



(11) **EP 2 420 728 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
22.02.2012 Patentblatt 2012/08

(51) Int Cl.:
F21V 5/00 ^(2006.01) **F21V 11/16** ^(2006.01)
F21V 14/08 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **11175421.4**

(22) Anmeldetag: **26.07.2011**

(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

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

(72) Erfinder: **Hoßfeld, Wolfgang**
72810 Gomaringen (DE)

(74) Vertreter: **Dreiss**
Patentanwälte
Gerokstrasse 1
70188 Stuttgart (DE)

(30) Priorität: **20.08.2010 DE 102010035767**

(54) **Projektionsscheinwerfer mit gezielt abgeschwächtem Lichtintensitätsgradienten an der Hell-Dunkel-Grenze**

(57) Vorgestellt wird ein Projektionsscheinwerfer (10) für ein Kraftfahrzeug mit wenigstens einer Lichtquelle (12), einem Licht (15) der Lichtquelle (12) sammelnden optischen Element (14), einer Blende (32), die eine Blendenkante (34) aufweist, sowie mit einer Abbildungsoptik (22). Der Scheinwerfer (10) zeichnet sich dadurch aus,

dass die Blende (32) Vorsprünge (40) und/oder halbbof-fene Einschnitte (38) in der Blendenkante (34) aufweist und/oder dass die Blende (32) durch einen geschlossenen Rand begrenzte erste Ausnehmungen (50) in der Blende (32) aufweist, die in einem Abstand zur Blendenkante (34) angeordnet sind, der kleiner als ein Fünftel der Breite (52) der Blende (32) ist.

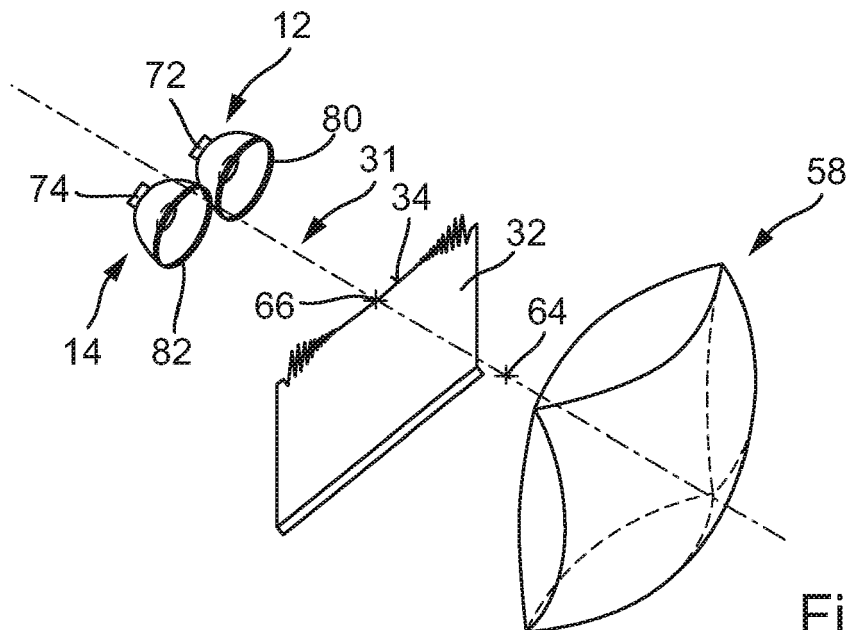


Fig. 7

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen Projektionsscheinwerfer für ein Kraftfahrzeug nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Ein solcher Kraftfahrzeugscheinwerfer ist aus der DE 10 2008 023 551 A1 bekannt.

[0002] Ein Projektionsscheinwerfer weist im Allgemeinen wenigstens eine Lichtquelle, ein Licht der Lichtquelle sammelndes optisches Element, eine Blende mit einer Blendenkante, und eine Abbildungsoptik auf. Das optische Element ist dazu eingerichtet und angeordnet, gesammeltes Licht auf die Blendenkante zu richten, so dass sich an der Blendenkante eine von der Blendenkante begrenzte erste Lichtverteilung einstellt, die von der Abbildungsoptik als zweite Lichtverteilung in ein Vorfeld des Scheinwerfers abgebildet wird. Dabei wird die Blendenkante in der zweiten Lichtverteilung als Hell-Dunkel-Grenze zwischen einem vergleichsweise helleren und einem vergleichsweise dunkleren Bereich abgebildet.

[0003] Der beim Überqueren der Hell-Dunkel-Grenze auftretende Lichtintensitätsgradient ist ein wichtiger Parameter beim Entwurf und bei der Konstruktion von Kraftfahrzeugscheinwerfern. Ein hoher Wert des Lichtintensitätsgradienten wird als kontrastreiche und damit scharfe Hell-Dunkel-Grenze wahrgenommen. Einerseits bestehen gesetzliche Mindestanforderungen an die Schärfe der Hell-Dunkel-Grenze, die eingehalten werden müssen. Andererseits ist eine unschärfere Hell-Dunkel-Grenze für den Fahrer angenehmer. Ein weniger kontrastreicher Übergang wirkt insbesondere bei schnellen Vertikalbewegungen der Hell-Dunkel-Grenze, wie sie auf welliger Fahrbahn auftreten, weniger unruhig als ein kontrastreicher Übergang. Der weniger kontrastreiche Übergang wirkt daher weniger ermüdend.

[0004] Bei dem eingangs genannten Projektionsscheinwerfer erfolgt die Beeinflussung des Intensitätsgradienten der Hell-Dunkel-Grenze durch Bereiche auf der Oberfläche der als Linse realisierten Abbildungsoptik, die eine optische Streuwirkung aufweisen. Die Bereiche sind jeweils in ein periodisches Raster von Einzelzellen unterteilt, die jeweils ein Strukturelement aufweisen, das jeweils eine gezielte Streuung des durch die Oberfläche hindurch tretenden Lichtes bewirkt. Nach der DE 10 2008 023 551 A1 zeichnet sich der dort vorgeschlagene Gegenstand gegenüber einer statistischen Aufrauung der Linsenoberfläche und gegenüber einer periodischen Modulation der Linsenoberfläche dadurch aus, dass er eine vorhersagbare, gezielte Einstellung der Hell-Dunkel-Grenze erlaubt.

[0005] Die Berechnung und die Realisierung der berechneten Ergebnisse durch eine Herstellung eines Werkzeuges, mit dem die berechnete Linse hergestellt werden kann, ist sehr aufwändig und damit teuer. Vor diesem Hintergrund besteht die Aufgabe der Erfindung in der Angabe eines Projektionsscheinwerfers der eingangs genannten Art, der eine vorhersagbare, gezielte Einstellung der Schärfe der Hell-Dunkel-Grenze mit einem verringerten Aufwand erlaubt.

[0006] Diese Aufgabe wird mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Der erfindungsgemäße Projektionsscheinwerfer zeichnet sich dadurch aus, dass die Blende Vorsprünge und/oder halboffene Einschnitte in der Blendenkante aufweist und/oder dass die Blende durch einen geschlossenen Rand begrenzte erste Ausnehmungen in der Blende aufweist, die in einem Abstand zur Blendenkante angeordnet sind, der kleiner als ein Fünftel der Breite der Blende ist.

[0007] Normalerweise wird die Blendenkante scharf als Hell-Dunkel-Grenze in der zweiten Lichtverteilung im Vorfeld des Scheinwerfers abgebildet. Dazu ist die Blendenkante in der Regel so angeordnet, dass sie in der Nähe des Brennpunktes der Abbildungsoptik liegt. Außerdem trennt die Blendenkante scharf zwischen einem von der Blende abgeschatteten und einem nicht von der Blende abgeschatteten und damit beleuchteten Bereich in der zweiten Lichtverteilung.

[0008] Durch die Erfindung wird diese scharfe Trennung abgeschwächt und damit verwischt. Jeder Vorsprung schattet Licht ab, das bei einer herkömmlichen Blende zur Beleuchtung des hellen Bereichs unterhalb der Hell-Dunkel-Grenze beitragen würde. Jeder Einschnitt und jede Ausnehmung lässt dagegen Licht passieren, das bei einer herkömmlichen Blende abgeschattet werden würde. Mit anderen Worten: Im Vergleich mit einer herkömmlichen Blende wird die Intensität im an sich hellen Bereich im Mittel verringert und im an sich dunklen Bereich im Mittel erhöht.

[0009] Gleichzeitig ragen die Vorsprünge über einen mittleren Verlauf der Blendenkante hinaus, während die Einschnitte und Ausnehmungen hinter diesem mittleren Verlauf zurückbleiben. In Bezug auf ihre Lage zum Brennpunkt der Abbildungsoptik weicht die Lage der Vorsprünge, Einschnitte und Ausnehmungen damit zwangsläufig von der Lage des mittleren Verlaufs der Blendenkante ab.

[0010] Unterstellt man, dass der mittlere Verlauf der Blendenkante wegen seiner Nähe zum Brennpunkt der Abbildungsoptik scharf abgebildet wird, folgt aus der abweichenden Lage der Vorsprünge, Einschnitte und Ausnehmungen, dass diese weniger scharf abgebildet werden. Im Ergebnis ergibt sich damit eine zweite Lichtverteilung im Vorfeld des Scheinwerfers, die sich durch eine weniger scharfe und damit weniger kontrastreiche Hell-Dunkelgrenze auszeichnet, ohne dass die dafür ursächlichen Details der Blendenform, also die Vorsprünge und/oder Einschnitte und/oder Ausnehmungen scharf abgebildet werden, was unerwünscht wäre.

[0011] Die erwünschte Verringerung der Schärfe der Hell-Dunkel-Grenze wird bei der Erfindung durch eine Gestaltung der Blende erzielt. Im Vergleich zu der Abbildungsoptik ist die Blende ein vergleichsweise einfach zu gestaltendes und zu fertigendes Teil, was in der Summe eine vorhersagbare, gezielte Einstellung der Schärfe der Hell-Dunkel-Grenze mit einem verringerten Aufwand erlaubt.

