

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

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
3. November 2005 (03.11.2005)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2005/103795 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **G02B 27/09**,
27/00

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2005/003751

(22) Internationales Anmeldedatum:
9. April 2005 (09.04.2005)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2004 020 250.8 26. April 2004 (26.04.2004) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): **HENTZE-LISSOTSCHENKO PATENTVER-
WALTUNGS GMBH & CO. KG** [DE/DE]; Dorfstrasse
12, 36419 Gerstengrund (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **LISSOTSCHENKO,
Vitalij** [DE/DE]; Fasanenweg 9, 58730 Fröndenberg (DE).
MIKHAILOV, Aleksei [RU/DE]; Am Spörkel 67, 44227
Dortmund (DE). **DARSHT, Maxim** [RU/DE]; Bauer-
strasse 25, 44309 Dortmund (DE). **MIKLIAEV, Iouri**
[RU/RU]; Ul. Avgustovskaja 16, Cheljabinsk, 454025
(RU).

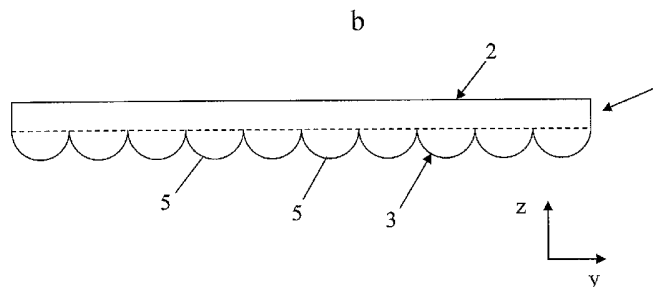
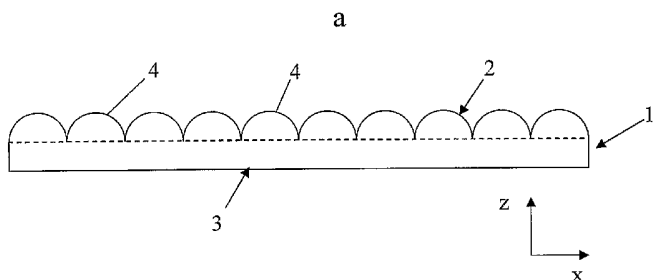
(74) Anwälte: **BASFELD, Rainer** usw.; Ostentor 9, 59757
Arnsberg (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,
CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES,
FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,
KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA,
MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: DEVICE AND METHOD FOR OPTICAL BEAM HOMOGENIZATION

(54) Bezeichnung: VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUR OPTISCHEN STRAHLHOMOGENISIERUNG



(57) Abstract: The invention relates to a device for optical beam homogenization, which comprises at least one optically functional boundary surface for passage of a beam to be homogenized or for reflection of a beam to be homogenized, and a plurality of lens elements (4, 5) or mirror elements that are disposed on the at least one optically functional boundary surface. The lens elements (4, 5) or the mirror elements are curved in their marginal areas to such an extent as to reduce diffraction-related effects.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2005/103795 A1



PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur optischen Strahlhomogenisierung, umfassend mindestens eine optisch funktionale Grenzfläche, durch die ein zu homogenisierender Strahl hindurchtreten kann oder an der ein zu homogenisierender Strahl reflektiert werden kann, sowie eine Vielzahl von Linsenelementen (4, 5) oder Spiegelementen, die auf der mindestens einen optisch funktionalen Grenzfläche angeordnet sind, wobei die Linsenelemente (4, 5) oder die Spiegelemente jeweils in ihren Randbereichen eine derartige Krümmung aufweisen, dass dadurch beugungsbedingte Effekte verringert werden.

"Vorrichtung und Verfahren zur optischen Strahlhomogenisierung"

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur optischen Strahlhomogenisierung, umfassend mindestens eine optisch funktionale Grenzfläche, durch die ein zu homogenisierender Strahl hindurchtreten kann oder an der ein zu homogenisierender Strahl reflektiert werden kann, sowie eine Vielzahl von Linsenelementen oder Spiegelementen, die auf der mindestens einen optisch funktionalen Grenzfläche angeordnet sind. Weiterhin betrifft die vorliegende Erfindung ein Verfahren zur Herstellung einer Vorrichtung zur optischen Strahlhomogenisierung mit mindestens einer optisch funktionalen Grenzfläche, durch die ein zu homogenisierender Strahl hindurchtreten kann oder an der ein zu homogenisierender Strahl reflektiert werden kann, sowie einer Vielzahl von Linsenelementen oder Spiegelementen, die auf der mindestens einen optisch funktionalen Grenzfläche angeordnet sind.

Aus dem US-Patent US 6,239,913 B1 sind eine Vorrichtung und ein Verfahren der eingangs genannten Art bekannt. Die darin beschriebene Vorrichtung weist ein transparentes Substrat auf, bei dem sowohl auf einer Lichteintrittsfläche als auch auf einer Lichtaustrittsfläche Arrays von Zylinderlinsen angeordnet sind. Die Arrays von Zylinderlinsen weisen dabei zueinander senkrechte Zylinderachsen auf. Die einzelnen Zylinderlinsen können einen sphärischen oder aber auch einen asphärischen Querschnitt zweiter Ordnung aufweisen. Zur Strahlhomogenisierung wird beispielsweise kollimierte Laserstrahlung durch die Vorrichtung hindurchgeführt und im Anschluss an die Vorrichtung mittels einer als Fourierlinse dienenden Sammellinse in eine Arbeitsebene zusammengeführt. Das von den einzelnen Zylinderlinsenelementen gebrochene Licht wird

vermittels der Fourierlinse in der Arbeitsebene derart überlagert, dass eine Homogenisierung der ursprünglichen Laserstrahlung stattfindet.

Nachteilig bei einer Vorrichtung der vorgenannten Art erweist sich, dass aufgrund von Beugungseffekten die Lichtverteilung des durch einzelne Linsenelemente hindurchgetretenen Lichtes merkliche Intensitätsschwankungen aufweist (siehe dazu Fig. 2). Die Intensitätsschwankungen der Lichtverteilung eines einzelnen Linsenelements werden auch bei der Überlagerung des Lichtes sämtlicher Linsenelemente nicht ausgelöscht, weil das durch die einzelnen Linsenelemente hindurchgetretene Licht in der Arbeitsebene für jedes Linsenelement im Wesentlichen ähnlich überlagert wird.

Das der vorliegenden Erfindung zugrunde liegende Problem ist die Schaffung einer Vorrichtung der eingangs genannten Art, die homogenisiertes Licht mit geringeren Intensitätsschwankungen erzeugen kann. Weiterhin soll ein Verfahren der eingangs genannten Art zur Herstellung einer Vorrichtung zur optischen Strahlhomogenisierung angegeben werden, bei der das homogenisierte Licht geringere Intensitätsschwankungen aufweist.

Dies wird erfindungsgemäß hinsichtlich der Vorrichtung durch eine Vorrichtung der eingangs genannten Art mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1 oder den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 5 sowie hinsichtlich des Verfahrens durch ein Verfahren der eingangs genannten Art mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 8 erreicht. Die Unteransprüche betreffen bevorzugte Weiterbildungen der Erfindung.

