



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 699 35 547 T2** 2007.09.20

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 0 940 625 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **699 35 547.8**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **99 301 242.6**

(96) Europäischer Anmeldetag: **22.02.1999**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **08.09.1999**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **21.03.2007**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **20.09.2007**

(51) Int Cl.⁸: **G02B 6/00** (2006.01)
F21S 8/10 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

33757 03.03.1998 US

(73) Patentinhaber:

**Ford Global Technologies, LLC, Dearborn, Mich.,
US**

(74) Vertreter:

**Drömer, H., Dipl.-Phys. Dr.-Ing., Pat.-Ass., 51429
Bergisch Gladbach**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, FR, GB

(72) Erfinder:

**Remillard, Jeffrey Thomas, Ypsilanti, Michigan
48197, US; Marinelli, Michael Anthony, Northville,
Michigan 48167, US; Fohl, Timothy, Carlisle, MA
01741, US**

(54) Bezeichnung: **Mit Vertiefungen versehener, optischer Verteiler für Fahrzeug-Beleuchtungssystem**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein optisches Element für ein Fahrzeugbeleuchtungssystem und insbesondere auf einen mit Einbuchtungen versehenen Lichtsammler für derartige optische Elemente.

[0002] Herkömmliche Lichtübertragungssysteme für Fahrzeugbug- oder -Heckleuchten beinhalten typischerweise eine Birne und ein Reflektorsystem. In einem Birne-und-Reflektorsystem ist der Glühdraht der Birne im oder nahe dem Brennpunkt eines Parabolreflektors angeordnet. Das von dem Glühdraht der Birne abgegebene Licht wird vom Reflektor gesammelt und unter Bildung eines Lichtstrahles nach außen abgestrahlt. Eine Linse wird dazu eingesetzt, den Lichtstrahl zu einem vorgegebenen Muster in Form zu bringen, das den Fahrzeugbeleuchtungsvorgaben entspricht. In einem typischen Anwendungsfall im Kraftfahrzeug sammelt und reflektiert ein herkömmliches Birne-und-Reflektorsystem nur ca. dreißig Prozent des vom Glühdraht der Birne erzeugten Lichtes auf den nutzbaren Beleuchtungsbereich.

[0003] Systeme aus Glühbirne und Reflektor haben mehrere Nachteile, einschließlich der mit der Aerodynamik und dem ästhetischen Design verbundenen Nachteile. So ergeben sich z.B. durch die Tiefe eines Reflektors entlang seiner Brennachse sowie die Höhe des Reflektors in den zur Brennachse rechtwinkligen Richtungen starke Einschränkungen bei dem Versuch, die Fahrzeugkonturen stromlinienförmiger zu gestalten. Zusätzlich dazu muß die von der Glühbirne im Betrieb abgegebene Wärmeenergie berücksichtigt werden. Die Größe des Reflektors sowie der Werkstoff, der zu seiner Herstellung eingesetzt wird, variieren sehr stark je nach dem Grad der vom Glühdraht in der Birne erzeugten Wärmeenergie. Eine Verringerung der Reflektorgröße erfordert den Einsatz von Werkstoffen mit hoher Wärmebeständigkeit für den Reflektor.

[0004] Ein Ansatz, ein Kraftfahrzeugbeleuchtungssystem für den Einsatz in Verbindung mit neueren stromlinienförmigeren Karosseriekonstruktionen zu entwickeln, ist in der U.S.-Patentschrift Nr. 5,434,754 vorgeschlagen worden, die der Anmelderin der vorliegenden Erfindung erteilt worden ist, und welche die Kombination eines Licht von einer entfernten Lichtquelle übertragenden faseroptischen Lichtleiters mit einem optischen Element offenbart, welches einen parabolischen Reflektor, einen Lichtsammler und einen Abstrahler aufweist. Ein Lichtsammler ist erforderlich, um das einströmende Licht aufzubrechen, so daß es über bzw. durch den Abstrahler verteilt werden kann. Ein Problem bei einer derartigen Anordnung ist, daß der Sammler etwa ein Drittel des Gesamt-Bauraumes oder "Fußabdruckes" des optischen Elements in Anspruch nimmt. Der vom Samm-

ler beanspruchte, nicht beleuchtete Bereich stellt für den Konstrukteur bei der Betrachtung der begrenzten Packungs- und Bauraumbedingungen, die mit der Konstruktion eines Fahrzeuges verbunden sind, einen zusätzlichen Zwang dar.

