

(19)



(11)

**EP 3 899 360 B1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:

**29.06.2022 Patentblatt 2022/26**

(21) Anmeldenummer: **19805972.7**

(22) Anmeldetag: **21.11.2019**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):  
**F21S 41/176<sup>(2018.01)</sup>**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):  
**F21S 41/675; F21S 41/16; F21S 41/176;  
F21S 41/36**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/EP2019/082119**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 2020/126298 (25.06.2020 Gazette 2020/26)**

(54) **BELEUCHTUNGSSYSTEM FÜR EIN KRAFTFAHRZEUG**

LIGHTING SYSTEM FOR A MOTOR VEHICLE

SYSTÈME D'ÉCLAIRAGE POUR UN VÉHICULE AUTOMOBILE

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB  
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO  
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

(30) Priorität: **18.12.2018 EP 18213455**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**27.10.2021 Patentblatt 2021/43**

(73) Patentinhaber: **ZKW Group GmbH  
3250 Wieselburg (AT)**

(72) Erfinder:

- **MITTERLEHNER, Thomas  
3240 Mank (AT)**

- **RIESENHUBER, Michael  
3254 Bergland (AT)**
- **PÜHRINGER, Jakob  
3370 Ybbs (AT)**

(74) Vertreter: **Patentanwaltskanzlei  
Matschnig & Forsthuber OG  
Biberstraße 22  
Postfach 36  
1010 Wien (AT)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A1- 2 690 352 WO-A1-2015/022115  
WO-A1-2017/020054**

**EP 3 899 360 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Beleuchtungssystem für ein Kraftfahrzeug, welches Beleuchtungssystem Folgendes umfasst:

- 5
- einen ersten Laserscanner mit zumindest einer Laserlichtquelle, wobei der Laserlichtquelle ein erster Mikroscanner zugeordnet ist, welcher erste Mikroscanner dazu eingerichtet ist, Laserstrahlen der Laserlichtquelle auf ein erstes Lichtkonversionselement zu lenken, wodurch an dem ersten Lichtkonversionselement sichtbares Licht abgestrahlt und ein erstes Lichtbild erzeugt wird, wobei dem ersten Lichtkonversionselement ein optisches Abbildungssystem zugeordnet ist, um das erste Lichtbild vor dem Beleuchtungssystem als erste Teillichtverteilung abzubilden,

10

  - einen zweiten Laserscanner mit zumindest einer Laserlichtquelle, wobei der Laserlichtquelle ein zweiter Mikroscanner zugeordnet ist, welcher zweite Mikroscanner dazu eingerichtet ist, Laserstrahlen der Laserlichtquelle auf ein zweites Lichtkonversionselement zu lenken, wodurch an dem zweiten Lichtkonversionselement sichtbares Licht abgestrahlt und ein zweites Lichtbild erzeugt wird, wobei dem zweiten Lichtkonversionselement ein optisches Abbildungssystem zugeordnet ist, um das zweite Lichtbild vor dem Beleuchtungssystem als zweite Teillichtverteilung abzubilden,

15

wobei die erste und die zweite Teillichtverteilung abhängig von zumindest drei an den jeweiligen Mikroscannern einstellbaren Parametern veränderbar sind,

20

wobei die veränderbare erste und zweite Teillichtverteilung eine gemeinsame veränderbare Gesamtlichtverteilung vor dem Beleuchtungssystem erzeugen und sich zumindest teilweise überlappen, wobei die Gesamtlichtverteilung einen Öffnungswinkel aufweist,

25

und wobei der erste und der zweite Mikroscanner jeweils um eine Achse, welche parallel zueinander angeordnet sind, drehbar gelagert sind, wobei der erste und der zweite Mikroscanner um eine Nulllage mit einer festlegbaren Schwingungsamplitude AMP um die Achse schwingen können, wobei die Schwingungsamplitude durch einen Maximalwert MEMS<sub>max</sub> begrenzt ist, wobei die Schwingungsamplitude AMP eine horizontale Breite der jeweils erzeugten Teillichtverteilung bestimmt,

30

und wobei der erste und der zweite Mikroscanner entlang einer gedachten Linie angeordnet sind, wobei die Nulllage des ersten Mikroscanners um einen ersten Winkel ALPHA und die Nulllage des zweiten Mikroscanners um einen zweiten Winkel ALPHA' zur gedachten Linie geneigt angeordnet sind, wobei der erste und der zweite Winkel invers zueinander sind,

35

und wobei die erste und die zweite Teillichtverteilung jeweils einen Lichtschwerpunkt aufweisen, der dadurch charakterisiert ist, dass an diesem Punkt die jeweilige Lichtintensität maximal ist, wobei der Lichtschwerpunkt an den jeweiligen Mikroscannern entsprechend einer festlegbaren Lichtschwerpunktverschiebung LSPV verschiebbar ist,

40

und wobei die Teillichtverteilungen jeweils um einen den jeweiligen Mikroscannern zuführbaren Offsetwert OFFSET verschiebbar sind,

- eine Steuereinrichtung, welche eingerichtet ist, den ersten und den zweiten Mikroscanner anzusteuern, wobei das Schwingungsverhalten des ersten und zweiten Mikroscanners zumindest über die Parameter Schwingungsamplitude AMP, Lichtschwerpunktverschiebung LSVP, und Offsetwert OFFSET, welche durch die Steuereinrichtung veränderbar sind, steuerbar ist.
- 45

Weiters betrifft die Erfindung ein Kraftfahrzeug mit zumindest einem erfindungsgemäßen Beleuchtungssystem.

50

Laserprojektionssysteme können durch die Ablenkung eines Laserstrahles durch sogenannte Mikroscanner realisiert werden. Diese Mikroscanner können z.B. als in MEMS- oder MOEMS-Technik (Micro-Electro-Mechanical Systems bzw. Micro-Opto-Electro-Mechanical Systems) gefertigte Mikrospiegel ausgeführt sein, die nur wenige Millimeter Durchmesser aufweisen und in einer bzw. zwei Achsrichtungen in Schwingung versetzt werden können.

55

**[0002]** Die Schwingungsamplitude bestimmt dabei die Breite des erzeugten Lichtbildes bzw. Teillichtverteilung.

**[0003]** Die Schwingungsgeschwindigkeit, d.h. bei einem Mikroscanner die Winkelablenkung nach der Zeit zu variieren (Winkelgeschwindigkeit). Da ein "langsam" bewegender Lichtpunkt mehr Licht im Lichtkonversionselement erzeugt als

ein schnell wandernder Lichtpunkt, kann man auf diese Weise die Lichtverteilung gleichfalls beeinflussen.

**[0004]** Bei einem Einsatz von zwei Laserscannern, deren erzeugte Teillichtverteilungen gemeinsam eine Gesamtlichtverteilung ergeben, können sich bei unterschiedlich einstellbaren Schwingungsamplituden unerwünschte Effekte bilden, beispielsweise zwei Helligkeitsmaxima in der Gesamtlichtverteilung. Beleuchtungssysteme für Kraftfahrzeuge mit zwei Laserscannern sind z.B. aus WO 2017/020054 A1 und EP 2 690 352 A1 bekannt.

**[0005]** Es ist eine Aufgabe der Erfindung ein verbessertes Beleuchtungssystem für Kraftfahrzeuge bereitzustellen.

**[0006]** Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, dass die Steuereinrichtung dazu eingerichtet ist, eine zeitlich veränderliche Eingangsgröße DOA zu empfangen, welche einen Soll-Öffnungswinkel der Gesamtlichtverteilung repräsentiert, und die Parameter Schwingungsamplitude AMP, Lichtschwerpunktverschiebung LSPV, und Offsetwert OFFSET des ersten und zweiten Mikrosanners abhängig von dem Prüfungsergebnis eines Kriteriums der Eingangsgröße DOA festlegt, nämlich  $DOA \leq (MEMS_{max} - ALPHA)$ , wobei die maximale Schwingungsamplitude MEMS<sub>max</sub> den maximalen Winkel um die jeweilige Achse darstellt, und wobei bei Erfüllung des Kriteriums die Parameter des ersten Mikrosanners wie folgt festgelegt sind:

AMP = DOA  
 OFFSET = ALPHA  
 LSPV = 0°

und die Parameter des zweiten Mikrosanners wie folgt festgelegt sind:

AMP = DOA  
 OFFSET = -ALPHA  
 LSPV = 0°

und wobei bei Nichterfüllung des Kriteriums die Parameter des ersten Mikrosanners wie folgt festgelegt sind:

$$AMP = (DOA + MEMS_{max} - ALPHA)/2$$

$$OFFSET = MEMS_{max} - AMP$$

$$LSPV = DOA - AMP$$

und die Parameter des zweiten Mikrosanners wie folgt festgelegt sind:

$$AMP = (DOA + MEMS_{max} - ALPHA)/2$$

$$OFFSET = -(MEMS_{max} - AMP)$$

$$LSPV = -(DOA - AMP).$$

**[0007]** Da Laserlichtquellen in der Regel kohärentes, monochromatisches Licht bzw. Licht in einem engen Wellenlängenbereich abstrahlen, aber bei einem Kraftfahrzeugscheinwerfer im Allgemeinen für das abgestrahlte Licht weißes Mischlicht bevorzugt bzw. gesetzlich vorgeschrieben ist, sind den Laserlichtquellen sogenannte Lichtkonversionselemente zur Umwandlung von im Wesentlichen monochromatischem Licht in weißes bzw. polychromatisches Licht zugeordnet, wobei unter "weißes Licht" Licht einer solchen Spektralzusammensetzung verstanden wird, welches beim Menschen den Farbeindruck "weiß" hervorruft. Dieses Lichtkonversionselement ist zum Beispiel in Form eines oder mehrerer Photolumineszenzkonverter bzw. Photolumineszenzelemente ausgebildet, wobei einfallende Laserstrahlen der Laserlichtquelle auf das in der Regel Photolumineszenzfarbstoff aufweisende Lichtkonversionselement auftreffen und diesen Photolumineszenzfarbstoff zur Photolumineszenz anregen, und dabei Licht in einer dem Licht der einstrahlenden Lasereinrichtung verschiedenen Wellenlänge bzw. Wellenlängenbereiche abgibt. Die Lichtabgabe des Lichtkonversionselements weist dabei im Wesentlichen Charakteristiken eines Lambert'schen Strahlers auf.

**[0008]** Bei Lichtkonversionselementen wird zwischen reflektiven und transmissiven Konversionselementen unterschieden.

**[0009]** Die Begriffe "reflektiv" und "transmissiv" beziehen sich hierbei auf den Blauanteil des konvertierten weißen

Lichts. Bei einem transmissiven Aufbau ist die Hauptausbreitungsrichtung des Blaulichtanteils nach dem Durchtritt durch das Konvertervolumen bzw. Konversionselements im Wesentlichen gleichgerichtet zur Ausbreitungsrichtung des Ausgangslaserstrahls. Bei einem reflektiven Aufbau wird der Laserstrahl an einer dem Konversionselement zurechenbaren Grenzfläche reflektiert bzw. umgelenkt, sodass der Blaulichtanteil eine andere Ausbreitungsrichtung aufweist als der Laserstrahl, welcher in der Regel als blauer Laserstrahl ausgeführt ist.

