



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 601 23 813 T2** 2007.08.02

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 313 890 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **601 23 813.3**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US01/11223**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **01 923 194.3**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2001/078115**

(86) PCT-Anmeldetag: **06.04.2001**

(87) Veröffentlichungstag
der PCT-Anmeldung: **18.10.2001**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **28.05.2003**

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **11.10.2006**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **02.08.2007**

(51) Int Cl.⁸: **C23C 16/44** (2006.01)

C23C 16/458 (2006.01)

G01K 1/08 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

195561 P 06.04.2000 US

(73) Patentinhaber:

ASM America Inc., Phoenix, Ariz., US

(74) Vertreter:

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

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT,
LI, LU, MC, NL, PT, SE, TR**

(72) Erfinder:

HALPIN, W., Michael, Phoenix, AZ 85044, US

(54) Bezeichnung: **SPERRSCHICHT FÜR GLASARTIGE WERKSTOFFE**

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

Gebiet der Erfindung

[0001] Diese Erfindung bezieht sich auf das Gebiet von Schutzbeschichtungen, insbesondere für die Verwendung von Schutzschichten zur Verhinderung der Beschädigung von glasartigen Werkstoffen in korrosiven Umgebungen. Spezieller bezieht sich diese Erfindung auf die Verwendung von Schutzbeschichtungen zur Begrenzung der Entglasung von Quarzbestandteilen in einem Halbleiterreaktor.

Hintergrund und Zusammenfassung der Erfindung

[0002] Hochtemperaturöfen, die in typischer Weise Reaktoren genannt werden, können zur Erzeugung von Strukturen sehr feiner Maße verwendet werden, wie zum Beispiel integrierte Schaltkreise auf Halbleiterwafern oder anderen Substraten. Das eine oder die mehreren Substrate, wie zum Beispiel Siliziumwafer, werden auf eine Waferablage innerhalb einer Reaktionskammer des Reaktors gelegt. Innerhalb der Reaktionskammer werden sowohl der Wafer als auch die Ablage (auch Suszeptor genannt) auf eine gewünschte Temperatur erwärmt. Bei einem typischen Waferbehandlungsschritt gelangen gasförmige Reaktionspartner über den erwärmten Wafer und rufen die chemische Gasphasenabscheidung (CVD) einer dünnen Schicht des gasförmigen Reaktionspartners auf dem Wafer hervor. Wenn die abgeschiedene Schicht dieselbe kristallographische Struktur hat wie der darunterliegende Siliziumwafer, wird sie epitaxische Schicht genannt. Diese Schicht wird manchmal monokristalline Schicht genannt, denn sie hat nur eine Kristallstruktur.

[0003] Reaktionskammern mit „kalter Wand“ sind ein Typ von Reaktionskammer, die in erwünschter Weise aus Quarz (glasartige Kieselsäure) oder anderen ähnlichen Materialien hergestellt sind, die im wesentlichen für die für das Erwärmen der Kammer verwendete Strahlungsenergie im wesentlichen transparent sind. Quarz ist auch erwünscht, denn es kann sehr hohen Temperaturen widerstehen und ist relativ inert (d.h. es reagiert nicht mit verschiedenen Prozeßgasen, die in typischer Weise bei der Behandlung von Halbleitern verwendet werden). Quarz wird auch in typischer Weise verwendet, um eine Anzahl anderer Reaktorbestandteile zu bauen, einschließlich Spinnen (Spider), die zur Abstützung der Suszeptoren verwendet werden, und Ständern, die für die Ablage von Temperatursensoren um den Umfang der Suszeptoren herum verwendet werden. Infolge ihrer Materialeigenschaften sind Quarzkomponenten auch für andere Reaktorarten vorteilhaft, die nicht Strahlungswärmesysteme verwenden.

[0004] Um die hohe Qualität der sich ergebenden Schichten auf den Wafern sicherzustellen, müssen

verschiedene Prozeßparameter sorgfältig gesteuert werden. Ein solcher kritischer Parameter ist die Temperatur des Reaktors und des Wafers während jedes Behandlungsschrittes des Verfahrens.

[0005] Während der CVD reagieren zum Beispiel die Abscheidegase bei besonderen Temperaturen und scheiden sich auf dem Wafer ab. Für die Siliziumabscheidung können zum Beispiel Abscheidetemperaturen die Kristallstruktur der sich ergebenden Schichten aus amorphen bei niedrigen Temperaturen zu polykristallinen bei mittleren Temperaturen bis zu epitaxialen (Einkristall) bei hohen Temperaturen beeinflussen. Wenn die Temperatur über der Oberfläche des Wafers variiert, können ungleichmäßige Abscheidengeschwindigkeiten an unterschiedlichen Stellen quer über den Wafer die Folge sein, was zu ungleichmäßigen Dicken führt. Deshalb ist es wichtig, daß die Wafertemperatur stabil und bei der gewünschten Temperatur gleichmäßig ist, und zwar sowohl bevor die Behandlung beginnt als auch während der Abscheidung. In ähnlicher Weise kann die Ungleichmäßigkeit oder Instabilität von Temperaturen über einen Wafer hinweg während anderer Wärmebehandlungen die Gleichmäßigkeit der sich ergebenden Strukturen beeinflussen. Andere Verfahren, für welche die Temperaturregelung kritisch sein kann, weisen die Oxidation, Nitridation, Diffusion von Dotiersubstanzen, Sputterabscheidungen, Photolithographie, Trockenätzen, Plasmaprozesse und Hochtemperaturtempern auf.

[0006] In typischer Weise werden Halbleiterreaktoren bei relativ hohen Temperaturen betrieben. Der Reaktor kann häufig von diesen hohen Temperaturen auf relativ niedrige Temperaturen hoch- und heruntergesteuert werden. Thermoelemente werden häufig verwendet, um Temperaturen in dem Reaktor zu überwachen. Wegen der in dem Reaktor vorhandenen korrosiven Umgebungen wird das Thermoelement jedoch in typischer Weise von einer Schutzhülle umgeben. Zum Beispiel wird das Thermoelement koaxial in die Schutzhülle derart eingeführt, daß der Wärmeabfühlerschluß des Thermoelementes neben dem Boden der Schutzhülle angeordnet wird. Dementsprechend fühlt das Thermoelement die Temperatur des Reaktors über die Schutzhülle ab. Diese Hüllen sollten aus einem Material hergestellt sein, welches dem thermischen Arbeitsablauf und hohen Temperaturen sowie der korrosiven Bearbeitungsumgebung widersteht. Ferner sollte das Hüllmaterial eine gute thermische Leitfähigkeit haben, wodurch das eingehüllte Thermoelement schnell auf die Temperaturfluktuationen reagiert. Für Halbleiterbearbeitungen ist die Schutzhülle erwünscht chemisch inert und von einer zweckmäßigen chemischen Reinheit, um die Verunreinigung des Wafers während der Bearbeitung zu vermeiden. WO 99/23276 zeigt eine Siliziumkarbidkappe, die über einer Quarz-Thermoelementhülle angeordnet ist.

