



(12)

Patentschrift

(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2015 001 355.5**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US2015/021460**
(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2015/143150**
(86) PCT-Anmeldetag: **19.03.2015**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **24.09.2015**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **01.12.2016**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **01.02.2024**

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

61/968,161	20.03.2014	US
14/660,849	17.03.2015	US

(62) Teilung in:
11 2015 007 314.0

(73) Patentinhaber:
KLA-Tencor Corporation, Milpitas, Calif., US

(74) Vertreter:
**Reichert & Lindner Partnerschaft Patentanwälte,
93049 Regensburg, DE**

(72) Erfinder:

**Oh, Sebaek, Millbrae, Calif., US; Chimmalgi,
Anant, San Jose, Calif., US; Yadav, Rahul,
Sunnyvale, Calif., US; Derstine, Matthew, Los
Gatos, Calif., US; Bezel, Ilya, Mountain View, Calif.,
US**

(56) Ermittelte Stand der Technik:
siehe Folgeseiten

(54) Bezeichnung: **LICHTQUELLE MIT NANOSTRUKTURIERTER ANTIREFLEXIONS-SCHICHT**

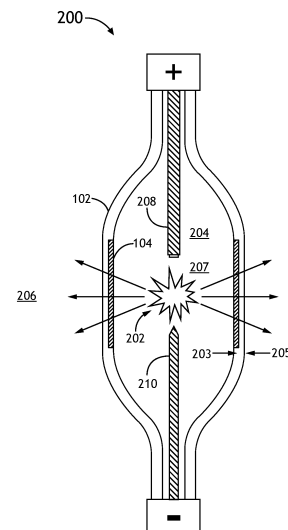
(57) Hauptanspruch: Plasmalichtquelle (100), die mittels Lasers aufrecht erhalten wird, umfassend:

eine Plasmazelle (101) zum Speichern eines Gasvolumens (108), wobei die Plasmazelle (101) dazu konfiguriert ist, Beleuchtung (107) von einem Pumplaser (111) zu empfangen, um ein Plasma (106) innerhalb des Gasvolumens (108) zu erzeugen, wobei das Plasma (106) eine breitbandige Strahlung (115) emittiert, wobei die Plasmazelle (101) umfasst:

einen oder mehrere transparente Abschnitte (102), die zumindest teilweise transparent für mindestens einen Abschnitt der Beleuchtung (107) vom Pumplaser (111) und mindestens einen Abschnitt der durch das Plasma emittierten breitbandigen Strahlung (115) sind; und
eine oder mehrere nanostrukturierte Schichten (104), die auf einer oder mehreren gekrümmten Oberflächen des einen oder der mehreren transparenten Abschnitte (102) der Plasmazelle (101) angeordnet sind,
wobei die eine oder mehreren nanostrukturierten Schichten (104) einen Brechungsindex-Steuerungsbereich über einem Grenzbereich (109) zwischen dem einen oder den mehreren transparenten Abschnitten (102) der Plasmazelle (101) und einer Atmosphäre ausbilden,
wobei jede der einen oder mehreren nanostrukturierten

Schichten (104) umfasst:

einen Satz von nicht-periodischen Strukturen, wobei ein erster Abstand (d_1), der zwischen einer ersten Struktur und einer zweiten ...



(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	24 22 298	A
US	9 099 292	B1
US	9 775 226	B1
US	2005 / 0 168 148	A1
US	2007 / 0 228 288	A1
US	2007 / 0 228 300	A1
US	2012 / 0 081 793	A1
US	2013 / 0 003 384	A1
US	2013 / 0 106 275	A1
US	2013 / 0 181 595	A1
US	2014 / 0 291 546	A1
WO	2012/ 032 162	A1

Beschreibung

Verweis auf verwandte Anmeldungen

[0001] Die vorliegende Anmeldung beansprucht die Priorität der provisorischen US - Patentanmeldung mit der Anmeldenummer 61/968,161, Titel „LAMP FOR LASER SUSTAINED PLASMA WITH NANOSTRUCTURED ANTIREFLECTION LAYER“, angemeldet am 20. März 2014 durch Sebaeck Oh, Anant, Chimmalgi, Rahul Yadav, Matthew Derstine und Ilya Bezel als Erfinder (35 USC § 119(e)), welche provisorische US -Patentanmeldung durch Bezugnahme in ihrer Gesamtheit aufgenommen ist.

Technisches Gebiet

[0002] Die vorliegende Erfindung betrifft Plasma-basierte Lichtquellen und insbesondere eine Plasmazelle oder -lampe mit einer nanostrukturierten anti-reflektiven Schicht.

Hintergrund der Erfindung

[0003] Da die Nachfrage nach integrierten Schaltungen mit immer kleineren Strukturen weiter steigt, wächst entsprechend auch weiterhin die Notwendigkeit nach verbesserten Beleuchtungsquellen, die für die Inspektion dieser immer kleiner werdenden Strukturen verwendet werden. Ein Ausführungsbeispiel solch einer Beleuchtungsquelle umfasst eine mittels Laser aufrecht erhaltene Plasmaquelle. Mittels Laser aufrecht erhaltene Plasmalichtquellen sind in der Lage, ein breitbandiges Licht mit hoher Leistung zu erzeugen. Lichtquellen, die mittels Laser aufrechterhalten werden, werden dadurch betrieben, dass Laserstrahlung in ein Gasvolumen fokussiert wird, um das Gas, wie z.B. Argon oder Xenon, in einen Plasmazustand zu erregen, durch den Licht emittiert werden kann. Dieser Effekt wird typischerweise als „Pumpen“ eines Plasmas bezeichnet. Herkömmliche Plasmazellen oder -lampen umfassen Plasmabirnen (Plasmakolben), die Gas zum Erzeugen von Plasma enthalten (speichern). Üblicherweise sind Plasmabirnen oder -lampen, die in Wafer-Inspektionsmaschinen verwendet werden, die breitbandiges Licht nutzen, aus synthetischem Quarzglas hergestellt ohne die Verwendung zusätzlicher Oberflächenbeschichtungen oder -schichten. Als Ergebnis kann an der Luft-Glas-Grenzfläche ein Fresnel-Verlust beobachtet werden, der in einer signifikanten Menge an verlorenem Pumplicht und emittiertem breitbandigen Licht resultiert.

[0004] DE 24 22 298 A offenbart ein Verfahren zur Herstellung einer Oberfläche mit vermindertem Reflexionsvermögen für elektromagnetische Strahlen. Dabei wird eine strukturierte Oberfläche erzeugt, die eine regelmäßige Anordnung von Erhebungen

mit Abmessungen im Subwellenlängenbereich aufweist.

[0005] WO 2012 / 032 162 A1 betrifft ein Verfahren zur Reduzierung der Grenzflächenreflexion einer Glasoberfläche. Dabei wird mittels eines maskenlosen Plasmaätzprozesses eine reflexionsmindernde Nanostruktur an der Glasoberfläche erzeugt.

[0006] US 2012 / 0 081 793 A1 offenbart eine Antireflexionsschicht aus einer Vielzahl konvexer Bereiche mit einem Abstand benachbarter Bereichszentren im Subwellenlängenbereich.

[0007] US 2013 / 0 003 384 A1 betrifft die Kompensation von Aberrationen in einer Plasmalichtquelle. Dazu wird adaptive Optik eingesetzt. Die Aberrationen können an verschiedenen optischen Elementen entstehen, darunter an einem elliptischen Reflektor.

[0008] US 2005 / 0 168 148 A1 beschreibt eine keramische Entladungsröhre für eine Hochdruck-Entladungslampe. Die Entladungsröhre trägt dabei eine Antireflexionsbeschichtung auf der Innen- oder Außenseite.

[0009] Wie in der konzeptionellen Ansicht 10 der **Fig. 1A** dargestellt, resultiert der Fresnel-Verlust aus einer Diskrepanz des Brechungsindex an der Luft-Glas-Grenzfläche, wie bei der Grenzfläche 16, die durch das Volumen der Luft 12 und der Oberfläche des Glases 14 definiert ist. Wie im Graphen 20 der **Fig. 1B** dargestellt, wenn durch die Luft 12 sich ausbreitendes Licht auf die Luft-Glas-Grenzfläche 16 trifft, beginnt das Licht den Brechungsindex des Glases zu erfahren, der höher als der Brechungsindex von Luft ist. Als ein Ergebnis wird ein Teil des Lichts von der Luft-Glas-Grenzfläche zurück reflektiert, was zu einem Verlust von durch die Grenzfläche 16 gesendetes Licht führt. Bei einer typischen Luft-Glas-Grenzfläche wird, bei senkrechtem Lichteinfall, aufgrund des Fresnel-Verlustes ungefähr 4% der einfallenden Lichtleistung verloren.

[0010] Bei dem Bemühen, diesen Verlust zu reduzieren, sind einige Optiken mit dielektrisch-basierten Antireflexions-(AR)-Beschichtungen beschichtet, die üblicherweise dadurch gebildet werden, dass mehrere Schichten aus dünnen dielektrischen Schichten verwendet werden. Die Temperaturen in herkömmlichen Breitband-Lampen (beispielsweise Plasmaquelle, Bogenlampe und Ähnliches), welche bei Inspektionsmaschinen breitbandiges Licht nutzen, werden typischerweise bei hohen Temperaturen betrieben, die ausreichend hoch sind, um eine signifikante Verschlechterung der physikalischen und/oder optischen Eigenschaften der dielektrischen Beschichtungen zu bewirken. Im Ergebnis sind typische dielektrische AR-Beschichtungen nicht gut geeignet für den Einsatz in Hochtemperaturumge-

bungen wie beispielsweise bei Plasma-basierter breitbandiger Lichterzeugung. Daher wäre es wünschenswert, eine Vorrichtung, ein System und / oder ein Verfahren bereit zu stellen, die die oben genannten Defekte beseitigen.

Zusammenfassung der Beschreibung

[0011] Gemäß einem dargestellten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Offenbarung ist eine mit Laser aufrecht erhaltene Plasmalichtquelle offenbart. Bei einem dargestellten Ausführungsbeispiel umfasst die Lichtquelle eine Plasmazelle, die dazu konfiguriert ist, ein Gasvolumen zu halten (speichern). Bei einem anderen dargestellten Ausführungsbeispiel ist die Plasmazelle dazu konfiguriert, Beleuchtung von einem Pumplaser zu empfangen, um ein Plasma innerhalb des Gasvolumens zu erzeugen. Bei einem anderen dargestellten Ausführungsbeispiel, emittiert das Plasma eine breitbandige Strahlung. Bei einem anderen dargestellten Ausführungsbeispiel umfasst die Plasmazelle eine oder mehrere transparente Abschnitte. Bei einem dargestellten Ausführungsbeispiel sind die einen oder mehreren transparenten Abschnitte mindestens teilweise transparent für einen Beleuchtungsabschnitt aus dem Pumplaser und mindestens einen Abschnitt der durch das Plasma emittierten breitbandigen Strahlung. Bei einem anderen dargestellten Ausführungsbeispiel umfasst die Plasmazelle eine oder mehrere nanostrukturierte Schichten, die auf einer oder mehreren Oberflächen des einen oder der mehreren transparenten Abschnitte der Plasmazelle angeordnet sind. Bei einem anderen dargestellten Ausführungsbeispiel bilden die eine oder mehreren nanostrukturierten Schichten einen Brechungsindex-Steuerungsbereich quer durch beziehungsweise über einen Grenzbereich (Interface, Übergangsbereich) zwischen dem einen oder den mehreren transparenten Abschnitten der Plasmazelle und einer Atmosphäre.

[0012] Eine Vorrichtung zum Erzeugen eines mit Laser aufrecht erhaltenen breitbandigen Plasma-lichts ist offenbart. Bei einem dargestellten Ausführungsbeispiel umfasst die Vorrichtung einen oder mehrere Pumplaser, die zum Erzeugen von Beleuchtung konfiguriert sind. Bei einem anderen dargestellten Ausführungsbeispiel umfasst die Vorrichtung eine Plasmazelle, die dazu konfiguriert ist, ein Gasvolumen zu halten (speichern), wobei die Plasmazelle so konfiguriert ist, dass sie eine Beleuchtung von dem einen oder den mehreren Pumplasern empfängt, um ein Plasma innerhalb des Gasvolumens zu erzeugen, wobei das Plasma eine breitbandige Strahlung emittiert. Bei einem anderen dargestellten Ausführungsbeispiel umfasst die Plasmazelle eine oder mehrere transparente Abschnitte, die mindestens teilweise transparent für mindestens einen Beleuchtungsabschnitt aus dem Pumplaser und mindestens einen Abschnitt der durch das Plasma emit-

tierten breitbandigen Strahlung sind. Bei einem anderen dargestellten Ausführungsbeispiel umfasst die Plasmazelle eine oder mehrere nanostrukturierte Schichten, die auf einer oder mehreren Oberflächen des einen oder der mehreren transparenten Abschnitte der Plasmazelle angeordnet sind. Bei einem anderen dargestellten Ausführungsbeispiel bilden die eine oder die mehreren nanostrukturierten Schichten einen Brechungsindex-Steuerungsbereich über einem Grenzbereich (Interface, Übergangsbereich) zwischen dem einen oder den mehreren transparenten Abschnitten der Plasmazelle und einer Atmosphäre. Bei einem anderen dargestellten Ausführungsbeispiel umfasst die Vorrichtung ein Kollektorelement, das angeordnet ist, um die Beleuchtung des einen oder der mehreren Pumplaser in das Gasvolumen zu konzentrieren, um ein Plasma innerhalb des in der Plasmazelle gespeicherten Gasvolumens zu erzeugen.

[0013] Eine Lichtquelle ist offenbart. Bei einem dargestellten Ausführungsbeispiel umfasst die Lichtquelle eine Bogenlampe, die dazu konfiguriert ist, ein Gasvolumen zu halten (speichern). Bei einem anderen dargestellten Ausführungsbeispiel umfasst die Bogenlampe einen Satz von Elektroden, die dazu konfiguriert sind, eine Entladung innerhalb des Gasvolumens zu erzeugen. Bei einem anderen dargestellten Ausführungsbeispiel umfasst die Bogenlampe einen oder mehrere transparente Abschnitte, die zumindest teilweise transparent für mindestens einen Abschnitt der mit der Entladung einher gehenden emittierten breitbandigen Strahlung sind. Bei einem anderen dargestellten Ausführungsbeispiel umfasst die Bogenlampe eine oder mehrere nanostrukturierte Schichten, die auf einer oder mehreren Oberflächen des einen oder der mehreren transparenten Abschnitte der Bogenlampe angeordnet sind. Bei einem anderen dargestellten Ausführungsbeispiel bilden die eine oder die mehreren nanostrukturierten Schichten einen Brechungsindex-Steuerungsbereich über einen Grenzbereich (Interface, Übergangsbereich) zwischen dem einen oder den mehreren transparenten Abschnitten der Bogenlampe und einer Atmosphäre.

[0014] Eine Vorrichtung zum Erzeugen von mit Laser aufrecht erhaltenem breitbandigen Plasma-lichts ist offenbart. Bei einem dargestellten Ausführungsbeispiel umfasst die Vorrichtung einen oder mehrere Pumplaser, die zum Erzeugen einer Beleuchtung konfiguriert sind. Bei einem anderen dargestellten Ausführungsbeispiel umfasst die Vorrichtung eine Struktur zum Einschließen eines Gases. Bei einem anderen dargestellten Ausführungsbeispiel umfasst die Vorrichtung ein Kollektorelement, das einen konkaven Bereich umfasst, der mechanisch mit der Struktur zum Einschließen des Gases gekoppelt ist, um ein Gasvolumen zu halten (speichern), wobei das Kollektorelement so angeord-

net ist, dass es die Beleuchtung aus dem einen oder den mehreren Pumpplasmern in das Gasvolumen fokussiert, um ein Plasma innerhalb des Gasvolumens zu erzeugen, das durch den konkaven Bereich des Kollektorelements und die Struktur zum Einschließen des Gases gehalten (gespeichert) wird. Bei einem anderen dargestellten Ausführungsbeispiel umfasst die Vorrichtung einen ersten transparenten Abschnitt, der dazu konfiguriert ist, Beleuchtung von dem einen oder den mehreren Pumpplasmern in die Struktur zum Einschließen des Gases zu übertragen. Bei einem anderen dargestellten Ausführungsbeispiel umfasst die Vorrichtung einen zusätzlichen transparenten Abschnitt, der dazu konfiguriert ist, eine breitbandige Strahlung von dem Plasma zu einem Bereich zu übertragen, der außerhalb der Struktur zum Einschließen des Gases ist, wobei eine oder mehrere nanostrukturierte Schichten auf einer oder mehreren Oberflächen von wenigstens einem des ersten transparenten Abschnitts oder des zusätzlichen transparenten Abschnitts gebildet sind, wobei die eine oder mehreren nanostrukturierten Schichten einen Brechungsindex-Steuerungsbereich über einem Grenzbereich (Interface, Übergangsbereich) ausbilden, der durch mindestens einem aus dem ersten transparenten Abschnitt oder dem zusätzlichen transparenten Abschnitt und durch mindestens einem aus einem innerhalb der Struktur zum Einschließen des Gases befindlichen Gases oder einem außerhalb der Struktur zum Einschließen des Gases befindlichen Gases definiert ist.

[0015] Ein Verfahren zum Ausbilden einer Breitband-Lichtquelle mit einer oder mehreren Antireflexions-Flächen. Bei einem dargestellten Ausführungsbeispiel umfasst das Verfahren ein Bereitstellen einer Lampe mit einem oder mehreren transparenten Abschnitten. Bei einem anderen dargestellten Ausführungsbeispiel umfasst das Verfahren das Ausbilden einer oder mehrerer Nanostrukturen an einer oder mehreren Oberflächen des einen oder der mehreren transparenten Abschnitte der Lampe derart, dass die eine oder mehreren Nanostrukturen einen Brechungsindex-Steuerungsbereich zwischen dem einen oder den mehreren transparenten Abschnitten der Plasmazelle und mindestens einem aus einem Volumen innerhalb der Plasmazelle oder einem Volumen außerhalb der Plasmazelle ausbilden.

[0016] Es versteht sich, dass sowohl die vorstehende allgemeine Beschreibung und die folgende detaillierte Beschreibung beispielhaft und nur erklärend und nicht notwendigerweise einschränkend für die Erfindung sind, wie diese in den beigefügten Ansprüchen beansprucht ist. Die beigefügten Zeichnungen, die in die Beschreibung aufgenommen sind und einen Teil der Beschreibung bilden, veranschaulichen Ausführungsformen der Offenbarung und dienen zusammen mit der allgemeinen Beschreibung dazu, die Prinzipien der Offenbarung zu erläutern.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0017] Die zahlreichen Vorteile der Offenbarung können besser durch die Fachleute auf dem Gebiet unter Bezugnahme auf die beigefügten Figuren verstanden werden.

Fig. 1A ist eine konzeptionelle Ansicht einer abrupten Luft-Glas-Grenzfläche gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung.

Fig. 1B ist ein Graph des Brechungsindex als eine Funktion der Position quer durch eine abrupte Luft-Glas-Grenzfläche gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung.

Fig. 1C ist eine umfangreiche schematische Ansicht eines Systems zum Erzeugen von Plasma-basiertem breitbandigem Licht, das mit einer oder mehreren nanostrukturierten Schichten ausgestattet ist, gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung.

Fig. 1D ist eine konzeptionelle Ansicht einer mit einer Nanostruktur-Schicht gebildeten graduellen Luft-Glas-Grenzfläche, gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung.

Fig. 1E ist ein Graph des Brechungsindex als eine Funktion der Position quer durch die graduelle Luft-Glas-Grenzfläche, die mit einer Nanostruktur-Schicht gebildet ist, gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung.

Fig. 1F ist eine Querschnittsansicht eines Abschnitts einer Plasmazelle, die mit einer Nanostruktur-Schicht ausgestattet ist, die an der inneren Oberfläche des transparenten Abschnitts der Plasmazelle ausgebildet ist, gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung.

Fig. 1G ist eine Querschnittsansicht eines Abschnitts einer Plasmazelle, die mit einer Nanostruktur-Schicht ausgestattet ist, die an der äußeren Oberfläche des transparenten Abschnitts der Plasmazelle ausgebildet ist, gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung.

Fig. 1H ist eine Querschnittsansicht eines Abschnitts einer Plasmazelle, die mit einer an der inneren Oberfläche des transparenten Abschnitts der Plasmazelle ausgebildeten ersten Nanostruktur-Schicht und einer an der äußeren Oberfläche des transparenten Abschnitts der Plasmazelle ausgebildeten zweiten Nanostruktur-Schicht ausgestattet ist, gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung.

Fig. 11-1L sind Querschnittsansichten einer Serie von Formen von Nanostrukturen, die für die Verwendung in der Nanostruktur-Schicht geeignet sind, gemäß einer oder mehreren Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung.

Fig. 1 M-1 P sind Querschnittsansichten einer Serie von nicht-periodischen Nanostrukturen, die für die Verwendung in der Nanostruktur-Schicht geeignet sind, gemäß einer oder mehreren Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung.

