(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
11. Juni 2020 (11.06.2020)

WIPO | PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2020/114962 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
F21S 41/20 (2018.01) *F21S 41/24* (2018.01)
F21S 41/176 (2018.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2019/083297

(22) Internationales Anmeldedatum:
02. Dezember 2019 (02.12.2019)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2018 131 353.5
07. Dezember 2018 (07.12.2018) DE

(71) Anmelder: **HELLA GMBH & CO. KGAA** [DE/DE]; Rixbecker Straße 75, 59552 Lippstadt (DE).

(72) Erfinder: **FISCHER, Bernd**; Reelsberg 1, 33184 Altenbeken (DE). **KAUP, Marc**; Penzlinger Str. 19, 33102 Paderborn (DE). **KÖHLER, Susanne**; Erwitter Straße 13, 59557 Lippstadt (DE). **MÖLLERS, Ingo**; Agathastraße 29, 33397 Rietberg (DE).

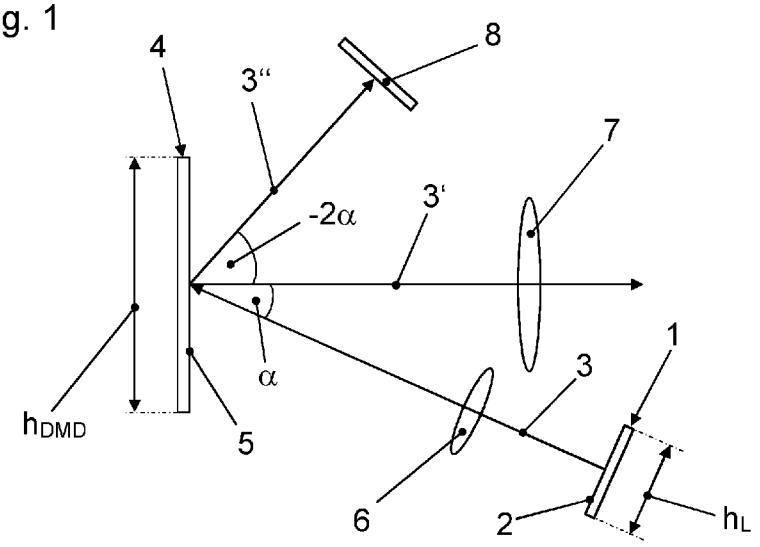
(81) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart)*: AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, 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.

WO 2020/114962 A1

(54) **Title:** LIGHTING DEVICE FOR A MOTOR VEHICLE, IN PARTICULAR HEADLAMP

(54) **Bezeichnung:** BELEUCHTUNGSVORRICHTUNG FÜR EIN KRAFTFAHRZEUG, INSBESONDERE SCHEINWERFER

Fig. 1



(57) **Abstract:** The invention relates to a lighting device for a motor vehicle, in particular a headlamp comprising a light source (1) having a light exit surface (2), from which light (3) exits when the lighting device is in use, a digital micro-mirror device (4) having an active surface (5), on which a plurality of mirror elements are arranged, which, when the headlamp is in use, at least partially reflect light (3) incident on them emanating from the light exit surface (2) of the light source (1) such that said light exits from the headlamp. The light (3) emanating from the light exit surface (2) of the light source (1) is incident on the active surface (5) of the digital micro-mirror device (4) at an illuminating angle (a) greater than 0° and less than 90° to the normal, and the light exit surface (2) is matched to the size of the illuminating angle (a).

(57) **Zusammenfassung:** Beleuchtungsvorrichtung für ein Kraftfahrzeug, insbesondere Scheinwerfer, umfassend eine Lichtquelle (1) mit einer Lichtaustrittsfläche (2), aus der im Betrieb der Beleuchtungsvorrichtung Licht (3) austritt, eine digitale Mikrospiegelvorrichtung (4) mit einer aktiven Fläche (5), auf der eine Mehrzahl von Spiegelelementen angeordnet sind, die im Betrieb des Scheinwerfers auf sie auftreffendes, von der Lichtaustrittsfläche (2) der Lichtquelle (1) ausgehendes Licht (3) zumindest teilweise so reflektieren,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(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).

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

— *Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv)*

Veröffentlicht:

— *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*

das es aus dem Scheinwerfer austritt, wobei das von der Lichtaustrittsfläche (2) der Lichtquelle (1) ausgehende Licht (3) unter einem Beleuchtungswinkel (a) größer 0° und kleiner 90° zur Normalen auf die aktive Fläche (5) der digitalen Mikrospiegelvorrichtung (4) auftrifft, und wobei die Lichtaustrittsfläche (2) an die Größe des Beleuchtungswinkels (a) angepasst ist.