Gemäß Anspruch 1 ist vorgesehen, dass die Linsenelemente oder die Spiegelelemente jeweils in ihren Randbereichen eine derartige

Krümmung aufweisen, dass dadurch beugungsbedingte Effekte verringert werden. Bei den zu vermeidenden Effekten handelt es sich überwiegend um Effekte, die Randbeugungseffekten ähneln, wobei durch die erfindungsgemäße Veränderung des Randbereiches derartige Randbeugungseffekte verändert, insbesondere derart verschmiert werden können, dass insgesamt die Intensitätsschwankung der durch ein einzelnes Linsenelement hindurchgetretenen Lichtverteilung oder der an einem einzelnen Spiegelement reflektierten Lichtverteilung stark verringert werden kann.

Erfindungsgemäße Vorrichtungen eignen sich für einen weiten Spektralbereich vom fernen Infrarot- bis in den Röntgenbereich. Insbesondere im VUV, XUV und Röntgenbereich erweist sich die Verwendung von Spiegelementen anstelle von Linsenelementen als ausgesprochen sinnvoll.

Es besteht weiterhin die Möglichkeit, mehr als eine optisch funktionale Grenzfläche vorzusehen, beispielsweise zwei oder vier. Dabei können dann die Linsen- oder Spiegelemente sämtlicher oder auch nur einzelner optisch funktionaler Grenzflächen derart verändert werden, dass eine bessere Homogenisierung des Lichtes erreicht wird.

Gemäß Anspruch 2 kann vorgesehen sein, dass die Linsenelemente oder die Spiegelemente in einem mittleren Bereich einen Querschnitt aufweisen, der im Wesentlichen einem asphärischen Querschnitt zweiter Ordnung, wie beispielsweise einem hyperbolischen oder einem parabelförmigen Querschnitt entspricht. Gemäß Anspruch 3 kann dabei vorgesehen sein, dass die Linsenelemente oder die Spiegelemente in ihren Randbereichen einen Querschnitt aufweisen, der von einem asphärischen Querschnitt

zweiter Ordnung abweicht, insbesondere sehr stark abweicht. Diese Abweichung kann gemäß Anspruch 4 derart ausgebildet sein, dass die Linsenelemente oder die Spiegelemente in ihren Randbereichen einen Querschnitt aufweisen, der von höheren Ordnungen eines Polynoms, insbesondere von höheren geraden Ordnungen eines Polynoms dominiert wird. Unter Umständen lassen sich dabei die Randbereiche mathematisch nur separat von dem mittleren Bereich durch ein Polynom beschreiben. Durch die Dominierung des Querschnittes in den Randbereichen der Linsenelemente oder der Spiegelemente durch höhere Ordnungen eines Polynoms kann gezielt auf die vorgenannten Randbeugungseffekte Einfluss genommen werden, so dass vergleichsweise effektiv die aus dem Homogenisator beziehungsweise aus den einzelnen Linsenelementen des Homogenisators austretende oder die von den einzelnen Spiegelementen reflektierte Lichtverteilung geglättet werden kann.

Gemäß Anspruch 5 ist vorgesehen, dass ein jedes der Linsenelemente oder der Spiegelemente mit einer wellenförmigen oder sinusförmigen Struktur versehen ist. Insbesondere kann dabei gemäß Anspruch 6 die Periodizität der Struktur kleiner, insbesondere klein gegenüber der Periodizität sein, mit der die einzelnen Linsenelemente oder Spiegelemente nebeneinander angeordnet sind. Beispielsweise kann dabei gemäß Anspruch 7 ein jedes der Linsenelemente oder der Spiegelemente eine der wellenförmigen oder sinusförmigen Struktur zugrunde liegende Grundstruktur aufweisen, die sphärisch oder asphärisch zweiter Ordnung ist. Durch die wellenförmige oder sinusförmige Struktur auf einem jeden der Linsenelemente oder Spiegelemente kann eine Mittelung der Intensität der Lichtverteilung des Homogenisators erzielt werden, so dass insgesamt die Lichtverteilung gleichmäßiger gestaltet werden kann.

Das Verfahren gemäß Anspruch 8 ist durch folgende Verfahrensschritte gekennzeichnet:

- eine Vorrichtung zur optischen Strahlhomogenisierung mit mindestens einer optisch funktionalen Grenzfläche und einer Vielzahl von Linsenelementen oder Spiegelementen auf der optisch funktionalen Grenzfläche wird erzeugt;
- die Lichtverteilung von durch ein einzelnes der Vielzahl der Linsenelemente hindurch tretendem Licht oder von einem einzelnen der Vielzahl der Spiegelemente reflektiertem Licht wird ermittelt;
- auf ein jedes der Linsenelemente oder der Spiegelemente wird eine Struktur aufgebracht, die komplementär zu der ermittelten Lichtverteilung ist.

Insbesondere kann hierbei gemäß Anspruch 9 vorgesehen sein, dass die aufgebrachte Struktur in den Randbereichen der Linsenelemente oder der Spiegelemente eine größere Amplitude als im mittleren Bereich der Linsenelemente oder der Spiegelemente aufweist. Dabei können gemäß Anspruch 10 die in dem ersten Verfahrensschritt erzeugten Linsenelemente oder Spiegelemente einen regelmäßigen Querschnitt, insbesondere einen sphärischen oder asphärischen Querschnitt zweiter Ordnung aufweisen. Die in dem ersten Verfahrensschritt erzeugten Linsenelemente oder Spiegelemente lassen sich somit mit einfachen Mitteln herstellen. Die nach Ermittlung der Lichtverteilung auf die Linsen oder Spiegel aufgebrachte komplementäre Struktur kann mit entsprechendem Fertigungsaufwand derart exakt an die beugungsbedingte zu erwartende Störung der Lichtverteilung angepasst werden, dass das durch eine Vorrichtung zur Homogenisierung mit einer derartigen Struktur hindurchtretende Licht eine sehr gleichmäßige Lichtverteilung

-6-

nach dem Hindurchtritt aufweist beziehungsweise eine sehr gleichmäßige Lichtverteilung nach Reflexion an der Vorrichtung bei Verwendung entsprechender Spiegelemente aufweist.

Weitere Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden deutlich anhand der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele unter Bezugnahme auf die beiliegenden Abbildungen. Darin zeigen

- Fig. 1a eine schematische Seitenansicht einer erfindungsgemäßen Vorrichtung;
- Fig. 1b eine gegenüber Fig. 1a um 90° gedrehte Seitenansicht der Vorrichtung;
- Fig. 2 schematisch die Lichtverteilung von durch ein Linsenelement gemäß dem Stand der Technik hindurch getretenem Licht;
- Fig. 3 schematisch die Lichtverteilung von durch ein Linsenelement der erfindungsgemäßen Vorrichtung hindurch getretenem Licht;
- Fig. 4 den Querschnitt eines einzelnen konvexen Linsenelements einer erfindungsgemäßen Vorrichtung im Vergleich zu einem einzelnen Linsenelement gemäß dem Stand der Technik;
- Fig. 5 eine Detailansicht des Randbereichs des Querschnitts des Linsenelements der erfindungsgemäßen Vorrichtung gemäß Fig. 4;
- Fig. 6 den Querschnitt einer weiteren Ausführungsform eines konkaven Linsenelements einer erfindungsgemäßen Vorrichtung;

Fig. 7 eine den Rand des Linsenelementes zeigende Detailansicht des Querschnitts gemäß Fig. 6;

Fig. 8 schematisch die Lichtverteilung von durch das Linsenelement gemäß Fig. 6 hindurchgetretenem Licht.

