



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 11 2007 001 548 T5** 2009.05.07

(12)

## Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der  
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2008/005754**  
in deutscher Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜG)  
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2007 001 548.9**  
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US2007/072121**  
(86) PCT-Anmeldetag: **26.06.2007**  
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **10.01.2008**  
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung  
in deutscher Übersetzung: **07.05.2009**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **H01J 9/38** (2006.01)

(30) Unionspriorität:

<b>60/818,072</b>	<b>30.06.2006</b>	<b>US</b>
<b>11/767,619</b>	<b>25.06.2007</b>	<b>US</b>

(71) Anmelder:

**Applied Materials, Inc., Santa Clara, Calif., US**

(74) Vertreter:

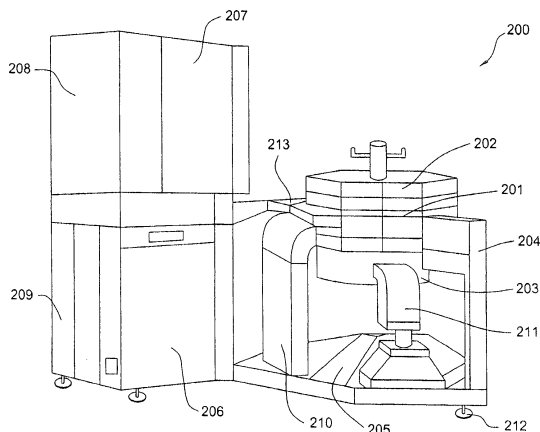
**Zimmermann & Partner, 80331 München**

(72) Erfinder:

**Burrows, Brian H., San Jose, Calif., US; Metzner, Craig R., Fremont, Calif., US; Demars, Dennis L., Santa Clara, Calif., US; Anderson, Roger N., Sunnyvale, Calif., US; Chacin, Juan M., Palo Alto, Calif., US; Carlson, David K., San Jose, Calif., US; Ishikawa, David Masayuki, Sunnyvale, Calif., US; Campbell, Jeffrey, Mountain View, Calif., US; Collins, Richard O., Santa Clara, Calif., US; Magill, Keith M., San Jose, Calif., US; Afzal, Imran, Sunnyvale, Calif., US**

(54) Bezeichnung: **Modularer, CVD-Epitaxischer, 300 MM Reaktor**

(57) Hauptanspruch: Eine modulare Halbleiterprozessierungszelle, umfassend:  
eine Kammer mit einem Einlassaufsatz;  
ein Gasplattenmodul, das konfiguriert ist, ein oder mehrere Prozessgase in die Kammer durch den Einlassaufsatz einzuspeisen, wobei das Gasplattenmodul benachbart von dem Einlassaufsatz positioniert ist; und  
ein Lampenmodul, das unterhalb der Kammer positioniert ist, wobei das Lampenmodul eine Vielzahl von vertikal orientierten Lampen aufweist.



**Beschreibung****HINTERGRUND DER ERFINDUNG**

**[0001]** Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Prozessieren eines Halbleitersubstrates. Insbesondere bezieht sich die vorliegende Erfindung auf eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Formen einer epitaxialen Schicht auf ein Halbleitersubstrat.

**BESCHREIBUNG DER VERWANDTEN TECHNIK**

**[0002]** Halbleitereinheiten werden auf Silizium und anderen Halbleitersubstraten hergestellt, die durch Extrudieren eines Barrens von einem Siliziumbad und durch Sägen des Barrens in mehrere Substrate hergestellt werden. Im Fall von Silizium ist das Material des Substrates monokristallin. Eine epitaxiale Schicht wird dann auf das monokristalline Material des Substrates geformt. Die epitaxiale Siliziumschicht ist typischerweise mit Bor dotiert und hat eine Dotierkonzentration von ungefähr  $1 \times 10^{16}$  Atomen pro Kubikzentimeter. Eine typische, epitaxiale Siliziumschicht ist ungefähr fünf Mikrons dick. Das Material der epitaxialen Siliziumschicht hat besser kontrollierte Eigenschaften als das monokristalline Silizium für den Zweck des Formens von Halbleitereinheiten darin und darauf. Ein epitaxialer Prozess kann auch während der Herstellung von Halbleitereinheiten genutzt werden.

**[0003]** Dampfphasenverfahren, wie die chemische Beschichtung aus der Gasphase (CVD), wurden genutzt, um eine epitaxiale Siliziumschicht auf Siliziumsubstraten herzustellen. Um eine epitaxiale Siliziumschicht mittels eines CVD-Prozesses aufzubauen, wird ein Substrat in einem CVD-epitaxialen Reaktor positioniert, der auf eine erhöhte Temperatur, zum Beispiel ungefähr 600°C bis 1100°C und auf einen reduzierten Druckzustand oder atmosphärischen Druck eingestellt ist. Während die erhöhte Temperatur und der reduzierte Druckzustand aufrecht erhalten wird, wird siliziumhaltendes Gas, wie Monosilan Gas oder Dichlorsilan Gas, in den CVD-epitaxialen Reaktor eingespeist und eine epitaxiale Siliziumschicht wird durch Dampfphasenwachstum aufgebaut.

**[0004]** Ein CVD-epitaxialer Reaktor beinhaltet typischerweise eine Reaktorkammer, eine Gasquelle, ein Auslasssystem, eine Heizquelle, und ein Kühlsystem. Die Reaktorkammer dient als eine kontrollierte Umgebung für gewünschte Reaktionen. Die Gasquelle stellt gasförmige Reaktionspartner und Reinigungsgase zur Verfügung, während das Auslasssystem die Atmosphäre oder den Vakuumdruck innerhalb der Reaktionskammer aufrecht erhält. Die Heizquelle, die ein Array von Infrarot Lampen oder eine induktive Quelle sein kann, überträgt generell Ener-

gie an die Reaktionskammer, um das Substrat zu heizen, das prozessiert wird. Das Kühlsystem kann gegen die Kammerwand gerichtet sein, um die thermische Expansion und Verformung zu minimieren. Die CVD-epitaxialen Reaktoren des Stands der Technik sind generell von beträchtlicher Größe und schwierig zu warten oder zu reparieren.

**[0005]** Deshalb werden eine Vorrichtung und ein Verfahren benötigt, um eine epitaxiale Schicht auf einem Halbleitersubstrat mit einer reduzierten Größe und mit einer Erleichterung der Wartung aufzubauen.

**ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG**

**[0006]** Die vorliegende Erfindung stellt Verfahren und Vorrichtungen zur Verfügung zum Prozessieren von Halbleitersubstraten. Insbesondere stellt die vorliegende Erfindung eine modulare CVD-epitaxiale Prozessierungszelle zur Verfügung, die in einer Gerätegruppe genutzt wird.

**[0007]** Eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung stellt eine modulare Halbleiterprozessierungszelle zur Verfügung. Die modulare Halbleiterprozessierungszelle umfasst eine Kammer mit einem Einlassaufsatz, ein Gasplattenmodul, das konfiguriert ist, ein oder mehrere Prozessgase in die Kammer durch den Einlassaufsatz einzuspeisen, wobei das Gasplattenmodul benachbart von dem Einlassaufsatz positioniert ist, und ein Lampenmodul, das unterhalb der Kammer positioniert ist, wobei das Lampenmodul eine Vielzahl von vertikal orientierten Lampen aufweist.

**[0008]** Eine andere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung stellt eine Gerätegruppe zur Verfügung zum Prozessieren von Halbleitersubstraten. Die Gerätegruppe umfasst eine zentrale Transferkammer mit einem zentralen Roboter, zumindest eine gekoppelte Lastenschleuse, die die zentrale Transferkammer mit einer Anlagenschnittstelle verbindet, und eine oder mehrere modulare Prozessierungszellen, die an der zentralen Transferkammer angebracht sind, wobei die eine oder mehreren Prozessierungszellen eine Prozesskammer mit einem Einlassaufsatz und einem Auslass umfassen, wobei die Prozesskammer konfiguriert ist, Halbleitersubstrate darin zu bearbeiten, weiterhin ein Gasplattenmodul, das benachbart von dem Einlassaufsatz der Prozesskammer positioniert ist, ein Lampenmodul mit einer Vielzahl von vertikal orientierten Lampen, das unterhalb der Prozesskammer positioniert ist, und ein oberes Prozessmodul, das oberhalb der Prozesskammer positioniert ist, umfassen.

**[0009]** Noch eine andere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung stellt eine Kammer zum Prozessieren eines Halbleitersubstrates zur Verfügung. Die Kammer umfasst einen Kammerkörper, der ein Pro-

zessvolumen festlegt und der einen Einlassaufsatz und eine Auslassöffnung aufweist, einen Kammerdeckel, der klappbar mit dem Kammerkörper verbunden ist, ein Gasplattenmodul, das konfiguriert ist, der Kammer Prozessgas bereit zu stellen und das ungefähr einen Fuß von dem Einlassaufsatz positioniert ist, ein vertikales Lampenmodul, das konfiguriert ist, das Prozessvolumen zu heizen und das unterhalb dem Kammerkörper positioniert ist, ein Luftkühlungsmodul, das mit dem Kammerkörper verbunden ist; und ein oberes Reflektormodul, das oberhalb des Kammerdeckels positioniert ist.

#### KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

**[0010]** Damit die Art, in der die oben zitierten Eigenschaften der vorliegenden Erfindung genauer verstanden werden kann, kann eine speziellere Beschreibung der Erfindung, die oben kurz zusammengefasst wurde, unter Bezug auf Ausführungsformen erhalten werden, wovon einige in den beigefügten Zeichnungen gezeigt sind. Es sollte allerdings angemerkt werden, dass die beigefügten Zeichnungen nur typische Ausführungsformen dieser Erfindung zeigen und deshalb nicht als einschränkend für ihren Schutzbereich betrachtet werden sollten, da die Erfindung andere, ähnlich effektive Ausführungsformen aufnehmen kann.

**[0011]** [Fig. 1](#) zeigt eine Draufsicht einer Gerätegruppe zum Prozessieren eines Halbleitersubstrates in Übereinstimmung mit einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

**[0012]** [Fig. 2](#) zeigt schematisch eine Perspektivansicht einer modularen CVD-epitaxischen Kammer in Übereinstimmung mit der vorliegenden Erfindung.

**[0013]** [Fig. 3](#) zeigt schematisch eine Schnittansicht einer Ausführungsform einer Prozesskammer mit einem oberen Modul und einem unteren Modul in der modularen CVD-epitaxischen Kammer von [Fig. 2](#).

