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

(10) **DE 699 13 521 T2** 2004.10.14

(12) # Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 085 948 B1**
(21) Deutsches Aktenzeichen: **699 13 521.4**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US99/05676**
(96) Europäisches Aktenzeichen: **99 912 558.6**
(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 99/046065**
(86) PCT-Anmeldetag: **15.03.1999**
(87) Veröffentlichungstag der PCT-Anmeldung: **16.09.1999**
(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **28.03.2001**
(97) Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA: **10.12.2003**
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **14.10.2004**

(51) Int Cl.[7]: **B08B 3/02**
H01L 21/00

(30) Unionspriorität:

41901	**13.03.1998**	**US**
41649	**13.03.1998**	**US**
113435	**10.07.1998**	**US**
116750 P	**22.01.1999**	**US**
117474 P	**27.01.1999**	**US**

(73) Patentinhaber:
Semitool, Inc., Kalispell, Mont., US

(74) Vertreter:
Viering, Jentschura & Partner, 80538 München

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LI, LU, MC, NL, PT, SE

(72) Erfinder:
CURTIS, L., Gary, Kalispell, US; THOMPSON, F., Raymon, Kalispell, US; PEACE, L., Steven, Whitefish, US

(54) Bezeichnung: **REAKTOR MIT MIKROUMGEBUNG ZUR VERARBEITUNG EINES MIKROELEKTRONISCHEN WERKSTÜCKS**

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

Bereich der Erfindung

[0001] Die Industrie ist beständig darum bemüht, die zum Herstellen mikroelektronischer Schaltkreise und Bauteile eingesetzten Verfahren, wie etwa das Herstellen von integrierten Schaltkreisen aus Wafern, zu verbessern. Die Verbesserungen betreffen Verschiedenes, haben aber im Allgemeinen eine oder mehrere Aufgaben zum angestrebten Ziel. Die Aufgaben vieler dieser verbesserten Verfahren enthalten: 1) Vermindern des Zeitaufwandes, welcher zum Bearbeiten eines Wafers benötigt wird, um die gewünschten integrierten Schaltkreise auszubilden; 2) Erhöhen der Ausbeute an verwendbaren integrierten Schaltkreisen pro Wafer, beispielsweise durch Vermindern der Wahrscheinlichkeit einer Kontamination des Wafers während des Bearbeitens; 3) Vermindern der Anzahl der Arbeitsschritte, die benötigt werden, um einen Wafer in integrierte Schaltkreise zu transformieren; und 4) Reduzieren der Kosten des Bearbeitens der Wafer zu den gewünschten integrierten Schaltkreisen, beispielsweise Reduzieren der Kosten für die zur Bearbeitung benötigten Chemikalien.

[0002] Bei der Bearbeitung von Wafern ist es oft notwendig, eine oder mehrere Seiten des Wafers einem Fluid in entweder flüssiger, dampfförmiger oder gasförmiger Form auszusetzen. Solche Fluide werden beispielsweise eingesetzt zum Ätzen der Waferoberfläche, zum Reinigen der Waferoberfläche, zum Trocknen der Waferoberfläche, zum Passivieren der Waferoberfläche, zum Aufbringen von Schichten auf die Waferoberfläche und so weiter. Für den Erfolg der Bearbeitungs-Vorgänge ist häufig ein Steuern der physikalischen Parameter der Bearbeitungs-Fluide, wie deren Temperatur, molekulare Zusammensetzung, Dosierung und so weiter verhältnismäßig wichtig. Hierzu erfolgt das Zuführen solcher Fluide zu der Waferoberfläche in einer gesteuerten Umgebung. Typischerweise erfolgt ein solches Bearbeiten von Wafern in einer allgemein als Reaktor bekannt gewordenen Vorrichtung.

[0003] Verschiedene Reaktor-Konstruktionen und Konfigurationen (siehe beispielsweise US 5209180, US 5591262 und US 5439519) sind in der Industrie bekannt und werden dort verwendet. Ein solcher Reaktor wird von der Firma Semitol verwendet und ist in ihren Bearbeitungs-Vorrichtungen der Marke Equinox® eingesetzt. Allgemein ausgedrückt, weist der Reaktor eine Schalen-Anordnung auf, welche eine feststehende Schale enthält, welche aus einem Material hergestellt ist, welches nicht mit den für die einzelnen Wafer-Bearbeitungs-Schritte vorgesehenen Bearbeitungs-Fluiden chemisch reagiert. In der Schale sind eine Mehrzahl von Düsen oder anderen Vorrichtungen zum Einbringen von Fluid in die Schale angebracht. Die feststehende Schale hat einen offenen Oberteil-Abschnitt. Eine den Wafer haltende Rotorkopfanordnung wird dazu eingesetzt, das Oberteil der Schale derart abzuschließen, dass eine Bearbeitungskammer gebildet wird, in welche der Wafer zum Bearbeiten untergebracht ist. Über das Einbringen des Wafers in die Bearbeitungs-Kammer hinaus kann die Rotorkopfanordnung dazu verwendet werden, den Wafer während des Zuführens des Bearbeitungs-Fluids auf die Waferoberfläche zu rotieren, oder nach dem Bearbeiten, um hierdurch das Bearbeitungs-Fluid zu entfernen.

[0004] Während des Bearbeitens wird der Wafer der Rotorkopfanordnung durch eine Roboter-Vorrichtung präsentiert, welche in einer im Wesentlichen reinen Umgebung arbeitet, in welcher eine Anzahl von Bearbeitungs-Reaktoren vorhanden sind. Die Roboter-Vorrichtung präsentiert der Rotorkopfanordnung den Wafer in einem exponierten Zustand mit einer Orientierung, bei welcher die zu bearbeitende Wafer-Seite nach oben weist. Die Rotorkopfanordnung wendet den Wafer, greift in die Schale ein und dichtet zum Bearbeiten mit ihr ab. Während der Wafer bearbeitet wird, ist der Wafer derart ausgerichtet, dass die zu bearbeitende Wafer-Seite nach unten weist.

[0005] Der vorangehend beschriebene Reaktor-Aufbau und dessen Konfiguration ist für viele der bei der Produktion von integrierten Schaltkreisen eingesetzten Bearbeitungsschritte sehr nützlich. Dieser Erfinder hat allerdings festgestellt, dass die Anforderungen für zukünftige Verfahren zum Herstellen integrierter Schaltkreise letztlich eine verbesserte Steuerung und ökonomische Effizienz des Reaktors erfordern. Daher wurde ein im wesentlichen neuer Ansatz zum Bearbeiten und für eine Reaktor-Auslegung unternommen, welcher eine verbesserte Steuerung der derzeit im Zusammenhang mit Mikroelektronik-Herstellung verwendeten Fluid-Prozesse bietet, sowie ferner das Implementieren und Ausführen von weiterentwickelten und verbesserten Prozessen ermöglicht. Darüberhinaus weist der Reaktor mehrere vorteilhafte mechanische Eigenschaften auf, inklusive solcher, welche es erlauben, den Reaktor zusammen mit Roboter-Wafer-Tansfer-Ausrüstung einzusetzen, solcher, welche es erlauben, den Reaktor leicht für verschiedene Prozesse neu zu konfigurieren, und solcher, welche es erlauben, die Bearbeitungskammer des Reaktors leicht zu zerlegen und zu warten.

[0006] Eine Vorrichtung zum Bearbeiten eines Werkstücks und ein Verfahren zum Zentrifugal-Bearbeiten eines Werkstücks gemäß der Erfindung sind in den Ansprüchen 1, 13 beschrieben. Das Werkstück ist definiert als ein Objekt, welches wenigstens ein Substrat aufweist, und welches weitere Schichten aus Material oder bearbeiteten Bestandteilen, etwa einer oder mehreren (auf dem Substrat aufgebrachten) Metallisierungsschichten, enthalten kann. Die Vorrichtung enthält einen Rotor-Motor und ein Werk-

stück-Gehäuse. Das Werkstück-Gehäuse ist mit dem Rotor-Motor verbunden, um von diesem rotiert zu werden. Das Werkstück-Gehäuse bildet ferner in seinem Inneren eine im wesentlichen geschlossene Bearbeitungskammer, in welcher während einer Drehung des Gehäuses durch Zentripetalbeschleunigungen ein oder mehrere Bearbeitungs-Fluide über wenigstens eine Fläche des Werkstücks verteilt werden. Verschiedene Ausführungsformen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen offenbart.

Kurze Beschreibung der verschiedenen Ansichten der Zeichnungen

[0007] **Fig.** 1 ist eine Querschnitts-Ansicht eines Mikroelektronik-Werkstück-Gehäuses und einer Rotoranordnung, welche gemäß einer Ausführungsform der Erfindung aufgebaut sind.

[0008] **Fig.** 2 ist eine Explosionsansicht einer weiteren Ausführungsform eines Mikroelektronik-Werkstück-Gehäuses, welches gemäß den Lehren der vorliegenden Erfindungen aufgebaut ist.

[0009] **Fig.** 3 ist eine Draufsicht des Werkstück-Gehäuses von **Fig.** 2, wobei das Gehäuse sich im zusammengebauten Zustand befindet.

[0010] **Fig.** 4 ist eine Querschnitts-Ansicht des Werkstück-Gehäuses entlang Linie IV-IV von **Fig.** 3.

[0011] **Fig.** 5 ist eine Querschnitts-Ansicht des Werkstück-Gehäuses entlang Linie V-V von **Fig.** 3.

[0012] **Fig.** 6 ist eine Querschnitts-Ansicht des Werkstück-Gehäuses entlang Linie VI-VI von **Fig.** 3.

[0013] **Fig.** 7A und 7B sind Querschnitts-Ansichten, welche das Werkstück- Gehäuse in einem geschlossenen Zustand und mit einer Rotations-Antriebs-Anordnung verbunden zeigen.

[0014] **Fig.** 8A und 8B sind Querschnitts-Ansichten, welche das Werkstück-Gehäuse in einem offenen Zustand und mit einer Rotations-Antriebs-Anordnung verbunden zeigen.

[0015] **Fig.** 9 zeigt eine Ausführung einer Kanten-Konfiguration, welche sich gegenseitig ausschließendes Bearbeiten der oberen und der unteren Waferoberfläche in dem Werkstück-Gehäuse erleichtert.

[0016] **Fig.** 10 zeigt eine Ausführungsform des Werkstück-Gehäuses, welche in Verbindung mit einer selbstpumpenden re-zirkulierenden Anordnung eingesetzt wird.

[0017] **Fig.** 11 und 12 sind schematische Diagramme von exemplarischen Bearbeitungs-Einrichtungen, welche die vorliegende Erfindung verwenden.

[0018] **Fig.** 13 beschreibt eine Stapel-Wafer-Bearbeitungs-Einrichtung, welches gemäß den Prinzipien der vorliegenden Erfindung aufgebaut ist.

[0019] **Fig.** 14 zeigt eine weitere Ausführungsform eines Reaktors mit Merkmalen, welche ihn gut geeignet machen zum Zusammenwirken mit Werkstück-Transfer-Automations-Ausrüstung, wobei der Reaktor sich in einem offenen Zustand zum Laden/Entladen eines zu bearbeitenden Werkstückes befindet.

[0020] **Fig.** 15 zeigt die Ausführungsform des Reaktors von **Fig.** 14, wobei sich der Reaktor in einem geschlossenen Bearbeitungszustand befindet.

[0021] **Fig.** 16 zeigt eine Ausführungsform eines Vorspann-Elements, welches in dem Reaktor gemäß **Fig.** 14 verwendet werden kann.

[0022] **Fig.** 17 zeigt eine Anordnung, bei welcher der vorhergehend genannte Reaktor zum Implementieren eines Spülen/Trocknen-Prozesses verwendet wird.

[0023] **Fig.** 18 ist eine perspektivische Schnittbildansicht des Reaktors, von einem anderen Blickwinkel aus gesehen.

[0024] **Fig.** 19 ist eine Querschnitts-Ansicht des Reaktors, aufgenommen durch seine vertikale Mittelachse.

[0025] **Fig.** 20 ist ein vergrößertes Detail von bestimmten Elementen des Reaktors, aufgenommen innerhalb des in **Fig.** 3 eingezeichneten Kreises.

[0026] **Fig.** 21 und 22 sind weitere vergrößerte Details eines Abschnitts von dem, was in **Fig.** 20 gezeigt ist, aufgenommen an verschiedenen Stellen rings des Reaktors.

[0027] **Fig.** 23 ist eine vergrößerte, perspektivische Ansicht eines Rotors, wie er in dem Reaktor verwendet wird.

[0028] **Fig.** 24 ist eine vergrößerte perspektivische Ansicht von einer unteren Kammerwand und von vier hebenden Hebeln, wie sie in dem Reaktor verwendet werden.

[0029] **Fig.** 25 und 26 sind weitere vergrößerte Details eines hebenden Hebels, gesehen von zwei verschiedenen Positionen aus.

Detaillierte Beschreibung der Erfindung

[0030] **Fig.** 1 ist eine Querschnitts-Ansicht einer Ausführungsform eines Reaktors, im Allgemeinen bei **10** zu sehen, welcher gemäß den Lehren der vorlie-

genden Erfindung aufgebaut ist. Die Ausführungsform des Reaktors **10** von **Fig.** 1 weist im Allgemeinen einen Rotorabschnitt **15** und ein Mikroelektronik-Werkstück-Gehäuse **20** auf. Der Rotorabschnitt **15** enthält eine Mehrzahl von Halte-Elementen **25**, welche sich von dem Rotorabschnitt **15** aus nach unten erstrecken, um in die Werkstück-Halterung **20** einzugreifen. Jedes der Halteelemente **25** weist eine Rille **30** auf, welche derart dimensioniert ist, dass sie in einen sich radial erstreckenden Flansch **35** eingreift, welcher sich rings eines Umfangsbereiches der Werkstückhalterung **20** erstreckt. Der Rotorabschnitt **15** weist ferner eine Rotor-Motor-Anordnung **40** auf, welche dazu geeignet ist, einen Naben-Abschnitt **45** inklusive den Halteelementen **25** um eine Mittelachse **47** zu drehen. Das Werkstück-Gehäuse **20** ist in dieser Weise für ein gemeinsames Drehen mit dem Naben-Abschnitt **45** befestigt, wenn die Halteelemente **25** mit dem Flansch **35** im Eingriff sind. Es können auch andere Konstruktionen des Rotor-Abschnitts **15** und des zum Befestigen mit dem Werkstück-Gehäuse **20** verwendeten Eingreif-Mechanismus verwendet werden.

[0031] Das Werkstück-Gehäuse **20** der Ausführungsform von **Fig.** 1 bildet eine im Wesentlichen geschlossene Bearbeitungskammer. Bevorzugterweise ist die im Wesentlichen geschlossene Bearbeitungskammer **50** in der allgemeinen Form des Mikroelektronik-Werkstücks **55** ausgeführt und stimmt eng mit den Oberflächen des Werkstücks überein. Die spezielle Konstruktion von **Fig.** 1 enthält ein oberes Kammerteil **60** mit einer inneren Kammer-Fläche **65**. Das obere Kammerteil **60** enthält in der inneren Kammerfläche **65** eine mittig angeordnete Fluid-Einlass-Öffnung **70**. Die spezielle Konstruktion enthält ferner ein unteres Kammerteil **75** mit einer inneren Kammerfläche **80**. Das untere Kammerteil **75** hat eine mittig angeordnete Fluid-Einlass-Öffnung **85** in der inneren Kammerfläche **80**. Das obere Kammerteil **60** und das untere Kammerteil **75** greifen ineinander ein, um die Bearbeitungskammer **50** auszubilden. Das obere Kammerteil **60** enthält Seitenwände **90**, welche von der inneren Kammerfläche **65** aus nach unten vorstehen. Einer oder mehrere Auslässe **100** sind in den Umfangsbereichen der Bearbeitungskammer **50** durch die Seitenwände **90** hindurch angeordnet, um innerhalb der Kammer **50** vorhandenem Fluid zu ermöglichen, mittels Zentripetalbeschleunigung, welche erzeugt wird, wenn das Gehäuse **20** um die Achse **47** gedreht wird, hieraus zu entweichen.

[0032] In der gezeigten Ausführungsform ist das Mikroelektronik-Werkstück **55** ein im Allgemeinen kreisförmiger Wafer mit ebenen oberen und unteren Oberflächen. Daher ist die Draufsicht der Bearbeitungskammer **50** im Allgemeinen kreisförmig, und die inneren Kammerflächen **65** und **80** sind im Allgemeinen eben und parallel zu der oberen und der unteren ebenen Oberfläche des Werkstücks **55**. Der Zwischenraum zwischen den inneren Kammerflächen **65** und **80** und der oberen und der unteren ebenen Oberfläche des Werkstücks **55** ist im Allgemeinen recht klein. Solch ein Zwischenraum ist bevorzugterweise minimiert, um wesentliche Kontrolle über die physikalischen Eigenschaften eines durch die Zwischenraum-Bereiche fließenden Prozess-Fluids zu erhalten.

[0033] Der Wafer **55** ist von der Innenwandfläche **80** durch eine Mehrzahl von Abstandselementen **105** mit Abstand versehen, welche sich von der Innenwandfläche **80** aus erstrecken. Bevorzugterweise erstreckt sich ein weiterer Satz von Abstandselementen **110** von der Innenwandfläche **65** aus, und diese sind gegenüber den Abstandselementen **105** ausgerichtet, um zwischen sich den Wafer **55** einzuklemmen.

[0034] Die Fluid-Einlass-Öffnungen **70** und **85** stellen kommunizierende Durchgänge bereit, durch welche ein oder mehrere Verarbeitungs-Fluide in die Kammer **50** eintreten können, um die Waferoberflächen zu bearbeiten. In der gezeigten Ausführungsform werden Bearbeitungs-Fluide von oberhalb des Wafers **55** aus zum Einlass **70** durch ein Fluid-Zuführ-Rohr **115** zugeführt, welches eine Fluid-Auslass-Düse **120** aufweist, welche in der Nähe des Einlasses **70** angeordnet ist. Die Fluid-Zuführ-Röhre **115** erstreckt sich mittig durch den Rotor-Abschnitt **15** und ist bevorzugterweise konzentrisch zu der Rotationsachse **47** angeordnet. In ähnlicher Weise werden Bearbeitungs-Fluide von unterhalb des Wafers **55** aus durch eine Fluid-Zuführ-Röhre **125** zum Einlass **85** zugeführt. Die Fluid-Zuführ-Röhre **125** endet in einer in der Nähe von Einlass **85** angeordneten Düse **130**. Obwohl Düsen **120** und **130** in einer Position enden, die einen Abstand von ihren zugehörigen Einlässen aufweist, ist anzumerken, dass die Röhren **115** und **125** so verlängert werden können, dass keine Spalte auftreten. Düsen **120** und **130** oder Röhren **115** und **125** können auch rotierende Dicht-Elemente aufweisen, welche in den Bereichen der Einlässe **70** beziehungsweise **85** an das obere Kammerteil **60** beziehungsweise das untere Kammerteil **75** andrücken und abdichten. Hierbei sollte beim Auslegen der rotierenden Verbindung sorgfältig vorgegangen werden, um jedwede aus Abnutzung rotierender Komponenten resultierende Kontaminierung zu minimieren.

[0035] Während der Bearbeitung werden ein oder mehrere Bearbeitungs-Fluide einzeln oder gleichzeitig durch die Fluid-Zuführ-Röhren **115** und **125**, und die Einlässe **70** und **85** zugeführt, um mit den Oberflächen des Werkstücks **55** in der Kammer **50** in Kontakt zu treten. Bevorzugterweise wird das Gehäuse **2O** während des Bearbeitens durch den Rotor-Abschnitt **15** um die Achse **47** gedreht, um mittels Zentripetalbeschleunigung einen kontinuierlichen Fluß von jedwedem Fluid in der Kammer **50** über die Oberflächen des Werkstücks **55** hinweg zu erreichen. Be-

arbeitungs-Fluid, welches an den Einlass-Öffnungen **70** und **85** eintritt, wird dadurch über die Werkstück-Oberflächen hin in einer radial vom Mittelpunkt des Werkstückes **55** aus auswärts weisenden Richtung zu dem äußeren Umfang des Werkstücks **55** hin getrieben. Am äußeren Umfang des Werkstücks **55** wird aufgrund der Zentripetalbeschleunigung **55** verbrauchtes Bearbeitungs-Fluid so geleitet, dass es die Kammer **50** durch Auslässe **100** verlässt. Verbrauchte Bearbeitungs-Fluide können in einem Schalen-Reservoir gesammelt werden, welches unterhalb des Werkstück-Halters **20** und/oder rings diesem angeordnet ist. Wie im Folgenden in einer alternativen Ausführungsform dargelegt werden wird, können die Umfangs-Bereiche des Werkstück-Gehäuses **20** so konstruiert sein, dass sie die durch Einlass **70** zugeführten Bearbeitungs-Fluide effektiv von den durch Einlass **85** zugeführten Bearbeitungs-Fluiden trennen, so dass entgegengesetzte Seiten des Wafers **55** unter Verwendung verschiedener Bearbeitungs-Fluide bearbeitet werden. In solch einer Anordnung können die Bearbeitungs-Fluide zum Entsorgen oder Rückführen in den Umfangs-Bereichen des Gehäuses **20** separat gesammelt werden.

[0036] Gemäß der Ausführungsform von **Fig.** 1 kann das Werkstückgehäuse **20** einen einzelnen Wafer-Behälter bilden, welcher dazu verwendet werden kann, das Werkstück **55** zwischen verschiedenen Bearbeitungs-Stationen und/oder Einrichtungen zu transportieren. Wenn ein Transport des Gehäuses **20** zwischen den Bearbeitungs-Stationen und/oder Einrichtungen in einer Reinraum-Umgebung stattfindet, müssen die verschiedenen Öffnungen des Gehäuses **20** nicht verschlossen sein. Wenn allerdings ein solcher Transport in einer Umgebung stattfinden soll, in welcher es Wafer-Verunreinigungen gibt, sollte ein Verschließen der verschiedenen Gehäuse-Öffnungen ausgeführt werden. Beispielsweise können die Einlässe **70** und **85** beide jeweils mit einer Polymermembran versehen werden, welche durch sie hindurch verlaufende Schlitze aufweist. Die Enden der Fluid-Zuführ-Röhren **115** und **125** können in diesen Fällen jeweils in einer "Tracor"-Anordnung enden, welche dazu verwendet werden kann, sich durch den Schlitz der jeweiligen Membran zu erstrecken, und welche das Bearbeitungs-Fluid in die Kammer **50** einführen kann. Solche "Tracor"/geschlitzte Membran-Anordnungen werden in der Medizin-Industrie bei intravenösen Versorgungs-Vorrichtungen verwendet. Die Auswahl des für die Membranen verwendeten Polymer-Materials sollte unter Berücksichtigung des hierdurch hindurch eingeführten speziellen Bearbeitungs-Fluids erfolgen. Die Auslässe **100** können in ähnlicher Weise verschlossen werden, wobei die "Tracor"-Anordnungen in die Membranen eingeführt werden, sobald das Gehäuse **20** sich in einer Reinraum-Umgebung befindet.

