



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 698 13 014 T2** 2004.02.12

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 036 406 B1**

(51) Int Cl.⁷: **H01L 21/00**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **698 13 014.6**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US98/23324**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **98 956 476.0**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 99/023691**

(86) PCT-Anmeldetag: **02.11.1998**

(87) Veröffentlichungstag

der PCT-Anmeldung: **14.05.1999**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **20.09.2000**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **02.04.2003**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **12.02.2004**

(30) Unionspriorität:

64016 P 03.11.1997 US

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, FR, GB

(73) Patentinhaber:

ASM America Inc., Phoenix, Ariz., US

(72) Erfinder:

**GOODMAN, G., Matthew, Chandler, US;
RAAIJMAKERS, Ivo, Bilthoven 3723 HD, NL;
JACOBS, R., Loren, Mesa, US; VAN BILSEN, B.,
Franciscus, 3060 Bertem, BE; MEYER, J., Michael,
Tempe, US; BARRETT, Alan, Eric, Mesa, US**

(74) Vertreter:

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

(54) Bezeichnung: **VERBESSERTE KLEINMASSIGE WAFERHALEEINRICHTUNG**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

Bereich der Erfindung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft Trägerkonstruktionen für Substrate in Halbleiter-Verarbeitungskammern und insbesondere Trägerkonstruktionen geringer Masse zum Halten von Plättchen in einer Verarbeitungskammer für Einzelplättchen.

Hintergrund der Erfindung

[0002] Hochtemperaturöfen, Reaktoren genannt, werden benutzt, um Konstruktionen mit sehr kleinen Abmessungen, wie etwa integrierte Schaltkreise auf Halbleiterplättchen oder anderen Substraten, zu erzeugen. Ein kreisrundes Substrat, typischerweise ein Siliziumplättchen, wird auf einem Plättchenträger plaziert. Das Plättchen und der Träger werden typischerweise durch mehrere Strahlungslampen erwärmt, die um eine Quarzkammer herum plaziert sind. Bei einem typischen Verfahren wird ein Reaktionsgas über das erwärmte Plättchen geführt, was die chemische Abscheidung aus der Dampfphase (CVD) einer dünnen Schicht des Reaktionsmaterials auf dem Plättchen verursacht. Während der anschließenden Verfahren werden diese Schichten zu integrierten Schaltkreisen verarbeitet, wobei eine einzelne Schicht zehn bis Tausende von integrierten Schaltkreisen erzeugt, abhängig von der Größe des Plättchens und der Komplexität des Schaltkreises. Andere Verfahren schließen Sprühabscheidungen, die Photolithographie, das Trockenätzen, Plasmaverfahren und das Erhitzen auf hohe Temperatur ein. Viele dieser Verfahren erfordern Stufen bei hoher Temperatur und können in ähnlichen Quarzreaktionskammern durchgeführt werden.

[0003] Wenn die abgeschiedene Schicht die gleiche kristallographische Struktur wie das darunter befindliche Siliziumplättchen hat, wird sie eine Epitaxialschicht genannt. Manchmal wird sie auch eine monokristalline Schicht genannt, weil sie nur eine Kristallstruktur hat.

[0004] Um die hohe Qualität der sich ergebenden Schichten sicherzustellen, müssen verschiedene Verfahrensparameter sorgfältig kontrolliert werden. Ein solcher kritischer Parameter ist die Temperatur des Plättchens während der Verarbeitung. Während des CVD beispielsweise reagiert das Abscheidungs gas bei bestimmten Temperaturen und lagert sich auf dem Plättchen ab. Wenn sich die Temperatur in größerem Umfang auf der Oberfläche des Plättchens unterscheidet, tritt eine ungleichmäßige Abscheidung des Reaktionsgases auf.

[0005] Bei bestimmten Ansatzprozessoren (d.h. Reaktoren, welche mehr als ein Plättchen gleichzeitig verarbeiten) werden die Plättchen auf einem Suszeptor verhältnismäßig großer Masse plaziert, der aus Graphit oder einem anderen wärmeabsorbierenden Material besteht, um dazu beizutragen, dass die Temperatur des Plättchens gleichmäßig bleibt. In diesem Zusammenhang ist ein Suszeptor „großer Masse“ ein solcher, der eine große thermische Masse im Verhältnis zu dem Plättchen hat. Die thermische Masse eines Feststoffes oder seiner konzentrierten Kapazität wird durch die Gleichung

$$C_T = \rho V c$$

vorgegeben, wobei

ρ = die Dichte des Feststoffes ist,

V = das Volumen des Feststoffes ist, und

c = die spezielle Wärme (Wärmekapazität) des Feststoffes ist.

[0006] So hängt die thermische Masse direkt von seiner Masse ab, welche gleich der Dichte mal dem Volumen und der spezifischen Wärme ist.

[0007] Ein Beispiel eines Suszeptors großer Masse wird in dem U.S. Patent Nr. 4,496,609, ausgestellt auf McNeilly, gezeigt, welche einen CVD-Prozess beschreibt, bei dem die Plättchen direkt auf einem plattenartigen Suszeptor großer Masse plaziert werden und in engstem Kontakt miteinander gehalten werden, um einen Wärmetransfer zwischen ihnen zu erlauben. Der Graphitsuszeptor wirkt angeblich als ein „Wärme-Schwungrad“, welches Wärme zu dem Plättchen überträgt, um seine Temperatur gleichmäßig zu halten. Das Ziel ist es, unbeständige Temperaturveränderungen um das Plättchen herum zu verringern, die ohne den „Schwungrad“-Effekt des Suszeptors auftreten würden.

[0008] Obwohl großmassige Suszeptoren theoretisch dazu beitragen, Temperaturgleichheit über die Plättchen hinweg beizubehalten, wenn das System sich in einem eingeschwungenen Zustand befindet, macht die große thermische Masse des Suszeptors die Kombination Suszeptor-Plättchen langsam in Reaktion auf Temperaturübertragungen (z.B. während des Erwärmens oder Abkühlens des Systems). Entsprechend nimmt die Verarbeitung von Plättchen mit großmassigen Suszeptoren lange thermische Zyklen in Anspruch, was die An-

zahl an Plättchen begrenzt, welche in einer vorgegebenen Zeit (d.h. bei Begrenzung des Verarbeitungsdurchsatzes) verarbeitet werden können. Ein hoher Durchsatz bleibt ein vorrangiger Gesichtspunkt bei der Verarbeitung von Halbleitern aus einzelnen Plättchen.

[0009] In den vergangenen Jahren ist die Verarbeitung von Einzelplättchen aus Plättchen mit größerem Durchmesser aus einer Vielzahl von Gründen angestiegen, einschließlich einer größeren Präzisionsverarbeitungskontrolle im Vergleich zu der Ansatzverarbeitung. Typische Plättchen bestehen aus Silizium, mit einem üblichen Durchmesser von 200 mm und einer Dicke von 0,725 mm. Kürzlich wurden größere Siliziumplättchen mit einem Durchmesser von 300 mm und einer Dicke von 0,775 mm eingeführt, die noch effektiver die Vorteile der Verarbeitung von größeren Einzelplättchen ausnutzen. Für die Zukunft werden noch größere Plättchen in Erwägung gezogen.

[0010] Obwohl die Verarbeitung von Einzelplättchen an sich Vorteile gegenüber der Ansatzverarbeitung bietet, bleibt die Kontrolle der Verarbeitungsparameter kritisch und bleibt aufgrund der gestiegenen Kosten der größeren Plättchen wahrscheinlich auch so. Ein Beispiel eines Einzelplättchenprozessors wird in dem U.S. Patent Nr. 4,821,674 gezeigt, welches einen runden drehbaren Suszeptor mit einem Durchmesser verwendet, der geringfügig größer ist als das Plättchen. Dieser Suszeptor besteht bevorzugt aus Graphit und hat eine geringere thermische Masse als der zuvor erwähnte plattenartige Ansatzverarbeitungssuszeptor. Dennoch ist die thermische Masse einer Produktionsversion des in dem U. S. Patent Nr. 4,821,674 beschriebenen Suszeptors größer als die thermische Masse des Einzelplättchens, so dass die thermische Zykluszeit für das System begrenzt ist.

[0011] Die EP-A-766289 beschreibt eine Vorrichtung für die Lagerung eines Materials auf einem Plättchen und schließt eine in einer Lagerungskammer befestigte Suszeptorplatte ein.

[0012] Die EP-A-448346 zeigt eine Dampfabscheidungsanordnung mit einer Substratträgerereinheit zum Tragen eines Substrates, einer Heizeinrichtung und einer Gaszufuhreinheit.

[0013] Das U.S. Patent Nr. 4,978,567 beschreibt eine Plättchenhalterbefestigung mit geringerer Masse als herkömmliche Suszeptoren. Die geringere Masse erleichtert das rasche Erwärmen und Abkühlen des Plättchens für Rasche Thermische Verarbeitungs-(RTP-) Systeme. Der Durchsatz kann auch in Verbindung mit anderen Prozessen unter Einschluss des Erhitzens oder Abkühlens eines zu verarbeitenden Substrates erhöht werden.

[0014] Das Verarbeiten von Plättchen mit einem solchen geringmassigen Plättchenhalter führt jedoch zu neuen Problemen. So macht es zum Beispiel die geringe Masse des Plättchenhalters in Kombination mit einem kleinen Spalt zwischen Plättchen und Halter schwierig, ein Plättchen von dem Halter abzuheben, ohne auch den Plättchenhalter anzuheben. Ein Vakuumeffekt bewirkt, dass Plättchen und Halter aneinander haften. Ein Gas beginnt, den kleinen Spalt zu füllen, wodurch der Spalt anwächst und das Gas schneller strömt. Dementsprechend wird der Halter kurz nach dem Anheben herunterfallen. Es ist offensichtlich, dass ein solches unkontrolliertes Herunterfallen Beschädigungen an dem Plättchenhalter und der Umgebungsausstattung innerhalb der Reaktionskammer bewirken kann. Zusätzlich kann durch eine solche Beschädigung erzeugtes Teilchenmaterial die verarbeiteten Plättchen verunreinigen.

[0015] Die hohe Schnelligkeit der thermischen Reaktion für welche der Halter für geringmassige Plättchen gebaut ist, kann auch Schäden an dem Plättchen und dem Reaktor verursachen. So kann zum Beispiel das Plättchen, wenn es zum ersten mal in eine Reaktionskammer eingeführt wird, kalt sein (z.B. 200°C), während der Plättchenhalter von der Verarbeitung eines vorangegangenen Plättchens heiß bleibt (z.B. 900°C). Indem man das kalte Plättchen mit einem heißen Plättchenhalter in Kontakt bringt, verursacht man einen raschen Wärmeabzug von dem Halter auf das Plättchen. Der Halter für geringmassige Plättchen erfährt einen raschen Temperaturabfall im Vergleich zu der Geschwindigkeit, in welcher ein großmassiger Suszeptor abfallen würde, bis das Plättchen und der Plättchenhalter sich in thermischem Gleichgewicht befinden. Das Plättchen unterliegt in der Zwischenzeit einer raschen Wärmezufuhr. Die rasche Temperaturverschiebung verursacht einen thermischen Schock sowohl für das Plättchen als auch für den Halter. Sowohl das Plättchen als auch der Halter neigen dazu, sich während der Veränderung unter der Belastung der vertikalen und radialen Temperaturgefälle zu krümmen. Die Belastung kann oft das Brechen des Plättchenhalters und gelegentlich sogar des Plättchens verursachen.

[0016] Der Halter für geringmassige Plättchen ist während des Erwärmens auch für thermische Ausdehnung anfällig. Wegen der Unterschiede bei dem Ausstattungsmaterial wird der Plättchenhalter dazu neigen, sich im Vergleich zu der umgebenden Ausstattung in einer anderen Geschwindigkeit auszudehnen. Insbesondere besteht eine Struktur zum Halten und Drehen des Plättchenhalters während der Verarbeitung oft aus Quarz, so dass die Strahlungswärme von unten größtenteils durch diese Struktur hindurchgehen wird. Ein typischer Plättchenhalter aus Graphit oder Siliziumkarbid (SiC) dehnt sich deutlich schneller aus als die Quarzstruktur.

[0017] Die Relativbewegung zwischen dem tragenden Quarz und dem Plättchenhalter aufgrund der Unterschiede bei der thermischen Ausdehnung kann das Dezentralisieren des Plättchenhalters und des darauf befindlichen Plättchens bewirken. Das Dezentralisieren kann seinerseits den Plättchenhalter kippen oder auf andere Weise ein vorsichtig ausbalanciertes Verhältnis zwischen Reaktorelementen und dem Plättchen durchein-

inanderbringen, das zum Erreichen einer Temperaturgleichheit ausgestaltet wurde. Darüber hinaus vergrößert die Außermittigkeit die Dezentralisierung, so dass der Plättchenhalter mit einem Kontaktring oder einer anderen in der Nähe befindlichen Struktur in Kontakt kommen kann, gegen diese Strukturen anstoßen oder sich daran reiben und möglicherweise Teilchenmaterial in den Reaktor einbringen kann. Das Dezentralisieren kann also zum Beispiel die Ungleichheit bei Qualität und Dicke von gelagerten Schichten verursachen.

[0018] Demzufolge besteht ein Bedarf an einer verbesserten Trägerstruktur für geringmassige Plättchen, um den Durchsatz von Halbleiterverarbeitungsvorrichtungen, bei gleichzeitiger Sicherstellung von Temperaturgleichmäßigkeit über die Plättchenoberfläche hinweg zu erhöhen. Gegebenenfalls sollte eine solche Trägerstruktur die oben genannten Probleme in Verbindung mit Plättchenanhebung, thermischem Schock und thermischer Ausdehnung verhindern.

Zusammenfassung der Erfindung

[0019] Gemäß der vorliegenden Erfindung bekommt man einen Halbleiterreaktor (10) zur Behandlung eines Plättchens (16) mit einer Reaktionskammer (12), mehreren Wärmequellen, einer selbstzentrierenden Einzelplättchenträgerkonstruktion (18) mit einem ersten Level und einer zentrierten Position bei einer ersten Temperatur und einem zweiten Level mit einer zweiten Temperatur einschließlich eines Plättchenhalters (20) für direkte Unterstützung des Plättchens an seinem Umfang mit einem ersten Wärmeausdehnungskoeffizienten, wobei der Plättchenhalter wenigstens eine Vertiefung (62) in seiner Bodenoberfläche umfasst und eines Trägerkreuzes (22) zur Unterstützung des Plättchenhalters mit einem zweiten Wärmeausdehnungskoeffizienten, der von dem ersten Koeffizienten verschieden ist, wobei das Trägerkreuz wenigstens drei Trägerpfosten (64) umfasst, die in der Vertiefung des Plättchenhalters eingepasst sind, dadurch gekennzeichnet, dass der Plättchenhalter Vertiefungen (62) mit einem sich verjüngenden Abschnitt (62) in Berührung mit oberen Enden der Trägerpfosten hat, wobei die sich verjüngenden Abschnitte so gestaltet sind, dass sie den Plättchenhalter auf dem Trägerkreuz halten, wenn sich der Plättchenhalter und das Trägerkreuz in bezug aufeinander infolge Wärmeausdehnung bewegen.

[0020] So wird gemäß der vorliegenden Erfindung ein Halbleiterreaktor zum Behandeln eines Substrates bereitgestellt. Der Reaktor schließt eine Reaktionskammer, mehrere Wärmequellen und eine selbstzentrierende Einzelplättchenträgerkonstruktion ein. Die Trägerkonstruktion ist in dem Sinne selbstzentrierend, als dass sie zentriert ist und Level bei einer ersten Temperatur als auch bei einer zweiten unterschiedlichen Temperatur hat. Die Trägerkonstruktion schließt einen Plättchenhalter für das direkte Tragen des Substrates ein, gekennzeichnet durch einen ersten Wärmeausdehnungskoeffizienten. Wenigstens eine Vertiefung ist in einer Bodenoberfläche des Plättchenhalters gebildet. Die Trägerkonstruktion schließt auch ein Zwischenfutter zur Unterstützung des Plättchenhalters ein, gekennzeichnet durch einen zweiten Wärmeausdehnungskoeffizienten, der sich von dem ersten Koeffizienten unterscheidet. Das Kreuz schließt wenigstens drei Trägerpfosten ein, die mit der Vertiefung des Plättchenhalters zusammenwirken.

[0021] Bei einer Ausführungsform wirken die Trägerpfosten mit drei radialen Nuten zusammen, die in dem Boden des Plättchenhalters, verteilt in Intervallen von 60°, gebildet sind. Gemäß dieser Ausführungsform bleibt der Plättchenhalter bei jeder Temperatur auf dem Kreuz zentriert, ungeachtet unterschiedlicher thermischer Ausdehnung des Halters im Verhältnis zu dem Kreuz. Bei einer anderen Ausführungsform schließt jeder Trägerpfosten eine heißzentrierende Oberfläche und eine kaltzentrierende Oberfläche ein. Bei hohen Temperaturen beschreiben die heißzentrierenden Oberflächen von wenigstens drei Trägerpfosten einen begrenzenden Kreis außerhalb der Umfangskante einer Basisplatte des Plättchenhalters. Bei niedrigen Temperaturen beschreiben die kaltzentrierenden Oberflächen von wenigstens drei Trägerpfosten einen begrenzenden Kreis innerhalb der Innenwand eines Umfangs rings des Plättchenhalters.

[0022] Bei einem anderen Beispiel wird ein Halter für geringmassige Plättchen für das Tragen eines Einzelsubstrates in einer Verarbeitungskammer bereitgestellt. Der Plättchenhalter schließt eine scheibenförmige Basisplatte und einen von der Basisplatte unabhängigen Ring ein. Der Halter schließt auch einen runden Hängeabschnitt, der entweder mit dem Ring oder der Basisplatte einstückig und durch einen Innendurchmesser gekennzeichnet ist, und einen runden Trägerabschnitt ein, der mit dem Anderen des Rings und der Basisplatte einstückig ist, durch einen äußeren Durchmesser gekennzeichnet, der kleiner ist als der Innendurchmesser des hängenden Abschnitts. Der Trägerabschnitt liegt unter dem hängenden Abschnitt und unterstützt ihn. Es hat sich ergeben, dass die aus zwei Stücken bestehende Plättchenhaltergestaltung die Belastungen lindert, die für Halter für geringmassige Plättchen mit Wärmetransfer verbunden sind.

[0023] Bei einem anderen Beispiel schließt ein Halbleiterreaktor eine Reaktionskammer, mehrere Wärmequellen und eine Trägerkonstruktion zum Halten eines Plättchens ein. Die Plättchenträgerkonstruktion schließt

einen Träger für geringmassige Plättchen ein, der die Plättchen direkt hält. Ein Temperatursensor, der mit wenigstens einer der Wärmequellen verbunden ist, fühlt die Temperatur an einer Stelle, die sich in vertikalem Abstand von dem Plättchenhalter befindet. Bei einer Ausführungsform ist ein Thermoelement unter dem Plättchenhalter innerhalb eines Abstandsbereichs angeordnet, in welchem die Temperaturablesung verhältnismäßig unempfindlich für Abstandsveränderungen ist. Die Plättchentemperatur kann dadurch bei einer geeigneten Temperatur ohne Beachtung von Abstandsveränderungen indirekt kontrolliert werden, die durch Wärmeausdehnung oder andere typische Faktoren bewirkt werden.

[0024] Bei einem anderen Beispiel wird ein Halter für geringmassige Plättchen zum Tragen eines Einzelsubstrates in einer Verarbeitungskammer bereitgestellt. Der Plättchenhalter schließt eine obere Trägersoberfläche mit mehreren offenen radialen Kanälen ein. Jeder der Kanäle hat eine Breite, die geringer ist als die thermische Diffusionslänge in dem Substrat (z.B. weniger als etwa 5 mm für ein Siliziumsubstrat). Das Gesamtvolumen der Kanäle ist ausreichend, um das Anheben des Substrates unabhängig von dem Plättchenhalter zu gestatten. Wenn das Plättchen angehoben ist, kann Gas unterhalb des Plättchens strömen, so dass kein Vakuumeffekt stattfindet und das Plättchen leicht von dem Plättchenhalter getrennt wird.

[0025] Bei einem anderen Beispiel wird ein Plättchenhalter für das Tragen eines Substrates bereitgestellt. Der Plättchenhalter hat eine thermische Masse, die weniger als fünfmal so groß ist wie die thermische Masse des Substrates. Der Halter schließt eine Basisplatte ein, die sich allgemein parallel zu dem Substrat und in Abstand dazu unterhalb angeordnet erstreckt. Eine ringförmige Lippe hält um den Umfang herum das Substrat über der Basisplatte und schließt eine Innenfläche ein, welche einen Spalt zwischen dem Substrat und der Basisplatte begrenzt. Ein Gasdurchgang verbindet eine Unterseite des Plättchenhalters mit dem Spalt zwischen dem Substrat und der Basisplatte.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0026] Weitere Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden aus der folgenden detaillierten Beschreibung bevorzugter Ausführungsformen erkennbar, die, im Zusammenhang mit den beigefügten Zeichnungen betrachtet, dazu dienen sollen die Erfindung zu erläutern und nicht zu beschränken, und in denen

[0027] **Fig. 1** eine schematische Schnittansicht einer beispielhaften Reaktionskammer mit einem darin durch eine Trägerkonstruktion gehaltenen Plättchen einschließlich eines einstöckigen Plättchenhalters und eines Zwischenfutters ist,

[0028] **Fig. 2A** eine schematische Teilschnittansicht des Plättchens und der Trägerkonstruktion von **Fig. 1** ist,

[0029] **Fig. 2B** eine schematische Teilendansicht entlang der Linie **2B-2B** von **Fig. 2A** ist,

[0030] **Fig. 3** eine graphische Darstellung ist, die die Durchbiegung des Plättchenhalters und des Plättchens von der Platzierung eines kalten Plättchens auf einem heißen Plättchenhalter erläutert,

[0031] **Fig. 4** eine Draufsicht auf den Plättchenhalter von **Fig. 1** ist,

[0032] **Fig. 5** eine vergrößerte Teilansicht einer Lippe an dem Plättchenhalter von **Fig. 5** ist,

[0033] **Fig. 6** eine Teilansicht im Querschnitt entlang der Linie 6-6 von **Fig. 4** ist,

[0034] **Fig. 7** eine Teilansicht im Querschnitt entlang der Linie 7-7 von **Fig. 6** ist,

[0035] **Fig. 8** eine Bodenansicht des Plättchenhalters von **Fig. 1** ist,

[0036] **Fig. 9** eine Teilansicht im Querschnitt entlang der Linie 9-9 von **Fig. 8** ist,

[0037] **Fig. 10** eine Teilschnittansicht entlang der Linie 10-10 von **Fig. 9** ist,

[0038] **Fig. 11** eine Draufsicht auf das Zwischenfutter von **Fig. 1** ist,

[0039] **Fig. 12** eine Querschnittsansicht entlang der Linie 12-12 von **Fig. 11** ist,

[0040] **Fig. 13** vergrößerte Ansicht eines rund angespitzten Pfostens des Zwischenfutters von **Fig. 11** ist,

[0041] **Fig. 14** eine vergrößerte Teilansicht eines mittigen Abschnitts des Plättchens und der Trägerkonstruktion von **Fig. 1** ist,

[0042] **Fig. 15** eine graphische Darstellung ist, die die Temperaturablesungen eines Thermoelements gegen die Position des Thermoelements unter dem Plättchenhalter von **Fig. 1** aufträgt,

[0043] **Fig. 16** eine schematische Teilansicht eines Plättchens und einer Trägerkonstruktion ist,

[0044] **Fig. 17** eine Draufsicht auf einen Trägerring der Trägerkonstruktion von **Fig. 16** ist,

[0045] **Fig. 18** eine vergrößerte Teilansicht einer Lippe des Trägerrings von **Fig. 17** ist,

[0046] **Fig. 19** eine Teilansicht im Querschnitt entlang der Linie 19-19 von **Fig. 17** ist,

[0047] **Fig. 20** eine Teilansicht im Querschnitt entlang der Linie 20-20 von **Fig. 19** ist,

[0048] **Fig. 21** eine Bodenansicht des Trägerrings von **Fig. 16** ist,

[0049] **Fig. 22** eine Teilansicht im Querschnitt entlang der Linie 22-22 von **Fig. 21** ist,

[0050] **Fig. 23** eine Teilansicht im Querschnitt entlang der Linie 23-23 von **Fig. 22** ist,

[0051] **Fig. 24** eine Bodenansicht einer Basisplatte der Trägerkonstruktion von **Fig. 16** ist,

[0052] **Fig. 25** eine Teilschnittansicht entlang der Linie 25-25 von **Fig. 24** ist,

[0053] **Fig. 26** eine schematische Schnittansicht eines Plättchens und einer Trägerkonstruktion ist,

[0054] **Fig. 27** eine Teildraufsicht auf den Plättchenhalter und die Trägerkonstruktion von **Fig. 26** ist,

- [0055] **Fig. 28** eine Draufsicht auf einen Plättchenhalter ist,
- [0056] **Fig. 29** eine Teilansicht im Querschnitt entlang der Linie 29-29 von **Fig. 28** ist,
- [0057] **Fig. 30** eine Teilansicht im Querschnitt entlang der Linie 30-30 von **Fig. 28** ist,
- [0058] **Fig. 31** eine Teilansicht im Querschnitt entlang der Linie 31-31 von **Fig. 28** ist,
- [0059] **Fig. 32** eine Bodenansicht des Plättchenhalters von **Fig. 28** ist,
- [0060] **Fig. 33** eine Draufsicht auf einen Träggerring eines Plättchenhalters ist,
- [0061] **Fig. 34** eine vergrößerte Teilansicht einer Erhebung an dem Träggerring von **Fig. 33** ist,
- [0062] **Fig. 35** eine schematische Schnittansicht eines Plättchens und einer Basisplatte ist, die auf dem Träggerring von **Fig. 33** gehalten werden,
- [0063] **Fig. 36** eine schematische Schnittteilansicht eines Plättchenhalters ist,
- [0064] **Fig. 37** eine schematische Schnittteilansicht eines Plättchenhalters ist,
- [0065] **Fig. 38** eine schematische Schnittteilansicht eines Plättchenhalters ist, und
- [0066] **Fig. 39** eine schematische Schnittteilansicht eines Plättchenhalters ist.

Detaillierte Beschreibung der bevorzugten Ausführungsform

Exemplarisches Beispiel

[0067] **Fig. 1** stellt einen beispielhaften Reaktor für die chemische Abscheidung aus der Dampfphase (CVD) **10** dar, einschließlich einer Quarz-Reaktionskammer **12**. Strahlungsheizungselemente **14** werden außerhalb der Kammer **12** gehalten, um der Kammer **12** Wärmeenergie ohne deutliche Absorption durch die Wände der Quarzkammer **12** bereitzustellen. Während die Ausführungsformen in Zusammenhang mit einem "Kaltwand"-CVD-Reaktor beschrieben werden, versteht es sich, dass die hier beschriebenen Plättchen-Trägersysteme Anwendung im Zusammenhang mit Reaktoren anderen Typs finden können. Insbesondere kann ein Fachmann die hier beschriebenen Plättchen-Trägersysteme für andere Halbleiter-Verarbeitungsausrüstung anwenden, bei der ein Plättchen zu halten ist, während es einheitlich erhitzt oder gekühlt wird. Darüber hinaus kann der hier beschriebene Begriff "Plättchen"-Trägersysteme jedes aus einer Vielzahl von Substraten, wie etwa Glas, bedeuten, welche der Behandlung in Reaktionskammern ausgesetzt werden sollen, wie etwa dem CVD, der physikalischen Dampfabscheidung ("PVD"), dem Ätzen, dem Erhitzen, der Dotierstoffdiffusion, der Photolithographie etc., tragen. Die Plättchenträger sind besonders nützlich zum Tragen von Substraten während der Behandlungsprozesse bei erhöhten Temperaturen.

[0068] Es wird ein Plättchen **16** mit einer allgemein ringförmigen Kante **17** gezeigt, das in der Reaktionskammer **12** auf einer Plättchenträgerkonstruktion **18** gehalten wird, die gemäß einer ersten bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung konstruiert ist. Die dargestellte Trägerkonstruktion **18** schließt einen Plättchenhalter **20**, auf welchem das Plättchen **16** ruht, und ein Zwischenfutter **22** ein. Das Zwischenfutter **22** ist an einem Schaft **24** befestigt, welcher sich durch eine Röhre **26** hindurch nach unten erstreckt, die von der unteren Wand der Kammer **12** herabhängt.

[0069] Ein zentraler Temperatursensor oder ein Thermoelement **28** ist wünschenswerterweise auf dem Zwischenfutter **22** in der Nähe zu dem Plättchenhalter **20** angebracht. Es sind auch zusätzliche periphere Thermoelemente **30** gezeigt, die in einem Kontaktring **32** untergebracht sind, welcher den Plättchenhalter **20** und das Plättchen **16** umgibt. Die Thermoelemente **28**, **30** sind an eine (nicht gezeigte) Temperatur-Kontrolleinrichtung angeschlossen, welche die Stärke der verschiedenen Heizelemente **14** als Reaktion auf die Ablesungen der Thermoelemente **28**, **30** festlegt.

