，以既定開度開啟連接於液體供應管 31A 的閥，透過液體供應管 31A、供應流路、以及供應口將水  $L_q$  供應至前端透鏡 191 與晶圓 W 之間。又，此時，液體回收裝置 6 之控制器，係根據來自主控制器 20 之指令，以既定開度開啟連接於液體回收管 31B 的閥，透過回收口、回收流路、以及液體回收管 31B，從前端透鏡 191 與晶圓 W 之間將水  $L_q$  回收至液體回收裝置 6(液體槽)內部。此時，主控制裝置 20，係對液體供應裝置 5 之控制器、液體回收裝置 6 之控制器發出指令，以使供應至前端透鏡 191 與晶圓 W 間之水  $L_q$  量與回收之水  $L_q$  量恆相等。據此，使前端透鏡 191 與晶圓 W 間之水  $L_q$ (參照圖 1)保持一定量。此時，保持於前端透鏡 191 與晶圓 W 之間之水  $L_q$  係隨時更換。

【0060】 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 5、液體回收裝置 6、液體供應管 31A 及液體回收管 31B 等。局部液浸裝置 8，可藉由嘴單元 32，以液體  $L_q$  充滿前端透鏡 191 與晶圓 W 之間，以形成包含光路空間之局部液浸空間(相當於液浸區域 14)。因此，嘴單元 32 亦稱為液浸空間形成構件或 containment

member(confinement member)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(包含前述之鏡筒固定座)，或亦可設於與主框架不同之框架構件。或者，當如前所述將投影單元 PU 懸吊支撐時，雖亦可將投影單元 PU 與嘴單元 32 一體懸吊支撐，但本實施形態中，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。

【0061】 此外，即使測量載台 MST 位於投影單元 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。

【0062】 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。又，亦能將例如嘴單元 32 之下面配置成較前端透鏡 191 之射出面更接近投影光學系統 PL 之像面(亦即晶圓)附近，或除了前端透鏡 191 之像面側之光路以外，於前端透鏡 191 之物體面側的光路空間亦以液體充滿。扼要言之，只要係至少能將液體供應至構成投影光學系統 PL 之最下端之光學構件(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 號公報的液浸機構等。

【0063】 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 6)，包含測量此等載台 WST、MST 之位置資訊的 Y 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

6), 係驅動載台 WST、MST 等。

【0064】 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  $\mu\text{m}$  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，係可藉由載台驅動系統 124 而獨立驅動於既定平面內(XY 平面)之 Y 軸方向(圖 1 之紙面內左右方向)及 X 軸方向(圖 1 之紙面正交方向)的二維方向。

【0065】 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  $\mu\text{m}$  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。

【0066】 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，其餘兩個 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 軸加以驅動。

【0067】 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單元所構成。

【0068】 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，圖 2 中未圖示，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，圖 2 中未圖示，參照圖 1)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。

【0069】 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 8 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，可視需要適當選擇。

【0070】 此外，籍由稍微改變一對 Y 軸線性馬達 84, 85 分別產生的推力，而能控制晶圓載台 WST 之偏轉(繞  $\theta_z$  之方向的旋轉)。又，籍由稍微改變一對 Y 軸線性馬達 82, 83 分別產生的推力，而能控制測量載台 MST 之偏轉。

【0071】 晶圓載台 WST，包含：前述載台本體 91；以及裝載於該載台本體 91 上的晶圓台 WTB。此晶圓台 WTB 及載台本體 91，可藉由未圖示 Z 調平機構(包含例如音圈馬達等)，相對底座 12 及 X 軸固定件 81 被微小驅動於 Z 軸方向、 $\theta_x$  方向、以及  $\theta_z$  方向。亦即，晶圓台 WTB 可相對 XY 平面(或投影光學系統 PL 之像面)微幅移動於 Z 軸方向或傾斜。此外，圖 6 中將上述各線性馬達及 Z 調平機構、以及測量載台 MST 之驅動系統一起顯示為載台驅動系統 124。又，晶圓台 WTB 亦可構成為可微動於 X 軸、Y 軸、以及  $\theta_z$  方向的至少一個。

【0072】 於前述晶圓台 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，該板體具有與裝載於晶圓保持具上之晶圓表面大致同一面高、已對液體  $L_q$  進行撥液化處理的表面(撥液面)，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，係由低熱膨脹率之材料、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 4(A)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 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，由於如前所述係使用純水來作為液體 Lq，因此以下將第 1 及第 2 撥液區域 28a, 28b 亦稱為第 1 及第 2 撥水板 28a, 28b。

【0073】 此情形下，與曝光用光 IL 照射於內側之第 1 撥水板 28a，相對地曝光用光 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 表面形成有第 1 撥水區域，其係被施以對曝光用光 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 表面則形成第 2 撥水區域，其係被施以對曝光用光 IL 之耐性較第 1 撥水區域差之撥水塗布膜。由於一般而言，並不容易對玻璃板施以對曝光用光 IL(此時為真空紫外區之光)有充分之耐性之撥水塗布膜，因此若如上述般將第 1 撥水板 28a 與其周圍之第 2 撥水板 28b 分離成兩個部分可更具效果。此外亦並不限於此，亦可對同一板體之上面施加對曝光用光 IL 之耐性相異之兩種撥水塗布膜，以形成第 1 撥水區域及第 2 撥水區域。又，第 1 及第 2 撥水區域之撥水塗布膜的種類亦可相同。或例如亦可於同一板體僅形成一個撥水區域。

【0074】 又，由圖 4(A)可清楚得知，於第 1 撥水板 28a 之 +Y 側端部之 X 軸方向的中央部形成有長方形缺口，於此缺口與第 2 撥水板 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 軸方向一側與另一側，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 SL。各空間像測量狹縫圖案 SL，例如係使用具有沿 Y 軸方向與 X 軸方向之邊的 L 字形狹縫圖案。

【0075】 又，如圖 4(B)所示，於其內部收納有光學系統(包含物鏡、反射鏡、中繼透鏡等)之 L 字形框體 36，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 部分的狀態。雖省略圖示，但框體 36 係與上述一對空間像測量狹縫圖案 SL 對應設置有一對。

【0076】 上述框體 36 內部之光學系統，係將從上方往下方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。此外，以下爲了方便說明，係使用與框體 36 相同之符號將上述框體 36 內部之光學系統記述為送光系統 36。

【0077】 再者，於第 2 撥水板 28b 上面，沿其四邊各以既定間距直接形成有多數個格子線。進一步詳言之，於第 2 撥水板 28b 之 X 軸方向一側與另一側(圖 4(A)中之左右兩側)的區域分別形成有 Y 標尺 39Y<sub>1</sub>、39Y<sub>2</sub>。Y 標尺 39Y<sub>1</sub>、39Y<sub>2</sub>，例如係以 X 軸方向為長邊方向之格子線 38 以既定間距沿平行於 Y 軸之方向(Y 軸方向)而形成之、以 Y 軸方向為周期方向之反射型格子(例如繞射格子)所構成。

【0078】 同樣地，於第 2 撥水板 28b 之 Y 軸方向一側與另一側(圖 4(A)中之上下兩側)的區域分別形成有 X 標尺 39X<sub>1</sub>, 39X<sub>2</sub>，Y 標尺 39Y<sub>1</sub>, 39Y<sub>2</sub>，例如係以 Y 軸方向為長邊方向之格子線 37 以既定間距沿平行於 X 軸之方向(X 軸方向)而形成之、以 X 軸方向為周期方向之反射型格子(例如繞射格子)所構成。上述各標尺，例如係以全像片等來於第 2 撥水板 28b 表面作成反射型繞射格子 RG(圖 8(A))。此時，於各標尺係以既定間隔(間距)刻出由窄狹縫或槽等構成之格子來作為標度。用於各標尺之繞射格子之種類並不限定，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)將上述繞射格子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 4(A)中為了方便表示，光柵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。

【0079】 承上所述，本實施形態由於將第 2 撥水板 28b 本身構成為標尺，因此係使用低熱膨脹之玻璃板來作為第 2 撥水板 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。或者，亦可以低熱膨脹率之材料來形成晶圓台 WTB，此情形下，一對 Y 標尺與一對 X 標尺亦可直接形成於該晶圓台 WTB 上面。

【0080】 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, 反射面 17b。構成干涉儀系統 118(參照圖 6)一部分之 Y 干涉儀 16 及 X 干涉儀 126, 127, 128(圖 1 中 X 干涉儀 126~128

並未圖示，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，測量各反射面從基準位置(一般係於投影單元 PU 側面配置固定鏡，再以該處為基準面)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，如後所述，作為上述各干涉儀，除了一部分以外均使用具有複數個側長軸之多軸干涉儀。

【0081】 另一方面，於載台本體 91 之 -Y 側端面，如圖 1 及圖 4(B) 所示，透過未圖示動態支撐機構安裝有以 X 軸方向為長邊方向的移動鏡 41。

【0082】 與移動鏡 41 對向設有用以將測距光束照射於該移動鏡 41、構成干涉儀系統 118(參照圖 6)一部分的一對干涉儀 43A, 43B(參照圖 1 及圖 2)。進一步詳述此點，從綜合圖 2 及圖 4(B)後可知，移動鏡 41 係設計成其 X 軸方向之長度較晶圓台 WTB 之反射面 17a 長至少 Z 干涉儀 43A, 43B 的間隔量。又，移動鏡 41 係由具有將長方形與等角梯形一體化之六角形截面形狀的構件構成。對移動鏡 41 -Y 側之面施以鏡面加工，形成有三個反射面 41b, 41a, 41c。

【0083】 反射面 41a，係構成移動鏡 41 之 -Y 側端面，與 XZ 平面成平行且延伸於 X 軸方向。反射面 41b，係構成與反射面 41a 之 +Z 側相鄰的面，與相對 XZ 平面繞圖 4(B)之順時針方向傾斜既定角度的面平行且延伸於 X 軸方向。反射面 41c，係構成與反射面 41a 之 -Z 側相鄰的面，係設置成隔著反射面 41a 與反射面 41b 對稱。

【0084】 綜合圖 1 及圖 2 可知，Z 干涉儀 43A, 43B，係於 Y 干涉儀 16 之 X 軸方向一側與另一側分離大致同一距離，且分別配置成略低於 Y 干

涉儀 16 的位置。

【0085】 如圖 1 所示，從 Z 干涉儀 43A, 43B 分別向反射面 41b 投射沿 Y 軸方向之測距光束 B1，且向反射面 41c(參照圖 4(B))投射沿 Y 軸方向之測距光束 B2。本實施形態中，具有與被反射面 41b 反射之測距光束 B1 正交之反射面的固定鏡 47A、以及具有與被反射面 41c 反射之測距光束 B2 正交之反射面的固定鏡 47B，係在從移動鏡 41 往 -Y 方向分離既定距離的位置，在不干涉於測距光束 B1, B2 之狀態下分別延伸設置於 X 軸方向。

【0086】 固定鏡 47A, 47B，係被支撐於設在用以支撐例如投影單元 PU 之框架(未圖示)的同一支撐體(未圖示)。此外，固定鏡 47A, 47B，亦可設於前述測量框架等。又，本實施形態中，雖設置具有三個反射面 41b, 41a, 41c 的移動鏡 41、以及固定鏡 47A, 47B，但並不限於此，例如可將具有 45 度斜面的移動鏡設於載台本體 91 側面，並將固定鏡配置於晶圓載台 WST 上方。此時，只要將固定鏡設於前述支撐體或測量框架等即可。

【0087】 如圖 2 所示，Y 干涉儀 16，係從平行於 Y 軸(通過投影光學系統 PL 之投影中心(光軸 AX, 參照圖 1))之直線沿於 -X 側，+X 側分離同一距離的 Y 軸方向測距軸，將測距光束 B4<sub>1</sub>, B4<sub>2</sub> 投射於晶圓台 WTB 之反射面 17a，再接收各自之反射光，藉此來檢測晶圓台 WTB 之測距光束 B4<sub>1</sub>, B4<sub>2</sub> 之照射點中的 Y 軸方向位置(Y 位置)。此外，圖 1 中僅代表性地將測距光束 B4<sub>1</sub>, B4<sub>2</sub> 圖示為測距光束 B4。

【0088】 又，Y 干涉儀 16，係於測距光束 B4<sub>1</sub>, B4<sub>2</sub> 之間在 Z 軸方向隔開既定間隔，沿 Y 軸方向測距軸將測距光束 B3 投射向反射面 41a，再接收被反射面 41a 反射的測距光束 B3，藉此來檢測移動鏡 41 之反射面 41a(亦即

晶圓載台 WST)的 Y 位置。

【0089】 主控制裝置 20，係根據 Y 干涉儀 16 之與測距光束  $B_{41}$ ,  $B_{42}$  對應的測距軸之測量值平均值，算出反射面 17a、亦即晶圓台 WTB(晶圓載台 WST)的 Y 位置(更正確而言為 Y 軸方向之移位  $\Delta Y$ )。又，主控制裝置 20 係從與測距光束  $B_{41}$ ,  $B_{42}$  對應的測距軸之測量值差，算出晶圓台 WTB 在繞 Z 軸之旋轉方向( $\theta_z$ )的移位(偏搖量)  $\Delta \theta_z^{(y)}$ 。又，主控制裝置 20，係根據反射面 17a 及在反射面 41a 之 Y 位置(Y 軸方向之移位  $\Delta Y$ )，算出晶圓載台 WST 在  $\theta_x$  方向的移位(偏搖量)  $\Delta \theta_x$ 。

【0090】 又，如圖 2 所示，X 干涉儀 126，係沿在 X 軸方向之直線 LH(通過投影光學系統 PL 之光軸)相距同一距離之雙軸測距軸，將測距光束  $B_{51}$ ,  $B_{52}$  投射於晶圓台 WTB，主控制裝置 20，係根據與測距光束  $B_{51}$ ,  $B_{52}$  對應的測距軸之測量值，算出晶圓台 WTB 在 X 軸方向的位置(X 位置，更正確而言為 X 軸方向之移位  $\Delta X$ )。又，主控制裝置 20 係從與測距光束  $B_{51}$ ,  $B_{52}$  對應的測距軸之測量值差，算出晶圓台 WTB 在  $\theta_z$  方向的移位(偏搖量)  $\Delta \theta_z^{(x)}$ 。此外，從 X 干涉儀 126 獲得之  $\Delta \theta_z^{(x)}$  與從 Y 干涉儀 16 獲得之  $\Delta \theta_z^{(y)}$  彼此相等，代表晶圓台 WTB 往  $\theta_z$  方向的移位(偏搖量)  $\Delta \theta_z$ 。

【0091】 又，如圖 2 之虛線所示，從 X 干涉儀 128 沿平行於 X 軸之測距軸射出測距光束 B7。此 X 干涉儀 128，實際上係沿連結後述卸載位置 UP 與裝載位置 LP(參照圖 3)之 X 軸的平行測距軸，將測距光束 B7 投射於位在卸載位置 UP 與裝載位置 LP 附近位置之晶圓台 WTB 的反射面 17b。又，如圖 2 所示，來自 X 干涉儀 127 之測距光束 B6 係投射至晶圓台 WTB 的反

射面 17b。實際上，測距光束 B6 係沿通過對準系統 AL1 檢測中心之 X 軸的平行測距軸，投射至晶圓台 WTB 的反射面 17b。

【0092】 主控制裝置 20，亦可從 X 干涉儀 127 之測距光束 B6 之測量值、以及 X 干涉儀 128 之測距光束 B7 之測量值，求出晶圓台 WTB 在 X 軸方向的移位  $\Delta X$ 。不過，三個 X 干涉儀 126, 127, 128 之配置係在 Y 軸方向不同，X 干涉儀 126 係使用於進行圖 18 所示之曝光時，X 干涉儀 127 係使用於進行圖 25 等所示之晶圓對準時，X 干涉儀 128 係使用於進行圖 22 及圖 23 所示之晶圓裝載時、及圖 21 所示之卸載時。

【0093】 又，從 Z 干涉儀 43A, 43B 分別投射沿 Y 軸之測距光束 B1, B2 向移動鏡 41。此等測距光束 B1, B2，係分別以既定入射角(設為  $\theta/2$ )射入移動鏡 41 之反射面 41b, 41c。又，測距光束 B1, B2，係分別在反射面 41b, 41c 反射，而呈垂直射入固定鏡 47A, 47B 的反射面。接著，在固定鏡 47A, 47B 之反射面反射之測距光束 B1, B2，再度分別在反射面 41b, 41c 反射(反向回至射入時之光路)而以 Z 干涉儀 43A, 43B 接收光。

【0094】 此處，若將晶圓載台 WST(亦即移動鏡 41)往 Y 軸方向之移位設為  $\Delta Y_0$ ，將往 Z 軸方向之移位設為  $\Delta Z_0$ ，則以 Z 干涉儀 43A, 43B 接收光之測距光束 B1 的光路長變化  $\Delta L1$  及測距光束 B2 的光路長變化  $\Delta L2$ ，可分別以下式(1), (2)表示。

【0095】

$$\Delta L1 = \Delta Y_0 \times (1 + \cos \theta) - \Delta Z_0 \times \sin \theta \quad \cdots(1)$$

$$\Delta L2 = \Delta Y_0 \times (1 + \cos \theta) + \Delta Z_0 \times \sin \theta \quad \cdots(2)$$

因此，從式(1), (2)， $\Delta Y_0$  及  $\Delta Z_0$  可由下式(3), (4)求出。

【0096】

$$\Delta Z_o = (\Delta L_2 - \Delta L_1) / 2 \sin \theta \quad \dots(3)$$

$$\Delta Y_o = (\Delta L_1 + \Delta L_2) / \{2(1 + \cos \theta)\} \quad \dots(4)$$

【0097】 上述之移位  $\Delta Z_o$ 、 $\Delta Y_o$ ，係分別以 Z 干涉儀 43A, 43B 求出。因此，將以 Z 干涉儀 43A 求出之移位設為  $\Delta Z_oR$ ， $\Delta Y_oR$ ，將以 Z 干涉儀 43B 求出之移位設為  $\Delta Z_oL$ ， $\Delta Y_oL$ 。接著，將 Z 干涉儀 43A, 43B 分別投射之測距光束 B1, B2 在 X 軸方向分離的距離設為 D(參照圖 2)。在上述前提之下，移動鏡 41(亦即晶圓載台 WST)往  $\theta_z$  方向之移位(偏搖量)  $\Delta \theta_z$ 、以及移動鏡 41(亦即晶圓載台 WST)往  $\theta_y$  方向之移位(偏搖量)  $\Delta \theta_y$  可由下式(5), (6) 求出。

【0098】

$$\Delta \theta_z = (\Delta Y_oR - \Delta Y_oL) / D \quad \dots(5)$$

$$\Delta \theta_y = (\Delta Z_oL - \Delta Z_oR) / D \quad \dots(6)$$

承上所述，主控制裝置 20 可藉由使用上述式(3)~式(6)，根據 Z 干涉儀 43A, 43B 的測量結果，算出晶圓載台 WST 在四自由度的移位  $\Delta Z_o$ 、 $\Delta Y_o$ 、 $\Delta \theta_z$ 、 $\Delta \theta_y$ 。

【0099】 如上所述，主控制裝置 20，可從干涉儀系統 118 之測量結果，算出晶圓載台 WST 在六自由度方向(Z, X, Y,  $\Delta \theta_z$ ,  $\Delta \theta_x$ ,  $\Delta \theta_y$  方向)的移位。此外，本實施形態中，干涉儀系統 118 雖能測量晶圓載台 WST 在六自由度方向之位置資訊，但測量方向不限於六自由度方向，亦可係五自由度以下之方向。

【0100】 此外，本實施形態中，雖說明了晶圓載台 WST(91, WTB)係



可在六自由度移動之單一載台，但並不限於此，亦可使晶圓載台 WST 構成為包含可在 XY 面內移動自如之載台本體 91，以及搭載於該載台本體 91 上、能相對載台本體 91 相對微幅驅動於至少 Z 軸方向、 $\theta_x$  方向、以及  $\theta_y$  方向的晶圓台 WTB。此時，前述之移動鏡 41 係設於晶圓台 WTB。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 17a，反射面 17b。

【0101】 不過，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  $\theta_z$  方向之旋轉資訊的三自由度方向的位置資訊)，主要係藉由後述編碼器系統來測量，干涉儀 16, 126, 127 之測量值係輔助性地用於修正(校正)該編碼器系統之測量值長期性變動(例如因標尺隨時間之變化等所造成)、以及編碼器之輸出異常發生時之備用等。此外，本實施形態中，晶圓載台 WST 之六自由度方向的位置資訊中、包含 X 軸方向、Y 軸方向、以及  $\theta_z$  方向之三自由度方向的位置資訊，係由後述編碼器系統來測量，剩下之三自由度方向、亦即 Z 軸方向、 $\theta_x$  方向、以及  $\theta_y$  方向的位置資訊，則藉由後述之具有複數個 Z 感測器的測量系統來測量。此處，剩下之三自由度方向，亦可藉由測量系統與干涉儀系統 18 兩者來測量。例如可藉由測量系統測量在 Z 軸方向及  $\theta_y$  方向的位置資訊，藉由干涉儀系統 118 測量在  $\theta_x$  方向的位置資訊。

【0102】 此外，干涉儀系統 118 之至少一部分(例如光學系統等)，雖可設於用以保持投影單元 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，但本實施形態中係設於前述測量框架。

【0103】 前述測量載台 MST，包含前述載台本體 92 與裝載於該載台本體 92 上之測量台 MTB。測量台 MTB 亦透過未圖示之 Z 調平機構裝載於

載台本體 92 上。然而並不限於此，亦可採用可將測量台 MTB 相對載台本體 92 微動於 X 軸方向、Y 軸方向及  $\theta_z$  方向之所謂粗微動構造的測量載台 MST，或將測量載台 MST 固定於載台本體 92，並使包含該測量台 MTB 與載台本體 92 之測量載台 MST 整體構成為可驅動於六自由度方向。

【0104】 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 5(A)所示，係採用具有針孔狀受光部來在投影光學系統 PL 之像面上接收照明光 IL 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、以及例如國際公開第 03/065428 號小冊子等所揭示的夏克-哈特曼(Shack-Hartman)方式之波面像差測量器 98 等。波面像差感測器 98，例如能使用國際公開第 99/60361 號小冊子(對應歐洲專利第 1,079,223 號)所揭示者。

【0105】 照度不均感測器 94，例如能使用與日本特開昭 57-117238 號公報(對應美國專利第 4,465,368 號說明書)等所揭示者相同之構造。又，空間像測量器 96，例如能使用與日本特開 2002-14005 號公報(對應美國專利申請公開第 2002/0041377 號說明書)等所揭示者相同之構造。此外，本實施形態中雖將三個測量用構件(94, 96, 98)設於測量載台 MST，但測量用構件之種類、及/或數量等並不限於此。測量用構件，例如可使用用以測量投影光學系統 PL 之透射率的透射率測量器、及/或能採用用以觀察前述局部液浸裝置 8、例如嘴單元 32(或前端透鏡 191)等的測量器等。再者，亦可將與測量用構件相異之構件、例如用以清潔嘴單元 32、前端透鏡 191 等的清潔構件等裝載於測量載台 MST。

【0106】 本實施形態中，參照圖 5(A)可知，使用頻率高之感測器類、

照度不均感測器 94 及空間像測量器 96 等，係配置於測量載台 MST 之中心線 CL(通過中心之 Y 軸)上。因此，本實施形態中，使用此等感測器類之測量，並非係以使測量載台 MST 移動於 X 軸方向之方式來進行，而係僅以使其移動於 Y 軸方向之方式來進行。

【0107】 除了上述感測器以外，尚能採用例如日本特開平 11-16816 號公報(對應美國專利申請公開第 2002/0061469 號說明書)等所揭示之照度監測器(具有在投影光學系統 PL 之像面上接收照明光 IL 之既定面積的受光部)，此照度監測器最好亦配置於中心線上。

【0108】 此外，本實施形態中，對應所進行之藉由透過投影光學系統 PL 與液體(水)L<sub>q</sub> 之曝光用光(照明光)IL 來使晶圓 W 曝光的液浸曝光，使用照明光 IL 之測量所使用的上述照度不均感測器 94(以及照度監測器)、空間像測量器 96、以及波面像差感測器 98，即係透過投影光學系統 PL 及水來接收照明光 IL。又，各感測器，例如亦可僅有光學系統等之一部分裝載於測量台 MTB(及載台本體 92)，或亦可將感測器整體配置於測量台 MTB(及載台本體 92)。

【0109】 如圖 5(B)所示，於測量載台 MST 之載台本體 92 之一 Y 側端面固定有框狀安裝構件 42。又，於載台本體 92 之一 Y 側端面，安裝構件 42 開口內部之在 X 軸方向之中心位置附近，係以能與前述一對送光系統 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來構成。由圖 4(B)及圖 5(B)、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 6)。

【0110】 於前述安裝構件 42 上，沿 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」)。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。

【0111】 由於 CD 桿 46 為標準器(測量基準)，因此其材料係採用低熱膨脹率之光學玻璃陶瓷、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 5(A)所示分別形成有以 Y 軸方向為周期方向的基準格子(例如繞射格子)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 彼此配置成對稱。

【0112】 又，於該 CD 桿 46 上面以圖 5(A)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 軸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一次對準系統、二次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。

【0113】 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(參照圖 2 及圖 5(A))。干涉儀系統 118(參照圖 6)之 Y 干涉儀 18 及 X 干涉儀 130(圖 1 中 X 干涉儀 130 並未圖示, 參照圖 2), 係如圖 2 所示分別對此等反射面 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 軸及 Y 軸方向之位置資訊與  $\theta_z$  方向之旋轉資訊), 並將該測量值供應至主控制裝置 120。

【0114】 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 3 所示, 係配置有一次對準系統 AL1, 該一次對準系統 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。此一次(primary)對準系統 AL1, 係透過支撐構件 54 固定於未圖示主框架之下面。隔著此一次對準系統 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 配置成大致對稱之二次(secondary)對準系統 AL2<sub>1</sub>, AL2<sub>2</sub> 與 AL2<sub>3</sub>, AL2<sub>4</sub>。亦即, 五個對準系統 AL1, AL2<sub>1</sub>~AL2<sub>4</sub> 之檢測中心, 係在 X 軸方向配置於相異位置, 亦即沿 X 軸方向配置。

【0115】 各二次對準系統 AL2<sub>n</sub>(n=1~4), 如代表顯示之對準系統 AL2<sub>4</sub> 般, 係固定於能以旋轉中心 O 為中心往圖 3 中之順時針及逆時針方向旋轉既定角度範圍的臂 56<sub>n</sub>(n=1~4)前端(旋動端)。本實施形態中, 各二次對準系統 AL2<sub>n</sub> 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用以保持投影單元 PU 的主框架。二次對準系統  $AL2_1$ ,  $AL2_2$ ,  $AL2_3$ ,  $AL2_4$  能藉由分別以旋轉中心 O 旋動來調整 X 位置。亦即，二次對準系統  $AL2_1$ ,  $AL2_2$ ,  $AL2_3$ ,  $AL2_4$  之檢測區域(或檢測中心)能獨立移動於 X 軸方向。因此，一次對準系統  $AL1$  及二次對準系統  $AL2_1$ ,  $AL2_2$ ,  $AL2_3$ ,  $AL2_4$  能調整其檢測區域在 X 軸方向的相對位置。此外，本實施形態中，雖藉由臂之旋動來調整二次對準系統  $AL2_1$ ,  $AL2_2$ ,  $AL2_3$ ,  $AL2_4$  的 X 位置，但並不限於此，亦可設置將二次對準系統  $AL2_1$ ,  $AL2_2$ ,  $AL2_3$ ,  $AL2_4$  往復驅動於 X 軸方向的驅動機構。又，二次對準系統  $AL2_1$ ,  $AL2_2$ ,  $AL2_3$ ,  $AL2_4$  之至少一個亦可不僅可移動於 X 軸方向而亦可移動於 Y 軸方向。此外，由於各二次對準系統  $AL2_n$  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。此感測器可僅測量二次對準系統  $AL2_n$  在 X 軸方向的位置資訊，亦能使其可測量其他方向例如 Y 軸方向及／或旋轉方向(包含  $\theta_x$  及  $\theta_y$  方向的至少一方)的位置資訊。