[0007] Die zur Messung der Temperatur in CVD-Reaktoren verwendeten Thermoelemente sind in typischer Weise mit Quarzhüllen geschützt. Die Erfinder haben gefunden, daß zwar diese Quarzhüllen beim Schutz des Thermoelementes während der Waferbearbeitung nützlich sind, bei korrosiven Umgebungen der häufige thermische Arbeitsablauf der Quarzhülle auf Temperaturen über 1000°C jedoch eine Entglasung der Quarzschicht hervorrufen kann. Sogar bei nicht-korrosiven Umgebungen kann der häufige thermische Arbeitsablauf der Quarzhülle auf Temperaturen über etwa 1250°C die Entglasung hervorrufen. Einige Prozesse, ähnlich der Epitaxie, treten in typischer Weise bei Temperaturen von 1150°C oder höher auf. Die Entglasung ist ein Phasenübergang zweiter Ordnung von amorphem Quarz in Kristobalit. Die Entglasung beginnt an natürlich auftretenden Keimbildungsstellen in dem amorphen Quarz. Dieser Phasenübergang führt zu einem 20% Dichtewechsel, was den Aufbau von Spannungen in dem Kristobalit verursacht. Wenn die Quarzhülle die Möglichkeit hat, sich auf etwa 275°C oder niedriger abzukühlen, dem kristallographischen Bereich der Inversionstemperatur, bricht das Kristobalit. Dieses Brechen oder Reißen veranlaßt letztlich, daß die Hülle ihre Schutzfunktion verliert, was zu einem folgenden Versagen des Thermoelements führt mit der Notwendigkeit, dieses zu ersetzen.

[0008] Die Notwendigkeit für den Austausch von Thermoelementen und verschiedener anderer Kammerbestandteile, welche der Entglasung unterliegen, führt natürlich zu Ruhezeiten des Reaktors und erheblichen Kosten für den Austausch von Komponenten. Außerdem benötigt man erheblich Zeit und Kosten, wenn man den Reaktor wieder in seine Betriebsbedingungen zurückbringen will, die notwendig sind, um die gewünschten Filmeigenschaften auf den in Beschichtung befindlichen Wafern herzustellen. Das Austauschen von Thermoelementen und anderen Bestandteilen erfordert einen Eingriff in die Kammer, was zu einer unerwünschten Partikelerzeugung führen kann. Der Kristobalitübergang und das folgende Brechen passiert sehr häufig an der Spitze der Thermoelementhülle, wo diese den heißen Suszeptor berührt oder in enger Nachbarschaft zu diesem ist. Zusätzlich zu den Thermoelementhüllen unterliegen jedoch auch andere Quarzreaktorbestandteile möglicherweise denselben Entglasungsproblemen. Obwohl das Problem der Entglasung von Quarz in Kristobalit vorstehend beschrieben wurde, unterliegt jede beliebige Familie von amorphem Glas der unerwünschten Entglasung.

[0009] Setzt man Quarz einer sauren Umgebung aus in Kombination mit hohen Temperaturen, dann erschwert dies die Entglasung. Obwohl sich Kristobalit bei Temperaturen von 1150°C oder darüber in der Abwesenheit einer sauren Umgebung bilden kann, ist die Geschwindigkeit der Bildung von Kristobalit in

einer sauren Umgebung viel schneller. Viele CVD-Prozesse, zum Beispiel das Ätzen, werden in saurer Umgebung durchgeführt. Reaktorreinigungsverfahren führen auch Säure in die Kammer ein. Im allgemeinen scheidet sich in CVD-Reaktoren der gasförmige Reaktionspartner nicht nur auf dem Substrat ab, wie erwünscht ist, sondern einige Werkstoffe werden auch auf den Reaktorwänden und anderen Bestandteilen innerhalb des Reaktors abgeschieden. Um einen wiederholbaren Prozeß beizubehalten, muß der Reaktor periodisch gereinigt werden. Die Reaktorreinigung erfolgt in typischer Weise durch Erwärmen der Waferablage, der Reaktorwände und anderer Reaktorbestandteile auf eine geeignete hohe Temperatur und Ermöglichung eines gasenthaltenden Halogenflusses, zum Beispiel HCl. Andere typische Reinigungsgase schließen Cl_2 , NF_3 , ClF_3 oder Gemische derselben ein.

[0010] Es besteht das Bedürfnis, die Lebensdauer des Quarzes und anderer glasartiger Materialien, die als Thermoelementhüllen oder für andere Bestandteile innerhalb einer CVD-Kammer verwendet werden, merklich zu verlängern. Bekannte Verfahren zum Schützen von Thermoelementen sind unerschwinglich teuer, können nicht verwendet werden, um komplexe Bestandteile wegen Fabrikationshindernissen zu schützen, sind eine Quelle von Verunreinigungen oder sind sonst mit den hohen Temperaturen und Säurebedingungen, die man in CVD-Reaktoren antraf, inkompatibel. Deshalb besteht eine Notwendigkeit, Quarz und andere glasartige Materialien in einer wirtschaftlichen Weise zu schützen, ohne die vorteilhaften Eigenschaften dieser Werkstoffe negativ zu beeinträchtigen.

[0011] Bei der Erfüllung dieser Notwendigkeit stellen bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung einen Reaktor für die chemische Dampfabscheidung zwecks Bearbeitung von Halbleitersubstraten zur Verfügung, wobei die Lebensdauer einiger innerer Reaktorbestandteile, die aus glasartigen Materialien hergestellt sind, dadurch verlängert wird, daß man sie mit einer Sperrschicht beschichtet, die zu diesem Zweck ausgewählt ist.

[0012] Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung wird eine Halbleiterbearbeitungsvorrichtung mit einer Reaktionskammer und einer oder mehreren glasartigen Komponenten mit einer äußeren Oberfläche vorgesehen, die mindestens zum Teil von einer Entglasungssperrschicht bedeckt ist, wobei die eine oder die mehreren glasartigen Komponenten eine Quarzhülle eines Thermoelements aufweist oder aufweisen und wobei die Entglasungssperrschicht eine Dicke von zwischen etwa 1 und 10000 Ångström hat.

