

(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
19. Oktober 2017 (19.10.2017)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2017/178266 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation:
G02B 5/18 (2006.01) *F21S 8/10* (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2017/057865
- (22) Internationales Anmeldedatum:
3. April 2017 (03.04.2017)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2016 107 011.4
15. April 2016 (15.04.2016) DE
- (71) Anmelder: **FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E. V.** [DE/DE]; Hansastraße 27 c, 80686 München (DE). **FRIEDRICH-SCHILLER-UNIVERSITÄT JENA** [DE/DE]; Fürstengraben 1, 07743 Jena (DE).
- (72) Erfinder: **ECKSTEIN, Hans-Christoph**; Buchaer Str. 12 b, 07745 Jena (DE). **ZEITNER, Uwe Detlef**; Bauhausstraße 10, 99423 Weimar (DE). **HÖFER, Bernd**; Unter der Lobdeburg 12, 07747 Jena (DE). **ECKSTEIN, Wiebke**; Buchaer Str. 12 b, 07745 Jena (DE).

(74) Anwalt: **EPPING HERMANN FISCHER PATENTANWALTSGESELLSCHAFT MBH**; Schloßschmidstr. 5, 80639 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, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

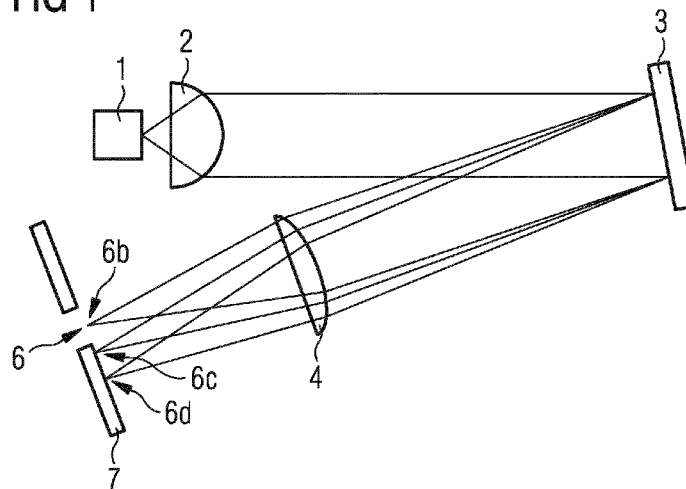
(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: OPTICAL ARRANGEMENT FOR A HEADLIGHT AND HEADLIGHT HAVING SAID OPTICAL ARRANGEMENT

(54) Bezeichnung : OPTISCHE ANORDNUNG FÜR EINEN SCHEINWERFER UND SCHEINWERFER MIT DER OPTISCHEN ANORDNUNG

FIG 1



(57) Abstract: The invention relates to an optical arrangement for a headlight, comprising at least one laser light source (1) and a diffractive optical element (3) which is designed to diffract light emitted by the laser light source (1) into a plurality of diffraction orders, wherein a predominant part of the light is diffracted into the first diffraction order (6b). The optical arrangement further comprises at least one aperture (7) for the absorption of light in diffraction orders (6a, 6c, 6d) outside of the first diffraction order (6b). The invention further relates to a headlight, in particular a motor vehicle headlight, comprising said optical arrangement.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2017/178266 A2

**Veröffentlicht:**

- *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)*

Es wird eine optische Anordnung für einen Scheinwerfer beschrieben, die mindestens eine Laserlichtquelle (1) und ein diffraktives optisches Element (3) umfasst, das dazu eingerichtet ist, von der Laserlichtquelle (1) emittiertes Licht in mehrere Beugungsordnungen zu beugen, wobei ein überwiegender Teil des Lichts in die erste Beugungsordnung (6b) gebeugt wird. Weiterhin umfasst die optische Anordnung mindestens eine Blende (7) zur Absorption von Licht in Beugungsordnungen (6a, 6c, 6d) außerhalb der ersten Beugungsordnung (6b). Es wird weiterhin ein Scheinwerfer, insbesondere ein Kfz-Scheinwerfer, mit der optischen Anordnung beschrieben.

- 1 -

Beschreibung

Optische Anordnung für einen Scheinwerfer und Scheinwerfer mit der optischen Anordnung

5

Die Erfindung betrifft eine optische Anordnung für einen Scheinwerfer, insbesondere für einen Kfz-Scheinwerfer, sowie einen Scheinwerfer mit der optischen Anordnung.

10 Diese Patentanmeldung beansprucht die Priorität der deutschen Patentanmeldung 10 2016 107 011.4, deren Offenbarungsgehalt hiermit durch Rückbezug aufgenommen wird.

Aus der Druckschrift US 2008/0198372 A1 ist ein Kfz-
15 Scheinwerfer bekannt, bei dem das von einer Lichtquelle abgestrahlte Licht durch einen räumlichen Lichtmodulator (SLM, Spatial Light Modulator) modifiziert wird, um eine gewünschte Lichtverteilung vor dem Fahrzeug zu erzielen. Der SLM weist eine zweidimensionale Anordnung von Pixeln auf, die
20 in der Bildebene eine der Pixelanordnung entsprechende Lichtverteilung erzeugt.

Bei dieser Art der räumlichen Modulation der Lichtverteilung wird ausgenutzt, dass einzelne Pixel des SLM durch eine
25 elektronische Ansteuerung transparent geschaltet werden können, während die übrigen Pixel reflektierend oder absorbierend sind. Auf diese Weise kann gezielt eine gewünschte Lichtverteilung hergestellt werden. Es wird dabei aber in Kauf genommen, dass das Licht der Lichtquelle, das
30 auf die nicht transparenten Pixel auftrifft, für die gesamte emittierte Lichtleistung verloren geht.

- 2 -

Bei einer anderen bekannten Art zur Erzeugung einer räumlichen Lichtverteilung wird ein elektronisch angesteuerter Schwingspiegel zur Ablenkung eines Laserstrahls genutzt. Diese Methode erfordert allerdings ein hochfrequente und in der Regel aufwändige Ansteuerung des Schwingspiegels. Weiterhin ist diese Methode vergleichsweise anfällig gegenüber Vibrationen, was insbesondere bei der Anwendung in einem Kfz-Scheinwerfer problematisch sein kann.

