



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
10.04.2013 Patentblatt 2013/15

(51) Int Cl.:
F21V 5/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **12187226.1**

(22) Anmeldetag: **04.10.2012**

(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: **Kiesel, Markus 72762 Reutlingen (DE)**

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

(30) Priorität: **04.10.2011 DE 102011114636**

(54) **Anordnung und Dimensionierung von Overhead-Elementen auf einer Projektionslinse eines Kraftfahrzeugscheinwerfers**

(57) Vorgestellt wird ein Verfahren zur Anordnung von Overhead-Elementen einer Projektionslinse eines Kraftfahrzeug-Projektionsscheinwerfers, wobei die Overhead-Elemente (34) dazu eingerichtet sind, Licht in einen über der Hell-Dunkel-Grenze liegenden Overhead-Bereich der Lichtverteilung des Scheinwerfers zu richten. Das Verfahren zeichnet sich dadurch aus, dass in einem ersten Schritt Teilbereiche (54,56,58) der Grenzfläche (26) definiert werden, dass in einem zweiten Schritt Overhead-Elemente (34) definiert werden, die in den im ersten

Schritt definierten Teilbereichen angeordnet sind, dass eine aus den simulierten Overhead-Elementen resultierende Overhead-Beleuchtung simuliert wird, wobei die Simulation der definierten Overhead-Elemente dazu verwendet wird, eine Zahl und/oder Form der definierten Overhead-Elemente iterativ so zu verändern, dass die simulierte Overhead-Beleuchtung vorbestimmten Bedingungen genügt. Ein unabhängiger Anspruch richtet sich auf einen mit solchen Overhead-Elementen ausgestatteten Scheinwerfer.

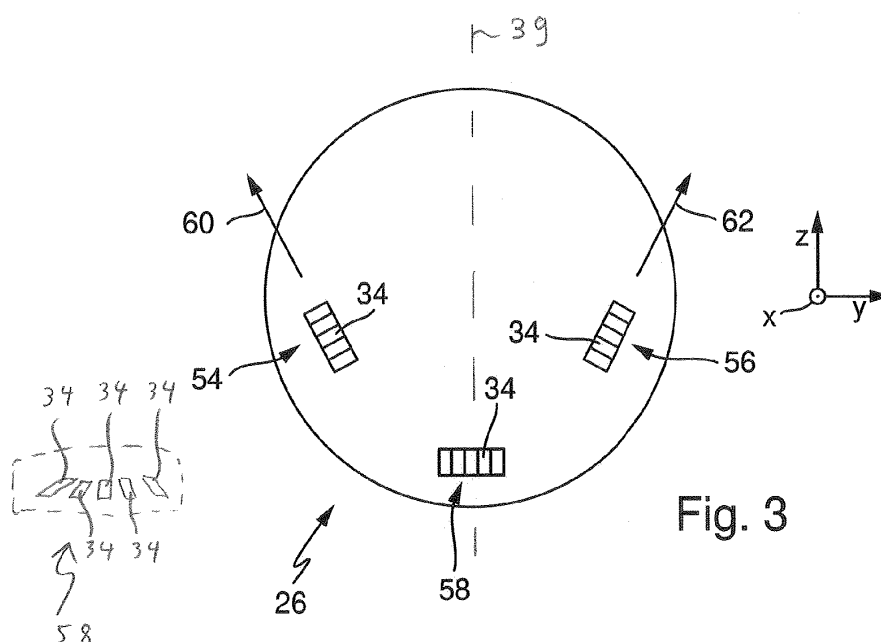


Fig. 3

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie einen Scheinwerfer nach dem unabhängigen Vorrichtungsanspruch.

[0002] Ein solches Verfahren und ein solcher Scheinwerfer sind aus der DE 10 2009 020 593 A1 bekannt.

[0003] Diese Schrift zeigt insbesondere einen Kraftfahrzeug-Projektionsscheinwerfer, der dazu eingerichtet ist, eine Kante, die einen Lichtstrom einer Lichtquelle des Scheinwerfers begrenzt, als Hell-Dunkel-Grenze einer vom Scheinwerfer in dessen Vorfeld erzeugter Lichtverteilung zu projizieren, und der eine Projektionslinse mit geometrischen Overhead-Elementen aufweist, die als lokale Deformationen einer Grenzfläche der Projektionslinse verwirklicht sind und die dazu eingerichtet sind, Licht in einen über der Hell-Dunkel-Grenze liegenden Overhead-Bereich der Lichtverteilung zu richten. Durch die Anweisung, mehr als hundert solcher Overhead-Elemente diskret über die Grenzfläche der Projektionslinse zu verteilen zeigt diese Schrift implizit auch ein Verfahren nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0004] Die Hell-Dunkel-Grenze einer Abblendlichtverteilung grenzt einen unteren, hell beleuchteten Bereich der Lichtverteilung von einem oberen, dunkleren Bereich ab. Der obere Bereich wird bekanntlich schwächer beleuchtet, um eine Blendung anderer Verkehrsteilnehmer, insbesondere des Gegenverkehrs, zu verringern.

[0005] Im ECE-Gesetzesraum werden für Kfz-Scheinwerfer bestimmte, ortsabhängige Beleuchtungsstärken gefordert. Diese werden für Abblend- und Fernlicht gesondert anhand zahlreicher Messpunkte ausformuliert. Die vorliegende Erfindung betrifft insbesondere die für ein Abblendlicht vorgeschriebenen Messpunkte. Eine Darstellung von Messpunkten für die Beleuchtungsstärken kann zum Beispiel dem Kraftfahrtechnischen Taschenbuch, 24. Auflage, April 2002, ISBN 3-528-13876-9, Seite 816 entnommen werden.

[0006] Neben vorgegebenen Beleuchtungsstärken des auf die Straße auftreffenden Lichtes, also des zur Beleuchtung des unterhalb der Hell-Dunkel-Grenze liegenden hellen Bereichs der Lichtverteilung, sind auch spezielle Anforderungen für Beleuchtungsstärken oberhalb der Hell-Dunkel-Grenze zu erfüllen. Dieser oberhalb der Hell-Dunkel-Grenze liegende Bereich der Lichtverteilung wird auch als Overhead- oder Signlight-Bereich (von der Sichtbarkeit der Verkehrszeichen abgeleitet) bezeichnet.

[0007] Die gesetzlichen Messpunkte in diesem Bereich erstrecken sich bis zu 4° oberhalb des Horizontes und werden durch Mindest- beziehungsweise durch Maximalwerte sowie sogenannte Summenwerte für die sich jeweils in den Messpunkten einstellende Beleuchtungsstärke charakterisiert.

[0008] Projektionssysteme mit Abblendlichtfunktion verfügen systembedingt über sehr wenig Licht oberhalb der Hell-Dunkel-Grenze, da dieser Overhead-Bereich

durch die bei Projektionssystemen verwendete Blende effektiv abgeschattet wird. Es ist diese Blende, deren Kante als Hell-Dunkel-Grenze in die Lichtverteilung vor dem Scheinwerfer, also insbesondere vor dem Fahrzeug, projiziert wird.

[0009] Wegen der effektiven Abschattung sind besondere Maßnahmen zur ausreichenden Beleuchtung dieser Messpunkte mit geeigneten Lichtmengen notwendig. Dabei ist gleichzeitig auf die Einhaltung vorgeschriebener Maximalwerte in der Nähe der Hell-Dunkel-Grenze zu achten. Diese Maximalwerte werden auch als so genannte Blendwerte bezeichnet.

[0010] Bei bekannten Vorrichtungen wird dies dadurch erreicht, dass auf der vorderen (Lichtaustritts-) oder rückwärtigen (Lichteintritts-) Grenzfläche der Projektionslinse lokale Deformationen angeordnet sind, die durch ihre zusätzliche prismatische, das heißt Licht-brechende Wirkung Licht in die Signlight-Messpunkte ablenken. Dies ist beispielsweise aus der DE 10 2004 024 107 A1 bekannt, die in diesem Zusammenhang einen waagrecht in der Mitte der Linsengrenzfläche verlaufenden Zylinderabschnitt aufweist. Aus der DE 103 094 34 ist eine Projektionslinse mit einer diesem Zweck dienenden lokalen Vertiefung im unteren Bereich der Linse bekannt. Dieser Vorrichtung ähnlich ist der Gegenstand der US 7 040 789 B2, der eine Art von Rippen verwendet, die umlaufend am Linsenrand angeordnet sind. Bekannt sind auch schlangenlinienartige Elemente auf der Vorderfläche der Projektionslinse, wie sie in der US 7 025 483 B2 beschrieben werden.

[0011] Auch eine lokale Deformation des unteren Linsenbereiches der Projektionslinse mit einer zusätzlichen, horizontal streuenden Überstruktur ist aus dem Gebrauchsmuster DE 20 2005 004 080 bekannt.

