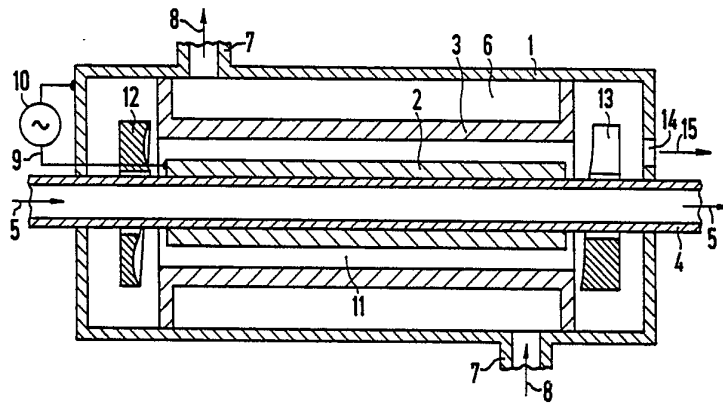


| | | |
|--|-----------|---|
| <p>(51) Internationale Patentklassifikation 5 : H01S 3/03, 3/08, 3/038</p> | <p>A1</p> | <p>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 91/15045 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 3. Oktober 1991 (03.10.91)</p> |
| <p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE91/00239 (22) Internationales Anmeldedatum: 20. März 1991 (20.03.91) (30) Prioritätsdaten: G 90 03 331.0 U 21. März 1990 (21.03.90) DE (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): ROFIN-SINAR LASER GMBH [DE/DE]; Berzeliusstraße 87, D-2000 Hamburg 74 (DE). (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US) : MARTINEN, Hinrich [DE/DE]; Gergenbusch 1H, D-2057 Reinbeck (DE). HAGE, Hermann [DE/DE]; Langbergring 65, D-2050 Hamburg 80 (DE). (74) Gemeinsamer Vertreter: SIEMENS AG; Postfach 22 16 34, D-8000 München 22 (DE).</p> | | <p>(81) Bestimmungsstaaten: AT (europäisches Patent), BE (europäisches Patent), CH (europäisches Patent), DE (europäisches Patent), DK (europäisches Patent), ES (europäisches Patent), FR (europäisches Patent), GB (europäisches Patent), GR (europäisches Patent), IT (europäisches Patent), JP, LU (europäisches Patent), NL (europäisches Patent), SE (europäisches Patent), US. Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist. Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i></p> |

(54) Title: GAS LASER

(54) Bezeichnung: GASLASER



(57) Abstract

In order to achieve higher powers in electrically excited gas lasers, the invention calls for the laser to have a discharge space (11) which is formed by two cylindrical electrodes (2, 3), disposed coaxially with respect to each other, and by two resonator mirrors (12, 13) designed so that, in the unstable mode, the laser beam is displaced transversely at each reflection until it emerges at the edge of one (13) of the mirrors which extends over only part of the discharge chamber (11).

(57) Zusammenfassung

Zur Erzielung höherer Laserleistungen ist für einen elektrisch angezeigten Gaslaser erfindungsgemäss ein Entladungsraum (11) vorgesehen, der von zwei zueinander koaxial angeordneten zylindrischen Elektroden (2, 3) sowie zwei Resonatorspiegeln (12, 13) gebildet wird, die derart gestaltet sind, dass der Laserstrahl beim instabilen Mode bei jeder Reflexion in Umfangsrichtung versetzt wird, bis er am Rande eines sich nur über einen Teil des Entladungsraumes (11) erstreckenden Resonatorspiegels (13) austritt.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Code, die zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

| | | | | | |
|----|--------------------------------|----|-----------------------------------|----|--------------------------------|
| AT | Österreich | ES | Spanien | ML | Mali |
| AU | Australien | FI | Finnland | MN | Mongolei |
| BB | Barbados | FR | Frankreich | MR | Mauritanien |
| BE | Belgien | GA | Gabon | MW | Malawi |
| BF | Burkina Faso | GB | Vereinigtes Königreich | NL | Niederlande |
| BG | Bulgarien | GN | Guinea | NO | Norwegen |
| BJ | Benin | GR | Griechenland | PL | Polen |
| BR | Brasilien | HU | Ungarn | RO | Rumänien |
| CA | Kanada | IT | Italien | SD | Sudan |
| CF | Zentrale Afrikanische Republik | JP | Japan | SE | Schweden |
| CG | Kongo | KP | Demokratische Volksrepublik Korea | SN | Senegal |
| CH | Schweiz | KR | Republik Korea | SU | Soviet Union |
| CI | Côte d'Ivoire | LI | Liechtenstein | TD | Tschad |
| CM | Kamerun | LK | Sri Lanka | TG | Togo |
| CS | Tschechoslowakei | LU | Luxemburg | US | Vereinigte Staaten von Amerika |
| DE | Deutschland | MC | Monaco | | |
| DK | Dänemark | MG | Madagaskar | | |

5

10 Gaslaser

Die Erfindung betrifft einen elektrisch angeregten Gaslaser mit zwei Elektroden, deren Abstand wesentlich geringer ist als ihre Längs- und Quererstreckung, die einen Entladungsraum
15 zwischen sich einschließen und deren zum Entladungsraum gerichtete Flächen reflektierend sind, und mit zwei Resonatorspiegeln, die an den beiden Enden des Entladungsraums angeordnet sind.

