



(10) **DE 11 2014 001 493 B4** 2022.09.01

(12)

Patentschrift

(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2014 001 493.1**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US2014/039840**
(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2014/193987**
(86) PCT-Anmeldetag: **28.05.2014**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **04.12.2014**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **10.12.2015**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **01.09.2022**

(51) Int Cl.: **H01J 65/04** (2006.01)
H01J 61/30 (2006.01)
H01J 65/00 (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:

61/828,574	29.05.2013	US
14/288,092	27.05.2014	US

(73) Patentinhaber:

KLA-Tencor Corporation, Milpitas, Calif., US

(74) Vertreter:

**Reichert, Werner F., Dipl.-Phys. Univ. Dr.rer.nat.,
93049 Regensburg, DE**

(72) Erfinder:

**Bezel, Ilya, Sunnyvale, Calif., US; Shchemelinin,
Anatoly, Pleasanton, Calif., US; Derstine, Matthew
W., Los Gatos, Calif., US**

(56) Ermittelte Stand der Technik:

US	2013 / 0 003 384	A1
US	2013 / 0 106 275	A1
EP	2 172 962	A1
WO	2013/ 055 906	A1

(54) Bezeichnung: **Plasmazelle zur Steuerung von Konvektion sowie Verfahren und System zur Steuerung von Konvektion in einer Plasmazelle**

(57) Hauptanspruch: Plasmazelle zur Steuerung von Konvektion, umfassend:

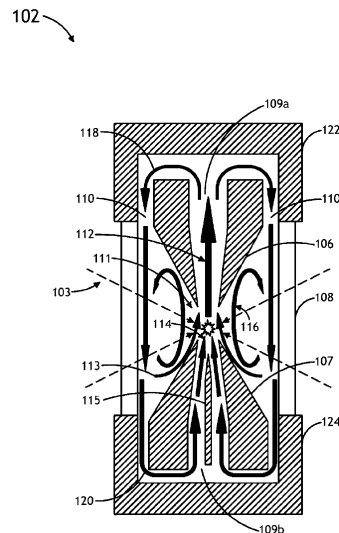
ein Transmissionselement, das eine oder mehrere Öffnungen aufweist,

einen oder mehrere Flansche, die an der einen oder den mehreren Öffnungen des Transmissionselements angebracht und dazu ausgebildet sind, das Innenvolumen des Transmissionselements einzuschließen, um ein Gasvolumen innerhalb des Transmissionselements einzuschließen, wobei das Transmissionselement dazu ausgebildet ist, Beleuchtung von einer Beleuchtungsquelle zu empfangen, um ein Plasma innerhalb eines Plasmaerzeugungsgebietes des Gasvolumens zu erzeugen, wobei das Plasma Breitbandstrahlung emittiert, wobei das Transmissionselement der Plasmazelle zumindest teilweise transparent für zumindest einen Teil der von der Beleuchtungsquelle erzeugten Beleuchtung und zumindest einen Teil der vom Plasma emittierten Breitbandstrahlung ist;

ein oberes Strömungssteuerelement, welches oberhalb des Plasmaerzeugungsgebietes und innerhalb des Transmissionselements angeordnet ist, wobei das obere Strömungssteuerelement einen oder mehrere innere Kanäle beinhaltet, die dazu ausgelegt sind, zumindest einen Teil einer Fahne des Plasmas nach oben zu leiten;

ein unteres Strömungssteuerelement, welches unterhalb des Plasmaerzeugungsgebietes und innerhalb des Trans-

missionselements angeordnet ist, wobei das untere Strömungssteuerelement einen oder mehrere innere Kanäle beinhaltet, die dazu ausgelegt sind, Gas nach oben zu dem Plasmaerzeugungsgebiet zu leiten; und wobei ...



Beschreibung

Verweis auf verwandte Anmeldung

[0001] Die vorliegende Erfindung ist mit der / den im Folgenden aufgelisteten Anmeldung(en) verwandt und beansprucht deren frühestes effektives Anmeldedatum (z.B. beansprucht das früheste Prioritätsdatum von anderen als provisorischen Patentanmeldungen oder beansprucht den Nutzen gemäß 35 USC § 119(e) für provisorische Patentanmeldungen, für alle Stammanmeldungen der verwandten Anmeldungen)

Verwandte Anmeldungen:

[0002] Für Zwecke außergesetzlicher Anforderungen des USPTO stellt die vorliegende Anmeldung eine reguläre (nicht-provisorische) Patentanmeldung zu der provisorischen US-Patentanmeldung mit dem Titel „Plasma Cell Flow Control“, der Erfinder Ilya Bezel, Anatoly Shchemelinin und Matthew Derstine, eingereicht am 29. Mai 2013, Anmeldeungsnummer 61/828,574 (siehe US 2015 / 0 034 838 A1 bzw. Appl. No. 14/288,092) dar.

Technisches Gebiet

[0003] Die vorliegende Anmeldung betrifft allgemein plasmabasierte Lichtquellen und insbesondere eine Plasmazelle mit Möglichkeiten zur Steuerung der Gasströmung.

Hintergrund

[0004] Mit der stetig wachsenden Nachfrage nach integrierten Schaltkreisen mit immer kleineren Strukturmerkmalen wächst der Bedarf an verbesserten Beleuchtungsquellen, die zur Inspektion dieser immer kleiner werdenden Bauelemente verwendet werden. Eine derartige Beleuchtungsquelle beinhaltet eine lasergestützte Plasmaquelle. Lasergestützte Plasmalichtquellen sind in der Lage, Breitbandlicht hoher Leistung zu erzeugen. Lasergestützte Lichtquellen arbeiten durch Fokussierung von Laserstrahlung in ein Gasvolumen, um das Gas, etwa Argon oder Xenon, in einen Plasmazustand anzuregen, welcher zur Lichtemission fähig ist. Dieser Effekt wird typischerweise als „Pumpen“ des Plasmas bezeichnet. Herkömmliche Plasmazellen beinhalten Plasmakolben, um das Gas einzuschließen, das für die Plasmaerzeugung verwendet wird. In gewöhnlicher Weise implementierte Plasmakolben zeigen instabile Gasströmung. Die instabile Strömung führt typischerweise zu Rauschen im Plasma in Folge von „Luftzittern“. Ferner neigen die von dem Luftzittern verursachten Störungen des Plasmas dazu, mit wachsendem Kolbenformfaktor anzuwachsen. Daher wäre es wünschenswert, ein System und ein

Verfahren bereitzustellen, um Defekte wie die oben genannten zu bereinigen.

[0005] Die US-Patentanmeldung US 2013 / 0 003 384 A1 betrifft ein System zum Ausgleich von Aberrationen in einer plasmabasierten Lichtquelle, in der Plasma durch Beleuchtung eines Gases erzeugt wird. Die Beleuchtung kann durch Laser erfolgen. Zum Ausgleich der Aberrationen werden adaptive optische Elemente eingesetzt.

[0006] Die europäische Patentanmeldung EP 2 172 962 A1 beschreibt eine Belichtungsanordnung mit einer durch Laser angeregten Lichtquelle, etwa für UV-Strahlung.

[0007] Die US-Patentanmeldung US 2013 / 0 106 275 A1 offenbart eine Lichtquelle, in der durch Laserstrahlung ein Gas innerhalb eines Kolbens in einen Plasmazustand angeregt wird. Der Kolben kann mit Gas nachgefüllt werden.

[0008] Die internationale Veröffentlichung WO 2013 / 055 906 A1 betrifft eine optische Metrologievorrichtung mit modulierbarer Lichtquelle. Bei der Lichtquelle kann es sich um eine durch Laser angeregte Plasmalichtquelle handeln.

Übersicht

[0009] Eine Plasmazelle zur Steuerung von Konvektion wird offenbart, gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. In einer Ausführungsform kann die Plasmazelle ein Transmissions-element beinhalten, das eine oder mehrere Öffnungen aufweist. In einer anderen Ausführungsform kann die Plasmazelle einen oder mehrere Flansche beinhalten, die an der einen oder den mehreren Öffnungen des Transmissionselements angebracht und dazu ausgebildet sind, das Innenvolumen des Transmissionselements einzuschließen, um ein Gasvolumen innerhalb des Transmissionselements einzuschließen. In einer anderen Ausführungsform ist das Transmissions-element dazu ausgebildet, Beleuchtung von einer Beleuchtungsquelle zu empfangen, um ein Plasma innerhalb eines Plasmaerzeugungsgebietes des Gasvolumens zu erzeugen, wobei das Plasma Breitbandstrahlung emittiert, wobei das Transmissions-element der Plasmazelle zumindest teilweise transparent für zumindest einen Teil der von der Beleuchtungsquelle erzeugten Beleuchtung und zumindest einen Teil der vom Plasma emittierten Breitbandstrahlung ist. In einer anderen Ausführungsform kann die Plasmazelle ein oberes Strömungssteuerelement beinhalten, welches oberhalb des Plasmaerzeugungsgebietes und innerhalb des Transmissionselements angeordnet ist, wobei das obere Strömungssteuerelement einen oder mehrere innere Kanäle beinhaltet, die dazu ausgebildet sind, zumindest einen Teil einer Fahne des

Plasmas nach oben zu leiten. In einer anderen Ausführungsform kann die Plasmazelle ein unteres Strömungssteuerelement beinhalten, welches unterhalb des Plasmaerzeugungsgebietes und innerhalb des Transmissionselements angeordnet ist, wobei das untere Strömungssteuerelement einen oder mehrere innere Kanäle beinhaltet, die dazu ausgelegt sind, Gas nach oben zu dem Plasmaerzeugungsgebiet zu leiten. In einer anderen Ausführungsform sind das obere Strömungssteuerelement und das untere Strömungssteuerelement so innerhalb des Transmissionselements angeordnet, dass sie einen oder mehrere Gasrückführkanäle bilden, um Gas von einem Bereich oberhalb des Plasmaerzeugungsgebietes zu einem Bereich unterhalb des Plasmaerzeugungsgebietes zu transferieren.

[0010] Eine Plasmazelle zur Steuerung von Konvektion wird offenbart, gemäß einer zusätzlichen beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. In einer Ausführungsform kann die Plasmazelle einen Plasmakolben beinhalten, der dazu ausgebildet ist, Beleuchtung von einer Beleuchtungsquelle zu empfangen um ein Plasma innerhalb eines Plasmaerzeugungsgebietes eines Gasvolumens innerhalb des Plasmakolbens zu erzeugen, wobei das Plasma Breitbandstrahlung emittiert, wobei der Plasmakolben zumindest teilweise transparent für zumindest einen Teil der von der Beleuchtungsquelle erzeugten Beleuchtung und zumindest einen Teil der vom Plasma emittierten Breitbandstrahlung ist. In einer weiteren Ausführungsform kann die Plasmazelle ein oberes Strömungssteuerelement beinhalten, welches oberhalb des Plasmaerzeugungsgebietes und innerhalb des Plasmakolbens angeordnet ist, wobei das obere Strömungssteuerelement einen oder mehrere innere Kanäle beinhaltet, die dazu ausgelegt sind, zumindest einen Teil einer Fahne des Plasmas nach oben zu leiten. In einer anderen Ausführungsform kann die Plasmazelle ein unteres Strömungssteuerelement beinhalten, welches unterhalb des Plasmaerzeugungsgebietes und innerhalb des Plasmakolbens angeordnet ist, wobei das untere Strömungssteuerelement einen oder mehrere innere Kanäle beinhaltet, die dazu ausgelegt sind, Gas nach oben zu dem Plasmaerzeugungsgebiet zu leiten. In einer weiteren Ausführungsform sind das obere Strömungssteuerelement und das untere Strömungssteuerelement so innerhalb des Plasmakolbens angeordnet sind, dass sie einen oder mehrere Gasrückführkanäle bilden, um Gas von einem Bereich oberhalb des Plasmaerzeugungsgebietes zu einem Bereich unterhalb des Plasmaerzeugungsgebietes zu transferieren.

[0011] Eine Plasmazelle zur Steuerung von Konvektion wird offenbart, gemäß einer zusätzlichen beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. In einer Ausführungsform kann die Plasmazelle ein Transmissionselement, das eine

oder mehrere Öffnungen aufweist, beinhalten. In einer weiteren Ausführungsform kann die Plasmazelle einen oder mehrere Flansche beinhalten, die an der einen oder den mehreren Öffnungen des Transmissionselements angebracht und dazu ausgebildet sind, das Innenvolumen des Transmissionselements einzuschließen, um ein Gasvolumen innerhalb des Transmissionselements einzuschließen. In einer weiteren Ausführungsform ist das Transmissionselement dazu ausgebildet, Beleuchtung von einer Beleuchtungsquelle zu empfangen, um ein Plasma innerhalb eines Plasmaerzeugungsgebietes des Gasvolumens zu erzeugen, wobei das Plasma Breitbandstrahlung emittiert, wobei das Transmissionselement der Plasmazelle zumindest teilweise transparent für zumindest einen Teil der von der Beleuchtungsquelle erzeugten Beleuchtung und zumindest einen Teil der vom Plasma emittierten Breitbandstrahlung ist. In einer weiteren Ausführungsform kann die Plasmazelle ein oder mehrere Strömungssteuerelemente beinhalten, welche innerhalb des Transmissionselements angeordnet sind. In einer weiteren Ausführungsform beinhalten das eine oder die mehreren Strömungssteuerelemente einen oder mehrere innere Kanäle, die dazu ausgelegt sind, Gas in eine ausgewählte Richtung zu leiten. In einer weiteren Ausführungsform sind das eine oder die mehreren Strömungssteuerelemente so innerhalb des Transmissionselements angeordnet, dass sie einen oder mehrere Gasrückführkanäle bilden, um Gas von einem Bereich oberhalb des Plasmaerzeugungsgebietes zu einem Bereich unterhalb des Plasmaerzeugungsgebietes zu transferieren.

[0012] Ein System zur Steuerung von Konvektion in einer Plasmazelle wird offenbart, gemäß einer zusätzlichen beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. In einer Ausführungsform kann das System eine Beleuchtungsquelle beinhalten, die dazu ausgebildet ist, Beleuchtung zu erzeugen. In einer anderen Ausführungsform kann das System eine Plasmazelle beinhalten, die ein Transmissionselement beinhaltet, welches ein oder mehrere Öffnungen aufweist. In einer weiteren Ausführungsform kann das System einen oder mehrere Flansche beinhalten, die an der einen oder den mehreren Öffnungen des Transmissionselements angebracht und dazu ausgebildet sind, das Innenvolumen des Transmissionselements einzuschließen, um ein Gasvolumen innerhalb des Transmissionselements einzuschließen. In einem anderen Ausführungsbeispiel ist das Transmissionselement dazu ausgebildet, Beleuchtung von einer Beleuchtungsquelle zu empfangen, um ein Plasma innerhalb eines Plasmaerzeugungsgebietes des Gasvolumens zu erzeugen, wobei das Plasma Breitbandstrahlung emittiert, wobei das Transmissionselement der Plasmazelle zumindest teilweise transparent für zumindest einen Teil der von der Beleuchtungsquelle erzeugten Beleuchtung und zumindest einen Teil der vom

Plasma emittierten Breitbandstrahlung ist. In einer anderen Ausführungsform kann das System ein oberes Strömungssteuerelement beinhalten, welches oberhalb des Plasmaerzeugungsgebietes und innerhalb des Transmissionselements angeordnet ist, wobei das obere Strömungssteuerelement einen oder mehrere innere Kanäle beinhaltet, die dazu ausgelegt sind, zumindest einen Teil einer Fahne des Plasmas nach oben zu leiten. In einer weiteren Ausführungsform kann das System ein unteres Strömungssteuerelement beinhalten, welches unterhalb des Plasmaerzeugungsgebietes und innerhalb des Transmissionselements angeordnet ist, wobei das untere Strömungssteuerelement einen oder mehrere innere Kanäle beinhaltet, die dazu ausgelegt sind, Gas nach oben zu dem Plasmaerzeugungsgebiet zu leiten. In einer anderen Ausführungsform sind das obere Strömungssteuerelement und das untere Strömungssteuerelement so innerhalb des Transmissionselements angeordnet, dass sie einen oder mehrere Gasrückführkanäle bilden, um Gas von einem Bereich oberhalb des Plasmaerzeugungsgebietes zu einem Bereich unterhalb des Plasmaerzeugungsgebietes zu transferieren. In einer weiteren Ausführungsform beinhaltet das System ein Kollektorelement, das dazu angeordnet ist, die Beleuchtung von der Beleuchtungsquelle in das Gasvolumen zu fokussieren, um innerhalb des in der Plasmazelle eingeschlossenen Gasvolumens ein Plasma zu erzeugen.