[0070] Zusätzlich zu der Unterbringung der Thermoelemente **30** absorbiert der Kontaktring **32** Strahlungswärme während der Hochtemperaturbehandlung. Dies kompensiert die Neigung zu größerem Hitzeverlust an den Plättchenkanten **17**, ein Phänomen, das bekanntermaßen aufgrund einer größeren Konzentration des Oberflächenbereichs für ein vorgegebenes Volumen in der Nähe solcher Kanten auftritt. Indem die Kantenverluste und die vorhandenen Strahlungstemperaturungleichheiten über das Plättchen **16** hinweg minimiert werden, kann der Kontaktring **32** den kristallographischen Bruch des Plättchens verhindern. Der Kontaktring **32** kann durch jedes geeignete Mittel gehalten werden. So ruht zum Beispiel der dargestellte Kontaktring **32** auf Ellenbogen **34**, welche von einem vorderen Kammerunterteilen **36** und einem hinteren Kammerunterteilen **38** herabhängen. Die Unterteiler **36**, **38** bestehen wünschenswerterweise aus Quarz.

[0071] Die erläuterte Reaktionskammer **12** schließt eine Einlassöffnung **40** für das Einschleusen von Reaktions- und Trägergasen ein. Eine Auslassöffnung **42** befindet sich an der gegenüberliegenden Seite der Kammer **12**, wobei die Plättchenträgerkonstruktion **18** zwischen dem Einlaß **40** und dem Auslass **42** positioniert ist.

Plättchenhalter mit geringer Masse

[0072] Die hier beschriebenen Plättchenhalter sind Plättchenhalter mit „geringer Masse“ in dem Sinne, dass sie eine, wie in dem obigen Abschnitt „Hintergrund“ beschrieben, thermische Masse haben, die mit der des zu

haltenden Substrates vergleichbar ist, so dass die Temperaturen des Plättchens und des Plättchenhalters während Erhitzungs- und Abkühlungsprozessen ziemlich schnell wechseln können. Bevorzugt ist die thermische Masse des Plättchenhalters weniger als fünf mal so groß, noch bevorzugter weniger als drei mal so groß, und insbesondere zwischen etwa 0,5 und zwei mal so groß wie die thermische Masse des Substrates. Der dargestellte Plättchenhalter **20** hat eine thermische Masse, die etwa das 1,7 fache der thermischen Masse des gezeigten 200 mm-Plättchens **16** beträgt. Es versteht sich, dass diese thermischen Masseverhältnisse ungefähr für Plättchenhalter zum Halten von Plättchen anderer Größe beibehalten werden können. Der Plättchenhalter **20** kann jedes aus einer Reihe geeigneter Materialien konsistenter Dichte umfassen, wie sie etwa in der Vergangenheit für Suszeptoren verwendet worden sind. Da die Halter **20** mit geringer Masse allgemein dünn sein werden, ist aber ein Material, das eine hohe Stärke aufweist, wünschenswert. Insbesondere ist Siliziumkarbid (SiC) ein bevorzugtes Material, welches hohe Festigkeit und die Fähigkeit aufweist, Hochtemperaturkreisläufen und typischen CVD-Verarbeitungsgasen standzuhalten, und das mit konsistenter Dichte für einheitliche thermische Eigenschaften ausgestattet werden kann. Die Reinheit, mit welcher ein dünner SiC-Plättchenhalter bereitgestellt werden kann, ist ebenfalls vorteilhaft beim Verhindern der Verunreinigung der Reaktionskammer **12** durch normale Benutzung.

Plättchenhalter für Einzelstücke

[0073] Die **Fig. 2A** und **2B** zeigen schematisch einen Umfangsabschnitt des Plättchens **16** und der Plättchenhalterkonstruktion **18**. Der Plättchenhalter **20** der ersten Ausführungsform umfasst eine zentrale Basisplatte **50**, die einstückig mit einem Umfangsring **52** verbunden ist. Der Ring **52** wird durch eine Innenwand **54**, die sich vertikal von oberhalb einer Oberfläche **56** der Basisplatte **50** und einer Außenwand **58** aus erstreckt und eine obere Oberfläche **60** begrenzt, die sich zwischen der Innen- und Außenwand erstreckt. Eine Bodenfläche des Rings **52** schließt mehrere, bevorzugt drei, (nicht gezeigte) Vertiefungen **62** ein, von denen jede mit einem Zwischenfutterpfosten **64** zum Anschließen des Plättchenhalter **20** an das Zwischenfutter **22** zusammenwirkt.

[0074] Der Plättchenhalter **20** schließt weiterhin wenigstens einen und bevorzugt mehrere Abstandshalter oder Lippen **66** (von denen eine gezeigt ist) ein, welche direkt das Plättchen **16** auf dem Plättchenhalter **20** halten. Obgleich eine oder zwei Lippen angemessener Breite adäquaten Halt bieten können, wie etwa die in den Ausführungsformen der unten aufgeführten **Fig. 33–37** gezeigte kontinuierliche Lippe, schließt der Plättchenhalter **20** bevorzugt 3 bis 12 Lippen ein. Für 200 mm-Plättchen sind 6 bis 9 Lippen **66** noch mehr zu bevorzugen, und sechs wünschenswert. Für den Halt von 300 mm-Plättchen werden 9 oder mehr Lippen **66** bevorzugt, und wenigstens ein (nicht gezeigter) zusätzlicher Träger sollte mehr zentral angeordnet sein (z.B. innerhalb von etwa 50 mm von der Plättchenmitte aus), um der Schwerkraftwirkung auf das massivere Plättchen zu begegnen. Die Höhe der Lippen **66** begrenzt einen Spalt zwischen dem Plättchen **16** und der Basisplatte **50**.

[0075] Wie in dem obigen Abschnitt „Hintergrund“ bemerkt, neigt ein Plättchenhalter mit geringer Masse dazu, während der Plättchenaufnahme im Anschluss an einen Verarbeitungsschritt an dem Plättchen haften zu bleiben. Dies kann für jede Aufnahmevorrichtung, welche das Plättchen anhebt, ein Problem sein. So beschreibt zum Beispiel das US Patent Nr. 4,864,102 einen Aufnahmestab, welcher Hochgeschwindigkeitsströme aus Gas in Winkel (ein)schießt. Wenn sie nahe an das Obere einer Plättchenoberfläche gebracht werden, erzeugen die Gasströme eine Niederdruckzone über dem Plättchen, was das Plättchen zum Anheben bringt. Falls die gesamte Bodenoberfläche des Plättchens einen Plättchenhalter mit geringer Masse berührt, bewirkt ein Vakuumeffekt, dass sich der Plättchenhalter zunächst gemeinsam mit dem Plättchen anhebt, um dann später in einer unkontrollierten Weise abzusinken.

[0076] Der durch die bevorzugten Abstandshalter oder Lippen **66** erzeugte Spalt kann diesen Umstand lindern, indem es Gas gestattet wird, zwischen das Plättchen **16** und den Halter **20** zu strömen, wodurch der Vakuumeffekt, welcher das ungewollte Anheben des Plättchenhalters **20** mit geringer Masse verursachen kann, verringert wird.

[0077] Wie ebenfalls in dem Abschnitt „Hintergrund“ bemerkt, kann das Einführen eines kalten Plättchens in einen vorgeheizten Suszeptor oder Plättchenhalter einen thermischen Schock des Plättchenhalters und/oder des Plättchens bewirken. Der Spalt kann auch diesen Umstand betreffen, indem die Wärmeübertragung von einem heißen Plättchenhalter auf ein kaltes Plättchen verlangsamt wird.

[0078] **Fig. 3** stellt jedoch dar, dass das Vorhandensein eines Spaltes nicht insgesamt das Problem des Beugens lindert. **Fig. 3** zeigt das Beugen des Plättchens und des Plättchenhalters, als eine Funktion der Plättchentemperatur, für ein Plättchen, das bei 200°C auf einem scheibenförmigen Plättchenhalter, der den gleichen Durchmesser wie das Plättchen hat, plaziert worden ist, bei 900°C mit einem Spalt von 250 micron (250 × 10⁶ m).

[0079] Unmittelbar nachdem das kalte Plättchen auf dem heißen Plättchenhalter abgeladen wurde, ist der Temperaturunterschied so wie die Geschwindigkeit des Hitzeaustausches, am höchsten. Über den Suszeptor und das Plättchen hinweg werden vertikale Temperaturgradienten erzeugt, was beide dazu bringt, sich in verschiedenen Graden in der Mitte nach unten zu beugen. Die Größe des Spaltes verändert sich auf diese Weise,

wie es auch durch die graphischen Darstellungen von **Fig. 3** angezeigt wird. Darüber hinaus ist die Spaltveränderung in der Mitte des Plättchens am größten und an den Plättchenkanten **17** am geringsten. Entsprechend kann das unterschiedliche Beugen auch laterale Temperaturgradienten verursachen. Laterale Temperaturgradienten sind auch eingeschlossen, wenn der Plättchenhalter einen größeren Durchmesser hat als das Plättchen.

[0080] Tabelle 1 zeigt, dass das Plättchen und der Plättchenhalter sich als Wirkung aus verschiedenen Faktoren beugen. Die Spalten zeigen nacheinander: die Temperatur, welche der Plättchenhalter nach dem kalten Ablegen hat, die als die „Ladetemperatur“ des Plättchenhalters bekannt ist, die Dicke des Abschnitts des Plättchenhalters unter dem Plättchen, die Größe des anfänglichen Spaltes bei verschiedenen Experimentalanordnungen, eine Zeitkonstante, die die Geschwindigkeit des Hitzeaustausches zwischen dem Plättchen und dem Plättchenhalter angibt (insbesondere die Zeit, die benötigt wird, um 63% der gesamten Temperaturveränderung zu erreichen, welche nach dem Ablegen eines kalten Plättchens auftritt), die von dem Plättchenhalter wahrgenommene Belastung während des Hitzeaustausches, den von dem Plättchenhalter wahrgenommenen Grad der Beugung, und den Unterschied zwischen dem Beugen des Plättchens und des Plättchenhalters, der als ein prozentualer Anteil des anfänglichen Spaltes wiedergegeben wird.

Tabelle 1						
Lade- temperatur	Plattendicke	Spalt	Zeit- konstante	Belastung	Platten- durchbiegung	Durchbiegungs- unterschied
(°C)	(μm)	(μm)	(s)	(10^7 N/m^2)	(mm)	(% des Spaltes)
700	725	500	1,38	0,27	0,09	5
700	725	250	0,69	0,55	0,17	20
500	725	250	0,77	0,23	0,07	2
900	400	250	0,49	0,56	0,32	53
900	200	250	0,32	0,28	0,32	53
900	725	250	0,63	1,00	0,32	53
900	725	500	1,26	0,51	0,16	13
900	725	100	0,25	2,60	0,80	331
900	725	50	0,13	5,10	1,60	1324

[0081] Wie aus Tabelle 1 zu erkennen, führt eine höhere Ladetemperatur zu einem größeren Unterschied bei der Durchbiegung. Ähnlich wirken die Dicke des Plättchenhalters und die Größe des Spaltes auf den Grad der wahrgenommenen Belastung und Durchbiegung. Bei einer konstanten Spaltgröße verlangsamt eine zunehmende Dicke des Plättchenhalters das Erreichen des Temperaturgleichgewichtes, erhöht aber die Belastung auf den Plättchenhalter wegen der größeren vertikalen Temperaturgradienten. Das Erhöhen der Größe des Spaltes zwischen dem Plättchen und dem Plättchenhalter verlangsamt den Wärmeaustausch, wie es durch die Zeitkonstante angezeigt wird. Dieses Mäßigen des Wärmeaustausches verringert die Temperaturgradienten, wodurch die Belastung auf den Plättchenhalter verringert wird. Der Durchbiegungsunterschied nimmt, als ein prozentualer Anteil des Spaltes mit der Zunahme des ursprünglichen Spaltes ebenfalls ab.

[0082] Es versteht sich, dass die Durchbiegung des bevorzugten Plättchenhalters sich von dem in Tabelle 1 gezeigten unterscheiden wird; und zwar aufgrund seiner unebenen Form und der lateralen Temperaturgradienten. Das allgemeine Verhältnis zwischen der Durchbiegung und dem Spalt bleibt für den bevorzugten Plättchenhalter **20** jedoch erhalten.

[0083] Obwohl Tabelle 1 anzeigt, dass ein großer Spalt dazu beiträgt, die Belastung während des Ablegens eines kalten Plättchens zu reduzieren, kann ein Spalt für das Erhitzen und Abkühlen des Plättchens und des Halters zusammen nachteilig sein. Aus dieser Erwägung heraus, ist ein kleiner Spalt für das thermische Verbinden des Plättchens und des Plättchenhalters vorteilhaft. Wenn der Spalt zu groß ist und das Plättchen und der Plättchenhalter getrennt werden, wird die Plättchentemperatur nicht notwendigerweise nahe der Suszeptortemperatur sein und es wird schwer, die Einheitlichkeit zu kontrollieren. Wie beim Ablegen des Plättchens induzieren Temperaturstöße Belastungen, die zu belastungsbedingten Defekten in dem Plättchen führen können, gemeinhin als kristallographischer „Verwerfung“ bezeichnet.

Abstandsrippen

[0084] Die **Fig. 4** bis **10** stellen einen beispielhaften Plättchenhalter **20** gemäß einer ersten Ausführungsform dar, der konstruiert wurde, um die oben erwähnten und andere Gesichtspunkte zu berücksichtigen. Zu bemer-

ken ist jedoch, dass der Plättchenhalter **20** der **Fig. 4** bis **10** lediglich ein Beispiel eines Plättchenhalters ist.

[0085] Gemeinsam mit der Basisplatte **50** begrenzt die Innenwand **54** des Rings **52** eine Plättchentasche für die Aufnahme des zu bearbeitenden Plättchens **16** (**Fig. 1** und **2**). Der Durchmesser der Innenwand **54** ist so geringfügig größer als der Durchmesser des Plättchens **16**, oder etwa 7,970 inch (202,44 mm) für ein 200 mm-Plättchen. Eine Abschrägung **70**, die etwa zu 45° zu der Ringoberseiten-Oberfläche **60** und der Innenwand **54** hin abgewinkelt ist, verringert das Risiko der Verletzung für Techniker bei der Handhabung der Plättchen **16**.

[0086] Um die Vorteile eines Plättchenhalters mit geringer Masse bereitzustellen, liegt die Dicke der Basisplatte **50** wünschenswerterweise nahe bei der des zu bearbeitenden Plättchens **16**. Entsprechend hat die Basisplatte **50** bevorzugt eine Dicke zwischen etwa 0,005 und 0,070 inch (1 inch = 2,54 cm) und noch bevorzugter zwischen etwa 0,010 und 0,040 inch. Typische 200 mm-Plättchen haben eine Dicke von etwa 0,029 inch. Die Basisplatte **50** und ein Plättchenhalter **20**, die für das Halten eines 200 mm-Plättchens gebildet wurden, liegen so zwischen etwa 0,025 und 0,032 inch. Die dargestellte Basisplatte **50** hat eine Dicke von etwa 0,0285 inch. Im Gegensatz dazu hat ein Plättchenhalter **20**, der für die Aufnahme eines 300 mm-Plättchens gebaut wurde, wünschenswerterweise eine Basisplatte **50** mit einer Dicke von etwa 0,0305 inch. Es versteht sich, dass die Dicke ansonsten das gewünschte thermische Massen-Verhältnis für Plättchen anderer Größe beibehalten wird.

[0087] Die Dicke des Umfangsrings **52** kann, wie gezeigt, gemessen anhand der Länge der Außenwand **58**, ungefähr genauso groß wie die Dicke der Basisplatte **50** oder größer sein. Bevorzugt ist der Umfangsabschnitt des Plättchenhalters **20** zwischen 1,2 und 3,0 mal so dick wie die Basisplatte **50**, und noch bevorzugter ist der Ring etwa 2 mal so dick wie die Basisplatte. Bei der dargestellten Ausführungsform hat der Ring **52** eine Dicke von etwa 0,077 inch, wohingegen die Basisplatte **50** eine Dicke von etwa 0,0285 inch hat. Die größere Masse des Umfangsrings **52** gleicht die normale Neigung der Temperatur aus, um während Temperaturveränderungen an den Kanten des Plättchenhalters **20** den zentralen Abschnitt der Basisplatte **50** zu führen. Der Ring **52** ergänzt auf diese Weise die Funktion der Kompensation des Kantenverlustes, die von dem Kontaktring **32** (**Fig. 1**) übernommen wird, zumindest in gewissem Maße.

Lippenhöhe

[0088] Wie in bezug auf die schematische **Fig. 2** bemerkt, schließt der Plättchenhalter **20** auch mehrere Lippen **66** ein, um das Plättchen **16** oberhalb der Basisplatte **50** in Abstand zu halten.

[0089] Die Höhe der Lippen **66** ist so gewählt, dass sie optimal die Hitzeverbindung zwischen dem Plättchen **16** und dem Plättchenhalter **20** fördert, während sie gleichzeitig einen adäquaten Abstand beibehalten, um den thermischen Schock nach dem Ablegen des Plättchens zu minimieren. Es ist ermittelt worden, dass die Höhe der Lippen **66** derart sein sollte, dass sie einen Durchbiegungsunterschied von nicht mehr als etwa 20% der Spalthöhe nach dem Einführen eines kalten Plättchens auf einen heißen Plättchenhalter gestatten. Zusätzlich zum Fördern der Hitzeverbindung und zum Minimieren des thermischen Schocks hilft der Spalt dabei, das Plättchen separat aufzunehmen, ohne dass der Halter **20** an dem Plättchen klebt, wenn mit einer Aufnahme-einrichtung angehoben wird, welche das Plättchen **16** von oberhalb oder von seinen Kanten **17** her anhebt.

[0090] Entsprechend diesen Richtlinien und im Hinblick auf das Material und die Abmessungen des bevorzugten Plättchenhalters **20**, erstrecken sich die Lippen **66** für die Verarbeitung von 200 mm-Plättchen bevorzugt oberhalb der Basisplatte **50** in einer Höhe von etwa zwischen 0,005 und 0,080 inch, und noch bevorzugter zwischen etwa 0,010 und 0,030 inch. Bei 300 mm-Plättchen wird eine Höhe der Lippen **66** von etwa 0,015 bis 0,050 inch bevorzugt, noch bevorzugter etwa 0,025 bis 0,035 inch. Die Lippen **66** der dargestellten Ausführungsform sind etwa 0,020 inch (etwa 500 microns) hoch. Wenn das Plättchen **16** (**Fig. 1** und **2**) auf den Lippen **66** ruht, wird so ein Spalt von 0,020 inch zwischen dem Plättchen **16** und der Basisplatte **50** erzeugt.

Integrierte Lippen

[0091] Wünschenswerterweise sind die Lippen **66** integral als ein Stück mit den Oberflächen des Plättchenhalters **20** gebildet, von welchem aus sie sich erstrecken. In der dargestellten Ausführungsform können der Ring **52**, die Basisplatte **50** und die Lippen **66** alle aus einem einzigen Stück Siliciumkarbid gearbeitet sein. Weniger Stücke gehen auf diese Weise während der normalen Handhabung des Plättchenhalters **20** durch den Endbenutzer verloren, wenn man dies mit separaten Trägerkonstruktionen vergleicht, die in Löcher oder Aussparungen in einem Plättchenhalter eingeführt werden. Auch können integrale Abstandshalter nicht wie separate Trägerkonstruktionen aus dem Plättchenhalter herausgehoben werden, wenn ein Plättchen nach der Verarbeitung von dem Halter abgenommen wird.

[0092] Vielleicht noch bedeutsamer ist, dass die Lippen **66** zu einer genau einheitlichen Höhe gearbeitet werden können. Das Plättchen **16** wird dadurch gleichmäßig bei einem konstanten Spalt zu der Basisplatte **50** über die gesamte Plättchenoberfläche hinweg gehalten. Wie für den Fachmann erkennbar, erleichtert der einheitli-

che Spalt die thermischen Eigenschaften während der Verarbeitung bei beständigen Temperaturen als auch während Temperaturschwankungen.

[0093] Um das Plättchen **16** zu halten, ist eine angemessene Anzahl von Lippen **66** und verteilt. So stehen wenigstens drei Lippen **66** bereit. Bei der dargestellten Ausführungsform, die zum Halten eines 200 mm-Plättchens **16** gebaut ist, sind sechs Lippen **66** gezeigt, die in 60°-Intervallen um den Umfang herum verteilt sind. Bei einer derartigen Anordnung wird ein Plättchen des Typs mit einem flachen Bereich für Ausrichtungszwecke von wenigstens drei Lippen **66**, und wahrscheinlicher von fünf Lippen **66** gehalten, selbst wenn der flache Bereich mit einer der Lippen **66** ausgerichtet ist.

Umfangslippen

[0094] Wie gezeigt, sind die Lippen **66** vorteilhaft so positioniert, dass sie umfänglich das Plättchen **16** halten. Entsprechend erstrecken sich die Lippen **66** von der Ringinnenwand **54** radial nach innen über einen adäquaten Abstand, um sicherzustellen, dass jede der Lippen **66** sich unter dem Plättchen **16** erstreckt, selbst wenn das Plättchen nicht innerhalb der Plättchentasche perfekt zentriert ist.

[0095] Der Begriff „umfänglich“, wie er zur Beschreibung der Lippen **66** verwendet wird, gibt an, dass die Lippen sich nicht mehr als etwa 5 mm von der Plättchenkante **17** nach innen erstrecken, wenn sie ein Plättchen **16** halten, wobei sie sich bevorzugt von der Plättchenkante **17** aus weniger als etwa 3 mm in die Plättchenkante **17** hinein erstrecken. Die dargestellten Lippen **66** erstrecken sich jeweils etwa über 0,125 inch (3,21 mm) von der Innenwand **54** zu einer inneren Lippenfläche **72**. Auf diese Weise hat ein durch die Lippenflächen **72** der dargestellten Lippen **66** begrenzter Kreis **74** (Fig. 4) einen Durchmesser von etwa 196 mm (7,720 inches) oder ist geringfügig kleiner als der Durchmesser des zu haltenden 200 mm-Plättchens **16**. Wenn das Plättchen **16** passend auf dem Plättchenhalter **20** zentriert wurde, erstreckt sich jede Lippe nur etwa 2,0 mm unterhalb des Plättchens **16**.

[0096] Das Bereitstellen des umfänglichen Halts neigt jedoch vorteilhafterweise dazu, die Trägerstellen in die umfänglichen Plättchen-Sperrzonen (in denen keine Vorrichtungen hergestellt werden) der meisten Herstellern hineinzubringen. Da die Sperrzone eines 200 mm-Plättchens typischerweise etwa 3 mm (0,12 inch) groß ist, erstrecken sich die Lippen **66** bei der typischen Plättchen-Zentrierung auf dem Halter bevorzugt weniger als dieser Abstand unterhalb des Plättchens **16**. So befinden sich alle Defekte an dem Plättchen **16**, die durch den Kontakt mit den Lippen **66** eingeführt werden, in einem weniger kritischen Bereich des Plättchens **16**. Weiterhin bietet das Beschränken von Trägerstellen an dem Umfang eine beschränkte Umfangsfläche, in welchen man das Plättchen auf kristallographische Verwerfung oder andere Beschädigungen, welche durch Temperaturungleichheiten verursacht werden können, zu überprüfen hat.

[0097] Darüber hinaus neigen, wie oben besprochen, vertikale Temperaturgradienten während der gewöhnlichen Verarbeitung und daraus folgend die radialen Temperaturgradienten dazu, das Durchbiegen des Plättchens **16** zu bewirken. Ein zentral gehaltenes Plättchen würde sich von seinen Kanten aus nach oben kräuseln. Ein solches Aufwärtskräuseln könnte die Aufnahmevorrichtung oder das Plättchen verkratzen oder anderweitig beschädigen. Das umfänglich gehaltene Plättchen **16** passt sich auf der anderen Seite jeglicher Durchbiegung in einem zentralen Spalt über der Basisplatte **50** an.

[0098] Wünschenswerterweise haben die Lippen **66** eine glatte obere Oberflächenbeschaffenheit, um so rückseitigen Schaden an dem Plättchen **16** zu verhindern. Die obere Oberfläche der Lippen **66** hat bevorzugt eine Rauheit von weniger als etwa 16 Ra, und noch bevorzugter weniger als etwa 8 Ra.

Breite der Lippen

[0099] Obwohl sie umfänglich, bevorzugt unterhalb der Sperrzone des Plättchens **16** (Fig. 2), angeordnet sind, sollten die Lippen **66** auch Abmessungen haben, die klein genug sind, um spürbare thermische Wirkungen auf das Plättchen **16** während der Verarbeitung zu haben. Wenigstens eine Abmessung der Lippenoberfläche, die das Plättchen **16** berührt, ist so bevorzugterweise kleiner als die thermische Diffusionslänge des Materials des zu verarbeitenden Substrates. Die thermische Diffusionslänge ist ein Maß dafür, wie weit Hitze innerhalb einer vorgegebenen Zeit in ein Material hinein eindiffundiert. Insbesondere wird die thermische Diffusionslänge durch die folgende Formel vorgegeben

$$L^2 = \frac{\lambda \tau}{C_p \rho}$$

wobei

λ = die Hitzeleitfähigkeit des Materials,

τ = eine charakteristische Zeitkonstante;

C_p = die spezifische Wärme (Wärmekapazität) des Feststoffes, und

ρ = die Dichte des Feststoffes ist.

[0100] Nimmt man für $r = 0,55$, die 63% ige Gewichtsungleichzeit für den Halter-Plättchen-Wärmeaustausch, kann die Diffusionslänge für Silicium als etwa 44 mm berechnet werden.

[0101] Daher beträgt zumindest eine Abmessung der Kontaktoberfläche jeder Lippe **66** bevorzugt weniger als etwa 3 mm, und am meisten bevorzugt weniger als 1,5 mm.

[0102] Noch mehr bevorzugt wird, wenn beide Abmessungen der Lippenoberfläche, die das Plättchen **16** in der gehaltenen Position berühren (siehe **Fig. 2**), kleiner sind als die thermische Diffusionslänge von Silicium. Die thermische Wirkung derart kleiner Kontaktoberflächen wird so schnell vorteilhaft ausgenutzt, dass keine wahrnehmbaren Temperaturgradienten erzeugt werden, selbst wenn der Plättchenhalter **20** eine geringfügig andere Temperatur als das Plättchen **16** hat.

[0103] Daher hat jede Lippe **66** eine Breite von weniger als etwa 5 mm nahe der Innenfläche **72** (siehe **Fig. 5**). Bevorzugt liegt die Breite jeder Lippe **66** zwischen etwa 0,25 und 2,5 mm, noch bevorzugter zwischen etwa 0,5 und 1,5 mm, um Stabilität zum Halten der Plättchen bei gleichzeitiger Minimierung jeglicher Beeinträchtigung der thermischen Eigenschaften der Plättchen bereitzustellen. Die dargestellte Ausführungsform stellt eine Lippenbreite von etwa 0,0285 inch (0,73 mm) an der Lippeninnenfläche **72** bereit. Wie oben bemerkt, beträgt die Länge jeder Lippe **66** (radial gemessen) etwa 0,125 inch (3,2 mm), von denen sich aber nur etwa 2,0 mm unterhalb eines passend zentrierten Plättchens **16** erstrecken. Dementsprechend sind die beiden Abmessungen der haltenden Oberfläche jeder Lippe **66** geringer als die thermische Diffusionslänge von Silicium.

Krümmungsmerkmale

[0104] Wie aus den Ansichten der **Fig. 5–7** zu ersehen, schließen die Lippen **66** mehrere gekrümmte Oberflächen in dem Übergang von der integralen Lippe **66** zu dem Rest des Plättchenhalters **20** ein. Diese gekrümmten Oberflächen verleihen den Lippen **66** erhöhte Stärke, etwa um dem Abbrechen während der Handhabung, dem Ablegen des Plättchens oder der Aufnahme des Plättchens standzuhalten. Wie am besten aus der Ansicht von **Fig. 5** zu sehen ist, bauschen sich die dargestellten Lippen **66** nahe der Ringinnenwand **54** nach außen auf. Die Aufbauschung folgt einem Krümmungsradius zwischen etwa 0,05 und 0,09 inch, bevorzugt etwa 0,07 inch. Diese Krümmung erleichtert besonders die Bearbeitung des bevorzugten Siliciumkarbidmaterials. Die Breite der Lippe **66** beträgt auf diese Weise an ihrer Verbindungsstelle mit der Wand etwa 0,11 inch (2,92 mm). Da diese Basislippenbreite kleiner bleibt als die thermische Diffusionslänge von Silicium, werden die Lippen **66** minimale thermische Beeinträchtigung selbst bei Plättchen verursachen, welche nicht perfekt in dem Halter **20** zentriert sind. Genauso zeigt **Fig. 6** gekrümmte Oberflächen in dem Übergang zwischen der Ringinnenwand **54** und der oberen Oberfläche der Lippe **66**, und zwischen der Lippeninnenfläche **72** und der oberen Oberfläche **56** der Basisplatte **50**. Diese abgerundeten Ecken haben einen Krümmungsradius um 0,010 inch, und erstrecken sich um die gesamten Ecken herum, wobei sie die dargestellten Lippen **66** mit dem Rest des Plättchenhalters **20** verbinden. Zusätzlich dazu, dass sie den kleinen Strukturen des Plättchenhalters **20** Stärke verleiht, vermeidet die dargestellte Krümmung scharfe Ecken, welche thermische und strukturelle Belastungen verursachen können.

