(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 2 402 647 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
30.04.2014 Patentblatt 2014/18

(51) Int Cl.:
F21S 8/10 *(2006.01)* ***F21S 8/12*** *(2006.01)*

(21) Anmeldenummer: **11161288.3**

(22) Anmeldetag: **06.04.2011**

(54) **Lichtmodul für einen Scheinwerfer eines Kraftfahrzeugs**

Light module for a headlight of a motor vehicle

Module d'éclairage pour un phare de véhicule automobile

(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

(30) Priorität: **29.06.2010 DE 102010025557**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
04.01.2012 Patentblatt 2012/01

(73) Patentinhaber: **Automotive Lighting Reutlingen GmbH**
72762 Reutlingen (DE)

(72) Erfinder:
- **Brendle, Matthias**
  72074 Tübingen (DE)
- **Rosenhahn, Ernst-Olaf**
  72411 Bodelshausen (DE)
- **Stauss, Benjamin**
  72762 Reutlingen (DE)

(74) Vertreter: **DREISS Patentanwälte PartG mbB**
Patentanwälte
Gerokstrasse 1
70188 Stuttgart (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-B1- 0 935 728
DE-A1- 10 340 961
DE-A1-102008 010 028
US-A1- 2009 310 378

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 2 402 647 B1

Printed by Jouve, 75001 PARIS (FR)

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Lichtmodul für einen Scheinwerfer eines Kraftfahrzeugs. Das Lichtmodul umfasst mindestens eine Lichtquelle zum Aussenden von Licht, mindestens eine Primäroptik zum Bündeln zumindest eines Teils des ausgesandten Lichts, mindestens eine Sekundäroptik zum Projizieren zumindest eines Teils des gebündelten Lichts als Lichtverteilung auf eine Fahrbahn vor das Fahrzeug. Das Lichtmodul umfasst außerdem mindestens ein walzenartiges Blendenelement mit einer Längserstreckung entlang einer Längsachse des Blendenelements. Die Längsachse verläuft horizontal und quer zu einer optischen Achse des Lichtmoduls. Das Blendenelement ist um die Längsachse drehbar. Auf einem Außenumfang des Blendenelements sind unterschiedliche Konturen ausgebildet, die beim Drehen des Blendenelements in den Strahlengang bewegbar sind und jeweils einen wirksamen Oberkantenverlauf des Blendenelements bilden. Zumindest ein Teil der Außenumfangsfläche des walzenartigen Blendenelements ist mit einer Verspiegelung versehen. Außerdem betrifft die Erfindung einen Scheinwerfer für ein Kraftfahrzeug mit einem solchen Lichtmodul.

[0002] Ein derartiges Lichtmodul und ein derartiger Scheinwerfer sind bspw. aus der US 2009/310378 A1 bekannt. Ein ähnliches Lichtmodul, allerdings ohne verspiegelte Teilflächen auf dem Blendenelement, ist aus der DE 10 2008 010 028 A1 bekannt.

[0003] Aus dem Stand der Technik sind ferner verschiedenartige Beleuchtungseinrichtungen für Kraftfahrzeuge bekannt. Scheinwerfer sind neben Leuchten ein Teil der Beleuchtungseinrichtungen. Während Leuchten in erster Linie zur Sichtbarmachung des Fahrzeugs für andere Verkehrsteilnehmer dienen, sollen Scheinwerfer in erster Linie die Sichtverhältnisse für einen Fahrer des Kraftfahrzeugs verbessern. Dazu strahlen Scheinwerfer Licht üblicherweise in Fahrtrichtung oder schräg dazu ab. Sie sind im Frontbereich eines Fahrzeugs angeordnet und dienen neben der Verkehrssicherheit durch eine Sichtbarmachung des Fahrzeugs für andere Verkehrsteilnehmer insbesondere der Ausleuchtung der Fahrbahn vor dem Fahrzeug, z.B. in Form einer Abblendlicht-, Fernlicht-, Nebellicht-, Teilfernlicht-, oder Gefahrenmarkierungslichtverteilung sowie in Form von an bestimmte Umgebungssituationen und/oder Fahrzeugzustände anpassbaren Lichtverteilungen, wie bspw. einer Kurvenlicht-, Stadtlicht-, Landstraßenlicht-, Autobahnlichtverteilung, etc., jeweils um die Sicht für den Fahrer zu verbessern.

[0004] Scheinwerfer umfassen mindestens eine Lichtquelle in Form einer Glühlampe, Gasentladungslampe oder einer oder mehrerer Halbleiterlichtquellen. Sie können nach einem Reflexionsprinzip arbeiten, wobei von der Lichtquelle ausgesandtes Licht zur Erzeugung einer gewünschten Lichtverteilung durch einen Reflektor auf die Fahrbahn vor das Fahrzeug reflektiert wird. Zur Erzeugung einer im Wesentlichen horizontalen Hell-Dunkelgrenze einer abgeblendeten Lichtverteilung verfügt die Lichtquelle über eine Blende, oder der Reflektor ist so ausgestaltet, dass die abgeblendete Lichtverteilung auch ohne zusätzliche Blende allein durch Reflexion der von der Lichtquelle ausgesandten Lichtstrahlen erzeugt wird. Alternativ können die Scheinwerfer nach einem Projektionsprinzip arbeiten, wobei von der Lichtquelle ausgesandtes Licht nach der Bündelung durch eine Primäroptik, bspw. in Form eines Reflektors oder einer Vorsatzoptik, zur Erzeugung der gewünschten Lichtverteilung durch eine Sekundäroptik, bspw. in Form einer Projektions- oder Sammellinse, auf die Fahrbahn vor das Fahrzeug projiziert wird. Zur Erzeugung einer abgeblendeten Lichtverteilung kann zwischen der Primär- und der Sekundäroptik ein Blendenelement mit einer im Strahlengang befindlichen wirksamen Oberkante angeordnet sein. Die Oberkante wird von der Sekundäroptik als Hell-Dunkelgrenze auf die Fahrbahn vor dem Fahrzeug abgebildet. Die Lichtquelle, Primäroptik, Sekundäroptik und das Blendenelement können zu einem Lichtmodul zusammengefasst sein.

[0005] Die Scheinwerfer umfassen ein Gehäuse, in dem mindestens ein Lichtmodul zur Erzeugung einer oder mehrerer gewünschter Lichtverteilungen angeordnet ist. Eine bestimmte Lichtverteilung kann dabei durch ein einziges Lichtmodul erzeugt werden, sie kann aber auch durch Überlagerung der von mehreren Lichtmodulen erzeugten Teillichtverteilungen erzeugt werden. Ein Lichtmodul kann eine oder mehrere Lichtverteilungen erzeugen. Das Gehäuse weist eine Lichtaustrittsöffnung auf, die durch eine transparente Abdeckscheibe aus Glas oder Kunststoff verschlossen ist. Die Abdeckscheibe kann als eine klare Scheibe ohne optisch wirksame Profile (z.B. Prismen) oder zumindest bereichsweise mit optisch wirksamen Profilen (sog. Streuscheibe) ausgebildet sein.

[0006] In den bekannten Scheinwerfern sind oft auch Leuchtenfunktionen, wie z.B. Positionslicht, Begrenzungslicht, Blinklicht oder Tagfahrlicht mit integriert. Diese Leuchtenfunktionen können allerdings auch als separate Leuchte im Kraftfahrzeug realisiert sein.

[0007] Zur Erzeugung einer im Wesentlichen horizontalen Hell-Dunkelgrenze, bspw. bei Abblendlicht oder Nebellicht, ist bekanntermaßen in den nach dem Projektionsprinzip arbeitenden Scheinwerfern im Strahlengang zwischen Primär- und Sekundäroptik ein Blendenelement angeordnet. Die Hell-Dunkelgrenze umfasst bspw. eine asymmetrische Hell-Dunkelgrenze mit einem niedrigeren Abschnitt auf der Gegenverkehrsseite und einem demgegenüber erhöhten Abschnitt auf der eigenen Verkehrsseite. Zwischen den Abschnitten ist bspw. in Europa ein Übergang mit einem 15°-Anstieg, bspw. in den USA ein Übergang mit einem stufenförmigen Anstieg und in anderen Ländern mit einem anderweitig ausgebildeten Anstieg ausgebildet. Das Blendenelement kann dabei im Wesentlichen senkrecht zur optischen Achse des Lichtmoduls angeordnet sein, oder aber im Wesentlichen horizontal liegend angeordnet sein. Bspw. aus der EP 1

357 334 B1 ist ein horizontal liegendes Blendenelement bekannt, das zur Verbesserung der Lichtstärke insbesondere einer Abblendlichtverteilung verspiegelt ist. Die Spiegelfläche des horizontal liegenden Blendenelements erstreckt sich dabei von einer Brennebene bzw. Petzvalfläche der Sekundäroptik (der Projektionslinse) in Richtung einer Primäroptik (des Reflektors). Dadurch kann die Beleuchtungsstärke in einem Bereich direkt unterhalb einer im Wesentlichen horizontal verlaufenden Hell-Dunkelgrenze erhöht werden.

[0008] Als Petzvalfläche wird eine kugelförmige bzw. kugelähnliche Fläche bezeichnet, auf der bei einer realen Linse Bilder einzelner Punkte eines in einer Ebene angeordneten durch die Linse abgebildeten Objekts liegen. Anders ausgedrückt: Wenn man mit einer realen Linse eine Abbildung eines auf einer Ebene angeordneten Objekts erzeugt, dann entstehen die Bilder einzelner Punkte des Objekts nicht in einer Ebene, sondern in erster Näherung auf einer Kugelfläche. Aus der Umkehrbarkeit des Lichtwegs folgt, dass man eine scharfe oder präzise Abbildung eines Objekts in der Ebene erhält, wenn das abzubildende Objekt auf einer gekrümmten oder gebogenen Fläche des Abbildungssystems, der sogenannten Petzvalfläche, angeordnet ist. Deshalb sind Blenden von Projektionsmodulen zur Erzeugung einer abgeblendeten Lichtverteilung (z.B. PES-Blenden) manchmal nicht eben, sondern gebogen ausgebildet.

[0009] Durch die EP 0 935 728 B1 ist ein Blendenelement bekannt, das walzenförmig ausgebildet ist. Es ist mit einer Längserstreckung entlang einer Längsachse horizontal und quer zu einer optischen Achse des Lichtmoduls angeordnet. Dabei ist das walzenartige Blendenelement um die Längsachse drehbar. Auf einem Außenumfang des Blendenelements sind unterschiedliche Konturen ausgebildet, die beim Drehen unterschiedliche Oberkantenverläufe als wirksame Oberkante in den Strahlengang des Lichtmoduls hinein bewegen. Das walzenartige Blendenelement der bekannten Art ist motorisch, z.B. mit einem Schrittmotor angetrieben und weist an seinem Außenumfang lichtabsorbierendes Material auf.

[0010] Je mehr sich verschiedene Abblendlicht- und Fernlichtverteilungen in ihrer vertikalen Ausdehnung voneinander unterscheiden, desto größer sind bei dem walzenartigen Blendenelement auch die entsprechenden radialen Sprünge zwischen den auf dem Außenumfang des walzenartigen Blendenelements verteilten Blendenkonturen. Je größer der radiale Sprung zwischen zwei aufeinanderfolgenden Blendenkonturen ist, desto größer muss auch der Winkel zwischen diesen auf dem Außenumfang des walzenartigen Blendenelement sein, damit sie unabhängig voneinander durch die Sekundäroptik abgebildet werden können, d.h. die Folgekontur keine störenden Schatten auf die Lichtverteilung wirft.

