

(19)



(11)

EP 3 372 890 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
12.09.2018 Patentblatt 2018/37

(51) Int Cl.:
F21S 41/143^(2018.01) F21S 41/29^(2018.01)
F21S 41/265^(2018.01)

(21) Anmeldenummer: **18156868.4**

(22) Anmeldetag: **15.02.2018**

(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:
MA MD TN

(71) Anmelder: **Automotive Lighting Reutlingen GmbH
72762 Reutlingen (DE)**

(72) Erfinder: **PFAFF, Sebastian
71034 Böblingen (DE)**

(74) Vertreter: **DREISS Patentanwälte PartG mbB
Friedrichstraße 6
70174 Stuttgart (DE)**

(30) Priorität: **09.03.2017 DE 102017105027**

(54) **KRAFTFAHRZEUGSCHEINWERFERLICHTMODUL**

(57) Vorgestellt wird ein Kraftfahrzeugscheinwerferlichtmodul mit einer Halbleiterlichtquelle und einer Projektionslinse, die eine Lichtverteilung erzeugt, in der eine Kante der Halbleiterlichtquelle als Hell-Dunkel-Grenze abgebildet wird, wobei die Projektionslinse einen ersten Teilbereich aufweist, der eine erste Teillichtverteilung erzeugt und einen zweiten Teilbereich aufweist, der eine zweite Teillichtverteilung erzeugt, die sich mit der ersten Teillichtverteilung überlappend überlagert. Das Lichtmo-

dul zeichnet sich dadurch aus, dass die Projektionslinse einen dritten Teilbereich aufweist, der eine dritte Teillichtverteilung erzeugt, die von der Hell-Dunkel-Grenze begrenzt wird und die sich mit der ersten Teillichtverteilung und der zweiten Teillichtverteilung überlappend überlagert, wobei die erste Teillichtverteilung und die zweite Teillichtverteilung unterhalb der von dem dritten Teilbereich erzeugten Hell-Dunkel-Grenze liegen.

EP 3 372 890 A1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Kraftfahrzeugscheinwerferlichtmodul nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Ein solches Lichtmodul ist aus der EP 3 043 109 A1 bekannt. Das bekannte Lichtmodul weist eine Halbleiterlichtquelle und eine Projektionslinse auf, die in einem von der Halbleiterlichtquelle ausgehenden Lichtbündel angeordnet ist und die aus dem Lichtbündel eine Lichtverteilung erzeugt, in der eine Kante einer Lichtaustrittsfläche der Halbleiterlichtquelle als Hell-Dunkel-Grenze abgebildet wird. Die Projektionslinse weist einen ersten Teilbereich auf, der eine erste Teillichtverteilung erzeugt, und sie weist einen zweiten Teilbereich auf, der eine zweite Teillichtverteilung erzeugt, die sich mit der ersten Teillichtverteilung überlappend überlagert. Der erste Teilbereich ist vom zweiten Teilbereich durch einen ausgeprägten Knick in der Lichteintrittsfläche der Projektionslinse abgegrenzt.

[0002] Das bekannte Lichtmodul ist ein Beispiel eines direkt abbildenden Lichtmoduls. Solche Lichtmodule ermöglichen eine Erzeugung von Lichtverteilungen mit einer minimalen Anzahl von Komponenten. Üblicherweise besteht ein direktabbildendes System aus einer oder mehreren Lichtquellen sowie einer einzelnen Projektionsoptik, die in der Regel eine Projektionslinse ist.

[0003] Die Erzeugung einer Hell-Dunkel-Grenze mit einem direktabbildenden System ist z.B. auch aus der EP 1 447 617 2 bekannt. Dort wird die Unterkante einer LED-Zeile als Hell-Dunkel-Grenze abgebildet. Weiterhin ist aus dem Patent US 7 648 262 B2 bekannt, eine segmentierte Linse zu verwenden, um die Lichtverteilung zu optimieren. Die in diesem Patent optimierte Lichtverteilung entspricht dabei einem Abblendlicht mit Anstieg (asymmetrisches Abblendlicht). Eine Segmentierung der Linsenfläche zum Nutzen der Farbkorrektur wird nicht angewendet. Aus der EP 2 924 339 A1 ist ebenfalls ein direktabbildendes Lichtmodul bekannt. Sowohl bei der EP 2 924 339 A1 als auch bei der EP 3 043 109 A1 werden mit verschiedenen Teilbereichen der Projektionslinse Teillichtverteilungen erzeugt, die an ihren Rändern einen Farbsaum aufweisen. Durch geeignetes Überlagern eines rötlichen Farbsaums der einen Teillichtverteilung mit einem bläulichen Farbsaum einer anderen Teillichtverteilung wird der störende Farbsaum beseitigt.

[0004] Bekannt sind auch Lichtmodule, die eine Hell-Dunkel-Grenze durch die Abbildung eines Shutters im Strahlengang erzeugen.

[0005] Die Aufgabe der Erfindung besteht in der Angabe eines kostengünstigen und effizienten Kraftfahrzeugscheinwerferlichtmoduls, das eine Lichtverteilung erzeugt, die eine Hell-Dunkel-Grenze aufweist.

[0006] Von dem eingangs genannten Stand der Technik unterscheidet sich die vorliegende Erfindung durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1. Diese sehen vor, dass die Projektionslinse einen zwischen dem ersten Teilbereich und dem zweiten Teilbereich liegen-

den dritten Teilbereich aufweist, der dazu eingerichtet ist, eine dritte Teillichtverteilung zu erzeugen, die bei einer bestimmungsgemäßen Verwendung des Kraftfahrzeugscheinwerferlichtmoduls von der als Bild der Kante der Halbleiterlichtquelle erzeugten Hell-Dunkel-Grenze nach oben begrenzt wird und die sich mit der ersten Teillichtverteilung und der zweiten Teillichtverteilung überlappend überlagert, wobei die erste Teillichtverteilung und die zweite Teillichtverteilung unterhalb einer Linie liegen, die bei bestimmungsgemäßer Verwendung des Kraftfahrzeugscheinwerferlichtmoduls unterhalb der von dem mittleren Teilbereich erzeugten Hell-Dunkel-Grenze liegt und einen Abstand von minimal $0,5^\circ$ bis maximal 2° von dieser Hell-Dunkel-Grenze aufweist. Ortsangaben wie unter oder über beziehen sich in dieser Anmeldung immer auf eine Anordnung, wie sie sich bei einer bestimmungsgemäßen Verwendung des Kraftfahrzeugscheinwerferlichtmoduls ergeben.

