



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 600 32 180 T2** 2007.10.25

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 264 201 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **600 32 180.0**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US00/20220**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **00 950 662.7**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2001/071396**

(86) PCT-Anmeldetag: **25.07.2000**

(87) Veröffentlichungstag
der PCT-Anmeldung: **27.09.2001**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **11.12.2002**

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **29.11.2006**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **25.10.2007**

(51) Int Cl.⁸: **G02B 5/04** (2006.01)
F21V 8/00 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
526609 16.03.2000 US

(73) Patentinhaber:
3M Innovative Properties Co., St. Paul, Minn., US

(74) Vertreter:
derzeit kein Vertreter bestellt

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT,
LI, LU, MC, NL, PT, SE**

(72) Erfinder:
**HOFFMAN, Joseph A., Saint Paul, MN 55133-3427,
US**

(54) Bezeichnung: **LICHTLEITER MIT AUESSENERER SCHUTZHUELLE**

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

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

Beschreibung**Gebiet der Erfindung**

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft im Allgemeinen einen Lichtleiter zum Übertragen und/oder Verteilen von Licht. Genauer betrifft die vorliegende Erfindung einen Lichtleiter, der Licht durch innere Totalreflexion transportiert.

Allgemeiner Stand der Technik

[0002] Lichtleiter (d.h., Lichtröhren, Lichtkanäle oder Lichtrohre) werden gewöhnlich verwendet, um Licht mit verhältnismäßig geringen Übertragungsverlusten von einer Lichtquelle (z.B. einer Hochleistungsbirne) zu einer entfernten Stelle zu übertragen. Lichtleiter können auch verwendet werden, um dekoratives oder funktionelles Licht wirksam über verhältnismäßig große Flächen zu verteilen.

[0003] Ein allgemeiner Lichtleiteraufbau weist eine rohrförmige Wand auf, die eine nichtstrukturierte Innenseite und eine strukturierte Außenseite aufweist. Die nichtstrukturierte Seite ist im Allgemeinen glatt, während die strukturierte Seite herkömmlich eine lineare Anordnung von Prismen aufweist, die in einer parallelen Beziehung nebeneinander angeordnet sind, um mehrere dreieckige Rillen zu bilden, die entlang der Länge des Lichtleiters verlaufen. Licht, das den Lichtleiter in einem annehmbaren Winkelbereich betritt, wird durch innere Totalreflexion aufgenommen, während es sich die Länge des Lichtleiters entlang bewegt. Ein beispielhafter Lichtleiter, wie er oben beschrieben ist, ist in US-A-4,805,984 offenbart.

[0004] Es wurden verschiedenste Techniken verwendet, um Licht zum Zweck des Beleuchtens einer Fläche von einem Lichtleiter zu verteilen. Eine Technik umfasst ein derartiges Ändern der Prismen (z.B. durch Abrunden der Prismenecken, Abschleifen der Prismen, völliges Entfernen ausgewählter Prismen, usw.), dass Licht durch die geänderten Bereiche abgegeben wird. Eine andere Technik umfasst das Anordnen eines Lichtextraktors im Lichtleiter. Typischerweise ist der Extraktor ein Streifen oder ein Blatt eines Materials (z.B. "SCOTCH-CAL EXTRACTOR FILMTM"), das dazu konfiguriert ist, das Licht in einem Winkel außerhalb des Winkelbereichs der inneren Totalreflexion zur Lichtleiterwand zu reflektieren. Wenn das Licht auf eine solche Weise reflektiert wird, wird das innere Reflexionsvermögen des Lichtleiters verringert, wodurch Licht gestattet wird, durch die Wand des Leiters zu entweichen, um eine dekorative oder funktionelle Beleuchtung bereitzustellen.

[0005] Lichtleiter werden gewöhnlich unter Verwendung eines optischen Beleuchtungsfilms (OLF) hergestellt. Ein typischer OLF ist aus einem verhältnis-

mäßig dünnen Bogen eines durchsichtigen Materials (z.B. Acryl oder Polycarbonat) hergestellt, wobei an einer Seite des Bogens eine lineare Anordnung von Prismen geprägt oder auf eine andere Weise gebildet ist. Der Bogen des Materials ist typischerweise ausreichend biegsam, um zu gestatten, dass der OLF aufgerollt wird, um einen Lichtleiter in der Form eines Rohrs zu bilden. OLFs, die zur Verwendung bei der Herstellung von Lichtleitern geeignet sind, sind in US-A-4,906,070 und US-A-5,056,892 offenbart.

[0006] EP-A-0 290 267 offenbart eine faltbare Lichtrohre, die so aufgebaut ist, dass sie zusammengefoldet werden kann, um für den Versand flach zu liegen, aber leicht zu einem Rohr zur Verwendung als Beleuchtungskörper erweitert werden kann, wenn sie z.B. an einer Decke aufgehängt ist. Diese faltbare Lichtrohre kann mit Halterungen in der Form von Drahtösen versehen sein, wobei nach Bedarf eine oder mehrere derartige Ösen verwendet werden können, um zu verursachen, dass die Lichtrohre die gewünschte Form behält.

[0007] US-A-5,784,517 offenbart einen Lichtleiter, der eine Wand aufweist, die eine im Allgemeinen glatte Innenseite und eine strukturierte Außenseite aufweist, wobei die strukturierte Außenseite mehrere Prismen aufweist, die Rillen definieren, welche sich entlang einer Länge des Lichtleiters erstrecken, und der eine Halterung aufweist, die die äußere Hülse umgibt, um den hohlen Lichtleiter in einer elastisch verformten Konfiguration zu halten.

Kurzdarstellung der Erfindung

[0008] Die Erfindung schafft ein wie in Anspruch 1 definiertes Lichtverteilungssystem. Einzelne Ausführungsformen der Erfindung sind jeweils Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0009] Nach der vorliegenden Erfindung weist das Lichtverteilungssystem eine Halterung auf, die sich in der Längsrichtung erstreckt. Diese Halterung umgibt eine biegsame schützende äußere Hülse, die wiederum einen biegsamen hohlen Lichtleiter des Lichtverteilungssystems umgibt. Indem sie die äußere Hülse umgibt, hält die sich in der Längsrichtung erstreckende Halterung den Lichtleiter in einer elastisch verformten, im Allgemeinen nichtzylinderförmigen Konfiguration.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0010] Die beiliegenden Zeichnungen, die in diese Beschreibung aufgenommen sind und einen Teil davon bilden, veranschaulichen mehrere Gesichtspunkte der Erfindung und dienen zusammen mit der Beschreibung dazu, die Grundsätze der Erfindung zu erklären. Eine kurze Beschreibung der Zeichnungen lautet wie folgt:

[0011] [Fig. 1](#) ist eine teilweise geschnittene Ansicht einer Beleuchtungsvorrichtung;

[0012] [Fig. 2](#) ist eine Endansicht der Beleuchtungsvorrichtung von [Fig. 1](#);

[0013] [Fig. 3](#) ist eine Querschnittsansicht entlang der Schnittlinie 3-3 von [Fig. 2](#);

[0014] [Fig. 4](#) ist eine Draufsicht, die einen Lichtleiter zeigt, der ein Lichtextraktionsmuster aufweist, wobei der dargestellte Lichtleiter in der Längsrichtung geschnitten und flach gelegt wurde;

[0015] [Fig. 5](#) ist eine Draufsicht, die einen anderen Lichtleiter zeigt, der ein Lichtextraktionsmuster aufweist, wobei der dargestellte Lichtleiter in der Längsrichtung geschnitten und flach gelegt wurde;

[0016] [Fig. 6](#) ist eine Draufsicht, die noch einen anderen Lichtleiter zeigt, der ein Lichtextraktionsmuster aufweist, wobei der dargestellte Lichtleiter in der Längsrichtung geschnitten und flach gelegt wurde;

[0017] [Fig. 7](#) ist eine Draufsicht, die einen weiteren Lichtleiter zeigt, der ein Lichtextraktionsmuster aufweist, wobei der dargestellte Lichtleiter in der Längsrichtung geschnitten und flach gelegt wurde;

[0018] [Fig. 8](#) ist eine Draufsicht, die einen zusätzlichen Lichtleiter zeigt, der ein Lichtextraktionsmuster aufweist, wobei der dargestellte Lichtleiter in der Längsrichtung geschnitten und flach gelegt wurde;

[0019] [Fig. 9](#) ist eine Endansicht einer anderen Beleuchtungsvorrichtung, wobei die Beleuchtungsvorrichtung ein Muster von Lichtabgabestrukturen aufweist, die an einem Einsatz bereitgestellt sind, welcher in einen Lichtleiter eingesetzt ist;

[0020] [Fig. 10](#) ist eine Endansicht einer weiteren Beleuchtungsvorrichtung, wobei die Beleuchtungsvorrichtung einen Lichtleiter aufweist, der ein Muster von diskreten Abtragungen aufweist, um Licht vom Lichtleiter freizugeben;

[0021] [Fig. 11](#) ist eine Endansicht einer anderen Beleuchtungsvorrichtung, wobei die Beleuchtungsvorrichtung einen Lichtleiter aufweist, der ein Muster von Punkten aufweist, die an seiner Außenfläche bereitgestellt sind, um Licht vom Lichtleiter freizugeben;

[0022] [Fig. 12](#) ist eine Endansicht einer anderen Beleuchtungsvorrichtung, wobei die Beleuchtungsvorrichtung eine äußere Hülse aufweist, die an einen inneren Lichtleiter gebunden ist;

[0023] [Fig. 13](#) ist eine Endansicht einer weiteren Beleuchtungsvorrichtung, wobei die Beleuchtungsvorrichtung einen Lichtleiter aufweist, der von einer

äußeren Hülse umgeben ist, die ein Muster von rückstrahlenden Punkten aufweist;

[0024] [Fig. 14A](#) zeigt eine Beleuchtungsvorrichtung nach den Grundsätzen der vorliegenden Erfindung, die in einer quadratischen Halterung angebracht ist;

[0025] [Fig. 14B](#) zeigt eine Beleuchtungsvorrichtung nach den Grundsätzen der vorliegenden Erfindung, die in einer dreieckigen Halterung angebracht ist;

[0026] [Fig. 14C](#) zeigt eine Beleuchtungsvorrichtung nach den Grundsätzen der vorliegenden Erfindung, die in einer rechteckigen Halterung angebracht ist;

[0027] [Fig. 14D](#) zeigt eine Beleuchtungsvorrichtung nach den Grundsätzen der vorliegenden Erfindung, die in einer kuppelförmigen Halterung angebracht ist;

[0028] [Fig. 14E](#) zeigt eine Beleuchtungsvorrichtung nach den Grundsätzen der vorliegenden Erfindung, die in einer Halterung zur Anbringung in einer Ecke angebracht ist;

[0029] [Fig. 15A](#) zeigt eine Beleuchtungsvorrichtung nach den Grundsätzen der vorliegenden Erfindung, die in einer zweiteiligen Halterung angebracht ist;

[0030] [Fig. 15B](#) ist eine Endansicht der Beleuchtungsvorrichtung von [Fig. 15A](#); und

[0031] [Fig. 16](#) zeigt ein Paar von Beleuchtungsmodulen.