【0116】 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  $60_n$  ( $n=1\sim 4$ ，圖 3 中未圖示，參照圖 6)，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  $56_n$  吸附固定於未圖示主框架。藉此，即可維持各臂  $56_n$  之旋轉角度後的狀態，亦即維持相對一次對準系統  $AL1$  之 4 個二次對準系統  $AL2_1\sim AL2_4$  的所欲位置關係。

【0117】 此外，與主框架之臂  $56_n$  對向的部分只要係磁性體，亦可代

替真空墊 58 採用電磁石。

【0118】 本實施形態之一次對準系統 AL1 及 4 個二次對準系統 AL2<sub>1</sub> ~ AL2<sub>4</sub>，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。來自一次對準系統 AL1 及 4 個二次對準系統 AL2<sub>1</sub> ~ AL2<sub>4</sub> 各自之攝影訊號，係供應至圖 6 的主控制裝置 20。

【0119】 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，本實施形態中雖設置了五個對準系統 AL1, AL2<sub>1</sub> ~ AL2<sub>4</sub>，但其數目並不限於五個，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。再者，五個對準系統 AL1, AL2<sub>1</sub> ~ AL2<sub>4</sub>，雖係透過支撐構件 54 固定於用以保持投影單元 PU 的主框架下面，但並不限於此，亦可設於例如前述測量框架。又，對準系統 AL1, AL2<sub>1</sub> ~ AL2<sub>4</sub>，由於係檢測晶圓 W 之對準標記、以及 CD 桿 46 之基準標記，因此在本實施形態中亦單稱為標記檢測系統。

【0120】 本實施形態之曝光裝置 100，如圖 3 所示，係以從四方圍繞前述嘴單元 32 周圍的狀態配置有編碼器系統之四個讀頭單元 62A ~ 62D。

此等讀頭單元 62A~62D，雖在圖 3 等中爲了避免圖式過於複雜而予以省略，但實際上係透過支撐構件以懸吊狀態固定於用以保持前述投影單元 PU 的主框架。此外，讀頭單元 62A~62D 在例如投影單元 PU 爲懸吊支撐的情形下，亦可與投影 PU 懸吊支撐成一體，或設於前述測量框架。

【0121】 讀頭單元 62A, 62C，係於投影單元 PU 之 +X 側、-X 側，分別以 X 軸方向為長邊方向且相對投影光學系統 PL 之光軸 AX 配置成從光軸 AX 大致相隔同一距離。又，讀頭單元 62B, 62D，係於投影單元 PU 之 +Y 側、-Y 側，分別以 Y 軸方向為長邊方向且相對投影光學系統 PL 之光軸 AX 配置成從光軸 AX 大致相隔同一距離。

【0122】 如圖 3 所示，讀頭單元 62A, 62C，具備複數個(此處為六個)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。讀頭單元 62A，係構成使用前述 Y 標尺 39Y<sub>1</sub> 來測量晶圓載台 WST(晶圓台 WTB)在 Y 軸方向之位置(Y 位置)之多眼(此處為六眼)的 Y 線性編碼器(以下適當簡稱為「Y 編碼器」或「編碼器」)70A(參照圖 6)。同樣地，讀頭單元 62C，係構成使用前述 Y 標尺 39Y<sub>2</sub> 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 編碼器 70C(參照圖 6)。此處，讀頭單元 62A, 62C 所具備之相鄰 Y 讀頭 64(亦即測量光束)的間隔，係設定成較前述 Y 標尺 39Y<sub>1</sub>, 39Y<sub>2</sub> 在 X 軸方向的寬度(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，爲了儘可能配置於投影光學系統 PL 之光軸，係固定於投影光學系統 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)。



【0123】 如圖 3 所示，讀頭單元 62B，具備複數個(此處為七個)以既定間隔配置於上述直線 LV 上的 X 讀頭 66。又，讀頭單元 62D，具備複數個(此處為十一個(不過，圖 3 之十一個中與一次對準系統 AL1 重疊之三個係未圖示))以既定間隔配置於上述直線 LV 上的 X 讀頭 66。讀頭單元 62B，係構成使用前述 X 標尺 39X<sub>1</sub> 來測量晶圓載台 WST(晶圓台 WTB)在 X 軸方向之位置(X 位置)之多眼(此處為七眼)的 X 線性編碼器(以下適當簡稱為「X 編碼器」或「編碼器」)70B(參照圖 6)。又，讀頭單元 62D，係構成使用前述 X 標尺 39X<sub>2</sub> 來測量晶圓載台 WST(晶圓台 WTB)之 X 位置之多眼(此處為十一眼)的 X 編碼器 70D(參照圖 6)。又，本實施形態中，例如在進行後述對準時等讀頭單元 62D 所具備之十一個 X 讀頭 66 中之兩個讀頭 66，有時會同時對向於 X 標尺 39X<sub>1</sub>，X 標尺 39X<sub>2</sub>。此時，係藉由 X 標尺 39X<sub>1</sub> 與對向於此之 X 讀頭 66 來構成 X 線性編碼器 70B，並藉由 X 標尺 39X<sub>2</sub> 與對向於此之 X 讀頭 66 來構成 X 線性編碼器 70D。

【0124】 此處，十一個 X 讀頭 66 中之一部分、此處為三個 X 讀頭，係安裝於一次對準系統 AL1 之支撐構件 54 下面側。又，讀頭單元 62B, 62D 各自具備之相鄰 X 讀頭 66(測量光束)的間隔，係設定成較前述 X 標尺 39X<sub>1</sub>, 39X<sub>2</sub> 在 Y 軸方向的寬度(更正確而言為格子線 37 之長度)窄。又，讀頭單元 62B, 62D 各自具備之複數個 X 讀頭 66 中位於最內側之 X 讀頭 66，為了儘可能配置於投影光學系統 PL 之光軸，係固定於投影光學系統 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)。

【0125】 再者，於二次對準系統 AL2<sub>1</sub> 之 -X 側、二次對準系統 AL2<sub>4</sub> 之 +Y 側，分別設有在平行於 X 軸之直線(通過一次對準系統 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  $64y_1, 64y_2$ 。Y 讀頭  $64y_1, 64y_2$  之間隔，係設定成大致與前述距離 L 相等。Y 讀頭  $64y_1, 64y_2$ ，在晶圓載台 WST 上之晶圓 W 中心位於上述直線 LV 上之圖 3 所示的狀態下，係分別與 Y 標尺  $39Y_2, 39Y_1$  對向。在進行後述之對準動作時，Y 標尺  $39Y_2, 39Y_1$  係分別與 Y 讀頭  $64y_1, 64y_2$  對向配置，藉由該 Y 讀頭  $64y_1, 64y_2$  (亦即藉由此等 Y 讀頭  $64y_1, 64y_2$  構成之 Y 編碼器 70C, 70A) 來測量晶圓載台 WST 的 Y 位置(及  $\theta_z$  旋轉)。

【0126】 又，本實施形態中，在進行二次對準系統之後述基線測量時，CD 桿 46 之一對基準格子 52 與 Y 讀頭  $64y_1, 64y_2$  係分別對向，藉由與 Y 讀頭  $64y_1, 64y_2$  對向之基準格子 52，以各自之基準格子 52 的位置來測量 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  $64y_1, 64y_2$  所構成之編碼器稱為 Y 軸線性編碼器 70E, 70F(參照圖 6)。

【0127】 上述六個線性編碼器 70A~70E，係例如以 0.1nm 左右的分解能力測量晶圓載台 WST 各自之測量方向的位置資訊，而該等之測量值(測量資訊)係供應至主控制裝置 20，主控制裝置 20 即根據線性編碼器 70A~70D 之測量值控制晶圓台 WTB 在 XY 平面內的位置，並根據編碼器 70E, 70F 之測量值控制 CD 桿 46 在  $\theta_z$  方向之旋轉。此外，線性編碼器之構成等，留待後述。

【0128】 本實施形態之曝光裝置 100，設有用以測量晶圓 W 在 Z 軸方向之位置資訊的位置測量裝置。如圖 3 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(參照圖 8)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

射方式的多點焦點位置檢測系統(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。

【0129】 雖省略圖示，此多點 AF 系統(90a, 90b)之複數個檢測點，係在被檢測面上沿 X 軸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 3 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 軸方向的細長檢測區域(光束區域)AF。此檢測區域 AF，由於其 X 軸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 軸方向掃描晶圓 W 一次，即能測量晶圓 W 之大致全面之 Z 軸方向位置資訊(面位置資訊)。又，該檢測區域 AF，由於係於 Y 軸方向，配置於前述液浸區域 14(曝光區域 IA)與對準系統(AL1, AL2<sub>1</sub>, AL2<sub>2</sub>, AL2<sub>3</sub>, AL2<sub>4</sub>)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。

【0130】 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，最好係在不同行之間使檢測點在 X 軸方向之位置亦相異。再者，雖複數個檢測點係沿 X 軸方向配置，但並不限於此，例如亦可沿與 X 軸及 Y 軸兩方交叉之方向配置複數個檢測點。亦即，複數個檢測點只要至少在 X 軸方向位置相異即可。又，雖在本實施形態中係對複數個檢測點照射檢測光束，但例如亦可對檢

測區域 AF 全區照射檢測光束。再者，檢測區域 AF 在 X 軸方向之長度亦可不與晶圓 W 之直徑為相同程度。

【0131】 本實施形態中，係在多點 AF 系統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 固定於未圖示主框架之下面。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)，其係對晶圓台 WTB 上方照射光，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 軸方向的位置資訊。此外，Z 感測器 72a~72d 亦可設於前述測量框架等。

【0132】 再者，前述讀頭單元 62C，具備隔著 X 軸方向之直線 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 軸方向交互配置。各 Z 感測器  $74_{i,j}$ ，例如係使用與前述 Z 感測器 72a~72d 相同之光拾取方式之感測器。

【0133】 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 軸方向平行的直線上。

【0134】 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 72c, 72d 相同之 Y 軸方向的直線上。此外，Z 感測器  $76_{i,j}, 76_{p,q}$ ，例如設於前述主框架或測量框架。又，本實施形態中，具有 Z 感測器 72a~72d、 $74_{i,j}, 74_{p,q}$  的測量系統，係藉由與前述標尺對向之一個或複數個 Z 感測器測量晶圓載台 WST 在 Z 軸方向的位置資訊。因此，曝光動作中，係依據晶圓載台 WST 之移動切換用於位置測量之 Z 感測器  $74_{i,j}, 76_{p,q}$ 。進一步地，在曝光動作中，Y 標尺  $39Y_1$  係至少與一個 Z 感測器  $76_{p,q}$  對向，且 Y 標尺  $39Y_2$  係至少與一個 Z 感測器  $74_{i,j}$  對向。因此，測量系統不僅能測量晶圓載台 WST 在 Z 軸方向的位置資訊，亦能測量在  $\theta_y$  方向的位置資訊(橫搖)。又，本實施形態中，雖測量系統之各 Z 感測器係測量標尺之格子面(繞射格子的形成面)，但亦可測量與格子面不同之面，例如覆蓋格子面之罩玻璃的一面。

【0135】 此外，圖 3 中係省略測量載台 MST 之圖示，以保持於該測量載台 MST 與前端透鏡 191 之間之水  $L_q$  而形成的液浸區域係由符號 14 表示。又，該圖 3 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 3 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。

【0136】 圖 6，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。於連接於此主控制裝置 20 之外部記憶裝置之記憶體 34 儲存有後述修正資訊。此外，圖 6 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。

【0137】 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 7(A)及圖 7(B)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，屬於讀頭單元 62B, 62D 之合計 18 個 X 讀頭中之至少一個 X 讀頭 66 必定會對向於 X 標尺 39X<sub>1</sub>, 39X<sub>2</sub>中之至少一方，且分別屬於讀頭單元 62A, 62C 之至少各 1 個 Y 讀頭中之至少一個 Y 讀頭 64、或 Y 讀頭 64y<sub>1</sub>, 64y<sub>2</sub>必定會對向於 Y 標尺 39Y<sub>1</sub>, 39Y<sub>2</sub>。亦即，對應之讀頭至少會有各一個與四個標尺中之至少三個對向。

【0138】 此外，圖 7(A)及圖 7(B)中，與相對應之 X 標尺或 Y 標尺對向的讀頭係以圓圈框住表示。

【0139】 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, 70C、以及編碼器 70B 及 70D 之至少一方之至少合計三個編碼器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  $\theta_z$  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，較干涉儀好上許多。

【0140】 又，當如圖 7(A)中白色箭頭所示將晶圓載台 WST 驅動於 X 軸方向時，用以測量該晶圓載台 WST 在 Y 軸方向之位置的 Y 讀頭 64，係如該圖中之箭頭  $e_1, e_2$  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  $39Y_1, 39Y_2$  在 X 軸方向的寬度窄。

【0141】 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  $39X_1, 39X_2$  在 Y 軸方向的寬度窄，因此與上述同樣地，當如圖 7(B)中白色箭頭所示將晶圓載台 WST 驅動於 Y 軸方向時，用以測量該晶圓載台 WST 在 X 軸方向之位置的 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被接續。

【0142】 其次，針對編碼器 70A~70F 之構成等，以放大顯示於圖 8(A)之 Y 編碼器 70A 為代表進行說明。此圖 8(A)中，係顯示用以將檢測光(測量光束)照射於 Y 標尺  $39Y_1$  之讀頭單元 62A 的一個 Y 讀頭 64。

【0143】 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。

【0144】 照射系統 64a，包含將雷射光束 LB 沿相對 Y 軸及 Z 軸成  $45^\circ$  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 之光路上的收斂透鏡 L1。

【0145】 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。

【0146】 受光系統 64c 包含偏光件(測光件)及光檢測器等。

【0147】 該 Y 編碼器 70A 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，使其偏振光被分離成兩個光束 LB<sub>1</sub>, LB<sub>2</sub>。透射過偏振分光器 PBS 之光束 LB<sub>1</sub>，透過反射鏡 R1a 到達形成於 Y 標尺 39Y<sub>1</sub> 之反射型繞射格子 RG，在偏振分光器 PBS 反射之光束 LB<sub>2</sub> 則透過反射鏡 R1b 到達反射型繞射格子 RG。此外，此處之「偏振光分離」，係指將入射光束分離成 P 偏光成分與 S 偏光成分。

【0148】 藉由光束 LB<sub>1</sub>, LB<sub>2</sub> 之照射而從繞射格子 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  $\lambda/4$  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。

【0149】 到達偏振分光器 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，先透射過偏振分光器 PBS 之光束 LB<sub>1</sub> 的一次繞射光束，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 LB<sub>2</sub> 的一次繞射光束，則透射過偏振分光器 PBS 後與光束 LB<sub>1</sub> 合成為同軸而射入受光系統 64c。

【0150】 接著，上述兩個一次繞射光束，係在受光系統 64c 內部被測光件整合其偏光方向，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。

【0151】 從上述說明可知，Y 編碼器 70A，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 39Y<sub>1</sub>(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 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。

【0152】 另一方面，當晶圓載台 WST 往與 Y 軸方向不同之方向移動，而在讀頭 64 與 Y 標尺 39Y<sub>1</sub>之間往欲測量之方向以外的方向進行相對運動(非測量方向之相對運動)時，大部分的情形下，會因此而使 Y 編碼器 70A 產生測量誤差。以下，說明此測量誤差產生之情形。

【0153】 首先，導出兩個返回光束 LB<sub>1</sub>, LB<sub>2</sub>所合成之干涉光的強度、以及 Y 標尺 39Y<sub>2</sub>(反射型繞射格子 RG)之移位(與 Y 讀頭 64 之相對移位)的關係。

【0154】 圖 8(B)中，以反射鏡 R1a 反射之返回光束 LB<sub>1</sub>，係以角度  $\theta_{a0}$  射入反射型繞射格子 RG，而在  $\theta_{a1}$  產生  $n_a$  次繞射光。接著，被反射鏡 R2a 反射而沿返路的返回光束，即以角度  $\theta_{a1}$  射入反射型繞射格子 RG。接著再度產生繞射光。此處，在  $\theta_{a0}$  產生而沿原來光路射向反射鏡 R1a 的繞射光，係與在返路產生之繞射光相同次數的  $n_a$  次繞射光。

【0155】 另一方面，以反射鏡 R1b 反射之返回光束 LB<sub>2</sub>，係以角度  $\theta_{b0}$  射入反射型繞射格子 RG，而在  $\theta_{b1}$  產生  $n_b$  次繞射光。此繞射光，係在反射鏡 R2b 反射而沿相同光路返回至反射鏡 R1b。

【0156】 此情形下，兩個返回光束  $LB_1, LB_2$  所合成之干涉光的強度  $I$ ，係與光檢測器之受光位置的兩個返回光束  $LB_1, LB_2$  間之相位的差(相位差)  $\varphi$ ，依存於  $I \propto 1 + \cos \varphi$  的關係。不過，兩個光束之強度  $LB_1, LB_2$  彼此相等。

【0157】 此處，相位差  $\varphi$  之詳細導出方法雖省略，但理論上能以下式(7)求出。

【0158】

$$\varphi = K \Delta L + 4 \pi (n_b - n_a) \Delta Y / p \\ + 2K \Delta Z (\cos \theta_{b1} + \cos \theta_{b0} - \cos \theta_{a1} - \cos \theta_{a0}) \cdots \quad (7)$$

此處， $K \Delta L$ ，係起因於兩個光束  $LB_1, LB_2$  之光路差  $\Delta L$  的相位差， $\Delta Y$  係反射型繞射格子 RG 之  $+Y$  方向的移位， $\Delta Z$  係反射型繞射格子 RG 之  $+Z$  方向的移位， $p$  係繞射格子之間距， $n_b - n_a$  係上述各繞射光之繞射次數。

【0159】 此處，編碼器係構成為可滿足光路差  $\Delta L = 0$  及次式(8)所示對稱性。

【0160】

$$\theta_{a0} = \cos \theta_{b0}, \theta_{a1} = \cos \theta_{b1} \quad \cdots (8)$$

此時，由於式(7)之右邊第三項之括弧內為零，同時滿足  $n_b = -n_a (=n)$ ，因此可得到次式(9)。

【0161】

$$\varphi_{\text{sym}}(\Delta Y) = 2 \pi \Delta Y / (p / 4n) \quad \cdots (9)$$

從上述(9)可知，相位差  $\varphi_{\text{sym}}$  係不取決於光之波長。

【0162】 此處，簡單舉出圖 9(A)，圖 9(B)之兩個情形例來考量。首先，圖 9(A)之情形，係讀頭 64 之光軸一致於  $Z$  軸方向(讀頭 64 並未傾斜)。

此處，晶圓載台 WST 已於 Z 軸方向移位( $\Delta Z \neq 0$ ,  $\Delta Y = 0$ )。此時，由於光路差  $\Delta L$  不會變化，因此式(7)右邊之第 1 項不會變化。第 2 項則假定  $\Delta Y = 0$  而為零。接著，第 3 項由於滿足了式(8)之對稱性，因此為零。綜上所述，相位差  $\phi$  不會產生變化，且亦不會產生干涉光之強度變化。其結果，編碼器之測量值(計數值)亦不會變化。

**【0163】** 另一方面，圖 9(B)之情形，係讀頭 64 之光軸相對 Z 軸呈傾斜(讀頭 64 為傾斜)。此狀態下，晶圓載台 WST 已於 Z 軸方向移位( $\Delta Z \neq 0$ ,  $\Delta Y = 0$ )。此時亦同樣地，由於光路差  $\Delta L$  不會變化，因此式(7)右邊之第 1 項不會變化。第 2 項則假定  $\Delta Y = 0$  而為零。不過，由於讀頭傾斜而破壞了式(8)之對稱性，因此第 3 項不為零，而係與 Z 移位  $\Delta Z$  成正比變化。綜上所述，相位差  $\phi$  會產生變化，其結果則使測量值變化。此外，即使讀頭 64 不產生倒塌，例如亦會因讀頭之光學特性(聚焦遠心(telecentricity)等)而破壞式(8)之對稱性，同樣地測量值亦變化。亦即，編碼器系統之測量誤差產生主因之讀頭單元的特性資訊，不僅讀頭之倒塌亦包含其光學特性等。

**【0164】** 又，雖未圖示，在晶圓載台 WST 往垂直於測量方向(Y 軸方向)與光軸方向(Z 軸方向)移位的情形( $\Delta X \neq 0$ ,  $\Delta Y = 0$ ,  $\Delta Z = 0$ )下，繞射格子 RG 之格子線所朝向的方向(長邊方向)僅在與測量方向正交時測量值不會變化，但只要不正交即會以與其角度成正比之增益產生感度。

**【0165】** 其次，考量例如圖 10(A)~圖 10(D)所示的四個情形。首先，圖 10(A)之情形，係讀頭 64 之光軸一致於 Z 軸方向(讀頭 64 並未傾斜)。此狀態下，即使晶圓載台 WST 往 +Z 方向移動而成為圖 10(B)的狀態，由於與先前之圖 9(A)的情形相同，因此編碼器之測量值不會變化。

【0166】 其次，假設在圖 10(B)之狀態下，晶圓載台 WST 繞 X 軸旋轉而成為圖 10(C)所示的狀態。此時，雖讀頭與標尺未相對運動，亦即為  $\Delta X = \Delta Z = 0$ ，但由於會因晶圓載台 WST 之旋轉使光路差  $\Delta L$  產生變化，因此編碼器之測量值會變化。亦即，會因晶圓載台 WST 之傾斜(tilt)使編碼器系統產生測量誤差。

【0167】 其次，假設在圖 10(C)之狀態下，晶圓載台 WST 往下方移動而成為圖 10(D)所示的狀態。此時，由於晶圓載台 WST 不旋轉，因此光路差  $\Delta L$  不會產生變化。然而，由於破壞了式(8)之對稱性，因此透過式(7)之右邊第 3 項可知會因 Z 移位  $\Delta Z$  使相位差  $\phi$  變化。如此，會使編碼器之測量值變化。此外，圖 10(D)之情形之編碼器之測量值，係與圖 10(A)相同的測量值。

【0168】 從發明人等進行模擬後的結果獲知，編碼器之測量值，不僅對測量方向之 Y 軸方向之標尺位置變化，對  $\theta_x$  方向(縱搖)、 $\theta_z$  旋轉(偏搖)之姿勢變化亦具有感度，且在前述對稱性被破壞的情形下，亦取決於 Z 軸方向之位置變化。亦即，上述之理論性的說明與模擬結果一致。

【0169】 因此，本實施形態中，係以下述方式取得修正資訊，該修正資訊係用以修正因往上述非測量方向之讀頭與標尺之相對運動而導致之各編碼器的測量誤差。

【0170】 a.首先，主控制裝置 20，係一邊監測干涉儀系統 118 之 Y 干涉儀 16、X 干涉儀 126 及 Z 干涉儀 43A, 43B 的測量值，一邊透過載台驅動系統 124 驅動晶圓載台 WST，而如圖 11(A)及圖 11(B)所示，使讀頭單元 62A 之最靠 -Y 側之 Y 讀頭 64，對向於晶圓台 WTB 上面之 Y 標尺 39Y<sub>1</sub> 的

任意區域(圖 11(A)中以圓圈框住的區域)AR。

【0171】 b.接著,主控制裝置 20 即根據 Y 干涉儀 16 及 Z 干涉儀 43A, 43B 之測量值驅動晶圓台 WTB(晶圓載台 WST),以使晶圓台 WTB(晶圓載台 WST)之橫搖量  $\theta_y$  及偏搖量  $\theta_z$  均為零且使縱搖量  $\theta_x$  成為所欲之值  $\alpha_0$ (此處為  $\alpha_0 = 200 \mu \text{ rad}$ ),在其驅動後從上述 Y 讀頭 64 將檢測光照射於 Y 標尺 39Y<sub>1</sub> 之區域 AR,並將來自接收其反射光之讀頭 64 之與光電轉換訊號對應之測量值儲存於內部記憶體。

【0172】 c.其次,主控制裝置 20,根據 Y 干涉儀 16 及 Z 干涉儀 43A, 43B 之測量值維持晶圓台 WTB(晶圓載台 WST)之姿勢(縱搖量  $\theta_y = \alpha_0$ , 偏搖量  $\theta_z = 0$ , 橫搖量  $\theta_x = 0$ ),並如圖 11(B)中之箭頭所示,使晶圓台 WTB(晶圓載台 WST)在既定範圍內、例如  $-100 \mu \text{ m} \sim +100 \mu \text{ m}$  的範圍內驅動於 Z 軸方向,在該驅動中從上述讀頭 64 往 Y 標尺 39Y<sub>1</sub> 的區域 AR 照射檢測光,並以既定取樣間隔依序擷取來自接收其反射光之讀頭 64 之與光電轉換訊號對應的測量值,並儲存於內部記憶體。

【0173】 d.其次,主控制裝置 20,即根據 Y 干涉儀 16 之測量值將晶圓台 WTB(晶圓載台 WST)之縱搖量變更成( $\theta_x = \alpha_0 - \Delta \alpha$ )。

【0174】 e.其次,就該變更後之姿勢重複與上述 c.相同的動作。

【0175】 f.其後,交互反覆上述 d.與 e.的動作,而在縱搖量  $\theta_x$  例如  $-200 \mu \text{ rad} < \theta_x < +200 \mu \text{ rad}$  的範圍,以  $\Delta \alpha$  (rad)、例如  $40 \mu \text{ rad}$  的間隔擷取上述 Z 驅動範圍內之讀頭 64 的測量值。

【0176】 g.其次,將經由上述 b.~e.之處理而獲得之內部記憶體內的各資料標記於以橫軸為 Z 位置、縱軸為編碼器測量值之二維座標系統上,

依序連結縱搖量為相同時之標記點，藉由使縱搖量為零之線(中央之橫線)以通過原點的方式，在縱軸方向使橫軸位移，即能得到如圖 12 所示的圖表(用以顯示與晶圓載台之 Z 調平對應之編碼器(讀頭)的測量值變化特性的圖表)。

【0177】 此圖 12 之圖表上各點的縱軸之值，必定是縱搖量  $\theta_x = \alpha$  之編碼器在各 Z 位置的測量誤差。因此，主控制裝置 20 即將此圖 12 之圖表上各點的縱搖量  $\theta_x$ 、Z 位置、編碼器測量誤差作成資料表，並將該資料表作為載台位置起因誤差修正資訊儲存於記憶體 34(參照圖 6)。或者，主控制裝置 20 係將測量誤差設為 Z 位置  $z$ 、縱搖量  $\theta_x$  之函數，以例如最小平方方法算出未定係數以求出其函數，並將該函數作為載台位置起因誤差修正資訊儲存於記憶體 34。

【0178】 h.其次，主控制裝置 20，係一邊監測干涉儀系統 118 之 X 干涉儀 126 的測量值，一邊透過載台驅動系統 124 將晶圓載台 WST 往 -X 方向驅動既定量，而如圖 13 所示，使自讀頭單元 62A 之 -X 側端起第二個 Y 讀頭 64(之前已取得資料之 Y 讀頭 64 旁邊的讀頭)，對向於晶圓台 WTB 上面之 Y 標尺 39Y<sub>i</sub> 的前述區域 AR(圖 13 中以圓圈框住所示的區域)。

【0179】 i.接著，主控制裝置 20 即使該 Y 讀頭 64 進行與上述相同之處理，將該 Y 讀頭 64 與 Y 標尺 39Y<sub>i</sub> 所構成之 Y 編碼器 70A 的修正資訊儲存於記憶體 34。

【0180】 j.其後亦同樣地，分別求出讀頭單元 62A 之其餘各 Y 讀頭 64 與 Y 標尺 39Y<sub>i</sub> 所構成之 Y 編碼器 70A 的修正資訊、讀頭單元 62B 之各 X 讀頭 66 與 X 標尺 39X<sub>i</sub> 所構成之 X 編碼器 70B 的修正資訊、讀頭單元 62C

之各 X 讀頭 64 與 Y 標尺 39Y<sub>2</sub> 所構成之 Y 編碼器 70C 的修正資訊、讀頭單元 62D 之各 X 讀頭 66 與 X 標尺 39X<sub>2</sub> 所構成之 X 編碼器 70D 的修正資訊，並儲存於記憶體 34。

