



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 696 28 211 T2** 2004.02.19

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 046 728 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **696 28 211.9**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **00 202 097.2**

(96) Europäischer Anmeldetag: **01.08.1996**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **25.10.2000**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **14.05.2003**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **19.02.2004**

(51) Int Cl.⁷: **C23C 16/44**

C23C 16/46, C23C 16/48, B01J 3/00,

C23C 16/455

(30) Unionspriorität:

1863 P 03.08.1995 US

549461 27.10.1995 US

637616 25.04.1996 US

(73) Patentinhaber:

ASM America Inc., Phoenix, Ariz., US

(74) Vertreter:

**Dr. Weber, Dipl.-Phys. Seiffert, Dr. Lieke, 65183
Wiesbaden**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, FR, GB, IT, NL

(72) Erfinder:

**Wengert, John F., Jacksonville, Oregon 97530, US;
Jacobs, Loren R, Mesa, US; Halpin, Michael W,
Phoenix, US; Foster, Derrick W, Scottsdale, US;
Van Der Jeugd, Cornelius A, Portland, US; Vyne,
Robert M., Gilbert, Arizona 85296, US; Hawkins,
Mark R., Gilbert, US**

(54) Bezeichnung: **Prozesskammer mit innerer Tragstruktur**

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

Technisches Gebiet der Erfindung

[0001] Diese Erfindung betrifft Prozeßkammern für die chemische Dampfabscheidung oder eine andere Verarbeitung von Halbleiterwafern und dergleichen.

Technischer Hintergrund der Erfindung

[0002] Prozeßkammern für die thermische Behandlung von Halbleiterwafern werden wünschenswerterweise aus Quarz (Quarzglas) oder ähnlichem Material hergestellt, da Quarz im wesentlichen gegenüber Strahlungsenergie transparent ist. Somit können Heizstrahler neben der Außenseite der Kammer positioniert sein, und ein gerade in der Kammer bearbeiteter Wafer kann auf erhöhte Temperaturen aufgeheizt werden, ohne daß die Kammerwände auf dasselbe Niveau erwärmt werden. Auf der anderen Seite ist Quarz wünschenswert, da es sehr hohen Temperaturen widerstehen kann. Quarz ist ebenso wünschenswert, da es wegen seiner inerten Charakteristika in der Lage ist, einem Qualitätsverlust durch verschiedene Prozeßgase zu widerstehen, und wegen seiner hohen Reinheitscharakteristika.

[0003] Für Anwendungen, in denen der Druck innerhalb einer Quarzkammer viel weiter reduziert werden soll als der Umgebungsdruck, werden zylindrische oder sphärische Kammern vom Dauerhaftigkeitsstandpunkt aus bevorzugt, da ihre gekrümmten Oberflächen am besten der nach innen gerichteten Kraft widerstehen können. Wenn jedoch ein flacher Wafer für die Zwecke der chemischen Dampfabscheidung positioniert wird, wobei die Abscheidungsgase parallel zu dem Wafer strömen, ist es wünschenswert, daß sich die Kammerwand parallel zu der zugewandten flachen Oberfläche des Wafers befindet, um eine gleichmäßige Deposition bzw. Abscheidung auf der Waferoberfläche zu erhalten. Eine gleichförmige Abscheidung ist entscheidend für das Erzielen einer hohen Ausbeute von akzeptablen Produkten, die aus solch einem Wafer hergestellt werden sollen. Eine flache Wand wird jedoch bei einem reduzierten inneren Druck früher nach innen einbrechen als eine nach außen konvex gekrümmte Wand gleicher Größe und Dicke.

[0004] Um mit den nach innen auf Kammern mit flacher Wand gerichteten Kräften umzugehen, wurden Verstärkungen auf der Außenwand der Wände bereitgestellt, die sich im wesentlichen senkrecht zu den Wänden erstrecken, mit welchen sie verbunden sind, wie in dem US-Patent Nr. 4,920,918 gesehen werden kann. Dieses Patent zeigt auch Verstärkungen an der Außenwand einer Kammer mit nach außen konvex gekrümmten elliptischen oberen und unteren Wänden mit einem großen Krümmungsradius, wobei somit eine etwas abgeflachte, jedoch gekrümmte Konfiguration zur Verfügung gestellt wird. Dieser Kompromiß stellt von den gekrümmten Wän-

den eine zusätzliche Stärke zur Verfügung, während die Gleichmäßigkeit der Abscheidung nicht nennenswert beeinflusst wird. Ein deutlicher Nachteil einer solchen Konstruktion besteht darin, daß die äußeren Verstärkungen das äußere Positionieren von Heizstrahlerlampen komplizieren und stören. Darüber hinaus erhöht die Komplexität und die Masse der Quarzverstärkungen die Material- und Herstellungskosten.

[0005] Natürlich können flache Wände dicker hergestellt werden, um die Stärke bzw. Festigkeit zu erhöhen, dies verursacht jedoch zusätzliche Kosten und beeinflusst die Heiz- und Kühleigenschaften der Kammer in nachteiliger Weise.

[0006] Das US-Patent Nr. 5,085,887 zeigt eine Kammer, die eine runde, leicht domartig gewölbte oder gekrümmte obere Kammerwand aufweist, um die Last eines reduzierten Kammerdruckes aufzunehmen. Die kreisförmige Wand ist mit einem stark verdickten Umfangsflansch ausgestattet, der in radialer Richtung die obere Wand begrenzt, um zu veranlassen, daß die domförmig gekrümmte Wand sich aufgrund der Wärmeausdehnung nach außen biegt, was dabei hilft, dem äußeren Umgebungsdruck in Vakuumanwendungen zu widerstehen. Die Kammer erfordert einen komplexen Mechanismus für das Klemmen der verdickten äußeren Flansche der oberen und unteren Kammerwand.

[0007] Aufgrund der hohen Temperaturen, die mit den thermisch aktivierten chemischen Dampfabscheidungsprozessen verbunden sind, heizen sich die Wände der Behandlungskammer zu einem bestimmten Grad auf und chemische Partikel werden hierauf abgeschieden. Diese Partikel können ernsthafte Probleme betreffend die Reinheit des resultierenden bearbeiteten Wafers verursachen. Im Ergebnis wurden große Anstrengungen unternommen, um das Bilden von Partikelsubstanz auf den Wänden der Reaktionskammer zu reduzieren. Eine Lösung besteht darin, die Innenseiten der Behandlungskammern periodisch zu ätzen, um die Partikelsubstanz zu entfernen, bevor sie auf ein schädliches Niveau anwächst. Unglücklicherweise brauchen Quarzbehandlungskammern aufgrund ihrer hohen Durchlässigkeit für Strahlungswärme eine lange Zeit zum Aufheizen. Diese periodischen, langsamen Ätzyklen verringern somit den maximalen Durchsatz der Maschine.

[0008] Es wurden ebenso Versuche unternommen, das Gasflußprofil parallel über den zu behandelnden Wafer zu steuern, um eine gleichförmigere Abscheidung zu erzeugen. Beispielsweise beschreibt das US-Patent Nr. 5,221,556 ein System, in welchem die Öffnungen durch einen Gaseinlaßverteiler in der Größe variieren, um zu ermöglichen, daß durch einen Abschnitt, typischerweise durch den mittleren Abschnitt, mehr Gas strömt als durch die anderen Abschnitte. Das US-Patent Nr. 5,269,847 beinhaltet Ventile für das Einstellen von Paaren von Gasflüssen, die in eine Anzahl von unabhängigen Strömen münden, die in seitlicher Richtung, aufstromig des zu

behandelnden Wafers, verteilt sind. Dieses System betont die Wichtigkeit der getrennten Kanalbildung der verschiedenen Gasströme gerade bis vor die Vorderkante des Wafers, um ein vorzeitiges Mischen zu verhindern und eine stärkere Steuerung über die Fluß- und die Konzentrationsprofile des Reaktionspartners und der Trägergase über dem Wafer zu ermöglichen.

[0009] Ein anderes Problem, welches im Stand der Technik nicht ausreichend angesprochen wurde, ist das Problem der Rückführung des Prozeßgases in parallelen Flußreaktoren. Genauer gesagt, nachdem das Gas parallel über den Wafer und den Suszeptor geströmt ist, kann es Temperaturgradienten zwischen dem heißen Suszeptor und den kälteren Kammerwänden ausgesetzt sein. Dies kann zu Rückführungen führen, wenn das Gas zu den Wänden ansteigt und im folgenden gekühlt wird. Auch kann der Gasfluß in der Nähe einer Auslaßleitung eingeschränkt sein, was Turbulenzen und Rückführungen erzeugen kann. Rückführungen von jeder Quelle können aufstromig wandern, um die Gleichförmigkeit des Flusses in dem Waferbereich zu beeinflussen, wodurch die Gleichförmigkeit der Filmabscheidung reduziert wird.

[0010] Zusätzlich ist der Temperaturgradient über dem Wafer von der führenden Kante zu der hinteren Kante nicht gleichmäßig. Das heißt, die Temperatur des Gases wird primär durch seine Nähe zu dem wärmeabsorbierenden Suszeptor unterhalb des Wafers bestimmt. Wenn sich das Gas dem Suszeptor nähert und über diesen hinwegläuft, heizt es sich ziemlich schnell auf eine Maximaltemperatur zu der abstromigen Kante des Suszeptors auf und fällt dann, nachdem es diesen Punkt absolviert hat, ab. Dieses Temperaturungleichgewicht kann die gleichförmige Filmabscheidung weiter negativ beeinflussen.

[0011] Es besteht der Bedarf nach einer verbesserten Kammer für die Zwecke der chemischen Dampfabscheidung und für andere Verfahren bei hohen Temperaturen, die aus Quarz oder ähnlichen Materialien hergestellt werden kann und dennoch den Belastungen widersteht, die mit Verfahren bei reduziertem Druck verbunden sind. Es besteht ebenso ein Bedarf für eine gleichmäßige Temperatur- und Fließumgebung, welche den Wafer umgibt, um auf diesem eine gleichförmige Abscheidung sicherzustellen. Ebenso wird ein stärker reagierendes Flußsteuersystem benötigt. Schließlich besteht der Bedarf nach einem energieeffizienteren chemischen Dampfabscheidungssystem mit höherem Durchsatz.

Zusammenfassung der Erfindung

[0012] Demgemäß ist ein erster Aspekt der vorliegenden Erfindung auf eine Vorrichtung für die chemische Dampfabscheidung gerichtet, die aufweist: Wände, die eine Abscheidungskammer definieren mit einem Einlaß für Abscheidungsgas an einem auf-

stromigen Ende und einem Gasauslaß an einem abstromigen Ende, einen Suszeptor, der horizontal in der Kammer zwischen dem Gaseinlaß und dem Gasauslaß positioniert ist, für das Aufnehmen eines Halbleitersubstrats für die Zwecke der Dampfabscheidung und eine horizontal orientierte Platte, die in der Kammer zwischen dem Suszeptor und dem Gasauslaß positioniert ist, wobei sich die Platte entlang der Kammer über die Breite des Suszeptors erstreckt, wobei die Kammerwand neben der Platte im allgemeinen transparent gegenüber Strahlungsenergie ist und die Platte ein guter Absorber von Strahlungsenergie ist, so daß nicht verwendetes Abscheidungsgas sich leichter auf der Platte als auf der Kammerwand abscheidet.

[0013] Ein zweiter Aspekt der vorliegenden Erfindung ist auf ein Verfahren gerichtet für die Verwendung in einer Dampfabscheidungsvorrichtung einschließlich einer Abscheidungskammer mit einem Suszeptor, der darin zwischen einem Einlaß und einem Auslaß für den Gasfluß in der Kammer positioniert ist, wobei das Verfahren die Abscheidung auf Wänden der Kammer zwischen dem Suszeptor und dem Kammergasauslaß minimiert, und das Positionieren einer Platte in der Kammer zwischen dem Suszeptor und dem Gasauslaß der Kammer aufweist, wobei sich die Platte im allgemeinen parallel zu dem Suszeptor in der Hauptebene eines auf dem Suszeptor zu positionierenden Substrates erstreckt, wobei die Platte aus einem Material gebildet wird, das effizient Wärme zu einem viel ren Ausmaß absorbiert als die Wand der Kammer neben der Platte, wobei die Abscheidungsgase, die über den Suszeptor hinausströmen, sich leichter an der Platte als an der kühleren Kammerwand abscheiden.

Kurze Beschreibung der Figuren

[0014] **Fig. 1** ist eine perspektivische Ansicht einer Prozeßkammer.

[0015] **Fig. 2** ist eine Querschnittsansicht entlang der Linie 2-2 von **Fig. 1**.

[0016] **Fig. 3** ist eine perspektivische Ansicht einer Hälfte der Prozeßkammer von einer vertikallongitudinalen Ebene entlang der Linie 3-3 von **Fig. 1**.

[0017] **Fig. 4** ist eine Draufsicht der Kammer.

[0018] **Fig. 5** ist eine Ansicht des Einlaßendes der Kammer.

[0019] **Fig. 6** ist eine Ansicht des Auslaßendes der Kammer.

[0020] **Fig. 7** ist eine Seitenansicht der Kammer.

[0021] **Fig. 8** ist eine Querschnittsansicht, welche die Kammer, die mit einem Teil eines Waferbearbeitungssystems verbunden ist, darstellt.

[0022] **Fig. 9** ist eine Draufsicht eines alternativen Ringes, welcher einen Suszeptor umgibt und sich innerhalb einer Öffnung einer inneren Kammerstützplatte befindet.

[0023] **Fig. 10** ist eine Draufsicht einer Opferplatte,

die innerhalb einer Öffnung in einer Kammerstützplatte positioniert ist.

[0024] **Fig. 11** ist eine Querschnittsansicht, welche die Umgebung eines Behandlungssystems darstellt, welches in Verbindung mit einer Behandlungskammer verwendet wird.

[0025] **Fig. 11a** ist eine Querschnittsansicht der Behandlungskammer der **Fig. 11**.

[0026] **Fig. 12** ist eine perspektivische Explosionsansicht einer Behandlungskammer, welche einen vergrößerten Temperatenausgleichsring und eine Opferquarzplatte enthält.

[0027] **Fig. 12a** ist eine Querschnittsansicht der Temperatenausgleichsringe.

[0028] **Fig. 13** ist eine Draufsicht der in **Fig. 12** gezeigten Opferquarzplatte.

[0029] **Fig. 14** ist eine Querschnittsansicht durch die Opferquarzplatte der **Fig. 13**.

[0030] **Fig. 15** ist eine perspektivische Ansicht einer alternativen Opferquarzplatte für die Verwendung in einer Kammer.

[0031] **Fig. 16** ist eine Draufsicht der Opferquarzplatte der **Fig. 15**.

[0032] **Fig. 17** ist eine Querschnittsansicht durch die Opferquarzplatte der **Fig. 16**.

[0033] **Fig. 18a** ist eine Draufsicht entlang der Linie 18-18 der **Fig. 11** unter Veranschaulichung der Opferquarzplatte der **Fig. 13**, welche in einer Kammer angeordnet ist.

[0034] **Fig. 18b** ist eine Draufsicht unter Veranschaulichung der eingebauten Opferquarzplatte der **Fig. 15**.

[0035] **Fig. 18c** ist eine Draufsicht unter Veranschaulichung eines Paares diskreter Opferquarzplatten an aufstromigen Ecken der Kammerstützplattenöffnung.

[0036] **Fig. 19** ist eine Seitenansicht einer der in **Fig. 18c** gezeigten diskreten Opferquarzplatten.

[0037] **Fig. 20** ist eine Bodenansicht der diskreten Opferquarzplatte der **Fig. 19**.

[0038] **Fig. 21** ist eine vertikale Querschnittsansicht eines Gasinjektors mit mehreren abgestimmten Öffnungen für die Verwendung in einer Kammer.

[0039] **Fig. 21a** ist ein detaillierter Querschnitt eines Teils des Gasinjektors unter Veranschaulichung der Behandlungskammern des Gasflusses.

[0040] **Fig. 22** ist eine rückwärtige Seitenansicht des Gasinjektors der **Fig. 21**, der von der Behandlungskammer abmontiert gezeigt ist, und unter Veranschaulichung der inneren Gasflußkanäle.

[0041] **Fig. 23** ist eine vordere Seitenansicht einer rückwärtigen Flanschhälfte des Gasinjektors entlang der Linie 23-23 der **Fig. 21**.

[0042] **Fig. 24** ist ein horizontaler Querschnitt des Gasinjektors entlang der Linie 24-24 der **Fig. 21** unter Veranschaulichung eines Bereiches, in welchem behandeltes Gas expandiert wird.

[0043] **Fig. 25** ist eine vertikale Querschnittsansicht durch die rückwärtige Flanschhälfte entlang der Linie 25-25 der **Fig. 21** unter Veranschaulichung innerer

Fließmittelkühlkanäle.

[0044] **Fig. 26** ist eine vergrößerte Querschnittsansicht eines Nadelventils, welches in einem Gasinjektor verwendet wird.

[0045] **Fig. 27** ist eine Querschnittsansicht einer Behandlungskammer mit einem modifizierten Temperatenausgleichsring, welcher einen Suszeptor umgibt und sich abstromig von dem Suszeptor und dem zu behandelnden Wafer erstreckt.

[0046] **Fig. 28a** ist ein schematischer vertikaler Querschnitt durch eine Behandlungskammer ähnlich der in **Fig. 27** gezeigten, unter Veranschaulichung eines abstromigen Aufbaus bezüglich des Suszeptors und des Wafers gemäß einer Ausführungsform der Erfindung.

[0047] **Fig. 28b** ist eine Draufsicht der **Fig. 28a**.

[0048] **Fig. 29a** ist ein schematischer, vertikaler Querschnitt einer Behandlungskammer ohne den abstromigen Aufbau unter Veranschaulichung eines Strahlungswärmefflusses von äußeren Lampen.

[0049] **Fig. 29b** ist ähnlich der **Fig. 29a**, wobei der abstromige Aufbau hinzugefügt ist, unter Veranschaulichung der Veränderung des Strahlungswärmefflusses innerhalb der Kammer.

[0050] **Fig. 30a** ist ein schematischer, horizontaler Querschnitt einer Behandlungskammer ohne den abstromigen Aufbau, wobei Pfeile eine typische Temperaturverteilung über einen zu behandelnden Wafer zeigen.

[0051] **Fig. 30b** ist ähnlich der **Fig. 30a**, wobei der abstromige Aufbau zugefügt ist, unter Veranschaulichung der Veränderung der Temperaturverteilung über den zu behandelnden Wafer.

[0052] **Fig. 31a** ist ein schematischer, horizontaler Querschnitt einer Behandlungskammer ohne den abstromigen Aufbau unter Veranschaulichung typischer Depositionsbereiche innerhalb der Kammer.

[0053] **Fig. 31b** ist ähnlich der **Fig. 31a**, wobei der abstromige Aufbau zugefügt ist, unter Veranschaulichung der Veränderung der Depositionsbereiche.

[0054] Die **Fig. 32a** und **32b** sind horizontale bzw. vertikale schematische Ansichten einer Behandlungskammer ohne den abstromigen Aufbau unter Veranschaulichung potentieller Gasrückführungen in dieser.

[0055] Die **Fig. 33a** und **33b** sind horizontale bzw. vertikale schematische Ansichten ähnlich denen der **Fig. 32a**, **32b**, wobei der abstromige Aufbau zugefügt ist, unter Veranschaulichung der Veränderung des dort hindurchgehenden Gasflusses.

[0056] **Fig. 34** ist eine Querschnittsansicht einer Behandlungskammer mit einem Aufbau abstromig von einem Temperatenausgleichsring.

[0057] **Fig. 35** ist eine Querschnittsansicht der Behandlungskammer der **Fig. 34** mit einem Temperatenausgleichsring, der sich abstromig erstreckt.

[0058] **Fig. 36** ist eine Querschnittsansicht unter Veranschaulichung eines aufstromigen Teils einer Behandlungskammer mit einem Fließsteuerkanal.

[0059] **Fig. 37** ist eine Querschnittsansicht durch

den Fließsteuerkanal der **Fig. 36**, gegen einen Einlaßflansch der Kammer gesehen.

[0060] **Fig. 38a** ist eine Draufsicht der Kammer und des Fließsteuerkanals der **Fig. 36**.

[0061] Die **Fig. 38b–d** sind Draufsichten der Kammer der **Fig. 36** unter Veranschaulichung verschiedener Fließsteuerkanäle.

Ausführliche Beschreibung

Linsenförmige Behandlungskammer

[0062] Unter Bezugnahme auf die **Fig. 1** bis **11** ist ein Reaktorbehälter oder -kammer **10** für die chemische Abscheidungsbehandlung und dergleichen dargestellt. Wie man sehen kann, hat die Kammer **10** einen verlängerten, im allgemeinen flach gemachten Aufbau, der im Querschnitt eine im allgemeinen linsenförmige Gestalt hat. Eine linsenförmige Gestalt hat entgegengesetzte bikonvexe Oberflächen, die kreisrunde Krümmungen haben können. Die Kammer hat eine obere Wand **12** mit einer äußeren konvexen Oberfläche und einer inneren konkaven Oberfläche und eine untere Wand **14** mit einer äußeren konvexen Oberfläche und einer inneren konkaven Oberfläche. Die Wände **12** und **14** sind durch vertikale, kurze Seitenschienen **16** und **18** verbunden. Diese Wände und Seitenschienen sind ferner durch einen aufstromigen Einlaßendflansch **20** und einen abstromigen Auslaßendflansch **22** verbunden. Aufstromig und abstromig bezieht sich auf die Richtung des Behandlungsgasflusses, wie beschrieben werden wird, und sie sind gleichbedeutend mit vorn und hinten in der vorliegenden Beschreibung.

[0063] Die Kammerhöhe ist kleiner als die Kammerbreite. Diesbezüglich erstreckt sich eine Längsrichtung für die Kammer **10** von dem Einlaßendflansch **20** zu dem Auslaßendflansch **22** oder entlang der strichpunktiierten Linie 3-3. Eine seitliche Richtung erstreckt sich zwischen den kurzen Seitenschienen **16** und **18** oder entlang der strichpunktiierten Linie 2-2. Die Höhenrichtung ist senkrecht sowohl zu den Längs- als auch den Querachsen. Mit Blick auf die Endansicht der **Fig. 2** hat die linsenförmige Kammer **10** eine größere Abmessung, welche sich zwischen den Seitenschienen **16** und **18** erstreckt, und eine geringere Abmessung, welche sich zwischen den Scheiteln der oberen und unteren Wände **12**, **14** erstreckt.

[0064] Unter Bezugnahme auf **Fig. 4** sind sowohl die obere Wand **12** als auch die untere Wand **14** dünne, gekrümmte, plattenähnliche Elemente mit einem rechteckigen, flachen, vertikalen Vorsprung.

[0065] Die Wände **12** und **14** haben wünschenswert einen kreisrunden Krümmungsradius und können aus Segmenten gebildet sein, die aus einem zylindrischen, aus Quarz oder ähnlichem Material hergestellten Rohr geschnitten sind. In größeren Kammern können die Wände **12** und **14** durch Erhitzen und Formen flacher Quarzplatten aufgebaut sein. Unge-

wünschte Belastungen sind in gekrümmten Wänden mit variierenden Radien berücksichtigt, und somit ist eine kreisrunde Wand mit einer konstanten Krümmung das optimale Modell. In einer Ausführungsform haben die obere Wand **12** und die untere Wand **14** einen Krümmungsradius von nahezu 24 Inch und eine Dicke von zwischen 4 und 6 Millimetern, wobei die Wanddicke vorzugsweise nahezu 5 Millimeter hat. Obwohl Quarz bevorzugt wird, können andere Materialien mit ähnlichen wünschenswerten Merkmalen als Ersatz verwendet werden. Einige dieser wünschenswerten Merkmale beinhalten einen hohen Schmelzpunkt, die Fähigkeit, großen und schnellen Temperaturveränderungen zu widerstehen, chemische Inertheit und hohe Transparenz für Licht.

[0066] Die dicken Seitenschienen **16**, **18** können aus einer Quarzstange mit rechteckigem Querschnitt maschinell bearbeitet oder anderweitig in die in **Fig. 2** dargestellte Querschnittsgestalt gebildet sein. Genauer weist jede Seitenschiene **16**, **18** einen verstärkten Hauptkörper mit einer oberen Oberfläche **24**, welche eine Fortsetzung der gekrümmten äußeren Oberfläche der oberen Wand **12** bildet, und eine untere Oberfläche **26** auf, die so gekrümmt ist, daß eine Fortsetzung der äußeren Oberfläche der unteren Wand **14** gebildet wird. Die seitliche, äußere Oberfläche **28** jeder Seitenschiene **16**, **18** ist flach und erstreckt sich vertikal. Die innere Oberfläche jeder Seitenschiene **16**, **18** ist mit sich längs erstreckenden oberen und unteren Ausnehmungen **30a**, **30b** gebildet, die obere, mittlere bzw. untere Stumpfwandsegmente **32a**, **32b**, **32c** bilden. Die oberen und unteren Stumpfwandsegmente **32a**, **32c** passen mit den Seitenkanten der oberen und unteren Wände **12** und **14** an länglichen Schweißpunkten **39** zusammen. In einer Ausführungsform hat der Hauptkörper der Seitenschienen **16**, **18** eine Dicken- oder Breitenabmessung von ungefähr 20 mm und eine Höhe von ungefähr 21 mm.

Innerer Kammerträger

[0067] Es ist ein Träger oder Halter vorzugsweise in der Form einer flachen, rechteckigen Platte **40** vorgesehen, die sich zwischen den Seitenschienen **16** und **18** erstreckt. Wie man in **Fig. 3** sieht, weist die Trägerplatte **40** eine Öffnung **42** auf, welche einen Hohlraum oder Öffnung **44** begrenzt, der sich quer durch die Breite der Kammer **10** erstreckt und die Stützplatte in einen Einlaßabschnitt **46a** und einen Auslaßabschnitt **46b** teilt. Der Einlaßabschnitt **46a** erstreckt sich von dem Einlaßflansch **20** zu einer aufstromigen Kante der Öffnung **44**, und der Auslaßabschnitt **46b** erstreckt sich von einer abstromigen Kante der Öffnung **44** zu dem Auslaßflansch **22**. Wie man aus **Fig. 4** sehen kann, ist der Einlaßabschnitt **46a** der Trägerplatte in der Längsrichtung kürzer als der Auslaßabschnitt **46b**. Genauer hat in einer bevorzugten Anordnung der Einlaßabschnitt ungefähr 70% der Länge des Auslaßabschnittes. Diese proportionale

Anordnung betrifft eher den Behandlungsgasfluß durch die Kammer als die Widerstandsmerkmale der Kammerwände.

[0068] Wie man am besten in **Fig. 2** sieht, weist jede der Seitenschienen **16** und **18** die sich nach innen erstreckende zentrale Stumpfwand **32a** auf, die tatsächlich eine Ausdehnung der Trägerplatte **40** bildet. Diesbezüglich endet in der Praxis die Trägerplatte **40** an dem Hauptkörper der Seitenschienen **16**, **18** oder mit anderen Worten an der seitlichen äußeren Ausdehnung der Ausnehmungen **30a**, **30b**. Längsverbindungen **48** zeigen die Schweißverbindung zwischen den Seitenkanten der Trägerplatte **40** und den zentralen Stumpfwänden **32b** jeder der Seitenschienen **16** und **18** an.

[0069] Die zentralen Stumpfwände **32b** halbieren genau die oberen und unteren Wände **12** und **14**, und die Trägerplatte **40** liegt somit auf der exakten Mittellinie oder Mittelebene dazwischen. Diese wünschenswerte Lage erzeugt Belastungen nur innerhalb der Ebene der Platte **40**, welche durch seitliche Verschiebung der Seitenschienen **16**, **18** auferlegt werden. Eine solche Verschiebung findet bei Behandlung mit verringertem Druck statt, da die Wände **12**, **14** versuchen, sich auszuplatten und nach außen Kräfte auszuüben. Durch den Aufbau dieser Symmetrie unterliegt die Stützplatte **40** keinen bedeutenden Biege- oder Scherbeanspruchungen und kann somit größeren, normalen Gesamtbelastungen widerstehen.

