



(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 I594084 B

(45)公告日：中華民國 106 (2017) 年 08 月 01 日

(21)申請案號：105125603

(22)申請日：中華民國 99 (2010) 年 08 月 25 日

(51)Int. Cl. : G03F7/20 (2006.01) H01L21/027 (2006.01)

(30)優先權：2009/08/25 美國 61/236,704

2010/08/20 美國 12/860,097

(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：閻啟泰；林景郁

(56)參考文獻：

TW 200702948A

US 2007/0288121A1

US 2008/0094593A

審查人員：呂燦

申請專利範圍項數：32 項 圖式數：10 共 57 頁

(54)名稱

曝光方法及曝光裝置、以及元件製造方法

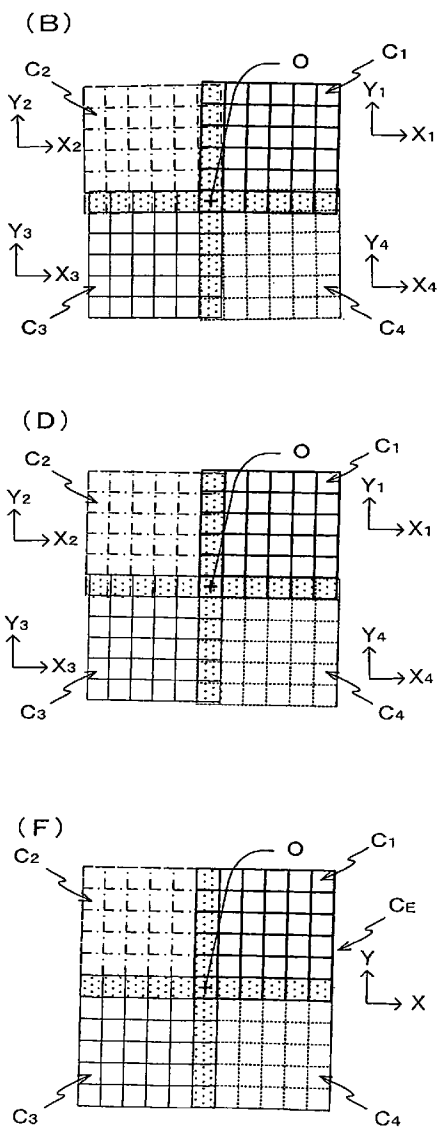
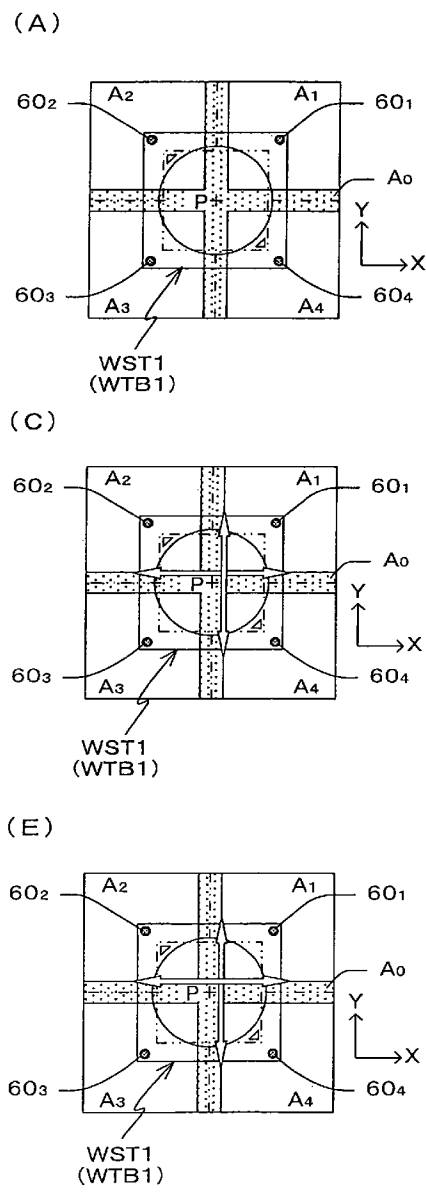
EXPOSURE METHOD, EXPOSURE APPARATUS, AND DEVICE MANUFACTURING METHOD

(57)摘要

本發明，係根據在載台(WST1)上搭載之四個讀頭(60₁~60₄)中、包含互異之一個讀頭之三個讀頭所屬之第1讀頭群與第2讀頭群中所含之讀頭對向於標尺板上對應區域之區域(A₀)內，使用第1讀頭群所得之位置資訊驅動載台(WST1)，並使用以第1及第2讀頭群所得之位置資訊求出對應之第1及第2基準座標系(C₁、C₂)間之偏差(位置、旋轉、定標之偏差)。使用該結果修正使用第2讀頭群所得之測量結果，據以修正第1及第2基準座標系(C₁、C₂)間之偏差、以及四個讀頭(60₁~60₄)之分別對向之標尺板上之區域彼此間之偏差伴隨之測量誤差。

指定代表圖：

圖 8



符號簡單說明：

60₁~60₄ . . . 編碼器
讀頭

A₀~A₄ . . . 測量區域

C₁~C₄ . . . 第 1~第
4 基準座標系

C_E . . . 統合座標系

P . . . 曝光中心

WTB1 . . . 晶圓台

WST1 . . . 晶圓載
台

發明摘要

※ 申請案號： 105125603(由103129829分割)

※ 申請日： 099/08/25

※IPC 分類： G03F 7/20 (2006.01)
H01L 21/027 (2006.01)

【發明名稱】(中文/英文)

曝光方法及曝光裝置、以及元件製造方法

Exposure Method, Exposure Apparatus, and Device Manufacturing Method

【中文】

本發明，係根據在載台(WST1)上搭載之四個讀頭(60₁~60₄)中、包含互異之一個讀頭之三個讀頭所屬之第 1 讀頭群與第 2 讀頭群中所含之讀頭對向於標尺板上對應區域之區域(A₀)內，使用第 1 讀頭群所得之位置資訊驅動載台(WST1)，並使用以第 1 及第 2 讀頭群所得之位置資訊求出對應之第 1 及第 2 基準座標系(C₁、C₂)間之偏差(位置、旋轉、定標之偏差)。使用該結果修正使用第 2 讀頭群所得之測量結果，據以修正第 1 及第 2 基準座標系(C₁、C₂)間之偏差、以及四個讀頭(60₁~60₄)之分別對向之標尺板上之區域彼此間之偏差伴隨之測量誤差。

【英文】

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（ 8 ）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

$60_1 \sim 60_4$	編碼器讀頭
$A_0 \sim A_4$	測量區域
$C_1 \sim C_4$	第 1～第 4 基準座標系
C_E	統合座標系
P	曝光中心
WTB1	晶圓台
WST1	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】：

無

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)

曝光方法及曝光裝置、以及元件製造方法

Exposure Method, Exposure Apparatus, and Device Manufacturing Method

【技術領域】

本發明係關於曝光方法及曝光裝置、以及元件製造方法，特別是關於在製造半導體元件等微元件(電子元件)之微影製程所使用之曝光方法及曝光裝置、以及使用前述曝光方法或曝光裝置之元件製造方法。

【先前技術】

一直以來，於製造半導體元件(積體電路等)、液晶顯示元件等電子元件(微元件)之微影製程，主要係使用步進重複(step & repeat)方式之投影曝光裝置(所謂之步進機)、或步進掃描(step & scan)方式之投影曝光裝置(所謂之掃描步進機(亦稱為掃描機))等。

此種曝光裝置，隨著半導體元件高積體化之元件圖案微細化，日漸被要求要具有高重疊精度(位置對準精度)。因此，形成有圖案之晶圓或玻璃板等基板之位置測量亦被要求更高之精度。

作為回應此種要求之裝置，例如專利文獻 1 中揭示了一種具備位置測量系統之曝光裝置，此位置測量系統係使用搭載在基板台上之複數個編碼器型感測器(編碼器讀頭)。此曝光裝置中，編碼器讀頭係藉由對與基板台對向配置之標尺照射測量光束、並接受來自標尺之返回光束據以測量基板台之位置。專利文獻 1 等所揭示之位置測量系統中，標尺最好是能盡可能的涵蓋除了投影光學系正下方區域外之基板台之移動區域。因此，雖有大面積之標尺需要，但欲以高精度製作大面積之標尺不僅非常困難且成本亦高

因此，一般係製作複數個將標尺分割為複數個部分之小面積標尺，並將之加以組合。因此，雖然希望複數個標尺間之位置對準能正確進行，但現實上，但欲消除各體之製造誤差及無誤差的加以，皆是非常困難的。

[先行技術文獻]

[專利文獻 1]美國專利申請公開第 2006/0227309 號說明書

【發明內容】

本發明係在上述情形下完成者，其第 1 態樣之第 1 曝光方法，係使物體曝光，其包含：包含設於沿既定平面移動之移動體之複數個讀頭中、至少一個互異之讀頭之複數個讀頭分別所屬之複數個讀頭群，在該移動體外部與該既定平面略平行配置之測量面上之對應區域分別對向之該移動體之第 1 移動區域內，求出分別對應該複數個讀頭群之複數個不同基準座標系間之偏差之修正資訊之動作；以及在該第 1 移動區域內，使用屬於該複數個讀頭群之各讀頭群之複數個讀頭求出該移動體之位置資訊，使用該位置資訊與和該複數個讀頭群之各讀頭群對應之複數個不同基準座標系間之偏差之該修正資訊驅動該移動體，以使保持於該移動體之物體曝光之動作。

根據此方法，即能在不受與複數個讀頭群之各個對應之複數個不同基準座標系間之偏差之影響，使用使用與複數個讀頭群之各個對應之複數個讀頭求出之移動體之位置資訊，在第 1 移動區域內以良好精度驅動移動體，進而對該移動體所保持之物體進行高精度之曝光。

本發明第 2 態樣之第 2 曝光方法，係使物體曝光，其包含：為使該物體曝光，根據在保持該物體之移動體上搭載之第 1 數之讀頭中、分別屬於包含互異之一個讀頭之第 1 讀頭群與第 2 讀頭群之第 2 數之讀頭在與測量面上對應之區域對向之既定區域內，使用該第 1、第 2 讀頭群所得之第 1、第 2 位置資訊之至少一方驅動該移動體之動作。

根據此方法，即使與第 1 讀頭、第 2 讀頭對應之座標系不同，亦能不受其影響而高精度的驅動移動體。

本發明第 3 態樣之第 1 曝光裝置，係使物體曝光：其具備：移動體，係保持物體沿既定平面移動；位置測量系，係根據設於該移動體之複數個讀頭中、對在對該物體之曝光位置近旁於該移動體外部配置成與該既定平面略平行之測量面照射測量光束並接收來自該測量面之返回光束之讀頭之輸出，求出該移動體之位置資訊；以及控制系，根據以該位置測量系取得之該位置資訊驅動該移動體，並視該移動體之位置從該複數個讀頭中切換該位置測量系用以取得該位置資訊之讀頭；該控制系係在該複數個讀頭對向於該測量面之該移動體之第 1 移動區域內，修正對應該複數個讀頭之複數個基準座標系彼此間之偏差。

根據此裝置，由於複數個基準座標系彼此間之偏差受到修正，因此可使用複數個讀頭高精度測量移動體之位置資訊，進行驅動(位置控制)。

本發明第 4 態樣之第 2 曝光裝置，係使物體曝光，其具備：移動體，係保持物體沿既定平面移動；位置測量系，係根據搭載於該移動體上之第 1 數之讀頭中、對在對該物體之曝光位置近旁於該移動體外部配置成與該既定平面略平行之測量面照射測量光束並接收來自該測量面之返回光束之讀頭之輸出，求出該移動體之位置資訊；驅動該移動體之驅動系；以及控制系，係根據該位置測量系之第 1 數之讀頭中、包含互異之一個讀頭之第 1 讀頭群與第 2 讀頭群分別所屬之第 2 數之讀頭與測量面上對應區域對向之既定區域內，使用該第 1、第 2 讀頭群所得之第 1、第 2 位置資訊之至少一方，控制該驅動系。

根據此裝置，即使與第 1 讀頭、第 2 讀頭對應之座標系不同，亦能不受其影響而高精度的驅動移動體。

本發明第 5 態樣之第 3 曝光裝置，係使物體曝光，其具備：移動體，

係保持物體沿既定平面移動；位置測量系，係根據設於該移動體之複數個讀頭中、對在對該物體之曝光位置近旁於該移動體外部配置成與該既定平面略平行之測量面照射測量光束並接收來自該測量面之返回光束之讀頭之輸出，求出該移動體之位置資訊；以及控制系，係根據該位置測量系取得之該位置資訊驅動該移動體，並在能以較用於該移動體位置控制之第 1 數之讀頭數多之第 2 數之讀頭測量位置之區域內移動該移動體，以取得藉該位置測量系求出之該移動體之位置資訊之修正資訊。

根據此裝置，由於以控制系取得由位置測量系求出之前述移動體之位置資訊之修正資訊，因此可使用該修正資訊以高精度驅動移動體。

本發明第 6 態樣之第 3 曝光方法，係使物體曝光，其包含：在設於沿既定平面移動之移動體之複數個讀頭中、至少包含一個互異讀頭之該移動體位置控制所須之第 1 數之讀頭分別所屬之複數個讀頭群，與在該移動體外部配置成與該既定平面略平行之測量面對向之該移動體之第 1 移動區域內移動該移動體，以取得藉由該位置測量系求出之該移動體之位置資訊之修正資訊之動作；以及使用該修正資訊驅動該移動體，以使該移動體所保持之物體曝光之動作。

根據此方法，可進行對物體之高精度曝光。

本發明第 7 態樣之第 4 曝光裝置，係使物體曝光，其具備：移動體，係保持物體沿既定平面移動；位置測量系，係根據設於該移動體之複數個讀頭中、對在對該物體之曝光位置近旁於該移動體外部配置成與該既定平面略平行之複數個標尺板所構成之測量面照射測量光束並接收來自該測量面之返回光束之讀頭之輸出，求出該移動體之位置資訊；以及控制系，係根據以該位置測量系取得之該位置資訊驅動該移動體，並視該移動體之位置從該複數個讀頭中切換該位置測量系用於該位置資訊之取得之讀頭；該控制系係在該複數個讀頭對向於該測量面之該移動體之第 1 移動區域內，

取得對應該複數個讀頭之複數個標尺板彼此之位置關係。

根據此裝置，由於以控制系取得複數個標尺彼此之位置關係，因此能使用複數個讀頭高精度測量移動體之位置資訊，進行驅動(位置控制)。

本發明第 8 態樣之第 4 曝光方法，係使物體曝光，其包含：在設於沿既定平面移動之移動體之複數個讀頭中、包含至少一個相異讀頭之複數個讀頭分別所屬之複數個讀頭群，分別對向於在該移動體外部配置成與該既定平面略平行之複數個標尺板所構成之測量面之該移動體之第 1 移動區域內，取得分別對應該複數個讀頭群之複數個標尺板彼此之位置關係之動作；在該第 1 移動區域內，使用屬於該複數個讀頭群之各個之複數個讀頭求出該移動體之位置資訊，使用該位置資訊與對應該複數個讀頭群之各個之複數個標尺板彼此之位置關係驅動該移動體，以使該移動體所保持之物體曝光之動作。

根據此方法，即能不受對應複數個讀頭群之各個之複數個標尺板彼此之位置攀附之影響，使用使用屬於複數個讀頭群之各個之複數個讀頭求出之移動體之位置資訊，於第 1 移動區域內以良好精度驅動移動體，進而能進行對該移動體所保持之物體之高精度曝光。

本發明第 9 態樣之元件製造方法，其包含：使用本發明第 1～第 4 曝光裝置之任一者使物體曝光，以於該物體上形成圖案之動作；以及使形成有該圖案之物體顯影之動作。

本發明第 10 態樣之元件製造方法，其包含：使用本發明第 1～第 5 曝光方法中之任一者於物體上形成圖案之動作；以及使形成有該圖案之該物體顯影之動作。

【圖式簡單說明】

圖 1 係概略顯示一實施形態之曝光裝置之構成的圖。

圖 2 係顯示配置在投影光學系周圍之編碼器系統之構成的圖。

圖 3 係顯示配置在對準系周圍之編碼器系統之構成的圖。

圖 4 係將晶圓載台之一部分加以剖斷的放大圖。

圖 5 係顯示晶圓載台上之編碼器讀頭之配置的圖。

圖 6 係顯示圖 1 之曝光裝置中與載台控制相關聯之控制系之主要構成的方塊圖。

圖 7(A)係顯示編碼器讀頭及標尺板之配置與編碼器系統之測量區域間之關係的圖、圖 7(B)係顯示與標尺板對向之編碼器讀頭之四個組對應規定之四個載台座標系的圖、圖 7(C)係顯示標尺板之四個部分彼此有偏差之情形的圖。

