



(10) **DE 11 2015 003 118 T5** 2017.04.06

(12)

Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2016/003550**
in deutscher Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜG)
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2015 003 118.9**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US2015/032040**
(86) PCT-Anmeldetag: **21.05.2015**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **07.01.2016**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **06.04.2017**

(51) Int Cl.: **F21V 8/00** (2006.01)

(30) Unionspriorität:

62/020,866	03.07.2014	US
14/472,064	28.08.2014	US
14/472,078	28.08.2014	US
14/472,035	28.08.2014	US
US2014072860	30.12.2014	US
PCT/US15/032050	21.05.2015	US

(71) Anmelder:

CREE, INC., Durham, N.C., US

(74) Vertreter:

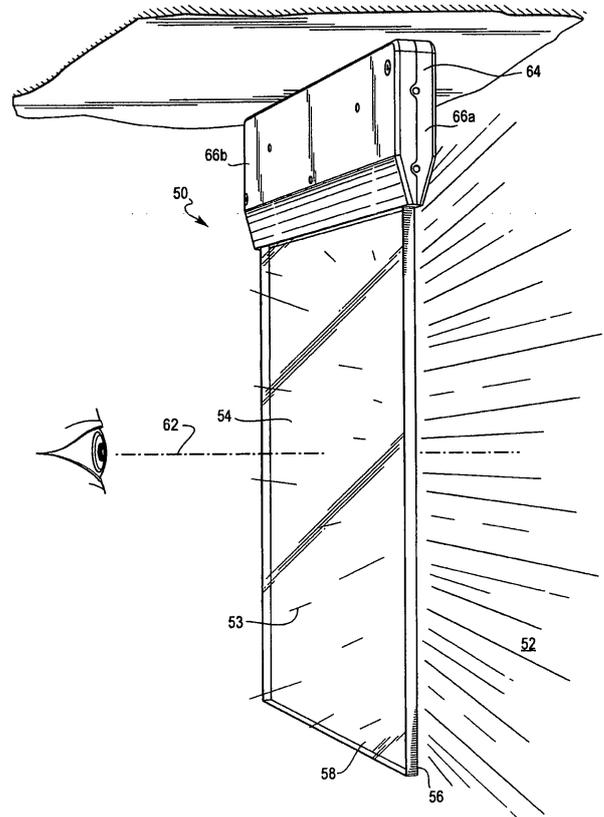
**isarpotent - Patentanwälte- und Rechtsanwälte
Behnisch Barth Charles Hassa Peckmann &
Partner mbB, 80801 München, DE**

(72) Erfinder:

**Desugny, Jean-Claude David Ramey, Potomac,
Md., US; Tarsa, Eric J., Goleta, Calif., US; Stone,
David R., Santa Barbara, Calif., US**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Wellenleiter mit unidirektionaler Beleuchtung**



(57) Zusammenfassung: Eine Leuchte umfasst einen optischen Wellenleiter mit einer ersten Oberfläche und einer zweiten Oberfläche gegenüberliegend zu der ersten Oberfläche, und eine Lichtquelle, die zu dem optischen Wellenleiter gehört. Wenigstens ungefähr 80% des Lichts, das von der Lichtquelle erzeugt wird, wird durch den Wellenleiter in eine Beleuchtungsverteilung gerichtet, die von der ersten Oberfläche des optischen Wellenleiters emittiert wird.

BeschreibungQUERVERWEIS AUF
VERWANDTE ANMELDUNGEN

[0001] Die vorliegende Anmeldung ist eine Continuation der U.S. Patentanmeldung Nr. 14/472,078, eingereicht am August 28, 2014, mit dem Titel "Waveguide Having Unidirectional Illuminance" (Cree Aktenzeichen Nr. P2289US1).

[0002] Die vorliegende Anmeldung beansprucht die Priorität der U.S. Provisional Patentanmeldung Nr. 61/922,017, eingereicht am 30. Dezember 2013, mit dem Titel "Optical Waveguide Bodies and Luminaires Utilizing Same" (Cree Aktenzeichen Nr. P2143USO) und der U.S. Provisional Patentanmeldung Nr. 62/020,866, eingereicht am 3. Juli 2014, mit dem Titel "Luminaires Utilizing Edge Coupling" (Cree Aktenzeichen Nr. P2289USO). Die vorliegende Anmeldung umfasst ferner eine Continuation-In-Part der U.S. Patentanmeldung Nr. 13/839,949, eingereicht am 15. März 2013, mit dem Titel "Optical Waveguide and Lamp Including Same" (Cree Aktenzeichen Nr. P1961US1), und umfasst ferner ein Continuation-In-Part der U.S. Patentanmeldung Nr. 13/840,563, eingereicht am 15. März 2013, mit dem Titel "Optical Waveguide and Luminaire Incorporating Same" (Cree Aktenzeichen Nr. P2025US1), und umfasst ferner eine Continuation-In-Part der U.S. Patentanmeldung Nr. 13/938,877, eingereicht am 10. Juli 2013, mit dem Titel "Optical Waveguide and Luminaire Incorporating Same" (Cree Aktenzeichen Nr. P2025US2), und umfasst ferner eine Continuation-In-Part der U.S. Patentanmeldung Nr. 14/101,086, eingereicht am 9. Dezember 2013, mit dem Titel "Optical Waveguides and Luminaires Incorporating Same" (Cree Aktenzeichen Nr. P2126US1), und umfasst ferner eine Continuation-In-Part der U.S. Patentanmeldung Nr. 14/101,132, eingereicht am Dezember 9, 2013, mit dem Titel "Waveguide Bodies Including Redirection Features and Methods of Producing Same" (Cree Aktenzeichen Nr. P2130US1), und umfasst ferner eine Continuation-In-Part der U.S. Patentanmeldung Nr. 14/101,147, eingereicht am 9. Dezember 2013, mit dem Titel "Luminaires Using Waveguide Bodies and Optical Elements" (Cree Aktenzeichen Nr. P2131US1), und umfasst ferner eine Continuation-In-Part der U.S. Patentanmeldung Nr. 14/101,129, eingereicht am 9. Dezember 2013, mit dem Titel "Simplified Low Profile Module With Light Guide For Pendant, Surface Mount, Wall Mount and Stand Alone Luminaires" (Cree Aktenzeichen Nr. P2141US1), und umfasst ferner eine Continuation-In-Part der U.S. Patentanmeldung Nr. 14/101,051, eingereicht am 9. Dezember 2013, mit dem Titel "Optical Waveguide and Lamp Including Same" (Cree Aktenzeichen Nr. P2151US1), und umfasst ferner eine Continuation-In-Part der Internationalen Patentanmeldung Nr. PCT/US14/13937, eingereicht am 30. Januar 2014, mit

dem Titel "Optical Waveguide Bodies and Luminaires Utilizing Same" (Cree Aktenzeichen Nr. P2143WO), und umfasst ferner eine Continuation-in-Part der Internationalen Patentanmeldung Nr. PCT/US14/13931, eingereicht am 30. Januar 2014, mit dem Titel "Optical Waveguides and Luminaires Incorporating Same" (Cree Aktenzeichen Nr. P2126WO), alle im Besitz des Anmelders der vorliegenden Anmeldung, wobei die Offenbarungen davon hier durch Bezugnahme Teil der vorliegenden Anmeldung sind. Diese Patentanmeldung beinhaltet durch Bezugnahme die gleichzeitig anhängige U.S. Patentanmeldung Nr. 14/472,064, mit dem Titel "Luminaire with Selectable Luminous Intensity Pattern" (Cree Aktenzeichen Nr. P2262US1), eingereicht am 28. August 2014, und der U.S. Patentanmeldung Nr. 14/472,035, mit dem Titel "Luminaires Utilizing Edge Coupling" (Cree Aktenzeichen Nr. P2346US1), eingereicht am 28. August 2014, beide im Besitz des Anmelders der vorliegenden Anmeldung.

[0003] Die vorliegende Anmeldung beansprucht auch die Priorität der Internationalen Patentanmeldung Nr. PCT/US14/13934, eingereicht am 30. Januar 2014, mit dem Titel "Optical Waveguide and Luminaire Incorporating Same" (Cree Aktenzeichen Nr. P2025WO); der Internationalen Patentanmeldung Nr. PCT/US14/13931, eingereicht am 30. Januar 2014, mit dem Titel "Optical Waveguides and Luminaires Incorporating Same" (Cree Aktenzeichen Nr. P2126WO); der Internationalen Patentanmeldung Nr. PCT/US14/13840, eingereicht am 30. Januar 2014, mit dem Titel "Simplified Low Profile Module with Light Guide for Pendant, Surface Mount, Wall Mount and Stand Alone Luminaires" (Cree Aktenzeichen Nr. P2141WO); der Internationalen Patentanmeldung Nr. PCT/US14/13891, eingereicht am 30. Januar 2014, mit dem Titel "Optical Waveguide and Lamp Including Same" (Cree Aktenzeichen Nr. P2151WO); und der Internationalen Patentanmeldung Nr. PCT/US14/72860, eingereicht am 30. Dezember 2014, mit dem Titel "Luminaires Utilizing Edge Coupling" (Cree Aktenzeichen Nr. P2346WO); der Internationalen Patentanmeldung Nr. PCT/US**/*****, mit dem Titel "Luminaire with Selectable Luminous Intensity Pattern" (Cree Aktenzeichen Nr. P2262WO).

HINWEIS AUF VON DER REGIERUNG
GEFÖRDERTE FORSCHUNGS-
UND ENTWICKLUNGSARBEITEN

Nicht anwendbar

SEQUENTIELLE AUFLISTUNG

Nicht anwendbar

GEBIET DER ERFINDUNG

[0004] Der Anmeldungsgegenstand betrifft Beleuchtungseinrichtungen, und insbesondere eine Leuchte, die optische Wellenleiter für eine allgemeine Beleuchtung verwendet.

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

[0005] Ein optischer Wellenleiter mischt und führt bzw. richtet Licht, das von einer oder mehreren Lichtquellen, wie beispielsweise einer oder mehreren Leuchtdioden (LEDs), ausgesendet werden. Ein typischer optischer Wellenleiter umfasst drei Hauptkomponenten: ein oder mehrere Kopplungselemente, ein oder mehrere Verteilungselemente und ein oder mehrere Extraktionselemente. Die Kopplungskomponente (die Kopplungskomponenten) richtet (richten) Licht in das Verteilungselement (in die Verteilungselemente) hinein und bereiten das Licht auf, so dass es mit den nachfolgenden Komponenten in Wechselwirkung tritt. Die ein oder mehreren Verteilungselemente steuern, wie Licht durch die Wellenleiter tritt, und sie sind unabhängig von der Wellenleitergeometrie und dem Wellenleitermaterial. Das Extraktionselement (die Extraktionselemente) bestimmt/bestimmen, wie Licht entfernt wird, indem gesteuert wird, wo und in welcher Richtung das Licht den Wellenleiter verlässt.

[0006] Beim Entwurf eines Kopplungselements sind die Haupterwägungen die folgenden: Maximieren des Wirkungsgrads eines Lichttransfers von der Quelle in den Wellenleiter hinein; Steuern des Orts von Licht, das in den Wellenleiter hinein injiziert wird; und Steuern der Winkelverteilung des Lichts in dem Wellenleiter. Das Kopplungselement eines Wellenleiters kann ein oder mehrere eine Anzahl von optischen Elementen umfassen, einschließlich einer „primären“ Quellenoptik (wie beispielsweise die Linse auf einem LED Komponentenpaket), ein oder mehrere zwischenliegende optische Elemente, ein oder mehrere zwischenliegende optische Elemente (wie beispielsweise eine Linse oder ein Feld von Linsen), die zwischen der Quelle und der Kopplungsoberfläche oder den Kopplungsoberflächen des Wellenleiters angeordnet sind, ein oder mehrere reflektierende oder streuende Oberflächen, die die Quellen umgeben, und spezifische optische Geometrien, die in den Wellenleiter-Kopplungsoberflächen selbst gebildet sind. Ein richtiges Design der Elemente, die das Kopplungselement bilden, können eine Steuerung bzw. Kontrolle über die räumliche und winkelmäßige Spreizung des Lichts innerhalb des Wellenleiters bereitstellen (und somit, wie das Licht mit den Extraktionselementen in Wechselwirkung tritt), den Kopplungswirkungsgrad von Licht in den Wellenleiter hinein maximieren, und die Mischung des Lichts von verschiedenen Quellen innerhalb des Wellenleiters verbessern (was besonders wichtig ist, wenn

sich die Farbe von den Quellen verändert – entweder durch das Design oder als Folge einer normalen Variation von Bin-zu-Bin in den Beleuchtungskomponenten). Die Elemente des Wellenleiter-Kopplungssystems können eine Reflexion, eine Beugung, eine Totalreflexion und eine Oberflächen- oder Volumestreueung verwenden, um die Verteilung des Lichts, das in den Wellenleiter hinein injiziert wird, zu steuern.

[0007] Um die Kopplung des Lichts von einer Lichtquelle in ein Wellenleiter hinein zu erhöhen ist es wünschenswert die Anzahl der Lichtstrahlen, die von der Quelle (den Quellen) emittiert werden, und die direkt auf die Wellenleiter-Kopplungsoberfläche auftreffen, zu maximieren. Lichtstrahlen, die nicht direkt auf den Wellenleiter von der Quelle einfallen, durchlaufen ein oder mehrere Reflektionen oder Streuungs-Ereignisse, bevor sie die Wellenleiter-Kopplungsoberfläche erreichen. Jeder derartige Strahl ist somit einer Absorption bei jedem Reflexions- oder Streuungs-Ereignis ausgesetzt, was zu einem Lichtverlust und einer Ineffizienz führt. Ferner weist jeder Strahl, der auf die Kopplungsoberfläche einfällt, einen Teil, der reflektiert wird (eine Fresnel Reflexion), und einen Teil, der in den Wellenleiter hinein übertragen wird, auf. Der prozentuale Anteil, der reflektiert wird, ist am kleinsten, wenn der Strahl die Kopplungsoberfläche unter einem Einfallswinkel relativ zu der Oberflächennormalen nahe zu Null auftrifft (das heißt ungefähr normal zu der Oberfläche). Der prozentuale Anteil, der reflektiert wird, ist am größten, wenn der Strahl unter einem Winkel relativ zu der Oberfläche, die normal zu der Kopplungsoberfläche ist (d. h. ungefähr parallel zu der Oberfläche) einfällt. Um den Wirkungsgrad bzw. die Effizienz zu erhöhen minimiert die Kopplung des Lichts in den Wellenleiterkörper hinein die Absorption von Licht bei Reflexion- oder Streuungsereignissen, sowie die Fresnel Reflexion an der Kopplungsoberfläche.

[0008] Bei einer herkömmlichen Kopplung wird eine Lichtquelle, die typischerweise eine Lambert'sche Verteilung von Licht emittiert, angrenzend zu der Kante eines planaren Wellenleiterelements positioniert. Der Lichtbetrag, der in diesem Fall direkt auf die Kopplungsoberfläche des Wellenleiters einfällt, ist als Folge der breiten winkelmäßigen Verteilung der Quelle und des relativ kleinen festen Winkels, der von der angrenzenden planaren Oberfläche dargestellt wird, begrenzt. Um die Lichtmenge zu erhöhen, die auf die Kopplungsoberfläche direkt einfällt, kann eine nackte Komponente, wie beispielsweise die Cree ML-Serie oder MK-Serie (hergestellt und verkauft von Cree Inc. aus Durham, NC, dem Anmelder der vorliegenden Anmeldung) verwendet werden. Eine nackte Komponente ist eine Lichtquelle, die nicht eine primäre Optik, Linse oder diskrete Kopplungsoptik, die an einem LED Chip gebildet ist, umfasst. Die flache Emissionsoberfläche des LED Chips kann in nächster Nähe zu

der Kopplungsfläche des Wellenleiters angeordnet werden. Während diese Anordnung dazu beiträgt sicherzustellen, dass ein großer Teil des emittierten Lichts direkt auf den Wellenleiter einfällt, nimmt der gesamte Systemwirkungsgrad im allgemeinen ab, da nackte Komponenten typischerweise weniger effizient als Komponenten mit primären Linsen sind, die eine Lichtextraktion aus der Komponente ermöglichen, wobei der gesamte Wirkungsgrad verbessert wird.

[0009] Wie voranstehend beschrieben führt die Verwendung von LED Elementen mit höherer Effizienz, die herkömmliche (zum Beispiel vorwiegend halbkugelförmige oder kubische) primäre Optikanordnungen aufweisen, dazu, dass eine begrenzte Lichtmenge direkt auf die Kopplungsfläche des Wellenleiters einfällt. Eine derartige Lichtquelle (derartige Lichtquellen) wird (werden) oft in einem reflektierenden Kanal oder einem Hohlraum platziert, um Licht auf die Kopplungsfläche hin zu reflektieren, wodurch die Lichtmenge von der Quelle erhöht wird, die den Wellenleiter erreicht, wobei aber auch der gesamte Systemwirkungsgrad als Folge der Verluste, die bei jedem Reflexionsereignis auftreten, verringert wird. In einigen Leuchten kann der Wellenleiter (können die Wellenleiter) Kopplungsflächen aufweisen, die spezifisch ausgeformt sind, um die Lichtmenge, die an den Kopplungsflächen aufgenommen wird, zu maximieren. Alternativ kann jede LED in einem zylindrischen Kopplungshohlraum innerhalb des Wellenleiters positioniert werden, und eine reflektierende Kappe mit einem konusförmigen Stopfen-Umleiter kann an dem gegenüberliegenden Ende des Kopplungshohlraums kann an dem gegenüberliegenden Ende des Kopplungshohlraums angeordnet werden.

[0010] Nachdem Licht in den Wellenleiter hineinkoppelt worden ist, muss es an die Stellen für die Extraktion geführt und konditioniert werden. Das einfachste Beispiel ist ein faseroptisches Kabel, welches dafür ausgelegt ist, um Licht von einem Ende des Kabels an ein anderes mit einem minimalen Verlust dazwischen zu transportieren. Um dies zu erreichen sind faseroptische Kabel nur sanft gekrümmt und scharfe Biegungen in dem Wellenleiter werden vermieden. In Übereinstimmung mit altbekannten Prinzipien der Totalreflexion wird Licht, welches sich durch einen Wellenleiter ausbreitet, von einer äußeren Oberfläche davon in den Wellenleiter zurückreflektiert, vorausgesetzt, dass das einfallende Licht einen kritischen Winkel in Bezug auf die Oberfläche nicht übersteigt. Insbesondere breiten sich die Lichtstrahlen weiter durch den Wellenleiter aus, bis derartige Strahlen auf eine Brechungsindex-Übergangsoberfläche unter einem bestimmten Winkel kleiner als ein Winkel, der in Bezug auf eine Linie normal zu dem Oberflächenpunkt gemessen wird, an dem die Lichtstrahlen einfallen, auftreffen (oder äquivalent, bis die Lichtstrahlen einen Winkel übersteigen, der in Bezug

auf eine Linie tangential zu dem Oberflächenpunkt, an dem die Lichtstrahlen einfallen, gemessen wird) und die Lichtstrahlen entweichen.

[0011] Damit ein Extraktionselement Licht aus dem Wellenleiter extrahiert, muss das Licht zunächst das Merkmal, das das Element umfasst, kontaktieren. Durch geeignetes Ausformen der Wellenleiteroberflächen kann man den Lichtfluss über das Extraktionsmerkmal (die Extraktionsmerkmale) hinweg steuern und somit sowohl die Position, von der das Licht emittiert wird, als auch die Winkelverteilung des emittierten Lichts beeinflussen. Insbesondere stellt das Design der Kopplungs- und Verteilungsflächen, in Kombination mit dem Abstand (der Verteilung), der Form und anderen Charakteristiken der Extraktionsmerkmale eine Steuerung über das Erscheinungsbild des Wellenleiters (die Beleuchtung), die sich ergebende Winkelverteilung des emittierten Lichts (Helligkeit) und des optischen Wirkungsgrads des Systems bereit.