Endflansche

[0070] Unter Bezugnahme auf die **Fig. 1** und **3** weist jeder der Endflansche **20**, **22** äußere, im allgemeinen rechteckige Platten **50** bzw. **51** mit abgeschrägten Ecken **52** und inneren linsenförmigen Ausdehnungen **54** auf. Wie man in **Fig. 3** sieht, sind die inneren Ausdehnungen **54** mit der Gestalt der oberen und unteren Wände **12**, **14** und der zentralen Trägerplatte **40** konform. Genauer gesagt, erstrecken sich kurze Längsteile von den Platten **50**, um sich mit jedem dieser plattenähnlichen Teile zu verbinden. An jedem Ende der Kammer **10** sind krummlinige Schweißverbindungen **56** zwischen den gekrümmten oberen und unteren Wänden **12**, **14** und den oberen und unteren Teilen der Ausdehnung **54** gebildet, während lineare Verbindungslinien **58** zwischen zentralen Teilen der Ausdehnung **54** und den Längsenden der Trägerplatte **40** bestimmt sind. Die Platte **50** des Einlaßflansches **20** weist eine sich seitlich erstreckende Öffnung **60** in einem oberen Teil auf, welche in einen Bereich **66** innerhalb der Kammer **10** oberhalb der Trägerplatte **40** und unterhalb der oberen Wand **12** führt. Die Platte **51** des Auslaßflansches **22** weist dagegen ein Paar von sich seitlich erstreckenden Öffnungen **62** und **64** auf. Die obere Öffnung **62** steht mit dem oberen Bereich **66** der Kammer **10**, wie vorher beschrieben ist, in Verbindung, während die untere Öffnung **64** mit einem unteren Bereich **68** der Kammer

10 unterhalb der Trägerplatte **40** und oberhalb der unteren Wand **14** in Verbindung steht. Die gerundeten Ausnehmungen **30a**, **b** in den Seitenschienen **16**, **18** bestimmen seitliche Abgrenzungen der oberen und unteren Bereiche **66**, **68**. Wie weiter unten beschrieben werden wird, vollzieht sich die Waferbehandlung nur in dem oberen Bereich **66**, wobei die Trägerplatte **40** die untere Abgrenzung der Behandlungszone bestimmt.

Trägerplattenöffnung

[0071] Die Öffnung **44** ist so bemessen, daß sie einen Suszeptor **70**, wie in **Fig. 8** dargestellt ist, und einen Temperatenausgleichsring **72**, welcher den Suszeptor umgibt, aufnimmt. Der Suszeptor **70** kann in dem stationären Ring **72** drehen und ist von diesem vorzugsweise über einen kleinen, ringförmigen Spalt von ungefähr 0,5 bis 1,0 Millimeter im Abstand gehalten. Die Mittellinie des Ringes **72** ist schematisch in **Fig. 4** durch den darin gezeigten Kreis **74** in unterbrochener Linie dargestellt. Die Form der Öffnung **42** in der den Ring **72** umgebenden Trägerplatte **40** kann auch kreisrund sein, so daß die Kanten der Öffnung **44** sich in dichter Nähe zu dem Ring befinden. Es hat sich jedoch herausgestellt, daß eine ein wenig rechteckige Öffnung **42** mit abgerundeten Ecken, wie in **Fig. 4** gezeigt ist, bevorzugt wird. Die Trägerplattenabschnitte **46a**, **b** können so geschnitten sein, daß sie diese exakten Formen schaffen; oder es können zur Erleichterung der Herstellung kurze, ein wenig dreieckige Füllabschnitte **76**, in **Fig. 4** gezeigt, an die Plattenabschnitte und die Kammerseitenschienen **16**, **18** geschweißt werden, um den gewünschten Aufbau zu schaffen.

[0072] Während des Gebrauchs erzeugen Druckdifferenziale zwischen dem Inneren der Kammer **10** und dem äußeren Umgebungsdruck Belastungen sowohl in den oberen und unteren Wänden **12**, **14** als auch den Seitenschienen **16**, **18**. Die seitlich nach innen und außen gerichtete Bewegung der Seitenschienen **16**, **18** wird durch ihre feste Anbringung an die zentrale Trägerplatte **40** begrenzt. Bei Vakuumbehandlung versuchen, wie oben erwähnt, die Wände **12**, **14** auszuplatten, was im allgemeinen nach außen gerichtete Kräfte auf die Seitenschienen **16**, **18** vermittelt. Die Trägerplatte **40** ist unter Spannung angebracht und begrenzt nach außen gerichtete Verschieben der Seitenschienen **16**, **18**. Zwischen den Einlaß- und Auslaßabschnitten **46a**, **b** befindet sich jedoch kein Träger für die Seitenschienen **16**, **18**, und entlang dieses Bereiches ist etwas Verschiebung möglich, was Belastungen in den Schienen bewirkt. Finite Elementanalysen haben gezeigt, daß eine gerundete, rechteckige Öffnung **42** einer vollkommen kreisrunden Öffnung gegenüber bevorzugt wird, da die maximale Belastung in der dargestellten Platte über eine Länge der Öffnung gestreut wird, während bei einer kreisrunden Öffnung sich der größte Belastungspunkt an den Punkten auf der Platte entlang ih-

rer Mittellinie befinden würde. Anders gesagt, begrenzt die rechteckige Öffnung **42** zwei gegenüberliegende Längen, die sich seitlich zwischen den Seitenschienen **12**, **14** erstrecken, über welche die maximalen Belastungen verteilt werden, im Gegensatz zu der Belastung an zwei gegenüberliegenden Punkten auf einer kreisrunden Öffnung.

[0073] Es sei bemerkt, daß der in **Fig. 4** gezeigte Kreis **74** bezüglich den aufstromigen und abstromigen Enden der Kammer oder bezüglich der Öffnung **44** nicht zentral positioniert ist. Hingegen befindet sich die aufstromige oder vordere Kante des Kreises **74** dichter an der abstromigen Kante des Einlaßplattenabschnittes **46a** als die abstromige oder hintere Kante des Kreises an der aufstromigen Kante des Auslaßplattenabschnittes **46b**. Diese Anordnung trägt dazu bei, den Widerstand der Kammer durch Verringerung der Entglasungsrate der aufstromigen Kante des Auslaßplattenabschnittes **46b** aufrecht zu erhalten. D. h., daß sich der Gasfluß aufheizt, wenn er über den Suszeptor hinweg geht, so daß die Temperatur in den Kammerwänden die Neigung hat, gerade abstromig von dem Suszeptor am größten zu sein. Die aufstromige Kante kann daher bedeutendem, thermischem Durchlaufen und Entglasung ausgesetzt sein, wenn sie sich zu dicht an dem Suszeptor befindet, und somit ist der Suszeptor nach vorn innerhalb der Öffnung **44** versetzt, um den Abstand dazwischen zu vergrößern. In einigen Aufbauten beeinflusst auch diese Versetzungsanordnung den Fluß des Behandlungsgases durch die Kammer. Genauer ist der Wafer, welcher auf dem Suszeptor angeordnet ist, der von dem Ring umgeben wird, dicht an der abstromigen Kante des Einlaßplattenabschnittes **46a** positioniert, um die Menge an Reaktionsgasen zu minimieren, die durch die Öffnung **44** aufstromig zu dem Wafer hindurchgehen. Dies minimiert die Menge an Reaktionsgas, welches sich unterhalb des Suszeptors in dem unteren Teil **68** der Kammer **10** niederschlagen kann.

Suszeptor und verwandter Aufbau

[0074] Wie man aus **Fig. 8** sieht, wird der Temperatenausgleichsring **72** durch drei Trägerelemente in Ellbogenform gestützt, welche sich vertikal erstreckende Teile haben, die an die Trägerplattenabschnitte geschweißt sind. Genauer ist ein vorderes Trägerelement oder Finger **80** an die Rückseite des vorderen Plattenabschnitts in der Mitte zwischen den Schienen **16**, **18** der Kammer geschweißt, und der horizontale Teil des Elements erstreckt sich nach rückwärts in die Öffnung **44**, um unter die vordere Kante des Temperatenausgleichsringes **72** positioniert zu werden. Ein Paar von im Abstand gehaltenen Elementen oder Fingern **82** haben verlängerte, horizontale Teile, die sich nach vorne unter die rückwärtige Kante des Ausgleichsringes **72** erstrecken, wie man in **Fig. 8** sowie in den **Fig. 2 bis 7** sieht. Der Ausgleichsring **72** wird so in einer horizontalen Ebene an

drei Punkten durch hochstehende Stifte (nicht gezeigt) in den Fingern **80** und **82** getragen. Die Stifte können gegebenenfalls durch wiederholtes thermisches Durchlaufen und dem Ausgesetztsein gegenüber Behandlungs- und Ätzgasen zerstört werden, aber sie können ziemlich leicht ersetzt werden.

[0075] Ein Suszeptor **84** wird gezeigt, der auf Armen **86** eines geeigneten Trägers **88** gestützt ist, welcher mit dem oberen Ende eines drehbaren Schaftes **90** verbunden ist, der sich durch ein Rohr **92** erstreckt, das von der Bodenwand der Kammer abhängt. Der Suszeptor **84** ist fast auf der Höhe der oberen Kante des Ringes **72** und der oberen Oberfläche der Trägerplatte **40** gezeigt. Dies ermöglicht es, einen Wafer über dem Suszeptor **84** und in dem oberen Teil **66** der Behandlungskammer **10** zu positionieren.

[0076] Bezieht man sich weiter auf **Fig. 8**, so ist der Einlaßflansch **20** geeignet, mit einem Einlaßbestandteil **94** verbunden zu werden, der einen horizontal verlängerten Schlitz **96** hat, durch welchen ein Wafer eingeführt werden kann, und einen verlängerten Einlaß **98** zum Einführen von Behandlungsgas in den oberen Teil **66** der Kammer, nachdem ein Isolationsventil, das von dem Schlitz **96** zu einer Waferbehandlungskammer (nicht gezeigt) führt, geschlossen wurde. Entsprechend ist der Auslaßflansch **22** geeignet, mit einem Auslaßbestandteil **100** zum Auslassen von Behandlungsgas aus der Kammer **10** zusammenzupassen, als auch ein Vakuum in der Kammer aufzubringen. Wie man aus **Fig. 8** sehen kann, ist der Auslaßflansch **22** zu dem unteren Teil **68** der Kammer unterhalb der Trägerplatte ebenso wie der Teil **66** über der Trägerplatte offen.

[0077] Eine Vielzahl von Thermoelementen **102** erstreckt sich durch den Auslaßbestandteil **100** und in den unteren Teil **68** der Behandlungskammer **10**. Die Thermoelemente **102** erstrecken sich in die Nähe des Suszeptors **84**, um die örtliche Temperatur zu fühlen, welche den Suszeptor **84** und den auf diesem positionierten Wafer umgibt. Wie zuvor in dem US-Patent Nr. 4,821,674 beschrieben wurde, erlaubt das vorteilhafte Positionieren der Abführenden der Thermoelemente **102**, welche den Suszeptor **84** umgeben, ein umfassendes Feedback bzw. Reaktion bezüglich der Temperatur des Wafers und ermöglicht die Einstellung von Strahlerheizlampen, welche die Kammer **10** umgeben, um Temperaturunregelmäßigkeiten zu kompensieren. Genauer endet ein Vorderkanten-Thermoelement **104** in der Nähe des vorderen Endes des Suszeptors **84**, ein Hinterkanten-Thermoelement **106** endet in der Nähe einer rückwärtigen Kante des Suszeptors, und ein seitliches Thermoelement (nicht gezeigt) endet in der Nähe einer Seitenkante des Suszeptors. Jedes der Thermoelemente **102** tritt in den Temperatenausgleichsring **72** ein, der aus zwei Teilen gebildet ist, um in sich ein hohles Inneres zu schaffen. Dieser Ring wurde abermals zuvor in dem US-Patent Nr. 4,821,674 beschrieben. Der Temperatenausgleichsring **72** weist im allgemeinen L-förmige Innen- und Außenkörper auf, die gemein-

sam einen ringförmigen Durchgang durch den Ring zur Aufnahme der Thermolemente **102** bestimmen. [0078] Vorzugsweise ist der Temperatenausgleichsring **72** aus Graphit oder einem anderen Material mit solch hohem Wärmeabsorptionsvermögen aufgebaut. Der Ring **72** schafft mehrere Vorteile in der Behandlungsumgebung, in erster Linie die Verringerung der Kantenwärmeverluste aus dem Suszeptor **84**. Genauer umschließt der Ring **72** dicht die Kante des Suszeptors **84** und wird während der Behandlung bei einer ähnlichen Temperatur aufrecht gehalten, da die Materialien ähnlich sind. Der Suszeptor und der Ring strahlen somit Wärme gegeneinander, um wirkungsvoll jegliche Strahlungsverluste zwischen sich auszuschalten. Ein anderer Vorteil des Temperatenausgleichsringes **72** besteht im Vorerwärmen und Nacherwärmen des Behandlungsgases in dem Bereich des Wafers. Speziell tritt das Behandlungsgas bzw. reagierende Gas in die Kammer bei einer nicht reagierenden Umgebungstemperatur ein und wird auf eine für die Deposition geeignete Temperatur erhitzt, wenn es über den Suszeptor und den Wafer hinweggeht. Der umgebende Temperatenausgleichsring **72** heizt somit den reagierenden Gasstrom vor, bevor er die vordere Kante des Suszeptors und anschließend die vordere Kante des Wafers erreicht. Das Behandlungsgas erreicht somit eine annähernd beständige Zustandstemperatur, bevor es über die Kante des Wafers läuft. Zusätzlich fällt die Temperatur des Gases nicht deutlich ab, nachdem es die Kante des Wafers passiert hat, da sich der Temperatenausgleichsring **72** zu dem abstromigen Wärmebereich erstreckt. Weitere Vorteile des Temperatenausgleichsringes **72** werden weiter unten in Bezugnahme auf modifizierte Ringe beschrieben.

[0079] Der Gasstrom durch die Kammer wird in **Fig. 8** gezeigt. Reagierendes Gas tritt durch den Einlaßbestandteil **94** mit einem vorbestimmten seitlichen Geschwindigkeitsprofil ein, so wie das in dem US-Patent Nr. 5,221,556 beschriebene Profil. Das vorbestimmte Geschwindigkeitsprofil schafft einen größeren Gasstrom zu dem zentralen Teil der Reaktionskammer **10** hin als zu den seitlichen Außenkanten zum Ausgleich für den längeren Depositions-Laufweg über die Mitte des kreisrunden Wafers, der auf dem Suszeptor **84** getragen wird. Mit anderen Worten wird ein größerer Betrag an Reaktionsgas über den zentralen Teil des Wafers aufgrund der Reaktionsverarmung bzw. Reaktionserschöpfung entlang dem Fließweg über den Wafer benötigt. Ferner nimmt die Querschnittsform der Kammer **10**, wie man am besten in **Fig. 2** sieht, in der Mitte der Kammer einen größeren Gasstrom auf, wo ein größerer Reaktionsgasstrom benötigt wird als an den Seitenkanten, wo ein geringerer Reaktionsgasstrom benötigt wird.

[0080] Das Reaktionsgas läuft längs nach rückwärts weiter, wie durch den Pfeil **112** gezeigt ist, und tritt durch den Auslaßbestandteil **100** und nach unten durch Auslaßleitungen **114** aus, wie durch den Pfeil **116** gezeigt ist. In typischer Weise wird Entleerungs-

gas bzw. Reinigungsgas nach oben durch das hohle Rohr **92**, welches den Schaft **90** umgibt, zugeführt, wobei das Rohr so bemessen ist, daß es einen den Schaft umgebenden Gasdurchgang schafft. Das Entleerungsgas tritt in den unteren Teil **68** der Kammer **10** ein, wie durch die Pfeile **118** gezeigt ist. Das Entleerungsgas verhindert unerwünschte Deposition von Partikeln unterhalb des Suszeptors **84** und tritt durch die untere Längsöffnung **64** in den Auslaßflansch **22** aus, wie durch den Pfeil **120** gezeigt ist. Das Entleerungsgas mischt sich dann mit dem verbrauchten Reaktionsgas und läuft weiter nach unten entlang dem Weg des Pfeils **116** durch die Auslaßleitungen **114**.

[0081] Die Endflansche **20**, **22** sind vorzugsweise durchsichtig und aus Quarz hergestellt, in welchem Stickstoffblasen dispergiert sind. Die zentralen dünnen Wände **12**, **14** und die Trägerplatte **40** andererseits sind für Strahlungsenergie transparent, wobei Erhitzen durch Strahlung des Suszeptors und des Wafers in der Kammer **10** erlaubt wird, ohne hohe Temperaturen in diesen Aufbauten zu erzeugen. Die durchsichtigen Flansche **20**, **22** streuen bzw. zerstreuen Strahlungsenergie, um „Licht-Leitung“ dort hindurch zu verringern. Dies schützt O-Ringe **122** außerhalb der Flansche **20**, **22** davor, extremen Temperaturen ausgesetzt zu werden, die innerhalb der Kammer **10** erzeugt werden. Vorzugsweise ist ein Abschnitt des Rohres **92** unterhalb der unteren Wand **14** ähnlich durchsichtig durch darin dispergierte Stickstoffblasen.

[0082] Wie erwähnt, besteht ein Vorteil der beschriebenen Kammer darin, daß sie mit relativ dünnen Quarzkammerwänden verringertem innerem Druck widerstehen kann. Zum Beispiel können für eine Kammer, die für die Aufnahme eines Wafers von 8-Inch Durchmesser (nahezu 200 Millimeter) gestaltet ist, die oberen und unteren Wände **12**, **14** eine Wanddicke von nur ungefähr 5 Millimetern erfordern, wobei die Trägerplattendicke ungefähr 10 Millimeter beträgt. Die Kammerlänge zwischen den Endflanschen beträgt ungefähr 600 Millimeter, wobei die Kammerbreite ungefähr 325 Millimeter und die Höhe der Endflansche ungefähr 115 Millimeter beträgt. Die Abmessungen der Kammer werden natürlich für größer bemessene Wafer verändert. Zum Beispiel ist die Kammer der vorliegenden Erfindung für Behandlungswafer mit einem Durchmesser von 200 Millimetern, 300 Millimetern oder sogar größer geeignet. Vorzugsweise bleibt die relative Querschnittsabmessung dieselbe, und somit hat eine breitere Kammer, die Wafer von 300 Millimeter aufnimmt, eine größere Höhe. Die größere Höhe in der Kammer für Wafer von 300 Millimetern erfordert bestimmte Veränderungen für andere Untersysteme, wie zum Beispiel die Heizstrahlerlampen, die um die Kammer zum Erhitzen des Suszeptors und des Wafers angeordnet sind. Kurz gesagt, obwohl die Umgebung zum Behandeln von Wafern mit 200 und 300 Millimeter Durchmesser notwendigerweise in bestimmter Hin-

sicht verschieden ist, fallen diese Unterschiede in die Praxis des Fachmannes für den Aufbau und den Betrieb von Behandlungskammern bzw. der Behandlungskammer.

[0083] Die besonderen Abmessungen sind selbstverständlich nur als Beispiel dafür gegeben, daß Kammern verschiedener Formen und Abmessungen mit einer Trägerplatte verwendet werden können, die sich zwischen Seitenwänden oder entlang der längeren Abmessung des vertikal-seitlichen Querschnittes der Kammer erstreckt. Eine Verallgemeinerung, die getroffen werden kann, besteht darin, daß die gesamte Kammerbreite vorzugsweise nahezu das Dreifache der Kammerhöhe beträgt. Das bedeutet, daß der obere Bereich **66** ein Verhältnis von Breite zu Höhe an der seitlichen Mittellinie von nahezu sechs hat. In der vorliegenden Ausführungsform können, wie oben erwähnt, die Wände **12** und **14** eine konstante Krümmung mit einem Radius von ungefähr 60,96 cm (24 Inch) haben. Es sei bemerkt, daß wenn das Verhältnis von Breite zu Höhe wesentlich anwächst, sich die oberen und unteren Wände **12** und **14** ausplattieren und Biegungsbeanspruchung weniger ohne Schaden überstehen können, wenn sie einem inneren Vakuum unterworfen werden. Wenn andererseits dieses Verhältnis wesentlich abnimmt, wird die Krümmung der Wände **12** und **14** ausgeprägter, und die Heizlampen müssen weiter von dem Wafer und dem Suszeptor **84** im Abstand gehalten werden, wodurch die Steuerung der Wärmeverteilung um den Wafer verringert wird. Die durch die Trägerplatte **40** erfahrene Zugbeanspruchung erhöht sich, wenn sich das Verhältnis von Breite zu Höhe erhöht und sich die Kammer ausplattet. Bei einem konstanten Kammervakuum erhöht sich die durch die Trägerplatte **40** erfahrene Zugbeanspruchung um einen größeren Betrag als das Anwachsen bzw. Größerwerden in dem Verhältnis von Breite zu Höhe der Kammer. D. h., wenn man zum Beispiel von einer zylindrischen Kammerform mit einem Verhältnis von Breite zu Höhe an der seitlichen Mittellinie von 2 : 1 im oberen Bereich **66** ausgeht, ergibt sich eine Verdopplung dieses Verhältnisses auf 4 : 1 in einem mehr als doppelten Anwachsen in der auf die Trägerplatte **40** aufgebrachten Beanspruchung. Jegliche durch die Trägerplatte **40** absorbierte Zugbeanspruchungen entlasten notwendigerweise Biegebelastungen nach innen, die ansonsten auf die gekrümmten Kammerwände **12** und **14** aufgebracht würden. Somit kann ein optimales Verhältnis von Breite zu Höhe der Kammer bestimmt werden, was niedrige Druckbehandlung mit einem Kammerquerschnitt von verhältnismäßig geringem Profil ermöglicht.

[0084] Die Kammer **10** kann auch wünschenswert in bestehende Systeme unter Verwendung von Kammern mit rechteckigem Querschnitt umgerüstet werden, wobei ferner die Notwendigkeit einer niedrigen, weiteren Form wächst. Die Kammerform ermöglicht es vorteilhaft, den Wafer von einem Ende einzuführen, und ermöglicht das Einführen von Ersatzsuszeptoren

und -ringen von dem anderen Ende der Kammer. Eine solche Anordnung ermöglicht es auch, den Gasstrom bequem von einem Ende zum anderen durch die Kammer einzuführen, wobei das Gas über die innere Trägerplatte fließt, die nahezu mit dem in der Kammer zu behandelnden Wafer ausgerichtet ist. [0085] In einer alternativen in **Fig. 9** gezeigten Anordnung ist ein modifizierter Temperatenausgleichsring **72'** nach außen gebildet, um dicht mit der gerundeten, rechteckigen Öffnung **42** in der Trägerplatte **40** zusammenzupassen. Der Ring **72'** dichtet somit im wesentlichen den oberen Teil **66** und den unteren Teil **68** der Reaktionskammer **10** voneinander ab. Auf diese Weise kann Reaktionsgas in dem oberen Teil **66** nicht durch zwischen dem Ring **72'** und der Öffnung **42** gebildete Spalte hindurchgehen, was möglicherweise den gleichförmigen Strom über den Wafer unterbrechen würde.

[0086] In einer weiteren in **Fig. 10** gezeigten Anordnung ist eine Opferquarzplatte **124** vorgesehen, welche den kreisförmigen Ring **72** umgibt. Die Opferplatte **124** hat einen Innendurchmesser, der dicht zu dem Außendurchmesser des Ringes **72** paßt, und eine äußere Form, die zu der gerundeten, rechteckigen Öffnung **42** paßt und wünschenswert gegen diese anstößt. Auf diese Weise werden die Kanten der Öffnung **42** vor Entglasung aufgrund wiederholten Erhitzens der Reaktionskammer **10** geschützt. Somit kann die Opferplatte **124** ersetzt werden, wenn sie durch wiederholte Erwärmungszyklen entglast ist, während die kostspieligere und dauerhaft befestigte Trägerplatte **40** erhalten bleibt. In der Praxis ist die Platte **124** dicht in die Öffnung **42** passend mit einem Minimum an Spiel dazwischen gestaltet, aber aufgrund Herstellungstoleranzen, welche es ermöglichen, die Platte innerhalb der Öffnung einzupassen, ist ein Kontaktsitz nicht möglich. Die Platte **124** wird vorzugsweise durch modifizierte Finger **80**, **82** oder durch getrennte Stützelemente (nicht gezeigt) getragen, die an der Trägerplatte **40** befestigt sind.

Aufbauverfahren der Behandlungskammer

[0087] Der Aufbau der Quarzkammer wird nun erklärt. Die Reaktionskammer **10** ist in einer bevorzugten Folge hergestellt, um genaue Abmessungen sicherzustellen und die inneren Belastungen innerhalb der Komponententeile zu minimieren. Genauer wird die Reaktionskammer **10** zuerst durch Schweißen der zwei Seitenschienen **16** und **18** an die Endflansche **20** und **30** hergestellt. Wie zuvor bezüglich der **Fig. 3** beschrieben wurde, haben die Flansche **20** und **22** jeder nach innen gerichtete Ausdehnungen **54**, die zu der Form der Seitenschienen **16** und **18** passen. Anschließend an die Verbindung der Seitenschienen und Endflansche wird der Aufbau bei einer erhöhten Temperatur geglüht, um innere Belastungen zu verringern. Die mittlere Trägerplatte **40** wird dann innerhalb der rechteckigen Form durch die zentrale Stumpfpalte **32b** der Seitenschienen **16**, **18** und

die zentralen, nach innen gerichteten Ausdehnungen der Endflansche **20** und **22** gebildet. Nach dem Schweißen der Trägerplatte **40** wird der gesamte Aufbau noch einmal geglüht, um innere Spannungen zu verringern. Die Stützelemente **80** und **82** werden dann an die Unterseite der Trägerplatte **40** in geeigneten Positionen geschweißt. Die Eckenfüller **76** werden an der Verwendungsstelle geschweißt, um die gerundete, rechteckige Öffnung **42** zu bestimmen. Alles Scharte der Kanten innerhalb der Kammer **10** wird dann abgeschliffen, um gerundete Kanten zu glätten. An diesem Punkt werden die oberen und unteren Wände **12** und **14** sowohl an die Seitenschiene **16** und **18** als auch an die Endflansche **20** und **22** geschweißt. Der Aufbau wird erneut geglüht, um innere Spannungen zu verringern. Das Rohr **92** wird dann an der Verwendungsstelle koaxial mit einer runden, in der unteren Wand **14** gebildeten Öffnung geschweißt.

[0088] Der Aufbau wird dann bei einer erhöhten Temperatur feuerpoliert, um die Quarzoberfläche zu veranlassen, leicht zu schmelzen und die durch Schleif- und Schweißstätigkeiten gebildete Oberfläche zu glätten. Das Feuerpolieren ist ein wesentlicher Schritt bei der Bildung der Kammer **10**, um die Kammer für folgende Herstellungsschritte und für den Gebrauch zu festigen. Schließlich wird der gesamte Aufbau geglüht, um jegliche verbleibende innere Spannungen zu verringern. Fachleute wissen, daß die Herstellung der Quarzkammer eine komplexe und heikle Tätigkeit ist und als kunstvoll betrachtet wird. Somit soll das oben beschriebene Verfahren eine spezielle Konstruktionsart darlegen, und andere könnten folgen.

[0089] Es können ernsthafte innere Spannungen durch lokales Schweißen erzeugt werden. Um die Spannungen zu minimieren, ist die gesamte Kammer vorzugsweise in einen Ofen mit hoher Temperatur eingeführt und darin befestigt. Die Sequenz der Schritte ist wie folgt. Die Elemente der Behandlungskammer sind innerhalb eines großen Ofens mit einer großen Türöffnung positioniert, durch welche ein Arbeiter die Kammerkomponenten erreichen und handhaben kann. Der Ofen wird zuerst abgedichtet und auf eine erhöhte Temperatur von vorzugsweise nahezu 900°C erhitzt. Ist die spezielle Temperatur erreicht und befinden sich alle Quarzkomponenten darin bei dieser Temperatur, wird die große Türöffnung geöffnet, um dem Schweißer den Zugang zu erlauben. Eine Anzahl von Wärmeschirmen oder Ablenkblechen sind rund um die Kammer zwischen den heißen Quarzstücken und der Türöffnung positioniert, um die Strahlungshitze durch die Türöffnung zu verringern. Die Schirme sind somit angeordnet, um dem Schweißer den Zugang zu einem örtlich festgelegten Teil der Kammer, der geschweißt werden soll, zu erlauben und um Hitze, die von den diesen Bereich umgebenden heißen Quarzkomponenten ausgestrahlt wird, zu minimieren. Der Schweißer ist angemessen mit schweren Schweißhandschuhen, einem reflektieren-

den Anzug und Helm bzw. Maske bekleidet. Nachdem die Türöffnung des Ofens offen ist, verringert sich die Temperatur darin auf ungefähr 500–700°C. Es kann gegebenenfalls zusätzliches, lokalisches Erwärmen notwendig sein, um den Wärmeverlust durch die offene Tür zu ergänzen. Die zusätzliche Wärme kann zum Beispiel mit einer Lötlampe, entweder fokussiert oder gestreut, geschaffen werden. Die zuvor erwähnte Schweißfolge wird dann innerhalb des Ofens durchgeführt, wobei die Tür des Ofens geschlossen wird und die Kammerteile periodisch wieder erwärmt werden, wenn zuviel Wärme verloren ging. Dieses Verfahren verringert erheblich die inneren Spannungen innerhalb der Quarzstücke, indem große Temperaturgradienten in ihnen bzw. darin vermieden werden.