[0012] Bekannt ist es auch, die Linsenrückfläche mit prismatisch ablenkenden Elementen zur Erzeugung von Licht für einen Nebenleuchtbereich zu versehen, wie dies der DE 10 2004 024 107 A1 zu entnehmen ist. Die eingangs bereits genannte DE 10 2009 020 593 verwendet viele regelmäßig auf der Projektionslinse verteilt angeordnete, kleine prismatische Elemente zur Ablenkung von Licht in einen Overhead-Bereich

[0013] Weiterhin sind geometrische Oberflächenmodifikationen bekannt, die sich allerdings nicht primär auf die Beleuchtung von Overhead-Messpunkten richten: Dazu zählen etwa Linsen mit horizontal und schräg verlaufenden Wellenstrukturen. Dies ist sowohl für den europäischen ECE-Gesetzesraum als auch für den amerikanischen SAE - Gesetzesraum bekannt. Als Beispiel wird auf die DE 40 31 352 A1 verwiesen. Linsen mit Zylinderelementen sind im Gebrauchsmuster G 90 00 395 beschrieben.

[0014] Außerdem ist der Einsatz von reflektierenden Zusatzbauteilen im Projektionssystem möglich, wie beispielsweise ein Einsatz von quer zur Lichtrichtung angeordneten, reflektierenden Blenden. Ein Beispiel für ein reflektierendes Zusatzbauteil, welches direkt hinter der Projektionslinse angeordnet wird, ist der US 5 307 247

zu entnehmen.

[0015] Denkbar sind auch weitere Lösungen, wie Öffnungen in der Abblendlichtblende. Solche Öffnungen können teilweise auch mit zusätzlichen, reflektierenden Bauteilen kombiniert werden. Eine Öffnung in der Blende wird beispielsweise in der KR 10 2009 0064 724 A und in der KR 10 2010 0069 471 A beschrieben.

[0016] Jede Deformation einer Lichteintrittsgrenzfläche oder einer Lichtaustrittsgrenzfläche der Projektionslinse, die zur Erzeugung von Overheadlicht dient, ist visuell deutlich wahrnehmbar, da die Erzeugung von Overheadlicht relativ große Ablenkwinkel von wenigstens mehreren Grad erfordert. Eine makroskopische, "unsichtbare" Lösung auf der Projektionslinse kann es demnach nicht geben.

[0017] Dies ist vor dem Hintergrund von Bedeutung, dass bei aktuellen Scheinwerfern zunehmend Designaspekte in den Mittelpunkt rücken. Das heißt, dass die Akzeptanz bisher bekannter Overhead-Lösungen auf Projektionslinsen auf der Seite der Abnehmer von Scheinwerfern abnimmt. Das Erscheinungsbild von Scheinwerfern wird also von Kundenseite zunehmend kritischer beurteilt, so dass an das Aussehen und zum Teil auch an die Funktion der Scheinwerfer zunehmend deutlich höhere Anforderungen gestellt werden.

[0018] Auch das Aussehen der Projektionslinse im eingeschalteten Zustand spielt eine zunehmende Rolle, so dass Lösungen, bei denen ein scharfes, punktuell aufleuchten von Teilen der Linse erzeugt wird, nicht gewünscht werden.

[0019] Dementsprechend sind viele bisherige Lösungen nicht mehr verwendbar, da sie von Kundenseite nicht mehr akzeptiert werden.

[0020] Von Gesetzesseite ist momentan eine Verschärfung der Vorschriften für Overhead-Werte zu erwarten, die mit den bisherigen Lösungen teilweise nicht erfüllbar sind. So werden einerseits höhere Lichtmengen an einzelnen Messpunkten im Overhead-Bereich vorgeschrieben. Andererseits wird parallel dazu gefordert, die Blendwerte innerhalb der bisher erlaubten Grenzen zu halten. Darüber hinaus sind neue, definiert zu beleuchtende Messpunkte eingeführt worden. Bisherige Lösungen führen bei einer Steigerung des Overheadlichtniveaus auch entsprechend zu einer Erhöhung der Blendwerte über die erlaubten Grenzen hinaus, so dass solche Scheinwerfer unter Umständen nicht mehr zugelassen werden können.

[0021] Weiterhin ergeben sich durch bisherige Lösungen teilweise Nebenwirkungen in der Lichtverteilung: Da für den Overhead-Anteil aus der normalen Abblendlichtverteilung Licht entnommen werden muss, kann dies zu Inhomogenitäten innerhalb der Lichtverteilung auf der Straße führen, die als Löcher, also als deutlich sichtbare dunklere Stellen wahrgenommen werden.

[0022] Bisherige Lösungen für Overheadlicht weisen darüber hinaus den Nachteil auf, dass sie meistens nur mit einem spezifischen Projektionssystem kompatibel sind. Werden diese Lösungen bei einem anderen Pro-

jektionssystem angewendet, werden in der Regel die Zielvorgaben hinsichtlich zu erreichender Messwerte, Neutralität gegenüber der Leistungsfähigkeit und Homogenität der Lichtverteilung nicht erreicht. Die Overhead-Lösung passt dann nicht.

[0023] Die hier vorgeschlagene Erfindung zeichnet sich in ihren Verfahrensaspekten dadurch aus, dass in einem ersten Schritt Teilbereiche der Grenzfläche definiert werden, dass in einem zweiten Schritt Overhead-Elemente definiert werden, die in den im ersten Schritt definierten Teilbereichen angeordnet sind, dass eine aus den simulierten Overhead-Elementen resultierende Overhead-Beleuchtung simuliert wird, wobei die Simulation der definierten Overhead-Elemente dazu verwendet wird, eine Zahl und/oder Form der definierten Overhead-Elemente iterativ so zu verändern, dass die simulierte Overhead-Beleuchtung vorbestimmten Bedingungen genügt.

[0024] Im Ergebnis liefert die Erfindung in ihren Verfahrensaspekten ein Baukastenprinzip, das schrittweise zu einer individuell auf jedes Projektionssystem anpassbaren Overhead-Lösung führt.

[0025] Dabei werden zunächst geeignete Positionen für die geometrischen Elemente gefunden. Größe und Ausgestaltung der geometrischen Elemente zur Erzeugung von Overheadlicht lassen sich anschließend leicht durch lichttechnische Simulation und Analyse zielgenau dimensionieren. So lässt sich für jedes Projektionssystem simultan die Einhaltung der geforderten Messwerte, die Erhaltung der Leistungsfähigkeit des Systems und der Homogenität der Lichtverteilung optimieren und erreichen.

[0026] Zur Erzeugung von Licht im Overhead-Bereich des Abblendlichtes von Projektionssystemen werden zu diesem Zweck exakt anpassbare, geometrische Elemente auf der Oberfläche der Projektionslinse vorgeschlagen, die durch ihre geringe Größe ein ästhetisch ansprechendes und gewolltes Erscheinungsbild aufweisen.

[0027] In ihren Vorrichtungsaspekten zeichnet sich eine besonders bevorzugte Ausgestaltung dadurch aus, dass die Overhead-Elemente auf drei Teilbereiche der Grenzfläche beschränkt angeordnet sind wobei zwei der drei Teilbereiche symmetrisch zu einer die optischen Achse des Scheinwerfers enthaltenden und rechtwinklig zum Horizont und zur optischen Achse und damit vertikal ausgerichteten gedachten Ebene angeordnet sind, wenn der Scheinwerfer so ausgerichtet ist, dass er eine Lichtverteilung mit einer regelkonformen, zumindest teilweise parallel zum Horizont liegenden Hell-Dunkel-Grenze erzeugt, und dass der dritte Bereich bei einer solchen Ausrichtung in einer unteren Hälfte der Grenzfläche so angeordnet ist, dass er von der vertikal ausgerichteten gedachten Ebene in zwei gleiche Hälften geteilt wird.

[0028] Durch die zwei symmetrisch angeordneten Teilbereiche sowie den einen zentral unten angeordneten Teilbereich wird ein unauffälliges, gewolltes und insbesondere durch seine Symmetrie ästhetisch ansprechendes Erscheinungsbild der gesamten Linse erzielt, so

dass die Linse als Design-Element angesehen werden kann. Das bewusst gewählte Erscheinungsbild der Overhead-Geometrien vermeidet, insbesondere durch seine Symmetrie, den subjektiven Eindruck einer defekten Linse.

[0029] Weitere Vorteile ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen, der Beschreibung und den beigefügten Figuren.

[0030] 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

[0031] Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Dabei bezeichnen gleiche Bezugszeichen in den verschiedenen Figuren jeweils gleiche Elemente. Es zeigen, jeweils in schematischer Form:

Fig. 1 eine Schnittdarstellung eines Kraftfahrzeugscheinwerfers als technisches Umfeld der Erfindung;

Fig. 2 einen Querschnitt durch eine Ausgestaltung eines Overhead-Elements aus der Fig. 1;

Fig. 3 eine Draufsicht auf eine mit Overhead-Elementen ausgestattete Projektionslinse; und

Fig. 4 eine Lichtverteilung mit Overheadlicht, das mit einem nach dem erfindungsgemäßen Verfahren erzeugten Scheinwerfer erzeugt worden ist.

