



(51) Internationale Patentklassifikation ⁵ : G02B 5/20, 26/02	A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 90/15348 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 13. Dezember 1990 (13.12.90)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP90/00865 (22) Internationales Anmeldedatum: 30. Mai 1990 (30.05.90) (30) Prioritätsdaten: P 39 18 197.9 3. Juni 1989 (03.06.89) DE (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): DEUTSCHE FORSCHUNGSANSTALT FÜR LUFT- UND RAUMFAHRT E.V. [DE/DE]; D-5300 Bonn (DE). (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US) : SCHNEE, Peter [DE/DE]; Pfaffenwaldring 15, D-7000 Stuttgart 80 (DE). HALL, Thomas [DE/DE]; Herrenberger Straße 14, D-7041 Hildrizhausen (DE).	(74) Anwälte: BECK, Jürgen usw. ; Hoeger, Stellrecht & Partner, Uhlandstrasse 14 c, D-7000 Stuttgart 1 (DE). (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), IT (europäisches Patent), LU (europäisches Patent), NL (europäisches Patent), SE (europäisches Patent), US. Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i>	

(54) Title: ATTENUATOR FOR A LASER BEAM

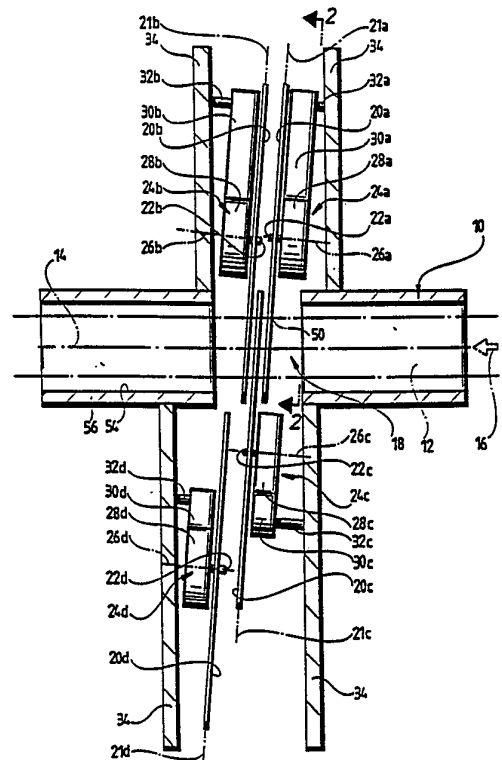
(54) Bezeichnung: ABSCHWÄCHER FÜR EINEN LASERSTRAHL

(57) Abstract

An improved attenuator for a laser beam produced by a high-performance laser comprises a diffraction element which, in an attenuating position, extends transversely to the direction of the laser beam and is irradiated by the laser beam. The diffraction element extends beyond the laser beam in said direction so that only a partial region of the diffraction element can continuously be moved in this direction by a drive so that the laser beam continuously irradiates alternating partial regions of the diffraction element.

(57) Zusammenfassung

Um einen Abschwächer für einen Laserstrahl eines Hochleistungslasers, umfassend ein in einer Abschwächerstellung sich in einer quer zu einer Strahlrichtung des Laserstrahls ausgerichteten Strecke erstreckendes und vom Laserstrahl angestrahltes Beugungselement, derart zu verbessern, daß dieser auch den Laserstrahlen von Hochleistungslasern standhält, wird vorgeschlagen, daß sich das Beugungselement in Richtung quer zur Strahlrichtung über den Laserstrahl hinauserstreckt, so daß nur ein Teilbereich des Beugungselements vom Laserstrahl angestrahlt ist, und daß das Beugungselement in dieser Richtung durch einen Antrieb ständig derart bewegbar ist, daß der Laserstrahl ständig wechselnde Teilbereiche des Beugungselements anstrahlt.



BENENNUNGEN VON "DE"

Bis auf weiteres hat jede Benennung von "DE" in einer internationalen Anmeldung, deren internationaler Anmeldetag vor dem 3. Oktober 1990 liegt, Wirkung im Gebiet der Bundesrepublik Deutschland mit Ausnahme des Gebietes der früheren DDR.

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

Abschwächer für einen Laserstrahl

Die Erfindung betrifft einen Abschwächer für einen Laserstrahl eines Hochleistungslasers, umfassend ein in einer Abschwächerstellung sich in einer quer zu einer Strahlrichtung des Laserstrahls ausgerichteten Fläche erstreckendes und von dem Laserstrahl angestrahltes Beugungselement.

Aus der US-PS 4 561 721 ist es bekannt, zur Abschwächung eines Laserstrahls Beugungselemente in diesen einzuführen und diese so auszurichten, daß die sich in Strahlrichtung fortpflanzende gebeugte Laserstrahlung eine erheblich geringere Intensität aufweist als die ursprüngliche Laserstrahlung, um diese dann meßtechnisch nachzuweisen.