[0012] Beim Design von Wellenleiter/Extraktor-Beleuchtungssystemen ist eine wichtige Erwägung der Zweck und/oder die Positionierung der Leuchte relativ zu dem Betrachter und den beleuchteten Oberflächen. Zum Beispiel sind in allgemeinen Beleuchtungssystemen, wie beispielsweise bei einer Troffer(Decken)-Beleuchtung, die Lichtquelle oder die Leuchte typischerweise auf oder in der Nähe der Decke angebracht und stellt eine Beleuchtung für die Wände und den Boden eines Raums bereit. In diesem Fall ist es wünschenswert, dass die Leuchte Licht in verwendbaren Richtungen (zum Beispiel in Richtung auf die Oberflächen hin, die beleuchtet werden sollen) bereitstellt und der „Betrachter“ oder die im Raum anwesende Person wird typischerweise in der Lage sein die Lichtemissionsoberflächen direkt zu betrachten, so dass eine Blendung ein Gesichtspunkt werden kann, wenn zu viel Licht unter einem bestimmten Betrachtungswinkel von einer ausreichend kleinen Emissionsfläche bereitgestellt wird. Während niedrige Leuchtenkosten und Architekturdesigns kleinere Lichtemissionsoberflächen bedingen können, wird die Anforderung zur Begrenzung eines Blendungseffekts typischerweise eine untere Grenze für die Leuchtengröße festlegen und/oder Architekturmerkmale, so wie eine Aussparung einer Beleuchtung, um den gewünschten Grad der Beleuchtung zu erhalten, erfordern. Alternativ stellen herkömmliche Arbeits- oder Arbeitsplatzbeleuchtungen eine Lichtquelle bereit, die notwendigerweise von der Sichtlinie des Betrachters versetzt ist, um zu verhindern, dass die Lichtquelle das Objekt, welches gerade betrachtet wird, verdeckt (zum Beispiel ein Ring von Lichtern um eine Mikroskoplinse herum oder ein Kopflicht, das über oder an der Seite eines Kopfes des Betrachters angebracht ist). Das Licht von einer derartigen Arbeitsplatzbeleuchtung ist in Richtung auf die Sichtlinie des Betrachters ange-

winkelt, aber nicht in einer Linie mit seiner/ihrer Blickrichtung. Diese versetzte Beleuchtung erzeugt Schatten und verhindert, dass ein Betrachter bestimmte Oberflächen betrachtet, wie beispielsweise das Innere von schmalen Öffnungen. Ferner erfordert ein herkömmliches Arbeitslicht auch typischerweise, dass eine große Lichtmenge von einer notwendigerweise kleinen Quelle ausgesendet wird, was die Lichtquelle extrem sichtbar macht und helle Punkte oder Blendungen entlang der Ausgangsoberfläche des Arbeitslichts, sowie von Reflexionen des Arbeitslichts von hellen oder reflektierenden Arbeitsoberflächen, hervorbringt.

[0013] Das Hulse US-Patent mit der Nr. 5,812,714 offenbart ein Wellenleiter-Biegeelement, welches konfiguriert ist, um eine Bewegungsrichtung von Licht von einer ersten Richtung auf eine zweite Richtung zu ändern. Das Wellenleiter-Biegeelement umfasst ein Kollektorelement, welches Licht, das von einer Lichtquelle ausgesendet wird, sammelt und das Licht auf eine Eingangsfläche des Wellenleiter-Biegeelements richtet. Licht, das in das gebogene Element eintritt, wird entlang einer äußeren Oberfläche intern reflektiert und verlässt das Element an einer Ausgangsfläche. Die äußere Oberfläche umfasst abgechrägte Winkeloberflächen oder eine gekrümmte Oberfläche, die derart orientiert sind, dass der größte Teil des Lichts, das in das Biegeelement eintritt, intern reflektiert wird, bis das Licht die Ausgangsfläche erreicht.

[0014] Parker et al. offenbaren im US-Patent mit der Nr. 5,613,751 eine Lichtaussendefeld-Anordnung, die ein transparentes Lichtaussendefeld umfasst, das eine Lichteingangsfläche, einen Lichtübergangsbereich und ein oder mehrere Lichtquellen umfasst. Die Lichtquellen sind vorzugsweise in dem Lichtübergangsbereich eingebettet oder eingeklebt, um irgendwelche Luftspalte zu eliminieren, so dass ein Lichtverlust verringert und das ausgesendete Licht maximiert wird. Der Lichtübergangsbereich kann reflektierende und/oder beugende Oberflächen um jede und hinter jeder Lichtquelle umfassen, um durch den Lichtübergangsbereich das Licht effizienter in die Lichteingangsfläche des Lichtaussendefelds zu reflektieren und/oder zu beugen und zu fokussieren. Ein Muster von Lichtextraktionsdeformationen oder irgendeine Änderung in der Form oder Geometrie der Feldoberfläche und/oder der Beschichtung, die bewirkt, dass ein Teil des Lichts ausgesendet wird, kann auf ein oder beiden Seiten der Feldelemente vorgesehen sein. Ein variables Muster von Deformationen kann die Lichtstrahlen aufbrechen, so dass der interne Reflexionswinkel eines Teils der Lichtstrahlen groß genug sein wird, um zu bewirken, dass die Lichtstrahlen entweder von dem Feld ausgesendet werden oder durch das Feld zurückreflektiert und von der anderen Seite ausgesendet werden.

[0015] Shipman offenbart im US-Patent mit der Nr. 3,532,871 einen Kombinations-Verlaufslicht-Reflektor mit zwei Lichtquellen, die jeweils, wenn sie beleuchtet werden, Licht entwickeln bzw. erzeugen, welches auf eine polierte Projektionsoberfläche gerichtet wird. Das Licht wird auf einen konusförmigen Reflektor reflektiert. Das Licht wird transversal in einen Hauptkörper hinein reflektiert und trifft auf Prismen auf, die das Licht von dem Hauptkörper herausrichten.

[0016] Simon offenbart im US-Patent mit der Nr. 5,897,201 verschiedene Ausführungsformen einer Architekturbeleuchtung, die von enthaltenem radial kollimiertem Licht verteilt wird. Eine Quasi-Punktquelle entwickelt Licht, welches in einer radial nach außen gerichteten Richtung kollimiert wird, und Ausfallrichtungen der Verteilungsoptik richten das kollimierte Licht aus der Optik heraus.

[0017] Kelly et al. beschreiben in dem US-Patent mit der Nr. 8,430,548 Leuchtkörper, die eine Vielzahl von Lichtquellen verwenden, wie beispielsweise eine Glühlampe, eine Fluoreszenzröhre und mehrere LEDs. Ein volumetrischer Diffusor steuert die Gleichförmigkeit der räumlichen Helligkeit und eine winkelmäßige Spreizung des Lichts von dem Leuchtkörper. Der volumetrische Diffusor umfasst ein oder mehrere Bereiche von volumetrischen Lichtstreuartikeln. Der volumetrische Diffusor kann in Verbindung mit einem Wellenleiter verwendet werden, um Licht zu extrahieren.

[0018] Dau et al. offenbaren in dem US-Patent mit der Nr. 8,506,112 Beleuchtungseinrichtungen mit mehreren Lichtaussendeelementen, wie beispielsweise LEDs, die in einer Zeile angeordnet sind. Ein kollimierendes optisches Element empfängt Licht, das von den LEDs entwickelt wird, und eine Lichtführung richtet das kollimierte Licht von dem optischen Element auf einen optischen Extraktor, der das Licht extrahiert.

[0019] A. L. P. Lighting Components, Inc. aus Niles, Illinois stellt einen Wellenleiter mit einer Keilform mit einem dicken Ende, einem schmalen Ende und zwei Hauptflächen dazwischen her. Pyramidenförmige Extraktionsmerkmale (Gegenstände) werden auf beiden Hauptflächen gebildet. Der Keilwellenleiter wird als ein Ausfahrtschild verwendet, so dass das dicke Ende des Schilds angrenzend zu einer Decke positioniert ist und das schmale Ende sich nach unten erstreckt. Licht, das in den Wellenleiter an dem dicken Ende eintritt, wird nach unten und weg von dem Wellenleiter durch die pyramidenförmigen Extraktionsteile gerichtet.

[0020] LED-gestützte Leuchten mit einem niedrigen Profil sind kürzlich entwickelt worden (zum Beispiel die ET-Serie Panel Troffers von General Electric) und diese verwenden eine Kette von LED-Komponen-

ten, die in die Kante eines Wellenleiters gerichtet sind (ein so genannter "Kantenbeleuchtungs"-Ansatz). Jedoch weisen derartige Leuchten typischerweise den Nachteil eines geringen Wirkungsgrads auf, und zwar als Folge der inhärenten Verluste beim Koppeln von Licht, das von einer vorwiegend Lambert'schen Sendequelle, wie beispielsweise einer LED-Komponente, ausgesendet wird, in die schmale Kante einer Wellenleiterebene.

[0021] Beeson et al. lehren im U.S. Patent mit der Nummer 5,396,350 eine Hintergrundbeleuchtungsvorrichtung, die für Flachbild-Elektronikanzeigen verwendet wird. Die Vorrichtung umfasst einen Balken-Wellenleiter (Slab-Wellenleiter), der Licht von einer Lichtquelle empfängt, die angrenzend zu einer Seitenfläche davon angeordnet ist, und ein Feld von Mikroprismen, die an einer Stirnseite des Wellenleiters angebracht sind. Jedes Mikroprisma weist eine Seitenfläche auf, die unter einem Winkel von der Richtung normal zu der Oberfläche des Wellenleiters geneigt ist. Licht, das von den Mikroprismen emittiert wird, ist im Wesentlichen senkrecht zu dem Slab-Wellenleiter.

[0022] Zimmermann et al. offenbaren in dem U.S. Patent mit der Nummer 5,598,281 eine Hintergrundbeleuchtungs-Anordnung für elektrooptische Anzeigen. Licht, das von einer Lichtquelle emittiert wird, die innerhalb eines Reflektors angeordnet ist, breitet sich durch ein Feld von Öffnungen aus und wird durch ein Feld von keilförmigen bzw. verjüngten optischen Elementen, die zu dem Feld von Öffnungen ausgerichtet sind, gesammelt bzw. kollimiert. Mikrolinsen sind angrenzend zu den optischen Elementen angeordnet, um das Licht weiter zu sammeln bzw. zu kollimieren. Die Oberflächen der optischen Elemente sind planar oder parabolisch in der Form.

[0023] Zimmermann et al. lehren in dem U.S. Patent mit der Nummer 5,428,468 ein optisches Beleuchtungssystem für Anwendungen, die im Wesentlichen kollimiertes Licht erfordern. Das System umfasst einen Wellenleiter, der Licht von einer Kante davon empfängt. Ein Feld von Mikroprismen ist auf eine Stirnfläche des Wellenleiters angebracht. Jedes Mikroprisma weist wenigstens zwei Seitenwände auf, die unter einem Winkel von der Normalen der Oberfläche des Wellenleiters geneigt sind. Ein Feld von Mikrolinsen können oben an dem Feld von Mikroprismen angeordnet werden, um das Licht weiter zu kollimieren.

[0024] Steiner et al. offenbaren in dem U.S. Patent mit der Nummer 5,949,933 ein optisches Beleuchtungssystem zum Kollimieren von Licht. Das System umfasst einen Wellenleiter, der Licht von einer Kante davon empfängt, und ein Feld von Linsen-förmigen Mikroprismen, die auf eine Stirnfläche des Wellenleiters angebracht sind. Jedes Mikroprisma weist ei-

ne Lichteingangsoberfläche auf, die optisch mit dem Wellenleiter gekoppelt ist, und eine Lichtausgangsoberfläche gegenüberliegend zu der Eingangsoberfläche. Die Lichteingangsoberfläche umfasst eine Anzahl von verjüngten Nuten, die senkrecht zu der Länge der linsenartigen Mikroprismen sind. Das System umfasst auch ein Feld von Mikrolinsen, um das Licht weiter zu kollimieren.

[0025] Hou et. al. lehren in dem U.S. Patent mit der Nummer 5,839,823 ein Beleuchtungssystem mit einer Lichtquelle, die angrenzend zu einem Reflektor oder innerhalb von diesem untergebracht ist. Eine Licht-Ausrichtung-Anordnung mit wenigstens einem Mikroprisma, das auf einer Basiswand getragen wird, ist angrenzend zu der Lichtquelle gegenüberliegend zu dem Reflektor positioniert. Das Mikroprisma kann vielflächig, gekrümmt, und vielflächig gekrümmt sein. Ein Linsenfeld kann auf der anderen Seite der Basiswand angeordnet sein.

[0026] Kuper et al. offenbaren in dem U.S. Patent mit der Nummer 5,761,355 eine Licht ausrichtende optische Struktur, umfassend einen Wellenleiter, an dem eine Vielfalt von Prismen angebracht sind. Licht, das von den Prismen umgelenkt wird, wird auf einen Bereich von Winkeln beschränkt. Die Seitenfläche (die Seitenflächen) der Prismen können planar oder gekrümmt sein. Ein Feld von Linsen kann verwendet werden, um den Lichtausgang der Prismen auf einen breiteren Verteilungswinkel zu spreizen.

ZUSAMMENFASSUNG

[0027] Gemäß einem Aspekt umfasst eine Leuchte einen optischen Wellenleiter mit einer ersten Oberfläche und einer zweiten Oberfläche gegenüberliegend zu der ersten Oberfläche, und eine Lichtquelle, die zu dem optischen Wellenleiter gehört. Wenigstens ungefähr 80% des Lichts, das von der Lichtquelle erzeugt wird, wird von dem Wellenleiter in eine Beleuchtungsverteilung gerichtet, die von der ersten Oberfläche des optischen Wellenleiters ausgesendet wird.

[0028] Gemäß einem weiteren Aspekt umfasst eine Leuchte einen Wellenleiter mit einer ersten Oberfläche und einer zweiten Oberfläche gegenüberliegend zu der ersten Oberfläche. Der Wellenleiter umfasst ein Extraktionsmerkmal, das auf der ersten Oberfläche angeordnet ist. Die Leuchte umfasst ferner eine Lichtquelle, die zu dem Wellenleiter gehört. Licht, das von der Lichtquelle ausgesendet wird, wird durch den Wellenleiter in eine Beleuchtungsverteilung gerichtet, die von der ersten Oberfläche des Wellenleiters emittiert wird. Ferner ist der Wellenleiter optisch transparent, sodass die Beleuchtungsverteilung entlang einer Sichtlinie durch den Wellenleiter, die sich von der zweiten Oberfläche zu der ersten Oberfläche erstreckt, sichtbar ist.

[0029] Gemäß einem weiteren Aspekt umfasst eine Leuchte ein Gehäuse, ein LED Element, das innerhalb des Gehäuses angeordnet ist, und einen Wellenleiter mit einer Lichtemissionsoberfläche, die in dem Gehäuse angrenzend zu dem LED Element angeordnet ist. Ein Extraktionsmerkmal ist auf der Lichtemissionsoberfläche des Wellenleiters angeordnet. Das Extraktionsmerkmal weist eine gekrümmte Form auf, die sich zwischen einer Öffnung angrenzend zu der Lichtemissionsoberfläche und einer Basis, die der Öffnung gegenüber liegt, erstreckt.

[0030] Andere Aspekte und Vorteile ergeben sich näher aus einer Betrachtung der folgenden ausführlichen Beschreibung und den beiliegenden Zeichnungen.

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0031] In den Zeichnungen zeigen:

[0032] Fig. 1 eine isometrische Ansicht einer Ausführungsform einer Leuchte in einem Raum;

[0033] Fig. 2 eine isometrische Vorderansicht der Leuchte der Fig. 1;

[0034] Fig. 2A eine Explosionsansicht eines Gehäuses der Leuchte der Fig. 1;

[0035] Fig. 3 eine hintere isometrische Ansicht der Leuchte der Fig. 1;

[0036] Fig. 4 eine aufgebrochene vordere Elevationsansicht der Leuchte der Fig. 1;

[0037] Fig. 5 eine Querschnittsansicht der Leuchte der Fig. 1, allgemein entlang der Schnittlinien 5-5 der Fig. 2;

[0038] Fig. 6 eine vergrößerte Seitenelevationsansicht eines Wellenleiters der Leuchte der Fig. 1;

[0039] Fig. 7 eine aufgebrochene isometrische Ansicht einer Ausführungsform von Extraktionsmerkmalen, die in der Leuchte der Fig. 1 verwendet werden;

[0040] Fig. 8 eine Seitenelevationsansicht der Extraktionsmerkmale der Fig. 7;

[0041] Fig. 9A und Fig. 9B eine Seitenelevationsansicht bzw. eine Draufsicht auf die Extraktionsmerkmale der Fig. 7 vor Anwendung auf einen Wellenleiter;

[0042] Fig. 10A–Fig. 10C eine Seitenelevationsansicht, eine Draufsicht und eine Seitenelevationsansicht jeweils der Extraktionsmerkmale der Fig. 7 nach Anwendung auf einen Wellenleiter;

[0043] Fig. 11A–Fig. 11C eine isometrische Ansicht, eine Seitenelevationsansicht bzw. Draufsicht einer weiteren Ausführungsform eines Extraktionsmerkmals vor Anwendung auf einen Wellenleiter;

[0044] Fig. 12 eine vergrößerte Seitenelevationsansicht eines Wellenleiters der Leuchte der Fig. 1;

[0045] Fig. 13 eine vergrößerte Seitenelevationsansicht eines Wellenleiters einer weiteren Ausführungsform einer Leuchte; und

[0046] Fig. 14 eine grafische Darstellung, die eine Lichtbeleuchtungsverteilung als eine Funktion der Extraktionsmerkmalshöhe der Leuchte der Fig. 1 darstellt.

AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG

[0047] Bezugnehmend auf Fig. 1 ist eine Leuchte **50** gezeigt, die eine Beleuchtungsverteilung **52** mit einer verdeckten Beleuchtung **53** bereitstellt. Die Leuchte **50** umfasst einen optischen Wellenleiter **54** mit einer ersten Oberfläche **56** und einer zweiten Oberfläche **58**, die gegenüberliegend zu der ersten Oberfläche **56** ist. Wenigstens 80%, vorzugsweise wenigstens 90% und weiter bevorzugt wenigstens 95% des Lichts, das von einer Lichtquelle **60** (Fig. 4) erzeugt wird, wird von dem Wellenleiter **54** in die Beleuchtungsverteilung **52** gerichtet, die von der ersten Oberfläche oder der Lichtemissionsoberfläche **56** des Wellenleiters **54** ausgesendet wird. Ferner ist die Beleuchtungsverteilung **52** durch den Wellenleiter **54** entlang einer Sichtlinie **62**, die sich von der zweiten Oberfläche **58** zu der ersten Oberfläche **56** erstreckt, sichtbar. Der Wellenleiter **54** zeigt eine Beleuchtung **53** von der zweiten Oberfläche **58** entlang der Sichtlinie **62** auf, die weniger als 20%, vorzugsweise weniger als ungefähr 10%, und weiter bevorzugt weniger als ungefähr 5% der Gesamthelligkeit der Leuchte ist. Im allgemeinen bezieht sich eine „versteckte bzw. verdeckte Beleuchtung“ auf die Sichtbarkeit der Beleuchtungsverteilung **52** entlang der Sichtlinie **62** durch den Wellenleiter **54**, während die Beleuchtung **53** von der zweiten Oberfläche **58** entlang der Sichtlinie **62** während der Verwendung (d. h. wenn an die Lichtquelle **60** (Fig. 4) Energie geliefert wird) minimiert wird. Die Sichtlinie **62** kann zu der ersten und zweiten Oberfläche **56**, **58** des Wellenleiters **54** senkrecht oder angewinkelt sein. Noch weiter haben Simulationen gezeigt, dass die hier beschriebenen Ausführungsformen einen optischen Wirkungsgrad von wenigstens 90%, und insbesondere wenigstens 95%, bereitstellen.

