



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 600 15 788 T2 2005.11.10**

(12)

## Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 234 133 B1**

(51) Int Cl.7: **F16K 51/02**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **600 15 788.1**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US00/32563**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **00 982 295.8**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 01/040692**

(86) PCT-Anmeldetag: **29.11.2000**

(87) Veröffentlichungstag  
der PCT-Anmeldung: **07.06.2001**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **28.08.2002**

(97) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung beim EPA: **10.11.2004**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **10.11.2005**

(30) Unionspriorität:

**451664 30.11.1999 US**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**DE, FR, GB, IT, NL**

(73) Patentinhaber:

**Wafermasters Inc., San Jose, Calif., US; Tokyo  
Electron Ltd., Tokio/Tokyo, JP**

(72) Erfinder:

**YOO, Sik, Woo, Palo Alto, US; KURIBAYASHI,  
Hiromitsu, Teine-ku, JP**

(74) Vertreter:

**Wilhelms, Kilian & Partner, 81541 München**

(54) Bezeichnung: **KOMPAKTES SCHIEBERVENTIL**

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**

## STAND DER TECHNIK

## 1. Gebiet der Erfindung

**[0001]** Diese Erfindung betrifft im Allgemeinen Anlagen zur Halbleiterherstellung und insbesondere ein Absperrschieberventil zur Verwendung mit einem Reaktor zum schnellen thermischen Verarbeiten.

## 2. Beschreibung der verwandten Technik

**[0002]** In der Halbleiterindustrie sind neue Verarbeitungs- und Herstellungsverfahren entwickelt worden, um weiterhin Fortschritte in der Entwicklung von Halbleitervorrichtungen, insbesondere Halbleitervorrichtungen mit verringerten Abmessungen, zu machen. Ein derartiges Verarbeitungsverfahren ist als schnelles thermisches Verarbeiten (RTP) bekannt und verringert die Zeitspanne, während der eine Halbleitervorrichtung während der Verarbeitung hohen Temperaturen ausgesetzt ist. Das RTP-Verfahren umfasst typischerweise das Bestrahlen der Halbleitervorrichtung oder des Wafers mit einer ausreichenden Leistung, um die Temperatur des Wafers schnell zu erhöhen und ihn über eine Zeitspanne hinweg auf dieser Temperatur zu halten, die lang genug ist, um erfolgreich ein Herstellungsverfahren durchzuführen, jedoch Probleme, wie beispielsweise unerwünschte Dotandendiffusion, vermeidet, die sonst bei den hohen Verarbeitungstemperaturen auftreten würden.

**[0003]** Wie in der Halbleiterverarbeitungsindustrie weitgehend bekannt, erfordern Verarbeitungsverfahren, wie beispielsweise RTP, einen Herstellungsraum, um sicherzustellen, dass die Verarbeitung frei von Verunreinigungen und Partikeln ist, die die Herstellungspräzision beeinträchtigen können. Jedoch ist sowohl die Konstruktion als auch die Wartung von Reinräumen kostspielig. Daher sind Halbleiterwaferverarbeitungs-systeme, die große Standflächen benötigen, wirtschaftlich von Nachteil. Demgemäß haben Verarbeitungs-systemkonstrukteure versucht, Systeme zu konstruieren, die Komponenten mit kleineren, kompakteren und schmaleren Konstruktionen aufweisen.

**[0004]** Von besonderem Interesse für die vorliegende Erfindung sind Absperrschieberventilkonstruktionen, die bei dem Verarbeitungssystem verwendet werden, um beispielsweise Halbleiterwafer in verschiedenen Kammern zu isolieren, wenn sie zwischen Orten mit einem ersten Druck zu Bereichen mit einem zweiten Druck befördert werden. Obwohl das Konzept des Isolierens oder Abdichtens einer Kammer unter Verwendung von Absperrschieberventilen unkompliziert ist, kann die Konstruktion derartiger Ventile kompliziert sein, insbesondere aufgrund von

konkurrierenden Konstruktionserwägungen. Zum Beispiel muss das Absperrschieberventil einen angemessenen formschlüssigen Verschluss bereitstellen, der dem Verarbeitungsdruck und –vakuum standhalten kann. Am häufigsten wurde diesem Bedarf durch die Verwendung komplizierter Verbindungen nachgekommen, die typischerweise sowohl eine axiale als auch eine laterale Dichtwirkung erfordern. Zum Beispiel ist im U.S.-Patent Nr. 4,721,282 eine Vorrichtung offenbart, bei der eine anfängliche axiale Bewegung einer Welle die Hauptbewegung eines Absperrschieberelements in Richtung einer Verarbeitungskammeröffnung bereitstellt. Eine seitliche Nebenbewegung stellt für eine formschlüssige Dichtung die Bewegung des Absperrschieberelements gegen die Öffnung bereit.

**[0005]** Für den technischen Stand kann Bezug auf die U.S.-Patente Nr. 4,921,213, 5,013,009 und 5,820,104 genommen werden.

**[0006]** Bei dem im U.S.-Patent Nr. 4,921,213 offenbarten Ventil weist die Dichtfläche in Richtung der Kanten der Dichtflächen einen oberen, mittleren und unteren Bereich auf. Der obere und untere Bereich bilden jeweils einen stumpfen Winkel mit dem mittleren Bereich. Die Ebene des oberen Bereichs und die Ebene des mittleren Bereichs erstrecken sich fast senkrecht zur Gleitrichtung des Verschlusselements.

**[0007]** Im U.S.-Patent Nr. 5,013,009 ist ein Kryogenventil offenbart, das einen Absperrschieber mit einer Vertiefung aufweist, die in einer Seite des Absperrschiebers gebildet ist. Das U.S.-Patent Nr. 5,820,104 offenbart eine Absperrschieberventilbaugruppe, die einen Dichtungsblock mit einer Kontaktfläche umfasst, die im Wesentlichen senkrecht zur Betätigungsrichtung verläuft.

**[0008]** Aus den oben genannten Gründen wird ein Absperrschieberventil benötigt, das ein relativ kleines Volumen einnimmt, um eine kleine Prozessor-Standfläche aufrecht zu erhalten, und das eine angemessene Isolierung für die Verarbeitungskammer eines Verarbeitungssystems während der Halbleiterverarbeitung bereitstellt.

## ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

**[0009]** Die vorliegende Erfindung schafft eine Absperrschieberventilbaugruppe, die verwendet werden kann, um eine Halbleiterverarbeitungskammer abzudichten, um die Kammer zu isolieren und/oder Druck oder Vakuum darin aufrecht zu erhalten. Die Erfindung umfasst einen Absperrschieber, der mit einer axialen Linearwelle gekoppelt ist. Die axiale Welle wird unter Verwendung eines einzelnen Linearbetätigungsaktors angetrieben. Wie unten ausführlicher beschrieben, bezieht sich Betätigung auf die Bewegung der Absperrschieberventilbaugruppe, die be-

nötigt wird, um den Absperrschieber in einen Absperrschiebersitz zu bewegen. Daher bezieht sich bei der vorliegenden Erfindung die einzelne Betätigung auf die einzelne axiale Bewegung der Welle, um die Dichtungsfunktion bereitzustellen.

**[0010]** Der Absperrschieber der vorliegenden Erfindung weist eine zur Welle geneigte Oberfläche auf. Der Absperrschieber kann durch die Bewegung der axialen Welle gegen eine ebenso geneigte Absperrschiebersitzfläche gedrückt werden. Die geneigte Oberfläche überträgt die axiale Dichtkraft, die durch die axiale Welle bereitgestellt wird, in eine formschlüssige seitliche Dichtkraft, ohne die Welle oder den Absperrschieber seitlich zu bewegen. Die formschlüssige seitliche Dichtkraft drückt gegen die Dichtungen, typischerweise O-Ringe, in der Absperrschieberdichtfläche, um die Dichtung bereitzustellen. Vorteilhafterweise kann das Absperrschieberventil kleiner als andere gegenwärtig in der Technik bekannte Absperrschieberventile hergestellt werden, da die Dichtung durch eine einzelne axiale Betätigung bereitgestellt wird.

**[0011]** Bei einem Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung wird eine Ventilbaugruppe zur Verwendung mit einem Reaktor zum schnellen thermischen Verarbeiten geschaffen. Die Ventilbaugruppe umfasst einen Hauptkörper, der eine Mittelachse abgrenzt. Die Baugruppe umfasst des Weiteren einen Absperrschieber, der in dem Hauptkörper angeordnet ist und eine im Verhältnis zur Mittelachse des Hauptkörpers geneigte Oberfläche aufweist. In der Ventilbaugruppe ist eine Betätigungsbaugruppe enthalten. Die Betätigungsbaugruppe sorgt dafür, dass der Absperrschieber entlang der Mittelachse linear durch den Hauptkörper bewegt wird. Der Absperrschieber wird zwischen einer ersten Position, in der das Ventil offen ist, und einer zweiten Position, in der das Ventil geschlossen ist, bewegt.

**[0012]** Bei einem anderen Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung wird ein Ventil zur Verwendung mit einem Reaktor geschaffen. Das Ventil umfasst einen Hauptkörper mit einer Öffnung darin. Das Ventil umfasst ebenfalls ein Dichtmittel, das in dem Hauptkörper angeordnet ist, um die Öffnung abzudichten. Ein Betätigungsmittel ist in dem Ventil bereitgestellt, um das Dichtmittel axial im Verhältnis zum Hauptkörper zwischen einer ersten Position, in der der Reaktor abgedichtet ist, und einer zweiten Position, in der der Reaktor nicht abgedichtet ist, zu bewegen.

**[0013]** Diese und andere Aufgaben, Eigenschaften und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden aus der ausführlichen Beschreibung der unten dargestellten Ausführungsformen im Zusammenhang mit den beigefügten Zeichnungen leichter ersichtlich.

## KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

**[0014]** [Fig. 1A](#) und [Fig. 1B](#) sind schematische Veranschaulichungen jeweils einer Seitenansicht und einer Draufsicht einer Ausführungsform eines Halbleiterwaferverarbeitungssystems zur Verwendung mit der vorliegenden Erfindung;

**[0015]** [Fig. 2](#) ist ein Blockdiagramm einer Ausführungsform eines RTP-Reaktorsystems gemäß der vorliegenden Erfindung;

**[0016]** [Fig. 3](#) ist eine vereinfachte Querschnittsansicht einer Reaktorkammer wie in [Fig. 2](#) gemäß den Prinzipien der vorliegenden Erfindung;

**[0017]** [Fig. 4](#) ist eine vereinfachte Draufsicht auf ein Greifelement mit einem (in gestrichelter Linie gezeigten) Wafer gemäß der vorliegenden Erfindung;

**[0018]** [Fig. 5](#) ist eine vereinfachte schematische Veranschaulichung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

**[0019]** [Fig. 6](#) ist eine vereinfachte Veranschaulichung einer Ausführungsform von Widerstandsheizelementen gemäß der vorliegenden Erfindung;

**[0020]** [Fig. 6A](#) ist eine vereinfachte Veranschaulichung eines Abschnitts einer Ausführungsform eines Widerstandsheizelements der vorliegenden Erfindung;

**[0021]** [Fig. 6B–Fig. 6D](#) sind vereinfachte Veranschaulichungen von Ausführungsformen von Widerstandsheizelementen gemäß der vorliegenden Erfindung;

**[0022]** [Fig. 7A–Fig. 7C](#) sind verschiedene Ansichten einer Ausführungsform der kompakten Absperrschieberventilbaugruppe der vorliegenden Erfindung;

**[0023]** [Fig. 7D](#) ist eine vereinfachte Veranschaulichung von Kraftvektoren, die auf die Absperrschieberventilbaugruppe aus [Fig. 7A–Fig. 7C](#) gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wirken; und

**[0024]** [Fig. 8](#) ist eine vereinfachte Veranschaulichung der Ausführungsform aus [Fig. 3](#), die Temperaturzonen gemäß der vorliegenden Erfindung zeigt.

## AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG

**[0025]** [Fig. 1A](#) und [Fig. 1B](#) sind schematische Veranschaulichungen jeweils einer Seitenansicht und einer Draufsicht einer Ausführungsform eines Halbleiterwaferverarbeitungssystems **10**, das eine repräsentative Umgebung der vorliegenden Erfindung darstellt. Das repräsentative System ist vollständig in der

mitangemeldeten U.S.-Patentanmeldung, Serien-Nr. 09/451,677 offenbart. Das Verarbeitungssystem **10** umfasst eine Ladestation **12**, die mehrere Plattformen **14** aufweist, um eine Waferkassette **16** zu stützen und aufwärts und in eine Ladesperre **18** zu bewegen. Die Waferkassette **16** kann eine entfernbare Kassette sein, die entweder manuell oder mit automatisierten geführten Fahrzeugen (AGV) in eine Plattform **14** geladen wird. Die Waferkassette **16** kann ebenfalls eine feste Kassette sein, wobei in diesem Fall Wafer unter Verwendung herkömmlicher atmosphärischer Roboter oder Ladevorrichtungen (nicht gezeigt) auf die Kassette **16** geladen werden. Sobald sich die Waferkassette **16** im Inneren der Ladesperre **18** befindet, werden die Ladesperre **18** und die Transportkammer **20** auf atmosphärischem Druck gehalten oder sonst unter Verwendung einer Pumpe **50** auf einen Vakuumdruck heruntergepumpt. Ein Roboter **22** in der Transportkammer **20** dreht sich in Richtung der Ladesperre **18** und nimmt einen Wafer **24** aus der Kassette **16** auf. Ein Reaktor oder eine thermische Verarbeitungskammer **26**, die ebenfalls unter atmosphärischem Druck oder unter Vakuumdruck stehen kann, nimmt den Wafer **24** durch ein Absperrschieberventil **30** von dem Roboter **22** an. Optional können zusätzliche Reaktoren zu dem System hinzugefügt werden, beispielsweise der Reaktor **28**. Der Roboter **22** zieht sich daraufhin zurück und nachfolgend schließt sich das Absperrschieberventil **30**, um mit der Verarbeitung des Wafers **24** zu beginnen. Nachdem der Wafer **24** verarbeitet worden ist, öffnet sich das Absperrschieberventil **30**, um dem Roboter **22** zu ermöglichen, den Wafer **24** aufzunehmen und ihn in der Kühlstation **60** anzuordnen. Die Kühlstation **60** kühlt die gerade verarbeiteten Wafer, bevor sie zurück in eine Waferkassette in der Ladesperre **18** gebracht werden.

**[0026]** Gemäß der vorliegenden Erfindung sind die Reaktoren **26** und **28** RTP-Reaktoren, wie beispielsweise solche, die bei Wärmevergütungsverfahren verwendet werden. Bei anderen Ausführungsformen können die Reaktoren **26** und **28** ebenfalls andere Typen von Reaktoren sein, wie beispielsweise solche, die für Dotandendiffusion, thermische Oxidation, Nitrierung, chemische Bedampfung und ähnliche Verfahren verwendet werden. Die Reaktoren **26** und **28** sind im Allgemeinen horizontal versetzt angeordnet, jedoch sind die Reaktoren **26** und **28** bei einer bevorzugten Ausführungsform vertikal versetzt angeordnet (d.h. übereinander gestapelt), um die von dem System **10** belegte Bodenfläche zu minimieren. Die Reaktoren **26** und **28** sind an die Transportkammer **20** geschraubt und werden des Weiteren von einem Stützrahmen **32** gestützt. Prozessgase, Kühlmittel und elektrische Verbindungen können unter Verwendung von Schnittstellen **34** durch das hintere Ende der Reaktoren bereitgestellt werden.

**[0027]** Ein vereinfachtes Blockdiagramm eines

RTP-Reaktorsystems der vorliegenden Erfindung ist in **Fig. 2** gezeigt. Bei einer bevorzugten Ausführungsform kann das Reaktorsystem **200** eine Reaktorkammer **210**, einen Controller **212**, einen Verarbeitungssteuerungscomputer **214**, ein Gasnetz **216**, eine kompakte Absperrschieberventilbaugruppe **218** und eine Pumpenbaugruppe **220** umfassen. Jede Komponente des Systems ist unten ausführlicher beschrieben.

**[0028]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 3** ist nun eine vereinfachte Querschnittsansicht der Reaktorkammer **210** gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung gezeigt. Äußerlich kann die Reaktorkammer **210** eine Metallschale **205** sein, die vorzugsweise aus Aluminium oder einem ähnlichen Metall besteht und eine Öffnung aufweist, die in einer Seite der Schale **205** bereitgestellt und dafür ausgelegt ist, einen Wafer zur Verarbeitung aufzunehmen. Optional kann die Kammer zum Schutz von Benutzern und/oder Anlagen in der Nähe der Kammer **210** thermische Isolationsschichten **356**, **357**, **358** und **359** umfassen. Die Schichten können aus einer geeigneten Isolierung, wie beispielsweise Keramikfasermaterial, bestehen. Alternativ kann ein abnehmbarer wassergekühlter Mantel **360** oder eine ähnliche Vorrichtung verwendet werden, um die Kammer **210** zu umgeben. Der wassergekühlte Mantel **360** stellt sicher, dass der Reaktor nicht zu heiß wird und keine Gefahr für in der Nähe befindliche Anlagen oder Personal darstellt.

**[0029]** Für ein einfaches Verständnis werden die in **Fig. 3** gezeigten Ausführungsformen der Reaktorkammer **210** in drei Abschnitten beschrieben. Jeder Abschnitt weist Komponenten auf, die gemäß der allgemeinen Funktion, die von dem spezifischen Abschnitt ausgeführt wird, gruppiert sind. Die Abschnitte umfassen: den Verarbeitungskammerabschnitt, den Heizabschnitt und den Waferlade- und -entladeabschnitt.

**[0030]** Wie in **Fig. 3** gezeigt, kann der Verarbeitungskammerabschnitt im Allgemeinen eine Verarbeitungskammer oder -röhre **230** mit geschlossenem Ende umfassen, die einen inneren Hohlraum **232** abgrenzt. Bei einer Ausführungsform kann die Röhre **230** mit einem im Wesentlichen rechtwinkligen Querschnitt konstruiert sein und ein minimales Innenvolumen aufweisen, das den Wafer **236** umgibt. Bei dieser Ausführungsform ist das Volumen der Röhre **230** gewöhnlich nicht größer als  $5000 \text{ cm}^3$ , vorzugsweise beträgt das Volumen weniger als etwa  $3000 \text{ cm}^3$ . Eine Folge des kleinen Volumens besteht darin, dass leichter eine gleichförmige Temperatur erreicht wird. Zudem ermöglicht das kleine Röhrenvolumen, dass die Reaktorkammer **210** kleiner konstruiert wird, und als Folge davon kann das System **100** kleiner hergestellt werden, wodurch weniger Reinraumbodenfläche benötigt wird. Die kleinere Reaktorgröße in Ver-

bindung mit der Verwendung der Roboterladevorrichtung ermöglicht, dass mehrere Reaktoren im System **100** verwendet werden, indem die Reaktoren vertikal gestapelt werden, wie in [Fig. 1A](#) gezeigt. Die Röhre **230** besteht aus Quarz, kann jedoch aus Siliciumcarbid,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  oder einem anderen geeigneten Material bestehen.

**[0031]** Um ein Verfahren durchzuführen, sollte eine Quarz-Röhre **230** unter Druck gesetzt werden können. Typischerweise sollte die Röhre **230** einem Innendruck von etwa  $0,001 \text{ kg/cm}^2$  bis  $1000 \text{ kg/cm}^2$ , vorzugsweise zwischen etwa  $0,1 \text{ kg/cm}^2$  und etwa  $760 \text{ kg/cm}^2$ , standhalten können.

**[0032]** Bei einer anderen Ausführungsform befinden sich Waferstützabstandsbolzen **234** in der Röhre **230**, die den einzelnen Wafer **236** stützen. Die Abstandsbolzen **234** können aus jedem hochtemperaturfesten Material, wie beispielsweise Quarz, bestehen. Die Abstandsbolzen **234** können eine Höhe zwischen etwa  $50 \mu\text{m}$  und etwa  $20 \text{ mm}$  aufweisen. Um die Temperatur des Wafers **236** während der Verarbeitung zu überwachen, kann mindestens ein Thermoelement in mindestens einen Abstandsbolzen **234** eingebettet sein.

