



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 699 16 462 T2 2005.03.24**

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) EP 1 105 673 B1

(51) Int Cl.⁷: **F21V 8/00**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **699 16 462.1**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US99/14429**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **99 931 917.1**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 00/09943**

(86) PCT-Anmeldetag: **25.06.1999**

(87) Veröffentlichungstag

der PCT-Anmeldung: **24.02.2000**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **13.06.2001**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **14.04.2004**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **24.03.2005**

(30) Unionspriorität:

22621298 10.08.1998 JP

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, FR, GB

(73) Patentinhaber:

Minnesota Mining and Mfg. Co., St. Paul, Minn., US

(72) Erfinder:

IMAMURA, Kengo, Sagamihara-city, Kanagawa Pref. 229, JP; MATSUMOTO, Kenji, Kawasaki-city, Kanagawa pref. 215, JP; IRIE, Shinichi, Yamato-city, Kanagawa Pref. 242-0006, JP; UDAGAWA, Atsushi, Sagamihara-city, Kanagawa Pref. 229-0031, JP

(74) Vertreter:

Vossius & Partner, 81675 München

(54) Bezeichnung: **LICHTFASER UND VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG**

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 eingelebt, 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

Ausführliche Beschreibung der Erfindung

Gebiet der Erfindung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Lichtfaser vom gerichteten Seitenlicht-Extraktionstyp, die in der Lage ist, Licht aus der Seitenwand zu extrahieren, und ein Verfahren zur Herstellung derselben. Insbesondere betrifft sie eine Lichtfaser vom gerichteten Seitenlicht-Extraktionstyp, die in der Lage ist, Licht in einer bestimmten Richtung aus der Seitenwand zu extrahieren, und ein Herstellungsverfahren davon.

[0002] Entladungsröhren, wie Fluoreszenzlampen, emittieren sichtbares Licht in einem bestimmten Wellenlängenbereich, sie werden in der Regel auf den Anwendungsgebieten der Beleuchtung verwendet. In dem Fall, in dem die Entladungsröhren eine Neonglühlampe sind, werden sie zum Anzeigen einer Reklame oder Dekoration oder dergleichen in Form des sogenannten Neonzeichens verwendet.

[0003] Die Entladungsröhren sind beim Anlegen einer elektrischen Spannung luminiszent. In der Regel erzeugen die Entladungsröhren Wärme. In einem solchen Fall ist die Verwendung der Entladungsröhren unter entsprechender Berücksichtigung eines Ladungsabflusses und der erzeugten Wärme notwendig. Beispielsweise ist die Verwendung von Entladungsröhren zur Unter-Wasser-Beleuchtung oder -Demonstration im wesentlichen unmöglich.

[0004] Allerdings hat in den letzten Jahren eine Licht emittierende Vorrichtung, die eine Lichtquelle umfasst, die von dem damit beleuchteten Bereich beabstandet angeordnet ist, um die Beleuchtung und Demonstration, wie vorstehend erläutert, zu erzielen, Aufmerksamkeit auf sich gezogen. Im Falle dieser Licht emittierenden Vorrichtungen wird in der Nähe eines zu beleuchtenden Bereichs eine Lichtfaser, beabstandet von der Lichtquelle, angeordnet, so dass sich die Beleuchtung mit einem gewünschten Licht ergibt. In der Regel umfassen die Lichtfasern einen Kern im zentralen Bereich und eine Umhüllung mit einem Brechungsindex, der niedriger ist als der des Kerns, auf der Peripherie des Kerns. Licht kann in ein Ende injiziert und zum anderen Ende der so konfigurierten Lichtfaser übertragen werden.

[0005] Unter den Lichtfasern ist eine Lichtfaser vom gerichteten Seitenlicht-Extraktionstyp bekannt, die Licht aus der Seitenwand extrahieren kann. Diese Lichtfasern vom gerichteten Seitenlicht-Extraktionstyp können, wenn Licht in ein Ende injiziert und zum anderen Ende übertragen wird, Teile des Lichts aus der Seitenwand durch die Umhüllung zur Außenseite extrahieren.

[0006] Beispielsweise kann eine Lichtfaser vom gerichteten Seitenlicht-Extraktionstyp, die in JP-A-6-118244 als lichtilluminierende Kunststoff-Lichtleitfaser offenbart ist, Licht aus dem gesamten oder dem bezeichneten Bereich der Seitenwand austreten lassen. Ausführlicher gesagt, ist diese Lichtfaser mit einem Kern bzw. einer Umhüllung ausgestattet, die aus transparenten Materialien hergestellt sind. Der Kern umfasst ein Polymer, das hauptsächlich aus einem Polymethylmethacrylat besteht. Die Umhüllung ist aus zwei verschiedenen Bereichen hergestellt, wovon einer aus einem Copolymer auf der Basis von Vinylidenfluorid besteht, das 50 bis 90 Mol-% Vinylidenfluorid und 10 bis 50 Mol-% Tetrafluorethylen umfasst, und der andere Bereich umfasst zumindest eines der anderen Polymere mit einem Brechungsindex, der höher ist als der des Copolymers auf der Basis von Vinylidenfluorid, vorzugsweise ein Polymer, das gleich oder ähnlich ist wie das kernbildende Polymer. Somit sind in den Bereichen der Umhüllung, worin das Copolymer auf der Basis von Vinylidenfluorid und das andere Polymer enthalten sind, Umhüllung und Kern an der Grenzfläche zwischen ihnen miteinander kompatibel. An der Grenzfläche zwischen Kern und Umhüllung, die kompatibel sind, kann das Licht nicht mit Totalreflexion in den Kern übertragen werden, sondern wird innerhalb der Umhüllung gestreut; als Folge wird das Licht zur Außenseite extrahiert.

[0007] Außerdem offenbart JP-A-10-142428 einen Lichtilluminationsstab, der in der Lage ist, Licht aus der Seitenwand in eine bestimmte Richtung zu extrahieren. Dieser Lichtilluminationsstab ist im Grunde genommen mit einem flexiblen Stabelement, das als Kern im zentralen Bereich dient, und einer transparenten Umhüllungsschicht mit einem Brechungsindex, der niedriger ist als der des Kerns, und an die äußere Peripherie des biegsamen Stabelements gebunden ist, ausgestattet. Ein Licht streuender und reflektierender Film, der ein Licht übertragendes Polymer umfasst, in dem feine Licht streuende und reflektierende Partikel dispergiert sind, ist lokal dazwischen entlang der Längsrichtung des Stabelements vorhanden. Dieser Licht streuende und reflektierende Film reflektiert zumindest teilweise Licht, das von einem Ende des Lichtilluminationsstabelements aus injiziert wird, und diffundiert und reflektiert es von der Strahlungsüberfläche der Umhüllung vor dem Licht streu-

enden und reflektierenden Film zur Außenseite.

[0008] Andererseits offenbaren JP-B-4-70604 und dergleichen Erfindungen, die Lichtilluminationsstäbe betreffen, die die unbiegsamen Stabelemente umfassen. Bei diesen Erfindungen wird ein kaum biegsames Material, wie Quarzglas oder optisches Glas, als Stabelement verwendet. Außerdem wird bei diesen Erfindungen ein Licht streuer und reflektierender Film, der aus einem Licht übertragenden Polymer als Bindemittel und feinen Pulvern mit einem Brechungsindex, der höher ist als der des Stabelements, die in das Polymer eingebracht wurden, gebildet ist, in Form eines Streifens auf der äußeren Peripherie entlang der Längsrichtung des Stabelements abgeschieden.

