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

(10) **DE 696 34 185 T2** 2006.01.05

(12) # Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 0 752 588 B1**
(21) Deutsches Aktenzeichen: **696 34 185.9**
(96) Europäisches Aktenzeichen: **96 110 892.5**
(96) Europäischer Anmeldetag: **05.07.1996**
(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **08.01.1997**
(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **19.01.2005**
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **05.01.2006**

(51) Int Cl.[8]: ***G01R 1/067*** (2006.01)
G01R 31/316 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
16971195 **05.07.1995** **JP**
16826996 **08.06.1996** **JP**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE, FR, IT

(73) Patentinhaber:
Tokyo Electron Ltd., Tokio/Tokyo, JP

(74) Vertreter:
HOFFMANN & EITLE, 81925 München

(72) Erfinder:
Obikane, Tadashi, Minato-ku, Tokyo 107, JP; Hayashi, Eiji, Minato-ku, Tokyo 107, JP; Koshi, Ryoichiro, Minato-ku, Tokyo 107, JP

(54) Bezeichnung: **Testeinrichtung**

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

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Prüfeinrichtung zum Prüfen eines Gegenstands, beispielsweise eines Halbleiterwafers oder eines LCD-Substrats, auf welchen Halbleiterbauelemente vorgesehen sind.

[0002] Bei dem Halbleiterherstellungsverfahren wird eine große Anzahl an Halbleiterchips (Halbleiterbauelementen), die jeweils ein vorbestimmtes Schaltungsmuster aufweisen, auf einem Halbleiterwafer entsprechend einer Mikromusterbildung oder dergleichen erzeugt. Mit dem Halbleiterchip auf dem Wafer werden Prüfungen der elektrischen Eigenschaften durchgeführt, während sie sich auf dem Wafer befinden, unter Verwendung einer Prüfeinrichtung, beispielsweise einer Sondeneinrichtung. Nur Chips, bei denen festgestellt wird, dass sie aufgrund des Ergebnisses der Prüfungen fehlerfrei sind, werden den nachfolgenden Kontaktierungs- und Gehäuseherstellungsschritten zugeführt, um hierdurch die Ausbeute an Enderzeugnissen zu verbessern.

[0003] Eine Sondeneinrichtung dieser Art weist beispielsweise einen Arbeitstisch zum Auflegen eines Wafers auf diesen auf, der in den Richtungen X, Y, Z und θ beweglich ist, eine Sondenkarte, die mehrere Sondennadeln aufweist, die in elektrischen Kontakt mit dem Wafer durch die Bewegung des Arbeitstisches gebracht werden, und einen Prüfkopf, der elektrisch mit der Sondenkarte verbunden ist. Der Arbeitstisch wird bewegt, um mehrere Elektrodenkontaktflächen auf dem Wafer und mehrere entsprechende Sondennadeln in elektrischen Kontakt miteinander zu versetzen, und die elektrische Prüfung auf dem Wafer wird mit einer externen Prüfvorrichtung durchgeführt, die über den Prüfkopf angeschlossen ist. Hierbei müssen, wenn eine genaue Waferprüfung durchgeführt wird, die Nadelpunkte der jeweiligen Sondennadeln exakt in Kontakt mit den Elektrodenkontaktflächen gelangen, mit im wesentlichen gleichem Nadeldruck.

[0004] Zu diesem Zweck ist herkömmlich ein Haltemechanismus zum Haltern des Prüfkopfes an einer Seite des Einrichtungskörpers einer Sondeneinrichtung vorgesehen, wobei der Prüfkopf durch den Haltemechanismus gehaltert wird. Der Prüfkopf wird von dem Wartungsbereich zu einer Position oberhalb des Einrichtungskörpers durch den Drehmechanismus des Prüfkopfes verschwenkt. Der Prüfkopf ist auf einer Kopfplatte angeordnet, die sich auf der oberen Oberfläche des Einrichtungungskörpers befindet, und die Sondenkarte, die in der Kopfplatte angeordnet ist, ist elektrisch an den Prüfkopf angeschlossen.

[0005] Wenn der Integrationsgrad der IC-Chips, die auf dem Wafer vorgesehen sind, auf 16 M, 64 M, oder später auf 256 M erhöht wird, wird ein Hochgeschwindigkeitsbetrieb erforderlich. Um dies zu erreichen, sind für die Prüfvorrichtung auch gute Hochfrequenzeigenschaften erforderlich, so dass die Entfernung zwischen dem Prüfkopf und dem Wafer verkleinert werden sollte, um die Länge der Verdrahtung von dem Prüfkopf zum Wafer zu verkürzen, damit eine sehr exakte Prüfung mit einem Hochfrequenz-Prüfsignal durchgeführt werden kann. Um dieser Anforderung zu genügen, wurden verschiedene Untersuchungen unternommen, und wurde eine Vorgehensweise vorgeschlagen, die in der japanischen Patentanmeldung mit der KOKAI-Veröffentlichung Nr. 5-335385 beschrieben ist. Bei dieser Vorgehensweise ist die Sondenkarte direkt an den Prüfkopf angeschlossen, wird jede Schrägstellung der Sondenkarte in Bezug auf den Arbeitstisch erfasst, der einen Wafer W haltert, und wird die Schrägstellung des Arbeitstisches auf Grundlage der Messinformation korrigiert.

[0006] Bei einer herkömmlichen Sondeneinrichtung wird jedoch nur, wie in Fig. 10 gezeigt, ein Prüfkopf **72** in Horizontalrichtung auf einem Einrichtungungskörper **70** durch einen Haltemechanismus **71** gehaltert, und ist der Prüfkopf **72** auf dem Einrichtungungskörper **70** nicht in Bezug auf eine Bewegung in den Richtungen X und Y festgelegt. Daher verursachen die Nadelpunkte (die jeweils einen Durchmesser von beispielsweise 30 μm aufweisen) der Sondennadeln **75** einer Sondenkarte **74** leicht eine Positionsverschiebung in Bezug auf die Elektrodenkontaktflächen (beispielsweise Quadrate mit einer Seitenlänge von 80 μm) eines Wafers W auf einem Arbeitstisch **73**, was die Positionierung sehr schwierig macht. Darüber hinaus können die Sondennadeln **75** durch die Schwingungen des Einrichtungskörpers **70** beim Vorschub des Arbeitstisches **73** zwischen Prüfungen beeinflusst werden, so dass der Kontaktzustand der Sondennadeln **75** nicht stabil ist, was zu der Schwierigkeit führt, eine instabile Prüfung zu erzielen. Weiterhin kann bei der herkömmlichen Sondeneinrichtung das Ausmaß der Parallelität zwischen der Sondenkarte **74** und dem Wafer W auf dem Arbeitstisch **73** nicht genau eingestellt werden, und treten Unterschiede der Nadeldrucke der Sondennadeln **75** auf, was es schwierig macht, eine exakte Prüfung durchzuführen.

[0007] In "Patent Abstracts of Japan, Vol. 018, Nr. 414 (E-1587)" ist eine Halbleiterprüfvorrichtung beschrieben, die eine Vorrichtung zum einfachen Einstellen der Parallelität eines Messsystems aufweist, durch Vorsehen eines Basisständers zur Messung, der eine Sonde aufweist, die ein Halbleiterbauelement kontaktiert, das geprüft werden soll, und einen Basisständerpositionseinstellmechanismus, der den Basisständer nach oben und unten bewegt, und die Vertikalposition des Basisständers in Bezug auf einen Prüfständer einstellt.

[0008] Das zu prüfende Halbleiterbauelement ist in einem Wafer vorgesehen, der in Kontakt mit Sondenstiften einer festen Sonde bei einem festgelegten Kontaktdruck versetzt wird. Ist der Wafer nicht parallel zur festen Sonde, werden die Schrägstellung der festen Sonde und die Höhe gegenüber dem Wafer dadurch eingestellt, dass ein schraubenartiger Motortreiber jeweils um zwei Punkte bewegt wird. Die Halbleiterprüfvorrichtung versetzt daher die Sonde in Kontakt mit dem Wafer im parallelen Zustand, so dass ein optimaler Kontaktdruck erreicht wird.

[0009] Die vorliegende Erfindung wurde angesichts der voranstehenden Probleme entwickelt, und ihr Ziel besteht in der Bereitstellung einer Prüfeinrichtung, bei welcher sämtliche Kontaktelemente, die an dem Prüfkopf befestigt sind, exakt in Kontakt mit den Elektroden des zu prüfenden Gegenstands versetzt werden, um so eine äußerst verlässliche Prüfung zu ermöglichen.

[0010] Ein weiteres Ziel der vorliegenden Erfindung besteht darin, eine Prüfeinrichtung zur Verfügung zu stellen, bei welcher der negative Einfluss von Schwingungen des Prüfkopfes während einer schrittweisen Zustellung des zu prüfenden Gegenstands verhindert wird, und sämtliche Kontaktelemente, die an dem Prüfkopf befestigt sind, exakt in Kontakt mit den Elektroden des zu prüfenden Gegenstands versetzt werden, ohne eine Positionsverschiebung hervorzurufen, um so eine äußerst verlässliche Prüfung zu ermöglichen.

[0011] Gemäß einem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung wird eine Prüfeinrichtung zur Verfügung gestellt, die einen Einrichtungskörper und einen bewegbaren Kopf aufweist, der von dem Einrichtungskörper abnehmbar ist, und zum Prüfen eines zu prüfenden Substrats verwendet wird, wobei vorgesehen sind:
ein Prüfteil, das von dem bewegbaren Kopf gehaltert wird;
ein erster, zweiter, und dritter Eingriffsabschnitt, die auf dem bewegbaren Kopf um das Prüfteil herum angeordnet sind, um verteilt eine Belastung des bewegbaren Kopfes aufzunehmen;
ein Arbeitstisch, der in Vertikalrichtung bewegbar ist, und so auf dem Einrichtungskörper angeordnet ist, dass darauf das Substrat aufgelegt werden kann;
ein erster, zweiter und ein dritter Träger, die auf dem Einrichtungskörper um den Arbeitstisch herum angeordnet sind, um den bewegbaren Kopf so zu haltern, dass das Prüfteil dem Arbeitstisch gegenüberliegt, durch jeweiligen, lösbaren Eingriff mit dem ersten, zweiten, und dritten Eingriffsabschnitt, und den bewegbaren Kopf über den ersten, zweiten, und dritten Eingriffsabschnitt haltern, wobei der erste und der zweite Träger einen ersten und einen zweiten Vertikalantrieb aufweisen, um den bewegbaren Kopf in Vertikalrichtung über dem ersten bzw. zweiten Eingriffsabschnitt zu bewegen, wobei eine Schrägstellung des Prüfteils in Bezug auf das auf dem Arbeitstisch angeordnete Substrat eingestellt wird, während der bewegbare Kopf durch den ersten und zweiten Vertikalantrieb bewegt wird; und
ein erstes und ein zweites Eingriffsteil, die jeweils zwischen dem ersten Eingriffsabschnitt und dem ersten Vertikalantrieb bzw. zwischen dem zweiten Eingriffsabschnitt und dem zweiten Vertikalantrieb angeordnet sind, wobei das erste und das zweite Eingriffsteil durch den ersten und zweiten Vertikalantrieb so gehaltert wird, dass sie sich frei innerhalb einer Horizontalebene drehen können, wobei
V-förmige Nuten in den oberen Oberflächen des ersten und zweiten Eingriffsteils vorgesehen sind;
ein kugelförmiger Abschnitt an dem unteren Ende jedes Eingriffsabschnitts vorgesehen ist, und im Eingriff mit der entsprechenden, V-förmigen Nut über eine Punktberührung steht; und
das erste und das zweite Eingriffsteil über jeweilige Wellenabschnitte durch den ersten und den zweiten Vertikalantrieb drehbar sind, und die Achsen der Eingriffsabschnitte geringfügig in Bezug auf ein Zentrum der Drehung des ersten und zweiten Eingriffsteils exzentrisch sind, so dass dann, wenn die Eingriffsabschnitte in Eingriff mit den V-förmigen Nuten gelangen, Momente entsprechend der Exzentrizitätsentfernung auf das erste und das zweite Eingriffsteil einwirken, um die V-förmigen Nuten in eine vorbestimmte Richtung zu leiten.

[0012] Gemäß einem zweiten Aspekt der vorliegenden Erfindung wird eine Prüfeinrichtung zur Verfügung gestellt, die einen Einrichtungskörper und einen bewegbaren Kopf aufweist, der von dem Einrichtungskörper abnehmbar ist, und zum Prüfen eines zu prüfenden Substrats verwendet wird, wobei vorgesehen sind:
ein Prüfteil, das von dem bewegbaren Kopf gehaltert wird;
ein erster, zweiter, und ein dritter Eingriffsabschnitt, die auf dem bewegbaren Kopf um das Prüfteil herum so angeordnet sind, dass sie verteilt eine Last des Prüfkopfes aufnehmen;
ein Arbeitstisch, der vertikal beweglich ist, und so auf dem Einrichtungskörper angeordnet ist, dass das Substrat auf ihn aufgelegt werden kann;
ein erster, zweiter, und ein dritter Träger, die auf dem Einrichtungskörper um den Arbeitstisch herum so angeordnet sind, dass sie den bewegbaren Kopf so haltern, dass das Prüfteil dem Arbeitstisch gegenüberliegt, durch jeweiligen, lösbaren Eingriff mit dem ersten, zweiten, und dem dritten Eingriffsabschnitt, und den bewegbaren Kopf durch den ersten, zweiten, bzw. dritten Eingriffsabschnitt haltern, wobei der erste und der zweite Träger einen ersten und einen zweiten Vertikalantrieb aufweisen, um den bewegbaren Kopf in Vertikalrichtung durch den ersten bzw. zweiten Eingriffsabschnitt zu bewegen, wobei eine Schrägstellung des Prüfteils in Bezug auf das auf den Arbeits-

tisch aufgelegte Substrat eingestellt wird, während der bewegbare Kopf durch den ersten und zweiten Vertikalantrieb bewegt wird;
ein erstes und ein zweites Zwischenstückteil, die jeweils zwischen dem ersten Eingriffsabschnitt und dem ersten Vertikalantrieb bzw. zwischen dem zweiten Eingriffsabschnitt und dem zweiten Vertikalantrieb angeordnet sind, wobei das erste und das zweite Zwischenstückteil in Horizontalrichtung entsprechend einer auf sie einwirkenden Belastung in Vertikalrichtung ausgefahren und eingefahren werden können; und
eine erste und eine zweite Aufnahme, die jeweils an dem ersten und zweiten Träger bzw. an dem ersten und zweiten Eingriffsabschnitt befestigt sind, um jeweils das erste bzw. zweite Zwischenstückteil zu umgeben, wobei dann, wenn das erste und das zweite Zwischenstückteil nach Empfang einer Belastung des Prüfkopfes ausgefahren werden, das erste und zweite Zwischenstückteil jeweils in Berührung mit inneren Seiten der ersten und zweiten Aufnahme gelangt, um eine Bewegung des Prüfkopfes in Horizontalrichtung zu beschränken.

[0013] Gemäß der vorliegenden Erfindung werden alle am Prüfkopf befestigten Kontaktelemente exakt in Kontakt mit den Elektroden des zu prüfenden Gegenstands versetzt, was eine äußerst verlässliche Prüfung ermöglicht. Weiterhin wird der negative Einfluss der Schwingungen des Prüfkopfes während der schrittweisen Zustellung des zu prüfenden Gegenstands verhindert, und werden alle am Prüfkopf befestigten Kontaktelemente exakt in Kontakt mit den Elektroden des zu prüfenden Gegenstands versetzt, ohne eine Positionsverschiebung hervorzurufen, wodurch eine äußerst verlässliche Prüfung ermöglicht wird.

[0014] Die vorliegende Erfindung wird noch besser aus der folgenden, detaillierten Beschreibung im Zusammenhang mit den beigefügten Zeichnungen verständlich, in welchen:

[0015] Fig. 1 eine teilweise weggeschnittene Perspektivansicht ist, die eine Sondeneinrichtung gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0016] Fig. 2 eine Schnittansicht ist, welche die in Fig. 1 dargestellte Sondeneinrichtung zeigt;

[0017] Fig. 3 eine Schnittansicht ist, die einen ersten Trägermechanismus der in Fig. 1 gezeigten Sondeneinrichtung zeigt;

[0018] Fig. 4A eine Schnittansicht ist, senkrecht zu jener von Fig. 3, die den ersten Trägermechanismus der in Fig. 1 dargestellten Sondeneinrichtung zeigt, und Fig. 4B eine Aufsicht ist, welche den Verriegelungsmechanismus des ersten Trägermechanismus zeigt;

[0019] Fig. 5 eine Schnittansicht ist, welche den zweiten Trägermechanismus der in Fig. 1 gezeigten Sondeneinrichtung zeigt;

[0020] Fig. 6 eine Perspektivansicht ist, welche die Beziehung zwischen den ersten Eingriffsteilen der ersten Trägermechanismen, dem zweiten Eingriffsteil des zweiten Trägermechanismus, und den Eingriffsstangen des Prüfkopfes zeigt;

[0021] Fig. 7 eine erläuternde Darstellung ist, um die Beziehung der Schrägstellung der Ebene, die durch die Nadelpunkte der Sondennadeln festgelegt wird, in Bezug auf die Waferoberfläche zu erläutern;

[0022] Fig. 8 den Positionserkennungsmechanismus der in Fig. 1 gezeigten Sondeneinrichtung zeigt;

[0023] Fig. 9A bis Fig. 9D erläuternde Darstellungen sind, die zeigen, wie die Höhe einer Sondennadel erfasst wird, unter Verwendung des in Fig. 8 gezeigten Positionserkennungsmechanismus;

[0024] Fig. 10 eine Seitenansicht ist, die eine herkömmliche Sondeneinrichtung zeigt;

[0025] Fig. 11 eine teilweise weggeschnittene Perspektivansicht ist, die eine Sondeneinrichtung gemäß einer anderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0026] Fig. 12 eine Schnittansicht ist, welche die in Fig. 11 dargestellte Sondeneinrichtung zeigt;

[0027] Fig. 13 eine Schnittansicht ist, die einen Trägermechanismus der in Fig. 11 gezeigten Sondeneinrichtung zeigt;

[0028] Fig. 14 eine Schnittansicht ist, senkrecht zu jener von Fig. 13, die den Trägermechanismus der in Fig. 11 gezeigten Sondeneinrichtung zeigt;

[0029] Fig. 15 eine Perspektivansicht ist, die eine Einspannvorrichtung der in Fig. 11 dargestellten Sondeneinrichtung zeigt;

[0030] Fig. 16A und Fig. 16B erläuternde Ansichten sind, die eine Vorgehensweise zum Korrigieren der Schrägstellung des Prüfkopfes mit der in Fig. 11 gezeigten Sondeneinrichtung zeigen;

[0031] Fig. 17A und Fig. 17B erläuternde Ansichten sind, die eine andere Vorgehensweise zum Korrigieren der Schrägstellung des Prüfkopfes mit der in Fig. 11 dargestellten Sondeneinrichtung zeigen;

[0032] Fig. 18 eine Schnittansicht ist, die einen Zustand zeigt, in welchem der Durchmesser der Ein-

spannvorrichtung der in Fig. 11 gezeigten Sondeneinrichtung verkleinert wird, ohne dass hierauf eine Belastung einwirkt;

[0033] Fig. 19 eine Schnittansicht ist, die einen Zustand zeigt, in welchem der Durchmesser der Einspannvorrichtung der in Fig. 11 gezeigten Sondeneinrichtung durch Druck vergrößert wird;

[0034] Fig. 20 eine Schnittansicht ist, die den Hauptteil einer Sondeneinrichtung gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt; und

[0035] Fig. 21 eine Schnittansicht ist, die den Hauptteil einer Sondeneinrichtung gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt.