[0105] Während der bevorzugte Plättchenhalter **20** zum Halten eines 200 mm-Plättchens gebaut wurde, kann ein gewöhnlicher Fachmann leicht die Lehren der vorliegenden Beschreibung adaptieren, um die passenden Abmessungen zum Halten größerer zukünftiger Plättchengenerationen zu bestimmen. Zum Halten eines 300 mm-Plättchens ist es zum Beispiel wünschenswert, einen größeren Spalt als für das 200 mm-Plättchen bereitzustellen. Bevorzugt liegt der Spalt für ein 300 mm-Plättchen zwischen etwa 0,025 und 0,035 inch. Es versteht sich zusätzlich, dass für größere Plättchen eine höhere Anzahl an Lippen erforderlich sein können, um die größeren Plättchen ohne Durchhängen in der Mitte zu halten. Erhebungen oder äquivalente Strukturen können ebenfalls an Stellen, die näher an der Mitte des Plättchenhalters liegen, vorgesehen werden, um größere Plättchen zu halten und eine konstante Trennung zwischen dem Plättchen und dem Plättchenhalter aufrechtzuerhalten.

Selbstzentrierendes Trägersystem

[0106] Die **Fig. 8–10** stellen die mehreren Vertiefungen **62** dar, die um die Bodenoberfläche **80** des Plättchenhalters **20** herum verteilt sind. Wie kurz in bezug auf **Fig. 2** bemerkt wurde, wirkt jede der Vertiefungen **62** mit einem Zwischenfutterpfosten **64** zum Verbinden des Plättchenhalters **20** mit dem Zwischenfutter **22** (**Fig. 11–13**) zusammen. Entsprechend ist die Anzahl der in dem Plättchenhalter **20** gebildeten Vertiefungen **62** wünschenswerterweise die gleiche wie die Anzahl an Pfosten **64** des Zwischenfutters **22** (**Fig. 11–13**). Bei der dargestellten Ausführungsform sind drei Vertiefungen **62** in der Bodenoberfläche **80** des Plättchenhalters **20** gebildet, und zwar wünschenswerterweise in Intervallabständen von 120°, wobei sie mit dem Abstand der Zwischenfutterpfosten **64** (**Fig. 11–13**) zum Zentrieren des Plättchenhalters **20** an dem Zwischenfutter **22** über-

einstimmen.

[0107] Während jede Vertiefung **62** als mit einer der sechs Lippen **62** an der oberen Oberfläche des Plättchenhalters **20** (siehe **Fig. 9**) ausgerichtet dargestellt wird, versteht es sich, dass diese Ausrichtung unkritisch ist. Genauso versteht es sich, dass, obwohl jede Vertiefung **62** als sich umfänglich zu der Außenwand **58** hin erstreckend dargestellt wird, diese Position unkritisch ist und vom Standpunkt der Bearbeitung der Vertiefungen **62** her eher bequem ist. Wünschenswerterweise sind die Vertiefungen **62** jedoch jeweils im gleichen radialen Abstand von dem Zentrum des bevorzugten runden Plättchenhalters **20** angeordnet.

[0108] Vorzugsweise schließt jede Vertiefung **62** einen Niveauabschnitt **82** ein, welcher zu einer konsistenten Tiefe für einen vorbestimmten radialen Abstand von dem Perimeter des Plättchenhalters **20** bearbeitet wurde, um so allgemein parallel zu den Hauptbasisplattenoberflächen (Ober- und Unterseite) zu verlaufen. Der vorausgewählte Abstand sollte größer sein als der Grad an Relativbewegung zwischen dem Plättchenhalter **20** und dem Zwischenfutter **22** (**Fig. 11–13**), die durch unterschiedliche thermische Ausdehnung verursacht wird, wie es sich im übrigen aus der Beschreibung der Vertiefungszentrierungsfunktion unten ergibt. Bei den dargestellten Materialien und Abmessungen dürfte diese Relativbewegung allgemein geringer als etwa 0,025 inch sein. Die radiale Länge des Niveauabschnitts **82** ist so größer als etwa 0,025 inch, und für den dargestellten Niveauabschnitt **82** beträgt die radiale Länge etwa 0,145 inch.

[0109] Radial innerhalb des Niveauabschnitts **82** befindet sich ein verjüngter Abschnitt **84**, welcher in Richtung auf die Mitte des Plättchenhalters **20** hin flacher wird. Bei der dargestellten Ausführungsform stimmt der verjüngte Abschnitt **84** mit einem Krümmungsradius von 1,40 bis 1,50 inches überein. Vorteilhafterweise vermeidet die Verjüngung scharfe Ecken und die damit verbundenen thermischen Belastungen und erleichtert die Herstellung.

[0110] **Fig. 10** zeigt ein Profil der dargestellten Vertiefung **62**. Vorzugsweise schließt die Vertiefung **62** einen abgerundeten Durchgangsabschnitt **86** ein, der sich, wie gezeigt, in eine Flachstelle **88** in einer Umfangsrichtung hinein erstreckt. Auf diese Weise ähnelt die Vertiefung **62** in der Endansicht der **Fig. 10** einer "V"-Form. Jede Flachstelle **88** begrenzt einen Winkel α mit der Bodenoberfläche **80** des Plättchenhalters **20**. Bei der dargestellten Ausführungsform stimmt der Durchgang mit der Krümmung eines Radius' von 0,050–0,070 inch, und der Winkel liegt bei etwa 29°–31°. Der tiefste Abschnitt des Durchgangs **86** innerhalb des Niveauabschnitts **82** beträgt für die dargestellte Ausführungsform etwa 0,0285 inch.

[0111] Obwohl die dargestellten Flachstellen **88** ungefähr eben sind, versteht es sich im Lichte des unten beschriebenen Wechselspiels, dass die Flachstellen eine Krümmung haben können. Vorzugsweise passt die Krümmung nicht exakt mit der des Kugelpfostens **64** (unten beschrieben) zusammen, mit welchem die Vertiefung **62** zusammenwirken muss. Noch bevorzugter ist jede Krümmung der Flachstelle **88** "flacher" oder hat einen höheren Radius als die Krümmung des Kugelpfostens **64**.

Zwischenfutter

[0112] Die **Fig. 11–13** stellen das bevorzugte Zwischenfutter **22** dar. Wie bemerkt, sind die Vertiefungen **62** in der Bodenoberfläche **80** des Plättchenhalters **20** so gestaltet, dass sie mit den Pfosten **64** des Zwischenfutters **22** in Wechselwirkung stehen. Das Zwischenfutter **22** schließt eine zentrale Nabe **90** und mehrere Arme **92** ein, die sich radial von der Nabe **90** aus erstrecken. Bevorzugt schließt das Zwischenfutter **22** drei in gleichem Abstand voneinander angeordnete Arme **92** (d.h. bei Intervallen von 120°) gleicher Länge ein. Die Arme **92** enden an den Pfosten **64**, von denen einer in **Fig. 2** schematisch angedeutet ist. Wünschenswerterweise begrenzen die Pfosten **64** einen Zylinder mit einem Radius, der geringfügig größer ist als das zu haltende Plättchen **16**, wie es in gestrichelter Linie in **Fig. 11** angezeigt wird. Das Zwischenfutter **22** umfasst bevorzugt ein Material, das für die Strahlung des Heizelementes **14** (**Fig. 1**) transparent ist. Das dargestellte Zwischenfutter **22** umfasst Quarz, welches sowohl ein strahlungstransparentes Material als auch imstande ist, wiederholten extremen Hitzekreisläufen standzuhalten.

[0113] Unter Bezugnahme auf **Fig. 12** ist die Nabe **90** hohl und schließt einen oberen Flansch **94**, einen sich unter dem Flansch **94** erstreckenden zylindrischen Abschnitt, und einen kegelförmigen Abschnitt ein, der die Nabe **90** unter dem zylindrischen Abschnitt **96** erweitert. Der kegelförmige Abschnitt **98** greift in den hohlen Schaft (**Fig. 1**) ein, obwohl es sich versteht, dass die Nabe bei anderen Anordnungen mit dem Schaft einstückig sein könnte. Das zentrale Thermoelement **28** und die Verkabelung dafür erstrecken sich durch den Schaft **24**, die Nabe **90** und nach oben durch die durch den Flansch **94** begrenzte Öffnung hindurch. Das zentrale Thermoelement **28** wird detaillierter in Bezug auf die **Fig. 14** und **15** erläutert und beschrieben.

[0114] Die Arme **92** erstrecken sich von dem zylindrischen Abschnitt **96** der Nabe **90** radial nach außen, und zwar im allgemeinen parallel zu dem Plättchen **16** in der passend montierten Position (siehe **Fig. 1**). Wünschenswerterweise verjüngt sich die Dicke jedes Armes radial nach außen. So hat zum Beispiel der dargestellte Arm **92** eine Dicke von etwa 0,40 inch in der Nähe der Nabe, die sich zu etwa 0,25 inch an dem Pfosten verjüngt. Die Pfosten **64** erstrecken sich vertikal von dem radialen Ende jedes Armes **92** nach oben, wobei die vertikale Länge in der dargestellten Ausführungsform 0,44 inch beträgt.

[0115] Es versteht sich, dass bei anderen Ausführungsformen die Zwischenfutterarme sich in einem Winkel nach oben erstrecken können und immer noch an dem gleichen Punkt ankommen wie der horizontale Arm und der vertikale Pfosten. Selbst bei solchen Anordnungen ist es aber vorteilhaft, wenigstens einen kurzen vertikalen Pfosten an dem Ende des Armes zu haben, wie es aus einer Beschreibung des Kugelendes des bevorzugten Pfostens **64** und seiner Funktion verständlich werden wird.

[0116] Wie am besten aus **Fig. 13** zu ersehen ist, endet jeder Pfosten **64** in einer Kugel- oder abgerundeten Oberfläche **100**. Die Kugeloberfläche **100** ist durch eine Größe und Krümmung gekennzeichnet, welche so ausgewählt ist, dass sie in eine der Vertiefungen **62** in dem Plättchenhalter **20** (siehe **Fig. 8–10**) hineinpasst. So schließt zum Beispiel die dargestellte Kugeloberfläche **100** einen zentralen kugelförmigen Abschnitt mit einem Krümmungsradius von etwa 0,09–0,11 inch und die Breite des Pfostens **64** beträgt etwa 0,157 inch. Radial außerhalb des zentralen kugelförmigen Abschnitts schließt die Kugeloberfläche **100** auch einen runden kegelförmigen Abschnitt **101**, welcher mit der Horizontalen einen Winkel β bildet. Der Winkel β ist vorzugsweise größer als der Winkel α , der durch die Flachstellen **88** (**Fig. 10**) innerhalb der Vertiefungen **62** des Plättchenhalters gebildet wird.

[0117] Es versteht sich, dass bei anderen Anordnungen die Kugeloberfläche einer anderen Krümmung folgen kann als einer kugelförmigen (z.B. einer ringförmigen, elliptischen, kegelförmigen, pyramidenförmigen etc.). Wünschenswerterweise ist die Krümmung aber für das Zentrieren zumindest bei einer Abmessung symmetrisch. Obwohl ein vertikaler Pfostenabschnitt vorteilhaft ist, indem er eine derartige Symmetrie erleichtert, versteht es sich, dass diese Symmetrie bei solchen Anordnungen bereitgestellt werden kann, bei denen das Zwischenfutter bloß von der Nabe aus nach oben abgewinkelte Arme hat.

[0118] Nunmehr Bezug nehmend auf die **Fig. 10** und **13** und den schematischen Aufbau der **Fig. 2A** und **2B**, ist die bevorzugte Kugeloberfläche **100** (**Fig. 13**) größer als der Durchgangsabschnitt **86** (um etwa 0,060 inch) der Vertiefungen **62**, kommt aber nach wie vor in die weiteren Begrenzungen der Vertiefung **62** hinein, die durch die Flachstellen **88** entlang jeder Vertiefung **62** (**Fig. 10**) begrenzt werden. Entsprechend berührt, in zusammengebautem Zustand (**Fig. 2A** und **2B**), die kugelförmige Kugeloberfläche **100** von jedem Zwischenfutter die flachen Oberflächen **88** einer der Vertiefungen **62** in dem Plättchenhalter **20**.

[0119] Während des Zusammenbaus können die radial nach innen verjüngten Abschnitte **84** (**Fig. 9**) der Vertiefungen **62** dem Endbenutzer helfen, den Plättchenhalter **20** auf dem Zwischenfutter **22** zu zentrieren. Erst einmal zusammengebaut sitzt jedoch das Kugelende **100** an jedem Pfosten **64** innerhalb des Niveauabschnitts **82** eines der Vertiefungen **62**. Um den Boden des Plättchenhalters **20** herum sind drei Vertiefungen **62** positioniert (vorzugsweise umfänglich und in jeweils 120° zueinander – siehe **Fig. 8** und **11**), um so den drei Zwischenfutterpfosten **64** zu entsprechen, die in genauso einem Verhältnis an der Zwischenfutternabe **90** positioniert sind.

[0120] Wenn die drei Kugelpfosten **64** jeweils innerhalb eines der drei V-förmigen Vertiefungen **62** sind, wird die relative Position des Zwischenfutters **22** und des Plättchenhalters **20** auf ein Freiheitsgrad beschränkt. Wenn zum Beispiel eine externe Kraft ausgeübt wird, welche eine Neigung hat, einen der Pfosten **64** in der Richtung entlang seines entsprechenden Pfostens **62** zu ziehen, werden die äußeren Flachstellen **88** der anderen beiden Vertiefungen **62** eine gleiche und entgegengesetzte Kraft auf die beiden anderen entsprechenden Kugelpfosten **64d** durch die abgerundete Oberfläche **100** hindurch ausüben. Die Bewegung in der Richtung der externen Kraft wird begrenzt und das System bleibt zentriert. Da die eine mögliche stabile Position angeordnet ist, um den Plättchenhalter **20** zu zentrieren und auszurichten (durch Positionieren der verschiedenen Elemente mit radialer Symmetrie), wird die Kombination aus den Kugeloberflächen **100** mit den V-förmigen Vertiefungen **62** als ein selbstzentrierendes System bezeichnet. Der Plättchenhalter **20** wird in bezug auf das Zwischenfutter **22** und die umgebenden Reaktorteile (z.B. den Kontaktring **32**) zentriert.

[0121] Es versteht sich, dass das Selbstzentrieren in einer einzigartigen Position an Stabilität dann auftritt, wenn mehr als drei Kugelpfosten und V-förmige Vertiefungen in ähnlicher Weise einbezogen werden. Darüber hinaus kann ein Fachmann leicht die Lehren der vorliegenden Beschreibung anwenden, um die Positionen der gekrümmten Oberfläche und der V-förmigen Vertiefung zu ändern. Bei einer solchen Anordnung würde jeder der drei oder mehr Pfosten eine V-förmige Vertiefung für das Zusammenwirken mit einer der drei oder mehr gekrümmten Oberflächen, die auf dem Boden des Plättchenhalters vorgesehen sind, einschließen.

[0122] In Betrieb behält die dargestellte Anordnung ein Niveau und einen selbstzentrierten Plättchenhalter **20** bei, selbst wenn thermische Ausdehnung oder Kontraktion die Dimensionen des Plättchenhalters **20** verändern, und selbst wenn der Plättchenhalter **20** sich in einem anderen Grad als das Zwischenfutter **22** ausdehnt oder zusammenzieht. Bei den bevorzugten Materialien tritt allgemein unterschiedliche Ausdehnung auf, das heißt für das Quarz-Zwischenfutter **22** und den SiC-Plättchenhalter **20**, obwohl es sich versteht, dass diese Ausdehnung auch für Teile einer Vielzahl anderer geeigneter Materialien auftreten würde.

[0123] Der Plättchenhalter **20** wird sich zum Beispiel bei hohen Temperaturen ausdehnen und die Vertiefungen **62** werden sich weiter von dem Zentrum des Plättchenhalters **20** (siehe **Fig. 8**) weg bewegen. Bei den Abmessungen und dem Material für den bevorzugten Plättchenhalter kann die Bewegung bis zu 0,025 inch betragen. In der Zwischenzeit werden sich die Pfosten **64** des bevorzugten Quarz-Zwischenfutters **22** verhältnis-

mäßig wenig in bezug auf die Nabe **90** (siehe **Fig. 11**) bewegen. Wegen der radialen Symmetrie werden die in einer zusammengebauten Plättchenhalterkonstruktion **18** (**Fig. 1–2B**) sich jeweils über die gleiche Strecke auf ihren jeweiligen Pfosten **64** radial nach außen bewegen. Bei jeder Temperatur wird es nur eine einzigartige Position der Stabilität geben, und zwar die Position, in welcher der Plättchenhalter **20** zentriert ist.

[0124] Erneut Bezug nehmend auf die **Fig. 2A** und **2B** kann das Zusammenwirken zwischen den Pfosten **64** und den Vertiefungen **62** zusätzliche Rotation von dem Schaft **24** auf den Plättchenhalter **20** vermitteln. Obwohl das Zwischenfutter **22** stationär ist, ist es typischerweise auf einem rotierenden Schaft montiert, um dem Plättchenhalter Rotationsbewegung zum Erhöhen der Einheitlichkeit der chemischen Abscheidung über dem Plättchen zu vermitteln. Bei der dargestellten Ausführungsform ist der Schaft **24** mechanisch mit einem Motor unterhalb der Reaktionskammer **12** (**Fig. 1**) verbunden.

Zentraler Thermoelement-Abstand

[0125] Unter Bezugnahme auf **Fig. 14**, wird der zentrale Temperatursensor oder das Thermoelement **28** als sich durch die Zwischenfutternabe **90** hindurch erstreckend gezeigt, wobei sich seine Spitze **110** in Abstand von der Basisplatte **50** befindet. Das Thermoelement **28** umfasst ein äußeres Schutzgehäuse, das einen Keramikträger umgibt, wobei ein Paar Thermoelementleitungen sich dadurch hindurch erstrecken und eine Verbindung genau unterhalb der Spitze **110** bilden.

[0126] Wünschenswerterweise umfasst das Schutzgehäuse ein thermisch leitendes Material, welches unter CVD-Verarbeitungsbedingungen nicht entglast. Vorzugsweise besteht das Schutzgehäuse aus Siliciumkarbid, obwohl andere zufriedenstellende Materialien Bornitrid, Siliciumnitrid, Siliciumdioxid, Aluminiumnitrid, Aluminiumoxid und verschiedene Kombinationen daraus einschließen. Das dargestellte Thermoelement **28** schließt ferner eine Quarzhülse oder -kappe ein, die das Schutzgehäuse vor der Verbindung abdichtet, für den Fall, dass das Gehäuse nicht mit den Thermoelement-Leitungen kompatibel ist. Alternativ dazu kann ein Bornitrid-Überzug auf den Leitungen verwendet werden.

[0127] Reaktoren nach dem Stand der Technik schließen typischerweise ein zentrales Thermoelement ein, um die Temperatur des Plättchenhalters indirekt zu messen, da die Verfahren des direkten Messens während der Verarbeitung aus einer Vielzahl von Gründen als unbefriedigend befunden worden sind. Jedoch waren dem Stand der Technik entsprechende Plättchenhalter typischerweise dick genug, um eine Vertiefung einzuschließen, in welche ein Thermoelement einzufügen ist, wodurch man ein genaues Messinstrument der Plättchenhalter-Temperatur erhalten hat. Der Plättchenhalter seinerseits war der beste Indikator der aktuellen Plättchentemperatur. Indem man durch Experimentieren das Verhältnis zwischen der Temperatur des Plättchens und der Temperatur des Plättchenhalters kennt, kann die Temperatursteuerung zum indirekten Steuern der Temperatur des Plättchens kalibriert werden.

[0128] Die bevorzugte Basisplatte **50** auf der anderen Seite ist zu dünn, um eine solche Vertiefung bereitzustellen. Ein Durchgangsloch ist für die dargestellte Ausführungsform nicht wünschenswert, da es dazu neigen würde, während CVD eine Rückseitenabscheidung zu induzieren. Ebenfalls ist es nicht wünschenswert, die Thermoelementspitze **110** so anzuordnen, dass sie die Basisplatte **50** berührt, um eine Ablesung zu erreichen, die so nahe wie möglich an der tatsächlichen Temperatur des Plättchenhalters **20** liegt. Rotation des Plättchenhalters **20**, Vibrationen und/oder thermische Ausdehnung könnte das Thermoelement aus dem Kontakt mit dem Plättchenhalter **20** in der Mitte der Verarbeitung lösen, was das Verhältnis der Ablesung des Thermoelements und der Temperatur des Plättchens veränderte. Darüber hinaus ist das Thermoelement **28** typischerweise an einem Punkt im Bereich von 30 cm unter der Spitze **110**, unterhalb der Reaktionskammer **12**, fixiert. Die Länge des Thermoelements **28** einschließlich des thermisch leitenden SiC-Schutzgehäuses, dehnt sich während der thermischen Verarbeitung von dem fixierten Punkt aus nach oben aus. Diese Ausdehnung kann auch bewirken, dass die Thermoelementspitze **110** mit dem Plättchenhalter **20** in Kontakt kommt und sich wieder löst, was die Kalibrierung des Thermoelements verändert und möglicherweise den Plättchenhalter **20** mit geringer Masse während der Verarbeitung bewegt.

[0129] Dementsprechend ist das Thermoelement **28** in der Zwischenfutternabe **90** montiert, um die Spitze **110**, wie gezeigt, in einem vorbestimmten Abstand von dem Plättchenhalter **20** entfernt anzuordnen. Bei einem Minimum ist die Spitze **110** von dem Plättchenhalter **20** in einem solchen Abstand angeordnet, dass die beiden sich während der Verarbeitung niemals berühren, selbst während Stufen mit hoher Temperatur, wo sich die aufwärts gerichtete thermische Ausdehnung des Thermoelements maximal ist. Bevorzugt ist der Maximalabstand derart, dass die Temperatur des Plättchens von der Ablesung abweicht, die es haben würde, falls das Thermoelement den Plättchenhalter mit weniger als $\pm 5\text{C}^\circ$ berühren würde, bevorzugt bei weniger als $\pm 2\text{C}^\circ$ und am meisten bevorzugt bei weniger als $\pm 1\text{C}^\circ$. Wünschenswerterweise wird der vorbestimmte Abstand zwischen der Spitze **110** und dem Plättchenhalter **20** innerhalb eines Bereiches gewählt, in dem das Verhältnis der Thermoelement-/Plättchen-Temperatur ziemlich abstandsunempfindlich bleibt, wie aus der folgenden Beschreibung von **Fig. 15** verständlich wird.

[0130] Nunmehr Bezug nehmend auf **Fig. 15** wird eine Graphik dargestellt, bei der die Temperatur des Plätt-

chens auf der Abzisse und der Abstand zwischen dem Thermoelement **28** und der Basisplatte **50** auf der Ordinatenachse abgetragen werden. Im aktuellen Reaktorbetrieb wurde eine an Strahlungshitzequellen (Lampen) für die Reaktorkammer angeschlossene Temperaturregierungseinrichtung verwendet, um das zentrale Thermoelement **28** für dieses Experiment bei einer festen Temperatur von 1000°C zu halten. Ein instrumentiertes Plättchen, das von dem Plättchenhalter **20** gehalten wird, wurde ebenfalls durch die Hitzelampen erhitzt, und die Temperatur des Plättchens wurde direkt durch die Instrumentierung in dem Plättchen gemessen. Sobald das Thermoelement **28** bewegt wurde, veränderte sich die Temperatur des Plättchens, was anzeigte, dass das Verhältnis zwischen der Temperatur des Thermoelements und der Temperatur des Plättchens sich mit dem Abstand zwischen dem Plättchenhalter **20** und dem Thermoelement **28** verändert.

[0131] In dem Bereich eines Abstandes zwischen etwa 0,030 inch und 0,070 inch bleibt jedoch die Kurve ziemlich flach, im Vergleich zu den benachbarten Abschnitten der Kurve. Innerhalb dieses Bereiches bleibt das Verhältnis zwischen der Temperatur des Plättchens und des Thermoelements ziemlich abstandsunempfindlich. Dementsprechend führen geringfügige Abstandsverschiebungen während der Verarbeitung durch die oben genannten Faktoren (Rotation des Plättchenhalters **20**, Vibrationen und/oder thermische Ausdehnung) zu hinnehmbaren Veränderungen des Verhältnisses zwischen der Temperatur des Plättchens und der Temperatur des Thermoelements. Daher ist die bevorzugte Plättchenhalterkonstruktion **18** so angeordnet, dass die Spitze **110** des zentralen Thermoelements **28** in einem Abstand von zwischen etwa 0,030 und 0,070 inch von der Basisplatte **50** des bevorzugten des Plättchenhalters **20** angeordnet ist. Bevorzugt befindet sich der anfängliche Abstand in der Mitte dieses Bereiches, etwa 0,040 und 0,060 inch, so dass die Verschiebungen während des Betriebs innerhalb des Bereiches von 0,030 bis 0,070 inch bleiben. Noch bevorzugter wird der anfängliche Abstand bei etwa 0,050 inch angesetzt.

[0132] Fachleute werden erkennen, dass der optimale Bereich für den Abstand für das Thermoelement-Plättchen-Halten bei verschiedenen Thermoelementtypen und bei unterschiedlichen Plättchenhalterkonstruktionen voneinander abweichen kann. So kann zum Beispiel der optimale Abstand von dem Oberflächenbereich des Thermoelements abhängen, welcher dem Plättchenhalter ausgesetzt wird, sowie dem Oberflächenbereich des Plättchenhalters, der Lampenstärke, und/oder anderen Abmessungen und Materialien des Thermoelements. Der erfahrene Handwerker kann die hier vermittelten Lehren jedoch unter Verwendung der oben beschriebenen experimentellen Verfahren übertragen, um den Abstand für jedes einzelne System zu optimieren, um die Empfindlichkeit für Abstandsverschiebungen zu minimieren.

[0133] Im Einzelnen ist der anfängliche Abstand vorzugsweise so gewählt, dass die Plättchentemperatur sich im Dauerzustand bei einer Abstandsverschiebung von 0,010 inch um weniger als etwa 10°C verändert. Mit anderen Worten, das Gefälle der Plättchentemperatur gegenüber dem Thermoelementabstand (wie bei **Fig. 15**) an der anfänglichen Position des Thermoelements liegt innerhalb von $\pm 10^\circ\text{C}/0,010$ inch. Noch bevorzugter beträgt das Gefälle $\pm 5^\circ\text{C}/0,010$ inch.

Zweistöckiger Plättchenhalter mit Trägerring

[0134] Nunmehr Bezug nehmend auf die **Fig. 16–25** wird eine zweite Ausführungsform der vorliegenden Erfindung erläutert, bei welcher der Plättchenhalter **20a** einen Ring **52a** und eine separate Basisplatte **50a** statt eines einzelnen integralen Stückes umfasst. Das Material des dargestellten Plättchenhalters **20a** kann das gleiche sein wie das der vorhergehenden Ausführungsform, vorzugsweise Siliciumkarbid, und die Lippen **66a** sind weiterhin einstückig (ein Stück bildend) mit einem der Ringe **52a** und der Basisplatte **50a**. Der Plättchenhalter **20a** ist, wie oben beschrieben, ebenfalls von geringer thermischer Masse. Da der Plättchenhalter **20a** ansonsten im wesentlichen dem Plättchenhalter **20** der ersten in den **Fig. 1–15** erläuterten und oben beschriebenen Ausführungsform ähnelt, werden im Verlaufe der verbleibenden Beschreibung gleiche Bezugsziffern verwendet, um gleiche Merkmale zu beschreiben. Auf ähnliche, aber deutlich veränderte Merkmale wird mit gleichen Bezugsziffern mit dem zusätzlichen Suffix "a" verwiesen. Zusätzlich werden neue Merkmale ohne analoge Merkmale in der ersten Ausführungsform ebenfalls das Suffix "a" tragen.

[0135] Nun unter Bezugnahme auf **Fig. 16**, wird der Plättchenhalter **20a** schematisch gezeigt, und zwar entlang eines Pfostens **64**, welcher oben beschrieben worden ist. Wie dargestellt, hängt die Basisplatte **50a** von dem Ring **52a** herab. Das Herabhängen wird geschaffen, indem man einen Hängeabschnitt der Basisplatte **50a** anordnet, der eine größere Breite oder einen größeren Durchmesser (für die runde Ausführungsform) als der haltende Abschnitt des Rings **52a** hat. Die sich überlappenden Abschnitte wirken auf diese Weise zusammen, wobei der hängende Abschnitt der Basisplatte **50a** sich über dem haltenden Abschnitt des Rings **52a** befindet, um das Tragen für die Basisplatte **50a** bereitzustellen.

