



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 60 2005 005 851 T2 2009.04.09**

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 815 493 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **60 2005 005 851.6**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/CH2005/000692**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **05 803 234.3**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2006/056091**

(86) PCT-Anmeldetag: **23.11.2005**

(87) Veröffentlichungstag

der PCT-Anmeldung: **01.06.2006**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **08.08.2007**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **02.04.2008**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **09.04.2009**

(51) Int Cl.⁸: **H01J 37/32 (2006.01)**

C23C 16/509 (2006.01)

C23C 16/458 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

630667 P 24.11.2004 US

(73) Patentinhaber:

OC Oerlikon Balzers AG, Balzers, LI

(74) Vertreter:

Bockhorni & Kollegen, 80687 München

(84) Benannte Vertragsstaaten:

AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LI, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR

(72) Erfinder:

**AING, Phannara, F-94400 Vitry-sur-Seine, FR;
DELAUNAY, Laurent, F-76160 Saint Aubin Epinay, FR;
JOST, Stephan, CH-9478 Azmoos, CH;
ELYAAKOUBI, Mustapha, F-91130 Ris-orangis, FR**

(54) Bezeichnung: **VAKUUMBEHANDLUNGSKAMMER FÜR SEHR GROSSFLÄCHIGE SUBSTRATE**

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 Erfindung bezieht sich auf eine Vakuumbehandlungsanlage für sehr großflächige Substrate, insbesondere auf eine PECVD Behandlungskammer (respektive einen inneren Reaktor) mit Kompensationsmittel für die Planabweichung.

Hintergrund der Erfindung

[0002] Die vorliegende Erfindung bezieht sich im Allgemeinen auf großflächige PECVD Prozesskammern und insbesondere auf derartige Kammern, die selbst wieder in einer zweiten Vakuumkammer aufgenommen sind.

[0003] Solche „Kammer in einer Kammer“-Anordnung, (Plasma Box™) sind im Stand der Technik bekannt und im US-Patent 4,798,739 beschrieben. Der große Vorteil solcher „Kammer in einer Kammer“-Anordnung ist, dass ein niedriger Druck in der luftdichten Außenkammer als in der Innenreaktorkammer aufrecht erhalten werden kann, so dass eine kontrollierte Gasströmung von der Innen- zur Außenkammer („differenzielles Pumpen“) aufrecht erhalten werden kann. Ein weiterer Vorteil eines solchen „Kammer in einer Kammer“-Systems ist, dass die Innenkammer bei einer konstanten Prozesstemperatur typischerweise von etwa 250–350°C (isothermischer Reaktor) aufrechterhalten werden kann. Das Halten einer konstanten Prozesstemperatur ermöglicht in einem solchen inneren Reaktor eine gleichmäßige Temperaturverteilung und somit einheitliche Gesamtdositionsraten. Mit dem Aufkommen von immer größeren Substraten (über 2 m × 2 m) wird es allerdings immer schwieriger, den inneren Reaktor im Wesentlichen eben zu halten und infolge dessen in der Lage zu sein, die erforderlichen Produktionsspezifikationen zu erfüllen und die Substrate zu beladen und zu entladen.

[0004] Aufgrund der aggressiven Natur der chemischen Mittel, die durch PECVD bedingt sind, sind Aluminiumlegierungen das wirtschaftliche Material der Wahl: Aluminium ist eines der wenigen Materialien, die bekannt sind in der Lage zu sein, gegen die Angriffe der chemischen Mittel resistent zu bleiben, die in PECVD Prozessen verwendet sind, wie etwa Fluor enthaltende Gase und Stoffe. Leider tendieren Aluminiumlegierungen allerdings dazu, Kriechverformung bei erhöhten Temperaturen vorzuweisen und sogar kriechresistente Legierungen können nicht vollständig derartige Deformation im Laufe der Zeit eliminieren.

[0005] Jede Plandeformation und – abweichung des Reaktors verursacht außerdem ungleichmäßige Ablagerung auf dem Substrat, da die Depositionsrate (neben anderen Faktoren) eine Funktion des Plasma-Spaltes ist, d. h. des Abstands zwischen den obo-

ren und den unteren Elektroden des Reaktors. Um des Weiteren Substrate zu beladen und zu entladen ist es notwendig, in der Lage zu sein, sowohl die Außenkammer und den inneren Reaktor zu öffnen und auf sie durch eine Ladeschleuse zuzugreifen. Eine solche Öffnung muss wieder schnell und sicher auf eine gasdichte Art und Weise für den eigentlichen Depositionsprozess dicht verschließbar sein, um Leckage zu vermeiden.