Ein derartiger Abschwächer hat den Nachteil, daß der Laserstrahl eines Hochleistungslasers das Beugungselement so stark aufheizt, daß zusätzliche Kühlmaßnahmen, beispielsweise in Form von Luftkühlung, getroffen werden

müssen, die jedoch in vielen Fällen ebenfalls nicht ausreichen, um das Beugungselement vor thermischer Zerstörung wegen zu großer Aufheizung durch den Laserstrahl zu schützen.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, einen Abschwächer der gattungsgemäßen Art derart zu verbessern, daß dieser auch den Laserstrahlen von Hochleistungslasern standhält.

Diese Aufgabe wird bei einem Abschwächer der eingangs beschriebenen Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß sich das Beugungselement in Richtung quer zur Strahlrichtung über den Laserstrahl hinaus erstreckt, so daß nur ein Teilbereich des Beugungselements vom Laserstrahl angestrahlt ist, und daß das Beugungselement in dieser Richtung durch einen Antrieb ständig derart bewegbar ist, daß der Laserstrahl ständig wechselnde Teilbereiche des Beugungselements anstrahlt.

Der Vorteil der erfindungsgemäßen Lösung liegt darin, daß aufgrund der ständig wechselnden angestrahlten Teilbereiche die nicht angestrahlten Teilbereiche die Möglichkeit haben, abzukühlen, und somit eine Aufheizung vermieden wird, so daß ohne zusätzliche Kühlung bei den bei Hochleistungslasern üblichen Leistungen gearbeitet werden kann. Auf jeden Fall ist sichergestellt, daß mit einer zusätzlichen Kühlung das Beugungselement auch den wesentlich höheren Leistungen zukünftiger Höchstleistungslaser standhält.

Besonders vorteilhaft ist es im Rahmen der vorliegenden Erfindung, wenn die Bewegung des Beugungselements periodisch erfolgt, so daß die einzelnen Teilbereiche im konstanten zeitlichen Wechsel angestrahlt sind und sich somit eine gleichmäßige mittlere thermische Belastung der Teilbereiche einstellt.

Ein besonders bevorzugtes Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Lösung sieht vor, daß das Beugungselement um einen neben dem Laserstrahl angeordnete Achse drehbar und durch den Antrieb in Rotation versetzbar ist und daß die wechselnd vom Laserstrahl angestrahlten Teilbereiche in einem zur Achse koaxialen Ring liegen. Dieses Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Lösung ist besonders vorteilhaft, da sich in sehr einfacher Weise erreichen läßt, daß alle Teilbereiche im Mittel mit der gleichen thermischen Leistung angestrahlt werden und außerdem im Mittel die gleiche Zeit zur Verfügung haben, um wieder abzukühlen.

Besonders vorteilhaft hat sich eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen Lösung erwiesen, bei der das Beugungselement von einer unwirksamen Stellung in die Abschwächerstellung bewegbar ist, so daß insbesondere bei mehreren Beugungselementen wahlweise eine unterschiedliche Zahl von Beugungselementen in den Laserstrahl hineinbewegt werden kann. Dies läßt sich konstruktiv am einfachsten dadurch realisieren, daß das Beugungselement an einem Schwenkarm gehalten ist.

Um auch gleichzeitig noch das Beugungselement in einfacher Weise antreiben zu können, ist es zweckmäßig, wenn der Antrieb an dem Schwenkarm gehalten ist, so daß eine komplizierte Antriebsübertragung auf das am Schwenkarm gehaltene Beugungselement entfällt.

Der Antrieb des Beugungselements zur Rotation läßt sich am einfachsten dadurch realisieren, daß das Beugungselement auf einer Motorwelle eines als Antrieb dienenden Motors sitzt.

Die einfachste Möglichkeit, das Beugungselement zu gestalten, ist die, daß das Beugungselement die Form einer Kreisscheibe aufweist, da es sich in diesem Fall schwingungsfrei rotierend antreiben läßt.

Das Beugungselement selbst ist vorzugsweise als Metallgitter gestaltet.

Da in der Regel die Verwendung eines einzigen Beugungselements nicht ausreichend ist, ist bei einer für praktische Zwecke besonders gut geeigneten Konzeption vorgesehen, daß mehrere in Strahlrichtung voneinander angeordnete Beugungselemente vorhanden sind.

Vorzugsweise ist dabei vorgesehen, daß sich unterschiedliche Beugungselemente in unterschiedlichen Flächen erstrecken, welche in einem unterschiedlichen, von 90° verschiedenen Winkel quer zur Strahlrichtung ausgerichtet sind.

Darüberhinaus ist zweckmäßigerweise vorgesehen, daß eine Fläche eine senkrecht zur Achse stehende Ebene ist.