[0011] Besonders die Wechsel zwischen Abblendlicht und Fernlicht oder zwischen Abblendlicht und Teilfernlicht benötigen viel Platz auf dem Blendenkörper und beanspruchen große Verstellwinkel zwischen den jeweiligen Lichtfunktionen. Dies führt nachteiligerweise dazu, dass entweder die Anzahl der verschiedenen Lichtfunktionen oder die vertikale Ausdehnung der einzelnen Lichtverteilungen durch den Durchmesser des Blendenkörpers begrenzt wird (z.B. Begrenzung der Fernlichtverteilung auf 2°-3°vertikal). Das walzenartige Blendenelement lässt sich nicht beliebig vergrößern, da ein größerer Walzendurchmesser mit Einbußen in der Lichtverteilung, insbesondere bei der Reichweite, einhergeht, weil immer mehr Lichtstrahlen auf den großflächigen Walzenflächen absorbiert werden. So tragen bei großen Walzendurchmessern nur noch die Strahlenbündel zur Lichtverteilung, insbesondere zur Reichweite, bei, die von der Primäroptik in einen Bereich in der Nähe zur optischen Achse reflektiert werden, also die Lichtstrahlen aus einem nahe der optischen Achse liegenden Horizontalschnitt des Reflektors. Strahlen aus den oberen und unteren Reflektorbereichen, die in einem größeren Abstand zur optischen Achse liegen, werden dagegen weitgehend von der Blendenwalze absorbiert oder müssen in ein Scheinwerfer-Vorfeld direkt vor dem Fahrzeug gelenkt werden.

[0012] Je mehr Funktionen auf der Blendenwalze angeordnet werden, desto schwerer ist es, Licht in diejenigen Bereiche der Lichtverteilung zu bringen, die eine große Reichweite erzeugen, also in die Nähe der Hell-Dunkelgrenze, und in die Bereiche, die durch eine Variation optimal an eine bestimmte Fahrsituation angepasst werden sollen. Werden insbesondere die Lichtverteilungen für Fernlicht-, Teilfernlicht oder für das Gefahren-Markierungslicht (sog. Markerlight) auf beispielsweise 2°-3° vertikal begrenzt, führt dies zu einem erheblichen Komfortverlust (der sog. "Tunnelwirkung"), der insbesondere bei Scheinwerfern für Fahrzeuge aus der Oberklasse nicht akzeptabel ist. Der Fahrer eines Fahrzeugs hat dabei das subjektive Gefühl, durch einen Tunnel zu fahren, da nach oben hin nur ein sehr beschränkter Bereich ausgeleuchtet wird. Die Beschränkung der Fernlicht-, Teilfernlicht- oder Markierungslichtverteilung auf wenige Grad vertikal wird vom Fahrer des Fahrzeugs subjektiv als bedrückend und störend betrachtet.

[0013] Ausgehend von dem beschriebenen Stand der Technik liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, den genannten Zielkonflikt zu lösen, insbesondere das bekannte walzenartige Blendenelement so auszugestalten und weiterzuentwickeln, dass einerseits bei vergleichbarem Walzendurchmesser eine größere Anzahl an unterschiedlichen Lichtverteilungen erzielt werden kann, ohne dass es andererseits jedoch bei den einzelnen Lichtverteilungen zu einer beschränkten vertikalen Ausdehnung und der sog. "Tunnelwirkung" kommt.

[0014] Zur Lösung der Aufgabe wird ausgehend von dem Lichtmodul der eingangs genannten Art vorgeschlagen, dass der zumindest teilweise verspiegelte Teilbereich des Blendenelements in einer Grundstellung zur Erzeugung der Lichtverteilung zwischen der Sekundäroptik und einer Brennebene oder Petzvalfläche der Se-

kundäroptik angeordnet ist. Die Längsachse des walzenförmigen Blendenelements ist dabei bevorzugt zwischen der Sekundäroptik und deren Brennebene bzw. Petzval-Fläche angeordnet. Die Spiegelfläche liegt also in Lichtaustrittsrichtung betrachtet hinter der Brennebene bzw. Petzvalfläche der Sekundäroptik (z.B. der Projektionslinse) und reicht bis in den Bereich zwischen Brennebene bzw. Petzvalfläche und Sekundäroptik hinein. Als Lichtquelle eignen sich bevorzugt Gasentladungslampen, der Einsatz von Glühlampen oder Halbleiterlichtquellen ist jedoch ebenfalls möglich.

[0015] Vorteilhafterweise sind die auf dem Außenumfang des Blendenelements ausgebildeten Konturen innerhalb einer zylindrischen Einhüllenden angeordnet. Vorzugsweise entspricht die Zylinderachse der zylindrischen Einhüllenden der Längsachse des Blendenelements. Als Blendendurchmesser des walzenartigen Blendenelements wird demnach der Durchmesser des einhüllenden Zylinders bezeichnet. Als Drehachse des Blendenelements kann die Zylinderachse dienen.

[0016] Beim bekannten walzenförmige Blendenelement wird in jeder Drehstellung des Blendenelements ein gewisser Teil der von der Lichtquelle ausgesandten Lichtstrahlen von der Außenumfangsfläche absorbiert, d.h. nur ein Teil des von der Lichtquelle ausgesandten Lichts gelangt tatsächlich zur Erzeugung der gewünschten Lichtverteilung auf die Fahrbahn vor das Fahrzeug. Der Erfindung liegt die Idee zu Grunde, durch gezielt angeordnete Verspiegelungen auf der Umfangsfläche des walzenartigen Blendenelements die Wirkung des Lichtmoduls mindestens für eine bevorzugte Lichtverteilung zu verbessern. Die Verspiegelung muss dabei so ausgebildet sein, dass in einer gewissen bevorzugten Drehstellung des Blendenelements die von der Verspiegelung reflektierten Lichtstrahlen an der Erzeugung der Lichtverteilung auf der Fahrbahn vor dem Fahrzeug teilhaben können. Auf diese Weise kann die Effizienz des Lichtmoduls verbessert werden.

[0017] So können Lichtstrahlen, die bspw. an der Verspiegelung des Blendenelements reflektiert werden, auf eine Reflektorfläche einer als Reflektor ausgebildeten Primäroptik treffen und von dort aus dann an der Erzeugung der gewünschten Lichtverteilung teilhaben. Das bedeutet, dass die an der Verspiegelung des Blendenelements reflektierten Lichtstrahlen zur Vergrößerung des ausgeleuchteten Bereichs in horizontaler und/oder vertikaler Richtung, zur Erhöhung der Beleuchtungsstärke in bestimmten Bereichen innerhalb der Lichtverteilung genutzt werden kann.

[0018] Es ist denkbar, dass ein Teilbereich des Blendenelements, der für eine Ausleuchtung eines Bereichs der Lichtverteilung oberhalb einer im Wesentlichen horizontalen Hell-Dunkelgrenze einer abgeblendeten Lichtverteilung verantwortlich ist, zumindest teilweise verspiegelt ist. Die Verspiegelung kann somit bspw. eine Fernlichtverteilung, Teilfernlichtverteilung oder Gefahrenmarkierungslichtverteilung bzw. eine fernlichtähnlichen Lichtverteilung unterstützen, indem sie eine vertikale Ausdehnung der Lichtverteilung auf der Fahrbahn vergrößert und/oder die Lichtstärke oberhalb der Hell-Dunkelgrenze entsprechend verstärkt. Dazu muss der verspiegelte Teilbereich des Blendenelements zwischen der Sekundäroptik und deren Brennebene angeordnet sein. Dadurch können Lichtstrahlen aus dem Lichtmodul den gewünschten Bereich der Lichtverteilung erreichen. Durch die Verspiegelung des Blendenelements wird die Ausdehnung der Lichtverteilung, insbesondere einer Fernlichtverteilung, in vertikaler Richtung vergrößert. Dies führt zu einer guten Sicht für den Fahrer des Kraftfahrzeugs im Fernlichtbereich und trägt deshalb wesentlich zur Verringerung der sog. "Tunnelwirkung" und zur Verbesserung der Verkehrsicherheit bei. Dabei wird auch der vom Fahrer subjektiv empfundene Komfort des Scheinwerfers seines Kraftfahrzeugs gesteigert.

[0019] Für die Ausgestaltung des walzenförmigen Blendenelements des Lichtmoduls bedeutet das, dass der Teilbereich des Blendenelements, der für die Ausleuchtung des Bereichs der Lichtverteilung oberhalb der Hell-Dunkelgrenze verantwortlich ist, einen kreissegmentförmigen oder kreissegmentähnlichen Ausschnitt mit einer in einem Vertikalschnitt parallel zur optischen Achse betrachtet ebenen oder gewölbten Grundfläche umfasst, wobei das Blendenelement in einer Grundstellung zur Erzeugung der gewünschten Lichtverteilung um die Längsachse derart gedreht ist, dass die Grundfläche in dem Vertikalschnitt betrachtet im Wesentlichen parallel oder geneigt zur optischen Achse ausgerichtet ist. Entscheidend für die Ausgestaltung und Anordnung der Grundfläche des Blendenelements ist, dass möglichst viele Lichtstrahlen aus der Primäroptik auf den verspiegelten Teilbereich des Blendenelements treffen und die dort reflektierten Lichtstrahlen anschließend die Sekundäroptik passieren und an der Erzeugung der Lichtverteilung teilhaben können. Es ist denkbar, dass die Ausrichtung der ebenen Grundfläche des walzenartigen Blendenelements zur Variation der Lichtverteilung ausgehend von der Grundstellung verändert werden kann.

[0020] Vorzugsweise weist die ebene oder gewölbte Grundfläche die Verspiegelung auf. Dabei ist eine Tiefe des kreissegmentförmigen oder kreissegmentähnlichen Ausschnitts des teilweise verspiegelten Blendenelements geringer als eine Tiefe eines Ausschnitts eines Blendenelements ohne Verspiegelung zur Erzeugung der besagten vorgegebenen Lichtstärke sein müsste. Das heißt, dass bei den verspiegelten walzenartigen Blendenelementen die Tiefe der umfangsseitig ausgebildeten Aussparungen zur Erzeugung einer vorgegebenen Lichtverteilung gegenüber herkömmlichen walzenartigen Blendenelementen ohne Verspiegelung verringert werden kann. Dies ist deshalb möglich, da von der Verspiegelung reflektiertes Licht in Bereiche der Lichtverteilung gelenkt werden kann, die eigentlich aufgrund der geringeren Tiefe der Aussparungen abgeschattet wären. Das heißt, dass trotz angehobener Blendenoberkante keine Verringerung der vertikalen Erstreckung der Lichtverteilung erfolgt. Aufgrund der verringerten Tiefe

der Aussparungen steht eine größere Umfangsfläche auf dem walzenartigen Blendenelement zur Erzeugung anderer Lichtverteilungen zur Verfügung. Auch die Winkelabstände zwischen den verschiedenen, auf der Außenumfangsfläche des Blendenelements ausgebildeten Blendenkonturen können geringer gewählt werden, ohne dass eine Lichtverteilung von der Folgekontur beeinträchtigt würde.