[0048] Wie in Fig. 2 ersichtlich erstreckt sich der Wellenleiter **54** der Leuchte **50** von einem Gehäuse oder einer Umfassung **64**, das/die ein erstes Teil **66a** und ein zweites Teil **66b** aufweist. In der dargestellten Ausführungsform sind die ersten und zweiten

Teile **66a**, **66b** in der Form identisch und sind während der Verwendung in entgegengesetzte Richtungen orientiert, um miteinander gekoppelt zu sein. Wie in **Fig. 2A** ersichtlich umfasst jedes Teil **66a**, **66b** eine Umfangskante **70a**, **70b**, die sich nach innen entlang erster, zweiter bzw. dritter Oberflächen **72a**, **72b**, **74a**, **74b'** bzw. **76a**, **76b** erstreckt. Das erste und das zweite Teil **66a**, **66b** sind relativ zueinander derart orientiert, dass die erste und dritte Oberfläche **72a**, **76b** und **72b**, **76a** zueinander passen. Zwei Schraubenlöcher **78** sind entlang der dritten Oberflächen **76a**, **76b** gebildet und zwei Vertiefungen **80a**, **80b** sind entlang der ersten Oberfläche **72a**, **72b** gebildet, um mit den zwei Schraubenlöcher **78a**, **78b** des entsprechenden Teils zusammen zu passen. Jede zweite Oberfläche **74a**, **74b** umfasst einen hochgezogenen Abschnitt **74a-1**, **74b-1** und einen abgesenkten Abschnitt **74a-2**, **74b-2**, die mit den angehobenen und abgesenkten Abschnitten der entsprechenden zweiten Oberfläche **74a**, **74b** zusammenpassen. Die vierten Oberflächen **82a** (**Fig. 4**), **82b** (**Fig. 2A**) sind voneinander beabstandet, um es so zu ermöglichen, dass sich davon der Wellenleiter **54** erstreckt. Eine Ausnehmung **83** ist angrenzend zu den zweiten Oberflächen **74a**, **74b** der ersten und zweiten Teile **66a**, **66b** gebildet und ein Lichtquellenelement **83a** ist darin angeordnet. Die ersten und zweiten Teile **66a**, **66b** werden durch Befestigungselemente **85** zusammengehalten, obwohl irgendeine geeignete Befestigungseinrichtung verwendet werden kann. Eine beleuchtete Oberfläche eines Objekts **87** wird durch den Wellenleiter **54** gesehen und von der Leuchte **50** beleuchtet.

[0049] Bezugnehmend auf **Fig. 3** sind Extraktionsmerkmale **84** auf der ersten Seite **56** des Wellenleiters **54** angeordnet. In einigen Ausführungsformen sind die Extraktionsmerkmale **84** für Betrachter in dem Raum nicht sichtbar. In anderen Ausführungsformen sind die Extraktionsmerkmale in einem regelmäßigen Feld, wie beispielsweise einem hexagonalen Feld mit enger Packung, angeordnet. In noch anderen Ausführungsformen sind die Extraktionsmerkmale in einem spezifischen Muster (Dichtemuster) angeordnet, um die optische Effizienz, die Gleichförmigkeit der Beleuchtung oder die Bereitstellung eines gewünschten visuellen Effekts, eines Bilds oder eines Beleuchtungsmusters (Logo, Bild, Grafik usw.) zu verbessern.

[0050] **Fig. 4** zeigt LED Elemente **86**, die in einem ersten Ende **88** des Gehäuses **64** angrenzend zu der zweiten Oberfläche **74a** des ersten Teils **66a** angeordnet sind. Der Wellenleiter **54** erstreckt sich von einem zweiten Ende **90** des Gehäuses **64** gegenüberliegend zu dem ersten Ende **88**, das von den vierten Oberflächen **82a**, **82b**

[0051] (**Fig. 2A**) der ersten und zweiten Teile **66a**, **66b** (**Fig. 2A**) gebildet ist. In der dargestellten Aus-

führungsform wird der Wellenleiter **54** entlang einer Kopplungsfläche **92** durch die Vielzahl von LED Elementen **86** an der Kante erleuchtet. Die LED Elemente **86** sind auf einer gedruckten Schaltungsplatte **94** angebracht, die auf dem Lichtquellenelement **83a** und beabstandet von der Kopplungsfläche **92** des Wellenleiters **54** angebracht ist. Andere Arten einer Kopplung und/oder einer Orientierung der LED Elemente **86** relativ zu dem Wellenleiter **54** können verwendet werden. In alternativen Ausführungsformen kann die Leuchte **50** mehr als einen Wellenleiter umfassen und kann eine Kopplung mit einer inneren Erleuchtung, einer Kopplung an mehreren Kanten oder eine Kombination davon verwenden. Der Typ der Kopplung kann die winkelmäßige und räumliche Verteilung des Lichts innerhalb des Wellenleiters beeinflussen, die wiederum den Wirkungsgrad einer Extraktion, die Beleuchtung und die Helligkeit beeinflussen kann.

[0052] Verschiedene Typen von LED Elementen können verwendet werden, einschließlich LED Pakete mit primären Optikanordnungen, sowie nackte LED Chips. Jedes LED Element oder Modul **86** kann eine einzelne weiße LED oder eine LED mit einer anderen Farbe sein oder kann jeweils mehrere LED Elemente umfassen, die entweder getrennt oder zusammen auf einem einzelnen Substrat oder Paket angebracht sind, um ein Modul zu bilden, einschließlich beispielsweise wenigstens einer mit Phosphor vorbeschichteten LED entweder alleine oder in Kombination mit wenigstens einer farbigen LED, wie beispielsweise einer grünen LED, einer gelben LED, einer roten LED usw. In denjenigen Fällen, bei denen eine weiche oder warme weiße Beleuchtung erzeugt werden soll, kann jedes LED Element oder Modul **86** oder eine Vielzahl von derartigen Elementen oder Modulen ein oder mehrere blau-verschobene gelbe LED Elemente und ein oder mehrere rote LED Elemente umfassen. Die LED Elemente **86** können in unterschiedlichen Konfigurationen und/oder Layouts je nach Wunsch angeordnet werden. Unterschiedliche Farbtemperaturen und Erscheinungsbilder können unter Verwendung von anderen LED Kombinationen hervorgebracht werden, wie in dem technischen Gebiet bekannt ist. Die Leuchte kann LEDs **65** mit dem gleichen Typ von Phosphor-umgewandelter weißer LED, oder irgendeine Kombination der gleichen oder unterschiedlichen Typen von LEDs, die hier diskutiert werden, umfassen. In einigen Ausführungsformen kann eine Leuchte eine Vielzahl von Gruppen von LEDs **65** umfassen, wobei jede Gruppe LEDs **65** mit unterschiedlichen Farben und/oder Farbtemperaturen umfassen kann. Die Gruppen von LEDs **65** können durch Teiler getrennt sein, wie in der U.S. Patentanmeldung mit der Nummer ****/**, *****, eingereicht am 28. August 2014 mit dem Titel „Luminaire Utilizing Multiple Edge Coupling“ (Cree Aktenzeichen P2346US1) beschrieben ist, die hier durch Bezugnahme Teil der vorliegenden Anmeldung ist, wo-

bei die LEDs **65** innerhalb des Kopplungshohlraums angeordnet sind. Derartige Teiler erleichtern das Mischen von Licht zwischen angrenzenden LEDs **65**, begrenzen den Einfallswinkel des Lichts, das auf die erste und zweite Kopplungsoberflächen **XX** des Wellenleiters einfällt, und verringern eine Wechselwirkung und eine Lichtabsorption zwischen LED Komponenten **65**. In Ausführungsformen mit LEDs der gleichen oder ähnlichen Farbe, sind Teiler unter Umständen nicht erforderlich oder gewünscht. Ferner umfasst die Lichtquelle in einer Ausführungsform irgendeine LED, zum Beispiel eine MT-G LED, die eine TrueWhite® LED Technologie beinhaltet, oder wie in der U.S. Patentanmeldung mit der Nummer 13/649,067 offenbart ist, die am 10. Oktober 2012 mit dem Titel „LED LED Package with Multiple Element Light Source and Encapsulant Having Planar Surfaces“ eingereicht wurde, von Lowes et al. (Cree Aktenzeichen P1912US 1–7), deren Offenbarung hier durch Bezugnahme Teil der vorliegenden Anmeldung ist, wie von Cree Inc. entwickelt und hergestellt, dem Anmelder der vorliegenden Anmeldung. Wenn gewünscht kann eine seitlich emittierende LED, die in dem U.S. Patent mit der Nummer 8,541,795 offenbart ist, deren Offenbarung hier durch Bezugnahme Teil der vorliegenden Anmeldung ist, verwendet werden. In einigen Ausführungsformen kann jedes LED Element oder Modul **86** ein oder mehrere LED Elemente umfassen, die vertikal innerhalb des Kopplungshohlraums gebildet sind. In irgendwelchen der hier offenbarten Ausführungsformen kann das LED Element (die LED Elemente) oder das Modul (die Module) **86** eine Lambert'sche oder nahezu Lambert'sche Lichtverteilung aufweisen, obwohl jede eine gerichtete Emissionsverteilung (zum Beispiel eine seitlich emittierende Verteilung) aufweisen kann, je nach Notwendigkeit oder Wunsch. Allgemeiner gesagt kann irgendeine Lambert'sche, nahezu Lambert'sche, symmetrische, weitwinklige, mit einer bevorzugten Seite, oder mit asymmetrischem Strahlmuster ausgebildete LED (LEDs) für die Lichtquelle verwendet werden.

[0053] Bezugnehmend auf die **Fig. 5–Fig. 8** wird Licht vorwiegend aus der ersten Oberfläche **56** des Wellenleiters **54** durch die daran gebundenen bzw. geklebten Extraktionsmerkmale **84** extrahiert. Jedes Extraktionsmerkmal **84** umfasst einen Körper **96** (**Fig. 7**) mit einer gekrümmten Form **98**, die sich zwischen einer Öffnung **100** angrenzend zu der ersten Oberfläche des Wellenleiters **54** und einer Basis **102** der Öffnung **100** gegenüberliegend erstreckt. Die Öffnung **100** und die Basis **102** können parallel zueinander sein oder können unter einem Winkel relativ zueinander angeordnet sein. Wie in **Fig. 6** ersichtlich umfasst die gekrümmte Form **98** eine äußere Oberfläche **104**, die relativ zu der ersten Oberfläche **96** des Wellenleiters **54** unterschritten ist. Die äußere Oberfläche **104** kann planare Oberflächen, gekrümmte Oberflächen, planare Oberflächen, die annähernd zu einer Kurve sind, oder eine Kombinati-

on davon umfassen. Das Profil der äußeren Oberfläche kann der Art nach symmetrisch (zum Beispiel wie für den Fall einer Halbkugel) oder asymmetrisch (wie zum Beispiel für den Fall einer Ellipse oder einer anderen Kombination von Formen) sein. Die Extraktionsmerkmale und/oder der Wellenleiter können aus Acryl sein, mit einem acrylischen UV-aushärtbaren Harz, Silicon, Polycarbonat, Glas, oder ihre irgendein anderes geeignetes Material (Materialen) und Kombinationen davon, möglicherweise in einer geschichteten Anordnung, um einen gewünschten Effekt zu erzielen.

[0054] In der in **Fig. 6** bis **Fig. 8** gezeigten Ausführungsform können die Extraktionsmerkmale **84** auf einem Element **108** gebildet sein, welches danach an die erste Oberfläche **56** des Wellenleiters **54** geklebt oder in einer anderen Weise optisch verbunden wird. Das Element **108** kann ein Film, ein Glas, ein Acryl oder irgendein geeignetes optisch durchlässiges Material sein. Zum Beispiel kann das Element **108** einen acrylischen, Polyethylenterephthalat (PET)- oder Polyester-basierten Film (zum Beispiel unter dem Markenzeichen „Mylar“) oder ein Film aus irgendeinem anderen geeigneten Material umfassen, auf dem Extraktionsmerkmale gebildet oder repliziert sind. Die Extraktionsmerkmale **84** können ein geeignetes optisches Material, wie beispielsweise Acryl, Acryl-basierte Harze, Polycarbonat, Glas oder andere Materialien mit geeigneten optischen und strukturellen Eigenschaften umfassen. Der Film kann unter Verwendung irgendeiner einer Vielzahl von Techniken hergestellt werden, die typischerweise bei der Ausbildung von mikrooptischen Filmen angewendet werden, einschließlich einer Ausstanzung, einer Fotolithographie, einer Grauskala-Lithographie, einer Mikro-Replizierung, einer Spritzguss/Kompression-Formung, einer reaktiven Ionenerhitzung, einer chemischen Ausstanzung, einem Gussverfahren oder einem Trommelrollentransfer. Andere Verfahren zur Herstellung umfassen das Ausgießen eines Acryl-basierten UV-aushärtenden Harzes oder Silikonmaterials auf einem Trägerfilm, das danach ausgehärtet wird, um Extraktionsmerkmale zu bilden. Der sich ergebende Extraktorfilm oder die Extraktorschicht können an die erste Oberfläche **56** des Wellenleiters **54** laminiert oder in anderer Weise angebracht werden, entweder direkt oder mit ein oder mehreren zwischenliegenden Schichten, unter Verwendung einer Vielzahl von Verbindungsverfahren, einschließlich einer Ultraschallverbindung, einer Laserverbindung, einer Klebeverbindung, einer druckempfindlichen Klebeverbindung, einer chemischen Schweißung und einer thermischen Bondierung.

[0055] In einigen Ausführungsformen können die Extraktionsmerkmale **84** auf dem Wellenleiter **54** ohne ein Element **108** angeordnet werden. Zum Beispiel können die Extraktionsmerkmale **84** direkt auf der ersten Oberfläche **56** des Wellenleiters **54** mithilfe ei-

ner zwischenliegenden Schicht für eine Mustererzeugung hergestellt werden, wie in dem U.S. Patent mit der Nummer 8,564,004 beschrieben ist, das am 22. Oktober 2013 erteilt wurde, mit dem Titel „Complex Primary Optics with Intermediate Elements“ von Tarsa et al (Cree Aktenzeichen P1445), wobei diese Patentschrift hier durch Bezugnahme Teil der vorliegenden Anmeldung ist. Unter Verwendung dieses Herstellungsverfahrens werden die Extraktionsmerkmale **84** optisch mit dem Wellenleiter **54** verbunden, ohne die Notwendigkeit des Substrats **108**. Die Mustererzeugungsschicht kann mit irgendeinem Verfahren wie beispielsweise einem Formungsvorgang, einem Spritzguss, einem Kompressionsformungsvorgang, einem Ausgießen, einem Schablonendruck, einem dreidimensionalen Druck, einer Fotolithographie, einer Ablagerung und dergleichen verwendet werden. Insbesondere wird die Mustererzeugungsschicht auf der ersten Oberfläche **56** des Wellenleiters **54** gebildet und umfasst Löcher oder Öffnungen, an denen der Wellenleiter **54** freigelegt ist. Die Öffnungen der Mustererzeugungsschicht entsprechen den Orten, wo die Extraktionsmerkmale **84** auf dem Wellenleiter **54** gebildet werden sollen. In einigen Ausführungsformen wird dann eine Gussform über die Mustererzeugungsschicht und die erste Oberfläche **56** des Wellenleiters **54** aufgebracht. Die Gussform umfasst Leerstellen, die zu den Öffnungen der Mustererzeugungsschicht ausgerichtet sind, um Hohlräume zu definieren. Die Hohlräume werden mit dem Material der Extraktionsmerkmale **84** gefüllt. In anderen Ausführungsformen wird das Material der Extraktionsmerkmale **84** auf die Öffnungen der Mustererzeugungsschicht vor der Anordnung der Gussform auf der Mustererzeugungsschicht angebracht. In jedem Fall wird dann das Material des Extraktionsmerkmals **84** wenigstens teilweise ausgehärtet und die Gussform wird entfernt. Das Material der Mustererzeugungsschicht kann Polyvinylalkohol, eine Poly(methylmethacrylat) (PMMA), ein oder mehrere Fotolackmaterialien oder andere geeignete Materialien umfassen. Die Mustererzeugungsschicht kann durch eine Wasserspülung, Wärme, eine Verdampfung, eine Bearbeitung, Entwickler und Lösungsmittel, eine chemische Ätzung/Lösungsmittel, eine Plasmaätzung oder irgendein Verfahren, das das Material des Wellenleiters **54** und/oder der Extraktionsmerkmale **84** nicht angreift, entfernt werden. Alternativ kann der Wellenleiter **54**, die Extraktionsmerkmale **84** und/oder das Element **108** aneinander durch ein oder mehrere Zusatzschichten gebunden werden, wie beispielsweise eine Klebeschicht oder einen druckempfindlichen Klebefilm.

[0056] Der optische Wirkungsgrad, die Richtcharakteristik, die Helligkeit und die Beleuchtung der Wellenleiter-gestützten Leuchte hängen in empfindlicher Weise von der bestimmten Geometrie und der Anordnung der Extraktionsmerkmale **84** ab. Eine Klasse von Extraktionsmerkmal-Geometrien, die für ei-

nen Bereich von Beleuchtungsanwendungen besonders nützlich ist, umfasst ein grob „kugelförmiges“ Profil, wie in **Fig. 11A–Fig. 11C** dargestellt, wobei dieses Profil aus einer abgeschnittenen gekrümmten Oberfläche, wie beispielsweise einer abgeschnittenen Halbkugel mit einer angrenzenden zylindrischen oder konischen Basis, besteht. Diese besondere Geometrie stellt einen höchsten Grad einer Richtcharakteristik, sowie einen Bereich von möglichen Beleuchtungsverteilungen bereit, die durch Ändern der Höhe, auf die die gekrümmte Oberfläche abgeschnitten ist, realisiert werden können. Bezugnehmend auf **Fig. 8** entspricht die Abschnittshöhe H_1 des Extraktionsmerkmals **84** einem Spalt **106** zwischen der ersten Oberfläche **56** des Wellenleiters **54** und der Basis **102** des Extraktionsmerkmals **84**. In einigen Ausführungsformen ist die Abschnittshöhe H_1 (was zu einem nahezu halbkugelförmigen oberen Extraktorabschnitt mit einer kleinen flachen Oberfläche an der Spitze führt) und Licht wird vorwiegend senkrecht von der ersten Oberfläche **56** des Wellenleiters **54** extrahiert, um eine „Spot Light“ („Punktlicht“) Verteilung zu bilden. In anderen Ausführungsformen kann Licht durch Verändern der Höhe H_1 extrahiert werden, um eine Lambert'sche Verteilung zu bilden, oder in eine „gesplittete“ Verteilung, bei der Licht vorwiegend in einer Richtung mehr parallel zu dem Wellenleiter **54** emittiert wird. Eine Veränderung in der Abmessung des Spalts **106** führt zu einer Veränderung der Beleuchtungsverteilung **52**, wie in der U.S. Patentanmeldung mit der Nummer ****/**,***** beschrieben ist, die am 28. August 2014 mit dem Titel „Luminaire with Selectable Luminous Intensity Pattern“ von Tarsa et. al. (Cree Aktenzeichen P2262US1) eingereicht wurde. In einigen Ausführungsformen kann der Spalt in einem Bereich von ungefähr 10 μm bis ungefähr 590 μm , vorzugsweise ungefähr 100 μm bis ungefähr 550 μm , liegen. Für den Fall eines rein halbkugelförmigen Extraktionsmerkmals **84** mit keiner zylindrischen oder konischen Basis kann der Spalt **106** in einem Bereich von 95% des Radius der Halbkugel bis 5% des Radius der Halbkugel, vorzugsweise von 80% des Radius der Halbkugel bis 20% des Radius der Halbkugel, liegen. Durch Hinzufügen einer konischen Basis zu der Halbkugel, wie in **Fig. 11** gezeigt, kann die Richtcharakteristik des emittierten Lichts weiter erhöht werden. Wie in **Fig. 14** dargestellt erzeugt die Leuchte **50** mit Extraktionsmerkmalen **84**, wie in **Fig. 11A, Fig. 11B** und **Fig. 11C** gezeigt, die nachstehend beschrieben werden, darauf ein Leuchtintensitätsmuster oder eine Verteilung, die sich mit der Merkmalshöhe H_1 oder dem Spalt **106** verändert. Die in **Fig. 14** gezeigten Lichtstrom Verteilungen nehmen an, dass die Extraktionsmerkmale **84** alle im Wesentlichen die gleiche Form aufweisen. Wie in **Fig. 14** ersichtlich verändert sich das Leuchtintensitätsmuster von einer asymmetrischen Verteilung bei Merkmalshöhen H_1 von ungefähr 170 μm bis zu einer Arbeitsbeleuchtung oder „Spot Light“ Verteilung bei einer Merkmalshöhe von ungefähr 560 μm . In die-

sem Fall bezieht sich die Asymmetrie in Bezug auf die vertikale Achse in der Beleuchtungsverteilungs-Darstellung auf die Positionierung der Quelle entlang einer Kante des Wellenleiters. Ein mehr symmetrisches Muster (zum Beispiel an der vertikalen Achse in der Darstellung gespiegelt) würde sich aus einer Beleuchtung des Wellenleiters von zwei gegenüberliegenden Kanten ergeben. Im Allgemeinen ergeben sich die Varianten in der Beleuchtung aus Varianten in der optischen Kopplungsfläche und der Extraktoröffnungsfläche zwischen den Extraktionsmerkmalen **84** und dem Wellenleiter **54**, so wie sich die Querschnittsabmessungen des Übergangs zwischen Merkmalen **84** und dem Wellenleiter mit der Höhe H_1 des Extraktionsmerkmals (der Abschneidung) verändern.

