(19) **Bundesrepublik Deutschland**
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 694 34 363 T2** 2005.10.06

(12) # Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 0 634 700 B1**
(21) Deutsches Aktenzeichen: **694 34 363.3**
(96) Europäisches Aktenzeichen: **94 110 918.3**
(96) Europäischer Anmeldetag: **13.07.1994**
(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **18.01.1995**
(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **11.05.2005**
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **06.10.2005**

(51) Int Cl.[7]: **G03F 7/20**

(30) Unionspriorität:
17416193 14.07.1993 JP

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE, FR, NL

(73) Patentinhaber:
Nikon Corp., Tokio/Tokyo, JP

(72) Erfinder:
Makinouchi, Susumu, Zama-shi, Kanagawa-ken, JP

(74) Vertreter:
Grünecker, Kinkeldey, Stockmair & Schwanhäusser, 80538 München

(54) Bezeichnung: **Abtastbelichtungsvorrichtung**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

Gebiet der Erfindung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Belichtungsvorrichtung, die in einem Photolithographieprozess bei der Herstellung z. B. eines Halbleiterelements, eines Flüssigkristallanzeigeelements, eines Dünnfilm-Magnetkopfs oder dergleichen verwendet wird und insbesondere auf eine Abtastbelichtungsvorrichtung für das Übertragen eines Musters auf einer Maske (oder einem Retikel) auf ein Substrat, indem die Maske und das Substrat synchron bewegt werden.

In Bezug stehende Hintergrundtechnik

[0002] Die Offenlegungsschrift der Japanischen Patentanmeldung Nr. 6-140305, eingereicht am 26. Oktober 1992 und veröffentlicht am 20. Mai 1994, betrifft eine Abtastbelichtungsvorrichtung. Gemäß der Offenbarung in dieser Anmeldung werden Antriebe eines Retikels und eines Wafers in einer relativen Abtastrichtung mit einer konstanten Geschwindigkeit und eine Positionierung des Retikels und des Wafers gleichzeitig mit einer hohen Präzision durch ein Schlitzabtastungs-Belichtungsschema durchgeführt. Eine retikelseitige Abtastbühne für das Abtasten eines Retikels relativ zu einem schlitzartigen Beleuchtungsbereich in der relativen Abtastrichtung wird auf eine retikelseitige Basis platziert. Eine retikelseitige Feineinstellungsbühne zum Verschieben und Drehen des Retikels innerhalb einer zweidimensionalen Ebene wird auf der retikelseitige Abtastbühne platziert. Das Retikel wird auf die retikelseitige Feineinstellungsbühne platziert. Antrieb mit konstanter Geschwindigkeit und Positionierung des Retikels und des Wafers werden durchgeführt, indem die retikelseitige Abtastbühne und die retikelseitige Feineinstellungsbühne unabhängig gesteuert werden.

[0003] EP-A-0 360 272 offenbart einen Stepper für die Formung von Stromkreismustern.

[0004] Im Photolithographieprozess bei der Herstellung von Halbleiterelementen, wird üblicherweise ein Projektions-Belichtungsvorrichtung für das Übertragen eines Musters von einer Maske oder einem Retikel (im folgenden im Allgemeinen als ein „Retikel" bezeichnet) auf ein Substrat (Wafer), welches mit einem lichtempfindlichen Material (Photoresist) beschichtet ist, über ein optisches Projektionssystem, insbesondere ein Schritt-und-Wiederhol-Typ der Verkleinerungs-Herstellungs-Belichtungsvorrichtung (Stepper) verwendet. In letzter Zeit wird es in Bezug auf eine Zunahme der Größe und eine Abnahme der Linienbreite der Halbleiterelemente erforderlich, das Bildfeld des optischen Projektionssystems zu verbreitern und die Auflösung des optischen Projektionssystems zu verbessern. Jedoch ist es, was die Gestaltung und Herstellung anbelangt, sehr schwierig, die hohe Auflösung und das breite Feld des optischen Projektionssystems zu realisieren. Wie z. B. in den U.S. Patenten Nr. 4,747,678, 4,924,257, 5,194,893 und 5,281,996 offenbart, erfährt daher eine Abtastbelichtungsvorrichtung eine große Aufmerksamkeit, die nur einen Teilbereich, der eine vorbestimmte Form hat (z. B. eine rechteckige Form, eine gebogene Form, eine sechseckige Form, eine rhombische Form oder dergleichen), mit Licht auf ein Retikel belichtet, und belichtet ein Muster auf dem Retikel auf einen Wafer, indem das Retikel und der Wafer synchron in einer Richtung senkrecht zur optischen Mittelachse des optischen Projektionssystems bewegt werden. In der Abtastbelichtungsvorrichtung kann, selbst wenn das Bildfeld des optischen Projektionssystems klein ist, ein großflächiges Musterbild auf den Wafer belichtet werden, und die Auflösung des optischen Projektionssystems kann verhältnismäßig einfach verbessert werden.

[0005] Fig. 5A veranschaulicht eine herkömmliche Abtasttyp-Projektions-Belichtungsvorrichtung. Auf Fig. 5A bezugnehmend, beleuchtet Belichtungslicht EL, das von einem Beleuchtungssystem IL austritt, einen Beleuchtungsbereich **32** auf einem Retikel **12** mit einer gleichmäßigen Beleuchtungsstärke. Ein optisches Projektionssystem **8** projiziert ein Muster im Beleuchtungsbereich **32** auf dem Retikel **12** auf einen Wafer **5**. In der Abtastbelichtung wird das Retikel **12** durch ein Retikelbühne RST mit einer Geschwindigkeit V_R in eine –Y Richtung (linke Richtung in der Ebene der Zeichnung) in Bezug auf den Beleuchtungsbereich **32** bewegt. Synchron mit dieser Bewegung, wird der Wafer **5** durch eine Waferbühne WST mit einer Geschwindigkeit V_W (= $\beta \times V_R$, β: die Projektionsvergrößerung des optischen Projektionssystems **8**) in eine +Y Richtung (rechte Richtung in der Ebene der Zeichnung) in Bezug auf einen Projektionsbereich (Belichtungsbereich ähnlich dem Beleuchtungsbereich **32**) **32W**, definiert durch das optische Projektionssystem **8**, bewegt. Mit diesen Bewegungen wird ein Zielbereich SA auf dem Wafer **5** in der Y Richtung in Bezug auf den Belichtungsbereich **32W** abgelichtet, wie in Fig. 5B gezeigt, und das Musterbild auf dem Retikel **12** wird auf den Zielbereich SA abtastbelichtet.

[0006] Fig. 6 ist ein Funktionsblockdiagramm, das ein Steuersystem der Abtastbelichtungsvorrichtung zeigt, welches in Fig. 5A gezeigt ist. Auf Fig. 6 bezugnehmend treibt das Geschwindigkeits-Steuersystem **61**, wenn ein Geschwindigkeitssteuersignal, das eine Abtastgeschwindigkeit angibt, an ein Geschwindigkeits-Steuersystem **61** auf der Seite des Wafer eingegeben wird, die Waferbühne WST in der Y Richtung an und führt eine Geschwindigkeitssteuerung durch, so dass die Bewegungsgeschwindigkeit V_W

der Waferbühne WST mit dem Geschwindigkeitsbefehl übereinstimmt. Normalerweise wird die Position der Waferbühne WST durch ein Laser-Interferometer gemessen. Jedoch wird in Fig. 6 eine Geschwindigkeits-Signalausgabe vom Geschwindigkeits-Steuersystem **61** an einen Integrator **62** geführt, und das Ausgangssignal vom Integrator **62** wird als Positionssignal verwendet, das eine Position Y_W der Waferbühne WST in der Y Richtung angibt. Auf der anderen Seite wird ein Geschwindigkeitssignal (ein Signal, welches die Geschwindigkeit V_R angibt), das von einem Geschwindigkeits-Steuersystem **64** auf der Seite des Retikels ausgegeben wird, an einen Integrator **65** geführt, und das Ausgangssignal vom Integrator **65** wird als Positionssignal verwendet, das eine Position Y_R der Retikelbühne RST in der Y Richtung angibt. Die Positionssignale von den Integratoren **62** und **65** werden in einen Subtrahierer **63** eingegeben, und ein Signal, das einen Positionsunterschied ($Y_W - Y_R$) angibt, das vom Subtrahierer **63** ausgegeben wird, wird dem Geschwindigkeits-Steuersystem **64** zugeführt. Aus Gründen der Einfachheit wird die Projektionsvergrößerung β des optischen Projektionssystems **8** auf 1 gesetzt.