[0012] Eine bevorzugte Ausgestaltung zeichnet sich

dadurch aus, dass die Abbildungsoptik eine bezüglich der optischen Achse nicht rotationssymmetrische Linse oder ein bezüglich der optischen Achse nicht rotations-symmetrisches astigmatisches Linsensystem ist. Unter Astigmatismus wird ein Abbildungsfehler verstanden, bei dem Punkte nicht als Punkte, sondern im Allgemeinen als elliptische Flächen abgebildet werden. Ein solcher Abbildungsfehler ergibt sich in vergleichsweise geringem Ausmaß bereits bei Strahlenbündeln, die von einem außerhalb der optischen Achse liegenden Punkt auf eine rotationssymmetrische Linse einfallen. Nicht rotations-symmetrische Linsen weisen in der Regel einen stärker ausgeprägten Astigmatismus auf. Die dadurch verstärkte Unschärfe der Abbildung trägt bei dieser Ausgestaltung dazu bei, dass die löchrige oder gezackte oder wellenförmig modulierte Blendenkante nicht scharf abgebildet wird, was unerwünscht wäre.

[0013] Bevorzugt ist auch, dass die Abbildungsoptik auf der optischen Achse in einer längs der Blendenkante laufenden Ebene oder Richtung eine andere Brennweite aufweist als in einer quer zu der Blendenkante laufenden Ebene oder Richtung. Dadurch ergibt sich die Möglichkeit, die sich zwischen der Blendenkante und der Abbildungsoptik einstellende Lichtverteilung in den beiden Richtungen unterschiedlich scharf abzubilden. Dies trägt dazu bei, dass Vorsprünge, Einschnitte und Ausnehmungen, die die Blende in der Nähe der Blendenkante aufweist, bei der Abbildung der ersten Lichtverteilung in die zweite Lichtverteilung nicht aufgelöst werden.

[0014] Eine weitere bevorzugte Ausgestaltung zeichnet sich dadurch aus, dass die Blendenkante näher an einem der beiden auf der optischen Achse liegenden Brennpunkte der Abbildungsoptik liegt als an dem anderen der beiden auf der optischen Achse liegenden Brennpunkte der Abbildungsoptik. Mit anderen Worten: Die Blendenkante liegt nicht in äquidistantem Abstand zu den beiden Brennpunkten, sondern näher an einem der beiden Brennpunkte. Die Blende kann grundsätzlich in einer horizontalen Lage oder einer vertikalen Lage oder in einer Zwischenstellung zwischen diesen beiden Lagen im Scheinwerfer angeordnet sein. Je nach Lage der Blende kann es für die gewünschte unscharfe Auflösung der Vorsprünge und Einschnitte und Ausnehmungen günstiger sein, die Blende näher an einem der beiden Brennpunkte anzuordnen als an dem anderen der beiden Brennpunkte.

[0015] Bevorzugt ist auch, dass die Blendenkante in Richtung der optischen Achse näher an dem weiter von der Abbildungsoptik entfernten Brennpunkt angeordnet ist als an dem weniger weit von der Abbildungsoptik entfernten Brennpunkt. Diese Ausgestaltung hat den Vorteil, dass sie insbesondere bei einer mehr horizontal als vertikal im Scheinwerfer angeordneten Blende dazu beiträgt, dass die Vorsprünge, Einschnitte und Ausnehmungen in der Blende in der zweiten Lichtverteilung nicht aufgelöst werden und daher nicht sichtbar oder zumindest nicht deutlich sichtbar in Erscheinung treten.

[0016] Bevorzugt ist auch, dass die Blende in einer

Ebene liegt, die mit einer von der Blendenkante und der optischen Achse definierten Ebene einen Winkel von weniger als 20° , insbesondere einen Winkel von weniger als 10° , insbesondere einen Winkel von 0° einschließt, und dass die Blende eine reflektierende Oberfläche besitzt. Durch diese Lage und reflektierende Ausgestaltung kann das von der Blende zunächst abgeschattete Licht auf die Lichteintrittsfläche der Abbildungsoptik reflektiert und von dieser in den hellen Bereich der zweiten Lichtverteilung gebrochen werden. Dadurch wird die Effizienz verbessert, die sich als Quotient aus dem von der Lichtquelle emittierten Licht im Nenner und dem das Licht der zweiten Lichtverteilung bildenden Licht im Zähler definieren lässt.

[0017] Eine weitere bevorzugte Ausgestaltung zeichnet sich dadurch aus, dass die Blende in ihrer Ebene Wölbungen und/oder Vertiefungen und/oder weitere Ausnehmungen aufweist, die weiter von der Blendenkante entfernt liegen als die ersten Ausnehmungen. Diese Strukturen werden bevorzugt dazu verwendet, die von der Grundform der Blende definierte Lichtverteilung zu modifizieren, um zum Beispiel vorgeschriebene Lichtintensitätswerte in bestimmten Messpunkten innerhalb des an sich dunklen Bereichs der Lichtverteilung zu erhalten. Diese oberhalb der Hell-Dunkel-Grenze liegenden Messpunkte dienen zum Beispiel zur Sicherstellung bestimmter Beleuchtungsstärken von Verkehrsschildern (sogenannte Overhead-Werte).

[0018] Bevorzugt ist auch, dass eine Amplitude der Einschnitte und/oder Vorsprünge und/oder eine Fläche und/oder eine Zahl und/oder ein Abstand erster Ausnehmungen mit zunehmendem Abstand von der optischen Achse zunimmt. Durch diese Ausgestaltung wird eine Hell-Dunkel-Grenze in der zweiten Lichtverteilung erzeugt, die in einem zentralen Bereich vergleichsweise scharf und in peripheren Bereichen vergleichsweise unschärfer wird. Dadurch treten zum Beispiel Vertikalbewegungen der Hell-Dunkel-Grenze, wie sie zum Beispiel auf welliger Fahrbahn auftreten, in dem zentralen Bereich stärker in Erscheinung als in den Randbereichen. Dies führt dazu, dass sich der Fahrer intuitiv stärker auf den zentralen Bereich konzentriert, was aus Gründen der Fahrsicherheit erwünscht ist.

[0019] Die gleichen Vorteile werden alternativ oder ergänzend durch eine Ausgestaltung eines erfindungsgemäßen Scheinwerfers erzielt, bei dem die Blendenkante einen mittleren, nahe an der optischen Achse liegenden Bereich aufweist, in dem die Blende weder Vorsprünge, noch halboffene Einschnitte in der Blendenkante, noch durch einen geschlossenen Rand begrenzte erste Ausnehmungen in der Blende aufweist.

[0020] Eine weitere bevorzugte Ausgestaltung sieht vor, dass die Abbildungsoptik auf ihrer Lichteintrittsfläche und/oder auf ihrer Lichtaustrittsfläche Licht streuende Strukturen in Form von lokalen Auswölbungen und/oder Vertiefungen aufweist.

[0021] Diese Ausgestaltung eröffnet weitere Freiheitsgrade beim Entwurf der Scheinwerfer, da sie eine Auf-

teilung der für eine erwünschte Verringerung der Schärfe der Hell-Dunkel-Grenze erforderlichen Modifikationen des Projektionssystems auf die Blende und die Abbildungsoptik erlaubt. Durch die Aufteilung wird das Ausmaß der jeweils erforderlichen Modifikation in Bezug auf jeweils eine der Komponenten verringert. Bei der Linse reichen dann unter Umständen periodisch oder statistisch über die Linsenfläche verteilte streuende Strukturen aus, was eine aufwändige und teure Fertigung individuell berechneter Streustrukturen erspart. Gleichzeitig verringert die Linse die Schärfe der Abbildung des erfindungsgemäß strukturierten Bereichs der Blende in der Nähe Blendenkante. Dies trägt zu dem erwünschten Effekt bei, dass die Einschnitte, Vorsprünge und Ausnehmungen der Blende in der zweiten Lichtverteilung nicht oder nur schwächer als sonst aufgelöst werden.

[0022] Weitere Vorteile ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen, der Beschreibung und den beigefügten Figuren.

[0023] 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.

Zeichnungen

[0024] Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Dabei zeigen, jeweils in schematischer Form:

- Fig. 1 einen Projektionsscheinwerfer als technisches Umfeld der Erfindung;
- Fig. 2 eine aus dem Stand der Technik bekannte Blende;
- Fig. 3 Ausführungsbeispiele von Blenden erfindungsgemäßer Scheinwerfer;
- Fig. 4 ein Beispiel einer Lichtverteilung, die eine Hell-Dunkel-Grenze aufweist;
- Fig. 5 Verläufe von Beleuchtungsintensitäten beim Überqueren der Hell-Dunkel-Grenze einer Lichtverteilung in qualitativer Form;
- Fig. 6 eine nicht rotationssymmetrische, astigmatische Linse in zwei Schnittebenen mit zugehörigen Strahlengängen;
- Fig. 7 eine Anordnung von Elementen eines erfindungsgemäßen Projektionscheinwerfers mit einer vertikal angeordneten Blende;
- Fig. 8 eine Anordnung von Elementen eines erfin-

dungsgemäßen Projektionsscheinwerfers mit einer horizontal angeordneten Blende; und

Fig. 9 eine weitere Ausgestaltung einer Blende eines erfindungsgemäßen Scheinwerfers.

[0025] Gleiche Bezugszeichen verweisen dabei in den verschiedenen Figuren jeweils auf gleiche oder zumindest ihrer Funktion nach gleiche Elemente.