[0007] Durch diese Merkmale wird eine farbsaumkompensierte Lichtverteilung mit großer vertikaler Breite und kontraststarker Hell-Dunkel-Grenze mit einem einfach aufgebauten direktabbildenden System erzielt. Die Erfindung basiert auf der Erkenntnis, dass sich mit dem mittleren Teilbereich allein bereits eine Teillichtverteilung mit einer kontraststarken Hell-Dunkel-Grenze und ohne störenden Farbsaum erzeugen lässt. Diese Lichtverteilung hat die Eigenschaft, dass sie in der quer zur Hell-Dunkel-Grenze liegenden Richtung, die bei einer bestimmungsgemäßen Verwendung des Lichtmoduls eine vertikale Richtung ist, nur eine geringe Breite aufweist. Das ist für die Helligkeit an der Hell-Dunkel-Grenze vorteilhaft, bedeutet aber andererseits, dass das zwischen der Hell-Dunkel-Grenze und dem Fahrzeug, in das das Lichtmodul eingebaut ist, liegende Vorfeld des Lichtmoduls nur unzureichend ausgeleuchtet wird. Dieser Nachteil wird durch die beiden anderen Teillichtverteilungen beseitigt, die mit weiter von der Linsenmitte entfernt liegenden Teilbereichen der Projektionslinse erzeugt werden und die zur Ausleuchtung des Vorfeldes überlagert werden. Außerdem verstärken diese Teillichtverteilungen noch die Helligkeit in den seitlichen Bereichen und in dem Kernbereich der durch die Überlagerung entstehenden Gesamtlichtverteilung. An den Rändern dieser Teillichtverteilungen auftretende Farbsäume werden dadurch kompensiert, dass ein bläulicher Farbsaum mit einem rötlichen Farbsaum überlagert wird, so dass sich insgesamt, also einschließlich des Beitrags der weißen Teillichtverteilung des mittigen Teilbereichs eine farbneutral erscheinende Lichtverteilung ergibt. Vor allem werden die Teillichtverteilungen der beiden weiter von der Linsenmitte entfernt liegenden Teilbereiche der Projektionslinse mit der weißen (d.h. keinen oder zumindest keinen ausgeprägten Farbsaum aufweisenden) Teillichtverteilung des zentralen Teilbereichs überlagert.

[0008] Das erfindungsgemäße Lichtmodul eignet sich insbesondere für einen Einsatz als Abbiegelichtmodul und/oder statisches Kurvenlichtmodul oder als Grundlichtmodul.

[0009] Das erfindungsgemäße Lichtmodul erzeugt durch geeignete Formung der Linsenflächen die Hell-Dunkel-Grenze aus der Projektionsoptik selbst. Im Vergleich zu Systemen mit einem Shutter ist die Anzahl an benötigten Bauteilen reduziert. Die Umsetzung der Farbkorrektur durch Segmentierung der Linse führt zu einem zusätzlichen Kostenvorteil gegenüber den bekannten Systemen.

[0010] Eine bevorzugte Ausgestaltung zeichnet sich dadurch aus, dass der erste Teilbereich und der zweite Teilbereich auf verschiedenen Seiten einer optischen Achse der Projektionslinse liegen.

[0011] Bevorzugt ist auch, dass der erste Teilbereich bei bestimmungsgemäßer Verwendung des Lichtmoduls oberhalb der optischen Achse und der zweite Teilbereich unterhalb der optischen Achse liegt.

[0012] Bevorzugt ist auch, dass der Mittelpunkt des dritten Teilbereichs auf der optischen Achse liegt.

[0013] Ferner ist bevorzugt, dass die drei Teillichtverteilungen bei bestimmungsgemäßer Verwendung des Lichtmoduls in horizontaler Richtung gleich breit sind.

[0014] Bevorzugt ist auch, dass die erste Teillichtverteilung und die zweite Teillichtverteilung bei bestimmungsgemäßer Verwendung des Lichtmoduls in vertikaler Richtung breiter sind als die dritte Teillichtverteilung.

[0015] Eine weitere bevorzugte Ausgestaltung zeichnet sich dadurch aus, dass die Projektionslinse im Bereich ihrer optischen Flächen glatt ist und keine Stufen aufweist.

[0016] Bevorzugt ist auch, dass eine der Halbleiterlichtquelle zugewandte Lichteintrittsfläche der Projektionslinse horizontal in drei Teilflächen unterteilt ist, die ohne Stufen und ohne Knick ineinander übergehen. Ferner ist bevorzugt, dass die Linse mit einem als Linsenhalter dienenden Rahmen einstückig ist.

[0017] Eine weitere bevorzugte Ausgestaltung zeichnet sich dadurch aus, dass die Linse und der Rahmen aus dem gleichen Material bestehen.

[0018] Bevorzugt ist auch, dass ein der Linse in Richtung der optischen Achse abgewandtes Ende des Rahmens zur Befestigung einer die Halbleiterlichtquelle aufweisenden Platine und eines Kühlelements eingerichtet ist.

[0019] Ferner ist bevorzugt, dass der Rahmen Formschlussstrukturen aufweist, die zusammen mit dazu komplementären Formschlussstrukturen der Platine und/oder des Kühlelements die Position der Halbleiterlichtquelle relativ zur Projektionslinse in Richtung der optischen Achse und quer zur optischen Achse festlegen.

[0020] Eine weitere bevorzugte Ausgestaltung zeichnet sich dadurch aus, dass die Halbleiterlichtquelle wenigstens zwei nebeneinander angeordnete Lichtaustrittsflächen aufweist, die in einer quer zur optischen Achse liegenden Richtung nebeneinander liegen und längs dieser Richtung durch in einer Flucht liegende Kanten begrenzt werden.

[0021] Weitere Vorteile ergeben sich aus den abhän-

gigen Ansprüchen, der Beschreibung und den beigefügten Figuren.

[0022] Es versteht sich, dass die vorstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

[0023] Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Dabei bezeichnen gleiche Bezugszeichen in verschiedenen Figuren jeweils gleiche oder zumindest ihrer Funktion nach vergleichbare Elemente. Es zeigen, jeweils in schematischer Form:

Figur 1 eine perspektivische Ansicht eines Basiselements eines Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Lichtmoduls;

Figur 2 schematisch einen Vertikalschnitt durch ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Lichtmoduls mit einem Basiselement gemäß Figur 1;

Figur 3 eine Draufsicht auf ein Beispiel einer Halbleiterlichtquelle;

Figur 4 Wendelbilddarstellungen des zentralen Teilbereichs der Projektionslinse; und

Figur 5 verschiedene Teillichtverteilungen und ihre Überlagerung zu einer Gesamtlichtverteilung eines erfindungsgemäßen Lichtmoduls.

[0024] In der folgenden Beschreibung einzelner Figuren werden auch in anderen Figuren deutlicher erkennbare Merkmale angesprochen, ohne dass jeweils explizit auf die jeweils andere Figur hingewiesen wird. Figur 1 zeigt eine perspektivische Rückansicht eines Basiselements 10 eines Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Kraftfahrzeugscheinwerferlichtmoduls 12, wie es in Figur 2 in einem Vertikalschnitt dargestellt ist. Die x-Richtung gibt die Hauptabstrahlrichtung des Lichtmoduls 12 an. Die H-Richtung gibt die Richtung der zur Fahrtrichtung senkrechten horizontalen Richtung bei der bestimmungsgemäßen Verwendung an, und die V-Richtung gibt die Richtung der Vertikalen für diesen Fall an. Das Basiselement 10 ist einstückig und besteht bevorzugt aus einem einheitlichen Material. Das Material ist bevorzugt ein transparenter Kunststoff wie PVC oder PMMA.

[0025] Das Basiselement 10 weist eine Projektionslinse 14 und einen mit der Projektionslinse 14 stoffschlüssig zusammenhängenden Rahmen 16 auf. Der Rahmen 16 besitzt ein erstes Ende 18 und ein zweites Ende 20. Das erste Ende 18 ist der stoffschlüssig in die Projektionslinse 14 übergehende Teil des Rahmens 16. Von diesem ersten Ende 18 ausgehend erstreckt sich der Rahmen 16

in den von einer Lichtaustrittsfläche 22 (vergleiche Figur 2) der Projektionslinse 14 abgewandten Halbraum bis zu dem zweiten Ende 20. Das Basiselement 10 kann im Bereich des Rahmens 16 um die optische Achse herum geschlossen ausgeführt sein, wird jedoch aus thermischen Gründen bevorzugt nach oben und unten Öffnungen aufweisen.