[0007] Wenn die Waferbühne WST anfängt sich durch das Geschwindigkeits-Steuersystem **61** zu bewegen, um dem Geschwindigkeitsbefehlsignal zu folgen, ändert sich das Signal, das den Unterschied zwischen der Position Y_R der Retikelbühne RST und der Position Y_W der Waferbühne WST angibt und vom Subtrahierer **63** ausgegeben wird und wird dem Geschwindigkeits-Steuersystem **64** zugeführt, um das Retikel **12** in einer Richtung, die durch den Unterschied angezeigt wird, zu beschleunigen. Das Geschwindigkeits-Steuersystem **64** umfasst eine PID-Steuerung (proportionale, integrale, differentielle Steuerungen), die eine integrale Funktion und dergleichen hat und eine Beschleunigungssteuerung der Retikelbühne RST durchführt, bis der oben erwähnte Unterschied ($Y_W - Y_R$) null wird. So werden das Retikel **12** und der Wafer **5** synchron zueinander bewegt.

[0008] Jedoch wird in dem oben genannten Stand der Technik (Fig. 6), das Geschwindigkeitsbefehlsignal dem Geschwindigkeits-Steuersystem **61** auf der Seite des Wafers zugeführt, und das Signal, das den Unterschied zwischen den Positionen Y_W und Y_R der Wafer- und der Retikelbühne angibt, wird zum Geschwindigkeits-Steuersystem **64** auf der Seite des Retikel geführt. Genauer, nachdem die Bewegung der Waferbühne WST erfasst ist, wird die Abtastgeschwindigkeit der Retikelbühne RST erhöht/verringert. Aus diesem Grund ist eine Zeit von der Beschleunigung des Retikels und des Wafers bis zum Anfang der synchronen Abtastung lang.

[0009] JP 6-140305 offenbart eine Abtastbelichtungsvorrichtung, umfassend: ein Beleuchtungssystem für das Beleuchten eines Teilbereichs auf einer Maske mit Licht, eine Maskenbühne, die in einer vorbestimmten Abtastrichtung beweglich ist, wobei sie die Maske hält, und eine Substratbühne, die in einer vorbestimmten Abtastrichtung beweglich ist, wobei sie ein Substrat hält, auf das ein Muster auf der Maske übertragen werden soll; worin ein Feinbewegungsbühne auf dem Maskenbühne angeordnet ist und relativ zu der Maskenbühne fein beweglich ist; eine erste Messeinrichtung zum Messen der Position der Feinbewegungsbühne in der vorbestimmten Abtastrichtung, eine zweite Messeinrichtung zum Messen der Position der Substratbühne in der vorbestimmten Abtastrichtung, eine Vorrichtung zum Steuern der Position der Feinbewegungsbühne durch eine Rückkopplungsverfahren entsprechend einem Unterschied zwischen der Position, die durch die erste Messeinrichtung gemessen wird und der Position, die durch die zweite Messeinrichtung gemessen wird.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0010] Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Abtastbelichtungsvorrichtung zur Verfügung zu stellen, welche die Zeit von der Beschleunigung einer Maske und eines Substrats bis zum Beginn der synchronen Abtastung zur Abtastbelichtung verkürzen kann.

[0011] Diese Aufgabe wird durch eine Vorrichtung gelöst, welche die Eigenschaften von Anspruch 1 umfasst.

[0012] Die Feinbewegungsbühne zur feinen Justierung der Position der Maske und des Substrats wird zusätzlich zur Maskenbühne und zur Substratbühne angeordnet, die für das Bewegen der Maske und des Substrats mit vorbestimmten Geschwindigkeiten verwendet werden. Da die Geschwindigkeitssteuerung gleichzeitig einen Abtastgeschwindigkeitsbefehl zur Maskenbühne und zur Substratbühne führt, erscheint nur ein Fehler, der durch einen Unterschied zwischen den Ansprecheigenschaften der Geschwindigkeits-Steuerung der zwei Bühnen verursacht wird, als Fehler zwischen den Abtastgeschwindigkeiten der zwei Bühnen. Im Gegensatz dazu erscheint in der herkömmlichen Steuermethode eine Summe aus der Verzögerungszeit, die durch das Geschwindigkeits-Steuersystem auf der Seite der Maske verursacht wird, und der Verzögerungszeit, die durch das Geschwindigkeits-Steuersystem auf der Seite des Substrats verursacht wird, in einer von der Maskenbühne und der Substratbühne.

[0013] Um außerdem die Erzeugung eines Fehlers zwischen den relativen Positionen der Maske und des Substrats zu verhindern, der durch einen Unterschied zwischen den Ansprecheigenschaften des Geschwindigkeits-Steuersystems auf der Seite der Maske und des Geschwindigkeits-Steuersystems auf

der Seite des Substrats verursacht werden, wird die Position der Feinbewegungsbühne durch das Rückkopplungsverfahren entsprechend einem Unterschied zwischen der Position der Maskenbühne und der Position der Substratbühne gesteuert. Mit dieser Steuerung wird eine Zeit von der Beschleunigung der Maske und des Substrats bis zum Beginn der synchronen Abtastung verkürzt, und der Durchsatz kann verbessert werden. Zusätzlich können, da die Bewegungsstrecken der Bühnen vor der synchronen Abtastung verkürzt werden können, die Ausschläge in der Abtastrichtung der Bühnen verkürzt werden, und die Vorrichtung kann kompakt gehalten werden.

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0014] Fig. 1 ist eine schematische Seitenansicht, welche die Anordnung für eine Abtasttyp-Projektions-Belichtungsvorrichtung zum besseren Verständnis der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0015] Fig. 2A ist ein ebene Ansicht, welche die Anordnung für ein Waferbühne zeigt, die in Fig. 1 gezeigt ist, und

[0016] Fig. 2B ist eine ebene Ansicht, welche die Anordnung für ein Retikelbühne zeigt, die in Fig. 1 gezeigt ist;

[0017] Fig. 3 ist ein Blockdiagramm, das ein Steuersystem der Vorrichtung zeigt, die in Fig. 1 gezeigt ist;

[0018] Fig. 4 ist ein Funktionsblockdiagramm, das ein Steuersystem der Bühnen in Fig. 1 zeigt;

[0019] Fig. 5A ist eine schematische Seitenansicht, die eine herkömmliche Abtasttyp-Projektions-Belichtungsvorrichtung zeigt, und

[0020] Fig. 5B ist eine vergrößerte Ansicht, die einen Zielbereich auf einem Wafer zeigt, der in Fig. 5A gezeigt wird; und

[0021] Fig. 6 ist ein Funktionsblockdiagramm, das ein Steuersystem der Bühnen der herkömmlichen Abtasttyp-Projektions-Belichtungsvorrichtung zeigt.

BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0022] Eine Abtasttyp-Projektions-Belichtungsvorrichtung zum besseren Verständnis der vorliegenden Erfindung ist mit Bezug auf Fig. 1 bis Fig. 4 unten beschrieben. Fig. 1 zeigt die schematische Anordnung für eine Abtasttyp-Projektions-Belichtungsvorrichtung. Auf Fig. 1 bezugnehmend wird Belichtungslicht EL von einem optischen Beleuchtungssystem (nicht gezeigt) auf nur einen länglichen lokalen rechteckigen Bereich auf einem Retikel **12** gestrahlt. Das Belichtungslicht EL, das durch das Retikel **12** hindurch gelassen wird, fällt auf ein optisches Projektionssystem **8**, und das optische Projektionssystem **8** projiziert ein Bild eines Musters auf dem Retikel **12** auf einen Wafer **5**. In der Abtastbelichtung wird das Retikel **12** in Bezug auf den Beleuchtungsbereich des Belichtungslichts EL mit einer konstanten Geschwindigkeit V_R in eine Vorwärtsrichtung (–Y Richtung) senkrecht zur Ebene der Zeichnung von Fig. 1 bewegt. Synchron mit dieser Bewegung wird der Wafer **5** mit einer konstanten Geschwindigkeit $\beta \times V_R$ (β ist die Projektionsvergrößerung des optischen Projektionssystems **8**) in eine Rückwärtsrichtung (+Y Richtung) senkrecht zur Ebene der Zeichnung von Fig. 1 bewegt.