Ausführliche Beschreibung

[0032] Nun wird ausführlich auf beispielhafte Gesichtspunkte der vorliegenden Erfindung Bezug genommen werden, die in [Fig. 14A](#) bis E und [Fig. 15A](#) bis B der beiliegenden Zeichnungen veranschaulicht sind. Wo immer dies möglich ist, werden die gleichen Bezugszeichen über die Zeichnungen hinweg verwendet werden, um auf die gleichen oder ähnliche Teile zu verweisen. Es muss bemerkt werden, dass die Ausführungsformen der Beleuchtungsvorrichtungen, die in [Fig. 1](#) bis [Fig. 13](#) und [Fig. 16](#) gezeigt sind, in Verbindung mit jeder der in [Fig. 14A](#) bis E, [Fig. 15A](#) und [Fig. 15B](#) gezeigten Halterungen verwendet werden können.

[0033] [Fig. 1](#) bis [Fig. 3](#) veranschaulichen eine Beleuchtungsvorrichtung 20. Die Beleuchtungsvorrichtung 20 weist einen hohlen, rohrförmigen Lichtleiter 22 auf, der von einer biegsamen, schützenden äußeren Hülse 24 umgeben ist. Der Lichtleiter 22 weist eine zylinderförmige Wand 26 auf, die eine strukturierte Außenfläche 28 und eine im Allgemeinen glatte Innenfläche 30 aufweist. Die strukturierte Außenfläche 28 weist eine lineare Anordnung von Prismen 32 (z.B. rechtwinkelige gleichschenkelige Prismen oder

andere Arten von Prismen) auf, die in einer parallelen Beziehung nebeneinander angeordnet sind, um mehrere Rillen **34** zu bilden, die entlang der Länge des Lichtleiters **22** verlaufen. Der Lichtleiter **22** ist so konfiguriert, dass einfallendes Licht, das sich durch den Lichtleiter **22** bewegt, innerhalb eines vorbestimmten Winkelbereichs im Lichtleiter **22** eine innere Totalreflexion erfahren wird. Zum Beispiel wird wie in [Fig. 3](#) gezeigt Licht, das in einem Winkel von weniger als θ auf die Innenfläche **30** des Lichtleiters **22** trifft, im Lichtleiter **22** eine innere Totalreflexion erfahren. Der Winkel θ ist als der Arcussinus des Verhältnisses des Brechungsindex des umgebenden Mediums (typischerweise Luft) zu jenem des Wandmaterials definiert. Wenn der Brechungsindex des dielektrischen Materials 1,5 ist, wie dies für Acrylkunststoff der Fall ist, beträgt θ etwa 27,5 Grad.

[0034] Das bestimmte Material, das für die Wand **26** des Lichtleiters **22** verwendet wird, kann unterschiedlich sein, doch für die meisten Anwendungen ist bevorzugt, dass das Material im Allgemeinen biegsam und durchsichtig ist. Beispielhafte Arten von Material beinhalten Polymermaterialien oder Glas. Nützliche Polymermaterialien beinhalten Acryle und Polycarbonate, die Nennbrechungsindizes von 1,49 bzw. 1,58 aufweisen. Andere nützliche Polymere sind Polypropylen, Polyurethane, Polystyrole, Polyvinylchloride, und dergleichen. Das bestimmte gewählte Material ist nicht von Bedeutung, solange es die beschriebene Funktion bereitstellt. Eine beispielhafte Art von Produkt, das zur Verwendung bei der Herstellung der zylinderförmigen Wand **26** geeignet ist, ist der von der 3M Corporation, St. Paul, Minnesota erhältliche optische Beleuchtungsfilm (OLF).

[0035] Es gibt eine Anzahl unterschiedlicher Weisen zur Massenherstellung der zylinderförmigen Wand **26** des Lichtleiters **22**. Zum Beispiel offenbaren US-A-3,689,346, US-A-4,244,683, und US-A-4,576,850 allesamt Techniken, die zur Herstellung der zylinderförmigen Wand **26** geeignet sind. Der bestimmte Herstellungsvorgang ist nicht wesentlich und ist eine Frage der Wahl auf Basis der Wirtschaftlichkeit und der Verfügbarkeit.

[0036] Zur Herstellung des Lichtleiters **22** unter Verwendung des OLF wird der OLF vorzugsweise zu einer rohrförmigen Konfiguration aufgerollt oder gewickelt, wobei eine Längsnaht des Rohrs durch herkömmliche Techniken wie etwa Ultraschallschweißen, Klebstoff, Klebeband, oder Klammern befestigt wird. In einigen Ausführungsformen können die Längskanten des Rohrs überlappend sein. In anderen Ausführungsformen kann die zylinderförmige Wand **26** über den Kontakt mit der schützenden Hülse **24** in der rohrförmigen Konfiguration gehalten werden.

[0037] Obwohl es bequem ist, wenn der Lichtkanal

22 aus biegsamem OLF hergestellt wird, könnten auch andere Strukturen verwendet werden. Zum Beispiel kann der Lichtleiter **22** extrudiert oder gegossen sein, um ein biegsames einheitliches Element bereitzustellen.

[0038] Die Dicke der zylinderförmigen Wand **26** des Lichtleiters **22** ist nicht besonders wesentlich. Doch in einer nicht beschränkenden Ausführungsform weist die zylinderförmige Wand **26** eine Nennstärke von etwa 0,4 mm (0,015 eines Inchs) auf und weist sie 30 Prismen pro cm (70 Prismen pro Inch) auf. Eine derartige Ausführungsform zeigt eine ausreichende Biegsamkeit, um fähig zu sein, zu einem zylinderförmigen Lichtleiter aufgerollt zu werden, der einen Mindestdurchmesser von ungefähr drei Inch aufweist. Zusätzlich wird ein derartiger Film genügend starr und selbsttragend sein, um seine Form zu bewahren, wenn er zu einem zylinderförmigen Lichtleiter aufgerollt wird, der einen Durchmesser von mindestens 18 Inch aufweist.

[0039] Die Beleuchtungsvorrichtung **20** weist vorzugsweise auch mehrere Lichtabgabestrukturen auf, um zu verursachen, dass Licht durch die zylinderförmige Wand **26** des Lichtleiters **22** übertragen oder abgegeben wird. Wie in [Fig. 1](#) bis [Fig. 3](#) gezeigt weisen die Lichtabgabestrukturen mehrere Punkte **36** auf, die entlang der glatten Innenfläche **30** der zylinderförmigen Wand **26** bereitgestellt sind. Die Punkte **36** können jede beliebige Anzahl von unterschiedlichen Arten von verhältnismäßig kleinen, diskreten, nichtverbundenen Abgabestrukturen aufweisen, die fähig sind, Licht zu einem Winkel, der größer als θ ist, zu reflektieren oder zu brechen, damit das Licht durch die zylinderförmige Wand **26** abgegeben werden kann. Wie in [Fig. 1](#) gezeigt sind die Punkte **36** im Allgemeinen rund. Man wird jedoch verstehen, dass die Punkte jede beliebige Anzahl von unterschiedlichen Formen aufweisen können. Beispielhafte andere Arten von Formen beinhalten Rauten, Achtecke, Dreiecke, Rechtecke, Kreuze, Ellipsen, nichtsymmetrische Formen, usw.

[0040] Abhängig von der Menge des Lichts, deren Extraktion aus dem Lichtleiter **22** gewünscht ist, kann die Punktkonzentration verändert werden. Durch Erhöhen der Punktkonzentration wird mehr Licht aus dem Lichtleiter **22** extrahiert. Durch Verringern der Punktkonzentration wird weniger Licht aus dem Lichtleiter extrahiert.

[0041] Der Ausdruck "Punktkonzentration" soll die Fläche der Punktbedeckung bedeuten, die pro Einheitsfläche der glatten Innenfläche **30** bereitgestellt ist. Die Punktkonzentration kann durch zahlreiche unterschiedliche Techniken verändert werden. Zum Beispiel kann die Punktkonzentration durch Beibehalten einer konstanten Anzahl von Punkten pro Einheitsfläche der Innenfläche **30** und Vergrößern der

relativen Größe der Punkte erhöht werden. Alternativ kann die Punktkonzentration durch Beibehalten einer gleichmäßigen Punktgröße und Erhöhen der Anzahl der Punkte pro Einheitsfläche der Innenfläche **30** erhöht werden. Und ferner kann gleichzeitig sowohl die Größe der Punkte als auch die Anzahl der Punkte pro Einheitsfläche verändert werden, um gewünschte Beleuchtungserscheinungen zu erreichen.

[0042] In einer Ausführungsform sind die Punkte **36** entlang von Linien angeordnet, die eine Beabstandung von etwa 8 Linien pro cm (20 Linien pro Inch) aufweisen, und stellen die Punkte pro Linie eine Abdeckung von 5 bis 50 Prozent bereit. In anderen Ausführungsformen kann eine Linienabdeckung von 0 bis 100 Prozent bereitgestellt sein. Indem die Punkte **36** über die Innenfläche **30** verteilt werden, und die Punkte **36** verhältnismäßig klein gehalten werden, kann Licht im Allgemeinen gleichmäßig aus dem Lichtleiter **22** extrahiert werden, ohne jegliche nach außen hin sichtbare Ränder oder Unterbrechungen in der Beleuchtung zu schaffen. Mit anderen Worten können die Punkte **36** verwendet werden, um eine Beleuchtung ohne jegliche diskrete oder abrupte Schwankungen in der Beleuchtung bereitzustellen (z.B. können merkbare Ränder wie etwa jene, die durch Extraktoren vom Blatt- oder Streifentyp verursacht werden, beseitigt werden). Die Punkte **36** können auch verwendet werden, um eine Extraktion von 360 Grad durch den Lichtleiter **22** bereitzustellen (d.h., Licht wird über den gesamten Umfang des Lichtleiters **22** abgegeben). Die Punkte **36** können ferner in nichtzylinderförmigen Lichtleitern verwendet werden, um eine Lichtextraktion von 360 Grad bereitzustellen. Für eine derartige Ausführungsform wird Licht über einen gesamten Umfang des Lichtleiters extrahiert, ohne jegliche merkbare Lücken oder Unterbrechungen in der Beleuchtung zu erzeugen. Wenn der Lichtkanal zum Beispiel rechteckig ist, wird Licht von allen vier Seiten des Lichtleiters extrahiert, ohne jegliche merkbare Lücken oder Unterbrechungen in der Beleuchtung zu erzeugen. In alternativen Ausführungsformen können die Punkte selektiv positioniert sein, um nur ein Teilbogensegment des hohlen Lichtleiters zu bedecken. Um zum Beispiel Licht aus einem bestimmten Bogenabschnitt des Lichtleiters zu leiten, können die Punkte nur auf die Hälfte des hohlen Lichtleiters gedruckt sein (d.h., können die Punkte auf ein Bogensegment von 180 Grad des Lichtleiters gedruckt sein). In noch anderen Ausführungsformen kann das Punktmuster nur an ausgewählten Bereichen des Lichtleiters bereitgestellt sein, um eine gewünschte Beleuchtungswirkung oder ein Muster (z.B. eine spiralförmige Wellenform, Streifen, usw.) bereitzustellen.