**[0033]** Eine Öffnung oder ein Loch **238** am linken Ende der Röhre **230** bietet Zugriff für das Laden und Entladen des Wafers **236** vor und nach der Verarbeitung. Das Loch **238** kann eine relativ kleine Öffnung sein, jedoch eine Höhe und Breite aufweisen, die groß genug sind, um einen Wafer mit einer Stärke von etwa  $0,5$  bis  $2 \text{ mm}$  und einem Durchmesser von bis zu etwa  $300 \text{ mm}$  ( $\sim 12 \text{ Zoll}$ ) aufzunehmen, wobei ein Roboterarm **22** dadurch hindurch geführt wird. Die Höhe des Lochs **238** ist nicht größer als etwa  $18 \text{ mm}$  bis  $50 \text{ mm}$  und vorzugsweise nicht größer als  $20 \text{ mm}$ . Die relativ kleine Öffnungsgröße unterstützt die Verringerung von Strahlungswärmeverlust aus der Röhre **230**. Ebenfalls hält die kleine Öffnungsgröße die Anzahl von Partikeln gering, die in den Hohlraum **230** eindringen, und ermöglicht eine einfachere Wartung der isothermischen Temperaturumgebung. Bei einer Ausführungsform kann sich ein Rand des Wafers **236** während eines Verarbeitungsvorgangs nicht weniger als  $50 \text{ mm}$  von dem Loch **238** befinden, wenn der Wafer auf Abstandsbolzen **234** angeordnet ist.

**[0034]** [Fig. 4](#) ist eine vereinfachte schematische Veranschaulichung eines Roboterarms **22**, der den Wafer **236** auf Abstandsbolzen **234** lädt. Wie in [Fig. 4](#) gezeigt, befindet sich ein Greifelement **62** am Ende des Roboterarms **22**. Bei einer Ausführungsform drückt der Roboterarm **22** das Greifelement **62** durch das Loch **238** und senkt den Wafer **236** nachfolgend auf die Abstandsbolzen **234**. Um den Wafer **236** zu halten und zu transportieren, kann das Greifelement **62** eine beliebige Anzahl von Zinken **64**, gewöhnlich

einen oder mehrere, vorzugsweise zwei, aufweisen. Die Zinken **64** sind so bemessen und voneinander beabstandet, dass die Zinken **64**, wenn das Greifelement **62** in die Röhre **230** eintritt, einen Kontakt mit den Abstandsbolzen **234** vermeiden. Jeder Zinken **64** eines Greifelements **62** weist mindestens einen Waferkontaktpunkt **66** auf. Vorzugsweise weist das Greifelement **62** insgesamt mindestens drei Kontaktpunkte auf. Die Kontaktpunkte **66** sind mit einem minimalen Oberflächenbereich konstruiert, um einen minimalen Kontaktbereich zwischen dem Wafer **236** und den Kontaktpunkten **66** bereitzustellen. Bei einer bevorzugten Ausführungsform kann der Gesamtkontaktbereich zwischen den Kontaktpunkten **66** und dem Wafer **236** weniger als etwa  $350 \text{ mm}^2$ , vorzugsweise weniger als  $300 \text{ mm}^2$ , betragen.

**[0035]** [Fig. 5](#) zeigt eine alternative Ausführungsform der Reaktorkammer **210**, die die Aufrechterhaltung der strukturellen Integrität der Quarz-Röhre **230** während der Hochtemperaturverarbeitung unterstützen kann. Bei dieser Ausführungsform kann ein externer Hohlraum **240** um die Röhre **230** gebildet und mit Luft oder vorzugsweise  $\text{N}_2$ ,  $\text{O}_2$  oder anderen Prozessgasen gefüllt sein. Die Verwendung reiner Gase zum Befüllen des externen Hohlraums kann die Verlängerung der Lebensdauer anderer Komponenten, wie beispielsweise Heizelemente, die sich im Hohlraum **240** befinden können, unterstützen. Bei einer bevorzugten Ausführungsform kann der externe Hohlraum **240** auf demselben oder einem geringeren Druck wie der innere Hohlraum **232** gehalten werden ( $P_1 \leq P_2$ ). Bei einer Ausführungsform kann die Röhre **230** typischerweise durch das Absperrschieberventil **218** in Kommunikation mit der Ladesperre **18** stehen, so dass der Druck in der Röhre **230** dem Druck in der Ladesperre **18** entsprechen kann ( $P_2 = P_3$ ). Bei dieser Ausführungsform erzeugt der Druckunterschied zwischen dem externen Hohlraum **240** und der Röhre **230** eine Kraft auf die Innenwände der Röhre **230**. Um den Druckunterschied zu erzeugen, wird der externe Hohlraum **240** direkt an der Öffnung **534** und durch das Pumpenrohr **537** evakuiert. Die Röhre **230** wird durch die Ladesperre **18** an der Öffnung **535** und durch das Ladesperrenrohr **536** evakuiert. Das Pumpenrohr **537** und das Ladesperrenrohr **536** treffen sich am Röhrenschnittpunkt **538** und werden als ein Rohr **539** zur Pumpenbaugruppe **220** fortgeführt. Da das kombinierte Volumen der Ladesperre **18** und der Röhre **230** größer ist als das Volumen des externen Hohlraums **240**, kann der Druck im externen Hohlraum **240** folglich kleiner sein als der in der kombinierten Konfiguration aus Ladesperre **18** und Röhre **230**. Auf diese Weise kann der Innendruck in der Röhre **230** dafür verwendet werden, die Röhre **230** gegen Defekte zu verstärken und stellt sicher, dass die strukturelle Integrität der Röhre **230** aufrecht erhalten wird.

**[0036]** Die Pumpenbaugruppe **220** kann jede für

das Erzeugen der erforderlichen Prozessdrücke in der Kammer **210** geeignete Pumpe umfassen. Die Pumpenbaugruppe **220** kann ebenfalls anderen Zwecken dienen, die im Allgemeinen von einer Pumpe in einem Verarbeitungssystem gefordert werden. Zum Beispiel kann die Pumpenbaugruppe **220** dafür verwendet werden, den Druck in der Verarbeitungskammer **230** herunterzupumpen oder ein Vakuum darin zu erzeugen, so dass die Abkühlgeschwindigkeit in der Kammer gesteuert werden kann. Eine beispielhafte Pumpenbaugruppe kann eine mechanische Pumpe vom Modell HC-60B umfassen, die bei Kashiya Industries Ltd. erhältlich ist.

[0037] Wiederum unter Bezugnahme auf [Fig. 3](#) ist der Heizabschnitt der vorliegenden Erfindung so konfiguriert, dass er den Verarbeitungskammerabschnitt umgibt. Der Heizabschnitt umfasst Heizelemente, vorzugsweise Widerstandsheizelemente **246**. Bei einer bevorzugten Ausführungsform wird eine Vielzahl von Heizelementen **246** verwendet, um einen oberen und einen unteren Abschnitt der Röhre **230** zu umgeben. Bei einer in [Fig. 6](#) gezeigten Ausführungsform können die Widerstandsheizelemente **246** parallel in der Kammer **210** angeordnet sein. Jedes Element **246** befindet sich relativ nahe bei jedem anderen Element. Zum Beispiel kann jedes Widerstandsheizelement **246** um einen Abstand  $\beta$  von dem nächstgelegenen Heizelement beabstandet sein, der zwischen 5 mm und 50 mm, vorzugsweise zwischen etwa 10 mm und 20 mm, betragen kann. Dementsprechend stellt der enge Abstand der Heizelemente **246** eine gleichmäßige Verteilung der Heiztemperatur im gesamten Wafer bereit, der in dem Hohlraum **232** angeordnet ist.

[0038] [Fig. 6A](#) zeigt ein beispielhaftes Heizelement **246** gemäß den Prinzipien der vorliegenden Erfindung. Das Widerstandsheizelement **246** umfasst einen Widerstandsheizelementkern **250** und einen Fadendraht **252**. Der Kern **250** besteht gewöhnlich aus Keramikmaterial, kann jedoch aus jedem hochtemperaturfesten nicht leitenden Material bestehen. Der Fadendraht **252** ist herkömmlicherweise um den Kern **250** gewickelt, um das Ausstrahlen einer optimalen Menge an Strahlungswärmeenergie von dem Element zu ermöglichen. Der Fadendraht **252** kann jeder geeignete widerstandsheizbare Draht sein, der für ein erhöhtes thermisches Ansprechverhalten und Hochtemperaturstabilität aus einem Material mit großer Masse hergestellt ist, wie beispielsweise SiC, SiC-beschichtetes Graphit, Graphit, NiCr, AlNi und anderen Legierungen. Vorzugsweise ist der Widerstandsheizfadendraht **252** aus einem Material hergestellt, das aus einer Al-Ni-Fe-Kombination besteht und gewöhnlich als Kantal A-1 oder AF bekannt und bei Omega Corp. in Stamford, Connecticut erhältlich ist.

[0039] Optional können die Widerstandsheizele-

mente **246**, wie in [Fig. 6B–Fig. 6D](#) gezeigt, in verschiedenen Konfigurationen angeordnet sein, die beispielsweise kreisförmige, Zickzack-, kreuzschraffierte Muster und dergleichen umfassen können. Die variablen Muster können in der Lage sein, eine optimalere Temperaturverteilung bereitzustellen und die Möglichkeit von Temperaturschwankungen auf der gesamten Oberfläche des Wafers weiter verringern.

[0040] Vorteilhafterweise kann eine direkte Leitungsspannung zwischen etwa 100 Volt und etwa 500 Volt verwendet werden, um die Widerstandselemente zu betreiben. Daher wird bei der vorliegenden Erfindung kein komplexer Stromtransformator zur Steuerung der Ausgabe der Widerstandsheizelemente **246** benötigt.

