



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 699 34 494 T2** 2007.04.19

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 097 470 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **699 34 494.8**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US99/16583**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **99 935 833.6**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2000/005753**

(86) PCT-Anmeldetag: **21.07.1999**

(87) Veröffentlichungstag
der PCT-Anmeldung: **03.02.2000**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **09.05.2001**

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **20.12.2006**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **19.04.2007**

(51) Int Cl.⁸: **H01L 21/00** (2006.01)
C23C 16/48 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
122620 23.07.1998 US

(73) Patentinhaber:
Applied Materials, Inc., Santa Clara, Calif., US

(74) Vertreter:
v. Fünér Ebbinghaus Finck Hano, 81541 München

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE, GB

(72) Erfinder:
**ANDERSON, Roger N., San Jose, California
951254, US**

(54) Bezeichnung: **INFRAROT-DURCHSICHTIGES DECKELEMENT FÜR EINEN THERMISCHEN REAKTOR**

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

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf thermische Reaktoren zu Behandlung von Halbleiterwafern und insbesondere auf einen Reaktor mit einem domförmigen Fenster, dessen Schwerpunkt in dem Flanschteil des Fensters gleich verteilt ist.

[0002] Der jüngste technologische Fortschritt ist gekennzeichnet durch die zunehmende Miniaturisierung von elektronischen Schaltungen, die durch Fortschritte bei der Halbleiterbehandlung ermöglicht wurden. Bestimmte moderne Behandlungstechniken erfordern es, eine Halbleiterstruktur einem Reaktionsteilnehmergas unter sorgfältig gesteuerten Bedingungen auszusetzen. Beispiele solcher Prozesse sind die chemische Gasphasenabscheidung und Ätzprozesse. Besonders wichtig ist die Gleichförmigkeit der Temperatur und des Gasstroms, um gleichförmige Ergebnisse, beispielsweise Abscheidungsstärke, über einem Wafer zu gewährleisten.

[0003] Zu dem Verfahren des Abscheidens von Schichten auf einem Halbleiterwafer (oder Substrat) gehören üblicherweise das Anordnen des Substrats in einer Kammer des thermischen Reaktors und das Halten des Wafers in einem Strom eines Reaktionsteilnehmergases, das über die Oberfläche eines Wafers strömt. Der thermische Reaktor wird durch externe Lampen erhitzt, die Infrarotstrahlung in die Reaktorkammer durch obere und untere Heizöffnungen hindurchführen. Die Heizöffnungen sind von für Infrarot transparente Deckelelemente abgedeckt. Das obere Deckelelement zeichnet sich insgesamt durch einen zentralen Fensterteil und einen Flanschteil aus. Der Flanschteil dient dazu, den zentralen Fensterteil in dem thermischen Reaktor zu halten. Während der Waferbehandlung werden in dem Deckelelement aufgrund einer Druckdifferenz über dem Deckel und/oder aufgrund der Wärmeausdehnung durch Erhitzen des zentralen Fensterteils Spannungen erzeugt. Diese Spannungen neigen dazu, sich in dem Flanschteil des Deckelelements zu konzentrieren.

[0004] Die EP-A-0 474 251 offenbart einen Reaktor zur Behandlung von Halbleiterwafern bei einer erhöhten Temperatur in einem Behandlungsgas bei einem reduzierten Druck. Der Reaktorbehälter hat eine Waferkammer und eine Heizöffnung. Eine Strahlungsenergie-Heizung außerhalb des Reaktorbehälters sorgt für ein Strahlen der Energie durch die Heizöffnung in die Kammer, um die Temperatur des Wafers anzuheben. In die Kammer wird ein Behandlungsgas eingeführt und aus ihr abgezogen. Über der Heizöffnung ist ein Deckelelement angeordnet, das einen zentralen Fensterteil und am Umfang einen Flanschteil hat. Der zentrale Fensterteil ist aus einem Material hergestellt, das für die Strahlungsenergie aus der Strahlungsenergie-Heizung transparent ist.

