

(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
26. Oktober 2012 (26.10.2012)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2012/143423 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
H01S 3/02 (2006.01) *H01S 3/094* (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2012/057129
- (22) Internationales Anmeldedatum:
19. April 2012 (19.04.2012)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2011 007 730.8
20. April 2011 (20.04.2011) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **TRUMPF LASER GMBH + CO. KG** [DE/DE]; Aichhalder Str. 39, 78713 Schramberg (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **SCHAD, Sven** [DE/DE]; Kampitschstr. 7, 78628 Rottweil (DE). **SCHULER, Lutz** [DE/DE]; Stebenstrasse 11, 78073 Bad Dürzheim (DE). **MÖBNER, Jürgen** [DE/DE]; In Der Zielgass 26, 78086 Brigachthal (DE).
- (74) Anwalt: **KOHLER SCHMID MÖBUS**; Ruppmannstr. 27, 70565 Stuttgart (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, 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, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

(54) Title: LASER DEVICE WITH A GAS-FLUSH LASER RESONATOR

(54) Bezeichnung : LASERVORRICHTUNG MIT EINEM GASGESPÜLTEN LASERRESONATOR

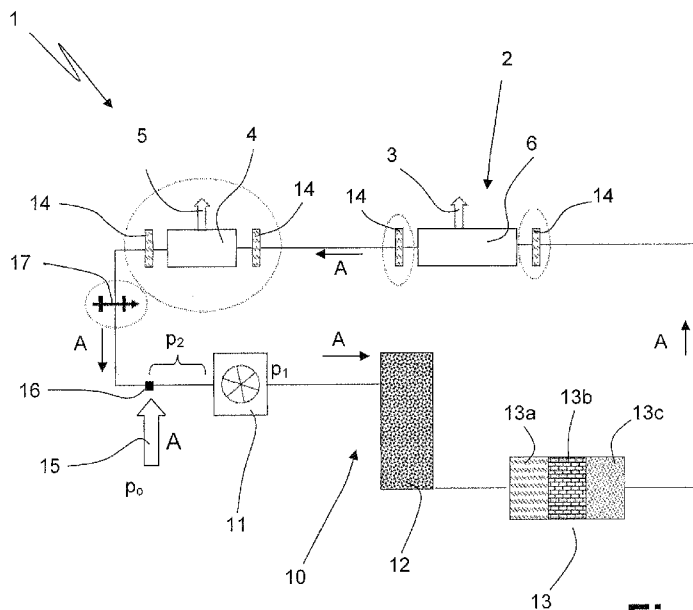


Fig. 1

(57) Abstract: In the case of a laser device (1) having at least one gas-flush laser resonator (2), which is arranged in a flushing gas cycle (10), which has, upstream of the laser resonator (2), both a low pressure generator (11) for generating a flushing gas excess pressure in the flushing gas cycle (10) and, between the low pressure generator (11) and the laser resonator (2), a cleaning device (12, 13) for cleaning the flushing gas (A), wherein the flushing gas (A) is air, in accordance with the invention the flushing gas cycle (10) has, downstream of the laser resonator (2) between the laser resonator (2) and the low pressure generator (11), a suction opening (16) which is permanently open to the atmosphere (15), wherein the flushing gas pressure (p_1) generated by the low pressure generator (11) is greater than the atmospheric air pressure (p_0).

(57) Zusammenfassung: Bei einer Laservorrichtung (1) mit mindestens einem gasgespülten Laserresonator (2), der in einem Spülgaskreislauf (10) angeordnet ist, welcher stromaufwärts des Laserresonators (2) sowohl einen Niederdruckerzeuger (11) zur Erzeugung eines Spülgasüberdrucks

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



im Spülgaskreislauf (10) als auch zwischen dem Niederdruckerzeuger (11) und dem Laserresonator (2) eine Reinigungseinrichtung (12, 13) zum Reinigen des Spülgases (A) aufweist, wobei das Spülgas (A) Luft ist, weist erfindungsgemäß der Spülgaskreislauf (10) stromabwärts des Laserresonators (2) zwischen dem Laserresonator (2) und dem Niederdruckerzeuger (11) eine permanent zur Atmosphäre (15) offene Ansaugöffnung (16) auf, wobei der vom Niederdruckerzeuger (11) erzeugte Spülgasdruck (p_1) größer ist als der Atmosphärenluftdruck (p_0).