圖 8(A)、圖 8(C)及圖 8(E)係顯示在為校正載台座標之載台位置測量中之晶圓載台之動作的圖(其 1、2 及 3)、圖 8(B)、圖 8(D)及圖 8(F)係用以說明四個載台座標系之校正的圖(其 1、2 及 3)。

圖 9(A)及圖 9(B)係用以說明統合載台座標系 C_E 之原點、旋轉、定標之測量的圖。

圖 10(A)及圖 10(B)係用以說明統合載台座標系 C_A 之原點、旋轉、定標之測量的圖。

【實施方式】

以下，根據圖 1～圖 10(B)說明本發明之一實施形態。

圖 1 中顯示了一實施形態之曝光裝置 100 之概略構成。曝光裝置 100 係步進掃描方式之投影曝光裝置、亦即、係所謂的掃描機。如後所述，本實施形態中設有投影光學系 PL，以下，係設與投影光學系 PL 之光軸 AX 平行之方向為 Z 軸方向、在與此正交之面內相對掃描標線片與晶圓之方向為 Y 軸方向、與 Z 軸及 Y 軸正交之方向為 X 軸方向，並設繞 X 軸、Y 軸

及 Z 軸之旋轉(傾斜)方向分別為 θ_x 、 θ_y 及 θ_z 方向來進行說明。

曝光裝置 100，具備照明系 10、保持標線片 R 之標線片載台 RST、投影單元 PU、裝載晶圓 W 之晶圓載台 WST1、包含 WST2 之晶圓載台裝置 50 及此等之控制系等。

照明系 10，係例如美國專利申請公開第 2003/0025890 號說明書等所揭示，包含：光源、含光學積分器等之照度均一化光學系、以及具有標線片遮簾等(皆未圖示)之照明光學系。照明系 10 藉由照明光(曝光用光)IL 以大致均一之照度照明被標線片遮簾(遮蔽系統)規定之標線片 R 上狹縫狀照明區域 IAR。此處，照明光 IL，例如係使用 ArF 準分子雷射光(波長 193nm)。

於標線片載台 RST 上，以例如真空吸附方式固定有其圖案面(圖 1 之下面)形成有電路圖案等之標線片 R。標線片載台 RST 能藉由例如包含線性馬達等之標線片載台驅動系 11(圖 1 中未圖示，參照圖 6)於 XY 平面內進行微驅動，並以既定之掃描速度驅動於掃描方向(圖 1 中與紙面正交之方向之 Y 軸方向)。

標線片載台 RST 之 XY 平面(移動面)內之位置資訊(包含 θ_z 方向之位置(θ_z 旋轉量)資訊)，係以圖 1 中所示、對移動鏡 15(實際上，係設有具有與 Y 軸方向正交之反射面之 Y 移動鏡(或復歸反射器)及具有與 X 軸方向正交之之反射面之 X 移動鏡)照射測距光束之標線片雷射干涉儀(以下，稱「標線片干涉儀」)16 以例如 0.25nm 程度之解析能力隨時檢測。此外，為測量標線片 R 之至少 3 自由度方向之位置資訊，可取代標線片干涉儀 16、或與其組合使用例如美國專利申請公開第 2007/0288121 號說明書等所揭示之編碼器系統。

投影單元 PU 係保持於配置在標線片載台 RST 之圖 1 下方(-Z 側)、構成未圖示之機體之一部分之主機架(亦稱為計量框架：metrology frame)。投影單元 PU 具有鏡筒 40、以及由保持於該鏡筒 40 之複數個光學元件構成之

投影光學系 PL。投影光學系 PL，係使用例如由沿著與 Z 軸方向平行之光軸 AX 排列之複數個光學元件(透鏡元件)構成之折射光學系。投影光學系 PL 係例如兩側遠心、且具有既定投影倍率(例如 $1/4$ 倍、 $1/5$ 倍或 $1/8$ 倍等)。因此，當照明區域 IAR 被來自照明系 10 之照明光 IL 照明時，即藉由通過圖案面與投影光學系 PL 之第 1 面(物體面)配置成大致一致之標線片 R 之照明光 IL，透過投影光學系 PL 將該照明區域 IAR 內之標線片 R 之電路圖案縮小像(部分電路圖案之縮小像)形成於配置在投影光學系 PL 之第 2 面(像面)側、表面塗有抗蝕劑(感應劑)之晶圓 W 上之與前述照明區域 IAR 共軛之區域(曝光區域)IA。接著，藉由同步驅動標線片載台 RST 與晶圓載台 WST1、WST2 使標線片 R 相對照明區域 IAR(照明光 IL)移動於掃描方向(Y 軸方向)，並相對曝光區域 IA(照明光 IL)使晶圓 W 移動於掃描方向(Y 軸方向)，據以進行晶圓 W 上之一個照射區域(區劃區域)之掃描曝光，於該照射區域轉印標線片 R 之圖案。亦即，本實施形態係藉由照明系 10 及投影光學系 PL 於晶圓 W 上生成標線片 R 之圖案，並以照明光 IL 使晶圓 W 上之感應層(抗蝕層)曝光而於晶圓 W 上形成該圖案。

又，主機架可以是習知所使用之門型、及例如美國專利申請公開第 2008/0068568 號說明書等所揭示之懸吊支承型之任一種。

於鏡筒 40 之 -Z 側端部周圍，和例如鏡筒 40 之下端面大致同一面高、以和 XY 平面平行的配置有標尺板 21。標尺板 21，於本實施形態中，如圖 2 所示，係由例如 L 字形之四個部分(零件)21₁、21₂、21₃、21₄ 構成，於形成在其中央之例如矩形開口 21a 內插入鏡筒 40 之 -Z 側端部。此處，標尺板 21 之 X 軸方向及 Y 軸方向之寬度分別為 a 及 b、開口 21a 之 X 軸方向及 Y 軸方向之寬度則分別為 a_i 及 b_i。

從標尺板 21 於 +X 方向分離之位置，如圖 1 所示，在與標尺板 21 大致同一平面上配置有標尺板 22。標尺板 22，如圖 3 所示，亦係例如由 L 字

形之四個部分(零件)22₁、22₂、22₃、22₄ 構成，於其中央形成之例如矩形開口 22a 內插入後述對準系 ALG 之－Z 側端部。標尺板 22 之 X 軸方向及 Y 軸方向之寬度分別為 a 及 b、開口 22a 之 X 軸方向及 Y 軸方向之寬度則分別為 a_i 及 b_i。又，本實施形態中，雖將於 X 軸及 Y 軸方向之標尺板 21、22 之寬度及開口 21a、22a 之寬度分別設為相同，但不一定須為相同寬度，亦可於 X 軸及 Y 軸方向之至少一方使其寬度不同。

本實施形態中，標尺板 21、22 係被懸吊支承於用以支承投影單元 PU 及對準系 ALG 之未圖示之主機架(計量框架：metrology frame)。於標尺板 21、22 下面(－Z 側之面)，形成有由以 X 軸為基準之 45 度方向(以 Y 軸為基準之－45 度方向)為週期方向之既定間距、例如 1μm 之光柵、與以 X 軸為基準之－45 度方向(以 Y 軸為基準之－135 度方向)為週期方向之既定間距、例如 1μm 之光柵構成之反射型二維繞射光柵 RG(參照圖 2、圖 3 及圖 4)。不過，二維繞射光柵 RG 及後述編碼器讀頭之構成上，在構成標尺板 21、22 之部分 21₁～21₄、22₁～22₄ 各個之外緣近旁包含寬度 t 之非有效區域。標尺板 21、22 之二維繞射光柵 RG，分別涵蓋至少在曝光動作時及對準(測量)時之晶圓載台 WST1、WST2 之移動範圍。

晶圓載台裝置 50，如圖 1 所示，具備：以複數(例如三個或四個)防振機構(圖示省略)大致水平支承於地面上之載台基座 12、配置在載台基座 12 上之晶圓載台 WST1、WST2、驅動晶圓載台 WST1、WST2 之晶圓載台驅動系 27(圖 1 中僅顯示一部分、參照圖 6)以及測量晶圓載台 WST1、WST2 之位置之測量系等。測量系具備圖 6 中所示之編碼器系統 70、71 及晶圓雷射干涉儀系統(以下，簡稱為晶圓干涉儀系統)18 等。又，關於編碼器系統 70、71 及晶圓干涉儀系統 18，留待後述。惟，本實施形態中，並不一定須設置晶圓干涉儀系統 18。

載台基座 12，如圖 1 所示，係由具平板狀外形之構件構成，其上面之

平坦度作成非常高，以作為晶圓載台 WST1、WST2 移動時之導引面。於載台基座 12 內部，收容有包含以 XY 二維方向為行方向、列方向配置成矩陣狀之複數個線圈 14a 之線圈單元。

此外，亦可設置與載台基座 12 不同之用以懸浮支承此之另一基座構件，令其具有使載台基座 12 因晶圓載台 WST1、WST2 之驅動力之反作用力而依據動量守恆定律移動之配衡質量(反作用力抵銷器)之功能。

晶圓載台 WST1，如圖 1 所示，具有：載台本體 91、以及配置在該載台本體 91 上方、藉由未圖示之 Z 傾斜驅動機構以非接觸方式支承於載台本體 91 之晶圓台 WTB1。此場合，晶圓台 WTB1 係藉由 Z 傾斜驅動機構以 3 點調整電磁力等朝上方之力(斥力)與包含自重之朝下方之力(引力)之平衡，以非接觸非常加以支承，且被微驅動於至少 Z 軸方向、 θx 方向及 θy 方向之 3 自由度方向。於載台本體 91 之底部設有滑件部 91a。滑件部 91a 具有由在 XY 平面內 XY 二維排列之複數個磁石構成之磁石單元、與收容該磁石單元之筐體、以及設在該筐體底面周圍之複數個空氣軸承。磁石單元與前述線圈單元一起構成例如美國專利第 5,196,745 號說明書等所揭示之以電磁力(羅倫茲力)驅動之平面馬達 30。當然，作為平面馬達 30 不限於羅倫茲力驅動方式，亦可使用可變磁阻驅動方式之平面馬達。

晶圓載台 WST1 係藉由上述複數個空氣軸承、隔著既定間隙(間隔/間隙(gap)/空間距離)、例如數 μm 程度之間隙懸浮支承於載台基座 12 上，以平面馬達 30 驅動於 X 軸方向、Y 軸方向及 θz 方向。因此，晶圓台 WTB1(晶圓 W)可相對載台基座 12 被驅動於 6 自由度方向(X 軸方向、Y 軸方向、Z 軸方向、 θx 方向、 θy 方向及 θz 方向(以下，簡記為 X、Y、Z、 θx 、 θy 、 θz))。

本實施形態中，供給至構成線圈單元之各線圈 14a 之電流大小及方向係以主控制裝置 20 加以控制。包含平面馬達 30 與前述 Z 傾斜驅動機構而構成品圓載台驅動系 27。又，平面馬達 30 不限於動磁(moving magnet)方式，

亦可以是動圈(moving coil)方式。作為平面馬達 30 亦可使用、磁浮方式之平面馬達。此場合，可不設置前述空氣軸承。又，亦可使用平面馬達 30 來進行晶圓載台 WST1 之 6 自由度方向驅動。當然，亦可作成使晶圓台 WTB1 微動於 X 軸方向、Y 軸方向、 θ_z 方向中之至少一方向。亦即，可以粗微動載台構成晶圓載台 WST1。

於晶圓台 WTB1 上透過未圖示之晶圓保持具裝載晶圓 W、以未圖示之夾頭機構、以例如真空吸附(或靜電吸附)分方加以固定。又，於晶圓台 WTB1 上之一對角線上，隔著晶圓保持具設有第 1 基準標記板與第 2 基準標記板(例如參照圖 2)。於此等第 1、第 2 基準標記板上分別形成有以後述一對標線片對準系 13A、13B 及對準系 ALG 加以檢測之複數個基準標記。此處，假設第 1、第 2 基準標記板 FM1、FM2 上之複數個基準標記彼此之位置關係為已知。

晶圓載台 WST2 之構成與晶圓載台 WST1 相同。

編碼器系統 70、71 係分別用以求出(測量)晶圓載台 WST1、WST2 在包含緊鄰投影光學系 PL 下方區域之曝光時移動區域、與包含緊鄰對準系 ALG 下方區域之測量時移動區域之 6 自由度方向(X、Y、Z、 θ_x 、 θ_y 、 θ_z)之位置資訊。此處，詳述編碼器系統 70、71 之構成等。又，曝光時移動區域(第 1 移動區域)係在透過投影光學系 PL 進行晶圓曝光之曝光站(第 1 區域)內、晶圓載台於曝光動作中移動之區域，該曝光動作不僅是例如晶圓上待轉印圖案之所有照射區域之曝光，亦包含為進行該曝光之準備動作(例如，前述基準標記之檢測)等。測量時移動區域(第 2 移動區域)係在以對準系 ALG 進行晶圓對準標記之檢測據以進行其位置資訊之測量之測量站(第 2 區域)內、晶圓載台於測量動作中移動之區域，該測量動作不僅是例如晶圓之複數個對準標記之檢測，亦包含以對準系 ALG 進行之基準標記之檢測(以及於 Z 軸方向之晶圓位置資訊(段差資訊)之測量)等。

於晶圓台 WTB1、WTB2，分別如圖 2 及圖 3 之俯視圖所示，在上面四角分別配置有編碼器讀頭(以下，適當的簡稱為讀頭)60₁~60₄。此處，讀頭 60₁、60₂間於 X 軸方向之分離距離與讀頭 60₃、60₄間於 X 軸方向之分離距離彼此相等為 A。此外，讀頭 60₁、60₄間於 Y 軸方向之分離距離與讀頭 60₂、60₃間於 Y 軸方向之分離距離彼此相等為 B。此等分離距離 A、B 較標尺板 21 之開口 21a 之寬度 a_i、b_i 來得大。嚴格來說，考量前述非有效區域之寬度 t，為 $A \geq a_i + 2t$ 、 $b \geq b_i + 2t$ 。讀頭 60₁~60₄，如圖 4 中代表性的舉讀頭 60₁ 為例所示，係分別被收容在形成於晶圓台 WTB1、WTB2 之 Z 軸方向既定深度之孔內部。

讀頭 60₁，如圖 5 所示，係以 X 軸為基準之 135 度方向(亦即以 X 軸為基準之 -45 度方向)及 Z 軸方向為測量方向之二維讀頭。同樣的，讀頭 60₂~60₄亦分別是以 X 軸為基準之 225 度方向(亦即以 X 軸為基準之 45 度方向)及 Z 軸方向、以 X 軸為基準之 315 度方向(亦即以 X 軸為基準之 -45 度方向)及 Z 軸方向、以 X 軸為基準之 45 度方向及 Z 軸方向為測量方向之二維讀頭。讀頭 60₁~60₄，由圖 2 及圖 4 可知，係分別對對向之標尺板 21 之部分 21₁~21₄或標尺板 22 之部分 22₁~22₄表面形成之二維繞射光柵 RG 照射測量光束，並接收來自二維繞射光柵之反射、繞射光束，據以測量於各個測量方向之晶圓台 WTB1、WTB2(晶圓載台 WST1、WST2)之位置。此處，作為讀頭 60₁~60₄，可分別使用例如與美國專利第 7,561,280 號說明書所揭示之位移測量感測器讀頭相同構成之感測器讀頭。

以上述方式構成之讀頭 60₁~60₄，由於測量光束在空氣中之光路長極短，因此可幾乎忽視空氣波動之影響。不過，本實施形態中，光源及光檢測器係設在各讀頭之外部、具體而言係設在載台本體 91 內部(或外部)，而僅光學系係設在各讀頭之內部。而光源及光檢測器與光學系係經由未圖示之光纖、光學連接。為提升晶圓台 WTB(微動載台)之定位精度，亦可作成