**[0014]** [Fig. 4](#) zeigt schematisch eine Kühlplatte in Übereinstimmung mit einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

**[0015]** [Fig. 5A](#) zeigt schematisch einen unteren Reflektor in Übereinstimmung mit einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

**[0016]** [Fig. 5B](#) zeigt schematisch einen inneren Reflektor in Übereinstimmung mit einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

**[0017]** [Fig. 6](#) zeigt schematisch eine Prozesskammer in Übereinstimmung mit einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

**[0018]** [Fig. 7](#) zeigt schematisch einen oberen Re-

flektor in Übereinstimmung mit einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

**[0019]** [Fig. 8](#) zeigt schematisch ein Luftkühlungsmodul in Übereinstimmung mit einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

**[0020]** [Fig. 9](#) zeigt schematisch eine Ansicht von oben des Luftkühlungsmoduls von [Fig. 8](#).

**[0021]** [Fig. 10](#) zeigt schematisch eine Vorderseite eines Gasplattenmoduls in Übereinstimmung mit einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

**[0022]** [Fig. 11](#) zeigt schematisch eine Rückseite des Gasplattenmoduls von [Fig. 10](#).

#### DETAILLIERTE BESCHREIBUNG

**[0023]** Die vorliegende Erfindung stellt eine einzelne, eigenständige, modulare, epitaxische Kammer zur Verfügung. Die epitaxische Kammer der vorliegenden Erfindung umfasst generell ein einzelnes Modul, das eine Prozesskammer und alle Untermodule mit Ausnahme einer Primär-AC-Box beinhaltet. Die eigenständige, modulare, epitaxische Kammer ermöglicht eine sehr viel kürzere Installationszeit im Vergleich zu den epitaxischen Systemen des Stands der Technik.

**[0024]** [Fig. 1](#) zeigt eine Draufsicht einer Gerätegruppe **100** für die Halbleiterbearbeitung in Übereinstimmung mit einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Eine Gerätegruppe ist ein modulares System, das mehrere Kammern umfasst, die verschiedene Funktionen in einem Halbleiterherstellungsprozess ausführen. Die Gerätegruppe **100** umfasst eine zentrale Transferkammer **101**, die mit der Umgebung **104** am vorderen Ende durch ein Paar von Lastenschleusen **105** verbunden ist. Anlagenschnittstellenroboter **108A** und **108B** sind in der Umgebung **104** am vorderen Ende angeordnet und sind konfiguriert, Substrate zwischen den Lastenschleusen **105** und einer Vielzahl von Behältern **103**, die an die Umgebung **104** am vorderen Ende montiert sind, hin- und herzubewegen.

**[0025]** Eine Vielzahl von modularen Kammern **102** ist an der zentralen Transferkammer **101** montiert, um einen gewünschten Prozess auszuführen. Ein zentraler Roboter **106**, der in der zentralen Transferkammer **101** angeordnet ist, ist konfiguriert, Substrate zwischen den Lastschleusen **105** und den modularen Kammern **102**, oder zwischen den modularen Kammern **102** zu transferieren. In einer Ausführungsform ist zumindest eine aus der Vielzahl der modularen Kammern **102** eine modulare CVD-epitaxische Kammer.

**[0026]** [Fig. 2](#) zeigt schematisch eine Perspektiv-

sicht einer modularen CVD-epitaxischen Kammer **200** in Übereinstimmung mit der vorliegenden Erfindung. Die modulare CVD-epitaxische Kammer **200** umfasst eine Prozesskammer **201** und Untermodule, die an der Prozesskammer **201** angebracht sind. In einer Ausführungsform ist die Prozesskammer **201** an einem Gestell **204** angebracht, das konfiguriert ist, die modulare CVD-epitaxische Kammer **200** zu stützen. Die Prozesskammer **201** kann einen Kammerkörper und ein Kammerdeckel enthalten, der an dem Kammerkörper eingehängt ist (wie später näher beschrieben wird).

**[0027]** Ein oberes Reflektormodul **202** kann oben an der Prozesskammer **201** angeordnet sein. Um verschiedenen Prozessanforderungen zu genügen, können verschiedene Module austauschbar oben an der Prozesskammer **201** angeordnet sein, wie zum Beispiel ein wassergekühltes Reflexionsplattenmodul mit integriertem Pyrometer, ein wassergekühltes Reflexionsplattenmodul mit einer luftgekühlten oberen Kuppel, ein ultraviolett (UV) assistiertes Modul für Niedrigtemperaturablagerung, und eine ferngesteuerte Plasmaquelle zum Reinigen der Prozesskammer **201**.

**[0028]** Ein unteres Lampenmodul **203**, das konfiguriert ist, die Prozesskammer **201** während des Prozesses zu heizen, ist an einer Unterseite der Prozesskammer **201** angebracht. In einer Ausführungsform umfasst das untere Lampenmodul **203** eine Vielzahl von vertikal orientierten Lampen, die leicht von einer Unterseite des unteren Lampenmoduls **203** ausgetauscht werden können. Zusätzlich kann die vertikale Konfiguration des unteren Lampenmoduls **203** durch die Benutzung von Wasser anstatt Luft gekühlt werden, wodurch die Belastung der Luftkühlung des Systems reduziert wird. Alternativ kann das untere Lampenmodul **203** auch ein Lampenmodul mit einer Vielzahl von horizontal orientierten Lampen sein.

**[0029]** Ein Luftkühlungsmodul **205** ist unterhalb der Prozesskammer **201** angeordnet. Durch das Positionieren des Luftkühlungsmoduls **205** unterhalb der Prozesskammer, werden Luftkühlungskanäle **210** und **211** verkürzt, wodurch der gesamte Luftwiderstand reduziert wird und der Gebrauch von kleineren und/oder weniger Luftkühlungsgebläsen ermöglicht wird. Infolgedessen ist das Luftkühlungsmodul **205** weniger ausgedehnt, leiser und leichter instand zu halten im Vergleich zu Luftkühlungssystemen, die an andern Stellen angeordnet sind.

**[0030]** Ein Gasplattenmodul **207**, ein AC-Verteilungsmodul **206**, ein Elektronikmodul **208** und ein Wasserverteilungsmodul **209** sind in einem erweiterten Gestell in der Nähe der Prozesskammer **201** zusammengestellt.

**[0031]** Das Gasplattenmodul **207** ist konfiguriert,

Prozessgas an die Prozesskammer **201** abzugeben. Das Gasplattenmodul **207** ist direkt in der Nähe eines Einlassaufsatzes **213** der Prozesskammer **201** positioniert. In einer Ausführungsform ist das Gasplattenmodul **207** ungefähr einen Fuß (30,48 cm) von dem Einlassaufsatz **213** positioniert. Durch das Positionieren des Gasplattenmoduls **207** direkt in der Nähe des Einlassaufsatzes **213** wird die Konzentrationskontrolle für das Prozessgasdotiermittel und die Fähigkeit zur zyklischen Gaszuführungskontrolle verbessert, und die Druckschwankung in den Gaszuführungsleitungen zwischen Entlüftungs- und Ablagerungsschritten wird reduziert. Zusätzlich ist das Gasplattenmodul **207** konfiguriert, verschiedene Gaszuführungskomponenten zu beherbergen, wie zum Beispiel Flussratenkontroller, Hilfs- und Chloreinlassventile, und Massenflussüberprüfungskomponenten.

**[0032]** Das Gasplattenmodul **207** umfasst weiterhin Gasplatten, die für verschiedene Anwendungen entworfen sind, so wie zum Beispiel Blanket epitaxische, Heteroübergang-Bipolar-Transistor (HBT) epitaxische, selektive Silizium epitaxische, dotierte, selektive SiGe epitaxische, und dotierte, selektive SiC epitaxische Anwendungen. Unterschiedliche modulare Gasplatten können entworfen und kombiniert werden, um den spezifischen Prozessanforderungen gerecht zu werden. Dieses modulare Design stellt eine deutlich höhere Flexibilität zur Verfügung, als die Systeme des Stands der Technik.

**[0033]** Das Gasplattenmodul **207** ist entworfen, um Stickstoff als ein alternatives Trägergas zusätzlich zu dem Gebrauch von Wasserstoff als Trägergas zu nutzen. Diese Stickstoff/Wasserstoff Trägergaskonfiguration verbessert die Prozesskontrolle dadurch, dass sie den Bedarf eines drosselkontrollierten Hauptträgerflusses beseitigt, der üblicherweise in einem epitaxischen System des Stands der Technik verwendet wird.

**[0034]** Das Elektronikmodul **208** ist generell in der Nähe des Gasplattenmoduls **207** positioniert. Das Elektronikmodul **208** ist konfiguriert, die Arbeitsabläufe der CVD-epitaxischen Kammer **200** zu kontrollieren. Das Elektronikmodul **208** kann einen Kontroller für die Prozesskammer **201**, einen Kammerdruckkontroller, und ein Verriegelungsboard für das Gasplattenmodul **207** umfassen.

**[0035]** Das AC-Verteilungsmodul **206** ist unterhalb dem Gasplattenmodul **207** und dem Elektronikmodul **208** angeordnet. Das AC-Verteilungsmodul **208** kann einen Gebläsekontroller, ein Board für die elektrische Energieverteilung, und ein Lampenausfallboard umfassen.

**[0036]** Das Wasserverteilungsmodul **209** ist in der Nähe des AC-Verteilungsmoduls **206** angeordnet. Das Wasserverteilungsmodul **209** ist konfiguriert,

eine Wassereinspeisung zu den Wasserkühlungseinheiten der CVD-epitaxischen Kammer **200** zur Verfügung zu stellen. Das Wasserverteilungsmodul **209** kann Einspeisungs- und Rücklaufspeicher, Flussbegrenzer und Schalter, und CDN Regulatoren umfassen. Das Positionieren der Einspeisungs- und Rücklaufspeicher ermöglicht eine Reduzierung der Größe der Komponenten innerhalb des Wasserverteilungsmoduls **209** und reduziert deshalb Anlagenkosten.

**[0037]** Wie oben beschrieben werden verschiedene Module durch einen einzigen Rahmen gestützt, das Gestell **204**. Das Gestell **204** wird von einigen ausgleichenden Füßen **212** mit integrierten, höhenverstellbaren Rollen gestützt. Die ganze CVD epitaxische Kammer **200** kann in eine gewünschte Position gerollt werden, wenn sich die ausgleichenden Füße **212** in einer hochgestellten Position befinden. Wenn die CVD epitaxische Kammer **200** positioniert ist, werden die ausgleichenden Füße **212** gesenkt und die integrierten Rollen werden angehoben. Dieses Design hat den Bedarf nach zeit-/kostenintensiven Aufbauarbeiten beseitigt und die Zeit für die Inbetriebnahme deutlich reduziert.

