

①9



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

①1 CH 692 331 A5

⑤1 Int. Cl.⁷: B 24 B 027/06
B 28 D 005/04
B 23 D 061/18

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

①2 PATENTSCHRIFT A5

②1 Gesuchsnummer: 01267/97

②2 Anmeldungsdatum: 29.05.1997

③0 Priorität: 04.06.1996 JP 8-141354
04.06.1996 JP 8-141480
04.06.1996 JP 8-141770
04.06.1996 JP 8-142045

②4 Patent erteilt: 15.05.2002

④5 Patentschrift
veröffentlicht: 15.05.2002

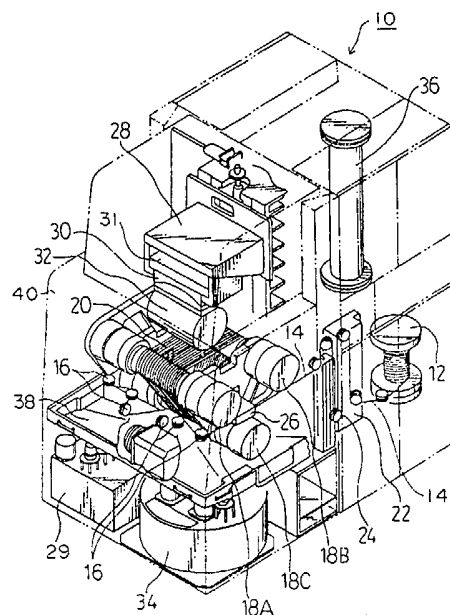
⑦3 Inhaber:
Tokyo Seimitsu Co., Ltd,
7-1, Shimorenjaku 9-chome, Mitaka-shi/Tokyo (JP)

⑦2 Erfinder:
Shinji Shibaoka, 7-1, Shimorenjaku 9-chome,
Mitaka-shi/Tokyo (JP)
Shinji Nagatsuka, 7-1, Shimorenjaku 9-chome,
Mitaka-shi/Tokyo (JP)
Jiro Tsuchishima, 7-1, Shimorenjaku 9-chome,
Mitaka-shi/Tokyo (JP)

⑦4 Vertreter:
Rottmann, Zimmermann + Partner AG,
Glattalstrasse 37, 8052 Zürich (CH)

⑤4 Drahtsäge und Schneidverfahren unter Einsatz derselben.

⑤7 Nach der Erfindung wird eine Kristallorientierung eines Werkstücks bestimmt, und ein Neigungswinkel des Werkstücks wird basierend auf der bestimmten Kristallorientierung ausserhalb einer Drahtsäge (10) eingestellt. Dann wird das Werkstück (32) an einem Werkstück-Aufgabebereich (28) der Drahtsäge (10) angebracht, sodass die Schneidbearbeitung begonnen werden kann.



Beschreibung

Die Erfindung befasst sich mit einer Drahtsäge und einer Verfahrensweise zum Schneiden eines Werkstücks in Scheiben, und insbesondere bezieht sich die Erfindung auf eine Drahtsäge und ein Verfahren zum Schneiden eines Werkstücks in Scheiben, welche im Zusammenhang mit dem Schneiden von spröden Materialien, wie Silizium, Glas und keramischen Werkstoffen, zum Einsatz kommen.

Wenn eine Drahtsäge ein Einkristallmaterial, wie Silizium, in Halbleiterscheiben (Wafers) zerschneidet, muss das Einkristallmaterial um einen vorbestimmten Winkel bezüglich einer Ebene geneigt werden, welche eine Drahtgruppe der Drahtsäge enthält, sodass die Fläche des abgeschnittenen Wafers von einer gewünschten Kristallfläche gebildet werden kann.

Bei der üblichen Drahtsäge ist eine Neigungsordnung vorgesehen, welche in einen Werkstück-Aufgabetisch integriert ist, und mittels dieser Neigungseinrichtung lässt sich ein Neigungswinkel des Werkstücks einstellen. Die Neigungseinrichtung trägt das Werkstück derart, dass das Werkstück horizontal und vertikal bezüglich der Ebene der Drahtgruppe geschwenkt werden kann. Eine Bedienungsperson stellt manuell den Neigungswinkel des Werkstücks basierend auf zuvor ermittelten Daten bezüglich der Kristallorientierung des Werkstücks ein.

Da der Neigungseinstellvorgang bei der Drahtsäge unter engen Platzverhältnissen vorgenommen werden muss, ist diese Vorgehensweise äusserst schwierig. Zusätzlich benötigt dieser Arbeitsgang Zeit, und das Scheibenschneiden lässt sich nicht in effizienter Weise durchführen.

Bei dem üblichen Verfahren zum Einstellen des Neigungswinkels des Werkstücks kann ein Fehler dann nicht erkannt werden, wenn ein Fehler beim Anbringen des Werkstücks an der Neigungseinrichtung auftritt. Daher werden hierbei qualitativ minderwertige Halbleiterscheiben bzw. Wafer hergestellt.

Ferner gestattet eine übliche Drahtsäge nur das Schneiden eines Werkstücks in Scheiben pro Schneidvorgang. Wenn daher das Werkstück wesentlich kürzer als die Breite der Drahtgruppe ist, kann ein Grossteil der Drahtgruppe keinen Beitrag für das Schneiden leisten, wodurch die Herstellungseffizienz herabgesetzt wird.

Die Erfindung zielt darauf ab, unter Überwindung der zuvor geschilderten Schwierigkeiten eine Drahtsäge und ein Werkstück-Schneidverfahren unter Einsatz derselben bereitzustellen, bei denen das Werkstück auf effiziente Weise in Scheiben geschnitten werden kann.

Hierzu wird einerseits nach der Erfindung eine Drahtsäge bereitgestellt, bei der ein laufender Draht um eine Mehrzahl von mit Nuten versehenen Walzen zur Bildung einer Drahtgruppe gewunden ist, ein Werkstück an einem Werkstück-Aufgabetisch angebracht ist, welches sich vor und zurück bezüglich der Drahtgruppe bewegt, wobei der Werkstück-Aufgabetisch auf die Drahtgruppe derart zugestellt wird, dass das Werkstück gegen die Drahtgruppe gedrückt wird, sodass das Werkstück in eine Anzahl von Wafers als Halbleiterscheiben zerschnitten

wird, und wobei die Drahtsäge Folgendes aufweist: Eine Neigungswinkel-Einstelleinrichtung mit einer Neigungseinheit, welche das Werkstück hält und das Werkstück horizontal und vertikal um vorbestimmte Winkel bezüglich einer Ebene neigen kann, welche die Drahtgruppe enthält, wobei die Neigungseinheit lösbar an dem Werkstück-Aufgabetisch anbringbar ist, und wobei sich die Drahtsäge ferner dadurch auszeichnet, dass die Neigungseinheit ausserhalb der Drahtsäge die horizontalen und vertikalen Neigungswinkel des Werkstücks einstellt und dann das Werkstück an dem Werkstück-Aufgabetisch mittels der Neigungseinheit derart anbringbar ist, dass das Werkstück in Scheiben zerschnitten werden kann.

Gemäss der Auslegungsform nach Patentanspruch 1 werden die horizontalen und vertikalen Neigungswinkel des Werkstücks ausserhalb der Drahtsäge eingestellt, sodass das Werkstück mit einer vorbestimmten Kristallorientierung in Scheiben geschnitten werden kann. Anschliessend wird das Werkstück an dem Werkstück-Aufgabetisch angebracht, und das Abschneiden von Scheiben von dem Werkstück kann begonnen werden.

Gemäss der Auslegungsform nach Anspruch 7 ist eine Mehrzahl von Werkstücken an einer Mehrzahl von Neigungseinheiten angebracht. Die horizontalen und die vertikalen Neigungswinkel bezüglich der Ebene der Drahtgruppe werden bei jedem Werkstück mittels der jeweils zugeordneten Neigungseinheit eingestellt, sodass das Werkstück mit einer vorbestimmten Kristallorientierung in Scheiben geschnitten werden kann. Dann wird der Werkstück-Aufgabetisch in Richtung auf die Drahtgruppe zugestellt, und die Werkstücke werden zu Halbleiterscheiben bzw. Wafers geschnitten. Somit lässt sich bei der Erfindung eine Mehrzahl von Werkstücken gleichzeitig zum Erstellen von Scheiben bearbeiten.

Bei der Auslegungsform nach Anspruch 8 werden die horizontalen und vertikalen Neigungswinkel des Werkstücks ausserhalb der Drahtsäge eingestellt, sodass das Werkstück mit einer vorbestimmten Kristallorientierung in Scheiben geschnitten werden kann. Anschliessend wird das Werkstück an dem Werkstück-Aufgabetisch angebracht, und mit dem Scheibenschneiden des Werkstücks kann begonnen werden.

Weitere Einzelheiten, Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachstehenden Beschreibung von bevorzugten Ausführungsformen unter Bezugnahme auf die beigefügte Zeichnung, in welcher gleiche oder ähnliche Teile mit denselben Bezugszeichen versehen sind. Darin zeigt:

Fig. 1 eine perspektivische Ansicht einer Drahtsäge nach der Erfindung;

Fig. 2 eine Vorderansicht zur Verdeutlichung eines Zustandes, bei dem ein Rohblock angebracht ist;

Fig. 3 eine perspektivische Ansicht zur Verdeutlichung eines Zustandes, bei dem der Rohblock angebracht ist;

Fig. 4 eine Teilschnittansicht zur Verdeutlichung eines Zustandes, bei dem eine Einstellbasis mit einer Neigungseinheit verbunden ist;

Fig. 5 eine Längsschnittansicht der Neigungseinheit;

Fig. 6 eine Draufsicht auf die Neigungseinheit;

Fig. 7(a) und 7(b) Ansichten zur Erläuterung einer zweiten bevorzugten Ausführungsform eines Verfahrens zum Zerschneiden eines Werkstücks in Scheiben mittels einer Drahtsäge nach der Erfindung;

Fig. 8 eine Ansicht zur Verdeutlichung eines Zustandes, bei dem der Rohblock an der Neigungseinheit mittels einer Befestigungsplatte fixiert ist;

Fig. 9 eine Seitenansicht einer Einrichtung zur Bestimmung der Kristallorientierung mittels Röntgenstrahlen gemäss einer bevorzugten Ausführungsform nach der Erfindung;

Fig. 10 eine Vorderansicht der Neigungseinheit;

Fig. 11 eine Schnittansicht längs der Linie 11-11 in Fig. 10 zur Verdeutlichung der Neigungseinheit;

Fig. 12 eine Ansicht zur Verdeutlichung eines Zustandes, bei dem der Rohblock an der Einstellbasis mittels der Neigungseinheit fixiert ist;

Fig. 13 eine perspektivische Ansicht einer Drahtsäge gemäss einer weiteren bevorzugten Ausführungsform nach der Erfindung;

Fig. 14 eine Vorderansicht der Drahtsäge nach Fig. 13;

Fig. 15 eine Vorderansicht zur Verdeutlichung eines Zustandes, bei dem die Rohblöcke auf der Einstellbasis mittels den Neigungseinheiten fixiert sind;

Fig. 16 eine perspektivische Ansicht zur Verdeutlichung der wesentlichen Einzelheiten in Fig. 15;

Fig. 17 eine Teilschnittansicht zur Verdeutlichung eines Zustandes, bei dem die Einstellbasis mit der Neigungseinheit verbunden ist;

Fig. 18 eine Seitenansicht einer Neigungseinheit gemäss einer weiteren bevorzugten Ausführungsform nach der Erfindung;

Fig. 19 eine Vorderansicht von Fig. 18;

Fig. 20 eine Draufsicht von Fig. 18;

Fig. 21 eine Schnittansicht entlang der Linie 21-21 in Fig. 9; und

Fig. 22 eine Seitenansicht einer Neigungseinheit gemäss einer weiteren bevorzugten Ausführungsform nach der Erfindung.

Fig. 1 ist eine perspektivische Ansicht zur Verdeutlichung einer Drahtsäge 10 gemäss einer bevorzugten Ausführungsform einer Drahtsäge nach der Erfindung zum Einsatz bei einem Verfahren zum Abschneiden von Scheiben von einem Werkstück nach der Erfindung.

Wie in Fig. 1 gezeigt ist, ist ein Draht 14 um eine Drahtrolle 12 und um drei mit Nuten versehene Walzen 18A, 18B und 18C über einen Drahtdurchgang gewickelt, welcher von einer Anzahl von Führungswalzen, 16, 16, ... gebildet wird, sodass eine horizontale Drahtgruppe 20 gebildet wird. Der Draht 14, welcher die Drahtgruppe 20 bildet, wird von einer Drahtrolle (nicht gezeigt) über den Drahtdurchgang abgezogen, welcher symmetrisch zu dem vorstehend genannten Drahtdurchgang an der Drahtgruppe 20 ist.

Ferner sind eine Drahtführungseinrichtung 22, Tänzerwalzen 24 und eine Drahtreinigungseinrichtung 26 an den Drahtdurchgängen vorgesehen,

welche an beiden Seiten der Drahtgruppe 20 (nur eine hiervon ist gezeigt) vorgesehen sind. Die Drahtführungseinrichtung 22 führt den Draht 14 von der Drahtrolle 12 mit einem konstanten gleichmässigen wechselseitigen Abstand. Ein Gewicht mit einer vorbestimmten Grösse (nicht gezeigt) ist an der Tänzerwalze 24 derart vorgesehen, dass eine konstante Zugspannung auf den laufenden Draht 14 einwirkt. Die Drahtreinigungseinrichtung 26 bringt eine Reinigungsflüssigkeit von einem Reinigungsflüssigkeitsbehälter 29 auf den Draht 14 auf, sodass die Fest-Flüssig-Dispersion, die an dem Draht 14 haften kann, von dem Draht 14 entfernt werden kann.

Ein Motor, welcher sich vor- und zurückdrehen kann (nicht gezeigt), ist mit einem Paar von Drahtrollen 12 und der mit Nuten versehenen Walze 18C verbunden. Wenn der Motor angetrieben wird, bewegt sich der Draht mit einer hohen Geschwindigkeit zwischen dem Paar von Drahtrollen 12 hin und her.

Ein Werkstück-Aufgabebereich 28 ist oberhalb der Drahtgruppe 20 angeordnet, und der Werkstück-Aufgabebereich 28 bewegt sich in vertikaler Richtung bezüglich der Drahtgruppe 20 in Richtung nach oben und unten. Eine Neigungseinheit 30 ist lösbar an dem Werkstück-Aufgabebereich 28 über eine Einstellbasis 31 angebracht. Ein Rohblock 32 ist am Boden der Neigungseinheit 30 gehalten, und der Rohblock 32 wird um einen vorbestimmten Winkel geneigt. Eine nähere Erläuterung bezüglich der Auslegung der Neigungseinheit 30 und der Einstellbasis 31 erfolgt später.

Um den Rohblock 32 mittels der Drahtsäge 10 in Scheiben zu schneiden, bewegt sich der Werkstück-Aufgabebereich 28 in Richtung nach unten auf die Drahtgruppe 20, und der Rohblock 32 wird gegen die Drahtgruppe 20 gedrückt, welche sich mit einer hohen Geschwindigkeit bewegt. In diesem Fall wird die Fest-Flüssig-Dispersion auf die Drahtgruppe 20 von einem Vorratsbehälter 34 über eine Düse (nicht gezeigt) aufgebracht, und der Rohblock 32 wird zu Wafern mittels einer Läppbearbeitung durch die abtragenden Körner in dieser Dispersion geschnitten.

Die bei der Bearbeitung des Rohblocks 32 eingesetzte Fest-Flüssig-Dispersion wird in einem Dispersionsbehälter 34 über eine Auffangschale 38 gesammelt, welche unterhalb der Drahtgruppe 20 angeordnet ist. Die Dispersion wird umgewälzt und wieder eingesetzt, und fehlende Dispersionsmengen werden ergänzt. In diesem Fall adsorbiert die Dispersion die während der Bearbeitung erzeugte Wärme, und daher steigt die Temperatur der Fest-Flüssig-Dispersion an. Ein Wärmetauscher 36 kühlt die gesammelte Dispersion auf eine vorbestimmte Temperatur.

Nunmehr erfolgt eine Erläuterung der Zuordnungen zwischen der Einstellbasis 39 und der Neigungseinheit 30 unter Bezugnahme auf Fig. 3.

Wie in Fig. 3 gezeigt ist, ist ein Schwalbenschwanz 44, welcher auf der Oberseite der Neigungseinheit 30 ausgebildet ist, in eine Schwalbenschwanznut 22 eingeführt, welche an der Bodenseite der Einstellbasis 31 ausgebildet ist, sodass die

Neigungseinheit 30 an der Einstellbasis 31 angebracht werden kann.

Wie aus Fig. 4 zu ersehen ist, ist eine Andrückplatte 46, welche im Querschnitt keilförmig ausgebildet ist, zwischen der Schwalbenschwanznut 42 und dem Schwalbenschwanz 44 angeordnet. Die Andrückplatte 46 ist schwenkbeweglich mittels eines Endes einer Gewindespindel 48 gelagert, welche mit einer mit Gewinde versehenen Öffnung 50 zusammenarbeitet, welche an der Einstellbasis 31 ausgebildet ist. Ein Hebel 52 ist fest mit dem anderen Ende der Gewindespindel 48 verbunden, und wenn der Hebel 52 gedreht wird, bewegt sich die Andrückplatte 46 bezüglich des Schwalbenschwanzes 44 vor und zurück.

Gemäss der voranstehend beschriebenen Konstruktion wird der Hebel 52 gedreht, um die Andrückplatte 46 in Richtung eines Pfeils in Fig. 4 derart zu bewegen, dass der Schwalbenschwanz 44 engsitzend zwischen der Schwalbenschwanznut 42 und der Andrückplatte 46 angedrückt wird. Hierdurch wird die Neigungseinheit 30 an der Einstellbasis 31 fixiert.

Nunmehr soll eine Erläuterung der Einrichtungen und Anordnungen zwischen der Neigungseinheit 30 und dem Rohblock 32 unter Bezugnahme auf Fig. 3 erfolgen.

Wie in Fig. 3 gezeigt ist, ist der Rohblock 32 fest mit dem Boden einer Befestigungsplatte 58 über einen Schneidbasis-Befestigungsträger 60 verbunden. Ein Schwalbenschwanz 56, welcher an der Oberseite der Befestigungsplatte 58 ausgebildet ist, ist in eine Schwalbenschwanznut 54 eingesetzt, welche an der Bodenseite der Neigungseinheit 30 ausgebildet ist, sodass die Befestigungsplatte 58 an der Neigungseinheit 30 angebracht werden kann.

Eine Andrückplatte 62, welche im Querschnitt keilförmig gestaltet ist, ist zwischen der Schwalbenschwanznut 54 und dem Schwalbenschwanz 56 angeordnet, und wenn ein Hebel 64 verdreht wird, drückt die Andrückplatte 62 den Schwalbenschwanz 56 eng anliegend an oder hält das Andrücken des Schwalbenschwanzes 56 an. Da die Andrückplatte 62 dieselbe mechanische Einrichtung wie die in Fig. 4 gezeigt hat, kann eine nähere Beschreibung derselben entfallen.