**[0010]** In der Praxis entsteht die Gesamtlichtverteilung auf der Straße durch Überlagerung der Teillichtverteilungen, wobei sich der erste Laserscanner beispielsweise in einem linken Kraftfahrzeugscheinwerfer und der zweite Laserscanner beispielsweise in einem rechten Kraftfahrzeugscheinwerfer befindet, wodurch die resultierende Gesamtlichtverteilung von einem linken und einem rechten Kraftfahrzeugscheinwerfer eines Kraftfahrzeuges erzeugt wird.

**[0011]** Mit Vorteil kann vorgesehen sein, dass die Laserlichtquellen dimmbar sind.

**[0012]** In einer zweckmäßigen Ausführungsform kann vorgesehen sein, dass - gemessen von der gedachten Linie - der erste Winkel ALPHA  $2^\circ$  und der zweite Winkel ALPHA'  $-2^\circ$  beträgt.

**[0013]** Es kann vorgesehen sein, dass die Mikroscanner als quasistatische Mikroscanner ausgebildet sind.

**[0014]** Mikroscanner können eindimensional (Spiegel bewegt sich nur in eine Richtung) oder zweidimensional (Spiegel bewegt sich in zwei Richtungen gleichzeitig) bezogen werden. Die meisten derzeit verfügbaren Mikroscanner arbeiten nach einem resonanten Antriebsprinzip. Die MEMS-Scanner stellen dabei im Wesentlichen mechanische Schwingkreise dar, die in ihrer Resonanzfrequenz angeregt werden und sinusförmig schwingen. Dieser sinusförmige Verlauf stellt ein großes Problem dar, was die Ausnützung der installierten Laserleistung betrifft, da die Lichtverteilung immer dort am hellsten ist, wo der Mikroscanner die geringste Winkelgeschwindigkeit erreicht. Bei einer sinusförmigen Schwingung würde so der Randbereich am hellsten wirken und der Mittenbereich bzw. das Zentrum der Lichtverteilung am dunkelsten, weshalb die Laserdioden stark gedimmt werden müssen und deshalb nur zu einem geringen Prozentanteil (ca. 40%) ausgenutzt werden können.

**[0015]** Abhilfe schaffen hier quasistatische Mikroscanner, die in ihrer Winkelgeschwindigkeit innerhalb bestimmter physikalischer Grenzen (Resonanzfrequenzen,...) beliebig gesteuert werden können. Somit ist es möglich, einen Großteil des erzeugten Lichtes in die Mitte bzw. Zentrum der Teillichtverteilung zu lenken, wodurch die Ausnützung der installierten Laserleistung der Laserlichtquellen auf bis zu ca. 90% bei typischen Teillichtverteilungen gesteigert werden kann. Eine Ausnützung von 100% ist nicht möglich, da der Mikroscanner im Randbereich eine Richtungsänderung vornimmt, was ein vollständiges "Abbremsen" des Spiegels und anschließende Beschleunigung in die entgegengesetzte Richtung bedeutet. Während dieser Phase werden die Laserlichtquellen deaktiviert, da sonst aufgrund der im Mittel betrachteten niedrigen Winkelgeschwindigkeit in diesem Umkehrbereich die Lichtintensität dort deutlich ansteigen würde, was nicht gewünscht ist.

**[0016]** Es kann vorgesehen sein, dass der Maximalwert MEMS<sub>max</sub> der Schwingungsamplitude der Mikroscanner  $6^\circ$  ist.

**[0017]** Es kann ferner vorgesehen sein, dass die Steuereinrichtung die Laserlichtquellen ansteuert.

**[0018]** Die Aufgabe der Erfindung wird ferner durch ein Kraftfahrzeug mit zumindest einem Beleuchtungssystem gelöst.

**[0019]** Dabei kann vorgesehen sein, dass der zeitlich veränderliche Soll-Öffnungswinkel der Gesamtlichtverteilung DOA sich abhängig von der Geschwindigkeit des Kraftfahrzeuges verändert, wobei bei einem Anstieg der Geschwindigkeit des Kraftfahrzeuges der Soll-Öffnungswinkels DOA reduziert wird.

**[0020]** Nachfolgend wird die Erfindung anhand von beispielhaften Zeichnungen näher erläutert. Hierbei zeigt

Fig. 1 ein beispielhaftes Beleuchtungssystem mit einem ersten Laserscanner, welcher einen ersten Mikroscanner umfasst, und einem zweiten Laserscanner, welcher einen zweiten Mikroscanner umfasst, wobei die Mikroscanner jeweils um einen ersten bzw. einen zweiten Winkel geneigt sind, und wobei die Mikroscanner durch eine Steuereinrichtung veränderbare Parameter aufweisen, wobei der erste Laserscanner eine erste Teillichtverteilung und der zweite Laserscanner eine zweite Teillichtverteilung erzeugt, wobei die erste und die zweite Teillichtverteilung gemeinsam eine Gesamtlichtverteilung erzeugen, welche einen Öffnungswinkel aufweist, wobei die Gesamtlichtverteilung auf einem Messschirm abgebildet wird,

Fig. 2 eine beispielhafte Kennlinie eines Mikroscanners, wobei eine Schwingungsamplitude AMP gegen die Winkelgeschwindigkeit aufgetragen ist, und wobei die maximale Schwingungsamplitude MEMS<sub>max</sub>  $6^\circ$  beträgt,

Fig. 3A eine Darstellung einer veränderten Schwingungsamplitude AMP der Kennlinie aus Fig. 2;

Fig. 3B eine Darstellung einer Lichtschwerpunktverschiebung LSVP an der Kennlinie aus Fig. 2;

Fig. 3C eine Darstellung einer Verschiebung einer Kennlinie durch einen Offsetwert OFFSET;

Fig. 4A eine Darstellung der ersten bzw. zweiten Teillichtverteilung an dem Messschirm für verschiedene Öffnungswinkel, wobei der erste und der zweite Winkel der jeweiligen Mikroscanner Null beträgt;

Fig. 4B eine Darstellung der Gesamtlichtverteilung an dem Messschirm, welche sich aus den Teillichtverteilungen aus Fig. 4A zusammensetzt;

Fig. 5A erste Teillichtverteilungen für bestimmte Öffnungswinkel, wobei der erste Mikros Scanner in diesem Beispiel um  $2^\circ$  geneigt ist, wobei für die einzelnen dargestellten Teillichtverteilungen der Lichtschwerpunkt in Richtung Zentrum verschoben sind;

Fig. 5B zweite Teillichtverteilungen für bestimmte Öffnungswinkel, wobei der zweite Mikros Scanner in diesem Beispiel um  $-2^\circ$  geneigt ist, wobei für die einzelnen dargestellten Teillichtverteilungen der Lichtschwerpunkt in Richtung Zentrum verschoben sind;

Fig. 5C Gesamtlichtverteilungen für bestimmte Öffnungswinkel, wobei sich die Gesamtlichtverteilung durch die Teillichtverteilungen aus Fig. 5A und 5B zusammensetzt;

Fig. 6A erste Teillichtverteilungen für bestimmte Öffnungswinkel, wobei die Parameter des ersten Mikros Scanners gemäß des erfindungsgemäßen Kriteriums eingestellt sind;

Fig. 6B zweite Teillichtverteilungen für bestimmte Öffnungswinkel, wobei die Parameter des zweiten Mikros Scanners gemäß des erfindungsgemäßen Kriteriums eingestellt sind;

Fig. 6C Gesamtlichtverteilungen für bestimmte Öffnungswinkel, wobei sich die Gesamtlichtverteilung durch die Teillichtverteilungen aus Fig. 6A und 6B zusammensetzt;

Fig. 6D Gesamtlichtverteilungen aus Fig. 6C für bestimmte Öffnungswinkel, wobei an den Rändern der jeweiligen Gesamtlichtverteilungen die entsprechenden Laserlichtquellen gedimmt sind.

**[0021]** Fig. 1 zeigt ein beispielhaftes Beleuchtungssystem 10 für ein Kraftfahrzeug, welches Beleuchtungssystem 10 einen ersten Laserscanner 100 mit zumindest einer Laserlichtquelle 110 umfasst, wobei der Laserlichtquelle 110 ein erster Mikros Scanner 120 zugeordnet ist, welcher erste Mikros Scanner 120 dazu eingerichtet ist, Laserstrahlen der Laserlichtquelle 110 auf ein erstes Lichtkonversionselement 130 zu lenken, wodurch an dem ersten Lichtkonversionselement 130 sichtbares Licht abgestrahlt und ein erstes Lichtbild erzeugt wird, wobei dem ersten Lichtkonversionselement 130 ein optisches Abbildungssystem 140 zugeordnet ist, um das erste Lichtbild vor dem Beleuchtungssystem 10 als erste Teillichtverteilung 150 abzubilden.

**[0022]** Ferner umfasst das Beleuchtungssystem 10 einen zweiten Laserscanner 200 mit zumindest einer Laserlichtquelle 210, wobei der Laserlichtquelle 210 ein zweiter Mikros Scanner 220 zugeordnet ist, welcher zweite Mikros Scanner 220 dazu eingerichtet ist, Laserstrahlen der Laserlichtquelle 210 auf ein zweites Lichtkonversionselement 230 zu lenken, wodurch an dem zweiten Lichtkonversionselement 230 sichtbares Licht abgestrahlt und ein zweites Lichtbild erzeugt wird, wobei dem zweiten Lichtkonversionselement 230 ein optisches Abbildungssystem 240 zugeordnet ist, um das zweite Lichtbild vor dem Beleuchtungssystem 10 als zweite Teillichtverteilung 250 abzubilden.

**[0023]** Der erste und der zweite Mikros Scanner sind in diesem Beispiel als quasistatische Mikros Scanner ausgebildet. Fig. 2 zeigt hierzu ein Diagramm, welches das unterschiedliche Schwingungsverhalten eines resonanten Mikros Scanners (in strichlierter Linie) und eines quasistatischen Mikros Scanners (in durchgezogener Linie) zeigt.

**[0024]** Die resonanten Mikros Scanner stellen dabei im Wesentlichen mechanische Schwingkreise dar, die in ihrer Resonanzfrequenz angeregt werden und sinusförmig schwingen. Dieser sinusförmige Verlauf stellt ein großes Problem dar, was die Ausnützung der installierten Laserleistung betrifft, da die Lichtverteilung immer dort am hellsten ist, wo der Mikros Scanner die geringste Winkelgeschwindigkeit erreicht. Bei einer sinusförmigen Schwingung würde so der Randbereich am hellsten wirken und der Mittenbereich bzw. das Zentrum der Lichtverteilung am dunkelsten, weshalb die Laserdioden stark gedimmt werden müssen und deshalb nur zu einem geringen Prozentanteil ausgenutzt werden können.

