



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 601 14 260 T2 2006.07.13

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) EP 1 124 078 B1

(21) Deutsches Aktenzeichen: 601 14 260.8

(96) Europäisches Aktenzeichen: 01 301 082.2

(96) Europäischer Anmeldetag: 07.02.2001

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: 16.08.2001

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: 26.10.2005

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: 13.07.2006

(51) Int Cl.⁸: F16F 15/02 (2006.01)
F16F 15/027 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
2000031342 09.02.2000 JP

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE, GB, NL

(73) Patentinhaber:
Canon K.K., Tokio/Tokyo, JP

(72) Erfinder:
Wakui, Shinji, Ohta-ku, Tokyo, JP; Iwai, Isao, Ohta-ku, Tokyo, JP; Maeda, Takashi, Ohta-ku, Tokyo, JP

(74) Vertreter:
TBK-Patent, 80336 München

(54) Bezeichnung: **Aktive, schwingungsdämpfende Einrichtung und Beleuchtungseinrichtung**

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 eingelebt, 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**GEBIET DER ERFINDUNG**

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine aktive, schwingungsdämpfende Vorrichtung bzw. Antivibrationsvorrichtung, beispielsweise für einen Gebrauch in einer Halbleiterherstellungsbelichtungsvorrichtung oder einer Elektronenstrahlvorrichtung, die ein Muster auf einer Maske auf eine Halbleiterscheibe bzw. einen Halbleiter-Wafer druckt, oder einer Flüssigkristallsubstratherstellungsbelichtungsvorrichtung oder -elektronenstrahlvorrichtung, die ein Muster auf einer Maske auf ein Glassubstrat oder dergleichen druckt, sowie eine Belichtungsvorrichtung, die dieselbe verwendet.

[0002] Ein Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung betrifft eine aktive, schwingungsdämpfende Vorrichtung, die eine externe Schwingung unterdrücken kann, die zu einem schwingungsdämpfenden Tisch übertragen wird, und eine Schwingung, die durch eine Präzisionsmaschine erzeugt wird, die selbst auf dem schwingungsdämpfenden Tisch angebracht ist, positiv aufheben bzw. ausgleichen kann sowie die Neigung des schwingungsdämpfenden Tisches korrigieren kann, die durch die sich bewegende Last eines Gerüsts bzw. Gestells, das auf dem schwingungsdämpfenden Tisch angebracht ist, erzeugt wird, sowie eine Belichtungsvorrichtung, die diese aktive, schwingungsdämpfende Vorrichtung verwendet.

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

[0003] In einer Elektronenstrahlvorrichtung oder einer Belichtungsvorrichtung, wie beispielsweise einem Stepper, ist ein Wafer-Gerüst bei einer schwingungsdämpfenden Vorrichtung angebracht. Die schwingungsdämpfende Vorrichtung weist eine Funktion zum Abdämpfen von Schwingungen durch eine Schwingungsabsorptionseinrichtung, wie beispielsweise eine pneumatische Feder, eine Spiralfeder, ein schwingungsdämpfendes Gummielement und dergleichen, auf.

[0004] Bei einer passiven, schwingungsdämpfenden Vorrichtung mit der vorstehend beschriebenen Schwingungsabsorptionseinrichtung kann, obwohl eine Schwingung, die von einem Fußboden oder dergleichen übertragen wird, bis zu einem bestimmten Grad gedämpft werden kann, eine Schwingung, die durch ein Wafer-Gerüst selbst, das bei der schwingungsdämpfenden Vorrichtung angebracht ist, erzeugt wird, nicht effektiv gedämpft werden. Anders ausgedrückt versetzt eine Reaktionskraft, die durch eine Hochgeschwindigkeitsbewegung des Wafer-Gerüsts selbst erzeugt wird, die schwingungsdämpfende Vorrichtung in Schwingung, wobei die Positionierungsfestlegungsleistungsfähigkeit des

Wafer-Gerüsts erheblich gestört wird.

[0005] Bei der passiven, schwingungsdämpfenden Vorrichtung wiegen sich eine Isolation (Schwingungsdämpfung) einer Schwingung, die von dem Fußboden oder dergleichen zu ihr übertragen wird, und eine Schwingungsunterdrückungsleistungsfähigkeit (Schwingungssteuerungsleistungsfähigkeit) für eine Schwingung, die durch eine Hochgeschwindigkeitsbewegung des Wafer-Gerüsts selbst erzeugt wird, einander auf.

[0006] Um diese Schwierigkeiten zu beheben, ist in den letzten Jahren eine aktive, schwingungsdämpfende Vorrichtung verstärkt verwendet worden. Die aktive, schwingungsdämpfende Vorrichtung kann das Aufwiegen zwischen einer Schwingungsdämpfung und einer Schwingungssteuerung in einem Bereich, der durch einen Einstellmechanismus eingestellt werden kann, beseitigen. Darüber hinaus kann sie, wenn die schwingungsdämpfende Vorrichtung eine Steuerung oder Vorsteuerung (feed-forward control) anwendet, eine Leistungsfähigkeit verwirklichen, die durch eine passive, schwingungsdämpfende Vorrichtung nicht erreicht werden kann.

[0007] Nicht nur bei der passiven, schwingungsdämpfenden Vorrichtung, sondern auch bei der aktiven, schwingungsdämpfenden Vorrichtung ändert sich, wenn das Wafer-Gerüst, das auf dem schwingungsdämpfenden Tisch angebracht ist, eine Schritt- und Wiederhol- oder eine Schritt- und Abtast-Operation (step and repeat or step and scan operation) ausführt, der zugehörige Schwerpunkt aufgrund der Bewegung des Wafer-Gerüsts, so dass der schwingungsdämpfende Tisch dementsprechend geneigt wird. Wenn eine ausreichend lange Zeitdauer vergeht, wird diese Neigung korrigiert und der schwingungsdämpfende Tisch wird in den horizontalen Zustand zurückgebracht. Da jedoch eine Schritt- und Wiederhol- oder eine Schritt- und Abtast-Operation bei einer hohen Geschwindigkeit ausgeführt wird, kann die Positions wiederherstellungsbewegung des schwingungsdämpfenden Tisches das Wafer-Gerüst nicht einholen und der schwingungsdämpfende Tisch ist mithin geneigt.

[0008] Obwohl diese Neigung ein natürliches physikalisches Phänomen ist, bringt sie einen ernsthaften Nachteil für eine Belichtungsvorrichtung, wie beispielsweise eine Halbleiterbelichtungsvorrichtung, mit sich. Beispielsweise schwingt eine Funktionseinheit, die bei dem Hauptkörperaufbau bereitgestellt ist, aufgrund der Neigung des Hauptkörperaufbaus in unerwünschter Weise, so dass eine vorbestimmte Leistungsfähigkeit nicht erreicht werden kann. Als eine Gegenmaßnahme hierfür kann eine Antwort bzw. eine Reaktion auf die Störung unterdrückt werden, indem die Eigenfrequenz des schwingungsdämpften Tisches vergrößert wird, d.h. indem der

schwingungsgedämpfte Tisch stabil gemacht wird. In diesem Fall wird jedoch eine Schwingung des Fußbodens oder dergleichen leicht zu dem schwingungsdämpfenden Tisch übertragen, was zu einer Verschlechterung von Schwingungsdämpfungseigenschaften führt. Ein Verfahren zum Korrigieren der Neigung des Hauptkörperraufbaus ohne Beeinträchtigung der Schwingungsdämpfungseigenschaften wird folglich gesucht.

[0009] Für ein besseres Verständnis werden die vorstehend genannten Gegenstände unter Bezugnahme auf die mechanische Anordnung einer aktiven, schwingungsdämpfenden Vorrichtung beschrieben, bei der ein Wafer-Gerüst auf einem schwingungsdämpfenden Tisch angebracht ist. In [Fig. 2](#) ist eine perspektivische Darstellung gezeigt, die ein Beispiel der mechanischen Anordnung der aktiven, schwingungsdämpfenden Vorrichtung zeigt. Gemäß [Fig. 2](#) ist ein Wafer-Gerüst **21** auf einem schwingungsdämpfenden Tisch **22** angebracht, wobei aktive Trägerbeine **23-1**, **23-2** und **23-3** den schwingungsdämpfenden Tisch **22** tragen. Jedes aktive Trägerbein **23** (**23-1**, **23-2** oder **23-3**) umfasst Beschleunigungssensoren AC-xx, Positionssensoren PO-xx, Drucksensoren PR-xx, Servoventile SV-xx und pneumatische Federbetätigungsseinrichtungen AS-xx, die zur Steuerung bzw. Regelung der Bewegung in den zwei Achsen, d.h. den vertikalen und horizontalen Achsen notwendig sind. Das Suffix xx, das an AC, PO und dergleichen angefügt ist, zeigt die Richtungen in dem Koordinatensystem in [Fig. 2](#) und die Positionen der aktiven Trägerbeine **23** an. Beispielsweise bezeichnet Y2 ein Bauelement, das in dem aktiven Trägerbein **23-2** eingebaut ist, das in der Y-Richtung und auf der linken Seite angeordnet ist.

[0010] Als ein Beispiel wird das Y-Gestell des Wafer-Gerüsts **21** um eine bestimmte Entfernung in die Y-Richtung bewegt, die in [Fig. 2](#) gezeigt ist, und gestoppt. Die Bewegung des Y-Gestells in der Y-Richtung entspricht einer Änderung des Schwerpunkts des gesamten schwingungsdämpfenden Tisches für die aktiven Trägerbeine **23**. Ein Achsschub bzw. Axialdruck wird einmalig bestimmt, der für ein Aufrechterhalten der horizontalen Haltung des schwingungsdämpfenden Tisches **22** unabhängig von der Änderung des Schwerpunkts erforderlich ist und der durch eine vertikale Betätigungsseinrichtung in jedem aktiven Trägerbein **23** erzeugt werden soll. Wenn sich das Y-Gestell bewegt und in einen stabilen Zustand versetzt wird, erzeugen nach Ablauf einer ausreichend langen Zeitdauer die aktiven Trägerbeine **23** aufgrund einer Positionssteuerung bzw. Positionsregelung einen Schub, der der Änderung des Schwerpunkts entspricht, und der schwingungsdämpfende Tisch **22** wird in den horizontalen Zustand zurückgebracht.

[0011] Die Situation ändert sich, wenn das Y-Gestell

kontinuierlich eine Schritt- und Wiederhol- oder eine Schritt- und Abtast-Operation ausführt. Wenn sich das Y-Gestell kontinuierlich bewegt, ändert sich ebenso die Position des Schwerpunkts kontinuierlich. Somit können die aktiven Trägerbeine **23** nicht rechtzeitig zu den voreingestellten Positionen zurückgeführt werden und der schwingungsdämpfende Tisch **22** neigt sich allmählich. Wenn das X-Gestell eine Schritt- und Wiederhol- oder eine Schritt- und Abtast-Operation ausführt, erzeugt es eine Drehung (Neigung) um die Y-Achse aus den gleichen Gründen. Die Neigung des schwingungsdämpfenden Tisches **22** vermindert die Messgenauigkeit einer (nicht gezeigten) Messeinheit oder die Positionierungsfestlegungsleistungsfähigkeit des Gerüsts selbst, wobei die Produktivität der Halbleiterbelichtungsvorrichtung teilweise beeinträchtigt wird. Folglich ist ein Verfahren zum Korrigieren der Neigung des schwingungsdämpfenden Tisches, die durch eine Änderung des Schwerpunkts bei einer Bewegung des Gerüsts verursacht wird, gesucht worden.