[0036] Fig. 1 zeigt eine Sondeneinrichtung gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Diese Sondeneinrichtung weist einen Einrichtungskörper **1** und einen Prüfkopf **2** auf, der abnehmbar auf dem Einrichtungskörper **1** angeordnet ist. Eine Sondenkarte **3**, die mehrere Sondennadeln **4** aufweist, ist an der unteren Oberfläche des Prüfkopfes **2** befestigt. Während einer Prüfung werden die Sondennadeln **4** elektrisch mit den Elektroden von Halbleiterchips verbunden, die auf einem zu prüfenden Gegenstand vorgesehen sind, beispielsweise einem Halbleiterwafer W. In diesem Zustand wird ein elektrisches Signal von einer Prüfvorrichtung zugeführt, die an dem Prüfkopf **2** angeschlossen ist, an die Chips über die Sondennadeln **4**, und werden die elektrischen Eigenschaften der Chips geprüft.

[0037] Ein Arbeitstisch **5** zum Aufsetzen des Wafers W auf diesen ist in einem Sondenbereich **6** des Einrichtungskörpers **1** angeordnet, also unterhalb des Prüfkopfes **2**. Bei der Prüfung wird der Arbeitstisch **5** in den Richtungen X, Y, Z und θ bewegt, und gesteuert durch eine Steuerung positioniert, beispielsweise eine CPU **66** (siehe die Fig. 6 und Fig. 8) und dergleichen. Der Arbeitstisch **5** wird schrittweise über eine Entfernung zugestellt, welche einem IC-Chip entspricht, hauptsächlich in der Richtung X, damit die Elektrodenkontaktflächen der einzelnen IC-Chips in elektrischen Kontakt mit den entsprechenden Sondennadeln **4** gebracht werden, um so die IC-Chips einzeln zu prüfen.

[0038] Wie in Fig. 1 gezeigt, ist ein Ladebereich **7** an der rechten Seite des Sondenbereiches **6** vorgesehen. Der Wafer W wird zwischen dem Arbeitstisch **5** und einem Kassettenruhebereich **8** durch einen Übertragungsmechanismus (nicht gezeigt) in den Ladebereich **7** transportiert. Eine Anzeige **9** ist vorgesehen, um ein Bedienungsfeld anzuzeigen, das zum Betätigen der Sondeneinrichtung verwendet wird, oder um den Zustand des Wafers W in dem Einrichtungskörper **1** anzuzeigen.

[0039] Der Einrichtungskörper **1** weist eine Basis **10** auf, die aus Gußeisenmaterial mit den Abmessungen 680 mm (Breite) × 830 mm (Tiefe) mal 120 mm (Dicke) besteht. Ein Arbeitstischantriebsmechanismus **60** ist auf der Basis **10** angeordnet.

[0040] Im einzelnen ist ein Paar von Führungsschienen **10A**, die sich in der Richtung Y erstrecken, auf der Basis **10** angeordnet. Eine Y-Stufe **61** ist bewegbar in Richtung Y entlang den Führungsschienen **10A** angeordnet. Ein Paar von Führungsschienen **61A**, die sich in der Richtung X erstrecken, ist auf der Y-Stufe **61** vorgesehen. Eine X-Stufe **62** ist beweglich in der Richtung X entlang den Führungsschienen **61A** angeordnet. Eine Z-Stufe **63** ist auf der X-Stufe **62** beweglich in der Richtung Z (Vertikalrichtung) angeordnet. Eine Montageplatte **64** ist auf der Z-Stufe **63** befestigt, und der Arbeitstisch **5** ist drehbar (in der Richtung θ) durch die Montageplatte **64** gehaltert. Die Z-Stufe **63** kann sich in Vertikalrichtung um maximal etwa 100 mm bewegen. Die X- und die Y-Stufe **62** bzw. **61**, die Z-Stufe **63**, und der Arbeitstisch **5**, die sich in den Richtungen X, Y, Z bzw. θ bewegen können, sind mit den Drehwellen von Schrittmotoren und verschiedenen anderen Motoren gekuppelt.

[0041] Vorrichtungen, beispielsweise drei vorspringende Stifte (nicht gezeigt) zum automatischen Laden und Entladen des Wafers W sind so in dem Arbeitstisch **5** angeordnet, dass sie ausfahrbar und einfahrbar sind. Beim Laden und Entladen des Wafers W wird der Wafer W zwischen den vorspringenden Stiften und dem Übertragungsmechanismus (nicht gezeigt) des Ladebereiches **7** transportiert.

[0042] Ein erster und ein zweiter Trägermechanismus **11** und **12** zum Haltern des Prüfkopfes **2** sind an drei Orten auf der Basis **10** angeordnet. Wie in den Fig. 1 und Fig. 2 gezeigt, sind die ersten Trägermechanismen **11** als Trägersäulen ausgebildet, die jeweils eine feste Konstruktion an zwei Orten an der linken Seite des Sondenbereichs **6** aufweisen, mit einer vorbestimmten Entfernung zwischen ihnen in der Richtung Y. Der zweite Trägermechanismus **12** ist nur an einem Ort auf einem Trägerteil **13** angeordnet, das eine feste Konstruktion an der rechten Seite des Sondenbereiches **6** aufweist, so dass es im wesentlichen dem Ort in der Mitte zwischen den beiden ersten Trägermechanismen **11** gegenüberliegt. Die ersten Trägermechanismen **11** weisen Hebemechanismen auf, wie dies nachstehend erläutert wird, und können die Halterungshöhe des Prüfkopfes **2** durch diese Hebemechanismen in Bezug auf die Halterungshöhe des zweiten Trägermechanismus **12** einstellen.

[0043] Ein Trägerrahmen **14** ist an dem Prüfkopf **2** angebracht. Eingriffsvorsprünge (beispielsweise Ein-

griffsstangen) **15** sind in Vertikalrichtung an dem Trägerrahmen **14** über Stützen **16** so angebracht, dass sie nach unten weisen. Ein kugelförmiger Abschnitt **15A** ist auf dem unteren Ende jeder Eingriffsstange **15** vorgesehen. Die jeweiligen kugelförmigen Abschnitte **15A** können in den ersten und zweiten Trägermechanismus **11** und **12** eingepasst werden. Der erste und zweite Trägermechanismus **11** und **12** werden nachstehend im einzelnen erläutert.

[0044] Wie in den Fig. 3, Fig. 4A und Fig. 4B gezeigt, weist jeder erste Trägermechanismus **11** eine Aufnahme **17** auf, die in Vertikalrichtung bewegbar ist, um die zugehörige Eingriffsstange **15** des Prüfkopfes **2** aufzunehmen. Ein Führungsmechanismus **18** ist durch einen ortsfesten Abschnitt **19** so gehaltert, dass die Aufnahme **17** in Vertikalrichtung geführt wird. Ein Hebemechanismus **20** ist in dem Raum des ortsfesten Abschnitts **19** so angeordnet, dass die Aufnahme **17** in Vertikalrichtung bewegt wird.

[0045] Ein Befestigungsloch **21**, in welches der kugelförmige Abschnitt **15A** der zugehörigen Eingriffsstange **15** lose eingepasst wird, ist so im Zentrum der Aufnahme **17** vorgesehen, dass es sich in Vertikalrichtung erstreckt. Ein Teil eines ersten Eingriffsteils **22**, mit welchem der kugelförmige Abschnitt **15A** der Eingriffsstange **15** in Eingriff gelangt, ist in das Befestigungsloch **21** von unterhalb eingepasst. Eine V-förmige Nut **22A** ist in der oberen Oberfläche des ersten Eingriffsteils **22** vorgesehen, und der kugelförmige Abschnitt **15A** der Eingriffsstange **15** gelangt in Eingriff mit der V-förmigen Nut **22A** über eine Punktberührung. Ein Verriegelungsmechanismus **23** zum Verriegeln der Eingriffsstange **15** ist in dem Befestigungsloch **21** der Aufnahme **17** angebracht.

[0046] Wie in Fig. 4A gezeigt, weist der Verriegelungsmechanismus **23** drei harte Kugeln **24** auf, die innerhalb eines Kragenteils **28** in gleichen Winkelabständen in Umfangsrichtung angeordnet sind. Ein Verriegelungsbetätigungsglied **25** ist so vorgesehen, dass es die jeweiligen harten Kugeln **24** in Radialrichtung druckbeaufschlagt, in den verengten Abschnitt der Eingriffsstange **25** oberhalb des kugelförmigen Abschnitts **15A** hinein. Ein Antriebszylinder (nicht gezeigt) ist so angeordnet, dass das Verriegelungsbetätigungsglied **25** um die Achse des Befestigungslochs **21** als Zentrum in Vorwärts- und Rückwärtsrichtung über einen Gelenkmechanismus **26** (siehe Fig. 4B) gedreht wird.

[0047] Das Verriegelungsbetätigungsglied **25** wird durch das Kragenteil **28** gebildet, das in dem Befestigungsloch **21** angebracht ist, und einen Hebel aufweist, und durch kleine Kugeln **29**, die zwischen der Außenumfangsoberfläche des Kragenteils **28** und der Innenumfangsoberfläche des Befestigungsloches **21** angebracht sind. Ausgenommene Abschnitte **28A** sind so in der Innenumfangsoberfläche des Kragenteils **28** vorgesehen, dass sie den harten Kugeln **24** entsprechen, wie dies in Fig. 4B gezeigt ist. Wenn die jeweiligen ausgenommenen Abschnitte **28A** mit den harten Kugeln **24** übereinstimmen, ermöglichen es die harten Kugeln **24**, dass der kugelförmige Abschnitt **15A** der Eingriffsstange **15** frei hindurchgeht. Wenn das Verriegelungsbetätigungsglied **25** wie in Fig. 4B gezeigt durch den Zylinder gedreht wird, bewegen sich die ausgenommenen Abschnitte **28A** weg von den harten Kugeln **24**. Daher werden die harten Kugeln **24** durch die innere Oberfläche des Kragenteils **28** so gedrückt, dass sie sich zum verengten Abschnitt oberhalb des kugelförmigen Abschnitts **15A** bewegen, wodurch die Eingriffsstange **15** verriegelt wird.

[0048] Das erste Eingriffsteil **22** weist einen Eingriffsabschnitt auf, bei dem die V-förmige Nut **22A** vorgesehen ist, die in seiner Oberseite vorgesehen ist, und einen unteren Wellenabschnitt, der in Vertikalrichtung stetig in die untere Oberfläche des Eingriffsabschnitts übergeht. Der Wellenabschnitt des ersten Eingriffsteils **22** ist in dem ausgenommenen Abschnitt einer Aufnahme **31** über ein Kugellager **30** angebracht. Bei der Aufnahme **31** ist das erste Eingriffsteil **22** über den Wellenabschnitt drehbar. Die Achse der Eingriffsstange **15** ist geringfügig exzentrisch gegenüber der Achse des Wellenabschnitts des ersten Eingriffsteils **22**, wie in Fig. 3 gezeigt. Wenn die Eingriffsstange **15** in Eingriff mit der V-förmigen Nut **22A** gelangt, wirkt ein Moment entsprechend der Entfernung der Exzentrizität auf das erste Eingriffsteil **22** ein, um die V-förmige Nut **22A** in eine bestimmte Richtung zu führen, wie dies in Fig. 6 gezeigt ist.

[0049] Eine Kugelumlaufspindel **32**, welche den Hebemechanismus **20** bildet, ist mit der unteren Oberfläche der Aufnahme **31** gekuppelt. Der Hebemechanismus **20** ist in dem Innenraum des ortsfesten Abschnitts **19** aufgenommen, wie voranstehend erläutert. Der Hebemechanismus **20** weist beispielsweise ein Mutternteil **33** auf, das im Gewindeeingriff mit der Kugelumlaufspindel **32** steht, einen Drehzylinder **34** zum Befestigen des Mutternteils **33**, ein Schneckenrad **35**, das auf dem oberen Abschnitt des Drehzylinders **34** angebracht ist, eine Schnecke **36**, die mit dem Schneckenrad **35** kämmt, und einen Schrittmotor **37** zum Drehantrieb der Schnecke **36**.

[0050] Der Drehzylinder **34** wird durch den Schrittmotor **37** in Vorwärts- und Rückwärtsrichtung in dem Innenraum des ortsfesten Abschnitts **19** über ein Kugellager **38** gedreht. Dann wird das erste Eingriffsteil **22** vertikal in Richtung Z über eine vorbestimmte Entfernung durch das Mutternteil **33** und die Kugelumlaufspindel **32** bewegt. Der Schrittmotor **37** dreht sich in Vorwärts- und Rückwärtsrichtung um ein vorbestimmtes Ausmaß, auf Grundlage eines Befehlssignals von der Steuerung **66**, das auf einem Messwert beruht, der nach Erfassung der Höhe des Nadel-

punkts einer Sondennadel **4** erhalten wird, wie dies nachstehend erläutert wird.

[0051] Ein Drehkodierer **39** ist unterhalb des Drehzylinders **34** angeordnet, und das Ausmaß der Drehung des Drehzylinders **34** wird durch den Drehkodierer **39** erfasst. Wenn das Ausmaß der Drehung des Drehzylinders **34** den Befehlswert erreicht, gibt die Steuerung **66** ein Schaltsignal an den Schrittmotor **37** aus, um den Hebemechanismus **20** anzuhalten.

[0052] Wie in Fig. 3 gezeigt, weist der Führungsmechanismus **18** ein Paar aus einer rechten und einer linken Führungsstange **18A** auf, die mit der unteren Oberfläche der Aufnahme **18** gekuppelt sind, sowie Führungsbuchsen **18B**. Die Führungsstangen **18A** können sich in Vertikalrichtung so bewegen, dass sie in die Führungsbuchsen **18B** eingepasst sind. Wenn die Aufnahme **17** in Vertikalrichtung durch den Hebemechanismus **20** bewegt wird, bewegen sich die Führungsstangen **18A** in Vertikalrichtung, während sie durch die Führungsbuchsen **18B** geführt werden.

[0053] Wie in Fig. 5 gezeigt, besteht der zweite Trägermechanismus **12** hauptsächlich aus einer Aufnahme **41**, die an einem ortsfesten Abschnitt **40** so angeordnet ist, dass sie die Eingriffsstange **15** des Prüfkopfes **2** aufnimmt. Ein Befestigungsloch **42**, in welches der kugelförmige Abschnitt **15A** der Eingriffsstange **15** locker eingepasst ist, ist so ausgebildet, dass es sich im wesentlichen durchs Zentrum der Aufnahme **41** erstreckt. Ein Verriegelungsmechanismus **43** zum Verriegeln der Eingriffsstange **15** ist in dem Befestigungsloch **42** angebracht. Der Verriegelungsmechanismus **43** weist drei harte Kugeln **44** auf, ein Verriegelungsbetätigungsglied **45**, das mit einem Kragenteil **48** versehen ist, und dergleichen, wie in Fig. 5 gezeigt, und ist ebenso ausgebildet wie der Verriegelungsmechanismus **23** des ersten Trägermechanismus **11**. Ein zweites Eingriffsteil **46** ist zwischen dem ortsfesten Abschnitt **40** und der Aufnahme **41** angeordnet. Der kugelförmige Abschnitt **15A** der Eingriffsstange **15**, der durch das Befestigungsloch **42** eingepasst ist, steht im Eingriff mit einem umgekehrt kreisförmigen, kegelförmigen Loch **46A**, das im vorspringenden Abschnitt im Zentrum des zweiten Eingriffsteils **46** vorgesehen ist.

[0054] Daher gelangen die ersten Eingriffsteile **22** der beiden ersten Trägermechanismen **11** und das zweite Eingriffsteil **46** des einen zweiten Trägermechanismus **12** in Eingriff mit den zugehörigen Eingriffsstangen **15** des Prüfkopfes **2** auf dem Einrichtungskörper **1**, wie dies in Fig. 6 gezeigt ist. Die Eingriffsteile **22** bewegen sich in Vertikalrichtung über die jeweiligen Hebemechanismen **20** in Bezug auf die Höhe des zweiten Eingriffsteils **46**. Jede Schrägstellung des Prüfkopfes **2** wird daher so korrigiert, dass die Sondenkarte **3** und der Wafer W auf dem Arbeitstisch **5** parallel zueinander eingestellt werden.

[0055] Wenn der Prüfkopf **2** durch den ersten und zweiten Trägermechanismus **11** und **12** gehaltert wird, wie in Fig. 2 gezeigt, werden die Sondenkarte **3**, die an dem Prüfkopf **2** befestigt ist, und der Wafer W auf dem Arbeitstisch **5** manchmal nicht parallel zueinander gehalten, abhängig von der Schrägstellung des Prüfkopfes **2**. Fig. 7 zeigt ein Beispiel für diesen Fall. In Fig. 7 weist auf der Sondenkarte **3**, beispielsweise eine Ebene B, die durch die vier Sondennadeln **4A** bis **4D** festgelegt wird, eine Schrägstellung Dn in Richtung X und eine Schrägstellung Dm in Richtung Y in Bezug auf eine Ebene A des Wafers W auf dem Arbeitstisch **5** auf. Diese Schrägstellungen können durch einen Positionserfassungsmechanismus **50** erfasst werden, der in Fig. 8 gezeigt ist. Zu diesem Zweck berechnet der Positionserfassungsmechanismus **50** die Höhen mehrerer, beispielsweise vier, Sondennadeln **4A** bis **4D**, in Bezug auf die Oberfläche des Wafers W.

[0056] Der Positionserfassungsmechanismus **50** weist eine erste Kamera **51** auf, ein Target **52**, und eine zweite Kamera **53**, wie in Fig. 2 gezeigt. Die erste Kamera **51** ist als CCD-Kamera oder dergleichen ausgebildet, die auf der Montageplatte **64** vereinigt mit der Z-Stufe **63** angeordnet ist. Das Target **52** ist so angeordnet, dass es sich zum Brennpunkt der ersten Kamera **51** und von diesem weg bewegen kann. Die zweite Kamera **53** ist als CCD-Kamera und dergleichen angeordnet, und wird durch eine Brücke **54** gehaltert, die sich in Horizontalrichtung oberhalb des Arbeitstisches **5** hin- und herbewegt.

