(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
4. Februar 2016 (04.02.2016)

WIPO | PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2016/016309 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
H01S 3/038 (2006.01) *H01S 3/097* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2015/067390

(22) Internationales Anmeldedatum:
29. Juli 2015 (29.07.2015)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2014 215 226.7
1. August 2014 (01.08.2014) DE

(71) Anmelder: **TRUMPF LASER- UND SYSTEMTECHNIK GMBH** [DE/DE]; Johann-Maus-Strasse 2, 71254 Ditzingen (DE).

(72) Erfinder: **SCHWANDT, Markus**; Blumhardtweg 2, 70825 Korntal-Münchingen (DE). **MAHR, Gerold**; Immanuel-Kant-Strasse 6, 70825 Korntal-Münchingen (DE). **KNUPFER, Stefan**; Dietrich-Bonhoeffer-Strasse 20, 71229 Höfingen (DE). **FRIESEN, Sergej**; Münchinger Strasse 3, 71254 Ditzingen (DE).

(74) Anwalt: **TRUMPF GMBH & CO. KG**; Trumpf Patentabteilung, TH501 Patente und Lizenzen, Johann-Maus-Strasse 2, 71254 Ditzingen (DE).

(81) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart)*: AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart)*: ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title**: IMPEDANCE MATCHING ARRANGEMENT FOR A GAS-LASER EXCITATION ASSEMBLY AND GAS-LASER EXCITATION ASSEMBLY

(54) **Bezeichnung** : IMPEDANZANPASSUNGSANORDNUNG FÜR EINE GASLASERANREGUNGSANORDNUNG UND GASLASERANREGUNGSANORDNUNG

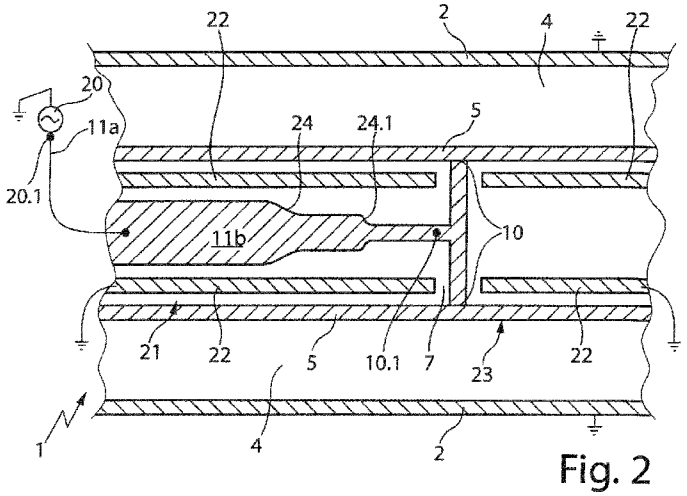


Fig. 2

(57) **Abstract**: The invention relates to an impedance matching arrangement for a gas-laser excitation assembly (1, 1'), said arrangement comprising a high-frequency connection line (11b, 11b') which can be connected at a first connection point (20.1, 20.1') to a power source (20) and at a second connection point (10.1, 10.1') to a gas-laser electrode (5, 5'). The arrangement is characterised in that the impedance of at least one section (24, 24') of the high-frequency connection line (11b, 11b') changes by means of a change to the configuration, in particular to a parameter of the high-frequency connection line (11b, 11b') in said section.

(57) **Zusammenfassung**:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2016/016309 A1

Veröffentlicht:

— *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*

Impedanzanpassungsanordnung für eine Gaslaseranregungsanordnung (1, 1'), mit einer Hochfrequenzanschlussleitung (11b, 11b'), die an einem ersten Anschlusspunkt (20.1, 20.1') an eine Leistungsquelle (20) und an einem zweiten Anschlusspunkt (10.1, 10.1') an eine Gaslaser-Elektrode (5, 5') anschließbar ist, ist dadurch gekennzeichnet, dass sich die Impedanz der Hochfrequenzanschlussleitung (11b, 11b') zumindest in einem Abschnitt (24, 24') durch Änderung der Ausgestaltung, insbesondere eines Parameters, der Hochfrequenzanschlussleitung (11b, 11b') in diesem Abschnitt ändert.

Impedanzanpassungsanordnung für eine Gaslaseranregungsanordnung und Gaslaseranregungsanordnung

Die Erfindung betrifft eine Impedanzanpassungsanordnung für eine Gaslaseranregungsanordnung mit einer Hochfrequenzanschlussleitung, die an einem ersten Anschlusspunkt an eine Leistungsquelle und an einem zweiten Anschlusspunkt an eine Gaslaser-Elektrode anschließbar ist.

Weiterhin betrifft die Erfindung eine Gaslaseranregungsanordnung mit einer solchen Impedanzanpassungsanordnung.

