

(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
1. Juli 2010 (01.07.2010)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2010/072589 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
G02B 27/14 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2009/066947

(22) Internationales Anmeldedatum:
11. Dezember 2009 (11.12.2009)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2008 062 257.5
15. Dezember 2008 (15.12.2008) DE
10 2009 025 567.2 12. Juni 2009 (12.06.2009) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT** [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **GERHARD, Detlef** [DE/DE]; Hanikstr. 40, 81829 München (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT**; Postfach 22 16 34, 80506 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, 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, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

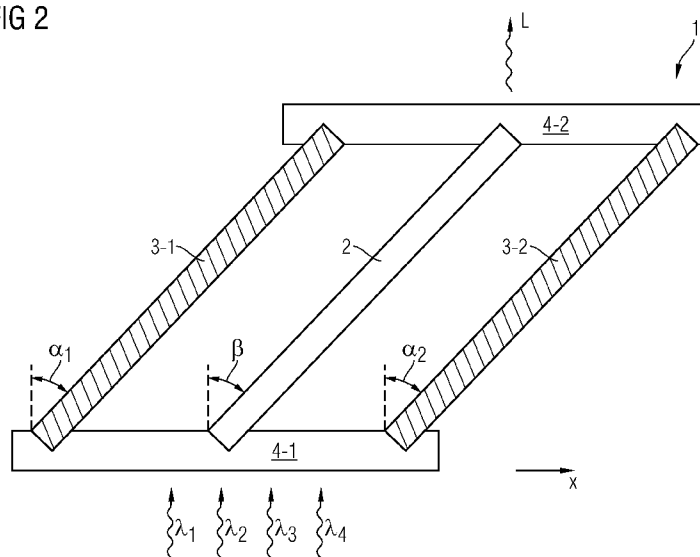
— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: DEVICE AND METHOD FOR MIXING LIGHT BEAMS

(54) Bezeichnung : VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUM MISCHEN VON LICHTSTRAHLEN

FIG 2



(57) Abstract: The invention relates to a device (1) and to a method for mixing light beams. The device (1) comprises at least one light beam splitter surface (2-i) arranged at an angle to a light beam direction of light beams of different wavelengths (λ). Said light beam splitter surface (2-i) is provided to split the light beams incident thereon. Furthermore, reflective outer surfaces (3-1, 3-2) are provided that are arranged around the light beam splitter surfaces (2-i) and that reflect light beams incident thereon. A light mixture can be generated by the mixing device (1) without a time delay. The mixing device (1) can be used in particular in a lighting device, for example, a high-power lamp, a motor vehicle headlight, an operating lamp, or a flash lamp.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2010/072589 A1



Die Erfindung schafft eine Vorrichtung (1) und ein Verfahren zur Mischung von Lichtstrahlen. Die Vorrichtung (1) weist mindestens eine schräg zu einer Lichtstrahlrichtung von Lichtstrahlen unterschiedlicher Wellenlängen (λ) angeordnete Lichtstrahlteilerfläche (2-i) auf. Diese Lichtstrahlteilerfläche (2-i) ist zum Teilen der darauf auftreffenden Lichtstrahlen vorgesehen. Weiterhin sind spiegelnde Außenflächen (3-1, 3-2) vorgesehen, die um die Lichtstrahlteilerflächen (2-i) herum angeordnet sind und die darauf auftreffenden Lichtstrahlen reflektieren. Durch die Mischvorrichtung (1) kann ein Lichtgemisch ohne Zeitverzögerung generiert werden. Die Mischvorrichtung (1) kann insbesondere in einem Beleuchtungsgerät, beispielsweise einer Hochleistungslampe, einem KFZ-Scheinwerfer, einer Operationsleuchte oder auch in einer Blitzlampe eingesetzt werden.

Beschreibung

Vorrichtung und Verfahren zum Mischen von Lichtstrahlen

- 5 Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Mischen von Lichtstrahlen unterschiedlicher Wellenlänge zur Erzeugung eines Lichtgemisches mit einem gewünschten Spektrum.
- 10 Lichtstrahlen werden in vielen Anwendungsfällen durchmischt, um ein Lichtgemisch zu erzeugen, das ein gewünschtes Lichtspektrum aufweist. Ein Beispiel für ein Lichtgemisch ist weißes Licht, das sich aus einer Vielzahl von Lichtstrahlen unterschiedlicher Wellenlänge zusammensetzt. Eine herkömmliche Vorgehensweise zur Lichtdurchmischung von Lichtstrahlen,
- 15 die von unterschiedlichen Lichtquellen mit unterschiedlichen Wellenlängen bzw. Spektren stammen, besteht in der Verwendung von optischen Linsen und Diffusoren. Beispielsweise werden Lichtstrahlen, die von unterschiedlichen Lichtdioden LEDs mit unterschiedlichen Wellenlängen stammen, durch optische Linsen
- 20 gebündelt, sodass an einem Bündelungspunkt ein weißes Lichtgemisch entsteht. Selbst bei Verwendung eines Diffusors ist dieses Lichtgemisch anschließend jedoch noch trennbar was zur Folge hat, dass eine Optik mit höherer Komplexität verwendet werden muss. Der Einsatz eines Diffusors führt zudem zu Ver-
- 25 lusten.

Weiterhin ist es bekannt zur Erzeugung von weißem Licht auf Basis von Lichtdioden einen Fluoreszenzeffekt auszunutzen.

- 30 Fig. 1A zeigt eine fluoreszierende Schicht F auf die ein von einer Lichtdiode stammende Lichtstrahlung mit einer Wellenlänge λ_1 fällt. Die Leuchtdiode kann beispielsweise eine Strahlung im UV-Bereich abgeben. Dieses UV-Licht wird von der Fluoreszenzschicht F in weißes Licht L umgewandelt. Der Nach-

teil besteht hier allerdings darin, dass die Umwandlung des von der Leuchtdiode erzeugten UV-Lichts in das weiße Licht L relativ lange dauert, wobei typischerweise eine Zeitverzögerung von mehreren μs auftreten kann. Fig. 1B verdeutlicht die auftretende Zeitverzögerung. Wenn zu einem Zeitpunkt t_0 die Leuchtdiode zur Erzeugung der UV-Strahlung mit einem Strom beaufschlagt wird, kommt es zu einer Zeitverzögerung bis das weiße Licht L von der fluoreszierenden Schicht F abgegeben wird. Daher ist diese Vorgehensweise zur Erzeugung eines Lichtgemisches bei vielen Anwendungsfällen, beispielsweise bei schnellen Blitzlampen (die eine Beleuchtung im Nanosekundenbereich erfordern), nicht geeignet.

Es ist daher eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung eine Vorrichtung zur Mischung von Lichtstrahlen und ein Verfahren zur Mischung von Lichtstrahlen zu schaffen, die Lichtstrahlen unterschiedlicher Wellenlänge nahezu ohne Zeitverzögerung mischt.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Vorrichtung mit den im Patentanspruch 1 angegebenen Merkmalen gelöst.

Die Erfindung schafft eine Vorrichtung zur Mischung von Lichtstrahlen mit:

- (a) mindestens einer schräg zu einer Lichtstrahlrichtung von Lichtstrahlen unterschiedlicher Wellenlänge angeordneten Lichtstrahlteilerfläche zum Teilen der darauf auftreffenden Lichtstrahlen; und mit
- (b) spiegelnden Außenflächen, welche um die Lichtstrahlteilerflächen herum angeordnet sind und welche die darauf auftreffenden Lichtstrahlen reflektieren.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung zum Mischen von Lichtstrahlen bietet den besonderen Vorteil, dass das gebildete gemischte Licht nicht ohne Weiteres wieder trennbar ist, sodass die optische Weiterverarbeitung für eine nachfolgende Optik in einfacher Weise erfolgen kann.