為在載台本體 91(粗動載台)與晶圓台 WTB(微動載台)之間(以下，簡稱為粗微動載台間)進行雷射光等之空中傳輸，或將讀頭設於載台本體 91(粗動載台)而以該讀頭測量載台本體 91(粗動載台)之位置、且以另一感測器測量粗微動載台間之相對位移。

在晶圓載台 WST1、WST2 位於前述曝光時移動區域內時，讀頭 60₁ 構成為對標尺板 21(之部分 21₁)照射測量光束(測量光)、並接收來自形成在標尺板 21 表面(下面)之以 X 軸為基準之 135 度方向、亦即以 X 軸為基準之 -45 度方向(以下，僅稱為 -45 度方向)為週期方向之光柵之繞射光束，以測量晶圓台 WTB1、WTB2 之 -45 度方向及 Z 軸方向位置之二維編碼器 70₁、71₁(參照圖 6)。同樣的，讀頭 60₂~60₄ 分別構成為對標尺板 21(之部分 21₂~21₄)照射測量光束(測量光)、並接收來自形成在標尺板 21 表面(下面)之以 X 軸為基準之 225 度方向、亦即以 X 軸為基準之 +45 度方向(以下，僅稱為 45 度方向)、315 度方向、亦即以 X 軸為基準之 -45 度方向、以及以 45 度方向為週期方向之光柵之繞射光束，以測量晶圓台 WTB1、WTB2 之 225 度(45 度)方向及 Z 軸方向位置、315 度(-45 度)方向及 Z 軸方向位置、以及 45 度方向及 Z 軸方向位置之二維編碼器 70₂~70₄、71₂~71₄(參照圖 6)。

又，在晶圓載台 WST1、WST2 位於前述測量時移動區域內時，讀頭 60₁ 構成為對標尺板 22(之部分 22₁)照射測量光束(測量光)、並接收來自形成在標尺板 22 表面(下面)以 135 度方向(-45 度方向)為週期方向之光柵之繞射光束，以測量晶圓台 WTB1、WTB2 之 135 度方向及 Z 軸方向位置之二維編碼器 70₁、71₁(參照圖 6)。同樣的，讀頭 60₂~60₄ 分別構成為對標尺板 22(之部分 22₂~22₄)照射測量光束(測量光)、並接收來自形成在標尺板 22 表面(下面)之以 225 度方向(45 度方向)、315 度方向(-45 度方向)及 45 度方向為週期方向之光柵之繞射光束，以分別測量晶圓台 WTB1、WTB2 之 225 度方向(45 度方向)及 Z 軸方向位置、315 度方向(-45 度方向)及 Z 軸方向位

置、及 45 度方向及 Z 軸方向位置之二維編碼器 $70_2 \sim 70_4$ 、 $71_2 \sim 71_4$ (參照圖 6)。

由上述說明可知，本實施形態中，無論是對標尺板 21、22 之任一者照射測量光束(測量光)，亦即，無論晶圓載台 WST1、WST2 是在前述曝光時移動區域、測量時移動區域之任一區域內，晶圓載台 WST1 上之讀頭 $60_1 \sim 60_4$ 皆與照射測量光束(測量光)之標尺板一起分別構成二維編碼器 $70_1 \sim 70_4$ ，晶圓載台 WST2 上之讀頭 $60_1 \sim 60_4$ 皆與照射測量光束(測量光)之標尺板一起分別構成二維編碼器 $71_1 \sim 71_4$ 。

二維編碼器(以下，適當的簡稱為編碼器) $70_1 \sim 70_4$ 、 $71_1 \sim 71_4$ 之各編碼器之測量值係供應至主控制裝置 20(參照圖 6)。主控制裝置 20 根據與形成有二維繞射光柵 RG 之標尺板 21(構成之部分 $21_1 \sim 21_4$)下面對向之至少三個編碼器(亦即，輸出有效測量值之至少三個編碼器)之測量值，求出晶圓台 WTB1、WTB2 在包含緊鄰投影光學系 PL 下方區域之曝光時移動區域內之位置資訊。同樣的，主控制裝置 20 根據與形成有二維繞射光柵 RG 之標尺板 22(構成之部分 $22_1 \sim 22_4$)下面對向之至少三個編碼器(亦即，輸出有效測量值之至少三個編碼器)之測量值，求出晶圓台 WTB1、WTB2 在包含緊鄰對準系 ALG 下方區域之測量時移動區域內之位置資訊。

又，本實施形態之曝光裝置 100 中，晶圓載台 WST1、WST2(晶圓台 WTB1、WTB2)之位置可藉由晶圓干涉儀系統 18(參照圖 6)而與編碼器系統 70、71 分開獨立的加以測量。晶圓干涉儀系統 18 之測量結果，係係輔助性的用於修正(校正)編碼器系統 70、71 之測量值之長期變動(例如標尺之經時變形等造成)之情形時、或編碼器系統 70、71 之輸出異常時之備用等。此處，省略晶圓干涉儀系統 18 之詳細說明。

對準系 ALG，如圖 1 所示，係在投影光學系 PL 之 +X 側相隔既定間隔配置之離軸方式之對準系。本實施形態中，作為對準系 ALG，例如係使

用以鹵素燈等之寬頻光照明標記，並藉由對此標記影像進行影像處理據以測量標記位置之影像處理方式對準感測器之一種的 FIA(Field Image Alignment)系。來自對準系 ALG 之攝影訊號透過未圖示之對準訊號處理系供應至主控制裝置 20(參照圖 6)。

又，對準系 ALG 不限於 FIA 系，當然亦可單獨或適當組合使用例如對標記照射相干的(coherent)檢測光，並檢測從該標記產生之散射光或繞射光、或使從標記產生之二個繞射光(例如同次數之繞射光、或繞射於同方向之繞射光)干涉後加以檢測之對準感測器。作為對準系 ALG，亦可使用例如美國專利申請公開第 2008/0088843 號說明書等所揭示之具有複數個檢測區域之對準系。

此外，於本實施形態之曝光裝置 100，設有與對準系 ALG 一起配置於測量站、與例如美國專利第 5,448,332 號說明書等所揭示者相同構成之斜入射方式之多點焦點位置檢測系(以下，簡稱為多點 AF 系)AF(圖 1 中未圖示，參照圖 6)。以多點 AF 系 AF 進行之測量動作，其至少一部分係與以對準系 ALG 進行之標記檢測動作平行進行，且使用前述編碼器系統於該測量動作中測量晶圓台之位置資訊。多點 AF 系 AF 之檢測訊號經由 AF 訊號處理系(未圖示)供應至主控制裝置 20(參照圖 6)。主控制裝置 20 根據多點 AF 系 AF 之檢測訊號與前述編碼器系統之測量資訊，檢測晶圓 W 表面之 Z 軸方向之位置資訊(段差資訊/凹凸資訊)，曝光動作係根據該事前檢測資訊與前述編碼器系統之測量資訊(Z 軸、 θ_x 及 θ_y 方向之位置資訊)實施掃描曝光中晶圓 W 之所謂的聚焦、調平控制。又，亦可在曝光站內於投影單元 PU 近旁設置多點 AF 系，於曝光動作時一邊測量晶圓表面之位置資訊(凹凸資訊)一邊驅動晶圓台，來實施晶圓 W 之聚焦、調平控制。

曝光裝置 100 中，進一步的於標線片 R 之上方設有例如美國專利第 5,646,413 號說明書等所揭示之使用曝光波長之光之 TTR(Through The

Reticle)方式之一對標線片對準系 13A、13B(圖 1 中未圖示，參照圖 6)。標線片對準系 13A、13B 之檢測訊號經由未圖示之對準訊號處理系供應至主控制裝置 20。又，亦可取代標線片對準系而使用設在晶圓載台 WST 上之未圖示之空間像測量器進行標線片對準。

圖 6 係曝光裝置 100 之與載台控制關聯之控制系之部分省略的方塊圖。此控制系係以主控制裝置 20 為中心而構成。主控制裝置 20 包含由 CPU(中央運算處理裝置)、ROM(唯讀記憶體)、RAM(隨機存取記憶體)等構成之所謂的微電腦(或工作站)，統籌控制裝置全體。

以上述方式構成之曝光裝置 100，於元件之製造時，藉由主控制裝置 20 使裝載了晶圓之晶圓載台 WST1、WST2 之一方在測量站(測量時移動區域)內移動，以實施使用對準系 ALG 及多點 AF 系之晶圓測量動作。亦即，針對在測量時移動區域內晶圓載台 WST1、WST2 之一方所保持之晶圓 W，進行使用對準系 ALG 之標記檢測、所謂的晶圓對準(例如美國專利第 4,780,617 號說明書等所揭示之全晶圓加強型對準(EGA)等)、與使用多點 AF 系之晶圓面資訊(段差／凹凸資訊)之測量。此時，以編碼器系統 70(編碼器 70₁～70₄)或編碼器系統 71(編碼器 71₁～71₄)求出(測量)晶圓載台 WST1、WST2 之 6 自由度方向(X、Y、Z、 θ_x 、 θ_y 、 θ_z)之位置資訊。

晶圓對準等之測量動作後，一方之晶圓載台(WST1 或 WST2)移動至曝光時移動區域，藉由主控制裝置 20，使用標線片對準系 13A、13B、晶圓台(WTB1 或 WTB2)上之基準標記板(未圖示)等，以和一般掃描步進機相同之程序(例如美國專利第 5,646,413 號說明書等所揭示之程序)進行標線片對準等。

接著，由主控制裝置 20 根據晶圓對準等之測量結果進行步進掃描方式之曝光動作，將標線片 R 之圖案分別轉印至晶圓 W 上之複數個照射區域。步進掃描方式之曝光動作，係藉由交互的反覆實施進行標線片載台 RST 與

晶圓載台 WST1 或 WST2 之同步移動之掃描曝光動作、與將晶圓載台 WST1 或 WST2 移動至為進行照射區域曝光之加速開始位置之照射間移動(步進)動作，據以進行。於曝光動作時，以編碼器系統 70(編碼器 $70_1 \sim 70_4$)或編碼器系統 71(編碼器 $71_1 \sim 71_4$)求出(測量)一方之晶圓載台(WST1 或 WST2)之 6 自由度方向(X、Y、Z、 θ_x 、 θ_y 、 θ_z)之位置資訊。

又，本實施形態之曝光裝置 100 具備二個晶圓載台 WST1、WST2。因此，係進行下述平行處理動作，亦即與對一方之晶圓載台、例如裝載於晶圓載台 WST1 上之晶圓進行步進掃描方式之曝光，並與此平行的，進行對另一方之晶圓載台 WST2 上裝載之晶圓進行晶圓對準等。

本實施形態之曝光裝置 100，如前所述，主控制裝置 20 在曝光時移動區域內及測量時移動區域內之任一者時，皆使用編碼器系統 70(參照圖 6)求出(測量)晶圓載台 WST1 之 6 自由度方向(X、Y、Z、 θ_x 、 θ_y 、 θ_z)之位置資訊。又，主控制裝置 20，在曝光時移動區域內及測量時移動區域內之任一者時，皆使用編碼器系統 71(參照圖 6)求出(測量)晶圓載台 WST2 之 6 自由度方向(X、Y、Z、 θ_x 、 θ_y 、 θ_z)之位置資訊。

接著，進一步說明使用編碼器系統 70、71 之 XY 平面內之 3 自由度方向(X 軸方向、Y 軸方向及 θ_z 方向(亦簡記為 X、Y、 θ_z))之位置測量原理等。此處，編碼器讀頭 $60_1 \sim 60_4$ 或編碼器 $70_1 \sim 70_4$ 之測量結果或測量值，係指編碼器讀頭 $60_1 \sim 60_4$ 或編碼器 $70_1 \sim 70_4$ 之非 Z 軸方向之測量方向之測量結果。

本實施形態，藉由採用前述編碼器讀頭 $60_1 \sim 60_4$ 及標尺板 21 之構成及配置，在曝光時移動區域內，編碼器讀頭 $60_1 \sim 60_4$ 中之至少三個、可恆與標尺板 21(之對應部分 $21_1 \sim 21_4$)對向。

圖 7(A)中顯示了晶圓載台 WST1 上之編碼器讀頭 $60_1 \sim 60_4$ 及標尺板 21 之各部分 $21_1 \sim 21_4$ 之配置與編碼器系統 70 之測量區域 $A_0 \sim A_4$ 之關係。又，

由於晶圓載台 WST2 與晶圓載台 WST1 同樣構成，因此，此處僅說明晶圓載台 WST1。

當晶圓載台 WST1 之中心(與晶圓之中心一致)位於曝光時移動區域內、且相對曝光中心(曝光區域 IA 之中心)P 位置 +X 側且 +Y 側之區域(以曝光中心 P 為原點之第 1 象限內區域(惟，不含區域 A_0))之第 1 區域 A_1 內時，晶圓載台 WST1 上之讀頭 60_4 、 60_1 、 60_2 分別對向於標尺板 21 之部分 21_4 、 21_1 、 21_2 。於第 1 區域 A_1 內，從讀頭 60_4 、 60_1 、 60_2 (編碼器 70_4 、 70_1 、 70_2) 將有效測量值送至主控制裝置 20。以下說明中之晶圓載台 WST1、WST2 之位置，係指該晶圓載台之中心(與晶圓之中心一致)位置。亦即，將晶圓載台 WST1、WST2 之中心之位置記載為晶圓載台 WST1、WST2 之位置。

同樣的，當晶圓載台 WST1 於曝光時移動區域內、且相對曝光中心 P 位置 -X 側且 +Y 側區域(以曝光中心 P 為原點之第 2 象限內區域(惟，不含區域 A_0))之第 2 區域 A_2 內時，讀頭 60_1 、 60_2 、 60_3 分別對向於標尺板 21 之部分 21_1 、 21_2 、 21_3 。當晶圓載台 WST1 於曝光時移動區域內、且相對曝光中心 P 位置 -X 側且 -Y 側區域(以曝光中心 P 為原點之第 3 象限內區域(惟，不含區域 A_0))之第 3 區域 A_3 內時，讀頭 60_2 、 60_3 、 60_4 分別對向於標尺板 21 之部分 21_2 、 21_3 、 21_4 。當晶圓載台 WST1 於曝光時移動區域內、且相對曝光中心 P 位置 +X 側且 -Y 側區域(以曝光中心 P 為原點之第 4 象限內區域(惟，不含區域 A_0))之第 4 區域 A_4 內時，讀頭 60_3 、 60_4 、 60_1 分別對向於標尺板 21 之部分 21_3 、 21_4 、 21_1 。

本實施形態中，關於前述編碼器讀頭 $60_1 \sim 60_4$ 及標尺板 21 之構成及配置之條件($A \geq a_i + 2t$ 、 $B \geq b_i + 2t$)下，如圖 7(A)所示，當晶圓載台 WST1 位於以曝光中心 P 為中心之十字形區域 A_0 (包含以通過曝光中心 P 之 Y 軸方向為長邊方向之寬度 $A - a_i - 2t$ 之區域、與以 X 軸方向為長邊方向之寬度 $B - b_i - 2t$ 之區域的區域(以下，稱第 0 區域))內之情形時，晶圓載台 WST1

上之所有讀頭 $60_1 \sim 60_4$ 對向於標尺板 21(對應之部分 $21_1 \sim 21_4$)。因此，在第 0 區域 A_0 內，從所有讀頭 $60_1 \sim 60_4$ (編碼器 $70_1 \sim 70_4$)將有效測量值送至主控制裝置 20。又，本實施形態中除上述條件($A \geq a_i + 2t$ 、 $B \geq b_i + 2t$)外，亦可考慮形成圖案之晶圓上照射區域之尺寸(W 、 L)，而再加上條件 $A \geq a_i + W + 2t$ 、 $B \geq b_i + L + 2t$ 。此處、 W 、 L 分別為照射區域之 X 軸方向、 Y 軸方向之寬度。 W 、 L 分別與掃描曝光區間之距離、往 X 軸方向之步進距離相等。