[0057] Die Brücke **54** ist so angeordnet, dass sie sich zwischen einem Paar von Führungsschienen **55** erstreckt, die einander gegenüberliegend angeordnet sind. Eine Kugelumlaufspindel **56** ist so angeordnet, dass sie den mittleren Abschnitten der Führungsschienen **55** parallel zu diesen entspricht, und ein Impulsmotor **57** ist direkt mit der Kugelumlaufspindel **56** gekuppelt. Eine Kugelmutter (nicht gezeigt), die bei der Brücke **54** vorgesehen ist, steht im Gewindeeingriff mit der Kugelumlaufspindel **56**. Ein Kodierer **58** ist an den Impulsmotor **57** angeschlossen. Wenn ein einzelner Impuls dem Impulsmotor **57** zugeführt wird, wird das Ausmaß der Bewegung des Kodierers **58** festgelegt, und wird die zweite Kamera **53** um beispielsweise 5 Mikrometer bewegt.

[0058] Als andere Art und Weise zum Antrieb der Brücke **54** kann die Brücke **54** durch einen Luftzylinder (nicht gezeigt) angetrieben werden, um sich in Horizontalrichtung zu einem Anschlag (nicht gezeigt) zu bewegen, der in einer vorbestimmten Position befestigt ist.

[0059] Die Fig. 9A bis Fig. 9D sind Ansichten eines Verfahrens zum Erfassen der Höhen der Nadelpunk-

te der Sondennadeln **4** in Bezug auf den Wafer W.

[0060] Zuerst wird, wie in Fig. 9A gezeigt, die zweite Kamera **53** zu einer Position unter dem Zentrum der Sondenkarte **3** bewegt. Dann wird der Arbeitstisch **5** so bewegt, dass das Target **52** mit dem Brennpunkt der zweiten Kamera **53** ausgerichtet wird, so dass die optischen Achsen der ersten und zweiten Kamera **51** bzw. **53** zur Einstimmung miteinander veranlasst werden, um den Bezugskoordinatenpunkt (X0, Y0, Z0) jeder der beiden Kameras **51** und **53** in dem X-Y-Z-Koordinatensystem zu erfassen.

[0061] Der Arbeitstisch **5** wird nach unterhalb der zweiten Kamera **53** bewegt, wie in Fig. 9B gezeigt. Dann wird der Arbeitstisch **5** wie in Fig. 9C gezeigt nach oben bewegt, um zu veranlassen, dass eine Elektrodenkontaktfläche auf der Oberfläche des Wafers W mit dem Brennpunkt der zweiten Kamera **53** zusammenfällt, und dann wird der Koordinatenpunkt (Xc, Yc, Zc) dieser Elektrodenkontaktfläche erfasst. Der Arbeitstisch **5** wird wie in Fig. 9B gezeigt so bewegt, dass der Brennpunkt der ersten Kamera **51** mit dem Nadelpunkt einer Sondennadel **4** ausgerichtet wird, und dann wird ein Koordinatenpunkt (Xp, Yp, Zp) dieses Nadelpunkts erfasst.

[0062] Die Position des Nadelpunkts der Sondennadel **4** (beispielsweise der Sondennadel **4A**) in Bezug auf die Elektrodenkontaktfläche auf der Oberfläche des Wafers W in dem dreidimensionalen Koordinatensystem wird unter Verwendung der Arithmetikberechnungsvorrichtung der Steuerung **66** auf Grundlage der auf diese Art und Weise erfassten Koordinatenpunkte erhalten. Die Positionen der Nadelpunkte anderer Sondennadeln **4B** bis **4D** werden gemäß dem gleichen Betriebsablauf erhalten. Der Brennpunkt der ersten Kamera **51** und die Position des Targets **52** werden vorher so eingestellt, dass sie mit guter Reproduzierbarkeit übereinstimmen.

[0063] Dann wird die Schrägstellung des Prüfkopfes **2**, falls vorhanden, von der Arithmetikberechnungsvorrichtung berechnet, auf Grundlage der Höhenunterschiede zwischen den Nadelpunkten dieser Sondennadeln **4A** bis **4D**. Die Steuerung **66** sendet Befehlssignale, welche diese Unterschiede repräsentieren, an die Schrittmotoren **37** der ersten Trägermechanismen **11**, damit die ersten Eingriffsteile **22** in Vertikalrichtung bewegt werden, wodurch die Schrägstellung der Sondenkarte **3** korrigiert wird. Auf diese Weise können die Sondenkarte **3** und der Wafer W parallel zueinander eingestellt werden.

[0064] Der Betriebsablauf der in Fig. 1 gezeigten Sondeneinrichtung wird erläutert.

[0065] Vor dem Beginn der Prüfung des Wafers W wird der Prüfkopf **2** nach oberhalb des Einrichtungskörpers **1** unter Verwendung einer vorbestimmten Bewegungseinheit (nicht gezeigt) bewegt, und wird auf dem Einrichtungskörper **1** angeordnet. Während der Anordnung werden die Eingriffsstangen **15** an den drei Positionen der unteren Oberfläche des Prüfkopfes **2** zu den Befestigungslöchern **21** und **42** des ersten und zweiten Trägermechanismus **11** und **12** ausgerichtet, die an den drei Positionen der Basis **10** des Einrichtungskörpers **1** aufrecht stehen. In diesem Zustand passen, wenn der Prüfkopf **2** nach unten bewegt wird, die drei Eingriffsstangen **15** in die Kragenteile **28** und **48** der entsprechenden Befestigungslöcher **21** und **42**.

[0066] Wenn die kugelförmigen Abschnitte **15A** der beiden Eingriffsstangen **15** in Eingriff mit den V-förmigen Nuten **22A** der ersten Eingriffsteile **22** der ersten Trägermechanismen **11** gelangen, drehen sich die ersten Eingriffsteile **22** in den Aufnahmen **31** über die Kugellager **30** so, dass die V-förmigen Nuten **22A** in vorbestimmte Richtungen geführt werden, wie in Fig. 6 gezeigt ist. Der kugelförmige Abschnitt **15A** der verbleibenden Eingriffsstangen **15** gelangt in Eingriff mit dem umgekehrt kreisförmigen, kegelförmigen Loch **46A** des zweiten Eingriffsteils **46** des zweiten Trägermechanismus **12**, um den Halterungspunkt des zweiten Eingriffsteils **46** festzulegen. Dann werden die Verriegelungsmechanismen **23** und **43** so angetrieben, dass die entsprechenden Eingriffsstangen **15** in den Befestigungslöchern **21** und **42** verriegelt werden. Daher gelangt der Prüfkopf **2** nicht außer Eingriff von dem ersten und zweiten Trägermechanismus **11** und **12**.

[0067] Allerdings steht zu diesem Zeitpunkt der Prüfkopf **2** häufig in Bezug auf den Arbeitstisch **5** schräg, so dass die Sondenkarte **3** nicht parallel zur Oberfläche des Arbeitstisches **5** angeordnet ist. Daher arbeitet der Positionserfassungsmechanismus **50**, um die Nadelpunkte der vorbestimmten Sondennadeln **4A** bis **4D** der Sondennadeln **4** der Sondenkarte **3** zu erfassen. Die Höhenunterschiede unter den jeweiligen Nadelpunkten werden von der Arithmetikberechnungsvorrichtung der Steuerung **66** erhalten, und die Schrägstellung des Prüfkopfes **2** wird auf Grundlage dieser Berechnungsergebnisse berechnet. Die Steuerung **66** sendet Befehlssignale auf Grundlage dieser Berechnungsergebnisse an die Schrittmotoren **37** der ersten Trägermechanismen **11**, um die Hebemechanismen **20** anzutreiben.

[0068] Wenn die Schrittmotoren **37** des ersten Trägermechanismus **11** laufen, drehen sich die zugehörigen Drehzylinder **34** über die Schnecken **36** und die Schneckenräder **35**. Die Kugelumlaufspindeln **32** werden in Vertikalrichtung über die Mutternteile **33** infolge der Drehung der zugehörigen Drehzylinder **34** bewegt, wodurch die ersten Eingriffsteile **22** in Vertikalrichtung bewegt werden. Daher wird der Prüfkopf **2**, der über die Eingriffsstangen **15** im Eingriff mit den Eingriffsteilen **22** steht, in Vertikalrichtung durch die

beiden ersten Trägermechanismen **11** bewegt. Dies führt dazu, dass die Schrägstellung des Prüfkopfes **2** in Bezug auf den Halterungspunkt des zweiten Trägermechanismus **12** korrigiert werden kann, so dass die Sondenkarte **3** parallel zum Arbeitstisch **5** eingestellt werden kann.

[0069] Wird die Sondenkarte **3** des Prüfkopfes **2** parallel zum Arbeitstisch **5**, so können dann, wenn der Wafer W auf den Arbeitstisch **5** aufgelegt wird, die Elektrodenkontaktflächen des Wafers W verlässlich in Kontakt mit den entsprechend vielen Sondennadeln **4** versetzt werden. Daher kann die elektrische Prüfung des Wafers W verlässlich durchgeführt werden.

[0070] Dann wird der Wafer W, der als der zu prüfende Gegenstand dient, auf den Arbeitstisch **5** in den Sondenbereich **6** von dem Ladebereich **7** aus durch den Übertragungsmechanismus aufgesetzt. Der Arbeitstisch **5** wird in den Richtungen X, Y, Z und θ gesteuert durch die Steuerung **66** bewegt, um den Wafer W zu positionieren. Die elektrischen Eigenschaften der jeweiligen IC-Chips auf dem Wafer W werden während der Bewegung des Arbeitstisches **5** geprüft.

[0071] Während dieser Prüfung führt der Arbeitstisch **5** eine schrittweise Zustellung um eine Entfernung entsprechend beispielsweise einem IC-Chip in der Richtung X durch. Während dieser schrittweisen Zustellung werden Schwingungen hauptsächlich in dieser Zustellrichtung hervorgerufen, also in der Richtung X, in der Basis **10** infolge der Trägheitskraft des Arbeitstisches **5**. Diese Schwingungen werden auf den Prüfkopf **2** über die Basis **10** und den ersten und den zweiten Trägermechanismus **11** und **12** übertragen.

[0072] Allerdings wird der Prüfkopf **2** so gehaltert, dass die beiden Eingriffsstangen **15** mit den beiden ersten Trägermechanismen **11** verriegelt sind, die voneinander in Richtung Y getrennt sind, und ist die verbleibende Eingriffsstange **15** mit dem einen zweiten Trägermechanismus **12** verriegelt, der getrennt von den ersten Trägermechanismen **11** in Richtung X angeordnet ist. Daher werden die Schwingungen des Prüfkopfes **2** in Richtung X unterdrückt oder verhindert, durch den ersten und zweiten Trägermechanismus **11** und **12**. Die Schwingungen in Richtung Y sind wesentlich kleiner als jene in Richtung X, entlang welcher die schrittweise Zustellung erfolgt. In Bezug auf die Schwingungen des Prüfkopfes **2** in Richtung Y können auch diese Schwingungen verhindert werden, da der Prüfkopf **2** so gehaltert ist, dass die beiden Eingriffsstangen **15** mit den beiden ersten Trägermechanismen **11** verriegelt sind, die voneinander getrennt angeordnet sind.

[0073] Daher werden die Schwingungen des Prüfkopfes **2** erheblich kleiner als bei der herkömmlichen Sondeneinrichtung. Daher verschieben sich die Sondennadeln **4** nicht gegenüber den zugehörigen Elektrodenkontaktflächen infolge von Schwingungen, die durch schrittweise Zustellung bei der Prüfung hervorgerufen werden. Daher gelangen die Sondennadeln **4** und die Elektrodenkontaktflächen in verlässlichen Kontakt miteinander, wodurch eine verlässliche Prüfung der IC-Chips ermöglicht wird.

[0074] Wie voranstehend geschildert ist bei der vorliegenden Ausführungsform die Sondenkarte **3** direkt durch den Prüfkopf **2** befestigt, wird der Prüfkopf **2** durch die ersten und zweiten Trägermechanismen **11** und **12** an drei Positionen gehaltert, und kann jede Schrägstellung des Prüfkopfes **2** eingestellt werden. Daher kann eine Hochfrequenzmessung verlässlich durchgeführt werden. Genauer gesagt, sind die drehbaren ersten Eingriffsteile **22**, die so in Eingriff mit den Eingriffsstangen **15** des Prüfkopfes **2** gelangen, dass eine Bewegung relativ zu den Eingriffsstangen **15** ermöglicht wird, und die Hebemechanismen **20** zur Vertikalbewegung der ersten Eingriffsteile **22** in den ersten Trägermechanismen **11** angeordnet. Das zweite Eingriffsteil **46**, das in Eingriff mit der zugehörigen Eingriffsstange **15** des Prüfkopfes **2** gelangt, ist in dem zweiten Trägermechanismus **12** angeordnet. Daher kann jede Schrägstellung des Prüfkopfes **2**, falls vorhanden, durch die Hebemechanismen **20** eingestellt werden.

[0075] Selbst wenn der parallele Zustand zwischen der Sondenkarte **3**, die an dem Prüfkopf **2** befestigt ist, und dem Wafer W auf dem Arbeitstisch **5** infolge eines Fehlers beim Zusammenbau oder dergleichen gestört wird, kann die Schrägstellung des Prüfkopfes **2** durch die Hebemechanismen **20** der ersten Trägermechanismen **11** eingestellt werden. Daher können die Sondennadeln **4** verlässlich in Kontakt mit den Elektrodenkontaktflächen des Wafers W versetzt werden, so dass die elektrischen Eigenschaften der einzelnen IC-Chips des Wafers W verlässlich geprüft werden können.

[0076] Wenn die Schrägstellung des Prüfkopfes **2** eingestellt wird, können sich in den ersten Trägermechanismen **11** die Eingriffsstangen **15** entlang den V-förmigen Nuten **22A** der ersten Eingriffsteile **22** bewegen. Aus diesem Grund kann die Schrägstellung des Kopfes glatt eingestellt werden.

[0077] Die beiden ersten Trägermechanismen **11** sind in einer Richtung senkrecht zu jener Richtung angeordnet, entlang welcher die kontinuierliche, schrittweise Zustellung des Arbeitstisches **5** erfolgt. Der zweite Trägermechanismus **12** ist an einer Position gegenüberliegend den ersten Trägermechanismen **11** durch den Bewegungsbereich des Arbeitstisches **5** angeordnet. Selbst wenn bei der Prüfung der Arbeitstisch **5** schrittweise in Richtung X zugestellt

wird, können die Schwingungen des Prüfkopfes **2** in Richtung X verlässlich unterdrückt oder verhindert werden, durch die beiden ersten Trägermechanismen **11** und den einen zweiten Trägermechanismus **12**. Dies führt dazu, dass Positionsverschiebungen der Sondennadeln **4** gegenüber den Elektrodenkontaktflächen des Wafers W ausgeschaltet werden, so dass die elektrischen Eigenschaften der einzelnen IC-Chips des Wafers W verlässlich geprüft werden können.

[0078] Die Eingriffsstangen **15** des Prüfkopfes **2** weisen an ihren unteren Enden die kugelförmigen Abschnitte **15A** auf. Weiterhin weisen die ersten Eingriffsteile **22** der ersten Trägermechanismen **11** V-förmige Nuten auf, die in Eingriff mit den kugelförmigen Abschnitten **15A** gelangen. Das zweite Eingriffsteil **46** des zweiten Trägermechanismus **12** weist ein umgekehrt kreisförmiges, kegelförmiges Loch auf, das in Eingriff mit dem zugehörigen kugelförmigen Abschnitt **15A** gelangt. Wenn die Schrägstellung des Prüfkopfes **2** eingestellt wird, werden daher die ersten Eingriffsteile **22** der ersten Trägermechanismen **11** in Vertikalrichtung in Bezug auf den Halterungspunkt der Eingriffsstange **15** bewegt, die durch den zweiten Trägermechanismus **12** gehaltert wird, wodurch die Schrägstellung des Prüfkopfes **2** glatt und verlässlich eingestellt wird.

[0079] Die ersten und zweiten Trägermechanismen **11** und **12** weisen den Verriegelungsmechanismus **23** auf, der auf die kugelförmigen Abschnitte **15A** der zugehörigen Eingriffsstangen **15** vorsteht, um den Prüfkopf **2** zu befestigen. Selbst während der Prüfung kann daher der Prüfkopf **2** verlässlich an einer Position befestigt werden, die durch die ersten Trägermechanismen **11** eingestellt wird, wodurch verlässliche Positionsverschiebungen der Sondennadeln **4** verhindert werden.

[0080] Bei der Sondeneinrichtung gemäß dieser Ausführungsform sind die ersten Halterungsmechanismen **11** an zwei Orten vorgesehen, und ist der zweite Trägermechanismus **12** an einem Ort vorgesehen. Jedoch können auch erste Trägermechanismen **11** an zwei rechten Orten und zwei linken Orten vorgesehen sein, also an insgesamt vier Orten.

[0081] Die Fig. 11 bis Fig. 19 zeigen eine Sondeneinrichtung gemäß einer anderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. In den Fig. 11 bis Fig. 19 werden gleiche Abschnitte wie jene in den Fig. 1 bis 9 mit den gleichen Bezugszeichen bezeichnet, und werden sie nur falls erforderlich detailliert beschrieben.

[0082] Bei dieser Sondeneinrichtung ist ein Schwenkantriebsmechanismus **2A** an einem Seitenabschnitt eines Einrichtungskörpers **1** angeordnet. Ein Prüfkopf **2**, der an eine Prüfvorrichtung angeschlossen ist, wird durch einen Arm **2B** des Schwenkantriebsmechanismus **2A** gehaltert. Wenn der Arm **2B** des Schwenkantriebsmechanismus **2A** verschwenkt wird, kann sich der Prüfkopf **2** zwischen der Einsatzposition und der Rückzugsposition bewegen, wie in Fig. 12 gezeigt ist.

[0083] Trägermechanismen **109A**, **109B** und **109C** zum Haltern des Prüfkopfes **2** sind an zumindest drei Orten am Umfangsabschnitt des Einrichtungskörpers **1** angeordnet. Die Trägermechanismen **109A**, **109B** und **109C** sind vorzugsweise in gleichen Entfernungen gegenüber dem Zentrum eines Arbeitstisch-Antriebsmechanismus **60** und in gleichen Winkelabständen voneinander angeordnet. Da die Trägermechanismen **109A**, **109B** und **109C** dieselbe Konstruktion aufweisen, wird nur einer von ihnen unter Bezugnahme auf die Fig. 13 und Fig. 14 beschrieben.

[0084] Ein kreisförmig-säulenförmiger Pfeiler **117**, der einen Außendurchmesser von beispielsweise 45 mm aufweist, sitzt in Vertikalrichtung auf einer Basis **10** auf. Ein Abschnitt **118** mit kleinem Durchmesser, der einen Außendurchmesser von beispielsweise 35 mm aufweist, ist an dem oberen Abschnitt des Pfeilers **117** vorgesehen. Drei Stufen aus hohlen Abschnitten **117C** bis **177E** sind in Vertikalrichtung in dem unteren Abschnitt des Pfeilers **117** über Trennwände **117A** und **117B** angeordnet. Der hohle Abschnitt **117C** an der Oberseite steht mit einem Durchgangsloch **119** in Verbindung, das sich durch den axialen Abschnitt des Pfeilers **117** erstreckt.