【0181】 此處重要的是，當使用讀頭單元 62B 之各 X 讀頭 66 來進行上述測量時，係與前述同樣地使用 X 標尺 39X<sub>1</sub> 上的同一區域，當使用讀頭單元 62C 之各 Y 讀頭 64 來進行上述測量時，係使用 Y 標尺 39Y<sub>2</sub> 上的同一區域，當使用讀頭單元 62D 之各 Y 讀頭 66 來進行上述測量時，係使用 X 標尺 39X<sub>2</sub> 上的同一區域。其理由在於，只要干涉儀系統 118 之各干涉儀的修正(包含反射面 17a, 17b 及反射面 41a, 41b, 41c 之彎曲修正)結束，任何時候均可根據該等干涉儀之測量值將晶圓載台 WST 之姿勢設定成所欲姿勢，藉由使用各標尺之同一部位，即使標尺面傾斜亦不會受其影響而在各讀頭間產生測量誤差。

【0182】 又，主控制裝置 20，針對 Y 讀頭 64y<sub>1</sub>, 64y<sub>2</sub>，係與上述讀頭單元 62C, 64A 之各 Y 讀頭 64 同樣地，分別使用 Y 標尺 39Y<sub>2</sub>, 39Y<sub>2</sub> 上的同一區域進行上述測量，求出與 Y 標尺 39Y<sub>2</sub> 對向之 Y 讀頭 64y<sub>1</sub>(編碼器 70C)的修正資訊、以及與 Y 標尺 39Y<sub>1</sub> 對向之 Y 讀頭 64y<sub>2</sub>(編碼器 70A)的修正資訊，儲存於記憶體 34。

【0183】 其次，主控制裝置 20，即以與上述使縱搖量變化之情形同樣的順序，將晶圓載台 WST 之縱搖量及橫搖量均維持於零，並將晶圓載台 WST 之偏搖量  $\theta_z$  在  $-200 \mu\text{rad} < \theta_z < +200 \mu\text{rad}$  的範圍依序變化，並在各位置，使晶圓台 WTB(晶圓載台 WST)在既定範圍內、例如  $-100 \mu\text{m} \sim +100 \mu\text{m}$  的範圍內驅動於 Z 軸方向，在該驅動中以既定取樣間隔依序擷取讀

頭 64 之測量值，並儲存於內部記憶體。於所有讀頭 64 或 66 進行上述測量，並以與前述相同之順序，將內部記憶體內的各資料標記於以橫軸為 Z 位置、縱軸為編碼器測量值之二維座標系統上，依序連結偏搖量為相同時之標記點，藉由使偏搖量為零之線(中央之橫線)以通過原點的方式使橫軸位移，即能得到與圖 12 相同的圖表。接著，主控制裝置 20 即將所得到之圖表上各點的偏搖量  $\theta_z$ 、Z 位置、測量誤差作成資料表，並將該資料表作為修正資訊儲存於記憶體 34。或者，主控制裝置 20 係將測量誤差設為 Z 位置  $z$ 、偏搖量  $\theta_z$  之函數，藉由例如最小平方法算出未定係數，以求出其函數，來並將該函數作為修正資訊儲存於記憶體 34。

**【0184】** 此處，當晶圓載台 WST 之縱搖量非為零，且偏搖量非為零時，晶圓載台 WST 在 Z 位置  $z$  時之各編碼器的測量誤差，可考量為在該在 Z 位置  $z$  時與上述縱搖量對應的測量誤差、以及與上述偏搖量對應的測量誤差之單純的和(線形和)。其理由在於，經模擬之結果，可知使偏搖量變化的情形下，測量誤差(計數值(測量值))亦會隨著 Z 位置之變化而於線形變化。

**【0185】** 以下，為簡化說明，對各 Y 編碼器之 Y 讀頭，係求出以次式(10)所示表示測量誤差  $\Delta y$  之晶圓載台 WST 之縱搖量  $\theta_x$ 、偏搖量  $\theta_z$ 、Z 位置  $z$  的函數，並儲存於記憶體 34 內。並對各 X 編碼器之 X 讀頭，係求出以次式(11)所示表示測量誤差  $\Delta x$  之晶圓載台 WST 之橫搖量  $\theta_y$ 、偏搖量  $\theta_z$ 、Z 位置  $z$  的函數，並儲存於記憶體 34 內。

**【0186】**

$$\Delta y = f(z, \theta_x, \theta_z) = \theta_x(z-a) + \theta_z(z-b) \quad \cdots(10)$$

$$\Delta x = g(z, \theta_y, \theta_z) = \theta_y(z-c) + \theta_z(z-d) \quad \cdots(11)$$



上式(10)中，a 係圖 12 之圖表之各直線交叉之點的 Z 座標，b 係為了取得 Y 編碼器之修正資訊而使偏搖量變化時與圖 12 相同圖表的各直線交叉之點的 Z 座標。又，上式(11)中，c 係為了取得 X 編碼器之修正資訊而使橫搖量變化時與圖 12 相同圖表的各直線交叉之點的 Z 座標，d 係為了取得 X 編碼器之修正資訊而使偏搖量變化時與圖 12 相同圖表的各直線交叉之點的 Z 座標。

【0187】 其次，根據圖 14～圖 27 說明本實施形態之曝光裝置 100 中使用晶圓載台 WST 與測量載台 MST 的並行處理動作。以下動作中，係透過主控制裝置 20，以前述方式進行局部液浸裝置 8 之液體供應裝置 5 及液體回收裝置 6 之各閥的開關控制，藉以隨時將水充滿於投影光學系統 PL 之前端透鏡 191 之正下方。以下為了使說明易於理解，省略與液體供應裝置 5 及液體回收裝置 6 之控制相關的說明。又，之後之動作說明雖會利用到多數圖式，但於各圖式中有時會對同一構件賦予符號，有時則不會賦予。亦即各圖式所記載之符號雖相異，但不論該等圖式中有無符號，均為同一構成。此點與截至目前為止之說明中所使用之各圖式亦相同。

【0188】 圖 14，係顯示對晶圓載台 WST 上之晶圓 W(此處係例舉某批量(一批量為 25 片或 50 片)中間的晶圓)進行步進掃描方式之曝光的狀態。此時之測量載台 MST，雖亦可於可避免與晶圓載台 WST 衝撞之退避位置待機，但本實施形態中係與晶圓載台 WST 保持既定距離追隨移動。因此，在曝光結束後，在移行至與晶圓載台 WST 為前述接觸狀態(或接近狀態)時之測量載台 MST 的移動距離，只要與上述既定距離為相同距離即足夠。

【0189】 在此曝光中，藉由主控制裝置 20，根據分別對向於 X 標尺

39X<sub>1</sub>, 39X<sub>2</sub>之圖 14 中以圓圈框住顯示之兩個 X 讀頭 66(X 編碼器 70B, 70D)、以及分別對向於 Y 標尺 39Y<sub>1</sub>, 39Y<sub>2</sub>之圖 18 中以圓圈框住顯示的兩個 Y 讀頭 64(Y 編碼器 70A, 70C)中、至少三個編碼器的測量值，以及干涉儀系統 118 所測量之與晶圓載台 WST 之縱搖量、橫搖量、偏搖量、以及 Z 位置對應之各編碼器的載台位置起因誤差修正資訊(由前述式(10)或式(11)所求出的修正資訊)，以及各標尺之格子間距之修正資訊及格子線之彎曲修正資訊，控制晶圓台 WTB(晶圓載台 WST)在 XY 平面內的位置(包含  $\theta_z$  旋轉)。又，藉由主控制裝置 20，根據分別對向於晶圓台 WTB 表面之 X 軸方向一側與另一側端部(本實施形態中為 Y 標尺 39Y<sub>1</sub>, 39Y<sub>2</sub>)之各一對 Z 感測器 74<sub>1,j</sub>, 74<sub>2,j</sub>, 76<sub>1,q</sub>, 76<sub>2,q</sub>的測量值，來控制晶圓台 WTB 在 Z 軸方向之位置與  $\theta_y$  旋轉(橫搖)及  $\theta_x$  旋轉(縱搖)。此外，晶圓台 WTB 在 Z 軸方向之位置與  $\theta_y$  旋轉(橫搖)係根據 Z 感測器 74<sub>1,j</sub>, 74<sub>2,j</sub>, 76<sub>1,q</sub>, 76<sub>2,q</sub>的測量值來控制， $\theta_x$  旋轉(縱搖)亦可根據 Y 干涉儀 16 之測量值來控制。無論如何，在該曝光中晶圓台 WTB 在 Z 軸方向之位置、 $\theta_y$  旋轉及  $\theta_x$  旋轉之控制(晶圓 W 之聚焦調平控制)，係根據藉由前述多點 AF 系統事前進行之對焦匹配之結果來進行。

【0190】 上述曝光動作，係藉由主控制裝置 20，根據事前進行之晶圓對準(EGA, 加強型全晶圓對準)之結果及對準系統 AL1, AL2<sub>1</sub>~AL2<sub>2</sub> 之最新基線等，反覆進行照射區域間移動動作(使晶圓載台 WST 往用以使晶圓 W 上之各照射區域曝光的掃描開始位置(加速開始位置)移動)與掃描曝光動作(以掃描曝光方式對各照射區域轉印形成於標線片 R 的圖案)，藉此來進行。此外，上述曝光動作，係在將水保持在前端透鏡 191 與晶圓 W 間的狀態下進行。又，依位於圖 18 之 -Y 側之照射區域至位於 +Y 側之照射區域的順

序來進行曝光。此外，EGA 方式，例如揭示於美國專利第 4,780,617 號說明書等。

【0191】 接著，主控制裝置 20，當對晶圓 W 上之最終照射區域進行曝光前，係一邊將 X 干涉儀 130 之測量值維持於一定值，一邊根據 Y 干涉儀 18 之測量值控制載台驅動系統 124，使測量載台 MST(測量台 MTB)移動至圖 15 所示之位置。此時，CD 桿 46(測量台 MTB)之 -Y 側端面與晶圓台 WTB 之 +Y 側端面係接觸。此外，亦可監控例如用以測量各台在 Y 軸方向之位置之干涉儀或編碼器的測量值，使測量台 MTB 與晶圓台 WTB 在 Y 軸方向分離  $300\ \mu\text{m}$  左右，保持非接觸之狀態(接近狀態)。晶圓載台 WST 與測量載台 MST 在晶圓 W 之曝光中設定成圖 15 所示的位置關係後，即以維持此位置關係的方式進行移動。

【0192】 其次，如圖 16 所示，主控制裝置 20 一邊保持晶圓台 WTB 與測量台 MTB 在 Y 軸方向之位置關係，一邊開始將測量載台 MST 驅動於 -Y 方向、將晶圓載台 WST 驅動向卸載位置 UP 的動作。當此動作開始時，在本實施形態中測量載台 MST 僅移動於 -Y 方向，晶圓載台 WST 則移動於 -Y 方向及 -X 方向。

【0193】 如此，當藉由主控制裝置 20 同時驅動晶圓載台 WST、測量載台 MST 時，保持於投影單元 PU 之前端透鏡 191 與晶圓 W 之間的水(圖 16 中所示液浸區域 14 之水)，即隨著晶圓載台 WST 及測量載台 MST 往 -Y 側之移動，而依序照晶圓 W→板體 28→CD 桿 46→測量台 MTB 上之順序移動。此外，在上述移動當中，晶圓台 WTB、測量台 MTB 係保持前述接觸狀態(或接近狀態)。此外，圖 16 中顯示了液浸區域 14 之水從板體 28 移至 CD

桿 46 前一刻的狀態。又，在此圖 16 所示之狀態下，藉由主控制裝置 20，根據三個編碼器 70A, 70B, 70D 的測量值(以及干涉儀系統 118 所測量之與晶圓載台 WST 之縱搖量、橫搖量、偏搖量、以及 Z 位置對應之編碼器 70A, 70B 或 70D 的載台位置起因誤差修正資訊(儲存於記憶體 34 內)，以及各標尺之格子間距之修正資訊及格子線之修正資訊)，控制晶圓台 WTB(晶圓載台 WST)在 XY 平面內的位置(包含  $\theta_z$  旋轉)。

【0194】 當從圖 16 之狀態進一步地將晶圓載台 WST、測量載台 MST 分別往 -Y 方向同時驅動些微距離時，由於 Y 編碼器 70A(70C)即無法測量晶圓載台 WST(晶圓台 WTB)之位置，因此在此之前一刻，主控制裝置 20 即將晶圓載台 WST(晶圓台 WTB)之 Y 位置及  $\theta_z$  旋轉的控制，從基於 Y 編碼器 70A, 70C 之測量值之控制切換成基於 Y 干涉儀 16 及 Z 干涉儀 43A, 43B 之測量值之控制。接著在既定時間後，如圖 17 所示，由於測量載台 MST 即到達進行以既定時距(此處為每次更換晶圓之時距)進行之二次對準系統之基線測量(以下亦適當稱為 Sec-BCHK(時距))的位置。接著，主控制裝置 20 即使測量載台 MST 停止在該位置，且藉由與 X 標尺 39X<sub>1</sub> 對向之圖 17 中以圓圈框住顯示的 X 讀頭 66(X 線性編碼器 70B)來測量晶圓載台 WST 之 X 位置，以 Y 干涉儀 16 及 Z 干涉儀 43A, 43B 測量 Y 軸方向及  $\theta_z$  旋轉等，同時使晶圓載台 WST 進一步往卸載位置 UP 驅動並使其在卸載位置 UP 停止。此外，在圖 17 之狀態下，於測量台 MTB 與前端透鏡 191 之間保持有水。

【0195】 其次，主控制裝置 20 如圖 17 及圖 18 所示，根據前述 Y 軸線性編碼器 70E, 70F(由圖 18 中以圓圈框住所示、分別對向於被測量載台 MST 支撐之 CD 桿上的一對基準格子 52 的 Y 讀頭 64y<sub>1</sub>, 64y<sub>2</sub> 構成)之測量值，

調整 CD 桿 46 之  $\theta_z$  旋轉，且根據用以檢測位於測量台 MTB 之中心線 CL 上或其附近之基準標記 M 的一次對準系統 AL1(由圖 18 中以圓圈框住所示)的測量值，調整 CD 桿 46 之 XY 位置。接著，在此狀態下，主控制裝置 20 即使用四個第 2 對準系統 AL2<sub>1</sub>~AL2<sub>4</sub>，同時測量位於各二次對準系統之視野內之 CD 桿 46 上的基準標記 M，以進行 Sec-BCHK(時距)來分別求出四個第 2 對準系統 AL2<sub>1</sub>~AL2<sub>4</sub>之基線(四個第 2 對準系統相對第 1 對準系統 AL1 的相對位置)。主控制裝置 20，以與此 Sec-BCHK(時距)同時進行之方式，對未圖示卸載臂之驅動系統下達指令以卸載停在卸載位置 UP 之晶圓載台 WST 上的晶圓 W，且在卸載時使上升驅動之上下動銷 CT(圖 17 中未圖示，參照圖 18)上升既定量，並將晶圓載台 WST 往 +X 方向驅動使其移動至裝載位置 LP。

【0196】 其次，主控制裝置 20 如圖 19 所示將測量載台 MST 移動至最佳待機位置(以下稱為「最佳急停待機位置」)，該待機位置係供將測量載台 MST 從離開晶圓載台 WST 之狀態移行至與晶圓載台 WST 之前述接觸狀態(或接近狀態)的位置。主控制裝置 20 以與上述動作同時進行之方式，對未圖示裝載臂之驅動系統下達指令以將新的晶圓 W 裝載於晶圓台 WTB 上。此時，由於維持上下動銷 CT 上升既定量之狀態，因此與將上下動銷 CT 下降驅動後收納於晶圓保持具內部之情形相較，能以更短時間來進行晶圓裝載動作。此外，圖 19 中顯示了晶圓 W 裝載於晶圓台 WTB 之狀態。

【0197】 本實施形態中，上述測量載台 MST 之最佳急停待機位置，係根據附設於晶圓上之對準照射區域之對準標記的 Y 座標來適當地設定。又，本實施形態中，係將最佳急停待機位置設定成能使晶圓載台 WST 停止

於供進行晶圓對準之位置，且係能移行至接觸狀態(或接近狀態)的位置。

【0198】 其次，主控制裝置 20，如圖 20 所示使晶圓載台 WST 從裝載位置 LP 移動至測量板 30 上之基準標記 FM 定位在一次對準系統 AL1 之視野(檢測區域)內的位置(亦即進行一次對準系統之基線測量(Pri-BCHK)之前半處理的位置)。在此移動之途中，主控制裝置 20 係將晶圓台 WTB 在 XY 平面內之位置的控制，從基於編碼器 70B 對前述 X 軸方向之測量值之控制、及基於 Y 干涉儀 16 及 Z 干涉儀 43A, 43B 對 Y 軸方向及  $\theta_z$  旋轉)測量值之控制，切換成基於下述資訊之在 XY 面內的位置控制，亦即：對向於 X 標尺 39X<sub>1</sub>, 39X<sub>2</sub>之圖 20 中以圓圈框住顯示的兩個 X 讀頭 66(編碼器 70B, 70D)的至少一者、對向於 Y 標尺 39Y<sub>1</sub>, 39Y<sub>2</sub>之圖 24 中以圓圈框住顯示的兩個 Y 讀頭 64y<sub>2</sub>, 64y<sub>1</sub>(編碼器 70A, 70C)之至少三者之編碼器的測量值，干涉儀系統 118 所測量之與晶圓載台 WST 之縱搖量、橫搖量、偏搖量、以及 Z 位置對應之各編碼器的載台位置起因誤差修正資訊(由前述式(10)或式(11)所求出的修正資訊)，以及各標尺之格子間距之修正資訊及格子線之彎曲修正資訊。

【0199】 接著，主控制裝置 20，即進行使用一次對準系統 AL1 來檢測基準標記 FM 之 Pri-BCHK 的前半處理。此時，測量載台 MST 係在前述最佳急停位置待機中。

【0200】 其次，主控制裝置 20 一邊根據上述至少三個編碼器之測量值與上述各修正資訊來管理晶圓載台 WST 之位置，一邊開始使晶圓載台 WST 往 +Y 方向移動向用以檢測對準標記(附設於三個第一照射區域)的位置。

【0201】 接著，當晶圓載台 WST 到達圖 21 所示之位置時，主控制

裝置 20 即使晶圓載台 WST 停止。在此之前，主控制裝置 20 會在 Z 感測器 72a~72d 置於晶圓台 WTB 上之時點或在此之前之時點作動該等 Z 感測器 72a~72d(使其導通)，以開始晶圓台 WTB 之 Z 位置及傾斜( $\theta_y$  旋轉及  $\theta_x$  旋轉)的測量。

【0202】 在晶圓載台 WST 停止後，主控制裝置 20 即使用一次對準系統 AL1, 二次對準系統 AL2<sub>1</sub>, AL2<sub>2</sub> 大致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 21 中之星標記)，再將上述三個對準系統 AL1, AL2<sub>1</sub>, AL2<sub>2</sub> 之檢測結果與進行該檢測時之上述至少三個編碼器的測量值(上述各修正資訊經修正後的測量值)以彼此相關聯之方式儲存於內部記憶體。

【0203】 如上所述，本實施形態中，在檢測第一對準照射區域之對準標記之位置，結束移行至測量載台 MST 與晶圓載台 WST 成為接觸狀態(或接近狀態)的動作，並藉由主控制裝置 20，開始在該接觸狀態(或接近狀態)下之兩載台 WST, MST 從上述位置往 +Y 方向的移動(步進移動向用以檢測附設於五個第二對準照射區域之對準標記的位置)。在該兩載台 WST, MST 往 +Y 方向之移動開始之前，主控制裝置 20 係如圖 21 所示開始從多點 AF 系統(90a, 90b)之照射系統 09a 將檢測光束對晶圓台 WTB 照射。藉此於晶圓台 WTB 上形成多點 AF 系統的檢測區域。

【0204】 接著，在上述兩載台 WST, MST 往 +Y 方向之移動中，當兩載台 WST, MST 到達圖 22 所示之位置時，主控制裝置 20 即進行前述聚焦校正的前半處理，求出在通過晶圓台 WTB 之中心(與晶圓 W 之中心大致一致)之 Y 軸方向直線(中心線)與前述直線 LV 一致的狀態下，Z 感測器 72a, 72b,

72c, 72d 之測量值(晶圓台 WTB 在 X 軸方向一側與另一側端部的面位置資訊)、以及多點 AF 系統(90a, 90b)對測量板 30 表面之檢測點(複數個檢測點中位於中央或其附近的檢測點)中之檢測結果(面位置資訊)的關係。此時，液浸區域 14 係形成於 CD 桿 46 與晶圓台 WTB 之邊界附近。亦即，係液浸區域 14 從 CD 桿 46 移至晶圓台 WTB 前一刻的狀態。

**【0205】** 接著，使兩載台 WST, MST 在保持接觸狀態(或接近狀態)之狀態下往 +Y 方向更進一步移動，而到達圖 23 所示之位置時，即使用五個對準系統 AL1, AL2<sub>1</sub>~AL2<sub>4</sub> 大致同時且個別檢測出附設於五個第二對準照射區域之對準標記(參照圖 23 中之星標記)，再將上述五個對準系統 AL1, AL2<sub>1</sub>~AL2<sub>4</sub> 之檢測結果與進行該檢測時之三個編碼器 70A, 70C, 70D 的測量值(修正資訊之經修正後的測量值)以彼此相關聯之方式儲存於內部記憶體。此時，由於不存在與 X 標尺 39X<sub>1</sub> 對向且位於通過投影光學系統 PL 之光軸之 Y 軸方向直線 LV 上之 X 讀頭，因此主控制裝置 20 係根據與 X 標尺 39X<sub>2</sub> 對向之 X 讀頭 66(Y 線性編碼器 70D)及 Y 線性編碼器 70A, 70C 的測量值來控制晶圓台 WTB 在 XY 平面內的位置。

**【0206】** 如上所述，本實施形態中，在第二對準照射區域之對準標記之檢測結束的時間點，可檢測出合計八個之對準標記的位置資訊(二維位置資訊)。因此在此階段時，主控制裝置 20 亦可使用此等之位置資訊，來進行例如日本特開昭 61-44429 號公報(對應美國專利第 4,780,617 號說明書)等所揭示的統計運算，求出晶圓 W 之標尺(照射倍率)，並根據該算出之照射倍率控制調整裝置 68(參照圖 6)，以調整投影光學系統 PL 之光學特性、例如投影倍率。調整裝置 68，例如可藉由驅動構成投影光學系統 PL 之特定



可動透鏡，或改變構成投影光學系統 PL 之特定透鏡間所形成之氣密室內部的氣體壓力，來調整投影光學系統 PL 之光學特性。

【0207】 又，主控制裝置 20，在結束上述附設於五個第二對準照射區域之對準標記的同時檢測動作後，即再度開始在接觸狀態(或接近狀態)下之兩載台 WST, MST 往 +Y 方向的移動，同時如圖 23 所示，使用 Z 感測器 72a~72d 與多點 AF 系統(90a, 90b)開始前述之對焦匹配。

【0208】 接著，當兩載台 WST, MST 到達圖 24 所示測量板 30 配置於投影光學系統 PL 正下方的位置時，主控制裝置 20 即進行前述 Pri-BCHK 之後半處理及聚焦校正之後半處理。此處之 Pri-BCHK 之後半處理，係指使用包含前述空間像測量裝置 45(將空間像測量狹縫圖案 SL 形成於測量板 30)來測量投影光學系統 PL 所投影之標線片 R 上的一對測量標記投影像(空間像)，並將其測量結果(與晶圓台 WTB 之 XY 位置對應的空間像強度)儲存於內部記憶體的处理。此處理，例如可使用與前述美國專利申請公開第 2002/0041377 號說明書等揭示之方法同樣的方法，透過使用一對空間像測量狹縫圖案 SL 之狹縫掃描方式的空間像測量動作，測量一對測量標記之空間像。又，聚焦校正之後半處理，係指主控制裝置 20，一邊如圖 24 所示根據 Z 感測器 72a, 72b, 72c, 72d 所測量的面位置資訊控制測量板 30(晶圓台 WTB)在投影光學系統 PL 之光軸方向的位置(Z 位置)，一邊使用空間像測量裝置 45，測量標線片 R 或形成於標線片載台 RST 上未圖示標記板的測量標記之空間像，並根據其結果測量投影光學系統 PL 之最佳聚焦位置的處理。此測量標記之投影像的測量動作，揭示於例如國際公開第 2005/124834 號小冊子等。主控制裝置 20，係與一邊使測量載台 30 移動於 Z 軸方向、一邊擷取

來自空間像測量裝置 45 之輸出訊號的動作同步，擷取 Z 感測器 74<sub>1,4</sub>、74<sub>2,4</sub>、Z 感測器 76<sub>1,3</sub>、76<sub>2,3</sub>的測量值。接著，將與投影光學系統 PL 之最佳聚焦位置對應之 Z 感測器 74<sub>1,4</sub>、74<sub>2,4</sub>、Z 感測器 76<sub>1,3</sub>、76<sub>2,3</sub>的值儲存於未圖示記憶體。此外，之所以在聚焦校正之後半處理中，使用 Z 感測器 72a, 72b, 72c, 72d 所測量的面位置資訊，來控制測量板 30(晶圓載台 WST)在投影光學系統 PL 之光軸方向的位置(Z 位置)，係因此聚焦校正之後半處理係在前述聚焦的途中進行之故。

**【0209】** 此時，由於液浸區域 14 係形成於投影光學系統 PL 與測量板 30(晶圓台 WTB)之間，因此上述空間像之測量係透過投影光學系統 PL 及水 L<sub>q</sub> 進行。又，測量板 30 等係裝載於晶圓載台 WST(晶圓台 WTB)，受光元件等係裝載於測量載台 MST，因此上述空間像之測量如圖 24 所示，係在晶圓載台 WST 與測量載台 MST 保持接觸狀態(或接近狀態)下進行。藉由上述測量，求出與投影光學系統 PL 之最佳聚焦位置對應之、通過晶圓台 WTB 中心之 Y 軸方向直線一致於前述直線 LV 的狀態下 Z 感測器 74<sub>1,4</sub>、74<sub>2,4</sub>、76<sub>1,3</sub>、76<sub>2,3</sub>的測量值(亦即晶圓台 WTB 之面位置資訊)。

**【0210】** 接著，主控制裝置 20 根據上述 Pri-BCHK 之前半處理的結果與 Pri-BCHK 之後半處理的結果算出一次對準系統 AL1 之基線。同時，主控制裝置 20 根據前述聚焦校正前半處理所求得之 Z 感測器 72a, 72b, 72c, 72d 之測量值(晶圓台 WTB 的面位置資訊)、與多點 AF 系統(90a, 90b)對測量板 30 表面之檢測點中檢測結果(面位置資訊)的關係、以及在前述聚焦校正後半處理所求得之與投影光學系統 PL 之最佳聚焦位置對應之 Z 感測器 74<sub>1,4</sub>、74<sub>2,4</sub>、76<sub>1,3</sub>、76<sub>2,3</sub>的測量值(亦即，晶圓台 WTB 的面位置資訊)，求出多點 AF 系統

(90a, 90b)對投影光學系統 PL 之最佳聚焦位置的代表檢測點(此時係複數個檢測點中位於中央或其附近的檢測點)之偏置，並藉由例如光學方法將多點 AF 系統之檢測原點調整到該偏置成為零。

【0211】 在此情形下，從提升產量之觀點來看，亦可僅進行上述 Pri-BCHK 之後半處理及聚焦校正之後半處理之其中一方，亦可在不進行兩處理之狀態下移行至次一處理。當然，若不進行 Pri-BCHK 之後半處理即亦無進行前述 Pri-BCHK 之前半處理的必要，此時，主控制裝置 20 只要使晶圓載台 WST 移動至可從前述裝載位置 LP 檢測出附設於第一對準照射區域 AS 之對準標記的位置即可。此外，當不進行 Pri-BCHK 處理時，係使用已以相同之動作在曝光對象晶圓 W 前之晶圓的曝光前一刻進行了測量的基線。又，當不進行聚焦校正之後半處理時，係與基線同樣地，使用已在先前之晶圓的曝光前一刻進行了測量之投影光學系統 PL 的最佳聚焦位置。