Beleuchtungsvorrichtung für ein Kraftfahrzeug, insbesondere Scheinwerfer

Beschreibung

Die vorliegenden Erfindung betrifft eine Beleuchtungsvorrichtung für ein Kraftfahrzeug, insbesondere einen Scheinwerfer, gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Beleuchtungsvorrichtungen für Kraftfahrzeuge, insbesondere Scheinwerfer, mit einer digitalen Mikrospiegelvorrichtung beziehungsweise einem DMD (Digital Micromirror Device) sind bekannt. Dabei sind eine Vielzahl von Spiegelelementen auf einer aktiven Fläche der Mikrospiegelvorrichtung angeordnet, die jeweils mindestens eine erste Stellung und mindestens eine zweite Stellung einnehmen können, wobei in der ersten Stellung befindliche Spiegelelemente von der Lichtquelle der Beleuchtungsvorrichtung ausgehendes Licht so reflektieren, das es aus der Beleuchtungsvorrichtung austritt. Die erste Stellung entspricht zumeist dem On-State, wohingegen die zweite Stellung zumeist dem Off-State eines DMD-Chips entspricht. Durch der Verwendung einer digitalen Mikrospiegelvorrichtung lassen sich Scheinwerfer als hochauslösende Scheinwerfer oder als Matrix-Scheinwerfer ausbilden, die gezielt Bereiche vor dem Fahrzeug ausleuchten und die Ausleuchtung anderer Bereiche vermeiden können.

Bei einem Einsatz in einer Beleuchtungsvorrichtung für ein Kraftfahrzeug erweist sich eine digitale Mikrospiegelvorrichtung als thermisch empfindlich. Eine optimale Ausleuchtung der digitalen Mikrospiegelvorrichtung ist zur Nutzung des Funktionsumfangs, der Effizienz des Gesamtsystems sowie der zu vermeidenden thermischen Überbeanspruchung der digitalen Mikrospiegelvorrichtung anzustreben. Bei einer optimalen Ausleuchtung sollten insbesondere ein Overfill in horizontaler oder vertikaler Richtung oder eine unvollständige Beleuchtung der aktiven Fläche der digitalen Mikrospiegelvorrichtung vermieden werden.

Aus der US 2016/0347237 A1 ist eine als Scheinwerfer eines Kraftfahrzeugs ausgebildete Beleuchtungsvorrichtung der eingangs genannten Art bekannt. Bei der darin beschriebenen Beleuchtungsvorrichtung ist zwischen der Lichtaustrittsfläche der

Lichtquelle und der aktiven Fläche der digitalen Mikrospiegelvorrichtung eine anamorphe Optik vorgesehen, die die Lichtaustrittsfläche passend auf die aktive Fläche abbildet, so dass eine optimale Ausleuchtung erreicht wird. Als nachteilig dabei ist das Vorsehen einer anamorphotischen Optik anzusehen, die in der Regel kompliziert aufgebaut und teuer in der Herstellung ist.

Das der vorliegenden Erfindung zugrunde liegende Problem ist die Schaffung einer Beleuchtungsvorrichtung der eingangs genannten Art, die einfacher aufgebaut ist und/oder kostengünstiger herstellbar ist.

Dies wird erfindungsgemäß durch eine Beleuchtungsvorrichtung der eingangs genannten Art mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1 erreicht. Die Unteransprüche betreffen bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung.

Gemäß Anspruch 1 ist vorgesehen, dass die Lichtaustrittsfläche an die Größe des Beleuchtungswinkels angepasst ist. Dadurch kann eine optimale Ausleuchtung der aktiven Fläche der digitalen Mikrospiegelvorrichtung erreicht werden, ohne dass zwischen der Lichtaustrittfläche der Lichtquelle und der aktiven Fläche der digitalen Mikrospiegelvorrichtung eine anamorphotische Optik angeordnet sein muss.

Insbesondere kann dabei das Verhältnis der Ausdehnung der Lichtaustrittsfläche in zwei zueinander senkrechen Richtungen an die Größe des Beleuchtungswinkels angepasst sein. Dadurch können die Seitenverhältnisse der Lichtaustrittsfläche der Lichtquelle und die Seitenverhältnisse der digitalen Mikrospiegelvorrichtung so aufeinander abgestimmt sein, dass der Beleuchtungswinkel Berücksichtigung findet, um entweder ein Overfill in horizontaler oder vertikaler Richtung oder eine unvollständige Beleuchtung der digitalen Mikrospiegelvorrichtung zu vermeiden.