[0013] Ein Verfahren zur Steuerung von Konvektion in einer Plasmazelle wird offenbart, gemäß einer zusätzlichen beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. In einer Ausführungsform kann es das Verfahren beinhalten, Beleuchtung zu erzeugen. In einer anderen Ausführungsform, kann es das Verfahren beinhalten, ein Gasvolumen in einer Plasmazelle einzuschließen. In einer anderen Ausführungsform kann es das Verfahren beinhalten, zumindest einen Teil der erzeugten Beleuchtung durch ein Transmissionselement der Plasmazelle hindurch in das in der Plasmazelle eingeschlossene Gasvolumen zu fokussieren. In einer anderen Ausführungsform kann es das Verfahren beinhalten, Breitbandstrahlung durch Bildung eines Plasmas über Absorption der fokussierten erzeugten Beleuchtung durch zumindest einen Teil des in der Plasmazelle eingeschlossenen Gasvolumens zu erzeugen. In einer anderen Ausführungsform kann es das Verfahren beinhalten, zumindest einen Teil der Breitbandstrahlung durch das Transmissionselement der Plasmazelle zu transmittieren. In einer anderen Ausführungsform kann es das Verfahren beinhalten, zumindest einen Teil einer Fahne des Plasmas nach oben zu leiten, mittels eines oder mehrerer innerer Kanäle eines oberen Strömungssteuerelements. In einer anderen Ausführungsform kann es das Verfahren beinhalten, Gas nach oben zu dem Plasmaerzeugungsgebiet zu leiten, mittels eines

oder mehrerer innerer Kanäle eines unteren Strömungssteuerelements. In einem anderen Ausführungsbeispiel kann es das Verfahren beinhalten, Gas von einem Bereich oberhalb des Plasmaerzeugungsgebietes zu einem Bereich unterhalb des Plasmaerzeugungsgebietes mittels eines oder mehrerer Gasrückführkanäle zu transferieren.

[0014] Sowohl die vorangehende allgemeine Beschreibung als auch die folgende detaillierte Beschreibung sind lediglich beispielhaft und erläuternd, und nicht notwendigerweise beschränkend für die beanspruchte Erfindung. Die beigefügten Zeichnungen, welche in die Beschreibung aufgenommen sind und einen Teil davon bilden, veranschaulichen Ausführungsformen der Erfindung, und dienen zusammen mit der allgemeinen Beschreibung dazu, die Prinzipien der Erfindung zu erläutern.

Figurenliste

[0015] Die zahlreichen Vorteile der Offenbarung können vom Fachmann durch Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen besser verstanden werden, in denen:

Fig. 1A eine schematische Übersichtsdarstellung eines Systems zur Bildung eines lichtgestützten Plasmas ist, gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

Fig. 1B eine schematische Übersichtsdarstellung einer Plasmazelle ist, welche mit einem oder mehreren Strömungssteuerelementen ausgestattet ist, gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

Fig. 1C eine schematische Übersichtsdarstellung einer Plasmazelle ist, welche mit einem oder mehreren Strömungssteuerelementen ausgestattet ist, gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

Fig. 1D eine schematische Übersichtsdarstellung eines oberen Strömungssteuerelements ist, welches so angeordnet ist, dass es als Strahlungsabschirmung dient, gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

Fig. 1E eine schematische Übersichtsdarstellung eines oberen Strömungssteuerelements ist, welches einen inneren Kanal beinhaltet, der mit einem reflektierenden Material beschichtet ist, gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

Fig. 1F eine schematische Übersichtsdarstellung eines oberen Strömungssteuerelements ist, welches Rillenmerkmale an der äußeren Oberfläche des oberen Strömungssteuerelements beinhaltet, gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

Fig. 1G eine schematische Übersichtsdarstellung eines oberen Strömungssteuerelements ist, welches Rillenmerkmale an der Oberfläche des inneren Kanals des oberen Strömungssteuerelements beinhaltet, gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

Fig. 1H eine Querschnittsansicht einer Plasmazelle ist, die mit einem oder mehreren Strömungssteuerelementen ausgestattet ist, gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

Fig. 2 ein Flussdiagramm ist, welches ein Verfahren zur Steuerung von Konvektion in einer Plasmazelle darstellt, gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

Detaillierte Beschreibung der Erfindung

[0016] Es wird nun im Detail auf den offenbarten Gegenstand Bezug genommen, welcher in den beigefügten Zeichnungen veranschaulicht wird.

[0017] Unter allgemeinem Verweis auf die **Fig. 1A** bis **Fig. 2** werden ein System und ein Verfahren zur Steuerung von Konvektion innerhalb einer Plasmazelle beschrieben, gemäß der vorliegenden Offenbarung. Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung sind auf die Erzeugung von Strahlung mit einer lichtgestützten Plasmalichtquelle gerichtet. Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung stellen eine Plasmazelle bereit, die mit einem Transmissionselement (oder einem Kolben) ausgestattet ist, das sowohl für das Pumplicht (z.B. Licht von einer Laserlichtquelle), welches zur Aufrechterhaltung eines Plasmas innerhalb der Plasmazelle verwendet wird, als auch für vom Plasma emittierte Breitbandstrahlung transparent ist. Weitere Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung sorgen für eine Gas- und / oder Plasmaströmung durch die Plasmazelle, unter Verwendung eines oberen Strömungssteuerelements und eines unteren Strömungssteuerelements. Diese Steuerelemente können dazu dienen, eine Gasströmung in das Plasmaerzeugungsgebiet der Plasmazelle zu steuern, und ebenso bei der Steuerung der Rückführung von kaltem Gas aus einem Bereich oberhalb des Plasmaerzeugungsgebiets zu einem Bereich unterhalb des Plasmaerzeugungsgebiets unterstützen. Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung können eine Gasströmung in einem Gasrückführungskreis steuern (z.B. die Geschwindigkeit steuern), was es der Plasmazelle ermöglicht, ein stabiles Strömungsmuster im Bereich der Lichtausbreitung (z.B. Laser ausbreitung), der zum Pumpen des Plasmas genutzt wird, aufrechtzuerhalten. Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung können auch eine aktive Steuerung von Gasströmungsraten durch die Plasmazelle über aktive Kühl-/Heizelemente der Plasmazelle und Konvektionsverstärkungselemente, etwa

thermische oder mechanische Pumpen, bereitstellen.

[0018] Die **Fig. 1A - Fig. 1H** zeigen ein System 100 zur Bildung eines lichtgestützten Plasmas, welches zur Emission von Breitbandbeleuchtung geeignet ist, gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Die Erzeugung von Plasma in einer Inertgasart wird allgemein beschrieben in der US-Patentanmeldung US 2007 / 0 228 300 A1 (Appl. No. 11/695,348), eingereicht am 2. April 2007, und in der US-Patentanmeldung US 2007 / 0 228 288 A1 (Appl. No. 11/395,523), eingereicht am 31. März 2006, welche hierin in ihrer Gesamtheit aufgenommen werden. Verschiedene Plasmazellendesigns und Plasmasteuermechanismen werden in der US-Patentanmeldung US 2013 / 0 106 275 A1 (Appl. No. 13/647,680), eingereicht am 9. Oktober 2012 beschrieben, welche hierin durch Bezugnahme in ihrer Gesamtheit aufgenommen wird. Die Erzeugung von Plasma wird ebenso allgemein in der US-Patentanmeldung US 2014 / 0 291 546 A1 (Appl. No. 14/224,945), eingereicht am 25. März 2014, beschrieben, welche hierin durch Bezugnahme in ihrer Gesamtheit aufgenommen wird.

[0019] In einer Ausführungsform beinhaltet das System 100 eine Beleuchtungsquelle 101 (z.B. einen oder mehrere Laser), die dazu ausgebildet sind, Beleuchtung einer ausgewählten Wellenlänge, oder eines Wellenlängenbereichs, zu erzeugen, etwa, aber ohne darauf beschränkt zu sein, Infrarotstrahlung. In einer anderen Ausführungsform beinhaltet das System 100 eine Plasmazelle 102 zur Erzeugung, oder Aufrechterhaltung, eines Plasmas 104. In einer anderen Ausführungsform beinhaltet die Plasmazelle 102 ein Transmissionselement 108. In einer Ausführungsform ist das Transmissionselement 108 dazu ausgebildet, Beleuchtung von der Beleuchtungsquelle 101 zu empfangen, um ein Plasma 104 innerhalb eines Plasmaerzeugungsgebiets 111 eines in der Plasmazelle 102 eingeschlossenen Gasvolumens zu erzeugen. In dieser Hinsicht ist das Transmissionselement 108 zumindest teilweise für die von der Beleuchtungsquelle 101 erzeugte Beleuchtung transparent, was die Transmission von von der Beleuchtungsquelle 101 bereitgestellter (z.B. über faseroptische Kopplung oder als Freistrahl bereitgestellter) Beleuchtung durch das Transmissionselement 108 in die Plasmazelle 102 ermöglicht. In einer anderen Ausführungsform emittiert das Plasma 104, nach Absorption von Beleuchtung von der Quelle 101, Breitbandstrahlung (z.B. breitbandige IR-, breitbandige sichtbare, breitbandige UV-, breitbandige DUV- und / oder breitbandige EUV-Strahlung). In einer weiteren Ausführungsform ist das Transmissionselement 108 der Plasmazelle 102 zumindest teilweise transparent für zumindest einen Teil der von dem Plasma 104 emittierten Breitbandstrahlung.

[0020] In einer anderen Ausführungsform beinhaltet die Plasmazelle 102 ein oder mehrere Strömungssteuerelemente. In einer Ausführungsform beinhalten das eine oder die mehreren Strömungssteuerelemente der Plasmazelle 102 ein oberes Strömungssteuerelement 106. In einer Ausführungsform beinhaltet das obere Strömungssteuerelement 106 einen oberen Deflektor. Beispielsweise kann das obere Strömungssteuerelement 106 einen Fahnen- und / oder Gasströmungsdeflektor beinhalten, welcher geeignet ist, eine Fahnen-/Gasströmung entlang eines gewünschten Weges umzulenken. In einer anderen Ausführungsform beinhalten das eine oder die mehreren Strömungssteuerelemente der Plasmazelle 102 ein unteres Strömungssteuerelement 107. In einer anderen Ausführungsform beinhaltet das untere Strömungssteuerelement 107 einen unteren Deflektor. Beispielsweise kann das untere Strömungssteuerelement 107 einen Gasströmungsausrichter beinhalten, der geeignet ist, eine Gasströmung entlang eines gewünschten Weges umzulenken.

[0021] In einer anderen Ausführungsform beinhaltet das obere Strömungssteuerelement 106 einen oder mehrere innere Kanäle 109a. Zum Beispiel können der eine oder die mehreren inneren Kanäle 109a des oberen Strömungssteuerelements 106 dazu dienen, die Fahne des Plasmas 104 nach oben zu leiten. Als ein anderes Beispiel können der eine oder die mehreren inneren Kanäle 109a des oberen Strömungssteuerelements 106 dazu dienen, heißes Gas 112 von dem Plasma nach oben zu leiten, wie in den **Fig. 1B** und **Fig. 1C** gezeigt. In einer anderen Ausführungsform beinhaltet das untere Strömungssteuerelement 107 einen oder mehrere innere Kanäle 109b. Zum Beispiel können der eine oder die mehreren inneren Kanäle 109b des unteren Strömungssteuerelements 107 dazu dienen, das Gas des Plasmas 104 nach oben zu leiten und / oder Gas nach oben zu leiten, wie in den **Fig. 1B** und **Fig. 1C** gezeigt.

[0022] In einer Ausführungsform sind das obere Strömungssteuerelement 106 und das untere Strömungssteuerelement 107 so innerhalb des Transmissionselements 108 angeordnet, dass sie einen oder mehrere Gasrückführkanäle 110 bilden, um Gas von einem Bereich oberhalb des Plasmaerzeugungsgebiets 111 zu einem Bereich unterhalb des Plasmaerzeugungsgebiets 111 zu transferieren. Zum Beispiel kann der untere innere Kanal 109b Gas nach oben in die Plasmaerzeugungszone 111 leiten. Dann kann der obere innere Kanal 109a die Fahne des Plasmas 104 und / oder heißes Gas von dem Plasma 104 nach oben zu einem Bereich oberhalb des oberen Strömungssteuerelements 106 leiten. Dann kann sich das Gas, das zu dem Bereich oberhalb des oberen Strömungssteuerelements 106 getragen wurde, abkühlen (z.B. natürliche Abküh-

lung oder Kühlung über Wärmetauscherelement 126 (z.B. Wärmetauscher). Zusätzlich kann das Gas über den einen oder die mehreren Gasrückführkanäle 110, die durch die äußeren Oberflächen der Strömungssteuerelemente 106, 107 und die Innenwandung der Plasmazelle 102 (z.B. Transmissionselement 108, Flansche 122, 124 und dergleichen) definiert werden, weiter zu dem unteren Bereich der Plasmazelle 102 geleitet werden. Wie hierin noch genauer diskutiert, kann die hierin beschriebene und in **Fig. 1B** und **Fig. 1C** gezeigte Gasringströmung durch eine oder mehrere Gaspumpen (z.B. thermische Pumpe oder mechanische Pumpe) verstärkt werden.

[0023] In einer Ausführungsform ist das obere Strömungssteuerelement 106 dazu ausgebildet, eine oder mehrere obere Ringströmungen 118 zu bilden. Beispielsweise kann das obere Strömungssteuerelement 106 derart innerhalb des Transmissionselements 108 (und dem abschließenden oberen Bereich (z.B. oberer Flansch 122)) angeordnet sein, dass es eine obere Ringströmung 118, wie in **Fig. 1B** und **Fig. 1C** gezeigt, ausbildet.

[0024] In einer Ausführungsform ist das untere Strömungssteuerelement 106 dazu ausgebildet, eine oder mehrere untere Ringströmungen 120 zu bilden. Beispielsweise kann das untere Strömungssteuerelement 107 derart innerhalb des Transmissionselements 108 (und dem abschließenden unteren Bereich (z.B. unterer Flansch 124)) angeordnet sein, dass es eine untere Ringströmung 120, wie in **Fig. 1B** und **Fig. 1C** gezeigt, ausbildet.

[0025] In einer anderen Ausführungsform sind das obere Strömungssteuerelement 106 und das untere Strömungssteuerelement 107 so innerhalb des Transmissionselements 108 angeordnet, dass sie einen oder mehrere Gasrückführkanäle 110 bilden, um Gas von der einen oder den mehreren oberen Ringströmungen 118 zu der einen oder den mehreren unteren Ringströmungen 120 zu transferieren. In dieser Hinsicht können der eine oder die mehreren Gasrückführkanäle 110, welche zumindest zum Teil von dem oberen Strömungssteuerelement 106, dem unteren Strömungssteuerelement und der Innenwandung des Transmissionselements 108 gebildet werden, dazu dienen, die eine oder die mehreren oberen Ringströmungen 118 mit der einen oder den mehreren unteren Ringströmungen 120 fluidisch zu koppeln.

[0026] In dieser Hinsicht können das obere Strömungssteuerelement 106 und das untere Strömungssteuerelement 107 dazu ausgebildet sein, eine Gasströmung 112 von der Fahne des Plasmas 104 mit der dem Plasma 104 zugeführten Gasströmung 114 auszugleichen. Zum Beispiel können das obere Strömungssteuerelement 106 und das untere

Strömungssteuerelement 107 in einer Weise geformt und / oder relativ zu der Innenwandung des Transmissionselements 108 angeordnet sein, welche geeignet ist, eine Gasströmung 112 von der Fahne des Plasmas 104 mit der dem Plasma 104 zugeführten Gasströmung 114 auszugleichen. In einer anderen Ausführungsform können das obere Strömungssteuerelement 106 und das untere Strömungssteuerelement 107 dazu ausgebildet sein, eine Gasströmung 112 von der Fahne des Plasmas 104 mit der dem Plasma 104 zugeführten Gasströmung 114 auszugleichen, um eine Gasströmungsrate einer oder mehrerer zentraler Ringströmungen 116 bei einem ausgewählten Niveau oder unterhalb eines ausgewählten Niveaus zu halten. Es sei angemerkt, dass die Gasströmung 114 durch das untere Strömungssteuerelement 107 zu dem Plasma 104 und die Gasströmung 112 durch das obere Strömungssteuerelement 106 eine Saugströmung 113 hervorrufen können, welche sich auf die Strömungsstabilität innerhalb der zentralen Ringströmungen 116 auswirkt. Eine Reduktion der Geschwindigkeit der Gasströmung in der Gasrückführströmung 110 kann dazu beitragen, ein stabiles Strömungsmuster innerhalb des gesamten Bereichs der Lichtausbreitung (z.B. Laserausbreitung) von der Beleuchtungsquelle 101 aufrechtzuerhalten. Ferner kann der Ausgleich der Menge des dem Plasma 104 zugeführten Gases mit der Gasströmung von der Fahne des Plasmas 104 zu einer Minimierung (oder zumindest Reduktion) der Gasströmungsrate einer oder mehrerer zentraler Ringströmungen 116 führen. Es sei hier weiter angemerkt, dass solch eine Minimierung, oder zumindest Reduktion, der Strömungsrate der zentralen Ringströmungen 116 zu erhöhter Stabilität der Strömung (z.B. laminarer Strömung) führen kann.

