



(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2013 211 868.6**

(22) Anmeldetag: **21.06.2013**

(43) Offenlegungstag: **24.12.2014**

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

(71) Anmelder:

**Automotive Lighting Reutlingen GmbH, 72762
Reutlingen, DE**

(74) Vertreter:

**DREISS Patentanwälte PartG mbB, 70188
Stuttgart, DE**

(72) Erfinder:

**Nagel, Manfred, 72074 Tübingen, DE; Lampen,
Martin, 72072 Tübingen, DE; Zwick, Hubert, 72762
Reutlingen, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

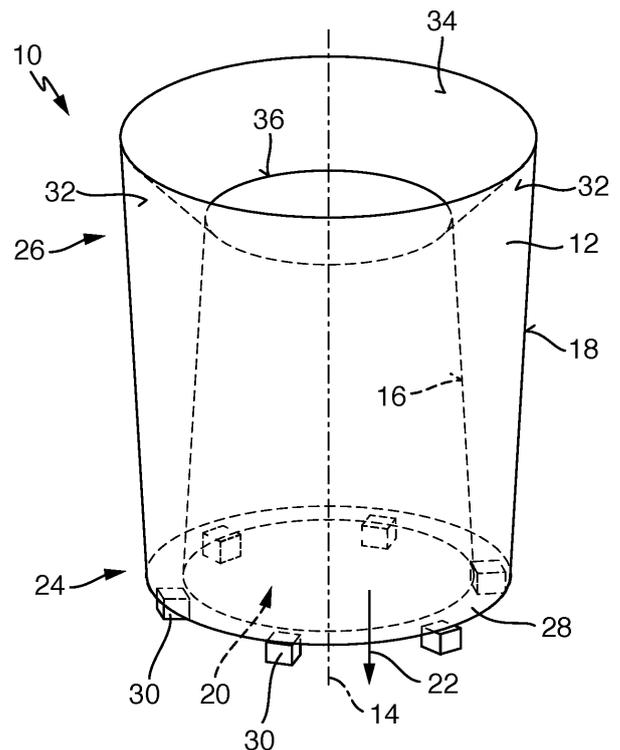
DE	102 31 326	A1
DE	102 59 623	A1
DE	196 52 096	A1
DE	10 2010 012 770	A1
DE	20 2006 015 838	U1
US	2003 / 0 063 473	A1

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Lichtleiter für KfZ-Beleuchtungseinrichtung**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen Lichtleiter mit einem rohrartigen Grundkörper, welcher eine um eine Längsachse geschlossene Innenfläche und eine Außenfläche derart aufweist, dass ein sich entlang der Längsachse erstreckender Innenraum gebildet ist, welcher in eine Einkoppelrichtung entlang der Längsachse um die Längsachse herum offen ist, wobei der Grundkörper in der Einkoppelrichtung einen Einkoppelabschnitt aufweist, an welchem zumindest eine Lichteinkopplfläche vorgesehen ist, und wobei der Grundkörper in der dem Einkoppelabschnitt entgegengesetzten Richtung entlang der Längsachse einen Auskoppelabschnitt mit einer Lichtauskoppelfläche aufweist. Der Grundkörper ist von einer Umlenkfläche derart begrenzt, dass Licht, welches durch die Lichteinkopplfläche in den Grundkörper einkoppelbar ist und in diesem geleitet werden kann, nach interner Totalreflexion an der Umlenkfläche derart durch die Lichtauskoppelfläche auskoppelbar ist, dass das Licht eine Richtungskomponente radial zur Längsachse aufweist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Lichtleiter, wie er in Kfz-Beleuchtungseinrichtungen Verwendung finden kann.

[0002] Im Bereich der Kfz-Beleuchtungseinrichtungen ist es oftmals erwünscht, eine um eine Achse verteilte, insbesondere radial um die Achse ausgerichtete Lichtverteilung zu erzielen, mit welcher weitere optische Elemente wie Reflektoren oder Lichtleiter gespeist werden, um die gewünschte Abstrahllichtverteilung der Beleuchtungseinrichtung zu erzeugen.

[0003] In modernen Kfz-Beleuchtungseinrichtungen kommen oftmals LED-Lichtquellen zum Einsatz. Eine solche LED-Lichtquelle ist meist als LED-Chip ausgebildet, welcher eine im Wesentlichen ebene Lichtabstrahlfläche ausweist und Licht um eine Hauptabstrahlrichtung herum, im Mittel senkrecht zur Lichtabstrahlfläche abstrahlt. Außerdem werden in einer Beleuchtungseinrichtung oft mehrere Lichtquellen verwendet, um die nötigen Intensitäten zu erzeugen. Die mehreren Lichtquellen werden z.B. nebeneinander auf einer Platine angeordnet. Bei solchen Ausgestaltungen ist es daher grundsätzlich problematisch, eine originär radial abstrahlende Lichtquelle zu erzeugen.