[0012] Um das vorstehend beschriebene Problem zu lösen, ist die japanische Patentoffenlegungsschrift Nr. 9-134876 (Anti-Vibration Apparatus and Exposure Apparatus bzw. schwingungsdämpfende Vorrichtung und Belichtungsvorrichtung) als Stand der Technik bekannt. Gemäß dieser Druckschrift wird die Neigung eines schwingungsdämpfenden Tisches, die durch eine Änderung des Schwerpunkts bei einer Bewegung eines Gerüsts verursacht wird, auf der Grundlage eines Ausgangssignals von der Positionserfassungseinrichtung (Laserinterferometer) des Gerüsts vorausgesagt bzw. berechnet und ein Steuerungsbefehlswert (feed-forward command value) zur Korrektur dieser Neigung wird dem Schwingungssteuerungssystem der schwingungsdämpfenden Vorrichtung zugeführt. Die Betätigungsseinrichtung ist ein Schwingspulenmotor (VCM), dem ein stabiler Strom zur Korrektur der Neigung des schwingungsdämpfenden Tisches, die bei einer Bewegung des Gerüsts verursacht wird, zugeführt wird. Wie es leicht ersichtlich ist, sind durch eine Zufuhr des stabilen Stroms verursachte Nachteile wie folgt:

- (1) Die Größe einer VCM-Antriebsenergieversorgung wird groß.
- (2) Der VCM und ein Leistungsverstärker zum Antrieben erzeugen Wärme.
- (3) Eine Kühleinheit zur Wiederherstellung von Wärme, die durch den VCM und den Leistungsverstärker erzeugt wird, muss bereitgestellt werden.
- (4) Die Größe einer Temperatureinstelleinheit für die gesamte Halbleiterbelichtungsvorrichtung wird groß.

[0013] Folglich wird einem schwingungsdämpfenden Schwingungssteuerungs-VCM für einen großen Hauptkörperraufbau, wie beispielsweise bei einer Halbleiterbelichtungsvorrichtung, vorzugsweise kein

Gleichstrom zugeführt. Eine Aufgabe, die eine große Kraft erfordert, sollte durch ein pneumatische Federbetätigseinrichtung bewältigt werden, die ein schweres Gewicht durch Öffnen/Schließen eines Servoventils antreiben kann. Anders ausgedrückt wird die Neigung des schwingungsdämpfenden Tisches, die durch eine Lastverschiebung begleitende Gerüstbewegung erzeugt wird, vorzugsweise durch die pneumatische Federbetätigseinrichtung korrigiert.

[0014] Auch wenn eine pneumatische Federbetätigseinrichtung verwendet wird, ist die technische Frage, die sich ergibt, wenn sich eine Korrektur für eine sich bewegende Last zu verwirklichen ist, weiterhin vorhanden. Dies ist der Fall, da die Eigenschaften der pneumatischen Federbetätigseinrichtung, die das Servoventil umfasst, näherungsweise Integraleigenschaften sind, d.h., ein Integral eines Signals, das das Servoventil ansteuert, ist die tatsächlich erzeugte Antriebskraft.

[0015] Es sind mehrere Verfahren zum Korrigieren der sich bewegenden Last durch ein Ansteuern einer pneumatischen Federbetätigseinrichtung entwickelt worden.

[0016] Das erste Verfahren stellt die Anordnung einer Vorrichtung bereit, die die Neigung eines schwingungsdämpfenden Tisches korrigiert, indem eine Druckrückkopplung effektiv verwendet wird, was in der japanischen Patentoffenlegungsschrift Nr. 10-256141 (Active Anti-Vibration Apparatus bzw. aktive, schwingungsdämpfende Vorrichtung) offenbart ist, und auf der Grundlage der Bewegungspositionsinformationen des Gerüsts, wie es in der japanischen Patentoffenlegungsschrift Nr. 11-327657 (Active Anti-Vibration Apparatus and Exposure Apparatus bzw. aktive, schwingungsdämpfende Vorrichtung und Belichtungsvorrichtung) offenbart ist.

[0017] Das zweite Verfahren erfordert eine Druckrückkopplung nicht als Voraussetzung und ist in der japanischen Patentoffenlegungsschrift Nr. 11-264444 (Pneumatic Spring Type Anti-Vibration Apparatus bzw. schwingungsdämpfende Vorrichtung eines pneumatischen Federtyps) offenbart. Als eine Voraussetzung erfordert dieses Verfahren, dass die Ansteuerungseigenschaften einer pneumatischen Feder im Wesentlichen integrale Eigenschaften sind. Gemäß diesem Verfahren wird ein Geschwindigkeitsprofil als ein Sollwert, der erforderlich ist, wenn eine sich bewegende Last, wie beispielsweise ein Gerüst, das auf einem schwingungsdämpfenden Tisch angebracht ist, angetrieben wird, zu einer vorrangingen Stufe eines Spannung-Strom-Wandlers, der ein Servoventil zum Öffnen/Schließen des Ventils einer pneumatischen Federbetätigseinrichtung ansteuert, weitergeleitet. Ein Geschwindigkeitsprofil wird einmal durch die Integraleigenschaf-

ten der pneumatischen Federbetätigseinrichtung integriert, wobei die pneumatische Federbetätigseinrichtung eine Antriebskraft erzeugt, die der Position der sich bewegenden Last entspricht. Somit wird die Neigung des schwingungsdämpfenden Tisches korrigiert.

[0018] In der vorstehend genannten japanischen Patentoffenlegungsschrift Nr. 11-327657 wird unter der Bedingung, dass die Druckrückkopplung bei der pneumatischen Federbetätigseinrichtung angewendet wird, der Druck entsprechend einer Änderung der sich bewegenden Last vergrößert oder verkleinert, wodurch die Neigung des schwingungsdämpfenden Tisches korrigiert wird. Um eine Druckrückkopplung anzuwenden, muss jedoch unverzichtbar ein Druckmessgerät angebracht sein, wobei das Rückkopplungssystem genau eingestellt sein muss, was zu einer Vergrößerung der Kosten führt.

[0019] In der letztgenannten japanischen Patentoffenlegungsschrift Nr.: 11-264444 ist, da eine Druckrückkopplung nicht angewendet werden muss, eine Korrektur der sich bewegenden Last einfach, was das charakteristische Merkmal ist. Wenn die Eigenschaften der pneumatischen Federbetätigseinrichtung vollständige integrale Eigenschaften sind, kann, wenn der pneumatischen Federbetätigseinrichtung ein Geschwindigkeitssignal zugeführt wird, eine Antriebskraft entsprechend der Position erzeugt werden. Die Eigenschaften der pneumatischen Federbetätigseinrichtung sind jedoch grundsätzlich keine integralen Eigenschaften, sondern sind Pseudointegraleigenschaften mit einem Unterbrechungspunkt in einem sehr niedrigen Frequenzbereich. Folglich kann, auch wenn ein Geschwindigkeitssignal der pneumatischen Federbetätigseinrichtung mit derartigen Eigenschaften zugeführt wird, eine Antriebskraft, die der Position der sich bewegenden Last genau entspricht, nicht erzeugt werden.

[0020] Bei einem tatsächlichen Vergleich mit einem Fall ohne Steuerungseingabe für eine Korrektur einer sich bewegenden Last bleibt mit dem Verfahren, das in der japanischen Patentoffenlegungsschrift Nr. 11-264444 offenbart ist, die Neigung des schwingungsdämpfenden Tisches in Bezug auf die sich bewegende Last weiterhin vorhanden, obwohl sie bis zu einem bestimmten Grad korrigiert werden kann.

[0021] Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung versuchen, eine Korrektur für eine sich bewegende Last bereitzustellen, die nicht auf einem Erfordernis zum Anwenden einer Druckrückkopplung basiert. Die Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung können eine aktive, schwingungsdämpfende Vorrichtung bereitstellen, bei der die Wirkung einer Korrektur gegenüber der Wirkung einer Korrektur einer sich bewegenden Last, die durch das in der japanischen Patentoffenlegungsschrift Nr. 11-264444 of-

fenbare Verfahren erreicht wird, verbessert wird.

KURZZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0022] Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung können verwendet werden, um die Neigung eines schwingungsdämpfenden Tisches zu unterdrücken, die auftritt, wenn ein Gerüst angetrieben wird.

[0023] Gemäß der vorliegenden Erfindung sind eine aktive, schwingungsdämpfende Vorrichtung, wie sie in Patentanspruch 1 angegeben ist, ein Verfahren zum Korrigieren einer Neigung eines schwingungsdämpfenden Tisches, wie es in Patentanspruch 10 angegeben ist, eine Belichtungsvorrichtung, wie sie in Patentanspruch 19 angegeben ist, und ein Vorrichtungsherstellungsverfahren, wie es in Patentanspruch 20 angegeben ist, bereitgestellt. Optionale Merkmale sind in den verbleibenden Patentansprüchen angegeben.

[0024] In Ausführungsbeispielen der Erfindung wird ein Sollwertsignal PI- oder PID-kompensiert und zur Steuerung bzw. Regelung einer Betätigungsseinrichtung verwendet. Das Sollwertsignal (beispielsweise ein Sollgeschwindigkeitssignal) kann durch ein Profil (beispielsweise ein Geschwindigkeitsprofil), das durch eine Profilerstellungseinrichtung erzeugt wird, bestimmt werden.

[0025] Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung können die Wirkung aufweisen, dass die Neigung des schwingungsdämpfenden Tisches, die auftritt, wenn das Gerüst angetrieben wird, auf effektive Weise korrigiert wird.

[0026] Nachstehend sind Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung in Verbindung mit der beigelegten Zeichnung beschrieben, in der gleiche Bezugszeichen die gleichen oder ähnliche Teile innerhalb der zugehörigen Figuren bezeichnen.

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNG

[0027] Die beigelegte Zeichnung, die in die Spezifikation einfließt und einen Teil hiervon bildet, veranschaulichen Ausführungsbeispiele der Erfindung.