[0023] Ansteuersysteme des Retikels **12** und des Wafers **5** sind unten beschrieben. Ein Grobbewegungsbühne **10**, die nur in der Y Richtung beweglich ist (eine Richtung senkrecht zur Ebene der Zeichnung von Fig. 1), wird auf einem Tragetisch (Basis) **9** angeordnet, und eine Feinbewegungsbühne **11** wird auf der Grobbewegungsbühne **10** platziert. Das Retikel **12** wird auf der Feinbewegungsbühne **11** z. B. durch einen Vakuumspanner gehalten. Die Feinbewegungsbühne **11** ist in den X und Y Richtungen und in einer Rotationsrichtung (θ Richtung) in einer Ebene senkrecht zu einer optischen Mittelachse AXT des optischen Projektionssystems **8** fein beweglich und führt die Positionssteuerung des Retikels **12** mit hoher Genauigkeit durch. Ein beweglicher Spiegel **21** ist auf der Feinbewegungsbühne **11** angeordnet, und die Positionen der Feinbewegungsbühne **11** in den X, Y und θ Richtungen werden immer durch ein Laser-Interferometer **14** überwacht, das auf der Basis **9** angeordnet ist. Positionsinformationen S1 vom Interferometer **14** werden zu einem Hauptsteuersystem **22A** geführt. Wie später beschrieben wird, wird die Position Grobbewegungsbühne **10** in der Y Richtung (Abtastrichtung) immer durch ein Interferometer gemessen (siehe Fig. 2B).

[0024] Andererseits wird eine Y Bühne **2**, die in der Y Richtung beweglich ist, auf einen Tragetisch (Basis) **1** platziert, und eine X Bühne **3**, die in der X Richtung beweglich ist, wird auf die Y Bühne **2** platziert. Außerdem wird eine ZL Bühne **4**, die in der Richtung der optischen Mittelachse AXT fein beweglich ist und beliebig in Bezug auf eine Ebene, die senkrecht zur optischen Mittelachse AXT ist, kippbar ist, auf der X Bühne angeordnet, und der Wafer **5** wird auf der ZL Bühne **4** über eine Vakuumklemme gehalten (θ Tisch; nicht dargestellt). Ein beweglicher Spiegel **7** ist auf der ZL Bühne **4** befestigt, und die Positionen der ZL Bühne **4** in den X, Y und θ Richtungen werden durch ein außen angeordnetes Interferometer **13** überwacht. Positionsinformationen vom Interferometer **13** werden auch dem Hauptsteuersystem **22A** zugeführt. Das Hauptsteuersystem **22A** steuert die Ausrichtungsoperationen der Y Bühne **2** zur ZL Bühne **4** über einen Antrieb **22B** und dergleichen, und steuert systematisch die gesamte Vorrichtung.

[0025] Um eine Entsprechung zwischen einem Wafer-Koordinatensystem, das durch das Interferometer **13** definiert wird, und einem Retikel-Koordinatensystem, das durch das Interferometer **14** definiert wird, herzustellen, wird ist eine Bezugsmarkierungsplatte **6** in einer Position nahe des Wafer **5** auf der ZL Bühne **4** befestigt. Verschiedene Bezugsmarkierungen werden auf der Bezugsmarkierungsplatte **6** ausgebildet. Eine dieser Bezugsmarken wird von seiner rückseitigen Oberfläche mit Beleuchtungslicht (Belichtungslicht), das zum Inneren der ZL Bühne **4** geführt wird, beleuchtet, wie z. B. im U.S. Patent Nr. 4,780,616 offenbart wird.

[0026] Ausrichtungsmikroskope **19** und **20** zum gleichzeitigen Beobachten der Bezugsmarken auf der Bezugsmarkenplatte **6** und der Markierungen auf dem Retikel **12** werden über dem Retikel **12** eingerichtet. Auch werden Spiegel **15** und **16** zum Führen von Abtastlicht vom Retikel **12** zu den Ausrichtungsmikroskopen **19** und **20** beweglich geordnet. Wenn eine Belichtungsreihe begonnen wird, ziehen Antriebe **17** und **18** die Spiegel **15** und **16** gemäß einem Befehl vom Hauptsteuersystem **22A** an Positionen außerhalb der optischen Belichtungswege zurück. Außerdem wird eine Ausrichtungsvorrichtung **34** von nicht-axialer Art zum Beobachten der Ausrichtungsmarkierungen (Wafermarkierungen) auf dem Wafer **5** auf dem seitlichen Oberflächenabschnitt in der Y Richtung des optischen Projektionssystems **8** angeordnet. Eine ausführliche Beschreibung der Ausrichtungsvorrichtung **34** wird weggelassen, da sie z. B. im U.S. Patent Nr. 4,962,318 offenbart ist.

[0027] Die genauen Anordnungen der Waferbühne und der Retikelbühne werden unter Bezug auf Fig. 2A und Fig. 2B unten beschrieben. Fig. 2A zeigt die Waferbühne. Der Wafer **5** wird auf der ZL Bühne **4** gehalten, und die Bezugsmarkenplatte **6** und die beweglichen Spiegel **7X** und **7Y** werden auch auf der Bühne **4** angeordnet. Das Bild des Musters auf dem Retikel **12** wird durch das optische Projektionssystem **8** auf einen länglichen rechteckigen Belichtungsbereich **32W** auf dem Wafer **5** projiziert, dessen Bereich dem Beleuchtungsbereich auf dem Retikel **12** ähnlich ist.

[0028] Auf Fig. 2A bezugnehmend hat der bewegliche Spiegel **7X** eine Reflexionsoberfläche, die sich in der Y Richtung erstreckt, und wird mit Laserstrahlen LWX und LW_{OF} von zwei X-Achsen Interferometern (nicht gezeigt) zum Ermitteln der Position der ZL Bühne **4** in der X Richtung bestrahlt. Die zwei Laserstrahlen LWX und LW_{OF} werden durch einen Abstand IL getrennt, sind in der X Richtung zueinander parallel und treten jeweils durch die optische Mittelachse des optischen Projektionssystems **8** und einen Bezugspunkt (Erfassungszentrum) der Ausrichtungsvorrichtung **34** hindurch. Andererseits hat der bewegliche Spiegel **7Y** eine Reflexionsoberfläche, die sich in der X Richtung erstreckt, und wird mit Laserstrahlen LWY1 und LWY2 von zwei Y-Achsen Interferometern **13Y1** und **13Y2** bestrahlt. Die Laserstrahlen LWY1 und LWY2 werden durch den Abstand IL getrennt und sind in der Y Richtung zueinander parallel.

[0029] Deshalb wird als X-Koordinate der ZL Bühne **4** ein Koordinatenwert verwendet, der durch das X-Achsen Interferometer unter Verwendung des Laserstrahls LWX gemessen wird, und als Y-Koordinate der ZL Bühne **4** wird ein Durchschnittswert $(Y_{W1} + Y_{W2})/2$ eines Koordinatenwerts Y_{W1}, der durch das Interferometer **13Y1** gemessen wird, und ein Koordinatenwert Y_{W2}, der durch das Interferometer **13Y2** gemessen wird, verwendet. Zusätzlich wird der Drehfehler (Richtung und Größe) der ZL Bühne **4** auf der Grundlage z. B. des Unterschieds zwischen der Koordinate Y_{W1} und Y_{W2} und dem Abstand IL berechnet. Basierend auf diesen Koordinatenwerten werden die Abtastgeschwindigkeit, die Position und der Rotationswinkel in der XY-Ebene der ZL Bühne **4** gesteuert. Insbesondere wird, da die Bewegungsrichtung der ZL Bühne **4** nach der Abtastbelichtung die Y Richtung ist, der Durchschnittswert der Messresultate der zwei Interferometer **13Y1** und **13Y2** in der Y Richtung verwendet, wodurch eine Verschlechterung der Genauigkeit verhindert wird, die z. B. durch Neigung nach der Abtastbelichtung verursacht wird. Die Ausrichtungsvorrichtung **34** nicht-axialer Art verwendet den Messwert des X-Achse Interferometers, was keinen Abbildungsfehler nach Abbe verursacht und den Laserstrahl LW_{OF} verwendet.