[0041] Unter Bezugnahme auf [Fig. 7A–Fig. 7D](#) und wiederum unter Bezugnahme auf [Fig. 3](#) umfasst der Lade- und Entladebereich der Kammer **210** die Absperrschieberventilbaugruppe **218**, die im Allgemeinen an dem Loch **238** mit der äußeren Schale **205** verbunden ist. Im Absperrschieberventilhauptkörper **300** befindlich und entlang der Mittelachse **301** des Ventils ausgerichtet sind der Absperrschieber **304**, der Faltenbalg **306**, die Rohranschlusschnittstelle **308**, die lineare Antriebswelle **310** und der Aktuator **326**, die alle zur Bereitstellung der Absperrschieberventilbaugruppe **218** zusammengesetzt sind. Bei einer bevorzugten Ausführungsform grenzt der Ventilhauptkörper **300** eine Durchlassöffnung **317** ab. Die Durchlassöffnung **317** weist ein erstes Ende **321**, das durch das Absperrschieberventil **218** anfänglichen Zugriff auf den Reaktor bereitstellt, und ein zweites Ende **323** auf, das ein Loch oder eine Öffnung **302** aufweist, die so konfiguriert ist, dass sie dem Loch **238** der Quarzröhre **230** entspricht. Die Geometrie und Abmessungen des Ventillochs **302** entsprechen im Allgemeinen denen des Reaktorlochs **238**, so dass das Ventilloch **302** und das Reaktorloch **238** zusammen verwendet werden können, um eine Dichtung bereitzustellen, die ein gewähltes Vakuum oder eine Druckumgebung in der Röhre **230** aufrecht erhält oder den Hohlraum **232** während der Waferverarbeitungsvorgänge isoliert.

[0042] Der Absperrschieber **304** ist eine längliche Platte, die an einem oberen Ende der Antriebswelle **310** befestigt ist. Die längliche Platte ist zur Abdichtung von schlitzartigen Öffnungen, wie beispielsweise das Ventilloch **302**, gut geeignet. Es versteht sich, dass die Geometrie des Absperrschiebers **304** verändert werden kann, um anders geformte Öffnungen aufzunehmen. Wie in [Fig. 7A](#) und [Fig. 7B](#) gezeigt, kann der Absperrschieber **304** vorzugsweise im Verhältnis zur Mittelachse **301** geneigt sein; um die geneigte Fläche **313** zu bilden. Die geneigte Fläche **313** kann in jedem beliebigen Winkel, beispielsweise zwischen etwa 5° und etwa 85°, geneigt sein, der für die korrekte Ausführung der vorliegenden Erfindung an-

gemessen geeignet ist. Bei einer bevorzugten Ausführungsform ist die geneigte Fläche **313** in einem Winkel zwischen etwa  $30^\circ$  und etwa  $60^\circ$ , vorzugsweise etwa  $45^\circ$ , zur Achse **301** abgewinkelt. Auf einem oberen und einem unteren Abschnitt der geneigten Fläche **313** befinden sich die Kontaktabschnitte **312** und **314**, die sich entlang der länglichen Länge des Absperrschiebers **304** erstrecken. Bei einer bevorzugten Ausführungsform kann die geneigte Fläche **313** eine hochpolierte Oberfläche aufweisen oder mit einer wärme- bzw. strahlungsreflektierenden Beschichtung, wie beispielsweise Gold, Silber, Ni, Molybdän oder einem anderen Metall mit einem hohen Schmelzpunkt im Vergleich zu den Verarbeitungstemperaturen, beschichtet sein. Die reflektierende Oberfläche kann Strahlungsenergie, die durch das Ventilloch **302** dringen kann, zurück in die Röhre **230** reflektieren.

**[0043]** Wenn die Antriebswelle **310** zum Beispiel aufwärts in den Hauptkörper **300** bewegt wird, wird der Absperrschieber **304** aufwärts in die Durchlassöffnung **317** bewegt ([Fig. 7B](#)). Die Antriebswelle **310** wird durch die lineare Führung **319** durch eine Linearwirkung, die unter Verwendung des Aktuators **326** erzeugt wird, aufwärts und/oder abwärts bewegt. Bei der bevorzugten Ausführungsform wird der Aktuator **326** zur Bewegung der Antriebswelle **310** an der Rohranschlusschnittstelle **308** mit einem herkömmlichen, nicht komprimierbaren Fluid, wie beispielsweise Wasser oder Alkohol, versorgt. Die Zufuhr von Fluid verursacht, dass sich die Antriebswelle **310** linear durch die lineare Führung **319** in den Hauptkörper **300** bewegt.

**[0044]** Durch die vertikale Aufwärtsbewegung der linearen Welle **310**, wie in [Fig. 7A](#) beschrieben, treibt die lineare Welle **310** die Ausdehnung des Faltenbalgs **306** an. Der Faltenbalg **306** umgibt die Welle **310** entlang der Achse **301**. Bei dieser Ausführungsform stellt der Faltenbalg **306** eine Vakuumdichtung zwischen dem Aktuator **326** und dem Hauptkörper **300** her, um sicherzustellen, dass die Röhre **230** während des Öffnens und Schließens des Ventils nicht durch die Außenumgebung verunreinigt wird.

**[0045]** Wenn die lineare Welle **310** das Ende ihres effektiven Bewegungsweges erreicht (siehe [Fig. 7B](#)), berühren die Abschnitte **312** und **314** des Absperrschiebers **304**, wie in [Fig. 7D](#) gezeigt, jeweils die Kontaktdichtflächen **316** und **318** mit einer Kraft  $F$ , um die formschlüssige Dichtung zu erzeugen, die die Röhre **230** isoliert. Die geneigte Fläche **313** verursacht, dass die Kraft  $F$  an den Kontaktflächen **316** und **318** die Kräfte  $R_x$  und  $R_y$  erzeugt. Die Reaktionskraft  $R_x$  wirkt in gleicher Weise auf die Kontaktflächen **316** und **318**, wie in [Fig. 7D](#) gezeigt, senkrecht zur geneigten Fläche **313**. Es versteht sich, dass die horizontale Kraftkomponente  $R_x$ , die die Dichtkraft bereitstellt, verursacht, dass der Absperrschieber

**304** an der Öffnung **302** eine formschlüssige Dichtung mit den Kontaktflächen **316** und **318** bildet. Da die Dichtkraft ohne den Bedarf für eine horizontale Betätigung oder eine horizontale Bewegung der Welle **310** oder des Absperrschiebers **304** bereitgestellt werden kann, kann das Absperrschieberventil **218** vorteilhafterweise mit einem verringerten Profil und einer verringerten Größe konstruiert werden. Ein anderer Vorteil der vorliegenden Erfindung besteht darin, dass wenn in der Röhre **230** ein Vakuum erzeugt wird, der Außendruck die geneigte Fläche **313** gegen die Kontaktflächen **316** und **318** und den O-Ring **320** drückt, um die Dichtung zu erzeugen. Aufgrund des O-Rings wird ein Gleitkontakt zwischen der geneigten Fläche **313** und den Kontaktflächen **316** und **318** im Wesentlichen vermieden. Die Abschnitte der geneigten Fläche **313**, die den Absperrschieberhauptkörper berühren können, können ebenfalls mit einem weichen Puffermaterial beschichtet sein, um einen Gleitkontakt von Metall auf Metall zu vermeiden, was die Vermeidung der Erzeugung von Verunreinigungspartikeln unterstützt.

**[0046]** Um das Ventil aus der geschlossenen Konfiguration wieder zu öffnen, wird der Absperrschieber **304** aus der Bohrung **317** entfernt, wenn die Antriebswelle **310** abwärts und durch den Aktuator **326** durch die lineare Führung **319** ([Fig. 7A](#)) aus dem Hauptkörper **300** heraus bewegt wird, wodurch die Dichtkraft von dem Absperrschieber **304** entfernt wird, um die Bohrung **317** für das Laden bzw. Entladen des Wafers zu öffnen.

**[0047]** Zudem weist das Absperrschieberventil **218** ebenfalls eine Ablassöffnung **322** auf, die die Steuerung des Arbeitskammerdrucks ermöglicht. Zudem sind Kühlfluiddurchlassöffnungen **324** vorgesehen, die die Strömung eines Kühlmittels ermöglichen, so dass die Außentemperatur des Absperrschieberventilhauptkörpers während des RTP verringert wird.

**[0048]** Wie unter Bezugnahme auf [Fig. 8](#) in Verbindung mit [Fig. 2](#) besser verständlich, kann die Reaktorkammer **210** bei einer bevorzugten Ausführungsform praktisch jede beliebige Anzahl von Heizzonen **400** umfassen. Bei der in [Fig. 8](#) gezeigten Ausführungsform weist die Reaktorkammer **210** drei parallele Heizzonen auf, die eine mittlere Zone **402** und zwei benachbarte äußere Zonen **404** und **406** umfassen. Bei einer alternativen Ausführungsform, die in [Fig. 6B](#) gezeigt ist, können die Heizelemente eine kreisförmige Konfiguration aufweisen und daher mindestens zwei Heizzonen, eine mittlere innere Zone und eine äußere Zone, umfassen. Wiederum unter Bezugnahme auf [Fig. 8](#) kann jedes Heizelement **246** einer spezifischen Heizzone **402**, **404** und **406** zugewiesen werden. Wie unten ausführlicher beschrieben, weist jede Heizzone **402**, **404** und **406** mindestens einen Temperatursensor **354** auf, der dem Kon-

troller **212** eine Rückmeldung bereitstellt. Wenn die Temperatursensoren **354** dementsprechend Temperaturschwankungen in einer Heizzone **402**, **404** und/oder **406** erfassen, kann der Echtzeitkontroller **212** (Fig. 2) verursachen, dass der Strom von der Stromversorgung **221** (Fig. 2) nach Bedarf verstärkt oder verringert wird, um die Energieausgabe (Wärme) von jedem der Widerstandselemente **246** zu vergrößern oder zu verringern. Wenn zum Beispiel ein Temperaturabfall in der Zone **404** erfasst wird, wird die Wärmeenergieausgabe von den Widerstandselementen **246**, die der Zone **404** zugeordnet sind, vergrößert, bis die Temperatur in der Zone **404** auf den gewünschten Pegel zurückgebracht ist. Auf diese Weise kann die Temperatur von Zone zu Zone auf der gesamten Oberfläche des Wafers **236** im Wesentlichen isothermisch gehalten werden.