[0027] Das obere Strömungssteuerelement 106 und / oder das untere Strömungssteuerelement 107 können jegliche Form haben, welche geeignet ist, einen gewünschten Gasströmungsrückführkanal zu bilden, wie in der vorliegenden Offenbarung durchweg beschrieben. In einer Ausführungsform bestehen das obere Strömungssteuerelement 106 und / oder das untere Strömungssteuerelement 107 im Wesentlichen aus einer oder mehreren geometrischen Formen. In einer anderen Ausführungsform sind das obere Strömungssteuerelement 106 und / oder das untere Strömungssteuerelement 107 symmetrisch. In einer Ausführungsform sind das obere Strömungssteuerelement 106 und / oder das untere Strömungssteuerelement 107 zylindersymmetrisch. In einer Ausführungsform können das obere Strömungssteuerelement 106 und / oder das untere Strömungssteuerelement 107 einen oder mehrere konische Bereiche (z.B. Kegel, Kegelstumpf und dergleichen) beinhalten. In einer anderen Ausführungsform können das obere Strömungssteuerelement 106 und / oder das untere Strömungssteuerelement 107

einen oder mehrere zylindrische Bereiche (z.B. Zylinder) beinhalten. In einer anderen Ausführungsform können das obere Strömungssteuerelement 106 und / oder das untere Strömungssteuerelement 107 eine zusammengesetzte Struktur haben. Beispielsweise kann, wie in den **Fig. 1B** und **Fig. 1C** gezeigt, die zusammengesetzte Struktur des oberen Strömungssteuerelements 106 und / oder des unteren Strömungssteuerelements 107 einen konischen Bereich und einen zylindrischen Bereich beinhalten. Es sei hier ferner angemerkt, dass die obige Beschreibung und die in den **Fig. 1A** bis **Fig. 1C** gezeigten Ausführungsformen nicht einschränkend, sondern lediglich zu veranschaulichenden Zwecken vorgesehen sind. Das obere Strömungssteuerelement 106 und / oder das untere Strömungssteuerelement 107 können jegliche geometrische Form, einen Bereich einer geometrischen Form oder eine Kombination bekannter geometrischer Formen beinhalten, etwa, ohne darauf beschränkt zu sein, einen Kegel, einen Kegelstumpf, einen Zylinder, ein Prisma (z.B. dreieckiges Prisma, trapezoides Prisma, Parallelepipedprisma, sechseckiges Prisma, achteckiges Prisma und dergleichen), ein abgeschrägtes Prisma, ein Ellipsoid, ein Frustum und dergleichen.

[0028] In einer Ausführungsform sind das obere Strömungssteuerelement 106 und / oder das untere Strömungssteuerelement 107 nicht zylindersymmetrisch. Es sei hier angemerkt, dass die Verwendung von Strukturen, welche nicht zylindersymmetrisch sind, in der Plasmazelle 102 bei der Stabilisierung der Gasströmung in der horizontalen Ebene helfen kann. Beispielsweise können das obere Strömungssteuerelement 106 und / oder das untere Strömungssteuerelement 107 Strukturen beinhalten, die einen rechteckigen Querschnitt aufweisen. In einer anderen Ausführungsform sind das obere Strömungssteuerelement 106 und / oder das untere Strömungssteuerelement 107 asymmetrisch.

[0029] Der eine oder die mehreren inneren Kanäle 109a, 109b des oberen Strömungssteuerelements 106 und / oder des unteren Strömungssteuerelements 107 können jegliche Form haben, welche geeignet ist, eine gewünschte Gasringströmung auszubilden, wie in den **Fig. 1B** und **Fig. 1C** gezeigt. Der eine oder die mehreren inneren Kanäle 109a, 109b des oberen Strömungssteuerelements 106 und / oder des unteren Strömungssteuerelements 107 können durch jegliche bekannte Technik ausgebildet werden. Beispielsweise können die inneren Kanäle 109a, 109b während eines Guss- oder Formvorgangs des einen oder der mehreren Steuerelemente 106, 107 ausgebildet werden. Als ein anderes Beispiel können die inneren Kanäle 109a, 109b während einer maschinellen Bearbeitung des einen oder der mehreren Steuerelemente 106, 107 ausgebildet werden.

[0030] In einer Ausführungsform können der eine oder die mehreren inneren Kanäle 109a, 109b, die in dem oberen Strömungsstueerelement 106 und / oder dem unteren Strömungsstueerelement 107 ausgebildet sind, jegliche bekannte geometrische Form haben. In einer Ausführungsform sind der eine oder die mehreren inneren Kanäle 109a, 109b des oberen Strömungsstueerelements 106 und / oder des unteren Strömungsstueerelements 107 asymmetrisch. In einer anderen Ausführungsform sind der eine oder die mehreren inneren Kanäle 109a, 109b des oberen Strömungsstueerelements 106 und / oder des unteren Strömungsstueerelements 107 symmetrisch.

[0031] In einer Ausführungsform sind der eine oder die mehreren inneren Kanäle 109a, 109b des oberen Strömungsstueerelements 106 und / oder des unteren Strömungsstueerelements 107 zylindersymmetrisch. In einer Ausführungsform können der eine oder die mehreren inneren Kanäle 109a, 109b des oberen Strömungsstueerelements 106 und / oder des unteren Strömungsstueerelements 107 einen oder mehrere konische Bereiche (z.B. Kegel, Kegelstumpf und dergleichen) beinhalten. In einer anderen Ausführungsform können der eine oder die mehreren inneren Kanäle 109a, 109b des oberen Strömungsstueerelements 106 und / oder des unteren Strömungsstueerelements 107 einen oder mehrere zylindrische Bereiche (z.B. Zylinder) beinhalten. In einer anderen Ausführungsform können der eine oder die mehreren inneren Kanäle 109a, 109b des oberen Strömungsstueerelements 106 und / oder des unteren Strömungsstueerelements 107 eine zusammengesetzte Struktur haben. Zum Beispiel kann, wie in den **Fig. 1B - Fig. 1C** gezeigt, die zusammengesetzte Struktur des einen oder der mehreren inneren Kanäle 109a, 109b des oberen Strömungsstueerelements 106 und / oder des unteren Strömungsstueerelements 107 einen konischen Bereich und einen zylindrischen Bereich beinhalten. Es sei hier ferner angemerkt, dass die obige Beschreibung und die in den **Fig. 1A bis Fig. 1C** gezeigten Ausführungsformen nicht einschränkend, sondern lediglich zur Veranschaulichung vorgesehen sind. Der eine oder die mehreren inneren Kanäle 109a, 109b des oberen Strömungsstueerelements 106 und / oder des unteren Strömungsstueerelements 107 können jegliche geometrische Form beinhalten, einen Teil einer geometrischen Form oder eine Kombination bekannter geometrischer Formen, etwa, aber ohne darauf beschränkt zu sein, einen Kegel, einen Kegelstumpf, einen Zylinder, ein Prisma (z.B. dreieckiges Prisma, trapezoides Prisma, Parallelepipedprisma, sechseckiges Prisma, achteckiges Prisma und dergleichen), ein abgeschrägtes Prisma, einen Ellipsoid, ein Frustum und dergleichen.

[0032] In einer anderen Ausführungsform sind ein oder mehrere Konvektionsverstärkungselemente

115 innerhalb eines oder mehrerer innerer Kanäle 109a, 109b des oberen Strömungsstueerelements 106 des unteren Strömungsstueerelements 107 angeordnet. Zum Beispiel kann, wie in **Fig. 1B** und **Fig. 1C** gezeigt, ein Konvektionsverstärkungselement 115 innerhalb des inneren Kanals 109b des unteren Strömungsstueerelements 107 angeordnet sein. Als ein anderes, wenn auch nicht gezeigtes, Beispiel kann ein Konvektionsverstärkungselement 115 innerhalb des inneren Kanals 109a des oberen Strömungsstueerelements 106 angeordnet sein.

[0033] In einer Ausführungsform können das eine oder die mehreren Konvektionsverstärkungselemente 115, die innerhalb des einen oder der mehreren inneren Kanäle 109a, 109b angeordnet sind, eine oder mehrere Gaspumpen beinhalten, ohne darauf beschränkt zu sein. Es sei hier angemerkt, dass die Verwendung einer oder mehrerer Gaspumpen innerhalb des einen oder der mehreren inneren Kanäle 109a, 109b eine auf das Plasma 104 gerichtete Konvektionsströmung verstärken kann. Beispielsweise kann der innere Kanal 109b des unteren Strömungsstueerelements 107 ein Konvektionsverstärkungselement 115 beinhalten, um eine Gasströmung zu dem Plasma 104 bereitzustellen. In einer anderen Ausführungsform können das eine oder die mehreren, innerhalb des einen oder der mehreren inneren Kanäle 109a, 109b angeordneten Konvektionsverstärkungselemente 115, ohne darauf beschränkt zu sein, eine oder mehrere thermische Gaspumpen beinhalten. Es sei hier angemerkt, dass eine thermische Pumpe jede bekannte Form haben kann. Beispielsweise können das eine oder die mehreren, innerhalb des einen oder der mehreren inneren Kanäle 109a, 109b angeordneten Konvektionsverstärkungselemente 115, ohne darauf beschränkt zu sein, einen erhitzten Stab (z.B. Zylinder, sich verjüngenden Stab und dergleichen) oder ein erhitztes Rohr (wie in **Fig. 1B** und **Fig. 1C** gezeigt) beinhalten. Es sei ferner angemerkt, dass eine thermische Pumpe der vorliegenden Erfindung aus jedem bekannten Material gebildet sein kann. Beispielsweise können das eine oder die mehreren Konvektionsverstärkungselemente 115 aus Wolfram, Aluminium, Kupfer und dergleichen gebildet sein, müssen dies jedoch nicht. Des Weiteren können ein erhitzter Stab oder ein erhitztes Rohr, die als thermische Pumpen verwendet werden, durch Absorption von Strahlung von dem Plasma 104 (siehe **Fig. 1E**) erhitzt werden.

[0034] In einem anderen kann das untere Strömungsstueerelement 107 selbst erhitzt werden, um eine Gasströmung in das Plasma 104 anzutreiben. Beispielsweise kann das untere Strömungsstueerelement 107 durch Strahlung von dem Plasma 104 oder durch eine externe Wärmequelle (z.B. durch einen Wärmetauscher (nicht gezeigt)) erhitzt werden.

[0035] In anderen Ausführungsformen können das eine oder die mehreren Konvektionsverstärkungselemente 115, ohne darauf beschränkt zu sein, einen Hohlstrahl, eine mechanische Pumpe oder eine externe Umwälzpumpe beinhalten. Beispielsweise kann der innere Kanal 109b des unteren Strömungssteuerelements 107 zumindest entweder einen Hohlstrahl oder eine mechanische Pumpe oder ein mechanisches Gebläse (z.B. einen magnetisch gekoppelten Ventilator) oder eine äußere Umwälzpumpe beinhalten, um eine Gasströmung zu dem Plasma 104 bereitzustellen.

[0036] Es sei hier angemerkt, dass das obere Strömungssteuerelement 106, das untere Strömungssteuerelement 107 und das eine oder die mehreren Konvektionsverstärkungselemente 115 der Plasmazelle 102 in jeder bekannten Weise mechanisch stabilisiert sein können. Zum Beispiel kann, auch wenn dies aus Gründen der Klarheit nicht gezeigt ist, die Plasmazelle 102 ein oder mehrere Stabilisierungsstrukturen beinhalten, die verwendet werden, um das obere Strömungssteuerelement 106, das untere Strömungssteuerelement 107 und das eine oder die mehreren Konvektionsverstärkungselemente 115 der Plasmazelle 102 mechanisch zu sichern. In einigen Ausführungsformen können das eine oder die mehreren Konvektionsverstärkungselemente 115 mechanisch an die Innenwandung der Strömungssteuerelemente 106, 107 gekoppelt sein. In anderen Ausführungsformen können das eine oder die mehreren Konvektionsverstärkungselemente 115 mechanisch an die Flansche 122, 124 gekoppelt sein.

[0037] In einer anderen Ausführungsform kann, wie in **Fig. 1C** gezeigt, die Plasmazelle 102 ein oder mehrere thermische Steuerelemente beinhalten. Beispielsweise können das eine oder die mehreren Temperatursteuerelemente innerhalb oder außerhalb der Plasmazelle 102 angeordnet sein. Das Temperatursteuerelement kann jedes bekannte Temperatursteuerelement beinhalten, das verwendet wird, um die Temperatur der Plasmazelle 102, des Plasmas 104, des Gases, des Transmissionselements 108 (oder Kolbens), des einen oder der mehreren Flansche 122, 124, des oberen Strömungssteuerelements 106, des unteren Strömungssteuerelements 107, des einen oder der mehreren Konvektionsverstärkungselemente 115 und / oder der Plasmafahne (nicht gezeigt) zu steuern.

[0038] In einer Ausführungsform können das eine oder die mehreren Temperatursteuerelemente verwendet werden, um die Plasmazelle 102, das Plasma 104, das Gas, das Transmissionselement 108 (oder den Kolben), den einen oder die mehreren Flansche 122, 124, das obere Strömungssteuerelement 106, das untere Strömungssteuerelement 107, das eine oder die mehreren Konvektionsverstär-

kungselemente 115 und / oder die Plasmafahne des Plasmas zu kühlen, indem thermische Energie zu einem Medium außerhalb der Plasmazelle 102 (z.B. zu einer äußeren Wärmesenke) transferiert wird. In einer Ausführungsform kann das Temperatursteuerelement, ohne darauf beschränkt zu sein, ein Kühlelement beinhalten, um die Plasmazelle 102, das Plasma 104, das Gas, das Transmissionselement 108 (oder den Kolben), den einen oder die mehreren Flansche 122, 124, das obere Strömungssteuerelement 106, das untere Strömungssteuerelement 107, das eine oder die mehreren Konvektionsverstärkungselemente 115 und / oder die Plasmafahne zu kühlen.

[0039] In einer Ausführungsform kann die Plasmazelle 102 einen Wärmetauscher 126 beinhalten, der geeignet ist, Wärme zu / von einem Bereich der Plasmazelle 102 von / zu einem äußeren Medium zu transferieren. Zum Beispiel kann, wie in **Fig. 1C** gezeigt, ein Wärmetauscher 126 innerhalb der Plasmazelle 102 und nahe an dem oberen Strömungssteuerelement 106 angeordnet sein. In dieser Hinsicht kann der Wärmetauscher 126 leicht Wärme von dem oberen Strömungssteuerelement 106 (und dem Gas und / oder der Fahne, die von dem oberen Strömungssteuerelement 106 gesteuert werden) zu einem äußeren Medium transferieren. Als ein anderes, wenn auch nicht gezeigtes Beispiel, kann ein Wärmetauscher 126 innerhalb der Plasmazelle 102 und nahe an dem unteren Strömungssteuerelement 107 angeordnet sein. In dieser Hinsicht kann ein Wärmetauscher 126 leicht Wärme zu / von dem unteren Strömungssteuerelement 106 von / zu einem äußeren Medium transferieren.

[0040] In einer anderen Ausführungsform kann die Plasmazelle 102 eine oder mehrere Kühldurchführungen 128, 130 (z.B. Wasserkühlung oder Wärmerohre) beinhalten. In einer Ausführungsform können die eine oder die mehreren Kühldurchführungen 128, 130 Wärme von dem oberen Strömungssteuerelement 106 und / oder dem einen oder den mehreren unteren Strömungssteuerelement 107 zu einem äußeren Medium transferieren. In einer anderen Ausführungsform können die eine oder die mehreren Kühldurchführungen 128, 130 (z.B. Wasserkühlleitungen oder Wärmerohre) in thermischen Kontakt mit einem Wärmetauscher 126 gebracht werden. Beispielsweise kann der Wärmetauscher 126 in thermischen Kontakt mit dem oberen Strömungssteuerelement 106 oder dem unteren Strömungssteuerelement 107 gebracht werden. Die eine oder die mehreren Kühldurchführungen 128, 130 wiederum können Wärme von dem Wärmetauscher 126 zu einem äußeren Medium transferieren, und dadurch einen aktiven Kühlpfad für das obere Strömungssteuerelement 106 und / oder das untere Strömungssteuerelement 107 bereitstellen. Es sei hier angemerkt, dass im Falle des oberen

Strömungssteuerelements 106 die thermischen Steuerelemente (z.B. Wärmetauscher 126 und Kühldurchführungen 128) die Kaltgasrückführung über den Gasrückführkanal 110 erleichtern können. In dieser Hinsicht können der Wärmetauscher 126 und die Kühldurchführungen 128 dazu dienen, das Gas / die Fahne zu kühlen, wenn es / sie den inneren Kanal 109a des oberen Strömungssteuerelements 106 verlässt. Nach der Kühlung wird das Gas über die eine oder die mehreren Gasrückführungen 110 zu dem Bereich unterhalb des Plasmas 104 zurückgeführt, und über das untere Strömungssteuerelement 107 in das Plasmaerzeugungsgebiet 111 rückgespeist. Ferner kann durch die Anpassung des Ausmaßes der Kühlung (oder Erwärmung), die durch die thermischen Steuerelemente ausgeführt wird, und / oder des thermischen Pumpens, das durch das eine oder die mehreren Konvektionsverstärkungselemente 115 durchgeführt wird, die Plasmazelle 102 (oder ein Benutzer einer Plasmazelle über eine Benutzerschnittstelle) die Gasströmungsraten in verschiedenen Bereichen der Plasmazelle 102 aktiv steuern.

[0041] Die Verwendung von Wärmeübertragungselementen wird allgemein in der US-Patentanmeldung 13/647,680, eingereicht am 9. Oktober 2012, welche durch obigen Verweis zur Gänze hier eingeschlossen wird, beschrieben. Die Verwendung von Wärmeübertragungselementen wird ebenso allgemein in der US-Patentanmeldung 12/787,827, eingereicht am 26. Mai 2010, welche durch obigen Verweis zur Gänze hier eingeschlossen wird, beschrieben. Die Verwendung von Wärmeübertragungselementen wird ebenso allgemein in der US-Patentanmeldung 14/224,945, eingereicht am 25. März 2014, welche durch obigen Verweis zur Gänze hier eingeschlossen wird, beschrieben.