Hochleistungslaser mit Lichtleistungen größer gleich 500W können bei der Laserbearbeitung eingesetzt werden, beispielsweise zum Markieren von Metallen oder Nichtmetallen, zum Schneiden, Schweißen und Bearbeiten von Materialien, wie z.B. Metallen.

Zur Anregung eines Gaslasers wird in der Regel eine Gasentladung generiert. Die Gasentladung wird in der Regel durch Einspeisung elektrischer Leistung generiert, insbesondere oftmals durch elektrische Hochfrequenz-

leistung. Die Einspeisung der elektrischen Leistung erfolgt in der Regel über Elektroden. Die Hochfrequenzleistung wird oftmals an einer oder mehreren Einspeisestellen an der Elektrode eingekoppelt. Die Elektroden sind häufig paarweise angeordnet, wobei eine der Elektroden häufig auf einem ruhenden Potential, insbesondere Masse, liegt. An der anderen Elektrode wird eine elektrische Leistungsquelle, z.B. eine HF-Leistungsquelle, angeschlossen. Mit einer Hochfrequenzanschlussleitung werden Quelle und Last verbunden. Die Leistungsquelle besitzt eine Ausgangsimpedanz. Die Last besitzt eine Lastimpedanz. Für eine verbesserte Energieübertragung von Quelle zur Last muss die Lastimpedanz an die Quellimpedanz angepasst werden. Dies erfolgt häufig durch eine zusätzliche Impedanzanpassungsschaltung, die zwischen Last und Leistungsquelle angeschlossen ist.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine vereinfachte Impedanzanpassung bei einer Gaslaseranregungsanordnung zu ermöglichen.

Gelöst wird diese Aufgabe erfindungsgemäß durch eine Impedanzanpassungsanordnung für eine Gaslaseranregungsanordnung, mit einer Hochfrequenzanschlussleitung, die an einem ersten Anschlusspunkt an eine Leistungsquelle und an einem zweiten Anschlusspunkt an eine Gaslaserelektrode anschließbar ist, wobei sich die Impedanz der Hochfrequenzanschlussleitung zumindest in einem Abschnitt durch Änderung der Ausgestaltung, insbesondere eines Parameters, der Hochfrequenzanschlussleitung in diesem Abschnitt ändert. Die Impedanzanpassung wird somit erfindungsgemäß durch einen Teil der Hochfrequenzanschlussleitung selbst durchgeführt. Dadurch können zusätzliche Komponenten eingespart werden. Bei einer gegebenen geometrischen Länge, z.B. durch die vorgegebene Länge eines Lasers oder einer

Laserelektrode, kann die Impedanz über einen vergleichsweise großen Bereich angepasst werden. Es hat sich gezeigt, dass auch der Frequenzbereich, in dem eine Impedanzanpassung erzielt werden kann, so erweitert werden kann. So kann die Hochfrequenzleistung mit mehreren Frequenzkomponenten eingesetzt werden.

Die Impedanz kann sich in dem Abschnitt kontinuierlich ändern. Insbesondere kann sich daher der Parameter der Hochfrequenzanschlussleitung, beispielsweise die Breite der Hochfrequenzanschlussleitung, in dem Abschnitt kontinuierlich ändern. Dadurch kann die elektrische Länge bzw. die Transformationswirkung gegenüber der geometrischen Länge optimiert werden.

Die Änderung der Ausgestaltung des Abschnitts kann dadurch erfolgen, dass sich die Form, insbesondere die Geometrie oder der Querschnitt, der Hochfrequenzanschlussleitung in dem zumindest einen Abschnitt kontinuierlich ändert.

Die Hochfrequenzanschlussleitung kann ausgelegt sein, im Abschnitt in elektromagnetische Wechselwirkung mit der Gaslaseranregungsanordnung zu treten. Somit kann auch ein Teil der Gaslaseranregungsanordnung zur Impedanzanpassung verwendet werden.

Die Hochfrequenzanschlussleitung kann als Koaxialkabel mit einem Innenleiter und einem Außenleiter ausgebildet sein, wobei sich der Querschnitt, insbesondere der Betrag oder die Größe des Querschnitts, des Innenleiters und/oder des Außenleiters in dem Abschnitt stetig ändert.

Der Innenleiter und/oder der Außenleiter können Abschnitte unterschiedlichen konstanten Querschnitts aufweisen, wobei sich der Querschnitt beim

Übergang von einem Querschnitt auf den nächsten Querschnitt stetig ändert. Durch die Querschnittsänderung kann die Impedanzanpassung eingestellt werden. Eine Querschnittsänderung kann insbesondere dadurch erfolgen, dass sich der Durchmesser oder die Breite der Hochfrequenzanschlussleitung im Abschnitt ändert.

Dabei kann sich der Durchmesser oder die Breite der Hochfrequenzanschlussleitung im Abschnitt stetig ändern. Insbesondere kann die Hochfrequenzanschlussleitung im Abschnitt stufenlos ausgebildet sein. Dabei ergibt sich eine besonders breitbandige Impedanzanpassung.