[0013] Bei einer Anordnung der Erfindung ist die Reaktionskammer in der Form eines horizontal ausgerichteten Quarzrohres, welches in einen oberen

Bereich und einen unteren Bereich durch eine vordere Teilungsplatte, einen Suszeptor, der von einem Temperaturkompensations- oder Gleitring umgeben ist, und eine hintere Teilungsplatte geteilt ist. Neben dem Suszeptor ist eine oder sind mehrere Thermoelemente angebracht, die jedes eine Hülle hat, die aus einem glasartigen Material hergestellt und mit einer Sperrschicht beschichtet ist, die dauerhafter als das glasartige Material selbst ist. Wenn die Thermoelementhülle mit der Barrierschicht beschichtet ist, entglast sie nicht auf den thermischen Arbeitsablauf bei hoher Temperatur, und deshalb ist die Lebensdauer der Thermoelementhülle gegenüber den früher benutzten, nicht beschichteten Hüllen erheblich verlängert. Die Sperrschicht ist besonders in Säureumgebung nützlich.

[0014] Gemäß einer anderen Anordnung sind Sperrschichten auf verschiedenen Teilen der Kammer vorgesehen, um Quarzreaktorbestandteile gegen Entglasung zu schützen. Eine Schutzschicht ist über einer Quarzhülle vorgesehen, wobei ein Thermoelement bedeckt wird, wodurch das Quarz gegen die Prozeßgase geschützt wird. Schutzsperrschichten können auch verwendet werden, um andere Quarzkomponenten entweder teilweise oder ganz zu bedecken, wie zum Beispiel die Quarzspinne, welche den Suszeptor abstützt, oder den Quarzständer, welcher den Gleitring haltet. Es wird erwartet, daß das Schützen von mit Quarz umhüllten Thermoelementen und Quarzkomponenten mit Sperrschichten ihre Lebensdauer erheblich erhöht.

[0015] Gemäß einem anderen Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Thermoelement vorgesehen, welches für die Verwendung in einer Bearbeitungskammer für chemische Gasphasenabscheidung konfiguriert ist, wobei das Thermoelement aufweist:

Thermoelementdrähte;
eine glasartige Hülle, welche die Drähte umgibt; und
eine Entglasungssperrschicht, die mindestens einen Teil der Hülle bedeckt, wobei die Entglasungssperrschicht eine Dicke hat von zwischen etwa 1 und 10000 Ångström.

[0016] Wir beschreiben ein Verfahren zum Bilden von Sperrschichten auf glasartigen Werkstoffen. In vorteilhafter Weise weist das Verfahren das Abscheiden eines Barriermaterials auf, welches zu diesem Zweck derart ausgewählt ist, daß die Sperrschicht dünn ist und eine gute Haftung an dem darunterliegenden glasartigen Werkstoff hat mit der Folge einer Schicht mit vernünftiger Wärmeleitfähigkeit.

[0017] Alle diese Ausführungsformen sollen im Rahmen der hier offenbarten Erfindung liegen. Diese und andere Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung ergeben sich für den Fachmann aus der folgenden ausführlichen Beschreibung bevorzugter

Ausführungsformen unter Bezugnahme auf die anliegenden Zeichnungen, wobei die Erfindung nicht auf irgendeine besondere bevorzugte Ausführungsform (Ausführungsformen), die hier offenbart ist (sind), beschränkt ist.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0018] [Fig. 1](#) ist eine auseinandergezogene perspektivische Ansicht einer beispielhaften Kammer, welche Bestandteile enthält, die mit einer Sperrschicht geschützt werden können.

[0019] [Fig. 2](#) ist eine Querschnittsansicht der Kammer der [Fig. 1](#).

[0020] [Fig. 3](#) ist eine vergrößerte Querschnittsansicht eines Thermoelements, welches gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung aufgebaut ist.

[0021] [Fig. 4](#) ist eine Querschnittsansicht unter Darstellung eines Substrates mit einer Vielzahl von Thermoelementen nahe einer Substratablage.

[0022] [Fig. 5](#) ist eine Querschnittsansicht eines mitigen Thermoelements mit einer Sperrschicht über einer glasartigen Hülle.

Ausführliche Beschreibung der bevorzugten Ausführungsformen

[0023] Die [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) veranschaulichen eine beispielhafte CVD-Reaktorkammer **10**, in welcher eine Umgebung vorgesehen ist, in der die bevorzugten Ausführungsformen der Erfindung beschrieben werden. Die veranschaulichte CVD-Reaktionskammer weist eine längliche, im allgemeinen flache, rechteckige Kammer **10** auf, die aus Quarz hergestellt ist. Einzelheiten einer solchen Kammer sind in der anhängigen US-Patentanmeldung Nr. 09/184,490 von Wengert et al. beschrieben, die am 2. November 1998 angemeldet wurde und den Titel hat „Long Life High Temperatur Process Chamber“ (Prozeßkammer für hohe Temperatur mit langer Lebensdauer) (US-6,325,858). Obwohl eine Reaktionskammer mit kalter Wand, horizontalem Fluß und Einzelwafer verwendet wird, um die Erfindung zu beschreiben, versteht es sich, daß die Erfindung auch bei einer anderen Reaktionskammer anwendbar ist, welche glasartige Komponenten enthält, welche der Entglasung unterliegen, zum Beispiel Domkammern, vertikale Reaktoren, Chargenreaktoren, Reaktoren mit heißer Wand usw. Die Quarzkammer weist eine flache obere Wand **10a**, eine flache untere Wand **10b** auf, welche durch ein Paar von kurzen, vertikalen Seitenwänden **10c** verbunden sind. Ein dickerer Quarzeinlaßflansch **12** erstreckt sich über das Gaseinlassende der Kammer und ist an den Kammerwänden angebracht. Ein ähnlicher Quarz-Gasaus-

laßflansch **14** ist am abstromigen Ende der Kammer gezeigt und an den Kammerwänden **10a–c** angebracht.

[0024] Die dargestellte Kammer wird durch eine aus Quarz bestehende flache Vorder- oder aufstromige Trennplatte **16** und eine hintere, aus Quarz bestehende abstromige Platte **18** in einen oberen Abschnitt **15** und einen unteren Abschnitt **17** getrennt, wobei sich die Platten zwischen den Kammerseitenwänden **10c** erstrecken und im allgemeinen parallel zu der oberen und unteren Wand **10a**, **10b** sind. Die Trennplatten **16** und **18** werden von Halterungen **19** (siehe [Fig. 2](#)) abgestützt, die auf den Seitenwänden **10c** gebildet sind, oder durch (nicht gezeigte) Halterungen, die sich von der Kammerbodenwand nach oben erstrecken. Diese Halterungen sind in typischer Weise aus Quarz hergestellt. Die hintere Kammerteilungsplatte **18** befindet sich in nahezu derselben Ebene wie die vordere Platte **16**. Die Kammer **10** wird weiterhin von einem im allgemeinen flachen, kreisförmigen Suszeptor **20** und einem umgebenden Ring **22** (siehe [Fig. 1](#)) geteilt, der manchmal als Temperaturkompensationsring oder Gleitring bezeichnet ist, der das kristallographische Slip verhindert. Der Slipring **22** wird unten unter Bezugnahme auf [Fig. 4](#) ausführlicher beschrieben.