- 10 Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein optische Anordnung für einen Scheinwerfer anzugeben, mit der eine gewünschte räumliche Abstrahlcharakteristik des Scheinwerfers gezielt einstellbar ist, ohne dass dabei wesentliche Anteile der von der Lichtquelle emittierten Lichtleistung durch
- 15 Reflexion oder Absorption verloren gehen. Weiterhin soll die optische Anordnung vergleichsweise unempfindlich gegenüber Vibrationen sein.

- Diese Aufgabe wird durch eine optische Anordnung für einen
- 20 Scheinwerfer gemäß dem unabhängigen Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

- Gemäß zumindest einer Ausgestaltung umfasst die optische
- 25 Anordnung für einen Scheinwerfer mindestens eine Laserlichtquelle. Die Laserlichtquelle kann insbesondere ein Halbleiterlaser sein. Die optische Anordnung kann insbesondere mehrere Halbleiterlaser aufweisen.

- 30 Weiterhin umfasst die optische Anordnung vorteilhaft ein diffraktives Element, das dazu eingerichtet ist, von der Laserlichtquelle emittiertes Licht in mehrere Beugungsordnungen zu beugen, wobei ein überwiegender Teil des

- 3 -

Lichts in die erste Beugungsordnung gebeugt wird. Unter einem "überwiegenden Teil des Lichts" wird hierbei verstanden, dass mindestens 50% der emittierten Lichtleistung in die erste Beugungsordnung gebeugt werden.

5

Die optische Anordnung umfasst weiterhin vorteilhaft mindestens eine Blende zur Absorption von Licht, das von dem diffraktiven optischen Element in Beugungsordnungen außerhalb der ersten Beugungsordnung abgelenkt wird. Beispielsweise ist die mindestens eine Blende derart angeordnet, dass Licht, das in die 0. Beugungsordnung, in die 2. Beugungsordnung, in höhere Beugungsordnungen oder in negative Beugungsordnungen (-1. Beugungsordnung, -2. Beugungsordnung, u.s.w.) emittiert wird, von der Blende absorbiert wird.

15

Bei der optischen Anordnung wird eine gewünschte räumliche Abstrahlcharakteristik des Scheinwerfers insbesondere dadurch erzeugt, dass mittels des diffraktiven optischen Elements eine gewünschte Intensitätsverteilung in der ersten Beugungsordnung erzielt wird. Hierbei ist es möglich, den überwiegenden Teil der emittierten optischen Leistung in die erste Beugungsordnung abzulenken und gleichzeitig eine gewünschte räumliche Abstrahlcharakteristik einzustellen. Die Modifikation der Lichtverteilung erfolgt bei der optischen Anordnung vorteilhaft nicht durch eine einstellbare Absorption oder Reflexion, was Verluste zur Folge hätte, sondern durch eine gezielte Verteilung der Lichtleistung in Beugungsordnungen.

20

Durch eine Berechnung der Phasenfunktion des diffraktiven optischen Elements mit einem iterativen Fourier-Transformations-Algorithmus (IFTA, iterative Fourier Transform Algorithm) kann die Intensität in der ersten

25

30

- 4 -

Beugungsordnung mit hoher Ortsauflösung kontrolliert werden. Damit lassen sich mit dem Scheinwerfer nahezu beliebige Intensitätsverteilungen generieren, wobei nahezu die gesamte Lichtenergie genutzt werden kann. Die Herstellung eines

5 diffraktiven optischen Elements unter Verwendung eines iterativen Fourier-Transformations-Algorithmus ist an sich aus der Druckschrift DE 102013003441 A1 bekannt und wird daher an dieser Stelle nicht näher erläutert.

10 Gegenüber einer Erzeugung einer räumlichen Intensitätsverteilung, bei der ein Schwingspiegel eingesetzt wird, besteht der Vorteil der hier beschriebenen optischen Anordnung insbesondere in einer geringeren

Vibrationsempfindlichkeit und einem größerem Lichtleitwert

15 (Etendue) der optischen Anordnung. Eine hochfrequente Modulation der Laserlichtquelle und eine aufwändige synchrone Datenaufbereitung ist vorteilhaft nicht notwendig.

Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung werden

20 mindestens 80 % der von der mindestens einen Laserlichtquelle emittierten Lichtleistung in die erste Beugungsordnung gebeugt. Besonders bevorzugt werden sogar mindestens 85% der emittierten Lichtleistung in die erste Beugungsordnung gebeugt. Somit kann ein sehr hoher Anteil der emittierten

25 Lichtleistung von dem Scheinwerfer emittiert werden.

Bei einem Ausfall des diffraktiven optischen Elements entsteht bei der optischen Anordnung vorteilhaft ausschließlich die 0. Beugungsordnung, die an der Blende

30 absorbiert wird. Dies ist insbesondere aufgrund der Verwendung einer Laserlichtquelle aus Sicherheitsgründen vorteilhaft. Im Gegensatz dazu könnte beispielsweise bei der nicht erfindungsgemäßen Verwendung eines Schwingspiegels zur

- 5 -

Strahlablenkung bei einem Ausfall der elektronischen Ansteuerung die Gefahr bestehen, dass eine hohe Lichtleistung auf einen Punkt konzentriert aus dem Scheinwerfer emittiert wird. Bei der hierin beschriebenen optischen Anordnung kann
5 eine Messung der Intensität in der Blendenebene außerdem für eine Sicherheitsabschaltung genutzt werden. Die optische Anordnung kann hierzu beispielsweise einen Detektor im Bereich der Blende für eine solche Sicherheitsabschaltung aufweisen.

10 Gemäß zumindest einer Ausgestaltung weist das diffraktive optische Element eine zeitlich veränderbare Beugungsstruktur auf. In diesem Fall ist die Beugungsstruktur insbesondere durch eine elektronische Ansteuerung zeitlich veränderbar.