[0026] Die hier ovale optische Fläche der Projektionslinse 14 wird in dem dargestellten Ausführungsbeispiel zu einer abgerundet rechteckigen Außenform des Rahmens 16 erweitert. Die optische Fläche kann auch rund sein, zum Beispiel kreisrund. Die daraus resultierenden, optisch nicht wirksamen Bereiche 24 des Rahmens 16 füllen den Zwischenraum zwischen der optisch aktiven Linsenfläche und dem Rahmen 16 aus. Die Halbleiterlichtquelle 28 ist auf einer Platine 29 befestigt. Die Platine 29 ist in thermischem Kontakt auf oder an einem Kühlblech 31 befestigt, das mit dem Basiselement 14 mit Schrauben 34 verschraubt ist. Der durch die Erweiterung zu der rechteckigen Außenform entstandene Rahmen 16 dient durch die angebrachten Ösen 32 zudem als Befestigungselement zwischen Projektionslinse 14, Platine 29 und Kühlblech 31. Das Kühlblech ist ein vorteilhaft einfaches und kostengünstiges Beispiel eines Kühlelements. Bei Bedarf kann auch ein Kühlelement mit komplexerer Form, das zum Beispiel Kühlrippen oder Kühlstifte aufweist, verwendet werden.

[0027] An dem zweiten Ende 20 sind Formschlussstrukturen angeordnet. Im dargestellten Fall sind die Formschlussstrukturen erste Anlageflächen 36 und Referenzpins 38. Die Platine 29 und/oder ein die Platine 29 tragendes Kühlblech 31 (Vergleiche Figur 2) weisen dazu komplementäre Formschlussstrukturen auf, also Ausnehmungen für die Referenzpins 38 und zweite Anlageflächen zur Anlage an den ersten Anlageflächen 36 des Basiselements 10. Durch die Anlageflächen ergibt sich ein genau definierter, mit nur minimalen Lagetoleranzen behafteter Abstand 26 von Projektionslinse 14 und Halbleiterlichtquelle 28. Die für eine gute Effizienz und kurze Baulänge notwendige geringe Brennweite der Projektionslinse 14 erforderliche hohe Positioniergenauigkeit von Halbleiterlichtquelle 28 und Projektionslinse 14 wird im Rahmen der vorliegenden Erfindung durch die minimale Anzahl verwendeter Bauteile ermöglicht. Darüber hinaus ergibt sich durch die geringe Anzahl von Teilen auch noch eine Einsparung an Kosten für Material und für Montageaufwand.

[0028] Figur 3 zeigt eine Draufsicht auf ein Beispiel einer Halbleiterlichtquelle 28. Die dargestellte Halbleiterlichtquelle 28 ist ein horizontal orientierter Doppelchip. Für Anwendungen in Krafftfahrzeugscheinwerfern sind die Kanten eines Einzelchips 28.1, 28.2 zum Beispiel 0,3 mm bis 1,5 mm lang. Die Chips emittieren zunächst blaues Licht, das mit Hilfe einer gelben Fluoreszenzschicht, die auf den Chips aufliegt, in weißes Licht konvertiert wird, das blaue und gelb-rote Spektralanteile aufweist. Die in dieser Halbleiterlichtquelle 28 frei werdende Wärme wird durch das kostengünstige, keine Kühlrippen auf-

weisende Kühlblech 31 aus der Figur 2 abgeleitet. Es können aber auch Kühlrippen aufweisende Kühlkörper an Stelle des Kühlblechs 31 verwendet werden.

[0029] Ein Brennpunkt F der Projektionslinse 14 liegt bevorzugt in der Lichtaustrittsfläche der Halbleiterlichtquelle 28. Dann wird eine horizontale Kante 28.3 der Lichtaustrittsflächen der Halbleiterlichtquelle als Hell-Dunkel-Grenze abgebildet. Die horizontale Kante 28.3 ergibt sich dadurch, dass die Lichtaustrittsflächen der Halbleiterlichtquelle die in einer quer zur optischen Achse liegenden H-Richtung nebeneinander liegen und längs dieser Richtung durch in einer Flucht liegende Kanten begrenzt werden.

[0030] Die Platine 29 oder das die Platine 29 tragende Kühlblech 31 wird bei der Montage des Lichtmoduls 12 durch das Zusammenwirken der Formschlusselemente relativ zur Projektionslinse 14 ausgerichtet und durch zusätzliche Befestigungsmittel fest mit dem Rahmen 16 des Basiselements 10 verbunden. Die Befestigungsmittel sind zum Beispiel Schrauben 40, die zum Beispiel von der Lichtaustrittsseite her durch Ausnehmungen in dem Rahmen 16 des Basiselementes 10 hindurch in das an den Anlageflächen anliegende oder an der Platine 29 anliegende Kühlblech 31 eingeschraubt werden. Das Kühlblech 31 dient in diesem Zusammenhang bevorzugt zudem als Schneidmaterial für die Schrauben 40, die die Einzelelemente Kühlblech 31, Platine 29 und Basiselement 10 zusammenhalten. Ggfs. kann die Befestigung gegen geeignete Andruckfedern erfolgen so dass bei der Montage noch eine korrekte Justierung und Arretierung vorgenommen werden kann. Die Befestigung kann natürlich auch schraubenlos durch Klipsen, Klemmen oder andere bekannte Techniken erfolgen.

[0031] Im Ergebnis wird dadurch eine Halbleiterlichtquelle 28 des Lichtmoduls 12 im Basiselement 10 in ihrer korrekten Lage zur Projektionslinse 14 festgehalten. Figur 1 zeigt eine solche Halbleiterlichtquelle 28 in einer solchen Position ohne Platine und ohne gegebenenfalls vorhandenes Kühlblech.

[0032] Am Kühlblech 31 oder am Rahmen 16 kann noch eine (nicht dargestellte) Blende befestigt sein, die zwischen der Lichtaustrittsfläche der Halbleiterlichtquelle 28 und der Projektionslinse 14 in den Lichtabstrahlkegel hineinragt und ihn so begrenzt, dass ggfs. nur die Lichteintrittsfläche der Projektionslinse 28 beleuchtet wird, bzw. das verhindert wird, dass durch unkontrollierte Lichtausbreitung außerhalb der eigentlichen Projektionslinse 14 Linse störende Lichtreflexe erzeugt werden.

[0033] Alternativ oder ergänzend kann das eine Kombination von Linsenhalter und Projektionslinse bildende Basiselement 10 zu diesem Zwecke in gewissen Bereichen absorbierend beschichtet oder eingefärbt sein. Dadurch kann auch stilistisch von außen gesehen die aktive, lichtbrechende

[0034] Linsenfläche hervorgehoben werden.