[0004] In der EP 1 691 130 A1 ist beispielsweise eine Beleuchtungseinrichtung beschrieben, mittels welcher das Licht von mehreren, auf einer Platine nebeneinander angeordneten LED-Chips in eine radiale Lichtverteilung umgeformt werden kann. Die Beleuchtungseinrichtung umfasst einen zylindrischen Hohlkörper als Lichtleiter, der in einer Richtung entlang einer Längsachse offen ist. Der Hohlkörper weist in seiner offenen Richtung eine kreisförmige, die Längsachse bandartig umlaufende Lichteinkopelfläche auf, welche sich senkrecht zu der Längsachse erstreckt. An seinem entgegengesetzten Ende weist der Hohlkörper eine ebenfalls umlaufende, bandartige und senkrecht zur Längsachse verlaufende Lichtauskoppelfläche auf. Durch die Lichteinkopelfläche kann das Licht einer Mehrzahl von LEDs eingespeist werden, welche kreisförmig auf einer Platine angeordnet sind. Der Lichtleiter ist dabei derart positioniert, dass sich seine Längsachse senkrecht zu dieser Platine erstreckt und das von den LEDs abstrahlbare Licht durch die Lichteinkopelfläche in den Hohlkörper einkoppelbar ist. Im Strahlengang nach dem Lichtleiter ist ein separater Umlenkkörper vorgesehen. Dieser weist eine Reflektorfläche auf, welche sich um die Lichtauskoppelfläche des Lichtleiters wölbt und in Richtung nach radial außen in Bezug auf die Längsachse offen ist. Das in dem Lichtleiter geleitete Licht tritt durch die Lichtauskoppelfläche aus und breitet sich dann im Wesentlichen entlang der Längsachse zu der Reflektorfläche aus. Durch die Reflexion an der Reflektorfläche wird eine radiale Lichtverteilung erzeugt. Bei der Herstellung die-

ser Beleuchtungseinrichtung müssen daher mehrere Bauteile (Lichtleiter, Umlenkkörper, ...) aufeinander ausgerichtet und aneinander befestigt werden. Die einzelnen Bauteile werden unabhängig voneinander gefertigt. Dadurch können Herstellung und Montage aufwändig und teuer werden.

[0005] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die erwünschten Lichtverteilungen auf einfache, zuverlässige und kostengünstige Weise zu erzeugen. Insbesondere soll es möglich sein, die Lichtverteilung mit einer Mehrzahl von Lichtquellen zu speisen.

[0006] Diese Aufgabe wird durch einen Lichtleiter mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Weitere Ausgestaltungen ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen und aus der nachfolgenden Beschreibung.

[0007] Der Lichtleiter weist einen als rohrartigen Hohlkörper ausgebildeten Grundkörper auf, welcher eine um eine Längsachse herum geschlossene Innenfläche und eine um diese herum geschlossene Außenfläche aufweist, so dass ein sich entlang der Längsachse erstreckender, von der Innenfläche begrenzter Innenraum gebildet ist. Der Innenraum ist zumindest in eine Richtung entlang der Längsachse offen, welche im Folgenden als Einkoppelrichtung bezeichnet ist. In der Einkoppelrichtung weist der Grundkörper einen Einkoppelabschnitt auf bzw. wird von dem Einkoppelabschnitt in Einkoppelrichtung begrenzt. An dem Einkoppelabschnitt ist zumindest eine Lichteinkopelfläche zum Einkoppeln von Licht in den Grundkörper vorgesehen. In der dem Einkoppelabschnitt entgegengesetzten Richtung entlang der Längsachse weist der Grundkörper einen Auskoppelabschnitt mit einer Lichtauskoppelfläche zum Auskoppeln von Licht aus dem Grundkörper auf.

[0008] Der Grundkörper ist dabei zu dem Innenraum hin von der um die Längsachse geschlossenen Innenfläche, und in Richtung von der Längsachse weg von der um die Längsachse geschlossenen Außenfläche derart begrenzt, dass durch die Lichteinkopelfläche eingekoppeltes Licht in dem Grundkörper unter interner Totalreflexion an der Innenfläche und der Außenfläche zu dem Auskoppelabschnitt hin geleitet werden kann.

[0009] Ein grundlegender Gedanke der Erfindung besteht darin, dass der Grundkörper von einer Umlenkfläche begrenzt ist, welche für durch die Lichteinkopelfläche in den Grundkörper eingekoppelte und in diesem geleitete Lichtstrahlen im Strahlengang zwischen der Lichteinkopelfläche und der Lichtauskoppelfläche angeordnet ist. Die Umlenkfläche ist dazu eingerichtet, dass die geleiteten Lichtstrahlen unter interner Totalreflexion umgelenkt werden können. Die Umlenkung erfolgt insofern bereits innerhalb des

Grundkörpers. Die Umlenkfläche ist dabei derart ausgebildet, dass sämtliche der Lichtstrahlen, die nach der Umlenkung an der Umlenkfläche durch die Lichtauskoppelfläche austreten, eine gemeinsame Richtungskomponente radial zur Längsachse aufweisen. Insbesondere ist die gemeinsame radiale Richtungskomponente gleichgerichtet (bezüglich der beiden denkbaren radialen Richtungen zur Längsachse hin oder von der Längsachse weg). Die radialen Richtungen werden im vorliegenden Zusammenhang unterschieden in die Richtung zur Längsachse hin und die Richtung von der Längsachse weg. Es gibt insofern zwei mögliche radiale Richtungen. Beispielsweise haben Lichtstrahlen eine gemeinsame radiale Richtungskomponente im vorliegenden Sinn, wenn die Lichtstrahlen von der Längsachse in einer Ebene senkrecht zur Längsachse alle nach radial außen verlaufen.

[0010] Insbesondere ist die Umlenkfläche derart ausgebildet, dass die an ihr totalreflektierten Lichtstrahlen sämtlich eine Richtungskomponente in dieselbe radiale Richtung (d.h. zur Längsachse hin oder von der Längsachse weg) aufweisen.

[0011] Die Umlenkfläche lenkt die Lichtstrahlen insbesondere derart um, dass von den Richtungskomponenten der durch die Lichtauskoppelfläche ausgekoppelten Lichtstrahlen die Richtungskomponente radial zur Längsachse am größten ist.