【0212】 此外，在此圖 24 之狀態下，係持續進行前述聚焦校正。

【0213】 藉由使在上述接觸狀態(或接近狀態)下之兩載台 WST, MST 往 +Y 方向移動，而使晶圓載台 WST 在既定時間後到達圖 25 所示之位置時，主控制裝置 20 即使晶圓載台 WST 停止在該位置，且使測量載台 MST 持續往 +Y 方向移動。接著，主控制裝置 20 使用五個對準系統 AL1, AL2<sub>1</sub> ~ AL2<sub>4</sub> 大致同時且個別檢測出附設於五個第三對準照射區域之對準標記(參照圖 25 中之星標記)，並將上述五個對準系統 AL1, AL2<sub>1</sub> ~ AL2<sub>4</sub> 之檢測結果與進行該檢測時之上述四個編碼器中至少三個編碼器(經前述各修正資訊修正後的測量值)的測量值以彼此相關聯之方式儲存於內部記憶體。此時，亦持續進行對焦匹配。

【0214】 另一方面，從上述晶圓載台 WST 之停止起經過既定時間後，測量載台 MST 與晶圓載台 WST 係從接觸(或接近狀態)移行至分離狀態。在移行至此分離狀態後，主控制裝置 20 即使測量載台 MST 到達曝光開始待機位置(係在該處待機至曝光開始為止)時即停在該位置。

【0215】 其次，主控制裝置 20 使晶圓載台 WST 往+Y 方向移動向附設於前述三個第一對準照射區域之對準標記的檢測位置。此時仍持續進行對焦匹配。另一方面，晶圓載台 WST 係在上述曝光開始待機位置待機中。

【0216】 接著，當晶圓載台 WST 到達圖 26 所示之位置時，主控制裝置 20 即立即使晶圓載台 WST 停止，且使用一次對準系統 AL1、二次對準系統 AL2<sub>2</sub>, AL2<sub>3</sub>大致同時且個別檢測出附設於晶圓 W 上三個第一對準照射區域之對準標記(參照圖 26 中之星標記)，並將上述三個對準系統 AL1, AL2<sub>2</sub>, AL2<sub>3</sub>之檢測結果與進行該檢測時之上述四個編碼器中至少個編碼器的測量值以彼此相關聯之方式儲存於內部記憶體。在此時點亦持續進行對焦匹配，測量載台 MST 則係持續在上述曝光開始待機位置待機。接著，主控制裝置 20 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編碼器的測量值(經前述各修正資訊修正後的測量值)，透過例如美國專利第 4,780,617 號說明書等所揭示之 EGA 方式，算出上述四個編碼器之測量軸所規定之座標系統(以晶圓台 WTB 之中心為原點的 XY 座標系統)上晶圓 W 上之所有照射區域的排列資訊(座標值)。

【0217】 其次，主控制裝置 20 一邊再度使晶圓載台 WST 往+Y 方向移動，一邊持續進行對焦匹配。接著，當來自多點 AF 系統(90a, 90b)之檢測光束自晶圓 W 表面偏離時，即如圖 27 所示結束對焦匹配。其後，主控制

裝置 20 根據事前進行之晶圓對準(EGA)之結果及五個對準系統 AL1, AL2<sub>1</sub>~AL2<sub>2</sub> 之最新的基線測量結果等，透過液浸曝光進行步進掃描方式之曝光，以將標線片圖案依序轉印至晶圓 W 上之複數個照射區域。其後，對批量內之剩餘晶圓亦反覆進行同樣之動作以使其曝光。

【0218】 又，至此為止，為簡化說明，係將主控制裝置 20 設定為進行載台系統等之曝光裝置各部之控制，但並不限於此，當然亦可將上述主控制裝置 20 所進行之控制之至少一部分，由複數個控制裝置分擔進行。例如，可將根據編碼器系統、Z 感測器及干涉儀系統之測量值進行晶圓載台 WST 等之控制的載台控制裝置，設置在主控制裝置 20 之控制下。此外，上述主控制裝置 20 所進行之控制不一定須以硬體來實現，亦可使用用以規定主控制裝置 20、或前述分擔進行控制之若干個控制裝置各自之動作的電腦程式，以軟體方式加以實現。

【0219】 如以上所詳細說明，根據本實施形態之曝光裝置 100，在晶圓對準時或曝光時等，使晶圓載台 WST 移動於既定方向、例如 Y 軸方向時，根據編碼器系統之測量資訊、晶圓載台 WST 在與 Y 軸方向不同之方向的位置資訊(包含傾斜資訊，例如  $\theta_x$  方向的旋轉資訊等)，將晶圓載台 WST 驅動於 Y 軸方向。亦即，係驅動晶圓載台 WST 以補償因晶圓載台 WST 往與 Y 軸方向不同之方向的移位(包含傾斜)與標尺而產生之編碼器系統(編碼器 70A, 70C)的測量誤差。本實施形態中，藉由主控制裝置 20，根據用以測量晶圓載台 WST 在 Y 軸方向之位置資訊的編碼器 70A, 70C 的測量值、該測量時晶圓載台 WST 在與 Y 軸方向不同之方向(非測量方向)的位置資訊(例如干涉儀系統 118 之 Y 干涉儀 16、Z 干涉儀 43A, 43B 所測量之與晶圓載台

WST 之  $\theta_x$  方向、 $\theta_z$  方向、以及 Z 軸方向之位置資訊對應的載台位置起因誤差修正資訊(由前述式(10)所算出的修正資訊)將晶圓載台 WST 驅動於 Y 軸方向。如此，可根據將標尺 39Y<sub>1</sub>、39Y<sub>2</sub>與 Y 讀頭 64 在非測量方向之相對移位的編碼器 70A, 70C 測量誤差，控制載台驅動系統 124 以將晶圓載台 WST 驅動於 Y 軸方向。

【0220】 又，當使晶圓載台 WST 移動於 X 軸方向時，即根據編碼器系統之測量資訊、晶圓載台 WST 在與 X 軸方向不同之方向的位置資訊(包含傾斜資訊，例如  $\theta_y$  方向的旋轉資訊等)，將晶圓載台 WST 驅動於 X 軸方向。亦即，係驅動晶圓載台 WST 以補償因晶圓載台 WST 往與 X 軸方向不同之方向的移位(包含傾斜)而產生之編碼器系統(編碼器 70B, 70D)的測量誤差。本實施形態中，藉由主控制裝置 20，根據用以測量晶圓載台 WST 在 X 軸方向之位置資訊的編碼器 70B, 70D 的測量值、該測量時晶圓載台 WST 在與 X 軸方向不同之方向(非測量方向)的位置資訊(例如干涉儀系統 118Z 干涉儀 43A, 43B 所測量之與晶圓載台 WST 之  $\theta_y$  方向、 $\theta_z$  方向、以及 Z 軸方向之位置資訊對應的載台位置起因誤差修正資訊(由前述式(11)所算出的修正資訊))，將晶圓載台 WST 驅動於 X 軸方向。因此，不會受到讀頭與標尺間往欲測量之方向(測量方向)以外之相對運動、的影響，而可使用編碼器將晶圓載台 WST 往所欲方向以良好精度驅動。

【0221】 又，根據本實施形態之曝光裝置 100，為了使自照明系統 10 透過標線片 R、投影光學系統 PL、及水 L<sub>q</sub> 而照射於晶圓 W 的照明光 IL 與晶圓 W 之相對運動，係藉由主控制裝置 20，根據上述各編碼器之測量值、該測量時與晶圓載台 WST 在非測量方向之位置資訊，以良好精度驅動裝載

晶圓 W 的晶圓載台 WST。因此，可藉由掃描曝光及液浸曝光，以良好精度將標線片 R 之圖案形成於晶圓上。

【0222】 又，根據本實施形態，主控制裝置 20 在取得前述編碼器之測量值之修正資訊時，係使晶圓載台 WST 變化成不同之複數個姿勢，就各姿勢，在根據干涉儀測量系統 118 之測量結果維持晶圓載台 WST 之姿勢的狀態下，一邊從編碼器之讀頭 64 或 66 將檢測光照射於標尺 39Y<sub>1</sub>、39Y<sub>2</sub>、39X<sub>1</sub>、39X<sub>2</sub> 的特定區域，一邊使晶圓載台 WST 在既定動程範圍內移動於 Z 軸方向，並在該移動中對編碼器之測量結果進行取樣。藉此，來得到就各姿勢之與晶圓載台 WST 在正交於移動面之方向(Z 軸方向)的位置對應之編碼器測量值的變化資訊(例如圖 12 之圖表所示的特性曲線)。

【0223】 接著，主控制裝置 20 即根據此取樣結果，亦即就各姿勢之與晶圓載台 WST 在 Z 軸方向之位置對應之編碼器測量值的變化資訊，進行既定運算，藉此求出與晶圓載台 WST 在非測量方向之位置資訊對應之編碼器測量值的修正資訊。因此，能以簡單之方法，決定用以修正因讀頭與標尺在非測量方向之相對變化而產生之編碼器測量誤差的修正資訊。

【0224】 又，本實施形態中，由於在對構成同一讀頭單元之複數個讀頭、例如構成讀頭單元 62A 之複數個 Y 讀頭 64，決定上述修正資訊時，係從各 Y 讀頭 64 將檢測光照射於所對應之 Y 標尺 39Y<sub>1</sub> 的相同特定區域，進行上述編碼器之測量結果的取樣，並根據其取樣結果，決定由各 Y 讀頭 64 與 Y 標尺 39Y<sub>1</sub> 構成之各編碼器的載台位置起因誤差修正資訊，其結果，可藉由使用此修正資訊亦修正因讀頭倒塌產生之幾何性誤差。換言之，主控制裝置 20，係在以與同一標尺對應之複數個編碼器為對象求出前述修正

資訊時，考量使晶圓載台 WST 移動於 Z 軸方向時因作為對象之編碼器之讀頭倒塌而產生的幾何誤差，求出作為前述對象之編碼器的修正資訊。因此，本實施形態，亦不會產生因複數個讀頭之倒塌角度不同而產生的餘弦誤差，又，即使 Y 讀頭 64 不產生倒塌，而例如因讀頭之光學特性(傾斜度等)等使編碼器產生測量誤差時，同樣地可藉由求出前述修正資訊，來防止測量誤差之產生，進而防止晶圓載台 WST 之位置控制精度降低。亦即在本實施形態中，係驅動晶圓載台 WST 以補償因讀頭單元而產生之編碼器系統的測量誤差(以下亦稱為讀頭起因誤差)。此外，亦可根據讀頭單元之特性資訊(包含例如讀頭之倒塌、及/或光學特性等)，算出例如編碼器系統之測量值修正資訊。又，本實施形態中，亦可分別單獨修正前述載台位置起因誤差與上述讀頭起因誤差。

【0225】 又，上述各實施形態之編碼器系統、干涉儀系統、多點 AF 系統及 Z 感測器等構成或配置僅為一例，本發明當然並不限定於此。例如，上述實施形態中之例，雖用於 Y 軸方向位置之測量之一對 Y 讀頭 39Y<sub>1</sub>、39Y<sub>2</sub>、以及用於 X 軸方向位置之測量之一對 X 讀頭 39X<sub>1</sub>、39X<sub>2</sub>，係設於晶圓台 WTB 上，而與此對應地，一對讀頭單元 62A、62C 係配置於投影光學系統 PL 之 X 軸方向一側與另一側，一對讀頭單元 62B、62D 係配置於投影光學系統 PL 之 Y 軸方向一側與另一側，然而並不限於此，亦可係 Y 軸方向位置測量用之 Y 讀頭 39Y<sub>1</sub>、39Y<sub>2</sub> 及 X 軸方向位置測量用之 X 讀頭 39X<sub>1</sub>、39X<sub>2</sub> 中至少一方的一個(非一對)設於晶圓台 WTB 上，或僅設置一對讀頭單元 62A、62C 及一對讀頭單元 62B、62D 中至少一方的一個。又，標尺之延設方向及讀頭單元之延設方向，並不限於上述實施形態之 X 軸方向、Y 軸方向之正交方



向，亦可為相互交叉之方向。又，繞射格子之周期方向亦可係與各標尺之長邊方向正交(或交叉)的方向，此時，只要在與繞射格子周期方向正交之方向配置對應之讀頭單元的複數個讀頭即可。又，各讀頭單元，亦可具有在與上述繞射格子周期方向正交之方向無間隙地配置的複數個讀頭。

【0226】 又，上述實施形態中之例，雖採用於晶圓台(晶圓載台)上配置格子部(X 標尺, Y 標尺)，並與此對向地將讀頭單元(X 讀頭, Y 讀頭)配置於晶圓載台外部之構成的編碼器系統，但並不限於此，亦可採用於晶圓載台(晶圓台)上配置編碼器讀頭，並與此對向地將二維格子(或二維配置之一維格子部)配置於晶圓載台外部之構成的編碼器系統。此時，當於晶圓載台上面亦配置 Z 感測器時，可將該二維格子(或二維配置之一維格子部)兼用為用以反射來自 Z 感測器之測量光束的反射面。即使係採用此種構成的編碼器系統，基本上亦與上述實施形態同樣地，可根據編碼器之測量值與標尺之平面度的相關資訊，將晶圓載台 WST 驅動於編碼器之測量方向。藉此，可不受標尺凹凸之影響，使用編碼器將晶圓載台 WST 以良好精度驅動於所欲方向。

【0227】 此外，上述實施形態中，雖係以干涉儀系統測量晶圓載台 WST 在  $\theta_x$  方向的旋轉資訊(縱搖量)，但例如亦可從一對 Z 感測器 62j 或 76b,c 之測量值求得縱搖量。或者，亦可與讀頭單元 62A, 62C 同樣地，例如於讀頭單元 62B, 62D 之各讀頭接近配置一個或一對 Z 感測器，再從與 X 標尺 39X<sub>1</sub>, 39X<sub>2</sub> 分別對向之 Z 感測器的測量值求得縱搖量。藉此，可不使用干涉儀系統 118，而使用前述編碼器與 Z 感測器測量晶圓載台 WST 在六自由度之方向、亦即 X 軸、Y 軸、Z 軸、 $\theta_x$ 、 $\theta_y$ 、 $\theta_z$  方向的位置資訊。前述編碼器

與 Z 感測器測量晶圓載台 WST 在六自由度方向之位置資訊的動作，不僅可在曝光動作進行，亦可在前述對準動作及／或對焦匹配動作進行。

**【0228】** 又，上述實施形態中，雖係根據前述修正資訊來修正編碼器系統之測量值，以補償因晶圓載台 WST 往與晶圓載台 WST 所驅動之既定方向不同之方向的移位(讀頭與標尺之相對移位)而產生之編碼器系統的測量誤差，但並不限於此，例如亦可一邊根據編碼器系統之測量值驅動晶圓載台 WST，一邊根據前述修正資訊修正用以定位晶圓載台 WST 之目標位置。或者，特別是在曝光動作中，亦可一邊根據編碼器系統之測量值驅動晶圓載台 WST，一邊根據前述修正資訊修正標線片載台 RST 的位置。

**【0229】** 又，上述實施形態中，例如在曝光時等，根據編碼器系統之測量值僅驅動晶圓載台 WST，但例如亦可追加用以測量標線片載台 RST 位置之編碼器系統，再根據該編碼器系統之測量值、與標線片干涉儀 116 所測量之標線片載台在非測量方向的位置資訊對應的修正資訊，來驅動標線片載台 RST。

**【0230】** 又，上述實施形態中，雖說明了具備一個固定之一次對準系統與四個可動之二次對準系統，且以與此等五個對準系統對應之行程檢測附設於晶圓上之十六個對準照射區域的對準標記。然而，二次對準系統亦可非為可動，又，二次對準系統之數目亦可係任意。扼要言之，只要有能檢測晶圓上之對準標記之至少一個對準系統即可。

**【0231】** 此外，上述實施形態中，雖說明了與例如國際公開 WO2005/074014 號小冊子等所揭示之曝光裝置同樣地，與晶圓載台 WST 分開獨立地具備測量載台 MST 之曝光裝置，但並不限於此，即使係例如日本特開平

10-214783 號小冊子及對應美國專利第 6,341,007 號、以及國際公開第 98/40791 號小冊子及對應美國專利第 6,262,796 號等所揭示，可使用兩個晶圓載台來大致同時執行曝光動作與測量動作(例如對準系統對標記之檢測等)之雙晶圓載台方式的曝光裝置，亦可使用前述編碼器系統(參照圖 3 等)來進行各晶圓載台之位置控制。此處，雖不僅在曝光動作而在測量動作時，亦可藉由適當地設定各讀頭單元之配置、長度等，來直接使用前述編碼器系統而進行各晶圓載台之位置控制，但亦可與前述讀頭單元(62A~62D)分別獨立地設置可在其測量動作中使用之讀頭單元。例如，亦可設置以一個或兩個對準系統為中心配置成十字形的四個讀頭單元，在上述測量動作時藉由此等讀頭單元與所對應之移動標尺(62A~62D)來測量各晶圓載台 WST 之位置資訊。雙晶圓載台方式之曝光裝置，係於兩個晶圓載台分別設置至少各兩個移動標尺，當裝載於一晶圓載台之晶圓的曝光動作結束後，即藉由與該一晶圓載台之更換，來將另一晶圓載台(用以裝載已在測量位置進行了標記檢測等之次一晶圓)配置於曝光位置又。與曝光動作同時進行之測量動作，並不限於對準系統對晶圓等之標記檢測，亦可代替此方式或與其組合，進行晶圓之面位置資訊(段差資訊等)的檢測。

【0232】 此外，上述實施形態中，雖說明了在晶圓載台 WST 側進行晶圓更換之期間，使用測量載台 MST 之 CD 桿 46 來進行 Sec-BCHK(時距)，但並不限於此，亦可使用測量載台 MST 之測量器(測量用構件)進行照度不均測量(及照度測量)、空間像測量、波面像差測量等之至少一個，並將該測量結果反映於其後進行之晶圓曝光。具體而言，例如能根據測量結果，藉由調整裝置 68 來進行投影光學系統 PL 之調整。

【0233】 又，上述實施形態中，亦可於測量載台 MST 配置標尺，並使用前述編碼器系統(讀頭單元)來進行測量載台之位置控制。亦即，供進行編碼器系統對位置資訊之測量的移動體，並不限於晶圓載台。

【0234】 此外，若考量到晶圓載台 WST 之小型化或輕量化等，雖最好在晶圓載台 WST 上儘可能地將標尺配置成接近晶圓 W，但在可增大晶圓載台大小之情形時，亦可增大晶圓載台，以增加對向配置之一對標尺的間隔，藉此至少在晶圓之曝光動作中，可隨時在 X 軸方向及 Y 軸方分別測量各兩個、合計四個之位置資訊。又，亦可代替增大晶圓載台之方式，將例如標尺設置成其一部分從晶圓載台超出，或使用至少設有一個標尺之輔助板，將標尺配置於晶圓載台本體之外側，藉此來增大同樣對向配置之一對標尺的間隔。

【0235】 又，上述實施形態中，為了防止異物附著於 Y 標尺  $39Y_1$ 、 $39Y_2$ 、X 標尺  $39X_1$ 、 $39X_2$ 、或污染等導致測量精度降低，例如可對表面施以塗布以覆蓋至少繞射格子，或設置罩玻璃。此時，特別是液浸型曝光裝置，亦可將撥液性保護膜塗布於標尺(格子面)，或於罩玻璃表面(上面)形成撥液膜。再者，各標尺雖於其長邊方向之大致全區連續地形成繞射格子，但亦可將繞射格子區分成複數個區域來斷續地形成，或將各移動標尺以複數個標尺構成。又，上述實施形態中，雖例示了使用繞射干涉方式之編碼器來作為編碼器的情形，但並不限於此，亦可使用所謂擷取方式、磁氣方式等，例如美國專利第 6,639,686 號說明書等所揭示之所謂掃描編碼器等。

【0236】 又，上述各實施形態中，作為 Z 感測器，亦可代替前述光擷取方式之感測器，而使用例如具備下述構成的感測器，亦即：將例如探

測光束投射於測量對象面且藉由接收其反射光來以光學方式讀取測量對象面在 Z 軸方向之位移的第 1 感測器(亦可係光擷取方式之感測器，或其他之光學式位移感測器)，用以將該第 1 驅動於 Z 軸方向之驅動部，以及用以測量第 1 感測器再 Z 軸方向之位移的第 2 感測器(例如編碼器等)。此種構成之 Z 感測器，可設定下述兩模式，亦即根據第 1 感測器之輸出由驅動部將第 1 感測器驅動於 Z 軸方向，以使測量對象面例如標尺之面與第 1 感測器在 Z 軸方向之距離恆為一定的模式(第 1 伺服控制模式)，以及從外部(控制裝置)給予第 2 感測器之目標值，並使驅動部維持第 1 感測器在 Z 軸方向之位置以使第 2 感測器之測量值與該目標值一致(第 2 伺服控制模式)。在第 1 伺服控制模式時，Z 感測器之輸出可使用測量部(第 2 感測器)的輸出，在第 2 伺服控制模式時亦可使用第 2 感測器的輸出。又，在使用上述 Z 感測器的情形下，採用編碼器來作為第 2 感測器時，其結果能使用編碼器來測量晶圓載台 WST(晶圓台 WTB)在六自由度方向的位置資訊。又，上述各實施形態中，作為 Z 感測器亦可採用其他檢測方式之感測器。

【0237】 又，上述各實施形態中，用以測量晶圓載台 WST 之位置資訊之複數個干涉儀的構成或組合，並不限定於前述之構成或組合。扼要言之，只要係能測量除了編碼器系統之測量方向以外之方向之晶圓載台 WST 的位置資訊，干涉儀之構成及組合可為任意。又，除了上述編碼器系統以外，只要有能測量除了編碼器系統之測量方向以外之方向之晶圓載台 WST 位置資訊的測量裝置(是否為干涉儀均可)即可。例如亦可將前述 Z 感測器作為測量裝置。

【0238】 又，上述實施形態中，除了多點 AF 系統以外亦設有 Z 感測

器，但只要能以多點 AF 系統在曝光時檢測晶圓 W 之曝光對象照射區域中之面位置資訊，即不一定要設置測量 Z 感測器。

【0239】 此外，上述實施形態中，雖使用純水(水)作為液體，但本發明當然並不限定於此。亦可使用化學性質穩定、照明光 IL 之透射率高的安全液體來作為液體，例如氟系惰性液體。作為此氟系惰性液體，例如能使用氟洛黎納特(Fluorinert,美國 3M 公司之商品名稱)。此氟系惰性液體亦具優異冷卻效果。又，作為液體，亦能使用對照明光 IL 之折射率較純水(折射率 1.44 左右)高者，例如折射率為 1.5 以上之液體。此種液體，例如有折射率約 1.50 之異丙醇、折射率約 1.61 之甘油(glycerine)之類具有 C-H 鍵結或 O-H 鍵結的既定液體、己烷、庚烷、癸烷等既定液體(有機溶劑)、或折射率約 1.60 之十氫萘(Decalin:Decahydronaphthalene)等。或者，亦可係混合上述液體中任意兩種類以上之液體者，亦可係於純水添加(混合)上述液體之至少一種者。或者，液體 LQ，亦可係於純水添加(混合) $H^+$ 、 $Cs^+$ 、 $K^+$ 、 $Cl^-$ 、 $SO_4^{2-}$ 、 $PO_4^{2-}$ 等鹼基或酸等者。再者，亦可係於純水添加(混合)Al 氧化物等微粒子者。上述液體能使 ArF 準分子雷射光透射。又，作為液體，最好係光之吸收係數較小，溫度依存性較少，並對塗布於投影光學系統 PL 及/或晶圓表面之感光材(或保護膜(頂層塗布膜)或反射防止膜等)較穩定者。又，在以  $F_2$  雷射為光源時，只要選擇全氟聚醚油(Fomblin Oil)即可。

【0240】 又，上述實施形態中，亦可再利用回收之液體，此時，最好是能在液體回收裝置、或回收管等設置用以從回收之液體中除去雜質之過濾器。

【0241】 此外，上述實施形態中，雖係就曝光裝置為液浸型曝光裝

置之情形作了說明，但並不限於此，本發明亦非常適合應用於不透過過液體(水)進行晶圓 W 之曝光的乾式曝光裝置。

【0242】 又，上述實施形態中，雖說明了將本發明適用於步進掃描方式等之掃描型曝光裝置，但並不限於此，亦能將本發明適用於步進器等靜止型曝光裝置。即使係步進器等，亦能藉由編碼器來測量裝載有曝光對象物體之載台的位置，而能同樣地使因空氣搖晃所導致之位置測量誤差的產生可能性幾乎為零。此時，可根據編碼器之測量值與前述各修正資訊，來以高精度定位載台，其結果能將高精度之標線片圖案轉印至物體上。又，本發明亦適用於用以合成照射區域與照射區域之步進接合方式的縮小投影曝光裝置、近接方式之曝光裝置、或鏡面投影對準曝光器等。

【0243】 又，上述實施形態之曝光裝置中之投影光學系統並不僅可為縮小系統，亦可為等倍系統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 IA，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。

【0244】 又，上述實施形態之曝光裝置的光源，不限於 ArF 準分子

雷射光源，亦能使用 KrF 準分子雷射光源(輸出波長 248nm)、F<sub>2</sub> 雷射(輸出波長 157nm)、Ar<sub>2</sub> 雷射(輸出波長 126nm)、Kr<sub>2</sub> 雷射(輸出波長 146nm)等脈衝雷射光源，或發出 g 線(波長 436 nm)、i 線(波長 365nm)等發射亮線之超高壓水銀燈等。又，亦可使用 YAG 雷射之諧波產生裝置等。另外，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，其係以塗布有鉬(或鉬及鏡兩者)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。

【0245】 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，為了曝光 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描曝光之構成，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束等之帶電粒子射線的曝光裝置。

【0246】 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(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。使用此種可變成形光罩時，由於裝載有晶圓或罩玻璃等之載台係對可變成形光罩進行掃描，因此可使用編碼器測量該載台之位置，根據該編碼器之測量值、與干涉儀所測量之載台在非測量方向之位置資訊對應的修正資訊，來驅動該載台，藉此獲得與上述實施形態同等的效果。

【0247】 又，本發明亦能適用於，例如國際公開第 2001/035168 號說明書所揭示，藉由將干涉紋形成於晶圓上、而在晶圓上形成等間隔線圖案之曝光裝置(微影系統)。

【0248】 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)所揭示之曝光裝置，其係將兩個標線片圖案透過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。

【0249】 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。

【0250】 此外，上述實施形態及變形例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、膜構件、或者光罩基板等其他物體。

【0251】 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。

【0252】 此外，本發明之移動體驅動系統、移動體驅動方法或決定方法，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、打線裝置等具備在二維面內移動之載台等移動體的裝置。

【0253】 又，上述實施形態的曝光裝置(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。

【0254】 此外，援用與上述實施形態所引用之曝光裝置等相關之所有公報、國際公開小冊子、美國專利申請公開說明書及美國專利說明書之揭示，來作為本說明書之記載的一部分。

【0255】 接著，說明在微影製程使用上述曝光裝置(圖案形成裝置)之元件製造方法的實施形態。

【0256】 圖 28，係顯示元件(IC(積體電路)或 LSI 等半導體晶片、液

晶面板、CCD、薄膜磁頭、微型機器等)的製造例流程圖。如圖 28 所示，首先，步驟 201(設計步驟)中，係進行元件之功能／性能設計(例如半導體元件之電路設計等)，並進行用以實現其功能之圖案設計。接著，步驟 202(光罩製作步驟)中，係製作形成有所設計電路圖案之光罩。另一方面，步驟 203(晶圓製造步驟)中，係使用矽等材料來製造晶圓。

【0257】 其次，步驟 204(晶圓處理步驟)中，係使用在步驟 201～步驟 203 所準備的光罩及晶圓，如後述般，藉由微影技術等將實際電路等形成於晶圓上。其次，步驟 205(元件組裝步驟)中，使用在步驟 204 所處理之晶圓進行元件組裝。於此步驟 205 中，係視需要而包含切割製程、接合製程及封裝製程(晶片封入)等製程。

