



(11) **EP 3 643 962 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**29.04.2020 Patentblatt 2020/18**

(21) Anmeldenummer: **18202516.3**

(22) Anmeldetag: **25.10.2018**

(51) Int Cl.:  
**F21S 41/147** <sup>(2018.01)</sup> **F21S 41/25** <sup>(2018.01)</sup>  
**F21S 41/255** <sup>(2018.01)</sup> **F21S 41/26** <sup>(2018.01)</sup>  
**F21S 41/20** <sup>(2018.01)</sup> **F21S 41/40** <sup>(2018.01)</sup>  
**F21S 41/43** <sup>(2018.01)</sup> **F21S 41/663** <sup>(2018.01)</sup>

(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**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**BA ME**  
Benannte Validierungsstaaten:  
**KH MA MD TN**

(71) Anmelder: **ZKW Group GmbH**  
**3250 Wieselburg (AT)**

(72) Erfinder:  
• **Hechenberger, Josef**  
**5310 Mondsee (AT)**  
• **Mandl, Bernhard**  
**3200 Ober-Grafendorf (AT)**

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

(54) **LEUCHTEINHEIT FÜR EINEN KFZ-SCHEINWERFER**

(57) Die Erfindung betrifft eine Leuchteinheit (100) für eine Kraftfahrzeugbeleuchtungseinrichtung umfassend: ein Abblendlichtmodul (101), ein Fernlichtmodul (102), eine dem Abblendlichtmodul (101) und dem Fernlichtmodul (102) nachgeschaltete Abbildungsoptik (103, 503) mit einer optischen Achse (104, 204, 404, 504) und einer normal zur optischen Achse (104, 204, 404, 504) orientierten Brennfläche (116), und eine Blende (105, 405), die eine Blendenkante (106, 206, 306) aufweist und sich zur Erzeugung der horizontalen Hell-Dunkelgrenze in einem durch die Leuchteinheit (100) erzeugten Lichtbild im Wesentlichen bis zur Brennfläche (116) der Abbildungsoptik (103, 503) erstreckt, wobei die Blende (105, 405) einen lichtundurchlässigen Blendenbereich (107, 407) und an der Blendenkante (106, 206, 306) im Bereich der Brennfläche (116) einen lichtdurchlässigen Blendenbereich (108, 408) mit einer geometrischen Struktur (109, 409) aus einem lichtdurchlässigen Material aufweist, die geometrische Struktur (109, 409) zumindest einen Prismenkörper (110, 210, 310, 410, 510) mit einer dreieckigen Querschnittsfläche umfasst, der längserstreckt ist und die Längserstreckung quer zur optischen Achse (104, 204, 404) verläuft, der zumindest eine Prismenkörper (110, 210, 310, 410, 510) eine erste, eine zweite und eine dritte Prismenfläche aufweist, die zweite Prismenfläche (112, 212, 312, 512) mit der ersten Prismenfläche (111, 211, 311) einen Innenwinkel  $\alpha_1 \geq \theta$  einschließt, und die dritte Prismenfläche (113, 213, 313, 513) mit der ersten Prismenfläche (111, 211, 311) einen Innenwinkel  $\alpha_2 \geq \theta$  einschließt, wobei  $\theta$  der Grenzwinkel der Totalreflexion des lichtdurchlässigen Materials ist, die Innenwinkel  $\alpha_1$  und  $\alpha_2$  gleich oder unterschiedlich sind, und mit der Maßgabe, dass der Innenwinkel  $\alpha_1$  bzw.

der Innenwinkel  $\alpha_2$  nicht  $45^\circ$  ist.

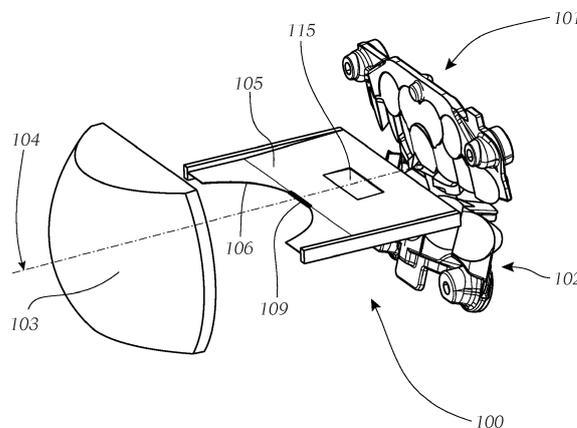


Fig. 1

**EP 3 643 962 A1**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Leuchteinheit für eine Beleuchtungseinrichtung eines Kraftfahrzeugs, insbesondere für einen Kraftfahrzeugscheinwerfer, umfassend: zumindest ein Abblendlichtmodul zur Erzeugung einer Abblendlicht-Lichtverteilung größtenteils unterhalb einer im Wesentlichen vor dem Kraftfahrzeug abgebildeten horizontalen Hell-Dunkel-Grenze, zumindest ein Fernlichtmodul zur Erzeugung einer Fernlicht-Lichtverteilung größtenteils oberhalb der Hell-Dunkel-Grenze, eine dem Abblendlichtmodul und dem Fernlichtmodul in optischer Strahlrichtung zur Erzeugung einer Gesamtlichtverteilung der Lichtmodule nachgeschaltete Abbildungsoptik mit einer optischen Achse und einer im Wesentlichen normal zur optischen Achse orientierten Brennfläche, und eine Blende, die eine Blendenkante aufweist und sich zur Erzeugung der horizontalen Hell-Dunkelgrenze in einem durch die Leuchteinheit erzeugten Lichtbild im Wesentlichen bis zur Brennfläche der Abbildungsoptik erstreckt.

**[0002]** Beleuchtungseinrichtungen und Lichtmodule für Kraftfahrzeuge, die dazu eingerichtet sind, mittels entsprechender Steuerung verschiedene Lichtverteilungen und Hell-Dunkel-Grenzen zu erzeugen und auf die Fahrbahn zu projizieren, sind hinlänglich bekannt. Diese unterschiedlichen Lichtverteilungen und Hell-Dunkel-Grenzen werden gemäß einem hinlänglich bekannten Prinzip mittels einer Strahlenblende, mit welcher ein Teil der von emittierten Lichtstrahlen gezielt ausgeblendet wird. Mittels der Blende kann unter anderem eine scharfe Hell-Dunkel-Grenze in einem durch die Abblendlichtfunktion erzeugten Lichtbild erhalten werden, sodass eine Blendung von vorausfahrenden bzw. entgegenkommenden Verkehrsteilnehmern weitgehend vermieden wird.

**[0003]** Leuchteinheiten gemäß dem eingangs genannten Aufbau sind hinlänglich bekannt. Das im Kraftfahrzeug im eingebauten Zustand oberseitig angeordnete Abblendlichtmodul und das im Kraftfahrzeug im eingebauten Zustand unterseitig angeordnete Fernlichtmodul wirken über den gemeinsamen Blendenkörper und die gemeinsame Abbildungsoptik zusammen, so dass die Abbildungsoptik die Zwischenlichtbilder sowohl des Abblendlichtmoduls als auch des Fernlichtmoduls abbildet und die Blende die Strahlengänge beider Module beeinflusst. Leuchteinheiten dieser Bauart ist generell der Nachteil gemein, dass sie keine gezielte Vermengung bzw. Überlappung der Lichtstrahlen des oberseitig angebrachten Abblendlichtmoduls und des unterseitig angebrachten Fernlichtmoduls ermöglichen. Weil Strahlenblenden nicht unendlich dünn ausgebildet sein können und diese unvermeidbar vorhandene Materialdicke an der Blendenkante der Blende durch die nachgeschaltete Abbildungsoptik im erzeugten Lichtbild abgebildet wird, entsteht bei der Überlagerung der beiden Teillichtverteilungen (d.h. Abblendlicht und Fernlicht) zu einer Gesamtlichtverteilung (Fernlichtfunktion) ein für den Fahrzeuglenker sichtbarer dunkler Spalt im Bereich der Hell-Dun-

kel-Grenze. Diese störende Inhomogenität in dem auf die Straße projizierten Lichtbild erschwert dem Fahrzeuglenker das Erkennen der Umgebung, wodurch das Unfallrisiko steigt. Im Stand der Technik, zum Beispiel in der DE 602004002043 T2, der FR 2962786 A1 oder der AT 514161 A1 wird zur Lösung dieses bekannten Problems die Anordnung von Optik-Elementen im Bereich der Brennebene der Projektionslinse zur gezielten Vermengung bzw. Überlappung der ober- und unterhalb der Blende erzeugten Lichtverteilung und zur Beeinflussung der Hell-Dunkel-Grenze vorgeschlagen. Aus der WO 2015014706 A1 ist eine andere Lösung bekannt, worin ein Blendenkörper aus transparentem Material mit einer Spiegelschicht versehen ist, wobei durch die transparent gehaltene Blendenkante zwar die Überlappung zwischen Abblendlicht und Fernlicht verbessert wird, jedoch aufgrund der Transmission des Lichts an der Blendenkante störendes Streulicht im Bereich oberhalb der H-H-Linie generiert wird.

**[0004]** Ein weiterer Nachteil bekannter Strahlenblenden besteht darin, dass diese im vorderen Bereich durch den Brennglaseffekt ausdampfen oder ausbrennen können. Der kritische Bereich befindet sich hier in jenem, insbesondere mittig gelegenen, Kantenbereich der Strahlenblende, der entlang der Fokalkurve der Abbildungsoptik (z.B. Projektionslinse) geformt ist.

**[0005]** Es ist eine Aufgabe der Erfindung, ein Lichtmodul gemäß der eingangs genannten Art, unter anderem umfassend ein Abblendlichtmodul, ein Fernlichtmodul, eine zur Erzeugung einer horizontalen Lichtdunkelgrenze eingerichteten Strahlenblende, und eine Abbildungsoptik bereitzustellen, bei welchem der oben beschriebene dunkle Spalt im Lichtbild zwischen Fernlicht und Abblendlicht geschlossen wird, die Generierung störenden Streulichts im Bereich oberhalb der Hell-Dunkel-Linie weitestgehend vermieden wird sowie das oben genannte Problem bezüglich des Brennglaseffekts im kritischen Blendenkantenbereich gelöst wird.

**[0006]** Diese Aufgabe wird mit einer Leuchteinheit für eine Beleuchtungseinrichtung eines Kraftfahrzeugs, insbesondere für einen Kraftfahrzeugscheinwerfer, der eingangs genannten Art dadurch gelöst, dass die Blende einen im Wesentlichen flächigen lichtundurchlässigen Blendenbereich und an der Blendenkante im Bereich der Brennfläche einen lichtdurchlässigen Blendenbereich mit einer geometrischen Struktur aus einem lichtdurchlässigen Material aufweist, wobei die geometrische Struktur zumindest einen Prismenkörper mit einer im Wesentlichen dreieckigen Querschnittsfläche umfasst, der zumindest eine Prismenkörper längserstreckt ist und die Längserstreckung im Wesentlichen quer zur optischen Achse verläuft, der zumindest eine Prismenkörper eine erste, eine zweite und eine dritte Prismenfläche aufweist, wobei die erste Prismenfläche im Wesentlichen mit dem flächigen lichtundurchlässigen Blendenbereich fluchtet, die zweite Prismenfläche dem lichtundurchlässigen Blendenbereich zugewandt ist und mit der ersten Prismenfläche einen Innenwinkel  $\alpha_1 \geq \theta$  einschließt, und die

3  
 dritte Prismenfläche von dem lichtundurchlässigen Blendenbereich abgewandt ist und mit der ersten Prismenfläche einen Innenwinkel  $\alpha_2 \geq \theta$  einschließt, wobei  $\theta$  der Grenzwinkel der Totalreflexion des lichtdurchlässigen Materials ist, die Innenwinkel  $\alpha_1$  und  $\alpha_2$  gleich oder unterschiedlich sind, und mit der Maßgabe, dass der Innenwinkel  $\alpha_1$  bzw. der Innenwinkel  $\alpha_2$  nicht  $45^\circ$  ist.