20 Bei einem bekannten Laser dieser Art (EP-A-0 305 893) ist der Entladungsraum wesentlich weniger hoch als er breit oder lang ist. Dadurch besteht der Vorteil, daß Wärme großflächig von den Elektroden aufgenommen werden kann, von wo sie dann mit Hilfe geeigneter Kühlflüssigkeiten und dergleichen abgeführt
25 werden kann. Es ist dann nicht mehr notwendig, das Lasergas mit einem besonderen Kühlkreislauf durch den Entladungsraum zu pumpen. Der Laser arbeitet dabei in Ebenen, die senkrecht zur Plattenerstreckung stehen und durch die beiden Resonatorspiegel hindurchgehen, als stabiler Resonator. In dieser Ebene hat
30 der verhältnismäßig wenig hohe Entladungsraum mit seinen verspiegelten Grenzflächen (den Elektroden) die Eigenschaften eines optischen Wellenleiters. In der Breite, d.h. senkrecht zu dieser Richtung, hat der Entladungsraum aber die Eigenschaften nicht, da er seitlich nicht durch entsprechende Wände
35 begrenzt ist und für Wellenleitereigenschaften eine viel zu große Breite aufweist. In dieser Ebene arbeitet der Resonator

nun als instabiler Resonator, wobei das Licht nicht mehr in sich selbst zurückreflektiert wird, sondern bei verschiedenen Reflektionen nacheinander in Breitenrichtung wandert, bis es den Rand des einen Resonatorspiegels erreicht und den Reso-
5 nator verläßt. Solche stabilen und instabilen Resonatoren sind nicht nur aus der eingangs genannten europäischen Patentver-
öffentlichung bekannt, sondern auch in der Literatur beschrieben (A Novel Stable-Unstable Resonator for Beam Control of
Rare-Gas Halide Lasers von O.L. Bourne und P.E. Dyer, Optics
10 Communications, Band 31, Nr. 2, Seiten 193 bis 196).

Laser der eingangs genannten Art haben zwar durchaus Vorteile. Die Nachteile bestehen aber einmal darin, daß diese Laser zur Erzielung höherer Leistungen nicht ohne weiteres vergrößert
15 werden können, da die dann erforderlichen großen ebenen Flächen nicht mit der notwendigen Genauigkeit bearbeitet werden können. Außerdem sind solche großen Flächen nicht genügend formstabil, so daß die Wellenleitereigenschaften verlorengel-
hen. Bei Hochfrequenzanregung kann man zwar die eine Elektrode
20 erden. Es bereitet aber Schwierigkeiten, die andere großflächige Elektrode zuverlässig abzuschirmen, damit Hochfrequenz nicht in unerwünschter Weise nach außen dringen kann. Schließlich haben große Platten auch den Nachteil, daß sie sehr viel Platz benötigen.

25

Die Aufgabe der Erfindung besteht in der Schaffung eines Gaslasers der eingangs genannten Art, mit dem ohne großen konstruktiven Aufwand wesentlich höhere Laserleistungen erzielt werden können.

30

Die erfindungsgemäße Lösung besteht darin, daß die Elektroden koaxiale Zylinder sind, daß sich die Schnittlinien des einen Resonatorspiegels mit Zylinderflächen, die mit den Elektroden koaxial sind, und/oder die die Schnittlinien des anderen
35 Resonatorspiegels mit den Zylinderflächen allgemein schräg zur Umfangsrichtung erstrecken, daß sich die Schnittlinien der Resonatorspiegel mit Axialebenen der Elektroden im wesent-

lichen senkrecht zur Achse erstrecken, und daß der andere Resonatorspiegel sich nur über einen Teil des Umfangs des Entladungsraums erstreckt.

5

Es wird erfindungsgemäß vom ebenen Entladungsraum mit ebenen Elektroden abgegangen. Die coaxialen Elektroden haben einmal den Vorteil, daß sie auch bei großen Abmessungen formstabiler sind als ebene Flächen. Auch die notwendige genaue Bearbeitung um einen guten Wellenleiter zu erhalten, ist bei zylindrischen Elektroden leichter. Wird die äußere Elektrode geerdet und die Hochfrequenz an die innere Elektrode angelegt, so dient die äußere Elektrode als Abschirmung. Die Abschirmungsprobleme werden also vereinfacht. Schließlich zeichnet sich die Anordnung der Erfindung auch durch einen kompakteren Aufbau aus.

10
15

Dadurch, daß die Schnittlinien des einen Resonatorspiegels mit Zylinderflächen, die mit den Elektroden coaxial sind, und/oder die Schnittlinien des anderen Resonatorspiegels mit den Zylinderflächen allgemein schräg zur Umfangsrichtung, z.B. als Teil einer Schraubenlinie, verlaufen, wird der Laserstrahl beim instabilen Mode bei jeder Reflektion in Umfangsrichtung versetzt, bis er am Rand des anderen Resonatorspiegels austritt. Da sich andererseits die Schnittlinien der Resonatorspiegel mit Axialebenen der Elektroden im wesentlichen senkrecht zur Achse erstrecken, liegt in diesen Ebenen ein stabiler Mode vor.