【0258】 最後，步驟 206(檢查步驟)中，係進行在步驟 205 製成之元件的動作確認測試、耐久測試等檢查。在經過此等步驟後元件即告完成，並將之出貨。

【0259】 圖 29，係顯示半導體元件時上述步驟 204 之詳細流程例。圖 29 中，步驟 211(氧化步驟)，係使晶圓表面氧化。步驟 212(CVD(化學氣相沉積)步驟)，係於晶圓表面形成絕緣膜。步驟 213(電極形成步驟)，係藉由蒸鍍將電極形成於晶圓上。步驟 214(離子植入步驟)，係將離子植入晶圓。以上步驟 211～步驟 214 之各步驟，係構成品圓處理之各階段的前處理步驟，並視各階段所需處理加以選擇並執行。

【0260】 晶圓處理的各階段中，當結束上述前處理製程時，即如以下進行後處理製程。此後處理製程中，首先，步驟 215(光阻形成步驟)，將感光劑塗布於晶圓。接著，步驟 216(曝光步驟)中，使用以上說明之曝光裝

置(圖案形成裝置)及曝光方法(圖案形成方法)將光罩之電路圖案轉印於晶圓。其次，步驟 217(顯影步驟)中，使曝光之晶圓顯影，步驟 218(蝕刻步驟)中，藉由蝕刻除去光阻殘存部分以外部分之露出構件。接著，步驟 219(光阻除去步驟)中，除去結束蝕刻後不需要之光阻。

【0261】 藉由反覆進行此等前處理製程及後處理製程，來於晶圓上形成多重電路圖案。

【0262】 由於只要使用以上說明之本實施形態的元件製造方法，即會在曝光步驟(步驟 216)中使用上述實施形態之曝光裝置(圖案形成裝置)及曝光方法(圖案形成方法)，因此可一邊維持高重疊精度，一邊進行高產能之曝光。據此，能提昇形成有微細圖案之高積體度之微型元件的生產性。

【0263】 如以上之說明，本發明之移動體驅動系統及移動體驅動方法，係適於在移動面內驅動移動體。又，本發明之圖案形成裝置及圖案形成方法，適於在物體上形成圖案。又，本發明之曝光裝置及曝光方法、以及元件製造方法，適於製造微型元件。此外，本發明之決定方法，適於決定供測量移動體在前述移動面內之既定方向位置資訊之編碼器測量值的修正資訊。

### 【符號說明】

#### 【0264】

5	液體供應裝置
6	液體回收裝置
8	局部液浸裝置
10	照明系統

•	11	標線片載台驅動系統
•	12	底座
	14	液浸區域
	15	移動鏡
	16, 18	Y 干涉儀
	17a, 17b, 19a, 19b	反射面
	20	主控制裝置
	28	板體
	28a	第 1 撥液區域
	28b	第 2 撥液區域
	28b <sub>1</sub>	第 1 部分區域
	28b <sub>2</sub>	第 2 部分區域
	30	測量板
	31A	液體供應管
	31B	液體回收管
	32	嘴單元
	34	記憶體
	36	框體
	37, 38	光柵線
	39X <sub>1</sub> , 39X <sub>2</sub>	X 標尺
	39Y <sub>1</sub> , 39Y <sub>2</sub>	Y 標尺
	40	鏡筒

41A, 41B	板狀構件
42	安裝構件
43A, 43B	Z 干涉儀
44	受光系統
45	空間像測量裝置
46	CD 桿
47A, 47B	減震器
47A, 48B	制動器機構
49A, 49B	開閉器
50	載台裝置
51A, 51B	開口
52	基準光柵
54	支撐構件
56 <sub>1</sub> ~56 <sub>4</sub>	臂
58 <sub>1</sub> ~58 <sub>4</sub>	真空墊
60 <sub>1</sub> ~60 <sub>4</sub>	旋轉驅動機構
62A~62D	讀頭單元
64	Y 讀頭
64a	照射系統
64b	光學系統
64c	受光系統
64y <sub>1</sub> , 64y <sub>2</sub>	Y 讀頭

66	X 讀頭
68	調整裝置
70A, 70C	Y 線性編碼器
70B, 70D	X 線性編碼器
70E, 70F	Y 軸線性編碼器
72a~72d	Z 感測器
74 <sub>1,1</sub> ~74 <sub>2,6</sub>	Z 感測器
76 <sub>1,1</sub> ~76 <sub>2,6</sub>	Z 感測器
78	局部空調系統
80, 81	X 軸固定件
82, 84, 83, 85	Y 軸可動件
86, 87	Y 軸固定件
90a	照射系統
90b	受光系統
91, 92	載台本體
94	照度不均感測器
96	空間像測量器
98	波面像差測量器
99	感測器群
100	曝光裝置
116	標線片干涉儀
118	干涉儀系統

124	載台驅動系統
126, 130	X 干涉儀
142, 143	固定構件
144A, 145A	發光部
144B, 145B	受光部
191	前端透鏡
AL1	一次對準系統
AL2 <sub>1</sub> ~AL2 <sub>4</sub>	二次對準系統
AS	照射區域
AX	光軸
B4 <sub>1</sub> , B4 <sub>2</sub> , B5 <sub>1</sub> , B5 <sub>2</sub>	測距光束
CL, LL	中心線
CT	上下動銷
FM	基準標記
IA	曝光區域
IAR	照明區域
IBX1, IBX2, IBY1, IBY2	測距光束
IL	照明用光
L2a, L2b	透鏡
LB	雷射光束
LB <sub>1</sub> , LB <sub>2</sub>	光束
LD	半導體雷射



LP	裝載位置
Lq	液體
LH, LV	直線
M	光罩
MTB	測量台
MST	測量載台
O	旋轉中心
PBS	偏光分光器
PL	投影光學系統
PU	投影單元
R	標線片
R1a, R1b, R2a, R2b	反射鏡
RG	反射型繞射光柵
RST	標線片載台
SL	空間像測量狹縫圖案
UP	卸載位置
W	晶圓
WP1a, WP1b	$\lambda/4$ 板
WTB	晶圓台
WST	晶圓載台

## 發明摘要

※ 申請案號：105117940(由103102629分割)

※ 申請日：96/08/31

※IPC 分類：G03F 7/23 (2006.01)

### 【發明名稱】(中文/英文)

移動體驅動系統及移動體驅動方法、圖案形成裝置及方法、曝光裝置及方法、元件製造方法、以及決定方法

### 【中文】

藉由驅動裝置，根據用以測量晶圓台 WTB 於 Y 軸方向位置資訊的編碼器(64)之測量值、與該測量時以干涉儀(16, 43A 及 43B)所測量之晶圓台 WTB 於非測量方向(例如，Z、及  $\theta_z$  及  $\theta_x$  方向)之位置資訊所對應之已知修正資訊，將晶圓台 WTB 驅動於 Y 軸方向。亦即，根據用以修正因讀頭往非測量方向與標尺之相對位移引起之編碼器測量誤差的修正資訊修正後之編碼器測量值，將移動體驅動於 Y 軸方向。因此，能在不受讀頭與標尺間之欲測量方向(測量方向)以外之相對運動影響的情形下，一邊以編碼器測量位置、一邊以良好精度將晶圓台 WTB(移動體)驅動於所欲方向。

### 【英文】

無

# 圖式

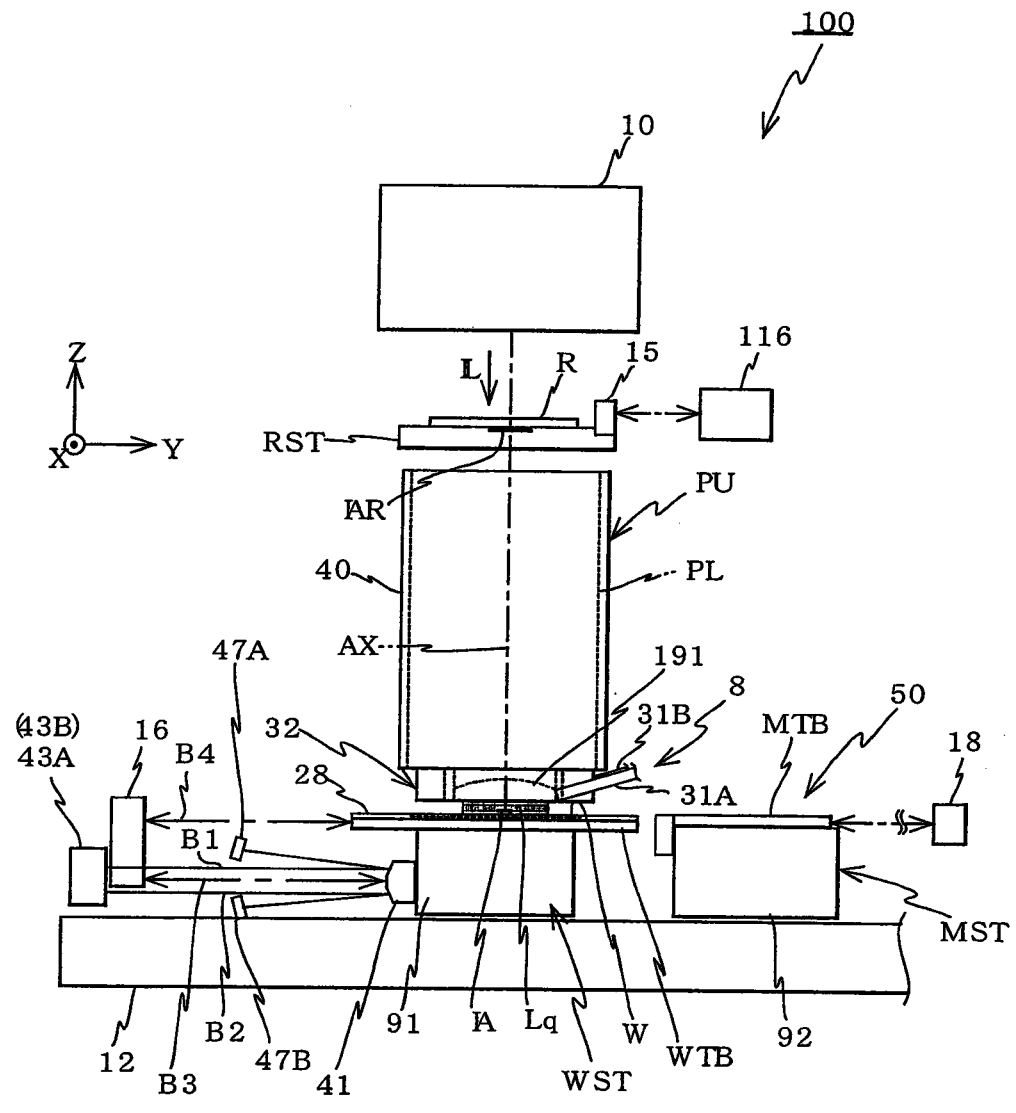


圖1

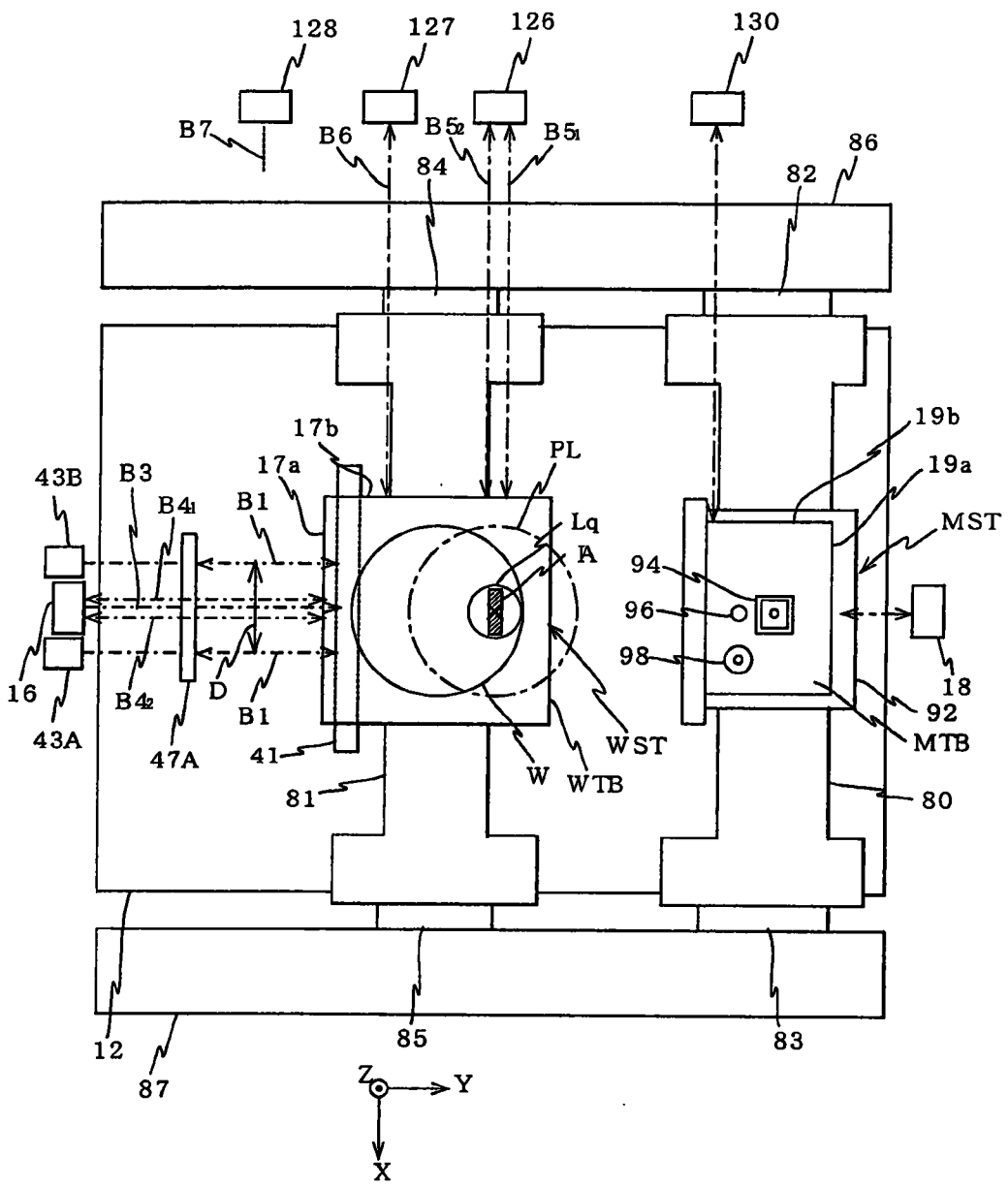


圖2

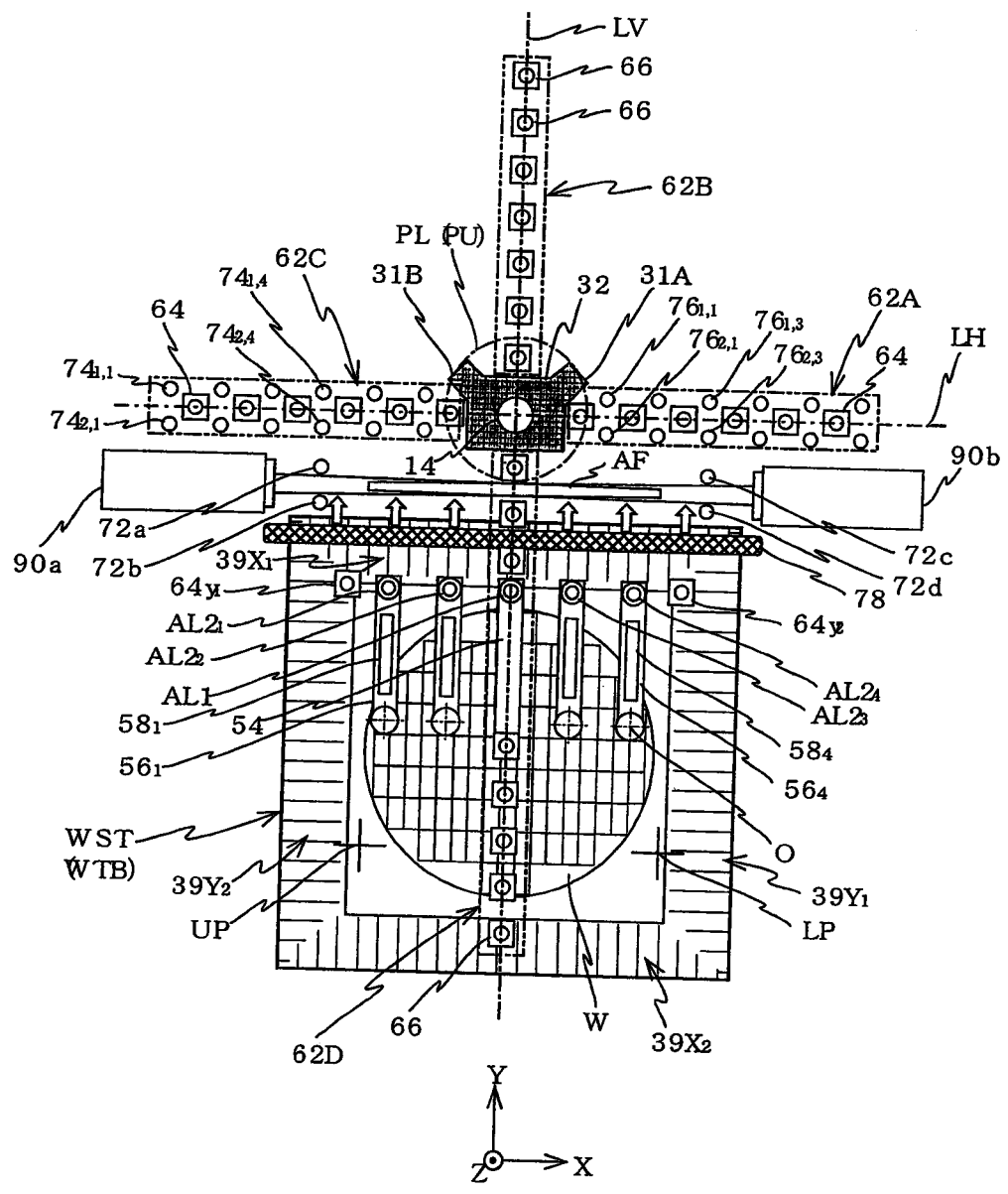


圖3

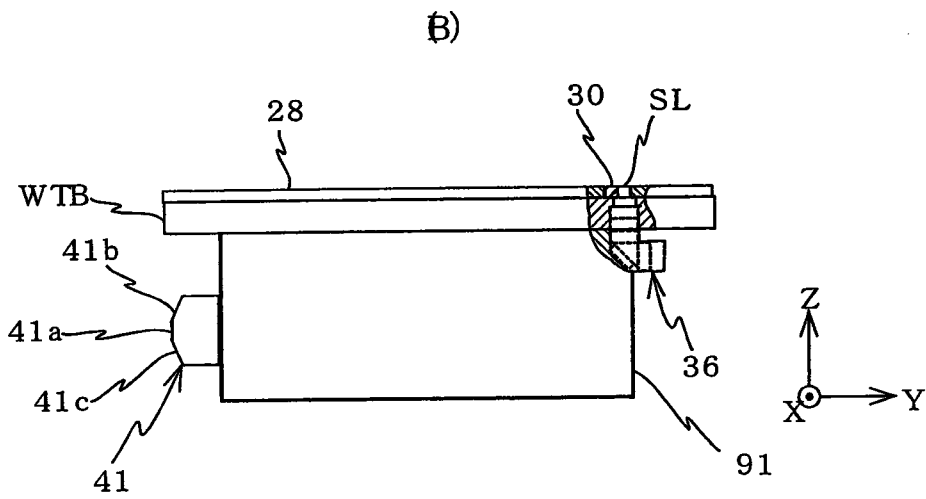
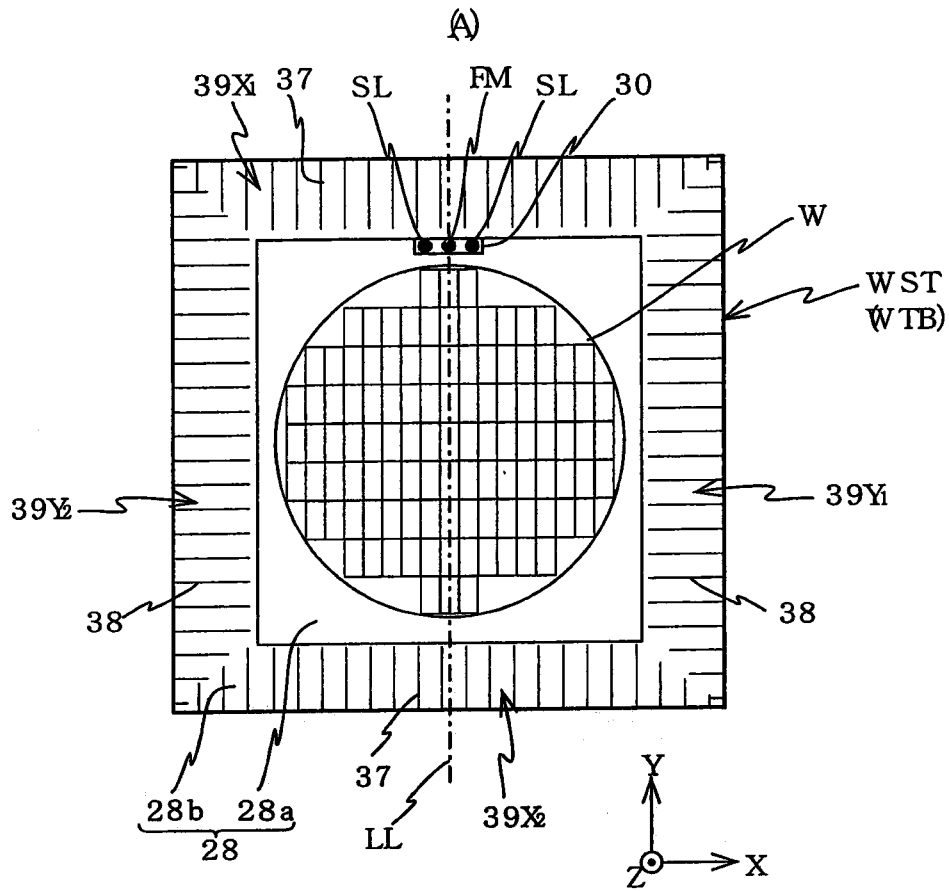


圖4

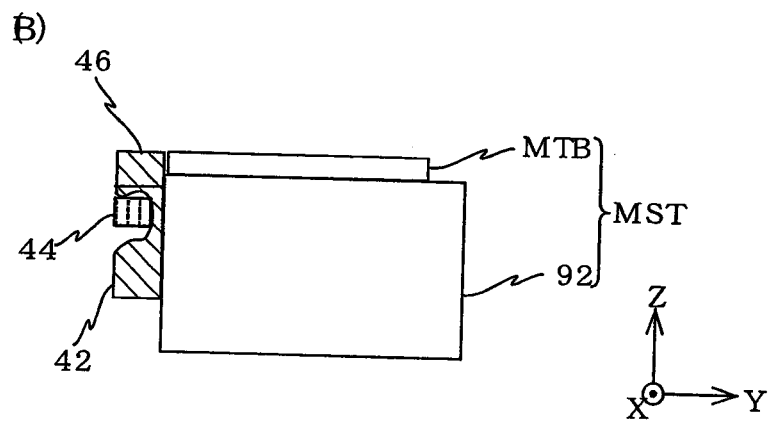
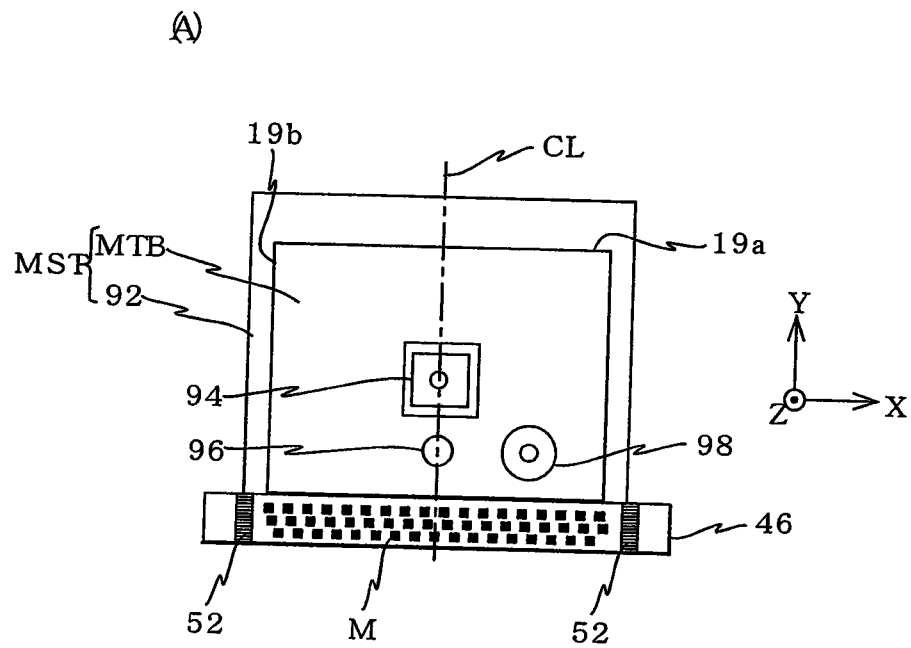