[0026] Im Einzelnen zeigt die Figur 1 einen Projektionsscheinwerfer 10 für ein Kraftfahrzeug mit einer Lichtquelle 12, einem Licht 15 der Lichtquelle 12 sammelnden optischen Element 14, einer Blende 16, die eine Blendenkante 18 aufweist, und einer Abbildungsoptik 22. Die genannten Elemente 12, 14, 16 und 22 sind längs einer optischen Achse 31 des Scheinwerfers 10 so angeordnet, dass das optische Element 14 von der Lichtquelle 12 stammendes Licht 15 bündelt und auf die Blendenkante 18 richtet, so dass sich an der Blendenkante 18 eine von der Blendenkante 18 begrenzte erste Lichtverteilung einstellt.

[0027] Die Abbildungsoptik 22 ist dazu eingerichtet und so angeordnet, dass sie die erste Lichtverteilung als zweite Lichtverteilung 24 in ein Vorfeld des Scheinwerfers 10 abbildet, wobei die Blendenkante 18 in der zweiten Lichtverteilung 24 als Hell-Dunkel-Grenze 26 zwischen einem vergleichsweise helleren Bereich 28 und einem vergleichsweise dunkleren Bereich 30 der zweiten Lichtverteilung 24 abgebildet wird.

[0028] Die Abbildung erfolgt dabei so, dass die Blende 16 auf dem Kopf stehend und seitenverkehrt in das Vorfeld des Kraftfahrzeugs abgebildet wird. Der hellere Bereich 28 liegt daher bei einem Projektionsscheinwerfer 10, der eine Abblendlichtfunktion erfüllen soll, unter dem Horizont. Dadurch, dass der dunklere Bereich 30 über dem Horizont liegt, wird eine Blendung des Gegenverkehrs vermieden oder zumindest verringert. Die Blendenkante 18 ist in der Regel asymmetrisch ausgeführt und besitzt zum Beispiel einen von der optischen Achse 31 aus zur Seite um einen Winkel von 15° abfallenden Abschnitt, der als ansteigende Kante in der zweiten Lichtverteilung 24 abgebildet wird. Dadurch kann bekanntlich die dem Gegenverkehr nicht zugewandte Seite des Fahrzeugs weitreichender ausgeleuchtet werden. Bei alternativen Ausgestaltungen sind Winkel von 0° oder von 45° oder von 90° vorgesehen.

[0029] Die Lichtquelle 12 ist in einer ersten Ausgestaltung eine Glühlampe oder eine Gasentladungslampe. Bei dieser Ausgestaltung ist das Licht sammelnde optische Element 14 bevorzugt ein Polyellipsoid-Reflektor der eine ellipsoide Grundform besitzt. Die Lichtquelle 12 ist bevorzugt in dem einen Brennpunkt des ellipsoiden Reflektors angeordnet. In dem anderen Brennpunkt des ellipsoiden Reflektors ist die Blendenkante 18 angeordnet. Das von der Lichtquelle 12 isotrop abgestrahlte Licht wird von dem Reflektor 14 in den zweiten Brennpunkt gerichtet, so dass dort eine stark gebündelte erste Lichtverteilung entsteht, die von der Blendenkante 18 be-

grenzt wird.

[0030] In einer alternativen Ausgestaltung ist die Lichtquelle 12 eine Halbleiterlichtquelle oder eine Anordnung von Halbleiterlichtquellen. Halbleiterlichtquellen, insbesondere Leuchtdioden, sind in der Regel Halbraumstrahler und unterscheiden sich insofern von Glühlampen und Gasentladungslampen, die näherungsweise als isotrop abstrahlende Lichtquellen 12 betrachtet werden können. Aus diesem Grund wird für die Ausgestaltung mit Halbleiterlichtquellen als Lichtquelle 12 ein anderes Licht sammelndes Element 14 verwendet.

[0031] Im Unterschied zu einem Polyellipsoid-Reflektor, der die Lichtquelle 12 mehr oder weniger umgibt, ist für den Fall von Halbleiterlichtquellen als Lichtquellen 12 nur ein halbseitig geschlossener Reflektor 14 erforderlich, der auch eine ellipsoide Grundform besitzen sollte. Übertragen auf die Darstellung der Figur 1 bedeutet dies, dass die untere Hälfte des dort dargestellten Reflektors 14 weggelassen werden könnte.

[0032] Alternativ zu einem solchen Halbschalenreflektor als Licht sammelnden optischen Element könnte für eine als Halbleiterlichtquelle oder als Anordnung von Halbleiterlichtquellen realisierte Lichtquelle 12 auch eine Vorsatzoptik aus Licht leitendem Material verwendet werden, die das Licht 15 der Lichtquellen 12 aufnimmt und durch Brechung sowie durch im Inneren des Licht leitenden Materials erfolgende interne Totalreflexionen bündelt und auf die Blendenkante 18 richtet.

[0033] Die Abbildungsoptik 22 ist in einer Ausgestaltung eine Sammellinse, die so angeordnet ist, dass ihr reflektorseitiger Brennpunkt im Bereich der ersten Lichtverteilung an der Blendenkante 18 liegt. Die Blendenkante 18 wird dann als scharfe Hell-Dunkel-Grenze 26 in der zweiten Lichtverteilung 24 in das Vorfeld des Kraftfahrzeugs abgebildet.

[0034] Figur 2 zeigt eine aus dem Stand der Technik bekannte Blende 16, die, wie es in der Figur 1 dargestellt ist, quer zur optischen Achse 31 im Scheinwerfer 10 angeordnet ist und eine im Wesentlichen glatt verlaufende Blendenkante 18 besitzt. Die Blendenkante 18 kann dabei eine Krümmung aufweisen, wie es in der Figur 2 dargestellt ist, um im Zusammenwirken mit der Abbildungsoptik 22 eine gewünschte Kontur der Hell-Dunkel-Grenze 26 in der zweiten Lichtverteilung 24 vor dem Kraftfahrzeug zu erzielen. Beim Stand der Technik wird dieser glatte Verlauf als scharfe Hell-Dunkel-Grenze 26 abgebildet.

[0035] Die Figur 3 zeigt verschiedene Ausführungsbeispiele von Blenden 32 erfindungsgemäßer Scheinwerfer 10. Im Einzelnen zeigt die Figur 3a eine Blende 32, deren Blendenkante 34 halboffene Einschnitte 38 und Vorsprünge 40 aufweist. Gemessen an einem mittleren Blendenverlauf 36 erstrecken sich die Vorsprünge 40 in einen Bereich hinein, der bei einer üblichen Blende, wie sie in der Figur 2 dargestellt ist, komplett lichtdurchlässig wäre. Die Vorsprünge 40 schatten also in einem Bereich, der nahe an dem mittleren Verlauf 36 der Blendenkante 34 liegt, Licht ab, das bei der bekannten Blende

16 nicht abgeschattet würde. Im Gegensatz dazu lassen die halboffenen Einschnitte 38 Licht durch die Blende 32 hindurch, das bei der üblichen Blende 16 vollständig abgeschattet werden würde.

5 **[0036]** Dies führt dazu, dass die Blende 32, wie sie in der Figur 3a dargestellt ist, die Lichtintensität in der ersten Lichtverteilung, die sich an der Blendenkante 34 einstellt, oberhalb von dem mittleren Verlauf 36 verringert und unterhalb von dem mittleren Verlauf 36 vergrößert.

10 **[0037]** Ganz ähnlich ist es beim Gegenstand der Figur 3b. Der Gegenstand der Figur 3b unterscheidet sich vom Gegenstand der Figur 3a dadurch, dass die Vorsprünge 40 und Einschnitte 38 beim Gegenstand der Figur 3b einen eher wellenförmig, runden Rand ergeben, während sie beim Gegenstand der Figur 3a einen eher geradlinigen, Spitzen aufweisenden, gezackten Verlauf aufweisen.

15 **[0038]** Die weitere Ausgestaltung, die in der Figur 3c dargestellt ist, zeichnet sich durch erste Ausnehmungen 50 auf, die knapp unterhalb der Blendenkante 34 in der Blende 32 vorgesehen sind. Durch diese Ausnehmungen 50 gelangt Licht, das bei der üblichen Blende 16 durch das Blendenmaterial abgeschattet werden würde, durch die Blende hindurch und beeinflusst so die erste Lichtverteilung, die sich an der Blende 32 einstellt.

20 **[0039]** Alle drei Ausgestaltungen der Blende 32, wie sie in den Figuren 3a-c dargestellt sind, zeichnen sich dadurch aus, dass die Blendenkante 34 einen mittleren, nahe an der optischen Achse 31 liegenden Bereich 42 aufweist, in dem die Blende 32 weder Vorsprünge 40, noch halboffene Einschnitte 38 in der Blendenkante 34, noch durch einen geschlossenen Rand begrenzte erste Ausnehmungen 50 in der Blende 32 aufweist. In diesem mittleren Bereich 42 unterscheiden sich die Blenden 32 daher nicht von den üblichen Blenden 16. In diesem mittleren Bereich unterscheidet sich daher auch die von den Blenden 32 im Zusammenwirken mit den übrigen Komponenten des Projektionsscheinwerfers 10 erzeugten Hell-Dunkel-Grenze nicht von der Hell-Dunkel-Grenze, wie sie in einem Projektionsscheinwerfer mit einer üblichen Blende 16 erzeugt wird.

30 **[0040]** Unterschiede in den Lichtverteilungen ergeben sich dagegen in den rechten und linken Randbereichen der Blendenkanten, in denen die Blendenkante 34 zum Beispiel den in der Figur 3a dargestellten zackenförmigen Verlauf 46 oder den in der Figur 3b dargestellten wellenförmigen Verlauf 48 besitzt oder in denen erste Ausnehmungen 50 in der Blende 34 die erste Lichtverteilung beeinflussen. Dies wird im Folgenden unter Bezug auf die Figuren 4 und 5 noch näher erläutert. Die Figur 4 zeigt in ihrer rechten Hälfte eine Hälfte einer zweiten Lichtverteilung 24, wie sie mit Hilfe einer üblichen Blende 16 erzeugt wird und die eine sowohl im mittleren Bereich 42 als auch im rechten Randbereich scharf ausgeprägte Hell-Dunkel-Grenze 26 aufweist.