Darüber hinaus zeichnet sich die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Mischung von Lichtstrahlen durch einen einfachen strukturellen Aufbau aus.

10

Bei einer Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung sind mehrere Lichtquellen vorgesehen, die Lichtstrahlen in unterschiedlichen Wellenlängenbereichen abstrahlen. Bei dieser Ausführungsform führt die Vorrichtung nicht nur eine Mischung einfallender Lichtstrahlen durch, sondern generiert selbst das Lichtstrahlengemisch.

15

Bei einer Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist eine erste spiegelnde Außenfläche in einem ersten Neigungswinkel schräg zu der Lichtstrahlrichtung der Lichtstrahlen angeordnet und eine zweite spiegelnde Außenfläche ist in einem zweiten Neigungswinkel schräg zu der Lichtstrahlrichtung der Lichtstrahlen angeordnet.

20

Bei einer möglichen Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Mischung von Lichtstrahlen sind die Neigungswinkel der ersten und zweiten spiegelnden Außenflächen identisch und die beiden spiegelnden Außenflächen sind zueinander parallel angeordnet.

25

30

Bei einer alternativen Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung sind die Neigungswinkel der ersten und zweiten spiegelnden Außenflächen unterschiedlich und die beiden spiegelnden Außenflächen laufen schräg auseinander.

Bei einer möglichen Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung weist mindestens eine Lichtstrahlerteilerfläche einen Neigungswinkel auf, der zwischen dem Neigungswinkel der ersten spiegelnden Außenfläche und dem Neigungswinkel der zweiten spiegelnden Außenfläche liegt.

Bei einer möglichen Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung sind mehrere Lichtstrahlerteilerflächen vorgesehen, die zueinander parallel angeordnet sind.

Bei einer Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist eine erste lichtdurchlässige Abschlussplatte vorgesehen, durch welche die Lichtstrahlen unterschiedlicher Wellenlängen eintreten und es ist eine zweite lichtdurchlässige Abschlussplatte vorgesehen, durch welche die gemischten Lichtstrahlen austreten.

Diese Ausführungsform bietet den besonderen Vorteil, dass Streuungen an den Strahlenteilerflächenenden reduziert werden. Gleichzeitig bieten die Abschlussplatten den Vorteil, dass die Vorrichtung vor Verschmutzung geschützt wird.

Bei einer möglichen Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung sind die Lichtquellen mit einer Steuerung verbunden, welche die Intensität der von den Lichtquellen abgegebenen Lichtstrahlen steuert.

Diese Ausführungsform bietet den Vorteil, dass das Spektrum des erzeugten Lichtgemisches einstellbar und an den jeweiligen Anwendungsfall angepasst werden kann.

Bei einer möglichen Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung sind die verwendeten Lichtquellen lichtemittierende Dioden.

- 5 Bei einer möglichen Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung sind die Lichtstrahlteilerflächen beschichtete Glasplatten.

10 Diese Ausführungsform bietet den Vorteil, dass die Lichtstrahlerteilerflächen mit geringem technischem Aufwand herstellbar sind.

Bei einer möglichen Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung beträgt der Neigungswinkel der spiegelnden Außenflächen und der Neigungswinkel der Lichtstrahlteilerflächen jeweils 45° .

20 Diese Ausführungsform bietet den besonderen Vorteil, dass die Effizienz bei der Erzeugung des Lichtgemisches maximal ist.

Bei einer Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist an die Vorrichtung eine weitere gleichartige Vorrichtung zur Mischung von Lichtstrahlen spiegelsymmetrisch angebracht.

25 Diese Ausführungsform bietet den Vorteil, dass die optische Achse des einfallenden Lichtes und die optische Achse des austretenden Lichtgemisches nicht zueinander verschoben sind.

30 Bei einer Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung sind die spiegelnden Außenflächen in einem thermisch leitfähigen Körper angebracht.

Diese Ausführungsform bietet den besonderen Vorteil, dass auch Lichtquellen mit einer hohen Leistung verwendet werden können.

- 5 Bei einer Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung geben die Lichtquellen Lichtstrahlen in unterschiedlichen Wellenlängenbereichen ab, wobei die Wellenlängenbereiche jeweils in einem Bereich von 300 nm bis 2 μ m liegen.
- 10 Die Erfindung schafft ferner ein Beleuchtungsgerät mit mindestens einer Vorrichtung zur Mischung von Lichtstrahlen unterschiedlicher Wellenlängen, wobei jede Vorrichtung zur Mischung von Lichtstrahlen mindestens eine Lichtstrahlteilerfläche aufweist, die schräg zu einer Lichtstrahlrichtung der
- 15 Lichtstrahlen unterschiedlicher Wellenlänge angeordnet und zum Teilen der darauf auftreffenden Lichtstrahlen vorgesehen ist, wobei jede Vorrichtung zur Mischung von Lichtstrahlen ferner spiegelnde Außenflächen aufweist, welche um die Lichtstrahlteilerflächen herum angeordnet sind und welche die darauf
- 20 auf auftreffenden Lichtstrahlen reflektieren.

Bei einer möglichen Ausführungsform des erfindungsgemäßen Beleuchtungsgerätes weist das Beleuchtungsgerät eine Hochleistungslampe, einen KFZ-Scheinwerfer, eine Operationsleuchte

25 oder eine Blitzlampe auf.

Die Erfindung schafft ferner ein Verfahren zum Mischen von Lichtstrahlen,

- 30 wobei einfallende Lichtstrahlen unterschiedlicher Wellenlängen an einer ersten spiegelnden Fläche vollständig hin zu mindestens einer Lichtstrahlteilerfläche reflektiert werden, die einen ersten Anteil der Lichtstrahlen zu der ersten spiegelnden Fläche zurückreflektiert, wobei ein zweiter Anteil

der Lichtstrahlen durch die Lichtstrahlteilerfläche zu einer zweiten spiegelnden Fläche gelangt, welche die Lichtstrahlen zur Durchmischung vollständig reflektiert.

- 5 Bei einer möglichen Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens werden die Lichtstrahlen durch nebeneinander angeordnete Lichtquellen erzeugt und in eine Richtung abgestrahlt zu der die spiegelnden Flächen und die mindestens eine Lichtstrahlteilerfläche schräg verlaufen.

10

Im Weiteren werden Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Mischung von Lichtstrahlen und des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Mischen von Lichtstrahlen unter Bezugnahme auf die beigefügten Figuren erläutert.

15

Es zeigen:

Fig. 1A, 1B eine herkömmliche Anordnung zur Erzeugung eines Lichtgemisches;

20

Fig. 2 ein Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Mischung von Lichtstrahlen;

25

Fig. 3A, 3B, 3B Signaldiagramme zur Erläuterung der Funktionsweise der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Mischung von Lichtstrahlen;

30

Fig. 4 ein weiteres Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Mischung von Lichtstrahlen;

Fig. 5 ein weiteres Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Mischung von Lichtstrahlen;

Fig. 6 ein weiteres Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Mischung von Lichtstrahlen.