[0057] Bezugnehmend auf **Fig. 8**, **Fig. 9A**, **Fig. 9B**, **Fig. 10A**, **Fig. 10B** und **Fig. 11A–Fig. 11C** kann die Hinzufügung einer zylindrischen oder konischen Erweiterung zu der Basis der Halbkugel das Richtvermögen bzw. die Richtcharakteristik des emittierten Lichts erhöhen, während eine einfache abgeschnittene halbkugelförmige Extraktorform einen Bereich von wünschenswerten Beleuchtungsverteilungen bereitstellen kann. Diese Richtcharakteristik (d. h. der Teil des Lichts, der von der ersten Seite **56** des Wellenleiters relativ zu dem Teil des Lichts, der von der zweiten Seite **58** emittiert wird, emittiert wird) ist zur Realisierung von Leuchten mit einer versteckten Beleuchtung wichtig. In dem Beispiel, das in **Fig. 9A** und **Fig. 9B** dargestellt ist, umfasst das Extraktionsmerkmal **84** einen ersten Abschnitt (ein erstes Teil) **112** angrenzend zu der Öffnung **101** und einen zweiten Abschnitt (zweites Teil) **114** angrenzend zu der Basis **102**. In einem allgemeineren Fall muss der erste Teil bzw. der erste Abschnitt **112** nicht halbkugelförmig sein und der zweite Teil **114** bzw. der zweite Abschnitt **114** kann zylindrisch, konisch oder gekrümmt sein, je nach Wunsch. Der erste Abschnitt **112** kann eine Höhe aufweisen, die im Bereich von ungefähr $5\ \mu\text{m}$ bis ungefähr $2\ \text{mm}$ liegt. Der zweite Abschnitt **114** kann eine Höhe aufweisen, die in einem Bereich von ungefähr $5\ \mu\text{m}$ und ungefähr $2\ \text{mm}$ liegt, obwohl einige Ausführungsformen einen zweiten Abschnitt **114** nicht umfassen können. Die Formen **112** und **114** können umfangsmäßig ausgebildet sein, so dass der Querschnitt transversal zu einer zentralen Achse **118** (**Fig. 9A**) über die gesamte Höhe H_1 (**Fig. 8**) des Extraktionsmerkmals **84** kreisförmig ist. Alternativ können die Formen **112** und **114** nicht-kreisförmige Querschnitte (zum Beispiel elliptisch oder mit Facetten versehen) aufweisen. In einigen Ausführungsformen kann der Basisdurchmesser d_b des Extraktionsmerkmals **84** ungefähr zweimal eine Höhe H_1 sein.

[0058] In anderen Ausführungsformen kann der erste Abschnitt bzw. das erste Teil **112** so konstruiert sein, um einfallendes Licht über eine Totalreflexion

(TIR) nach unten umzuleiten. Eine Form des Extraktionsmerkmals **84** kann bestimmt werden, indem die Punkte unter Verwendung einer differentiellen oder quasi-differentiellen Gleichung aufgetragen werden. Ein interaktiver Prozess umfasst die Schritte zum Definieren eines Startpunkts bei Koordinaten r , h , ein Berechnen einer Steigung, die erforderlich ist, um eine Totalreflexion zu erreichen, und auf Grundlage der berechneten Steigung, ein weiteres Berechnen der erforderlichen inkrementellen radialen Stufe Δr , die einer vorgegebenen inkrementellen Höhenänderung Δh entspricht, eine Weiterbewegung zu einem nächsten Punkt $r + \Delta r$ und $h + \Delta h$, und ein Wiederholen der Berechnungs- und Bewegungsschritte, bis die gewünschte Gesamthöhe erreicht ist. In anderen Ausführungsformen kann die Form des Extraktionsmerkmals **84** unter Verwendung von geometrischen und/oder differentiellen Gleichungen, möglicherweise in Kombination mit anderen gekrümmten, planaren oder stückweise linearen Oberflächen, konstruiert werden.

[0059] Ein Beispiel des voranstehend erwähnten interaktiven Prozesses umfasst die Verwendung der Gleichungen 1 und 2, die nachstehend angegeben sind und die in eine Optimierungsroutine wie beispielsweise Solver von Microsoft Excel® eingegeben werden. Im Allgemeinen wird ein Profil des Extraktionsmerkmals **84** durch Berechnen einer Serie von Steigungen dh/dR an inkrementellen Punkten **202a**, **202b**, ... **202N** entlang einer äußeren Oberfläche **116** des ersten Abschnitts **112** des Extraktionsmerkmals **84** definiert. Die äußere Oberfläche **116** wird dann um die zentrale Achse **118** gedreht, um das Extraktionsmerkmal **84** zu definieren.

Gleichung 1:

$$\varphi = \text{ArcTan}\left(\frac{h}{R+R_0}\right)$$

Gleichung 2:

[0060]

$$\text{Slope} = \frac{dh}{dR} = \tan(\varphi + \alpha)$$

[0061] (Slope = Steigung). In der Gleichungen 1 wird der spitzeste Winkel φ eines Strahls des Lichts, der auf einen gegebenen Punkt auftrifft, zum Beispiel **202d**, auf der äußeren Oberfläche **116** bestimmt. Wie in **Fig. 10C** ersichtlich wird der spitzeste Winkel φ durch einen Lichtstrahl **204** definiert, der in die Öffnung **100** an einer Kante **206** davon gegenüberliegend zu dem Punkt **202d** eintritt, und wird relativ zu einer Oberflächennormalen **208** der Öffnung **100** gemessen. Der Winkel φ wird auf Grundlage der Koordinaten des Punktes **202d** relativ zu dem Eintritt des Lichtstrahls **204** in das Extraktionsmerkmal **84** an der Kante **206** der Öffnung **100** berechnet. Insbesondere

weist der Punkt **202d** einen Y-Koordinate Wert h relativ zu der jeweiligen Wellenleiteroberfläche **56** und einen X-Koordinate Wert $R_0 + R$ auf, wobei R_0 ein Abstand von der Kante **206** zu der zentralen Achse **118** (d. h. ein Öffnungsradius) ist und R ein Abstand von der zentralen Achse **118** zu dem Punkt **202d** ist.

[0062] Unter Verwendung der Gleichungen **2** wird dann die Steigung dh/dR an dem Punkt **202d** entlang der äußeren Oberfläche **116** berechnet. Die Gleichung **2** stellt sicher, dass der sich ergebende Einfallswinkel δ zu einer Oberflächennormalen **210** an dem Punkt **202d** den kritischen Winkel θ relativ zu der Oberflächennormalen **210** nicht übersteigt. Wie in **Fig. 10C** gezeigt ist der Winkel α der Winkel komplementär zu dem kritischen Winkel θ . In dem dargestellten Beispiel ist der sich ergebende Einfallswinkel δ des Lichtstrahls **204** ungefähr der gleiche oder größer wie der kritischen Winkel θ , so dass der Lichtstrahl **204** durch die äußere Oberfläche **116** des Extraktionsmerkmals **84** totalreflektiert und durch die Basis **102** davon emittiert wird.

[0063] Sobald die Steigung dh/dR für den Punkt **202d** berechnet ist, wird der Winkel φ unter Verwendung der Gleichung **1** für den nächsten Punkt **202e** mit inkrementellen Änderungen Δh , ΔR entlang der x- und y-Koordinaten h , R berechnet. Die Steigung dh/dR für den Punkt **200e** wird dann unter Verwendung der Gleichung **2** bestimmt und der Prozess wird wiederholt, bis ein bekannter Parameter erfüllt ist, beispielsweise sobald der Höhenabstand h die Höhe F (**Fig. 10A**) des ersten Abschnitts **112**, oder in einigen Fällen die Gesamthöhe $F + G$ (**Fig. 10A**) des Extraktionsmerkmals **84** erreicht. Die inkrementelle Änderung Δh kann in einem Bereich von ungefähr 1 nm bis ungefähr 1 μm liegen oder kann ein Bruchteil, wie beispielsweise 1/50-tel der gesamte Höhe $F + G$ (**Fig. 10A**) des Extraktionsmerkmals **84** sein.

[0064] In einigen Ausführungsformen kann die Gleichung **2** mit einer konditionalen Prüfung implementiert werden, um eine obere Grenze der Steigung dh/dR zu spezifizieren. Die obere Grenze kann anstelle der berechneten Steigung verwendet werden, wie gewünscht. Zum Beispiel kann, unter Bezugnahme auf **Fig. 10C**, die obere Grenze als Winkel β spezifiziert werden, der durch eine äußere Oberfläche **122** des zweiten Abschnitts **114** relativ zu der Basis **102** definiert ist. Sobald die berechnete Steigung dh/dR von Punkten **202** entlang der äußeren Oberfläche **116** des ersten Abschnitts **112** die obere Grenze des Winkels β erreicht, ist jede Steigung dh/dR für die nachfolgenden Punkte **202** entlang der äußeren Oberfläche **122** des zweiten Abschnitts **114** konstant und gleich zu β , umso die konische Form zu bilden.

[0065] In einigen Ausführungsformen kann die Optimierungsroutine den Öffnungsradius R_0 für ein bevorzugtes Flächenverhältnis (d. h. Verhältnis der Öff-

nungsfläche zur Basisfläche) in Abhängigkeit von benutzerdefinierten Bedingungen berechnen, wie beispielsweise der Gesamthöhe $F + G$ (**Fig. 10A**), dem kritischen Winkel θ (auf Grundlage der relativen Brechungsindizes), und dem gewünschten kleinsten Winkel φ_{min} , definiert durch den spitzesten Winkel φ eines Lichtstrahls **212**, der auf den Punkt **204** auf der äußeren Oberfläche **132** an der Basis **122** des Extraktionsmerkmals **116** auftrifft. Andere benutzerdefinierte Bedingungen können nach Wunsch spezifiziert werden. In einer Ausführungsform führen die äußeren Oberflächen **124**, **132**, die in Übereinstimmung mit der obigen Beschreibung konstruiert sind, zu einer Extraktion von über 95% des Lichts aus den ersten Oberflächen **62a**, **64a** des Wellenleiters **42** heraus.

[0066] In der in **Fig. 7** und **Fig. 8** gezeigten beispielhaften Ausführungsform kann die Vielzahl von Extraktionsmerkmalen **84** in einem hexagonalen Feldmuster oben auf dem Element **108** gebildet werden. Andere Muster können verwendet werden, um eine gewünschte Beleuchtungsverteilung zu erzeugen. Die Extraktionsmerkmale **84** können unregelmäßig beabstandet sein, oder einige können regelmäßig beabstandet sein und andere unregelmäßig beabstandet, etc. Die Dicke $T1$ des Elements **108** kann in einem Bereich von 10 μm bis 5 mm, vorzugsweise von 250 μm bis 2 mm sein. Der Abstand Mitte-zu-Mitte $D1$ zwischen benachbarten Extraktionsmerkmalen **84** kann kleiner sein als zweimal der Merkmalsradius (zum Beispiel überlappende Merkmale) bis 10 mm, vorzugsweise von zweimal dem Merkmalsradius bis 5 mm. Die Dicke $T1$ und der Abstand $D1$ können konstant sein oder können sich über die erste Oberfläche **56** des Wellenleiters **54** verändern. Die Form, Größe und Dichte von Extraktionsmerkmalen **84** kann sich über die Oberfläche **56** des Wellenleiters **54** in entweder einer regelmäßigen oder unregelmäßigen Weise verändern, um eine gewünschte Beleuchtungsverteilung hervorzubringen. Zum Beispiel können eine Vielzahl von Elementen **108** oder Filme, die unterschiedlich ausgeformte Extraktionsmerkmale **84** aufweisen, an den Wellenleiter **54** gebunden werden, um eine asymmetrische Beleuchtungsverteilung zu erzeugen. Die Öffnungsdurchmesser d_b , die Basisdurchmesser d_b und die Höhen H der Extraktionsmerkmale **84** können alle die gleichen sein oder können unterschiedlich sein und können sich über der Oberfläche **56** des Wellenleiters **54** verändern, um je nach Wunsch unterschiedliche Beleuchtungsmuster hervorzubringen. Ferner kann es wünschenswert sein verschiedene Rauigkeitsgrade oder spezifische optische Merkmale zu fabrizieren, wie beispielsweise einen zweiten Satz von oder eine Feld von geometrischen Merkmalen auf einer äußeren Oberfläche **110** des Elements **108**, um weiter eine Steuerung über die Helligkeits- und Beleuchtungsverteilungen bereitzustellen. In anderen Ausführungsformen können die Extraktionsmerkmale **84** positioniert werden, um die

Helligkeit bzw. Beleuchtung von beiden ersten und zweiten Oberflächen **56**, **58** zu extrahieren.

[0067] Fig. 9A und Fig. 9B illustrieren den Körper **96** der Extraktionsmerkmale **84** vor einem Bonden auf der ersten Oberfläche **56** des Wellenleiters **54**. Die erste äußere Oberfläche **116** des ersten Abschnitts **112** ist um eine zentrale Achse **118** gedreht. Die Krümmung des ersten Abschnitts **112** des Extraktionsmerkmals **84** ist konstruiert, um die Lichtmenge zu minimieren, die in den Wellenleiter **54** zurück entweder direkt von dem Extraktionsmerkmal **84** oder indirekt von einem angrenzenden Abschnitt **120** (Fig. 7) des Elements **108** zwischen Extraktionsmerkmalen **84** umgeleitet wird. Eine derartige Minimierung führt zu einer hohen Extraktionseffizienz aus der ersten Oberfläche **56** des Wellenleiters **54** heraus (eine hohe Richtungscharakteristik). In der dargestellten Ausführungsform wird die gekrümmte Form durch die Gleichungen 1 und 2 definiert.

[0068] Eine zweite äußere Oberfläche **122** des zweiten Abschnitts **114** weist eine konische Form auf, die einen Winkel β mit der Basis **102** bildet. Der Winkel β kann in einem Bereich von 1° bis 90° , vorzugsweise von 60° bis 90° liegen. Ferner kann der Körper **96** ein Bondmerkmal **124** umfassen, das oben an der Öffnung **100** gebildet ist, um ein Bonden des Extraktionsmerkmals an die Wellenleiteroberfläche **56** zu ermöglichen bzw. zu erleichtern. Die tatsächliche Geometrie des Bondmerkmals **124** kann sich in Abhängigkeit von dem bestimmten Bindungsansatz, der verwendet wird, verändern. Zum Beispiel kann das Bondmerkmal **124** der Art nach konvex sein (wie in Fig. 9A dargestellt), um so die Bildung von eingeschlossenen Luftblasen an dem Übergang zu begrenzen, wenn eine flüssige oder gel-artige Klebeschicht verwendet wird, um den Film an den Wellenleiter zu binden. Die Konstruktion des Bondmerkmals **124** kann auch derart sein, dass die Verschiebung bzw. Versetzung des Klebemittels während einer Verbindung minimiert wird, wodurch eine „Fadenbildung“ des versetzten Klebemittels entlang der ersten und zweiten Abschnitts **112**, **114** minimiert wird, wo es die optische Funktion von diesen Oberflächen stören könnte. Im Allgemeinen ist beabsichtigt, dass ein Teil des Bondmerkmals **124** oder das gesamte Bondmerkmal **124** nach dem Bondprozess optisch inaktiv wird, sodass es eine minimale Einwirkung auf die sich ergebenden Lichtverteilungen und Effizienz aufweist. Ein ähnliches Bondmerkmal **124** ist mit der Extraktorgeometrie der Fig. 11 gezeigt. In einer alternativen Ausführungsform kann das Bondmerkmal **124** ein Klebematerial umfassen, welches dazu dient, dass Extraktionsmerkmal an die erste Oberfläche **56** des Wellenleiters **54** zu binden.

[0069] Fig. 10A und Fig. 10B illustrieren das Extraktionsmerkmal **84** der Fig. 9A und Fig. 9B, so wie es an die erste Oberfläche des Wellenleiters an-

geklebt ist. Beispielhafte Abmessungen des Extraktionsmerkmals der Fig. 9A, Fig. 9B, Fig. 10A und Fig. 10B sind nachstehend angegeben. In einer Ausführungsform extrahiert eine Leuchte mit einer Vielzahl von Extraktionsmerkmalen der Fig. 10A und Fig. 10B ungefähr 97% der Helligkeit **52** von der ersten Oberfläche und ungefähr 3% der Helligkeit **53** von der zweiten Oberfläche.

Tabelle 1

FIG. 9A	
A	33 μm
B	5 μm
C	53.26 μm
E	16.716 μm
β	70 Grad
FIG. 10A	
F	13.95 μm
G	14.050 μm
H	53.26 μm
J	26.716 μm
β	70 Grad

[0070] Die Fig. 11A–Fig. 11C illustrieren eine weitere Ausführungsform eines Extraktionsmerkmals **184**. Der erste Abschnitt **112** des Körpers **96** weist eine halbkugelförmige Gestalt auf, obwohl andere Geometrien, wie beispielsweise eine parabolische Form, „Freiform“ Kurven, planare und/oder stückweise lineare Formen verwendet werden können, um wie gewünscht ein Beleuchtungsmuster hervorzubringen. Der zweite Abschnitt **114** weist eine nahezu zylindrische chronische Form auf, obwohl andere Formen nach Wunsch verwendet werden können. Ähnlich wie das Merkmal der Fig. 9A und Fig. 9B wird das Bondmerkmal **124** auf der Öffnung **100** gebildet, um eine Bindung der ersten Oberfläche **56** an den Wellenleiter **54** zu ermöglichen. Beispielhafte Abmessungen des Extraktionsmerkmals der Fig. 11A–Fig. 11C sind in der Tabelle 3 angegeben. In einer anderen Ausführungsform extrahiert eine Leuchte mit einer Vielzahl von Extraktionsmerkmalen der Fig. 11A–Fig. 11C ungefähr 94% der Helligkeit **52** von der ersten Oberfläche und ungefähr 6% der Helligkeit **53** von der zweiten Oberfläche.