[0032] Fig. 1 zeigt im Einzelnen eine schematische Darstellung einer Ausgestaltung eines Scheinwerfers 10 in einem Längsschnitt. Der Scheinwerfer 10 weist ein Gehäuse 12 mit einer Lichtaustrittsöffnung auf, die von einer transparenten Abdeckscheibe 14 abgedeckt wird. In dem Gehäuse 12 ist ein Projektionsmodul 16 angeordnet. Das Projektionsmodul 16 weist eine Lichtquelle 18 und einen Reflektor 20 auf, der zumindest einen Teil des von der Lichtquelle 18 ausgehenden Lichtes reflektiert und in einen Fokalebereich bündelt. Der Reflektor 20 hat vorzugsweise die Form eines Rotationsellipsoids oder eine davon abweichende ellipsoidähnliche Form. Die Lichtquelle 18 ist in einem ersten Brennpunkt F_1 des Reflektors 20 angeordnet. Eine Blendenanordnung 22 schirmt zumindest einen Teil des vom Reflektor 20 ausgehenden Lichtstroms ab. Die Blende 22 ist in der Darstellung der Fig. 1 in einer Ebene angeordnet, die senkrecht zu einer optischen Achse 24 und durch den zweiten Brennpunkt F_2 des Reflektors 20 verläuft. Die Blende 22 kann aber auch parallel zur optischen Achse

24 liegend angeordnet sein und eine Licht reflektierende Oberfläche besitzen. Darüber hinaus kann die Blende auch zusätzlich zur senkrechten Ausdehnung auch parallel zur optischen Achse eine gewisse Ausdehnung besitzen, so dass es sich gewissermaßen um eine dicke Blende handelt. In jedem Fall wird jedoch die im Bereich des zweiten Brennpunktes F_2 beziehungsweise einer im Bereich einer zweiten Brennebene liegende Blendenkante als Hell-Dunkel-Grenze in das Vorfeld des Scheinwerfers 10 projiziert.

[0033] Die Projektion erfolgt durch eine Projektionslinse 26. Die Projektionslinse 26 ist in dem dargestellten Ausführungsbeispiel mittels eines an einem Kragen 28 angreifenden Linsenhalters (nicht dargestellt) an einem vorderen Rand des Reflektors 20 befestigt. Die Linse 26 besteht aus einem beliebigen lichtdurchlässigen Material, bspw. aus einem temperaturbeständigen Kunststoff oder Glas und weist an der der Lichtquelle 18 zugewandten Seite eine im wesentlichen ebene Lichteintritts-Grenzfläche 30 und an ihrer gegenüberliegenden Seite eine konvexe Lichtaustritts-Grenzfläche 32 auf. Selbstverständlich kann die Grenzfläche 30 auch konkav oder konvex ausgebildet sein.

[0034] Das Lichtmodul 16 dient zur Erzeugung einer Lichtverteilung mit Hell-Dunkel-Grenze, vorzugsweise einer Abblendlichtverteilung oder einer Nebellichtverteilung. Die Hell-Dunkel-Grenze ergibt sich als Projektion der im Bereich des zweiten Brennpunktes F_2 des Reflektors 20 liegenden Kante der Blendenanordnung 22 in der vom Lichtmodul 6 auf der Fahrbahn erzeugten Lichtverteilung. Die Richtung x ist im Wesentlichen parallel zur Richtung der optischen Achse 24, die der Hauptabstrahlrichtung des Lichtstroms entspricht und, bei eingebautem Scheinwerfer 10, parallel zur Längsachse des Fahrzeugs. Die z-Richtung ist parallel zur Hochachse des Fahrzeugs und weist nach oben. Die y-Richtung steht entsprechend senkrecht auf der Zeichnungsebene und weist in diese hinein. In der unteren Hälfte der Projektionslinse 26 weist die Lichtaustritts-Grenzfläche 32 einen Teilbereich 58 der Grenzfläche mit einer Gruppierung von einem bis zu zwanzig einzelnen Overhead-Elementen 34 auf, die in Form von lokalen Deformationen der Grenzfläche, hier in Form von Vorsprüngen, verwirklicht sind. Eine weitere Gruppierung solcher oder ähnlicher Overhead-Elemente ist beim Gegenstand der Fig. 1 auch noch seitlich etwa auf der Höhe der optischen Achse 24 in einem Teilbereich 54 der Grenzfläche 32 angeordnet.

[0035] Figur 2 zeigt einen Querschnitt durch ein einzelnes Overhead-Element 34 der unteren Gruppierung in dem Teilbereich 58 gemäß Figur 1, wie er sich bei einem in der Zeichnungsebene der Fig. 1 geführten Schnitt qualitativ ergibt. Der Querschnitt des einzelnen Overhead-Elements 34 teilt sich in einen ersten Abschnitt 42, der zwischen den Punkten 38 und 40 liegt, und einen zweiten Abschnitt 46 auf, der zwischen den Punkten 40 und 44 liegt. Unter der vertikalen Ausdehnung oder Länge des einzelnen Overhead-Elements wird hier der Ab-

stand der Punkte 38 und 44 in der Fig. 2 verstanden. Die Krümmung des ersten Abschnitts 42 entspricht in einer bevorzugten Ausgestaltung der Krümmung eines Zylindermantels. Die zum Abschnitt 42 zugehörige Oberfläche des einzelnen Overhead-Elements 34 entspricht einem Teil einer Mantelfläche eines imaginären Zylinders, dessen Achse bei im Fahrzeug eingebautem Scheinwerfer 10 parallel zur Grundfläche des Fahrzeugs innerhalb der Linse 26 liegt.

[0036] Alternativ kann die Kontur des Abschnitts 42 auch als Spline-Funktion oder als vergleichbare mathematische Funktion oder als Kombination solcher Funktionen erzeugt werden. Bevorzugt ist ein stetig differenzierbarer Verlauf der sich bei dem Schnitt ergebenden Randkurve bei in z-Richtung variabler Krümmung.

[0037] Der erste Abschnitt 42 erzeugt die gewünschte Ablenkwirkung. Der Abschnitt 46 dient lediglich zur Realisierung eines stetig differenzierbaren und damit kantenlosen Übergangs zwischen dem ersten Abschnitt 42 des einzelnen Overhead-Elements 34 und der übrigen Grenzfläche 32 der Linse 26.

[0038] Einzelne Overhead-Elemente 34 werden durch Nebeneinanderanordnung und/oder durch Übereinanderanordnung zu Gruppierungen in Teilbereichen 54, 56, 58 der Grenzfläche gruppiert. Jede solche Gruppierung kann wegen ihrer räumlichen Begrenztheit selbst wieder als Overhead-Element betrachtet werden. Die gewünschte ablenkende Wirkung wird durch den Vergleich des Lichtbündels 48, das durch die Grenzfläche der Linse 26 im Bereich des Overhead-Elements 34 hindurchtritt, mit den Lichtbündeln 50, 52, die durch zum Overhead-Element 34 benachbarte Bereiche der Grenzfläche 32 hindurchtreten, deutlich. Im Vergleich zu den Lichtbündeln 50 und 52 erfährt ein Teil 48' des Lichtbündels 48 beim Durchtritt durch die Grenzfläche 32 eine Ablenkung in z-Richtung. Durch diese Ablenkung wird das Lichtbündel 48' über die Hell-Dunkel-Grenze hinaus abgelenkt, während der Teil 48'' des Lichtbündels 48 in die Abblendlichtverteilung abgelenkt wird. Die Lichtbündel 50, 52 beleuchten den Bereich unterhalb der Hell-Dunkel-Grenze.

[0039] Entsprechend der Aufteilung der Flächen der Overhead-Elemente 34 und der übrigen Lichtaustritts-Grenzfläche der Linse 26 werden bevorzugt weniger als ein Prozent bis zu weniger als fünf Prozent des durch die Linse 26 hindurchtretenden Lichts in den Overhead-Bereich gestreut, während die verbleibenden mehr als fünfundneunzig bis mehr als neunundneunzig Prozent zur Beleuchtung des Bereichs unterhalb der Hell-Dunkel-Grenze dienen.

[0040] In einer bevorzugten Ausgestaltung beträgt eine maximale Ablenkung eines durch ein Overhead-Element 34 abgelenkten Lichtstrahls 48' gegenüber einem benachbarten Lichtstrahl 50, 52, der nicht durch das Overhead-Element 34 abgelenkt wird, mindestens fünf Grad.

[0041] Bis hierher wurde die Erfindung am Beispiel einer Lichtaustritts-Grenzfläche einer Projektionslinse 26

erläutert. Alternativ oder ergänzend kann die örtlich selektiv ablenkende Wirkung aber auch durch eine entsprechende Ausgestaltung der Lichteintritts-Grenzfläche 30 der Linse 26 erzeugt werden. Bei Fahrzeugscheinwerfern, deren Lichtmodul 16 nicht schwenkbar ist, kann die ablenkende Wirkung gegebenenfalls auch durch eine Verteilung von Overhead-Elementen auf der Lichteintritts-Grenzfläche der Abdeckscheibe realisiert werden.