[0037] Alternativ hierzu können die Auslässe **100** selber so konstruiert sein, dass sie Fluiden erlauben, durch sie hindurch aus der Bearbeitungskammer auszutreten, während sie gleichzeitig die Fähigkeit von Fluiden hindern, von außerhalb des Gehäuses **20** in Kammer **50** hinein vorzudringen. Dieser Effekt kann beispielsweise erreicht werden, indem die Öffnungen **100** als Düsen konstruiert werden, bei welchen die Fluid-Fluss-Öffnung im Inneren der Kammer **50** einen größeren Durchmesser hat als der Durchmesser der Öffnung am Äußeren des Gehäuses **20**. Bei einer weiteren Konstruktion kann ein Rotations-Ventil-Element in Verbindung mit einer Mehrzahl von Auslässen **100** verwendet werden. Das Ventil-Element, wie etwa ein Ring mit Öffnungen, welche den Positionen der Auslässe **100** zugeordnet sind, würden benachbart zu den Öffnungen **100** angeordnet werden, und würden gedreht werden, um während des Transportes die Auslässe **100** zu verschließen. Das Ventil-Element würde während des Bearbeitens in eine Position gedreht werden, in welcher die Auslässe **100** offen sind. Inertgas, wie etwa Stickstoff, kann unmittelbar vor dem Transport des Gehäuses zu einer nächsten Bearbeitungs-Einrichtung oder einer nächsten Bearbeitungs-Station durch Zuführ-Röhren **115** und **125** in die Kammer **50** eingeführt werden. Es können auch verschiedene andere Mechanismen zum Verschließen der Auslässe **100** und der Einlässe **70** und **85** verwendet werden.

[0038] **Fig.** 2 ist eine perspektivische Ansicht eines weiteren Reaktor-Aufbaus, bei welchem der Reaktor in einer feststehenden Bearbeitungs-Station angeordnet ist und öffnen oder schließen kann, um ein Einsetzen und Entnehmen des Werkstücks zu erleichtern. Der Reaktor, im Allgemeinen bei **200** gezeigt, weist voneinander trennbare obere und untere Kammer-Teile **205** und **210** auf. Wie bei der ersten Ausführungsform weist das obere Kammerteil **205** eine im Allgemeinen ebene Kammerfläche **215** mit einem mittig angeordneten Einlass **220** auf. Obwohl in der Ansicht von **Fig.** 2 nicht dargestellt, weist das untere Kammerteil **210** in gleicher Weise eine im Allgemeinen ebene innere Kammerfläche **225** auf, mit einem hierdurch hindurch angeordneten mittigen Einlass **230**. Das obere Kammerteil **205** enthält eine sich nach unten erstreckende Seitenwand **235**, welche beispielsweise aus einem abdichtenden Polymer-Material hergestellt sein kann, oder welche einstückig mit anderen Abschnitten von Teil **205** ausgebildet sein kann.

[0039] Das obere und das untere Kammerteil, **205** und **210**, sind voneinander trennbar, um zwischen sich ein Werkstück aufzunehmen. Mit einem zwischen ihnen angeordneten Werkstück bewegen sich das obere und das untere Kammerteil **205** und **210** aufeinander zu, um eine Kammer zu bilden, in welcher das Werkstück in einer Position gehalten ist, in welcher es zu den ebenen inneren Kammerflächen **215** und **225** jeweils einen Zwischenraum aufweist. In

der in **Fig.** 2–8B offenbarten Reaktor-Ausführungsform ist das Werkstück, wie etwa ein Halbleiter-Wafer, zwischen einer Mehrzahl von Halteelementen **240** und zugehörigen Abstands-Elementen **225** an seinem Ort festgeklemmt, wenn das obere und das untere Kammerteil vereint werden, um die Kammer auszubilden (siehe **Fig.** 7B). Axiales Bewegen des oberen und des unteren Kammerteils aufeinander zu und voneinander weg wird durch eine Mehrzahl von Befestigungsteilen **307** erleichtert, deren Aufbau im Folgenden detaillierter beschrieben wird. Bevorzugterweise spannen die Mehrzahl von Befestigungsteilen **307** die obere und die unter Klammer zu einer geschlossenen Position hin vor, wie in **Fig.** 7A dargestellt ist.

[0040] In der offenbarten Ausführungsform erstreckt sich die Mehrzahl von Wafer-Halteelementen **240** rings eines Umfangsbereiches des oberen Kammerteils **205**, an Positionen, welche radial außerhalb der Seitenwand **235** angeordnet sind. Die Wafer-Halteelemente **240** sind bevorzugterweise für ein lineares Bewegen entlang jeweiliger Achsen **245** vorgesehen, um es den Halteelementen **240** zu erlauben, den Wafer gegen die Abstandselemente **255** zu klemmen, wenn sich das obere und das untere Kammerteil in einer geschlossenen Position befinden (siehe **Fig.** 7A), und um es den Halteelementen **240** zu erlauben, den Wafer aus diesem Klemmvorgang frei zu geben, wenn das obere und das untere Kammerteil getrennt sind (siehe **Fig.** 8A). Jedes Halteelement **240** weist einen Tragarm **250** auf, welcher sich radial auf die Mitte des oberen Kammerteils **205** zu erstreckt. Ein Endabschnitt jedes Arms **250** überragt ein zugehöriges Abstandselement **255**, welches sich von der inneren Kammerfläche **215** aus erstreckt. Bevorzugterweise sind die Abstandselemente **255** jeweils kegelförmig mit einer Spitze, welche in der Nähe des Endes des Tragearms **250** endet. In Umfangs-Abschnitten des unteren Kammerteils **210** sind Nuten **295** angeordnet, und greifen in abgerundete untere Abschnitte **300** de Wafer-Halteelemente **240** ein. Wenn das untere Kammerteil **210** nach oben zur geschlossenen Position gezwungen wird, greifen die Nuten **295** in Endabschnitte **300** der Halteelemente **240** ein und treiben diese nach oben, um hierdurch den Wafer **55** zwischen den Armen **250** der Halteelemente **240** und den zugehörigen Abstandselementen **255** zu befestigen. Dieser geschlossene Zustand ist in **Fig.** 5 dargestellt. Im geschlossenen Zustand stellen die Nuten **295** und die zugehörigen Nuten **296** des oberen Kammerteils (siehe **Fig.** 2) eine Mehrzahl von Auslässen an den Umfangs-Bereichen des Reaktors **200** bereit. Radiale Ausrichtung des Arms **250** von jedem Halteelement **240** wird mittels eines Einstellstiftes **308** erreicht, welcher sich durch seitliche Rillen **309** erstreckt, welche durch einen oberen Abschnitt jedes Halteelements hindurch angeordnet sind.

[0041] Der Aufbau der Befestigungsteile **307**, welche es erlauben, dass obere und untere Kammerteil aufeinander zu und voneinander weg zu bewegen, ist in den **Fig.** 2, 6 und 7B dargestellt. Wie gezeigt, weist das untere Kammerteil **210** eine Mehrzahl von Hohlzylindern **270** auf, welche an diesem befestigt sind und welche sich durch zugehörige Öffnungen **275** im Umfangsbereich des oberen Kammerteils **205** nach oben erstrecken, um untere Abschnitte jedes Befestigungsteils **307** auszubilden. Stäbe **280** erstrecken sich in den Hohlraum der Zylinder **270** und sind so befestigt, dass sie einen oberen Abschnitt jedes Befestigungsteils **307** ausbilden. Gemeinsam bilden die Stäbe **280** und Zylinder **270** die Befestigungsteile **307**, welche zwischen der offenen und der geschlossenen Position zwischen dem oberen und dem unteren Kammerteil **205** und **210** eine lineare Relativbewegung entlang Achse **283** erlauben. Zwei Flansche **285** und **290** sind an einem oberen Abschnitt jedes Stabes **280** angeordnet. Flansch **285** dient als ein Stop-Element, welches in einer offenen Position das Ausmaß der Separation zwischen dem oberen Kammerteil **205** und dem unteren Kammerteil **210** begrenzt. Flansche **290** stellen eine Fläche bereit, gegen welche ein Vorspannelement, wie etwa eine Feder (siehe **Fig.** 6) oder dergleichen, arbeitet, um das obere Kammerteil **205** und das untere Kammerteil **210** zur geschlossenen Position hin vorzuspannen.

[0042] Bezug nehmend auf **Fig.** 6 weist die Feder **303** oder dergleichen ein erstes Ende auf, welches in einer Ringnut **305** angeordnet ist, welche sich rings jedes der jeweiligen Befestigungsteile **307** erstreckt. Ein zweites Ende jeder Feder ist dazu vorgesehen, in einem komprimierten Zustand an dem Flansch **290** des jeweiligen Befestigungsteils **307** anzugreifen, wodurch die Feder veranlasst wird, eine Kraft zu erzeugen, welche das Befestigungsteil **307** und das untere Kammerteil **210** nach oben in Eingriff mit dem oberen Kammerteil **205** treiben.

[0043] Der Reaktor **200** ist derart ausgelegt, dass er während des Bearbeitens des Werkstückes um eine Mittelachse gedreht werden kann. Hierzu erstreckt sich eine mittig angeordnete Welle **260** von einem oberen Abschnitt des oberen Kammerteils **205** aus. Wie unten anhand der **Fig.** 7A–7B detaillierter gezeigt werden wird, ist die Welle **260** mit einem Drehantriebsmotor eingreifend verbunden, um den Reaktor **200** drehend anzutreiben. Die Welle **260** ist so konstruiert, dass sie einen mittig angeordneten Fluid-Durchgang (siehe **Fig.** 4) aufweist, durch welchen ein Bearbeitungs-Fluid zum Einlass **220** zugeführt werden kann. Alternativ hierzu kann der mittige Durchgang als eine Führungsvorrichtung für eine gesonderte Einlass-Röhre oder dergleichen dienen.

[0044] Wie in **Fig.** 3 und 4 dargestellt ist, erstrecken sich eine Mehrzahl von Überlauf-Durchgängen **312** radial von einer Mitten-Position des oberen Kammer-

teils **205** aus. Welle **260** endet in einem erweiterten Endabschnitt **315** mit Einlass-Nuten **320**, welche eine Fluid-Verbindung zwischen dem oberen Abschnitt der Bearbeitungskammer **310** und den Überlauf-Durchgängen **312** bereitstellen. Das erweiterte Ende **315** der Welle **260** ist an dem oberen Kammerteil **205** beispielsweise mittel einer Befestigungsplatte **312** befestigt. Die Befestigungsplatte **325** ist ihrerseits mit einer Mehrzahl von Befestigungselementen **330** an dem oberen Kammerteil **205** befestigt (**Fig.** 5). Die Überlauf-Durchgänge **312** erlauben es dem Bearbeitungs-Fluid, die Kammer **310** zu verlassen, wenn der Fluid-Fluss zur Kammer **310** den Fluid-Fluss aus den Umfangs-Auslässen der Kammer übersteigt.

[0045] **Fig.** 7A und 7B sind Querschnitts-Ansichten, welche den Reaktor **200** in einem geschlossenen Zustand, und mit einer Rotationsantriebsanordnung verbunden zeigen, welche allgemein mit **400** bezeichnet ist, wohingegen **Fig.** 8A und 8B ähnliche Querschnittsansichten sind, welche den Reaktor **200** in einem offenen Zustand zeigen. Wie gezeigt, erstreckt sich Welle **260** nach oben in die Rotations-Antriebseinheit **400** hinein. Welle **260** ist mit den notwendigen Komponenten versehen, um mit Stator **405** zusammenzuwirken, um eine Rotationsantriebsmotoranordnung **410** zu bilden.

[0046] Wie in der Ausführungsform von **Fig.** 1 gezeigt ist, verbinden sich das obere und das untere Kammerteil **205** und 210, um die im Wesentlichen geschlossene Bearbeitungskammer **310** zu bilden, welche in der bevorzugten Ausführungsform im wesentlichen der Form des Werkstücks **55** entspricht. Bevorzugterweise ist der Wafer **55** innerhalb der Kammer **310** in einer Position gehalten, in welcher seine obere und untere Fläche von den inneren Kammerflächen **215** beziehungsweise **225** einen Zwischenraum aufweisen. Wie oben beschrieben, wird ein solches Halten durch die Halteelemente **240** und die Abstandselemente **255** erleichtert, welche zwischen sich die Umfangskanten des Wafers **55** einklemmen, wenn der Reaktor **200** sich in der in **Fig.** 7A und 7B gezeigten geschlossenen Position befindet.

[0047] Bearbeiten des Wafers **55** erfolgt in der in **Fig.** 7A und 7B gezeigten geschlossenen Position. Bei innerhalb der Bearbeitungskammer **310** befestigtem Wafer wird Bearbeitungsfluid durch ein Bearbeitungs-Zuführ-Rohr **415** von Welle **260** und Einlass **220** in das Innere der Kammer **310** zugeführt. In ähnlicher Weise wird auch durch das Bearbeitungs-Zuführ-Rohr **125**, welches das Fluid durch Einlass **230** leitet, Bearbeitungs-Fluid zur Kammer **310** zugeführt. Wenn der Reaktor **200** von der Rotationsantriebsmotoranordnung **410** gedreht wird, wird jedwedes durch Einlässe **220** und **230** zugeführte Bearbeitungs-Fluid durch mittels Zentripetalbeschleunigung erzeugter Kräfte über die Oberflächen von Wafer **55** hinweg getrieben. Verbrauchtes Bearbeitungsfluid verlässt die Bearbeitungskammer **310** durch die Auslässe an den Umfangs-Bereichen des Reaktors **200**, welche durch die Nuten **295** und **296** gebildet werden. Solche Auslässe existieren, da die Halteelemente **240** nicht so aufgebaut sind, dass sie den resultierenden Fluid-Fluss wesentlich stören. Alternativ hierzu oder zusätzlich können weitere Auslässe in den Umfangsbereichen vorgesehen sein.

[0048] Sobald das Bearbeiten beendet wurde, wird der Reaktor **200** geöffnet, um Zugriff auf den Wafer zu ermöglichen, wie in **Fig.** 8A und 8B gezeigt ist. Nach dem Bearbeiten wird Aktuator **425** verwendet, um einen Aktuator-Ring **430** nach unten in Eingriff mit oberen Abschnitten der Befestigungsteile **307** zu treiben. Die Befestigungsteile **307** werden gegen die Vorspannung von Feder **303** getrieben, was bewirkt, dass das untere Kammerteil **210** sich absenkt und sich von dem oberen Kammerteil **205** trennt. Während das untere Kammerteil **210** abgesenkt wird, folgen ihm die Befestigungselemente **240** unter den Einfluß der Schwerkraft, oder gegen den Einfluß der Schwerkraft, oder gegen den Einfluß eines Vorspann-Elementes, während sie gleichzeitig den Wafer **55** absenken. In einer tieferen Position wird die Bearbeitungskammer **310** geöffnet, hierbei den Wafer **55** zum Entfernen freigebend und/oder das Einsetzen eines neuen Wafers in den Reaktor **200** ermöglichend. Solch ein Einsetzen oder Herausnehmen kann entweder manuell oder durch einen automatischen Roboter erfolgen.

[0049] Die oben genannte Anordnung macht den Reaktor **200** insbesondere geeignet für automatisches Werkstück-Laden und -Entladen, beispielsweise mittels eines Roboter-Transfer-Mechanismus oder dergleichen. Wie aus einem Vergleich von **Fig.** 7A und 8A offensichtlich ist, variiert der Zwischenraum zwischen der oberen Oberfläche des Werkstücks und der inneren Kammerwand des oberen Kammerteils **205** abhängig davon, ob der Reaktor **200** sich in einem offenen oder geschlossenen Zustand befindet. Im offenen Zustand weist die obere Oberfläche des Werkstücks von der inneren Kammerwand des oberen Kammerteils **205** einen Abstand x1 auf, welcher einen ausreichenden Spielraum aufweist, um beispielsweise einen Werkstück-Transfer-Arm eines Roboter-Transfer-Mechanismus zu betätigen. Im geschlossenen Bearbeitungs-Zustand weist die obere Oberfläche des Werkstücks von der inneren Kammerwand des oberen Kammerteils **205** einen Abstand x2 auf, welcher kleiner ist als der Abstand x1. Der Abstand x2 kann in der offenbarten Ausführungsform derart gewählt sein, dass er dem Zwischenraum entspricht, welcher während Werkstück-Bearbeitungs-Vorgängen gewünscht wird.

[0050] **Fig.** 9 zeigt eine Kantenanordnung, welche ein separates Bearbeiten jeder Seite von Wafer **55**

erleichtert. Wie gezeigt, erstreckt sich ein Teilungs-Element **500** von der Seitenwand **235** der Bearbeitungskammer **310** aus zu einer unmittelbar der Umfangskante **505** des Wafers **55** benachbarten Position. Das Teilungs-Element **500** kann eine Vielzahl von Formen annehmen, von denen die dargestellte konische Form nur eine Anordnung ist. Das Teilungs-Element **500** erstreckt sich bevorzugt rings des gesamten Umfangs der Kammer **310**. Ein erster Satz von einem oder mehreren Auslässen **510** ist oberhalb des Teilungs-Elements **500** angeordnet, um verbrauchtes Bearbeitungs-Fluid von der oberen Oberfläche des Wafers **55** aufzunehmen. In ähnlicher Weise ist ein zweiter Satz von einem oder mehreren Auslässen **515** unterhalb des Teilungs-Elements **500** angeordnet, um verbrauchtes Beasrbeitungs-Fluid von der unteren Oberfläche des Wafers **55** aufzunehmen. Wenn der Wafer **55** während des Bearbeitens rotiert, wird das Fluid aus der Zuführung **415** der oberen Oberfläche des Wafers **55** zugeführt, und breitet sich durch den Einfluß von Zentripetal-Beschleunigung über die Oberfläche aus. In ähnlicher Weise wird das Fluid aus der Zuführ-Röhre **125** der unteren Oberfläche des Wafers **55** zugeführt, und breitet sich durch den Einfluß von Zentripetalbeschleunigung über die Oberfläche aus. Da die Kante des Teilungs-Elementes **500** sich so nahe an der Umfangs-Kante von Wafer **55** befindet, dringt kein Bearbeitungs-Fluid von der oberen Oberfläche des Wafers **55** nach unterhalb des Teilungs-Elements **500** vor, und es dringt kein Bearbeitungs-Fluid von der unteren Oberfläche des Wafers **55** nach oberhalb des Teilungs-Elements **500** vor. Daher ermöglicht es dieser Reaktor-Aufbau, gleichzeitig sowohl die obere als auch die untere Oberfläche des Wafers **55** in einer sich gegenseitig ausschließenden Weise mit verschiedenen Bearbeitungs-Fluiden und Arbeitsschritten zu bearbeiten.

[0051] **Fig.** 9 zeigt auch eine Weise, in welcher die der oberen und der unteren Waferoberfläche zugeführten Bearbeitungs-Fluide in einer sich gegenseitig ausschließenden Weise gesammelt werden können. Wie dargestellt, ist rings des äußeren Umfangs des Reaktors **200** ein Fluid-Sammler **520** angeordnet. Der Fluid-Sammler **520** weist einen ersten Sammelbereich **525** mit einem Spritzschutz **530** und einer Fluid-Rinne **535** auf, welche derart eingerichtet sind, dass sie von den Auslässen **510** weg geschleudertes Fluid zu einem ersten Abfluß **540** leiten, wo das verbrauchte Fluid von der oberen Waferoberfläche zu einem Sammel-Behälter geleitet werden kann, um es zu entsorgen oder wieder zuzuführen. Der Fluid-Sammler **520** weist ferner einen zweiten Sammelbereich **550** mit einem weiteren Spritzschutz **555** und einer weiteren Fluid-Rinne **560** auf, welche derart eingerichtet sind, dass sie von den Auslässen **515** weg geschleudertes Fluid einem zweitem Abfluss **565** zuleiten, wo das verbrauchte Fluid von der unteren Waferoberfläche einem Sammel-Behälter zugeführt werden kann, um es zu entsorgen oder wieder zuzuführen.

[0052] **Fig.** 10 zeigt eine Ausführungsform des Reaktors **200** mit einer alternativen Konfiguration zum Zuführen von Bearbeitungs-Fluid durch die Fluid-Einlassöffnung **230**. Wie gezeigt, ist das Werkstückgehäuse **20** innerhalb einer Schale **570** angeordnet. Die Schale **570** weist außerhalb der Auslässe **100** Seitenwände **575** auf, um Fluid zu sammeln wenn es die Kammer **310** verlässt. Eine schräge Bodenfläche **580** leitet das gesammelte Fluid zu einem Sammelbehälter **585**. Die Fluid-Zuführ-Leitung **587** ist angeschlossen, um dem Sammelbehälter **585** eine Fluid-Menge zuzuführen. Sammelbehälter **595** ist ferner bevorzugt mit einem Abfluß-Ventil **589** versehen. Ein Einlass-Stutzen **592** bildet einen Kanal **595** aus, welcher ein erstes Ende mit einer Öffnung **597** aufweist, welches an einer dessen Enden zum Sammelbehälter **585** hin öffnet, und ein zweites Ende, welches zu der Einlass-Öffnung **230** hin öffnet.

[0053] Im Betrieb der in **Fig.** 10 gezeigten Ausführungsform wird Bearbeitungs-Fluid durch die Versorgungsleitung **587** zum Sammelbehälter **585** zugeführt, während der Reaktor **200** rotiert. Sobald der Sammelbehälter **585** voll ist, wird der Fluid-Fluss zum Sammelbehälter durch die Versorgungsleitung **587** beendet. Von der Rotation des Reaktors herrührende Zentripetalbeschleunigung sorgt für eine Druckdifferenz, welche das Fluid durch Öffnungen **597** und **230** in die Kammer **310** treibt, um wenigstens die untere Oberfläche von Wafer **55** zu kontaktieren, und zu den Auslass-Öffnungen **100**, wo das Fluid zur weiteren Benutzung in den Sammelbehälter **585** zurückgeführt wird.

[0054] Das in **Fig.** 10 gezeigte, selbstpumpende, rückführende System weist eine Anzahl von Vorteilen auf. Der enge Fluid-Kreislauf minimiert Verzögerungen der Prozessparametersteuerung, wodurch es einfacher wird, physikalische Parameter wie Fluid-Temperatur, Fluid-Fluß und so weiter zu steuern. Ferner gibt es keine Wärmeverluste an Rohrwerk, Tankwände, Pumpen und so weiter. Darüberhinaus verwendet das System keine gesonderte Pumpe, wodurch Pumpen-Ausfälle beseitigt werden, welche beim Pumpen heißer aggressiver Chemikalien häufig sind.

[0055] **Fig.** 11 und 12 zeigen zwei verschiedene Arten von Bearbeitungs-Werkzeugeinrichtungen, von denen jede ein oder mehrere Bearbeitungs-Stationen mit den oben beschriebenen Reaktor-Konstruktionen einsetzen kann. **Fig.** 11 ist ein schematisches Blockdiagramm einer Werkzeugeinrichtung, im Allgemeinen mit **600** bezeichnet, welche eine Mehrzahl von Bearbeitungsstationen **605** aufweist, welche entlang eines bogenförmigen Pfades **606** angeordnet sind. Die Bearbeitungs-Stationen **605** können alle ähnliche Bearbeitungs-Vorgänge an dem Wafer ausführen,

oder können verschiedenartige, aber sich ergänzende Bearbeitungs-Vorgänge ausführen. Beispielsweise kann eine oder können mehrere Bearbeitungsstation(en) **605** einen elektrolytischen Abscheidungsprozess eines Metalls, wie etwa Kupfer, auf dem Wafer ausführen, während eine oder mehrere der anderen Bearbeitungsstationen ergänzende Prozesse, wie beispielsweise Reinigungs-/Tocknungs-Prozesse, Vor-Befeuchtungs-Prozese, Photolack-Prozesse und so weiter ausführen.

[0056] Zu bearbeitende Wafer werden der Werkzeugeinrichtung **600** an einer Eingangs-/Ausgangs-Station **607** zugeführt. Die Wafer können der Werkzeugeinrichtung **600** beispielsweise in S.M.I.F.-Behältern zugeführt werden, von denen jeder eine Mehrzahl darin angeordneter Wafer enthält. Alternativ hierzu können die Wafer der Werkzeugeinrichtung **600** in individuellen Werkstück-Behältern, wie etwa **20** in **Fig.** 1 angeboten werden.