Der zentrale Fensterteil hat eine Auswärtswölbung, die eine konvexe Außenfläche und eine konkave Innenfläche hat, um der Druckkraft entgegenzuwirken, die durch den reduzierten Druck in der Kammer erzeugt wird. Der Umfangsflanschteil hält den Fensterteil und begrenzt den Fensterteil ansprechend auf Wärmeausdehnung, während er eine Wärmeausdehnung in Querrichtung erlaubt. Dies verstärkt die Auswärtswölbung des Fensterteils, um den Einwärtsdruckkräften entgegenzuwirken, die von dem reduzierten Druck in der Kammer erzeugt werden.

[0005] Die Erfindung stellt ein für Infrarot transparentes Deckelelement für einen thermischen Reaktor bereit, der einen zentralen Fensterteil mit einer Mittellinie, die als Linie definiert ist, die radial von der Mitte des zentralen Fensterteils nach außen verläuft und gleichen Abstand von einer oberen und unteren Oberfläche des zentralen Fensterteils hat, wobei die Mittellinie einen Krümmungsradius hat, und eine Flanschteil aufweist, die Mittellinie des zentralen Fensterteils, wenn sie durch den Flanschteil hindurch verlängert wird, den Flanschteil in einen oberen Flanschabschnitt und einen unteren Flanschabschnitt aufteilt, und der obere Flanschabschnitt und der untere Flanschabschnitt die gleiche Masse haben.

[0006] Die vorliegende Erfindung wird beispielsweise und ohne dadurch beschränkt zu werden von den Figuren der beiliegenden Zeichnungen veranschaulicht, in denen gleiche Bezugszeichen ähnliche Teile kennzeichnen und in denen

[0007] [Fig. 1A](#) eine Schnittansicht eines thermischen Reaktors in einer Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung ist,

[0008] [Fig. 1B](#) eine Schnittansicht des für Infrarot transparenten Deckelelements von [Fig. 1A](#) ist,

[0009] [Fig. 1C](#) eine vergrößerte Ansicht des Flanschteils des in [Fig. 1B](#) gezeigten Deckelelements ist,

[0010] [Fig. 2A](#) ein Deckelelement des thermischen Reaktors in einer weiteren Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung ist, und

[0011] [Fig. 2B](#) eine vergrößerte Ansicht des Flanschteils des in [Fig. 2A](#) gezeigten Deckelelements ist.

[0012] Es wird ein Quarzfenster für eine thermischen Reaktor offenbart. In der folgenden Beschreibung werden zahlreiche spezifische Einzelheiten aufgeführt, wie Materialarten, Abmessungen, usw., um ein gutes Verständnis der vorliegenden Erfindung zu geben. Es ist jedoch für den Fachmann offensichtlich, dass die Erfindung ohne diese spezifischen Einzelheiten ausgeführt werden kann. Andererseits sind

bekannte Strukturen und Behandlungsschritte nicht im besonderen Detail gezeigt, um zu vermeiden, dass die vorliegende Erfindung unnötig in den Hintergrund tritt.

[0013] In [Fig. 1A](#) bis [Fig. 1C](#) ist ein thermischer Reaktor in einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung dargestellt. Der thermische Reaktor **100** wird von einem Reaktorbehälter **102** gebildet, der eine Waferreakorkammer **104** begrenzt. Die Kammer **104** ist teilweise von einem Deckelelement **106**, das unter einer oberen Heizquelle **108** angebracht ist, und von einem unteren Element **110** begrenzt, das über einer unteren Heizquelle **112** angebracht ist. Das Deckelelement **106** und das untere Element **110** bestehen insgesamt aus Quarz. Die Heizquellen **108** und **112** liefern Infrarot-Strahlungswärme in die Kammer durch die Elemente **106** und **110**, die für Infrarotstrahlung transparent sind. Das Deckelelement **106** hat einen zentralen Fensterteil **114** und einen Umfangsflanschteil **116** zum Halten des zentralen Fensterteils. Der zentrale Fensterteil **114** hat insgesamt eine kugelige Form. Von oben gesehen hat der Flanschteil **116** insgesamt eine Kreisform. Der zentrale Fensterteil **114** wird gewöhnlich aus durchsichtigem Quarzglas hergestellt, während der Flanschteil aus einem undurchsichtigen Quarzglas besteht. Der Flansch wird zwischen einer Basisplatte **118** und einem oberen Klemmring **120** eingespannt. Der Klemmring **120** ist an der Basisplatte **118** durch geeignete Klemmeinrichtungen wie Arretierbolzen **122**, befestigt. Natürlich kann das Deckelelement **106** vollständig aus einem einzigen Material, wie Quarzglas hergestellt werden. Darüber hinaus ist die vorliegende Erfindung natürlich nicht auf die Art und Weise begrenzt, in der das Deckelelement an dem Reaktorgehäuse befestigt ist.