[0012] Die Umlenkfläche kann grundsätzlich als Abschnitt der Innenfläche oder der Außenfläche ausgebildet sein, oder aber von diesen Flächen durch Kanten oder Zwischenflächen abgesetzt sein.

[0013] Mit dem erfindungsgemäßen Lichtleiter kann die gewünschte Lichtverteilung auf einfache Weise erzielt werden. Insbesondere kann eine Radiallichtquelle realisiert werden. Die erfindungsgemäßen Ausgestaltungen ermöglichen es, die Lichtverteilung mit einer Mehrzahl von Lichtquellen, beispielsweise LEDs, zu speisen. Diese Lichtquellen können derart ausgebildet und angeordnet sein, dass sie im Wesentlichen parallel zur Längsachse abstrahlen. Es können eine Vielzahl von Lichtquellen nebeneinander auf einer Platine angeordnet sein, was die Erzeugung einer intensiven Lichtverteilung ermöglicht.

[0014] Der erfindungsgemäße Lichtleiter ist insbesondere einstückig ausgebildet. Insbesondere ist der Auskoppelabschnitt einstückig mit dem Einkoppelabschnitt verbunden. Die Innenfläche, Außenfläche und Umlenkfläche sind insofern Begrenzungsflächen eines einzigen Körpers. Vorzugsweise besteht der Lichtleiter ausschließlich aus dem Grundkörper. Dies ermöglicht eine einfache, zuverlässige und kostengünstige Herstellung. Der Grundkörper kann beispielsweise auf einfache Weise im Spritzgussverfahren hergestellt werden. Zur Erzielung einer radialen

Lichtverteilung ist es dabei nicht erforderlich, eine Mehrzahl von Komponenten aufeinander auszurichten und aneinander zu befestigen, wie dies bei bekannten Lösungen der Fall ist.

[0015] Die Innenfläche weist im Querschnitt senkrecht zur Längsachse im Allgemeinen einen um die Längsachse einfach geschlossenen Verlauf auf (insbesondere den Verlauf einer geschlossenen, sich nicht selbst überschneidenden Kurve). Entsprechendes gilt für die Außenfläche. Im Querschnitt senkrecht zu der Längsachse verläuft die Innenfläche und/oder die Außenfläche vorzugsweise glatt, d.h. knickfrei. Vorzugsweise hat der Grundkörper abschnittsweise die Form eines allgemeinen Hohlzylinders, dessen Innenwand und/oder Außenwand jeweils durch Translation einer um die Längsachse geschlossenen (insbesondere einfach geschlossenen) Kurve entlang der Längsachse definiert ist. Durch die Form der Innenfläche und/oder der Außenfläche kann die Lichtverteilung beeinflusst werden, welche bei Verwendung des Lichtleiters mit einer Lichtquelle durch die Lichtauskoppelfläche austritt.

[0016] Die Innenfläche und/oder die Außenfläche weist im Querschnitt senkrecht zur Längsachse insbesondere einen kreisförmigen, ellipsenförmigen oder ovalen Verlauf auf. Der Grundkörper hat vorzugsweise zumindest abschnittsweise die Form eines sich um die Längsachse erstreckenden Hohlzylinders, dessen Wandung zwischen der Innenfläche und der Außenfläche gebildet ist.

[0017] Die genannte radiale Richtungskomponente des ausgekoppelten Lichts kann grundsätzlich von der Längsachse weg weisen, vorzugsweise derart, dass Licht bereits in Richtung von der Längsachse weg durch die Lichtauskoppelfläche ausgekoppelt wird. Denkbar ist jedoch auch, dass die ausgekoppelten Strahlen zunächst eine radiale Richtungskomponente zur Längsachse hin aufweisen, und dann im weiteren Strahlengang, ggf. nach Überkreuzen im Bereich der Längsachse, von der Längsachse mit radialer Richtungskomponente weg verlaufen.

[0018] Die Innenfläche und die Außenfläche sind vorzugsweise derart ausgebildet, dass die Wandstärke des Grundkörpers im Verlauf ausgehend von dem Einkoppelabschnitt zu dem Auskoppelabschnitt hin zunimmt. Die Wandstärke bezeichnet hier einen Abstand der Außenfläche von der Innenfläche, z.B. in Schnitten senkrecht zur Längsachse betrachtet. Diese Ausgestaltung führt dazu, dass die in der Wandung des Grundkörpers zwischen der Innenfläche und der Außenfläche geleiteten Lichtbündel bei mehrfacher Totalreflexion im Verlauf von dem Einkoppelabschnitt zu dem Auskoppelabschnitt zunehmend um die Richtung der Längsachse kollimiert werden. Insofern kann ein Bündelöffnungswinkel eines durch die Lichteinkoppelfläche eingekoppelten

Lichtbündels durch die Totalreflexion zwischen den auseinander laufenden Innenflächen und Außenflächen verringert werden. Durch die Ausgestaltung mit auseinander laufenden Wandungen wird außerdem die Herstellung vereinfacht. Beispielsweise kann der Grundkörper in einer Spritzgussform hergestellt werden, und auf einfache Weise in Richtung der sich erweiternden Wandstärke (d.h. in Richtung des Auskoppelabschnitts) aus einer Spritzgussform herausgenommen werden. Der Grundkörper ist insbesondere hinterschneidungsfrei ausgebildet.