主控制裝置 20 根據讀頭 $60_1 \sim 60_4$ (編碼器 $70_1 \sim 70_4$)之測量結果，算出晶圓載台 WST1 在 XY 平面內之位置(X 、 Y 、 θ_z)。此處，編碼器 $70_1 \sim 70_4$ 之測量值(分別記載為 $C_1 \sim C_4$)係如次式(1)~(4)所示，依存於晶圓載台 WST1 之位置(X 、 Y 、 θ_z)。

$$C_1 = -(\cos\theta_z + \sin\theta_z)X/\sqrt{2} \\ + (\cos\theta_z - \sin\theta_z)Y/\sqrt{2} + \sqrt{2}p\sin\theta_z \dots (1)$$

$$C_2 = -(\cos\theta_z - \sin\theta_z)X/\sqrt{2} \\ - (\cos\theta_z + \sin\theta_z)Y/\sqrt{2} + \sqrt{2}p\sin\theta_z \dots (2)$$

$$C_3 = (\cos\theta_z + \sin\theta_z)X/\sqrt{2} \\ - (\cos\theta_z - \sin\theta_z)Y/\sqrt{2} + \sqrt{2}p\sin\theta_z \dots (3)$$

$$C_4 = (\cos\theta_z - \sin\theta_z)X/\sqrt{2} \\ + (\cos\theta_z + \sin\theta_z)Y/\sqrt{2} + \sqrt{2}P\sin\theta_z \dots (4)$$

其中，如圖 5 所示， p 係從晶圓台 WTB1(WTB2)中心於讀頭之 X 軸及 Y 軸方向之距離。

主控制裝置 20，依據晶圓載台 WST1 所在之區域 $A_0 \sim A_4$ 特定出與標尺板 21 對向之三個讀頭(編碼器)，並從上式(1)~(4)中選擇該等測量值依據之式來組合連立方程式，使用三個讀頭(編碼器)之測量值解連立方程式，據以算出晶圓載台 WST1 於 XY 平面內之位置(X 、 Y 、 θ_z)。例如，晶圓載台 WST1 位於第 1 區域 A_1 內之情形時，主控制裝置 20 從讀頭 60_1 、 60_2 、 60_4 (編碼器

70_1 、 70_2 、 70_4)之測量值依據之式(1)、(2)及(4)組合連立方程式，將各讀頭之測量值代入式(1)、(2)及(4)各式左邊以解連立方程式。將算出之位置(X 、 Y 、 θ_z)記載為 X_1 、 Y_1 、 θ_{z1} 。同樣的，當晶圓載台 WST1 位於第 k 區域 A_k 內時，主控制裝置 20 從讀頭 60_{k-1} 、 60_k 、 60_{k+1} (編碼器 70_{k-1} 、 70_k 、 70_{k+1})之依據之測量值($k-1$)、(k)及($k+1$)組合連立方程式，將各讀頭之測量值代入該等式之左邊以解連立方程式。據此，算出位置(X_k 、 Y_k 、 θ_{zk})。此處，於 $k-1$ 、 k 及 $k+1$ 係代入 1~4 週期性置換之數。

又，當晶圓載台 WST1 位置第 0 區域 A_0 內之情形時，主控制裝置 20 從讀頭 $60_1 \sim 60_4$ (編碼器 $70_1 \sim 70_4$)中選擇任意三個即可。例如，在晶圓載台 WST1 從第 1 區域移動至第 0 區域後，選擇與第 1 區域對應之讀頭 60_1 、 60_2 、 60_4 (編碼器 70_1 、 70_2 、 70_4)即可。

主控制裝置 20 根據上述算出結果(X 、 Y 、 θ_z)，於曝光時移動區域內驅動晶圓載台 WST1(進行位置控制)。

當晶圓載台 WST1 位於測量時移動區域內之情形時，主控制裝置 20 使用編碼器系統 70 測量 3 自由度方向(X 、 Y 、 θ_z)之位置資訊。此處，關於測量原理等，除曝光中心 P 更換為對準系 ALG 之檢測中心、標尺板 21(之部分 $21_1 \sim 21_4$)更換為標尺板 22(之部分 $22_1 \sim 22_4$)外，與晶圓載台 WST1 位於之前之曝光時移動區域內之情形相合。

進一步的，主控制裝置 20 依據晶圓載台 WST1、WST2 之位置，將與標尺板 21、22 對向之讀頭 $60_1 \sim 60_4$ 中之三個，切換為至少一個不同之三個加以使用。此處，於切換編碼器讀頭時，係進行例如美國專利申請公開第 2008/0094592 號說明書等所揭示之確保晶圓載台位置測量結果之連續性的接續處理。

如前所述，於本實施形態之曝光裝置 100 中之標尺板 21、22 係分別由四個部分 $21_1 \sim 21_4$ 、 $22_1 \sim 22_4$ 構成。此處，當四個部分、嚴格來說當形成在

四個部分下面之二維繞射光柵 RG 彼此偏差時，即會產生編碼器系統 70、71 之測量誤差。

圖 7(B)及圖 7(C)中，以示意方式顯示了與在第 k 區域 $A_k(k=1\sim4)$ 內從讀頭 60_{k-1} 、 60_k 、 60_{k+1} (編碼器 70_{k-1} 、 70_k 、 70_{k+1} 或編碼器 71_{k-1} 、 71_k 、 71_{k+1})之有效測量值算出之晶圓載台 WST1 或 WST2 之位置(X_k 、 Y_k 、 θ_{zk})對應之第 k 基準座標系 $C_k(k=1\sim4)$ 。四個基準座標系 $C_1\sim C_4$ 對應區域 $A_1\sim A_4$ (參照圖 7(A))之配置，在原點 O 近旁彼此重複，在以原點 O 為中心之十字形區域 C_0 與相鄰接之基準座標系重複。

當標尺板 21 之構成如設計值時，亦即，形成在四個部分 $21_1\sim 21_4$ 之二維繞射光柵 RG 彼此間未偏差時，如圖 7(B)所示，四個基準座標系 $C_1\sim C_4$ 各自之原點 $O_1\sim O_4$ 彼此一致(圖中，以符號 O 表示)、旋轉 $\theta_{z1}\sim\theta_{z4}$ 及定標 (scaling) $\Gamma x_1\sim\Gamma x_4$ 、 $\Gamma y_1\sim\Gamma y_4$ 亦彼此一致。因此，可將四個基準座標系統合為一個座標系 C_E 。亦即，可將曝光時在移動區域 $A_1\sim A_4$ 內之晶圓載台 WST1、WST2 之位置，以在統合座標系 C_E 之位置座標 X 、 Y 、 θ_z 加以表示。

然而，形成在四個部分 $21_1\sim 21_4$ 之二維繞射光柵 RG 彼此間有偏差時，如圖 7(C)所示，四個基準座標系 $C_1\sim C_4$ 各自之原點 $O_1\sim O_4$ 、旋轉 $\theta_{z1}\sim\theta_{z4}$ 及定標 $\Gamma x_1\sim\Gamma x_4$ 、 $\Gamma y_1\sim\Gamma y_4$ 產生偏差，伴隨於此而產生測量誤差。因此，圖 7(B)所示之例，無法將四個基準座標系統合為一個座標系 C_E 。

同樣的，當構成標尺板 22 之四個部分 $22_1\sim 22_4$ 、嚴格來說當形成在四個部分 $22_1\sim 22_4$ 下面之二維繞射光柵 RG 彼此偏差時，即會產生編碼器系統 70 或 71 之測量誤差。

因此，本實施形態，採用了校正因構成標尺板 21、22 之部分 $21_1\sim 21_4$ 、 $22_1\sim 22_4$ 彼此間偏差導致之四個基準座標系 $C_1\sim C_4$ 彼此間偏差之校正方法。接著，以標尺板 21 為例，詳細說明校正方法。

首先，主控制裝置 20，如圖 8(A)所示，將晶圓載台 WST1(WST2)定位

在區域 A_0 內。圖 8(A) 中，晶圓載台 WST1 係被定位在區域 A_0 之中央(緊臨投影光學系 PL 下方)。於區域 A_0 內，晶圓載台 WST1 上所搭載之讀頭 $60_1 \sim 60_4$ 全部對向於標尺板 21(之對應部分 $21_1 \sim 21_4$)，將有效測量值送至主控制裝置 20。主控制裝置 20 使用在第 $k(=1 \sim 4)$ 區域 A_k 內使用之讀頭 60_{k-1} 、 60_k 、 60_{k+2} (稱第 k 讀頭群)之測量值求出品圓載台 WST1 之位置(X_k 、 Y_k 、 θz_k)。主控制裝置 20 求出從第 $k(=2 \sim 4)$ 讀頭群之測量值算出之位置(X_k 、 Y_k) 相對從第 1 讀頭群之測量值算出之位置(X_1 、 Y_1)之偏差、亦即求出偏移($O_{Xk} = X_k - X_1$ 、 $O_{Yk} = Y_k - Y_1$)。

又，亦可與偏移(O_{Xk} 、 O_{Yk})一起求出針對旋轉 θz 之偏移($O_{\theta zk} = \theta z_k - \theta z_1$)。此場合，省略後述偏移 $O_{\theta zk}$ 之算出。

上述求出之偏移(O_{Xk} 、 O_{Yk})係用以將從第 $k(=2 \sim 4)$ 讀頭群之測量值算出之位置(X_k 、 Y_k)修正為($X_k - O_{Xk}$ 、 $Y_k - O_{Yk}$)。藉由此修正，如圖 8(B)所示，第 k 基準座標系 $C_k(=2 \sim 4)$ 之原點 O_k 即與第 1 基準座標系 C_1 之原點 O_1 一致。圖中，彼此一致之原點以符號 O 表示。

接著，主控制裝置 20，如圖 8(C)所示，根據作為校正基準之從第 1 讀頭群之測量值算出之載台位置(X_1 、 Y_1 、 θz_1)，將晶圓載台 WST1 在區域 A_0 內驅動於箭頭方向(X 軸方向及 Y 軸方向)，一邊每隔一既定間距進行定位、一邊使用四個讀頭群之測量值求出四個晶圓載台 WST1 之位置(X_k 、 $Y_k(k=1 \sim 4)$)。

主控制裝置 20 使用上述求出之四個載台位置(X_k 、 $Y_k(k=1 \sim 4)$)以例如最小平方運算決定偏移 $O_{\theta zk}$ ，以使平方誤差 $\varepsilon_k = \sum((\xi_k - X_1)^2 + (\zeta_k - Y_1)^2)$ 為最小。其中， $k=2 \sim 4$ 。(ξ_k 、 ζ_k)係使用次式(5)加以旋轉轉換之載台位置(X_k 、 $Y_k(k=2 \sim 4)$)。此處，為求出偏移 $O_{\theta zk}$ ，雖係使用最小平方法為例，但不限於此，亦可使用最小平方法以外之運算手法。

$$\begin{pmatrix} \xi_k \\ \zeta_k \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos O_{\theta k} & -\sin O_{\theta k} \\ \sin O_{\theta k} & \cos O_{\theta k} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X_k \\ Y_k \end{pmatrix} \quad \dots(5)$$

上述求出之偏移 $O_{\theta k}$ ，係用於將從第 $k(=2\sim4)$ 讀頭群之測量值算出之旋轉 θ_{zk} 修正為 $\theta_{zk}-O_{\theta k}$ 。藉由此修正，如圖 8(D)所示，第 k 基準座標系 $C_k(=2\sim4)$ 之方向(旋轉)即與第 1 基準座標系 C_1 之方向(旋轉)一致。

其次，主控制裝置 20 與先前同樣的，如圖 8(E)所示，根據載台位置(X_1 、 Y_1 、 θ_{z1})將晶圓載台 WST1 在區域 A_0 內驅動於箭頭方向(X 軸方向及 Y 軸方向)，一邊每隔既定間距進行定位、一邊求出四個晶圓載台 WST1 之位置(X_k 、 $Y_k(k=1\sim4)$)。

主控制裝置 20 使用上述求出之四個載台位置(X_k 、 $Y_k(k=1\sim4)$)，以最小平方運算決定定標(Γ_{Xk} 、 Γ_{Yk})以使平方誤差 $\varepsilon_k=\Sigma((\xi_k'-X_1)^2+(\zeta_k'-Y_1)^2)$ 為最小。其中， $k=2\sim4$ 。此處， $(\xi_k'$ 、 $\zeta_k')$ 係使用次式(6)加以標尺轉換之載台位置(X_k 、 $Y_k(k=2\sim4)$)。

$$\begin{pmatrix} \xi_k' \\ \zeta_k' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1+\Gamma_{Xk} & 0 \\ 0 & 1+\Gamma_{Yk} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X_k \\ Y_k \end{pmatrix} \quad \dots(6)$$

上述求出之定標(Γ_{Xk} 、 Γ_{Yk})係用於將從第 $k(=2\sim4)$ 讀頭群之測量值算出之位置(X_k 、 Y_k)修正為($X_k/(1+\Gamma_{Xk})$ 、 $Y_k/(1+\Gamma_{Yk})$)。藉由此修正，如圖 8(F)所示，第 k 基準座標系 $C_k(=2\sim4)$ 之定標即與第 1 基準座標系 C_1 之定標一致。

藉由以上處理，旋轉及定標經校正之四個基準座標系 $C_1\sim C_4$ 即被統合為涵蓋曝光時移動區域 $A_0\sim A_4$ 之一個座標系(統合座標系) C_E 。

又，亦可取代以上處理，藉由下述般之處理求出偏移及定標(O_{Xk} 、 O_{Yk} 、 $O_{\theta k}$ 、 Γ_{Xk} 、 $\Gamma_{Yk}(k=2\sim4)$)。亦即，主控制裝置 20，如圖 8(C)或圖 8(E)所示，根據載台位置(X_1 、 Y_1 、 θ_{z1})將晶圓載台 WST1 在區域 A_0 內驅動於箭頭方向(X 軸方向及 Y 軸方向)，一邊每隔既定間距進行定位、一邊求出四個晶圓載台 WST1 之位置(X_k 、 $Y_k(k=1\sim4)$)。主控制裝置 20 使用求出之四個

載台位置(X_k 、 Y_k ($k=1\sim 4$)), 以最小平方運算決定偏移及定標(O_{Xk} 、 O_{Yk} 、 $O_{\theta zk}$ 、 Γ_{Xk} 、 Γ_{Yk}), 以使平方誤差 $\varepsilon_k = \Sigma((\xi''_k - X_k)^2 + (\zeta''_k - Y_k)^2)$ 為最小。其中, $k=2\sim 4$ 。此處, $(\xi''_k$ 、 $\zeta''_k)$ 係使用次式(7)進行轉換之載台位置(X_k 、 Y_k ($k=2\sim 4$))。

$$\begin{pmatrix} \xi''_k \\ \zeta''_k \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 + \Gamma_{Xk} & 0 \\ 0 & 1 + \Gamma_{Yk} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \cos O_{\theta zk} & -\sin O_{\theta zk} \\ \sin O_{\theta zk} & \cos O_{\theta zk} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X_k \\ Y_k \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} O_{Xk} \\ O_{Yk} \end{pmatrix} \quad \dots(7)$$

又, 上述處理雖係以第 1 基準座標系 C_1 為基準直接求出針對第 2~第 4 基準座標系 $C_2\sim C_4$ 之偏移及定標, 但亦可以間接方式求出。例如, 依循上述程序求出針對以第 1 基準座標系 C_1 為基準之第 2 基準座標系 C_2 之偏移及定標(O_{X2} 、 O_{Y2} 、 $O_{\theta z2}$ 、 Γ_{X2} 、 Γ_{Y2})。同樣的, 求出針對以第 2 基準座標系 C_2 為基準之第 3 基準座標系 C_3 之偏移及定標(O_{X32} 、 O_{Y32} 、 $O_{\theta z32}$ 、 Γ_{X32} 、 Γ_{Y32})。從此等之結果, 針對以第 1 基準座標系 C_1 為基準之第 3 基準座標系 C_3 之偏移及定標即被求出為($O_{X3} = O_{X32} + O_{X2}$ 、 $O_{Y3} = O_{Y32} + O_{Y2}$ 、 $O_{\theta z3} = O_{\theta z32} + O_{\theta z2}$ 、 $\Gamma_{X3} = \Gamma_{X32} \cdot \Gamma_{X2}$ 、 $\Gamma_{Y3} = \Gamma_{Y32} \cdot \Gamma_{Y2}$)。同樣的, 亦可求出針對以第 3 基準座標系 C_3 為基準之第 4 基準座標 C_4 之偏移及定標, 使用其結果求出針對以第 1 基準座標 C_1 為基準之第 4 基準座標 C_4 之偏移及定標。

