

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 260/2008

(51) Int. Cl.⁸: H01S 3/034 (2006.01)

(22) Anmeldetag: 18.02.2008

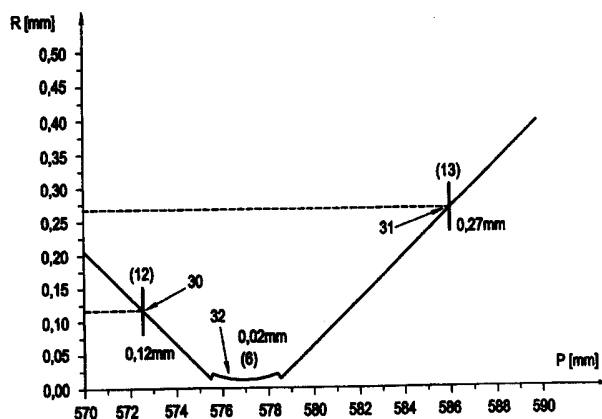
(43) Veröffentlicht am: 15.09.2009

(73) Patentinhaber:

FEMTOLASERS PRODUKTIONS GMBH
A-2100 KORNEUBURG (AT)

(54) **LASERKRISTALLEINRICHTUNG**

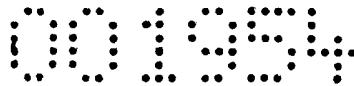
(57) Laserkristalleinrichtung (1) für Kurzpulslaser, mit einem Behälter (4), dessen Inneres gegenüber der Umgebung abgedichtet ist, und der Fenster für den Durchtritt von Laserstrahlung enthält, die im Betrieb durch einen Laserkristall hindurchgeht, wobei im Inneren des Behälters eine Halterung (5) für den Laserkristall (6) angebracht ist; die Fenster befinden sich in einem, bezogen auf die Laserstrahleigenschaften, genügend großen Abstand von der Stelle des Laserkristalls, bei dem der Strahlquerschnitt an den Fenstern ausreichend groß ist, um eine im Vergleich zur Spitzenintensität der Laserstrahlung am Laserkristall geringere Spitzenintensität an den Fenstern, zur Vermeidung von Degenerierungsprozessen an den Fenstern, sicherzustellen.



Zusammenfassung:

Laserkristalleinrichtung (1) für Kurzpuls-laser, mit einem Behälter (4), dessen Inneres gegenüber der Umgebung abgedichtet ist, und der Fenster für den Durchtritt von Laserstrahlung enthält, die im Betrieb durch einen Laserkristall hindurchgeht, wobei im Inneren des Behälters eine Halterung (5) für den Laserkristall (6) angebracht ist; die Fenster befinden sich in einem, bezogen auf die Laserstrahleigenschaften, genügend großen Abstand von der Stelle des Laserkristalls, bei dem der Strahlquerschnitt an den Fenstern ausreichend groß ist, um eine im Vergleich zur Spitzenintensität der Laserstrahlung am Laserkristall geringere Spitzenintensität an den Fenstern, zur Vermeidung von Degenerierungsprozessen an den Fenstern, sicherzustellen.

(Fig. 7)



Die Erfindung betrifft eine Laserkristalleinrichtung mit einem Behälter, dessen Inneres gegenüber der Umgebung abgedichtet ist, und der Fenster für den Durchtritt von Laserstrahlung enthält, die im Betrieb durch einen Laserkristall hindurchgeht.

Weiters bezieht sich die Erfindung auf Laseroszillatoren mit einer solchen Laserkristalleinrichtung.

Moderne Laseroszillatoren für die Erzeugung von kurzen Laserpulsen haben aufgrund der kurzen Pulsdauer ungeachtet der geringen Durchschnittsleistung eine hohe Spitzenleistung. Dadurch kann bei modenverkoppelten Femtosekunden-Laseroszillatoren, z.B. mit einer Pulsdauer unter 100 fs, durch die hohe Intensität der Laserstrahlung, d.h. durch die hohe Spitzenleistung, eine Degradation der Kristalloberfläche die Folge sein, selbst wenn die Fluenz an der Kristalloberfläche allgemein weit unterhalb der Zerstörschwelle des Kristalls liegt. Eine solche Schädigung der Kristalloberfläche führt zu Störungen im Laserbetrieb und zu einer höheren Absorption des Kristalls sowie in der Folge zu einer Zerstörung des Laserkristalls.

Die Beeinträchtigung der Kristalloberfläche hängt von der den Kristall umgebenden Atmosphäre und von der Intensität der Laserstrahlung ab. Im Fall einer reinen Atmosphäre bzw. einer niedrigen Laserintensität kommt es zu keiner Degradierung des Laserkristalls. Andererseits hat es sich gezeigt, dass es selbst in Reinnräumen zu Degradierungsprozessen kommen kann, etwa wenn in der Nähe der Lasereinrichtung elektronische Geräte ausgasen.

In der EP 1 034 584 B ist eine Laserkristalleinrichtung für einen Laserverstärker geoffenbart, bei der der Laserkristall in einem dicht gekapselten Behälter mit Laserstrahl-Einkoppelfens-tern untergebracht ist. Das Innere des Behälters wird hier evakuiert und/oder mittels einer Trocknungssubstanz trocken gehalten. Hintergrund dieser Maßnahmen ist hier, dass der Laserkristall mithilfe von Peltierelementen stark gekühlt werden soll, um einen hohen Wirkungsgrad des Laserverstärkers, dem der Laserkristall zugeordnet ist, zu erzielen, wobei durch die Evakuierung oder Trocknung des Behälterinneren das Einbrennen von Kondenswasser bzw. Eis an der Kristalloberfläche verhindert wer-

den soll.

Es kann aber auch ohne eine derartige starke Kühlung in Laseroszillatoren zu einer Degradierung der Kristalloberfläche kommen, wenn die Umgebung des Laserkristalls nicht als „reine“ Atmosphäre vorliegt. Weiters hat sich gezeigt, dass auch die in den Behältern vorgesehenen Fenster, über die das Laserlicht zum Kristall gelangt bzw. ausgekoppelt wird, einer Degradierung unterliegen können, wodurch der Betrieb der Lasereinrichtung, zu der der Laserkristall gehört, ebenfalls beeinträchtigt werden kann. Diesem letzteren Umstand wurde bisher offensichtlich kaum Bedeutung beigemessen, obwohl die Fenster die Grenze zur äußeren Umgebung bilden, vielmehr haben sich alle Anstrengungen darauf konzentriert, die direkte Umgebung des Laserkristalls - mit Hilfe eines gekapselten Behälters - möglichst rein zu halten. Sofern ein gekapselter Behälter vorliegt, wie etwa gemäß EP 1 034 584 B, wurden allerdings Fenster für einen Durchtritt der Laserstrahlung als Brewster-Fenster vorgesehen, wobei durch die Anordnung der Fenster gemäß dem Brewsterwinkel einer Reflexion am Fenster entgegengewirkt wird.