5

Wie man aus Fig. 2 erkennen kann, weist eine Vorrichtung 1 zur Mischung von Lichtstrahlen gemäß der Erfindung mindestens eine Lichtstrahlteilerfläche 2 auf. Bei der Lichtstrahlteilerfläche 2 handelt es sich beispielsweise um eine beschichtete Glasplatte. Die Glasplatte weist einen bestimmten Brechungsindex auf und ist beispielsweise auf einer Seite mit einem anderen Material beschichtet, das einen größeren Brechungsindex aufweist. Bei der Lichtstrahlteilerfläche 2 kann es sich auch um eine beschichtete Folie handeln. Ein auf die Lichtstrahlteilerfläche 2 treffender Lichtstrahl wird teilweise reflektiert, wobei ein Anteil des Lichtes durch die Lichtstrahlteilerfläche 2 zu einer weiteren, möglicherweise dahinter angeordneten Lichtstrahlteilerfläche gelangt. Die Vorrichtung 1 zur Mischung von Lichtstrahlen weist ferner spiegelnde Außenflächen 3-1, 3-2 auf, die um die mindestens eine Lichtstrahlteilerfläche 2 herum angeordnet sind. Die spiegelnden Außenflächen 3-1, 3-2 reflektieren die auf sie auftreffenden Lichtstrahlen vollständig. Bei den Spiegelflächen 3-1, 3-2 kann es sich um glatte Spiegelflächen handeln aber auch um strukturierte Spiegelflächen. Wie in Fig. 2 dargestellt, ist die erste spiegelnde Außenfläche 3-1 in einem ersten Neigungswinkel α_1 schräg zu der Lichtstrahlrichtung der auftreffenden Lichtstrahlen angeordnet. Die zweite spiegelnde Außenfläche 3-2 ist in einem zweiten Neigungswinkel α_2 schräg zu der Lichtstrahlrichtung der Lichtstrahlen angeordnet, die auf die Lichtstrahlmischvorrichtung 1 treffen.

Bei dem in Fig. 2 dargestellten Beispiel treffen Lichtstrahlen mit vier unterschiedlichen Wellenlängen λ_1 , λ_2 , λ_3 ,

λ_4 von unten auf die Leuchtmischung 1 zur Mischung der Lichtstrahlen. Die Lichtstrahlteilerfläche 2 weist einen Neigungswinkel β auf. Zudem verläuft die Lichtstrahlteilerfläche 2 schräg zu der Lichtstrahleinfallsrichtung der auftreffenden Lichtstrahlen. Der Neigungswinkel β liegt zwischen dem Neigungswinkel α_1 der ersten spiegelnden Außenfläche 3-1 und dem Neigungswinkel α_2 der zweiten spiegelnden Außenfläche 3-2 ($\alpha_1 \leq \beta \leq \alpha_2$).

Bei einer möglichen Ausführungsform ist der Neigungswinkel α_1 der ersten spiegelnden Außenfläche 3-1 identisch mit dem Neigungswinkel α_2 der zweiten spiegelnden Außenfläche 3-2 und die beiden spiegelnden Außenflächen 3-1, 3-2 sind zueinander parallel angeordnet. In diesem Falle ist der Neigungswinkel β der Lichtstrahlteilerfläche 2 ebenfalls gleich dem Winkel α_1 , α_2 der beiden spiegelnden Außenflächen 3-1, 3-2 ($\alpha_1 = \beta = \alpha_2$). Bei einer möglichen Ausführungsform beträgt der Neigungswinkel α_1 , α_2 der beiden spiegelnden Außenflächen 3-1, 3-2 und der Neigungswinkel β der Lichtstrahlteilerflächen 2-i jeweils 45° . Bei dieser Ausführungsform ist der Wirkungsgrad zur Generierung des Lichtgemisches L maximal. Das in Fig. 2 dargestellte Ausführungsbeispiel zeigt lediglich eine Lichtstrahlteilerfläche 2. Bei weiteren Ausführungsformen sind mehrere Lichtstrahlteilerflächen 2-i vorgesehen, die jeweils zueinander parallel angeordnet sein können.

Wie in Fig. 2 dargestellt, weist die erfindungsgemäße Vorrichtung 1 zur Mischung von Lichtstrahlen vorzugsweise eine erste lichtdurchlässige Abschlussplatte 4-1 und eine zweite lichtdurchlässige Abschlussplatte 4-2 auf. Durch die erste lichtdurchlässige Abschlussplatte 4-1 treten die Lichtstrahlen unterschiedlicher Wellenlänge λ in die Vorrichtung 1 zu ihrer Durchmischung ein. Über die zweite lichtdurchlässige

Abschlussplatte 4-2 treten die gemischten Lichtstrahlen bzw. das Lichtgemisch L aus. Bei dem Lichtgemisch L handelt es sich beispielsweise um ein weißes Lichtgemisch. Bei einer möglichen Ausführungsform sind die Abschlussplatten 4-1, 4-2 mit den Lichtstrahlteilerflächen 2 verklebt, sodass die an den Enden der Lichtstrahlteilerflächen 2 auftretenden Lichtstreuungen reduziert werden. Weiterhin dienen die Abschlussplatten 4-1, 4-2 dazu die erfindungsgemäße Vorrichtung 1 vor Verschmutzung zu schützen, da in die Zwischenräume, die zwischen den Lichtstrahlteilerflächen 2-i bestehen, von außen keine Schmutzpartikeln eindringen können.

Die Zwischenräume zwischen den Lichtstrahlteilerflächen 2-i sowie zwischen den Lichtstrahlteilerflächen und den spiegelnden Außenflächen 3-i sind bei einer möglichen Ausführungsform mit Luft gefüllt. Bei einer alternativen Ausführungsform können die Zwischenräume auch ein anderes Medium enthalten, beispielsweise ein lichtdurchlässiges Gas oder transparentes Material mit einem bestimmten Brechungsindex.

Bei einer möglichen Ausführungsform kann das zwischen den Lichtstrahlteilerflächen 2-i sowie in den beiden Zwischenräumen zwischen den äußeren Lichtstrahlteilerflächen und den Außenspiegeln vorhandene Medium, zur Optimierung der optischen Eigenschaften der Mischvorrichtung oder zur Anpassung an den jeweiligen Anwendungsfall ausgetauscht werden.

Bei der in Fig. 4 dargestellten Ausführungsform ist die Lichtstrahlteilerfläche 2 fest mit den beiden Abschlussplatten 4-1, 4-2 verklebt. Bei einer möglichen alternativen Ausführungsform kann die Position der Lichtstrahlteilerfläche 2 durch Lateralverschiebung verändert werden.

Bei der in Fig. 2 dargestellten Ausführungsform wird die Lichtstrahlteilerfläche 2 durch eine beschichtete Glasplatte gebildet.

5 Bei einer alternativen Ausführungsform wird die Lichtstrahlteilerfläche 2 durch eine oder mehrere Folien gebildet. Bei dieser Ausführungsform können die Folien beispielsweise zwischen den beiden Abschlussplatten 4-1, 4-2 eingespannt werden.

10

Bei einer möglichen Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung 1 zur Mischung von Lichtstrahlen sind die Lichtstrahlteilerflächen 2-i, beispielsweise die Gasplatten oder Folien, austauschbar bzw. auswechselbar. Dazu können die bei-
15 den Abschlussplatten 4-1, 4-2 kurzzeitig entfernt werden.

Fig. 3A, 3B, 3B zeigen Diagramme zur Erläuterung der Funktionsweise der erfindungsgemäßen Vorrichtung 1 zur Mischung von Lichtstrahlen.

20

Wie in Fig. 3A dargestellt, treffen auf die Vorrichtung 1 Strahlen unterschiedlicher Wellenlängen λ_1 , λ_2 , λ_3 , λ_4 , die räumlich in X-Richtung voneinander getrennt sind. Fig. 3A zeigt die Intensitätsverteilungen der auftreffenden Licht-
25 strahlen. Bei einer möglichen Ausführungsform können sich die Intensitätsverteilungen der auftreffenden Lichtstrahlen auch überlappen.