[0025] Bei der dargestellten Anordnung wird der Suszeptor **20** von einer Spinne **24** gehalten, welche drei Arme hat, die sich radial nach außen von einer Mittelnabe erstrecken und sich nach oben erstreckende Vorsprünge **25** auf den Enden der Arme hat, die mit dem Suszeptor in Eingriff sind. Die Spinne **24** ist auf einer rohrförmigen Welle **26** montiert, welche sich durch die untere Kammerwand **10b** erstreckt und sich auch durch ein Quarzrohr **27** erstreckt, welche an der unteren Kammerwand **10b** angebracht ist und von dieser abhängt. Die Spinne **24** und die Welle **26** sind vorzugsweise aus Quarz hergestellt. Die Welle **26** ist geeignet ausgestaltet, um mit einem (nicht gezeigten) Antrieb für die Drehung der Welle **26**, der Spinne **24** und dem Suszeptor **20** verbunden zu sein. Einzelheiten einer solchen Anordnung zusammen mit einem Antriebsmechanismus kann man in der US-Patentschrift 4,821,674 finden.

[0026] Der Ring **22** der veranschaulichten Anordnung wird von einem Quarzständer **23** gehalten, der auf der unteren Kammerwand **10b** ruht. Bei alternativen Anordnungen kann der Ring **22** auf Leisten bzw. Vorsprüngen gehalten werden, die sich von den Kammerseitenwänden **10c** nach einwärts erstrecken, oder auf Quarzleisten bzw. Vorsprüngen, die sich von den Trennplatten **16**, **18** erstrecken.

[0027] Die Kammer **10** kann eine Anzahl anderer Bestandteile enthalten, welche eine Halterung innerhalb der Kammer **10** erfordern. Zum Beispiel ist bei der veranschaulichten Anordnung eine Getterplatte

30 abstromig von dem Suszeptor **20** und dem Ring **22** angeordnet. Die veranschaulichte Getterplatte **30** wird auf einer Vielzahl von Stiften **31** abgestützt, die sich von der Teilerplatte **18** der rückwärtigen Kammer nach oben erstrecken. Bei alternativen Anordnungen können mehr als eine Getterplatte **30** verwendet werden. Bei der veranschaulichten Anordnung sind Schirme oder Wärmeabsorber **32** abstromig von dem Suszeptor **20** ebenfalls angeordnet und befinden sich vorzugsweise auf jeder Seite der Getterplatte **30** und neben abstromigen Abschnitten der Seitenwände **10c**. Zusätzlich können Schirme oder Wärmeabsorber **33** auch auf jeder Seite des Mittelbereichs der Kammer neben den Mittelabschnitten der Seitenwände **10c** benutzt werden. Diese Elemente **32** und **33** können durch beliebige geeignete Mittel in Stellung gehalten werden. Zum Beispiel könnten die Elemente **32** durch die Stifte **31** angeordnet und in leichtem Abstand von den Kammerseitenwänden **10c** angeordnet sein. Bei einer solchen Anordnung können die Stifte **31** aus Quarz hergestellt sein. Erwünschtensfalls können Quarzvorsprünge auf den Kammerseitenwänden **10c** und auf der abstromigen Platte **18** befestigt sein, um die Elemente **32** in kleinerem Abstand von den Seitenwänden **10c** in Position zu halten. In ähnlicher Weise können die Elemente **33** auf Quarzstützen auf der unteren Kammerwand **10b** zwischen den Kammerseitenwänden **10c** und dem Quarzständer **23** ruhen, der durch geeignete Stützen angeordnet ist, die auf den Seitenwänden **10c** befestigt sind, um das obere Ende des Elementes **33** von den Seitenwänden **10c** in geringem Abstand anzuordnen.

[0028] Bei der veranschaulichten Anordnung werden zwei Thermoelemente **34** durch einen ringförmigen Abschnitt **22a** des Ringes **22** unter dem Ring gehalten, wie man am besten in [Fig. 4](#) sieht. Bei der bevorzugten Ausführungsform ist der rohrförmige Abschnitt **22a** derart ausgestaltet, daß er sich um den äußeren Umfang des Ringes **22** herum krümmt. Spezieller erstreckt sich der rohrförmige Abschnitt **22a** vorzugsweise längs einer Seite des Ringes **22** und verläuft dann längs der Vorderkante des Ringes **22** und dann zu der anderen Seite des Ringes **22**. Vorzugsweise ist eines oder sind beide der Thermoelemente **34** konfiguriert, um in die rohrförmigen Abschnitte zu passen, so daß ein Spitzenende der Thermoelemente **34** nahe der Vorderkante (d.h. Einlaßseite) des Suszeptors **20** in der Mitte des Ringes **22** angeordnet sein kann. Um den Einbau und das Herausnehmen der bekannten Thermoelemente **34** zu erleichtern, ist der rohrförmige Abschnitt **22a** vorzugsweise durch zwei Hälften bzw. zwei halbe Abschnitte gebildet, die lösbar aneinander befestigt sind. Eine modifizierte Anordnung, die ähnlich der oben beschriebenen Anordnung ist, wird in der US-Patentschrift 4,821,674 beschrieben. Es sei bemerkt, daß das Spitzenende der Thermoelemente auch auf einer Seite des Suszeptors und/oder an der

Hinterkante des Suszeptors angeordnet sein kann. Die Thermoelemente können auch in enger Nachbarschaft zu dem Ring angeordnet sein, je nach dem zulässigen Temperaturlesefehler oder der Verschiebung. Es versteht sich, daß der Reaktor **10** an anderen Stellen innerhalb der Kammer erwünschtenfalls zusätzliche Thermoelemente einschließen kann. Zum Beispiel kann ein Thermoelement an der Hinterkante des Suszeptors **20** vorgesehen sein.

[0029] Die dargestellte Kammer **10** weist vorzugsweise auch ein mittiges Thermoelement **38** auf, welches in den [Fig. 1](#), [Fig. 2](#), [Fig. 4](#) und [Fig. 5](#) gezeigt ist. Das zentrale Thermoelement **38** erstreckt sich durch die rohrförmige Welle **26** und die Spinne **24** nach oben, wobei seine Spitze vorzugsweise dicht an der Mitte des Suszeptors **20** angeordnet ist.