[0042] Im folgenden wird beschrieben, wie in sukzessiven Einzelschritten und damit sozusagen nach einem Baukastenprinzip eine Positionierung und Ausgestaltung von adaptierbaren geometrischen Overhead-Elementen 34 auf der Oberfläche, zum Beispiel auf der Lichtaustrittsgrenzfläche 32 einer Projektionslinse 26 erfolgt, um genau definiertes Licht im Overhead-Bereich zu erzeugen. Dieses Verfahren ist prinzipiell auf jedes Projektionssystem anwendbar.

[0043] Mittels eines neuen Analyseverfahrens werden im ersten Schritt Teilbereiche auf der Grenzfläche der Projektionslinse 26 definiert, die sich für die Positionierung von Overhead-Elementen eignen. Diese Teilbereiche sollen möglichst kleine Abmessungen aufweisen und damit ästhetisch wenig auffallen. Sie sollen bevorzugt in z-Richtung unten und/oder in y-Richtung außen angeordnet sein.

[0044] Zur Definition der Teilbereiche wird eine Grenzfläche der Projektionslinse 26, zum Beispiel die Lichtaustrittsgrenzfläche 32, rechnerisch in kleine Segmente zerlegt. Diese Segmente werden gezielt auf ihre Eignung für die Positionierung von Overhead-Elementen 34 untersucht. Eine Eignung ergibt sich in diesem Sinne insbesondere dadurch, dass solche Segmente die Umgebung der Hell-Dunkel-Grenze beleuchten. Am Ende der Analyse werden dadurch exakte Aussagen für die ideale Positionierung der geometrischen Elemente gewonnen. Unerwünschte Nebenwirkungen auf die Homogenität der Lichtverteilung oder die Leistungsfähigkeit des Projektionssystems werden durch dieses Vorgehen unterbunden.

[0045] Fig. 3 zeigt eine Draufsicht auf eine Lichtaustritts-Grenzfläche 32 einer Projektionslinse 26 mit einer bevorzugten Anordnung von Teilbereichen 54, 56 und 58. Es werden vorzugsweise zwei symmetrisch angeordnete Teilbereiche 54 und 56 sowie ein zentral unten angeordneter Teilbereich 58 definiert. Diese Anordnung ergibt ein unauffälliges, gewolltes und ästhetisch ansprechendes Erscheinungsbild der gesamten Linse 26, so dass sich hier ein weiterer Design-Freiheitsgrad ergibt, beziehungsweise so dass die Linse 26 als Design-Element angesehen werden kann. Das bewusst gewählte Erscheinungsbild der symmetrischen Anordnung der Teilbereiche 54 und 56 vermeidet insbesondere auch einen Eindruck einer defekten Linse, wie er zum Beispiel bei einem quer über die Linse verlaufenden und zusammenhängenden Overhead-Element in Form eines Zylinderteilvolumens erweckt werden kann.

[0046] Die Teilbereiche werden insbesondere so angeordnet, dass Auswirkungen auf die sich unterhalb der

Hell-Dunkel-Grenze einstellende Abblendlichtverteilung, der das Overheadlicht letztlich entnommen wird, minimal sind. Die Homogenität der Lichtverteilung bleibt weitestgehend unberührt.

[0047] Es werden also in dem ersten Schritt Teilbereiche 54, 56, 58 auf der Grenzfläche der Projektionslinse definiert, die aber nicht zwangsläufig so angeordnet sein müssen, wie es in der Fig. 3 dargestellt ist. Wesentlich ist, dass sich die Teilbereiche 54, 56, 58 für eine Anordnung von Overhead-Elementen 34 eignen, wobei sich die Eignung dadurch ergibt, dass die Teilbereiche 54, 56, 58 möglichst kleine Abmessungen aufweisen und dass ein Lichtstrom, der durch diese Teilbereiche 54, 56, 58 hindurchtritt, ohne störende Auswirkungen auf die übrige Lichtverteilung in den über der Hell-Dunkel-Grenze liegenden Overhead-Bereich der Lichtverteilung umgelenkt werden kann.

[0048] In einer bevorzugten Ausgestaltung sind die Teilbereiche, zum Beispiel die dargestellten Teilbereiche 54, 56, 58 solche Bereiche auf der Projektionslinse 26, die von Licht durchquert werden, das bei nicht vorhandenen Overhead-Elementen 34 zur Erzeugung der Hell-Dunkel-Grenze dienen würde, also das zur Beleuchtung des hellen Bereichs an oder knapp unter der Hell-Dunkel-Grenze beitragen würde.

[0049] Für die Definition der Bereiche wird in dem ersten Schritt die Grenzfläche, zum Beispiel die Lichtaustritts-Grenzfläche 32 der Projektionslinse 26 rechnerisch in kleine Segmente zerlegt. Diese Segmente werden dann gezielt auf ihre Eignung für die Positionierung von Overhead-Elementen untersucht.

[0050] In einer bevorzugten Ausgestaltung werden drei Teilbereiche 54, 56, 58 definiert, wobei zwei Teilbereiche 54, 56 der drei Teilbereiche symmetrisch zu einer die optische Achse 24 des Scheinwerfers 10 enthaltenen und rechtwinklig zum Horizont und zur optischen Achse und damit vertikal ausgerichteten gedachten Ebene angeordnet sind, wenn der Scheinwerfer so ausgerichtet ist, dass er eine Lichtverteilung mit einer regelkonformen, zumindest teilweise parallel zum Horizont liegenden Hell-Dunkel-Grenze erzeugt. In der Fig. 3 ist das die x-z-Ebene. Der dritte Bereich 58 wird bei einer solchen Ausrichtung in einer unteren Hälfte der Grenzfläche 32 so angeordnet, dass er von der vertikal ausgerichteten gedachten Ebene 39 in zwei gleiche Hälften geteilt wird, so dass sich auch insofern eine Symmetrie der Anordnung bezüglich der genannten Ebene 39 ergibt. In Bezug auf den unteren Teilbereich 58 gilt, dass die einzelnen Overhead-Elemente 34, die in einem solchen Teilbereich zusammengruppiert sind, auch gegeneinander verdreht angeordnet sein können. Bei auf Zylinderflächen basierenden ablenkenden Flächen bedeutet dies, dass die Achsen der zu verschiedenen einzelnen zusammengruppierten Overhead-Elemente zugehörigen Zylinder nicht parallel zueinander ausgerichtet sind, wie es in der Fig. 3 rechts von der Projektionslinse 26 für einen Teilbereich 58 vergrößert dargestellt ist. Die Ablenkung erfolgt durch eine solche Gruppierung sowohl mit seitlichen

als auch mit vertikalen Richtungskomponenten.

[0051] Die beiden in Bezug auf eine mittig zwischen ihnen und parallel zur x-z-Ebene liegende Symmetrieebene symmetrisch zueinander angeordneten Teilbereiche 54, 56 haben bevorzugt eine Breite von 4 bis 5 mm bei einer Länge von ungefähr 10 mm. Der untere mittlere Bereich ist bevorzugt ca. 6 mm lang und ca. 2,5 mm hoch. Dies gilt für eine Linse 26 mit einem Durchmesser von ca. 60 bis 75 mm. Mit diesen Werten beträgt die mit Overhead-Elementen 34 besetzte Fläche nur etwa 3% der in die Ebene projizierten Lichtaustrittsfläche 32 der Projektionslinse 26. Dies ist wesentlich weniger als bei der gleichmäßigen Verteilung nach der DE 10 2009 020 593 A1. Es ist daher bevorzugt und gleichzeitig ein Vorteil der Erfindung, dass sich eine den gesetzlichen Forderungen genügende Overhead-Beleuchtung mit einem so geringen Anteil der Overhead-Element-Flächen an der Fläche der Linse erzielen lässt. In bevorzugten Ausgestaltungen ist dieser Flächenanteil kleiner als 5 %. Für die Teilbereiche gilt allgemein, dass deren Breite bevorzugt zwischen zwei mm und zehn mm liegt, wobei ihre Länge bevorzugt zwischen einem und zwanzig mm liegt.

[0052] Bevorzugt ist auch, dass die beiden seitlich symmetrisch zueinander angeordneten Teilbereiche 54, 56 um eine jeweils zur optischen Achse parallele und durch den jeweiligen Teilbereich 54 oder 56 hindurch laufende Drehachse so verdreht angeordnet sind, dass sie Licht bei der im Anspruch 5 beschriebenen Ausrichtung des Scheinwerfers nicht nur nach oben, sondern auch zur Seite ablenken. Die optische Achse verläuft in der Fig. 3 parallel zur x-Richtung. Die Teilbereiche 54 und 56 sind bevorzugt so mit Overhead-Elementen, zum Beispiel mit Overhead-Elementen 34 der in der Fig. 2 dargestellten Art belegt, dass diese Overhead-Elemente durch sie hindurch tretendes Licht so ablenken, dass dieses Licht jeweils Ausbreitungsrichtungskomponenten 60, 62 aufweist. Diese Ausbreitungsrichtungskomponenten zeichnen sich dadurch aus, dass sie nicht nur eine aufwärts gerichtete Komponente (in z-Richtung) besitzen, sondern dass sie zusätzlich seitlich gerichtete, d.h. in die positive und/oder negative y-Richtung weisende Richtungskomponenten aufweisen. Dadurch wird die für eine Regelkonformität erforderliche Breite der Overhead-Beleuchtung in y-Richtung erzielt, so dass alle vorgeschriebenen Messpunkte beleuchtet werden.