Fig. 3B zeigt einen annähernd idealen Verlauf der Intensitätsverteilung des von der erfindungsgemäßen Vorrichtung 1 gebildeten Lichtgemisches L. Bei dem in Fig. 3B dargestellten
30 Beispiel ist das gebildete Lichtgemisch ein weißes Licht, wobei die Intensität der verschiedenen Wellenlängen λ_1 , λ_2 ,

λ_3 , λ_4 über Austrittsflächen, das heißt flächig in zwei Dimensionen, annähernd konstant ist.

Fig. 3C zeigt einen typischen realen Verlauf der Intensitätsverteilung für verschiedene Wellenlängen λ_1 , λ_2 , λ_3 , λ_4 des gebildeten Lichtgemisches mit einem typischen wellenförmigen Verlauf der Intensitätsverteilungen für die verschiedenen Wellenlängen λ_i .

Fig. 4 zeigt ein Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Vorrichtung 1 zur Mischung von Lichtstrahlen. Bei diesem Ausführungsbeispiel weist die Vorrichtung 1 drei Lichtstrahlteilerflächen 2-1, 2-2, 2-3 auf. Die beiden spiegelnden Außenflächen 3-1, 3-2 sind jeweils an einem thermisch leitfähigen Körper 5-1, 5-2 angebracht. Die einfallenden Lichtstrahlen mit den unterschiedlichen Wellenlängen λ_1 , λ_2 , λ_3 , λ_4 werden an der ersten Spiegelfläche 3-1 vollständig hin zu den drei Lichtstrahlteilerflächen 2-1, 2-2, 2-3 reflektiert. Jede Lichtstrahlteilerfläche 2-i reflektiert einen ersten Anteil der auf sie auftreffenden Lichtstrahlen zu der vorherigen spiegelnden Fläche zurück, wobei ein zweiter Anteil der auftreffenden Lichtstrahlen durch die jeweilige Lichtstrahlteilerfläche 2-i zu der nächsten Lichtstrahlteilerfläche und schließlich zu der zweiten spiegelnden Außenfläche 3-2 gelangt, welche die Lichtstrahlen zur Durchmischung vollständig reflektiert.

Bei einer möglichen Ausführungsform weist die erfindungsgemäße Vorrichtung Lichtquellen 6-1, 6-2, 6-3, 6-4 auf, die die Lichtstrahlen mit unterschiedlichen Wellenlängenbereichen abstrahlen. Diese Lichtquellen 6-i können beispielsweise Leuchtdioden sein. Diese Leuchtdioden sind beispielsweise auf einer Platine 7 angebracht. Bei der in Fig. 4 dargestellten Ausführungsform strahlen die Lichtquellen 6-i Licht in unter-

schiedlichen Wellenlängenbereichen ab. Diese Wellenlängenbereiche können jeweils beispielsweise in einem Bereich von 300 nm bis 2 μ m liegen. Bei der in Fig. 4 dargestellten Ausführungsform sind die Lichtquellen 6-i mit einer Steuerung 8 verbunden, welche die Intensität der von den Lichtquellen 6-i abgegebenen Lichtstrahlen steuert. Auf diese Weise kann das Spektrum des von der erfindungsgemäßen Vorrichtung 1 erzeugten Lichtgemisches L für den jeweiligen Anwendungsfall eingestellt werden.

Fig. 5 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Vorrichtung 1 zur Mischung von Lichtstrahlen. Bei dieser Ausführungsform sind die spiegelnden Außenflächen 3-1, 3-2 an einem thermisch leitfähigen Körper 5 angebracht. Dieser thermisch leitfähige Körper 5 besteht beispielsweise aus Keramik oder Metall. Der leitfähige Körper 5 kann zusätzlich Kühlrippen oder Kühlbänder aufweisen. Bei einer möglichen Ausführungsform ist der thermisch leitfähige Körper 5 mit der in Fig. 4 dargestellten Platine 7 verbunden und leitet die durch die Lichtquellen 6-i erzeugte Wärme ab. In den Kühlkörper 5 können, wie in Fig. 5 dargestellt, Bohrungen 9-1, 9-2 zur Montage vorgesehen sein. Bei einer möglichen Ausführungsform kann mittels der Bohrungen 9-1, 9-2 der Körper 5 an eine Halteapparatur montiert werden. Bei der in Fig. 5 dargestellten Ausführungsform ist die Vorrichtung 1 zur Mischung von Lichtstrahlen mit oder ohne Abschlussplatten 4-1, 4-2 an eine Halteapparatur montierbar.

Fig. 6 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel für die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Mischung von Lichtstrahlen. Bei dieser Ausführungsform wird an eine erste Vorrichtung 1A zur Mischung von Lichtstrahlen eine weitere, gleichartige Vorrichtung 1B zur Mischung von Lichtstrahlen spiegelsymmetrisch angebracht. Die erste Mischvorrichtung 1A weist einen ersten

Kühlkörper 5A auf und die zweiten Mischvorrichtung 1B einen zweiten Kühlkörper 5B. Die beiden Mischvorrichtungen 1A, 1B sind, wie in Fig. 6 dargestellt, zueinander spiegelsymmetrisch montiert. Die in Fig. 6 dargestellte Ausführungsform bietet den besonderen Vorteil, dass die optische Achse des einfallenden Lichtes bzw. der einfallenden Lichtstrahlen unterschiedlicher Wellenlängen λ_1 , λ_2 , λ_3 , λ_4 und des austretenden Lichtgemisches L zueinander nicht verschoben sind. Dies erleichtert die Montage der erfindungsgemäßen Vorrichtung 1 sowie die Justierung weiterer optischer Bauelemente, die dem erfindungsgemäßen Lichtmischer 1 vor- oder nachgelagert sind.

Der erfindungsgemäße Lichtmischer 1 bzw. die erfindungsgemäße Vorrichtung 1 zum Mischen von Lichtstrahlen, wie sie in den Ausführungsbeispielen gemäß Fig. 2, 4, 5, 6 dargestellt ist, lässt sich vielseitig einsetzen. Bei einer möglichen Ausführungsform ist die erfindungsgemäße Vorrichtung 1 zur Mischung von Lichtstrahlen in einem Beleuchtungsgerät vorgesehen. Bei diesem Beleuchtungsgerät kann es sich beispielsweise um eine Hochleistungslampe, einen KFZ-Scheinwerfer, eine Operationsleuchte oder um eine Blitzlampe handeln. Die Lichtdurchmischung geschieht bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung 1 zur Mischung von Lichtstrahlen unmittelbar ohne Zeitverzögerung. Die erfindungsgemäße Vorrichtung 1 zum Mischen von Lichtstrahlen ist in einfacher Weise herstellbar und in einfacher Weise miniaturisierbar. Das durch die erfindungsgemäße Vorrichtung 1 gebildete Lichtgemisch L ist ein homogenes Lichtgemisch, das nahezu untrennbar ist, sodass die weitere optische Bearbeitung des Lichtgemisches mit geringem technischem Aufwand durchführbar ist.