[0009] Im Falle der in JP-A-6-118244 offenbarten optischen Lichtilluminations-Kunststofffaser sind die zwei verschiedenen Polymere, die die Umhüllung bilden, miteinander inkompatibel und bewirken eine Phasentrennung. Diese beiden inkompatiblen und phasengetrennten Polymere weisen einen so kleinen Brechungsindex-Unterschied wie höchstens etwa 0,25 auf. Darum kann bei Verwendung einer gebräuchlichen Lichtquelle in dieser optischen Lichtilluminations-Kunststofffaser die Umhüllung keinen Licht streuenden und reflektierenden Effekt aufweisen, der gut genug ist, um ein sehr helles Licht in einer bestimmten Richtung effizient aus der Seitenwand zu extrahieren.

[0010] In der Regel wird der Licht streuende und reflektierende Film, der in JP-A-10-142428 offenbart ist, durch Aufbringen auf ein Stabelement eines Überzugsmaterials, das ein Licht übertragendes Polymer und Licht streuende und reflektierende feine Partikel enthält, gebildet. Wenn alternativ der Licht streuende und reflektierende Film ein Licht streuer, reflektierender Klebefilm ist, wird er direkt auf das Stabelement aufgelegt. Diese Licht streuenden und reflektierenden Filme besitzen im Falle von handelsüblichen Produkten aufgrund verschiedener restriktiver Faktoren bei der Herstellung allerdings eine Dicke von höchstens 10 µm bis 110 µm. Somit treten zumindest Teile des von einem Ende des Lichtilluminationsstabs in das flexible Stabelement injizierten Lichts durch diese Licht streuenden und reflektierenden Filme zur Außenseite aus. Darum ist zu befürchten, dass sehr helles Licht kaum mit hoher Effizienz in einer bestimmten Richtung aus der Seitenwand extrahiert werden kann.

[0011] Theoretisch ist die Bereitstellung der Lichtilluminationstäbe, die in der JP-A-Veröffentlichung offenbart sind, mit einem Licht streuenden und reflektierenden Film mit hoher Dicke möglich. Allerdings sind die diesbezüglichen Versuche mit verschiedenen Nachteilen behaftet. D. h., wenn die Bildung eines Licht streuenden und reflektierenden Films mit spezifischer Dicke durch wiederholtes Aufbringen eines Überzugsmaterials auf den Kernbereich eines Stabelements beabsichtigt ist, erfordert das Verfahren viele Mannstunden und ist somit wirtschaftlich nicht akzeptabel. Obwohl es von der Natur der verwendeten Überzugsmaterialien abhängt, wird nicht immer ein Stabelement mit ausreichender Flexibilität, wie gewünscht, erhalten. Im Fall, wobei ein Licht streuender und reflektierender Film übertragen und aufgeklebt wird, wird auf dem Kernbereich nach Übertragung und Aufkleben des Films eine Umhüllungsschicht des so erhaltenen Films gebildet. Als Folge kann kaum ein Material vom Wärmeschrumpfungstyp verwendet werden. Wird es verwendet, kann im wesentlichen kein Stabelement mit einem Querschnitt in Form eines Kreises hergestellt werden, da der Licht streuende und reflektierende Filmbereich im Gegensatz zu den gebräuchlichen Lichtilluminationsstäben teilweise vorspringend ist.

[0012] Bei ihrer Verwendung werden die Lichtilluminationsstäbe in der Regel ferner auf einer im Handel erhältlichen Halteschiene mit reflektierender Oberfläche auf der Innenfläche befestigt, wie eine U-Schiene (weiß), hergestellt von Sumitomo-3M, mit der Absicht der Verbesserung der Richtfähigkeit der zu extrahierenden Lichter zur Außenseite oder dergleichen. Da die Halteschiene so hergestellt ist, dass sie einen Querschnitt in Form eines Kreises aufweist, der bei den Lichtilluminationsstäben der gebräuchlichste Querschnitt ist, erscheint es wahrscheinlich, dass die Lichtilluminationsstäbe mit einem dicken und vorspringenden Licht streuenden und reflektierenden Filmbereich nicht sicher in der Haltestange eingeschlossen sind.

[0013] Darum ist ein Ziel der Erfindung die Bereitstellung der Lichtfaser vom gerichteten Seitenlicht-Extraktionsstyp, die in der Lage ist, die Querschnittsform, wie sie gewünscht ist, unter Verminderung der Menge an Licht, das durch den Licht streuenden und reflektierenden Bereich austritt, beizubehalten, und ein Licht mit hoher Helligkeit und hoher Richtfähigkeit zu extrahieren, und ein Verfahren zur Herstellung derselben.

[0014] Die Erfinder haben in jeder Hinsicht ausgedehnte Forschungen im Hinblick darauf unternommen, eine Lösung des Problems, wie vorstehend beschrieben, zu finden. Als Ergebnis wurde festgestellt, dass das Ziel erreicht werden kann durch Bilden eines Licht streuenden und reflektierenden Bereichs, wie eines Licht streuenden und reflektierenden Films aus beispielsweise einem Material, das durch Mischen und Dispergieren von

Licht streuenden und reflektierenden feinen Partikel in einem hüllenbildenden harzartigen Material erhalten wird; der Bereich wird an der inneren Peripherie einer Umhüllung durch Coextrusion nur eines harzartigen Materials und eines Gemisches, das beispielsweise durch Mischen der Licht streuenden und reflektierenden feinen Partikel mit einem harzartigen Material unter Dispergieren der feinen Partikel darin erhalten wird, während der Bildung einer Umhüllung gebildet. Die Erfindung wurde auf der Grundlage dieser Feststellungen gemacht.

[0015] Erfindungsgemäß wird erstens eine Lichtfaser bereitgestellt, umfassend einen Kern und eine Umhüllung mit einem Brechungsindex, der niedriger ist als der des Kerns, auf der Peripherie des Kerns, dadurch gekennzeichnet, dass die Lichtfaser einen Licht streuenden und reflektierenden Bereich aufweist, der durch Coextrusion zumindest an der inneren Peripherie der Umhüllung ausgebildet ist; zweitens wird eine Lichtfaser bereitgestellt, dadurch gekennzeichnet, dass der streuende und reflektierende Bereich mit dem Kern in Kontakt kommt; drittens wird eine Lichtfaser bereitgestellt, dadurch gekennzeichnet, dass der Licht streuende und reflektierende Bereich eine Dicke aufweist, die sich zumindest bis in die Nähe der äußeren Peripherie der Umhüllung in senkrechter Richtung zur Längsrichtung der Umhüllung erstreckt; viertens wird eine Lichtfaser bereitgestellt, dadurch gekennzeichnet, dass der Licht streuende und reflektierende Bereich in einer vorher festgelegten Dicke sich erstreckend von der inneren Peripherieoberfläche der Umhüllung zum Kernbereich in senkrechter Richtung zur Längsrichtung der Umhüllung ausgebildet ist; fünftens wird eine Lichtfaser bereitgestellt, dadurch gekennzeichnet, dass sich der Licht streuende und reflektierende Bereich bis in das Innere des Kerns erstreckt; außerdem wird sechstens eine Lichtfaser bereitgestellt, dadurch gekennzeichnet, dass der streuende und reflektierende Bereich linear oder bandartig entlang der Längsrichtung der Umhüllung ausgebildet ist; siebtens wird eine Lichtfaser bereitgestellt, dadurch gekennzeichnet, dass der Licht streuende und reflektierende Bereich entlang der Peripherierichtung der Umhüllung ausgebildet ist; und achtens wird ein Verfahren bereitgestellt zur Herstellung einer Lichtfaser, die einen Kern, eine den Kern bedeckende Umhüllung und einen Licht streuenden und reflektierenden Bereich umfasst, dadurch gekennzeichnet, dass ein harzartiges Material mit einem Brechungsindex, der niedriger ist als der eines kernbildenden lichtdurchlässigen Materials, und ein Licht streuendes und reflektierendes Material coextrudiert werden, so dass ein Licht streuender und reflektierender Bereich zumindest an der inneren Peripherie der Umhüllung gebildet wird.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0016] **Fig. 1** ist eine schematische perspektivische Ansicht einer Ausführungsform der erfindungsgemäßen Lichtfasern.