**[0038]** Die CVD epitaxische Kammer **200** kann eine zusätzliche Fernantrieb-AC Box aufweisen, die konfiguriert ist, der CVD-epitaxischen Kammer **200** elektrischen Energie zuzuführen. Die Fernantrieb-AC Box ist an einer entfernt liegenden Stelle eingerichtet, um die Standfläche des Systems im Reinraumbereich zu reduzieren. In einer Ausführungsform kann die Fernantrieb-AC Box konfiguriert sein, 480 V und 120 V AC-Energie der CVD-epitaxischen Kammer **200** zuzuführen.

**[0039]** [Fig. 3](#) zeigt schematisch eine Schnittansicht der Prozesskammer **201**, des oberen Reflektormoduls **202** und des unteren Lampenmoduls **203** der CVD-epitaxischen Kammer **200**, wie sie in [Fig. 2](#) gezeigt ist.

**[0040]** Die Prozesskammer **201** umfasst eine Basisplatte **220** mit einer kreisförmigen Öffnung, wo eine untere Kuppel **221** positioniert ist und durch einen unteren Klemmring **222** gesichert ist. Die untere Kuppel ist wie eine Schale mit einer Öffnung **290**, die in einem Zentrum ausgebildet ist, geformt. Die untere Kuppe **221** und ein Kammerdeckel **249**, der oberhalb der Basisplatte **220** positioniert ist, bestimmen ein Kammervolumen **223**, worin eine rotierbare Substrathalteanordnung zum Halten eines Substrates während des Prozesses angeordnet sein kann. In einer Ausführungsform können die Basisplatte **220** und der untere Klemmring **222** aus Metall hergestellt sein, wie zum Beispiel Aluminium, Nickelüberzogenes Aluminium, und rostfreier Stahl. Die untere Kuppel **221** kann aus Quarz hergestellt sein, das den meisten Prozessgasen standhält und gute thermische Eigenschaften aufweist. Die Basisplatte **220** kann eine Ein-

lassöffnung **224** aufweisen, die an einer Seite ausgebildet ist. Der Kammerdeckel **249** kann eine Abdeckplatte **236** aufweisen, die oberhalb des Bereichs positioniert ist, in dem das Substrat bearbeitet wird. Die Abdeckplatte **236** kann aus Quarz hergestellt sein. In einer Ausführungsform ermöglicht die aus Quarz hergestellte Abdeckplatte **236** ein gleichmäßiges Heizen des Kammervolumens **223** in Kombination mit einer vorhandenen, oberen Heizanordnung. In einer anderen Ausführungsform kann die aus Quarz hergestellte Abdeckplatte **236** ermöglichen, dass Pyrometer die Temperatur innerhalb des Kammervolumens **223** messen. Die Einlassöffnung **224** ist konfiguriert, um zu einem Einlassaufsatz für Prozessgase zu passen. Eine Auslassöffnung **226** ist an einer der Einlassöffnung **224** entgegengesetzten Seite ausgebildet. Die Auslassöffnung kann zu einer Vakuumquelle passen, um den Druck innerhalb der Prozesskammer **201** aufrecht zu erhalten. Die Basisplatte **220** weist weiterhin eine Spaltventilöffnung **225** auf, die konfiguriert ist, Substrate in und aus dem Kammervolumen **223** zu transferieren.

**[0041]** [Fig. 6](#) zeigt schematisch eine Ausführungsform der Prozesskammer **201** in Übereinstimmung mit der vorliegenden Erfindung. In dieser Konfiguration ist die Basisplatte **220** mit dem Kammerdeckel **249** durch ein oder mehrere Gelenke **250** verbunden. Ein Paar hydraulischer Stangen **251** sind zwischen der Basisplatte **220** und dem Kammerdeckel **249** befestigt. Das Paar hydraulischer Stangen **251** ist konfiguriert, den Kammerdeckel **249** in einer geöffneten Position zu halten, wenn die Prozesskammer **201** offen ist. Die Gelenkverbindung macht es einfach, die Prozesskammer **201** zum Reinigen und Warten zu öffnen. Eine Schnittstelle **253**, die konfiguriert ist, die Prozesskammer **201** mit einer zentrale Transferkammer, wie zum Beispiel der zentralen Transferkammer **101** aus [Fig. 1](#), zu verbinden, oder einer Lastenschleuse ist an derselben Seite der Basisplatte **220**, wie das eine oder die mehreren Gelenke **250** positioniert. Ein Einlassaufsatz **252** ist außerhalb der Einlassöffnung **224** positioniert. Einer oder mehrere Einlasskanäle **255** sind mit dem Einlassaufsatz **252** verbunden und konfiguriert, mit einer Gasplattenanordnung verbunden zu werden, um Prozessgas in der Prozesskammer **201** zu erhalten. Ein Auslassaufsatz **256** ist mit der Auslassöffnung **226** verbunden. Kühlfluid kann der Basisplatte **220** durch einen Kühleinlass **254** zugeführt werden. Das obere Reflektormodul **202** kann mit dem Kammerdeckel **249** und das untere Lampenmodul **203** mit der Basisplatte **220** verbunden sein.

**[0042]** Das untere Lampenmodul **203** ist an der Prozesskammer **201** angebracht und konfiguriert, die Prozesskammer **201** durch die untere Kuppel **221** zu hetzen. Das untere Lampenmodul **203** umfasst einen Array von vertikal orientierten Lampen **232**, die in einer Vielzahl von Öffnungen **292** angebracht sind, die

durch die Kühlplatte **230** und eine untere Reflektoranordnung **231** festgelegt werden.

[0043] [Fig. 4](#) zeigt eine Ausführungsform der Kühlplatte **230**, die in dem unteren Lampenmodul **203** verwendet wird. Die Kühlplatte **230** kann aus Metall hergestellt sein, wie zum Beispiel Kupfer, stromlos vernickeltes Kupfer, und stromlos vernickeltes Aluminium, und kann mit Gold überzogen sein. Eine Vielzahl von Öffnungen **241** ist in der Kühlplatte **230** ausgebildet. Jede aus der Vielzahl der Öffnungen **241** ist konfiguriert, eine Lampe und/oder eine Lampenhalterung darin zu halten. Ein Einlass **242** und ein Auslass **243** sind in der Kühlplatte **230** ausgebildet. Der Einlass **242** und der Auslass **243** sind durch Kühlkanäle verbunden, die innerhalb der Kühlplatte **230** ausgebildet sind. Kühlwasser kann vom Einlass **242** einströmen, die Kühlkanäle passieren und vom Auslass **243** ausströmen, um die Lampen **232** zu kühlen, die in der Kühlplatte **230** installiert sind.

[0044] Bezug nehmend auf [Fig. 3](#), ist die untere Reflektoranordnung **231** oberhalb der Kühlplatte **230** angeordnet und ist konfiguriert, Heizenergie von den Lampen **232** zu der unteren Kuppel **221** zu leiten. In einer Ausführungsform kann ein innerer Reflektor **247** in der Nähe eines Zentrums der unteren Reflektoranordnung **231** positioniert sein, um die untere Öffnung **290** der unteren Kuppel **221** zu umgeben. [Fig. 5A](#) zeigt schematisch eine Ausführungsform der unteren Reflektoranordnung **203**. Die untere Reflektoranordnung **231** umfasst eine Basisplatte **248**. Eine Vielzahl von Öffnungen **244**, die der Vielzahl von Öffnungen **241** auf der Kühlplatte **230** entspricht, sind auf der Basisplatte **248** ausgebildet. Die Vielzahl von Öffnungen **244** ist konfiguriert, die Vielzahl von Lampen **232** darin zu halten. Eine Vielzahl von vertikalen, reflektierenden Wänden **246** erstreckt sich aufwärts von der Basisplatte **248**. Die Vielzahl von vertikalen, reflektierenden Wänden **246** ist konzentrisch zueinander angeordnet. Die Vielzahl von vertikalen, reflektierenden Wänden **246** ist konfiguriert, die Heizenergie der Lampen **232** in Richtung der unteren Kuppel **221** zu leiten. In einer Ausführungsform kann die untere Reflektoranordnung **231** aus Goldüberzogenem Metall hergestellt sein. [Fig. 5B](#) zeigt schematisch eine Ausführungsform des inneren Reflektors **247**. Der innere Reflektor **247** kann an der Basisplatte **248** der unteren Reflektoranordnung **231** mit Stiften befestigt sein, die sich von Löchern **245** auf der Basisplatte **248** erstrecken.

[0045] Das untere Lampenmodul **203** mit vertikal orientierten Lampen **232** ermöglicht ein einfaches Austauschen der Lampen und andere Wartung. Wieder Bezug nehmend auf [Fig. 3](#), umfasst das untere Lampenmodul **203** weiterhin eine Bodenabdeckung **228**, die von Seitenwänden **227** entfernt ist. Die Lampen **232** können von unten repariert und gewartet werden. Die wassergekühlte Kühlplatte **230** redu-

ziert auch die Luftkühlung für das System, und reduziert dadurch die gesamte Systemgröße.

[0046] Alternativ kann das untere Lampenmodul **203** einen horizontal orientierten Array von Lampen oder andere passende Designs verwenden.

[0047] Wie in [Fig. 3](#) gezeigt, ist das obere Reflektormodul **202** an der Prozesskammer **201** an dem Kammerdeckel **249** angebracht. Das obere Reflektormodul **202** umfasst eine Reflektorplatte **235**, die konfiguriert ist, Heizenergie zu der Prozesskammer **201** zu reflektieren. Die Reflektorplatte **235** kann von einer Abdeckung **238** umgeben sein. [Fig. 7](#) zeigt schematisch eine Ausführungsform der Reflektorplatte **235**. Die Reflektorplatte **235** kann eine Vielzahl von Durchgangslöchern **240** aufweisen, die darin ausgebildet ist. Die Vielzahl von Durchgangslöchern **240** kann es ermöglichen, dass Kühlluft innerhalb des oberen Reflektormoduls **202** zirkuliert wird und/oder stellt Pfade für Pyrometer oder andere Sensoren zur Verfügung. Die Reflektorplatte **235** ist konfiguriert, mit Wasser gekühlt zu werden. Kühlwasser kann in die Reflektorplatte **235** und aus der Reflektorplatte **235** durch einen Einlass **234** und einen Auslass **237** strömen, die durch in der Reflektorplatte **235** ausgebildete Kühlkanäle verbunden sind. In einer Ausführungsform kann die Reflektorplatte **235** aus einem Goldüberzogenem Metall hergestellt sein. Bezug nehmend auf [Fig. 3](#), kann das obere Reflektormodul **202** weiterhin einen Lufteinlass **239** umfassen, der auf der Abdeckung **239** angeordnet ist und der konfiguriert ist, Kühlluft in das Innere des oberen Reflektormoduls **202** zu liefern.