[0028] [Fig. 1](#) zeigt eine Darstellung, die eine aktive, schwingungsdämpfende Vorrichtung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung zeigt,

[0029] [Fig. 2](#) zeigt eine perspektivische Darstellung, die ein Beispiel der mechanischen Anordnung der aktiven, schwingungsdämpfenden Vorrichtung zeigt,

[0030] [Fig. 3A](#) und [Fig. 3B](#) zeigen Graphen, die die Neigung eines Hauptkörperraufbaus bei einer einma-

ligen Abtastbewegung zeigen, wobei [Fig. 3A](#) ein Signal zeigt, das die Neigung eines schwingungsdämpfenden Tisches anzeigt, wenn eine herkömmliche Korrektur einer sich bewegenden Last ausgeführt wird, und [Fig. 3B](#) ein Signal zeigt, das die Neigung des schwingungsdämpfenden Tisches anzeigt, wenn eine Korrektur einer sich bewegenden Last gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel ausgeführt wird,

[0031] [Fig. 4A](#) und [Fig. 4B](#) zeigen Graphen, die die Neigung des Hauptkörperraufbaus bei einer kontinuierlichen Abtastbewegung zeigen, wobei [Fig. 4A](#) ein Fehlersignal zeigt, das die Neigung des schwingungsdämpfenden Tisches anzeigt, wenn eine herkömmliche Korrektur einer sich bewegenden Last ausgeführt wird, und [Fig. 4B](#) ein Fehlersignal zeigt, das die Neigung des schwingungsdämpfenden Tisches anzeigt, wenn eine Korrektur einer sich bewegenden Last gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel ausgeführt wird,

[0032] [Fig. 5A](#) bis [Fig. 5C](#) zeigen Graphen, die Beispiele von Beschleunigungs-, Geschwindigkeits- und Positionsprofilen zeigen,

[0033] [Fig. 6](#) zeigt eine Darstellung, die eine Steuerungsanordnung für eine Korrektur einer sich bewegenden Last gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung zeigt,

[0034] [Fig. 7](#) zeigt eine perspektivische Darstellung, die ein weiteres Beispiel der mechanischen Anordnung der aktiven, schwingungsdämpfenden Vorrichtung zeigt,

[0035] [Fig. 8](#) zeigt ein Flussdiagramm, das den Ablauf der Herstellung einer Mikrovorrichtung zeigt, und

[0036] [Fig. 9](#) zeigt ein Flussdiagramm, das den ausführlichen Ablauf der Wafer-Verarbeitung in [Fig. 8](#) zeigt.

AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSBEISPIELE

[0037] Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung sind unter Bezugnahme auf die beigelegte Zeichnung beschrieben.

[Erstes Ausführungsbeispiel]

[0038] In [Fig. 1](#) ist ein Blockschaltbild des Steuerungssystems einer aktiven, schwingungsdämpfenden Vorrichtung gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung gezeigt. In den [Fig. 2](#) und [Fig. 7](#) sind Darstellungen gezeigt, die zwei mechanische Anordnungen der aktiven, schwingungsdämpfenden Vorrichtung, die in [Fig. 1](#) gezeigt ist, zeigen, wobei [Fig. 2](#) eine aktive, schwingungsdämpfende

Vorrichtung zeigt, die einen Drucksensor umfasst, und [Fig. 7](#) eine schwingungsdämpfende Vorrichtung zeigt, die keinen Drucksensor umfasst. Unter Bezugnahme auf die [Fig. 1](#), [Fig. 2](#) und [Fig. 7](#) werden Ausgangssignale von Positionssensoren PO-Z1, PO-Z2, PO-Z3, PO-X1, PO-Y2 und PO-Y3 jeweils mit (Z_{10} , Z_{20} , Z_{30} , X_{10} , X_{20} und Y_{30}) als Ausgangssignale von einer Zielpositionswertausgabeeinheit 1 verglichen, um Positionsfehlersignale (e_{z1} , e_{z2} , e_{z3} , e_{x1} , e_{y2} und e_{y3}) der jeweiligen Achsen zu erzeugen. Diese Fehlersignale werden einer Bewegungsbetriebsartextrahierbetriebseinheit 2 bezüglich eines Positionssignals und zum Berechnen und Ausgeben von Bewegungsbetriebsartpositionsfehlersignalen (e_x , e_y , e_z , $e\theta_x$, $e\theta_y$ und $e\theta_z$) von insgesamt sechs Freiheitsgraden für eine Translation und eine Drehung um die jeweiligen Achsen des schwingungsdämpfenden Tisches 22 geleitet. Die Ausgangssignale (e_x , e_y , e_z , $e\theta_x$, $e\theta_y$ und $e\theta_z$) von der Bewegungsbetriebsartextrahierbetriebseinheit 2 werden PI-Kompensationseinrichtungen bzw. PI-Kompensatoren 3, die eine Position betreffen und sich bei den Bewegungsbetriebsarten im Wesentlichen nicht stören, sowie zur Einstellung von Positionseigenschaften zugeführt. P zeigt eine Proportionaloperation an, während I eine Integraloperation anzeigt. Diese Schleife wird als Positionsregelung bzw. Positionsrückkopplungsschleife bezeichnet.

[0039] Ausgangssignale von Beschleunigungssensoren AC-Z1, AC-Z2, AC-Z3, AC-X1, AC-Y2 und AC-Y3, die als Schwingungsmesssensoren dienen, werden einem geeigneten Filterprozess, beispielsweise einer Entfernung eines Hochfrequenzrauschens, unterzogen und werden unmittelbar einer Bewegungsbetriebsartextrahierbetriebseinheit 4 bereitgestellt, die eine Beschleunigung betrifft. Die Bewegungsbetriebsartextrahierbetriebseinheit 4 gibt Bewegungsbetriebsartbeschleunigungssignale (a_x , a_y , a_z , $a\theta_x$, $a\theta_y$ und $a\theta_z$) aus. Die Bewegungsbetriebsartbeschleunigungssignale (a_x , a_y , a_z , $a\theta_x$, $a\theta_y$ und $a\theta_z$) werden Verstärkungskompensationseinrichtungen bzw. Verstärkungskompensatoren 5 bereitgestellt, die die Beschleunigungssignale betreffen, um eine optimale Dämpfung in Einheiten von Bewegungsbetriebsarten einzustellen. Durch ein Einstellen der Verstärkungen der Verstärkungskompensatoren 5 können optimale Dämpfungseigenschaften in Einheiten von Bewegungsbetriebsarten erhalten werden. Diese Schleife wird als eine Beschleunigungsrückkopplungsschleife bzw. Beschleunigungsregelung bezeichnet.

[0040] Ausgangssignale von den PI-Kompensatoren 3, die die Position betreffen, und negative Rückkopplungssignale als Ausgangssignale von den Verstärkungskompensatoren 5, die die Beschleunigung betreffen, werden addiert, um Ansteuerungssignale (d_x , d_y , d_z , $d\theta_x$, $d\theta_y$ und $d\theta_z$) in Einheiten von Bewegungsbetriebsarten zu erzeugen. Nachfolgend wer-

den die Ansteuerungssignale in Einheiten von Bewegungsbetriebsarten einer Bewegungsbetriebsartverteilungsbetriebseinheit 6 (Steuerungseinrichtung) bereitgestellt, die Signale (d_{z1} , d_{z2} , d_{z3} , d_{x1} , d_{y2} und d_{y3}) für eine Ansteuerung von Servoventilen SV-Z1, SV-Z2, SV-Z3, SV-X1, SV-Y2 und SV-Y3 von pneumatischen Federbetätigungenseinrichtungen AS-Z1, AS-Z2, AS-Z3, AS-X1, AS-Y2 und AS-Y3 der jeweiligen Achsen erzeugt. Ausgangssignale (d_{z1} , d_{z2} , d_{z3} , d_{x1} , d_{y2} und d_{y3}) von der Bewegungsbetriebsartverteilungsbetriebseinheit 6 regen Spannungs-Strom-Wandler (VI-Wandler) 7 an, die die Öffnungs-/Schließoperation der Servoventile SV-Z1, SV-Z2, SV-Z3, SV-X1, SV-Y2 und SV-Y3 für ein Verbinden/Trennen von Luft als das Betriebsfluid der pneumatischen Federbetätigungenseinrichtungen AS-Z1, AS-Z2, AS-Z3, AS-X1, AS-Y2 und AS-Y3 steuern. Somit wird der schwingungsdämpfende Tisch 22 in Einheiten von Bewegungsbetriebsarten angesteuert bzw. angetrieben, so dass die Neigung des schwingungsdämpfenden Tisches 22, die auftritt, wenn ein Wafer-Gerüst 21, das auf dem schwingungsdämpfenden Tisch 22 angebracht ist, angetrieben wird, korrigiert wird. Die pneumatischen Federbetätigungenseinrichtungen AS-Z1, AS-Z2, AS-Z3, AS-X1, AS-Y2 und AS-Y3 sind Betätigungenseinrichtungen zum Tragen und Antreiben des schwingungsdämpfenden Tisches 22 unter Verwendung eines pneumatischen Drucks. Die vorliegende Erfindung kann nicht nur pneumatische Betätigungenseinrichtungen einsetzen, sondern auch eine beliebige Betätigungenseinrichtung, die ein geeignetes Fluid verwendet.

[0041] Bei der aktiven, schwingungsdämpfenden Vorrichtung, die vorstehend beschrieben ist, ist das Wafer-Gerüst bzw. -Gestell 21 ([Fig. 2](#) und [Fig. 7](#)) für ein scharfes Beschleunigen/Verzögern bei dem Hauptkörperaufbau angebracht, der durch drei aktive Trägerbeine 23-1, 23-2 und 23-3 getragen wird. Wenn das Wafer-Gerüst 21 angetrieben wird, ändert sich der Schwerpunkt des Hauptkörperaufbaus, der den schwingungsdämpfenden Tisch 22 umfasst ([Fig. 2](#) und [Fig. 7](#)), um den Hauptkörperaufbau zu neigen. Um diese Neigung zu korrigieren, erzeugen gemäß diesem Ausführungsbeispiel eine Y-Abtastgeschwindigkeitsprofilerstellungseinrichtung 8 und eine X-Schrittgeschwindigkeitsprofilerstellungseinrichtung 9 Geschwindigkeitsprofile zur Steuerung der Antriebsoperation des Wafer-Gerüsts 21. Es ist anzumerken, dass das Wafer-Gerüst 21 in der Y-Richtung abtastangetrieben (scan-driven) ist und in der X-Richtung schrittangetrieben (step-driven) ist.

[0042] In den [Fig. 5A](#), [Fig. 5B](#) und [Fig. 5C](#) sind Graphen gezeigt, die Beispiele der Beschleunigungs- bzw. Positionsprofile zeigen. Beispielsweise weist das Geschwindigkeitsprofil eine trapezförmige Form auf, wie es in [Fig. 5B](#) gezeigt ist. Die Y-Abtastgeschwindigkeitsprofilerstellungseinrich-

tung **8** und X-Schrittgeschwindigkeitsprofilerstellungseinrichtung **9** stellen den PI-Kompensatoren **10X** und **10Y**, die eine Korrektur einer sich bewegenden Last betreffen, Sollgeschwindigkeitssignale entsprechend den erzeugten Geschwindigkeitsprofilen bereit. Anders ausgedrückt werden die Sollgeschwindigkeitssignale, die von der Y-Abtastgeschwindigkeitsprofilerstellungseinrichtung **8** und der X-Schrittgeschwindigkeitsprofilerstellungseinrichtung **9** ausgegeben werden, zu Abschnitten geleitet, bei denen das Bewegungsbetriebsartansteuerungssignal durch die PI-Kompensatoren **10X** und **10Y** fließt.