[0043] Vorzugsweise werden die Punkte **36** direkt auf die glatte Innenfläche **30** des Lichtleiters **22** aufgebracht, gesprüht, abgelagert, gedruckt, als Partikel abgelagert, pulverbeschichtet, farbgespritzt oder auf

eine andere Weise bereitgestellt. Zum Beispiel können die Punkte **36** direkt auf die glatte Innenfläche **30** der zylinderförmigen Wand **26** gedruckt (z.B. laserge-druckt, tintenstrahlgedruckt, digital gedruckt, siebge-druckt, usw.) werden. Thermodrucker und Thermotintenstrahldrucker könnten ebenfalls verwendet werden. Vorzugsweise werden die Punkte **36** auf die glatte Innenfläche **30** gedruckt, während die zylinderförmige Wand **26** flach gelegt ist. Nach dem Drucken kann die zylinderförmige Wand **26** aufgerollt werden, um den rohrförmigen Lichtleiter **22** zu bilden.

[0044] Die Punkte **36** sind vorzugsweise aus einem durchscheinenden Material hergestellt, das fähig ist, Licht sowohl zu reflektieren als auch zu brechen (d.h., zu übertragen). Zum Beispiel wird wie in [Fig. 3](#) gezeigt ein Lichtstrahl **38**, der auf einen der Punkte **36** trifft, sowohl diffus reflektiert oder zerstreut (wie durch die Strahlen **40** gezeigt) als auch gebrochen (wie durch die Strahlen **42** gezeigt). Die Strahlen **40** und **42** sind in einem Winkel gerichtet, der größer als θ ist, so dass die Strahlen durch die zylinderförmige Wand **26** des Lichtleiters **22** entweichen. Die Punkte **36** können aus jeder beliebigen Anzahl von unterschiedlichen Arten von reflektierenden/brechenden Beschichtungen, Tinten, Farben oder Lacken hergestellt sein. Ein diffus reflektierendes Material wie etwa Titandioxid ist bevorzugt. Die Punkte **36** sind vorzugsweise ausreichend dünn, um einen gewissen Grad an Durchscheinbarkeit sicherzustellen. Wenn zum Beispiel Titandioxid verwendet wird, weisen die Punkte **36** vorzugsweise eine Dicke im Bereich von 10 bis 15 Mikron auf. Die Kombination aus reflektiertem und gebrochenem Licht, die aus dem Lichtleiter **22** entweicht, hilft bei der Bereitstellung einer gleichmäßigeren Erscheinung für den Lichtleiter **22**.

[0045] Da Licht abgegeben wird, während sich das Licht durch den Lichtleiter **22** bewegt, nimmt die Stärke des Lichts im Lichtleiter **22** entlang der Länge des Lichtleiters **22** ab. Es ist jedoch häufig erwünscht, die Helligkeit des Lichts entlang der Länge des Lichtleiters **22** im Wesentlichen konstant zu gestalten. Die Helligkeit des abgegebenen Lichts an einem bestimmten Punkt entlang der Länge des Lichtleiters **22** ist eine Funktion der Stärke des Lichts im Lichtleiter **22** an diesem Punkt. Durch das Erhöhen der Konzentration der Lichtabgabemechanismen entlang der Länge des Lichtleiters **22** in Übereinstimmung mit der Abnahme der Lichtstärke ist es möglich, entlang der Lichtleiterlänge eine konstante Helligkeit beizubehalten.

[0046] [Fig. 4](#) zeigt ein Muster von Punkten **36**, das mit dem Lichtleiter **22** verwendet werden kann. Wie in [Fig. 4](#) gezeigt wurde die zylinderförmige Wand **26** des Lichtleiters **22** in der Längsrichtung geschnitten und mit der glatten Innenfläche **30** nach oben gerichtet flach gelegt. Der Lichtleiter **22** weist eine Länge L und einen Umfang C auf. Das besondere Muster von

Fig. 4 ist dazu geeignet, entlang der Länge des Lichtleiters **22** eine gleichmäßige Helligkeit bereitzustellen, wenn der Lichtleiter **22** mit einer einzelnen Lichtquelle **44** verwendet wird. Der Lichtleiter **22** weist ein erstes Ende **46** auf, das einem zweiten Ende **48** gegenüberliegend angeordnet ist. Das erste Ende **46** ist am dichtesten an der Lichtquelle **44** angeordnet. Die Punktkonzentration **36** nimmt entlang eines Gradienten, der sich entlang der Länge **L** vom ersten Ende **46** zum zweiten Ende **48** erstreckt, allmählich zu.

[0047] Wie in **Fig. 4** gezeigt wird durch das Erhöhen der Punktkonzentration entlang der Länge **L** im Verhältnis zur Abnahme der Lichtstärke im Lichtleiter **22** eine gleichmäßige Lichtelligkeit bereitgestellt. Die Punkte an einem bestimmten Punkt entlang der Länge sind im Allgemeinen gleichmäßig um den Umfang **C** des Lichtleiters **22** verteilt. Diese Konfiguration stellt eine im Allgemeinen gleichmäßige 360-Grad-Beleuchtung/Extraktion entlang der gesamten Länge **L** des Lichtleiters **22** bereit.

[0048] **Fig. 5** zeigt einen anderen Lichtleiter **122**. Der Lichtleiter **122** wurde in der Längsrichtung geschnitten und flach gelegt, damit eine Länge **L** und ein Umfang **C** des Lichtleiters **122** gezeigt sind. Die Länge **L** erstreckt sich zwischen den ersten und zweiten Enden **146** bzw. **148** des Lichtleiters **122**. Ein Muster von Lichtextraktionspunkten **36** ist an einer glatten Innenfläche **130** des Lichtleiters **122** bereitgestellt. Das Muster der Punkte **36** weist einen Konzentrationsgradienten auf, der sich entlang der Länge **L** des Lichtleiters **122** erstreckt. Der Gradient ist dazu geeignet, entlang der Länge **L** des Lichtleiters **122** eine gleichmäßige Helligkeit bereitzustellen, wenn an beiden Enden **146** und **148** Lichtquellen **144** angeordnet sind. Zur Bereitstellung einer gleichmäßigen Helligkeit nimmt die Punktkonzentration allmählich oder progressiv zu, während sich der Lichtleiter **122** von den Enden **146**, **148** zur Mitte der Länge **L** hin erstreckt. Daher befindet sich die größte Konzentration von Punkten **36** in der Mitte des Lichtleiters **122**. Diese besondere Konfiguration kann auch verwendet werden, um eine gleichmäßige Beleuchtung von einem Lichtleiter bereitzustellen, der eine zurückstrahlende Endkappe aufweist, die der Lichtquelle gegenüberliegend angeordnet ist.

[0049] **Fig. 6** veranschaulicht einen anderen Lichtleiter **222**. Ähnlich wie bei den vorhergehenden Ausführungsformen wurde der Lichtleiter **222** in der Längsrichtung geschnitten und flach gelegt, wobei eine glatte Innenfläche **230** nach oben gerichtet ist. Der Lichtleiter **222** weist einen Umfang **C** und eine Länge **L** auf. Ähnlich wie bei der Ausführungsform von **Fig. 4** ist der Lichtleiter **222** dazu geeignet, Licht entlang seiner Länge **L** mit einer im Wesentlichen gleichmäßigen Helligkeit auszustrahlen, wenn er mit einer einzelnen Lichtquelle **244** verwendet wird. Um diese Gleichmäßigkeit zu erreichen, ist an der glatten

Innenfläche **230** ein Muster von Punkten **36** bereitgestellt. Das Muster der Punkte **36** weist einen Konzentrationsgradienten auf, der zunimmt, während sich der Lichtleiter **222** längsgerichtet von der Lichtquelle **244** weg erstreckt. Das Muster der Punkte **36** weist auch einen zweiten Konzentrationsgradienten auf, der sich in einer Umfangsrichtung entlang des Lichtleiters **222** verändert. Zum Beispiel sind die Punkte **36** derart angeordnet, dass die Punktkonzentration progressiv zunimmt, während sich der Lichtleiter **222** von den Rändern **250**, **252** in der Längsrichtung zu einer Mittellinie **254** des Lichtleiters **222** in der Längsrichtung hin erstreckt. Im Wesentlichen ist der umfängliche Punktgradient über den längsgerichteten Punktgradienten gelegt. Der längsgerichtete Punktgradient stellt eine gleichmäßige Helligkeit entlang der Länge des Lichtleiters **222** bereit. Der umfängliche Punktgradient verursacht, dass von einer Seite des Lichtleiters **22** ein größeres Ausmaß an Licht abgegeben wird, wodurch eine gerichtete Beleuchtungswirkung geschaffen wird. Eine derartige gerichtete Beleuchtung ist nützlich, wenn der Lichtleiter **222** an einer Struktur wie einer Decke oder einer Wand angebracht ist. Für derartige Anwendungen kann eine Mehrheit des Lichts von der Decke oder der Wand weg gerichtet werden, um das Ausmaß der funktionellen Beleuchtung, die durch den Lichtleiter **222** erzeugt wird, zu maximieren. Für diese Anwendung kann es erwünscht sein, dass die Punkte bei der höchsten Punktkonzentration in erster Linie rückstrahlend und weniger durchscheinend sind, um sicherzustellen, dass eine Mehrheit des extrahierten Lichts zu einer Seite des Lichtleiters **222** hin reflektiert wird.

[0050] **Fig. 7** veranschaulicht einen anderen Lichtleiter **322**. Der Lichtleiter **322** wurde in der Längsrichtung geschnitten und flach gelegt, wobei eine glatte Innenfläche **330** nach oben gerichtet ist. Der Lichtleiter **322** definiert eine Länge **L** und einen Umfang **C**. An der Innenfläche **330** wurden mehrere Abgabestrukturen in der Form von Linien **36'** bereitgestellt. Ähnlich wie bei der Ausführungsform von **Fig. 6** sind die Linien **36'** angeordnet, um einen Zweirichtungsgradienten bereitzustellen, der dazu geeignet ist, entlang der Länge **L** des Lichtleiters **322** Licht mit gleichmäßiger Helligkeit bereitzustellen, und auch einen größeren Lichtausgang von einer Seite des Lichtleiters **322** bereitzustellen. Die Linien **36'** weisen umfängliche Linien **36_c** auf, die progressiv enger beabstandet sind, während sich der Lichtleiter **322** von einer Lichtquelle **344** weg erstreckt. Die Linien **36'** weisen auch längsgerichtete Linien **36_l** auf, die progressiv enger beabstandet sind, während sich der Lichtleiter **322** zu einer Mittellinie **354** des Lichtleiters **322** in der Längsrichtung hin erstreckt. Das Linienmuster stellt eine ähnliche Beleuchtungswirkung wie das Punktmuster der Ausführungsform von **Fig. 6** bereit. Man wird verstehen, dass die Linien **36'** durch eine beliebige der verschiedenen Techniken, die vorher in

Bezug auf die Punkte **36** beschrieben wurden, auf den Lichtleiter **322** aufgebracht werden können.