[0014] Bei der in [Fig. 1A](#) bis [Fig. 1C](#) gezeigten Ausführungsform hat der zentrale Fensterteil **114** eine Auswärtswölbung, die eine konvexe Außenfläche bildet. Der zentrale Fensterteil **114** hat eine Mittellinie **160**, die einen Krümmungsradius aufweist. Wenn die Mittellinie durch den Flanschteil **116** des Deckelelements **106** verlängert wird, teilt sie den Flanschteil in einen oberen Flanschabschnitt **170** und einen unteren Flanschabschnitt **172**. Die Geometrien des zentralen Fensterteils **114** und des Flanschteils **116** sind so gestaltet, dass der obere Flanschabschnitt **170** und der untere Flanschabschnitt **172** des Flanschteils **116** die gleiche Masse haben.

[0015] Das Deckelelement **106** wird durch ein abfederndes Material, wie Basisdichtungsringe **124**, elastisch gehalten, die zwischen der Basisplatte **118** und dem Flansch **116** angeordnet sind. Das Deckelelement **106** wird weiterhin durch abdichtende Klemm-O-Ringe **126** gehalten, die zwischen dem Klemmring **120** und dem Flansch **116** angeordnet sind. Die O-Ringe sind durch Arretierbolzen **122** vor-

belastet, um eine Doppelabdichtung zu bilden, damit verhindert wird, dass Behandlungsgas in der Kammer **104** in die Umgebungsatmosphäre entweicht. Das untere Element **110** hat einen Fensterteil **128** und einen Flanschteil **130**, die in ähnlicher Weise zwischen einer Basisplatte **118** und einem unteren Klemmring **132** mit Arretierbolzen **134** und O-Ringen **136** und **138** angeordnet sind.

[0016] Durch einen Gaseinlasskanal **140** tritt Behandlungsgas in die Kammer **104** ein und tritt aus der Kammer durch einen Auslasskanal **142** aus. Der Druck des Gases in der Kammer wird dadurch aufrechterhalten, dass der Gasstrom aus dem Austrittskanal **142** reguliert wird.

[0017] In der Kammer **104** ist zum Halten eines Wafers **146** ein Suszeptor **144** vorgesehen. Der Suszeptor **144** hat eine Haltewelle **148**, die mit einem Motor (nicht gezeigt) gekoppelt ist. Dadurch kann der Wafer **146** während der Behandlung gedreht werden, um eine gleichförmigere Erhitzung und Abscheidung zu ermöglichen.

[0018] Wie bereits erörtert, werden in dem Deckelelement **106** Spannungen insgesamt in dem äußeren Flanschteil des Deckelelements konzentriert. Ein wesentliches Merkmal der vorliegenden Erfindung liegt im Aufbau des Deckelelement **106**. Die domförmige oder gewölbte Form des zentralen Fensterteils **114** führt dazu, dass die Spannung in dem zentralen Fensterteil **114** in den Flanschteil **116** übertragen wird. Der Flanschteil wirkt somit so, dass er der Auswärtsausdehnung des domförmigen Deckelelements **106** aufgrund einer Druckdifferenz über dem Deckel und/oder der Wärmeausdehnung aufgrund des Erhitzens des zentralen Fensterteils **114** Widerstand entgegengesetzt. Da der obere Flanschabschnitt **170** und der untere Flanschabschnitt **172** die gleiche Masse haben, ist die Widerstandskraft in dem Flanschteil **116** zwischen dem oberen und dem unteren Flanschabschnitt gleich verteilt. Durch eine gleiche Verteilung der Masse des Flanschteils auf gegenüberliegenden Seiten der Mittellinie **160** wird die Baufestigkeit des Flanschteils effektiv erhöht, da die Widerstandskräfte zwischen dem oberen und dem unteren Abschnitt des Flansches im Wesentlichen gleich verteilt sind.