[0057] Zu jeder Bearbeitungs-Station **605** hat ein Roboter-Arm **610** Zugang. Der Roboter-Arm **610** transportiert die Werkstück-Gehäuse oder einzelne Wafer zu der Eingangs-/Ausgangs-Station **607** und von diesen weg. Der Roboter-Arm **610** transportiert ferner die Wafer oder Gehäuse zwischen den verschiedenen Bearbeitungs-Stationen **605**.

[0058] In der Ausführungsform von **Fig.** 11 rotiert der Roboter-Arm **610** um Achse **615**, um die Transport-Vorgänge entlang Pfad **606** auszuführen. Im Gegensatz hierzu verwendet die in **Fig.** 12 allgemein mit **620** bezeichnete Werkzeugeinrichtung einen oder mehrere Roboterarme **625**, welche sich entlang eines linearen Pfades **630** bewegen, um die benötigten Transport-Vorgänge auszuführen. Wie in der Ausführungsform von **Fig.** 10 wird eine Mehrzahl von einzelnen Bearbeitungs-Stationen **605** verwendet, aber mehrere Bearbeitungs-Stationen **605** können in einer einzelnen Bearbeitungs-Werkzeugeinrichtung dieser Anordnung bereitgestellt sein.

[0059] **Fig.** 13 zeigt eine Weise eines Einsatzes einer Mehrzahl von Werkstück-Gehäusen **700**, wie den oben beschriebenen, in einer Stapelverarbeitungs-Einrichtung **702**. Wie dargestellt, sind die Werkstück-Gehäuse **700** vertikal übereinander gestapelt, und sind zum Drehen durch einen gemeinsamen Rotor-Motor **704** um eine gemeinsame Rotations-Achse **706** miteinander verbunden. Die Einrichtung **702** weist ferner ein Fluid-Zuliefersystem **708** auf. Das Zuliefersystem **708** weist eine stationäre Sammelleitung **710** auf, welche Bearbeitungs-Fluid von einer Fluid-Versorgung (nicht dargestellt) erhält. Die stationäre Sammelleitung **710** hat ein Auslass-Ende, welches mit einem Eingang einer rotierenden Sammelleitung **712** verbunden ist. Die rotierende Sammelleitung **712** ist zum gemeinsamen Rotieren mit den Gehäusen **700** verbunden, und ist dazu mit der stationären Sammelleitung **710** einer Rotations-Verbindung **714** verbunden. Eine Mehrzahl von Fluid-Versorgungs-Leitungen **716** erstrecken sich von der rotierenden Sammelleitung **712** aus und enden jeweils in Düsen-Abschnitten **718**, welche Einlässen des Gehäuses **700** benachbart sind. Die Düsen-Abschnitte **718**, welche zwischen zwei Gehäusen **700** angeordnet sind, sind so aufgebaut, dass sie sowohl nach oben wie nach unten gerichtete Fluid-Ströme bereitstellen. Im Gegensatz hierzu enthält die unterste Versorgungsleitung **716** einen Düsenabschnitt **718**, welcher einen Fluid-Strom nur nach oben leitet. Der oberste Abschnitt der rotierenden Sammelleitung **712** weist einen Auslass **720** auf, welcher Bearbeitungs-Fluid zu dem Fluid-Einlass des obersten Gehäuses **700** bereitstellt.

[0060] Die Stapel-Bearbeitungs-Einrichtung **702** von **Fig.** 13 ist so aufgebaut, dass sie gleichzeitig das gleiche Fluid dem oberen und unteren Einlass jedes Gehäuses **700** zuzuführt. Es können allerdings auch andere Konfigurationen eingesetzt werden. Beispielsweise können Düsenabschnitte **718** Ventilelemente aufweisen, welche gezielt öffnen oder schließen, in Abhängigkeit davon, ob das Fluid durch die obere und/oder untere Öffnung(en) jedes Gehäuses **700** zuzuführen ist. In diesen Fällen kann es wünschenswert sein, in jedem der Gehäuse **700** eine Kantenkonfiguration wie die in **Fig.** 9 gezeigte, einzusetzen, um die den oberen beziehungsweise unteren Oberflächen der Wafer **55** zugeführten Fluide voneinander zu isolieren. Fernerhin kann Vorrichtung **702** konzentrische Sammelleitungen aufweisen, um zwei verschiedene Fluide gleichzeitig separaten Versorgungs-Leitungen zuzuleiten, welche jeweils mit dem oberen beziehungsweise unteren Einlass der Gehäuse **700** verbunden sind.

[0061] In **Fig.** 14 ist eine Ausführungsform des Reaktors dargestellt, welche besonders gut zum Integrieren in eine automatische Bearbeitungs-Werkzeugeinrichtung geeignet ist. Der Reaktor, allgemein mit **800** bezeichnet, weist Merkmale auf, welche in einzigartiger Weise zusammenwirken, um es einem Roboterarm oder dergleichen zu erlauben, während der Lade- und Entlade-Vorgänge ein Werkstück in den Reaktor **800** einzuführen oder aus diesem zu entnehmen, während außerdem während des Bearbeitens relativ enge Spielräume zwischen dem Werkstück und den inneren Kammerwänden des Reaktors eingehalten werden.

[0062] Einer der grundlegenden Unterschiede zwischen den oben beschriebenen Reaktor-Ausführungsformen und dem Reaktor **800** von **Fig.** 14 liegt in der Natur der Werkstück-Halte-Anordnung. Wie gezeigt, weist Reaktor **800** eine Werkstück-Halte-Anordnung auf, allgemein mit **805** bezeichnet, welche mit dem unteren Kammerteil **210** verbunden ist. In Übereinstimmung mit dem dargestellten Ausfüh-

rungsform weist die Werkstück-Halte-Baugruppe **805** eine Mehrzahl von Werkstück-Halte-Elementen **810** auf, welche sich durch das untere Kammerteil **210** erstrecken. Die Werkstück-Halteelemente **810** sind an einem unteren Ende von ihnen von einem Vorspann-Element **815** gehalten. An dem vom Vorspann-Element **815** wegweisenden Ende endet das Werkstück-Haltelement **810** bei einer Werkstück-Haltefläche **820** und einer Leitstruktur **825**. Die Leitstruktur **825** erstreckt sich von der Werkstück-Haltefläche **820** aus und endet in einem kegelstumpfförmigen Abschnitt **830**. Die Leitstruktur **825** hilft beim Zwingen der Umfangs-Kanten des Werkstücks in ordnungsgemäße Ausrichtung mit der Werkstück-Halterungsfläche **820**, wodurch eine ordnungsgemäße Justierung des Werkstücks während des Bearbeitens sichergestellt wird. Die Leitstruktur **825** kann ferner als ein Abstandhalter dienen, welcher den Freiraum zwischen der inneren Wand des oberen Kammerteils **205** und der oberen Oberfläche des Werkstücks bestimmt.

[0063] Das Vorspann- Element **815** der gezeigten Ausführungsform dient dazu, die Werkstück-Haltelemente **810** in einer nach oben weisenden Richtung vorzuspannen, wenn sich das obere und das untere Kammerteil **205** und **210** in der gezeigten offenen Stellung befinden, in welcher der Reaktor **800** zum Laden oder Entladen eines Werkstücks bereit ist. Das Vorspann- Element **815** kann verschieden Formen annehmen. Beispielsweise kann eine einzelne vorspannende Struktur verwendet werden, welche allen Werkstück-Haltelementen **810** gemeinsam ist. Alternativ hierzu, wie in der offenbarten Ausführungsform gezeigt, können individuelle vorspannende Strukturen jeweils individuellen Werkstück-Halteelementen **810** einzeln zugeordnet sein. Die individuellen vorspannenden Strukturen sind in Form von Blattfedern **835** ausgeführt, können aber alternativ auch beispielsweise in Form von Spiralfeder-Aktuatoren oder dergleichen ausgeführt sein.

[0064] Wie bei der oben beschriebenen Ausführungsform des Reaktors sind das obere und das untere Kammerteil **205** und **210** des Reaktors **800** zwischen dem offenen Zustand von **Fig.** 14 und zu dem geschlossenen Bearbeitungs-Zustand hin, wie er in **Fig.** 15 dargestellt ist, gegeneinander bewegbar. Während sich die Kammerteile **205** und **210** aufeinander zu bewegen, greifen die kegelstumpfförmigen Abschnitte **830** der Werkstück-Halteelemente **810** in die innere Kammerwand des oberen Kammerteils **205** ein. Weiteres Bewegen zwischen Kammerteilen **205** und **210** treibt die Werkstück-Halte-Elemente **810** gegen die Blattfedern **835**, bis das Werkstück zwischen den Halteflächen **820** der Werkstück-Halteelemente **810** und zugehörigen Vorsprüngen **840** eingeklemmt ist, welche sich von der inneren Kammerwand des oberen Kammerteils **205** aus erstrecken. In diesem geschlossenen Zustand ist der Reaktor bereit, das Werkstück zu bearbeiten.

[0065] Der Reaktor **800** von **Fig.** 14 enthält ferner Strukturen, welche helfen, ordnungsgemäße Passung zwischen dem oberen und dem unteren Kammerteil **210** und **205** sicherzustellen, wenn sie auf ihre Bearbeitungsposition hin einander angenähert werden. In der gezeigten Ausführungsform sind diese Strukturen in der Form von Einführ-Stiften **845** ausgeführt, welche von einem der Kammerteile abstehen, um in zugehörige Öffnungen des anderen Kammerteils einzugreifen. Hier erstrecken sich die Einführ-Stifte **845** von dem unteren Kammerteil **210** aus, um in korrespondierende Öffnungen (nicht gezeigt) in dem oberen Kammerteil **205** einzugreifen. Die Einführstifte **845** haben die Form von abstehenden Elementen, welche jeweils in einem zugehörigen Kegelstumpfförmigen Abschnitt enden, welcher als eine Leitfläche dient.

[0066] Die vorhergehend genannte Anordnung macht der Reaktor **800** insbesondere geeignet für ein automatisches Werkstück-Laden und -Entladen, beispielsweise durch einen Roboter Transfer-Mechanismus oder dergleichen, insbesondere einen, bei welchem das Werkstück direkt in den Reaktor eingesetzt wird, ohne das Werkstück zu wenden. Wie durch einen Vergleich von **Fig.** 14 und 15 offensichtlich ist, variiert der Zwischenraum zwischen der unteren Oberfläche des Werkstücks und der inneren Kammerwand des unteren Kammerteils **210** in Abhängigkeit davon, ob sich der Reaktor **800** in einem offenen oder einem geschlossenen Zustand befindet. Im offenen Zustand weist die untere Oberfläche des Werkstücks von der inneren Kammerwand des unteren Kammerteils **210** einen Abstand X1 auf, welcher genug Spielraum aufweist, um beispielsweise einen Werkstück-Transfer-Arm eines Roboter-Transfer-Mechanismus zu betätigen. Im geschlossenen Zustand weist die untere Oberfläche des Werkstücks von der inneren Kammerwand des unteren Kammerteils **210** einen Abstand X2 auf, welcher kleiner ist als der Abstand X1. Der Abstand X2 entspricht in den offenbarten Ausführungsformen dem Zwischenraum, welcher während Bearbeitungs-Prozessen gewünscht ist.

[0067] In **Fig.** 16 ist eine Ausführungsform des Vorspann-Elements **815** gezeigt. wie dargestellt, weist das Vorspann-Element **815** eine Mehrzahl von Blattfedern **835** auf, welche sich radial von einem mittleren Naben-Abschnitt **850** aus zu Positionen erstrecken, in welchen sie die Unterseite zugehöriger Werkstück-Haltelemente **810** kontaktieren. Eine weitere Mehrzahl radialer Elemente **855** erstrecken sich von der Nabe **850** aus zu Positionen, in welchen sie die Unterseite zugehöriger Einführ-Stifte **845** kontaktieren. Im Gegensatz zu den Blattfedern **835** ist die weitere Mehrzahl von radialen Elementen **855** nicht notwendigerweise dazu vorgesehen, sich zu biegen, wenn das obere und das untere Kammerteil **210** und **205** sich auf die Bearbeitungsposition zu bewegen.

Das Vorspann-Element **825** kann aus einem Polymermaterial oder dergleichen hergestellt sein, welches widerstandsfähig gegenüber der in der Prozess-Umgebung verwendeten Chemie ist. Wenn sie aus solch einem Material hergestellt sind, können die Werkstück-Haltelemente **810** und die Einführ-Stifte **845** einstückig mit ihren zugehörigen Blattfedern **835** und radialen Elementen **855** ausgeführt sein.

[0068] In der gezeigten Ausführungsform weist der mittlere Naben-Abschnitt **850** eine mittlere Öffnung **900** auf, welche ein Befestigungselement **905** beherbergt, welches das Vorspann-Element **815** an der Unterseite des unteren Kammerteils **210** befestigt. Mit Bezug zu **Fig.** 14 und 15 kann das Befestigungselement **905** derart ausgebildet sein, dass es den Bearbeitungs-Fluid-Einlass durch das untere Kammerteil **210** darstellt. Wenn das Befestigungselement **905** in dieser Weise ausgebildet ist, weist der Reaktor **800** eine schnelle und einfachen Weise auf, verschiedene Einlass-Konfigurationen für verschiedene Prozesse bereitzustellen.

[0069] Gelegentlich kann es wünschenswert sein, den Reaktor **800** vom Kopf-Abschnitt **860** zu entfernen. Beispielsweise kann der Reaktor **800** entfernt werden, um ihn zu warten, oder um ihn gegen einen anderen Reaktor auszutauschen, welcher zum Ausführen anderer Prozesse oder zum Bearbeiten anderer Werkstück-Arten ausgebildet ist.

[0070] Wie in **Fig.** 14 gezeigt, sind der Reaktor **800** und der Kopfabschnitt **860** über eine Verbindungs-Naben-Anordnung **865** im Eingriff miteinander, was es erlaubt, den Reaktor **800** auf einfache Weise mit dem Kopfabschnitt **860** zu verbinden und von diesem abzutrennen. In der Ausführungsform von **Fig.** 15 weist die Verbindungs-Naben-Anordnung **865** auf: eine Kopf-Verbindungs-Nabe **870**, welche an den Bearbeitungs-Kopfabschnitt **860** fixiert ist, und eine Reaktor-Verbindungs-Nabe **875**, welche an dem Reaktor **800** fixiert ist. Die Verbindungs-Naben **870** und **875** sind während des normalen Betriebs miteinander beispielsweise durch eine Schraubverbindung **880** verbunden. Eine Einstellschraube **885** erstreckt sich durch die Kopf-Verbindungs-Nabe **870** und kann gedreht werden, um in eine Fläche oder eine zugehörige Öffnung der Reaktor-Verbindungs-Nabe **875** einzugreifen, wodurch ein Aufschrauben der Verbindungs-Nabes **870** und **875** verhindert ist.

[0071] Wenn ein Entfernen des Reaktors **800** gewünscht ist, wird der Reaktor gedreht, um die Einstellschraube **885** gegenüber einer zugehörigen Kanal-Buchse **890** auszurichten, welche an dem Kopf-Abschnitt **860** fixiert ist. Die Kanal-Buchse **890** ist derart eingerichtet, dass sie es einem Anwender erlaubt, durch sie hindurch ein Werkzeug zu erstrecken, um in die Einstellschraube **885** einzugreifen. Die Einstellschraube wird gedreht, um sie anzuheben, bis sie in einen Schraubenkopfblock **895** eingreift und mit diesem sichert. Einmal in dieser Weise befestigt, ist die Kopf-Verbindungs-Nabe **870** gegenüber Drehen mit dem Kopfabschnitt **860** verriegelt, was es erlaubt, den Reaktor **800** und die zugehörige Verbindungs-Nabe **875** von der Kopf-Verbindungs-Nabe **870** abzuschrauben, um den Reaktor zu entfernen.

[0072] Der Einsatz der offenbarten Reaktor-Konfiguration bewirkt viele wesentliche Vorteile. Viele dieser Vorteile gehen direkt davon aus, dass die Fluid-Fluss-Bereiche in den Reaktor-Kammern verkleinert sind. Im Allgemeinen werden die Bearbeitungs-Fluide effizienter ausgenutzt, da nur sehr wenig von den Fluiden verbraucht wird. Es ist ferner unter Verwendung der reduzierten Fluid-Fluss-Bereiche der Reaktorkammern häufig einfacher, die physikalischen Parameter des Fluid-Flusses, wie Temperatur, Massefluss usw. zu steuern. Dies führt zu konsistenten Resultaten und macht diese Resultate reproduzierbar.

[0073] Die vorhergehend beschriebenen Anordnungen ermöglichen auch ein sequenzielles Bearbeiten eines einzelnen Wafers unter Verwendung zweier oder mehrerer Bearbeitungs-Fluide, welche aufeinanderfolgend durch einen einzelnen Einlass der Reaktionskammer zugeführt werden. Fernerhin ermöglicht die Fähigkeit, gleichzeitig verschiedene Fluide zu der oberen und der unteren Waferoberfläche zuzuführen die Möglichkeit, neue Bearbeitungs-Vorgänge zu implementieren. Beispielsweise kann ein Bearbeitungs-Fluid, wie flüssiges HF, dem unteren Fluid-Einlass der Reaktionskammer zugeführt werden, um die untere Waferoberfläche zu bearbeiten, während ein anderes Fluid, wie etwa Stickstoff-Gas, dem oberen Fluid-Einlass zugeführt werden kann. Dadurch wird es dem flüssigen HF ermöglicht, mit der unteren Waferoberfläche zu reagieren, während die obere Oberfläche des Wafers wirksam von HF-Reaktionen isoliert ist. Viele andere neue Prozesse können ebenfalls implementiert werden.

[0074] Dieser Erfinder hat festgestellt, dass die Anforderungen an Spül-/Trennungs-Prozesse von integrierten Schaltkreisen ferner ein verbessertes Steuern und eine verbesserte ökonomische Effizienz des Spülers/Trockners fordern können. Daher wurde ein im Wesentlichen neuer Ansatz zum Spülen und Trocknen des Halbleiter-Wafers unternommen, welcher ein verbessertes Steuern der physikalischen Eigenschaften der Spül- und Trocknungs-Fluide bewirkt. Ferner können Wafer im Vergleich zum Trocknen gemäß einem der vorhergehenden Prozesse auf einer individuellen Basis schneller gespült und getrocknet werden.

[0075] **Fig.** 17 zeigt eine Weise, das Zuführen von

Spül-/Trocknungsfluiden zu steuern, welche dem Spüler/Trockner irgendeiner der vorhergehenden Ausführungsformen zugeführt werden. Wie gezeigt, weist das Fluid-Zuführ-System, allgemein mit **1800** bezeichnet, auf: eine Stickstoff-Gas-Zuführung **1805**, eine IPA-Zuführung **1810**, einen IPA-Verdampfer **1815**, eine DI-Wasser-Zuführung **1820**, optionale Heizelemente **1825**, optionale Flussmesser **1830**, optionale Flussregulatoren/Temperatursensoren **1835** und eine Ventilvorrichtung **1840**. Alle verschiedenen Komponenten der Vorrichtung **1800** können unter der Steuerung einer Steuervorrichtung **845** stehen, welche mit der hierzu geeigneten Software-Programmierung versehen ist.

[0076] Beim Betrieb des Spülers/Trockners ist der Ventil-Mechanismus **1840** zum Zuliefern von DI-Wasser von der Zulieferung **1820** sowohl mit dem oberen wie mit dem unteren Einlass des Spüler-/Trockner-Kammer verbunden. Beim Einlassen des Wassers wird der Wafer beispielsweise mit einer Drehzahl von 200 RPM rotiert. Dies bewirkt, dass das Wasser unter dem Einfluss von Zentripetal-Beschleunigung über jede Waferoberfläche hinwegfließt. Sobald eine ausreichende Wassermenge der Kammer zugeführt wurde, um die Waferoberflächen zu spülen, wird der Ventilmechanismus **1840** betätigt, um ein Trocknungs-Fluid, welches bevorzugterweise Stickstoff und IPA-Dampf aufweist, sowohl dem oberen als auch dem unteren Einlass der Spüler-/Trockner-Kammer zuzuführen. Ventil-Mechanismus **1840** wird bevorzugterweise so betätigt, dass das vordere Ende des Trocknungs-Fluids unmittelbar auf das hintere Ende des DI-Wassers folgt. Beim Eintritt des Trocknungs-Fluids in die Kammer treibt von dem Rotieren des Wasser herrührende Zentripetal-Beschleunigung das Trocknungs-Fluid über die Waferoberfläche hinweg und und folgt einem Meniskus über die von dem DI-Wasser gebildete Wasser-Oberfläche. Der IPA-Dampf hilft ein Trocknen der Waferoberfläche an der Kante des Meniskus zu bewirken. Trocknen des Wafers kann durch Erhitzen des DI-Wassers und/oder des Stickstoff/IPA-Dampfes mittels Heizelement **1825** weiter verbessert werden. Die spezielle Temperatur, bei welcher diese Fluide zugeführt werden, kann durch die Steuervorrichtung **1845** gesteuert werden. In ähnlicher Weise können Flusssteuervorrichtungen **1835** und Flussmesser **1830** von der Steuervorrichtung **1845** verwendet werden, um den Fluss des DI-Wassers und/oder des Stickstoff/IPA-Dampfes zur Spül-/Trocknungs-Kammer zu steuern.

[0077] Mit einigen Modifikationen können die vorgenannten Reaktor-Anordnungen dazu geeignet sein, mehrere einzelne Prozesse auszuführen, bei welchen ein Kontakt zwischen dem Mikroelektronik-Werkstück und einem oder mehreren Bearbeitungs-Fluiden gesteuert und auf ausgewählte Bereiche des Werkstücks beschränkt ist. Eine Ausführungsform einer solchen Reaktor-Anordnung ist in **Fig.** 18–22 gezeigt.

[0078] Mit Bezug auf **Fig.** 18–22 ist ein Reaktor **2100** zum Bearbeiten eines Mikroelektronik-Werkstücks, wie etwa einem Silizium-Wafer **10** mit einer Oberseite **12**, einer Unterseite **14**, und einem kreisförmigen äußeren Umfang **16** in einer Mikro-Umgebung gezeigt. Für bestimmte Anwendungen ist die Oberseite **12** die Vorderseite, welche andererseits auch Bautteil-Seite genannt werden kann, und die Unterseite **14** ist die Hinterseite, welche auch Nicht-Bautteil-Seite genannt werden kann. Für andere Anwendungen ist der Silizium-Wafer **10** allerdings umgedreht.

[0079] Im Allgemeinen, außer so wie hierin offenbart, ist der Reaktor **2100** ähnlich zu den oben gezeigten und beschriebenen Reaktoren. Allerdings ist der Reaktor **2100**, wie in den Zeichnungen gezeigt und hierin beschrieben, dahingehend verbessert, dass er im Ausüben ausgewählter Mikroelektronik-Herstellungs-Prozesse vielseitiger ist.

[0080] Der Reaktor **2100** hat ein oberes Kammerteil, welches eine obere Kammerwand **2120** aufweist und ein unteres Kammerteil, welches eine untere Kammerwand **2140** aufweist. Diese Wände **2120**, **2140** sind derart angeordnet, dass sie öffnen, um zum Bearbeiten ein Laden eines Wafers **10** mittels eines (nicht dargestellten) Lade-/Entlade-Mechanismus, welcher beispielsweise die Form eines Roboters mit einem End-Effektor haben kann, in den Reaktor **100** zu ermöglichen. Diese Wände **2120**, **2140** sind derart angeordnet, dass sie schließen, um zwischen diesen Wänden **2120**, **2140** eine einen Wafer in einer Bearbeitungsposition haltende Kapsel **2160** auszubilden.