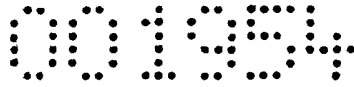
Es ist nun Aufgabe der Erfindung, eine Laserkristalleinrichtung der eingangs angeführten Art so auszubilden, dass auch etwaige Beeinträchtigungen durch Degradierungseffekte an den Fenstern des Behälters vermieden bzw. minimiert werden.

Dies kann gemäß der Erfindung in im Nachhinein verblüffend einfacher Weise dadurch erreicht werden, dass sich die Fenster in einem, bezogen auf die Laserstrahleigenschaften, genügend großen Abstand von der Stelle des Laserkristalls befinden, bei dem der Strahlquerschnitt an den Fenstern ausreichend groß ist, um eine im Vergleich zur Spitzenintensität der Laserstrahlung am Laserkristall geringere Spitzenintensität an den Fenstern, zur Vermeidung von Degenerierungsprozessen an den Fenstern, sicherzustellen.

Bei der vorliegenden Laserkristalleinrichtung werden somit die für die Laserstrahlung vorgesehenen Fenster (die z.B. aus Quarzglas bestehen) so relativ zum Laserkristall platziert, dass die Spitzenintensität der Laserstrahlung an den Fenstern deutlich

geringer ist als an der Kristalloberfläche, wodurch Degenerierungsprozesse an den Fenstern vermieden werden. Diese Verringerung oder Minimierung der Intensität der Laserstrahlung an den Fenstern wird durch einen entsprechenden Abstand der Fenster vom Laserkristall erzielt, wobei der Umstand genützt wird, dass der Laserstrahl auf den Laserkristall fokussiert ist, d.h. eine konvergente Form hat und daher in Abstand vom Laserkristall einen größeren Strahlquerschnitt aufweist als direkt an der Kristalloberfläche. Zuzufolge dieser Laserstrahlgeometrie, in Abstimmung mit der allgemeinen Energie bzw. Intensität des Laserstrahls, wird daher erreicht, dass der Laserstrahl am Ort der Fenster eine im Vergleich zur Intensität der Strahlung an der Stelle des Laserkristalls wesentlich geringere Intensität aufweist, so dass eine Beeinträchtigung der Oberfläche des Quarzglas der Fenster vermieden wird. Der Abstand der Fenster vom Laserkristall richtet sich dabei in erster Linie nach dem Fokussierungsgrad der Laserstrahlung, d.h. je größer der Konvergenzwinkel ist, desto kürzer kann der Abstand sein, wogegen die Fenster relativ weit vom Laserkristall anzuordnen sind, wenn die Konvergenz des Laserstrahls eher gering ist. Mit berücksichtigt werden muss natürlich bei der Wahl des Abstandes auch die grundsätzliche Leistung der Laserstrahlung, genauer die jeweilige Spitzenleistung im Hinblick auf die kurzen Pulsdauern. Als Beispiel kann hier angegeben werden, dass im Fall einer Laserstrahlung mit einer Wellenlänge von 800 nm und einer Pulsdauer von 20 fs eine Spitzenleistung von 1,5 MW gegeben ist, wobei im Fall eines Konvergenzwinkels (halber Öffnungswinkel) des Laserstrahls im Bereich des Laserkristalls und seines Behälters von ca. $2,3^\circ$ ein Abstand zwischen dem Laserkristall und den Fenstern von ca. 3 mm bzw. 8 mm ausreichend ist.

Bei Fokussierung der Laserstrahlung in den Laserkristall wird durch die angegebene Wahl des Abstands der Fenster vom Laserkristall eine Vergrößerung des Strahldurchmessers am Ort der Fenster erreicht. Diese Vergrößerung kann noch stärker sein, wenn die Fenster unter einem möglichst großen Winkel, vorzugsweise dem Brewsterwinkel, schräg zur Strahlachse angeordnet werden. Durch diese Schrägstellung wird, wie unmittelbar einzusehen sein wird, zusätzlich eine Vergrößerung der Fläche, gemäß der der Laserstrahl durch die Fenster hindurchtritt, erzielt, so



dass auch dadurch die Spitzenintensität der Laserstrahlung am Fenster verringert wird.

Wie bereits vorstehend erwähnt ist es bereits bekannt, das Innere des Behälters, in dem der Laserkristall angeordnet ist, zu evakuieren oder aber mithilfe eines Trocknungsmittels trocken zu halten. Diese Maßnahmen zielen auf eine Minimierung der Feuchtigkeit im Behälterinneren ab. Wie sich jedoch gezeigt hat, kann die Kristalloberfläche ganz allgemein durch verschiedenste Stoffe, Gase oder Partikel, in der Umgebung beeinträchtigt werden, wenn sich der Laserkristall aufgrund dieser Atmosphäre zu beschlagen beginnt. Bevorzugt enthält daher das Behälterinnere eine technisch reine Atmosphäre, wobei dann keine Degradierung des Laserkristalls, auch bei relativ hohen Laserintensitäten, stattfindet. Unter einer technisch reinen Atmosphäre ist dabei zu verstehen, dass keine Aerosole aus technischen oder natürlichen Quellen vorhanden sind.

Es wird hier besonders bevorzugt, wenn der Behälter mit Edelgas oder mit reiner Luft gefüllt ist, bzw. wenn er ein Gas mit einem hohen Ionisationspotential, wie ein Edelgas enthält. Im Fall eines derartigen Gases mit hohem Ionisationspotential ergibt sich, dass die Intensität des Laserstrahls nicht zur Ionisation der Moleküle ausreicht.

Andererseits ist es aber selbstverständlich auch möglich, das Innere des Behälters wie an sich bekannt zu evakuieren.