[0042] Fig. 1D zeigt eine vereinfachte schematische Ansicht eines oberen Strömungssteuerelements 106, welches dazu angeordnet ist, eine Komponente 131 zumindest teilweise von durch das Plasma 104 (oder die Beleuchtungsquelle) emittierter Strahlung abzuschirmen, gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Beispielsweise kann das obere Strömungssteuerelement 106 so angeordnet sein, dass es zumindest einen Teil der vom Plasma 104 emittierten Strahlung absorbiert oder reflektiert, und dadurch die Komponente 131 von strahlungsinduzierter Abnutzung abschirmt. Es sei hier angemerkt, dass die Komponente 131 jegliche Komponente der Plasmazelle 102 beinhalten kann, welche strahlungsinduzierter Abnutzung unterliegt. Beispielsweise kann die Komponente, ohne darauf beschränkt zu sein, eine Dichtung beinhalten, welche dazu verwendet wird, ein Vakuum zwischen einem Transmissionselement 108 und einem Flansch 122 auszubilden. Auch wenn in Fig. 1D das Augenmerk auf das obere Strömungssteuerelement

106 gerichtet war, so kann auch das untere Strömungssteuerelement 107 so angeordnet sein, dass es eine Komponente zumindest teilweise von vom Plasma 104 (oder von der Beleuchtungsquelle 101) emittierter Strahlung abschirmt.

[0043] Fig. 1E zeigt eine vereinfachte schematische Ansicht eines oberen Strömungssteuerelements 106, welches eine mit einem reflektierenden Material 133 beschichtete Wandung eines inneren Kanals 109a beinhaltet, gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Beispielsweise kann der innere Kanal 109a des oberen Strömungssteuerelements 106 mit einem Material 133 beschichtet sein, das für einen gewünschten Spektralbereich der vom Plasma 104 emittierten Strahlung (z.B. VUV, DUV, UV und / oder sichtbar) reflektierend ist. Zum Beispiel kann das obere Strömungssteuerelement 106 mit einem metallischen Material beschichtet sein, welches für einen Teil der vom Plasma 104 emittierten Strahlung reflektierend ist. In dieser Hinsicht kann der beschichtete innere Kanal 109a als Wellenleiter für von dem Plasma 104 emittierte Strahlung dienen und die Strahlung zu einem ausgewählten Ziel leiten. Zum Beispiel kann die Beschichtungslage 133, welche auf der Wandung des inneren Kanals 109a angeordnet ist, dazu dienen, Strahlung zu einer thermischen Pumpe 135, wie in Fig. 1E gezeigt, zu leiten. Diesbezüglich kann die geleitete Strahlung dazu dienen, die thermische Pumpe 135 aufzuheizen, wie hierin vorstehend beschrieben. Auch wenn sich die obige Beschreibung auf die Implementierung einer reflektierenden Schicht 133 im inneren Kanal 109a des oberen Strömungssteuerelements 106 bezieht, sei angemerkt, dass sie auf das untere Strömungssteuerelement 107 erstreckt werden kann. Zum Beispiel kann, auch wenn nicht gezeigt, der innere Kanal 109b des unteren Strömungssteuerelements 107 mit einem Material beschichtet sein, welches für einen gewünschten Spektralbereich der vom Plasma 104 emittierten Strahlung (z.B. VUV, DUV, UV und / oder sichtbar) reflektierend ist. Das Beschichtungsmaterial, welches zur Beschichtung der Wandung der inneren Kanäle 109a, 109b der Strömungssteuerelemente 106, 107 verwendet wird, kann jegliches bekannte metallische oder nicht-metallische Material beinhalten, das verwendet wird, um VUV, DUV, UV und / oder sichtbare Strahlung zu leiten.

[0044] Die Fig. 1F und Fig. 1G zeigen schematische Darstellungen eines oder mehrerer Merkmale, welche an einer äußeren Oberfläche oder einer inneren Oberfläche des oberen Strömungssteuerelements 106 oder des unteren Strömungssteuerelements 107 ausgebildet sind, um einer Gasströmung innerhalb der Plasmazelle 102 eine Rotations- oder eine Spiralbewegung zu erteilen. In einer Ausführungsform kann, wie in Fig. 1F gezeigt, das obere Strömungssteuerelement 106 ein oder mehrere Merk-

male beinhalten, welche an einer inneren Oberfläche des oberen Strömungssteuerelements 106 (oder des unteren Strömungssteuerelements 107) ausgebildet und dazu geeignet sind, einer Gasströmung innerhalb der Plasmazelle 102 eine Rotations- oder Spiralbewegung zu erteilen. Beispielsweise kann die Innenwandung des inneren Kanals 109a des oberen Strömungssteuerelements 106 Rillenmerkmale 136 beinhalten, welche dazu ausgebildet sind, dem durch den inneren Kanal 109a strömenden Gas eine Rotations- oder Spiralbewegung zu erteilen. In einer anderen Ausführungsform kann, wenn auch nicht gezeigt, das untere Strömungssteuerelement 107 ein oder mehrere Merkmale beinhalten, welche an einer inneren Oberfläche des unteren Strömungssteuerelements 107 ausgebildet und dazu geeignet sind, einer Gasströmung innerhalb der Plasmazelle 102 eine Rotations- oder Spiralbewegung zu erteilen. Beispielsweise kann die Innenwandung des inneren Kanals 109b des unteren Strömungssteuerelements 107 ebenfalls Rillenmerkmale 136 beinhalten, welche dazu ausgebildet sind, dem durch den inneren Kanal 109b strömenden Gas eine Rotations- oder Spiralbewegung zu erteilen.

[0045] In einer anderen Ausführungsform kann, wie in **Fig. 1G** gezeigt, das obere Strömungssteuerelement 106 ein oder mehrere Merkmale beinhalten, die an einer äußeren Oberfläche des oberen Strömungssteuerelements 106 (oder des unteren Strömungssteuerelements 107) ausgebildet und geeignet sind, einer Gasströmung innerhalb der Plasmazelle 102 eine Rotations- oder Spiralbewegung zu erteilen. Beispielsweise kann die Außenwandung des oberen Strömungssteuerelements 106 Rillenmerkmale 138 beinhalten, die dazu ausgebildet sind, dem durch die Plasmazelle 102 strömenden Gas eine Rotations- oder Spiralbewegung zu erteilen. In einer anderen, wenn auch nicht gezeigten, Ausführungsform kann das untere Strömungssteuerelement 107 ein oder mehrere Merkmale beinhalten, die an einer äußeren Oberfläche des unteren Strömungssteuerelements 107 ausgebildet und geeignet sind, einer Gasströmung innerhalb der Plasmazelle 102 eine Rotations- oder Spiralbewegung zu erteilen. Beispielsweise kann die Außenwandung des unteren Strömungssteuerelements 107 ebenfalls Rillenmerkmale 138 beinhalten, die dazu ausgebildet sind, dem durch die Plasmazelle 102 strömenden Gas eine Rotations- oder Spiralbewegung zu erteilen.

[0046] Das obere Strömungssteuerelement 106 und / oder das untere Strömungssteuerelement 107 können aus jeglichem bekanntem Material aufgebaut sein, um einen gewünschten Satz an Wärme-, elektrischen und mechanischen Merkmalen zu erzielen. In einer Ausführungsform können das obere Strömungssteuerelement 106 und / oder das untere Strömungssteuerelement 107 aus einem metallischen

Material hergestellt sein. Beispielsweise können in Fällen, in denen das obere Strömungssteuerelement 106 und / oder das untere Strömungssteuerelement 107 mehreren Zwecken dienen, indem sie auch als eine Elektrode der Plasmazelle 102 dienen, das obere Strömungssteuerelement 106 und / oder das untere Strömungssteuerelement 107 aus einem für Elektroden geeigneten Material gefertigt sein. Beispielsweise können das obere Strömungssteuerelement 106 und / oder das untere Strömungssteuerelement 107, ohne darauf beschränkt zu sein, Aluminium, Kupfer und dergleichen beinhalten. In einer anderen Ausführungsform können das obere Strömungssteuerelement und / oder das untere Strömungssteuerelement aus einem nichtmetallischen Werkstoff gebildet sein. Beispielsweise können das obere Strömungssteuerelement 106 und / oder das untere Strömungssteuerelement 107 in Fällen aus einem nicht-metallischen Werkstoff aufgebaut sein, in denen das Gas oder die Gasmischung, die in der Plasmazelle 102 verwendet werden, für Metall ungeeignet ist. Beispielsweise können das obere Strömungssteuerelement 106 und / oder das untere Strömungssteuerelement 107, ohne darauf beschränkt zu sein, ein keramisches Material beinhalten.

[0047] Wiederum auf **Fig. 1B** und **Fig. 1C** Bezug nehmend kann, in einer anderen Ausführungsform, das Transmissionselement 108 eine oder mehrere Öffnungen (z.B. obere und untere Öffnungen) haben. In einer anderen Ausführungsform sind ein oder mehrere Flansche 122, 124 an der einen oder den mehreren Öffnungen 122, 124 des Transmissionselements 108 angeordnet. In einer Ausführungsform sind der eine oder die mehreren Flansche 122, 124 dazu ausgebildet, das Innenvolumen des Transmissionselements 108 einzuschließen, um ein Gasvolumen innerhalb des Transmissionselements 108 der Plasmazelle 102 einzuschließen. In einer Ausführungsform können die eine oder die mehreren Öffnungen an einem oder mehreren Endbereichen des Transmissionselements 108 befindlich sein. Beispielsweise kann sich, wie in **Fig. 1B** und **Fig. 1C** gezeigt, eine erste Öffnung bei einem ersten Endbereich (z.B. oberen Bereich) des Transmissionselements 108 befinden, während sich eine zweite Öffnung bei einem zweiten Endbereich (z.B. unteren Bereich), gegenüber des ersten Endbereichs, des Transmissionselements 108 befinden kann. In einer anderen Ausführungsform sind der eine oder die mehreren Flansche 122, 124 dazu angeordnet, das Transmissionselement 108 an dem einen oder den mehreren Endbereichen des Transmissionselements abzuschließen, wie in **Fig. 1B** und **Fig. 1C** gezeigt. Beispielsweise kann ein erster Flansch 122 dazu angeordnet sein, das Transmissionselement 108 an der ersten Öffnung abzuschließen, während der zweite Flansch 124 dazu angeordnet sein kann, das Transmissionselement 108 an der zweiten Öffnung abzuschließen. In einer anderen Ausführungs-

form stehen die erste Öffnung und die zweite Öffnung miteinander in fluider Verbindung, so dass sich das Innenvolumen des Transmissionselements 108 durchgehend von der ersten Öffnung zu der zweiten Öffnung erstreckt. In einer anderen, wenn auch nicht gezeigten, Ausführungsform beinhaltet die Plasmazelle 102 eine oder mehrere Dichtungen. In einer Ausführungsform sind die Dichtungen dazu ausgebildet, eine Dichtung zwischen dem Körper des Transmissionselements 108 und dem einen oder den mehreren Flanschen 122, 124 bereitzustellen. Die Dichtungen der Plasmazelle 102 können jegliche bekannten Dichtungen beinhalten. Beispielsweise können die Dichtungen, ohne darauf beschränkt zu sein, eine Verlotung, eine elastische Dichtung, einen O-Ring, einen C-Ring, eine Metalledichtung und dergleichen beinhalten. In einer Ausführungsform können die Dichtungen eine oder mehrere Weichmetalllegierungen beinhalten, etwa eine Legierung auf Indiumbasis. In einer anderen Ausführung können die Dichtungen einen mit Indium beschichteten C-Ring beinhalten. Die Erzeugung von Plasma in einer mit Flanschen versehenen Plasmazelle wird auch in der US-Patentanmeldung 14/231,196, eingereicht am 31. März 2014 beschrieben, welche hierin durch Verweis zur Gänze aufgenommen wird.

[0048] Es sei angemerkt, dass, wenn sich auch die vorliegende Offenbarung allgemein auf eine Plasmazelle 102 mit einem Transmissionselement 108, wie in den **Fig. 1A-1C** und **Fig. 1E** gezeigt, konzentriert, dies nicht einschränkend ist und als veranschaulichend ausgelegt werden soll. Ferner kann die Plasmazelle 102 eine Anzahl Gas enthaltender Strukturen beinhalten, die geeignet sind, ein Plasma 104 zu initiieren und / oder aufrechtzuerhalten. Beispielsweise kann die Plasmazelle 102, ohne darauf beschränkt zu sein, einen Plasmakolben (nicht gezeigt) beinhalten, der dazu geeignet ist, ein Plasma 104 zu initiieren und / oder aufrechtzuerhalten. Es sei hier ferner angemerkt, dass die hierin im Hinblick auf die Strömungssteuerelemente 106, 107 und damit zusammenhängende innere Strukturen der Plasmazelle 102 beschriebenen verschiedenen Komponenten und Strukturen auf Ausführungsformen ausgedehnt werden können, welche einen Plasmakolben verwenden. Die Verwendung eines Plasmakolbens wird allgemein beschrieben in der US-Patentanmeldung 11/695,348, eingereicht am 2. April 2007; der US-Patentanmeldung 11/395,523, eingereicht am 31. März 2006; und der US-Patentanmeldung 13/647,680, eingereicht am 9. Oktober 2012, welche alle vorstehend durch Verweis in ihrer Gesamtheit hierin aufgenommen sind.

[0049] In einer Ausführungsform kann die Plasmazelle 102 jegliches ausgewählte bekannte Gas (z.B. Argon, Xenon, Quecksilber oder dergleichen) enthalten, welches geeignet ist, bei Absorption geeigneter Beleuchtung ein Plasma zu erzeugen. In einer Aus-

führungsform führt die Fokussierung von Beleuchtung 103 von der Beleuchtungsquelle 101 in das Gasvolumen dazu, dass Energie durch eine oder mehrere ausgewählte Absorptionslinien des Gases oder Plasmas innerhalb des Transmissionselements 108 absorbiert wird, wodurch die Gasarten „gepumpt“ werden, um ein Plasma zu erzeugen oder aufrechtzuerhalten. In einer anderen, wenn auch nicht gezeigten, Ausführungsform kann die Plasmazelle 102 einen Satz Elektroden beinhalten, um das Plasma 104 innerhalb des Innenvolumens 103 des Transmissionselements 108 zu initiieren, wobei die Beleuchtungsquelle 103 von der Beleuchtungsquelle 101 das Plasma 104 nach der Zündung durch die Elektroden aufrechterhält. In einer anderen Ausführungsform können, wie oben bemerkt, das obere Strömungssteuerelement 106 und / oder das untere Strömungssteuerelement 107 dazu ausgebildet sein, als eine Elektrode der Plasmazelle 102 zur Initiierung des Plasmas 104 innerhalb des Innenvolumens des Transmissionselements 108 zu dienen, wobei die Beleuchtung 103 von der Beleuchtungsquelle 101 das Plasma 104 nach der Zündung durch die Elektroden aufrechterhält.

[0050] Es wird hier in Betracht gezogen, dass das System 100 dazu verwendet werden kann, ein Plasma 104 in einer Vielzahl von Gasumgebungen zu initiieren und / oder aufrechtzuerhalten. In einer Ausführungsform kann das Gas, das verwendet wird, um Plasma 104 zu initiieren und / oder aufrechtzuerhalten, ein Inertgas (z.B. Edelgas oder Nicht-Edelgas) oder ein Nicht-Inertgas (z.B. Quecksilber) beinhalten. In einer anderen Ausführungsform kann das Gas, das verwendet wird, um ein Plasma 104 zu initiieren und / oder aufrechtzuerhalten, eine Mischung von Gasen (z.B. Mischung von Inertgasen, Mischung von Inertgas mit Nicht-Inertgas oder eine Mischung von Nicht-Inertgasen) beinhalten. Beispielsweise wird hierin vorweggenommen, dass das zur Erzeugung eines Plasmas 104 verwendete Gasvolumen Argon beinhalten kann. Beispielsweise kann das Gas ein im Wesentlichen reines Argongas beinhalten, das bei einem Druck über 5 atm (z.B. 20 - 50 atm) gehalten wird. In einem anderen Beispiel kann das Gas ein im Wesentlichen reines Krypton gas beinhalten, das bei einem Druck über 5 atm (z.B. 20 - 50 atm) gehalten wird. In einem anderen Beispiel kann das Gas 103 eine Mischung von Argon mit einem weiteren Gas beinhalten.

[0051] Es sei ferner angemerkt, dass die vorliegende Erfindung auf eine Anzahl von Gasen ausgedehnt werden kann. Beispielsweise können Gase, die bei der vorliegenden Erfindung eingesetzt werden können, ohne darauf beschränkt zu sein, Xe, Ar, Ne, Kr, He, N₂, H₂O, O₂, H₂, D₂, F₂, CH₄, ein oder mehrere Metallhalogenide, ein Halogen, Hg, Cd, Zn, Sn, Ga, Fe, Li, Na, Ar:Xe, ArHg, KrHg, XeHg und dergleichen beinhalten. Allgemein sollte

die vorliegende Erfindung so ausgelegt werden, dass sie sich auf jegliches lichtgepumpte Plasmaerzeugungssystem erstreckt, und sollte ferner so ausgelegt werden, dass sie sich auf jede Art Gas erstreckt, die geeignet ist, ein Plasma innerhalb einer Plasmazelle aufrechtzuerhalten.