Fig. 1Q ist eine Querschnittsansicht einer Plasmabirne, die mit einer Nanostruktur-Schicht ausgestattet ist, gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung.

Fig. 1R ist eine Querschnittsansicht eines geflanschten Transmissionselements, das mit einer Nanostruktur-Schicht ausgestattet ist, gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung.

Fig. 2 ist eine Querschnittsansicht einer Bogenlampe, die mit einer Nanostruktur-Schicht ausgestattet ist, gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung.

Fig. 3 ist eine umfangreiche schematische Ansicht eines Systems ohne Birne zum Erzeugen von Plasma-basiertem breitbandigem Licht, wobei das System eine oder mehrere optische Flächen mit einer oder mehreren nanostrukturierten Schichten umfasst, gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung.

Fig. 4 ist ein Flussdiagramm, das ein Verfahren zum Herstellen einer Breitband-Lichtquelle mit einer oder mehreren Antireflexions-Flächen darstellt, gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung.

Detaillierte Beschreibung der Erfindung

[0018] Es wird nun im Detail auf den offenbarten Gegenstand Bezug genommen, der in den beigefügten Zeichnungen dargestellt ist. Die Erfindung wird durch die angehängten Ansprüche definiert.

[0019] Allgemein wird in **Fig. 1C** bis **Fig. 1N** eine Breitband-Lichtquelle gemäß der vorliegenden Offenbarung beschrieben, die mit einer oder mehreren nanostrukturierten Schichten ausgestattet ist. Einige Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung betreffen das Erzeugen von Strahlung mit einer mittels Licht aufrecht erhaltenen Plasmalichtquelle. Die mittels Licht aufrecht erhaltene Plasmalichtquelle kann eine Plasmazelle umfassen, die mit einer Plasmabirne oder einem Transmissionselement ausgestattet ist, die sowohl für Pumplicht (beispielsweise Licht aus einer Laserquelle) transparent sind, das zum Aufrechterhalten eines Plasmas inner-

halb der Plasmazelle verwendet wird, als auch transparent für die durch das Plasma emittierte breitbandige Strahlung sind. Weitere Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung stellen eine oder mehrere nanostrukturierte Schichten zur Verfügung, die auf einer oder mehreren transparenten Abschnitten einer Plasmazelle oder -lampe ausgebildet sind. Eine nanostrukturierte Schicht kann derart gebildet sein, dass sie die Reflektivität an dem vorgegebenen optischen Grenzbereich (Interface, Übergangsbereich) reduziert. Beispielsweise kann eine Plasmazelle eine nanostrukturierte Antireflexions-(AR)-Schicht aufweisen, die an den inneren und/oder äußeren Oberflächen eines transparenten Abschnitts der Plasmazelle angeordnet ist. In dieser Hinsicht können die eine oder mehreren nanostrukturierten Schichten der vorliegenden Offenbarung dazu dienen, die Reflektivität einer optischen Fläche (beispielsweise externen Luft-Glas-Grenzfläche oder internen Glas-Gas-Grenzfläche) der Plasmazelle zu reduzieren. Beispielsweise können die eine oder mehreren nanostrukturierten Schichten der vorliegenden Offenbarung die Reflektivität der vorgegebenen optischen Oberfläche für Pumpstrahlung und/oder Plasma-emittierte breitbandigen Strahlung reduzieren. Solch eine Konfiguration dient dazu, den Verlust von Pumpstrahlung und den Verlust von breitbandiger Plasmastrahlung an den Luft-Glas- und/oder Glas-Gas-Grenzbereichen der Plasmazelle zu reduzieren. Aufgrund des durch die verschiedenen Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung hervorgerufenen verringerten Verlustes stellen Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung einen höheren Beleuchtungs-Durchsatz aus dem Plasma und einen verbesserten Breitband-Waferinspektions-Durchsatz zur Verfügung.

[0020] Des Weiteren kann die nanostrukturierte Schicht der vorliegenden Offenbarung einen Satz kleineräumiger Strukturen umfassen. Diese kleineräumigen Strukturen ermöglichen einen graduellen Übergang zwischen einer Atmosphäre (beispielsweise Luft außerhalb oder Plasmazelle oder Gas innerhalb der Plasmazelle) und dem Material des transparenten Abschnitts der Plasmazelle (beispielsweise transparente Wand der Plasmabirne oder transparente Wand des Transmissionselements). Dieser graduelle Übergang zwischen der Atmosphäre und dem vorgegebenen optischen Material erzeugt einen effektiven Brechungsindex in diesem Übergangsbereich, der sich graduell vom Brechungsindex der vorgegebenen Atmosphäre bis zum Brechungsindex des optischen Materials der Plasmazelle ändert.

[0021] Bei anderen Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung können die eine oder mehreren nanostrukturierten Schichten im Kontext mit einer Entladungslampe verwendet werden, beispiels-

weise, aber nicht darauf beschränkt, einer Bogenlampe.

[0022] Bei anderen Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung können die eine oder mehreren nanostrukturierten Schichten im Kontext mit einem optischen System verwendet werden, das eine oder mehrere transparente Grenzflächen benötigt. Die eine oder mehreren nanostrukturierten Schichten können in einer beliebigen Anzahl von optischen Hochtemperatur-Umgebungen verwendet werden. Beispielsweise können die eine oder mehreren nanostrukturierten Schichten auf einem oder mehreren Fenstern einer Plasma-basierten birnenlosen Breitband-Lichtquelle verwendet werden.

[0023] Fig. 1C stellt ein System 100 zum Bilden von mittels Licht aufrecht erhaltenem Plasma dar. Das System 100 ist mit einer Plasmazelle 101 mit einer oder mehreren nanostrukturierten optischen Flächen ausgestattet gemäß einer oder mehreren Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung. Das Erzeugen von Plasma innerhalb von Inertgas-Arten ist allgemein beschrieben in der U.S. Patentanmeldung US 11/695,348 (veröffentlicht als US 2007 / 0 228 300 A1), angemeldet am 2.4.2007, und in der U.S. Patentanmeldung US 11/395,523 (veröffentlicht als US 2007 / 0 228 288 A1), angemeldet am 31.3.2006, die durch Bezugnahme in ihrer Gesamtheit aufgenommen ist. Unterschiedliche Ausgestaltungen für Plasmazellen sind in der U.S. Patentanmeldung US 13/647,680 (veröffentlicht als US 2013 / 0 106 275 A1) beschrieben, angemeldet am 9.10.2012, die durch Bezugnahme in ihrer Gesamtheit aufgenommen ist. Ausgestaltungen für Plasmazellen und Plasmabirnen sind in der U.S. Patentanmeldung US 13/741,566 (veröffentlicht als US 2013 / 0 181 595 A1) beschrieben, angemeldet am 15.1.2013, die durch Bezugnahme in ihrer Gesamtheit aufgenommen ist. Das Erzeugen von Plasma ist ebenfalls allgemein beschrieben in der U.S. Patentanmeldung US 14/224,945 (veröffentlicht als US 2014 / 0 291 546 A1), angemeldet am 25.3.2014, die durch Bezugnahme in ihrer Gesamtheit aufgenommen ist.

[0024] Bei einer Ausführungsform umfasst das System 100 eine Beleuchtungsquelle 111 (beispielsweise einen oder mehrere Laser), die zum Erzeugen einer Beleuchtung 107 mit einer ausgewählten Wellenlänge oder in einen ausgewählten Wellenlängenbereich konfiguriert ist, beispielsweise, aber nicht darauf beschränkt, eine Infrarot-Strahlung oder eine sichtbare Strahlung. Bei einer anderen Ausführungsform umfasst das System 100 eine Plasmazelle 101 zum Erzeugen oder Erhalten eines Plasmas 106. Bei einer anderen Ausführungsform umfasst die Plasmazelle 101 einen oder mehrere transparente Abschnitte 102. Bei einer Ausführungsform ist der transparente Abschnitt 102 der Plasmazelle 101

dazu konfiguriert, Beleuchtung von der Beleuchtungsquelle 111 zu empfangen, um ein Plasma 106 innerhalb eines Plasmaerzeugungsbereichs eines Gasvolumens 108 zu erzeugen, das innerhalb der Plasmazelle 101 enthalten ist. In dieser Hinsicht sind ein oder mehrere transparente Abschnitte 102 der Plasmazelle 101 zumindest teilweise transparent für die durch die Beleuchtungsquelle 111 erzeugte Beleuchtung, was ermöglicht, dass eine durch die Beleuchtungsquelle 111 erzeugte Beleuchtung (beispielsweise erzeugt mittels Faseroptik-Kopplung oder Freiraum-Kopplung), durch den transparenten Abschnitt 102 und in die Plasmazelle 101 hinein gesandt wird. Bei einer anderen Ausführungsform emittiert das Plasma 106 eine breitbandige Strahlung (beispielsweise breitbandige IR (Infrarot), sichtbare breitbandige, breitbandige UV (Ultraviolett), breitbandige DUV (tiefe Ultraviolett), breitbandige VUV (Vakuumultraviolett) und/oder breitbandige EUV (extreme Ultraviolett) Strahlung) beim Absorbieren von Beleuchtung von der Beleuchtungsquelle 111. Bei einer anderen Ausführungsform sind ein oder mehrere transparente Abschnitte 102 der Plasmazelle 101 mindestens teilweise transparent für mindestens einen Abschnitt der durch das Plasma 106 emittierten breitbandigen Strahlung. Es sei hier angemerkt, dass die einen oder mehreren transparenten Abschnitte der Plasmazelle 101 transparent sowohl für die Beleuchtung 107 aus der Beleuchtungsquelle 111 als auch transparent für die breitbandige Beleuchtung 115 aus dem Plasma 106 sein können.

[0025] Bei einer Ausführungsform sind eine oder mehrere nanostrukturierte Schichten 104 an einer oder mehreren Flächen des einen oder der mehreren transparenten Abschnitte 102 der Plasmazelle 101 ausgebildet. Wie in Fig. 1D dargestellt, können die eine oder mehreren nanostrukturierten Schichten 104 einen Brechungsindex-Steuerungsbereich quer durch einen Grenzbereich 109 zwischen dem einen oder den mehreren transparenten Abschnitten 102 der Plasmazelle 101 und einer Atmosphäre (beispielsweise Luft 110 außerhalb der Plasmazelle 101 oder Gas 108 innerhalb der Plasmazelle 108) ausbilden.

[0026] Bei einer Ausführungsform umfasst die Nanostruktur-Schicht 104 einen Satz von periodischen oder nicht-periodischen Strukturen oder Features. Beispielsweise können die periodischen oder nicht-periodischen Strukturen oder Features umfassen, sind jedoch nicht darauf beschränkt, Sub-Wellenlängen-Strukturen, deren Größe kleiner als die Wellenlänge des betreffenden Lichts (beispielsweise Pumplicht 107 oder breitbandiges Licht 115) ist. In dieser Hinsicht dienen die periodischen Strukturen der einen oder mehreren nanostrukturierten Schichten 104 dazu, die räumliche Länge des Grenzbereiches 109 von dem eines abrupten Grenzbereiches

(beispielsweise die Grenzfläche 16 in **Fig. 1A**) zu vergrößern. Der verlängerte Grenzbereich 109 der vorliegenden Offenbarung ist beispielsweise in **Fig. 1D** dargestellt.

[0027] Wie in **Fig. 1D** dargestellt, stellen die Strukturen einen graduellen Übergang zwischen einer Atmosphäre (beispielsweise das Gas 108 innerhalb der Plasmazelle 101) und dem festen Material des transparenten Abschnitts 102 der Plasmazelle 101 (beispielsweise transparente Wand der Plasmabirne oder transparente Wand des Transmissionselements) zur Verfügung. Dieser graduelle Übergang zwischen einem Gas 108 und dem transparenten Abschnitt 102 der Plasmazelle 101 produziert einen effektiven Brechungsindex im Übergangsbereich 109, der sich graduell vom Brechungsindex des Gases 108 bis zum Brechungsindex des Festmaterials des transparenten Abschnitts 102 der Plasmazelle 101 ändert.

[0028] Es sei hier angemerkt, dass die Sub-Wellenlängen Art der Strukturen der einen oder mehreren nanostrukturierten Schichten 104 für auf den Grenzbereich 109 einfallendes Licht ermöglicht, so dass das Licht eine Durchschnittsbildung der Eigenschaften des Materials erfährt, das die Strukturen der Nanostruktur-Schicht 104 bildet, und der Eigenschaften der/des diese Strukturen umgebenden Atmosphäre/Gases. Diese Durchschnittsbildung ermöglicht den graduellen Übergang des Brechungsindex vom Brechungsindex des Gases (beispielsweise 108/110) bis zum Brechungsindex des optischen Grundmaterials des transparenten Abschnitts 102 der Plasmazelle 101. Die Verwendung von Sub-Wellenlängen-Strukturen in der Nanostruktur-Schicht 104 ermöglicht den graduellen Übergang des Brechungsindex durch Verwendung eines einzelnen Materials und einer Struktur, wo die Atmosphäre (beispielsweise Gas 108/Gas 110) auf einer Seite des Grenzbereiches 109 bleibt und das gesamte optische Festmaterial 102 an der anderen Seite des Grenzbereiches 109 angeordnet bleibt.

[0029] **Fig. 1E** stellt eine konzeptionelle Ansicht eines Graphen 112 des als eine Funktion der Position r angezeigten Brechungsindex dar. Beispielsweise beginnt im Fall einer zylindrischen Plasmazelle 101 der Brechungsindex (angezeigt als eine Funktion des Radius r), der durch das durch die Wand des transparenten Abschnitts 102 der Plasmazelle 101 passierende Licht erfahren wird, bei einem Anfangswert A. Anschließend, wenn das Licht in den erweiterten Grenzbereich 109 eintritt, verändert sich der effektive durch das Licht hervorgerufene Brechungsindex graduell vom Anfangswert A hin zu einem zweiten Wert B, der mit dem Gas 108 in diesem räumlichen Bereich einhergeht. Anschließend, nachdem das Licht den Grenzbereich 109 verlässt, erfährt das Licht vollständig den zweiten Brechungs-

index Wert B. In diesem Sinne verläuft die Veränderung zwischen dem anfänglichen Brechungsindex Wert A und dem zweiten Brechungsindex Wert B kontinuierlich über den Grenzbereich 109. Bei einer anderen Ausführungsform kann die Veränderung des Brechungsindex über dem Grenzbereich 109 die Form eines vorgegebenen Profils basierend auf den ausgewählten Eigenschaften der für das Ausbilden der Nanostruktur-Schicht 104 verwendeten Nanostrukturen annehmen. Es sei hier angemerkt, dass, obwohl **Fig. 1E** den Übergang des Brechungsindex über den Grenzbereich 109 als linear darstellt, ist dies kein Erfordernis der vorliegenden Offenbarung. Es ist hierin zu verstehen, dass der Brechungsindex-Übergang eine Vielzahl von Formen annehmen kann und eine Funktion des Verhältnisses ist, in dem sich die Gas/Material-Volumenzusammensetzung über den gemischten Grenzbereich 109 verändert.

[0030] Es sei hier angemerkt, dass die graduelle Veränderung des Brechungsindex über den Grenzbereich 109 dazu dient, einen Fresnel Verlust an dem gegebenen Grenzbereich 109 zu reduzieren. Die Reduktion des Verlustes am Grenzbereich 109 reduziert die Reflexion von Licht, das auf den Grenzbereich fällt. In dieser Hinsicht dient die Nanostruktur-Schicht 104 als eine Antireflexions-(AR)-Schicht am vorgegebenen Gas/Material-Grenzbereich 109. Beispielsweise kann die Nanostruktur-Schicht 104 die Reflexion der Beleuchtung 107 reduzieren, wenn sie das optische Festmaterial des transparenten Abschnitts 102 verlässt, den Grenzbereich 109 durchquert und sich in dem in dem inneren Volumen der Plasmazelle 101 enthaltenen Gas 108 ausbreitet. Bei einem anderen Beispiel kann die Nanostruktur-Schicht 104 die Reflexion der durch das Plasma 106 emittierten breitbandigen Beleuchtung 115 reduzieren, wenn sie das Gas 108 verlässt, den Grenzbereich 109 durchquert und sich durch das Festmaterial des transparenten Abschnitts 102 und aus der Plasmazelle 101 hinaus und in das Gas 110 außerhalb der Plasmazelle 101 ausbreitet. In dieser Hinsicht wird der Fresnel Verlust für die Pumpstrahlung 107 und die breitbandige Strahlung 115 reduziert, was in einer gesteigerten, an das Plasma 106 gelieferten Pumpstrahlung 107 sowie in einem höheren Level von erzeugter, außerhalb der Plasmazelle 101 gesammelter breitbandiger Strahlung 115 resultiert.

[0031] Zudem können die eine oder mehreren nanostrukturierten Schichten 104 der Plasmazelle 101 dazu dienen, Lichteinkopplung in Wellenleitermoden zu reduzieren, die Licht innerhalb des transparenten Abschnitts 102 der Plasmazelle 101 (oder andere transparente optische Elemente) weiter verbreiten. Diese Moden können eine Beleuchtung und Verschlechterung/den Abbau von anderen strukturellen Lampenkomponenten verursachen, die weiter entfernt vom Plasma angeordnet sind, wie beispiels-

weise, jedoch nicht darauf beschränkt, Dichtungsmaterialien.

[0032] Fig. 1 F-1 H stellen jeweils eine Querschnittsansicht eines transparenten Abschnitts 102 der Plasmazelle 101 mit einer Nanostruktur-Schicht 104 dar, die an einer oder mehreren Oberflächen des transparenten Abschnitts 102 der Plasmazelle 101 angeordnet ist, gemäß einer oder mehreren Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung. Wie in Fig. 1F gezeigt, ist bei einer Ausführungsform die nanostrukturierte Schicht 104 an einer inneren Oberfläche 103 des transparenten Abschnitts 102 der Plasmazelle 101 angeordnet. In dieser Hinsicht bildet der Nanostruktur-Schicht 104 einen Brechungsindex-Steuerungsbereich über einem Grenzbereich 109 zwischen dem einen oder den mehreren transparenten Abschnitten 102 der Plasmazelle 101 und einer Atmosphäre, die innerhalb des inneren Volumens der Plasmazelle 101 enthalten ist. Beispielsweise kann die innerhalb des Volumens 108 enthaltene Atmosphäre die Gasarten (beispielsweise Xenon, Argon und dergleichen) umfassen, die auch zum Ausbilden des Plasmas 106 verwendet werden, wodurch wiederum die breitbandige Strahlung 115 emittiert wird.

[0033] Wie in Fig. 1G gezeigt, ist bei einer anderen Ausführungsform die nanostrukturierte Schicht 104 an einer äußeren Oberfläche 105 des transparenten Abschnitts 102 der Plasmazelle 101 angeordnet. In dieser Hinsicht bildet die Nanostruktur-Schicht 104 einen Brechungsindex-Steuerungsbereich über einen Grenzbereich 109 zwischen der äußeren Atmosphäre 110 (beispielsweise Luft) und einem oder mehreren transparenten Abschnitten 102 der Plasmazelle 101 aus. Beispielsweise kann die bezüglich der Plasmazelle 101 äußere Atmosphäre 110, jedoch nicht darauf beschränkt, Luft, ein Spülgas (beispielsweise Argon) oder jedes Gas umfassen, mit dem die Plasmazelle 101 behaust ist.

[0034] Wie in Fig. 1H gezeigt, kann bei einer anderen Ausführungsform der transparente Abschnitt 102 der Plasmazelle 101 eine innere Nanostruktur-Schicht 104, die an der inneren Oberfläche 103 des transparenten Abschnitts 102 ausgebildet ist, und eine äußere Nanostruktur-Schicht 104, die an der äußeren Oberfläche 105 des transparenten Abschnitts 102 ausgebildet ist, umfassen. In dieser Hinsicht können die eine oder mehreren nanostrukturierten Schichten 104 der Plasmazelle 101 die Reflektivität der Pumpstrahlung 107 an der äußeren Oberfläche 105 (beispielsweise äußere Luft-Glas-Grenzfläche) und an der inneren Oberfläche 103 (beispielsweise Gas-Glas Grenzbereich) reduzieren und/oder die Reflektivität der breitbandigen Strahlung 115, die durch das Plasma 106 emittiert wird, an der inneren Oberfläche 103 (beispielsweise Gas-

Glas Grenzbereich) und an der äußeren Oberfläche 105 reduzieren.