Patentansprüche

1. Vorrichtung (1) zur Mischung von Lichtstrahlen mit:

(a) mindestens einer schräg zu einer Lichtstrahlrichtung von
5 Lichtstrahlen unterschiedlicher Wellenlänge (λ) angeordneten Lichtstrahlteilerfläche (2) zum Teilen der darauf auftreffenden Lichtstrahlen; und mit

(b) spiegelnden Außenflächen (3), welche um die
Lichtstrahlenteilerflächen (2) herum angeordnet sind und
10 welche die darauf auftreffenden Lichtstrahlen reflektieren.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1,

wobei mehrere Lichtquellen(6) vorgesehen sind, die Licht-
15 strahlen in unterschiedlichen Wellenlängenbereichen abstrahlen.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2,

wobei eine erste spiegelnde Außenfläche (3-1) in einem
20 ersten Neigungswinkel (α_1) schräg zu der Lichtstrahlrichtung der Lichtstrahlen angeordnet ist und
eine zweite spiegelnde Außenfläche (3-2) in einem zweiten Neigungswinkel (α_2) schräg zu der Lichtstrahlrichtung der Lichtstrahlen angeordnet ist.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3,

wobei die Neigungswinkel (α_1 , α_2) der ersten und zweiten
spiegelnden Außenfläche (3-1, 3-2) identisch sind und die
beiden spiegelnden Außenflächen (3-1, 3-2) parallel zu-
30 einander angeordnet sind.

5. Vorrichtung nach Anspruch 3,

wobei die Neigungswinkel (α_1 , α_2) der ersten und zweiten
spiegelnden Außenfläche (3-1, 3-2) unterschiedlich sind

und die beiden spiegelnden Außenflächen schräg auseinander laufen.

6. Vorrichtung nach Anspruch 4 oder 5,

5 wobei die mindestens eine Lichtstrahlteilerfläche (2) einen Neigungswinkel (β) aufweist, der zwischen dem Neigungswinkel (α_1) der ersten spiegelnden Außenfläche (3-1) und dem Neigungswinkel (α_2) der zweiten spiegelnden Außenfläche (3-2) liegt.

10

7. Vorrichtung nach Anspruch 6,

wobei mehrere Lichtstrahlteilerflächen (2-i) vorgesehen sind, die zueinander parallel angeordnet sind.

15 8. Vorrichtung nach Anspruch 1-7,

wobei eine erste lichtdurchlässige Abschlussplatte (4-1), durch welche die Lichtstrahlen unterschiedlicher Wellenlängen (λ) eintreten, und

eine zweite lichtdurchlässige Abschlussplatte (4-2)

20 vorgesehen ist, durch welche die gemischten Lichtstrahlen (2) austreten.

9. Vorrichtung nach Anspruch 2-8,

wobei die Lichtquellen (6) mit einer Steuerung (8)

25 verbunden sind, welche die Intensität der von den Lichtquellen abgegebenen Lichtstrahlen steuert.

10. Vorrichtung nach Anspruch 2-9,

wobei die Lichtquellen (6) lichtemittierenden Dioden (LED's) sind.

30

11. Vorrichtung nach Anspruch 1-10,

wobei die Lichtstrahlteilerflächen (2-i) beschichtete Glasplatten sind.

12. Vorrichtung nach Anspruch 3-11,
wobei die Neigungswinkel (α_1 , α_2) der spiegelnden
Außenflächen (3-1, 3-2) und der Neigungswinkel (β) der
5 Lichtstrahlteilerflächen (2-i) 45° beträgt.
13. Vorrichtung nach Anspruch 1-12,
wobei an die Vorrichtung (1A) eine weitere gleichartige
Vorrichtung (1B) zur Mischung von Lichtstrahlen spiegel-
10 symmetrisch angebracht ist.
14. Vorrichtung nach Anspruch 1-13,
wobei die spiegelnden Außenflächen (3-1, 3-2) in einem
thermisch leitfähigen Körper (5) angebracht sind.
15
15. Vorrichtung nach Anspruch 2-14,
wobei die Lichtquellen (6) Lichtstrahlen in
unterschiedlichen Wellenlängenbereichen (λ) abstrahlen,
die jeweils in einem Bereich von 300nm bis $2\mu\text{m}$ liegen.
20
16. Beleuchtungsgerät mit mindestens einer Vorrichtung zum
Mischen von Lichtstrahlen nach Anspruch 1-15.
17. Beleuchtungsgerät nach Anspruch 16,
25 wobei das Beleuchtungsgerät eine Hochleistungslampe,
einen KFZ-Scheinwerfer, eine Operationsleuchte oder eine
Blitzlampe aufweist.
18. Verfahren zum Mischen von Lichtstrahlen,
30 wobei einfallende Lichtstrahlen unterschiedlicher Wellen-
längen an einer ersten spiegelnden Fläche (3-1) vollstän-
dig hin zu mindestens einer Lichtstrahlteilerfläche (2-i)
reflektiert werden, die einen ersten Anteil der Licht-

strahlen zu der ersten spiegelnden Fläche (3-1) zurück reflektiert,

wobei ein zweiter Anteil der Lichtstrahlen durch die Lichtstrahlteilerfläche (2-i) zu einer zweiten spiegelnden Fläche (3-2) gelangt, welche die Lichtstrahlen zur Durchmischung vollständig reflektiert.

19. Verfahren nach Anspruch 18,

wobei die Lichtstrahlen durch nebeneinander angeordnete Lichtquellen (6) erzeugt und in eine Richtung abgestrahlt werden, zu der die spiegelnden Flächen (3-1, 3-2) und die mindestens eine Lichtstrahlteilerfläche (2-i) schräg verlaufen.