Bei mehreren unterschiedlichen Beugungselementen hat es sich als besonders vorteilhaft erwiesen, wenn die Flächen aufeinanderfolgender Beugungselemente in koaxial zur Achse ausgerichteten Kegelmantelflächen mit unterschiedlichem Kegelwinkel liegen. Damit läßt sich in einfacher Weise die

Verkipfung der Flächen relativ zueinander erreichen, in welcher die Beugungselemente stehen sollen.

Schließlich ist es von Vorteil, wenn die Periodizitätsrichtungen unterschiedlicher Beugungselemente sich voneinander unterscheiden. Dies ist notwendig, um zu verhindern, daß ein aus der Strahlrichtung herausgebeugtes Beugungsmaximum wieder in die Strahlrichtung zurückgebeugt wird.

Um insbesondere bei mehreren Beugungselementen zu erreichen, daß die Richtungen der Periodizität im Laufe der Bewegungen nicht zumindest zeitweise identisch sind, sondern die einmal festgelegten unterschiedlichen Richtungen relativ zueinander erhalten bleiben, ist vorteilhafterweise vorgesehen, daß die Beugungselemente synchron zueinander angetrieben sind. Dies läßt sich einerseits besonders vorteilhaft dadurch realisieren, daß die Beugungselemente auf einer Welle sitzen. Alternativ dazu ist es, insbesondere, wenn mehrere Antriebe vorgesehen sind, von Vorteil, wenn die Antriebe Synchronantriebe sind, welche durch eine Steuerung miteinander synchronisierbar sind.

Ein besonders bevorzugtes Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Abschwächers sieht vor, daß dieser einen Kanal mit einem Durchbruch umfaßt, in welchen das Beugungselement eingreift.

Besonders vorteilhaft ist es hierbei, wenn der Kanal eine aus dem Laserstrahl absorbierendem Material hergestellte Innenwandfläche umfaßt, da auf dieser die Beugungsmaxima auftreffen und von dieser möglichst nicht zurückreflektiert werden sollen.

Weitere Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung sind Gegenstand der nachfolgenden Beschreibung sowie der zeichnerischen Darstellung einiger Ausführungsbeispiele. In der Zeichnung zeigen:

Fig. 1 Eine teilweise geschnittene Draufsicht auf ein erstes Ausführungsbeispiel;

Fig. 2 eine Ansicht längs Linie 2-2 in Fig. 1 und

Fig. 3 eine teilweise geschnittene Draufsicht auf ein zweites Ausführungsbeispiel.

Ein erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Abschwächers, dargestellt in Fig. 1, umfaßt einen Kanal 10, durch welchen ein Laserstrahl 12 mit einer zu einer Kanalachse 14 parallel gerichteten Strahlrichtung 16 vorzugsweise coaxial zur Kanalachse 14 hindurch verläuft. Der Kanal 10 ist durch einen Durchbruch 18 unterbrochen, so daß in diesem Durchbruch 18 der Laserstrahl 12 frei verläuft.

In dem Durchbruch 18 sind kreisscheibenförmige Beugungselemente 20a, b, c und d so weit einschiebbar, daß sie jeweils vom Laserstrahl 12 mit seiner gesamten Querschnittsfläche angestrahlt sind. Dabei stehen die Beugungselemente 20a - c in Abschwächerstellung, während das Beugungselement 20d in unwirksamer Stellung steht. Diese Beugungselemente 20a - d sind jeweils drehfest auf Motorwellen 22a - d von Antriebsmotoren 24a - d gehalten und können durch die Antriebsmotoren 24a - d in Rotation um jeweils seitlich der Kanalachse 14 liegende Achsen 26a - d versetzt werden. Um die Beugungselemente 20a - d in den Durchbruch 18 einschwenkbar zu machen, sind die

- 7 -

Antriebsmotoren 24a - d mit ihrem Gehäuse 28a - d jeweils fest an einem Schwenkarm 30a - d gehalten, der seinerseits um einen Zapfen 32a - d drehbar ist. Dieser Zapfen 32a - d ist jeweils an einer mit dem Kanal 10 verbundenen Tragplatte 34 gehalten.

Durch Verschwenken der Arme 30a - d um die Zapfen 32a - d können die Beugungselemente 20a - d in den Laserstrahl 12 eingeschwenkt werden.

Vorzugsweise sind die Beugungselemente 20a - d Kreisscheiben, die sich in einer Ebene 21a - d erstrecken, wobei die Ebene senkrecht auf der Achse 26a steht, jedoch nicht senkrecht zur Strahlrichtung 16 steht, sondern um einen Winkel gegenüber der Strahlrichtung 16 geneigt ist, welcher geringfügig von einem rechten Winkel abweicht. Zweckmäßigerweise sind alle Beugungselemente 20a - d in Strahlrichtung 16 im Abstand voneinander angeordnet und um Zapfen 32a - d schwenkbar, so daß jedes der Beugungselemente 20a - d unabhängig von den anderen Beugungselementen 20a - d von der Abschwächerstellung in die unwirksame Stellung und umgekehrt verschwenkbar ist.