Die Erfindung wird im Nachfolgenden am Beispiel von Linsenelementen beschrieben, durch die zu homogenisierendes Licht hindurchtritt. Die erfindungsgemäß ebenfalls zur Homogenisierung verwendbaren Spiegelemente können ähnlich oder genau wie die Linsenelemente gestaltet sein mit dem Unterschied, dass sie für die Wellenlänge des zu homogenisierenden Lichts zumindest teilweise reflektierend ausgebildet sind. Dazu könnten beispielsweise die im Nachfolgenden beschriebenen Linsenelemente mit einer entsprechenden reflektierenden Beschichtung versehen werden. Das zu homogenisierende Licht kann dann beispielsweise an den einzelnen Spiegelementen unter einem Winkel ungleich null reflektiert werden.

In einigen der Figuren sind kartesische Koordinatensysteme zur besseren Verdeutlichung der erfindungsgemäßen Vorrichtung abgebildet.

Fig. 1a und Fig. 1b zeigen schematisch ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur optischen Strahlhomogenisierung. Insbesondere zeigen Fig. 1a und Fig. 1b ein Substrat 1 aus einem transparenten Material mit einer Eintrittsfläche 2 und einer Austrittsfläche 3 für Licht. Auf der Eintrittsfläche 2 sind eine Vielzahl von parallel zueinander angeordneten Linsenelementen 4 vorgesehen, die als Zylinderlinsen ausgebildet sind. Die Zylinderachsen dieser Zylinderlinsen erstrecken sich in Y-Richtung. Auf der Austrittsfläche 3 sind ebenfalls eine Vielzahl von Linsenelementen 5 angeordnet, die

ebenfalls als parallel und beabstandet zueinander angeordnete Zylinderlinsen ausgebildet sind. Die Zylinderachsen der Linsenelement 5 erstrecken sich in X-Richtung und sind somit senkrecht zu den Zylinderachsen der Linsenelemente 4 ausgerichtet.

Durch die zueinander gekreuzten als Zylinderlinsen ausgebildeten Linsenelementen 4, 5 werden bei dem Hindurchtritt von Licht durch die Eintrittsfläche 2 und die Austrittsfläche 3 die hindurchgetretenen Lichtstrahlen sowohl in X-Richtung als auch in Y-Richtung gebrochen, so dass die Linsenelemente 4, 5 in ihrem Zusammenwirken eine ähnliche Wirkung haben wie eine Vielzahl von sphärischen Linsenelementen. Erfindungsgemäß besteht durchaus die Möglichkeit, anstelle gekreuzter Zylinderlinsen ein zweidimensionales Array von sphärischen Linsenelementen vorzusehen. Ein derartiges Array kann sowohl auf der Eintrittsfläche 2 und der Austrittsfläche 3 als auch nur auf der Eintrittsfläche 2 oder nur auf der Austrittsfläche 3 angeordnet sein. Weiterhin besteht die Möglichkeit, nur auf der Eintrittsfläche 2 oder nur auf der Austrittsfläche 3 ein Array von Zylinderlinsen anzuordnen, so dass das Licht nur bezüglich einer der Richtungen X, Y gebrochen wird. Weiterhin können auch auf einer oder jeder der optisch funktionalen Grenzflächen die nebeneinander angeordneten Linsen- oder Spiegelemente abwechselnd konkav und konvex ausgebildet sein, um Verluste im Übergangsbereich zwischen einzelnen Linsen- oder Spiegelementen zu vermeiden.

Die in Fig. 1a und in Fig. 1b abgebildete Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung kann zur Homogenisierung eines Laserstrahles verwendet werden, wobei beispielsweise paralleles Licht auf die Vorrichtung geleitet wird und wobei in Strahlrichtung hinter der Vorrichtung eine als Fourierlinse dienende Sammellinse vorgesehen werden kann, die zu einer Überlagerung des durch viele, beziehungsweise sämtliche der Linsenelemente 4, 5 hindurch

getretenen Lichtes in der Brennebene der Fourierlinse führt. Derartige Aufbauten sind aus dem Stand der Technik hinlänglich bekannt. Alternativ dazu kann eine leicht unterschiedliche Neigung der einzelnen Linsenelemente 4, 5 ebenfalls zu einer Überlagerung im Fernfeld führen. Hier kann dann auf eine separate Fourierlinse verzichtet werden.

In Fig. 1a und Fig. 1b sind die einzelnen Linsenelemente 4, 5 schematisch durch einen Halbkreis angedeutet. Die Form der einzelnen Linsenelemente ist nur grob vereinfacht dargestellt. Aus Fig. 4 ist detailliert die Form einer Ausführungsform eines Linsenelementes einer erfindungsgemäßen Vorrichtung ersichtlich. Insbesondere zeigt in Fig. 4 die obere Graphik den Querschnitt 6 einer aus dem Stand der Technik bekannten Zylinderlinse mit im Wesentlichen asphärischem Querschnitt zweiter Ordnung. Die untere Graphik zeigt in Fig. 4 den Querschnitt 7 eines Linsenelementes einer ersten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung. Fig. 4 lässt sich entnehmen, dass der Querschnitt 7 insbesondere im Randbereich des Linsenelementes von dem asphärischen Querschnitt 6 zweiter Ordnung gemäß dem Stand der Technik abweicht. In Fig. 4 ist nach oben die Ausdehnung des Linsenelementes in Z-Richtung (siehe dazu Fig. 1a und Fig. 1b) aufgetragen. Die Abszisse der Graphik gemäß Fig. 4 zeigt die X-Koordinate des Linsenelementes in Millimeter, wobei hier die 0 im Mittelpunkt des Querschnitts des Linsenelementes angeordnet ist. Der Graphik gemäß Fig. 4 lässt sich entnehmen, dass für $X\text{-Werte} \leq -0,4 \text{ mm}$ beziehungsweise $\geq 0,4 \text{ mm}$ die Abweichung des Querschnittes 7 des Linsenelementes der erfindungsgemäßen Vorrichtung von dem parabelförmigen Querschnitt 6 gemäß dem Stand der Technik merklich wird.

Insbesondere Fig. 5 lässt sich entnehmen, dass im Randbereich des Linsenelementes der Querschnitt deutlich stärker gekrümmt ist als im

sich daran anschließenden Bereich. Insbesondere ist bei X-Werten $\leq -0,647$ mm beziehungsweise bei X-Werten $\geq 0,647$ eine sehr deutliche Zunahme der Krümmung des Querschnittes ersichtlich.