[0085] Ein in Fig. 14 gezeigtes Kugellager **120** ist in das Durchgangsloch **119** eingeführt. Das Kugellager **120** wird durch eine mit einem Flansch **120A** versehene Muffe **120B** und mehrere Kugeln **120C** gebildet, die innerhalb der Innenumfangsoberfläche der Muffe **120B** in Axialrichtung angeordnet sind. Der Flansch **120A** ist auf der oberen Oberfläche des hohlen Abschnitts **117C** an der oberen Seite über einen Bolzen **121** befestigt.

[0086] Ein Durchgangsloch **122** ist in der oberen Trennwand **117A** konzentrisch mit dem Durchgangsloch **119** vorgesehen, und eine Schraubenbuchse **123** ist in das Durchgangsloch **122** eingeführt. Die Schraubenbuchse **123** wird durch eine mit einem Flansch **123A** versehene Muffe **123B** und einen trapezförmigen Schraubenabschnitt **123C** gebildet, der auf der Innenumfangsoberfläche der Muffe **123B** vorgesehen ist. Der Flansch **123A** ist auf der unteren Oberfläche des oberen hohlen Abschnitts **117C** über einen Bolzen **124** befestigt.

[0087] Ein zylindrisches, erstes Aufwärts-Abwärtsteil **125** ist so in das Kugellager **120** eingepasst, dass es sich in Vertikalrichtung bewegen kann. Ein Schraubenzylinder **126** ist so in die Schraubenbuchse **123** eingepasst, dass er im Gewindeeingriff mit

dem Schraubenabschnitt **123C** steht. Die Genauigkeit der Vertikalbewegung wird durch die Gewindesteigung des Schraubenabschnitts **123C** festgelegt. Ein Axialdrucklager **127** ist zwischen der unteren Endoberfläche des ersten Aufwärts-Abwärtsteils **125** und der oberen Endoberfläche des Schraubenzylinders **126** angeordnet.

[0088] Der untere Endabschnitt des Schraubenzylinders **126** springt bis zum mittleren hohlen Abschnitt **117D** vor, und ein angetriebenes Zahnrad **128** ist auf den unteren Endabschnitt des Schraubenzylinders **126** aufgepasst. Das angetriebene Zahnrad **128** kämmt mit einem Antriebszahnrad **130** eines Motors **129**, der in dem hohlen Abschnitt **117D** angeordnet ist.

[0089] Eine Welle **131** erstreckt sich durch die ersten Aufwärts-Abwärtsteile **125** und den Schraubenzylinder **126** so, dass sie in Vertikalrichtung bewegbar ist. Ein Spalt G ist zwischen der Welle **131** und dem ersten Aufwärts-Abwärtsteil **125** vorhanden. Der untere Endabschnitt der Welle **131** steht bis zum mittleren hohlen Abschnitt **117D** vor, und dieser untere Endabschnitt ist mit einer Stange **133** eines Zylinders **132** gekuppelt, vertikal an der unteren Trennwand **117B** befestigt, über eine Verbindungsstelle **134**.

[0090] Der obere Endabschnitt der Welle **131** steht weiter nach oben von dem oberen Endabschnitt des ersten Aufwärts-Abwärtsteils **125** vor, und ein Schraubenabschnitt **135** ist auf dem oberen Endabschnitt vorgesehen. Ein zweites Aufwärts-Abwärtsteil **136** ist über eine Mutter **137** an dem Schraubenabschnitt **135** befestigt. Das erste und das zweite Aufwärts-Abwärtsteil **125** bzw. **136** sind in Vertikalrichtung voneinander getrennt angeordnet, und eine Einspannvorrichtung **138**, die als ein Positionierungs- und Befestigungsteil dient, ist zwischen dem ersten und dem zweiten Aufwärts-Abwärtsteil **125** und **136** so angeordnet, dass sie auf die Welle **131** aufgepasst ist.

[0091] Die Einspannvorrichtung **138** wird dazu eingesetzt, geringfügige Verschiebungen des Prüfkopfes **2** in den Richtungen X und Y auszugleichen, wenn der Prüfkopf **2** in der Richtung Z bewegt wird, sowie dazu, die Position des Prüfkopfes **2** in den Richtungen X und Y festzulegen. Wie in Fig. 15 gezeigt, weist die Einspannvorrichtung **138** eine Außenumfangswand auf, die als Zylinder **139** mit Abmessungen von 32 mm (Außendurchmesser) × 8,5 mm (Innendurchmesser) × 35 mm (Höhe) ausgebildet ist, und aus Werkzeugstahl oder Lagerstahl besteht. Schlitze **140** sind in der Außenumfangswand des Zylinders **139** in 16 gleichen Winkelabständen (mit einem Winkel von 22,5 Grad) abwechselnd von der oberen Seite zur unteren Seite und umgekehrt vorgesehen, wobei zum Teil die Außenumfangsoberfläche die innere Oberfläche von der äußeren Oberfläche aus erreicht. Ausgenommene Abschnitte **141**, die jeweils die Form eines Kegelstumpfes aufweisen, sind auf der oberen bzw. unteren Endoberfläche des Zylinders **139** vorgesehen. Verjüngte Abschnitte **139A**, die jeweils ein distales Ende mit kleinem Durchmesser aufweisen, sind auf den Außenumfangsabschnitten des oberen bzw. unteren Endes des Zylinders **139** so vorgesehen, dass sie geringfügige Verschiebungen in den Richtungen X und Y abdecken.

[0092] Die Einspannvorrichtung **138** mit der voranstehend geschilderten Ausbildung kann so hergestellt werden, dass die Schlitze **140** in dem Zylinder **139** wie voranstehend geschildert hergestellt werden, ein Draht auf die Außenoberfläche des Zylinders **139** gewickelt wird, und der Zylinder **139** von dem Draht eingeklemmt wird, um den Durchmesser zu verkleinern, wodurch der Zylinder **139** zusammengedrückt wird, um dann den Zylinder **139** als Lauf auszubilden. Die Einspannvorrichtung **138** kann in Radialrichtung ausgefahren und eingefahren werden, und ihr Durchmesser vergrößert sich beim Einwirken eines Drucks in Axialrichtung, damit die Position des Prüfkopfes **2** in den Richtungen X und Y festgelegt wird.

[0093] Die Einspannvorrichtung **138** ist zwischen dem ersten und zweiten Aufwärts-Abwärtsteil **125** bzw. **136** angeordnet, während sie auf die Welle **131** aufgepasst ist, wie in Fig. 14 gezeigt. Eine kugelförmige Oberfläche **125A**, die einen Punkt C_0 auf der Achse als Krümmungszentrum aufweist, ist auf dem oberen Endabschnitt des ersten Aufwärts-Abwärtsteils **125** vorgesehen. Die kugelförmige Oberfläche **125A** stößt gegen eine verjüngte Innenumfangsoberfläche **141A** an, die auf dem zugehörigen, ausgenommenen Abschnitt **141** der Einspannvorrichtung **138** vorgesehen ist. Eine kugelförmige Oberfläche **136A**, die einen Punkt C_1 auf der Achse als Krümmungszentrum aufweist, ist auf dem unteren Endabschnitt des zweiten Aufwärts-Abwärtsteils **136** vorgesehen. Die kugelförmige Oberfläche **136A** stößt gegen die andere, verjüngte Innenumfangsoberfläche **141** an, die auf dem anderen, zugehörigen, ausgenommenen Abschnitt **141** der Einspannvorrichtung **138** vorgesehen ist. Wellscheiben **142** sind jeweils zwischen dem ersten Aufwärts-Abwärtsteil **125** und der Einspannvorrichtung **138** sowie zwischen der Einspannvorrichtung **138** und dem zweiten Aufwärts-Abwärtsteil **136** angeordnet.

[0094] Eine Aufnahme **143**, die als ein Eingriffsteil dient, ist an der unteren Oberfläche des Prüfkopfes **2** befestigt, wie dies in Fig. 14 gezeigt ist. Die Aufnahme **143** weist solche Abmessungen auf, dass ihr Zylinder **145**, der einen Flansch **144** aufweist, die Einspannvorrichtung **138** vollständig einschließen kann. Wenn keine Belastung auf die Einspannvorrichtung **138** einwirkt, also wenn sich die Einspannvorrichtung **138** im Zustand mit zusammengezogenem Durch-

messer befindet, passt die Einspannvorrichtung **138** locker in den Zylinder **145**. Wenn jedoch der Durchmesser der Einspannvorrichtung **138** aufgeweitet wird, wie dies nachstehend beschrieben wird, gelangt die Einspannvorrichtung **138** in Eingriff mit dem Zylinder **145**, damit sie den Prüfkopf **2** an einer optimalen Position in den Richtungen X und Y festlegen kann, und darüber hinaus in Axialrichtung (also in der Vertikalrichtung). Es wird darauf hingewiesen, dass eine Einspannvorrichtung **138** an einem Flansch **144** angebracht sein kann, und ein Zylinder **145** an dem oberen Abschnitt eines Pfeilers **117** angebracht sein kann.

[0095] Ein abgeschrägter Abschnitt **145A** ist auf dem offenen Ende des Zylinders **145** vorgesehen. Ein ausgenommener Abschnitt **146** zur Aufnahme des oberen Endabschnitts der Welle **131** einschließlich der Mutter **137** sowie ein Anlageabschnitt **147** zur Anlage gegen die obere Endoberfläche der Einspannvorrichtung **138** sind tief in dem Zylinder **145** vorgesehen.

[0096] Wenn die drei Aufnahmen **143**, die auf der unteren Oberfläche des Prüfkopfes **2** angeordnet sind, durch die drei Trägermechanismen **109A**, **109B** und **109C** gehaltert werden, die in dem Einrichtungskörper **1** angeordnet sind, wie in Fig. 12 gezeigt, werden die an dem Prüfkopf **2** befestigte Sondenkarte **3** und der Wafer W auf dem Arbeitstisch **5** manchmal nicht parallel zueinander gehalten, abhängig von der Schrägstellung des Prüfkopfes **2**. Die voranstehend erläuterte Fig. 7 zeigt ein Beispiel für diesen Fall. Wie voranstehend erläutert, kann diese Schrägstellung durch den in Fig. 8 dargestellten Positionserfassungsmechanismus **50** erfasst werden, entsprechend dem in den Fig. 9A bis Fig. 9D gezeigten Verfahren.

[0097] Die CPU **66** korrigiert die Schrägstellung des Prüfkopfes **2** auf folgende Art und Weise, unter Verwendung der Messergebnisse, die mit dem in den Fig. 9A bis Fig. 9D gezeigten Verfahren erhalten werden.

[0098] Es wird zum Beispiel angenommen, dass die Entfernung zwischen den Sondennadeln **4A** und **4B** auf 2d = 6 mm eingestellt ist, und die Entfernung zwischen den Trägermechanismen **109A** und **109B** auf 2L = 600 mm eingestellt ist, wie in den Fig. 16A und Fig. 16B gezeigt. Wenn in diesem Fall der Höhenunterschied P zwischen den Sondennadeln **4A** und **4B** 20 Mikrometer beträgt, werden –500 Impulse dem Motor **129** zugeführt, um das erste Aufwärts-Abwärtsteil **125** des Trägermechanismus **109B** um 2000 Mikrometer nach unten zu bewegen.

[0099] Entsprechend wird beispielsweise angenommen, dass die Entfernung zwischen den Sondennadeln **4B** und **4C** auf 2d = 6 mm eingestellt ist, und die Entfernung zwischen den Trägermechanismen **109B** und **109C** auf 2M = 400 mm eingestellt ist, wie in den Fig. 17A und Fig. 17B gezeigt. In diesem Falle werden, wenn der Höhenunterschied Q zwischen den Sondennadeln **4B** und **4C** gleich 25 Mikrometer ist, –417 Impulse dem Motor **129** zugeführt, um das erste Aufwärts-Abwärtsteil **125** des Trägermechanismus **109C** um 1667 Mikrometer nach unten zu bewegen.

[0100] Es wird ein Verfahren zum Positionieren des Prüfkopfes dieser Sondeneinrichtung beschrieben.

[0101] Wenn der Schwenkantriebsmechanismus **2A**, der in Fig. 11 gezeigt ist, so angetrieben wird, dass der Arm **2B** verschwenkt wird, wird der Prüfkopf **2**, der sich zur Seite des Einrichtungskörpers **1** zurückgezogen hat, so verschwenkt, dass er in eine vorbestimmte Position auf dem Einrichtungskörper **1** zusammen mit der Sondenkarte **3** gebracht wird.

[0102] Wie voranstehend beschrieben, sind die Trägermechanismen **109A** bis **109C** an den drei Positionen in dem Einrichtungskörper **1** so angeordnet, dass sie den Prüfkopf **2** haltern, und sind die Aufnahmen **143** auf dem Prüfkopf **2** entsprechend den Trägermechanismen **109A** bis **109C** angeordnet. Daher wird der Prüfkopf **2** durch den Einrichtungskörper **1** an drei Punkten gehaltert.

[0103] Die Einspannvorrichtungen **138** sind in den Trägermechanismen **109A** bis **109C** angeordnet. Wie in Fig. 18 gezeigt passt, da sich die Einspannvorrichtung **138** in dem Zustand mit verkleinertem Durchmesser befindet, wenn auf sie keine Belastung einwirkt, sie locker in den Zylinder **145** der zugehörigen Aufnahme **143**. Genauer gesagt ist, selbst wenn eine Relativverschiebung der Positionen der Einspannvorrichtung **138** und der Aufnahme **143** in größerem oder kleinerem Ausmaß auftritt, da die Einspannvorrichtung **138** einen kleineren Durchmesser als der zugehörige Zylinder **145** aufweist, die Einspannvorrichtung **138** mit dem sich verjüngenden Abschnitt **139A** versehen ist, und der abgeschrägte Abschnitt **145A** auf dem Zylinder **145** vorgesehen ist, ein verlässliches Einpassen der Einspannvorrichtung **138** in den Zylinder **145** möglich, um eine grobe Positionierung zu ermöglichen.

[0104] Wenn die Einspannvorrichtungen **138** und die Aufnahmen **143** zusammengepasst sind, wirkt die Belastung durch den Prüfkopf **2**, beispielsweise 500 kg, auf die Einspannvorrichtungen **138** als Druck in Axialrichtung über die Anlageabschnitte **147** ein. Die Einspannvorrichtungen **138** werden sandwichartig durch das erste und das zweite Aufwärts-Abwärtsteil **125** bzw. **136** durch diesen Druck gehaltert.

[0105] Daher zwingt, wie in Fig. 19 gezeigt, die kugelförmige Oberfläche **125A** am oberen Endabschnitt des ersten Aufwärts-Abwärtsteils **125** die

sich verjüngende Innenumfangsoberfläche **141A** nach außen, die auf der Innenwandoberfläche des ausgenommenen Abschnitts **141** der Einspannvorrichtung **138** vorgesehen ist. Auf diese Weise wird der untere Abschnitt der Einspannvorrichtung **138** in Radialrichtung aufgeweitet, und wird gegen die Innenumfangsoberfläche des Zylinders **145** der Aufnahme **143** gedrückt, um temporär befestigt zu werden. Genauer gesagt wird beim Einwirken der Belastung der Prüfkopf **2** in den Richtungen X und Y positioniert.

[0106] In diesem Fall kann, selbst wenn der Prüfkopf **2** in Bezug auf den Arbeitstisch **5** schräg steht, der als horizontale Bezugsebene des Einrichtungskörpers **1** dient, und der Zylinder **145** des Trägerrahmens **143** schräg zur Vertikalrichtung angeordnet ist, der Prüfkopf **2** ordnungsgemäß durch die Einspannvorrichtung **138** gehaltert werden. Genauer gesagt kann, obwohl die Einspannvorrichtung **138** in Bezug auf die Welle **131** schräg steht, wie in Fig. 19 gezeigt, sie verlässlich gehalten werden, infolge des Vorhandenseins der kugelförmigen Oberflächen **125A** und **136A** auf dem ersten bzw. zweiten Aufwärts-Abwärtsteil **125** bzw. **136**.

[0107] Es wird ein Fall beschrieben, bei welchem der Prüfkopf **2** schräg in Bezug auf die horizontale Bezugsebene des Einrichtungskörpers **1** steht, und diese Schrägstellung korrigiert werden soll, also bei welchem die Höhe des Prüfkopfes **2** eingestellt werden soll.

[0108] Zuerst, wenn der Motor **129** in Betrieb gesetzt ist, so dass das angetriebene Zahnrad **128** über das Antriebszahnrad **130** gedreht wird, dreht sich der Schraubenzylinder **126**. Wegen des Gewindeeingriffs des Schraubenzylinders **126** mit dem Schraubenabschnitt **123C** der Buchse **123** bewegt sich beim Drehen der Schraubenzylinder **126** nach oben oder unten.

[0109] Die Aufwärts- oder Abwärtsbewegung des Schraubenzylinders **126** wird auf die Einspannvorrichtung **138** über das erste Aufwärts-Abwärtsteil **125** übertragen, und dann an den Prüfkopf **2** über die Aufnahme **143**, so dass die Höhe des Prüfkopfs **2** eingestellt werden kann. Im einzelnen kann, wenn die Trägermechanismen **109A** bis **109C** unabhängig voneinander angetrieben werden, die Schrägstellung des Prüfkopfes **2** zu einem gewünschten Zustand korrigiert werden, beispielsweise zum horizontalen Zustand, und kann in diesem Zustand gehalten werden.

[0110] Dann wird die Stange **133** nach unten durch den Zylinder **132** jedes der Trägermechanismen **109A** bis **109C** bewegt, so dass das zweite Aufwärts-Abwärtsteil **136** durch die Wellen **131** nach unten bewegt wird, und die kugelförmige Oberfläche **136A** stark auf die sich verjüngenden Innenumfangsoberflächen **141A** der Einspannvorrichtungen **138** drückt. Daher wird der obere Abschnitt der Einspannvorrichtung **138** in Radialrichtung aufgeweitet, so dass er durch die Aufnahme **143** verriegelt wird, so dass der Prüfkopf **2** in Bezug auf die Trägermechanismen **109A** bis **109C** befestigt ist. Dies bedeutet, dass die Positionierung des Prüfkopfes **2** in der X-Y-Ebene abgeschlossen ist.

[0111] Wenn der Prüfkopf **2** von dem Einrichtungskörper **1** zurückgezogen wird, wird die Welle **131** durch den Zylinder **132** nach oben gedrückt, und wird das zweite Aufwärts-Abwärtsteil **136** von der Einspannvorrichtung **138** getrennt. Dies verkleinert den Durchmesser der Einspannvorrichtung **138**, so dass diese entriegelt wird. Daraufhin wird der Schwenkantriebsmechanismus **2A** in Betrieb genommen.