[0081] Der Reaktor, welcher eine Rotationsachse A bestimmt, hat einen Kopf **2200**, welcher einen Rotor **2210** aufweist, welcher die oberer Kammerwand **2120** trägt, und welcher einen Motor **2220** trägt, um den Rotor **2210** und die obere und untere Kammerwand **2120**, **2140** im geschlossenen Zustand gemeinsam mit einem in der Bearbeitungsposition gehaltenen Wafer **10** um die Achse A zu rotieren. Der Motor **2220** ist derart angeordnet, dass er eine Hülse **2222** antreibt, welche radial von Lagern **2224** mit rollenden Elementen in dem Kopf **2200** gehalten ist. Der Kopf **2200** ist derart angeordnet, dass er zum Öffnen dieser Wände **2120**, **2140** angehoben, und zum Schließen dieser Wände **2120**, **2140** abgesenkt wird.

[0082] Die obere Kammerwand **2120** hat einen Einlass **2122** für Bearbeitungs-Fluide, welche flüssig, dampfförmig oder gasförmig sein können, und die untere Kammerwand **2140** hat einen Einlass **2142** für solche Fluide, welche für eine gegebene Anwendung ähnliche oder abweichende Fluide sein können. Der

Kopf **2200** trägt eine obere Düse **2210**, welche sich axial durch die Hülse **2222** hindurch erstreckt, damit sie nicht mit der Rotation der Hülse **2222** interferiert. Die obere Düse **2210** leitet Bearbeitungs-Fluid-Ströme nach unten durch den Einlass **2122** der oberen Kammerwand **2120**.

[0083] Die obere Kammerwand **2120** weist eine Anordnung von ähnlichen Auslässen **2124** auf, welche in ähnlicher Weise mit einheitlichen Winkel-Abständen um die Vertikalachse A herum angeordnet sind. In der offenbarten Ausführungsform sind sechsunddreißig solcher Auslässe **2124** im Einsatz. Jeder Auslass **2124** weist von der Vertikalachse A aus außen liegend einen vergleichsweise größeren radialen Abstand auf, und weist von dem äußeren Umfang **16** eines in der Bearbeitungsposition gehaltenen Wafer **10** aus innen liegend einen verhältnismäßig kleineren radialen Abstand auf, wie etwa ein Abstand von ungefähr 1,5 mm.

[0084] Wenn die obere und die untere Kammerwand **2120**, **2140** geschlossen sind, bilden sie einen Mikro-Umgebungs-Reaktor **2160** aus, mit einer oberen Bearbeitungs-Kammer **2126**, welche von der oberen Kammerwand **2120** und von einer ersten, im allgemeinen ebenen Fläche des gehaltenen Wafers **10** begrenzt ist, und einer unteren Bearbeitungs-Kammer **2146**, welche von der unteren Kammerwand **2140** und einer zweiten, im Allgemeinen ebenen und der ersten Seite gegenüberliegenden Fläche des getragten Wafers begrenzt ist. Die obere und die untere Bearbeitungskammer **2126**, **2146** sind in einem ringförmigen Bereich **2130** außerhalb des äußeren Umfangs **16** des gehaltenen Wafers **10** Fluid-kommunizierend miteinander, und sind abgedichtet durch eine ringförmige, komprimierbare Dichtung (zum Beispiel ein O-Ring) **2132** abgedichtet, welche rings eines unteren Abschnittes **2134** des ringförmigen Bereiches **2130** verläuft. Die Dichtung **2132** erlaubt es Bearbeitungs-Fluiden, welche durch den unteren Einlass **2142** eintreten, unter einem ausreichenden Druck zu verbleiben, um auf die Auslässe **2134** zu zu fließen.

[0085] Im Vergleich zu Reaktoren des in den vorhergehend beschriebenen Ausführungsformen offenbarten Typs ist Reaktor **2100** besonders für die Ausführung einer Reihe von einzigartigen Mikrofabrikations-Prozessen geeignet. Beispielsweise ist Reaktor **2100** besonders zur Ausführung eines Prozesses geeignet, welcher vollständigen Kontakt eines Bearbeitungs-Fluids an einer ersten Seite eines Werkstücks und nur einem Umfangs-Rand-Abschnitt dessen zweite Seite benötigt. Solche Prozesse können realisiert werden, weil Bearbeitungs-Fluide, welche durch Einlass **2142** der unteren Kammerwand **2140** eintreten, auf die Unterseite **14** eines gehaltenen Wafers **10**, auf den äußeren Umfang **16** des gehaltenen Wafers **10** und auf einen äußeren Rand **18** von der Oberseite **12** des gehaltenen Wafers **10** wirken können, bevor sie die Auslässe **2124** erreichen, und weil Bearbeitungs-Fluide, welche durch Einlässe **2122** der oberen Kammerwand **2120** eintreten, auf die Oberseite **12** des gehaltenen Wafers **10** mit Ausnahme des äußeren Rands **18** der Oberseite **12** wirken können, bevor sie die Auslässe **2124** erreichen.

[0086] Als ein signifikantes Beispiel eines solchen Prozesses kann der Reaktor **2100** zum Ausführen eines Prozesses verwendet werden, bei welchem es einem Bearbeitungs-Fluid erlaubt ist, eine erste Werkstück-Seite, die Umfangs-Kante des Werkstücks und einen Umfangs-Bereich der gegenüberliegenden Werkstückseite zu kontaktieren, wobei die zugehörigen Drücke der durch die jeweiligen Einlässe **2122**, **2142** eintretenden Bearbeitungs-Fluide gesteuert werden. Ein solcher Fluid-Fluß/-Kontakt kann auch als eine Vorgehensweise aufgefasst werden, um ein Bearbeitungs-Fluid, welches auf die gegenüberliegende Seite einwirkt, von einem Umfangs-Bereich dieser Seite fernzuhalten. In Übereinstimmung mit einer Ausführungsform solch eines Prozesses wird eine dünne Material-Schicht von der ersten Seite, der Unfangs-Kante des Werkstücks und von einem Umfangs-Bereich der gegenüberliegenden Seite des Werkstücks weggeätzt.

[0087] Gemäß einer spezielleren Ausführungsform solch eines Prozesses, kann der Prozess in einem Metallisierungs-Prozess angewendet werden, welcher dazu verwendet wird, eine Mikroelektronik-Komponente und/oder Verbindungs-Strukturen auf einem Halbleiter-Wafer oder dergleichen auszubilden. Hierzu wird eine dünne Schicht, wie etwa eine Impfschicht ("seed layer") über eine Barrieren-Schicht auf die Vorderseite und auf wenigstens einen Abschnitt des äußeren Umfangs aufgebracht. Nach einem oder mehreren zwischengeschalteten Schritten, wie etwa Elektroplattieren einer Kupferschicht oder dergleichen hierüber, wird ein zum Ätzen des Elektroplattier-Materials, des Dünnschicht-Materials und/oder des Barrieren-Schicht-Materials geeignetes Ätzmittel dazu veranlasst, selektiv nur über einen äußeren Rand der ersten Seite zu fließen, während es gleichzeitig daran gehindert wird, über andere, radial innenliegende Abschnitte der ersten Seite zu fließen. Es werden daher eine oder mehrere Schichten vom äußeren Rand der ersten Seite entfernt, während die Schichten in denjenigen Abschnitten der ersten Seite intakt bleiben, die innerhalb des äußeren Rands angeordnet sind. Wenn das Ätzmittel über die gegenüberliegende Seite und über den äußeren Umfang sowie über den äußeren Rand der ersten Seite getrieben wird, werden die eine oder die mehreren Schichten auch von dem äußeren Umfang des Wafers entfernt, und ferner wird jedwede Verunreinigung, welche durch das Ätzmittel entfernt werden kann, von der Hinterseite entfernt.

[0088] Basierend auf der Beschreibung des vorhergehenden Prozesses ist es offensichtlich, dass, basierend auf einem selektiven Kontakt eines Bearbeitungs-Fluids mit dem äußeren Rand und/oder der gegenüberliegenden Seite des Werkstücks andere Schichten und/oder Materialien selektiv geätzt, gereinigt, aufgebracht, geschützt und so weiter werden können. Beispielsweise kann Oxid von der gegenüberliegenden Seite und dem äußeren Rand der ersten Seite eines Werkstücks durch selektiven Kontakt mit einem Oxid-Ätzmittel, wie etwa Fluorwasserstoffsäure, entfernt werden. In ähnlicher Weise kann des Oxid-Ätzmittel in dem Reaktor derart gesteuert werden, dass es die gesamte Vorderseite des Werkstücks mit Ausnahme des äußeren Rands kontaktiert, wodurch es das Oxid am äußeren Rand intakt lässt. Es ist ferner offensichtlich, dass ein Entfernen der Auslässe **2124** es erlaubt, den Reaktor **2100** für Prozesse einzusetzen, in denen ein selektives Einschließen oder Ausschließen des äußeren Randes unnötig oder in anderer Weise nicht wünschenswert ist.

[0089] Wie in **Fig.** 19–20 gezeigt, können in Abhängigkeit von den/dem speziellen Prozess(en), für deren Implementierung der Reaktor ausgelegt ist, sowie von der hierzu verwendeten Automatisierung, falls eine solche verwendet wird, zusätzliche Strukturen bei irgendeinem der vorhergehenden Reaktoren eingearbeitet sein. Gemäß einer solchen strukturellen Ergänzung weist die untere Kammerwand **2140** eine obere Fläche **2144** auf, welche derart geformt ist, dass sie einen ringförmigen Sammelbehälter **2146** rings des Einlasses **2142** bildet. Der Sammelbehälter **2146** wird dazu verwendet, flüssige Beimengungen und/oder durch den Einlass **2142** zugeführte Bearbeitungs-Fluid-Rückstände zu sammeln. Wenn eine Flüssigkeit beispielsweise auf Wafer **10** trifft und von diesem abtropft, wird sie unter dem Einfluss von Zentripetal-Beschleunigung zum Auslass **2124** geleitet, wenn der Reaktor **100** rotiert wird.

[0090] Eine weitere, in Verbindung mit dem Reaktor **2100** gezeigte strukturelle Ergänzung betrifft die Auslegung der unteren Düse. Wie gezeigt, weist die untere Düse **2260**, welche unterhalb des Einlasses **2142** der unteren Kammerwand **2140** angeordnet ist, zwei oder mehr Öffnungen **2262** auf, wie in **Fig.** 19 gezeigt, um zwei oder mehr Bearbeitungs-Fluid-Ströme nach oben durch Einlass **2142** zu leiten. Die Öffnungen **2262** sind derart orientiert, dass sie bewirken, dass die geleiteten Ströme ungefähr dort zusammenkommen, wo die geleiteten Ströme die untere Oberfläche des Wafers **10** erreichen. Der Reaktor **2100** weist ferner eine Reinigungs-Düse **2280** auf, welche an einer Seite der unteren Düse **2260** angeordnet ist, um einen Strom von Reinigungs-Gas, wie etwa Stickstoff über die untere Drüse **2260** hinweg zu leiten.

[0091] Fernerhin kann der Reaktor **2100** eine Basis **2300** aufweisen, welche die untere Düse **2260** und die Reinigungs-Düse **2280** trägt, und welche eine ringförmige, koaxiale Kammer **2320** bildet. Die Kammer **2320** hat mehrere (beispielsweise vier) Abflüsse **2322** (nicht gezeigt), von denen jeder zum Öffnen und Schließen des Abflusses **2322** mit einem pneumatisch zu betätigenden Ring-/Tellerventil ("poppet valve") **2340** versehen ist. Diese Abflüsse **2322** bieten separate Pfade, um Bearbeitungs-Fluide von verschiedenen Arten von geeigneten Speicher-, Entsorgungs- oder Re-Zirkulations-Systemen (nicht gezeigt) zu leiten.

[0092] Eine ringförmige Einfassung **2360** erstreckt sich rings der oberen Kammerwand **2120**, oberhalb der Kammer **2320**, nach unten, um gemeinsam mit der oberen Kammerwand **2140** drehbar zu sein. Jeder Auslass **2124** ist derart orientiert, dass er einen solchen Auslass **2124** verlassende Bearbeitungs-Fluide durch Fluid-Durchgänge **2364** gegen eine Innenfläche **2362** der ringförmigen Einfassung **2360** leitet. Wie gezeigt, ist die Innenfläche **2362** nach außen und nach unten erweitert, um bei rotierendem Reaktor durch den Einfluss von Zentripetal-Beschleunigung Bearbeitungs-Fluide, welche die Innenflächen **2362** erreichen, zu veranlassen, nach außen und nach unten auf die Kammer **2320** zu zu fließen. Daher neigen Bearbeitungs-Fluide dazu, durch die Kammer **2320** auf die Abflüsse **2322** zu gefegt zu werden.

[0093] Der Rotor **2210** hat eine gerippte Fläche **2215**, welche einer glatten unteren Fläche des Kopfes **2200** gegenüberliegt und mit dieser in einem ringförmigen Bereich **2204**, welcher mit der Kammer **2320** kommuniziert einen geringen Zwischenraum aufweist. Bei rotierendem Motor **2210** neigt die gerippte Fläche **2215** dazu, Luft in dem ringförmigen Bereich **2204** zu verwirbeln, um dadurch zu helfen, Bearbeitungs-Fluide durch die Kammer **2320** auf die Abflüsse **2322** zu zu fegen.

[0094] Die obere Kammerwand **2120** hat Abstandhalter **2128**, welche sich nach unten erstrecken, um zu verhindern, dass ein gehaltener Wafer **10** von der Bearbeitungs-Position abhebt und die obere Kammerwand **2120** berührt. Die untere Kammerwand **2140** hat Abstandhalter **2148**, welche sich nach oben erstrecken, um einen gehaltenen Wafer **10** bei einem gegebenen Abstand oberhalb der unteren Kammerwand **2140** zu halten, und Öffnungen **2150**, welche sich nach oben über den äußeren Umfang **16** eines gehaltenen Wafers **10** hinaus erstrecken, um ein Aus-der Mitte-Verschieben von der vertikalen Achse A zu verhindern.

[0095] Bezugnehmend auf **Fig.** 24–26 kann die untere Kammerwand **2140** einen Anhebe-Mechanismus **2400** zum Anheben eines in der Bearbei-

tungs-Position gehaltenen Wafers **10** in eine angehobene Position tragen. Der Anhebe-Mechanismus hebt den Wafer **10** in die angehobene Position, wenn der Kopf **2200** über die Basis **2300** angehoben ist, um die obere und untere Kammerwand **2120**, **2140** zu öffnen. Anheben eines gehaltenen Wafers **10** zu der angehobenen Position erleichtert es, ihn mittels eines Lade- und Entlade-Mechanismus (nicht dargestellt), wie etwa einem Roboter-Arm mit einem End-Effektor zu entladen.

[0096] Der Anhebe-Mechanismus **2400** weist eine Anordnung von anhebenden Hebeln **2420** auf. Jeder anhebende Hebel **2420** ist mittels eines Schwenk-Zapfens **2422**, welcher sich von einem solchen anhebenden Hebel **2420** aus in eine Buchse **2424** in der unteren Kammerwand **2140** erstreckt, schwenkbar an der unteren Kammerwand **2140** befestigt, um zwischen einer Betriebs-Position und einer Nicht-Betriebs-Position geschwenkt werden zu können. Jeder schwenkbare Hebel **2420** ist derart angeordnet, dass er mit der oberen Kammerwand **2120** im Eingriff ist, wenn die obere und die untere Kammerwand **2120**, **2140** geschlossen sind, wobei ein solcher schwenkbarer Hebel **2420** in die Nicht-Betriebs-Position geschwenkt ist. Jeder anhebende Hebel **2420** ist, wie oben beschrieben, vorgespannt, um in die Betriebs-Position zu schwenken, wenn er nicht mit der oberen Kammerwand **2120** im Eingriff ist.

[0097] Daher ist jeder anhebende Hebel **2420** dazu geeignet, von der Betriebs-Position in die Nicht-Betriebs-Position zu schwenken, wenn die obere und die untere Kammerwand **2120**, **2140** geschlossen werden, und er ist dazu geeignet, von der Nicht-Betriebs-Position in die Betriebs-Position zu schwenken, wenn die untere und die obere Kammerwand **2120**, **2140**, geöffnet werden. Jeder anhebende Hebel **2420** hält einen Stift **2424**, welcher sich unterhalb eines in der Bearbeitungs-Position gehaltenen Wafers **10** erstreckt, und welcher den gehaltenen Wafer in die angehobene Position hebt, wenn ein solcher anhebender Hebel **2420** von der Nicht-Betriebs-Position in die Betriebs-Position geschwenkt wird.

[0098] Die anhebenden Hebel **2420** können durch ein elastisches Element **2440** (beispielsweise einen O-Ring) vorgespannt sein, welches die untere Kammerwand **2140** umgibt, und welches mittels eines von jedem anhebenden Hebel **2420** abstehenden Hakens **2426** an den anhebenden Hebeln **2420** angreift. Bei jedem anhebenden Hebel **2420** definiert der Zapfen **2422** eine Achse, in Bezug auf welche der Stift **2424** und der Haken **2426** sich einander diametral gegenüberliegen. Das elastische Element **2440** steht unter vergleichsweise hoher Zugspannung, wenn die obere und untere Kammerwand **2120**, **2140** geschlossen sind, und unter vergleichsweise niedriger Zugspannung, wenn die obere und untere Kammerwand **2120**, **2140** geöffnet sind.

[0099] Die obere und untere Kammerwand **2120**, **2140** können auch durch einen Verriegelungs-Mechanismus **2500** lösbar aneinander geklemmt sein. Gemäß einer Ausführungsform weist der Verriegelungs-Mechanismus einen Verriegelungs-Ring **2520** auf, welcher von der unteren Kammerwand **2140** zurückgehalten wird, und welcher dazu geeignet ist, in eine komplementär hierzu geformte Aussparung **2540** einzugreifen, welche in der unteren Kammerwand **2120** angeordnet ist. Der Verriegelungs-Ring **2520** ist aus einem elastischen Feder-Material (beispielsweise Polyvinylidenfluorid) hergestellt, und weist eine Anordnung von nach innen gestuften Abschnitten **2530** auf. Diese gestuften Abschnitte **2530** erlauben es dem Verriegelungs-Ring **2520**, sich von einem un-deformierten Zustand, in welchem der Verriegelungs-Ring **2520** einen ersten Durchmesser hat, in einen deformierten Zustand zu deformieren, in welchem der Verriegelungs-Ring **2520** einen vergleichsweise kleineren Durchmesser hat. Ein solches Deformieren erfolgt, wenn die gestuften Abschnitte **2530** radial nach innen gerichteten Kräften unterliegen. Bei Entfernen der Kräfte kehrt der Verriegelungs-Ring **2520** in den undeformierten Zustand zurück.

[0100] Der Verriegelungs-Mechanismus **2500** weist ferner eine Anordnung von Verriegelungsnocken **2540** auf, von denen jeder einem zughörigen gestuften Abschnitt **2530** zugeordnet ist. Jeder Verriegelungsnocken **2540** ist dazu geeignet, radiale Kräfte auf den zugehörigen gestuften Abschnitt **2530** auszuüben.

[0101] Der Verriegelungs-Mechanismus **2500** weist ferner einen Betätigungsring **2560** auf, welcher dazu geeignet ist, die Verriegelungsnocken **2540** zu betätigen, wenn der Betätigungsring **2560** innerhalb eines vorbestimmten, begrenzten Bewegungs-Bereiches angehoben und abgesenkt wird. In der dargestellten Ausführungsform ist der Betätigungsring **2560** dazu geeignet, wenn er angehoben ist, die Verriegelungsnocken **2540** zu betätigen, und wenn er abgesenkt ist, die Verriegelungsnocken freizugeben. Der Verriegelungs-Mechanismus **2500** weist ferner eine Anordnung von pneumatischen Vorrichtungen **2580** (beispielsweise drei solcher Vorrichtungen) auf, welche dazu geeignet sind, den Betätigungsring **2560** anzuheben und abzusenken. Wenn der Betätigungsring **2560** angehoben wird, werden die obere und untere Kammerwand **2120**, **2140** voneinander gelöst, so dass der Kopf **2200** von der Basis **2300** abgehoben werden kann, um die obere und untere Kammerwand **2120**, **2140** zu öffnen, oder auf die Basis **2300** abgesenkt werden kann, um die obere und untere Kammerwand **2120**, **2140** zu schließen.

[0102] Der Betätigungsring **2560** trägt sich nach oben erstreckende Stifte **2562** (einer dargestellt),

welche sich jeweils in zugeordnete Öffnungen **2564** in einem Ausricht-Ring **2570** erstrecken, wenn der Betätigungsring **2560** angehoben wird. Der Ausricht-Ring **2570** ist so gehalten, dass er gemeinsam mit der unteren Kammerwand **2140** rotiert. Wenn der Betätigungsring **2560** abgesenkt wird, werden die Stifte **2562** aus den Öffnungen **2564** zurückgezogen und geben den Ausricht-Ring **2570** frei. Beim Vorschieben in die zugehörigen Öffnungen **2564** richten die Stifte **2562** einen Wafer **10** aus, der in der Bearbeitungs-Position getragen worden war, um ein Entladen des Wafers **10** mittels eines Roboter-Systems zu erleichtern, wie oben beschrieben.

[0103] Die vorliegende Erfindung wurde in Bezug auf einen Wafer erläutert. Es ist allerdings offensichtlich, dass die vorliegende Erfindung einen breiteren Anwendungsbereich hat. Beispielsweise ist die vorliegende Erfindung auf das Bearbeiten von Scheiben und Köpfen, Flachbildschirme ("flat panel displays"), Mikroelektronik-Masken und von anderen Bauteilen anwendbar, welche effektives und kontrolliertes Feucht-Bearbeiten benötigen.

[0104] An dem vorgenannten System können vielfältige Modifikationen ausgeführt werden, ohne von seinen grundlegenden Lehren abzuweichen. Obwohl die vorliegende Erfindung unter Bezug auf eine oder mehrere spezielle Ausführungsformen in wesentlichen Detail beschrieben worden ist, werden Fachleute bemerken, das Veränderungen daran angebracht werden können, ohne vom Schutzbereich der Erfindung abzuweichen, wie er in den beiliegenden Ansprüchen festgelegt ist.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Bearbeiten eines Werkstücks mit einem oberen Kammerteil und einem unteren Kammerteil, welches aus einer offenen Position zum Beladen und Entladen eines Werkstücks in eine geschlossene Position bewegbar ist, in welcher geschlossenen Position sie eine Bearbeitungskammer zum Bearbeiten des Werkstücks bilden, wobei die Bearbeitungskammer einen Auslass zum Ablassen von Flüssigkeit aus der Bearbeitungskammer über Zentrifugalkraft aufweist und das untere Kammerteil (**75**, **210**, **2140**) Abstandshalter (**105**, **240**, **2148**) beinhaltet, welche nach oben zum mit Abstand Anordnen des Werkstücks (**10**, **55**) über das untere Kammerteil (**2140**) hervorstehen, **dadurch gekennzeichnet**, dass das obere Kammerteil (**60**, **205**, **2120**) Abstandshalter (**110**, **255**, **2128**) hat, welche nach unten zum Vermeiden eines Anhebens des Werkstücks während der Bearbeitung hervorstehen.