[0005] Es ist daher wünschenswert, ein mittels Laser beleuchtetes Beleuchtungssystem mit gleichförmig starker Dünnschichtoptik für ein Fahrzeug zu stellen, das sowohl den Herstellungs- und thermischen Anforderungen gerecht wird als auch mit den durch die Anforderung der Aerodynamik und der Formgestaltung von Fahrzeugen gegebenen Einschränkungen vereinbar ist.

[0006] Die vorliegende Erfindung liefert ein Fahrzeugbeleuchtungssystem mit einer Lichtquelle zur Erzeugung von Licht, und ein einteiliges optisches Element mit einer an die Lichtquelle angrenzenden Licht-Kollimatorfläche; mehreren, von der Kollimatorfläche aus vorstehenden Stufenflächen, wovon jede Stufenfläche eine Reflektorfläche aufweist, welche in einem Winkel in Bezug auf die Kollimatorfläche angeordnet ist, zur Aufnahme des parallel gebündelten Lichts; einer im Winkel in Bezug auf die Stufenflächen angeordnete Fläche, welche Fläche mehrere, in Bezug auf die Stufenflächen ausgerichtete Einbuchtungen zur Streuung des von dieser empfangenen parallel gebündelten Lichtes aufweist, und eine Abstrahlscheibe unmittelbar angrenzend an diese Fläche, mit mehreren reflektierenden Facetten, welche ausgelegt sind, gestreutes Licht aufzunehmen und durch die Frontfläche hindurch abzulenken.

[0007] Die besagten mehreren Einbuchtungen sind in ihrer Form vorzugsweise im wesentlichen sphärisch oder zylindrisch.

[0008] Ein die vorliegende Erfindung verkörperndes optisches Dünnschichtelement kann als Heckleuchte mit verringerten Gesamtmaßeinheiten oder "Fußabdruck" ausgebildet sein. Die mit Einbuchtungen versehene Oberfläche erfüllt die Lichtstreuungsfunktion bisheriger Lichtsammlerkonstruktionen, nimmt aber nur einen Bruchteil der Größe in Anspruch, so daß der Gesamtmaßebedarf der Heckleuchte reduziert wird, und eine größere Flexibilität in der Fahrzeugkonstruktion erzielt wird.

[0009] Die Erfindung soll nun mit Bezug auf die beiliegenden Zeichnungen beispielartig näher erläutert werden; dabei zeigt:

[0010] [Fig. 1](#): eine perspektivische Ansicht eines Kraftfahrzeuges mit einem Fahrzeugbeleuchtungssystem;

[0011] [Fig. 2](#): eine perspektivische Ansicht eines die vorliegende Erfindung verkörpernden optischen Elements für ein Fahrzeugbeleuchtungssystem;

[0012] **Fig. 3**: eine vergrößerte perspektivische Darstellung des eingekreisten Abschnittes **3** in **Fig. 2**, welcher die vorliegende Erfindung verkörpert;

[0013] **Fig. 4**: eine Frontansicht eines die vorliegende Erfindung verkörpernden Dünnschicht-Optikelements mit gleichförmiger Stärke;

[0014] **Fig. 5**: eine vergrößerte Frontansicht des eingekreisten Bereiches **5** in **Fig. 4**, welcher die vorliegende Erfindung verkörpert;

[0015] **Fig. 6**: eine Seitenansicht des Sammlerteils des die vorliegende Erfindung verkörpernden optischen Elements; und

[0016] **Fig. 7**: eine vergrößerte Seitenansicht des eingekreisten Bereiches **7** in **Fig. 6**, welcher die vorliegende Erfindung verkörpert.