Tabelle 2

K	0.05 mm
L	0.415 mm
M	0.085 mm
N	1 mm

P	0.05 mm
Q	0.510 mm Krümmungsradius
θ	89 Grad

[0071] In noch weiteren Ausführungsformen können die Extraktionsmerkmale **84** eine asymmetrische Form aufweisen. Zum Beispiel kann der erste Abschnitt **112** des Extraktionsmerkmals **84** halbkugelförmig sein und die Basis **102** kann elliptisch sein, sodass das Merkmal **84** als eine abgeschnittene Halbkugel erscheint, wenn sie von irgendeinem Querschnitt betrachtet wird, aber als eine Ellipse oder ein länglicher Kreis erscheint, wenn es von oben betrachtet wird. Eine derartige asymmetrische Geometrie würde zu einem asymmetrischen Beleuchtungsmuster führen, so wie dieses für bestimmte Anwendungen wünschenswert sein kann, wie beispielsweise für eine Straßenbeleuchtung. Ferner können die Extraktionsmerkmale **84** mit einem asymmetrischen Querschnitt entlang der Höhe H1 (d. h. koplanar zu der zentralen Achse **118**) Licht in bestimmte Richtungen oder Quadranten unterhalb der Leuchte richten. Extraktionsmerkmale **84** mit segmentierten Querschnitten und oberen Profilen, die aus einer Kombination von gekrümmten Oberflächen und linearen Oberflächen bestehen (wie beispielsweise ein Extraktor, der als eine abgeschnittene Halbkugel von der Seite erscheint, aber von oben als eine Stern-Form oder Form mit Facetten erscheint), können für spezifische Beleuchtungsanwendungen verwendet werden, die eine sehr einzigartige und definierte Beleuchtungsverteilung erfordern (zum Beispiel eine Bühnenbeleuchtung, eine Architekturbeleuchtung oder eine Seitenbeleuchtung). Schließlich können Extraktionsmerkmale, die eine allgemein konische oder parabolische Form (symmetrisch oder asymmetrisch, abgeschnitten oder nicht) aufweisen, besser kollimierte Lichtstrahlen in spezifischen Richtungen erzeugen (zum Beispiel für eine direkte/indirekte Pendelleuchte, eine Abwärtsbeleuchtung, usw.).

[0072] Die Extraktionsmerkmale **84**, die in Fig. 6–Fig. 11C dargestellt sind und die hier als „mit Öffnungen versehene Extraktionsmerkmale“ bezeichnet werden, stellen wesentliche Vorteile im Hinblick auf eine Steuerung bzw. Kontrolle der Beleuchtungsverteilung, der Effizienz und der Richtcharakteristik bereit. Wie in Fig. 12 gezeigt tritt Licht, das von dem Wellenleiter zuerst heraus extrahiert wird, in die Extraktionsmerkmale **84** durch die Öffnungen **100** davon auf der Lichtemissionsoberfläche **56** des Wellenleiters **54** ein. Lichtstrahlen treffen auf die Öffnung **100** nur auf, nachdem sie von einer weiteren Oberfläche **58** des Wellenleiters **54** der Lichtemissionsoberfläche **56** gegenüberliegend totalreflektiert werden. Im Gegensatz dazu führen die herkömmlichen (nicht-streuenden) Extraktionsmerkmale, wie beispielsweise Stufen, halbkugelförmige Beulen oder Vertiefungen, die direkt auf der Wellenleiter Oberflä-

che gebildet sind, im allgemeinen zu optischen Oberflächen, die mit Licht, das von beiden Oberflächen **56** und **58** des Wellenleiters **54** einfällt, in Wechselwirkung treten müssen und dieses steuern müssen. Anders ausgedrückt, Licht trifft allgemein auf die Oberflächen von derartigen herkömmlichen Extraktionsmerkmalen auf, nachdem es von der weiteren Oberfläche total reflektiert worden ist und außerdem von der Fläche, die unmittelbar die Vertiefung umgibt, total reflektiert worden ist. Da die optischen Oberflächen des Extraktors Licht behandeln müssen, welches von im wesentlichen gegenüberliegenden Richtungen einfällt, ist es schwierig Beleuchtungsverteilungen über einem Bereich von Beleuchtungsmustern mit einer hohen Extraktionseffizienz und einer hohen Richtcharakteristik zu steuern (zum Beispiel von einer einzelnen Oberfläche heraus).

[0073] Während die Verwendung des mit einer oder mehreren Öffnungen versehenen Extraktionsmerkmals **84** der vorliegenden Anmeldung eine Steuerung über die primäre Richtung der Lichtstrahlen, die auf die Extraktionsmerkmale **84** auftreffen, steuert, kann es in einigen Anwendungen auch wünschenswert sein, die Verteilung von Winkeln um die primären Richtungen innerhalb des Wellenleiters weiter zu steuern. Eine derartige Steuerung kann allgemein über eine Anzahl von optischen Oberflächen, wie beispielsweise der primären Optik oder der Linse des LED Elements, die Kopplungsoberfläche des Wellenleiters usw. erreicht werden. Eine Steuerung der Winkelverteilung von Licht innerhalb des Wellenleiters und eine umsichtige Konstruktion der Extraktionsmerkmale zusammen mit den Wellenleiterkopplungsoberflächen und der primären Komponentenoptik kann noch weiter eine Steuerung bzw. Kontrolle über die emittierte Helligkeitsverteilung, die Beleuchtungsverteilung, die optische Effizienz und die Richtcharakteristik der Leuchte bereitstellen. Sogar in Fällen, bei denen Licht innerhalb des Wellenleiters nicht gut gesteuert wird, können die mit Öffnungen versehenen Extraktionsmerkmale eine verbesserte Steuerung der Verteilung und der Effizienz des extrahierten Lichts bereitstellen. In beiden Fällen können höchstgesteuerte Strahlen in einer kollimierten Weise entweder extrahiert oder in einer breiten Verteilung für verschiedene wählbare Beleuchtungsmuster in Abhängigkeit von dem Spalt verteilt werden.

[0074] Zusammengenommen kann eine Anzahl von Faktoren die Beleuchtungsverteilung, die von dem Wellenleiter emittiert wird, beeinflussen. Die Form des Extraktionsmerkmals, zusammen mit dem Abstand und dem Muster der Vielzahl der Extraktionsmerkmale, beeinflussen die Extraktionseffizienz, die Lichtmenge, die von der ersten Oberfläche des Wellenleiters emittiert wird (die Richtcharakteristik), die Helligkeit und die Beleuchtung der Leuchte. Zum Beispiel kann ein asymmetrisch ausgeformtes Extraktionsmerkmal eine asymmetrische Beleuchtungs-

verteilung hervorbringen. In Fällen, bei denen die Geometrie des Extraktors repräsentativ für ein abgeschnittenes Merkmal ist, wie beispielsweise eine abgeschnittene Halbkugel, beeinflusst die Abschnittshöhe – die dem Abstand (den Abständen) zwischen der ersten Oberfläche des Wellenleiters und der Basis (den Basen) des Extraktionsmerkmals (der Extraktionsmerkmale) entspricht, signifikant das Beleuchtungsverteilungsmuster. Zum Beispiel erzeugt die Leuchte der **Fig. 2** eine asymmetrische Verteilung, wenn der Abstand ungefähr 125 µm ist, während die Leuchte eine mehr symmetrische Verteilung erzeugt, wenn der Abstand ungefähr 600 µm ist. In anderen Ausführungsformen kann eine Veränderung des Abstands zu einer „Spot Light“, einer „Lambert'schen“ oder einer „Wand Wasch-“ Beleuchtungsverteilung führen. Eine andere Erwägung bei der Konstruktion von derartigen Extraktoren ist die primäre Richtung, in die sich das Licht durch den Wellenleiter ausbreitet. In einem extremen Vergleich kann ein quadratischer Wellenleiter, der von einer einzelnen Kante beleuchtet wird, ein asymmetrisches Beleuchtungsmuster hervorbringen, wohingegen ein kreisförmiger Wellenleiter, der um dessen Umfang herum beleuchtet wird, ein höchstsymmetrisches Beleuchtungsmuster erzeugen wird. Verschiedene Typen von Lampen und Leuchten, einschließlich diejenigen, die eine dispersive oder Lambert'sche Beleuchtungsverteilung erfordern (zum Beispiel typischerweise Deckenleuchten für eine allgemeine Beleuchtung), kollimierende Verteilungen (zum Beispiel Abwärtsleuchten oder Spotlights) und spezifische Beleuchtungsmuster (zum Beispiel Straßenbeleuchtungen, Architekturbeleuchtung) können unter Verwendung des optischen Wellenleiters und der Extraktionsmerkmale, die hier bereitgestellt werden, realisiert werden.

[0075] Bezugnehmend wieder auf **Fig. 12** umfasst die dargestellte Leuchte **50** den Wellenleiter **54**, die Extraktionsmerkmale **84**, und das Element **108**, welche das gleiche Material umfassen, sodass der Brechungsindex konsistent ist. In diesem Fall wird Licht nicht gebrochen, wenn es sich durch die Öffnung **100** bewegt. Im Gegensatz dazu illustriert **Fig. 13** eine Vielzahl von Extraktionsmerkmalen **84** und ein Element **108** auf einem Wellenleiter **54**, wobei das Material des Wellenleiters **54** sich von dem Material der Extraktionsmerkmale **84** und dem Element **108** unterscheidet. In diesem Fall wird Licht, wenn es sich von dem Wellenleiter **54** in die Extraktionsmerkmale **84** hinein ausbreitet, gebrochen. In noch anderen Ausführungsformen kann ein Bereich **126** (**Fig. 13**) zwischen Extraktionsmerkmalen **84** nach Anbringung an dem Wellenleiter **54** teilweise oder insgesamt ein anderes Material als Luft umfassen. Zum Beispiel kann das Material einen Brechungsindex aufweisen, der sich signifikant von demjenigen des Wellenleiters **54** und des Elements **108** unterscheidet. Noch weiter kann der Brechungsindex des Elements **108** anders

sein als derjenige des Wellenleiters **54** und/oder der Extraktionsmerkmale **84**, um eine Brechung an derartigen Übergängen (Schnittfläche) zu erreichen. In einigen Ausführungsformen kann es wünschenswert sein eine Brechung zu verwenden, um die Extraktion und die sich ergebende Beleuchtungsverteilung zu steuern.

[0076] Andere Parameter, wie die Form, die Dichte und das Material der Extraktionsmerkmale, können ebenfalls verändert werden, um verschiedene Beleuchtungsmuster hervorzubringen. Andere Verfahren zur Erzielung einer gerichteten Lichtextraktion, wie beispielsweise Kombinationen von Brechungsindexunterschieden in dem Wellenleiter oder in Elementen, die an dem Wellenleiter angebracht sind, und Modifikationen der Form des Wellenleiters selbst könnten ebenfalls verwendet werden, um das Beleuchtungsmuster zu verändern. Ferner kann ein mehrschichtiges Schutzmaterial optional an den ersten und zweiten Oberflächen angebracht werden. Dieses Schutzmaterial kann während der Verwendung der Leuchte eine Schicht nach der anderen entfernt werden, um eine klare (d. h. transparente) Betrachtungs/Emission-Oberfläche in schmutzbehafteten Arbeitsumgebungen schnell bereitzustellen.

[0077] Der hohe Grad der Licht-Richtcharakteristik, die durch die richtige Konstruktion der mit Öffnungen versehenen Extraktionsmerkmale ermöglicht wird, eröffnet einen breiten Bereich von potentiellen Beleuchtungsanwendungen. Zum Beispiel kann eine höher gerichtete Emission einem Betrachter ermöglichen auf eine reflektierende Oberfläche durch den Wellenleiter zu blicken, ohne dass seine oder ihre Sicht signifikant durch die Beleuchtung oder das emittierte Licht der Leuchte verdeckt wird. Insbesondere kann ein Betrachter durch die Leuchte auf ein beleuchtetes Gebiet blicken, wie in **Fig. 1** gezeigt. Zusätzlich kann der Betrachter die Beleuchtung, die sich von der Leuchte ergibt, ohne eine signifikante Helligkeit zu sehen, sehen, sogar während die zweite Oberfläche, von der Licht emittiert wird, für den Betrachter sichtbar ist. Die Leuchte kann auch hohe Lichtgrade von einer Flächenquelle (anstelle einer Punktquelle) bereitstellen, wobei die Lichtquelle verdeckt wird und/oder die direkte Blendung von der Quelle, sowie die reflektierte Blendung weg von den Oberflächen verringert oder beseitigt wird.

[0078] Das Konzept einer versteckten bzw. verdeckten Beleuchtung mit sichtbarer Beleuchtung, die durch die Licht-Richtcharakteristik ermöglicht wird, findet vielerlei Anwendungen in dem Gebiet der Architektur- und Anzeigebeleuchtung. Zum Beispiel kann in einer Ausführungsform eine Umfassung für ein Kunstwerk einen Glas- oder Acryl-Wellenleiter mit einem linsenförmigen Mikrofild-Film, der daran gebunden ist, der innerhalb eines Rahmens angebracht ist, umfassen, wobei die Lichtquellen für den Wellen-

leiter innerhalb des Rahmens angeordnet sind. Der Wellenleiter dient sowohl als Schutz für die Kunst als auch eine Leuchte zum Beleuchten der Kunst in einer Weise, bei der die Lichtquelle nicht evident ist. Licht, das durch den Film in Richtung auf die Kunst extrahiert wird, stellt eine gleichförmige Beleuchtung der Kunst ohne die Verwendung von externen Lichtquellen bereit, während einem Betrachter ermöglicht wird durch das Glas oder den acrylischen Wellenleiter zu blicken. In ähnlicher Weise könnten derartige Ansätze in einer Vielzahl von Anzeigefällen, Aquarien usw. verwendet werden.

[0079] In einer weiteren Ausführungsform kann eine Leuchte, die eine versteckte Beleuchtung ermöglicht, einen Raum beleuchten. Die Leuchte kann einen Wellenleiter aus einem klaren Material, wie beispielsweise Glas oder Acryl, umfassen, mit Extraktionsmerkmalen, wie beispielsweise dem linsenartigen Mikrofild-Film, der daran gebunden ist. Ein Feld von LED Elementen können auf einer oder mehreren Kanten des Wellenleiters angeordnet werden. Der Wellenleiter kann eine Dicke von ungefähr 1/8 Zoll aufweisen und kann ungefähr 6 Zoll mal ungefähr 24 Zoll, ungefähr 2 Fuß mal ungefähr 2 Fuß, oder ungefähr 2 Fuß mal ungefähr 4 Fuß sein, obwohl andere Abmessungen je nach Wunsch verwendet werden können. Die Leuchte kann positioniert werden, um eine Beleuchtung für bevorzugte Oberflächen in dem Raum, wie beispielsweise einer Wand, einem Boden, einer Decke bereitzustellen und derart angeordnet werden, dass die Beleuchtung von Personen im Raum weg gerichtet ist. In einer Ausführungsform kann eine Leuchte an einer Decke angebracht sein, wobei die Lichtemissionsoberfläche des Wellenleiters auf die Wand hin gerichtet ist. Die Leuchte kann ungefähr zwölf Zoll von der Wand weg sein, so dass die Wand beleuchtet wird. Die Reflexion des Lichts von der Wand beleuchtet einen Abschnitt oder den gesamten Raum, wobei das Erscheinungsbild geweckt wird, dass die Oberflächen ohne irgendeine offensichtliche oder sichtbare Beleuchtungsquelle beleuchtet werden. In anderen Ausführungsformen kann die Leuchte konstruiert sein, um speziell zugeschnittene und/oder einstellbare Beleuchtungsmuster bereitzustellen. Im Allgemeinen würden derartige Lichtquellen in dem Sinn „indirekt“ sein, dass eine Oberfläche beleuchtet wird, während die Beleuchtung vor einer an Sicht versteckt ist. Beispielhafte Anwendungen würden eine Pendelleuchte, eine Seitenbeleuchtung, einen Wandleuchter, eine Deckenbeleuchtung, eine Arbeitsplatzbeleuchtung, eine Bahnbeleuchtung, Bodenlampen etc. umfassen.

[0080] Die Leuchte könnte in einer Vielzahl von anderen Anwendungen verwendet werden. Zum Beispiel erlaubt ein Arbeitslicht, dass die Leuchte verwendet, einem Betrachter die Sichtlinie des Betrachters zu der Lichtverteilung, die von der Leuchte hervorgebracht wird, auszurichten. Das Arbeitslicht be-

leuchtet eine Fläche, während dem Betrachter ermöglicht wird, direkt durch den Wellenleiter auf die beleuchtete Fläche zu blicken, und nicht um diese herum. Der Betrachter könnte in Merkmale wie beispielsweise gebohrte Löcher oder andere tiefe Öffnungen sehen. Eine derartige Leuchte steht im Gegensatz zu einem herkömmlichen Arbeitslicht, welches notwendigerweise außerhalb der direkten Sichtlinie des Betrachters positioniert werden muss, so dass das Arbeitslicht nicht vollständig das Innere des Lochs oder von anderen tiefen Öffnungen beleuchten würde. Ein weiteres Beispiel ist eine Brille oder Schutzbrillen, die Licht weg von dem Betrachter emittieren, während Licht in die Augen des Betrachters zurückprojiziert wird.

[0081] In einem noch anderen Beispiel könnte eine Leuchte so erscheinen, dass sie eine klare Platte ist, wenn sie von praktischen Positionen innerhalb eines Raumes betrachtet wird, während eine Beleuchtung in Richtung auf eine Wand, eine Decke, einen Schreibtisch, ein Arbeitsplatzbereich oder eine andere Oberfläche oder ein anderes Objekt bereitgestellt wird. Für einen gewöhnlichen Beobachter würde die Leuchte den Eindruck erwecken, dass das Licht mit keiner sichtbaren Quelle erzeugt wird, wobei eine Flexibilität bei der architektonischen Konstruktion, eine ästhetische Verbesserung und eine Verringerung der Blendung bereitgestellt wird. Zusätzliche Anwendungen umfassen einen Gesichtsschutz, eine Schmutzschutz an einer Salatbar, ein Fenster, welches ein äußeres Gebiet ohne die Notwendigkeit für ein externes Beleuchtungssystem und eine externe Verdrahtung beleuchtet, oder ein Sicherheitsfenster, welches für die Personen eines Raums als eine Leuchte erscheint, aber Betrachtern außerhalb des Raums erlaubt nach innen zu sehen. Noch weiter kann die Leuchte an einer Deckenplatte angebracht oder von einer Decke unter Verwendung einer Pendel-Anbringungsrichtung abgehängt werden. Jeder Ausführungsform kann piezoelektrischen Materialien und abgehängte Partikeleinrichtungen beinhalten, die entweder einstellbare Extraktionsmerkmale umfassen und/oder den Extraktionsmerkmalen erlauben einstellbar zu sein. Eine derartige Einstellbarkeit würde eine variable Helligkeit und/oder ein variables Beleuchtungsmuster ermöglichen.