[0019] Der Durchmesser des Fensterteils **114** kann von einem thermischen Reaktor zum anderen beträchtlich variieren. Bei einer beispielsweise Ausführungsform hat der Fensterteil **114** einen Durchmesser von 44,45 cm (17,5 Zoll) und einen Krümmungsradius von 88,9 cm (35 Zoll). Abhängig von der speziellen Verwendung liegt der Krümmungsradius gewöhnlich im Bereich von 38,1 bis 254 cm (15 bis 100 Zoll). Die Dicke des zentralen Fensterteils **114** liegt im Allgemeinen zwischen 0,254 bis 0,508 cm (0,1 bis 0,2 Zoll). Die Dicke des Flanschteils **116** liegt

in dem Bereich von 1,27 bis 3,81 cm (0,5 bis 1,5 Zoll). Die Flanschabmessungen "A" und "B" betragen etwa 7,62 bzw. 4,11 cm (3,0 bzw. 1,6 Zoll). Die Flanschabmessung "A" kann zwischen 5,08 und 8,89 cm (2,0 und 3,5 Zoll) variieren. Die Flanschabmessung "B" kann zwischen 1,90 und 5,08 cm (0,75 und 2,0 Zoll) variieren.

[0020] In [Fig. 2A](#) und [Fig. 2B](#) ist ein Deckelelement **206** für einen thermischen Reaktor gemäß einer weiteren Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung gezeigt. Das Deckelelement **206** hat einen zentralen Fensterteil **214** und einen Flanschteil **216**. Der zentrale Fensterteil **214** hat eine Einwärtswölbung, die eine konkave Außenfläche bildet. Das Deckelelement **206** wird gewöhnlich bei thermischen Reaktoren mit Umgebungsdruck oder mit einem Druck über dem Umgebungsdruck verwendet. Der zentrale Fensterteil **214** hat eine Mittellinie **260**, die einen Krümmungsradius hat. Wenn man die Mittellinie **260** durch den Flanschteil **216** des Deckelelements **206** verlängert, teilt sie den Flanschteil **216** in einen oberen Flanschabschnitt **270** und einen unteren Flanschabschnitt **272**. Die Geometrien des zentralen Fensterteils **214** und des Flanschteils **216** sind so gestaltet, dass der obere Flanschabschnitt **270** und der untere Flanschabschnitt **272** des Flanschteils **216** die gleiche Masse haben. Wie vorher erörtert, ist, da der obere und der untere Flanschabschnitt die gleiche Masse haben, die Widerstandskraft in dem Flanschteil **216** zwischen dem oberen und unteren Flanschabschnitt gleich verteilt.

[0021] Bei einer Ausführungsform hat der Fensterteil **214** einen Durchmesser von 44,45 cm (17,5 Zoll). Der Krümmungsradius des zentralen Fensterteils **214** ist relativ groß. Bei einer Ausgestaltung hat der Fensterteil **214** einen Krümmungsradius von 254 cm (100 Zoll). Abhängig von der speziellen Verwendung liegt der Krümmungsradius gewöhnlich im Bereich von 127 bis 762 cm (50 bis 300 Zoll). Die Dicke des zentralen Fensterteils **214** liegt gewöhnlich zwischen 0,254 und 0,508 cm (0,1 und 0,2 Zoll). Die Dicke des Flanschteils **216** liegt im Bereich von 1,27 bis 3,81 cm (0,5 bis 1,5 Zoll).