Behandlungssystem

[0090] **Fig. 11** zeigt eine Anordnung von Komponenten, die eine modifizierte Reaktionskammer **130** umgeben, um höchst gleichförmiges CVD-Verfahren zu erzeugen. Vor der Beschreibung der Einzelheiten der modifizierten Kammer **130** wird die Behandlungsumgebung beschrieben. Die Kammer **130** weist eine innere Trägerplatte **132** auf, die ähnlich der zuvor beschriebenen inneren Trägerplatte **40** ist, und weist somit eine Öffnung **133** auf, die darin so abgemessen geformt ist, daß sie einen Suszeptor zum Tragen eines Halbleiterwafers aufnimmt. Die Trägerplatte **132** ist in einen vorderen Abschnitt **135a** aufstromig von der Öffnung **133** und in einen rückwärtigen Abschnitt **135b** abstromig von der Öffnung **133** geteilt. Ein Suszeptor **134** ist auf einer Vielzahl von sich radial erstreckenden Armen **136** einer zentralen Nabe **138** positioniert, die auf einem hohlen Schaft **140** befestigt ist. Der Schaft **140** wird seinerseits durch einen Motor **142** gedreht, der unterhalb der Kammer **130** angeordnet ist. Die Rotationskupplung zwischen dem Motor **142** und dem Schaft **140** wird genau in dem US-Patent Nr. 4,821,674 beschrieben. Der Motor **142** ist vorzugsweise auf einem festen Rahmen befestigt und weist Einstellmechanismen zum Positionieren des Suszeptors **134** innerhalb der Kammer **130** auf. [0091] Ein Wafer **144** ist auf dem Suszeptor ruhend in **Fig. 11a** gezeigt. Eine Vielzahl von Heizstrahlerlampen ist um die Reaktionskammer **130** herum angeordnet, um den Suszeptor **134** und den darauf befindlichen Wafer **144** zu erwärmen. Eine erste Reihe von oberen Lampen **146** erstreckt sich längs bezüglich der Kammer **130**. Eine zweite untere Reihe von Lampen **148** erstreckt sich seitlich bezüglich der Kammer **130**. Die Verteilung der oberen Reihe der Lampen **146** ist ungehindert, so daß eine regelmäßige Folge von Lampen über die seitliche Ausdehnung der Kammer **130** vorgesehen ist. Die untere Reihe von Lampen **148** ist andererseits auf beiden Seiten des Schaftes **140** vorgesehen, sie ist aber in dem den Schaft umgebenden Bereich unterbrochen. Ein oder mehrere Spotlights bzw. Scheinwerfer oder gerichtete-

te Lampen **150** sind unter der Kammer **130** positioniert und umgeben ein nach unten hängendes Quarzrohr **152**, das einstückig mit der Kammer **130** gebildet ist. Das Rohr **152** nimmt konzentrisch den Schaft **140** auf. Das Rohr **152** und der Schaft **140** bilden einen ringförmigen Raum zwischen sich, der dazu verwendet wird, ein Entleerungs- bzw. Reinigungsgas in einen Bereich unterhalb des Suszeptors **134** einzuspritzen. Der Reinigungsgasstrom wird durch die Pfeile **154** in **Fig. 11a** gezeigt. Die gerichteten Lampen **150** strahlen Energie zu der Unterseite des Suszeptors **143**, der durch den Schaft **152** und den Trägersaufbau beschattet sein kann. Die spezielle Heizanordnung ist ähnlich der in dem US-Patent Nr. 4,836,138 beschriebenen und dargestellten.

[0092] Die oberen und unteren Reihen von Lampen **146**, **148** sind in einer im allgemeinen rechteckigen Konfiguration oberhalb bzw. unterhalb des Suszeptorbereiches **134** verteilt. Diese Anordnung fokussiert in Kombination mit den gerichteten Lampen **150** die Strahlungsenergie auf dem Suszeptor **134** und dem zugeordneten Wafer **144**. Zusätzlich verbessert die senkrechte Ausrichtung der oberen und unteren Reihen **146**, **148** ferner die Erwärmungsgleichförmigkeit des Suszeptors **134**. In den **Fig. 11** und **11a** ist ein vergrößerter Temperatursausgleichsring **155** gezeigt, und sein spezieller Aufbau wird weiter unten in größerer Einzelheit beschrieben. Es sei jedoch bemerkt, daß die Umfangsgestalt des modifizierten Temperatursausgleichsringes **155** im allgemeinen rechteckig ist und zu den hervorspringenden Strahlungshitzesäulen der oberen und unteren Reihen von Lampen **146**, **148** paßt. Diese Anordnung ist äußerst wirksam und resultiert in einer gleichförmigeren Temperatur über den Suszeptor **134**.

[0093] Ein Gasinjektor **156** ist aufstromig von der Behandlungskammer **130** positioniert und weist eine Vielzahl von Reaktionsgasstrom-Nadelventilen **158** zum Messen des Reaktionsgases in der Kammer durch mehrere Öffnungen auf. Reaktionsgas wird durch den Injektor **156** gemessen und läuft danach durch eine Einlaßöffnung **160**, welche in einen oberen Bereich **162** der Behandlungskammer **130** führt. Der Reaktionsgasstrom wird durch den Pfeil **164** in **Fig. 11a** gezeigt. Das Gas strömt über den Suszeptor **134** und den Wafer **144**, über die innere Trägerplatte **132** und tritt durch eine Auslaßöffnung **166** in der Behandlungskammer **130** aus. Der Auslaßweg ist mit dem Pfeil **168** gezeigt. Zusammen mit dem zuvor beschriebenen nach oben gerichteten Reinigungsstrom **154** ist ein Längsreinigungsstrom **170** durch den Gasinjektor **156** vorgesehen. Genauer und wie weiter unten in größerer Einzelheit beschrieben wird, weist der Gasinjektor innere Kanäle auf, die sich in einen unteren Bereich **172** der Behandlungskammer **130** durch eine Reinigungseinlaßöffnung **174** öffnen. Der Reinigungsgasstrom **170** tritt in den unteren Bereich **172** ein und läuft unterhalb des Suszeptors **134** und des umgebenden Aufbaus vorbei und tritt aus dem unteren Bereich durch eine Reinigungsauslaßöff-

nung **176** aus, wie durch den Pfeil **178** gezeigt ist.

[0094] **Fig. 11** zeigt einen Auslaßapparat **180**, welcher sowohl den verbrauchten Reaktionsgasstrom **168** als auch den Auslaß-Entleerungsgasstrom **178** aufnimmt. Genauer nimmt eine gemeinsame Plenumkammer **182** die zuvor erwähnten Gasströme auf und leitet sie zu einer gewinkelten Auslaßleitung **184** in Verbindung mit einer Auslaßrohrverzweigung **186**. Die Auslaßrohrverzweigung **186** ist an einer geeigneten Vakuumquelle befestigt. Die Plenumkammer **182** ist durch ein im allgemeinen rechteckiges Flanschteil **188** bestimmt, das vorzugsweise mit Wasser gekühlt wird, wobei innere Durchgänge durch Rohre **190** mit Kühlfluid versorgt werden. Das innere Kühlen des Flanschteils **188** hilft, Beschädigung der elastomeren Dichtung zwischen dem Flanschteil und der Behandlungskammer **130** zu verhindern.

Modifizierter Temperatursausgleichsring

[0095] Die **Fig. 11**, **11a** und **12** zeigen den oben erwähnten Temperatursausgleichsring **155**, welcher den Suszeptor **134** umgibt. Dieser Ring **155** ist in vielen Gesichtspunkten ähnlich dem zuvor erwähnten Ring **72'** bezüglich der **Fig. 9**. D. h., der Ring **155** ist nach außen aufgebaut, um dicht zu der gerundeten, rechteckigen Öffnung **194** zu passen, die in der Trägerplatte **132** der Kammer **130** gebildet ist, er ist aber von dieser im Abstand gehalten, um Qualitätsverlust der Quarträgerplatte **132** zu verhindern. Wie in **Fig. 11a** gezeigt ist, weist der modifizierte Temperatursausgleichsring **155** ein unteres, ringförmiges U-förmiges Kanalteil **196** und ein oberes ebenes Teil **198** auf. Das obere Teil **198** weist eine Öffnung auf, die über dem Kanalteil **196** durch die Verwendung von einem oder mehreren integral gebildeten, nach unten hängenden Zentrierringen **199** zentriert ist, die auch kleine Vorsprünge sein können, die in einem Kreis mit rundem Muster im Abstand angeordnet sein können. Das untere Teil **196** trägt eine Vielzahl von verlängerten Thermoelementen, die sich, wie zuvor beschrieben, von einem abstromigen Ende der Kammer **130** durch die Entleerungsauslaßöffnung **176** und in den unteren Bereich **172** und den Ring **155** erstrecken. Der Ring **155** weist in seinem abstromigen Ende Öffnungen zur Aufnahme der Thermoelemente auf.

[0096] Vorzugsweise sind drei Thermoelemente durch den Temperaturkompensationsring **155** getragen, die alle in die Kammer aus dem abstromigen Ende durch die Entleerungsauslaßöffnung **176** eintreten. Die drei Thermoelemente erstrecken sich parallel nach vorn in die Kammer unterhalb der Trägerplatte **132** und sind in seitlicher Richtung im Abstand angeordnet. Das mittlere, in **Fig. 11a** gezeigte Thermoelement **199** erstreckt sich genau unterhalb der Trägerplatte **132** und endet abstromig von dem Suszeptor **134**. Ein zweites Thermoelement **200** tritt in den Ring **155** ein und rollt sich um einen kreisrunden Weg, der durch das Kanalteil **196** bestimmt ist, um an

der vorderen Kantenposition zu enden, wie in **Fig. 11a** gezeigt ist, an der vorderen Kante des Ringes. Ein drittes Thermoelement (nicht gezeigt) tritt auch in den Ring **155** und rollt sich halb um das Kanalteil **196** in der entgegengesetzten Richtung von dem zweiten Thermoelement **200**, um bei einer Position in der Mitte zwischen den vorderen und den hinteren Kanten des Suszeptors **134** zu enden. Die Kombination der drei Thermoelemente fühlt somit die Temperatur an der vorderen Kante, der hinteren Kante und an der Seitenkante des Suszeptors **134** ab.

[0097] Damit die Thermoelemente in das Kanalteil **196** eintreten können, ist sein rückwärtiges Ende durch einen verlängerten L-förmigen Teil **202** gebildet. Diesem Teil fehlt eine äußere Wand, um es dem Thermoelement zu erlauben, in das Innere des Kanals einzutreten. Obwohl nicht gezeigt, kann sich der L-förmige Teil um einen Bogen herum erstrecken, der ausreichende Länge hat, um die drei eintretenden Thermoelemente aufzunehmen, oder er kann diskrete Teile an den Stellen aufweisen, durch welche jedes Thermoelement in das Kanalteil **196** geht.

[0098] Der obere ebene Teil **198** hat eine innere Kante, die nahezu denselben Durchmesser hat wie die innere Wand des Kanalteils **196**, und paßt dicht zu der äußeren Umfangskante des Suszeptors **134**, ist aber von diesem im Abstand angeordnet. Eine äußere Kante des ebenen Teils **198** erstreckt sich nach außen von der äußeren Wand des Kanalteils **196** und paßt dicht zu der gerundeten, rechteckigen Öffnung **133**. Der Ring **155** ist wiederum vorzugsweise aus Graphit mit einer großen thermisch wirksamen Masse hergestellt, um dazu zu verhelfen, die Temperaturgleichförmigkeit über den Suszeptor **134** und den Wafer **144** sicherzustellen. Der Ring **155** kann jedoch aus geringerer thermischer Masse oder sogar aus Quarz hergestellt sein, so daß direkte Strahlungswärme von den Reihen der Lampen **146**, **148** und **150** auf die Kante des Suszeptors **134** auftreffen kann.

[0099] Unter Bezugnahme auf die **Fig. 11a** ist ein aufstromiger Spalt **204** zwischen dem Ring **155** und dem aufstromigen Abschnitt **135a** der Trägerplatte **132** bestimmt. Ähnlich ist ein abstromiger Spalt **206** zwischen der abstromigen Kante des Ringes **155** und dem abstromigen Abschnitt **135b** der Trägerplatte **132** gebildet. Der aufstromige Spalt **204** ist leicht kleiner bemessen als der abstromige Spalt **206**. Das Behandlungsgas, welches über den Suszeptor **134** und den Wafer **144** geht, ist zu dem Einlassende der Kammer **130** hin verhältnismäßig kalt. Da das Behandlungsgas über den heißen Ring **155** und den Suszeptor **134** geht, wärmt es sich an der hinteren Kante des Wafers auf eine maximale Temperatur auf. Der Ring **155** wird somit in der Umgebung der Behandlungskammer an seiner abstromigen Kante einer höheren Temperatur unterworfen als seine entgegengesetzte, aufstromige Kante unterworfen wird. Da das Quarz verhältnismäßig zerbrechlich ist und bei wiederholtem thermischem Zyklieren bricht, ist der Spalt **206** an der abstromigen Kante des Ringes **155** leicht

größer hergestellt, um übermäßiges Erhitzen des Quarzes durch den Ring **155** an dieser Stelle zu verhindern. Der aufstromige Spalt **204** beträgt ungefähr 4 Millimeter, während der abstromige Spalt ungefähr 5 Millimeter hat.

Opferquarzplatte

[0100] Die Behandlungskammer **130** der **Fig. 11** beinhaltet ferner eine Opferquarzplatte **210**, um die aufstromige Kante der Öffnung **133** zu schützen. Wie man in den **Fig. 12** bis **14** sieht, weist die Opferquarzplatte **210** einen horizontalen, ebenen Teil **212** und eine vertikale, krummlinige Lippe **214** auf. Der horizontale Teil **212** weist ferner eine große zentrale Öffnung **216** auf, die so bemessen ist, daß sie den Antriebsschaft **140** und die Nabe **138** aufnimmt. Der horizontale Teil **212** erstreckt sich unterhalb des Suszeptors **134** und wird durch drei Finger **218** getragen, die von unterhalb der zentralen Trägerplatte **132** abhängen. Die Finger **218** sind sehr ähnlich den Trägerfingern **80** und **82**, die zuvor bezüglich der ersten Kammerausführungsform beschrieben wurden. Genauer ist ein vorderer Finger **218a** zentral über die seitliche Breite des aufstromigen Abschnittes **135a** der zentralen Trägerplatte **132** angeordnet. Ein Paar von abstromigen Fingern **218b** ist seitlich von dem Zentrum der Trägerplatte in ihrem abstromigen Abschnitt **135b** im Abstand angeordnet. Die nahe Anordnung dieser Finger sieht man am besten in der Explosionsansicht der **Fig. 12**.

[0101] Der horizontale Teil **212** der Opferquarzplatte **210** weist zwei rückwärtige Ausdehnungen **220** mit rechtwinkligen Bereichen **221** von verringerter Dicke und darin befindlichen Öffnungen **222** auf. Die dünnen Bereiche **221** der Ausdehnungen **220** sind so bemessen, daß sie auf die abstromigen Finger **218b** passen, wie man am besten in **Fig. 11a** sieht. Die Öffnungen **222** sind so bemessen, daß sie Trägerstifte **224** aufnehmen, die auch auf den Fingern **218b** getragen werden. Die Stifte **224** erstrecken sich durch die Öffnungen **222** und werden für das Stützen des Temperatenausgleichsringes **155** verwendet. Auch sind ein dünner gemachter Bereich **230** und eine vordere Öffnung **226** in dem horizontalen Teil **212** zur Aufnahme eines Trägerstiftes **227** vorgesehen. Der vordere Finger **218a** paßt in den dünner gemachten Bereich **230** und trägt das vordere Ende der Opferquarzplatte **210** sowie das vordere Ende des Ringes **155** über den Stift **227**. Die dünner gemachten Bereiche **221** und **230** und genauer die dadurch gebildeten Seitenwände halten in Kombination mit den Öffnungen **222** und **226** und den Stiften **224** und **227** die Platte **210** in Position bezüglich der Finger **218a**, **b**.

[0102] Die Quarzplatte **210** hat eine im allgemeinen konstante, seitliche Querschnittsbreite, welche an einem vorderen Ende zu einem breiteren Bereich **228** divergiert. Der breite Bereich **228** weist gerundete vordere Ecken auf, die zu der Gestalt der Öffnung **133** passen. Die vertikale Lippe **214** erstreckt sich

von den gerundeten Kanten des vorderen Teils **228** nach oben in die Nähe der gerundeten rechteckigen Kanten der Öffnung **133**. Dies sieht man am besten in **Fig. 11a**. Die vertikale Lippe **214** paßt somit dicht zu der inneren Kante der Trägerplatte **132** an der Öffnung **133** und schützt das Quarz an dieser Stelle vor Entglasung. Die vertikale Lippe **214** hat Kontakt mit dem Quarz der Öffnung **133**.

[0103] Die Form der Opferquarzplatte **210** sieht man in Draufsicht und im Querschnitt in den **Fig. 13** bzw. **14**. Es sei bemerkt, daß die Dicke der Platte **210** in dem Mittelteil größer und an den Bereichen **221** und **230** dünner ist, welche, wie erwähnt, die Finger **218a, b** aufnehmen und halten. Ferner ist die vertikale Lippe **214** bemerkenswert dünner als der horizontale Teil der Platte **210**. Zur Verwendung in einer Reaktionskammer zur Behandlung von Wafern von Durchmessern von 200 Millimetern hat die Opferquarzplatte **210** eine Gesamtlängenabmessung von nahezu 28,45 cm (11.2 Inch). Die Breite der Platte **210** beträgt nahezu 18,92 cm (7.45 Inch), und die nach außen divergierenden Kanten in dem Bereich **228** bilden mit den Seitenkanten einen Winkel von 30°. Die Breite des vorderen Bereiches **228** beträgt nahezu 25,81 cm (10.16 Inch). Die Krümmung der vorderen Kanten, die dicht zu der inneren Kante der Öffnung **133** paßt, beträgt im Radius nahezu 5,72 cm (2.25 Inch). Die Platte hat eine Dicke von nahezu 0,51 cm (0.2 Inch) über einen Hauptteil ihres Querschnittes, wobei aber die Bereiche, welche die Finger **218** aufnehmen, eine Dicke von nahezu 0,152 cm (0.06 Inch) haben. Die vertikale Lippe hat eine Höhe von nahezu 2,51 cm (0.99 Inch), während ihre Dicke nahezu 1 mm (0.04 Inch) beträgt.

[0104] Die **Fig. 15–17** zeigen eine Opferquarzplatte **240**, die in den meisten Beziehungen der zuvor beschriebenen Quarzplatte **210** identisch ist. Im Gegensatz dazu weist die Quarzplatte **240** jedoch eine horizontale Ausdehnung **242** auf, die an einer oberen Kante der vertikalen Lippe **214** gebildet ist. Die horizontale Ausdehnung **242** erstreckt sich nach vorne von der Lippe **214** und soll auf der oberen Oberfläche der zentralen Trägerplatte **132** ruhen. D. h., daß sich die vertikale Lippe **214** nach oben, wie man in **Fig. 11a** sieht, in dichte Nähe zu der Öffnung **133** erstreckt und sich die horizontale Ausdehnung **242** über die obere Ecke der Öffnung erstreckt. Diese Anordnung schützt ferner das Quarz der zentralen Trägerplatte **132** vor Entglasung. In den anderen Beziehungen ist die Quarzplatte **240** mit der zuvor beschriebenen Quarzplatte **210** identisch und wird durch die Finger **218a, b** unterhalb des Suszeptors **134** und parallel zu diesem getragen.

[0105] Die **Fig. 18a** und **18b** zeigen die den Suszeptor **134** umgebend angeordneten Opferquarzplatten. Wie man in **Fig. 18a** genauer sieht, sieht man die Opferquarzplatte **210** in gestrichelter Linie unterhalb des Suszeptors **134**, wobei die vertikale Lippe **214** an der abstromigen Kante des vorderen Abschnittes **135a** des zentralen Trägers **132** sichtbar ist. Man sieht,

daß sich die vertikale Lippe **214** seitlich um die Seiten der Öffnung **133** erstreckt, um an den Seitenschienen **18** der Kammer **130** zu enden, wie zuvor beschrieben wurde. **Fig. 18b** zeigt andererseits die horizontale Ausdehnung **242**, die sich nach vorn von der Kante der Öffnung **133** erstreckt. Wieder ist die Opferquarzplatte **240** unterhalb des Suszeptors **134** und parallel zu diesem positioniert.

[0106] Die **Fig. 18c, 19** und **20** zeigen ein Paar von diskreten Opferquarzplatten **250a** und **250b**, das auf der zentralen Trägerplatte **132** positioniert ist. Die diskreten Platten **250** werden in Draufsicht in **Fig. 19** gezeigt und haben eine im allgemeinen rechteckige Form mit einem Paar von abgeschrägten Kanten **252** auf einem aufstromigen Ende und einer krummlinigen, abstromigen Kante **254**. Wie man in **Fig. 20** sieht, springt eine vertikale Lippe **256** nach unten von der krummlinigen Kante **254** hervor. Die krummlinige Kante **254** ist so bemessen, daß sie dicht zu den gekrümmten Ecken der gerundeten, rechteckigen Öffnung **133** paßt. Diesbezüglich und wie man in **Fig. 18c** sieht, sind die diskreten Opferquarzplatten **250a, b** an den gerundeten Ecken der Öffnung **133** positioniert. Die nach unten abhängende Lippe **256** schützt somit die Ecken der Öffnung **133** vor Entglasung. Die Ecken der Öffnung **133** werden während der Vakuumbehandlung den größten Belastungen unterworfen und leiden daher am meisten durch wiederholtes, thermisches Zyklisieren. Somit schützt die Schaffung der diskreten Platten **250a, b** diese Ecken, und sie können verhältnismäßig leicht ersetzt werden. Die Platten **250a, b**, sind einfach auf der zentralen Trägerplatte **132** ohne andere Befestigungsmittel angebracht. Selbstverständlich kann eine einzige Opferquarzplatte, welche die diskreten Platten **250a, b** kombiniert auch direkt oben auf der zentralen Trägerplatte **132** angebracht werden.

Gasinjektor

[0107] **Fig. 21** stellt den zuvor bezüglich **Fig. 11** erwähnten Gasinjektor **156** dar. Der Gasinjektor **156** weist ein im allgemeinen vertikales, zweiteiliges Flanschteil auf, welches an das aufstromige Ende der Quarzkammer **130** anstößt. Genauer ist der Gasinjektor **156** zwischen einer Waferhandhabungskammer **260** (gestrichelt dargestellt) und der Behandlungskammer **130** in Sandwichbauart angeordnet. Geeigneter pneumatischer Druck wird auf eine von vielen, dem Fachmann bekannten Arten vorgesehen, um den sehr guten Kontakt zwischen dem Gasinjektor **156** und der Kammer **130** sicherzustellen.

[0108] Die Waferhandhabungskammer **260** weist eine kegelförmige Waferbelieferungsöffnung **262** auf, welche zu einem horizontalen Wafer/Gas-Eintrittsschlitz **264** führt, der durch den Gasinjektor **256** bestimmt wird. Eine Waferhandhabungsvorrichtung (nicht gezeigt) liefert Wafer durch die Belieferungsöffnung **262** und den Eingangsschlitz **264** zu der Handhabungskammer **260** und der Behandlungskammer

130 und von diesen weg.

[0109] Die Waferhandhabungsvorrichtung weist eine Aufnahmewand mit geringem Querschnitt vom Bernoulli-Typ auf, welche durch den Eintrittsschlitz **264** paßt, der auf einer Unterseite den Wafer trägt. Selbstverständlich können andere Aufnahmewände mit geringem Querschnitt verwendet werden. Diesbezüglich hat der Eintrittsschlitz **264** eine Höhe von nahezu 1,91 cm (0.75 Inch) und eine Länge durch den Gasinjektor **156** von etwa 3,96 cm (1.56 Inch). Bezüglich der Rückansicht der **Fig. 22** erstreckt sich der Eintrittsschlitz **264** seitlich entlang einem Hauptteil der Breite des Gasinjektors **156** und hat vorzugsweise eine Breite von ungefähr 22,86 cm (9 Inch), um den Durchgang von Wafern mit 200 mm zu ermöglichen. Fachleute werden bemerken, daß die hier bezeichneten Abmessungen verändert werden, um Wafer größerer Abmessung, wie zum Beispiel solche von 300 mm Durchmesser, unterzubringen.

[0110] Wie in dem US-Patent Nr. 4,828,224 beschrieben, ist ein Absperrschieber in der Handhabungskammer für reziproke Bewegung abwechselnd zum Schließen und Öffnen der Belieferungsöffnung **262** befestigt. Der Absperrschieber weist einen Schwenkkörper auf, der durch sich hindurch auch einen Waferdurchgang hat, wobei sich der Durchgang in Linie mit der Belieferungsöffnung **262** befindet, wenn der Schieber geöffnet ist. Eine feste Oberfläche des Absperrschiebers weist einen O-Ring auf, der geeignet ist, gegen die Vorderfläche des Gasinjektors **156** abzudichten, um die Umgebung der Handhabungskammer **260** von der der Behandlungskammer **130** zu isolieren.

[0111] Der Gasinjektor **156** ist aus einer vorderen Flanschhälfte **266** und aus einer rückwärtigen Flanschhälfte **268** gebildet. Die vorderen und rückwärtigen Flanschhälften **266**, **268** sind im allgemeinen vertikal angeordnete, plattenähnliche Teile, die so angeordnet sind, daß sie gegeneinander passen. Genauer ist die Vorderfläche der vorderen Flanschhälfte **266** geeignet, gegen die Waferhandhabungskammer **260** zu passen, und ihre Rückseite stößt gegen die Vorderfläche der rückwärtigen Flanschhälfte **268**. Ferner paßt die rückwärtige Fläche der rückwärtigen Flanschhälfte **268** gegen die Behandlungskammer **130**. O-Ringdichtungen sind zwischen diesen Elementen vorgesehen, um Gasleckage von den Waferhandhabungsbereichen oder deren Verunreinigung zu verhindern. Ein im allgemeinen ovalförmiger Kammer-O-Ring **270**, am besten in **Fig. 22** gesehen, ist zwischen dem Gasinjektor **156** und der Kammer **130** vorgesehen. Genauer weist die rückwärtige Flanschhälfte **268** eine fortlaufende Nut **272** (**Fig. 25**) in ihrer rückwärtigen Fläche auf, welche den Eintrittsschlitz **264** umgibt, der den Kammer-O-Ring **270** aufnimmt. Der Kammer-O-Ring **270** stößt gegen die flache Vorderfläche der Behandlungskammer **130** und umgibt die Einlaßöffnungen **160**, **174**, welche zu dem oberen bzw. unteren Bereich **162** bzw. **172** führen. Ein mittlerer O-Ring **274** ist in einer Nut in der rück-

wärtigen Fläche der vorderen Flanschhälfte **266** vorgesehen und dichtet den Eintrittsschlitz **264** an der Verbindung zwischen den vorderen und rückwärtigen Flanschhälften **266**, **268** ab. Schließlich ist ein O-Ring **276** der Handhabungskammer in einer Nut in der Vorderfläche der vorderen Flanschhälfte **266** vorgesehen, welcher den Eintrittsschlitz **264** an der Grenzfläche zwischen dem Gasinjektor **156** und der Waferhandhabungskammer **260** abdichtet.