**[0025]** Abhilfe schaffen hier quasistatische Mikros Scanner, die in ihrer Winkelgeschwindigkeit innerhalb bestimmter physikalischer Grenzen beliebig gesteuert werden können. Somit ist es möglich, einen Großteil des erzeugten Lichtes in die Mitte bzw. Zentrum der Teillichtverteilung zu lenken, wodurch die Ausnützung der installierten Laserleistung der Laserlichtquellen gesteigert werden kann. Es sei angemerkt, dass der Mikros Scanner im Randbereich eine Richtungsänderung vornimmt, was ein vollständiges "Abbremsen" des Spiegels und ein anschließendes Beschleunigung in die entgegengesetzte Richtung bedeutet. Während dieser Phase werden die Laserlichtquellen deaktiviert, da sonst aufgrund der im Mittel betrachteten niedrigen Winkelgeschwindigkeit in diesem Umkehrbereich die Lichtintensität dort deutlich ansteigen würde, was nicht gewünscht ist.

**[0026]** Die erste und die zweite Teillichtverteilung 150, 250 sind abhängig von zumindest drei an den jeweiligen

Mikroscannern **120, 220** einstellbaren Parametern, nämlich **AMP**, **LSPV** und **OFFSET** veränderbar, welche in **Fig. 3A, 3B** und **3C** erläuternd dargestellt sind, wobei die veränderbare erste und zweite Teillichtverteilung **150, 250** eine gemeinsame veränderbare Gesamtlichtverteilung **300** vor dem Beleuchtungssystem **10** erzeugen und sich zumindest teilweise überlappen, wobei die Gesamtlichtverteilung **300** einen Öffnungswinkel aufweist.

**[0027]** Es sei angemerkt, dass die Teillichtverteilungen **150, 250** sowie die gebildete Gesamtlichtverteilung **300** in dem gezeigten Beispiel in den Figuren auf einen Messschirm MS abgebildet werden, welcher beispielsweise in einem Lichttechniklabor Verwendung findet und senkrecht zu einer Hauptabstrahlrichtung der Laserscanner angeordnet ist. Ein typischer Abstand eines solchen Messschirms zur zu messenden Einrichtung ist nach ECE-Regelungen 25m.

**[0028]** Der erste und der zweite Mikroscanner **120, 220** sind jeweils um eine Achse **X1, X2**, welche parallel zueinander angeordnet sind, drehbar gelagert, wobei der erste und der zweite Mikroscanner **120, 220** um eine Nulllage mit einer festlegbaren Schwingungsamplitude **AMP** um die jeweilige Achse **X1, X2** schwingen können, wobei die Schwingungsamplitude **AMP** durch einen Maximalwert **MEMSmax** begrenzt ist, wobei die Schwingungsamplitude **AMP** eine horizontale Breite der jeweils erzeugten Teillichtverteilung **150, 250** bestimmt. Der Öffnungswinkel der Teillichtverteilung bzw. die Schwingungsamplitude **AMP** des Mikroscanners kann dynamisch (in feinen Abstufungen) verändert werden, wodurch die Helligkeit aufgrund des kleineren Ausleuchtungsbereiches deutlich ansteigt, beispielsweise durch die geschwindigkeitsabhängige Erhöhung der Ausleuchtungsreichweite. **Fig. 3A** zeigt beispielsweise eine auf  $\pm 2^\circ$  begrenzte Schwingungsamplitude **AMP**, wobei zu sehen ist, dass die Winkelgeschwindigkeit im Bereich der Nulllage des Mikroscanners niedriger ist als in der Kennlinie aus **Fig. 2**, wodurch eine erhöhte Lichtintensität hervorgerufen wird.

**[0029]** Die erste und die zweite Teillichtverteilung **150, 250** weisen jeweils einen Lichtschwerpunkt auf, der dadurch charakterisiert ist, dass an diesem Punkt die jeweilige Lichtintensität maximal ist, wobei der Lichtschwerpunkt an den jeweiligen Mikroscannern **120, 220** entsprechend einer festlegbaren Lichtschwerpunktverschiebung **LSPV** verschiebbar ist. Der Lichtschwerpunkt ergibt sich, wie bereits oben erläutert, durch eine den Auslenkungsbereich des Mikroscanners mit der niedrigsten Winkelgeschwindigkeit (die Randbereiche bzw. Umkehrpunkte sind hiervon ausgenommen). **Fig. 3B** zeigt eine Lichtschwerpunktverschiebung der Kennlinie aus **Fig. 2**, wobei sich der Mikroscanner in jenem Bereich am langsamsten bewegt, in dem der Lichtschwerpunkt gewünscht wird.

**[0030]** Die Teillichtverteilungen **150, 250** sind jeweils noch um einen den jeweiligen Mikroscannern **120, 220** zuführbaren Offsetwert **OFFSET** verschiebbar, wobei die Wirkweise dieses Parameters als Erläuterung in **Fig. 3C** dargestellt ist. Der Mikroscanner-Parameter **OFFSET** ermöglicht es, der Winkelbewegung des jeweiligen Mikroscanners einen Offsetwert hinzuzufügen. Im Diagramm aus **Fig. 3C** ist ein Beispiel dargestellt mit einem Offsetwert von  $2^\circ$  bei einer Schwingungsamplitude von  $4^\circ$ . Die Lichtschwerpunktverschiebung **LSPV** ist hier auf  $0^\circ$  eingestellt.

**[0031]** Das Beleuchtungssystem **10** umfasst ferner eine Steuereinrichtung **400**, welche eingerichtet ist, den ersten und den zweiten Mikroscanner **120, 220** anzusteuern, wobei das Schwingungsverhalten des ersten und zweiten Mikroscanners **120, 220** zumindest über die Parameter Schwingungsamplitude **AMP**, Lichtschwerpunktverschiebung **LSPV**, und Offsetwert **OFFSET**, welche durch die Steuereinrichtung **400** veränderbar sind, steuerbar ist. Die Steuereinrichtung **400** ist ferner dazu eingerichtet ist, eine zeitlich veränderliche Eingangsgröße **DOA** zu empfangen, welche einen Soll-Öffnungswinkel der Gesamtlichtverteilung **300** repräsentiert, und die Parameter des ersten und zweiten Mikroscanners **120, 220** dementsprechend einstellt.

**[0032]** Ferner sind der erste und der zweite Mikroscanner **120, 220** aus **Fig. 1** entlang einer gedachten Linie angeordnet sind, wobei die Nulllage des ersten Mikroscanners **120** um einen ersten Winkel **ALPHA** und die Nulllage des zweiten Mikroscanners **220** um einen zweiten Winkel **ALPHA'** zur gedachten Linie geneigt angeordnet, wobei der erste und der zweite Winkel **ALPHA, ALPHA'** invers zueinander sind, beispielsweise ist der erste Winkel **ALPHA**  $2^\circ$  und der zweite Winkel **ALPHA'**  $-2^\circ$ .

**[0033]** Die **Fig. 4A** bzw. **4B** zeigen Diagramme der Teillichtverteilungen und der sich darauf ergebenden Gesamtlichtverteilungen für unterschiedliche **DOA**-Werte, wobei hierbei der erste Winkel **ALPHA** und der zweite Winkel **ALPHA'**  $0^\circ$  beträgt, und daher symmetrische Teillichtverteilungen auftreten. Eine symmetrische Lichtverteilung liegt vor, wenn die Mittenposition der Teillichtverteilung auch der Mittenposition der Mikroscanner-Auslenkung entspricht.

**[0034]** Es sei angemerkt, dass die nachfolgenden Diagramme aus **Fig. 4A** bis **6D** die relative Lichtleistung zeigen, die dem Kehrwert der Winkelgeschwindigkeit des jeweiligen Mikroscanners entspricht. Umso langsamer der Mikroscanner bewegt wird, desto mehr Lichtleistung wird im durchlaufenen Bereich abgegeben. Aus diesem Grund verhalten sich die abgebildeten Diagramme immer umgekehrt proportional zur Winkelgeschwindigkeit des jeweiligen Mikroscanners.

**[0035]** Es sei weiterhin angemerkt, dass alle Diagramme mit Winkelwerten beschriftet wurden. Diese Darstellung ist zwangsläufig immer nur für einen gewissen Projektionsabstand korrekt, da die beiden Laserscanner beispielsweise eine Fahrzeugbreite voneinander entfernt sind. Beispielsweise ist dieser Projektionsabstand 25m, wie in den ECE-Richtlinien gefordert. Diese Darstellung wurde dennoch gewählt, um ein besseres Verständnis zu schaffen.

**[0036]** Die in **Fig. 4A** punktierte Linie repräsentiert einen **DOA**-Wert von  $6^\circ$ , was einer Teillichtverteilung von  $-6^\circ$  bis  $+6^\circ$  am Messschirm entspricht und die breiteste Teillichtverteilung darstellt. Der **DOA**-Wert wird in der Regel als "+"-Wert dargestellt, beispielsweise **DOA**= $6^\circ$ , dies entspricht jedoch immer einem symmetrischen Ausleuchtungsbereich

von +/- 6°. Mit Reduzierung des DOA-Wertes wird der Ausleuchtungsbereich immer weiter verringert, wodurch die Lichtleistung im verbleibenden Winkelbereich stark ansteigt. Da beide Laserscanner in diesem Beispiel aus **Fig. 4A** und **4B** einen identischen Winkelbereich in der resultierenden Teillichtverteilung abdecken, wird die Lichtleistung durch Überlagerung der beiden Teillichtverteilungen verdoppelt, was in **Fig. 4B** zu sehen ist.

5 **[0037]** Eine asymmetrische Teillichtverteilung liegt vor, wenn die Mittenposition der Teillichtverteilung nicht der Mittenposition bzw. der Nulllage der Mikrosscanner-Auslenkung entspricht. Dies liegt vor, wenn beispielsweise die jeweiligen Mikrosscanner um einen Winkel verdreht zueinander angeordnet sind. In dem nachfolgend gezeigten Beispiel aus **Fig. 5A, 5B** und **5C** liegt der erste Winkel **ALPHA** bei +2° und der zweite Winkel **ALPHA'** bei -2°. Die Mittenposition der Teillichtverteilung ist also jeweils um 2° verschoben. Durch die Verdrehung der Mikrosscanner wird eine horizontal breitere Grundlichtverteilung erzeugt. Um weiterhin im Zentrum der Gesamtlichtverteilung einen Bereich mit der maximalen Lichtintensität zu erhalten, müssen die Lichtschwerpunkte der Teillichtverteilungen wieder ins Zentrum verschoben werden. Dies geschieht über den Parameter **LSPV**, welcher die Schwingungsamplitude der Mikrosscanner unverändert lässt, jedoch den Bereich, in welchem der Mikrosscanner am langsamsten schwingt, näher ins Zentrum der Gesamtlichtverteilung bzw. näher zum Zentrum auf dem Messschirm bringt.