35 **[0041]** In ihrer linken Hälfte zeigt die Figur 4 zum Vergleich eine Lichtverteilung 24, wie sie von dem gleichen Projektionsscheinwerfer unter gleichen Bedingungen mit

einer Blende 32 erzeugt wird, wie sie in den Figuren 3a, b und c dargestellt ist. In diesem Fall wird die ansonsten scharfe Hell-Dunkel-Grenze 26 im linken Randbereich verwischt, was durch eine Aufspaltung der Hell-Dunkel-Grenze 26 in drei Hell-Dunkel-Grenzen 26, 26' und 26'' angedeutet wird. Jede der drei Linien 26, 26' und 26'' entspricht dabei einer konstanten Beleuchtungsstärke. Das bedeutet, dass der Übergang von Hell nach Dunkel, der in der rechten Hälfte der Lichtverteilung 24 scharf über der Hell-Dunkel-Grenze 26 auftritt, in der linken Hälfte der Lichtverteilung 24 über einen Bereich stattfindet, der über mehrere Winkelgrade verwischt ist.

[0042] Es versteht sich, dass die Veranschaulichung diese Verwischens der Hell-Dunkel-Grenze durch drei Isolux-Linien 26, 26' und 26'' lediglich einen veranschaulichenden Charakter hat und dass man in der Realität beliebig viele weitere Isolux-Linien mit einer feineren Unterteilung der Beleuchtungsstärkenwerte zeichnen könnte.

[0043] Figur 5 veranschaulicht den gleichen Zusammenhang dadurch, dass dort die Intensität über der Gradzahl der Abmischung der Lichtpunkte von einer zentralen Achse, zum Beispiel der optischen Achse 31 dargestellt ist. Dabei gehört der durchgezogene dargestellte Verlauf der Intensität zu einer üblichen Blende 16 und zu einer Lichtverteilung 24, wie sie im rechten Teil der Figur 4 dargestellt ist. Dieser Verlauf zeichnet sich durch eine scharfe Hell-Dunkel-Grenze 26 aus, die sich in der Figur 5 durch einen sehr steilen Verlauf der Kurve 54 im Bereich des Horizontwinkels von 0° abbildet. Im Gegensatz zu diesem sehr steilen Verlauf weist der gestrichelte Verlauf 54 beim Winkel 0° und in einer schmalen Winkelumgebung um diesen Winkel von 0° herum eine geringere Steigung auf. Das bedeutet, dass der entsprechend weniger steile Verlauf der Hell-Dunkel-Grenze damit entsprechend weniger kontrastreich und entsprechend unschärfer wahrgenommen wird.

[0044] Der gestrichelte Verlauf 56 ergibt sich bei einem Projektionsscheinwerfer 10 durch Blenden, von denen Ausgestaltungen in den Figuren 3a, b und c dargestellt sind und die sich dadurch auszeichnen, dass sie die erste Lichtverteilung an der Blendenkante 34 in den rechten und linken Randzonen der Blende 32 außerhalb des mittleren Bereichs 42 so beeinflussen, dass sie mehr Licht in den ansonsten abgeschatteten Bereich gelangen lassen und weniger Licht in den ansonsten beleuchteten Bereich gelangen lassen.

[0045] In der Figur 5 zeigt sich dies darin, dass die Kurve 54, die zu den Blenden 32 eines erfindungsgemäßen Scheinwerfers gehört, knapp unterhalb des Horizonts, also bei Werten von etwas weniger als 0°, unterhalb der Kurve 56 verläuft, während die Kurve 54 für oberhalb des Horizonts liegende Werte von etwas mehr als 0° oberhalb der Kurve 56 verläuft.

[0046] Das in der Figur 4 von der Mitte her zu den äußeren Rändern der Lichtverteilung 24 hin stärker werdende Verwischen, das in der Figur 4 durch den von innen nach außen zunehmenden Abstand der Isolux-Lini-

en 26', 26 und 26'' zum Ausdruck kommt, ist gewollt. Es ergibt sich dadurch, dass eine Amplitude der Einschnitte 38 und/oder Vorsprünge 40 und/oder eine Fläche und/oder eine Zahl und/oder ein Abstand erster Ausnehmungen 50 von einem mittleren Verlauf 36 der Blendenkante 34 mit zunehmendem Abstand von der optischen Achse 31 zunimmt.

[0047] Das gezielte Verbreitern und Verwischen der Hell-Dunkel-Grenze erfordert zusätzlich, dass die im Zusammenhang mit der Figur 3 erläuterte Strukturierung der Blende 32 im Bereich der Blendenkante 34 durch Einschnitte 38 und/oder Vorsprünge 40 und/oder Ausnehmungen 50 bei der Erzeugung der zweiten Lichtverteilung 24 nicht aufgelöst wird. Mit anderen Worten: Die genannte Strukturierung soll in der zweiten Lichtverteilung 24 nicht sichtbar sein. Dieser gewünschte Effekt wird durch einen Astigmatismus der Abbildungsoptik 22 begünstigt. Durch einen Astigmatismus werden Punkte im Allgemeinen nicht als Punkte, sondern als Ellipsen und damit unscharf abgebildet.

[0048] Um diese hier gewollte Unschärfe geeignet zu dimensionieren, sieht eine Ausgestaltung vor, dass die Abbildungsoptik 22 eine bezüglich der optischen Achse 31 nicht rotationssymmetrische Linse 58 oder ein bezüglich der optischen Achse nicht rotationssymmetrisches astigmatisches Linsensystem ist. Eine solche Ausgestaltung ist schematisch in der Figur 6 dargestellt. Die Figur 6a zeigt einen ersten Schnitt 60 durch eine solche nicht rotationssymmetrische Linse 58, der entlang der optischen Achse 31 und quer zu einer Blendenkante 34 geführt wurde. Wenn die Blendenkante 34 in der zweiten Lichtverteilung 24 als im Wesentlichen horizontal verlaufende Hell-Dunkel-Grenze abgebildet werden soll, ist der Schnitt 60 ein Vertikalschnitt.

[0049] Die Figur 6b zeigt einen zweiten Schnitt 62 durch die nicht rotationssymmetrische Linse 58, der entlang der optischen Achse 31 und entlang einer Blendenkante 34 geführt wird. Wenn die Blendenkante 34 in der zweiten Lichtverteilung 24 als im Wesentlichen horizontal verlaufende Hell-Dunkel-Grenze abgebildet werden soll, ist der Schnitt 62 ein Horizontalschnitt. Die Brennweite einer Linse ist bekanntlich umso länger, je geringer ihre Krümmung ist.

[0050] Beim Gegenstand der Figur 6 weist die Linse 58 in ihrem Vertikalschnitt 60 eine geringere Krümmung ihrer Lichteintrittsfläche und Lichtaustrittsfläche und damit insbesondere eine vergleichsweise große Brennweite f_v auf.

[0051] Die Brennweite f_v ist in der Figur 6a der Abstand des Brennpunktes 66 von einer Mittelebene der Linse 58. Die Lichtstrahlen 68 sind entsprechend in der vertikalen Schnittebene verlaufende Lichtstrahlen.

[0052] Im Horizontalschnitt 62 weist die Linse 58 eine größere Krümmung und damit kürzere Brennweite f_h auf. Der in der horizontalen Schnittebene liegende Brennpunkt 64 liegt daher näher an der Linse 58 als der Brennpunkt 66, der in der vertikalen Schnittebene liegt. Die Lichtstrahlen 70 repräsentieren in der horizontalen

Schnittebene liegende Lichtstrahlen.

[0053] Die Figur 7 zeigt eine Anordnung von Elementen eines erfindungsgemäßen Projektionsscheinwerfers mit einer vertikal angeordneten Blende 32, wie sie im Zusammenhang mit der Figur 3 erläutert worden ist, und mit einer nicht rotationssymmetrischen Linse 58, wie sie im Zusammenhang mit der Figur 6 erläutert worden ist.

[0054] Die Linse 58 ist an ihrem oberen Rand dicker als an ihrem seitlichen Rand und besitzt daher in ihrem Vertikalschnitt eine größere Brennweite als in ihrem Horizontalschnitt. Die Blendenkante 34 ist bevorzugt näher an einem der beiden Brennpunkte 64, 66 angeordnet als an dem jeweils anderen der beiden Brennpunkte 66, 64 der hier als Abbildungsoptik 22 dienenden Linse 58. In einer besonders bevorzugten Ausgestaltung ist die Blendenkante 34 in Richtung der optischen Achse 31 näher an dem weiter von der Abbildungsoptik 22, respektive der Linse 58, entfernten Brennpunkt 66 angeordnet, als an dem weniger weit von der Abbildungsoptik 22, respektive der Linse 58, entfernten Brennpunkt 64.

[0055] Die Blendenkante 34 liegt daher bei dieser Ausgestaltung im vertikalen Brennpunkt 66 der astigmatischen Linse 58. Der horizontale Brennpunkt 64 liegt zwischen der Blendenkante 34 und der Linse 58. Dies hat den Effekt, dass die Blendenkante vertikal scharf, aber horizontal nicht scharf abgebildet wird. Liegt der horizontale Brennpunkt 64 weit genug vom vertikalen Brennpunkt 66 entfernt, was durch die bezüglich ihrer Rotationssymmetrie asymmetrisch ausgestaltete Linse 58 begünstigt wird, wird die zackenförmige oder wellenförmige oder erste Ausnehmungen 50 aufweisende Form der Blende 32, respektive der Blendenkante 34, nicht mehr aufgelöst. Die Einschnitte 38, Vorsprünge 40 und Ausnehmungen 50 werden vielmehr horizontal verwischt, was hier erwünscht ist.