[0021] Alternativ bedeutet das aber auch, dass bei gleicher Funktionalität der Durchmesser des walzenartigen Blendenelements reduziert werden kann. Der Durchmesser des Blendenelements ist dabei als ein Durchmesser eines das Blendenelement einhüllenden Zylinders definiert.

[0022] Ferner ist vorteilhaft, dass die Ausrichtung der Grundfläche durch Drehen des Blendenelements um seine Längsachse zur Variation der Lichtverteilung veränderbar ist. Auf diese Weise kann bspw. der vertikale Ausleuchtungsbereich auf der Fahrbahn, insbesondere die Reichweite des ausgesandten Lichtbündels, während der Fahrt bei Bedarf zum Beispiel geschwindigkeitsabhängig oder abhängig vom meteorologischen oder verkehrstechnischen Umfeld des Fahrzeugs vergrößern bzw. verkleinern.

[0023] Die verspiegelten Bereiche des Blendenelements sind bspw. durch Bedampfen, durch Kathodenzerstäubung (sog. Sputtern) oder durch galvanische oder chemische Abscheidung erzeugbar. Es können aber auch Spiegelbleche oder Spiegelfolien angewandt werden, die bspw. durch Kleben, Klemmen, Schweißen, Nieten, Schrauben, etc. an den gewünschten Bereichen auf dem Außenumfang des Blendenelements befestigt werden können. Dabei können die Spiegelbleche oder Spiegelfolien vorgeformt bzw. vorgebogen sein.

[0024] Vorteilhaft ist außerdem, dass das Lichtmodul mindestens einen Sensor umfasst, durch den eine Drehstellung des Blendenelements beobachtet werden kann. Damit kann in einem Steuergerät zum Betreiben des Lichtmoduls jeweils die aktuelle Drehposition des walzenartigen Blendenelements festgestellt und ein exaktes Positionieren des Blendenelements mittels einer Regelung oder einer Steuerung mit Sollwertkorrektur sichergestellt werden.

[0025] Weitere Vorteile ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung und den beigefügten Figuren. 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.

[0026] Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Figuren dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 ein erfindungsgemäßes Lichtmodul, teilweise aufgeschnitten, in einer perspektivischen Ansicht;

Figur 2 ein walzenartiges Blendenelement aus dem Lichtmodul aus Figur 1;

Figur 3 ein bekanntes Lichtmodul in einem Längsschnitt in einer Stellung zur Erzeugung einer Abblendlichtverteilung;

Figur 4 das bekannte Lichtmodul aus Figur 3 in einem Längsschnitt in einer Stellung zur Erzeugung einer Fernlichtverteilung;

Figur 5 eine schematisch Darstellung des Strahlengangs in dem bekannten Lichtmodul aus Figur 4 zur Erzeugung der Fernlichtverteilung;

Figur 6 eine mit dem Lichtmodul aus Figur 4 und 5 erzeugte Fernlichtverteilung, dargestellt auf einem Messschirm;

Figur 7 eine schematische Darstellung eines Strahlengangs in dem erfindungsgemäßen Lichtmodul aus Figur 1 zur Erzeugung einer Fernlichtverteilung;

Figur 8a eine erste mit dem erfindungsgemäßen Lichtmodul aus Figur 7 erzeugte Fernlichtverteilung, dargestellt auf einem Messschirm;

Figur 8b eine zweite mit dem erfindungsgemäßen Lichtmodul erzeugte Fernlichtverteilung, dargestellt auf einem Messschirm; und

Figur 9 vier verschiedene Ausführungsformen des walzenartigen Blendenelements für den Einsatz in dem erfindungsgemäßen Lichtmodul aus Figur 1.

[0027] Figur 1 zeigt ein erfindungsgemäßes Lichtmodul 10 in einer teilweisen aufgeschnittenen und perspektivischen Ansicht. Das Lichtmodul 10 weist einen Rahmen 12 auf, an dem ein Reflektor 14 angeordnet ist. In dem dargestellten Ausführungsbeispiel wird der Rahmen 12 durch einen vorderen Rand des Reflektors 14 gebildet. Der Reflektor 14 ist bevorzugt ellipsoidförmig oder in einer Ellipsoidform ähnlichen Freiform ausgebildet. In einem seiner möglichen Brennpunkte ist eine Lichtquelle, bevorzugt eine Gasentladungslampe 16, angeordnet. Das Lichtmodul 10 könnte alternativ auch eine Glühbirne beziehungsweise mindestens eine Halbleiterlichtquelle, insbesondere eine oder mehrere LEDs, umfassen. An der Gasentladungslampe 16 ist ein Zündgerät 18 zum Betreiben, insbesondere zum Zünden der Gasentladungslampe 16 angeordnet.

[0028] In einer Lichtaustrittsrichtung 20 ist nach dem Reflektor 14 ein als zylinderförmige Blendenwalze 22 ausgebildetes Blendenelement angeordnet. Die Blendenwalze 22 weist eine im Wesentlichen horizontale und

quer zu einer optischen Achse 42 des Lichtmoduls 10 verlaufende Längserstreckung auf und kann durch einen Blendenantrieb 24 um eine Drehachse 28 gedreht werden. Der Blendenantrieb 24 umfasst in dem dargestellten Ausführungsbeispiel einen Elektromotor und ein Stirnradgetriebe. Selbstverständlich kann der Blendenantrieb 24 auch beliebig anders ausgebildet sein, bspw. mit einem elektromagnetischen oder piezoelektrischen Aktor statt des Motors, mit einem Schneckengetriebe oder einem beliebig anderen Getriebe statt des Stirnradgetriebes und/oder ohne Getriebe, also mit einem Direktantrieb, wie bspw. aus der DE 10 2008 022 508 A1 bekannt.

[0029] Die Blendenwalze 22 weist auf ihrem Außenumfang unterschiedliche Konturen auf, jeweils mit Erstreckung in horizontaler Richtung und quer zur optischen Achse 42. Diese können durch Drehen der Blendenwalze 22 um die Drehachse 28 wahlweise in den Strahlengang des reflektierten Lichts hinein- oder herausbewegt werden. Die jeweils im Strahlengang befindliche Blendenkontur bildet einen wirksamen Oberkantenverläufe zur Bildung einer horizontalen Hell-Dunkelgrenze der Lichtverteilung auf der Fahrbahn vor dem Fahrzeug. Eine genaue Beschreibung der Blendenwalze 22 folgt weiter unten. In Lichtaustrittsrichtung 20 ist im weiteren Verlauf eine Sekundäroptik 26 in Form einer Projektions- oder Sammellinse angeordnet. Die Sekundäroptik 26 projiziert die an der Blendenwalze 22 vorbei gelangten Lichtstrahlen als gewünschte Lichtverteilung auf die Fahrbahn vor das Fahrzeug. Dabei wird die wirksame Oberkante der Blendenwalze 22 von der Linse 26 als Hell-Dunkelgrenze der Lichtverteilung auf der Fahrbahn abgebildet. Die Blendenwalze 22 ist im Lichtmodul 10 im Wesentlichen in einer Brennebene 27 der Sekundaroptik 26 (vgl. Figur 7) angeordnet.

[0030] Figur 2 zeigt eine Detailansicht der Blendenwalze 22 in einer bestimmten Drehstellung. Die Blendenwalze 22 weist an einem freien Ende ein Lagerelement 30 auf. An der gegenüberliegenden Seite des Lagerelements 30 weist die Blendenwalze 22 ein Antriebselement 32 für den Blendenantrieb 24 auf. Der zwischen dem Lagerelement 30 und dem Antriebselement 32 liegende Bereich der Blendenwalze 22 stellt den eigentlichen Wirkbereich 34 der Blendenwalze 22 dar. Dies ist der Bereich, der in den Strahlengang bewegt werden kann und in dem über den Umfang verteilt die verschiedenen Blendenkonturen ausgebildet sind.

[0031] Das in Figur 2 dargestellte Blendenelement 22 hat einen Blendendurchmesser D, welcher dem Durchmesser des einhüllenden Zylinders entspricht. Die Drehachse 28 stellt die Zylinderachse dar. Die in Figur 2 gezeigte Blendenkontur ist durch Abtragen von Material im Wirkbereich 34 erzeugt worden, so dass die Blendenkontur zumindest abschnittsweise innerhalb des einhüllenden Zylinders verläuft. Insbesondere sind in dem Wirkbereich 34 unterschiedlich tiefe Ausschnitte ausgebildet, die zusammen die dargestellten Blendenkontur bilden. Befindet sich die Oberkante einer entsprechend ausgebildeten Kontur im Strahlengang des Lichtmoduls 10, so bildet die Kontur eine im Wesentlichen horizontale Hell-Dunkelgrenze auf der Fahrbahn für eine ganz oder teilweise abgeblendete Lichtverteilung. Da die Blendenwalze 22 in der Brennebene 27 der Sekundäroptik 26 angeordnet ist, wird die Hell-Dunkelgrenze scharf auf der Fahrbahn abgebildet. Durch minimales Drehen der Blendenwalze 22 um die Drehachse 28 kann die Lage des Wirkbereichs 34 und somit die Lage und Schärfe der Hell-Dunkelgrenze auf der Fahrbahn verändert werden. Durch weiteres Drehen kann eine ganz andere Kontur zur Bildung einer anders ausgebildeten Hell-Dunkelgrenze in den Strahlengang des Lichtmoduls 10 gebracht werden.

[0032] Vorzugsweise sind die auf dem Außenumfang des Blendenelements 22 ausgebildeten Konturen innerhalb einer zylindrischen Einhüllenden mit einem Durchmesser D angeordnet. Eine Zylinderachse der Einhüllenden entspricht der Längsachse 28 des Blendenelements 22. Über den Umfangsbereich der Blendenwalze 22 verteilt kann eine Vielzahl unterschiedlicher Blendenkonturen ausgebildet sein, die sich jeweils entlang der Drehachse 28 erstrecken. Beschränkt wird die Anzahl der möglichen Konturen durch den Durchmesser D der Blendenwalze 22 und die Tiefe der Ausschnitte zur Erzeugung der Blendenkonturen. Je kleiner der Durchmesser D der Blendenwalze 22 ist, desto kleiner ist die Umfangsfläche und damit die für die Anordnung von Blendenkonturen zur Verfügung stehende Fläche. Der Durchmesser D der Blendenwalze 22 kann jedoch nicht beliebig erhöht werden, weil sonst der Anteil des von der Blendenwalze 22 abgeschatteten bzw. absorbierten Lichts zu groß wird und dadurch die Effizienz des Lichtmoduls 10 schlecht. Je tiefer die Ausschnitte in der Blendenwalze 22 zur Erzeugung der Blendenkontur sind, desto größer ist die vertikale Erstreckung der resultierenden Lichtverteilung. So ist es bspw. für eine Fernlicht-, eine Teilfernlicht- oder eine Gefahren-Markierungslichtverteilung erforderlich, dass die Ausschnitte in der Blendenwalze 22 relativ tief sind, um eine sog. "Tunnelwirkung" zu vermeiden. Je tiefer die Ausschnitte einer Blendenkontur sind, desto größer ist jedoch auch die von dieser Blendenkontur in Anspruch genommene Umfangsfläche, und desto weniger Platz steht für weitere Blendenkonturen zur Verfügung.