Die Beugungselemente sind, wie in Fig. 2 vergrößert dargestellt, in zwei unterschiedlichen Richtungen A und B der Ebene, in welcher das jeweilige Beugungselement 20a - d liegt, periodisch beugend ausgebildet, wobei jedes der Beugungselemente 20a - d relativ zum anderen Beugungselement 20a - d in seiner in den Laserstrahl 12 eingeschwenkten Abschwächerstellung, wie in Fig. 1 anhand der Beugungselemente 20a - c dargestellt, in voneinander abweichenden Richtungen A und B periodisch ist.

Beispiele von Beugungselementen und der relativen Orientierung dieser Beugungselemente zueinander sind in der US-PS 4 561 721 dargestellt, auf welche vollinhaltlich Bezug genommen wird.

Im einfachsten Fall sind die Beugungselemente 20a - d, wie in Fig. 2 dargestellt, Metallgitter, mit einer Periodizität, welche in der Größenordnung des Eins- bis Zehnfachen der Wellenlänge des Laserstrahls 12 steht.

Um sicherzustellen, daß die Richtungen A und B der Periodizität der einzelnen Beugungselemente 20a - d relativ zueinander während des Antriebs der Beugungselemente 20a - d nicht zeitweise identisch sind, ist zweckmäßigerweise vorgesehen, daß die Antriebsmotoren 24a - d synchron zueinander angetrieben werden, d.h. in einfachsten Fall Synchronmotoren sind, so daß durch eine ursprünglich unterschiedliche Ausrichtung der Beugungselemente 20a - d relativ zueinander diese Ausrichtung während des Betriebs des erfindungsgemäßen Abschwächers erhalten bleibt.

Bei einem zweiten Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Abschwächers, dargestellt in Fig. 3, sind, insofern als die dieselben Teile Verwendung finden, diese mit denselben Bezugszeichen versehen, so daß hinsichtlich deren Beschreibung auf die Ausführungen zum ersten Ausführungsbeispiel verwiesen werden kann.

Im Gegensatz zum ersten Ausführungsbeispiel ist lediglich ein Antriebsmotor 24e vorhanden, auf dessen Motorwelle 22e insgesamt zwei Beugungselemente 20e und f montiert sind,

wobei das Beugungselement 20e eine ebene Kreisscheibe entsprechend dem Beugungselement 20a in Fig. 2 darstellt, während das Beugungselement 20f in einer Kegelmantelfläche liegt, wobei die Kegelachse coaxial zur Achse 26e der Motorwelle 22e verläuft und ein Winkel α in der Kegelspitze geringfügig kleiner als 180° ist. Somit ist bereits sichergestellt, daß die Beugungselemente 20e und f in relativ zueinander nicht in parallelen Ebenen liegen.

Gleichzeitig kann durch die Montage der Beugungselemente 20e und f auf der Motorwelle 22e sichergestellt werden, daß deren Richtungen der Periodizität unterschiedlich verlaufen.

Vorzugsweise werden die Beugungselemente 20e und f, wie in Fig. 3 dargestellt, so auf der Motorwelle 22e montiert, daß das Beugungselement 20e zwischen zwei Spannelementen 38 und 40 liegt, die jeweils eine senkrecht zur Achse 26e verlaufende Spannfläche 42 aufweisen, während das Spannelement 40 zusätzlich noch eine auf einer Kegelmantelfläche liegende Spannfläche 44 aufweist, gegen welche das Beugungselement 20f mittels eines weiteren Spannelements 46 mit ebenfalls einer Kegelmantelfläche als Spannfläche 44 gedrückt und somit ebenfalls parallel zu dieser Kegelmantelfläche ausgerichtet ist.

Bei all den beschriebenen Ausführungsbeispielen von Beugungselementen 20a - f wird - wie am Beispiel des Beugungselements 20a in Fig. 2 dargestellt - vom Laserstrahl 12 lediglich ein entsprechend dem Querschnitt des Laserstrahls 12 geformter Teilbereich 50 des

jeweiligen Beugungselements 20a - f angestrahlt, wobei die Rotation des Beugungselements 20a - f dazu führt, daß die Teilbereiche 50 Elemente eines konzentrisch um die jeweilige Achse 26a - e verlaufenden Kreisrings 52 sind.