[0048] Es sollte angemerkt werden, dass andere Module als das obere Reflektormodul **202** anstatt des oberen Reflektormoduls **202** verwendet werden können, abhängig von den Prozessanforderungen. Da die CVD-epitaxische Kammer **200** ein modulares Design aufweist, ist es einfach, das obere Reflektormodul **202** mit anderen Modulen zu ersetzen, um für verschiedene Prozesse geeignet zu sein. Beispielhafte Module, die auf dem Kammerdeckel **249** positioniert werden können, können zum Beispiel ein ferngesteuertes Plasmageneratormodul für Reinigungsanwendungen, ein ultraviolett (UV) assistiertes Modul für einen Ablagerungsprozess bei niedrigeren Temperaturen, ein wassergekühltes Plattenmodul mit integriertem Pyrometer beinhalten.

[0049] [Fig. 8](#) zeigt schematisch das Luftkühlungsmodul **205** in Verbindung mit der Prozesskammer **201** durch Luftkühlungskanäle **210** und **211**. Da das Luftkühlungsmodul **205** unterhalb der Prozesskammer **201** positioniert ist, werden die Luftkühlungskanäle **210** und **211** verkürzt, wodurch der gesamte Luftwiderstand reduziert wird und der Gebrauch von kleineren und/oder wenigeren Luftkühlungsgebläsen ermöglicht wird.



**[0050]** Das Luftkühlungsmodul **205** hat einen eingehenden Luftkanal **260**, der konfiguriert ist, warme Luft von dem Kühlkanal **210** zu erhalten, der warme Luft von der Prozesskammer **201** zieht. Der eingehende Luftkanal **260** ist mit einem ausgehenden Luftkanal **264** durch einen Wärmetauscher **261** verbunden. Die warme Luft von dem eingehenden Luftkanal **260** wird runtergekühlt werden, wenn sie den Wärmetauscher **261** passiert, und wird dann in den ausgehenden Luftkanal **264** eintreten, der mit dem Kühlkanal **211** verbunden ist, der kalte Luft an die Prozesskammer **201** liefert. Der eingehende Luftkanal **260**, der Wärmetauscher **261** und der ausgehende Luftkanal **264** können in einem Gehäuse zusammengestellt sein.

**[0051]** [Fig. 9](#) zeigt eine schematische Ansicht von oben des Luftkühlungsmoduls **205** ohne eine obere Abdeckung des Gehäuses **265**. Der eingehende Luftkanal **260** hat einen Zugang **266**, der konfiguriert ist, mit dem Kühlkanal **210** verbunden zu werden. In einer Ausführungsform kann ein Filter oberhalb des Zugangs **266** positioniert sein, um unerwünschte Partikel rauszufiltern. Die eingehende Luft von dem Kühlkanal **210** kann von dem Zugang **266** zu dem Wärmetauscher durch eine Vielzahl von Pfadwegen **268** geleitet werden, die in dem eingehenden Luftkanal **260** durch eine Vielzahl von Separatoren **293** ausgebildet sind. Durch Verwenden der Vielzahl von Pfadwegen **268** kann die eingehende Luft relativ gleichmäßig zu dem Wärmetauscher **261** geleitet werden.

**[0052]** Der Wärmetauscher **261** stellt einen Luftpfad mit einer Vielzahl von Kühlrohren **270** zur Verfügung, um Wärme zwischen der eingehenden Luft von dem eingehenden Luftkanal **260** und dem Kühlfluid auszutauschen, das darin fließt. Das Kühlfluid, zum Beispiel Wasser, kann in die Vielzahl von Kühlrohren **270** von einem Einlass **263** eingeströmt werden und von der Vielzahl von Kühlrohren **270** durch einen Auslass **262** auströmt werden. Ähnlich dem eingehenden Luftkanal **260**, umfasst der ausgehende Luftkanal **264** auch eine Vielzahl von Separatoren **271**, die eine Vielzahl von Pfadwegen **269** zwischen dem Wärmetauscher **261** und einem Eingang **267** formen, der konfiguriert ist, an einen Kühlkanal angeschlossen zu werden.

**[0053]** Das Gasplattenmodul **207** umfasst eine Vielzahl von modularen Komponenten, und bietet deshalb Flexibilität für die CVD-epitaxische Kammer **200**. [Fig. 10](#) zeigt schematisch eine Vorderseite des Gasplattenmoduls **207** in Übereinstimmung mit einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. [Fig. 11](#) zeigt schematisch eine Rückseite des Gasplattenmoduls **207** in Übereinstimmung mit einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

**[0054]** Bezug nehmend zu [Fig. 10](#), ist das Gasplattenmodul **207** von einem Gehäuse **271** umgeben. Das Gasplattenmodul **207** umfasst zwei oder mehr

Tränergasmischerplatten **281**, zum Beispiel eine Wasserstoffmischerplatte und eine Stickstoffmischerplatte. Das Gasplattenmodul **207** ist konfiguriert, alternative und/oder gemischte Trägergase für die Ablagerung, Kammerreinigung und Spaltventilspülung zur Verfügung zu stellen. In einer Ausführungsform ermöglicht das Gasplattenmodul **207** den Gebrauch von sowohl Wasserstoff als auch Stickstoff als Trägergas.

**[0055]** Das Gasplattenmodul **207** umfasst weiterhin eine oder mehrere modulare Prozessplatten **283**, die konfiguriert sind, Prozessgas an die Prozesskammer **207** zu liefern. Unterschiedliche modulare Prozessplatten **283** können in dem Gasplattenmodul **207** für unterschiedliche Prozesse installiert sein. Die modularen Prozessplatten **283** können für eine Vielfalt von Ablagerungsprozessen entworfen sein, zum Beispiel Blanket Ablagerung, HBT, selektive Silizium Ablagerung, dotierte, selektive SiGe, und dotierte, selektive SiC Anwendungen.

**[0056]** Das Gasplattenmodul **207** umfasst weiterhin einen Massenflussüberprüfungskontroller **282**, der konfiguriert ist, die Flussrate, die von unterschiedlichen modularen Platten, wie zum Beispiel den Platten **283** und **281**, geliefert wird, zu kontrollieren. Ein Flussratenkontroller **284** kann auch in dem Gasplattenmodul **207** angeordnet sein und konfiguriert sein, den Gasfluss durch die Rate zu kontrollieren.

**[0057]** Bezug nehmend auf [Fig. 11](#), umfasst das Gasplattenmodul **207** einen oder mehrere Laufwerknetzwerkblöcke **289**, die konfiguriert sind, die Prozesskammer **201** zu kontrollieren, und ein oder mehrere Verriegelungsboards **288** mit Hardwareverriegelungen für die ganze Kammer **200**. Das Gasplattenmodul **207** umfasst weiterhin einen oder mehrere pneumatische Blöcke **287** zum Kontrollieren von verschiedenen Ventilen im Gasplattenmodul **207**. Das Gasplattenmodul **207** ist weiterhin konfiguriert, ein oder mehrere Hilfsplatten **285** zu beherbergen, die konfiguriert sind, zusätzliches Gas, zum Beispiel Chlor zu liefern. Das Gasplattenmodul kann auch ein oder mehrere Verriegelungsventile **286** umfassen, die konfiguriert sind, Ventile im Gasplattenmodul **207** und in der Prozesskammer zu kontrollieren.

**[0058]** Während das Vorstehende auf Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung gerichtet ist, können andere und weitere Ausführungsformen der Erfindung entwickelt werden, ohne von dem elementaren Schutzbereich davon abzuweichen, und der Schutzbereich ist bestimmt durch die Ansprüche, die folgen.

#### KURZZUSAMMENFASSUNG

**[0059]** Die vorliegende Erfindung stellt Verfahren und Vorrichtungen zum Prozessieren von Halbleiter-

substraten zur Verfügung. Insbesondere stellt die vorliegende Erfindung eine modulare Prozessierungszelle zur Verfügung, die in einer Gerätegruppe genutzt wird. Die modulare Halbleiterprozessierungszelle der vorliegenden Erfindung umfasst eine Kammer mit einem Einlassaufsatz, ein Gasplattenmodul, das konfiguriert ist, ein oder mehrere Prozessgase in die Kammer durch den Einlassaufsatz einzuspeisen, wobei das Gasplattenmodul benachbart von dem Einlassaufsatz positioniert ist. Die Prozessierungszelle umfasst weiterhin ein Lampenmodul, das unterhalb der Kammer positioniert ist. Das Lampenmodul umfasst eine Vielzahl von vertikal orientierten Lampen.