[0022] Natürlich können Vorrichtungen der vorliegenden Erfindung für eine Behandlung von mehreren Wafern sowie für eine Behandlung eines einzelnen Wafers verwendet werden. Klar ist auch, dass die relativen Abmessungen, Geometrien, Formen und Materialien sowie Prozesstechniken, die in der Beschreibung angegeben sind, für die offenbarten Ausführungsformen nur beispielsweise gelten. Obwohl viele Änderungen und Modifizierungen der vorliegenden Erfindung für den Fachmann zweifelsfrei ersichtlich werden, wenn er die vorstehende Beschreibung gelesen hat, ist auch klar, dass die speziellen zur Veranschaulichung gezeigten und beschriebenen Ausführungsformen auf keinen Fall beschränkend sein

sollen. Die Bezugnahme auf Einzelheiten der dargestellten Zeichnungen soll deshalb den Rahmen der Ansprüche nicht begrenzen, die selbst die Erfindung definieren.

Patentansprüche

1. Für Infrarot transparentes Deckelelement (**106, 206**) für einen thermischen Reaktor, wobei das Deckelelement
 - einen zentralen Fensterteil (**114, 214**) mit einer Mittellinie (**160, 260**), die als Linie definiert ist, die radial von der Mitte des zentralen Fensterteils nach außen verläuft und gleichen Abstand von einer oberen und unteren Oberfläche des zentralen Fensterteils hat, wobei die Mittellinie einen Krümmungsradius hat, und
 - eine Flanschteil (**116, 216**) aufweist, **dadurch gekennzeichnet**,
 - dass die Mittellinie des zentralen Fensterteils, wenn sie durch den Flanschteil hindurch verlängert wird, den Flanschteil in einen oberen Flanschabschnitt (**170, 270**) und einen unteren Flanschabschnitt (**172, 272**) aufteilt,
 - wobei der obere Flanschabschnitt und der untere Flanschabschnitt die gleiche Masse haben.
2. Deckelelement nach Anspruch 1, bei welchem der zentrale Fensterteil (**114**) eine Auswärtswölbung hat, die eine konvexe äußere Oberfläche bildet.
3. Deckelelement nach Anspruch 2, bei welchem der Krümmungsradius der Mittellinie des zentralen Fensterteils im Bereich von 38,1 bis 154 cm (15 bis 100 Zoll) liegt.
4. Deckelelement nach Anspruch 1, bei welchem der zentrale Fensterteil (**214**) eine Einwärtswölbung hat, die eine konkave äußere Oberfläche bildet.
5. Deckelelement nach Anspruch 4, bei welchem der Krümmungsradius der Mittellinie des zentralen Fensterteils in einem Bereich von 127 bis 762 cm (50 bis 300 Zoll) liegt.
6. Deckelelement nach Anspruch 1, bei welchem der zentrale Fensterteil aus durchsichtigem Quarzglas besteht.
7. Deckelelement nach Anspruch 1, bei welchem der Flanschteil aus undurchsichtigem Quarzglas besteht.
8. Thermischer Reaktor zur Behandlung eines Halbleiterwafers, wobei der Reaktor
 - eine Waferkammer (**104**) für die Aufnahme wenigstens eines Halbleiterwafers während der Behandlung und
 - ein Deckelelement (**106, 206**) nach einem der Ansprüche 1 bis 7 aufweist, das die Waferkammer we-

nigstens teilweise begrenzt.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