[0033] Ziel der vorliegenden Erfindung ist es deshalb, bei gegebenem Durchmesser einer Blendenwalze 22 die Anzahl der Blendenkonturen, die darauf angeordnet werden können, zu erhöhen, und gleichzeitig die vertikale Erstreckung der resultierenden Lichtverteilungen, bei denen Licht auch in einen Bereich oberhalb einer im Wesentlichen horizontalen Hell-Dunkelgrenze einer abgeblendeten Lichtverteilung gelangt, insbesondere bei einer Fernlicht-, Teilfernlicht- oder einer Gefahren-Markierungslichtverteilung, groß genug ist, um die sog. "Tunnelwirkung" zu vermeiden. Alternativ soll bei einer gegebenen Anzahl an verschiedenen Blendenkonturen, die auf einer Blendenwalze 22 ausgebildet sind, der Blendendurchmesser D reduziert werden, ohne dass es bei

den verschiedenen Arten der Fernlichtverteilungen zu der "Tunnelwirkung" kommt. Zu diesem Zweck ist die Blendenwalze 22 zumindest bereichsweise mit einer Verspiegelung versehen. Insbesondere sind die abgetragenen Bereiche des Wirkbereichs 34 in der Blendenwalze 22 des erfindungsgemäßen Lichtmoduls 10 zumindest teilweise verspiegelt. Vorzugsweise sind die Abschnitte einer Blendenkontur verspiegelt, welche Licht zur Ausleuchtung des Fernbereichs einer Lichtverteilung passieren lassen.

[0034] Dies sind insbesondere die Bereiche der Blendenkontur, die in einem Vertikalschnitt durch das Lichtmodul 10 betrachtet (vgl. Figur 7) im Wesentlichen parallel zur optischen Achse 42 ausgerichtet sind. Selbstverständlich kann nur ein Teil der Blendenwalze 22 verspiegelt sein, so dass die restlichen Bereiche lichtabsorbierend sind, das heißt ein Großteil des Lichts wird dort absorbiert und nicht reflektiert.

[0035] Figur 3 zeigt Strahlenverläufe innerhalb des erfindungsgemäßen Lichtmoduls 10 bei der Erzeugung einer abgeblendeten Lichtverteilung, wie bspw. Abblendlicht, Nebellicht, Stadtlicht, Landstraßenlicht oder Autobahnlicht oder eine andere adaptive abgeblendete Lichtverteilung. Die Wirkungsweise des Lichtmoduls 10 entspricht bei der Erzeugung der abgeblendeten Lichtverteilung der Wirkungsweise eines aus dem Stand der Technik bekannten Lichtmoduls mit einer herkömmlichen Blendenwalze 22 ohne Verspiegelungen. Ausgesandte Lichtstrahlen der Gasentladungslampe 16 treffen auf eine reflektierende Fläche des Reflektors 14 und werden von dort in Richtung der Sekundäroptik 26 gesandt. Dabei können die Lichtstrahlen teilweise die Blendenwalze 22 passieren (vergleiche Bezugszeichen 36), sie können allerdings auch von der lichtabsorbierenden Schicht der Blendenwalze 22 absorbiert werden (vergleiche Bezugszeichen 38). Die Blendenwalze 22 ist derart positioniert, dass durch den Verlauf der im Strahlengang des Lichtmoduls 10 platzierten wirksamen Oberkante der Umfangsfläche der Blendenwalze 22 die gewünschte abgeblendete Lichtverteilung mit einem entsprechenden Verlauf und einer entsprechenden Lage der Hell-Dunkelgrenze erzeugt wird. Die Lichtstrahlen 36, welche die Blendenwalze 22 passieren, erzeugen den ausgeleuchteten Bereich unterhalb der Hell-Dunkelgrenze auf der Fahrbahn vor dem Fahrzeug; die durch die Blendenwalze 22 absorbierten Lichtstrahlen 38 sind an der Erzeugung der Lichtverteilung weitgehend unbeteiligt. Eine Effizienzsteigerung des Lichtmoduls 10 ließe sich dadurch erreichen, wenn im Sinne der vorliegenden Erfindung die Bereiche der Blendenwalze 22, auf welche die Lichtstrahlen 38 treffen, zumindest teilweise verspiegelt wären. Auf diese Weise würde zumindest ein Teil der Lichtstrahlen 38 auf den Reflektor 14 zurückreflektiert werden und könnte an der Erzeugung der abgeblendeten Lichtverteilung teilhaben, bspw. indem die von der Verspieglung zurückreflektierten Lichtstrahlen 38 eine Streulichtverteilung erzeugen, welche auch Bereiche oberhalb der Hell-Dunkelgrenze mit geringer Intensität ausleuchten kann.

[0036] Figur 4 zeigt ein aus dem Stand der Technik bekanntes Lichtmodul 10 mit einer Blendenwalze 22, wobei die Blendenwalze 22 vollständig aus einem lichtabsorbierenden Material hergestellt bzw. mit einem solchen beschichtet ist. Die Blendenwalze 22 ist so positioniert, dass das Lichtmodul 10 eine Fernlichtverteilung auf der Fahrbahn erzeugt, also der Verlauf der wirksamen Oberkante des Blendenelements 22 unterhalb und in einem Abstand zu der optischen Achse 42 angeordnet ist. Die Blendenkontur zur Erzeugung der wirksamen Oberkante der Blendenwalze 22 umfasst einen im Vertikalschnitt parallel zur optischen Achse 42 betrachtet ebenen, im Wesentlichen horizontalen Bereich, der sich weitgehend parallel zur optischen Achse 42 erstreckt. Es ist ersichtlich, dass Lichtstrahlen in einem breiten Bereich aus der Sekundäroptik 26 austreten, so wie es zur Erzeugung einer ordnungsgemäßen Fernlichtverteilung vorgesehen ist. Ein Teil der reflektierten Lichtstrahlen (vergleiche Bezugszeichen 40) trifft jedoch auf lichtabsorbierende Material des ebenen Bereichs der Blendenwalze 22 und kann somit nicht zur Erzeugung der Fernlichtverteilung auf der Fahrbahn beitragen. Durch diese Lichtverluste verringert sich die Effizienz des Lichtmoduls 10 in der Fernlichtfunktion.

[0037] Zur besseren Verdeutlichung ist in Figur 5 zum Lichtmodul 10 aus Figur 4 ein Strahlengang zur Erzeugung der Fernlichtverteilung schematisch dargestellt. Aus Figur 5 ist ersichtlich, dass nur solche Strahlenbündel die Sekundäroptik erreichen, die auf einen Bereich des Reflektors 14 nahe zur optischen Achse 42 treffen. Ab einem bestimmten Abstand der ausgesandten Lichtstrahlen 40 zur optischen Achse 42 können diese das Blendenelement 22 nicht mehr passieren, sondern treffen entweder auf die zur Lichtquelle gerichtete Rückseite der Blendenwalze 22 oder auf die obere ebene Fläche der Blendenkontur der wirksamen Oberkante. Ein Teil des von der Gasentladungslampe 16 ausgesandten Lichts trifft also auf den lichtabsorbierenden Teil der Blendenwalze 22 (vergleiche Bezugszeichen 40). Die Lichtstrahlen 40 können damit keinen Beitrag zur Erzeugung der Lichtverteilung vor dem Fahrzeug leisten.

[0038] Figur 6 zeigt eine von dem Lichtmodul 10 aus Figur 4 oder 5 erzeugte Fernlichtverteilung 45 auf einem in einem definierten Abstand vor dem Fahrzeug angeordneten, senkrecht stehenden Messschirm. Durch die beschränkte Tiefe der Blendenkontur der wirksamen Oberkante auf der Außenumfangsfläche der Blendenwalze 22 hat die resultierende Lichtverteilung 45 nur eine beschränkte Erstreckung in vertikaler Richtung. Ein Bereich oberhalb der Lichtverteilung 45, wo nur noch ganz geringe Lichtstärkewerte zu messen sind, ist mit dem Bezugszeichen 43 bezeichnet. Die Fernlichtverteilung 45 wird also nach oben hin durch den abgeschatteten Bereich 43 begrenzt. Dadurch kann der Fahrer eines Fahrzeugs, dessen Scheinwerfer die Fernlichtverteilung 45 erzeugen, das subjektive Gefühl ergeben, durch einen Tunnel zu fahren, da nach oben hin nur ein sehr be-

schränkter Bereich ausgeleuchtet wird. Eine Blendenkontur mit einer größeren Tiefe könnte den Übergang zwischen Fernlichtverteilung 45 und abgeschattetem Bereich 43 anheben. Das würde aber den auf der Umfangsfläche der Blendenwalze 22 zur Verfügung stehenden Platz für weitere Blendenkonturen deutlich verringern.

[0039] Figur 7 zeigt eine schematische Darstellung eines Strahlengangs einer Fernlichtverteilung bei dem erfindungsgemäßen Lichtmodul 10, das mit einer Blendenwalze 22 mit zumindest teilweise verspiegelten Bereichen ausgestattet ist. Die Blendenwalze 22 von Figur 7 weist in dem eben ausgebildeten Abschnitt der Blendenkontur zur Erzeugung der Fernlichtverteilung (Wirkbereich 34) eine Verspiegelung 44 auf. Der Wirkbereich 34 verläuft parallel zur optischen Achse 42; er kann aber auch zur optischen Achse 42 geneigt sein. Die von der Lichtquelle 16 ausgesandten und von Bereichen des Reflektors 14, die weiter weg von der optischen Achse 42 liegen, reflektierten Lichtstrahlen 46 treffen auf die verspiegelte Fläche 44, insbesondere in einem Bereich zwischen der Sekundäroptik 26 und deren Brennebene 27, und werden dort reflektiert, so dass sie an einer Vergrößerung der vertikalen Ausdehnung der Fernlichtverteilung teilhaben können. Die von der Verspiegelungsfläche 44 reflektierten Lichtstrahlen 46 erreichen die Sekundäroptik 26 vorzugsweise in einem Bereich, der zu einer Ausleuchtung der Fahrbahn vor dem Fahrzeug insbesondere oberhalb einer Hell-Dunkelgrenze einer abgeblendeten Lichtverteilung dient. Die Strahlen 46 werden von der Verspiegelungsfläche 44 in der Weise reflektiert, als stammten sie von einem virtuellen Brennpunkt 48.

[0040] Ein Vergleich der Figuren 5 und Figur 7 zeigt, dass zwar ein Drehpunkt 50 der Blendenwalze 22 jeweils den gleichen Abstand ΔY zur optischen Achse 42 aufweist, jedoch ist der Abstand $\Delta Y'$ der wirksamen Oberkante des Wirkbereichs 34 zur optischen Achse 42 in den Lichtmodulen 10 aus den Figuren 5 und 7 unterschiedlich. Im Lichtmodul 10 von Figur 5 ist der Abstand ΔY mit $\Delta Y'$ weitgehend identisch. Das Lichtmodul 10 von Figur 7 mit der Verspiegelungsfläche 44 im Wirkbereich 34 weist einen wesentlich kleineren Abstand $\Delta Y'$ auf; die wirksamen Oberkante im Wirkbereich 34 des teilweise verspiegelten Blendenelements 22 ist viel näher an der optischen Achse 42 positioniert als der Wirkbereich 34 des herkömmlichen Blendenelements 22 ohne Verspiegelung. Mit anderen Worten, kann durch die Verspiegelung 44 die Tiefe der Blendenkontur verringert werden. Dadurch beansprucht die Blendenkontur eine geringere Umfangsfläche der Blendenwalze 22, so dass für die weiteren Blendenkonturen mehr Platz zur Verfügung steht.