[0019] Die Form des Grundkörpers kann weiter ausgestaltet werden, um eine Einkopplung von Licht einer möglichst großen Anzahl von Lichtquellen zu ermöglichen. Hierzu weist z.B. die Innenfläche und/oder die Außenfläche einen Abstand von der Längsachse auf, welcher zumindest abschnittsweise entlang des Verlaufs von dem Einkoppelabschnitt zu dem Auskoppelabschnitt hin abnimmt. Die Innenfläche und/oder die Außenfläche hat z.B. im Bereich des Einkoppelabschnitts einen größeren Abstand von der Längsachse, als im Bereich des Auskoppelabschnitts. Insofern kann der Innenraum im Bereich des Einkoppelabschnitts eine größere Querschnittsfläche (senkrecht zur Längsachse betrachtet) aufweisen, als im weiteren Verlauf des Grundkörpers, insbesondere als im Bereich des Auskoppelabschnitts. Der Abstand der Innenfläche und/oder der Außenfläche bzw. die Größe Querschnittsfläche des Innenraums bestimmt die Ausdehnung der um die Längsachse herum angeordneten Lichteinkopplfläche. Die genannten Ausgestaltungen ermöglichen es daher, eine größere Anzahl von Lichtquellen derart um die Längsachse herum anzuordnen, dass das abgegebene Licht durch die Lichteinkopplfläche in den Grundkörper eingespeist werden kann.

[0020] Die radiale Richtungskomponente des ausgekoppelten Lichts wird im Wesentlichen durch Totalreflexion an der Umlenkfläche erzielt. Insbesondere ist die Umlenkfläche derart ausgebildet, dass das in dem Grundkörper geleitete Licht bereits nach Totalreflexion an der Umlenkfläche die gewünschte radiale Richtungskomponente aufweist. Eine weitere Richtungsänderung des Lichtes kann bei Auskopplung durch die Lichtauskoppelfläche erfolgen, beispielsweise durch Brechung. Insofern kann zusätzlich auch die Lichtauskoppelfläche dazu ausgebildet sein, dem ausgekoppelten Licht eine radiale Richtungskomponente zu verleihen. Die Umlenkfläche kann auch derart ausgebildet sein, dass die ausgekoppelten Lichtstrahlen von einem virtuellen Fokuspunkt ausgehen.

[0021] Die Umlenkfläche kann dadurch definiert sein, dass die Innenfläche und/oder die Außenfläche in ihrem Verlauf von dem Einkoppelabschnitt zu dem Auskoppelabschnitt einen nach radial außen oder nach radial innen (in Bezug auf die Längsachse) abgelenkten Verlauf aufweisen. Der so gebildete Knick

kann den Übergang zu der Umlenkfläche definieren. Knickt beispielsweise die Innenfläche im Verlauf vom Einkoppelabschnitt zum Auskoppelabschnitt nach radial außen ab, so kann Licht durch Totalreflexion an der abgelenkten Innenfläche in Richtung nach radial außen umgelenkt werden. Der abgelenkte Abschnitt bildet dann die Umlenkfläche.

[0022] Eine Umlenkfläche kann jedoch auch mit einem knickfreien Verlauf realisiert werden. Denkbar ist beispielsweise, dass die Innenfläche und/oder die Außenfläche im Bereich des Auskoppelabschnitts entlang ihres Verlaufs von dem Einkoppelabschnitt zu dem Auskoppelabschnitt nach radial außen von der Längsachse weg gekrümmt ist. Beispielsweise kann der rohrartige Grundkörper im Bereich des Auskoppelabschnitts trichterartig auseinanderlaufen. Die Krümmung der Innenfläche und/oder der Außenfläche ist vorzugsweise stetig und mit stetiger Krümmung, insbesondere knickfrei. Durch Totalreflexion an der nach außen gekrümmten Außenfläche wird das in dem Grundkörper zwischen der Innenfläche und der Außenfläche geleitete Licht nach radial außen abgelenkt. Dadurch kann wie gewünscht eine Lichtverteilung mit radialer Abstrahlkomponente erzielt werden. Der radial nach außen gekrümmte Bereich der Außenfläche kann so die Umlenkfläche definieren.

[0023] Die Lichtauskoppelfläche kann (insbesondere bei den vorstehend beschriebenen Ausgestaltungen) in vorteilhafter Weise von einer sich zwischen der Innenfläche und der Außenfläche erstreckenden Wandfläche gebildet sein, welche den Grundkörper begrenzt.

[0024] Grundsätzlich kann die Umlenkfläche von einem Abschnitt der Innenfläche gebildet sein. Das Licht wird dann durch Totalreflexion an der Umlenkfläche vorzugsweise mit einer Richtungskomponente radial von der Längsachse weg umgelenkt. Die Lichtauskoppelfläche kann dann als Abschnitt der Außenfläche ausgebildet sein.

[0025] Denkbar ist jedoch auch, dass die Umlenkfläche von einem Abschnitt der Außenfläche gebildet ist. In diesem Fall kann Licht durch Totalreflexion an der Umlenkfläche mit einer radialen Richtungskomponente zu der Längsachse hin umgelenkt werden. Die Lichtauskoppelfläche kann dann vorteilhafterweise als Abschnitt der Innenfläche ausgebildet sein. Bei einer solchen Ausgestaltung können die Lichtstrahlen zunächst in Richtung zur Längsachse hin, d.h. nach radial innen, durch die Lichtauskoppelfläche ausgekoppelt werden, sich im Bereich der Längsachse überkreuzen und dann mit radialer Richtungskomponente bezüglich der Längsachse auseinanderlaufen.