15 Bei dieser Ausgestaltung ist das diffraktive optische Element vorzugsweise ein phasenschiebendes LCoS-Display (Liquid Crystal on Silicon) oder ein phasenschiebendes Mikrospiegel-Array (Piston Micromirror Array). Die elektronische Ansteuerung eines phasenschiebenden LCoS-Displays oder eines
20 phasenschiebenden Mikrospiegel-Arrays ist vorteilhaft vergleichsweise einfach, insbesondere ist keine hochfrequente Modulation der Laserlichtquelle und keine aufwändige synchrone Datenaufbereitung notwendig.

25 Bei einer alternativen Ausgestaltung weist das diffraktive optische Element eine statische Beugungsstruktur auf. Die Beugungsstruktur ist in diesem Fall nicht zeitlich veränderbar. Bei dieser Ausgestaltung ist das diffraktive optische Element zum Beispiel ein Oberflächengitter oder ein
30 computergeneriertes Hologramm (CGH). Das diffraktive optische Element kann beispielsweise als Transmissionsbeugungsgitter oder als Reflexionsbeugungsgitter ausgeführt sein. Die Herstellung des diffraktiven optischen Elements erfolgt

- 6 -

beispielsweise lithografisch durch Herstellung einer Oberflächenstruktur in einem Träger. Der Träger kann hierbei insbesondere ein transparenter Träger sein. Die Oberflächenstruktur kann wie zuvor beschrieben beispielsweise mit einem iterativen Fourier-Transformations-Algorithmus berechnet werden, um eine gewünschte Phasenfunktion zu erzielen.

Bei einer Ausgestaltung der optischen Anordnung ist das diffraktive optische Element dazu eingerichtet, eine Rotationsbewegung um mindestens eine Achse und/oder eine Translationsbewegung in mindestens einer Richtung auszuführen. Insbesondere kann das diffraktive optische Element einen elektronisch ansteuerbaren Antrieb zur Durchführung der Rotationsbewegung oder Translationsbewegung aufweisen. Bei dieser Ausgestaltung kann durch die Bewegung des diffraktiven optischen Elements eine Veränderung der Lichtverteilung bewirkt werden, um beispielsweise die abgestrahlte Lichtverteilung an verschiedene Funktionen des Scheinwerfers anzupassen. Auf diese Weise kann auch bei Verwendung eines diffraktiven optischen Elements mit statischer Beugungsstruktur die emittierte Lichtverteilung variiert werden.

Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung folgt dem diffraktiven optischen Element im Strahlengang eine Linse nach, die insbesondere zur Erzeugung eines Zwischenbildes des an dem diffraktiven optischen Element gebeugten Lichts geeignet ist. Die Linse fungiert insbesondere als Fourierlinse. Die Linse ist im Strahlengang der optischen Anordnung insbesondere zwischen dem diffraktiven optischen Element und der Blende angeordnet.

- 7 -

Bei einer Ausgestaltung ist die dem diffraktiven optischen Element nachfolgende Linse beweglich. In diesem Fall ist die Linse vorteilhaft dazu eingerichtet, eine Rotationsbewegung um mindestens eine Achse und/oder eine Translationsbewegung in mindestens einer Richtung auszuführen. Insbesondere kann die Linse einen elektronisch ansteuerbaren Antrieb zur Durchführung der Rotationsbewegung oder Translationsbewegung aufweisen. Im Fall einer Translationsbewegung wird die Linse beispielsweise senkrecht zur optischen Achse verschoben. Eine Rotationsbewegung der Linse kann die Strahlablenkung insbesondere dann beeinflussen, wenn die Linse nicht rotationssymmetrisch ist oder der Drehpunkt nicht auf der optischen Achse liegt. Durch die Bewegung der Linse kann eine Veränderung der Lichtverteilung bewirkt werden, um beispielsweise die abgestrahlte Lichtverteilung an verschiedene Funktionen des Scheinwerfers anzupassen. Auf diese Weise kann auch bei Verwendung eines diffraktiven optischen Elements mit statischer Beugungsstruktur die emittierte Lichtverteilung variiert werden. Bei Verwendung der beweglichen Linse muss das diffraktive optische Element selbst nicht beweglich sein, um die Lichtverteilung zeitlich zu variieren. Das bewegliche diffraktive optische Element und die bewegliche Linse stellen somit alternative Möglichkeiten dar, um mit einer statischen Beugungsstruktur eine veränderbare Lichtverteilung zu ermöglichen und auf diese Weise die Abstrahlcharakteristik des Scheinwerfers an verschiedene Beleuchtungssituationen anzupassen.

Gemäß zumindest einer Ausgestaltung ist die mindestens eine Laserlichtquelle ein Halbleiterlaser. Auf diese Weise lässt sich ein besonders kompakter Aufbau und eine hohe Effizienz erzielen.

- 8 -

Die optische Anordnung kann vorteilhaft mehrere Laserlichtquellen, insbesondere mehrere Halbleiterlaser, aufweisen. Beispielsweise können mehrere Laserlichtquellen vorgesehen sein, deren Strahlen nebeneinander auf das

5 diffraktive optische Element auftreffen. In diesem Fall kann die Strahlung der mehreren Laserlichtquellen durch eine dem diffraktiven optischen Element nachfolgende Linse, die als Fourierlinse fungiert, in einem Zwischenbild vereinigt werden. Bei einer weiteren Ausgestaltung können die Strahlen

10 mehrerer Laserlichtquellen unter unterschiedlichen Winkeln auf das diffraktive optische Element auftreffen. Bei dieser Ausgestaltung kann ebenfalls die Strahlung der mehreren Laserlichtquellen durch eine dem diffraktiven optischen Element nachfolgende Linse, die als Fourierlinse fungiert, in

15 einem Zwischenbild vereinigt werden. Die mehreren Laserlichtquellen können zur gezielten dreidimensionalen Einstellung einer Lichtverteilung genutzt werden, beispielsweise zur Fokussierung des emittierten Lichts in verschiedene Entfernungen.