[0041] Figur 8 zeigt die vom Lichtmodul 10 von Figur 7 erzeugte Fernlichtverteilung auf einem in einem Abstand zu dem Fahrzeug angeordneten senkrechten Messschirm. Wie in Figur 8 deutlich zu erkennen ist, wird durch die an der Verspiegelung 44 reflektierten Lichtstrahlen 46 ein Bereich oberhalb der Hell-Dunkelgrenze auf der Fahrbahn zusätzlich ausgeleuchtet. Trotz der gegenüber unverspiegelten Blendenwalzen 22 (vgl. Figur 5) verringerten Tiefe der Aussparungen der wirksamen Blendenkontur der verspiegelten Blendenwalze (vgl. Figur 7) hat die von dem Lichtmodul 10 mit verspiegelter Blendenwalze 22 erzeugte Fernlichtverteilung 45 (vgl. Figur 8a) in etwa die gleiche Erstreckung in vertikaler Richtung wie die von dem Lichtmodul 10 mit Blendenwalze 22 ohne Verspiegelung erzeugte Lichtverteilung 45 (vgl. Figur 6). Bei gegenüber unverspiegelten Blendenwalzen 22 gleichbleibender Tiefe der Aussparungen der wirksamen Blendenkontur kann durch die Verspiegelung 44 der abgeschattete Bereich 43 nach oben verlagert werden (vgl. Figur 8b), wodurch die vertikale Erstreckung der Fernlichtverteilung oder fernlichtartigen Lichtverteilung 45 nach oben hin vergrößert wird.

[0042] Figur 9 zeigt beispielhaft vier mögliche Ausgestaltungsformen der Blendenwalze 22. Figur 9a zeigt eine mögliche Ausgestaltungsform beispielsweise zur Erzeugung einer Teilfernlichtverteilung, wobei nur der Teil der Fahrbahn mit Fernlicht ausgeleuchtet wird, wo sich keine anderen Verkehrsteilnehmer befinden. Der diesen Fernlichtbereich erzeugende Abschnitt der Blendenkontur ist mit der Verspiegelung 44 versehen. Die Verspiegelungsfläche 44 stellt hier also nur einen Teilbereich des gesamten Wirkbereichs 34 dar und ist schräg auf der Blendenwalze angeordnet.

[0043] Figur 9b zeigt die Blendenwalze 22 von Figur 9a in einer um die Drehachse 28 gedrehten Stellung. Dabei weist das Blendenelement 22 angrenzend an die in Figur 9a gezeigte Kontur eine weitere Blendenkontur zur Erzeugung einer vollständigen Fernlichtverteilung auf. Diese Blendenkontur eine über die Drehachse 28 und senkrecht dazu im Wesentlichen ebene Grundfläche auf, die über den gesamten Wirkbereich 34 zur Erzeugung der Fernlichtverteilung dient. Die gesamte Grundfläche ist mit einer Verspiegelung 44 versehen.

[0044] Die Verspiegelung 44 auf den Blendenelementen 22 der Figuren 9a beziehungsweise 9b können beispielsweise durch Bedampfen, Sputtern oder durch galvanische oder chemische Abscheidung aufgebracht werden.

[0045] Die Figuren 9c und 9d zeigen Blendenwalzen 22, bei denen die Verspiegelung 44 über den gesamten Wirkbereich 34 durch Spiegelbleche beziehungsweise Spiegelfolien realisiert worden sind. Die Spiegelbleche beziehungsweise Spiegelfolien 44 sind durch Nieten auf der Blendenwalze 22 befestigt. Alternativ könnten sie auch durch Kleben, Schweißen, Klemmen, Schrauben oder auf beliebig andere Weise an dem Blendenelement 22 befestigt sein.

Patentansprüche

1. Lichtmodul (10) für einen Scheinwerfer eines Kraftfahrzeugs, das Lichtmodul (10) umfassend mindestens eine Lichtquelle (16) zum Aussenden von Licht, mindestens eine Primäroptik (14) zum Bündeln zu-

mindest eines Teils des ausgesandten Lichts, mindestens eine Sekundäroptik (26) zum Projizieren zumindest eines Teils des gebündelten Lichts als Lichtverteilung auf eine Fahrbahn vor das Fahrzeug, und mindestens ein walzenartiges Blendenelement (22) mit einer Längserstreckung entlang einer Längsachse (28) des Blendenelements (22), wobei die Längsachse (28) horizontal und quer zu einer optischen Achse (42) des Lichtmoduls (10) verläuft und das Blendenelement (22) um die Längsachse (28) drehbar ist, wobei auf einem Außenumfang des Blendenelements (22) unterschiedliche Konturen ausgebildet sind, die beim Drehen des Blendenelements (22) in den Strahlengang bewegbar sind und jeweils einen wirksamen Oberkantenverlauf des Blendenelements (22) bilden und wobei zumindest ein Teil der Außenumfangsfläche des walzenartigen Blendenelements (22) mit einer Verspiegelung (44) versehen ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zumindest teilweise verspiegelte Teilbereich des Blendenelements (22) in einer Grundstellung zur Erzeugung der Lichtverteilung zwischen der Sekundäroptik (26) und einer Brennebene (27) oder Petzvalfläche der Sekundäroptik (26) angeordnet ist.

2. Lichtmodul (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die auf dem Außenumfang des Blendenelements (22) ausgebildeten Konturen innerhalb einer zylindrischen Einhüllenden angeordnet sind.

3. Lichtmodul (10) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Teilbereich des Blendenelements (22), der für eine Ausleuchtung eines Bereichs der Lichtverteilung oberhalb einer im Wesentlichen horizontalen Hell-Dunkelgrenze einer abgeblendeten Lichtverteilung verantwortlich ist, zumindest teilweise verspiegelt ist.

4. Lichtmodul (10) nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der ausgeleuchtete Bereich der Lichtverteilung oberhalb der Hell-Dunkelgrenze Teil einer Fernlichtverteilung, Teilfernlichtverteilung oder Gefahrenmarkierungslichtverteilung bzw. einer fernlichtähnlichen Lichtverteilung ist.

5. Lichtmodul (10) nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Teilbereich des Blendenelements (22), der für die Ausleuchtung des Bereichs der Lichtverteilung oberhalb der Hell-Dunkelgrenze verantwortlich ist, einen kreissegmentförmigen oder kreissegmentähnlichen Ausschnitt mit einer in einem Vertikalschnitt parallel oder geneigt zur optischen Achse (42) betrachtet ebenen oder gewölbten Grundfläche umfasst, wobei das Blendenelement (22)in einer Grundstellung zur Erzeugung der Lichtverteilung um die Längsachse (28) gedreht ist, und wobei in der Grundstellung die Grundfläche in dem Vertikalschnitt betrachtet im Wesentlichen parallel oder geneigt zur optischen Achse (42) ausgerichtet ist.

6. Lichtmodul (10) nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ausrichtung der Grundfläche durch Drehen des Blendenelements (22) um seine Längsachse (28) zur Variation der Lichtverteilung ausgehend von der Grundstellung veränderbar ist.

7. Lichtmodul (10) nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Grundfläche zumindest teilweise mit der Verspiegelung (44) versehen ist.

8. Lichtmodul (10) nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Tiefe des kreissegmentförmigen oder kreissegmentähnlichen Ausschnitts des teilweise verspiegelten Blendenelements (22) kleiner ist als eine Tiefe eines Ausschnitts eines Blendenelements (22) ohne Verspiegelung zur Erzeugung der besagten vorgegebenen Lichtstärke sein müsste.

9. Lichtmodul (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die verspiegelten Bereiche (44) des Blendenelements (22) durch Bedampfen, Sputtern oder durch galvanische oder chemische Abscheidung erzeugbar sind.

10. Lichtmodul (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die verspiegelten Bereiche (44) des Blendenelements (22) durch Spiegelbleche oder Spiegelfolien realisierbar sind.

11. Lichtmodul (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Lichtmodul (10) mindestens einen Sensor zum Überwachen einer Drehstellung des Blendenelements (22) um die Längsachse (28) umfasst.

12. Scheinwerfer für ein Kraftfahrzeug, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Scheinwerfer mindestens ein Lichtmodul (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche umfasst.

Claims

1. A light module (10) for a headlight of a motor vehicle, the light module (10) including at least one light source (16) for emitting light, at least one primary optical element (14) for focusing at least a portion of the emitted light, at least one secondary optical element (26) for projecting at least a portion of the focused light as a light distribution onto a roadway ahead of the vehicle, and at least one rollerlike screening element (22) extending longitudinally along a longitudinal axis (28) of the screening ele-

ment (22), the longitudinal axis (28) extending horizontally and transversely to an optical axis (42) of the light module (10) and the screening element (22) being rotatable about the longitudinal axis (28), and on an outer circumference of the screening element (22), various contours are embodied that are movable into the beam path upon rotation of the screening element (22) and that each form an effective course of the upper edge of the screening element (22), and at least a portion of the outer circumferential surface of the rollerlike screening element (22) is provided with a mirror-coating (44), **characterized in that** the at least partially mirror-coated subregion of the screening element (22), in a basic position for generating the light distribution, is disposed between the secondary optical element (26) and a focal plane (27) or Petzval-lens-type surface of the secondary optical element (26).

2. The light module (10) of claim 1, **characterized in that** the contours embodied on the outer circumference of the screening element (22) are disposed inside a cylindrical envelope curve.

3. The light module (10) of claim 1 or 2, **characterized in that** a subregion of the screening element (22) which is responsible for illuminating a region of the light distribution above a substantially horizontal light/dark boundary of a low-beam light distribution, is at least partially mirror-coated.

4. The light module (10) of claim 3, **characterized in that** the illuminated region of the light distribution is above the light/dark boundary of a high-beam light distribution, semi-high-beam light distribution or danger-indicating light distribution, or of a high-beam-like light distribution.

5. The light module (10) of claim 3 or 4, **characterized in that** the subregion of the screening element (22) that is responsible for illuminating the region of the light distribution above the light/dark boundary includes a circular-segmental or circular-segment-like notch with a flat or curved base surface which, viewed in vertical section, is parallel to or inclined relative to the optical axis (42), and the screening element (22), in a basic position for generating the light distribution, is rotated about the longitudinal axis (28), and in the basic position, the base surface, viewed in vertical section, is oriented essentially parallel to or inclined relative to the optical axis (42).

6. The light module (10) of claim 5, **characterized in that** for varying the light distribution, the orientation of the base surface is variable by rotating the screening element (22) about its longitudinal axis (28) with the basic position as the point of departure.

7. The light module (10) of claim 5 or 6, **characterized in that** the base surface is at least partially provided with the mirror-coating (44).

8. The light module (10) of claim 7, **characterized in that** the depth of the circular-segmental or circular-segment-like notch in the partially mirror-coated screening element (22) is less than the depth of a notch in a screening element (22) without mirror-coating would have to be in order to generate said predetermined light intensity.

9. The light module (10) of one of the foregoing claims, **characterized in that** the mirror-coated regions (44) of the screening element (22) can be generated by vapor deposition, sputtering, or galvanic or chemical deposition.