Nunmehr soll eine Erläuterung der Konstruktion der Neigungseinheit 30 unter Bezugnahme auf die Fig. 5 und 6 erfolgen. Fig. 5 ist eine Längsschnittansicht der Neigungseinheit 30, und Fig. 6 ist eine Draufsicht auf diese.

Wie in Fig. 5 gezeigt ist, umfasst die Neigungseinheit 30 hauptsächlich einen Montageblock 66, einen horizontalen Schwenkblock 68 und einen vertikalen Schwenkblock 70, welche zu einer Einheit über eine Schraube 72 und Schraubenbolzen 78, 78 verbunden sind.

Der Montageblock 66 ist rechteckförmig ausgebildet, und der Schwalbenschwanz 44 ist an der Oberseite des Montageblocks 66 ausgebildet. Wie in Fig. 6 gezeigt ist, sind bogenförmige Führungsöffnungen 74, 74 symmetrisch bezüglich des Schraubenbolzens 72 ausgebildet. Führungselemente 76, 76 sind in die Führungsöffnungen 74, 74 eingesetzt, und die Führungselemente 76, 76 sind

derart ausgebildet, dass sie entlang den Führungsöffnungen 74, 74 gleitbeweglich sind. Schraubbolzen sind an dem Mittelteil der Führungselemente 76, 76 ausgebildet, und die Schraubbolzen 78, 78 sind in die Gewindeöffnungen eingesetzt. Die Schraubbolzen 78, 78 arbeiten mit Muttern 82, 82 über die Öffnungen 80, 80 des horizontalen Schwenkblocks 86 zusammen.

Gemäss der voranstehenden Konstruktion führt der horizontale Schwenkblock 68 eine Gleitbewegung auf der Bodenseite des Montageblocks 66 aus. Wenn die Schraubenbolzen 78, 78 angezogen sind, ist der horizontale Schwenkblock 68 an dem Montageblock 66 fixiert, und wenn die Schrauben 78, 78 gelöst sind, kann sich der horizontale Schwenkblock 68 in horizontaler Richtung um den Schraubenbolzen 72 schwenken.

Eine konkave, gekrümmte Fläche 84 ist an der Bodenseite des horizontalen Schwenkblocks 68 ausgebildet. Eine konvexe, gekrümmte Fläche 86 ist an der Oberseite des vertikalen Schwenkblocks 70 ausgebildet, und die konvexe, gekrümmte Fläche 86 ist längs der konkaven, gekrümmten Fläche 84 gekrümmt. Eine längliche Öffnung 88, welche entlang der gekrümmten Fläche 86 einen bogenförmigen Verlauf hat, ist an dem Mittelteil der Oberseite des vertikalen Schwenkblocks 70 ausgebildet. Der Schraubenbolzen 72 ist in die längliche Öffnung 88 eingesetzt, und der Schraubenbolzen 72 arbeitet mit einer Mutter 90 zusammen.

Gemäss der voranstehenden Konstruktion führt der vertikale Schwenkblock 70 eine Gleitbewegung auf der konkaven, gekrümmten Fläche 84 des horizontalen Schwenkblocks 68 aus. Wenn der Schraubenbolzen 72 angezogen ist, ist der vertikale Schwenkblock 70 an dem Montageblock 66 fixiert, und wenn der Schraubenbolzen 72 gelöst ist, kann sich der vertikale Schwenkblock 70 vertikal schwenken. Die Schwalbenschwanznut 54 ist an der Bodenseite des vertikalen Schwenkblocks 70 ausgebildet.

Nunmehr erfolgt eine Erläuterung der Vorgehensweise zum Einstellen der Schnittrichtung des Rohblocks 32 mithilfe der Neigungseinheit 30.

Die Kristallorientierung des Rohblocks 32 wird zuvor mittels einer Bestimmungseinrichtung für die Kristallorientierungen mittels Röntgenstrahlen bestimmt. Um den Rohblock 32 basierend auf der auf diese Weise bestimmten Kristallorientierung in Scheiben zu schneiden, neigt die Neigungseinheit 30 den Rohblock 32 um vorbestimmte Neigungswinkel in horizontalen und vertikalen Richtungen bezüglich der Drahtgruppe 20.

Zuerst wird der Schwalbenschwanz 56 der Befestigungsplatte 58, an welchem der Rohblock 32 fixiert ist, in die Schwalbenschwanznut 54 der Neigungseinheit 30 eingesetzt. Dann werden die Hebel 64 verdreht, um den Rohblock 32 auf der Neigungseinheit 30 zu fixieren.

Dann werden die Schraubenbolzen 72 und die Schraubenbolzen 78, 78 gelöst, sodass der horizontale Schwenkblock 78 und der vertikale Schwenkblock 70 bezüglich des Montageblocks 66 verschwenkt werden können.

Dann wird der horizontale Schwenkblock 68 hori-

zontal verschwenkt, und wenn der Rohblock 32 in horizontaler Richtung um den vorbestimmten horizontalen Neigungswinkel geneigt ist, werden die Schraubenbolzen 78 angezogen, um den horizontalen Schwenkblock 68 auf den Befestigungsblock 66 zu fixieren.

Dann wird der vertikale Schwenkblock 70 in vertikaler Richtung bezüglich des horizontalen Schwenkblocks 68 geschwenkt, und wenn der Rohblock 30 in vertikaler Richtung um einen vorbestimmten vertikalen Neigungswinkel geneigt ist, wird der Schraubenbolzen 72 angezogen, um den vertikalen Schwenkblock 70 an dem Montageblock 66 zu fixieren. Dann ist die Einstellung der Schneidrichtung für den Block 32 abgeschlossen.

Nunmehr soll eine Erläuterung einer Vorgehensweise zum Einsetzen des Rohblocks 32 erläutert werden, dessen Neigungswinkel bereits eingestellt worden sind, und welcher an dem Werkstück-Aufgabetisch 28 nach Fig. 1 angebracht werden soll.

Wie zuerst in Fig. 3 gezeigt ist, wird die Neigungseinheit 30, in welcher die Neigungswinkel des Rohblocks 32 bereits eingestellt worden sind, fest mit der Einstellbasis 31 verbunden.

Wie dann in Fig. 2 gezeigt ist, wird die Einstellbasis 31 zu der Position des Werkstück-Aufgabetischs 28 transportiert, und Schultern 31A, 31A, welche an den beiden Enden der Einstellbasis 31 ausgebildet sind, auf Werkstückhalteteilen 28A, 28A des Werkstück-Aufgabetischs 28 angeordnet. Dann werden die Stangen 94, 94 der Hydraulikzylinder 92, 92, welche an dem Werkstück-Aufgabetisch 28 vorgesehen sind, ausgefahren, um die Schultern 31A, 31A zwischen den Werkstückhalteteilen 28A, 28A und den Stangen 94, 94 einzuspannen, sodass die Schultern 31A, 31A auf diese Weise fixiert werden können. Dann ist das Einbringen des Rohblocks 32 abgeschlossen.

Um den Rohblock 32 zu Wafeln zuzuschneiden, wird der Werkstück-Aufgabetisch 28 in Richtung auf die Drahtgruppe 20 zugestellt, und der Rohblock 32 wird gegen die Drahtgruppe 20 gedrückt.

Wie zuvor angegeben ist, werden bei dem Werkstückschneidverfahren mittels der Drahtsäge nach dieser bevorzugten Ausführungsform die horizontalen und vertikalen Neigungswinkel des Rohblocks 32 zuvor ausserhalb der Drahtsäge 10 eingestellt, und dann wird der Rohblock 32 an dem Werkstück-Aufgabetisch 28 angebracht und dann in Scheiben geschnitten. Hierbei kann die Drahtsäge 10 in effizienter Weise arbeiten.

Während des Abschneidens der Scheiben von dem Rohblock können die Neigungswinkel eines nächsten zu schneidenden Rohblocks zuvor eingestellt werden. Somit ist es möglich, die bisher erforderlichen Neigungseinstellarbeiten zum Wegfall zu bringen, welche nach dem Anbringen des Rohblocks 32 vorgenommen werden mussten. Hierdurch kann die Drahtsäge 10 effizienter betrieben werden.

Da ferner der Neigungseinstellvorgang ausserhalb der Drahtsäge 10 ausgeführt werden kann, ist das Arbeiten einfacher und sicherer als bei dem üblichen Einstellvorgang für die Neigungswinkel des Rohblocks an einer hochliegenden Stelle unter gedrängten Platzverhältnissen.

Da es ferner nicht notwendig ist, die Drahtsäge 10 mit einer Neigungseinrichtung auszustatten, kann die Konstruktion der Drahtsäge 10 vereinfacht werden.

Nunmehr erfolgt eine nähere Beschreibung einer zweiten bevorzugten Ausführungsform nach der Erfindung.

Bei dem Werkstück-Scheibenschneidverfahren gemäss der zweiten bevorzugten Ausführungsform nach der Erfindung wird der Rohblock 32 bezüglich der Schneidbasis 60 und der Einstellbasis 31 im Vorhinein positioniert, und dann wird die Einstellbasis 31, an welcher der Rohblock 32 angebracht ist, an dem Werkstück-Aufgabetisch 28 festgelegt, so dass der Rohblock 32 parallel zu der Drahtgruppe 20 in Scheiben geschnitten werden kann, und Wafer mit einer vorbestimmten Kristallorientierung in Scheibenform abgeschnitten werden können.

Um den Rohblock 32 parallel zu der Drahtgruppe 20 zu schneiden und um zu erreichen, dass der abgeschnittene Wafer eine vorbestimmte Kristallorientierung hat, wird die Schneidrichtung des Rohblocks 32 durch Drehen des Rohblocks 32 um eine Achse 1 um einen vorbestimmten Winkel in Umfangsrichtung durch Drehen parallel zu der Drahtgruppe 20 eingestellt, wobei der Rohblock 32 um einen Mittelpunkt O um einen vorbestimmten Winkel verdreht wird.

Wenn man annimmt, dass die horizontalen und vertikalen Referenzen des Rohblocks 32 (eine Orientierungsabflachung des Rohblocks 32 ist die horizontale Referenz, und eine Ebene, welche die Achse 1 des Rohblocks 32 enthält und senkrecht zu der Orientierungsabflachung ist, ist die vertikale Referenz) den horizontalen und vertikalen Referenzen der Drahtgruppe 20 entsprechen (eine Drahtgruppenebene, welche von der Drahtgruppe 20 gebildet wird, ist die horizontale Referenz und eine Ebene, welche die Mittellinie der Drahtgruppenebene enthält und senkrecht zu der Drahtgruppenebene ist, ist die vertikale Referenz).

Um den Rohblock 32 parallel zu der Drahtgruppe 20 in Scheiben zu schneiden und einen abgeschnittenen Wafer mit einer vorbestimmten Kristallorientierung zu bekommen, ergeben sich ein Winkel θ , um den der Rohblock 32 um die Achse L in Umfangsrichtung gedreht wird und ein Winkel λ , um den der Rohblock 32 um den Mittelpunkt O gedreht wird, wie folgt:

$$\theta = \tan^{-1} (\tan \beta / \tan \alpha)$$

$$\lambda = \tan^{-1} (\tan \alpha / \cos \theta)$$

wobei α und β die vertikalen und horizontalen Neigungswinkel der Achse des Rohblocks 32 jeweils sind, welche mittels einer Einrichtung zur Bestimmung der Kristallorientierung mittels Röntgenstrahlen ermittelt sind.

Um somit den Rohblock 32 parallel zu der Drahtgruppe 20 in Scheiben zu schneiden und die Fläche des abgeschnittenen Wafers mit einer vorbestimmten Kristallfläche in Übereinstimmung zu bringen, wird der Rohblock 32 um seine Achse um θ in Umfangsrichtung und um die Achse senkrecht zu

der Achse des Rohblocks 32 und senkrecht zu der Drahtgruppenebene 20 um den Winkel λ gemäss einer Parallelbewegung der Drahtgruppe 20 ausgehend von dem Zustand verdreht, in welchem die vertikalen und horizontalen Referenzen des Rohblocks 32 den vertikalen und horizontalen Referenzen der Drahtgruppe 20 entsprechen, sodass der Rohblock auf diese Weise an dem Schneidbasis-Montageträger 60 und an der Einstellbasis 31 positioniert und festgelegt werden kann, und der positionierte und festgelegte Rohblock 32 an dem Werkstück-Aufgabetisch 28 fixiert ist.

In Fig. 7(a) und 7(b) wird der Rohblock 32 um seine Achse um den Winkel θ gedreht und parallel zu der Drahtgruppe 20 ausgehend von dem Zustand um einen Winkel λ gedreht, in welchem die vertikalen und horizontalen Referenzen des Rohblocks 32 den vertikalen und horizontalen Referenzen der Drahtgruppe 20 entsprechen, und der Rohblock 32 wird an der Schneidbasis 60, der Einstellbasis 31 und dem Werkstück-Aufgabetisch (nicht gezeigt) festgelegt. Der Rohblock 32 wird parallel zu der Drahtgruppe 20 in dem vorstehend beschriebenen Zustand derart geschnitten, dass die abgeschnittenen Wafer die vorbestimmte Kristallorientierung haben.

Somit werden bei dem Schneidverfahren gemäss der zweiten bevorzugten Ausführungsform die horizontalen und vertikalen Neigungswinkel des Rohblocks 32 zuvor ausserhalb der Drahtsäge 10 eingestellt, und dann wird der Rohblock 32 an dem Werkstück-Aufgabetisch 28 angebracht und dort zu Scheiben geschnitten. Daher lässt sich die Schneideffizienz wie bei der zuvor beschriebenen bevorzugten Ausführungsform steigern.

Da ferner nach diesem Schneidverfahren gemäss der zweiten bevorzugten Ausführungsform der Rohblock 32 parallel zu der Drahtgruppe 20 geschnitten werden kann, ist die an den Nutenwalzen 18A, 18B und 18C, welche die Drahtgruppe 20 bilden, erzeugte Wärme gleichmässig. Daher lässt sich die Schneidbearbeitung genauer ausführen.

Nunmehr erfolgt eine Erläuterung einer dritten bevorzugten Ausführungsform nach der Erfindung.

Um bei der ersten bevorzugten Ausführungsform die Neigungswinkel des Rohblocks 32 einzustellen, werden die vertikalen und horizontalen Neigungswinkel des Rohblocks 32 basierend auf zuvor bestimmten Kristallorientierungsdaten des Rohblocks 32 eingestellt. Diese Verfahrensweise hat jedoch einen Nachteil dahingehend, dass, wenn ein Fehler beim Anbringen des Rohblocks 32 an dem Schneidbasis-Befestigungsträger 60 auftritt, der Fehler nicht bemerkt wird, und man daher qualitativ minderwertige Wafer herstellt.

Bei der dritten bevorzugten Ausführungsform wird die Kristallorientierung des Rohblocks 32 bestimmt, und die Schneidrichtungen des Rohblocks 32 werden auf die nachstehend beschriebene Weise eingestellt, um das vorstehend angegebene Problem zu lösen.

Wie zuerst in Fig. 8 gezeigt ist, hält ein Handhabungsgerät 110 den Rohblock 32, und die Neigungseinheit 30 wird an der Montageplatte 58 befestigt, welche an der Seite des Rohblocks 32 an-

gebracht ist. Die Neigungseinheit 30 wird mit der Befestigungsplatte 58 über die Schwalbenschwanznut und den Schwalbenschwanz (nicht gezeigt) verbunden, und die Neigungseinheit 30 wird an der Befestigungsplatte 58 mittels Schrauben 118 fest angebracht.

Fig. 9 verdeutlicht eine Bestimmungseinrichtung 120 für die Kristallorientierung mittels Röntgenstrahlen, welche mit einem Gleittisch 122 versehen ist, welche auf Führungen 123 und einer Schiene 125 nach rechts und links beweglich ist. Wenn eine Gewindespindel (nicht gezeigt), welche mit einem Motor 124 verbunden ist, in Drehung versetzt wird, wird der Gleittisch 122 in Richtung nach rechts und links angetrieben.

Der Rohblock 32 mit der Neigungseinheit 30 wird mittels des Handhabungsgeräts 110 auf dem Gleittisch 122 angeordnet. Die Neigungseinheit 30 ist mit dem Gleittisch 122 über die Schwalbenschwanznut und den Schwalbenschwanz (nicht gezeigt) verbunden und ist mittels Hebeln 122A festgelegt.

Die Bestimmungseinrichtung 120 für die Kristallorientierungen mittels Röntgenstrahlen hat ein Röntgenstrahl-Projektionsteil 126 und ein Röntgenstrahl-Empfangsteil 128. Das Röntgenstrahl-Projektionsteil 126 ist an einem Ende eines Arms 130 gelagert, und das Röntgenstrahl-Empfangsteil 128 ist an dem anderen Ende des Arms 130 gelagert. Die Achsen des Röntgenstrahl-Projektionsteils 126 und des Röntgenstrahl-Empfangsteils 128 treffen sich unter einem vorbestimmten Winkel. Der Arm 130 ist schwenkbeweglich mittels einer fächerförmigen Platte 131 über eine bogenförmige Schiene 133 gelagert. Eine Drehwelle 132 ist fest mit der Platte 131 verbunden, und die Drehwelle 132 ist mit einer Spindel 138 eines Motors 136 über ein Lager 134 verbunden. Der Motor 136 wird mittels einer Steuerungseinrichtung (nicht gezeigt) derart gesteuert, dass der Arm um 90° pro Umdrehung verdreht wird.

Das Röntgenstrahl-Projektionsteil 126 und das Röntgenstrahl-Empfangsteil 128 führen eine Drehbewegung auf einer Führung (nicht gezeigt) und der Schiene 133 mittels einer Spindelvorschubeinrichtung und eines Motors (nicht gezeigt) aus.

Wenn die Bestimmungseinrichtung 120 für die Kristallorientierung mittels Röntgenstrahlen die Kristallorientierung des Rohblocks 32 bestimmt, wird der Rohblock 32 mit der Neigungseinheit 30 an dem Gleittisch 122 fixiert. Dann wird der Gleittisch 122 in Fig. 9 nach rechts bewegt, und der Rohblock 32 wird in einer vorbestimmten Position positioniert, welche mit abwechselnden langen und kurzen gebrochenen Linien in Fig. 9 eingetragen ist. Dann projiziert das Röntgenstrahl-Projektionsteil 126 die Röntgenstrahlen auf die Schneidfläche des Rohblocks 32, und das Röntgenstrahl-Empfangsteil 128 empfängt die reflektierten Röntgenstrahlen. Die vertikale Komponente der Kristallorientierung des Rohblocks 32 wird basierend auf dem Reflektionswinkel bestimmt. Dann wird der Arm 130 um 90° mittels des Motors 136 gedreht, und die horizontale Komponente der Kristallorientierung des Rohblocks 32 wird bestimmt. Dann ist die Bestimmung der Kristallorientierung des Rohblocks 32 abgeschlos-

sen. Die bestimmten vertikalen und horizontalen Komponenten der Kristallorientierung werden an einem Monitor 140 angezeigt.

Dann wird der Gleittisch 122 zu der Ausgangsposition zurückgebracht und die Neigungseinheit 30 nimmt die Einstellung der vertikalen und horizontalen Neigungswinkel des Rohblocks 32 basierend auf der bestimmten Kristallorientierung des Rohblocks 32 vor.