5

10

15

20

Laservorrichtung mit einem gasgespülten Laserresonator

- 25 Die Erfindung betrifft eine Laservorrichtung mit mindestens einem gasgespülten Laserresonator, der in einem Spülgaskreislauf angeordnet ist, welcher stromaufwärts des Laserresonators sowohl einen Niederdruckerzeuger zur Erzeugung eines Spülgasüberdrucks im Spülgaskreislauf als auch zwischen dem Niederdruckerzeuger und dem Laserresonator eine Reinigungseinrichtung zum Reinigen des Spülgases aufweist.
- 30

Eine derartige Laservorrichtung mit einem gasgespülten Laserresonator ist beispielsweise durch die US 2003/0227957 A1 bekannt geworden.

In der Materialbearbeitung werden Laser mit hoher Leistung und guter Strahlqualität benötigt, welche über einen langen Zeitraum eine hohe Stabilität aufweisen. Eine mögliche Quelle, die zu Instabilitäten im Laserbetrieb führen kann, sind Verunreinigungen (Partikel, Feuchte, organische Verbindungen) in der Laservorrichtung. Verunreinigungen können sich im Laserresonator und in der Pumpeinheit auf Komponenten, wie z.B. Spiegeln, absetzen und zu Verschleiß führen oder Störungen bilden, so dass die Strahlqualität oder die Leistung während des Betriebs abnimmt. Dies kann durch eine Gasspülung des Laserresonators und der Pumpeinheit verhindert bzw. minimiert werden.

Konventionelle Gasspülungen bestehen in einer ersten Variante aus einem Kompressor und einem Membrantrockner zur Luftaufbereitung und sind üblicherweise für einen deutlich höheren Volumenstrom ausgelegt. Hierbei wird aus der Umgebung Spülgas über eine Luftaufbereitungseinheit angesaugt, aufbereitet und durch den Laserresonator und die Pumpeinheit geleitet und am Ende wieder an die Umgebung abgegeben. Das Spülgas wird permanent aus der Umgebung nachgeführt und muss daher ebenfalls fortlaufend gereinigt werden. Nachteilig ist, dass die Komponenten teuer und verschleißanfällig sind.

In einer zweiten Variante wird Spülgas aus Flaschen mit definierter Qualität, z.B. Stickstoff, verwendet. Dieses wird permanent aus der Flasche nachgeführt, aufbereitet, durch den Laserresonator und die Pumpeinheit geleitet und am Ende wieder an die Umgebung abgegeben.

Aus der US 2003/0007537 A1 ist ein Laserresonator mit Gasspülung bekannt. Dieses System besteht aus einem geschlossenen Gehäuse (Laserresonator), aus dem Gas in einem ersten Schritt angesaugt wird. Dieses Gas enthält Verunreinigungen wie, z.B. Wasserdampf, organische Verbindungen und kleine Partikelchen. Um diese Verunreinigungen zu entfernen, wird das Gas in einem zweiten Schritt durch ein Aufbereitungssystem geführt, in dem die Reinigung in verschiedenen Stufen mit folgender Reihenfolge erfolgt: als erstes durchläuft das Gas ein erstes Medium, z.B. Silicagel, um den Wasserdampf zu filtern, danach passiert das Gas einen organischen Filter.