[0030] Fig. 2B zeigt die Retikelbühne. Die Feinbewegungsbühne **11** wird auf der Grobbewegungsbühne **10** angeordnet, und das Retikel **12** wird auf der Bühne **11** gehalten. Auf der Feinbewegungsbühne **11** sind ein beweglicher Spiegel **21x**, der eine Reflexionsoberfläche hat, die sich in der Y Richtung erstreckt und mit einem Laserstrahl LRx von einem X-Achse Interferometer (nicht gezeigt) zum Ermitteln der Position in der X Richtung bestrahlt wird, und bewegliche Spiegel **21y1** und **21y2**, welche mit Laserstrahlen LRy1 und LRy2 von zwei Y-Achse Interterometern **14y1** und **14y2** zum Ermitteln der Position in der Y Richtung bestrahlt werden, angeordnet. Als Y-Koordinate der Feinbewegungsbühne **11** wird ein Durchschnittswert $(Y_{R1} + Y_{R2})/2$ eines Koordinatenwerts Y_{R1}, der durch das Interferometer **14y1** gemessen wird und eines Koordinatenwerts Y_{R2}, der durch das Interferometer **14y2** gemessen wird, verwendet, und als X-Koordinate wird ein Koordinatenwert, der durch das X-Achse Interferometer unter Verwendung des Laserstrahls LRx gemessen wird, verwendet. Außerdem wird ein Drehfehler (Richtung und Größe) der Feinbewegungsbühne **11** z. B. aus dem Unterschied zwischen den Koordinatewerten Y_{R1} und Y_{R2} errechnet.

[0031] Als die beweglichen Spiegel **21y1** und **21y2**

werden würfeleckenartige Reflexionselemente verwendet. Die Laserstrahlen LRy1 und LRy2, die durch die beweglichen Spiegel **21y1** und **21y1** reflektiert werden, werden jeweils durch stationäre Spiegel **39** und **38** reflektiert und kehren zu den beweglichen Spiegeln **21y1** und **21y2** zurück. Genauer, die Y-Achse Interferometer **14y1** und **14y2** sind zweifachdurchgangsartige Interterometer, und sie können Positionsverschiebungen der Laserstrahlen verhindern, selbst wenn die Feinbewegungsbühne **11** gedreht wird. Ein rechteckiger Bereich **32** auf dem Retikel **12** wird mit Belichtungslicht EL mit einer gleichmäßigen Beleuchtungsstärke beleuchtet.

[0032] Weiterhin ist ein würfeleckenartiger beweglicher Spiegel **24** an einem Endabschnitt in der Y Richtung der Grobbewegungsbühne **10** befestigt. Ein Laserstrahl von einem Y-Achse Interterometer **23** für die Grobbewegungsbühne wird durch den beweglichen Spiegel **24** in Richtung eines stationären Spiegels **25** reflektiert, und der Laserstrahl, der durch den stationären Spiegel **25** reflektiert wird, kehrt über den beweglichen Spiegel **24** zum Interferometer **23** zurück. Genauer, das Interferometer **23** überwacht immer einen Koordinatenwert Y_{R3}, in der Y Richtung der Grobbewegungsbühne **10** durch ein Zweifachdurchgangsverfahren. Die Feinbewegungsbühne **11** ist durch einen Steller (nicht gezeigt) in die X, Y und θ Richtungen relativ zu der Grobbewegungsbühne **10** fein bewegbar.

[0033] Fig. 3 zeigt ein Steuersystem des Vorrichtung von Fig. 1. Auf Fig. 3 bezugnehmend, wird die Grobbewegungsbühne **10** durch einen Linearmotor **9a** in der Y Richtung relativ zur Basis **9** angetrieben, und die Feinbewegungsbühne **11** wird durch einen Motor **30** in der Y Richtung relativ zur Grobbewegungsbühne **10** angetrieben. Die Y-Koordinaten Y_{R1} und Y_{R2} der Feinbewegungsbühne **11**, die durch die Interterometer **14y1** und **14y2** gemessen werden, und die Y-Koordinate Y_{R3} der Grobbewegungsbühne **10**, die durch das Interferometer **23** gemessen wird, werden zum Hauptsteuersystem **22A** geführt. Andererseits wird die Y Bühne **2** auf der Seite des Wafers **5** durch einen Linearmotor **1a** in der Y Richtung relativ zur Basis **1** angetrieben, und die Y-Koordinaten Y_{W1} und Y_{W2} der Y Bühne **2**, die durch die Interterometer **13Y1** und **13Y2** gemessen werden, werden zum Hauptsteuersystem **22A** geführt.

[0034] Im Hauptsteuersystem **22A** liest eine Geschwindigkeitsbefehl-Erzeugungsvorrichtung **41** Informationen über eine Zielabtastgeschwindigkeit V_W* der Waferbühne aus, die in einem Speicher synchron mit einem vorbestimmten Taktgebersignal gespeichert werden, und liefert die ausgelesene Geschwindigkeitsinformationen an einen Leistungsverstärker **26** und einen Multiplikator **27**. Der Leistungsverstärker **26** steuert die Antriebsfunktion des Linearmotors **1a** damit die Grobbewegungsbühne **2** in Y Richtung mit der Zielabtastgeschwindigkeit V_W* angetrieben wird. Der Multiplikator **27** führt einem Leistungsverstärker **28** Informationen über eine Zielabtastgeschwindigkeit V_R* zu, die erhalten wird, indem die Zielabtastgeschwindigkeit V_W* mit dem Reziproken (1/β) der Projektionsvergrößerung β des optischen Projektionssystems **8** multipliziert wird. Genauer, die Zielabtastgeschwindigkeit V_R* der Retikelbühne wird auf V_W*/β eingestellt. Z. B. wird die Projektionsvergrößerung β auf 1/4 eingestellt. Der Leistungsverstärker **28** steuert die Antriebsfunktion des Linearmotors **9a**, damit die Grobbewegungsbühne **10** mit der Zielabtastgeschwindigkeit V_R* in –Y Richtung angetrieben wird.

[0035] Im Hauptsteuersystem **22A** wird eine Koordinate Y_R, die durch Mittelung der Y-Koordinaten Y_{R1} und Y_{R2} der Feinbewegungsbühne **11** durch einen Mittelungsschaltkreis **42** ermittelt wird, einem Subtrahierer **43** zugeführt. Auch die Y-Koordinate Y_{R3} der Grobbewegungsbühne **10** wird einem differentiellen Schaltkreis **44** zugeführt, und der differentielle Schaltkreis **44** errechnet in einem vorbestimmten Zyklus den Unterschied der Koordinate Y_{R3} vom Mittelwert, wodurch eine Abtastgeschwindigkeit V_{R3} in der –Y Richtung der Grobbewegungsbühne **10** errechnet wird. Der differentielle Schaltkreis **44** führt die Abtastgeschwindigkeit V_{R3} einem Subtrahierer **45** zu. Parallel zu diesen Vorgängen wird eine Koordinate Y_W, die ermittelt wird, indem die Y-Koordinaten Y_{W1} und Y_{W2} der Y Bühne **2** durch einen Mittelungsschaltkreis **46** gemittelt werden, einem differentiellen Schaltkreis **47** und einem Multiplikator **48** zugeführt. Der differentielle Schaltkreis **47** errechnet in einem vorbestimmten Zyklus den Unterschied der Koordinate Y_W vom Mittelwert, wodurch eine Abtastgeschwindigkeit V_W in der Y Richtung der Y Bühne **2** errechnet wird. Der Schaltkreis **47** führt die Abtastgeschwindigkeit V_W einem Multiplikator **49** zu. Der Multiplikator **49** führt eine Abtastgeschwindigkeit V_W/β, die ermittelt wird, indem die Abtastgeschwindigkeit V_W mit dem Reziproken (1/β) der Projektionsvergrößerung multipliziert wird, dem Subtrahierer **45** zu, und der Multiplikator **48** führt einen Koordinatenwert Y_W/β, der ermittelt wird, indem die Y-Koordinate Y_W mit dem Reziproken (1/β) multipliziert wird, dem Subtrahierer **43** zu.