20
25

Was Form und Anordnung der Spiegel betrifft, so können diese am besten dadurch erläutert werden, indem man Entladungsraum und Spiegel sich in eine Ebene abgerollt denkt. In diesem Falle hat man dann gewisse Analogien mit den vorbekannten ebenen Lasern. Die Erfindung erschöpft sich aber keinesfalls darin, diese vorbekannten ebenen Laser praktisch zylindrisch "aufgerollt" zu haben. Würde man nämlich einen solchen ebenen Laser "aufrollen", so würde die ebene Wellenleitergeometrie mit zwei voneinander völlig unabhängigen Richtungen (der Ebene, in der ein Wellenleiter vorliegt und der dazu senkrechten Richtung in der Breite) wegfallen. Da der bekannte ebene

30
35

Entladungsraum eine endliche Dicke hat, würde er beim "Aufrollen" deformiert, d.h. daß vorher parallele Linien, die senkrecht zu den Plattenoberflächen stehen, nunmehr in ihrer Verlängerung auf der Achse der coaxialen Anordnung zusammen-
5 treffen. Man würde daher erwarten, daß die Unabhängigkeit des stabilen vom instabilen Mode in den zwei zueinander senkrechten Richtungen nicht mehr gegeben ist. Ob dies nun der Fall ist oder nicht, konnte theoretisch noch nicht ganz geklärt werden. Auf jeden Fall tritt aber das überraschende Ergebnis
10 ein, daß mit dem erfindungsgemäßen Laser im Prinzip eine gleich große Leistungsdichte erreicht werden kann, wobei dann die Ausgangsleistung des Lasers dadurch größer gemacht werden kann als bei den ebenen Entladungsräumen, weil wie erwähnt die coaxialen Elektroden besser und genauer mit wesentlich größeren
15 Abmessungen hergestellt werden können.

Wenn die Schnittlinien des einen (in Umfangsrichtung nicht unterbrochenen) Resonatorspiegels mit den Zylinderflächen schräg zur Umfangsrichtung verlaufen, so weisen diese Schnitt-
20 linien eine Stufe auf.

Die Schnittlinien der Spiegel mit den Zylinderflächen, die mit den Elektroden coaxial sind, können in diesen Flächen eine zum Entladungsraum gerichtete Krümmung (konkave Spiegel) oder eine
25 von diesem Entladungsraum weggerichtete Krümmung (konvexe Spiegel) haben. Es ist aber auch möglich, auf eine solche Krümmung zu verzichten, so daß dann die Schnittlinien schraubenlinienförmig bzw. in der abgewickelten Zylindermantelfläche eine Gerade wären. Die verschiedenen Möglichkeiten entsprechen
30 hierbei den verschiedenen für den instabilen Mode bei ebenen Entladungsräumen bekannten Möglichkeiten (Unstable Optical Resonators von A. E. Siegman, Applied Optics, 1974, Band 13, Nr. 2, Seiten 353 bis 367).

35 In den Axialebenen können diese Schnittlinien entweder gerade oder so gekrümmt sein, daß die Krümmungen zum Entladungsraum gerichtet sind (konkave Spiegel). Dies entspricht der nicht

vorhandenen Krümmung bzw. fokussierenden Krümmung des stabilen Modes.

Zweckmäßigerweise beträgt die Dicke des Entladungsraums
5 weniger als 1 cm, da bei größeren Abmessungen die Wellenlei-
tereigenschaften verlorengelassen. Der Innendurchmesser der
äußeren Elektrode beträgt zweckmäßigerweise mindestens 3 cm.
Die Länge der Elektroden beträgt vorteilhafterweise mindestens
10 cm.

10

Die Elektroden müssen gute Wellenleitereigenschaften aufwei-
sen. Dies kann durch Polieren der metallischen Oberfläche der
Elektroden erreicht werden. Bei einer zweckmäßigen Ausfüh-
rungsform sind die Elektroden an den zum Entladungsraum
15 gerichteten Flächen mit einem reflektierenden dielektrischen
Überzug versehen. Zweckmäßige Dielektrika sind z.B. Al_2O_3 oder
andere bekannte Materialien. Man könnte auch die Elektroden
aus einem Dielektrikum herstellen und nur mit einer metalli-
schen Beschichtung versehen.

20

Zweckmäßigerweise sind die Elektroden mit Kanälen für ein
Kühlmedium versehen. So könnte die innere Elektrode z.B. von
destilliertem Wasser durchströmt werden.

25 Da der Strahl bei Austritt aus dem Laser in zwei zueinander
senkrechten Richtungen unterschiedliche Divergenzen hat, wird
zweckmäßigerweise vorgesehen, daß am Austrittsort der Laser-
strahlung eine im wesentlichen zylindrische Optik vorgesehen
ist, damit die Divergenzen in beiden zueinander senkrechten
30 Richtungen angepaßt werden können, damit der Strahl hinterher
sehr gut fokussiert werden kann.

Als anzuregendes Lasergas könnten z.B. Edelgas-Halogenid-Gase
oder aber CO oder CO_2 verwendet werden, deren im üblichen
35 Mischungsverhältnis He und N_2 beigemischt werden, wobei in der
Mischung auch noch ein kleiner Anteil Xe enthalten sein kann.
Die Anregung des Gases kann durch Einkopplung von Hochfrequenz

im Bereich von einigen MHz bis einigen GHz erfolgen, insbesondere im Bereich von 40 bis 500 MHz. Das Gas weist zweckmäßigerweise einen Druck auf, der niedriger ist als Atmosphärendruck, zweckmäßigerweise zwischen 50 mbar und 500 mbar, obwohl
5 Abweichungen von diesem Druckbereich auch möglich sind.

Die Erfindung wird im folgenden anhand einer vorteilhaften Ausführungsform beschrieben, die das Prinzip der Erfindung in schematischer Darstellung zeigt. Es zeigen:

10

Fig. 1 einen axialen Querschnitt durch einen Laser der Erfindung;

15

Fig. 2 einen axialen Querschnitt durch einen Entladungsraum entlang der Linie II-II von Fig. 3;

Fig. 3 eine "Abrollung" des Entladungsraums; und

20

Fig. 4 eine perspektivische Darstellung des austretenden Laserstrahls.