圖5

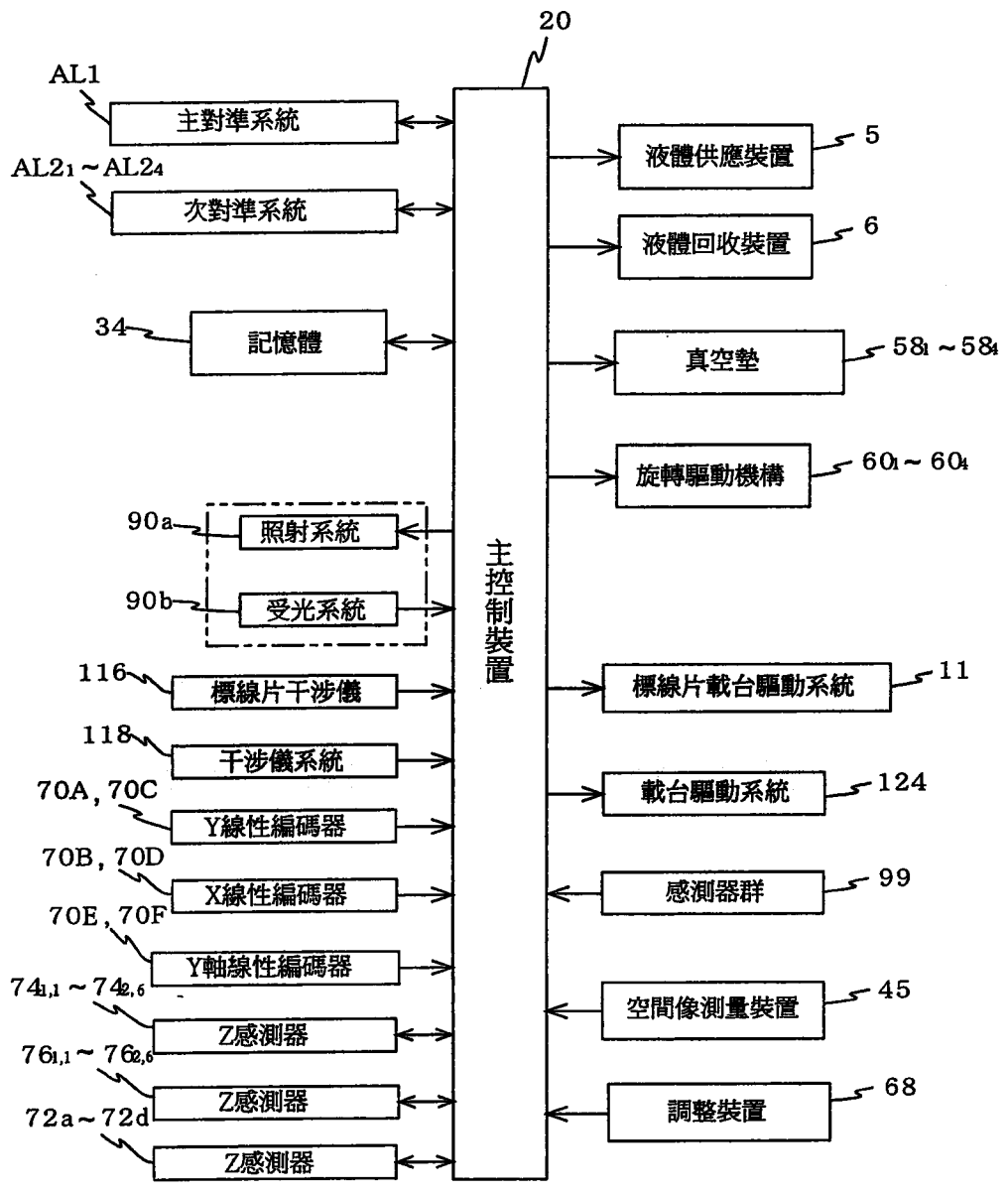


圖6



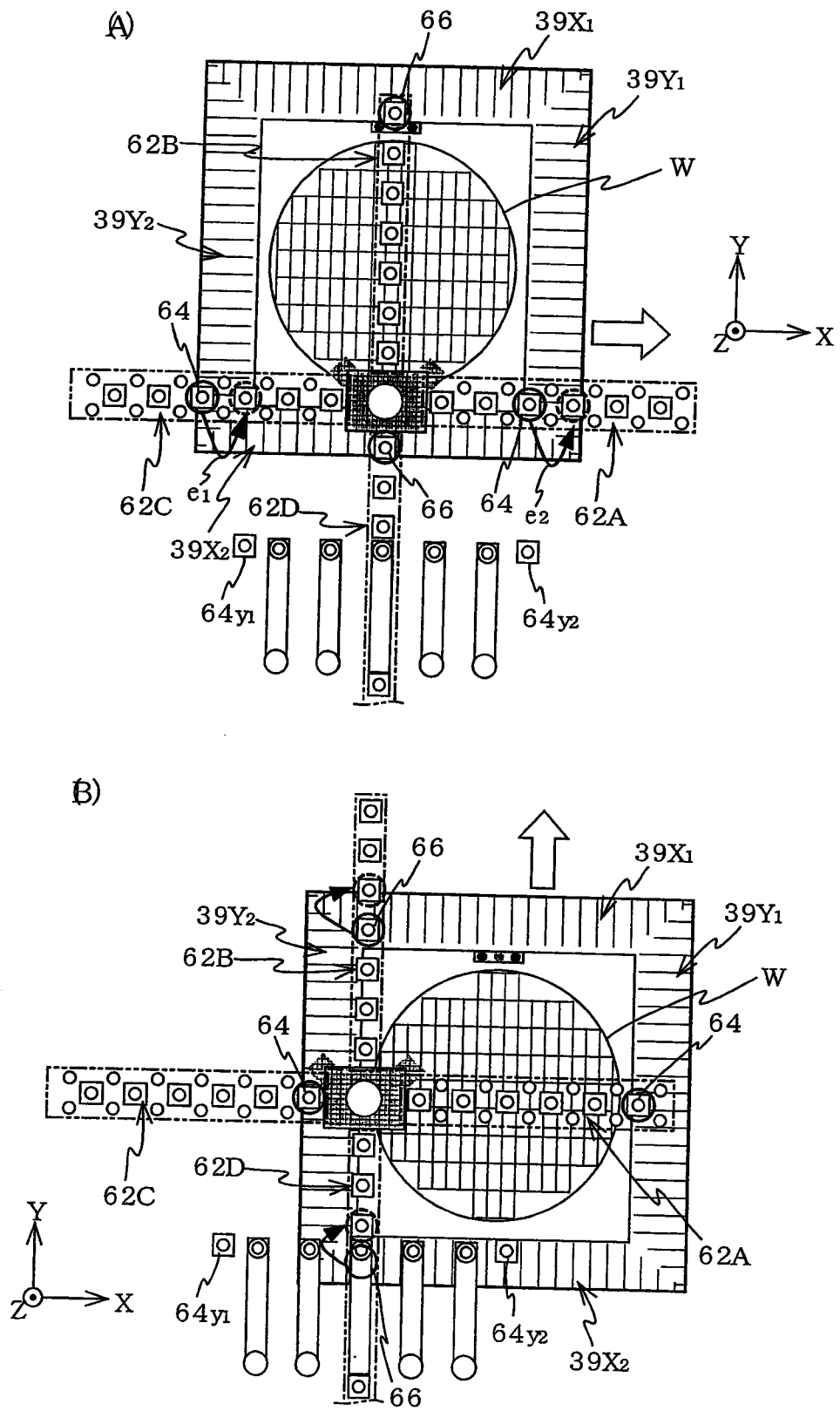


圖7

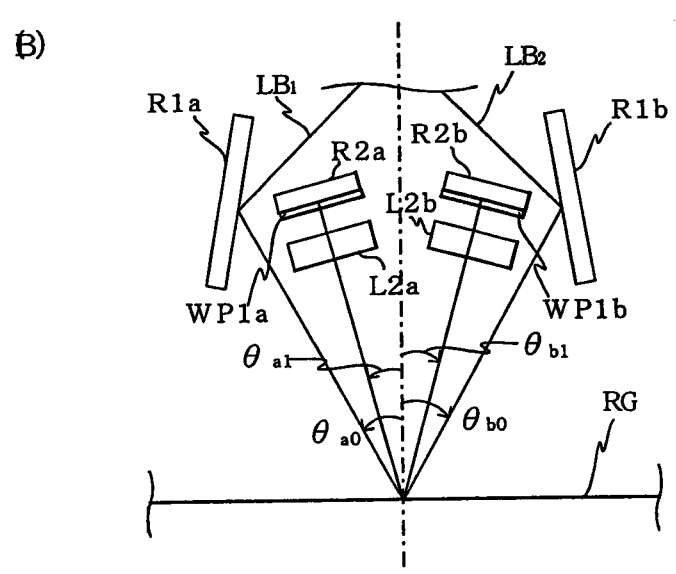
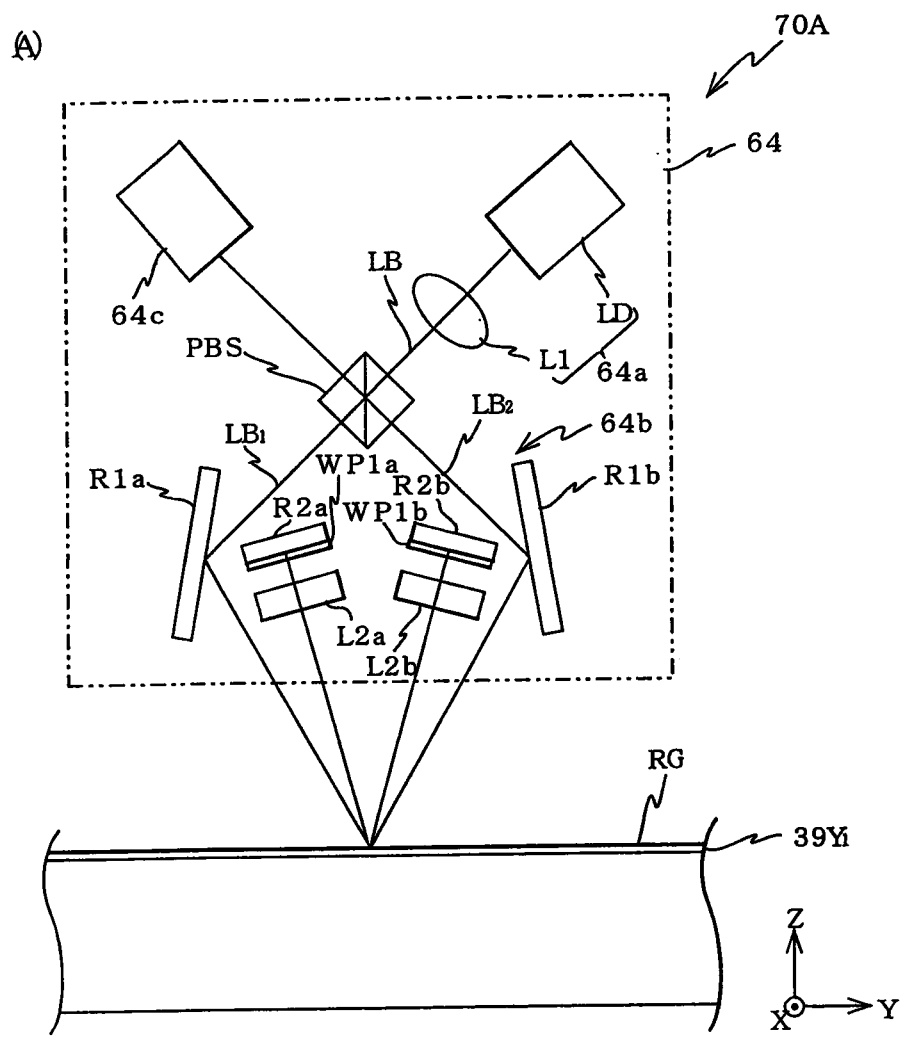