Durch die Tatsache, daß durch die rotierenden Beugungselemente 20a - f aufeinanderfolgende Teilbereiche 50 des Kreisrings 52 angestrahlt werden, können diese, so lange sie nicht angestrahlt sind, abkühlen und somit läßt sich die Zerstörung der Beugungselemente 20a - f bei hoher Temperatur vermeiden.

Vorzugsweise ist noch vorgesehen, daß innere Wandflächen 54 des Kanals 10 stark absorbierend gestaltet sind, da gegen diese Wandflächen 54 die von den Beugungselementen 20a - f gebeugte Laserstrahlung möglichst vollständig absorbiert werden muß. Vorzugsweise sind hierzu alle Wände 56 des Kanals 10 - wie in Fig. 3 dargestellt - mit Kühlkanälen 58 durchsetzt, so daß diese gekühlt werden können. Alternativ dazu ist es aber auch möglich, die Wände 56 mit Luft anzublasen und hierdurch zu kühlen, wozu beispielsweise die Motorwellen 26a - e jeweils noch ein Lüfterrad tragen können.

P A T E N T A N S P R Ü C H E .

1. Abschwächer für einen Laserstrahl eines Hochleistungslasers, umfassend ein in einer Abschwächerstellung sich in einer quer zu einer Strahlrichtung des Laserstrahls ausgerichteten Strecke erstreckendes und vom Laserstrahl angestrahltes Beugungselement, **d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,** daß sich das Beugungselement (20) in Richtung quer zur Strahlrichtung (16) über den Laserstrahl (12) hinauserstreckt, so daß nur ein Teilbereich (50) des Beugungselements (20) vom Laserstrahl (12) angestrahlt ist, und daß das Beugungselement (20) in dieser Richtung durch einen Antrieb (24) ständig derart bewegbar ist, daß der Laserstrahl (12) ständig wechselnde Teilbereiche (5) des Beugungselements anstrahlt.
2. Abschwächer nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Bewegung des Beugungselements (20) periodisch erfolgt.

3. Abschwächer nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Beugungselement (20) um eine neben dem Laserstrahl (12) angeordnete Achse (26) drehbar und durch den Antrieb (24) in Rotation versetzbar ist und daß die wechselnd vom Laserstrahl (12) angestrahlten Teilbereiche (50) in einem zur Achse koaxialen Ring (52) liegen.
4. Abschwächer nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Beugungselement (20) von einer unwirksamen Stellung in die Abschwächerstellung bewegbar ist.
5. Abschwächer nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Beugungselement (20) an einem Schwenkarm (30) gehalten ist.
6. Abschwächer nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Antrieb (24) am Schwenkarm (30) gehalten ist.
7. Abschwächer nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Beugungselement (20) auf einer Motorwelle (22) eines als Antrieb dienenden Motors (24) sitzt.
8. Abschwächer nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Beugungselement (20) die Form einer Kreisscheibe aufweist.
9. Abschwächer nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Beugungselement (20) ein Metallgitter ist.

10. Abschwächer nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere in Strahlrichtung (16) im Abstand voneinander angeordnete Beugungselemente (20a - d; 20e, f) vorgesehen sind.
11. Abschwächer nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß sich unterschiedliche Beugungselemente (20a - d; e - f) in unterschiedlichen Flächen erstrecken, welche in einem unterschiedlichen, von 90° verschiedenen Winkel quer zur Strahlrichtung (16) ausgerichtet sind.
12. Abschwächer nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß eine Fläche eine senkrecht zur Achse (26) stehende Ebene ist.
13. Abschwächer nach einem der Ansprüche 10 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Flächen aufeinanderfolgender Beugungselemente (20) coaxial zur Achse (26) ausgerichtete Kegelmantelflächen mit unterschiedlichem Kegelwinkel (α) sind.
14. Abschwächer nach einem der Ansprüche 10 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Beugungselemente (20a - d; 20e, f) synchron zueinander angetrieben sind.
15. Abschwächer nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Beugungselemente (20e, f) auf einer gemeinsamen Welle (22e) sitzen.

16. Abschwächer nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Antriebe (24a - d) miteinander gekoppelte Synchronantriebe sind.
17. Abschwächer nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Abschwächer einen Kanal (10) mit einem Durchbruch (18) umfaßt, in welchen das Beugungselement (20) eingreift.
18. Abschwächer nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß der Kanal (10) eine aus dem Laserstrahl absorbierendem Material hergestellte Innenwandfläche (54) aufweist.