[0053] In diesen im ersten Schritt definierten Teilbereichen 54, 56, 58 werden im zweiten Schritt einzelne Overhead-Elemente 34 und/oder Gruppen einzelner Overhead-Elemente angeordnet. Jede Gruppe enthält bevorzugt eine Zahl von einzelnen Overheadelementen, die zwischen 1 und 20 liegt. Die Overhead-Elemente 34 besitzen bevorzugt eine Geometrie, die durch ihre weitreichende Anpassbarkeit eine definierte Erzeugung von Overheadlicht ermöglicht. Gleichzeitig werden durch gezielte Lichtlenkung die einzuhaltenden Maximalwerte (Blendwerte) berücksichtigt, so dass die gesetzlichen Anforderungen sicher eingehalten werden können.

[0054] Eine gezielte Anpassung der Geometrie der

Overhead-Elemente ist durch die große Zahl von Freiheitsgraden in der geometrischen Gestaltung besser als bisher möglich. Die Overhead-Elemente sind mindestens C1-stetig, also mindestens einmal stetig differenzierbar und damit ohne Stufe oder Knick in die Grenzfläche, also in die Oberfläche der Projektionslinse 26 integriert. In der Serienfertigung führt dies zu einer verbesserten Standzeit im Werkzeug.

[0055] Die Dimensionierung der in die im ersten Schritt definierten Teilbereiche einzusetzenden geometrischen Elemente, seien es die Teilbereiche 54, 56, 58 oder andere im ersten Schritt definierte Teilbereiche, erfolgt mittels Simulation und nachfolgender Analyse. Durch die exakt definierte Geometrie der Overhead-Elemente 34 kann deren Wirkung mit guter Genauigkeit vorhergesagt werden. So ist eine leichte Anpassung der Elemente 34 an präzise Zielvorgaben möglich. Hierdurch wird eine erhebliche Zeitersparnis bei der Festlegung der Größe, Zahl und der Ausrichtung der Overhead-Elemente erzielt.

[0056] Dabei werden gezielt kleinere Oberflächenabschnitte 42 der Vorderfläche der Projektionslinse 26 relativ zu ihrer vorherigen Ausrichtung in vertikaler Richtung verkippt. Mit anderen Worten, eine z-Komponente einer Flächennormale des Oberflächenabschnitts oder Oberflächenbereichs wird vergrößert. Das Licht, welches durch diese Oberflächenabschnitte, respektive Oberflächenbereiche hindurchtritt, erfährt gegenüber seiner vorherigen Richtung eine deutliche Anhebung, also eine Vergrößerung der z-Komponente seiner Propagationsrichtung und beleuchtet dann als erwünschte Folge den Overhead-Bereich der Lichtverteilung. Dieses Licht wird dabei aus der sich ohne eine solche Verkipfung einstellenden Abblendlichtverteilung entnommen.

[0057] Der vertikale Ablenkungswinkel wird innerhalb der verkippten Oberflächenabschnitte variiert, um den gesamten Overhead-Messbereich abzudecken. Dadurch entsteht ein flächig und homogen, wenn auch vergleichsweise schwach beleuchteter Bereich, in dem alle Overhead-Messpunkte liegen. Die maximale Lichtablenkung, die durch die Overhead-Elemente erzielt wird, liegt bei mindestens 4° , kann aber auch bis zu 10° betragen.

[0058] Die gegen die Oberfläche 32 der Projektionslinse 26 verkippten Flächenabschnitte 42 werden im Allgemeinen durch Zylinderabschnitte verwirklicht. Sie können aber auch durch vergleichbare oder anders geartete mathematische Funktionen oder beispielsweise Splinesflächen oder eine Kombination aus ihnen begrenzt werden. Die Integration der verkippten Einzelflächen in die Oberfläche der Projektionslinse erfolgt durch geschickte Verrundungen, die zwischen den Punkten 40 und 44 liegen. Dabei können verschiedene, durch mathematische Funktionen definierte Verrundungsflächen oder auch Freiformflächen zum Einsatz kommen. Auch durch Splinesfunktionen definierte Flächen können dazu eingesetzt werden, anders definierte Flächen sind ebenso möglich.

[0059] Die Verrundung wird insbesondere dadurch verwirklicht, dass ein mindestens einmal stetig differen-

zierbarer Übergang zwischen der Grundfläche 32 der Projektionslinse 26 und den Licht ablenkenden Oberflächenabschnitten, respektive den Overhead-Elementen erzeugt wird. Diese weiche Integration in die Projektionslinse 26 verbessert die Standzeit des Linsenwerkzeuges, da keine scharfen Kanten vorhanden sind, die abgenutzt werden könnten. Das grundsätzliche Aussehen und das Funktionsprinzip der Overhead-Elemente ist in der bereits beschriebenen Figur 2 dargestellt.

[0060] Die Anordnung und Gruppierung der Overhead-Elemente ist nicht auf eine Anordnung in einem Muster von drei Teilbereichen beschränkt. Je nach lichttechnischer Ausgestaltung des Projektionssystems ist eine unterschiedliche Positionierung, Anzahl und Größe der oben beschriebenen Overhead-Elemente 34 geeignet, um eine ausreichende Menge an Overheadlicht zu erzeugen, ohne dafür eine störende Beeinflussung der übrigen Lichtverteilung in Kauf nehmen zu müssen.

[0061] Aus gestalterischen Gründen stellt die in der Fig. 3 qualitativ dargestellte Anordnung von drei Teilbereichen mit der beschriebenen Symmetrie aber durchaus eine bevorzugte Ausgestaltung dar.

[0062] In jeden dieser Teilbereiche, seien es die drei Teilbereiche 54, 56 oder 58 aus der Fig. 3 oder anders angeordnete oder eine andere Zahl von Teilbereichen, wird mindestens ein einzelnes Overhead-Element 34 platziert. An Stelle einer Besetzung mit nur einem einzelnen Overhead-Element 34 ist eine Besetzung jedes Teilbereichs mit nur bis zu zehn einzelnen Overhead-Elementen 34 bevorzugt, wobei die Zahl der einzelnen Overhead-Elemente in den symmetrisch zueinander angeordneten Teilbereichen bevorzugt gleich ist. Wie bereits erläutert wurde, ist dabei bevorzugt, dass zwei Gruppen in den beiden seitlichen Bereichen der Projektionslinse (bezogen auf die senkrechte Achse) und die dritte Gruppe im mittleren Bereich, bevorzugt weiter unten, platziert.

[0063] Eine verbesserte Funktionalität der Overhead-Elemente wird durch die folgenden Maßnahmen erreicht:

[0064] Die beiden seitlichen Bereiche mit Overhead-Elementen können zusätzlich um ihren Mittelpunkt gedreht werden, wobei die Drehachse parallel zur optischen Achse des Projektionssystems verläuft. Der Drehwinkel kann dabei optimal angepasst werden. Das hindurchtretende Licht wird nicht nur nach oben, sondern auch gezielt seitlich abgelenkt. Durch diese Maßnahme wird die Beleuchtung von hinsichtlich der zulässigen Beleuchtungsstärke nach oben limitierten Messpunkten (Blendwerte) wesentlich verringert. Gleichzeitig werden die seitlich liegenden Overhead-Messpunkte stärker beleuchtet, so dass die Effizienz der Overhead-Elemente steigt.

[0065] Durch die Kompaktheit der Overhead-Elemente innerhalb ihrer Teilbereiche können diese derart auf der Oberfläche der Projektionslinse angeordnet werden, dass das benötigte Licht ohne störende Auswirkungen auf die übrige Lichtverteilung entnommen werden kann.

Bereiche, die nur eine geringe Durchmischung des Lichtes aufweisen oder für die Leistung des Projektionssystems relevant sind, können ausgespart werden: Auf diese Weise werden beispielsweise Inhomogenitäten oder Verdunklungen im Bereich direkt vor dem Fahrzeug und in den Seitenbereichen der Lichtverteilung unterbunden.

[0066] Besondere Bedeutung hat die zentral und bevorzugt unten in dem Teilbereich 58 der Linsenvorderfläche integrierte Gruppe von Overhead-Elementen 34. In der Fig. 3 ist dies die in dem Teilbereich 58 angeordnete Gruppe von einzelnen Overhead-Elementen 34. Diese unterstützen die seitlich in den Teilbereichen 54 und 56 angeordneten Elemente 34, indem sie einen zusätzlichen Beitrag zum benötigten Overheadlicht leisten.