Zuerst wird der vertikale Neigungswinkel dadurch eingestellt, dass der Kopf eines Mikrometers 142 in Fig. 10 verdreht wird. Das Mikrometer 142 ist mittels einer Platte 144 gelagert, welche auf dem Gleittisch 122 befestigt ist. Eine Schubstange 156 ist mit der Spindel des Mikrometers 142 verbunden, und die Schubstange 146 bewegt sich in der Zeichnung entlang der Spindel nach rechts und links, wenn das Mikrometer 142 verdreht wird. Wenn das Mikrometer 142 die Schubstange 146 in der Zeichnung nach rechts bewegt, drückt das vordere Ende der Schubstange 146 den vertikalen Schwenkblock 70 der Neigungseinheit 30 in die entsprechende Richtung. Somit neigt sich der vertikale Schwenkblock 70 in vertikaler Richtung zu dem horizontalen Schwenkblock 68 entgegen der Kraft einer Feder 148. Der vertikale Neigungswinkel wird basierend auf der vorbestimmten vertikalen Komponente der Kristallorientierung des Rohblocks 32 eingestellt. Wie in Fig. 11 dargestellt ist, ist das Mikrometer 142 an einer solchen Position vorgesehen, dass es eine Druckkraft auf das Mittelteil des vertikalen Schwenkblocks 70 ausübt.

Dann wird der horizontale Neigungswinkel dadurch eingestellt, dass der Kopf eines Mikrometers 150 nach Fig. 10 verdreht wird. Das Mikrometer 150 ist auf der Platte 144 abgestützt. Eine Schubstange 152 ist mit der Spindel des Mikrometers 150 verbunden und die Schubstange 152 bewegt sich in der Zeichnung entlang der Spindel nach rechts und links, wenn das Mikrometer 150 verdreht wird. Wenn das Mikrometer 150 die Schubstange 152 in der Zeichnung nach rechts bewegt, drückt das vordere Ende der Schubstange 152 den horizontalen Schwenkblock 68 der Neigungseinheit 30 in die entsprechende Richtung. Somit wird der horizontale Schwenkblock 68 horizontal entgegen der Kraft einer Feder 154 verdreht, und der horizontale Schwenkblock 68 neigt sich horizontal bezüglich des Montageblocks 66. Der horizontale Neigungswinkel wird basierend auf der vorbestimmten horizontalen Komponente der Kristallorientierung des Rohblocks 32 eingestellt. Wie in Fig. 11 gezeigt ist, wird das Mikrometer 150 an einer solchen Position vorgesehen, dass der Bereich in der Nähe der Ecke des horizontalen Schwenkblocks 68 mit einer Druckkraft beaufschlagt wird.

Dann bestimmt die Bestimmungseinrichtung 120 für die Kristallorientierung mittels Röntgenstrahlen nochmals die Kristallorientierung des Rohblocks 32, dessen Neigungswinkel eingestellt worden sind, um zu bestätigen, ob die Neigungswinkel korrekt eingestellt sind oder nicht. Wenn die Neigungswinkel nicht korrekt eingestellt sind, werden die Neigungswinkel wie zuvor beschrieben nochmals nachjustiert.

Wenn die Neigungswinkel des Rohblocks 32 eingestellt sind, kann der Rohblock 32 in die Ausgangsposition zurückgebracht werden, welche mit einer durchgezogenen Linie in Fig. 9 eingetragen ist, oder der Rohblock 32 kann in einer vorbestimmten Position positioniert werden, welche in gebrochenen Linien in der Zeichnung eingetragen ist. Ein Fehler bei der Einstellung der vorbestimmten Position ist kleiner als bei der Einstellung in der Ausgangsposition.

Wenn die Neigungswinkel bei der nochmaligen Überprüfung sich als richtig erwiesen haben, wird der Rohblock 32 von dem Gleittisch 122 zusammen mit der Neigungseinheit 30 abgenommen, und der Rohblock 32 wird zu der Einstellbasis 31 nach Fig. 12 mithilfe eines Handhabungsgeräts 110 gebracht. Der Rohblock 32 mit der Neigungseinheit 30 wird an der Einstellbasis 31 angebracht, und die Neigungseinheit 30 wird mithilfe von den Hebeln 52 festgezogen. Dann wird der Rohblock 32 zu der Drahtsäge mithilfe einer Transporteinrichtung oder einer Fördereinrichtung (nicht gezeigt) transportiert. Dann wird der Rohblock 32 mit der Neigungseinheit 30 an dem Werkstück-Aufgabebereich der Drahtsäge mithilfe der Einstellbasis 130 fixiert.

Bei dieser bevorzugten Ausführungsform werden die Neigungswinkel des Rohblocks 32 durch das Verdrehen von Mikrometern 142 und 150 nach Fig. 10 mittels Hand eingestellt. Die Erfindung ist jedoch hierauf nicht beschränkt. Beispielsweise können Schrittmotoren mit den Köpfen der Mikrometer 142 und 150 verbunden sein. Dann wird der Drehwinkel des Schrittmotors nach Massgabe von Informationen gesteuert, welche die Kristallorientierung des Rohblocks 32 wiedergeben, und welche mithilfe der Bestimmungseinrichtung 120 für die Kristallorientierung mittels Röntgenstrahlen bestimmt worden sind. Die Schrittmotoren drehen die Köpfe der Mikrometer 142 und 150 derart, dass die Neigungswinkel des Rohblocks 32 basierend auf der Kristallorientierung eingestellt werden können, welche man mithilfe der Bestimmungseinrichtung 120 für die Kristallorientierung mittels Röntgenstrahlen ermittelt hat. Auf diese Weise lassen sich die Neigungswinkel des Rohblocks 32 automatisch einstellen.

Da die Neigungseinheit 30 bei dieser bevorzugten Ausführungsform dieselbe Auslegung wie bei der ersten bevorzugten Ausführungsform hat, werden die Auslegungseinzelheiten und die Arbeitsweise der Neigungseinheit 30 nicht nochmals erläutert.

Wenn der vertikale Schwenkblock 70 und der horizontale Schwenkblock 68 in der Neigungseinheit 30 festgelegt sind, müssen die Schrauben 72 und die Schraubenbolzen 78, 78 angezogen werden.

Das Anziehen kann automatisch mithilfe einer automatischen Schraubenanzugseinrichtung 194 erfolgen, welche an der Bestimmungseinrichtung 120 für die Kristallorientierung mittels Röntgenstrahlen nach Fig. 9 vorgesehen ist. Die automatische Schraubenanzugseinrichtung 194 hat einen Zylinder 196, einen Motor 198 und ein Anzugsteil 200. Der Zylinder 196 ist an einer Führung 202 derart angebracht, dass diese auf und ab bewegt werden kann, und der Zylinder 196 wird mittels einer Steuereinrichtung (nicht gezeigt) gesteuert, um entlang der Führung

202 nach oben und unten bewegt zu werden. Der Motor 198 ist fest mit dem Zylinder 196 verbunden, und der Motor 198 wird in Verbindung mit der aufwärts und abwärts gerichteten Bewegung des Zylinders 196 bewegt. Der Motor 198 wird ebenfalls durch die Steuereinrichtung wie der Zylinder 196 gesteuert.

Das Anzugsteil 200 ist mit der Spindel 204 des Motors 198 verbunden. Wenn sich der Zylinder 196 in der Zeichnung nach oben bewegt, arbeitet das Anzugsteil 200 mit dem Schraubenbolzen 72 der Neigungseinheit 30 zusammen, wie dies in Fig. 6 gezeigt ist, und zwar über eine Öffnung 206, welche in einem Gehäuse 120A der Bestimmungseinrichtung 120 für die Kristallorientierung mittels Röntgenstrahlen nach Fig. 10 ausgebildet ist. Wenn der Motor 198 derart gesteuert wird, dass er eine Vorwärtsbewegung ausführt, wird die Schraube 72 angezogen, und wenn der Motor 198 derart gesteuert wird, dass er eine Rückwärtsbewegung ausführt, wird die Schraube 72 gelöst. Die automatische Schraubenanzugseinrichtung 194 wird in horizontaler Richtung zu einer Position entsprechend den Positionen der Schrauben 78, 78 mittels einer horizontalen Bewegungseinrichtung (nicht gezeigt) derart bewegt, dass das Anzugsteil 200 ebenfalls mit dem Schraubenbolzen 78, 78 der Neigungseinheit 30 in Eingriff kommen kann. Durch die automatische Schraubenanzugseinrichtung 194 werden die Schraubenbolzen 78, 78 angezogen und gelöst.

Die Einstellung der Neigungswinkel des Rohblocks 32 mittels der Bestimmungseinrichtung für die Kristallorientierung mittels Röntgenstrahlen kann vollständig automatisch unter Einsatz und Steuerung der automatischen Schraubenanzugseinrichtung 194 und der Schrittmotore durchgeführt werden.

Unter Bezugnahme auf Fig. 9 wird der Motor 124 derart gesteuert, dass der Rohblock 32 in einer vorbestimmten Position positioniert wird, und dann werden das Röntgenstrahl-Projektionsteil 126, das Röntgenstrahl-Empfangsteil 128 und der Motor 136 derart gesteuert, dass die Kristallorientierung des Rohblocks 32 bestimmt wird. Dann wird der Motor 124 derart gesteuert, dass der Rohblock 32 in die Ausgangsposition zurückgebracht wird, und die Schrittmotore werden basierend auf den bestimmten Kristallorientierungsdaten des Rohblocks 32 gesteuert. Die Mikrometer 142 und 150, welche mit den Schrittmotoren verbunden sind, führen eine Drehbewegung aus, und die Blöcke 68 und 70 der Neigungseinheit 30 werden entsprechend geneigt, sodass die Neigungswinkel des Rohblocks 32 automatisch eingestellt werden können. Dann zieht die automatische Schraubenanzugseinrichtung 194 die Schraubenbolzen 72, 78, 78 der Neigungseinheit 30 an. Somit ist die Einstellung der Neigungswinkel des Rohblocks 32 automatisch durchgeführt.

Nunmehr erfolgt eine Erläuterung einer vierten bevorzugten Ausführungsform nach der Erfindung.

Die Drahtsäge gemäss der vierten bevorzugten Ausführungsform kann eine Mehrzahl von Rohblöcken auf dieselbe Weise in Scheiben schneiden.

Wie in den Fig. 13 und 14 gezeigt ist, sind drei Rohblöcke 32 an dem Werkstück-Aufgabetisch 28

angebracht. Diese drei Rohblöcke 32 sind lösbar mit dem Werkstück-Aufgabetisch 28 über drei Neigungseinheiten 30 angebracht, und die Rohblöcke 32 werden jeweils von den Neigungseinheiten 30 derart gehalten, dass sie unter vorbestimmten Neigungswinkeln geneigt sind.

Da die Konstruktion der Drahtsäge selbst gleich wie bei der ersten bevorzugten Ausführungsform ist, sind die einzelnen Bauteile der Drahtsäge mit denselben Bezugszeichen versehen und werden nachstehend nicht nochmals näher erläutert.

Nachstehend erfolgt eine Erläuterung der Zuordnung zwischen dem Rohblock 32 und der Neigungseinheit 30, wenn der Rohblock 32 an der Neigungseinheit 30 angebracht ist.

Fig. 15 ist eine Vorderansicht zur Verdeutlichung eines Zustands, bei dem die Rohblöcke 32 an der Einstellbasis 231 über die Neigungseinheiten 30 angebracht sind, und Fig. 16 ist eine teilweise perspektivische Ansicht der Anordnung von Fig. 15.

Wie in Fig. 16 gezeigt ist, ist die Neigungseinheit 30 an der Einstellbasis 231 dadurch angebracht, dass der Schwalbenschwanz 44, welcher an der Oberseite der Neigungseinheit 30 ausgebildet ist, in eine Schwalbenschwanznut 242 eingesetzt ist, welche in Längsrichtung am Boden der Einstellbasis 231 vorgesehen ist.

Wie in Fig. 17 gezeigt ist, ist eine Andrückplatte 246, deren Querschnitt keilförmig gestaltet ist, zwischen der Schwalbenschwanznut 242 und dem Schwalbenschwanz 44 angeordnet. Die Andrückplatte 246 ist schwenkbeweglich an einem Ende einer Gewindespindel 248 gelagert, und die Gewindespindel 248 arbeitet mit einer mit Gewinde versehenen Öffnung 250 zusammen, welche an der Einstellbasis 231 vorgesehen ist. Ein Hebel 252 ist fest mit dem anderen Ende der Gewindespindel 248 verbunden, und der Hebel 252 führt eine Drehbewegung aus, um die Andrückplatte 246 bezüglich des Schwalbenschwanzes 44 vor und zurück zu bewegen.

Wenn bei der vorstehend beschriebenen Konstruktion der Hebel 252 verdreht wird, um die Andrückplatte 246 in Richtung eines Pfeils in Fig. 17 zu bewegen, wird der Schwalbenschwanz 44 eng anliegend zwischen die Schwalbenschwanznut 42 und die Andrückplatte 246 angedrückt. Hierdurch wird die Neigungseinheit 30 an der Einstellbasis 231 fixiert.

Wenn der Hebel 252 in Gegenrichtung gedreht wird, bewegt sich die Andrückplatte 246 aus dem Schwalbenschwanz 44 heraus, und die Andrückkraft wird aufgehoben. Wenn die Neigungseinheit 30 entlang der Schwalbenschwanznut 242 zu diesem Zeitpunkt bewegt wird, lässt sich die Position der Neigungseinheit 30 bezüglich der Einstellbasis 231 verändern.

Wie in Fig. 16 gezeigt ist, ist der Schwalbenschwanz 56 an der Oberseite der Befestigungsplatte 58 ausgebildet, und der Schneidbasis-Befestigungsträger 60 des Rohblocks 32 ist fest mit dem Boden der Befestigungsplatte 58 verbunden, sodass der Rohblock 32 von der Befestigungsplatte 58 getragen werden kann. Der Schwalbenschwanz 56 wird in die Schwalbenschwanznut 54 eingeführt,

welcher an der Bodenseite der Neigungseinheit 30 in Längsrichtung ausgebildet ist, sodass der Rohblock 32 an der Neigungseinheit 30 angebracht werden kann.

Die Andrückplatte 62, welche im Querschnitt keilförmig ausgebildet ist, ist zwischen der Schwalbenschwanznut 54 und dem Schwalbenschwanz 56 angeordnet. Die Andrückplatte 62 wird eingesetzt, um den Schwalbenschwanz 56 durch die Drehbewegung des Hebels 64 anzudrücken oder die Andrückung des Schwalbenschwanzes 56 aufzuheben. Da die Andrückplatte 62 die gleiche mechanische Einrichtung wie die Einrichtung in Fig. 17 hat, soll eine nähere Beschreibung derselben nicht erfolgen.

Da die Neigungseinheit 30 auf dieselbe Weise wie bei der ersten bevorzugten Ausführungsform ausgelegt ist, wird diese nicht mehr nochmals näher erläutert.

Nachstehend erfolgt eine Erläuterung einer Vorgehensweise zum Anbringen der drei Rohblöcke 32 an der Einstellbasis 231 und zum Anbringen der Einstellbasis 231 an dem Werkstück-Aufgabetisch 28 nach den Fig. 14 und 15.

Die drei Rohblöcke 32, welche unterschiedliche Kristallorientierungen haben, werden jeweils an den Neigungseinheiten 30 angebracht. Dann werden die Neigungswinkel der Rohblöcke 32 mithilfe der Neigungseinheit 30 eingestellt.

Dann werden die Neigungseinheiten 30, mittels welchen die Neigungswinkel eingestellt worden sind, an der Einstellbasis 231 in regelmässigen Abständen (siehe Fig. 16) fest angebracht. Dann wird die Einstellbasis 231 zu der Position des Werkstück-Aufgabetisches 28 übergeben. Schultern 231A, welche an den beiden Enden der Einstellbasis 231 ausgebildet sind, werden auf den Werkstückhalteteilen 28A des Werkstück-Aufgabetisches 28 angeordnet.

Nun werden die Stangen 94 der Hydraulikzylinder 92, welche an dem Werkstücktisch 28 vorgesehen sind, ausgefahren, sodass die Schultern 231A der Einstellbasis 231 zwischen den Werkstückhalteteilen 28A und den vorderen Enden der Stangen 94 eingespannt sind. Dann ist das Anbringen der Rohblöcke 32 abgeschlossen.

Um die Rohblöcke 32 in Scheiben zu schneiden, wird der Werkstück-Aufgabetisch 28 in Richtung auf die Drahtgruppe 20 zugestellt, und die Rohblöcke 32 werden gegen die Drahtgruppe 20 zum Abschneiden von Wafern gedrückt.

Somit können bei dieser bevorzugten Ausführungsform Rohblöcke 32, welche unterschiedliche Kristallorientierungen haben, gleichzeitig in Scheiben geschnitten werden, wodurch sich die Herstellungseffizienz steigern lässt.

Bei dieser bevorzugten Ausführungsform wird das Werkstückschneidverfahren zum Schneiden von Rohblöcken 32 eingesetzt, welche unterschiedliche Kristallorientierungen haben. Das Schneidverfahren ist jedoch hierauf nicht beschränkt. Wenn beispielsweise der spezifische Widerstand und die Verunreinigungsdichte eines Rohblocks sich in Abhängigkeit von einer axialen Richtungsposition des Rohblocks ändern, lässt sich ein Teil des Rohblocks wählen, aus welchem die Halbleitererzeugnisse hergestellt

werden sollen. In diesem Fall wird ein Rohblock 32 in eine Mehrzahl von Stücken aufgeteilt, welche an dem Werkstück-Aufgabetisch 28 über die Neigungseinheiten 30 angebracht werden, und die Mehrzahl von Stücken wird gleichzeitig zugeschnitten. In diesem Fall haben die Rohblöcke die gleichen Kristallorientierungen.

Nunmehr erfolgt die Erläuterung einer fünften bevorzugten Ausführungsform nach der Erfindung.

Bei den zuvor beschriebenen bevorzugten Ausführungsformen hatte die Neigungseinheit eine Auslegungsform, die beispielsweise in den Fig. 2 und 3 gezeigt ist. Bei der fünften bevorzugten Ausführungsform hat die Neigungseinheit eine hiervon abweichende Konstruktion.

Die Fig. 18, 19 und 20 sind jeweils Seitenansichten, eine Draufsicht und eine Vorderansicht der Neigungseinheit.

Wie in den Fig. 18 und 19 gezeigt ist, ist die Neigungseinheit 336 säulenförmig ausgebildet und ist in vier Abschnitte durch eine Fläche F_1 (die erste Fläche) vertikal zur Achse L der säulenförmigen Anordnung und zwei Flächen F_2 und F_3 (die zweiten und dritten Flächen) unterteilt, welche unter vorbestimmten Winkeln bezüglich der Achse L geneigt sind. Die unterteilten Abschnitte 340, 342, 344 und 346 des säulenförmigen Gebildes sind drehbeweglich an den Verbindungsflächen F_1 , F_2 und F_3 verbunden.

Fig. 21 ist eine Schnittansicht entlang der Linie 21-21 in Fig. 19 und verdeutlicht den Innenaufbau der Neigungseinheit 336.