主控制裝置 20 針對標尺板 22 亦係依循同樣程序校正四個基準座標, 將之統合為涵蓋測量時移動區域之一個座標系(統合座標系) C_A (參照圖 7(B))。

最後, 主控制裝置 20, 求出涵蓋曝光時移動區域 $A_0\sim A_4$ 之統合座標系 C_E 與涵蓋測量時移動區域之統合座標系 C_A 間之位置、旋轉、定標之偏差。主控制裝置 20, 如圖 9(A)所示, 使用編碼器系統 70 求出(測量)晶圓載台 WST1 之位置資訊, 根據其結果驅動晶圓載台 WST1, 將晶圓台 WTB1 上之第 1 基準標記板 FM1 定位在投影光學系 PL 正下方(曝光中心 P)。主控制裝置 20 使用一對標線片對準系 13A、13B 檢測第 1 基準標記板 FM1 上形成

之二個(一對)基準標記。其次，主控制裝置 20 根據編碼器系統 70 之測量結果驅動晶圓載台 WST1，將晶圓台 WTB1 上之第 2 基準標記板 FM2 定位在投影光學系 PL 正下方(曝光中心 P)，使用一對標線片對準系 13A、13B 之任一者檢測第 2 基準標記板 FM2 上形成之一個基準標記。主控制裝置 20 從三個基準標記之檢測結果(亦即，三個基準標記之二維位置座標)求出統合座標系 C_E 之原點之位置、旋轉、定標。

主控制裝置 20 將晶圓載台 WST1 移動至測量時移動區域。此時，主控制裝置 20 在曝光時移動區域 $A_0 \sim A_4$ 與測量時移動區域之間之區域內係使用晶圓干涉儀系統 18、測量時移動區域內則使用編碼器系統 70 測量晶圓載台 WST1 之位置資訊，根據其結果進行晶圓載台 WST1 之驅動(位置控制)。移動後，主控制裝置 20，如圖 10(A)及圖 10(B)所示，使用對準系 ALG 與先前同樣的檢測三個基準標記，從其檢測結果求出統合座標系 C_A 之原點之位置、旋轉、定標。又，作為標線片對準系 13A、13B 之檢測對象之三個基準標記與作為對準系 ALG 之檢測對象之三個基準標記，雖以同一標記較佳，但在無法以標線片對準系 13A、13B 與對準系 ALG 檢測同一基準標記之情形時，由於已知基準標記彼此之位置關係，因此標線片對準系 13A、13B 與對準系 ALG 可以不同基準標記為檢測對象。

又，在晶圓載台於曝光時移動區域與測量時移動區域之間移動之情形時，亦可使用編碼器系統進行晶圓載台之位置控制。於曝光時移動區域內、測量時移動區域內分別進行接續處理(相位接續及／或座標接續)。此處，座標接續係指在切換編碼器(讀頭)之前與後，為使算出之晶圓載台 WST 之位置座標完全一致，而設定對切換後使用之編碼器之測量值，與此時再設定相位偏移之接續處理。相位接續法則係指基本上雖與座標接續法相同，但相位偏移之處理之不同，不進行相位偏移之再設定，而繼續使用已設定之相位偏移，僅再設定計數值之接續法。

主控制裝置 20，從上述求出之統合座標系 C_E 之原點之位置、旋轉、定標與統合座標系 C_A 之原點之位置、旋轉、定標，求出統合座標系 C_E 、 C_A 間之原點、旋轉、定標之偏差。主控制裝置 20 可使用此偏差，例如將於統合座標系 C_A 上測量之晶圓對準結果、例如晶圓上複數個照射區域之排列座標(或晶圓上對準標記之位置座標)轉換為在統合座標系 C_E 上之晶圓上複數個照射區域之排列座標，根據該轉換後之排列座標，於晶圓之曝光動作時在統合座標 C_E 系上進行晶圓載台 WST1 之驅動(位置控制)。

主控制裝置 20 係在每一晶圓之曝光處理(或每隔既定片數晶圓之曝光處理)進行上述校正方法。亦即，在進行使用對準系 ALG 之晶圓對準前，如前所述，校正使用標尺板 22 時之編碼器系統 70、71(將四個基準座標系 $C_1 \sim C_4$ 統合為統合座標系 C_A)。使用經校正之編碼器系統 70、71(在統合座標系 C_A 上)對曝光對象之晶圓進行晶圓對準等之測量動作。接著，於晶圓之曝光處理前，如前所述，校正使用標尺板 21 時之編碼器系統 70、71(將四個基準座標系 $C_1 \sim C_4$ 統合為統合座標系 C_E)。又，求出統合座標系 C_A 、 C_E 間之位置、旋轉、定標之偏差(相對位置、相對旋轉、相對定標)。使用此等結果將在統合座標系 C_A 上測量之晶圓對準結果(例如晶圓上複數個照射區域之排列座標)轉換為在統合座標系 C_E 上之晶圓上複數個照射區域之排列座標，根據該轉換後之排列座標，在統合座標系 C_E 上進行保持晶圓之晶圓載台 WST1、WST2 之驅動(位置控制)以進行晶圓之曝光處理。

又，作為校正處理(校正方法)，雖可修正編碼器系統之測量值，但亦可採用其他處理。例如，亦可適用將該測量誤差作為偏移於晶圓載台之現在位置或目標位置加入偏移，以進行晶圓載台之驅動(位置控制)、或將標線片位置僅修正該測量誤差分等之其他手法。

接著，進一步說明以編碼器系統 70、71 進行之 3 自由度方向(Z 、 θ_x 、 θ_y)之位置測量原理等。此處，編碼器讀頭 60₁~60₄ 或編碼器 70₁~70₄ 之測

量結果或測量值，係指編碼器讀頭 $60_1 \sim 60_4$ 或編碼器 $70_1 \sim 70_4$ 之 Z 軸方向之測量結果。

本實施形態，由於採用了如前述之編碼器讀頭 $60_1 \sim 60_4$ 及標尺板 21 之構成及配置，在曝光時移動區域內，依據晶圓載台 WST1(WST2)所在之區域 $A_0 \sim A_4$ ，編碼器讀頭 $60_1 \sim 60_4$ 中之至少三個與標尺板 21(之對應部分 $21_1 \sim 21_4$)對向。從與標尺板 21 對向之讀頭(編碼器)將有效測量值送至主控制裝置 20。

主控制裝置 20 根據編碼器 $70_1 \sim 70_4$ (或 $71_1 \sim 71_4$)之測量結果算出晶圓載台 WST1(WST2)之位置(Z、 θ_x 、 θ_y)。此處，編碼器 $70_1 \sim 70_4$ (或 $71_1 \sim 71_4$)於 Z 軸方向之測量值(非前述 Z 軸方向之測量方向，亦即與針對 XY 平面內之一軸方向之測量值 $C_1 \sim C_4$ 作出區別，分別記載為 $D_1 \sim D_4$)，係如次式(8)～(11)般依存於晶圓載台 WST1(WST2)之位置(Z、 θ_x 、 θ_y)。

$$D_1 = -p \tan \theta_y + p \tan \theta_x + Z \quad \dots(8)$$

$$D_2 = p \tan \theta_y + p \tan \theta_x + Z \quad \dots(9)$$

$$D_3 = p \tan \theta_y - p \tan \theta_x + Z \quad \dots(10)$$

$$D_4 = -p \tan \theta_y - p \tan \theta_x + Z \quad \dots(11)$$

其中，p 係從晶圓台 WTB1(WTB2)之中心至讀頭之 X 軸及 Y 軸方向之距離(參照圖 5)。

主控制裝置 20 依據晶圓載台 WST1(WST2)所在之區域 $A_0 \sim A_4$ 從上式(8)～(11)選擇三個讀頭(編碼器)之測量值依據之式，藉由將三個讀頭(編碼器)之測量值代入以解由所選擇之三個式構成之連立方程式，據以算出晶圓載台 WST1(WST2)之位置(Z、 θ_x 、 θ_y)。例如，晶圓載台 WST1(或 WST2)位於第 1 區域 A_1 內之情形時，主控制裝置 20 由讀頭 60_1 、 60_2 、 60_4 (編碼器 70_1 、 70_2 、 70_4 或 71_1 、 71_2 、 71_4)之測量值依據之式(8)、(9)及(11)組合連立方程式，將測量值代入式(8)、(9)及(11)各式之左邊以解之。將算出之位置(Z、 θ_x 、 θ_y)

記載為 Z_1 、 θx_1 、 θy_1 。同樣的，主控制裝置 20 在晶圓載台 WST1 位於第 k 區域 A_k 內之情形時，從讀頭 60_{k-1} 、 60_k 、 60_{k+1} (編碼器 70_{k-1} 、 70_k 、 70_{k+1}) 之測量值所依據之式 $((k-1)+7)$ 、 $(k+7)$ 及 $((k+1)+7)$ 組合連立方程式，將各讀頭之測量值代入式 $((k-1)+7)$ 、 $(k+7)$ 及 $((k+1)+7)$ 各自之左邊以解連立方程式。據此，算出位置 $(Z_k, \theta x_k, \theta y_k)$ 。此處，於 $k-1$ 、 k 及 $k+1$ 係代入週期性置換 1~4 之數。

又，當晶圓載台 WST1(或 WST2)位置第 0 區域 A_0 內之情形時，從讀頭 $60_1 \sim 60_4$ (編碼器 $70_1 \sim 70_4$ 或 $71_1 \sim 71_4$) 選擇任意三個，使用由所選擇之三個讀頭之測量值依據之式組合之連立方程式即可。

主控制裝置 20 根據上述算出結果 $(Z, \theta x, \theta y)$ 與前述段差資訊 (focus mapping data)，於曝光時移動區域內進行晶圓載台 WST1(或 WST2) 聚焦調平控制。

當晶圓載台 WST1(或 WST2)位於測量時移動區域內之情形時，主控制裝置 20 使用編碼器系統 70(或 71)測量晶圓載台 WST1(或 WST2)之 3 自由度方向 $(Z, \theta x, \theta y)$ 之位置資訊。此處，測量原理等，除曝光中心換為對準系 ALG 之檢測中心、標尺板 21(之部分 $21_1 \sim 21_4$) 換為標尺板 22(之部分 $22_1 \sim 22_4$) 外，與晶圓載台 WST1 位於之前之曝光時移動區域內之情形相同。主控制裝置 20 根據編碼器系統 70 或 71 之測量結果，進行晶圓載台 WST1 或 WST2 之聚焦調平控制。又，於測量時移動區域(測量站)亦可不進行聚焦、調平。亦即，先取得標記位置及段差資訊 (focus mapping data)，並從該段差資訊減去段差資訊取得時(測量時)之晶圓載台之 Z 傾斜分，據以取得晶圓載台之基準面、例如以上面為基準之段差資訊。於曝光時，根據此段差資訊與晶圓載台(之基準面)之 3 自由度方向 $(Z, \theta x, \theta y)$ 之位置資訊，即能進行聚焦、調平。

進一步的，主控制裝置 20 依據晶圓載台 WST1、WST2 之位置，將與

標尺板 21、22 對向之讀頭 $60_1 \sim 60_4$ 中之三個換為至少一個不同之三個來使用。此處，於切換編碼器讀頭時，為確保晶圓載台 WST1(或 WST2)之位置測量結果之連續性，進行與前述相同之接續處理。

如前所述，本實施形態之曝光裝置 100 中之標尺板 21、22 係分別由四個部分 $21_1 \sim 21_4$ 、 $22_1 \sim 22_4$ 構成。此處，四個部分之高度與傾斜彼此偏差時，即會產生編碼器系統 70、71 之測量誤差。因此，適用與先前相同之校正方法，校正因部分 $21_1 \sim 21_4$ 或 $22_1 \sim 22_4$ 彼此間之高度與傾斜之偏差造成之四個基準座標系 $C_1 \sim C_4$ 彼此間之偏差。

此處，以使用編碼器系統 70 之情形為例，說明校正方法之一例。

主控制裝置 20，如圖 8(C)或圖 8(E)所示，根據以編碼器系統 70 測量之晶圓載台 WST1 之位置之測量結果(X_1 、 Y_1 、 θ_{z1})，將晶圓載台 WST1 在區域 A_0 內驅動於箭頭方向(X 軸方向及 Y 軸方向)，一邊每隔既定間距進行定位、一邊使用四個讀頭群之測量值求出四個晶圓台 WTB1 之位置(Z_k 、 θ_{xk} 、 θ_{yk} ($k=1 \sim 4$))。主控制裝置 20 使用此等結果，求出從第 k ($=2 \sim 4$)讀頭群之測量值算出之位置(Z_k 、 θ_{xk} 、 θ_{yk})相對於從第 1 讀頭群之測量值算出之位置(Z_1 、 θ_{x1} 、 θ_{y1})之偏差、亦即求出偏移($O_{Zk}=Z_k-Z_1$ 、 $O_{\theta xk}=\theta_{xk}-\theta_{x1}$ 、 $O_{\theta yk}=\theta_{yk}-\theta_{y1}$)。進一步的，主控制裝置 20 將每次定位求出之偏移(O_{Zk} 、 $O_{\theta xk}$ 、 $O_{\theta yk}$)加以平均。

上述求出之偏移(O_{Zk} 、 $O_{\theta xk}$ 、 $O_{\theta yk}$)係用於將從第 k ($=2 \sim 4$)讀頭群之測量值算出之位置(Z_k 、 θ_{xk} 、 θ_{yk})分別修正為 Z_k-O_{Zk} 、 $\theta_{xk}-O_{\theta xk}$ 、 $\theta_{yk}-O_{\theta yk}$ 。藉由此修正，第 k 基準座標系 C_k ($k=2 \sim 4$)之高度 Z 與傾斜 θ_x 、 θ_y 即與第 1 基準座標系 C_1 之高度 Z 與傾斜 θ_x 、 θ_y 一致。亦即，四個基準座標系 $C_1 \sim C_4$ 被統合為涵蓋曝光時移動區域 $A_0 \sim A_4$ 之一個座標系(統合座標系) C

E。

主控制裝置 20，針對編碼器系統 71 亦依循同樣程序校正四個基準座

S

標，將之統合為涵蓋測量時移動區域之一個座標系(統合座標系) C_A 。

主控制裝置 20，與先前同樣的，在每一晶圓之曝光處理(或每既定片數之晶圓之曝光處理)進行上述校正方法。亦即，在使用對準系 ALG 之晶圓對準前，如前所述，對使用標尺板 22 時之編碼器系統 70(或 71)進行校正(將四個基準座標系 $C_1 \sim C_4$ 統合為統合座標系 C_A)。主控制裝置 20 並使用經校正之編碼器系統 70(或 71)(在統合座標系 C_A 上)對曝光對象之晶圓進行晶圓對準。接著，主控制裝置 20 在晶圓之曝光處理前，如前所述，對使用標尺板 21 時之編碼器系統 70(或 71)進行校正(將四個基準座標系 $C_1 \sim C_4$ 統合為統合座標系 C_E)。主控制裝置 20 並使用經校正之編碼器系統 70(或 71)(在統合座標系 C_E 上)求出(測量)保持晶圓之晶圓台 WTB1(或 WTB2)之位置資訊，根據該測量結果與晶圓對準之結果，於晶圓之曝光時，進行晶圓台 WTB1(或 WTB2)之驅動(位置控制)。

如以上之詳細說明，根據本實施形態之曝光裝置 100，主控制裝置 20 在晶圓載台 WST1、WST2 上搭載之四個讀頭 $60_1 \sim 60_4$ 中、包含互異之一個讀頭之三個讀頭所屬之第 1 讀頭群與第 2 讀頭群中所含之讀頭與標尺板 21、22 上對應之區域(部分 $21_1 \sim 21_4$ 、 $22_1 \sim 22_4$)對向之區域 A_0 內，根據使用第 1 讀頭群所得之位置資訊進行晶圓載台 WST1、WST2 之驅動(位置控制)，並使用以第 1 及第 2 讀頭群所得之位置資訊求出與第 1 及第 2 讀頭群分別對應之第 1 及第 2 基準座標系 C_1 、 C_2 間之偏差(位置、旋轉、定標之偏差)。主控制裝置 20 使用該結果修正使用第 2 讀頭群所得之測量結果，據以使第 1 及第 2 基準座標系 C_1 、 C_2 間之偏差獲得校正，而能修正四個讀頭 $60_1 \sim 60_4$ 分別對向之標尺板 21、22 上之區域彼此間之偏差伴隨之測量誤差。