[0026] Die Umlenkfläche ist beispielsweise als Abschnitt einer die Längsachse umlaufenden Kegelmantelfläche ausgebildet. Insbesondere hat die Umlenkfläche die Form eines Ringabschnittes aus einer die Längsachse umlaufenden Kegelmantelfläche. In Schnitten durch die Längsachse betrachtet verläuft die Umlenkfläche insbesondere gewinkelt zur Längsachse. So kann dem an in ihr reflektierten Licht eine radiale Richtungskomponente gegeben werden.

[0027] Nach einem grundlegenden Aspekt der Erfindung verläuft die Lichtauskoppelfläche in Bezug auf die Lichteinkoppelfläche geneigt. Bevorzugt ist insbesondere, wenn die Lichtauskoppelfläche nahezu senkrecht zu der Lichteinkoppelfläche verläuft. Die Lichtauskoppelfläche erstreckt sich vorzugsweise im Wesentlichen parallel zu der Längsachse, und ist in Schnitten durch die Längsachse vorzugsweise eben. In Schnitten senkrecht zur Längsachse weist die Lichtauskoppelfläche insbesondere eine geschlossene, die Längsachse umlaufende Form auf, beispielsweise kreisförmig, elliptisch oder oval. Durch die Ausgestaltung der Lichtauskoppelfläche kann die ausgestrahlte Lichtverteilung beeinflusst werden. Die Lichtauskoppelfläche umläuft die Längsachse vorzugsweise bandartig. Sie ist insbesondere zusammenhängend. Insbesondere erstreckt sie sich parallel zu der Längsachse. Denkbar ist beispielsweise, dass die Lichtauskoppelfläche als Abschnitt, insbesondere Ringabschnitt, einer die Längsachse umschließenden Zylindermantelfläche ausgebildet ist.

[0028] Nach einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung weist der Lichtleiter einen radial nach außen ragenden, vorzugsweise die Längsachse umlaufenden Auskoppelvorsprung auf. An dem Auskoppelvorsprung ist die Lichtauskoppelfläche angeordnet. Der Auskoppelvorsprung ist insbesondere als ringbundartiger Überstand des Grundkörpers ausgebildet, und mit dem Grundkörper einstückig verbunden. Insofern ist der Auskoppelvorsprung kragenartig oder ringbundartig umlaufend ausgebildet. Der Auskoppelvorsprung ist vorzugsweise im Bereich des Auskoppelabschnitts angeordnet bzw. umfasst diesen oder bildet diesen. Insofern ist der Auskoppelvorsprung vorzugsweise an dem Ende des Grundkörpers vorgesehen, welches dem Einkoppelabschnitt entgegengesetzt ist. Die Lichtauskoppelfläche ist vorzugsweise derart angeordnet, dass sie den Auskoppelvorsprung nach radial außen bezüglich der Längsachse begrenzt.

[0029] Zur weiteren Ausgestaltung kann die Außenfläche in ihrem Verlauf von dem Einkoppelabschnitt zu dem genannten Auskoppelabschnitt nach radial außen geneigt sein und in den Auskoppelvorsprung übergehen. Beispielsweise kann die Außenfläche eine in Bezug zur Längsachse nach radial außen abgekippte Übergangsschräge aufweisen, welche in den Auskoppelvorsprung übergeht. Im Übergang zwi-

schen Außenfläche und Auskoppelvorsprung kann die Außenfläche insofern einen die Längsachse umlaufenden Knick aufweisen. Die Übergangsschräge ist insbesondere als Abschnitt einer die Längsachse umlaufenden Kegelmantelfläche ausgebildet, welche in Richtung von dem Einkoppelabschnitt weg geöffnet ist.

[0030] Aufgrund der Übergangsschräge kann ein größerer Anteil der in dem Grundkörper geleiteten Lichtstrahlen auf die Umlenkfläche treffen, ohne vorher an der Außenfläche im Bereich des Übergangs zu dem Auskoppelvorsprung reflektiert zu werden. Dadurch kann ein Großteil des in dem Grundkörper geleiteten Lichts in den Auskoppelvorsprung eingeleitet werden.

[0031] Grundsätzlich begrenzen der Einkoppelabschnitt und der Auskoppelabschnitt den Grundkörper jeweils in entgegengesetzte Richtungen. Denkbar ist jedoch auch, dass der Grundkörper weitere Abschnitte aufweist, welche beispielsweise in Richtungen entlang der Längsachse über den Einkoppelabschnitt und/oder den Auskoppelabschnitt hervorragen. Solche Abschnitte können beispielsweise zur Befestigung des Lichtleiters in einer Beleuchtungseinrichtung dienen, ohne die optischen Eigenschaften zu beeinträchtigen. Die Überstehenden Abschnitte können beispielsweise als Stifte oder Klipse zur Befestigung ausgebildet sein.

[0032] Der Grundkörper kann derart ausgebildet sein, dass der Innenraum in die beiden entgegengesetzten Richtungen entlang der Längsachse offen ist, beispielsweise in der Art eines Hohlrohres. Denkbar ist jedoch auch, dass der Innenraum in Richtung entgegengesetzt zum Einkoppelabschnitt durch einen Deckelabschnitt verschlossen ist. Dadurch kann beispielsweise das Eindringen von Verunreinigungen in den Innenraum vermieden werden. Der Deckelabschnitt ist insbesondere optisch wirkungslos.