[0030] Nimmt man nun auf [Fig. 3](#) Bezug, dann weist jedes der Thermoelemente **34** vorzugsweise eine Hülle **35** auf, die eine Stütze **37** umgibt, welche vorzugsweise aus einem Keramikmaterial hergestellt ist. Ein Paar von Thermoelementdrähten **36** erstreckt sich durch die Stütze **37** und bildet eine Kontaktstelle bzw. einen Anschluß **36a**, der vorzugsweise an dem Vorderende des Thermoelementes **34** derart angeordnet ist, daß der Anschluß **36a** nahe den vorderen oder aufstromigen Ecken des Ringes **22** liegt. Bei modifizierten Anordnungen kann das Thermoelement **34** zusätzliche Thermoelementanschlüsse zwischen zusätzlichen Paaren von Drähten in der Hülle **35** einschließen. In einer solchen Anordnung kann ein zusätzlicher Anschluß neben den hinteren oder abstromigen Ecken des Ringes **22** und/oder zwischen den aufstromigen und abstromigen Ecken angeordnet sein.

[0031] Um das Thermoelement **34** gegen die hohen Temperaturen und die saure Umgebung zu schützen, die man in typischer Weise in der Reaktionskammer **10** findet, ist die Hülle **35** in typischer Weise aus Quarz oder anderen glasartigen Materialien hergestellt. Wie im einzelnen oben beschrieben ist, sind solche Quarzhüllen beim Schützen des Thermoelementes **34** während der Waferbearbeitung nützlich. Häufige thermische Arbeitsabläufe der Quarzhülle auf Temperaturen von über 1000°C veranlassen jedoch eine Entglasung der Quarzhülle.

[0032] Um ein solches Entglasen zu vermeiden, weist das Thermoelement **34** eine Sperrschicht **40** auf, die vorzugsweise über der Hülle **35** gebildet ist. Die Sperrschicht **40** erzeugt eine Barriere zwischen der glasartigen Hülle **35** und der sauren Umgebung innerhalb der Kammer **10**. Vorzugsweise ist die Sperrschicht **40** sehr dünn, hat extrem geringe Masse, hat eine vernünftige Wärmeleitfähigkeit und verändert das Oberflächenemissionsvermögen der Hülle **35** nicht nennenswert. Die Sperrschicht **40** weist vorzugsweise einen Werkstoff auf, der gegenüber

Säuren, hohen Temperaturen und dem thermischen Arbeitsablauf widerstandsfähiger ist als der Werkstoff der darunterliegenden Hülle **35**. Bei der Auswahl eines Werkstoffes für die Sperrschicht **40** sind die folgenden Eigenschaften wünschenswert: die Fähigkeit molekularer Abscheidung, die Fähigkeit des Anhaftens an dem Werkstoff der darunterliegenden Hülle, Widerstand gegen Abplatzen oder Abblättern, nicht-isolierend (d.h. etwas wärmeleitend), chemisch stabil und mit der Umgebung und den Werkstoffen kompatibel, die bei der Bearbeitung und der Reinigung verwendet werden, und nicht Quelle von Metallen oder anderen Verunreinigungen.

[0033] Die Sperrschicht **40** ist zwischen etwa 1 und 10000 Ångström dick, vorzugsweise zwischen etwa 50 und 5000 Ångström dick und bevorzugter zwischen etwa 500 und 300 Ångström dick. Bei einer bevorzugten Ausführungsform weist die Sperrschicht **40** eine etwa 800 Ångström dicke Schicht aus Siliziumnitrid auf (SiN_x , die in ihrer stöchiometrischen Form Si_3N_4 ist). Die Sperrschicht **40** ist vorzugsweise durch chemische Gasabscheidung (CVD) über der entsprechenden glasartigen Komponente gebildet. CVD-Abscheidung ist vorteilhaft insofern, als dadurch eine Sperrschicht erzeugt wird, die sowohl dünn ist als auch eine gute Adhäsion an dem darunterliegenden Bestandteil hat; wobei die thermische Leitfähigkeit der Schicht verbessert wird. Zusätzlich zur CVD können jedoch auch Sputter- oder andere bekannte Verfahren der Werkstoffabscheidung benutzt werden. Zusätzlich zu Siliziumnitrid kann die Sperrschicht **40** eine beliebige Beschichtung aufweisen, die gegen hohe Temperatur und Säure widerstandsfähig ist und ähnliche Werkstoffeigenschaften hat, einschließlic zum Beispiel Diamant, Titannitrid oder Titankohlenstoffnitrid.

[0034] Die Sperrschicht **40** deckt vorzugsweise die ganze glasartige Komponente ab. Bei einigen Anordnungen kann jedoch die Sperrschicht ausgewählte Bereiche des Bestandteiles abdecken, die der Entglasung stärker ausgesetzt sind. Zum Beispiel wird bei der veranschaulichten Anordnung die Sperrschicht nur über der Spitze des Thermoelementes **34** abgeschieden (siehe [Fig. 3](#)), denn das Entglasen erfolgt am häufigsten an der Spitze der Thermoelementhülle **35**, wo sie den heißen Suszeptor **20** berührt oder sich in enger Nachbarschaft zu diesem befindet. Bei einer modifizierten Anordnung kann die Sperrschicht **40** selbstverständlich das ganze Thermoelement **34**, einen kleineren/größeren oder anderen Abschnitt des Thermoelementes **34** bedecken.

[0035] Unter Bezugnahme auf [Fig. 5](#) ist die Sperrschicht auf eine andere glasartige Komponente bezogen, das zentrale Thermoelement **38**. Das dargestellte mittlere Thermoelement **38** weist Thermoelementdrähte **35** auf, die von einer Quarzhülle **52** ummantelt sind. Eine Sperrschicht **54** ist vorzugsweise

über der Quarzhülle **52** vorgesehen, um das Thermoelement gegen Prozeßgase zu schützen, die versuchen, sich auf der Spitze des Thermoelementes abzuscheiden, und um ein Entglasen der Quarzhülle **52**, wie oben beschrieben, zu verhindern. Wie bei dem oben beschriebenen Thermoelement **34** bedeckt die Sperrschicht **54** einen Abschnitt des mittigen Thermoelements **38**. Speziell bedeckt bei der dargestellten Anordnung die Sperrschicht **54** einen oberen Abschnitt des Thermoelements.

[0036] Andere glasartige Komponenten in der Kammer **10** können auch ganz oder teilweise mit der oben beschriebenen Sperrschicht bedeckt sein. Zum Beispiel sind in der dargestellten Kammer **10** die Spinne **24**, das Quarzrohr **27** und der Ständer **23** vorzugsweise unter Verwendung von Quarz hergestellt. Die sich nach oben erstreckenden Vorsprünge der Spinne **24**, welche den heißen Suszeptor **20** berühren und ihn stützen, können besonders an der Sperrschicht partizipieren, wie hier beschrieben ist. Wie diese können die glasartigen Komponenten ganz oder teilweise mit der Sperrschicht **40** bedeckt sein, um diese Komponenten zu schützen, wie oben beschrieben. In gleicher Weise sei bemerkt, daß eine Sperrschicht **40** immer dann vorgesehen werden kann, wenn man Quarz in der Kammer findet, solange die Sperrschicht den Betrieb der Kammer nicht erheblich stört. Andere Reaktorkomponenten, die Quarz aufweisen können und die deshalb an den Vorteilen der Schutzsperrschicht teilhaben können, weisen Halterungsstücke, Stifte, Leisten, Vorsprünge usw. auf, die man in typischer Weise innerhalb einer Kammer fand und die zur Halterung anderer Reaktorkomponenten verwendet werden. Zusätzlich zu Quarz kann jedes amorphe Material, welches der Entglasung unterworfen ist, mit einer Barrierschicht geschützt werden.