Es kann vorgesehen sein, dass für das Verhältnis der Ausdehnung der Lichtaustrittsfläche der Lichtquelle und für das Verhältnis der Ausdehnung der aktiven Fläche der digitale Mikrospiegelvorrichtung in zwei zueinander senkrechen Richtungen gilt:

$$\frac{h_L}{b_L} = \frac{h_{DMD} \cdot \cos\alpha}{b_{DMD}}$$

wobei
h_L die Abmessung der Lichtaustrittsfläche in der ersten Richtung ist,
b_L die Abmessung der Lichtaustrittsfläche in der zweiten Richtung ist,
h_{DMD} die Abmessung der aktiven Fläche in der ersten Richtung ist,
b_{DMD} die Abmessung der aktiven Fläche in der zweiten Richtung ist, und
α der Beleuchtungswinkel ist.

Durch ein Einhalten dieser Beziehung kann mit einfachen Mitteln eine gute optische Effizienz des Gesamtsystems gewährleistet werden. Beispielsweise kann der Beleuchtungswinkel bei der Auswahl oder Gestaltung der optimalen Lichtquelle Berücksichtigung finden und mit dem Cosinus in die Kalkulation eingehen. Der Beleuchtungswinkel ist abhängig von den Verkippwinkeln der Spiegel. Beispielsweise liegt der Beleuchtungswinkel bei Verkippwinkeln von ±12° zwischen 24° und 48°. Dabei ist die Höhe der zu beleuchtenden Fläche um den Cosinus des Beleuchtungswinkels kleiner. Die Anpassung der Beleuchtung an diese reduzierte Höhe kann insbesondere dadurch erfolgen, dass die Reduzierung der Höhe um den Cosinus des Beleuchtungswinkels bereits im Seitenverhältnis der, insbesondere rechteckigen, Lichtaustrittsfläche berücksichtigt wird. Eine Anpassung der Seitenverhältnisse zwischen der Lichtaustrittsfläche der Lichtquelle und der aktiven Fläche der digitale Mikrospiegelvorrichtung durch eine zusätzliche anamorphotische Optik ist daher nicht notwendig, weil auch ohne eine derartige anamorphotische Optik ein Overfill oder eine unvollständige Ausleuchtung der aktiven Fläche der digitale Mikrospiegelvorrichtung vermieden werden können.

Es besteht die Möglichkeit, dass die Beleuchtungsvorrichtung eine Beleuchtungsoptik umfasst, die zwischen der Lichtaustrittfläche der Lichtquelle und der aktiven Fläche der digitalen Mikrospiegelvorrichtung angeordnet ist. Diese Beleuchtungsoptik kann einfach und kostengünstig ausgeführt sein, weil sie nicht für eine Anpassung der Seitenverhältnisse der Lichtaustrittsfläche der Lichtquelle und der aktiven Fläche der digitale Mikrospiegelvorrichtung benötigt wird.

Es kann vorgesehen sein, dass die Beleuchtungsvorrichtung eine Auskoppeloptik umfasst, die im Strahlengang zwischen der digitalen Mikrospiegelvorrichtung und einer Austrittsöffnung der Beleuchtungsvorrichtung angeordnet ist, wobei zumindest Teile des von der digitalen Mikrospiegelvorrichtung reflektierten Lichts von der Auskoppeloptik aus der Beleuchtungsvorrichtung ausgekoppelt werden.

Weiterhin kann vorgesehen sein, dass die Lichtquelle mindestens eine Leuchtdiode oder mindestens eine Laserdiode umfasst. Dabei können in der Lichtaustrittsfläche der Lichtquelle eine Mehrzahl von Leuchtdioden oder eine Mehrzahl von Laserdioden angeordnet sein. Die Anordnung der Leuchtdioden kann also die Form beziehungsweise das Seitenverhältnis der Lichtaustrittsfläche vorgeben.

Alternativ können in der Lichtaustrittsfläche der Lichtquelle Konvertermittel oder mindestens ein Austrittsende eines Lichtleiters oder einer Primäroptik angeordnet sein. Bei dieser Variante können die Konvertermittel oder beispielsweise die Austrittsfläche einer Primäroptik das Seitenverhältnis der Lichtaustrittsfläche vorgeben.