[0052] Das Transmissionselement 108 (oder der Kolben) des Systems 100 kann aus jeglichem bekannten Material gebildet sein, das zumindest teilweise für die vom Plasma 104 erzeugte Strahlung transparent ist. In einer Ausführungsform kann das Transmissionselement 108 des Systems 100 aus jeglichem bekanntem Material geformt sein, das zumindest teilweise transparent für vom Plasma 104 erzeugte VUV-Strahlung ist. In einer anderen Ausführungsform kann das Transmissionselement 108 des Systems 100 aus jeglichem bekanntem Material geformt sein, das zumindest teilweise transparent für vom Plasma 104 erzeugte DUV-Strahlung ist. In einer anderen Ausführungsform kann das Transmissionselement 108 des Systems 100 aus jeglichem bekanntem Material geformt sein, das zumindest teilweise transparent für vom Plasma 104 erzeugtes UV-Licht ist. In einer anderen Ausführungsform kann das Transmissionselement 108 des Systems 100 aus jeglichem bekanntem Material geformt sein, das zumindest teilweise transparent für vom Plasma 104 erzeugtes sichtbares Licht ist.

[0053] In einer anderen Ausführungsform kann das Transmissionselement 108 (oder der Kolben) aus jeglichem bekanntem Material geformt sein, das für Strahlung 103 (z.B. IR-Strahlung) von der Beleuchtungsquelle 101 transparent ist. In einer anderen Ausführungsform kann das Transmissionselement 108 (oder der Kolben) aus jeglichem bekanntem Material geformt sein, das transparent sowohl für Strahlung von der Beleuchtungsquelle 101 (z.B. IR-Quelle) als auch für Strahlung (z.B. VUV-Strahlung, DUV-Strahlung, UV-Strahlung und / oder sichtbare Strahlung) ist, die vom im Volumen des Transmissionselements 108 eingeschlossenen Plasma 104 emittiert wird. In manchen Ausführungsformen kann das Transmissionselement 108 (oder der Kolben) aus einem Quarzglasmaterial mit niedrigem OH-Gehalt gebildet sein. In anderen Ausführungsformen kann das Transmissionselement 108 (oder der Kolben) aus einem Quarzglasmaterial mit hohem OH-Gehalt gebildet sein. Beispielsweise kann das Transmissionselement 108 (oder der Kolben), ohne darauf beschränkt zu sein, SUPRASIL 1, SUPRASIL 2, SUPRASIL 300, SUPRASIL 310, HERALUX PLUS, HERALUX-VUV und dergleichen beinhalten. In anderen Ausführungsformen kann das Transmissionselement 108 (oder der Kolben), ohne darauf beschränkt zu sein, Kalziumfluorid (CaF_2), Magnesiumfluorid (MgF_2), kristallinen Quarz und Saphir beinhalten. Es sei angemerkt, dass Materialien, ohne darauf beschränkt zu sein, wie CaF_2 , MgF_2 ,

kristalliner Quarz und Saphir Transparenz für kurzwellige Strahlung (z.B. $\lambda < 190$ nm) bieten. Verschiedene Gläser, die zum Einsatz in dem Glaskolben der vorliegenden Erfindung geeignet sind, werden im Detail in A. Schreiber et al., „Radiation Resistance of Quartz Glass for VUV Discharge Lamps, J. Phys. D: Appl. Phys. 38 (2005), 3242-3250 beschrieben, welches hierin durch Verweis zur Gänze eingeschlossen wird.

[0054] Das Transmissionselement 108 (oder der Kolben) kann jegliche bekannte Form haben. In einer Ausführungsform kann das Transmissionselement 108 eine zylindrische Form haben, wie in den **Fig. 1B** und **Fig. 1C** gezeigt. In einer anderen, wenn auch nicht gezeigten, Ausführungsform kann das Transmissionselement 108 eine sphärische oder ellipsoide Form haben. In einer anderen, wenn auch nicht gezeigten, Ausführungsform kann das Transmissionselement 108 eine zusammengesetzte Form haben. Zum Beispiel kann die Form des Transmissionselements 108 aus einer Kombination zweier oder mehrerer Formen bestehen. Beispielsweise kann die Form des Transmissionselements 108 aus einem sphärischen oder ellipsoidischen Zentralbereich, angeordnet, um das Plasma 104 einzuschließen, und einem oder mehreren zylindrischen Bereichen bestehen, welche sich überhalb und / oder unterhalb des sphärischen oder ellipsoidischen Zentralbereichs erstrecken, wobei der eine oder die mehreren zylindrischen Bereiche an den einen oder die mehreren Flansche 122, 124 gekoppelt sind. Im Fall, dass das Transmissionselement 108 zylinderförmig ist, wie in **Fig. 1B** gezeigt, können die eine oder die mehreren Öffnungen des Transmissionselements 108 an den Endbereichen des zylindrisch geformten Transmissionselements 108 befindlich sein. In dieser Hinsicht hat das Transmissionselement 108 die Form eines hohlen Zylinders, wobei sich ein Kanal von der ersten Öffnung (obere Öffnung) zu der zweiten Öffnung (untere Öffnung) erstreckt. In einer anderen Ausführungsform dienen der erste Flansch 122 und der zweite Flansch 124 zusammen mit der Wandung / den Wandungen des Transmissionselements 108 dazu, das Gasvolumen innerhalb des Kanals des Transmissionselements 108 einzuschließen. Diese Anordnung kann auf verschiedene Formen des Transmissionselements 108 ausgedehnt werden, wie hierin bereits beschrieben.

[0055] In Vorrichtungen, in denen ein Plasmakolben innerhalb der Plasmazelle 102 eingesetzt wird, kann der Plasmakolben ebenfalls jede bekannte Form haben. In einer Ausführungsform kann der Plasmakolben eine zylindrische Form haben. In einer anderen Ausführungsform kann der Plasmakolben eine sphärische oder ellipsoidische Form haben. In einer anderen Ausführungsform kann der Plasmakolben eine zusammengesetzte Form haben. Beispielsweise kann die Form des Plasmakolbens aus einer

Kombination von zwei oder mehr Formen bestehen. Beispielsweise kann die Form des Plasmakolbens aus einem sphärischen oder ellipsoidischen Zentralbereich bestehen, der angeordnet ist, um das Plasma 104 einzuschließen, und aus einem oder mehreren zylindrischen Bereichen, die sich überhalb und / oder unterhalb des sphärischen oder ellipsoidischen Zentralbereichs erstrecken.

[0056] In einer anderen Ausführungsform beinhaltet das System 100 ein Kollektor-/Reflektor-Element 105, das dazu ausgebildet ist, von der Beleuchtungsquelle 101 ausgehende Beleuchtung in das innerhalb des Transmissionselements 108 (oder Kolbens) der Plasmazelle 102 eingeschlossene Gasvolumen zu fokussieren. Das Kollektorelement 105 kann jegliche bekannte physische Konfiguration haben, die geeignet ist, von der Beleuchtungsquelle 101 ausgehende Beleuchtung in das innerhalb der Plasmazelle 102 eingeschlossene Gasvolumen zu fokussieren. In einer Ausführungsform kann, wie in **Fig. 1A** gezeigt, das Kollektorelement 105 einen konkaven Bereich mit einer reflektierenden inneren Oberfläche, die geeignet ist, Beleuchtung 103 von der Beleuchtungsquelle 101 zu empfangen und die Beleuchtung 103 in das innerhalb der Plasmazelle 102 eingeschlossene Gasvolumen zu fokussieren, beinhalten. Zum Beispiel kann das Kollektorelement 105 ein ellipsoidförmiges Kollektorelement 105 beinhalten, das eine reflektierende innere Oberfläche hat, wie in **Fig. 1A** gezeigt.

[0057] In einer anderen Ausführungsform ist das Kollektorelement 105 dazu angeordnet, vom Plasma 104 emittierte Breitbandbeleuchtung 142 (z.B. VUV-Strahlung, DUV-Strahlung, UV-Strahlung und / oder sichtbare Strahlung) zu sammeln, und die Breitbandbeleuchtung zu einem oder mehreren optischen Elementen (z.B. Filter 150, Homogenisator 152 und dergleichen) zu lenken. Beispielsweise kann das Kollektorelement 105 zumindest VUV-Breitbandstrahlung oder zumindest DUV-Strahlung oder zumindest UV-Strahlung oder zumindest sichtbare Strahlung, emittiert vom Plasma 104, sammeln, und die Breitbandbeleuchtung 142 zu einem oder mehreren nachgeordneten optischen Elementen lenken. In dieser Hinsicht kann die Plasmazelle 102 VUV-Strahlung, UV-Strahlung und / oder sichtbare Strahlung zu nachgeordneten optischen Elementen eines jeglichen bekannten optischen Charakterisierungssystems, etwa, ohne darauf beschränkt zu sein, einer Inspektionsmaschine oder einer Metrologiemaschine, liefern. Es sei hier angemerkt, dass die Plasmazelle 102 des Systems 100 brauchbare Strahlung in verschiedenen Spektralbereichen aussenden kann, darunter, ohne darauf beschränkt zu sein, DUV-Strahlung, VUV-Strahlung, UV-Strahlung und sichtbare Strahlung.

[0058] In einer Ausführungsform kann das System 100 verschiedene zusätzliche optische Elemente beinhalten. In einer Ausführungsform kann der Satz zusätzlicher optischer Elemente eine Sammeloptik beinhalten, die dazu ausgebildet ist, Breitbandlicht zu sammeln, welches von dem Plasma 104 ausgeht. Beispielsweise kann das System 100 einen Kaltspiegel 148 beinhalten, welcher dazu angeordnet ist, Beleuchtung von dem Kollektorelement 105 zu nachgeordneter Optik zu lenken, etwa, ohne darauf beschränkt zu sein, einem Homogenisator 152.

[0059] In einer anderen Ausführungsform kann der Satz optischer Elemente eine oder mehrere Linsen (z.B. Linse 144) beinhalten, welche entweder entlang des Beleuchtungsstrahlengangs oder des Sammelstrahlengangs des Systems 100 angeordnet sind. Die eine oder die mehreren Linsen können dazu verwendet werden, Beleuchtung von der Beleuchtungsquelle 101 in das Gasvolumen innerhalb der Plasmazelle 102 zu fokussieren. Alternativ können die eine oder die mehreren zusätzlichen Linsen dazu verwendet werden, Breitbandlicht, welches von dem Plasma 104 ausgeht, auf ein ausgewähltes Ziel (nicht gezeigt) zu fokussieren.

[0060] In einer anderen Ausführungsform kann der Satz optischer Elemente einen Umlenkspiegel 146 beinhalten. In einer Ausführungsform kann der Umlenkspiegel 146 dazu angeordnet sein, Beleuchtung 103 von der Beleuchtungsquelle 101 zu empfangen, und die Beleuchtung über Sammelement 105 zu dem innerhalb der Plasmazelle 102 eingeschlossenen Gasvolumen zu lenken. In einer anderen Ausführungsform ist das Sammelement 105 dazu angeordnet, Beleuchtung von Spiegel 146 zu empfangen und die Beleuchtung zu dem Brennpunkt des Sammelements 105 (z.B. ellipsoidförmiges Sammelement) zu fokussieren, wo sich das Transmissionselement 108 (oder der Kolben) der Plasmazelle 102 befindet.

[0061] In einer anderen Ausführungsform kann der Satz optischer Elemente einen oder mehrere Filter 150 beinhalten, die entweder entlang des Beleuchtungsstrahlengangs oder des Sammelstrahlengangs angeordnet sind, um Beleuchtung zu filtern, bevor Licht in die Plasmazelle 102 eintritt, oder um Beleuchtung nach Emission von Licht von dem Plasma 104 zu filtern. Es sei hier angemerkt, dass der Satz optischer Elemente des Systems 100, wie oben beschrieben und in **Fig. 1A** gezeigt, lediglich zur Veranschaulichung bereitgestellt wird und nicht als beschränkend ausgelegt werden soll. Es ist abzu-sehen, dass eine Anzahl äquivalenter oder zusätzlicher optischer Konfigurationen innerhalb des Umfangs der vorliegenden Erfindung verwendet werden können.

[0062] In einer anderen Ausführungsform kann die Beleuchtungsquelle 101 des Systems 100 einen oder mehrere Laser beinhalten. In einem allgemeinen Sinne kann die Beleuchtungsquelle 101 jegliches bekannte Lasersystem beinhalten. Beispielsweise kann die Beleuchtungsquelle 101 jegliches bekannte Lasersystem beinhalten, das in der Lage ist, Strahlung in den infraroten, sichtbaren oder ultravioletten Bereichen des elektromagnetischen Spektrums zu emittieren. In einer Ausführungsform kann die Beleuchtungsquelle 101 ein Lasersystem beinhalten, das dazu ausgebildet ist, Dauerstrich-(CW-) Laserstrahlung zu emittieren. Beispielsweise kann die Beleuchtungsquelle 101 eine oder mehrere CW-Infrarot-Laserquellen beinhalten. Beispielsweise kann die Beleuchtungsquelle 101 in Konfigurationen, in denen das Gas innerhalb der Plasmazelle 102 Argon ist oder Argon beinhaltet, einen CW-Laser (z.B. Faserlaser oder Scheiben-Yb-Laser) beinhalten, der dazu ausgebildet ist, Strahlung bei 1069 nm auszusenden. Es sei angemerkt, dass diese Wellenlänge zu einer 1068 nm Absorptionslinie in Argon passt, und daher zum Pumpen von Argongas besonders nützlich ist. Es sei hier angemerkt, dass die obige Beschreibung eines CW-Lasers nicht einschränkend ist, und jeglicher bekannte Laser im Zusammenhang mit der vorliegenden Erfindung eingesetzt werden kann.

[0063] In einer anderen Ausführungsform kann die Beleuchtungsquelle 101 einen oder mehrere Diodenlaser beinhalten. Beispielsweise kann die Beleuchtungsquelle 101 einen oder mehrere Diodenlaser beinhalten, welche Strahlung bei einer Wellenlänge aussenden, die irgendeiner oder irgendwelchen Absorptionslinien der innerhalb der Plasmazelle 102 eingeschlossenen Gasart entspricht. Allgemein gesprochen kann ein Diodenlaser der Beleuchtungsquelle 101 so zum Einsatz ausgewählt werden, dass die Wellenlänge des Diodenlasers auf jegliche bekannte Absorptionslinie eines jeglichen Plasmas (z.B. ionische Übergangslinie) oder jegliche bekannte Absorptionslinie des plasmaerzeugenden Gases (z.B. hochangeregte neutrale Übergangslinie) abgestimmt ist. Daher wird die Wahl eines gegebenen Diodenlasers (oder Satzes von Diodenlasern) von der Art des innerhalb der Plasmazelle 102 des Systems 100 eingeschlossenen Gases abhängen.

[0064] In einer anderen Ausführungsform kann die Beleuchtungsquelle 101 einen Ionenlaser beinhalten. Zum Beispiel kann die Beleuchtungsquelle 101 jeglichen bekannten Edelgas-Ionenlaser beinhalten. Beispielsweise kann im Falle eines auf Argon basierenden Plasmas die Beleuchtungsquelle 101, welche zum Pumpen von Argonionen verwendet wird, einen Ar⁺-Laser beinhalten.

[0065] In einer anderen Ausführungsform kann die Beleuchtungsquelle 101 ein oder mehrere frequenz-

konvertierte Lasersysteme beinhalten. Zum Beispiel kann die Beleuchtungsquelle 101 einen Nd:YAG- oder Nd:YLF-Laser beinhalten, welcher ein Leistungsniveau über 100 Watt hat. In einer anderen Ausführungsform kann die Beleuchtungsquelle 101 einen Breitbandlaser beinhalten. In einer anderen Ausführungsform kann die Beleuchtungsquelle ein Lasersystem beinhalten, das dazu ausgebildet ist, modulierte Laserstrahlung oder gepulste Laserstrahlung auszusenden.

[0066] In einer anderen Ausführungsform kann die Beleuchtungsquelle 101 einen oder mehrere Laser beinhalten, die dazu ausgebildet sind, Laserlicht mit einer im Wesentlichen konstanten Leistung für das Plasma 104 bereitzustellen. In einer anderen Ausführungsform kann die Beleuchtungsquelle 101 einen oder mehrere modulierte Laser beinhalten, die dazu ausgebildet sind, modulierte Laserlicht für das Plasma 104 bereitzustellen. In einer anderen Ausführungsform kann die Beleuchtungsquelle 101 einen oder mehrere gepulste Laser beinhalten, die dazu ausgebildet sind, gepulstes Laserlicht für das Plasma bereitzustellen.

[0067] In einer anderen Ausführungsform kann die Beleuchtungsquelle 101 eine oder mehrere Nicht-Laser-Quellen beinhalten. Allgemein gesprochen kann die Beleuchtungsquelle 101 jegliche bekannte Nicht-Laser-Lichtquelle beinhalten. Beispielsweise kann die Beleuchtungsquelle 101 jegliches bekannte Nicht-Laser-System beinhalten, das in der Lage ist, Strahlung diskret oder kontinuierlich in den infraroten, sichtbaren oder ultravioletten Bereichen des elektromagnetischen Spektrums auszusenden.