**[0007]** Bei der Blende gemäß der Erfindung werden die vom Abblendlichtmodul erzeugten Lichtstrahlen durch die Prismenstruktur an der Blendenkante in den Bereich des Vorfeldes totalreflektiert, so dass die Generierung störenden Streulichts im Bereich oberhalb der H-H-Linie unterbunden wird, wohingegen jene Lichtstrahlen, die von dem Fernlichtmodul erzeugt werden, die Prismenstruktur transmittierend durchschreiten und an dieser Prismenstruktur derart abgelenkt werden, so dass der dunkle Spalt zwischen dem Abblendlicht und dem Fernlicht im Lichtbild bei eingeschalteter Fernlichtfunktion geschlossen wird (siehe hierzu auch Fig. 7, in der die Strahlengänge schematisch dargestellt sind, sowie Beschreibung hierzu).

**[0008]** Darüber hinaus wird das Problem bezüglich des Brennglaseffekts gelöst, da dank des transparenten Blendenbereichs, der die geometrische Prismenstruktur umfasst, die Lichtstrahlen, z.B. des Sonnenlichtes, nicht mehr absorbiert werden, sondern das Material durchdringen und divergierend auseinanderlaufen. Ein weiterer Vorteil liegt darin, dass die an der Prismenstruktur totalreflektierten Lichtstrahlen, die vom Abblendlichtmodul erzeugt werden, gebrochen werden, so dass ein weicherer Übergang bzw. ein gewünschter Gradient an der Hell-Dunkel-Grenze erzeugt wird. Somit müssen keine weiteren Maßnahmen, z.B. eine Mikrostruktur auf der Abbildungsoptik, gesetzt werden, um zur Aufweichung der Hell-Dunkel-Grenze einen gewünschten Gradienten zu erzeugen.

**[0009]** Somit löst die Erfindung mehrere aktuelle lichttechnische Probleme von Leuchteinheiten, die ein Abblendlichtmodul, ein Fernlichtmodul und eine Strahlenblende zur Erzeugung einer horizontalen Hell-Dunkel-Grenze aufweisen.

**[0010]** Die Blende, die eine im Wesentlichen flächige Erscheinungsform besitzt, kann nach an sich bekannter Weise im Wesentlichen horizontal in der optischen Achse liegen oder leicht gegen die optische Achse geneigt sein. Bei bestimmten Varianten kann die Blende auch einen Knick entlang einer horizontalen Linie besitzen, sodass der Blendenkörper keine durchgehende ebene Begrenzungsfläche besitzt. Darüber hinaus ist es auch möglich, einen Asymmetrieanstieg in der Lichtverteilung umzusetzen, indem der zumindest eine Prismenkörper, und gegebenenfalls der Blendenkörper zwei in der Höhe zueinander versetzte Bereiche aufweist, wobei der eine Bereich links und der andere Bereich rechts der optischen Achse liegt und wobei die beiden Bereiche durch einen schrägen Übergangsbereich, durch den die optische Achse verläuft miteinander verbunden sind (siehe Fig. 10 und Beschreibung hierzu).

**[0011]** Die geometrische Struktur kann ein einziges großes Prisma oder zwei oder mehr kleinere Prismen umfassen, wobei das große bzw. die zwei oder mehr kleinere Prismen die oben bzw. im Anspruch 1 definierten technischen Merkmale hinsichtlich der Anordnung und der Innenwinkel erfüllen müssen (siehe auch Fig. 9 und Beschreibung hierzu). Es wurde festgestellt, dass andere geometrische Strukturen als die hierin definierte Prismenstruktur, beispielsweise eine Keilform mit einem Innenwinkel  $\alpha_1$  oder einem Innenwinkel  $\alpha_2$  von  $45^\circ$ , nicht die gewünschten Vorteile mit sich bringen und beispielsweise Totalreflexion auch für das Fernlicht oder eine ungewünschte Transmission der Abblendlichtstrahlen mit sich bringen.

**[0012]** Bei mehreren aneinandergereihten Drecksprismen können diese dieselbe Höhe aufweisen. Alternativ können die Höhen der aneinandergereihten Prismen stetig ansteigen, was den Vorteil mit sich bringt, dass ein kleineres, näher beim Brennpunkt liegendes Dreiecksprisma anteilmäßig weniger Fernlichtstrahlen abschattet, welche durch erste Prismenflächen der Dreiecksprismen in die transparente geometrische Struktur der Blende eintreten. Beispielsweise werden weniger Fernlichtstrahlen an einer zweiten Prismenfläche eines näher beim Brennpunkt liegenden Prismas mit kleinerer Höhe totalreflektiert, welche über eine erste Prismenfläche eines Dreiecksprismas mit größerer Höhe eintreten. Die Zunahme der Höhen der Dreiecksprismen folgt vorteilhafterweise einem parabelförmigen Kurvenzug.

**[0013]** Abbildungsoptiken für Scheinwerfer sind dem Fachmann an sich wohl bekannt. Die Abbildungsoptik kann nach an sich bekannter Art aufgebaut sein und beispielsweise eine Projektionslinse oder ein mehrstufiges Linsensystem umfassen; ferner sind auch Linsen-Reflektor-Kombinationen möglich.

**[0014]** Bei bestimmten Varianten umfasst die geometrische Struktur zumindest zwei in optischer Strahlrichtung hintereinander angeordnete Prismenkörper deren erste Prismenflächen längs aneinander angrenzen und miteinander fluchten.

**[0015]** Vorzugsweise ist die geometrische Struktur aus genau zwei in optischer Strahlrichtung hintereinander angeordneten Prismenkörpern gebildet, deren erste Prismenflächen längs aneinander angrenzen und miteinander fluchten; aufgrund der notwendigen geometrischen Abmessungen bezüglich der Prismenfläche und der Grunddicke der Blende hat sich eine geometrische Struktur mit genau zwei in optischer Strahlrichtung angeordneten Prismenkörpern als besonders vorteilhaft herausgestellt, weil dadurch einerseits die oben genannten zu lösenden technischen Aufgaben aufgrund des Abstands der geometrischen Struktur zur Brennfläche bzw. zum Brennpunkt der Abbildungsoptik optimal gelöst werden, und sich diese Variante darüber hinaus technisch leicht realisieren lässt. Unerwünschte Farbeffekte und die Ausbildung einer unscharfen Hell-Dunkel-Grenze, die gegebenenfalls bei einer höheren Prismenkörperanzahl, z.B. bei mehr als drei Prismen, aufgrund des grö-

ßeren Abstands der Prismenstrukturen zur Brennfläche/Brennpunkt auftreten können, werden bei dieser bevorzugten Variante vermieden.

**[0016]** Bei bestimmten Varianten weist der zumindest eine Prismenkörper in Längsrichtung zwei ineinander übergehende Bereiche auf, die in der Höhe zueinander versetzt sind und über einen, vorzugsweise schrägen, Übergangsbereich, durch den die optische Achse verläuft, miteinander verbunden sind. Dadurch ist es möglich, einen Asymmetrieanstieg in der Lichtverteilung zu realisieren (siehe Fig. 10 und Beschreibung hierzu).

**[0017]** Bei bestimmten Varianten kann der lichtundurchlässige Blendenbereich zumindest zum Teil eine reflektierende Oberfläche aufweisen.

**[0018]** Bei bestimmten Ausführungsvarianten ist die Blende einstückig aus dem lichtdurchlässigen Material gefertigt und der lichtundurchlässige Blendenbereich ist nach an sich bekannter Art bedampft, z.B. mit einem Metall wie Aluminium bedampft, oder verspiegelt.

**[0019]** Bei anderen Varianten ist der lichtundurchlässige Blendenbereich aus einem lichtdurchlässigen Material (z.B. Metall oder lichtundurchlässiger Kunststoff) gefertigt und der lichtdurchlässige, die geometrische Struktur umfassende Blendenbereich ist ein Einlege- teil aus dem lichtdurchlässigen Material (z.B. Glas oder lichtdurchlässiger/transparenter Kunststoff), oder die Blende ist mittels eines Mehrkomponenten-Spritzgießverfahrens unter Verwendung lichtdurchlässiger und lichtundurchlässiger Kunststoffmaterialien hergestellt, z.B. mittels eines Zweikomponenten-Spritzgießverfahrens unter Verwendung eines lichtundurchlässigen und eines durchlässigen Kunststoffmaterials.

**[0020]** Vorzugsweise handelt es sich bei dem transparenten Material um Kunststoff oder Glas.

**[0021]** Bei bestimmten Varianten ist die zweite und/ oder dritte Prismenfläche im Wesentlichen planar ausgebildet.

**[0022]** Bei spezifischen Varianten ist die zweite und/ oder dritte Prismenfläche gekrümmt, vorzugsweise ist die dritte Prismenfläche nach innen gekrümmt. Diese Varianten haben den Vorteil, dass damit der Gradient der Hell-Dunkel-Grenze zusätzlich positiv beeinflusst werden kann, so dass ein weicher Übergang der Hell-Dunkel-Grenze realisiert werden kann (siehe auch Fig. 11 und Fig. 12 sowie Beschreibung hierzu). Bei bestimmten Untervarianten ist die Querschnittsfläche des zumindest einen Prismenkörpers in der Längserstreckung gleichbleibend. Bei anderen Untervarianten kann es vorgesehen sein, dass die Querschnittsfläche des zumindest einen Prismenkörpers in der Längserstreckung zunimmt; dergestalt wird der Gradient der Hell-Dunkel-Grenze zu den Randbereichen der Lichtverteilung hin weiter aufgeweicht, so dass die Ausleuchtung der Straßenränder besonders angenehm für den Kraftfahrzeuglenker gestaltet werden kann.

**[0023]** Bei vorteilhaften Varianten umfassen das zumindest eine Abblendlichtmodul und das zumindest eine

Fernlichtmodul jeweils zumindest eine Lichtquelle, wobei jeder Lichtquelle in optischer Strahlrichtung ein Kollimator zugeordnet ist und der Kollimator dazu eingerichtet ist, den Abstrahlwinkel der von der Lichtquelle erzeugten Lichtstrahlen zu verkleinern und dadurch die Abstrahlcharakteristik zu gestalten. Bei diesen Varianten kann die Leuchteinheit beispielsweise ein Kollimatormodul sein, welches das zumindest eine Abblendlichtmodul und das zumindest eine Fernlichtmodul umfasst und wobei dem Abblend- und dem Fernlichtmodul eine Mehrzahl an Lichtquellen zugeordnet ist und jeder Lichtquelle in optischer Strahlrichtung ein Kollimator nachgeschaltet ist. Die Blende ist dem Kollimatormodul in optischer Strahlrichtung nachgeschaltet. Als Abbildungsoptik kann eine Projektionslinse oder ein mehrstufiges Linsensystem vorgesehen sein. Der Kollimator kann beispielsweise als eine TIR-Kollimator-Linse (TIR - Total Internal Reflection) ausgebildet sein. Solche TIR-Kollimator-Linsen sind einem Fachmann hinlänglich bekannt (z.B. TIR-Linse Bern von Auer Lighting GmbH, DE); es handelt sich dabei um optisch-transparente Körper, die aus einem transparenten Material gefertigt sind, dessen Brechungsindex größer als der Brechungsindex der Luft ist, z.B. aus Glas oder Kunststoff; dabei breitet sich das im Wesentlichen gesamte an der Lichtauskoppelfläche der TIR-Kollimator-Linse gebrochene Licht durch die Luft weiter aus, vorzugsweise in eine vorgegebene Richtung unter Verkleinerung der Divergenz im Vergleich zur Lichtausbreitung vor der Lichteinkoppelfläche. Denkbar ist auch, dass der Kollimator als ein Reflektor ausgebildet ist, d.h. als eine (vor allem sichtbare) Licht reflektierende Fläche, die sich durch Luft ausbreitende Lichtstrahlen in eine vorzugsweise vorgegebene Richtung umlenkt. Die Lichtverteilung-formenden Bauteile des Abblendlichtmoduls und/ oder Fernlichtmoduls können aber auch in Form von Polyellipsoid-Reflektoranordnungen nach dem Projektionsscheinwerfertypus, wie dem Fachmann hinlänglich bekannt ist, ausgeführt sein.