[0036] Der Subtrahierer **43** führt den Unterschied $\{(Y_W/\beta) - Y_R\}$ zwischen der Y-Koordinate Y_W/β der Y Bühne **2** und der Y-Koordinate Y_R der Feinbewegungsbühne **11** auf dem Retikel einem Multiplikator **51** zu. Der Multiplikator **51** multipliziert den Unterschied mit einer Konstanten K_P, um einen Positionsgewinn zu errechnen und führt diese Informationen dem Subtrahierer **50** zu. Der Subtrahierer **45** führt Informationen über Geschwindigkeitsunterschiede, die den Unterschied $\{(V_W/\beta) - V_{R3}\}$ zwischen der Abtastgeschwindigkeit V_W/β der Y Bühne **2** und der Abtastgeschwindigkeit V_{R3} der Grobbewegungsbühne **10** auf dem Retikel darstellt, dem Subtrahierer **50** zu.

Der Subtrahierer **50** subtrahiert die Positionsgewinninformationen des Multiplikators **51** von den Informationen über den Geschwindigkeitsunterschied des Subtrahierers **45**, um eine Zielabtastgeschwindigkeit V_{RF}* zu errechnen, und führt ein Signal, das diese Zielabtastgeschwindigkeit V_{RF}* darstellt, dem Motor **30** über den Leistungsverstärker **29** zu.

[0037] Der Motor **30** treibt die Feinbewegungsbühne **11** mit der Zielabtastgeschwindigkeit V_{RF}* in –Y Richtung in Bezug auf die Grobbewegungsbühne **10** an, und die Zielabtastgeschwindigkeit V_{RF}* ist gegeben durch:

$$V_{RF}^* = \{(V_W/\beta) - V_{R3}\} - K_P\{(Y_W/\beta) - Y_R\} \quad (1)$$

[0038] Genauer, es wird die Zielabtastgeschwindigkeit V_{RF}* der Feinbewegungsbühne **11** relativ zur Grobbewegungsbühne **10** in –Y Richtung auf eine Geschwindigkeit eingestellt, die den Unterschied zwischen den Geschwindigkeiten der Y Bühne **2** und der Grobbewegungsbühne **10** auf dem Retikel **12** und den Unterschied zwischen den Positionen der Feinbewegungsbühne **11** und der Y Bühne **2** auf dem Retikel **12** nahe an Null bringt.

[0039] Bevor das Muster auf dem Retikel **12** auf den Wafer **5** übertragen wird, messen die Ausrichtungsmikroskope **19** und **20** im Voraus das Positionsverhältnis zwischen dem Retikel **12** und der Bezugsmarkenplatte **6** auf der Waferbühne, und die Ausrichtungsvorrichtung **34** misst das Positionsverhältnis zwischen einem Zielbereich auf dem Wafer **5** und der Bezugsmarkenplatte **6**. Wenn das Muster auf dem Retikel **12** auf den Zielbereich auf dem Wafer **5** übertragen wird, werden die Messwerte der Interferometer **14y1**, **14y2** und **23** auf der Seite des Retikels und die Messwerte der Interferometer **13Y1** und **13Y2** auf der Seite des Wafers nach der Ausrichtung des Musters auf dem Retikel **12** mit dem Zielbereich auf dem Wafer **5** jeweils auf Null zurückgesetzt. Zusätzlich wird die Polarität der Interferometer auf der Seite des Retikel so eingestellt, dass ihre Zählwerte sich erhöhen wenn sich das Retikel **12** in die –Y Richtung bewegt, und die Polarität der Interferometer auf der Seite des Wafer wird so eingestellt, dass ihre Zählwerte sich erhöht, wenn sich der Wafer **5** in die +Y Richtung bewegt. Danach wird synchrone Abtastung des Retikel **12** und des Wafer **5** durch das Steuersystem durchgeführt, das in Fig. 3 gezeigt ist.

[0040] Fig. 4 ist ein Funktionsblockdiagramm des Steuersystems gemäß dem Format des Funktionsblockdiagramms in Fig. 6, welche das herkömmliche Steuersystem zeigt. Die gleichen Bezugsziffern bezeichnen in Fig. 4 entsprechende Teile in Fig. 3, und die Funktion der gesamten Steuersysteme für die Retikelbühne und die Waferbühne dieser Ausführungsform wird mit Bezug auf Fig. 4 unten beschrieben.

[0041] Mit Bezug auf Fig. 4 wird Information, welche die Zielabtastgeschwindigkeit V_W* der Waferbühne darstellt, und die von der Geschwindigkeitsbefehl-Erzeugungsvorrichtung **41** ausgegeben wird, dem Multiplikator **27**, der die eingegebenen Daten mit dem Reziproken (1/β) der Projektionsvergrößerung multipliziert, und einem Waferbühnen-Geschwindigkeitssteuersystem **52** zugeführt. Die Information, welche die Abtastgeschwindigkeit darstellt (V_W*/β) und vom Multiplikator **27** ausgegeben wird, wird einem Grobbewegungsbühnen-Geschwindigkeitssteuersystem **54** zugeführt. Das Geschwindigkeitssteuersystem **52** ist ein Steuersystem für die Abtastgeschwindigkeit der Y Bühne **2** in Fig. 3, und das Geschwindigkeitssteuersystem **54** ist ein Steuersystem für die Abtastgeschwindigkeit der Grobbewegungsbühne **10** in Fig. 3. Mit diesen Steuersystemen werden die Y Bühne **2** und die Grobbewegungsbühne **10** gleichzeitig beschleunigt. Weil das Retikel **11** auf der Grobbewegungsbühne **10** über die Feinbewegungsbühne **11** platziert ist, werden die Feinbewegungsbühne **11** und das Retikel **12** auch gleichzeitig beschleunigt.

[0042] Weiterhin wird in Fig. 4 die Abtastgeschwindigkeit V_{R3} der Grobbewegungsbühne **10** in der –Y Richtung, die durch das Geschwindigkeitssteuersystem **54** gemessen wird, dem Subtrahierer **45** zugeführt, und die Abtastgeschwindigkeit V_W der Y Bühne **2** in der Y Richtung, die durch das Geschwindigkeitssteuersystem **52** gemessen wird, wird dem Multiplikator **49** und einem Integrator **53** zugeführt. Zu beachten ist, dass die Positionen der Bühnen durch die Interterometer in der Ausführungsform, die in Fig. 3 gezeigt ist, gemessen werden, jedoch sagt Fig. 4 der Einfachheit halber aus, dass die Geschwindigkeiten gemessen werden, indem der Vorgabe des Blockdiagramms gefolgt wird.

[0043] Die Information über die Abtastgeschwindigkeit (V_W/β), die vom Multiplikator **49** ausgegeben wird, wird dem Subtrahierer **45** zugeführt, und die Information, die den Unterschied $\{(V_W/\beta) - V_{R3}\}$ der Abtastgeschwindigkeiten darstellt, die vom Subtrahierer **45** ausgegeben wird, wird dem Subtrahierer **50** zugeführt. Geschwindigkeitsinformation, die erhalten wird, indem die Abtastgeschwindigkeit Y_W der Y Bühne **2** in der Y Richtung, die vom Integrator **53** ausgegeben wird, mit dem Reziproken (1/β) der Projektionsvergrößerung durch dem Multiplikator **48** multipliziert wird, wird dem Subtrahierer **43** zugeführt, und Information über die Abtastgeschwindigkeit Y_R der Feinbewegungsbühne **11** in –Y Richtung, die von einem Feinbewegungsbühnen-Geschwindigkeitssteuersystem **56** (wird später beschrieben) ausgegeben wird, wird ebenso dem Subtrahierer **43** zugeführt. Information über den Unterschied $\{(Y_W/\beta) - Y_R\}$ zwischen den Positionen, die vom Subtrahierer **43** ausgegeben wird, wird einem Feinbewegungsbühnen-Positionssteuersystem **55** zugeführt. Das Positionssteuersystem **55** umfasst den Multiplikator **51** zum Multiplizie-

ren von Eingangsinformationen mit dem Positions-Verstärkungsfaktor K_P in Fig. 3, und führt Informationen über den Unterschied $K_P \times \{(Y_W/\beta) - Y_R\}$ dem Subtrahierer **50** zu. Die Information, welche die Zielabtastgeschwindigkeit V_{RF}* darstellt und vom Subtrahierer **50** ausgeben wird, wird dem Feinbewegungsbühnen-Geschwindigkeitssteuersystem **56** zugeführt. Das Geschwindigkeitssteuersystem **56** führt eine Steuerung durch, so dass die Abtastgeschwindigkeit der Feinbewegungsbühne **11** in Fig. 3 der Zielabtastgeschwindigkeit V_{RF}* folgt, und die Zielabtastgeschwindigkeit V_{RF}* ist durch die obige Gleichung (1) gegeben. Deshalb kann in dieser Ausführungsform, da der Geschwindigkeitsbefehl parallel dem Waferbühnen-Geschwindigkeitssteuersystem **52** und dem Retikel-Grobbewegungsbühnen-Geschwindigkeitssteuersystem **54** zugeführt wird, eine Verzögerung von einer der Y Bühne **2** und der Grobbewegungsbühne **10** verhindert werden.