[0112] Wie man in den **Fig. 22** und **23** sieht, ist eine Vielzahl von Nadelventilen **158** über die obere Kante der rückwärtigen Flanschhälfte **268** verteilt. Es sind fünf solcher Nadelventile **158** gleichmäßig und zentriert in der rückwärtigen Flanschhälfte **268** verteilt. Jedes der Nadelventile **158** weist eine rohrförmige Kartusche **280**, die in einen sich nach oben öffnenden, abgestuften Hohlraum **282** (**Fig. 26**) befestigt ist, und Klemmschrauben **284** für die Einstellung des Gasstromes durch den Gasinjektor **156** auf. Diesbezüglich tritt das Behandlungsgas durch eine Einlaßleitung **286** in eine seitliche Kante der rückwärtigen Flanschhälfte **268** und wird durch den Gasinjektor **156** verteilt, wenn es schließlich in die Behandlungskammer **130** durch den Eintrittsschlitz **264** eintritt.

[0113] Das Behandlungsgas tritt an der Einlaßleitung **286** ein und strömt durch ein horizontales Plenum **288**, das sich seitlich über die rückwärtige Flanschhälfte **268** unterhalb der fünf Einstellklemmschrauben **284** erstreckt. Wie man am besten in **Fig. 26** sieht, ist jede Kartusche **280** innerhalb einer oberen Gewindebohrung **290** des Hohlraumes **282** befestigt, wobei der Hohlraum auch eine Ventilbohrung **292** mit verringertem Durchmesser bestimmt. Jede der Gewindebohrungen **292** befindet sich in Fluidverbindung mit dem horizontalen Plenum **288**. Jede Kartusche **280** weist einen äußeren Gewindebolzen **294**, der zu der Gewindebohrung **290** paßt, und einen unteren Teil **296** mit verringertem Durchmesser zur Aufnahme und Kanalisieren des Behandlungsgases auf. Genauer weist der Teil **296** mit verringertem Durchmesser einen horizontalen Schlitz **298** an der Höhe des Plenums **288** auf, welcher es dem Behandlungsgas erlaubt, frei entlang dem Plenum zu jedem Hohlraum **288** zu strömen. Gas, welches durch die Einlaßleitung **286** eintritt, füllt somit das Plenum **288** auf einen gleichmäßigen Druck über seine Breite.

[0114] Ein von der Kartusche **280** getrennter Ventilsitz **300** ist auf dem Bodenende der Ventilbohrungen **292** positioniert und auf seiner Außenseite gegen die Gewindebohrung mit einem O-Ring **302** abgedichtet. Jede Klemmschraube **284** ist axial mit einer Nadel **304** ausgerichtet und stößt an diese an, welche sich nach unten durch die hohle Kartusche **280** und in Eingriff mit einer inneren Dichtungsoberfläche auf dem Ventilsitz **300** erstreckt. In der Mitte entlang der Nadel **304** schafft ein ringförmiger Nadelrand **306** eine Reaktionsoberfläche, gegen welche eine Feder **308** arbeitet. Die Feder **308** ist innerhalb einer oberen zylindrischen Bohrung **310** der Kartusche positioniert und stößt gegen eine Stufe **312** mit verringertem Durch-

messer. Die Nadel **304** ist somit nach oben in Eingriff mit der Klemmschraube **284** vorgespannt. Die Feder **308** ermöglicht es, das Positionieren der Nadel **304** bezüglich der Kartusche **280** zu präzisieren. D. h., die Nadel **304** hat innerhalb der Bohrung der Kartusche **280** einen Gleitsitz und ist durch die Feder **308** gegen die Klemmschraube **284** vorgespannt, welche einen einstellbaren Anschlag schafft. Zusätzlich ist die Federkonstante der Feder **308** ausreichend, um nach unten gerichteter Bewegung der Nadel **304** während der Vakuumbehandlung zu widerstehen.

[0115] Die Kartusche **280** ist mit Abstufungen um ihren Umfang herum versehen und arbeitet mit der drehbaren Klemmschraube **284** ähnlich wie ein Mikrometer. Axialer Lauf der Klemmschraube **284** und der Nadel **304** innerhalb der Kartusche **280** bringt abwechselnd die Ventiloberflächen zwischen dem unteren Ende der Nadel und dem Ventilsitz **300** in Eingriff und trennt sie abwechselnd voneinander. Ein zweiter kleinerer O-Ring **314** ist rund um die Nadel **204** vorgesehen und arbeitet gegen eine Bohrung **316** mit verringertem Durchmesser unterhalb der oberen Bohrung **310** in der Kartusche **280**. Dies hindert Behandlungsgas daran, nach oben um die Nadel **304** herumzulaufen. Ein dritter O-Ring **318** ist in einer in der Außenseite der Kartusche **280** gebildeten Nut positioniert und arbeitet gegen die Ventilbohrung **292**, um Behandlungsgas daran zu hindern, nach oben rund um die Kartusche zu entweichen.

[0116] Bezüglich **Fig. 22** erstreckt sich eine enge Leitung **320** nach unten unterhalb der Ventilbohrung **292** in Verbindung mit einer Expansionskammer **322**, wie am besten in **Fig. 24** zu sehen ist. Wie man auch an der vorderen Seite der rückwärtigen Flanschhälfte **268** in **Fig. 23** sieht, ist jede Expansionskammer **322** als ein horizontaler Schlitz gebildet und divergiert nach außen an einem rückwärtigen Ende unterhalb der Leitung **320** zu einem vorderen Ende, welches der rückwärtigen Flanschhälfte **266** zugewandt ist. Die Expansionskammern **322** sind durch zwei Verteilervorrichtungen **324** getrennt. Es sind fünf solcher Expansionskammern **322** vorhanden, die mit dazwischen vorgesehenen Flußverteilervorrichtungen **324** gebildet sind.

[0117] Das vordere untere Ende jeder Expansionskammer **322** endet in einer abgerundeten Lippe **326**, im Profil in **Fig. 21** gezeigt. Die Lippe **326** springt nach vorn hervor und endet gerade kurz vor der Ebene, welche durch die Vorderseite der rückwärtigen Flanschhälfte **268** bestimmt wird; diese bestimmt auch eine Grenzfläche zwischen den Flanschhälften. Die Verteilervorrichtungen bzw. Trennvorrichtungen **324** ragen nach vorn zu der Grenzfläche heraus und enden an dem vordersten Punkt der abgerundeten Lippe **326**, wie man in **Fig. 23** sieht. Die Lippe **326** setzt sich nach rückwärts von den Flußverteilervorrichtungen **324** fort, wobei sie unter die Expansionskammern **322** in einer gemeinsamen ebenen, gewinkelten Oberfläche **32** rollt. Die gewinkelte Oberfläche **328** setzt sich nach unten und nach rückwärts, bis sie

den Eintrittsschlitz **264** schneidet, fort, wie man in **Fig. 21** sieht.

[0118] Betrachtet man **Fig. 21**, so weist die vordere Flanschhälfte **266** eine Reihe von Ausnehmungen **330** auf, die in ihrer Rückseite gegenüber den Expansionskammern **322** gebildet sind. Die Ausnehmungen **330** haben schmale Wände **332**, die voneinander getrennt sind, was gestrichelt in **Fig. 22** dargestellt und im Querschnitt in **Fig. 24** zu sehen ist. Jede Ausnehmung **330** hat eine längliche, im allgemeine halb-zylindrische Gestalt, und eine untere Wand **334**, die nach unten und nach rückwärts gewinkelt ist und sich als eine Lippe **336** fortsetzt, die unterhalb der gewinkelten Oberfläche **328** der rückwärtigen Flanschhälfte **268** hervorragt. Die schmalen Wände **332** enden an der Grenzfläche, während sich die Lippe **336** nach rückwärts von dieser erstreckt. Die winkelige Oberfläche **328** oberhalb und die Lippe **336** unterhalb bestimmen zusammen einen schmalen Schlitz **338** für den Gasfluß mit einer Breite, die in der Breite nahezu gleich der Breite der fünf kombinierten Expansionskammern **322** ist.

[0119] Behandlungsgas wird an den Nadelventilen **158** gemessen und läuft nach unten durch die Leitung **320** in die Expansionskammern **322**, wo der Gasstrom nach außen diffundiert, um seine Geschwindigkeit zu verlangsamen. Die fünf langsameren, sich bewegenden Ströme des Behandlungsgases fließen dann im allgemeinen nach vorn über die Grenzfläche und werden beinahe um 180° durch die gekrümmten Wände der Ausnehmungen **330** gedreht, um durch den schmalen Schlitz **338** gelenkt zu werden, der den Strom zu einem blattähnlichen Band formt. Der durch jedes der fünf Nadelventile **158** gemessene Strom wird durch die Flußverteilervorrichtungen **324** innerhalb jeder der Expansionskammern **322** und innerhalb jeder der Ausnehmungen **330** durch die Wände **332** getrennt gehalten. Den fünf getrennten Strömen wird gestattet, sich durch den Schlitz **338** zu mischen, um in einem einzigen, ebenen Band zu resultieren. Diese Gasflußbahn setzt sich nach unten und nach rückwärts in den Eintrittsschlitz **264** und danach im allgemeinen horizontal durch die Behandlungskammer **130** fort, in erster Linie aufgrund des abnehmenden Druckgradienten entlang der Kammer in der Richtung der Vakuumquelle abstromig von der Auslaßvorrichtung **180**. Während des Behandlungsgasflusses wird das vordere Ende des Eintrittsschlitzes **264** durch die Schaffung des zuvor erwähnten Absperrschiebers geschlossen, um Fließen in die entgegengesetzte Richtung zu verhindern. Das Mischen des Stromes beginnt in einem bedeutenden Abstand aufstromig von der vorderen Kante des Wafers, um so für die getrennten Fließströme angemessenen Abstand und Zeit zu schaffen, sich durch Diffusion zu mischen, wodurch das Gasdichteprofil seitlich über den Wafer geglättet wird.

[0120] Wie man in **Fig. 22** sieht, ist der Gasinjektor **156** ferner mit Reinigungsgas- bzw. Entleerungsgas-

kanälen versehen, und drei Entleerungsgasöffnungen **340** öffnen sich in den unteren Bereich **172** der Behandlungskammer **130**. Diesbezüglich fließt Behandlungsgas durch den Eintrittsschlitz **264** und die Einlaßöffnung **160** in den oberen Bereich **162** der Kammer **130**, während Entleerungsgas durch die drei Öffnungen **340** und die Entleerungseinlaßöffnung **174** in den unteren Bereich **172** der Kammer fließt. Ein Entleerungsgaseinlaß **342** ist auf der Seitenkante der rückwärtigen Flanschhälfte **268** gegenüber der Einlaßleitung **286** für Behandlungsgas vorgesehen. Der Einlaß **342** führt zu einem kurzen, horizontalen Durchgang **344**, der mit einem vertikalen Durchgang **346** Verbindung schafft. Ein horizontales Entleerungsgasplenum **348** verteilt das Entleerungsgas in gleichen Drücken zu den Öffnungen **340**. Entleerungsgas wird somit durch den Gasinjektor **156** kanalisiert und tritt durch die drei gleichmäßig im Abstand angeordneten Öffnungen **340** aus, die unterhalb des Eintrittsschlitzes **264** und unterhalb der zentralen Stützplatte **130** positioniert sind, wenn der Gasinjektor an die Behandlungskammer **130** stößt.

[0121] Unter Bezugnahme auf die Fig. 21, 24 und 25 weist der Gasinjektor **156** auch in sich Wasserkühlkanäle zum Schutz des O-Ringes **270** der Kammer auf. Genauer schafft ein Paar von unteren Leitungen **350a**, **350b** einen Kühlwasserfluß in den Gasinjektor **156** und aus diesem heraus. Die inneren Kühlkanäle innerhalb des Gasinjektors **156** sieht man am besten im Querschnitt der Fig. 25. Kühlwasser tritt durch die Leitung **350a** ein und läuft nach oben durch einen kurzen Abschnitt oder Durchgang **352** in einen länglichen, horizontalen unteren Durchgang **354**. Dieser Durchgang **354** schafft Verbindung mit einem vertikalen Seitendurchgang **356** und danach mit einem länglichen, horizontalen oberen Durchlaß **358**. Schließlich erstreckt sich ein zweiter Seitendurchgang **360** von dem oberen Durchgang **358** nach unten zu dem Kühlauslaß **350b**. Man sieht, daß jeder dieser Durchgänge in die feste, rückwärtige Flanschhälfte **258** gebohrt ist, und Stopfen **362** sind an jedem ihrer äußeren Enden vorgesehen. Das Muster der Durchgänge paßt dicht zu der Gestalt des O-Ringes **270** der Kammer. Ferner sind die Durchgänge in der rückwärtigen Flanschhälfte **268** an einer Stelle nahe dem O-Ring **270** mit einem Minimum an festem Material dazwischen vorgesehen, wie man am besten in den Fig. 21 und 24 sieht. Der Kühlfluß durch die Durchgänge soll die Temperatur des Materials des Gasinjektors **156** nahe dem O-Ring **270** der Kammer bei ungefähr 60°F oder kälter halten. Das verwendete Kühlfluid ist vorzugsweise ein pH ausgeglichen eingestelltes mineralfreies Wasser, das bei Raumtemperatur oder weniger eingeführt wird. Die Gasinjektorelemente sind vorzugsweise aus nicht rostendem Stahl hergestellt, und das mineralfreie Wasser verhindert die Bildung von Niederschlägen, welche den Durchgang des Kühlwassers hindern können.

[0122] Der vorliegende einstellbare Gasinjektor **156** verbessert erheblich den Wirkungsgrad des Gasstro-

mes durch die Behandlungskammer **130**. Speziell erzeugten viele frühere Gasinjektoren ein festes Fließmuster oder waren zur Einstellung ungeeignet. Wenn der Gasstrom geringer als das Optimum war, zum Beispiel wenn Rückführungen wegen Deposition bzw. Ablagerung auf den Kammerwänden ersichtlich wurde, mußte daher der gesamte Gasinjektor auseinandergenommen werden, um den Gasstrom durch diesen hindurch einzustellen. In dem vorliegenden Gasinjektor **156** schaffen die Klemmschrauben **284** Einstellbarkeit über die seitliche Breite der Kammer. Wenn Rückführungen durch Bildung von Partikeln auf der einen oder anderen Wand der Kammer beobachtet werden, wird der Gasstrom an dieser Seite höher eingestellt. Häufig verhindern Herstellungstoleranzen im Aufbau des Gasinjektors genaue Korrelation zwischen den Einstellungen der Klemmschrauben **284** und dem Gasstrom an den fünf Nadelventilen vorbei. Wären die Toleranzen perfekt, könnten die Klemmschrauben auf spezifische Werte bezüglich den Mikrometerabstufungen auf der Kartusche **280** eingestellt werden, und die Fließrate wäre aus solchen Werten voraussagbar. Die Toleranzen sind jedoch weniger als genau, und die Einstellbarkeit der Nadelventile beschleunigt erheblich die Behandlung.

[0123] Obwohl die verschiedenen, seitlich verteilten Gasströme unabhängig in dem Gasinjektor **156** gemessen werden, ist der Aggregatausstoß aus dem Injektor ein einziges Stromband, in welchem die Längsgrenzen der Ströme sich gut aufstromig von der vorderen Kante des Wafers mischen dürfen. Somit wird die Depositionsgleichförmigkeit durch Vermeidung bestimmter Grenzen zwischen den Flüssen verbessert.

[0124] Die Mikrometer werden in spezifischen Abständen geöffnet, um den Gasstrom zwischen den Nadeln **304** und dem Ventilsitz **300** zu ermöglichen. Die äußeren zwei Nadelventile **158** werden um 1,5 mm, die zweiten Nadelventile um 1,7 mm und das mittlere Nadelventil um 2 mm geöffnet. Dieses symmetrische Muster besteht für einen symmetrischen Gasstrom durch die Behandlungskammer **130**. Wenn später eine Beobachtung zeigt, daß Rückführungen innerhalb der Kammer auftreten, zeigt dies an, daß der Gasstrom trotz der Anzeige der Klemmschrauben nicht symmetrisch ist. In dieser Situation werden eine oder mehrere der Klemmschrauben eingestellt, um den Strom auf einer seitlichen Seite der Kammer zu erhöhen.

[0125] Ein typischer gesamter Behandlungsgasstrom ist 16 slm. Dieser Gasstrom wird um ungefähr 20% über den Gasstrom in rechteckigen Behandlungskammern derselben Höhe verringert. Dies erfolgt aufgrund der linsenförmigen Gestalt der Kammer. Der typische Gasdruck beträgt 137.895 kPa (20 psi) vor dem Durchlaufen durch die Nadelventile.

[0126] Der Kammerdruck kann sich auf einem Vakuum von ungefähr 10.665 kPa (80 torr) befinden. Herkömmliche Behandlungsgase sind zum Beispiel

Dichlorsilan und Trichlorsilan. Selbstverständlich werden die Behandlungs- oder Dotiergase mit einem Träger in typischer Weise Wasserstoff mit einem Verhältnis von ungefähr 9 : 1 Träger zu Behandlungsgas gemischt. Zusätzlich werden Reinigungsgase bzw. Entleerungsgase, wie zum Beispiel Stickstoff, häufig durch den Gasinjektor eingespritzt, um die verschiedenen Kanäle zu reinigen. Ferner werden Ätzgase, wie zum Beispiel Chlorwasserstoff, verwendet, um die Kanäle zu reinigen. Der typische Reinigungsgasfluß durch den Gasinjektor in den unteren Bereich der Kammer ist Wasserstoff bei einer Fließrate von zwischen 5 und 15 slm. Selbstverständlich können Stickstoff oder andere solche inerte Gase ersetzt werden. [0127] Der vorliegende Gasinjektor **156** schafft einen Minimalbetrag an Totraumvolumen in sich, um schnellere und schärfere Übergänge zwischen verschiedenen Gasen zu ermöglichen. D. h., daß in einigen Behandlungssequenzen ein erstes Dotiergas durch den Gasinjektor in die Kammer, gefolgt von einem zweiten Dotiergas, eingeführt wird. An dem Übergang zwischen der Einführung der Gase verweilt das erste Gas manchmal innerhalb des Gasinjektors. Der vorliegende Injektor **156** hat andererseits sehr kleine innere Kanäle mit minimalem Totraum, so daß, nach Einführung eines inerten Zwischengases oder direkt des zweiten Dotiergases, das erste Dotiergas sofort ausgespült wird.

Sich abstromig erstreckender Temperatenausgleichsring

[0128] **Fig. 27** zeigt eine Parallelfluß-CVD-Behandlungskammer **370**, ähnlich der in **Fig. 11** gezeigten Behandlungskammer **130**, mit einem Suszeptor **372** zum Stützen bzw. Tragen von Wafern in einem Behandlungsgasstrom. Wie zuvor treten Behandlungsgase durch einen Einlaß **374** in die Kammer ein und durch einen Auslaß **376** in der Kammer heraus, wobei sie in einer Richtung parallel zu der Ebene des Suszeptors strömen. Obere und untere Reihen von Strahlungsheizlampen **378a**, **378b** sind neben der Kammer positioniert. Man bemerkt, daß sich die Lampenreihen **378a**, **b** weiter nach unten erstrecken als die für die **Fig. 11** beschriebenen Lampenreihen. Es können nach unten erstrecken als die für die **Fig. 11** beschriebenen Lampenreihen. Es können andere Anordnungen von Heizlampen verwendet werden.

[0129] In **Fig. 27** ist ein abstromigen Aufbau der Kammer gezeigt mit dem Ziel, die Temperatur, Geschwindigkeit, Richtung und Zusammensetzung des Gasstromes zu ändern. Außerdem wird die Temperatur der Behandlungskammerwand abstromig von dem Wafer und dem Suszeptor durch diesen abstromigen Aufbau erhöht, was die Ätzwirkung der Kammer verbessert.

[0130] Ein Temperatenausgleichsring **380** ist geschaffen, welcher den Suszeptor **372** umgibt, der beinahe in jeder Hinsicht dem Ring **155** der **Fig. 11** iden-

tisch ist. Im Gegensatz zu dem vorherigen Ring **155**, der sich abstromig von der Kante der gerundeten, rechteckigen Öffnung **133** der Trägerplatte **132** erstreckte, erstreckt sich eine obere Platte **382** des Ringes **380** wesentlich weiter. Zur Aufnahme dieser Ausdehnung, weist eine Trägerplatte **384** in der Kammer **370** eine Suszeptoröffnung mit einer abstromigen Kante **386** auf, die an einer Mittellinie der Kammer beinahe eine Hälfte des Weges zwischen dem Suszeptor **372** und dem Auslaß **376** beträgt.

[0131] Die abstromige Kante der oberen Platte **382** des Ringes **380** paßt zu der Gestalt der Öffnung und endet in dichter Nähe der Öffnung, wie man in **Fig. 27** sieht. Wie weiter unten beschrieben wird, müssen die Vorteile des verlängerten Ringes **380** gegen die Sorge um die Verringerung in der Festigkeit der Kammer **370** aufgrund einer verringerten Größe der inneren Trägerplatte **384** abgewogen werden. D. h., daß zum Beispiel ein Vorteil aus der Masse des abstromigen Aufbaus besteht, welche Strahlungshitze absorbiert und diese Hitze zurück zu den Kammerwänden reflektiert. Diesbezüglich gilt, je mehr abstromiges Material um so besser. Andererseits kann ein zu großer Ring **380** den Widerstand der gesamten Kammer **370** in Vakuumbehandlung gefährden, wenn das Material der Trägerplatte **384** verringert ist. Die obere Platte **382** kann eine gerundete, rechteckige, abstromige Kante ähnlich der des modifizierten Temperatenausgleichsringes **72'** haben, wie in **Fig. 9** gezeigt ist, obwohl die obere Platte in runden oder in anderen Gestalten geformt sein kann.

[0132] Es sei auch bemerkt, daß die durch den abstromigen Aufbau gebotenen Vorteile nicht einzig und allein durch die vorliegend beschriebene Behandlungskammer mit innerem Träger realisiert werden. Herkömmliche Kammern ohne eine mittlere Trägerplatte können auch den abstromigen Aufbau zu einem gewissen Vorteil integrieren. Diese Vorteile werden dem Fachmann für verschiedenen Kammernaufbau aus der folgenden Beschreibung unter Bezugnahme auf schematische Darstellungen von Behandlungskammern klar.

[0133] Eine allgemeine Ausführungsform eines abstromigen Aufbaus gemäß der vorliegenden Erfindung innerhalb einer Quarzkammer **388** ist schematisch in den **Fig. 28a** und **28b** dargestellt und weist eine flache Platte **390** mit einer krummlinigen Vorderkante **392** neben und passend zu dem Umfang eines Suszeptors **394** auf. Wie sich zeigen wird, kann diese Platte **390** den Teil der oberen Platte **382** des Ringes **380** abstromig von dem Suszeptor **394** darstellen, oder sie kann ein separater Aufbau sein. Wenn die Platte **390** einen Teil der oberen Platte **382** aufweist, wird sie durch die Finger gestützt, welche von der inneren Stützplatte der Kammer herabhängen, wie zuvor beschrieben wurde. Wenn die Platte **390** von dem Ring **380** getrennt ist, kann sie auch von Fingern gehalten werden, die an der inneren Stützplatte der Kammer befestigt sind, oder sie kann alternativ durch einen Ständer, vorzugsweise aus Quarz, gestützt

sein, der an der Kammer **388** befestigt oder innerhalb dieser positioniert ist. Die Platte **390** ist vorzugsweise aus Graphit aufgebaut, der die von den äußeren Heizlampen **396** abgestrahlte Energie schneller als die Quarzkammer **388** absorbiert.

[0134] Dies sind einige Vorteile des abstromigen Aufbaus der vorliegenden Erfindung. **Fig. 29a** zeigt die Behandlungskammer **388** ohne die abstromige Platte **390**, und sie zeigt schematisch den Strahlungswärme fluß **398** von den äußeren Lampen **396**. Die Quarzwände der Kammer **388** sind für diesen Energiefluß verhältnismäßig transparent und halten somit nicht einen wesentlichen Wärmebetrag zurück. Bei Ätzprozessen jedoch ist es wünschenswert, die Kammerwände zu erwärmen, während der Ätzgasfluß in die Kammer eingeführt wird, um die Wände von unerwünschtem Partikel aufbau zu reinigen. Ohne den abstromigen Aufbau heizen sich daher die Wände der Reaktionskammern langsam und auf eine verhältnismäßig niedrige Temperatur auf. Wie in **Fig. 29b** gezeigt ist, wird mit der abstromigen Platte **390** in der Kammer **388** die von der Graphitplatte abgestrahlte Energie (mit den Pfeilen **400** gezeigt) in einem Frequenzbereich durch die Quarzreaktorwände leicht absorbiert. Die Kammerwände können somit schnell auf eine hohe Temperatur erhitzt werden, was den Ätzzyklus beschleunigt und den Gesamtdurchsatz verbessert.

[0135] Die Pfeile **402** in **Fig. 30a** zeigen eine übertrieben ungleichmäßige Chemical Vapor Deposition auf einem Wafer. Eine solche Ungleichförmigkeit kann von steilen Temperatur- und Fließgradienten an der Kante des Wafers/Suszeptors herrühren. Wie durch Pfeile **404** in **Fig. 30b** dargestellt ist, verhilft die Anwesenheit der Platte **390** dazu, die Temperatur- und Fließgradienten an der rückwärtigen Kante des Wafers auszugleichen, was in einer gleichförmigeren Chemical Vapor Deposition resultiert.

[0136] In **Fig. 31a** sammeln die Wände der Quarzbehandlungskammer **388** ohne den abstromigen Aufbau infolge ihrer erhöhten Temperatur einen erheblichen Betrag von unerwünschtem Niederschlag aus wiederholter Behandlung an. Eine typische Verteilung dieses Niederschlags wird schematisch durch die Pfeile **406** gezeigt. Im Gegensatz wird, wie in **Fig. 31b** gezeigt ist, die Graphitplatte **390** der heißesten Aufbau innerhalb der Kammer **388** in dem abstromigen Bereich, und Niederschlag tritt darauf eher auf als auf den Kammerwänden, wie mit den Pfeilen **408** gezeigt ist.

[0137] Ein anderer Vorteil der abstromigen Platte **390** besteht in der Neigung, Rückführungen innerhalb der Behandlungskammer **388** zu verringern, die in ungewünschtem Niederschlag um oder sogar aufstromig von der Wafer/Suszeptor-Kombination resultieren kann. Solche Rückführungen **410** in einer Kammer ohne den abstromigen Aufbau werden in den **Fig. 32a** und **32b** gezeigt. Die **Fig. 33a** und **33b** mit der abstromigen Platte **390** zeigen Fließlinien **412** in einer im allgemeinen fortlaufenden Richtung von

links nach rechts, womit so im wesentlichen Rückführungen ausgeschaltet werden.

[0138] Der oben gezeigte und beschriebene abstromige Aufbau kann auch in Behandlungskammern, die anders als eine linsenförmige Kammer mit innerem Träger sind, nützlich sein. Zum Beispiel zeigt **Fig. 34** eine Behandlungskammer **400** mit einem Eintrittsbereich **402** und einem Austrittsbereich **404**, wobei beide Bereiche im Querschnitt rechteckig sind. Der Eintrittsbereich **402** wird durch eine horizontale obere Wand **406** und eine horizontale erste untere Wand **408** bestimmt, die an einer vertikalen Stufe **410** endet. Die Stufe **410** bildet den Anfang einer zweiten unteren Wand **412** des Ausgangsbereiches **404**, welcher die obere Wand **406** mit dem Eintrittsbereich **402** teilt. Die Kammer **400** hat somit einen Querschnittsbereich, der sich an der Stufe **410** nahezu verdoppelt. Ein Suszeptor **414** ist durch einen Rotationschaft **416** gerade abstromig von der Stufe **410** und in einer Ebene nahezu auf derselben Höhe wie die erste untere Wand **408** gestützt. Ein Temperaturausgleichsring **418** wird durch einen ringähnlichen Ständer **420** oberhalb der zweiten unteren Wand **412** gestützt und umgibt dicht den Suszeptor, wie zuvor beschrieben wurde. Der Ständer **420** kann so sein, wie in dem US-Patent Nr. 4,821,674 gezeigt und beschrieben ist.