[0017] Es sei nun Bezug genommen auf die Zeichnungen und insbesondere auf die **Fig. 1** und **Fig. 2** darunter, wo ein Kraftfahrzeug **10** mit einem Fahrzeugbeleuchtungssystem dargestellt ist, welches in Kombination eine entfernt gelegene Lichtquelle **12**, einen faseroptischen Lichtleiter **14** und ein optisches Element **16** aufweist. Das optische Element **16** der vorliegenden Erfindung ist als Heckleuchte ausgebildet, es kann aber auch als Bugleuchte ausgebildet sein oder für andere Fahrzeugbeleuchtungseinsätze verwendet werden, wie der Fachmann auf dem Gebiet der Fahrzeugbeleuchtung leicht erkennen wird. Die in **Fig. 1** gezeigte Ausbildung ist daher nur zur Veranschaulichung gedacht und ist nicht einschränkend zu verstehen.

[0018] Wie **Fig. 1** zeigt, ist die entfernte Lichtquelle **12** vorzugsweise ein Diodenlaser. Die entfernte Laserlichtquelle **12** wird unter Berücksichtigung der Anforderungen der Fahrzeugkonstruktion und der leichten Herstellbarkeit mit besonderem Bezug auf die spezifischen beleuchtungstechnischen Ziele im Kraftfahrzeug **10** untergebracht. Eine mögliche Anbringung für die entfernte Laserlichtquelle **12** ist der (nicht dargestellte) Motorraum. Es wird vorzugsweise eine einzelne Diodenlaserlichtquelle verwendet, es können aber auch andere Typen von entfernten Lichtquellen eingesetzt werden, ohne sich dadurch von dem Bereich der vorliegenden Erfindung zu entfernen. Alternativ dazu können auch mehrere Laserlichtquellen oder LED mit hoher Lichtintensität direkt am optischen Element **16** angrenzend positioniert werden.

[0019] Vorzugsweise wird ein faseroptischer Lichtleiter **14** eingesetzt, um Licht von der entfernten Laserlichtquelle **12** zum optischen Element **16** zu leiten, wie in **Fig. 1** dargestellt ist. Der Lichtleiter hat ein erstes Ende **34** und ein zweites Ende **36**. Durch die große Helligkeit (Candela pro Flächeneinheit) des Dio-

denlasers kann ein Lichtleiter mit nur kleinem Durchmesser (0,1–1,0 mm) verwendet werden, um Licht an jedes optische Element **16** weiterzuleiten.

[0020] Das optische Element **16**, wie es in **Fig. 2** dargestellt ist, ist vorzugsweise eine dünne Schicht mit gleichbleibender Stärke, es kann aber auch eine dünne Schicht mit zunehmender Stärke sein, ohne daß dadurch der Bereich der vorliegenden Erfindung verlassen wird. Element **16** ist vorzugsweise aus einem transparenten vollen Kunststoffteil hergestellt, z.B. aus Polycarbonat, und bringt das Prinzip der internen Totalreflexion (ITR) zum Einsatz, um Licht zu reflektieren. ITR wird weiter unten noch im einzelnen erläutert. Andere Transparentwerkstoffe wie Acrylkunststoffe können ebenfalls verwendet werden, ohne dabei den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen. Das optische Element **16** hat einen Lichtsammler **18** zur Expandierung des Laserlichtes und einen Abstrahler **20** zur Ableitung des Lichtes aus dem optischen Element **16** hinaus.