[0035] Wenn weder eine noch mehrere nanostrukturierten Schichten 104 gemäß der vorliegenden Offenbarung vorgesehen sind, kann der Fresnel Verlust an einer Luft-Glas-Grenzfläche bei senkrechtem Einfall beispielsweise ungefähr 4% betragen. Die Bildung einer Nanostruktur-Schicht 104 an sowohl der äußeren Oberfläche 105 als auch an der inneren Oberfläche 103 kann in mehr als 8% zusätzlich an Pumpstrahlung 107 resultieren, die das Plasma 106 erreicht. Im Ergebnis wird das Plasma 106 mehr Licht emittieren. Umgekehrt gilt, dass wenn sich die breitbandige Strahlung 115 vom Plasma durch den transparenten Abschnitt 102 der Plasmazelle 101 verbreitet, wird ein zusätzlicher Verlust von 8% des breitbandigen Lichts verhindert, was in einer noch intensiveren breitbandigen Ausgangsleistung resultiert. Die erhöhte breitbandige Leistung 115 resultiert in mehr Licht, das für die Probeninspektion (beispielsweise breitbandige Wafer-Inspektion) gestellt werden kann, als im Falle ohne jegliche nanostrukturierte Schichten 104 bei gleicher Menge an Pumpstrahlungsleistung.

[0036] Bei einer anderen Ausführungsform können die eine oder mehreren nanostrukturierten Schichten 104 der Plasmazelle 101 aus demselben Material gebildet werden wie das Material, das zum Ausbilden des transparenten Abschnitts 102 der Plasmazelle 101 verwendet wird. Im Ergebnis können die eine oder mehreren nanostrukturierten Schichten 104 so beständig bezüglich Hochtemperatur wie der transparente Abschnitt 102 der Plasmazelle 101 sein. Es sei hier angemerkt, dass diese Eigenschaft besonders nützlich im Fall von Nanostruktur-Schichten 104 ist, die auf einer oder mehreren Oberflächen 103, 105 der Plasmazelle 101 angeordnet sind, da diese Oberflächen während der Plasmaerzeugung signifikant erhoben sind. Der Temperaturwiderstand der einen oder mehreren nanostrukturierten Schichten 104 der vorliegenden Offenbarung hilft dabei, den oft beobachteten thermischen Abbau in applizierten dielektrischen Schichten zu vermeiden. Beispielsweise kann das Herstellen der einen oder mehreren nanostrukturierten Schichten 104 aus demselben Material wie dem des transparenten Abschnitts 102 der Plasmazelle 101 zu einer AR-Schicht führen, die resistent bezüglich thermischen Abbauprozessen ist, wie beispielsweise, jedoch nicht darauf beschränkt, Schichtmodifikationen, Leistungsverlust, Peeling und Abschürfungen.

[0037] Es sei hier angemerkt, dass die eine oder mehreren nanostrukturierten Schichten 104 unter Verwendung von jeder aus dem Stand der Technik bekannten Herstellungstechnik ausgebildet werden können. Bei einer Ausführungsform werden die eine oder mehreren nanostrukturierten Schichten 104 an

einem oder mehreren Grenzbereichen 103, 105 der Plasmazelle 101 mittels eines Ätzverfahrens ausgebildet. Beispielsweise kann jedes Ätzverfahren verwendet werden, das dazu geeignet ist, Material des transparenten Abschnitts 102 der Plasmazelle 101 weg zu ätzen, um den Satz von Strukturen einer oder mehrerer nanostrukturierten Schichten 104 auszubilden.

[0038] Bei einer Ausführungsform wird ein beliebiges für das Erstellen von Sub-Wellenlängen-Strukturen geeignetes Ätzverfahren (beispielsweise Plasmaätzen) an einer oder mehreren Oberflächen des transparenten Abschnitts 102 der Plasmazelle 101 verwendet, um die Nanostruktur-Schicht 104 auszubilden. In diesem Sinne kann ein Ätzverfahren verwendet werden, um Strukturen auszubilden, die kleiner als die Wellenlänge der Pumpstrahlung 107 und/oder der Wellenlängen sind, die mit der breitbandigen Strahlung 115 einhergehen.

[0039] Beispielsweise, jedoch nicht darauf beschränkt, kann ein Plasmaätzverfahren verwendet werden, um Strukturen mit einer Breite von ungefähr 10-300 nm auszubilden, einem Abstand von ungefähr 20-400 nm und einer Höhe von ungefähr 20-500 nm auf einem oder mehreren Abschnitten der inneren Oberfläche 103 oder äußeren Oberfläche 105 des transparenten Abschnitts 102 der Plasmazelle 101. Die Bildung von Sub-Wellenlängen-Strukturen mittels eines Ätzverfahrens ist allgemein beschrieben durch Kyoo-Chul Part et al. in *Nanotextured Silica Surfaces with Robust Superhydrophobicity and Omnidirectional Broadband Supertransmissivity*, ACS Nano Vol. 6 Issue 5, pp. 3789-3799 (2012), was durch Bezugnahme in seiner Gesamtheit hierin aufgenommen ist. Die Bildung von Sub-Wellenlängen-Strukturen mittels eines Ätzverfahrens ist ebenfalls allgemein beschrieben durch Lauri Sainiemi et al. in *Non-Reflecting Silicon and Polymer Surfaces by Plasma Etching and Replication*, Advanced Materials Vol. 23 Issue 1, pp. 122-126 (2011), das durch Bezugnahme in seiner Gesamtheit hierin aufgenommen ist.

[0040] Bei einer anderen Ausführungsform sind die eine oder mehreren nanostrukturierten Schichten 104 an einem oder mehreren Grenzbereichen 103, 105 der Plasmazelle 101 durch ein Elektronenstrahl (EB) - Lithographieverfahren ausgebildet.

[0041] Bei einer anderen Ausführungsform sind die eine oder mehreren nanostrukturierten Schichten 104 an einem oder mehreren Grenzbereichen 103, 105 der Plasmazelle 101 durch ein Spritzgießverfahren ausgebildet. Bei einer Ausführungsform kann jedes Spritzgießverfahren verwendet werden, das dafür geeignet ist, Sub-Wellenlängen-Strukturen an einer oder mehreren Oberflächen des transparenten Abschnitts 102 der Plasmazelle 101 zu bilden, um

die Nanostruktur-Schicht 104 auszubilden. Beispielsweise ist die Bildung von Sub-Wellenlängen-Strukturen mittels eines Spritzgießen- und EB-Verfahrens allgemein beschrieben durch Takamasa Tamura et al. in *Molded Glass Lens with Anti-Reflective Structure*, Proc. ODF 2010 Yokohama, 21 SS-05 ODF (2010), das durch Bezugnahme in seiner Gesamtheit hierin aufgenommen ist. In einem anderen Beispiel ist die Bildung von Strukturen mittels eines Spritzgießverfahrens, das adaptiert werden kann, um die Nanostruktur-Schicht 104 auszubilden, allgemein beschrieben durch George Curatu in *Design and Fabrication of Low-Cost Thermal Imaging Optics using Precision Chalcogenide Glass Molding*, Proc. SPIE, 7060; 706008 (2008), was durch Bezugnahme in seiner Gesamtheit hierin aufgenommen ist.

[0042] Bei einer anderen Ausführungsform ist die nanostrukturierte Schicht 104 aus einem oder mehreren Materialien gebildet, die verschieden von dem für das Ausbilden des transparenten Abschnitts 102 der Plasmazelle 101 verwendete Material ist. In dieser Hinsicht können die eine oder mehreren nanostrukturierten Schichten 104 auf einer oder mehreren Oberflächen des transparenten Abschnitts 102 der Plasmazelle 101 platziert oder zusammengestellt werden. Die platzierte Nanostruktur-Schicht 104 kann auf jede beliebige Weise ausgebildet werden, die aus dem Stand der Technik für Nanostruktur-Bildung bekannt sind. Beispielsweise ist die Bildung von Gradientenindex- Filme auf einem Substrat allgemein beschrieben durch J.Q. Xi et al. in *Optical Thin-Film Materials with Low Refractive Index for Broadband Elimination of Fresnel Reflection*, Nature Photonics, Vol. 1 March 2007, pp. 176-179, was durch Bezugnahme in seiner Gesamtheit hierin aufgenommen ist.

[0043] Fig. 1I-1L stellen eine Serie von konzeptionellen Querschnittssichten von periodischen Strukturen dar, die für die Implementation in die Nanostruktur-Schicht 104 geeignet sind, gemäß einer oder mehreren Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung. Wie in Fig. 1I gezeigt, jedoch nicht darauf beschränkt, können die periodischen Strukturen der Nanostruktur-Schicht 104 beispielsweise einen Satz von Nanostäbchen umfassen. Die Nanostäbchen von 113a können eine charakteristische Höhe h und eine charakteristische Breite w haben und können gemäß einem ausgewählten Abstand d beabstandet sein.

[0044] Wie in der konzeptionellen Querschnittsansicht 113b in Fig. 1J dargestellt, jedoch nicht darauf beschränkt, können bei einer anderen Ausführungsform die periodischen Strukturen der Nanostruktur-Schicht 104 einen Satz von Nanokegeln umfassen. Die Nanokegel von 113b können eine charakteristische Höhe h , eine charakteristische Breite w haben

und können gemäß einem ausgewählten Abstand d beabstandet sein.

[0045] Wie in der schematischen Querschnittsansicht 113c der **Fig. 1K** gezeigt, jedoch nicht darauf beschränkt, können bei einer anderen Ausführungsform die periodischen Strukturen der Nanostruktur-Schicht 104 einen Satz von abgeschnittenen Nanokegeln umfassen. Die abgeschnittenen Nanokegel können eine charakteristische Höhe h , eine charakteristische Breite w haben und können gemäß einem ausgewählten Abstand d beabstandet sein.

[0046] Wie in der schematischen Querschnittsansicht 113d der **Fig. 1L** gezeigt, jedoch nicht darauf beschränkt, können bei einer anderen Ausführungsform die periodischen Strukturen der Nanostruktur-Schicht 104 einen Satz von Nanoparaboloiden umfassen. Die Nanoparaboloiden von 113d können ebenfalls eine charakteristische Höhe h , eine charakteristische Breite w haben und können gemäß einem ausgewählten Abstand d beabstandet sein.

[0047] Es sei hier angemerkt, dass die Nanostruktur-Schicht 104 der vorliegenden Offenbarung nicht auf die oben dargestellten regelmäßigen Formen und periodischen Abstände beschränkt ist, die lediglich zu Demonstrationszwecken dargestellt werden.

[0048] **Fig. 1M** stellt einen schematischen Querschnittsansicht 113e einer Nanostruktur-Schicht 104 dar, die aus nicht-periodischen Strukturen hergestellt ist, gemäß einer oder mehreren Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung. Wie in 113e der **Fig. 1M** gezeigt, können beispielsweise die Strukturen der Nanostruktur-Schicht 104 in einer nicht-periodischen Weise voneinander beabstandet sein. In dieser Hinsicht kann der Abstand zwischen Strukturen über die Nanostruktur-Schicht 104 variieren (beispielsweise zufällig variieren). Wie in **Fig. 1M** gezeigt, haben beispielsweise die erste Struktur und zweite Struktur einen Abstand d_1 , während die zweite Struktur und eine dritte Struktur einen Abstand d_2 haben und die dritte Struktur und eine vierte Struktur einen Abstand d_3 haben und so weiter, bis zu einem N-ten Abstand d_N . Bei einer Ausführungsform können die Abstände d_1 - d_N gemäß einem ausgewählten Muster variieren. Bei einer anderen Ausführungsform können die Abstände d_1 - d_N zufällig variieren.

[0049] **Fig. 1 N-1 P** stellen jeweils eine schematische Querschnittsansicht einer Nanostruktur-Schicht 104 dar, die aus Strukturen mit variierenden charakteristischen Merkmalen hergestellt ist, gemäß einer oder mehreren Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung. Die variierenden charakteristischen Merkmale der Strukturen können jede physische Eigenschaft der Strukturen umfassen, die die Nanostruktur-Schicht 104 ausmacht. Beispielsweise kön-

nen die charakteristischen Merkmale umfassen, jedoch nicht darauf beschränkt, eine Höhe, eine Breite, eine Form und dergleichen. Wie in 113f der **Fig. 1N** gezeigt, kann beispielsweise die Höhe der Strukturen der Nanostruktur-Schicht 104 über der Nanostruktur-Schicht variieren. Bei einer Ausführungsform kann die Höhe der Strukturen gemäß einem ausgewählten Muster variieren. Bei einer anderen Ausführungsform kann die Höhe der Strukturen zufällig variieren.

[0050] Wie in 113g der **Fig. 1O** gezeigt, kann in einem anderen Beispiel die Breite der Strukturen der Nanostruktur-Schicht 104 über der Nanostruktur-Schicht variieren. Bei einer Ausführungsform kann die Breite der Strukturen gemäß einem ausgewählten Muster variieren. Bei einer anderen Ausführungsform kann die Breite der Strukturen zufällig variieren.

[0051] Wie in 113h der **Fig. 1P** gezeigt, kann in einem anderen Beispiel die Form der Strukturen der Nanostruktur-Schicht 104 über der Nanostruktur-Schicht variieren. Bei einer Ausführungsform kann die Form der Strukturen gemäß einem ausgewählten Muster variieren. Bei einer anderen Ausführungsform kann die Form der Strukturen zufällig variieren. Es sei hier angemerkt, dass die Nanostruktur-Schicht 104 aus jeder Kombination von Strukturen hergestellt werden kann, die aus dem Stand der Technik zur Nanostruktur-Bildung bekannt ist und ist nicht auf die in **Fig. 1P** dargestellte Kombination beschränkt.

[0052] Es sei hier angemerkt, dass die Nanostruktur-Schicht 104 der vorliegenden Offenbarung nicht auf die in **Fig. 1I-1P** beschriebenen und dargestellten Strukturen und/oder Anordnungen beschränkt ist. Vielmehr sind diese Strukturen und Anordnungen lediglich für illustrative Zwecke dargelegt. Die Nanostrukturen der einen oder mehreren nanostrukturierten Schichten 104 können jede im Stand der Technik zur Nanostruktur-Herstellung bekannte regelmäßige oder unregelmäßige Form annehmen. Zudem ist erkannt worden, dass die Position und Beabstandung der Nanostrukturen der einen oder mehreren nanostrukturierten Schichten 104 in jeder aus dem Stand der Technik bekannten Weise variieren kann. Es ist erkannt worden, dass jede Anzahl von Nanostrukturen oder Sub-Wellenlängen-Strukturen verwendet werden kann, um die eine oder mehreren Nanostruktur-Schichten 104 der vorliegenden Offenbarung auszubilden.

[0053] Eine Vielzahl von Sub-Wellenlängen-Strukturen werden beschrieben durch Young Min Song et al. in Design of Highly Transparent Glasses with Broadband Antireflective SubWellenlänge Structures, Optics Express, Vol. 18 Issue 12, pp. 13063-13071 (2010), was durch Bezugnahme in seiner Gesamt-

heit hierin aufgenommen ist. Sub-Wellenlängen-Strukturen werden auch beschrieben durch Kyoo-Chul Part et al. in ACS Nano Vol. 6 Issue 5, pp. 3789-3799 (2012), was durch Bezugnahme in seiner Gesamtheit hierin aufgenommen ist.

[0054] Es wird hierin angemerkt, dass die Plasmazelle 101 der vorliegenden Offenbarung jede Gas haltende beziehungsweise speichernde Struktur umfassen kann, die aus dem Stand der Technik zu für das Initiieren und/oder Erhalten eines Plasmas 106 geeignete Plasma-basierte Lichtquellen bekannt ist.

[0055] Bezugnehmend auf **Fig. 1Q** kann bei einer Ausführungsform die Plasmazelle 101 eine Plasmabirne 114 umfassen, die dazu geeignet ist, ein Gasvolumen 108 zu halten (speichern). Die Plasmabirne 114 ist dazu geeignet, für das Initiieren und/oder Erhalten des Plasmas 106. In dieser Hinsicht kann der transparente Abschnitt 102 der Plasmazelle 101 aus dem transparenten Abschnitt (oder Wand) der Plasmabirne 114 bestehen, wie in **Fig. 1Q** gezeigt. Die Implementierung einer Plasmabirne ist allgemein beschrieben in der U.S. Patentanmeldung US 11/695,348 (veröffentlicht als US 2007 / 0 228 300 A1), angemeldet am 2.4.2007; U.S. Patentanmeldung US 11/395,523 (veröffentlicht als US 2007 / 0 228 288 A1), angemeldet am 31.3.2006; und U.S. Patentanmeldung US 13/647,680 (veröffentlicht als US 2013 / 0 106 275 A1), angemeldet am 9.10.2012, die durch Bezugnahme in ihrer Gesamtheit hierin aufgenommen sind.

[0056] Wie in **Fig. 1Q** dargestellt, können die eine oder mehreren nanostrukturierten Schichten 104 auf einer oder mehreren Oberflächen der Plasmabirne 114 ausgebildet sein. Beispielsweise, wie in **Fig. 1Q** dargestellt, kann eine Nanostruktur-Schicht 104 der vorliegenden Offenbarung auf dem inneren Birne-Gas-Grenzbereich in einer Weise ausgebildet sein, die ähnlich ist, wie sie allgemein bezüglich **Fig. 1F** beschrieben ist. In einem anderen Beispiel, obwohl hier nicht gezeigt, kann eine Nanostruktur-Schicht 104 der vorliegenden Offenbarung auf dem äußeren Birne-Luft-Grenzbereich 105 in einer Weise ähnlich zu der allgemein bezüglich **Fig. 1G** beschriebenen Weise ausgebildet sein. In einem anderen Beispiel, obwohl hier nicht gezeigt, kann eine erste Nanostruktur-Schicht 104 auf dem inneren Birne-Gas-Grenzbereich 103 ausgebildet sein, mit einer zweiten Nanostruktur-Schicht 104, die auf dem äußeren Birne-Luft-Grenzbereich 105 in einer Weise ähnlich zu der allgemein bezüglich **Fig. 1H** beschriebenen Weise ausgebildet ist.

[0057] Während ein Großteil der Offenbarung die Nanostruktur-Schicht 104 zeigt, wie sie die Gesamtheit des vorgegebenen transparenten Abschnitts 102

der Plasmazelle 101 abdeckt, kann bei einer anderen Ausführungsform die Nanostrukturschicht 104 an diskreten Abschnitten von einer oder mehreren Oberflächen des transparenten Abschnitts 102 selektiv gebildet sein. Beispielsweise kann die Nanostruktur-Schicht 104 an einer Position entlang des transparenten Abschnitts 102 ausgebildet sein, bei der erwartet wird, dass hier Pumpstrahlung 107 von der Beleuchtungsquelle 111 empfangen wird. In einem anderen Beispiel kann die Nanostruktur-Schicht 104 an einer Position entlang des transparenten Abschnitts 102 ausgebildet sein, bei der erwartet wird, dass bevorzugt breitbandige Strahlung 115 vom Plasma 106 zu nachgeschalteten Optiken übertragen wird. Die Plasmabirne 114 der **Fig. 1Q** stellt eine Konfiguration dar, bei der die Nanostruktur-Schicht 104 auf einem ausgewählten Abschnitt des transparenten Abschnitts 102 ausgebildet ist. Es wird jedoch angemerkt, dass diese Konfiguration keine Beschränkung auf die Plasmabirne 114 der vorliegenden Offenbarung ist.

[0058] Bezugnehmend auf **Fig. 1R** kann bei einer Ausführungsform die Plasmazelle 101 ein Transmissionselement 116 umfassen, das zum Halten beziehungsweise Speichern eines Gasvolumens 108 geeignet ist. Das Transmissionselement 116 ist zum Initiieren und/oder Erhalten des Plasmas 106 geeignet. In dieser Hinsicht kann der transparente Abschnitt 102 der Plasmazelle 101 aus dem transparenten Abschnitt (oder Wand) des Transmissionselements 116 bestehen, wie in **Fig. 1R** gezeigt. Bei einer Ausführungsform ist das Transmissionselement 116 zum Transmittieren von Licht 107 von der Pumpquelle 111 in das Gas 108 geeignet und zudem zum Transmittieren von breitbandiger Strahlung 115 vom Plasma 106 an nachgeschaltete optische Elemente geeignet.

[0059] Wie in **Fig. 1R** dargestellt, können die eine oder mehreren nanostrukturierten Schichten 104 auf einer oder mehreren Oberflächen des Transmissionselements 116 ausgebildet sein. Wie in **Fig. 1R** gezeigt, kann beispielsweise eine Nanostruktur-Schicht 104 der vorliegenden Offenbarung auf dem inneren Element-Gas-Grenzbereich 103 ausgebildet sein in einer Weise ähnlich zu der, wie sie allgemein bezüglich **Fig. 1F** beschrieben ist. In einem anderen Beispiel, obwohl hier nicht gezeigt, kann eine Nanostruktur-Schicht 104 der vorliegenden Offenbarung auf dem äußeren Element-Luft-Grenzbereich 105 ausgebildet sein in einer Weise ähnlich zu der, wie sie allgemein bezüglich **Fig. 1G** beschrieben ist. In einem anderen Beispiel, obwohl hier nicht gezeigt, kann eine erste Nanostruktur-Schicht 104 auf dem inneren Element-Gas-Grenzbereich 103 ausgebildet sein, mit einer auf dem äußeren Element-Luft-Grenzbereich 105 ausgebildeten zweiten Nanostruktur-Schicht 104 in einer Weise ähnlich zu der, wie sie allgemein bezüglich **Fig. 1H** beschrieben ist.