2. Vorrichtung gemäß Anspruch 1, ferner gekennzeichnet durch eine Mehrzahl von Pfosten (**2150**), welche von dem unteren Kammerteil nach oben über den äußeren Umfang eines Werkstücks hervorstehen, um ein exzentrisches Verschieben des Werkstücks zu verhindern.

3. Vorrichtung gemäß Anspruch 1, ferner dadurch gekennzeichnet, dass das obere und untere Kammerteil sich linear und vertikal von der offenen Belade-/Entlade-Position in die geschlossene Bearbeitungs-Position zusammen und auseinander bewegen und dass das Werkstück mittels Bewegens des Werkstücks horizontal in die Vorrichtung in eine Richtung senkrecht zu der Drehachse beladen und entladen wird, wenn sich die Vorrichtung in der offenen Belade-/Entlade-Position befindet.

4. Vorrichtung gemäß Anspruch 1, ferner gekennzeichnet durch einen oberen Einlass (**70**, **220**, **2122**) in dem oberen Kammerteil zum Zuführen einer Flüssigkeit zu einer oberen Oberfläche des Werkstücks und einen unteren Einlass (**85**, **230**, **2142**) in dem unteren Kammerteil zum Zuführen einer Flüssigkeit zu einer unteren Oberfläche des Werkstücks.

5. Vorrichtung gemäß Anspruch 1, wobei die Abstandshalter (**105**, **240**, **2148**) auf dem unteren Kammerteil und die Abstandshalter (**110**, **255**, **2128**) auf dem oberen Kammerteil das Werkstück an der Stelle festklemmen.

6. Vorrichtung gemäß Anspruch 1, ferner dadurch gekennzeichnet, dass das obere und untere Kammerteil ein transportablen Behälter bilden.

7. Vorrichtung gemäß Anspruch 1, ferner gekennzeichnet durch:
einen Ausrichtring (**2570**) mit einer Mehrzahl von Öffnungen (**2564**), wobei der Ausrichtring an dem unteren Kammerteil befestigt ist und mit diesem konzentrisch ist; einen Betätigungsring (**2560**) unter dem Ausrichtring, wobei der Betätigungsring eine Mehrzahl von sich nach oben erstreckenden Stiften (**2562**) hat, wobei jeder Stift auf eine der Öffnungen in dem Ausrichtring ausgerichtet ist; und
ein Stellglied (**2580**) zum Hochheben und Absenken des Betätigungsrings.

8. Vorrichtung gemäß Anspruch 7, ferner gekennzeichnet durch einen Verriegelungsmechanismus aufweisend:
einen Verriegelungsring (**2520**) aufgenommen in dem unteren Kammerteil, wobei der Verriegelungsring eine Mehrzahl von radial verschiebbaren, treppenförmigen Abschnitten (**2530**) zum Eingreifen in und außer Eingriff Bringen aus Aussparungen in dem oberen Kammerteil hat;
eine Mehrzahl von Verriegelungsnocken (**2540**), wobei ein einzelner Verriegelungsnocken jedem der treppenförmigen Abschnitte des Verriegelungsrings zugeordnet ist; und den in die Verriegelungsnocken eingreifbaren Betätigungsring (**2560**) zum Bewegen der Nocken in die oder aus den Aussparungen in

dem oberen Kammerteil.

9. Vorrichtung gemäß Anspruch 1, wobei die Kammer eine der Form des Werkstücks entsprechende Form hat.

10. Vorrichtung gemäß Anspruch 4, ferner gekennzeichnet durch ein mit einer Umfangskante des Werkstückes ausgerichtetes Teilungsteil (**500**) an einer Position, an welcher das Teilungsteil einen von dem oberen Einlass verursachten ersten Flüssigkeitsfluss von einem von dem unteren Einlass verursachten zweiten Flüssigkeitsfluss trennt, wobei der erste Flüssigkeitsfluss hauptsächlich auf Kontaktieren der oberen Oberfläche des Werkstücks beschränkt ist und der zweite Flüssigkeitsfluss hauptsächlich auf Kontaktieren der unteren Oberfläche des Werkstücks beschränkt ist.

11. Vorrichtung gemäß Anspruch 1, ferner gekennzeichnet durch eine Mehrzahl von überlauf-Durchgängen in dem oberen oder unteren Kammerteil, welche sich von einem Zentralbereich des Kammerteils radial nach außen erstrecken.

12. Vorrichtung gemäß Anspruch 1, ferner gekennzeichnet durch:
eine das untere Kammerteil umgebende Schale (**570**);
einen Sammelbehälter (**585**) in der Schale;
eine den Sammelbehälter mit einem Flüssigkeits-Einlass (**85**, **230**, **2142**) in dem unteren Kammerteil verbindende Flüssigkeits-Versorgungsleitung (**587**).

13. Verfahren zum zentrifugalen Bearbeiten eines Werkstücks in einer Kammer mit oberen und unteren Kammerteilen, aufweisend:
Anordnen des Werkstücks in der Bearbeitungskammer;
Abstützen des Werkstücks in der Kammer mit sich von dem oberen und unteren Kammerteil erstreckenden Stützen;
Zuführen eines ersten Flusses von Flüssigkeit auf das Werkstück; und
Rotieren des Werkstücks zum Erzeugen von zentrifugaler Beschleunigung, welche den ersten Fluss von Flüssigkeit über mindestens eine Oberfläche des Werkstücks verteilt.

14. Verfahren gemäß Anspruch 13, ferner gekennzeichnet durch Zuführen eines zweiten Flusses von Flüssigkeit auf die zweite Seite des Werkstücks.

15. Verfahren gemäß Anspruch 13, ferner gekennzeichnet durch getrennt Halten des ersten Flusses von Flüssigkeit von dem zweiten Fluss von Flüssigkeit, während der erste und zweite Fluss von Flüssigkeiten sich von dem Werkstück wegbewegen.

16. Verfahren gemäß Anspruch 13, ferner gekennzeichnet durch Begrenzen der Flüssigkeit eng um das Werkstück herum.

17. Verfahren gemäß Anspruch 13, ferner gekennzeichnet durch sequentielles Einbringen einer Spül-Flüssigkeit in die Kammer gefolgt von einer Trocknungs-Flüssigkeit.

18. Verfahren gemäß Anspruch 13, ferner gekennzeichnet durch:
Zuführen des ersten Flusses von Flüssigkeit auf eine untere Oberfläche des Werkstücks;
Beschränken der Flüssigkeit auf ein Gebiet um die untere, äußere Umfangskante und den oberen Randabschnitt des Werkstücks; und
Zurückziehen der Flüssigkeit weg von dem Werkstück an einer Position über dem Werkstück und angrenzend zu dem Randabschnitt des Werkstücks.

Es folgen 25 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

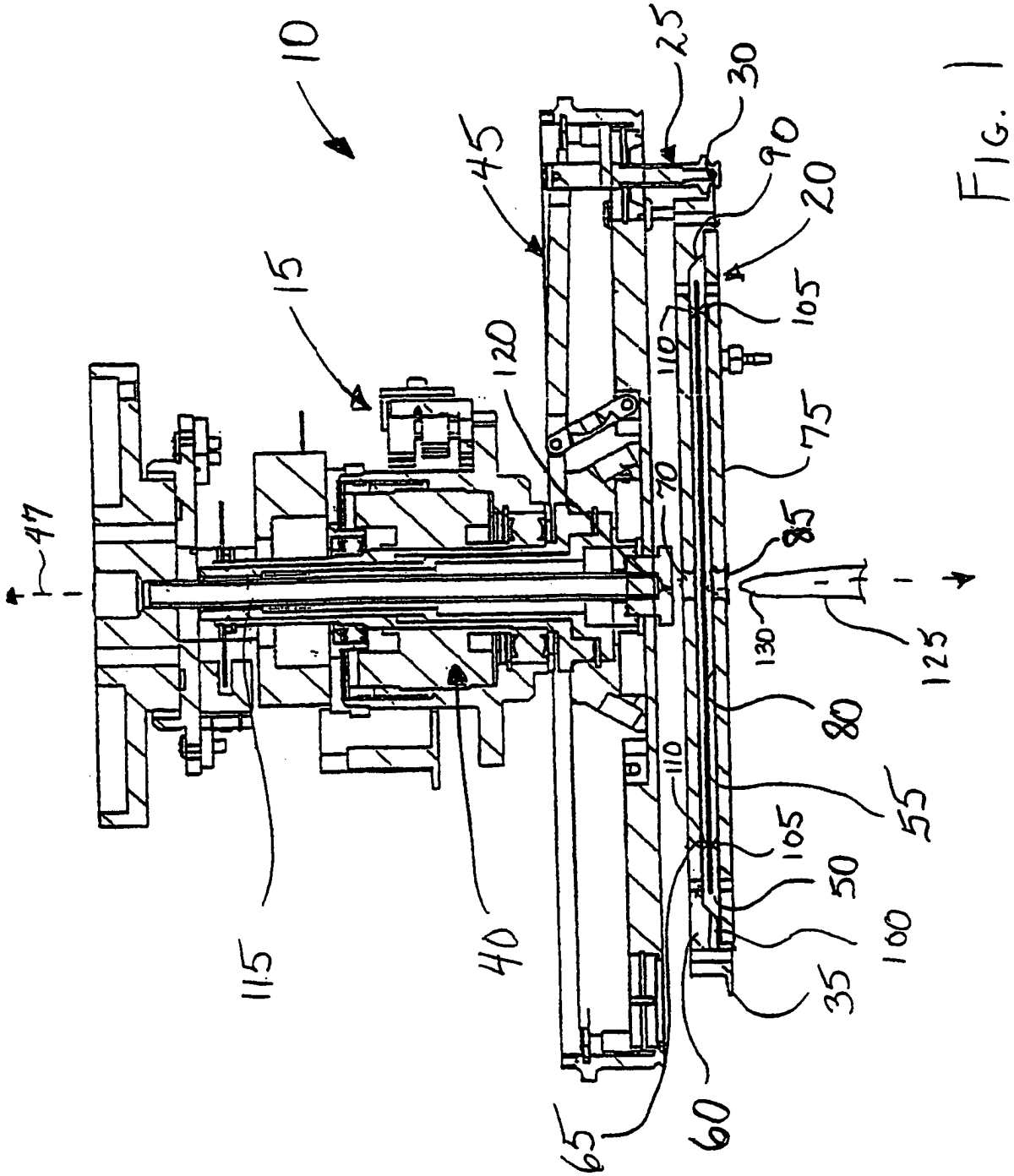
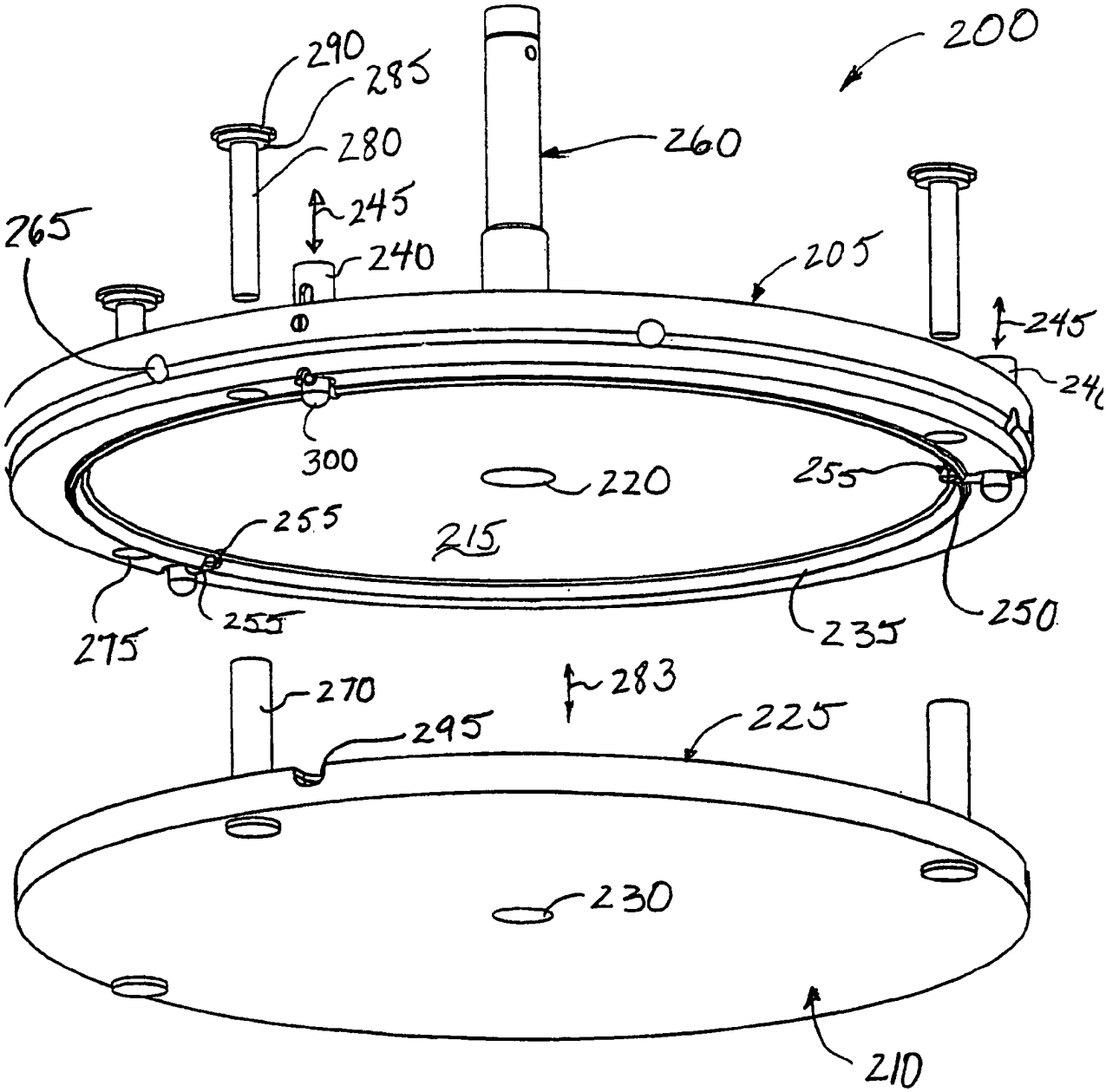


FIG. 1

FIG. 2


200
290
285
280
260
245
240
265
205
245
300
220
255
215
255
255
275
235
250
270
283
295
225
230
210