Wie erwähnt kommt es aufgrund der hohen Intensität des Laserlichts nahe dem Laserkristall zu einer Degradation der Kristalloberfläche und damit zu einer Reduktion der Ausgangsleistung sowie zu Instabilitäten; diese Degradation ergibt sich auch trotz äußerst sorgfältiger Abdichtung des Behälters, sorgfältiger Wahl der Materialien und langer Wärmebehandlung der jeweiligen Bauteile, da ein allmähliches Ausgasen von restlichen chemischen Stoffen nicht vermieden werden kann. Diese Stoffe werden durch das intensive elektrische Feld nahe dem Kristall gecrackt und die Partikel werden auf der Kristalloberfläche niedergeschlagen. Um diesen Effekt zu verhindern, schlägt die Erfindung auch vor, die Stärke des elektrischen Felds am Kristall

zu verringern, und dies kann erfindungsgemäß durch Wahl von Laserkristallen mit einer größeren Dicke als üblich erzielt werden. Derartige Laserkristalle mit größerer Dicke führen dazu, den Strahldurchmesser an der Kristalloberfläche zu vergrößern und den Puls zu strecken. Auf diese Weise gelingt es auch, die Intensität des Feldes benachbart dem Kristall beträchtlich zu verringern, und zwar entsprechend dem inversen Produkt vom Strahldurchmesser mal Pulsdauer. Auch bei 50 fs Pulsen erweist sich die Erhöhung der Kristalldicke als vorteilhaft. Insbesondere hat sich bei Versuchen gezeigt, dass Kristalldicken von mindestens 3 mm, insbesondere von 4 bis 7 mm, bevorzugt 4 bis 6 mm, besonders bevorzugt 5 bis 6 mm, zufolge der damit erzielten beträchtlichen Verringerung der Intensität an der Kristalloberfläche ausgezeichnete Ergebnisse hinsichtlich Langlebigkeit und Stabilität ergeben.

Die vorliegende Laserkristalleinrichtung kann bei den verschiedensten Laservorrichtungen eingesetzt werden, insbesondere bei modenverkoppelten Laseroszillatoren, wie vorzugsweise Kurzpuls-Laseroszillatoren, vor allem Femtosekunden-Laseroszillatoren.

Die Laservorrichtungen bzw. -oszillatoren oder auch -verstärker können dabei in an sich herkömmlicher Weise mit dispersiven Spiegeln aufgebaut sein, können aber z.B. auch Prismen zur Dispersionskontrolle aufweisen.

Die Erfindung wird nachfolgend beispielhaft anhand von bevorzugten Ausführungsformen, auf die sie jedoch nicht beschränkt sein soll, und unter Bezugnahme auf der Zeichnung noch weiter erläutert. Es zeigen:

die Fig. 1 bis 4 eine Laserkristalleinrichtung gemäß der Erfindung in Ansicht (Fig. 1), Draufsicht (Fig. 2), Seitenansicht von rechts (Fig. 3) und Seitenansicht von links (Fig. 4);

Fig 5. einen Schnitt durch die Laserkristalleinrichtung gemäß den Fig. 1 bis 4, entsprechend der Linie V-V in Fig. 1;

Fig. 6 die Laserkristalleinrichtung gemäß den Fig., 1 bis 5 in einer schaubildlichen, auseinander gezogenen Darstellung ihrer

Hauptbestandteile;

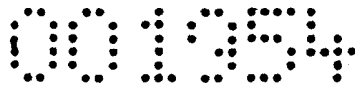
Fig. 7 in einem Diagramm den Laserstrahl-Radius (in mm) über der Resonatorposition, und zwar insbesondere der in mm gemessenen Position bzw. Strecke innerhalb des Gehäuses der Laserkristalleinrichtung;

Fig. 8 in einem Diagramm mehrere Kurven von zur Intensität des Laserstrahls proportionalen Werten (in beliebigen Einheiten) über der Pulsdauer, und zwar für verschiedene Kristalldicken; und die

Fig. 9A, 9B und 9C schematisch verschiedene Konfigurationen von Kurzpuls-Laserresonatoren, bei denen die erfindungsgemäße Kristalllasereinrichtung eingesetzt werden kann, bzw. ist.

In den Fig. 1 bis 6 ist eine Laserkristalleinrichtung 1 gezeigt, die als wesentliche Komponenten ein Gehäuse 2 und einen Deckel 3, die zusammen einen Behälter 4 definieren, sowie eine im Inneren des Behälters 4 angebrachte Halterung 5 für einen Laserkristall 6 aufweist. Dieser Laserkristall 6 ist beispielsweise ein Ti:Saphir-Kristall, wie an sich bekannt. Das Gehäuse 2 und der Deckel 3 bestehen beispielsweise aus einer Aluminium-Magnesium-Legierung. An der Oberseite des Gehäuses 2 ist eine umlaufende Dichtungsnut 7 für einen z.B. Vakuum-tauglichen O-Ring 8 (Fig. 5) vorhanden, und dieser O-Ring 8 dichtet bei entsprechendem Festschrauben des Deckels 3 auf dem Gehäuse 2 mithilfe von beispielsweise fünf Zylinderkopfschrauben 9, die in Bohrungen 10 bzw. 11 des Deckels 3 bzw. Gehäuses 2 eingeschraubt werden, das Innere des Behälters 4 ab.

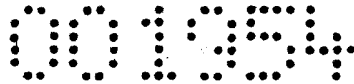
Der Behälter 4, genauer dessen Gehäuse 2, ist weiters mit zwei Brewster-Fenstern 12, 13 versehen, die unterhalb eines flanschartigen Befestigungsvorsprungs 14 des Gehäuses 2 für den Deckel 3 in Ausnehmungen in zwei zueinander winkelig angeordneten Seitenwänden des Gehäuses 2 angeordnet sind. Diese Brewster-Fenster 12, 13 werden mithilfe eines Vakuum-tauglichen Klebers in die dafür vorgesehenen Ausnehmungen im Gehäuse 2 eingeklebt, wobei der Winkel der Brewster-Fenster 12, 13 für kleinstmögliche Verluste angepasst wird, vgl. in diesem Zusammenhang auch die



schematischen Darstellungen in Fig. 9A und 9B, in denen schematisch der Laserkristall 6 sowie weiters ein Pumpstrahl 15 bzw. ein im Laserresonator mehrfach reflektierter Laserstrahl 16 mit der entsprechenden Winkellage des Laserkristalls 6 veranschaulicht sind. Der Innenteil der Laserkristalleinrichtung 1, d.h. die Halterung 5, ist winkelförmig, mit einem Bodenteil 17 und einem davon hochragenden Ständerteil 18, ausgebildet; der letztere weist gemäß Fig. 5 zwei beispielsweise durch Drahterodieren hergestellte Ausschnitte 19, 20 auf, von denen der untere Ausschnitt 19 zur Aufnahme des Laserkristalls 6 dient, wogegen der darüber befindliche Ausschnitt 20 zur Anpress-Freistellung vorgesehen ist. Der dazwischen befindliche Materialteil 21 dient zum Festklemmen des Laserkristalls 6, wobei er mithilfe einer Klemmschraube 22, die von der Oberseite her in den Ständerteil 18 eingeschraubt wird, nach unten geringfügig ausgelenkt und gegen den Laserkristall 6 geklemmt wird.