Fig. 2 zeigt die Lichtverteilung in Intensität gegen Austrittswinkel für ein Linsenelement mit einem asphärischen Querschnitt 6 zweiter Ordnung gemäß dem Stand der Technik. Insbesondere sieht man hier störende beugungsbedingte Intensitätsschwankungen für unterschiedliche Lichtaustrittswinkel. Fig. 3 zeigt im gleichen Maßstab die Lichtverteilung eines Linsenelementes 4, 5 mit einem Querschnitt 7 gemäß Fig. 4 einer erfindungsgemäßen Vorrichtung. Es ist deutlich ersichtlich, dass die beugungsbedingten Intensitätsschwankungen hier deutlich geringer sind, was auf die Abweichung des Querschnittes von der Asphäre zweiter Ordnung im Randbereich des Linsenelementes 4, 5 zurückzuführen ist.

Aus Fig. 6 und Fig. 7 ist eine zweite Ausführungsform eines Linsenelementes 4, 5 einer erfindungsgemäßen Vorrichtung ersichtlich. Insbesondere Fig. 7 zeigt, dass auch diese Ausführungsform in ihrem Randbereich eine starke Zunahme der Krümmung aufweist. Fig. 8 zeigt die Lichtverteilung von durch ein derartiges Linsenelement 4, 5 hindurch getretenem Licht in Intensität in Abhängigkeit vom Austrittswinkel. Die Lichtverteilung weist kaum merkliche Intensitätsschwankungen für unterschiedliche Austrittswinkel auf, was auch hier auf die spezielle Form des Linsenelementes 4, 5 in dessen Randbereich zurückzuführen ist.

Im Nachfolgenden wird das in Fig. 6 und Fig. 7 abgebildete Beispiel für den Querschnitt eines Linsenelementes 4, 5 detailliert beschrieben. Insbesondere lässt sich der Querschnitt mathematisch abschnittsweise als Polynom zwölften Grades wiedergeben, gemäß nachfolgender Formel:

-12-

$$z(x) = U_0 + U_1 \cdot |x| + U_2 \cdot |x|^2 + U_3 \cdot |x|^3 + U_4 \cdot |x|^4 + U_5 \cdot |x|^5 + U_6 \cdot |x|^6 + \\ U_7 \cdot |x|^7 + U_8 \cdot |x|^8 + U_9 \cdot |x|^9 + U_{10} \cdot |x|^{10} + U_{11} \cdot |x|^{11} + U_{12} \cdot |x|^{12}$$

mit folgenden Koeffizienten:

In einem ersten x-Werte-Bereich mit $0 \leq |x| < 0,560$

$$U_0 = -1,66 \cdot 10^{-2}$$

$$U_1 = 0$$

$$U_2 = -3,34 \cdot 10^{-2}$$

$$U_3 = 0$$

$$U_4 = -2,48 \cdot 10^{-5}$$

$$U_5 = 0$$

$$U_6 = -1,00 \cdot 10^{-7}$$

$$U_7 = 0$$

$$U_8 = -5,57 \cdot 10^{-7}$$

$$U_9 = 0$$

$$U_{10} = 1,81 \cdot 10^{-6}$$

$$U_{11} = 0$$

$$U_{12} = -2,18 \cdot 10^{-6}$$

In einem zweiten x-Werte-Bereich mit $0,560 \leq |x| < 0,650$

$$U_0 = -6,15 \cdot 10^{-3}$$

$$U_1 = 3,74 \cdot 10^{-2}$$

$$U_2 = -3,34 \cdot 10^{-2}$$

$$U_3 = 7,67 \cdot 10^{-4}$$

$$U_4 = -2,96 \cdot 10^{-2}$$

-13-

$$U_5 = 6,42 \cdot 10^{-1}$$

$$U_6 = -1,70 \cdot 10^1$$

$$U_7 = 3,55 \cdot 10^2$$

$$U_8 = -7,34 \cdot 10^0$$

$$U_9 = -2,58 \cdot 10^4$$

$$U_{10} = 1,21 \cdot 10^5$$

$$U_{11} = 5,83 \cdot 10^5$$

$$U_{12} = -2,66 \cdot 10^6$$

In einem dritten x-Werte-Bereich mit $0,650 \leq |x| < 0,688$

$$U_0 = -2,51 \cdot 10^{-3}$$

$$U_1 = 4,39 \cdot 10^{-2}$$

$$U_2 = 4,95 \cdot 10^{-2}$$

$$U_3 = 2,16 \cdot 10^{-1}$$

$$U_4 = 4,29 \cdot 10^1$$

$$U_5 = -6,24 \cdot 10^3$$

$$U_6 = 6,70 \cdot 10^5$$

$$U_7 = -4,61 \cdot 10^7$$

$$U_8 = 2,11 \cdot 10^9$$

$$U_9 = -6,38 \cdot 10^{10}$$

$$U_{10} = 1,23 \cdot 10^{12}$$

$$U_{11} = -1,36 \cdot 10^{13}$$

$$U_{12} = 6,70 \cdot 10^{13}$$

In einem vierten x-Werte-Bereich mit $0,688 \leq |x| < 0,698$

$$U_0 = -7,20 \cdot 10^{-4}$$

$$U_1 = 5,41 \cdot 10^{-2}$$

$$U_2 = 6,32 \cdot 10^{-1}$$

$$U_3 = -2,49 \cdot 10^2$$

$$U_4 = 2,84 \cdot 10^5$$

$$U_5 = -1,71 \cdot 10^8$$

$$U_6 = 6,62 \cdot 10^{10}$$

$$U_7 = -1,69 \cdot 10^{13}$$

$$U_8 = 2,88 \cdot 10^{15}$$

$$U_9 = -3,26 \cdot 10^{17}$$

$$U_{10} = 2,35 \cdot 10^{19}$$

$$U_{11} = -9,72 \cdot 10^{20}$$

$$U_{12} = 1,78 \cdot 10^{22}$$

Es zeigt sich, dass im mittleren Bereich des Linsenelementes, über einen sehr ausgedehnten Bereich bis etwa 0,56 mm vom Mittelpunkt die Form des Querschnittes im Wesentlichen durch den Koeffizienten U_2 bestimmt wird, der dem quadratischen Term von X zugeordnet ist. Mit anderen Worten ergibt sich in diesem mittleren Bereich eine im Wesentlichen asphärische Ausbildung zweiter Ordnung des Querschnittes des Linsenelementes. Gegenüber dem vergleichsweise großen Koeffizienten U_2 sind die weiteren Koeffizienten U_4 , U_6 , U_8 , U_{10} , U_{12} vernachlässigbar klein. Weiterhin zeigt sich auch, dass sämtliche ungeraden Koeffizienten U_1 , U_3 , U_5 , U_7 , U_9 , U_{11} gleich 0 sind.

In dem zweiten X -Wertbereich zwischen 0,56 und 0,65 wird die Form des Querschnitts des Linsenelementes nicht mehr vordringlich durch den Koeffizienten U_2 bestimmt, weil beispielsweise der dem linearen Term von X zugeordnete Koeffizient U_1 eine vergleichbare Größenordnung wie U_2 aufweist. Weiterhin sind höheren Ordnungen

von X zugeordnete Koeffizienten deutlich größer, so dass sie teilweise auch ins Gewicht fallen; hier soll beispielhaft auf den Koeffizienten U_{12} verwiesen werden.