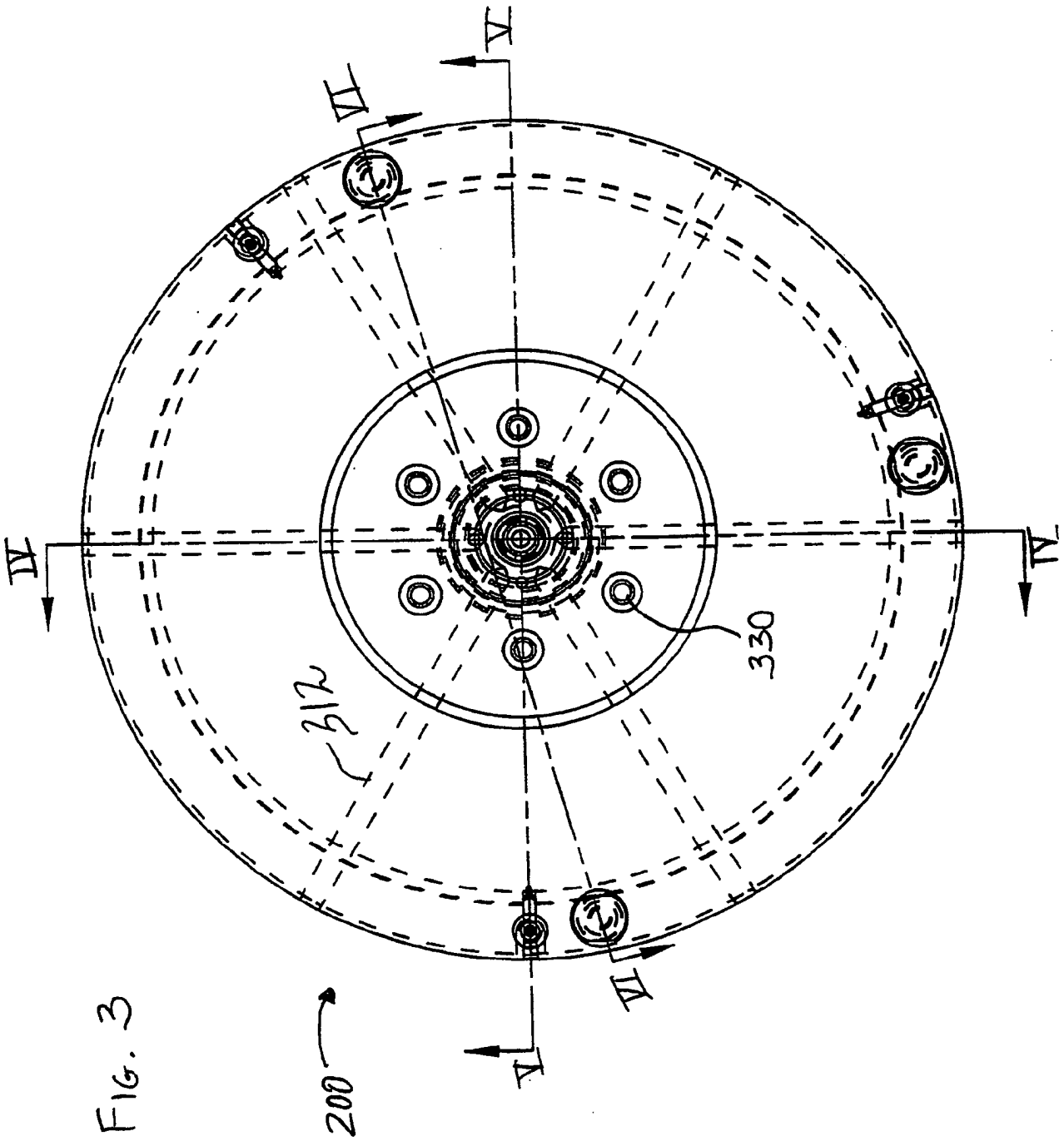


Fig. 3

FIG. 4

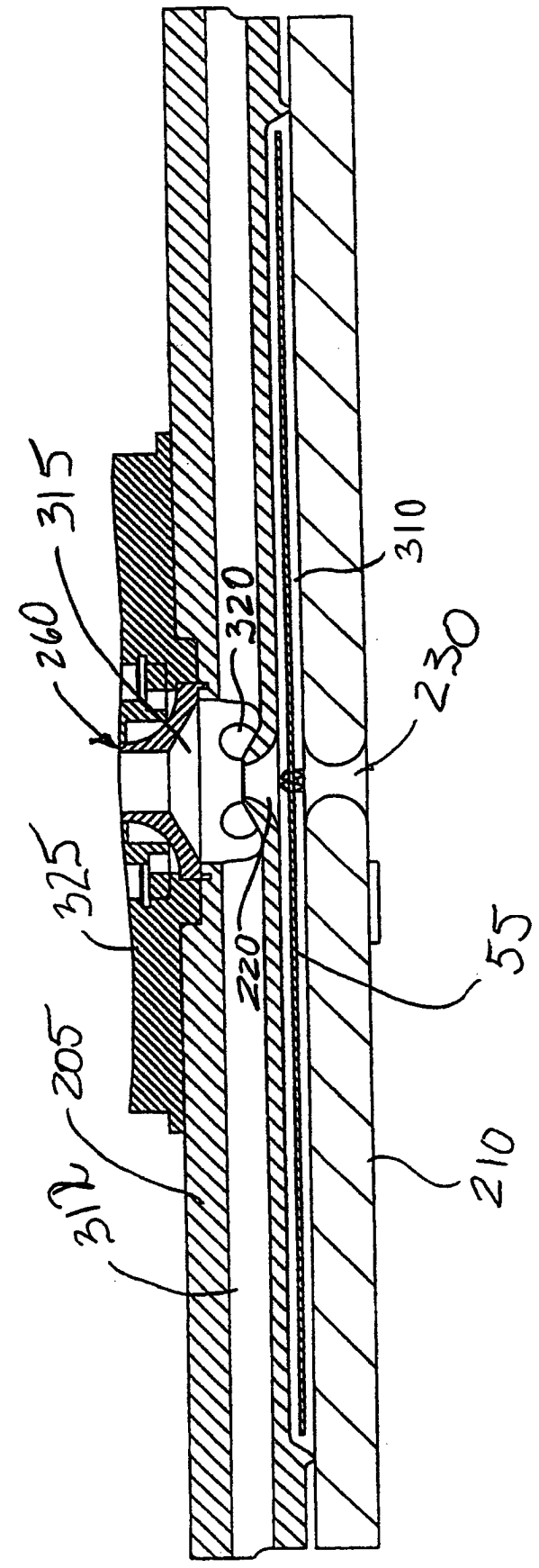


FIG. 5

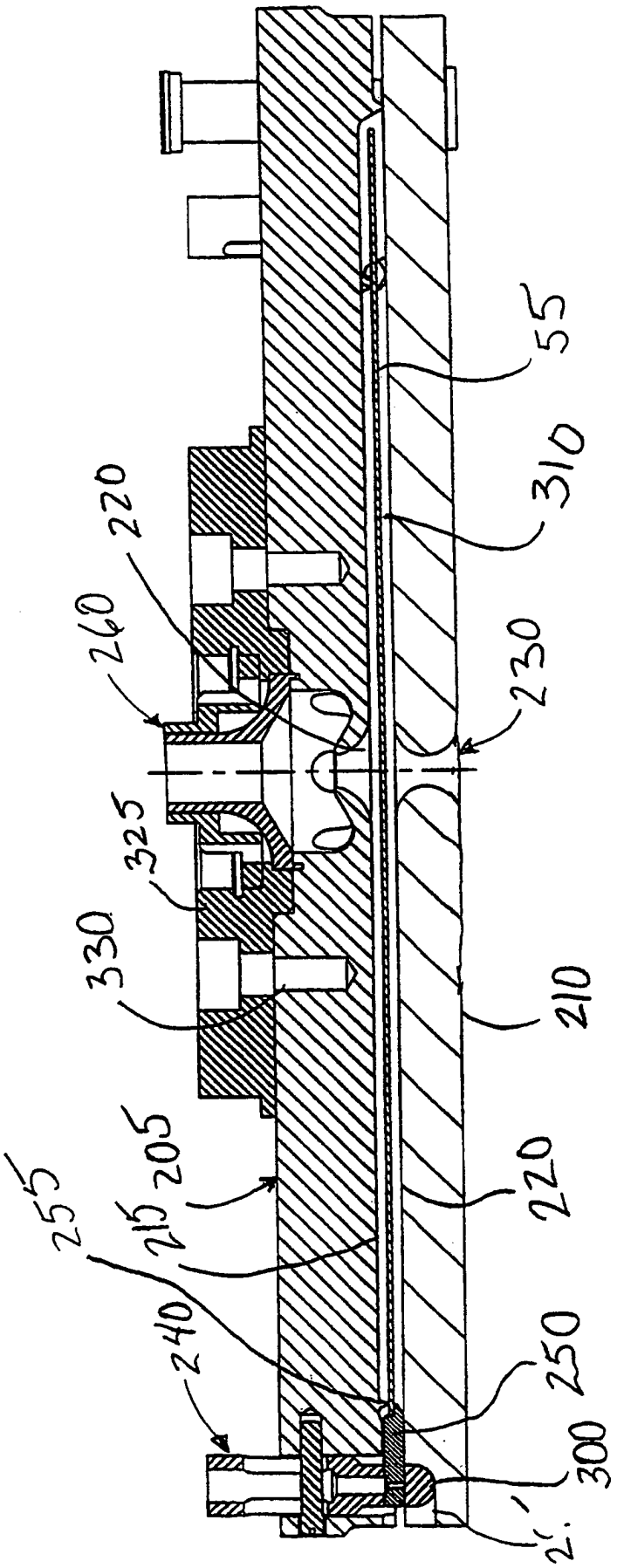


FIG. 6

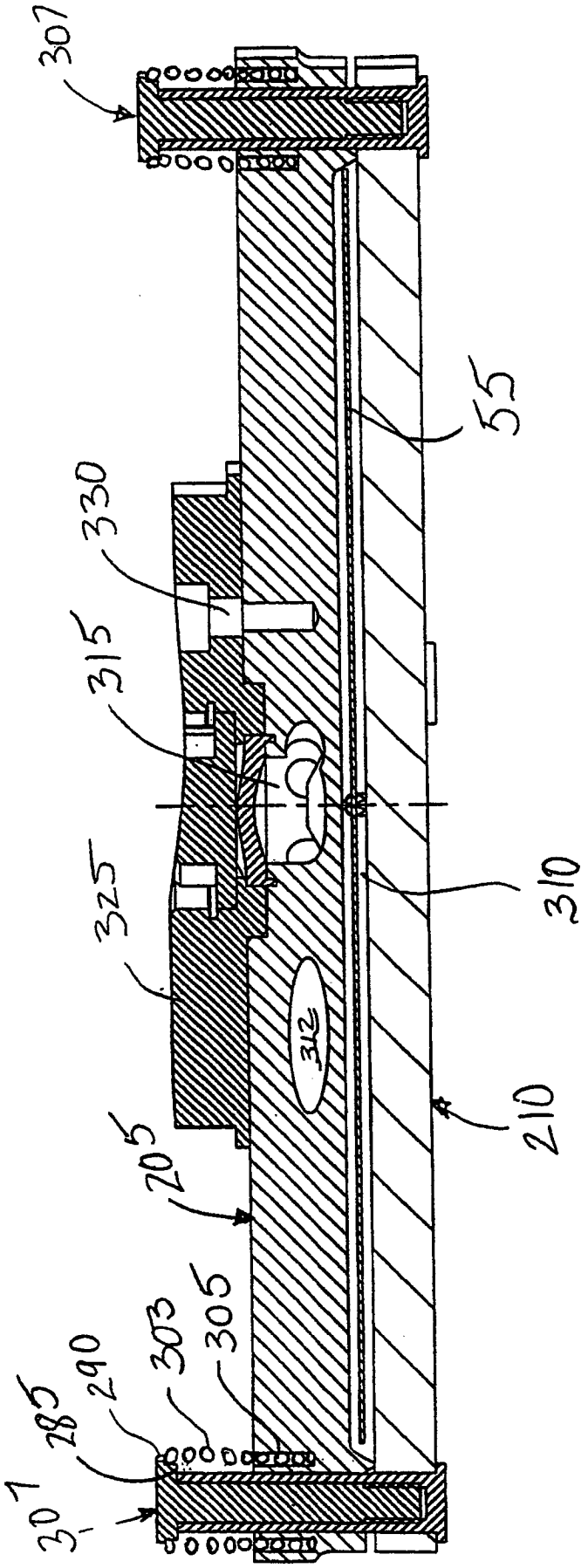


FIG. 7A

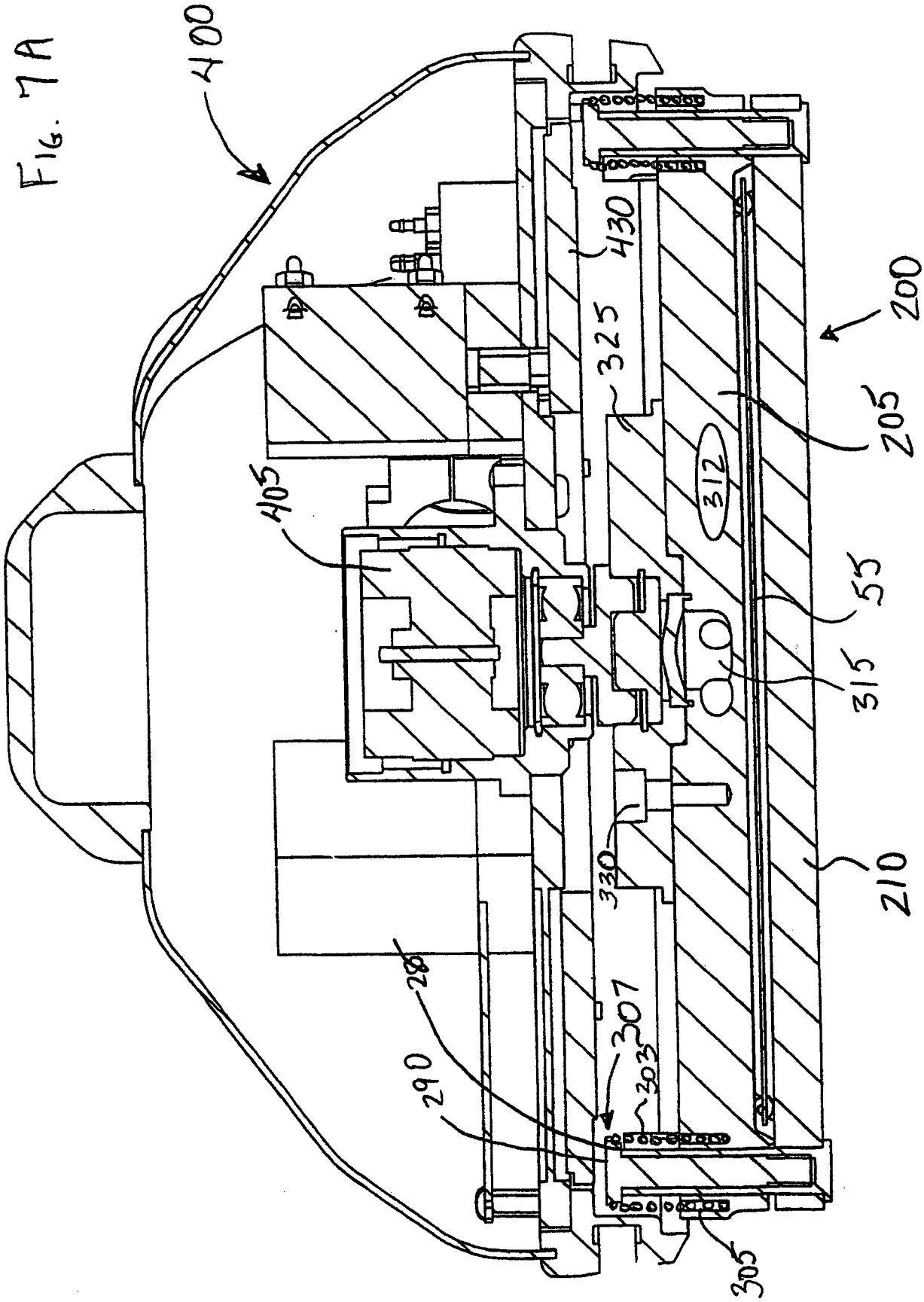


FIG. 7B

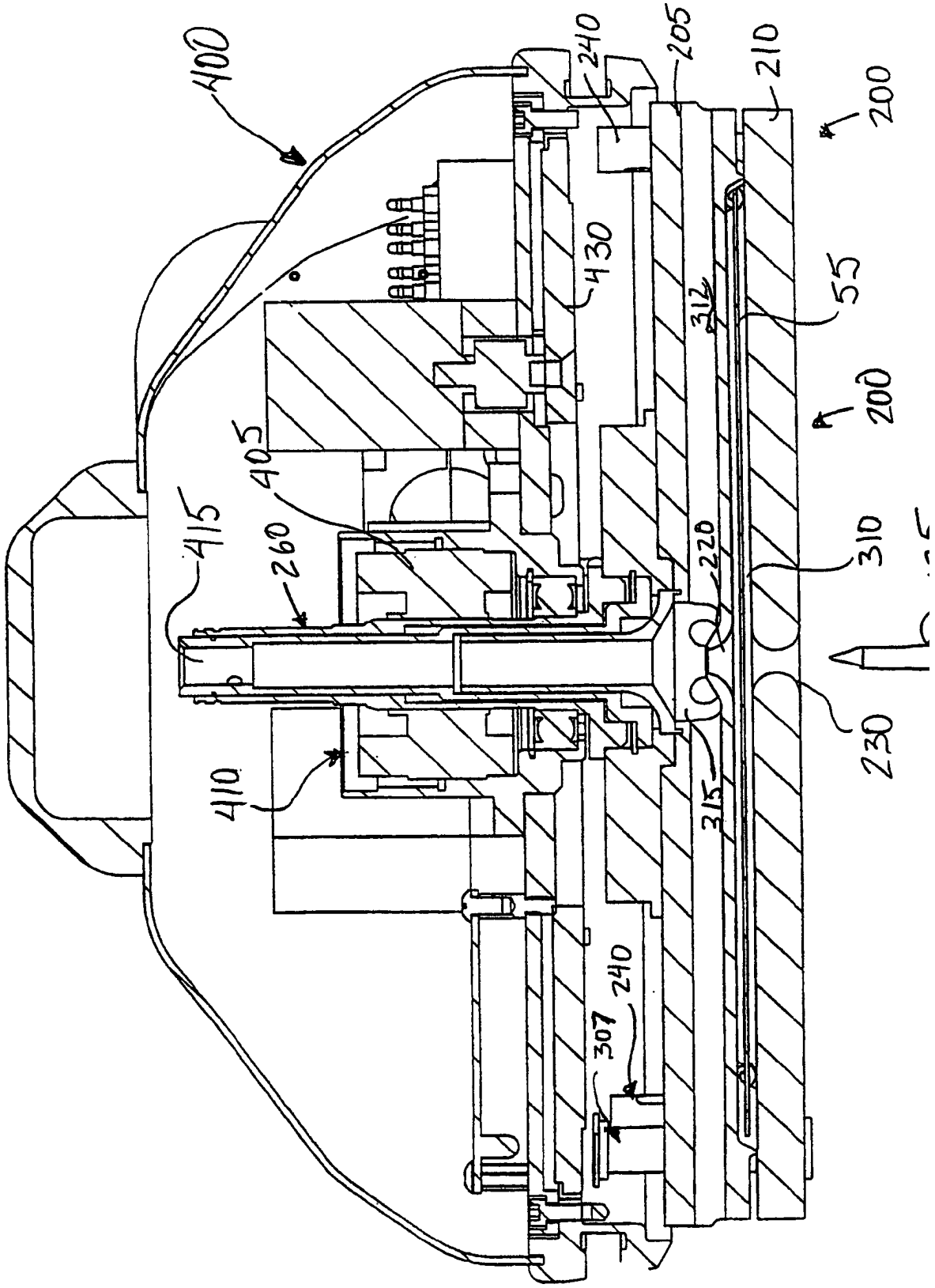
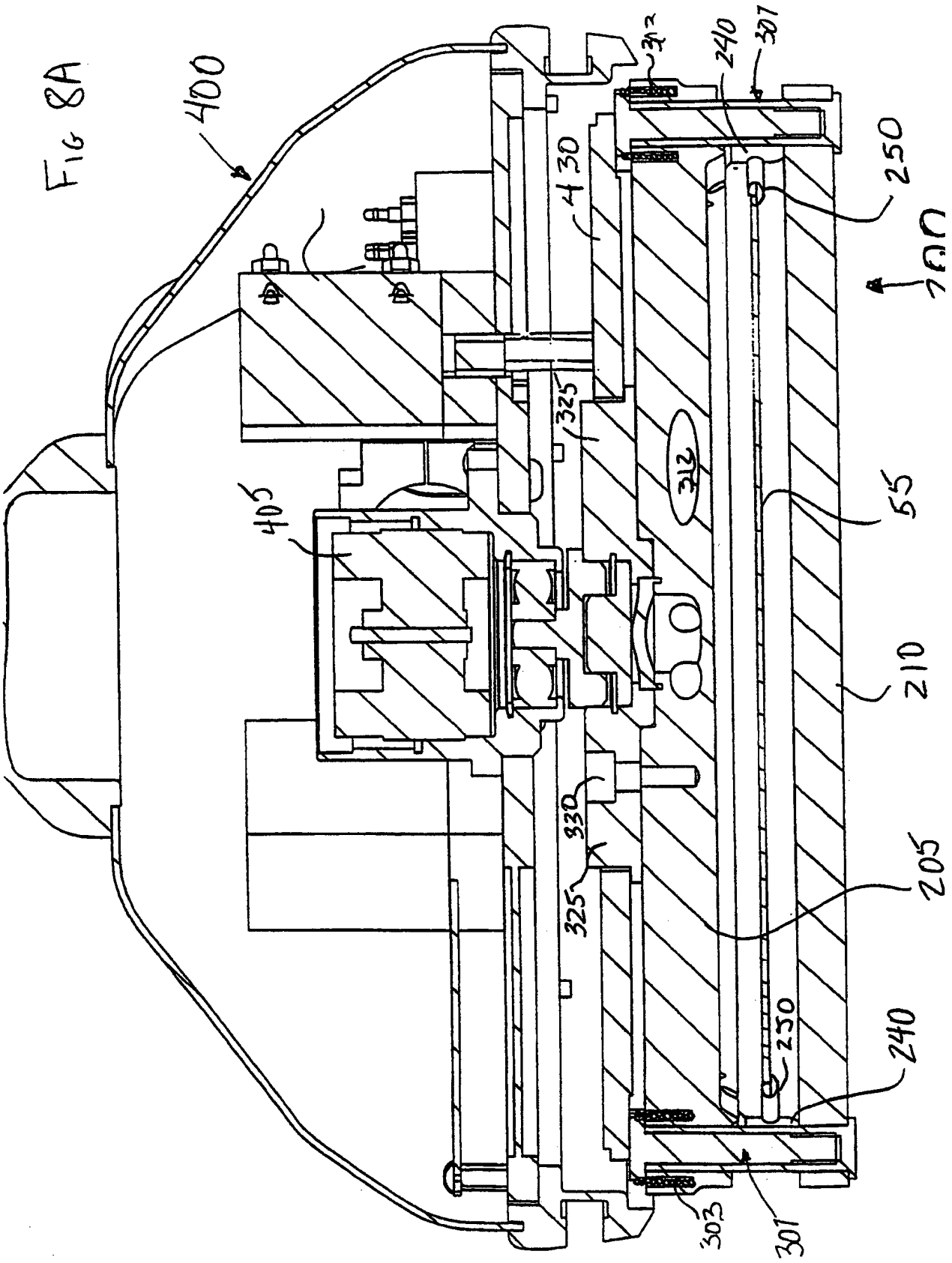

400
240
205
210
200
430
312
55
200
405
415
260
220
310
230
410
315
240
307

FIG 8A


400
313
240
307
250
430
325
312
405
55
210
330
325
205
230
240
303
301

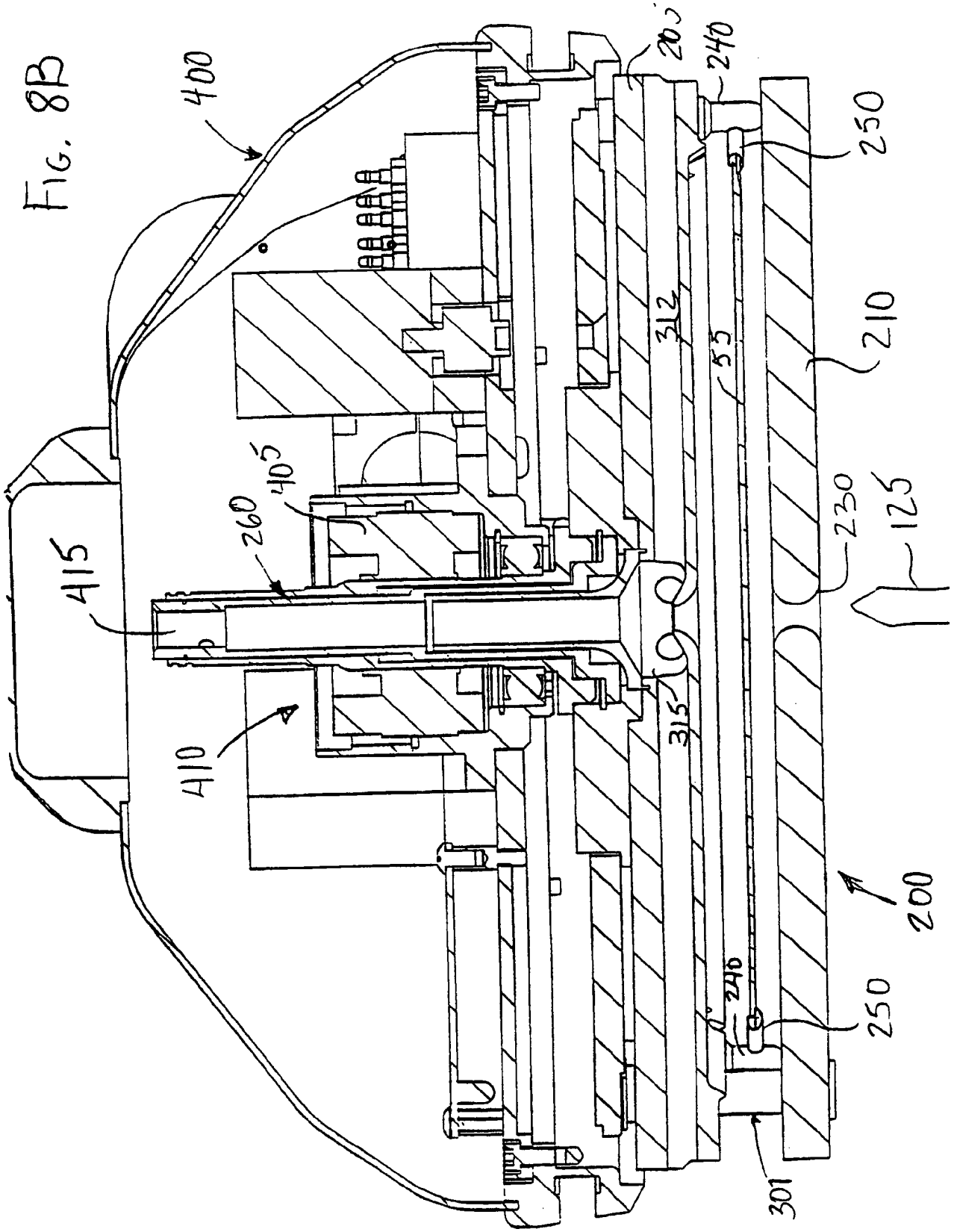

400
415
260
405
410
312
55
315
240
250
210
230
125
200
240
250
301

FIG. 8B

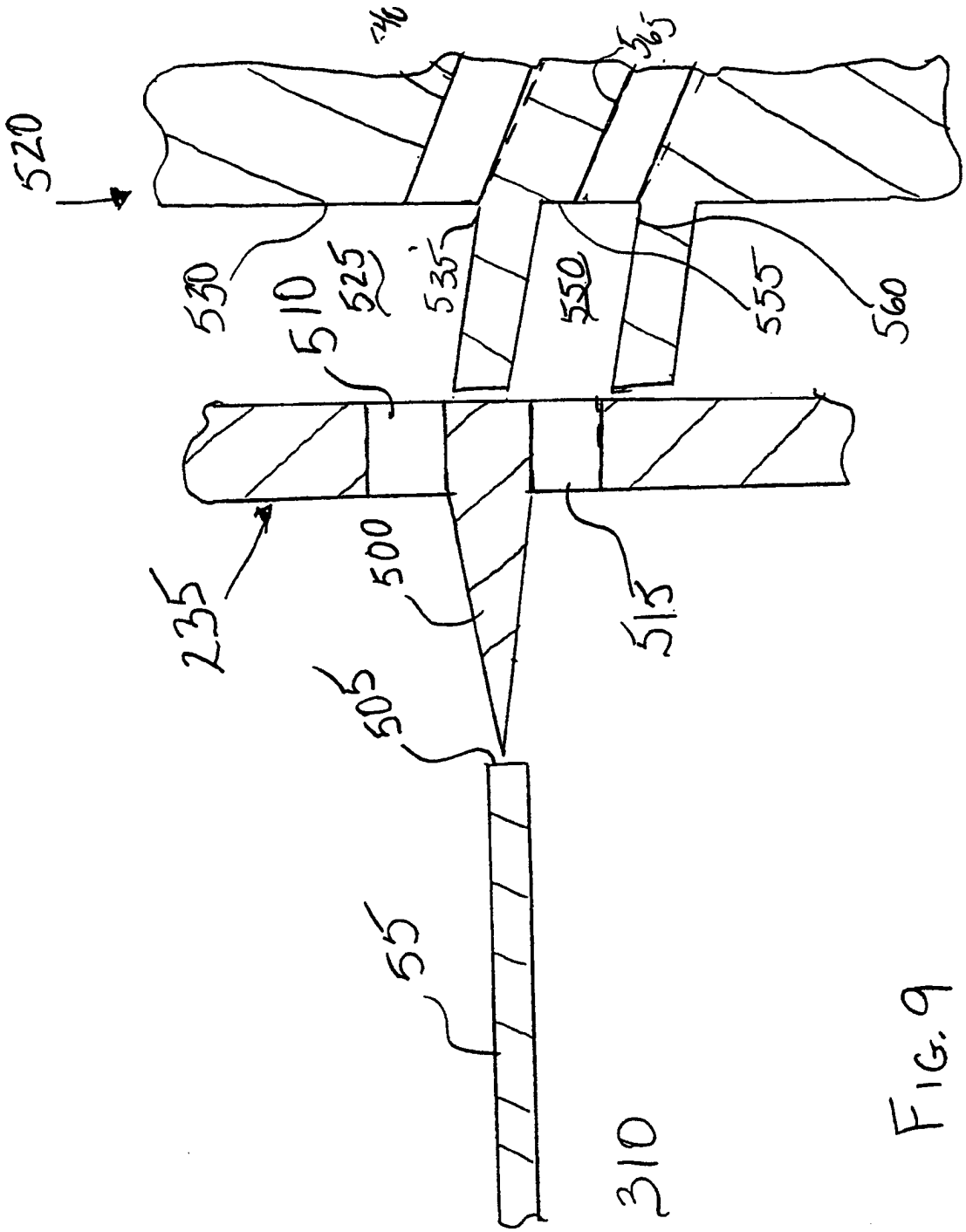

520
530
510
525
535
540
545
550
555
560
565
235
500
505
515
55
310

FIG. 9

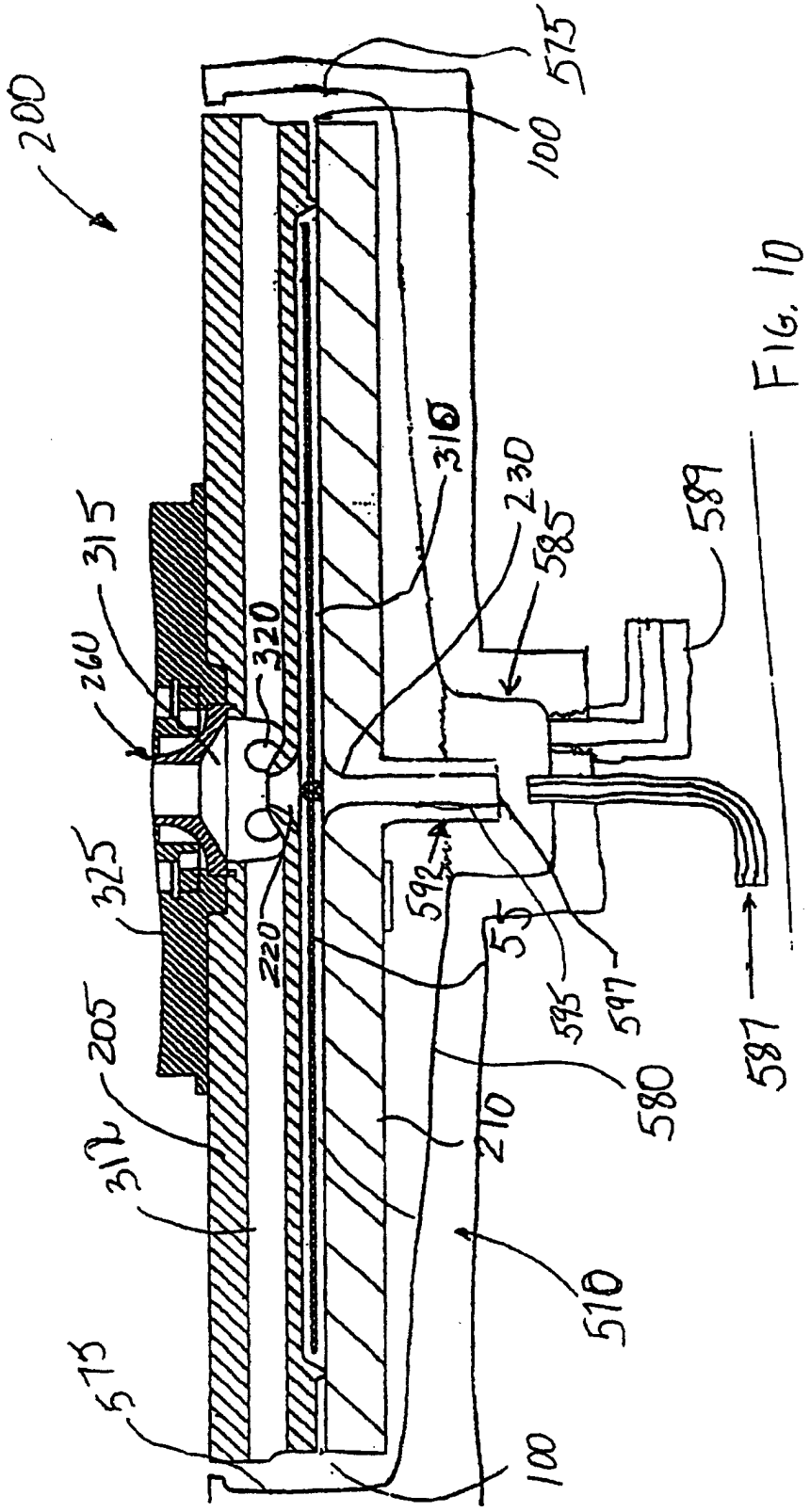

200
575
100
310
230
585
589
315
260
320
325
220
592
55
595
597
587
205
312
580
210
510
575
100