15 **[0038]** **Fig. 5A** zeigt hierzu erste Teillichtverteilungen des ersten Laserscanners und **Fig. 5B** zweite Teillichtverteilungen des zweiten Laserscanners, wobei wieder mehrere Teillichtverteilungen mit unterschiedlichen Schwingungsamplituden bzw. für unterschiedliche Öffnungswinkel der Gesamtlichtverteilung (DOA-Wert) gezeigt sind. In der Abbildung ist zu sehen, dass der Lichtschwerpunkt bei den verschiedenen DOA-Werten immer so angepasst werden muss, dass der Lichtschwerpunkt in der Mitte der Gesamtlichtverteilung bleibt. Bei sehr niedrigen DOA-Werten ist das in der Praxis nicht möglich, da der Lichtschwerpunkt bei üblichen Mikrosscanner-Systemen auf einen bestimmten Prozentsatz der Schwingungsamplitude der Mikrosscanner begrenzt ist.

20 **[0039]** Es ist zu sehen, dass sich die Lichtschwerpunkte für die DOA-Werte von 4 und 4,5° nicht mehr ins Zentrum verschieben lassen. Dies liegt wie bereits erwähnt daran, dass sich der Lichtschwerpunkt immer nur maximal bis ca. 80% der Schwingungsamplitude verschieben lässt.

25 **[0040]** **Fig. 5C** zeigt eine Überlagerung der Teillichtverteilungen aus **Fig. 5A** und **5B**, wobei zu sehen ist, dass Effekte auftreten, die nicht gewünscht sind, wie beispielsweise die doppelten Lichtschwerpunkte bei **DOA= 8°**. Ferner wandern bei Reduzierung der DOA-Werte nicht nur die äußeren Ränder bzw. Grenzen nach innen, sondern jeweils beide Grenzen von erstem und zweitem Mikrosscanner. Dadurch gibt es bei einem Wechsel von DOA-Werten zu "bewegenden" Helligkeitssprüngen innerhalb der Lichtverteilung.

30 **[0041]** Um diese unerwünschten Effekte zu minimieren bzw. gänzlich zu vermeiden, ist die Steuereinrichtung **400**, welche den ersten und den zweiten Mikrosscanner **120, 220** ansteuert, dazu eingerichtet, eine die zeitlich veränderliche Eingangsgröße **DOA** zu empfangen, welche einen Soll-Öffnungswinkel der Gesamtlichtverteilung **300** repräsentiert, und die Parameter Schwingungsamplitude **AMP**, Lichtschwerpunktverschiebung **LSPV** und Offsetwert **OFFSET** des ersten und zweiten Mikrosscanners **120, 220** abhängig von dem Prüfungsergebnis eines Kriteriums der Eingangsgröße **DOA** festlegt, nämlich  $DOA \leq (MEMS_{max} - ALPHA)$ , wobei die maximale Schwingungsamplitude **MEMSmax** den maximalen Winkel um die jeweilige Achse **X1, X2** darstellt, und wobei bei Erfüllung des Kriteriums die Parameter des ersten Mikrosscanners **120** wie folgt festgelegt sind:

40 **AMP = DOA**  
**OFFSET = ALPHA**  
**LSPV = 0°**

und die Parameter des zweiten Mikrosscanners **220** wie folgt festgelegt sind:

45 **AMP = DOA**  
**OFFSET = -ALPHA**  
**LSPV = 0°**

und wobei bei Nichterfüllung des Kriteriums die Parameter des ersten Mikrosscanners **120** wie folgt festgelegt sind:

50 
$$AMP = (DOA + MEMS_{max} - ALPHA)/2$$

$$OFFSET = MEMS_{max} - AMP$$

55 
$$LSPV = DOA - AMP$$

und die Parameter des zweiten Mikrosanners **220** wie folgt festgelegt sind:

$$\text{AMP} = (\text{DOA} + \text{MEMSmax} - \text{ALPHA})/2$$

5

$$\text{OFFSET} = -(\text{MEMSmax} - \text{AMP})$$

10

$$\text{LSPV} = -(\text{DOA} - \text{AMP}).$$

**[0042]** In **Fig. 6A** und **6B** sind die erste und die zweite Teillichtverteilung zu sehen, wobei der oben angegebene Algorithmus zur Einstellung der Parameter durch die Steuereinrichtung **400** angewendet wurde.

**[0043]** In **Fig. 6A** ist zu sehen, dass bei hohen DOA-Werten lediglich die linke Hell-Dunkel-Grenze der Teillichtverteilung nach innen verschoben wird. Beim DOA-Wert von  $4^\circ$  (in diesem Beispiel) passiert ein Übergang zu einer symmetrischen Teillichtverteilung, wodurch sowohl die linke als die rechte Hell-Dunkel-Grenze gleichmäßig nach innen wandern. **Fig. 6B** zeigt im Prinzip die ersten Teillichtverteilungen aus **Fig. 6A** nur gespiegelt.

**[0044]** **Fig. 6C** zeigt die Überlagerungen der Teillichtverteilungen aus **Fig. 6A** und **6B** für verschiedene DOA-Werte.

**[0045]** In der Praxis wird der Helligkeitsverlauf der Teillichtverteilungen bzw. der erzeugbaren Grundlichtverteilungen nicht allein über die Winkelgeschwindigkeit der Mikrosanner erzeugt, da dieser keine beliebigen Geschwindigkeitsverläufe erzeugen kann, sondern es wird eine zusätzliche Dimmung der Laserlichtquellen vorgenommen. Speziell im Randbereich ist dies erforderlich, da der Mikrosanner eine begrenzte Maximalgeschwindigkeit aufweist. In den Umkehrbereichen, der in den Diagrammen nicht ersichtlich ist, wird die Laserlichtquelle vollständig abgeschaltet bzw. deaktiviert. Die Steuereinrichtung **400** ist hierbei eingerichtet, die Laserlichtquellen entsprechend anzusteuern. Die zuvor dargestellten Verläufe können durch zusätzliche Dimmung der Laserlichtquellen im "linken" und "rechten" Randbereich wie beispielsweise in **Fig. 6D** im Sinne eines fließenden Übergangs von hell auf dunkel verbessert werden.

20

25

### Patentansprüche

30

1. Beleuchtungssystem (10) für ein Kraftfahrzeug, welches Beleuchtungssystem (10) Folgendes umfasst:

35

- einen ersten Laserscanner (100) mit zumindest einer Laserlichtquelle (110), wobei der Laserlichtquelle (110) ein erster Mikrosanner (120) zugeordnet ist, welcher erste Mikrosanner (120) dazu eingerichtet ist, Laserstrahlen der Laserlichtquelle (110) auf ein erstes Lichtkonversionselement (130) zu lenken, wodurch an dem ersten Lichtkonversionselement (130) sichtbares Licht abgestrahlt und ein erstes Lichtbild erzeugt wird, wobei dem ersten Lichtkonversionselement (130) ein optisches Abbildungssystem (140) zugeordnet ist, um das erste Lichtbild vor dem Beleuchtungssystem (10) als erste Teillichtverteilung (150) abzubilden,

40

- einen zweiten Laserscanner (200) mit zumindest einer Laserlichtquelle (210), wobei der Laserlichtquelle (210) ein zweiter Mikrosanner (220) zugeordnet ist, welcher zweite Mikrosanner (220) dazu eingerichtet ist, Laserstrahlen der Laserlichtquelle (210) auf ein zweites Lichtkonversionselement (230) zu lenken, wodurch an dem zweiten Lichtkonversionselement (230) sichtbares Licht abgestrahlt und ein zweites Lichtbild erzeugt wird, wobei dem zweiten Lichtkonversionselement (230) ein optisches Abbildungssystem (240) zugeordnet ist, um das zweite Lichtbild vor dem Beleuchtungssystem (10) als zweite Teillichtverteilung (250) abzubilden,

45

wobei die erste und die zweite Teillichtverteilung (150, 250) abhängig von zumindest drei an den jeweiligen Mikrosannern (120, 220) einstellbaren Parametern (AMP, LSPV, OFFSET) veränderbar sind,

50

wobei die veränderbare erste und zweite Teillichtverteilung (150, 250) eine gemeinsame veränderbare Gesamtlichtverteilung (300) vor dem Beleuchtungssystem (10) erzeugen und sich zumindest teilweise überlappen, wobei die Gesamtlichtverteilung (300) einen Öffnungswinkel aufweist,

55

und wobei der erste und der zweite Mikrosanner (120, 220) jeweils um eine Achse (X1, X2), welche parallel zueinander angeordnet sind, drehbar gelagert ist, wobei der erste und der zweite Mikrosanner (120, 220) um eine Nulllage mit einer festlegbaren Schwingungsamplitude AMP um die jeweilige Achse (X1, X2) schwingen können, wobei die Schwingungsamplitude AMP durch einen Maximalwert MEMSmax begrenzt ist, wobei die Schwingungsamplitude AMP eine horizontale Breite der jeweils erzeugten Teillichtverteilung (150, 250) bestimmt,

und wobei der erste und der zweite Mikrosanner (120, 220) entlang einer gedachten Linie angeordnet sind,

### EP 3 899 360 B1

wobei die Nulllage des ersten Mikroscoanners (120) um einen ersten Winkel ALPHA und die Nulllage des zweiten Mikroscoanners (220) um einen zweiten Winkel ALPHA' zur gedachten Linie geneigt angeordnet sind, wobei der erste und der zweite Winkel ALPHA, ALPHA' invers zueinander sind,  
5 und wobei die erste und die zweite Teillichtverteilung (150, 250) jeweils einen Lichtschwerpunkt aufweisen, der dadurch charakterisiert ist, dass an diesem Punkt die jeweilige Lichtintensität maximal ist, wobei der Lichtschwerpunkt an den jeweiligen Mikroscoannern (120, 220) entsprechend einer festlegbaren Lichtschwerpunktverschiebung LSPV verschiebbar ist,  
10 und wobei die Teillichtverteilungen (150, 250) jeweils um einen den jeweiligen Mikroscoannern (120, 220) zu-führbaren Offsetwert OFFSET verschiebbar sind,

- eine Steuereinrichtung (400), welche eingerichtet ist, den ersten und den zweiten Mikroscoanner (120, 220) anzusteuern, wobei das Schwingungsverhalten des ersten und zweiten Mikroscoanners (120, 220) zumindest über die Parameter Schwingungsamplitude AMP, Lichtschwerpunktverschiebung LSPV, und Offsetwert OFFSET, welche durch die Steuereinrichtung (400) veränderbar sind, steuerbar ist,  
15

#### **dadurch gekennzeichnet, dass**

die Steuereinrichtung (400) dazu eingerichtet ist, eine zeitlich veränderliche Eingangsgröße DOA zu empfangen, welche einen Soll-Öffnungswinkel der Gesamtlichtverteilung (300) repräsentiert, und die Parameter Schwingungsamplitude AMP, Lichtschwerpunktverschiebung LSPV, und Offsetwert OFFSET des ersten und zweiten Mikroscoanners (120,220) abhängig von dem Prüfungsergebnis eines Kriteriums der Eingangsgröße DOA fest-  
20 legt, nämlich  $DOA \leq (MEMS_{max} - ALPHA)$ , wobei die maximale Schwingungsamplitude MEMS<sub>max</sub> den maximalen Winkel um die jeweilige Achse (X1, X2) darstellt, und wobei bei Erfüllung des Kriteriums die Parameter des ersten Mikroscoanners (120) wie folgt festgelegt sind:

25 AMP = DOA  
OFFSET = ALPHA  
LSPV = 0°

und die Parameter des zweiten Mikroscoanners (220) wie folgt festlegt sind:

30 AMP = DOA  
OFFSET = -ALPHA  
LSPV = 0°

35 und wobei bei Nichterfüllung des Kriteriums die Parameter des ersten Mikroscoanners (120) wie folgt festgelegt sind:

$$AMP = (DOA + MEMS_{max} - ALPHA)/2$$

$$OFFSET = MEMS_{max} - AMP$$

$$LSPV = DOA - AMP$$

und die Parameter des zweiten Mikroscoanners (220) wie folgt festgelegt sind:

$$AMP = (DOA + MEMS_{max} - ALPHA)/2$$

$$OFFSET = -(MEMS_{max} - AMP)$$

$$LSPV = -(DOA - AMP).$$

2. Beleuchtungssystem nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Laserlichtquellen (110, 210) dimmbar

sind.