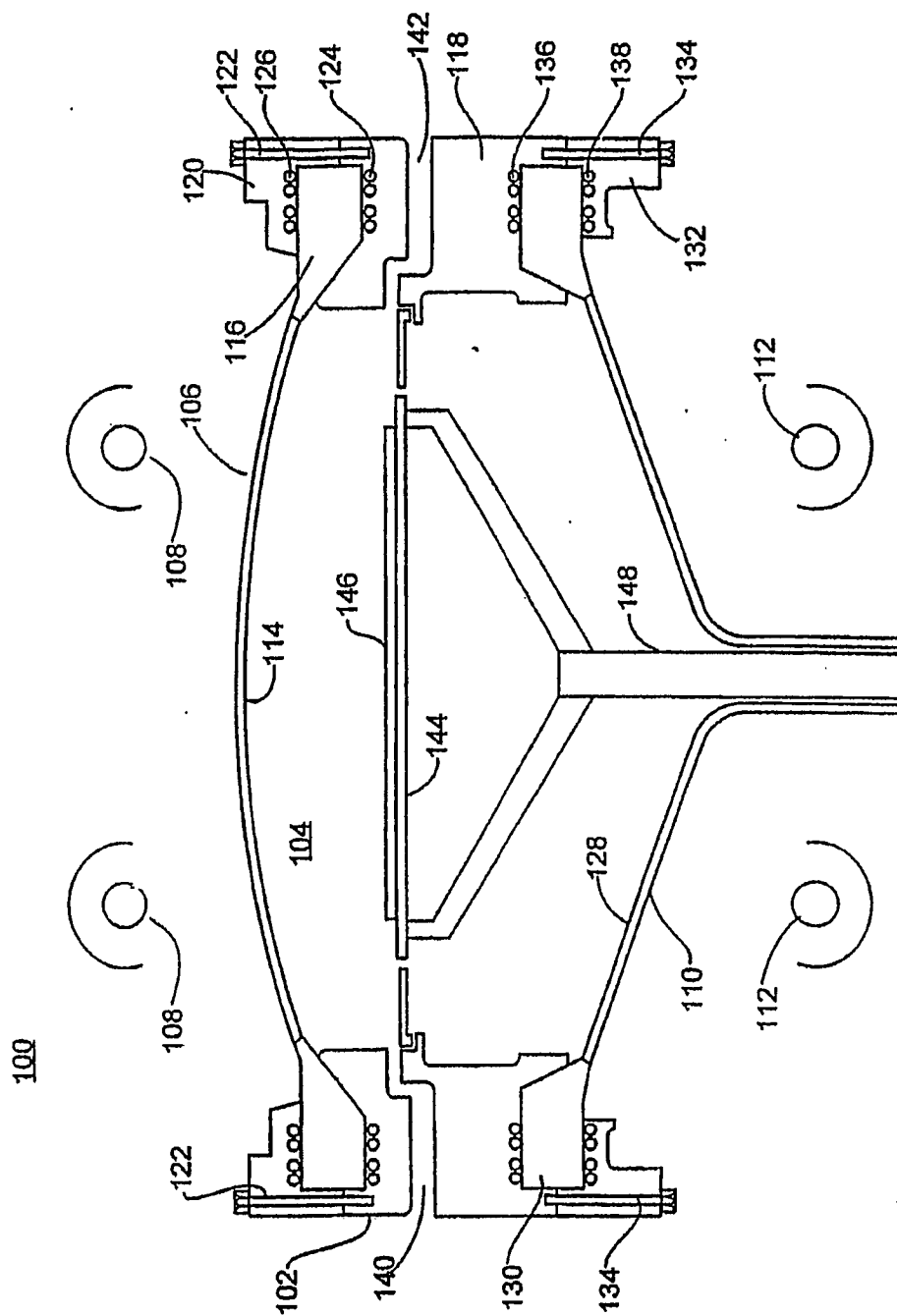


FIG. 1 A

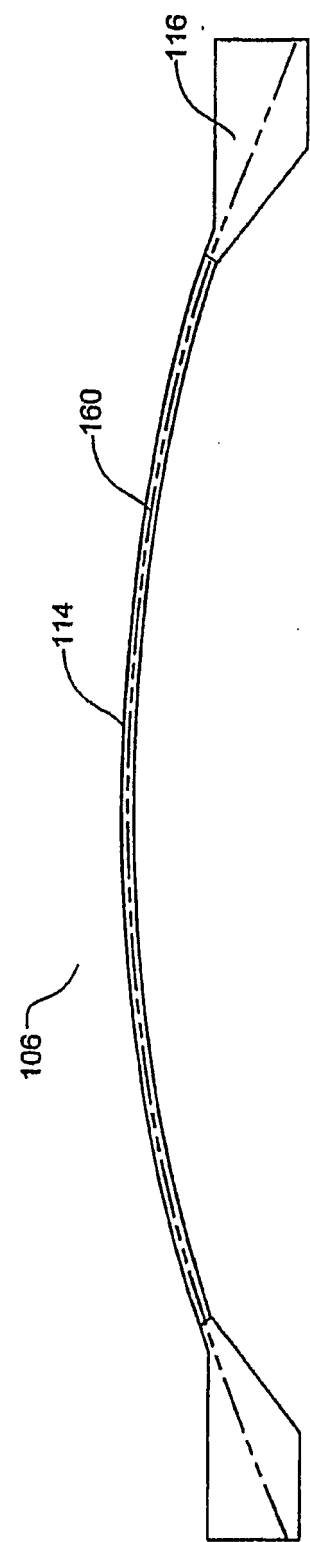