Die Hochfrequenzanschlussleitung kann als Leiterbahnanordnung mit einer Leiterbahn und einer Bezugsfläche ausgebildet sein, wobei sich in dem Abschnitt die Breite der Leiterbahn, insbesondere stetig, ändert. Dabei kann die Leiterbahn mehrere Abschnitte unterschiedlicher Breite aufweisen, wobei sich die Breite beim Übergang von einer Breite auf die nächste Breite stetig ändert. Durch die Breitenänderung kann jeweils eine Impedanztransformation durchgeführt werden.

Die Hochfrequenzanschlussleitung kann als Leiterbahnanordnung mit einer Leiterbahn und einer Bezugsfläche ausgebildet sein, wobei sich in dem Abschnitt der Abstand von Leiterbahn zur Bezugsfläche, insbesondere stetig, ändert. Durch die Änderung des Abstands ändert sich die Wechselwirkung zwischen Hochfrequenzanschlussleitung und der Bezugsfläche. Auch dadurch kann eine Impedanzanpassung erfolgen.

Alternativ oder zusätzlich kann die Hochfrequenzanschlussleitung als Leiterbahnanordnung einer Leiterbahn und einer Bezugsfläche ausgebildet sein, wobei sich in dem Abschnitt die Dielektrizitätszahl des Dielektrikums zwischen Leiterbahn und Bezugsfläche, insbesondere stetig, ändert. Durch

Änderung des Abstands zur Bezugsfläche und/oder durch die Änderung der Dielektrizitätszahl, insbesondere durch die Verwendung unterschiedlicher Dielektrika, lässt sich die Impedanzanpassung auf technisch besonders einfache Art und Weise realisieren.

Die Hochfrequenzanschlussleitung kann am ersten Anschlusspunkt eine vordefinierte Impedanz aufweisen, die mit der kapazitiven und/oder induktiven Kopplung zwischen Hochfrequenzanschlussleitung und einer Abschirmung einstellbar ist. Durch diese Maßnahme kann sichergestellt werden, dass am zweiten Anschlusspunkt eine exakt auf die Last angepasste Impedanz vorliegt.

In den Rahmen der Erfindung fällt außerdem eine Gaslaseranregungsanordnung mit einer erfindungsgemäßen Impedanzanpassungsanordnung, wobei die Hochfrequenzanschlussleitung zumindest in einem Abschnitt mit einem definierten Abstand, insbesondere parallel, zu einer Gaslaserelektrode verläuft. Daraus kann sich eine besonders platzsparende Anordnung der Hochfrequenzanschlussleitung ergeben.

Diese Gaslaserelektrode kann zumindest teilweise Teil der Impedanzanpassungsanordnung sein. Wenn dies der Fall ist, entsteht eine besonders kompakte Ausgestaltung der Impedanzanpassungsanordnung.

Alternativ oder zusätzlich kann vorgesehen sein, dass die Gaslaserelektrode zumindest teilweise Teil der Hochfrequenzanschlussleitung ist.

Eine Gaslaserelektrode kann mit Masse verbunden sein.

Der definierte Abstand zwischen dem Abschnitt und der Gaslaserelektrode kann auf unterschiedliche Art und Weise festgelegt werden. Insbesondere

kann der definierte Abstand kleiner gleich 10 cm, insbesondere kleiner gleich 5 cm, insbesondere kleiner gleich 1 cm sein. Alternativ kann vorgesehen sein, dass der definierte Abstand kleiner gleich 1/5, insbesondere kleiner gleich 1/10 der Wellenlänge der Hochfrequenz ist, für die die Impedanzanpassungsanordnung ausgelegt ist.

In einer weiteren Alternative kann der definierte Abstand kleiner gleich der Hälfte, insbesondere kleiner gleich 1/5, insbesondere kleiner gleich 1/10, der Länge der Hochfrequenzanschlussleitung im Abschnitt sein.

Weiterhin kann der definierte Abstand so ausgelegt sein, dass zwischen der Hochfrequenzanschlussleitung und der Gaslaserelektrode ein hochfrequentes elektrisches Feld aufgebaut wird, wenn Hochfrequenzleistung vom ersten Anschlusspunkt zum zweiten Anschlusspunkt geleitet wird. Dabei wird außerhalb des Abschnitts kein oder ein geringes hochfrequentes elektrisches Feld aufgebaut.

Die Hochfrequenzanschlussleitung kann am ersten Anschlusspunkt eine vordefinierte Impedanz aufweisen, die mit dem Abstand und der Fläche zwischen Hochfrequenzanschlussleitung und Gaslaserelektrode im Abschnitt einstellbar ist. Somit kann die Impedanzanpassung zusätzlich eingestellt werden.

Die Hochfrequenzanschlussleitung kann im Abschnitt von der Gasentladung umgeben sein. Alternativ kann die Hochfrequenzanschlussleitung im Abschnitt die Gasentladung umgeben.