[0056] In Bezug auf die Lichtquelle 12 und das Licht der Lichtquelle 12 sammelnde optische Elemente zeigt die Figur 7 eine Ausgestaltung mit einer Anordnung von zwei Halbleiterlichtquellen 72, 74, insbesondere Leuchtdioden, als Lichtquelle 12 und einer Anordnung von intern total reflektierenden Vorsatzoptiken 80, 82 als Licht sammelnde Elemente. Die Vorsatzoptiken 80, 82 bestehen zum Beispiel aus PMMA (Polymethylmethacrylat) oder PC (Polycarbonat) als Licht leitendem Material. Aufgrund der gegenüber Luft großen Brechzahl dieser Materialien verringert sich der Öffnungswinkel des von jeder Halbleiterlichtquelle ausgehenden Lichtbündels beim Eintritt in die jeweils zugeordnete Vorsatzoptik von zum Beispiel 90° auf etwa 40°. Dieser Winkel bezieht sich jeweils auf die Abweichung eines Randstrahls des Ausbreitungskegels von einer zentralen Achse des Ausbreitungskegels.

[0057] Dieser Effekt begründet die Licht sammelnde Wirkung der Vorsatzoptiken. Durch eine Ausgestaltung der Seitenflächen als total reflektierende Reflexionsflächen erfolgt eine hocheffiziente Bündelung des Lichtes, da die interne Totalreflexion im Gegensatz zu Reflexionen an spiegelnden Metallflächen praktisch verlustlos er-

folgt.

[0058] Die totalreflektierenden Seitenflächen und die als Lichtaustrittsfläche dienenden, der Blende 34 zugewandten Flächen der Vorsatzoptiken 80, 82 sind durch ihre Geometrie bevorzugt dazu eingerichtet, das von den Halbleiterlichtquellen 72, 74 ausgehende Licht zu bündeln und auf die Blendenkante 34 zu richten, sodass sich an der Blendenkante 34 eine von der Blendenkante 34 begrenzte erste Lichtverteilung einstellt.

[0059] Diese wird dann von der Linse 58 als Abbildungsoptik 22 in Form einer zweiten Lichtverteilung 24 in ein Vorfeld des Scheinwerfers 10 abgebildet, wobei die Blendenkante 34 in der zweiten Lichtverteilung 24 als Hell-Dunkel-Grenze 26 zwischen einem vergleichsweise helleren Bereich und einem vergleichsweise dunkleren Bereich abgebildet wird.

[0060] Die Figur 8 zeigt eine besonders bevorzugte Ausgestaltung einer Anordnung von Elementen eines erfindungsgemäßen Projektionsscheinwerfers. Ähnlich wie der Gegenstand der Figur 7 weist auch der Gegenstand der Figur 8 Halbleiterlichtquellen 72, 74, 76, 78 als Lichtquelle 12 und zugeordnete Vorsatzoptiken 80, 82, 84 und 86 als Licht sammelnde, bündelnde und richtende Elemente auf. Die ungleiche Zahl der Halbleiterlichtquellen und Vorsatzoptiken bei den Gegenständen der Figuren 7 und 8 ist dabei unwesentlich. Ein wesentlicher Unterschied besteht jedoch in der Anordnung der Blende 32.

[0061] Während die Blende 32 beim Gegenstand der Figur 7 rechtwinklig zur optischen Achse und insbesondere vertikal zur optischen Achse angeordnet ist, zeigt die Figur 8 eine bezüglich der optischen Achse 31 parallele, das heißt waagerechte Anordnung der Blende 32. Die Figur 8 zeigt damit insbesondere eine Ausgestaltung, bei der die Blende 32 in einer Ebene liegt, die mit einer von der Blendenkante 34 und der optischen Achse 31 definierten Ebene einen Winkel von weniger als 20° einschließt, insbesondere einen Winkel von weniger als 10°, insbesondere einen Winkel von 0°.

[0062] Für die mit der vorliegenden Erfindung angestrebte Verbreiterung der Hell-Dunkel-Grenze und Verringerung des Lichtintensitätsgradienten über der Hell-Dunkel-Grenze in den Randbereichen der zweiten Lichtverteilung 24 vor dem Fahrzeug ist die Winkellage der Blende 32 von untergeordneter Bedeutung. Ein Anpassungsbedarf an die Lage ergibt sich unter Umständen insofern, dass die Blendenkante 34 jeweils eine ähnliche Krümmung aufweisen sollte wie die ihr zugewandte Lichteintrittsfläche der Abbildungsoptik 22, beziehungsweise der als Abbildungsoptik 22 dienenden Linse 58. Beim Gegenstand der Figur 8 ist eine solche Krümmung erkennbar. Beim Gegenstand der Figur 7 wäre eine solche Krümmung dadurch realisierbar, dass man die senkrechten Außenkanten der Blende 32 etwas auf die Linse 58 zubewegt, während der mittlere Bereich der Blendenkante 34 im Brennpunkt 66 des Vertikalschnitts durch die Linse 58 bleiben sollte.

[0063] Gegenüber der vertikalen Anordnung der Blen-

de 32 in der Figur 7 liegt der eigentliche Vorteil der Anordnung der Blende 32, wie sie in der Figur 8 dargestellt ist, in einer Steigerung der Effizienz. Dabei wird unter einer Effizienz hier der Anteil der von der Lichtquelle 12 emittierten Lichtmenge verstanden wird, der in die Lichtverteilung 24 vor dem Kraftfahrzeug abgebildet wird. Diese Lichtmenge bleibt beim Gegenstand der Figur 7 notwendigerweise hinter einem optimalen Wert zurück, weil die vertikal angeordnete Blende einen gewissen Teil der ersten Lichtverteilung, die sich an der Blendenkante 34 einstellt, wirksam abschattet.

[0064] Beim Gegenstand der Figur 8 erfolgt zwar auch eine solche Abschattung in dem Sinne, dass die waagrecht liegende Blende 32 das auf sie auftreffende Licht daran hindert, in den gewollt dunklen Bereich 30 der Lichtverteilung 24 zu gelangen. Die waagrecht liegende Blende 32 bietet aber darüber hinaus die Möglichkeit, das reflektierte Licht auf die der Blende 32 zugewandte Lichteintrittsseite der Linse 58 zu reflektieren, wobei die Linse 58 bevorzugt so ausgestaltet ist, dass sie dieses Licht durch Brechung in den hellen Bereich 28 der zweiten Lichtverteilung 24 vor dem Kraftfahrzeug richtet.

[0065] Damit geht beim Gegenstand der Figur 8 weniger Licht verloren als beim Gegenstand der Figur 7. Dieser Effizienzvorteil der Figur 8 kann noch dadurch gesteigert werden, dass die den Lichtaustrittsflächen der Vorsatzoptiken 80, 82, 84, 86 zugewandte Oberfläche der Blende 32 reflektierend ausgestaltet ist. Dies wird bevorzugt durch eine metallisch spiegelnde Beschichtung erzielt, wie es aus der Reflektorfertigung seit Jahrzehnten bekannt ist. Die effizientere Lichtausnutzung macht die Ausgestaltung mit der waagrecht angeordneten Blende 32 besonders geeignet für eine Verwendung in Verbindung mit Halbleiterlichtquellen als Lichtquelle 12. Dies liegt daran, dass Halbleiterlichtquellen, zumindest wenn man ihre Zahl beschränkt, nicht ohne Weiteres so viel Lichtstrom zur Verfügung stellen, wie dies von Gasentladungslampen und/oder Halogenlampen erwartet werden kann.

[0066] Ein weiterer Vorteil der waagrecht liegenden Blende 32 liegt darin, dass bei einem horizontalen Einbau der Blende 32 der untere Teil des Projektionsmoduls für weitere Funktionen genutzt werden kann. So ist es besonders vorteilhaft, den oberen Teil als Zusatzabblendlicht und den unteren Teil als Zusatzfernlicht zu benutzen. Dabei wirkt die beschriebene Blende sowohl im Abblendlicht als auch im Fernlichtbereich. Hierdurch wird die konstruktionsbedingt sichtbare Trennlinie zwischen Zusatzabblendlicht und Zusatzfernlicht zusätzlich verwischt.

[0067] Eine bevorzugte Ausgestaltung zeichnet sich dadurch aus, dass die Blende beweglich ist. Dabei wird die Blende entlang der Blendenfläche verschoben oder geklappt. In einer Ausgestaltung, wie sie in der Fig. 7 dargestellt ist, erfolgt eine Verschiebung der Blende nach unten. In einer Ausgestaltung, wie sie in der Fig. 8 dargestellt ist, erfolgt eine Verschiebung der Blende nach hinten. Bei einer Ausgestaltung mit einer klappbaren

Blende wird diese um eine Achse geschwenkt, die weitgehend senkrecht, insbesondere senkrecht, zur Fahrtrichtung und weitgehend parallel, insbesondere parallel zu Fahrbahn ist. Weitgehend heißt hier bis auf Abweichungen von weniger als 5°. Die Klappbewegung erfolgt bei der vertikalen Blende aus Fig. 7 bevorzugt mit einer Bewegung der Blendenkante nach vorn und bei der waagerechten Blende aus der Fig. 8 bevorzugt mit einer Bewegung der Blendenkante nach unten. In einer bevorzugten Ausgestaltung wird die Bewegung der Blende zwischen zwei Endlagen ausgeführt. In der nach unten oder nach hinten verschobenen Endlage, beziehungsweise in der nach vorn oder nach unten geklappten Endlage unterstützt der Projektionsscheinwerfer die Fernlichtfunktion. Bevorzugt ist auch, dass die Blende auch jeweils in eine oder mehrere Zwischenpositionen bewegt werden kann, die zwischen den genannten Endlagen liegen.

[0068] Eine weiterer Ausgestaltung zeichnet sich dadurch aus, dass die Linse 58 weitere optische Funktionen wie eine Farbkorrektur oder eine weitere Kontrastminderung im Bereich der Hell-Dunkel-Grenze durch Mikrostrukturen oder Licht streuende Strukturen auf einer oder mehreren Oberflächen der Linse 58 erfüllt. Um dies zu verdeutlichen zeigt die Figur 6 eine Linse 58 als Ausgestaltung einer Abbildungsoptik 22, die auf ihrer Lichtaustrittsfläche 90 Licht streuende Strukturen 92 in Form von lokalen Auswölbungen und/oder Vertiefungen aufweist.