Der Bodenteil 17 weist zwei Senkbohrungen 23 auf, um die Halterung 5 im Inneren des Behälters 4, am Boden 24 des Gehäuses 2 (s. Fig. 5), mit Hilfe von - nicht dargestellten - Senkkopfschrauben unter Zentrierung festschrauben zu können.

Das Gehäuse 2 hat weiters zwei seitliche Befestigungsflansche 25, 26, damit die Laserkristalleinrichtung 1, die somit eine dichte Kristallfassung für den Laserkristall 6 bildet, innerhalb der jeweiligen Lasereinrichtung montiert werden kann, und zwar in einer Position, in der ein Laserstrahl beispielsweise durch das eine Fenster 12 ein- und durch das andere Fenster 13 austreten kann, wie dies schematisch beispielhaft in Fig. 9A eingezeichnet ist. Das Gehäuse 2 kann beispielsweise durch Fräsen hergestellt werden; die Senkbohrungen 23 in der Halterung 5 ermöglichen eine Zentrierung beim Anbringen der Halterung 5 im Inneren des Gehäuses 2. Die allgemeine Querschnittsform des Gehäuses 2 ist wie aus der Zeichnung ersichtlich fünfeckig, wobei der Laserkristall 6 nach dem Zusammenbau im Bereich der mit einem stumpfen Winkel aneinander anschließenden Seitenwände des Gehäuses 2, die auch die Fenster 12, 13 enthalten, zu liegen kommt. Dabei ist jedoch keine symmetrische Anordnung gegeben, vielmehr ist die eine Ein- bzw. Austrittsfläche des Laserkristalls näher am benachbarten Fenster, z.B. 12, vorgesehen als die



andere Ein- bzw. Austrittsfläche. Dies ergibt sich beispielsweise aus Fig. 7, in der schematisch ein Diagramm gezeigt ist, das den Verlauf des Radius R des Laserstrahls (in mm) über der Längenposition P im Laserresonator (in mm), insbesondere innerhalb der Laserkristalleinrichtung 1 bzw. des Behälters 4, veranschaulicht. Dabei sind bei 30 und 31 die Positionen der Fenster 12, 13 am Gehäuse 2 veranschaulicht; am kleinsten ist der Radius im Bereich 32 des Laserkristalls 6, an der Kristallfläche, wo er 0,02 mm beträgt. Auf der x-Achse lässt sich dabei ablesen, dass die eine Fensterposition 30 in einem Abstand von ca. 3 mm von der benachbarten Stirnseite des Laserkristalls 6 gelegen ist, wogegen die andere Fensterposition 31 einen Abstand von annähernd 8 mm von der zugewandten Laserkristall-Stirnseite hat.

Beim Zusammenbau der dichten Laserkristalleinrichtung werden die Fenster 12, 13 in den Wandausnehmungen des Gehäuses 2 eingeklebt, und die Halterung 5 wird im Gehäuse 2 angeschraubt; sodann wird der O-Ring 8 in die Nut 7 an der Oberseite des Gehäuses 2 eingelegt, und der Deckel 3 wird auf das Gehäuse 2 aufgelegt und mithilfe der Zylinderkopfschrauben 9 fixiert.

Falls gewünscht kann das Gehäuse 2 evakuiert werden und evakuiert bleiben, oder aber es kann evakuiert und so dann mit einem Gas mit hohem Ionisationspotential, insbesondere einem Edelgas, gefüllt werden. Es hat sich jedoch gezeigt, dass eine Reinluft-Füllung des Behälters 4 durchaus ausreichend ist, wenn die Abstände des Laserkristalls 6 von den Fenstern 12, 13 wie gezeigt ausreichend groß sind, um einen entsprechend großen Strahldurchmesser an den Fenstern 12, 13 sicher zu stellen, s. Fig. 7, sodass ein Niederschlagen von Partikeln oder dgl. an den Fenstern 12, 13 aufgrund der so im Bereich der Fenster 12, 13 gegebenen verhältnismäßig niedrigen Intensität zu keiner Degradation der Fenster 12, 13 führt.

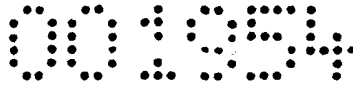
Was den Laserkristall 6 betrifft, so kann dieser eine vergleichsweise große Dicke aufweisen, vorzugsweise mehr als 3 mm, insbesondere mehr als 4 mm, abhängig von der Pulsdauer T , vgl. auch Fig. 8. In dieser Fig. 8 sind fünf Kurven 33 bis 37 (für fünf verschiedene Kristalldicken) für einen zur Intensität des Laserstrahls am Laserkristall 6 proportionalen Intensitätswert I

in beliebigen Einheiten (a.u. - arbitrary units) über der Pulsdauer T (in fs) veranschaulicht. Dabei ist ersichtlich, dass bei einer sehr kurzen Pulsdauer T von ungefähr 20 fs bei einer Laserdicke von 3 mm (Kurve 33) die Intensität vergleichsweise noch groß ist, jedoch mit zunehmender Pulsdauer T abnimmt. Demgegenüber ist bei etwas größeren Kristalldicken, etwa bei 4 mm (Kurve 34) oder 5 mm (Kurve 35), insbesondere 6 mm (Kurve 36) oder 7 mm (Kurve 37), zunehmend eine kleinere Intensität erkennbar, insbesondere auch bereits bei einer Pulsdauer T von 20 fs, bei der sie nur mehr einen Wert in der Größenordnung der Hälfte der Intensität bei einer Kristalldicke von 3 mm (Kurve 33) hat. Durch diese Reduktion der Intensität des Laserstrahls an der Kristalloberfläche gelingt es ebenfalls, die schädlichen Wirkungen von etwaigen Partikeln oder dgl., die sich auf der Kristalloberfläche niedergeschlagen haben, zu verhindern.