3. Beleuchtungssystem nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** gemessen von der gedachten Linie der erste Winkel ALPHA  $2^\circ$  und der zweite Winkel ALPHA'  $-2^\circ$  beträgt.
4. Beleuchtungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mikroscanner (120, 220) als quasistatische Mikroscanner ausgebildet sind.
5. Beleuchtungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Maximalwert MEMS-max der Schwingungsamplitude AMP der Mikroscanner (120, 220)  $6^\circ$  ist.
6. Beleuchtungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinrichtung (400) die Laserlichtquellen (110, 210) ansteuert.
7. Kraftfahrzeug mit zumindest einem Beleuchtungssystem (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 6.
8. Kraftfahrzeug nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zeitlich veränderliche Soll-Öffnungswinkel der Gesamtlichtverteilung DOA sich abhängig von der Geschwindigkeit des Kraftfahrzeuges verändert, wobei bei einem Anstieg der Geschwindigkeit des Kraftfahrzeuges der Soll-Öffnungswinkels DOA reduziert wird.

## Claims

1. Lighting system (10) for a motor vehicle, which lighting system (10) comprises:

- a first laser scanner (100) having at least one laser light source (110), the laser light source (110) having associated therewith a first microscanner (120), the first microscanner (120) being adapted to direct laser beams from the laser light source (110) to a first light converting element (130) whereby visible light is emitted at the first light conversion element (130) and a first light image is generated, wherein an optical imaging system (140) is associated with the first light conversion element (130) to image the first light image in front of the illumination system (10) as a first partial light distribution (150),
- a second laser scanner (200) having at least one laser light source (210), the laser light source (210) being associated with a second microscanner (220), which second microscanner (220) is arranged to direct laser beams of the laser light source (210) onto a second light conversion element (230) whereby visible light is emitted at the second light conversion element (230) and a second light image is generated, wherein an optical imaging system (240) is associated with the second light conversion element (230) to image the second light image in front of the illumination system (10) as a second partial light distribution (250),

wherein the first and the second partial light distribution (150, 250) are variable depending on at least three parameters (AMP, LSVP, OFFSET) adjustable at the respective microscanners (120, 220),

wherein the variable first and second partial light distributions (150, 250) generate a common variable overall light distribution (300) in front of the illumination system (10) and at least partially overlap, wherein the overall light distribution (300) has an aperture angle,

and wherein the first and the second microscanner (120, 220) are each rotatably mounted about an axis (X1, X2) which are arranged parallel to one another, wherein the first and the second microscanner (120, 220) can oscillate about a zero position with a fixable oscillation amplitude AMP about the respective axis (X1, X2), wherein the oscillation amplitude AMP is limited by a maximum value MEMSmax, wherein the oscillation amplitude AMP determines a horizontal width of the respectively generated partial light distribution (150, 250),

and wherein the first and the second microscanner (120, 220) are arranged along an imaginary line, wherein the zero position of the first microscanner (120) is arranged inclined to the imaginary line by a first angle ALPHA and the zero position of the second microscanner (220) is arranged inclined to the imaginary line by a second angle ALPHA', wherein the first and the second angle ALPHA, ALPHA' are inverses of each other,

and wherein the first and the second partial light distributions (150, 250) each have a center of light which is **characterized in that** the respective light intensity is maximum at this point, wherein the center of light at the respective microscanners (120, 220) can be shifted according to a definable center of light shift LSPV, and wherein the partial light distributions (150, 250) can each be shifted by an offset value OFFSET which can be supplied to the respective microscanners (120, 220),

- a control device (400) which is set up to drive the first and the second microscanner (120, 220), it being possible to control the oscillation behavior of the first and second microscanner (120, 220) at least by means of the parameters oscillation amplitude AMP, center of gravity shift LSVP, and offset value OFFSET, which can be varied by the control device (400),

5

**characterized in that**

the control device (400) is arranged to receive a time-variable input variable DOA which represents a desired opening angle of the total light distribution (300), and to change the parameters oscillation amplitude AMP, center of light shift LSVP, and offset value OFFSET of the first and second microscanner (120, 220) depending on the test result of a criterion of the input quantity DOA, namely  $DOA \leq (MEMS_{max} - ALPHA)$ , where the maximum oscillation amplitude MEMS<sub>max</sub> represents the maximum angle about the respective axis (X1, X2), and where, if the criterion is satisfied, the parameters of the first microscanner (120) are set as follows:

10

AMP = DOA  
 OFFSET = ALPHA  
 LSPV = 0°

15

and the parameters of the second microscanner (220) are set as follows:

20

AMP = DOA  
 OFFSET = -ALPHA  
 LSPV = 0°

and where, if the criterion is not met, the parameters of the first microscanner (120) are set as follows:

25

$$AMP = (DOA + MEMS_{max} - ALPHA)/2$$

30

$$OFFSET = MEMS_{max} - AMP$$

$$LSPV = DOA - AMP$$

35

and the parameters of the second microscanner (220) are set as follows:

$$AMP = (DOA + MEMS_{max} - ALPHA)/2$$

40

$$OFFSET = -(MEMS_{max} - AMP)$$

$$LSPV = -(DOA - AMP).$$

45

2. Lighting system according to claim 1, **characterized in that** the laser light sources (110, 210) are dimmable.
3. Lighting system according to claim 1 or 2, **characterized in that** measured from the imaginary line the first angle ALPHA is 2° and the second angle ALPHA' is -2°.
4. Lighting system according to any one of claims 1 to 3, **characterized in that** the microscanners (120, 220) are designed as quasi-static microscanners.
5. Lighting system according to any one of claims 1 to 4, **characterized in that** the maximum value MEMS<sub>max</sub> of the vibration amplitude AMP of the microscanners (120, 220) is 6°.
6. Lighting system according to any one of claims 1 to 5, **characterized in that** the control device (400) drives the laser light sources (110, 210).

50

55

7. Motor vehicle having at least one lighting system (10) according to any one of claims 1 to 6.
8. Motor vehicle according to claim 7, **characterized in that** the time-variable desired opening angle of the overall light distribution DOA changes as a function of the speed of the motor vehicle, the desired opening angle DOA being reduced when the speed of the motor vehicle increases.

## Revendications

1. Système d'éclairage (10) pour un véhicule automobile, lequel système d'éclairage (10) comprend:

- un premier scanner laser (100) avec au moins une source de lumière laser (110), un premier microscanner (120) étant associé à la source de lumière laser (110), lequel premier microscanner (120) est conçu pour diriger des rayons laser de la source de lumière laser (110) sur un premier élément de conversion de lumière (130), ce qui fait qu'une lumière visible est émise sur le premier élément de conversion de lumière (130) et qu'une première image lumineuse est produite, un système optique de reproduction (140) étant associé au premier élément de conversion de lumière (130) pour reproduire la première image lumineuse devant le système d'éclairage (10) sous la forme d'une première répartition partielle de la lumière (150),

- un deuxième scanner laser (200) avec au moins une source de lumière laser (210), un deuxième microscanner (220) étant associé à la source de lumière laser (210), lequel deuxième microscanner (220) est conçu pour diriger des rayons laser de la source de lumière laser (210) sur un deuxième élément de conversion de lumière (230), ce qui fait qu'une lumière visible est émise sur le deuxième élément de conversion de lumière (230) et qu'une deuxième image lumineuse est produite, un système optique de reproduction (240) étant associé au deuxième élément de conversion de lumière (230) pour reproduire la deuxième image lumineuse devant le système d'éclairage (10) sous la forme d'une deuxième répartition partielle de lumière (250),

la première et la deuxième répartition partielle de la lumière (150, 250) étant modifiables en fonction d'au moins trois paramètres (AMP, LSVP, OFFSET) réglables sur les microscanners respectifs (120, 220),

la première et la deuxième répartition partielle de lumière (150, 250) modifiables produisant une répartition totale de lumière (300) commune modifiable devant le système d'éclairage (10) et se chevauchant au moins partiellement, la répartition totale de lumière (300) présentant un angle d'ouverture,

et le premier et le deuxième microscanner (120, 220) étant respectivement montés rotatifs autour d'un axe (X1, X2) qui sont disposés parallèlement l'un à l'autre, le premier et le deuxième microscanner (120, 220) pouvant tourner autour d'une position zéro avec une amplitude d'oscillation AMP pouvant être fixée autour de l'axe respectif (X1, X2), l'amplitude d'oscillation AMP étant limitée par une valeur maximale MEMS<sub>max</sub>, l'amplitude d'oscillation AMP déterminant une largeur horizontale de la répartition partielle de lumière (150, 250) respectivement générée,

et dans lequel le premier et le deuxième microscanner (120, 220) sont disposés le long d'une ligne imaginaire, la position zéro du premier microscanner (120) étant inclinée d'un premier angle ALPHA et la position zéro du deuxième microscanner (220) étant inclinée d'un deuxième angle ALPHA' par rapport à la ligne imaginaire, le premier et le deuxième angle ALPHA, ALPHA' étant inverses l'un de l'autre,

et la première et la deuxième répartition partielle de la lumière (150, 250) présentant chacune un centre de gravité de la lumière qui est **caractérisé par le fait que** l'intensité lumineuse respective est maximale en ce point, le centre de gravité de la lumière pouvant être déplacé sur les microscanners respectifs (120, 220) en fonction d'un décalage du centre de gravité de la lumière LSPV pouvant être fixé,

et les répartitions partielles de lumière (150, 250) pouvant être déplacées chacune d'une valeur de décalage OFFSET pouvant être amenée aux microscanners respectifs (120, 220),

- un dispositif de commande (400) qui est conçu pour commander le premier et le deuxième microscanners (120, 220), le comportement oscillatoire du premier et du deuxième microscanners (120, 220) pouvant être commandé au moins par l'intermédiaire des paramètres amplitude d'oscillation AMP, déplacement du centre de gravité de la lumière LSVP et valeur de décalage OFFSET, qui peuvent être modifiés par le dispositif de commande (400),

### caractérisé en ce que

le dispositif de commande (400) est conçu pour recevoir une grandeur d'entrée DOA variable dans le temps, qui représente un angle d'ouverture de consigne de la répartition globale de la lumière (300), et pour modifier