[0069] Figur 9 zeigt eine weitere Ausgestaltung, die sowohl bei vertikal als auch bei waagrecht angeordneter Blende 32 realisierbar ist. Diese Ausgestaltung zeichnet sich dadurch aus, dass die Blende 32 in ihrer Ebene Wölbungen und/oder Vertiefungen und/oder weitere Ausnehmungen 88 aufweist, die weiter von der Blendenkante 34 entfernt liegen als die ersten Ausnehmungen 50, die zur Verbreiterung der Hell-Dunkel-Grenze in deren Randbereichen dienen. Durch diese Ausnehmungen, Vertiefungen oder Auswölbungen wird die abschattende Wirkung der Blende 32 gezielt lokal modifiziert, um bestimmten Lichtanteilen eine bestimmte Richtung zu geben, so dass zum Beispiel Verkehrsschilder, die normalerweise im dunklen Bereich 30 der zweiten Lichtverteilung 24 liegen, mit einer geringen, aber zulässigen und vorgeschriebenen Lichtintensität bestrahlt werden, die noch nicht zu einer Blendung des Gegenverkehrs führt. Die Ausnehmungen enthalten in einer weiteren Ausgestaltung optische Elemente.

50 Patentansprüche

1. Projektionsscheinwerfer (10) für ein Kraftfahrzeug mit wenigstens einer Lichtquelle (12), einem Licht (15) der Lichtquelle (12) sammelnden optischen Element (14), einer Blende (32), die eine Blendenkante (34) aufweist, sowie mit einer Abbildungsoptik (22), wobei das optische Element (14) gesammeltes Licht (15) bündelt und auf die Blendenkante (34) richtet,

- so dass sich an der Blendenkante (34) eine von der Blendenkante (34) begrenzte erste Lichtverteilung einstellt, die von der Abbildungsoptik (22) als zweite Lichtverteilung (24) in ein Vorfeld des Scheinwerfers (10) abgebildet wird, wobei die Blendenkante (34) in der zweiten Lichtverteilung (24) als Hell-Dunkel-Grenze (26) zwischen einem vergleichsweise helleren Bereich (28) und einem vergleichsweise dunkleren Bereich (30) der zweiten Lichtverteilung (24) abgebildet wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Blende (32) Vorsprünge (40) und/oder halboffene Einschnitte (38) in der Blendenkante (34) aufweist und/oder dass die Blende (32) durch einen geschlossenen Rand begrenzte erste Ausnehmungen (50) in der Blende (32) aufweist, die in einem Abstand zur Blendenkante (34) angeordnet sind, der kleiner als ein Fünftel der Breite (52) der Blende (32) ist.
2. Scheinwerfer (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abbildungsoptik (22) eine bezüglich der optischen Achse (31) nicht rotationssymmetrische Linse (58) oder ein bezüglich der optischen Achse (31) nicht rotationssymmetrisches astigmatisches Linsensystem ist.
 3. Scheinwerfer (10) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abbildungsoptik (22) auf der optischen Achse (31) in einer längs der Blendenkante (34) laufenden Ebene eine andere Brennweite aufweist als in einer quer zu der Blendenkante laufenden Richtung.
 4. Scheinwerfer (10) nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Blendenkante (34) näher an einem (66) der auf der optischen Achse (31) liegenden Brennpunkte (64, 66) der Abbildungsoptik (22) liegt als an einem anderen (64) der auf der optischen Achse (31) liegenden Brennpunkte der Abbildungsoptik.
 5. Scheinwerfer (10) nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Blendenkante (34) in Richtung der optischen Achse (31) näher an dem weiter von der Abbildungsoptik (22) entfernten Brennpunkt (66) angeordnet ist als an dem weniger weit von der Abbildungsoptik (22) entfernten Brennpunkt (64).
 6. Scheinwerfer (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Blende (32) in einer Ebene liegt, die mit einer von der Blendenkante (34) und der optischen Achse (31) definierten Ebene einen Winkel von weniger als 20° einschließt, insbesondere einen Winkel von weniger als 10° , insbesondere einen Winkel von 0° einschließt und dass die Blende (32) eine reflektierende Oberfläche besitzt.
 7. Scheinwerfer (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Blende (32) in ihrer Ebene Wölbungen und/oder Vertiefungen und/oder weitere Ausnehmungen (88) aufweist, die weiter von der Blendenkante (34) entfernt liegen als die ersten Ausnehmungen (50).
 8. Scheinwerfer (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Amplitude der Einschnitte (38) und/oder Vorsprünge (40) und/oder eine Fläche und/oder eine Zahl und erster Ausnehmungen, (50) von einem mittleren Verlauf (36) der Blendenkante (34) mit zunehmendem Abstand von der optischen Achse (31) zunimmt.
 9. Scheinwerfer (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Blendenkante (34) einen mittleren, nahe an der optischen Achse (31) liegenden Bereich (42) aufweist, in dem die Blende (32) weder Vorsprünge (40), noch halboffene Einschnitte (38) in der Blendenkante (34), noch durch einen geschlossenen Rand begrenzte erste Ausnehmungen (50) in der Blende aufweist.
 10. Scheinwerfer (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abbildungsoptik (22) auf ihrer Lichteintrittsfläche und/oder auf ihrer Lichtaustrittsfläche (90) Lichtstreuende Strukturen (92) in Form von lokalen Auswölbungen und/oder Vertiefungen aufweist.
 11. Scheinwerfer (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Blende (32) beweglich ist.

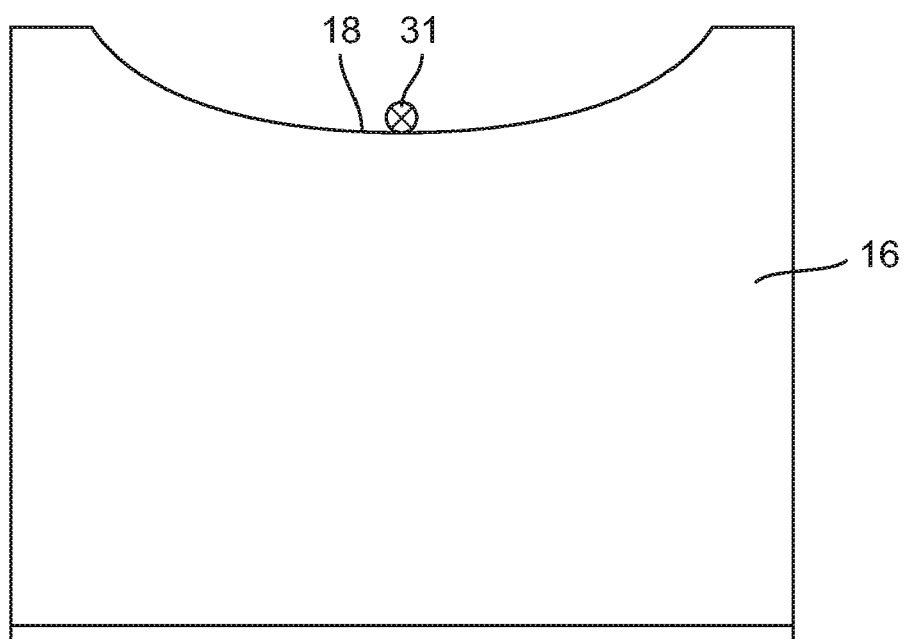
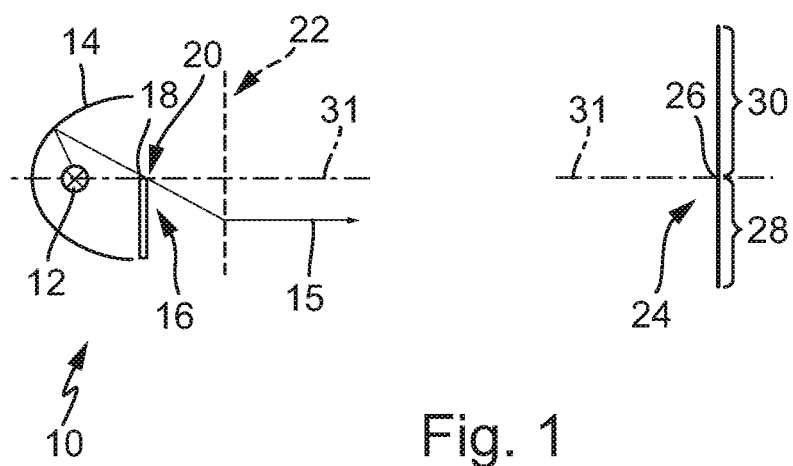
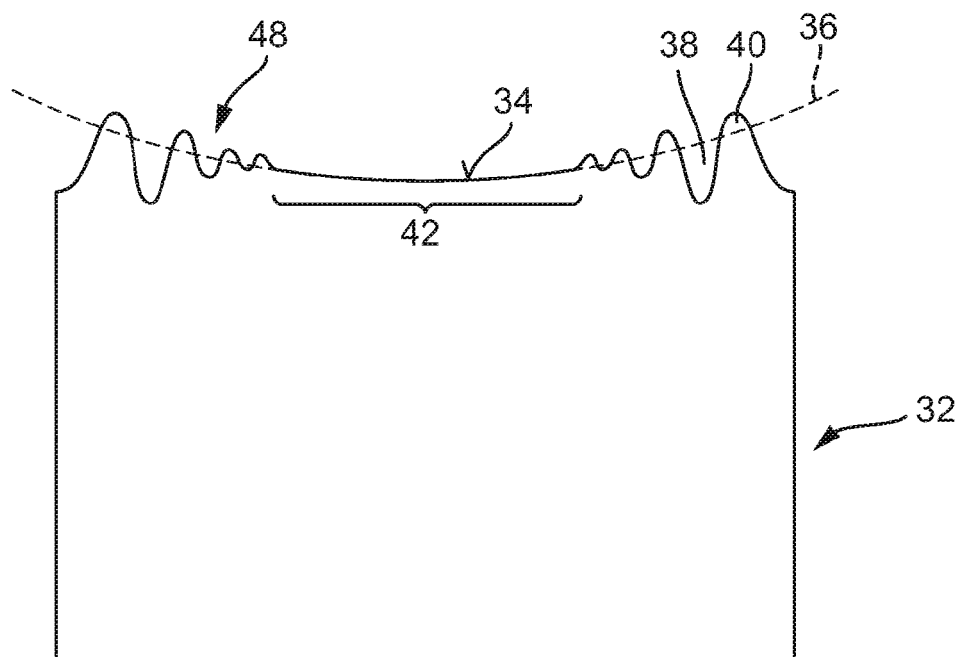
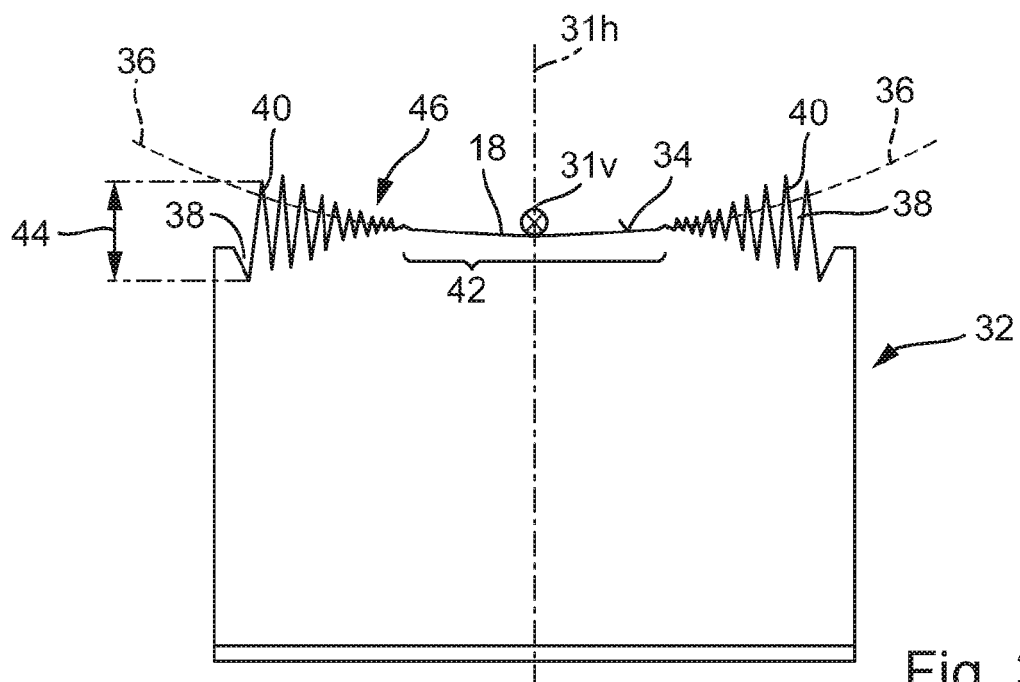