[0136] Wie bei der ersten Ausführungsform, schließt der Ring **52a** ein verhältnismäßig dickes Band **200a** unterhalb der oberen Oberfläche **60** und zwischen der Innenwand **54** und der Außenwand **58**. Der Ring **52a** schließt ferner ein verhältnismäßig weniger dickes erstes kreisförmiges Gestell **202a**, das radial nach innen gerichtet und einstückig mit dem Band **200a** ist, auf welchem die mehreren Lippen **66** positioniert sind. Darüber hinaus schließt der Ring **52a** ein verhältnismäßig noch weniger dickes zweites oder untergeordnetes kreisförmiges

miges Gestell **204a** ein, das radial nach innen gerichtet und einstückig mit dem ersten Gestell **202a** ist. Zur Klarheit wird auf das zweite Gestell im folgenden als eine "Stufe" **204a** Bezug genommen, während auf das erste Gestell im folgenden als das "Gestell" **202a** Bezug genommen wird. Die Basisplatte **50a** schließt einen kreisförmigen Überhang **205a** ein.

[0137] Es versteht sich, dass bei der dargestellten Ausführungsform der hängende Abschnitt der Basisplatte **50a** einen Überhang **205a** umfasst, während der tragende Abschnitt des Rings **52a** die Stufe **204a** umfasst. So wird bei der dargestellten Ausführungsform das Tragen durch diese zusammenwirkenden Abschnitte ringförmig bereitgestellt, obwohl das Tragen auch absatzweise bereitgestellt werden kann. Der erfahrene Handwerker wird eine Reihe von Möglichkeiten erkennen, in denen die Basisplatte von dem Ring herabhängen kann. Bevorzugt bleiben die Basisplatte **50a** und der Ring **52a** aber unabhängig voneinander und sind nicht ständig aneinander montiert.

[0138] Nunmehr unter Bezugnahme auf die Fig. 17–23 wird der Ring **52a** der zweiten Ausführungsform dargestellt. Das Gestell **202a** wird teilweise von einer horizontalen oberen Oberfläche **206a** des Gestells begrenzt, die sich zwischen einer vertikalen Gestellinnenwand **208a** und der Bandinnenwand **54** erstreckt. Die Stufe **204a** wird genauso teilweise von einer oberen Oberfläche **210a** der Stufe begrenzt, die sich zwischen einer vertikalen Stufeninnenwand **212a** und der Gestellinnenwand **208a** erstreckt. Bevorzugt teilen sich das Band **200a**, das Gestell **202a** und die Stufe **204a** alle eine gemeinsame Ringbodenoberfläche **214a**. Die Bodenoberfläche **214a** schließt die Vertiefung **62** ein, welche im wesentlichen mit der ersten Ausführungsform identisch sein kann.

[0139] Die Abmessungen der nicht besonders beschriebenen Merkmale können die gleichen sein wie die oben genannten für ähnliche Merkmale der ersten Ausführungsform. So hat zum Beispiel das dargestellte Band **200a** eine Dicke von etwa 0,077 inch, was der Dicke des Rings **52** der ersten Ausführungsform entspricht (siehe z.B. Fig. 6), und der Durchmesser der Innenwand **54** liegt, auch wie oben, für ein 200 mm-Plättchen bei etwa 7,970 inch.

[0140] Das Gestell **202a** der zweiten Ausführungsform hat wünschenswerterweise die gleiche Dicke wie die Basisplatte **50a** (weiter unten beschrieben) und beträgt in der dargestellten Ausführungsform etwa 0,0285 inch. Die Breite dieses Gestells **202a** ist, gemessen entlang der oberen Oberfläche **206a** des Gestells, wünschenswerterweise die gleiche wie die Lippe **66**, nämlich etwa 0,125 inch. Diese Breite wurde zur Erleichterung der Bearbeitung gewählt, da die Lippeninnenfläche **72** gleichzeitig in gleicher Höhe mit der Gestellinnenwand **208a** bearbeitet werden kann. Die Höhe der Gestellinnenwand **208a** begrenzt, wie am besten aus der Ansicht von Fig. 2 zu erkennen, die Entfernung unterhalb des Gestells **202a**, welche die Stufe **204a** beginnt, und beträgt in der dargestellten Ausführungsform etwa 0,0105 inch.

[0141] Die Stufe **204a** sollte dick genug sein, das Gewicht der Basisplatte **50a** (Fig. 24 – 25) zu tragen, und breit genug, um sicherzustellen, dass die Basisplatte **50a** gehalten bleibt, statt durch die durch den Ring **52a** begrenzte zentrale Öffnung zu fallen. Bei der dargestellten Ausführungsform beträgt die Dicke der Stufe **204a**, gemessen entlang der Stufeninnenwand **212a**, etwa 0,018 inch. Die Breite der dargestellten Stufe **204a** beträgt, gemessen entlang der unteren Oberfläche **210a** der Stufe, etwa 0,030 inch. Der innere Durchmesser des Rings **52a**, der durch die Innenwand **212a** begrenzt wird, beträgt etwa 7,660 inch.

[0142] Wie bei der ersten Ausführungsform sind die Ecken zwischen der vertikalen und der horizontalen Oberfläche jeweils abgerundet, und zwar mit Radien von etwa 0,010 inch, um die Stärke zu verbessern.

[0143] Nunmehr unter Bezugnahme auf die Fig. 24–25 wird die Basisplatte **50a** der zweiten Ausführungsform erläutert. Der Überhang **25a** wird teilweise durch eine vertikale Überhangwand **220a** begrenzt, welche sich von der oberen Oberfläche **56a** der Basisplatte nach unten erstreckt. Ein horizontaler Überhang der unteren Oberfläche **222a** erstreckt sich radial von der Überhangwand **220a** nach unten. Eine vertikale untere Basiswand **224a** erstreckt sich von dem Überhang der unteren Oberfläche **222a** aus nach unten.

[0144] Die Gesamtdicke der Basisplatte **50a** ist für die dargestellte Ausführungsform wünschenswerterweise die gleiche wie die des Gestells **202a** des Rings **52a** (Fig. 17–23), oder etwa 0,0285 inch, um eine konstante Dicke des Plättchenhaltermaterials unter dem Plättchen **16** bereitzustellen.

[0145] Die Dicke des Überhangs **205a** reicht aus, um das Gewicht der gesamten Basisplatte **50a** durch Aufhängung an dem Trägerabschnitt (Stufe **204a**) des Rings **52a** zu halten. Bevorzugt ist die Dicke des Überhangs **205a** bei der dargestellten Ausführungsform die gleiche wie die Höhe der Gestellinnenwand **208a** (siehe insbesondere Fig. 22), oder etwa 0,0105 inch. Indem eine mit der Gestellinnenwandhöhe identische Überhangdicke bereitgestellt wird, wird vorteilhafterweise eine (nicht durchgehende) obere Oberfläche des Plättchenhalters in einer konstanten Entfernung von dem Plättchen **16** bereitgestellt. Die nicht durchgehende obere Oberfläche des Plättchenhalters umfasst die obere Oberfläche **56a** der Basisplatte zusammen mit der oberen Oberfläche **206a** des Gestells (am besten in den Fig. 17 und 22 zu sehen) des Rings **52a**.

[0146] Die Breite des Überhangs **205a** ist wünschenswerterweise in etwa gleich mit der Breite der Stufe **204a**, an welcher der Überhang **205a** in zusammengebautem Zustand (siehe Fig. 16) ruht. Auf diese Weise hat der dargestellte Überhang eine Breite von etwa 0,030 inch, gemessen entlang der unteren Oberfläche **222a** des Überhangs. Der äußere Durchmesser der durch die Überhangwand **222a** begrenzten Platte **50a** beträgt etwa

7,700 inch, was um etwa 0,040 inch größer ist als der innere Radius des Rings **52a**. Die Stufe **204a** des Rings **52a** und die untere Oberfläche **222a** der Basisplatte **50a** überlappen sich auf diese Weise, lassen aber auf jeder Seite einen Spielraum von etwa 0,010 inch. Die Platte **50a** kann so adäquat von der Stufe **204a** gehalten werden, während der Spielraum sowohl Herstellungstoleranzen berücksichtigt als es auch dem Endbenutzer gestattet, während des Zusammenbaus die Platte **50a** in den Ring **52a** einzupassen.

[0147] Wie bei den meisten anderen Ecken der Ausführungsformen, ist die Ecke zwischen der unteren Oberfläche **222a** des Überhangs und der unteren Basiswand **224a** in einem Radius von etwa 0,010 inch abgerundet. Diese Krümmung passt wünschenswertweise mit der Krümmung der entsprechenden Ecke an dem Ring zwischen der Stufeninnenwand **212** und der oberen Oberfläche **210a** der Stufe zusammen.

[0148] Vorteilhafterweise stellte sich heraus, dass der zweistückige Plättchenhalter **20a** der zweiten Ausführungsform Belastungen standhalten kann, die mit Temperaturgradienten verbunden sind, wie etwa die vertikalen Gradienten, die oben in Verbindung mit dem Ablegen kalter Plättchen beschrieben worden sind. Entsprechend überlebt der zweistückige Plättchenhalter **20a** eine größere Anzahl an thermischen Zyklen, wie etwa denen, auf die man während der normalen Verarbeitung trifft, als der einstückige Plättchenhalter **20** der ersten Ausführungsform.

[0149] Die Vorteile verschiedener anderer Merkmale, die nicht besonders beschrieben wurden, bleiben die gleichen wie bei der ersten Ausführungsform. So werden zum Beispiel die Lippen **66** und die Vertiefungen **62** hier nicht noch einmal beschrieben. Zu bemerken ist jedoch, dass die Vertiefungen **62** der zweiten Ausführungsform nicht mit den Lippen **66** ausgerichtet sind, anders als die entsprechenden Vertiefungen **62** der ersten Ausführungsform. Ein Vergleich von **Fig. 9**, die eine Lippe **66** in dem gleichen Abschnitt mit einer Vertiefung **62** zeigt, mit **Fig. 22**, die keine Lippe in dem Bereich der Vertiefung **62** zeigt, macht diesen Unterschied deutlich. Der Unterschied ist aber für die hier vorhergehend beschriebenen Vorteile nicht bedeutsam.

Zweistöckiger Plättchenhalter mit Trägerbasis

[0150] Nunmehr unter Bezugnahme auf die **Fig. 26** und **27** wird eine Plättchenhalterkonstruktion **18b** mit einem basisgestützten Ring **52b** schematisch dargestellt, die gemäß einer dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung gebaut wurde. Die Plättchenhalterkonstruktion **18b** schließt ebenfalls einen wie unten beschriebenen selbstzentrierenden Mechanismus ein. Wünschenswerterweise umfasst die Plättchenhalterkonstruktion **18b** die gleichen bevorzugten Materialien wie die vorhergehenden Ausführungsformen, nämlich SiC für den Plättchenhalter **20b** und Quarz für das Zwischenfutter **22b**. Der Plättchenhalter **20b** hat ebenfalls eine wie oben beschriebene geringe thermische Masse. Zahlreiche Merkmale sind im wesentlichen die gleichen wie entsprechende Merkmale der vorhergehenden Ausführungsform, so dass gleiche Bezugsziffern verwendet werden, um gleiche Merkmale zu beschreiben. Auf ähnliche, aber deutlich veränderte Merkmale wird mit gleichen Bezugsziffern, aber mit dem zusätzlichen Suffix "b" Bezug genommen. Zusätzlich werden neue Merkmale ohne analoge Merkmale in der ersten Ausführungsform ebenfalls das Suffix "b" tragen.

[0151] Im Gegensatz zu der zweiten Ausführungsform, bei der die Basisplatte **50a** von dem Ring **52a** herabhängt (**Fig. 16**), hängt bei der vorliegenden Ausführungsform der Ring **52b** von der Basisplatte **50b** herab. Auf diese Weise ist ein hängender Abschnitt des Rings **52b** so angeordnet, dass er eine geringere Breite oder kleineren Durchmesser (bei der runden Ausführungsform) als einen tragenden Abschnitt der Basisplatte **50b** hat. Die sich überlappenden Abschnitte wirken so in Wechselwirkung zusammen, wobei sich der hängende Abschnitt des Rings **52b** über dem tragenden Abschnitt der Basisplatte **50b** befindet, um Halt für den Ring **52b** zu bieten. Die Basisplatte **50b** wird unabhängig durch ein Zwischenfutter **22b** gehalten.

[0152] Die Basisplatte **50b** dieser Ausführungsform kann, wie dargestellt, eine einfache scheibenförmige Platte sein. So ist der tragende Abschnitt der Basisplatte **50b** bloß ein Umfangsabschnitt der Platte **50b**, und zwar lediglich von einer Umfangskante **229b** der Basisplatte aus radial nach innen gerichtet. Im Gegensatz zu der zweiten Ausführungsform sind die mehrere Lippen **66b** (vorzugsweise sechs) an der Basisplatte **50b** gebildet. Obwohl schematisch als separate Stücke dargestellt, sind die Lippen **66b** wünschenswerterweise einstückig mit der Basisplatte **50b** ausgebildet, und zwar aus den gleichen Gründen, wie sie in Bezug auf die erste Ausführungsform beschrieben worden sind. Vorzugsweise liegt die Lippenhöhe, wie auch die Lippenbreite, innerhalb der oben beschriebenen Bereiche.

[0153] Der Ring **52b** schließt ein relativ dickes Band **200b** und wenigstens eine Vertiefung ein. Bei der dargestellten Ausführungsform sind mehrere Bolzenvertiefungen **230b** von dem Band **200b** aus radial nach innen gerichtet positioniert. Jede Bolzenvertiefung **230b** wird zum teil von einer vertikalen Rückwand **232b** der Vertiefung und zwei vertikalen Seitenwänden **233b** der Vertiefung begrenzt (am besten zu sehen in der Draufsicht von **Fig. 27**), wobei sich jede von der unteren Oberfläche **214b** des Rings aus nach oben erstreckt. Vorzugsweise schließt der Ring **52b** drei Bolzenvertiefungen **230b** ein, die umfänglich im kreis in etwa 120° voneinander verteilt sind, um mit drei Zwischenfutterpfosten **64b** in Wechselwirkung zu stehen. Die Abmessungen jeder Vertiefung **230b** sind für ein selbstzentrierendes wechselwirkendes Zusammenspiel mit den Zwischenfutterpfosten gewählt, was unten im Detail beschrieben werden wird.

[0154] Wünschenswerterweise erstreckt sich jeder Bolzen **230b** radial nach innen und öffnet sich in eine runde Nut hinein, die sich um den inneren unteren Umfang des Rings **52b** herum erstreckt. Die runde Nut wird durch eine überhängende Leiste **234b** und eine vertikale Nuteninnenwand **235b** begrenzt, wie es am besten aus der Ansicht von **Fig. 27** zu ersehen ist. Die innere Grenze der Leiste **234b** wird durch die innere Ringwand **54b** begrenzt, welche einen Durchmesser hat, der kleiner ist als der Außendurchmesser der Basisplatte **50b**.

[0155] Zusammengebaut passt der Umfangsabschnitt der Basisplatte **50b** in die kreisförmige Nut hinein, so dass die Leiste **234b**, wie gezeigt, auf dem Umfangsabschnitt der Basisplatte **50b** ruht. Die Nuteninnenwand **235b** kann in einem leichten Abstand von der Umfangskante **229b** der Basisplatte **50b** entfernt angeordnet sein. Dementsprechend umfasst in der dargestellten Ausführungsform der überhängende Abschnitt des Rings **52b** die Leiste **234b**.

Heiße und kalte Selbstzentrierung

[0156] Die Basisplatte **50b** wird durch ein Zwischenfutter **22b** gehalten, welches vom Aufbau her dem Zwischenfutter **22** der ersten Ausführungsform ähneln kann. Die Zwischenfutterpfosten **64b** haben jedoch eine unterschiedliche Konstruktion. Statt des Kugelpfostens schließen die Zwischenfutterpfosten **64b** der dritten Ausführungsform eine nach oben gerichtete Ausdehnung oder einen Vorsprung mit einer heißen zentrierenden Oberfläche und einer kalten zentrierenden Oberfläche. Die heiße zentrierende Oberfläche liegt nahe an oder berührt eine Außenwand der Basisplatte (z.B. die Basisplattenumfangskante **229b**), wenn das System wegen der unterschiedlichen Ausdehnung der Basisplatte **50b** (bevorzugt SiC) im Verhältnis zu dem Zwischenfutter **22b** (bevorzugt Quartz) eine hohe Temperatur hat. Genauso liegt die kalte zentrierende Oberfläche wünschenswerterweise nahe an einer Innenwand des Rings **52b** oder berührt diesen (z.B. die Rückwand **232b** der Vertiefung), wenn das System aufgrund der unterschiedlichen Kontraktion des Rings **52b** im Verhältnis zu dem Zwischenfutter **22b** eine geringe Temperatur hat. "Nahe an" bedeutet bei der vorliegenden Erfindung, dass die zentrierende Oberfläche innerhalb eines Abstands von etwa 0,020 inch von einer vertikalen Plättchenhalteroberfläche, und noch bevorzugter innerhalb von etwa 0,010 inch liegen sollte.

[0157] Bei der dargestellten Ausführungsform schließt das Pfostenende eine Plattform **240b** an der Innenseite des Pfostens **64** ein. Die Basisplatte **50b** ruht auf der Plattform **240b**. Bei dem zylindrischen Pfosten hat diese Plattform **240b** die Form eines abgestumpften Kreises (siehe **Fig. 27**). An der radial nach außen gerichteten Kante der Plattform **240b** erstreckt sich ein zentrierender Vorsprung oder ein Bolzen **242b** nach oben in die Vertiefung **230b** des Rings **52b** hinein. Der zentrierende Bolzen **242b** schließt eine innere heiße zentrierende Oberfläche **244b** und eine äußere kalte zentrierende Oberfläche **246b** ein. Bei der dargestellten Ausführungsform erstreckt sich die kalte zentrierende Oberfläche **246b** nach unten in eine nach außen gekrümmte konisch erweiterte Oberfläche **248b**, welche sich ihrerseits mit der vertikalen zylindrischen äußeren Oberfläche des Hauptabschnitts des Zwischenfutterpfostens **64b** verbindet.

[0158] Wie bemerkt, liegt die heiße zentrierende Oberfläche **244b** während Hochtemperaturstufen, zum Beispiel bei etwa 1000°C, nahe an der Umfangskante **229b** der Basisplatte **50b** oder berührt diese. Es versteht sich, dass aufgrund der Tatsache, dass wenigstens drei dieser heißen zentrierenden Oberflächen **244b** an wenigstens drei verschiedenen Zwischenfutterpfosten **64b** um den Umfang der Basisplatte **50b** herum verteilt sind, die Basisplatte **50b** auf unbedeutende Bewegung beschränkt ist. Dementsprechend sind die integralen Lippen **66b**, welche das Plättchen **16** halten, ebenfalls beschränkt. Der Ring **52b** ruht auf der Basisplatte **50b** und seine Bewegung wird durch die Wechselwirkung der Lippen **66b** mit der Ringinnenwand **54b** und/oder durch die Wechselwirkung zwischen der Nuteninnenwand **235b** und der Umfangskante **229b** der Basisplatte **50b**, abhängig davon, welche der beiden Oberflächen den näheren Abstand aufweist, begrenzt.

[0159] Genauso liegt die kalte zentrierende Oberfläche **246b** während niedriger Temperaturstufen, z.B. 20°C, nahe an der Rückwand **232b** der Vertiefung oder berührt diese. Es versteht sich, dass aufgrund der Tatsache, dass wenigstens drei dieser kalten zentrierenden Oberflächen **246b** (an drei verschiedenen Zwischenfutterpfosten **64b**) jeweils einen von wenigstens drei Rückwänden **232b** der Vertiefungen berühren, die um den Ring **52b** herum verteilt sind, wobei der Ring **52b** auf unwesentliche Bewegung beschränkt ist. Der Ring **52b** seinerseits beschränkt die Bewegung der Basisplatte **50b** und des Plättchens **16** darauf durch die Wechselwirkung der Nuteninnenwand **235b** mit der Umfangskante **229b** der Basisplatte **50b**, oder durch die Wechselwirkung der Ringinnenwand **54b** mit den Lippen **66b**.

[0160] Bei der dargestellten Ausführungsform können die Seitenwände der Vertiefungen **233b** mit den Zwischenfutterpfosten **64b** zusammenwirken, um die Rotation des Rings **52b** im Verhältnis zu dem Zwischenfutter **22b** zu verhindern, und können "wie ein Uhrwerk laufen" oder die Übertragung von Rotationsantrieb von dem Zwischenfutter **22b** zu dem Ring **52b** sicherstellen, so dass sie gemeinsam rotieren. Die Reibung zwischen dem Ring **52b** und der Basisplatte **50b** und zwischen der Basisplatte **50b** und der Plattform **240b** des Zwischenfutterpfostens verbindet die Ringrotation mit der Basisplatte **50b**, so dass der gesamte Plättchenhalter **20b** (und das daran gehaltene Plättchen) zusammen mit dem Zwischenfutter **22b** rotiert.

[0161] Es versteht sich aber, dass die Rotation des Zwischenfutters auch ohne die erläuterte Vertiefungskon-

struktion auf den Plättchenhalter übertragen werden kann. Zum Beispiel kann eine radial weitere Leiste geromt werden, indem man die ringförmige Nut radial nach außen erstreckt, um eine Nuteninnenwand in dem gleichen radialen Abstand zu bilden, in welchem die Rückwand **232b** der Vertiefungen in den Fig. 26–27 dargestellt wird. Bei einer solchen alternativen Anordnung würde die Nuteninnenwand mit der kalten zentrierenden Oberfläche **246b** des Zwischenfutterpfostens **64b** unter niedrigen Temperaturbedingungen in Wechselwirkung stehen, ähnlich der für die dargestellte Ausführungsform beschriebene zentrierende Funktion. Bei solch einer alternativen Anordnung könnte die Reibung zwischen der Plattform des Zwischenfutterpfostens und der unteren Oberfläche der Basisplatte adäquat das Zwischenfutter und die Basisplatte zu Rotationszwecken verbinden. Die Basisplatte würde ihrerseits auch mit dem Ring durch das Gewicht des Rings reibungsverbunden sein, das auf dem Umfangsabschnitt der Basisplatte an der ausgedehnten ringförmigen Leiste konzentriert ist.

Plättchenhalter mit oberen Gasdurchgängen

[0162] Nunmehr unter Bezugnahme auf die Figuren Thermoelement – Kontaktring **32** erleichtert ein Plättchenhalter **20c**, entsprechend einer vierten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung konstruiert, die Plättchenaufnahme. Wünschenswerterweise umfasst die Plättchenhalterkonstruktion die gleichen bevorzugten Materialien wie die vorhergehenden Ausführungsformen, nämlich SiC für den Plättchenhalter **20c** und Quarz für das (nicht gezeigte) Zwischenfutter. Der Plättchenhalter **20c** hat ebenfalls, wie oben beschrieben, eine geringe thermische Masse. Zahlreiche Merkmale sind ähnlich oder im wesentlichen gleich den entsprechenden Merkmalen der vorhergehenden Ausführungsform, so dass gleiche Bezugsziffern verwendet werden, um gleiche Merkmale zu beschreiben. Auf ähnliche, aber deutlich veränderte Merkmale wird mit gleichen Bezugsziffern mit dem zusätzlichen Suffix "c" chen Bezugsziffern mit dem zusätzlichen Suffix "c" Bezug genommen. Zusätzlich werden neue Merkmale ohne analoge Merkmale in den vorhergehenden Ausführungsformen ebenfalls das Suffix "c" tragen.

[0163] Wie bei der ersten Ausführungsform ist der Plättchenhalter **20c** ein einheitliches Stück mit einer zentralen Basisplatte **50c** mit einem verhältnismäßig dicken Umfangsring **52c**. Das (nicht gezeigte) Plättchen kann in ein durch den dickeren Ring **52c** begrenztes Becken hineinpassen. Es sind auch Strukturen geschaffen, um es zu gestatten, dass Gas zwischen das Plättchen und den Plättchenhalter gelangt. Wie die Lippen der vorhergehend beschriebenen Ausführungsformen schließen die Strukturen Abmessungen ein, die so ausgewählt sind, dass sie übermäßige thermische Störung in dem Plättchen verhindern. Bei der dargestellten Ausführungsform füllt Gas die in einer oberen Oberfläche des Plättchenhalters gebildeten Durchgänge.

[0164] Im Einzelnen sind mehrere offene radiale Kanäle **250c** in der oberen Oberfläche des Plättchenhalters **250c** vorgesehen, um als Gasdurchgänge zu dienen. Bei der dargestellten Ausführungsform umfasst jeder Kanal **250c** einen Basisplattenkanal **252c** und einen Ringkanal **254c**. Diese Konfiguration erlaubt vorteilhaft die Bearbeitung jedes Kanals **250c** in einer konstanten Tiefe über den gesamten Plättchenhalter **20c** hinweg. Darüber hinaus stellt der Ringkanal **254c** einen großen Gasflussweg zu dem Basisplattenkanal **252c** zum Eintritt von Gas bereit, wenn das Plättchen abgehoben wird.

[0165] Die Basisplattenkanäle **252c**, welche sich direkt unter dem Plättchen unmittelbar vor der Plättchenaufnahme befinden, haben eine Breite, die geringer ist als die thermische Diffusionslänge von Silicium (etwa 5 mm). Dementsprechend ist der thermische Effekt auf das Plättchen bei Abwesenheit von Material in den Kanälen **252c** unwesentlich. Bevorzugt haben die Basisplattenkanäle **252c** eine Tiefe von etwa 0,010 inch und eine Breite von etwa 0,015 inch. Es versteht sich, dass die dargestellten Ringkanäle **254c**, die auf das gleiche Niveau wie die Basisplattenkanäle **252c** gearbeitet wurden, sowohl tiefer als auch breiter sind (vergleiche Fig. 29 und 30). Der thermische Effekt der Ringkanäle **254c** wird jedoch im Verhältnis zu den Basisplattenkanälen **252c** abgeschwächt.

[0166] Weil die Basisplattenkanäle **252c** so eng sind, werden mehrere Kanäle **252c** bereitgestellt, um eine Gesamtmenge an Gasdurchgängen bereitzustellen, welches für das separate Anheben des Plättchens adäquat ist. Bei der dargestellten Ausführungsform stehen 32 dieser Kanäle **252c** bereit.

[0167] Der einstöckige Halter **20c** schließt eine gemeinsame untere Oberfläche **80c** ein. Drei oder mehr Vertiefungen **62c** sind für die Wechselwirkung mit einer ähnlichen Anzahl an (nicht gezeigten) Zwischenfutterpfosten vorgesehen, welche, wie es in Bezug auf die vorhergehenden Ausführungsformen beschrieben wurde, den Plättchenhalter **20c** halten und ihm Rotation übermitteln können. Die Zwischenfutterpfosten können mit heiß- und kaltzentrierenden Oberflächen ausgestattet sein, die in Abstand angeordnet sind, um unterschiedliche thermische Ausdehnung und Kontraktion vorwegzunehmen, wie es für den Fachmann im Lichte der obigen Beschreibung in Bezug auf die dritte Ausführungsform verständlich sein wird.

[0168] Zusätzlich steht eine zentrale Öffnung **256c** durch den Plättchenhalter **20c** hindurch bereit. Wünschenswerterweise ist die zentrale Öffnung **256c** für die Aufnahme eines Thermoelements bemessen. Das Thermoelement kann dadurch während der Verarbeitung die Temperatur in unmittelbarer Nähe zu dem Plättchen ablesen, und die Hitzelampen außerhalb der Reaktionskammer können entsprechend gesteuert werden. Darüber hinaus kann das Thermoelement, da das Thermoelement sich durch eine zentrale Nabe an einem

Zwischenfutter hindurch erstreckt (siehe **Fig. 14**), den Plättchenhalter **20c** während der Rotation und des thermischen Zyklus zentriert halten, und zwar ungeachtet der thermischen Ausdehnung.

Plättchenhalter mit unteren Gasdurchgängen

[0169] Die **Fig. 33–37** erläutern Plättchenhalter, welche einen oder mehrere Gasdurchgänge bereitstellen. Die unteren Gasdurchgänge erlauben es Gas, während das Plättchen aufgenommen wird, in den Spalt zwischen der Basisplatte und dem Plättchen, und während das Plättchen abgeladen wird, aus dem Spalt heraus zu strömen. Bei jeder der dargestellten Ausführungsformen ist der Trägerring mit einer einzelnen ringförmigen Lippe mit einer zylindrischen Innenfläche statt einer Vielzahl von in Abstand angeordneten Lippen ausgestattet. Die ringförmige Lippe hält nach wie vor das Plättchen in Abstand über einer Basisplatte. Es versteht sich aber, dass bei anderen Anordnungen der Gasfluss auf der Rückseite mit dem Gasfluss der Vorderseite zwischen in Abstand angeordneten Lippen kombiniert werden kann, so dass angemessener Gasfluss zwischen dem Plättchen und dem Plättchenhalter während der Aufnahme und dem Abladen sichergestellt ist.