### EP 3 899 360 B1

les paramètres amplitude d'oscillation AMP, décalage du centre de gravité de la lumière LSPV, et valeur de décalage OFFSET du premier et du deuxième microscanner (120, 220) en fonction du résultat de l'examen d'un critère de la grandeur d'entrée DOA, à savoir  $DOA \leq (MEMS_{max} - ALPHA)$ , l'amplitude d'oscillation maximale  $MEMS_{max}$  représentant l'angle maximal autour de l'axe respectif (X1, X2), et, si le critère est satisfait, les paramètres du premier microscanner (120) étant fixés comme suit :

AMP = DOA  
OFFSET = ALPHA  
LSPV = 0°.

et les paramètres du deuxième microscanner (220) sont fixés comme suit :

AMP = DOA  
OFFSET = -ALPHA  
LSPV = 0°.

et, si le critère n'est pas satisfait, les paramètres du premier microscanner (120) sont fixés comme suit:

$$AMP = (DOA + MEMS_{max} - ALPHA)/2$$

$$OFFSET = MEMS_{max} - AMP$$

$$LSPV = DOA - AMP$$

et les paramètres du deuxième microscanner (220) sont fixés comme suit :

$$AMP = (DOA + MEMS_{max} - ALPHA)/2$$

$$OFFSET = -(MEMS_{max} - AMP)$$

$$LSPV = -(DOA - AMP).$$

2. Système d'éclairage selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les sources de lumière laser (110, 210) sont graduables.
3. Système d'éclairage selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que**, mesuré à partir de la ligne imaginaire, le premier angle ALPHA est de 2° et le deuxième angle ALPHA' est de -2°.
4. Système d'éclairage selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** les microscanners (120, 220) sont des microscanners quasi-statiques.
5. Système d'éclairage selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** la valeur maximale  $MEMS_{max}$  de l'amplitude d'oscillation AMP des microscanners (120, 220) est de 6°.
6. Système d'éclairage selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** le dispositif de commande (400) pilote les sources lumineuses laser (110, 210).
7. Véhicule automobile comportant au moins un système d'éclairage (10) selon l'une des revendications 1 à 6.
8. Véhicule automobile selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** l'angle d'ouverture de consigne de la répartition lumineuse globale DOA, variable dans le temps, varie en fonction de la vitesse du véhicule automobile, l'angle d'ouverture de consigne DOA étant réduit en cas d'augmentation de la vitesse du véhicule automobile.

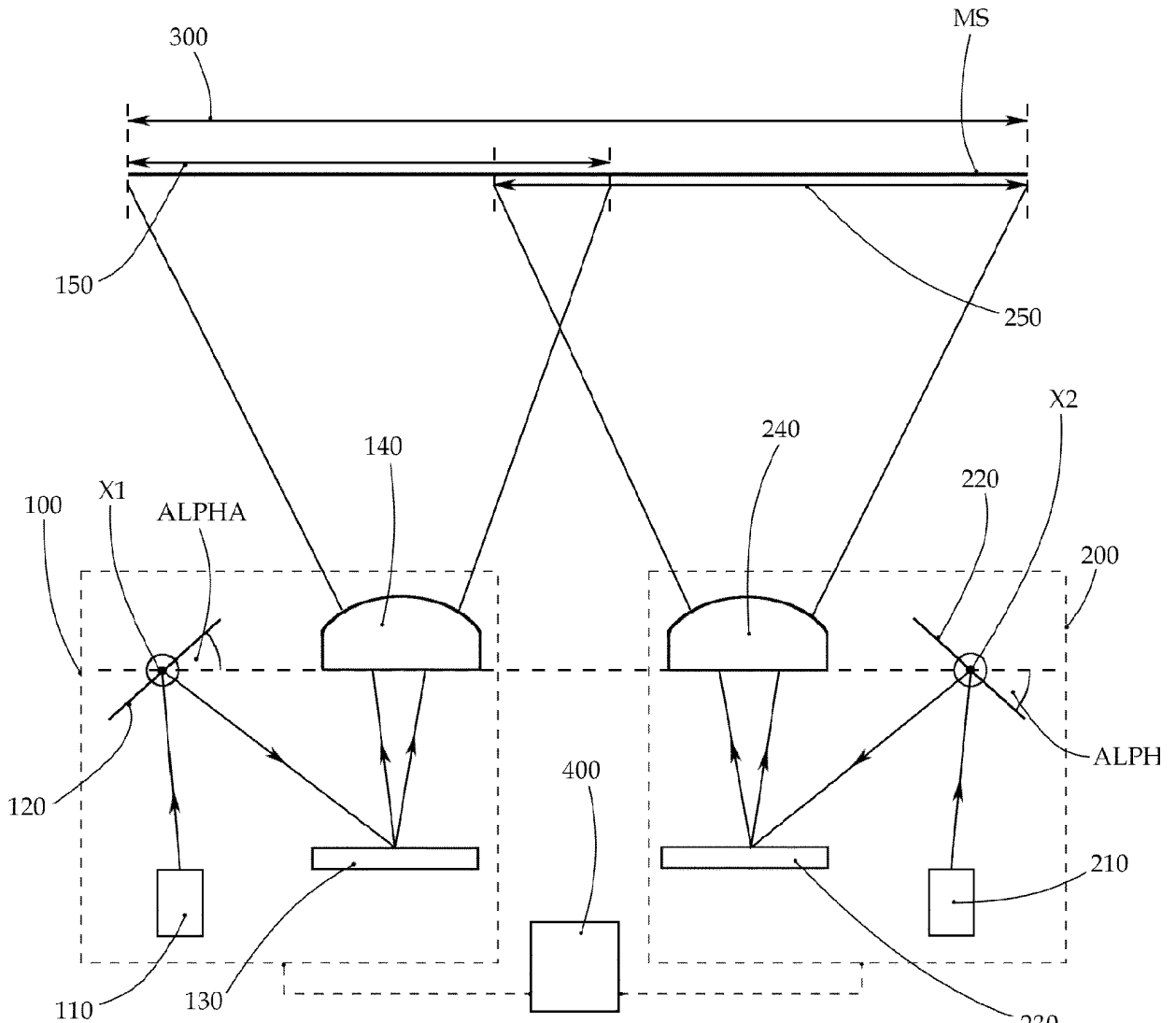


Fig. 1

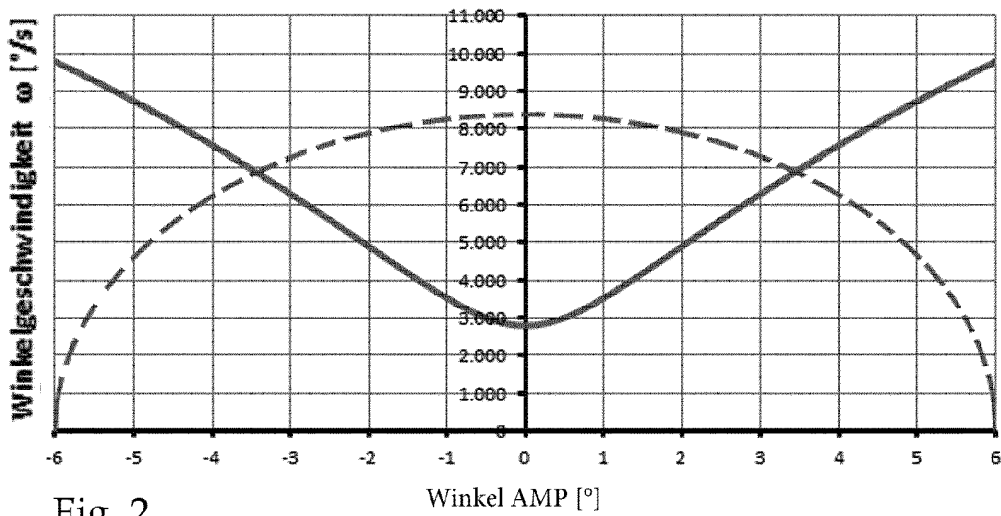
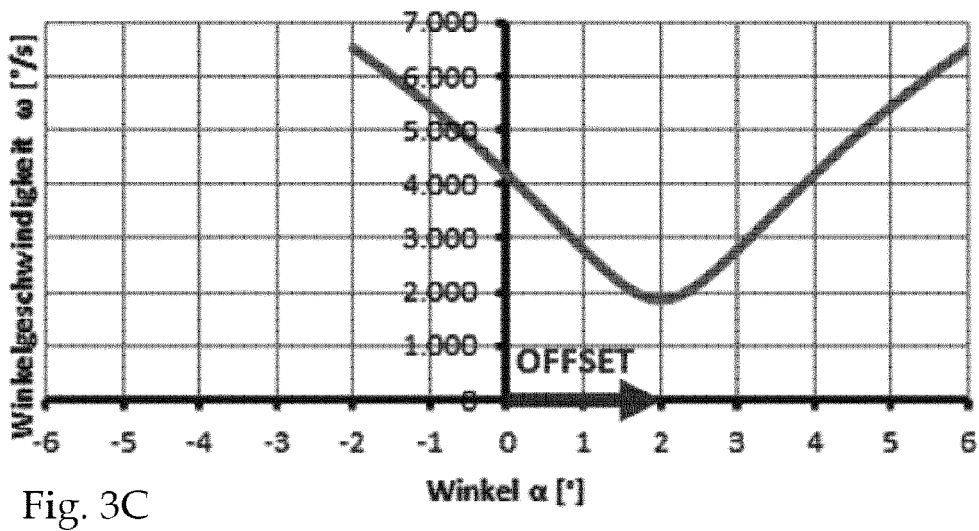
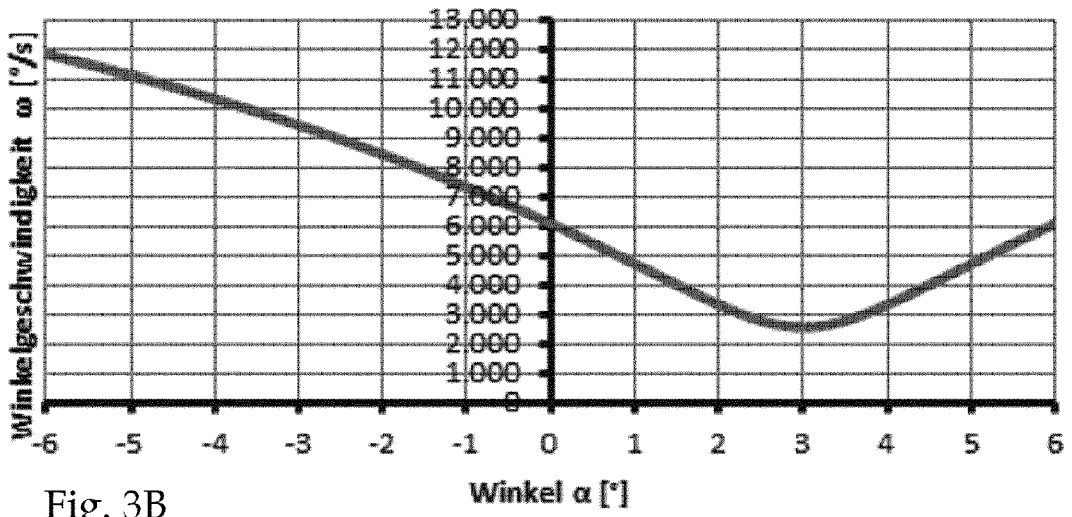
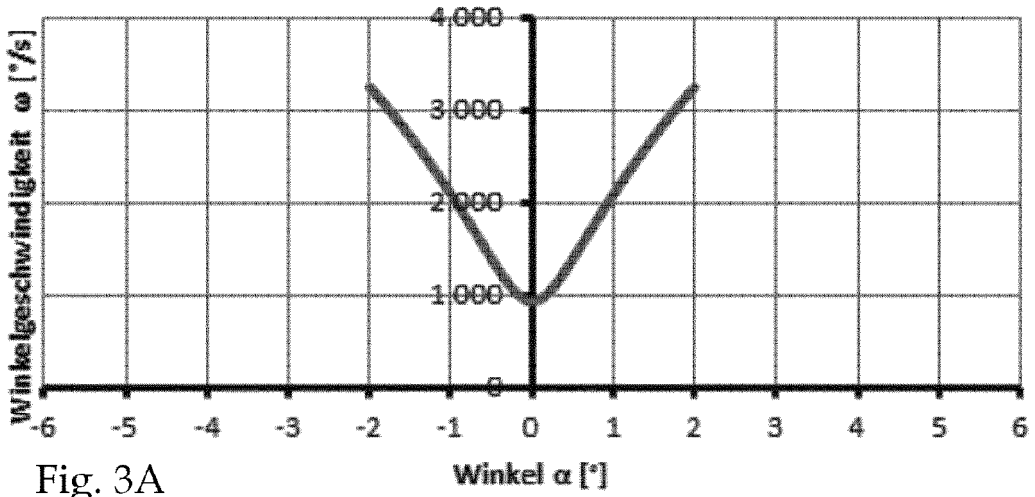