Wie dies in Fig. 1 dargestellt ist, sind in einem Gehäuse 1 koaxial zueinander zwei zylindrische Elektroden 2 und 3 angeordnet. Die innere Elektrode 2 befindet sich dabei auf
25 einem Rohr 4, das in Richtung der Pfeile 5 von einem Kühlmedium, insbesondere destilliertem Wasser durchströmt und dadurch sehr gut gekühlt wird. Die äußere Elektrode 3 ist am Gehäuse 1 befestigt und schließt zwischen sich und dem Gehäuse 1 einen
30 Raum 6 ein, der durch Einlaß- und Auslaßstutzen 7 in Richtung der Pfeile 8 ebenfalls von einem Kühlmedium, z.B. Wasser durchströmt ist. Die äußere Elektrode 3 ist über das Gehäuse 1 geerdet, während die innere Elektrode 2 über eine Leitung 9 mit einem Hochfrequenzgenerator 10 über nicht gezeigte Anpassungsschaltelemente verbunden ist. Die aufeinander zugerichteten
35 Oberflächen der metallischen Elektroden 2 und 3 sind sehr genau gearbeitet und poliert. Sie schließen zwischen sich einen Entladungsraum 11 ein, der normalerweise eine Dicke von

nur wenigen Millimetern aufweist. An beiden axialen Enden dieses Entladungsraumes sind Resonatorspiegel 12, 13 vorgesehen, die nun im Zusammenhang mit den Fig. 2 und 3 deutlicher beschrieben werden sollen.

5

In Fig. 2 ist im wesentlichen der Axialschnitt der Fig. 1, und zwar der untere Teil gezeigt, wenn auch in etwas größerem Maßstab. In dieser Ebene ist der linke Resonatorspiegel 12 konkav gekrümmt, während der rechte Resonatorspiegel 13 eben ist. Genauer gesagt haben die Schnittlinien der Spiegel 12, 13 mit der Axialebene diese Form. In dieser Ebene kann sich ein stabiler Mode ausbilden.

In der dazu senkrechten Richtung, die in Fig. 3 abgerollt dargestellt ist, ist der Entladungsraum nicht begrenzt. In dieser abgerollten Ebene haben die Spiegel 12 und 13 konkave bzw. konvexe Form, wobei die Krümmungsmittelpunkte versetzt angeordnet sind, so daß ein auf einen Spiegel treffender Strahl nicht in sich selbst reflektiert wird, sondern zickzackmäßig zum Rand des Spiegels 13 wandert. Bei diesem instabilen Mode verläßt der Strahl dann am Rand des Spiegels 13 den Laser und tritt durch das Austrittsfenster 14 in Richtung des Pfeiles 15 aus.

Der Laserstrahl hat dabei, wie dies in Fig. 4 gezeigt ist, in den beiden zueinander senkrechten Richtungen (Umfangsrichtung und Radialrichtung) unterschiedliche Divergenzen. Der Strahl wird dann in einer Richtung durch eine axiale Optik 16 aufgeweitet, so daß er in beiden zueinander senkrechten Richtungen die gleiche Divergenz aufweist und anschließend gut fokussiert werden kann.

35

Patentansprüche

1. Elektrisch angeregter Gaslaser mit zwei Elektroden, deren Abstand wesentlich geringer ist als ihre Längs- und Querer-
5 streckung, die einen Entladungsraum zwischen sich einschließen und deren zum Entladungsraum gerichtete Flächen reflektierend sind, und mit zwei Resonatorspiegeln, die an den beiden Enden des Entladungsraums angeordnet sind,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die Elek-
10 troden (2, 3) koaxiale Zylinder sind, daß sich die Schnittlinien des einen Resonatorspiegels (12) mit Zylinderflächen, die mit den Elektroden (2, 3) koaxial sind, und/oder die die Schnittlinien des anderen Resonatorspiegels (13) mit den Zylinderflächen allgemein schräg zur Umfangsrichtung erstrecken,
15 daß sich die Schnittlinien der Resonatorspiegel (12, 13) mit Axialebenen der Elektroden (2, 3) im wesentlichen senkrecht zur Achse erstrecken, und daß der andere Resonatorspiegel (13) sich nur über einen Teil des Umfangs des Entladungsraums (11) erstreckt.
- 20
2. Gaslaser nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die Schnittlinien des einen Resonatorspiegels (12) mit den Zylinderflächen eine Stufe aufweisen, und sich auf beiden Seiten der Stufe allgemein schräg zur Um-
25 fangsrichtung erstrecken.
3. Gaslaser nach Anspruch 1 oder 2, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß sich die Schnittlinien des einen Resonatorspiegels (12) mit den Zylinderflächen auf
30 beiden Seiten der Stufe mit einer zum Entladungsraum (11) gerichteten Krümmung mit in Umfangsrichtung versetzten Krümmungsmittelpunkten erstrecken.
4. Gaslaser nach Anspruch 1 oder 2, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß sich die Schnittlinien des
35 einen Resonatorspiegels (12) mit den Zylinderflächen auf bei-

den Seiten der Stufe mit einer vom Entladungsraum (11) weg gerichteten Krümmung mit in Umfangsrichtung versetzten Krümmungsmittelpunkten erstrecken.

5 5. Gaslaser nach einem der Ansprüche 1 bis 4, d a d u r c h
g e k e n n z e i c h n e t , daß die Schnittlinien des
anderen Resonatorspiegels (13) mit den Zylinderflächen eine
vom Entladungsraum (11) weg gerichtete Krümmung mit in Um-
fangsrichtung versetzten Krümmungsmittelpunkten aufweisen.