[0112] Bei der in Fig. 11 gezeigten Sondeneinrichtung sind die Trägermechanismen an drei Positionen vorgesehen, um den Prüfkopf an drei Punkten zu haltern, und werden die jeweiligen Trägermechanismen nach oben oder unten bewegt. Allerdings kann die Höhe des Prüfkopfes **2** zumindest durch Bewegung der zwei Trägermechanismen nach oben oder unten eingestellt werden. Spezieller ist beispielsweise ein Trägermechanismus so ausgebildet, dass er schwenkbar in Axialrichtung den Prüfkopf **2** über kugelförmige Lager haltert, Schwenklager, und dergleichen, während die übrigen zwei Trägermechanismen so ausgebildet sind, dass sie in Vertikalrichtung bewegbar sind, auf dieselbe Art und Weise wie bei der in Fig. 11 gezeigten Sondeneinrichtung. In diesem Fall werden die verbleibenden zwei Trägermechanismen nach oben oder unten in Bezug auf das kugelförmige Lager, das Schwenklager, oder dergleichen an einer Position bewegt. Es wird darauf hingewiesen, dass die Anzahl an Positionen, an welchen die Trägermechanismen vorgesehen sind, nicht auf drei beschränkt ist, sondern auch vier oder mehr betragen kann.

[0113] Bei der voranstehenden Ausführungsform sind die Trägermechanismen auf der Basis des Einrichtungskörpers vorgesehen. Allerdings können die Trägermechanismen auch durch einen Rahmen getrennt von dem Einrichtungskörper gehaltert sein. Weiterhin können die Trägermechanismen auf einer Platte gehaltert sein, die auf der oberen Oberfläche des Einrichtungskörpers vorgesehen ist. Die Trägermechanismen können an jedem Ort angebracht sein, so weit sie nicht andere Teile stören, die in dem Einrichtungskörper vorgesehen sind.

[0114] Fig. 20 zeigt den Hauptteil einer Sondeneinrichtung gemäß einer anderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. In Fig. 20 sind gleiche Abschnitte wie in den Fig. 11 bis Fig. 19 mit den gleichen Bezugszeichen bezeichnet, und wird auf deren

detaillierte Beschreibung verzichtet.

[0115] Bei dieser Sondeneinrichtung ist eine Kopfplatte **160** auf dem oberen Abschnitt eines Einrichtungskörpers **1** vorgesehen, und ist eine Sondenkarte **3** in der Kopfplatte **160** angeordnet. Trägermechanismen **109A** bis **109C** sind an drei Positionen in dem Einrichtungskörper **1** angeordnet. Die Kopfplatte **160** wird durch diese Trägermechanismen **109A** bis **109C** so gehaltert, dass sie in Vertikalrichtung bewegbar ist. Auch bei dieser Sondeneinrichtung kann ein Trägermechanismus so ausgebildet sein, dass er in Axialrichtung schwenkbar die Kopfplatte **160** über ein kugelförmiges Lager, ein Schwenklager, oder dergleichen haltert, während die übrigen zwei Trägermechanismen so ausgebildet sein können, dass sie in Vertikalrichtung bewegbar sind. In diesem Fall werden die übrigen zwei Trägermechanismen in Vertikalrichtung in Bezug auf das kugelförmige Lager, das Schwenklager, oder dergleichen an einer Position bewegt. Die Anzahl an Positionen, an welchen die Trägermechanismen vorgesehen sind, ist nicht auf drei beschränkt, sondern kann auch vier oder mehr betragen.

[0116] Fig. 21 zeigt den Hauptteil einer Sondeneinrichtung gemäß einer anderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. In Fig. 21 sind gleiche Abschnitte wie in den Fig. 11 bis Fig. 19 mit denselben Bezugszeichen bezeichnet, und es wird auf deren detaillierte Beschreibung verzichtet.

[0117] Bei der in den Fig. 11 bis Fig. 19 gezeigten Sondeneinrichtung sind die Aufnahmen **143** an der unteren Oberfläche des Prüfkopfes **2** befestigt. Bei der in Fig. 21 gezeigten Sondeneinrichtung sind Aufnahmen **143** schwenkbar durch einen Prüfkopf **2** gehaltert. Im einzelnen sind kugelförmige Teile **161**, die aus Edelstahl oder dergleichen bestehen, auf der unteren Oberfläche des Prüfkopfes **2** angeordnet, und sind kugelförmige, ausgenommene Abschnitte **162**, die auf die kugelförmigen Teile **161** passen, in den Aufnahmen **143** angeordnet. Weiterhin sind Schraubenfedern **163** im zusammengedrückten Zustand zwischen der unteren Oberfläche des Prüfkopfes **2** und den oberen Oberflächen der Aufnahmen **143** angeordnet. Die Aufnahmen **143** werden in Vertikalrichtung durch die Vorspannkraft der Schraubenfedern **163** geführt. Daher können die Aufnahmen **143** und die Einspannvorrichtungen **138** glatt miteinander zusammengepasst werden.

[0118] Bei den voranstehenden Ausführungsformen wird die vorliegende Erfindung bei einer Wafersondeneinrichtung eingesetzt. Allerdings ist die vorliegende Erfindung nicht auf eine Wafersondeneinrichtung beschränkt, sondern kann bei verschiedenen Arten von Prüfeinrichtungen eingesetzt werden, die jeweils einen ortsfesten Abschnitt und einen bewegbaren Abschnitt aufweisen, der mit einem Prüfkopf versehen ist, und bei welchen der bewegbare Abschnitt in den Richtungen X, Y und Z mit hoher Genauigkeit positioniert werden muss.

Patentansprüche

1. Prüfeinrichtung, die einen Einrichtungskörper (**1**) und einen bewegbaren Kopf (**2**) aufweist, der von dem Einrichtungskörper (**1**) abnehmbar ist, und zum Prüfen eines zu prüfenden Substrats (W) verwendet wird, wobei vorgesehen sind:
a) ein Prüfteil (**3**), das von dem bewegbaren Kopf gehaltert wird;
b) ein erster, zweiter, und dritter Eingriffsabschnitt (**15**), die auf dem bewegbaren Kopf um das Prüfteil herum angeordnet sind, um verteilt eine Belastung des bewegbaren Kopfes aufzunehmen;
c) ein Arbeitstisch (**5**), der in Vertikalrichtung bewegbar ist, und so auf dem Einrichtungskörper angeordnet ist, dass darauf das Substrat aufgelegt werden kann; und
d) ein erster, zweiter und ein dritter Träger (**11**, **12**), die auf dem Einrichtungskörper um den Arbeitstisch herum angeordnet sind, um den bewegbaren Kopf so zu haltern, dass das Prüfteil dem Arbeitstisch gegenüberliegt, durch jeweiligen, lösbaren Eingriff mit dem ersten, zweiten, und dritten Eingriffsabschnitt, und den bewegbaren Kopf über den ersten, zweiten, und dritten Eingriffsabschnitt haltern, wobei der erste und zweite Träger einen ersten und zweiten Vertikalantrieb (**20**) aufweisen, um den bewegbaren Kopf in Vertikalrichtung über den ersten bzw. zweiten Eingriffsabschnitt zu bewegen, wobei eine Schrägstellung des Prüfteils in Bezug auf das auf dem Arbeitstisch angeordnete Substrat eingestellt wird, während der bewegbare Kopf durch den ersten und zweiten Vertikalantrieb bewegt wird;
gekennzeichnet durch
e) ein erstes und ein zweites Eingriffsteil (**22**), die jeweils zwischen dem ersten Eingriffsabschnitt und dem ersten Vertikalantrieb bzw. zwischen dem zweiten Eingriffsabschnitt und dem zweiten Vertikalantrieb angeordnet sind, wobei das erste und zweite Eingriffsteil durch den ersten und zweiten Vertikalantrieb so gehaltert wird, dass sie sich frei innerhalb einer Horizontalebene drehen können,
wobei
(i) V-förmige Nuten (**22A**) in den oberen Oberflächen des ersten und zweiten Eingriffsteils (**22**) vorgesehen sind;
(ii) ein kugelförmiger Abschnitt (**15A**) an dem unteren Ende jedes Eingriffsabschnitt (**15**) vorgesehen ist, und im Eingriff mit der entsprechenden, V-förmigen Nut (**22A**) über eine Punktberührung steht; und
(iii) das erste und zweite Eingriffsteil (**22**) über jeweilige Wellenabschnitte durch den ersten und den zweiten Vertikalantrieb (**20**) drehbar sind, und die Achsen der Eingriffsabschnitte (**15**) geringfügig in Bezug auf ein Zentrum der Drehung des ersten und zweiten Eingriffsteils (**22**) exzentrisch sind, so dass dann, wenn

die Eingriffsabschnitte (**15**) in Eingriff mit den V-förmigen Nuten (**22A**) gelangen, Momente entsprechend der Exzentrizitätsentfernung auf das erste und zweite Eingriffsteil (**22**) einwirken, um die V-förmigen Nuten (**22A**) in eine vorbestimmte Richtung zu leiten.

2. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass weiterhin ein Positionserkennungsmechanismus (**50**) zur Erfassung einer Schrägstellung der Sondenkarte (**3**) in Bezug auf das Substrat (W) vorgesehen ist.

3. Einrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der erste und zweite Vertikalantrieb (**20**) und der Positionserkennungsmechanismus (**50**) an eine Steuerung (**66**) angeschlossen sind, und die Steuerung den ersten und zweiten Vertikalantrieb auf Grundlage von Messinformation steuert, die von dem Positionserkennungsmechanismus ausgegeben wird.

4. Einrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Arbeitstisch (**5**) auf einer Stufe (**63**) gehaltert ist, welche in Richtungen dreidimensionaler Achsen bewegbar ist, und welche den Arbeitstisch zur Drehung innerhalb einer Horizontalebene antreiben kann, und der Positionserkennungsmechanismus (**50**) eine erste Bildaufnahmevorrichtung (**51**) aufweist, die so an der Stufe angebracht ist, dass ihr erstes Gesichtsfeld nach oben gerichtet ist, um ein Bild der Kontaktelemente (**4**) aufzunehmen, eine zweite Bildaufnahmevorrichtung (**53**), die oberhalb des Arbeitstisches so angeordnet ist, dass ihr Gesichtsfeld nach unten gerichtet ist, um ein Bild des Substrats (W) aufzunehmen, sowie ein Target (**52**), das so durch die Stufe gehaltert ist, dass Brennpunkte und optische Achsen der ersten und zweiten Bildaufnahmevorrichtung zueinander ausgerichtet werden.

5. Einrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Substrat (W) mehrere zu prüfende Bereiche aufweist, der Arbeitstisch (**5**) nacheinander die zu prüfenden Bereiche in Berührung mit den Kontaktelementen (**4**) versetzt, während er sich in einer ersten Horizontalrichtung bewegt, der erste und zweite Träger (**11**) mit einem Zwischenraum dazwischen in einer Richtung senkrecht zur ersten Horizontalrichtung angeordnet sind, und der dritte Träger (**12**) so angeordnet ist, dass er dem ersten und zweiten Träger über den Arbeitstisch gegenüberliegt.

6. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der erste und zweite Eingriffsabschnitt jeweils einen ersten und zweiten Vorsprung (**15**) aufweisen, die an ihren unteren Enden kugelförmige Oberflächen (**15A**) aufweisen, und das erste und zweite Eingriffsteil (**22**) V-förmige Nuten (**22A**) aufweisen, die Innenseiten aufweisen, gegen welche die kugelförmigen Oberflächen des ersten und zweiten Vorsprungs anstoßen.

7. Einrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der dritte Eingriffsabschnitt einen dritten Vorsprung (**15**) aufweist, der an seinem unteren Ende eine kugelförmige Oberfläche (**15A**) aufweist, und der dritte Träger (**12**) ein kreisförmiges, kegelförmiges Loch (**46A**) aufweist, das eine Innenseite aufweist, gegen welche die kugelförmige Oberfläche des dritten Vorsprungs anstößt.

8. Einrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der erste, zweite, und der dritte Vorsprung (**15**) jeweils einen verengten Abschnitt aufweisen, und der erste, zweite, und der dritte Träger (**11**, **12**) jeweils ein Verriegelungsteil (**23**, **43**) aufweisen, zum Eindringen in Entsprechende der verengten Abschnitte, um eine Vertikalbewegung des ersten, zweiten, und des dritten Eingriffsabschnitts zu verriegeln.

9. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das erste und das zweite Eingriffsteil (**22**) auf dem ersten bzw. zweiten Vertikalantrieb (**20**) angeordnet ist, so dass ein Zentrum der Drehung sowohl des ersten als auch des zweiten Eingriffsteils und ein Zentrum einer Belastung, die auf jedes der ersten und zweiten Eingriffsteile durch einen zugehörigen der ersten und zweiten Eingriffsabschnitte (**15**) einwirkt, exzentrisch zueinander sind.

10. Einrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass der erste und zweite Eingriffsabschnitt jeweils einen ersten bzw. zweiten Vorsprung (**15**) aufweisen, der an seinem unteren Ende jeweils eine kugelförmige Oberfläche (**15A**) aufweist, und das erste und zweite Eingriffsteil (**22**) V-förmige Nuten (**22A**) aufweisen, die innere Seiten aufweisen, gegen welche die kugelförmigen Oberflächen des ersten und zweiten Vorsprungs anstoßen.

11. Einrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass der dritte Eingriffsabschnitt einen dritten Vorsprung (**15**) aufweist, der an seinem unteren Ende eine kugelförmige Oberfläche (**15A**) aufweist, und der dritte Träger (**12**) ein kreisförmiges, kegelförmiges Loch (**46A**) aufweist, das eine Innenseite aufweist, gegen welche die kugelförmige Oberfläche des dritten Vorsprungs anstößt.

12. Einrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass der erste, zweite, und der dritte Vorsprung (**15**) jeweils einen verengten Abschnitt aufweisen, und der erste, zweite und der dritte Träger (**11**, **12**) jeweils ein Verriegelungsteil (**23**, **43**) aufweisen, zum Eintritt in einen Entsprechenden der verengten Abschnitte, um eine Vertikalbewegung des ersten, zweiten, und des dritten Eingriffsabschnitts zu verriegeln.

13. Prüfeinrichtung, die einen Einrichtungskörper (**1**) und einen bewegbaren Kopf (**2**) aufweist, der von dem Einrichtungskörper abnehmbar ist, und zum Prüfen eines zu prüfenden Substrats (W) verwendet wird, wobei vorgesehen sind:
ein Prüfteil (**3**), das von dem bewegbaren Kopf gehaltert wird;
ein erster, zweiter, und ein dritter Eingriffsabschnitt (**143**), die auf dem bewegbaren Kopf um das Prüfteil herum so angeordnet sind, dass sie verteilt eine Last des Prüfkopfes aufnehmen;
ein Arbeitstisch (**5**), der vertikal beweglich ist, und so auf dem Einrichtungskörper angeordnet ist, dass das Substrat auf ihn aufgelegt werden kann; und
ein erster, zweiter, und ein dritter Träger (**109A**, **109B**, **109C**), die auf dem Einrichtungskörper um den Arbeitstisch herum so angeordnet sind, dass sie den bewegbaren Kopf so haltern, dass das Prüfteil dem Arbeitstisch gegenüberliegt, durch jeweiligen, lösbaren Eingriff mit dem ersten, zweiten, und dem dritten Eingriffsabschnitt, und den bewegbaren Kopf durch den ersten, zweiten, bzw. dritten Eingriffsabschnitt haltern, wobei der erste und der zweite Träger einen ersten und einen zweiten Vertikalantrieb (**125**) aufweisen, um den bewegbaren Kopf in Vertikalrichtung durch den ersten bzw. zweiten Eingriffsabschnitt zu bewegen, wobei eine Schrägstellung des Prüfteils in Bezug auf das auf den Arbeitstisch aufgelegte Substrat eingestellt wird, während der bewegbare Kopf durch den ersten und zweiten Vertikalantrieb bewegt wird;
gekennzeichnet durch
ein erstes und ein zweites Zwischenstückteil (**138**), die jeweils zwischen dem ersten Eingriffsabschnitt und dem ersten Vertikalantrieb bzw. zwischen dem zweiten Eingriffsabschnitt und dem zweiten Vertikalantrieb angeordnet sind, wobei das erste und das zweite Zwischenstückteil in Horizontalrichtung entsprechend einer auf sie einwirkenden Belastung in Vertikalrichtung ausgefahren und eingefahren werden können; und
eine erste und eine zweite Aufnahme (**145**), die jeweils an dem ersten und zweiten Träger bzw. an dem ersten und zweiten Eingriffsabschnitt befestigt sind, um jeweils das erste bzw. zweite Zwischenstückteil zu umgeben, wobei dann, wenn das erste und zweite Zwischenstückteil nach Empfang einer Belastung des Prüfkopfes ausgefahren werden, das erste und zweite Zwischenstückteil jeweils in Berührung mit inneren Seiten der ersten und zweiten Aufnahme gelangt, um eine Bewegung des Prüfkopfes in Horizontalrichtung zu beschränken.

14. Einrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass weiterhin ein Positionserkennungsmechanismus (**50**) zur Erfassung einer Schrägstellung der Sondenkarte (**3**) in Bezug auf das Substrat (W) vorgesehen ist.

15. Einrichtung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass der erste und der zweite Vertikalantrieb (**20**) und der Positionserkennungsmechanismus (**50**) an eine Steuerung (**66**) angeschlossen sind, und die Steuerung den ersten und zweiten Vertikalantrieb auf Grundlage von Messinformation steuert, die von dem Positionserkennungsmechanismus ausgegeben wird.

16. Einrichtung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass der Arbeitstisch (**5**) auf einer Stufe (**63**) gehaltert ist, die in Richtungen dreidimensionaler Achsen bewegbar ist, und die den Arbeitstisch so antreiben kann, dass er sich innerhalb einer Horizontalebene dreht, und der Positionserkennungsmechanismus (**50**) eine erste Bildaufnahmevorrichtung (**51**) aufweist, die so an der Stufe angebracht ist, dass ihr erstes Gesichtsfeld nach oben gerichtet ist, um ein Bild der Kontaktelemente (**4**) aufzunehmen, eine zweite Bildaufnahmevorrichtung (**53**), die oberhalb des Arbeitstisches so angeordnet ist, dass ihr Gesichtsfeld nach unten gerichtet ist, um ein Bild des Substrats (W) aufzunehmen, und ein Target (**52**), das durch die Stufe so gehaltert wird, dass Brennpunkte und optische Achsen der ersten und zweiten Bildaufnahmevorrichtung zueinander ausgerichtet werden.

17. Einrichtung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass das Substrat (W) mehrere zu prüfende Bereiche aufweist, der Arbeitstisch (**5**) aufeinanderfolgend die zu prüfenden Bereiche in Berührung mit den Kontaktelementen (**4**) bringt, während er sich in einer ersten Horizontalrichtung bewegt, der erste und zweite Träger (**11**) mit einem Zwischenraum dazwischen in einer Richtung senkrecht zur ersten Horizontalrichtung angeordnet sind, und der dritte Träger (**12**) so angeordnet ist, dass er dem ersten und dem zweiten Träger über den Arbeitstisch gegenüberliegt.

18. Einrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass das erste und das zweite Zwischenstückteil (**138**) Zylinder (**139**) aufweisen, welche mit mehreren Schlitzen (**140**) in ihren Außenumfangsoberflächen versehen sind, die sich in Axialrichtung erstrecken, und die in Radialrichtung ausgefahren und eingefahren werden können.