[0035] Die bevorzugt ovale innere Linsenfläche kann direkt in einen entsprechend oval gekrümmt geformten Rahmen 16 des Basiselements 10 übergehen, oder sie

wird, wie es in der Figur 1 dargestellt ist, zu einer anderen Form, z.B. zu einer abgerundet rechteckigen, konturierter Gesamtfläche erweitert. Die dann entstehenden, optisch nicht wirksamen Bereiche 24 in den Ecken der Fläche tragen nicht mehr zur Lichtverteilung bei, können aber evtl. geringe Lichtmengen durchlassen um das Nachtdesign des Lichtmoduls 12 zu gestalten. Alternativ sind die optisch nicht wirksamen Bereiche 24 intransparent ausgeführt. Dies kann bei der Herstellung des Baselements 10 durch ein Zweikomponenten-Spritzgussverfahren verwirklicht werden. Die Lichteintrittsfläche 30 der Projektionslinse 14 kann scharfkantig in die optisch nicht wirksamen Bereiche 24 übergehen. Vorzugsweise geht die Lichteintrittsfläche 30 der Projektionslinse 14 jedoch mit einer stetig gekrümmten Übergangsfläche in die optisch nicht wirksamen Bereiche 24 über, um dem Außendesign eine ohne Kanten durchgängige Fläche zu verleihen.

[0036] Die Projektionslinse 14 ist in einem von der Halbleiterlichtquelle ausgehenden Lichtbündel angeordnet. Die Projektionslinse 14 ist sowohl in ihrer Lichteintrittsfläche 30 als auch in ihrer Lichtaustrittsfläche 22 glatt gestaltet und weist keine Stufen in und zwischen ihren aktiv lichtbrechenden Teilbereichen auf. Die der Halbleiterlichtquelle 28 zugewandte Lichteintrittsfläche 30 der Projektionslinse 14 ist horizontal in drei Bereiche unterteilt, die stetig ineinander übergehen (d.h. ohne Stufen und ohne nennenswerten Knick) und die zu einem Teil der Formung der Hell-Dunkel-Grenze dienen und zu einem anderen Teil eine Optimierung der Lichtverteilung, insbesondere in Bezug auf eine erwünschte Farbneutralität (möglichst kein Farbsaum) dienen. Die Projektionslinse weist einen ersten Teilbereich 42, einen zweiten Teilbereich 44 und einen zwischen dem ersten Teilbereich 42 und dem zweiten Teilbereich 44 liegenden dritten Teilbereich 46 auf. Dabei liegen der erste Teilbereich 42 und der zweite Teilbereich 44 auf verschiedenen Seiten einer optischen Achse 48 der Projektionslinse 14. Bei einer bestimmungsgemäßen Verwendung des Lichtmoduls 12 liegt einer der beiden Teilbereiche 42, 44 oberhalb der optischen Achse 48, und der andere der beiden Teilbereiche 42, 44 liegt unterhalb der optischen Achse 48. Der Mittelpunkt des dritten Teilbereichs 46 liegt bevorzugt auf der optischen Achse 48. Der Mittelpunkt ist dabei der Schwerpunkt der in Richtung der optischen Achse 48 in eine Ebene projizierten Fläche des dritten Teilbereichs 46.

[0037] Die Unterteilung der Projektionslinse 14 in diese Teilbereiche erfolgt durch die schon oben erwähnte Unterteilung der der Halbleiterlichtquelle 28 zugewandten Lichteintrittsfläche 30 der Projektionslinse 14 in drei Teilflächen die in vertikaler Richtung aufeinanderfolgend angeordnet sind und die ohne Stufen und ohne nennenswerten Knick in einander übergehen, so dass insgesamt eine glatte Lichteintrittsfläche erhalten bleibt.

[0038] Die Figur 4 zeigt eine sogenannte Wendelbild-darstellung des zentralen, dritten Teilbereiches 46 der Projektionslinse 14. Bei der Wendelbild-darstellung wird

der Lichteintrittsbereich des dritten Teilbereichs 46 gedanklich, bzw. in einer Simulation, in eine Vielzahl von horizontal nebeneinander liegenden Linsensegmenten aufgeteilt, und es werden die Randkanten der Bilder betrachtet, die jedes einzelne Segment von der Lichtaustrittsfläche der Halbleiterlichtquelle 28 liefert. Figur 4 zeigt ein Ensemble solcher Wendelbilder.

[0039] Wie man in Figur 4 sieht, liegen die oberen Kanten der Wendelbilder in vertikaler Richtung sehr dicht beieinander, so dass sich insgesamt eine scharfe und gerade verlaufende Hell-Dunkel-Grenze 50 ergibt, die insgesamt durch direkte Abbildung der unteren Kante 28.3 der Lichtaustrittsfläche des Doppelchips der Halbleiterlichtquelle 28 entsteht. Da sich die Wendelbilder einer Linse umso stärker krümmen, je weiter man sich in vertikaler Richtung von der Linsenmitte weg bewegt, wird die Hell-Dunkel-Grenze bei der vorliegenden Erfindung aus dem dritten, in der Linsenmitte liegenden Teilbereich 46 der Projektionslinse 14 erzeugt.

[0040] Dies bringt den weiteren Vorteil mit sich, dass die Wendelbilder dort am hellsten sind und somit ein guter Kontrast der Hell-Dunkel-Grenze 50 erreicht werden kann. Des Weiteren erfährt das Licht aufgrund einer im mittleren Teilbereich 46 vergleichsweise geringen Linsenkrümmung der Projektionslinse 14 in vertikaler Richtung kaum Dispersion, was zu einer Hell-Dunkel-Grenze 50 mit minimalem Farbsaum führt. Die allein von dem dritten Teilbereich 46 erzeugte Lichtverteilung ist in vertikaler Richtung sehr schmal und auf den Bereich zwischen der Hell-Dunkel-Grenze 50, die etwa $0,6^\circ$ unterhalb der Höhe des Horizonts H liegt, und etwa 5° unterhalb des Horizonts H beschränkt. Dies ist für eine Ausleuchtung des Fahrzeugvorfeldes nicht ausreichend. Um eine homogene Ausleuchtung vor bzw. im Falle des Abbiegelichts neben dem Fahrzeug zu erzeugen, muss auch das Vorfeld unterhalb $V=-5^\circ$ ausgeleuchtet werden. Werden alle Wendelbilder direkt an die Hell-Dunkel-Grenze 50 positioniert, ist das Vorfeld dunkel. Um dieses Vorfeld ebenfalls gleichmäßig auszuleuchten, besteht die Möglichkeit, die Brennweite der Projektionslinse zu reduzieren und somit die Wendelbilder zu vergrößern. Dies überschreitet jedoch aufgrund der Toleranzanforderungen die Machbarkeit bei der Fertigung.