Fig. 2



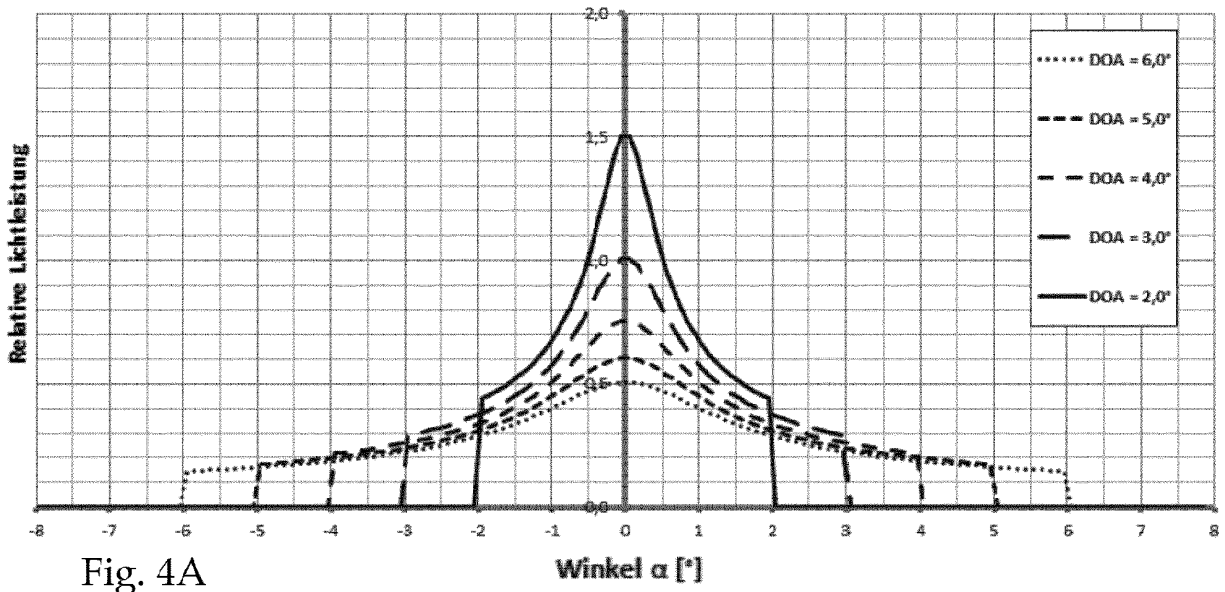


Fig. 4A

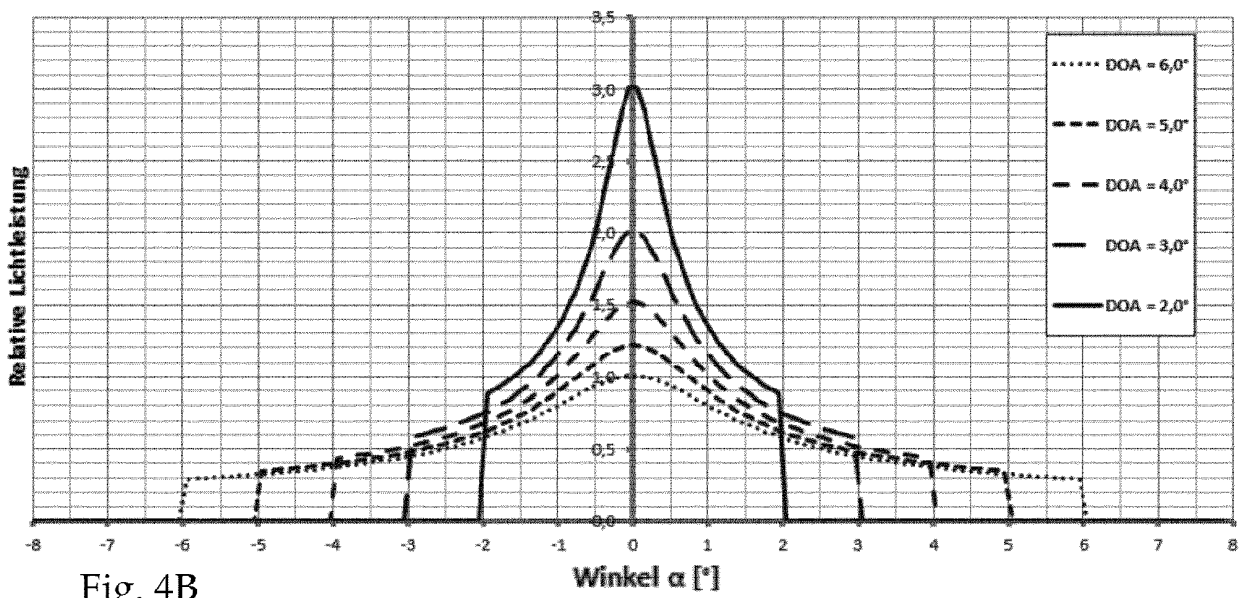


Fig. 4B

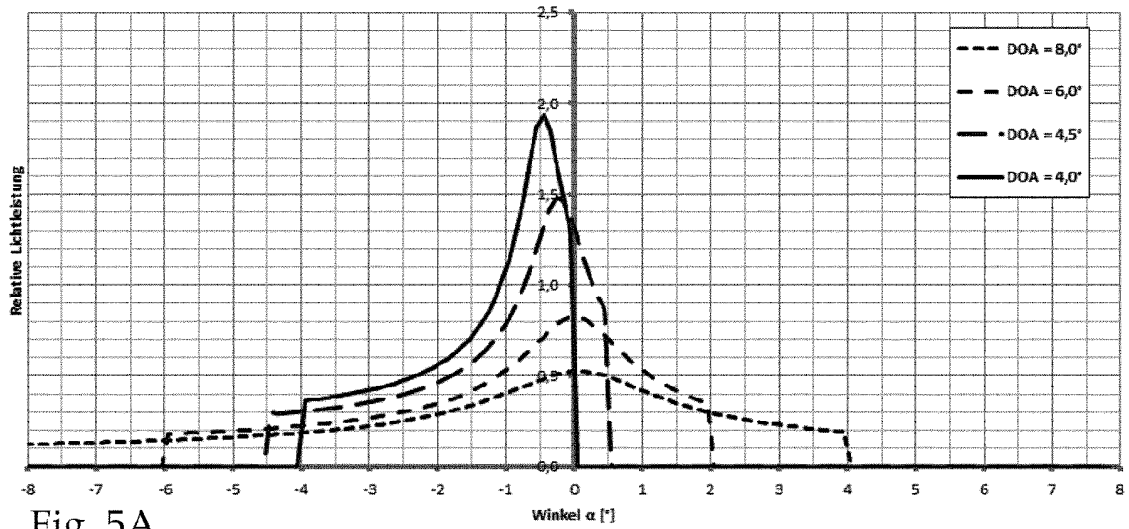


Fig. 5A

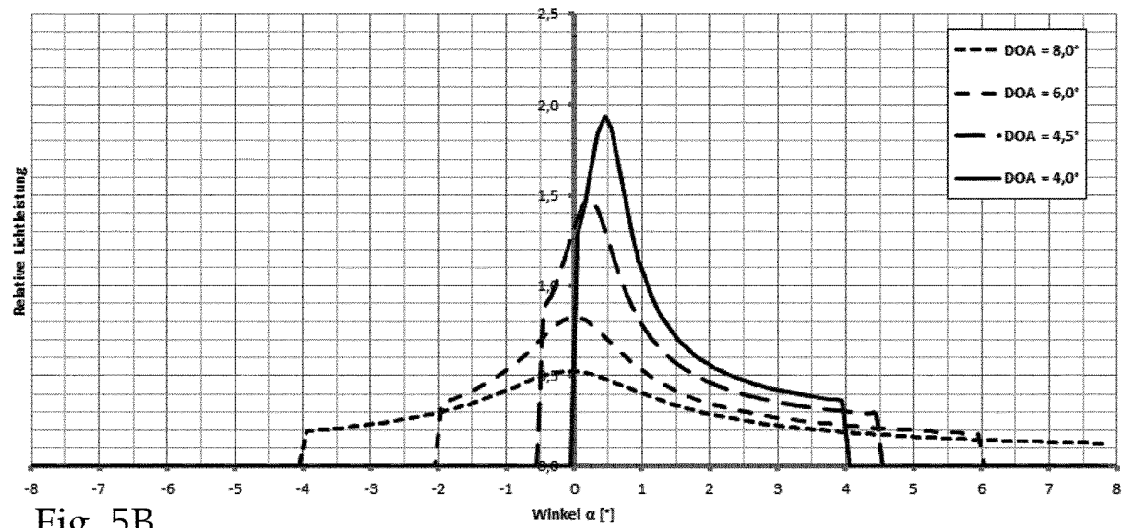


Fig. 5B

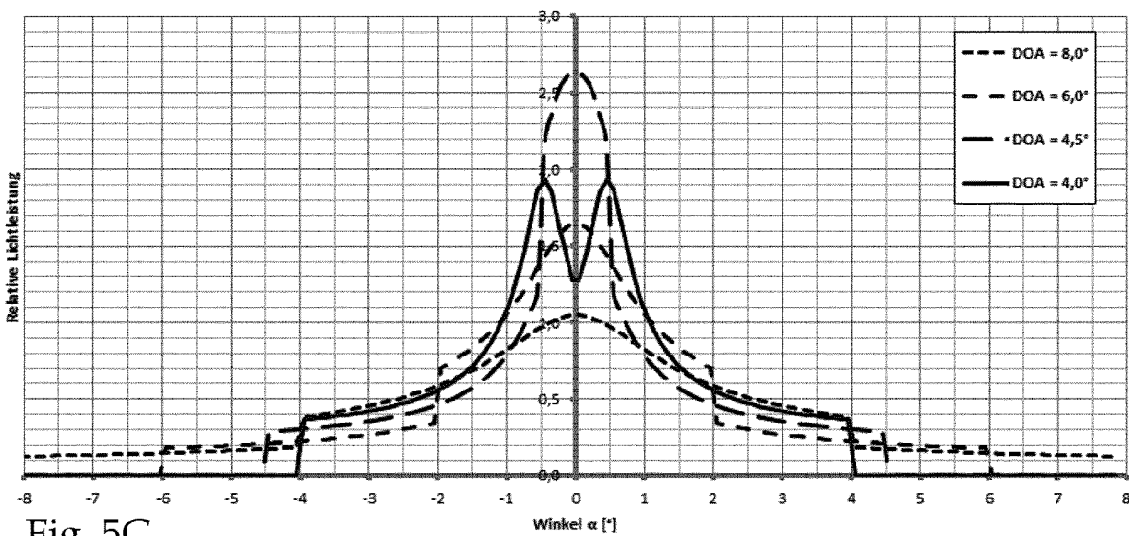


Fig. 5C