[0060] Bei einer anderen Ausführungsform kann das Transmissionselement 116 eine oder mehrere Öffnungen umfassen (beispielsweise obere und untere Öffnungen). Bei einer anderen Ausführungsform sind einer oder mehrere Flansche 118, 120 an der einen oder den mehreren Öffnungen des Transmissionselements 116 angeordnet. Bei einer Ausführungsform sind der eine oder die mehreren Flansche 118, 120 dazu konfiguriert, das innere Volumen des Transmissionselements 116 zu umfassen, um ein Gasvolumen 108 innerhalb des Körpers des Transmissionselements 116 zu speichern. Bei einer Ausführungsform können die eine oder mehreren Öffnungen an einem oder mehreren Endabschnitten des Transmissionselements 116 angeordnet sein. Wie in **Fig. 1R** gezeigt, kann beispielsweise eine erste Öffnung an einem ersten Endabschnitt (beispielsweise oberer Abschnitt) des Transmissionselements 116 angeordnet sein, während eine zweite Öffnung an einem zweiten Endabschnitt (beispielsweise unterer Abschnitt) gegenüber des ersten Endabschnitts des Transmissionselements 116 angeordnet sein kann. Bei einer anderen Ausführungsform sind der eine oder die mehreren Flansche 118, 120 angeordnet, um das Transmissionselement 116 an dem einen oder den mehreren Endabschnitten des Transmissionselements 116 zu beenden beziehungsweise abzuschließen, wie in **Fig. 1R** gezeigt. Beispielsweise kann ein erster Flansch 118 positioniert sein, um das Transmissionselement 116 an der ersten Öffnung zu abzuschließen, während der zweite Flansch 120 positioniert sein kann, das Transmissionselement 116 an der zweiten Öffnung zu beenden beziehungsweise abzuschließen. Bei einer anderen Ausführungsform sind die erste Öffnung und die zweite Öffnung derart miteinander in fluidischer Verbindung, dass das innere Volumen des Transmissionselements 116 kontinuierlich von der ersten Öffnung bis zur zweiten Öffnung ist. Bei einer anderen Ausführungsform obwohl nicht gezeigt, umfasst die Plasmazelle 101 eine oder mehrere Dichtungen. Bei einer Ausführungsform sind die Dichtungen konfiguriert, um eine Dichtung zwischen dem Körper des Transmissionselements 116 und dem einen oder den mehreren Flanschen 118, 120 zur Verfügung zu stellen. Die Dichtungen der Plasmazelle 101 können jegliche aus dem Stand der Technik bekannten Dichtungen umfassen. Beispielsweise können die Dichtungen, jedoch nicht darauf beschränkt, eine Lötung, eine elastische Dichtung, einen O-Ring, einen C-Ring, eine Metaldichtung und dergleichen umfassen. Bei einer anderen Ausführungsform können der obere Flansch 118 und untere Flansch 120 mittels einem oder mehreren Verbindungsstäben mechanisch gekoppelt sein, wodurch das Transmissionselement 116 abgedichtet wird. Das Erzeugen von Plasma in einer geflanschten Plasmazelle wird auch beschrieben in der U.S. Patentanmeldung US 14/231,196 (veröffentlicht als US 9 775 226 B1),

angemeldet am 31.3.2014, die durch Bezugnahme in ihrer Gesamtheit hierin aufgenommen ist.

[0061] Wieder beziehend auf **Fig. 1A** kann bei einer Ausführungsform die Plasmazelle 101 jedes ausgewählte Gas (beispielsweise Argon, Xenon, Quecksilber oder dergleichen) aus dem Stand der Technik enthalten, das zum Erzeugen von Plasma bei Absorption von geeigneter Beleuchtung geeignet ist. Bei einer Ausführungsform verursacht das Fokussieren der Beleuchtung 107 von der Beleuchtungsquelle 111 in das Gasvolumen 108 Energie, die durch eine oder mehrere ausgewählte Absorptionslinien des Gases oder Plasmas innerhalb der Plasmazelle 101 (beispielsweise innerhalb der Plasmabirne 114 oder des Transmissionselements 116) absorbiert wird, wodurch die Gasarten „gepumpt“ werden, um ein Plasma zu erzeugen oder aufrecht zu erhalten. Bei einer anderen Ausführungsform obwohl nicht gezeigt, kann die Plasmazelle 101 einen Satz von Elektroden zum Initiieren des Plasmas 106 innerhalb des inneren Volumens der Plasmazelle 101 umfassen, wobei Pumpstrahlung 107 von der Beleuchtungsquelle 111 das Plasma 106 nach Zündung durch die Elektroden aufrecht erhält.

[0062] Es sollte angemerkt werden, dass das System 100 dazu verwendet werden kann, ein Plasma 106 in einer Vielzahl von Gasumgebungen zu initiieren und/oder aufrechtzuerhalten. Bei einer Ausführungsform kann das verwendete Gas zum Initiieren und/oder Aufrechterhalten des Plasmas 106 ein Inertgas (beispielsweise ein Edelgas oder Nicht-Edelgas) oder ein Nicht-Inertgas (z.B. Quecksilber) sein. Bei einer anderen Ausführungsform kann das verwendete Gas 108 zum Initiieren und/oder Aufrechterhalten des Plasmas 106 eine Mischung von Gasen enthalten (beispielsweise ein Gemisch aus Inertgasen, Gemisch aus einem Inertgas mit nicht-inerten Gas oder ein Gemisch aus nicht-inerten Gasen) sein. Beispielsweise, ist hierin antizipiert, dass das zum Erzeugen eines Plasmas 106 verwendete Gasvolumen 108 Argon umfassen kann. Beispielsweise kann das Gas 108 ein im Wesentlichen reines Argon-Gas umfassen, das auf einen Druck von mehr als 5 atm (beispielsweise 20-50 atm) gehalten wird. In einem anderen Beispiel kann das Gas 108, ist aber nicht darauf beschränkt, ein im Wesentlichen reines Kryptongas umfassen, das auf einen Druck von mehr als 5 atm (beispielsweise 20-50 atm) gehalten wird. In einem anderen Beispiel kann das Gas 108, ist aber nicht darauf beschränkt, eine Mischung aus Argon mit einem zusätzlichen Gas umfassen.

[0063] Es wird weiter angemerkt, dass das System 100 auf eine Vielzahl von Gasen ausgeweitet werden kann. Beispielsweise sind für die Anwendung im System 100 geeignete, aber nicht darauf beschränkte, Gase 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. In einem allgemeinen Sinn ist das System 100 der vorliegenden Offenbarung dahingehend auszulegen, dass es auf jede Architektur, die zum Erzeugen von mittels Licht aufrecht erhaltenem Plasma geeignet ist, ausgedehnt werden kann und sollte weiter dahingehend interpretiert werden, dass es auf jede Art von Gas, das zur Aufrechterhaltung eines Plasmas in einer Plasmazelle geeignet ist, ausgedehnt werden kann.

[0064] Der transparente Abschnitt 102 (beispielsweise Birne 114 oder Transmissionselement 116) der Plasmazelle 101 des Systems 100 kann aus jedem aus dem Stand der Technik bekannten Material ausgebildet sein, das zumindest teilweise transparent für durch das Plasma 106 erzeugte Strahlung ist. Bei einer Ausführungsform kann der transparente Abschnitt 102 der Plasmazelle 101 aus jedem aus dem Stand der Technik bekannten Material ausgebildet sein, das zumindest teilweise transparent für durch das Plasma 106 erzeugte VUV-Strahlung ist. Bei einer Ausführungsform kann der transparente Abschnitt 102 der Plasmazelle 101 aus jedem aus dem Stand der Technik bekannten Material ausgebildet sein, das zumindest teilweise transparent für durch das Plasma 106 erzeugte DUV-Strahlung ist. Bei einer Ausführungsform kann der transparente Abschnitt 102 der Plasmazelle 101 aus jedem aus dem Stand der Technik bekannten Material ausgebildet sein, das zumindest teilweise transparent für durch das Plasma 106 erzeugte EUV-Strahlung ist. Bei einer Ausführungsform kann der transparente Abschnitt 102 der Plasmazelle 101 aus jedem aus dem Stand der Technik bekannten Material ausgebildet sein, das zumindest teilweise transparent für durch das Plasma 106 erzeugte UV-Strahlung ist. Bei einer Ausführungsform kann der transparente Abschnitt 102 der Plasmazelle 101 aus jedem aus dem Stand der Technik bekannten Material ausgebildet sein, das zumindest teilweise transparent für durch das Plasma 106 erzeugtes sichtbares Licht ist.

[0065] Bei einer anderen Ausführungsform kann der transparente Abschnitt 102 der Plasmazelle 101 aus jedem aus dem Stand der Technik bekannten Material ausgebildet sein, das transparent für die Pumpstrahlung 107 (beispielsweise IR-Strahlung) von der Beleuchtungsquelle 111 ist. Bei einer anderen Ausführungsform kann der transparente Abschnitt 102 der Plasmazelle 101 aus jedem aus dem Stand der Technik bekannten Material ausgebildet sein, das transparent ist für sowohl die Strahlung 107 von der Beleuchtungsquelle 111 (beispielsweise IR-Quelle) als auch für die Strahlung 115 (beispielsweise VUV-Strahlung, DUV-Strahlung, EUV-Strahlung, UV-Strahlung und/oder sichtbare Strahlung), die durch das innerhalb des Volumens des transparenten Abschnitts 102 der Plasmazelle 101 enthaltene

Plasma 106 emittiert wird. Bei einigen Ausführungsformen kann der transparente Abschnitt 102 der Plasmazelle 101 aus einem synthetischen Quarzglas-Material mit niedrigem OH-Gehalt ausgebildet sein. Bei anderen Ausführungsformen kann der transparente Abschnitt 102 der Plasmazelle 101 aus einem synthetischen Quarzglas-Material mit hohem OH-Gehalt ausgebildet sein. Beispielsweise kann der transparente Abschnitt 102 der Plasmazelle 101, jedoch nicht darauf beschränkt, SUPRASIL 1, SUPRASIL 2, SUPRASIL 300, SUPRASIL 310, HERALUX PLUS, HERALUX-VUV und dergleichen umfassen. Bei anderen Ausführungsformen kann der transparente Abschnitt 102 der Plasmazelle 101, jedoch nicht darauf beschränkt, Calciumfluorid (CaF₂), Magnesiumfluorid (MgF₂), Lithiumfluorid (LiF₂), kristallinen Quarz und Saphir umfassen. Es sei hier angemerkt, dass Materialien wie beispielsweise, jedoch nicht darauf beschränkt, CaF₂, MgF₂, kristalliner Quarz und Saphir Transparenz für kurze Wellenlängestrahlung (beispielsweise $\lambda < 190$ nm) bereitstellen. Verschiedene Glase, die für die Implementation in den transparenten Abschnitt 102 der Plasmazelle 101 der vorliegenden Offenbarung 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 diskutiert, was durch Bezugnahme in seiner Gesamtheit hierin aufgenommen ist.

[0066] Es sei hier angemerkt, dass die eine oder mehreren nanostrukturierten Schichten 104 der vorliegenden Offenbarung an einer oder mehreren Oberflächen der Plasmazelle 101 ausgebildet sein können. In dieser Hinsicht können im Falle von Ätz-basierter Herstellung die eine oder mehreren nanostrukturierten Schichten 104 durch Ätzen einer Oberfläche eines transparenten Abschnitts 102 ausgebildet werden, der aus einem beliebigen der oben genannten Materialien ausgebildet ist.

[0067] Der transparente Abschnitt 102 (beispielsweise Birne 114 oder Transmissionselement 116) der Plasmazelle 101 kann jede Form aus dem Stand der Technik annehmen. In dem Fall, in dem die Plasmazelle 101 ein Transmissionselement 116 umfasst, wie in Fig. 1R gezeigt, kann das Transmissionselement 116 eine zylindrische Form haben. Bei einer anderen Ausführungsform obwohl nicht dargestellt, kann das Transmissionselement 116 eine sphärische oder ellipsoide Form haben. Bei einer anderen Ausführungsform obwohl nicht dargestellt, kann das Transmissionselement 116 eine Verbundform haben. Beispielsweise kann die Form des Transmissionselements 116 aus einer Kombination von zwei oder mehreren Formen bestehen. Beispielsweise kann die Form des Transmissionselements 116 aus einem sphärischen oder ellipsenförmigen mittleren Abschnitt, der dazu angeordnet ist, das Plasma 106 zu speichern, sowie aus einem

oder mehreren zylindrischen Abschnitten bestehen, die sich oberhalb und/oder unterhalb des sphärischen oder ellipsenförmigen mittleren Abschnitts erstrecken, wobei der eine oder die mehreren zylindrischen Abschnitte mit dem einen oder den mehreren Flansche 118, 120 gekoppelt sind. In dem Fall, wo das Transmissionselement 116 zylindrisch geformt ist, wie in **Fig. 1R** gezeigt, können die eine oder mehreren Öffnungen des Transmissionselements 116 an den Endabschnitten des zylindrisch geformten Transmissionselement 116 angeordnet sein. In dieser Hinsicht nimmt das Transmissionselement 116 die Form eines hohlen Zylinders an, wobei sich ein Kanal von der ersten Öffnung (obere Öffnung) zur zweiten Öffnung (untere Öffnung) erstreckt. Bei einer anderen Ausführungsform dienen der erste Flansch 118 und der zweite Flansch 120 zusammen mit der Wand beziehungsweise den Wänden des Transmissionselements 116 dazu, das Gasvolumen 108 innerhalb des Kanals des Transmissionselements 116 zu speichern. Es ist hierin erkannt worden, dass diese Anordnung auf eine Vielzahl von Formen für Transmissionselemente 116, wie sie zuvor hierin beschrieben worden sind, erstreckt werden kann.

[0068] In Umgebungen, wo die Plasmazelle 101 eine Plasmabirne 114 umfasst, wie in **Fig. 1Q**, kann die Plasmabirne 114 ebenfalls jede aus dem Stand der Technik bekannte Form annehmen. Bei einer Ausführungsform kann die Plasmabirne 114 eine zylindrische Form haben. Bei einer anderen Ausführungsform kann die Plasmabirne 114 eine sphärische oder ellipsenförmige Form haben. Bei einer anderen Ausführungsform kann die Plasmabirne eine Verbundform haben. Beispielsweise kann die Form der Plasmabirne aus einer Kombination aus zwei oder mehreren Formen bestehen. Beispielsweise kann die Form der Plasmabirne aus einem sphärischen oder ellipsenförmigen mittleren Abschnitt, der dazu angeordnet ist, das Plasma 106 zu speichern, sowie aus einem oder mehreren zylindrischen Abschnitten bestehen, die sich oberhalb und/oder unterhalb des sphärischen oder ellipsenförmigen mittleren Abschnitts erstrecken.

[0069] Bei einer anderen Ausführungsform können die eine oder mehreren nanostrukturierten Schichten 104 der vorliegenden Offenbarung auf einer oder mehreren der gekrümmten Oberflächen der Plasmazelle 101 ausgebildet sein. Beispielsweise können im Falle einer Plasmabirne 114 die eine oder mehreren nanostrukturierten Schichten 104 auf der inneren Oberfläche 103 und/oder der äußeren Oberfläche 105 ausgebildet sein, die beide im Fall der oben beschriebenen Plasmabirnenformen gekrümmt sind. Bei einem anderen Beispiel, den Fall eines Transmissionselements 116 betreffend, können die eine oder mehreren nanostrukturierten Schichten 104 auf der inneren Oberfläche 103 oder der äußeren Oberfläche 105 ausgebildet sein, die beide im

Fall der oben beschriebenen Transmissionselementformen gekrümmt sind.

[0070] Bei einer anderen Ausführungsform umfasst das System 100 ein Kollektor/Reflektor-Element 105, das dazu konfiguriert ist, Beleuchtung zu fokussieren, die von der Beleuchtungsquelle 111 aus in das innerhalb der Plasmazelle 101 enthaltene Gasvolumen 108 strahlt. Das Kollektorelement 105 kann jede aus dem Stand der Technik bekannte physische Konfiguration annehmen, die dazu geeignet ist, von der Beleuchtungsquelle 111 in das innerhalb der Plasmazelle 101 enthaltene Gasvolumen ausstrahlende Beleuchtung zu fokussieren. Wie in **Fig. 1A** gezeigt, kann bei einer Ausführungsform das Kollektorelement 105 einen konkaven Bereich mit einer reflektiven inneren Oberfläche umfassen, die geeignet ist, Pumpstrahlung 107 von der Beleuchtungsquelle 111 zu empfangen und die Pumpstrahlung 107 in das innerhalb der Plasmazelle 101 enthaltene Gasvolumen zu fokussieren. Beispielsweise kann das Kollektorelement 105 ein ellipsoidförmiges Kollektorelement 105 mit einer reflektiven inneren Oberfläche umfassen, wie in **Fig. 1A** gezeigt.

[0071] Bei einer anderen Ausführungsform ist das Kollektorelement 105 dazu angeordnet, eine durch das Plasma 106 emittierte breitbandige Beleuchtung 115 zu sammeln (beispielsweise VUV-Strahlung, DUV-Strahlung, EUV-Strahlung, UV-Strahlung und/oder sichtbare Strahlung) und die breitbandige Beleuchtung auf ein oder mehrere zusätzliche optische Elemente (beispielsweise Filter 123, Homogenisator 125 und dergleichen) zu richten. Beispielsweise kann das Kollektorelement 105 mindestens eine aus durch das Plasma 106 emittierte breitbandige VUV-Strahlung, DUV-Strahlung, EUV-Strahlung, UV-Strahlung oder sichtbare Strahlung sammeln und die breitbandige Beleuchtung 115 auf ein oder mehrere nachgeschaltete optische Elemente richten. In dieser Hinsicht kann die Plasmazelle 101 VUV-Strahlung, DUV-Strahlung, EUV-Strahlung, UV-Strahlung und/oder sichtbare Strahlung an nachgeschaltete optische Elemente jedes optischen Charakterisierungssystems aus dem Stand der Technik liefern, wie beispielsweise, jedoch nicht darauf beschränkt, eine Inspektionsmaschine oder eine Metrologiemaschine. Es ist hierin angemerkt, dass die Plasmazelle 101 des Systems 100 nützliche Strahlung in einer Vielzahl von Spektralbereichen emittieren kann, umfassend, jedoch nicht darauf beschränkt, VUV-Strahlung, DUV-Strahlung, EUV-Strahlung, UV-Strahlung, und/oder sichtbare Strahlung.

[0072] Bei einer Ausführungsform kann das System 100 verschiedene zusätzliche optische Elemente umfassen. Bei einer Ausführungsform kann der Satz von zusätzlichen Optiken eine Sammeloptik umfassen, die dazu konfiguriert ist, von dem Plasma

106 ausstrahlendes breitbandiges Licht zu sammeln. Beispielsweise kann das System 100 einen Kaltlichtspiegel 121 umfassen, der angeordnet, um Beleuchtung vom Kollektorelement 105 zu nachgeschaltete Optiken zu richten, wie beispielsweise, jedoch nicht darauf beschränkt, einen Homogenisator 125.

[0073] Bei einer anderen Ausführungsform kann der Satz von Optiken eine oder mehrere Linsen (beispielsweise Linse 117) umfassen, die entlang entweder des Beleuchtungsweges oder des Sammelweges des Systems 100 angeordnet sind. Die eine oder mehreren Linsen können dazu verwendet werden, um Beleuchtung von der Beleuchtungsquelle 111 in das Gasvolumen 108 innerhalb der Plasmazelle 101 zu fokussieren. Alternativ können die eine oder mehreren zusätzlichen Linsen dazu verwendet werden, um vom Plasma 106 ausstrahlendes breitbandiges Licht auf ein ausgewähltes Ziel zu fokussieren (nicht gezeigt).

[0074] Bei einer anderen Ausführungsform kann der Satz von Optiken einen Drehspiegel 119 umfassen. Bei einer Ausführungsform kann der Drehspiegel 119 derart angeordnet sein, dass er Pumpstrahlung 107 von der Beleuchtungsquelle 111 empfängt und die Beleuchtung zu dem innerhalb der Plasmazelle 101 enthaltenen Gasvolumen 108 mittels des Sammelements 105 richtet. Bei einer anderen Ausführungsform ist das Sammelement 105 derart angeordnet, dass es Beleuchtung vom Spiegel 119 empfängt und die Beleuchtung an den Brennpunkt des Sammelements 105 (beispielsweise ellipsoidförmiges Sammelement) fokussiert, wo die Plasmazelle 101 angeordnet ist.

[0075] Bei einer anderen Ausführungsform kann der Satz von Optiken einen oder mehrere Filter 123 umfassen, die entweder entlang des Beleuchtungsweges oder entlang des Sammelweges angeordnet sind, um Beleuchtung zu filtern, bevor Licht in die Plasmazelle 101 eintritt, oder um Beleuchtung zu filtern, nachdem das Licht vom Plasma 106 emittiert wird. Es sei hier angemerkt, dass der Satz von Optiken des Systems 100, wie oben beschrieben und in **Fig. 1A** dargestellt, lediglich zur Illustration zur Verfügung gestellt ist und nicht als beschränkend interpretiert werden sollte. Es ist antizipiert, dass eine Anzahl äquivalenter oder zusätzlicher optischer Konfigurationen innerhalb des Schutzbereichs der vorliegenden Erfindung verwendet werden kann.