### Patentansprüche

1. Eine modulare Halbleiterprozessierungszelle, umfassend:  
eine Kammer mit einem Einlassaufsatz;  
ein Gasplattenmodul, das konfiguriert ist, ein oder mehrere Prozessgase in die Kammer durch den Einlassaufsatz einzuspeisen, wobei das Gasplattenmodul benachbart von dem Einlassaufsatz positioniert ist; und  
ein Lampenmodul, das unterhalb der Kammer positioniert ist, wobei das Lampenmodul eine Vielzahl von vertikal orientierten Lampen aufweist.
2. Die modulare Halbleiterprozessierungszelle nach Anspruch 1, wobei das Gasplattenmodul ungefähr einen Fuß von dem Einlassaufsatz der Kammer entfernt positioniert ist.
3. Die modulare Halbleiterprozessierungszelle nach Anspruch 1, wobei die Kammer einen Kammerkörper und einen Kammerdeckel umfasst, der klappbar mit dem Kammerkörper verbunden ist.
4. Die modulare Halbleiterprozessierungszelle nach Anspruch 1, weiterhin ein UV assistiertes Modul oder einen ferngesteuerten Plasmagenerator umfassend, die oberhalb der Kammer positioniert sind.
5. Die modulare Halbleiterprozessierungszelle nach Anspruch 1, weiterhin ein oberes Reflektormodul umfassend, das oberhalb der Kammer positioniert ist.
6. Die modulare Halbleiterprozessierungszelle nach Anspruch 5, wobei das obere Reflektormodul wassergekühlt ist.
7. Die modulare Halbleiterprozessierungszelle nach Anspruch 5, wobei das obere Reflektormodul luftgekühlt ist.
8. Die modulare Halbleiterprozessierungszelle nach Anspruch 1, wobei die Kammer eine Auslassleitung von mindestens 2 inch (5,08 cm) umfasst.
9. Die modulare Halbleiterprozessierungszelle nach Anspruch 1, wobei das Gasplattenmodul eine oder mehrere modulare Gasplatten umfasst.
10. Die modulare Halbleiterprozessierungszelle nach Anspruch 1, weiterhin ein Luftkühlungsmodul umfassend, das an die Kammer und das Lampenmodul gekoppelt ist.
11. Die modulare Halbleiterprozessierungszelle nach Anspruch 1, weiterhin ein Wasserverteilungsmodul umfassend, das benachbart von der Kammer angeordnet ist.
12. Die modulare Halbleiterprozessierungszelle nach Anspruch 1, weiterhin ein AC-Verteilungsmodul umfassend, das benachbart von der Kammer angeordnet ist.
13. Die modulare Halbleiterprozessierungszelle nach Anspruch 1, weiterhin ein Elektronikmodul umfassend, das benachbart von der Kammer angeordnet ist.
14. Eine Gerätegruppe zum Prozessieren von Halbleitersubstraten, umfassend:  
eine zentrale Transferkammer mit einem zentralen Roboter;  
zumindest eine gekoppelte Lastenschleuse, die die zentrale Transferkammer mit einer Anlagenschnittstelle verbindet; und  
eine oder mehrere modulare Prozessierungszellen, die an der zentralen Transferkammer angebracht sind, wobei die eine oder mehreren Prozessierungszelle umfasst:  
eine Prozesskammer mit einem Einlassaufsatz und einem Auslass, wobei die Prozesskammer konfiguriert ist, darin Halbleitersubstrate zu bearbeiten;  
ein Gasplattenmodul, das benachbart von dem Einlassaufsatz der Prozesskammer positioniert ist;  
ein Lampenmodul mit einer Vielzahl von vertikal orientierten Lampen, das unterhalb der Prozesskammer positioniert ist; und  
ein oberes Prozessmodul, das oberhalb der Prozesskammer positioniert ist.
15. Die Gerätegruppe nach Anspruch 14, wobei das Gasplattenmodul ungefähr einen Fuß (30,48 cm) von dem Einlassaufsatz der Prozesskammer entfernt positioniert ist.
16. Die Gerätegruppe nach Anspruch 14, wobei das obere Prozessmodul ein oberes Reflektormodul, ein UV assistiertes Modul, oder einen ferngesteuerten Plasmagenerator umfasst.
17. Die Gerätegruppe nach Anspruch 14, wobei die modulare Prozessierungszelle weiterhin ein Luftkühlungsmodul umfasst das mit der Prozesskammer gekoppelt ist.



18. Eine Kammer zum Prozessieren eines Halbleitersubstrates, umfassend:  
einen Kammerkörper, der ein Prozessvolumen festlegt und der einen Einlassaufsatz und eine Auslassöffnung aufweist;  
einen Kammerdeckel, der klappbar mit dem Kammerkörper verbunden ist;  
ein Gasplattenmodul, das konfiguriert ist, der Kammer Prozessgas bereit zu stellen und das ungefähr einen Fuß von dem Einlassaufsatz entfernt positioniert ist;  
ein vertikales Lampenmodul, das konfiguriert ist, das Prozessvolumen zu heizen und das unterhalb des Kammerkörpers positioniert ist;  
ein Luftkühlungsmodul, das mit dem Kammerkörper verbunden ist; und  
ein oberes Reflektormodul, das oberhalb des Kammerdeckels positioniert ist.

19. Die Kammer nach Anspruch 18, wobei das Gasplattenmodul konfiguriert ist, der Kammer zwei Trägergase bereit zu stellen.

20. Die Kammer nach Anspruch 18, weiterhin umfassend:  
ein Elektronikmodul;  
ein AC-Verteilungsmodul; und  
ein Wasserverteilungsmodul.