10. The light module (10) of one of claims 1-8, **characterized in that** the mirror-coated regions (44) of the screening element (22) can be attained by means of mirror-coated metal sheets or mirror-coated foils.

11. The light module (10) of one of the foregoing claims, **characterized in that** the light module (10) includes at least one sensor for monitoring a rotated position of the screening element (22) about the longitudinal axis (28).

12. A headlight for a motor vehicle, **characterized in that** the headlight includes at least one light module (10) of one of the foregoing claims.

Revendications

1. Module d'éclairage (10) destiné à un projecteur d'un véhicule automobile, le module d'éclairage (10) comprenant au moins une source de lumière (16) destinée à émettre de la lumière, au moins une optique primaire (14) destinée à focaliser au moins une partie de la lumière émise, au moins une optique secondaire (26) destinée à projeter au moins une partie de la lumière focalisée sous la forme d'une distribution de lumière sur une chaussée à l'avant du véhicule, et au moins un élément d'occultation (22) en forme de cylindre comportant une extension longitudinale suivant un axe longitudinal (28) de l'élément d'occultation (22), dans lequel l'axe longitudinal (28) s'étend horizontalement et transversalement à un axe optique (42) du module d'éclairage (10) et l'élément d'occultation (22) peut être mis en rotation autour de l'axe longitudinal (28), dans lequel, sur une circonférence extérieure de l'élément d'occultation (22) sont formés des contours différents qui sont mobiles sur le trajet du faisceau lors de la rotation de l'élément d'occultation (22) et forment respectivement un parcours effectif du bord supérieur

de l'élément d'occultation (22) et dans lequel au moins une partie de la surface circonférentielle extérieure de l'élément d'occultation (22) en forme de cylindre est munie d'un revêtement réfléchissant (44), **caractérisé en ce que** la zone partielle au moins partiellement revêtue d'un revêtement réfléchissant de l'élément d'occultation (22) est disposée à une position initiale pour générer la distribution lumineuse entre l'optique secondaire (26) et un plan focal (27) ou la surface de Petzval de l'optique secondaire (26).

2. Module d'éclairage (10) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les contours formés sur la circonférence extérieure de l'élément d'occultation (22) sont disposés à l'intérieur d'une enveloppe cylindrique.

3. Module d'éclairage (10) selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce qu'**une zone partielle de l'élément d'occultation (22) qui est responsable de l'éclairement d'une zone de la distribution lumineuse est au moins partiellement revêtue d'un revêtement réfléchissant au-dessus d'une limite clair-obscur sensiblement horizontale d'une distribution lumineuse diaphragmée.

4. Module d'éclairage (10) selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** la zone éclairée de la distribution lumineuse au-dessus de la limite clair-obscur est une partie d'une distribution de feu de route, d'une distribution de feu de route partielle ou d'une distribution de feu de signalement de danger ou d'une distribution lumineuse analogue à celle d'un feu de route.

5. Module d'éclairage (10) selon la revendication 3 ou 4, **caractérisé en ce que** la zone partielle de l'élément d'occultation (22) qui est responsable de l'éclairage de la zone de la distribution lumineuse située au-dessus de la limite clair-obscur, comprend un évidement en forme d'arc de cercle ou semblable à un arc de cercle comportant une surface de base plane ou incurvée lorsqu'on l'observe en coupe verticale parallèlement ou de manière inclinée par rapport à l'axe optique (42), dans lequel l'élément d'occultation (22) est mis en rotation à une position initiale pour générer la distribution lumineuse autour de l'axe longitudinal (28), et dans lequel à la position initiale, la surface de base est orientée de manière sensiblement parallèle ou inclinée par rapport à l'axe optique (42) lorsqu'on l'observe en coupe verticale.

6. Module d'éclairage (10) selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** l'orientation de la surface de base peut être modifiée par mise en rotation de l'élément d'occultation (22) autour de son axe longitudinal (28) pour faire varier la distribution lumineuse par rapport à la position initiale.

7. Module d'éclairage (10) selon la revendication 5 ou 6, **caractérisé en ce que** la surface de base est munie au moins partiellement du revêtement réfléchissant (44).

8. Module d'éclairage (10) selon la revendication 7, **caractérisé en ce qu'**une profondeur de l'évidement en forme d'arc de cercle ou semblable à un arc de cercle de l'élément d'occultation (22) partiellement revêtu d'un revêtement réfléchissant est inférieure à ce que devrait être une profondeur d'un évidemment d'un élément d'occultation (22) sans revêtement réfléchissant destiné à générer ladite intensité lumineuse prédéterminée.

9. Module d'éclairage (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les zones revêtues d'un revêtement réfléchissant (44) de l'élément d'occultation (22) peuvent être produites par dépôt en phase vapeur, par pulvérisation cathodique ou par électrodéposition ou dépôt chimique.

10. Module d'éclairage (10) selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce que** les zones revêtues d'un revêtement réfléchissant (44) de l'élément d'occultation (22) peuvent être réalisées au moyen de plaques réfléchissantes ou de films réfléchissants.

11. Module d'éclairage (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le module d'éclairage (10) comprend au moins un capteur destiné à surveiller la position de rotation de l'élément d'occultation (22) autour de l'axe longitudinal (28).

12. Projecteur pour véhicule automobile, **caractérisé en ce que** le projecteur comprend au moins un module d'éclairage (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes.