[0041] Um das Vorfeld dennoch auszuleuchten zu können, müssen Wendelbilder abgesenkt werden. Als Konsequenz aus der Notwendigkeit, dass die Wendelbilder des dritten Teilbereichs 46 die Hell-Dunkel-Grenze 50 etwa auf der Höhe des Horizonts H erzeugen, werden die gekrümmten Wendelbilder aus dem oberen (ersten) Teilbereich 42 und unteren (zweiten) Teilbereich 44 durch eine entsprechende Form der ersten Teilfläche 30.42 und der zweiten Teilfläche 30.44 der Lichteintrittsfläche 24 der Projektionslinse 14 abgesenkt. Dies geschieht so, das heißt, die Flächen sind so ausgelegt, dass alle Wendelbilder des ersten Teilbereichs 42 und des zweiten Teilbereichs 44 unterhalb einer zur Hell-Dunkel-Grenze 50 parallelen, um mindestens $0,5^\circ$ bis maximal 2° abgesenkten Linie 50' bleiben. Die erste Teillichtver-

teilung 52 und die zweite Teillichtverteilung 54 liegen also unterhalb einer Linie 50', die bei bestimmungsgemäßer Verwendung des Kraftfahrzeugscheinwerferlichtmoduls 12 unterhalb der von dem dritten Teilbereich 46 erzeugten Hell-Dunkel-Grenze 50 liegt und die einen Abstand von minimal 0,5° bis maximal 2° von der ersten Hell-Dunkel-Grenze 50 aufweist. Der erste Teilbereich 42 und der zweite Teilbereich 44 der Projektionslinse 14, beziehungsweise die jeweils zugehörigen Teilflächen 30.42 und 30.44 der Lichteintrittsfläche 30 der Projektionslinse 14 sind stark gekrümmt, was zu einem Farbsaum des jeweils zugehörigen Wendelbildes führt.

[0042] Die Oberkante der Wendelbilder aus dem oberen (ersten) Teilbereich 42 der Projektionslinse 14 hat einen rötlichen Farbsaum, die Unterkante einen dazu spektral komplementären bläulichen Farbsaum. Für den unteren (zweiten) Teilbereich 44 der Projektionslinse 14 verhält es sich umgekehrt. Um diesen Farbeffekt zu korrigieren, werden den Wendelbildern aus dem oberen (ersten) Teilbereich 42 der Projektionslinse 14 die Wendelbilder aus dem unteren (zweiten) Teilbereich 44 überlagert. Dies geschieht durch die bereichsweise erfolgende Modifizierung der Form der ersten Teilfläche 30.42 und der zweiten Teilfläche 30.44 der Lichteintrittsfläche 30 der Projektionslinse. Die im Sinne einer Farbmischung komplementären Farbsäume ergeben somit Farbneutralität. Der näher an der Hell-Dunkel-Grenze 50 liegende Überlagerungsbereich der beiden Teillichtverteilungen 52, 54 der Bereiche 42 und 44 fällt außerdem in den weißen Bereich der vom mittleren Teilbereich 46 erzeugten Teillichtverteilung 56. Dadurch wird ein dort ggf noch bestehender Farbsaum zusätzlich überstrahlt und damit weniger wahrnehmbar gemacht.

[0043] Die fertige Lichteintrittsfläche 30 der Projektionslinse 14 besteht somit aus drei Teilflächen: Einer mittleren (dritten) Teilfläche 30.46, die zur Erzeugung der Hell-Dunkel-Grenze 50 dient und die bereits farbneutral ist, und einer oberen (ersten) Teilfläche 30.42 und einer unteren (zweiten) Teilfläche 30.44, die beide zur Ausleuchtung des Vorfeldes dienen, indem sie die sie durchlaufenden Lichtstrahlen im Vergleich zu den die mittlere (dritte) Teilfläche 30.46 durchlaufenden Lichtstrahlen etwas absenken (nach unten richten) und diese gleichzeitig so überlagern dass Farbneutralität erreicht wird.

[0044] Die drei Teilflächen 30.42, 30.44 und 30.46 der Lichteintrittsfläche 30 der Projektionslinse 14 und damit auch die zugehörigen Teilbereiche 42, 44, 46 der Projektionslinse 14 weisen im Wesentlichen dieselbe seitliche Streubreite der jeweils zugehörigen Lichtverteilung auf. Vor der Detailkorrektur der Lichteintrittsfläche 30 liegt die konvex gekrümmte Lichtaustrittsfläche 22 der Projektionslinse 14 fest, die im Wesentlichen eine asphärische, gewölbte Form besitzt.

[0045] Figur 5 zeigt die verschiedenen Teillichtverteilungen und ihre Überlagerung zu einer Gesamtlichtverteilung. Figur 5 a zeigt die durch den ersten Teilbereich 42 erzeugte erste Teillichtverteilung 52, und Figur 5c zeigt die durch den zweiten Teilbereich 44 erzeugte zwei-

te Teillichtverteilung. 54. Beide Lichtverteilungen haben eine nahezu identische Form und unterscheiden sich in der Lage ihrer oberen und unteren Farbsäume, die mit r für rötlich und b für bläulich gekennzeichnet sind.

[0046] Figur 5b zeigt die von dem dritten Teilbereich 46 erzeugte, vertikal schmalere aber eine scharfe Hell-Dunkel-Grenze 50 aufweisende und bereits farbneutrale dritte Teillichtverteilung 56. Die Teillichtverteilungen 52, 54, 56 sind bei bestimmungsgemäßer Verwendung des Lichtmoduls in horizontaler Richtung H gleich breit. Die erste Teillichtverteilung 52 und die zweite Teillichtverteilung sind in vertikaler Richtung 54 breiter als die dritte Teillichtverteilung 56. Diese beiden Teillichtverteilungen 52, 54 liegen unterhalb einer Linie 50', die bei bestimmungsgemäßer Verwendung des Kraftfahrzeugscheinwerferlichtmoduls 12 unterhalb der von dem dritten Teilbereich 46 erzeugten Hell-Dunkel-Grenze 50 liegt und einen Abstand von minimal 0,5° bis maximal 2° von der ersten Hell-Dunkel-Grenze (50) aufweist. Die Winkelangaben beziehen sich jeweils auf Winkel zwischen Lichtstrahlen, die von dem erfindungsgemäßen Kraftfahrzeugscheinwerferlichtmodul ausgehend auf einen senkrecht zur optischen Achse stehenden Schirm auftreffen und die in einer Ebene verlaufen, die senkrecht zum Horizont liegt und in der die optische Achse verläuft. Figur 5d zeigt die resultierende Überlagerung der Teillichtverteilungen 52, 54 und 56. Dieses Ergebnis der Überlagerung besitzt eine scharfe, Hell-Dunkel-Grenze 50, ist farbneutral und in vertikaler Richtung ausreichend breit, um das Vorfeld hell auszuleuchten. Die Abbildungen beziehen sich auf ein Ausführungsbeispiel mit gerader Hell-Dunkel-Grenze, wie es für ein Abbiegelicht (Cornering light) üblich ist.