Diese Vergrößerung der den höheren Ordnungen von X zugeordneten Koeffizienten setzt sich in dem dritten Wertebereich und insbesondere in dem vierten Wertebereich fort, wo der Koeffizient U_{12} um mehr als 20 Größenordnungen größer ist als der Koeffizient U_2 .

Bei einer weiteren, nicht abgebildeten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung können im Wesentlichen regelmäßig strukturierte Linsen mit beispielsweise ashärischem Querschnitt zweiter Ordnung verwendet werden. Allerdings wird hier sämtlichen Linsenelementen eine feine, insbesondere wellenförmige oder sinusförmige Struktur aufgeprägt. Die Periodizität dieser Struktur ist dabei kleiner, insbesondere klein gegenüber der Periodizität, mit der die einzelnen Linsenelemente 4, 5 nebeneinander auf der Eintrittsfläche 2 beziehungsweise der Austrittsfläche 3 angeordnet sind. Durch eine derartige feine, auf die Linsenelemente 4, 5 aufgebrachte Struktur wird eine Mittelung der aus den einzelnen Linsenelementen beziehungsweise aus der gesamten Vorrichtung austretenden Lichtverteilung erzielt, so dass die in Fig. 2 abgebildeten Störungen ebenfalls verringert werden können.

Bei einer weiteren, ebenfalls nicht abgebildeten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird auf die einzelnen Linsenelemente 4, 5 eine Struktur aufgebracht, die komplementär zu einer Störung ist, wie sie beispielsweise in Fig. 2 abgebildet ist. Dies wird gemäß einem erfindungsgemäßen Verfahren dadurch realisiert, dass in einem ersten Schritt ein Substrat mit Linsenelementen versehen wird, die einen regelmäßigen Querschnitt, wie beispielsweise einen sphärischen oder einen ashärischen Querschnitt zweiter Ordnung

aufweisen. Daran anschließend wird die Lichtverteilung von durch ein derartiges Linsenelement hindurch tretendem Licht ermittelt. Eine derartige Lichtverteilung könnte beispielsweise der Lichtverteilung gemäß Fig. 2 entsprechen. Daran anschließend werden entweder die bereits vorhandenen Linsenelemente derart verändert, dass sie eine zu der beispielsweise in Fig. 2 abgebildeten Störung komplementäre Struktur aufweisen, oder aber es werden in einem neuen Substrat oder in dem gleichen Substrat neue Linsenelemente erzeugt, die einen Querschnitt aufweisen, der mit einer beispielsweise zu Fig. 2 komplementären Struktur versehen ist.

Insbesondere wird somit auf ein Linsenelement mit einem sphärischen oder asphärischen Querschnitt zweiter Ordnung eine Struktur aufgebracht, die im Randbereich des Linsenelementes mit einer größeren Amplitude variiert als im mittleren Bereich der Linse.

Patentansprüche:

1. Vorrichtung zur optischen Strahlhomogenisierung, umfassend
 - mindestens eine optisch funktionale Grenzfläche, durch die ein zu homogenisierender Strahl hindurchtreten kann oder an der ein zu homogenisierender Strahl reflektiert werden kann;
 - eine Vielzahl von Linsenelementen (4, 5) oder Spiegelementen, die auf der mindestens einen optisch funktionalen Grenzfläche angeordnet sind;

dadurch gekennzeichnet, dass die Linsenelemente (4, 5) oder die Spiegelemente jeweils in ihren Randbereichen eine derartige Krümmung aufweisen, dass dadurch beugungsbedingte Effekte verringert werden.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Linsenelemente (4, 5) oder die Spiegelemente in einem mittleren Bereich einen Querschnitt (7) aufweisen, der im Wesentlichen einem asphärischen Querschnitt zweiter Ordnung, wie beispielsweise einem hyperbolischen oder einem parabelförmigen Querschnitt (6) entspricht.
3. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Linsenelemente (4, 5) oder die Spiegelemente in ihren Randbereichen einen Querschnitt (7) aufweisen, der von einem asphärischen Querschnitt (6) zweiter Ordnung abweicht.

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Linsenelemente (4, 5) oder die Spiegelemente in ihren Randbereichen einen Querschnitt (7) aufweisen, der von höheren Ordnungen eines Polynoms, insbesondere von höheren geraden Ordnungen eines Polynoms dominiert wird.
5. Vorrichtung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1, dadurch gekennzeichnet, dass ein jedes der Linsenelemente (4, 5) oder der Spiegelemente mit einer wellenförmigen oder sinusförmigen Struktur versehen ist.
6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Periodizität der Struktur kleiner, insbesondere klein gegenüber der Periodizität ist, mit der die einzelnen Linsenelemente (4, 5) oder Spiegelemente nebeneinander angeordnet sind.
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass ein jedes der Linsenelemente (4, 5) oder Spiegelemente eine der wellenförmigen oder sinusförmigen Struktur zugrunde liegende Grundstruktur aufweist, die sphärisch oder asphärisch zweiter Ordnung ist.
8. Verfahren zur Herstellung einer Vorrichtung zur optischen Strahlhomogenisierung mit mindestens einer optisch funktionalen Grenzfläche, durch die ein zu homogenisierender Strahl hindurchtreten kann oder an der ein zu homogenisierender Strahl reflektiert werden kann, sowie einer Vielzahl von Linsenelementen (4, 5) oder Spiegelementen, die auf der mindestens einen optisch funktionalen Grenzfläche angeordnet sind, gekennzeichnet durch folgende Verfahrensschritte:

-19-

- eine Vorrichtung zur optischen Strahlhomogenisierung mit mindestens einer optisch funktionalen Grenzfläche und einer Vielzahl von Linsenelementen (4, 5) oder Spiegelementen auf der optisch funktionalen Grenzfläche wird erzeugt;
 - die Lichtverteilung von durch ein einzelnes der Vielzahl der Linsenelemente (4, 5) hindurch tretendem Licht oder von einem einzelnen der Vielzahl der Spiegelemente reflektiertem Licht wird ermittelt;
 - auf ein jedes der Linsenelemente (4, 5) oder der Spiegelemente wird eine Struktur aufgebracht, die komplementär zu der ermittelten Lichtverteilung ist.
9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die aufgebrachte Struktur in den Randbereichen der Linsenelemente (4, 5) oder der Spiegelemente eine größere Amplitude als im mittleren Bereich der Linsenelemente (4, 5) oder der Spiegelemente aufweist.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass die in dem ersten Verfahrensschritt erzeugten Linsenelemente (4, 5) oder Spiegelemente einen regelmäßigen Querschnitt, insbesondere einen sphärischen oder asphärischen Querschnitt zweiter Ordnung aufweisen.