[0033] Die Lichteinkoppelfläche ist vorzugsweise im Wesentlichen eben ausgebildet. Sie erstreckt sich insbesondere senkrecht zu der Längsachse. Denkbar ist jedoch auch, dass die Lichteinkoppelfläche als Abschnitt (insbesondere Ringabschnitt) einer die Längsachse umlaufenden Kegelmantelfläche ausgebildet ist, welche in Richtung zu dem Auskoppelabschnitt hin geöffnet ist. Dadurch wird die optisch wirksame Fläche der Lichteinkoppelfläche vergrößert.

[0034] Die Lichteinkoppelfläche ist beispielsweise als Wandfläche des Grundkörpers ausgebildet, welche sich zwischen der Innenfläche und der Außenfläche erstreckt und den Grundkörper begrenzt.

[0035] Eine ebene, sich im Wesentlichen senkrecht zur Längsachse erstreckende Lichteinkoppelfläche ermöglicht es, auf effiziente Weise Licht in den Licht-

leiter einzukoppeln, welches von Lichtquellen im Wesentlichen parallel zu der Längsachse abgestrahlt wird.

[0036] Die Lichtauskoppelfläche kann wie erläutert vorzugsweise als eine die Längsachse umlaufende, insbesondere parallel zur Längsachse ausgerichtete, Fläche ausgebildet sein. In Kombination mit einer senkrecht zur Längsachse verlaufenden, ebenen Lichteinkoppelfläche kann dann Licht, welches von einer Mehrzahl von Lichtquellen parallel zur Längsachse ausgestrahlt wird, in den Lichtleiter eingekoppelt werden und mit der gewünschten, radialen Richtungskomponente durch die Lichtauskoppelfläche hindurch ausgekoppelt werden. Mit einem solchen Lichtleiter kann das Licht einer Vielzahl von LEDs, die beispielsweise auf einer gemeinsamen, ebenen Platine angeordnet sind, und die Licht mit einer Hauptabstrahlrichtung senkrecht zu dieser Platine abstrahlen, effizient in eine Radiallichtverteilung umgeformt werden.

[0037] Die Lichteinkoppelfläche kann als eine die Längsachse bandartig umlaufende Fläche ausgebildet sein, die sich radial zu der Längsachse zusammenhängend erstreckt, d. h. in einer Ebene senkrecht zur Längsachse zusammenhängend verläuft.

[0038] Die Lichteinkoppelfläche kann jedoch auch eine Mehrzahl von um die Längsachse herum angeordneten Flächenabschnitten aufweisen. Hierzu kann der Einkoppelabschnitt eine Mehrzahl von separat entlang der Längsachse verlaufenden Einleitabschnitten aufweisen, welche um die Längsachse herum angeordnet sind, wobei an jedem Einleitabschnitt ein Flächenabschnitt der Lichteinkoppelfläche vorgesehen ist. Die Einleitabschnitte können dadurch gebildet sein, dass der Grundkörper im Bereich des Einkoppelabschnitts eine Mehrzahl von Kerbungen aufweist, welche den Grundkörper von der Innenfläche zur Außenfläche vollständig durchsetzen und sich über eine Kerbenlänge in Richtung des Auskoppelabschnitts erstrecken. Zwischen zwei solchen Kerbungen wird je ein Einleitabschnitt definiert, welcher von anderen Einleitabschnitten zumindest durch die Kerbung getrennt und beabstandet ist.

[0039] Die eingangs gestellte Aufgabe wird auch durch eine Kfz-Beleuchtungseinrichtung gelöst, welche einen Lichtleiter der beschriebenen Art sowie eine Mehrzahl von Lichtquellen, insbesondere LEDs, umfasst. Der Lichtleiter und die Lichtquellen sind derart in Bezug aufeinander angeordnet, dass das von den Lichtquellen abstrahlbare Licht durch die Lichteinkoppelfläche in den Grundkörper des Lichtleiters eingekoppelt ist. Die Lichtquellen können derart ausgebildet sein, dass sie Licht jeweils im räumlichen Mittel um eine Hauptabstrahlrichtung abgeben. Das Licht der mehreren Lichtquellen (LEDs) wird mit dem Lichtleiter in eine Lichtverteilung mit den ge-

wünschten Richtungskomponente radial zur Längsachse umgeformt.

[0040] Die verwendeten LEDs können jeweils eine sich im Wesentlichen eben erstreckende Lichtabstrahlfläche aufweisen, wie dies bei LED-Chips üblich ist. Die LEDs können insbesondere auf einer ebenen Platine angeordnet sein und Licht im räumlichen Mittel entlang einer Hauptabstrahlrichtung abgeben, welche im Wesentlichen senkrecht zu der Platine verläuft. Der Lichtleiter ist beispielsweise derart angeordnet, dass die Längsachse senkrecht zur Platine (und insbesondere parallel zur Hauptabstrahlrichtung) verläuft. Die Mehrzahl der Lichtquellen (LEDs) ist beispielsweise um die Längsachse herum angeordnet, beispielsweise äquidistant, insbesondere entlang einer Kreislinie, Ellipse oder eines Ovals. Insbesondere sind die Lichtquellen dem Verlauf der Lichteinkoppelfläche folgend angeordnet. Selbstverständlich können auch mehrere einzelne Lichtquellen (LEDs) vorgesehen sein, die nicht auf einer gemeinsamen Platine angeordnet sind. Der erfindungsgemäße Lichtleiter ermöglicht es, eine radiale Lichtverteilung zu erzeugen, welche durch eine Mehrzahl von Lichtquellen gespeist wird, die beispielsweise entlang einer Hauptabstrahlrichtung abstrahlen.