又，根據本實施形態之曝光裝置 100，由於係利用上述校正方法校正編碼器系統 70、71，以修正四個基準座標系 $C_1 \sim C_4$ 彼此間之偏差，因此能使用編碼器系統 70、71 以高精度測量晶圓載台 WST1、WST2 之位置資訊並

加以驅動(位置控制)。

又，根據本實施形態之曝光裝置 100，由主控制裝置 20 使用標線片對準系 13A、13B 及對準系 ALG 檢測晶圓載台 WST1、WST2 上所設之三個基準標記，據以求出分別對應曝光時移動區域、測量時移動區域之統合座標系 C_E 、 C_A 之相對位置、相對旋轉、相對定標。並可由主控制裝置 20 使用該結果，將在統合座標系 C_A 上測量之晶圓對準之結果、例如將晶圓上複數個照射區域之排列座標轉換為在統合座標系 C_E 上之晶圓上複數個照射區域之排列座標，使用該結果在統合座標 C_E 上進行晶圓載台 WST1、WST2 之驅動(位置控制)以使晶圓曝光。

又，上述實施形態中，在晶圓載台 WST1 位於第 0 區域 A_0 內時晶圓載台 WST1 上之所有讀頭 $60_1 \sim 60_4$ 與標尺板 21(對應之部分 $21_1 \sim 21_4$)對向。因此，在第 0 區域 A_0 內，係從所有讀頭 $60_1 \sim 60_4$ (編碼器 $70_1 \sim 70_4$)將有效測量值送至主控制裝置 20。因此，主控制裝置 20 亦可根據在四個讀頭 $60_1 \sim 60_4$ 中、包含互異之一個讀頭之三個讀頭所屬之前述第 k 讀頭群($k=1 \sim 4$)中所含之讀頭與標尺板 21 上之對應區域(部分 $21_1 \sim 21_4$)對向之區域 A_0 內，使用第 k 讀頭群($k=1 \sim 4$)之至少一個所得之位置資訊、例如使用第 1 讀頭群所得之第 1 位置資訊與使用第 2 讀頭群所得之第 2 位置資訊之至少一方，進行晶圓載台 WST1、WST2 之驅動(位置控制)。此場合，即使與第 1 讀頭群及第 2 讀頭群對應之座標系(標尺板 21 之部分)不同，亦能在不受影響之情形下，高精度的驅動晶圓載台 WST1、WST2。使用標尺板 22 之場合亦同。

又，上記實施形態中，因構成標尺板 21、22 之部分 $21_1 \sim 21_4$ 、 $22_1 \sim 22_4$ 彼此間之偏差造成之四個基準座標系 $C_1 \sim C_4$ 彼此間之偏差之校正處理，無須著眼於位置、旋轉、定標之全部，可以是其中之一者或任意二者，亦可追加或代用其他因素(正交度等)。

又，上述實施形態，可分別接近晶圓台上面四角之讀頭設置至少一個輔助讀頭，在主要讀頭發生測量異常時，切換為近旁之輔助讀頭來持續進行測量。此時，針對輔助讀頭亦可適用前述配置條件。

又，上述實施形態，雖係針對在標尺板 21、22 之部分 $21_1 \sim 21_4$ 、 $22_1 \sim 22_4$ 各個之下面形成有二維繞射光柵 RG 之情形作了例示，但不限於此，形成有僅以對應編碼器讀頭 $60_1 \sim 60_4$ 之測量方向(在 XY 平面內之一軸方向)為週期方向之 1 維繞射光柵之場合，亦能適用上述實施形態。

又，上述實施形態，雖係針對根據在晶圓載台 WST1、WST2 上搭載之四個讀頭 $60_1 \sim 60_4$ 中、包含互異之一個讀頭之三個讀頭所屬之第 1 讀頭群與第 2 讀頭群中所含之讀頭與標尺板 21、22 上對應之區域(部分 $21_1 \sim 21_4$ 、 $22_1 \sim 22_4$)對向之區域 A_0 內，使用第 1 讀頭群所得之位置資訊進行晶圓載台 WST1、WST2 之驅動(位置控制)，並使用以第 1 及第 2 讀頭群所得之位置資訊求出與第 1 及第 2 讀頭群分別對應之第 1 及第 2 基準座標系 C_1 、 C_2 間之偏差(位置、旋轉、定標之偏差)，使用其結果修正使用第 2 讀頭群所得之測量結果，據以修正四個讀頭 $60_1 \sim 60_4$ 分別對向之標尺板 21、22 上之區域彼此間之偏差所伴隨之測量誤差之情形作了說明，但不限於此，例如亦可以較用於晶圓載台之位置控制之複數(第 1 數)讀頭數量多之複數(第 2 數)讀頭在可分別進行位置測量之區域內移動晶圓載台，而取得以編碼器系統求出之載台位置資訊之修正資訊，亦即可在例如上述實施形態之十字區域 A_0 內移動載台而使用冗長讀頭取得修正資訊。

此場合，此修正資訊雖係用於由主控制裝置 20 修正編碼器測量值之值，但不限於此，亦可於其他處理使用。

例如，亦可適用將該測量誤差作為偏移於晶圓載台之現在位置或目標位置加入偏移，以進行晶圓載台之驅動(位置控制)、或將標線片位置僅修正該測量誤差分等之其他手法。

又，上述實施形態中，雖係使用以第 1 及第 2 讀頭群所得之位置資訊來求出與第 1 及第 2 讀頭群分別對應之第 1 及第 2 基準座標系 C_1 、 C_2 間之偏差(位置、旋轉、定標之偏差)，但不限於此，曝光裝置亦可包含例如根據設於晶圓載台之複數個讀頭中、在對晶圓之曝光位置近旁於晶圓載台之外部配置成與 XY 平面略平行之複數個標尺板構成之測量面照射測量光束並接收來自測量面之返回光束之讀頭之輸出，以求出晶圓載台之位置資訊之位置測量系(例如編碼器系統)，以及根據以該位置測量系取得之位置資訊驅動晶圓載台並視晶圓載台之位置從該複數個讀頭中切換該位置測量系用於取得該位置資訊之讀頭之控制系，該控制系在該複數個讀頭與該測量面對向之該移動體之第 1 移動區域內，取得與該複數個讀頭對應之複數個標尺板彼此之位置關係。此場合，可使複數個讀頭中、至少包含一個彼此互異之讀頭之複數個讀頭分別所屬之複數個讀頭群，分別與複數個標尺板對向。

此場合，複數個標尺板彼此之位置關係，不僅可用於修正編碼器測量值之值，亦可於其他處理使用。例如，亦可適用將該測量誤差作為偏移於晶圓載台之現在位置或目標位置加入偏移，以進行晶圓載台之驅動(位置控制)、或將標線片位置僅修正該測量誤差分等之其他手法。

又，上述實施形態，雖係針對各讀頭 60₁~60₄(編碼器 70₁~70₄)採用以 XY 平面內之一軸方向與 Z 軸方向為測量方向之二維編碼器之情形作了例示，但不限於此，亦可採用以 XY 平面內之 1 軸方向為測量方向之 1 維編碼器與以 Z 軸方向為測量方向之 1 維編碼器(或非編碼器方式之面位置感測器等)。或者，亦可採用以 XY 平面內彼此正交之之 2 軸方向為測量方向之二維編碼器。再者，亦可採用以 X 軸、Y 軸及 Z 軸方向之 3 方向為測量方向之 3 維編碼器(3DOF 感測器)。

又，上述實施形態雖係針對曝光裝置為掃描步進機之情形作了說明，但不限於此，亦可於步進機等之靜止型曝光裝置適用上述實施形態。即使

是步進機等，藉由以編碼器測量搭載有曝光對象物體之載台之位置，與使用干涉儀測量載台位置之情形不同的，能使空氣波動造成之位置測量誤差之發生幾乎為零，可根據編碼器之測量值高精度的定位載台，其結果，能以高精度將標線片圖案轉印至晶圓上。此外，上述實施形態亦能適於將照射區域與照射區域加以合成之步進接合(step & stitch)方式之投影曝光裝置。再者，亦可於例如美國專利第 6,590,634 號說明書、美國專利第 5,969,441 號說明書、美國專利第 6,208,407 號說明書等所揭示之具備複數個晶圓載台之多載台型曝光裝置適用上述實施形態。此外，亦可於例如美國專利申請公開第 2007/0211235 號說明書及美國專利申請公開第 2007/0127006 號說明書等所揭示之具備與晶圓載台不同之、包含測量構件(例如基準標記及／或感測器等)之測量載台之曝光裝置適用上述實施形態。

又，上述實施形態之曝光裝置，亦可以是例如國際公開第 99/49504 號、美國專利申請公開第 2005/0259234 號說明書等所揭示之液浸型曝光裝置。

又，上述實施形態之曝光裝置中之投影光學系不限於縮小系而可以是等倍及放大系之任一種，投影光學系 PL 不限於折射系而亦可以是反射系及折反射系之任一種，其投影像可以是倒立像及正立像之任一種。

又，照明光 IL 不限於 ArF 準分子雷射光(波長 193nm)，亦可以是 KrF 準分子雷射光(波長 248nm)等之紫外光、或 F₂ 雷射光(波長 157nm)等之真空紫外光。亦可使用例如美國專利第 7,023,610 號說明書所揭示之以摻雜有鉬(或鉬及鎢兩者)之光纖放大器，將從 DFB 半導體雷射或光纖雷射發出之紅外線區或可見區的單一波長雷射光加以放大作為真空紫外光，並以非線形光學結晶將其轉換波長成紫外光之諧波。

又，上述實施形態中，雖係使用在光透射性之基板上形成有既定遮光圖案(或相位圖案、減光圖案)之光透射型光罩(標線片)，但亦可取代此標線

片，使用例如美國專利第 6,778,257 號說明書所揭示之根據待曝光圖案之電子資料，來形成透射圖案或反射圖案、或發光圖案之電子光罩(包含亦稱為可變成形光罩、主動光罩或影像產生器之例如非發光型影像顯示元件(空間光調變器)之一種的 DMD(Digital Micro-mirror Device)等)。使用該可變成形光罩之場合，由於搭載晶圓或玻璃板片等之載台係相對可變成形光罩被掃描，藉由使用編碼器系統及雷射干涉儀系統測量此載台之位置，即能獲得與上述實施形態同等之效果。

又，上述實施形態亦能適應用於例如國際公開第 2001/035168 號所揭示之藉由在晶圓 W 上形成干涉條紋，據以在晶圓 W 上形成線與空間圖案(line & space)圖案之曝光裝置(微影系統)。

再者，亦能將上述實施形態適用於例如美國專利第 6,611,316 號所揭示之將兩個標線片圖案透過投影光學系統合成在晶圓上，藉由一次掃描曝光使晶圓上之一個照射區域大致同時雙重曝光之曝光裝置。

又，上述實施形態中待形成圖案之物體(被照射能量束之曝光對象物體)不限於晶圓，亦可以是玻璃板、陶瓷基板、薄膜構件或光罩母板等之其他物體。

曝光裝置之用途不限於半導體製造用之曝光裝置，亦能廣泛適用於例如將液晶顯示元件圖案轉印至方型玻璃板片之液晶用曝光裝置、及用以製造有機 EL、薄膜磁頭、攝影元件(CCD 等)、微機器及 DNA 晶片等之曝光裝置。此外，不僅僅是半導體元件等之微元件，本發明亦能適用於為製造光曝光裝置、EUV 曝光裝置、X 線曝光裝置及電子束曝光裝置等所使用之標線片或光罩，而將電路圖案轉印至玻璃基板或矽晶圓等之曝光裝置。

又，援用以上說明所引用之關於曝光裝置等所有公報、國際公開公報、美國專利申請公開說明書及美國專利說明書之揭示作為本說明書記載之一部分。

半導體元件等之電子元件，係經由進行元件之功能、性能設計之步驟、製作依據此設計步驟之標線片之步驟、從矽材料製作品圓之步驟、以前述各實施形態之曝光裝置(圖案形成裝置)及其曝光方法將光罩(標線片)圖案轉印至晶圓之微影步驟、使曝光後晶圓(物體)顯影之顯影步驟、將殘存有光阻之以外部分之露出構件以蝕刻加以去除之蝕刻步驟、將蝕刻後不要之光阻去除之光阻除去步驟、元件組裝步驟(包含切割步驟、結合步驟、封裝步驟)、以及檢查步驟等而製造出。此場合，於微影製程使用上述實施形態之曝光裝置及曝光方法，因此能以良好之生產性製造高積體度之元件。

如以上所述，上述實施形態之曝光裝置(圖案形成裝置)，係將包含本案申請專利範圍所舉之各構成要素的各種子系統，以能保持既定機械精度、電氣精度、光學精度之方式，加以組裝製造。為確保上述各種精度，於此組裝之前後，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，對各種電氣系統則進行用以達成各種電氣精度之調整。各種子系統組裝至曝光裝置之步驟，包含各種子系統彼此間之機械連接、電氣迴路之連接、氣壓迴路之連接等。此各種子系統組裝至曝光裝置之步驟前，當然有各個子系統之組裝步驟。各種子系統組裝至曝光裝置之步驟結束後，即進行綜合調整，以確保曝光裝置全體之各種精度。又，曝光裝置的製造以在溫度及清潔度等受到管理的無塵室中進行較佳。

[產業上之可利用性]

如以上之說明，本發明之曝光方法及曝光裝置適於使物體曝光。又，本發明之元件製造方法非常適於製造半導體元件或液晶顯示元件等之電子元件。

【符號說明】

10	照明系
11	標線片載台驅動系
12	載台基座
13A、13B	標線片對準系
14a	線圈
15	移動鏡
16	標線片干涉儀
18	晶圓干涉儀系統
20	主控制裝置
21、22	標尺板
21 ₁ ~21 ₄	標尺板 21 之 4 個部分
22 ₁ ~22 ₄	標尺板 22 之 4 個部分
21a、22a	開口
27	晶圓載台驅動系
30	平面馬達
40	鏡筒
50	晶圓載台裝置
60 ₁ ~60 ₄	編碼器讀頭
70、71	編碼器系統
70 ₁ ~70 ₄ 、71 ₁ ~71 ₄	二維編碼器
91	載台本體
91a	滑件部
100	曝光裝置
A ₀ ~A ₄	測量區域
ALG	對準系

AX	光軸
C ₁ ~C ₄	第 1~第 4 基準座標系
C _O	十字形區域
C _A 、C _E	統合座標系
FM1、FM2	第 1、第 2 基準標記板
IA	曝光區域
IAR	照明區域
IL	照明光(曝光用光)
O ₁ ~O ₄	原點
P	曝光中心
PL	投影光學系
PU	投影單元
R	標線片
RG	二維繞射光柵
RST	標線片載台
W	晶圓
WTB1、WTB2	晶圓台
WST1、WST2	晶圓載台

申請專利範圍

1. 一種曝光裝置，係透過投影光學系以照明光使基板曝光，其具備：
照明光學系，以該照明光照明光罩；

第 1 載台，配置於該投影光學系上方，保持該光罩；

第 1 驅動系統，驅動該第 1 載台；

第 1 編碼器系統，測量該第 1 載台之位置資訊；

基座，配置於該投影光學系下方；

第 2 載台，具有保持該基板之保持具，配置於該基座上；

第 2 驅動系統，具有以在該基座上使該第 2 載台被懸浮支承之方式一部分設於該第 2 載台之磁浮方式之平面馬達，在包含與該投影光學系之光軸垂直之既定面內彼此正交之第 1、第 2 方向之 6 自由度方向移動該基板之方式驅動該第 2 載台；

第 2 編碼器系統，具有設於該第 2 載台之四個讀頭，該四個讀頭係對具有分別形成有反射型二維光柵之四個部分之標尺構件從其下方分別照射測量光束，在透過該投影光學系進行該基板之曝光之曝光站中測量該第 2 載台在該 6 自由度方向之位置資訊；以及

控制器，用以於該基板之掃描曝光中對該照明光使該光罩與該基板分別相對移動，根據該第 1 編碼器系統之測量資訊控制該第 1 驅動系統，且根據該第 2 編碼器系統之測量資訊控制該第 2 驅動系統；