Stand der Technik

[0006] In den PECVD Reaktoren des Typs „Kammer in einer Kammer“, die im Stand der Technik (US 4,798,739) bekannt sind, sind Edelstahlstäbe verwendet, die als „Versteifungsmittel“ bekannt sind, um die inneren Reaktoren gegenüber der Außenkammer aufzuhängen. Die inneren Reaktoren selbst (z. B. die Reaktoren des Systems Unaxis KAI 1200) sind aus zwei gasdichten etwa symmetrischen Hälften hergestellt, die lediglich für die Instandhaltung und nicht für Beladens-/Entladenszwecke geöffnet sind. Für Beladens-/Entladenszwecke ist ein Schlitz in einer Seitenwand des inneren Reaktors herausgearbeitet, der geöffnet und durch ein Schlitzventil auf eine gasdichte Art und Weise geschlossen werden kann. Eine Gabel, die ein Substrat hält, ist in die Innenkammer durch einen derartigen Schlitz eingeführt. Dann ist das Substrat durch eine Reihe von vertikalen Stiften aufgenommen. Nach der Zurücknahme der Gabel können diese (Hub-)Stifte vertikal zurück gefahren werden, bis das Substrat in seiner vorbestimmten Position liegt. Der Schlitz ist dann durch ein im Stand der Technik bekanntes Schlitzventil abgedichtet.

Nachteile im Stand der Technik

[0007] Der größte Nachteil des aktuellen Reaktor-designs ist die Seiten-Schlitz/Gabel/Stift-Art des Beladens und Entladens der Substrate, die oben beschrieben ist. Dies erfordert eine einheitliche innere Höhe des Reaktors, um die Gabel und die Stifte aufzunehmen. Bei sehr großen Substratgrößen neigt allerdings die Gabel dazu, sich unter der Kombination von ihrem eigenen Gewicht und dem Substratgewicht, zu biegen. Der verwendete Be-/Entladenmechanismus schreibt eine zunehmend große innere Höhe des Reaktors und eine große Schlitzhöhe vor.

[0008] Einfache Edelstahlversteifungsmittel, wie etwa bekannte T- oder H-förmige Stäbe können nicht vollständig die Deformation und die Verzerrung der sehr großen Reaktoren kompensieren, insbesondere wenn diese Reaktoren eine Seitenlänge von über 2 Meter erreichen. Einfache Versteifungsmittel würden nicht nur fehlen einen Flachreaktor bei Raumtemperatur bereitzustellen, aber insbesondere bei einer Betriebstemperatur, weil sogar Edelstahl bei erhöhter Temperatur zum Festigkeitsverlust neigt. Einfache Versteifungsmittelslösungen tendieren, unter dem

Gewicht des Reaktors einzusacken, wie auch unter ihrem eigenen Gewicht, und zwar bei Raumtemperatur als auch bei Betriebstemperaturen von etwa 300°C.

[0009] Die oben genannten Probleme, die sich hauptsächlich aus verschiedenen Problemen der Form der Genauigkeit ergeben, die bei der Verwendung von großen Reaktorgrößen von mehr als 2 Meter Seitenlänge angegangen werden müssen, fordern ein neues Reaktordesign.

[0010] Bisher ist der innere Reaktor als eine einteilige Vakuumkammer im Stand der Technik konzipiert. Das Beladen und Entladen des Reaktors erfolgt durch einen Seitenschlitz, der in einer Seitenwand eingearbeitet ist. Das neue Reaktordesign muss den Anforderungen der optimalen Höhe während der Verarbeitung des Substrats und des oben genannten Problems des Beladens, das sich aus der Biegung der Ladegabel ergibt, gerecht werden. Diese Anforderungen sind nicht länger durch das traditionelle Reaktordesign erfüllt. Zusätzlich erreichen die Reaktoren immer größere Dimensionen und müssen steigenden Deformations- und Erweiterungsanforderungen entsprechen.

Zusammenfassung der Erfindung

[0011] Ein Plasma Reaktor für PECVD Behandlung von großformatigen Substraten gemäß der Erfindung umfasst eine Vakuumbehandlungskammer **19** als eine Außenkammer und zumindest einen inneren Reaktor mit Prozessgaszuführung **22** und einer RF-Versorgung **24**, die elektrisch mit der Showerhead Elektrode **25** verbunden ist, die als RF-Antenne wirkt, wobei der innere Reaktor wiederum ein Reaktorunterteil **6** und ein Reaktoroberteil **2** aufweist, das zumindest während der Behandlung der Substrate in dem Plasma Reaktor dicht verbunden ist und zumindest während des Beladens/Entladens der Substrate getrennt ist. Weitere vorteilhafte Ausführungsformen und Eigenschaften sind nachfolgend und in den jeweiligen Unteransprüchen beschrieben.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0012] **Fig. 1** zeigt einen Reaktor einer ersten Ausführungsform der Erfindung in einem geöffneten (**Fig. 1a**) und einem geschlossenen (**Fig. 1b**) Zustand.

[0013] **Fig. 2** zeigt Versteifungsmittel in Seitenansicht (2a) und Längsrichtung (2b und 2c) in zwei verschiedenen Schnittdarstellungen.

[0014] **Fig. 3** zeigt eine Dichtplatte, die für dichte Schließung eines Reaktors gemäß der Erfindung verwendet wird.

[0015] **Fig. 4** zeigt eine Implementierung von einer erfindungsgemäßen Dichtplatte/Dichtungsdistanzhalter Kombination.

[0016] **Fig. 5** ist ein Ausschnitt eines Endes einer Dichtplatte.

[0017] **Fig. 6** zeigt ein Tragteil für eine RF-Antenne bezüglich einer weiteren Ausführungsform der Erfindung.