FIG. 1B

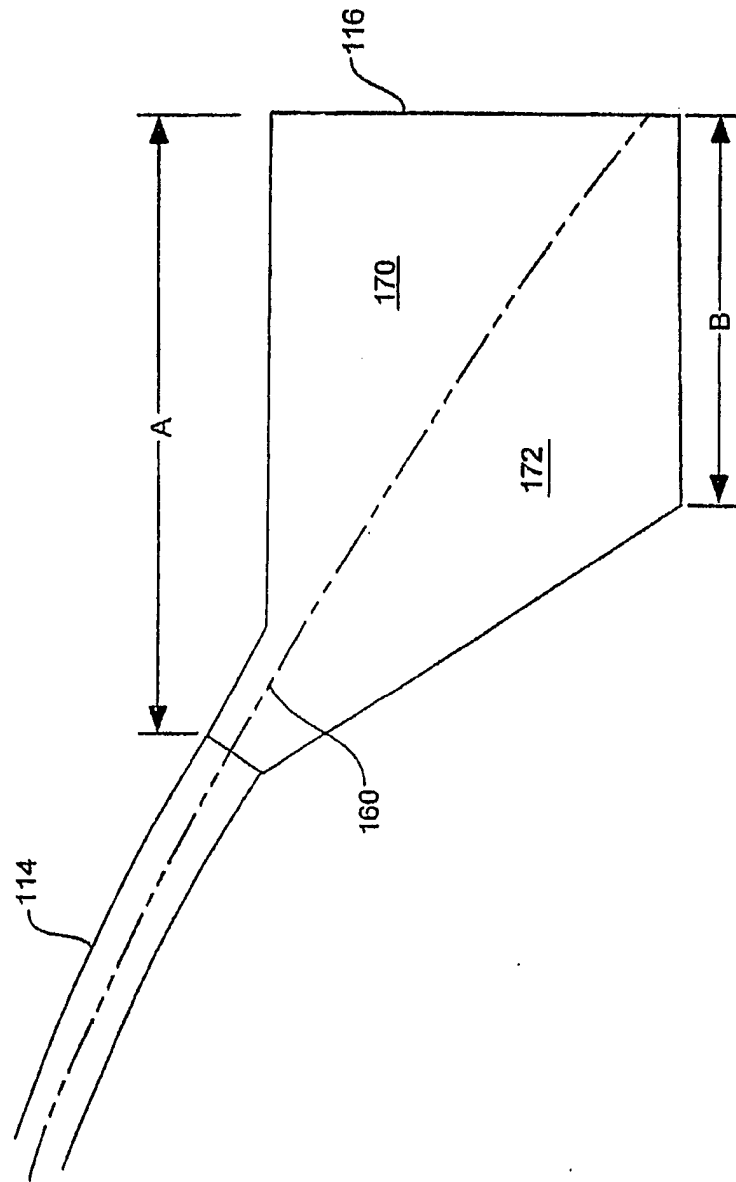


FIG. 1C