20 Es ist auch möglich, dass die Strahlung mehrerer Laserlichtquellen schon vor dem Auftreffen auf das diffraktive optische Element vereinigt wird, zum Beispiel durch einen Strahlteilerwürfel. Auf diese Weise kann

25 insbesondere die Strahlung mehrerer Laserlichtquellen mit unterschiedlichen Polarisationsrichtungen vereinigt werden, beispielsweise durch einen Polarisations-Strahlteilerwürfel.

Die mehreren Laserlichtquellen können bei einer Ausgestaltung

30 zur Emission von Licht verschiedener Farben vorgesehen sein. Insbesondere ist es möglich, dass die optische Anordnung mehrere Laserlichtquellen verschiedener Farben aufweist, um durch additive Farbmischung ein

- 9 -

Mischlicht, insbesondere Weißlicht, zu erzeugen. Hierzu können beispielsweise Halbleiterlaser der Farben Rot, Grün und Blau vorgesehen sein. In diesem Fall ist es auch möglich, dass die optische Anordnung für eine oder mehrere der Farben
5 mehrere Halbleiterlaser aufweist, wobei die Anzahl der Halbleiterlaser pro Farbe unterschiedlich sein kann (zum Beispiel 2x grün, 1x blau, 3x rot).

Bei einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung emittiert die
10 mindestens eine Laserlichtquelle Licht im blauen oder ultravioletten Spektralbereich, wobei im Strahlengang zur Erzeugung von Weißlicht ein Konversionselement angeordnet ist, dass einen Teil des emittierten blauen oder ultravioletten Lichts in Licht einer größeren Wellenlänge
15 konvertiert. Das Konversionselement kann mindestens einen Konversionsstoff aufweisen, welcher einen Teil des emittierten blauen oder ultravioletten Lichts absorbiert und Licht einer größeren Wellenlänge, beispielsweise gelbes
20 Licht, emittiert, so dass durch Mischung des blauen oder ultravioletten Lichts mit dem beispielsweise gelben Licht des Konversionsstoffs weißes Mischlicht erzeugt wird.

Es wird weiterhin ein Scheinwerfer mit der zuvor beschriebenen optischen Anordnung angegeben. Bei dem
25 Scheinwerfer kann es sich insbesondere um einen Kfz-Scheinwerfer handeln.

Der Scheinwerfer kann im Strahlengang hinter der Blende der optischen Anordnung mindestens eine Projektionslinse
30 aufweisen, welche beispielsweise dazu vorgesehen ist, die von der optischen Anordnung erzeugte Lichtverteilung aufzuweiten. Die Projektionslinse kann durch eine Anordnung mehrerer Linsen gebildet sein. Im Fall eines Kfz-Scheinwerfers wird

- 10 -

beispielsweise die von der optischen Anordnung erzeugte Lichtverteilung durch die Projektionslinse auf die Straße projiziert. Eventuelle Abbildungsfehler der Projektionsoptik oder der Laserkollimation wie zum Beispiel Defokus, sphärische Aberration oder Farblängsfehler können durch eine Anpassung der im diffraktiven optischen Element erzeugten Phasenfunktion vorteilhaft kompensiert werden.

Mit der hierin beschriebenen optischen Anordnung können in einem Kfz-Scheinwerfer insbesondere verschiedene Lichtverteilungen, wie beispielsweise Abblendlicht, Fernlicht, Autobahnlicht oder Kurvenlicht, auf effiziente Weise erzeugt werden. Die Lichtverteilung kann wie zuvor beschrieben durch ein elektronisch ansteuerbares zeitlich veränderbares diffraktives optisches Element, durch ein elektronisch ansteuerbares bewegliches diffraktives optisches Element und/oder durch eine dem diffraktiven optischen Element im Strahlengang nachfolgende bewegliche Linse gezielt verändert werden. Auf diese Weise kann die Lichtverteilung an die verschiedenen Beleuchtungsfunktionen angepasst werden.

Bei der Verwendung eines zeitlich veränderbaren diffraktiven optischen Elements kann der Abstrahlwinkel des Scheinwerfers vorteilhaft in horizontaler oder vertikaler Richtung ohne mechanische Stellelemente variiert werden. Es ist beispielsweise möglich, in einem Kfz-Scheinwerfer eine Höhenkorrektur durch eine veränderbare vertikale lineare Phase des diffraktiven optischen Elements zu realisieren. Weiterhin kann beispielsweise ein Kurvenlicht durch eine veränderbare horizontale lineare Phase des diffraktiven optischen Elements realisiert werden.

- 11 -

Es sind weiterhin auch zusätzliche Funktionen mit der optischen Anordnung in dem Scheinwerfer realisierbar. Beispielsweise ist es möglich, Gefahren, Hindernisse oder sonstige Bereiche durch stärkere Beleuchtung oder eine
5 veränderte Farbtemperatur oder Farbe hervorzuheben. Weiterhin ist es denkbar, Informationen auf die Straße zu projizieren oder beim Einschaltvorgang des Kfz-Scheinwerfers eine grafische Sequenz darzustellen.

10 Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der optischen Anordnung und des Scheinwerfers ergeben sich aus der folgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen im Zusammenhang mit den Figuren 1 bis 6.

15 Es zeigen:

Figuren 1 bis 4 jeweils eine schematische Darstellung eines Querschnitts durch eine optische Anordnung gemäß
20 verschiedenen Ausführungsbeispielen, und

Figuren 5 und 6 eine schematische Darstellung eines Querschnitts durch einen Bereich des Scheinwerfers, der die Blende der optischen Anordnung und eine Projektionslinse aufweist.

25 Gleiche oder gleich wirkende Elemente sind in den Figuren jeweils mit den gleichen Bezugszeichen versehen. Die in den Figuren dargestellten Bestandteile sowie die Größenverhältnisse der Bestandteile untereinander sind nicht
30 als maßstabsgerecht anzusehen.