In den Fig. 9A, 9B und 9C sind schließlich noch schematisch verschiedene Laserresonator-Konfigurationen veranschaulicht, die zur Realisierung von modenverkoppelten-Kurzpuls-Lasern 40, 41, 42 vorgesehen sind. Dabei wird jeweils mithilfe eines Pumpstrahls 15, der von einem herkömmlichen, nicht gezeigten Pump laser herrührt, in an sich bekannter Weise ein gepulster Laserstrahl in einem mit Spiegeln M1, M2, M3, M4 sowie gegebenenfalls weiters M5 und M6 gebildeten Oszillator erzeugt; der Spiegel M1 ist für den Pumpstrahl 15 durchlässig, nicht jedoch für den Laserstrahl 16, der an seiner beispielsweise konkaven Spiegelfläche reflektiert wird. Der Spiegel M4 ist beispielsweise als teilweise durchlässiger Spiegel ausgebildet, um so einen Auskoppelspiegel zu bilden, an dem ein Laserstrahl-Anteil 43 ausgekoppelt wird. Ähnliches trifft gegebenenfalls auf den Spiegel M6 zu, an dem ein Laserstrahl-Anteil 44 ausgekoppelt werden kann, falls ein derartiges doppelseitiges Auskoppeln gewünscht wird, vgl. Fig. 9B und 9C. Da derartige Kurzpuls-Lasereinrichtungen an sich hinlänglich bekannt sind, kann sich eine weitere Erläuterung hiervon erübrigen.

Patentansprüche:

1. Laserkristalleinrichtung (1) für Kurzpulslaser, mit einem Behälter (4), dessen Inneres gegenüber der Umgebung abgedichtet ist, und der Fenster (12, 13) für den Durchtritt von Laserstrahlung (16) enthält, die im Betrieb durch einen Laserkristall (6) hindurchgeht, wobei im Inneren des Behälters (4) eine Halterung (5) für den Laserkristall (6) angebracht ist, dadurch gekennzeichnet, dass sich die Fenster (12, 13) in einem, bezogen auf die Laserstrahleigenschaften, genügend großen Abstand von der Stelle des Laserkristalls (6) befinden, bei dem der Strahlquerschnitt an den Fenstern (12, 13) ausreichend groß ist, um eine im Vergleich zur Spitzenintensität der Laserstrahlung (16) am Laserkristall (6) geringere Spitzenintensität an den Fenstern (12, 13), zur Vermeidung von Degenerierungsprozessen an den Fenstern (12, 13), sicherzustellen.
2. Laserkristalleinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Fenster (12, 13) verkippt zum Strahlengang der Laserstrahlung (16) angeordnet sind.
3. Laserkristalleinrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Fenster (12, 13) um den Brewsterwinkel zum Strahlengang verkippt angeordnet sind.
4. Laserkristalleinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Innere des Behälters (4) eine technisch reine Atmosphäre enthält.
5. Laserkristalleinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Behälter (4) ein Gas mit hohem Ionisationspotential enthält.
6. Laserkristalleinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Behälter (4) eine Edelgas-Atmosphäre enthält.
7. Laserkristalleinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Behälter (4) reine Luft ent-



hält.

8. Laserkristalleinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Innere des Behälters (4) evakuiert ist.

9. Laserkristalleinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Fenster (12, 13) in einem Abstand von einigen mm, z.B. mindestens 3 mm, von der Stelle des Laserkristalls (6) vorliegen.

10. Laserkristalleinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass in der Halterung (5) ein Laserkristall (6) mit einer Dicke von mindestens ca. 3 mm, vorzugsweise zwischen 4 und 7 mm, angebracht ist.

11. Modenverkoppelter Kurzpuls-Laserszillator (40, 41, 42) mit einer Laserkristalleinrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 10.

12. Modenverkoppelter Femtosekunden-Laserszillator (40, 41, 42) mit einer Laserkristalleinrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 11.