Abschließend folgt ein Partikelfilter, der zur Abscheidung von Partikeln dient. Das gereinigte Gas wird dann in einem dritten Schritt wieder dem geschlossenen Gehäuse (Laserresonator) zugeführt. Das ganze System wird bei Umgebungsdruck betrieben. Desweiteren sieht das System eine

- 5 Regeneration des Wasserdampffilters mit trockenem Gas vor, welches über eine separate Leitung dem Filter zu- und vom Filter abgeführt werden kann.

- 10 Die aus der eingangs genannten US 2003/0227957 A1 bekannte Laservorrichtung umfasst einen Laserresonator, der durch ein Spülgas, wie z.B. Luft, gespült wird. Das Spülgas wird in einem geschlossenen Kreislauf geführt, in dem auch Reinigungseinrichtungen zum Reinigen des Spülgases vorgesehen sind, wobei der Spülgasdruck im Laserresonator bei Umgebungsdruck gehalten wird. Vor dem eigentlichen Laserbetrieb wird das gesamte Gasspülungssystem mit Stickstoff geflutet, um darin vorhandene Kontaminati-
- 15 onen zu entfernen und den Sauerstoffgehalt zu reduzieren, und danach mit dem Spülgas gespült.

- 20 Ein Nachteil dieser bekannten Gasspülungssysteme besteht darin, dass sie bei Umgebungsdruck betrieben werden. Ein geschlossenes Gehäuse hermetisch abzudichten, ist eine große Herausforderung und nicht immer umsetzbar. So können bei einer Undichtigkeit aus der Umgebung Verunreinigungen in das Gasspülungssystem gelangen, die sich auf Laserkomponenten absetzen können, ohne vorher aus dem Spülgas gefiltert zu werden, wodurch die Stabilität des Laserbetriebs beeinträchtigt werden
- 25 kann.

- 30 Demgegenüber ist es die Aufgabe der Erfindung, eine Laservorrichtung mit einem gasgespülten Laserresonator dahingehend weiterzubilden, dass möglichst keine Verunreinigungen aus der Umgebung in die Gasspülung gelangen können.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Laservorrichtung mit den Merkmalen von Patentanspruch 1 gelöst.

Erfindungsgemäß erfolgt die Gasspülung mit einem Spülgaskreislauf, der eine Außenluftansaugung zum Ausgleich von Leckverlusten im Spülgaskreislauf aufweist. Dieser Spülgaskreislauf wird stromabwärts des Niederdruckerzeugers bis stromaufwärts der Ansaugöffnung bei einem leichten Überdruck und mit einer definierten Leckrate betrieben. Für alle Komponenten im Spülgaskreislauf ist eine maximale Leckrate definiert. Eine definierte, aber geringe Leckrate deckt Fertigungstoleranzen ab und führt zu einer entsprechend langen Standzeit des Trockenmittelvorrats und des Filters für Partikel und organische Stoffe im Spülgaskreislauf. Gleichzeitig wird immer ein Überdruck im Laserresonator und in der Pumpeinheit gewährleistet. Durch den Einsatz einer Drossel im Rücklauf stromaufwärts der Ansaugöffnung kann die Kreislauf-
luftmenge feinjustiert werden. Das aufgrund der Leckrate fehlende Spülgas wird dem Spülgaskreislauf automatisch über die nach außen drucklos offene Spülgasansaugung wieder zugeführt. Durch den Überdruck stromaufwärts der Drossel und dem Ausgangsfilter des letzten Verbrauchers ist gewährleistet, dass keine Verunreinigungen aus der Umgebung in das System gelangen können. So kann ein stabiler Laserbetrieb und eine lange Lebensdauer des Spülsystems gewährleistet werden.

Die Erfindung betrifft in einem weiteren Aspekt auch ein Verfahren zum Spülen eines Laserresonators einer wie oben ausgebildeten Laservorrichtung mit folgendem Verfahrensschritt:
Ausgleichen eines zwischen dem Niederdruckerzeuger stromabwärts bis zu der Ansaugöffnung auftretenden Spülgas-Leckageverlusts durch Umgebungs-
luft, die aufgrund des zwischen der Ansaugöffnung und dem Niederdruckerzeuger gegenüber dem Atmosphärenluftdruck herrschenden Unterdrucks über die Ansaugöffnung angesaugt wird.