**[0024]** Bei vorteilhaften Varianten der Erfindung weist die Blende zumindest ein Lichtfenster auf, wobei zumindest ein Lichtpfad von den Abblendlicht- und oder Fernlichtmodulen durch das zumindest eine Lichtfenster und durch die Abbildungsoptik nach außen verläuft. Durch diese Weiterbildung ist es möglich, die Lichtstrahlen, die durch das Abblendlichtmodul und das Fernlichtmodul erzeugt werden, auf gezielte Art und Weise zusätzlich zu vermengen und Inhomogenitäten im Lichtbild einer Fernlichtfunktion zusätzlich zu minimieren. Darüber hinaus ist eine gezielte Abstrahlung von Lichtstrahlen in Bereiche des Lichtbilds möglich, welche üblicherweise zur Beleuchtung von Verkehrsschildern von besonderer Bedeutung sind (sogenanntes "sign light"). Bei bestimmten Untervarianten kann es vorgesehen sein, dass der zumindest eine Lichtpfad durch das zumindest eine Lichtfenster ausschließlich von dem Abblendlichtmodul durch das zumindest eine Lichtfenster und durch die Abbildungsoptik nach außen verläuft. Bei bestimmten Untervarianten kann das zumindest eine Lichtfenster im licht-

undurchlässigen Blendenbereich der Blende angeordnet und von diesem begrenzt sein, wobei das Lichtfenster als Ausnehmung im lichtundurchlässigen Blendenbereich der Blende ausgebildet ist oder aus einem lichtdurchlässigen Material besteht.

**[0025]** Ein weiterer Gegenstand der Erfindung ist ein Kraftfahrzeugscheinwerfer, der zumindest eine Leuchteinheit gemäß der Erfindung umfasst. Bei dem Kraftfahrzeugscheinwerfer handelt es sich um einen Frontscheinwerfer. Zweckmäßigerweise ist der erfindungsgemäße Kraftfahrzeugscheinwerfer nach an sich bekannten Scheinwerferbauprinzipien aufgebaut und umfasst ein Gehäuse mit einer Lichtaustrittsöffnung, die mit einer Streuscheibe bzw. einer Abdeckscheibe verdeckt ist. Moderne Kraftfahrzeugscheinwerfer weisen häufig mehrere Lichtmodule auf, die für sich genommen oder im Zusammenwirken einzelne Lichtfunktionen übernehmen können. Diese Lichtmodule sind häufig in unmittelbarer Nähe zueinander in im Scheinwerfergehäuse angeordnet. Der Kraftfahrzeugscheinwerfer gemäß der Erfindung kann daher neben einer erfindungsgemäßen Leuchteinheit, die ein Abblendlichtmodul und ein Fernlichtmodul aufweist, daher auch weitere Lichtmodule umfassen, z.B. eine Tagfahrlichteinheit, eine Blinklichteinheit etc. Dementsprechend können zusätzlich zur Abblendlichtverteilung bzw. Fernlichtverteilung noch weitere Lichtverteilungen durch die weiteren Lichtmodule erzeugt werden, wie die Lichtverteilung eines Tagfahrlichts, eines Blinklichts usw.

**[0026]** Ein weiterer Gegenstand der Erfindung ist ein Kraftfahrzeug umfassend zumindest eine Leuchteinheit gemäß der Erfindung und/ oder einen Kraftfahrzeugscheinwerfer gemäß der Erfindung. Der Begriff "Kraftfahrzeug" (KFZ) wie hierin verwendet bezieht sich auf ein- oder mehrspurige motorisierte landgebundene Fahrzeuge wie Motorräder, PKWs, LKWs und dergleichen.

**[0027]** Die Erfindung samt weiterer Vorzüge wird im Folgenden anhand von nicht einschränkenden Beispielen und beiliegenden Zeichnungen näher beschrieben, wobei die Zeichnungen zeigen:

Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung einer Leuchteinheit gemäß der Erfindung in perspektivischer Ansicht,

Fig. 2 zeigt die Leuchteinheit aus Fig. 1 in Seitenansicht,

Fig. 3 zeigt die Blende der in Fig. 1 und 2 dargestellten Leuchteinheit in perspektivischer Ansicht,

Fig. 4 zeigt eine Draufsicht auf die Blende der in Fig. 1 und 2 dargestellten Leuchteinheit,

Fig. 5 zeigt einen Schnitt durch die Blende der in Fig. 1 und 2 dargestellten Leuchteinheit entlang der optischen Achse,

Fig. 6 zeigt die geometrische Prismenstruktur der Blende der in Fig. 1 und 2 dargestellten Leuchteinheit,

5 Fig. 7 veranschaulicht den Strahlengang der Lichtstrahlen, die vom Abblendlichtmodul bzw. vom Fernlichtmodul emittiert werden, durch einen dreieckigen Prismenkörper einer erfindungsgemäß eingesetzten Blende,

10 Fig. 8 zeigt eine Detailansicht eines Schnitts durch die Blende in Fig. 1 und Fig. 2 und veranschaulicht den Strahlengang der Lichtstrahlen, die vom Abblendlichtmodul emittiert werden, durch ein in der erfindungsgemäß eingesetzten Blende angeordnetes Lichtfenster ("sign light"),

15 Fig. 8a zeigt eine vergrößerte Ansicht der Fig. 8, wobei in Fig. 8a zusätzlich der Strahlengang der Lichtstrahlen, die vom Fernlichtmodul emittiert werden, dargestellt ist,

20 Fig. 9 veranschaulicht die Anordnung eines großen Dreiecksprismas bzw. mehrerer kleiner Dreiecksprismen einer erfindungsgemäß eingesetzten Blende in Bezug auf den Brennpunkt der Abbildungsoptik,

25 Fig. 10 zeigt eine abgewandelte Variante einer Blende für eine erfindungsgemäße Leuchteinheit,

30 Fig. 11 veranschaulicht eine Gradientengestaltung zur Aufweichung der Hell-Dunkel-Grenze bei einer Abblendlichtverteilung mit Hilfe einer erfindungsgemäß eingesetzten Blende, die einen Prismenkörper mit gekrümmten Prismenflächen aufweist, und

35 Fig. 12 zeigt eine beispielhafte Lichtverteilung mit Hell-Dunkel-Grenze in einem zweidimensionalen Winkelraum anhand der Linien H-H und V-V bei einer Gradientengestaltung gemäß Fig. 11.

40 **[0028]** Es versteht sich, dass die hier beschriebenen Ausführungsformen lediglich der Illustration dienen und nicht als für die Erfindung einschränkend aufzufassen sind; vielmehr fallen unter den Schutzbereich der Erfindung sämtliche Ausgestaltungen, die der Fachmann anhand der Beschreibung finden kann, wobei der Schutzbereich durch die Ansprüche festgelegt ist.

45 **[0029]** In den Figuren werden für gleiche oder vergleichbare Elemente zum Zwecke der einfacheren Erläuterung und Darstellung gleiche Bezugszeichen verwendet. Die in den Ansprüchen verwendeten Bezugszeichen sollen ferner lediglich die Lesbarkeit der Ansprüche und das Verständnis der Erfindung erleichtern und haben keinesfalls einen den Schutzbereich der Erfindung beeinträchtigenden Charakter.

50 **[0030]** Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung ei-

ner Ausführungsvariante einer Leuchteinheit 100 gemäß der Erfindung in perspektivischer Ansicht. Fig. 2 zeigt die Leuchteinheit 100 aus Fig. 1 in Seitenansicht. Die Leuchteinheit 100 ist zum Einbau in einer Beleuchtungseinrichtung eines Kraftfahrzeugs, insbesondere für einen Kraftfahrzeugscheinwerfer (Frontscheinwerfer) vorgesehen. Die Leuchteinheit 100 umfasst ein Abblendlichtmodul **101**, ein Fernlichtmodul **102** sowie eine dem Abblendlichtmodul 101 und dem Fernlichtmodul 102 zur Erzeugung einer Gesamtlichtverteilung des Lichtmoduls in optischer Strahlrichtung nachgeschaltete Abbildungsoptik in Form einer Projektionslinse **103** mit einer optischen Achse **104** und einer im Wesentlichen normal zur optischen Achse 104 orientierten Brennfläche **116**, auch bekannt als Petzval-Fläche. Das Abblendlichtmodul 101 ist zur Erzeugung einer Abblendlicht-Lichtverteilung größtenteils unterhalb einer im Wesentlichen vor dem Kraftfahrzeug abgebildeten horizontalen Hell-Dunkel-Grenze eingerichtet. Das Fernlichtmodul 102 ist zur Erzeugung einer Fernlicht-Lichtverteilung größtenteils oberhalb der Hell-Dunkel-Grenze eingerichtet. Ferner umfasst die Leuchteinheit 100 eine im Wesentlichen horizontal liegende Blende **105**, die eine Blendenkante **106** aufweist und sich zur Erzeugung der horizontalen Hell-Dunkelgrenze in einem durch die Leuchteinheit 100 erzeugten Lichtbild im Wesentlichen bis zur Brennfläche 116 der nachgeschalteten Projektionslinse 103 erstreckt. Die Blendenkante 106 reicht dabei bis zur Brennfläche 116 bzw. bis zum Brennpunkt F der Projektionslinse 103 heran.

**[0031]** Das Abblendlichtmodul 101 und das Fernlichtmodul 102 bilden im gezeigten Beispiel gemeinsam ein Kollimatormodul, das nach allgemein bekannten Prinzipien aufgebaut ist und an dieser Stelle nicht näher erläutert werden muss (siehe auch Beschreibung zu Kollimatoren, z.B. TIR-Kollimator-Linsen, weiter oben). Das Abblendlichtmodul 101 und das Fernlichtmodul 102 umfassen jeweils eine Mehrzahl an nicht näher dargestellten Lichtquellen, z.B. als LEDs ausgeführt, wobei jeder Lichtquelle in optischer Strahlrichtung ein ebenfalls nicht näher dargestellter Kollimator zugeordnet ist. Jeder Kollimator ist dazu eingerichtet, die Divergenz der von der Lichtquelle erzeugten Lichtstrahlen zu verkleinern. Das Kollimatormodul umfasst noch weitere optische Bauteile wie z.B. Linsen oder Reflektoren. Das Abblendlichtmodul 101 und das Fernlichtmodul 102 können jedoch auch nach anderen Bauprinzipien aufgebaut sein und sind nicht auf den in Fig. 1 und Fig. 2 schematisch dargestellten Kollimatoraufbau beschränkt. Alternativ kann das Abblendlichtmodul und / oder das Fernlichtmodul Reflektoren nach dem klassischen und in der Fachwelt hinlänglich bekannten PES (Poly-Ellipsoid-System)-Scheinwerfertyps, aufweisen.

**[0032]** Die erfindungsgemäßen Merkmale der Leuchteinheit 100 finden sich in der Blende 105, die in den nachfolgenden Figuren näher beschrieben ist.