[0021] Wie die **Fig. 3** bis **Fig. 6** zeigen, ist der Lichtsammler **18** ein längliches Gebilde mit einer Kollimatorfläche **22**, einem Lichtverteilerabschnitt **24** und einem Lichtstreuabschnitt **26**. Die Kollimatorfläche **22**, die an einem Ende des Sammlers **18** angeordnet ist, ist vorzugsweise eine parabolische Oberfläche mit einer Brennachse **27**. Die Kollimatorfläche **22** kann auch ein Beugungsgitter sein, wie es in der Technik bekannt ist, oder jede andere Art von Licht-Kollimatorvorrichtung, ohne damit den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen. Die Oberfläche **22** hat jeweils eine obere und eine untere Endkante **28** und **30**, die eine vorgegebene Höhe der Fläche bestimmen. Die Fläche **22** ist ausgelegt, Lichtstrahlen **31** mit einem vorgegebenen Streuwinkel über die Höhe der Oberfläche zu empfangen, und die Lichtstrahlen **31** parallel zur Brennachse **27** zu bündeln.

[0022] Wie die **Fig. 3–Fig. 6** zeigen, besteht der Lichtverteilungsabschnitt **24** vorzugsweise aus mehreren ansteigenden Stufen, wobei jede Stufe eine ebene Stufenfläche **32** und eine Reflektorfläche **38** hat. Die erste Stufe steht von der unteren Endkante **30** ab, und die Gesamthöhe der Stufen ist vorzugsweise gleich der vorgegebenen Höhe der Kollimatorfläche **22**. Jede ebene Stufenfläche **32** liegt vorzugsweise parallel zur Brennachse **27**, und jede Reflektorfläche **38** steht vorzugsweise in einem Winkel in bezug auf die Brennachse **27**. Es können eine Reihe von Winkeln für die Reflektorfläche **38** verwendet werden, je nach dem besonderen Einsatzfall, für die vorliegende Erfindung beträgt der Winkel jedoch vorzugsweise 45 Grad. Die Reflektorflächen **38** sind ausgelegt, parallel gebündeltes Licht zu empfangen, und das parallel gebündelte Licht in einem Winkel von 90 Grad abzulenken, so daß das Licht senkrecht zur Brennachse **27** abgelenkt wird.

[0023] Wie die [Fig. 3–Fig. 6](#) zeigen, hat der Lichtstreuabschnitt **26** vorzugsweise eine Streufläche **40** mit mehreren daran ein- bzw. angeformten Einbuchtungen oder Grübchen **42**. Die Streuflächen **40** sind in einem Winkel in bezug auf die Stufenflächen **32** angeordnet. Ein bevorzugter Bereich von Winkeln für die Streuflächen **40** liegt bei 35–45 Grad. Der Winkel der Flächen wird mit Bezug auf die besonderen Konstruktionsanforderungen des optischen Elements **16** gewählt, und insbesondere auf einen solchen Winkel eingestellt, der die Ausleuchtung des Abstrahlers **20** optimiert.

[0024] Der Streuabschnitt **26** hat eine Länge, die im wesentlichen gleich der Gesamtlänge aller Stufenflächen **32** ist. Wie [Fig. 6](#) zeigt, sind die entlang der Länge der Streufläche **40** angeordneten Einbuchtungen oder Grübchen **42** so positioniert, daß sie mit einer entsprechenden Reflektorfläche **38** korrespondieren. Insbesondere sind die Einbuchtungen **42** so in bezug auf die Reflektorflächen **38** positioniert, daß eine Achse **44**, vorzugsweise rechtwinklig zur Brennnachse **27**, sowohl die Einbuchtungen **42** als auch die Reflektorflächen **38** schneidet, wie die [Fig. 6](#) und [Fig. 7](#) zeigen. Die Einbuchtungen **42** sind mit ihrer gekrümmten Einbuchtungsfläche **43** so ausgelegt, daß sie parallel gebündeltes Licht an verschiedenen Stellen entlang der Einbuchtungsfläche **43** empfangen. Wie am deutlichsten aus der [Fig. 7](#) zu erkennen ist, reflektiert die gekrümmte Einbuchtungsfläche **43** Licht unter einem für jede Lichteinfallsstelle entlang der Einbuchtungsfläche **43** spezifischen Winkel. Der Einfallswinkel bzw. Schnittpunkt zwischen dem parallel gebündelten Licht und der Einbuchtungsfläche **43** wirkt auf diese Weise so, daß das Licht in die Abstrahlscheibe **20** hinein gestreut wird. Die gekrümmten Einbuchtungen **42** sind in ihrer Form vorzugsweise sphärisch ausgebildet, sie können aber auch zylindrisch sein oder irgendeine andere gekrümmte Gestalt aufweisen, um die Lichtstreuungsfunktion zu erfüllen.