[0043] Genauer gesagt dreht sich, wenn das Wafer-Gerüst **21** in der Y-Richtung abtastangetrieben wird, der Hauptkörperaufbau, der den schwingungsdämpfenden Tisch **22** umfasst, um die X-Achse und wird somit geneigt. Somit wird das Geschwindigkeitsprofil, das erforderlich ist, wenn das Wafer-Gerüst **21** in der Y-Richtung abtastangetrieben wird, durch die Y-Abtastgeschwindigkeitsprofilerstellungseinrichtung **8** erzeugt und ein Sollgeschwindigkeitssignal, das durch dieses Geschwindigkeitsprofil bestimmt wird, wird dem Bewegungsbetriebsartantriebssignal $d\theta_x$ durch den PI-Kompensator **10Y**, der eine Korrektur einer sich bewegenden Last betrifft, hinzugefügt. Wenn das Wafer-Gerüst **21** ([Fig. 2](#) und [Fig. 7](#)) in der X-Richtung schrittangetrieben wird, dreht sich der Hauptkörperaufbau, der den schwingungsdämpfenden Tisch **22** umfasst ([Fig. 2](#) und [Fig. 7](#)), um die Y-Achse und wird somit geneigt. Somit wird das Geschwindigkeitsprofil, das erforderlich ist, wenn das Wafer-Gerüst **21** in der X-Richtung schrittangetrieben wird, durch die X-Schrittgeschwindigkeitsprofilerzeugungseinrichtung **9** erzeugt und ein Sollgeschwindigkeitssignal, das durch dieses Geschwindigkeitsprofil bestimmt wird, wird dem Bewegungsbetriebsartantriebssignal $d\theta_y$ durch den PI-Kompensator **10X**, der ein Korrektur einer sich bewegenden Last betrifft, hinzugefügt.

[0044] Gemäß dem Stand der Technik (japanische Patentoffenlegungsschrift Nr. 11-264444 und dergleichen) wird das Geschwindigkeitsprofil dem Bewegungsbetriebsartantriebssignal, das die Bewegungsbetriebsart betrifft, deren Neigung zu korrigieren ist, durch den P-Kompensator hinzugefügt, d.h. durch Multiplizieren des Ausgangssignals von der Geschwindigkeitsprofilerstellungseinrichtung mit einer geeigneten Verstärkung. Im Gegensatz dazu ist dieses Ausführungsbeispiel dadurch gekennzeichnet, dass PI-Kompensatoren an Stelle des P-Kompensators verwendet werden. Wenn der P-Kompensator in PI-Kompensatoren geändert wird, kann die Wirkung einer Korrektur einer sich bewegenden Last bemerkenswert vergrößert werden.

[0045] In den [Fig. 3A](#) und [Fig. 3B](#) ist die Neigung des Hauptkörperaufbaus bei einer einmaligen Abtas-

toperation als ein experimentelles Ergebnis gezeigt, was die Wirkung dieses Ausführungsbeispiels mittels eines Vergleichs klarstellt. In [Fig. 3A](#) ist ein Signal gezeigt, das die Neigung des schwingungsdämpfenden Tisches anzeigt und das erhalten wird, wenn das Geschwindigkeitsprofil des Gerüsts mit einer geeigneten Verstärkung multipliziert wird und weitergeleitet wird, um einer aktiven, schwingungsdämpfenden Vorrichtung, die eine pneumatische Feder als die Betätigungsseinrichtung verwendet (Stand der Technik), eingegeben zu werden.

[0046] In dem Fall, der in [Fig. 3A](#) gezeigt ist, wird die Neigung des schwingungsdämpfenden Tisches in großem Umfang unterdrückt, wenn er mit einem (nicht gezeigten) Fall verglichen wird, bei dem diese Weiterleitung bzw. Steuerung nicht angewendet wird. Es existiert jedoch weiterhin eine Niedrigfrequenzschwankung. Anders ausgedrückt, obwohl die Neigung des Hauptkörperaufbaus, der den schwingungsdämpfenden Tisch **22** umfasst ([Fig. 2](#) und [Fig. 7](#)), durch eine Anwendung des Steuerungssignals bzw. Weiterleitungssignals beinahe unterdrückt wird, wird sie nicht in ausreichendem Maße korrigiert. Gemäß diesem Ausführungsbeispiel wird das Geschwindigkeitsprofil, das erhalten wird, wenn das Wafer-Gerüst **21** ([Fig. 2](#) und [Fig. 7](#)) in der Y-Richtung abgetastet wird, durch den PI-Kompensator **10Y** weitergeleitet. In [Fig. 3B](#) ist das Ergebnis dieses Ausführungsbeispiels gezeigt. In [Fig. 3B](#) wird eine Niedrigfrequenzschwankung bei der Neigung des schwingungsdämpfenden Tisches während einer Zeitdauer einer gleichförmigen Bewegung, die eine Beschleunigungs-/Verzögerungszeitdauer ausschließt, des Gerüsts nicht beobachtet. Anders ausgedrückt wird die Neigung (die Drehung um die X-Achse) des Hauptkörperaufbaus, der den schwingungsdämpfenden Tisch **22** umfasst, im Wesentlichen vollständig korrigiert.

[0047] In den [Fig. 4A](#) und [Fig. 4B](#) ist die Neigung (Drehung um die X-Achse) des Hauptkörperaufbaus, der den schwingungsdämpfenden Tisch **22** ([Fig. 2](#) und [Fig. 7](#)) umfasst, gezeigt, die erhalten wird, wenn das Wafer-Gerüst **21** ([Fig. 2](#) und [Fig. 7](#)) kontinuierlich bei Ausführung einer herkömmlichen Korrektur einer sich bewegenden Last und bei Ausführung einer Korrektur einer sich bewegenden Last gemäß diesem Ausführungsbeispiel abgetastet wird.

[Zweites Ausführungsbeispiel]

[0048] Das zweite Ausführungsbeispiel stellt eine Modifikation des ersten Ausführungsbeispiels bereit. In der nachstehenden Beschreibung werden lediglich die Unterschiede zu dem ersten Ausführungsbeispiel beschrieben, wobei die Beschreibung dem ersten Ausführungsbeispiel folgt, es sei denn, es wird anders angegeben.

[0049] In dem ersten Ausführungsbeispiel wird das Soll-Geschwindigkeitssignal, das durch das Geschwindigkeitsprofil zum Antreiben des Wafer-Gerüsts **21** bestimmt wird, zu der Bewegungsbetriebsartverteilungsbetriebseinheit **6** durch die PI-Kompensatoren **10X** und **10Y**, die eine Korrektur einer sich bewegenden Last betreffen, weitergeleitet, wodurch die pneumatische Federbetätigungsseinrichtung angetrieben wird. Eine Wirkung, die äquivalent zu diesem Weiterleiten ist, kann durch andere Mittel, wie sie nachstehend beschrieben sind, erreicht werden.

[0050] Genauer gesagt kann ein Steuerungssignal bzw. Weiterleitungssignal für die Bewegungsbetriebsartverteilungsbetriebseinheit **6** auf der Grundlage nicht nur des Geschwindigkeitsprofils, sondern auch des Positionsprofils erzeugt werden. In diesem Fall werden beispielsweise ein Soll-Geschwindigkeitssignal und ein Soll-Positionssignal, die durch ein Geschwindigkeitsprofil und ein Positionsprofil zum Antreiben eines Wafer-Gerüsts **21** ([Fig. 2](#) und [Fig. 7](#)) bestimmt werden, mit geeigneten Verstärkungen multipliziert und addiert. Das Summensignal wird einer Bewegungsbetriebsartverteilungsbetriebseinheit **6** zugeführt, wodurch die pneumatische Federbetätigungsseinrichtung angetrieben wird. In diesem Fall kann die Wirkung gemäß den [Fig. 3A](#) und [Fig. 3B](#) sowie [Fig. 4A](#) und [Fig. 4B](#) auf der Grundlage des ersten Ausführungsbeispiels auf ähnliche Weise erreicht werden. Diese Anordnung ist äquivalent zu der des ersten Ausführungsbeispiels und kann ein Steuerungssignal bzw. Weiterleitungssignal erzeugen, das äquivalent zu dem Steuerungssignal bzw. Weiterleitungssignal gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel ist.

[0051] Zur Ausführung einer genaueren Korrektur einer sich bewegenden Last können die PI-Kompensatoren **10X** und **10Y**, die in dem ersten Ausführungsbeispiel verwendet werden und eine Korrektur einer sich bewegenden Last betreffen, in PID-Kompensatoren geändert werden. Es ist anzumerken, dass P eine Proportionaloperation bedeutet, I eine Integraloperation bedeutet und D eine differenzierende Operation bedeutet.

[0052] Alternativ hierzu kann die nachstehend beschriebene Maßnahme an Stelle einer Bereitstellung von PID-Kompensatoren verwendet werden.

[0053] Genauer gesagt werden ein Soll-Geschwindigkeitssignal, ein Soll-Positionssignal und ein Soll-Beschleunigungssignal, die durch die Geschwindigkeits-, Positions- und Beschleunigungsprofile des Wafer-Gerüsts **21** bestimmt werden, durch geeignete P-Kompensatoren ausgegeben. Die Ausgangssignale werden addiert und ein sich ergebendes Summensignal wird zu einer Bewegungsbetriebsartverteilungsbetriebseinheit **6** weitergeleitet, wodurch die pneumatische Federbetätigungsseinrichtung ange-

trieben wird.

[0054] In [Fig. 6](#) ist eine Darstellung gezeigt, die eine Steuerungsanordnung für eine Korrektur einer sich bewegenden Last gemäß diesem Ausführungsbeispiel zeigt. Die Anordnung, die den PI-Kompensator **10X** und eine X-Schrittgeschwindigkeitsprofilerstellungseinrichtung **9**, die in [Fig. 1](#) gezeigt sind, umfasst, und die Anordnung, die den PI-Kompensator **10Y** und die Y-Abtastgeschwindigkeitsprofilerstellungseinrichtung **8**, die in [Fig. 1](#) gezeigt sind, umfasst, können durch die in [Fig. 6](#) gezeigte Anordnung jeweils ersetzt werden.

[0055] Unter Bezugnahme auf [Fig. 6](#) umfasst die Profilerstellungseinrichtung eine Geschwindigkeitsprofilerstellungseinrichtung **30V**, eine Positionsprofilerstellungseinrichtung **30P** und eine Beschleunigungsprofilerstellungseinrichtung **30A**. Beispielsweise geben die jeweiligen Profilerstellungseinrichtungen **30V**, **30P** und **30A** Profile aus, wie sie in den [Fig. 5B](#), [Fig. 5C](#) und [Fig. 5A](#) gezeigt sind. Ein Soll-Geschwindigkeitssignal, ein Soll-Positionssignal und ein Soll-Beschleunigungssignal, die durch die Geschwindigkeits-, Positions- und Beschleunigungsprofilerstellungseinrichtungen **30V**, **30P** und **30A** bestimmt werden, werden P-Kompensatoren **31V**, **31P** bzw. **31A** zugeführt und werden dann jeweils mit geeigneten Verstärkungen multipliziert. Ausgangssignale von den P-Kompensatoren **31V**, **31P** und **31A** werden durch eine Addiereinrichtung **33** addiert, um ein Steuerungssignal bzw. Weiterleitungssignal **32** zu erzeugen, das einer Bewegungsbetriebsartverteilungsbetriebseinheit **6** zuzuführen ist. In [Fig. 1](#) wird das Steuerungssignal **32** mit dem Antriebssignal $d\theta_x$ oder $d\theta_y$ in Einheiten von Bewegungsbetriebsarten addiert. Anders ausgedrückt ist die Anordnung, die in [Fig. 6](#) gezeigt ist, äquivalent zu dem PID-Kompensator für das Geschwindigkeitsprofil und kann ein Steuerungssignal bzw. Weiterleitungssignal erzeugen, das äquivalent zu dem des PID-Kompensators ist.