Wie in Fig. 21 gezeigt ist, sind kreisförmige, konkave Teile A an einer Seite der Verbindungsflächen F_1 , F_2 und F_3 der unterteilten Abschnitte 340, 342, 344 und 346 ausgebildet, und kreisförmige, konvexe Teile B sind an der anderen Seite von diesen ausgebildet. Die konkaven Teile A arbeiten mit den konvexen Teilen B derart zusammen, dass die unterteilten Abschnitte 340, 342, 344 und 346 miteinander verbunden werden können. Die konkaven Teile A und die konvexen Teile B dienen als Führungen, während die unterteilten Abschnitte 340, 342, 344 und 346 eine Drehbewegung ausführen können. Somit kann die Zuordnung zwischen den Verbindungsflächen der unterteilten Abschnitte 340, 342, 344 und 346 beibehalten werden.

Öffnungen 348, 348, ... sind entlang der Achse L am Mittelteil der unterteilten Abschnitte 340, 342, 344 und 346 ausgebildet. Die unterteilten Abschnitte 340, 342, 344 und 346 sind derart fixiert, dass beide Enden hiervon mittels einer Schraube 350 (mit einer hexagonalen Öffnung) fest verbunden sind, welche in die Öffnungen 348 eingesetzt ist, und zusätzlich arbeitet hiermit eine Mutter 352 zusammen. Sphärische Unterlagsscheiben 356 arbeiten mit kegelig ausgebildeten Unterlagscheiben 354 zusammen, und sie sind zwischen der Schraube 350 und dem unterteilten Abschnitt 340 und zwischen dem unterteilten Abschnitt 346 und der Mutter 352 angeordnet. Mithilfe des Schraubenbolzens 350 kann die Mutter 352 ohne Schwierigkeiten selbst in geneigter Anordnung festgezogen werden. Der Schraubenbolzen 350 und die Mutter 352 sind in den Öffnungen 358 aufgenommen, welche an

den Endflächen des säulenförmigen Gebildes ausgebildet sind, sodass sie nicht von den Endflächen vorstehen.

Gemäss der voranstehend beschriebenen Konstruktion drehen sich die unterteilten Abschnitte 340, 342, 344 und 346 an den Verbindungsflächen F_1 , F_2 und F_3 (die unterteilten Abschnitte 340, 342, 344 und 346 werden nachstehend als ein Basisblock 340, ein horizontaler Drehblock 342, ein erster vertikaler Drehblock 344 und ein zweiter vertikaler Drehblock 346 von oben nach unten bei der säulenförmigen Anordnung bezeichnet).

Der horizontale Drehblock 342 dreht sich auf der Fläche F_1 vertikal zu der Achse L, und der erste horizontale Drehblock 344 dreht sich auf der Fläche F_2 , welcher unter einem vorbestimmten Winkel bezüglich der Achse L geneigt ist. Der zweite, vertikale Drehblock 346 dreht sich auf der Fläche F_3 , welche unter einem vorbestimmten Winkel bezüglich der Achse L geneigt ist.

Die Drehwinkel des horizontalen Drehblocks 342, des ersten vertikalen Drehblocks 344 und des zweiten vertikalen Drehblocks 346 werden mithilfe von Einteilungen 360, 362 und 364 auf den Aussenumfangsflächen abgelesen. Bei dem horizontalen Drehblock 342 beispielsweise ist eine Hauptskala 360A an dem Basisblock 340 vorgesehen, welche mittels eines Verniers 360B abgelesen wird, welche an dem horizontalen Drehblock 342 ausgebildet ist.

Wie in den Fig. 18, 19 und 20 gezeigt ist, ist ein rechteckförmiger Flansch 366 an der Oberseite der säulenförmigen Anordnung ausgebildet, und die säulenförmige Anordnung ist auf dem Werkstück-Aufgabebereich 28 der Drahtsäge über den Flansch 366 angebracht. Der Flansch 366 arbeitet mit den Werkstückhalteteilen 28A zusammen, welche an dem Werkstück-Aufgabebereich 28 vorgesehen sind, und der Flansch 366 wird mithilfe von Zylindern 92, 92 angedrückt und festgelegt, welche an dem Werkstück-Aufgabebereich 28 vorgesehen sind. Das säulenförmige Gebilde, welches an dem Werkstück-Aufgabebereich 28 angebracht ist, wird vertikal zur Drahtgruppe 20 gehalten.

Das säulenförmige Gebilde kann an dem Werkstück-Aufgabebereich 28 über die Einstellbasis 31 wie bei der ersten bevorzugten Ausführungsform angebracht werden. Wie in Fig. 19 gezeigt ist, ist eine Schwalbenschwanznut 368 an der bodenseitigen Endfläche des säulenförmigen Gebildes ausgebildet, und ein Schwalbenschwanz 56 ist an der Befestigungsplatte 58 ausgebildet, welcher mit der Schwalbenschwanznut 368 zusammenarbeitet. Der Rohblock 32 ist an der bodenseitigen Endfläche der Befestigungsplatte 58 mithilfe eines Schneidbasis-Befestigungsträgers 60 angebracht, und der Schwalbenschwanz 56 an der Befestigungsplatte 58 arbeitet mit der Schwalbenschwanznut 368 des säulenförmigen Gebildes zusammen, sodass der Rohblock 32 an dem säulenförmigen Gebilde angebracht werden kann. Der Rohblock 32 wird an der Befestigungsplatte 58 derart angebracht, dass die Mittelachsen einander entsprechen.

Nachstehend erfolgt eine Beschreibung der Arbeitsweise der Neigungseinheit, welche den vorstehend beschriebenen Aufbau hat.

Die Einstellung der Neigungswinkel des Rohblocks 32 erfolgt ausserhalb der Drahtsäge 10, bevor der Rohblock 32 in der Drahtsäge 10 angebracht wird.

Zuerst wird der Schneidbasis-Befestigungsträger 60 an der Seite des Rohblocks 32 angebracht, und die Befestigungsplatte 58 wird an dem Schneidbasis-Befestigungsträger 60 angebracht. Dann wird der Schwalbenschwanz 56 der an dem Rohblock angebrachten Befestigungsplatte 58 in Eingriff mit der Schwalbenschwanznut 368 der Neigungseinheit 336 gebracht. Damit ist der Rohblock 32 an der Neigungseinheit 336 angebracht.

Dann werden die vertikalen und horizontalen Komponenten der Kristallorientierung des Rohblocks 32 mithilfe einer Bestimmungseinrichtung für die Kristallorientierung mittels Röntgenstrahlen in einem Zustand bestimmt, in welchem der Rohblock 32 an der Neigungseinheit 336 angebracht ist. Dann werden die Neigungswinkel des Rohblocks 32 basierend auf den Ergebnissen der Bestimmung der Kristallorientierung mittels Röntgenstrahlen eingestellt.

Zuerst hält eine Halteeinrichtung (nicht gezeigt) den Basisblock 340, und die Schraube 350 wird gelöst. Somit lassen sich der horizontale Drehblock 342, der erste vertikale Drehblock 344 und der zweite vertikale Drehblock 346 drehen.

In Fig. 19 sei angenommen, dass die Achse des Rohblocks 32 um $+1^\circ$ in vertikaler Richtung (in Richtung V in der Zeichnung: die Oberseite ist +) und um $+1^\circ$ in horizontaler Richtung (in Richtung H: die rechte Seite ist +) abweicht.

Zuerst wird der Rohblock 32 um -1° in vertikaler Richtung geneigt, um die Abweichung in vertikaler Richtung zu kompensieren. In diesem Fall wird der erste vertikale Drehblock 344 um einen vorbestimmten Winkel auf der zweiten Fläche F_2 verdreht.

Wenn wie in Fig. 18 gezeigt ist, der erste vertikale Drehblock 344 auf der zweiten Fläche F_2 in Gegenuehrzeigerrichtung gedreht wird, wird die rechte Schneidfläche des Rohblocks 32 diagonal und nach unten geneigt.

Der Zusammenhang zwischen der Drehgrösse des ersten vertikalen Drehblocks 344 und der Neigungsgrösse des Rohblocks 32 wird nach Massgabe des vorgegebenen Neigungswinkels der zweiten Fläche F_2 bestimmt. Aus diesem Grunde wird der erste, vertikale Drehblock 344 um einen Winkel derart gedreht, dass der Rohblock 32 vertikal um -1° geneigt wird.

Währenddem der erste vertikale Drehblock 344 gedreht wird, wird die Drehbewegung mithilfe der Skaleneinteilung 362 bestätigt.

Somit ist die Einstellung des vertikalen Neigungswinkels abgeschlossen, und dann wird der horizontale Neigungswinkel eingestellt.

Um die horizontale Abweichung zu kompensieren, wird der horizontale Drehblock 342 um einen vorbestimmten Winkel auf der ersten Fläche F_1 verdreht.

Wenn wie in Fig. 18 gezeigt ist, der horizontale Drehblock 342 in Uhrzeigerrichtung auf der ersten Fläche F_1 gedreht wird, dreht sich der Rohblock 32 horizontal in den geneigten Zustand.

Da der erste, vertikale Drehblock 344 gedreht

wird, wenn der vertikale Neigungswinkel eingestellt wird, weicht der Rohblock 32 horizontal in Richtung von dem anfänglichen Bezugszustand ab. Somit muss diese Abweichung zuerst kompensiert werden, um den Rohblock 32 in den Ausgangsbezugszustand zu bringen.

Beispielsweise wird der Rohblock 32 um $+3^\circ$ horizontal infolge der Drehbewegung des ersten vertikalen Drehblocks 344 verdreht, wenn der vertikale Neigungswinkel eingestellt wird. Wenn der horizontale Drehblock 342 im Gegenuhrzeigersinn um $+3^\circ$ verdreht wird, kehrt der Rohblock 32 in den ursprünglichen Bezugszustand zurück.

Der horizontale Neigungswinkel wird in den zuvor beschriebenen Zustand eingestellt. Dies bedeutet, dass der horizontale Drehblock 342 weiter um 1° horizontal in Richtung (-) (Gegenuhrzeigerichtung) verdreht wird.

Wie bei dem ersten vertikalen Drehblock 344 wird der horizontale Drehblock 342 verdreht, während die Drehbewegung mithilfe der Skaleneinteilung 360 bestätigt wird.

Die Einstellung der vertikalen und horizontalen Neigungswinkel wird dann nach Durchführung dieser Vorgänge hintereinander abgeschlossen, und schliesslich wird der Schraubenbolzen 350 mit der Mutter 352 angezogen, sodass die Neigungseinheit 336 festgelegt wird.

Die festgelegte Neigungseinheit 336 wird zu der Drahtsäge 10 transportiert und wird an den Werkstückhalteteilen 28A des Werkstück-Aufgabebereiches 28 fest angebracht. Sobald die Neigungseinheit 336 dort fest angebracht ist, kann mit der Schneidbearbeitung begonnen werden.

Um die Abweichung der (+)Seite zu kompensieren, wird der zweite horizontale Drehblock 346 um einen vorbestimmten Winkel auf der dritten Fläche F_3 verdreht. Hierdurch wird die rechte Schneidfläche des Rohblocks 32 diagonal und nach oben geneigt, das heisst vertikal zu der (+)Seite. Die Arbeitsabläufe erfolgen auf dieselbe Weise wie bei dem ersten vertikalen Drehblock 344.

Wie zuvor angegeben ist, hat die Neigungseinheit nach dieser bevorzugten Ausführungsform einen äusserst einfachen Aufbau, und sie ermöglicht auf einfache Weise eine Einstellung der Neigungswinkel. Zusätzlich kann die Neigungseinheit den Rohblock 32 halten, dessen Neigungswinkel eingestellt worden sind, und dieser wird extrem starr gehalten.

Da ferner die Neigungswinkel ausserhalb der Drahtsäge 10 eingestellt werden können, lässt sich die Schneidbearbeitungseffizienz steigern. Bei der Neigungseinheit gemäss dieser bevorzugten Ausführungsform können während der Schneidbearbeitung des Rohblocks die Neigungswinkel eines nächsten zu schneidenden Rohblocks eingestellt werden. Damit kann die übliche Neigungsanordnung nach dem Anbringen des Rohblocks entfallen, und die Drahtsäge lässt sich effizienter betreiben.

Ferner lassen sich die Neigungswinkel ausserhalb der Drahtsäge 10 einstellen, und daher lassen sich die hierfür erforderlichen Arbeitsgänge sicher und einfach im Vergleich zu den üblichen Arbeitsgängen ausführen, welche immer an einer höher gelegenen Stelle ausgeführt werden musste.

Ferner besteht keine Notwendigkeit, die Drahtsäge 10 mit einer Neigungseinheit auszustatten, sodass die Konstruktion der Drahtsäge 10 vereinfacht werden kann.

Bei der Neigungseinheit gemäss dieser bevorzugten Ausführungsform nach Fig. 19 ist das säulenförmige Gebilde in vier Abschnitte durch die Fläche F_1 (die erste Fläche), welche vertikal zur Achse L des säulenförmigen Gebildes ist, und die beiden Flächen F_2 und F_3 (die zweiten und dritten Flächen), welche unter einem vorbestimmten Winkel zu der Achse L geneigt sind, unterteilt. Jedoch ist die Anzahl der vertikalen Flächen und die der geneigten Flächen sowie die Anordnungsreihenfolge derselben nicht auf dieses Ausführungsbeispiel beschränkt. Wie in Fig. 22 gezeigt ist, kann das säulenförmige Gebilde in vier Abschnitte durch die Fläche F_1 (die erste Fläche) vertikal zur Achse L des säulenförmigen Gebildes, die F_2 (die zweite Fläche), welche unter einem vorbestimmten Winkel bezüglich der Achse L geneigt ist, und die Fläche F_3 (die dritte Fläche) unterteilt sein, welche vertikal zur Achse L ist.

Gemäss der Neigungseinheit 372, welche anhand von Fig. 22 erläutert worden ist, lässt sich die Einstellung des vertikalen Neigungswinkels des Rohblocks 32 nur in Richtung der Minusseite vornehmen. Die Neigungseinheit 372 kann jedoch auch zwei unterteilte Abschnitte haben, welche sich horizontal drehen können. Um die Neigungseinheit 372 in Richtung zu der Plusseite in vertikaler Richtung neigen zu können, lässt sich ein Abschnitt, das heisst der Bodenabschnitt, um 180° drehen. Hierdurch wird der Rohblock 32 um 180° gedreht, und die Richtung der vertikalen Einstellung ändert sich.

Bei den voranstehend beschriebenen bevorzugten Ausführungsformen ist das säulenförmige Gebilde, welches die Neigungseinheit bildet, ein Zylinder. Es kann jedoch auch ein Prisma sein.

Wie vorstehend angegeben ist, erfolgt nach der Erfindung die Einstellung der horizontalen und der vertikalen Neigungswinkel des Werkstücks zuerst ausserhalb der Drahtsäge, und dann wird das Werkstück an dem Werkstück-Aufgabebereich angebracht, sodass das Werkstück in Scheiben geschnitten werden kann. Hierbei kann die Drahtsäge effizient betrieben werden. Ferner lässt sich die Einstellung der Neigungswinkel ausserhalb der Drahtsäge sicher und leicht im Vergleich zu üblichen Arbeitsgängen vornehmen, welche bei eingeschränkten Platzverhältnissen an einem höher gelegenen Ort durchgeführt werden mussten. Ferner besteht keine Notwendigkeit, die Drahtsäge mit einer Neigungseinrichtung zu versehen, sodass die Konstruktion der Drahtsäge vereinfacht werden kann.

Ferner werden bei der Erfindung die Neigungswinkel des Werkstücks basierend auf einer Bestimmungseinrichtung für die Kristallorientierung mittels Röntgenstrahlen eingestellt. Daher lassen sich die Neigungswinkel des Werkstücks auf einfache Weise ausserhalb der Drahtsäge einstellen.

Ferner ist nach der Erfindung eine Mehrzahl von Neigungseinheiten vorgesehen, und eine Mehrzahl von Werkstücken ist an der Mehrzahl von Nei-

gungseinheiten angebracht, sodass eine Mehrzahl von Werkstücken gleichzeitig in Scheiben geschnitten werden kann. Hierdurch lassen sich Wafer auf effektive Weise herstellen.

Ferner kann nach der Erfindung die Neigungseinheit von einem säulenförmigen Gebilde gebildet werden, welches durch vertikale Flächen und geneigte Flächen unterteilt ist, sodass die Konstruktion der Neigungseinheit extrem einfach gemacht werden kann, und sich die Neigungswinkel auf einfache Weise einstellen lassen.

Patentansprüche

1. Drahtsäge, bei der ein sich bewegender Draht um eine Mehrzahl von mit Nuten versehenen Walzen zur Bildung einer Drahtgruppe gewickelt ist, ein Werkstück an einem Werkstück-Aufgabetisch angebracht ist, welcher sich bezüglich der Drahtgruppe vor- und zurückbewegt, wobei der Werkstück-Aufgabetisch in Richtung zu der Drahtgruppe derart zu- stellbar ist, dass das Werkstück gegen die Draht- gruppe drückbar ist, sodass das Werkstück in eine Anzahl von Wafeln geschnitten wird, dadurch ge- kennzeichnet, dass die Drahtsäge Folgendes auf- weist:

eine Neigungswinkel-Einstelleinrichtung mit einer Neigungseinheit (30; 336) zum Halten des Werk- stücks und zum Neigen des Werkstücks horizontal und vertikal um vorbestimmte Winkel bezüglich einer Ebene, welche die Drahtgruppe (20) enthält, wobei die Neigungseinheit (30; 336) lösbar an dem Werkstück-Aufgabetisch (28) anbringbar ist; und die Neigungseinheit (30; 336) ausserhalb der Draht- säge (10) die horizontalen und vertikalen Neigungs- winkel des Werkstücks einstellt und dann das Werkstück an dem Werkstück-Aufgabetisch (28) mittels der Neigungseinheit (30; 336) derart an- bringbar ist, dass das Werkstück in Scheiben ge- schnitten werden kann.

2. Drahtsäge nach Anspruch 1, dadurch gekenn- zeichnet, dass die Neigungseinheit (30; 336) eine Mehrzahl von Neigungsblöcken (66, 68, 70; 340, 342, 344, 346) umfasst, mittels welchen die hori- zontale und vertikale Neigungswinkel des Werk- stücks (32) einstellbar sind.

3. Drahtsäge nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Neigungseinheit (30; 336) säulenförmig ausgebildet ist, deren Achse vertikal zur Ebene ist, welche die Drahtgruppe (20) enthält, dass die Säule durch eine erste Ebene (F_1) unter- teilt ist, welche vertikal zur Achse ist, und durch eine zweite Ebene (F_2) unterteilt ist, welche unter einem vorbestimmten Winkel bezüglich der Achse geneigt ist, dass die unterteilten Abschnitte (340, 342, 344, 346) drehbar miteinander verbunden sind, der unterteilte Abschnitt an der ersten Ebene (F_1) verdreht wird, um den horizontalen Neigungswinkel des Werkstücks einzustellen, und dass der unterteil- te Abschnitt auf der zweiten Ebene (F_2) gedreht wird, um den vertikalen Neigungswinkel des Werk- stücks einzustellen.