[0067] Gleichzeitig ermöglichen sie durch ihre bevorzugt seitliche Streuung eine Homogenisierung des Lichtes im Overheadbereich, es wird der längs der y-Richtung entstehende Mittelungseffekt ausgenutzt. Dadurch wird ein sehr gleichmäßiges Overheadlicht generiert.

[0068] Sie verringern außerdem das Auftreten von Inhomogenitäten in der Lichtverteilung, weil das im Overhead-Bereich benötigte Licht an einer weiteren, unkritischen Stelle der Linsenoberfläche entnommen wird.

[0069] Das durch die geringere Auffälligkeit ästhetisch verbesserte Erscheinungsbild der Overhead-Elemente wird dadurch erreicht, dass an Stelle eines weit über die Projektionslinse ausgedehnten Overhead-Elementes oder zahlreicher diskreter Einzelelemente hier sehr kompakte Strukturen mit räumlich geringen Abmessungen eingesetzt werden.

[0070] Durch die Aufteilung der ablenkenden Flächen in einzelne Elemente 34, die übereinander, beziehungsweise nebeneinander angeordnet sind, wird eine sehr geringe Höhe der einzelnen Elemente in Richtung ihrer Flächennormalen erreicht. Diese Höhe liegt bevorzugt im Bereich von 0,02 bis 0,2 mm. In einzelnen Fällen kann auch die Verwendung von nur einem Element pro Gruppe ausreichend sein, hier entfällt die Aufteilung. Diese Ausgestaltung ist dann bevorzugt, wenn für die Overhead-Elemente nur eine entsprechend geringe Fläche benötigt wird.

[0071] Die Gruppierung mehrerer, gleichartiger Overhead-Elemente 34 in einem abgegrenzten Teilbereich, zum Beispiel einem Overhead-Bereich 54, 56 oder 58, und die symmetrische Anordnung der Teilbereiche führen zu einem gewollten Aussehen, so dass die Elemente nicht mit Oberflächenfehlern auf der Linse zu verwechseln sind. Das gewollte Aussehen wird durch die symmetrisch zur Vertikalachse verlaufende Anordnung der beiden seitlichen Overhead-Bereiche 54, 56 und den mittig gelegenen Zusatzbereich 58, der ebenfalls eine Gruppierung von einzelnen Overheadelementen 34 enthält, verstärkt.

[0072] Eine insgesamt resultierende Lichtverteilung mit einem erfindungsgemäß erzeugten Overhead-Anteil ist in der Fig. 4 dargestellt. Dabei bezeichnet H eine Horizontale und V eine Vertikale. Der Kreuzungspunkt $H = V = 0$ stellt das Zentrum der Lichtverteilung dar. Die

H-Richtung entspricht insofern der hier auch verwendeten y-Richtung und die V-Richtung entspricht insofern der z-Richtung. Die Zahlen sind Winkelgradangaben. Die geschlossenen Kurven sind Linien gleicher Beleuchtungsstärke, wobei die Beleuchtungsstärke von innen nach außen abnimmt.

[0073] Die mit einer Mindestmenge an Licht zu beleuchtenden Overhead-Messpunkte M1-M6 liegen sicher im ausreichend beleuchteten Overheadbereich. Gleichzeitig steigt das Lichtniveau unterhalb der Messpunkte M4, M5, M6 nicht weiter an, so dass die dort zulässigen Maximalwerte (Blendwerte) sicher eingehalten werden.

[0074] Der Kern der hier vorgestellten Erfindung betrifft das beschriebene Verfahren zur Anordnung und Auslegung von Linsenstrukturen zur Erzeugung von Overhead-Werten. Dabei ist die Erfindung nicht auf die Erzeugung einer speziellen Overheadlichtverteilung beschränkt.

[0075] Mit dem Verfahren sollen die Position, die Abmessungen und die Anzahl der Overhead-Elemente festgelegt werden. Dabei müssen die Lichtquelle 18 selbst und der Reflektor 20 sowie die Blende 22 der Abblendlichtverteilung berücksichtigt werden. Als Lichtquellen kommen Halogen- und Gasentladungslampen sowie Halbleiterlichtquellen in Frage. Bevorzugte Position der Overheadstrukturen sind Bereiche auf der Linse, die von Licht durchquert werden, das zur Erzeugung der Hell-Dunkelgrenze dient.

[0076] Die erfindungsgemäßen Oberflächenstrukturen können mit den bekannten Linsenstrukturen (Wellenstrukturen, Narbenmuster, Rauten nach DE102008023551), insbesondere denen zur Beeinflussung der Hell-Dunkelgrenze kombiniert werden. Bei der Verwendung unterschiedlicher Strukturen auf einer Linsenoberfläche werden die Strukturen zur Erzeugung der Overhead-Werte nicht mit den anderen Strukturen überlagert. Stattdessen werden die hier beschriebenen Overheadstrukturen beibehalten und die anderen Strukturen entsprechend beschnitten.

[0077] Bei dem hier beschriebenen Verfahren zur Anordnung und Auslegung von Linsenstrukturen zur Erzeugung von Overhead-Werten wird die Linsenvorderfläche in einem ersten Schritt rechnerisch in kleine, einzelne Segmente geeigneter Größe aufgeteilt. In einer Ausgestaltung sind diese Segmente jeweils 5 x 5 mm groß.

[0078] Dann wird in einem zweiten Schritt für jedes Segment der Fläche der Projektionslinse eine eigene Simulation durchgeführt. Es wird dabei jeweils nur das Licht betrachtet, welches durch das aktuell untersuchte Segment der Projektionslinse hindurchtritt. Als Ergebnis erhält man für jedes Segment die zugehörige Lichtverteilung. Damit ist jeweils bekannt, an welchem Ort der Lichtverteilung wie viel Licht aus dem betreffenden Segment ankommt.

[0079] Auf dieser Basis wird für jedes Segment in einem dritten Schritt festgelegt, ob sich dieses Segment für eine Integration von Overhead-Elemente eignet. Auf

diese Weise werden alle Linsenbereiche in diesem dritten Schritt in für die Overhead-Beleuchtung nutzbare Bereiche und nicht nutzbare Bereiche eingeteilt. Nutzbare Bereiche sind solche Bereiche, die Licht an die Hell-Dunkel-Grenze oder in deren Nähe bringen. Nicht nutzbare Bereiche beleuchten das Vorfeld des Fahrzeugs oder leuchten den seitlichen Bereich der Lichtverteilung aus oder sind für die Leistungsfähigkeit des Projektionssystems wesentlich. Würde man in diesem Sinne nicht nutzbare Bereiche Overhead-Elemente anordnen, würde die Homogenität der Lichtverteilung und die Leistungsfähigkeit des Projektionssystems verschlechtert.

[0080] Mit dem Ergebnis dieser Analyse ist die optimale Positionierung der Overhead-Elemente auf der Projektionslinse bekannt. Es folgt nun der vierte Schritt, in dem die Geometrie und die Eigenschaften der Overhead-Elemente festgelegt werden. Die Festlegung der Geometrie der Overhead-Einzelemente und die Gruppierung solcher Overhead-Elemente erfolgt bevorzugt nach den folgenden Gesichtspunkten:

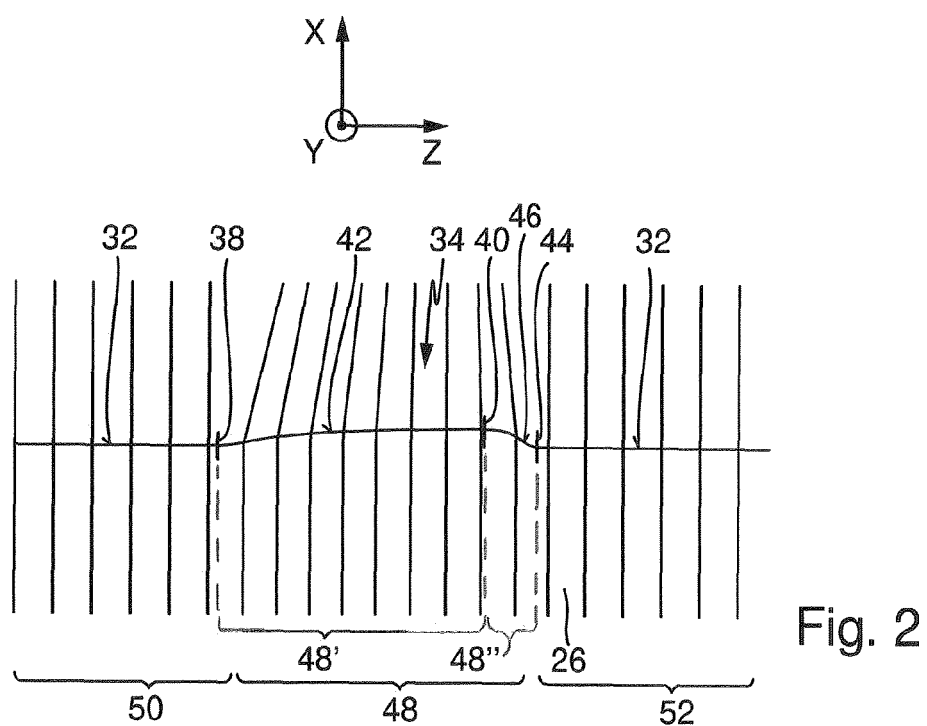
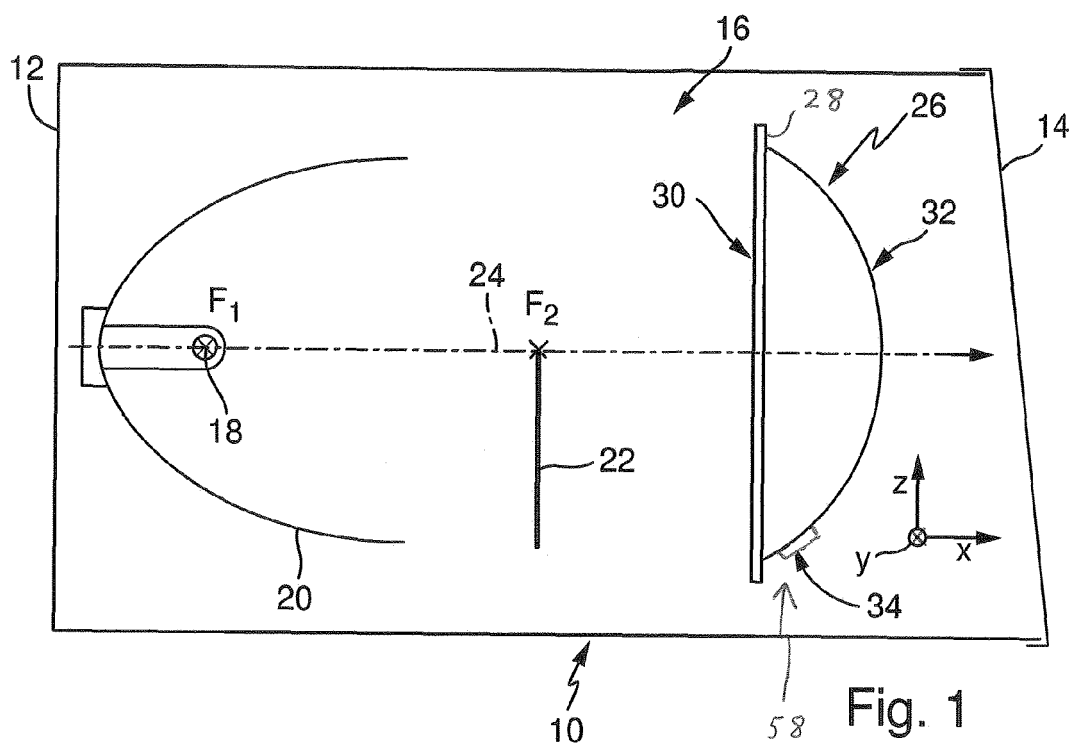
[0081] Die Höhe des zu beleuchtenden Bereiches, also die Entfernung von Unterkante zu Oberkante des Overheadlichtbandes wird über den Radius des zu Grunde liegenden Zylinders eingestellt. Je kleiner der Radius gewählt wird, desto stärker ist das entstehende Overheadlicht vertikal ausgedehnt. Die optimale vertikale Positionierung des Overhead-Bereiches wird über eine vertikale Verschiebung der Zylinderachse der Overhead-Einzelemente erreicht. Das gesamte Lichtband ist in seiner vertikalen Position exakt einstellbar. Es kann insgesamt weiter nach oben oder unten verschoben werden, um die vorgegebenen Messpunkte optimal zu beleuchten. Unter einer vertikalen Verschiebung wird dabei eine Verschiebung parallel zur Fahrzeughochachse verstanden. In den Figuren ist dies die z-Richtung. Die für das Overheadlicht benötigte Lichtmenge lässt sich leicht über die Variation der Anzahl der Overhead-Einzelemente und über die laterale Ausdehnung der Einzelemente zielgenau dimensionieren. Je größer die Fläche der Overhead-Elemente ist, desto mehr Overheadlicht wird erzeugt. Die zusätzliche Entlastung der Blendwerte wird über eine geeignete Positionierung der Overhead-Einzelemente und zusätzlich über eine Drehung der Overhead-Elemente erreicht. Die Positionierung der Overhead-Einzelemente erfolgt dabei so, dass diese nur in unkritischen Bereichen der Projektionslinse angeordnet werden. Dies sind die oben genannten geeigneten Bereiche. Durch die Drehung auf der Oberfläche der Projektionslinse 32 wird zusätzlich eine seitliche Ablenkung erzeugt, während bei einer Ausrichtung mehrerer einzelner Overhead-Elemente 34 in z-Richtung übereinander also gewissermaßen in einer vertikalen Reihe, eine Ablenkung des Lichtes lediglich in vertikaler Richtung erfolgt. Um die ablenkende Fläche zu vergrößern, die in der Figur 2 dargestellt ist, werden bevorzugt mehrere solcher einzelnen Overhead-Elemente 34 in einer Reihe nebeneinander oder übereinander angeordnet. Dabei werden diese einzelnen Overhead-Elemente bevorzugt