Das in Figur 1 dargestellte erste Ausführungsbeispiel der optischen Anordnung weist eine Laserlichtquelle 1 auf, die

- 12 -

vorzugsweise ein Halbleiterlaser ist. Dem Halbleiterlaser folgt im Strahlengang eine Kollimationslinse 2 nach, um das emittierte Licht zu kollimieren. Das kollimierte Licht trifft in der optischen Anordnung auf ein diffraktives optisches Element 3 auf, das bei dem Ausführungsbeispiel der Figur 1 als reflektives diffraktives optisches Element ausgebildet ist. Durch das diffraktive optische Element 3 wird das Licht in mehrere Beugungsordnungen gebeugt, wobei in Figur 1 beispielhaft Lichtstrahlen der 1. Beugungsordnung 6b, der 0. Beugungsordnung 6c und der -1. Beugungsordnung 6d dargestellt sind.

Die gebeugten Lichtstrahlen werden durch eine dem diffraktiven optischen Element 3 im Strahlengang nachfolgende Linse 4 in ein Zwischenbild 6 abgebildet. Weiterhin folgt dem diffraktiven optischen Element 3 und der Linse 4 im Strahlengang eine Blende 7 nach, die so angeordnet ist, dass sie das Licht der ersten Beugungsordnung 6b durchlässt, aber das Licht anderer Beugungsordnungen absorbiert. Insbesondere werden an der Blende 7 beispielsweise die 0. Beugungsordnung 6c und die -1. Beugungsordnung 6d absorbiert.

Das diffraktive optische Element 3 weist eine Beugungsstruktur auf, die dazu geeignet ist, den überwiegenden Teil des emittierten Lichts in die erste Beugungsordnung 6b zu beugen. Vorzugsweise werden mindestens 80 % oder sogar mindestens 85 % der von der Laserlichtquelle 1 emittierten Lichtleistung in die erste Beugungsordnung 6b gebeugt. Die an der Blende 7 entstehenden Verluste durch die Absorption der übrigen Beugungsordnungen sind daher nur gering. Das diffraktive optische Element 3 weist eine Phasenfunktion auf, die vorzugsweise durch einen iterativen Fourier-Transformations-Algorithmus berechnet wird.

- 13 -

Das diffraktive optische Element 3 kann insbesondere ein zeitlich veränderbares diffraktives optisches Element wie beispielsweise ein phasenschiebendes LCoS-Display oder ein phasenschiebendes Mikrospiegel-Array (Piston Micromirror Array) sein. Auf diese Weise kann die Lichtverteilung in der ersten Beugungsordnung 6b, die durch die Blende 7 hindurch abgestrahlt wird, gezielt verändert werden, um die Abstrahlcharakteristik des Scheinwerfers an verschiedene Beleuchtungssituationen anzupassen. Beispielsweise kann die Abstrahlcharakteristik in vertikaler Richtung durch Änderung der Phase in vertikaler Richtung verändert werden. Im Fall eines Kfz-Scheinwerfers kann auf diese Weise beispielsweise eine Höhenregulierung erfolgen. Analog kann durch eine Änderung der Phase in horizontaler Richtung die Abstrahlcharakteristik in horizontaler Richtung geändert werden, um beispielsweise ein Kurvenlicht zu realisieren.

Es ist alternativ auch möglich, dass das diffraktive optische Element 3 eine statische Beugungsstruktur aufweist, die zeitlich nicht veränderbar ist. In diesem Fall kann eine zeitlich veränderbare Abstrahlcharakteristik dadurch erzeugt werden, dass das diffraktive optische Element 3 und/oder die Linse 4 durch eine elektronische Ansteuerung bewegbar sind. Hierbei sind sowohl eine Translationsbewegung als auch eine Rotationsbewegung des diffraktiven optischen Elements 3 und/oder der Linse 4 möglich.

Das in Figur 2 dargestellte zweite Ausführungsbeispiel einer optischen Anordnung unterscheidet sich von dem ersten Ausführungsbeispiel dadurch, dass die Lichtquelle durch zwei Laserlichtquellen 1 gebildet wird, bei denen es sich bevorzugt um zwei Halbleiterlaser 1 handelt. Hierbei wird

- 14 -

durch den Einsatz eines Polarisations-Strahlteilerwürfels 9 Laserlicht zweier unterschiedlicher Polarisationsrichtungen erzeugt, das auf das diffraktive optische Element 3 gerichtet wird. Da das diffraktive optische Element 3 für das Licht der unterschiedlichen Polarisationsrichtungen unterschiedliche Beugungseigenschaften aufweisen kann, werden die Möglichkeiten zur gezielten Einstellung der dreidimensionalen Lichtverteilung durch die Verwendung von mehreren Laserlichtquellen mit verschiedenen Polarisationsrichtungen erweitert. Hinsichtlich weiterer vorteilhafter Ausgestaltungen entspricht das zweite Ausführungsbeispiel ansonsten dem ersten Ausführungsbeispiel.

Bei einem dritten Ausführungsbeispiel der optischen Anordnung, das in Figur 3 dargestellt ist, werden wie bei dem zweiten Ausführungsbeispiel zwei Laserlichtquellen 1 eingesetzt. Die Abstrahlrichtungen der Laserlichtquellen 1 verlaufen bei diesem Ausführungsbeispiel schräg zueinander, so dass das emittierte Licht unter zwei verschiedenen Einfallswinkeln auf das diffraktive optische Element 3 auftrifft. Das diffraktive optische Element 3 ist in diesem Fall ein transmissives diffraktives optisches Element. Im Strahlengang folgen hinter dem transmissiven diffraktiven optischen Element 3 zwei Fourierlinsen 4, die jeweils ein Zwischenbild 6 erzeugen. Im Strahlengang hinter den Blenden 7 der optischen Anordnung können in dem Scheinwerfer eine oder mehrere Projektionslinsen angeordnet sein (hier nicht dargestellt), welche die in den beiden Zwischenbildern 6 erzeugten Lichtverteilungen kombiniert, so dass die Abstrahlcharakteristik des Scheinwerfers durch die Kombination aus beiden Lichtverteilungen gebildet ist.