Anhand der beigefügten Zeichnungen wird die Erfindung nachfolgend näher erläutert. Dabei zeigt:

Fig. 1 eine schematische Seitenansicht einer erfindungsgemäßen Beleuchtungsvorrichtung;

Fig. 2 eine schematische Draufsicht auf die aktive Fläche der digitalen Mikrospiegelvorrichtung der Beleuchtungsvorrichtung gemäß Fig. 1;

Fig. 3 eine schematische Draufsicht auf die Lichtaustrittsfläche der Lichtquelle der Beleuchtungsvorrichtung gemäß Fig. 1.

In den Figuren sind gleiche und funktional gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen versehen.

Die abgebildete Ausführungsform einer Beleuchtungsvorrichtung ist insbesondere ein Scheinwerfer eines Kraftfahrzeugs. Die Beleuchtungsvorrichtung umfasst eine lediglich schematisch angedeutete Lichtquelle 1 mit einer Lichtaustrittsfläche 2, aus der im Betrieb der Beleuchtungsvorrichtung Licht 3 austritt. Die Lichtquelle 1 kann beispielsweise eine oder mehrere Leuchtdioden (LED) oder eine oder mehrere Laserdioden umfassen. Die Lichtaustrittsfläche 2 kann dann beispielsweise von einer Mehrzahl von Leuchtdioden gebildet werden.

Es besteht aber auch die Möglichkeit, dass die Lichtaustrittsfläche 2 von Konvertermitteln zur Erzeugung weißen Lichts oder von der Auskoppelfläche einer Primäroptik, wie beispielsweise dem Austrittsende eines Lichtleiters oder den Austrittsenden mehrerer Lichtleiter gebildet wird.

Die Beleuchtungsvorrichtung umfasst weiterhin eine lediglich schematisch angedeutete digitale Mikrospiegelvorrichtung 4, die insbesondere als handelsüblicher DMD-Chip ausgebildet ist. In an sich bekannter Weise weist die digitale Mikrospiegelvorrichtung 4 eine Vielzahl von nicht abgebildeten Spiegelelementen auf. Die Spiegelelemente sind dabei auf einer aktiven Fläche 5 der digitalen Mikrospiegelvorrichtung 4 in einem zweidimensionalen Array angeordnet. Ein jedes der Spiegelelemente kann einzeln oder in Gruppen zwischen mindestens zwei stabilen Zuständen hin und her bewegt werden. Dank der selektiven Ansteuerung jedes einzelnen Spiegelelements der digitalen Mikrospiegelvorrichtung ist eine Segmentierung des einfallenden Lichts 3 möglich.

Die Beleuchtungsvorrichtung umfasst eine Beleuchtungsoptik 6, die zwischen der Lichtaustrittfläche 2 der Lichtquelle 1 und der aktiven Fläche 5 der digitalen Mikrospiegelvorrichtung 4 angeordnet ist. Die Beleuchtungsoptik 6 ist schematisch als einfache Linse dargestellt, kann aber durchaus aus mehreren Linsen oder Reflektoren oder Kombination daraus bestehen. Das Licht 3 trifft unter einem Beleuchtungswinkel α zur Normalen auf die aktive Fläche 5 der digitalen Mikrospiegelvorrichtung 4 auf, der im abgebildeten Ausführungsbeispiel bei $\alpha = 24°$ liegt. Der Winkel α kann durchaus größer oder kleiner sein.

Die Spiegelelemente der digitalen Mikrospiegelvorrichtung 4 können einen ersten Zustand einnehmen, der bei einem DMD-Chip On-State genannt wird. In dem ersten Zustand ist das jeweilige Spiegelelement beispielsweise um einen Winkel von +12° gegenüber der Normalen auf der aktiven Fläche 5 beziehungsweise der Horizontalen in Fig. 1 verkippt. Das in diesem ersten Zustand reflektierte Licht 3‘ bewegt sich in Richtung der Normalen auf der aktiven Fläche 5 der digitalen Mikrospiegelvorrichtung 4.

Die Beleuchtungsvorrichtung umfasst weiterhin eine Auskoppeloptik 7, die beispielsweise als eine Projektionsoptik ausgebildet ist. Die Auskoppeloptik 7 ist schematisch als einfache Linse dargestellt, kann aber durchaus aus mehreren Linsen oder Reflektoren oder Kombination daraus bestehen. Diejenigen Spiegelelemente, die sich in dem ersten Zustand befinden, reflektieren das einfallende Licht 3 so, dass es als reflektiertes Licht 3‘ durch die Auskoppeloptik 7 aus der Beleuchtungsvorrichtung austritt.