Weitere Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der Beschreibung und der Zeichnung. Ebenso können die vorstehend genannten und die noch weiter aufgeführten Merkmale je für sich oder zu mehreren in beliebigen Kombinationen Verwendung finden. Die gezeigte und beschriebene Ausführungsform ist nicht als abschließende Aufzählung zu verstehen, sondern hat vielmehr beispielhaften Charakter für die Schilderung der Erfindung.

Die einzige **Fig. 1** zeigt schematisch eine Laservorrichtung mit dem erfindungsgemäßen Spülgaskreislauf.

- 5 Die gezeigte Laservorrichtung **1** umfasst einen gasgespülten Laserresonator **2** mit einem darin vorgesehenen Festkörper-Lasermedium **6** zum Erzeugen eines Laserstrahls **3**, eine gasgespülte Pumpeinheit **4** zum optischen Pumpen des Laserresonators **2** sowie einen geschlossenen Spülgaskreislauf **10**, in dem der Laserresonator **2** und die Pumpeinheit **4** angeordnet sind. Das von
- 10 der Pumpeinheit **4** erzeugte Pumplicht ist mit **5** bezeichnet. Das im Spülgaskreislauf **10** geführte Spülgas ist Luft und dient zum Spülen des Laserresonators **2** und der Pumpeinheit **4**, um darin vorhandene Verunreinigungen (Partikel, Feuchte, organische Verbindungen) zu reduzieren.
- 15 Stromaufwärts des Laserresonators **2** weist der Spülgaskreislauf **10** sowohl einen Niederdruckerzeuger **11** zur Erzeugung eines Spülgasüberdrucks im Spülgaskreislauf **10** als auch zwischen dem Niederdruckerzeuger **11** und dem Laserresonator **2** eine Reinigungseinrichtung **12, 13** zum Reinigen des im Spülgaskreislauf **10** zirkulierenden Spülgases **A** auf. Als Spülgas kann bei-
- 20 spielsweise Luft verwendet werden, aber auch Gase mit einer anderen Zusammensetzung sind denkbar. Der z.B. als Lüfter/Gebläse ausgebildete Niederdruckerzeuger **11** dient zur Erzeugung eines Überdrucks im Bereich von ca. 100 Pa bis 5500 Pa im Spülgaskreislauf **10**. Die Reinigungseinrichtung kann ein Trockenmittel **12**, z.B. Zeolith oder Silikatgel, zum Abscheiden von
- 25 im Spülgas **A** enthaltenem Wasserdampf aufweisen. Um Partikel verschiedener Größe optimal zu filtern, kann die Reinigungseinrichtung außerdem einen mehrstufigen Partikelfilter **13a**, einen Aktivkohlefilter **13b** zur Reinigung von organischen Bestandteilen und einen abschließenden Feinstfilter **13c** aufweisen. Alternativ oder zusätzlich können auch andere Filter, wie z.B. eine Kom-
- 30 bination aus UV-LED und Molekularsieb, oder eine Kältefalle zur Reinigung der organischen Bestandteile verwendet werden. Zusätzliche Partikelfilter (Feinfilter) **14** können optional unmittelbar stromaufwärts und -abwärts des Laserresonators **2** und der Pumpeinheit **3** zum Einsatz kommen. So wird ins-

besondere eine Partikelverunreinigung auf dem Weg vom Feinstfilter 13c zum Resonator 2 unterdrückt.