Patentansprüche

1. Kraftfahrzeugscheinwerferlichtmodul (12) mit einer Halbleiterlichtquelle (28) und einer Projektionslinse (14), die in einem von der Halbleiterlichtquelle (28) ausgehenden Lichtbündel angeordnet ist und die aus dem Lichtbündel eine Lichtverteilung erzeugt, in der eine Kante (28.3) einer Lichtaustrittsfläche der Halbleiterlichtquelle (28) als Hell-Dunkel-Grenze (50) abgebildet wird, wobei die Projektionslinse (14) einen ersten Teilbereich (42) aufweist, der eine erste Teillichtverteilung erzeugt und einen zweiten Teilbereich (44) aufweist, der eine zweite Teillichtverteilung erzeugt, die sich mit der ersten Teillichtverteilung überlappend überlagert, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Projektionslinse (14) einen zwischen dem ersten Teilbereich (42) und dem zweiten Teilbereich (44) liegenden dritten Teilbereich (46) aufweist, der dazu eingerichtet ist, eine dritte Teillichtverteilung zu erzeugen, die bei einer bestimmungsgemäßen Verwendung des Kraftfahrzeugscheinwerferlichtmoduls (12) von der als Bild der Kante (28.3) der Halbleiterlichtquelle (28) erzeugten

- Hell-Dunkel-Grenze (50) nach oben begrenzt wird und die sich mit der ersten Teillichtverteilung und der zweiten Teillichtverteilung überlappend überlagert, wobei die erste Teillichtverteilung und die zweite Teillichtverteilung unterhalb einer Linie (50') liegen die bei bestimmungsgemäßer Verwendung des Kraftfahrzeugscheinwerferlichtmoduls (12) unterhalb der von dem dritten Teilbereich (46) erzeugten Hell-Dunkel-Grenze (50) liegt und einen Abstand von minimal 0,5° bis maximal 2° von der ersten Hell-Dunkel-Grenze (50) aufweist.
2. Lichtmodul (12) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Teilbereich (42) und der zweite Teilbereich (44) auf verschiedenen Seiten einer optischen Achse (48) der Projektionslinse (14) liegen. 15
 3. Lichtmodul (12) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Teilbereich (42) bei bestimmungsgemäßer Verwendung des Lichtmoduls (12) oberhalb der optischen Achse (48) und der zweite Teilbereich (44) unterhalb der optischen Achse (48) liegt. 20
 4. Lichtmodul nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Mittelpunkt des dritten Teilbereichs auf der optischen Achse (48) liegt. 25
 5. Lichtmodul (12) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die drei Teillichtverteilungen bei bestimmungsgemäßer Verwendung des Lichtmoduls (12) in horizontaler Richtung gleich breit sind. 30
 6. Lichtmodul (12) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Teillichtverteilung und die zweite Teillichtverteilung bei bestimmungsgemäßer Verwendung des Lichtmoduls (12) in vertikaler Richtung breiter sind als die dritte Teillichtverteilung. 35
 7. Lichtmodul (12) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Projektionslinse (14) im Bereich ihrer optischen Flächen glatt ist und keine Stufen aufweist. 40
 8. Lichtmodul (12) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine der Halbleiterlichtquelle (28) zugewandte Lichteintrittsfläche (30) der Projektionslinse (14) horizontal in drei Teilflächen unterteilt ist, die ohne Stufen und ohne nennenswerten Knick in einander übergehen. 45
 9. Lichtmodul (12) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Projektionslinse (14) mit einem als Linsenhalter dienenden Rahmen (16) einstückig ist. 50
 10. Lichtmodul (12) nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Projektionslinse (14) und der Rahmen (16) aus dem gleichen Material bestehen. 55
 11. Lichtmodul (12) nach Anspruch 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein der Projektionslinse (14) in Richtung der optischen Achse (48) abgewandtes Ende des Rahmens (16) zur Befestigung einer die Halbleiterlichtquelle (28) aufweisenden Platine (29) und eines Kühlbleches (31) eingerichtet ist. 60
 12. Lichtmodul (12) nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Rahmen (16) Formschlussstrukturen aufweist, die zusammen mit dazu komplementären Formschlussstrukturen der Platine (29) und/oder des Kühlbleches (31) die Position der Halbleiterlichtquelle (28) relativ zur Projektionslinse (14) in Richtung der optischen Achse (48) und quer zur optischen Achse (48) festlegen. 65
 13. Lichtmodul (12) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Halbleiterlichtquelle (28) wenigstens zwei nebeneinander angeordnete Lichtaustrittsflächen aufweist, die in einer quer zur optischen Achse (48) liegenden Richtung nebeneinander liegen und längs dieser Richtung durch in einer Flucht liegende Kanten begrenzt werden. 70