[0051] [Fig. 8](#) veranschaulicht einen anderen Lichtleiter **422**. Der Lichtleiter **422** wurde in der Längsrichtung geschnitten und flach gelegt, wobei eine glatte Innenfläche **430** nach oben gerichtet ist. Der Lichtleiter **422** definiert eine Länge L und einen Umfang C. Der Lichtleiter **422** weist ein Muster von Punkten **36** auf, die in einem Konzentrationsgradienten angeordnet sind, der progressiv zunimmt, während sich der Lichtleiter **422** längsgerichtet von einer Lichtquelle **444** weg erstreckt.

[0052] Ähnlich wie bei den vorherigen Ausführungsformen hilft der Konzentrationsgradient dabei, den Lichtleiter **422** entlang seiner Länge L mit einer im Wesentlichen gleichmäßigen Helligkeit zu versehen. Das Punktmuster weist auch einen Bereich **423** auf, der eine höhere Punktkonzentration als umgebende Bereiche aufweist. Der Bereich **423** definiert ein Bild (z.B. den Buchstaben "A"), das über den Punktgradienten, welcher sich entlang der Länge L des Lichtleiters **422** erstreckt, gelegt ist. Der Bereich **423** verursacht, dass im Bereich **423** mehr Licht extrahiert wird, als in den umgebenden Bereichen, wodurch verursacht wird, dass das Bild durch den Lichtleiter **422** sichtbar ist. Man wird verstehen, dass jede beliebige Anzahl von unterschiedlichen Arten von Bildern dargestellt werden kann, wie etwa Buchstaben, Zahlen, Symbole, graphische Darstellungen, Bildgestaltungen, Designs, usw.

[0053] Hinsichtlich der Ausführungsform von [Fig. 8](#) kann erwünscht sein, über eine äußere schützende Hülse zu verfügen, die ein Bild (z.B. ein digitales Bild, das auf die Hülse gedruckt ist oder auf einen Einsatz, der zwischen der Hülse und dem Lichtleiter **422** angeordnet ist, gedruckt ist) aufweist, das dem Bereich **423** mit der höheren Punktkonzentration entspricht. Zum Beispiel kann das Bild einen durchsichtigeren Bereich (d.h., einen Bereich, der durchsichtiger ist oder weniger Licht als ein umgebender Bereich absorbiert) aufweisen, der mit dem Bereich **423** ausgerichtet ist. Die Ausrichtung zwischen dem durchsichtigen Bereich und dem Bereich **423** kann durch Anordnen des durchsichtigen Bereichs direkt über dem Bereich **423**, damit Licht, das durch den Bereich **423** gebrochen wird, durch den durchsichtigeren Bereich gerichtet wird, bereitgestellt werden. Alternativ kann der durchsichtige Bereich direkt gegenüber dem Bereich **423** angeordnet sein, damit Licht durch den Bereich **423** über den Lichtleiter und durch den durchsichtigen Bereich reflektiert wird. Der durchsichtigere Bereich kann die gleiche Form wie der Bereich **423** aufweisen, oder die beiden Formen können unterschiedlich sein.

[0054] Obwohl dies nicht gezeigt ist, wird man verstehen, dass die Lichtleiter **122**, **222**, **322** und **422**

strukturierte Außenseiten aufweisen, die den dargestellten Innenseiten **130**, **230**, **330** und **430** gegenüberliegen. Die strukturierten Außenseiten sind vorzugsweise der Außenseite **28** des Lichtleiters **22** ähnlich.

[0055] [Fig. 9](#) zeigt eine andere Beleuchtungsvorrichtung **520**. Die Beleuchtungsvorrichtung **520** weist einen Lichtleiter **522** auf, der von einer schützenden Hülse **524** umgeben ist. Ein durchsichtiger innerer Zylinder/Einsatz **525** ist im Lichtleiter **522** angeordnet. Ein Muster von Punkten **36** ist an einer inneren oder äußeren Fläche des Einsatzes **525** bereitgestellt. Man wird verstehen, dass das Muster der Punkte ein beliebiges der vorher beschriebenen Punktmuster wie auch andere Arten von Punktmustern aufweisen kann. In bestimmten Ausführungsformen kann der innere Einsatz **525** aus dem Inneren des Lichtleiters **522** herausnehmbar sein, wodurch das Einsetzen unterschiedlicher Extraktionseinsätze in den Lichtleiter **522** zum Erreichen unterschiedlicher Beleuchtungswirkungen gestattet wird. Der Extraktionseinsatz **525** ist auch in Kombination mit nahtlosen oder extrudierten Lichtleitern **522**, bei denen es schwierig ist, Punktmuster auf eine glatte Innenfläche **530** des Lichtleiters **522** aufzubringen, besonders nützlich.

[0056] [Fig. 10](#) veranschaulicht eine andere Beleuchtungsvorrichtung **620**. Die Beleuchtungsvorrichtung **620** weist einen Lichtleiter **622** auf, der von einer schützenden Hülse **624** umgeben ist. Der Lichtleiter **622** weist eine zylinderförmige Wand **626** auf, die eine strukturierte Außenfläche **628** und eine glatte Innenfläche **630** aufweist. An der Innenfläche **630** sind mehrere Lichtabgabepunkte **36"** gebildet. Die Punkte **36"** sind in der Form mehrerer abgetragener Vertiefungen oder Löcher, die in der Innenfläche **630** definiert sind. Die abgetragenen Punkte **36"** sind dazu geeignet, den Weg des Lichts in der Vorrichtung **620** zu ändern, damit das Licht aus der Vorrichtung **620** extrahiert wird. Man wird verstehen, dass die abgetragenen Punkte **36"** in jedem beliebigen der vorher beschriebenen Punktmuster wie auch in anderen Punktmustern angeordnet werden können.

[0057] [Fig. 11](#) zeigt eine andere Beleuchtungsvorrichtung **720**. Die Beleuchtungsvorrichtung **720** weist einen Lichtleiter **722** auf, der von einer schützenden Hülse **724** umgeben ist. Der Lichtleiter **722** ist durch eine zylinderförmige Wand **726** gebildet, die eine strukturierte Außenfläche **728** und eine glatte Innenfläche **730** aufweist. Der Lichtleiter **722** weist auch mehrere Lichtabgabestrukturen auf, um zu verursachen, dass Licht durch die zylinderförmige Wand **726** abgegeben wird. Vorzugsweise weisen die Lichtabgabestrukturen ein Muster oder eine Anordnung von Punkten **36** auf, die an der strukturierten Außenfläche **728** der zylinderförmigen Wand **726** bereitgestellt sind. Man wird verstehen, dass die Punkte **36** auf

eine Weise auf die Außenfläche **728** aufgebracht werden können, die den Techniken, welche für das Aufbringen von Punkten auf die Innenfläche **30** des Lichtleiters **22** von [Fig. 1](#) bis [Fig. 3](#) beschrieben wurden, ähnlich ist. Ferner wird man verstehen, dass jedes beliebige der Muster, die in [Fig. 4](#) bis [Fig. 8](#) gezeigt sind, wie auch andere Muster, auf die strukturierte Außenfläche **728** aufgebracht werden kann, um eine gewünschte Beleuchtungswirkung bereitzustellen. Die Punkte **36**, die an der strukturierten Außenfläche **728** bereitgestellt sind, verringern das innere Reflexionsvermögen des Lichtleiters **722** in den gepunkteten Bereichen und schaffen im Wesentlichen ein Fenster, damit Licht durch Brechung aus dem Lichtleiter **722** entweichen kann.

[0058] Wie in [Fig. 4](#) bis [Fig. 8](#) gezeigt sind die Lichtabgabestrukturen in im Allgemeinen linearen Anordnungen angeordnet. Ungeachtet dessen, ob sich die Lichtabgabestrukturen nun an der glatten flachen Seite oder an der prismatischen Seite befinden, wird man verstehen, dass die Lichtabgabestrukturen **36** in alternativen Ausführungsformen zufälliger angeordnet sein können. Außerdem können die Lichtabgabestrukturen so angeordnet sein, dass sie keine 360-Grad-Lichtextraktion bereitstellen, oder dass sie keine Lichtextraktion entlang der gesamten Länge der Lichtleiter bereitstellen. Außerdem kann zur Bereitstellung einer gerichteten Beleuchtung ein Muster von Lichtabgabestrukturen an einem Teilbogen des Lichtleiters (z.B. auf einem 180-Grad-Bogen) bereitgestellt sein. In derartigen Ausführungsformen kann gegenüber dem gemusterten Teilbogen ein "Fenster" bereitgestellt sein, das von Lichtabgabestrukturen frei ist. Licht, das durch die Lichtabgabestrukturen reflektiert wird, wird durch das Fenster gerichtet. Ein Rückreflektor, der hinter dem gemusterten Teilbogen (z.B. auf der schützenden Hülse) bereitgestellt ist, kann verwendet werden, um das Licht weiter durch das Fenster zu richten.

[0059] Unter erneuter Bezugnahme auf [Fig. 1](#) ist die äußere Hülse **24** der Beleuchtungsvorrichtung **20** vorzugsweise aus einem verhältnismäßig dünnen, biegsamen Material hergestellt. In einer nichtbeschränkenden Ausführungsform ist die Hülse **24** aus einem Bogen eines Polycarbonatmaterials hergestellt, der eine Dicke von etwa 0,5 cm (0,020 Inch) aufweist. In anderen Ausführungsformen kann die Dicke in einem Bereich von 0,2 mm bis 1 mm (0,008 bis 0,04 Inch) liegen. Die Hülse **24** ist vorzugsweise aufgerollt, um eine im Allgemeinen rohrförmige Form zu bilden, wobei die Längskanten der Hülse **24** an einer Längsnaht verbunden sind. Man wird verstehen, dass Klebstoff, Klebeband, Ultraschallschweißen oder Laserschweißen verwendet werden kann, um die Naht zu befestigen. In bestimmten Ausführungsformen können die Längskanten der Hülse **24** einander überlappen. In noch anderen Ausführungsformen kann die Hülse **24** extrudiert oder auf eine andere

Weise als ein nahtloses, einheitliches Rohr gebildet werden.