[0076] Bei einer anderen Ausführungsform kann die Beleuchtungsquelle 111 des Systems 100 einen oder mehrere Laser umfassen. In einem allgemeinen Sinn kann die Beleuchtungsquelle 111 jedes aus dem Stand der Technik bekannte Lasersystem umfassen. Beispielsweise kann die Beleuchtungsquelle 111 jedes aus dem Stand der Technik bekannte Lasersystem umfassen, das in der Lage ist, Strahlung in

den infraroten, sichtbaren oder ultravioletten Bereichen des elektromagnetischen Spektrums auszustrahlen. Bei einer Ausführungsform kann die Beleuchtungsquelle 111 ein Lasersystem umfassen, das dazu konfiguriert ist, Dauerstrich(CW)-Laserstrahlung zu emittieren. Beispielsweise kann die Beleuchtungsquelle 111 eine oder mehrere CW-Infrarot-Laserquellen umfassen. Beispielsweise kann in Umgebungen wo das innerhalb der Plasmazelle 101 enthaltene Gas Argon ist oder umfasst, die Beleuchtungsquelle 111 einen CW-Laser (beispielsweise Faserlaser oder Yb-Scheibenlaser) umfassen, der dazu konfiguriert ist, Strahlung von 1069 nm zu emittieren. Es wird angemerkt, dass diese Wellenlänge zu einer 1068 nm Absorptionslinie in Argon passt und, als solche, besonders nützlich für das Pumpen von Argon-Gas ist. Es sei hierin angemerkt, dass die obige Beschreibung eines CW-Lasers nicht beschränkend ist und jeder aus dem Stand der Technik bekannte Laser im Zusammenhang mit der vorliegenden Erfindung implementiert werden kann.

[0077] Bei einer anderen Ausführungsform kann die Beleuchtungsquelle 111 einen oder mehrere Diodenlaser umfassen. Beispielsweise kann die Beleuchtungsquelle 111 einen oder mehrere Diodenlaser umfassen, die Strahlung mit einer Wellenlänge emittieren, die mit jeder der einen oder mehreren Absorptionslinien der innerhalb der Plasmazelle 101 enthaltenen Gasarten korrespondieren. In einem allgemeinen Sinn kann ein Diodenlaser der Beleuchtungsquelle 111 für die Implementation derart ausgewählt werden, dass die Wellenlänge des Diodenlaser eingestellt wird für jede Absorptionslinie von jedem Plasma (beispielsweise ionische Übergangslinie) oder für jede Absorptionslinie des Plasma produzierenden Gases (beispielsweise hoch angeregte neutrale Übergangslinie) aus dem Stand der Technik. Als solches hängt die Wahl eines vorgegebenen Diodenlaser (oder Satzes von Diodenlasern) von der Art des innerhalb der Plasmazelle 101 des Systems 100 enthaltenen Gases ab.

[0078] Bei einer anderen Ausführungsform kann die Beleuchtungsquelle 111 einen Ionenlaser umfassen. Beispielsweise kann die Beleuchtungsquelle 111 jeden aus dem Stand der Technik bekannten Edelgasionenlaser umfassen. Beispielsweise kann im Falle von Argon-basiertem Plasma die für das Pumpen von Argon-Ionen verwendete Beleuchtungsquelle 111 einen Ar⁺ Laser umfassen.

[0079] Bei einer anderen Ausführungsform kann die Beleuchtungsquelle 111 ein oder mehrere Lasersysteme mit Frequenzumwandlung umfassen. Beispielsweise kann die Beleuchtungsquelle 111 einen Nd:YAG oder Nd:YLF Laser mit einem Leistungsniveau von mehr als 100 Watt umfassen. Bei einer anderen Ausführungsform kann die Beleuchtungsquelle 111 einen Breitband-Laser umfassen. Bei

einer anderen Ausführungsform kann die Beleuchtungsquelle ein Lasersystem umfassen, das dazu konfiguriert ist, modulierte Laser-Strahlung oder gepulste Laser-Strahlung auszustrahlen.

[0080] Bei einer anderen Ausführungsform kann die Beleuchtungsquelle 111 einen oder mehrere Laser umfassen, die dazu konfiguriert sind, Laserlicht bei im Wesentlichen konstanter Leistung für das Plasma bereit zu stellen. Bei einer anderen Ausführungsform kann die Beleuchtungsquelle 111 einen oder mehrere modulierte Laser umfassen, die dazu konfiguriert sind, moduliertes Laserlicht für das Plasma bereit zu stellen. Bei einer anderen Ausführungsform kann die Beleuchtungsquelle 111 einen oder mehrere gepulste Laser umfassen, die dazu konfiguriert sind, gepulstes Laserlicht für das Plasma bereit zu stellen.

[0081] Bei einer anderen Ausführungsform kann die Beleuchtungsquelle 111 einen oder mehrere nicht-Laserquellen umfassen. In einem allgemeinen Sinn kann die Beleuchtungsquelle 111 jede nicht-Laserquelle aus dem bekannten Stand der Technik. Beispielsweise kann die Beleuchtungsquelle 111 jedes aus dem Stand der Technik bekannte nicht-Lasersystem umfassen, das in der Lage ist, Strahlung diskret oder kontinuierlich in den Infrarot, sichtbaren oder ultravioletten Bereichen des elektromagnetischen Spektrums auszustrahlen.

[0082] Bei einer anderen Ausführungsform kann die Beleuchtungsquelle 111 zwei oder mehreren Lichtquellen umfassen. Bei einer Ausführungsform kann die Beleuchtungsquelle 111 oder mehrere Laser umfassen. Beispielsweise kann die Beleuchtungsquelle 111 (oder Beleuchtungsquellen) mehrere Diodenlaser umfassen. In einem anderen Beispiel kann die Beleuchtungsquelle 111 mehrere CW-Laser umfassen. In einer weiteren Ausführungsform können jeder der zwei oder mehreren Laser Laser-Strahlung emittieren, die auf eine unterschiedliche Absorptionslinie des Gases oder Plasmas innerhalb der Plasmazelle 101 des Systems 100 eingestellt ist.

[0083] Fig. 2 stellt eine Bogenlampe 200 dar, die mit der Nanostruktur-Schicht 104, gemäß einer oder mehreren Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung ausgestattet ist. Während ein Großteil der vorliegenden Offenbarung die Implementation der Nanostruktur-Schicht 104 im Zusammenhang mit einer Laser-gepumpten Plasmaquelle (beispielsweise Plasmazelle 101) beschrieben hat, ist die vorliegende Offenbarung jedoch nicht auf solch eine Konfiguration beschränkt. Die Nanostruktur-Schicht 104 der vorliegenden Offenbarung kann im Zusammenhang mit jedem für Hochtemperatur geeigneten optischen Aufbau verwendet werden, bei dem eine geringe Reflektivität gewünscht auf einer oder mehreren optischen Flächen ist.

[0084] Es sei hier angemerkt, dass die verschiedenen, oben beschriebenen Ausführungsformen und Beispiele der Plasmazelle 101 bezüglich Fig. 1A bis Fig. 1R so zu verstehen sind, dass sie auch auf die Bogenlampe 200 der Fig. 2 ausdehnbar sind. Beispielsweise können die Materialien, die zum Herstellen der Bogenlampe 200 und der strukturellen Konfiguration der Nanostruktur-Schicht 104 verwendet werden, ähnliche Formen wie die oben im Zusammenhang der Plasmazelle 101 beschriebenen Formen annehmen.

[0085] Bei einer Ausführungsform umfasst die Bogenlampe 200 eine oder mehrere nanostrukturierte Schichten 104, die auf einer oder mehreren optischen Flächen der Bogenlampe 200 angeordnet sind. Bei einer Ausführungsform sind die eine oder mehreren nanostrukturierten Schichten 104 auf einem transparenten Abschnitt 102 der Bogenlampe 200 angeordnet.

[0086] Bei einer Ausführungsform sind die eine oder mehreren Nanostruktur-Schichten 104 auf einer inneren Oberfläche 203 des transparenten Abschnitts 102 der Bogenlampe 200 angeordnet. Beispielsweise kann die Nanostruktur-Schicht 104, was jedoch nicht erforderlich ist, an einem inneren Grenzbereich ausgebildet sein, der durch das Lampengas 204 und den transparenten Abschnitt 102 der Lampe 200 definiert ist.

[0087] Bei einer anderen Ausführungsform, obwohl nicht gezeigt, sind die eine oder mehreren Nanostruktur-Schichten 104 auf einer äußeren Oberfläche 205 des transparenten Abschnitts 102 der Bogenlampe 200 angeordnet. Beispielsweise kann die Nanostruktur-Schicht 104, was jedoch nicht erforderlich ist, an einem äußeren Grenzbereich ausgebildet sein, der durch den transparenten Abschnitt 102 der Lampe 200 und einer äußeren Atmosphäre 206 (beispielsweise Luft, Spülgas und dergleichen) definiert ist.

[0088] Bei einer anderen Ausführungsform, obwohl nicht gezeigt, ist eine erste Nanostruktur-Schicht 104 auf einer inneren Oberfläche 203 des transparenten Abschnitts der Bogenlampe 200 angeordnet, während eine zweite Nanostruktur-Schicht 104 auf einer äußeren Oberfläche 205 des transparenten Abschnitts 102 der Bogenlampe 200 angeordnet ist.

[0089] Wie oben beschrieben, können die eine oder mehreren an der inneren Oberfläche 203 und/oder äußeren Oberfläche 205 ausgebildeten nanostrukturierten Schichten 104 der Bogenlampe die Reflektivität an der inneren und/oder äußeren Oberfläche 205 reduzieren. Als solches erfährt die Beleuchtungsleistung 207 aus der Entladung 202 der Bogenlampe einen reduzierten Fresnel-Verlust, was eine verbesserte Beleuchtungsleistung bereitstellt.

[0090] Es sei hier angemerkt, dass die Bogenlampe 200 der vorliegenden Offenbarung die Form jeder aus dem Stand der Technik bekannten Bogenlampe annehmen kann und nicht auf die in **Fig. 2** dargestellte Konfiguration beschränkt ist. Bei einer Ausführungsform kann die Bogenlampe 200 einen Satz von Elektroden 208, 210 umfassen. Beispielsweise kann die Bogenlampe 200, jedoch nicht darauf beschränkt, die Anode 208 und die Kathode 210 umfassen, wie in **Fig. 2** dargestellt.

[0091] Es sei hier angemerkt, dass das in der Bogenlampe verwendete Gas 204 jedes in der Technik von Bogenlampen verwendete Gas umfassen kann. Beispielsweise kann das Gas 204 umfassen, jedoch nicht darauf beschränkt, eines oder mehrere aus Xe, Hg, Xe-Hg, Ar und dergleichen.

[0092] Es wird zudem angemerkt, dass die Nanostruktur-Schicht 104 der vorliegenden Offenbarung im Zusammenhang mit jeder aus dem Stand der Technik bekannten Entladungslampe implementiert werden kann und nicht auf eine Entladungslampe vom Bogentyp beschränkt ist.

[0093] **Fig. 3** stellt eine birnenlose Beleuchtungsquelle 300 zum Erzeugen von Plasma-basierter breitbandiger Strahlung dar, gemäß einer oder mehreren Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung. Obwohl ein Großteil der vorliegenden Offenbarung auf die Implementation der Nanostruktur-Schicht 104 im Zusammenhang mit der Plasmazelle 101 oder Bogenlampe 200 gerichtet ist, wo eine Gas-Umgebung in einem kleinen Volumen aufrechterhalten wird, ist dies keine Beschränkung auf die Implementation der Nanostruktur-Schicht 104 der vorliegenden Offenbarung. Es ist hierin erkannt worden, dass die Nanostruktur-Schicht 104 auf jeder transparenten optischen Fläche implementiert sein kann, wo eine Transmission von Licht gewünscht ist. Die birnenlose Beleuchtungsquelle 300 stellt eine solche Umgebung dar. Die birnenlose Lichtquelle 300 ist dazu konfiguriert, ein Plasma 106 innerhalb eines Gases 306 bereit zu stellen und aufrecht zu erhalten, wobei das Gas 306 in einer Struktur zum Einschließen des Gases 307 enthalten ist (beispielsweise Kammer 307). Wie in **Fig. 3** gezeigt, kann beispielsweise ein Plasma 106 im Gas 306 innerhalb des Volumens bereitgestellt und aufrecht erhalten werden, das durch die Struktur zum Einschließen des Gases 307 (beispielsweise Kammer) und/oder das Kollektorelement 105 definiert ist.

[0094] Bei einer anderen Ausführungsform ist die Struktur zum Einschließen des Gases 307 operativ mit dem Kollektorelement 105 gekoppelt. Wie in **Fig. 3** gezeigt, ist beispielsweise das Kollektorelement 105 auf einem oberen Abschnitt der Struktur zum Einschließen 307 angeordnet. In einem anderen Beispiel, obwohl nicht gezeigt, kann das Kollektor-

element 105 innerhalb der Struktur zum Einschließen des Gases 307 angeordnet sein. Es sei hier angemerkt, dass die vorliegende Offenbarung nicht auf die vorhergehende Beschreibung oder die Darstellung der Quelle 300 in **Fig. 3** beschränkt ist, da hierin in Betracht gezogen wird, dass die Quelle 300 eine Vielzahl von birnenlosen Konfigurationen umfassen kann, die geeignet sind, ein Plasma gemäß der vorliegenden Erfindung zu initiieren und/oder aufrecht zu erhalten.

[0095] Das Erzeugen von Plasma in einer birnenlosen Lichtquelle wird allgemein beschrieben in der U.S. Patentanmeldung US 14/224,945 (veröffentlicht als US 2014 / 0 291 546 A1), angemeldet am 25.3.2014, die durch Bezugnahme in ihrer Gesamtheit hierin aufgenommen ist. Eine durch Laser aufrecht erhaltene birnenlose Plasmalichtquelle wird auch allgemein beschrieben in der U.S. Patentanmeldung No. 12/787,827 (veröffentlicht als US 9 099 292 B1), angemeldet am 26.5.2010, die durch Bezugnahme in ihrer Gesamtheit hierin aufgenommen ist.

[0096] Es sei hier angemerkt, dass die bereits oben mit Bezug auf die **Fig. 1A** bis **Fig. 2** beschriebenen verschiedenen Ausführungsformen und Beispiele für die Plasmazelle 101 und Bogenlampe 200 so interpretiert werden sollten, dass sie sich auch auf die birnenlose Quelle 300 der **Fig. 3** beziehen. Beispielsweise können die für das Herstellen der transparenten optischen Elemente der Quelle 300 und der strukturellen Konfiguration der Nanostruktur-Schicht 104 verwendeten Materialien ähnliche Formen annehmen wie die zuvor hierin im Zusammenhang mit der Plasmazelle 101 und Bogenlampe 200 beschriebenen Formen.

[0097] Bei einer Ausführungsform umfasst die Quelle 300 eine oder mehrere transparente Abschnitte 302, 304, die mit einer oder mehreren nanostrukturierten Schichten 104 ausgestattet sind. Beispielsweise können der eine oder die mehreren transparente Abschnitte 302, 304 Fenster 302, 304 umfassen, jedoch nicht darauf beschränkt, die mit einer oder mehreren nanostrukturierten Schichten 104 ausgestattet sind. Bei einer Ausführungsform umfasst die Quelle 300 ein Einlass-Fenster 302 zum Empfangen von Pumpstrahlung 107 aus der Pumpquelle 111. Bei einer Ausführungsform umfasst das Einlass-Fenster 302 eine oder mehrere nanostrukturierte Schichten 104, die an einer inneren oder äußeren Oberfläche des Einlass-Fensters 302 angeordnet sind. Wie in **Fig. 3** gezeigt, kann beispielsweise die Nanostruktur-Schicht 104, was jedoch nicht erforderlich ist, auf einer inneren Oberfläche des Fensters 302 angeordnet sein, die durch den Grenzbereich zwischen dem Gas 306 und dem Material des Fensters 302 definiert ist. In einem anderen Beispiel, obwohl nicht gezeigt, kann die

Nanostruktur-Schicht 104, was jedoch nicht erforderlich ist, auf einer äußeren Oberfläche des Fensters 302 angeordnet sein, die durch den Grenzbereich zwischen dem Material des Fensters 302 und einem äußeren Gas 310 (beispielsweise Luft, Spülgas und dergleichen) definiert ist. In einem anderen Beispiel, obwohl nicht gezeigt, kann eine erste Nanostruktur-Schicht 104, was jedoch nicht erforderlich ist, auf einer inneren Oberfläche des Fensters 302 ausgebildet sein, während eine zweite Nanostruktur-Schicht 104, was jedoch nicht erforderlich ist, auf einer äußeren Oberfläche des Fensters 302 ausgebildet sein kann.

[0098] Bei einer anderen Ausführungsform umfasst die Quelle 300 ein Auslass-Fenster 304 zum Senden von breitbandiger Beleuchtung 115 aus dem Plasma 106 an nachgeschaltete optische Komponenten (beispielsweise Homogenisator 125). Bei einer Ausführungsform umfasst das Auslass-Fenster 304 eine oder mehrere nanostrukturierte Schichten 104, die an einer inneren oder äußeren Oberfläche des Auslass-Fensters 304 angeordnet sind. Wie in **Fig. 3** gezeigt, kann beispielsweise die Nanostruktur-Schicht 104, was jedoch nicht erforderlich ist, auf einer inneren Oberfläche des Fensters 304 angeordnet sein, die durch den Grenzbereich zwischen dem Gas 306 und dem Material des Fensters 304 definiert ist. In einem anderen Beispiel, obwohl nicht gezeigt, kann die Nanostruktur-Schicht 104, was jedoch nicht erforderlich ist, auf einer äußeren Oberfläche des Fensters 304 angeordnet sein, die durch den Grenzbereich zwischen dem Material des Fensters 302 und einem äußeren Gas (beispielsweise Luft, Spülgas und dergleichen) definiert ist. In einem anderen Beispiel, obwohl nicht gezeigt, kann eine erste Nanostruktur-Schicht 104, was jedoch nicht erforderlich ist, auf einer inneren Oberfläche des Fensters 302 ausgebildet sein, während eine zweite Nanostruktur-Schicht 104, was jedoch nicht erforderlich ist, auf einer äußeren Oberfläche des Fensters 302 ausgebildet sein kann.

[0099] In dieser Hinsicht können die eine oder mehreren an der inneren und/oder äußeren Oberflächen des Fenster 302 und/oder Fensters 304 der Quelle 300 ausgebildeten nanostrukturierten Schichten 104 dazu dienen, die Reflektivität an den inneren und/oder äußeren Oberflächen des Fensters 302 und/oder Fensters 304 zu reduzieren. Als solches können die Pumpstrahlung 107 und/oder die breitbandige Beleuchtungsleistung 115 vom Plasma 106 einen reduzierten Fresnel-Verlust erfahren, was eine verbesserte Beleuchtungsleistung 115 bereitstellt.

[0100] Es sei hier angemerkt, dass die vorliegende Offenbarung nicht auf die besondere Konfiguration der Quelle 300 beschränkt ist. Es ist hierin erkannt worden, dass die eine oder mehreren nanostrukturierten Schichten auf jeder transparenten optischen

Fläche ausgebildet werden können, die dazu verwendet wird, um Pumpstrahlung in das Plasma einzukoppeln und/oder um breitbandige Strahlung an nachgeschaltete Optiken zu leiten.

[0101] **Fig. 4** stellt ein Flussdiagramm dar, das ein Verfahren 400 zum Herstellen einer Lichtquelle mit einer oder mehreren antireflektiven optischen Flächen darstellt. In Schritt 402 wird eine Lampe mit einem oder mehreren transparenten Abschnitten bereitgestellt. Beispielsweise kann die bereitgestellte Lampe umfassen, jedoch nicht darauf beschränkt, eine Plasmazelle 101 mit einem oder mehreren transparenten Abschnitten 102. Beispielsweise kann die Plasmazelle 101 umfassen, jedoch nicht darauf beschränkt, eine Plasmabirne 114 mit einem oder mehreren transparenten Abschnitten 102 oder ein Transmissionselement 116 mit einem oder mehreren transparenten Abschnitten 102. In einem anderen Beispiel kann die bereitgestellte Lampe umfassen, jedoch nicht darauf beschränkt, eine Bogenlampe 200 umfassend einen oder mehrere transparente Abschnitte 102.