[0025] Die Abstrahlscheibe **20** hat, wie es in den [Fig. 2](#) und [Fig. 4](#) veranschaulicht ist, eine Frontfläche **46**, eine Rückenfläche **48** und eine Seitenumfangsfläche **50**. Die Frontfläche **46** verläuft vorzugsweise allgemein parallel zur Rückenfläche **48**. Die Seitenumfangsfläche **50** steht allgemein senkrecht sowohl zur Front- als auch zur Rückenfläche **46**, **48** und hat eine vorgegebene Seitenflächenlänge. An der Rückenfläche **48** sind mehrere mikrooptische Keilformen **52** ausgebildet. Die mikrooptischen Keile **52** können auch an der Frontfläche **46** ausgebildet sein, ohne daß dadurch der Rahmen der vorliegenden Erfindung verlassen würde. Jeder mikrooptische Keil **52** hat eine Mikroreflektorfläche **54** mit einem vorgegebenen Winkel gegenüber der Frontfläche **46**. Der vorgegebene Winkel kann von einem mikrooptischen Keil **52** zum anderen variieren, je nach dem gewünschten Strahlengangmuster. Die Abstrahlfläche **20** hat vorzugsweise ein gekrümmtes Profil und

reicht in ihrer Stärke von 10 µm bis 6 mm. Für den Abstrahler **20** können verschiedene gekrümmte Profile verwendet werden, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

[0026] Das erste Ende **34** jedes faseroptischen Lichtleiters ist über eine (nicht dargestellte) Lichtkupplung, wie sie in der Technik bekannt sind, an der entfernten Laserlichtquelle **12** angeschlossen. Das zweite Ende **36** jedes faseroptischen Lichtleiters ist vorzugsweise unmittelbar angrenzend an der Kollimatorfläche **22** des Lichtsammlers **18** angeordnet. Der Lichtsammler **18** ist vorzugsweise einteilig mit dem Abstrahler **20** geformt. Ein Teil der Umfangsflächenfläche **50** liegt angrenzend an der Streufläche **40** des Sammlers **18**. Die Laserlichtquelle **12** kann auch unmittelbar am Sammler **18** anliegend angeordnet werden, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu sprengen.

[0027] Im Betrieb wird Licht von der entfernten Laserlichtquelle **12** ausgestrahlt, durch den faseroptischen Lichtleiter **14** über die Lichtkupplungen empfangen, durch ITR in dem faseroptischen Lichtleiterbündel **14** weitergeleitet und am zweiten Ende **36** ausgestrahlt, so daß es auf die Kollimatorfläche **22** trifft; diese Kombination ist in [Fig. 1](#) dargestellt. Wie die [Fig. 2](#), [Fig. 3](#) und [Fig. 6](#) zeigen, bündelt die Kollimatorfläche **22** das Licht parallel in mehreren Lichtstrahlen **31** parallel zur Brennnachse **27**. Die derart parallel gebündelten Lichtstrahlen **31** werden auf den Lichtstreuabschnitt **24** übertragen. Die Reflektorflächen **38** leiten das Licht senkrecht zur Brennnachse **27** um in Richtung auf die Einbuchtungen **42** der Streufläche **40**. Wie [Fig. 7](#) zeigt, wird das parallel gebündelte Licht von den Einbuchtungen **42** zum Abstrahler **20** hin gestreut. Wie [Fig. 2](#) zeigt, wird das Licht wenigstens einmal von der Frontfläche **46** reflektiert und auf die besagten mehreren mikrooptischen Keile **52** der Rückenfläche **48** abgelenkt. Das auf die mikrooptischen Keile **52** treffende Licht wird durch ITR durch die Frontfläche **46** hindurch aus dem optischen Element **16** hinaus abgelenkt.