[0060] In einigen Ausführungsformen kann die Hülse **24** durch Reibung um den Lichtleiter **22** gehalten werden. Alternativ zeigt [Fig. 12](#) eine Beleuchtungsvorrichtung **20'**, bei der die Hülse **24** wie gemäß der Erfindung vorgesehen durch Klebstoff **60** mit dem Lichtleiter **22** verbunden ist. In dieser Ausführungsform bildet der Klebstoff **60** an drei oder mehr diskreten Stellen, die um den Außenumfang des Lichtleiters **22** beabstandet sind, Bindungen zwischen der Hülse **24** und dem Lichtleiter **22**. Wie in dieser Ausführungsform gezeigt ist eine Mehrheit der Prismenspitzen an die äußere Hülse **24** gebunden (z.B. zeigt [Fig. 12](#) alle Spitzen an die Hülse gebunden). Alternativ kann eine fortlaufende Beschichtung mit Klebstoff umfänglich auf den gesamten prismatischen Film oder einen Teil davon aufgebracht sein und sogar die Rillen füllen, solange zwischen dem Klebstoff und dem optischen Beleuchtungsfilm/prismatischen Film ein Unterschied im Brechungsindex besteht, damit die innere Totalreflexion und der Lichttransport erreicht wird. In bestimmten Ausführungsformen kann der Klebstoff verwendet werden, um eine Lichtextraktion aus dem Lichtleiter **22** bereitzustellen. In anderen Ausführungsformen können Punkte oder andere Lichtabgabestrukturen wie die vorher beschriebenen verwendet werden, um eine Lichtextraktion bereitzustellen.

[0061] Man wird verstehen, dass die Hülse **24** durchsichtig sein kann. Natürlich können auch andere Oberflächenbeschaffenheiten (z.B. eine matte, eine gefärbte oder eine opake Oberflächenbeschaffenheit) verwendet werden. Zusätzlich kann die Innen- oder die Außenfläche der Hülse **24** eine Struktur aufweisen, um den Lichtkanal mit einer gewünschten Beleuchtungswirkung zu versehen. Zum Beispiel können Abschnitte (z.B. Teilbögen) der schützenden Hülse **24** mit einem rückstrahlenden Material wie etwa einem diffus rückstrahlenden Material (z.B. einem weißen Lack) oder einem spiegelnd rückstrahlenden Material (z.B. einer verspiegelten Fläche) beschichtet oder auf eine andere Weise damit versehen sein. In bestimmten Ausführungsformen kann ein rückstrahlendes Material (z.B. Tyvek™, hergestellt von DuPont, Wilmington, Delaware) zwischen der schützenden Hülse **24** und dem Lichtleiter **22** angeordnet sein. [Fig. 13](#) zeigt eine Beleuchtungsvorrichtung **20''**, die ein an einer Innenfläche **25** der Hülse **24** bereitgestelltes Muster von rückstrahlenden oder durchscheinenden Punkten **36'** aufweist. Vorzugsweise sind auch am Lichtleiter **22** mehrere Punkte **36** bereitgestellt, um Licht durch die Lichtleiterwand zu den Punkten **36'** an der Hülse **24** zu richten. Die Punkte **36'** können in einer Vielfalt von Mustern bereitgestellt sein, um der Vorrichtung **20''** eine gewünschte Erscheinung bereitzustellen. Zum Beispiel können die Punkte **36'** an der Hülse in einem Gradienten angeordnet sein, der sich entlang der Länge

der Vorrichtung **20** erstreckt, um eine nichtgleichmäßige Beleuchtung bereitzustellen. Außerdem können die Punkte **36'** an einem Teilbogen der Hülse bereitgestellt sein, oder in einem umfänglichen Gradienten angeordnet sein, um als Rückreflektoren für eine gerichtete Beleuchtung tätig zu sein. Zusätzlich kann die Mehrheit der Fläche **25** der Hülse **24** in noch anderen Ausführungsformen rückstrahlend sein, wobei im rückstrahlenden Material Öffnungen oder "Löcher" gemustert sind. Eine ähnliche Wirkung kann durch Anordnen eines rückstrahlenden Einsatzes, der mehrere Öffnungen aufweist, zwischen dem Lichtleiter **22** und der äußeren Hülse **24** bereitgestellt werden.

[0062] Die Hülse **24** ist wesentlich, da die strukturierte Seite **28** des Lichtleiters **22** leicht beschädigt werden kann und auch gegenüber Schmutz und Feuchtigkeit empfindlich ist. Daher ist die Hülse **24** dazu tätig, die zerbrechliche Außenfläche **28** zu schützen. Die Hülse **24** hilft auch, die Handhabbarkeit der Beleuchtungsvorrichtung **20** zu verbessern.

[0063] Ein wichtiger Gesichtspunkt der Beleuchtungsvorrichtung **20** ist, dass der Lichtleiter **22** biegsam oder elastisch verformbar sein kann. Eine bevorzugte Verwendung der Vorrichtung **20** erfolgt in Kombination mit im Allgemeinen starren Halterungen, die fähig sind, die Beleuchtungsvorrichtung **20** in elastisch verformten, nichtzylinderförmigen Konfigurationen zu halten. [Fig. 14A](#) bis [Fig. 14D](#) veranschaulichen vier unterschiedliche Halterungen **62A** bis **62D**, die jeweils aus einem im Allgemeinen starren Polymermaterial hergestellt sind. Der Ausdruck "starr" soll bedeuten, dass die Halterungen eine ausreichende Stärke aufweisen, um die Beleuchtungsvorrichtung **20** in einer elastisch verformten, nichtzylinderförmigen Form zu halten.

[0064] Die Halterungen **62A** bis **62D** können durchsichtig oder opak sein, und können eine Vielfalt von unterschiedlichen Arten von Oberflächenbeschaffenheiten wie etwa matte Oberflächenbeschaffenheiten, gefärbte Oberflächenbeschaffenheiten oder eine Vielfalt von schmückenden Gestaltungen aufweisen. Wie in [Fig. 14A](#) bis [Fig. 14D](#) gezeigt kann jede der Halterungen **62A** bis **62D** als ein einzelnes Stück extrudiert sein. Die Beleuchtungsvorrichtung **20** (schematisch gezeigt) kann in eine beliebige der Halterungen **62A** bis **62D** eingesetzt werden. Zum Beispiel wird die Beleuchtungsvorrichtung **20** vorzugsweise verformt und in Längsrichtung in oder durch die Halterungen **62A** bis **62D** geschoben. Während des Einsetzvorgangs verhindert die schützende Hülse **24**, dass die strukturierte Außenfläche **28** des Lichtleiters **22** beschädigt wird. Wenn die Beleuchtungsvorrichtung **20** in die Halterung **62A** eingesetzt ist, hält die Halterung **62A** die Vorrichtung **20** in einer elastisch verformten Konfiguration mit einem im Wesentlichen quadratischen Querschnitt. Wenn die Beleuchtungsvorrichtung **20** in die Halterung **62B** eingesetzt ist,

wird die Vorrichtung **20** durch die Halterung **62B** in einer elastisch verformten Konfiguration mit einem im Wesentlichen dreieckigen Querschnitt gehalten. Wenn die Beleuchtungsvorrichtung **20** in die Halterung **62C** eingesetzt ist, wird die Vorrichtung **20** durch die Halterung **62C** in einer elastisch verformten Konfiguration mit einem im Wesentlichen rechteckigen Querschnitt gehalten. Wenn die Beleuchtungsvorrichtung **20** in die Halterung **62D** eingesetzt ist, wird die Vorrichtung **20** durch die Halterung **62D** in einer elastisch verformten Konfiguration mit einem im Wesentlichen kuppelförmigen Querschnitt gehalten.

[0065] [Fig. 14E](#) veranschaulicht eine Halterung **62E**, die dazu geeignet ist, den Lichtleiter **22** in einer Ecke anzubringen. Die Halterung **62E** ist dazu geeignet, die Beleuchtungsvorrichtung **20** in einer im Wesentlichen dreieckigen Konfiguration zu halten. Vorzugsweise sind mindestens an einem Ende der Beleuchtungsvorrichtung **20** Glühlampen **70** bereitgestellt. Um Licht von der Ecke weg zu richten, weist die Beleuchtungsvorrichtung **20** vorzugsweise einen Zweirichtungs-Punktgradienten auf, der dazu konfiguriert ist, Licht von der Ecke weg in eine Richtung zu richten, die allgemein durch den Pfeil **72** angegeben ist. Ein derartiger Zweirichtungsgradient ist in [Fig. 6](#) gezeigt. Vorzugsweise befindet sich eine höchste Konzentration von Punkten neben dem Bereich **74** der Beleuchtungsvorrichtung **20**.

[0066] [Fig. 15A](#) zeigt eine Halterung **62F**, die zwei gesonderte gegenüberliegende Stücke **90** aufweist, um die Beleuchtungsvorrichtung **20** zu halten. Ähnlich wie die vorherigen Halterungen sind die Stücke **90** vorzugsweise lichtdurchlässig (z.B. durchsichtig, opak, usw.). Wenn die Beleuchtungsvorrichtung **20** in die Halterung **62F** eingesetzt ist, werden die beiden gegenüberliegenden Stücke **90** der Halterung aneinandergeklemt oder auf eine andere Weise befestigt, um die Beleuchtungsvorrichtung **20** zu einer im Wesentlichen elliptischen Querschnittform zu verformen ([Fig. 15B](#)). Die Halterung **62F** weist vorzugsweise eine allgemein zweischalige Gestaltung auf, wobei zwischen den Stücken **90** dekorative gefärbte Distanzstücke **92** angeordnet sind. Man wird jedoch verstehen, dass auch andere Formen (z.B. Quadrate, Rechtecke, Dreiecke, Rauten, Achtecke, Sechsecke, usw.) verwendet werden könnten. Zusätzlich können für bestimmte Ausführungsformen Halterungen verwendet werden, die mehr als zwei Stücke aufweisen.

[0067] [Fig. 16](#) zeigt zwei Beleuchtungsmodule **20a** und **20b**. Die Module **20a** und **20b** weisen Ausrichtungsmerkmale auf, um zu gestatten, dass die Module verbunden werden, um Lichtkanäle zu bilden, die erweiterte Längen aufweisen. Die Ausrichtungsmerkmale sind vorzugsweise so konfiguriert, dass sie sicherstellen, dass sich Punktmuster oder Gradienten, die an jedem der Module bereitgestellt sind, miteinander

der ausrichten oder stetig sind, um entlang der Länge des erweiterten Lichtkanals eine gewünschte Beleuchtungserscheinung bereitzustellen. Wie in [Fig. 16](#) gezeigt weisen die Ausrichtungsmerkmale Kerben **27** und Nasen **29** auf, die sich an den axialen Enden der Module **20a** und **20b** befinden. Man wird verstehen, dass die Kerbe **27** des Moduls **20a** die Nase **29**, die am verbundenen Modul **20b** gebildet ist, dann, wenn die Module **20a** und **20b** verbunden sind, so aufnimmt, dass zwischen den Modulen **20a** und **20b** eine winkelige/drehende Ausrichtung erreicht wird. Man wird verstehen, dass jedes der Module **20a** und **20b** einen ähnlichen Aufbau wie die Beleuchtungsvorrichtung **20** oder jede beliebige andere der hierin offenbarten Beleuchtungsvorrichtungen aufweisen kann.