Detaillierte Beschreibung der Erfindung

[0018] Hiermit basiert die vorliegende Erfindung auf einem neuen Reaktorkonzept. Der Reaktor ist in zwei Teile geteilt; ein Reaktorunterteil **6** und ein Reaktoroberteil **2** (siehe **Fig. 1**). Das Reaktoroberteil **2** ist an der Außenvakuumbehandlungskammer **19** bevorzugt durch Versteifungsmittel **1** (Verbindung nicht in **Fig. 1** dargestellt) befestigt. Der Reaktorboden **6** (oder Böden im Falle von mehreren Reaktorsystemen in einer einzigen Außenkammer) ist vertikal bewegbar, so dass sich ein Schlitz zwischen der Reaktorseitenwand **11** und der Dichtplatte **9** öffnet. Wenn der Reaktor vollständig geöffnet ist, erweitert sich der Schlitz und die Hubstifte **8** beginnen herauszuragen. Die Ladegabel (nicht in **Fig. 1** dargestellt) ist dann in der Lage das Substrat auf den Hubstiften für das Beladen abzulegen, oder das Substrat von den Hubstiften **8** durch das Heben des Substrates von unten durch das Absperrventil der Kammer **20** zurückzuziehen. Dieser „invertierte Schuh-Box“-Typ der Öffnung hat den großen Vorteil, dass die Höhe der Reaktorwände **11** und somit entsprechend der Plasmaspalt relativ klein sein können. Wenn eine Lösung des Beladens-/Entladens durch Anordnung eines Schlitzventils (im Gegensatz zu der vorliegenden Erfindung und bekannt in dem Stand der Technik) in der Reaktorwand gewählt würde, würde die Höhe der Wand **11** massiv erhöht werden müssen, um den Eintritt einer Lade-/Entladegabel, die sich verbiegen und mit großen Substraten vibrieren kann, zu ermöglichen. Somit würde ein wirtschaftlicher Depositionsprozess sehr stark beschränkt sein.

[0019] Neben dem neuen Reaktorkonzept können zusätzliche Maßnahmen ergriffen werden, um das richtige Funktionieren der Plasmaeinrichtung zu gewährleisten. Eine weitere Ausführungsform der Erfindung enthält Maßnahmen, um die Deformation und Ausdehnung des Reaktors zu kompensieren, das auch zu Dichtungsproblemen des zweiteiligen Reaktors führt. Ein erster Schritt, um einen Ausgleich für die Planabweichung bezüglich der vorliegenden Erfindung zu schaffen, ist die Verwendung von Kompensationsdistanzhaltern (**Fig. 2**, Referenz **4**).

[0020] **Fig. 2a-c** stellt dar, wie das Sacken der Versteifungsmittel **1** und dadurch des Reaktoroberteils **4** durch Schwerkraft mit Kompensationsdistanzhalter **4**

kompensiert werden kann. Schrauben **5** verbinden das Reaktoroberteil **2** (zum Beispiel aus einer Aluminiumlegierung) mit Versteifungsmitteln **1**. Versteifungsmittelclips **3** greifen z. B. in eine Nut ein, die in dem Versteifungsmittel **1** herausgearbeitet ist. Kompensationsdistanzhalter **4** verschiedener Dicke sind zwischen dem Versteifungsmittel (**1**) und dem Reaktoroberteil (**2**) angeordnet und ermöglichen die Kompensation des Durchbiegens der Versteifungsmittel **1** während des Betriebs des Plasmareaktors bei erhöhten Temperaturen. Die Versteifungsmittel **1** sind wiederum an sich kreuzenden Platten an ihren Enden (nicht abgebildet) befestigt. Durch die Verwendung eines Reaktoroberteilsversteifungsteils **1**, das an den Enden der Außenkammer aufgenommen und befestigt ist, und durch sorgfältige Auswahl der Dicke der Kompensationsdistanzhalter **4**, die dicker an den Enden der Versteifungsmittel (**Fig. 2b**), dünner in Richtung der Mitte (**Fig. 2c**) und abwesend in der Mitte sind, kann das Einsacken bei Betriebstemperatur kompensiert werden. Das Sacken des Reaktoroberteils muss in der Mitte mehr als an den Enden (wie in der Abbildung durch die Krümmung des Versteifungsmittels **1** in **Fig. 2a** dargestellt ist) kompensiert werden. Entsprechend zeigen die Versteifungsmittel am Boden (Unterseite) des Reaktors auch eine leichte Abwärtskrümmung in Richtung der Mitte, aber sie weisen die dicksten Kompensationsdistanzhalter auf, die zwischen dem Versteifungsmittel (**1**) und dem Reaktorunterteil (**6**) in der Mitte des Versteifungsmittels angeordnet sind. Die herausgearbeiteten Nuten in dem Versteifungsmittel **1** und in dem Versteifungsmittelclip **3** können weiter die thermische Ausdehnung zwischen dem Reaktoroberteil und dem Versteifungsmittel aufnehmen.