/dp

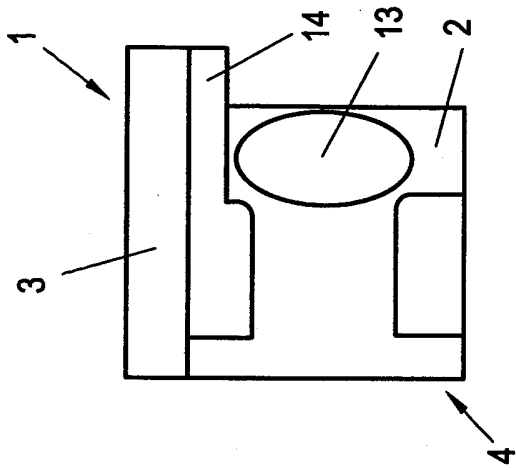


Fig. 4

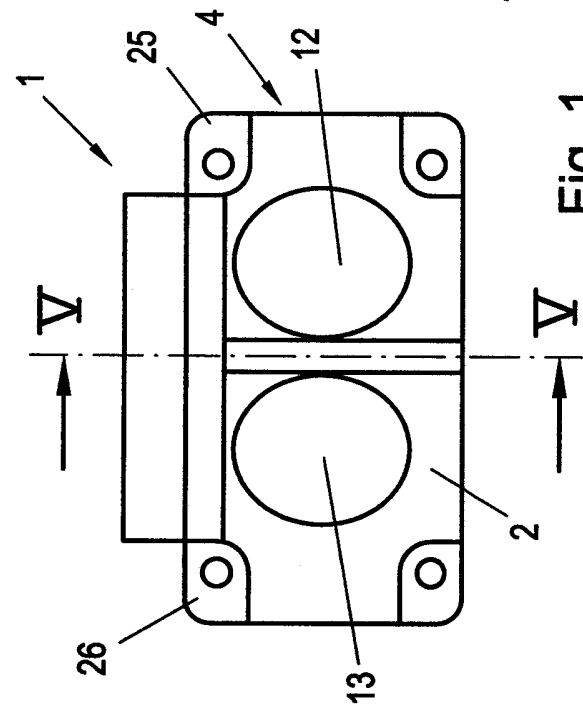


Fig. 1

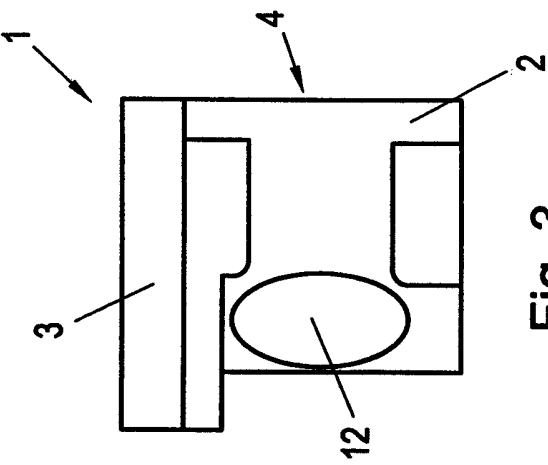


Fig. 3

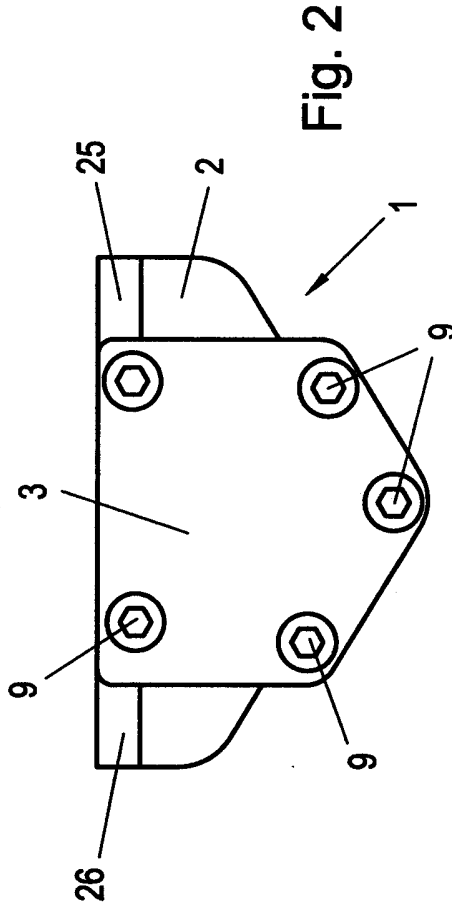


Fig. 2

001054

2/5

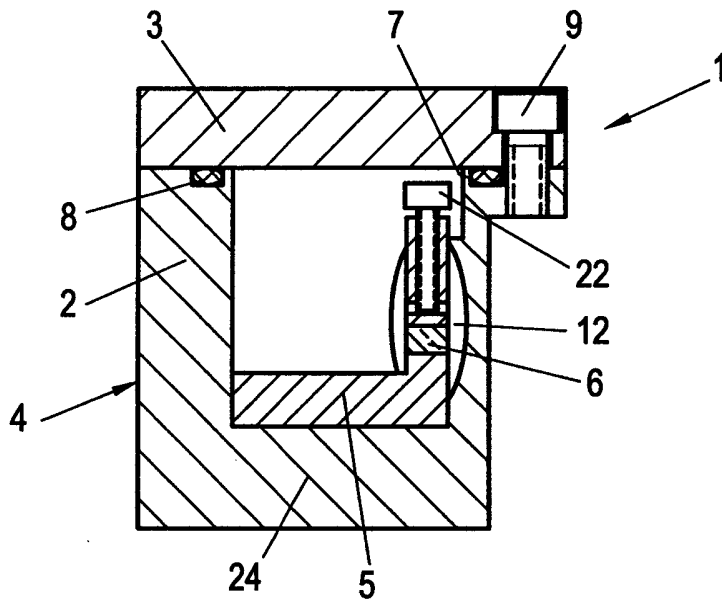


Fig. 5

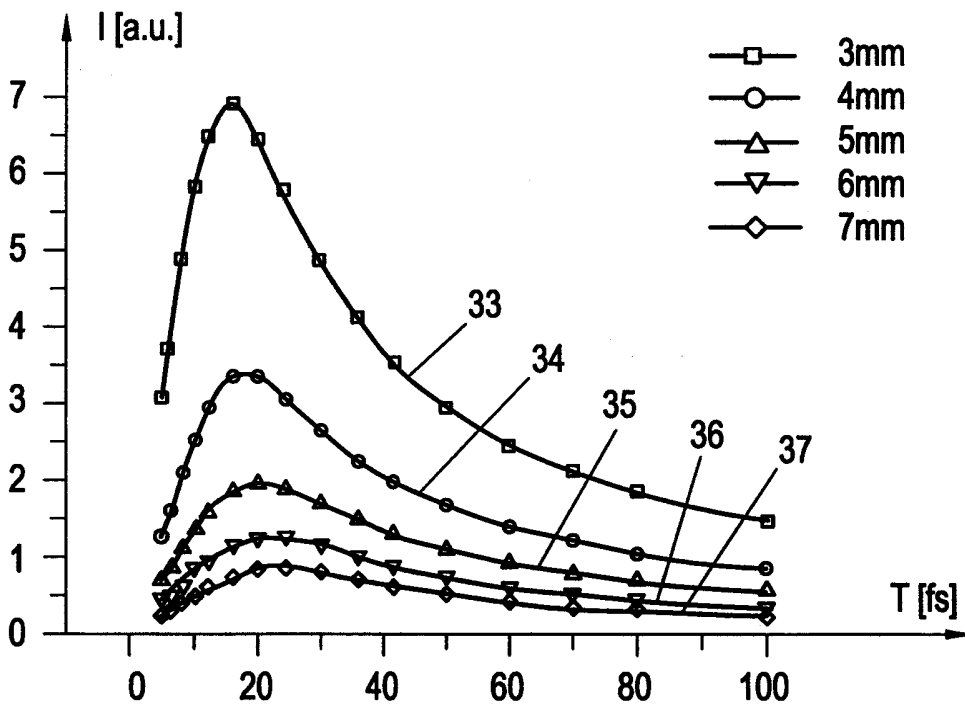


Fig. 8

001954

3/5

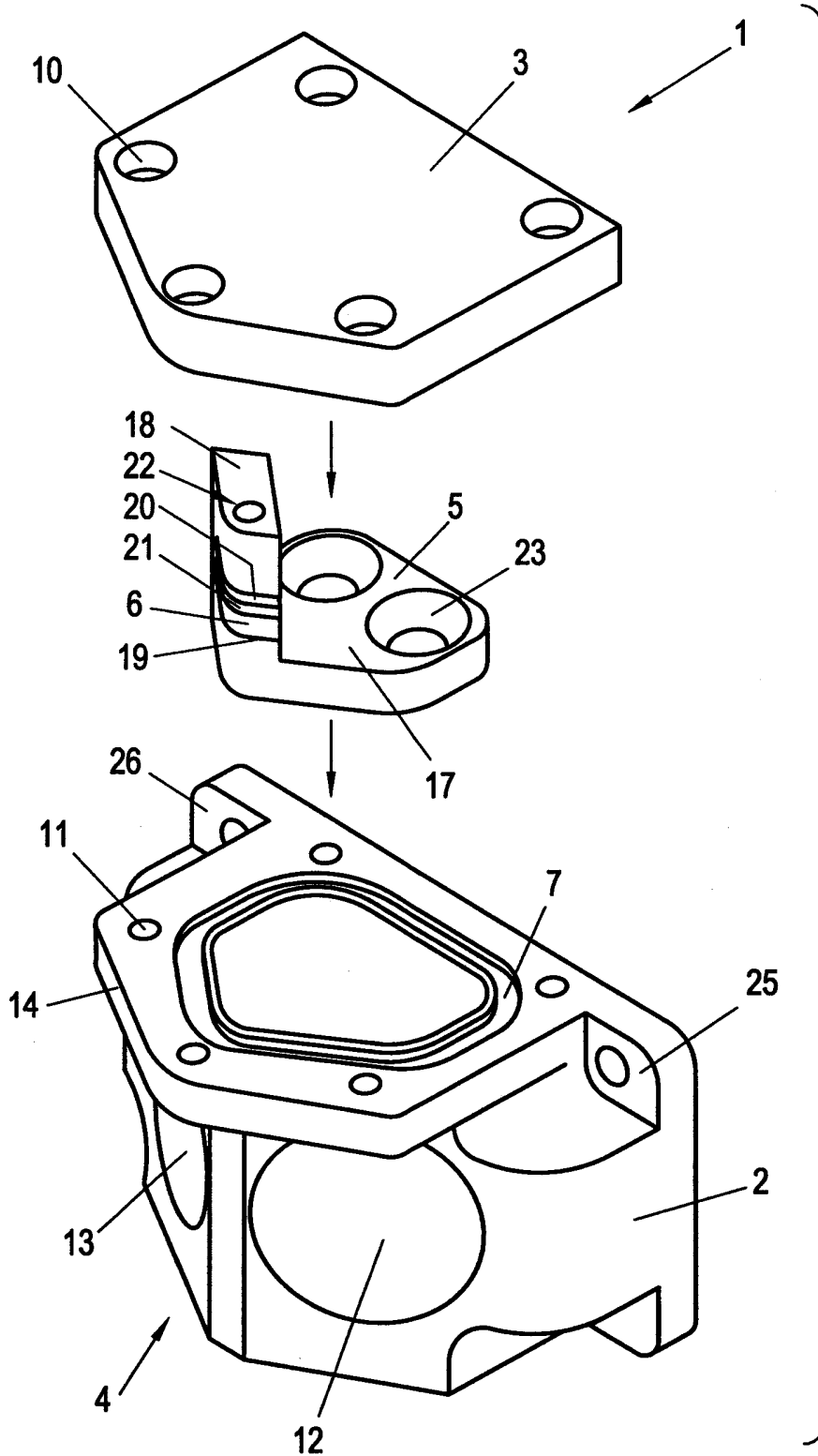


Fig. 6

00194

4/5

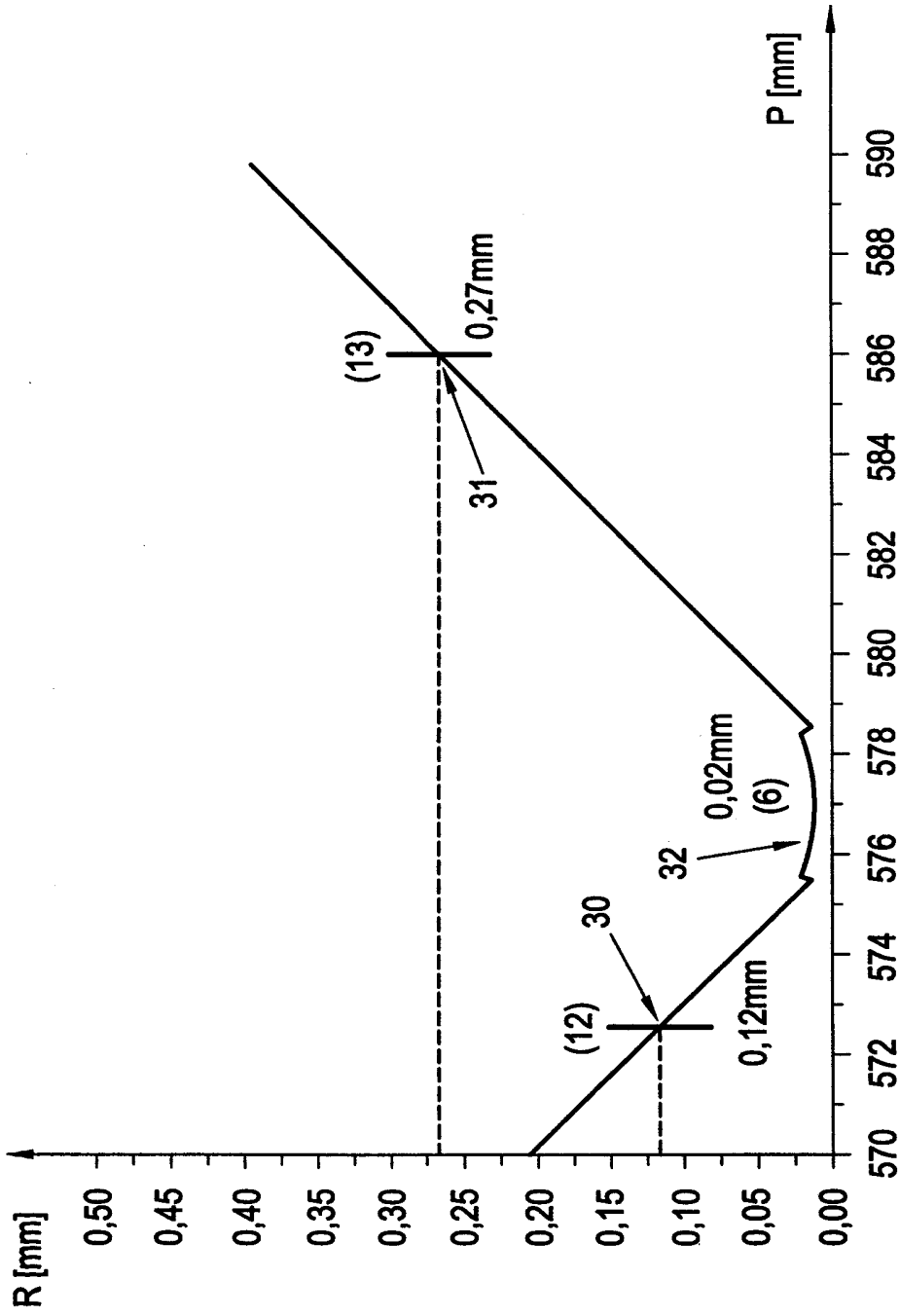


Fig. 7

5/5

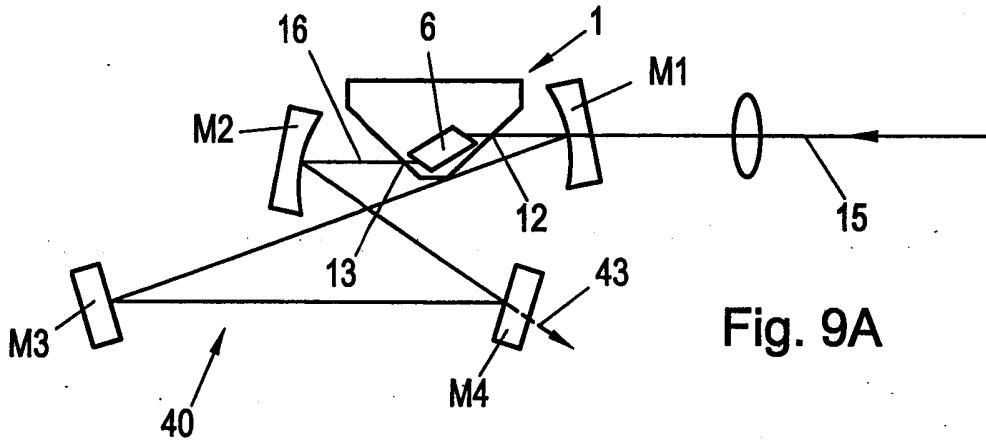


Fig. 9A

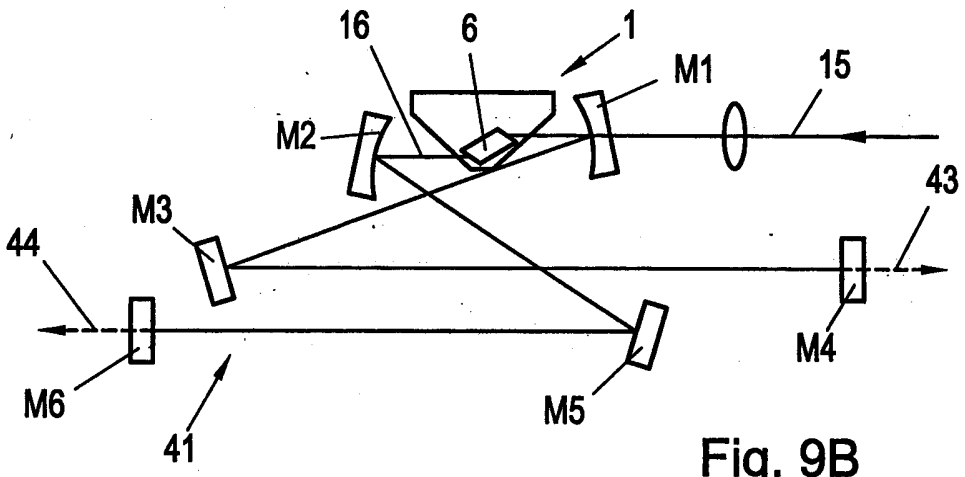


Fig. 9B

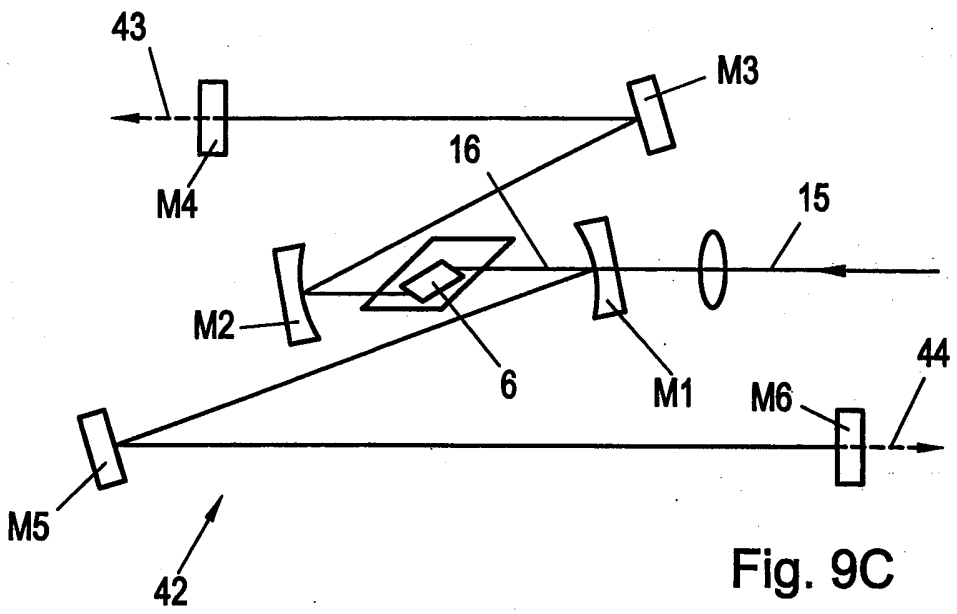


Fig. 9C



Klassifikation des Anmeldegegenstands gemäß IPC ³ : H01S 3/034 (2006.01)		