- 15 -

Bei dem in Figur 4 dargestellten weiteren Ausführungsbeispiel enthält die optische Anordnung mehrere Laserlichtquellen 1a, 1b, 1c, bei denen es sich um Halbleiterlaser verschiedener Farben handelt. Insbesondere kann ein erster Halbleiterlaser 1a blaues Licht mit einer Wellenlänge von beispielsweise etwa 450 nm, ein zweiter Halbleiterlaser 1b grünes Licht mit einer Wellenlänge von beispielsweise etwa 520 nm und ein dritter Halbleiterlaser 1c rotes Licht mit einer Wellenlänge von beispielsweise etwa 635 nm emittieren. Es ist alternativ auch möglich, dass mehrere Halbleiterlaser einer Farbe verwendet werden, um den Anteil dieser Farbe bei der Farbmischung zu Weißlicht zu erhöhen und so gezielt eine bestimmte Farbtemperatur einzustellen. Beispielsweise wäre es möglich, einen blauen Halbleiterlaser, zwei grüne Halbleiterlaser und drei rote Halbleiterlaser einzusetzen. Auf diese Weise wird zum Beispiel der rote und grüne Farbanteil im emittierten Lichtspektrum erhöht.

Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel treffen die Lichtstrahlen der mehreren Halbleiterlaser 1a, 1b, 1c im Wesentlichen parallel zueinander auf das diffraktive optische Element 3, das wie bei dem vorherigen Ausführungsbeispiel als transmissives diffraktives optisches Element ausgebildet ist. Die von dem diffraktiven optischen Element 3 erzeugten Beugungsordnungen der einzelnen Laserstrahlen werden durch eine im Strahlengang nach dem diffraktiven optischen Element 3 angeordnete Linse 4 in ein gemeinsames Zwischenbild abgebildet, wobei in der Ebene des Zwischenbildes eine Blende 7 angeordnet ist, die Licht in Beugungsordnungen 6c, 6d außerhalb der ersten Beugungsordnung 6b absorbiert. Da das Licht der verschiedenfarbigen Halbleiterlaser 1a, 1b, 1c in der optischen Anordnung überlagert wird, kann durch additive

- 16 -

Farbmischung der Farben rot, grün und blau vorteilhaft Weißlicht erzeugt werden.

In Figur 5 ist ein Ausschnitt eines Bereichs des Scheinwerfers gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel dargestellt, der die Blende 7 und eine nachfolgende Projektionslinse 8 umfasst. Die optische Anordnung bis zur Blende 7 kann beispielsweise wie bei einem der vorherigen Ausführungsbeispiele ausgeführt sein und ist zur Vereinfachung hier nicht dargestellt. Auf die Blende 7 der optischen Anordnung treffen die von dem diffraktiven optischen Element 3 erzeugten Beugungsordnungen 6a, 6b, 6c, 6d auf. Die Blende 7 ist so angeordnet, dass das Licht der ersten Beugungsordnung 6b die Blende 7 passieren kann, während das Licht anderer Beugungsordnungen 6a, 6c, 6d an der Blende 7 absorbiert wird. Die von der Blende 7 durchgelassene erste Beugungsordnung 6b weist eine durch das diffraktive Element 3 erzeugte Lichtverteilung auf. Hinter der Blende 7 ist eine Projektionslinse 8 angeordnet, die bei dem hier dargestellten Ausführungsbeispiel aus einem zweiteiligen Linsensystem gebildet wird. Durch die Projektionslinse 8 kann beispielsweise der Abstrahlwinkel des Scheinwerfers vergrößert werden.

In Figur 6 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel eines Bereichs des Scheinwerfers gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel dargestellt, der im Wesentlichen dem Ausführungsbeispiel der Figur 5 entspricht. Im Unterschied zum Ausführungsbeispiel der Figur 5 ist in der Ebene der Blende 7, insbesondere in der Durchlassöffnung der Blende 7, ein Konversionselement 10 angeordnet. Mittels des Konversionselements 10 kann aus dem Laserlicht in der ersten Beugungsordnung 6b vorteilhaft Weißlicht erzeugt werden.

- 17 -

Hierzu enthält beispielsweise die Laserlichtquelle der optischen Anordnung mindestens einen im blauen oder ultravioletten Spektralbereich emittieren Halbleiterlaser, und das Konversionselement 10 weist mindestens einen

5 Konversionsstoff auf, der dazu geeignet ist, einen Teil des blauen oder ultravioletten Lichts in eine komplementäre Farbe, beispielsweise in gelbes Licht, zu konvertieren. Durch Farbmischung des blauen oder ultravioletten Lichts und des von dem Konversionsstoff emittierten komplementären Lichts

10 entsteht vorteilhaft ein weißes Mischschicht, das von dem Scheinwerfer emittiert wird.

Die Erfindung ist nicht durch die Beschreibung anhand der Ausführungsbeispiele beschränkt. Vielmehr umfasst die

15 Erfindung jedes neue Merkmal sowie jede Kombination von Merkmalen, was insbesondere jede Kombination von Merkmalen in den Patentansprüchen beinhaltet, auch wenn dieses Merkmal oder diese Kombination selbst nicht explizit in den Patentansprüchen oder Ausführungsbeispielen angegeben ist.

20

- 18 -

Patentansprüche

1. Optische Anordnung für einen Scheinwerfer, umfassend
 - mindestens eine Laserlichtquelle (1),
 - 5 - ein diffraktives optisches Element (3), das dazu eingerichtet ist, von der Laserlichtquelle (1) emittiertes Licht in mehrere Beugungsordnungen zu beugen, wobei ein überwiegender Teil des Lichts in die erste Beugungsordnung (6b) gebeugt wird, und
 - 10 - mindestens eine Blende (7) zur Absorption von Licht in Beugungsordnungen (6a, 6c, 6d) außerhalb der ersten Beugungsordnung (6b).
2. Optische Anordnung nach Anspruch 1,
 - 15 wobei mindestens 80% der von der mindestens einen Laserlichtquelle (1) emittierten Lichtleistung in die erste Beugungsordnung (6b) gebeugt werden.
3. Optische Anordnung nach einem der vorhergehenden
 - 20 Ansprüche,
 - wobei das diffraktive optische Element (3) eine zeitlich veränderbare Beugungsstruktur aufweist.
4. Optische Anordnung nach Anspruch 3,
 - 25 wobei das diffraktive optische Element (3) ein phasenschiebendes LCoS-Display oder ein phasenschiebendes Mikrospiegel-Array ist.
5. Optische Anordnung nach einem der Ansprüche 1 oder 2,
 - 30 wobei das diffraktive optische Element (3) eine statische Beugungsstruktur aufweist.