[Ergänzung zu den ersten und zweiten Ausführungsbeispielen]

[0056] Gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel wird gemäß [Fig. 1](#) das Soll-Geschwindigkeitssignal, das durch das Geschwindigkeitsprofil des Gerüsts, das als eine sich bewegende Last dient, bestimmt wird, als ein Signal für eine Steuerung verwendet. Das Soll-Geschwindigkeitssignal wird zu der Bewegungsbetriebsartverteilungsbetriebseinheit **6** weitergeleitet, die als eine vorangestellte Stufe der VI-Wandler **7** zur Ansteuerung der pneumatischen Federbetätigungsseinrichtung dient, durch die PI-Kompensatoren **10X** und **10Y** weitergeleitet.

[0057] Es sei angenommen, dass Rauschen oder dergleichen in das Soll-Geschwindigkeitssignal, das

den PI-Kompensatoren **10X** und **10Y** zuzuführen ist, eingemischt ist. Dann wird das Rauschen integriert, wobei ein übermäßig großes Steuerungssignal erzeugt wird, was folglich den Hauptkörperraufbau, der den schwingungsdämpfenden Tisch **22** umfasst ([Fig. 2](#) und [Fig. 7](#)), in unerwünschter Weise neigen kann. Genauer gesagt wird, wenn ein Signal von einer geschlossenen Schleife zur Steuerung des Wafer-Gerüsts **21** extrahiert wird und als ein Steuerungssignal zur Korrektur einer sich bewegenden Last verwendet wird, eine beständige Rauschkomponente oder ein Restversatzsignal bzw. Rest-Offset-Signal durch die PI-Kompensatoren **10X** und **10Y** integriert, wobei ein unerwünschtes Signal als ein Signal für eine Korrektur einer sich bewegenden Last erzeugt wird.

[0058] In dem ersten Ausführungsbeispiel, das in [Fig. 1](#) gezeigt ist, wird jedoch das Soll-Geschwindigkeitssignal, das durch das Geschwindigkeitsprofil zum Antreiben des Wafer-Gerüsts **21** ([Fig. 2](#) und [Fig. 7](#)) bestimmt wird, den PI-Kompensatoren **10X** und **10Y** zugeführt, wie es vorstehend beschrieben ist. Genauer gesagt wird gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel das Steuerungssignal bzw. Weiterleitungssignal auf der Grundlage des Soll-Geschwindigkeitssignals, das durch das Soll-Geschwindigkeitsprofil bestimmt wird, das zum Antreiben des Wafer-Gerüsts **21** erforderlich ist, erzeugt. Folglich werden ein Rauschen sowie beständige Offset-Signale nicht integriert und es tritt keine Fehlfunktion bei einer Korrektur einer sich bewegenden Last auf, was hervorragende charakteristische Merkmale sind. Diese charakteristischen Merkmale treffen auch auf das zweite Ausführungsbeispiel zu.

[Drittes Ausführungsbeispiel]

[0059] In den ersten und zweiten Ausführungsbeispielen ist das Gerüst, das auf der aktiven, schwingungsdämpfenden Vorrichtung angebracht ist, das Wafer-Gerüst **21** ([Fig. 2](#) und [Fig. 7](#)) zur Platzierung eines Halbleiter-Wafers. Die vorliegende Erfindung kann ebenso bei einem Fall angewendet werden, bei dem ein Aufbau, der ein Masken-Gerüst bzw. -Gestell umfasst, bei dem eine Maske, auf der ein Schaltungsmuster gezeichnet ist, zu platzieren ist, durch eine aktive, schwingungsdämpfende Vorrichtung getragen wird.

[0060] Das dritte Ausführungsbeispiel betrifft ein Belichtungsgerät, das ein Masken-Gerüst, bei dem ein Original zu platzieren ist, die erste aktive, schwingungsdämpfende Vorrichtung zum Tragen des Masken-Gerüsts, ein Wafer-Gerüst, auf dem ein Wafer zu platzieren ist, und die zweite schwingungsdämpfende Vorrichtung zum Tragen des Wafer-Gerüsts aufweist. Wenn das erste Ausführungsbeispiel bei diesem Belichtungsgerät angewendet wird, wird ein Soll-Geschwindigkeitssignal, das durch ein Ge-

schwindigkeitsprofil zum Antreiben des Masken-Gerüsts bestimmt wird, zu der Bewegungsbetriebsartverteilungsbetriebseinheit der ersten aktiven, schwingungsdämpfenden Vorrichtung durch den ersten PI-Kompensator weitergeleitet und/oder ein Soll-Geschwindigkeitssignal, das durch ein Geschwindigkeitsprofil zum Antreiben des Wafer-Gerüsts bestimmt wird, wird zu der Bewegungsbetriebsartverteilungsbetriebseinheit der zweiten aktiven, schwingungsdämpfenden Vorrichtung durch den zweiten PI-Kompensator weitergeleitet. Wenn das zweite Ausführungsbeispiel bei diesem Belichtungsgerät angewendet wird, werden ein Soll-Geschwindigkeitssignal, ein Soll-Positionssignal und ein Soll-Beschleunigungssignal, die durch ein Geschwindigkeitsprofil, ein Positionsprofil und ein Beschleunigungsprofil zum Antreiben des Masken-Gerüsts bestimmt werden, zu der Bewegungsbetriebsartverteilungsbetriebseinheit der ersten aktiven, schwingungsdämpfenden Vorrichtung durch die ersten PID-Kompensatoren (**31V**, **31P** und **31A**) weitergeleitet und/oder ein Soll-Geschwindigkeitssignal, ein Soll-Positionssignal und ein Soll-Beschleunigungssignal, die durch ein Geschwindigkeitsprofil, ein Positionsprofil und ein Beschleunigungsprofil zum Antreiben des Wafer-Gerüsts bestimmt werden, werden zu der Bewegungsbetriebsartverteilungsbetriebseinheit der zweiten aktiven, schwingungsdämpfenden Vorrichtung durch die ersten PID-Kompensatoren (**31V**, **31P** und **31A**) weitergeleitet.

[Ausführungsbeispiel eines Vorrichtungsproduktionsverfahrens]

[0061] Ein Ausführungsbeispiel eines Vorrichtungsherstellungsverfahrens, das die vorstehend beschriebene Belichtungsvorrichtung verwendet, ist nachstehend beschrieben.

[0062] In [Fig. 8](#) ist ein Flussdiagramm gezeigt, das die Herstellung einer Mikrovorrichtung (eines Halbleiterchips, wie beispielsweise einer IC oder einer LSI, eines Flüssigkristallfelds, einer CCD, eines Dünnschicht-Magnetkopfes, einer Mikromaschine und dergleichen) zeigt. In Schritt **1** (Schaltungsentwurf) wird das Muster der Vorrichtung entworfen. In Schritt **2** (Maskenbildung) wird eine Maske, auf dem das entworfene Muster gebildet wird, gebildet. In Schritt **3** (Wafer-Herstellung) wird ein Wafer unter Verwendung eines Materials, wie beispielsweise Silizium oder Glas, hergestellt. In Schritt **4** (Wafer-Verarbeitung), der als eine Vorverarbeitung bezeichnet wird, werden die vorbereitete Maske und der vorbereitete Wafer bei vorbestimmten Positionen der Belichtungsvorrichtung befestigt und eine tatsächliche Schaltung wird auf dem Wafer unter Verwendung eines Lithografieverfahrens gebildet. In Schritt **5** (Zusammensetzung), der als eine Nachverarbeitung bezeichnet wird, wird ein Halbleiterchip unter Verwendung des Wafers, der in Schritt **4** hergestellt ist, gebildet. Diese

Verarbeitung umfasst Schritte, wie beispielsweise den Zusammenbauschritt (Dicing und Bonden) und den Verpackungsschritt (Chipverkapselung). In Schritt 6 (Überprüfung) werden Überprüfungen, wie beispielsweise eine Betriebsüberprüfung und eine Standfestigkeitsüberprüfung, in Bezug auf die Halbleitervorrichtung, die in Schritt 5 hergestellt wird, ausgeführt. Die Halbleitervorrichtung wird durch diese Schritte vervollständigt und versendet (Schritt 7).

[0063] In [Fig. 9](#) ist ein Flussdiagramm gezeigt, das die vorstehend genannte Wafer-Verarbeitung im Einzelnen zeigt. In Schritt 11 (Oxidation) wird die obere Oberfläche eines Wafers oxidiert. In Schritt 12 (CVD) wird eine isolierende Schicht auf der oberen Oberfläche des Wafers ausgebildet. In Schritt 13 (Elektrodenbildung) wird eine Elektrode auf dem Wafer durch Aufdampfen gebildet. In Schritt 14 (Ionenimplantation) werden Ionen in den Wafer implantiert. In Schritt 15 (Resistlackverarbeitung) wird der Wafer mit einem lichtempfindlichen Mittel bedeckt. In Schritt 16 (Belichtung) wird das Schaltungsmuster auf der Maske auf den Wafer durch die vorstehend genannte Belichtungsvorrichtung gedruckt/belichtet. In Schritt 17 (Entwicklung) wird der belichtete Wafer entwickelt. In Schritt 18 (Ätzen) werden Abschnitte, die von dem entwickelten Resist-Bild unterschiedlich sind, entfernt. In Schritt 19 (Resistlackentfernung) wird der unnötige Resistlack nach dem Ätzen entfernt. Durch Wiederholen dieser Schritte können mehrere Schaltungsmuster auf dem Wafer ausgebildet werden.

[0064] Eine Vorrichtung mit hohem Integrationsgrad, die bei dem Stand der Technik schwierig herzustellen ist, kann unter Verwendung des Herstellungsverfahrens gemäß diesem Ausführungsbeispiel hergestellt werden.

[0065] Die bevorzugten Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung weisen die nachstehenden Wirkungen auf.

(1) Die Neigung des Hauptkörpersaufbaus, die durch eine Änderung des Schwerpunkts bei einer Hochgeschwindigkeitsbewegung des Gerüsts verursacht wird, kann unterdrückt werden oder mehr als bei dem Stand der Technik verkleinert werden.

(2) Herkömmlicherweise wird der interne Druck der pneumatischen Federbetätigungsseinrichtung entsprechend der Bewegungsentfernung des Gerüsts entsprechend einer Druckregelungsoperation, bei der der interne Druck der pneumatischen Federbetätigungsseinrichtung gemessen wird und rückgekoppelt wird (oder die eine Erfassung und eine Rückkopplung einer Last umfasst), vergrößert oder verkleinert. Im Gegensatz dazu kann gemäß den vorliegenden Ausführungsbeispielen eine effektive Korrektur einer sich bewegenden Last auch bei einer aktiven, schwingungsdämpfende Vorrichtung ([Fig. 7](#)) ausgeführt werden, bei

der eine Druckrückkopplung nicht angewendet wird. Folglich sind keine Druckmessgeräte (PR-xx) erforderlich, wobei dementsprechend keine Druckmessgeräte gekauft, in aktive Trägerbeine eingebaut oder elektrisch eingebunden werden müssen. Als Ergebnis wird eine große Kostenverringerung möglich.