[0044] Das Retikel **12** wird auf der Grobbewegungsbühne **10** über die Feinbewegungsbühne **11** platziert, und die Antriebssteuerung der Feinbewegungsbühne **11** wird durch eine Rückkopplungssteuerung des Unterschieds zwischen den Abtastpositionen der Y Bühne **2** und der Feinbewegungsbühne **11** auf dem Retikel erzielt. Außerdem wird die Antriebssteuerung der Feinbewegungsbühne **11** auch durch eine Vorwärtskopplungssteuerung des Unterschieds zwischen den Abtastgeschwindigkeiten der Y Bühne **2** und der Feinbewegungsbühne **11** auf dem Retikel erzielt. Deshalb kann die Zeit vom Beginn der Abtastung bis zum Beginn der synchronen Abtastung des Retikels **12** und des Wafers **5** verkürzt werden, und der Durchsatz des Belichtungsprozesses kann verbessert werden. Zusätzlich können, weil die Bewegungsabstände (Laufdistanzen) verkürzt werden, die vor der synchronen Abtastung erforderlich sind, die Ausschläge der Y Bühne **2** und der Grobbewegungsbühne **10** in der Y Richtung verkürzt werden, und die gesamte Vorrichtung kann kompakt gehalten werden.

[0045] Es ist anzumerken, dass die Funktionen der jeweiligen Elemente im Hauptsteuersystem **22A** in Fig. 3 mittels Software durchgeführt werden können. Bestandteile des Waferbühnen-Geschwindigkeitssteuersystems **52** bis zum Feinbewegungsbühnen-Positionssteuersystem **55** in Fig. 4 können aus herkömmlichen PID-Steuerungen bestehen (proportionale, integrale und differentielle Steuerungen), oder aus Steuerungen, die einem Ausgleich von Phasenvorlauf/-nachlauf unterworfen werden. Die Verstärkungskonstanten (z. B. die Positionsverstärkungskonstante K_P) der Steuersysteme werden durch die mechanischen Konstanten der Bühnen bestimmt.

[0046] In Fig. 3 wird das Retikel **12** auf der Grobbewegungsbühne **10** über die Feinbewegungsbühne **11** platziert. Z. B. kann eine Feinbewegungsbühne, die zumindest in der Y Richtung relativ zu der Y Bühne **2** beweglich ist, auf der Y Bühne **2** angeordnet werden, und der Wafer **5** kann auf dieser Feinbewegungsbühne platziert werden. Die Feinbewegungsbühne braucht nicht immer zwischen der Grobbewegungsbühne **10** und dem Retikel **12** oder zwischen der Y Bühne **2** und dem Wafer **5** angeordnet zu sein. Z. B. können die Grobbewegungsbühne **10** oder die Y Bühne **2** auf der Feinbewegungsbühne angeordnet werden, und die Feinbewegungsbühne kann die Grobbewegungsbühne **10** und das Retikel **12** oder die Y Bühne **2** und den Wafer **5** in der Abtastrichtung (Y Richtung in diese Ausführungsform) integral fein bewegen. Weiterhin können Feinbewegungsbühnen auf beiden Seiten des Retikels **12** und des Wafers **5** angeordnet werden.

[0047] Darüber hinaus werden die Bewegungsgeschwindigkeiten der Bühnen gemessen, indem die Interferometer verwendet werden. Z. B. können die Bewegungsgeschwindigkeiten der Bühnen mit Geschwindigkeitssensoren (oder Beschleunigungssensoren) gemessen werden. Wenn Heterodynlaser-Interferometer verwendet werden, können Geschwindigkeitsinformationen, die von den Laser-Interferometern ausgegeben werden, direkt als die Bewegungsgeschwindigkeiten der Bühnen verwendet werden, da diese Interferometer die Bewegungsgeschwindigkeiten der Objekte ermitteln und der Bewegungsabstand errechnet wird, indem die Bewegungsgeschwindigkeiten integriert werden.

Patentansprüche

1. Abtastbelichtungsvorrichtung, umfassend:
ein Beleuchtungssystem zum Belichten eines Teilbereichs auf einer Maske mit Licht,
eine Maskenbühne, die in einer vorbestimmten Abtastrichtung bewegbar ist, wobei sie die Maske hält, und
eine Substratbühne, die in der vorbestimmten Abtastrichtung bewegbar ist, wobei sie ein Substrat hält, auf das ein Muster auf der Maske übertragen werden soll;
worin sowohl die Maskenbühne als auch die Substratbühne eine Feinbewegungsbühne umfasst, die relativ zu der Maskenbühne bzw. der Substratbühne bewegbar ist;
eine erste Messeinrichtung zum Messen der Position der Feinbewegungsbühne für die Maskenbühne in der vorbestimmten Abtastrichtung,
eine zweite Messeinrichtung zum Messen der Position der Feinbewegungsbühne für die Substratbühne in der vorbestimmten Abtastrichtung,
eine Einrichtung zum Steuern der Position jeder Feinbewegungsbühne während der Abtastbelichtung durch ein Rückkopplungsverfahren, entsprechend eines Unterschieds zwischen der Position, die durch die erste Messeinrichtung gemessen wird, und der Position, die durch die zweite Messeinrichtung ge-

messen wird.

2. Abtastbelichtungsvorrichtung nach Anspruch 1, worin die erste und zweite Messeinrichtung ein Interferometersystem umfassen.

3. Abtastbelichtungsvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, worin die Substratbühne sich in eine Richtung bewegt, die zur Bewegung der Maskenbühne entgegengesetzt ist.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