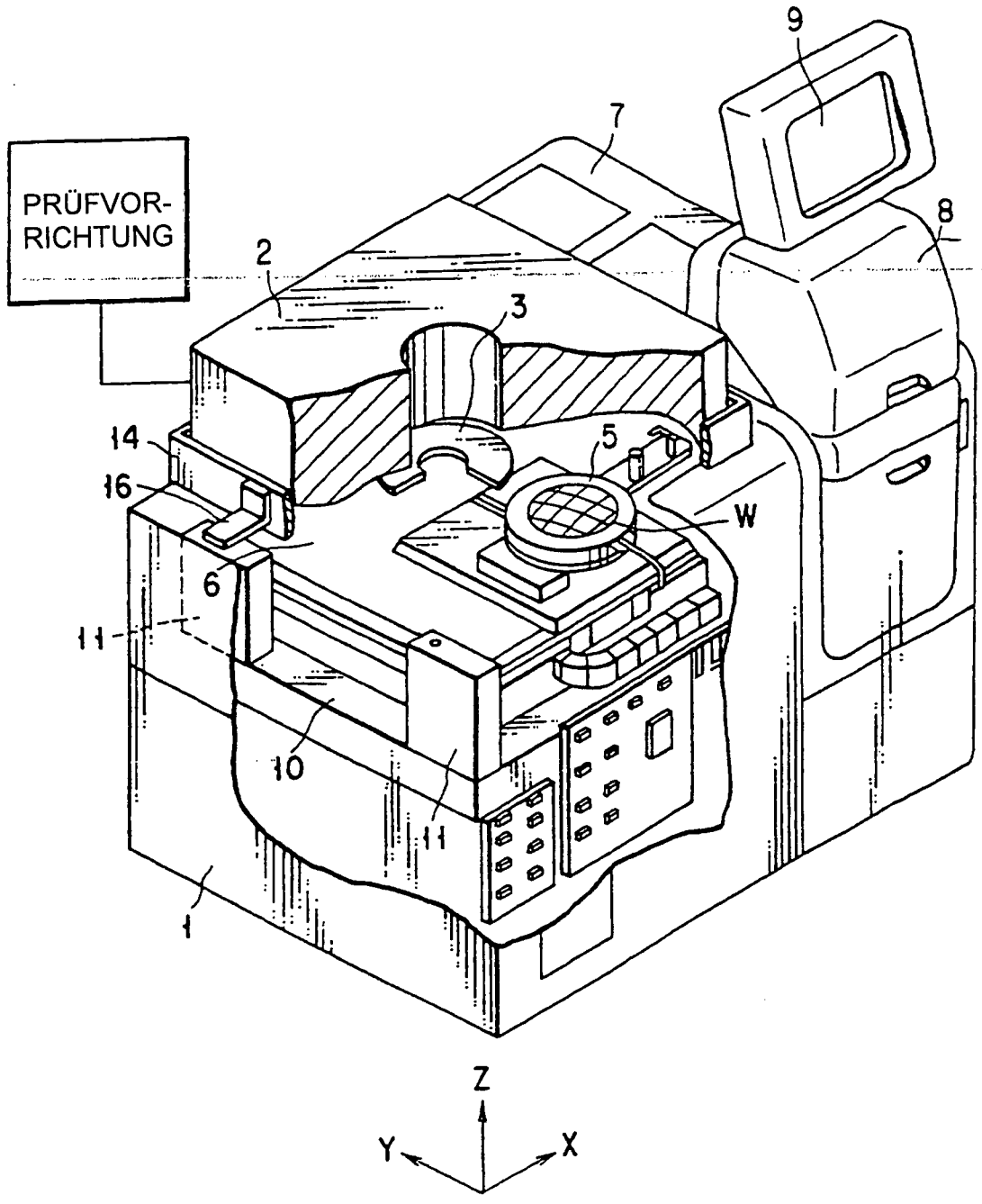
19. Einrichtung nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass der erste und zweite Träger (**109A**, **109B**) jeweils darüber hinaus eine Vorrichtung (**131**, **132**, **136**) zum Festklemmen des ersten und zweiten Zwischenstückteils (**138**) in Vertikalrichtung aufweisen, um hierauf eine Belastung einwirken zu lassen, wodurch das erste und das zweite Zwischenstückteil in Radialrichtung ausgefahren werden.

20. Einrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass der erste und zweite Träger (**109A**, **109B**) jeweils eine Vorrichtung (**131**, **132**,

136) zum Festklemmen des ersten und zweiten Zwischenstückteils (**138**) in Vertikalrichtung aufweisen, um hierauf eine Belastung auszuüben, wodurch das erste und das zweite Zwischenstückteil in Radialrichtung ausgefahren werden.