(3) Trotz einer kontinuierlichen Hochgeschwindigkeitsbewegung des Gerüsts wird die Neigung des Hauptkörpersaufbaus korrigiert und im Wesentlichen auf Null verkleinert. Folglich wird keine Störung, die sich aus einer Neigung des Hauptkörpersaufbaus ergibt, bei dem Gerüst zugeführt. Anders ausgedrückt kann eine stabile Positionierungs- und Abtastleistungsfähigkeit unabhängig von der Bewegungsposition des Gerüsts verwirklicht werden. Genauer gesagt kann die Positionierungszeit verkürzt werden, ohne die Position des Gerüsts einzustellen, sondern nur durch Anwenden einer Korrektur einer sich bewegenden Last gemäß den vorliegenden Ausführungsbeispielen.

(4) Die Produktivität der Belichtungsvorrichtung kann durch die vorstehend genannten Wirkungen verbessert werden.

[0066] Da offensichtlich viele, sehr unterschiedliche Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung erstellt werden können, ist es ersichtlich, dass die Erfindung nicht auf die spezifischen Ausführungsbeispiele, die beschrieben worden sind, begrenzt ist.

[0067] Es ist zu verstehen, dass der Vergleich von Positionssensorausgangssignalen und Soll-Positionswertausgangssignalen zur Erzeugung von Fehlersignalen durch eine Verarbeitungseinrichtung bewirkt werden kann, die unter der Steuerung eines Programms arbeitet, das in einem Speicher gespeichert ist. Gleichsam können die Verfahrensschritte, die bei einer Berechnung der erforderlichen Steuerungssignale zum Betreiben der Fluidbetätigungsseinrichtungen verwendet werden, in einer Verarbeitungseinrichtung bzw. einem Prozessor ausgeführt werden, der durch ein Programm gesteuert wird, das in einem Speicher oder einer anderen Datenspeichervorrichtung gespeichert ist, das prozessorimplementierbare Anweisungen zur Ausführung der korrigierenden Verfahren und Techniken, die hier beschrieben sind, beinhaltet.

Patentansprüche

1. Aktive, schwingungsdämpfende Vorrichtung mit:
einem schwingungsdämpfenden Tisch (22), auf dem ein Gerüst (21) angebracht ist,
einer Betätigungsseinrichtung (AS), die den schwingungsdämpfenden Tisch unter Verwendung eines Fluids trägt und ansteuert,
einer Kompensationseinrichtung (10, 31), die (i) ein Ausgangssignal durch Kompenieren eines Sollwert-

signals zur Ansteuerung des Gerüsts oder (ii) ein dazu äquivalentes Ausgangssignal erzeugt, und einer Steuerungseinrichtung (1-7), die die Betätigungsseinrichtung entsprechend dem Ausgangssignal von der Kompensationseinrichtung steuert, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Kompensieren ein PI- oder PID-Kompensieren ist, wobei P eine Proportionaloperation bedeutet, I eine Integraloperation bedeutet, und D eine Differenzieroperation bedeutet.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei das Kompensieren ein PI-Kompensieren ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, wobei die Kompensationseinrichtung eine erste P-Kompensationseinrichtung (31V), die ein P-Kompensieren eines Sollgeschwindigkeitssignals für das Gerüst ausführt, eine zweite P-Kompensationseinrichtung (31P), die ein P-Kompensieren eines Sollpositionssignals für das Gerüst ausführt, und eine Addiereinrichtung (33) umfasst, die kompensierte Signale, die von den ersten und zweiten P-Kompensationseinrichtungen erhalten werden, addiert.

4. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, wobei die Kompensationseinrichtung eine PI-Kompensationseinrichtung (10) umfasst, die ein PI-Kompensieren des Sollwertsignals zur Ansteuerung des Gerüsts ausführt.

5. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei das Kompensieren ein PID-Kompensieren ist.

6. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder Anspruch 5, wobei die Kompensationseinrichtung eine erste P-Kompensationseinrichtung (31V), die ein P-Kompensieren eines Sollgeschwindigkeitssignals für das Gerüst ausführt, eine zweite P-Kompensationseinrichtung (31P), die ein P-Kompensieren eines Sollpositionssignals für das Gerüst ausführt, eine dritte P-Kompensationseinrichtung (31A), die ein P-Kompensieren eines Sollbeschleunigungssignals für das Gerüst ausführt, und eine Addiereinrichtung (33) umfasst, die kompensierte Signale, die von den ersten, zweiten und dritten P-Kompensationseinrichtungen erhalten werden, addiert.

7. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder Anspruch 5, wobei die Kompensationseinrichtung eine PID-Kompensationseinrichtung umfasst, die ein PID-Kompensieren des Sollwertsignals zur Ansteuerung des Gerüsts ausführt.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüchen 1, 2, 4, 5, und 7, wobei das Sollwertsignal ein Sollgeschwindigkeitssignal ist.

9. Vorrichtung nach einem der vorrangeprengten Ansprüche, wobei die Betätigungsseinrichtung (AS) eine pneumatische Feder-Betätigungsseinrichtung umfasst.

10. Verfahren zum Korrigieren einer Neigung eines schwingungsdämpfenden Tisches (22), auf dem ein Gerüst (21) angebracht ist, unter Verwendung einer Betätigungsseinrichtung (AS), die den schwingungsdämpfenden Tisch (22) unter Verwendung eines Fluids trägt und ansteuert, wobei das Verfahren umfasst:

einen Kompensationsschritt zum Erzeugen (i) eines Ausgangssignals durch Kompensieren eines Sollwertsignals zur Ansteuerung des Gerüsts oder (ii) eines dazu äquivalenten Ausgangssignals, und einen Steuerungsschritt zum Steuern der Betätigungsseinrichtung entsprechend dem Ausgangssignal, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Kompensieren ein PI- oder ein PID-Kompensieren ist, wobei P eine Proportionaloperation bedeutet, I eine Intergraloperation bedeutet, und D eine Differenzieroperation bedeutet.

11. Verfahren nach Anspruch 10, wobei das Kompensieren ein PI-Kompensieren ist.

12. Verfahren nach Anspruch 10 oder Anspruch 11, wobei der Kompensationsschritt einen ersten P-Kompensationsschritt zum Ausführen eines P-Kompensierens eines Sollgeschwindigkeitssignals zur Ansteuerung des Gerüsts, einen zweiten P-Kompensationsschritt zum Ausführen eines P-Kompensierens eines Sollpositionssignals zur Ansteuerung des Gerüsts und einen Addierschritt zum Addieren der kompensierten Signale, die in den ersten und zweiten Kompensationsschritten erhalten werden, umfasst.

13. Verfahren nach Anspruch 10 oder Anspruch 11, wobei der Kompensationsschritt einen Schritt zum Ausführen eines PI-Kompensierens des Sollwertsignals zur Ansteuerung des Gerüsts umfasst.

14. Verfahren nach Anspruch 10, wobei das Kompensieren ein PI-Kompensieren ist.

15. Verfahren nach Anspruch 10 oder Anspruch 14, wobei der Kompensationsschritt einen ersten P-Kompensationsschritt zum Ausführen eines P-Kompensierens eines Sollgeschwindigkeitssignal zur Ansteuerung des Gerüsts, einen zweiten P-Kompensationsschritt zum Ausführen eines P-Kompensierens eines Sollpositionssignal zur Ansteuerung des Gerüsts, einen dritten P-Kompensationsschritt zum Ausführen eines P-Kompensierens eines Sollbeschleunigungssignals zur Ansteuerung des Gerüsts und einen Addierschritt zum Addieren der kompensierten

Signale, die in den ersten, zweiten und dritten Kompensationsschritten erhalten werden, umfasst.

16. Verfahren nach Anspruch 10 oder Anspruch 14, wobei der Kompensationsschritt einen Schritt zum Ausführen eines PID-Kompensierens eines Sollwertsignals zur Ansteuerung des Gerüsts umfasst.

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 10, 11, 13, 14 und 16, wobei das Sollwertsignal ein Sollgeschwindigkeitssignal ist.

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 17, wobei eine pneumatische Feder-Betätigungseinrichtung verwendet wird.

19. Belichtungsvorrichtung zur Übertragung eines Musters von einem Original auf einem Originalgerüst auf ein Substrat auf einem Substratgerüst, wobei die Belichtungsvorrichtung eine aktive, schwingungsdämpfende Vorrichtung gemäß einem der Patentansprüche 1 bis 9 umfasst und das Gerüst der aktiven, schwingungsdämpfenden Vorrichtung das Originalgerüst oder das Substratgerüst der Belichtungsvorrichtung ist.

20. Herstellungsverfahren für eine Vorrichtung, mit:

einem Beschichtungsschritt zum Beschichten eines Substrats mit einem lichtempfindlichen Material, einem Belichtungsschritt zum Übertragen eines Musters eines Originals auf das Substrat, das mit dem lichtempfindlichen Material beschichtet ist, einem Entwicklungsschritt zum Entwickeln des Substrats, auf das das Muster übertragen worden ist, und einem Herstellungsschritt zum Fertigen einer Vorrichtung aus dem belichteten und entwickelten Substrat, wobei der Belichtungsschritt unter Verwendung eines Belichtungsgeräts gemäß Anspruch 19 ausgeführt wird.