[0049] Die Anzahl von Widerstandselementen **246**, die jeder Zone zugeordnet ist, kann entsprechend der Energieausgabe, die pro Zone gewünscht ist, variieren. Die Größe jeder Zone (d.h. das Heizvolumen) ist ebenfalls variabel. Bei einer bevorzugten Ausführungsform kann die mittlere Zone **402** mindestens einen Wafer mit einem Durchmesser von bis zu etwa 300 mm umfassen. Wenn der Wafer **236** zum Beispiel, wie in Fig. 8 gezeigt, auf Abstandsbolzen **234** angeordnet ist, befindet er sich vollständig in den Grenzen der Zone **402**, wie durch die gestrichelten Linien angezeigt. Vorteilhafterweise kann die Größe jeder Zone wie gewünscht auf und ab skaliert werden. Zum Beispiel kann die Zone **402** zur Verarbeitung großer Wafer auf skaliert werden, indem Heizelemente **246** aus der Zone **404** der Zone **402** erneut zugewiesen werden. Dies bedeutet, dass die Anzahl von Heizelementen **246**, die der Zone **402** zugeordnet sind, vergrößert wird, während die Anzahl von Heizelementen, die der Zone **404** zugeordnet sind, verringert wird. Die Heizelemente, die zur Zone **402** hinzugefügt werden, werden so von dem Kontroller **212** (Fig. 2) gesteuert, dass sie in derselben Weise reagieren wie die der Zone **402** zugewiesenen Heizelemente.

[0050] Bei noch einer anderen Ausführungsform, die in Fig. 3 und Fig. 8 gezeigt ist, umfasst die Kammer **210** Wärmediffusionselemente **350**, die in der Nähe der Heizelemente **246** angeordnet sind und diese typischerweise überlagern. Die Wärmediffusionselemente **350** absorbieren die Wärmeenergieausgabe von den Heizelementen **246** und dissipieren die Wärme gleichmäßig in der Röhre **230**. Es ist ersichtlich, dass durch Erwärmen des Wafers **236** von oben und unten und weiterhin dadurch, dass der Abstand  $\Delta$  zwischen den Wärmediffusionselementen **350** klein gehalten wird, der Temperaturgradient in der Röhre **230** leichter isothermisch aufrechterhalten wird. Wenn zum Beispiel das obere Wärmediffusionselement **351** auf 1000° C gehalten wird und das untere Wärmediffusionselement **352** ebenfalls auf

1000° C gehalten wird, sollte der Temperaturgradient in dem kleinen Raum dazwischen bei sehr geringer Schwankung ebenfalls im Wesentlichen auf 1000° C gehalten werden. Die Wärmediffusionselemente **350** können aus jedem geeigneten Wärmediffusionsmaterial bestehen, das eine ausreichend hohe Wärmeleitfähigkeit aufweist, vorzugsweise Siliciumcarbid,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  oder Graphit. Bei einer bevorzugten Ausführungsform sind die Temperatursensoren **354**, vorzugsweise Thermoelement, in die Wärmediffusionselemente **350** eingebettet. Die Thermoelemente **354** sind strategisch positioniert, so dass sie eine Rückmeldung bezüglich der Temperaturbedingungen der Wärmediffusionselemente bereitstellen können. Beispielsweise ist mindestens ein Thermoelemente **354** an jedem Ende und in der Mitte der Wärmediffusionselemente **351** und **352** angeordnet. Bei dieser Konfiguration kann die Temperatur jeder Zone **402**, **404** und **406** überwacht werden, wobei dem Kontroller **212** (Fig. 2) eine Rückmeldung bereitgestellt wird. Durch Anordnen der Thermolemente **354** in bekannten Positionen auf den Wärmediffusionselementen **350** kann der Temperaturgradient unter Bezugnahme auf eine Position in der Röhre **230** bestimmt werden. Diese Daten werden vom Kontroller **212** dazu verwendet, die Temperatur in jeder Zone **402**, **404** und **406** exakter zu steuern. Die Thermolemente **354** sind herkömmliche Thermolemente vom R-Typ oder K-Typ, die bei der Omega Corporation in Stamford, Connecticut erhältlich sind.

[0051] Ein Mikroprozessor oder Verarbeitungssteuerungscomputer **214** steuert im Allgemeinen die Verarbeitung eines im RTP-Reaktor angeordneten Halbleiterwafers und kann verwendet werden, um den Systemstatus für diagnostische Zwecke zu überwachen. Bei einer Ausführungsform stellt der Verarbeitungscomputer **214** dem Kontroller **212** als Reaktion auf Temperaturdaten, die von Temperatursensoren **354** in der Kammer **210** empfangen werden, Steuerungssignale bereit. Der Verarbeitungscomputer **214** kann ebenfalls Drucksollwerte zur Pumpenbaugruppe **220** sowie Gas- und Plasmaeinlassströmungssignale zu Massenströmungskontrollern im Gasnetz **216** leiten. Bei einer Ausführungsform ist der Kontroller **212** ein Echtzeit-Proportional-Integralableitungsmehrzonenkontroller (PID-Kontroller), der bei der Omega Corporation erhältlich ist. Der Kontroller **212** stellt einer SCR-basierten phasengeregelten Stromversorgung **221** Steuerungssignale bereit, die ihrerseits den Widerstandselementen, die in der Kammer **210** bereitgestellt sind, Strom bereitstellt. Bei Betrieb empfängt der Mehrzonenkontroller über die Erfassungsleitung **222** Temperatursensorausgaben von der Kammer **210** sowie über die Leitung **224** den gewünschten Wafertemperatursollwert vom Computer **214** und liefert der Heizelementstromversorgung **221** geregelte Stromsollwerte. Wie unten ausführlicher beschrieben, vergrößern oder verringern die Heizelemente ihre Energieausgabe als Reaktion auf die Vergröße-

rung oder Verringerung des Stroms, der von der Stromversorgung **221** zugeführt wird.

**[0052]** Ein Hauptvorteil der vorliegenden Erfindung besteht in ihrer Fähigkeit, eine im Wesentlichen rutschfreie RTP eines Siliciumswafers auszuführen. Die Vorteile der Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung werden unter Bezugnahme auf die folgenden Parameter weiter verständlich, die unten bereitgestellt sind, um die vorliegende Erfindung zu veranschaulichen, und nicht, um sie zu begrenzen oder zu beschränken.

**[0053]** Bei einer beispielhaften Ausführungsform sollten die folgenden Parameter verwendet werden, um eine im Wesentlichen rutschfreie RTP gemäß der vorliegenden Erfindung in der Kammer **210** durchzuführen. Ein Wafer mit einem Durchmesser von 150 mm oder mehr wird in die Verarbeitungskammer der vorliegenden Erfindung geladen. Der Wafer wird unter Verwendung eines Greifelements geladen, das bei einem kumulativen Kontaktpunktbereich von nicht mehr als 300 mm<sup>2</sup> einen oder mehrere Waferkontaktpunkte aufweist. Die Lade- bzw. Entlade- geschwindigkeit des Wafers liegt zwischen etwa 50 mm/s und etwa 600 mm/s in der horizontalen Ebene und zwischen etwa 5 mm/s und etwa 100 mm/s in der vertikalen Ebene. Der Wafer wird auf einem oder mehreren Abstandsbolzen angeordnet, die sich in der Kammer befinden. Die Abstandsbolzen weisen im Allgemeinen eine Höhe zwischen etwa 50 µm und etwa 20 mm auf. Der Gesamtkontaktbereich zwischen den Abstandsbolzen und dem Wafer beträgt weniger als etwa 350 mm<sup>2</sup>, vorzugsweise weniger als etwa 300 mm<sup>2</sup>. Die Verarbeitung kann bei Temperaturen zwischen etwa 900° C und 1200° C, vorzugsweise zwischen 1000° C und 1200° C, bei einem Kammerdruck zwischen 0,1 kg/cm<sup>2</sup> und etwa 1000 kg/cm<sup>2</sup>, vorzugsweise bei atmosphärischem Druck, stattfinden.

**[0054]** Es versteht sich, dass der oben beschriebene Wafer aus herkömmlichen Materialien, die gewöhnlich in der Industrie verwendet werden, bestehen kann, beispielsweise aus Silicium, Galliumarsenid oder anderen ähnlichen Verbindungen, oder der Wafer kann ein Halbleiterwafer sein, der aus Quarz oder Glas hergestellt ist.

**[0055]** Nach dieser Beschreibung der bevorzugten Ausführungsformen ist Fachleuten ersichtlich, dass Veränderungen an der Form und an Einzelheiten vorgenommen werden können, ohne vom Bereich der Erfindung abzuweichen. Daher ist die Erfindung nur durch die folgenden Ansprüche beschränkt.

#### Patentansprüche

1. Ventilbaugruppe (**218**) zur Verwendung in einem Reaktor zum schnellen thermischen Verarbei-

ten, wobei die Ventilbaugruppe Folgendes umfasst: einen Hauptkörper (**300**), der Folgendes abgrenzt: einen Strömungspfad durch eine Bohrung (**317**), die so konfiguriert ist, dass sie ein Halbleitersubstrat (**236**) aufnimmt, eine Mittelachse (**301**) senkrecht zu dem Strömungspfad und eine Kontaktdichtfläche (**316, 318**), die eine Dichtung (**320**) umfasst; einen Absperrschieber (**304**), der eine geneigte Oberfläche mit einer einfachen Ebene im Verhältnis zu der Mittelachse aufweist und der einen Kontaktabschnitt (**312, 314**) umfasst, wobei der Absperrschieber in dem Hauptkörper (**300**) angeordnet ist; und eine Betätigungsbaugruppe (**326**) zur linearen Bewegung des Absperrschiebers entlang der Mittelachse senkrecht zu dem Strömungspfad zwischen einer ersten Position, in der der Kontaktabschnitt (**312, 314**) von der Kontaktdichtfläche (**316, 318**) entfernt angeordnet ist, und einer zweiten Position, in der der Kontaktabschnitt (**312, 314**) die Kontaktdichtfläche (**316, 318**) entlang einer Ebene, die durch eine Fläche der geneigten Oberfläche (**313**) mit einer einfachen Ebene abgegrenzt wird, im Wesentlichen berührt.

2. Ventilbaugruppe nach Anspruch 1, wobei die geneigte Oberfläche (**313**) mit einem strahlungsreflektierenden Material beschichtet ist.

3. Ventilbaugruppe nach Anspruch 2, wobei die Beschichtung ein Material umfasst, das aus der Gruppe bestehend aus Gold, Silber, Ni und Molybdän ausgewählt wird.