**[0033]** Fig. 3 zeigt die Blende 105 der in Fig. 1 und 2 dargestellten Leuchteinheit 100 in perspektivischer An-

sicht, Fig. 4 zeigt eine Draufsicht auf die Blende 105 und Fig. 5 zeigt einen Schnitt durch Blende 105. Fig. 6 zeigt die geometrische Prismenstruktur der Blende der in Fig. 1 und 2 dargestellten Leuchteinheit im Detail. Die Blende 105 weist einen im Wesentlichen flächigen lichtundurchlässigen Blendenbereich **107** und an der Blendenkante 106 im Bereich der Brennfläche 116 einen lichtdurchlässigen Blendenbereich **108** mit einer geometrischen Struktur **109** aus einem lichtdurchlässigen Material auf. Es versteht sich von selbst, dass der lichtundurchlässige Blendenbereich 107 zumindest zum Teil eine reflektierende Oberfläche aufweisen kann.

**[0034]** Im gezeigten Beispiel ist der lichtundurchlässige Blendenbereich 107 aus Metall gefertigt und der lichtdurchlässige, die geometrische Struktur 109 umfassende Blendenbereich 108 ist ein Einlegeteil aus dem lichtdurchlässigen Material. Es ist jedoch auch möglich, die Blende 105 einstückig aus dem lichtdurchlässigen Material zu fertigen und der lichtundurchlässige Blendenbereich 107 ist nach an sich bekannter Art bedampft, z.B. mit einem Metall wie Aluminium bedampft, wobei der lichtdurchlässige Blendenbereich 108 ausgespart ist und daher nicht bedampft ist. Im gezeigten Beispiel ist das lichtdurchlässige Material Kunststoff. Anstelle von Kunststoff kann auch Glas als lichtundurchlässiges Material gewählt werden.

**[0035]** Die geometrische Struktur 109 der beispielhaften Blende 105 umfasst zwei Prismenkörper **110**, jeweils mit einer im Wesentlichen dreieckigen Querschnittsfläche. Jeder Prismenkörper 110 ist längserstreckt und die Längserstreckung verläuft im Wesentlichen quer zur optischen Achse 104. Jeder Prismenkörper weist eine erste, eine zweite und eine dritte Prismenfläche auf, wobei die erste Prismenfläche **111** im Wesentlichen mit dem flächigen lichtundurchlässigen Blendenbereich 107 fluchtet, die zweite Prismenfläche **112** dem lichtundurchlässigen Blendenbereich 107 zugewandt ist und mit der ersten Prismenfläche 111 einen Innenwinkel  $\alpha_1 \geq \theta$  einschließt, und die dritte Prismenfläche **113** von dem lichtundurchlässigen Blendenbereich 107 abgewandt ist und mit der ersten Prismenfläche 111 einen Innenwinkel  $\alpha_2 \geq \theta$  einschließt, wobei  $\theta$  der Grenzwinkel der Totalreflexion des lichtdurchlässigen Materials ist, die Innenwinkel  $\alpha_1$  und  $\alpha_2$  gleich oder unterschiedlich sind, und mit der Maßgabe, dass der Innenwinkel  $\alpha_1$  bzw. der Innenwinkel  $\alpha_2$  nicht  $45^\circ$  ist.

**[0036]** Fig. 7 veranschaulicht den Strahlengang der Lichtstrahlen, die vom Abblendlichtmodul bzw. vom Fernlichtmodul emittiert werden, durch einen der beiden Prismenkörper 110 der erfindungsgemäß eingesetzten Blende 105. Die vom Abblendlichtmodul 101 erzeugten Lichtstrahlen **114** treten durch die zweite Prismenfläche 112 in den Prismenkörper 110 ein und werden an der ersten Prismenfläche 111 totalreflektiert und treten durch die dritte Prismenfläche 113 aus, so dass die Generierung störenden Streulichts im Bereich oberhalb der H-H-Linie unterbunden wird. Die Lichtstrahlen **117**, die von dem Fernlichtmodul 102 erzeugt werden, treten durch

die erste Prismenfläche 111 ein, werden durch den Prismenkörper transmittiert und beim Austritt durch die dritte Prismenfläche 113 leicht abgelenkt, so dass der Spalt zwischen dem Abblendlicht und dem Fernlicht im Lichtbild der Fernlichtfunktion (d.h. Abblendlicht und Fernlicht ist eingeschaltet) geschlossen wird.

**[0037]** Eine Weiterbildung der Erfindung ist ebenfalls in der Blende 105 dargestellt. Die Blende 105 weist ein Lichtfenster 115 auf, das im lichtundurchlässigen Blendenbereich 107 der Blende 105 angeordnet und von diesem begrenzt ist. Das Lichtfenster 115 wird dadurch geschaffen, indem in eine fensterförmige Ausnehmung im lichtundurchlässigen Blendenbereich 107 eine mit einer Einlegeplatte aus transparentem Kunststoff verschlossen wird. Der Lichtpfad von den Abblendlicht- und/oder Fernlichtmodulen kann durch das Lichtfenster 115 und durch die Projektionslinse nach außen verlaufen. Durch diese Weiterbildung ist es möglich, die Lichtstrahlen, die durch das Abblendlichtmodul und das Fernlichtmodul erzeugt werden, auf gezielte Art und Weise zusätzlich zu vermengen und Inhomogenitäten im Lichtbild einer Fernlichtfunktion zusätzlich zu minimieren. Darüber hinaus ist eine gezielte Abstrahlung von Lichtstrahlen in Bereiche des Lichtbilds möglich, welche üblicherweise zur Beleuchtung von Verkehrsschildern von besonderer Bedeutung sind (sogenanntes "sign light"). Beispielsweise kann es vorgesehen sein, dass der Lichtpfad durch das Lichtfenster 115 ausschließlich von dem Abblendlichtmodul 101 durch das Lichtfenster 115 und durch die Abbildungsoptik 101 nach außen verläuft. Dies ist in Fig. 8 gezeigt, die eine Detailansicht eines Schnitts durch die Blende in Fig. 1 und Fig. 2 darstellt und den Strahlengang der Lichtstrahlen 114, die vom Abblendlichtmodul 101 emittiert werden, durch das in der Blende 105 angeordnete Lichtfenster 115 ("sign light") veranschaulicht. Fig. 8a zeigt eine vergrößerte Ansicht der Fig. 8, wobei zusätzlich der Strahlengang der Lichtstrahlen 117, die vom Fernlichtmodul 102 emittiert werden, dargestellt ist. Die Lichtstrahlen 117 aus dem Fernlichtmodul werden an der zur optischen Achse 104 geneigten unteren Grenzfläche 118 des Lichtfensters 115 totalreflektiert (in Fig. 8a sind die totalreflektierten Lichtstrahlen mit 117\* gekennzeichnet). Somit weisen die Lichtstrahlen 117 zum Lot  $n$  auf die Grenzfläche 118 einen Einfallswinkel größer als den Winkel der Totalreflexion auf. Dadurch wird verhindert, dass Licht aus dem Fernlichtmodul zum Vorfeld in der Abblendlichtverteilung beiträgt und somit wird die Einhaltung gesetzmäßiger Vorgaben ermöglicht {USA FMVSS-108 Table XVIII UB2: Meßpunkt [4D,V] mit einer Vorgabe an die Lichtstärke <12000 cd Maximum Photometric Intensity}. Die notwendige Neigung kann auch durch eine prismatische Ausgestaltung dieser unteren Grenzfläche 118 erzielt werden.

**[0038]** Fig. 9 veranschaulicht zwei beispielhafte alternative Varianten für Dreiecksprismen einer erfindungsgemäß eingesetzten Blende, nämlich einerseits die Anordnung eines einzigen großen Dreiecksprismas 210 mit einer Höhe  $H$  und, alternativ dazu, andererseits die An-

ordnung mehrerer (insgesamt fünf) kleiner Dreiecksprismen 310. Die Dreiecksprismen 210 bzw. 310 sind jeweils im lichtdurchlässigen Bereich an der Blendenkante einer erfindungsgemäß eingesetzten Blende angeordnet und in Bezug auf die Brennfläche bzw. den Brennpunkt  $F$  der Abbildungsoptik (z.B. einer Projektionslinse 103 aus Fig. 1 und Fig. 2) in der erfindungsgemäßen Leuchteinheit positioniert. Bezug nehmend auf die Beschreibung zu den Prismenkörpern 110 weiter oben, umfassen die Dreiecksprismen 210 bzw. 310 jeweils eine erste Prismenfläche 211 bzw. 311, eine zweite Prismenfläche 212 bzw. 312 und eine dritte Prismenfläche 213 bzw. 313. Wie in Fig. 9 gut ersichtlich ist, verläuft die jeweils erste Prismenfläche 211 bzw. 311 der Dreiecksprismen 210 bzw. 310 im Wesentlichen parallel zur optischen Achse 204. Wie aus Fig. 9 gut ersichtlich ist, liegen die zweiten Prismenflächen 312 der fünf kleinen Dreiecksprismen 310 parallel zur zweiten Prismenfläche 212 des großen Dreiecksprismas 210; die dritten Prismenflächen 313 der kleinen Dreiecksprismen 310 liegen parallel zur dritten Prismenfläche 213 des großen Dreiecksprismas 210. Die Blendenkante 206 bzw. 306 wird durch die aus Prismenflächen 211 und 213 bzw. 311 und 313 gebildete Prismenkante definiert (bei den kleinen Dreiecksprismen 310 durch das äußerste, der Abbildungsoptik am nächsten gelegene Prisma 310). In Fig. 9 erstreckt sich die Blendenkante 206 bzw. 306 genau bis zum Brennpunkt  $F$  der Abbildungsoptik/Projektionslinse.

**[0039]** Die in Fig. 9 gezeigten kleinen Dreiecksprismen 310 weisen alle dieselbe Höhe  $H'$  auf. Einem Fachmann auf dem Gebiet wird jedoch einleuchten, dass die Höhen der aneinandergereihten Prismen stetig ansteigen können. Dies hat den Vorteil, dass ein kleineres, näher beim Brennpunkt liegendes Dreiecksprisma anteilmäßig weniger Fernlichtstrahlen abschattet, welche durch erste Prismenflächen der Dreiecksprismen in die transparente geometrische Struktur der Blende eintreten. Beispielsweise werden weniger Fernlichtstrahlen an einer zweiten Prismenfläche eines näher beim Brennpunkt liegenden Prismas mit kleinerer Höhe totalreflektiert, welche über eine erste Prismenfläche eines Dreiecksprismas mit größerer Höhe eintreten. Die Zunahme der Höhen der Dreiecksprismen folgt vorteilhafterweise einem parabelförmigen Kurvenzug.

**[0040]** Fig. 10 zeigt eine abgewandelte Variante einer Blende 405 für eine erfindungsgemäße Leuchteinheit. Die Blende 405 ist im Wesentlichen wie die oben beschriebene Blende 105 aufgebaut. Die Blende 405 weist einen im Wesentlichen flächigen lichtundurchlässigen Blendenbereich 407 und an der Blendenkante 406 im Bereich der Brennfläche einen lichtdurchlässigen Blendenbereich 408 mit einer geometrischen Struktur 409 umfassend zwei Prismenkörper 410 aus einem lichtdurchlässigen Material auf. Die Prismenkörper 410 weisen in Längsrichtung zwei ineinander übergehende Bereiche 410a und 410b auf, die in der Höhe zueinander versetzt sind und über einen schrägen Übergangsbereich 410c, durch den die optische Achse 404 verläuft,

miteinander verbunden sind. Ebenso umfasst auch der lichtundurchlässige Bereich 407 zwei ineinander übergehende und in der Höhe zueinander versetzte Bereiche **407a** und **407b** auf, über einen schrägen Übergangsbereich **407c**, durch den die optische Achse **404** verläuft, miteinander verbunden sind. Dadurch ist es möglich, einen Asymmetrieanstieg in der Lichtverteilung zu realisieren. So wie bei den oben beschriebenen Prismenkörpern 110, 210 und 310 umfassen die Prismenkörper 410 eine erste, eine zweite und eine dritte Prismenfläche (in Fig. 10 aus Platzgründen nicht mit Bezugszeichen versehen), die zweite Prismenfläche ist dem lichtundurchlässigen Blendenbereich 407 zugewandt und schließt mit der ersten Prismenfläche einen Innenwinkel  $\alpha_1 \geq \theta$  ein, und die dritte Prismenfläche ist von dem lichtundurchlässigen Blendenbereich 407 abgewandt ist und schließt mit der ersten Prismenfläche einen Innenwinkel  $\alpha_2 \geq \theta$  ein, wobei  $\theta$  der Grenzwinkel der Totalreflexion des lichtdurchlässigen Materials ist, die Innenwinkel  $\alpha_1$  und  $\alpha_2$  gleich oder unterschiedlich sind, und mit der Maßgabe, dass der Innenwinkel  $\alpha_1$  bzw. der Innenwinkel  $\alpha_2$  nicht  $45^\circ$  ist. So wie die Blende 105 kann natürlich auch die Blende 405 mit einem Lichtfenster 115 zur Erzeugung einer "Sign Light"-Funktion versehen werden.