該標尺構件，係設置成在該曝光站中於該投影光學系下端側使該四個部分與該既定面實質上平行；

該控制器，係包含在藉由在該曝光站中從該四個讀頭彼此不同之讀頭逐一移除之四組之三讀頭分別測量該位置資訊之四個座標系之移動區域移動該第 2 載台之方式控制該第 2 驅動系統，且根據在該四個讀頭分別與

該四個部分對向之該移動區域之一部分中之該第 2 編碼器系統之測量資訊，取得用以補償因該四個部分之偏移而產生之該第 2 編碼器系統之測量誤差之修正資訊；

該修正資訊，係用於在該移動區域之該第 2 載台之驅動控制。

2・如申請專利範圍第 1 項之曝光裝置，其中，該第 2 編碼器系統，係在該四個座標系中分別使用該四組之三個讀頭測量該第 2 載台之位置資訊。

3・如申請專利範圍第 2 項之曝光裝置，其中，該第 2 編碼器系統，取代在該四個座標系之一個座標系所使用之三個讀頭之一個讀頭，藉由包含該四個讀頭之中與在該一個座標系所使用之三個讀頭不同之其他讀頭之三個讀頭，測量在該四個座標系之中與該一個座標系不同之座標系之該第 2 載台之位置資訊。

4・如申請專利範圍第 3 項之曝光裝置，其中，為了進行從該一個座標系移動至該不同之座標系之該第 2 載台之驅動控制，將該一個讀頭切換成該其他讀頭，且根據藉由在該一個座標系所使用之三個讀頭所測量之位置資訊，取得用以取代該一個讀頭而使用該其他讀頭以控制該第 2 載台之驅動之切換資訊。

5・如申請專利範圍第 4 項之曝光裝置，其中，該切換資訊，係於該第 2 載台位於該移動區域之一部分之期間取得。

6・如申請專利範圍第 3 項之曝光裝置，其中，從該一個讀頭往該其他讀頭之切換，係於該照明光照射於該基板之掃描曝光期間以外進行。

7・如申請專利範圍第 3 項之曝光裝置，其中，從該一個讀頭往該其他讀頭之切換，係於該第 2 載台之等速移動期間以外進行。

8・如申請專利範圍第 1 至 7 項中任一項之曝光裝置，其中，該控制器，係一邊補償因該標尺構件之製造誤差、該第 2 載台之加速度、及該讀頭之位置或傾斜之至少一種而產生之該第 2 編碼器系統之測量誤差、一邊控制

該第 2 載台之驅動。

9・如申請專利範圍第 1 至 7 項中任一項之曝光裝置，其中，該第 2 編碼器系統，具有分別與該四個讀頭接近配置之輔助讀頭。

10・如申請專利範圍第 1 至 7 項中任一項之曝光裝置，其中，該四個讀頭，能分別在與既定面平行之方向、及與該既定面正交之方向的二方向，測量該第 2 載台之位置資訊。

11・如申請專利範圍第 1 至 7 項中任一項之曝光裝置，其進一步具備具有支承該投影光學系之計量框架之主體構造；

該標尺構件被懸吊支承於該計量框架。

12・如申請專利範圍第 11 項之曝光裝置，其進一步具備：

檢測系，在與該曝光站不同之測量站被支承於該計量框架，用以檢測該基板之位置資訊；以及

與該標尺構件不同之標尺構件，具有分別形成有反射型二維光柵之與該四個部分不同之四個部分，在藉由該檢測系進行對該基板之檢測之該測量站，以配置於該檢測系下端側且該不同之四個部分與該既定面平行之方式被支承於該計量框架；

該第 2 編碼器系統，測量於該基板之曝光動作中配置於該標尺構件下方之該第 2 載台之位置資訊，且藉由該檢測系對該基板之檢測動作中測量配置於該不同之標尺構件下方之該第 2 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，該控制器，根據藉由該第 2 編碼器系統所測量之該四個讀頭分別與該不同之四個部分對向之方式而配置於該檢測系下方之該第 2 載台之位置資訊，取得用以補償因該四個部分之偏移而產生之該第 2 編碼器系統之測量誤差之與該修正資訊不同之修正資訊。

14・如申請專利範圍第 13 項之曝光裝置，其中，該控制器，於該曝光

動作中使用藉由該檢測系所檢測之該基板之位置資訊，於該檢測動作中使用藉由該第 2 編碼器系統所測量之該第 2 載台之位置資訊、及該不同之修正資訊。

15・如申請專利範圍第 14 項之曝光裝置，其進一步具備配置於該基座上且與該第 2 載台不同之第 2 載台；

該第 2 編碼器系統，具有設於該不同之第 2 載台且與該四個讀頭不同之四個讀頭，藉由該不同之四個讀頭中至少三個讀頭測量在該 6 自由度方向之該不同之第 2 載台之位置資訊。

16・一種曝光方法，係透過投影光學系以照明光使基板曝光，其包含：

以第 1 編碼器系統，測量配置於該投影光學系上方且保持透過照明光學系被該照明光照明之光罩之第 1 載台之位置資訊之動作；

在配置於該投影光學系下方之基座上，藉由以使具有保持該基板之保持具之第 2 載台被懸浮支承之方式一部分設於該第 2 載台之磁浮方式之平面馬達，在包含與該投影光學系之光軸垂直之既定面內彼此正交之第 1、第 2 方向之 6 自由度方向移動該基板之方式移動該第 2 載台之動作；

藉由具有設於該第 2 載台之四個讀頭之第 2 編碼器系統，該四個讀頭係對具有分別形成有反射型二維光柵之四個部分之標尺構件從其下方分別照射測量光束，在透過該投影光學系進行該基板之曝光之曝光站中測量該第 2 載台在該 6 自由度方向之位置資訊之動作；以及

用以於該基板之掃描曝光中對該照明光使該光罩與該基板分別相對移動，根據該第 1 編碼器系統之測量資訊驅動該第 1 載台，且根據該第 2 編碼器系統之測量資訊驅動該第 2 載台之動作；

該標尺構件，係設置成在該曝光站中於該投影光學系下端側使該四個部分與該既定面實質上平行；

包含在藉由在該曝光站中從該四個讀頭彼此不同之讀頭逐一移除之四

組之三個讀頭分別測量該位置資訊之四個座標系之移動區域移動該第 2 載台，且根據在該四個讀頭分別與該四個部分對向之該移動區域之一部分中之該第 2 編碼器系統之測量資訊，取得用以補償因該四個部分之偏移而產生之該第 2 編碼器系統之測量誤差之修正資訊；

該修正資訊，係用於在該移動區域之該第 2 載台之驅動控制。

17．如申請專利範圍第 16 項之曝光方法，其中，在該四個座標系中分別使用該四組之三個讀頭測量該第 2 載台之位置資訊。

18．如申請專利範圍第 17 項之曝光方法，其中，取代在該四個座標系之一個座標系所使用之三個讀頭之一個讀頭，藉由包含該四個讀頭之中與在該一個座標系所使用之三個讀頭不同之其他讀頭之三個讀頭，測量在該四個座標系之中與該一個座標系不同之座標系之該第 2 載台之位置資訊。

19．如申請專利範圍第 18 項之曝光方法，其中，為了進行從該一個座標系移動至該不同之座標系之該第 2 載台之驅動控制，將該一個讀頭切換成該其他讀頭，且根據藉由在該一個座標系所使用之三個讀頭所測量之位置資訊，取得用以取代該一個讀頭而使用該其他讀頭以控制該第 2 載台之驅動之切換資訊。

20．如申請專利範圍第 19 項之曝光方法，其中，該切換資訊，係於該第 2 載台位於該移動區域之一部分之期間取得。

21．如申請專利範圍第 18 項之曝光方法，其中，從該一個讀頭往該其他讀頭之切換，係於該照明光照射於該基板之掃描曝光期間以外進行。

22．如申請專利範圍第 18 項之曝光方法，其中，從該一個讀頭往該其他讀頭之切換，係於該第 2 載台之等速移動期間以外進行。

23．如申請專利範圍第 16 至 22 項中任一項之曝光方法，其中，一邊補償因該標尺構件之製造誤差、該第 2 載台之加速度、及該讀頭之位置或傾斜之至少一種而產生之該第 2 編碼器系統之測量誤差、一邊控制該第 2

載台之驅動。

24．如申請專利範圍第 16 至 22 項中任一項之曝光方法，其中，藉由分別與該四個讀頭接近配置之輔助讀頭，測量該第 2 載台之位置資訊。

25．如申請專利範圍第 16 至 22 項中任一項之曝光方法，其中，該四個讀頭，分別在與該既定面平行之方向、及與該既定面正交之方向的二方向測量該第 2 載台之位置資訊。

26．如申請專利範圍第 16 至 22 項中任一項之曝光方法，其中，該標尺構件被支承該投影光學系之主體構造之計量框架懸吊支承。

27．如申請專利範圍第 26 項之曝光方法，其中，藉由在與該曝光站不同之測量站被支承於該計量框架之檢測系，檢測該基板之位置資訊；

具有分別形成有反射型二維光柵之與該四個部分不同之四個部分，在藉由該檢測系進行對該基板之檢測之該測量站中，對以配置於該檢測系下端側且該不同之四個部分與該既定面平行之方式被支承於該計量框架之與該標尺構件不同之標尺構件，從其下方分別透過該四個讀頭照射該測量光束；

藉由該第 2 編碼器系統，測量於該基板之曝光動作中配置於該標尺構件下方之該第 2 載台之位置資訊，且藉由該檢測系對該基板之檢測動作中測量配置於該不同之標尺構件下方之該第 2 載台之位置資訊。

28．如申請專利範圍第 27 項之曝光方法，其中，根據藉由該第 2 編碼器系統所測量之該四個讀頭分別與該不同之四個部分對向之方式而配置於該檢測系下方之該第 2 載台之位置資訊，取得用以補償因該四個部分之偏移而產生之該第 2 編碼器系統之測量誤差之與該修正資訊不同之修正資訊。

29．如申請專利範圍第 28 項之曝光方法，其中，於該曝光動作中使用藉由該檢測系所檢測之該基板之位置資訊，於該檢測動作中使用藉由該第 2 編碼器系統所測量之該第 2 載台之位置資訊、及該不同之修正資訊。