[0082] Irgendwelche der hier offenbarten Ausführungsformen können eine Stromversorgungsschaltung mit einem Buck-Regler, einem Boost-Regler, einem Buck-Boost-Regler, eine SEPIC Stromversorgung oder dergleichen umfassen und können eine Treiberschaltung umfassen, wie offenbart in der U.S. Patentanmeldung mit der Seriennummer 14/291,829, eingereicht am 30. Mai 2014, mit dem Titel „High Efficiency Driver Circuit with Fast Response“ von Hu et al. (Cree Aktenzeichen P2276US1, Anwaltsaktenzeichen 034643-000618) oder der U.S. Patentanmeldung mit der Seriennummer 14/292,001, einge-

reicht am 30. Mai 2014, mit dem Titel „SEPIC Driver circuit with Low Input Current Ripple“ von Hu et al. (Cree Aktenzeichen P2271US1, Anwaltsaktenzeichen 034643-000616), die hier durch Bezugnahme Teil der vorliegenden Anmeldung sind. Die Schaltung kann ferner mit einer Lichtsteuerung-Schaltungsanordnung verwendet werden, die eine Farbtemperatur von irgendwelchen der hier offenbarten Ausführungsformen in Übereinstimmung mit der Eingabe eines Betrachters steuert, wie in der U.S. Patentanmeldung mit der Seriennummer 14/292,286, eingereicht am 30. Mai 2014, mit dem Titel „Lighting Fixture Providing Variable CCT“ von Pope et al. (Cree Aktenzeichen P2301US1) offenbart ist, die hier durch Bezugnahme Teil der vorliegenden Anmeldung ist.

[0083] Ferner können irgendwelche der hier offenbarten Ausführungsformen ein oder mehrere Kommunikationskomponenten, die einen Teil der Lichtsteuerung-Schaltungsanordnung bilden, wie beispielsweise eine HF Antenne, die eine HF Energie erfasst, umfassen. Die Kommunikationskomponenten können zum Beispiel eingebaut sein, um der Leuchte zu ermöglichen mit anderen Leuchten und/oder mit einem externen drahtlosen Controller zu kommunizieren, wie in der U.S. Patentanmeldung mit der Seriennummer 13/782,040, eingereicht am 1. Mai 2013, mit dem Titel „Lighting Fixture for Distributed Control“ oder der U.S. Patentanmeldung mit der Seriennummer 61/932,058, eingereicht am 27. Januar 2014, mit dem Titel „Enhanced Network Lighting“ offenbart ist, die beide im Namen des Anmelders der vorliegenden Anmeldung sind und deren Offenbarungen hier durch Bezugnahme Teil der vorliegenden Anmeldung sind. Allgemeiner umfasst die Steuerung-Schaltungsanordnung wenigstens eine Netzkomponente, eine HF Komponente, eine Steuerkomponente und einen Sensor. Der Sensor, wie beispielsweise ein knopfförmiger Sensor, kann eine Anzeige über Umgebungslichtpegel daran und/oder eine Belegung innerhalb des Raums oder des beleuchteten Gebiets bereitstellen. Ein derartiger Sensor kann in die Lichtsteuerung-Schaltungsanordnung integriert werden.

GEWERBLICHE ANWENDBARKEIT

[0084] Die hier offenbarten Extraktionsmerkmale extrahieren Licht aus dem Wellenleiter effizient heraus. Wenigstens einige der hier offenbarten Leuchten sind besonders ausgelegt zur Verwendung in Installationen, wie beispielsweise Vorrichtungen im Freien (zum Beispiel Straßenlampen, Hallenleuchten, Dachleuchten) und Vorrichtungen in Gebäuden (zum Beispiel Abwärtsleuchten, Deckenleuchten, einer Einklapp- oder Ausklapp-Anwendung, einer an einer Oberfläche angebrachte Anwendung auf einer Wand oder einer Decke usw.), die vorzugsweise einen Ausgang der gesamten Leuchte von wenigstens ungefähr 100 Lumen oder größer und in einigen Ausführungsformen eine Gesamtleuchtausgabe von

wenigstens ungefähr 3000 Lumen und in anderen Ausführungsformen eine Gesamtlumenausgabe von ungefähr 10.000 Lumen bis ungefähr 20.000 Lumen erfordern. Zum Beispiel könnte in einigen industriellen und geschäftsmäßigen Beleuchtungsanwendungen, wie beispielsweise einer Lagerbeleuchtung, eine Gesamtlumenausgabe von bis zu 10.000 Lumen gewünscht werden. Ferner weisen die hier offenbarten Leuchten vorzugsweise eine Farbtemperatur von zwischen ungefähr 2500° Kelvin und ungefähr 6200° Kelvin, und in einigen Ausführungsformen zwischen ungefähr 2500° Kelvin und ungefähr 5000° Kelvin, und in anderen Ausführungsformen 2700 oder 3500° Kelvin auf. Wenigstens einige der hier offenbarten Leuchten zeigen auch vorzugsweise einen Wirkungsgrad von wenigstens ungefähr 80 Lumen pro Watt, weiter bevorzugt wenigstens ungefähr 100 und am meisten bevorzugt 120 Lumen pro Watt auf. Ferner zeigen in einigen Ausführungsformen der Wellenleiter oder die Wellenleiter einen optischen Wirkungsgrad von wenigstens ungefähr 80%, vorzugsweise wenigstens 90%, und weiter bevorzugt von wenigstens ungefähr 95% auf. Ferner zeigen wenigstens einige der hier offenbarten Leuchten vorzugsweise einen Gesamtwirkungsgrad (d. h. Licht, extrahiert aus dem Wellenleiter, geteilt durch Licht, injiziert in den Wellenleiter) von wenigstens 70%, vorzugsweise wenigstens ungefähr 80%, und weiter vorzugsweise von wenigstens ungefähr 90% auf. Ein Farbwiedergabeindex (CRI) von wenigstens ungefähr 80 wird vorzugsweise von wenigstens einigen der hier offenbarten Leuchten erreicht, wobei ein CRI von wenigstens ungefähr 88 mehr bevorzugt ist und wenigstens ungefähr 90 am meisten bevorzugt wird. Einige Leuchten zeigen einen CRI von wenigstens ungefähr 90 auf, während ein relativ hoher Wirkungsgrad beibehalten wird. Irgendeine gewünschte besondere Ausgangslichtverteilung, wie beispielsweise eine Schmetterlings-Lichtverteilung, könnte erreicht werden, einschließlich von Aufwärts- und Abwärts-Lichtverteilungen oder nur Aufwärts- oder nur Abwärts-Verteilungen, usw.

[0085] Wenn man eine relativ kleine Lichtquelle verwendet, die in eine breite (zum Beispiel Lambert'sche) Winkelverteilung emittiert (was normalerweise der Fall für LED-gestützte Lichtquellen ist), erfordert die Erhaltung der Etendue, wie allgemein in dem Fachwissen verstanden wird, ein optisches System mit einer großen Emissionsfläche, um eine schmale (kollimierte) Winkellichtverteilung zu erzielen. Für den Fall von parabolischen Reflektoren muss eine große Optik somit allgemein hohe Kollimationsgrade erzielen. Damit eine große Emissionsfläche in einer kompakteren Konstruktion erzielt wird, stützt sich der Stand der Technik auf die Verwendung von Fresnel Linsen, die brechende optische Oberflächen verwenden, um das Licht auszurichten und zu sammeln. Fresnel Linsen sind jedoch der Art nach allgemein planar und eignen sich deshalb nicht gut

für eine Umleitung von Licht mit einem weiten Winkel, das von der Quelle ausgesendet wird, was zu einem Verlust des optischen Wirkungsgrads führt. Im Gegensatz dazu wird in dem hier beschriebenen Ausführungsformen Licht in die Optik gekoppelt, wobei vorwiegend TIR für eine Umleitung und Kollimation verwendet wird. Diese Kopplung ermöglicht, dass der vollständige Bereich einer winkelmäßigen Emission von der Quelle, einschließlich von weitwinkligem Licht, umgeleitet und kollimiert wird, was zu einem höheren optischen Wirkungsgrad mit einem kompakteren Formfaktor führt. Ein Beispiel eines Wellenleiters mit einer hohen Effizienz in einem kompakten Formfaktor ist in der U.S. Patentanmeldung mit der Nummer 13/839,949 beschrieben, die am 15. März 2013 eingereicht wurde, mit dem Titel „Optical Waveguide and Lamp Including Same“ (Cree Aktenzeichen Nummer P1961US1).

[0086] In wenigstens einigen der vorliegenden Ausführungsformen ist die Verteilung und Ausrichtung des Lichts innerhalb des Wellenleiters besser bekannt und somit wird das Licht in einer kontrollierten Weise gesteuert bzw. kontrolliert und extrahiert. In standardmäßigen optischen Wellenleitern springt das Licht durch den Wellenleiter vor und zurück. In den vorliegenden Ausführungsformen wird das Licht so weit wie möglich über einem Durchlauf durch den Wellenleiter extrahiert, um Verluste zu minimieren.

[0087] In einigen Ausführungsformen mag der Wunsch bestehen die Lichtstrahlen derart zu steuern, dass wenigstens einige der Lichtstrahlen kollimiert werden, aber in den gleichen oder anderen Ausführungsformen kann auch der Wunsch bestehen sämtliche oder andere der Lichtstrahlen zu steuern, um deren Winkeldispersion zu erhöhen, sodass das Licht nicht kollimiert wird. In einigen Ausführungsformen könnte der Wunsch bestehen auf schmale Bereiche zu kollimieren, während in anderen Fällen der Wunsch bestehen mag, genau das Gegenteil vorzunehmen.

[0088] Sämtliche Bezugnahmen, einschließlich von Veröffentlichungen, Patentanmeldungen und Patente, die hier angegeben sind, sind hier durch Bezugnahme zum gleichen Ausmaß Teil der vorliegenden Anmeldung, als ob eine Bezugnahme individuell und speziell so angezeigt wurde, als ob sie in ihrer Gesamtheit hier aufgeführt wären.

[0089] Die Verwendung der Begriffe „ein“ und „eine/einer“ und „der/die/das“ und ähnliche Bezugnahmen im Kontext einer Beschreibung der Ausführungsformen sind so gedacht, dass sie sowohl den Singular als auch den Plural abdecken, außer wenn dies anders hier angegeben ist oder sich dem Kontext deutlich entnehmen lässt. Eine Angabe von Bereichen von Werten, die hier gemacht werden, sind lediglich so gedacht, dass sie als ein abgekürztes Ver-

fahren zur individuellen Bezugnahme auf jeden getrennten Wert, der in den Bereich fällt, dienen, außer wenn dies hier anders angegeben ist, und jeder getrennte Wert ist in die Beschreibung eingebaut, als ob er einzeln hier angegeben wäre. Sämtliche Verfahren, die hier beschrieben werden, können in irgendeiner geeigneten Reihenfolge ausgeführt werden, außer wenn dies hier anders angezeigt ist oder wenn dies gegensätzlich deutlich dem Kontext entnehmbar ist. Die Verwendung von irgendwelchen und sämtlichen Beispielen oder einer beispielhaften Sprache (zum Beispiel „wie“), die hier angeführt werden, dient lediglich zum besseren Verständnis der Offenbarung und stellt keine Beschränkung für den Schutzbereich der Offenbarung dar. Kein Wortlaut in der Beschreibung sollte so konstruiert werden, dass er irgendein Element als wesentlich für die Praxis der Offenbarung anzeigt.

[0090] Zahlreiche Modifikationen der vorliegenden Offenbarung werden Durchschnittsfachleuten in dem technischen Gebiet im Hinblick auf die voranstehende Beschreibung offensichtlich sein. Es sei darauf hingewiesen, dass die dargestellten Ausführungsformen nur beispielhaft sind und nicht als Beschränkung für den Umfang der Offenbarung gedacht sind.

Patentansprüche

1. Leuchte, umfassend:
 - einen optischen Wellenleiter mit einer ersten Oberfläche und einer zweiten Oberfläche, die der ersten Oberfläche gegenüberliegt;
 - eine Lichtquelle, die zu dem optischen Wellenleiter gehört;
 - wobei wenigstens ungefähr 80% von Licht, das von der Lichtquelle erzeugt wird, von dem Wellenleiter in eine Beleuchtungsverteilung gerichtet wird, die von der ersten Oberfläche des optischen Wellenleiters emittiert wird.
2. Leuchte nach Anspruch 1, wobei wenigstens ungefähr 90% des Lichts von der ersten Oberfläche des optischen Wellenleiters emittiert wird.
3. Leuchte nach Anspruch 1, wobei wenigstens ungefähr 95% des Lichts von der ersten Oberfläche des optischen Wellenleiters emittiert wird.
4. Leuchte nach Anspruch 3, wobei der optische Wellenleiter einen optischen Wirkungsgrad von wenigstens 90% aufweist.
5. Leuchte nach Anspruch 3, wobei der optische Wellenleiter einen optischen Wirkungsgrad von wenigstens 95% aufweist.
6. Leuchte nach Anspruch 1, wobei der Wellenleiter eine Vielzahl von Extraktionsmerkmalen umfasst, die auf der ersten Oberfläche angeordnet sind.

7. Leuchte nach Anspruch 6, wobei jedes Extraktionsmerkmal eine äußere Oberfläche, die sich zwischen einer Öffnung angrenzend zu der ersten Oberfläche des Wellenleiters und einer Basis gegenüberliegend zu der Öffnung erstreckt, umfasst und wobei die äußere Oberfläche angrenzend zu der ersten Oberfläche des Wellenleiters unterschritten ist.

8. Leuchte nach Anspruch 7, wobei die Vielzahl von Extraktionsmerkmalen ein erstes Extraktionsmerkmal mit einer ersten Höhe und ein zweites Extraktionsmerkmal mit einer zweiten Höhe, die sich von der ersten Höhe unterscheidet, umfasst.

9. Leuchte nach Anspruch 7, wobei die Vielzahl von Extraktionsmerkmalen ein erstes Extraktionsmerkmal mit einem ersten Öffnungsdurchmesser und ein zweites Extraktionsmerkmal mit einem zweiten Öffnungsdurchmesser, der sich von dem ersten Öffnungsdurchmesser unterscheidet, umfasst.

10. Leuchte nach Anspruch 7, wobei die Vielzahl von Extraktionsmerkmalen ein erstes Extraktionsmerkmal mit einem ersten Basisdurchmesser und ein zweites Extraktionsmerkmal mit einem zweiten Basisdurchmesser, der sich von dem ersten Basisdurchmesser unterscheidet, umfasst.

11. Leuchte nach Anspruch 6, wobei die Vielzahl von Extraktionsmerkmalen in einem hexagonalen Feld angeordnet ist.

12. Leuchte, umfassend:
einen Wellenleiter mit einer ersten Oberfläche und einer zweiten Oberfläche, die der ersten Oberfläche gegenüberliegt, wobei der Wellenleiter ein Extraktionsmerkmal, das auf der ersten Oberfläche angeordnet ist, umfasst; und
eine Lichtquelle, die zu dem Wellenleiter gehört;
wobei Licht, das von der Lichtquelle emittiert wird, durch den Wellenleiter in eine Beleuchtungsverteilung gerichtet wird, die von der ersten Oberfläche des Wellenleiters emittiert wird; und
wobei der Wellenleiter optisch transparent ist, so dass die Beleuchtungsverteilung entlang einer Sichtlinie durch den Wellenleiter, die sich von der zweiten Oberfläche zu der ersten Oberfläche erstreckt, sichtbar ist.

13. Leuchte nach Anspruch 12, wobei wenigstens ungefähr 90% des Lichts, das von der Lichtquelle erzeugt wird, von der ersten Oberfläche des Wellenleiters emittiert wird, und wobei der Wellenleiter einen optischen Wirkungsgrad von wenigstens 90% aufweist.

14. Leuchte nach Anspruch 12, wobei der Wellenleiter eine Helligkeit von weniger als ungefähr 5% des von der Lichtquelle erzeugten Lichts aufweist, die entlang der Sichtlinie sichtbar ist.

15. Leuchte nach Anspruch 12, wobei das Extraktionsmerkmal eine gekrümmte Form aufweist, die sich zwischen einer Öffnung angrenzend zu der ersten Oberfläche und einer Basis gegenüberliegend zu der Öffnung erstreckt.

16. Leuchte nach Anspruch 15, wobei die gekrümmte Form eine äußere Oberfläche aufweist, die bestimmt wird durch iteratives Auftragen von Punkten unter Verwendung einer differenziellen Gleichung.

17. Leuchte nach Anspruch 16, wobei die differenzielle Gleichung diejenige Krümmung der äußeren Oberfläche berechnet, die eine interne Totalreflexion von Licht an der äußeren Oberfläche des Extraktionsmerkmals erzielt.

18. Leuchte nach Anspruch 17, wobei die differenzielle Gleichung eine Steigung, Slope, eines Punkts entlang der äußeren Oberfläche berechnet und umfasst:

$$\text{Slope} = -\frac{dh}{dR} = \tan(+\alpha)$$

wobei α ein komplementärer Winkel eines maximalen Einfallswinkels, der eine interne Totalreflexion ermöglicht, darstellt;

wobei φ durch einen Lichtstrahl, der auf den Punkt mit den Koordinaten $(h, R + R_0)$ einfällt, relativ zu einer Kante der Öffnung gegenüberliegend dem Punkt definiert ist, und wobei φ in Übereinstimmung mit folgender Beziehung berechnet wird:

$$\varphi = \text{ArcTan}\left(\frac{h}{R + R_0}\right)$$

wobei h der Abstand von der ersten Oberfläche des Wellenleiters ist, R_0 ein Radius der Öffnung ist, und R ein Abstand von einer Mittellinie des Extraktionsmerkmals zu dem Punkt ist.

19. Leuchte nach Anspruch 15, wobei die gekrümmte Form eine Höhe von zwischen ungefähr 10 μm und ungefähr 500 μm aufweist.

20. Leuchte nach Anspruch 15, wobei die gekrümmte Form einen ersten Abschnitt angrenzend zu der Öffnung und einen zweiten Abschnitt angrenzend zu der Basis aufweist.

21. Leuchte nach Anspruch 20, wobei der erste Abschnitt eine äußere Oberfläche aufweist, die relativ zu der ersten Oberfläche des Wellenleiters unterschritten ist.

22. Leuchte nach Anspruch 20, wobei der zweite Abschnitt eine zylindrische Form aufweist.

23. Leuchte nach Anspruch 20, wobei der zweite Abschnitt eine Höhe von zwischen ungefähr 10 μm und ungefähr 100 μm aufweist.

24. Leuchte nach Anspruch 12, wobei der Wellenleiter und das Extraktionsmerkmal das gleiche Material umfassen.

25. Leuchte nach Anspruch 12, ferner umfassend ein Element, wobei die Basis des Extraktionsmerkmals auf dem Element angeordnet ist.

26. Leuchte nach Anspruch 25, wobei das Element aus einem Material besteht, gewählt aus der Gruppe eines Films, eines Glases, eines Polyesters und eines Acryls.

27. Leuchte nach Anspruch 12, wobei ein Bondmerkmal, das oben an der Öffnung gebildet ist, während einer Verbindung des Extraktionsmerkmals mit der Lichtemissionsoberfläche des Wellenleiters versetzt wird.

28. Leuchte nach Anspruch 12, wobei die Leuchte eine asymmetrische Beleuchtungsverteilung erzeugt.

29. Leuchte nach Anspruch 12, wobei die Leuchte einen Gesamtwirkungsgrad von wenigstens 90% aufweist.

30. Leuchte, umfassend:
ein Gehäuse;
ein LED Element, das in dem Gehäuse angeordnet ist;
einen Wellenleiter mit einer Lichtemissionsoberfläche, die in dem Gehäuse angrenzend zu dem LED Element angeordnet ist; und
ein Extraktionsmerkmal, das auf der Lichtemissionsoberfläche des Wellenleiters angeordnet ist;
wobei das Extraktionsmerkmal eine gekrümmte Form aufweist, die sich zwischen einer Öffnung angrenzend zu der Lichtemissionsoberfläche und einer Basis gegenüberliegend zu der Öffnung erstreckt.