4. Drahtsäge nach Anspruch 1, dadurch gekenn- zeichnet, dass die Drahtsäge Folgendes aufweist: eine Mehrzahl von Neigungseinheiten (30) zum Hal-

ten einer Mehrzahl von Werkstücken (32) und zum Neigen der Werkstücke horizontal und vertikal in vorbestimmte Winkel bezüglich einer Ebene, welche die Drahtgruppe (20) enthält, wobei die Neigungs- einheiten lösbar an dem Werkstück-Aufgabetisch (28) angebracht sind, und die Drahtsäge (10) die Mehrzahl von Werkstücken (32) gleichzeitig in Scheiben schneidet.

5. Neigungswinkel-Einstelleinrichtung für eine Drahtsäge nach Anspruch 1 zum Einstellen der hori- zontalen und vertikalen Neigungswinkel eines Werkstücks mithilfe einer Neigungseinheit (30, 336), welche Folgendes aufweist:

einen bewegbaren Tisch (28) zum Tragen des Werkstücks mit der Neigungseinheit (30, 336) und zum Bewegen eines Hauptkörpers der Neigungs- winkel-Einstelleinrichtung in eine Position zum Be- stimmen der Kristallorientierung des Werkstücks; eine Bestimmungseinrichtung (120) für die Kristall- orientierung mittels Röntgenstrahlen zur Bestim- mung der Kristallorientierung des Werkstücks (32), wobei die Bestimmungseinrichtung (120) für die Kristallorientierung mittels Röntgenstrahlen an dem Hauptkörper vorgesehen ist und ein Röntgenstrahl- Projektionsteil (126), welches Röntgenstrahlen auf eine Schneidfläche des Werkstücks (32) richtet, und ein Röntgenstrahl-Empfangsteil (128) umfasst, wel- ches die von der Schneidfläche des Werkstücks (32) reflektierten Röntgenstrahlen aufnimmt; und ein Anzeigeteil (140), welches die vertikalen und horizontalen Komponenten der Kristallorientierung des Werkstücks anzeigt, welche mittels der Bestim- mungseinrichtung (120) für die Kristallorientierung mittels Röntgenstrahlen bestimmt worden sind.

6. Neigungswinkel-Einstelleinrichtung nach An- spruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Nei- gungseinheit (30; 336) eine Mehrzahl von Nei- gungsblöcken (66, 68, 70; 340, 342, 344, 346) um- fasst, mittels welchen die vertikalen und horizonta- len Neigungswinkel des Werkstücks einstellbar sind, und dass die Neigungswinkel-Einstelleinrichtung fer- ner eine automatische Schraubenanzugseinrich- tung (194) zum Anziehen und Lösen einer Schrau- be (72, 78, 78) aufweist, welche die Neigungsblö- cke der Neigungseinheit (30; 336) verbindet.

7. Neigungswinkel-Einstelleinrichtung nach An- spruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Neigungseinheit eine Mehrzahl von Neigungsblö- cken umfasst, mittels welchen die vertikalen und horizontalen Neigungswinkel des Werkstücks ein- stellbar sind, dass die Neigungswinkel-Einstellein- richtung ferner eine Steuereinrichtung zum Antrei- ben der Neigungsblöcke der Neigungseinheit basie- rend auf der Kristallorientierung des Werkstücks bestimmt mittels der Bestimmungseinrichtung (120) für die Kristallorientierung mittels Röntgenstrahlen aufweist, um die vertikalen und horizontalen Nei- gungswinkel des Werkstücks automatisch einzustel- len.

8. Werkstück-Schneidverfahren unter Einsatz ei- ner Drahtsäge gemäss Anspruch 1, bei der ein sich bewegender Draht um eine Mehrzahl von mit Nuten versehenen Walzen zur Bildung einer Drahtgruppe läuft, ein Werkstück an einem Werkstück-Aufgabe- tisch angebracht ist, welcher bezüglich der Draht-

gruppe hin- und hergehend bewegbar ist, und der Werkstück-Aufgabebereich in Richtung auf die Drahtgruppe derart zustellbar ist, dass das Werkstück gegen die Drahtgruppe gedrückt wird, sodass das Werkstück in eine Anzahl von Wafeln zersägt wird, dadurch gekennzeichnet, dass das Verfahren die folgenden Schritte aufweist:

Einstellen der horizontalen und vertikalen Neigungswinkel des Werkstücks ausserhalb der Drahtsäge derart, dass die Fläche des abgeschnittenen Wafers eine vorbestimmte Kristallfläche ist, und Anbringen des Werkstücks an dem Werkstück-Aufgabebereich zur Ausführung der Schneidbearbeitung an dem Werkstück.

9. Werkstück-Schneidverfahren unter Einsatz einer Drahtsäge nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die horizontalen und vertikalen Neigungswinkel des Werkstücks mithilfe einer Neigungseinheit eingestellt werden, welche das Werkstück hält und das Werkstück horizontal und vertikal in vorbestimmte Winkel bezüglich einer Ebene neigt, welche die Drahtgruppe enthält, und dass die Neigungseinheit lösbar an dem Werkstück-Aufgabebereich anbringbar ist.

10. Werkstück-Schneidverfahren unter Einsatz einer Drahtsäge nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Verfahren zum Einstellen der horizontalen und vertikalen Neigungswinkel des Werkstücks mithilfe der Neigungseinheit folgende Schritte umfasst:

Anbringen der Neigungseinheit am Werkstück; Anordnen des Werkstücks mit der Neigungseinheit auf einem beweglichen Tisch einer Bestimmungseinrichtung für die Kristallorientierung mittels Röntgenstrahlen;

Bewegen des Werkstücks auf dem beweglichen Tisch zu einer Bestimmungsposition mittels der Bestimmungseinrichtung für die Kristallorientierung mittels Röntgenstrahlen;

Bestimmen der Kristallorientierung des Werkstücks mittels der Bestimmungseinrichtung für die Kristallorientierung mittels Röntgenstrahlen;

Rückführen des Werkstücks in die Ausgangsposition; und

Einstellen der horizontalen und vertikalen Neigungswinkel des Werkstücks basierend auf der Kristallorientierung des Werkstücks, welche mithilfe der Bestimmungseinrichtung für die Kristallorientierung mittels Röntgenstrahlen ermittelt worden ist.

11. Werkstück-Schneidverfahren unter Einsatz einer Drahtsäge nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass das Verfahren zum Einstellen der horizontalen und vertikalen Neigungswinkel des Werkstücks mithilfe der Neigungseinheit ferner die folgenden Schritte umfasst:

nach der Einstellung der horizontalen und vertikalen Neigungswinkel wird nochmals an einer Bestimmungsposition die Kristallorientierung des Werkstücks mithilfe der Bestimmungseinrichtung für die Kristallorientierung mittels Röntgenstrahlen bestimmt.

12. Werkstück-Schneidverfahren unter Einsatz einer Drahtsäge nach einem der Ansprüche 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass das Verfahren zum Einstellen der horizontalen und der vertikalen Nei-

gungswinkel des Werkstücks mithilfe der Neigungseinheit die folgenden Schritte aufweist:

Anbringen der Neigungseinheit an dem Werkstück; Anordnung des Werkstücks mit der Neigungseinheit an einem beweglichen Tisch einer Bestimmungseinrichtung für die Kristallorientierung mittels Röntgenstrahlen;

Bewegen des Werkstücks auf dem beweglichen Tisch zu einer Bestimmungsposition der Bestimmungseinrichtung für die Kristallorientierung mittels Röntgenstrahlen;

Bestimmen der Kristallorientierung des Werkstücks mittels der Bestimmungseinrichtung für die Kristallorientierung mittels Röntgenstrahlen; und

Einstellen der vorbestimmten Position der horizontalen und vertikalen Neigungswinkel des Werkstücks basierend auf der Kristallorientierung des Werkstücks, welche mittels der Bestimmungseinrichtung für die Kristallorientierung mittels Röntgenstrahlen ermittelt worden ist.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