Es folgen 14 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen



F I G. 1

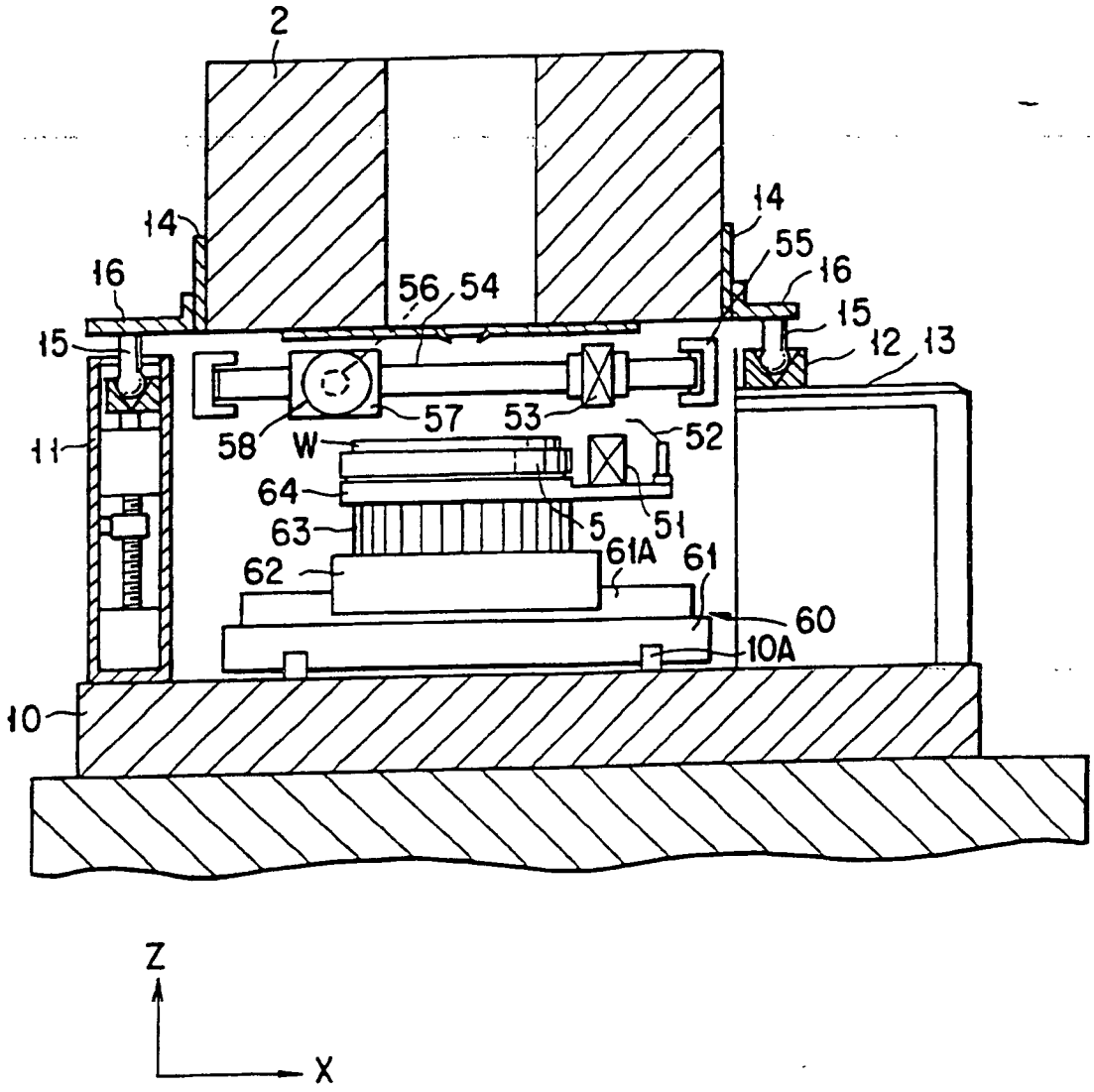

2
14
14
16
16
55
56
54
15
15
12
13
57
53
52
58
W
11
64
63
5
51
61A
61
62
60
10A
10
Z
X

FIG. 2

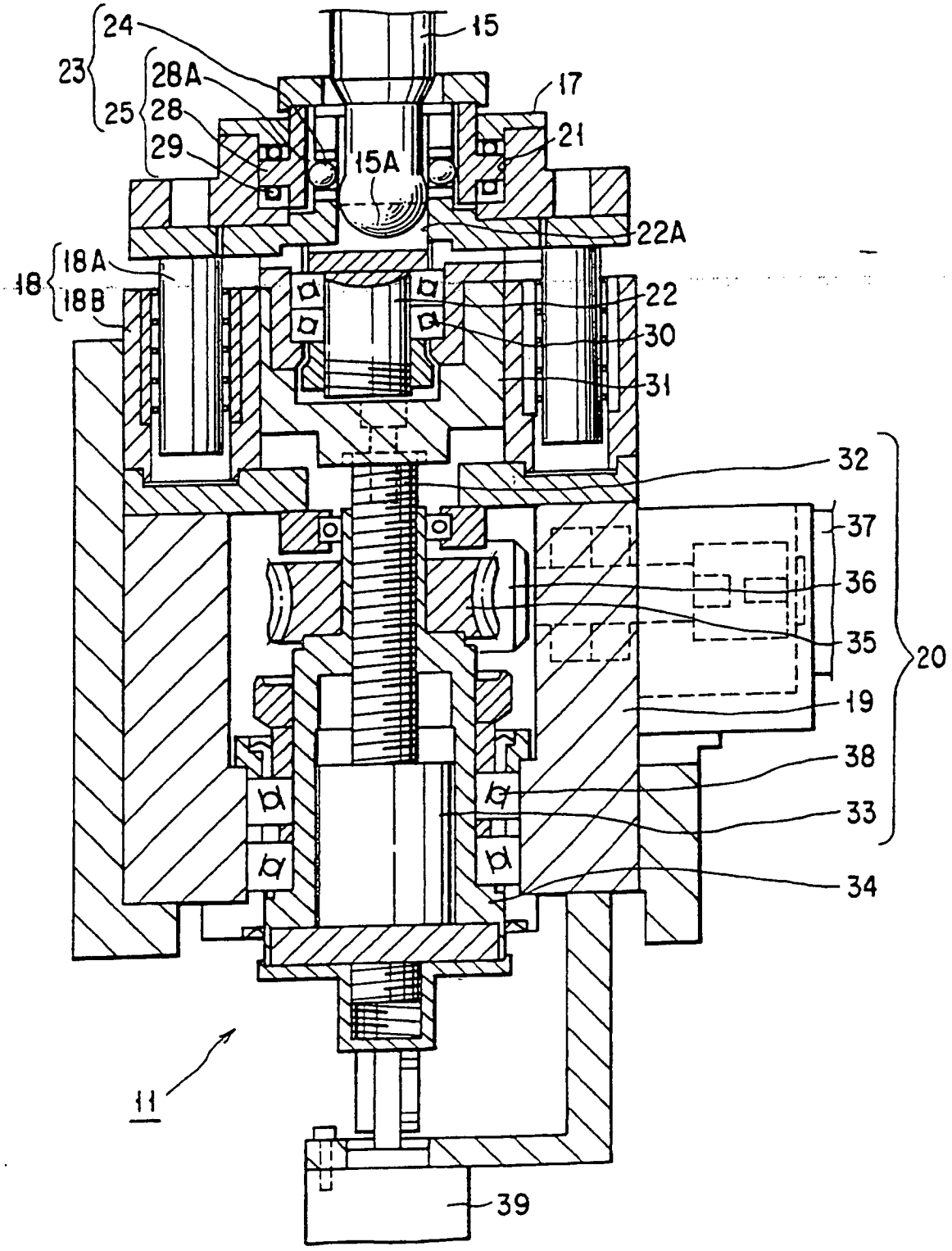

24
23
28A
25
28
29
15
17
21
15A
22A
18A
18
18B
22
30
31
32
37
36
35
20
19
38
33
34
11
39

FIG. 3

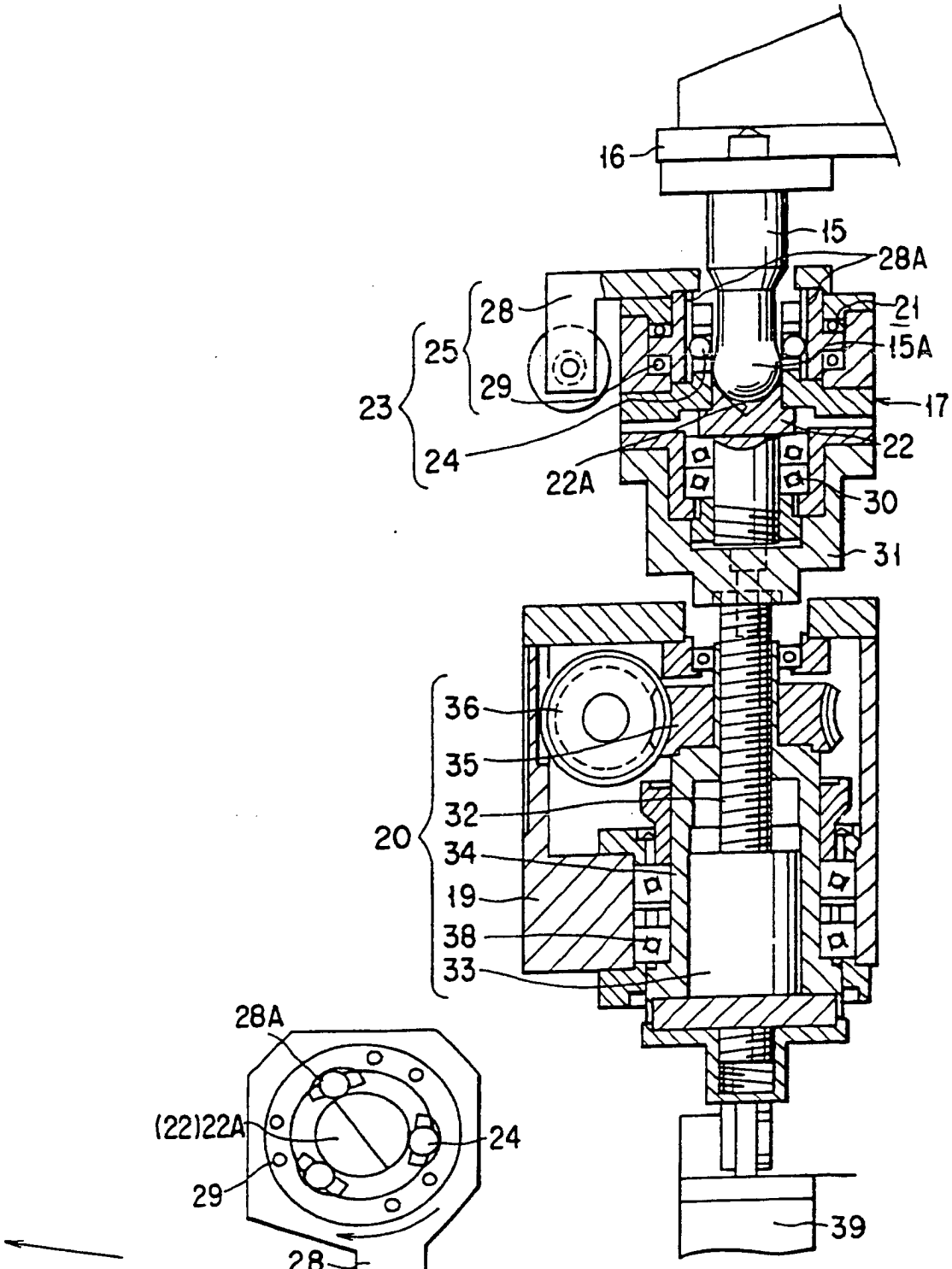

16
15
28A
28
21
25
15A
29
23
17
24
22
22A
30
31
36
35
32
20
34
19
38
33
39

FIG. 4A

28A
(22)22A
24
29
28
26

FIG. 4B

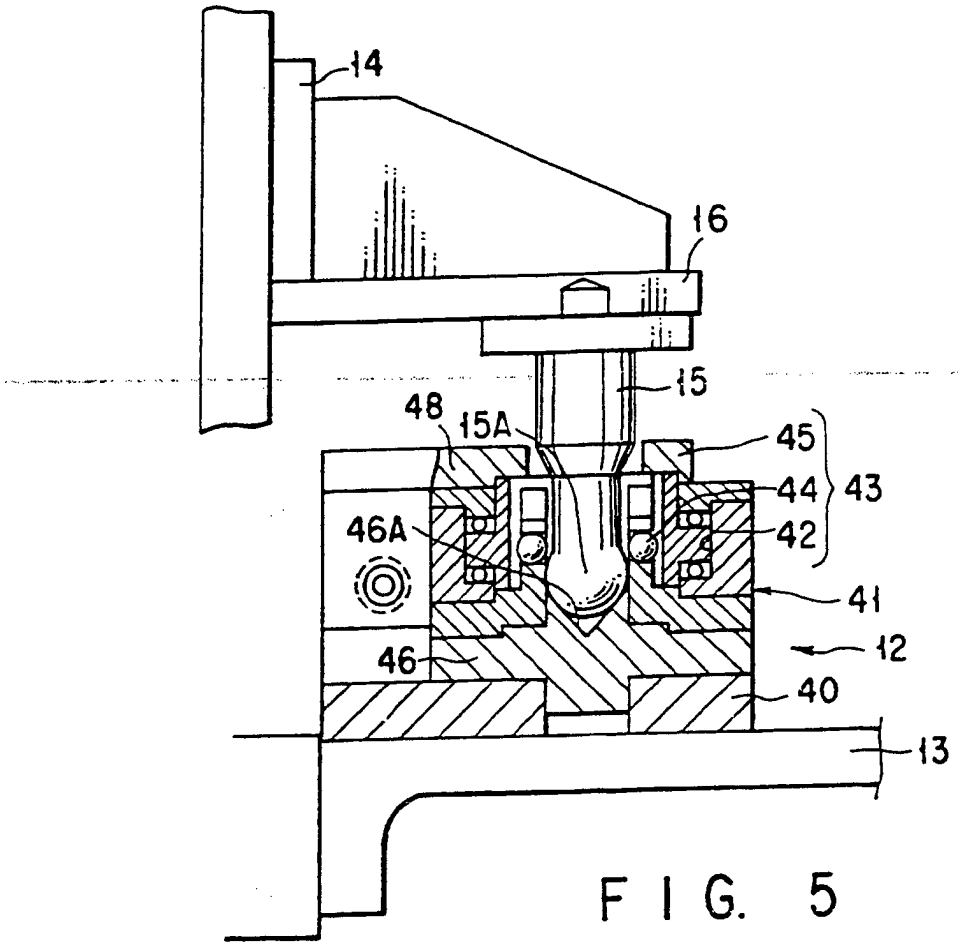

14
16
15
48
15A
45
44
43
42
46A
41
12
46
40
13

FIG. 5

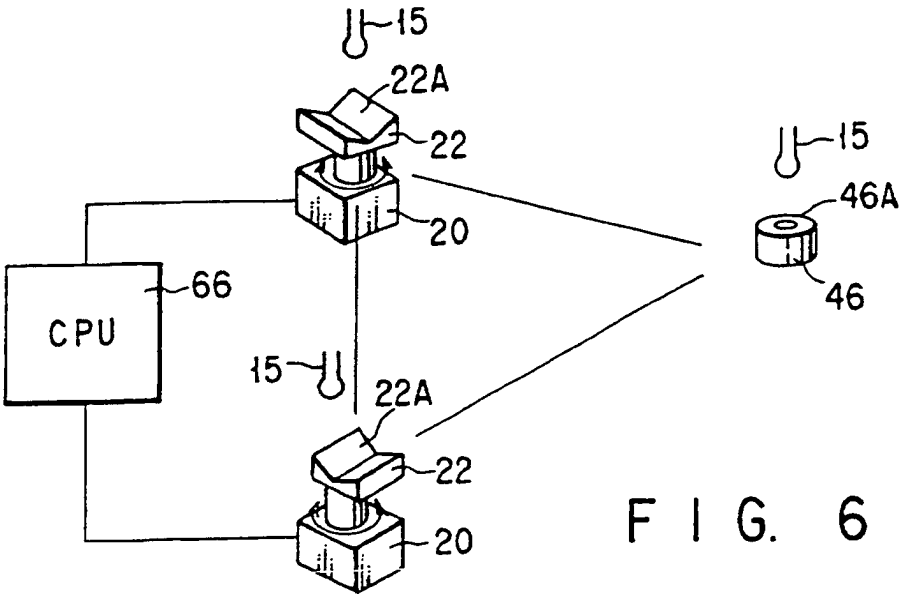

15
22A
22
20
66
CPU
15
22A
22
20
15
46A
46

FIG. 6

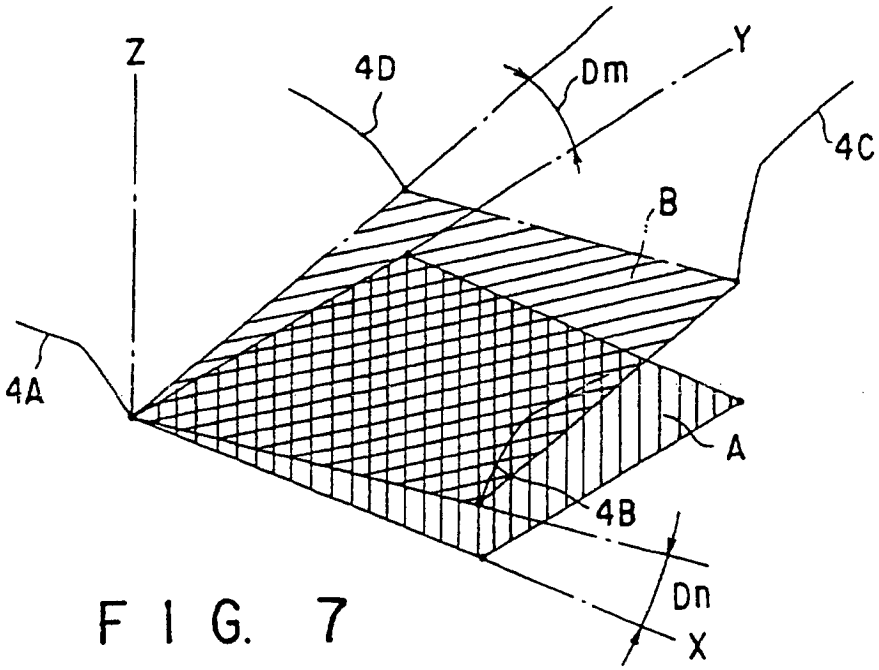


FIG. 7

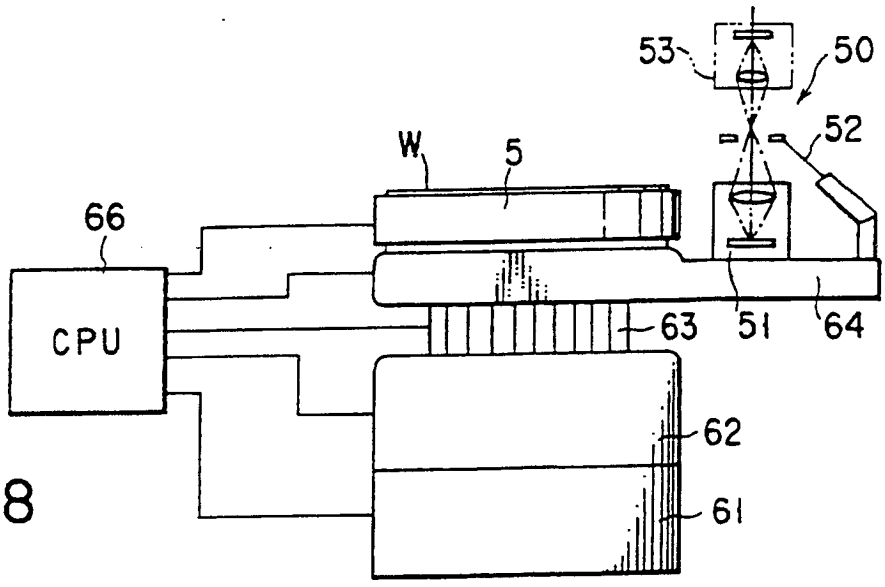


FIG. 8

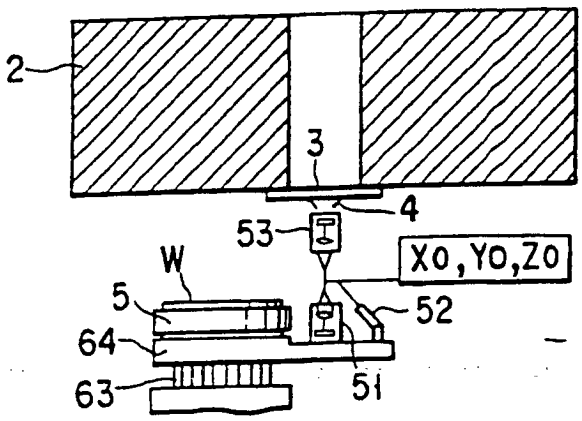


FIG. 9A

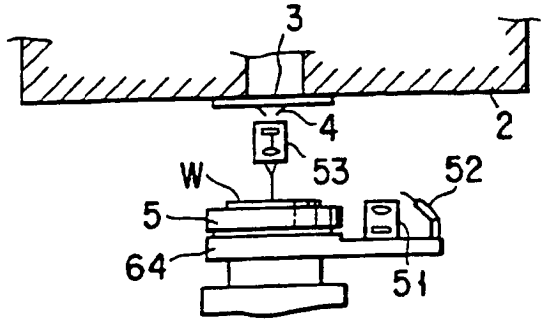


FIG. 9B

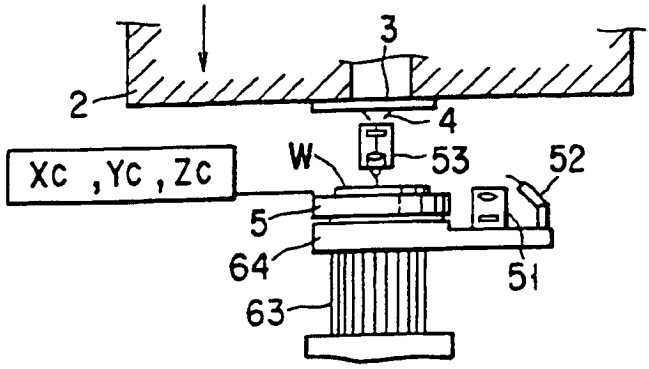


FIG. 9C

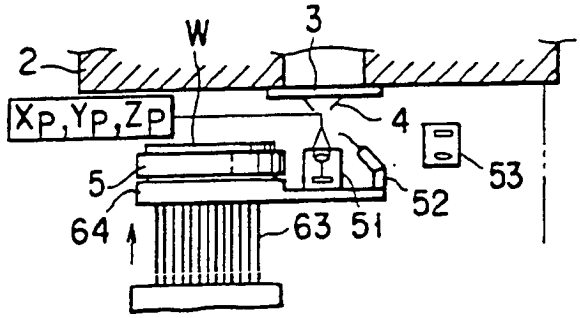


FIG. 9D

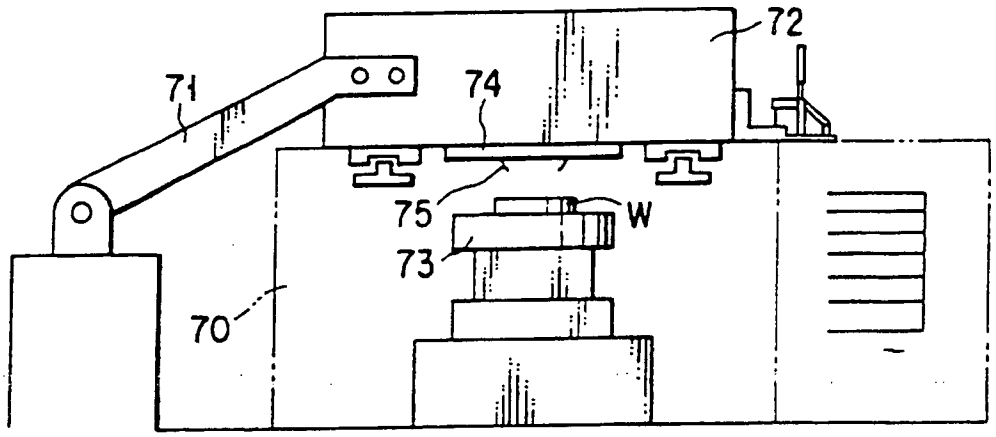

72
71
74
75
W
73
70

FIG. 10