Fig. 2



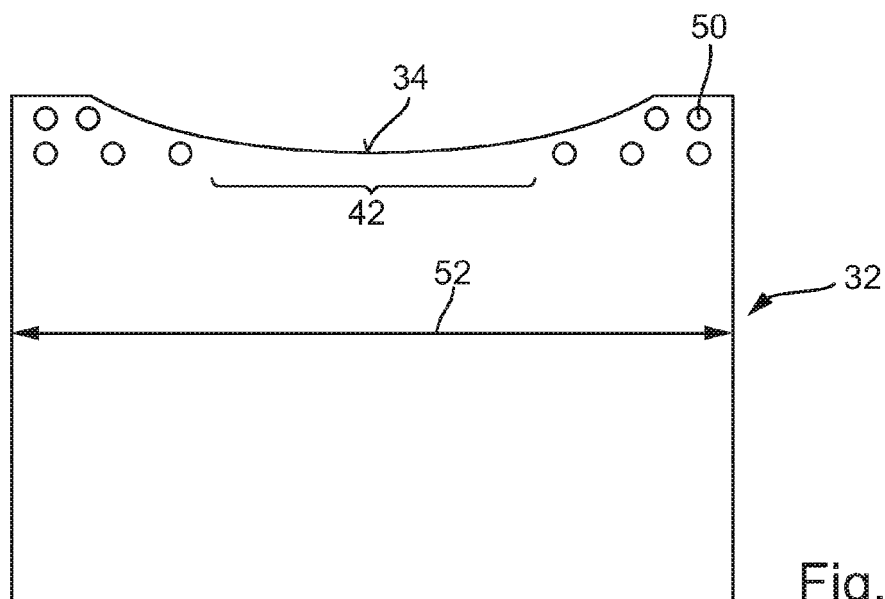


Fig. 3c

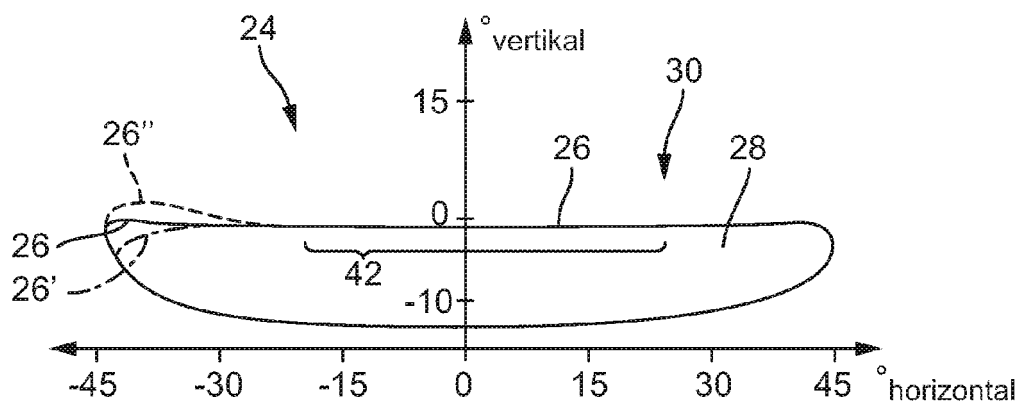


Fig. 4

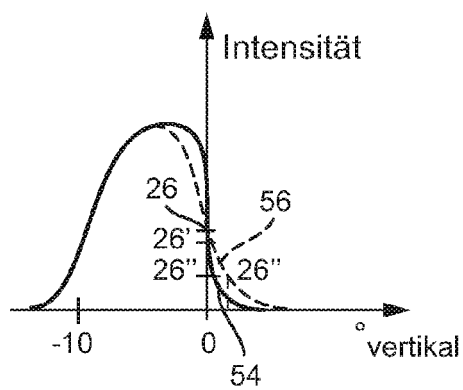


Fig. 5

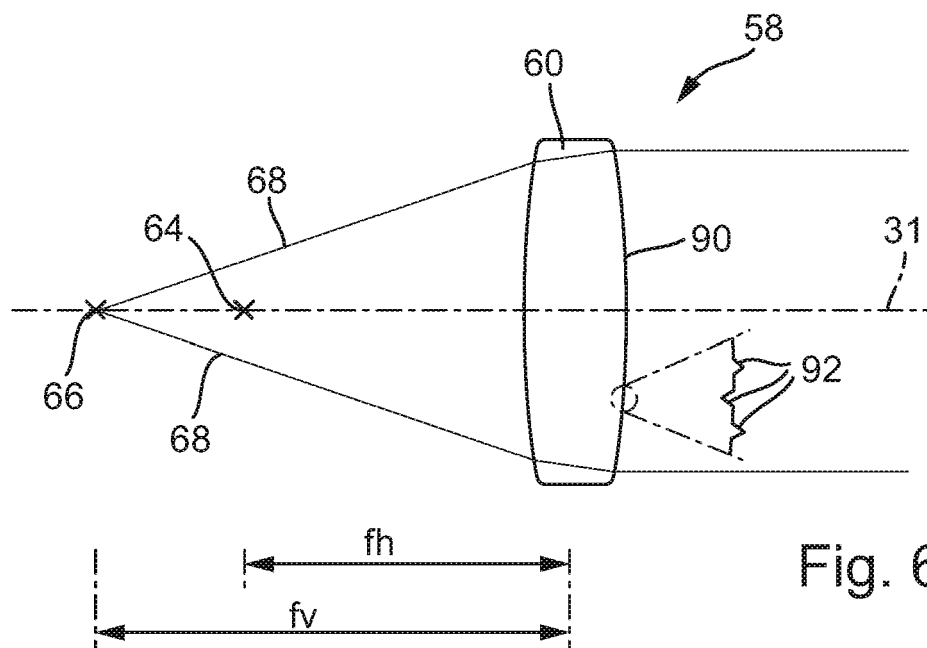


Fig. 6a

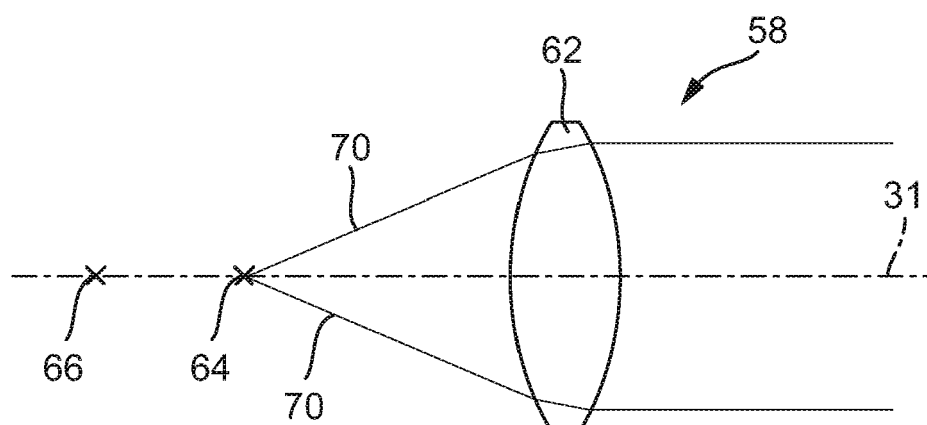
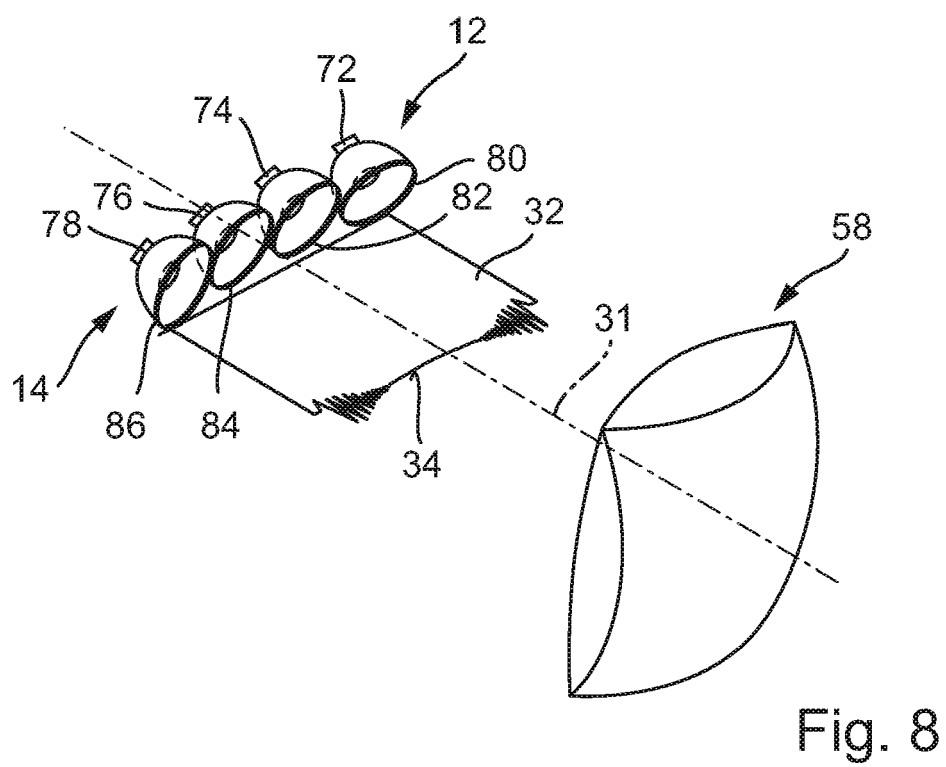
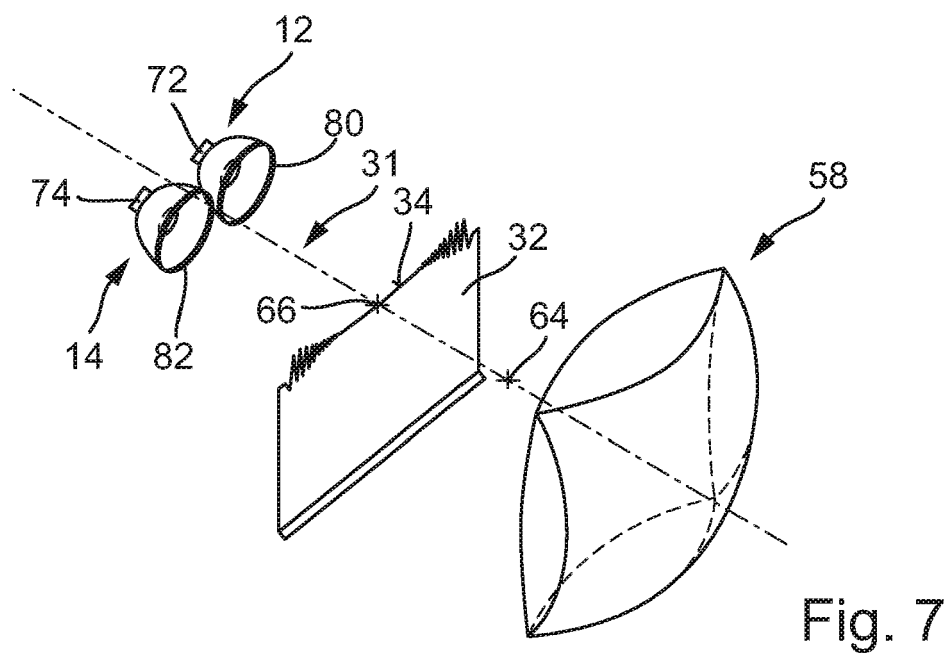


Fig. 6b



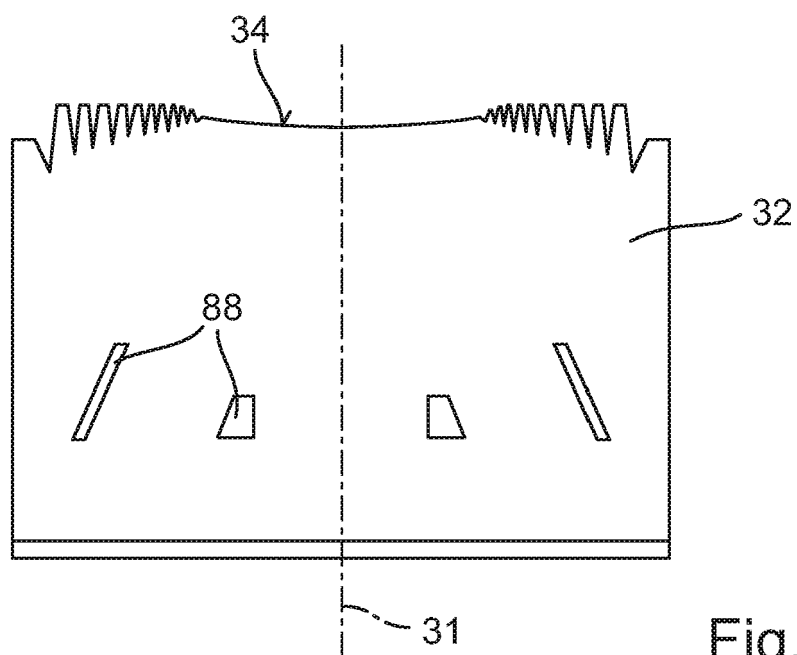


Fig. 9



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 11 17 5421

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	JP 63 157102 U (KOITO MANUFACTURING CO., LTD.) 14. Oktober 1988 (1988-10-14) * Abbildungen 1,2,4-6,10,12 *	1,7,10,11	INV. F21V5/00 F21V11/16 F21V14/08
X	DE 26 36 137 A1 (THORN ELECTRICAL IND LTD) 16. Februar 1978 (1978-02-16) * Seite 5, Absatz 1 - Seite 6, Absatz 1; Abbildungen 1-10 * * Seite 8, Absatz 2 * * Seite 9, Absatz 5 - Seite 15, Absatz 1 *	1,2,7	
X	DE 10 2008 015510 A1 (KOITO MFG CO LTD [JP]) 2. Oktober 2008 (2008-10-02)	1,6,7	
Y	* Absätze [0001], [0023] - [0046]; Abbildungen 1-6 *	2-5	
Y	GB 2 436 691 A (VISTEON GLOBAL TECH INC [US]) 3. Oktober 2007 (2007-10-03) * Seite 1, Zeilen 5-7; Abbildungen 1-11 * * Seite 5, Zeile 11 - Seite 10, Zeile 32 *	2-5	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F21V
X	US 2008/239742 A1 (NAKADA YUSUKE [JP] ET AL) 2. Oktober 2008 (2008-10-02)	1,6	
Y	* Absätze [0003], [0042] - [0061], [0074] - [0078], [0088]; Abbildungen 1-7 *	2,3	
Y	EP 2 199 662 A1 (VALEO VISION [FR]) 23. Juni 2010 (2010-06-23) * Absätze [0018] - [0023], [0035], [0037], [0051] - [0062]; Abbildungen 1-8 *	2,3	
X	DE 10 2006 031819 A1 (HELLA KGAA HUECK & CO [DE]; UNIV PADERBORN [DE]) 10. Januar 2008 (2008-01-10) * Absätze [0001], [0011], [0012], [0021] - [0025]; Abbildungen 1-4 *	1,11	