Weiterhin können die Spiegelelemente der digitalen Mikrospiegelvorrichtung 4 einen zweiten Zustand einnehmen, der bei einem DMD-Chip Off-State genannt wird. In dem zweiten Zustand ist das jeweilige Spiegelelement beispielsweise um einen Winkel von -12° gegenüber der Normalen auf der aktiven Fläche 5 beziehungsweise der Horizontalen in Fig. 1 verkippt. Das in diesem zweiten Zustand reflektierte Licht 3“ schließt mit der Normalen auf der aktiven Fläche 5 der digitalen Mikrospiegelvorrichtung 4 einen Winkel von -2α beziehungsweise im abgebildeten Ausführungsbeispiel einen Winkel von -48° ein.

Die Beleuchtungsvorrichtung umfasst weiterhin einen schematisch angedeuteten Absorber 8. Das unter einem Winkel von -2α zur Normalen reflektierte Licht 3“ wird bei der in Fig. 1 abgebildeten Ausführungsform in den Absorber 8 reflektiert. Dieses Licht 3“ kann somit nicht aus der Beleuchtungsvorrichtung austreten.

Bei einem handelsüblichen DMD-Chip gibt es in der Regel auch einen Flat-State genannten dritten Zustand. In dem dritten Zustand ist das Spiegelelement 4 nicht ge-

genüber der Horizontalen in Fig. 1 verkippt. Der Flat-State wird in der in Fig. 1 abgebildeten Ausführungsform nicht genutzt. Es besteht jedoch durchaus die Möglichkeit, Ausführungsformen der Erfindung vorzusehen, bei denen auch der dritte Zustand genutzt wird.

Aus Fig. 2 und Fig. 3 ist ersichtlich, dass die aktive Fläche 5 der digitalen Mikrospiegelvorrichtung 4 und die Lichtaustrittsfläche 2 der Lichtquelle 1 rechteckig ausgebildet sind. Fig. 2 zeigt zur Verdeutlichung die Höhe h_{DMD} und die Breite b_{DMD} der aktiven Fläche 5 der digitalen Mikrospiegelvorrichtung 4. Fig. 3 zeigt zur Verdeutlichung die Höhe h_L und die Breite b_L der Lichtaustrittsfläche 2 der Lichtquelle 1.

Bei der Beleuchtungsvorrichtung sind das Seitenverhältnis der aktiven Fläche 5 der digitalen Mikrospiegelvorrichtung 4 einerseits und das Seitenverhältnis der Lichtaustrittsfläche 2 der Lichtquelle 1 andererseits unter Berücksichtigung des Beleuchtungswinkels α aufeinander abgestimmt. Dies wird insbesondere dadurch erreicht, dass für das Seitenverhältnis der Lichtaustrittsfläche 2 der Lichtquelle 1 und für das Seitenverhältnis der aktiven Fläche 5 der digitale Mikrospiegelvorrichtung 4 gilt:

$$\frac{h_L}{b_L} = \frac{h_{DMD} \cdot \cos \alpha}{b_{DMD}}$$

Bei einem Seitenverhältnis h_{DMD}/b_{DMD} der aktiven Fläche 5 der digitale Mikrospiegelvorrichtung 4 von beispielsweise 9:16 und einem Beleuchtungswinkel α von 24° ergibt sich dann ein Seitenverhältnis h_L/b_L der Lichtaustrittsfläche 2 der Lichtquelle 1 von etwa 9,9:16. Ein eventueller Abbildungsmaßstab der Beleuchtungsoptik 6 bleibt hierbei unberücksichtigt.

Die Anpassung des Seitenverhältnisses der Lichtaustrittsfläche 2 der Lichtquelle 1 an das mit cos α multiplizierte Seitenverhältnis der aktiven Fläche 5 der digitale Mikrospiegelvorrichtung 4 führt dazu, dass die aktive Fläche 5 gleichmäßig ausgeleuchtet werden kann, wobei ein Overfill in einer Richtung oder eine unvollständige Ausleuchtung in der dazu senkrechten Richtung nicht auftritt.