[0068] Man wird verstehen, dass die Ausrichtungsmerkmale am Lichtleiter **22**, an der schützenden Hülse **24**, an einem gesonderten Extraktor (z.B. dem Einsatz **525**) oder an jeder beliebigen Kombination davon beinhaltet sein können. Außerdem wird man verstehen, dass die einzelnen Lichtleiter dann, wenn lange Lichtleiterlängen benötigt werden, gemischte Extraktionsgradienten aufweisen können (d.h., die Gradienten so gewählt sind, dass die Punktkonzentrationen dort, wo sich zwei Röhren verbinden, etwa gleich sind), die entlang der gesamten Länge eine gleichmäßige Beleuchtung bereitstellen. Die Ausrichtungsmerkmale können auch verwendet werden, um eine drehende Ausrichtung einer Beleuchtungsvorrichtung in einer Halterung bereitzustellen. Zum Beispiel kann die Beleuchtungsvorrichtung Endkerben aufweisen, die an der Halterung bereitgestellte Ausrichtungsvorsprünge aufnehmen.

[0069] In bestimmten Ausführungsformen kann ein flacher Bogen eines optischen Beleuchtungsfilms nach den Grundsätzen der vorliegenden Erfindung zu Beleuchtungszwecken verwendet werden. Lichtextrahierende Muster können auf den Bogen gedruckt oder auf eine andere Weise aufgebracht sein. Eine schützende Schicht kann an die Prismen des Beleuchtungsfilms gebunden sein, um die Prismen zu schützen. Klebstoff kann auch an der Außenseite der schützenden Schicht (d.h., an der Seite, die von den Prismen weg gerichtet ist) bereitgestellt sein. Dies gestattet, dass der Film an einer Halterung wie etwa einer Glaswand oder an einer anderen Art von Halterung fixiert wird.

Patentansprüche

1. Lichtverteilungssystem, aufweisend:
– einen rohrförmigen, biegsamen, hohlen Lichtleiter (**22**), aufweisend eine Wand (**26**), die eine im Wesentlichen glatte Innenseite (**30**) aufweist, um das Licht durch innere Totalreflexion zu leiten, und eine strukturierte Außenseite (**28**), wobei die strukturierte Außenseite (**28**) mehrere Prismen (**32**) aufweist, die

Rillen (**34**) definieren, welche sich entlang einer Länge des Lichtleiters (**22**) erstrecken,
– eine rohrförmige, biegsame, schützende äußere Hülse (**24**), die die strukturierte Außenseite (**28**) des Lichtleiters (**22**) umgibt, und
– eine starre Halterung (**62A** bis **62F**), die die äußere Hülse (**24**) umgibt, um den hohlen Lichtleiter (**22**) in einer elastisch verformten, nicht-zylinderförmigen Konfiguration zu halten, wobei die äußere Hülse (**24**) eine gegenseitige Berührung der strukturierten Außenseite (**28**) des Lichtleiters (**22**) und der Halterung (**62A** bis **62F**) verhindert,
dadurch gekennzeichnet, dass
– sich die Halterung (**62A** bis **62F**) in Längsrichtung entlang der äußeren Hülse (**24**) erstreckt, und
– die äußere Hülse (**24**) an drei oder mehr Stellen am Umfang des Lichtleiters (**22**) an den Lichtleiter (**22**) gebunden ist.

2. System nach Anspruch 1, wobei die äußere Hülse (**24**) durch Klebstoff an den Lichtleiter (**22**) gebunden ist.

3. System nach Anspruch 1 oder 2, wobei die äußere Hülse (**24**) an mindestens mehreren umfänglich beabstandeten Stellen an den Lichtleiter (**22**) gebunden ist.

4. System nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei eine Mehrheit der Prismen (**32**) an die äußere Hülse (**24**) gebunden ist.

5. System nach Anspruch 4, wobei im Wesentlichen alle Prismen (**32**) an die äußere Hülse (**24**) gebunden sind.

6. System nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die Wand (**26**) des Lichtleiters (**22**) durch einen biegsamen optischen Film gebildet ist, und die äußere Hülse (**24**) eine biegsame Polymerschicht aufweist.

7. System nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei die äußere Hülse (**24**) durchsichtig ist.

8. System nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei die äußere Hülse (**24**) eine matte Oberflächenbeschaffenheit aufweist.

9. System nach einem der Ansprüche 1 bis 6 oder 8, wobei die äußere Hülse (**24**) ein Reflexionsmaterial aufweist.

10. System nach Anspruch 9, wobei das rückstrahlende Material ein Muster aus rückstrahlendem Material aufweist, das auf die äußere Hülse (**24**) gedruckt ist.

11. System nach Anspruch 9 oder 10, wobei das rückstrahlende Material mehrere Punkte (**36**) auf-

weist.

12. Lichtbeförderungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei die äußere Hülse (**24**) ein durchscheinendes Material aufweist.

13. Lichtbeförderungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, wobei die Halterung (**62A**) den Lichtleiter (**22**) in einer Konfiguration mit einem im Wesentlichen quadratischen Querschnitt hält.

14. Lichtbeförderungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, wobei die Halterung (**62C**) den Lichtleiter (**22**) in einer Konfiguration mit einem im Wesentlichen rechteckigen Querschnitt hält.

15. Lichtbeförderungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, wobei die Halterung (**62B**) den Lichtleiter (**22**) in einer Konfiguration mit einem im Wesentlichen dreieckigen Querschnitt hält.

16. Lichtbeförderungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, wobei die Halterung (**62D**) den Lichtleiter (**22**) in einer Konfiguration mit einem im Wesentlichen kuppelförmigen Querschnitt hält.