[0102] In Schritt 404 sind eine oder mehrere Nanostrukturen an einer oder mehreren Oberflächen des einen oder der mehreren transparenten Abschnitte der Lampe ausgebildet. In dieser Hinsicht bilden die eine oder mehreren Nanostrukturen einen Brechungsindex-Steuerungsbereich (beispielsweise erweiterter Grenzbereich 109) zwischen dem einen oder den mehreren transparenten Abschnitten der Plasmazelle und mindestens einem aus einem Volumen innerhalb der Plasmazelle oder einem Volumen außerhalb der Plasmazelle aus. Bei einer Ausführungsform sind die eine oder mehreren Nanostrukturen in die eine oder mehreren Oberflächen des einen oder der mehreren transparenten Abschnitte der Lampe geätzt (beispielsweise Plasma-geätzt).

[0103] Obwohl sich die vorliegende Offenbarung auf die Implementation von einer oder mehreren nanostrukturierten Schichten 104 im Zusammenhang mit der Erzeugung von breitbandigem Licht in Proben- (beispielsweise Wafer) Inspektionsmaschinen konzentriert, wird hierin in Betracht gezogen, dass die Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung auch auf jede optische Umgebung beziehungsweise Einstellung erstreckt werden kann, bei der die Verwendung von dielektrisch-basierten AR-Schichten ungenügend ist. Beispielsweise wurde zusätzlich zur Inspektion, bei der breitbandiges Licht genutzt wird, hierin erkannt, dass die eine oder mehreren nanostrukturierten Schichten 104 der vorliegenden Offenbarung auf einem oder mehreren transparenten optischen Grenzbereichen eines Scatterometers, Reflektometers, Ellipsometers oder einer optischen Metrologiemaschine ausgebildet werden können.

[0104] Der hierin beschriebene Gegenstand stellt an manchen Stellen verschiedene Komponenten des Gegenstands oder damit verbundene andere Komponenten dar. Dies ist so zu verstehen, dass solche dargestellten Architekturen lediglich Beispiele sind, und dass in der Tat viele andere Architekturen implementiert werden können, die dieselbe Funktionalität erreichen. In einem konzeptionellen Sinne ist jede Anordnung von Komponenten, die dieselbe Funktionalität erreichen, hierin effektiv damit verbunden („assoziiert“), so dass die gewünschte Funktionalität erreicht wird. Daher können jede zwei hierin kombinierten Komponenten, die eine bestimmte Funktionalität erreichen sollen, als miteinander „assoziiert“ (verbunden) gesehen werden in dem Sinne, dass die gewünschte Funktionalität erreicht wird, unabhängig von Architekturen oder intermediären Komponenten. Gleichfalls können jede zwei solchermaßen verbundenen Komponenten auch als miteinander „verbunden“ oder „gekoppelt“ gesehen werden, um die gewünschte Funktionalität zu erreichen, und jede zwei Komponenten, die in der Lage sind, so assoziiert zu werden, können auch als miteinander „koppelbar“ angesehen werden, um die gewünschte Funktionalität zu erreichen. Spezifische Beispiele von koppelbar umfassen, jedoch nicht darauf beschränkt, physikalisch interagierbare und/oder physikalisch interagierende Komponenten.

[0105] Es wird angenommen, dass die vorliegende Offenbarung und viele ihrer dazugehörigen Vorteile durch die vorstehende Beschreibung vorhergehende Beschreibung verständlich werden, und es ist offensichtlich, dass verschiedene Änderungen bezüglich der Form, Konstruktion und Anordnung der Komponenten vorgenommen werden können, ohne von dem offenbarten Gegenstand abzuweichen oder ohne alle wesentlichen Vorteile zu opfern. Die beschriebene Form ist lediglich als beispielhaft zu sehen, und es ist die Absicht der beigefügten Ansprüche, solche Änderungen zu umfassen und einschließen. Weiterhin ist es selbstverständlich, dass die Erfindung durch die beigefügten Ansprüche definiert ist.

Patentansprüche

1. Plasmalichtquelle (100), die mittels Lasers aufrecht erhalten wird, umfassend: eine Plasmazelle (101) zum Speichern eines Gasvolumens (108), wobei die Plasmazelle (101) dazu konfiguriert ist, Beleuchtung (107) von einem Pump laser (111) zu empfangen, um ein Plasma (106) innerhalb des Gasvolumens (108) zu erzeugen, wobei das Plasma (106) eine breitbandige Strahlung (115) emittiert, wobei die Plasmazelle (101) umfasst: einen oder mehrere transparente Abschnitte (102), die zumindest teilweise transparent für mindestens einen Abschnitt der Beleuchtung (107) vom Pump laser (111) und mindestens einen Abschnitt der durch

das Plasma emittierten breitbandigen Strahlung (115) sind; und eine oder mehrere nanostrukturierte Schichten (104), die auf einer oder mehreren gekrümmten Oberflächen des einen oder der mehreren transparenten Abschnitte (102) der Plasmazelle (101) angeordnet sind, wobei die eine oder mehreren nanostrukturierten Schichten (104) einen Brechungsindex-Steuerungsbereich über einem Grenzbereich (109) zwischen dem einen oder den mehreren transparenten Abschnitten (102) der Plasmazelle (101) und einer Atmosphäre ausbilden, wobei jede der einen oder mehreren nanostrukturierten Schichten (104) umfasst: einen Satz von nicht-periodischen Strukturen, wobei ein erster Abstand (d_1), der zwischen einer ersten Struktur und einer zweiten Struktur ist, verschieden von einem zweiten Abstand (d_2) ist, der zwischen der zweiten Struktur und mindestens einer dritten Struktur des Satzes der nicht-periodischen Strukturen ist.

2. Plasmalichtquelle (100) nach Anspruch 1, wobei die eine oder mehreren nanostrukturierten Schichten (104) einen Brechungsindex-Steuerungsbereich über einem Grenzbereich (109) zwischen dem einen oder den mehreren transparenten Abschnitten (102) der Plasmazelle (101) und einer innerhalb der Plasmazelle (101) enthaltenen Atmosphäre ausbilden.

3. Plasmalichtquelle (100) nach Anspruch 1, wobei die eine oder mehreren nanostrukturierten Schichten (104) einen Brechungsindex-Steuerungsbereich über einem Grenzbereich (109) zwischen dem einen oder den mehreren transparenten Abschnitten (102) der Plasmazelle (101) und einer außerhalb der Plasmazelle (101) enthaltenen Atmosphäre (110) ausbilden.

4. Plasmalichtquelle (100) nach Anspruch 1, wobei die eine oder mehreren nanostrukturierten Schichten (104) einen Bereich mit kontinuierlicher Änderung des Brechungsindex über einem Grenzbereich (109) zwischen den einen oder mehreren transparenten Abschnitten (102) der Plasmazelle (101) und einer Atmosphäre ausbilden.

5. Plasmalichtquelle (100) nach Anspruch 1, wobei die eine oder mehreren nanostrukturierten Schichten (104) einen Bereich mit Änderung des Brechungsindex gemäß einem ausgewählten Profil über einem Grenzbereich (109) zwischen den einen oder mehreren transparenten Abschnitten (102) der Plasmazelle (101) und einer Atmosphäre ausbilden.

6. Plasmalichtquelle (100) nach Anspruch 1, wobei die eine oder mehreren nanostrukturierten

Schichten (104) dazu konfiguriert sind, einen Fresnel-Verlust über einen Grenzbereich (109) zwischen den einen oder mehreren transparenten Abschnitten (102) und einer Atmosphäre unter einen vorgegebenen Level zu reduzieren.

7. Plasmalichtquelle (100) nach Anspruch 1, wobei die Plasmazelle (101) eine Plasmabirne (114) umfasst.

8. Plasmalichtquelle (100) nach Anspruch 1, wobei die Plasmazelle (101) umfasst: ein Transmissionselement (116); und einen oder mehrere Flansche (118, 120), die an einer oder mehreren Öffnungen des Transmissionselements (116) angeordnet sind, wobei der eine oder die mehreren Flansche (118, 120) dazu konfiguriert sind, ein inneres Volumen des Transmissionselements (116) zu umfassen, um ein Gasvolumen (108) innerhalb des Transmissionselements (116) zu speichern.

9. Plasmalichtquelle (100) nach Anspruch 1, wobei die eine oder mehreren nanostrukturierten Schichten (104) und der eine oder die mehreren transparenten Abschnitte (102) aus demselben Material gebildet sind.

10. Plasmalichtquelle (100) nach Anspruch 1, wobei die eine oder mehreren nanostrukturierten Schichten (104) aus einem ersten Material gebildet sind und der eine oder die mehreren transparenten Abschnitte (102) aus einem zweiten Material gebildet sind, das verschieden vom ersten Material ist.

11. Plasmalichtquelle (100) nach Anspruch 1, wobei mindestens einige der Strukturen mindestens eines aus einem Nanostäbchen, einem Nanokegel, einem abgeschnittenen Nanokegel oder einem Nanoparaboloid umfassen.

12. Plasmalichtquelle (100) nach Anspruch 1, wobei der transparente Abschnitt (102) der Plasmazelle (101) aus mindestens einem von Calciumfluorid, Magnesiumfluorid, Lithiumfluorid, kristallinem Quarz, Saphir oder synthetischem Quarzglas gebildet ist.

13. Plasmalichtquelle (100) nach Anspruch 1, wobei das Gas mindestens eines aus einem Inertgas, einem Nicht-Inertgas und einer Mischung von zwei oder mehr Gasen umfasst.

14. Plasmalichtquelle (100) zum Erzeugen von mittels Laser aufrecht erhaltenem breitbandigen Licht umfassend: einen oder mehrere Pumplaser (111) zum Erzeugen von Beleuchtung (107); eine Plasmazelle (101) zum Speichern eines Gasvolumens (108), wobei die Plasmazelle (101) dazu

konfiguriert ist, Beleuchtung (107) von dem einen oder den mehreren Pumplasern (111) zu empfangen, um ein Plasma (106) innerhalb des Gasvolumens (108) zu erzeugen, wobei das Plasma (106) eine breitbandige Strahlung (115) emittiert, wobei die Plasmazelle (101) umfasst:

einen oder mehrere transparente Abschnitte (102), die mindestens teilweise transparent für mindestens einen Abschnitt der Beleuchtung (107) vom Pumplaser (111) und mindestens einen Abschnitt der durch das Plasma (106) emittierten breitbandigen Strahlung (115) sind; und

eine oder mehrere nanostrukturierte Schichten (104), die auf einer oder mehreren gekrümmten Oberflächen des einen oder der mehreren transparenten Abschnitte (102) der Plasmazelle (101) angeordnet sind,

wobei die eine oder mehreren nanostrukturierten Schichten (104) einen Brechungsindex-Steuerungsbereich über einem Grenzbereich (109) zwischen dem einen oder den mehreren transparenten Abschnitten (102) der Plasmazelle (101) und einer Atmosphäre ausbilden; wobei jede der einen oder mehreren nanostrukturierten Schichten (102) umfasst:

einen Satz von nicht-periodischen Strukturen, wobei ein erster Abstand (d_1), der zwischen einer ersten Struktur und einer zweiten Struktur ist, verschieden von einem zweiten Abstand (d_2) ist, der zwischen der zweiten Struktur und mindestens einer dritten Struktur des Satzes der nicht-periodischen Strukturen ist; und

ein Kollektorelement (105), das angeordnet ist, um die Beleuchtung (107) des einen oder der mehreren Pumplaser (111) in das Gasvolumen (108) zu fokussieren, um ein Plasma (106) innerhalb des in der Plasmazelle (101) gespeicherten Gasvolumens (108) zu erzeugen.

15. Plasmalichtquelle (100) nach Anspruch 14, wobei das Kollektorelement (105) derart angeordnet ist, dass zumindest ein Teil der durch das erzeugte Plasma (106) emittierten breitbandigen Strahlung (115) sammelbar ist, und dass die breitbandige Strahlung (115) auf eine oder mehrere zusätzliche optische Elemente richtbar ist.

16. Plasmalichtquelle (100) nach Anspruch 14, wobei das Kollektorelement (105) ein ellipsoidförmiges Kollektorelement umfasst.

17. Plasmalichtquelle (100) nach Anspruch 14, wobei der eine oder die mehreren Pumplaser (111) einen oder mehrere Infrarot-Laser umfassen.

18. Plasmalichtquelle (100) nach Anspruch 14, wobei der eine oder die mehreren Pumplaser (111) mindestens einen von einem Diodenlaser, einem Dauerstrichlaser oder einem Breitband-Laser umfassen.

19. Plasmalichtquelle (100) nach Anspruch 14, wobei der eine oder die mehreren Pumplaser (111) einen oder mehrere Laser umfassen, die dazu konfiguriert sind, um Laserlicht mit im Wesentlichen konstanter Leistung an das Plasma (106) zu liefern.

20. Plasmalichtquelle (100) nach Anspruch 14, wobei der eine oder die mehreren Pumplaser (111) einen oder mehrere modulierte Laser umfassen, die dazu konfiguriert sind, um moduliertes Laserlicht an das Plasma (106) zu liefern.

21. Plasmalichtquelle (100) mit einer Bogenlampe (200) zum Speichern eines Gasvolumens (108), wobei die Bogenlampe (200) umfasst: einen Satz von Elektroden (208, 210) zum Erzeugen einer Entladung (202) innerhalb des Gasvolumens (204); einen oder mehrere transparente Abschnitte (102), die zumindest teilweise transparent für mindestens einen Teilbereich der mit der Entladung (202) einhergehenden emittierten breitbandigen Strahlung (207) sind; und eine oder mehrere nanostrukturierte Schichten (104), die auf einer oder mehreren gekrümmten Oberflächen des einen oder der mehreren transparenten Abschnitte (102) der Bogenlampe (200) angeordnet sind, wobei die eine oder mehreren nanostrukturierten Schichten (104) einen Brechungsindex-Steuerungsbereich über einem Grenzbereich zwischen dem einen oder den mehreren transparenten Abschnitten (102) der Bogenlampe (200) und einer Atmosphäre ausbilden, wobei jede der einen oder mehreren nanostrukturierten Schichten (104) umfasst: einen Satz von nicht-periodischen Strukturen, wobei ein erster Abstand (d_1), der zwischen einer ersten Struktur und einer zweiten Struktur ist, verschieden von einem zweiten Abstand (d_2) ist, der zwischen der zweiten Struktur und mindestens einer dritten Struktur des Satzes der nicht-periodischen Strukturen ist.

22. Plasmalichtquelle (300) zum Erzeugen von mittels Laser (111) aufrecht erhaltenem breitbandigen Licht (115) umfassend: einen oder mehrere Pumplaser (111) zum Erzeugen einer Beleuchtung (107); und eine Struktur (307) zum Einschließen eines Gases (306); ein Kollektorelement (105) mit einem konkaven Bereich, der mechanisch mit der Struktur (307) zum Einschließen des Gases (306) gekoppelt ist, um ein Gasvolumen (306) zu speichern, wobei das Kollektorelement (105) so angeordnet ist, dass es die Beleuchtung (107) von dem einen oder den mehreren Pumplasern (111) in das Gasvolumen (306) fokussiert, um ein Plasma (106) innerhalb des Gasvolumens (306) zu erzeugen, das durch den konkaven Bereich des Kollektorelements (105)

und die Struktur (307) zum Einschließen des Gases (306) gespeichert wird; einen ersten transparenten Abschnitt (302), der dazu konfiguriert ist, Beleuchtung (107) von dem einen oder den mehreren Pumplasern (111) in die Struktur (307) zum Einschließen des Gases (306) zu übertragen; und einen zusätzlichen transparenten Abschnitt (304), der von dem ersten transparenten Abschnitt (302) verschieden ist und der dazu konfiguriert ist, eine breitbandige Strahlung (115) von dem Plasma (106) zu einem Bereich zu übertragen, der außerhalb der Struktur (307) zum Einschließen des Gases (306) ist, wobei eine oder mehrere nanostrukturierte Schichten (104) auf einer oder mehreren Oberflächen von wenigstens einem des ersten transparenten Abschnitts (302) oder des zusätzlichen transparenten Abschnitts (304), der von dem ersten transparenten Abschnitt (302) verschieden ist, gebildet sind, wobei die eine oder mehreren nanostrukturierten Schichten (104) einen Brechungsindex-Steuerungsbereich über einem Grenzbereich ausbilden, der durch mindestens einen aus dem ersten transparenten Abschnitt (302) oder dem zusätzlichen transparenten Abschnitt (304), der von dem ersten transparenten Abschnitt (302) verschieden ist, und durch mindestens eines aus einem innerhalb der Struktur (307) zum Einschließen des Gases (306) befindlichen Gas (306) oder einem außerhalb der Struktur (307) zum Einschließen des Gases (306) befindlichen Gas (310) definiert ist, wobei jede der einen oder mehreren nanostrukturierten Schichten (104) umfasst: einen Satz von nicht-periodischen Strukturen, wobei ein erster Abstand (d_1), der zwischen einer ersten Struktur und einer zweiten Struktur ist, verschieden von einem zweiten Abstand (d_2) ist, der zwischen der zweiten Struktur und mindestens einer dritten Struktur des Satzes der nicht-periodischen Strukturen ist.

23. Plasmalichtquelle (300) nach Anspruch 22, wobei die Struktur (307) zum Einschließen des Gases (306) eine Kammer umfasst.

24. Plasmalichtquelle (300) nach Anspruch 22, wobei das Kollektorelement (105) derart angeordnet ist, dass durch das erzeugte Plasma (106) emittierte breitbandige Strahlung (115) sammelbar ist, und dass die breitbandige Strahlung (115) auf eine oder mehrere zusätzliche optische Elemente mittels des zusätzlichen transparenten Abschnitts (304), der von dem ersten transparenten Abschnitt (302) verschieden ist, richtbar ist.

25. Plasmalichtquelle (300) nach Anspruch 22, wobei das Kollektorelement (105) ein ellipsoidförmiges Kollektorelement umfasst.

26. Plasmalichtquelle (300) nach Anspruch 22, wobei der eine oder die mehreren Pumplaser (111) mindestens einen von einem Diodenlaser, einem Dauerstrichlaser oder einem Breitband-Laser umfassen.

27. Plasmalichtquelle (300) nach Anspruch 22, wobei das Gas (306) mindestens eines aus einem Inertgas, einem Nicht-Inertgas und einer Mischung von zwei oder mehr Gasen umfasst.

28. Verfahren zum Ausbilden einer Breitband-Plasmalichtquelle (100) mit einer oder mehreren Antireflexions-Flächen umfassend:

Bereitstellen einer Plasmazelle (101) mit einem oder mehreren transparenten Abschnitten (102); und Ausbilden von einer oder mehreren Nanostrukturen (104) an einer oder mehreren gekrümmten Oberflächen des einen oder der mehreren transparenten Abschnitte (102) der Plasmazelle (101) derart, dass die eine oder mehreren Nanostrukturen (104) einen Brechungsindex-Steuerungsbereich zwischen dem einen oder den mehreren transparenten Abschnitten (102) der Plasmazelle (101) und mindestens einem innerhalb der Plasmazelle (101) befindlichen Volumen oder einem außerhalb der Plasmazelle (101) befindlichen Volumen ausbilden, wobei die Nanostrukturen (104) einen Satz nicht-periodischer Strukturen umfassen, wobei ein erster Abstand (d_1), der zwischen einer ersten Struktur und einer zweiten Struktur ist, verschieden von einem zweiten Abstand (d_2) ist, der zwischen der zweiten Struktur und mindestens einer dritten Struktur des Satzes der nicht-periodischen Strukturen ist.

29. Verfahren nach Anspruch 28, wobei das Bereitstellen einer Plasmazelle (101) mit einem oder mehreren transparenten Abschnitten (102) umfasst:

Bereitstellen einer Plasmazelle (101) umfassend eine Plasmabirne (114) mit einem oder mehreren transparenten Abschnitten (102).

30. Verfahren nach Anspruch 28, wobei das Bereitstellen einer Plasmazelle (101) mit einem oder mehreren transparenten Abschnitten (102) umfasst:

Bereitstellen einer Plasmazelle (101) umfassend ein Transmissionselement (116) mit einem oder mehreren transparenten Abschnitten (102).

31. Verfahren nach Anspruch 28, wobei das Bereitstellen einer Plasmazelle (101) mit einem oder mehreren transparenten Abschnitten (102) umfasst:

Bereitstellen einer Bogenlampe (200) umfassend einen oder mehrere transparente Abschnitte (102).

32. Verfahren nach Anspruch 28, wobei das Ausbilden von einer oder mehreren Nanostrukturen

(104) an einer oder mehreren gekrümmten Oberflächen des einen oder der mehreren transparenten Abschnitte (102) der Plasmazelle (101) umfasst:

Ausbilden von einer oder mehreren Nanostrukturen (104) in einer oder mehreren gekrümmten Oberflächen des einen oder der mehreren transparenten Abschnitte (102) der Plasmazelle (101) mittels eines Ätzverfahrens.

33. Verfahren nach Anspruch 28, wobei das Ausbilden von einer oder mehreren Nanostrukturen (104) an einer oder mehreren gekrümmten Oberflächen des einen oder der mehreren transparenten Abschnitte (102) der Plasmazelle (101) umfasst:

Ausbilden von einer oder mehreren Nanostrukturen (104) an der einen oder den mehreren gekrümmten Oberflächen des einen oder der mehreren transparenten Abschnitte (102) der Plasmazelle (101) mittels eines Spritzgießverfahrens.