圖8

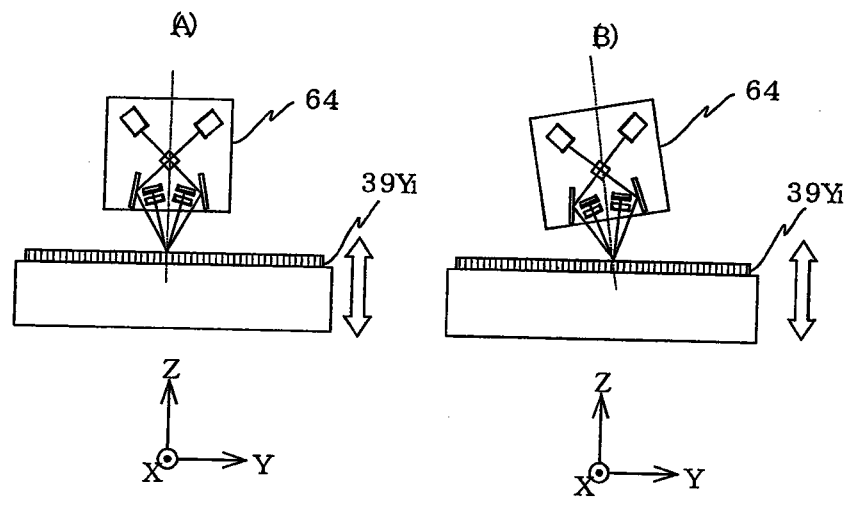


圖9

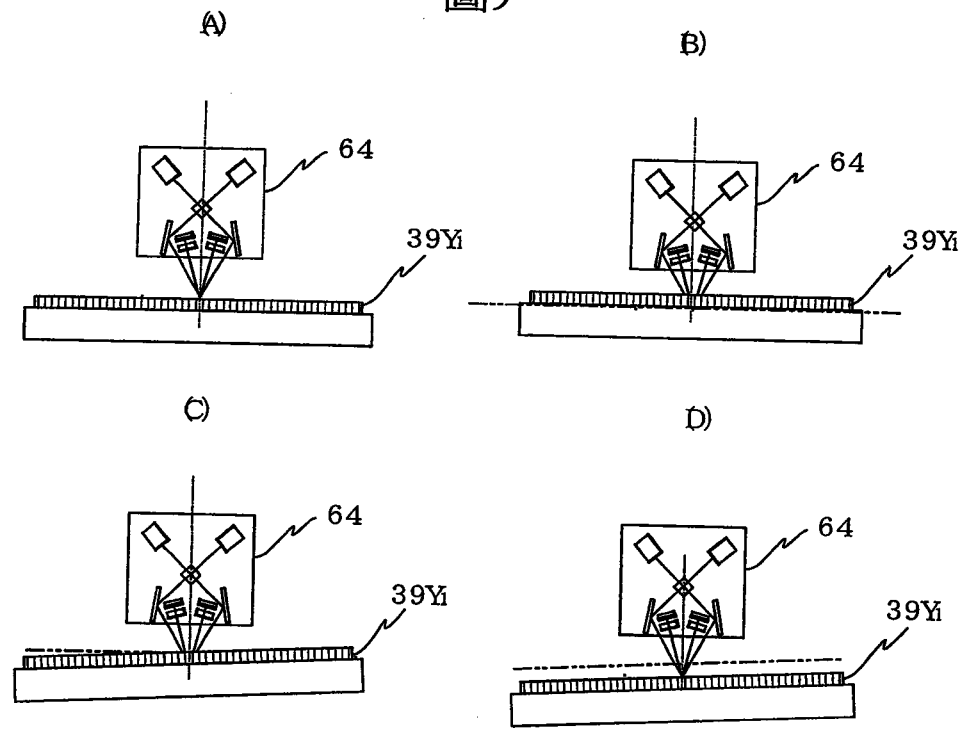


圖10

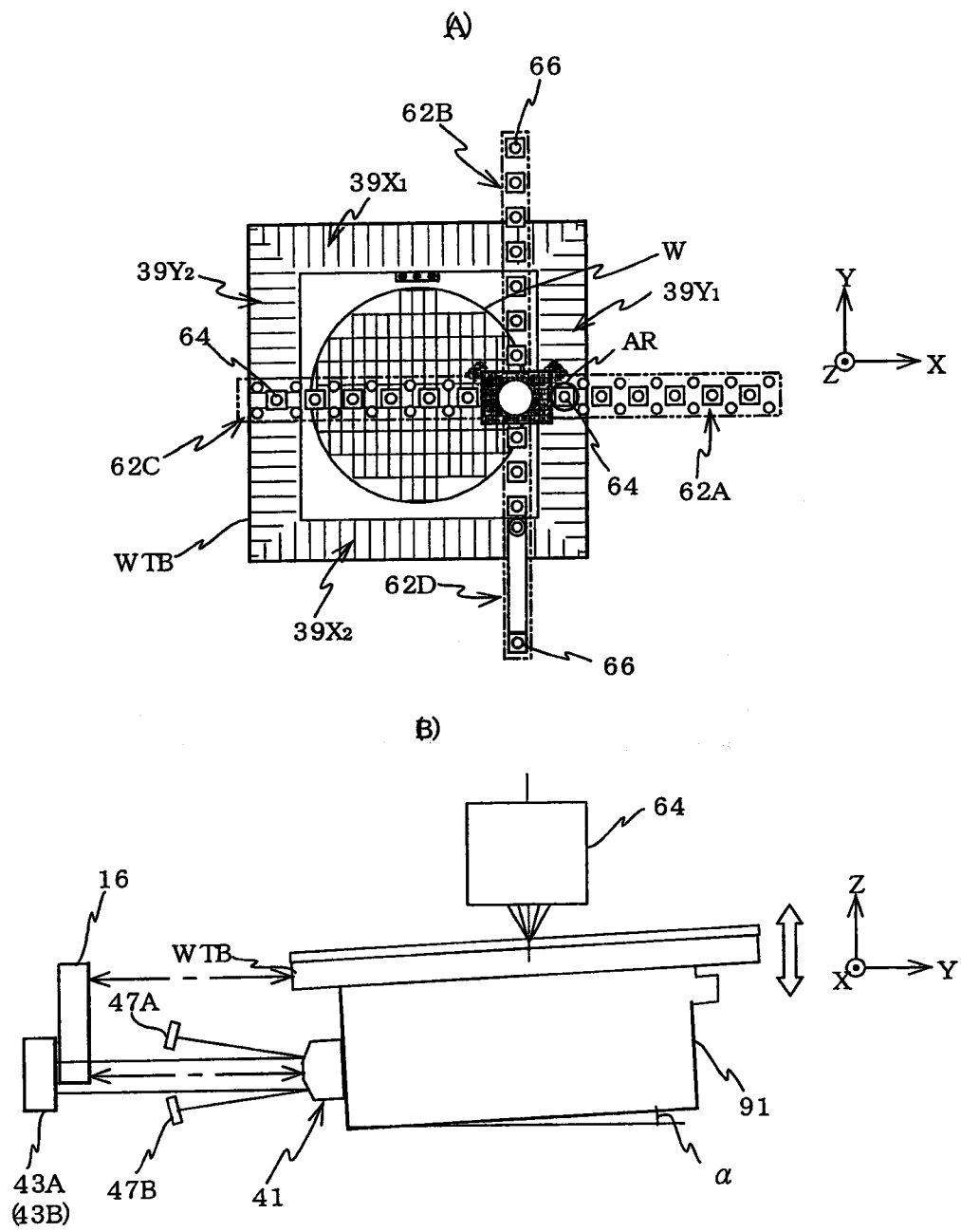


圖11

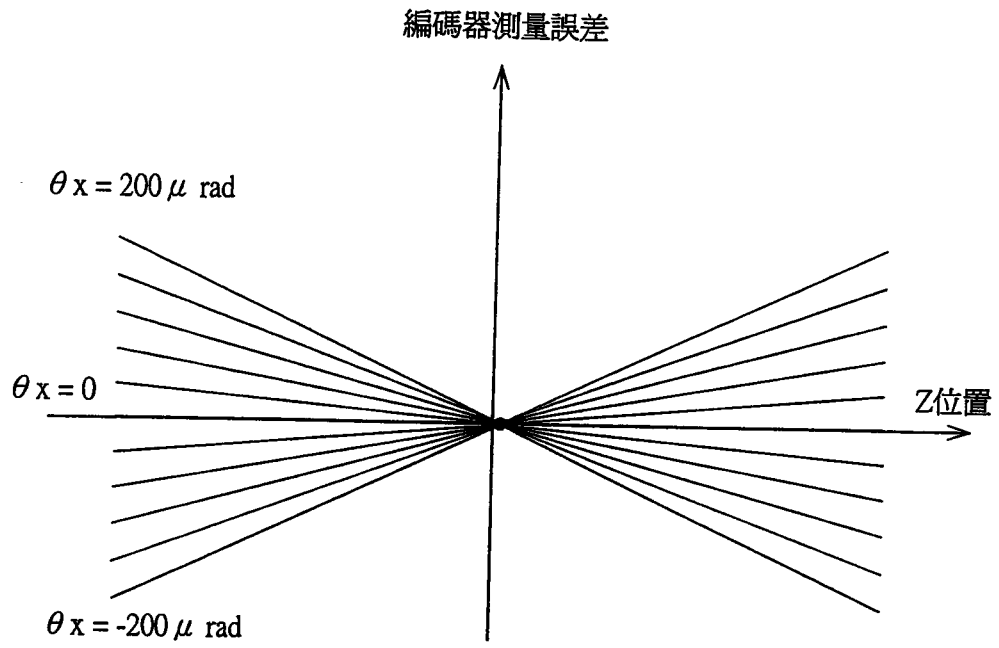


圖12

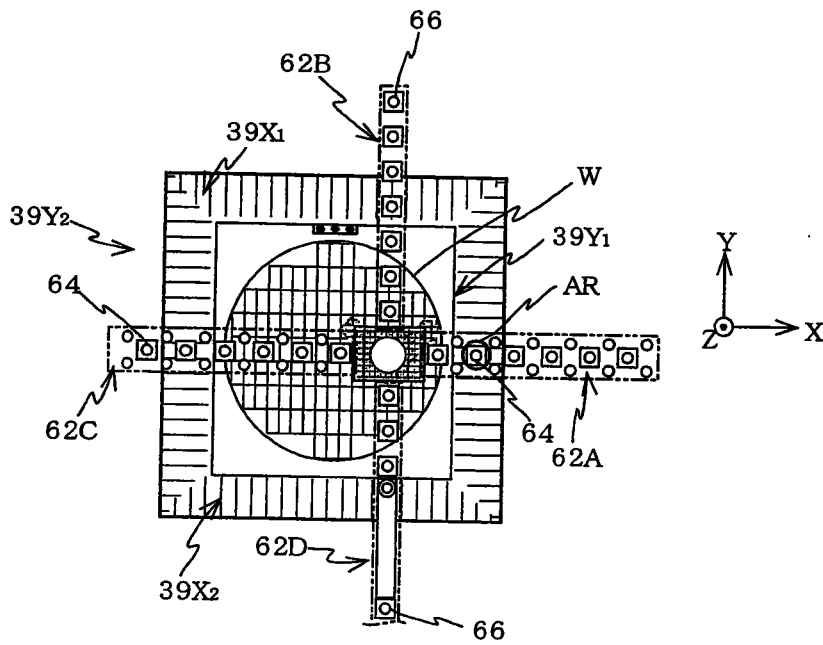


圖13

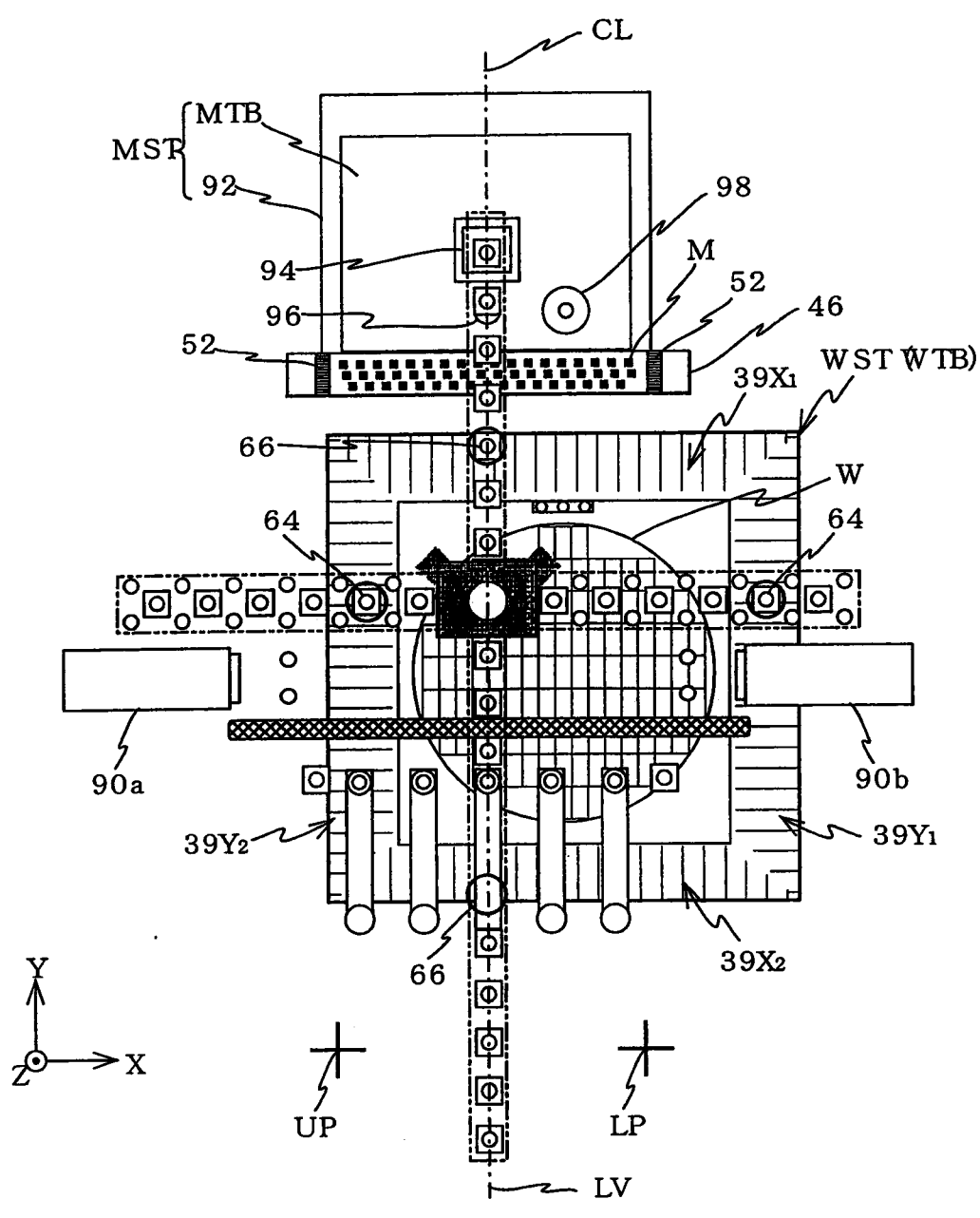


圖14

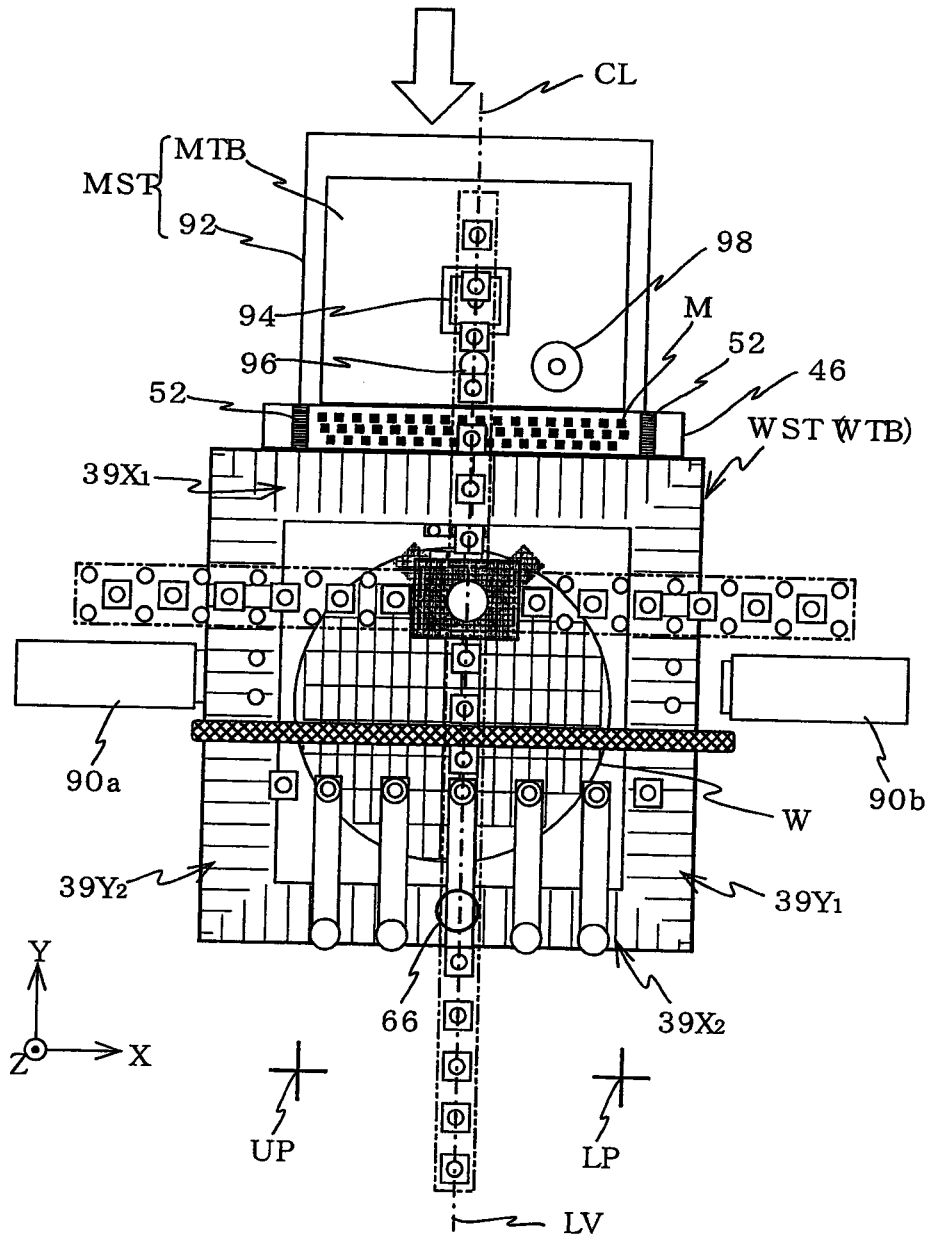


圖15

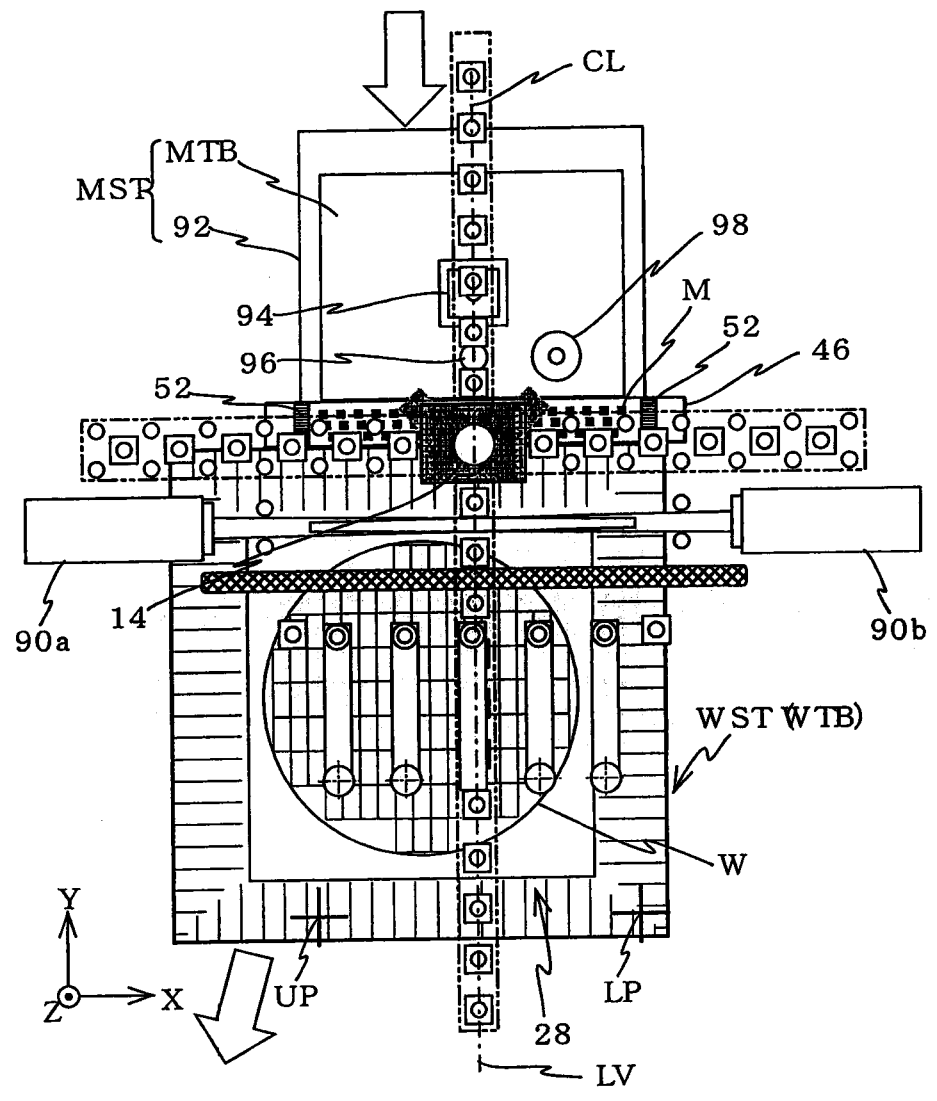


圖16



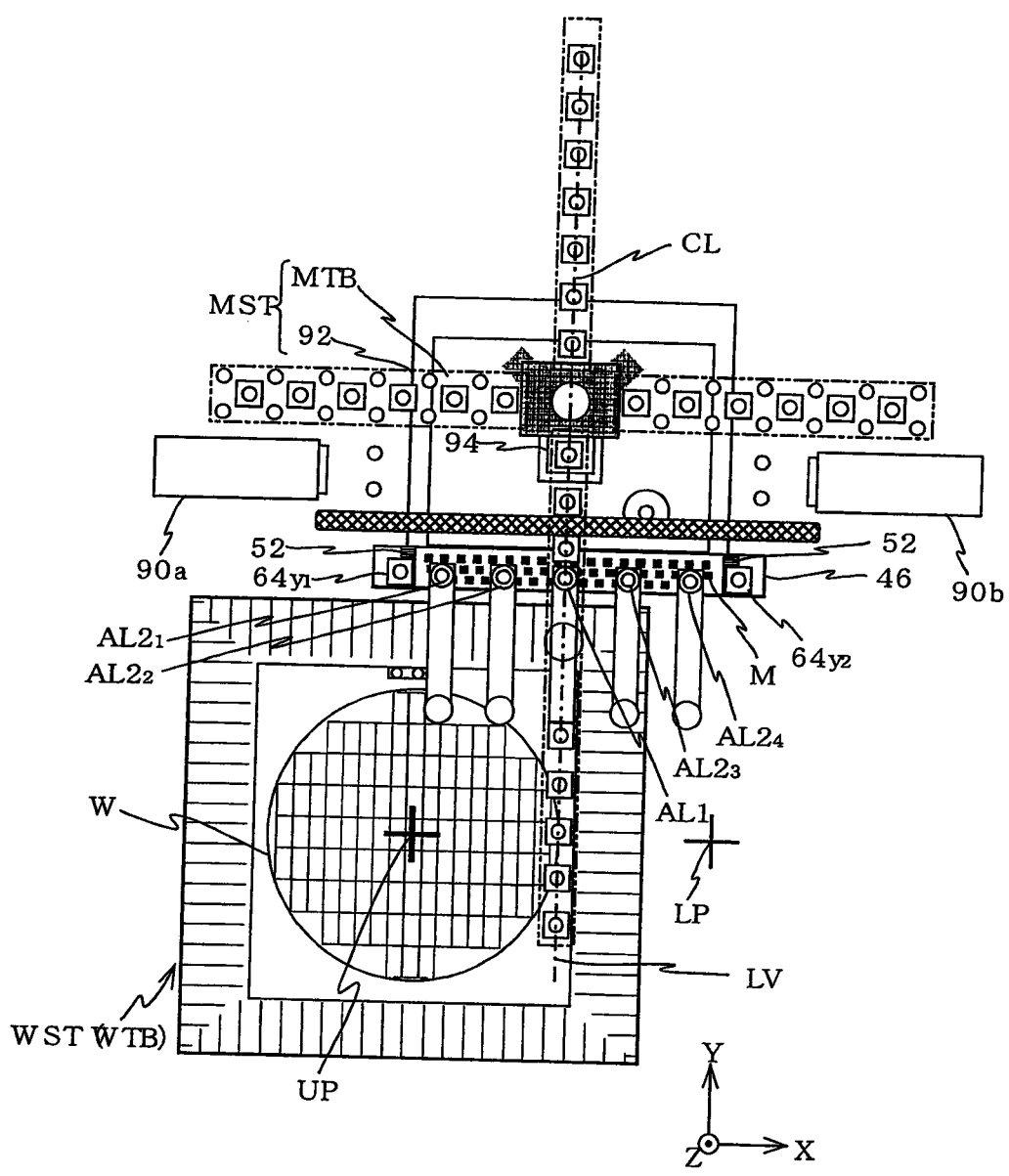


圖17

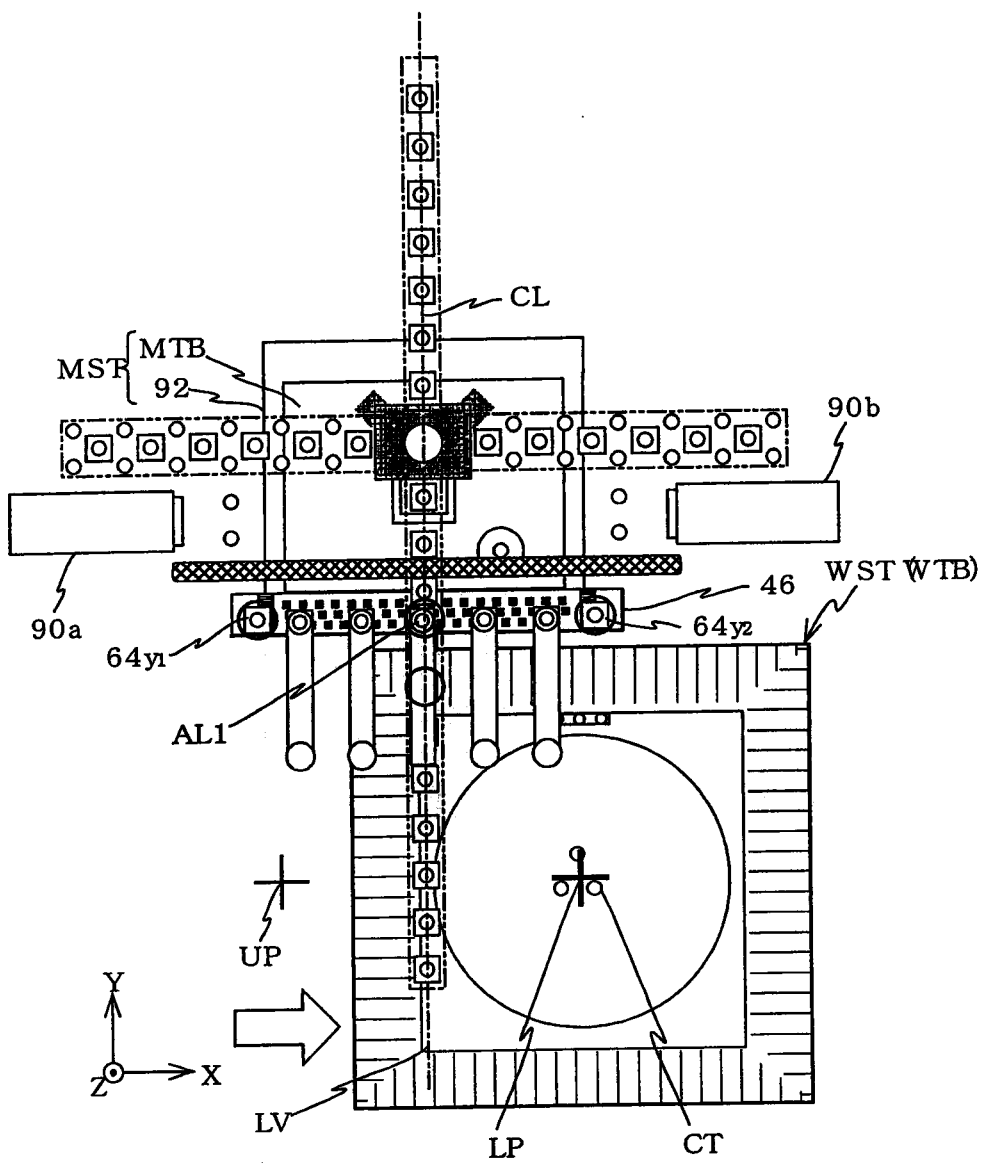


圖18

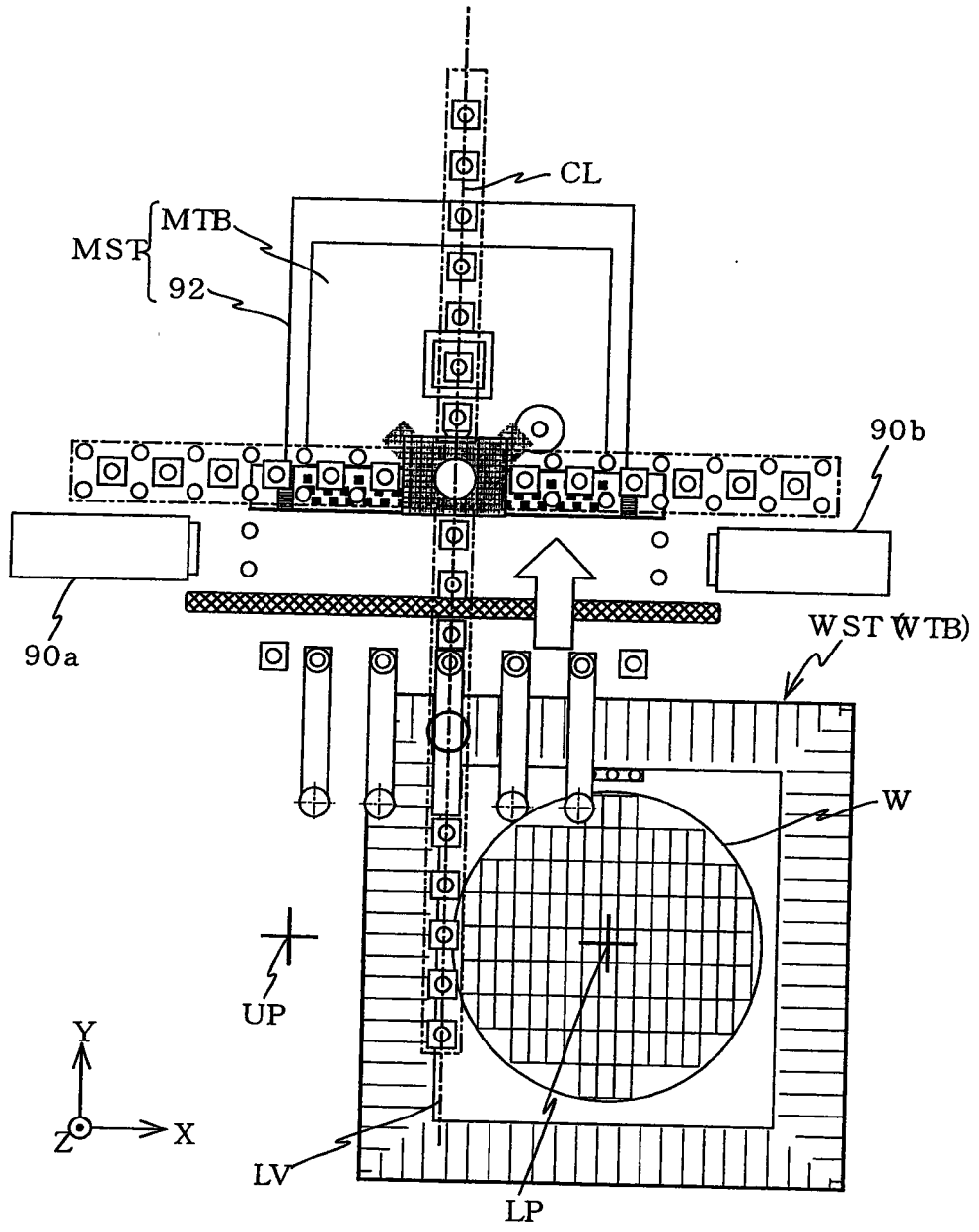


圖19

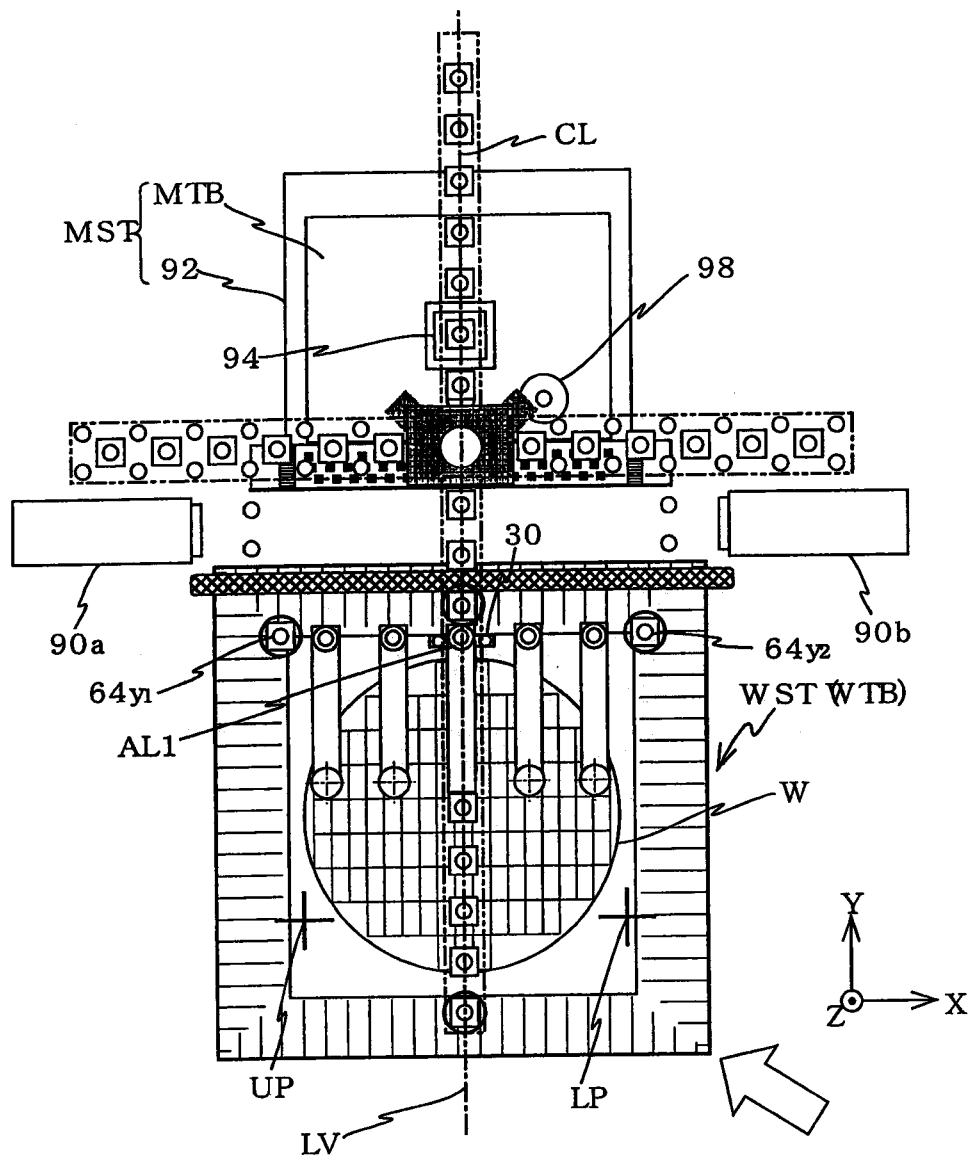


圖20

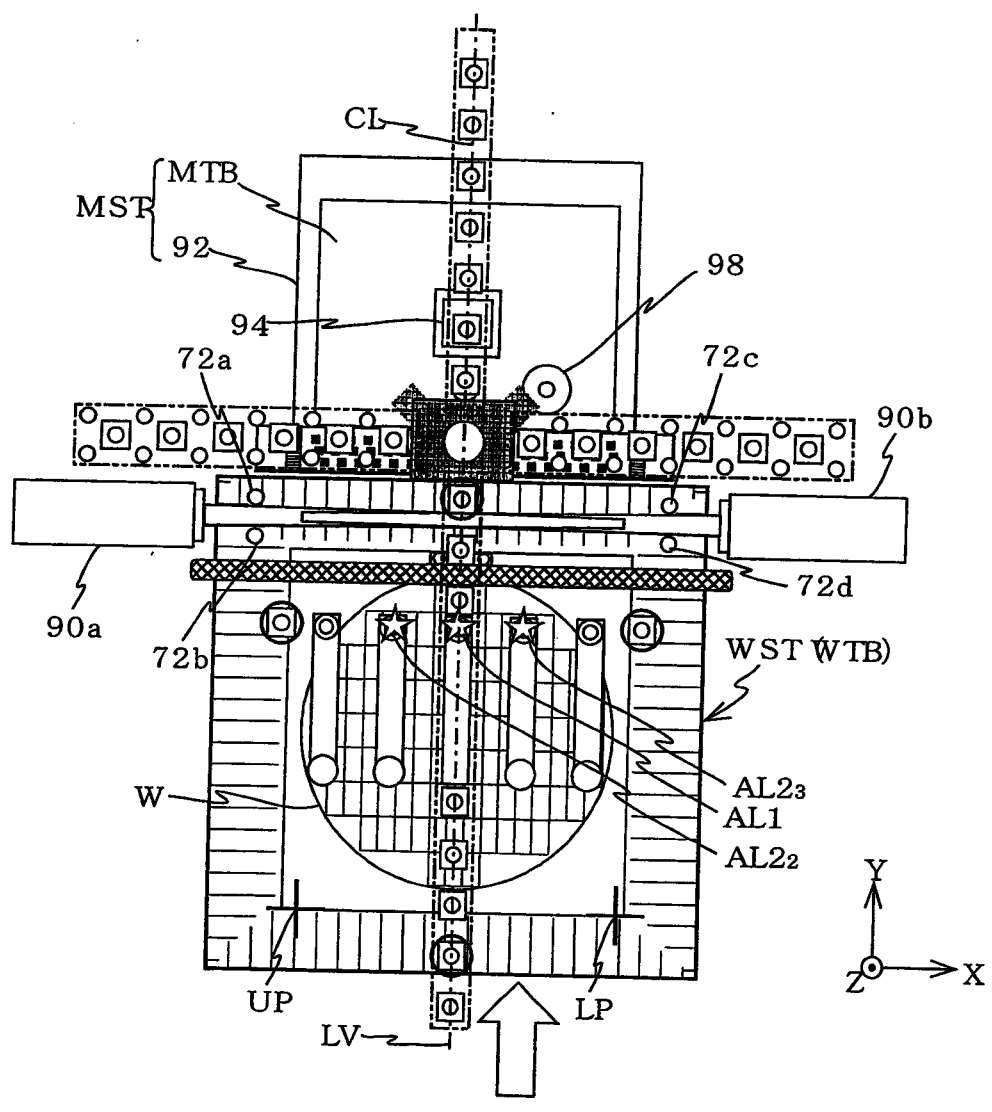


圖21

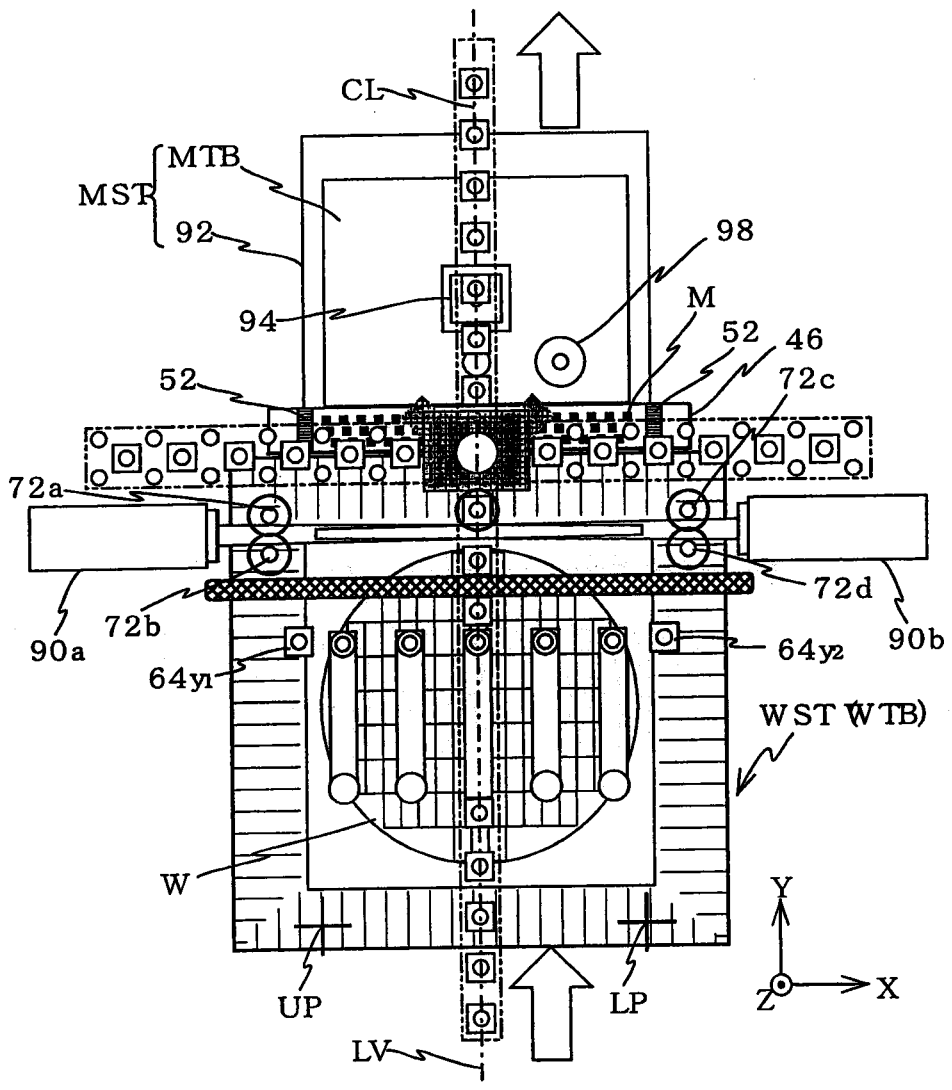


圖22

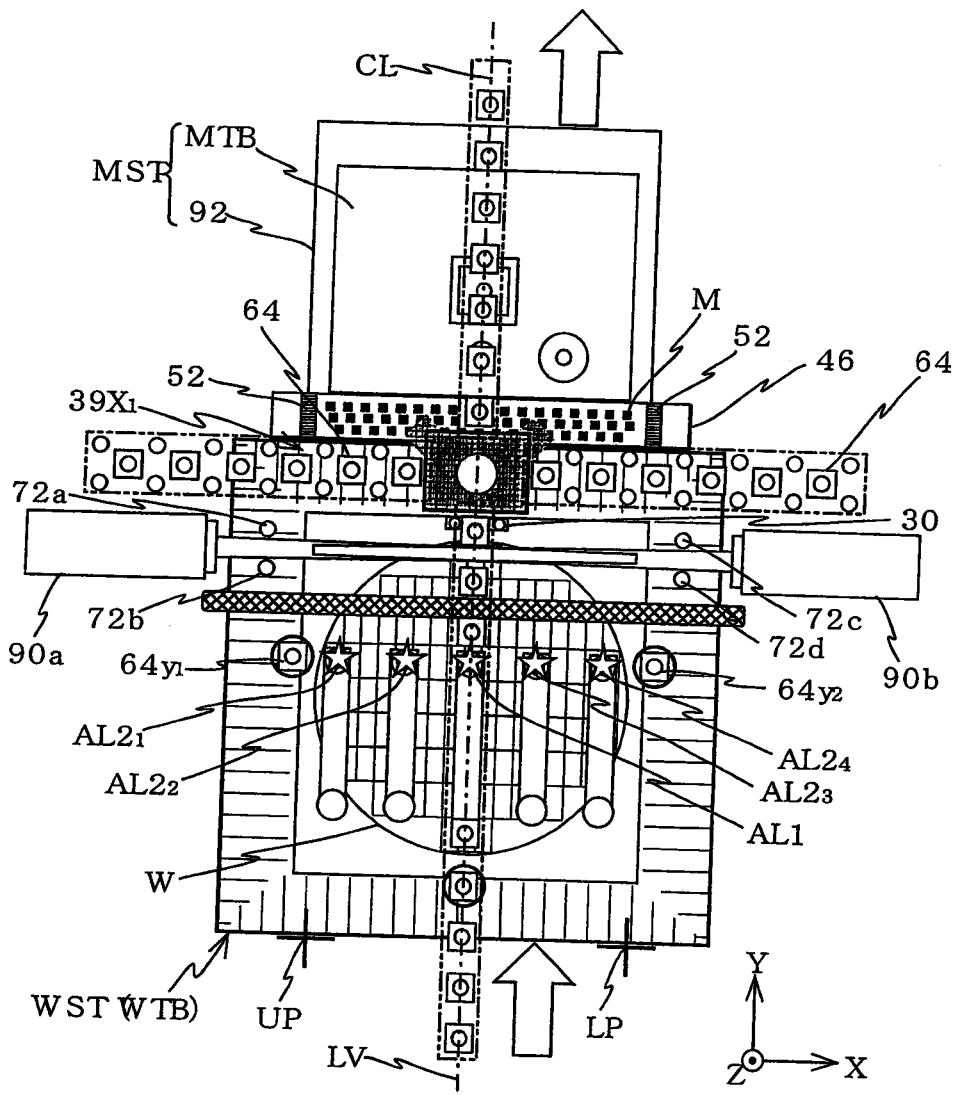


圖23

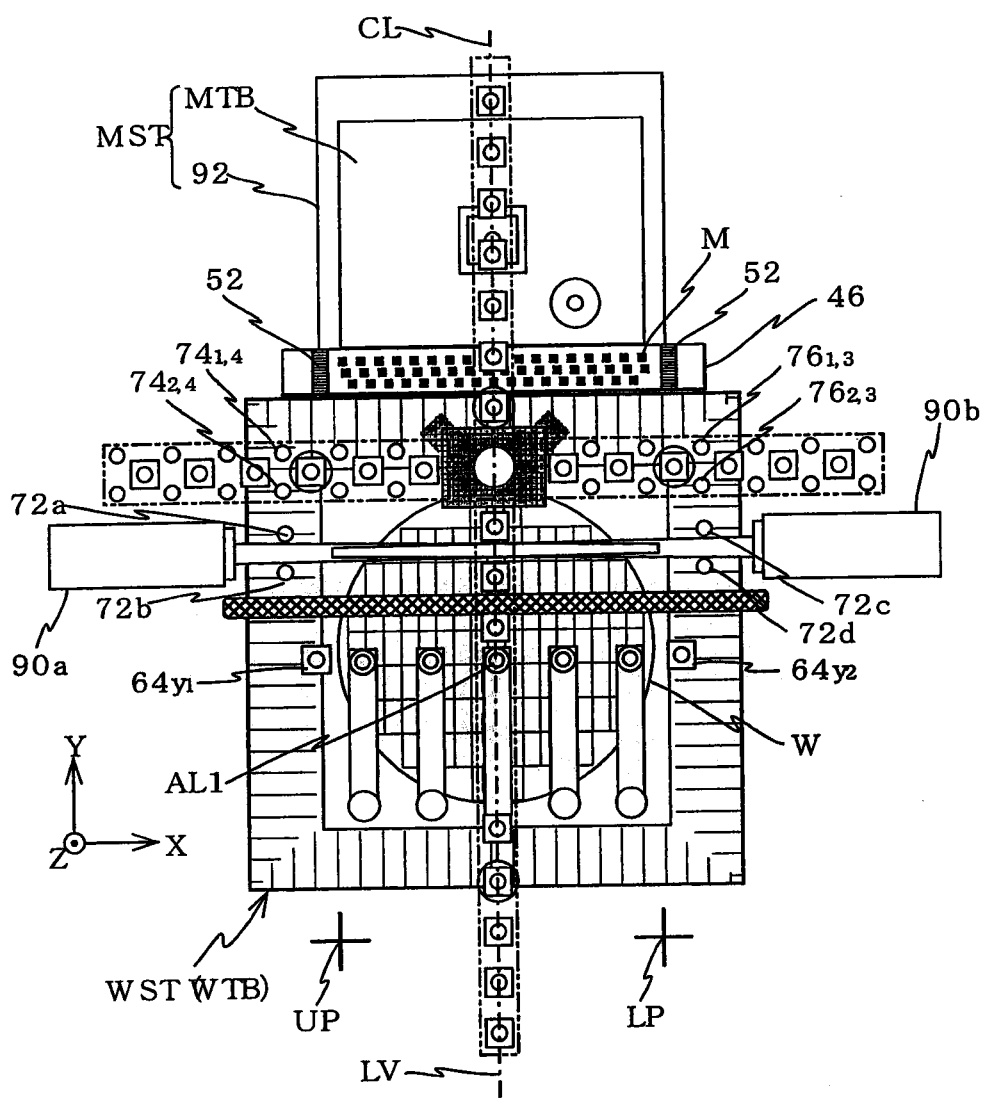


圖24



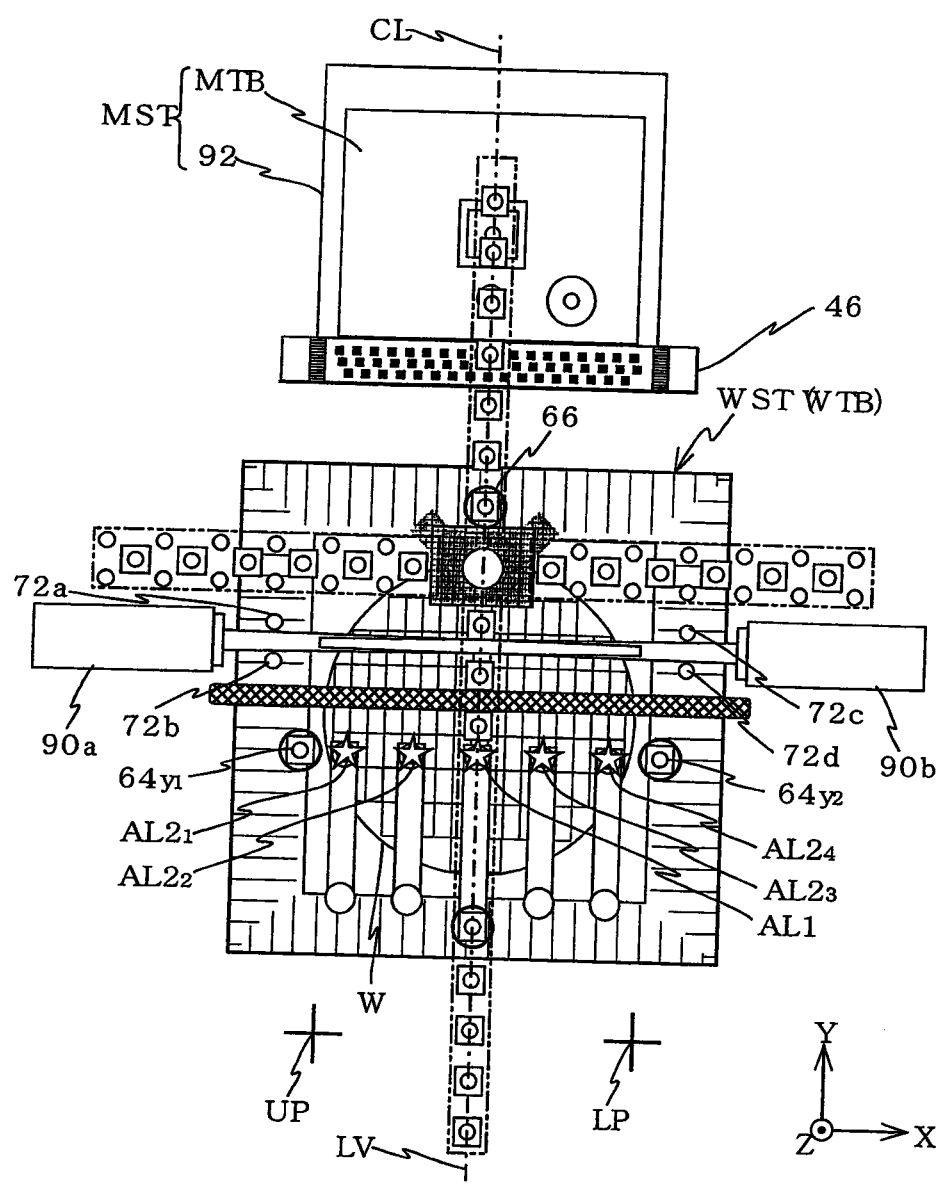


圖25

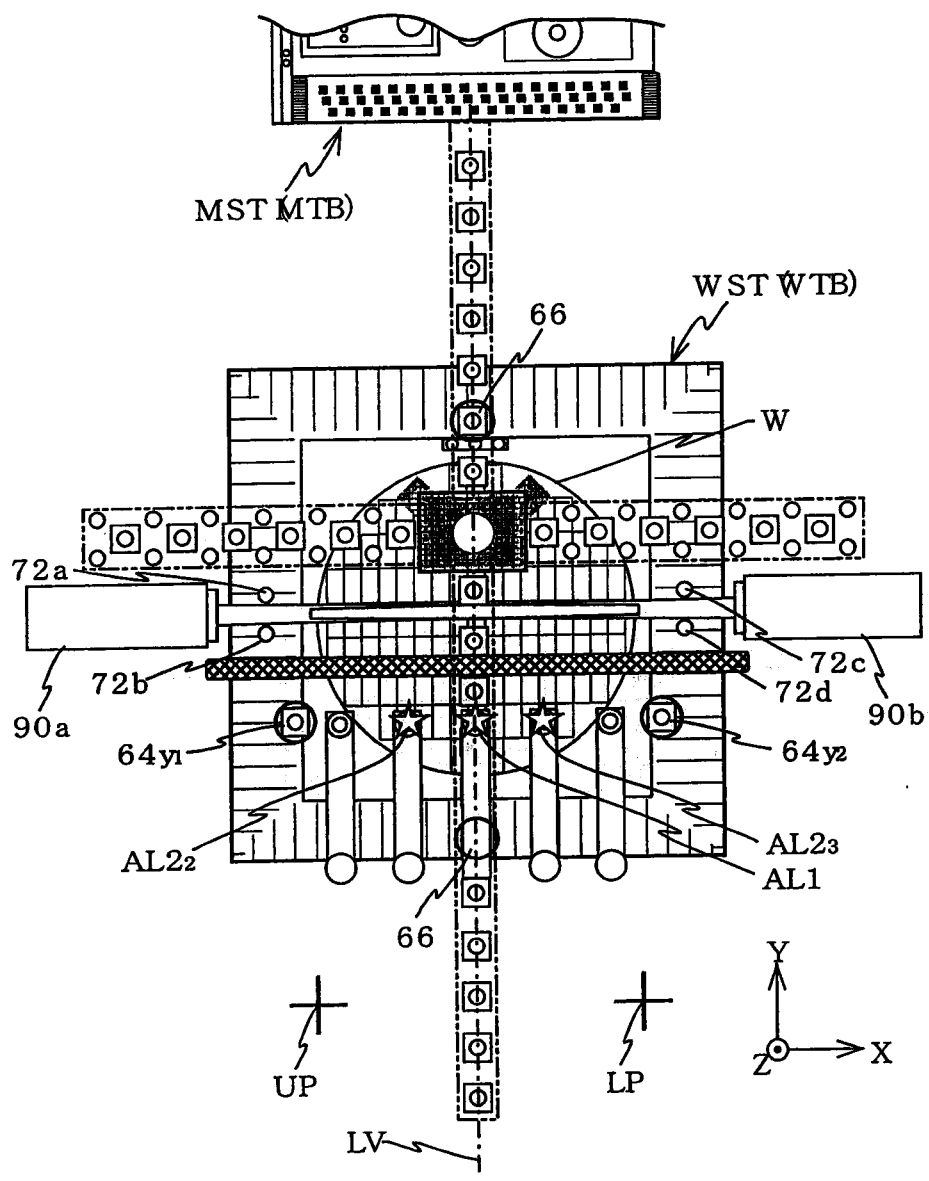


圖26

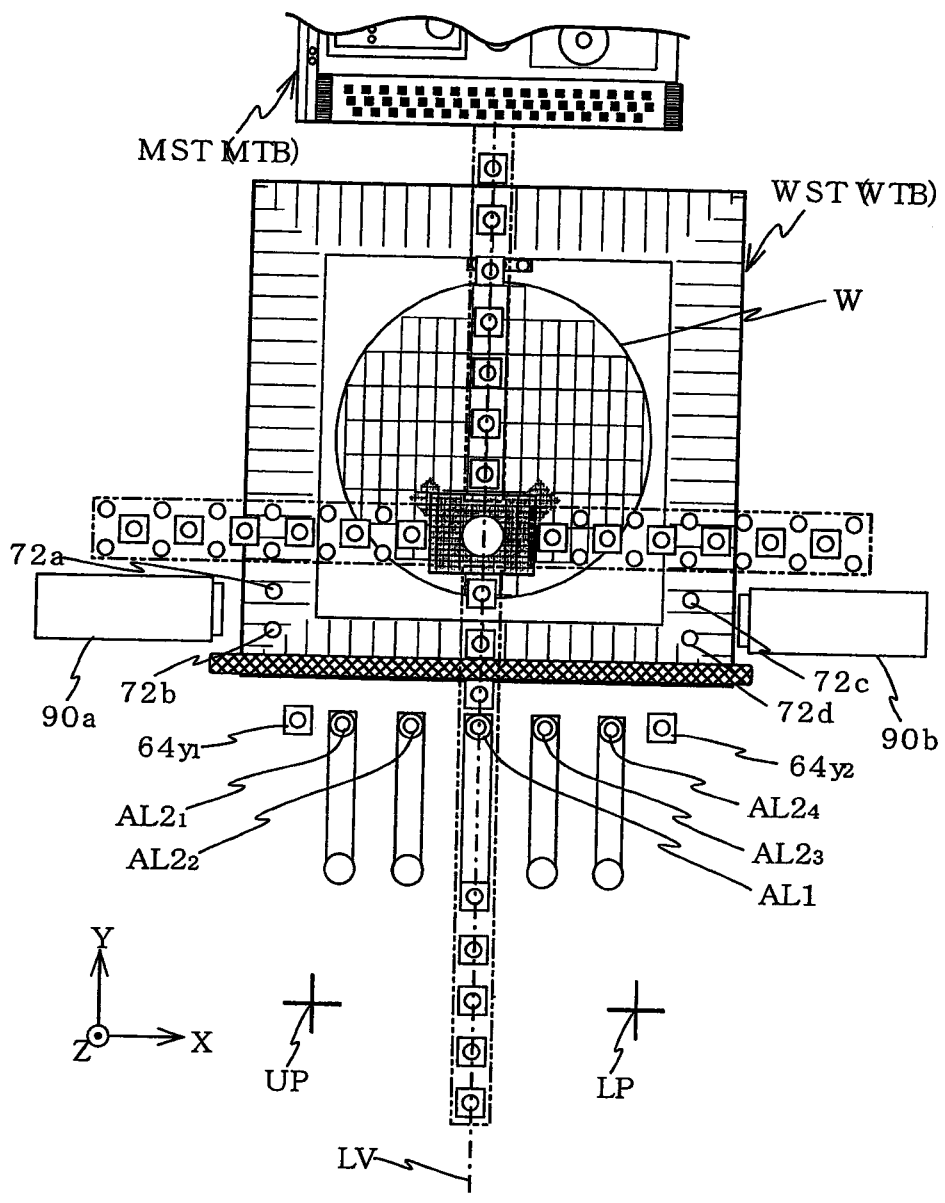


圖27

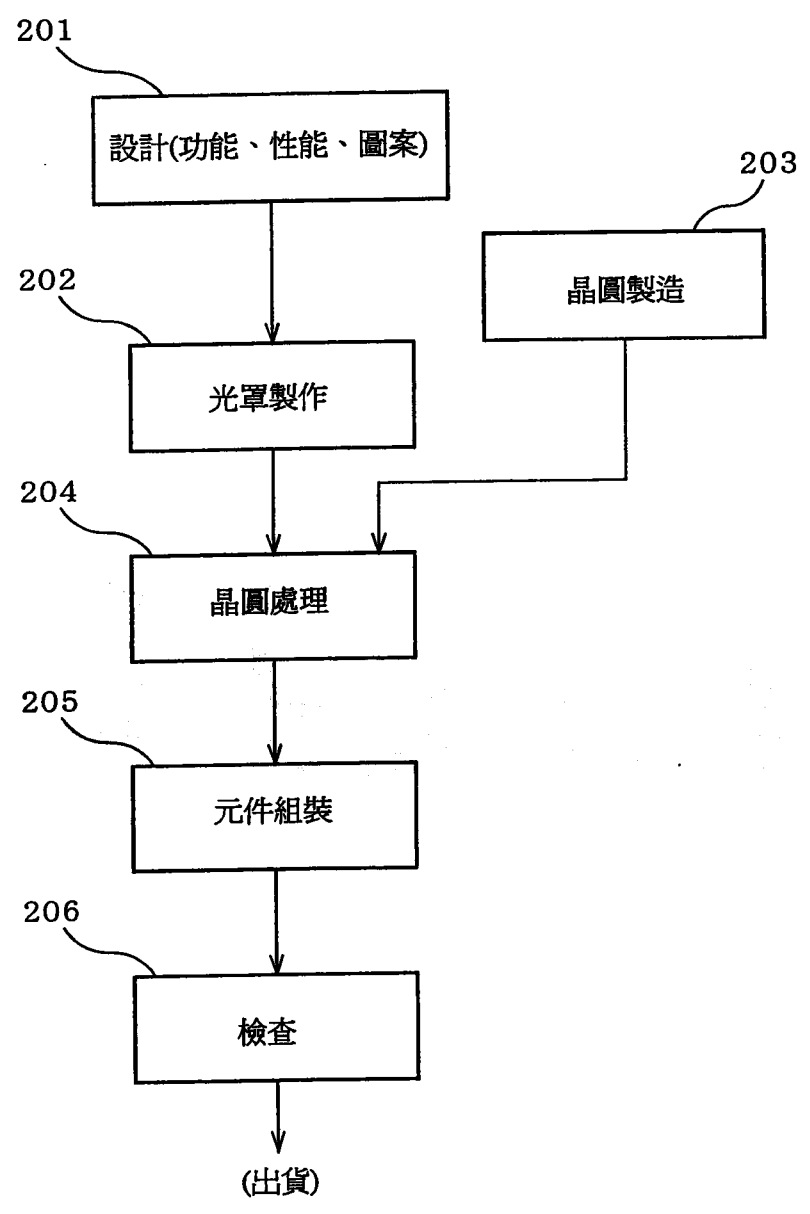


圖28

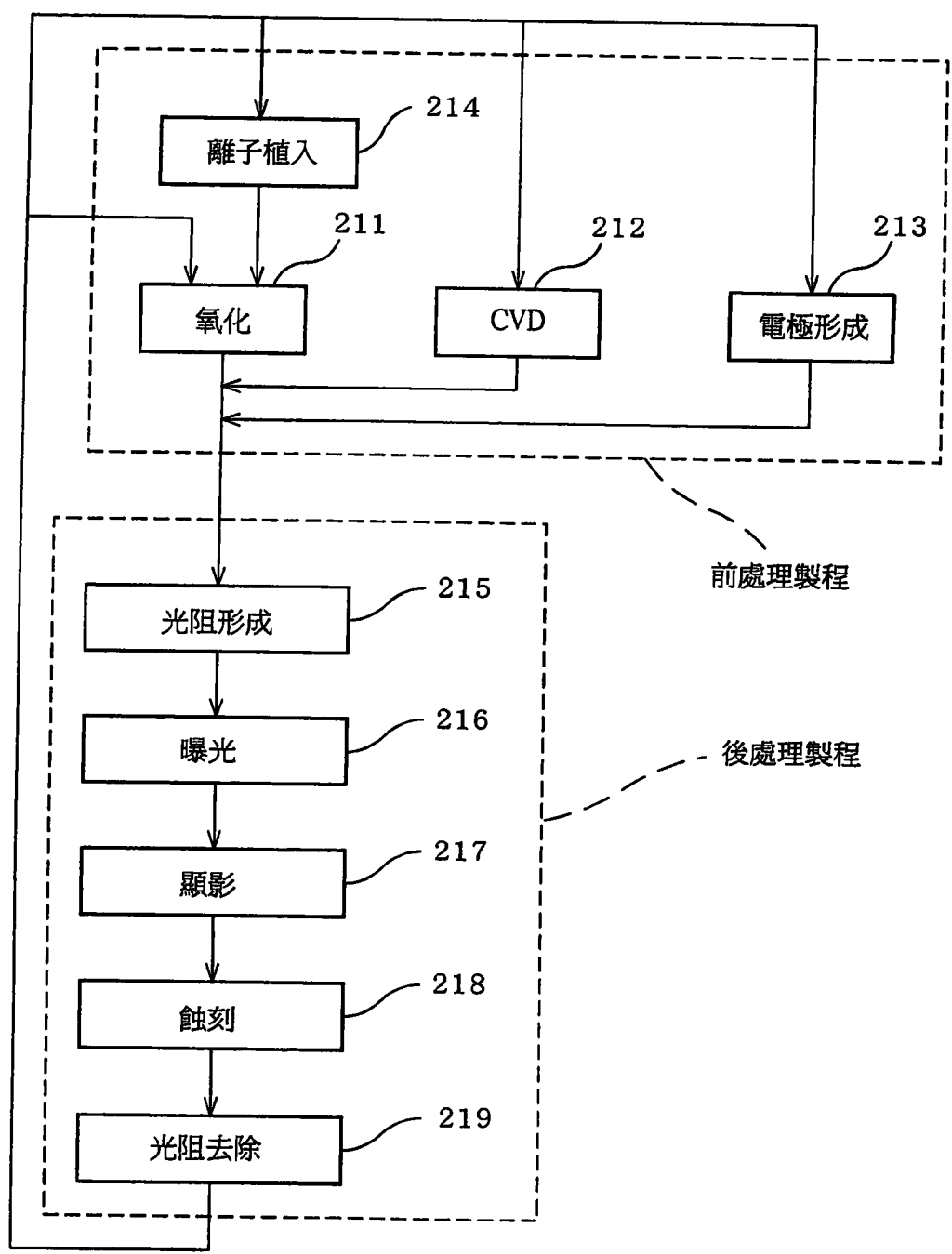


圖29

**【代表圖】**

**【本案指定代表圖】**：第(11)圖。

**【本代表圖之符號簡單說明】**：

16	Y 干涉儀
39X <sub>1</sub> , 39X <sub>2</sub>	X 標尺
39Y <sub>1</sub> , 39Y <sub>2</sub>	Y 標尺
41	移動鏡
43A, 43B	Z 干涉儀
47A, 47B	固定鏡
62A~62D	頭部單元
64	Y 頭部
66	X 頭部
91	載台本體
AR	投影區域
W	晶圓
WTB	晶圓台
$\alpha$	縱搖量

**【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】**：

無

## 申請專利範圍

1.一種曝光方法，係透過投影光學系統與液體以照明光使基板曝光，其特徵在於，包含：

藉由以圍繞該投影光學系統之下端部之方式設置之嘴構件，在該投影光學系統之下以該液體形成液浸區域之動作；

以藉由與該投影光學系統分離配置之標記檢測系統檢測該基板之標記之方式，藉由保持該基板之載台將該基板與該標記檢測系統對向配置之動作；

以透過該投影光學系統與該液浸區域之液體以該照明光使該基板曝光之方式，藉由該載台將該基板與該投影光學系統對向配置之動作；

藉由在該載台設有格子部與讀頭之一者且該格子部與該讀頭之另一者相對於該投影光學系統設在該嘴構件外側、且透過該讀頭將測量束照射至該格子部之反射型格子之編碼器系統之與該格子部對向之複數個該讀頭，測量該載台之位置資訊之動作；

一邊補償因該讀頭與該格子部在與該讀頭之該位置資訊之測量方向不同方向之相對運動產生之該編碼器系統在該測量方向之測量誤差、一邊根據以該編碼器系統測量之位置資訊控制該載台之移動之動作；以及

在該載台移動中，將與該格子部對向之該複數個讀頭之一個切換成另一個讀頭之動作；

在該切換後，藉由包含該複數個讀頭之中該一個讀頭以外之其他讀頭與該另一個讀頭之複數個讀頭測量該載台之位置資訊；

在該標記之檢測動作與該基板之曝光動作分別藉由該編碼器系統測量

該載台之位置資訊。

2.如申請專利範圍第 1 項之曝光方法，其中，在該切換前，藉由與該格子部對向之三個該讀頭測量該載台之位置資訊；

在該切換後，藉由包含該三個讀頭之中該一個讀頭以外之二個讀頭與和該三個讀頭不同之該另一個讀頭之三個讀頭測量該載台之位置資訊。