FIG.1

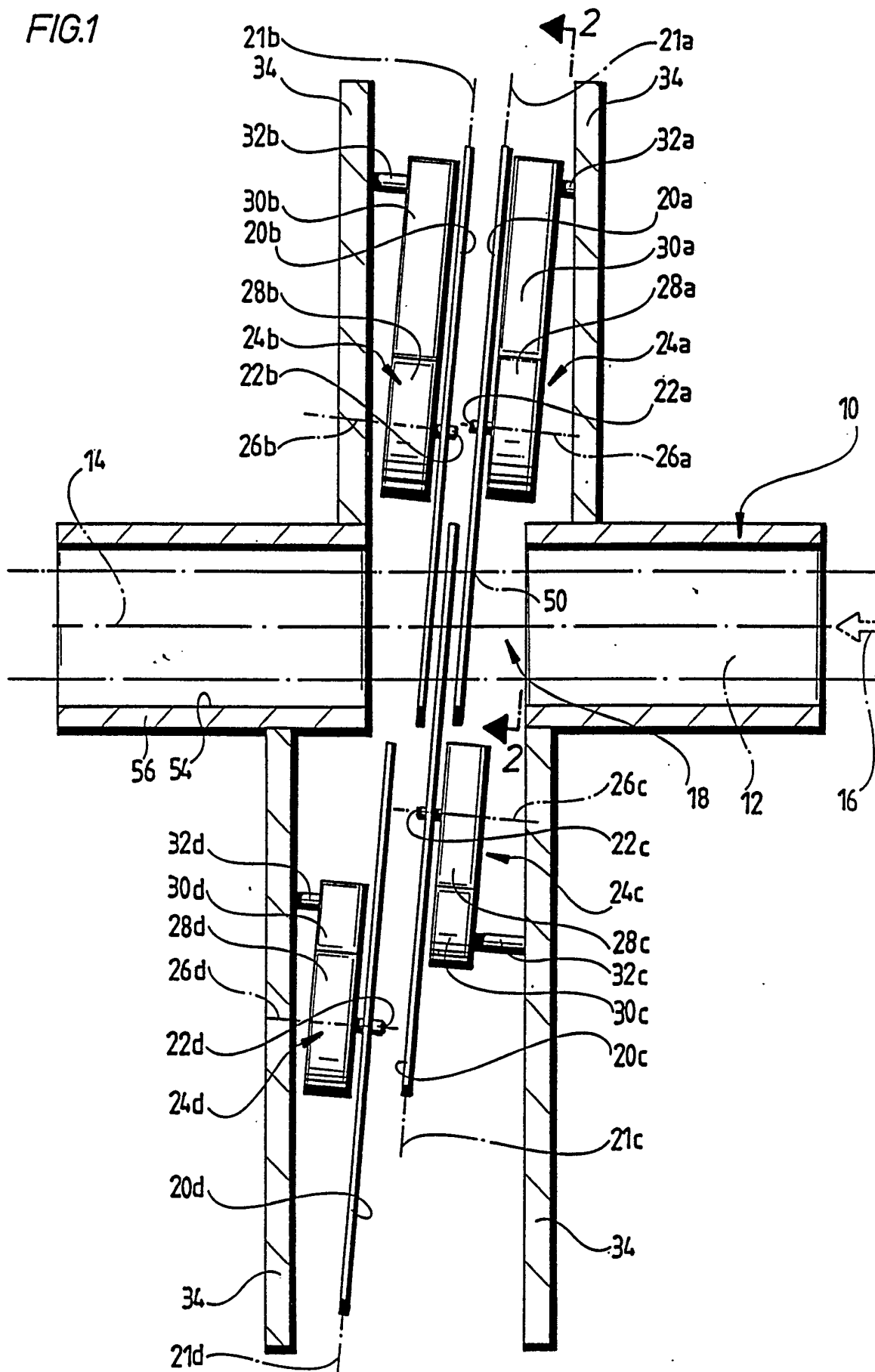


FIG. 2