10

6. Gaslaser nach einem der Ansprüche 1 bis 4, d a d u r c h
g e k e n n z e i c h n e t , daß die Schnittlinien des
anderen Resonatorspiegels (13) mit den Zylinderflächen eine
zum Entladungsraum (11) gerichtete Krümmung mit in Umfangs-
15 richtung versetzten Krümmungsmittelpunkten aufweisen.

7. Gaslaser nach einem der Ansprüche 1 bis 6, d a d u r c h
g e k e n n z e i c h n e t , daß mindestens einer der Re-
sonatorspiegel (12, 13) mit Axialebenen der Elektroden (2, 3)
20 Schnittlinien bildet, die gerade sind und senkrecht zur Achse
stehen.

8. Gaslaser nach einem der Ansprüche 1 bis 7, d a d u r c h
g e k e n n z e i c h n e t , daß der eine Resonatorspiegel
25 (12) mit Axialebenen der Elektroden (2, 3) Schnittlinien bil-
det, die eine zum Entladungsraum (11) gerichtete Krümmung mit
Krümmungsmittelpunkten aufweisen, die in der Mitte des Ent-
ladungsraums (11) zwischen den einander gegenüberstehenden
Elektroden (2, 3) angeordnet sind.

30

9. Gaslaser nach einem der Ansprüche 1 bis 8, d a d u r c h
g e k e n n z e i c h n e t , daß der andere Resonatorspie-
gel (13) mit Axialebenen der Elektroden (2, 3) Schnittlinien
bildet, die eine zum Entladungsraum (11) gerichtete Krümmung
35 mit Krümmungsmittelpunkten aufweisen, die in der Mitte des

Entladungsraums (11) zwischen den einander gegenüberstehenden Elektroden (2, 3) angeordnet sind.

10. Gaslaser nach einem der Ansprüche 1 bis 9, d a d u r c h
5 g e k e n n z e i c h n e t , daß die Dicke des Entladungs-
raums (11) weniger als 1 cm beträgt.

11. Gaslaser nach einem der Ansprüche 1 bis 10, d a d u r c h
g e k e n n z e i c h n e t , daß der Innendurchmesser der
10 äußeren Elektrode (3) mindestens 3 cm beträgt.

12. Gaslaser nach einem der Ansprüche 1 bis 11, d a d u r c h
g e k e n n z e i c h n e t , daß die Länge der Elektroden
(2, 3) mindestens 10 cm beträgt.

15 13. Gaslaser nach einem der Ansprüche 1 bis 12, d a d u r c h
g e k e n n z e i c h n e t , daß die Elektroden (2, 3) an
den zum Entladungsraum (11) gerichteten Flächen mit einem re-
flektierenden dielektrischen Überzug versehen sind.

20 14. Gaslaser nach einem der Ansprüche 1 bis 13, d a d u r c h
g e k e n n z e i c h n e t , daß die Elektroden (2, 3) mit
Kanälen (4, 6) für ein Kühlmedium versehen sind.

25 15. Gaslaser nach einem der Ansprüche 1 bis 14, d a d u r c h
g e k e n n z e i c h n e t , daß er am Austrittsort der
Laserstrahlung (15) eine im wesentlichen zylindrische Optik
(16) aufweist.

30 16. Elektrisch angeregter Gaslaser mit folgenden Merkmalen:

- a) Ein Entladungsraum (11) ist zwischen koaxialen hohl-
zylindrischen Elektroden (2, 3) angeordnet,
- b) der Entladungsraum (11) ist an seinen Enden jeweils mit
einem Resonatorspiegel (12, 13) versehen,
- 35 c) die Schnittlinie wenigstens eines der Resonatorspiegel
(12, 13) mit einer zu den Elektroden (2, 3) koaxialen

Zylinderfläche erstreckt sich schräg zur Umfangsrichtung,
d) die Schnittlinien der Resonatorspiegel (12, 13) mit einer
Axialebene der Elektroden (2, 3) verlaufen im wesentlichen
senkrecht zur Achse, und

5 e) wenigstens ein Resonatorspiegel (13) erstreckt sich nur
über einen Teil des Umfangs des Entladungsraumes (11).

17. Gaslaser nach Anspruch 16, d a d u r c h g e k e n n -
z e i c h n e t , daß die Schnittlinien eines der Resonator-
10 spiegel (12) mit den Zylinderflächen eine Stufe aufweisen,
und sich auf beiden Seiten der Stufe allgemein schräg zur Um-
fangsrichtung erstrecken.

18. Gaslaser nach Anspruch 16 oder 17, d a d u r c h g e -
15 k e n n z e i c h n e t , daß sich die Schnittlinien eines
der Resonatorspiegel (12) mit den Zylinderflächen auf beiden
Seiten der Stufe mit einer zum Entladungsraum (11) gerichteten
Krümmung mit in Umfangsrichtung versetzten Krümmungsmittel-
punkten erstrecken.

20 19. Gaslaser nach Anspruch 16 oder 17, d a d u r c h g e -
k e n n z e i c h n e t , daß sich die Schnittlinien eines
der Resonatorspiegel (12) mit den Zylinderflächen auf bei-
den Seiten der Stufe mit einer vom Entladungsraum (11) weg ge-
25 richteten Krümmung mit in Umfangsrichtung versetzten
Krümmungsmittelpunkten erstrecken.

20. Gaslaser nach einem der Ansprüche 16 bis 19, d a -
d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die Schnitt-
30 linien des anderen Resonatorspiegels (13) mit den Zylinder-
flächen eine vom Entladungsraum (11) weg gerichtete Krümmung
mit in Umfangsrichtung versetzten Krümmungsmittelpunkten
aufweisen.