[0028] Interne Totalreflexion (ITR) des Lichtes tritt dann auf, wenn ein Einfallswinkel Π des Lichtes auf eine Oberfläche einen kritischen Winkel Π_c überschreitet, der durch die Gleichung $\Pi_c = \sin^{-1}(n_1/n_2)$ gegeben ist, worin n_1 die Brechungszahl der Luft ist, und n_2 ist die Brechungszahl des Kunststoffes. Die Kunststoff-Luft-Grenzfläche kann bei Bedarf metallbeschichtet werden, um die Reflexion von Licht aus dem Kunststoffmedium hinaus zu verhindern.

Patentansprüche

1. Beleuchtungssystem für den Einsatz in einem Kraftfahrzeug, folgendes aufweisend:
eine Lichtquelle (**12**) zur Erzeugung von Licht; und
ein einteiliges optisches Element (**16**) mit:

einer an die Lichtquelle angrenzenden Licht-Kollimatorfläche (22);

mehreren, von der Kollimatorfläche (22) aus vorstehenden Stufenflächen (32), wovon jede Stufenfläche (32) eine Reflektorfläche (38) aufweist, welche in einem Winkel in bezug auf die Kollimatorfläche (22) angeordnet ist, zur Aufnahme des parallel gebündelten Lichts; und

eine Abstrahlscheibe (20) mit einer Frontfläche (46) und einer Rückenfläche (48) mit mehreren reflektierenden Facetten (52, 54), welche ausgelegt sind, gestreutes Licht aufzunehmen und durch die Frontfläche hindurch abzulenken, **dadurch gekennzeichnet**, daß es des weiteren eine Streufläche (40) aufweist, welche in einem Winkel in bezug auf die Stufenflächen (32) angeordnet ist, wobei die Streufläche mehrere Einbuchtungen (42) aufweist, die gegenüber den Reflektorflächen (38) so ausgerichtet sind, daß sie das von den Reflektorflächen (38) empfangene parallel gebündelte Licht streuen.

(36) aufweist, wobei das erste Ende (34) mit der entfernten Lichtquelle (12) verbunden ist.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

2. Beleuchtungssystem nach Anspruch 1, worin das gestreute Licht von der Frontfläche (46) zurückgestrahlt wird, bevor es auf die mehreren reflektierenden Facetten (52, 54) gelenkt wird.

3. Beleuchtungssystem nach Anspruch 1 oder 2, worin das einteilige optische Element (16) aus einem optisch transparenten Polymermaterial besteht.

4. Beleuchtungssystem nach einem beliebigen der Ansprüche 1 bis 3, worin die Abstrahlscheibe (20) eine Stärke zwischen 10 µm und 6 mm aufweist.

5. Beleuchtungssystem nach einem beliebigen der vorangehenden Ansprüche, worin besagte Lichtquelle (12) ein Diodenlaser ist.

6. Beleuchtungssystem nach einem beliebigen der vorangehenden Ansprüche, worin besagte mehrere Einbuchtungen (42) im wesentlichen sphärisch oder zylindrisch ausgebildet sind.

7. Beleuchtungssystem nach einem beliebigen der vorangehenden Ansprüche, worin das einteilige optische Element (16) eine äußere Linse für eine Fahrzeugleuchte ist.

8. Beleuchtungssystem nach einem beliebigen der vorangehenden Ansprüche, worin die Licht-Kollimatorfläche (22) eine gekrümmte Fläche ist, mit einer Brennnachse (27), die in unmittelbarer Nähe der Lichtquelle (12) liegt, so daß das Licht parallel gebündelt wird.

9. Beleuchtungssystem nach einem beliebigen der vorangehenden Ansprüche mit wenigstens einem Lichtleiter (14) zur Übertragung von Licht von der entfernten Lichtquelle (12) aus, wobei der Lichtleiter (14) ein erstes Ende (34) und ein zweites Ende

Anhängende Zeichnungen