Klassifikation des Anmeldegegenstands gemäß ECLA: H01S3/034		
Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation): H01S		
Konsultierte Online-Datenbank: EPODOC, WPI, TXTnn		
Dieser Recherchenbericht wurde zu den am 18. Februar 2008 eingereichten Ansprüchen erstellt.		
Kategorie ¹⁾	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
X	EP 1 034 584 B1 (FEMTOLASERS PRODUKTIONS GMBH) 13. September 2000 (13.09.2000) <i>Das ganze Dokument, insbes. Seiten 3, 6, 11; Anspruch 1.</i>	1 - 3
Y	--	4 - 12
Y	US 6 002 697 A (GOVORKOV et al.) 14. Dezember 1999 (14.12.1999) <i>Zusammenfassung; Beschreibung Spalte 4, Zeile 36 - 57; Spalte 5, Zeile 8 - Spalte 6, Zeile 27; Spalte 6, Zeile 58 - Spalte 7, Zeile 10; Figuren 2 - 5.</i>	4 - 10
Y	--	11, 12
Y	EP 1 553 573 A1 (SONY CORPORATION) 13. Juli 2005 (13.07.2005) <i>Paragraphen [0003], [0020], [0056], [0073], [0075]; Figuren 2A und 2B.</i>	11, 12
A	--	1 - 10
A	EP 0 117 268 A1 (HONEYWELL GMBH) 5. September 1984 (05.09.1984) <i>Das ganze Dokument.</i>	1 - 10
A	----	
Datum der Beendigung der Recherche: 20. Jänner 2009		<input type="checkbox"/> Fortsetzung siehe Folgeblatt
		Prüfer(in): Dipl.-Ing. WALTER
¹⁾ Kategorien der angeführten Dokumente:		
X	Veröffentlichung von besonderer Bedeutung : der Anmeldegegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden.	A
Y	Veröffentlichung von Bedeutung : der Anmeldegegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist.	P
		E
		&
		A
		P
		E
		&