**[0041]** Fig. 11 veranschaulicht eine Gradientengestaltung zur Aufweichung der Hell-Dunkel-Grenze bei einer Abblendlichtverteilung mit Hilfe einer erfindungsgemäß eingesetzten Blende, die einen Prismenkörper mit gekrümmten Prismenflächen aufweist. Fig. 12 zeigt eine beispielhafte Lichtverteilung mit Hell-Dunkel-Grenze in einem zweidimensionalen Winkelraum anhand der Linien H-H und V-V bei einer Gradientengestaltung gemäß Fig. 11. Ein Vorteil der Erfindung liegt darin, dass die an der Prismenstruktur totalreflektierten Lichtstrahlen, die vom Abblendlichtmodul abgestrahlt werden, in leicht unterschiedliche Richtungen gebrochen werden, so dass ein weicherer Übergang bzw. ein gesetzeskonformer Gradienten-Wert der Hell-Dunkel-Grenze erzeugt wird, wobei die Hell-Dunkel-Grenze primär durch die Blendenkante **506** bestimmt ist. Ein Fahrzeuglenker nimmt dann die Lichtverteilung ohne irritierende Grenzlinie zwischen ausgeleuchteter und dunkler Straßenoberfläche wahr. Somit müssen keine weiteren Maßnahmen, z.B. eine Mikrostruktur auf der Abbildungsoptik, gesetzt werden, um eine gewünschte Aufweichung der Hell-Dunkel-Grenze zu bewirken. In der Fig. 11 ist eine vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung dargestellt. Bei dieser Weiterbildung ist eine dritte Prismenfläche **513** eines Prismenkörpers **510** nach innen gekrümmt, wobei die Querschnittsfläche in der Längserstreckung gleichbleibend ist. Der Prismenkörper 510 ist wie oben beschrieben Bauteil einer erfindungsgemäß eingesetzten Blende, die hier jedoch nicht näher dargestellt ist. Der Einsatz einer gekrümmten dritten Prismenfläche 513 (und/ oder einer gekrümmten zweiten Prismenfläche **512**) hat den Vorteil, dass damit der Gradient der Hell-Dunkel-Grenze besonders gezielt eingestellt und positiv beeinflusst werden kann, so dass die Hell-Dunkel-Grenze aufgespalten und

breiter abgebildet wird. Für einen Betrachter bzw. den Fahrzeuglenker ergibt sich dadurch ein besonders weicher Übergang der Hell-Dunkel-Grenze im Lichtbild. Der Lichtpfad der vom Abblendlichtmodul emittierten Lichtstrahlen 516 von der gekrümmten dritten Prismenfläche 513 bis zum Durchtritt durch eine Projektionslinse **503** ist in Fig. 11 anhand von Pfeilen veranschaulicht. Ein beispielhaftes Parallelstrahlbündel 516 erfährt aufgrund unterschiedlicher Flächennormalen auf der gekrümmten dritten Prismenfläche 513 ein divergierendes Totalreflexionsstrahlenbündel 516'. Durch die Projektionslinse 503 wird die Divergenz  $\delta$  aufgrund der unterschiedlichen Brechung des Lichtverteilung-Strahlenbündels 516" weiter vergrößert. Analoges gilt auch für Lichtstrahlen, die über eine im Allgemeinen gekrümmte zweite Prismenfläche 512 in den Prismenkörper 510 eintreten und nach einer Totalreflexion an der im Allgemeinen planaren ersten Prismenfläche 511 den Prismenkörper 510 über die gekrümmte dritte Prismenfläche 513 verlassen. An den beiden Prismenflächen 512 und 513 wird Licht nach dem Snell'schen Brechungsgesetz gebrochen. Aus Fig. 12 ist ersichtlich, dass die Hell-Dunkel-Grenze **HDG**, die etwas unterhalb der und parallel zur H-H-Linie verläuft breiter aufgeweitet wird, wodurch der Gradient abnimmt.

**[0042]** Die Erfindung kann in beliebiger dem Fachmann bekannter Weise abgeändert werden und ist nicht auf die gezeigten Ausführungsformen beschränkt. Auch können einzelne Aspekte der Erfindung aufgegriffen und weitgehend miteinander kombiniert werden. Wesentlich sind die der Erfindung zugrunde liegenden Gedanken, welche in Anbetracht dieser Lehre durch einen Fachmann in mannigfaltiger Weise ausgeführt werden können und trotzdem als solche aufrechterhalten bleiben.

### Patentansprüche

1. Leuchteinheit (100) für eine Beleuchtungseinrichtung eines Kraftfahrzeugs, insbesondere für einen Kraftfahrzeugscheinwerfer, umfassend:

zumindest ein Abblendlichtmodul (101) zur Erzeugung einer Abblendlicht-Lichtverteilung größtenteils unterhalb einer im Wesentlichen vor dem Kraftfahrzeug abgebildeten horizontalen Hell-Dunkel-Grenze,

zumindest ein Fernlichtmodul (102) zur Erzeugung einer Fernlicht-Lichtverteilung größtenteils oberhalb der Hell-Dunkel-Grenze,

eine dem Abblendlichtmodul (101) und dem Fernlichtmodul (102) in optischer Strahlrichtung zur Erzeugung einer Gesamtlichtverteilung der Lichtmodule nachgeschaltete Abbildungsoptik (103, 503) mit einer optischen Achse (104, 204, 404, 504) und einer im Wesentlichen normal zur optischen Achse (104, 204, 404, 504) orientierten Brennfläche (116), und

eine Blende (105,405), die eine Blendenkante

(106, 206, 306, 506) aufweist und sich zur Erzeugung der horizontalen Hell-Dunkelgrenze in einem durch die Leuchteinheit (100) erzeugten Lichtbild im Wesentlichen bis zur Brennfläche (116) der Abbildungsoptik (103, 503) erstreckt,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

die Blende (105, 405) einen im Wesentlichen flächigen lichtundurchlässigen Blendenbereich (107, 407) und an der Blendenkante (106, 206, 306, 506) im Bereich der Brennfläche (116) einen lichtdurchlässigen Blendenbereich (108, 408) mit einer geometrischen Struktur (109, 409) aus einem lichtdurchlässigen Material aufweist, wobei die geometrische Struktur (109, 409) zumindest einen Prismenkörper (110, 210, 310, 410, 510) mit einer im Wesentlichen dreieckigen Querschnittsfläche umfasst, der zumindest eine Prismenkörper (110, 210, 310, 410, 510) längserstreckt ist und die Längserstreckung im Wesentlichen quer zur optischen Achse (104, 204, 404, 504) verläuft, der zumindest eine Prismenkörper (110, 210, 310, 410, 510) eine erste, eine zweite und eine dritte Prismenfläche aufweist, wobei die erste Prismenfläche (111, 211, 311, 511) im Wesentlichen mit dem flächigen lichtundurchlässigen Blendenbereich (107,407) fluchtet, die zweite Prismenfläche (112, 212, 312, 512) dem lichtundurchlässigen Blendenbereich (107, 407) zugewandt ist und mit der ersten Prismenfläche (111, 211, 311) einen Innenwinkel  $\alpha_1 \geq \theta$  einschließt, und die dritte Prismenfläche (113, 213, 313, 513) von dem lichtundurchlässigen Blendenbereich (107, 407) abgewandt ist und mit der ersten Prismenfläche (111, 211, 311) einen Innenwinkel  $\alpha_2 \geq \theta$  einschließt, wobei  $\theta$  der Grenzwinkel der Totalreflexion des lichtdurchlässigen Materials ist, die Innenwinkel  $\alpha_1$  und  $\alpha_2$  gleich oder unterschiedlich sind, und mit der Maßgabe, dass der Innenwinkel  $\alpha_1$  bzw. der Innenwinkel  $\alpha_2$  nicht  $45^\circ$  ist.

2. Leuchteinheit nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die geometrische Struktur (109,409) zumindest zwei in optischer Strahlrichtung hintereinander angeordnete Prismenkörper (110, 310,410) umfasst, deren erste Prismenflächen (111, 311) längs aneinander angrenzen und miteinander fluchten.

3. Leuchteinheit nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die geometrische Struktur (109,409) aus genau zwei in optischer Strahlrichtung hintereinander angeordneten Prismenkörpern (110, 410) gebildet ist, deren erste Prismenflächen (111) längs aneinander angrenzen und miteinander fluchten.

4. Leuchteinheit nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zumindest eine Prismenkörper (410) in Längsrichtung zwei ineinander übergehende Bereiche (410a, 410b) aufweist, die in der Höhe zueinander versetzt sind und über einen, vorzugsweise schrägen, Übergangsbereich (410c), durch den die optische Achse (404) verläuft, miteinander verbunden sind.

5. Leuchteinheit nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Blende einstückig aus dem lichtdurchlässigen Material gefertigt ist und der lichtundurchlässige Blendenbereich bedampft, insbesondere metallbedampft, oder verspiegelt ist.

6. Leuchteinheit nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der lichtundurchlässige Blendenbereich aus einem lichtundurchlässigen Material gefertigt ist und der lichtdurchlässige, die geometrische Struktur umfassende Blendenbereich ein Einlegeteil aus dem lichtdurchlässigen Material ist, oder die Blende ist mittels eines Mehrkomponenten-Spritzgießverfahrens unter Verwendung lichtdurchlässiger und lichtundurchlässiger Kunststoffmaterialien hergestellt.

7. Leuchteinheit nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das lichtdurchlässige Material Kunststoff oder Glas ist.

8. Leuchteinheit nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite und/oder dritte Prismenfläche (112, 113, 212, 213, 312, 313) im Wesentlichen planar ist.

9. Leuchteinheit nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite und/oder dritte Prismenfläche (512, 513) gekrümmt ist, vorzugsweise ist die dritte Prismenfläche (513) nach innen gekrümmt.

10. Leuchteinheit nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** das zumindest eine Abblendlichtmodul (101) und das zumindest eine Fernlichtmodul (102) jeweils zumindest eine Lichtquelle umfassen, wobei jeder Lichtquelle in optischer Strahlrichtung ein Kollimator zugeordnet ist und der Kollimator dazu eingerichtet ist, den Abstrahlwinkel der von der Lichtquelle erzeugten Lichtstrahlen zu verkleinern.

11. Leuchteinheit nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Blende (101) zumindest ein Lichtfenster (115) aufweist, wobei zumindest ein Lichtpfad von den Abblendlicht- und oder Fernlichtmodulen (101, 102) durch das zumindest eine Lichtfenster (115) und durch die Abbil-

dungsoptik (103) nach außen verläuft.