		-/--	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 9. November 2011	Prüfer Goltes, Matjaz
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 : mündliche 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	

2

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 11 17 5421

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 100 04 701 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 9. August 2001 (2001-08-09) * das ganze Dokument * -----	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 9. November 2011	Prüfer Goltes, Matjaz
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 : mündliche 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	

2
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 11 17 5421

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.

09-11-2011

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP 63157102 U	14-10-1988	JP 4006084 Y2	20-02-1992
DE 2636137 A1	16-02-1978	KEINE	
DE 102008015510 A1	02-10-2008	JP 4766698 B2	07-09-2011
		JP 2008251243 A	16-10-2008
		US 2008239745 A1	02-10-2008
GB 2436691 A	03-10-2007	DE 102007012023 A1	18-10-2007
		JP 2007265994 A	11-10-2007
		US 2007236952 A1	11-10-2007
US 2008239742 A1	02-10-2008	CN 101275725 A	01-10-2008
		DE 102008015246 A1	27-11-2008
		JP 4695112 B2	08-06-2011
		JP 2008243432 A	09-10-2008
		KR 20080087656 A	01-10-2008
EP 2199662 A1	23-06-2010	FR 2940404 A1	25-06-2010
DE 102006031819 A1	10-01-2008	KEINE	
DE 10004701 A1	09-08-2001	US 2001019484 A1	06-09-2001

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 102008023551 A1 [0001] [0004]