[0170] Unter Bezugnahme auf die **Fig. 33–35** wird ein zweistöckiger Plättchenhalter **20d** gemäß einer fünften Ausführungsform erläutert. Wie bei den vorhergehenden Ausführungsformen umfasst der **20d** wünschenswerterweise die gleichen bevorzugten Materialien wie die vorhergehenden Ausführungsformen, nämlich SiC für den Plättchenhalter und Quarz für das (nicht gezeigte) Zwischenfutter. Der Plättchenhalter **20d** ist, wie oben beschrieben, ebenfalls von geringer thermischer Masse. Zahlreiche Merkmale sind ähnlich oder im wesentlichen die gleichen wie die entsprechenden Merkmale der vorigen Ausführungsform, so dass gleiche Bezugsziffern verwendet werden, um gleiche Merkmale zu beschreiben. Auf ähnliche, aber deutlich veränderte Merkmale wird mit gleichen Bezugsziffern mit dem zusätzlichen Suffix "d" Bezug genommen. Zusätzlich werden neue Merkmale ohne analoge Merkmale bei der vorhergehenden Ausführungsformen auch das Suffix "d" tragen. Genauso werden in **Fig. 36** Bezugsziffern für veränderte oder neue Merkmale einer sechsten Ausführungsform das Suffix "e" tragen.

[0171] Wieder Bezug nehmend auf die **Fig. 33–35** ist bevorzugt eine kreisförmige Lippe **66d** vorgesehen, um so die Vorderseite des Plättchens **16** von der Rückseite wirksam abzudichten. Solch eine Anordnung beseitigt wirksam die Diffusion von Verarbeitungsgas an die Rückseite von der Vorderseite des Plättchens **16**. Diese Abdichtung würde normalerweise einen Vakuumeffekt während der Plättchenaufnahme erzeugen. Bei der dargestellten Ausführungsform steht aber ein kreisförmiger Rückseitendurchgang **260d** (**Fig. 35**) zwischen dem Ring **52d** und der Basisplatte **50d**, und insbesondere zwischen der Ringstufe **204d** und dem Basisplattenüberhang **205d** bereit. Sobald ein Plättchen nach der Verarbeitung aufgenommen worden ist, wird Gas von unterhalb des Plättchens durch den Rückseitendurchgang **260d** hindurch nach oben gezogen, was verhindert, dass die Basisplatte **50d** durch den Vakuumeffekt an dem Plättchen **16** haftet. Zum Beispiel wird im allgemeinen Entleerungsgas unterhalb des Plättchenhalters **20d** vorhanden sein, sowohl während als auch nach der Verarbeitung. Es versteht sich, dass der Rückseitendurchgang **260d** während der Plättchenablage genauso Gasfluss von dem Spalt nach außen (abwärts gerichtet) zulässt.

[0172] Der Rückseitendurchgang **260d** ist in der dargestellten Ausführungsform mit mehreren Erhebungen **262d** versehen, die um die obere Oberfläche **210d** der Ringstufe **204d** herum positioniert sind. Wünschenswerterweise stehen mehr als drei Erhebungen **262d** bereit, um die Basisplatte **50d** gerade zu halten, während die Anzahl und Größe der Erhebungen klein genug sind, um ausreichenden Gasfluss durch den Durchgang **260d** für das aufzunehmende Plättchen **16**, unabhängig von der Basisplatte **50d**, zu gestatten. Bevorzugt stehen sechs oder mehr Erhebungen bereit, während in der Draufsicht von **Fig. 33** zwölf Erhebungen dargestellt sind. Die Dicke der Ringstufe **204d** und der Basisplattenüberhang **205d** können innerhalb der Anforderungen struktureller Stärkerfordernisse eingestellt werden, um, wie oben beschrieben, den Spalt zwischen der Basisplatte **50d** und dem Plättchen **16** zu erhalten, was für den Fachmann verständlich ist.

[0173] Während der Rückseitendurchgang **260d** der dargestellten Ausführungsform zulässt, dass während der Plättchenaufnahme Gas durch den Spalt zwischen dem Plättchen **16** und dem Plättchenhalter **20d** gezogen wird, wird Gas dazu neigen, nicht während der Verarbeitung zu fließen, da die Vorderseite durch den Kontakt zwischen dem Plättchen **16** und der kreisförmigen Lippe **66d** wirksam abgedichtet ist. Kombiniert mit der Tatsache, dass der bevorzugte Reaktor **10** zumeist Entleerungsgas unterhalb des Plättchenhalters **20d** bereitstellt, beseitigt der Mangel an Fluss wirksam die Fähigkeit von Sedimentierungsgasen (oder anderer Arten von Reaktionspartnern), die Rückseite des Plättchens zu erreichen.

[0174] Vorteilhafterweise stellt die in **Fig. 35** dargestellte Anordnung den Rückseitendurchgang **260d** in einem abgestuften Weg bereit, so dass Strahlungshitze nicht direkt von den Lampen auf das Plättchen **16** eindringt und heiße Punkte verhindert werden.

[0175] Nunmehr Bezug nehmend auf **Fig. 36**, wird ein Plättchenhalter **20e** gemäß einer sechsten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung gezeigt. Ein unterer Gasdurchgang steht in Form von wenigstens einer Leitung **270e** bereit, die von der Unterseite des Plättchenhalters **20e** zu dem Spalt zwischen der Basisplatte **50e** und dem Plättchen **16** führt. Vorzugsweise führt die Leitung **270e** von der Unterseite des Rings **52e** zu der

Seitenwand der kreisförmigen Lippe **66e**. Ähnlich wie bei dem kreisförmigen Rückseitendurchgang **260d** der zuvor beschriebenen Ausführungsform lässt die Leitung **270e** zu, dass Gas den Spalt füllt, während das Plättchen angehoben wird, was so jeden Vakuumeffekt verringert, welcher ansonsten die Basisplatte **50e** dazu bringen könnte, mit dem Plättchen angehoben zu werden. Genauso kann die Leitung **270e** auch zulassen, dass Gas aus dem Spalt zwischen dem Plättchen **16** und der Basisplatte **50e** während der Plättchenablage heraus austritt, was so verhindert, dass das Plättchen von dem Zentrum wegschwemmt.

[0176] Wünschenswerterweise stehen drei Leitungen **270e** bereit, und zwar mit den Pfosten **64e** eines Zwischenfutters **22e** ausgerichtet. Jede der Leitungen **270e** ist mit einem hohlen Zwischenfutterpfosten **64e** verbunden, durch welchen Gas strömen kann, und zwar zumindest während der Plättchenaufnahme und wünschenswerterweise auch während der Plättchenablage. Bevorzugt ist eine Entleerungsgasleitung mit dem hohlen Zwischenfutter **22e** verbunden und führt Entleerungsgas zu.

[0177] Am meisten bevorzugt ist die Entleerungsgasleitung an die gleiche Gasleitung angeschlossen, durch welche Entleerungsgas zu einem Aufnahmekopf des Typs, wie er in dem U.S. Patent Nr. 4,846,102 beschrieben wird, fließen kann. So würde in der Ausführungsform das Entleerungsgas durch den Zwischenfutterpfosten **64e** und die Leitung **270e** nur während des Betriebs des Aufnahmekopfes fließen, so dass während der Plättchenverarbeitung kein Fluss in den Spalt getrieben würde. Von dem Gasfluss ausgehender Überdruck kann vermieden werden, indem Hindernisse in dem hohlen Zwischenfutter **22e** geschaffen werden, um Gasfluss in den Plättchen-Basisplattenspalt hinein zu behindern.

[0178] Abgesehen von der Leitung **270e** und der kreisförmigen Lippe **66e** kann der Plättchenhalter **20e** so wie in Bezug auf die zweite Ausführungsform beschrieben werden.

[0179] Wünschenswerterweise sind die Leitungen **270e**, wie gezeigt, nach innen abgewinkelt, um so zu verhindern, dass Lampenstrahlung direkt auf das Plättchen fällt.

[0180] **Fig. 37** erläutert einen Plättchenhalter **20f**, der gemäß einer siebten Ausführungsform gebaut wurde und Merkmale sowohl der fünften als auch sechsten Ausführungsform einbezieht. Durch Bereitstellung sowohl der Leitungen **270e** als auch des kreisförmigen Rückseitendurchgangs **260d** kann der Plättchenhalter **20f** während der Plättchenaufnahme eine höhere Gasfließgeschwindigkeit in den Spalt hinein bieten. Eine solche Menge an Fluss kann zum Beispiel für die Verwendung während der Aufnahme eines Plättchens mit großem Oberflächenbereich oder für ultraleichte Plättchenhalter wünschenswert sein, welche leicht gemeinsam mit dem Plättchen angehoben werden könnten.

Heißer zentrierender Plättchenhalter

[0181] Nunmehr unter Bezugnahme auf die **Fig. 36** und **37** werden zwei Plättchenhalterkonstruktionen **18g**, **18h** schematisch dargestellt, die gemäß einer achten beziehungsweise neunten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung gebaut wurden. Wünschenswerterweise umfassen die Plättchenhalterkonstruktionen **18g**, **18h** die gleichen bevorzugten Materialien wie die vorhergehenden Ausführungsformen, nämlich SiC für die Plättchenhalter **20g**, **20h** und Quarz für die entsprechenden Zwischenfutter **22g**, **22h**. Die Plättchenhalter **22g** haben, wie zuvor beschrieben, eine geringe thermische Masse.

[0182] Zahlreiche Merkmale sind im wesentlichen die gleichen wie die entsprechenden Merkmale der vorhergehenden Ausführungsform, so dass gleiche Bezugsziffern verwendet werden, um gleiche Merkmale zu beschreiben. So kann zum Beispiel das Zwischenfutter von **Fig. 38** mit dem in **Fig. 26** erläuterten identisch sein, so dass die Bezugsziffer **22b** herangezogen wird. Auf ähnliche, aber deutlich veränderte Merkmale wird mit gleichen Bezugsziffern mit dem zusätzlichen Suffix "g" beziehungsweise "h" Bezug genommen.

[0183] Wie die zweite Ausführungsform (**Fig. 26–27**) sind den Ausführungsformen der **Fig. 38** und **39** Mechanismen eigen, welche bei hohen Temperaturen selbstzentrierend sind. Die prinzipiellen Unterschiede zwischen der zweiten Ausführungsform und den **Fig. 38–39** bestehen darin, dass die achte und die neunte Ausführungsform keine kalten zentrierenden Merkmale einschließen, die Basisplatten **50g**, **50h** und die Ringabschnitte **52g**, **52h** integral sind oder aus einem Stück bestehen, die Ringabschnitte **52g**, **52h** im wesentlichen die gleiche Dicke haben wie ihre entsprechenden Basisplatten **50g**, **50h**, und dass die Plättchenhalter **20g**, **20h** keine Bolzenvertiefungen einschließen, um die Rotationsverbindung mit den entsprechenden Zwischenfutter **22g**, **22h** zu unterstützen. Alle diese Merkmale, welche sowohl der achten als auch der neunten Ausführungsform gemein sind, sind aus thermischen und herstellungsbedingten Gesichtspunkten individuell und synergistisch vorteilhaft.

[0184] Zunächst unter Bezugnahme auf **Fig. 38**, besteht, wie bemerkt, der Plättchenhalter **20g** der achten Ausführungsform bevorzugt aus einem Stück und die Basisplatte **50g** und der Ringabschnitt **52g** haben im wesentlichen eine einheitliche Dicke. Wie bei den vorhergehenden Ausführungsformen liegt die Basisplattendicke nahe derjenigen des Plättchens, welches sie zu halten hat (z.B. etwa 0,0285 inch für ein 200 mm-Plättchen oder etwa 0,0305 inch für ein 300 mm-Plättchen). Ein Übergangsabschnitt verbindet die integrale Basisplatte **50g** und den Ringabschnitt **52g**. Der Übergangsabschnitt **280g** ist eine kreisförmige Stufe, welche die Plättchentasche begrenzt. Mehrere Lippen **66g** (vorzugsweise sechs) erstrecken sich, ähnlich den Lippen der zu-

vor beschriebenen Ausführungsformen, integral von der Basisplatte **50g**, wobei ein Spalt zwischen dem getragenen Plättchen **16** und der oberen Oberfläche **56g** der Basisplatte **50g** begrenzt wird. Um die Plättchentasche mit dem passenden Spalt zu bilden, hat der Übergangsabschnitt **280g** eine vertikale Dicke von etwa 0,077 inch (für den 200 mm-Plättchenträger), wobei eine vertikale Übergangsinnenwand **54g** gebildet wird (wobei auch eine Innenkante des Ringabschnitts **52g** begrenzt wird) und eine vertikale Übergangsaußenwand **229g** gebildet wird (wobei auch eine Außenkante der Basisplatte **50g** begrenzt wird).

[0185] Die Basisplatte **50g** wird durch das Zwischenfutter **22b** und insbesondere durch drei Zwischenfutterpfosten **64b** gehalten. Die Spitze jedes Pfostens **64b** schließt eine Plattform **240b** an der Innenseite des Pfostens **64b** ein. Die Basisplatte **50g** des Plättchenhalters **20g** ruht auf der Plattform **240b**. In Betrieb wird die Rotation des Zwischenfutters **22b** durch die Reibung zwischen der Plattform **240g** des Zwischenfutterpfostens und der unteren Oberfläche der Basisplatte auf den Plättchenhalter **20g** übertragen oder damit verbunden.

[0186] Jeder der Pfosten **64b** schließt auch eine nach oben gerichtete Ausdehnung oder einen Vorsprung mit einer heißen zentrierenden Oberfläche ein. Insbesondere umfasst der Pfostenvorsprung den zentrierenden Bolzen **242b** mit einer inneren heißen zentrierenden Oberfläche **244b**. Wie bei der Ausführungsform von **Fig. 26** liegt die heiße zentrierende Oberfläche **244b** wünschenswerterweise nahe bei einer äußeren vertikalen Wand des Plättchenhalters **20h** (z.B. die Übertragungsaußenwand **229g**) oder berührt diese, wenn das System eine hohe Temperatur hat (z.B. etwa 1200°C), aufgrund der unterschiedlichen Ausdehnung der Basisplatte **50g** (bevorzugt aus SiC) im Verhältnis zu dem Zwischenfutter **22b** (bevorzugt aus Quarz). "Nahe bei" bedeutet innerhalb der vorliegenden Beschreibung, dass die zentrierende Oberfläche des Zwischenfutters **22b** in einem Abstand von etwa 0,020 inch von einer vertikalen Plättchenhalteroberfläche entfernt liegt, noch bevorzugter in einem Abstand von etwa 0,010 inch. Es versteht sich, dass die Basisplatte **50g** auf unwesentliche Bewegungsfreiheit beschränkt ist, weil wenigstens drei dieser heißen zentrierenden Oberflächen **244b** auf mindestens drei verschiedene Zwischenfutterpfosten **64b** verteilt sind.

[0187] Vorteilhafterweise schließt die Ausführungsform von **Fig. 38** viele der Vorteile der zuvor beschriebenen Ausführungsformen ein. Zum Beispiel ist der Plättchenhalter **20g** bei hohen Temperaturen selbstzentrierend, wenn die thermische Gleichmäßigkeit am schwierigsten zu erreichen und am wichtigsten zu erreichen ist. Zusätzlich unterstützt die Rotationsverbindung auch einheitliche thermische Effekte. Die erläuterten Ausführungsformen bringen sowohl das heiße als auch das rotierende Verbinden mit weniger scharfen Ecken (wie etwa die durch die Bolzenvertiefungen erzeugten und in den **Fig. 26** und **27** gezeigten) zustande. Diese scharfen Ecken neigen dazu, thermische, elektrische und physische Belastungen zu konzentrieren. Natürlich vereinfacht die Verringerung der Ecken auch die Herstellung.

[0188] Die Einheitlichkeit des Querschnittes des Rings **52g** und der Basisplatte **50g** ermöglicht auch einheitliche Temperaturen über den Plättchenhalter **20g** hinweg. Im Prinzip ist die Geschwindigkeit, in welcher die Temperatur während des Erhitzens ansteigt, proportional zu der aufnehmenden Fläche geteilt durch die Dicke des Plättchenhalters **20g**. Temperaturungleichheiten während bestimmter thermischer Vorgänge können Belastungen erzeugen, die groß genug sind, um zum Bruch des Plättchenhalters zu führen. Für solche Vorgänge ist die einheitliche Dicke zum Verhindern von Bruch wichtiger als die Kompensation von Kantenverlust durch Verwendung eines dickeren Ringabschnitts.

[0189] Nunmehr unter Bezugnahme auf **Fig. 39**, bietet die neunte Ausführungsform ähnliche Vorteile. Wie bei der Ausführungsform von **Fig. 38** schließt der Plättchenhalter **20g** eine im wesentlichen einheitlich dicke Basisplatte **50h** und Ringabschnitte **52h**, welche auch integral als ein Stück gebildet sind. Der Übergangsabschnitt **280h** ist aber nach außen abgewinkelt statt vollständig vertikal zu sein. Vorzugsweise bildet der Übergang **280h** einen Winkel mit dem Ring **52h** und der Basisplatte **50h** von etwa zwischen 30° und 60°, und wird in **Fig. 39** bei etwa 45° liegend gezeigt. Der Übergangsabschnitt **280h** wird so zwischen einer kreisförmigen und abgewinkelten Übergangsinnenwand **54h** und einer Außenwand **229h** begrenzt.

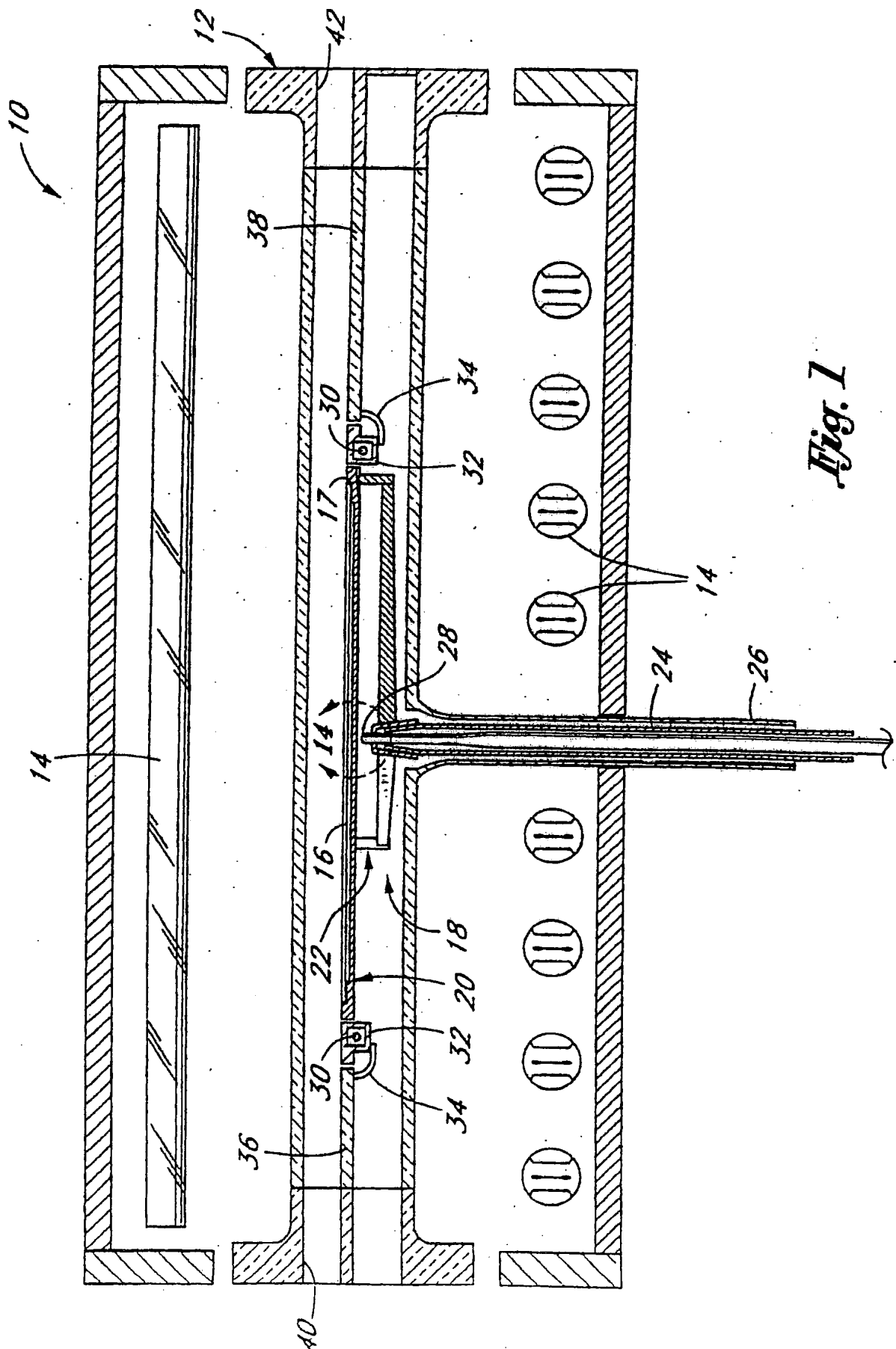
[0190] Der Plättchenhalter **20h** und insbesondere die Basisplatte **50h** ruhen auf inneren Plattformen **240h** des Zwischenfutterpfostens **64h**, und zwar durch Reibung rotierend mit dem Zwischenfutter **22h** verbunden. Der Pfostenvorsprung **242h** schließt eine abgewinkelte heiße zentrierende Oberfläche **244h** ein. Bei hohen Temperaturen dehnt sich der Plättchenhalter **20h** im Verhältnis zu dem Zwischenfutter **22h** aus. Die Halteraußenwand **229h** passt mit den heißen zentrierenden Oberflächen **244h** jedes Pfostens **64h** überein (vorzugsweise wenigstens drei), was den Plättchenhalter **20h** (und so das Plättchen) innerhalb eines eng begrenzten Raums zentriert.

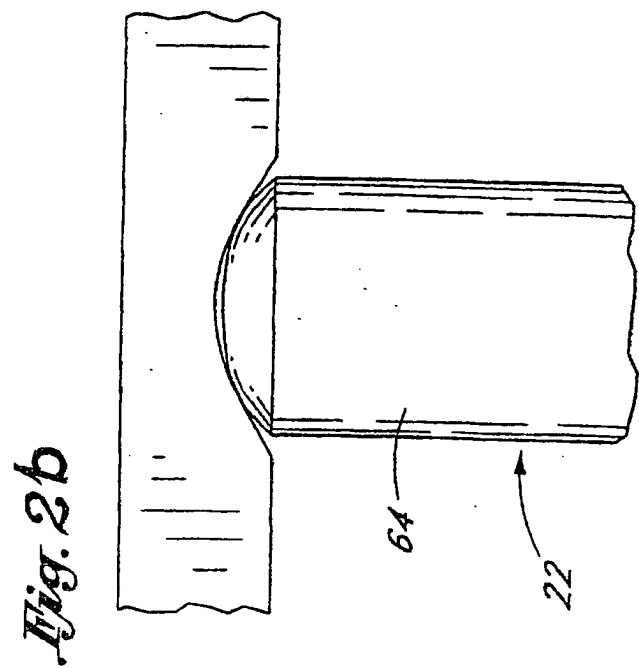
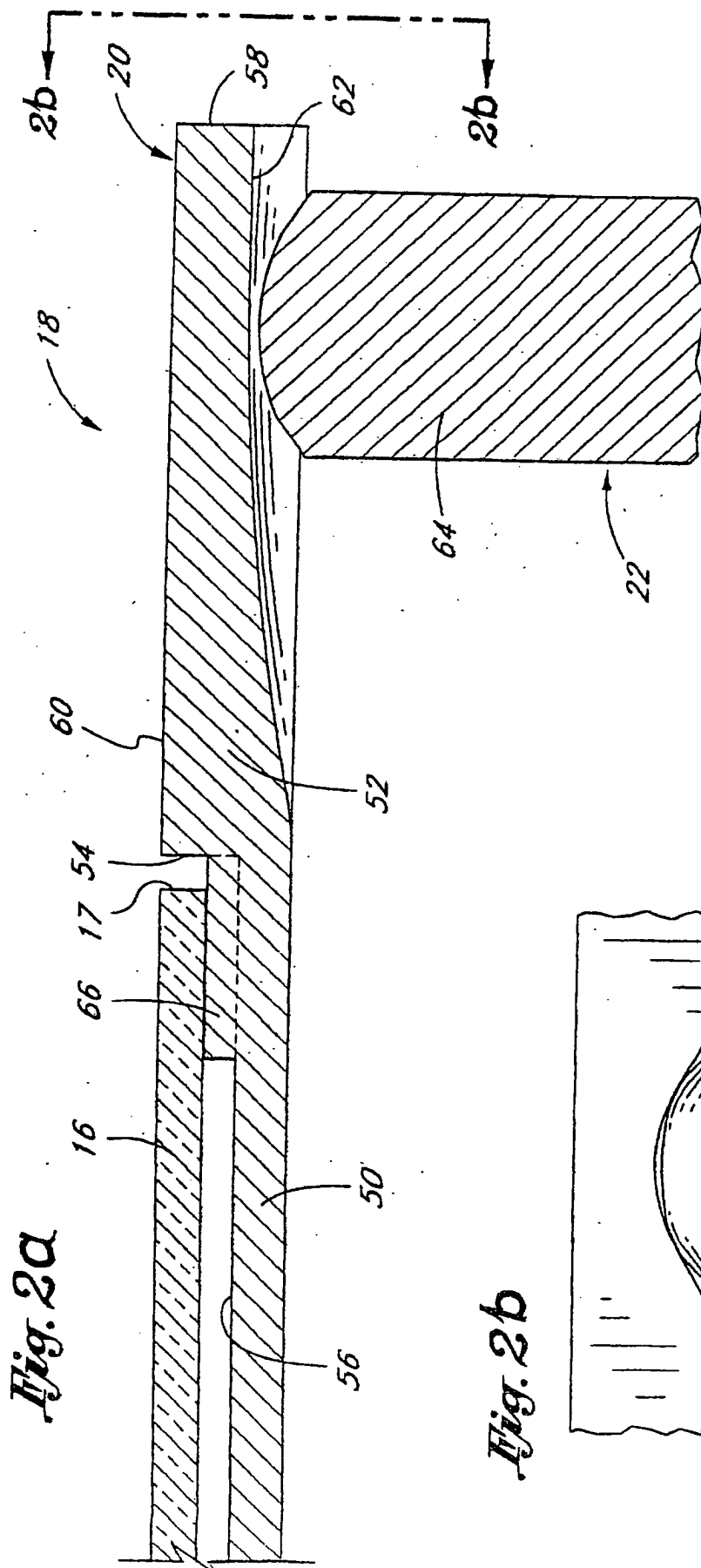
[0191] Die Ausführungsform von **Fig. 39** enthält ähnliche Vorteile wie die von **Fig. 38**. Zusätzlich verringert der abgewinkelte Übergangsabschnitt **280h** die effektive Dicke des Übergangsbereichs. Wenn man zum Beispiel äquivalente Plättchenhalter der achten und neunten Ausführungsform miteinander vergleicht, hat der vertikale Übergangsabschnitt **280g** von **Fig. 38** eine Dicke von etwa 0,077", während der abgewinkelte Übergangsabschnitt **280h** von **Fig. 39** eine effektive vertikale Dicke von etwa 0,040" hat. Dementsprechend erfährt die neunte Ausführungsform sogar noch weniger thermische Ungleichheiten während der thermischen Verarbeitung, was zu reduziertem Bruch führt. Darüber hinaus verringert der Winkel die Schärfe der Ecken und damit verbundene Belastungen.