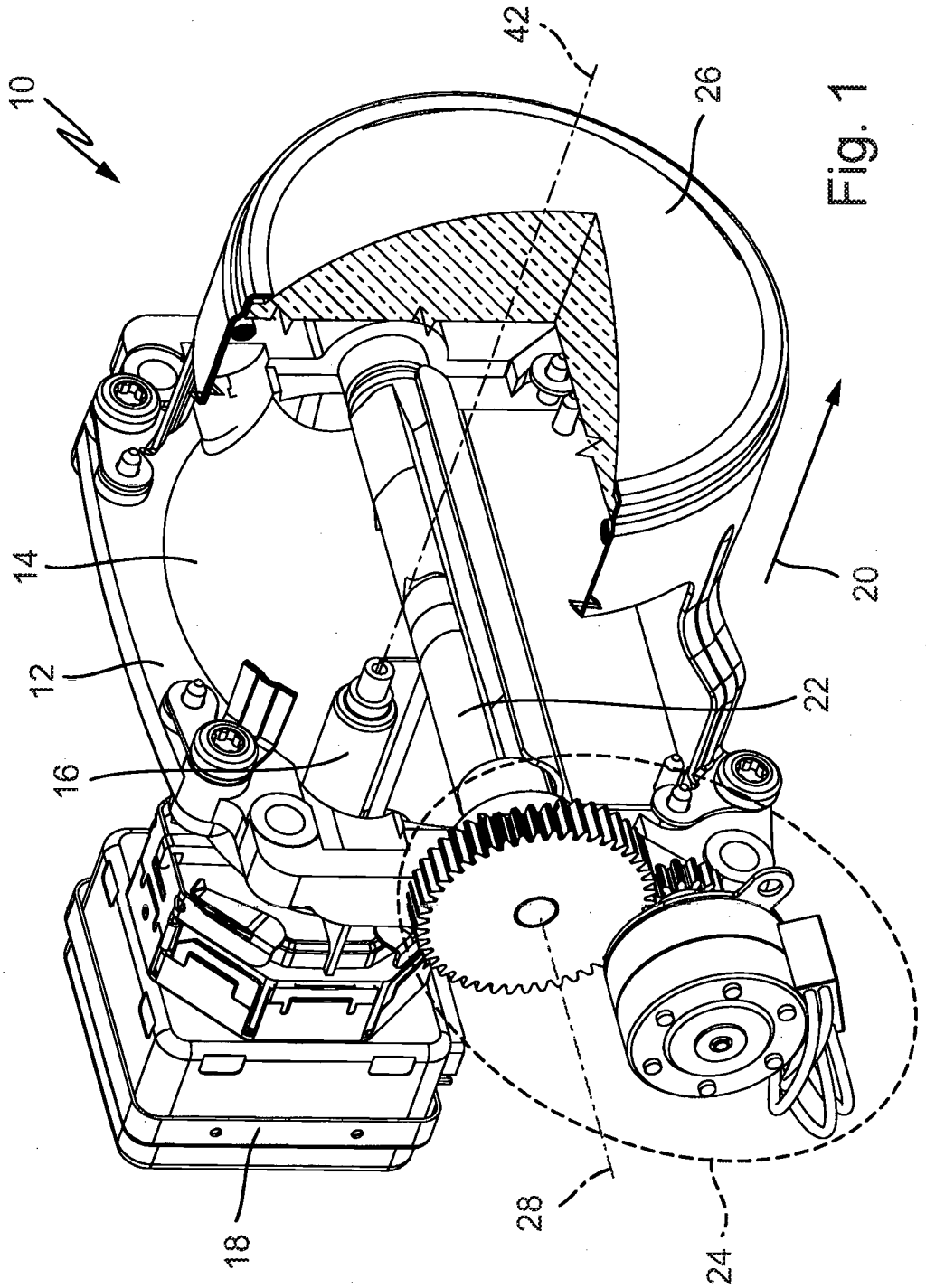


Fig. 1

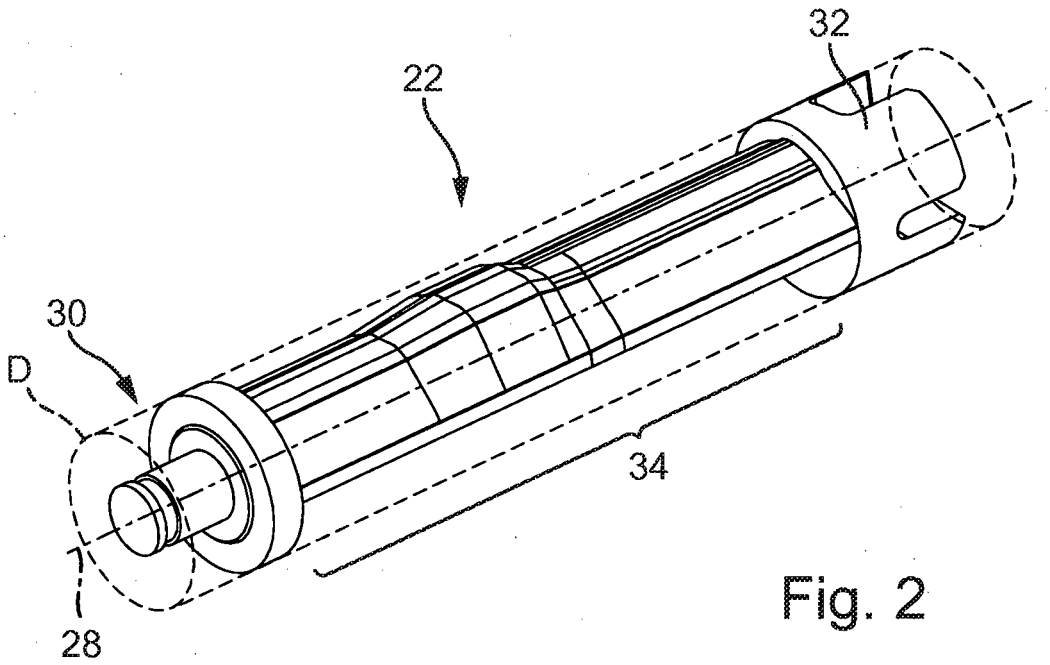


Fig. 2

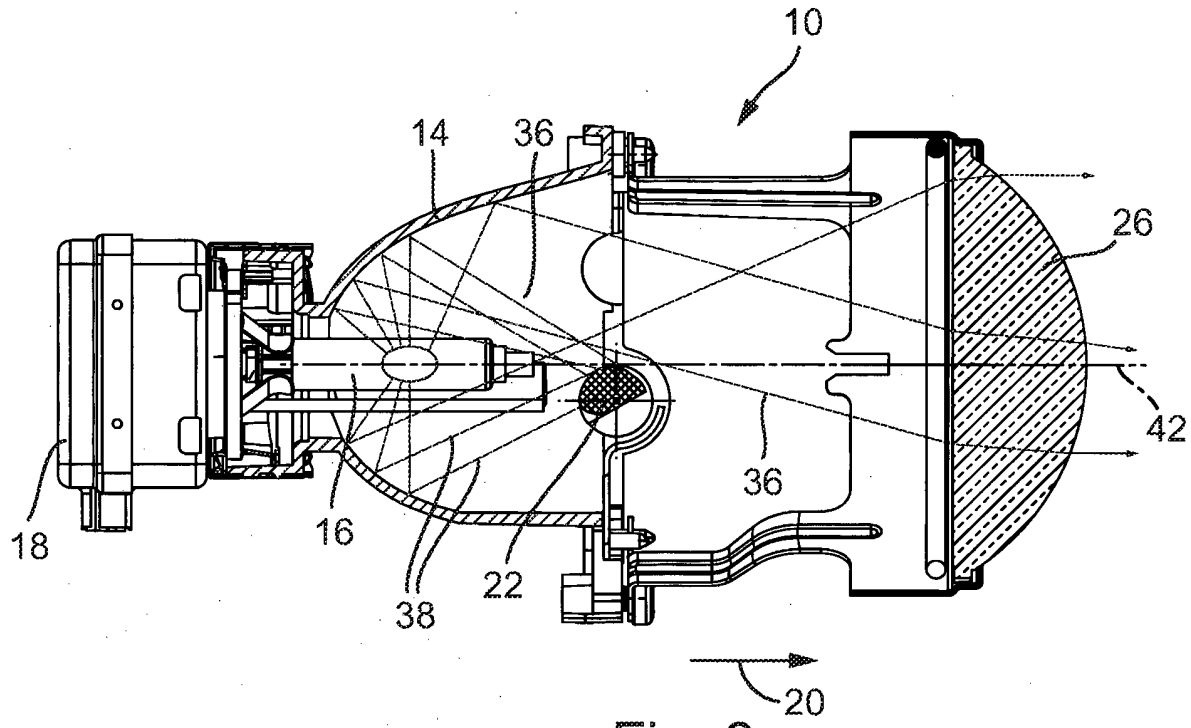


Fig. 3

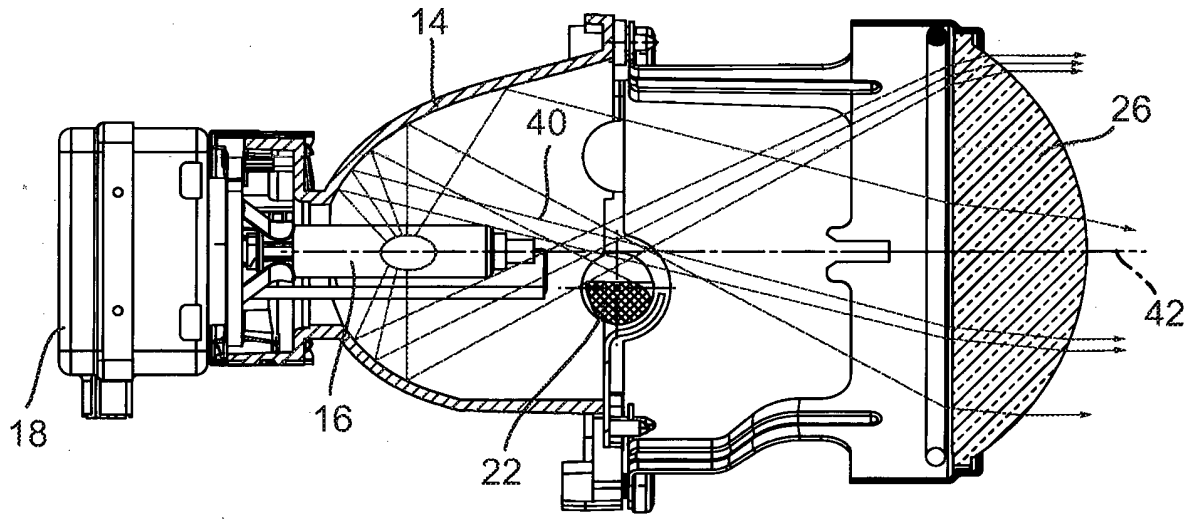


Fig. 4 (Stand der Technik)

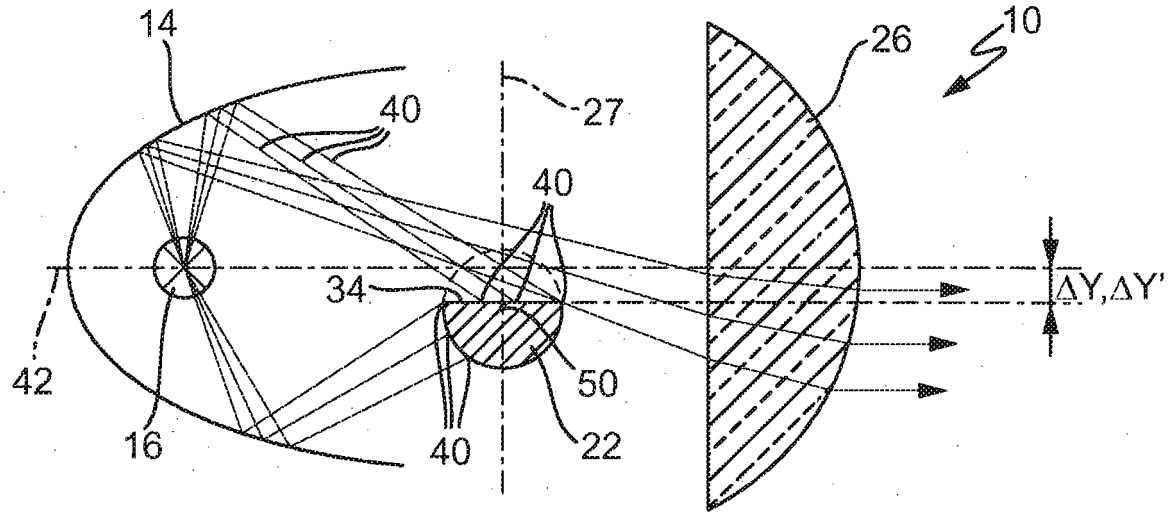


Fig. 5
(Stand der Technik)

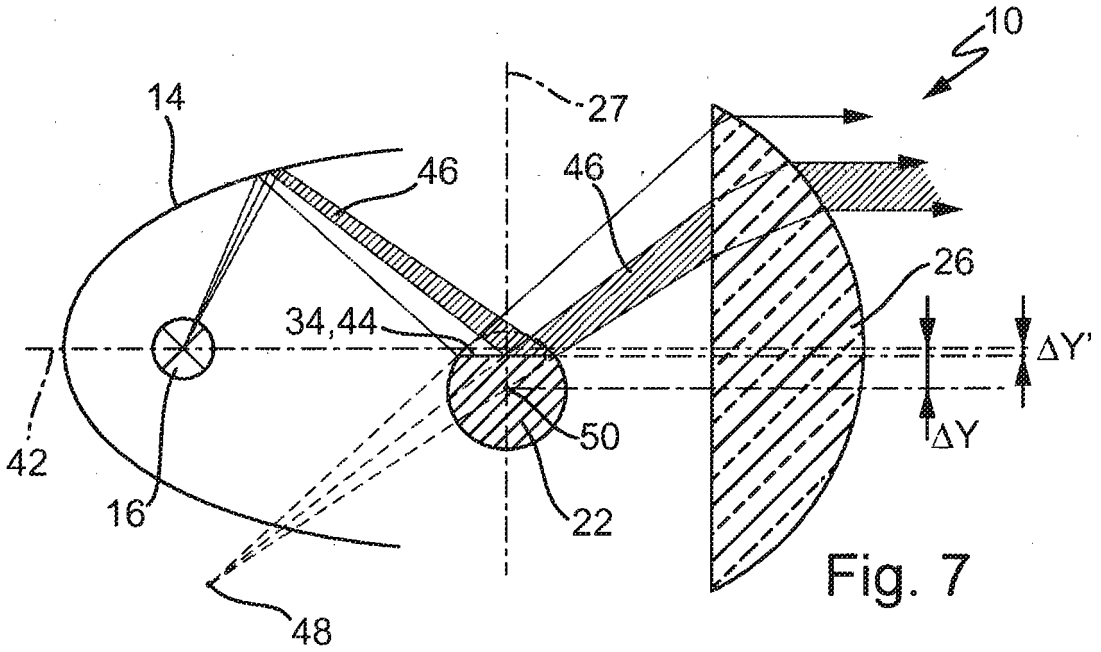


Fig. 7

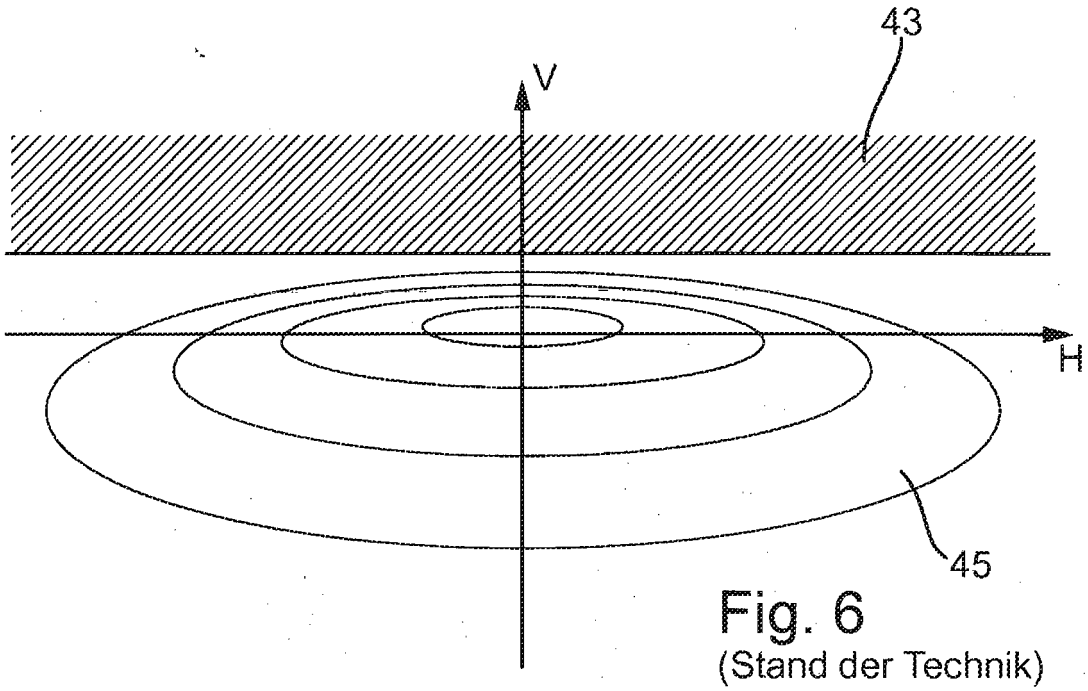


Fig. 6
(Stand der Technik)