[0037] Als Folge der vorstehenden Techniken kann die Lebensdauer der glasartigen Bestandteile, wenn sie durch Sperrschichten geschützt sind, nennenswert verlängert werden. Sperrschichten sind beim Vermeiden des Entglasens in irgendeinem glasartigen Material hilfreich, einschließlich einer beliebigen Glasfamilie, welche dem Entglasen unterworfen ist. Speziell wurde die Lebensdauer von Thermoelementhüllen aus Quarz, die später mit einer Barriere geschützt wurden, um etwa 300% verlängert. Das Vermeiden des Entglasens der Quarzhülle verringert die Kalibrierdrift des Thermoelements. Außerdem führt die erhöhte Lebensdauer glasartiger Komponenten offensichtlich zu geringeren Verbraucherkosten. In ähnlicher Weise führt die Verlängerung der Zeitintervalle zwischen Reaktorvorsorgewartungsarbeiten zu geringerer Stillstandszeit und kürzerem Reaktorfeineinstellen. Geringeres Reaktorfeineinstellen führt auch zu geringerer Verwendung der Waferüberwachung. Somit kann man sehen, daß die Verwendung von Sperrschichten, um die Quarz aufweisen-

den Komponenten oder andere glasartige Materialien zu schützen, in dem Reaktor sehr bedeutende Vorteile bieten kann.

[0038] Es sei bemerkt, daß die Erfindung zwar in Verbindung mit einem speziellen Typ von Reaktionskammer **10** beschrieben wurde, die Erfindung kann aber auch auf andere Arten von Reaktionskammern angewendet werden. Es sei auch bemerkt, daß gewisse Merkmale und Vorteile der Erfindung oben zwecks Beschreibung der Erfindung und der gegenüber dem Stand der Technik erreichten Vorteile erläutert wurden. Es versteht sich selbstverständlich, daß nicht notwendigenfalls alle diese Merkmale oder Vorteile entsprechend einer besonderen Ausführungsform der Erfindung erreicht sein müssen. So weiß zum Beispiel der Fachmann, daß die Erfindung umgesetzt oder in einer Weise ausgeführt werden kann, daß ein Vorteil oder eine Gruppe von Vorteilen erreicht und optimiert werden kann, wie hier gelehrt wird, ohne notwendigerweise die anderen Merkmale und Vorteile gemäß der Lehre und den Vorschlägen hier umzusetzen.

Patentansprüche

1. Halbleiterbearbeitungsvorrichtung mit einer Reaktionskammer und einer oder mehreren glasartigen Komponenten mit einer äußeren Oberfläche, die mindestens zum Teil von einer Entglasungssperrschicht bedeckt ist, wobei die eine oder die mehreren glasartigen Komponenten eine Quarzhülle eines Thermoelementes aufweist oder aufweisen und wobei die Entglasungssperrschicht eine Dicke von zwischen etwa 1 und 10000 Ångström hat.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei die eine oder mehreren glasartigen Komponenten aus Quarz gebildet ist oder sind.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Entglasungssperrschicht Siliziumnitrid aufweist.

4. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Entglasungssperrschicht aus Siliziumnitrid gebildet ist, welches auf der einen oder den mehreren glasartigen Komponenten unter Verwendung der chemischen Gasphasenabscheidung abgeschieden wurde.

5. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Entglasungssperrschicht eine Dicke von zwischen etwa 50 und 5000 Ångström hat.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, wobei die Entglasungssperrschicht eine Dicke von zwischen etwa 500 und 3000 Ångström hat.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, wobei die Entglasungssperrschicht eine Dicke von etwa 800 Ångström hat.

8. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Entglasungssperrschicht aus der Gruppe gebildet ist, die aus Siliziumnitrid, Diamant, Titannitrid, Titankarbonitrid und Kombinationen derselben besteht.

9. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Entglasungssperrschicht einen ganzen Abschnitt der äußeren Oberfläche der einen oder mehreren glasartigen Komponenten bedeckt.

10. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Entglasungssperrschicht nur einen Teil der einen oder der mehreren glasartigen Komponenten bedeckt, die äußerst entglasungsempfindlich ist.

11. Thermoelement, welches für die Verwendung in einer Bearbeitungskammer für chemische Gasphasenabscheidung konfiguriert ist, wobei das Thermoelement aufweist:

Thermoelementdrähte;

eine glasartige Hülle, welche die Drähte umgibt; und
eine Entglasungssperrschicht, die mindestens einen Teil der Hülle bedeckt, wobei die Entglasungssperrschicht eine Dicke hat von zwischen etwa 1 und 10000 Ångström.