Es folgen 13 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

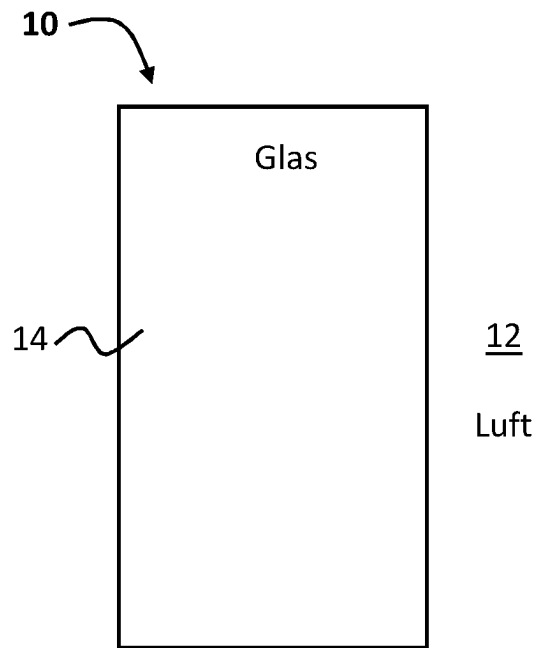


FIG. 1A

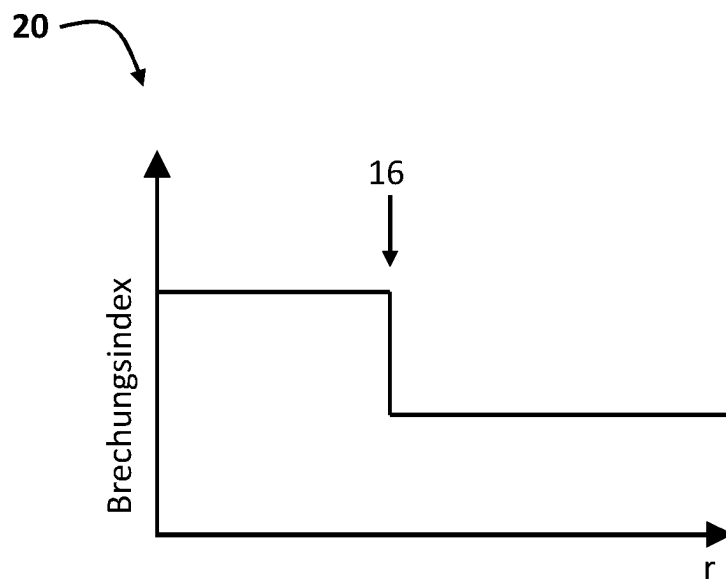


FIG. 1B

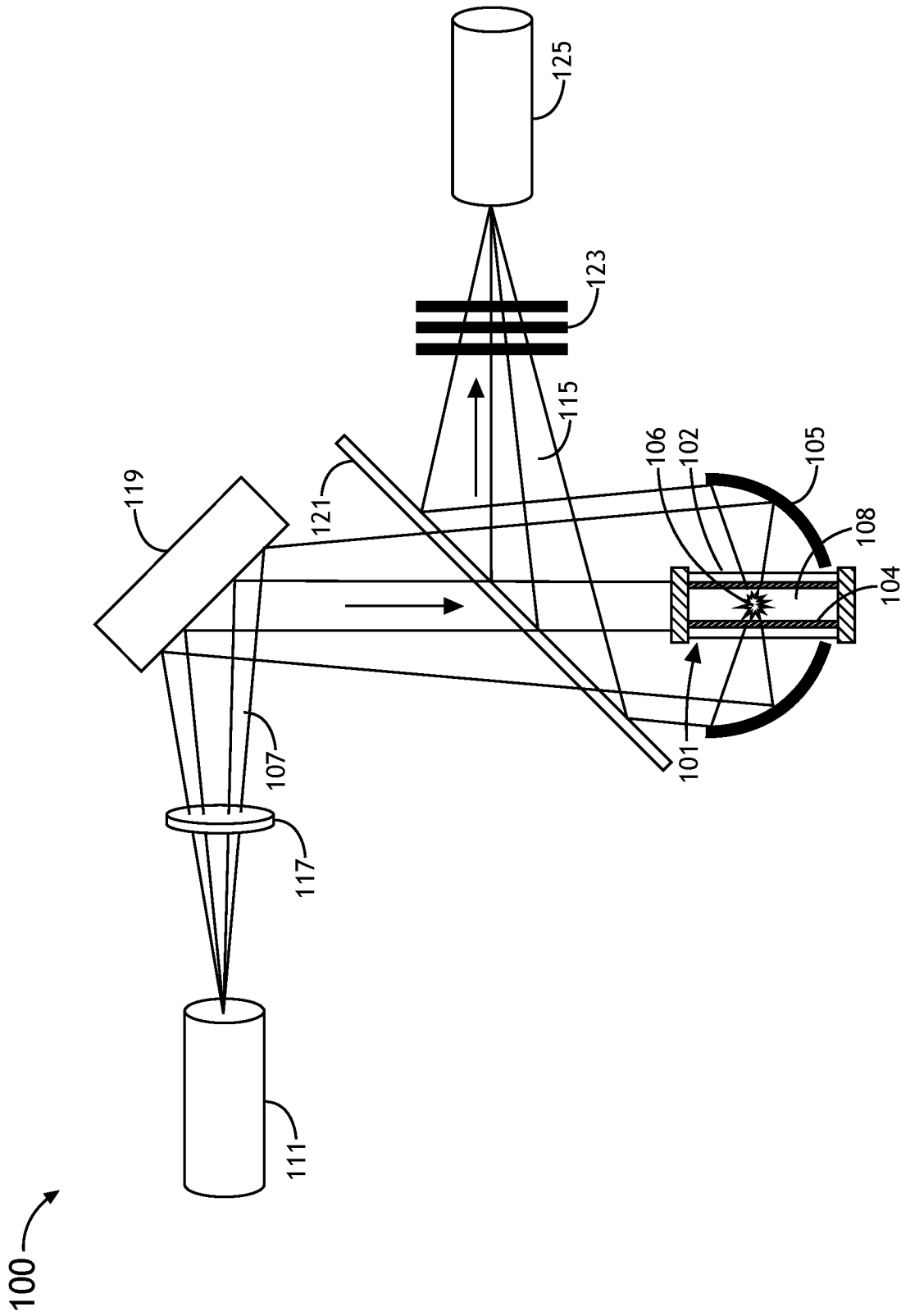


FIG.1C

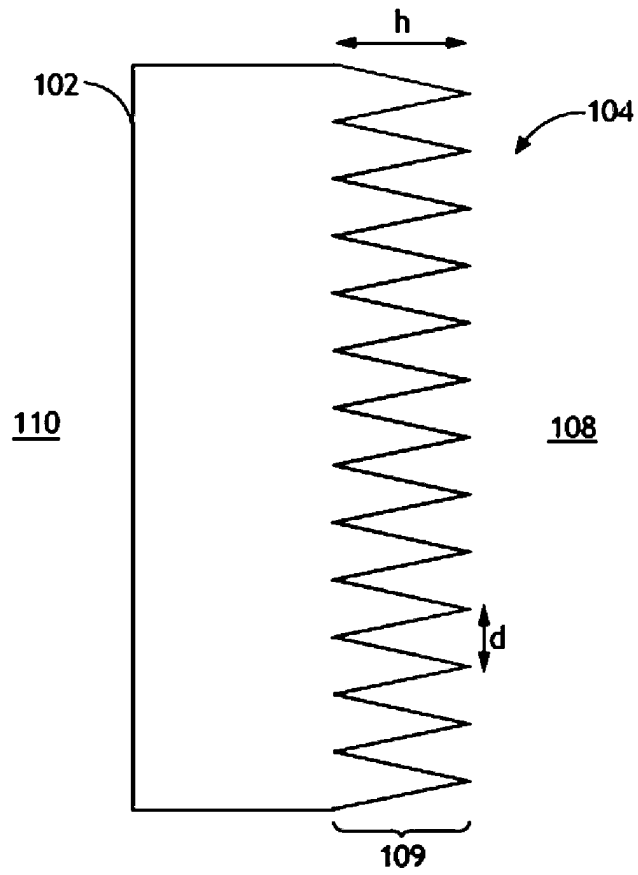


FIG. 1D

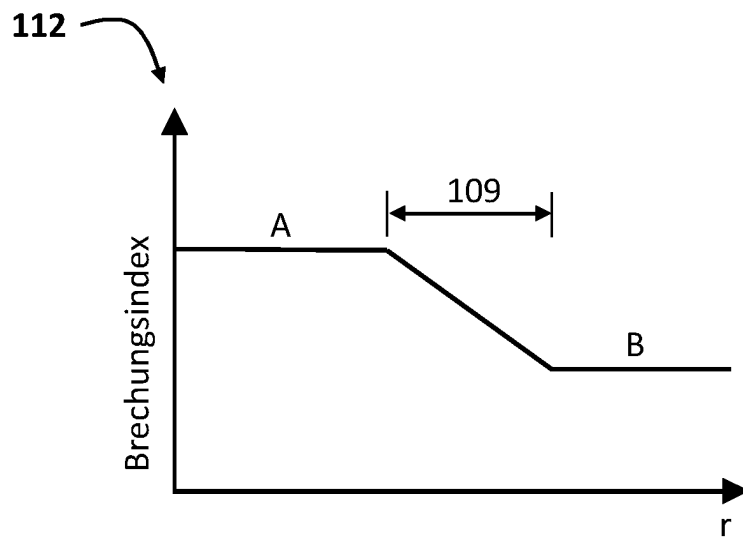


FIG. 1E

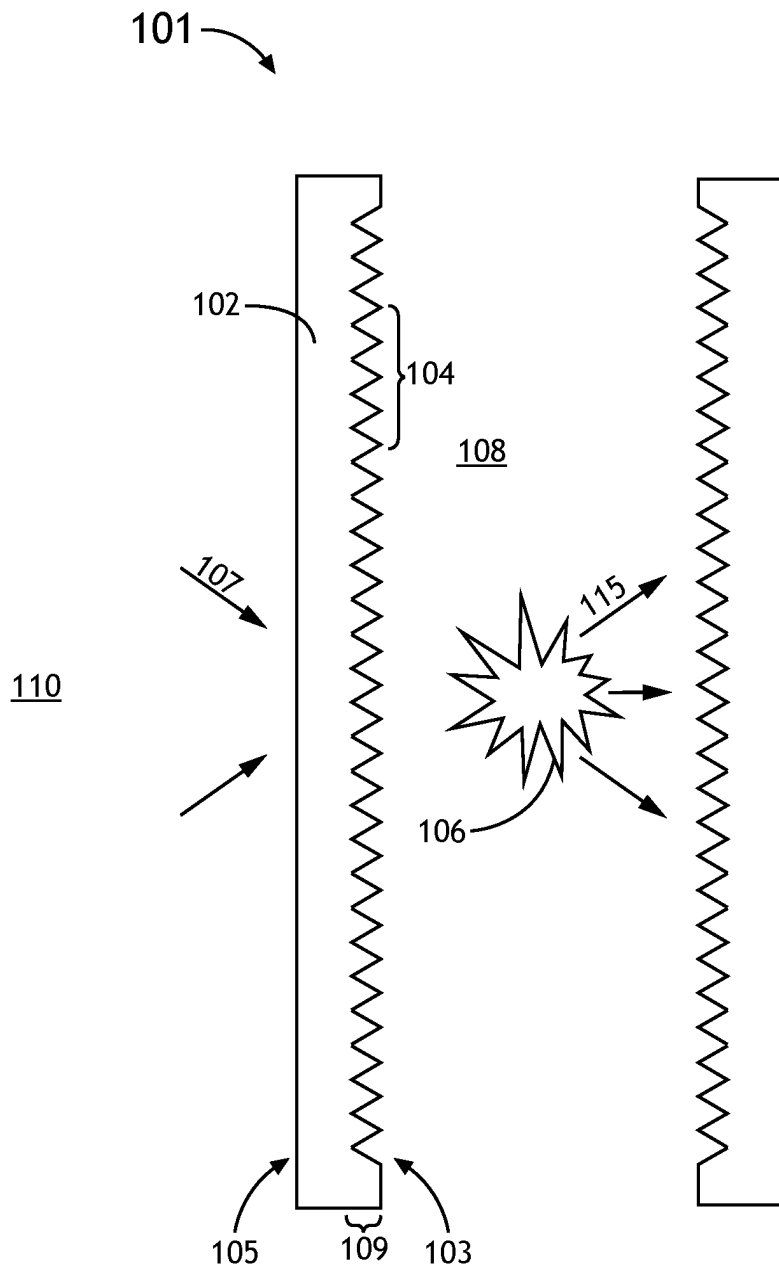


FIG. 1F

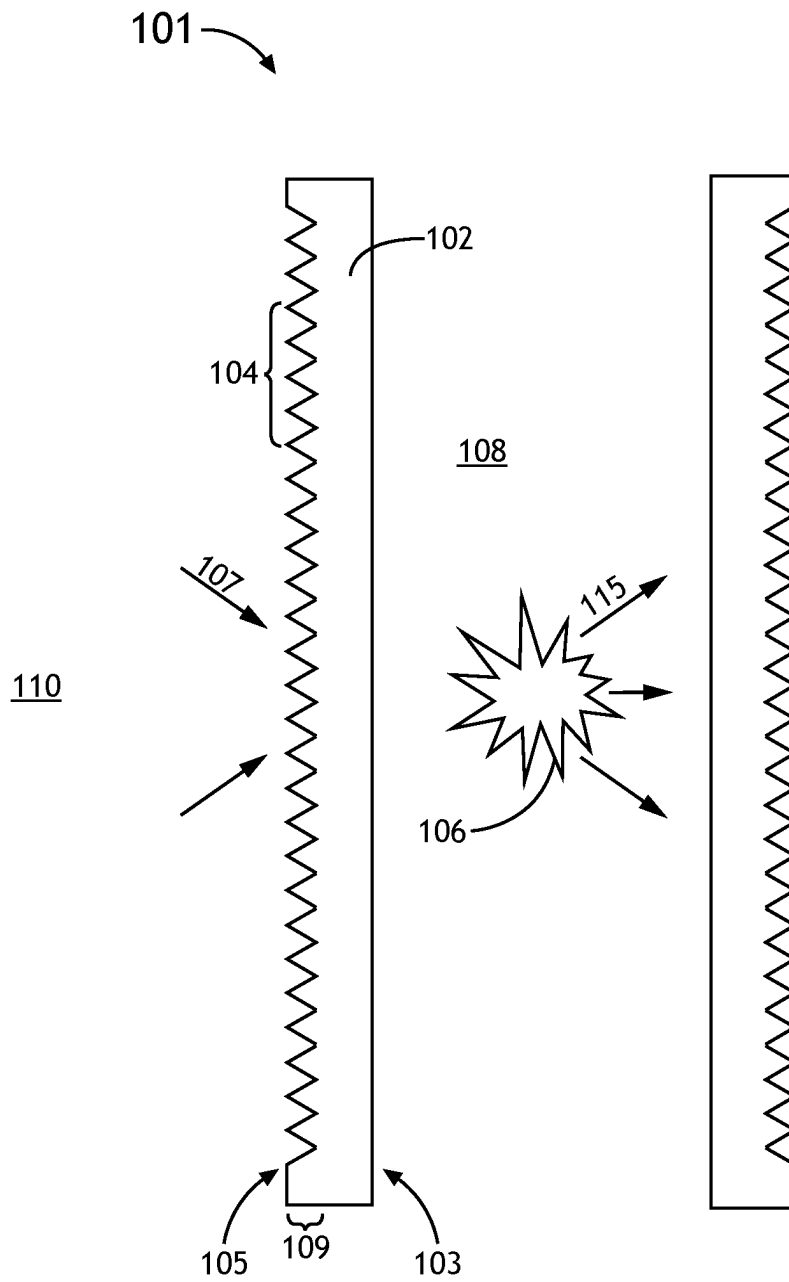


FIG.1G

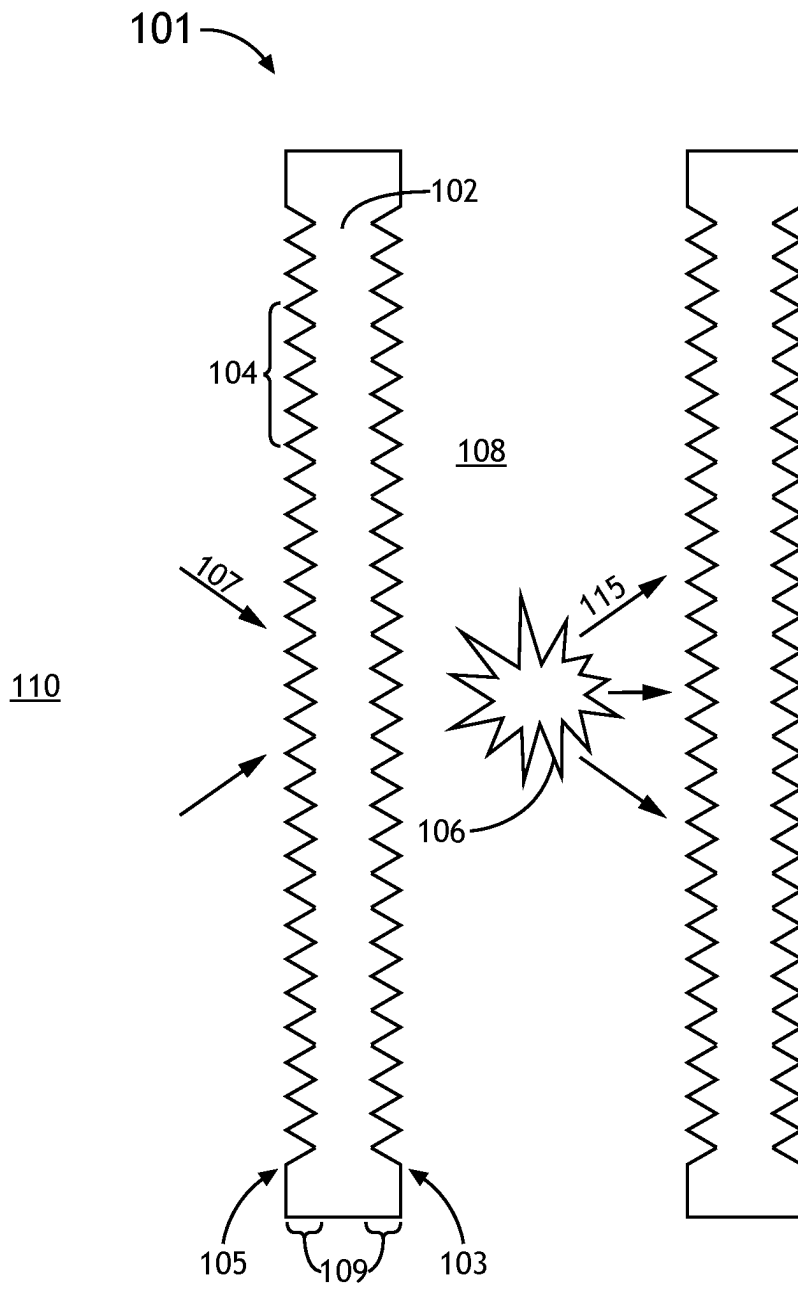


FIG.1H

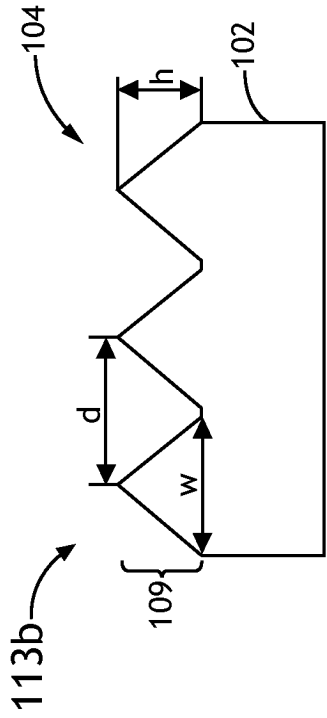


FIG. 1J

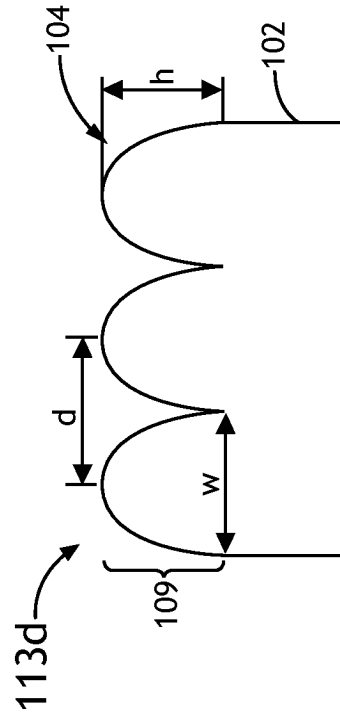