Es folgen 9 Blatt Zeichnungen

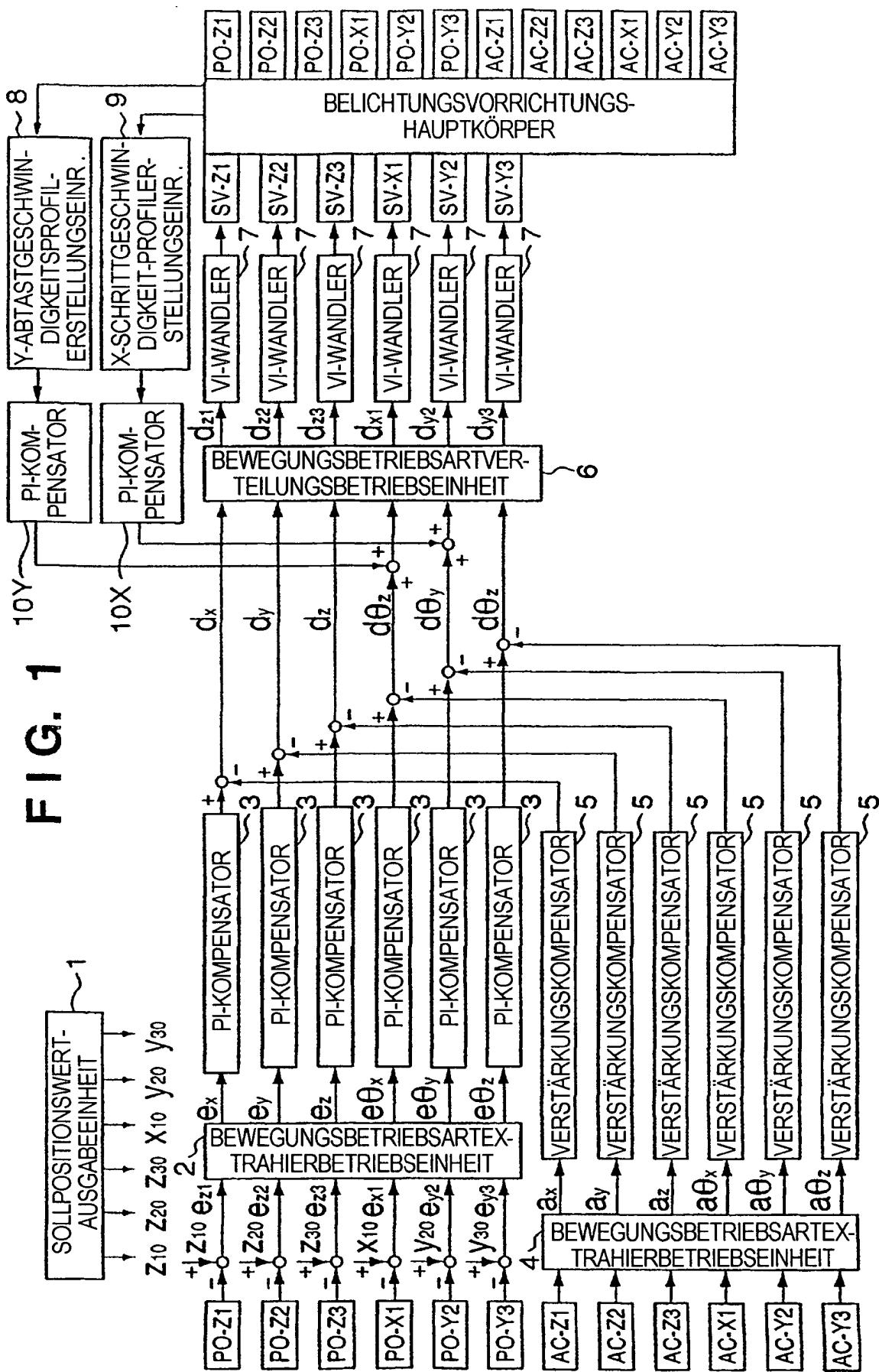
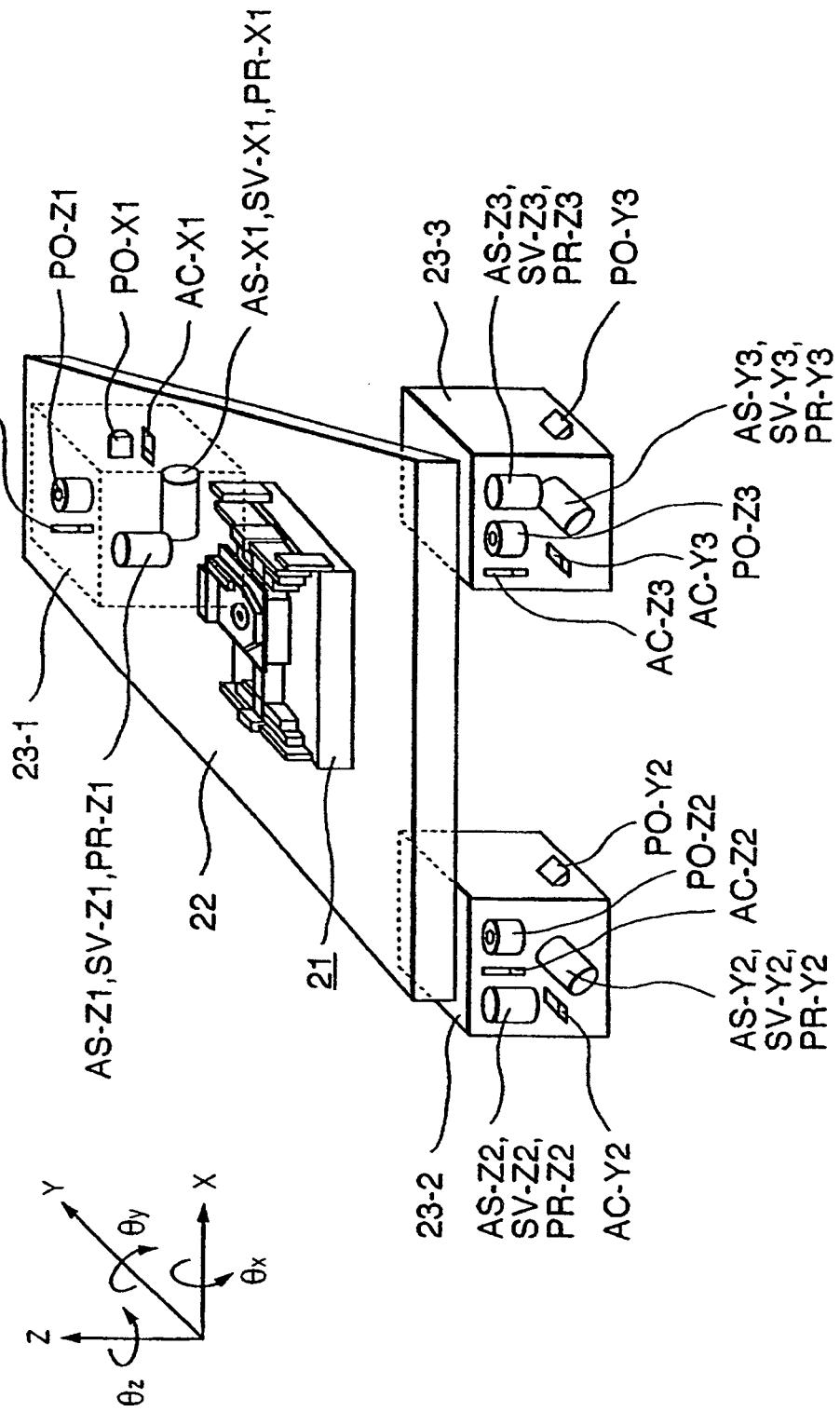


FIG. 2

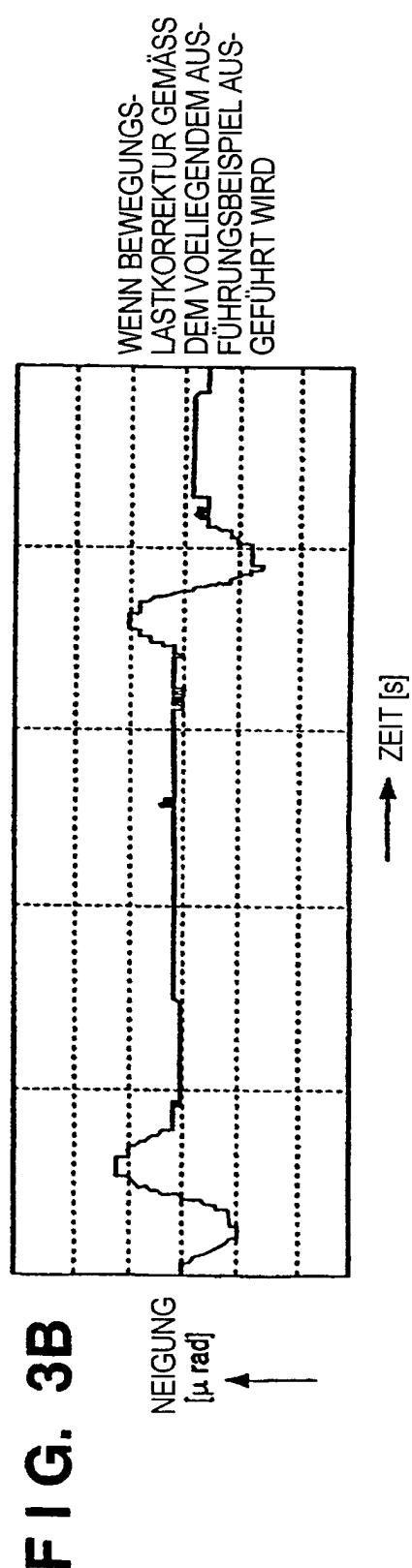
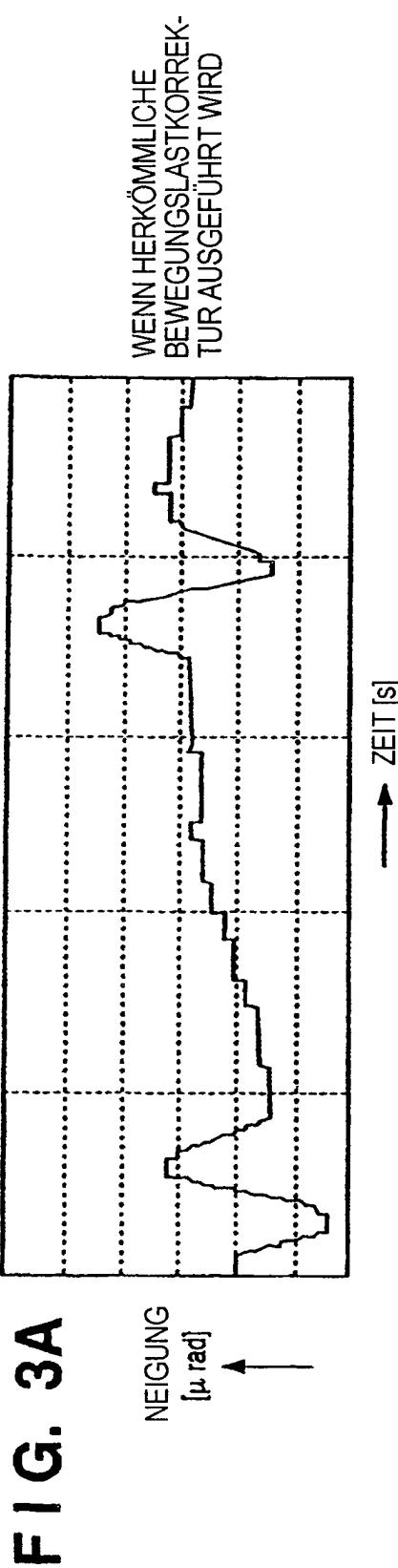
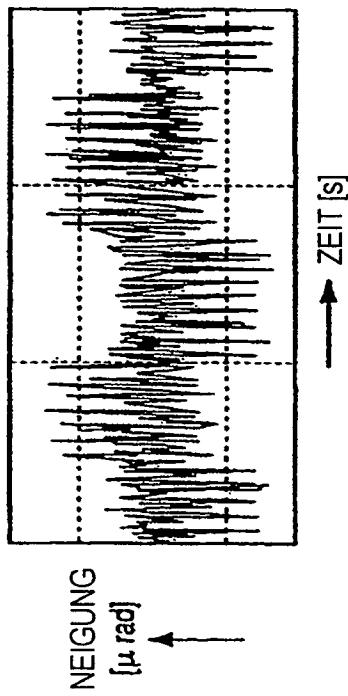
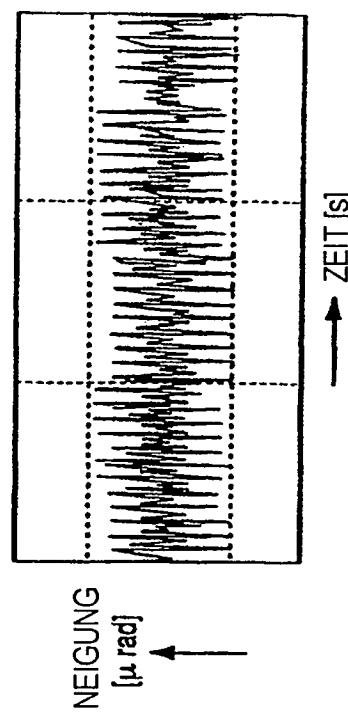