Bezugszeichenliste

1	Lichtquelle
2	Lichtaustrittsfläche der Lichtquelle
3	Von der Lichtaustrittsfläche ausgehendes Licht
3', 3''	Von der aktiven Fläche reflektiertes Licht
4	Digitale Mikrospiegelvorrichtung
5	Aktive Fläche der digitalen Mikrospiegelvorrichtung
6	Beleuchtungsoptik
7	Auskoppeloptik
8	Absorber
h_L	Höhe der Lichtaustrittsfläche
b_L	Breite der Lichtaustrittsfläche
h_{DMD}	Höhe der aktiven Fläche
b_{DMD}	Breite der aktiven Fläche
α	Beleuchtungswinkel

Beleuchtungsvorrichtung für ein Kraftfahrzeug, insbesondere Scheinwerfer

Patentansprüche

1. Beleuchtungsvorrichtung für ein Kraftfahrzeug, insbesondere Scheinwerfer, umfassend
   - eine Lichtquelle (1) mit einer Lichtaustrittsfläche (2), aus der im Betrieb der Beleuchtungsvorrichtung Licht (3) austritt,
   - eine digitale Mikrospiegelvorrichtung (4) mit einer aktiven Fläche (5), auf der eine Mehrzahl von Spiegelelementen angeordnet sind, die im Betrieb des Scheinwerfers auf sie auftreffendes, von der Lichtaustrittsfläche (2) der Lichtquelle (1) ausgehendes Licht (3) zumindest teilweise so reflektieren, das es aus dem Scheinwerfer austritt, wobei das von der Lichtaustrittsfläche (2) der Lichtquelle (1) ausgehende Licht (3) unter einem Beleuchtungswinkel (α) größer 0° und kleiner 90° zur Normalen auf die aktive Fläche (5) der digitalen Mikrospiegelvorrichtung (4) auftrifft,

   dadurch gekennzeichnet, dass die Lichtaustrittsfläche (2) an die Größe des Beleuchtungswinkels (α) angepasst ist.

2. Beleuchtungsvorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verhältnis der Ausdehnung der Lichtaustrittsfläche (2) in zwei zueinander senkrechen Richtungen an die Größe des Beleuchtungswinkels (α) angepasst ist.

3. Beleuchtungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** für das Verhältnis der Ausdehnung der Lichtaustrittsfläche (2) der Lichtquelle (1) und für das Verhältnis der Ausdehnung der aktiven Fläche (5) der digitale Mikrospiegelvorrichtung (4) in zwei zueinander senkrechen Richtungen gilt:

$$\frac{h_L}{b_L} = \frac{h_{DMD} \cdot \cos\alpha}{b_{DMD}}$$

   wobei

h_L die Abmessung der Lichtaustrittsfläche in der ersten Richtung ist,
b_L die Abmessung der Lichtaustrittsfläche in der zweiten Richtung ist,
h_{DMD} die Abmessung der aktiven Fläche in der ersten Richtung ist,
b_{DMD} die Abmessung der aktiven Fläche in der zweiten Richtung ist, und
α der Beleuchtungswinkel ist.

4. Beleuchtungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen der Lichtaustrittfläche (2) der Lichtquelle (1) und der aktiven Fläche (5) der digitalen Mikrospiegelvorrichtung (4) keine anamorphotische Optik angeordnet ist.

5. Beleuchtungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Beleuchtungsvorrichtung eine Beleuchtungsoptik (6) umfasst, die zwischen der Lichtaustrittfläche (2) der Lichtquelle (1) und der aktiven Fläche (5) der digitalen Mikrospiegelvorrichtung (4) angeordnet ist.

6. Beleuchtungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Beleuchtungsvorrichtung eine Auskoppeloptik (7) umfasst, die im Strahlengang zwischen der digitalen Mikrospiegelvorrichtung (4) und einer Austrittsöffnung der Beleuchtungsvorrichtung angeordnet ist, wobei zumindest Teile des von der digitalen Mikrospiegelvorrichtung reflektierten Lichts (3') von der Auskoppeloptik (7) aus der Beleuchtungsvorrichtung ausgekoppelt werden.

7. Beleuchtungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das von der Lichtaustrittsfläche (2) der Lichtquelle (1) ausgehende Licht (3) unter einem Beleuchtungswinkel (α) größer 10° und kleiner 60° zur Normalen auf die aktive Fläche (5) der digitalen Mikrospiegelvorrichtung (4) auftrifft, insbesondere unter einem Beleuchtungswinkel (α) zwischen 24° und 48°.

8. Beleuchtungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch ge-**

kennzeichnet, dass die Lichtquelle (1) mindestens eine Leuchtdiode oder mindestens eine Laserdiode umfasst.

9. Beleuchtungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Lichtaustrittsfläche (2) der Lichtquelle (1) eine Mehrzahl von Leuchtdioden oder eine Mehrzahl von Laserdioden angeordnet sind.

10. Beleuchtungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Lichtaustrittsfläche (2) der Lichtquelle (1) Konvertermittel oder mindestens ein Austrittsende eines Lichtleiters oder einer Primäroptik angeordnet sind.

Fig. 1

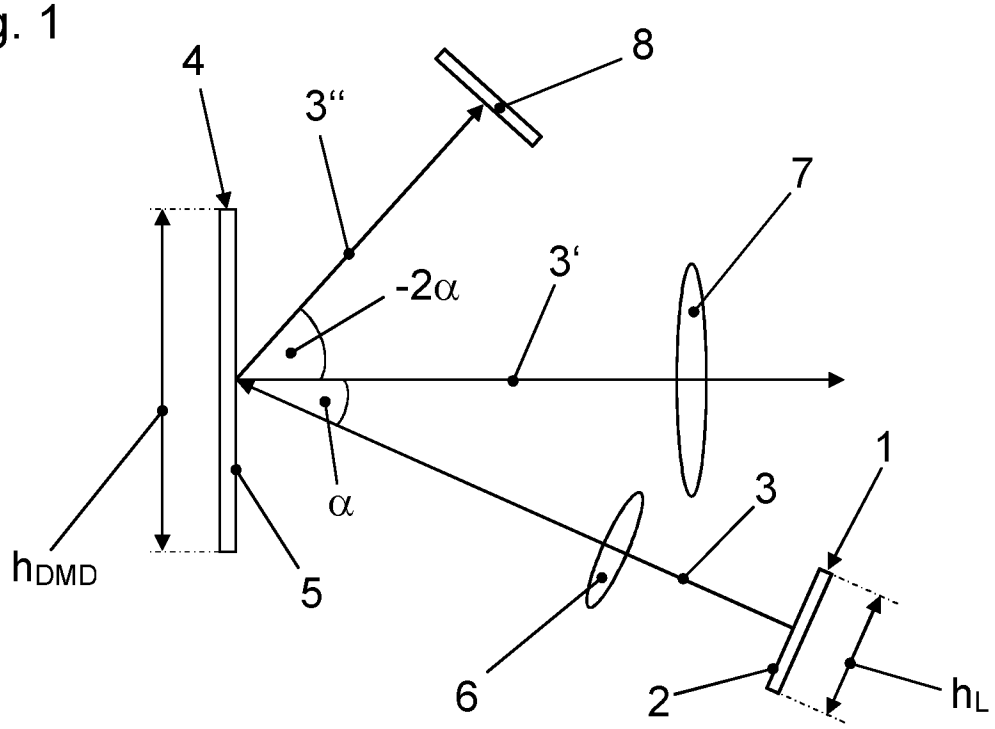


Fig. 2

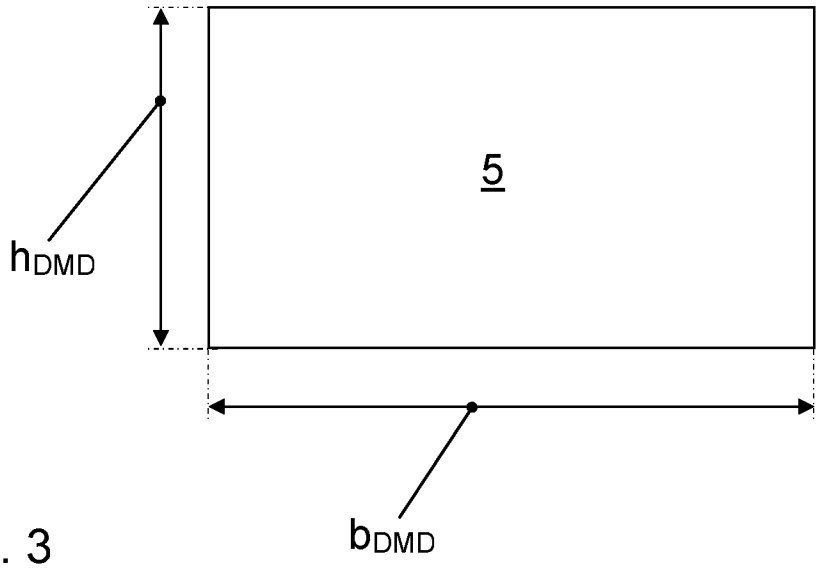
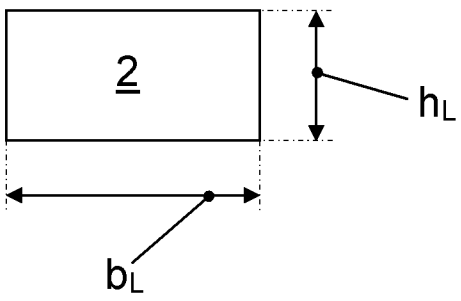