[0017] **Fig. 2** ist eine schematische perspektivische Ansicht einer weiteren Ausführungsform der erfindungsgemäßen Lichtfasern.

[0018] **Fig. 3** ist eine schematische Ansicht einer Variation der Umhüllung, die die erfindungsgemäßen Lichtfasern aufbaut.

[0019] **Fig. 4** ist eine seitliche Querschnittsansicht einer erfindungsgemäßen Vorrichtung, die beim Messen der Helligkeit verwendet wird.

Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung

[0020] Die vorliegende Erfindung wird nachstehend unter Bezugnahme auf die bevorzugten Ausführungsformen beschrieben. Überall in den hier beigefügten Zeichnungen sind gleiche oder sich entsprechende Teile oder Bereiche mit den gleichen Symbolen bezeichnet.

[0021] **Fig. 1** zeigt eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen Lichtfasern. Im Grund genommen umfasst die Lichtfaser den sogenannten Kern im zentralen Bereich und eine Umhüllung mit einem Brechungsindex, der niedriger ist als der des Kerns, auf der Peripherie davon.

[0022] Der Kern ist aus einer festen Masse von lichtdurchlässigen Materialien, wie Quarzglas, optisches Glas; und Polymeren ausgebildet, und er weist einen Brechungsindex von 1,4 bis 2,0 auf. Vom Standpunkt der Flexibilität und Licht-Durchlässigkeit ist der Kern vorzugsweise aus einem flexiblen Material hergestellt, das im Absatz 0014 von JP-A-10-142428 beschrieben ist, wie beispielsweise Acrylharze, Etylen-Vinylacetat-Copolymere und dergleichen. Die relevanten Beschreibungen der offengelegten Veröffentlichung sind hiermit durch Be-

zugnahme mitumfasst. Stärker bevorzugt ist der Kern aus einem Acrylharz mit einem Brechungsindex von etwa 1,5 hergestellt.

[0023] Als Kernmaterial wird in der Regel ein festes Material verwendet, allerdings ist auch ein flüssiges Material verwendbar. Das flüssige Kernmaterial umfasst wässrige Lösungen eines anorganischen Salzes, mehrwertige Alkohole, wie Ethylenglycol, Glycerin und dergleichen; Silikonöle, wie Polydimethylsiloxan, Polyphenylmethylsiloxan und dergleichen; Polyether; Polyester; Kohlenwasserstoffe, wie flüssiges Paraffin; halogenierte Kohlenwasserstoffe, wie Trifluorethylenchloridöl; Phosphorsäureester, wie Tri(chlorethyl)phosphat, Trioctylphosphat und dergleichen; und polymere Lösungen, die durch Verdünnen verschiedener Polymere mit entsprechenden Lösungsmitteln und dergleichen hergestellt werden.

[0024] Die Umhüllung ist aus einem harzartigen Material mit einem Brechungsindex, der niedriger ist als der des kernbildenden lichtdurchlässigen Materials, wie beispielsweise Tetrafluorethylen-Hexafluorpropylen-Copolymer (im Folgenden hier oft als FEP bezeichnet), Tetrafluorethylen-Ethylen-Copolymer (im Folgenden hier oft als ETFE bezeichnet), oder Tetrafluorethylen-Hexafluorpropylen-Vinylidenfluorid-Copolymer (im Folgenden oft als THV bezeichnet), das einen Brechungsindex von etwa 1,34 bis etwa 1,43 aufweist, hergestellt.

[0025] Der Licht streuende und reflektierende Film (Licht streuender und reflektierender Bereich) für die erfindungsgemäße Lichtfaser ist in einer gewünschten Größe, in einem gewünschten Bereich, zumindest auf der inneren Peripherie der Umhüllung, durch Coextrusion eines harzartigen Materials nur zum Bilden der Umhüllung und eines Gemisches, das durch Einarbeiten beispielsweise von Licht streuenden und reflektierenden feinen Partikeln in das gleiche harzartige Material wie das harzartige Material, so dass sie darin dispergiert werden, erhalten wird, ausgebildet.

[0026] Der so erhaltene Licht streuende und reflektierende Film wird zweckmäßigerweise durch Kontaktieren mit dem Kern gebildet; in einer Dicke, die zumindest bis in die Nähe der äußeren Peripherie der Umhüllung in senkrechter Richtung zur Längsrichtung der Umhüllung, vorzugsweise in einer Dicke, die so weit wie bis zur äußeren Peripherie reicht, wie in **Fig. 1-1** gezeigt. Darum entspricht die maximale Dicke des Films der Dicke der Umhüllung. Da die Umhüllung typischerweise eine Dicke von 100 bis 800 µm aufweist, kann der Licht streuende und reflektierende Film eine Dicke von 100 bis 800 µm aufweisen. Somit kann die erfindungsgemäße Umhüllung mit einem Licht streuenden und reflektierenden Film ausgestattet sein, der dicker ist als der der herkömmlichen Umhüllungen, wodurch das Austreten von Licht durch den Licht streuenden und reflektierenden Film verhindert wird. Als Folge kann die erfindungsgemäße Lichtfaser effizient Licht streuen und reflektieren, das innerhalb des Kerns in Vorwärtsrichtung des Licht streuenden und reflektierenden Films übertragen wird. Als Folge wird nur in einer bestimmten Richtung ein vergleichsweise starkes Licht aus der Seitenwand der Lichtfasern extrahiert.

[0027] In der Tat kann der Licht streuende und reflektierende Film in einer zuvor festgelegten Dicke in einem Bereich, der nicht die Dicke der Umhüllung auf der äußeren Peripherie erreicht, oder in einer Dicke, die dieser bei ihrem Maximum in senkrechter Richtung zur Längsrichtung der Umhüllung, wie in **Fig. 2** gezeigt, nahe kommt, ausgebildet sein. Gegebenenfalls kann der Licht streuende und reflektierende Film umgekehrt auf eine solche Weise ausgebildet sein, dass sich der Film in Richtung des Kernbereichs in senkrechter Richtung zur Längsrichtung der Umhüllung von der inneren peripheren Oberfläche der Umhüllung erstreckt. In diesem Fall liegt der Querschnitt der Umhüllung in Form eines Kreises mit einem Vorsprung vor, der sich in den Innenbereich des Kerns erstreckt. Außerdem wird der Film dadurch gebildet, dass er sich von der inneren peripheren Oberfläche der Umhüllung nicht nur in Richtung des Kerns, sondern sich auch in den Kernbereich hinein erstreckt, d. h. der Film kann in die Umhüllung eingebettet sein.