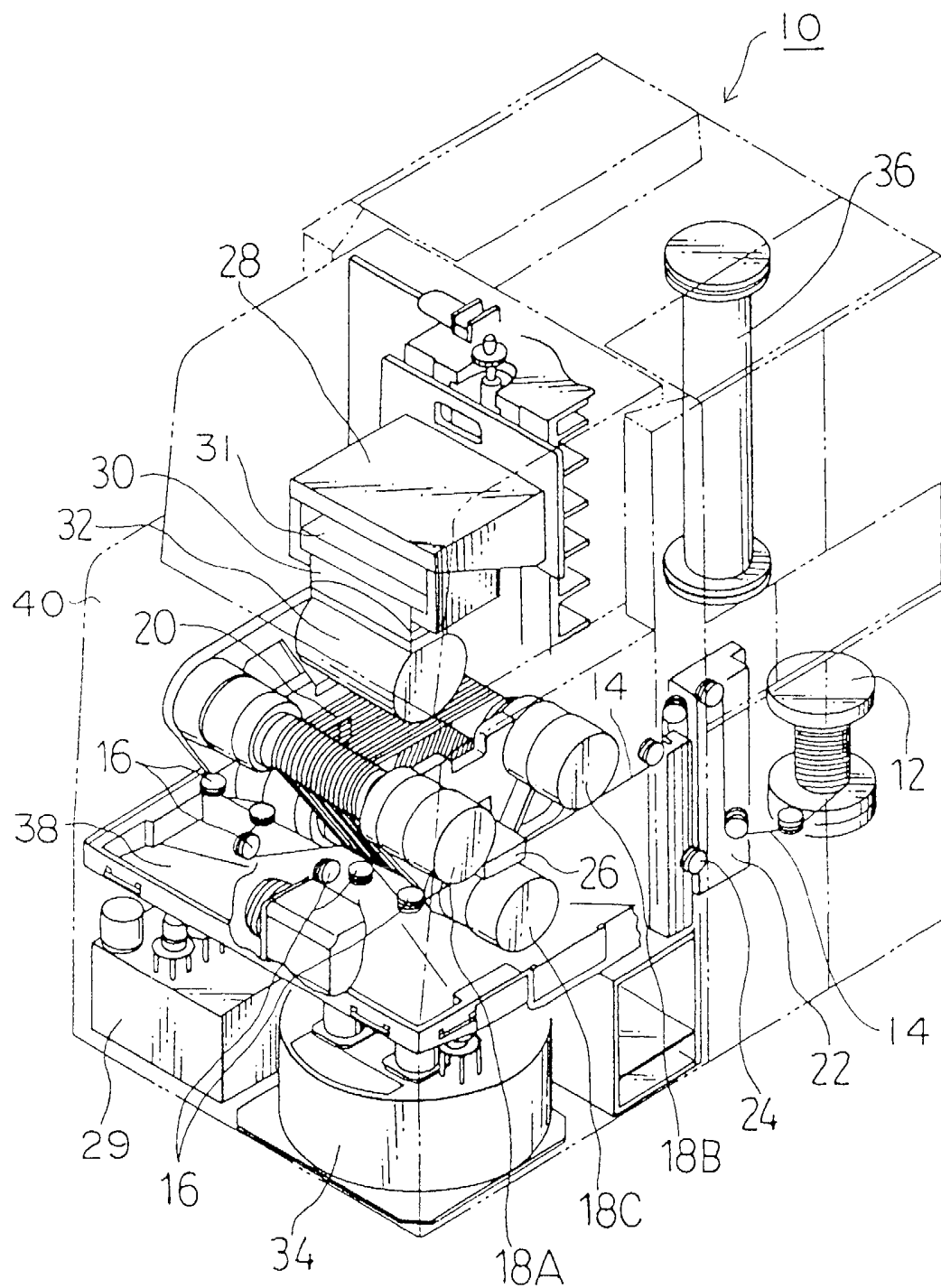
50

55

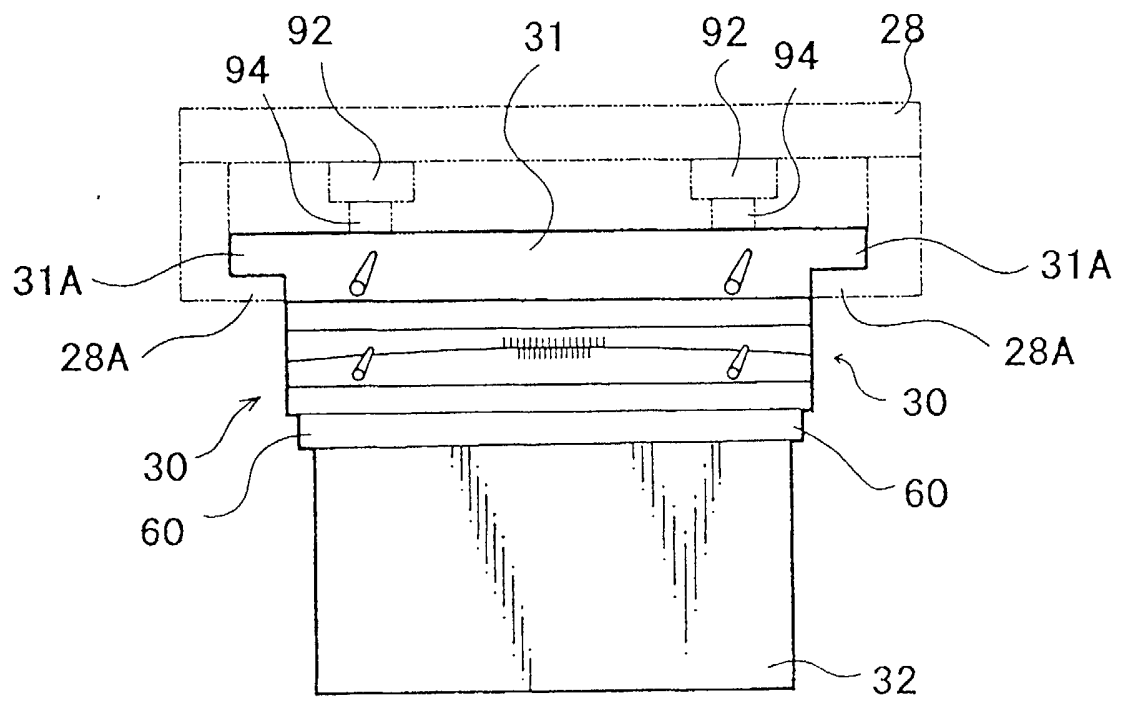
60

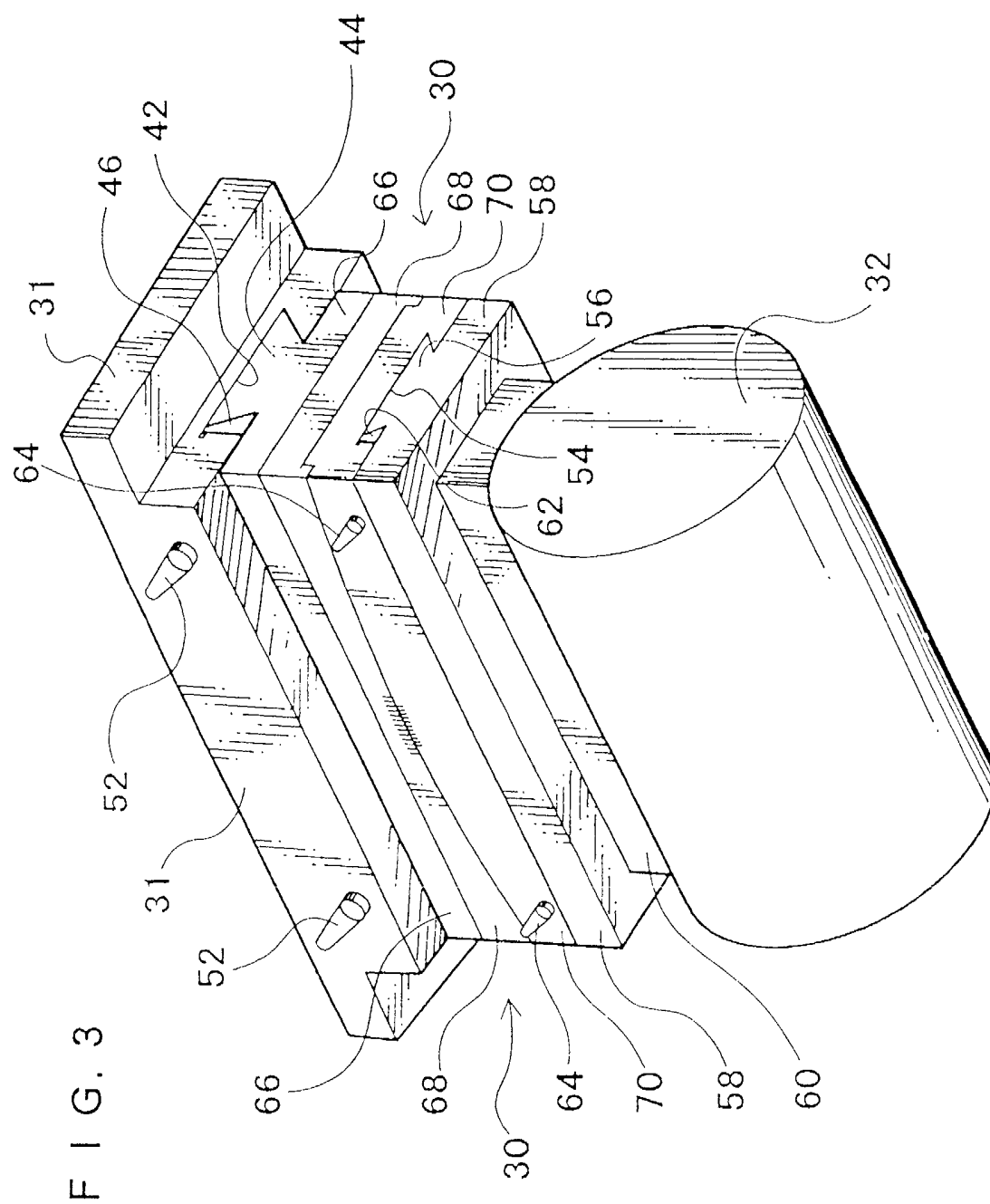
65

FIG. 1



F I G. 2





F I G . 4

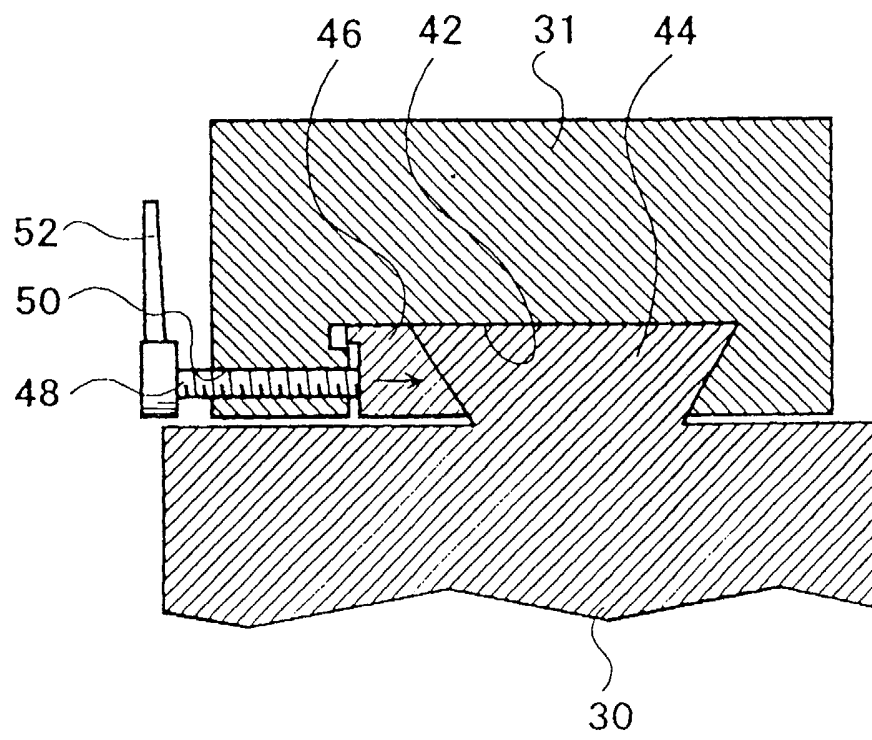


FIG. 5

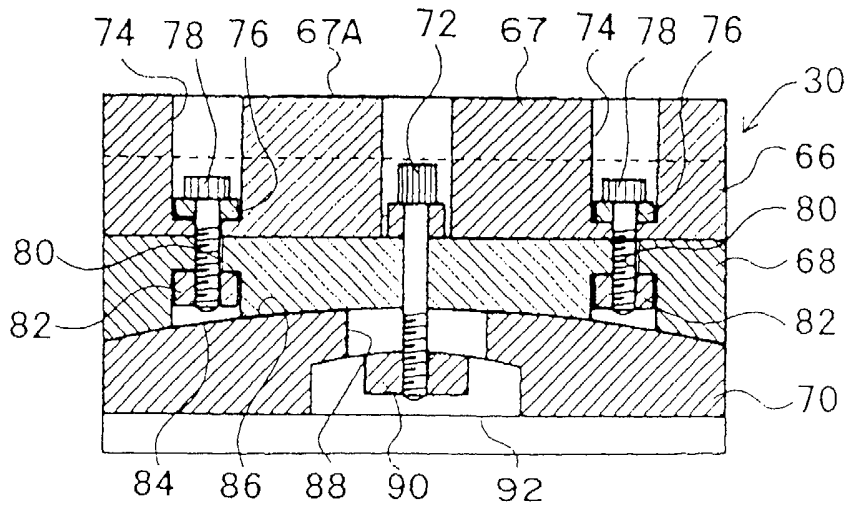


FIG. 6

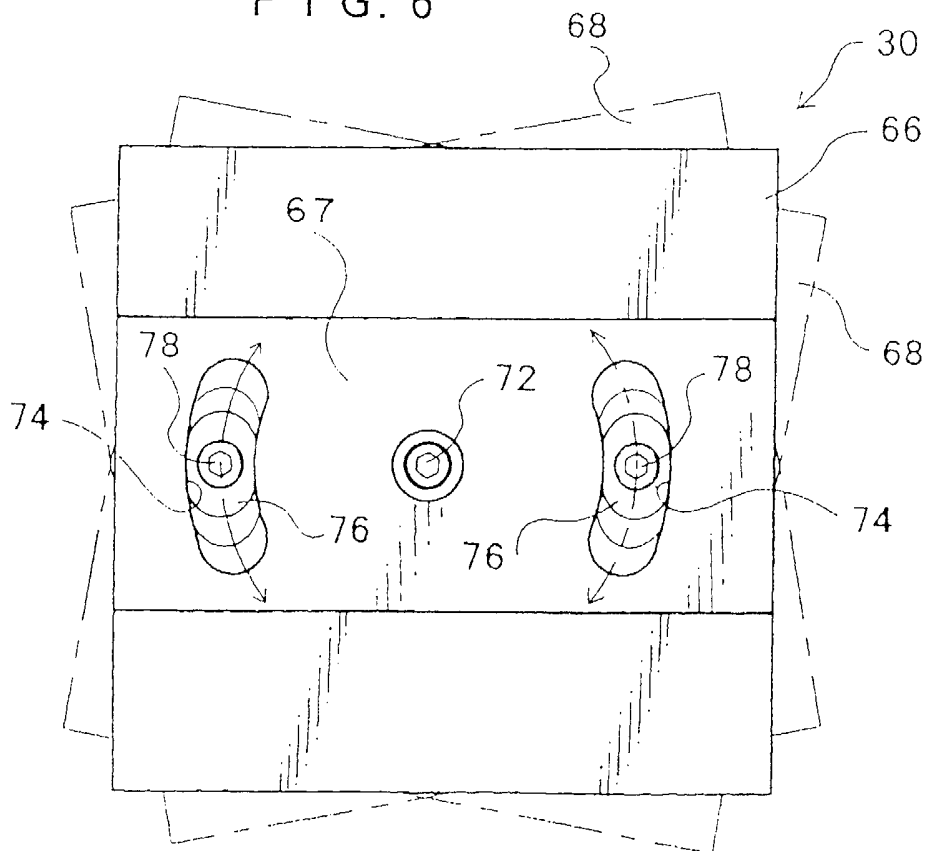


FIG. 7 (a)

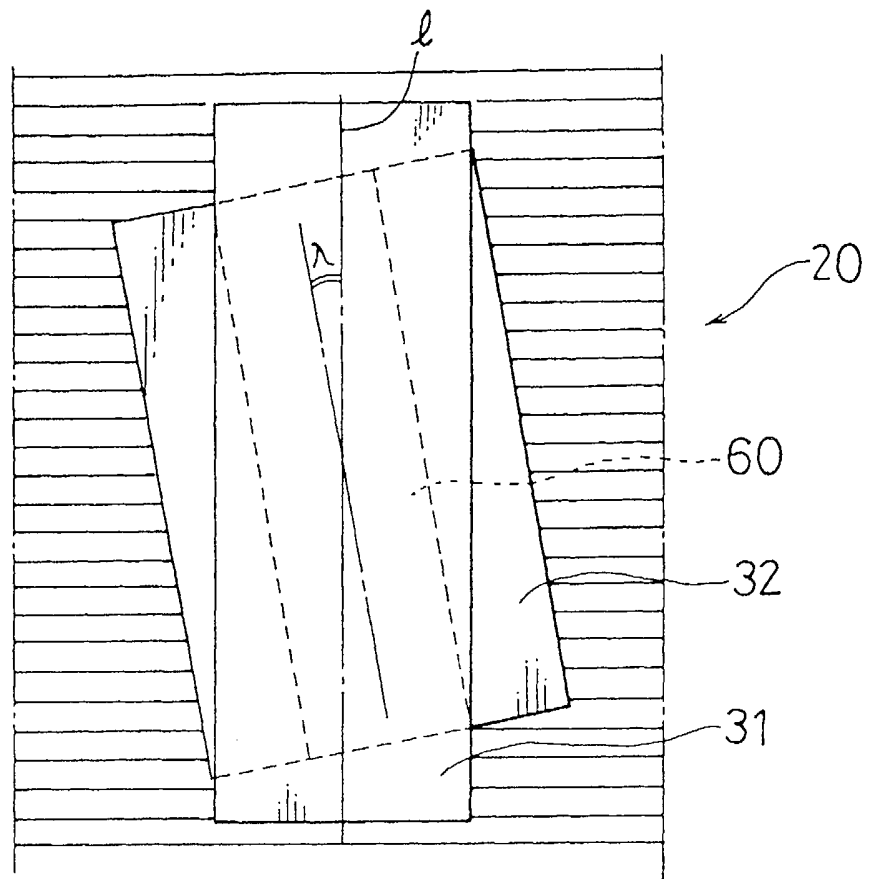
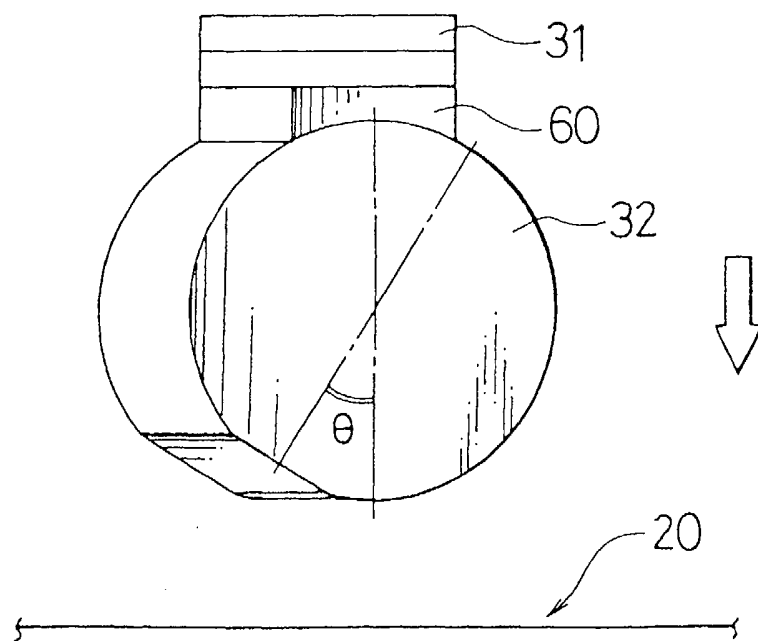


FIG. 7 (b)