12. Leuchteinheit nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zumindest eine Lichtpfad durch das zumindest eine Lichtfenster (115) ausschließlich von dem Abblendlichtmodul (101) durch das zumindest eine Lichtfenster (115) und durch die Abbildungsoptik (103) nach außen verläuft. 5
13. Leuchteinheit nach Anspruch 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** das zumindest eine Lichtfenster (115) im lichtundurchlässigen Blendenbereich (107) der Blende (105) angeordnet und von diesem begrenzt wird, wobei das Lichtfenster (107) als Ausnehmung im lichtundurchlässigen Blendenbereich der Blende ausgebildet ist oder aus einem lichtdurchlässigen Material besteht. 10  
15
14. Kraftfahrzeugscheinwerfer mit zumindest einer Leuchteinheit (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 13. 20
15. Kraftfahrzeug umfassend zumindest eine Leuchteinheit (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 13 und/oder einen Kraftfahrzeugscheinwerfer nach Anspruch 14. 25

30

35

40

45

50

55

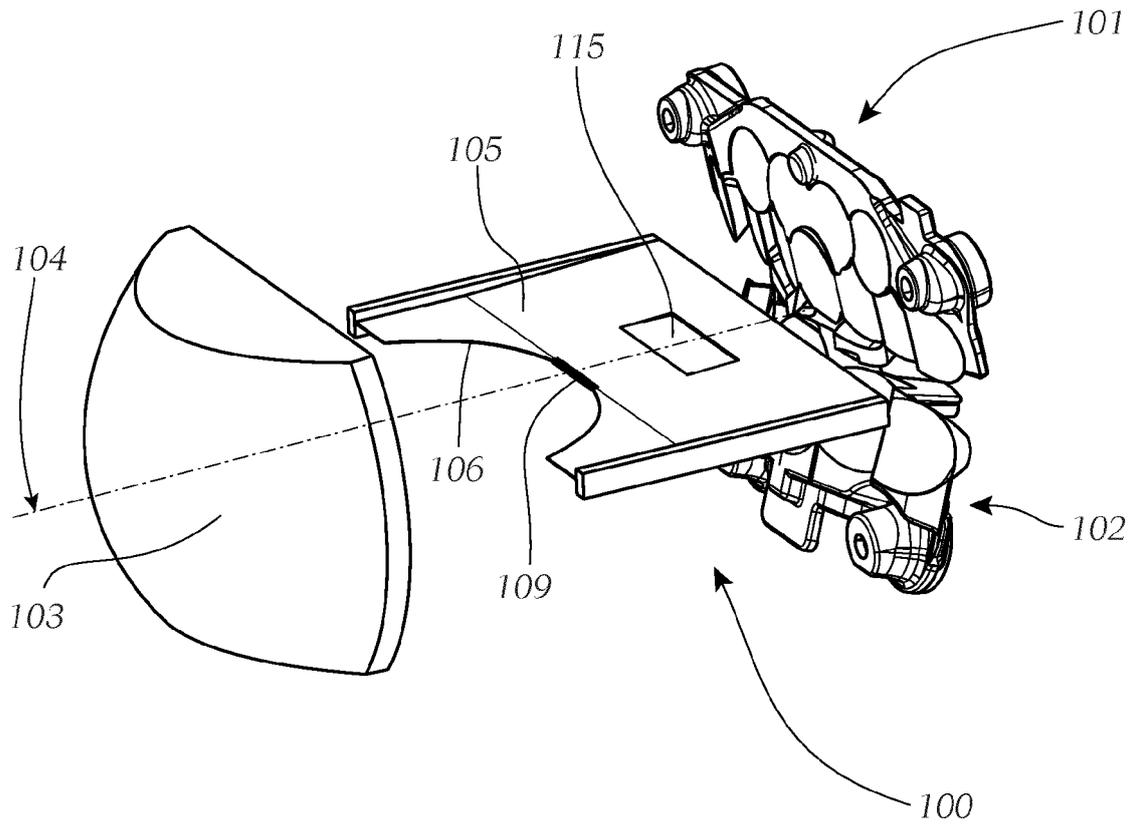


Fig. 1

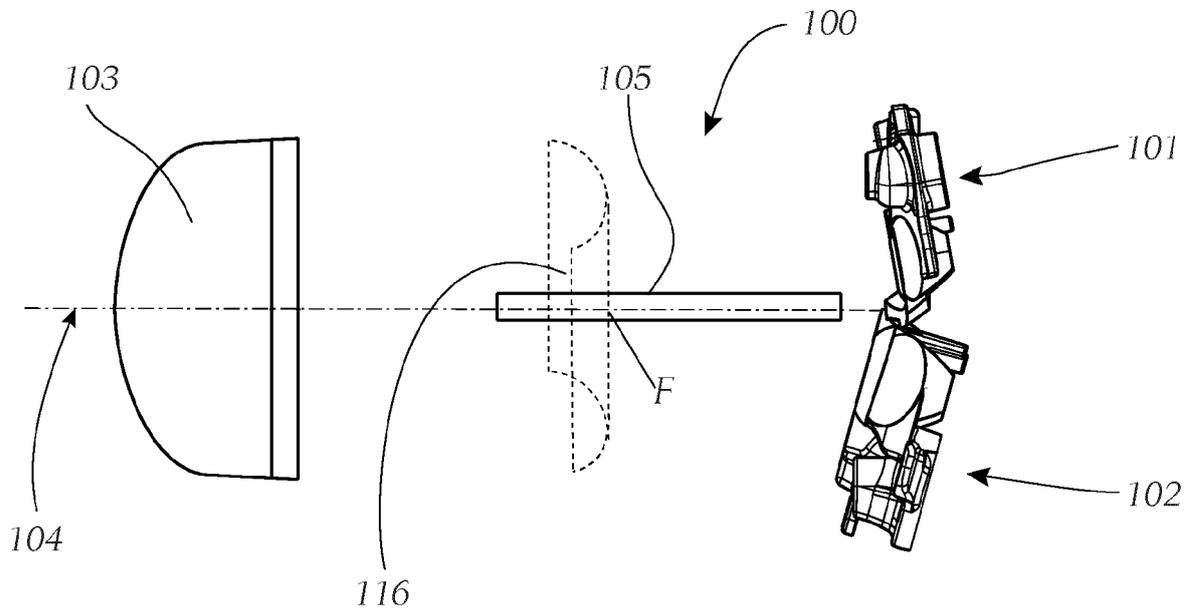


Fig. 2

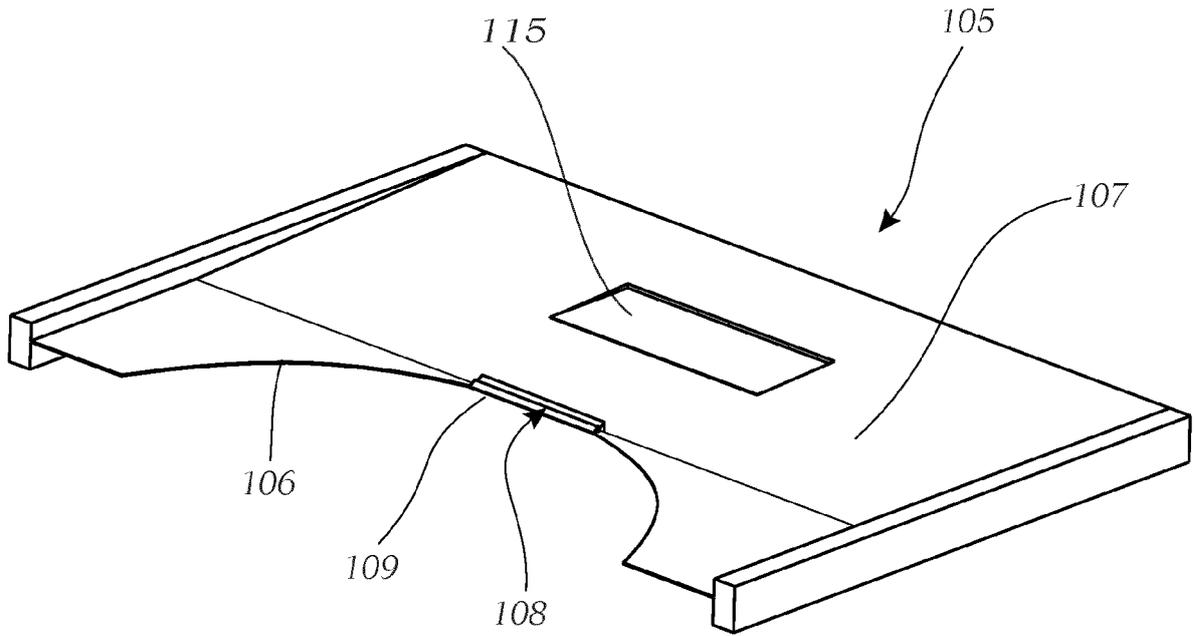


Fig. 3

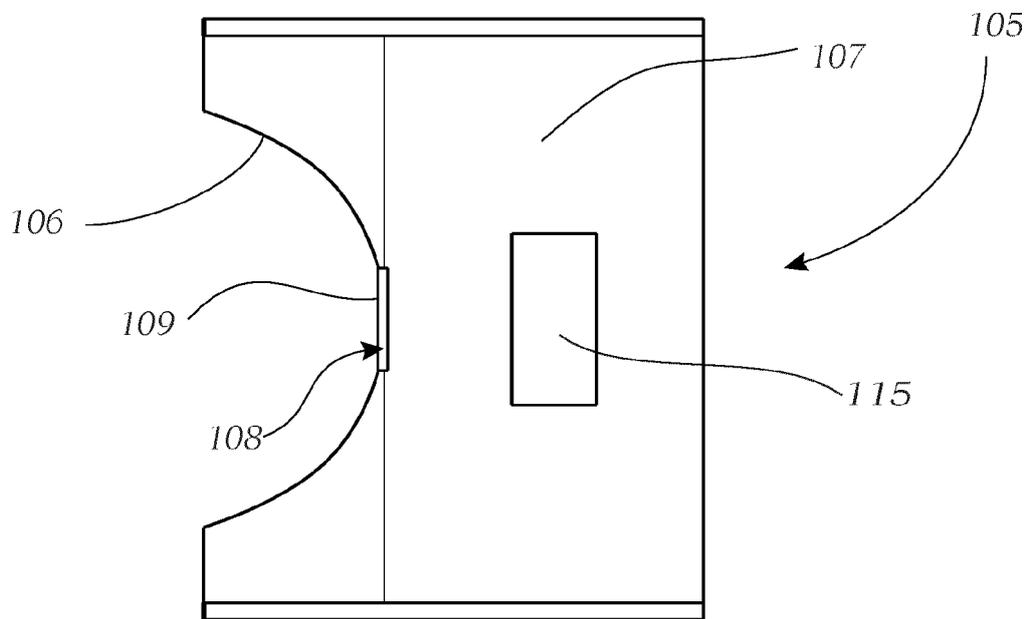


Fig. 4

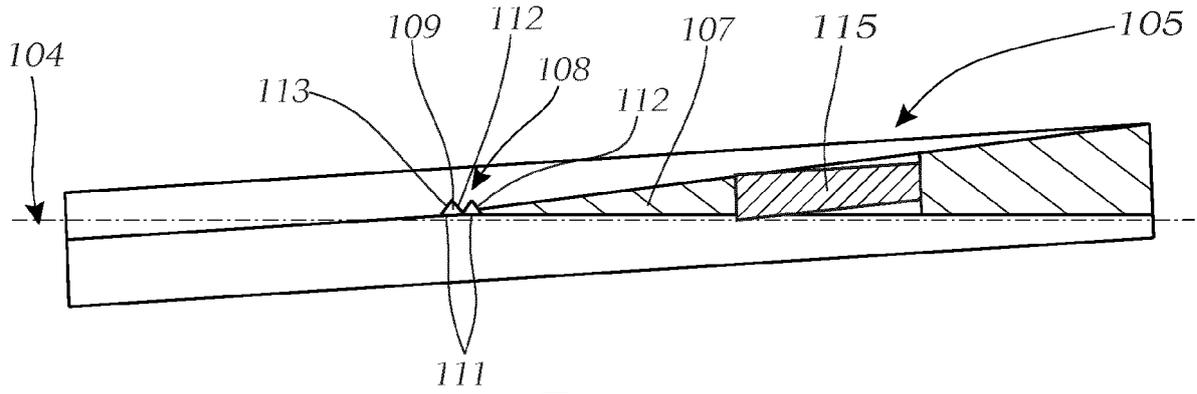


Fig. 5

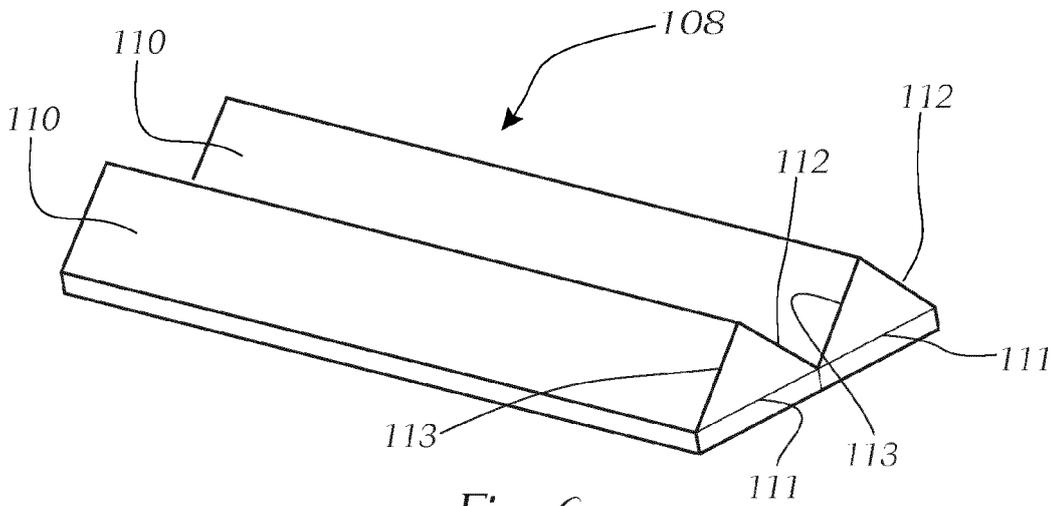