Gemäß einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung hinsichtlich der Baugröße kann die Hochfrequenzanschlussleitung zumindest teilweise in der inneren Elektrode eines Koaxiallasers angeordnet sein.

Die Gaslaserelektrode kann als flächige Elektrode ausgebildet sein. Die Hochfrequenzanschlussleitung kann einen Außenleiter aufweisen, der einen Teil der Gaslaserelektrode bildet.

Die Bezugsfläche der Impedanzanpassungsanordnung kann zumindest teilweise Teile der Gaslaseranregungsanordnung sein, insbesondere mit einer Elektrode verbunden sein.

Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels der Erfindung, anhand der Figuren der Zeichnung, die erfindungswesentliche Einzelheiten zeigen, und aus den Ansprüchen. Die einzelnen Merkmale können je einzeln für sich oder zu mehreren in beliebiger Kombination bei einer Variante der Erfindung verwirklicht sein.

Ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung schematisch dargestellt und wird nachfolgend mit Bezug zu den Figuren der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine teilweise Schnittdarstellung durch eine erfindungsgemäße diffusionsgekühlte Gaslaseranregungsanordnung;

Fig. 2 eine vergrößerte Darstellung der Gaslaseranregungsanordnung im Bereich einer Einspeisestelle;

Fig. 3 eine schematische Darstellung zur Verdeutlichung eines Ausführungsbeispiels der Erfindung anhand eines Slab-Lasers;

Fig. 4 eine schematische Darstellung zur Verdeutlichung eines alternativen Ausführungsbeispiels der Erfindung anhand eines Slab-Lasers;

Fig. 5 eine schematische Darstellung zur Verdeutlichung eines alternativen Ausführungsbeispiels der Erfindung anhand eines Slab-Lasers;

Die Figur 1 zeigt eine diffusionsgekühlte Gaslaseranregungsanordnung 1 in einer teilweisen Schnittdarstellung. Die Gaslaseranregungsanordnung 1 weist eine äußere Elektrode 2 auf, in der Kühlrohre 3 für ein Kühlmittel, z.B. Kühlflüssigkeit, angeordnet sind. Die äußere Elektrode 2 ist aus Metall ausgebildet und mit Masse verbunden. Direkt unterhalb der Elektrode 2 befindet sich der Entladungsspalt 4. Die zweite Elektrode ist mit der Bezugsziffer 5 gekennzeichnet.

Über der zweiten Elektrode 5 befindet sich ein Dielektrikum 6, das aus mehreren unterschiedlichen Materialschichten aufgebaut sein kann. Im gezeigten Ausführungsbeispiel erfolgt die Leistungseinspeisung bezogen auf die Länge der Elektrode 5 mittig an der Stelle 10.

In der vergrößerten Darstellung der Figur 2 ist zu erkennen, dass sich zwischen der Elektrode 2 und der Elektrode 5 der Entladungsspalt 4 befindet. Dabei sind die Elektroden 2 und 5 koaxial zueinander angeordnet. Eine Hochfrequenzanschlussleitung 11a, 11b ist an einem ersten Anschlusspunkt 20.1 an eine Leistungsquelle 20 angeschlossen, die eine Hochfrequenzleistung erzeugt und an einem zweiten Anschlusspunkt 10.1 an einer Elektrode 5. Die Hochfrequenzanschlussleitung verläuft in ihrem Abschnitt 11b innerhalb der Elektrode 5 und im Wesentlichen parallel zu deren Erstreckungsrichtung. Zwischen der Anschlussleitung 11b und der Elektrode

5 ist in einem ersten Bereich 21 eine Abschirmung 22 vorgesehen. Die Abschirmung 22 weist im Bereich der Einspeisestelle 10 eine Aussparung 7 auf, durch die die Hochfrequenzanschlussleitung 11b zur Elektrode 5 geführt ist. In einem zweiten Bereich 23 ist ebenfalls die Abschirmung 22 vorgesehen. In diesem Bereich 23 ist jedoch keine Hochfrequenzanschlussleitung vorhanden. Die Abschirmung 22 ist ebenso wie die Elektrode 2 mit Masse verbunden. Im gezeigten Ausführungsbeispiel verlaufen Elektrode 2, Abschirmung 22 und Abschnitte 11b der Hochfrequenzanschlussleitung im Wesentlichen parallel zueinander. Auch im zweiten Bereich 23 verläuft die Abschirmung 22 parallel zu der Elektrode 5.

Der Teil der Hochfrequenzanschlussleitung 11b, der koaxial zur Elektrode 5 und zur Abschirmung 22 verläuft, verringert seinen Durchmesser bis zur Einspeisestelle 10 an zwei Stellen. Der Übergang von einem Durchmesser zu einem anderen Durchmesser ist jedoch stetig ausgestaltet, was an den Stellen 24a, 24b zu erkennen ist. Die Durchmesseränderung entspricht einer Änderung der Ausgestaltung der Hochfrequenzanschlussleitung im Teil 11b der Hochfrequenzanschlussleitung. Die Durchmesseränderung bewirkt eine Impedanzänderung.