5 Stromabwärts des Laserresonators 2 weist der Spülgaskreislauf 10 zwischen der Pumpeinheit 4 und dem Niederdruckerzeuger 11 eine zur Atmosphäre **15** offene Ansaugöffnung **16** auf, die der Außenluftansaugung zum Ausgleich von Leckverlusten im Spülgaskreislauf 10 dient. Der vom Niederdruckerzeuger 11 erzeugte Spülgasdruck p_1 ist größer als der Atmosphärenluftdruck p_0 . Ein
10 zwischen dem Niederdruckerzeuger 11 stromabwärts bis zu der Ansaugöffnung 16 auftretender Spülgas-Leckageverlust führt zwischen der Ansaugöffnung 16 und dem Niederdruckerzeuger 11 zu einem Unterdruck p_2 gegenüber dem Atmosphärenluftdruck p_0 ($p_2 < p_0$) und wird automatisch durch Umgebungsluft A ausgeglichen, die aufgrund dieses Unterdrucks p_2 über die Ansaugöffnung 16 angesaugt wird.

15

Um eine erhöhte Verunreinigung im Laserresonator 2 durch von außen in den Spülgaskreislauf 10 dringende ungereinigte Luft auszuschließen, wird das System bei leichtem Überdruck und mit einer definierten Leckrate betrieben. Eine Leckrate von maximal 10% je Durchlauf durch das Lasersystem hat sich
20 als besonders vorteilhaft erwiesen. Durch die Leckverluste in der Laservorrichtung 1 und die Druckerhöhung durch den Niederdruckerzeuger 11 wird Luft automatisch über die Ansaugöffnung 16 dem Spülgaskreislauf 10 zugeführt. So stellt sich die Ansaugmenge entsprechend der Leckrate im Spülgaskreislauf 10 selber ein ohne aufwändige Steuereinheiten an Ventilen.

25

Es sind auch Gasspülkreisläufe mit mehreren in Reihe oder parallel zueinander angeordneten gasgespülten Laserresonatoren und mit mehreren in Reihe oder parallel zueinander angeordneten gasgespülten Pumpeinheiten denkbar. Während des Normalbetriebs der Gasspülung wird mit einem Durchsatz im
30 Bereich von 5-100 Liter pro Stunde gearbeitet. Umfasst die Laservorrichtung 1 mehrere Laserresonatoren 2 oder Pumpeinheiten 4, kann sich der Gasverbrauch entsprechend erhöhen. Optional kann eine Drossel **17** zum Systemausgleich stromaufwärts der Ansaugöffnung 16 angebracht sein, um fertigungsbedingte Durchsatzschwankungen des Spülgases sowie bezüglich ihres

Spülgasdurchsatzes unterschiedliche Laserresonatoren mit dem gleichen Spülgaskreislauf 10 bedienen zu können.

Beim Anschalten der Laservorrichtung 1 sollte der Laserresonator 2 eine zeit-
5 lang gespült werden, um sicher zu stellen, dass die Verunreinigungen, die
sich während der Standzeit angesammelt haben, insbesondere Feuchtigkeit,
aus dem Spülgaskreislauf 10 verdrängt sind. Um die Startphase des Laserbe-
triebs zu verkürzen, kann mit einem Boostbetrieb gearbeitet werden. Dieser
ermöglicht ein schnelleres, effizienteres Spülen der Laservorrichtung 1, um so
10 schneller die gewünschten Bedingungen in der Laservorrichtung 1 beim Ein-
schaltvorgang zu erreichen. Hierbei wird für den Zeitraum der Startphase, al-
so vor dem Laserbetrieb, der Spülgaskreislauf 10 mit einem erhöhten Gas-
fluss betrieben. Dieser lässt sich über den Niederdruckerzeuger 11 steuern.
Vorteilhaft wird hierbei ein Gasfluss, der ein Vielfaches des Normalbetriebs
15 entspricht, verwendet. Ein Bereich von 5 bis 20-fach hat sich als vorteilhaft
erwiesen. Um negative Einflüsse durch Gasströmungen im Spülgaskreislauf
10 zu unterbinden sowie um mit einem minimalen Spülgasverbrauch (Ausstoß
an den Lecks) auszukommen und so die Lebensdauer des Systems zu erhö-
hen, wird während des Laserbetriebs mit einem geringeren Gasfluss im Spül-
20 gaskreislauf 10 gearbeitet.