Fig. 3



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/EP2019/083297

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F21S 41/20(2018.01)i; ***F21S 41/176***(2018.01)i; ***F21S 41/24***(2018.01)i

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)

F21S

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 practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 102016121438 A1 (HELLA GMBH & CO KGAA [DE]) 09 May 2018 (2018-05-09) the whole document	1-10
X	US 2016347237 A1 (BHAKTA VIKRANT R [US] ET AL) 01 December 2016 (2016-12-01) cited in the application paragraphs [0026] - [0063]; figures 1-12	1-10
X	CN 202419429 U (UNIV ANHUI NORMAL) 05 September 2012 (2012-09-05) the whole document	1-10
X	DE 102016122861 A1 (HELLA GMBH & CO KGAA [DE]) 30 May 2018 (2018-05-30) paragraphs [0011] - [0033]; figures 1-3	1-10
X	US 2005174768 A1 (CONNER ARLIE R [US]) 11 August 2005 (2005-08-11) paragraphs [0041], [0042]; figures 1-9	1-10

☐ 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 application or patent 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	Date of mailing of the international search report
21 February 2020	**05 March 2020**

Name and mailing address of the ISA/EP	Authorized officer
European Patent Office **p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk** **Netherlands** Telephone No. **(+31-70)340-2040** Facsimile No. **(+31-70)340-3016**	**Sarantopoulos, A** Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/EP2019/083297

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
DE 102016121438 A1	09 May 2018	NONE	
US 2016347237 A1	01 December 2016	CN 106200219 A	07 December 2016
		US 2016347237 A1	01 December 2016
CN 202419429 U	05 September 2012	NONE	
DE 102016122861 A1	30 May 2018	DE 102016122861 A1	30 May 2018
		WO 2018095746 A1	31 May 2018
US 2005174768 A1	11 August 2005	CN 1914929 A	14 February 2007
		EP 1714499 A2	25 October 2006
		JP 2007524976 A	30 August 2007
		KR 20060131881 A	20 December 2006
		TW 200538853 A	01 December 2005
		US 2005174768 A1	11 August 2005
		WO 2005084038 A2	09 September 2005

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2019/083297

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. F21S41/20 F21S41/176 F21S41/24
ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
F21S

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

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)
EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 10 2016 121438 A1 (HELLA GMBH & CO KGAA [DE]) 9. Mai 2018 (2018-05-09) das ganze Dokument -----	1-10
X	US 2016/347237 A1 (BHAKTA VIKRANT R [US] ET AL) 1. Dezember 2016 (2016-12-01) in der Anmeldung erwähnt Absätze [0026] - [0063]; Abbildungen 1-12 -----	1-10
X	CN 202 419 429 U (UNIV ANHUI NORMAL) 5. September 2012 (2012-09-05) das ganze Dokument -----	1-10
X	DE 10 2016 122861 A1 (HELLA GMBH & CO KGAA [DE]) 30. Mai 2018 (2018-05-30) Absätze [0011] - [0033]; Abbildungen 1-3 ----- -/--	1-10

[X] Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen [X] 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" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. 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 Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
21. Februar 2020	05/03/2020

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Sarantopoulos, A

1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2019/083297

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2005/174768 A1 (CONNER ARLIE R [US]) 11. August 2005 (2005-08-11) Absätze [0041], [0042]; Abbildungen 1-9 -----	1-10

1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2019/083297

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102016121438 A1	09-05-2018	KEINE	
US 2016347237 A1	01-12-2016	CN 106200219 A	07-12-2016
		US 2016347237 A1	01-12-2016
CN 202419429 U	05-09-2012	KEINE	
DE 102016122861 A1	30-05-2018	DE 102016122861 A1	30-05-2018
		WO 2018095746 A1	31-05-2018
US 2005174768 A1	11-08-2005	CN 1914929 A	14-02-2007
		EP 1714499 A2	25-10-2006
		JP 2007524976 A	30-08-2007
		KR 20060131881 A	20-12-2006
		TW 200538853 A	01-12-2005
		US 2005174768 A1	11-08-2005
		WO 2005084038 A2	09-09-2005