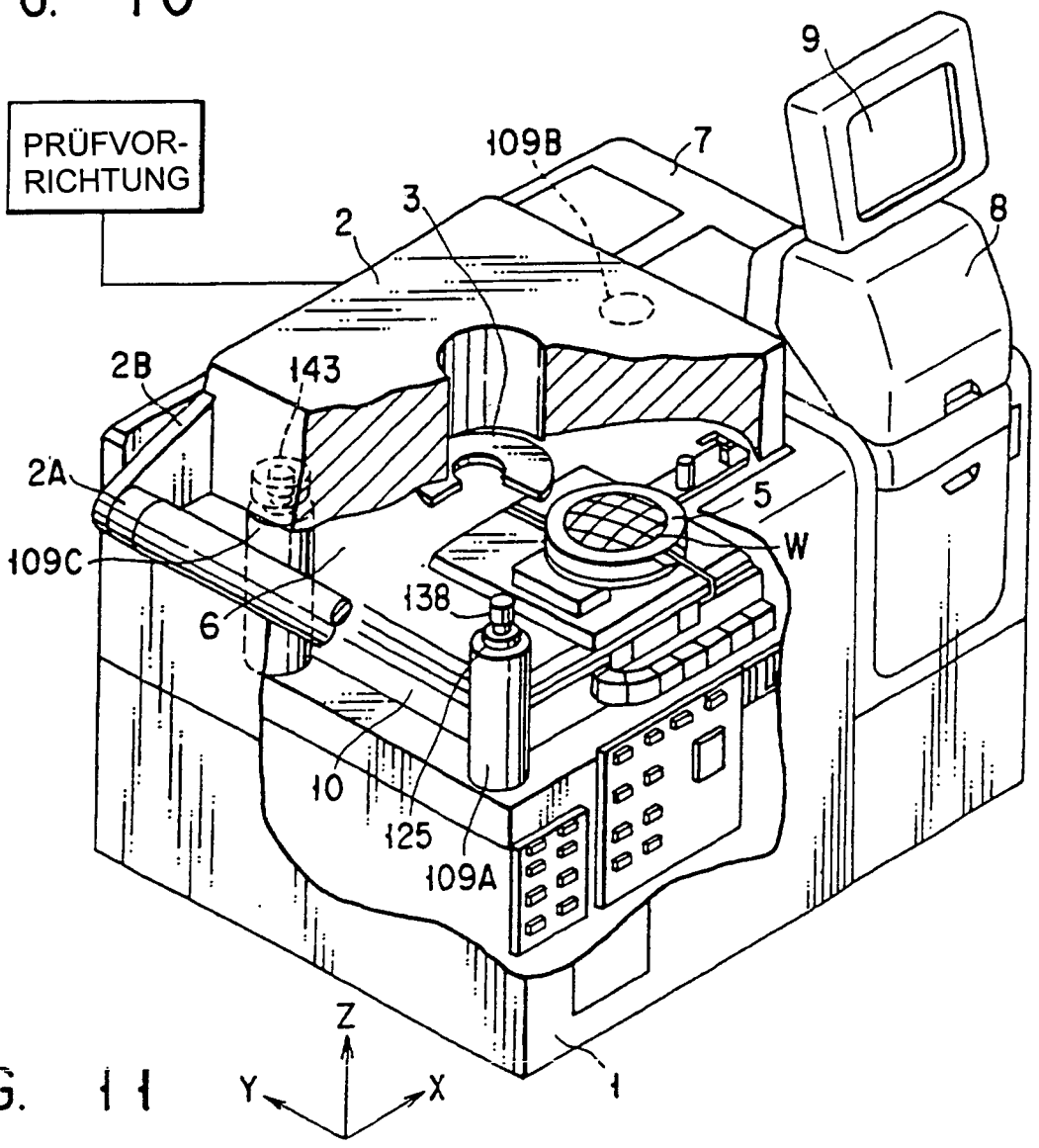

PRÜFVOR-
RICHTUNG
9
109B
7
3
2
8
2B
143
2A
5
W
109C
138
6
10
125
109A
Z
Y
X
1

FIG. 11

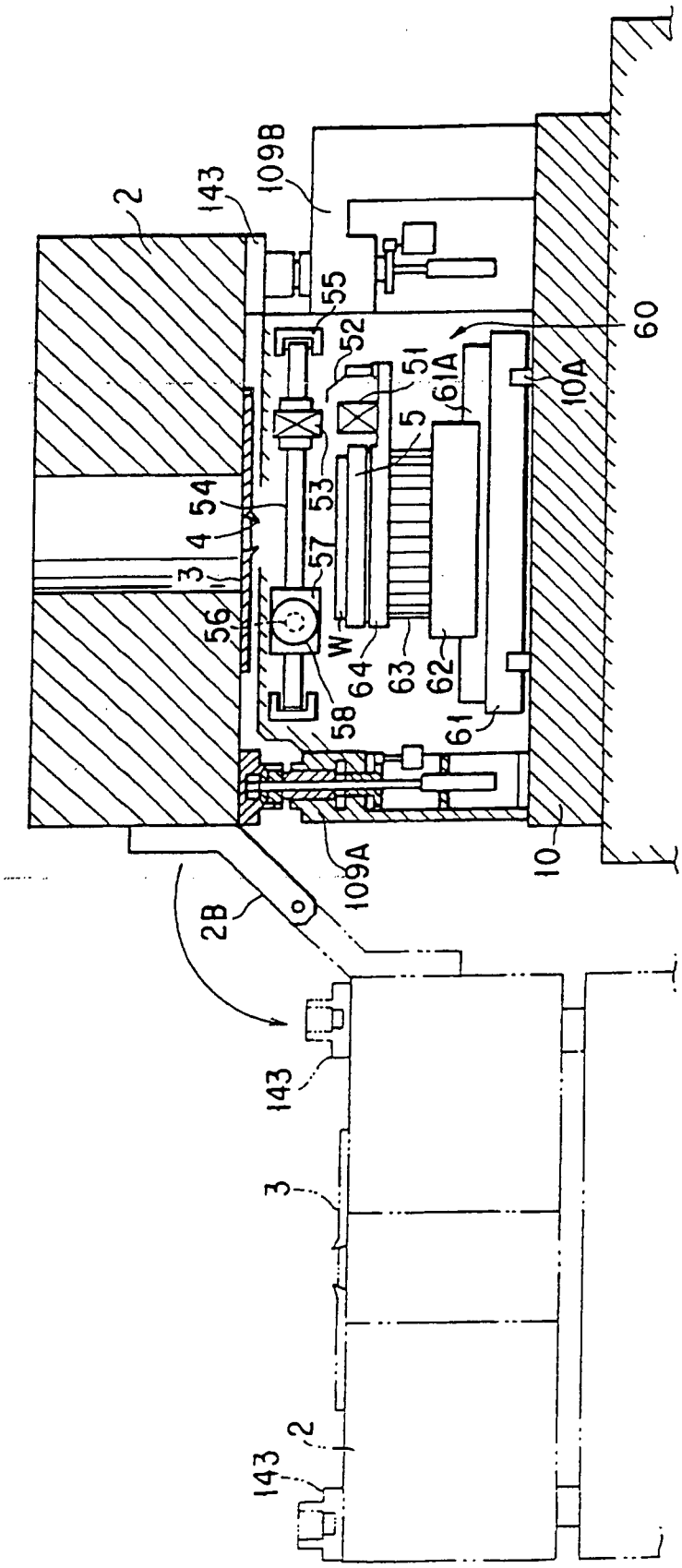

2
143
109B
55
52
51
61A
60
10A
5
54
53
4
57
3
56
W
64
63
62
61
58
109A
10
2B
143
3
2
143

FIG. 12

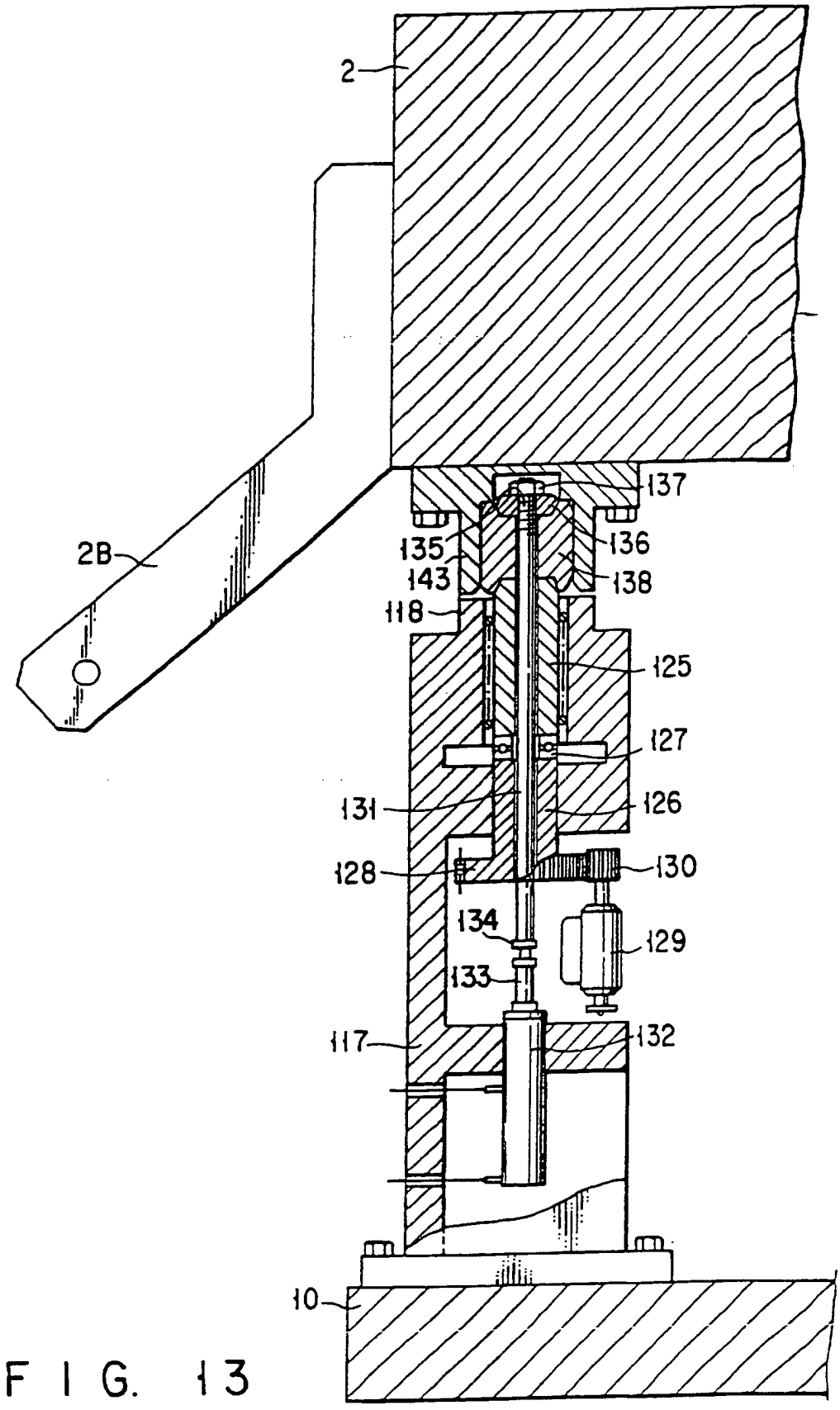

2
2B
137
135
136
143
138
118
125
127
131
126
128
130
134
129
133
117
132
10

FIG. 13

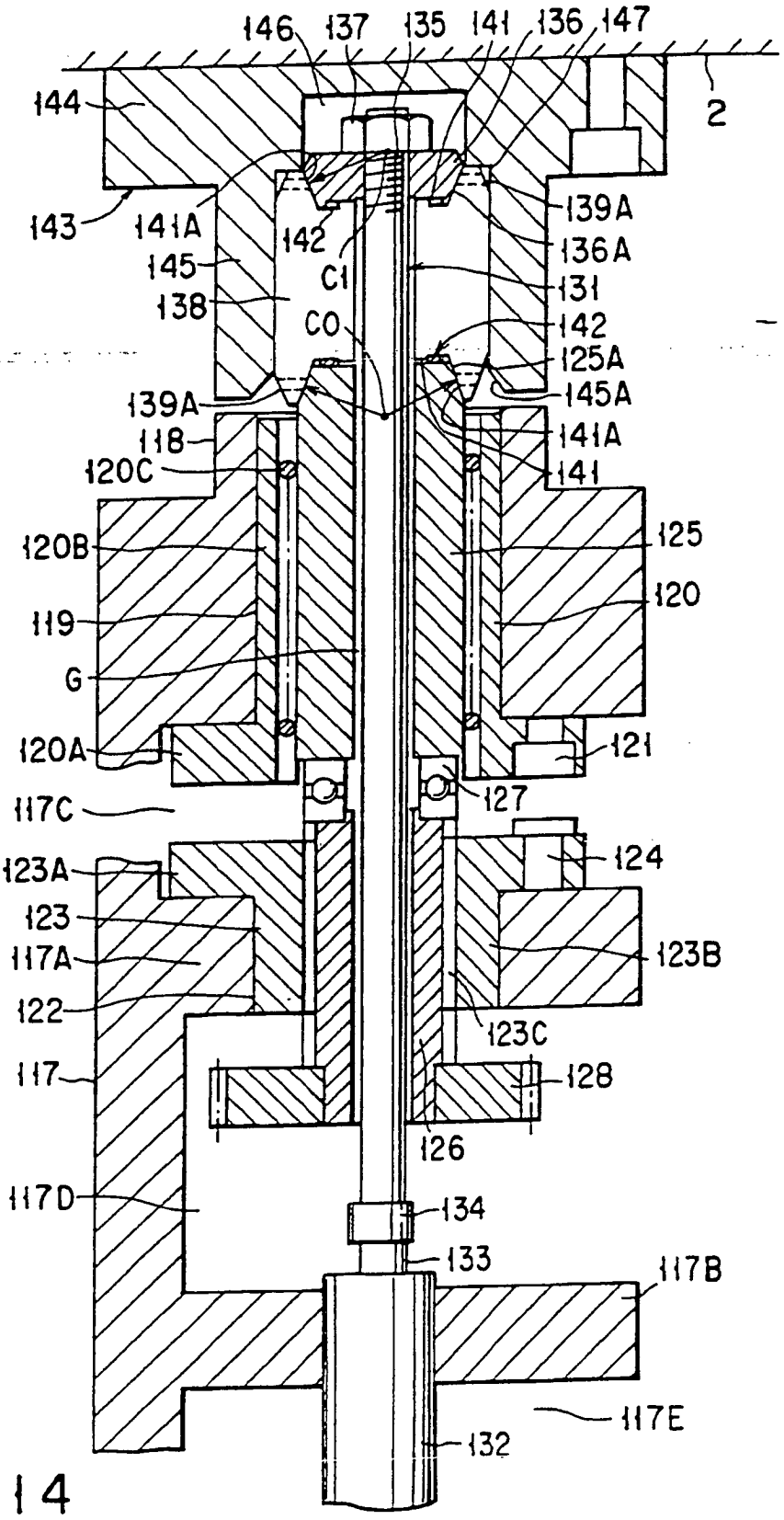
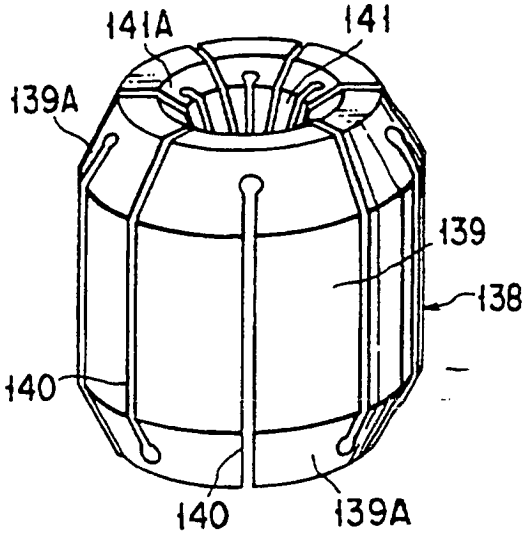

146
137
135
141
136
147
144
2
143
141A
142
139A
136A
145
C1
131
138
C0
142
125A
139A
145A
118
141A
120C
141
120B
125
119
120
G
120A
121
127
117C
123A
124
123
123B
117A
122
123C
117
128
126
117D
134
133
117B
117E
132

FIG. 14

FIG. 15



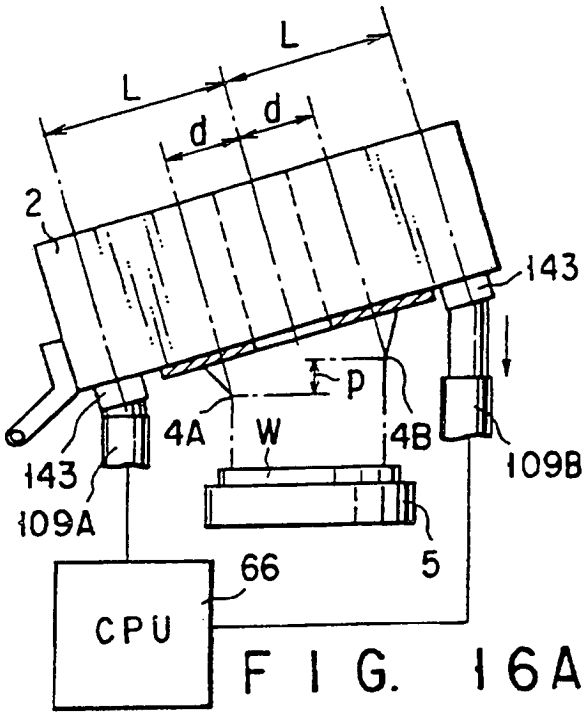


FIG. 16A

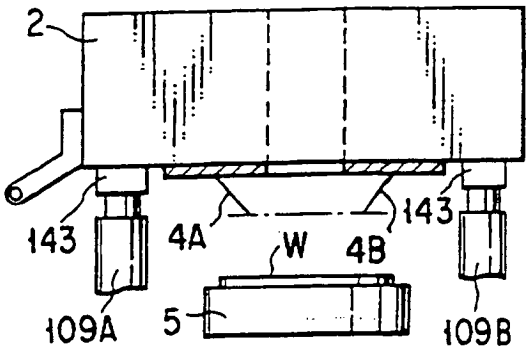


FIG. 16B

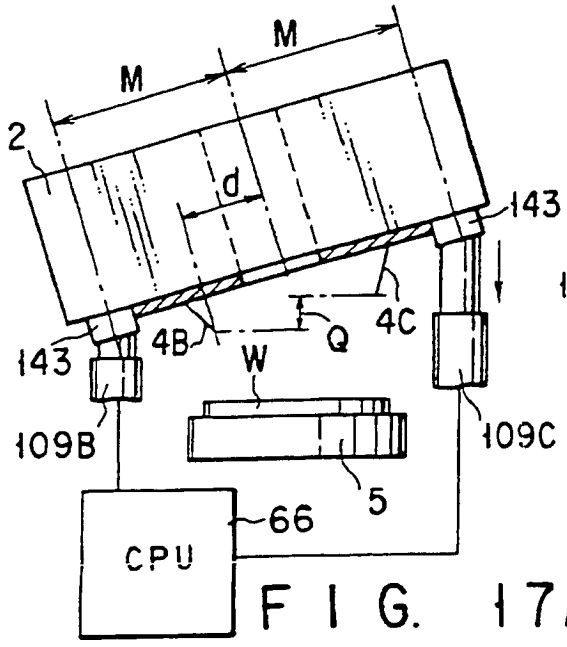


FIG. 17A

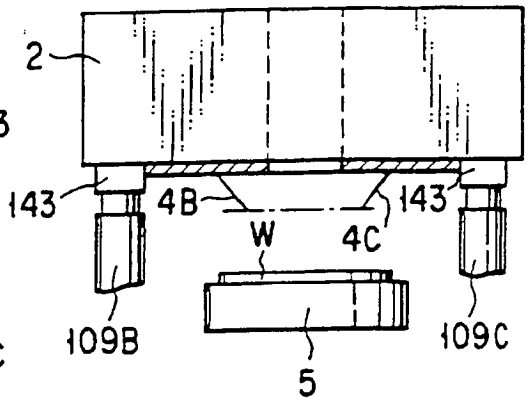


FIG. 17B

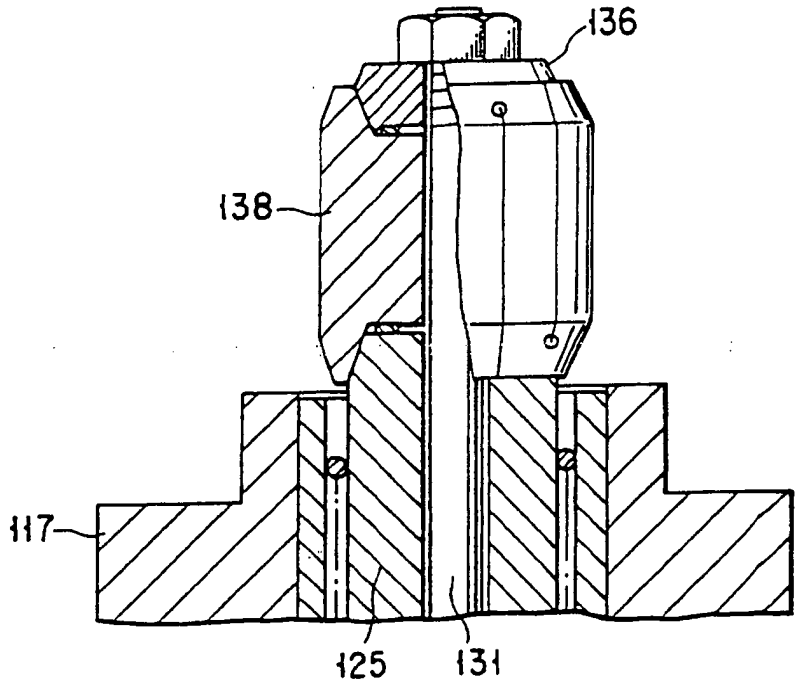


FIG. 18

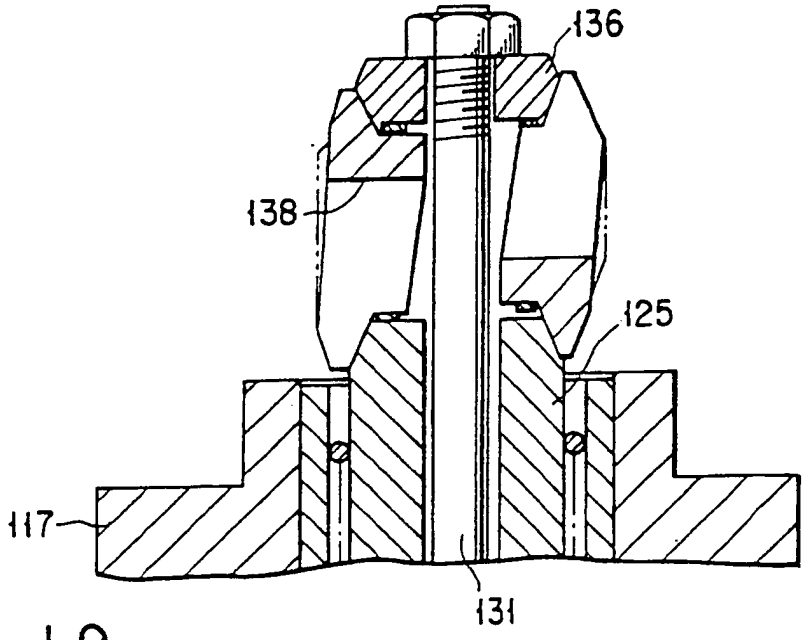


FIG. 19

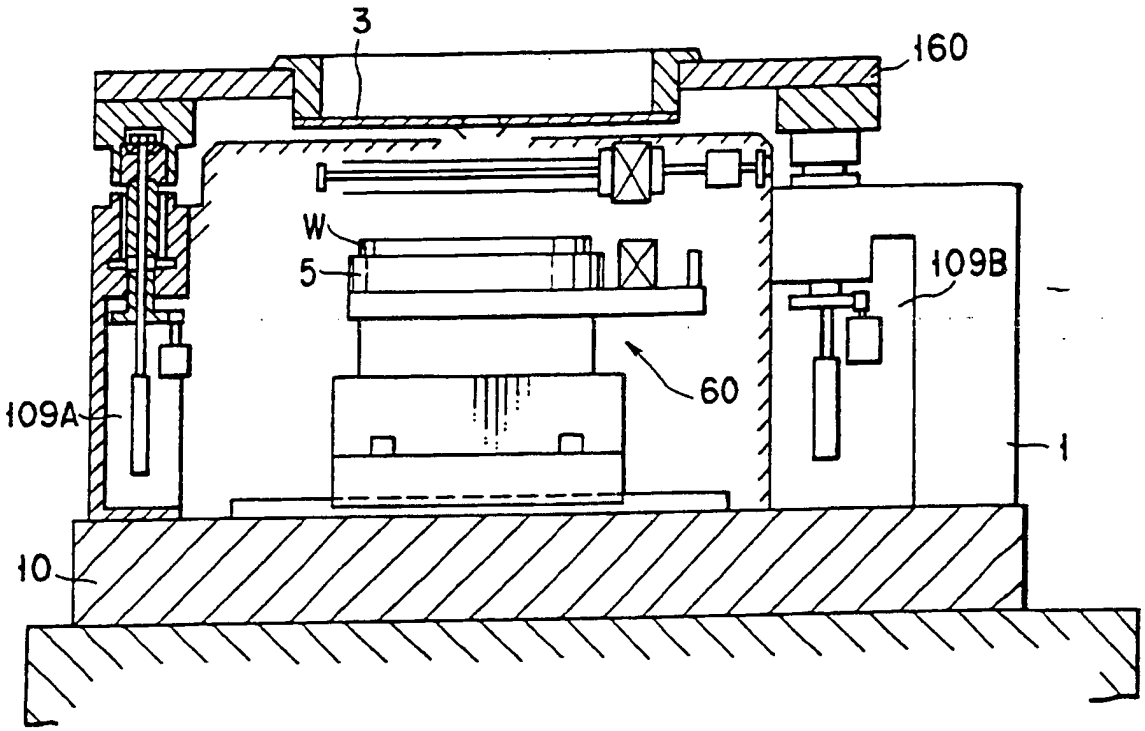


FIG. 20

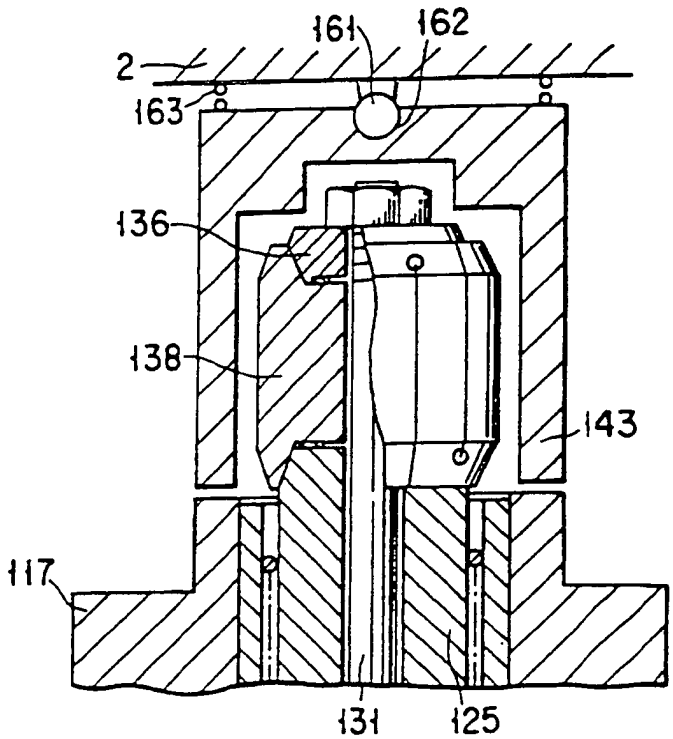


FIG. 21