4. Ventilbaugruppe nach Anspruch 1, wobei die geneigte Oberfläche (**313**) eine Neigung zwischen etwa 30° und etwa 60° im Verhältnis zu der Mittelachse aufweist.

5. Ventilbaugruppe nach Anspruch 1, wobei die Betätigungsbaugruppe (**326**) ein ausfahrbares Element umfasst, das entlang der Mittelachse ausfahrbar ist.

6. Ventilbaugruppe nach Anspruch 5, wobei das ausfahrbare Element (**310**) einen Faltenbalg (**306**) umfasst.

7. Ventilbaugruppe nach Anspruch 5, wobei die Betätigungsbaugruppe (**326**) eine verschiebbare Linearwelle (**310**) umfasst, die sich als Reaktion auf das Ausfahren des ausfahrbaren Elements im Verhältnis zu dem Hauptkörper (**300**) axial bewegt.

8. Ventilbaugruppe nach Anspruch 5, wobei die Betätigungsbaugruppe (**326**) einen Fluideinlass umfasst, der ein Mittel für das Ausfahren des ausfahrbaren Elements bereitstellt.

9. Ventilbaugruppe nach Anspruch 1, wobei die

Dichtung (**320**) einen O-Ring umfasst.

Es folgen 9 Blatt Zeichnungen

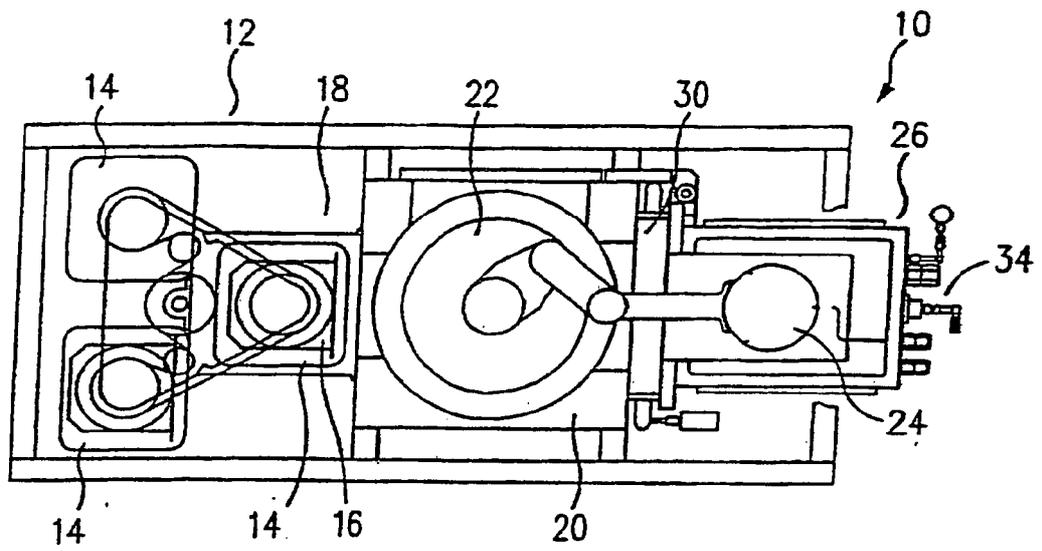


FIG. 1B

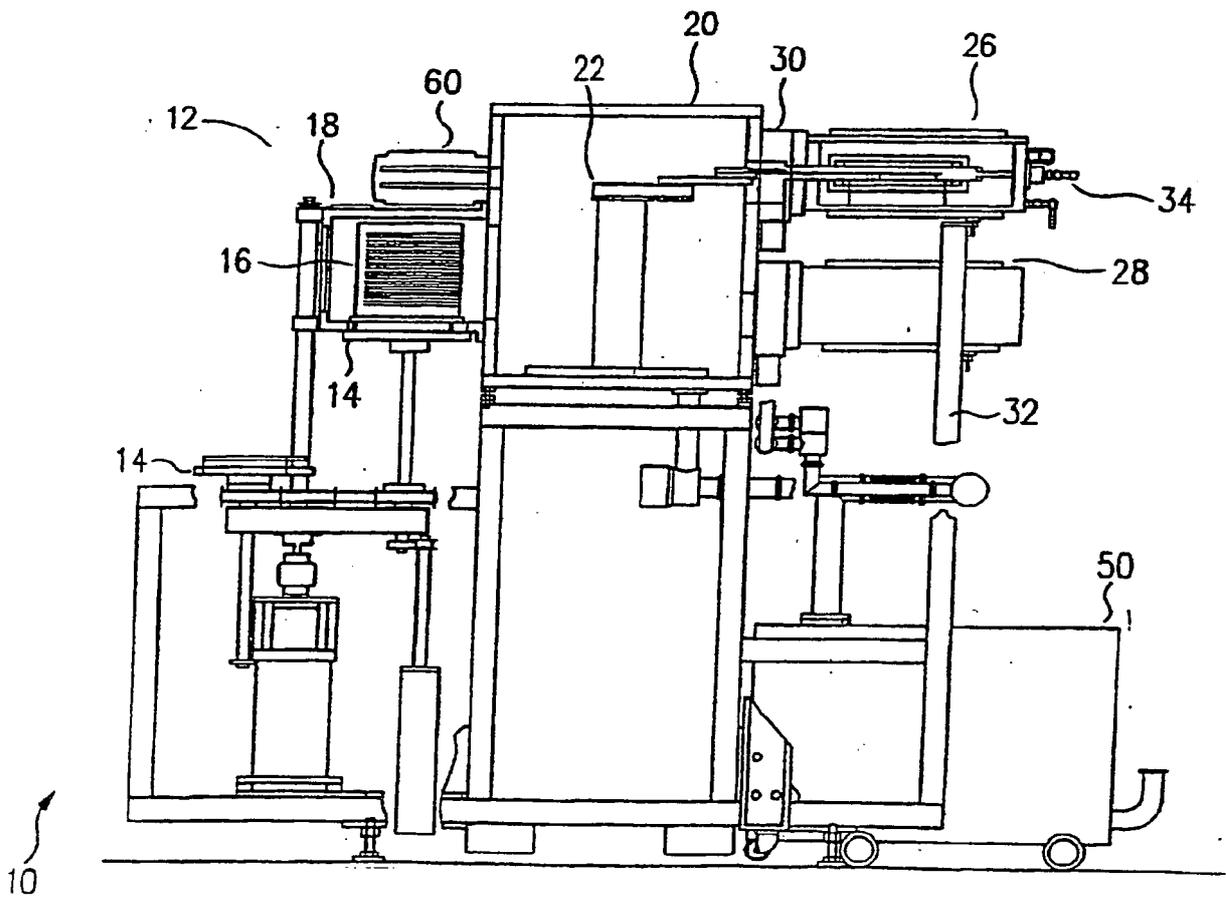


FIG. 1A



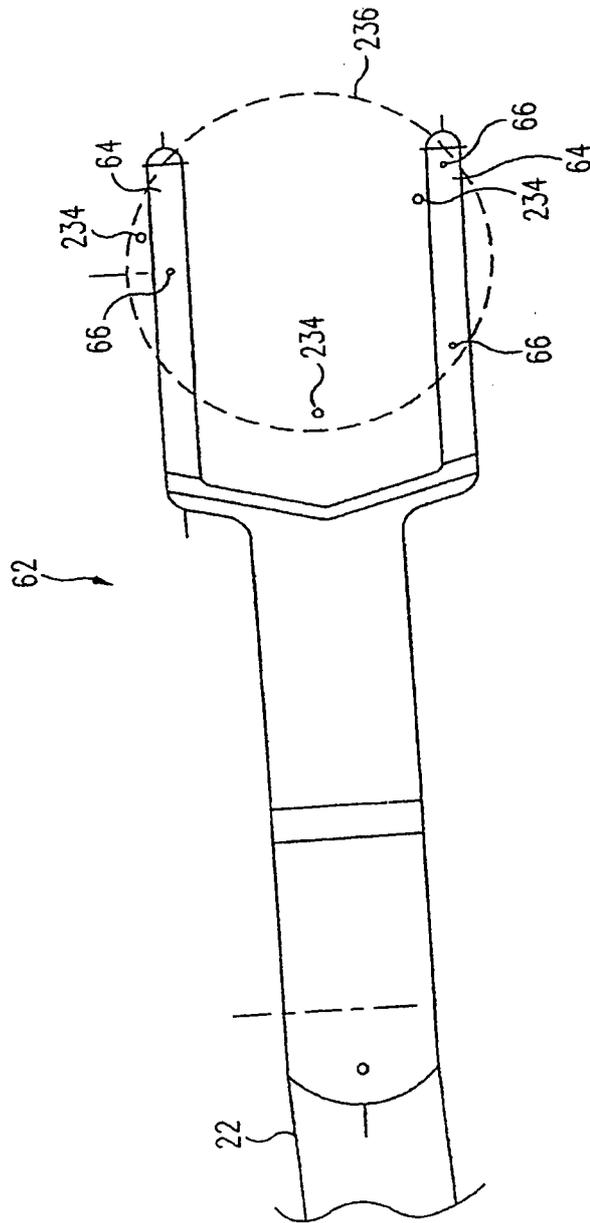


FIG. 4

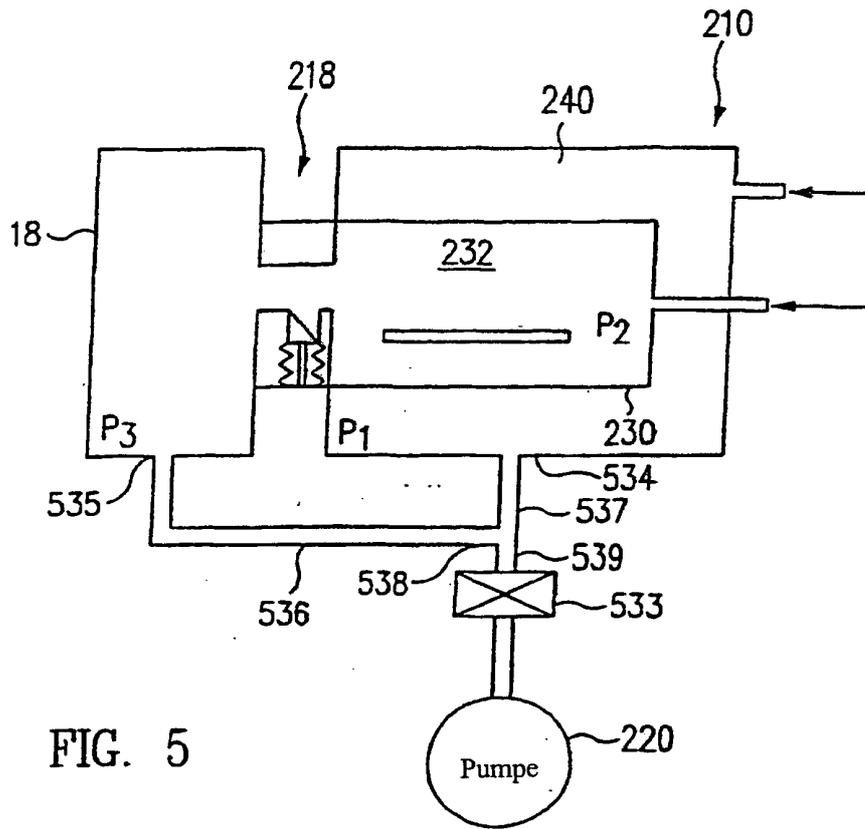


FIG. 5

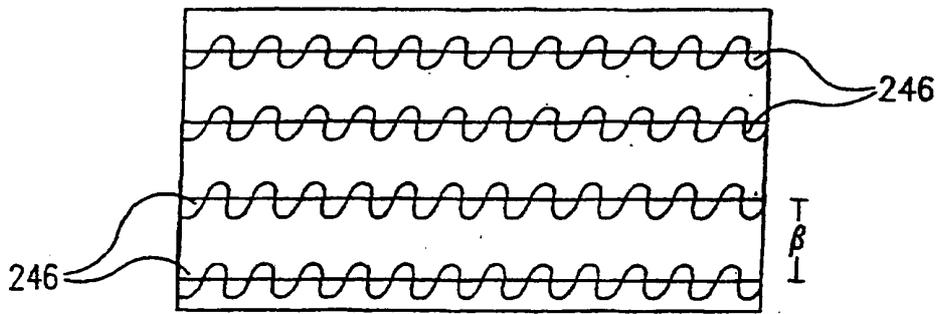


FIG. 6

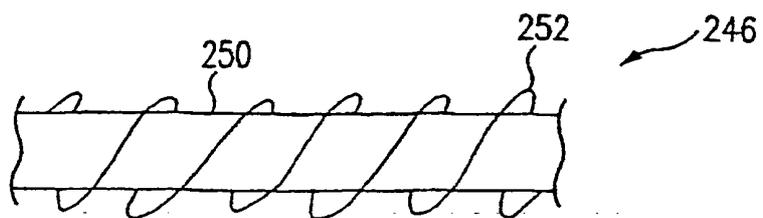


FIG. 6A

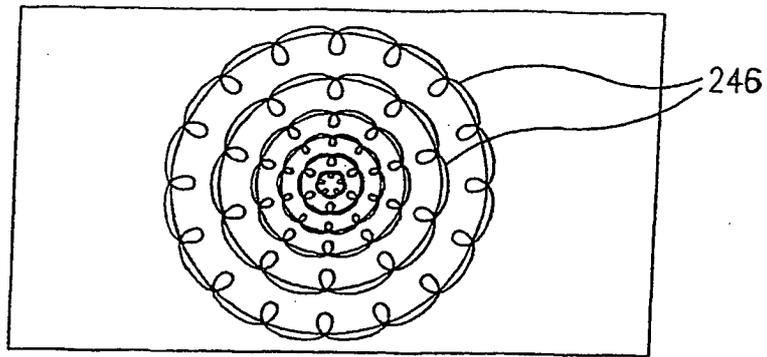


FIG. 6B

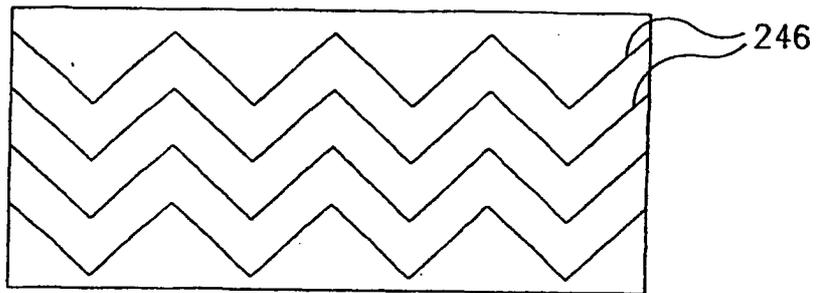


FIG. 6C

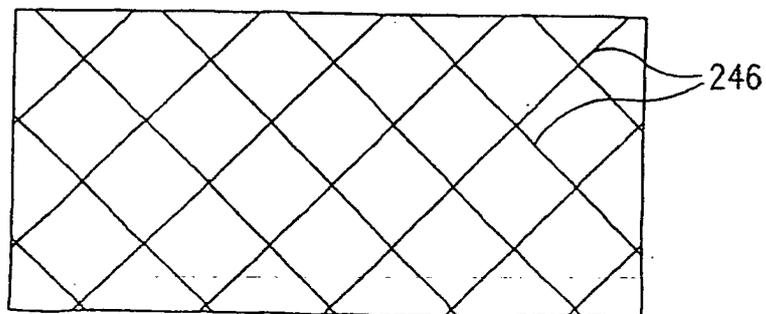


FIG. 6D

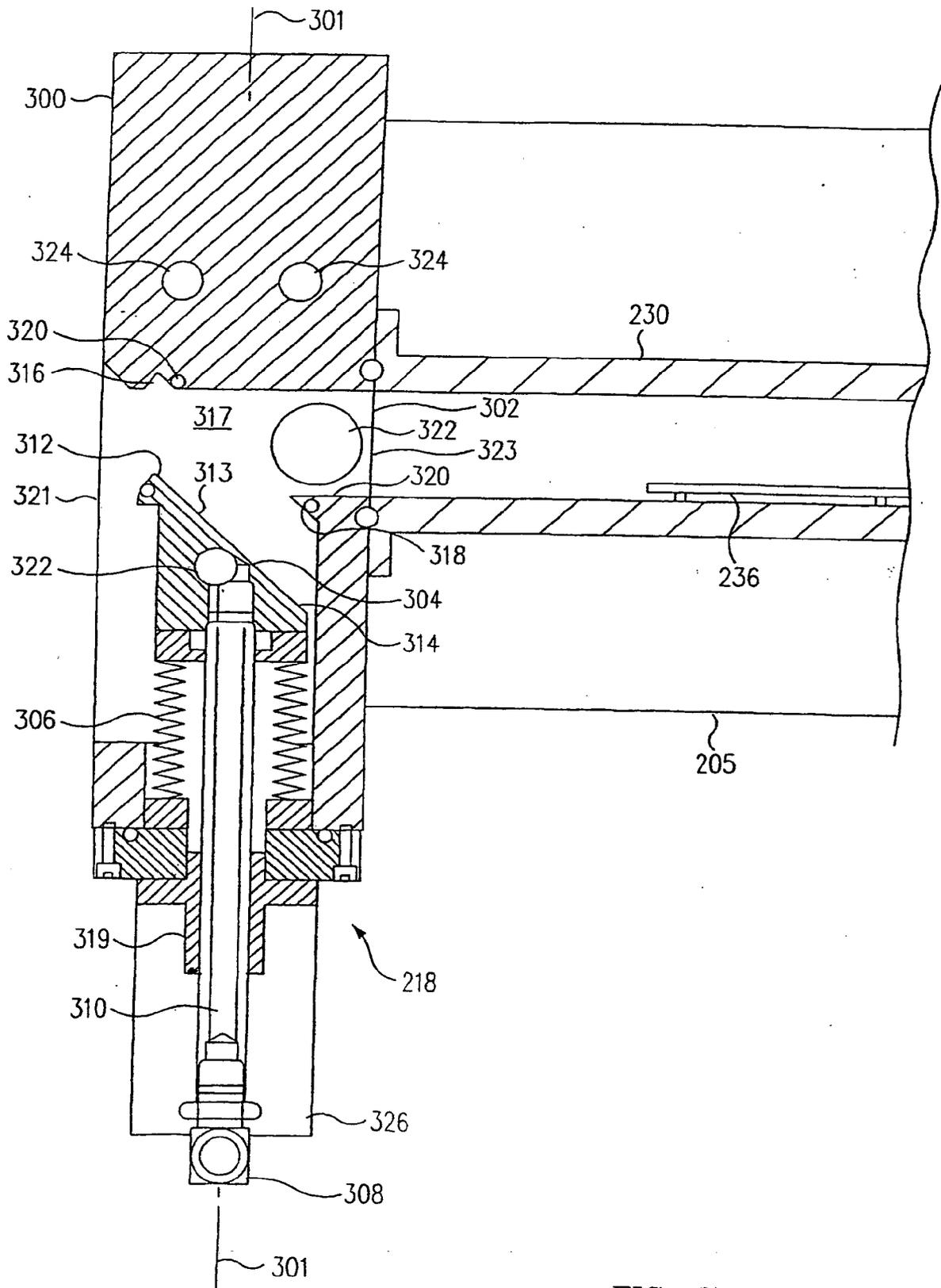
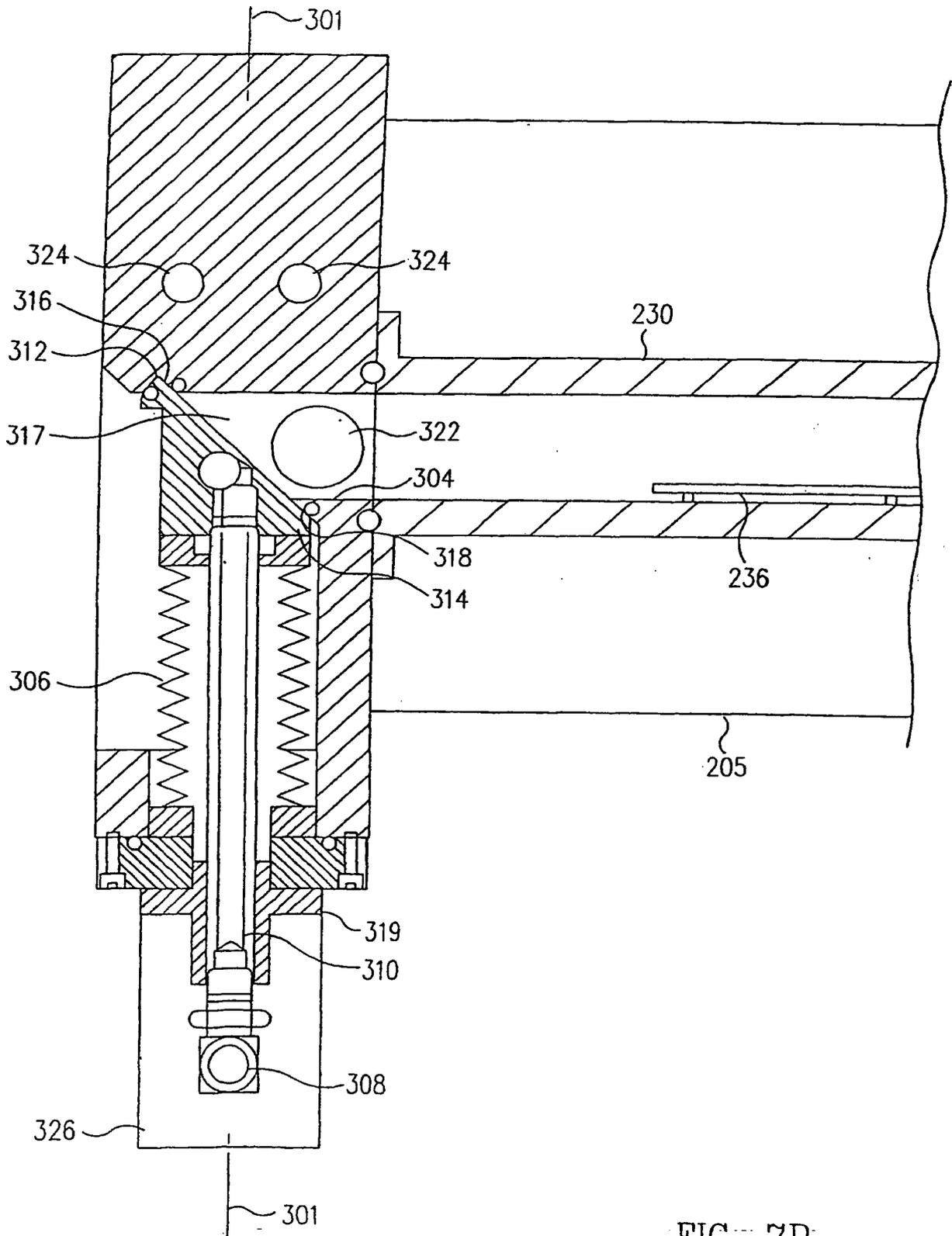