[0028] Für den erfindungsgemäßen Licht streuenden und reflektierenden Film können gegebenenfalls seine Breite, Dicke, Länge und Form in Abhängigkeit von den Anwendungsgebieten gewählt werden. Beispielsweise kann die maximale Dicke des Films die gleiche sein, wie diejenige für die Umhüllung selbst, und die minimale Dicke hiervon kann 1/10 der Dicke der Umhüllung entsprechen. Auch die Breite des Films kann wahlfrei gewählt werden. Beispielsweise kann sie in der gleichen Krümmung wie diejenige der Umhüllung eine Breite aufweisen, die zur Erfüllung der Anforderungen ausreicht, und sie kann eine Breite aufweisen, die gut ausreicht, um 1 bis 99% der Gesamtlänge der Außenperipherie der Umhüllung abzudecken. Die Länge des Films kann auch eine Länge sein, die der gesamten Länge oder einem Teil der längsverlaufenden Länge der Lichtfaser entspricht. Der Film kann eine lineare Form oder gegebenenfalls eine bandartige Form mit einem vorspringenden Bereich aufweisen. Es ist nicht notwendig, dass der Licht streuende und reflektierende Film einzeln verwendet werden kann, sondern es können eine Vielzahl von Licht streuenden und reflektierenden Filmen parallel entlang der Längsrichtung der Umhüllung vorgesehen sein.

[0029] Eine Beleuchtung mit breitem Ausleuchtungsbereich ist entlang der Längsrichtung der Lichtfaser durch Bilden einer linearen oder einer bandartigen Form des Licht streuenden und reflektierenden Films entlang der Längsrichtung der Umhüllung, wünschenswerter Weise mit einer der Gesamtlänge der Umhüllung entsprechenden Länge erhältlich.

[0030] Der erfindungsgemäße Licht streuende und reflektierende Film ist inzwischen als integraler Teil der Umhüllung ausgebildet, und es ergibt sich somit keinerlei Auswirkung auf die Querschnittsform der Lichtfaser. Demnach zeigt die Lichtfaser eine im wesentlichen kreisförmige Form. Darum können die erfindungsgemäßen Lichtfasern leicht in Kombination mit einer im Handel erhältlichen Licht reflektierenden Halteschiene, wie eine U-Schiene (weiß), hergestellt von Sumitomo-3M, verwendet werden, wobei die Lichtfaser Licht mit verbesserter Richtigkeit zur Außenseite extrahieren kann.

[0031] Außerdem ist der Licht streuende und reflektierende Film vorzugsweise so hergestellt, dass er sich entlang der peripheren Richtung der Umhüllung erstreckt. Insbesondere wenn der Licht streuende und reflektierende Film entlang der peripheren Richtung der Umhüllung 50% bis 99% der Gesamtlänge der peripheren Richtung der Umhüllung entlang dieser Richtung abdeckt, wird die Helligkeit des in einer bestimmten Richtung zu extrahierenden Lichts weiter intensiviert.

[0032] Der Licht streuende und reflektierende Film ist aus einem Licht streuenden und reflektierenden Material hergestellt, das durch Einarbeitung von Licht streuenden feinen Partikeln, die im folgenden erklärt werden, in ein harzartiges Material, wie FEP-, ETFE-Harz und dergleichen, oder Polyethylen (PE) mit einem Brechungsindex von etwa 1,34 bis etwa 1,51, so dass sie gleichmäßig darin dispergiert sind, erhalten wird. Der Licht streuende und reflektierende Film wird durch Coextrusion einer Zubereitung erhalten, die durch Zugabe zu dem harzartigen Material der Licht streuenden feinen Partikel in einer Menge, so dass 0,3 bis 30 Gew.-% enthalten sind, hergestellt. Im Fall des so hergestellten Licht streuenden und reflektierenden Films kann ein aus der Seitenwand der Lichtfaser extrahiertes Licht im Verhältnis zum Brechungsindex des Harzes und der Menge an Licht streuenden feinen Partikeln, die darin eingearbeitet sind, quantitativ eingestellt werden.

[0033] Der erfindungsgemäße Licht streuende und reflektierende Film bedeutet keine Einschränkung für die oben erwähnte Ausführungsform. Beispielsweise besitzt der Licht streuende und reflektierende Film nicht notwendigerweise eine der Dicke der Umhüllung entsprechende Dicke, wenn er das Licht anderweitig an einem Austritt hierdurch hindern kann. Wie teilweise vorstehend beschrieben, kann der Licht streuende und reflektierende Film, wie in **Fig. 2** gezeigt, dünner sein als die Umhüllung, solange der Film verhindern kann, dass Licht durch einen Bereich des Films austritt. Es ist nicht immer notwendig, dass der Licht streuende und reflektierende Film so geformt sein sollte, dass er einen integralen Teil der Umhüllung in äußerer peripherer Richtung senkrecht zur Längsrichtung der Umhüllung ausmacht. Der Licht streuende und reflektierende Film kann als Vorsprung in den Innenbereich des Kerns von der inneren peripheren Oberfläche der Umhüllung ausgebildet sein, wie in **Fig. 3** gezeigt. Außerdem kann der Licht streuende und reflektierende Film durch Einarbeiten eines Pigments oder eines Farbstoffes darin gefärbt werden.

[0034] Anorganische feine Pulverpartikel mit einem Brechungsindex, der um etwa 0,3 bis etwa 1,3 größer ist als der des kernbildenden Harzes, können zweckmäßigerweise als Licht streuende und reflektierende feine Partikel verwendet werden. Als Beispiel dafür können Magnesiumoxid mit einem Brechungsindex von etwa 1,8; Aluminiumoxid mit einem Brechungsindex von etwa 1,8; Bariumoxid mit einem Brechungsindex von etwa 1,8; und Titandioxid mit einem Brechungsindex von etwa 2,6 und dergleichen angegeben werden. Verbesserte Wetterfestigkeit und verbreiterter Sichtbarkeitswinkel werden ebenfalls durch das Einarbeiten von Licht streuenden feinen Partikeln, wie Titandioxid, in einer Spurenmenge, wie 0,03 Gew.-%, in den Licht übertragenden Bereich der Umhüllung erwartet.

[0035] Anschließend wird nachstehend das Verfahren zur Herstellung der Lichtfaser beschrieben. Die wie vorstehend beschriebene Umhüllung wird auf folgende Weise mittels Coextrusionsformen durch Extrusion zweier oder mehrerer Materialien mit zwei oder mehreren Extrudern hergestellt.

[0036] Zunächst werden ein Harz auf Fluorbasis, beispielsweise Teflon®FEP 100-J-Pellet, hergestellt von DuPont, in einer zuvor festgelegten Menge bzw. eine Harzzusammensetzung auf Fluorbasis, die die Licht streuenden feinen Partikel enthält, die zuvor darin gemischt und dispergiert worden sind, beispielsweise Neoflon®FEP NP20WH-Harz-Pellets, die 3 Gew.-% Titandioxid enthalten und von der Firma Daikin Kogyo hergestellt werden, in einer zuvor festgelegten Menge vorbereitet. Natürlich ist alternativ die Verwendung eines Materials möglich, das durch Zugabe einer zuvor festgelegten Menge an Licht-streuenden feinen Partikeln zu einem entsprechenden umhüllungsbildenden harzartigen Material, so dass sie darin gemischt und dispergiert

werden, erhalten wird.

[0037] Jedes dieser Pellets wird jeweils in zwei zuvor vorbereitete Extruder geladen und in eine Düse extrudiert, wodurch eine rohrförmige Umhüllung mit einem Licht streuenden und reflektierenden Film, der vorstehend erwähnt wurde, integral geformt wird. Somit ist kein Schritt des Aufbringens eines Licht streuenden und reflektierenden Films oder des Aufklebens eines Licht streuenden und reflektierenden Klebefilms, die beide im Abschnitt des bisherigen Stands der Technik diskutiert werden, verlangt.