[0139] Eine Platte **422** ist abstromig von dem Ring **418** positioniert und kann auf einem Ständer auf der zweiten unteren Wand **412** oder durch Stifte oder Dübel **424** getragen sein, welche durch die Seitenwände der Kammer **400** gestützt werden. Wie man sieht, befindet sich die Platte **422** nahezu in der Ebene des Ringes **418**, des Suszeptors **414** und des darauf getragenen Wafers, und sie erstreckt sich von dem Ring bis dicht zu dem Kammerauslaß. Obere und untere Lampenreihen **426a**, **426b** richten Strahlungsenergie in die Kammer und sind im wesentlichen oberhalb und unterhalb des Bereiches angeordnet, der sich von der vorderen Kante des Ringes **418** zu der hinteren Kante der Platte **422** erstreckt. Der Gasstrom durch die Kammer wird mit dem Pfeil **428** gezeigt. Die abstromige Platte **422** ist vorzugsweise aus Graphit aufgebaut, um die zuvor erwähnten Vorteile des wirkungsvolleren Kammerätzens und besserer Temperaturgleichförmigkeit über den Wafer zu realisieren. Die Platte **422** kann auch Quarz sein, was die Temperaturverteilung in der Kammer nicht wesentlich beeinflusst, aber Fließmerkmale verbessert und Rückführungen verringert.

[0140] **Fig. 35** zeigt dieselbe Kammer **400** mit einem modifizierten Temperaturausgleichsring **432**, welcher den Suszeptor **414** umgibt. Der Ring **432** weist ein unteres, ringförmiges, U-förmiges Teil **434** auf, das durch ein ebenes Teil **436** bedeckt wird, welches in dem Suszeptor eine Breite nahezu gleich dem U-förmigen Teil hat, das sich im wesentlichen abstromig in den Ausgangsbereich **404** erstreckt. Der Ring **432** ist in vieler Hinsicht ähnlich dem in **Fig. 27** gezeigten Ring **380**. Im Gegensatz zu dem vorange-

gangenen Ring **380**, der durch an der inneren Trägerplatte **384** angebrachte Finger getragen wird, wird der Ring **432** zum Teil durch den Ständer **420** und zum Teil durch eine abstromige Strebe **438** getragen. Selbstverständlich gibt es viele Arten, den Ring **432** in der Kammer zu positionieren, wobei bevorzugte Mittel einen gewissen Typ von Quarzaufbau aufweisen, der leicht ersetzt werden kann, nachdem er wegen wiederholter Behandlungszyklen Schaden genommen hat. Wieder ist der Ring **432** wünschenswert aus einem Material mit einer hohen Wärmemasse aufgebaut, um dazu beizutragen, die Temperaturgleichförmigkeit über den Wafer aufrecht zu erhalten und um den Wirkungsgrad des Ätzyklus zu verbessern.

[0141] Die **Fig. 36 bis 38** zeigen eine Kammer **440**, ähnlich der in **Fig. 11** gezeigten, zusammen mit den zugeordneten Behandlungskomponenten, wie zum Beispiel dem Suszeptor **442** zum Tragen eines Wafers, dem Gasinjektor **444** und den Strahlungslampen **446**. Die Kammer **440** weist eine zentrale Trägerplatte **448** auf, welche obere bzw. untere Kammerbereiche **452**, **454** bestimmt. Ein Einlaßendflansch **450** hat einen oberen Schlitz **456**, der von einem Einlaßschlitz **458** für Reaktionsgas in dem Gasinjektor **444** in den oberen Kammerbereich **452** führt, und einen unteren Schlitz **460**, der von den Reinigungsgasöffnungen **462** in dem Gasinjektor in den unteren Kammerbereich **454** führt. Diese Merkmale sind ähnlich jenen zuvor beschriebenen.

[0142] Eine den Gasstrom formende Leitung **464** ist in der Kammer **440** zum Kanalisieren von Gas aus dem Injektor **444** gegen den Suszeptor **442** hin geschaffen. Die Leitung **464** hat die Gestalt eines umgekehrten U mit einer rechteckigen oberen Wand **466**, die auf zwei rechteckigen Seitenwänden **468** gestützt wird. Die Leitung **464** bestimmt einen Kanal, innerhalb dessen das Gas von dem Injektor **444** zu dem Suszeptor **442** und dem darauf befindlichen Wafer hinfließt. Die Leitung **464** ist oberhalb der Stützplatte **450** aufstromig von einer Kante **470** der dem Suszeptor **442** zugewandten Platte positioniert.

[0143] Die Höhe und Breite der Leitung **464** ist derart, daß sie innerhalb des oberen Schlitzes **456** in die Nähe aber vorzugsweise nicht in Kontakt mit dem Injektor **444** paßt. Die Leitung **464** erstreckt sich ungefähr $\frac{1}{2}$ bis $\frac{2}{3}$ des Weges von dem Flansch **450** zu der Kante **470** und beträgt wünschenswert zwischen ungefähr 7,62 bis 12,7 cm (3 bis 5 Inch) in der Länge, wobei ein Bereich von zwischen 9,40 und 11,43 cm (3.7 und 4.5 Inch) bevorzugt wird. Die Leitung **464** ist wünschenswert aus Quarz hergestellt und hat eine Dicke von ungefähr 0,152 cm (0.06 Inch). Die seitliche Breite ist größer als die Breite des Injektor Schlitzes **458** und beträgt vorzugsweise ungefähr 22,86 cm (9 Inch) (obwohl größere Abmessungen für Kammer notwendig sind, die geeignet sind, größere Wafer, wie zum Beispiel Wafer von 300 mm, zu behandeln). Die Höhe der Leitung **464** beträgt ungefähr 2,29 cm (0.9 Inch) oder zwischen der Höhe des

Schlitzes **458** und der des Flanschschlitzes **456**. Die Leitung **464** wird vorzugsweise innerhalb der Kammer durch den Flanschschlitz **456** eingebaut und aus dieser entfernt, was das Entfernen des Injektors **444** notwendig macht.

[0144] Das Vorhandensein der Leitung **464** begrenzt den Gasfluß aus dem Injektor **444**, sich innerhalb der Kammer **440** um einen bestimmten Abstand in den oberen Bereich **452** auszubreiten, um die Steuerung des Gasprofils zu verbessern und die Gesamtgasgeschwindigkeit über den Wafer zu erhöhen. Genauer erzeugt der Gasinjektor **444** ein spezielles Gasgeschwindigkeitsprofil durch Einstellung der Flußkontrollventile **472**, wie vorher beschrieben wurde, wobei das Profil aus der Expansion und der Rückführung innerhalb der Kammer **440** ausgebreitet werden kann. Dies trifft speziell für atmosphärische Behandlungen im Gegensatz zu Vakuumbehandlungen zu. Während die Gasgeschwindigkeit geeignet von dem Injektor **444** zu dem Suszeptor **442** in Niederdruckbehandlungen aufrechterhalten werden kann, neigt diese zusätzlich dazu, in atmosphärischen Behandlungen langsamer zu werden. Folglich hält die Leitung **464** die Unversehrtheit des abstromigen Geschwindigkeitsprofils aufrecht, was für alle Behandlungen wünschenswert ist, und verzögert Ausdehnung und Verlangsamung des Gasstromes, was in erster Linie für Behandlungen bei höherem Druck vorteilhaft ist.

[0145] Die obere Wand **466** der in den **Fig. 36 bis 38** gezeigten Leitung **464** hat eine gerade abstromige Kante **474** und parallele Seitenwände **468**. Diese Konfiguration kanalisiert den durch den Injektor **444** erzeugten Gasstrom ohne bedeutende Störung, bis er aus der Leitung **464** in einer Ebene gerade aufstromig von dem Suszeptor **442** herauskommt. Das Gas entspannt sich dann leicht gegen die Kammerwände, wenn es nicht durch die Wände der Leitung **464** beengt wird. Veränderungen in der Gestalt der Leitung **464** und in der Gestalt der Auslaßkante können verwendet werden, um den Gasstrom ferner zu lenken und zu formen. Solche Veränderungen werden in den **Fig. 38b bis f** gezeigt.

[0146] **Fig. 38b** zeigt eine Leitung mit Seitenwänden **476**, die sich nach innen in der Richtung des Gasstromes verjüngen. Die obere Wand hat somit eine abstromige Kante **478**, die kleiner ist als eine aufstromige Kante **480**. Dieser konvergierende Kanalaufbau fokussiert den Gasstrom nach innen so, daß die darauf folgende Ausdehnung gegen die Kammerwände nach dem Verlassen der Grenzen der Leitung verzögert wird.

[0147] **Fig. 38c** zeigt eine abstromige Kante **482**, die konkav ist, wie man aus dem Suszeptor **442** sieht. Wenn der Gasstrom die abstromige Kante passiert, kann er zuerst in dem mittleren Teil expandieren und somit eine gewisse Diffusion des Flusses nach innen erlauben und den Fluß in der Mitte erhöhen.

[0148] **Fig. 38d** zeigt eine abstromige Kante **484**, die von dem Suszeptor **442** aus gesehen konvex ist.

Der Gasfluß kann, wenn er an der abstromigen Kante vorbeigeht, zuerst in den äußeren Teilen expandieren und somit eine gewisse Diffusion des Flusses nach außen erlauben und den Fluß in der Mitte erhöhen.

[0149] **Fig. 38e** zeigt eine abstromige Kante mit gewinkelten Teilen **486**, welche in einer Ecke **488** enden. Die Seitenkanten der Leitung erstrecken sich weiter als die Mitte der oberen Wand, womit so eine ähnliche Gasflußwirkung wie bei der konkaven Version der **Fig. 38c** mit einem erhöhten Fluß durch die Mitte der Kammer herbeigeführt wird.

[0150] **Fig. 38f** zeigt schließlich eine abstromige Kante mit gewinkelten Teilen **490**, die in einem Scheitel **492** enden. Die Seitenkanten der Leitung enden vor der Mitte der oberen Wand, womit so ein ähnlicher Gasflußeffect wie bei der konvexen Version der **Fig. 38d** mit einem verminderten Fluß durch die Mitte der Kammer herbeigeführt wird.

[0151] Obwohl die Kammer speziell für die Abscheidung aus der Gasphase (CVD) geeignet ist, können andere Behandlungen, welche saubere Öfen benötigen, von ihr profitieren. Zum Beispiel können Glühen, Ätzen, plasmagestützte Deposition und andere solche Verfahren alle die vorliegende Kammer in ihrer wesentlichen Form mit geeigneten Modifikationen verwenden.

[0152] Obwohl die Erfindung für bestimmte bevorzugte Ausführungsformen beschrieben wurde, befinden sich andere Ausführungsformen, welche dem Fachmann offensichtlich sind, auch innerhalb des Rahmens dieser Erfindung. Entsprechend soll der Rahmen der Erfindung durch die folgenden Ansprüche bestimmt werden.

Patentansprüche

1. Vorrichtung für die chemische Aufdampfung, die aufweist:

Wände, die eine Aufdampfkammer (**388**) definieren mit einem Einlaß für Aufdampfungsgas an einem stromaufwärtigen Ende und einem Gasauslaß an einem stromabwärtigen Ende, einen Suszeptor (**394**), der horizontal in der Kammer zwischen dem Gaseinlaß und dem Gasauslaß positioniert ist, für das Aufnehmen eines Halbleitersubstrates für die Zwecke der Aufdampfung und eine horizontal orientierte Platte (**390**), die in der Kammer zwischen dem Suszeptor und dem Gasauslaß positioniert ist, wobei sich die Platte entlang der Kammer über die Breite des Suszeptors erstreckt, wobei die Kammerwand neben der Platte im allgemeinen transparent gegenüber Strahlungsenergie ist und die Platte ein guter Absorber von Strahlungsenergie ist, so daß nicht verwendetes Aufdampfungsgas sich leichter auf der Platte als auf der Kammerwand abscheidet.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, die einen Ring (**418**) beinhaltet, der den Suszeptor umgibt, wobei

eine stromaufwärtige Kante (**392**) der Platte im allgemeinen auf die Form einer stromabwärtigen Kante des Ringes angepaßt ist.

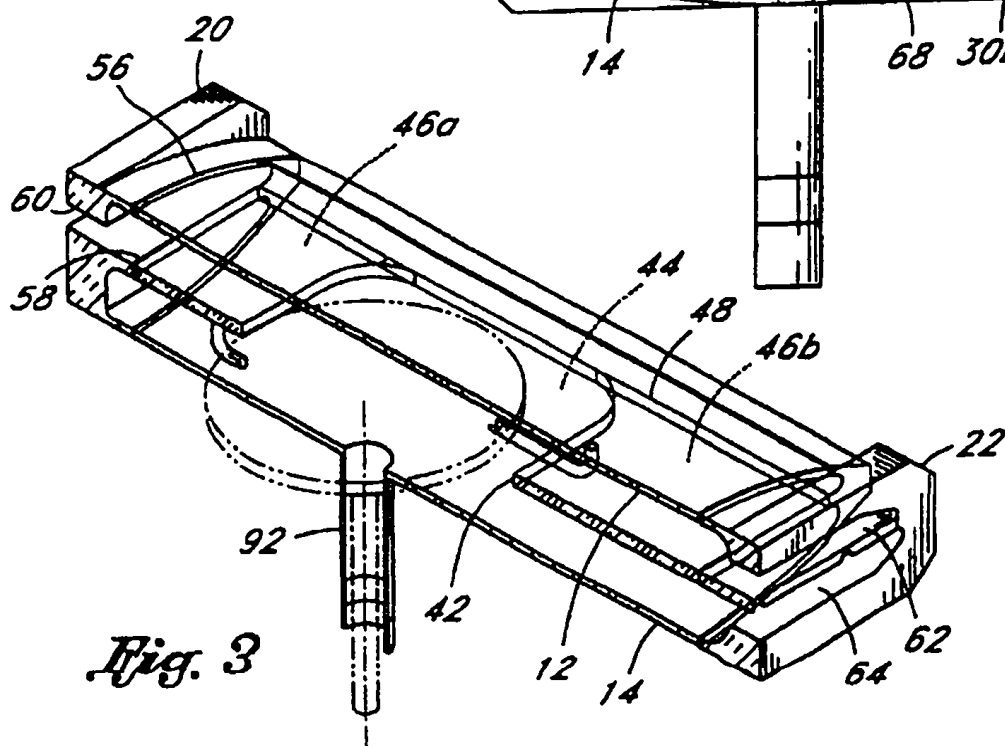
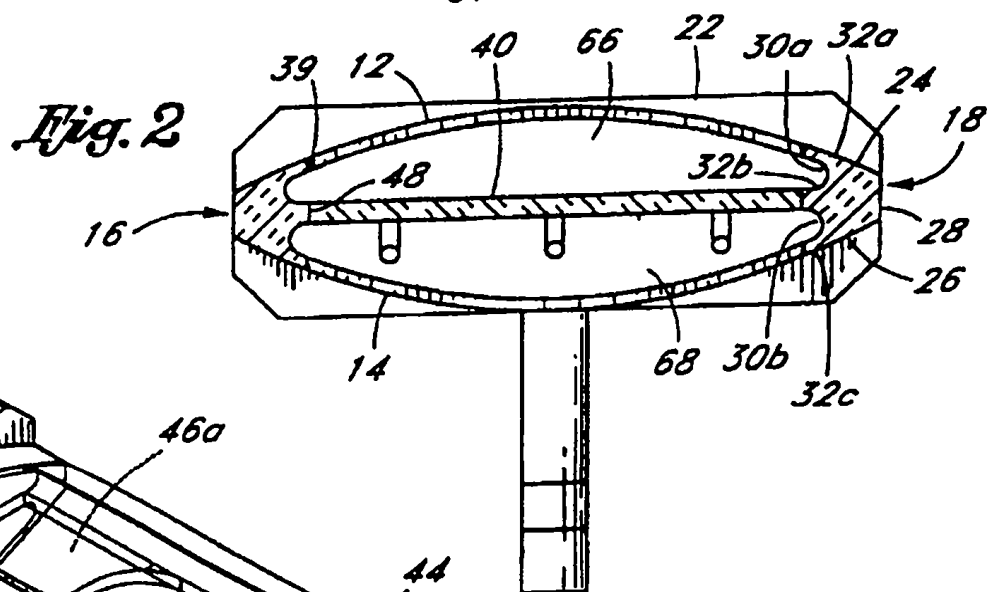
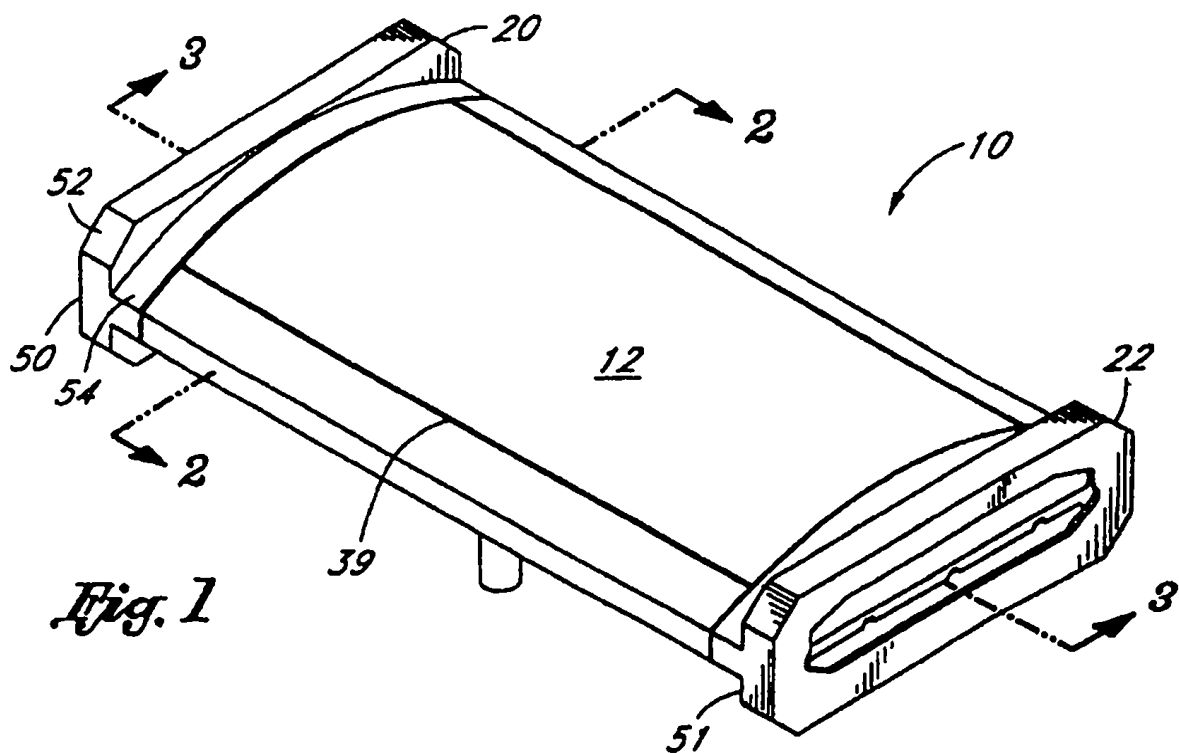
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, wobei die besagte Platte im wesentlichen horizontal mit dem Suszeptor ausgerichtet positioniert ist.

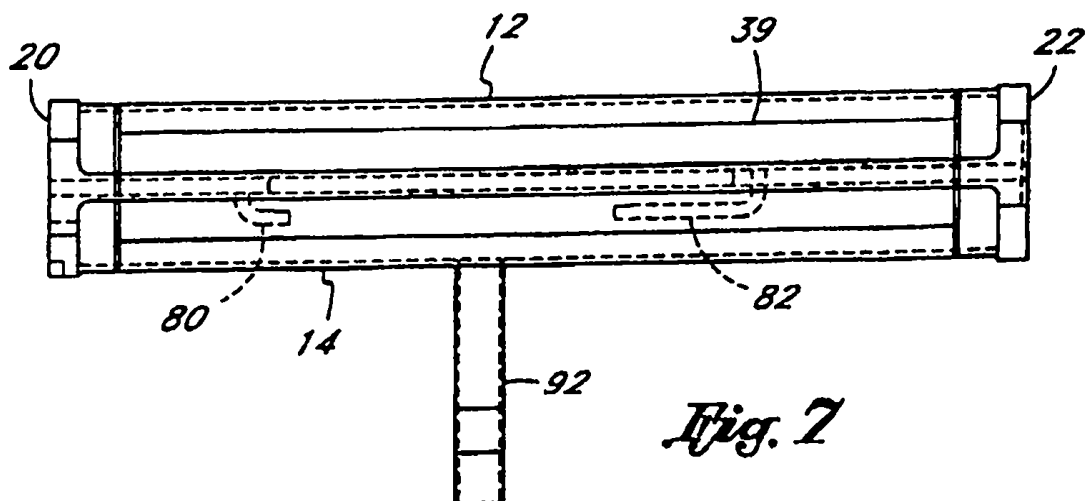
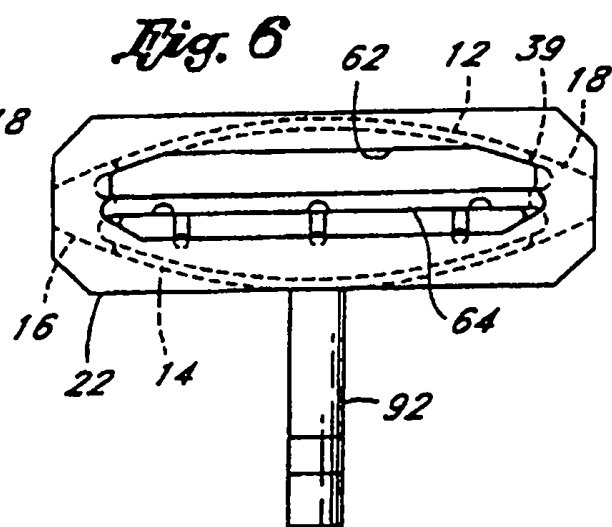
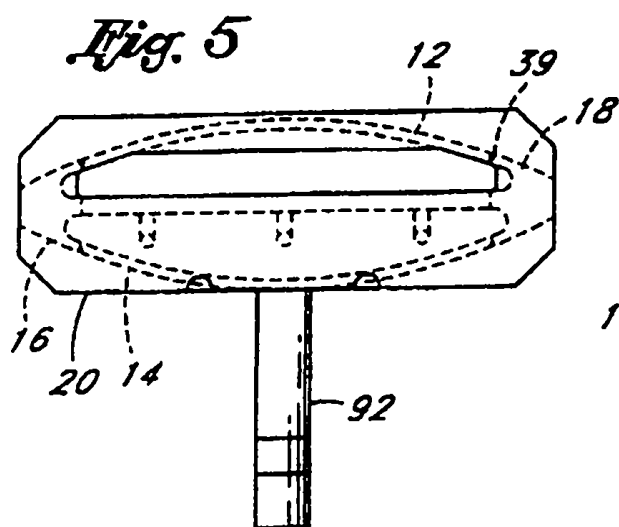
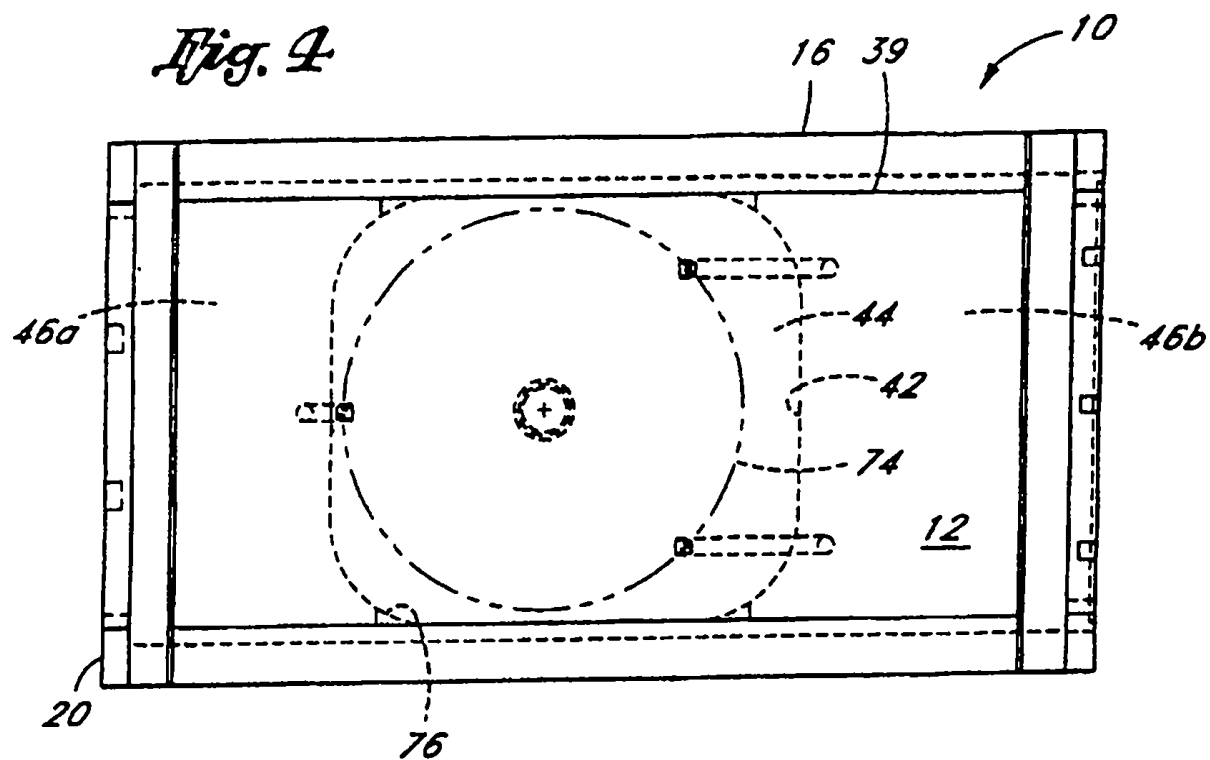
4. Vorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei sich die Platte näherungsweise zu dem Auslaß erstreckt.

5. Vorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, die außerhalb der Kammer Strahlungsheizungslampen (**396**) beinhaltet, die sich oberhalb der Platte erstrecken, wobei das abstromige Ende des Plattenendes etwa bei derselben abströmigen Position wie die Lampen endet.

6. Verfahren für die Verwendung in einer Aufdampfvorrichtung, die eine Aufdampfkammer (**388**) beinhaltet mit einem Suszeptor (**394**), der hierin zwischen einem Einlaß und Auslaß für den Gasfluß in die Kammer positioniert ist, wobei das Verfahren die Aufdampfung auf Wänden der Kammer zwischen dem Suszeptor und dem Kammergasauslaß minimiert, und das Positionieren einer Platte (**390**) in der Kammer zwischen dem Suszeptor und dem Gasauslaß der Kammer aufweist, wobei sich die Platte im allgemeinen parallel zu dem Suszeptor in der Hauptebene eines auf dem Suszeptor zu positionierenden Substrates erstreckt, wobei die Platte aus einem Material gebildet wird, das effizient Wärme zu einem viel größeren Ausmaß absorbiert als die Wand der Kammer neben der Platte, wobei die Aufdampfungsgase, die hinter dem Suszeptor strömen, sich leichter auf der Platte absetzen als auf der kühleren Kammerwand.