[0041] Weitere Einzelheiten und vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung werden im Folgenden unter Bezugnahme auf die Figuren erläutert.

[0042] Es zeigen:

[0043] Fig. 1 skizzierte Darstellung eines erfindungsgemäßen Lichtleiters in perspektivischer Ansicht;

[0044] Fig. 2 Ausschnitt aus einem Längsschnitt durch den Lichtleiter gemäß Fig. 1;

[0045] Fig. 3 eine weitere Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Lichtleiters;

[0046] Fig. 4 Ausschnitt aus einer Längsschnittdarstellung des Lichtleiters gemäß Fig. 3;

[0047] Fig. 5 eine weitere Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Lichtleiters, Längsschnitt, Ausschnittdarstellung;

[0048] Fig. 6 Längsschnittdarstellung einer weiteren Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Lichtleiters;

[0049] Fig. 7 Längsschnittdarstellung einer wiederum weiteren Ausführungsform;

[0050] Fig. 8 Längsschnittdarstellung einer weiteren Ausführungsform; und

[0051] Fig. 9 weitere Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Lichtleiters in perspektivischer Darstellung.

[0052] In der folgenden Beschreibung sowie in den Figuren sind für einander entsprechende oder identische Merkmale jeweils dieselben Bezugszeichen verwendet.

[0053] Die Fig. 1 zeigt einen Lichtleiter **10** mit einem rohrartigen Grundkörper **12**, welcher um eine Längsachse **14** herum geschlossen ist. Der Grundkörper **12** wird zur Längsachse **14** hin von einer die Längsachse **14** umlaufenden Innenfläche **16** begrenzt. In Richtung von der Längsachse **14** weg weist der Grundkörper **12** eine Außenfläche **18** auf, welche die Längsachse **14** umschließt. Die Innenfläche **16** umschließt einen Innenraum **20**, welcher sich entlang der Längsachse **14** erstreckt. Der Grundkörper **12** hat damit insgesamt die Form eines die Längsachse **14** umschließenden Hohlkörpers mit einer zwischen der Innenfläche **16** und der Außenfläche **18** definierten Wandstärke.

[0054] Der Grundkörper **12** ist im dargestellten Beispiel entlang beider Richtungen entlang der Längsachse **14** offen. Denkbar ist jedoch auch, dass der Innenraum **20** in einer Richtung entlang der Längsachse **14**, beispielsweise in Fig. 1 nach oben, von einem Deckelabschnitt (nicht dargestellt) verschlossen ist.

[0055] Der Innenraum **20** ist jedenfalls entlang einer Einkoppelrichtung **22** parallel zur Längsachse **14** um die Längsachse **14** herum offen. Der in die Einkoppelrichtung **22** gewandte Abschnitt des Grundkörpers **12** definiert einen Einkoppelabschnitt **24**. In der dem Einkoppelabschnitt **24** entgegengesetzten Richtung entlang der Längsachse **14** weist der Grundkörper **12** einen Auskoppelabschnitt **26** auf.

[0056] Bei Verwendung des Lichtleiters **10** in einer Beleuchtungseinrichtung dient der Einkoppelabschnitt dazu, Licht in den Grundkörper einzukoppeln. Hierzu weist der Grundkörper **12** im Einkoppelabschnitt eine die Längsachse **14** umlaufende, vorzugsweise kontinuierlich geschlossene, bandartige Lichteinkopffläche **28** auf (vgl. Fig. 1, Fig. 2). Diese erstreckt sich über die Wandstärke zwischen der Innenfläche **16** und der Außenfläche **18**.

[0057] Die Lichteinkopffläche **28** erstreckt sich in einer Ebene senkrecht zu der Längsachse **14**. Dies ermöglicht es, das Licht einer Mehrzahl von um die Längsachse **14** herum angeordneten Lichtquellen **30** (in Fig. 1 skizziert dargestellt) durch die Lichteinkopffläche **28** in den Grundkörper **12** einzukoppeln. Das eingekoppelte Licht wird dann unter interner Totalreflexion zwischen der Innenfläche **16** und der Außenfläche **18** zu dem Auskoppelabschnitt **26** geleitet.

[0058] Der Lichtauskoppelabschnitt **26** weist zum Auskoppeln des Lichtes eine Lichtauskoppelfläche **32** auf, welche im dargestellten Beispiel von einem Flächenabschnitt der Außenfläche **18** gebildet ist, welcher entlang der Erstreckungsrichtung des Grundkörpers **12** parallel zur Längsachse **14** dem Einkoppelabschnitt **24** entgegengesetzt ist.

[0059] Der Grundkörper **12** ist im Strahlengang zwischen der Lichteinkopffläche **28** und der Lichtauskoppelfläche **32** von einer Umlenkfläche **34** begrenzt. Diese ist derart ausgebildet, dass Licht, welches nach Einkopplung durch die Lichteinkopffläche **28** in den Grundkörper **12** ggf. durch Totalreflexion an der Innenfläche **16** und der Außenfläche **18** geleitet wird, nach interner Totalreflexion an der Umlenkfläche **34** durch die Lichtauskoppelfläche **32** aus dem Grundkörper **12** ausgekoppelt wird, wobei für den Hauptanteil der Lichtstrahlen die Richtungskomponente radial zu der Längsachse **14** am größten ist.