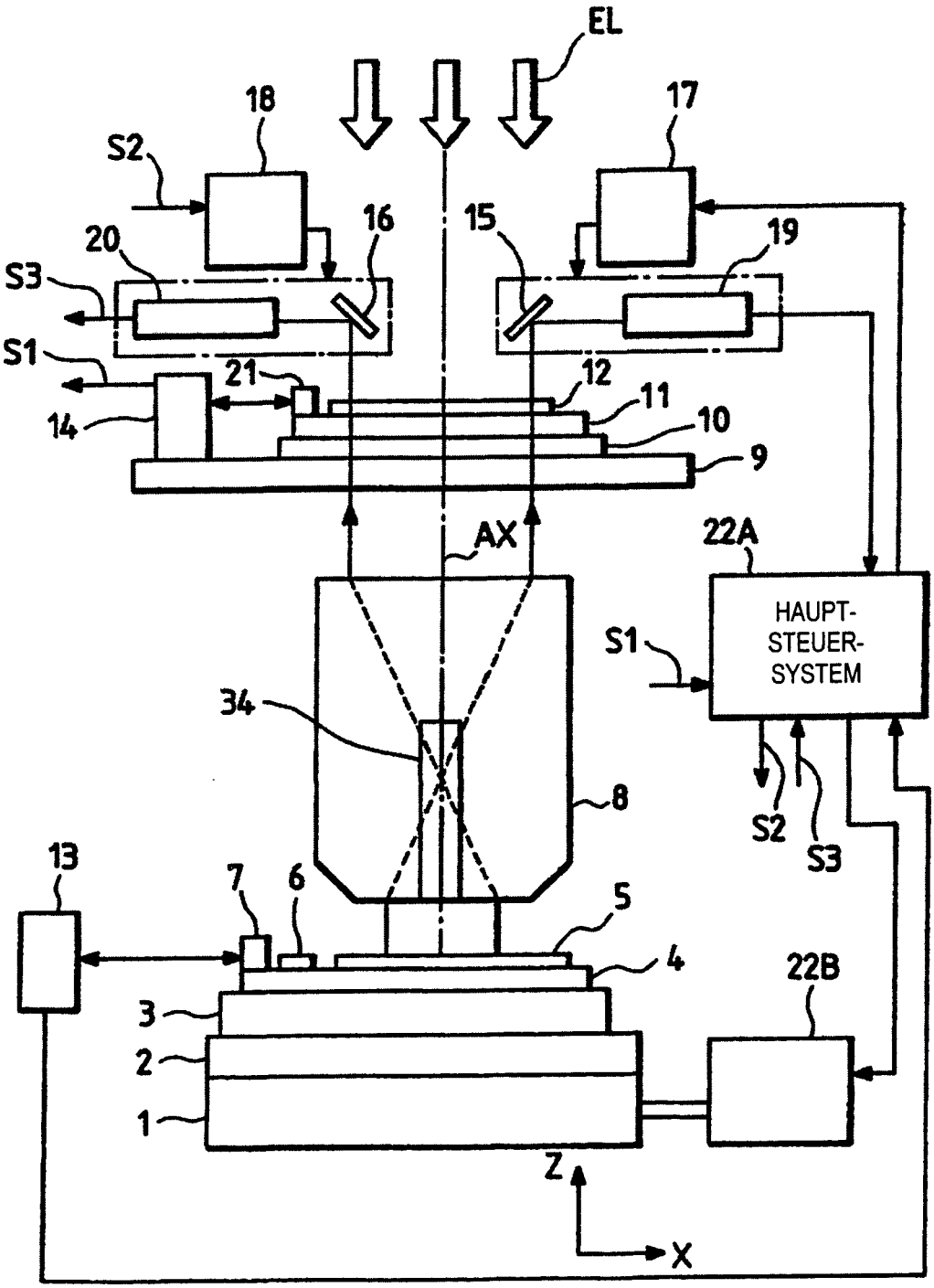

FIG. 2A

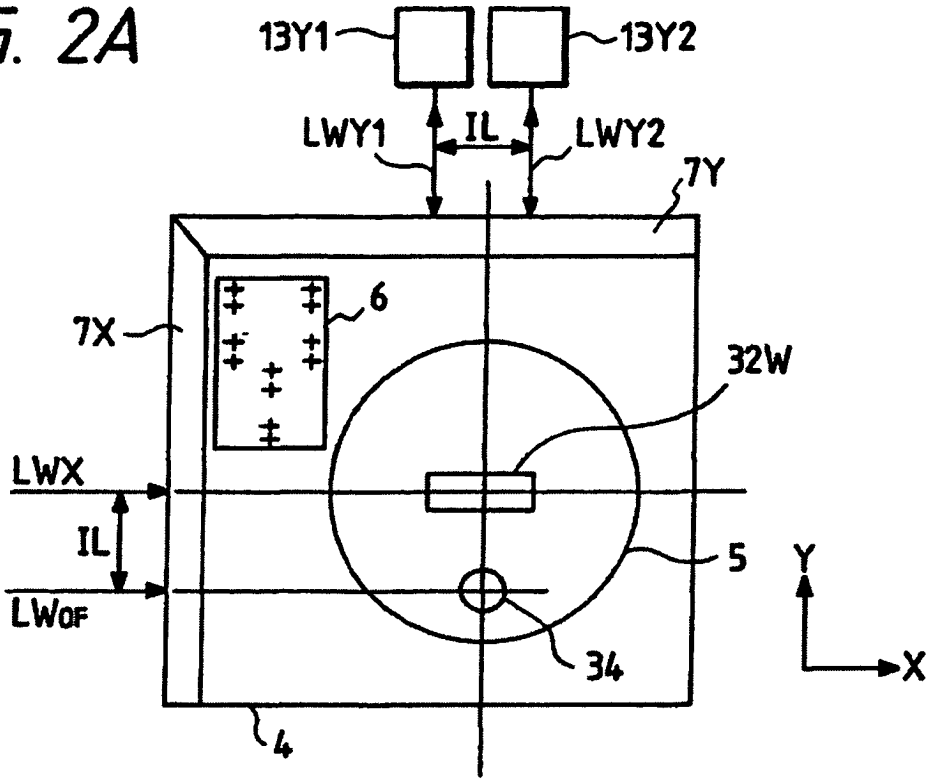
13Y1
13Y2
LWY1
IL
LWY2
7Y
7X
6
32W
LWX
IL
LWOF
5
34
4
Y
X

FIG. 2B

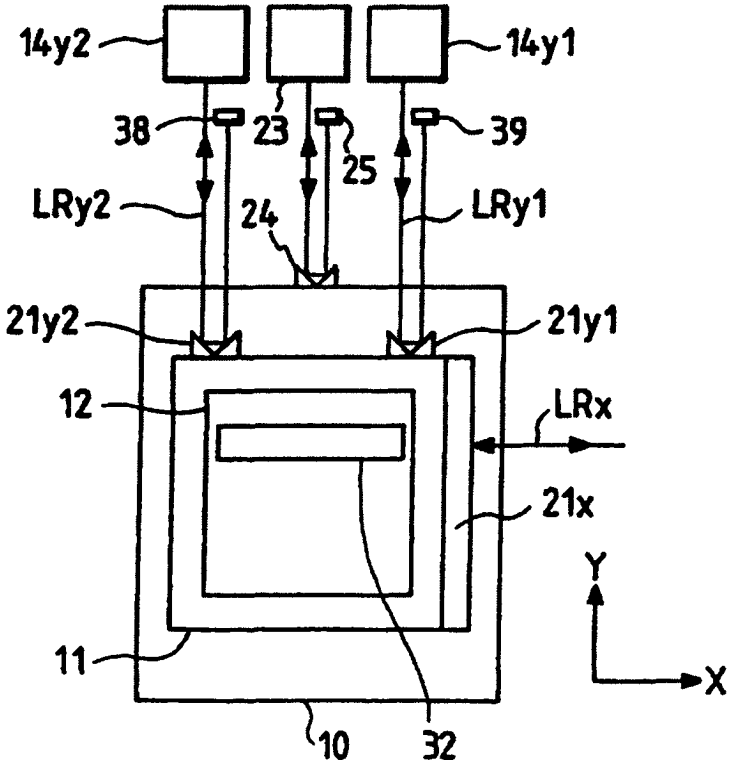
14y2
14y1
38
23
25
39
LRy2
24
LRy1
21y2
21y1
12
LRx
21x
11
10
32
Y
X