FIG. 7A



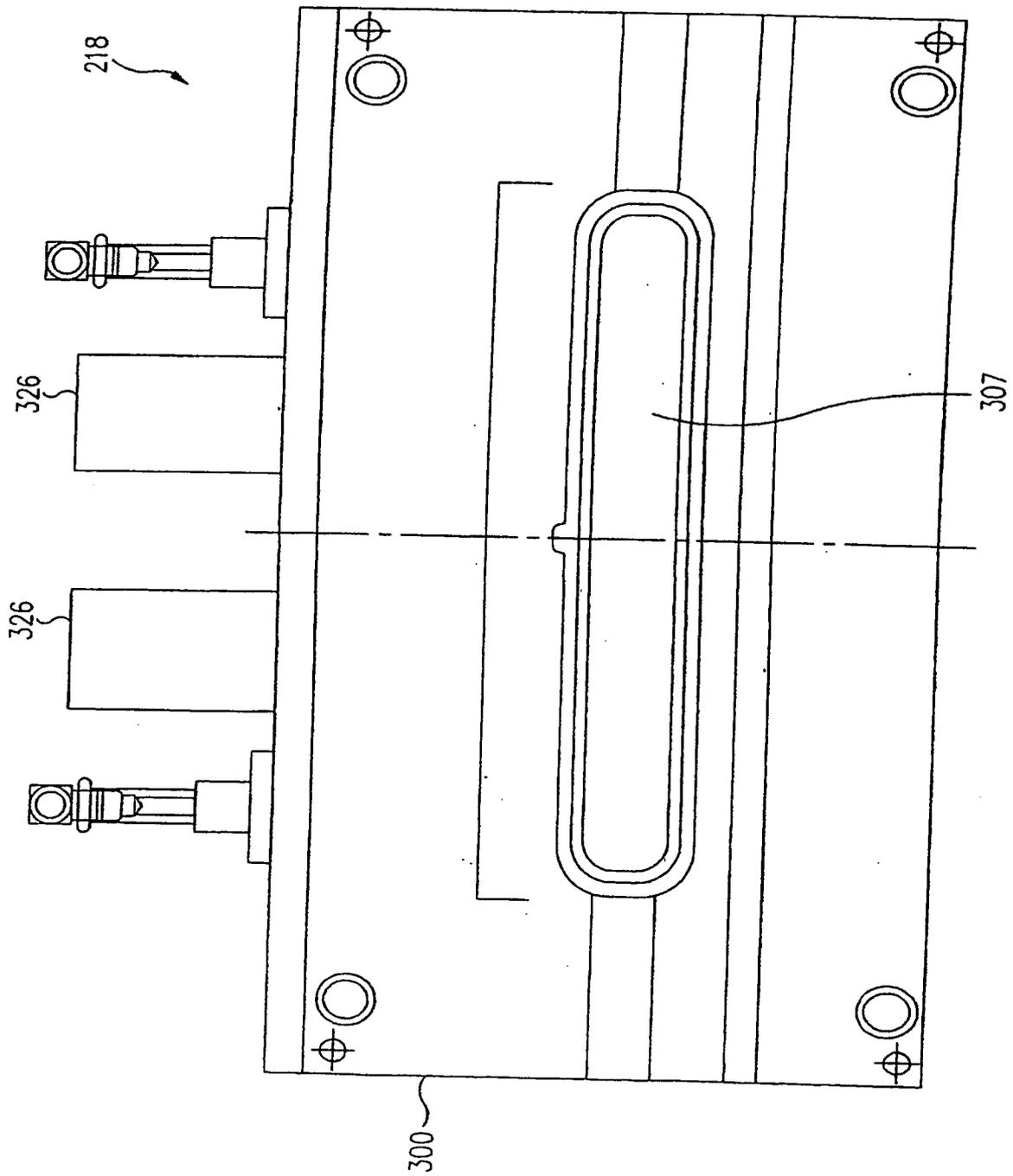


FIG. 7C

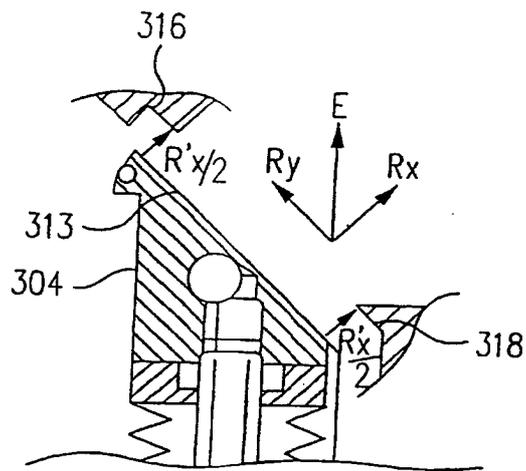


FIG. 7D

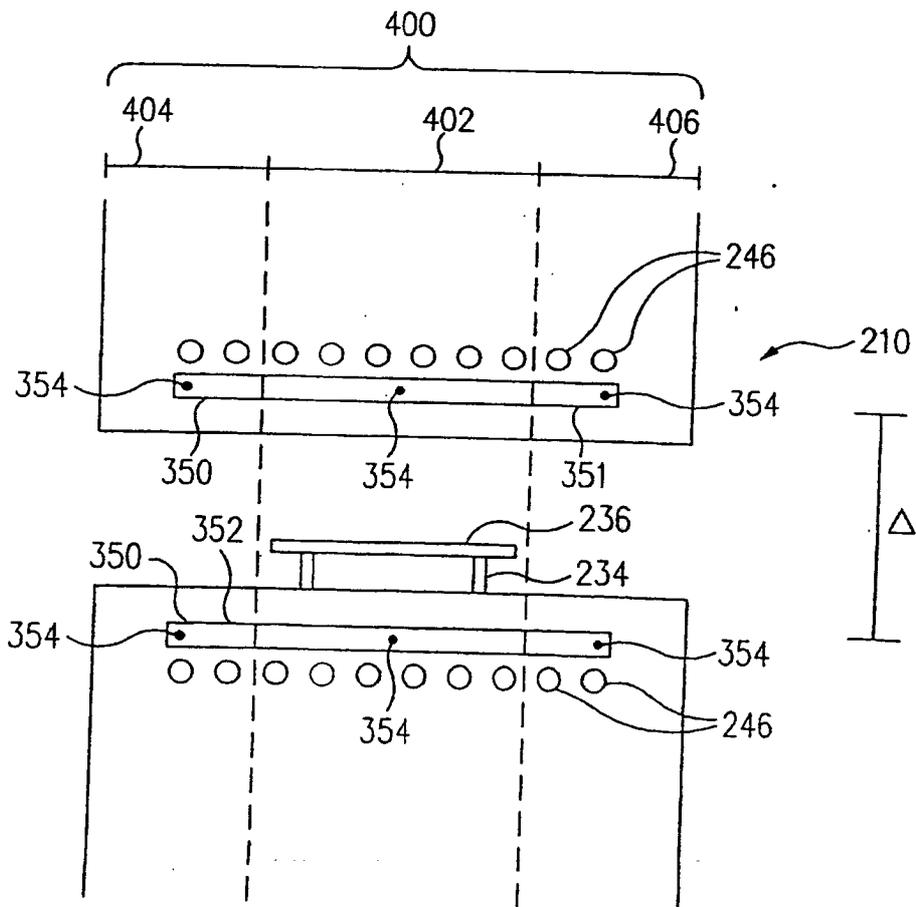


FIG. 8