35 21. Gaslaser nach einem der Ansprüche 16 bis 19, d a -
d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die Schnitt-

linien des anderen Resonatorspiegels (13) mit den Zylinderflächen eine zum Entladungsraum (11) gerichtete Krümmung mit in Umfangsrichtung versetzten Krümmungsmittelpunkten aufweisen.

5 22. Gaslaser nach einem der Ansprüche 16 bis 21, d a-
d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß mindestens
einer der Resonatorspiegel (12, 13) mit Axialebenen der
Elektroden (2, 3) Schnittlinien bildet, die gerade sind und
senkrecht zur Achse stehen.

10

23. Gaslaser nach einem der Ansprüche 16 bis 22, d a-
d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß der eine
Resonatorspiegel (12) mit Axialebenen der Elektroden (2, 3)
Schnittlinien bildet, die eine zum Entladungsraum (11)
15 gerichtete Krümmung mit Krümmungsmittelpunkten aufweisen, die
in der Mitte des Entladungsraums (11) zwischen den einander
gegenüberstehenden Elektroden (2, 3) angeordnet sind.

24. Gaslaser nach einem der Ansprüche 16 bis 23, d a-
20 d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß der andere
Resonatorspiegel (13) mit Axialebenen der Elektroden (2, 3)
Schnittlinien bildet, die eine zum Entladungsraum (11)
gerichtete Krümmung mit Krümmungsmittelpunkten aufweisen, die
in der Mitte des Entladungsraums (11) zwischen den einander
25 gegenüberstehenden Elektroden (2, 3) angeordnet sind.

25. Gaslaser nach einem der Ansprüche 16 bis 24, d a-
d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die Dicke des
Entladungsraums (11) weniger als 1 cm beträgt.

30

26. Gaslaser nach einem der Ansprüche 16 bis 25, d a-
d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß der Innen-
durchmesser der äußeren Elektrode (3) mindestens 3 cm be-
trägt.

35

27. Gaslaser nach einem der Ansprüche 16 bis 26, d a-
d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die Länge der
Elektroden (2, 3) mindestens 10 cm beträgt.

5 28. Gaslaser nach einem der Ansprüche 16 bis 27, d a-
d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die Elektro-
den (2, 3) an den zum Entladungsraum (11) gerichteten Flächen
mit einem reflektierenden dielektrischen Überzug versehen
sind.

10

29. Gaslaser nach einem der Ansprüche 16 bis 28, d a-
d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die Elektro-
den (2, 3) mit Kanälen (4, 6) für ein Kühlmedium versehen
sind.

15

30. Gaslaser nach einem der Ansprüche 16 bis 29, d a-
d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß er am Aus-
trittsort der Laserstrahlung (15) eine im wesentlichen
zylindrische Optik (16) aufweist.