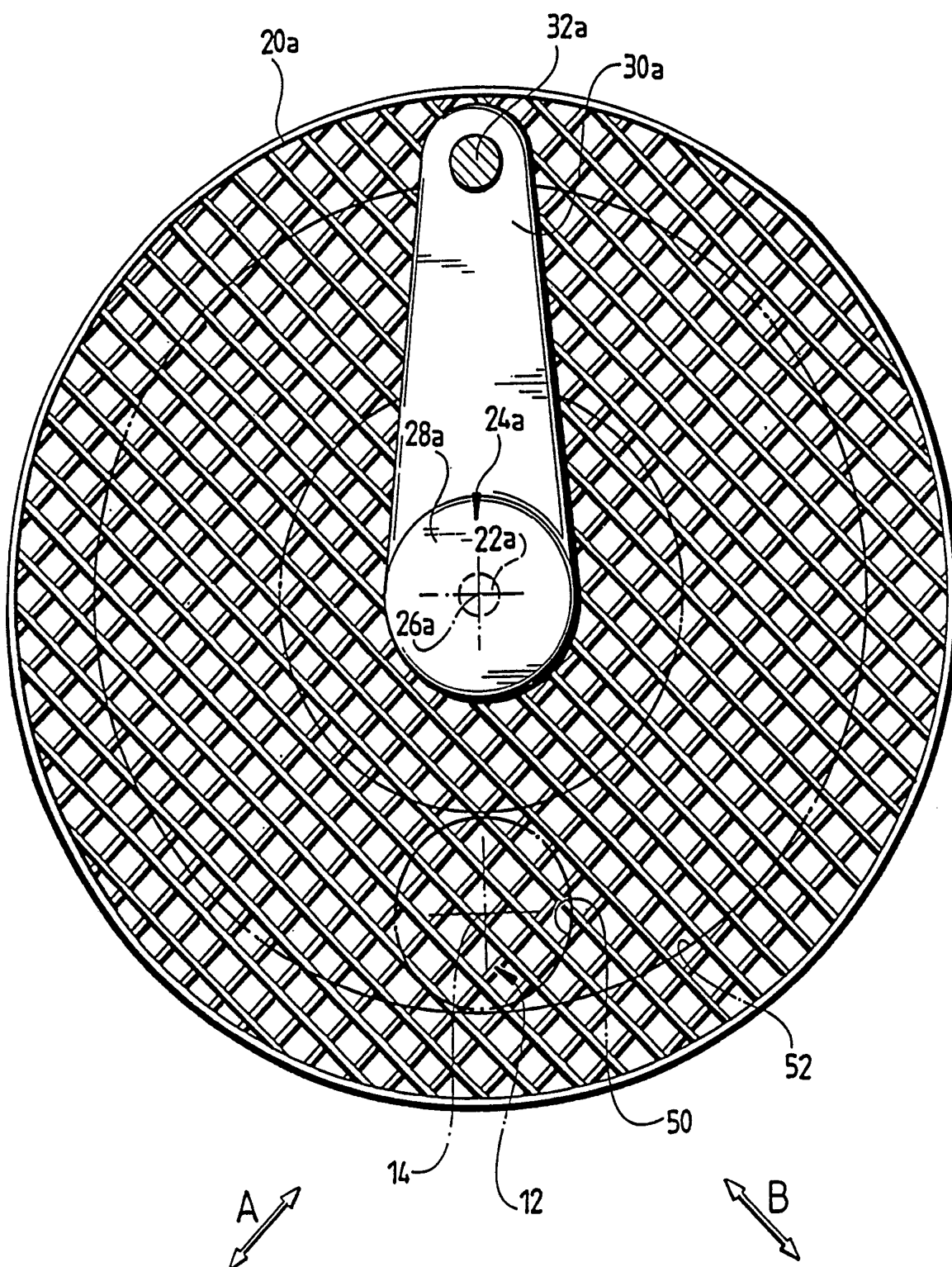
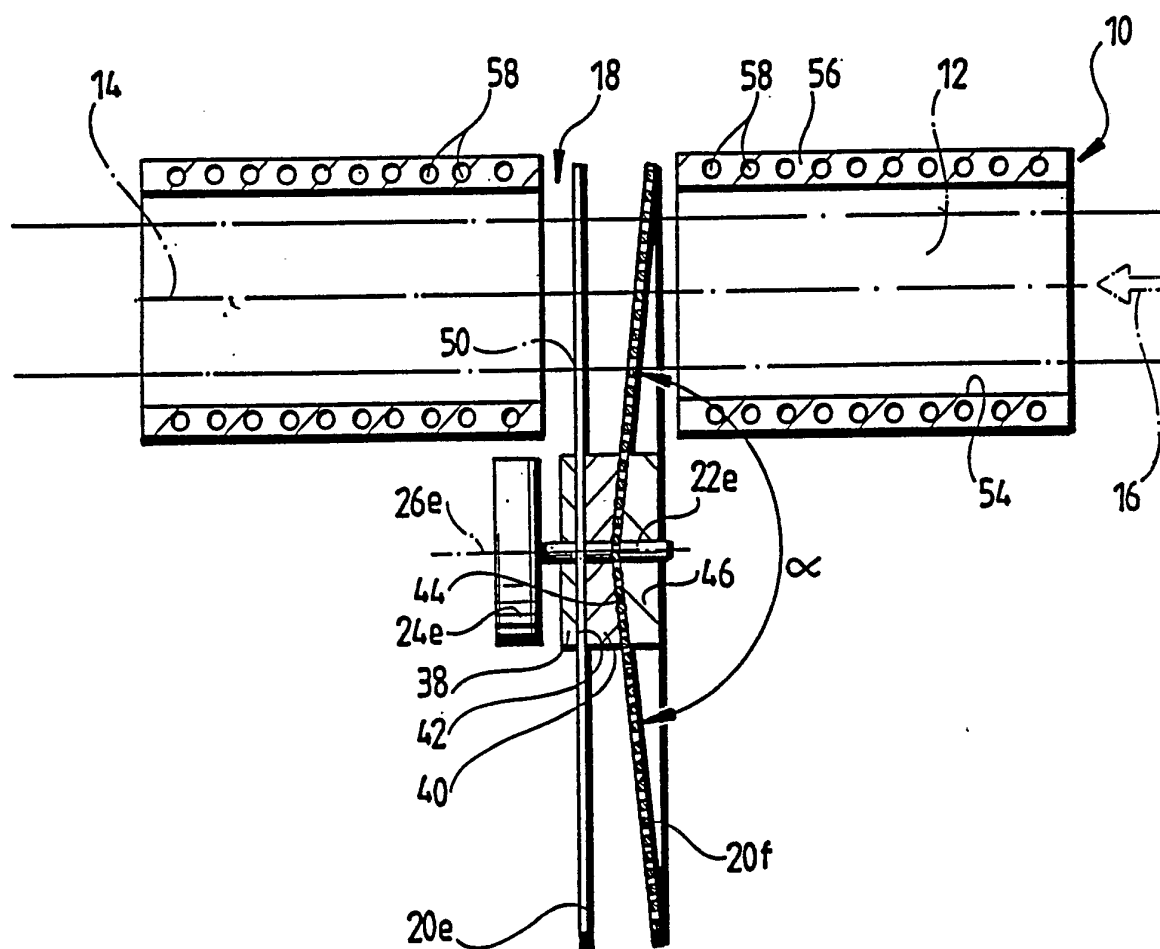