12. Thermoelement nach Anspruch 11, wobei die glasartige Hülle aus Quarz gebildet ist.

13. Thermoelement nach Anspruch 12, wobei die Entglasungssperrschicht Siliziumnitrid aufweist.

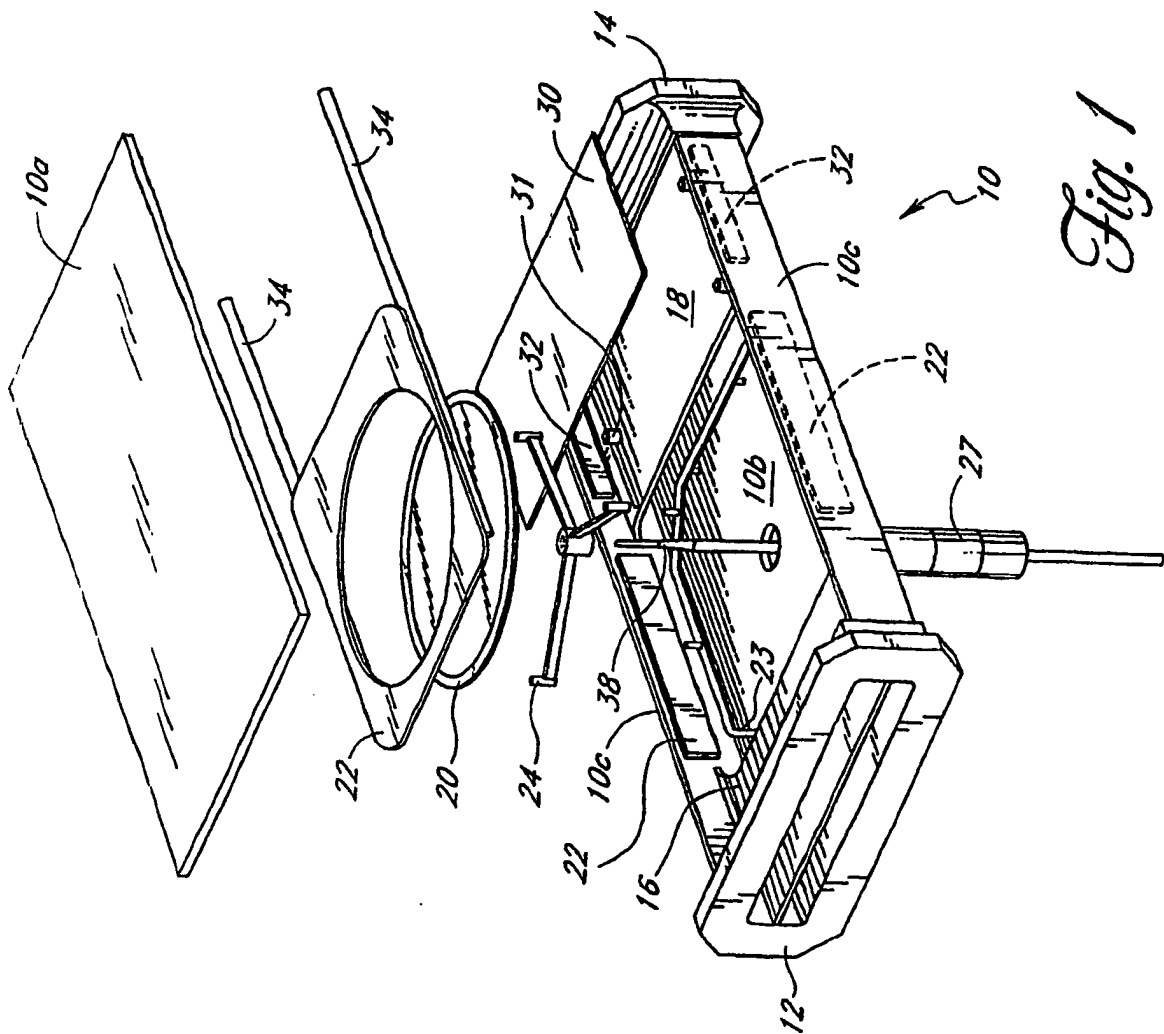
14. Thermoelement nach Anspruch 11, wobei die Entglasungssperrschicht aus der Gruppe gebildet ist, welche aus Siliziumnitrid, Diamant, Titannitrid, Titankarbonitrid und Kombinationen derselben besteht.

15. Thermoelement nach Anspruch 11, wobei die Entglasungssperrschicht einen ganzen Abschnitt des Thermoelements abdeckt.

16. Thermoelement nach Anspruch 11, wobei die Entglasungssperrschicht einen Abschnitt des Thermoelements abdeckt, der äußerst entglasungsempfindlich ist.

17. Thermoelement nach Anspruch 11, wobei die Entglasungssperrschicht eine Spitze des Thermoelements abdeckt.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen



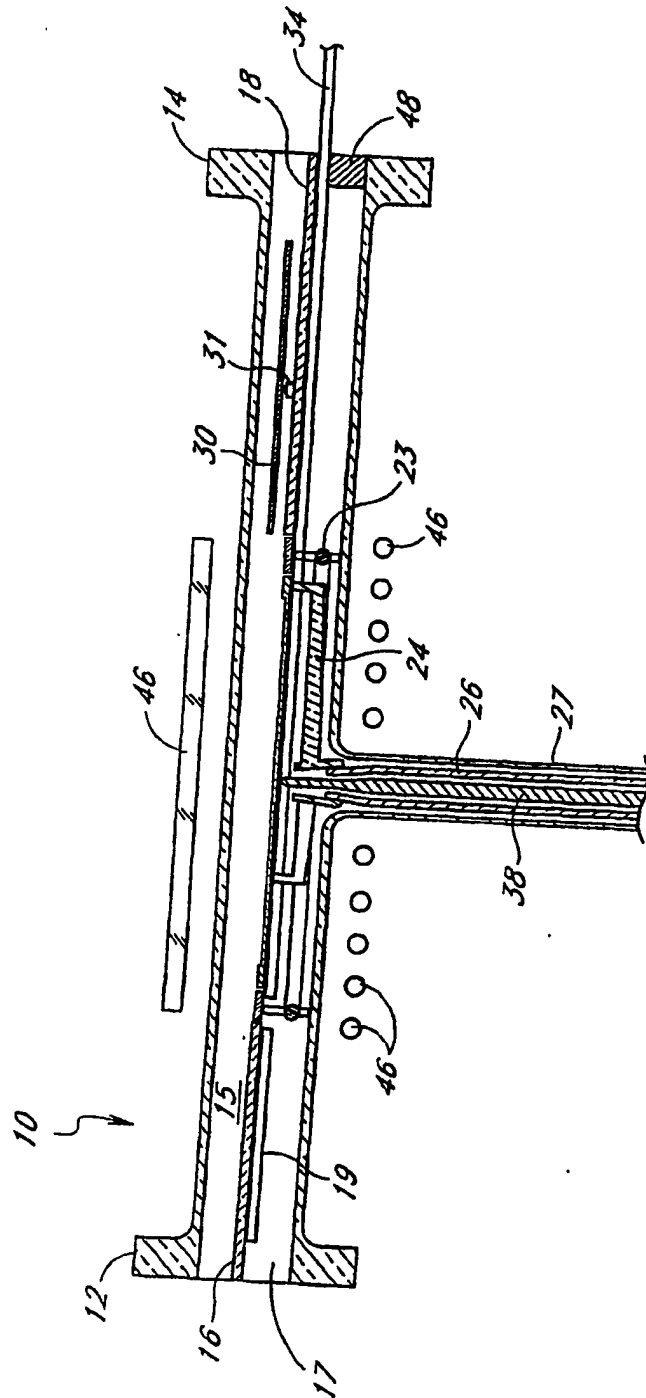
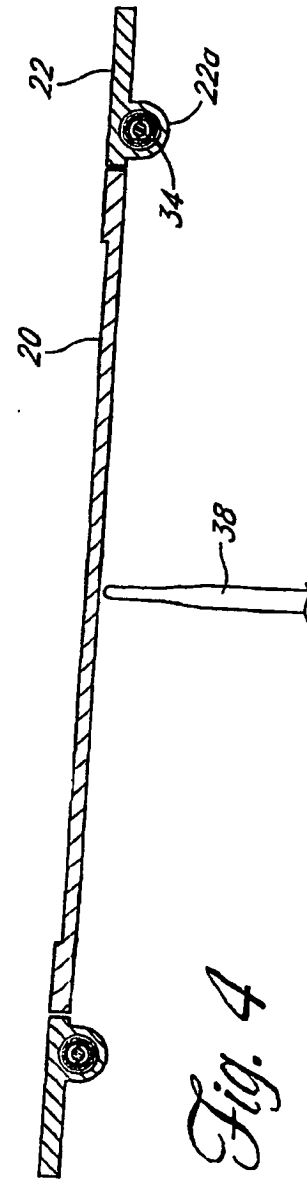
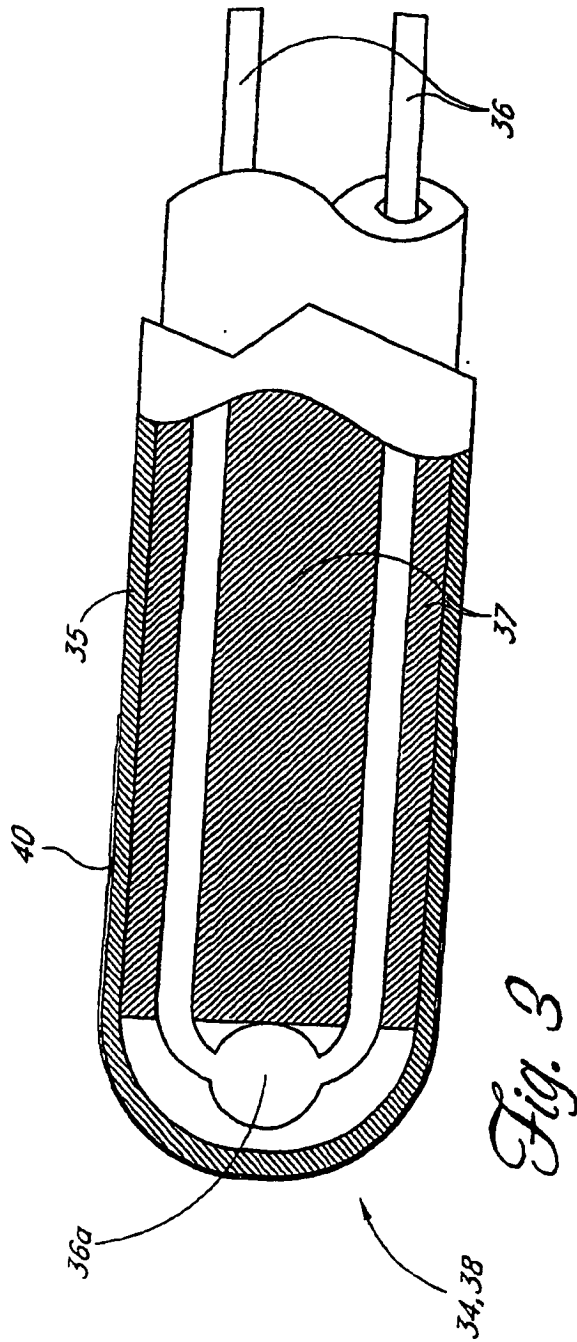