20

25

30

35

1/2

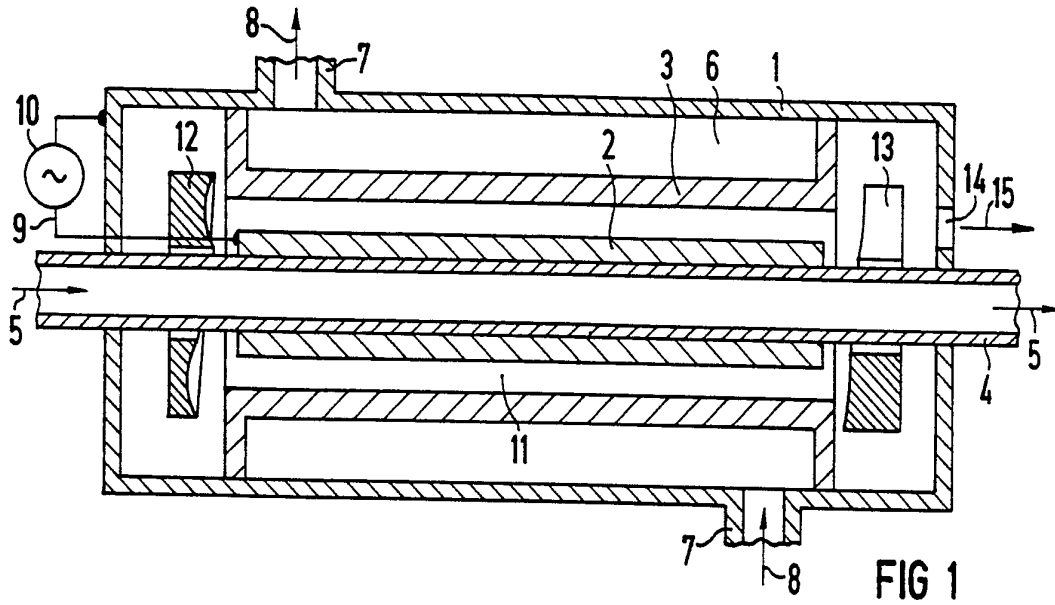


FIG 1

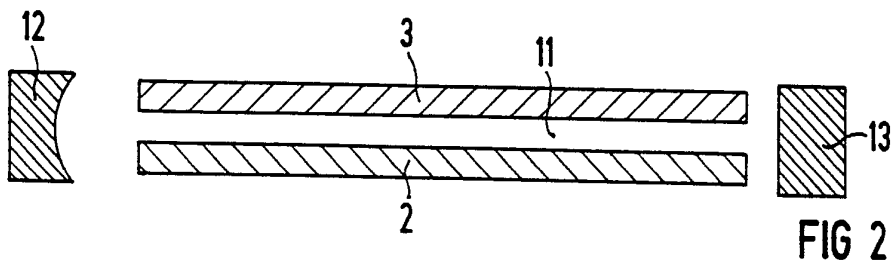


FIG 2

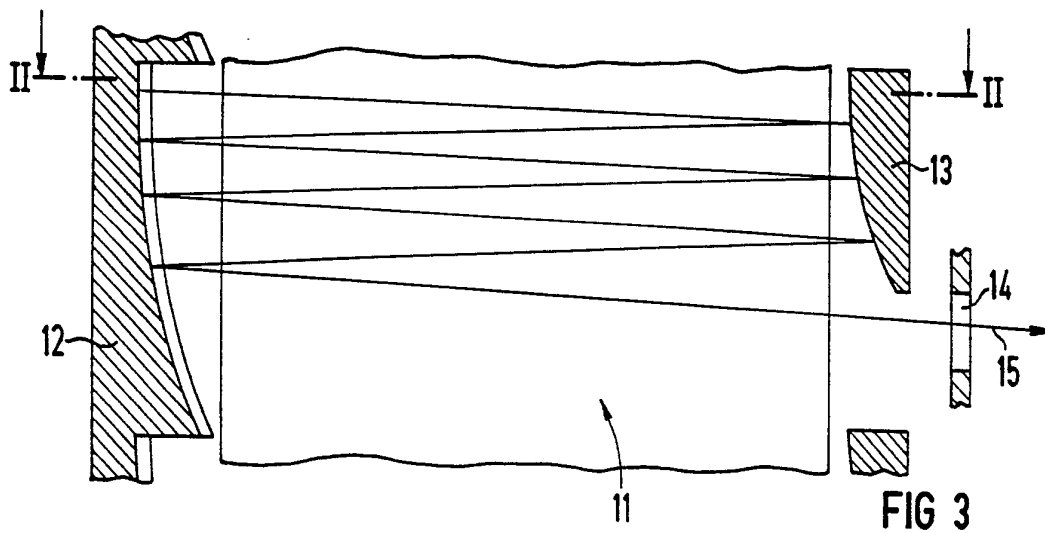


FIG 3

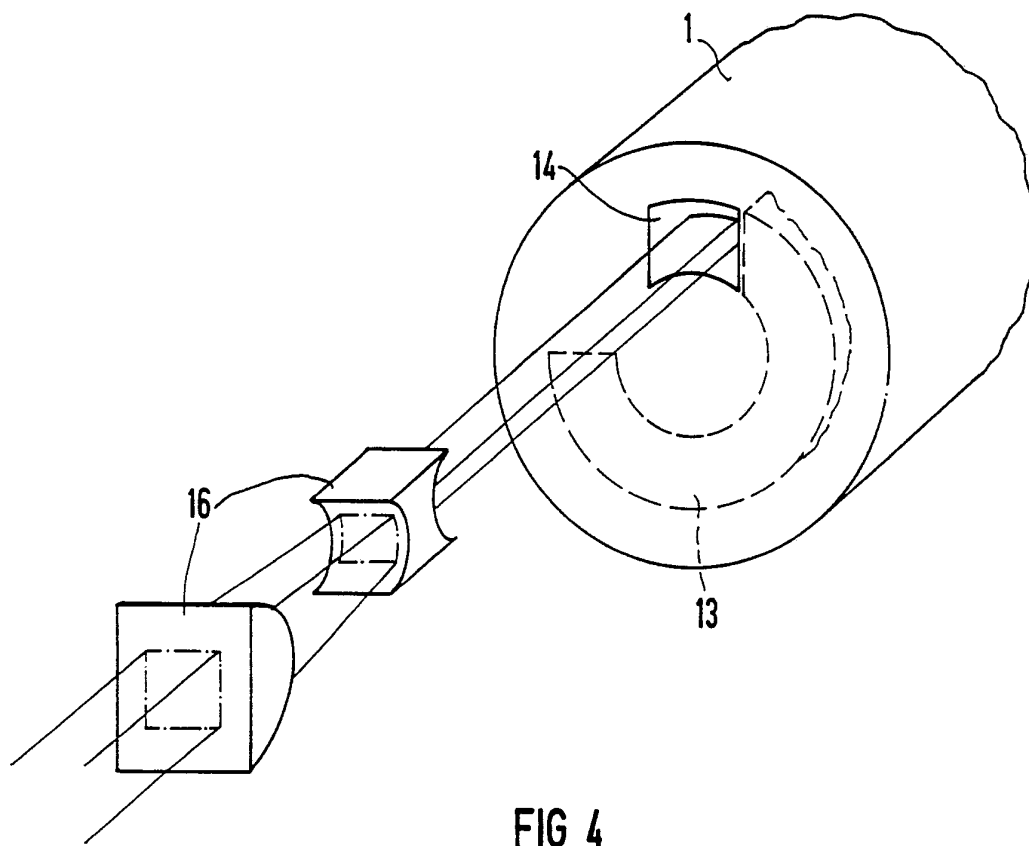


FIG 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No PCT/DE91/00239

| | | |
|--|--|-------------------------------------|
| I. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER (if several classification symbols apply, indicate all) ⁶ | | |
| According to International Patent Classification (IPC) or to both National Classification and IPC | | |
| Int. Cl. ⁵ : H01S 3/03, H01S 3/08, H01S 3/038 | | |
| II. FIELDS SEARCHED | | |
| Minimum Documentation Searched ⁷ | | |
| Classification System | Classification Symbols | |
| Int. Cl. ⁵ | H01S | |
| Documentation Searched other than Minimum Documentation to the Extent that such Documents are Included in the Fields Searched ⁸ | | |
| | | |
| III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT ⁹ | | |
| Category * | Citation of Document, ¹¹ with indication, where appropriate, of the relevant passages ¹² | Relevant to Claim No. ¹³ |
| A | Applied Physics Letters, Vol. 51, No.7, 17 August 1987, (New York, NY, US) J.G. Xin et al.: "Compact, multipass, single transverse mode CO ₂ laser", pages 469-471 see abstract, page 1 | 1,16 |
| A | EP, A, 0305893 (DEUTSCHE FORSCHUNGS- UND VERSUCHSANSTALT FÜR LUFT- UND RAUMFAHRT) 8 March 1989, see abstract, page 1 cited in the application | 1,16 |
| A | Applied Physics Letters, Vol.54, No.20, 15 May 1989, (New York, US) P.E. Jackson et al.: "CO ₂ large-area discharge laser using an unstable-waveguide hybrid resonator", pages 1950-1952, see abstract; figure 1 | 1,16 |
| ----- | | |
| <p>* Special categories of cited documents: ¹⁰</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"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)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>"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</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step</p> <p>"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.</p> <p>"&" document member of the same patent family</p> | | |
| IV. CERTIFICATION | | |
| Date of the Actual Completion of the International Search | Date of Mailing of this International Search Report | |
| 14 June 1991 (14.06.91) | 29 August 1991 (29.08.91) | |
| International Searching Authority | Signature of Authorized Officer | |
| European Patent Office | | |

**ANNEX TO THE INTERNATIONAL SEARCH REPORT
ON INTERNATIONAL PATENT APPLICATION NO.**

DE 9100239

SA 45435

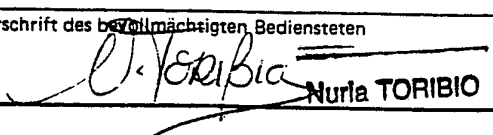
This annex lists the patent family members relating to the patent documents cited in the above-mentioned international search report. The members are as contained in the European Patent Office EDP file on 08/08/91
The European Patent Office is in no way liable for these particulars which are merely given for the purpose of information.

| Patent document cited in search report | Publication date | Patent family member(s) | Publication date |
|--|------------------|-------------------------|------------------|