Es hat sich auch gezeigt, dass die Gasspülung nicht über die gesamte Laser-
betriebsdauer benötigt wird. Dies ermöglicht ein gezieltes Aus- und Anschal-
ten des Spülgaskreislaufs 10 unabhängig vom Laserbetrieb. Das intermittie-
25 rende Aus- und Anschalten wird am Niederdruckerzeuger 11 geregelt. Er
kann zeitgesteuert nach einem definierten Zeitraum ab und wieder angeschal-
tet werden oder aber über ein oder mehrere Sensoren (z. B. Feuchtesensoren)
geregelt werden.

30 Alternativ könnte auch zwischen der Ansaugöffnung 16 und dem Trockenmit-
tel 12 ein Vorfilter eingebaut sein und bei der Filterstufe 13 der Filter 13c weg-
fallen.

5

Patentansprüche

1. Laservorrichtung (1) mit mindestens einem gasgespülten Laserresonator (2), der in einem Spülgaskreislauf (10) angeordnet ist, welcher stromaufwärts des Laserresonators (2) sowohl einen Niederdruckerzeuger (11) zur Erzeugung eines Spülgasüberdrucks im Spülgaskreislauf (10) als auch zwischen dem Niederdruckerzeuger (11) und dem Laserresonator (2) eine Reinigungseinrichtung (12, 13) zum Reinigen des Spülgases (A) aufweist, wobei das Spülgas (A) Luft ist, dadurch gekennzeichnet,
dass der Spülgaskreislauf (10) stromabwärts des Laserresonators (2) zwischen dem Laserresonator (2) und dem Niederdruckerzeuger (11) eine permanent zur Atmosphäre (15) offene Ansaugöffnung (16) aufweist, wobei der vom Niederdruckerzeuger (11) erzeugte Spülgasdruck (p_1) größer ist als der Atmosphärenluftdruck (p_0).
2. Laservorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Reinigungseinrichtung ein Trockenmittel (12) zum Abscheiden von im Spülgas (A) enthaltenem Wasserdampf und/oder mindestens einen Partikelfilter (13) zum Filtern des Spülgases (A) aufweist.
3. Laservorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Spülgaskreislauf (10) unmittelbar stromaufwärts und/oder unmittelbar stromabwärts des Laserresonators (2) einen Partikelfilter (13) zum Filtern des Spülgases (A) aufweist.
4. Laservorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Spülgaskreislauf (10) stromaufwärts der Ansaugöffnung (16) eine Drossel (17) zwischen dem Laserresonator (2) und der Ansaugöffnung (16) aufweist.

5. Laservorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine gasgespülte Pumpeinheit (4) zum Pumpen des Laserresonators (2) in dem Spülgaskreislauf (10) angeordnet ist.
5
6. Laservorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Pumpeinheit (4) im Spülgaskreislauf (10) stromabwärts des Laserresonators (2) zwischen dem Laserresonator (2) und der Ansaugöffnung (16) angeordnet ist.
10
7. Laservorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Leckrate des Spülgaskreislaufs (10) zwischen dem Niederdruckerzeuger (11) stromabwärts bis zur Ansaugöffnung (16) maximal 10% pro Durchlauf durch den Spülgaskreislauf (10) beträgt.
15
8. Laservorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass im Normalbetrieb des Spülgaskreislaufs (10) für jeden gasgespülten Laserresonator (2) der Durchsatz ca. 5-100 Liter pro Stunde beträgt.
20
9. Laservorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere in Reihe oder parallel zueinander angeordnete gasgespülte Laserresonatoren (2) in dem Spülgaskreislauf (10) angeordnet sind.
25
10. Laservorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere in Reihe oder parallel zueinander angeordnete gasgespülte Pumpeinheiten (4) in dem Spülgaskreislauf (10) angeordnet sind.
30
11. Verfahren zum Spülen eines Laserresonators (2) einer Laservorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche mit einem Spül-