FIG. 10

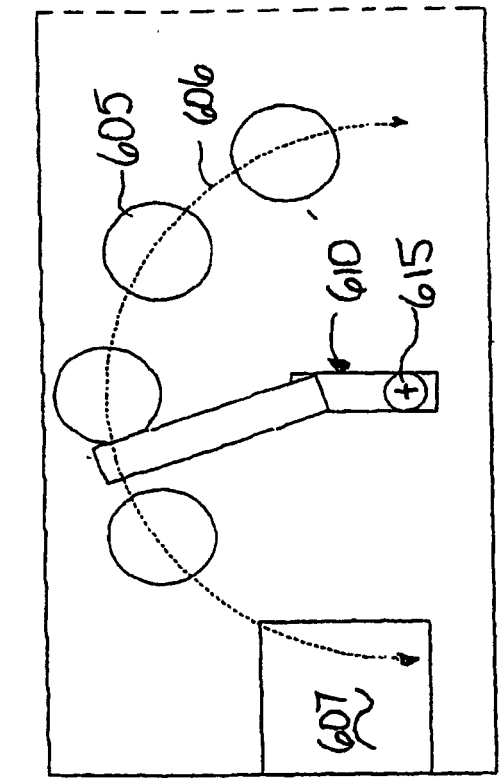


FIG. 11

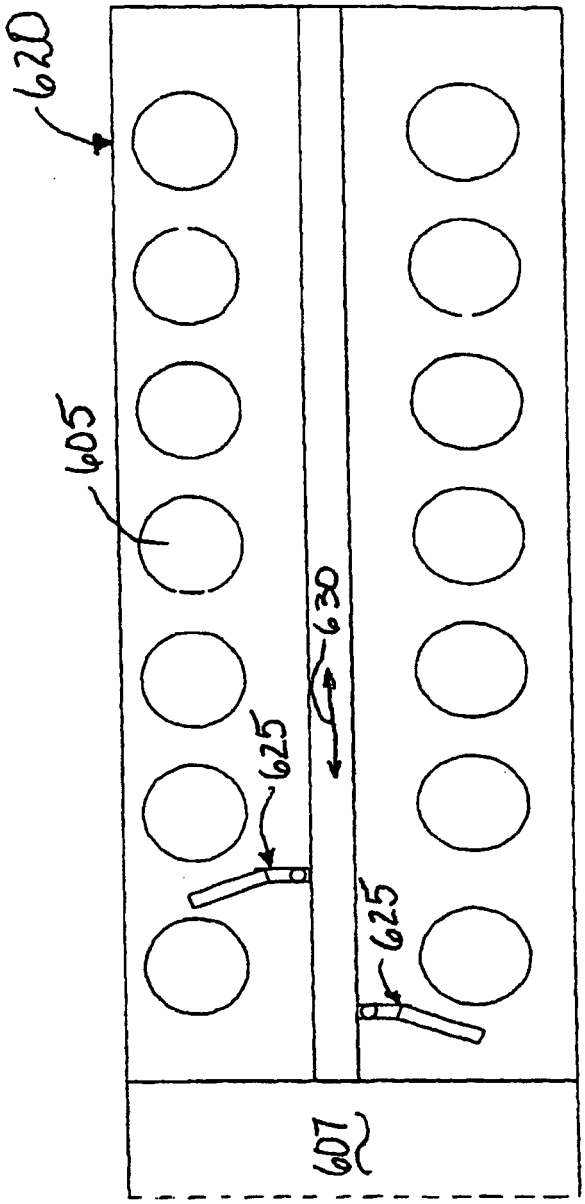


FIG. 12

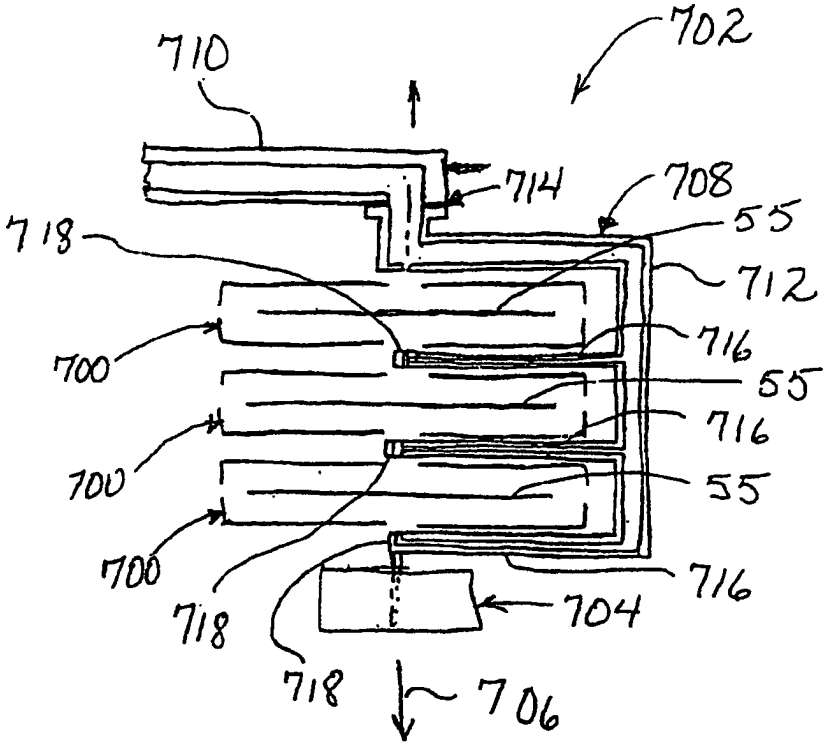

710
702
714
708
55
718
712
716
700
55
716
700
55
700
716
718
704
718
706

FIG. 13

FIG. 14

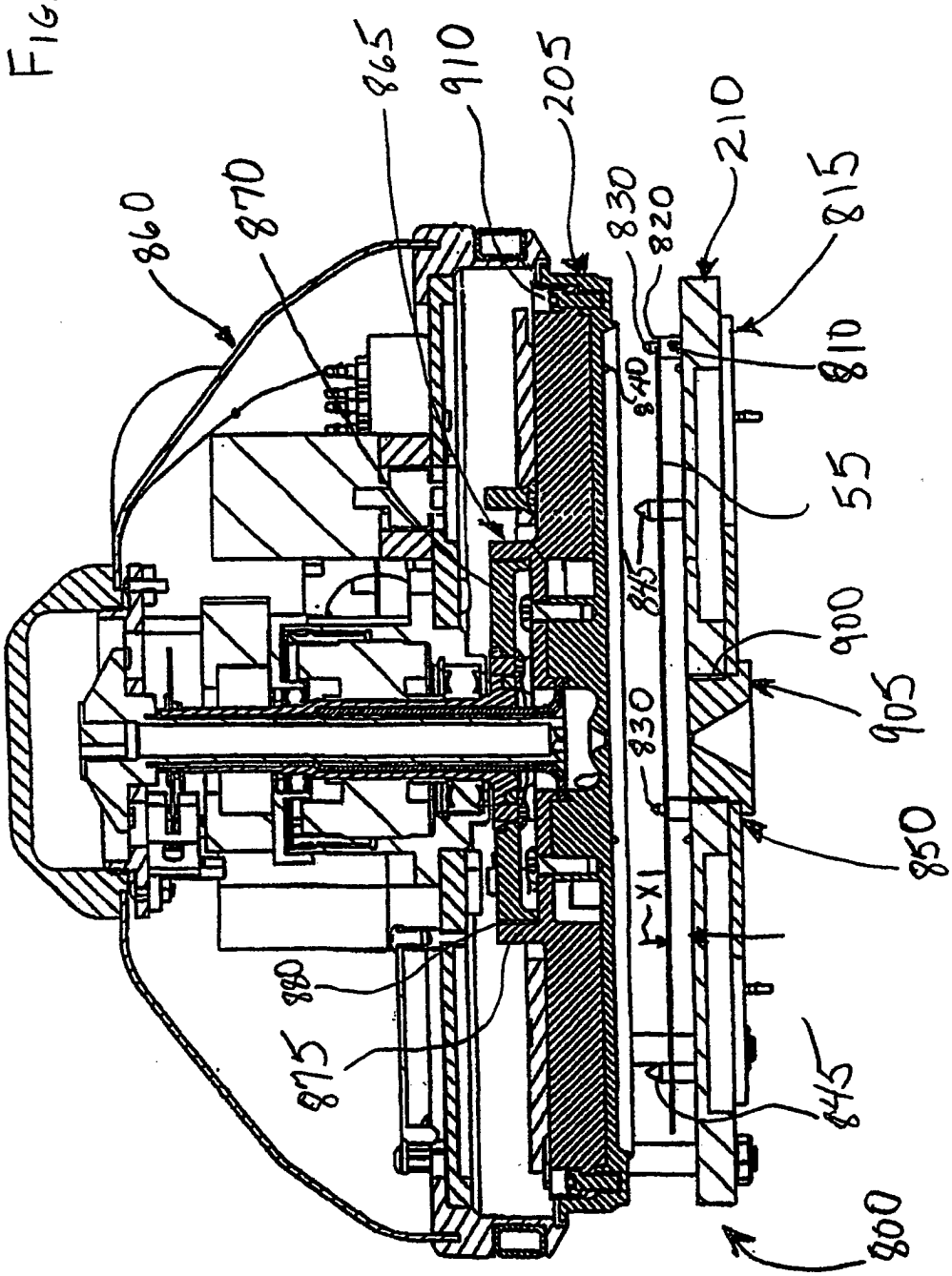
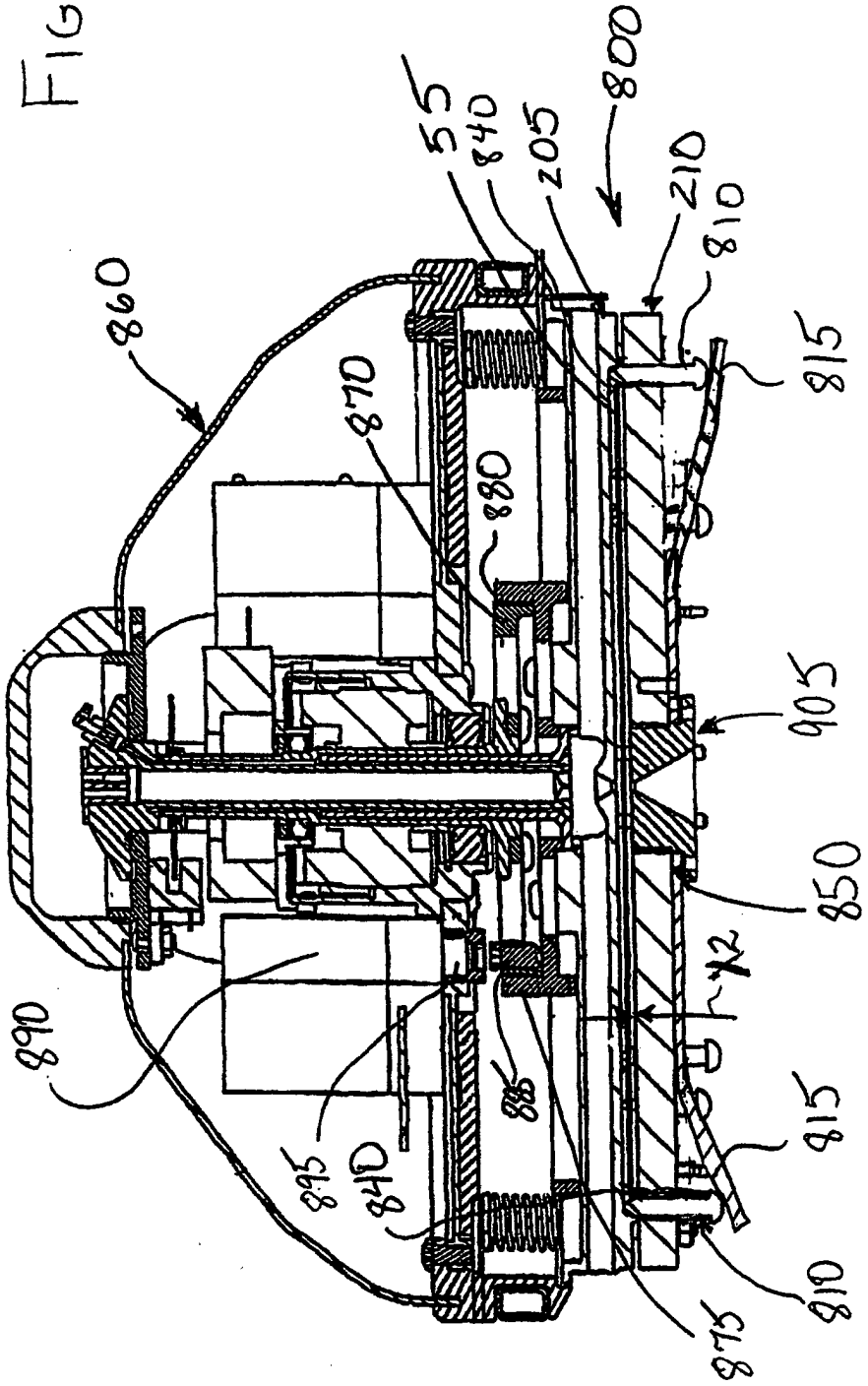

865
910
205
210
860
870
830
820
815
810
840
55
845
900
905
830
850
X1
880
875
845
800

FIG. 15


860
870
880
55
840
205
800
210
810
815
905
850
X2
890
895
840
885
815
810
875

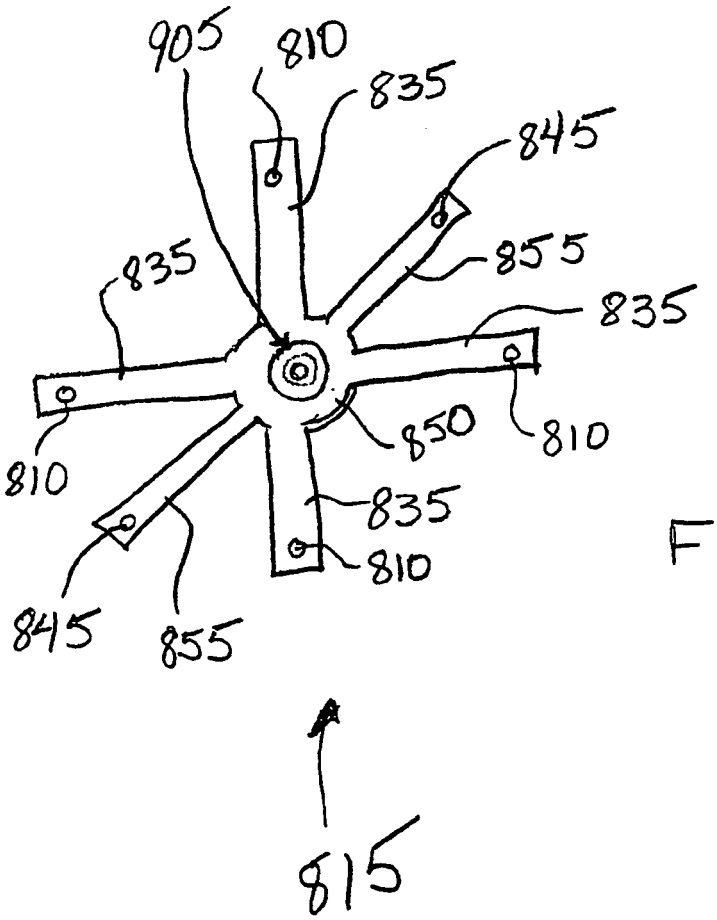
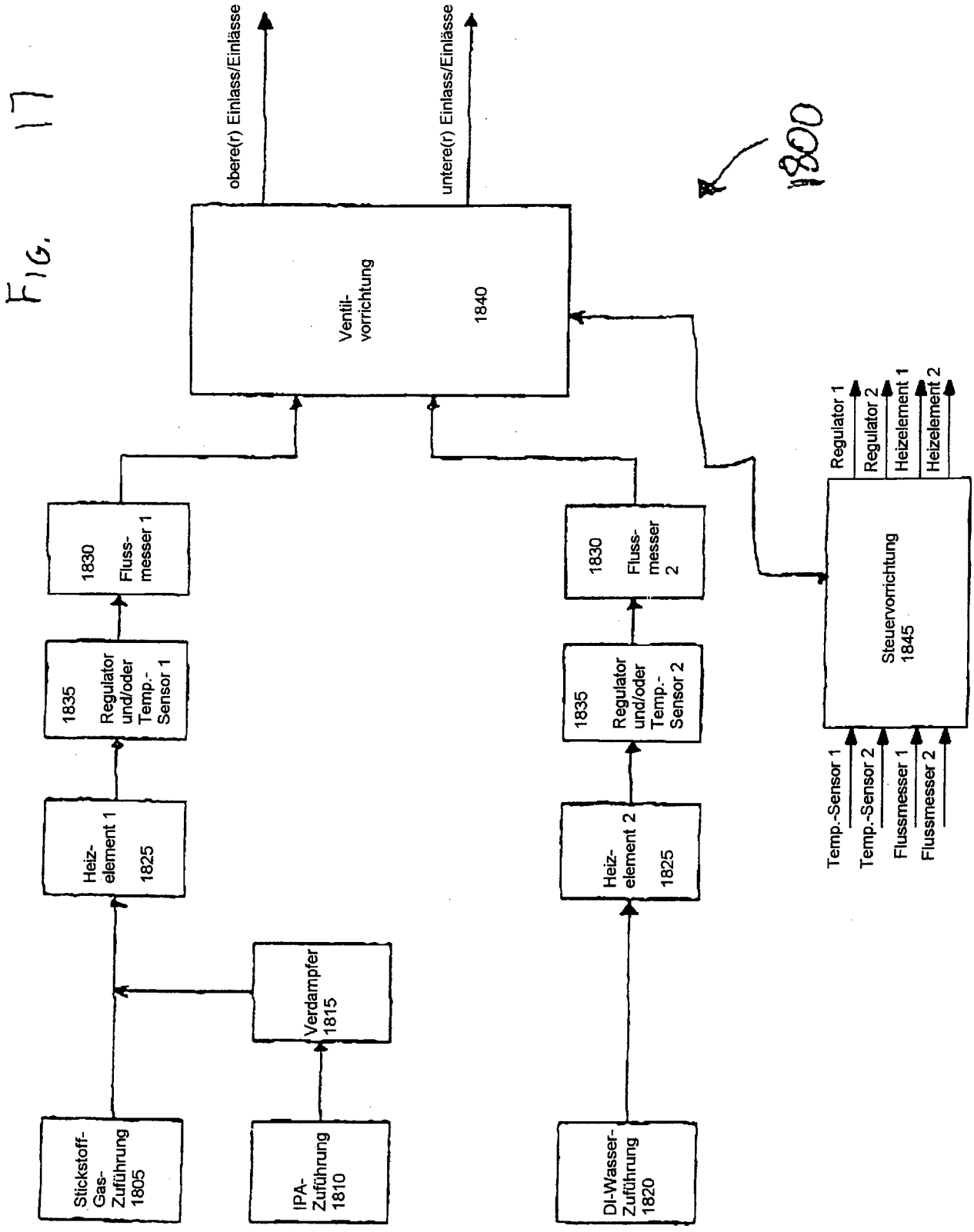


FIG. 16

Fig. 17


1800
obere(r) Einlass/Einlässe
untere(r) Einlass/Einlässe
Ventil-vorrichtung
1840
1830 Fluss-messer 1
1830 Fluss-messer 2
1835 Regulator und/oder Temp.-Sensor 1
1835 Regulator und/oder Temp.-Sensor 2
Heiz-element 1 1825
Heiz-element 2 1825
Verdampfer 1815
Stickstoff-Gas-Zuführung 1805
IPA-Zuführung 1810
DI-Wasser-Zuführung 1820
Steuervorrichtung 1845
Regulator 1
Regulator 2
Heizelement 1
Heizelement 2
Temp.-Sensor 1
Temp.-Sensor 2
Flussmesser 1
Flussmesser 2