[0068] In einer anderen Ausführungsform kann die Beleuchtungsquelle 101 zwei oder mehr Lichtquellen beinhalten. In einer Ausführungsform kann die Beleuchtungsquelle 101 oder mehrere Laser beinhalten. Beispielsweise kann die Beleuchtungsquelle 101 (oder können die Beleuchtungsquellen) mehrere Diodenlaser beinhalten. Als ein anderes Beispiel kann die Beleuchtungsquelle 101 mehrere CW-Laser beinhalten. In einer weiteren Ausführungsform kann jeder der zwei oder mehreren Laser Laserstrahlung aussenden, welche auf eine unterschiedliche Absorptionslinie des Gases oder Plasmas innerhalb der Plasmazelle 102 des Systems 100 abgestimmt ist.

[0069] Fig. 1H zeigt eine schematische Querschnittsansicht der Plasmazelle 102 gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Wie in Fig. 1H gezeigt, wie hierin zuvor angemerkt, und zusätzlich zu den verschiedenen Elementen und Merkmalen, die hierin zuvor beschrieben worden sind, beinhaltet die Plasmazelle 102 in einer Ausführungsform ein oberes Strömungssteuerelement 106, das mit einem inneren Kanal 109a versehen ist. In

einer anderen Ausführungsform beinhaltet die Plasmazelle 102 ein unteres Strömungssteuerelement 107, welches mit einem inneren Kanal 109b versehen ist. In einer anderen Ausführungsform beinhaltet die Plasmazelle 102 ein Transmissionselement 108, welches dazu geeignet ist, Licht von der Lichtquelle 101 (in **Fig. 1H** nicht gezeigt) zu transmittieren und ferner dazu geeignet, Breitbandstrahlung von dem Plasma 104 zu nachgeordneten optischen Elementen zu transmittieren. In einer anderen Ausführungsform beinhaltet die Plasmazelle 102 einen oberen Flansch 122 und einen unteren Flansch 124. In einer anderen Ausführungsform können der obere Flansch 122 und der untere Flansch 124 über einen oder mehrere Verbindungsstäbe 140 mechanisch gekoppelt sein und dadurch die Plasmazelle 102 versiegeln. Die Verwendung einer mit Flanschen versehenen Plasmazelle wird in der US-Patentanmeldung 14/231,196, eingereicht am 31. März 2014, beschrieben, welche hierin zuvor durch Verweis zur Gänze aufgenommen ist.

[0070] Auch wenn sich die vorliegende Offenbarung auf das System 100 und die Plasmazelle im Kontext sowohl von oberem als auch unterem Strömungssteuerelement 106, 107 konzentriert hat, sei hier angemerkt, dass dies keine Beschränkung der vorliegenden Erfindung ist. Vielmehr sollte die hier vorstehend dargelegte Beschreibung als lediglich veranschaulichend ausgelegt werden. In einer Ausführungsform kann die Plasmazelle 102 des Systems 100 ein oder mehrere Strömungssteuerelemente (z.B. ein einziges Strömungssteuerelement) beinhalten, die innerhalb des Transmissionselements 108 angeordnet sind. In einer anderen Ausführungsform können das eine oder die mehreren Strömungssteuerelemente (z.B. das einzige Strömungssteuerelement) einen oder mehrere innere Kanäle (z.B. ähnlich den inneren Kanälen 109a, 109b, welche zuvor hierin beschrieben wurden) beinhalten, die dazu ausgelegt sind, Gas in eine ausgewählte Richtung (z.B. nach oben, nach unten und dergleichen) zu leiten. In einer anderen Ausführungsform können das eine oder die mehreren Strömungssteuerelemente (z.B. das einzige Strömungssteuerelement) so innerhalb des Transmissionselements 108 angeordnet sein, dass sie einen oder mehrere Gasrückführkanäle bilden (z.B. ähnlich zu dem Gasrückführkanal 110, der hierin vorstehend beschrieben wurde), welche Gas von einem Bereich oberhalb des Plasmaerzeugungsgebiets 111 zu einem Bereich unterhalb des Plasmaerzeugungsgebiets transferieren. Es sei ferner angemerkt, dass die verschiedenen Komponenten und Ausführungsformen, welche in der vorliegenden Offenbarung im Hinblick auf System 100 und Verfahren 200 beschrieben werden, so ausgelegt werden sollen, dass sie sich auf diese Ausführungsform erstrecken.

[0071] **Fig. 2** ist ein Flussdiagramm, das Schritte zeigt, welche in einem Verfahren 200 zur Steuerung von Konvektion in einer Plasmazelle ausgeführt werden. Der Anmelder merkt an, dass die vorstehend hierin im Kontext des Systems 100 beschriebenen Ausführungsformen und ausführbaren Technologien als sich auf Verfahren 200 erstreckend ausgelegt werden sollen. Es sei jedoch ferner angemerkt, dass das Verfahren 200 nicht auf die Architektur des Systems 100 beschränkt ist. Beispielsweise kann zumindest ein Teil der Schritte des Verfahrens 200 unter Verwendung einer mit einem Plasmakolben versehenen Plasmazelle ausgeführt werden.

[0072] In einem ersten Schritt 202 wird Beleuchtung erzeugt. Beispielsweise kann, wie in **Fig. 1A** gezeigt, eine Beleuchtungsquelle 101 Beleuchtung 103 erzeugen, welche zum Pumpen eines ausgewählten Gases (z.B. Argon, Xenon, Quecksilber und dergleichen) zur Bildung eines Plasmas 104 geeignet ist. Beispielsweise kann die Beleuchtungsquelle, ohne darauf beschränkt zu sein, eine Infrarot-Strahlungsquelle, eine Quelle sichtbarer Strahlung oder eine Ultraviolett-Strahlungsquelle beinhalten.

[0073] In einem zweiten Schritt 204 wird ein Gasvolumen eingeschlossen. Beispielsweise wird, wie in den **Fig. 1A** bis **Fig. 1H** gezeigt, ein Gasvolumen 103 (z.B. Argon, Xenon, Quecksilber und dergleichen) innerhalb des Innenvolumens des Transmissionselements 108 eingeschlossen, indem das Ende / die Enden des Transmissionselements 108 mit einem oder mehreren Flanschen 122, 124 verschlossen wird / werden. Als ein anderes Beispiel kann das Gasvolumen mit einem Plasmakolben (nicht gezeigt) eingeschlossen werden.

[0074] In einem dritten Schritt 206 wird zumindest ein Teil der erzeugten Beleuchtung durch ein Transmissionselement 108 der Plasmazelle 102 hindurch in das innerhalb des Transmissionselements 108 der Plasmazelle 102 eingeschlossene Gasvolumen fokussiert. Beispielsweise kann, wie in **Fig. 1A** gezeigt, ein Kollektorelement 105, das eine allgemein ellipsoidische Form und eine innere reflektierende Oberfläche hat, so angeordnet sein, dass es Beleuchtung 103 von der Beleuchtungsquelle 101 zu einem mit dem Innenvolumen des Transmissionselements 108 eingeschlossenen Gasvolumen lenkt. In dieser Hinsicht ist das Transmissionselement 108 zumindest teilweise transparent für einen Teil der Beleuchtung 103 von der Beleuchtungsquelle 101.

[0075] In einem vierten Schritt 208 wird Breitbandstrahlung erzeugt. Beispielsweise wird Breitbandstrahlung erzeugt, indem ein Plasma über Absorption der fokussierten erzeugten Beleuchtung durch das innerhalb des Innenvolumens des Transmissionselements 108 der Plasmazelle 102 eingeschlossene Gasvolumen gebildet wird. In einem fünf-

ten Schritt 210 wird zumindest ein Teil einer Fahne (oder eines Gases) des Plasmas 104 mit einem oder mehreren inneren Kanälen 109a eines oberen Strömungssteuerelements 106 nach oben gelenkt.

[0076] In einem sechsten Schritt 212 wird Gas mit einem oder mehreren inneren Kanälen 109b eines unteren Strömungssteuerelements 107 nach oben zu dem Plasmaerzeugungsgebiet 104 gelenkt. In einem siebten Schritt 214 wird Gas mit einem oder mehreren Gasrückführkanälen 110 von einem Bereich oberhalb des Plasmaerzeugungsgebiets (z.B. obere Ringströmung) zu einem Bereich unterhalb des Plasmaerzeugungsgebiets (z.B. untere Ringströmung) transferiert.

[0077] Der hierin beschriebene Gegenstand zeigt manchmal verschiedene Komponenten, die innerhalb anderer Komponenten befindlich oder mit diesen verbunden sind. Derartige gezeigte Architekturen sind lediglich beispielhaft, und es können tatsächlich viele andere Architekturen eingesetzt werden, welche die gleiche Funktionalität erzielen. In einem konzeptionellen Sinn ist jegliche Anordnung von Komponenten, um die gleiche Funktionalität zu erzielen, effektiv „assoziiert“, so dass die gewünschte Funktionalität erzielt wird. Daher können jegliche zwei Komponenten, die hierin kombiniert werden, um eine bestimmte Funktionalität zu erzielen, als „miteinander assoziiert“ angesehen werden, so dass die gewünschte Funktionalität unabhängig von Architekturen oder intermediären Komponenten erzielt wird. Gleichermaßen können jegliche zwei derartig assoziierte Komponenten auch als miteinander „verbunden“ oder „gekoppelt“ angesehen werden, um die gewünschte Funktionalität zu erzielen, und jegliche zwei Komponenten, die so assoziiert werden können, können auch als miteinander „koppelbar“ angesehen werden, um die gewünschte Funktionalität zu erzielen. Spezifische Beispiele von koppelbar beinhalten, ohne darauf beschränkt zu sein, physikalisch wechselwirkungsfähige und / oder physikalisch wechselwirkende Komponenten und / oder drahtlos wechselwirkungsfähige und / oder drahtlos wechselwirkende Komponenten und / oder logisch wechselwirkungsfähige und / oder logisch wechselwirkende Komponenten.

[0078] Es wird angenommen, dass die vorliegende Offenbarung und viele ihrer zugehörigen Vorteile aufgrund der vorstehenden Beschreibung verstanden werden, und es ist offensichtlich, dass verschiedene Abwandlungen der Form, Konstruktion und Anordnung der Komponenten vorgenommen werden können, ohne von dem offenbarten Gegenstand abzuweichen oder ohne alle seine materiellen Vorteile aufzugeben. Die beschriebene Form ist lediglich erläuternd, und es ist die Absicht der folgenden Ansprüche, solche Abwandlungen zu umfassen und zu beinhalten. Ferner soll klar sein, dass die Erfin-

dung durch die angehängten Ansprüche definiert wird.

Patentansprüche

1. Plasmazelle zur Steuerung von Konvektion, umfassend:

ein Transmissionselement, das eine oder mehrere Öffnungen aufweist, einen oder mehrere Flansche, die an der einen oder den mehreren Öffnungen des Transmissionselements angebracht und dazu ausgebildet sind, das Innenvolumen des Transmissionselements einzuschließen, um ein Gasvolumen innerhalb des Transmissionselements einzuschließen, wobei das Transmissionselement dazu ausgebildet ist, Beleuchtung von einer Beleuchtungsquelle zu empfangen, um ein Plasma innerhalb eines Plasmaerzeugungsgebietes des Gasvolumens zu erzeugen, wobei das Plasma Breitbandstrahlung emittiert, wobei das Transmissionselement der Plasmazelle zumindest teilweise transparent für zumindest einen Teil der von der Beleuchtungsquelle erzeugten Beleuchtung und zumindest einen Teil der vom Plasma emittierten Breitbandstrahlung ist;

ein oberes Strömungssteuerelement, welches oberhalb des Plasmaerzeugungsgebietes und innerhalb des Transmissionselements angeordnet ist, wobei das obere Strömungssteuerelement einen oder mehrere innere Kanäle beinhaltet, die dazu ausgelegt sind, zumindest einen Teil einer Fahne des Plasmas nach oben zu leiten;

ein unteres Strömungssteuerelement, welches unterhalb des Plasmaerzeugungsgebietes und innerhalb des Transmissionselements angeordnet ist, wobei das untere Strömungssteuerelement einen oder mehrere innere Kanäle beinhaltet, die dazu ausgelegt sind, Gas nach oben zu dem Plasmaerzeugungsgebiet zu leiten; und

wobei das obere Strömungssteuerelement und das untere Strömungssteuerelement so innerhalb des Transmissionselements angeordnet sind, dass sie einen oder mehrere Gasrückführkanäle bilden, um Gas von einem Bereich oberhalb des Plasmaerzeugungsgebietes zu einem Bereich unterhalb des Plasmaerzeugungsgebietes zu transferieren, wobei sich die Ausdrücke „oben“, „oberhalb“, „unterhalb“, „obere“ und „untere“ auf eine Richtung der natürlichen Konvektion beziehen, welche aufwärts gerichtet ist.

2. Plasmazelle nach Anspruch 1, wobei das obere Strömungssteuerelement einen oberen Deflektor umfasst.

3. Plasmazelle nach Anspruch 1, wobei das untere Strömungssteuerelement einen unteren Deflektor umfasst.

4. Plasmazelle nach Anspruch 1, wobei zumindest das obere Strömungssteuerelement oder zumindest das untere Strömungssteuerelement zylindersymmetrisch ist.

5. Plasmazelle nach Anspruch 4, wobei zumindest das obere Strömungssteuerelement oder zumindest das untere Strömungssteuerelement zumindest einen konischen Bereich oder zumindest einen zylindrischen Bereich beinhaltet.

6. Plasmazelle nach Anspruch 1, wobei zumindest das obere Strömungssteuerelement oder zumindest das untere Strömungssteuerelement keine Zylindersymmetrie aufweist.

7. Plasmazelle nach Anspruch 1, wobei das obere Strömungssteuerelement und das untere Strömungssteuerelement dazu ausgebildet sind, eine Gasströmung von der Fahne des Plasmas mit einer dem Plasma zugeführten Gasströmung auszugleichen.

8. Plasmazelle nach Anspruch 7, wobei das obere Strömungssteuerelement und das untere Strömungssteuerelement dazu ausgebildet sind, eine Gasströmung von der Fahne des Plasmas mit einer dem Plasma zugeführten Gasströmung auszugleichen, um eine Gasströmungsrate einer zentralen Ringströmung innerhalb des transparenten Elements auf oder unter einem ausgewählten Niveau zu halten.

9. Plasmazelle nach Anspruch 1, wobei das obere Strömungssteuerelement und das Transmissionselement so angeordnet sind, dass ein oder mehrere obere Ringströmungen gebildet werden.

10. Plasmazelle nach Anspruch 1, wobei das untere Strömungssteuerelement und das Transmissionselement so angeordnet sind, dass ein oder mehrere untere Ringströmungen gebildet werden.

11. Plasmazelle nach Anspruch 1, wobei eine oder die mehreren Gasrückführkanäle dazu ausgebildet sind, Gas von einer oberen Ringströmung zu einer unteren Ringströmung zu transferieren.

12. Plasmazelle nach Anspruch 1, wobei zumindest das obere Strömungssteuerelement oder zumindest das untere Strömungssteuerelement aus einem metallischen Werkstoff gebildet ist.

13. Plasmazelle nach Anspruch 1, wobei zumindest das obere Strömungssteuerelement oder zumindest das untere Strömungssteuerelement aus einem nicht-metallischen Werkstoff gebildet ist.

14. Plasmazelle nach Anspruch 1, wobei zumindest das obere Strömungssteuerelement oder zumindest das untere Strömungssteuerelement dazu ausgebildet ist, eine oder mehrere Komponenten der Plasmazelle gegen Strahlung abzuschirmen.

15. Plasmazelle nach Anspruch 1, wobei zumindest einer der ein oder mehreren inneren Kanäle des oberen Gassteuerelements mit einem oder mehreren reflektierenden Materialien beschichtet sind.

16. Plasmazelle nach Anspruch 1, ferner umfassend ein oder mehrere, zumindest an der äußeren Oberfläche oder zumindest an der inneren Oberfläche zumindest des oberen Strömungssteuerelements oder zumindest des unteren Strömungssteuerelements gebildete Merkmale, die dazu ausgebildet sind, eine Gasströmung innerhalb des Transmissionselements in Rotationsbewegung zu versetzen.

17. Plasmazelle nach Anspruch 16, wobei das eine oder die mehreren Merkmale Rillenmerkmale umfassen, die innerhalb zumindest der äußeren Oberfläche oder zumindest der inneren Oberfläche zumindest des oberen Strömungssteuerelements oder zumindest des unteren Strömungssteuerelements gebildet sind.

18. Plasmazelle nach Anspruch 1, wobei das untere Strömungssteuerelement erhitzt wird, um Gas nach oben zu dem Plasmaerzeugungsgebiet zu pumpen.

19. Plasmazelle nach Anspruch 1, welche ferner ein oder mehrere Konvektionsverstärkungselemente umfasst, welche innerhalb des inneren Kanals des unteren Strömungssteuerelements angeordnet sind.