gas (A),

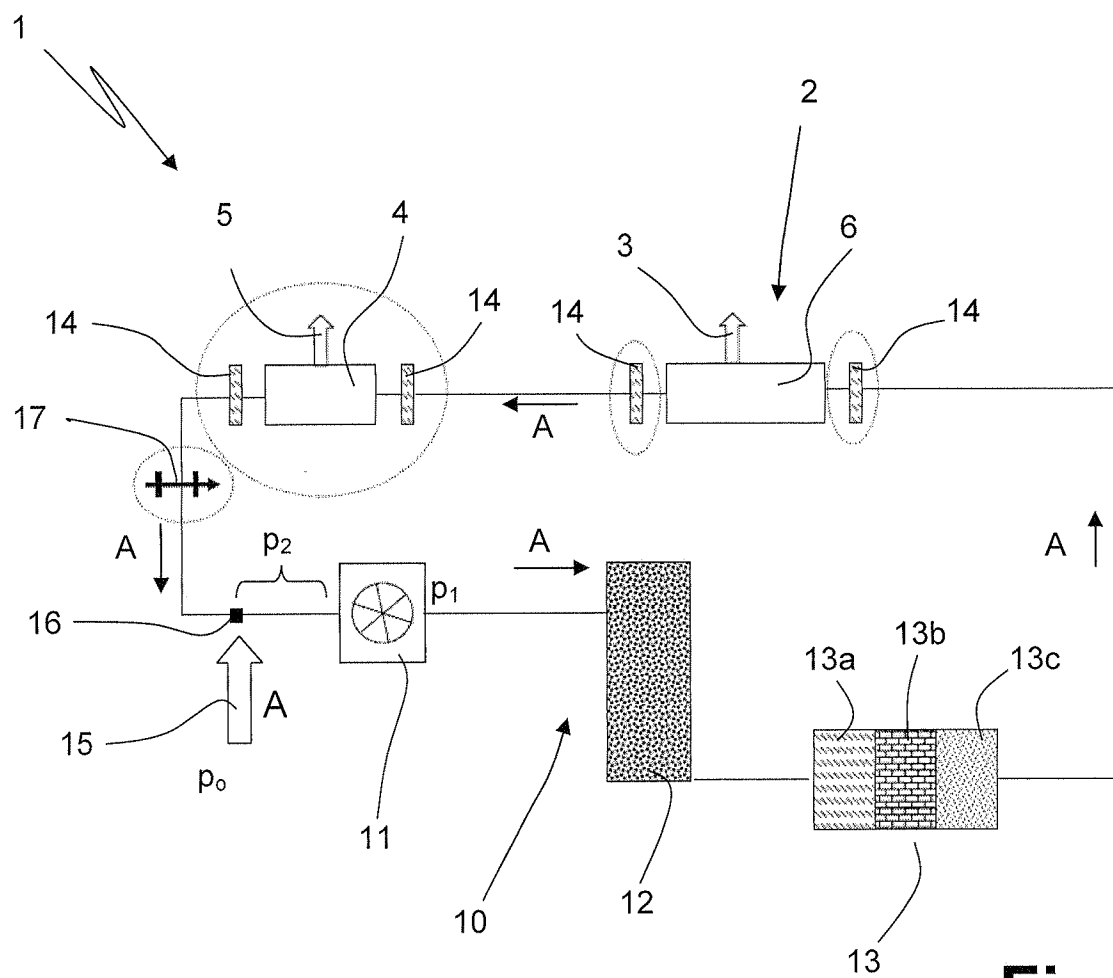
gekennzeichnet durch:

Ausgleichen eines zwischen dem Niederdruckerzeuger (11) stromabwärts bis zu der Ansaugöffnung (16) auftretenden Spülgas-

- 5 Leckageverlusts durch Umgebungsluft (A), die aufgrund des zwischen der Ansaugöffnung (16) und dem Niederdruckerzeuger (11) gegenüber dem Atmosphärenluftdruck (p_0) herrschenden Unterdrucks (p_2) über die Ansaugöffnung (16) angesaugt wird.