| EP-A- 0305893 | 08-03-89 | DE-A- 3729053 | 16-03-89 |
| | | JP-A- 1257382 | 13-10-89 |
| | | US-A- 4939738 | 03-07-90 |
| ----- | | | |

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 91/00239

| | | |
|--|--|----------------------------------|
| I. KLASSIFIKATION DES ANMELDUNGSGEGENSTANDS (bei mehreren Klassifikationssymbolen sind alle anzugeben) ⁶ | | |
| Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC | | |
| Int.Cl. ⁵ H 01 S 3/03, H 01 S 3/08, H 01 S 3/038 | | |
| II. RECHERCHIERTE SACHGEBIETE | | |
| Recherchiertes Mindestprüfstoff ⁷ | | |
| Klassifikationssystem | Klassifikationssymbole | |
| Int.Cl. ⁵ | H 01 S | |
| Recherchierte nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Sachgebiete fallen ⁸ | | |
| | | |
| III. EINSCHLÄGIGE VERÖFFENTLICHUNGEN⁹ | | |
| Art* | Kennzeichnung der Veröffentlichung ¹¹ , soweit erforderlich unter Angabe der maßgeblichen Teile ¹² | Betr. Anspruch Nr. ¹³ |
| A | Applied Physics Letters, Band 51, Nr. 7, 17. August 1987 (New York, NY, US) J.G. Xin et al.: "Compact, multipass, single transverse mode CO ₂ laser", Seiten 469-471 siehe Zusammenfassung, Seite 1 -- | 1,16 |
| A | EP, A, 0305893 (DEUTSCHE FORSCHUNGS- UND VERSUCHS-ANSTALT FÜR LUFT- UND RAUMFAHRT) 8. März 1989 siehe Zusammenfassung, Seite 1 in der Anmeldung erwähnt -- | 1,16 |
| A | Applied Physics Letters, Band 54, Nr. 20, 15. Mai 1989 (New York, US) P.E. Jackson et al.: "CO ₂ large-area discharge laser using an unstable-waveguide hybrid resonator", Seiten 1950-1952, siehe Zusammenfassung; Figur 1 | 1,16 |
| <p>* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen¹⁰:</p> <p>"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist</p> <p>"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"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)</p> <p>"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht</p> <p>"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"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</p> <p>"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden</p> <p>"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist</p> <p>"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist</p> | | |
| IV. BESCHEINIGUNG | | |
| Datum des Abschlusses der internationalen Recherche | Absendedatum des internationalen Recherchenberichts | |
| 14. Juni 1991 | 29.08.91 | |
| Internationale Recherchenbehörde | Unterschrift des bevollmächtigten Bediensteten | |
| Europäisches Patentamt |  Nurla TORIBIO | |

**ANHANG ZUM INTERNATIONALEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE INTERNATIONALE PATENTANMELDUNG NR.**

DE 9100239
 SA 45435

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten internationalen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am 08/08/91
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

| Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument | Datum der Veröffentlichung | Mitglied(er) der Patentfamilie | Datum der Veröffentlichung |
|--|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| EP-A- 0305893 | 08-03-89 | DE-A- 3729053 | 16-03-89 |
| | | JP-A- 1257382 | 13-10-89 |
| | | US-A- 4939738 | 03-07-90 |
| ----- | | | |

EPO FORM P0473