Es folgen 11 Blatt Zeichnungen

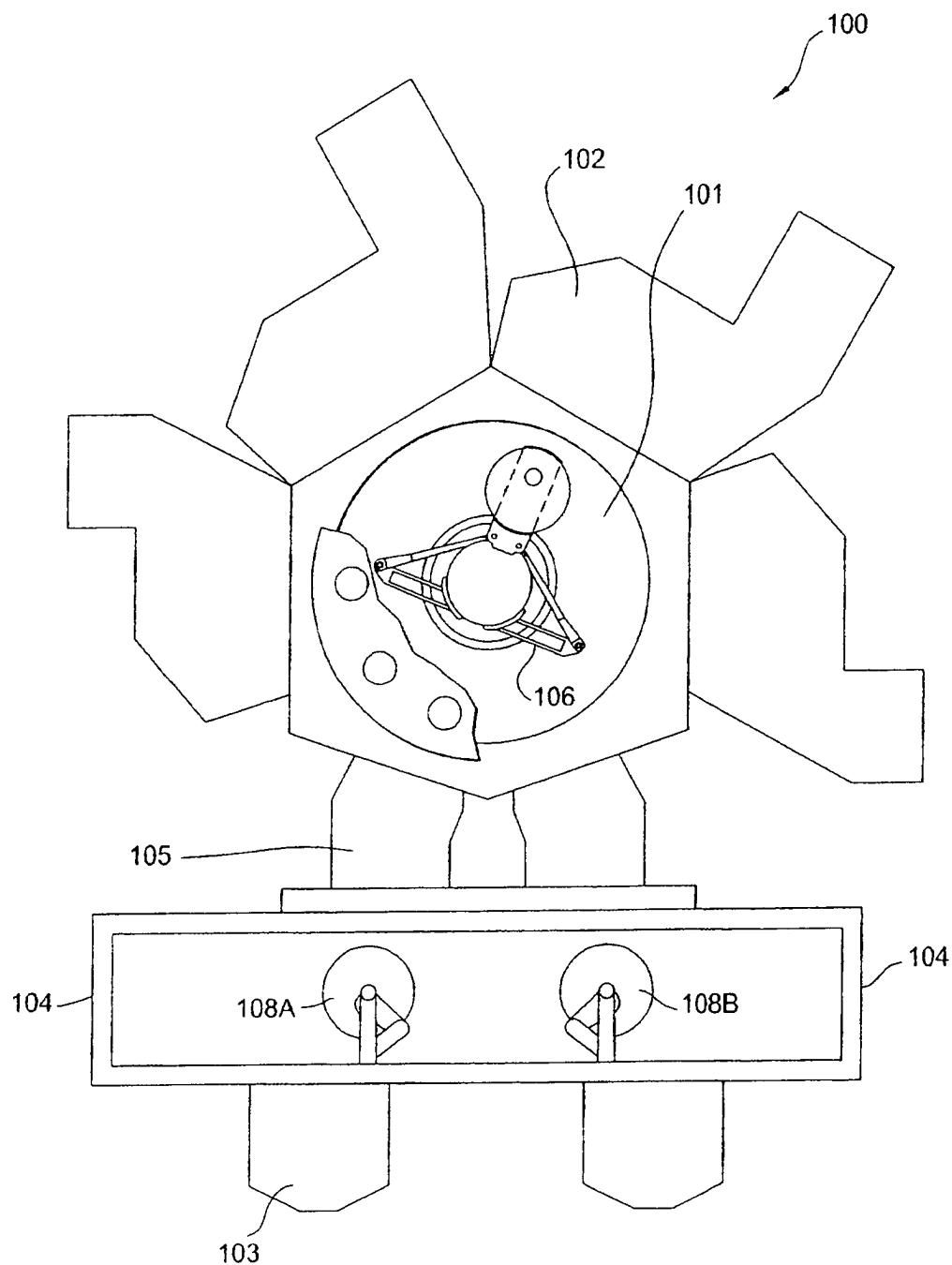


FIG. 1

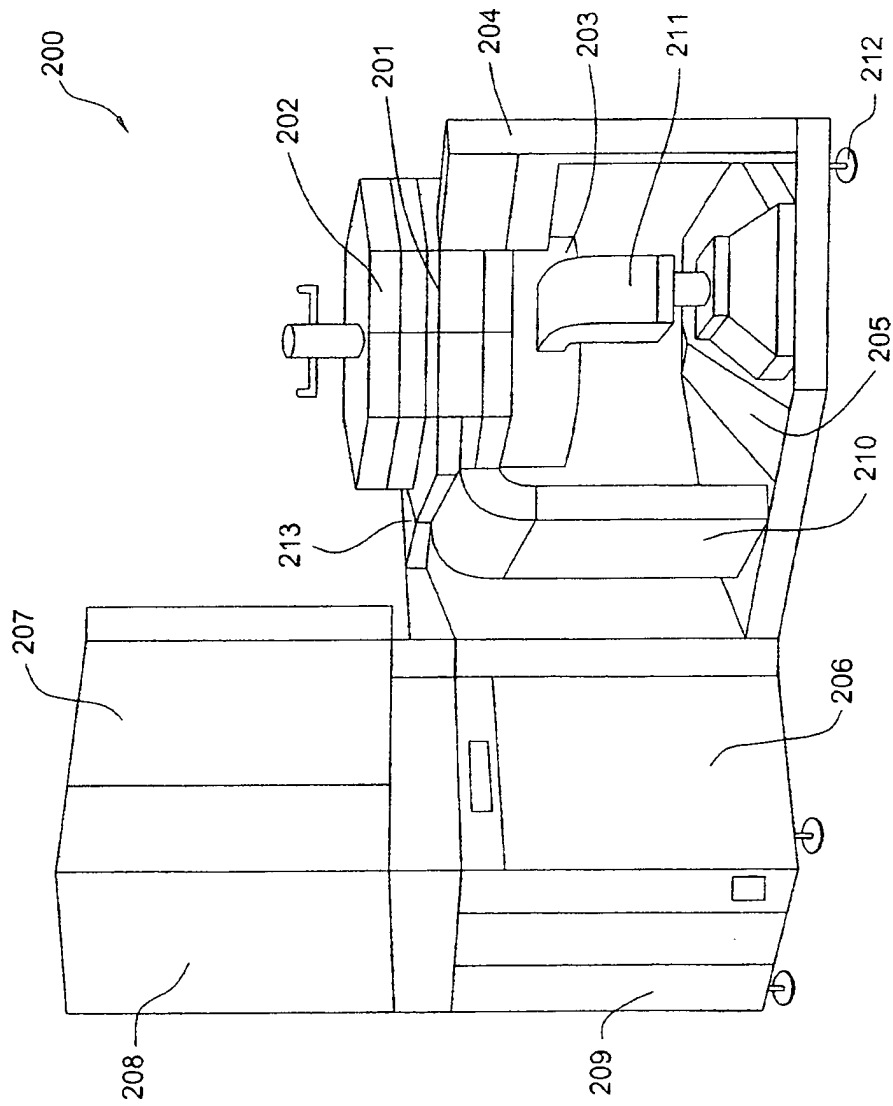


FIG. 2

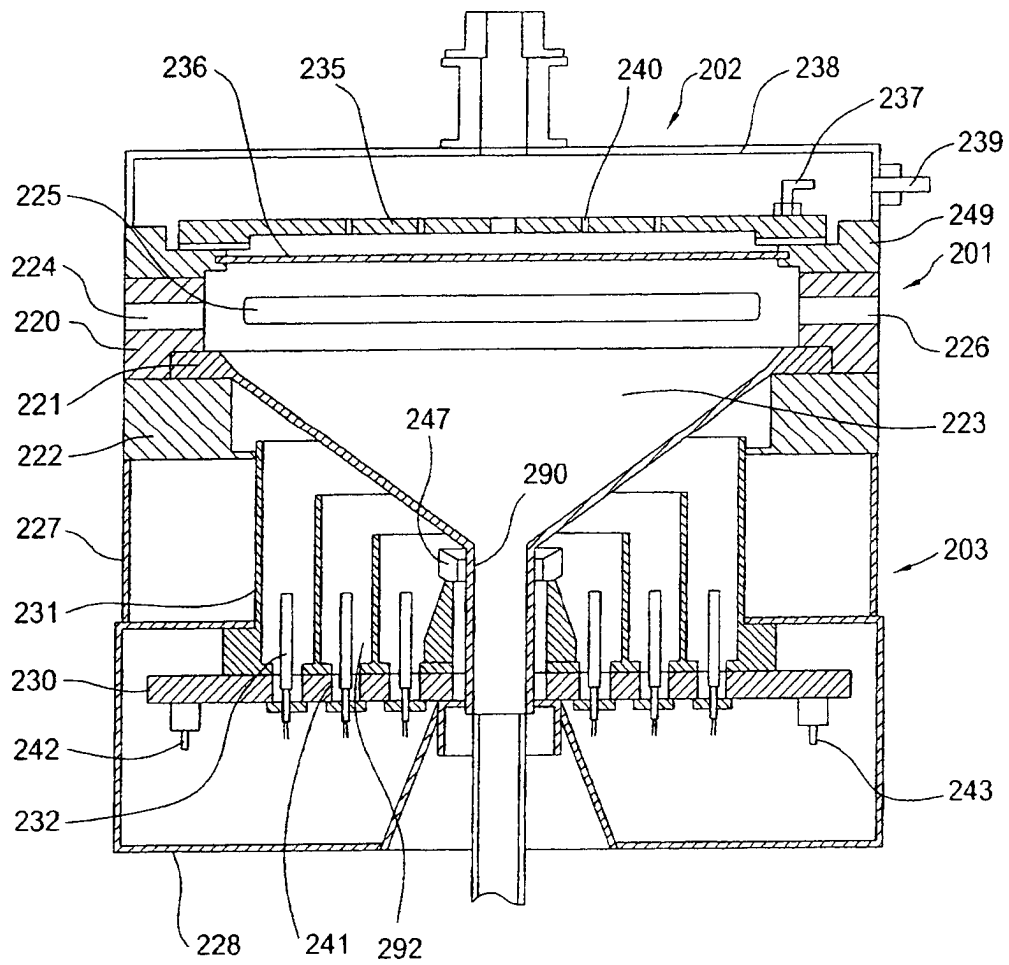


FIG. 3

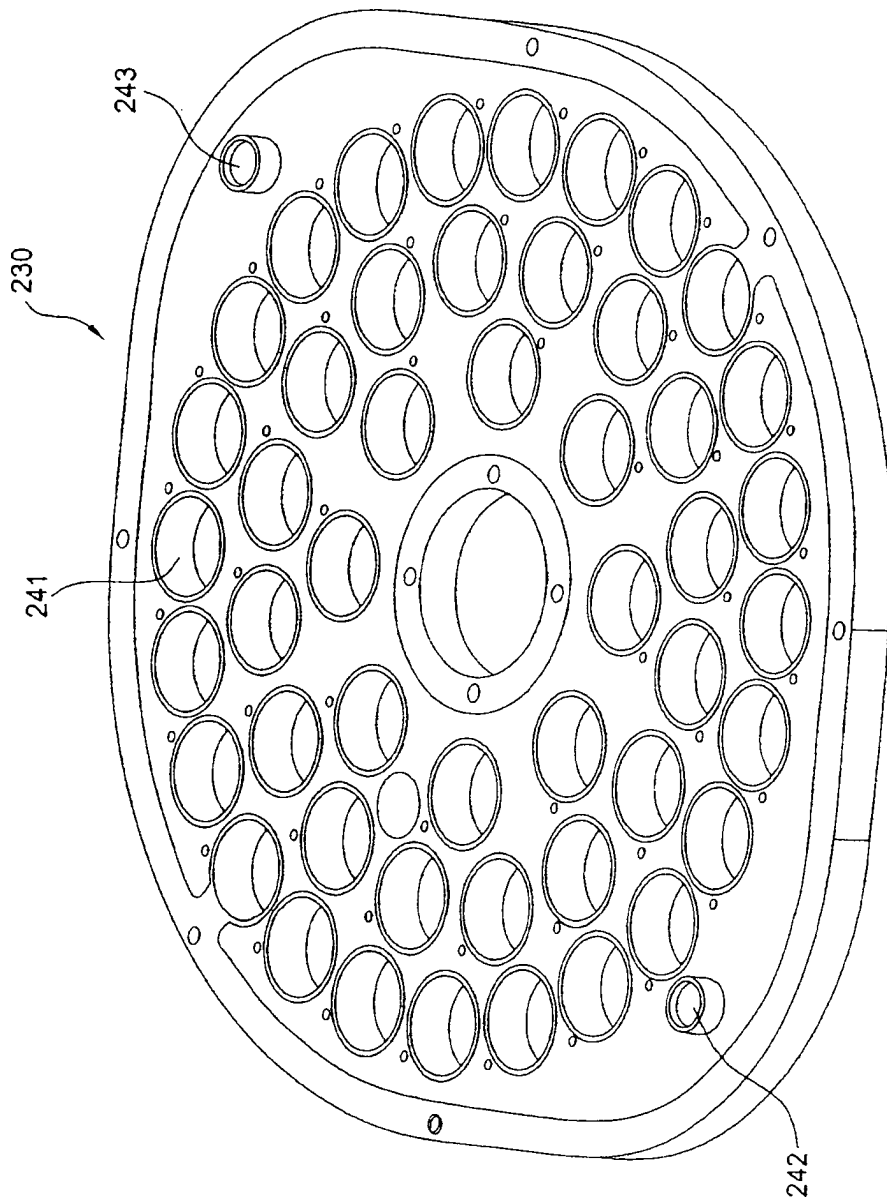