Es folgen 26 Blatt Zeichnungen





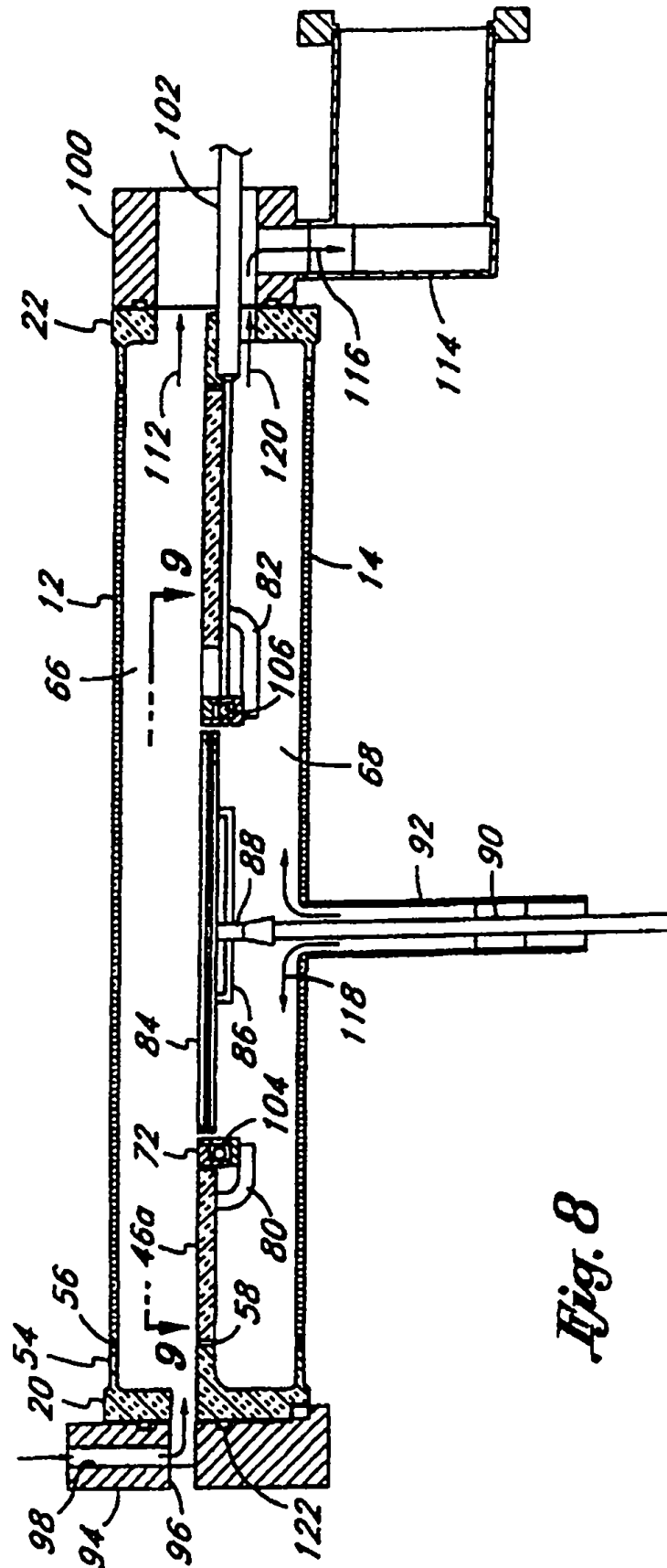


Fig. 9

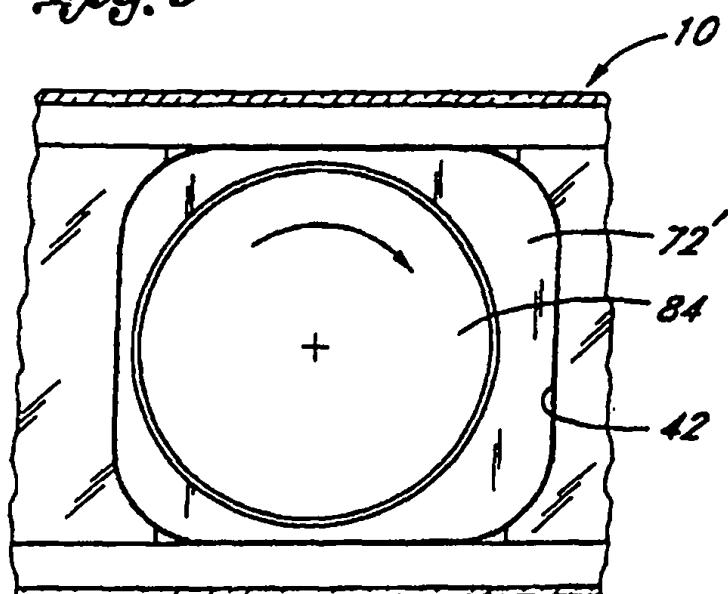
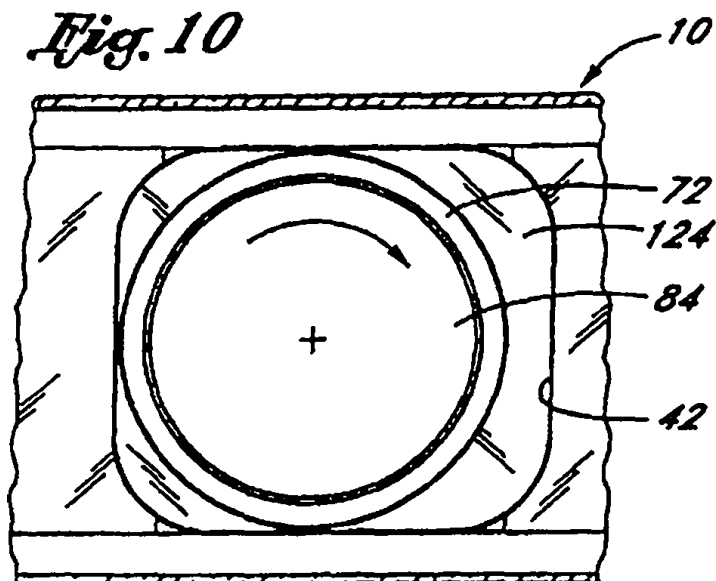


Fig. 10



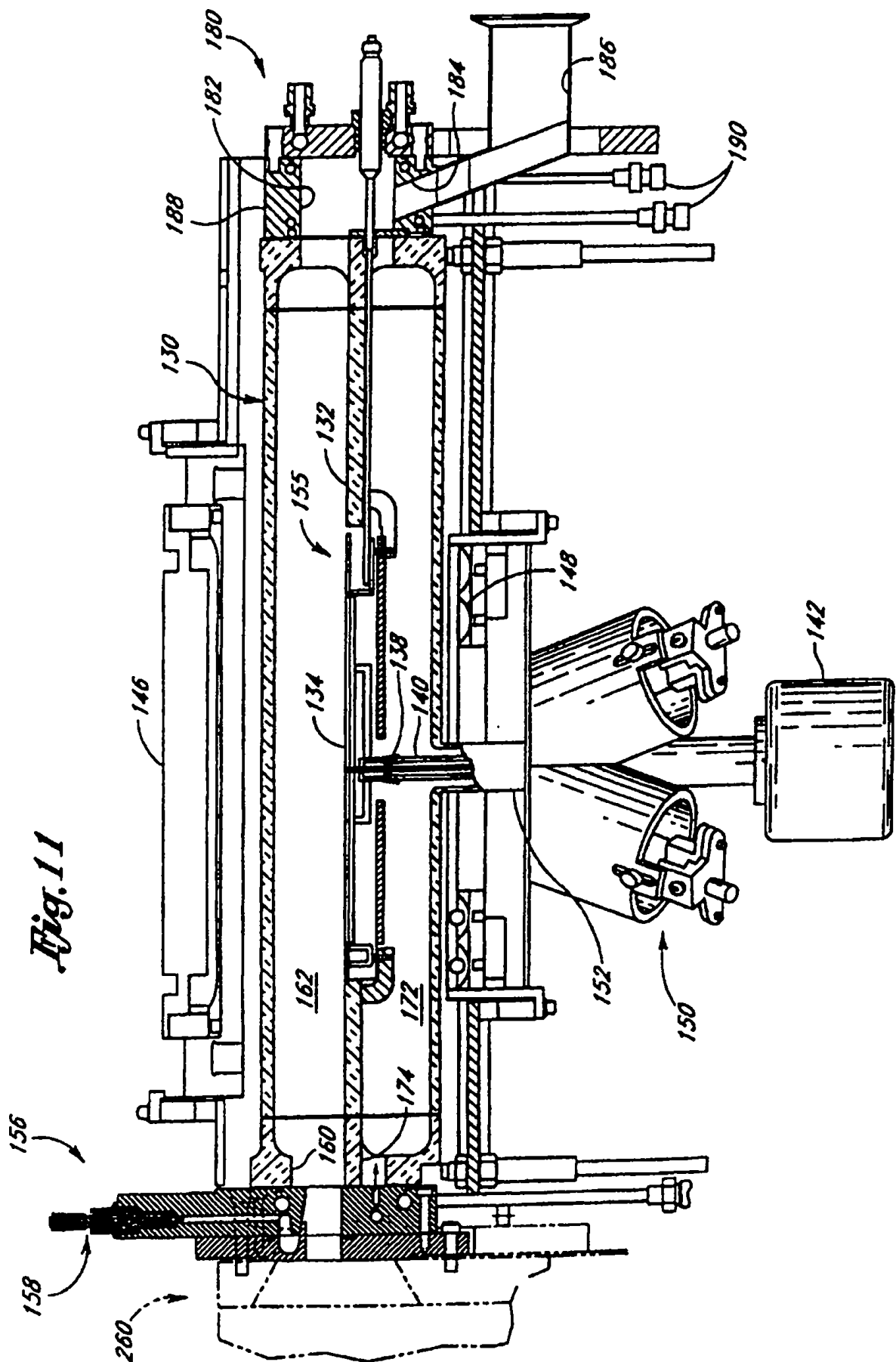


Fig. 11a

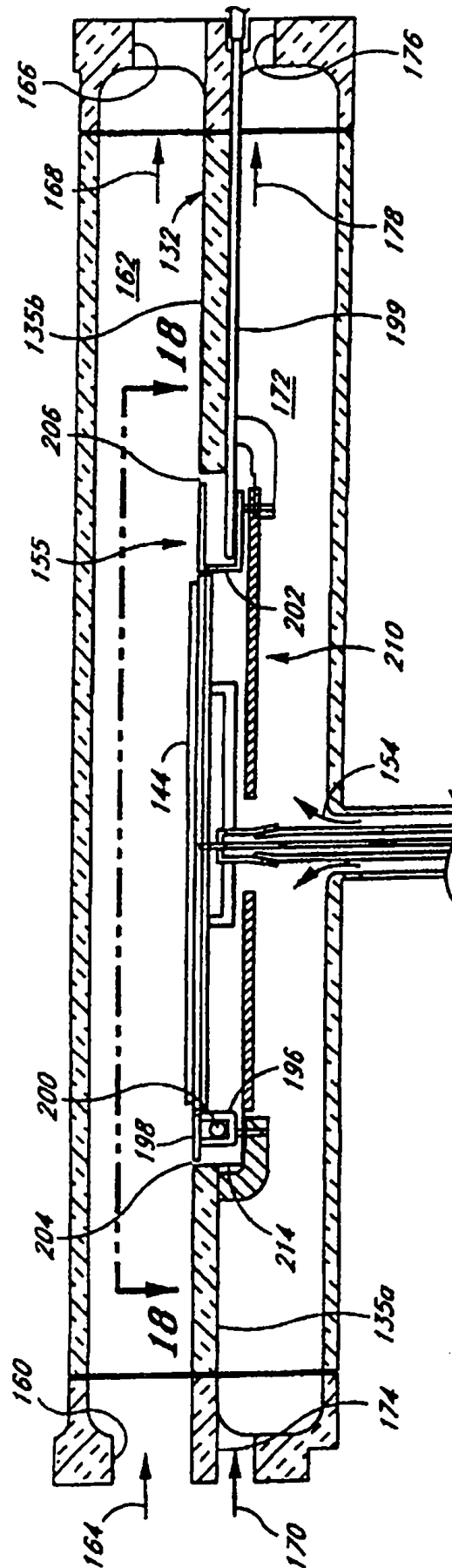


Fig. 12a

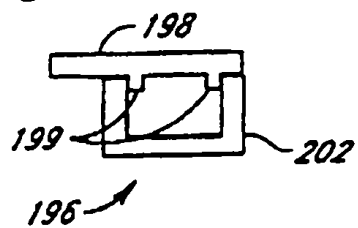


Fig. 12

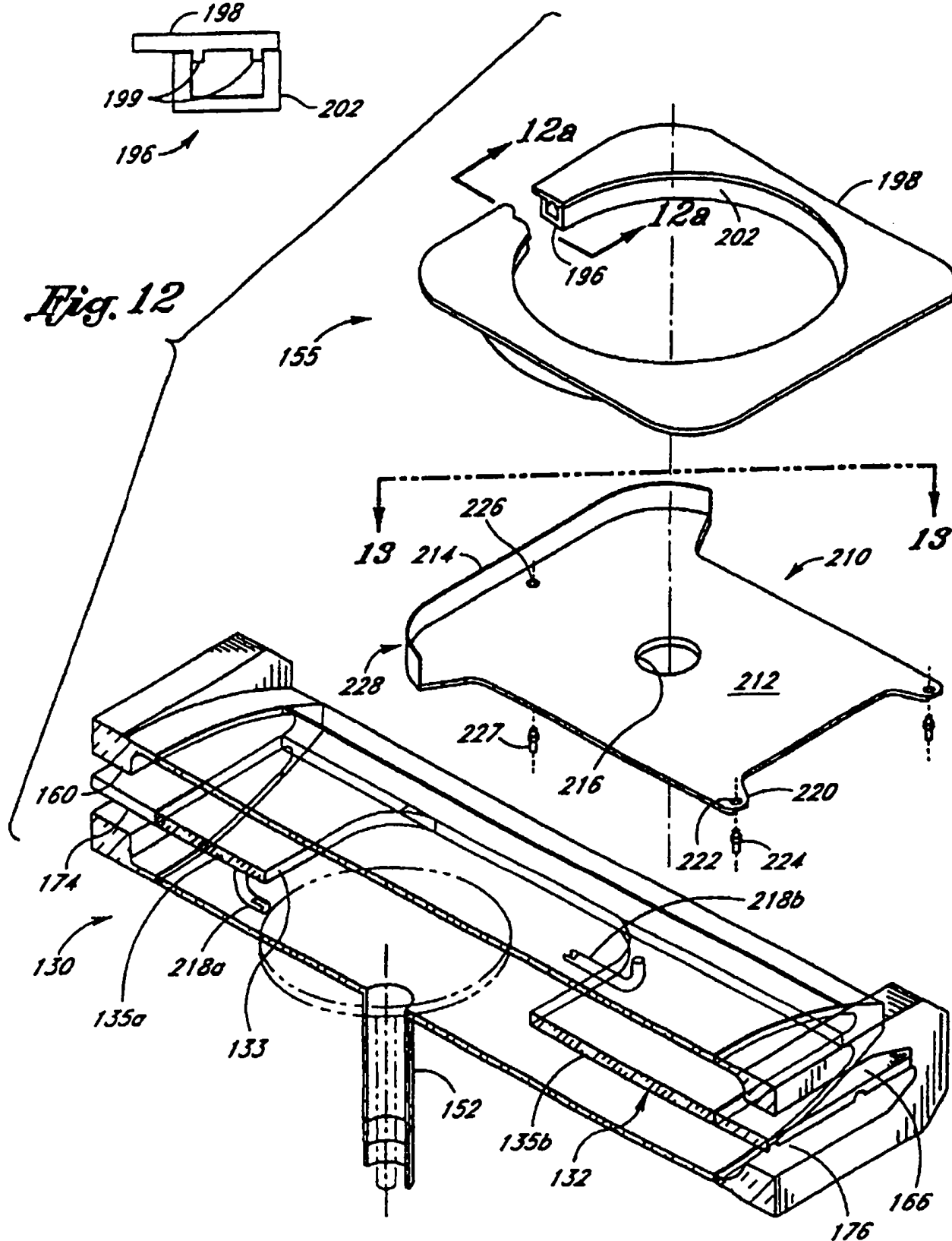


Fig. 13

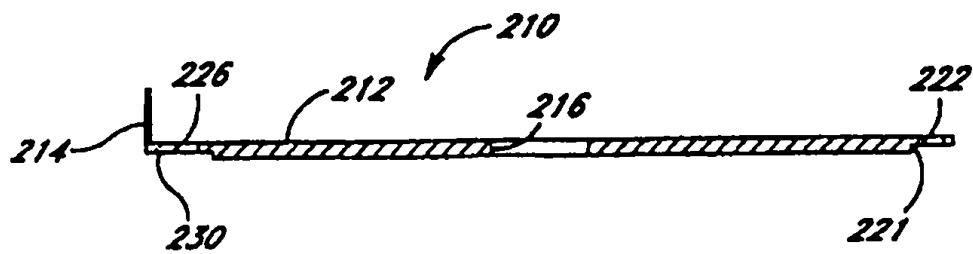
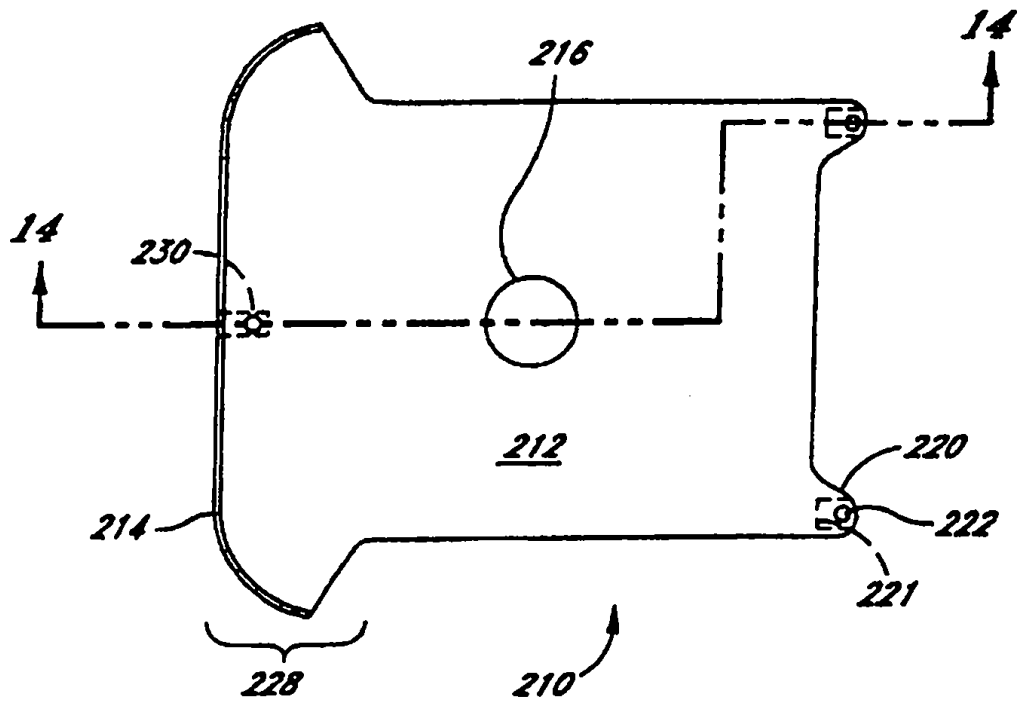


Fig. 14

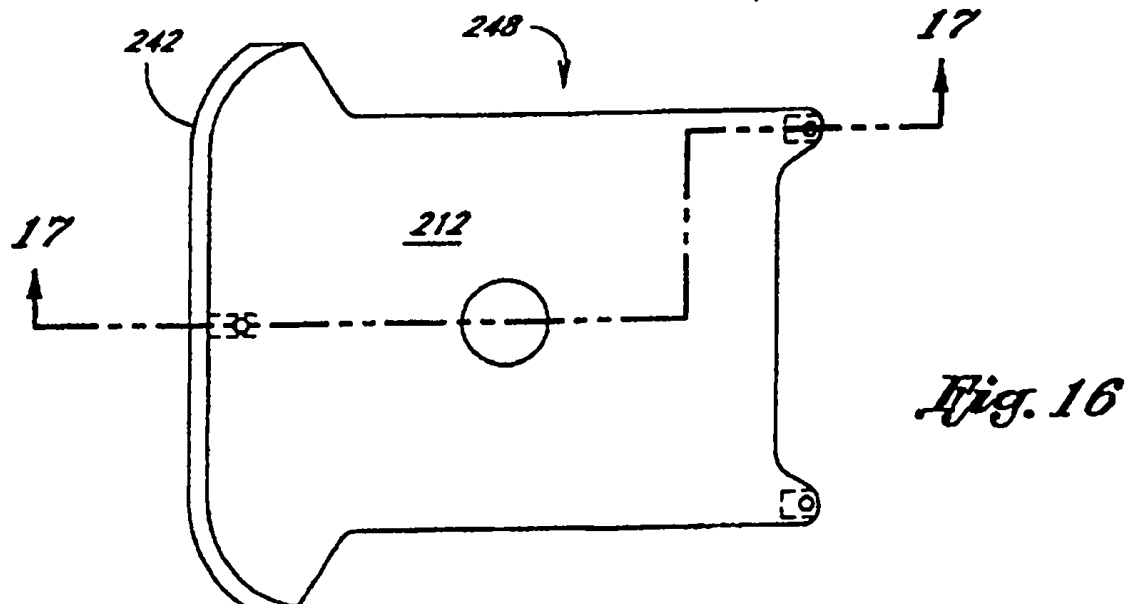
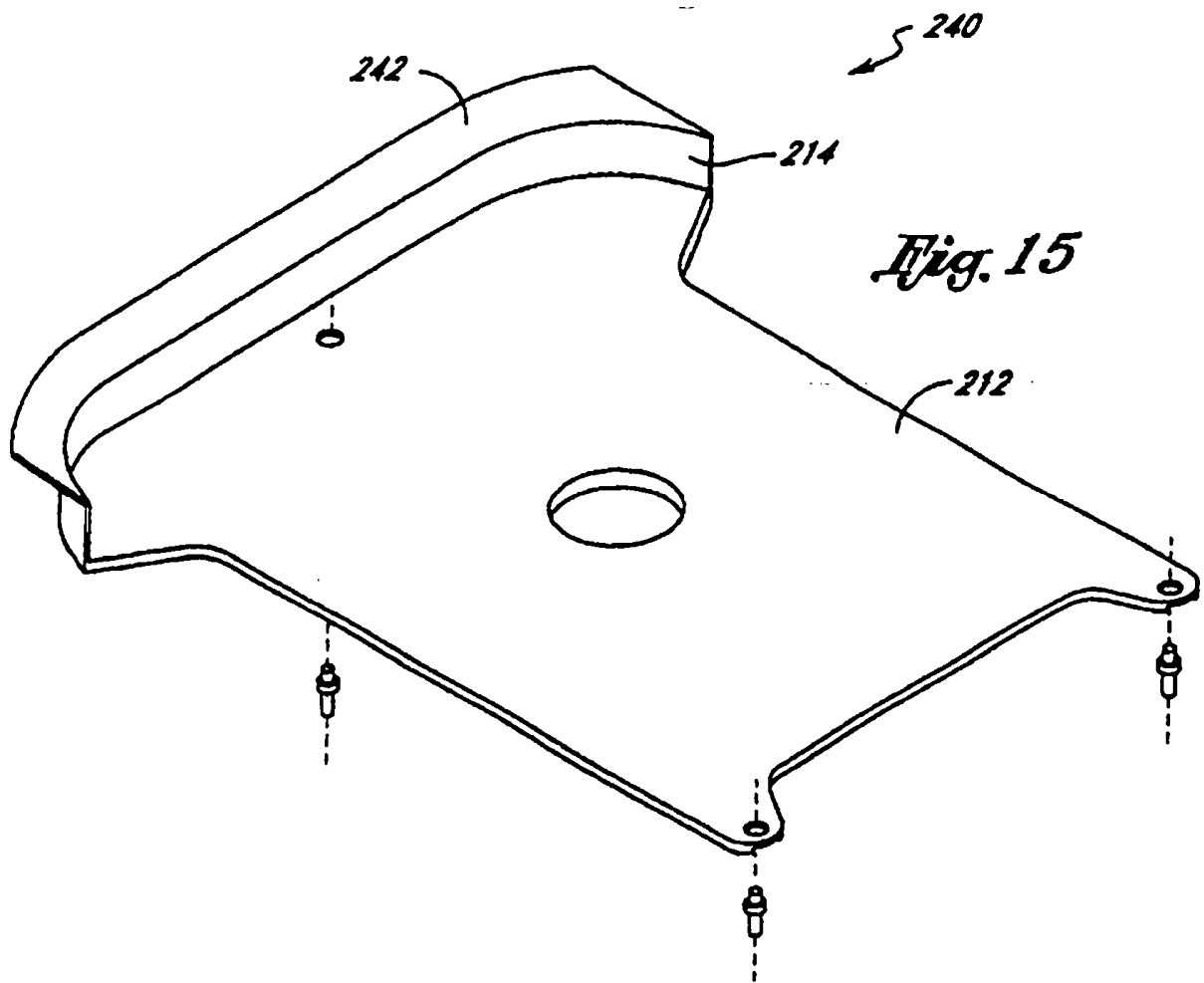