FIG. 4A



WENN HERKÖMMLICHE
BEWEGUNGSLASTKORREK-
TUR AUSGEFÜHRT WIRD

FIG. 4B



WENN BEWEGUNGS-
LASTKORREKTUR GEMÄSS
DEM VÖLLEGENDEM AUS-
FÜHRUNGSBEISPIEL AUS-
GEFÜHRT WIRD

FIG. 5A

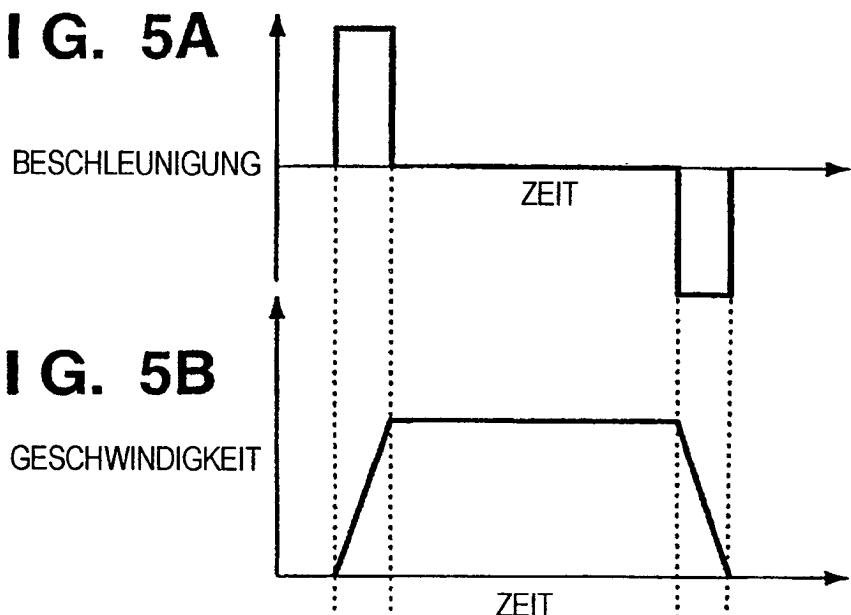


FIG. 5B

GESCHWINDIGKEIT

FIG. 5C

POSITION

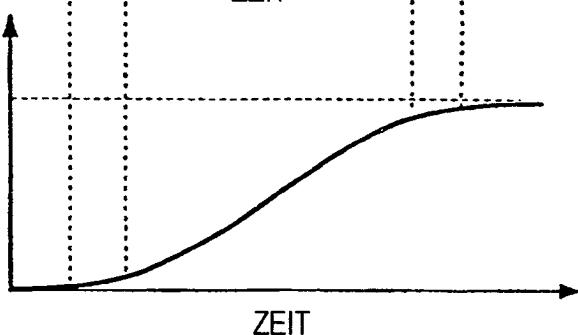


FIG. 6

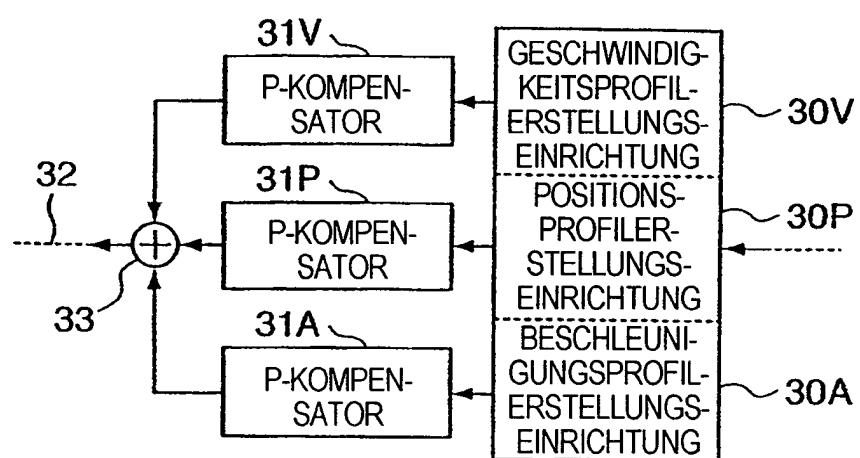
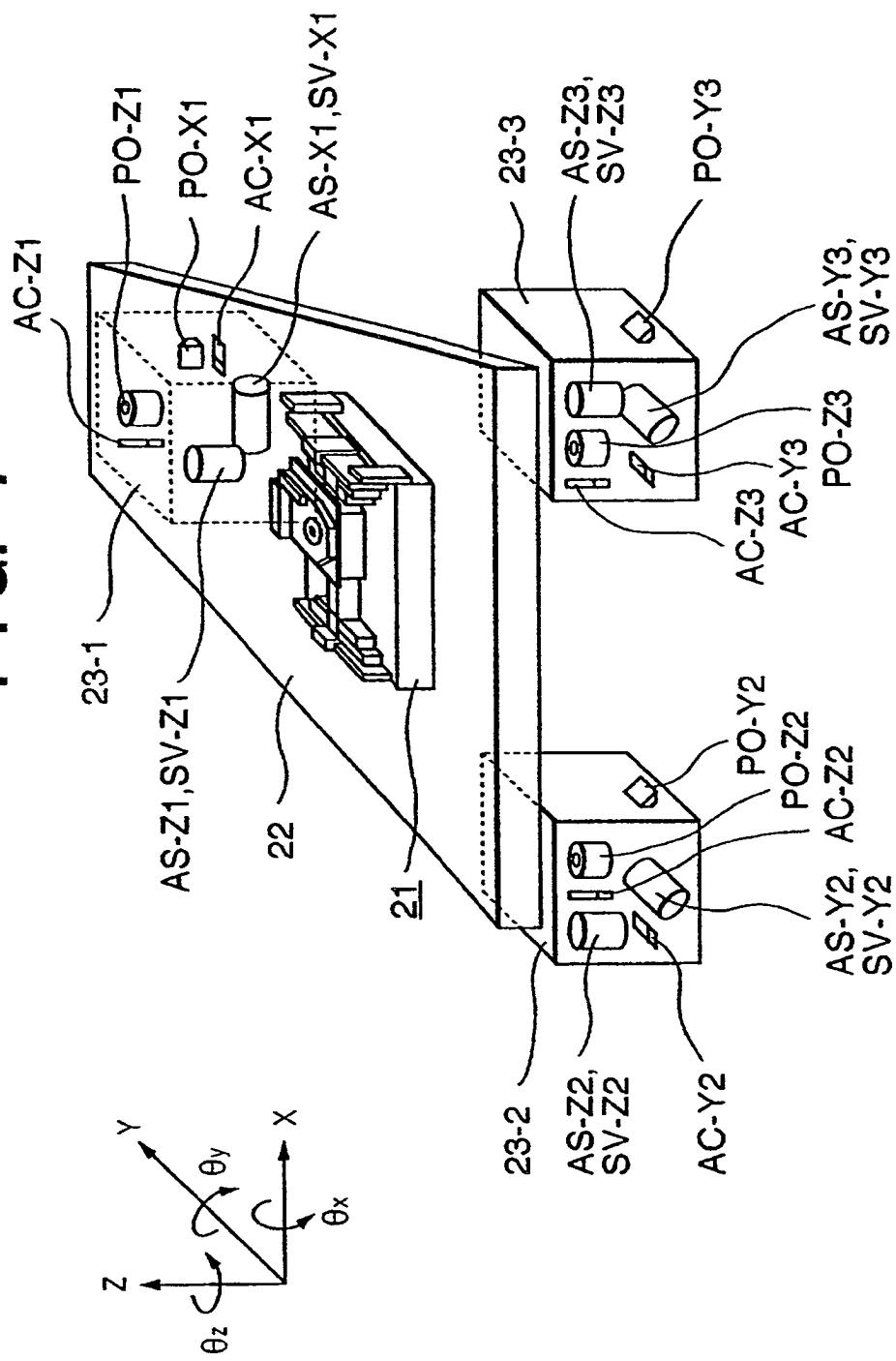


FIG. 7



F I G. 8

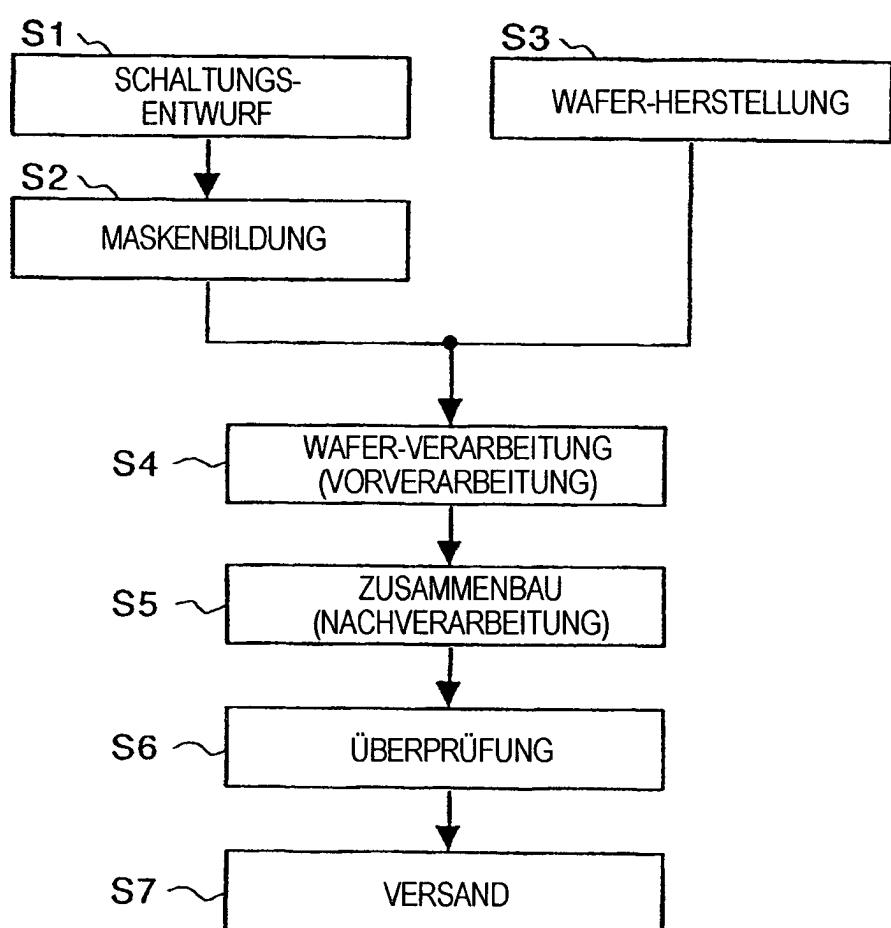


FIG. 9