Patentansprüche

1. Halbleiterreaktor (10) zur Behandlung eines Plättchens (16) mit einer Reaktionskammer (12), mehreren Wärmequellen, einer selbstzentrierenden Einzelplättchenträgerkonstruktion (18) mit einem ersten Level und einer zentrierten Position bei einer ersten Temperatur und einem zweiten Level mit einer zweiten Temperatur einschließlich eines Plättchenhalters (20) für direkte Unterstützung des Plättchens an seinem Umfang mit einem ersten Wärmeausdehnungskoeffizienten, wobei der Plättchenhalter wenigstens eine Vertiefung (62) in seiner Bodenoberfläche umfasst und eines Trägerkreuzes (22) zur Unterstützung des Plättchenhalters mit einem zweiten Wärmeausdehnungskoeffizienten, der von dem ersten Koeffizienten verschieden ist, wobei das Trägerkreuz wenigstens drei Trägerpfosten (64) umfasst, die in der Vertiefung des Plättchenhalters eingepasst sind, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Plättchenhalter Vertiefungen (62) mit einem sich verjüngenden Abschnitt (62) in Berührung mit oberen Enden der Trägerpfosten hat, wobei die sich verjüngenden Abschnitte so gestaltet sind, dass sie den Plättchenhalter auf dem Trägerkreuz halten, wenn sich der Plättchenhalter und das Trägerkreuz in bezug aufeinander infolge Wärmeausdehnung bewegen.
2. Reaktor nach Anspruch 1, bei dem der Plättchenhalter (20) im wesentlichen aus Siliciumcarbid besteht.
3. Reaktor nach Anspruch 1, bei dem die Vertiefung (62) wenigstens drei radiale Nuten entsprechend den Trägerpfosten des Trägerkreuzes (22) umfasst, die in gleichmäßigen Winkelabständen voneinander um die Bodenoberfläche des Plättchenhalters verteilt sind.
4. Reaktor nach Anspruch 3, bei dem jede der Radialnuten ein Paar von radial ausgerichteten flachen Oberflächen umfasst, die eine Nutenöffnung begrenzen, wobei jeder der Trägerpfosten ein gekrümmtes Ende (100) einschließt, das so bemessen ist, dass es in die Nutenöffnung passt.
5. Reaktor nach Anspruch 4, bei dem das Trägerkreuz (22) drei Pfosten (64) umfasst, die in gleichem Abstand von einer mittigen Trägerkreuznabe (90) mit ihr verbunden umfasst, wobei die Trägerkreuznabe mit einer drehbaren Welle verbunden ist.
6. Reaktor nach Anspruch 1, bei dem der Plättchenhalter (20) eine scheibenförmige Basisplatte (50) und einen unabhängigen Ring umfasst.
7. Reaktor nach Anspruch 6, bei dem der Ring (52) die Basisplatte (50) abstützt und die Vertiefung (62) wenigstens drei radiale Nuten umfasst, die in einer Unterseite des Ringes ausgebildet sind.
8. Reaktor nach Anspruch 6, bei dem die Basisplatte (50) den Ring (52) unterstützt und die Vertiefung zwischen einer Außenwand der Basisplatte (58) und einer Ringinnenwand (54) ausgebildet ist und jeder der Trägerpfosten (64) einen nach oben vorspringenden Bolzen mit einer radialäußeren und einer radialinneren Oberfläche umfasst, wobei die äußere Bolzenoberfläche eines jeden Trägerpfostens in der Nähe der Ringinnenwand bei der ersten Temperatur positioniert ist, die innere Bolzenoberfläche eines jeden Trägerpfostens in der Nähe der Außenwand der Basisplatte bei der zweiten Temperatur positioniert ist und die erste Temperatur niedriger als die zweite Temperatur ist.
9. Reaktor nach Anspruch 8, bei dem die Vertiefung eine Ringnut umfasst, die durch eine Umfangskante der Basisplatte, eine vertikale Nuteninnenwand und eine ringförmige Leiste, die sich radial von der Nuteninnenwand aus nach innen erstreckt, begrenzt ist.
10. Reaktor nach Anspruch 9, bei dem die Vertiefung (62) weiterhin wenigstens drei Bolzenvertiefungen entsprechend den Trägerpfosten (64) umfasst, wobei sich die Bolzenvertiefungen von der Ringnut aus radial nach außen erstrecken, die Ringinnenwand (54) eine Bolzenvertiefungsrückwand umfasst und die Außenwand der Basisplatte (58) die Umfangskante der Basisplatte umfasst.

Es folgen 22 Blatt Zeichnungen





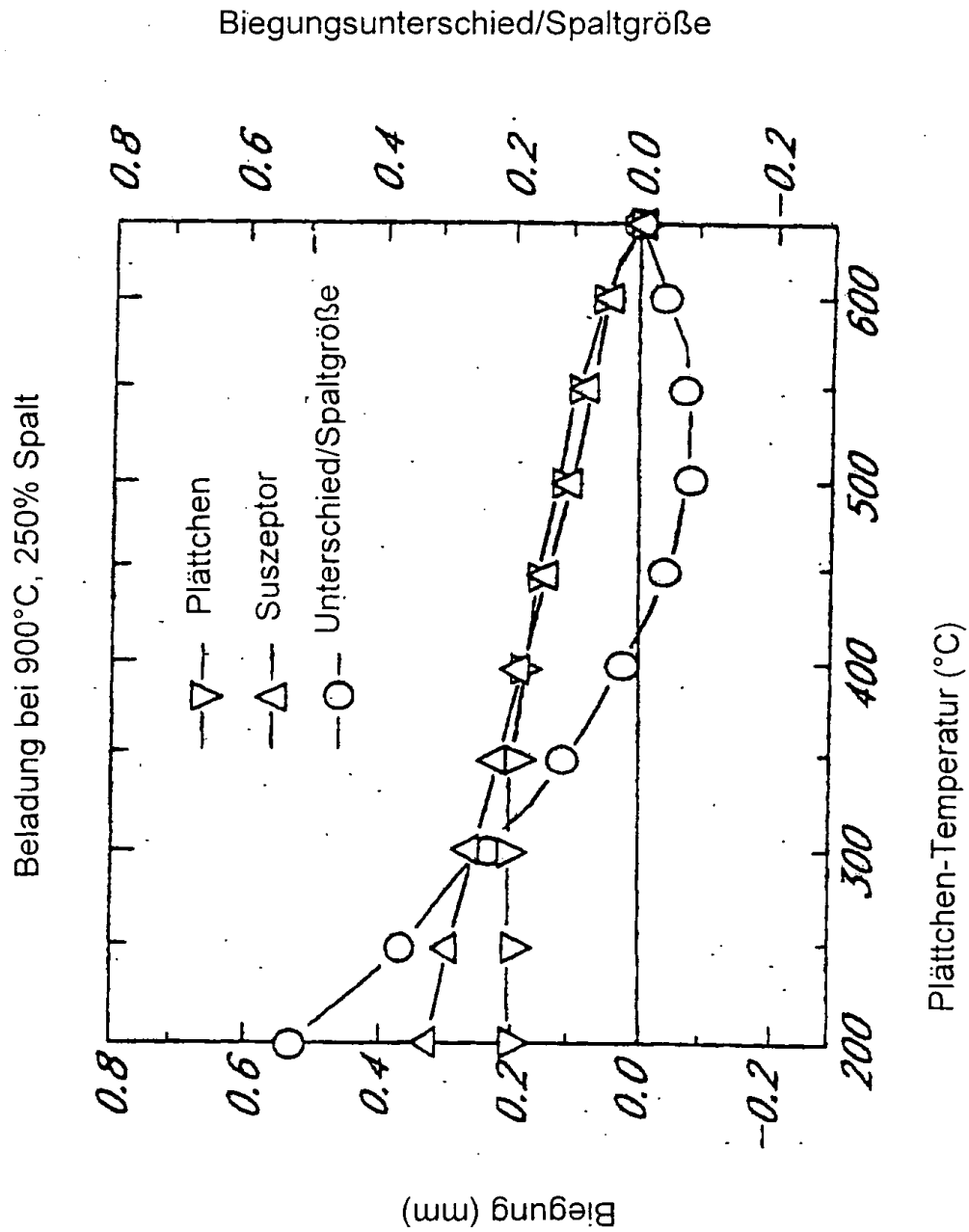


FIG. 3

Fig. 4

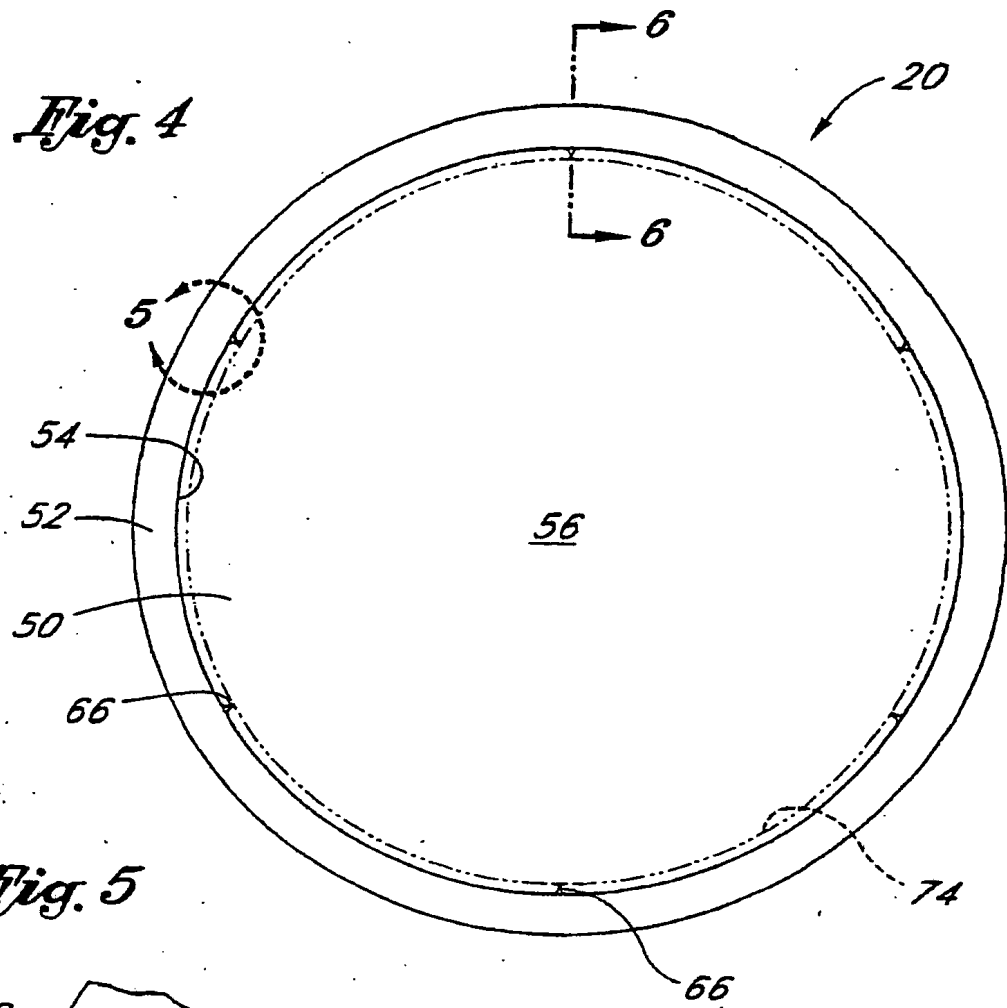


Fig. 5

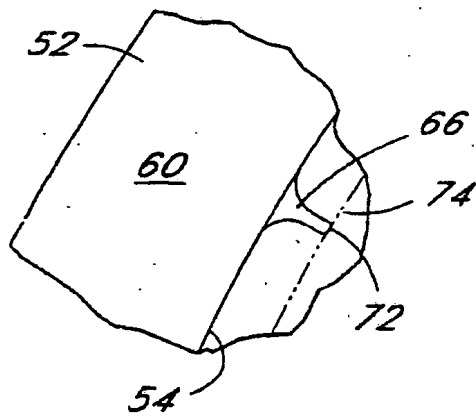


Fig. 7

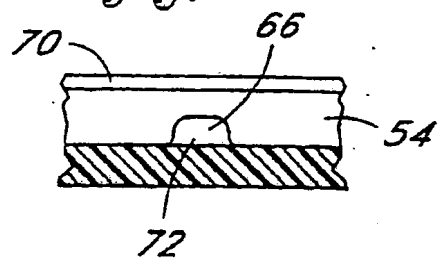


Fig. 6

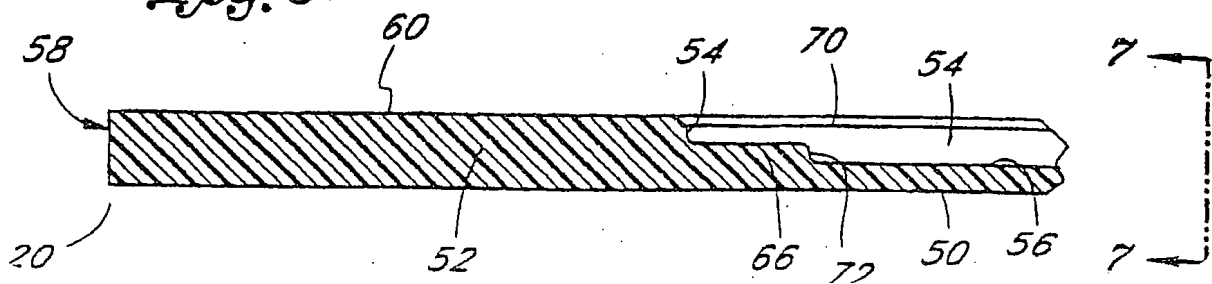


Fig. 8

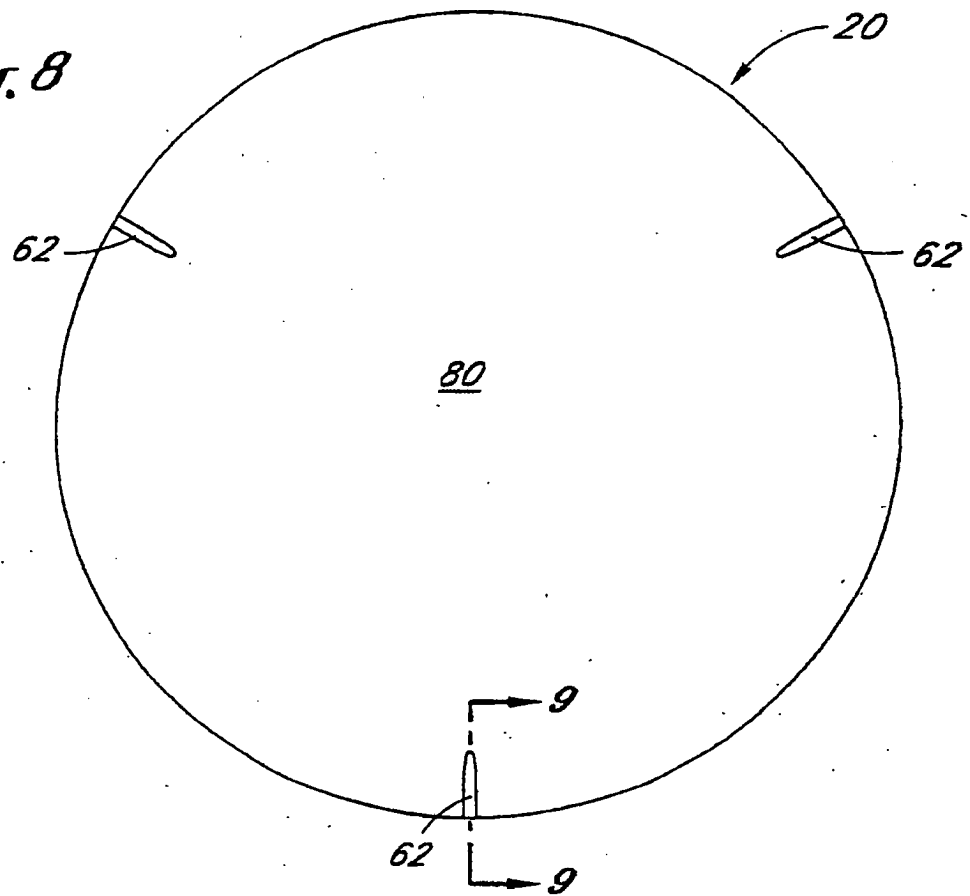


Fig. 9

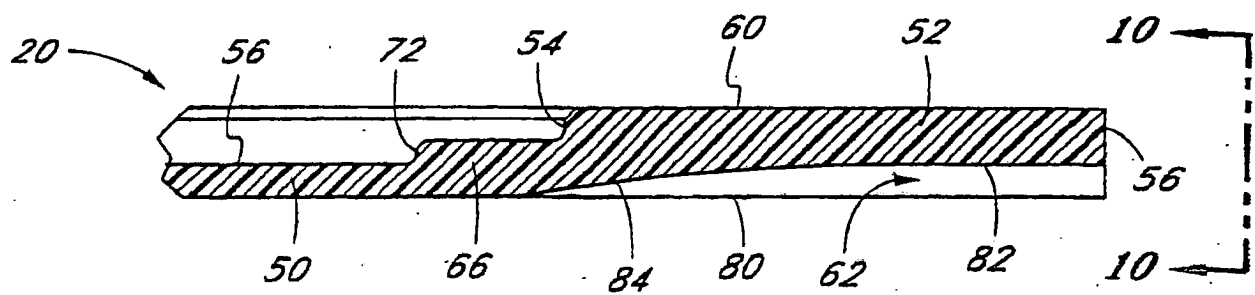
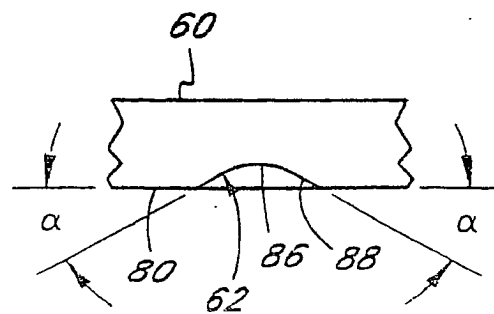
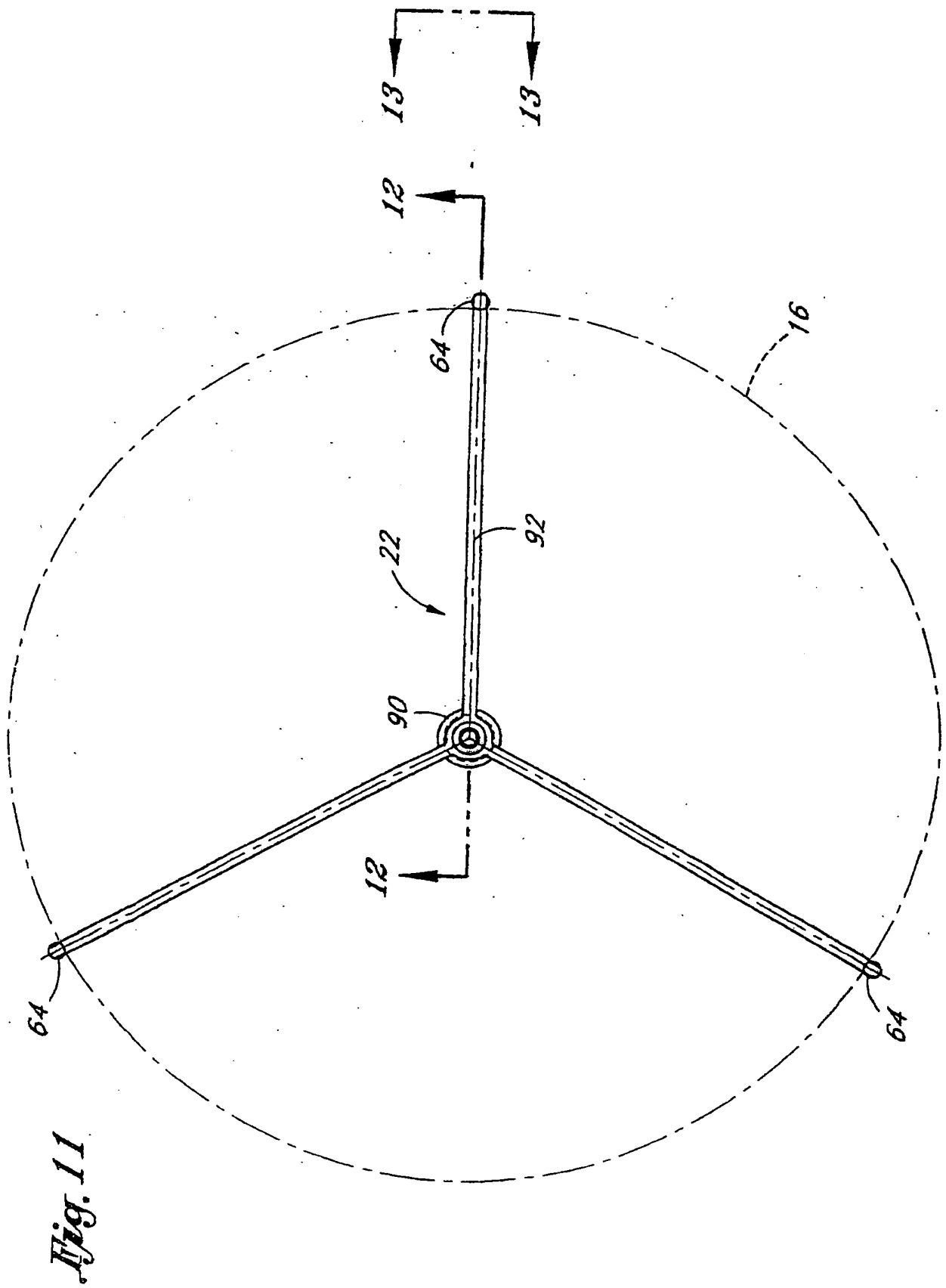


Fig. 10





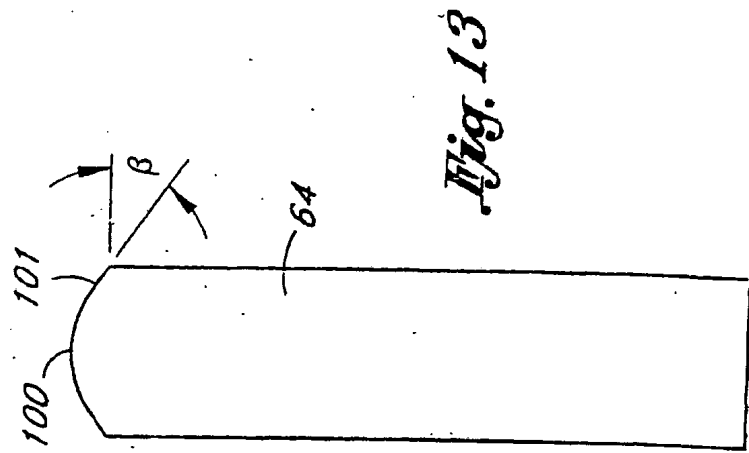
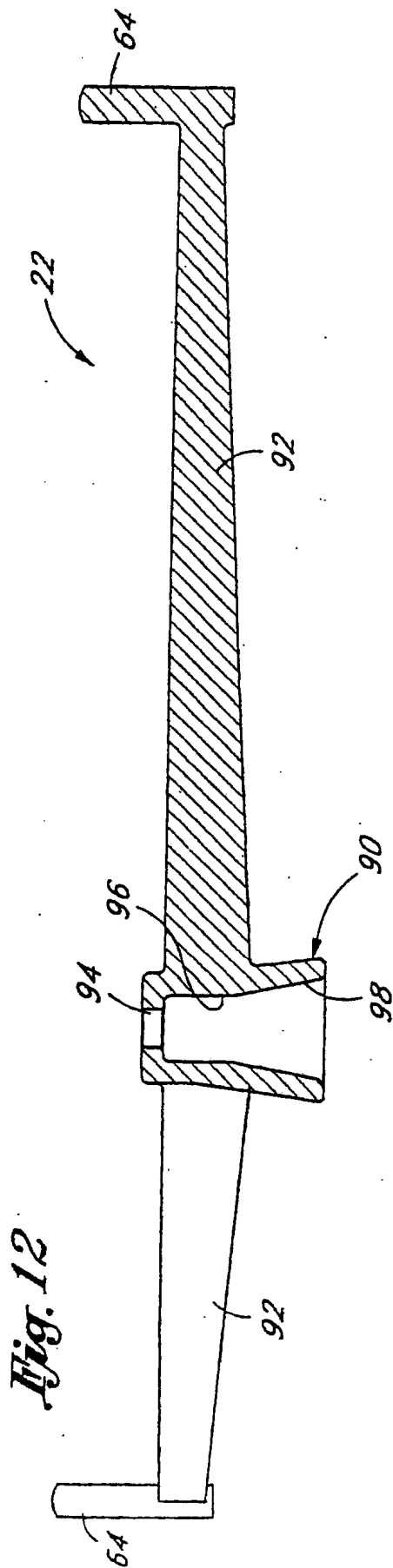