Es folgen 11 Blatt Zeichnungen

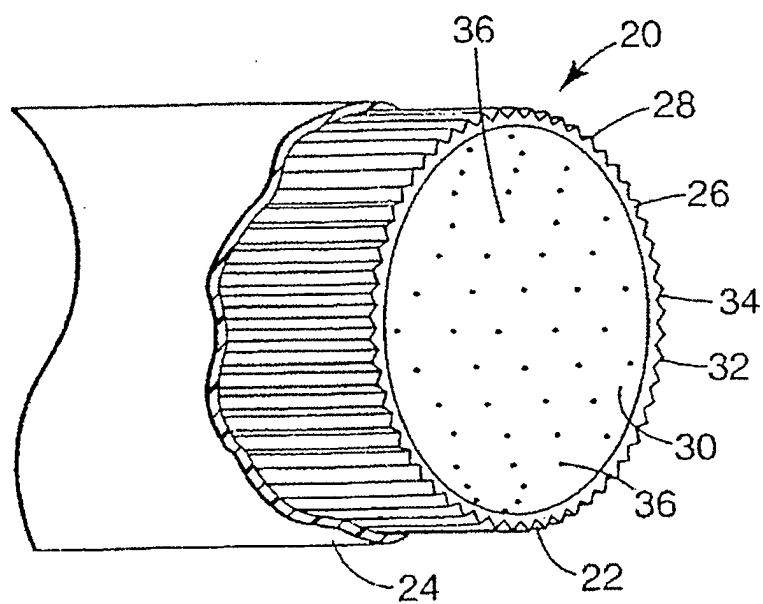


Fig. 1

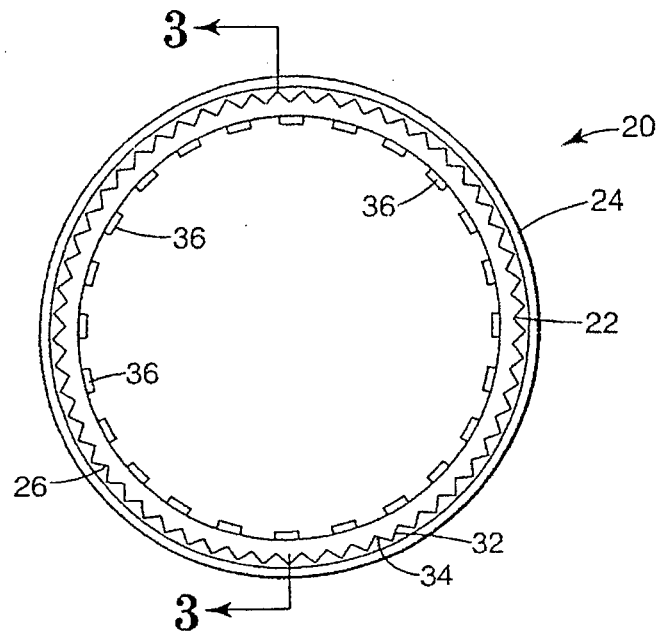


Fig. 2

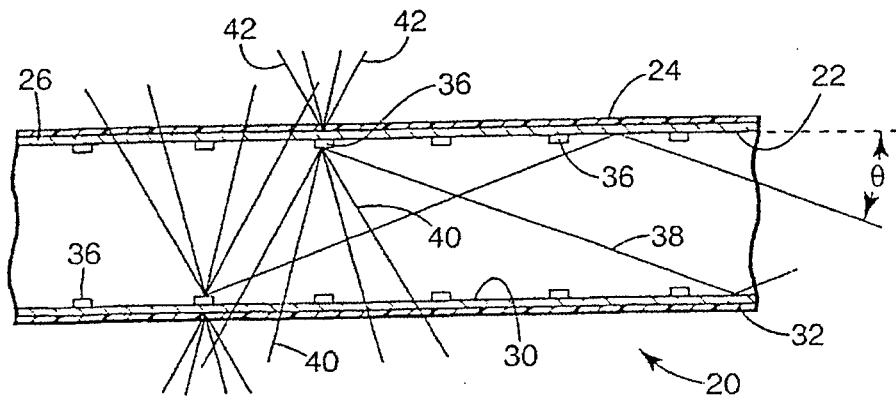


Fig. 3

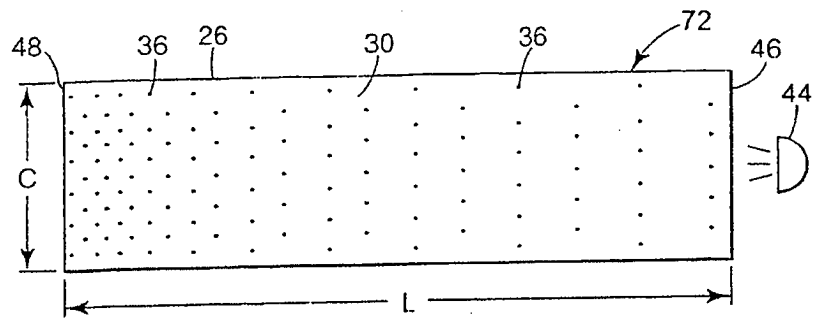


Fig. 4

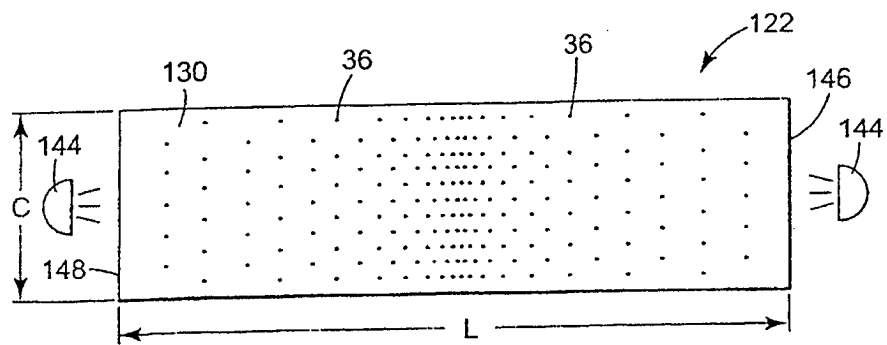


Fig. 5

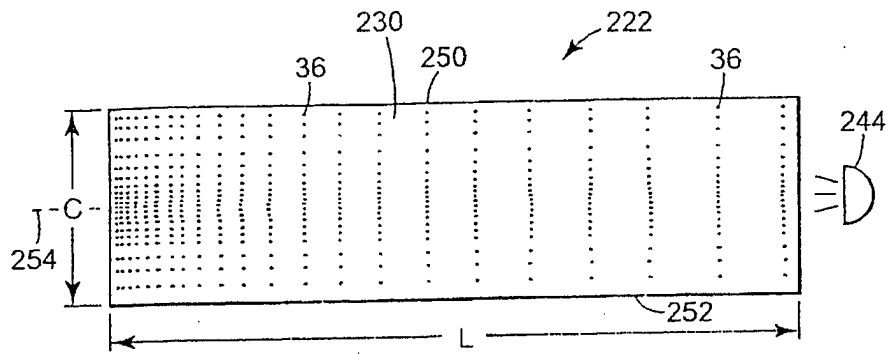


Fig. 6

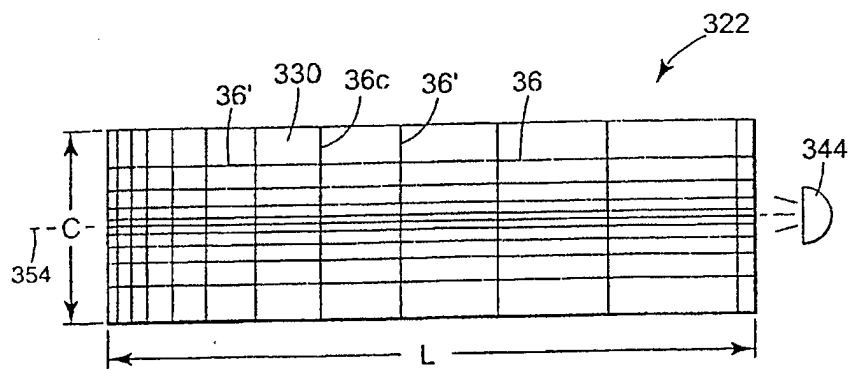


Fig. 7

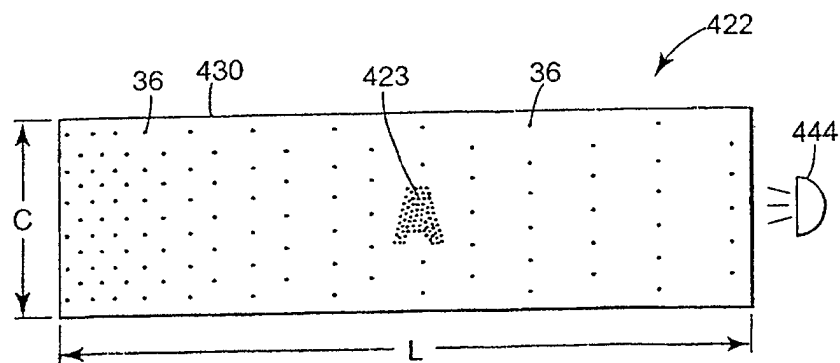


Fig. 8

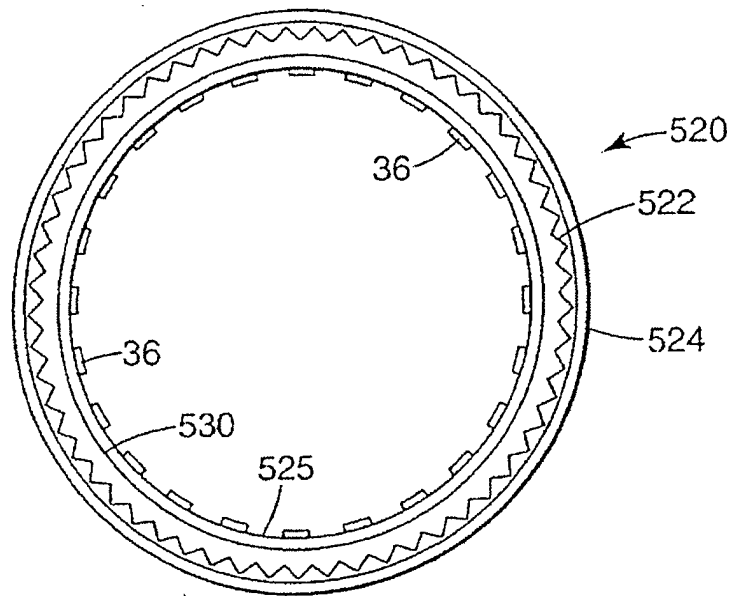


Fig. 9

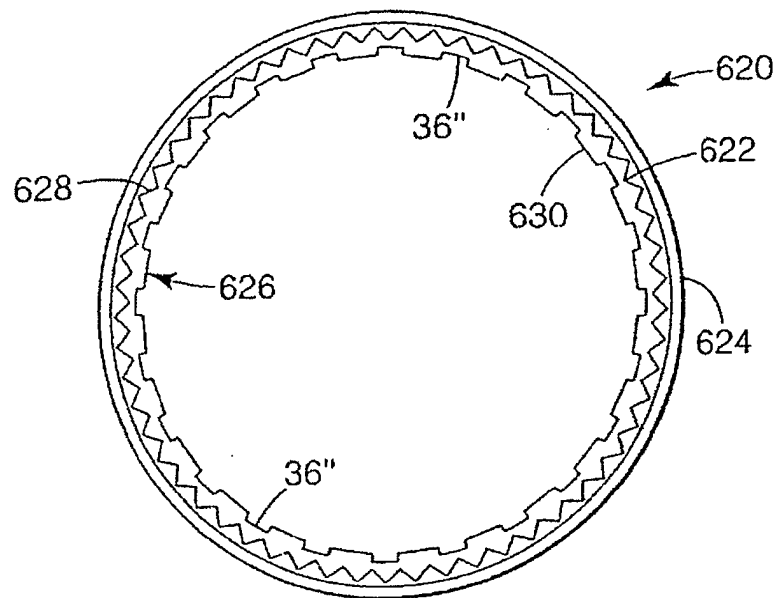


Fig. 10