FIG 1A

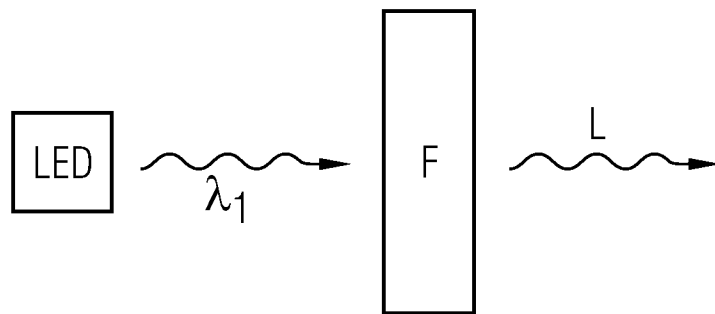


FIG 1B

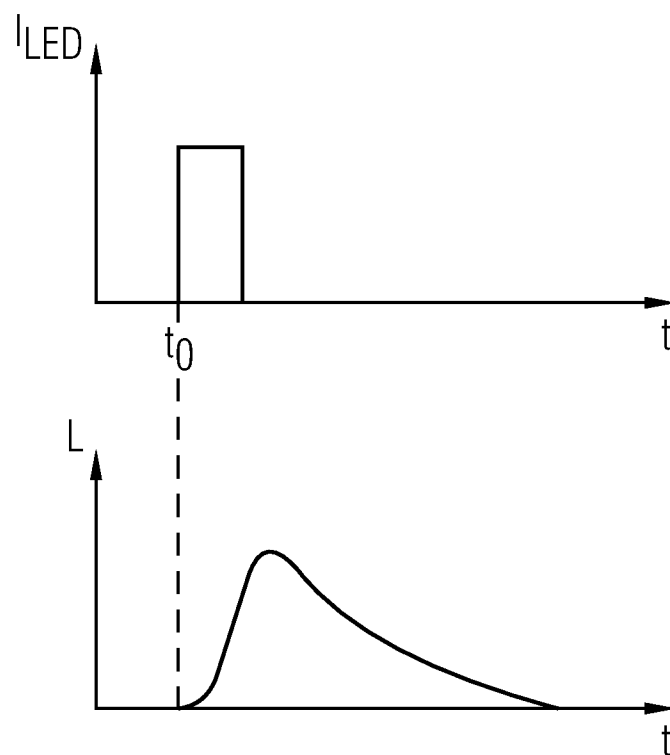


FIG 2

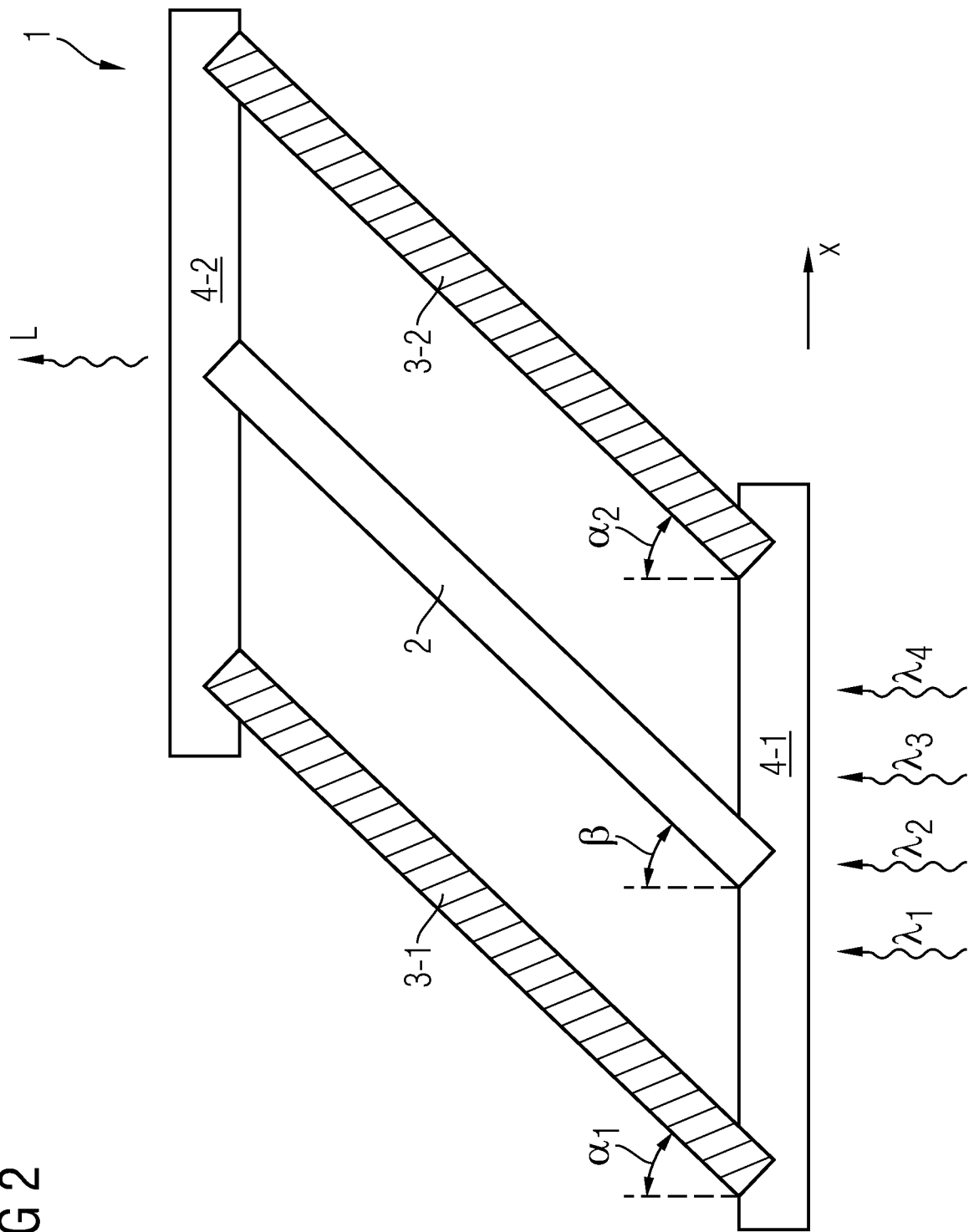


FIG 3A

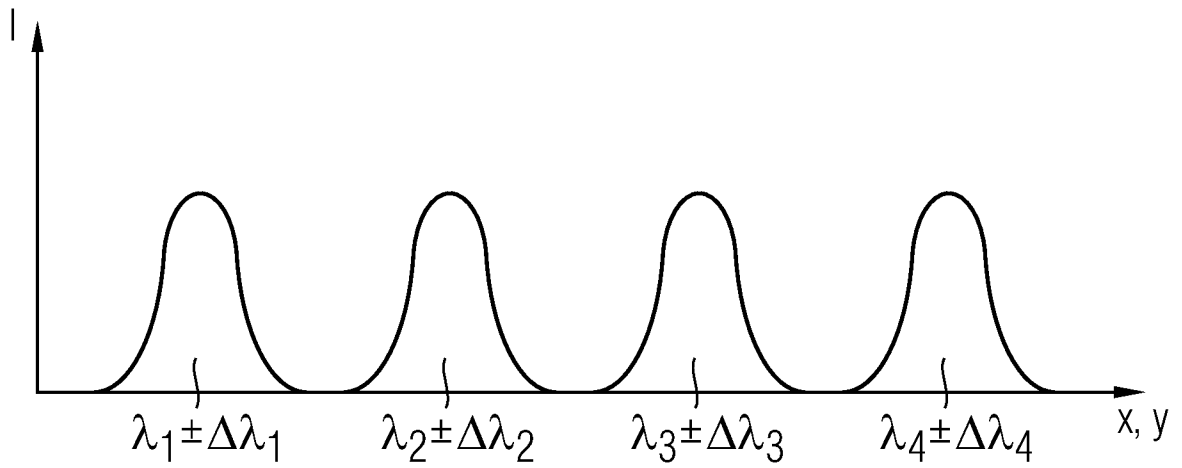


FIG 3B

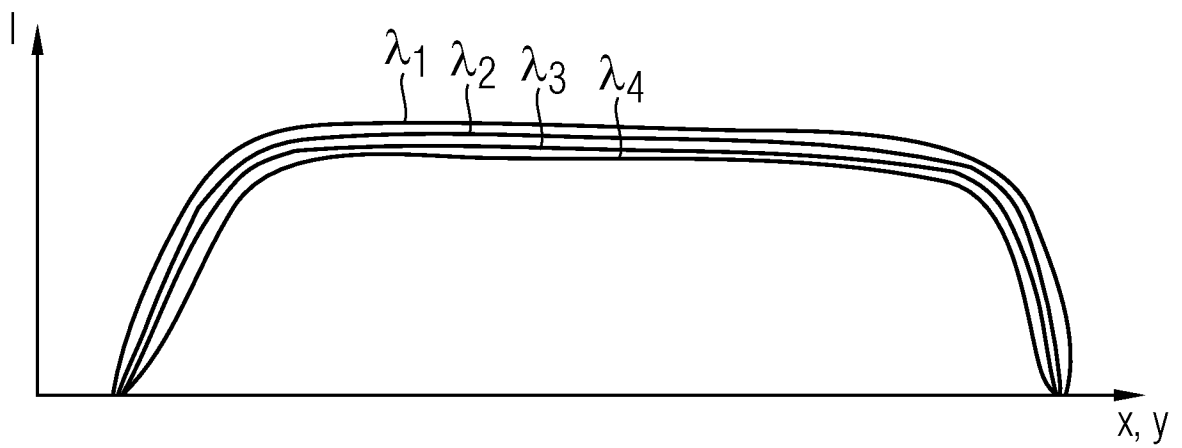


FIG 3C

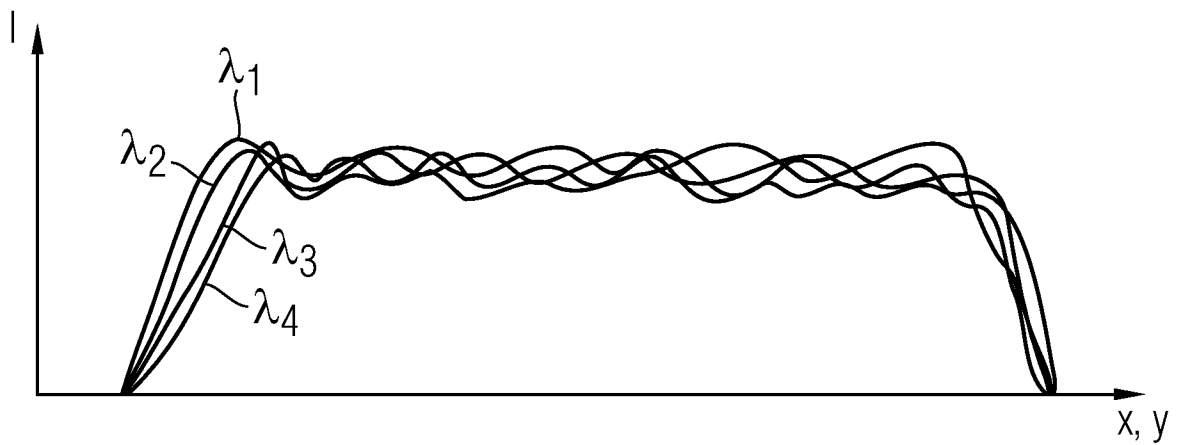


FIG 4

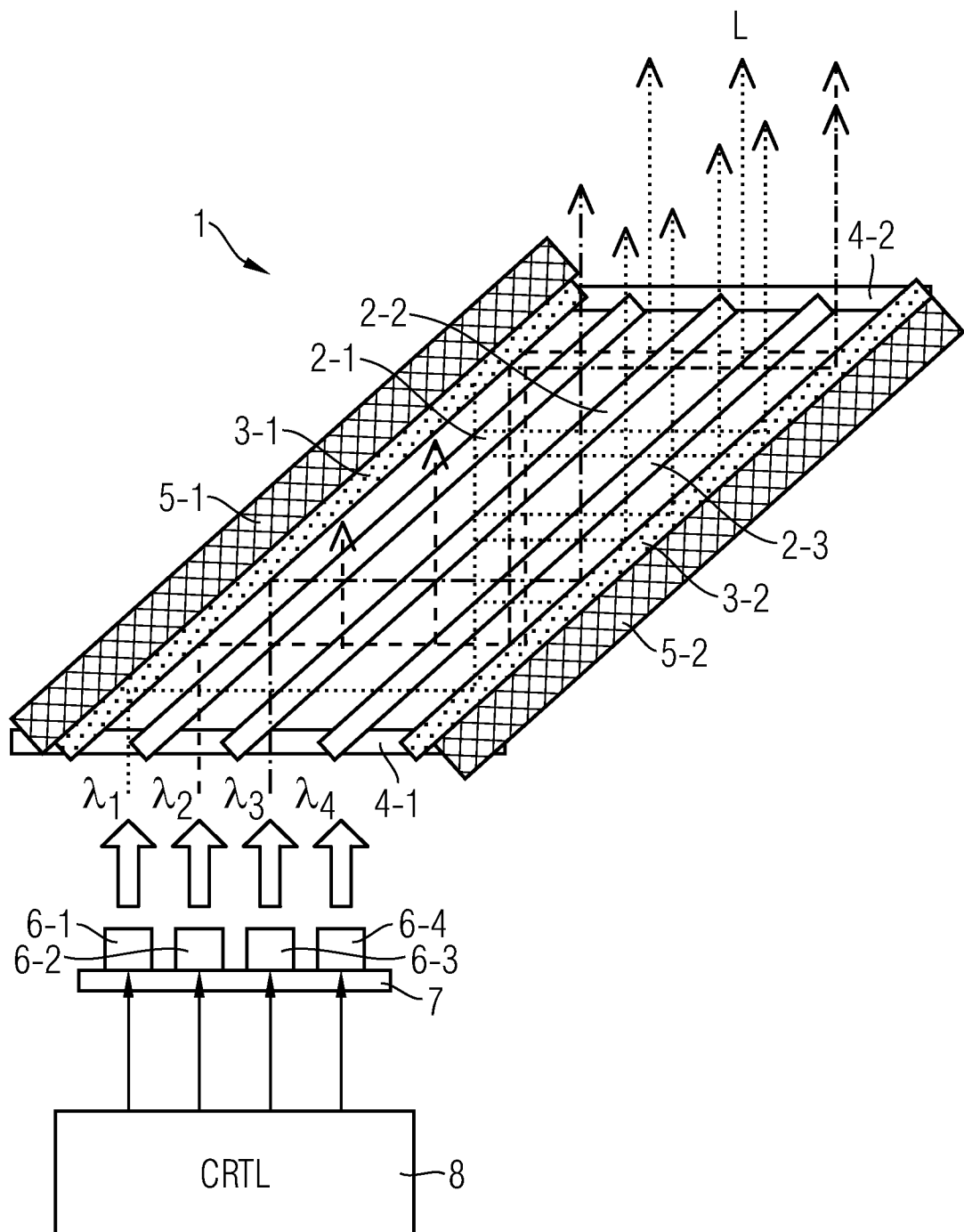


FIG 5

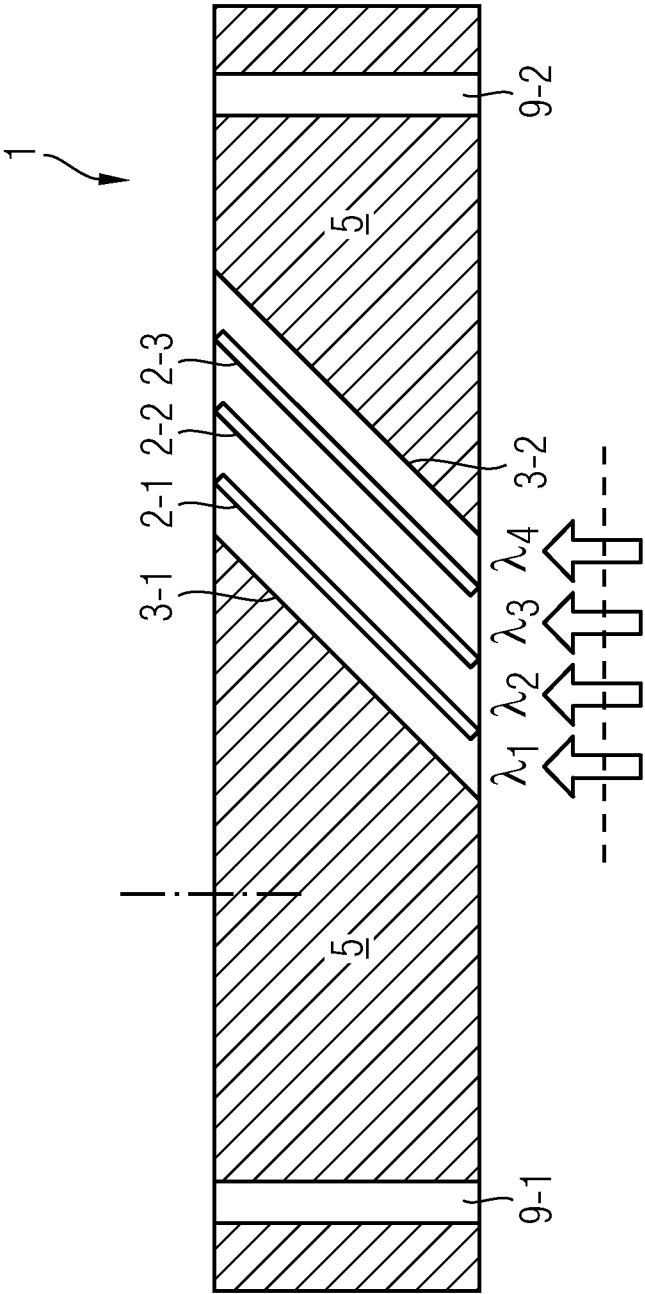
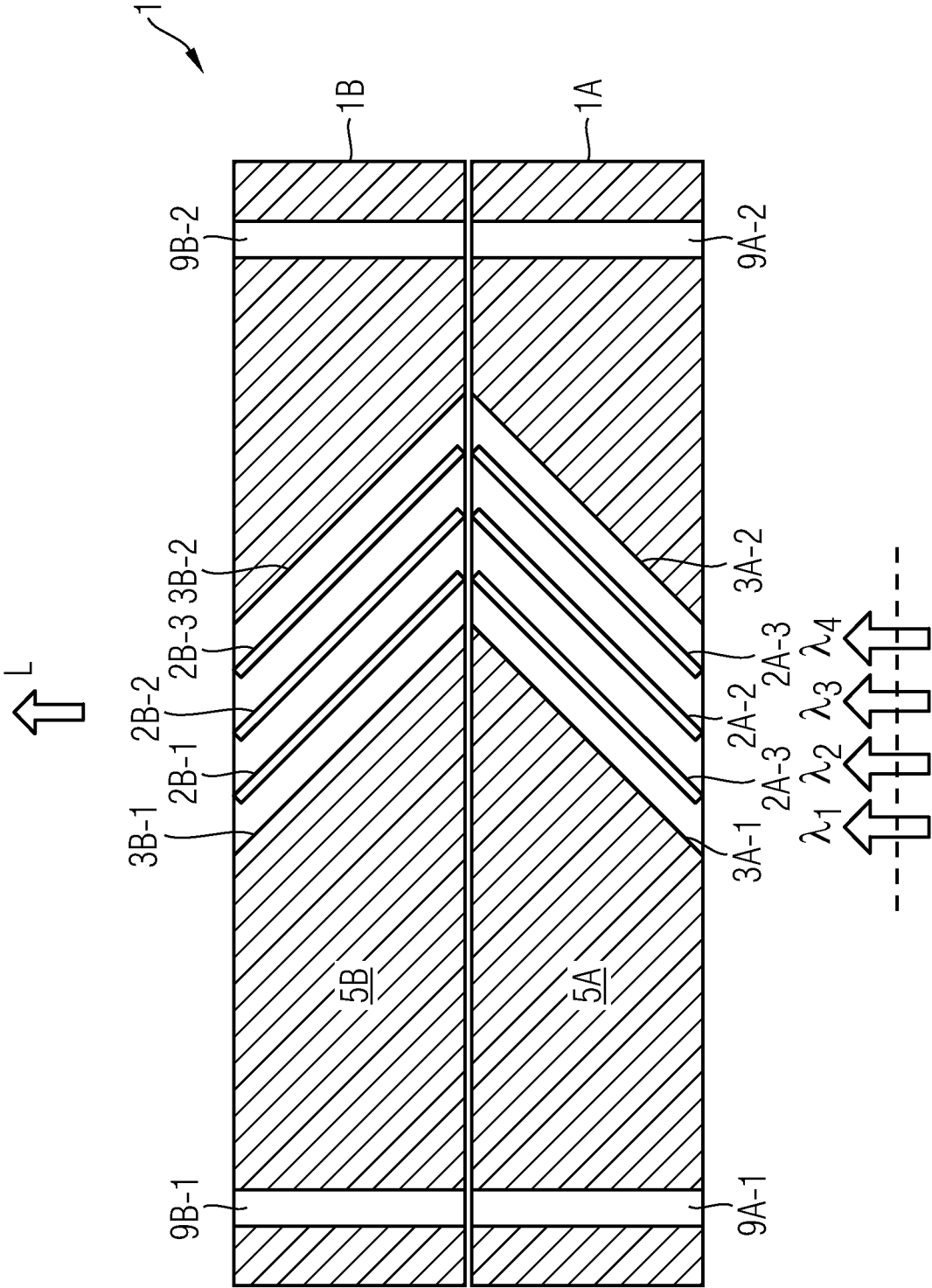


FIG 6



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2009/066947

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. G02B27/14

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)
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)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 7 262 918 B1 (YOO WOO SIK [US] ET AL) 28 August 2007 (2007-08-28) column 4, lines 45-46; figures 1,2 -----	1-19
X	US 3 905 684 A (COOK GORDON HENRY ET AL) 16 September 1975 (1975-09-16) figure 1b -----	1
A	US 2008/080059 A1 (DIXON JOHN [US] ET AL) 3 April 2008 (2008-04-03) figures 6-8 -----	1
A	US 2006/120075 A1 (TAKEDA TAKASHI [JP]) 8 June 2006 (2006-06-08) figures 1,4,7 -----	1

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