Fig. 18a

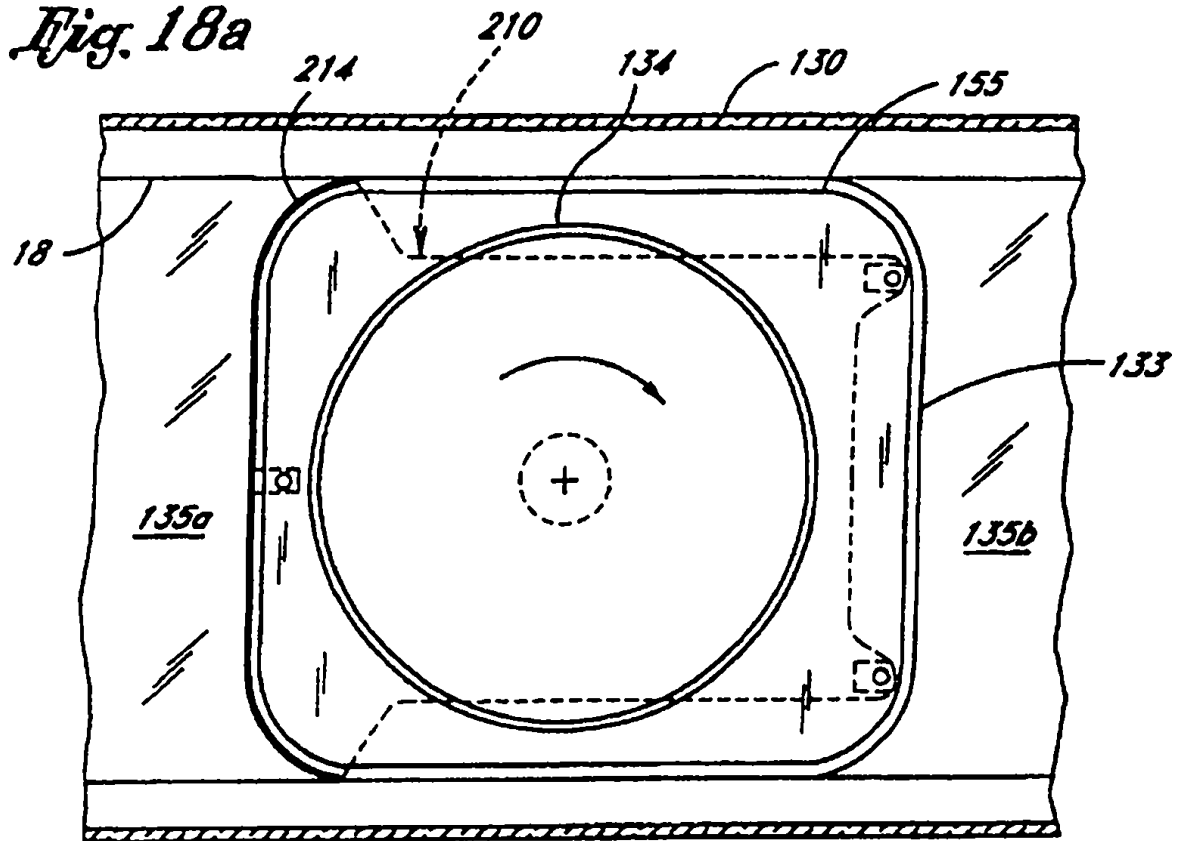


Fig. 18b

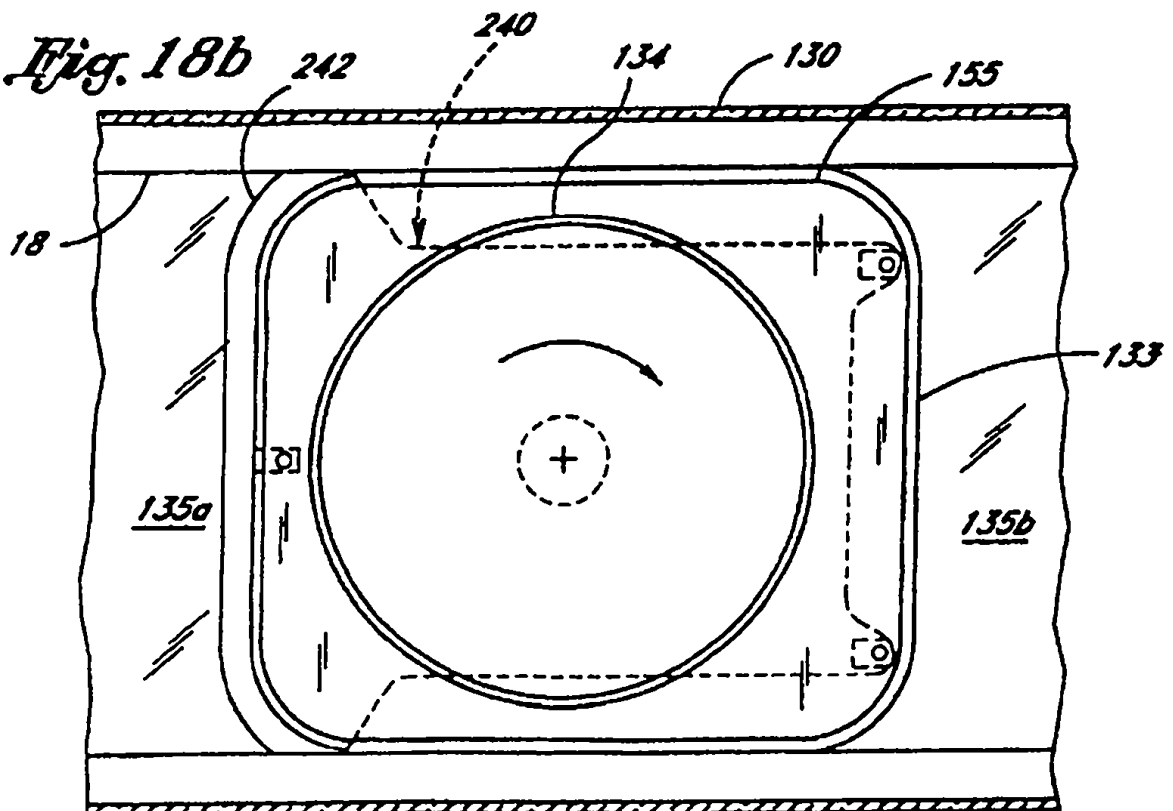


Fig. 18c

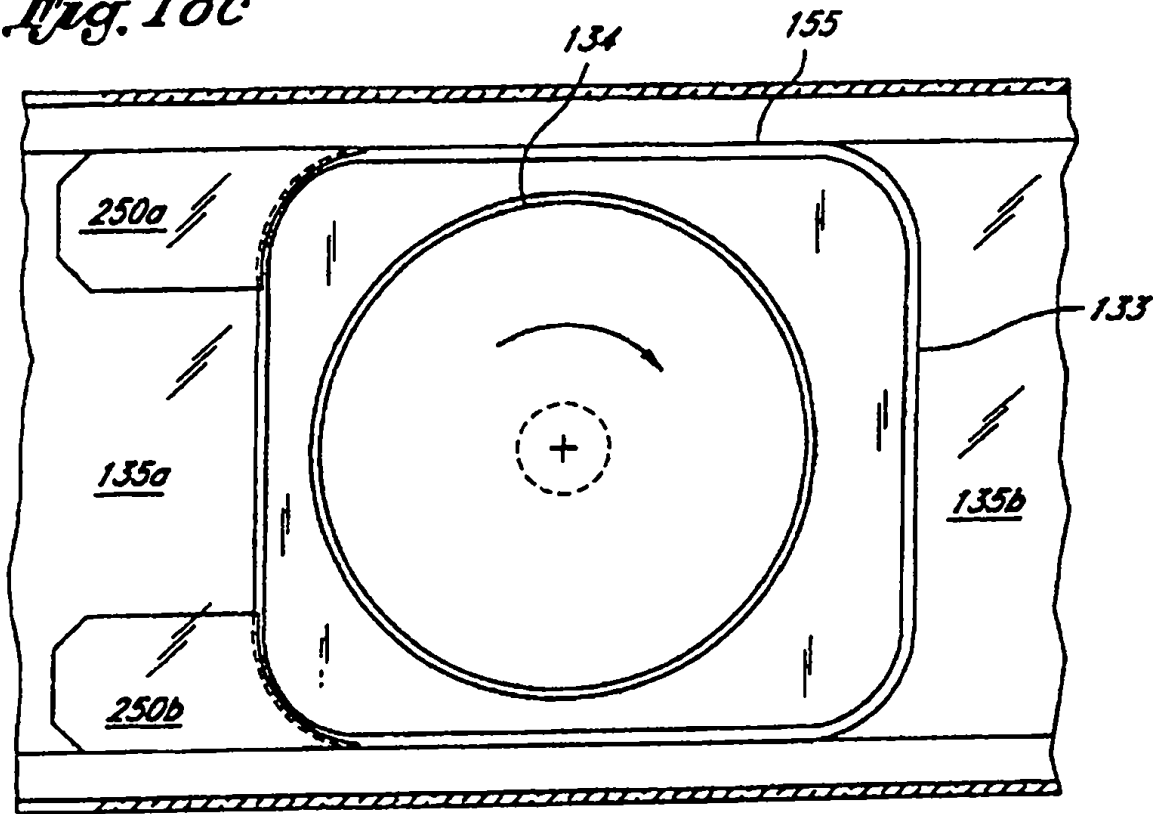


Fig. 19

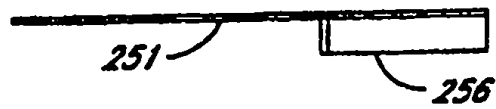
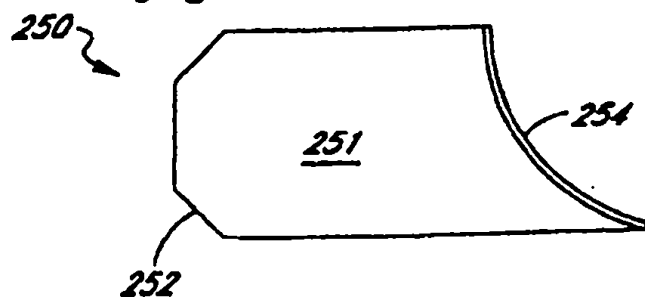


Fig. 20



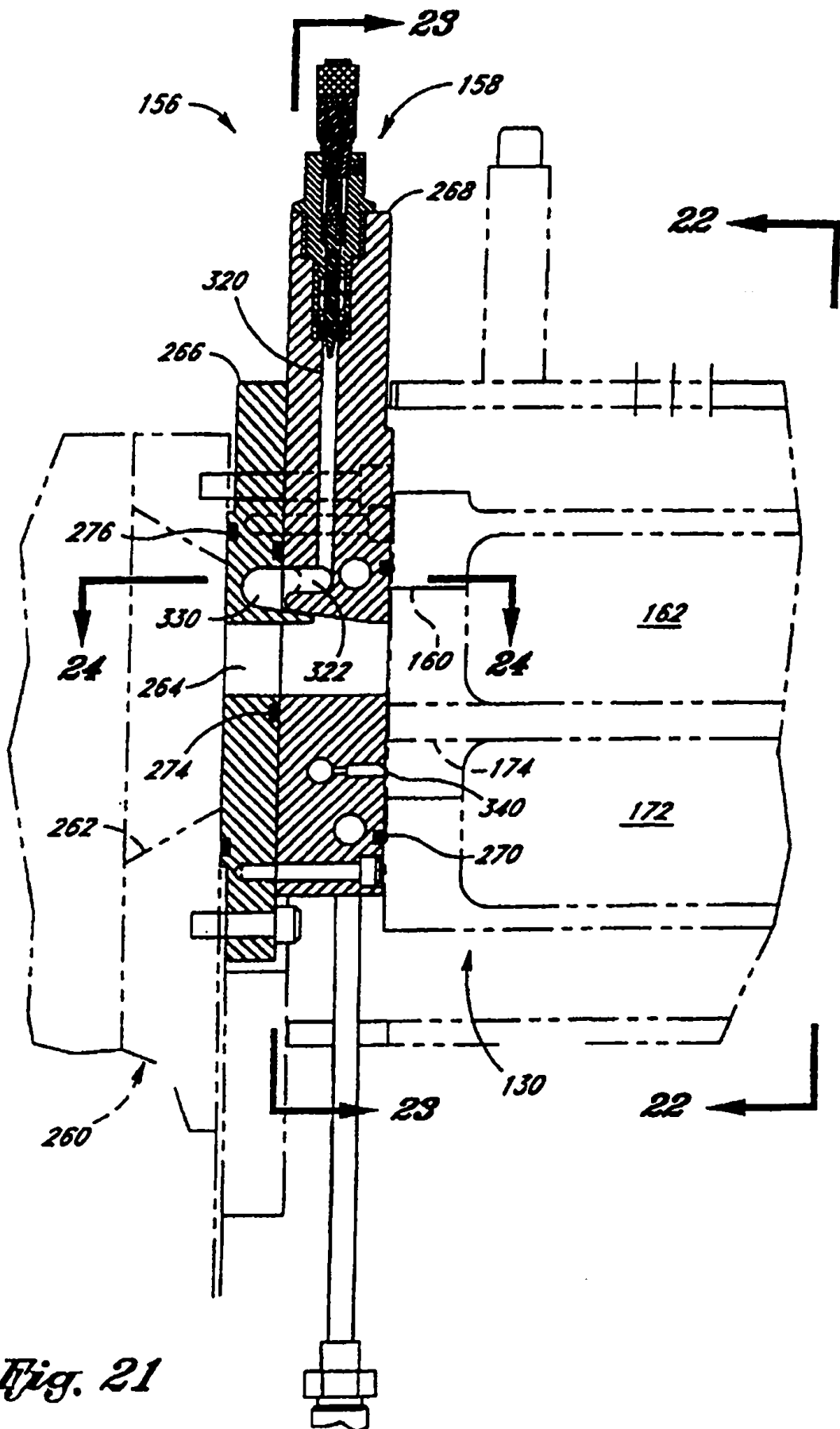
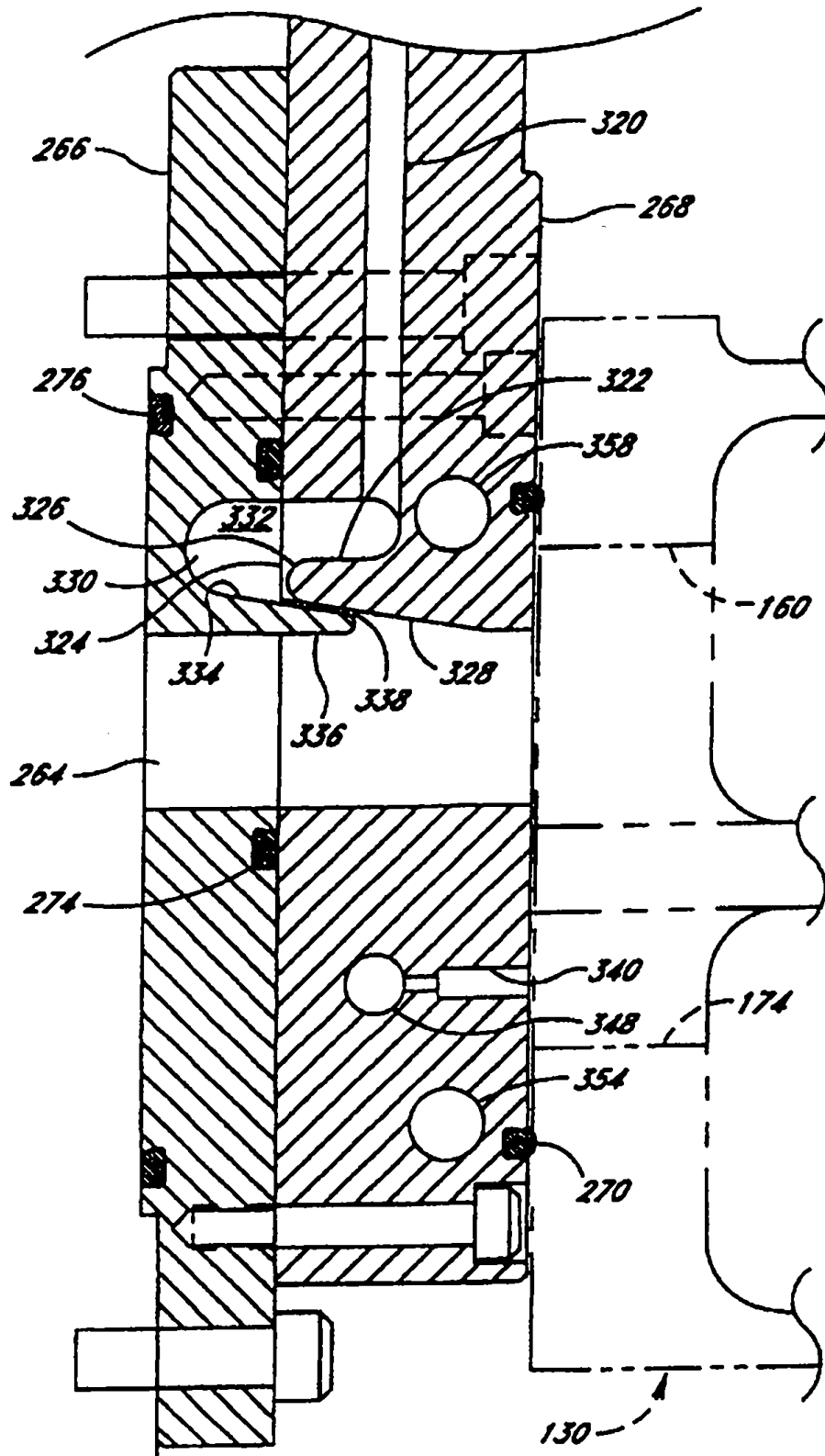
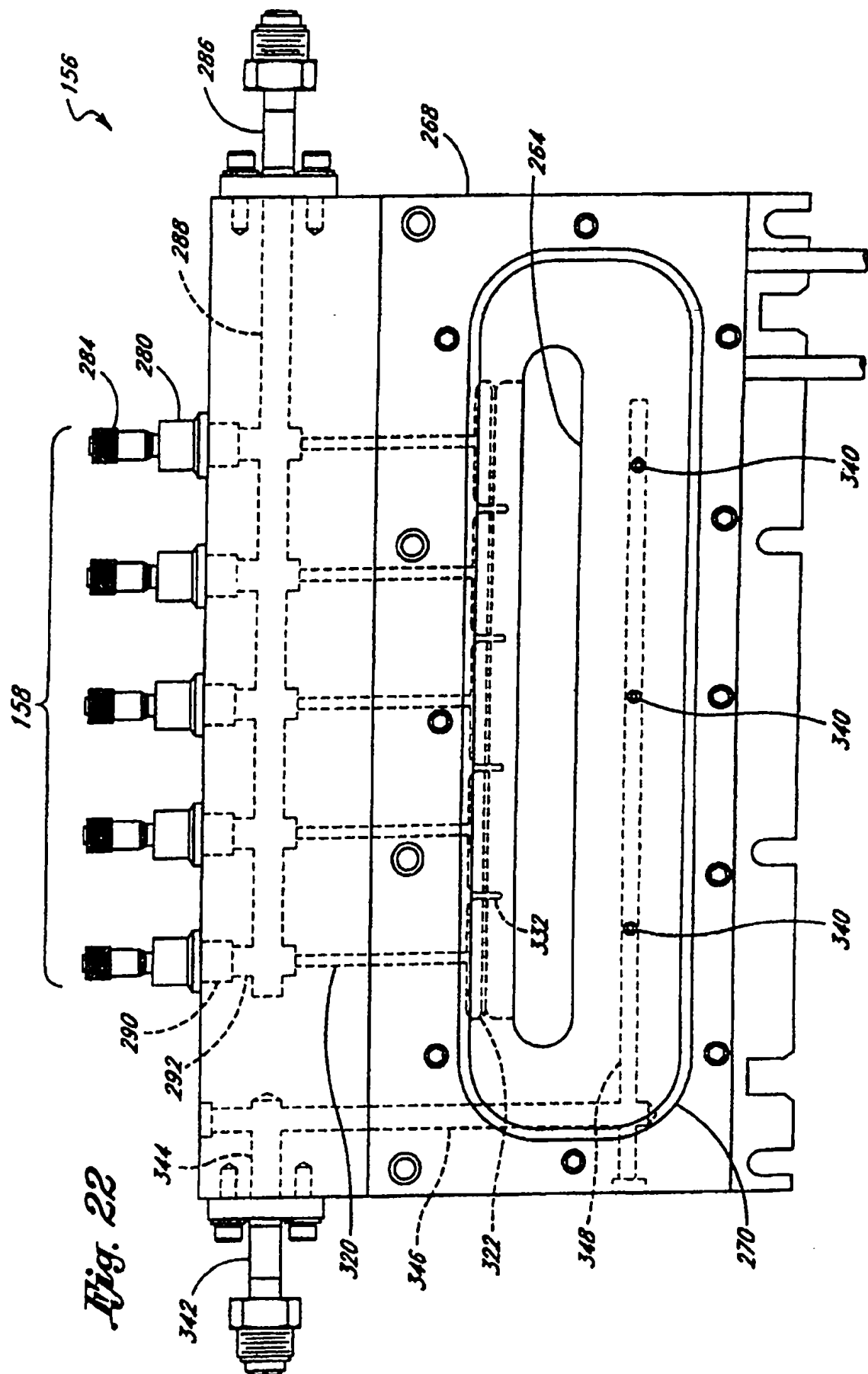


Fig. 21

Fig. 21a





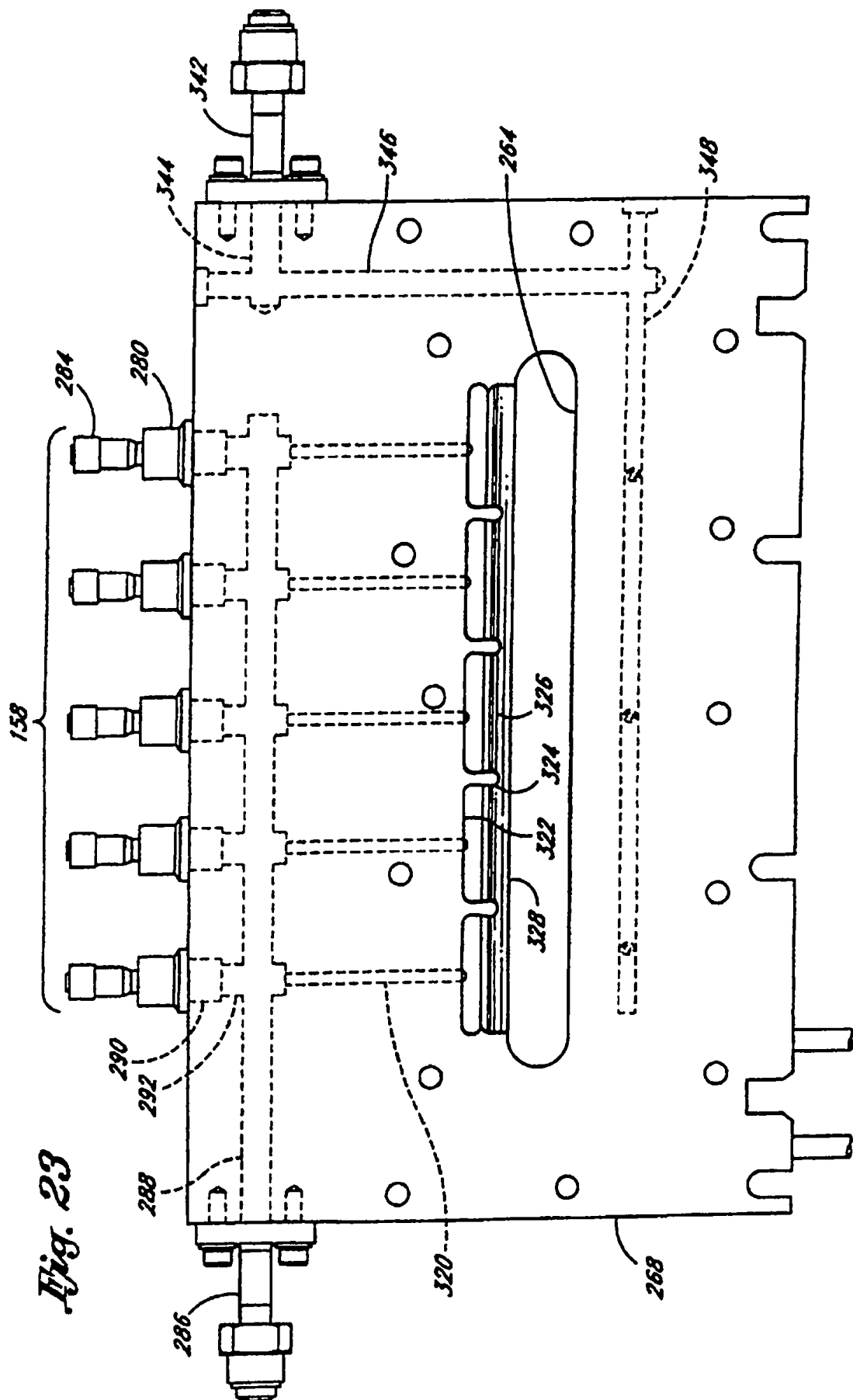
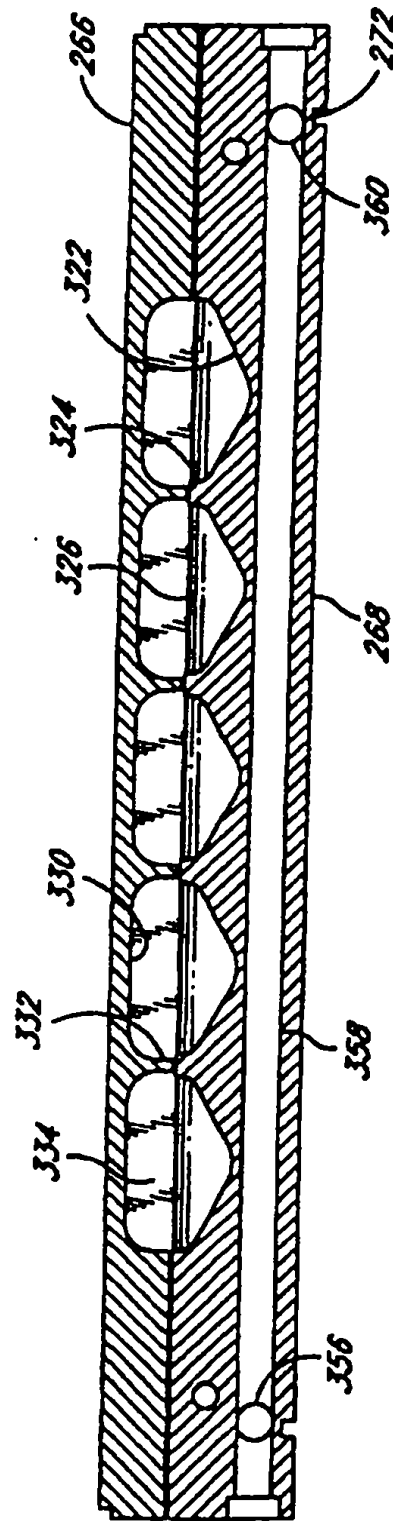