Fig. 2



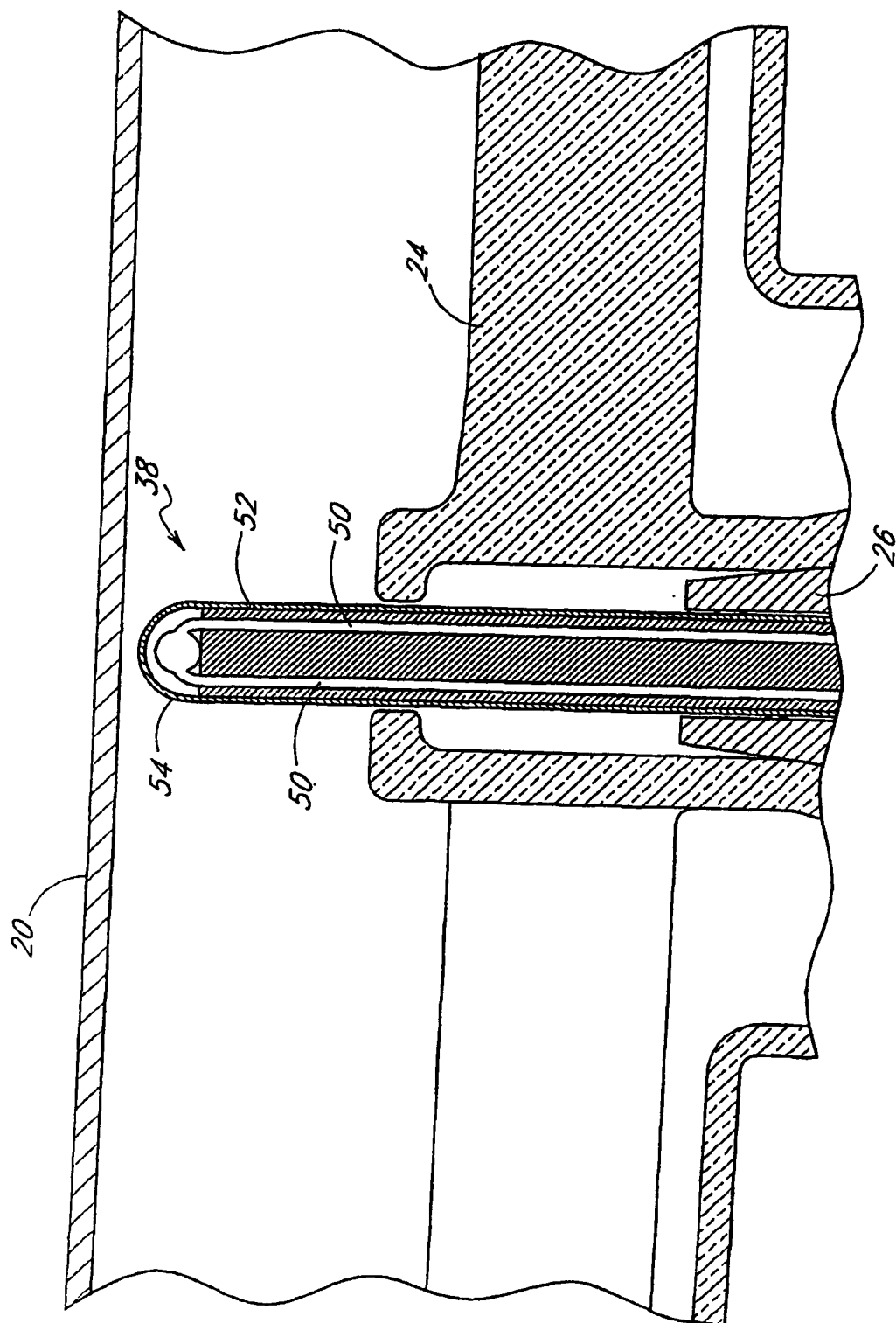


Fig. 5