- 19 -

6. Optische Anordnung nach Anspruch 5,
wobei das diffraktive optische Element (3) ein
Oberflächengitter oder ein computergeneriertes Hologramm
ist.

5

7. Optische Anordnung nach einem der vorhergehenden
Ansprüche,
wobei das diffraktive optische Element (3) dazu
eingerrichtet ist, eine Rotationsbewegung um mindestens
eine Achse und/oder eine Translationsbewegung in
mindestens einer Richtung auszuföhren.

10

8. Optische Anordnung nach einem der vorhergehenden
Ansprüche,
wobei im Strahlengang nach dem diffraktiven optischen
Element (3) eine Linse (4) zur Erzeugung eines
Zwischenbildes (6) des an dem diffraktiven optischen
Element (3) gebeugten Lichts angeordnet ist,
und wobei die Linse (4) dazu eingerichtet ist, eine
Rotationsbewegung um mindestens eine Achse und/oder eine
Translationsbewegung in mindestens einer Richtung
auszuföhren.

15

20

9. Optische Anordnung nach einem der vorhergehenden
Ansprüche,
wobei die mindestens eine Laserlichtquelle (1) ein
Halbleiterlaser ist.

25

10. Optische Anordnung nach einem der vorhergehenden
Ansprüche,
die mehrere Laserlichtquellen (1a, 1b, 1c) aufweist.

30

- 20 -

11. Optische Anordnung nach Anspruch 10,
wobei die mehreren Laserlichtquellen (1a, 1b, 1c)
verschiedene Farben zur Erzeugung von Weißlicht durch
additive Farbmischung aufweisen.

5

12. Optische Anordnung nach einem Ansprüche 1 bis 10,
wobei die mindestens eine Laserlichtquelle (1) blaues
Licht oder ultraviolette Licht emittiert, und wobei im
Strahlengang zur Erzeugung von Weißlicht ein

10

Konversionselement (10) angeordnet ist, dass einen Teil
des emittierten blauen oder ultravioletten Lichts in
Strahlung einer größeren Wellenlänge konvertiert.