Fig. 14

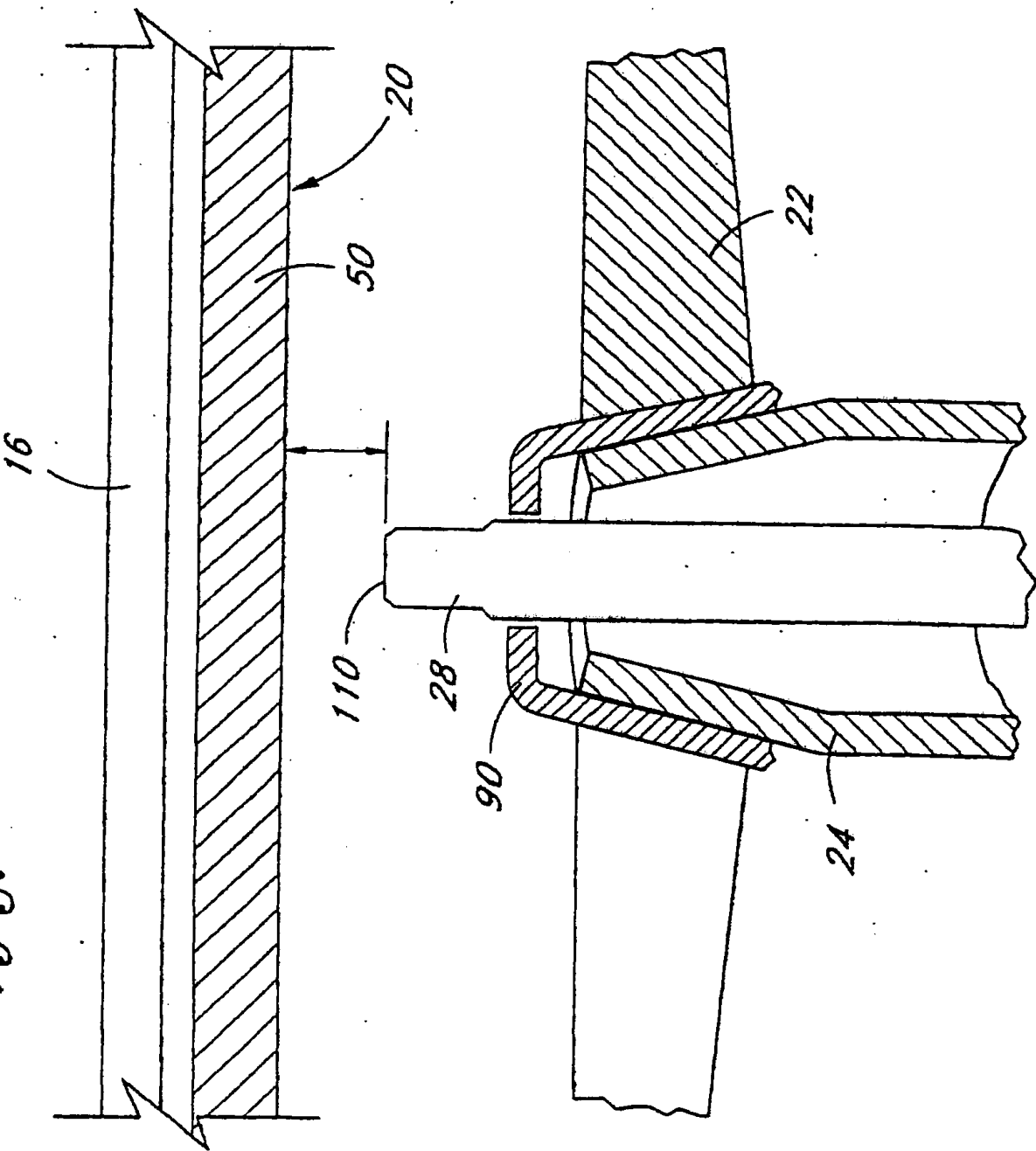


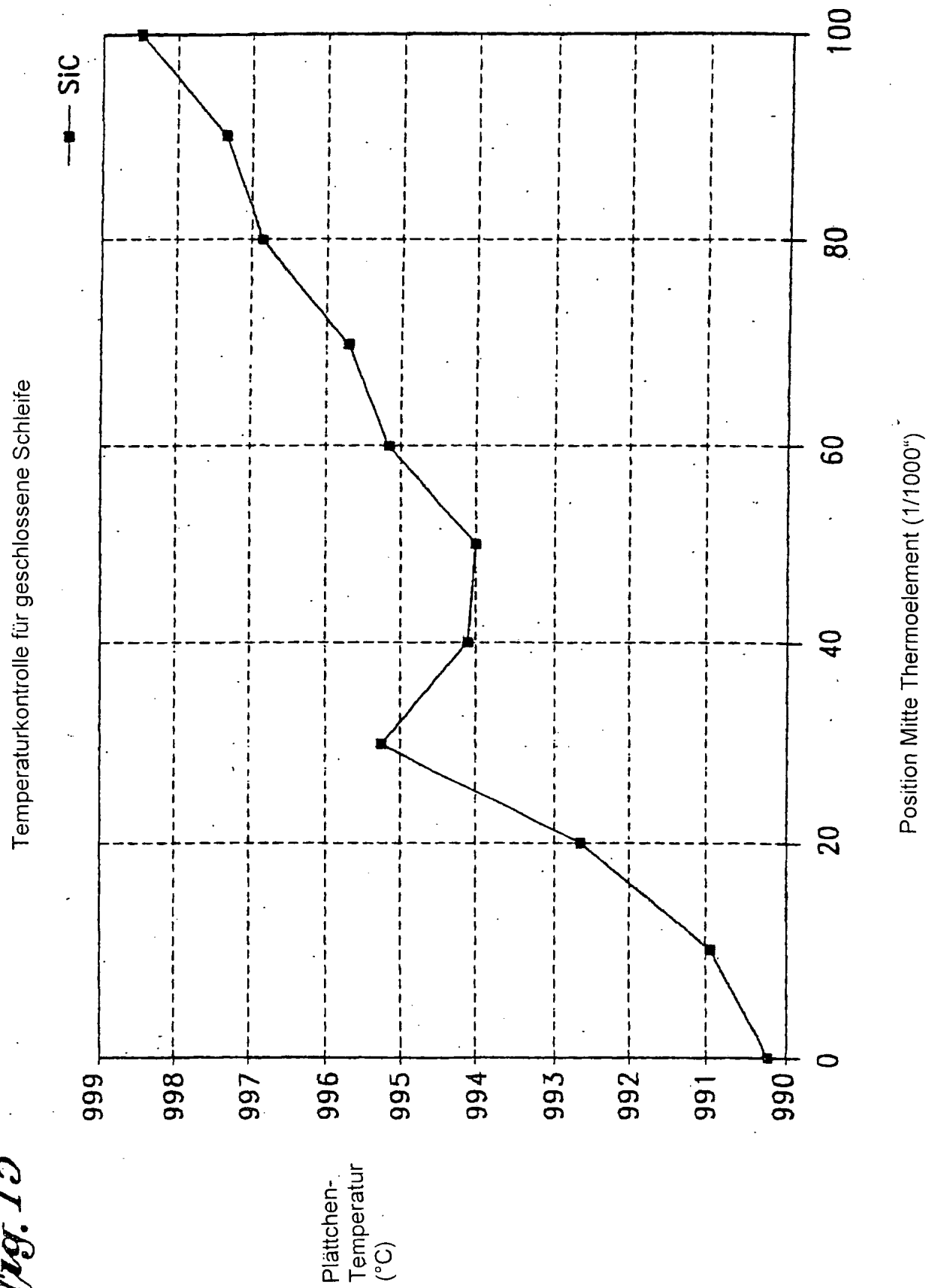
Fig. 15

Fig. 16

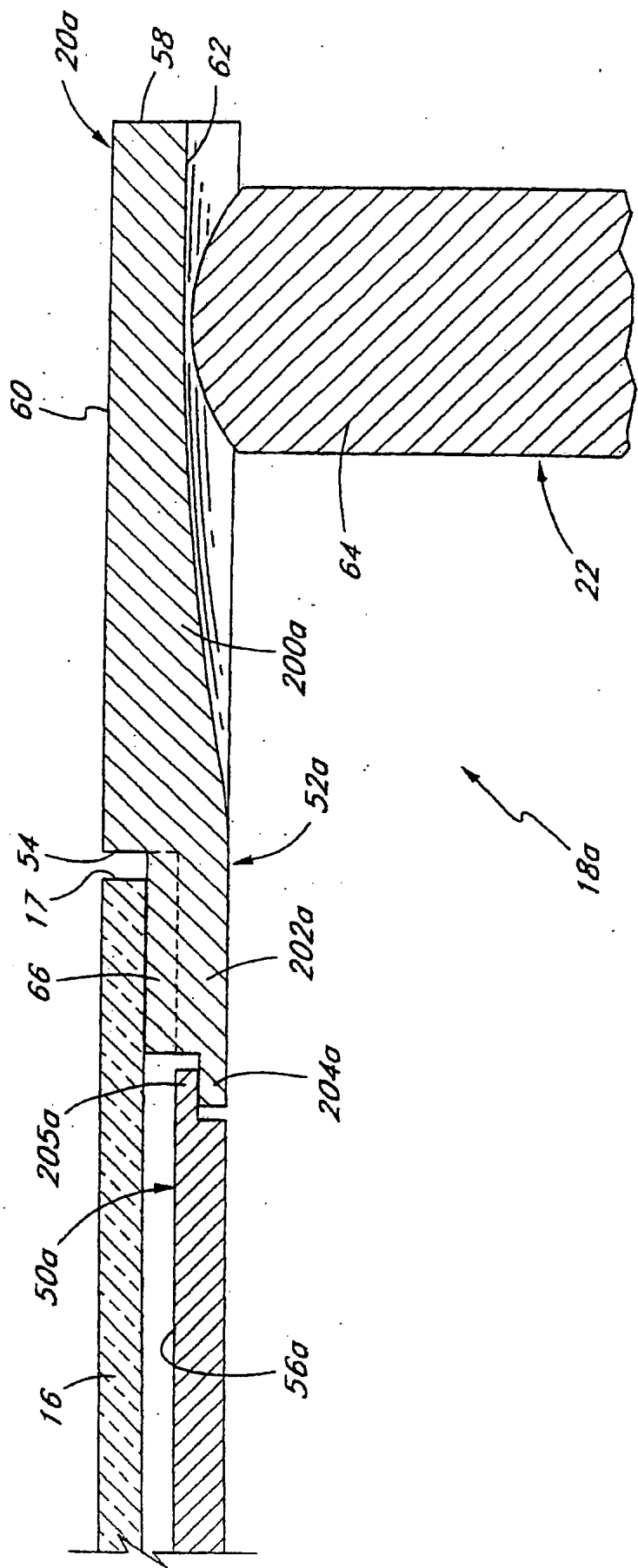


Fig. 17

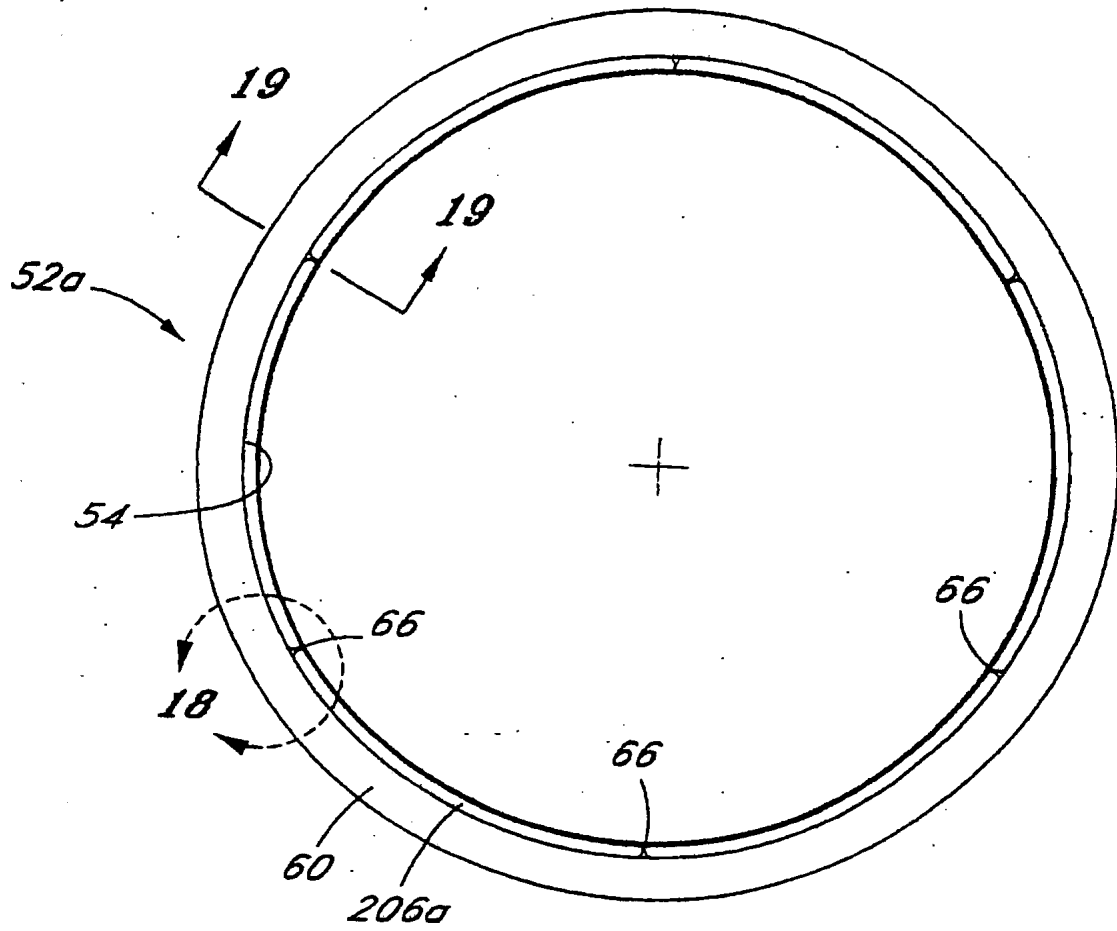


Fig. 18

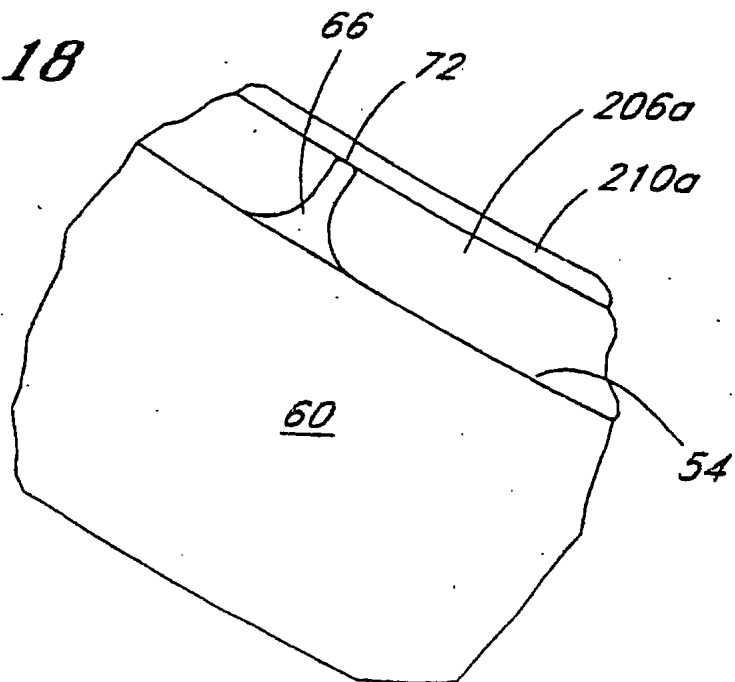


Fig. 19

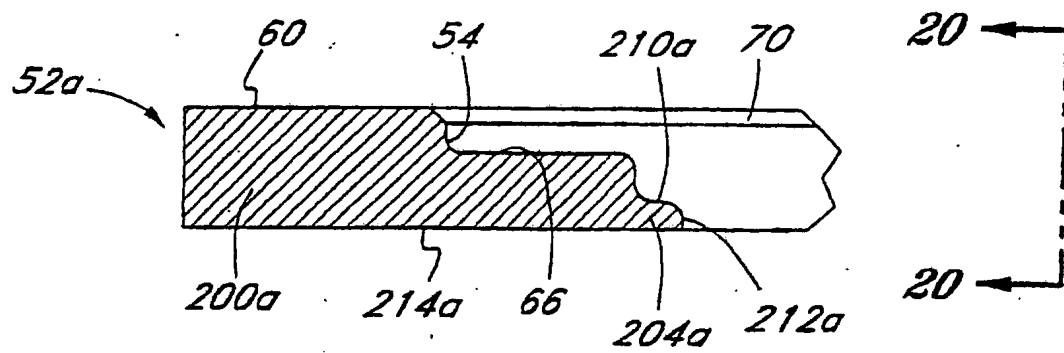


Fig. 20

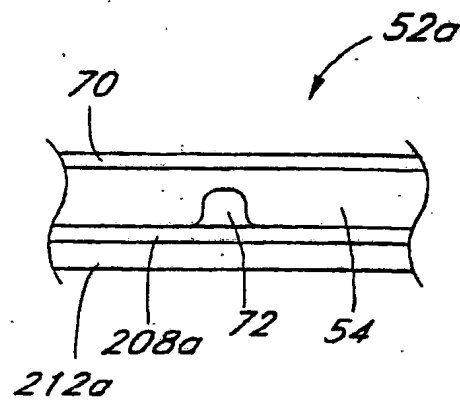
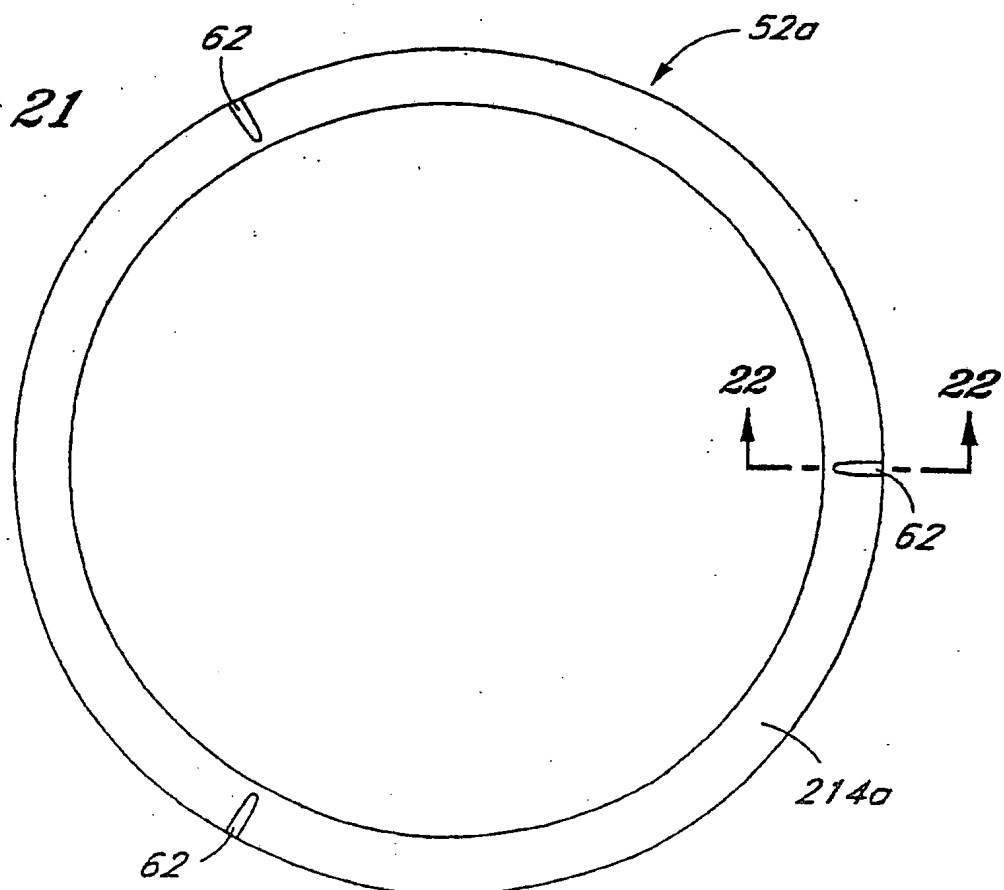
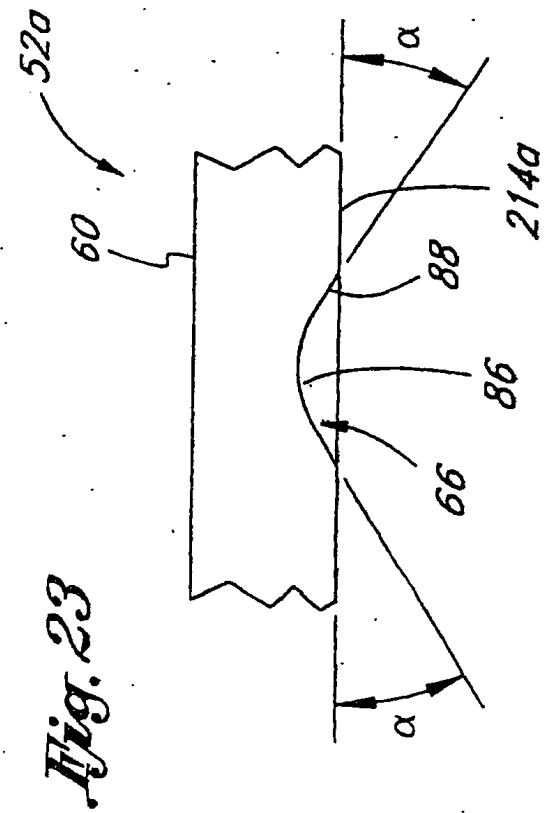
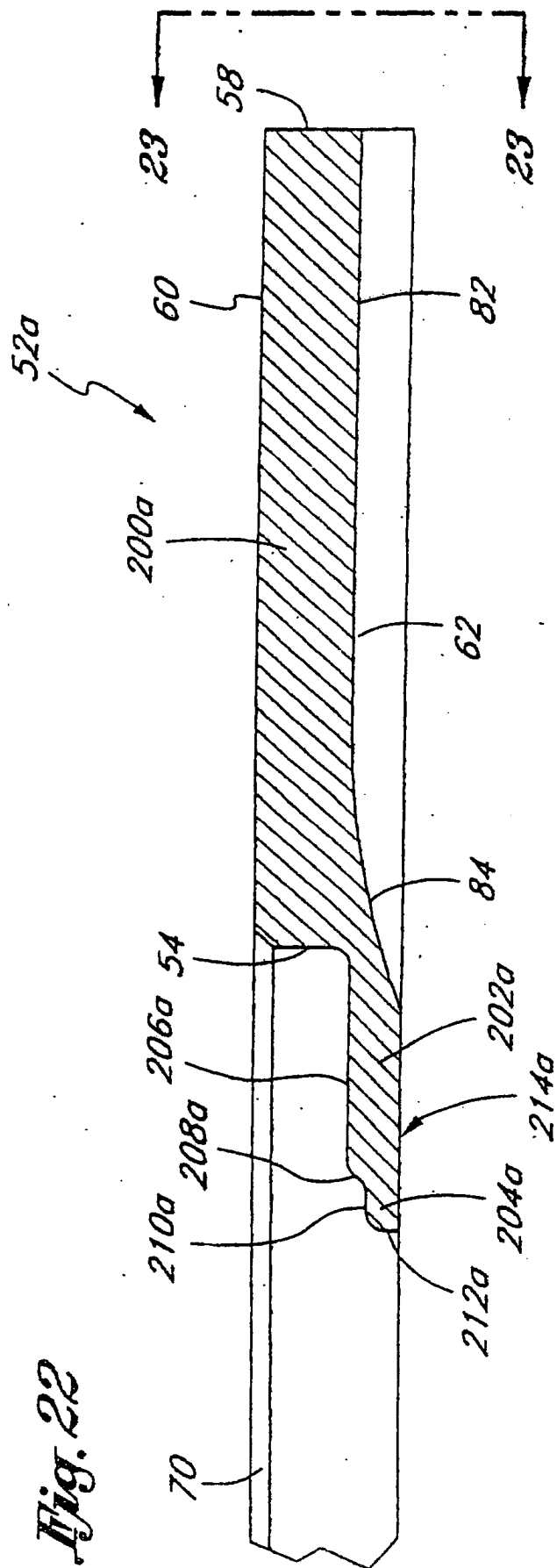


Fig. 21





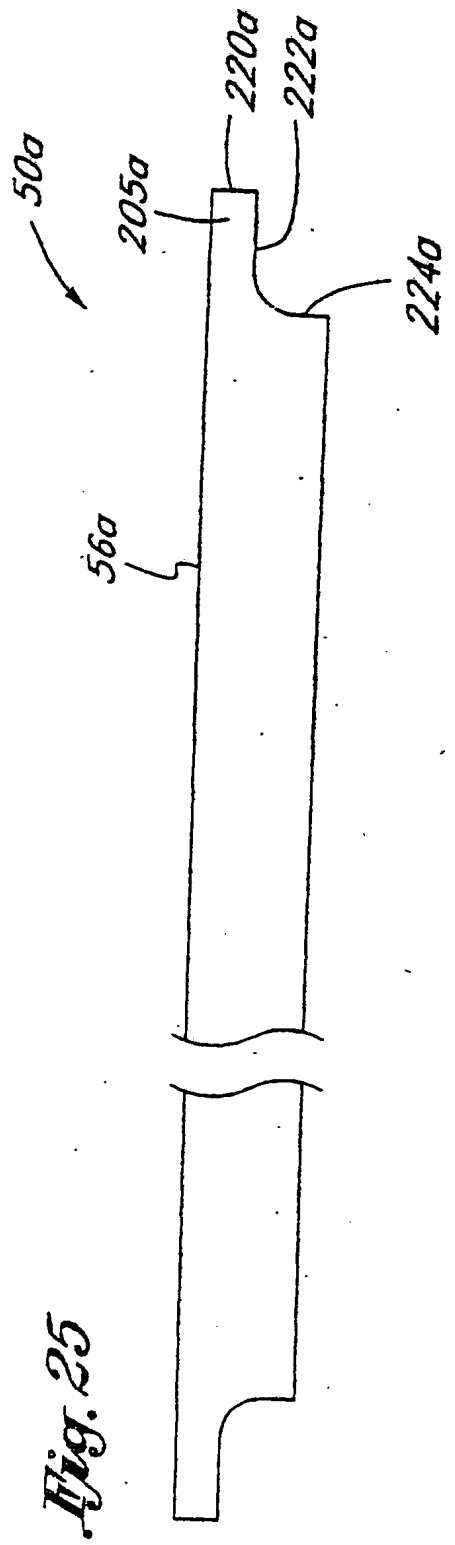
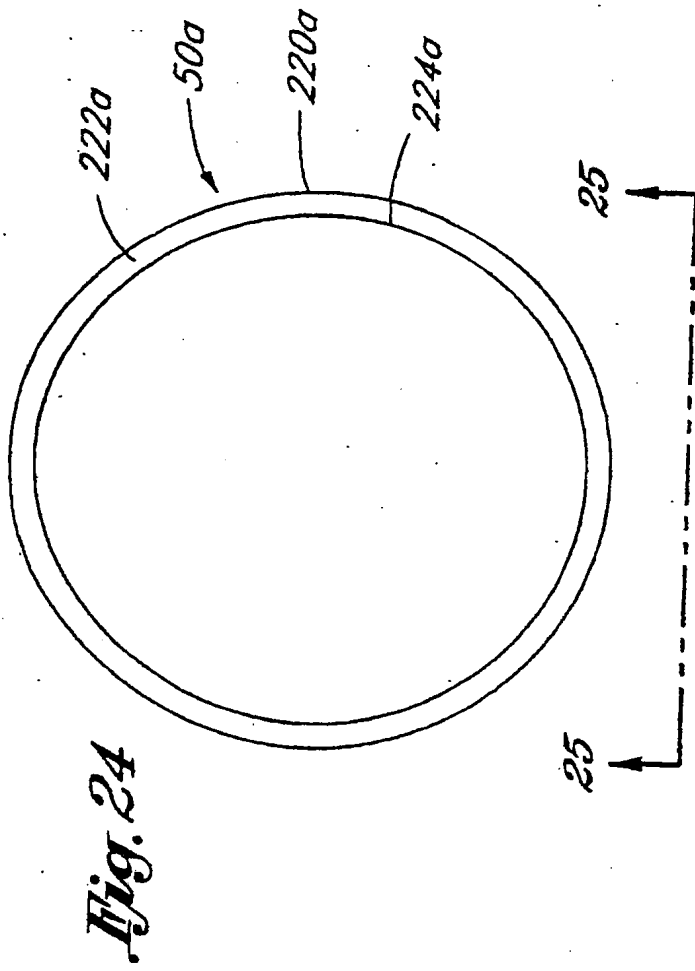