Fig. 24



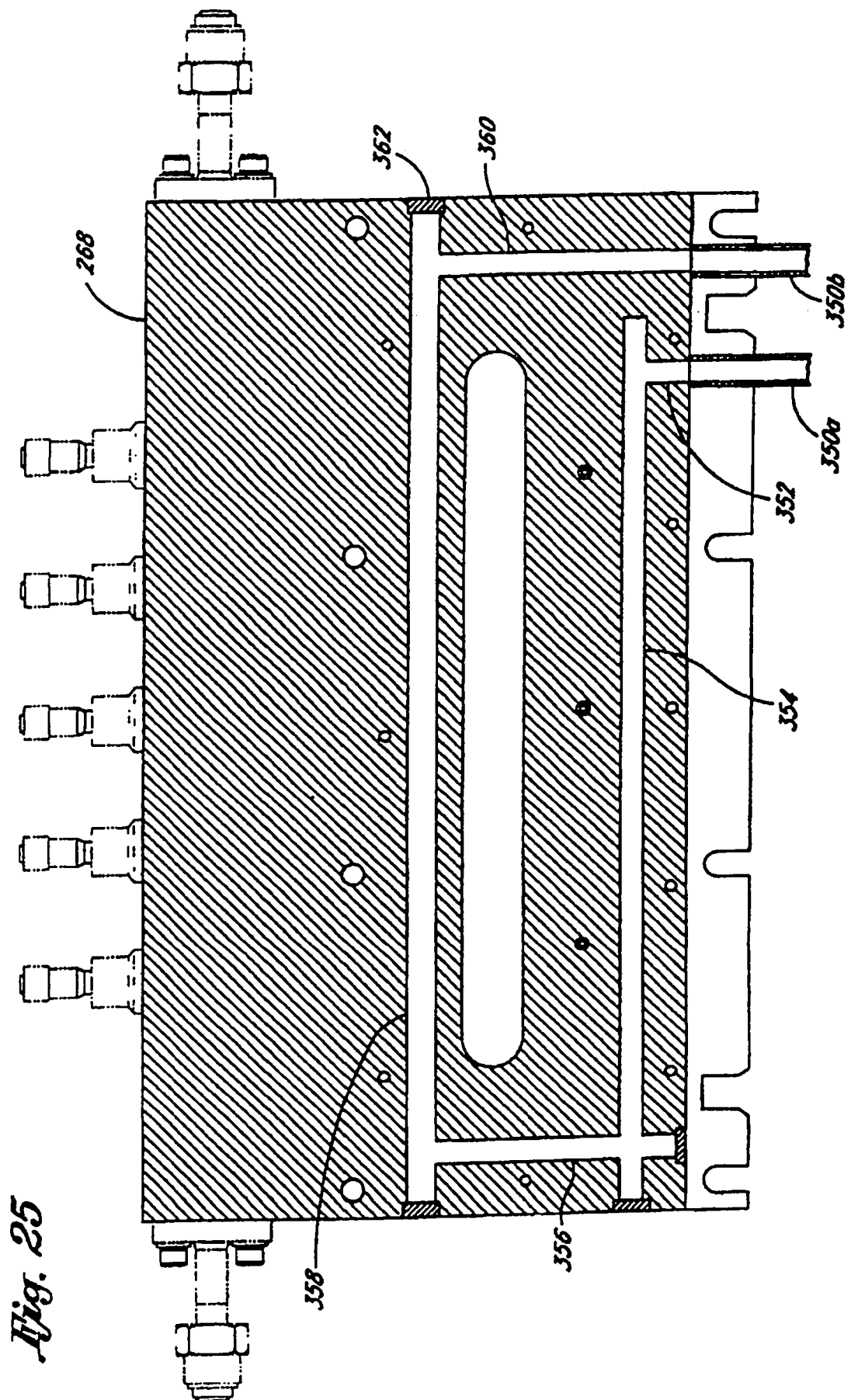
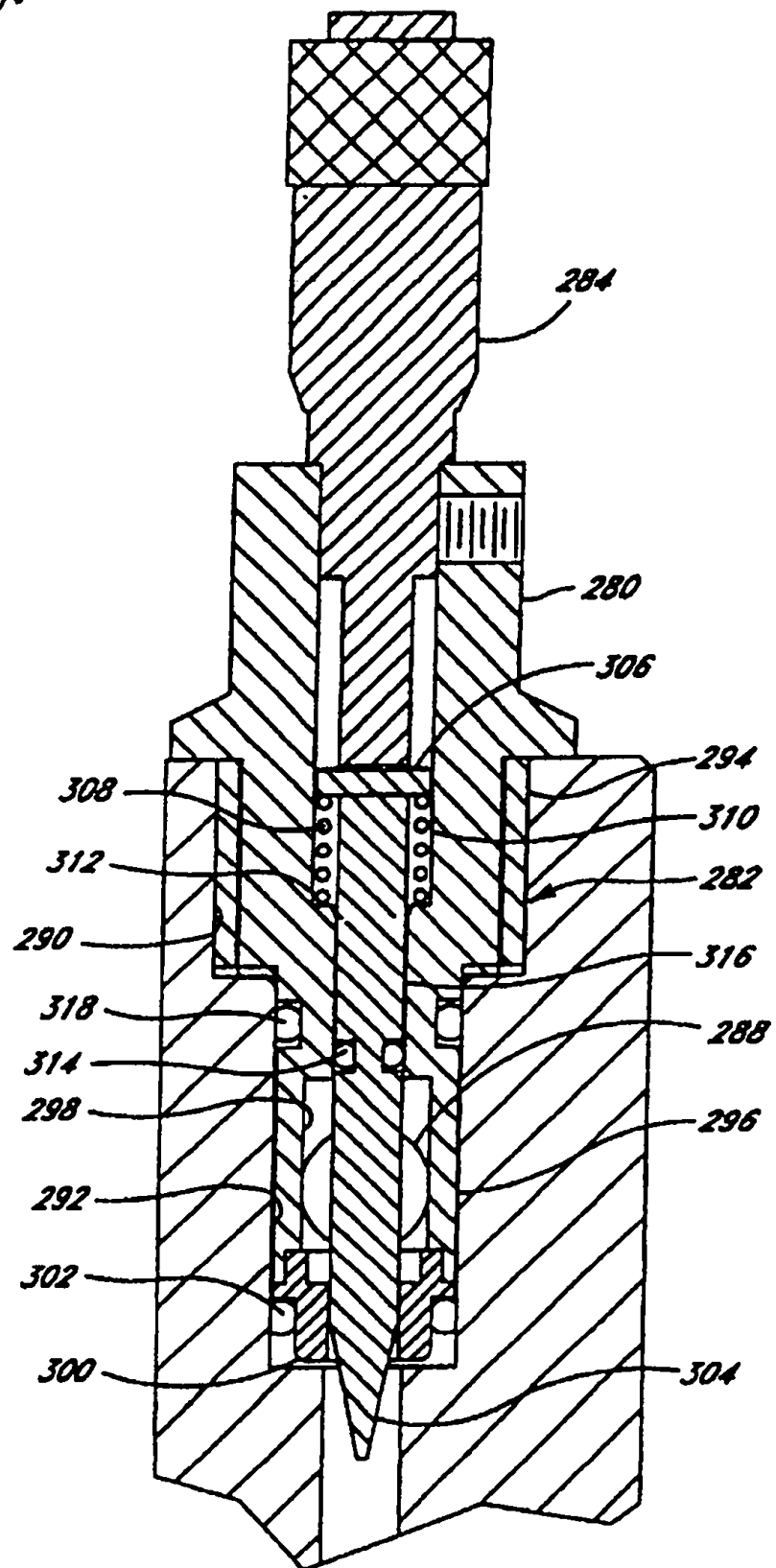
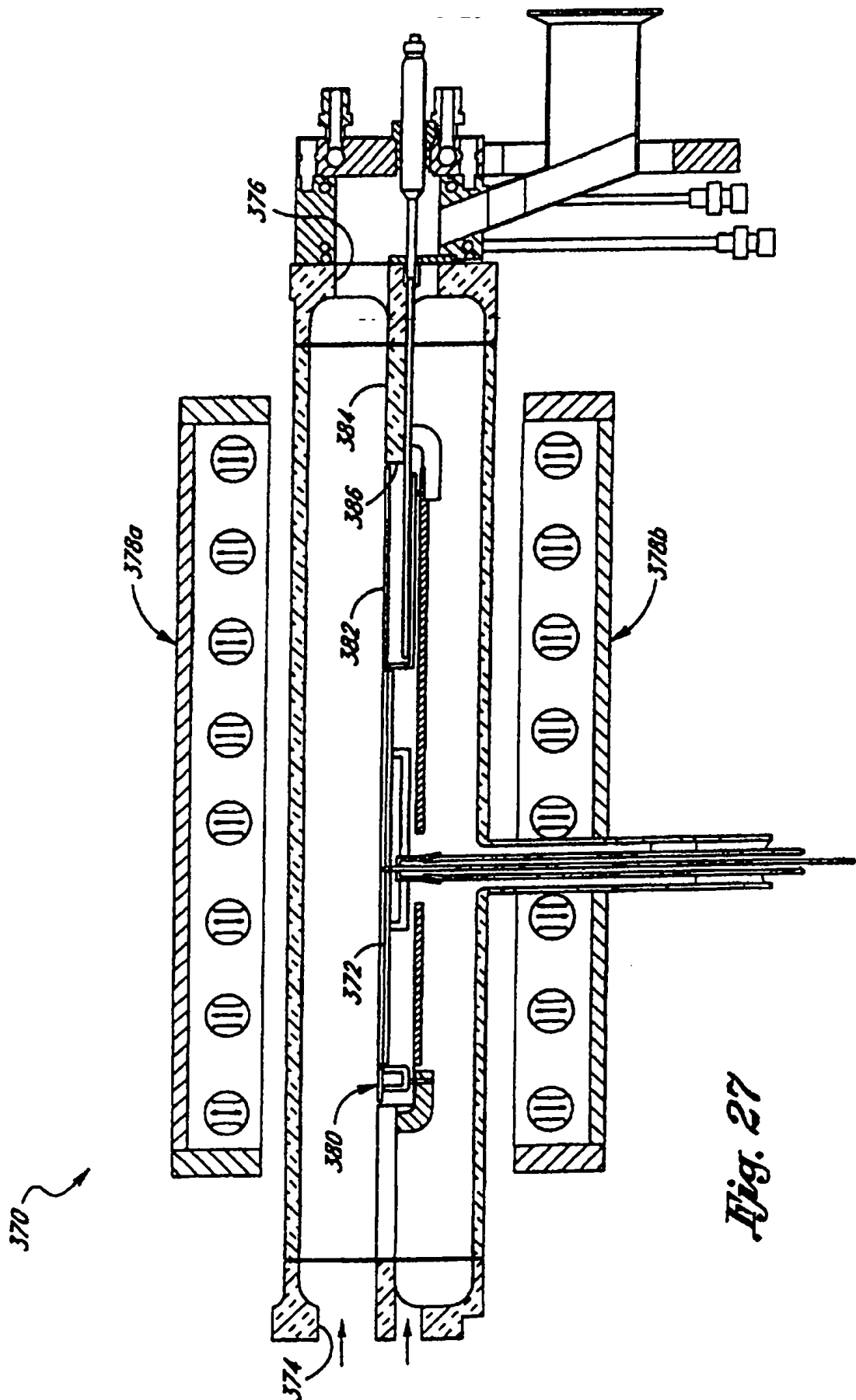


Fig. 26





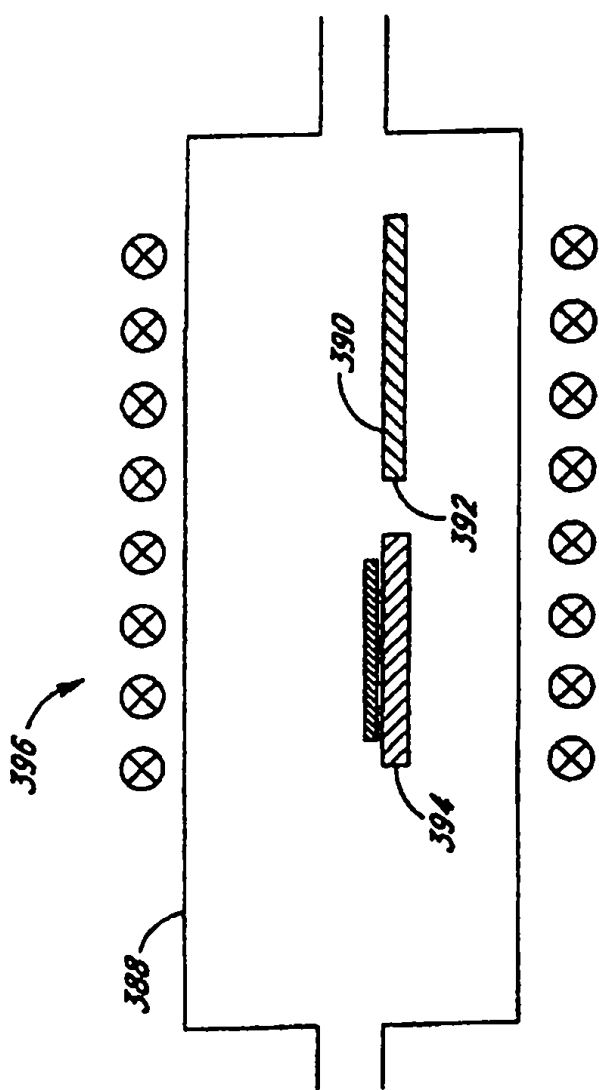


Fig. 28a

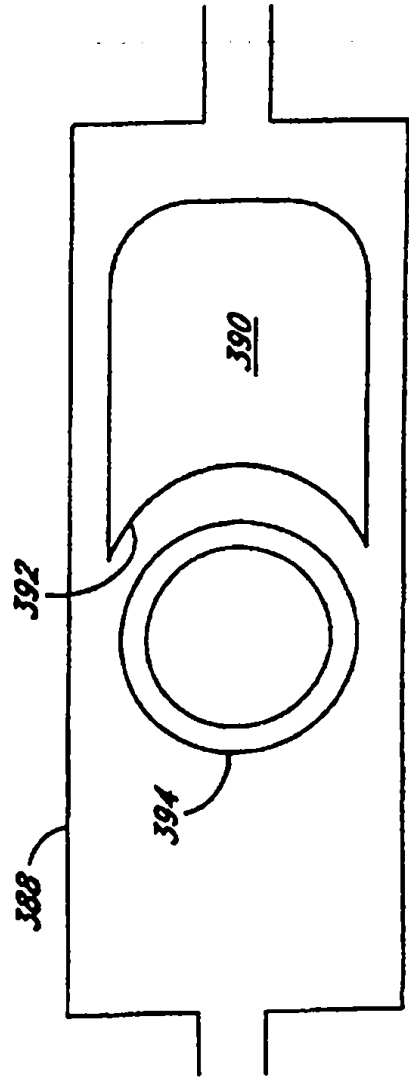


Fig. 28b

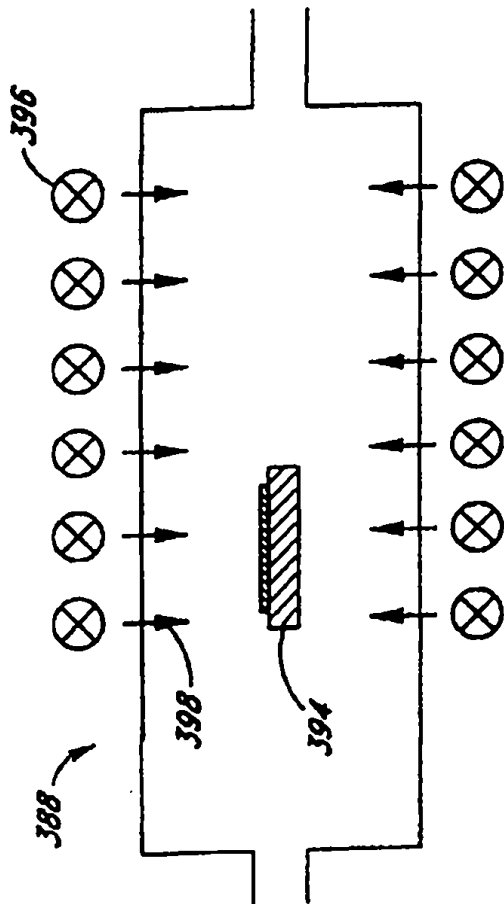


Fig. 29a

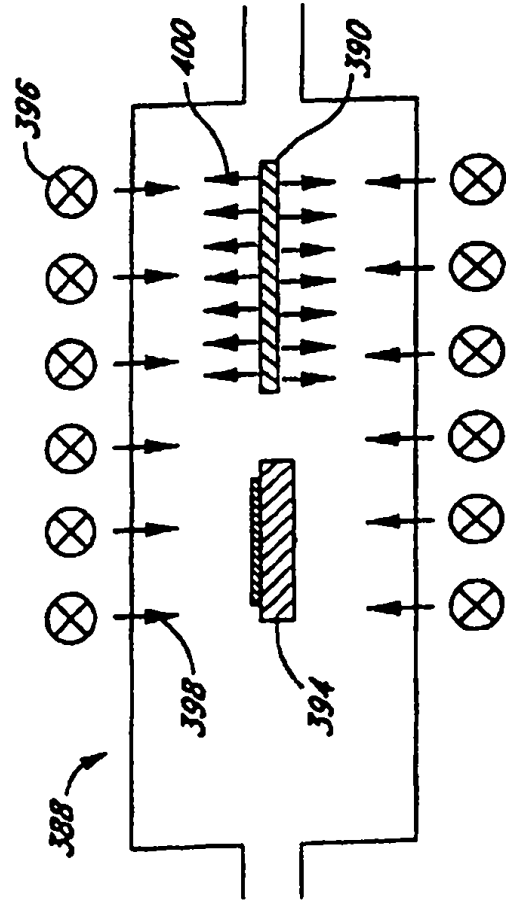


Fig. 29b

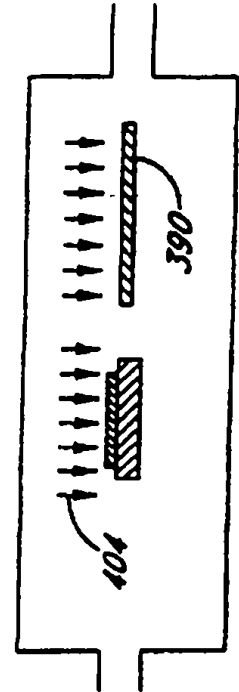


Fig. 30a

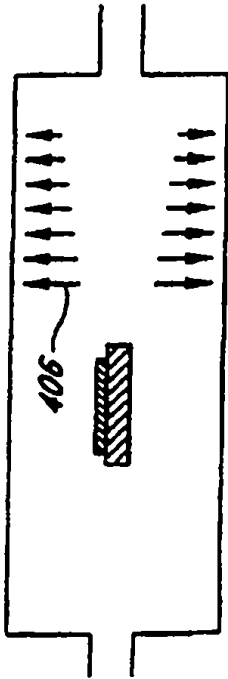


Fig. 31a

Fig. 30b

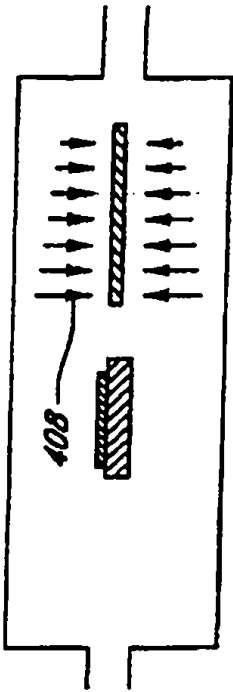


Fig. 31b

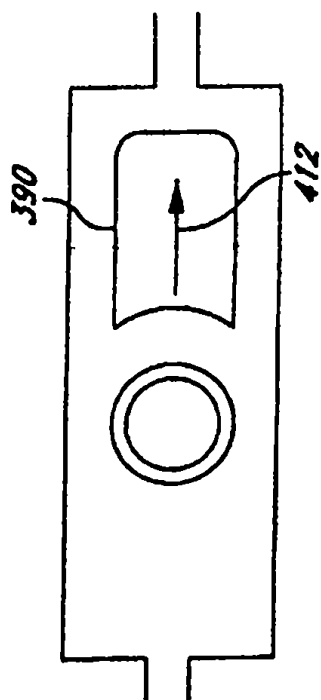


Fig. 33a

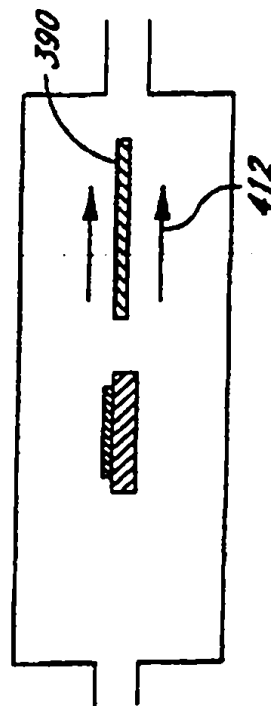


Fig. 33b

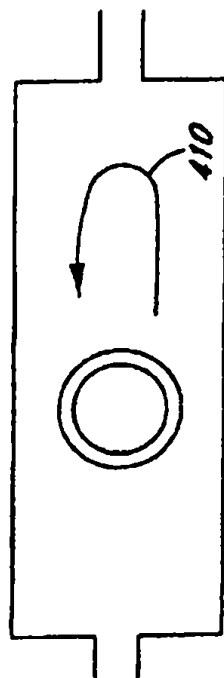


Fig. 32a

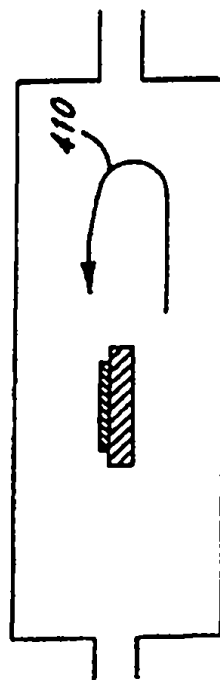
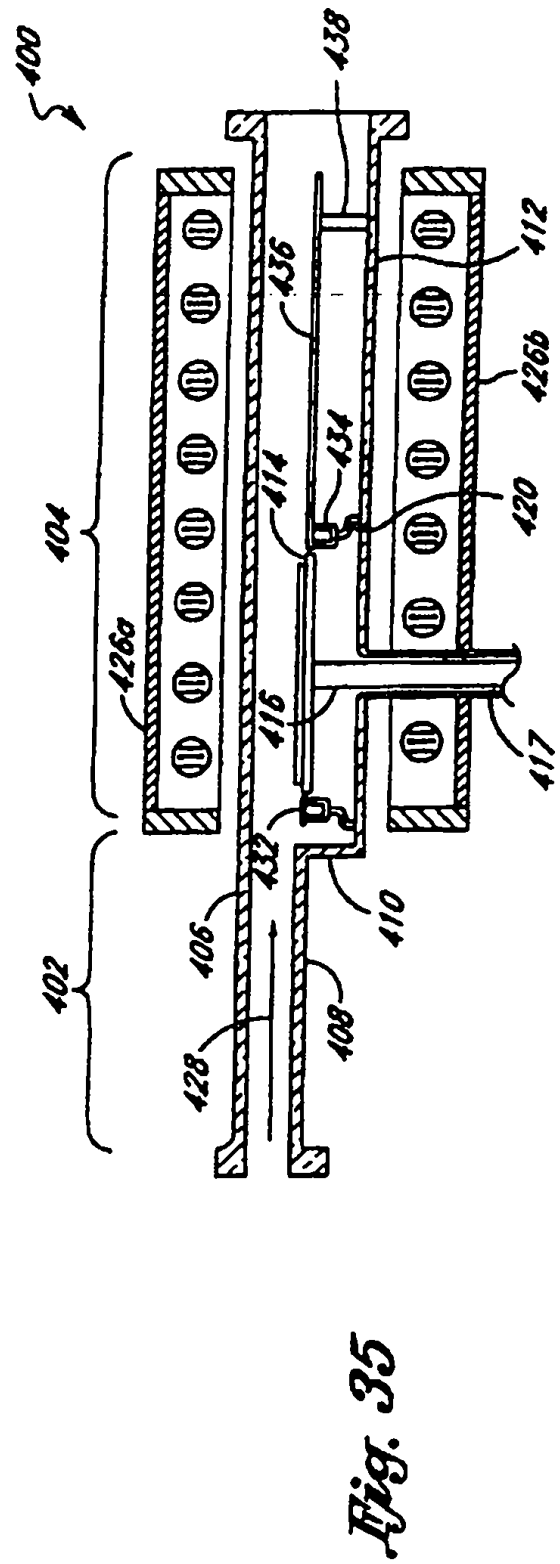
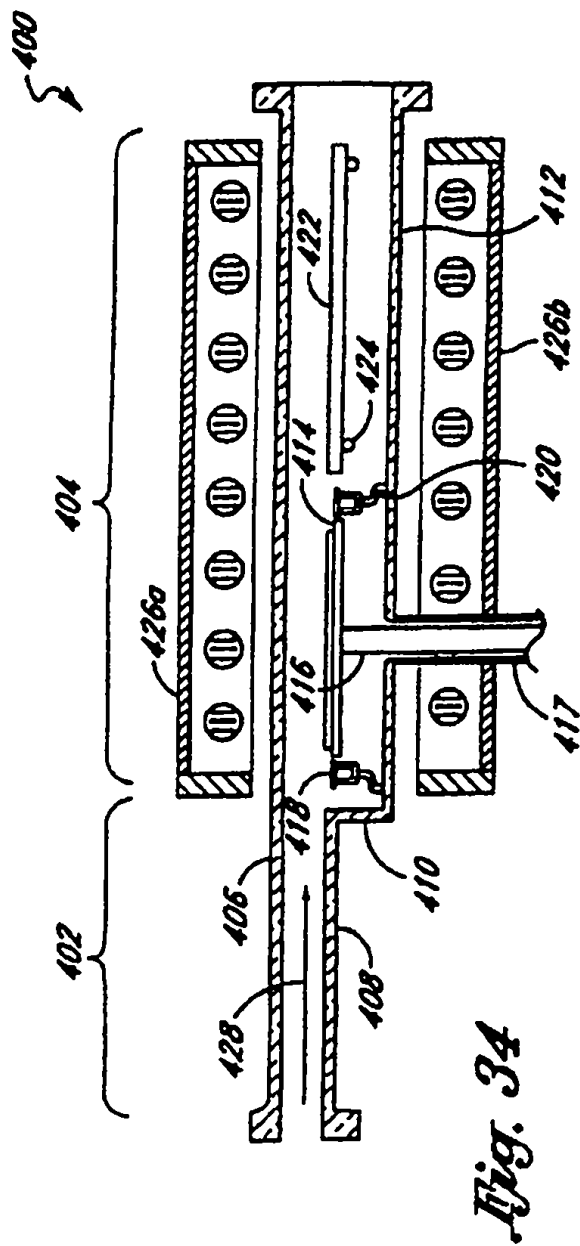


Fig. 32b



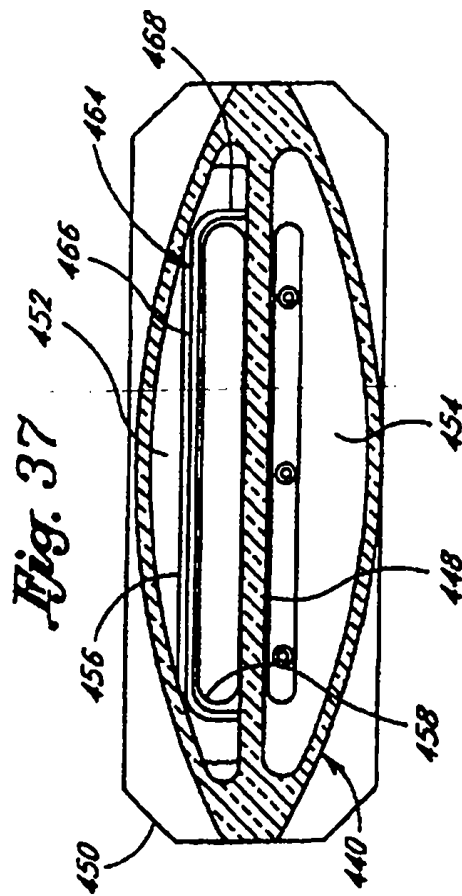
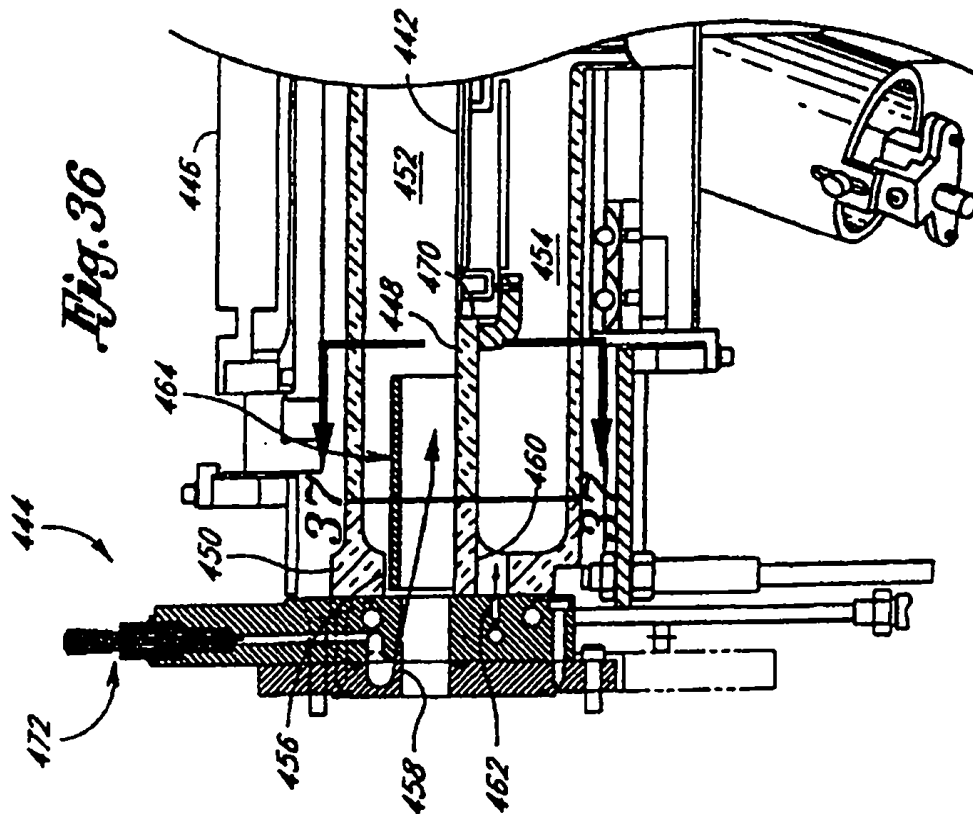


Fig. 38a

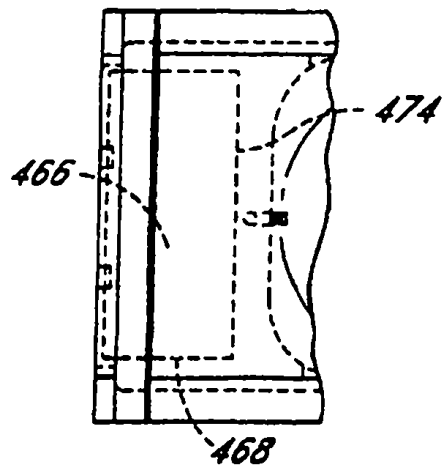


Fig. 38b

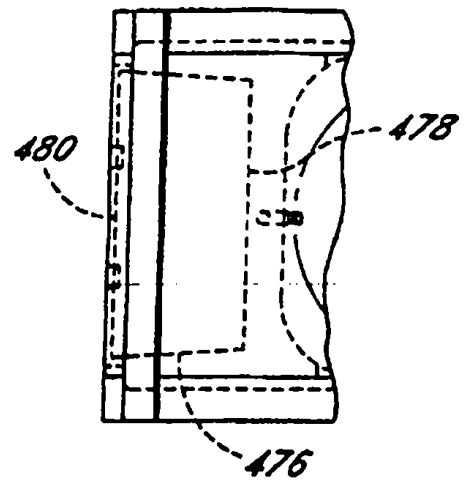


Fig. 38c

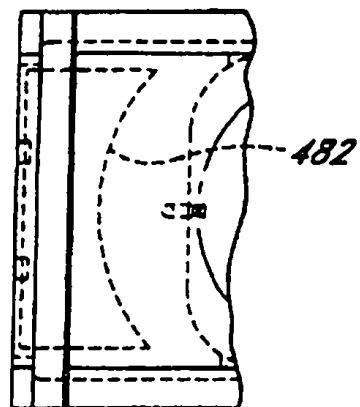


Fig. 38d

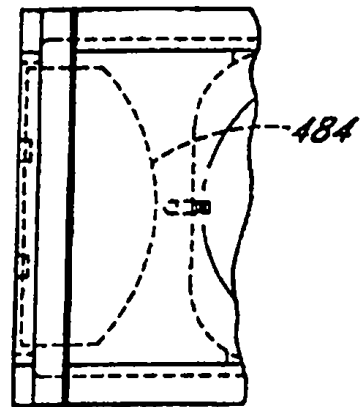


Fig. 38e

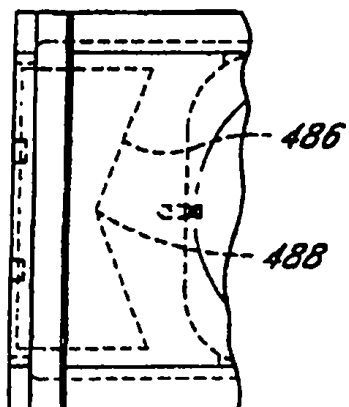


Fig. 38f