1/4

Fig. 1a

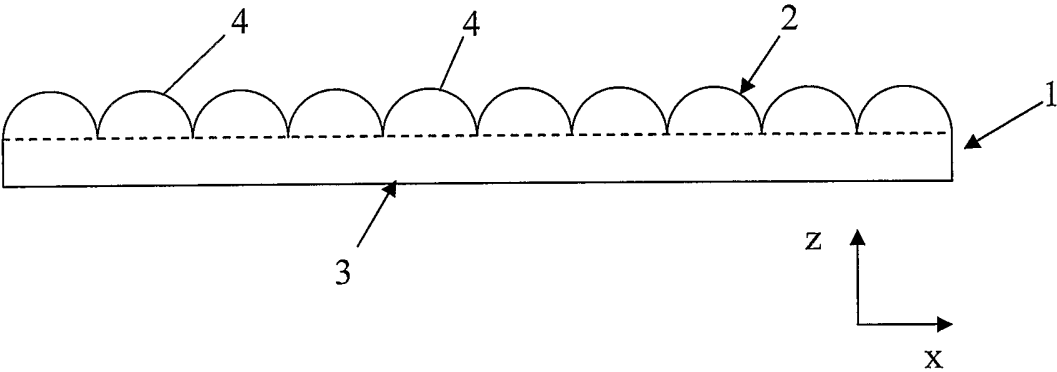
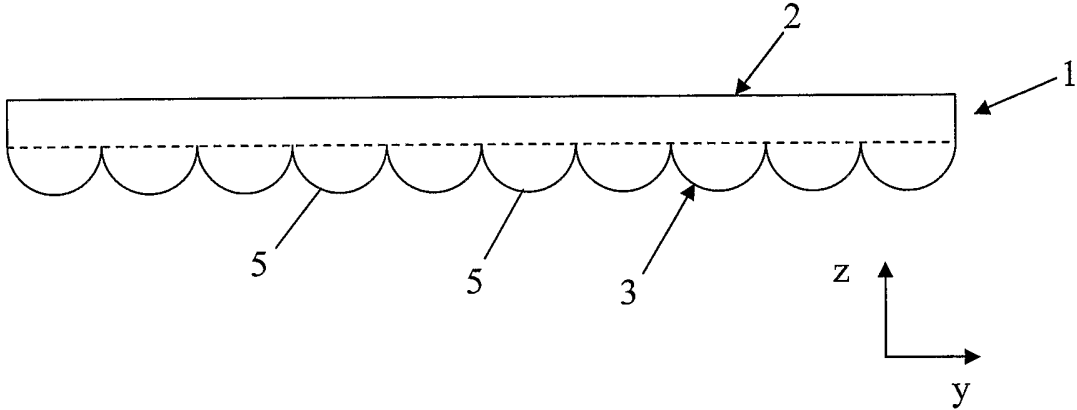


Fig. 1b



2/4

Fig. 2

Intensität, w.E.

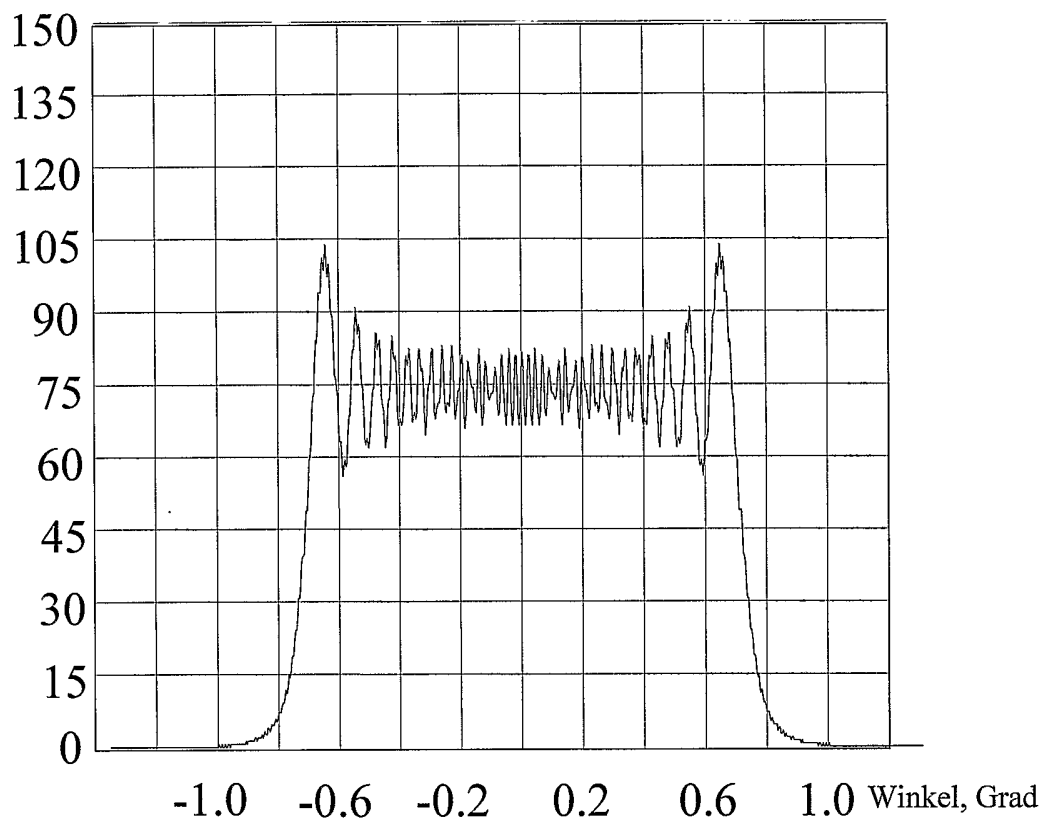
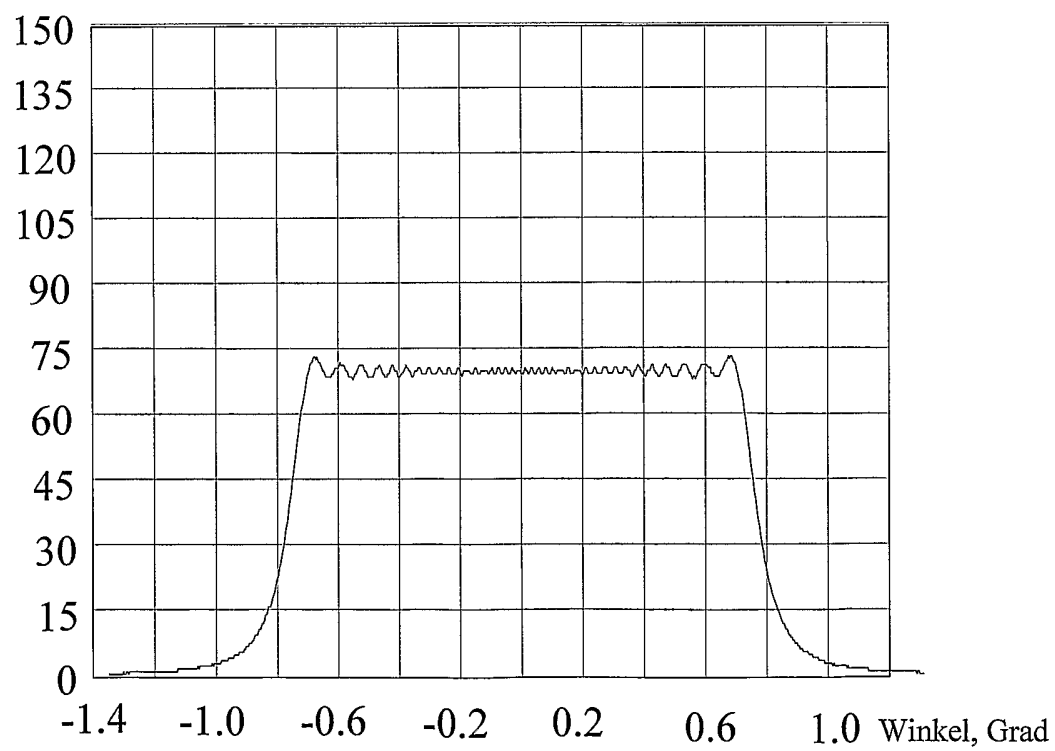


Fig. 3

Intensität, w.E.