[0021] **Fig. 3** stellt ein weiteres Kompensationsmittel von der Planabweichung mit dem Einsatz einer Dichtplatte **9a** mit Tellerfedern **10** dar. Eine Planabweichung der Reaktorseitenwand **11** gegen das Reaktorunterteil **6**, die nicht durch die Kompensationsdistanzhalter der Versteifungsmittel kompensiert werden könnte, wird negativ die Gasdichtigkeit des Reaktors beeinflussen. Die Dichtplatte **9a** ist so konzipiert, um diese Abweichung zu kompensieren, da die Platte **9a** zum Teil elastisch und an das Reaktorunterteil **6** auf der Innenseite des Reaktors gedrückt ist. Außerdem dient ein Dichtungsdistanzhalter **9b** unter der Mitte der Dichtplatte (**Fig. 4**) dazu, um zu vermeiden, dass die Dichtplatte über die Länge zwischen der Reaktorwand **11** und dem Reaktorunterteil **6** geklemmt wird. Damit ist die eigentliche Dichtung an zwei Stellen erreicht: zwischen der Dichtplatte **9a** und dem Reaktorunterteil auf der Innenseite, und zwischen der Dichtplatte **9a** und der Reaktorwand **11** auf der Außenseite (Oberteil) des Reaktors.

[0022] Die Dichtungsdistanzhalter **9b** bieten eine gut definierte Schließlage, die es den Dichtungsplatten **9a**, die vollständig an der Wand **11** durch die Tel-

lerfeder **10** gedrückt sind, ermöglicht, sich unbehindert zusammenzuziehen oder sich weg von der Mitte auszudehnen. Mit einer Reaktorseitenlänge von etwa 2,5 Metern kann eine maximale Verformung von etwa 2 mm somit kompensiert werden.

[0023] Da sowohl der innere Reaktor als auch der Außenbehälter unter Vakuum während des Betriebs sind, muss die Dichtung bei der Druckdifferenz zwischen den beiden, die typischerweise in der Größenordnung von 10^{-2} bis 10^{-3} mbar ist, nur gasdicht sein.

[0024] In **Fig. 4** stellen die dünnen Pfeile dar, wie die thermische Ausdehnung der Dichtung berücksichtigt ist. Im Allgemeinen ist die Dichtplatte **9a** fest in der Mitte befestigt und kann sich zusammenziehen und sich in Richtung der Ecken ausdehnen.

[0025] **Fig. 5** stellt einen Abschnitt des Endes einer Dichtplatte **9a** dar, wo sie eine andere Dichtplatte **9a** an einer Ecke verbindet: eine Umkantung ist bereitgestellt, um die thermische Ausdehnung zu kompensieren.

[0026] In einer weiteren allerdings weniger bevorzugten Ausführungsform kann die Dichtung wahlweise durch einen elastischen O-Ring, der in einer trapezförmigen Nut auf der unteren Seite (Boden) der Reaktorwand **11** angeordnet ist, erreicht werden.

[0027] Da es vorgesehen ist, den Reaktor viele Tausend Mal öffnen und schließen zu können, da die Temperatur in dem Reaktor hoch ist, und da die chemischen Mittel im Plasma sehr aggressiv sind, ist das Material eines solchen O-Rings hoch beansprucht. Gegenwärtige Materialien für einen solchen O-Ring erfüllen kaum diese Anforderungen.

[0028] **Fig. 6** zeigt ein anderes Teil des Reaktors, wo thermische Ausdehnung der Aufhängung der Radio-Frequenz (RF)-Antenne **12** kompensiert werden muss. Pfeile in **Fig. 6** zeigen Freiheit des Zusammenziehens/Erweiterns. Die Tragteile halten die Antenne fest; sie versorgen sie nicht mit eigentlicher RF-Energie. Die RF-Energie ist durch die Antenne in das Plasma transportiert, das sich dadurch erheblich erwärmt und sich thermisch entsprechend ausdehnt. Wenn die Tragteile nicht in einem Plasmareaktor verwendet würden, könnte das Ausdehnungs-/Kontraktionsproblem dadurch leicht gelöst werden, indem eine Dehnungsnut eingefügt wird, wie die Pfeile zwischen dem Reaktoroberteil **2** (geerdet) und dem Tragteil **14** zeigen, und dann indem das Reaktoroberteil von der Antenne durch den Einsatz der Isolationskeramik an einem entsprechenden Teil des Tragteils elektrisch isoliert wird. Da der Reaktor allerdings unter Vakuum betrieben ist, müssen Spalte und große Potentialabnahmen vermieden werden, um die Zündung von parasitärem Plasma zu verhindern. Da in diesem Fall ein Spalt zwischen dem Reaktoroberteil

3 und dem Tragteil **14** wegen der thermischen Ausdehnung/Kontraktion nicht vermieden werden kann, ist eine Potentialabnahme dadurch vermieden, indem das Oberteil **14** des Tragteils auf dasselbe Potential wie das Reaktoroberteil **2** gesetzt ist, in dem das untere Teil **17** des Tragteils (dasselbe Potential wie die RF-Antenne aufweist) durch einen Keramikzylinder (Mittelteil, **16**) isoliert ist, das ein Schraubgewinde auf der Innenseite umfasst, um das Oberteil **14** und das Unterteil **17** des Tragteils aneinander zu befestigen. Das Oberteil **14** und das Unterteil **17** des Tragteils sind zusätzlich durch einen kleinen Spalt getrennt, der zu klein ist, um auf parasitäres Plasma empfindlich zu sein. Zusätzlich sind RF-Distanzhalter **18** mit einem galvanisch isolierten Potential über die Antenne versorgt, um das parasitäre Plasma in dem Raum zwischen dem Reaktoroberteil **2** und der Antenne **12** zu vermeiden.