31. Leuchte nach Anspruch 30, wobei das LED Element in einem ersten Ende des Gehäuses angeordnet ist, und wobei sich der Wellenleiter aus einem zweiten Ende des Gehäuses gegenüberliegend zu dem ersten Ende heraus erstreckt.

32. Leuchte nach Anspruch 31, wobei das LED Element entlang einer Kopplungsfläche des Wellenleiters angeordnet ist.

Es folgen 14 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig. 1

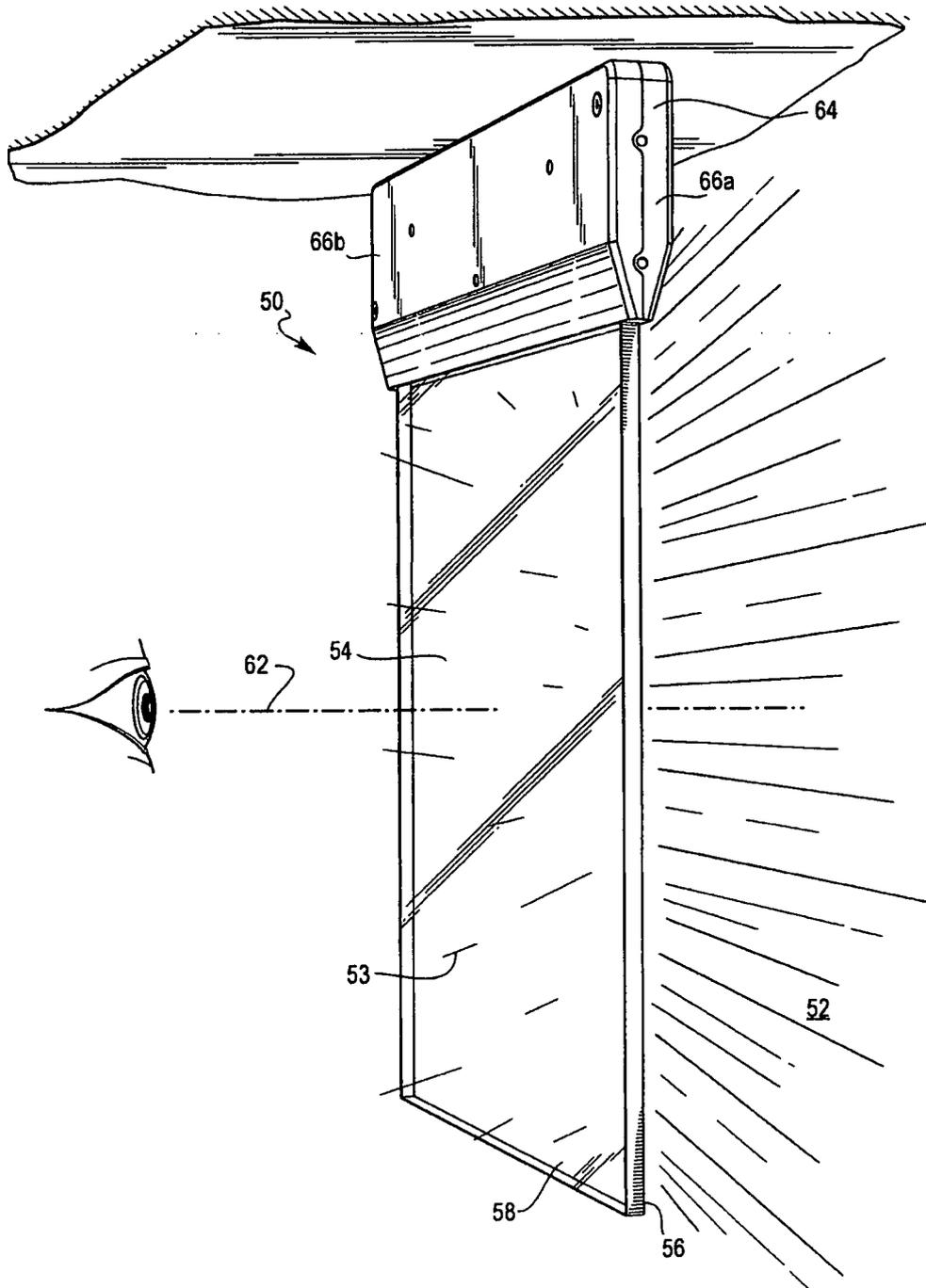


Fig. 2

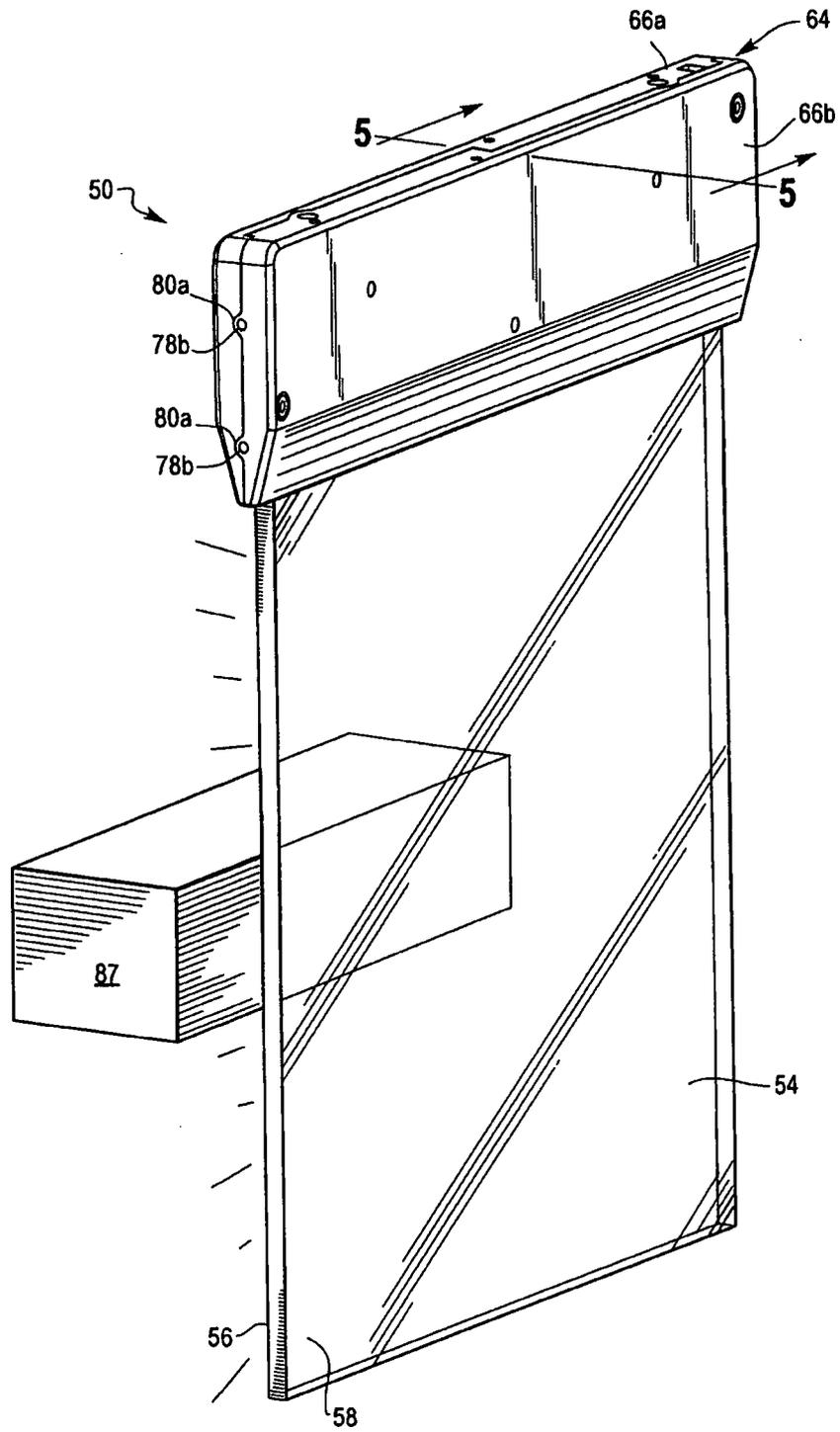


Fig. 2A

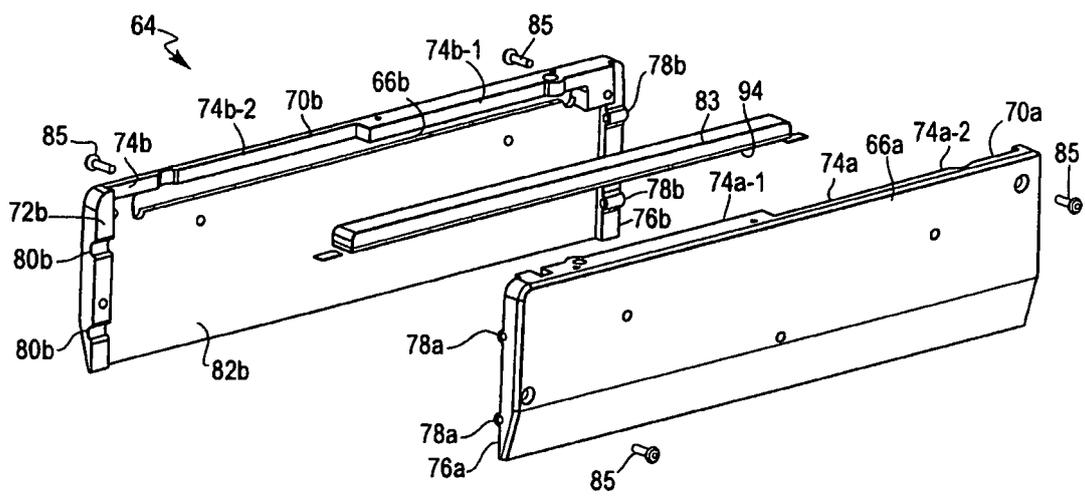


Fig. 3

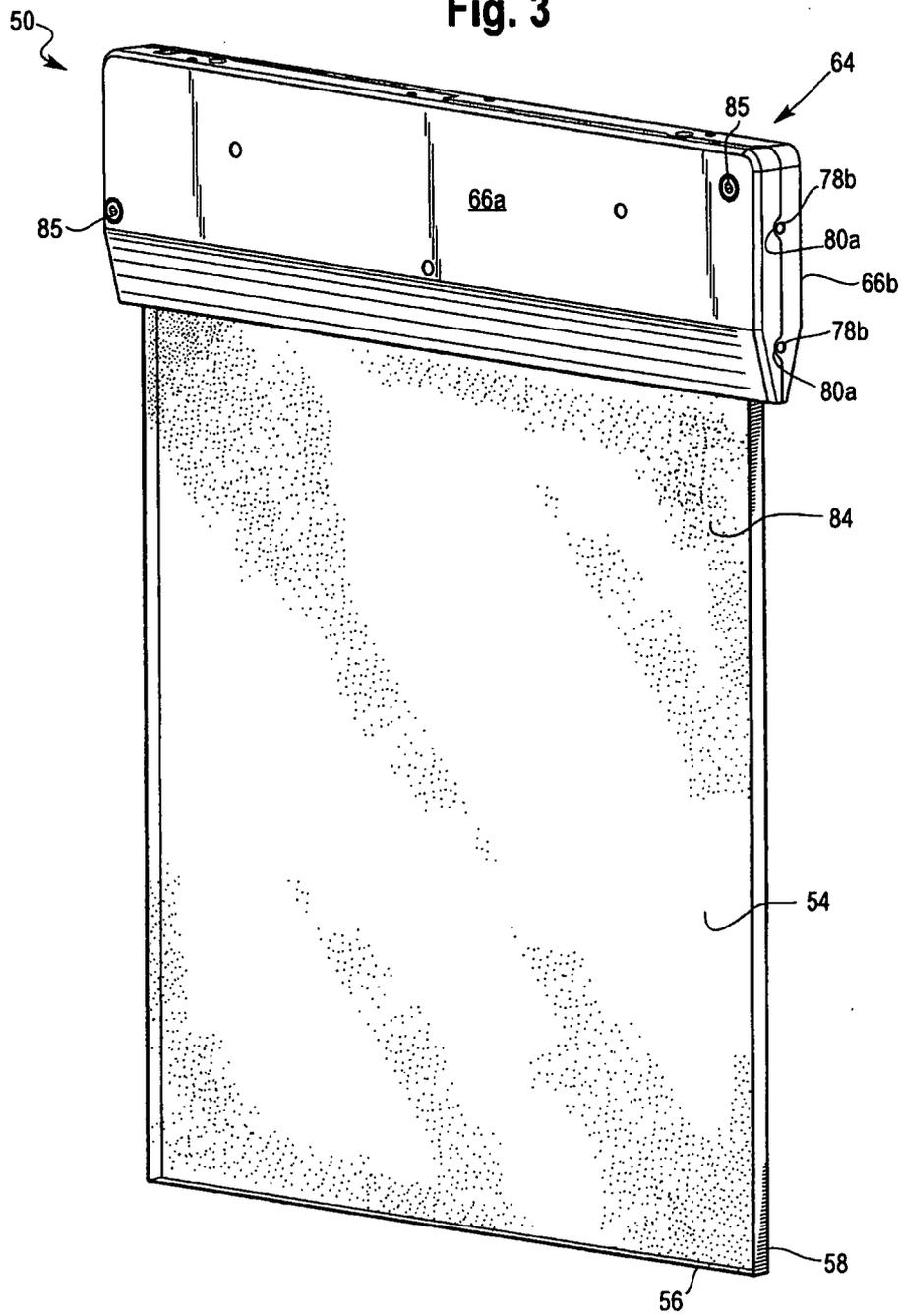
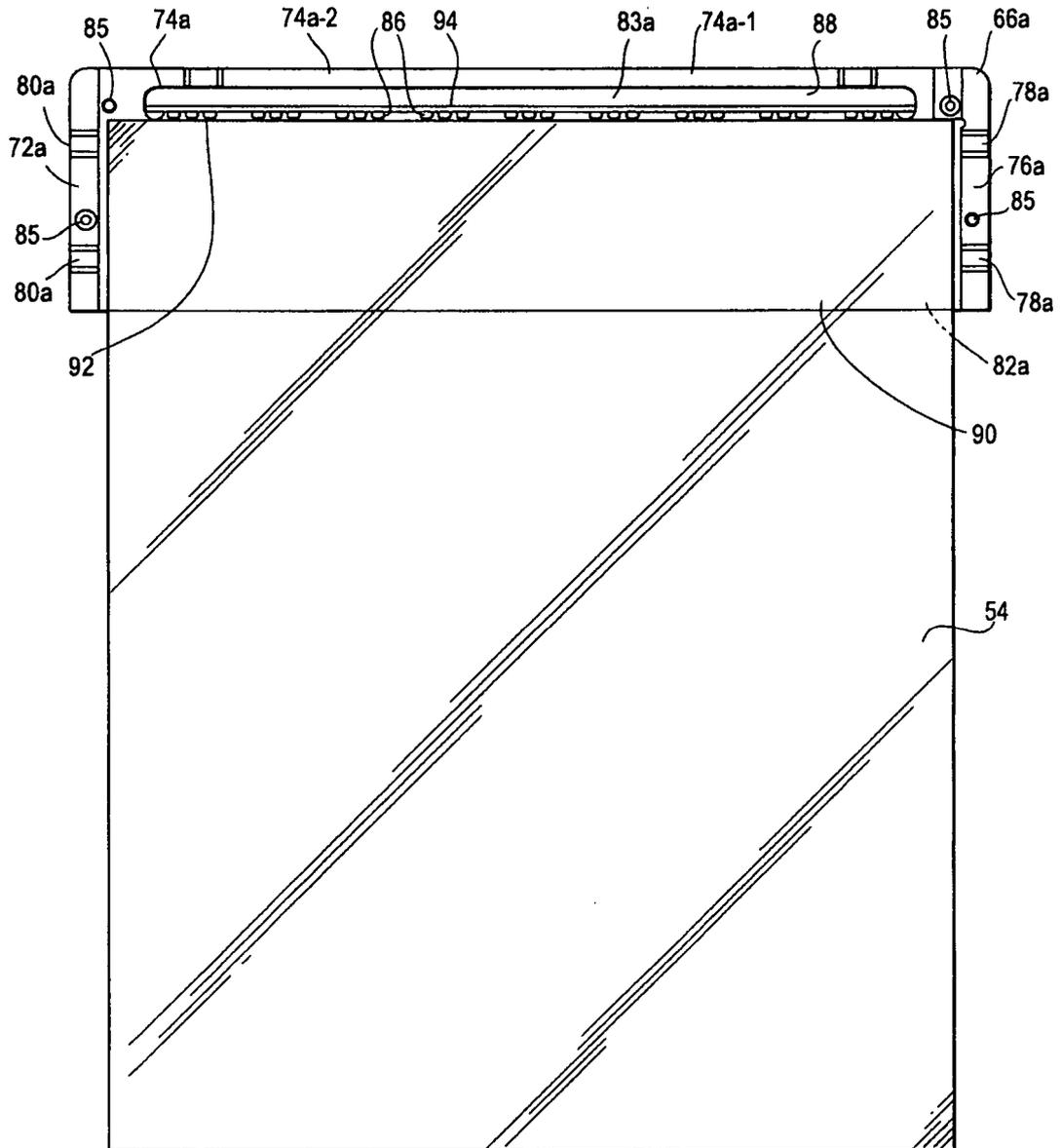
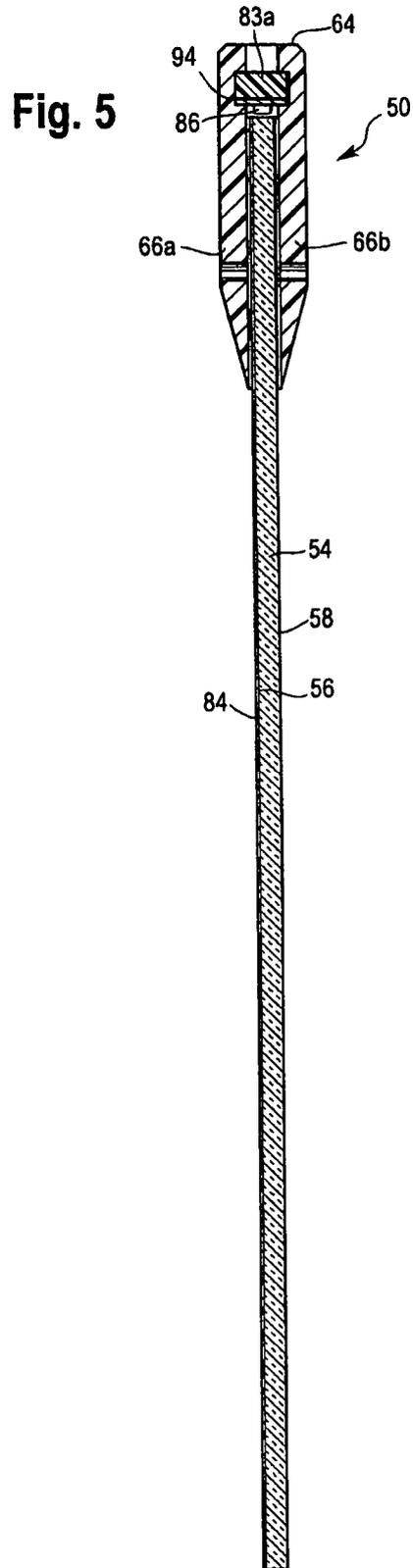