Die Figur 3 zeigt eine Gaslaseranregungsanordnung 1′ in Form eines Slab-Lasers. Zwischen einer Elektrode 2′, die mit Masse verbunden ist, und einer Elektrode 5′ befindet sich ein Entladungsspalt 4′. Die Elektrode 5′ ist am Anschlusspunkt 10.1‵ über eine Hochfrequenzanschlussleitung 11a′, 11b′ an die Leistungsquelle 20 am Anschlusspunkt 20.1‵ angeschlossen. In einem ersten Bereich 21′ ist zwischen dem Abschnitt 11b′ der Hochfrequenzanschlussleitung und der Elektrode 5′ eine Abschirmung 22′ vorgesehen, die mit Masse verbunden ist. Rechts neben der Einspeisestelle 10′ ist lediglich die Abschirmung 22′ vorgesehen, nicht jedoch eine Hochfrequenzanschlussleitung. Somit sind im Bereich 23′ lediglich die Abschir-

mung 22′ und ein Teil der Elektrode 5′ vorgesehen. Die Abschirmung 22′ weist eine Aussparung 7′ auf, durch die hindurch die Elektrode 5′ kontaktiert werden kann. Zu erkennen ist, dass sich die Breite B der Hochfrequenzanschlussleitung 11b′ bis zur Einspeisestelle 10′ am Anschlusspunkt 10.1‵ verringert. Der Übergang zwischen den Breiten erfolgt stetig, was an der Stelle 24′ zu erkennen ist. Dadurch erfolgt eine Impedanzanpassung. Die Breitenänderung entspricht einer Änderung der Ausgestaltung der Hochfrequenzanschlussleitung im Teil 11b der Hochfrequenzanschlussleitung.

Die Figur 4 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung, wobei in diesem Fall die Hochfrequenzanschlussleitung im Bereich 11b‵ eine konstante Breite B hat, jedoch unterschiedliche Höhen h1, h2 zu der Abschirmung 22‵, die auch als Bezugsfläche bezeichnet werden kann, aufweist. Im Bereich 24‵ änderte sich die Höhe h1 zur Höhe h2 stetig. Es findet kein stufenförmiger Übergang statt. Auch durch die Abstandsänderung von h1 zu h2 erfolgt eine Änderung der Ausgestaltung der Hochfrequenzanschlussleitung 11b‵ und somit eine Impedanzanpassung.

Im weiteren Ausführungsbeispiel gemäß der Figur 5 weist die Hochfrequenzanschlussleitung 11b‵ wiederum eine konstante Breite auf. Allerdings ist das Dielektrikum zwischen der Hochfrequenzanschlussleitung 11b‵ und der Abschirmung 22‵, die auch als Bezugsfläche dient, nicht konstant. Insbesondere ändert sich das Dielektrikum, was sich zeichnerisch nicht darstellen lässt, in einem Bereich 24‵ kontinuierlich. Auch dadurch erfolgt eine Impedanzanpassung. Die unterschiedlichen Möglichkeiten in der Impedanzanpassung aus den Figuren 3 bis 5 können auch beliebig miteinander kombiniert werden.

Patentansprüche

1. Impedanzanpassungsanordnung für eine Gaslaseranregungsanordnung (1, 1‘), mit einer Hochfrequenzanschlussleitung (11b, 11b‘), die an einem ersten Anschlusspunkt (20.1, 20.1‘) an eine Leistungsquelle (20) und an einem zweiten Anschlusspunkt (10.1, 10.1‘) an eine Gaslaser-Elektrode (5, 5‘) anschließbar ist, dadurch gekennzeichnet, dass sich die Impedanz der Hochfrequenzanschlussleitung (11b, 11b‘) zumindest in einem Abschnitt (24, 24‘) durch Änderung der Ausgestaltung, insbesondere eines Parameters, der Hochfrequenzanschlussleitung (11b, 11b‘) in diesem Abschnitt ändert.

2. Impedanzanpassungsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass sich die Impedanz in dem Abschnitt (24, 24‘) kontinuierlich ändert.

3. Impedanzanpassungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass sich die Form, insbesondere die Geometrie oder der Querschnitt, der Hochfrequenzanschlussleitung (11b, 11b‘) in dem zumindest einen Abschnitt (24, 24‘) kontinuierlich ändert.

4. Impedanzanpassungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Hochfrequenzanschlussleitung (11b, 11b‘) ausgelegt ist, im Abschnitt in elektromagnetische Wechselwirkung mit der Gaslaseranregungsanordnung (1, 1‘) zu treten.

5. Impedanzanpassungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Hochfrequenzan-

schlussleitung als Koaxialkabel mit einem Innen- und einem Außenleiter ausgebildet ist, wobei der Innenleiter und/oder der Außenleiter Abschnitte unterschiedlichen konstanten Querschnitts aufweisen, wobei sich der Querschnitt beim Übergang von einem Querschnitt auf den nächsten Querschnitt stetig ändert.

6. Gaslaseranregungsanordnung (1, 1') mit einer Impedanzanpassungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Hochfrequenzanschlussleitung (11b, 11b')zumindest in einem Abschnitt mit einem definierten Abstand, insbesondere parallel, zu einer Gaslaser-Elektrode (5, 5') verläuft.

7. Gaslaseranregungsanordnung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Gaslaser-Elektrode (5, 5') zumindest teilweise Teil der Impedanzanpassungsanordnung ist.

8. Gaslaseranregungsanordnung nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Gaslaser-Elektrode (5, 5') zumindest teilweise Teil der Hochfrequenzanschlussleitung (11b, 11b') ist.

9. Gaslaseranregungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass der definierte Abstand kleiner gleich der Hälfte, insbesondere kleiner gleich ein fünftel, insbesondere kleiner gleich ein zehntel, der Länge der Hochfrequenzanschlussleitung im Abschnitt ist.

10. Gaslaseranregungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche 6 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass der definierte Abstand so ausgelegt ist, dass zwischen der Hochfrequenzanschlusslei-

tung (11b, 11b‘) und der Gaslaser-Elektrode (5, 5‘) ein hochfrequentes elektrisches Feld aufgebaut wird, wenn Hochfrequenzleistung vom ersten Anschlusspunkt (20.1, 20.1‘) zum zweiten Anschlusspunkt (10.1, 10.1‘) geleitet wird