[0029] In einer anderen weniger bevorzugten Ausführungsform ist das Äquivalent des Keramikteils in der Mitte des Tragteils ein Keramikzylinder mit zwei überstehenden Schraubgewinden auf seinen Enden. Schrauben aus Keramik sind stark bruchanfällig.

Vorteile der Erfindung

[0030] Der Reaktor gemäß der vorliegenden Erfindung ist für sehr große Substratgrößen (wie Substrate für Flüssigkristallbildschirme) und für Verwendung in einer Außenvakuumkammer (wie eine Plasma Box™) vorgesehen. Aufgrund seiner großen Größe – thermische Ausdehnung (die im Bereich von Zentimetern bei Reaktorlängen im Bereich von Metern sein kann) und allgemeine Verformung (wie die Kriechverformung) – ergeben sich einige Probleme bezüglich Gasdichte und Aufhängung der Elemente, die an der Außenkammer befestigt werden müssen. Der große Vorteil der vorliegenden Erfindung ist, dass der Reaktor gasdicht von Umgebungstemperatur bis zur Betriebstemperatur (ca. 300°C) ist. Ein weiterer wichtiger Vorteil ist, dass durch die Verwendung des „umgekehrten Schuhkarton“-Öffnungsprinzips des Reaktors große Schlitze in der Reaktorwand (wie im Stand der Technik bekannt ist) vermieden werden können, wodurch der Plasmaspalt klein gehalten werden kann, was wesentlich für die Produktivität des Reaktors ist.

[0031] Der Reaktor gemäß der vorliegenden Erfindung ist somit effizient, kostengünstig, leicht herzustellen und instand zu halten.

Bezugszeichenliste

1	Versteifungsmittel (zum Beispiel aus Edelstahl)
2	Reaktoroberteil (zum Beispiel aus Aluminiumlegierungen)
3	Versteifungsmittelclip
4	Kompensationsdistanzhalter
5	Schraube
6	Reaktorunterteil
7	Substrat
8	(Hub-)Stift für Substrataufnahme
9	9a Dichtplatte 9b Dichtungsdistanzhalter
10	Tellerfeder
11	(Reaktor-)Seitenwand
12	RF-Antenne (zum Beispiel aus Aluminium)
13	Aufhängendeckel
14	Tragteiloberteil (zum Beispiel aus Aluminium)
15	Reibungs- und Partikelreduzierrieng (zum Beispiel aus Keramik)
16	Tragteilmittelteil (zum Beispiel aus Keramik)
17	Tragteilunterteil (zum Beispiel aus Aluminium)
18	RF-Distanzhalter
19	Vakuumbehandlungskammer
20	Vakuumbesperrventil
21	Aufhängung
22	Prozessgaszuführung
23	Pumpengitter
24	RF-Versorgung
25	Showerhead-Elektrode
26	Exhaustor

Patentansprüche

1. Plasma Reaktor für plasmaunterstützte chemische Gasphasenabscheidung (PECVD) für Behandlung von großformatigen Substraten, umfassend eine Vakuumbehandlungskammer (**19**) als eine Außenkammer und mindestens einen inneren Reaktor mit einer Prozessgaszuführung (**22**); und eine RF-Versorgung (**24**), die elektrisch mit einer Showerhead Elektrode (**25**), wirkend als RF-Antenne, verbunden ist, wobei der innere Reaktor außerdem mit einem Reaktorunterteil (**6**) und einem Reaktoroberteil (**2**), der zumindest während der Behandlung von Substraten in dem Plasma Reaktor dicht geschlossen und zumindest während des Be-/Entladens der Substrate getrennt ist.

2. Plasma Reaktor gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Vakuumbehandlungskammer (**19**) eine Öffnung mit einem Absperrventil der Kammer (**20**) aufweist, die das Beladen und Entladen von Substraten in die Vakuumbehandlungskammer (**19**) ermöglicht.

3. Plasma Reaktor gemäß Ansprüchen 1–2, dadurch gekennzeichnet, dass Stifte (**8**) in dem Reaktorunterteil das zu behandelnde Substrat (**7**) aufnehmen.

4. Plasma Reaktor gemäß Ansprüchen 1–3, dadurch gekennzeichnet, dass das Reaktorunterteil (6) vertikal bewegbar ist, um das Reaktoroberteil (2) und Reaktorunterteil (6) zu trennen und zu abdichten.

5. Plasma Reaktor gemäß Ansprüchen 1–4, dadurch gekennzeichnet, dass eine Dichtplatte (9, 9a) mit einer Seitenwand (11) des Reaktoroberteils (2) zusammen wirkt, um gegen das Reaktorunterteil dicht gedrückt zu sein.

6. Plasma Reaktor gemäß Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass in dem geschlossenen Zustand des inneren Reaktors die Dichtplatte (9a) mit Hilfe von Federn (10) an eine innere Seite des Reaktorunterteils (6) und an die Reaktorseitenwand (11) gedrückt ist.