Fig. 26

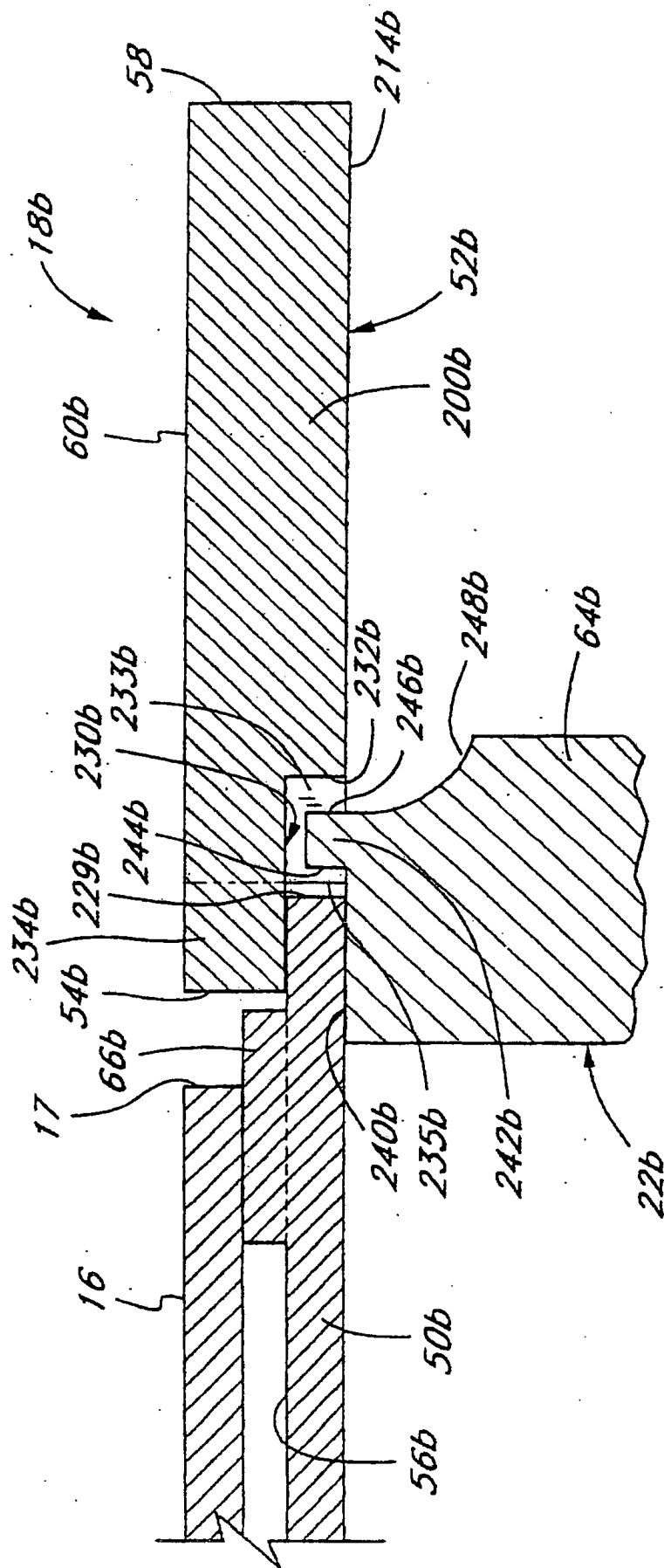


Fig. 27

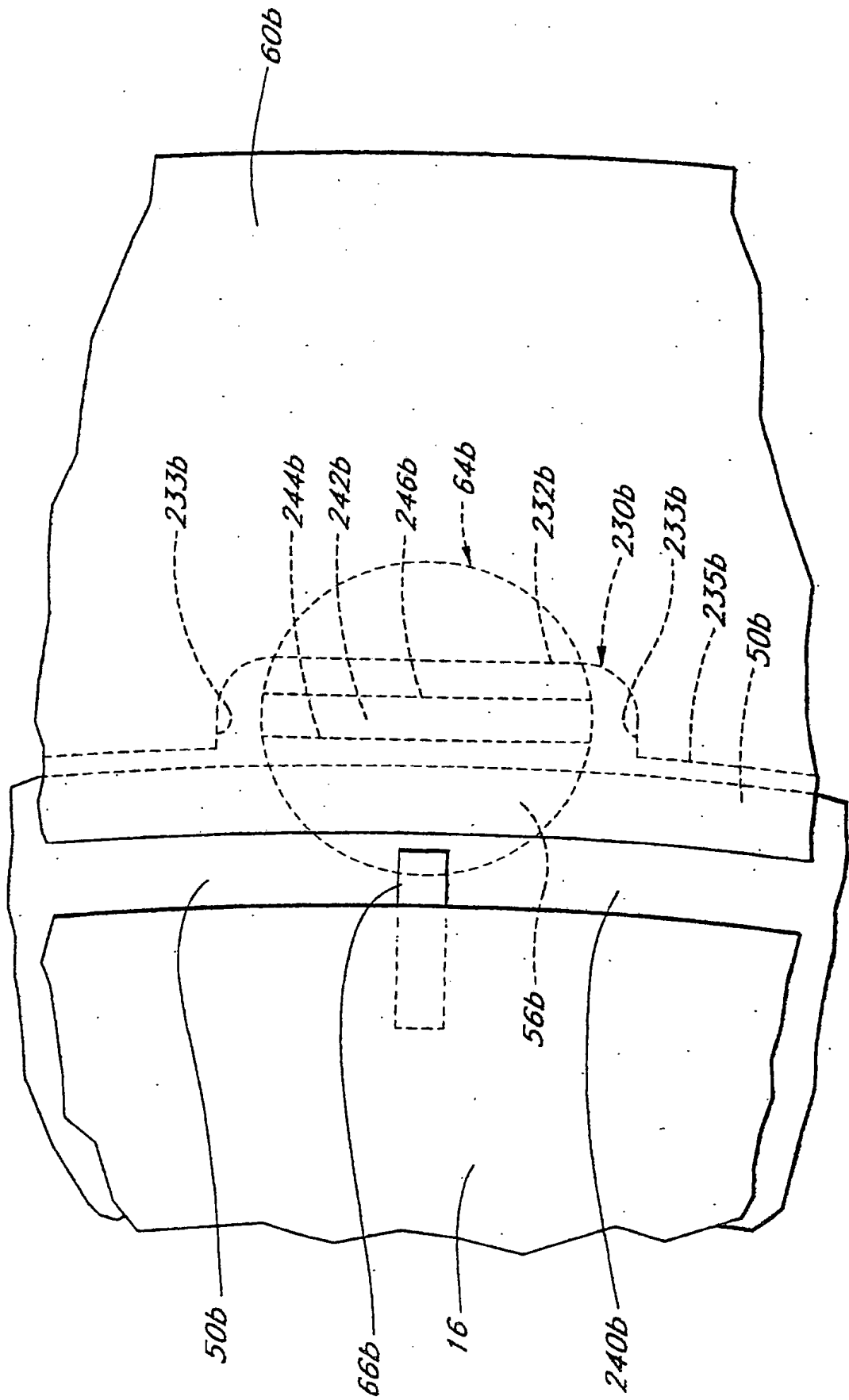


Fig. 28

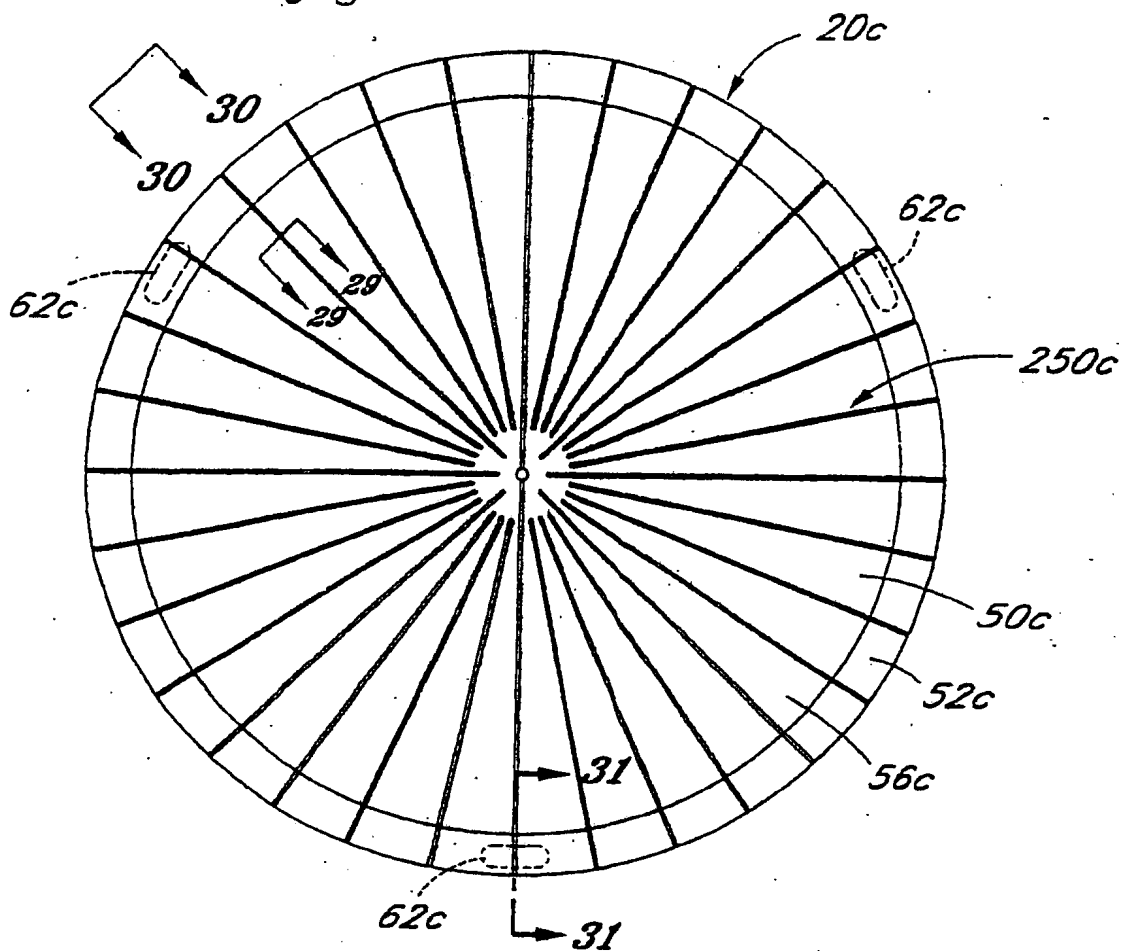


Fig. 29

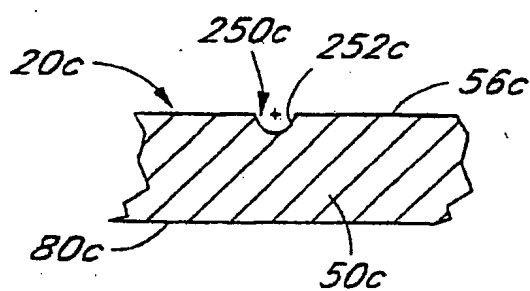


Fig. 30

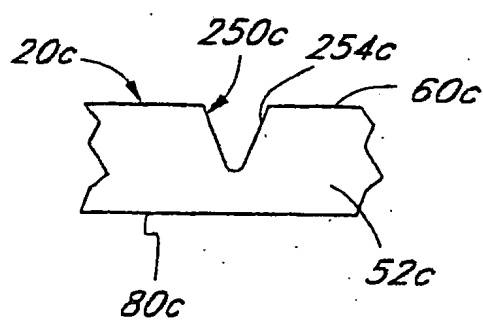
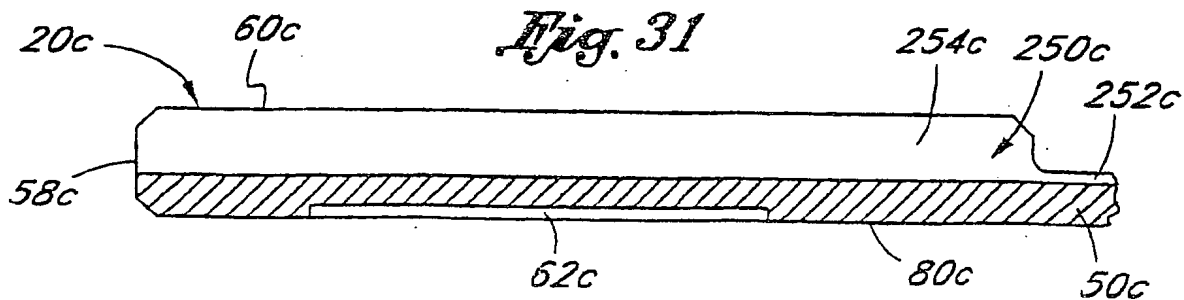


Fig. 31



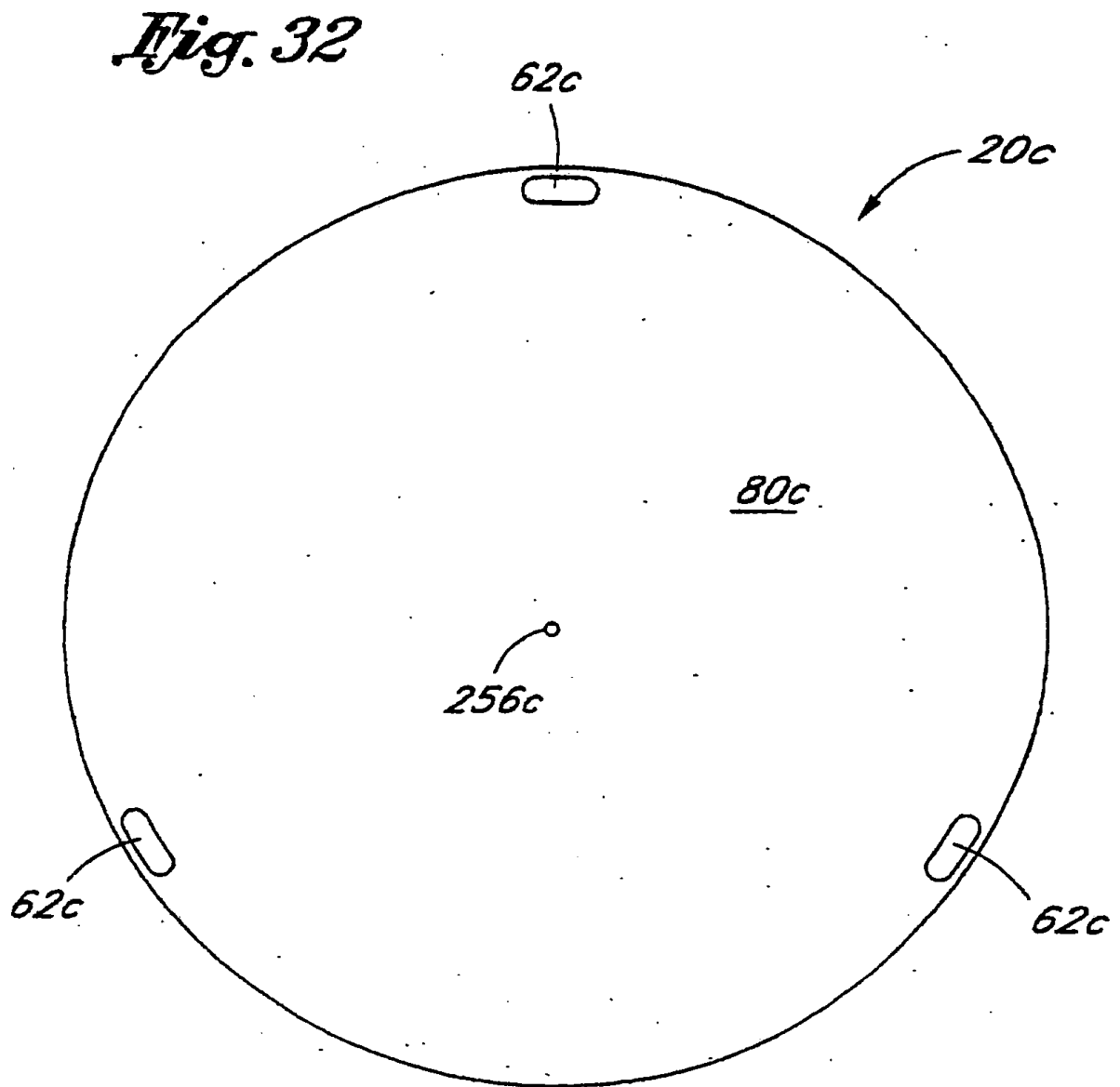


Fig. 33

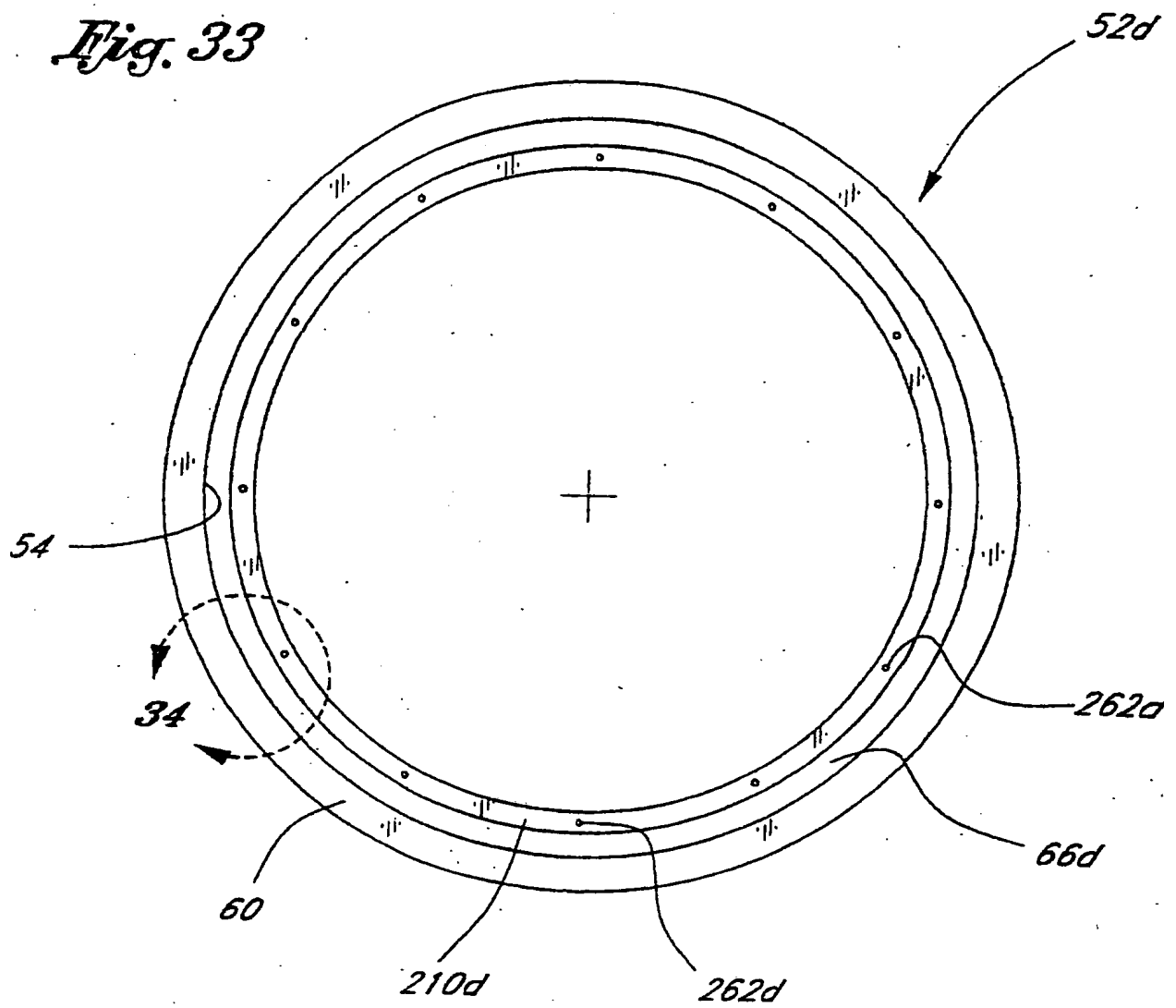
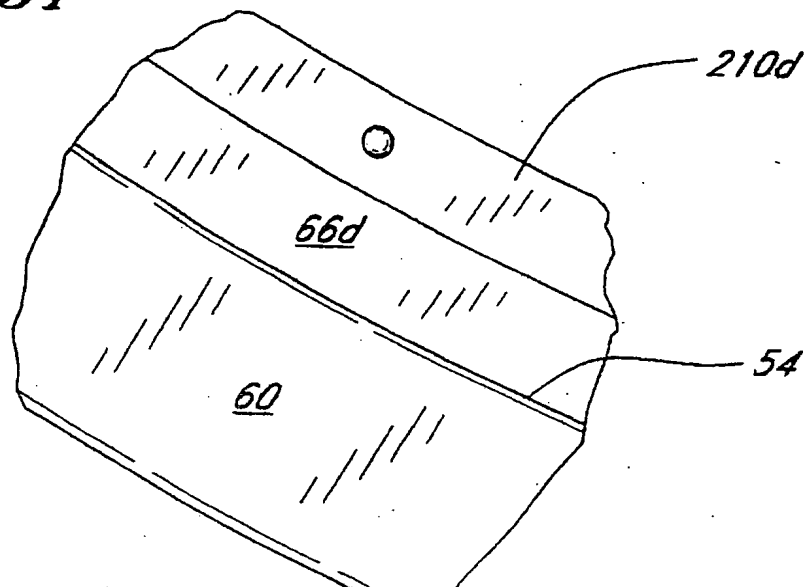
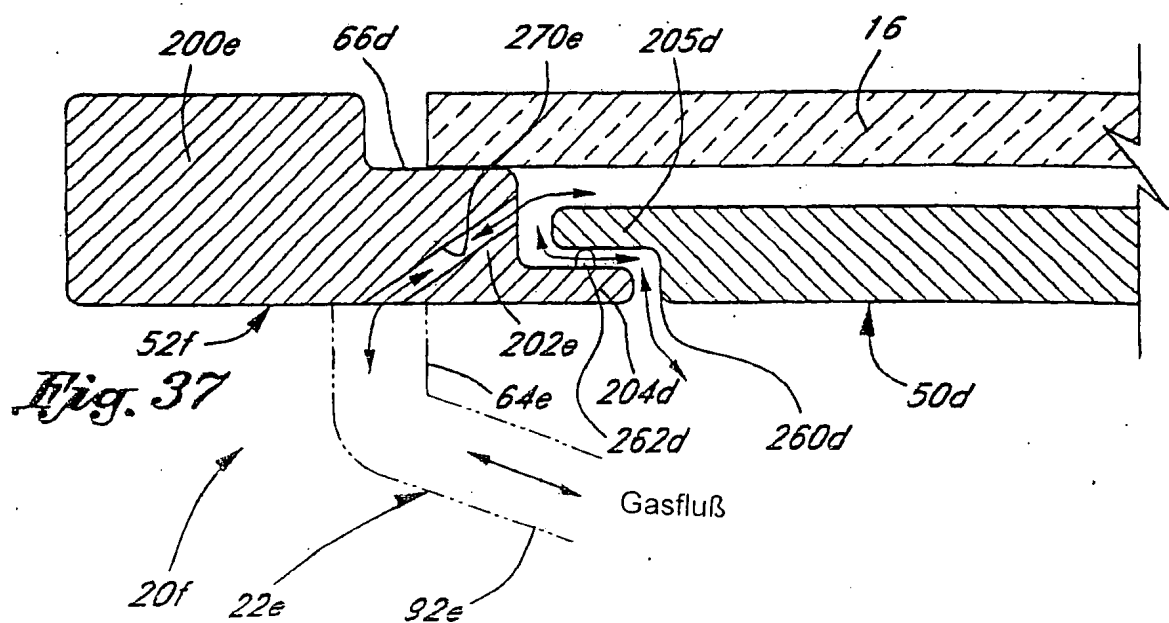
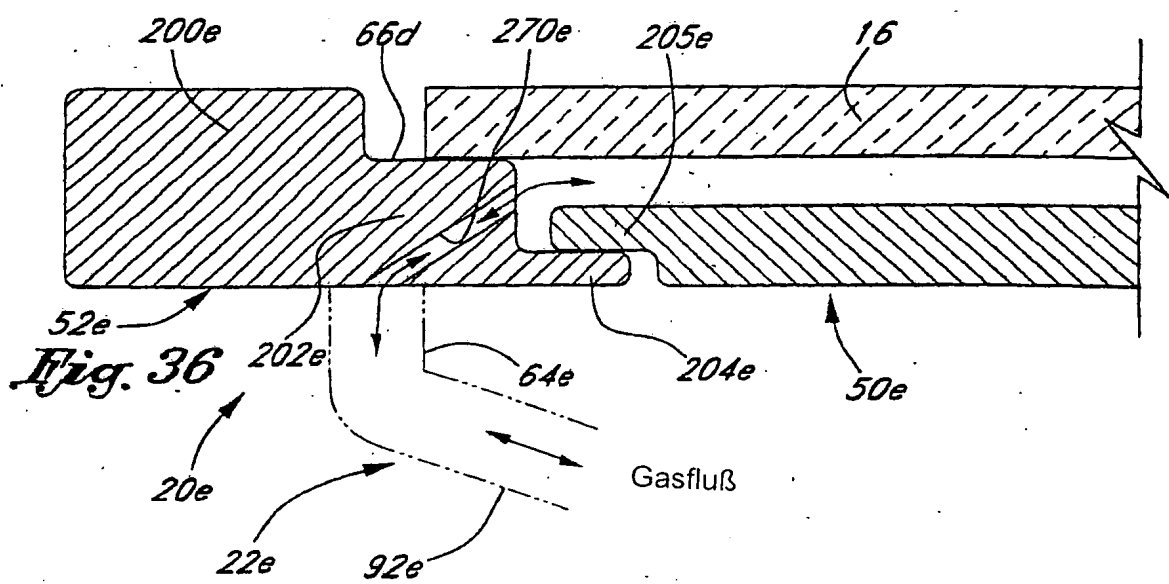
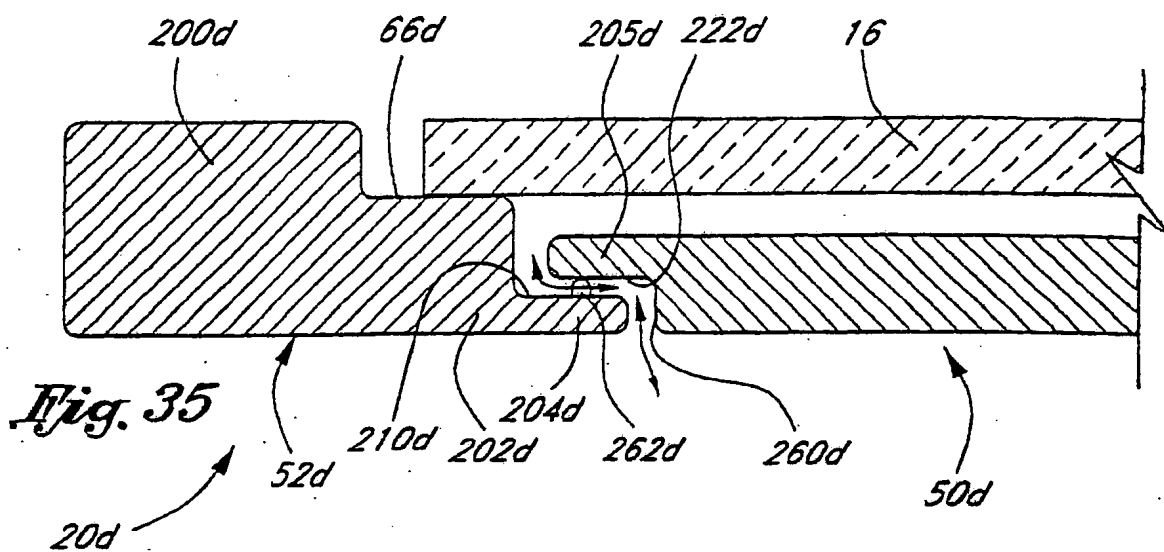


Fig. 34





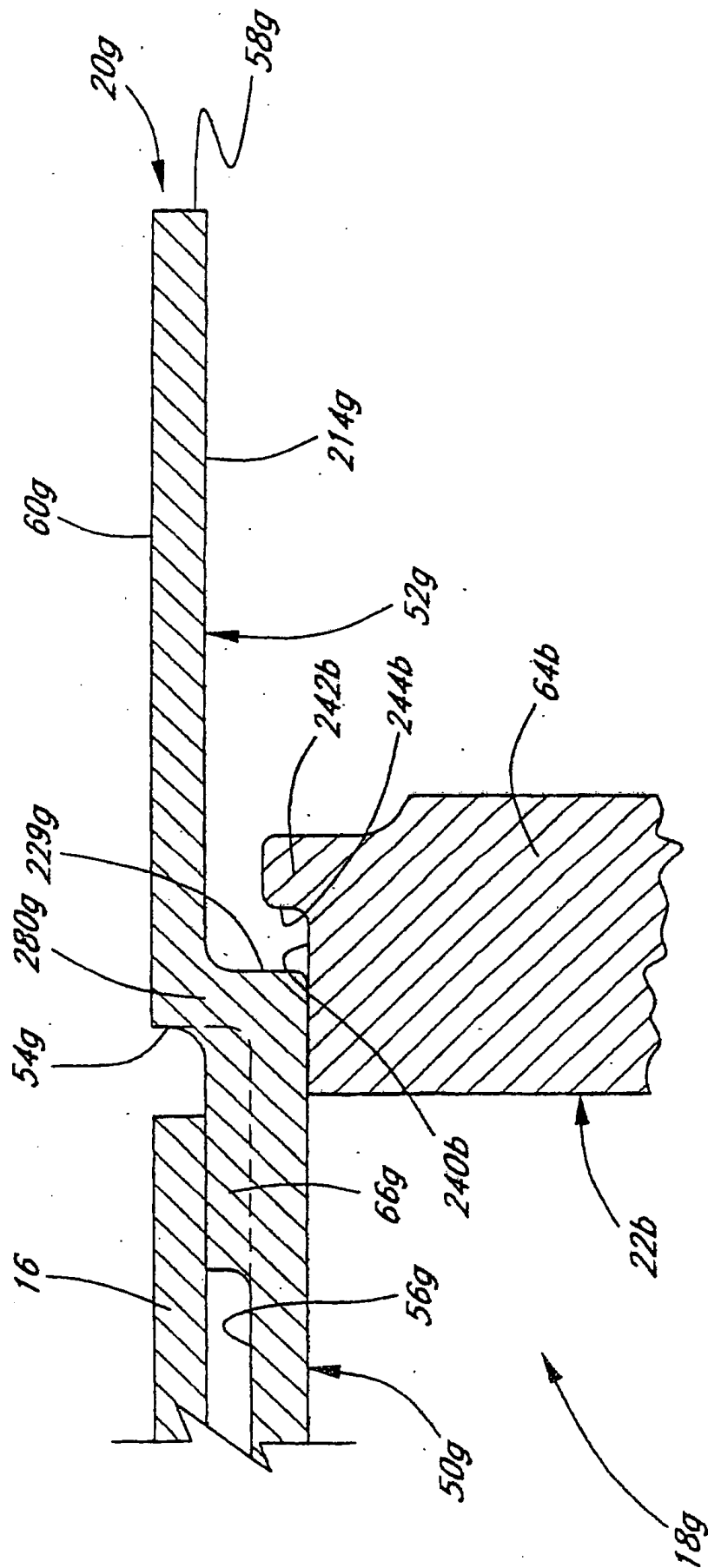


FIG.38

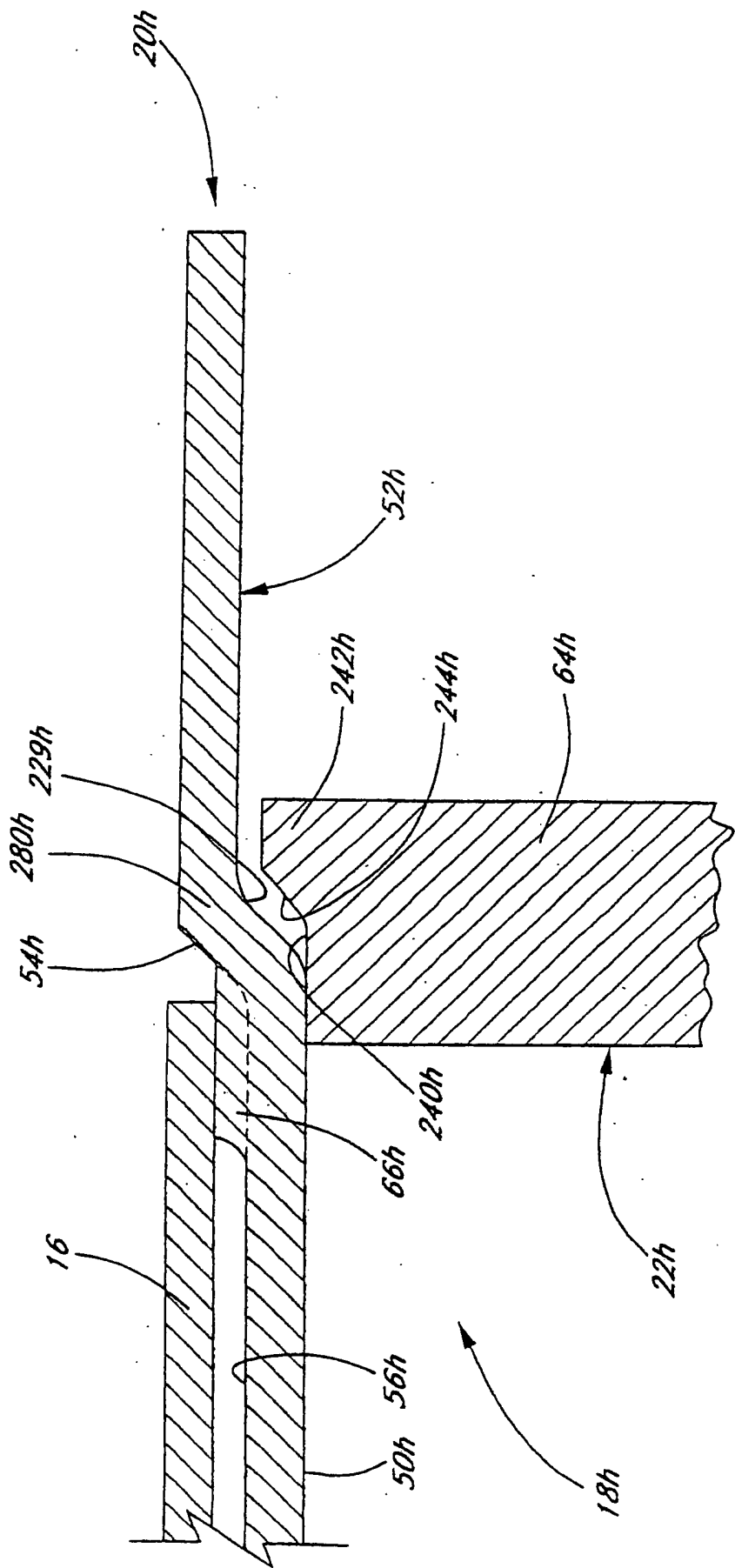


FIG.39