3/4

Fig. 4

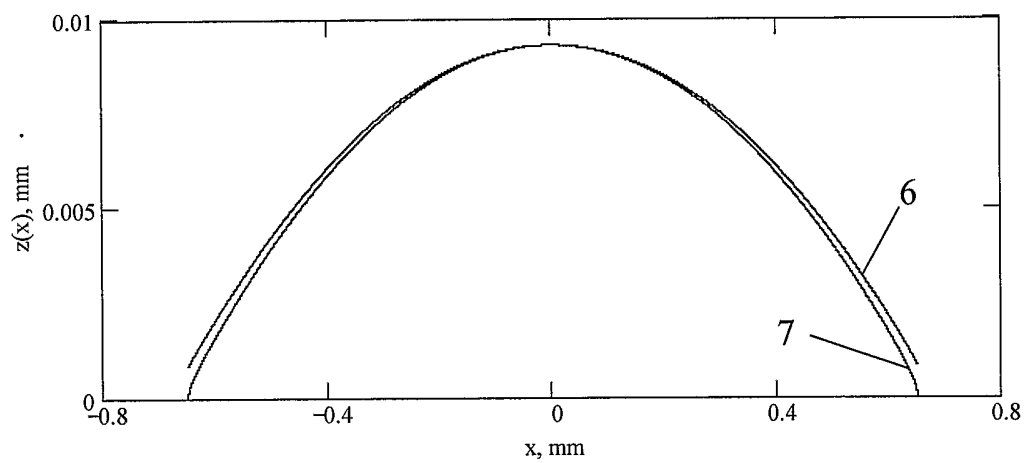
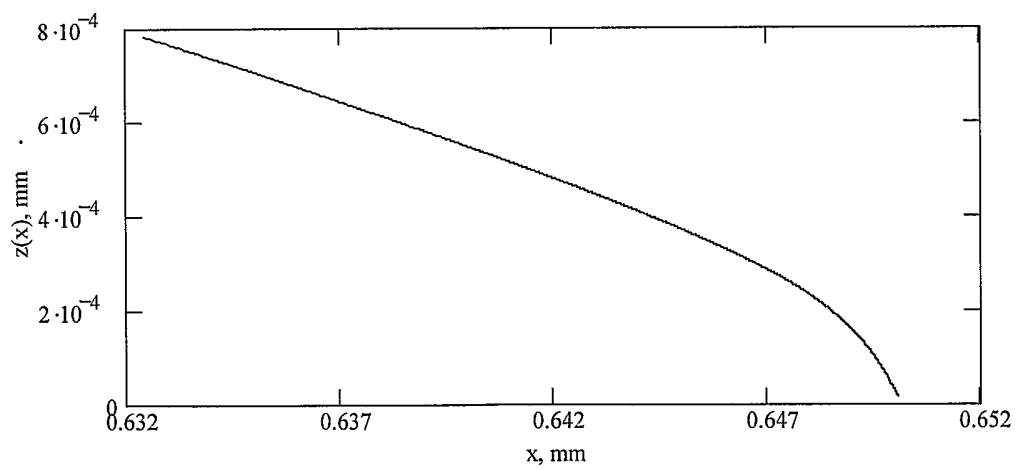


Fig. 5



4/4

Fig. 6

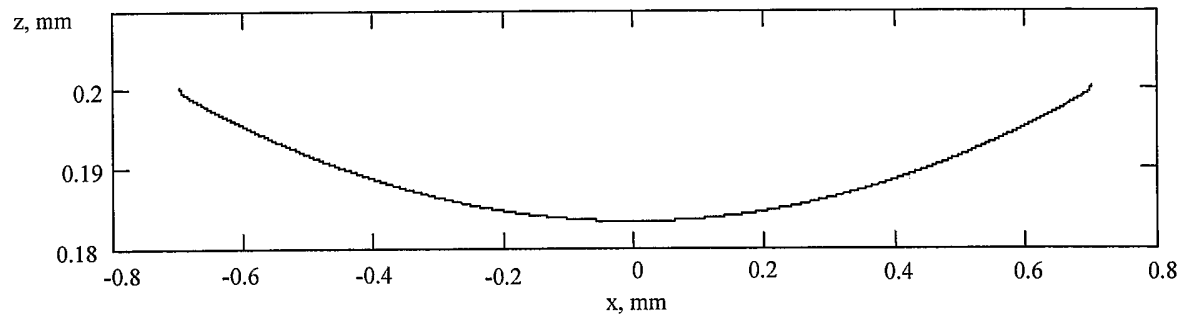


Fig. 7

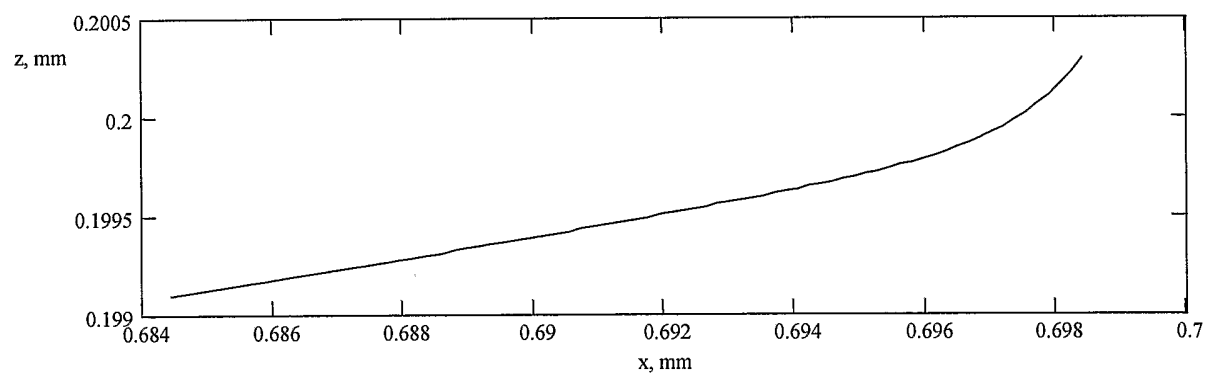
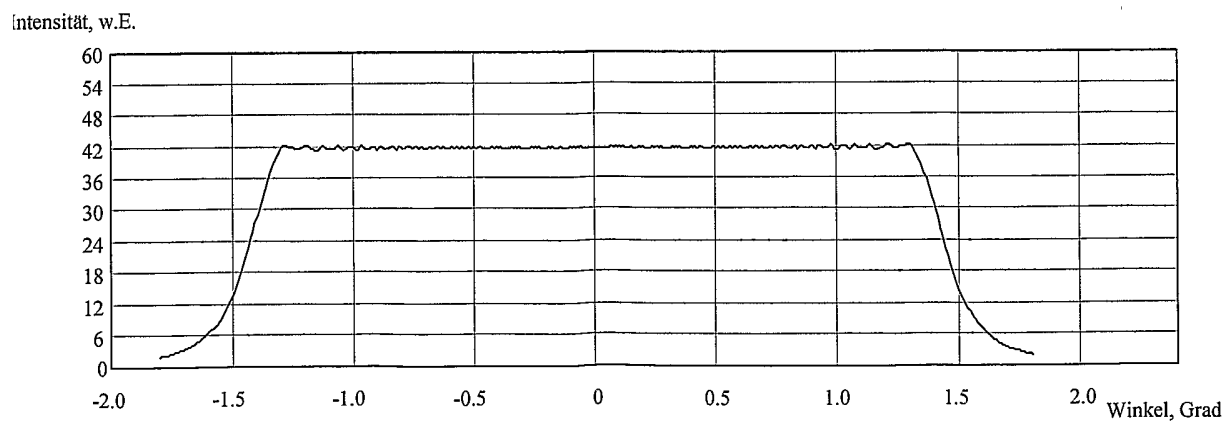