7. Plasma Reaktor gemäß Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass ein Dichtungsdistanzhalter (9b) unterhalb von der Mitte der Dichtplatte (9a) angeordnet ist.

8. Plasma Reaktor gemäß Ansprüchen 1–5, dadurch gekennzeichnet, dass Versteifungsmittel (1) das Reaktoroberteil (2) und/oder das Reaktorunterteil (6) aufnehmen.

9. Plasma Reaktor gemäß Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Versteifungsmittel (1) mit dem Reaktoroberteil (2) und/oder dem Reaktorunterteil (6) durch Kompensationsdistanzhalter (4) mit Dicken, die so gewählt sind, um die thermische Ausdehnung während der Operation zu kompensieren, verbunden sind.

10. Plasma Reaktor gemäß Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Kompensationsdistanzhalter (4), die zwischen dem Versteifungsmittel (1) und dem Reaktoroberteil (2) angeordnet sind, dicker am Ende und dünner in Richtung der Mitte des Versteifungsmittels (1) sind.

11. Plasma Reaktor gemäß Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Kompensationsdistanzhalter (4), die zwischen dem Versteifungsmittel (1) und dem Reaktorunterteil (6) angeordnet sind, am dicksten in der Mitte des Versteifungsmittels (1) sind.

12. Plasma Reaktor gemäß Ansprüchen 9–11, dadurch gekennzeichnet, dass Schrauben (5) das Versteifungsmittel (1) und das Reaktoroberteil (2) oder das Reaktorunterteil (6) entsprechend mit Hilfe von Versteifungsmittelclips (3) und Kompensationsdistanzhaltern (4) verbinden.

13. Plasma Reaktor gemäß Ansprüchen 1–12, dadurch gekennzeichnet, dass eine Aufhängung (21) die RF-Antenne (12) und das Reaktoroberteil (2) verbindet, wobei die Aufhängung ein Oberteil (14), ein

Mittelteil (16) und ein Unterteil (17) umfasst, das Oberteil (14) auf demselben Potenzial wie das Reaktoroberteil (2) liegt, das Unterteil (17) auf demselben Potenzial wie die RF-Antenne (12) und das Mittelteil (16) liegt und das Mittelteil das Oberteil (14) und das Unterteil (17) verbindet und elektrisch isoliert.

14. Plasma Reaktor gemäß Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass der Plasma Reaktor weiter RF Distanzhalter (18) in dem Raum zwischen dem Reaktoroberteil (2) und der RF-Antenne (12) umfasst.

15. Verfahren für Behandlung eines Substrates in einem Plasma Reaktor gemäß Anspruch 1, umfassend die Schritte von (a) Öffnen des inneren Reaktors durch vertikale Senkung des Reaktorunterteils (6), (b) Öffnen eines Absperrventils der Kammer (20), was den Zugang zu dem inneren Reaktor ermöglicht, (c) Aufnahme des Substrates (7) auf Stiften (6), (d) vertikales Hochheben des Reaktorunterteils (6) bis der innere Reaktor geschlossen wird, (e) Schließung des Absperrventils der Kammer und (f) Behandlung des Substrates.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