13. Scheinwerfer, umfassend eine optische Anordnung gemäß
einem der vorhergehenden Ansprüche.

15

14. Scheinwerfer nach Anspruch 13,
wobei der Scheinwerfer ein Kfz-Scheinwerfer ist.

FIG 1

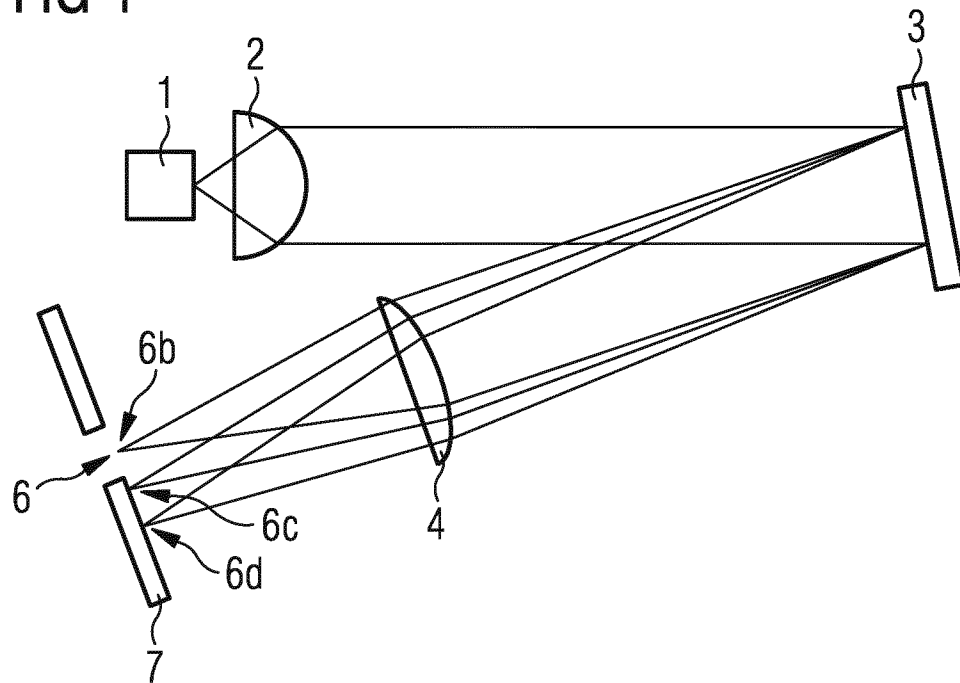


FIG 2

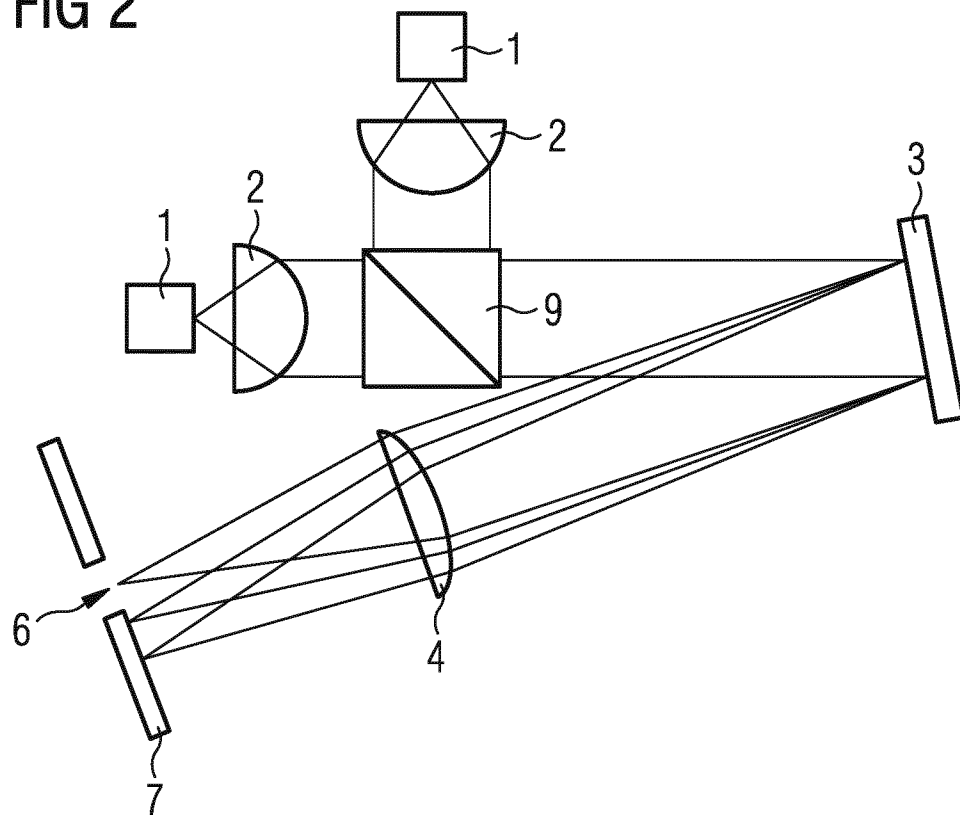


FIG 3

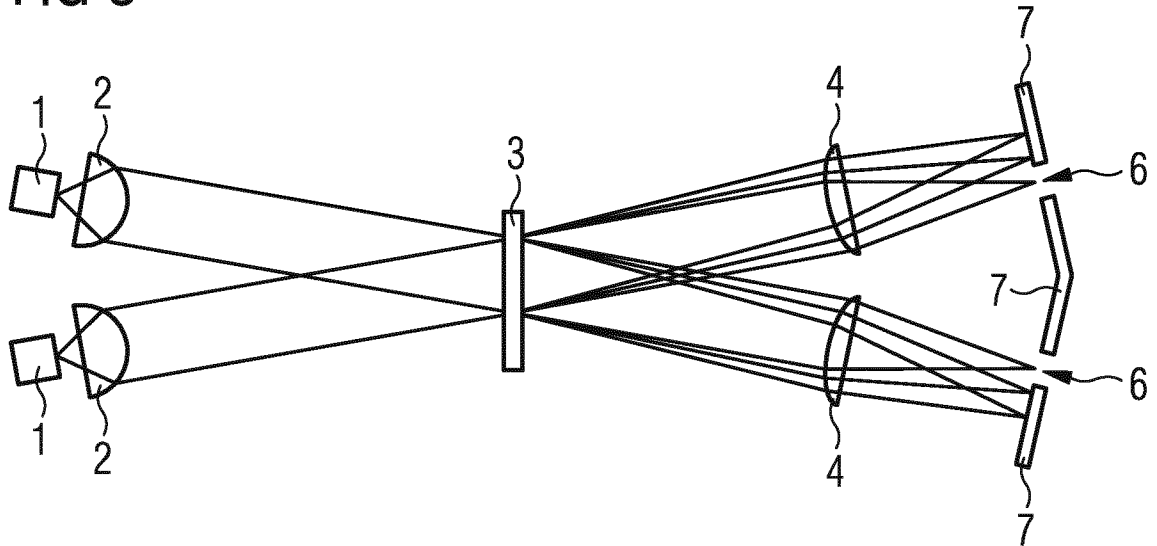


FIG 4

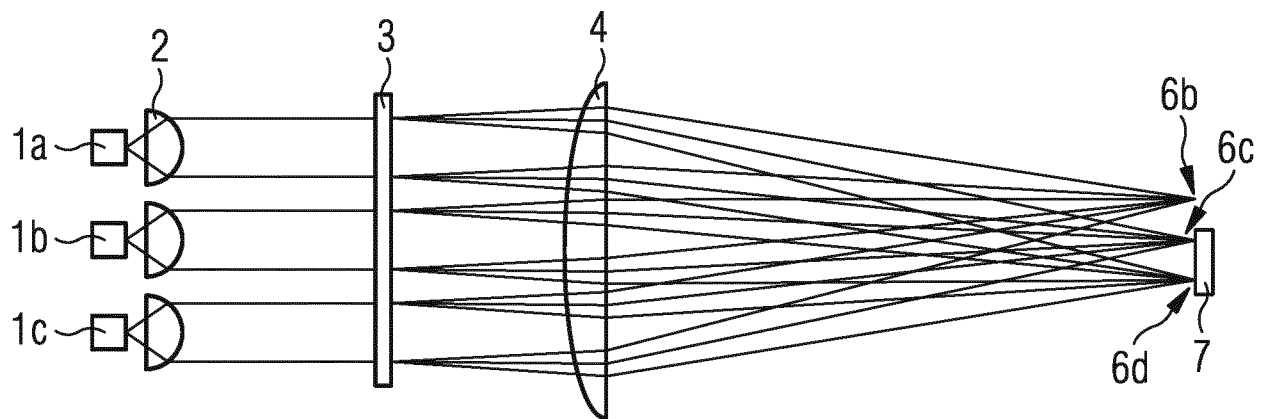


FIG 5

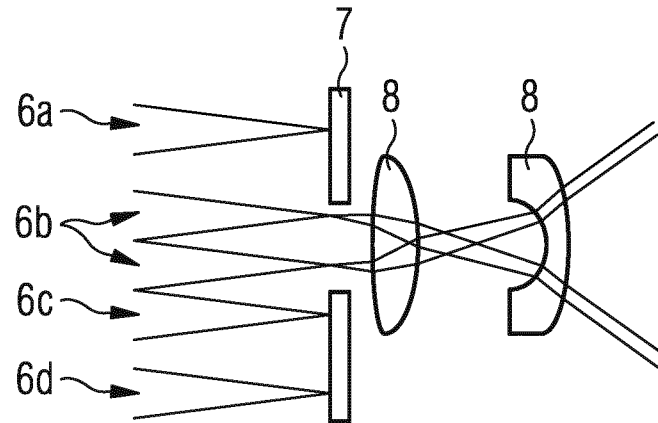


FIG 6