FIG. 1L

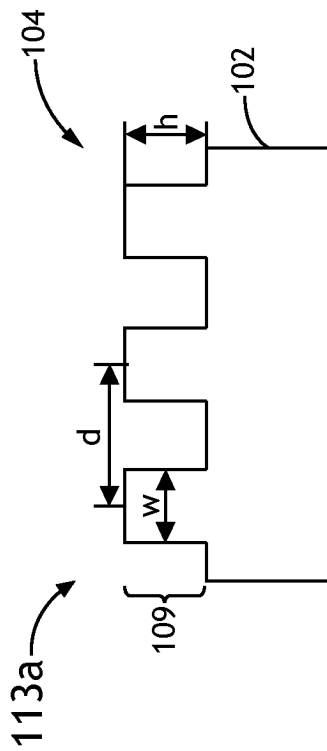


FIG. 1I

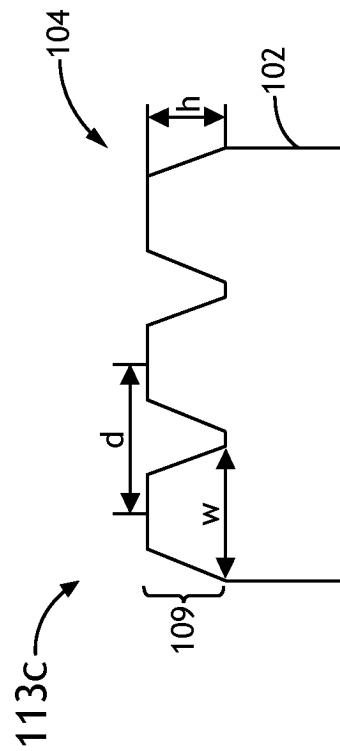


FIG. 1K

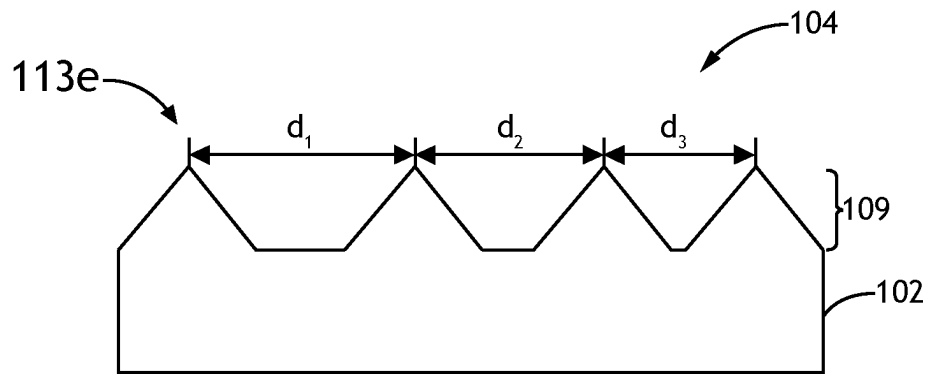


FIG. 1M

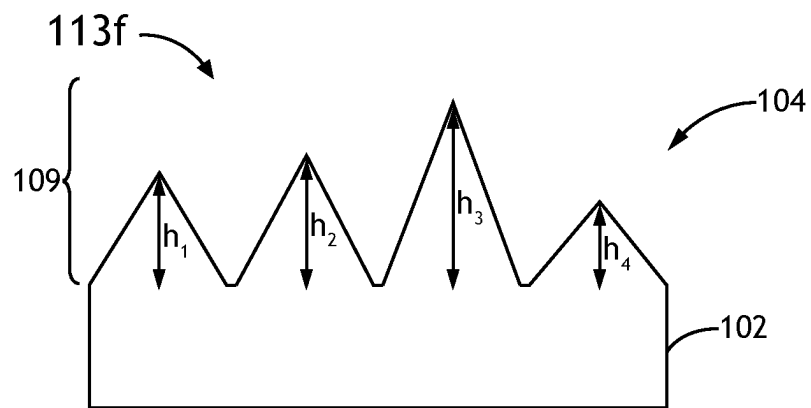


FIG. 1N

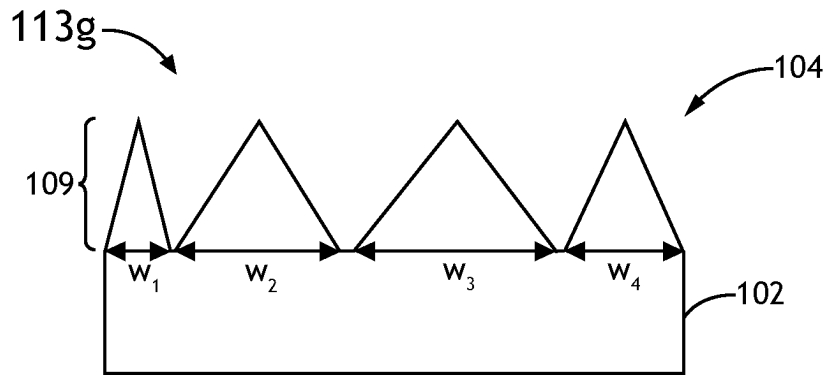


FIG. 10

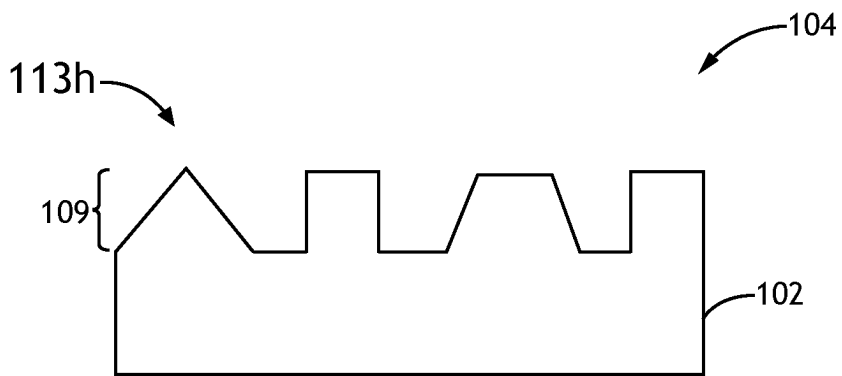


FIG. 1P

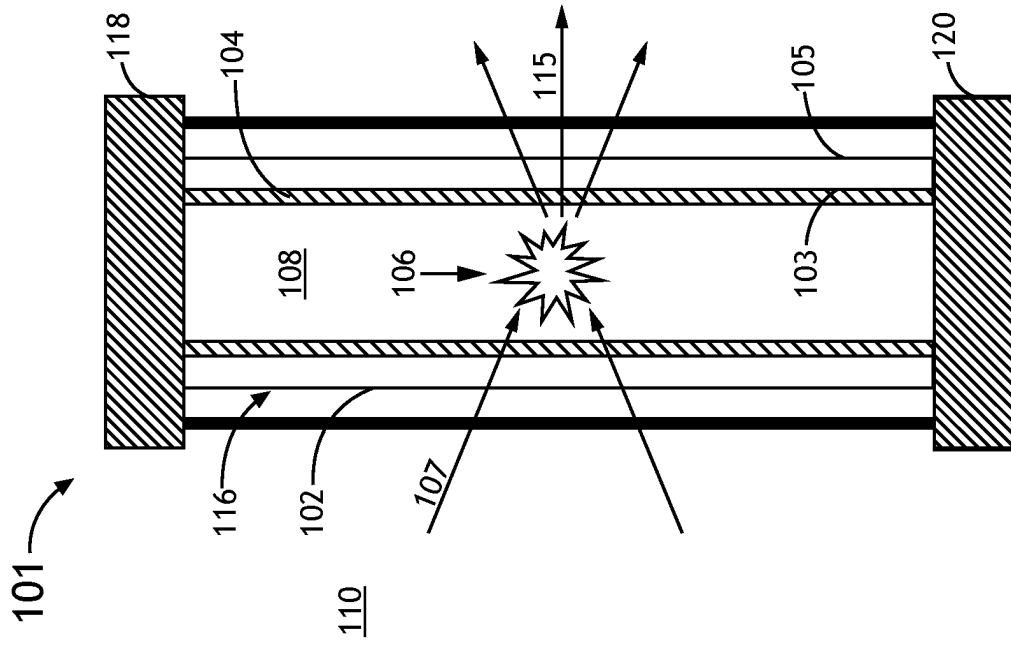


FIG. 1R

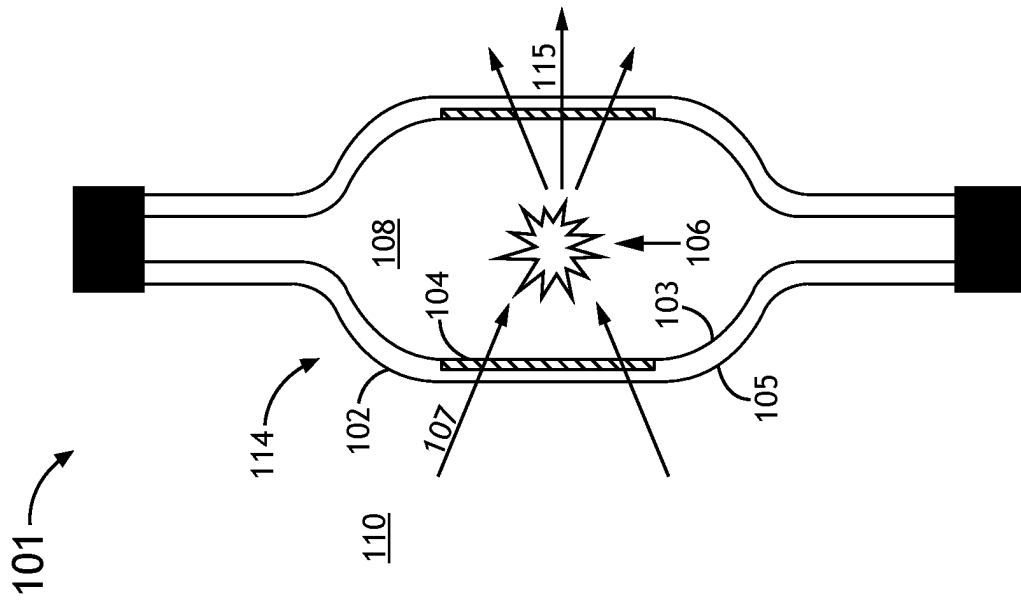


FIG. 1Q

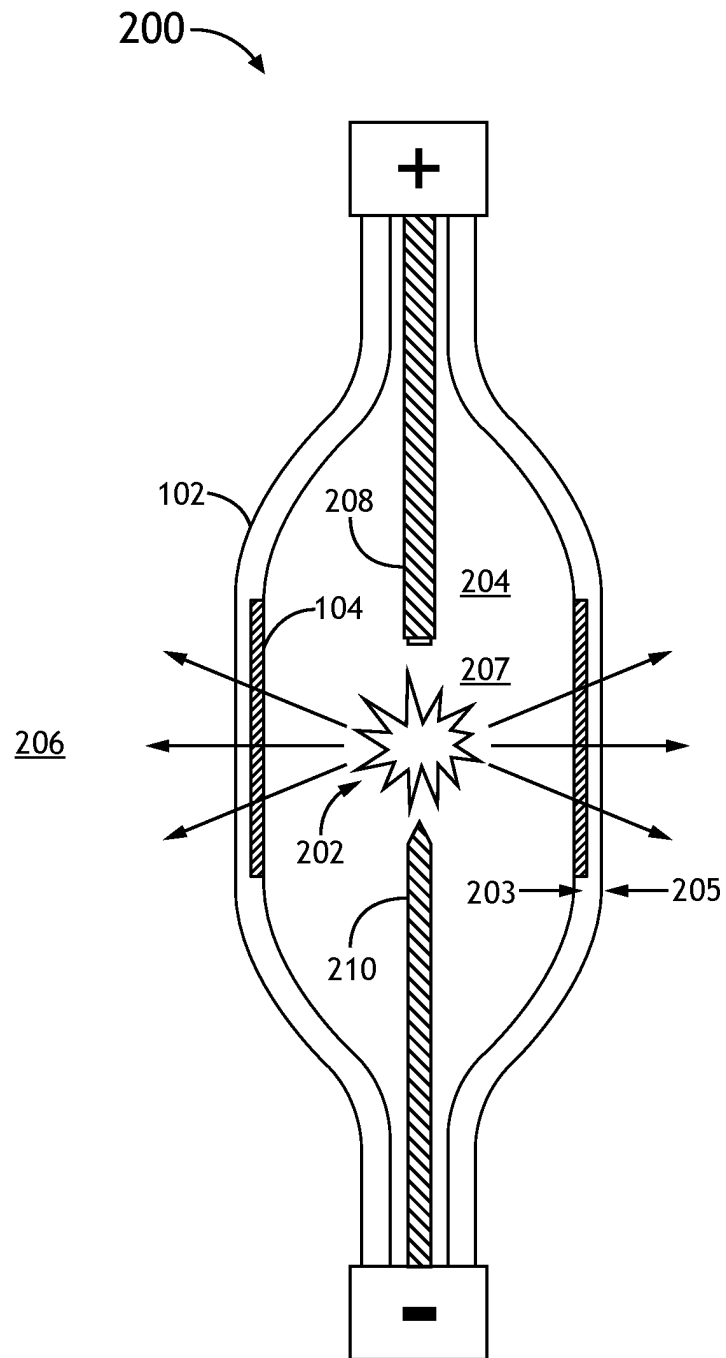


FIG.2

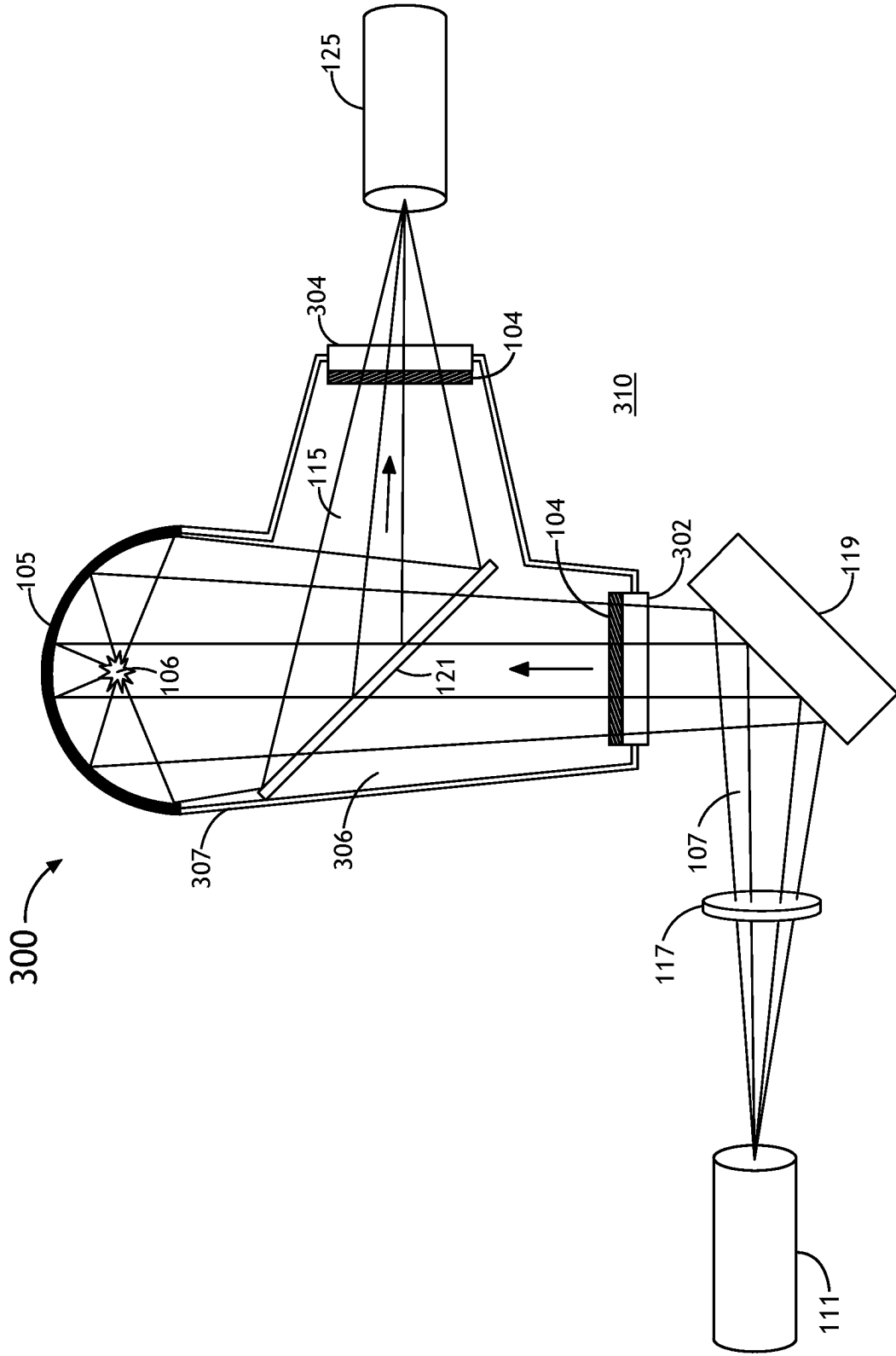


FIG. 3

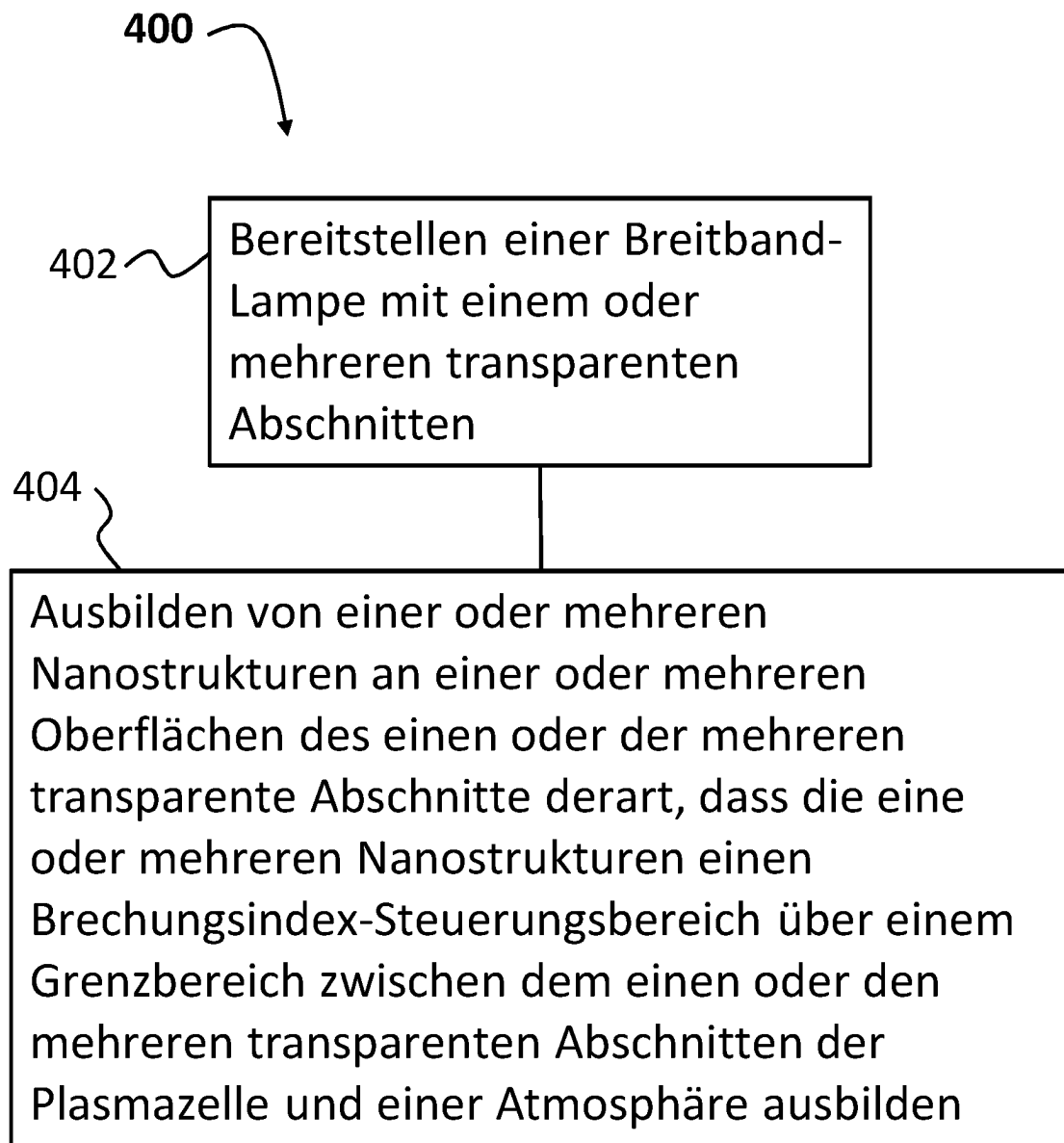


FIG. 4