FIG. 4

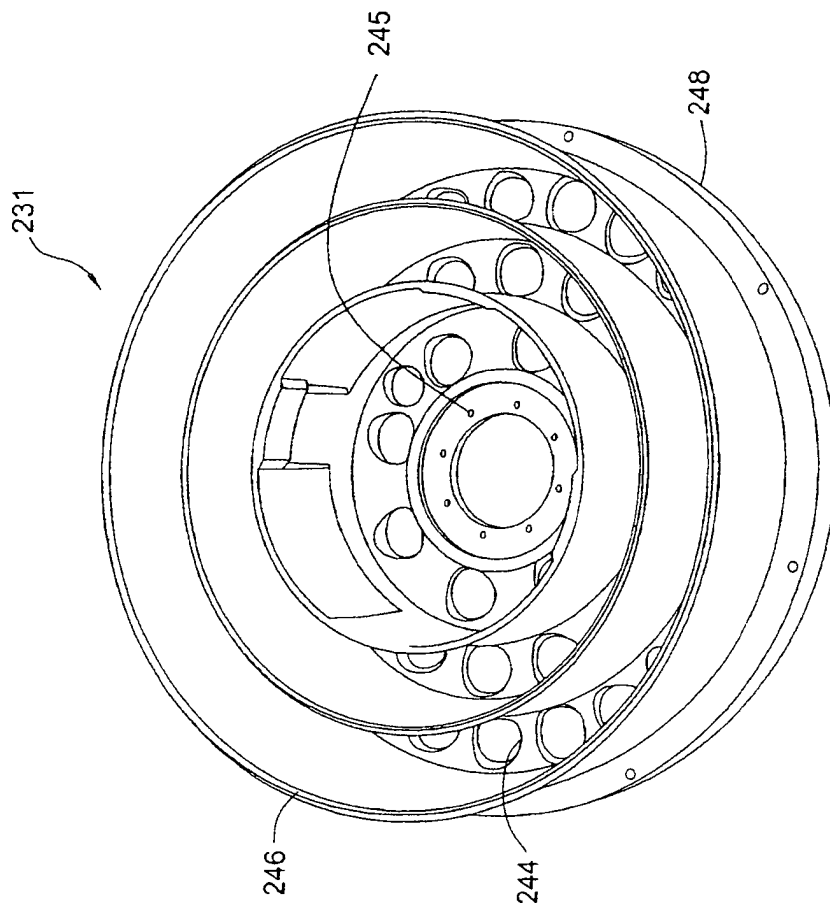


FIG. 5A

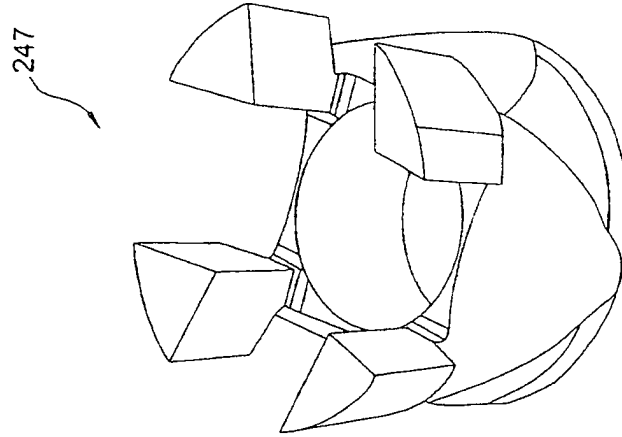


FIG. 5B



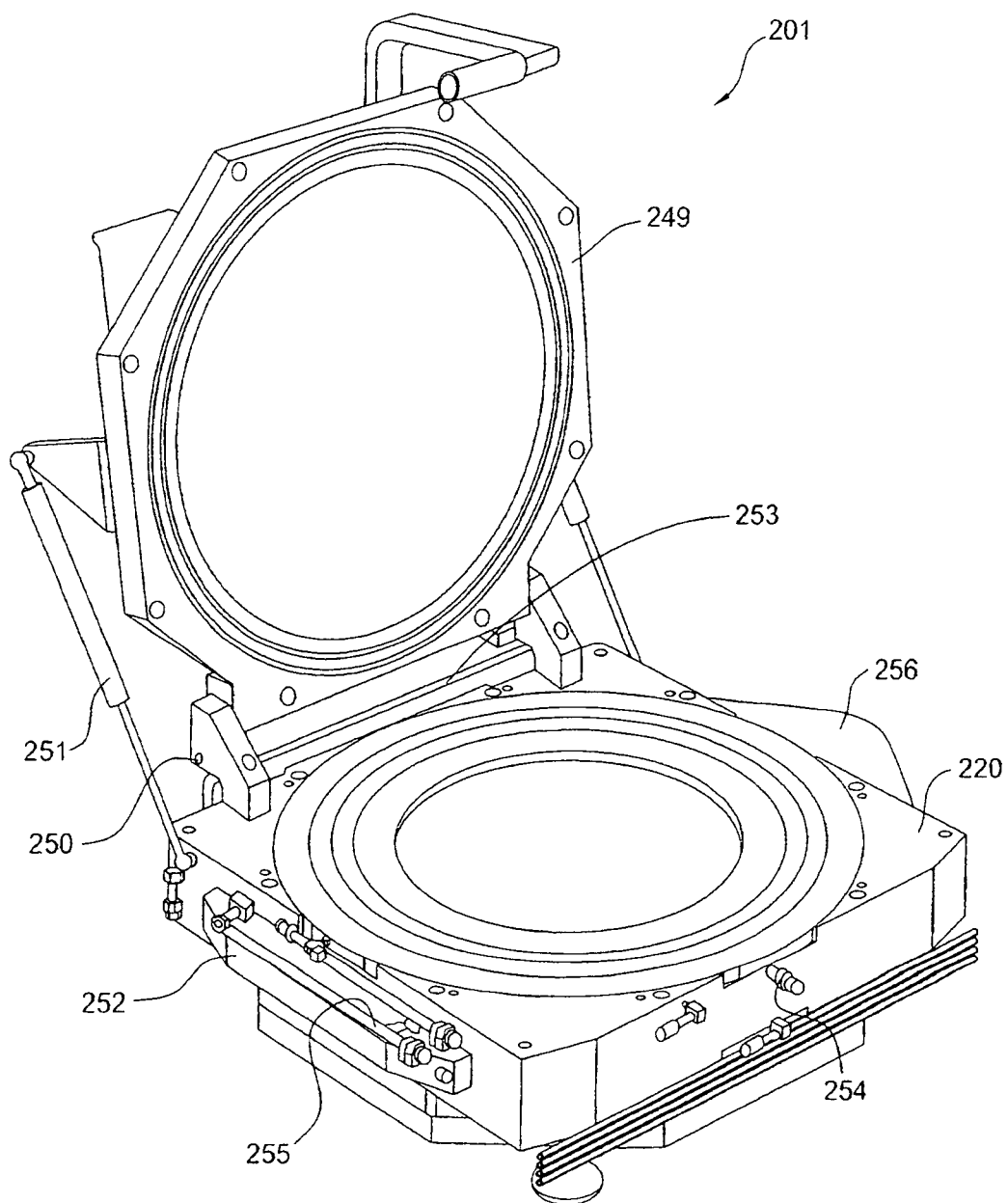


FIG. 6

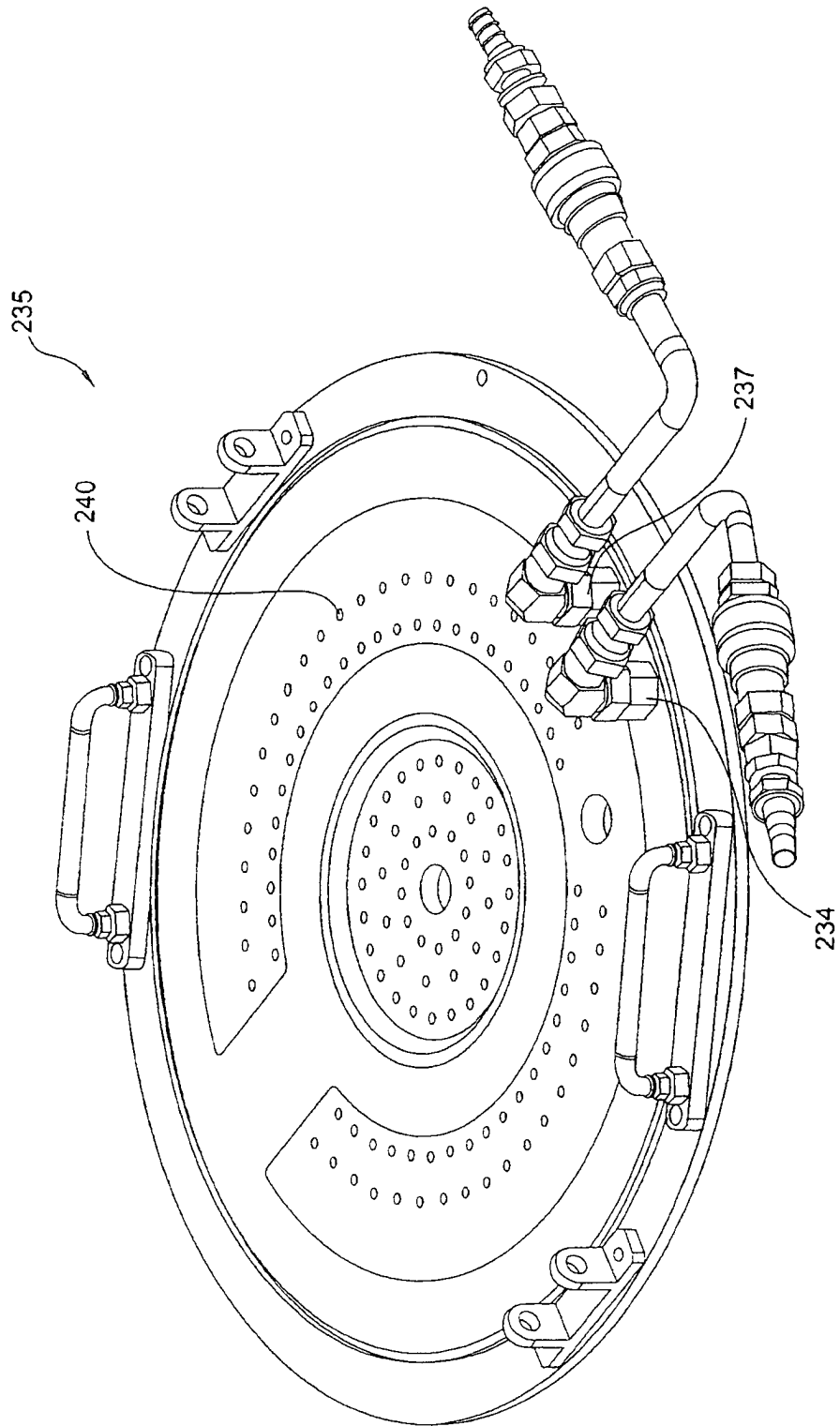