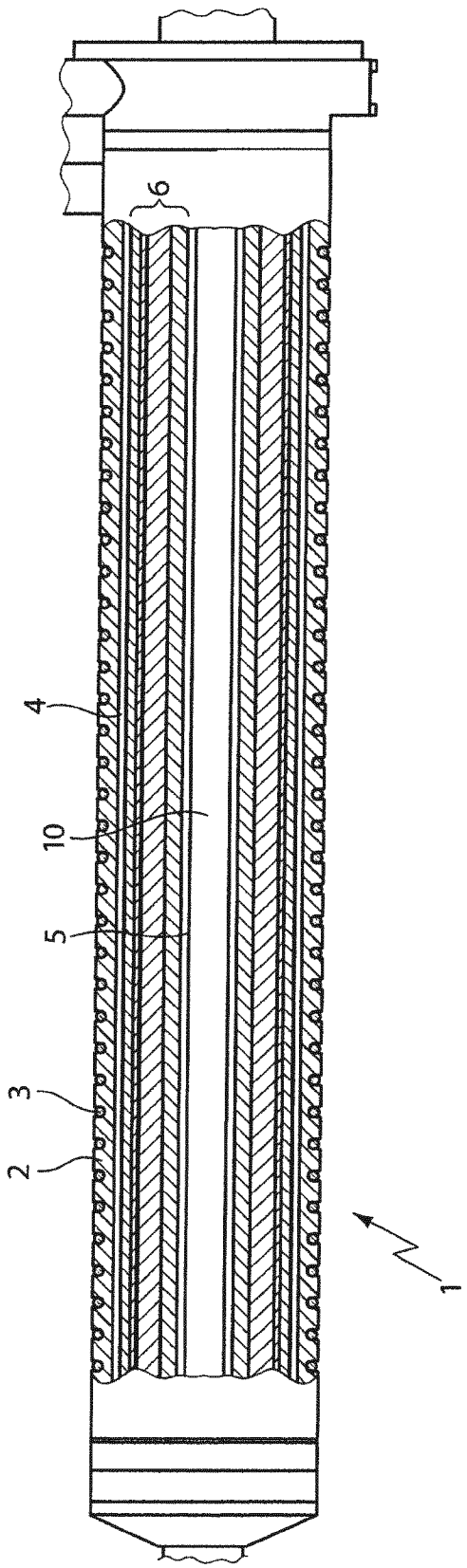


Fig. 1

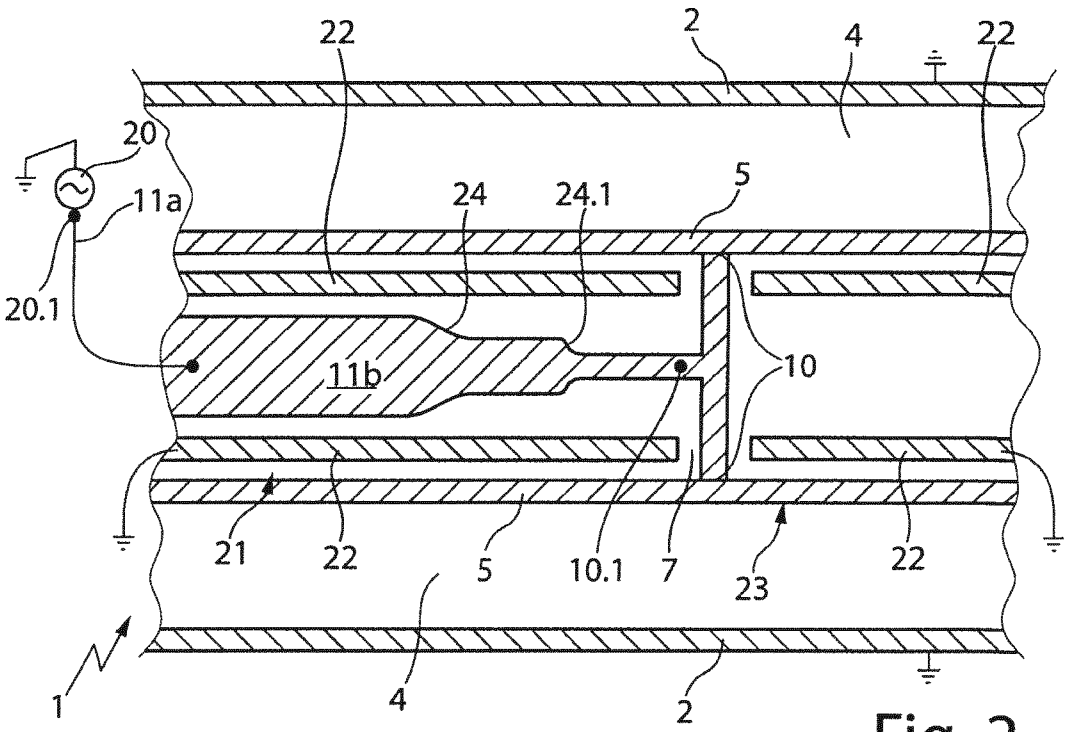

22
2
4
22
20
11a
24
24.1
5
20.1
11b
10
21
22
5
10.1
7
23
22
1
4
2

Fig. 2

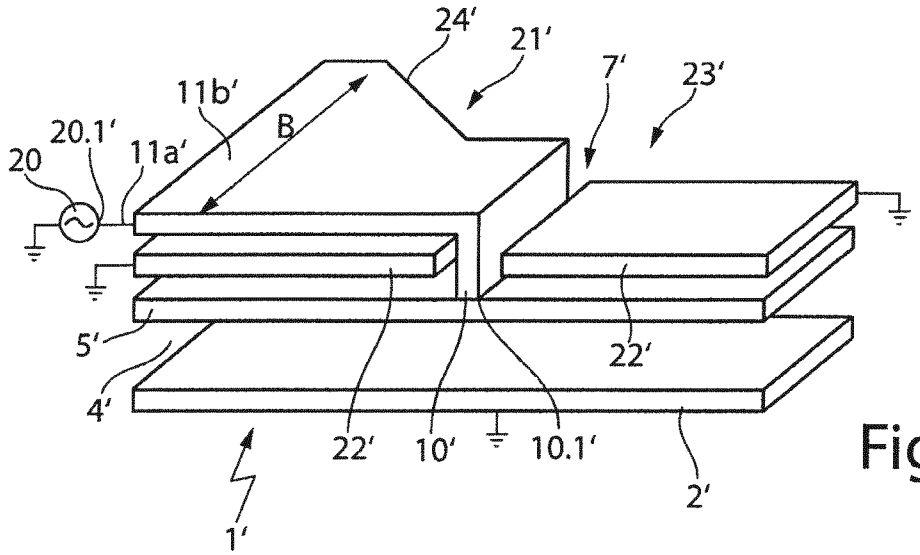

24'
21'
7'
23'
11b'
B
20.1'
11a'
20
5'
22'
4'
22'
10'
10.1'
2'
1'

Fig. 3

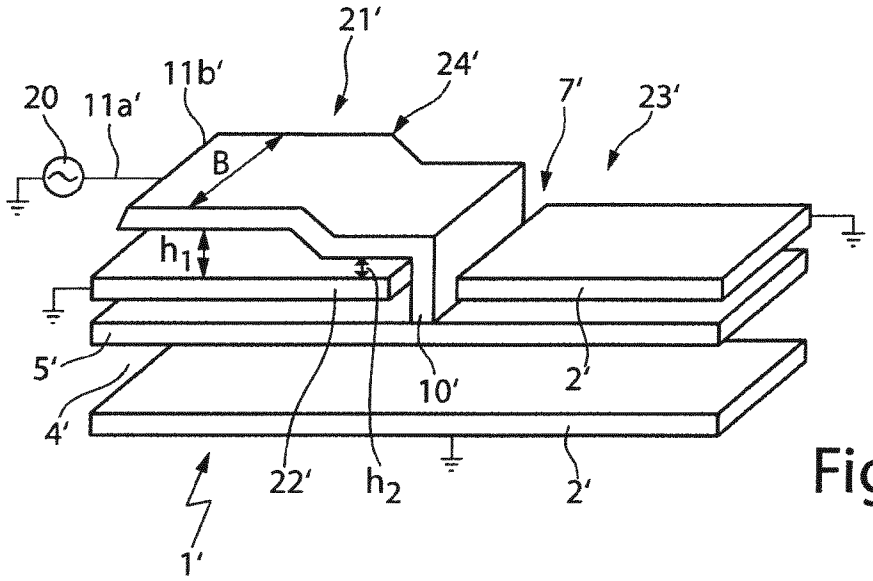

21'
24'
11b'
20
11a'
7'
23'
B
h1
5'
10'
2'
4'
22'
h2
2'
1'