- 10 12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die stromabwärts des Niederdruckerzeugers (11) bis stromaufwärts der Ansaugöffnung (16) vorhandene Leckrate des Spülgaskreislaufs (10) maximal 10% pro Durchlauf durch den Spülgaskreislauf (10) beträgt.

15

**Fig. 1**

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2012/057129

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H01S3/02
ADD. H01S3/094

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, COMPENDEX, INSPEC, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2009/141746 A1 (FUJIKAWA SHUICHI [JP] ET AL) 4 June 2009 (2009-06-04)	1-3,5, 7-12
Y	paragraphs [0018] - [0030]; figures 1,2 -----	1-12
Y	US 2003/227957 A1 (PANG YANG [US]) 11 December 2003 (2003-12-11) cited in the application paragraphs [0017] - [0029]; figures 1-3 -----	1-12
Y	WO 2010/075254 A2 (AMS RES CORP [US]; KO MING [US]) 1 July 2010 (2010-07-01) page 2, line 19 - page 8, line 19; figures 1-3 -----	1-12



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

27 June 2012

Date of mailing of the international search report

05/07/2012

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Laenen, Robert

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2012/057129

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date	
US 2009141746	A1	04-06-2009	CN 101189766 A	28-05-2008
			DE 112006001413 T5	30-04-2008
			JP 4803176 B2	26-10-2011
			US 2009141746 A1	04-06-2009
			WO 2006129502 A1	07-12-2006

US 2003227957	A1	11-12-2003	EP 1512202 A1	09-03-2005
			JP 2006504252 A	02-02-2006
			US 2003227957 A1	11-12-2003
			WO 03105292 A1	18-12-2003

WO 2010075254	A2	01-07-2010	AU 2009330191 A1	07-07-2011
			CA 2746793 A1	01-07-2010
			EP 2377209 A2	19-10-2011
			US 2011310922 A1	22-12-2011
			WO 2010075254 A2	01-07-2010

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. H01S3/02

ADD. H01S3/094

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, COMPENDEX, INSPEC, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2009/141746 A1 (FUJIKAWA SHUICHI [JP] ET AL) 4. Juni 2009 (2009-06-04)	1-3,5, 7-12
Y	Absätze [0018] - [0030]; Abbildungen 1,2 -----	1-12
Y	US 2003/227957 A1 (PANG YANG [US]) 11. Dezember 2003 (2003-12-11) in der Anmeldung erwähnt Absätze [0017] - [0029]; Abbildungen 1-3 -----	1-12
Y	WO 2010/075254 A2 (AMS RES CORP [US]; KO MING [US]) 1. Juli 2010 (2010-07-01) Seite 2, Zeile 19 - Seite 8, Zeile 19; Abbildungen 1-3 -----	1-12



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 er-
scheinen 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

27. Juni 2012

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

05/07/2012

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Laenen, Robert

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2012/057129

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 2009141746	A1	04-06-2009	CN	101189766 A		28-05-2008
			DE	112006001413 T5		30-04-2008
			JP	4803176 B2		26-10-2011
			US	2009141746 A1		04-06-2009
			WO	2006129502 A1		07-12-2006

US 2003227957	A1	11-12-2003	EP	1512202 A1		09-03-2005
			JP	2006504252 A		02-02-2006
			US	2003227957 A1		11-12-2003
			WO	03105292 A1		18-12-2003

WO 2010075254	A2	01-07-2010	AU	2009330191 A1		07-07-2011
			CA	2746793 A1		01-07-2010
			EP	2377209 A2		19-10-2011
			US	2011310922 A1		22-12-2011
			WO	2010075254 A2		01-07-2010