3.如申請專利範圍第 2 項之曝光方法，其中，該讀頭之切換，係在包含該切換前使用之三個讀頭與該另一個讀頭之四個讀頭與該格子部對向之期間進行。

4.如申請專利範圍第 3 項之曝光方法，其中，該格子部具有分別形成該反射型格子之四個標尺構件；

該讀頭之切換，係在該四個讀頭分別與該四個標尺構件對向之期間進行。

5.如申請專利範圍第 4 項之曝光方法，其中，至少在該曝光動作中，藉由與該四個標尺構件之三個或四個分別對向之三個或四個該讀頭測量該載台之位置資訊。

6.如申請專利範圍第 5 項之曝光方法，其中，該編碼器系統之三個或四個該讀頭與該格子部對向，且藉由該載台之移動，與該格子部對向之讀頭從該三個讀頭與該四個讀頭之一者變更至另一者。

7.如申請專利範圍第 6 項之曝光方法，其中，該載台設有該讀頭，且在該格子部下方移動。

8.如申請專利範圍第 1 至 7 項中任一項之曝光方法，其中，該基板係以其表面與該載台上面成為大致同一面之方式保持在該載台上面之凹部內。



9.如申請專利範圍第 8 項之曝光方法，其中，藉由該編碼器系統測量該載台在包含與和該投影光學系統之光軸正交之既定平面平行之方向、與該既定平面正交之方向之 6 自由度方向之位置資訊。

10.如申請專利範圍第 1 至 7 項中任一項之曝光方法，其中，該測量方向包含和該投影光學系統之光軸正交之既定平面平行之方向；

該不同方向包含與該既定平面正交之方向、繞與該既定平面正交之軸之旋轉方向、及繞與該既定平面平行之軸之旋轉方向之至少一者。

11.一種曝光裝置，係透過投影光學系統與液體以照明光使基板曝光，其特徵在於，具備：

嘴構件，以圍繞該投影光學系統之下端部之方式設置，藉由該液體在該投影光學系統之下形成液浸區域；

標記檢測系統，與該投影光學系統分離配置，檢測該基板之標記；

載台，配置在該投影光學系統及該標記檢測系統之下方，保持該基板；

編碼器系統，在該載台設有格子部與讀頭之一者且該格子部與該讀頭之另一者相對於該投影光學系統設在該嘴構件外側，且透過該讀頭將測量束照射至該格子部之反射型格子，藉由與該格子部對向之複數個該讀頭測量該載台之位置資訊；以及

控制裝置，一邊補償因該讀頭與該格子部在與該讀頭之該位置資訊之測量方向不同方向之相對運動產生之該編碼器系統在該測量方向之測量誤差、一邊根據以該編碼器系統測量之位置資訊控制該載台之移動；

在該載台移動中，將與該格子部對向之該複數個讀頭之一個切換成另一個讀頭；

在該切換後，藉由包含該複數個讀頭之中該一個讀頭以外之其他讀頭與該另一個讀頭之複數個讀頭測量該載台之位置資訊；

在該標記之檢測動作與該基板之曝光動作分別藉由該編碼器系統測量該載台之位置資訊。

12.如申請專利範圍第 11 項之曝光裝置，其中，在該切換前，藉由與該格子部對向之三個該讀頭測量該載台之位置資訊；

在該切換後，藉由包含該三個讀頭之中該一個讀頭以外之二個讀頭與和該三個讀頭不同之該另一個讀頭之三個讀頭測量該載台之位置資訊。

13.如申請專利範圍第 12 項之曝光裝置，其中，該讀頭之切換，係在包含該切換前使用之三個讀頭與該另一個讀頭之四個讀頭與該格子部對向之期間進行。

14.如申請專利範圍第 13 項之曝光裝置，其中，該格子部具有分別形成該反射型格子之四個標尺構件；

該讀頭之切換，係在該四個讀頭分別與該四個標尺構件對向之期間進行。

15.如申請專利範圍第 14 項之曝光裝置，其中，至少在該曝光動作中，藉由與該四個標尺構件之三個或四個分別對向之三個或四個該讀頭測量該載台之位置資訊。

16.如申請專利範圍第 15 項之曝光裝置，其中，該編碼器系統之三個或四個該讀頭與該格子部對向，且藉由該載台之移動，與該格子部對向之讀頭從該三個讀頭與該四個讀頭之一者變更至另一者。

17.如申請專利範圍第 16 項之曝光裝置，其中，該載台設有該讀頭，且

在該格子部下方移動。

18.如申請專利範圍第 11 至 17 項中任一項之曝光裝置，其中，該載台係以該基板表面與該載台上面成為大致同一面之方式在該上面之凹部內保持該基板。

19.如申請專利範圍第 18 項之曝光裝置，其中，該編碼器系統可測量該載台在包含與和該投影光學系統之光軸正交之既定平面平行之方向、與該既定平面正交之方向之 6 自由度方向之位置資訊。

20.如申請專利範圍第 11 至 17 項中任一項之曝光裝置，其中，該測量方向包含和該投影光學系統之光軸正交之既定平面平行之方向；

該不同方向包含與該既定平面正交之方向、繞與該既定平面正交之軸之旋轉方向、及繞與該既定平面平行之軸之旋轉方向之至少一者。

21.一種元件製造方法，包含：

使用申請專利範圍第 1 至 10 項中任一項之曝光方法使基板曝光之動作；以及

使已曝光之該基板顯影之動作。

22.一種元件製造方法，包含：

使用申請專利範圍第 11 至 20 項中任一項之曝光裝置使基板曝光之動作；以及

使已曝光之該基板顯影之動作。