Fig. 4





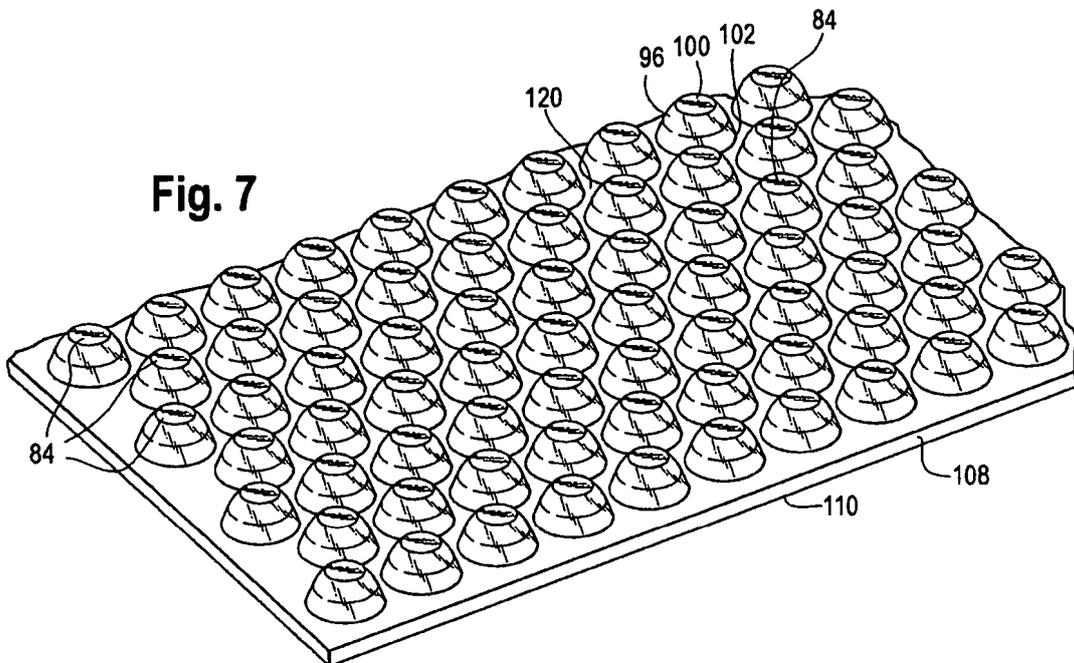
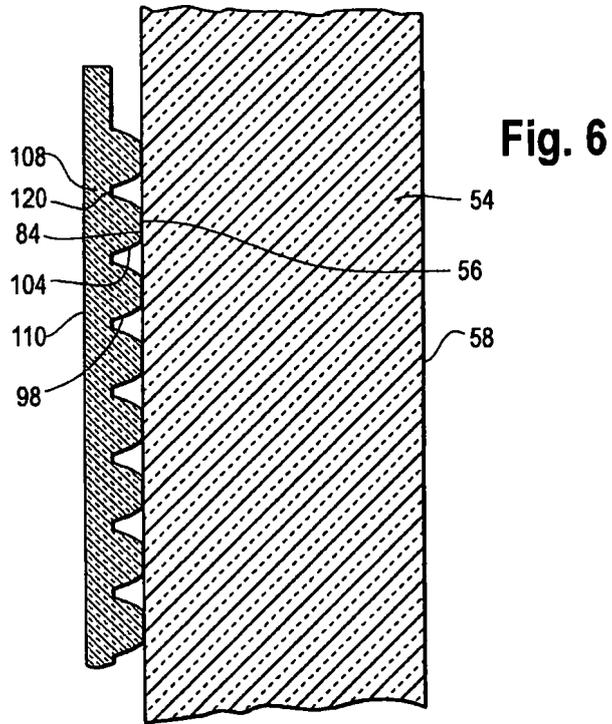


Fig. 8

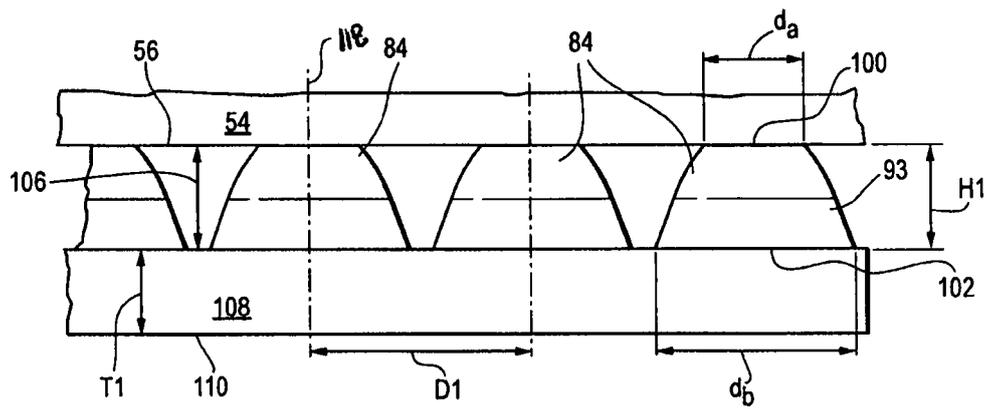


Fig. 9A

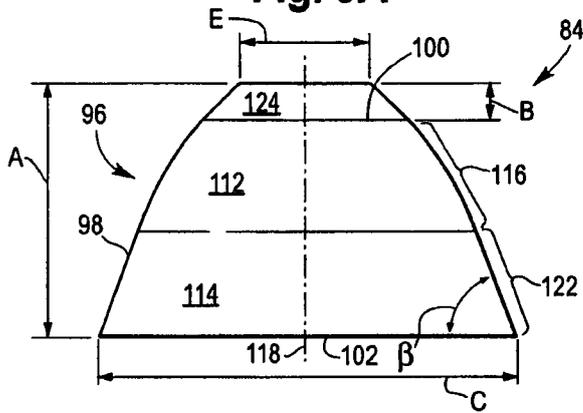


Fig. 9B

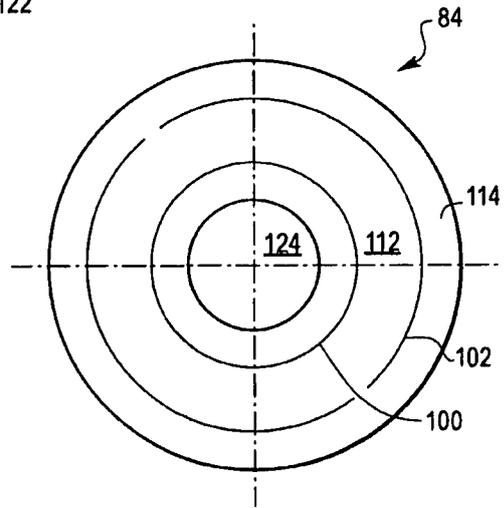


Fig. 10A

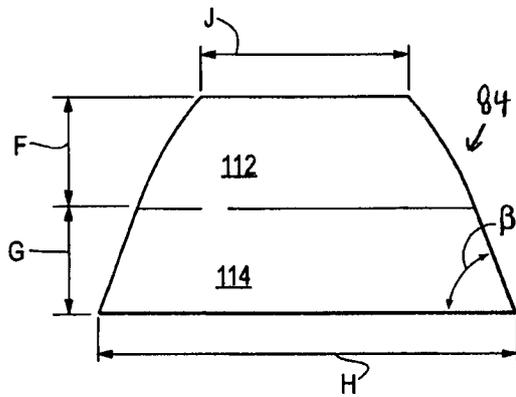


Fig. 10B

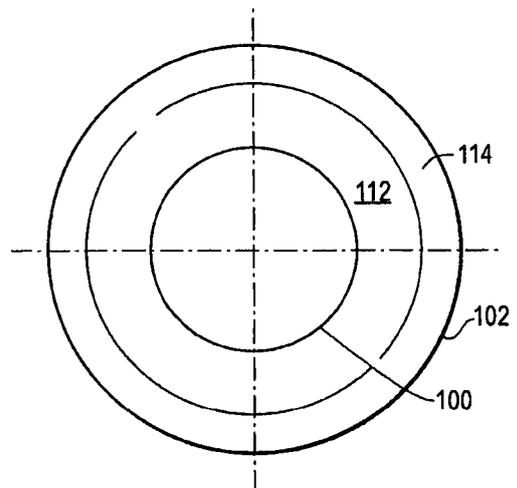


FIG. 11A

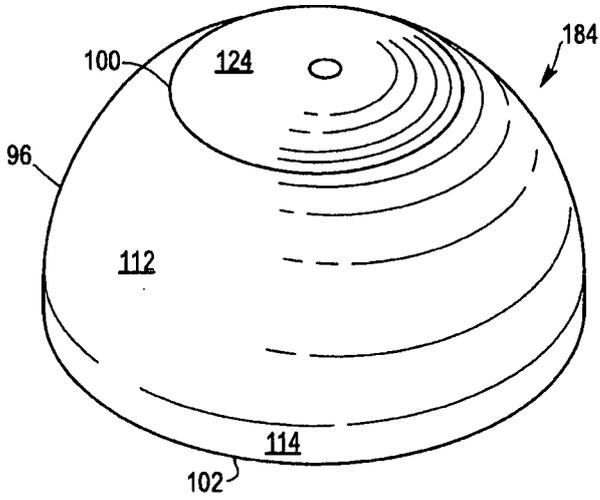


FIG. 11B

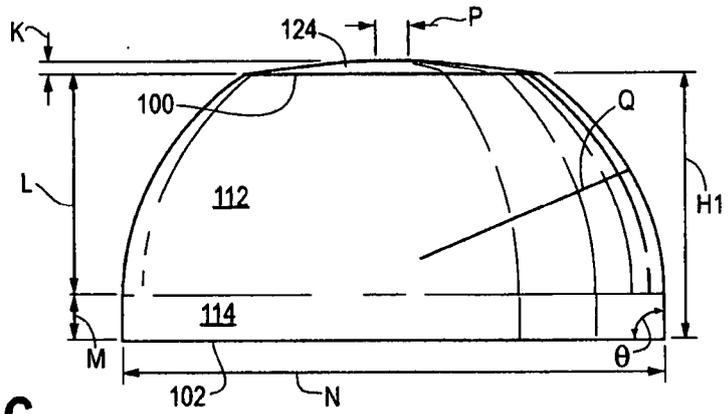


FIG. 11C

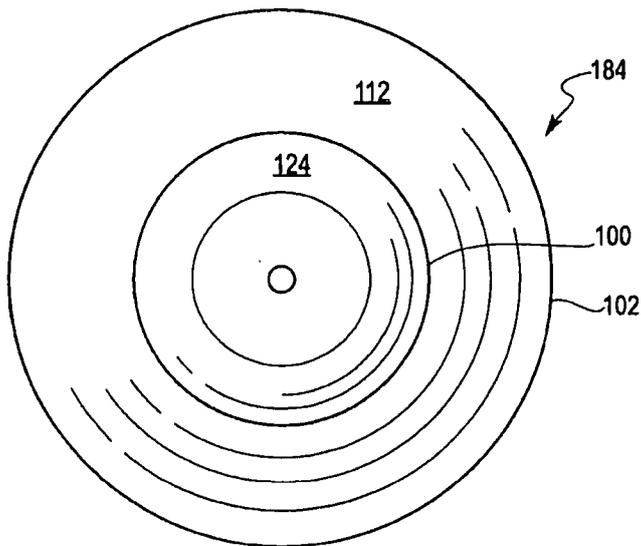


FIG. 12

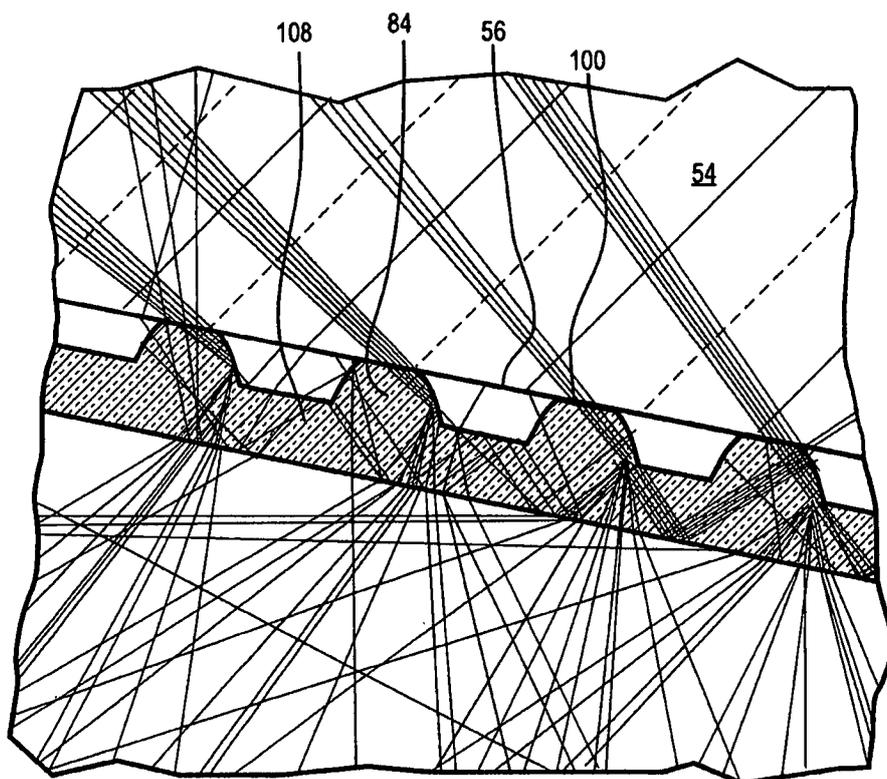
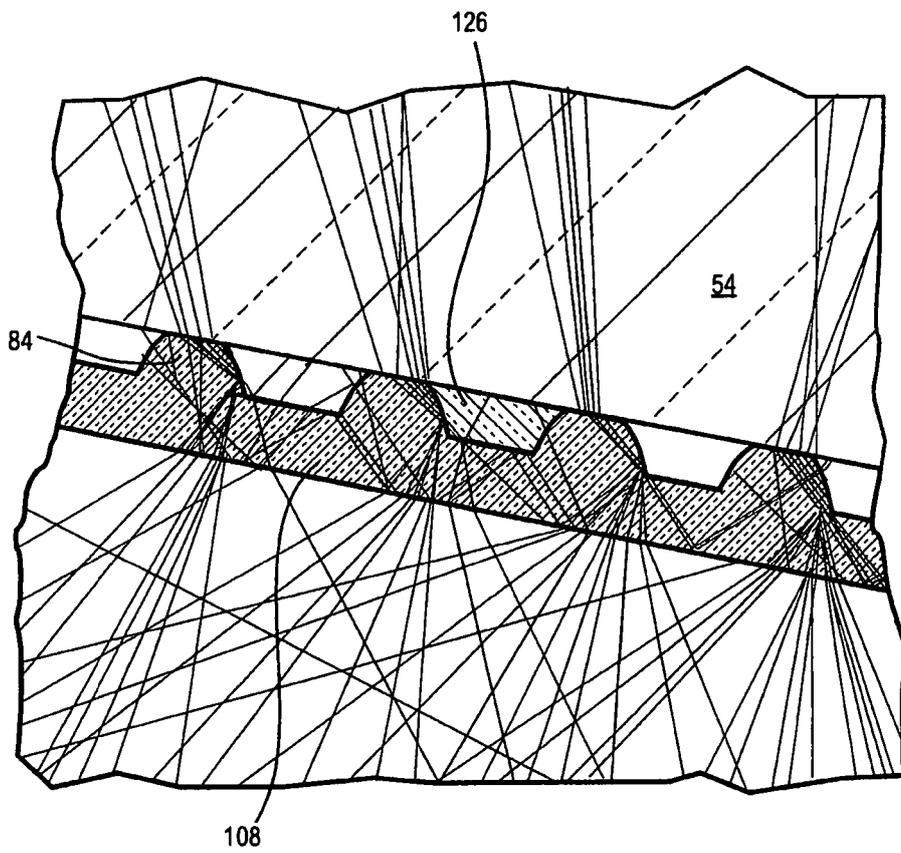


FIG. 13



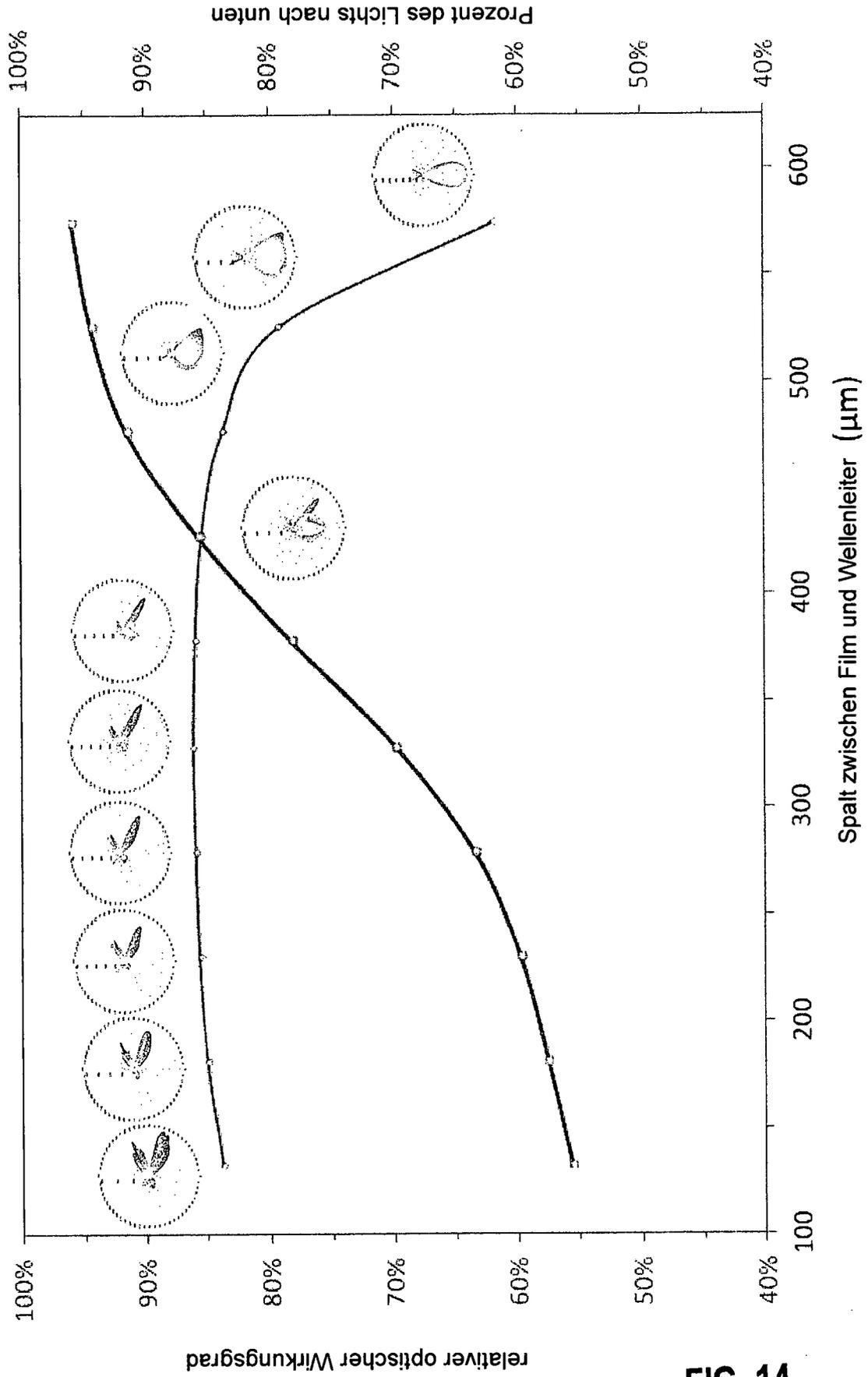


FIG. 14