[0038] In einer anderen Ausführungsform kann der Kern beispielsweise auf folgende Weise hergestellt werden. Zunächst wird eine Monomergemischlösung hergestellt, die eine festgelegte Menge von 2-Ethylhexylmethacrylat, eine festgelegte Menge von n-Butylmethacrylat und eine festgelegte Menge von Triethylenglycoldimethacrylat enthält. Anschließend wird dem Lösungsgemisch als Polymerisationsstifter Bis(4-tert.-butylcyclohexyl)peroxydicarbonat, unter Herstellung eines Kernvorläufers zugesetzt. Sodann wird die Umhüllung zu einer U-Form gebogen, und der Kernvorläufer wird von einem Ende in das Innere der Umhüllung injiziert. Anschließend wird ein fester Kern so gebildet, dass eine Lichtleitfaser vom gerichteten Seitenlicht-Extraktionstyp durch Erhitzen des Resultierenden bis zur Polymerisationsstarttemperatur bereitgestellt wird.

[0039] Im Grunde genommen wird der Kernvorläufer nacheinander von unten nach oben bis zur U-förmigen Umhüllung erhitzt. In diesem Schritt kann der Kernvorläufer mit einem Inertgas, wie Stickstoff oder Argon, in Kontakt kommen, so dass daran ein Druck angelegt wird. Anschließend kann der Kernvorläufer als Ganzes zusammen mit der Umhüllung für eine festgelegte Zeitdauer erhitzt werden, um den Kernvorläufer zur vollständigen Umsetzung zu bringen.

Beispiele

[0040] Die Erfindung wird nachstehend unter Bezugnahme auf die folgenden Beispiele und Vergleichsbeispiele ausführlich beschrieben, und sie sollten nicht als Einschränkung der vorliegenden Erfindung gedacht sein.

Beispiel 1

[0041] Jeweils 2 Extruder, die zuvor vorbereitet wurden, wurden mit Teflon®FEP 100-J-Pellets, mit einem Brechungsindex von etwa 1,34, hergestellt von der Firma Du Pont, und Neoflon®FEP NP20WH-Harz-Pellet, umfassend ein Bindemittel, bestehend aus FEP mit einem Brechungsindex von etwa 1,34, und 3 Gew.-% Titandioxid, hergestellt von Daikin Kogyo, beschickt. Das so eingefüllte Material wurde in eine Düse coextrudiert, so dass sich eine rohrförmige Umhüllung mit einem Außendurchmesser von etwa 12 mm und einer Dicke von etwa 0,8 mm ergibt. Es wurde gefunden, dass die Umhüllung mit einem Licht streuenden und reflektierenden Film bereitgestellt wird, der entlang der Längsrichtung der Umhüllung ausgebildet ist, wobei der Film eine Breite von etwa 13 mm und eine Dicke von etwa 0,8 mm aufweist und 3 Gew.-% Titandioxid enthält.

[0042] Anschließend werden 100 Gewichtsteile 2-Ethylhexylmethacrylat, 100 Gewichtsteile n-Butylmethacrylat und 2 Gewichtsteile Triethylenglycoldimethacrylat unter Erhalt eines Lösungsgemisches von Monomeren gemischt. Diesem Lösungsgemisch wurde weiterhin Bis(4-tert.-butylcyclohexyl)peroxydicarbonat als Polymerisationsstifter zur Herstellung eines Kernvorläufers zugesetzt. Anschließend wurde die Umhüllung zu einer U-Form gebogen, und der Kernvorläufer wurde von einem Ende in das Innere der Umhüllung gegossen. Das Resultierende wurde bis zur Polymerisationsstarttemperatur erhitzt, so dass ein fester Kern gebildet wurde. Auf diese Weise wurde eine etwa 10 m lange Lichtfaser vom gerichteten Seitenlicht-Extraktionstyp erhalten.

Beispiel 2

[0043] Eine Lichtfaser wurde durch Wiederholung des Verfahrens von Beispiel 1 hergestellt, mit der Ausnahme, dass eine Umhüllung mit einem Außendurchmesser von etwa 9 mm und einer Dicke von etwa 0,7 mm durch Coextrusionsformen hergestellt wurde. In diesem Fall wurde ein Licht streuender und reflektierender Film in der Umhüllung entlang der Längsrichtung der Umhüllung gebildet, wobei der Film eine Breite von etwa 10 mm und eine Dicke von etwa 0,7 mm aufwies und 3 Gew.-% Titandioxid enthielt.

Beispiel 3

[0044] Eine Lichtfaser wurde durch Wiederholung des Verfahrens von Beispiel 1 hergestellt, mit der Ausnah-

me, dass eine Umhüllung mit einem Außendurchmesser von etwa 18 mm und einer Dicke von etwa 0,8 mm durch Coextrusionsformen hergestellt wurde. In diesem Fall wurde ein Licht streuender und reflektierender Film in der Umhüllung entlang der Längsrichtung der Umhüllung gebildet, wobei der Film eine Breite von etwa 20 mm und eine Dicke von etwa 0,8 mm aufwies und 3 Gew.-% Titandioxid enthielt.

Beispiel 4

[0045] Eine Lichtfaser wurde durch Wiederholung des Verfahrens von Beispiel 1 hergestellt, außer dass das Neoflon®FEP NP20WH-Harz, hergestellt von Daikin Kogyo, durch ein Gemisch von 10 kg des Teflon®FEP 100-J-Harzes mit 1 kg des Neoflon®FEP NP20WH-Harzes ersetzt wurde. Eine Umhüllung mit einem Außendurchmesser von etwa 12 mm und einer Dicke von etwa 0,8 mm, wurde hergestellt, indem mit dem Gemisch ein Coextrusionsformen durchgeführt wurde. In diesem Fall wurde ein Licht streuender und reflektierender Film in der Umhüllung entlang der Längsrichtung der Umhüllung gebildet, wobei der Film eine Breite von etwa 13 mm und eine Dicke von etwa 0,8 mm aufwies und 0,3 Gew.-% Titandioxid enthielt.

Beispiel 5

[0046] Eine Lichtfaser wurde durch Wiederholung des Verfahrens von Beispiel 1 hergestellt, außer dass das Neoflon®FEP NP20WH-Harz, hergestellt von Daikin Kogyo, durch ein Gemisch von 2 kg des Teflon®FEP 100-J-Harzes mit 1 kg des Neoflon®FEP NP20WH-Harzes ersetzt wurde. Eine Umhüllung mit einem Außendurchmesser von etwa 12 mm und einer Dicke von etwa 0,8 mm wurde hergestellt, indem mit dem Gemisch ein Coextrusionsformen durchgeführt wurde. In diesem Fall wurde ein Licht streuender und reflektierender Film in der Umhüllung entlang der Längsrichtung der Umhüllung gebildet; wobei der Film eine Breite von etwa 13 mm und eine Dicke von etwa 0,8 mm aufwies und 1 Gew.-% Titandioxid enthielt.

Beispiel 6

[0047] Eine Umhüllung mit einem Außendurchmesser von etwa 12 mm und einer Dicke von etwa 0,8 mm wurde hergestellt durch Beschicken von jeweils 2 Extrudern von Beispiel 1 mit dem Teflon®FEP 100-J-Harz und dem weißen TFC SM-413-Harz, das ein Bindemittel enthielt, das aus FEP mit einem Brechungsindex von etwa 1,34 und 20 Gew.-% Titandioxid bestand und von Dai-nichi Seika Kogyo hergestellt wurde. In diesem Fall wurde ein Licht streuender und reflektierender Film in der Umhüllung gebildet; wobei der Film so dünn wie etwa 0,1 mm war und entlang der Längsrichtung der Umhüllung verlief, mit einer Breite von etwa 13 mm und enthaltend 20 Gew.-% Titandioxid.