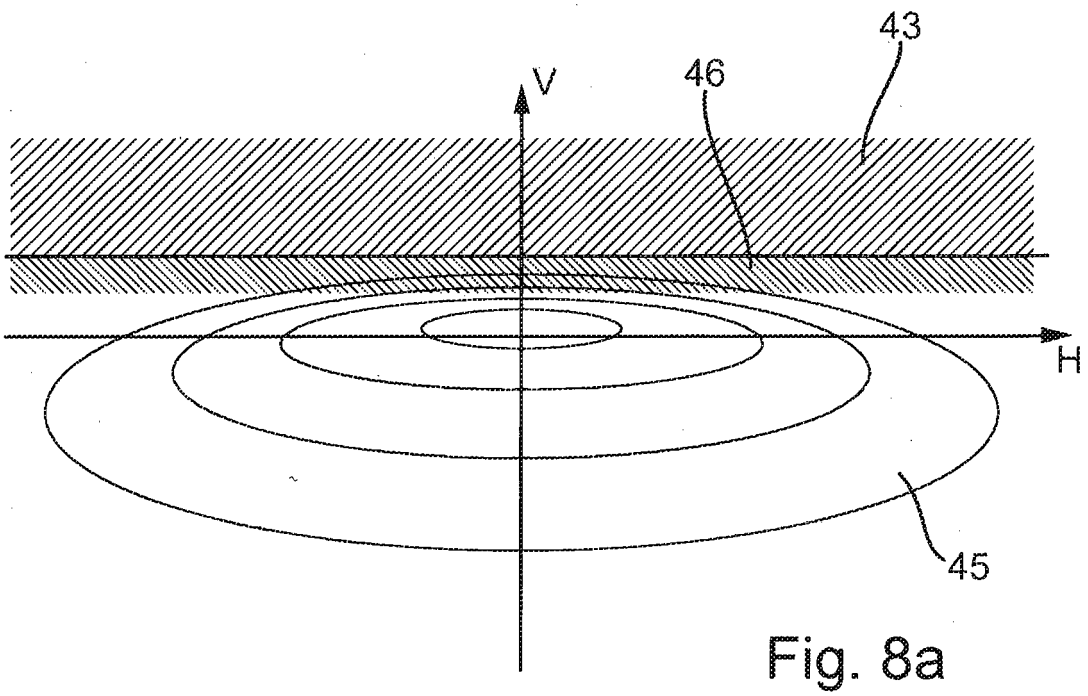


Fig. 8a

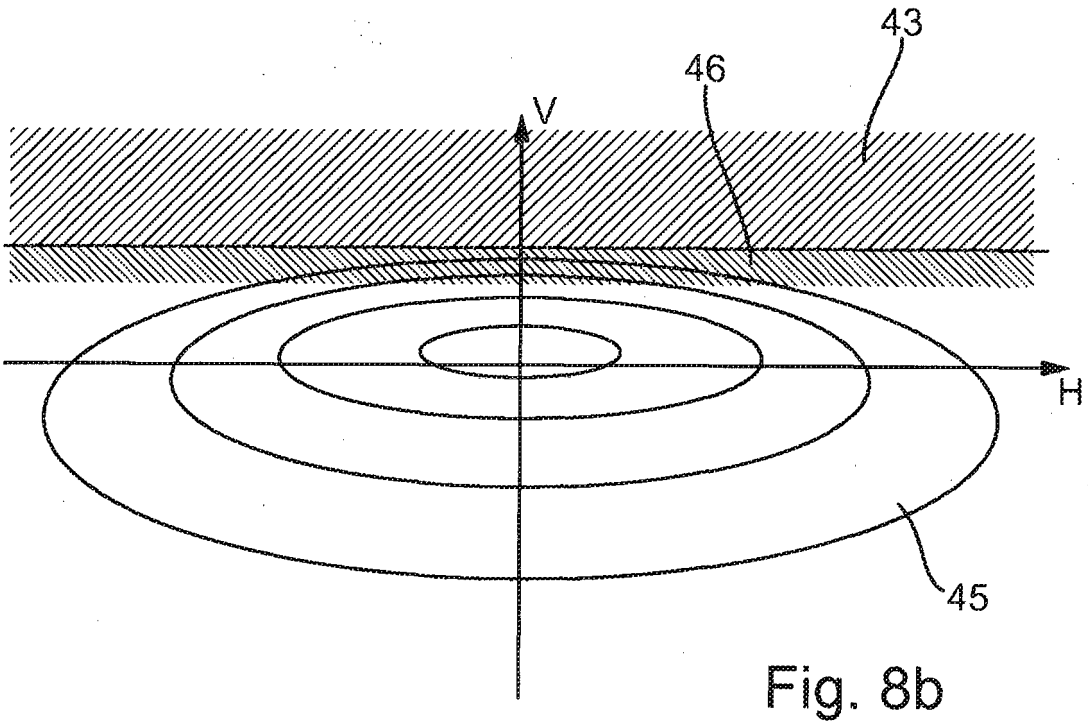


Fig. 8b

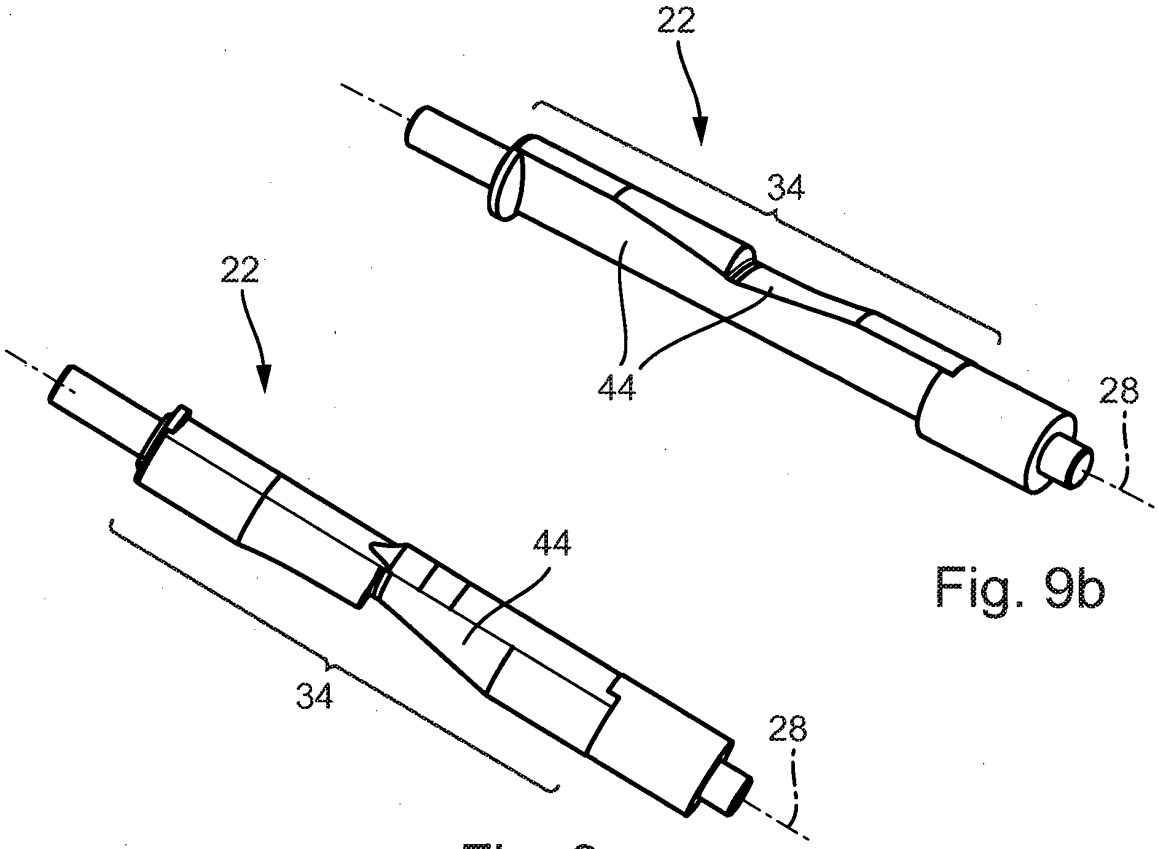


Fig. 9b

Fig. 9a

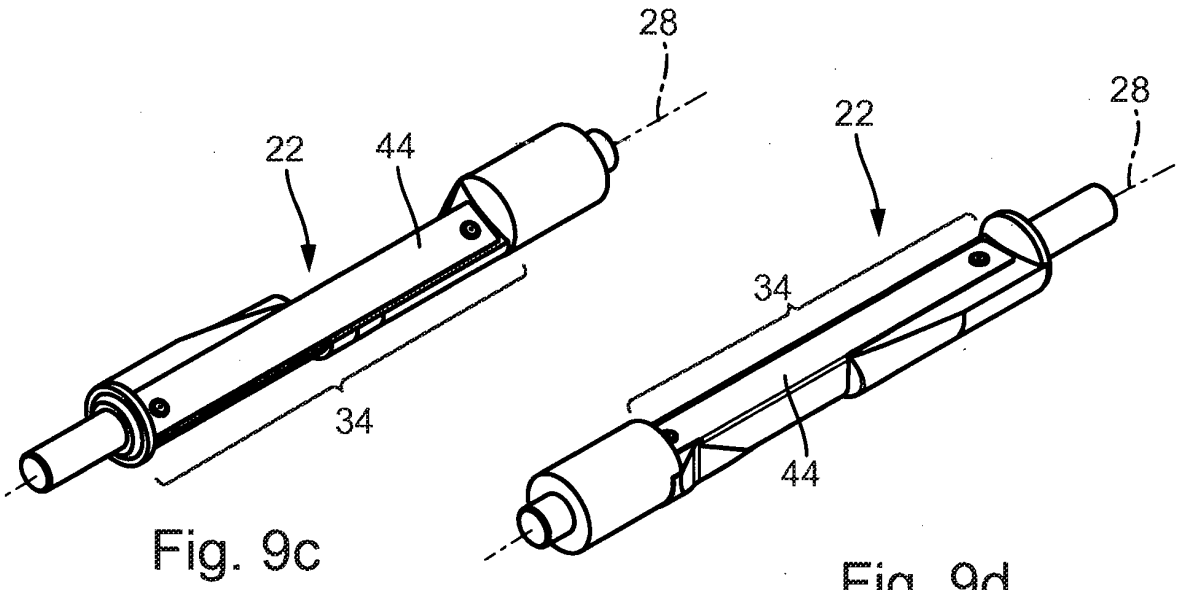


Fig. 9c

Fig. 9d

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

- US 2009310378 A1 **[0002]**
- DE 102008010028 A1 **[0002]**
- EP 1357334 B1 **[0007]**
- EP 0935728 B1 **[0009]**
- DE 102008022508 A1 **[0028]**