Fig. 6

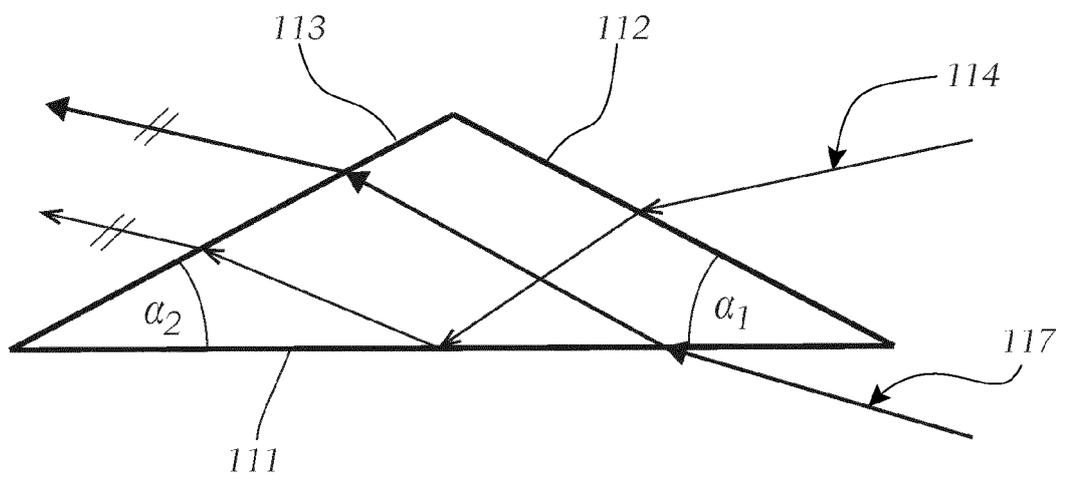


Fig. 7

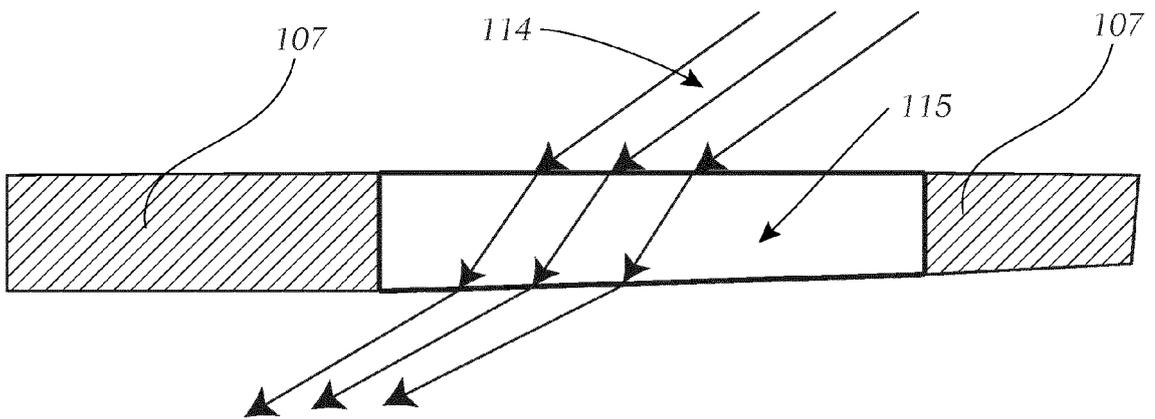


Fig. 8

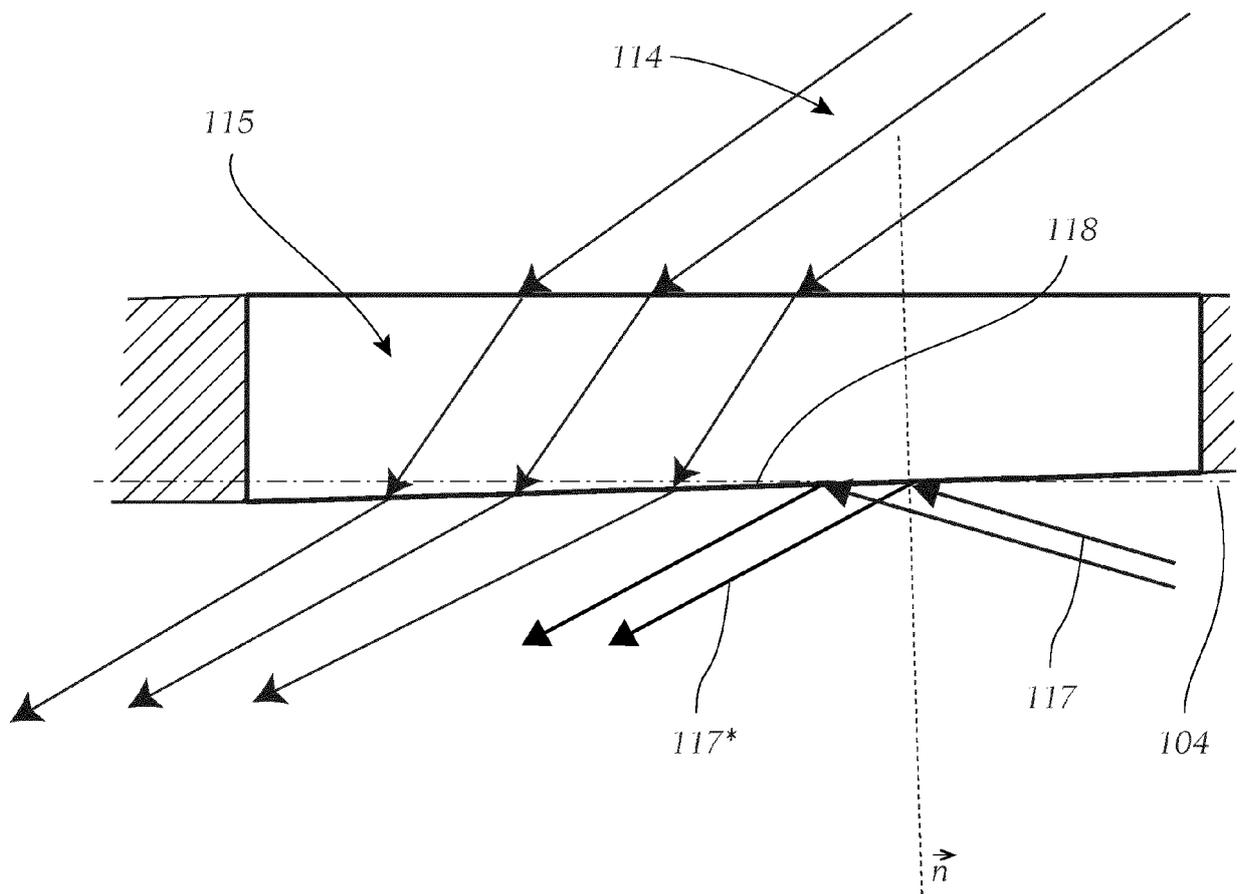


Fig. 8a

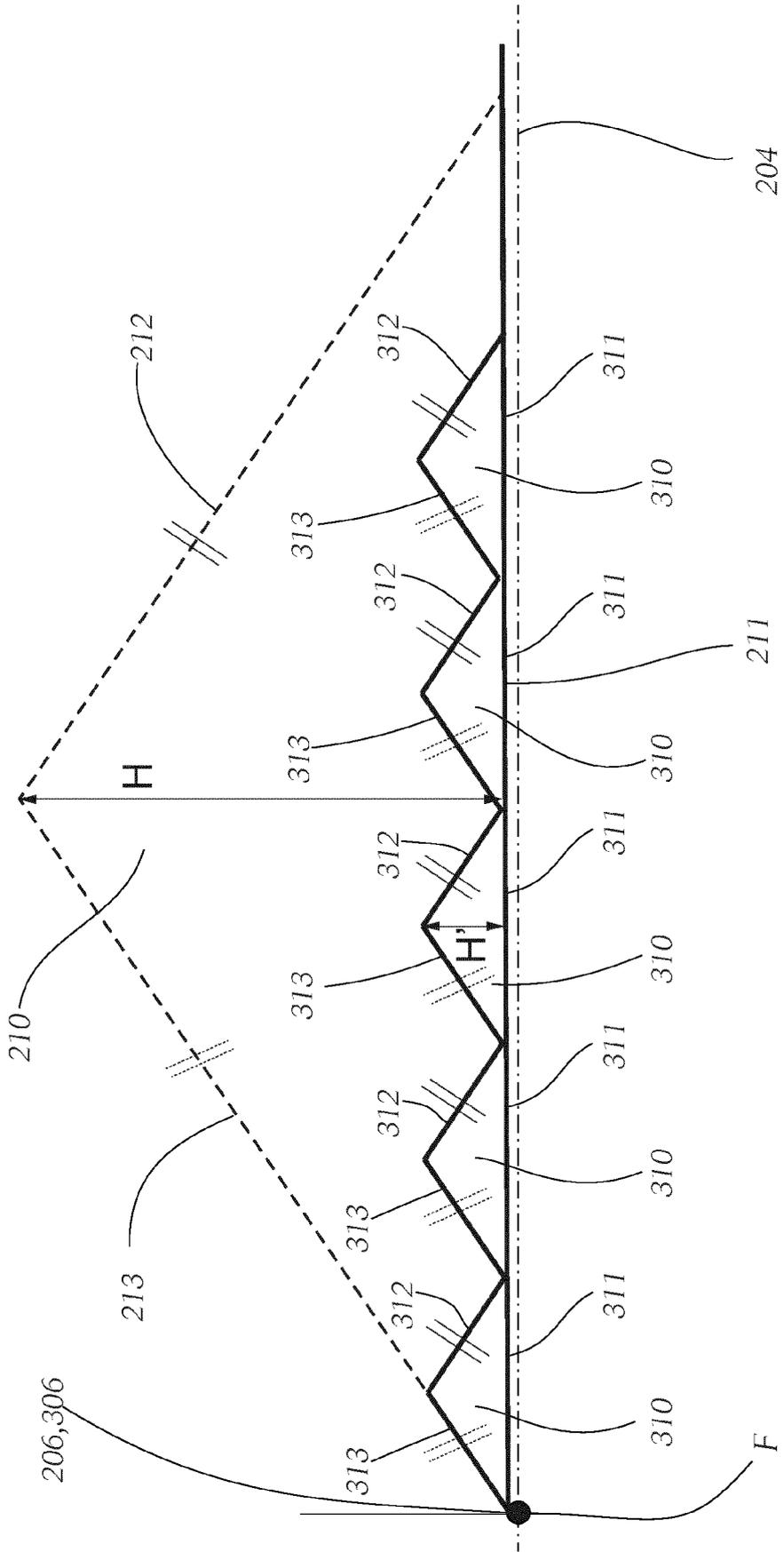


Fig. 9

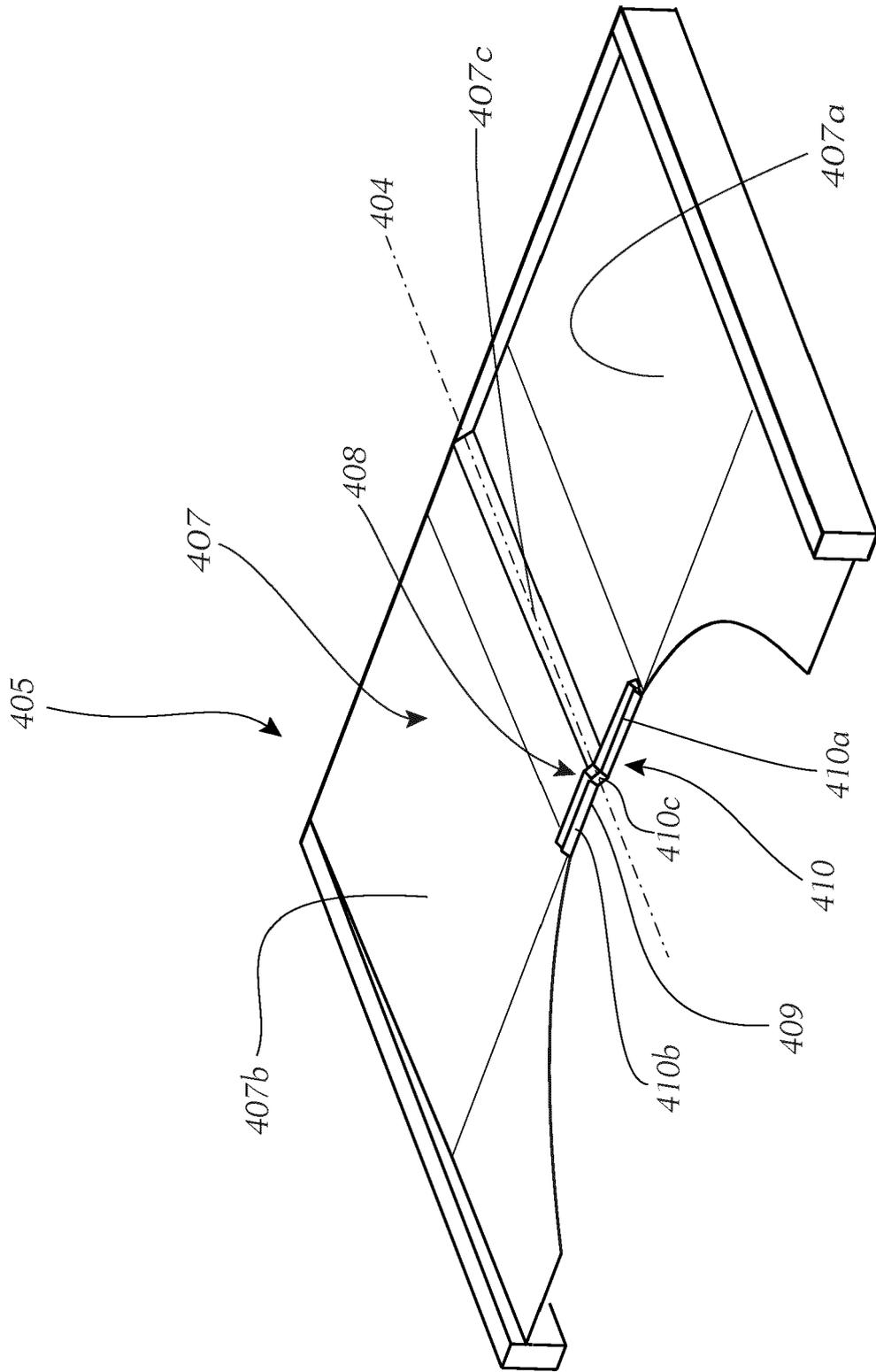


Fig. 10

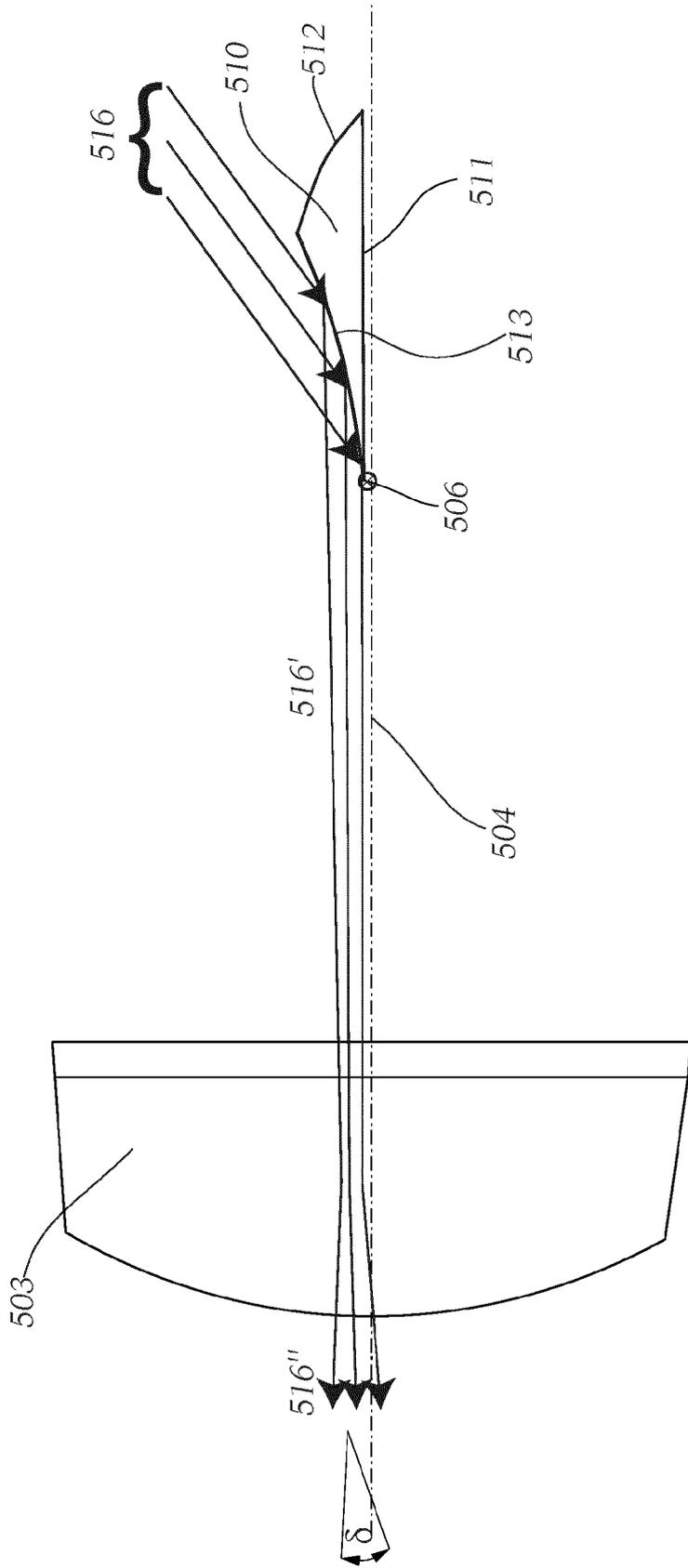


Fig. 11

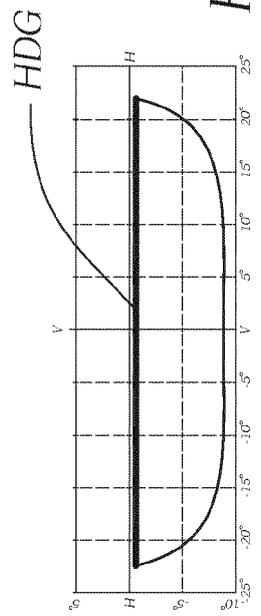


Fig. 12



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 18 20 2516

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	DE 10 2010 046021 A1 (AUTOMOTIVE LIGHTING REUTLINGEN [DE]) 22. März 2012 (2012-03-22) * Absätze [0052] - [0055]; Abbildungen * -----	1-15	INV. F21S41/147 F21S41/25 F21S41/255 F21S41/26
A	DE 10 2009 008631 A1 (AUTOMOTIVE LIGHTING REUTLINGEN [DE]) 19. August 2010 (2010-08-19) * Absätze [0049] - [0051]; Abbildungen * -----	1-15	F21S41/20 F21S41/40 F21S41/43 F21S41/663
A	DE 10 2011 013211 A1 (AUTOMOTIVE LIGHTING REUTLINGEN [DE]) 6. September 2012 (2012-09-06) * Zusammenfassung; Abbildungen * -----	1-15	
A	US 2017/276311 A1 (HIKI SATORU [JP]) 28. September 2017 (2017-09-28) * Zusammenfassung; Abbildungen * -----	15	
A	JP 2014 120342 A (KOITO MFG CO LTD) 30. Juni 2014 (2014-06-30) * Zusammenfassung * -----	1-15	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