[0048] Anschließend wurde eine Lichtfaser hergestellt unter Verwendung von Glycerin als Ersatz für den aus Acrylharz hergestellten Kern durch Einfüllen von Glycerin mit einem Brechungsindex von etwa 1,475, der fast demjenigen des aus Acrylharz hergestellten Kerns entsprach, in die Umhüllung, so dass die Umhüllung damit ausgefüllt war; und Versiegeln beider Enden der Umhüllung mit Quarzstäben.

Beispiel 7

[0049] Eine Lichtfaser wurde durch Wiederholen des Verfahrens von Beispiel 6 hergestellt, außer dass das weiße TFC SM-413-Harz, hergestellt von Dai-nichi Seika Kogyo, durch ein Gemisch ersetzt wurde, das durch Mischen von jeweils 1 kg Teflon®FEP 110-J, hergestellt von Du Pont, und weißem TFC SM-413-Harz, hergestellt von Dai-nichi Seika Kogyo, erhalten wurde. Eine Umhüllung mit einem Außendurchmesser von etwa 18 mm und einer Dicke von etwa 0,8 mm wurde hergestellt, indem mit dem Gemisch ein Coextrusionsformen durchgeführt wurde. In diesem Fall wurde ein Licht streuender und reflektierender Film in der Umhüllung gebildet, wobei der Film so dünn wie etwa 0,2 mm war und entlang der Längsrichtung der Umhüllung verlief, mit einer Breite von etwa 18 mm und enthaltend 10 Gew.-% Titandioxid.

Beispiel 8

[0050] Eine Lichtfaser wurde durch Wiederholen des Verfahrens von Beispiel 6 hergestellt, mit der Ausnahme, dass eine Umhüllung mit einem Außendurchmesser von etwa 18 mm und einer Dicke von etwa 0,8 mm hergestellt wurde durch Beschicken von jeweils 2 Extrudern mit Neoflon®ETFE EP521-Harz, hergestellt von Daikin Kogyo, mit einem Brechungsindex von etwa 1,43 und weißem AFC SM-412-Harz, das ein Bindemittel umfasst, bestehend aus ETFE mit einem Brechungsindex von etwa 1,43 und 30 Gew.-% Titandioxid und Durchführen eines Coextrusionsformens mit den Materialien. In diesem Fall wurde ein Licht streuender und reflektierender Film in der Umhüllung gebildet, wobei der Film so dünn war wie etwa 0,5 mm und entlang der

Längsrichtung der Umhüllung verlief, mit einer Breite von etwa 20 mm und enthaltend 30 Gew.-% Titandioxid.

Beispiel 9

[0051] Eine Lichtfaser wurde durch Wiederholen des Verfahrens von Beispiel 8 hergestellt, mit der Ausnahme, dass das weiße AFC SM-412-Harz, hergestellt von Dai-nichi Seika Kogyo, durch ein Gemisch von 1 kg des gleichen weißen AFC SM-412-Harzes und 9 kg Neoflon®ETFE EP521-Harz, hergestellt von Daikin Kogyo, ersetzt wurde. Eine Umhüllung mit einem Außendurchmesser von etwa 18 mm und einer Dicke von etwa 1,3 mm wurde hergestellt, indem mit dem Gemisch ein Coextrusionsformen durchgeführt wurde. In diesem Fall wurde in der Umhüllung ein Licht streuender und reflektierender Film gebildet, wobei der Film so dünn war wie etwa 0,5 mm und entlang der Längsrichtung der Umhüllung verlief, mit einer Breite von etwa 20 mm und enthaltend 3 Gew.-% Titandioxid.

Beispiel 10

[0052] Eine Lichtfaser wurde durch Wiederholen des Verfahrens von Beispiel 6 hergestellt, außer dass eine Umhüllung mit einem Außendurchmesser von etwa 18 mm und einer Dicke von etwa 0,8 mm hergestellt wurde durch Beschicken von jeweils 2 Extrudern mit dem Polymer THV-500G auf der Basis von Fluor mit einem Brechungsindex von etwa 1,36, hergestellt von Sumitomo-3M, und einem Gemisch, das 5 kg Polyethylen LDPE1122 mit niedriger Dichte, hergestellt von Chevron, umfasste, und 1 kg Polyethylen PE-M980731-Harz, das 60 Gew.-% Titandioxid in dem LDPE enthielt und von Dai-nichi Seika Kogyo hergestellt wurde, und Durchführen eines Coextrusionsformens mit den Materialien. In diesem Fall wurde ein Licht streuender und reflektierender Film in der Umhüllung gebildet, wobei der Film so dünn war wie etwa 0,4 mm, entlang der Längsrichtung der Umhüllung verlief, mit einer Breite von etwa 20 mm und enthaltend 10 Gew.-% Titandioxid in dem LDPE mit einem Brechungsindex von etwa 1,51.

Beispiel 11

[0053] Eine Lichtfaser wurde durch Wiederholen des Verfahrens von Beispiel 6 hergestellt, mit der Ausnahme, dass eine Umhüllung mit einem Außendurchmesser von etwa 18 mm und einer Dicke von etwa 0,9 mm hergestellt wurde durch Beschicken von jeweils 2 Extrudern mit einem Gemisch von 10 kg Teflon®FEP 100-J-Harz und 0,1 kg Neoflon®FEP NP20WH-Harz, hergestellt von Daikin Kogyo, und dem oben erwähnte Neoflon FEP NP20WH, hergestellt von Daikin Kogyo; und Durchführen eines Coextrusionsformens mit den Materialien. In diesem Fall wurde in der Umhüllung ein Licht streuender und reflektierender Film gebildet, wobei der Film so dünn war wie etwa 0,5 mm und entlang der Längsrichtung der Umhüllung verlief, mit einer Breite von etwa 22 mm und enthaltend 3 Gew.-% Titandioxid.

Beispiel 12

[0054] Eine Lichtfaser wurde durch Wiederholen des Verfahrens von Beispiel 6 hergestellt, mit der Ausnahme, dass eine Umhüllung mit einem Außendurchmesser von etwa 9 mm und einer Dicke von etwa 0,7 mm erhalten wurde durch Beschicken von jeweils 2 Extrudern mit TeflonFEP-100-J-Harz und Neoflon FEP NP20WH-Harz und Durchführen eines Coextrusionsformens mit den Materialien. In diesem Schritt wurde ein Licht streuender und reflektierender Film in der Umhüllung gebildet, wobei der Film entlang der Längsrichtung der Umhüllung verlief, mit einer Breite von etwa 21 mm und einer Dicke von etwa 0,7 mm und enthaltend 3 Gew.-% Titandioxid.

Beispiel 13

[0055] Eine Lichtfaser wurde durch Wiederholen des Verfahrens von Beispiel 12 hergestellt, mit der Ausnahme, dass weißes AFC SM-415-Harz, das ein Bindemittel enthielt, bestehend aus FEP mit einem Brechungsindex von etwa 1,34 und 10 Gew.-% Titandioxid, das von Dai-nichi Seika Kogyo hergestellt wurde, als Ersatz für Neoflon FEP NP20WH-Harz zur Bildung einer Umhüllung mit einem Außendurchmesser von etwa 12 mm und einer Dicke von etwa 0,8 mm mittels Coextrusionsformen verwendet wurden. In diesem Schritt wurde ein Licht streuender und reflektierender Film entlang der Längsrichtung in der Umhüllung gebildet, wobei der Film eine Breite von etwa 1 mm und eine Dicke von etwa 0,8 mm aufwies und 10 Gew.-% Titandioxid enthielt.