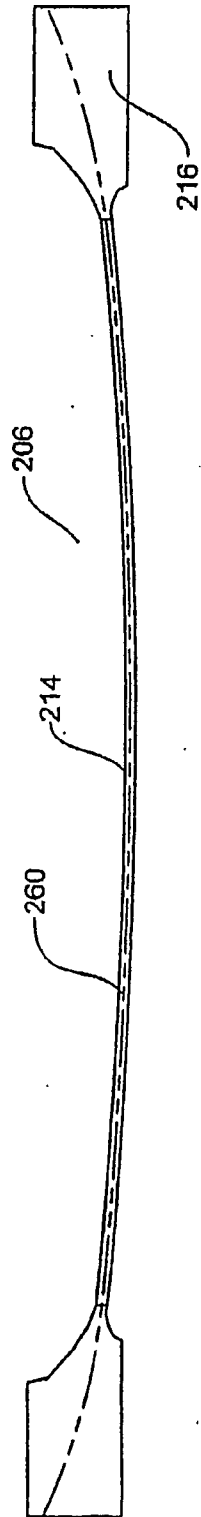


FIG. 2A

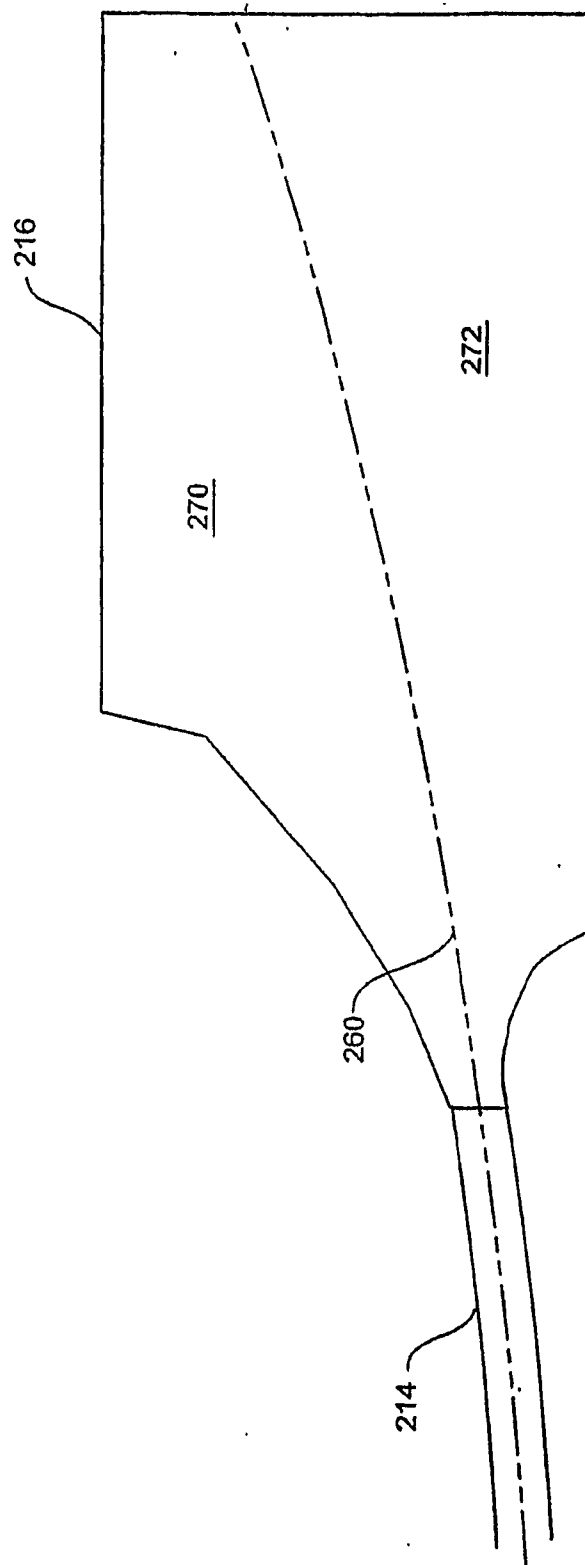


FIG. 2B