F I G. 8

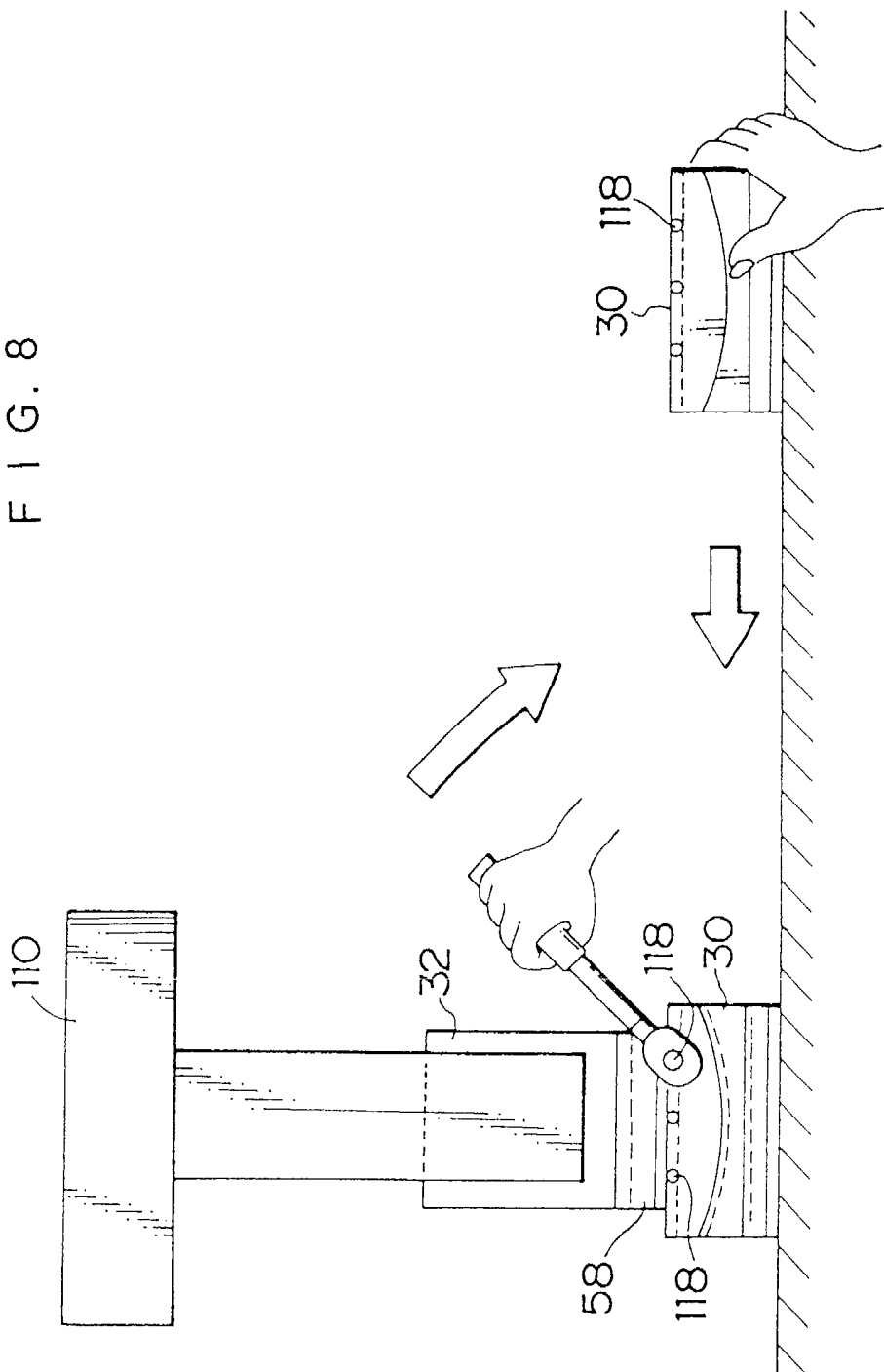


FIG. 9

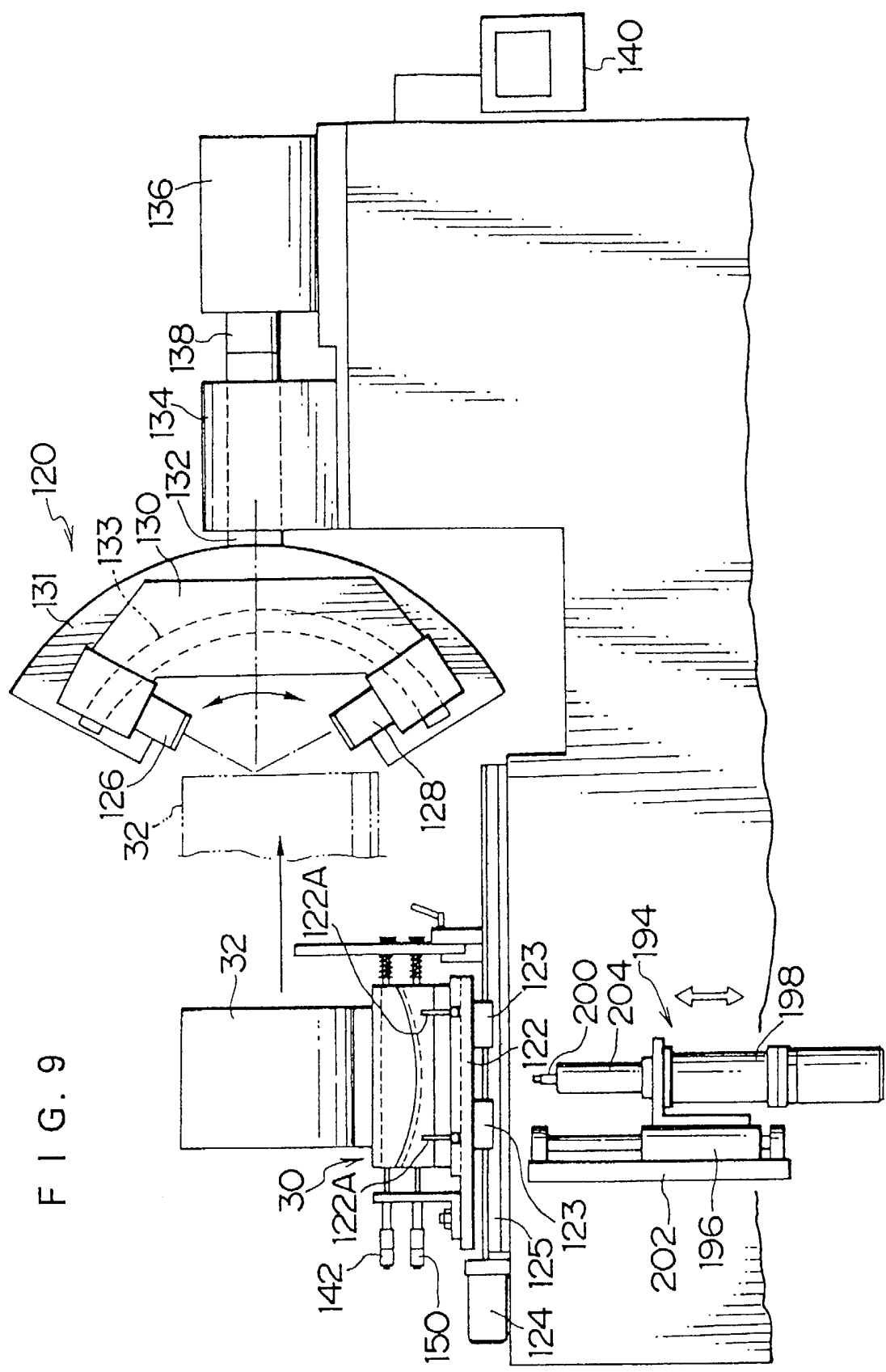


FIG. 10

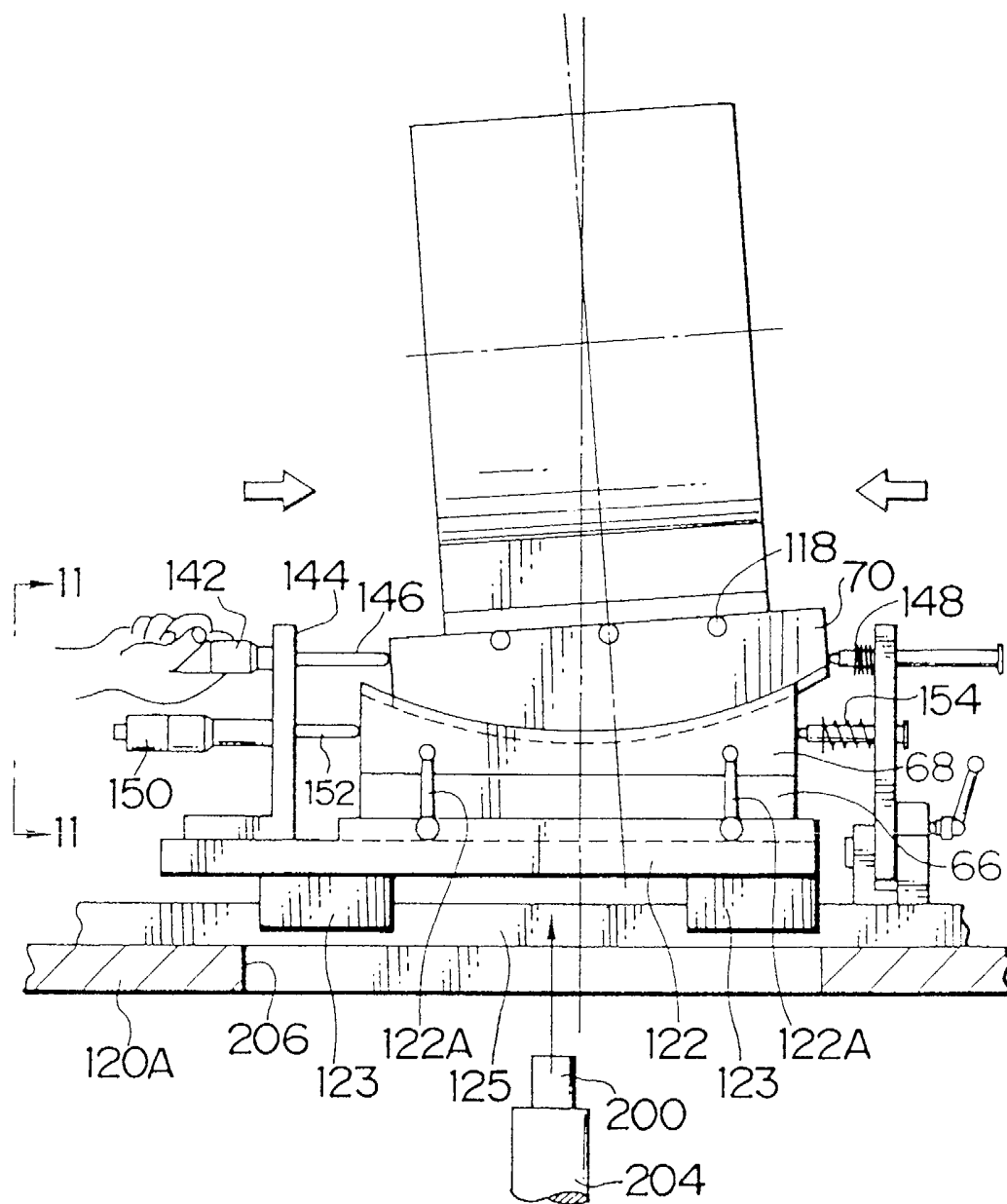


FIG. 11

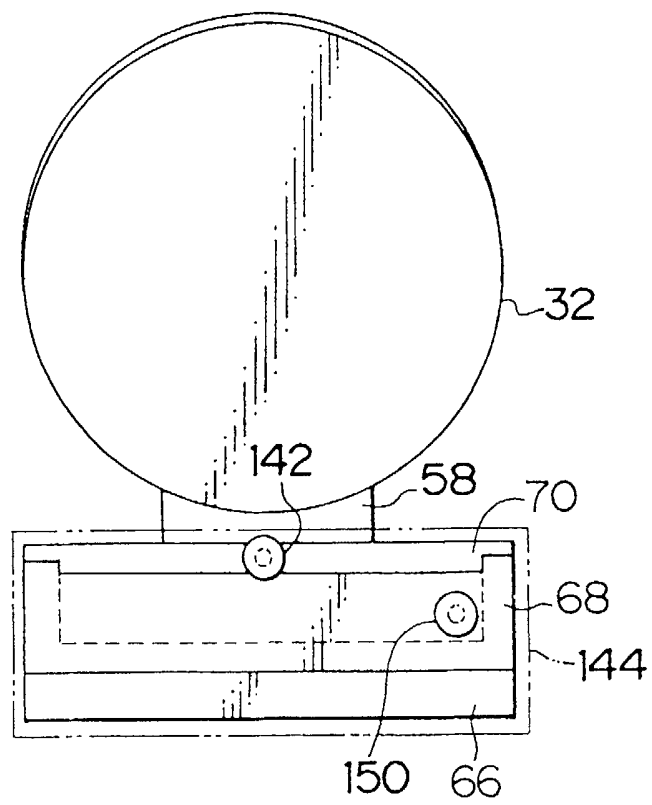


FIG. 12

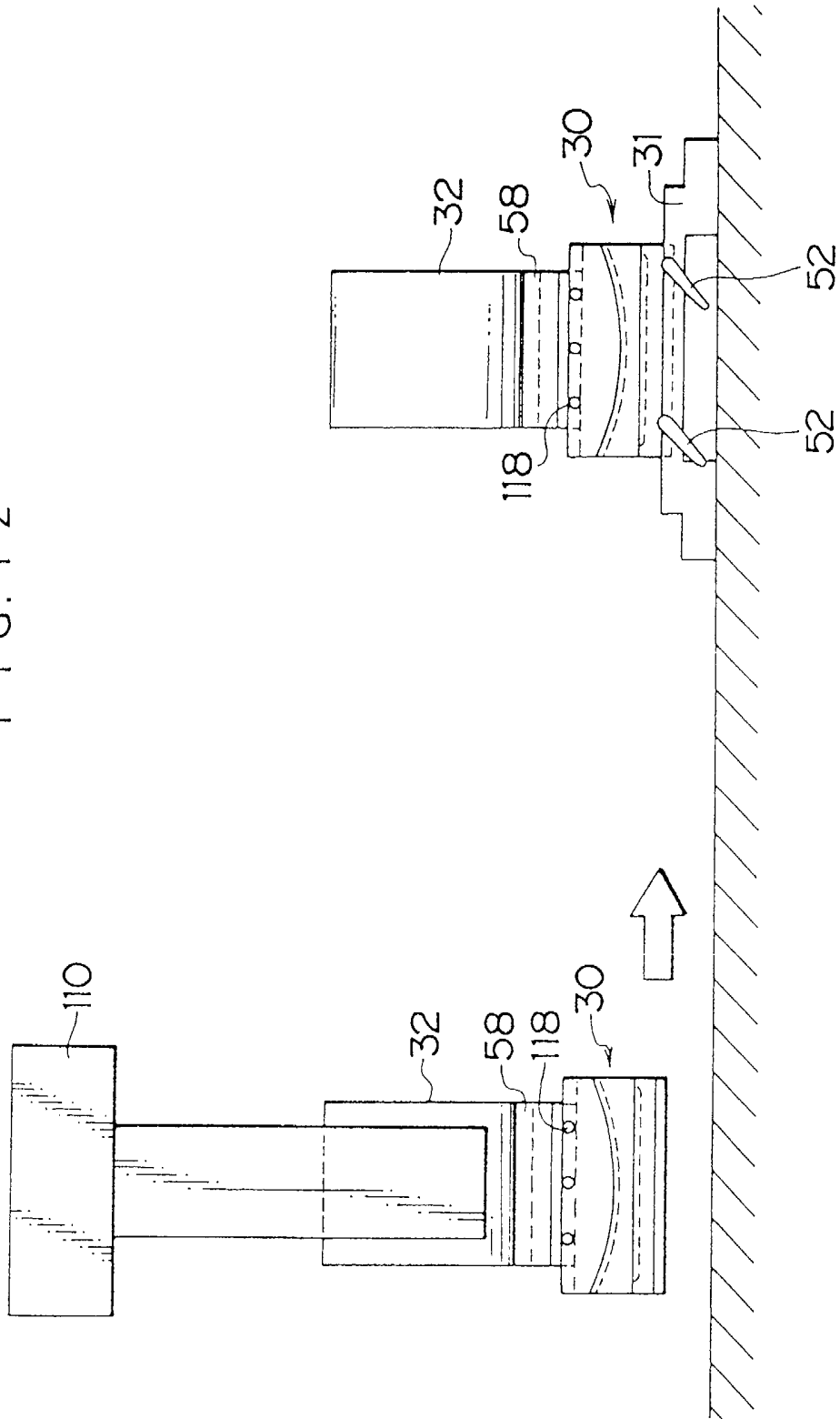


FIG. 13

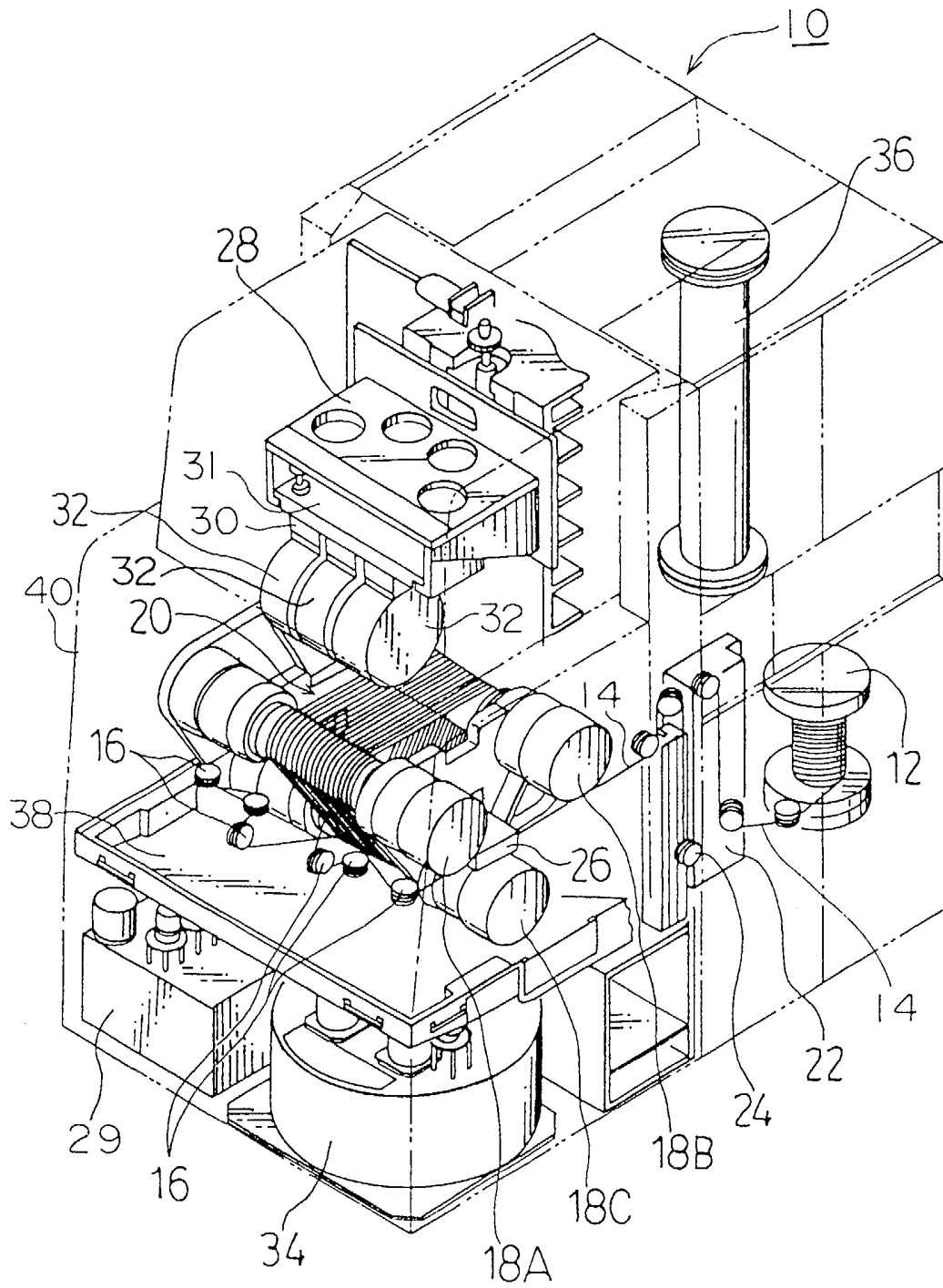
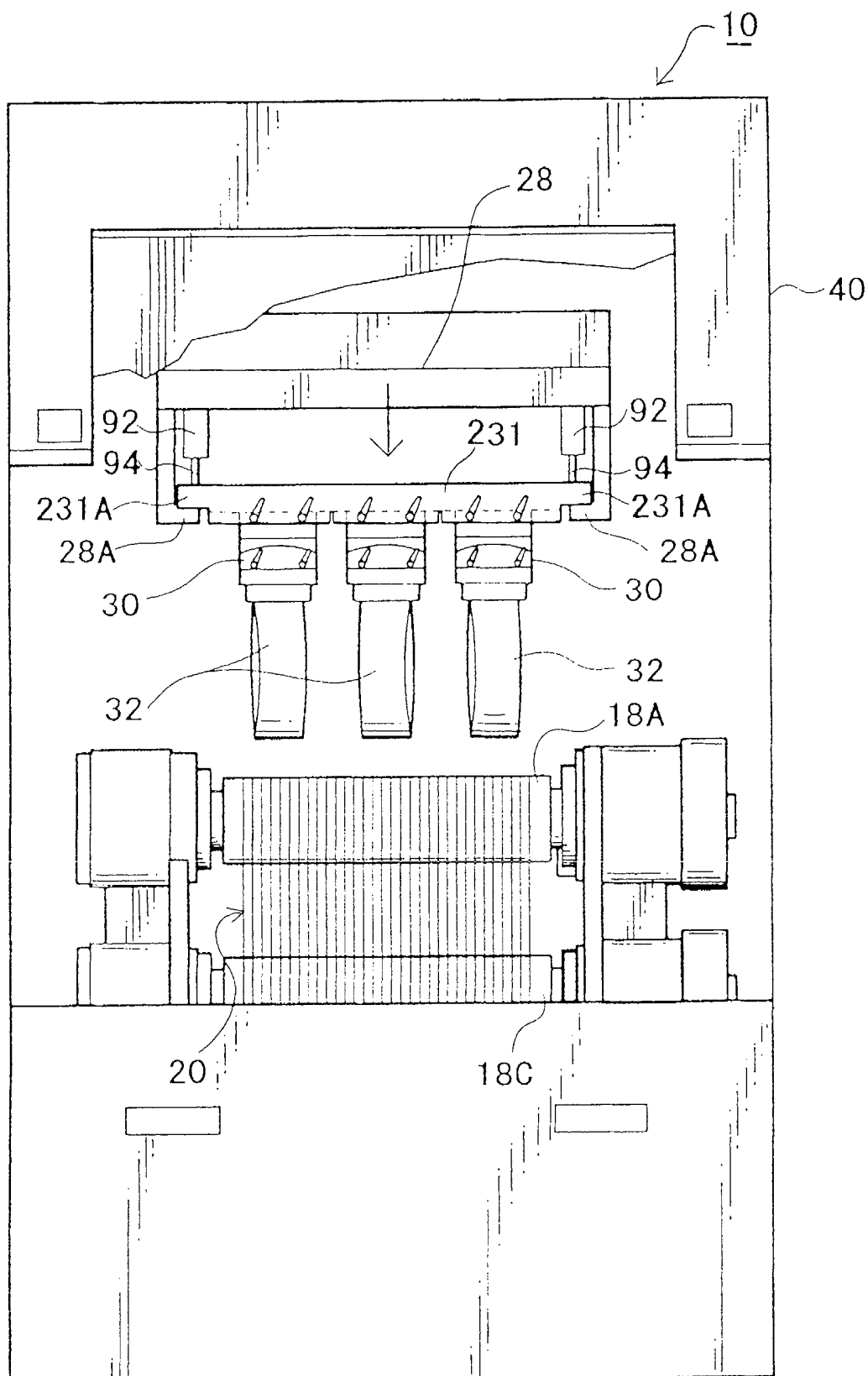
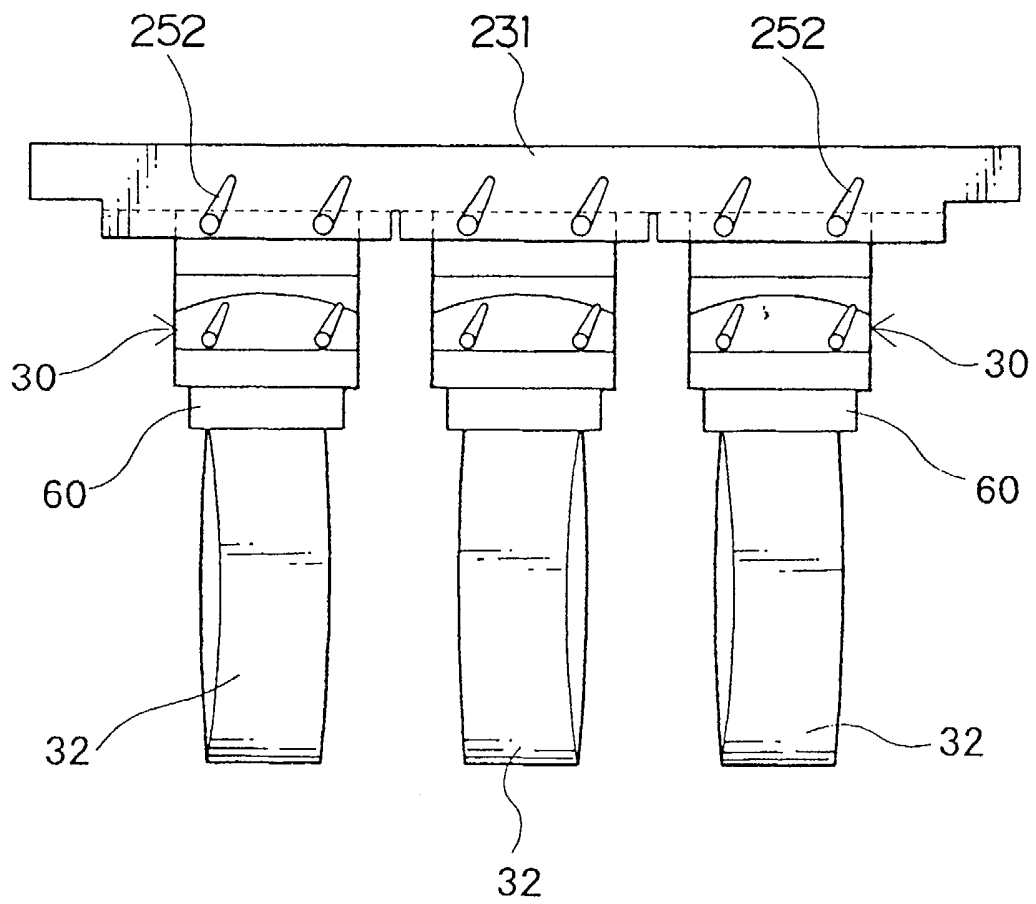
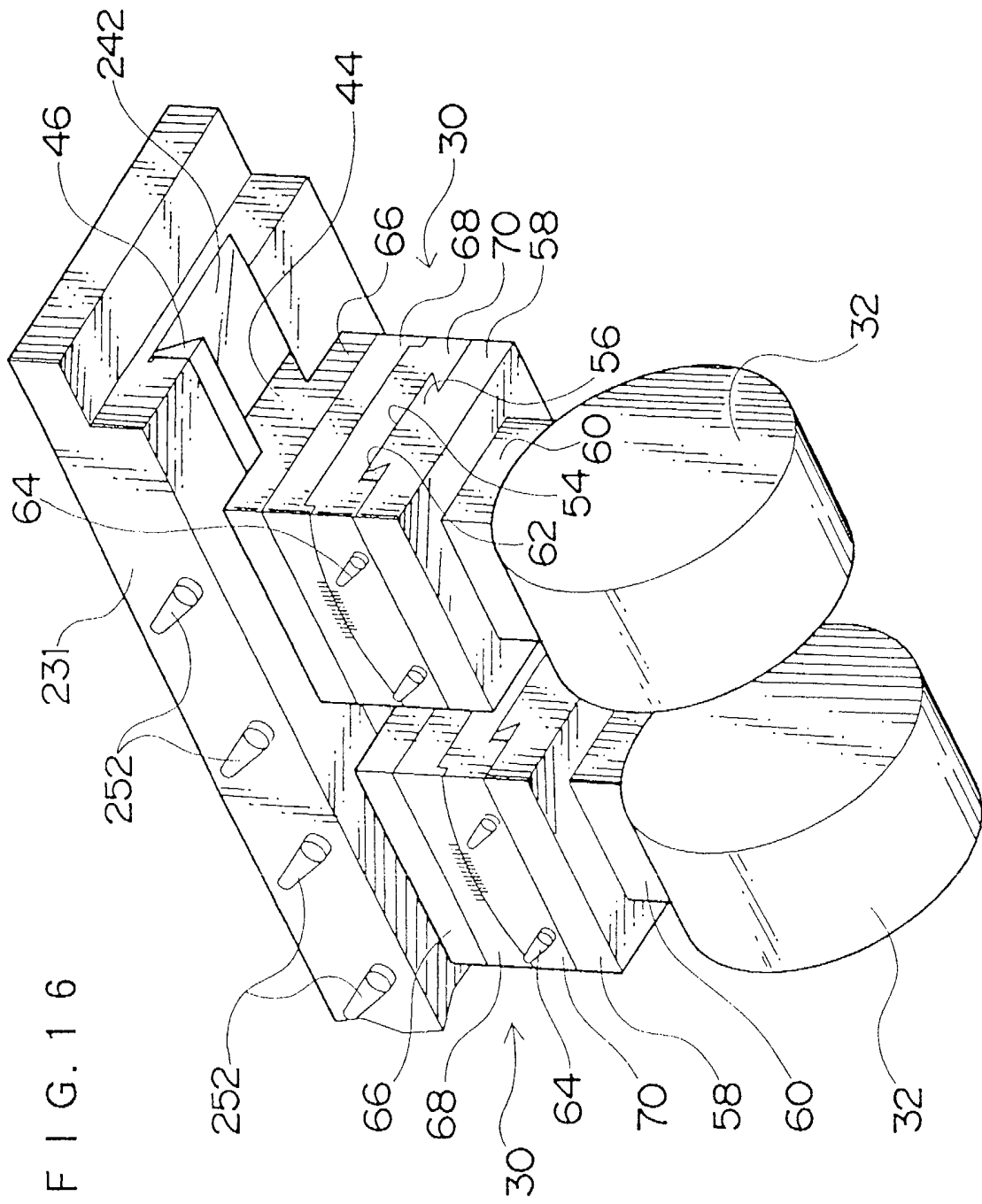