Vergleichsbeispiel 1

[0056] Eine Dispersion wurde durch Zugabe von 3 g Tipaque® CR-90-Titandioxid, hergestellt von Ishihara

Techno, zu einer Lösung von 97 g des Polymers THV200P auf der Basis von Fluor mit einem Brechungsindex von etwa 1,36, hergestellt von Sumitomo-3M, in 388 g Ethylacetat und Dispergieren der Materialien in einer Sandmühle hergestellt. Anschließend wurde die Dispersion auf Purex® G1W-Trennpapier, hergestellt von Teijin, unter Bildung eines 21 µm dicken Licht streuenden und reflektierenden Films, der 3 Gew.-% Titandioxid enthielt, aufgebracht.

[0057] Außerdem wurde eine Ethylacetatlösung (Feststoffgehalt 30%) eines Copolymers, hergestellt aus 2-Ethylhexylacrylat und Acrylsäure in einem Gewichtsverhältnis von 90 : 10 mit einem Brechungsindex von etwa 1,472 auf Purex® G1W-Trennpapier unter Bildung einer 5 µm dicken Klebeschicht aufgebracht. Anschließend wurde die so gebildete Klebeschicht auf den Licht streuenden und reflektierenden Film laminiert.

[0058] Der so erhaltene Licht streuende und reflektierende Film mit der Klebeschicht wurde in 20 mm breite Streifen geschnitten. Inzwischen wurde einer 1 m langen Lichtfaser LF181, hergestellt von Sumitomo-3M, ein Kern mit einem Brechungsindex von 1,481 und einem Durchmesser von 18 mm entnommen, und der Licht streuende und reflektierende Film in Form eines Streifens wurde teilweise auf dem Kern entlang seiner Längsrichtung befestigt. Anschließend wurde der Kern mit dem darauf befestigten streifenförmigen Licht streuenden und reflektierenden Film unter Erhalt einer 21 µm dicken Lichtfaser mit einem Licht streuenden und reflektierenden Film in Form eines weißen Streifens mit einem Wärme-schrumpfbaren FEP-Rohr NF-170, hergestellt von Junkosha, mit einer Dicke von 0,35 mm überzogen.

[0059] Die Lichtfasern, die wie vorstehend erhalten wurden, wurden bewertet. Die Bewertung wurde bezüglich Helligkeit und Beleuchtungsstärke eines Lichts, das aus der Seitenwand der Lichtfasern extrahiert wurde, durchgeführt.

Helligkeitsmessung

[0060] Die Helligkeit wurde, wie in **Fig. 4** gezeigt, gemessen. Ein Ende der jeweiligen Lichtfasern wurde nach den Beispielen und dem Vergleichsbeispiel jeweils mit einer Metallhalogenidlampe LBM130H, hergestellt von Sumitomo-3M, als Lichtquelle verbunden. Ein Minolta-Helligkeitsmesser CS-100 (nicht abgebildet), wurde in einem festgelegten Abstand von 0,1 bis 10 m von der Lichtquelle zur Messung der Helligkeit angeordnet. Danach wurde der Helligkeitsmesser an der von der Lichtfaser 60 cm beabstandeten Stelle positioniert. Das Licht, das aus der Seitenwand gegenüber der Befestigungsstelle des Licht streuenden und reflektierenden Films auf den Kern austrat, wurde ebenfalls unter Anwendung des gleichen Messverfahrens in dem festgelegten Abstand gemessen.

[0061] Außerdem kann zum Messen der Helligkeit, wie vorstehend beschrieben, die Leistung des erfindungsgemäßen Umhüllungsrohrs unter Verwendung einer Lichtfaser bewertet werden, die ohne Durchführung des Polymerisationsschritts hergestellt wurde, wie insbesondere diejenigen der Beispiele 6 bis 13, wobei Glycerin als Kern verwendet wurde.

TABELLE 1

Ergebnisse der Helligkeitsmessung der Lichtfaser (Einheit: cd/cm²)

		Abstand zur Lichtquelle (m)	0,1	0,2	0,3	0,5	0,7	1	2	3	5	10
Beispiel 1	Extraktion	21300	15100	12300	11900	9680	5120	2310	1150	416	118	
	Austritt	600	671	290	361	237						
Beispiel 2	Extraktion	14800	12500	12300	8450	6900	5170	2330	1120	353	92	
	Austritt	437	482	346	360	189						
Beispiel 3	Extraktion	20000	12200	11700	9840	9460	5780	3160	1780	997	330	
	Austritt	418	227	186	140	110						
Beispiel 4	Extraktion	3970	3920	3530	3250	3020	2270	1830	1440	1050	528	
	Austritt	973	872	750	583	466						
Beispiel 5	Extraktion	7290	6130	4860	4660	4280	3040	2350	1730	1010	486	
	Austritt	638	462	403	352	333						
Vergleichsbeispiel 1		Extraktion	11200	9750	9540	6510	6980					
Vergleichsbeispiel 1		Austritt	11200	8280	7820	4130	5180					

TABELLE 2
Ergebnisse der Helligkeitsmessung (Einheit: cd/m²)

		Abstand zur Lichtquelle (m)				
		0,1	0,2	0,3	0,5	0,7
Beispiel 6	Extraktion	40000	19300	11800	7940	3860
	Austritt	4350	950	832	341	220
Beispiel 7	Extraktion	26400	19800	16300	13200	9230
	Austritt	3040	1930	1550	1200	861
Beispiel 8	Extraktion	43700	17400	9400	3840	1720
	Austritt	1150	457	184	98	27
Beispiel 9	Extraktion	29900	18000	13300	5070	3300
	Austritt	1980	892	742	521	283
Beispiel 10	Extraktion	51000	25900	16300	6480	1930
	Austritt	2910	1890	464	248	135
Beispiel 11	Extraktion	19100	15200	13600	8740	6730
	Austritt	1180	938	831	585	500
Beispiel 12	Extraktion	48600	33400	23300	12500	9540
	Austritt	1280	801	612	309	212
Beispiel 13	Extraktion	24700	19600	17800	15500	11700
	Austritt	2570	2360	1870	1730	1750

[0062] Die Ergebnisse der Helligkeitsmessungen wurden in Tabelle 1 und 2 gezeigt. In den Tabellen 1 und 2 wurde festgestellt, dass die Lichtfaser des Vergleichsbeispiels durch den Licht streuenden und reflektierenden Bereich Licht in einem Ausmaß austreten ließ, das demjenigen entsprach, das extrahiert wurde, wenn die Lichtfaser Licht durch den Licht streuenden und reflektierenden Bereich in Vorwärtsrichtung extrahierte. Im Gegensatz dazu wurde festgestellt, dass in sämtlichen Lichtfasern der Beispiele die Helligkeit des durch den Licht streuenden und reflektierenden Bereich austretenden Lichts höchstens 25% oder weniger der Helligkeit des Gesamtlights betrug, wenn die Lichtfaser es in Vorwärtsrichtung aus dem Licht streuenden und reflektierenden Bereich extrahierte. Somit wurde auch festgestellt, dass die erfindungsgemäßen Lichtfasern den Licht-Austritt durch den Licht streuenden und reflektierenden Bereich verhindern konnten, und ein vergleichsweise starkes Licht nur in einer bestimmten Richtung aus der Seitenwand extrahierten. Diese Lichtfasern können auf Anwendungsbereichen verwendet werden, wobei ein Licht mit starker Helligkeit erforderlich ist, wie beispielsweise als Ersatz für Neonzeichen.