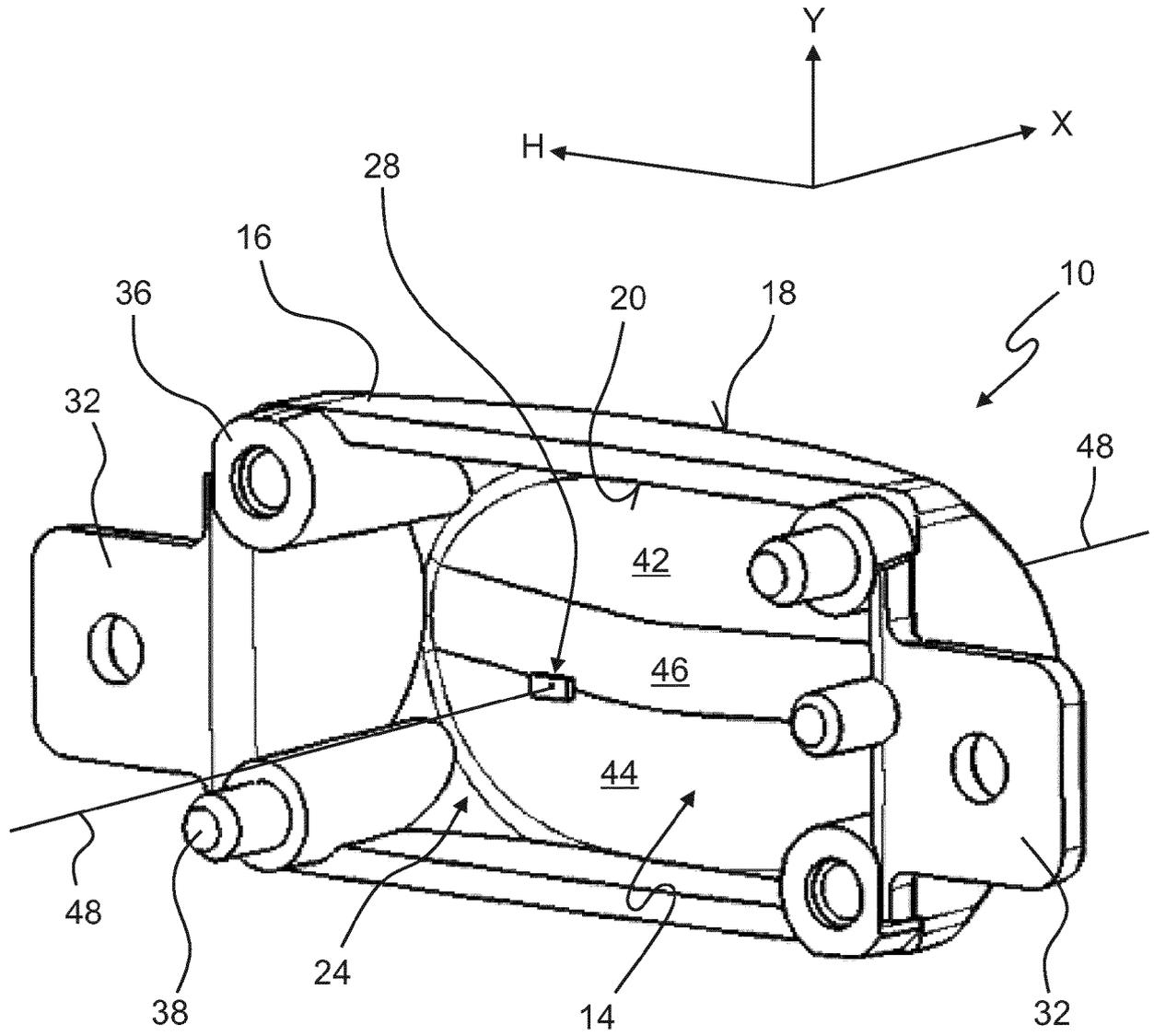


Fig. 1

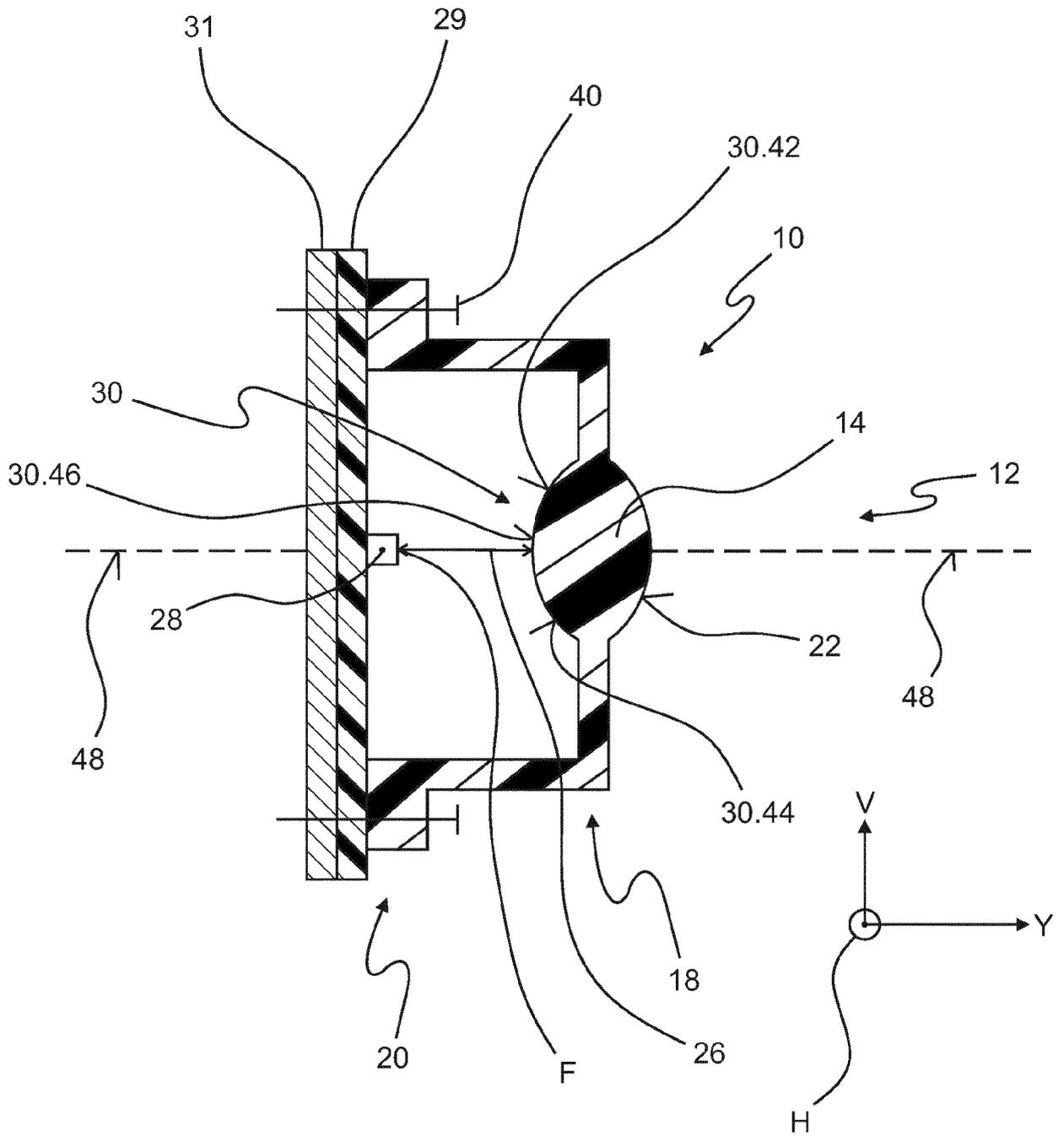


Fig. 2

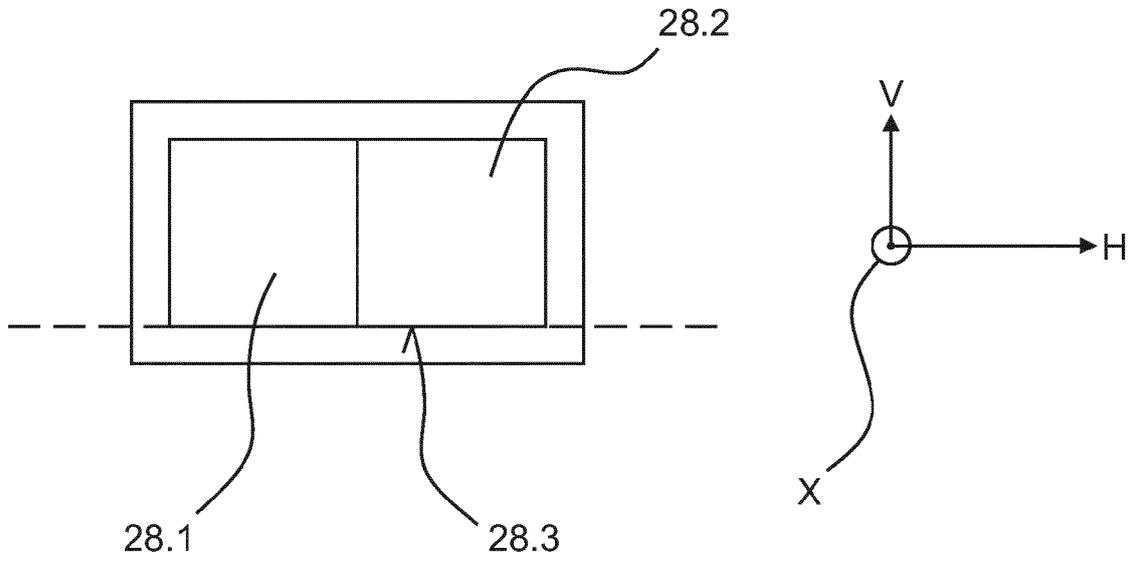


Fig. 3

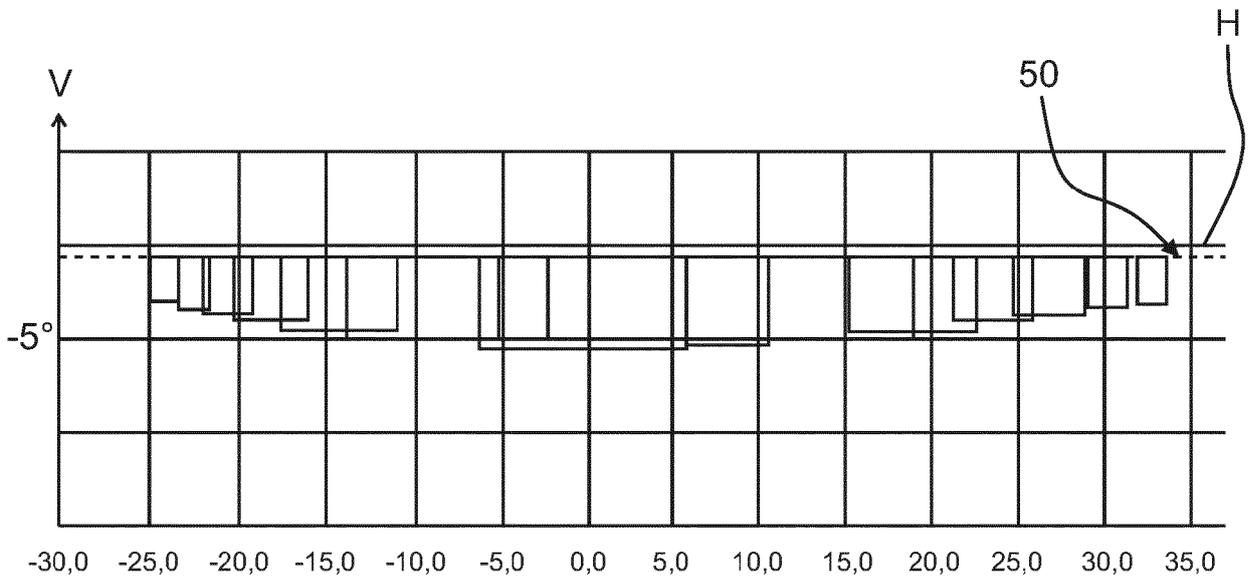


Fig. 4

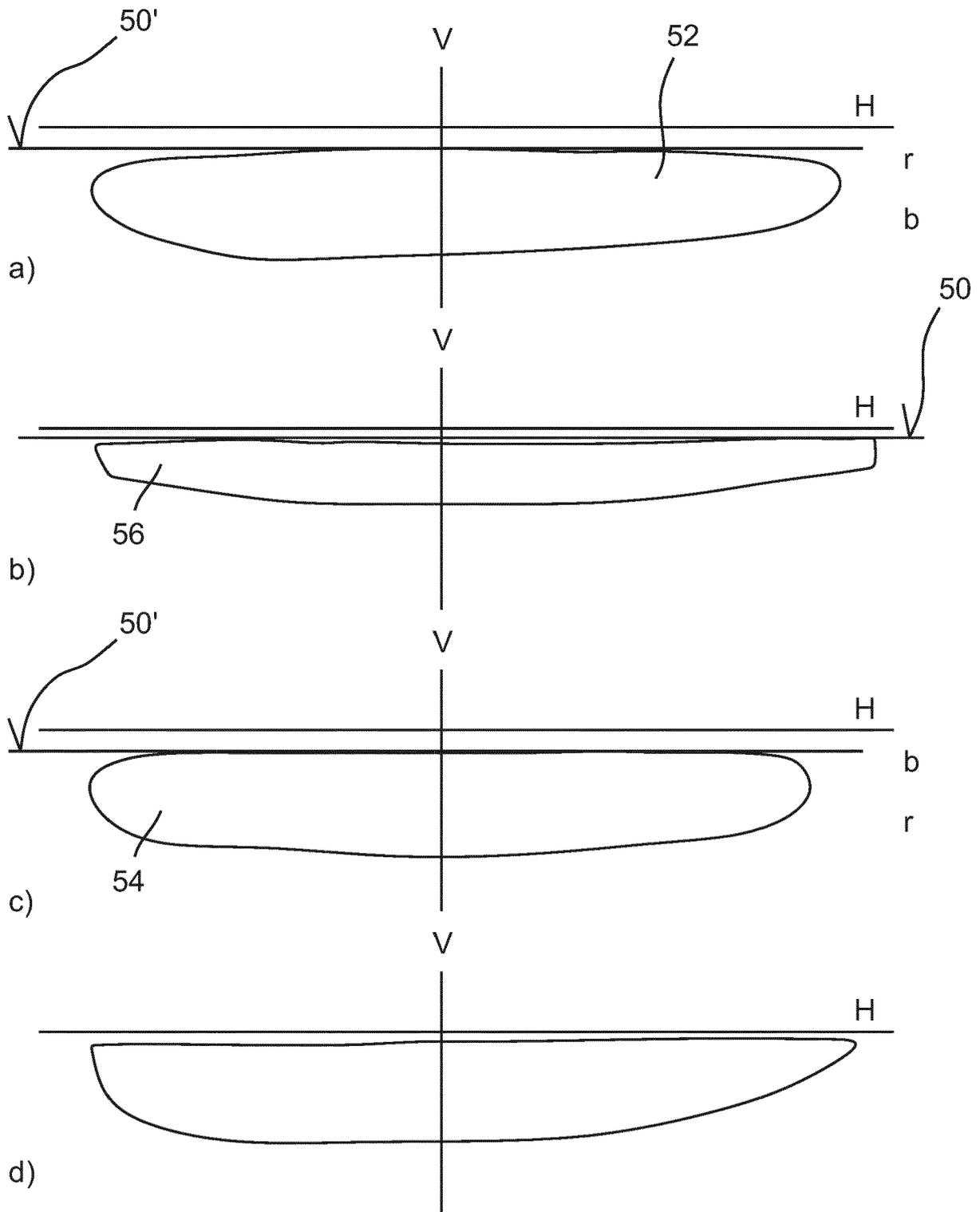


Fig. 5



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 18 15 6868

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)
X	JP 2015 158986 A (ICHIKOH INDUSTRIES LTD) 3. September 2015 (2015-09-03)	1-6, 8-11,13	INV. F21S41/143 F21S41/29 F21S41/265
Y	* Absätze [0019], [0043], [0045], [0049]; Abbildungen 1,3,6 *	7,12	
Y	US 2011/096561 A1 (OWADA RYOTARO [JP]) 28. April 2011 (2011-04-28)	7	
A	* Abbildungen 12-15 *	1-3,5,8	
Y	FR 3 022 980 A1 (VALEO VISION [FR]) 1. Januar 2016 (2016-01-01)	12	
A	WO 2014/077079 A1 (ICHIKOH INDUSTRIES LTD [JP]) 22. Mai 2014 (2014-05-22)	1-6,8	
A	US 9 033 563 B1 (HSU CHEN-WEI [TW]) 19. Mai 2015 (2015-05-19)	9-12	
A	EP 2 610 547 A2 (ICHIKOH INDUSTRIES LTD [JP]) 3. Juli 2013 (2013-07-03)	11	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F21S
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 16. Mai 2018	Prüfer Guénon, Sylvain
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 Patentedokument, 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 15 6868

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.

16-05-2018

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP 2015158986 A	03-09-2015	JP 6303587 B2 JP 2015158986 A	04-04-2018 03-09-2015
US 2011096561 A1	28-04-2011	JP 5475395 B2 JP 2011090913 A US 2011096561 A1	16-04-2014 06-05-2011 28-04-2011
FR 3022980 A1	01-01-2016	KEINE	
WO 2014077079 A1	22-05-2014	JP 6205713 B2 JP 2014099281 A WO 2014077079 A1	04-10-2017 29-05-2014 22-05-2014
US 9033563 B1	19-05-2015	KEINE	
EP 2610547 A2	03-07-2013	CN 103185269 A EP 2610547 A2 JP 2013134974 A US 2013163269 A1	03-07-2013 03-07-2013 08-07-2013 27-06-2013

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

- EP 3043109 A1 [0001] [0003]
- EP 14476172 A [0003]
- US 7648262 B2 [0003]
- EP 2924339 A1 [0003]