FIG. 7

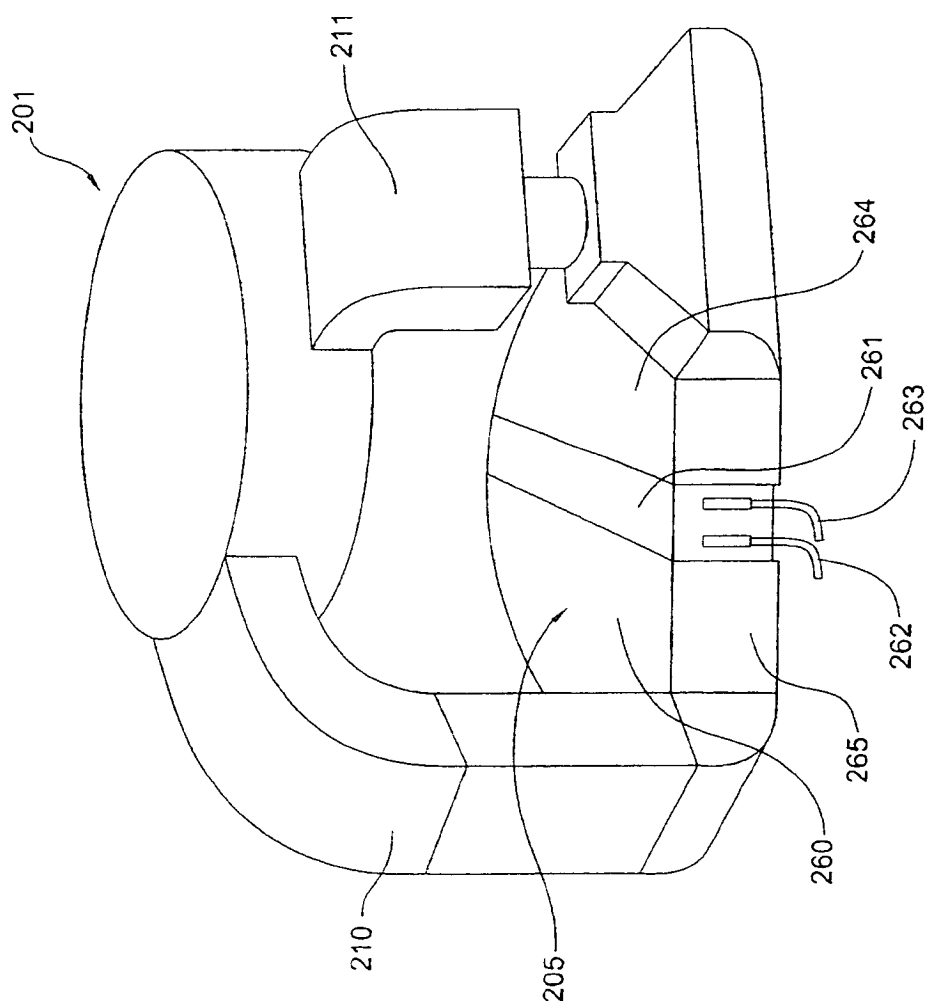


FIG. 8

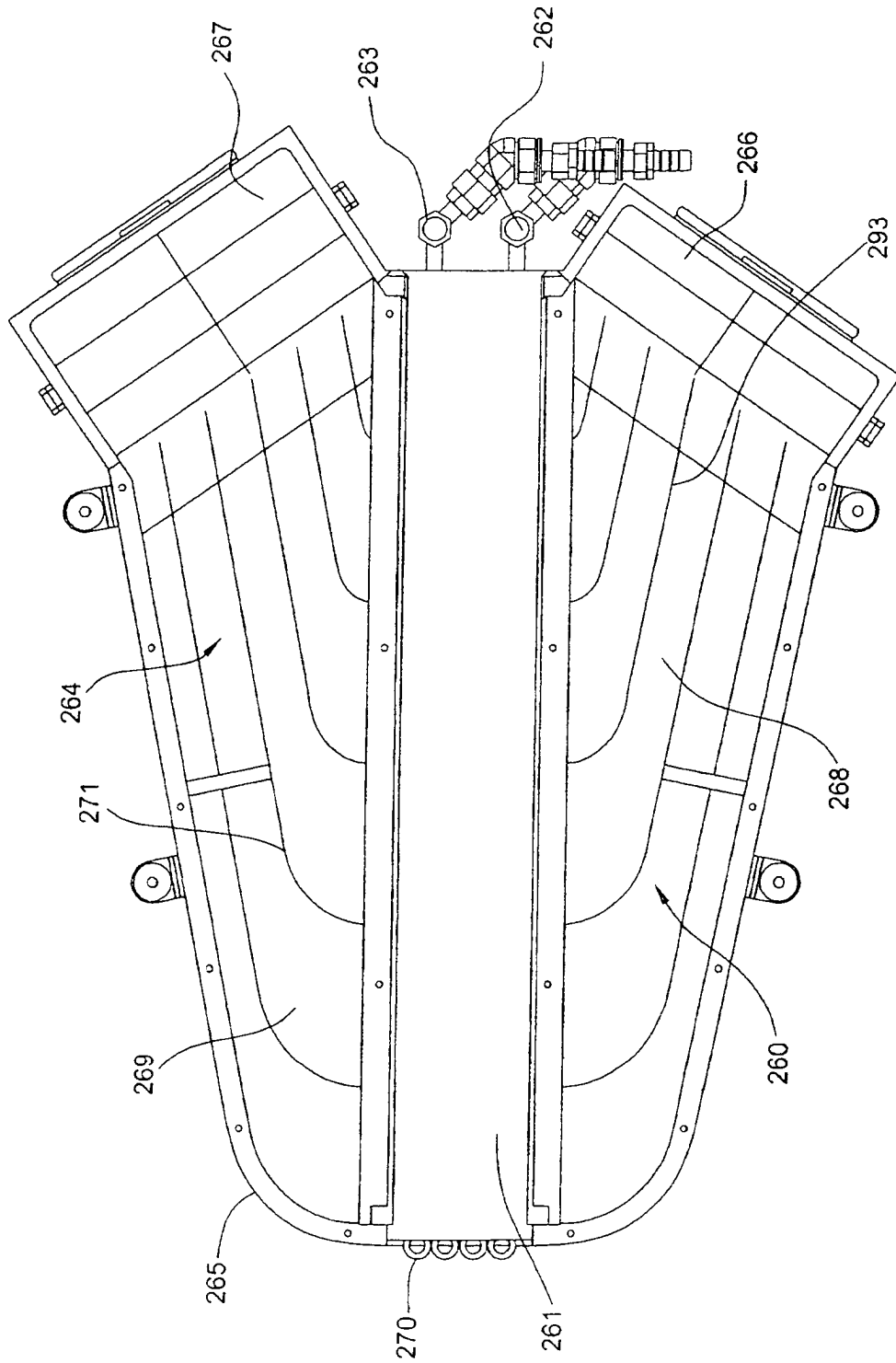


FIG. 9

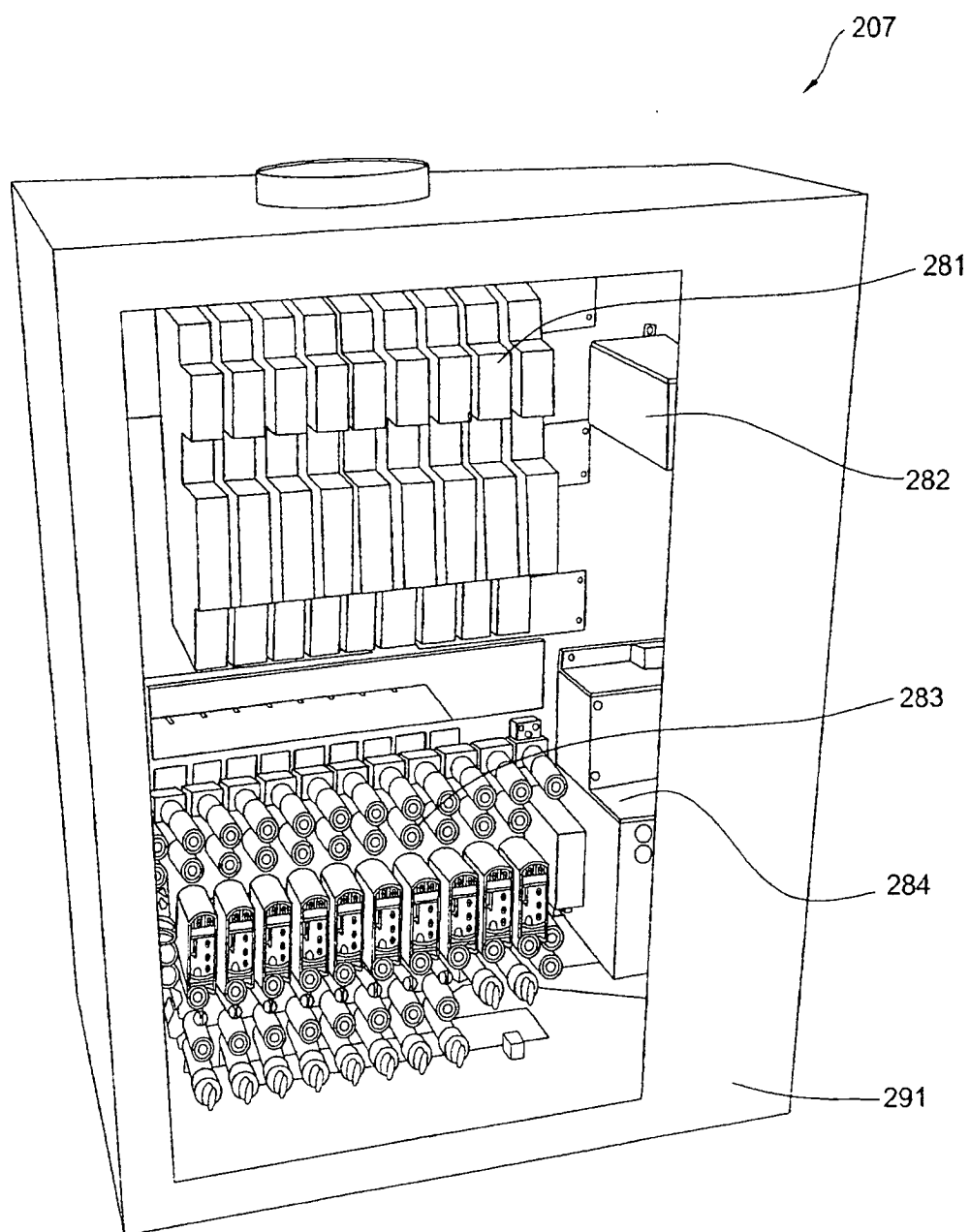


FIG. 10

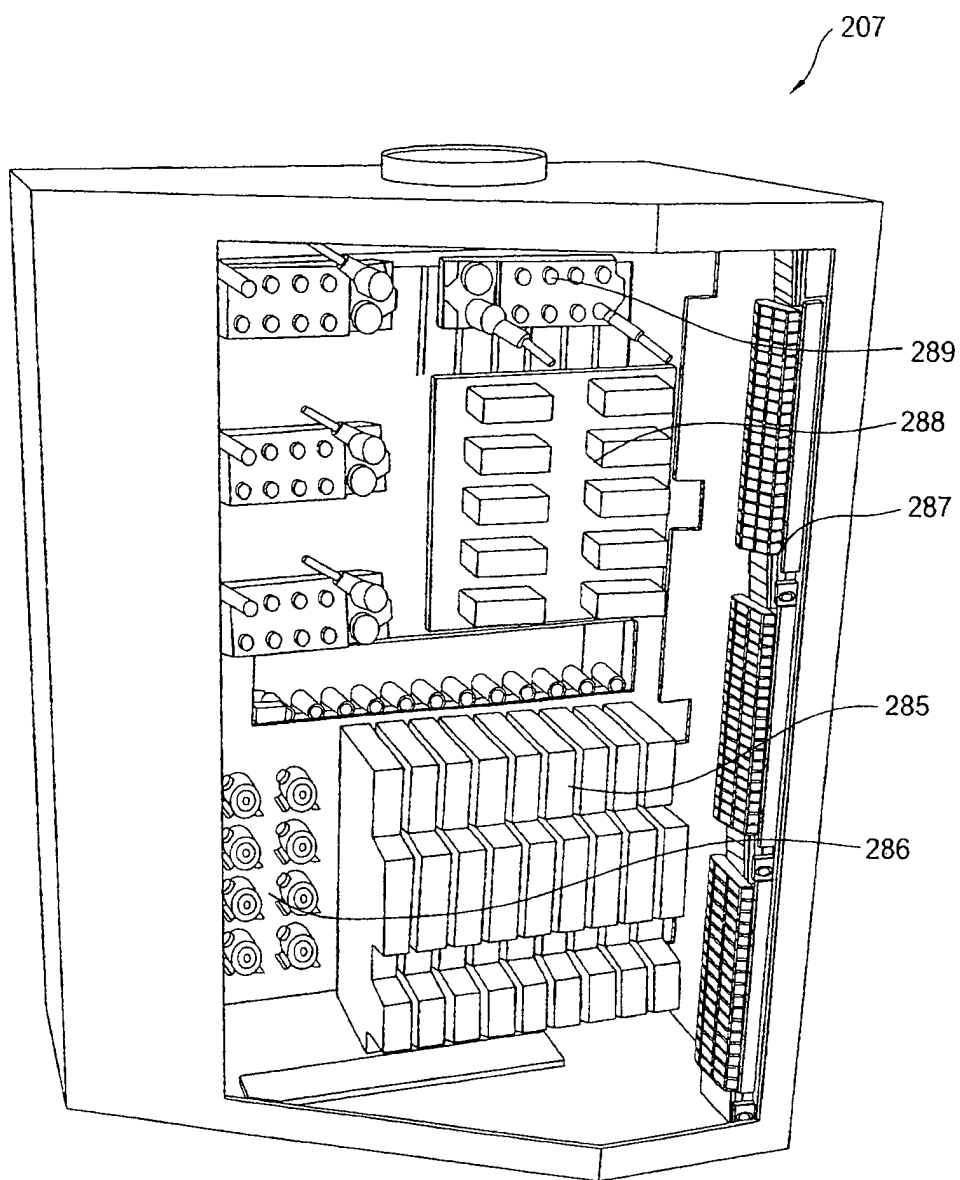


FIG. 11