Messung der Beleuchtungsstärke

[0063] Als Anwendungsbereiche für die erfindungsgemäße Lichtfaser vom gerichteten Seitenlicht-Extraktions-typ, sind diejenigen wichtig, wobei die Beleuchtungsstärke in einem damit beleuchteten Bereich wichtig ist, im Gegensatz zu denjenigen, wobei die Helligkeit hiervon wichtig ist, als Maßstab für die Leistung der Lichtfaser, wie im Falle eines Neonzeichens, um es direkt mit den Augen anzuschauen. Zur Bewertung der Leistung bei Verwendung der Lichtfaser auf einem solchen Gebiet wurde die Beleuchtungsstärke auf einem Bodenbereich (30 cm tiefer) unmittelbar unter einem von der Lichtquelle 50 cm beabstandeten Punkt in Längsrichtung zur Lichtfaser unter Verwendung eines Minolta-Beleuchtungsmessers T-1H unter Beleuchtung der Lichtfasern vom gerichteten Seitenlicht-Extraktions-typ, die in Beispiel 3 und Vergleichsbeispiel 1 auf 1 m Länge geschnitten wurde, an deren einem Ende ein reflektierender Spiegel aufgeklebt war und deren anderes Ende an eine Lichtquelle LBM130H angeschlossen war und die horizontal in einer Höhe von 30 cm jeweils vom Boden aus angeordnet wurden, gemessen. Die Ergebnisse sind in Tabelle 3 gezeigt.

TABELLE 3
Ergebnisse der Beleuchtungsstärke-Messungen (Einheit: lux)

Beispiel 3	1330
Vergleichsbeispiel 1	820

[0064] Im Falle der Lichtfaser von Vergleichsbeispiel 1 trat eine große Menge an Licht aus, wie aus Tabelle 3 hervorgeht, da die Dicke des Licht streuenden und reflektierenden Films in Form von weißen Streifen 21 µm dünn war. Als Folge wurde festgestellt, dass die Beleuchtungsstärke im Vergleich zu Beispiel 3, dessen Licht streuender und reflektierender Film eine Dicke von 0,8 mm aufwies, sehr gering war.

[0065] Wie aus dem obigen hervorgeht, wird das Austreten von Licht durch den Licht streuenden und reflektierenden Film vermindert, da die erfindungsgemäße Lichtfaser einen vergleichsweise dicken Licht streuenden und reflektierenden Film aufweist, der durch Coextrusionsformen zumindest auf der inneren Peripherie der Umhüllung ausgebildet ist, wobei ein vergleichsweise starkes Licht in einer bestimmten Richtung aus der Seitenwand der Lichtfaser extrahiert werden kann.

Patentansprüche

1. Lichtfaser umfassend einen Kern (3) und eine Umhüllung (2) mit einem Brechungsindex, der niedriger ist als der des Kerns, auf der Peripherie des Kerns, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Lichtfaser einen Licht streuenden und reflektierenden Bereich (1) aufweist, der durch Coextrusion zumindest an der inneren Peripherie der Umhüllung ausgebildet ist.

2. Lichtfaser nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Licht streuende und reflektierende Bereich mit dem Kern in Kontakt kommt.

3. Lichtfaser nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Licht streuende und reflektierende Bereich eine Dicke aufweist, die sich zumindest in die Nähe der äußeren Peripherie der Umhüllung in senkrechter Richtung zur Längsrichtung der Umhüllung erstreckt.

4. Lichtfaser nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Licht streuende und reflektierende Bereich in einer vorher festgelegten Dicke sich erstreckend von der inneren Peripherieoberfläche der Umhüllung zum Kernbereich in senkrechter Richtung zur Längsrichtung der Umhüllung ausgebildet ist.

5. Lichtfaser nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass sich der Licht streuende und reflektierende Bereich ins Innere des Kerns erstreckt.

6. Lichtfaser nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Licht streuende und reflektierende Bereich linear oder bandartig entlang der Längsrichtung der Umhüllung ausgebildet ist.

7. Lichtfaser nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Licht streuende und reflektierende Bereich entlang der Peripherierichtung der Umhüllung ausgebildet ist.

8. Verfahren zur Herstellung einer Lichtfaser umfassend einen Kern, eine den Kern bedeckende Umhüllung und einen Licht streuenden und reflektierenden Bereich, dadurch gekennzeichnet, dass der Licht streuende und reflektierende Bereich zumindest an der inneren Peripherie der Umhüllung durch Coextrusion eines harzartigen Materials mit einem Brechungsindex, der niedriger ist als der eines kernbildenden, lichtdurchlässigen Materials und eines Licht streuenden und reflektierenden Materials, ausgebildet ist.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

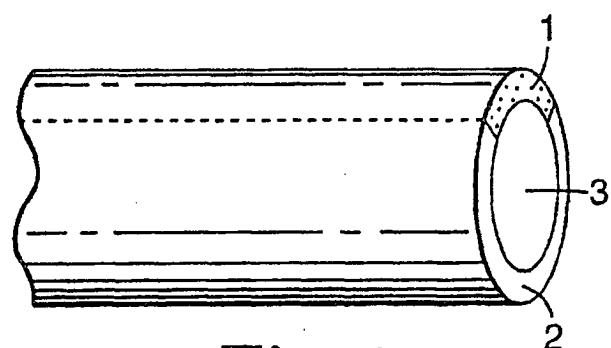


Fig. 1

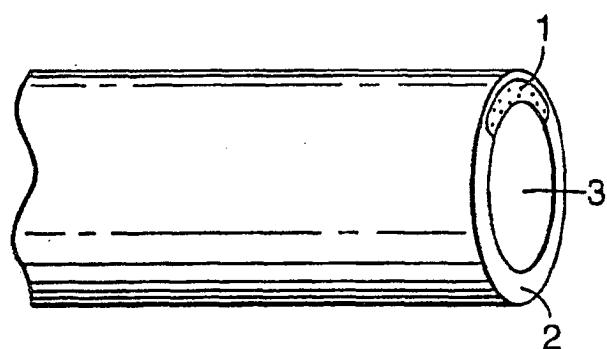


Fig. 2

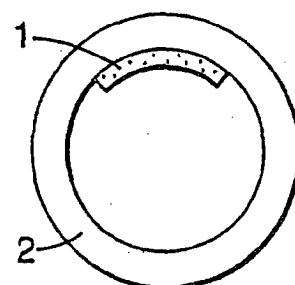


Fig. 3

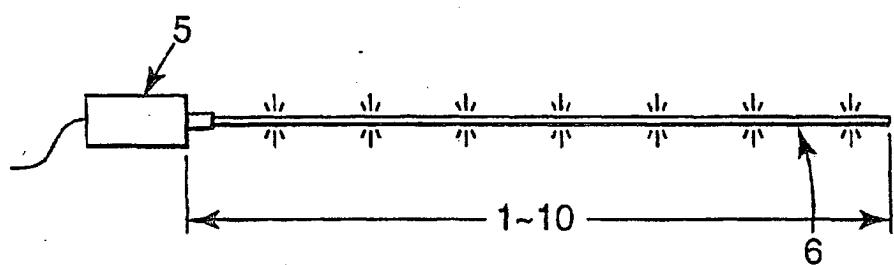


Fig. 4