FIG. 3

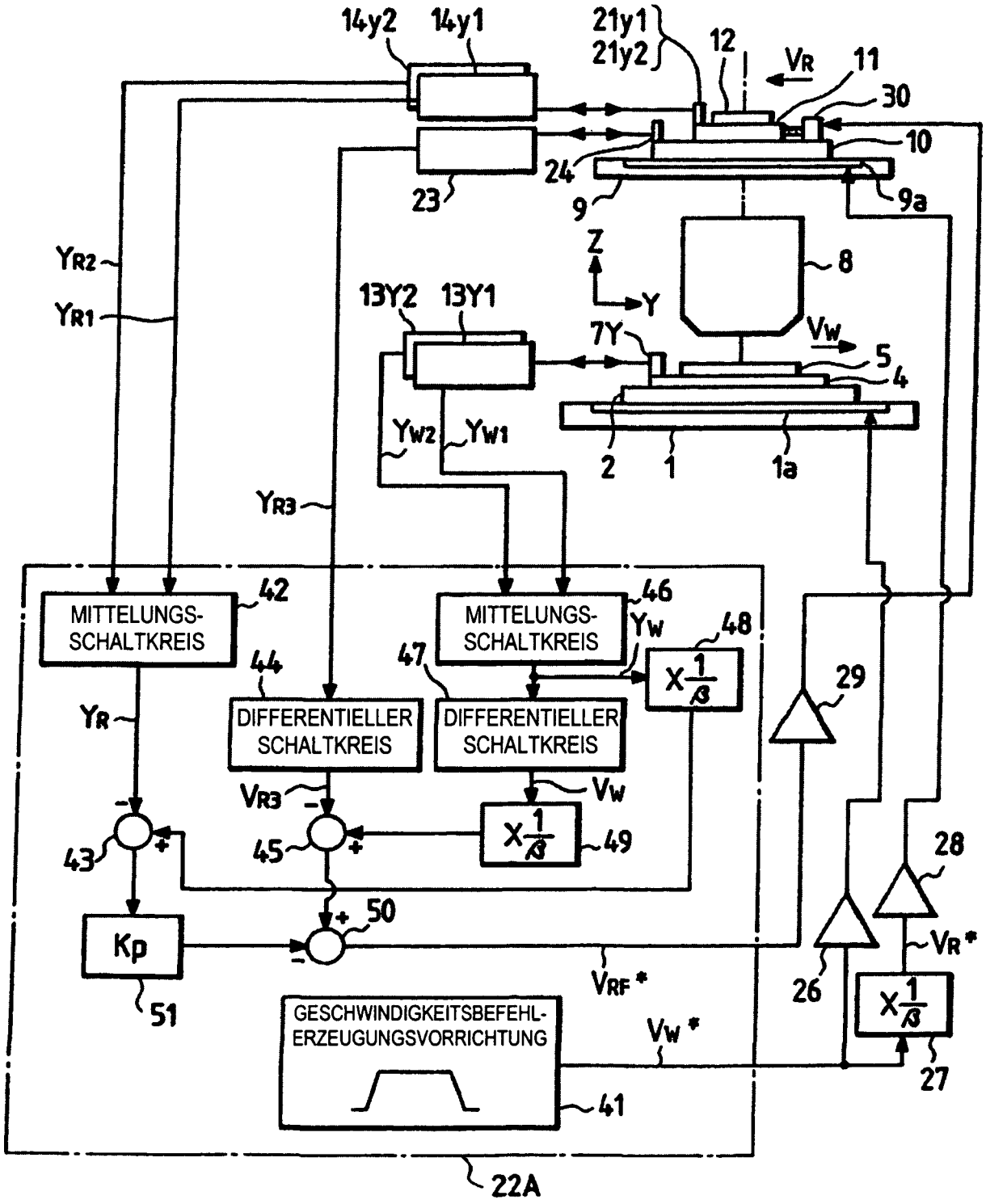
14y2
14y1
21y1
21y2
12
VR
11
30
10
24
9
9a
23
Z
Y
8
YR2
YR1
13Y2
13Y1
7Y
VW
5
4
YW2
YW1
2
1
1a
YR3
MITTELUNGS-SCHALTKREIS
42
MITTELUNGS-SCHALTKREIS
46
YW
48
44
47
DIFFERENTIELLER SCHALTKREIS
DIFFERENTIELLER SCHALTKREIS
29
YR
VR3
VW
43
45
49
28
50
Kp
VRF*
VR*
26
51
GESCHWINDIGKEITSBEFEHL-ERZEUGUNGSVORRICHTUNG
VW*
27
41
22A

FIG. 4

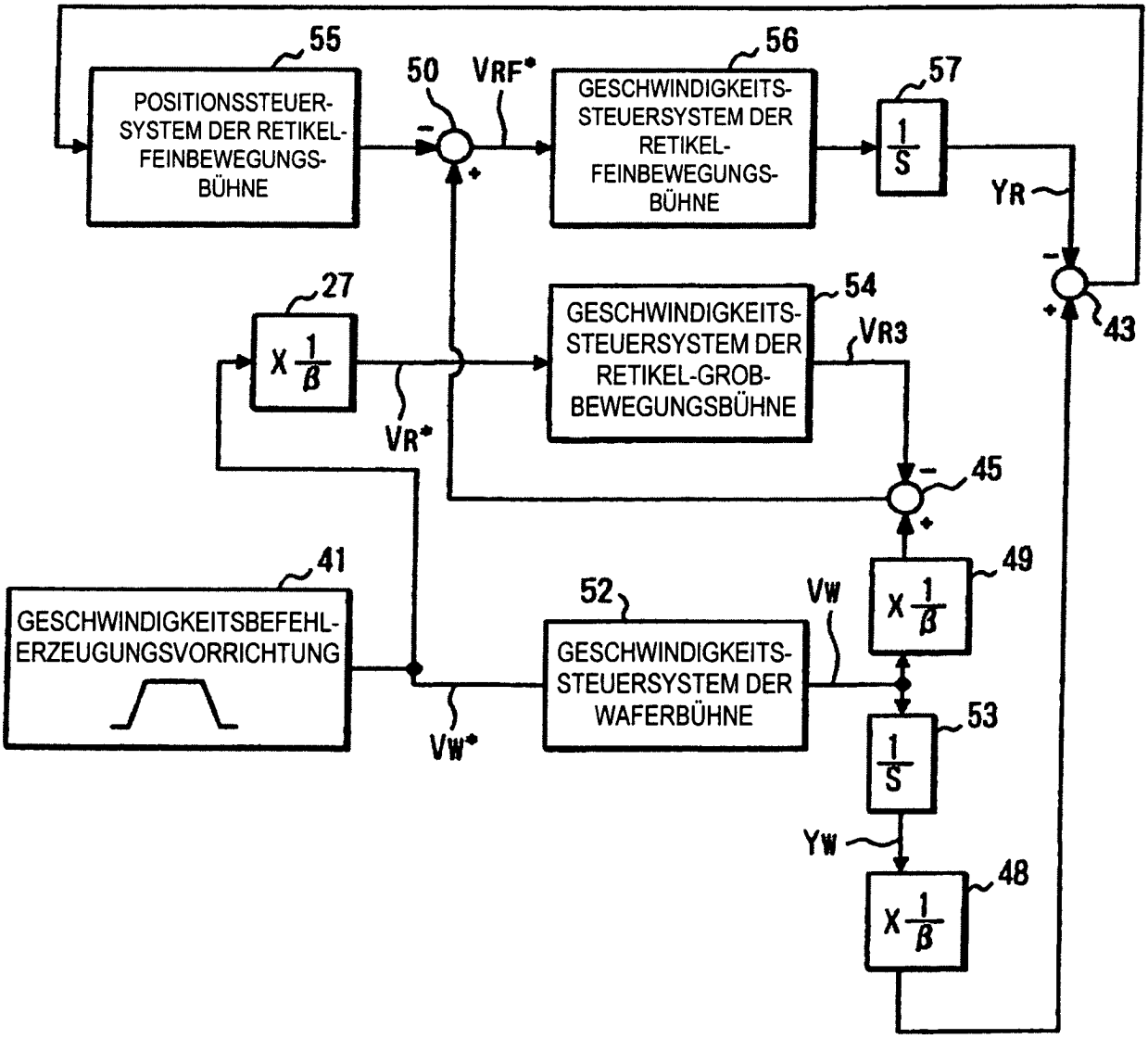
55
POSITIONSSTEUER-SYSTEM DER RETIKEL-FEINBEWEGUNGS-BÜHNE
50
VRF*
56
GESCHWINDIGKEITS-STEUERSYSTEM DER RETIKEL-FEINBEWEGUNGS-BÜHNE
57
1/S
YR
43
27
X 1/β
VR*
54
GESCHWINDIGKEITS-STEUERSYSTEM DER RETIKEL-GROB-BEWEGUNGSBÜHNE
VR3
45
41
GESCHWINDIGKEITSBEFEHL-ERZEUGUNGSVORRICHTUNG
52
GESCHWINDIGKEITS-STEUERSYSTEM DER WAFERBÜHNE
VW
VW*
49
X 1/β
53
1/S
YW
48
X 1/β

FIG. 5A

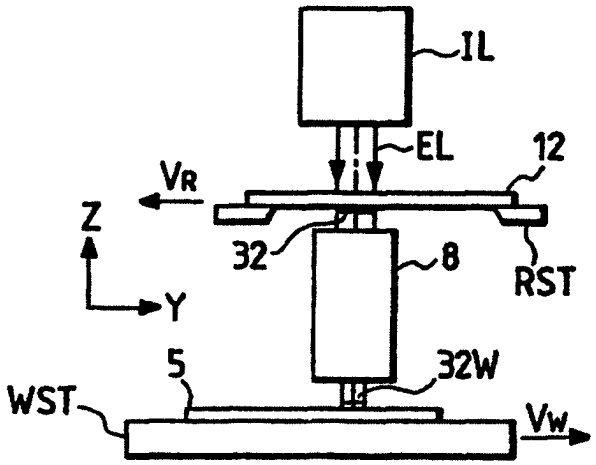

FIG. 5B

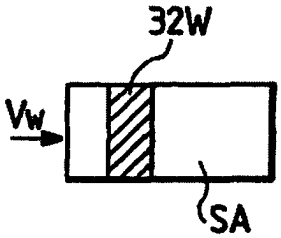

FIG. 6