20. Plasmazelle nach Anspruch 19, wobei das eine oder die mehreren, innerhalb des inneren Kanals des unteren Strömungssteuerelements angeordneten Konvektionsverstärkungselemente eine oder mehrere Gaspumpen umfassen, die innerhalb des inneren Kanals des unteren Strömungssteuerelements angeordnet sind.

21. Plasmazelle nach Anspruch 20, wobei die eine oder die mehreren Gaspumpen eine oder mehrere thermische Pumpen umfassen.

22. Plasmazelle nach Anspruch 21, wobei die eine oder die mehreren thermischen Pumpen zumindest einen oder mehrere erhitzte Stäbe oder zumindest ein oder mehrere erhitzte Rohre umfassen.

23. Plasmazelle nach Anspruch 21, wobei die eine oder die mehreren thermischen Pumpen

durch Absorption von Plasmastrahlung von dem Plasma erhitzt werden.

24. Plasmazelle nach Anspruch 20, wobei die eine oder die mehreren Gaspumpen eine oder mehrere mechanische Pumpen umfassen.

25. Plasmazelle nach Anspruch 1, welche ferner ein oder mehrere Konvektionsverstärkungselemente umfasst, welche innerhalb des inneren Kanals des oberen Strömungssteuerelements angeordnet sind.

26. Plasmazelle nach Anspruch 25, wobei das eine oder die mehreren, innerhalb des inneren Kanals des oberen Strömungssteuerelements angeordneten Konvektionsverstärkungselemente eine oder mehrere Gaspumpen umfassen, die innerhalb des inneren Kanals des oberen Strömungssteuerelements angeordnet sind.

27. Plasmazelle nach Anspruch 26, wobei die eine oder die mehreren Gaspumpen eine oder mehrere thermische Pumpen umfassen.

28. Plasmazelle nach Anspruch 27, wobei die eine oder die mehreren thermischen Pumpen zumindest einen oder mehrere erhitzte Stäbe oder zumindest ein oder mehrere erhitzte Rohre umfassen.

29. Plasmazelle nach Anspruch 27, wobei die eine oder die mehreren thermischen Pumpen durch Absorption von Strahlung von dem Plasma erhitzt werden.

30. Plasmazelle nach Anspruch 1, welche ferner ein oder mehrere thermische Steuerelemente umfasst, welche innerhalb des Transmissionselements angeordnet und nahe an zumindest dem oberen Strömungssteuerelement oder zumindest dem unteren Strömungssteuerelement positioniert sind.

31. Plasmazelle nach Anspruch 30, wobei das eine oder die mehreren thermischen Steuerelemente ein oder mehrere Wärmetauscherelemente umfassen, die innerhalb des Transmissionselements angeordnet und nahe an zumindest dem oberen Strömungssteuerelement oder zumindest dem unteren Strömungssteuerelement positioniert sind.

32. Plasmazelle nach Anspruch 30, wobei das eine oder die mehreren thermischen Steuerelemente ein oder mehrere Kühldurchführungen umfassen, die dazu ausgebildet sind, Wärme von zumindest dem einen oder den mehreren oberen Strömungssteuerelementen oder von zumindest dem einen oder den mehreren unteren Strömungssteuerelementen zu transferieren.

33. Plasmazelle nach Anspruch 1, wobei die eine oder die mehreren Öffnungen des Transmissionselements eine erste Öffnung an einem ersten Ende des Transmissionselements und eine zweite Öffnung an einem zweiten Ende des Transmissionselements, gegenüber dem ersten Ende, umfassen.

34. Plasmazelle nach Anspruch 1, wobei das Transmissionselement zumindest einen Bereich umfasst, der zumindest eine zylindrische Form oder zumindest eine sphärische Form oder zumindest eine ellipsoide Form hat.

35. Plasmazelle nach Anspruch 1, wobei das Transmissionselement eine zusammengesetzte geometrische Form hat.

36. Plasmazelle nach Anspruch 1, wobei der eine oder die mehreren Flansche einen ersten Flansch, der an einer ersten Öffnung angeordnet ist und einen zweiten Flansch, der an einer zweiten Öffnung angeordnet ist, umfassen, wobei der erste Flansch und der zweite Flansch dazu ausgebildet sind, das Gasvolumen innerhalb des Transmissionselements einzuschließen.

37. Plasmazelle nach Anspruch 1, wobei das Transmissionselement aus zumindest einem der folgenden Materialien gebildet ist: Kalziumfluorid, Magnesiumfluorid, kristallinem Quarz, Saphir, Quarzglas.

38. Plasmazelle nach Anspruch 1, wobei die Beleuchtungsquelle einen oder mehrere Laser umfasst.

39. Plasmazelle nach Anspruch 38, wobei der eine oder die mehreren Laser einen oder mehrere Infrarotlaser umfassen.

40. Plasmazelle nach Anspruch 38, wobei der eine oder die mehreren Laser zumindest einen Diodenlaser oder zumindest einen Dauerstrichlaser oder zumindest einen Breitbandlaser umfassen.

41. Plasmazelle nach Anspruch 38, wobei der eine oder die mehreren Laser einen oder mehrere Laser umfassen, die dazu ausgebildet sind, Laserlicht einer konstanten Leistung für das Plasma bereitzustellen.

42. Plasmazelle nach Anspruch 38, wobei der eine oder die mehreren Laser einen oder mehrere modulierte Laser umfassen, die dazu ausgebildet sind, moduliertes Laserlicht für das Plasma bereitzustellen.

43. Plasmazelle nach Anspruch 42, wobei der eine oder die mehreren modulierten Laser einen oder mehrere gepulste Laser umfassen, die dazu

ausgebildet sind, gepulstes Laserlicht für das Plasma bereitzustellen.

44. Plasmazelle nach Anspruch 1, wobei das Gas zumindest ein Inertgas oder zumindest ein Nicht-Inertgas oder zumindest eine Mischung zweier oder mehrerer Gase umfasst.

45. Plasmazelle zur Steuerung der Konvektion, umfassend:

einen Plasmakolben, der dazu ausgebildet ist, Beleuchtung von einer Beleuchtungsquelle zu empfangen, um ein Plasma innerhalb eines Plasmaerzeugungsgebiets eines Gasvolumens innerhalb des Plasmakolbens zu erzeugen, wobei das Plasma Breitbandstrahlung emittiert, wobei der Plasmakolben zumindest teilweise transparent für zumindest einen Teil der von der Beleuchtungsquelle erzeugten Beleuchtung und zumindest einen Teil der vom Plasma emittierten Breitbandstrahlung ist;

ein oberes Strömungssteuerelement, welches oberhalb des Plasmaerzeugungsgebietes und innerhalb des Plasmakolbens angeordnet ist, wobei das obere Strömungssteuerelement einen oder mehrere innere Kanäle beinhaltet, die dazu ausgelegt sind, zumindest einen Teil einer Fahne des Plasmas nach oben zu leiten;

ein unteres Strömungssteuerelement, welches unterhalb des Plasmaerzeugungsgebietes und innerhalb des Plasmakolbens angeordnet ist, wobei das untere Strömungssteuerelement einen oder mehrere innere Kanäle beinhaltet, die dazu ausgelegt sind, Gas nach oben zu dem Plasmaerzeugungsgebiet zu leiten,

wobei das obere Strömungssteuerelement und das untere Strömungssteuerelement so innerhalb des Plasmakolbens angeordnet sind, dass sie einen oder mehrere Gasrückführkanäle bilden, um Gas von einem Bereich oberhalb des Plasmaerzeugungsgebietes zu einem Bereich unterhalb des Plasmaerzeugungsgebietes zu transferieren, wobei sich die Ausdrücke „oben“, „oberhalb“, „unterhalb“, „obere“ und „untere“ auf eine Richtung der natürlichen Konvektion beziehen, welche aufwärts gerichtet ist.

46. Plasmazelle zur Steuerung von Konvektion, umfassend:

ein Transmissionselement, das eine oder mehrere Öffnungen aufweist,

einen oder mehrere Flansche, die an der einen oder den mehreren Öffnungen des Transmissionselements angebracht und dazu ausgebildet sind, das Innenvolumen des Transmissionselements einzuschließen, um ein Gasvolumen innerhalb des Transmissionselements einzuschließen, wobei das Transmissionselement dazu ausgebildet ist, Beleuchtung von einer Beleuchtungsquelle zu empfangen, um ein Plasma innerhalb eines Plasmaerzeugungsgebietes des Gasvolumens zu erzeugen, wobei das

Plasma Breitbandstrahlung emittiert, wobei das Transmissionselement der Plasmazelle zumindest teilweise transparent für zumindest einen Teil der von der Beleuchtungsquelle erzeugten Beleuchtung und zumindest einen Teil der vom Plasma emittierten Breitbandstrahlung ist;

ein oder mehrere Strömungssteuerelemente, welche innerhalb des Transmissionselements angeordnet sind, wobei das eine oder die mehreren Strömungssteuerelemente einen oder mehrere innere Kanäle beinhalten, die dazu ausgelegt sind, Gas in eine ausgewählte Richtung zu leiten;

wobei das eine oder die mehreren Strömungssteuerelemente so innerhalb des Transmissionselements angeordnet sind, dass sie einen oder mehrere Gasrückführkanäle bilden, um Gas von einem Bereich oberhalb des Plasmaerzeugungsgebietes zu einem Bereich unterhalb des Plasmaerzeugungsgebietes zu transferieren,

wobei sich die Ausdrücke „oberhalb“ und „unterhalb“ auf eine Richtung der natürlichen Konvektion beziehen, welche aufwärts gerichtet ist.

47. System zur Steuerung von Konvektion in einer Plasmazelle, umfassend:

eine Beleuchtungsquelle, die dazu ausgebildet ist, Beleuchtung zu erzeugen;

eine Plasmazelle, die ein Transmissionselement umfasst, welches eine oder mehrere Öffnungen aufweist;

einen oder mehrere Flansche, die an der einen oder den mehreren Öffnungen des Transmissionselements angebracht und dazu ausgebildet sind, das Innenvolumen des Transmissionselements einzuschließen, um ein Gasvolumen innerhalb des Transmissionselements einzuschließen;

wobei das Transmissionselement dazu ausgebildet ist, Beleuchtung von einer Beleuchtungsquelle zu empfangen, um ein Plasma innerhalb eines Plasmaerzeugungsgebietes des Gasvolumens zu erzeugen, wobei das Plasma Breitbandstrahlung emittiert, wobei das Transmissionselement der Plasmazelle zumindest teilweise transparent für zumindest einen Teil der von der Beleuchtungsquelle erzeugten Beleuchtung und zumindest einen Teil der vom Plasma emittierten Breitbandstrahlung ist;

ein oberes Strömungssteuerelement, welches oberhalb des Plasmaerzeugungsgebietes und innerhalb des Transmissionselements angeordnet ist, wobei das obere Strömungssteuerelement einen oder mehrere innere Kanäle beinhaltet, die dazu ausgelegt sind, zumindest einen Teil einer Fahne des Plasmas nach oben zu leiten;

ein unteres Strömungssteuerelement, welches unterhalb des Plasmaerzeugungsgebietes und innerhalb des Transmissionselements angeordnet ist, wobei das untere Strömungssteuerelement einen oder mehrere innere Kanäle beinhaltet, die dazu ausgelegt sind, Gas nach oben zu dem Plasmaerzeugungsgebiet zu leiten;

wobei das obere Strömungssteuerelement und das untere Strömungssteuerelement so innerhalb des Transmissionselements angeordnet sind, dass sie einen oder mehrere Gasrückführkanäle bilden, um Gas von einem Bereich oberhalb des Plasmaerzeugungsgebietes zu einem Bereich unterhalb des Plasmaerzeugungsgebietes zu transferieren; und ein Kollektorelement, das dazu angeordnet ist, die Beleuchtung von der Beleuchtungsquelle in das Gasvolumen zu fokussieren, um innerhalb des in der Plasmazelle eingeschlossenen Gasvolumens ein Plasma zu erzeugen, wobei sich die Ausdrücke „oben“, „oberhalb“, „unterhalb“, „obere“ und „untere“ auf eine Richtung der natürlichen Konvektion beziehen, welche aufwärts gerichtet ist.

Kanäle eines oberen Strömungssteuerelements;
Leiten von Gas nach oben zu dem Plasmaerzeugungsgebiet mittels eines oder mehrerer innerer Kanäle eines unteren Strömungssteuerelements; und
Transferieren von Gas von einem Bereich oberhalb des Plasmaerzeugungsgebietes zu einem Bereich unterhalb des Plasmaerzeugungsgebietes mittels eines oder mehrerer Gasrückführkanäle, wobei sich die Ausdrücke „oben“, „oberhalb“, „unterhalb“, „obere“ und „untere“ auf eine Richtung der natürlichen Konvektion beziehen, welche aufwärts gerichtet ist.

Es folgen 7 Seiten Zeichnungen

48. System nach Anspruch 47, wobei das Kollektorelement dazu angeordnet ist, zumindest einen Teil der vom erzeugten Plasma emittierten Breitbandstrahlung aufzufangen und die Breitbandstrahlung zu einem oder mehreren zusätzlichen optischen Elementen zu lenken.

49. System nach Anspruch 47, wobei das Kollektorelement ein ellipsoidförmiges Kollektorelement umfasst.

50. System nach Anspruch 47, wobei die Beleuchtungsquelle einen oder mehrere Laser umfasst.

51. System nach Anspruch 50, wobei der eine oder die mehreren Laser einen oder mehrere Infrarotlaser umfassen.

52. System nach Anspruch 50, wobei der eine oder die mehreren Laser zumindest einen Diodenlaser oder zumindest einen Dauerstrichlaser oder zumindest einen Breitbandlaser umfassen.

53. Verfahren zur Steuerung von Konvektion in einer Plasmazelle, umfassend die Schritte:

Erzeugen von Beleuchtung;

Einschließen eines Gasvolumens in einer Plasmazelle;

Fokussieren zumindest eines Teils der erzeugten Beleuchtung in das in der Plasmazelle eingeschlossene Gasvolumen durch ein Transmissionselement der Plasmazelle hindurch;

Erzeugen von Breitbandstrahlung durch Bildung eines Plasmas über Absorption der fokussierten erzeugten Beleuchtung durch zumindest einen Teil des in der Plasmazelle eingeschlossenen Gasvolumens;

Transmittieren zumindest eines Teils der Breitbandstrahlung durch das Transmissionselement der Plasmazelle;

Leiten zumindest eines Teils einer Fahne des Plasmas nach oben mittels eines oder mehrerer innerer