30・如申請專利範圍第 29 項之曝光方法，其中，以配置於該基座上且與該第 2 載台不同之第 2 載台保持該基板；

藉由設於該不同之第 2 載台且與該四個讀頭不同之四個讀頭中至少三個讀頭測量在該 6 自由度方向之該不同之第 2 載台之位置資訊。

31・一種元件製造方法，其包含：

使用申請專利範圍第 1 至 15 項中任一項之曝光裝置使基板曝光之動作；以及

使曝光後之該基板顯影之動作。

32・一種元件製造方法，其包含：

使用申請專利範圍第 16 至 30 項中任一項之曝光方法使基板曝光之動作；以及

使曝光後之該基板顯影之動作。

圖2

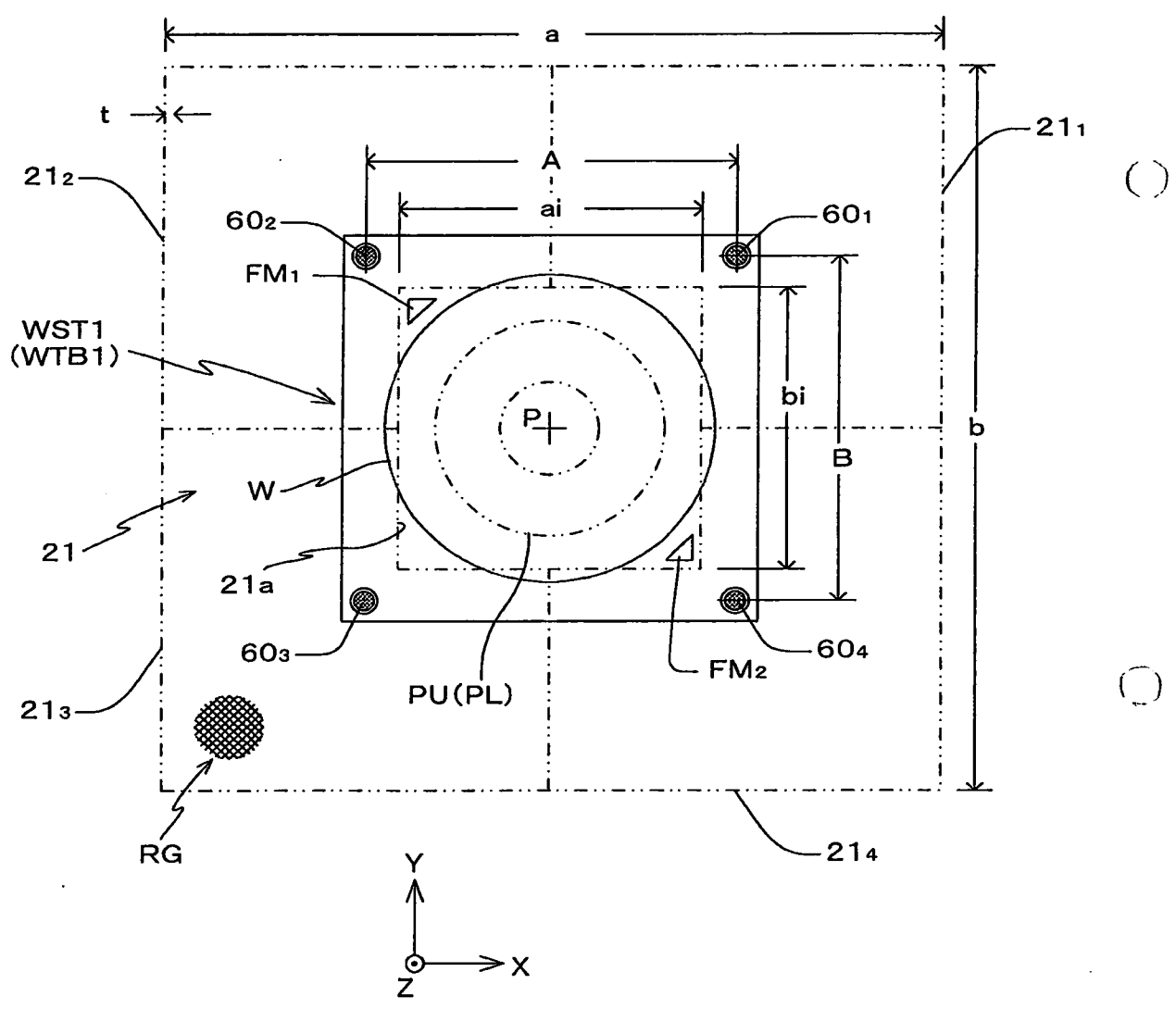


圖3

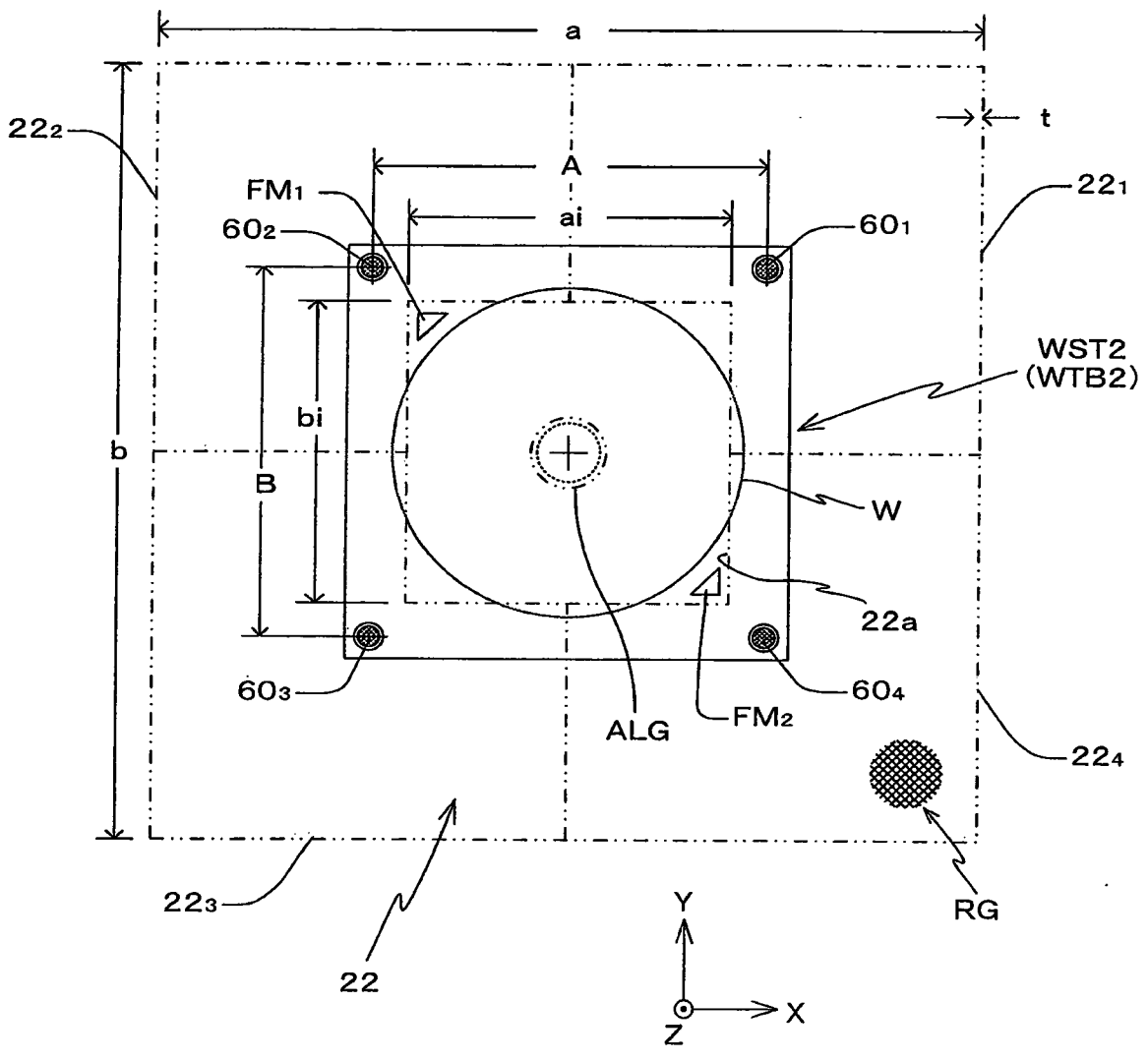


圖4

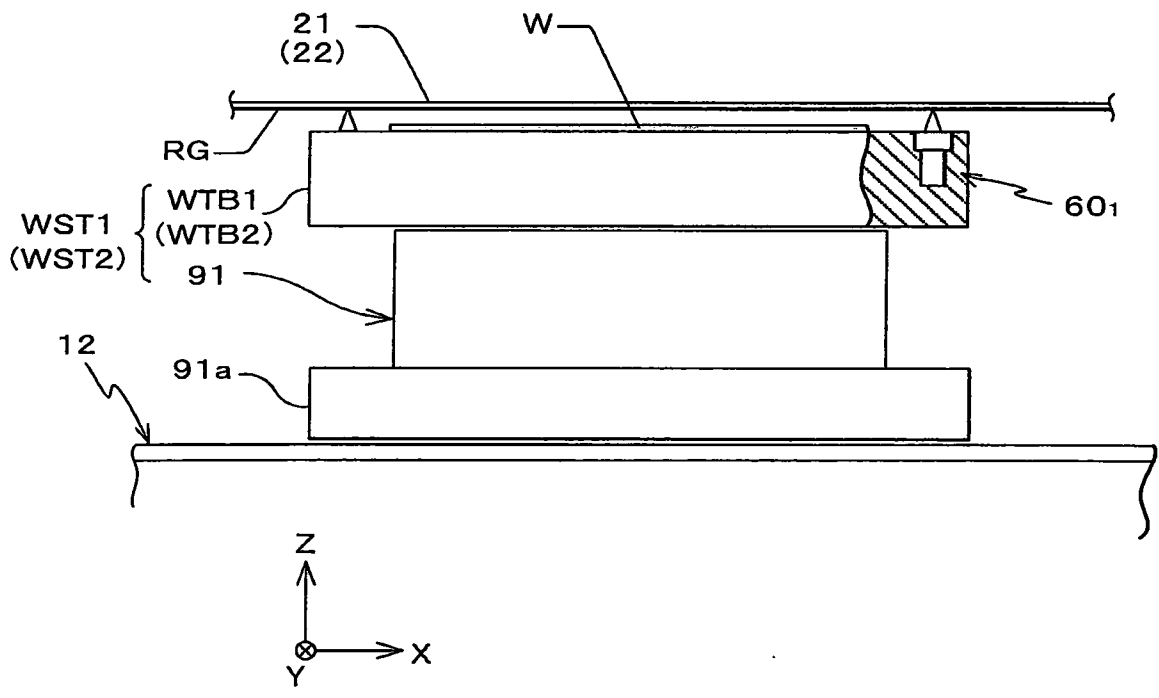


圖5

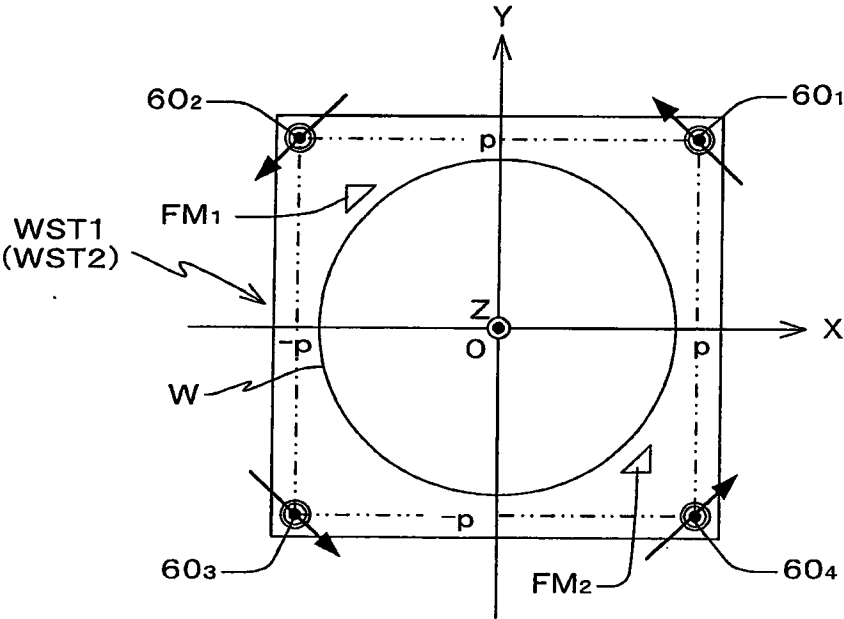


圖6

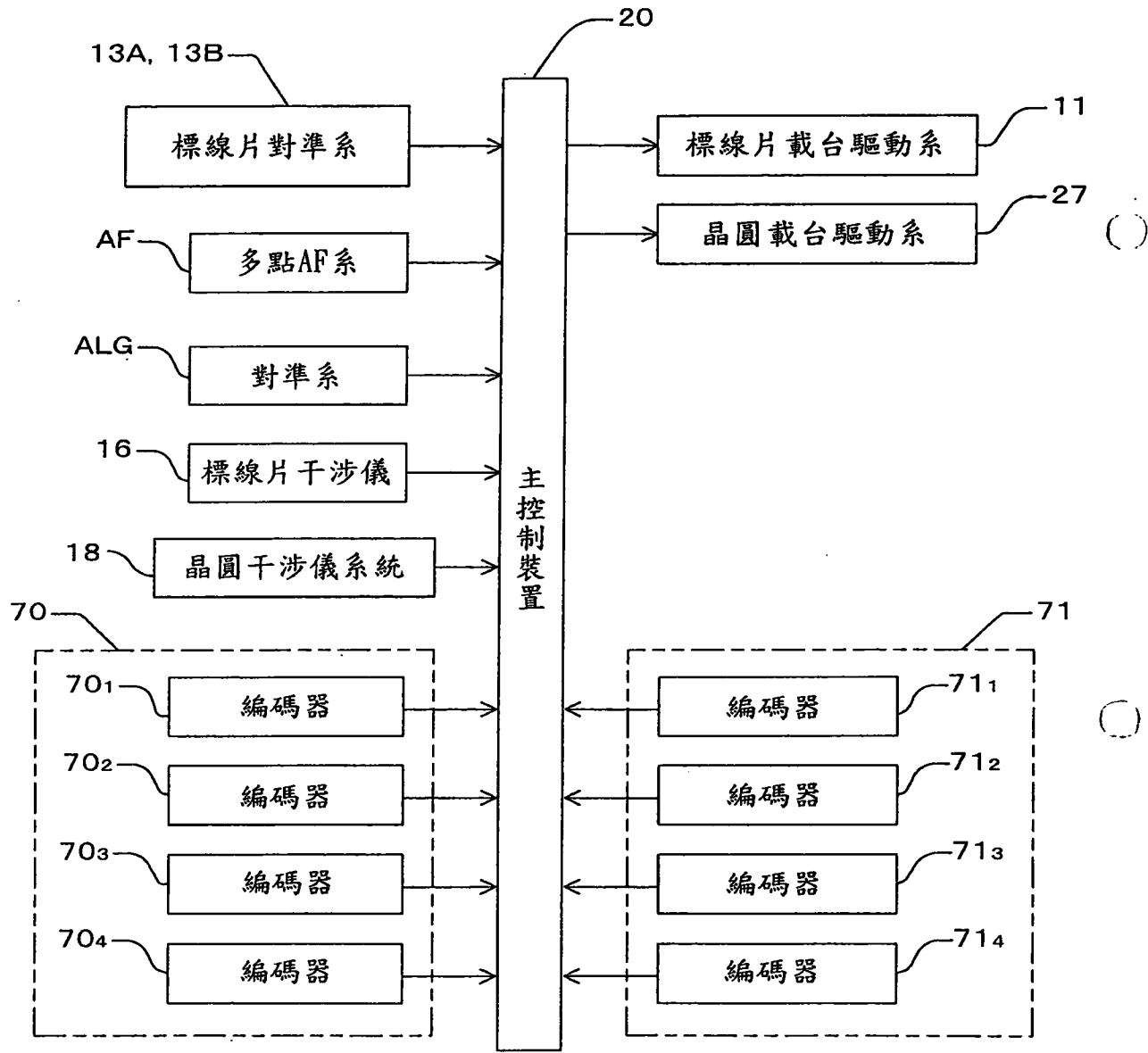


圖 8

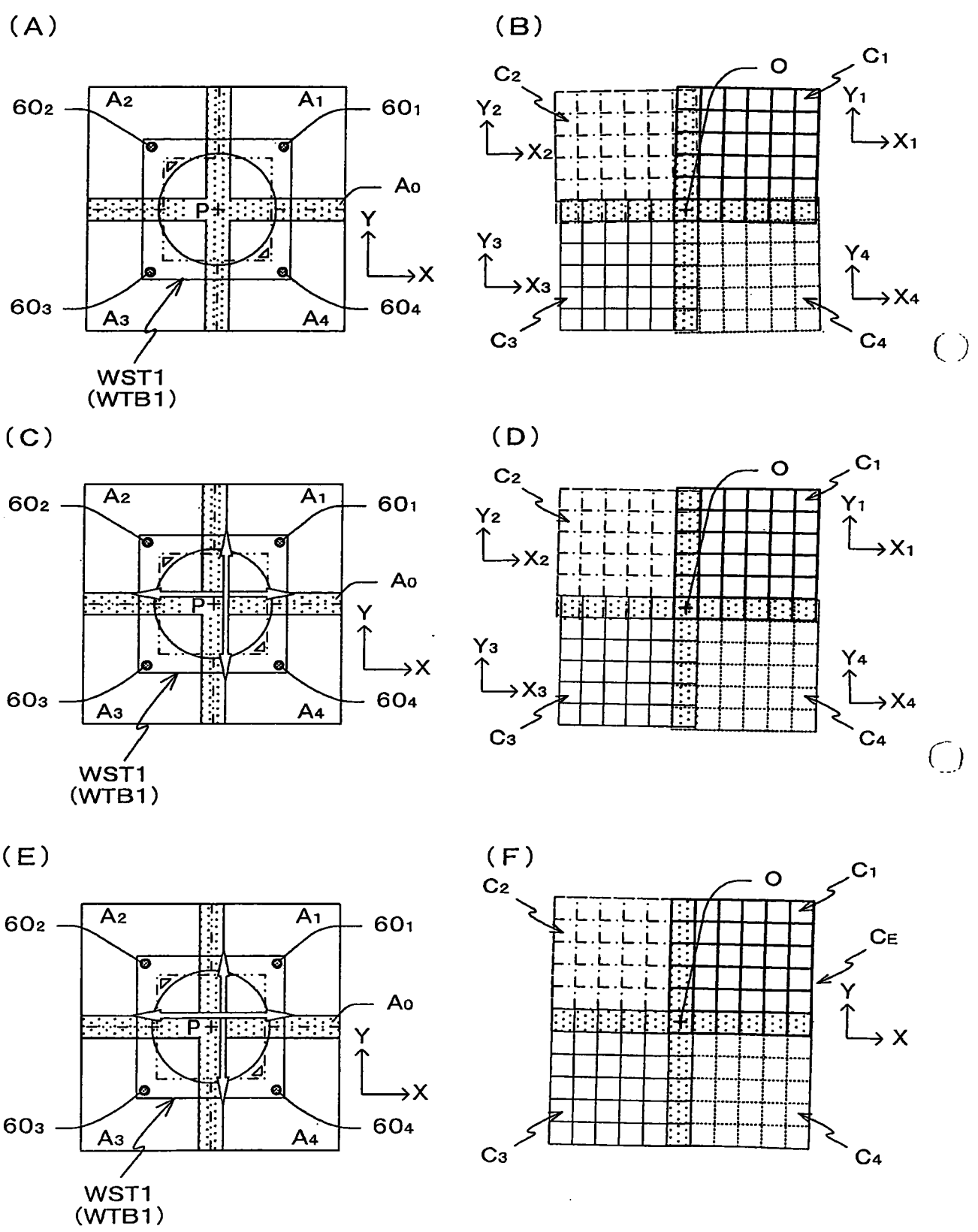
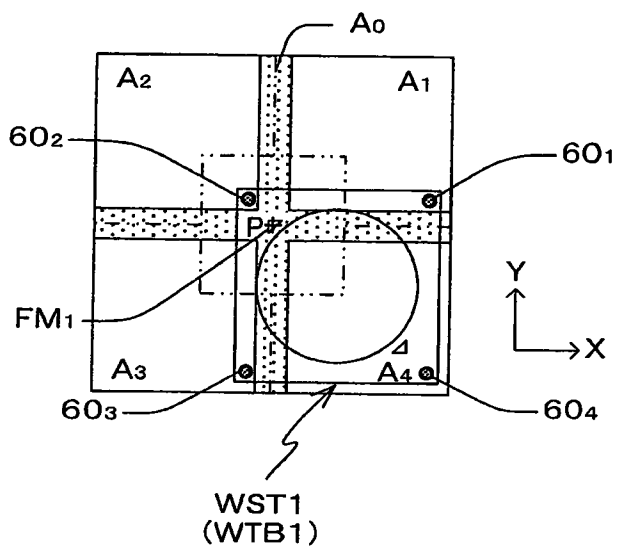


圖9

(A)



(B)

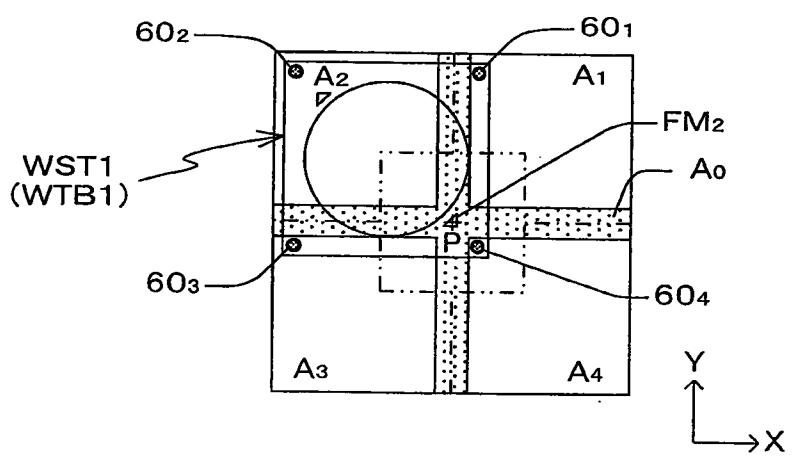


圖10