Fig. 4

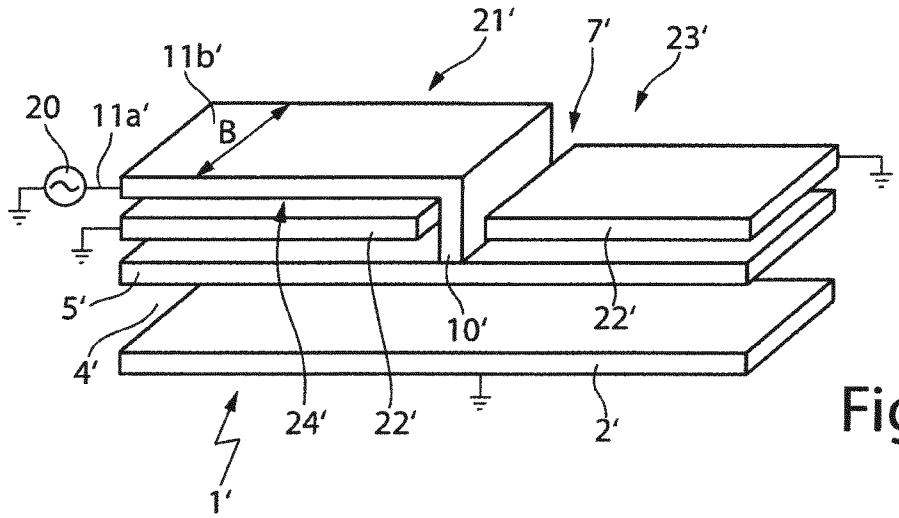

21'
7'
23'
11b'
20
11a'
B
5'
10'
22'
4'
24'
22'
2'
1'

Fig. 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2015/067390

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H01S3/038 H01S3/097
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
H01S

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 243 592 A2 (ELCEDE GMBH [DE]) 4 November 1987 (1987-11-04) column 7; figures 1, 2	1-10
X	WO 2008/118342 A1 (COHERENT INC [US]; PAPANIDE ADRIAN [US]; HAUER FREDERICK W [US]; NEWMA) 2 October 2008 (2008-10-02) page 5, line 12 - line 21; figure 2	1
A	EP 0 309 826 A1 (DEUTSCHE FORSCH LUFT RAUMFAHRT [DE]) 5 April 1989 (1989-04-05) abstract; figure 1	1-10

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
6 October 2015	14/10/2015

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Flierl, Patrik

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/EP2015/067390

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0243592 A2	04-11-1987	DE 3614471 A1	05-11-1987
		EP 0243592 A2	04-11-1987
		US 4730333 A	08-03-1988
WO 2008118342 A1	02-10-2008	US 2009004918 A1	01-01-2009
		WO 2008118342 A1	02-10-2008
EP 0309826 A1	05-04-1989	DE 3732135 A1	13-04-1989
		EP 0309826 A1	05-04-1989
		EP 0525823 A1	03-02-1993

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2015/067390

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. H01S3/038 H01S3/097
ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
H01S

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)
EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 0 243 592 A2 (ELCEDE GMBH [DE]) 4. November 1987 (1987-11-04) Spalte 7; Abbildungen 1, 2	1-10
X	WO 2008/118342 A1 (COHERENT INC [US]; PAPANIDE ADRIAN [US]; HAUER FREDERICK W [US]; NEWMA) 2. Oktober 2008 (2008-10-02) Seite 5, Zeile 12 - Zeile 21; Abbildung 2	1
A	EP 0 309 826 A1 (DEUTSCHE FORSCH LUFT RAUMFAHRT [DE]) 5. April 1989 (1989-04-05) Zusammenfassung; Abbildung 1	1-10

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
6. Oktober 2015	14/10/2015

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Flierl, Patrik

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2015/067390

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0243592 A2	04-11-1987	DE 3614471 A1	05-11-1987
		EP 0243592 A2	04-11-1987
		US 4730333 A	08-03-1988
WO 2008118342 A1	02-10-2008	US 2009004918 A1	01-01-2009
		WO 2008118342 A1	02-10-2008
EP 0309826 A1	05-04-1989	DE 3732135 A1	13-04-1989
		EP 0309826 A1	05-04-1989
		EP 0525823 A1	03-02-1993