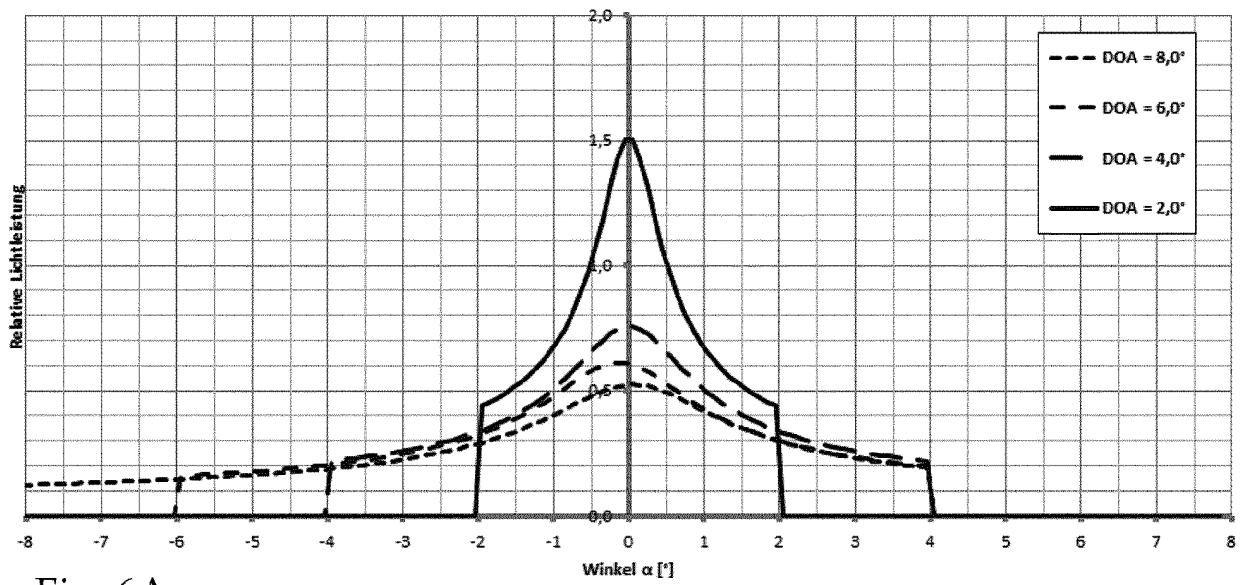


Fig. 6A

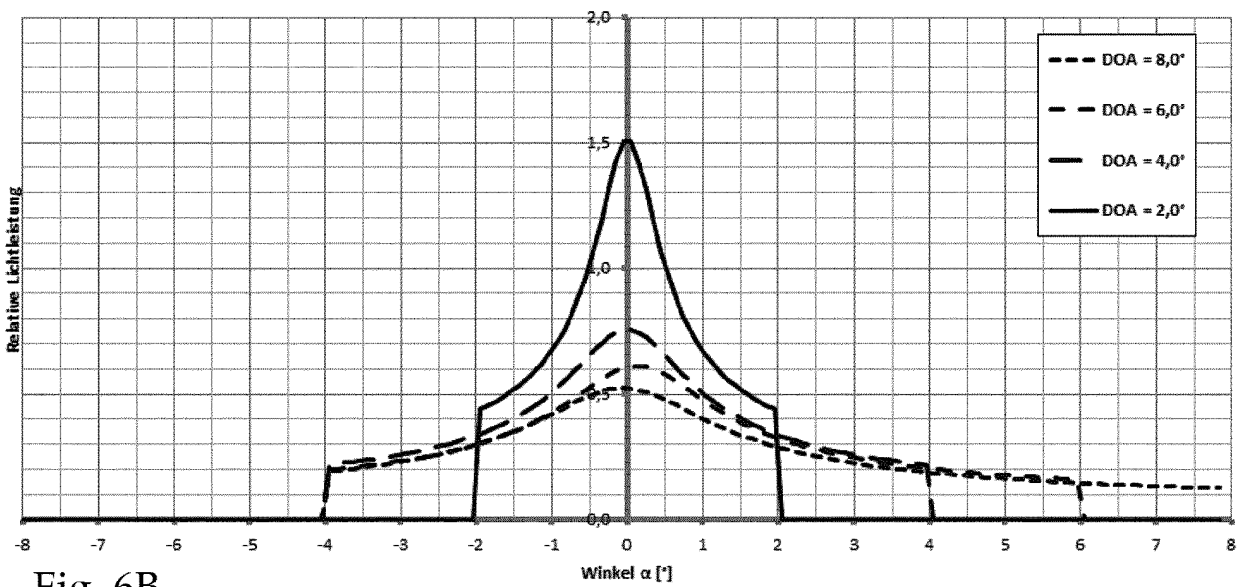


Fig. 6B

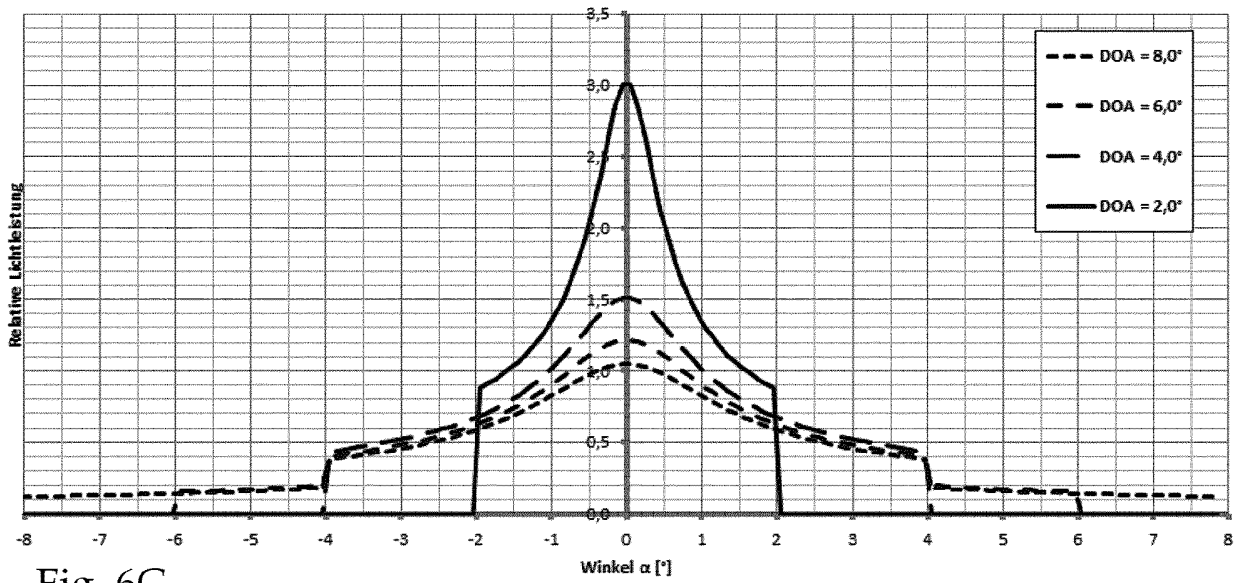


Fig. 6C

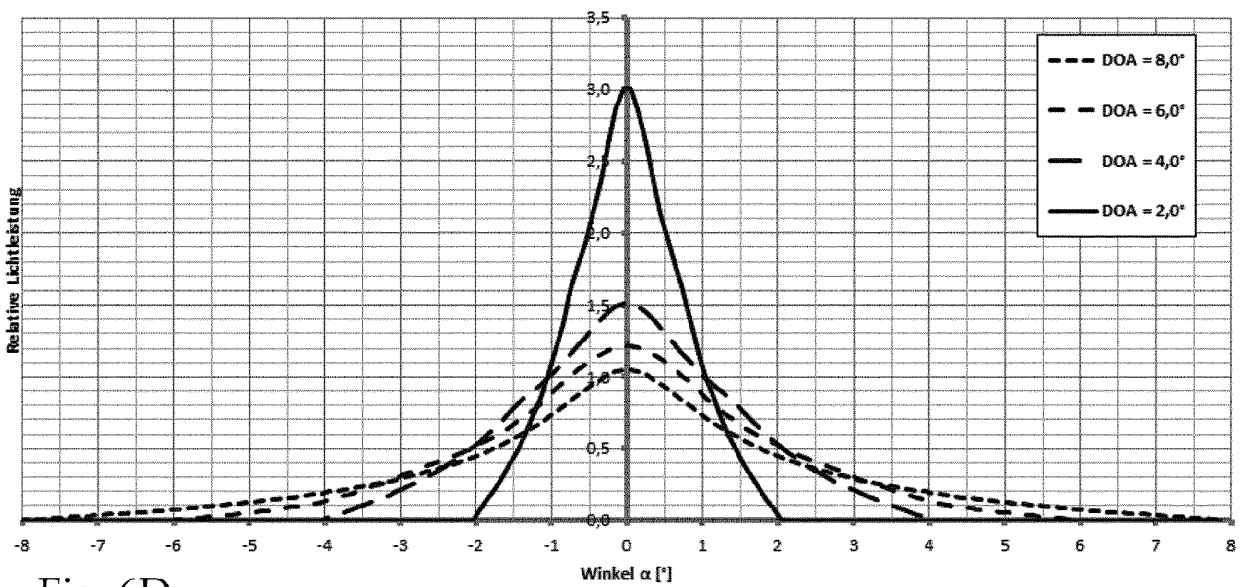


Fig. 6D

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- WO 2017020054 A1 [0004]
- EP 2690352 A1 [0004]