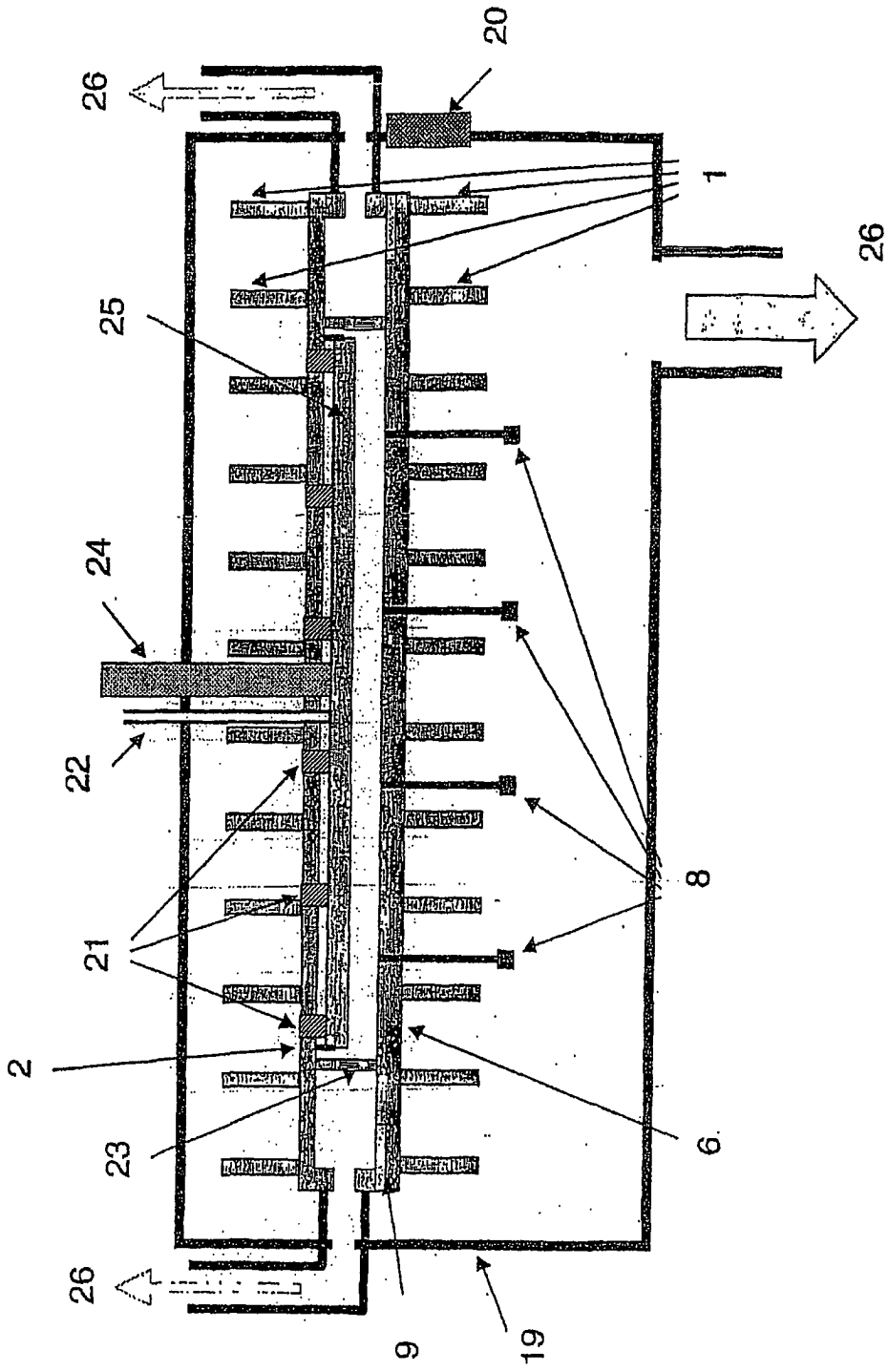


Fig. 1b

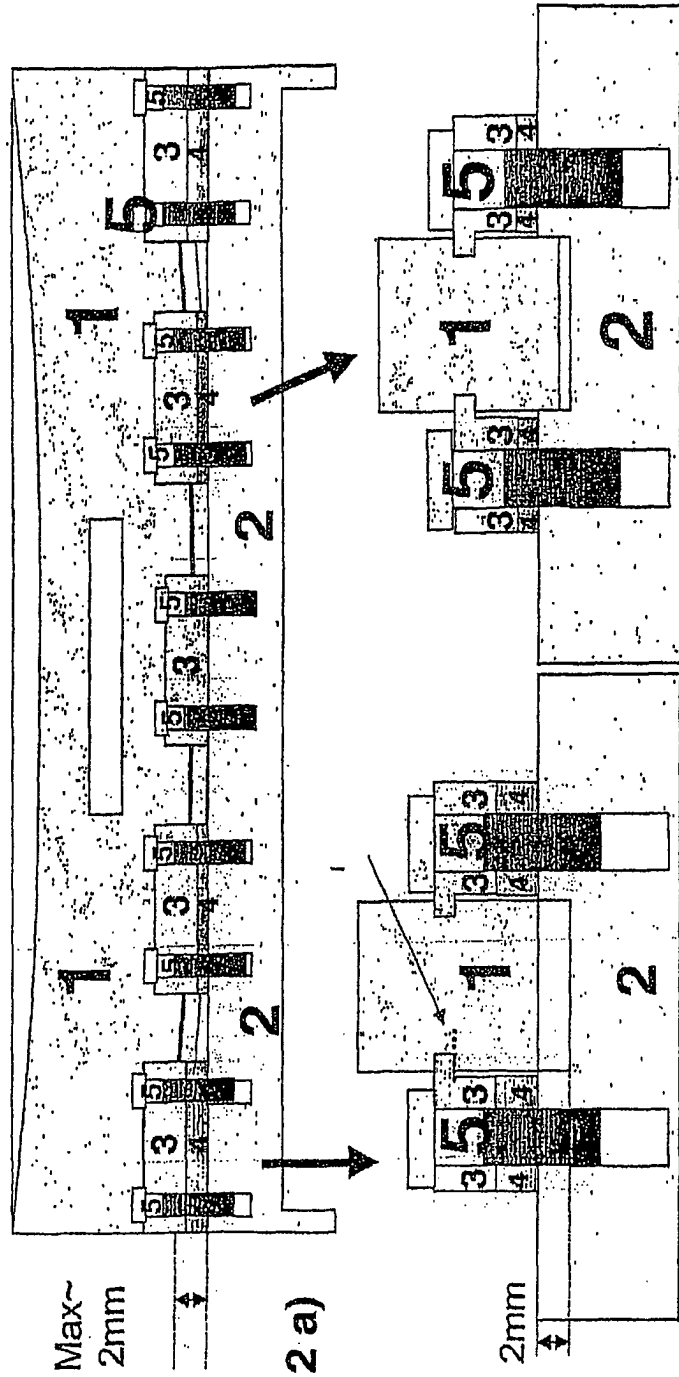


Fig. 2 a)

Fig. 2 b)