FIG. 14



F I G. 1 5





F I G. 1 7

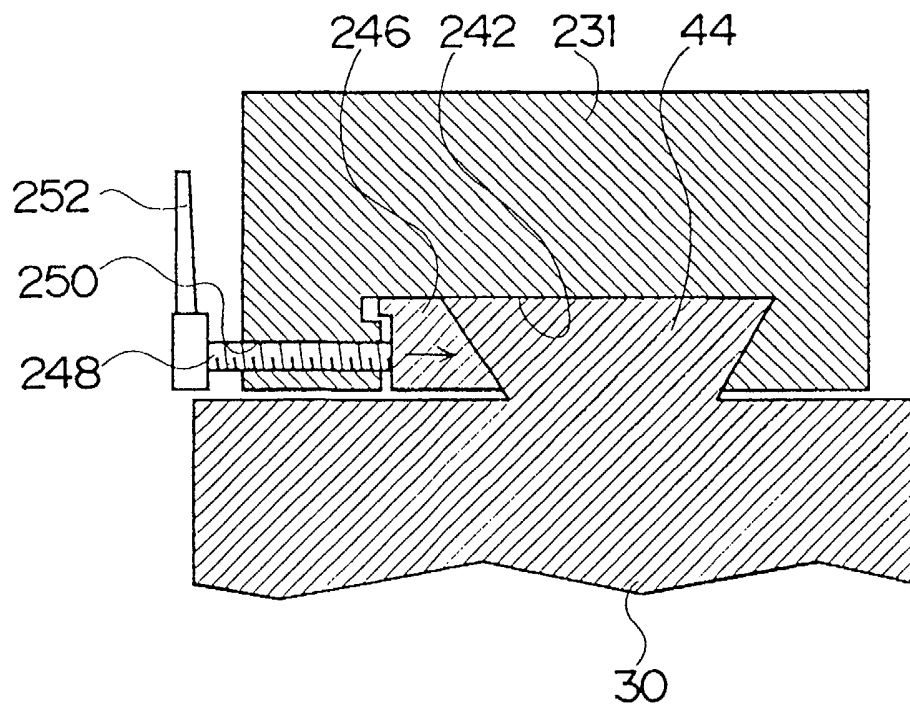


FIG. 18

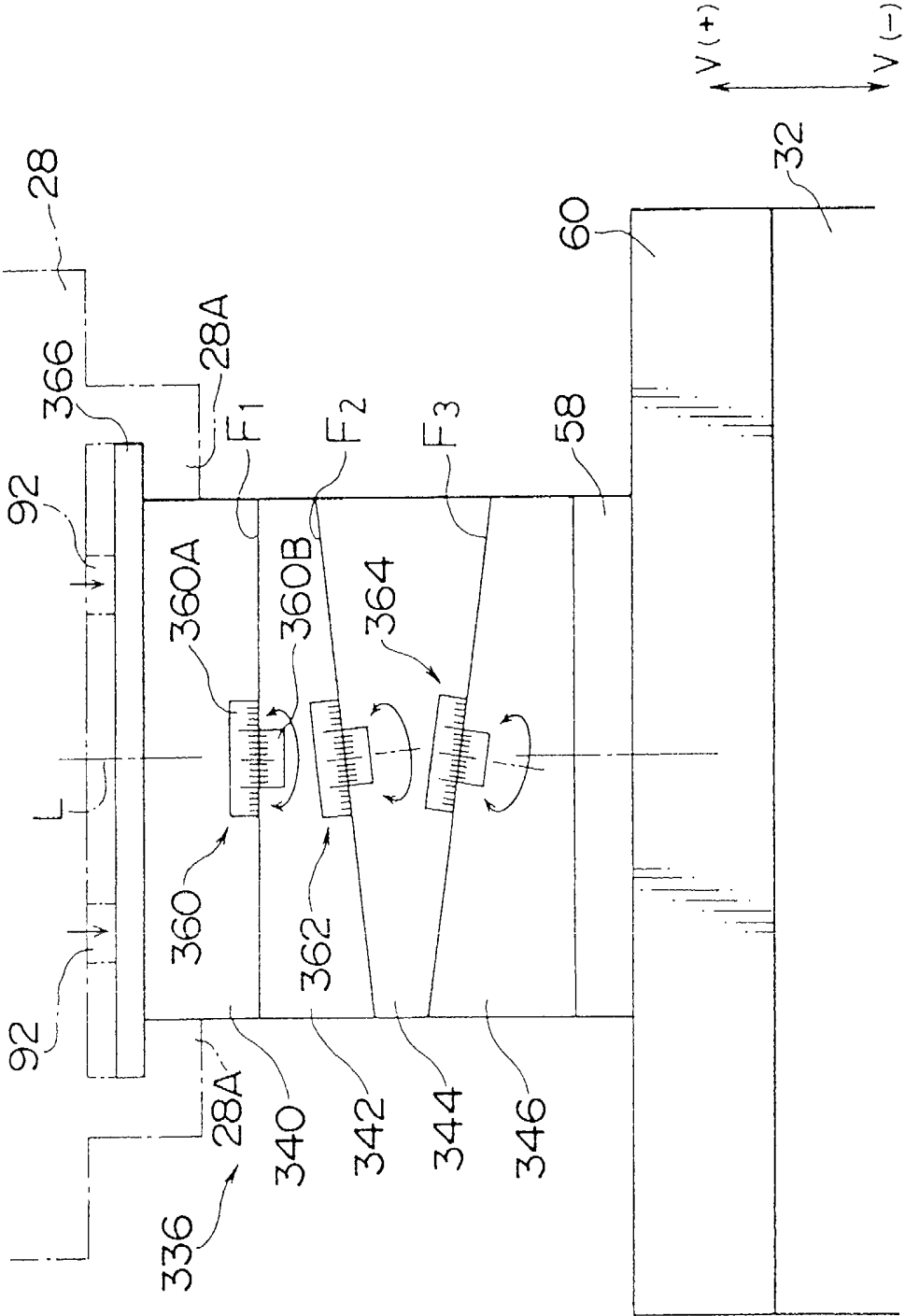


FIG. 19

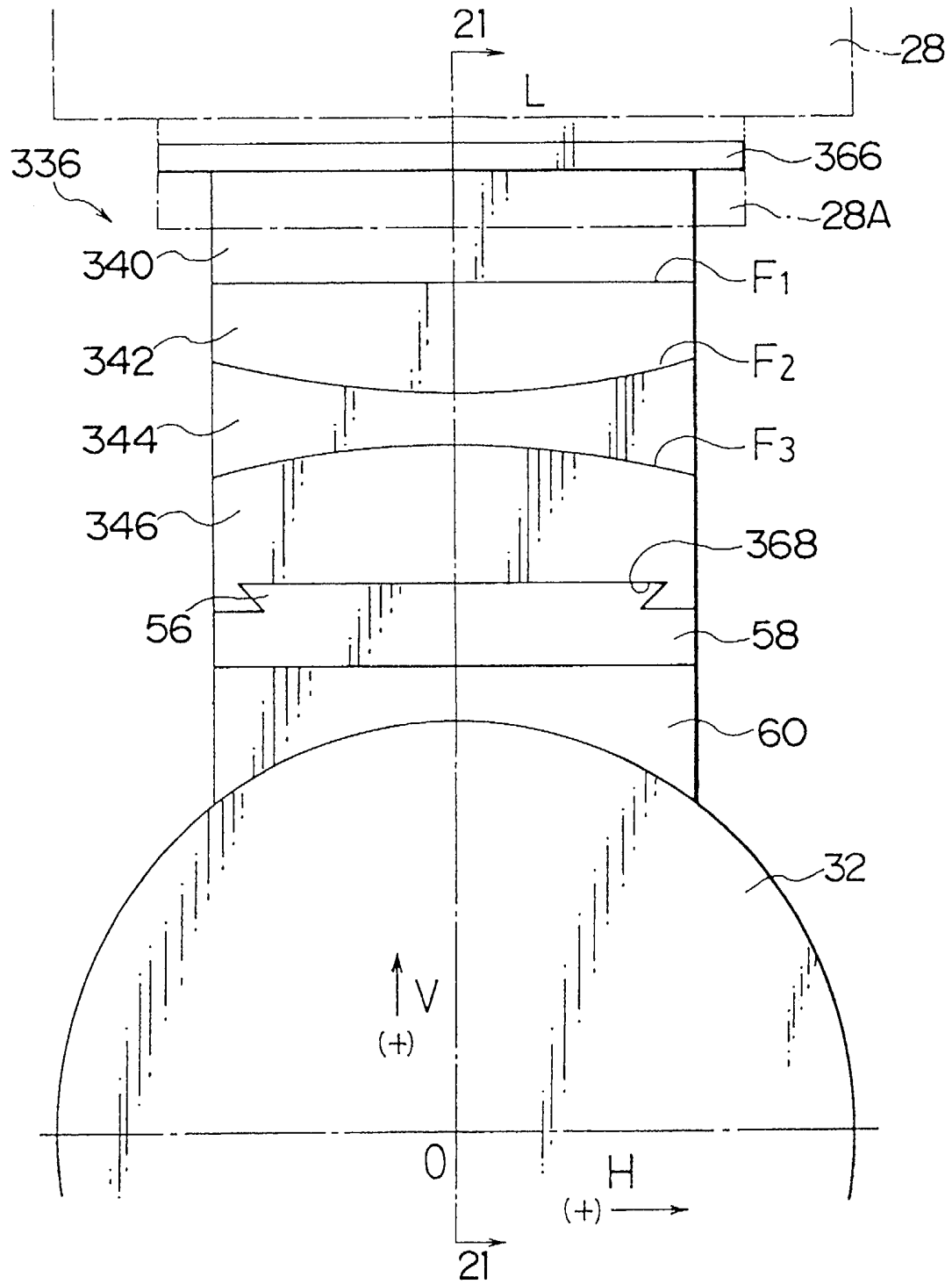


FIG. 20

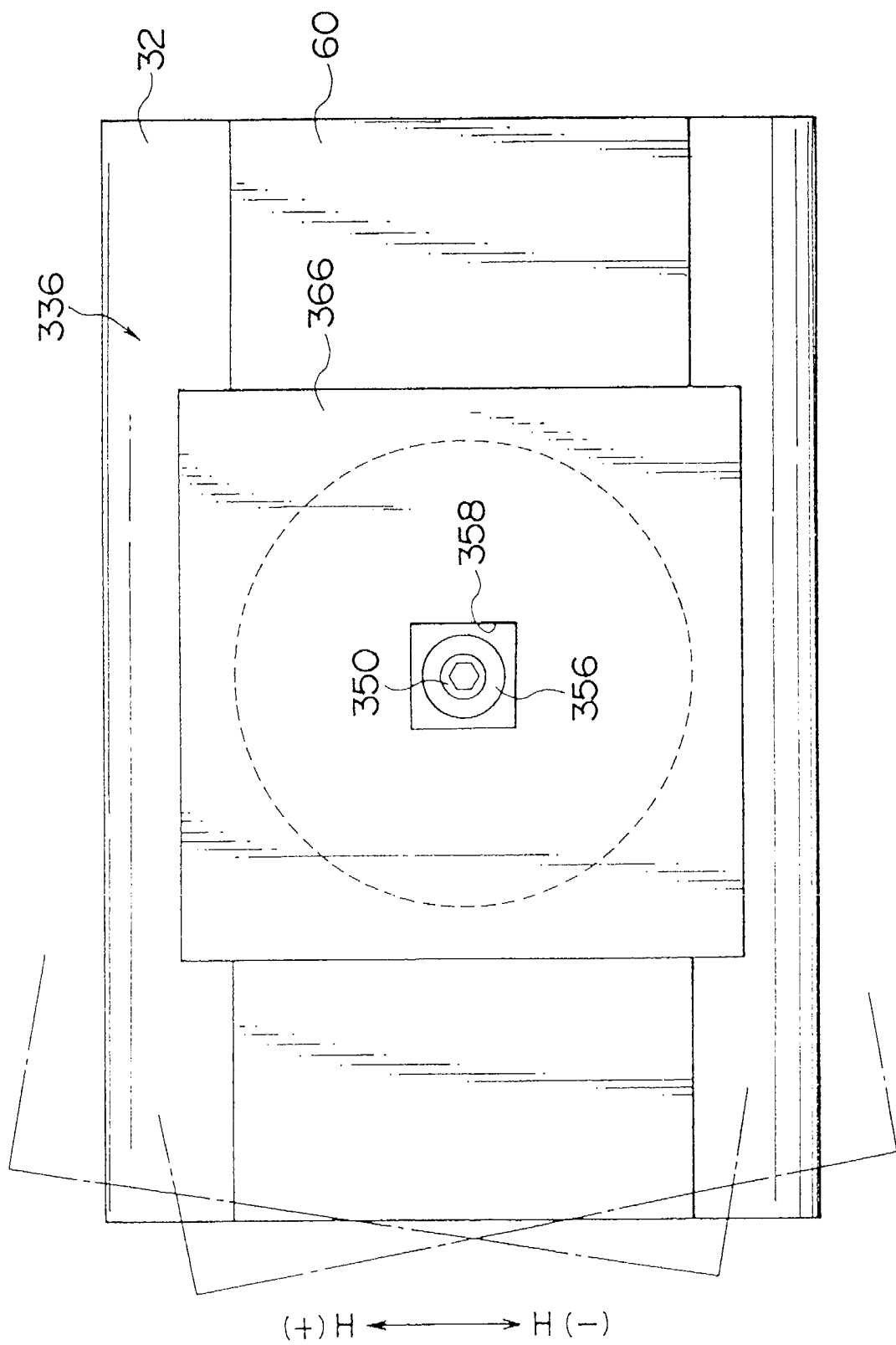


FIG. 21

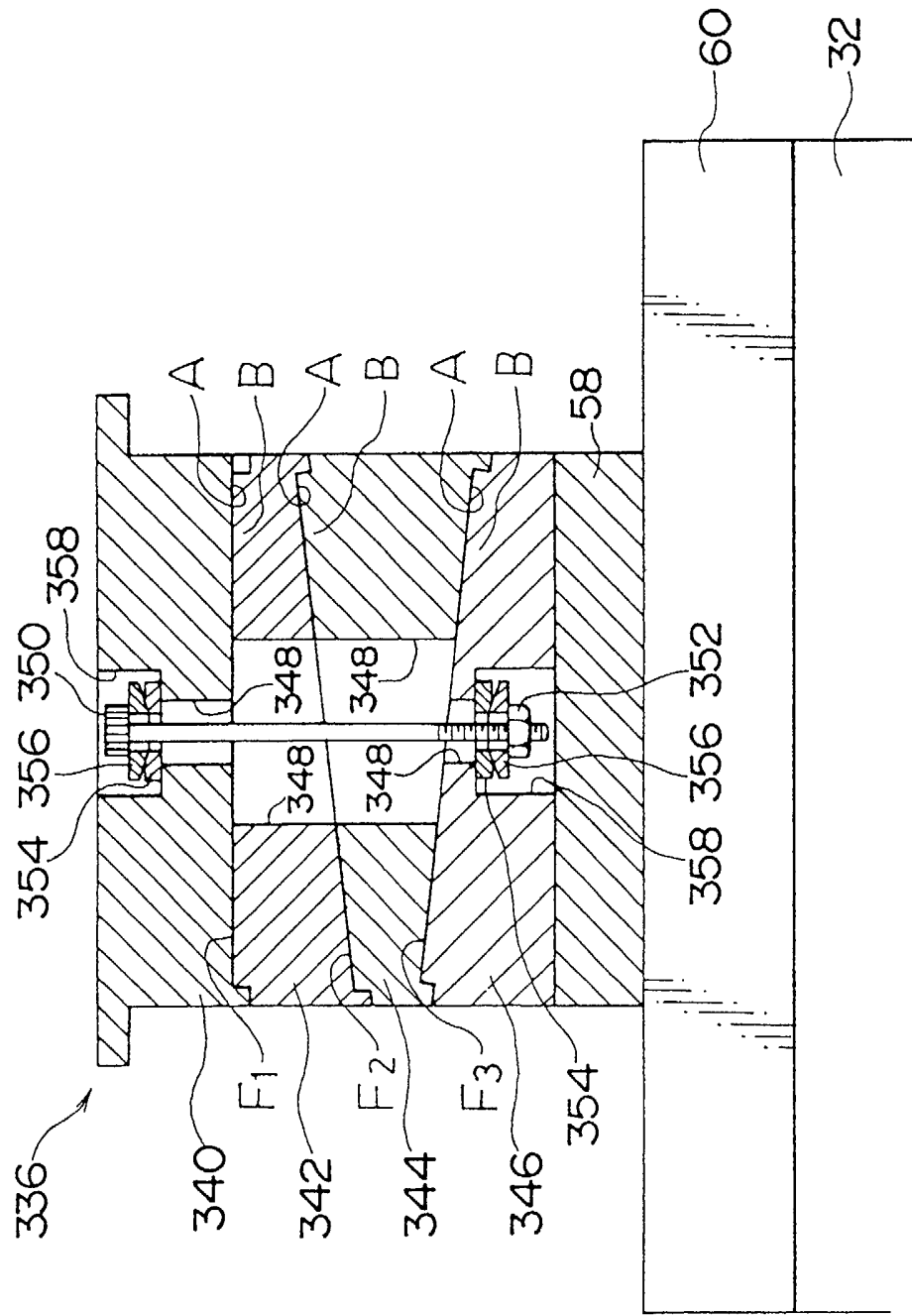


FIG. 22