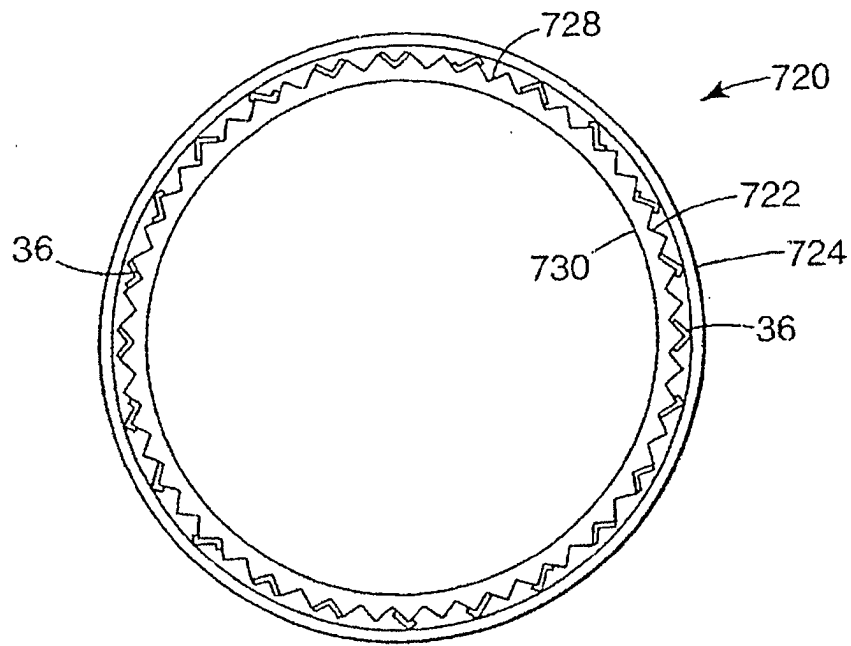


Fig. 11

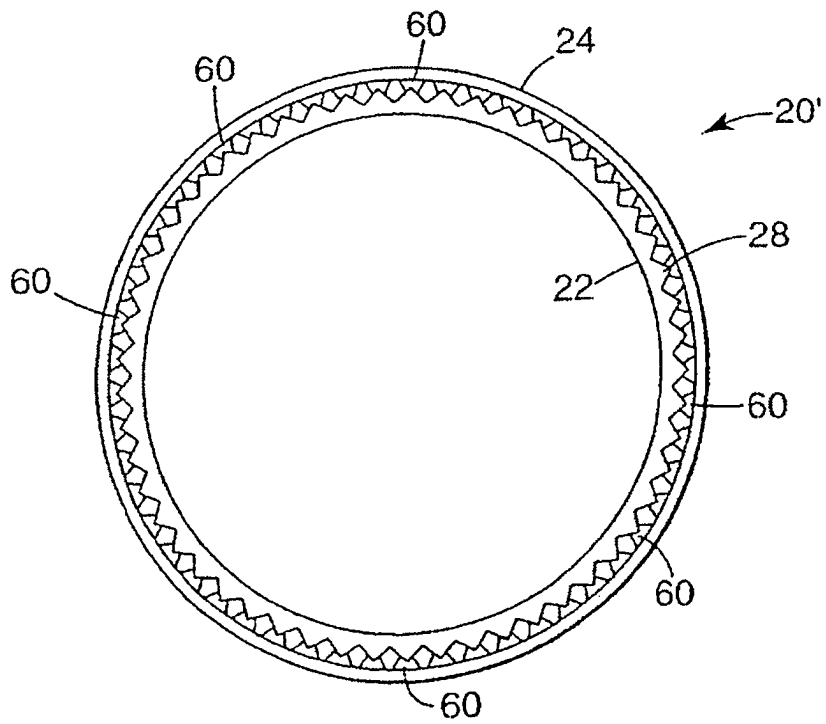


Fig. 12

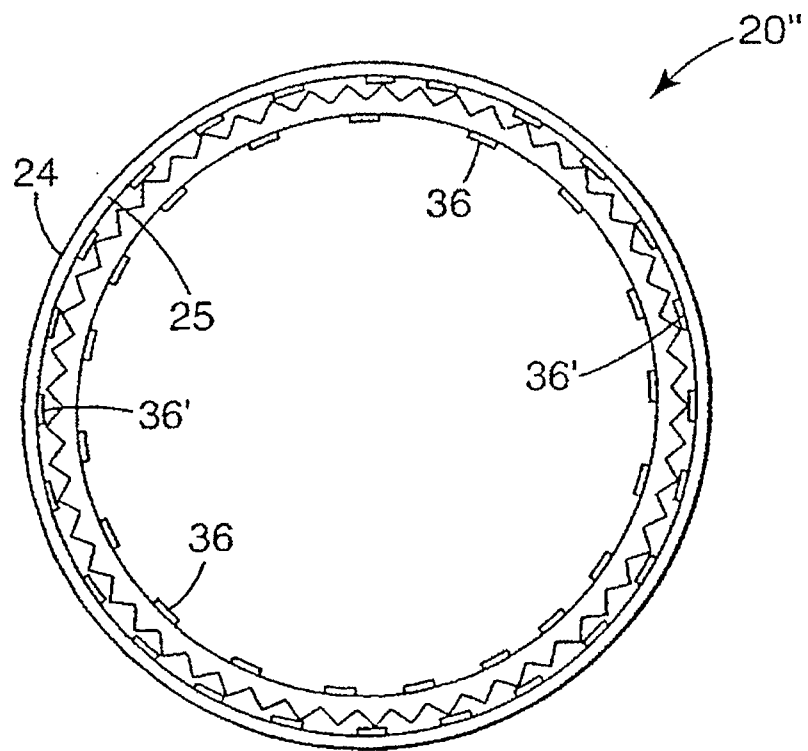


Fig. 13

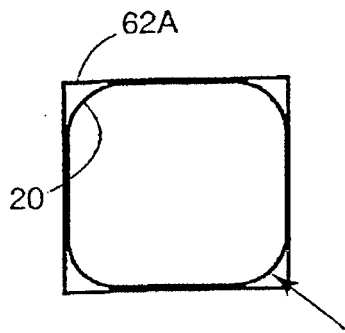


Fig. 14A

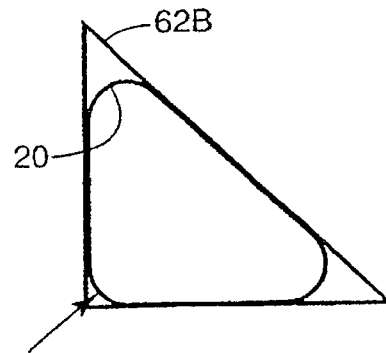


Fig. 14B

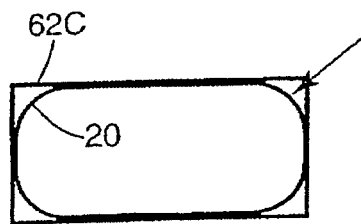


Fig. 14C

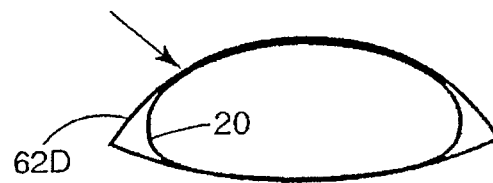


Fig. 14D

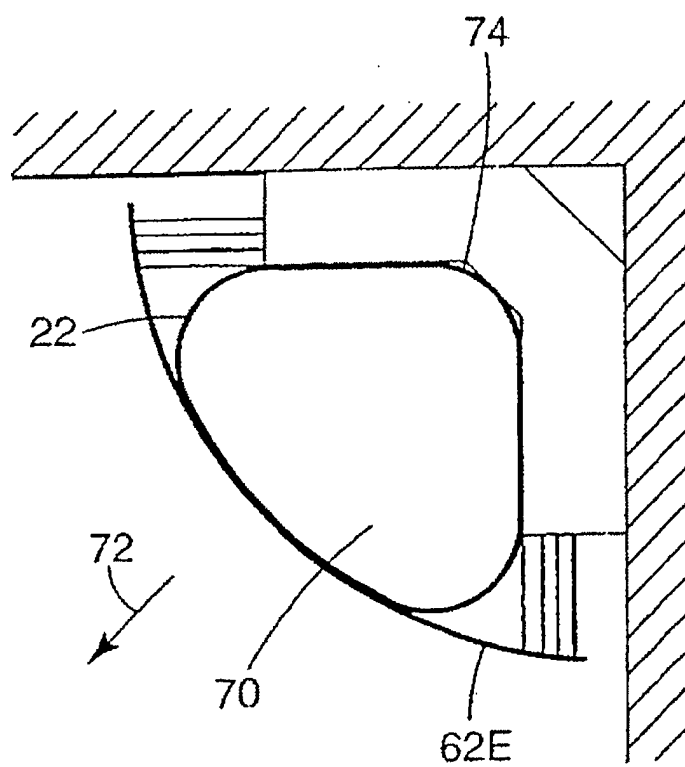


Fig. 14E

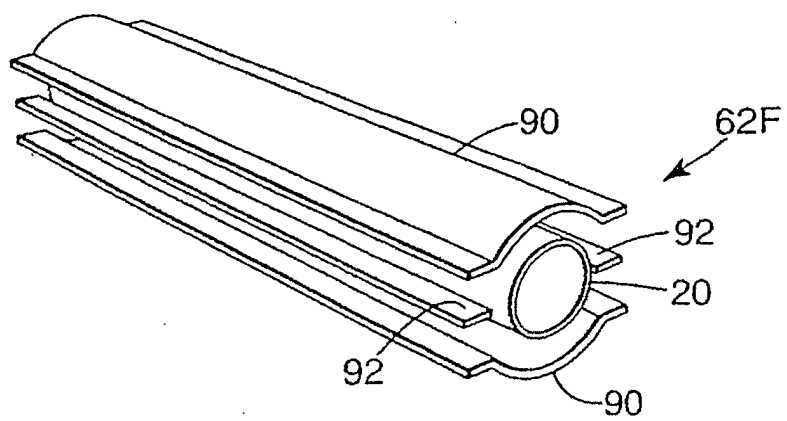


Fig. 15A

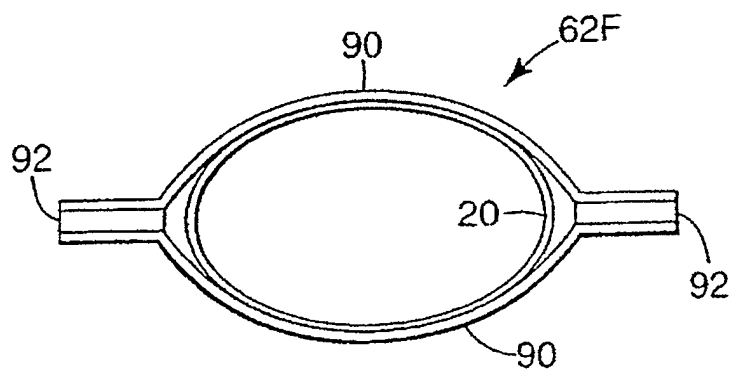


Fig. 15B

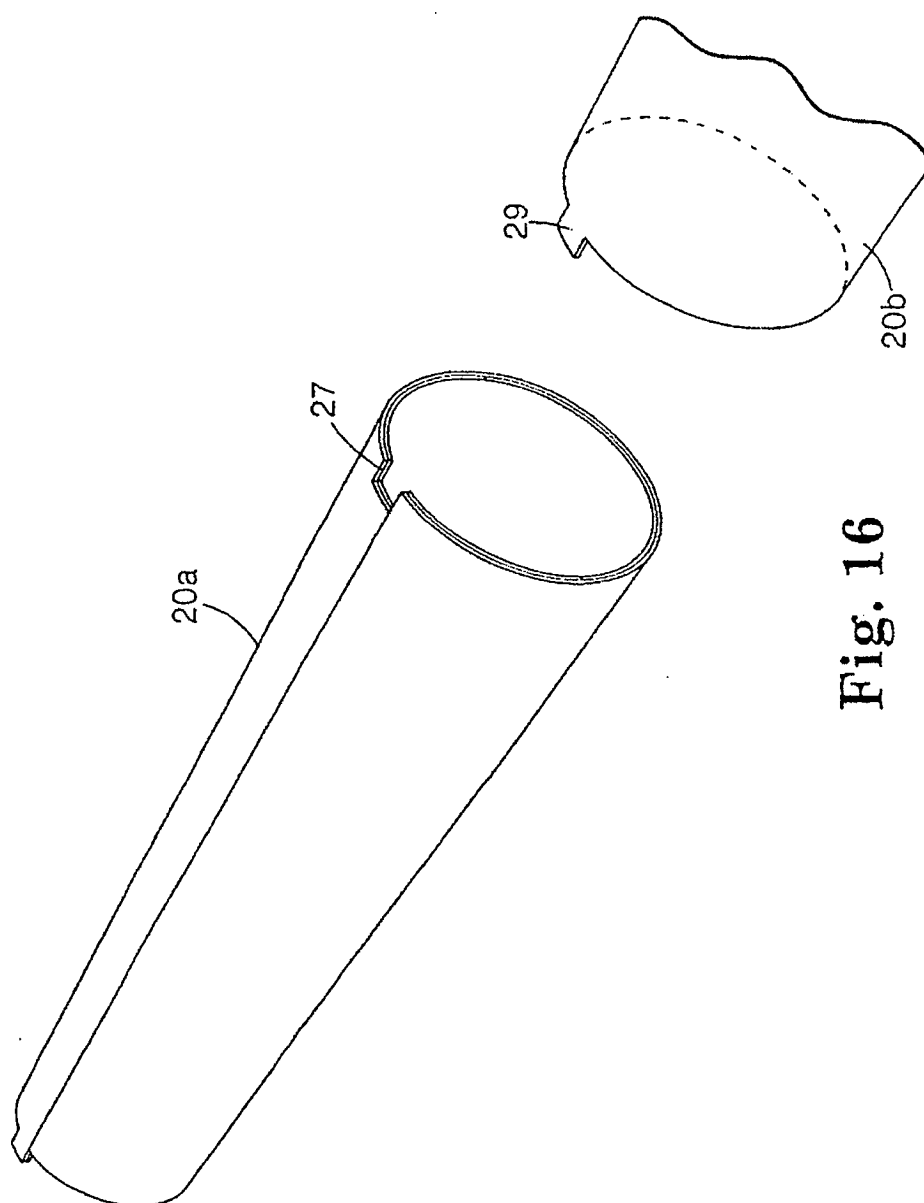


Fig. 16