Fig. 2 c)

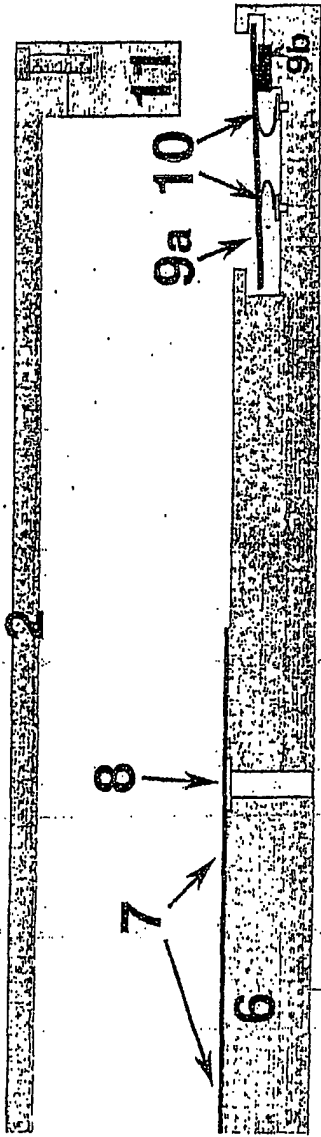


Fig 3

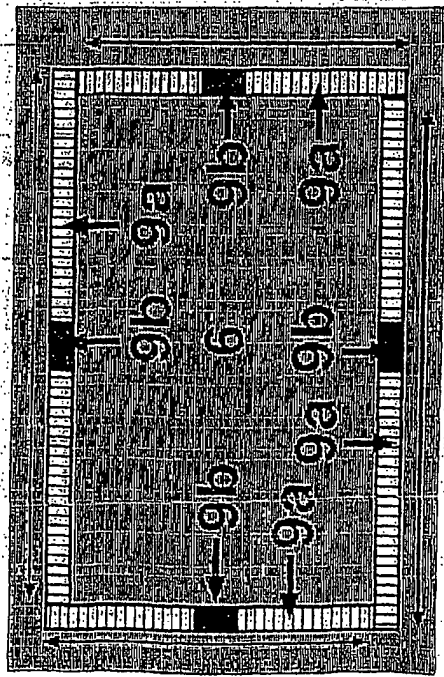


Fig 4



Fig. 5

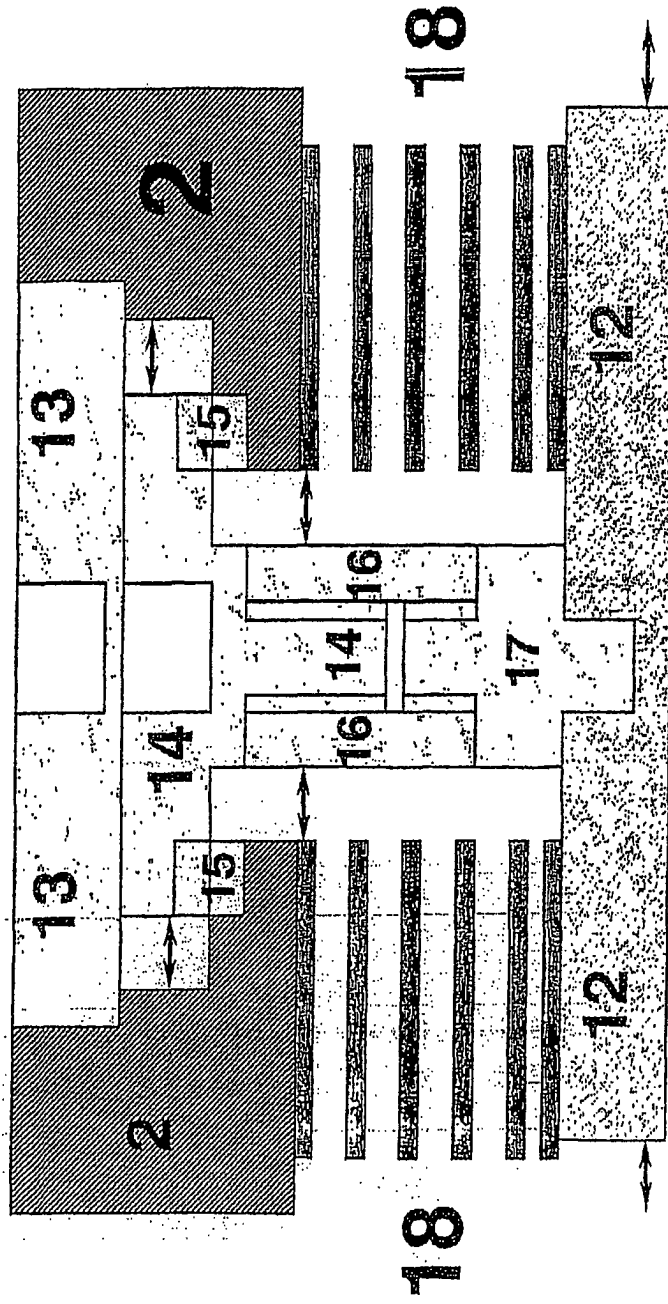


Fig. 6