Fig. 8



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2005/003751

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 G02B27/09 G02B27/00

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 G02B

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

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EP0-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 03/016963 A (HENTZE-LISSOTSCHENKO PATENTVERWALTUNGS GMBH & CO; MIKHAILOV, ALEXEI) 27 February 2003 (2003-02-27) abstract page 12, paragraph 2 figure 1	1-4
A	----- US 6 239 913 B1 (TANAKA KOICHIRO) 29 May 2001 (2001-05-29) cited in the application abstract -----	1-4

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

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 "E" earlier document but published on or after the international filing date
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

29 June 2005

Date of mailing of the international search report

26. 09. 2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5618 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Schenke, C

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2005/003751**Box I Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 1 of first sheet)**

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box II Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 2 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

See supplemental sheet

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☒ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

1-4

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.
☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2005/003751

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
<u>Continuation of Box III</u> The International Searching Authority has found that the international application contains multiple (groups of) inventions, as follows: 1. Claims 1-4 Device for optical beam homogenisation, comprising an optically functional boundary surface and a plurality of lens elements or mirror elements arranged on the boundary surface, wherein diffraction-induced effects are reduced by the curvature at the edges of the lens or mirror elements. 2. Claims 5-10 Method and device for optical beam homogenisation, comprising an optically functional boundary surface and a plurality of lens elements or mirror elements arranged on the boundary surface, wherein each of the lens or mirror elements has a wavy structure.			

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2005/003751

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 03016963	A	27-02-2003	CN 1543578 A	03-11-2004
			DE 10139355 A1	27-02-2003
			EP 1421415 A2	26-05-2004
			JP 2004521398 T	15-07-2004
			US 2004223225 A1	11-11-2004

US 6239913	B1	29-05-2001	JP 10253916 A	25-09-1998

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2005/003751

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 G02B27/09 G02B27/00

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 G02B

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

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

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 03/016963 A (HENTZE-LISSOTSCHENKO PATENTVERWALTUNGS GMBH & CO; MIKHAILOV, ALEXEI) 27. Februar 2003 (2003-02-27) Zusammenfassung Seite 12, Absatz 2 Abbildung 1	1-4
A	US 6 239 913 B1 (TANAKA KOICHIRO) 29. Mai 2001 (2001-05-29) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung	1-4

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

29. Juni 2005

Absenddatum des Internationalen Recherchenberichts

26. 09. 2005

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Schenke, C

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2005/003751

Feld II Bemerkungen zu den Ansprüchen, die sich als nicht recherchierbar erwiesen haben (Fortsetzung von Punkt 2 auf Blatt 1)

Gemäß Artikel 17(2)a) wurde aus folgenden Gründen für bestimmte Ansprüche kein Recherchenbericht erstellt:

1. ☐ Ansprüche Nr. _____
weil sie sich auf Gegenstände beziehen, zu deren Recherche die Behörde nicht verpflichtet ist, nämlich _____
2. ☐ Ansprüche Nr. _____
weil sie sich auf Teile der internationalen Anmeldung beziehen, die den vorgeschriebenen Anforderungen so wenig entsprechen, daß eine sinnvolle internationale Recherche nicht durchgeführt werden kann, nämlich _____
3. ☐ Ansprüche Nr. _____
weil es sich dabei um abhängige Ansprüche handelt, die nicht entsprechend Satz 2 und 3 der Regel 6.4 a) abgefaßt sind.

Feld III Bemerkungen bei mangelnder Einheitlichkeit der Erfindung (Fortsetzung von Punkt 3 auf Blatt 1)

Die internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, daß diese internationale Anmeldung mehrere Erfindungen enthält:

siehe Zusatzblatt

1. ☐ Da der Anmelder alle erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht auf alle recherchierbaren Ansprüche.
2. ☐ Da für alle recherchierbaren Ansprüche die Recherche ohne einen Arbeitsaufwand durchgeführt werden konnte, der eine zusätzliche Recherchegebühr gerechtfertigt hätte, hat die Behörde nicht zur Zahlung einer solchen Gebühr aufgefordert.
3. ☐ Da der Anmelder nur einige der erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht nur auf die Ansprüche, für die Gebühren entrichtet worden sind, nämlich auf die Ansprüche Nr. _____
4. ☒ Der Anmelder hat die erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren nicht rechtzeitig entrichtet. Der internationale Recherchenbericht beschränkt sich daher auf die in den Ansprüchen zuerst erwähnte Erfindung; diese ist in folgenden Ansprüchen erfaßt:
1-4

Bemerkungen hinsichtlich eines Widerspruchs

- ☐ Die zusätzlichen Gebühren wurden vom Anmelder unter Widerspruch gezahlt.
- ☐ Die Zahlung zusätzlicher Recherchegebühren erfolgte ohne Widerspruch.

WEITERE ANGABEN

PCT/ISA/ 210

Die internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, dass diese internationale Anmeldung mehrere (Gruppen von) Erfindungen enthält, nämlich:

1. Ansprüche: 1-4

Vorrichtung zur optischen Strahlhomogenisierung, umfassend eine optisch funktionale Grenzfläche und eine Vielzahl von Linsenelementen oder Spiegelementen, die auf der Grenzfläche angeordnet sind, wobei beugungsbedingte Effekte durch die Krümmung im Randbereich der Linsen- oder Spiegelemente verringert werden.

2. Ansprüche: 5-10

Verfahren und Vorrichtung zur optischen Strahlhomogenisierung mit einer optisch funktionalen Grenzfläche und einer Vielzahl von Linsenelementen oder Spiegelementen, die auf der Grenzfläche angeordnet sind, wobei jedes der Linsen- oder Spiegelemente mit einer wellenförmigen Struktur versehen ist.

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2005/003751

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
WO 03016963	A	27-02-2003	CN	1543578 A	03-11-2004
			DE	10139355 A1	27-02-2003
			EP	1421415 A2	26-05-2004
			JP	2004521398 T	15-07-2004
			US	2004223225 A1	11-11-2004

US 6239913	B1	29-05-2001	JP	10253916 A	25-09-1998