in Gruppen zusammengefasst, wie es z. B. aus der Draufsicht auf eine Projektionslinse 26 gemäß Figur 3 ersichtlich ist. Die Gruppierung in dem Teilbereich 58 zeigt dabei eine Nebeneinanderanordnung, bei der mehrere einzelne Overhead-Elemente 34 in der y-Richtung nebeneinander angeordnet sind. Die beiden anderen Gruppen, die in den Teilbereichen 54 und 56 liegen, zeigen jeweils Gruppen von Overhead-Elementen 34, etwas aus der z-Richtung rausgedreht sind.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Anordnung und Dimensionierung von geometrischen Overhead-Elementen (34), die als lokale Deformationen einer Grenzfläche (32) einer Projektionslinse (26) eines Kraftfahrzeug-Projektionsscheinwerfers (10) verwirklicht sind, der dazu eingerichtet ist, eine Kante, die einen Lichtstrom einer Lichtquelle des Scheinwerfers begrenzt, als Hell-Dunkel-Grenze einer vom Scheinwerfer in dessen Vorfeld erzeugter Lichtverteilung zu projizieren, wobei die Overhead-Elemente (34) dazu eingerichtet sind, Licht in einen über der Hell-Dunkel-Grenze liegenden Overhead-Bereich der Lichtverteilung zu richten, **dadurch gekennzeichnet, dass** in einem ersten Schritt Teilbereiche (54, 56, 58) der Grenzfläche (26) definiert werden, dass in einem zweiten Schritt Overhead-Elemente (34) definiert werden, die in den im ersten Schritt definierten Teilbereichen angeordnet sind, dass eine aus den simulierten Overhead-Elementen resultierende Overhead-Beleuchtung simuliert wird, wobei die Simulation der definierten Overhead-Elemente dazu verwendet wird, eine Zahl und/oder Form der definierten Overhead-Elemente iterativ so zu verändern, dass die simulierte Overhead-Beleuchtung vorbestimmten Bedingungen genügt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** in dem ersten Schritt Teilbereiche auf der Grenzfläche der Projektionslinse definiert werden, die sich für die Positionierung von Overhead-Elementen eignen, wobei sich die Eignung dadurch ergibt, dass die Teilbereiche möglichst kleine Abmessungen aufweisen und dass ein Lichtstrom, der durch diese Teilbereiche hindurchtritt, ohne störende Auswirkungen auf die übrige Lichtverteilung in den über der Hell-Dunkel-Grenze liegenden Overhead-Bereich der Lichtverteilung umgelenkt werden kann.
3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** Teilbereiche Bereiche auf der Projektionslinse sind, die von Licht durchquert werden, das bei nicht vorhandenen Overhead-Elementen zur Erzeugung der Hell-Dunkel-Grenze dienen würde.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** im ersten Schritt die Grenzfläche der Projektionslinse in kleine Segmente zerlegt wird und dass diese Segmente gezielt auf ihre Eignung für die Positionierung von Overhead-Elementen untersucht werden. 5
5. Verfahren nach einem der vorhergehende Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** drei Teilbereiche definiert werden, wobei zwei der drei Teilbereiche symmetrisch zu einer die optischen Achse des Scheinwerfers enthaltenden und rechtwinklig zum Horizont und zur optischen Achse und damit vertikal ausgerichteten gedachten Ebene angeordnet sind, wenn der Scheinwerfer so ausgerichtet ist, dass er eine Lichtverteilung mit einer regelkonformen, zumindest teilweise parallel zum Horizont liegenden Hell-Dunkel-Grenze erzeugt, und dass der dritte Bereich bei einer solchen Ausrichtung in einer unteren Hälfte der Grenzfläche so angeordnet ist, dass er von der vertikal ausgerichteten gedachten Ebene in zwei gleiche Hälften geteilt wird. 10 15 20
6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die beiden seitlich symmetrisch zueinander angeordneten Teilbereiche um eine jeweils zur optischen Achse parallele und durch den jeweiligen Teilbereich hindurch laufende Drehachse so gedreht werden, dass sie Licht bei der im Anspruch 5 beschriebenen Ausrichtung des Scheinwerfers nicht nur nach oben, sondern auch zur Seite ablenken. 25 30
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** für die definierten Overhead-Elemente solche Geometrien verwendet werden, die sich durch eine weitreichende Anpassbarkeit auszeichnen und deren Wirkung auf die Lichtverteilung mit guter Genauigkeit simuliert werden kann. 35 40
8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Overhead-Elemente so definiert werden, dass die Grenzfläche der Overhead-Elemente zur Luft stetig differenzierbar in die nicht zum Overhead-Element gehörende benachbarte Grenzfläche der Projektionslinse übergeht. 45
9. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die in den Teilbereichen anzuordnenden Overhead-Elemente hinsichtlich ihrer Größe, ihrer Zahl, ihrer geometrischen Ausgestaltung und Ausrichtung innerhalb der Teilbereiche definiert werden. 50
10. Kraftfahrzeug-Projektionsscheinwerfer, der dazu eingerichtet ist, eine Kante, die einen Lichtstrom einer Lichtquelle des Scheinwerfers begrenzt, als Hell-Dunkel-Grenze einer vom Scheinwerfer in dessen Vorfeld erzeugter Lichtverteilung zu projizieren, und der eine Projektionslinse mit geometrischen Overhead-Elementen aufweist, die als lokale Deformationen einer Grenzfläche der Projektionslinse verwirklicht sind und die dazu eingerichtet sind, Licht in einen über der Hell-Dunkel-Grenze liegenden Overhead-Bereich der Lichtverteilung zu richten, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Overhead-Elemente auf drei Teilbereiche der Grenzfläche beschränkt angeordnet sind wobei zwei der drei Teilbereiche symmetrisch zu einer die optischen Achse des Scheinwerfers enthaltenden und rechtwinklig zum Horizont und zur optischen Achse und damit vertikal ausgerichteten gedachten Ebene angeordnet sind, wenn der Scheinwerfer so ausgerichtet ist, dass er eine Lichtverteilung mit einer regelkonformen, zumindest teilweise parallel zum Horizont liegenden Hell-Dunkel-Grenze erzeugt, und dass der dritte Bereich bei einer solchen Ausrichtung in einer unteren Hälfte der Grenzfläche so angeordnet ist, dass er von der vertikal ausgerichteten gedachten Ebene in zwei gleiche Hälften geteilt wird. 55
11. Scheinwerfer nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die beiden seitlich symmetrisch zueinander angeordneten Teilbereiche um eine jeweils zur optischen Achse parallele und durch den jeweiligen Teilbereich hindurch laufende Drehachse so gedreht angeordnet sind, dass sie Licht bei der im Anspruch 14 beschriebenen Ausrichtung des Scheinwerfers nicht nur nach oben, sondern auch zur Seite ablenken. 25 30
12. Scheinwerfer nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Grenzfläche der Overhead-Elemente zur Luft stetig differenzierbar in die benachbarte Fläche der nicht zum Overhead-Element gehörenden Grenzfläche der Projektionslinse übergeht. 35 40
13. Scheinwerfer nach einem der Ansprüche 10 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** jeder Teilbereich ein bis zehn Overhead-Elemente aufweist. 45
14. Scheinwerfer nach Anspruch 13, dadurch dass die Overhead-Elemente 0,02 bis 0,2 mm weit aus der sie umgebenden Grenzfläche der Projektionslinse herausragen oder hereinragen. 50
15. Scheinwerfer nach einem der Ansprüche 10 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Grenzfläche zusätzlich zu den Overhead-Elementen Oberflächenstrukturen aufweist, die nicht zur Erzeugung einer Overhead-Beleuchtung dienen und die außerhalb der Overhead-Elemente aufweisenden Teilbereiche der Grenzfläche angeordnet sind. 55



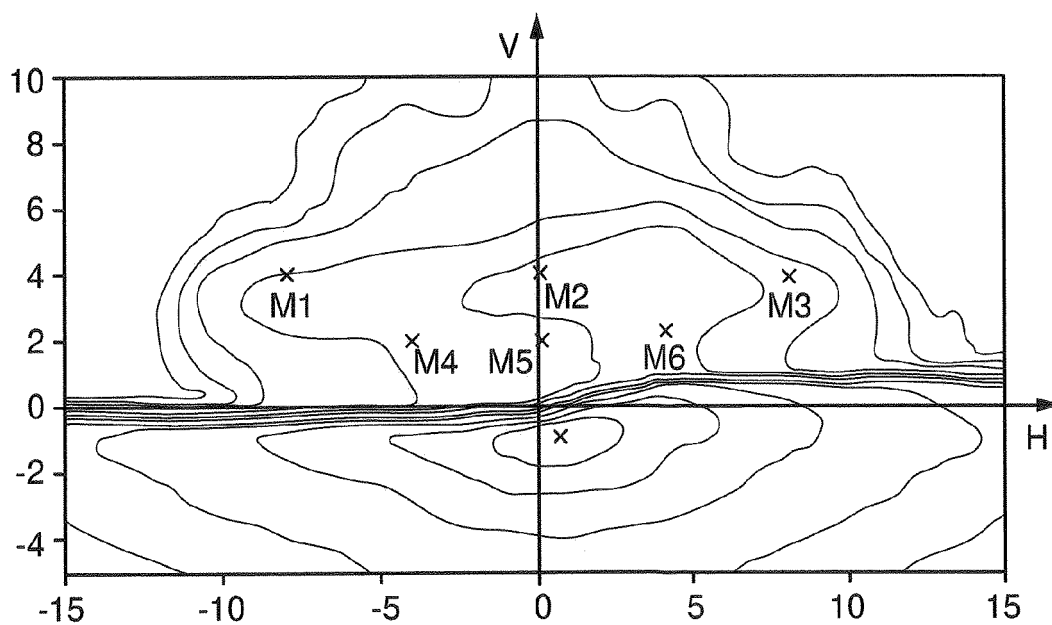
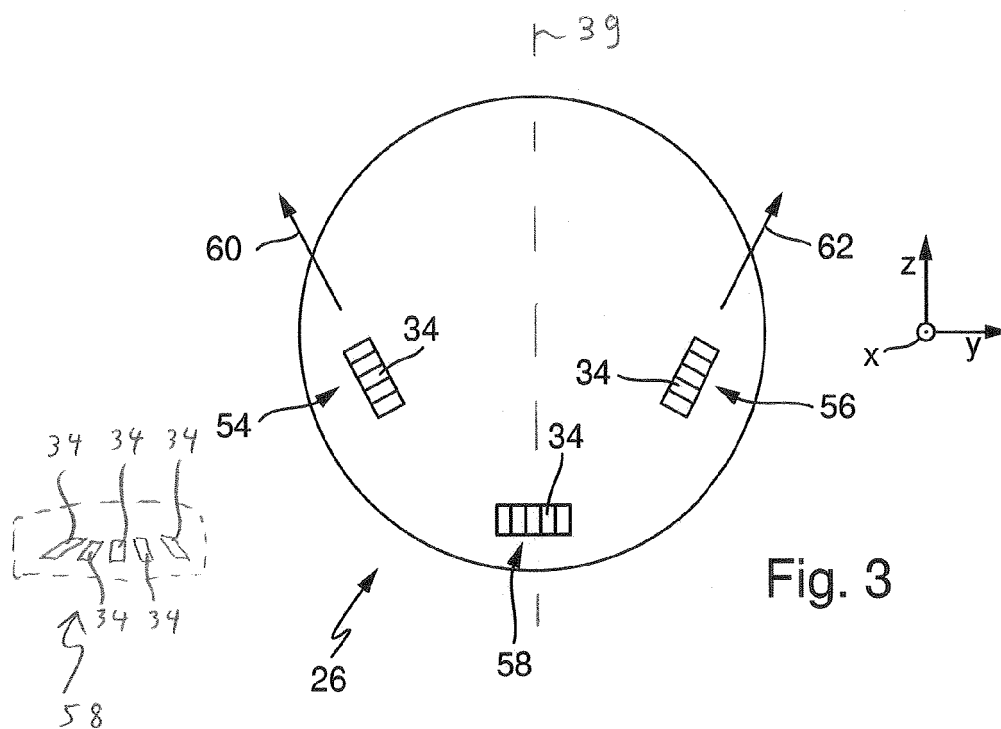


Fig. 4

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 102009020593 A1 [0002] [0051] | • DE 102009020593 [0012] |
| • DE 102004024107 A1 [0010] [0012] | • DE 4031352 A1 [0013] |
| • DE 10309434 [0010] | • US 5307247 A [0014] |
| • US 7040789 B2 [0010] | • KR 1020090064724 A [0015] |
| • US 7025483 B2 [0010] | • KR 1020100069471 A [0015] |
| • DE 202005004080 [0011] | • DE 102008023551 [0076] |