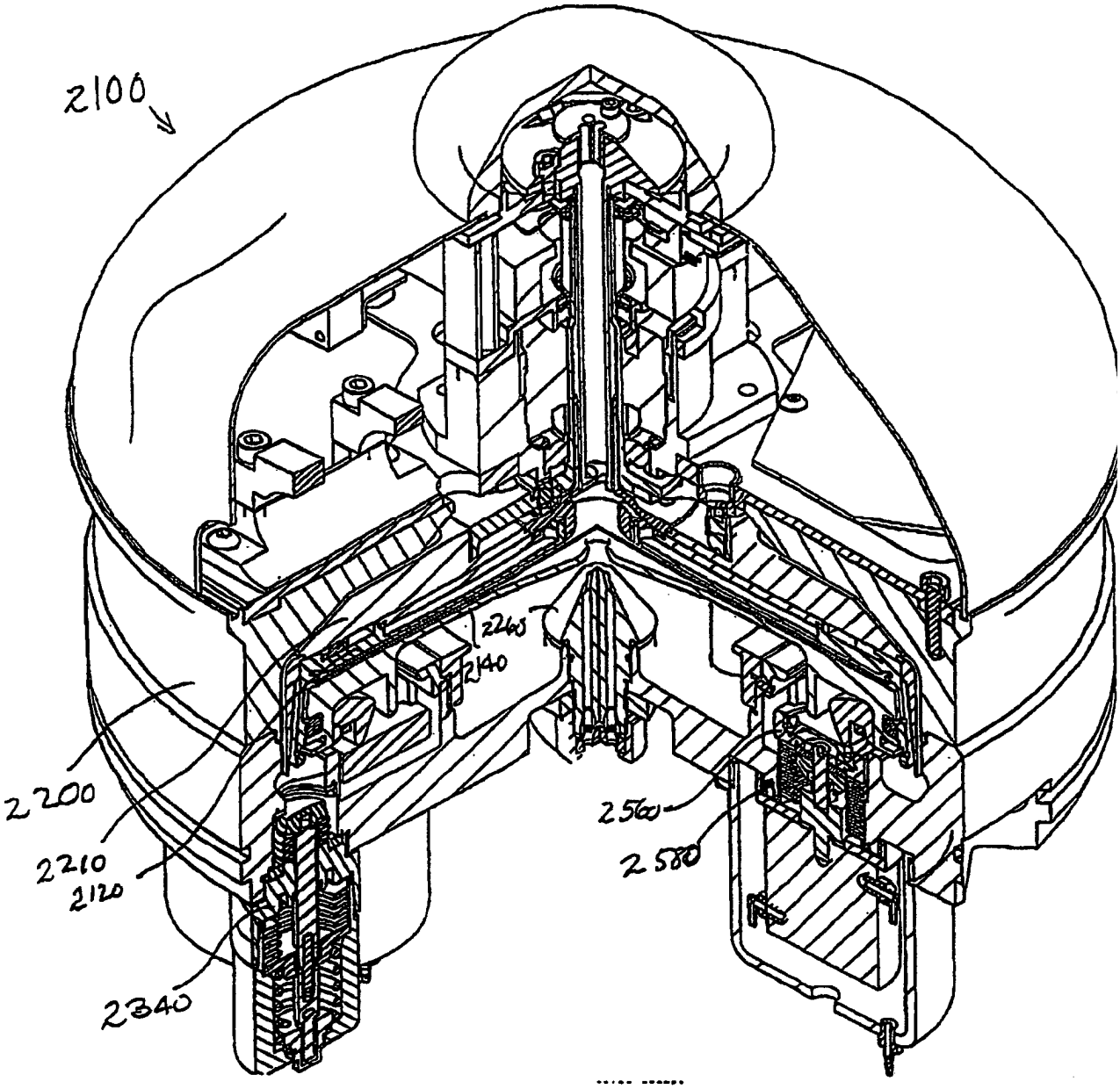
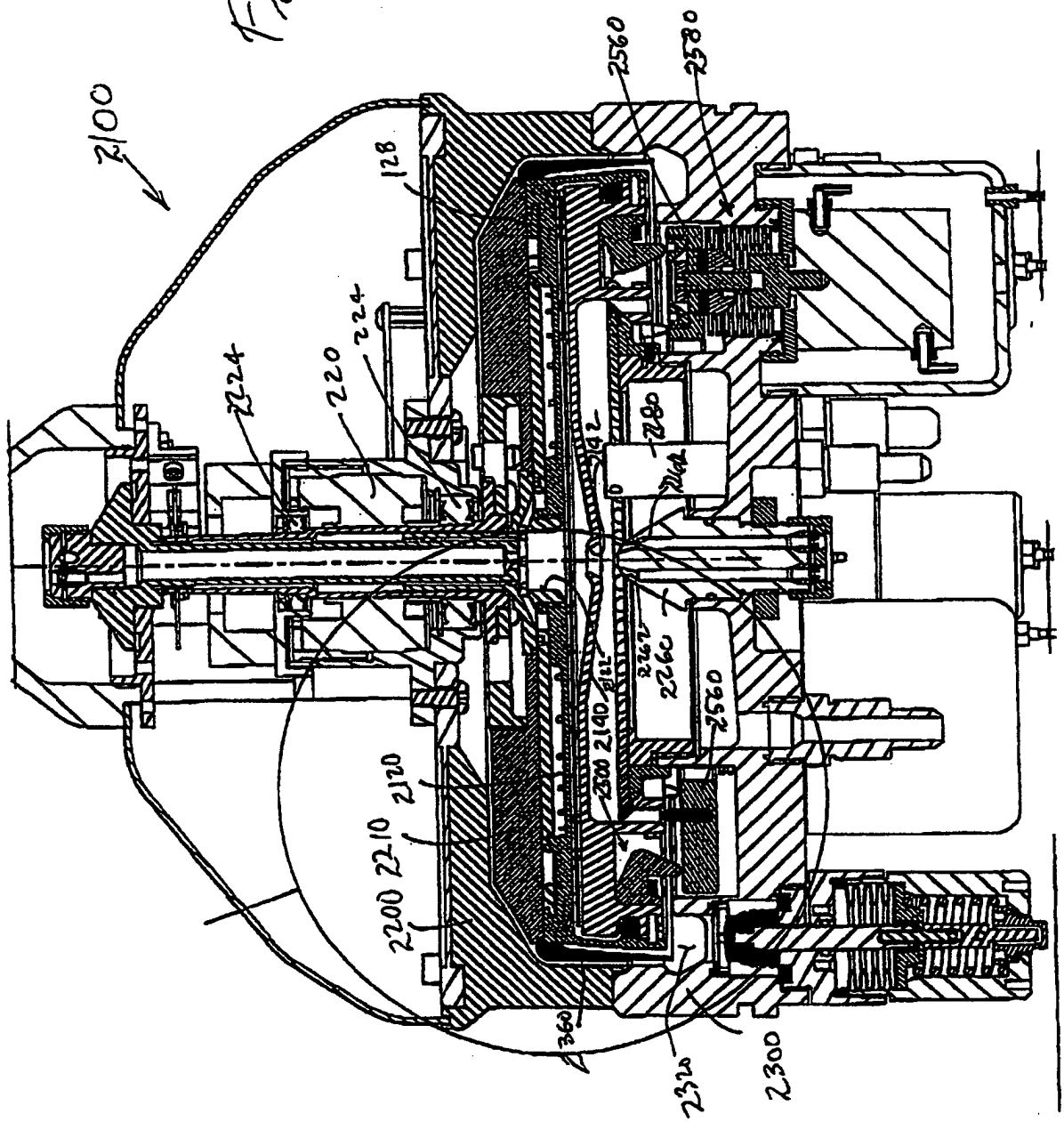


Fig. 18

Fig 19


2100
128
2560
2580
2224
220
224
2142
2280
2142
2262
2260
2560
2140
2300
2120
2210
2200
2360
2320
2300

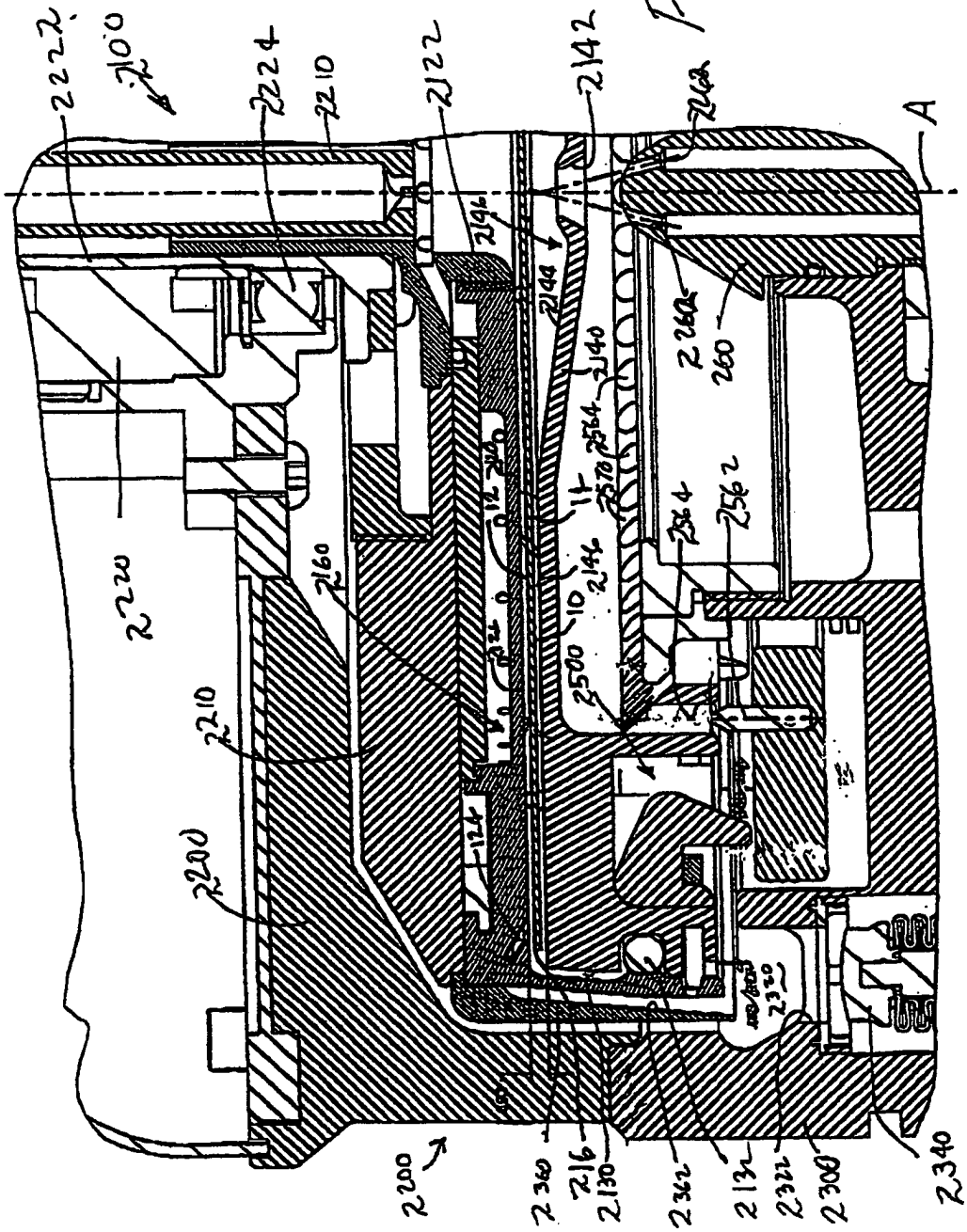

2222
2100
2224
2210
2122
2142
2262
A
2196
2144
2140
2260
2564
2570
2562
2220
2160
2146
2500
2210
2200
2200
2360
216
2130
2362
2132
2322
2300
2340

Fig 20

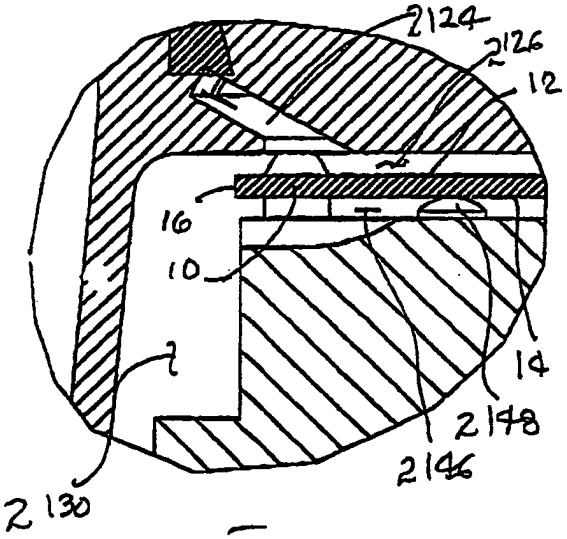

2124
2126
12
16
10
14
2148
2146
2130

Fig. 21

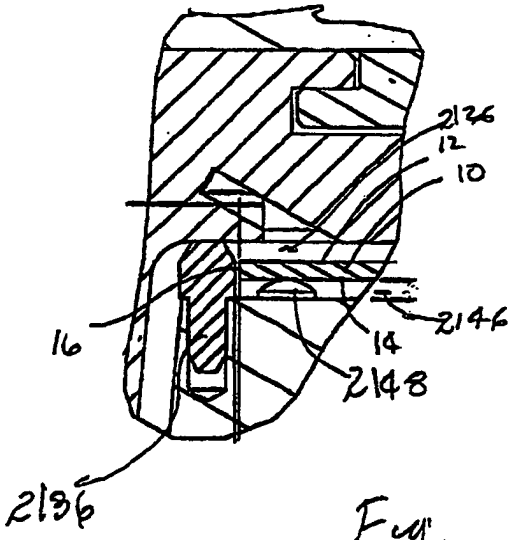

2126
12
10
16
14
2146
2148
2136

Fig. 22

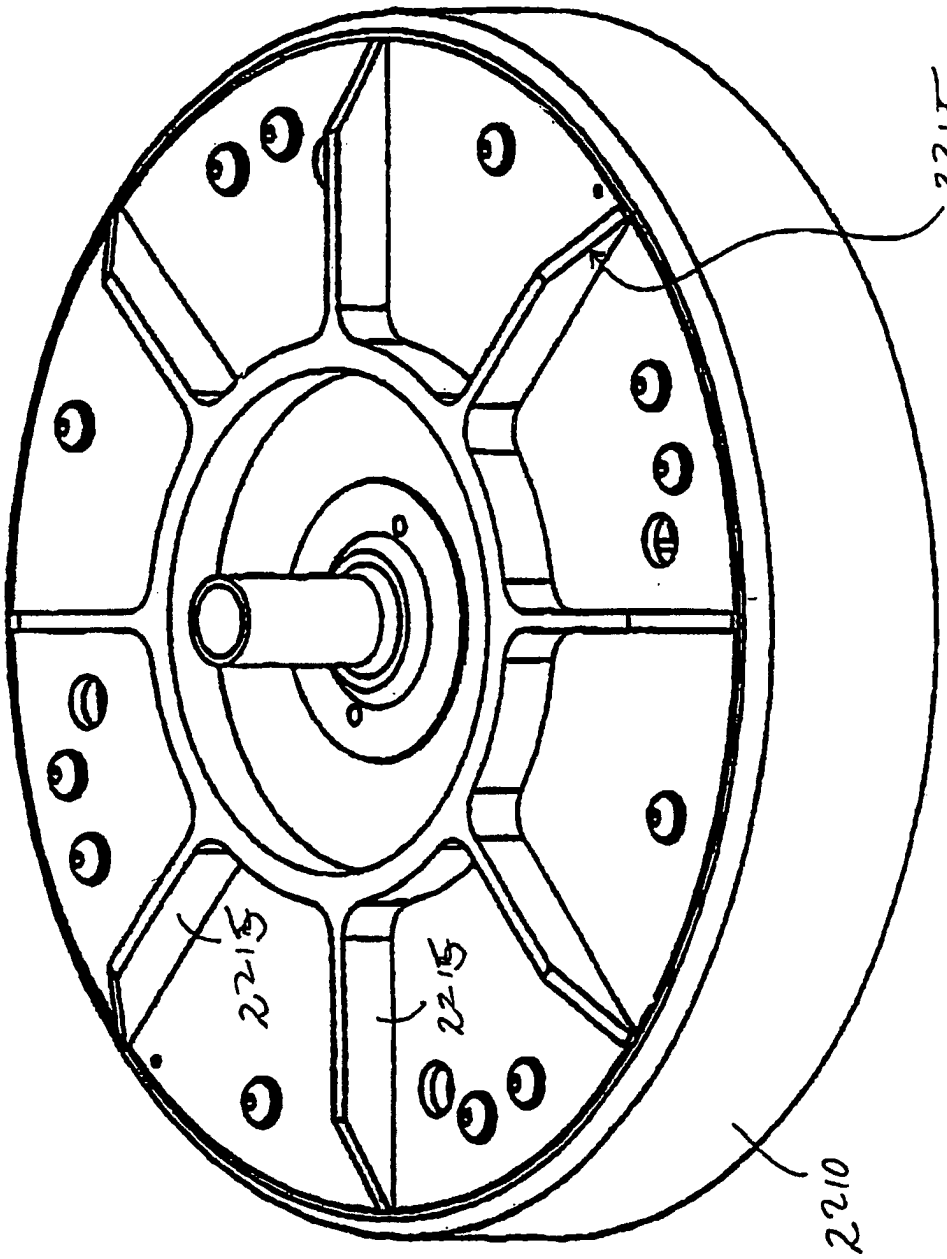


Fig 23

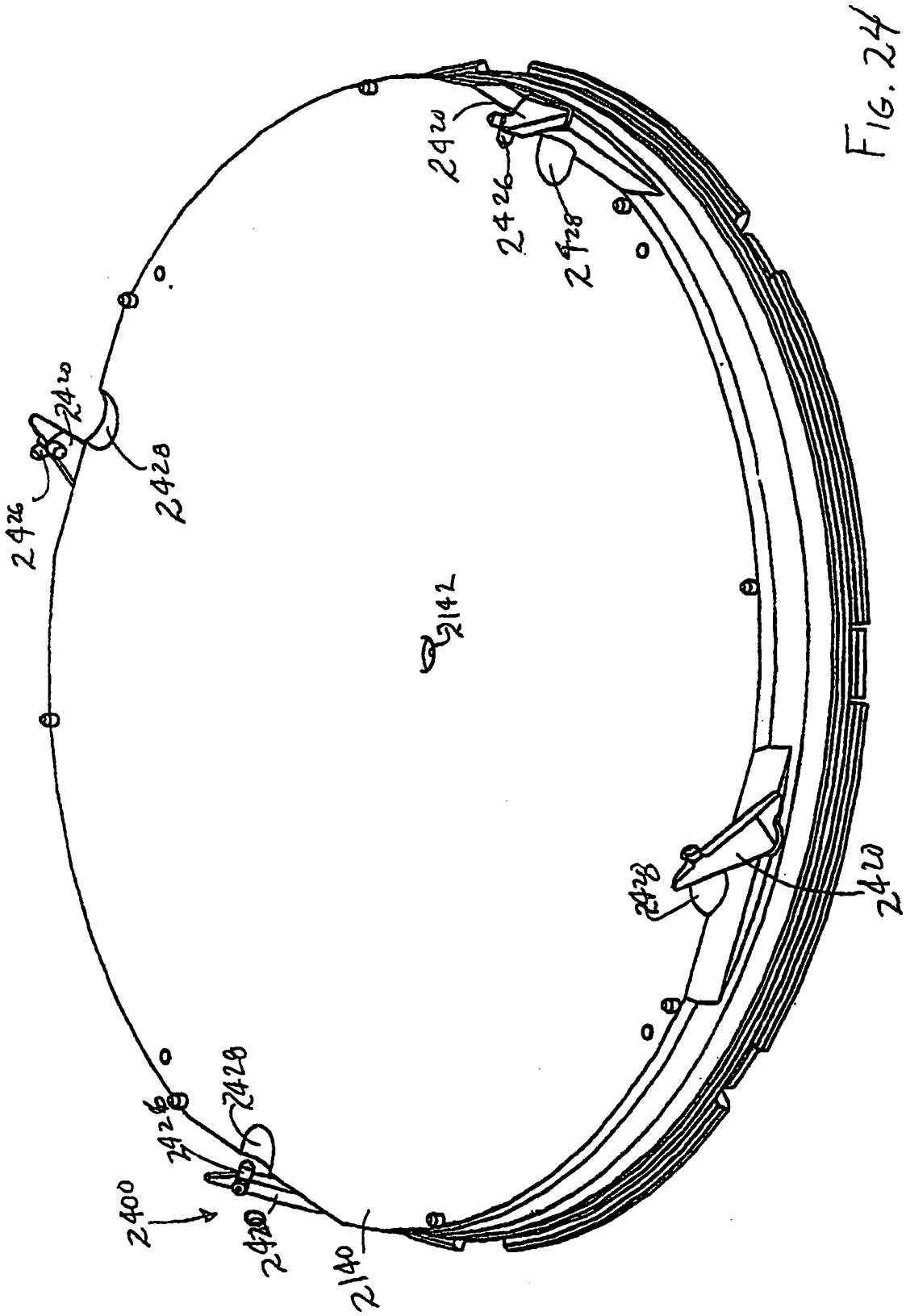


FIG. 24

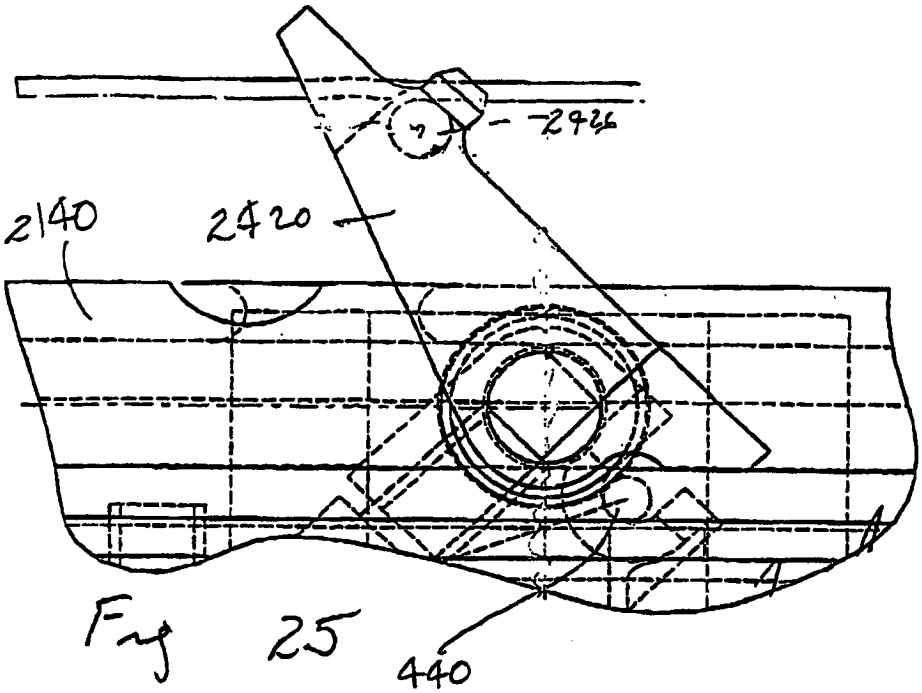


Fig 25

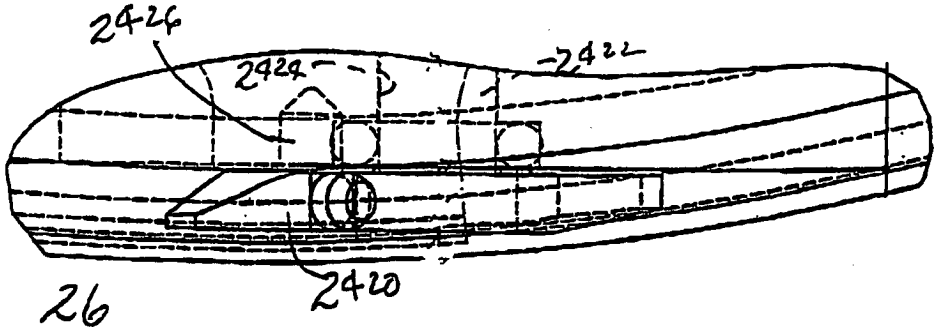


Fig 26