FIG.3



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No PCT/EP 90/00865

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. ⁴ G 02 B 5/20, G 02 B 26/02		
II. FIELDS SEARCHED		
Minimum Documentation Searched ⁷		
Classification System	Classification Symbols	
Int. Cl. ⁴	G 02 B	
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
Y	US, A, 4561721 (KEILMANN et al.) 31 December 1985 see column 2, lines 8-38; column 3, line 33 - column 4, line 23; figure 2 cited in the application	1,3-5,7-12,17
Y	EP, A, 0115874 (MORI, KEI) 15 August 1984 see claims 1-3, 5; figure 2	1,3-5,7-12,17
A	-----	6,13-16,18
A	US, A, 4167666 (MILLER et al.) 11 September 1979 see claims 1-3; figures 1-3	1-4,9,12

<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
22 August 1990 (22.08.90)		20 September 1990 (20.09.90)
International Searching Authority		Signature of Authorized Officer
EUROPEAN PATENT OFFICE		

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

EP 9000865
SA 37180

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 11/09/90. 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
US-A- 4561721	31-12-85	DE-A- 3247794	28-06-84
EP-A- 0115874	15-08-84	JP-A- 59147305	23-08-84
		JP-A- 59148022	24-08-84
		AU-B- 555264	18-09-86
		AU-A- 2441184	16-08-84
		CA-A- 1229510	24-11-87
		US-A- 4560252	24-12-85
US-A- 4167666	11-09-79	None	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen PCT/EP 90/00865

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 G 02 B 5/20, G 02 B 26/02		
II. RECHERCHIERTE SACHGEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff ⁷		
Klassifikationssystem	Klassifikationssymbole	
Int.Cl. ⁵	G 02 B	
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
Y	US, A, 4561721 (KEILMANN et al.) 31. Dezember 1985 siehe Spalte 2, Zeilen 8-38; Spalte 3, Zeile 33 - Spalte 4, Zeile 23; Figur 2 in der Anmeldung erwähnt --	1,3-5,7- 12,17
Y	EP, A, 0115874 (MORI, KEI) 15. August 1984 siehe Ansprüche 1-3,5; Figur 2	1,3-5,7- 12,17
A	--	6,13-16, 18
A	US, A, 4167666 (MILLER et al.) 11. September 1979 siehe Ansprüche 1-3; Figuren 1-3 -----	1-4,9,12
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <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> </div> <div style="width: 45%;"> <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> </div> </div>		
IV. BESCHEINIGUNG		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
22. August 1990		20. 09 90
Internationale Recherchenbehörde		Unterschrift des bevollmächtigten Bediensteten
Europäisches Patentamt		<div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <div style="font-family: cursive; font-size: 1.5em; margin-right: 10px;">M. Peis</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px 5px;">M. PEIS</div> </div>

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

EP 9000865
SA 37180

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 11/09/90

Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US-A- 4561721	31-12-85	DE-A- 3247794	28-06-84
EP-A- 0115874	15-08-84	JP-A- 59147305	23-08-84
		JP-A- 59148022	24-08-84
		AU-B- 555264	18-09-86
		AU-A- 2441184	16-08-84
		CA-A- 1229510	24-11-87
		US-A- 4560252	24-12-85
US-A- 4167666	11-09-79	Keine	