A,D	FR 2 962 786 A1 (VALEO VISION [FR]) 20. Januar 2012 (2012-01-20) * Zusammenfassung; Abbildungen * -----	1-15	F21S
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>München</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>1. April 2019</b>	Prüfer <b>Panatsas, Adam</b>
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument ..... & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 18 20 2516

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.  
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

01-04-2019

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	DE 102010046021 A1	22-03-2012	DE 102010046021 A1 EP 2616738 A1 WO 2012034936 A1	22-03-2012 24-07-2013 22-03-2012
15	DE 102009008631 A1	19-08-2010	DE 102009008631 A1 FR 2942020 A1 US 2010226142 A1	19-08-2010 13-08-2010 09-09-2010
20	DE 102011013211 A1	06-09-2012	CN 103443534 A DE 102011013211 A1 EP 2683979 A1 US 2014016343 A1 WO 2012119976 A1	11-12-2013 06-09-2012 15-01-2014 16-01-2014 13-09-2012
25	US 2017276311 A1	28-09-2017	JP 2017174731 A US 2017276311 A1	28-09-2017 28-09-2017
	JP 2014120342 A	30-06-2014	KEINE	
30	FR 2962786 A1	20-01-2012	KEINE	
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

**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**

- DE 602004002043 T2 **[0003]**
- FR 2962786 A1 **[0003]**
- AT 514161 A1 **[0003]**
- WO 2015014706 A1 **[0003]**