Anhängende Zeichnungen

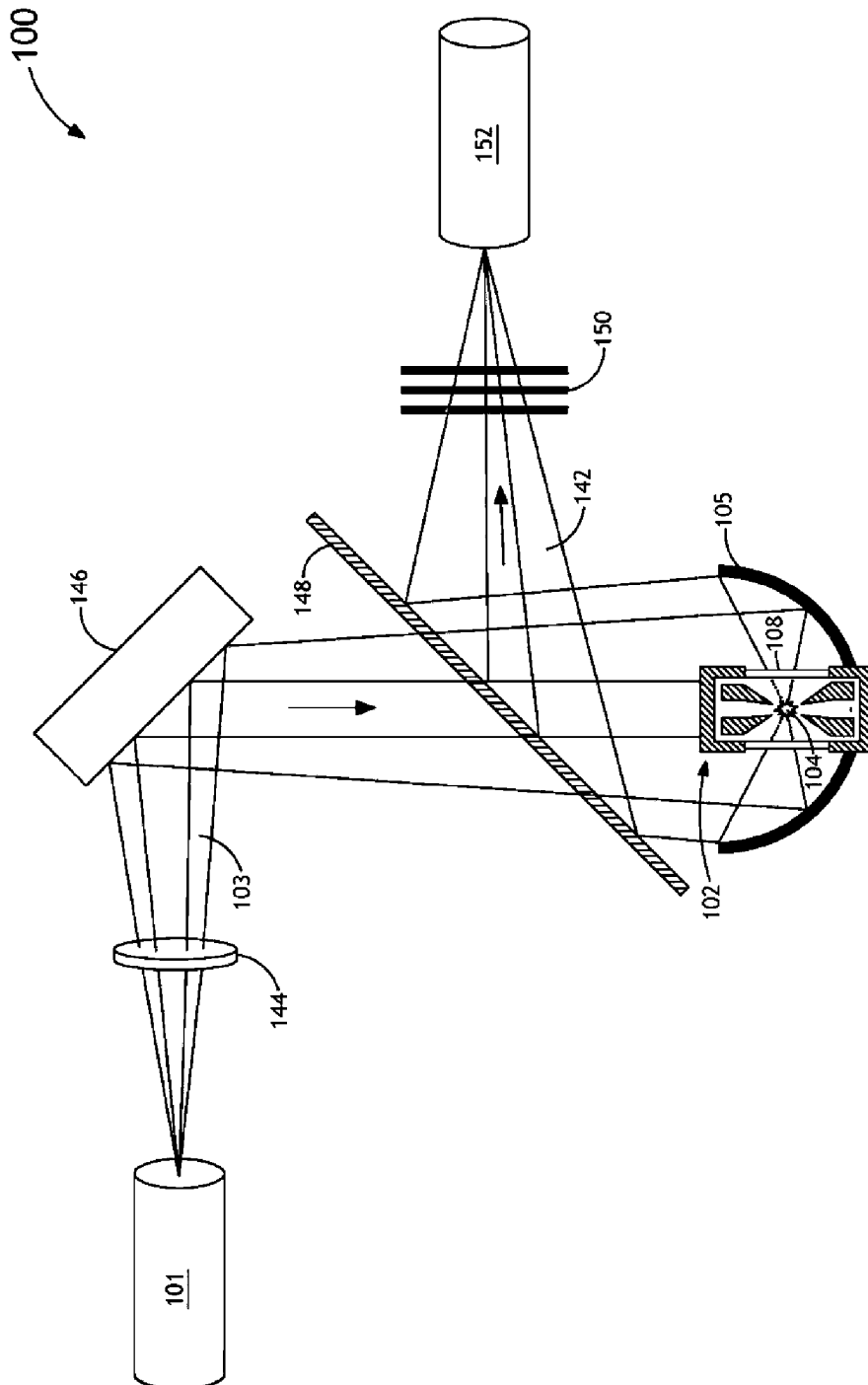


FIG.1A

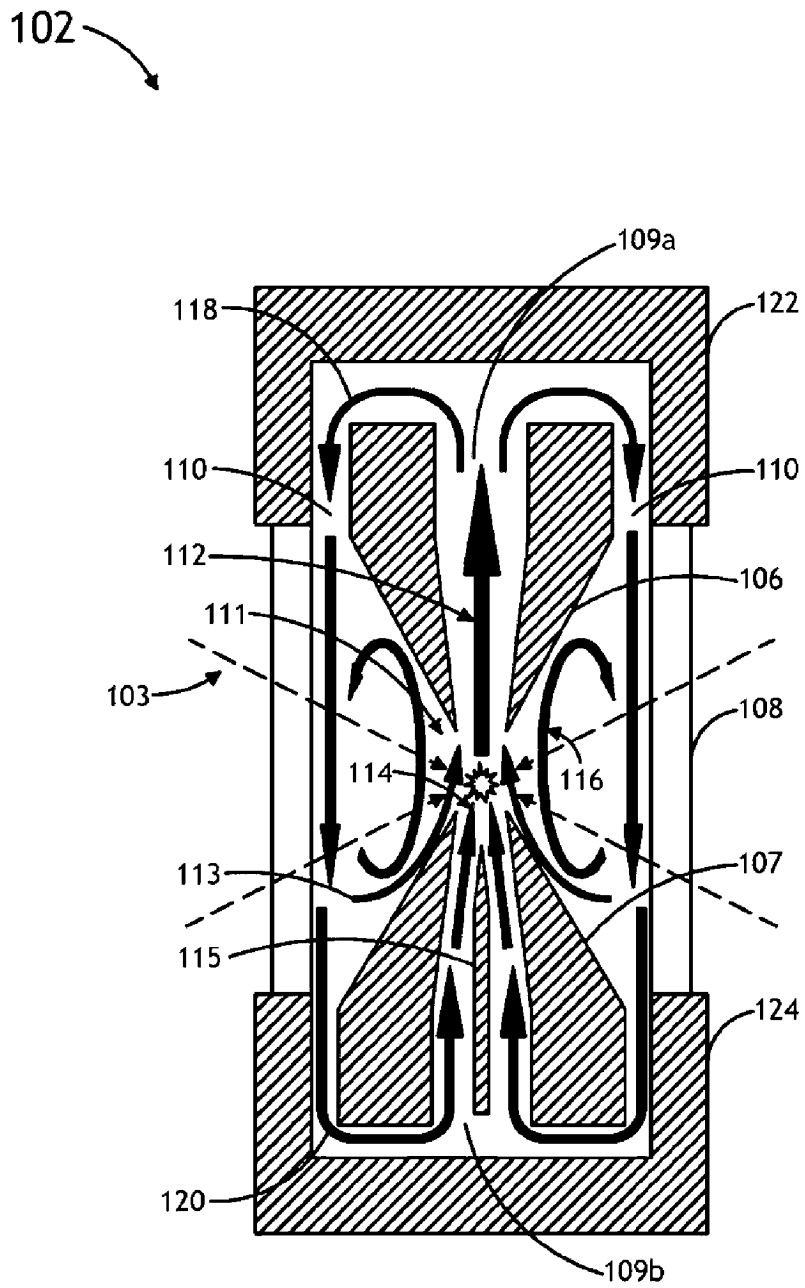


FIG. 1B

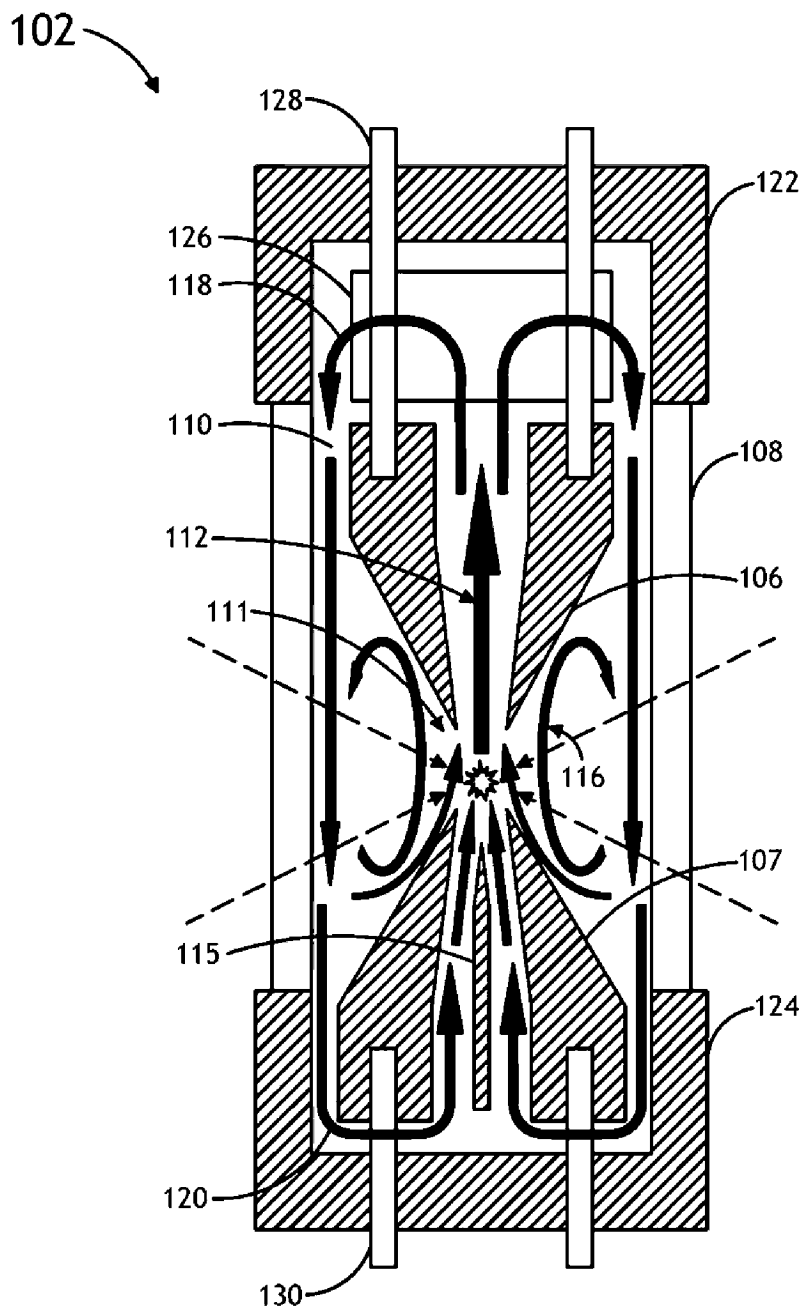


FIG.1C

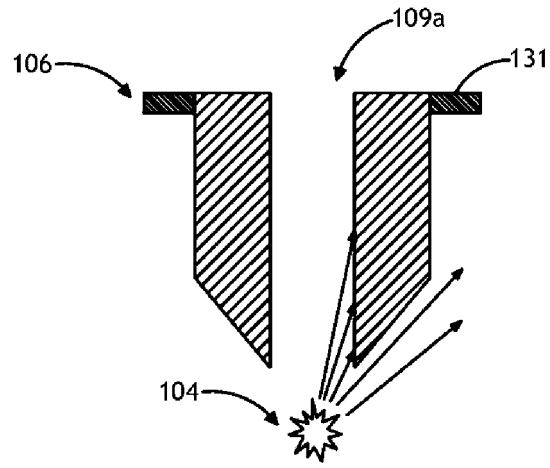


FIG. 1D

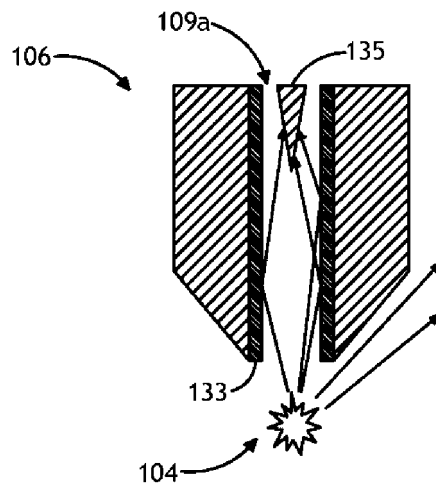


FIG. 1E

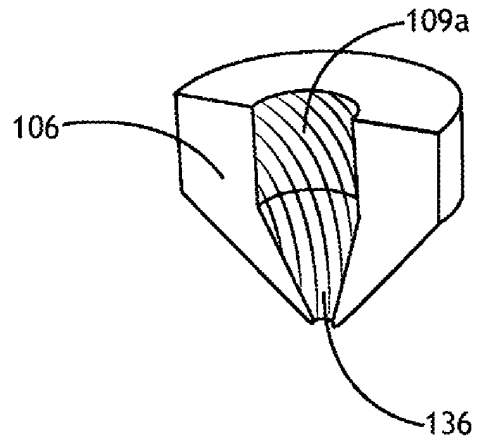


FIG. 1F

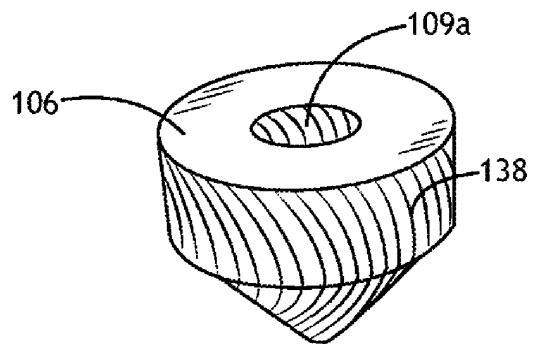


FIG. 1G

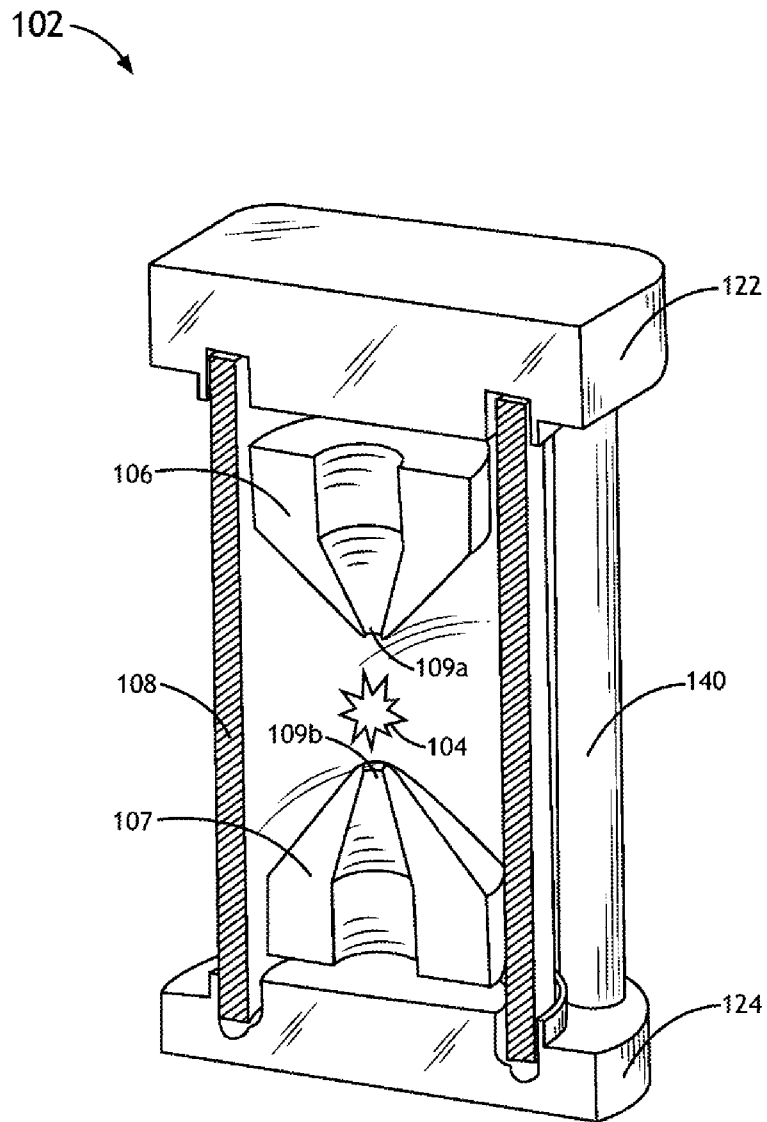


FIG. 1H

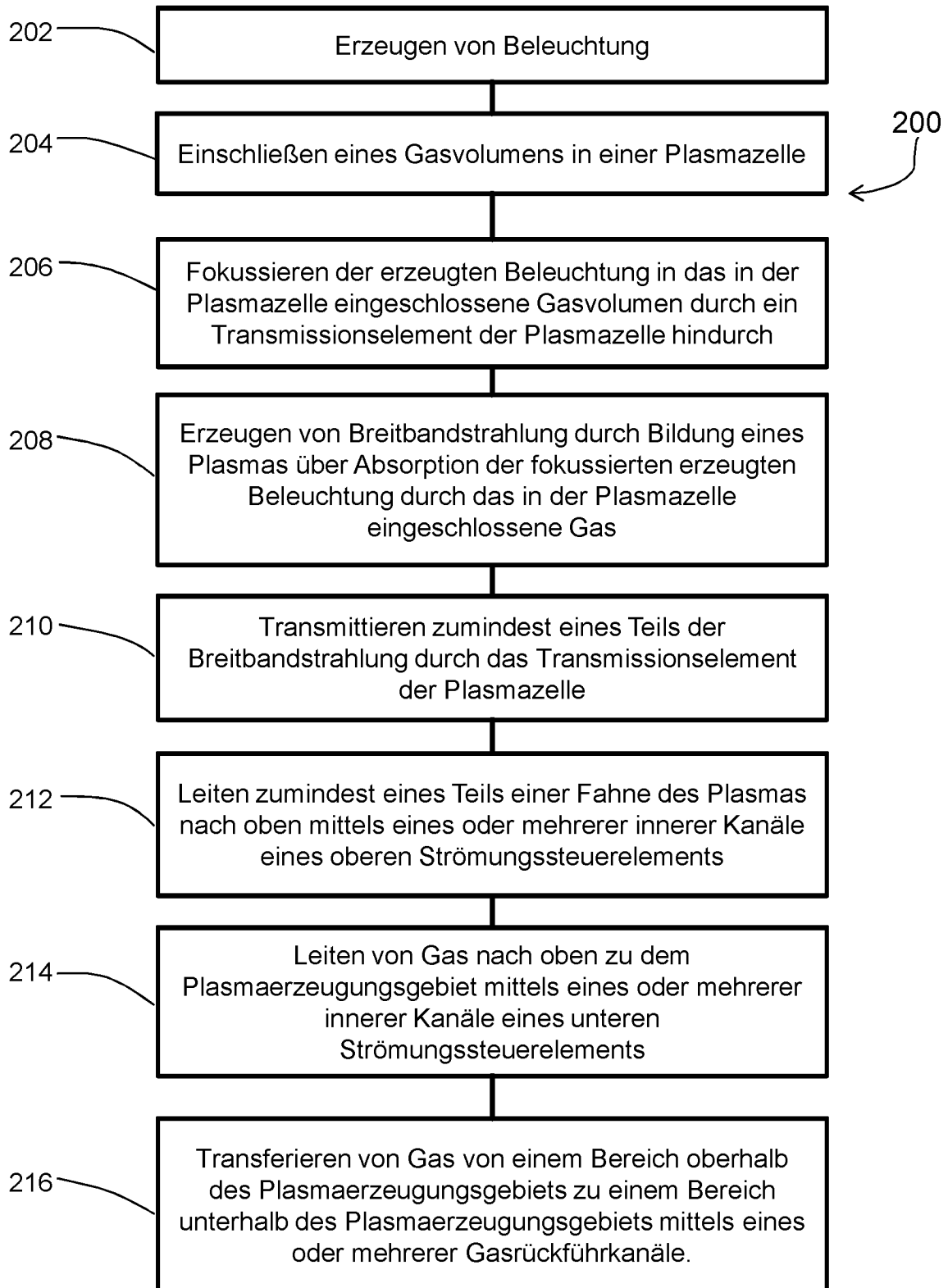


FIG. 2