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier 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

1 March 2010

Date of mailing of the international search report

15/03/2010

Name and mailing address of the ISA/

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

Authorized officer

Mollenhauer, Ralf

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2009/066947

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 7262918	B1	28-08-2007	DE 102007041541 A1 JP 2008065329 A KR 20080022519 A NL 1034341 C2 NL 1034341 A1	17-04-2008 21-03-2008 11-03-2008 03-02-2009 07-03-2008
US 3905684	A	16-09-1975	DE 2347263 A1 FR 2200538 A1 GB 1401476 A JP 49094343 A	28-03-1974 19-04-1974 16-07-1975 07-09-1974
US 2008080059	A1	03-04-2008	NONE	
US 2006120075	A1	08-06-2006	CN 1782781 A JP 4289288 B2 JP 2006162731 A KR 20060063680 A	07-06-2006 01-07-2009 22-06-2006 12-06-2006

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2009/066947

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. G02B27/14

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
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

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 7 262 918 B1 (YOO WOO SIK [US] ET AL) 28. August 2007 (2007-08-28) Spalte 4, Zeilen 45-46; Abbildungen 1,2 -----	1-19
X	US 3 905 684 A (COOK GORDON HENRY ET AL) 16. September 1975 (1975-09-16) Abbildung 1b -----	1
A	US 2008/080059 A1 (DIXON JOHN [US] ET AL) 3. April 2008 (2008-04-03) Abbildungen 6-8 -----	1
A	US 2006/120075 A1 (TAKEDA TAKASHI [JP]) 8. Juni 2006 (2006-06-08) Abbildungen 1,4,7 -----	1

☐ 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 nahelegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

1. März 2010

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

15/03/2010

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

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

Bevollmächtigter Bediensteter

Mollenhauer, Ralf

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2009/066947

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 7262918	B1	28-08-2007	DE 102007041541 A1 17-04-2008
			JP 2008065329 A 21-03-2008
			KR 20080022519 A 11-03-2008
			NL 1034341 C2 03-02-2009
			NL 1034341 A1 07-03-2008
US 3905684	A	16-09-1975	DE 2347263 A1 28-03-1974
			FR 2200538 A1 19-04-1974
			GB 1401476 A 16-07-1975
			JP 49094343 A 07-09-1974
US 2008080059	A1	03-04-2008	KEINE
US 2006120075	A1	08-06-2006	CN 1782781 A 07-06-2006
			JP 4289288 B2 01-07-2009
			JP 2006162731 A 22-06-2006
			KR 20060063680 A 12-06-2006