[0060] Dies ist in der Fig. 2 erkennbar, welche einen Längsschnitt durch die zwischen der Innenfläche **16** und der Außenfläche **18** gebildete Wandung des Grundkörpers **12** zeigt. Die skizzierte Lichtquelle **30** strahlt Licht mit einer Hauptabstrahlrichtung (d.h. die Richtung, in welche im räumlichen Mittel die Lichtenergie abgegeben wird) im Wesentlichen parallel zur Längsachse **14** ab. Das abgestrahlte Licht wird durch die Lichteinkopffläche **28** in den Grundkörper **12** eingekoppelt.

[0061] Die Umlenkfläche **34** ist derart angeordnet, dass für einen Großteil der in dem Grundkörper **12** geleiteten Strahlen die Bedingung der Totalreflexion erfüllt ist. Je nach Ausgestaltung ist denkbar, dass für einzelne Strahlengänge, insbesondere für Strahlengänge, welche mit steilem Winkel auf die Außenfläche **18** und/oder die Innenfläche **16** treffen, die Bedingung der Totalreflexion an der Umlenkfläche **34** nicht mehr erfüllt ist und so einzelne Strahlen durch die Umlenkfläche **34** austreten. Je nach Effizienzanforderungen kann dies toleriert werden, ist jedoch grundsätzlich nicht erwünscht. Für den Großteil der in dem Lichtleiter geführten Strahlen erfolgt an der Umlenkfläche **34** eine Reflexion nach radial außen von der Längsachse **14** weg. Sämtliche der durch die Lichtauskoppelfläche **32** ausgekoppelten Lichtstrahlen weisen eine gemeinsame radiale Richtungskomponente auf.

[0062] Bei sämtlichen Ausführungsformen der Erfindung kann die Umlenkfläche mit einer Reflexionsschicht versehen sein. Dadurch werden alle auf die Umlenkfläche treffenden Lichtstrahlen reflektiert und so die Effizienz erhöht. Dabei kann es genügen, nur die Umlenkfläche mit der Reflexionsschicht zu versehen. Die übrigen Begrenzungsflächen des Grundkörpers können grundsätzlich unverspiegelt bleiben, z.B. um Kosten zu sparen.

[0063] Die Innenfläche **16** hat in Schnitten senkrecht zu der Längsachse **14** vorzugsweise einen kreisförmigen Verlauf, wie dies in **Fig. 1** dargestellt ist. Entsprechendes gilt für die Außenfläche **18**. Der Innenraum **20** hat daher kreisförmigen Querschnitt. Da sich die Lichteinkoppelfläche **28** senkrecht zur Längsachse **14** zwischen der Innenfläche **16** und der Außenfläche **18** erstreckt, hat die Lichteinkoppelfläche **28** im dargestellten Beispiel die Form eines die Längsachse **14** umlaufenden Kreisringes.

[0064] Die Umlenkfläche **34** ist ebenfalls als eine die Längsachse **14** umlaufende, bandartige Fläche ausgebildet. Im dargestellten Beispiel ist die Umlenkfläche **34** als Ringabschnitt einer Kegelmantelfläche ausgebildet, welche die Längsachse **14** mit kreisförmigem Querschnitt (senkrecht zur Längsachse) umläuft und in Richtung von dem Einkoppelabschnitt **24** weg um die Längsachse **14** geöffnet ist. Die Umlenkfläche **34** erstreckt sich insofern zwischen der Innenfläche **16** und der Außenfläche **18** und ist in Bezug zur Längsachse **14** nach radial außen geneigt. Sie ist auch gegenüber der Lichteinkoppelfläche **28** geneigt.

[0065] Nach einer anderen Betrachtungsweise ist die Umlenkfläche **34** dadurch definiert, dass die Innenfläche **16** im Beispiel der **Fig. 1** in ihrem Verlauf ausgehend von dem Einkoppelabschnitt **24** in Richtung zum Auskoppelabschnitt **26** eine Knicklinie **36** aufweist, entlang welcher die Innenfläche **16** nach radial außen abknickt. Die Knicklinie **36** ist insbesondere eine die Längsachse **14** umlaufende Kreislinie, welche sich in einer Ebene senkrecht zur Längsachse **14** erstreckt (vgl. **Fig. 1**).

[0066] Die Lichtauskoppelfläche **32**, welche im dargestellten Beispiel von einem Endabschnitt der Außenfläche **18** gebildet ist, verläuft in Schnitten des Grundkörpers **12** durch die Längsachse **14** vorzugsweise eben. Im dargestellten Beispiel ist die Lichtauskoppelfläche **32** von einem ringartigen Zylindermantelabschnitt um die Längsachse **14** gebildet. Wie in **Fig. 1** dargestellt, kann die Lichtauskoppelfläche **32** von der Außenfläche **18** umfasst sein.

[0067] Die Lichtauskoppelfläche **32** ist in Bezug auf die Lichteinkoppelfläche **28**, und in Bezug auf die Umlenkfläche **34** geneigt.

[0068] Wie in den **Fig. 1** und **Fig. 2** erkennbar, sind die Innenfläche **16** und die Außenfläche **18** vorzugsweise derart ausgebildet, dass die zwischen ihnen eingeschlossene Wandstärke des Grundkörpers **12** im Verlauf ausgehend von dem Einkoppelabschnitt **24** zu dem Auskoppelabschnitt **26** hin zunimmt. Die Innenfläche **16** und die Außenfläche **18** verlaufen insbesondere in Schnitten durch die Längsachse **14** eben und schließen miteinander einen in Richtung von dem Einkoppelabschnitt **24** zu dem Auskoppelabschnitt **26** hin geöffneten Divergenzwinkel ein. Die-

ser ist vorzugsweise ausreichend klein gewählt, dass die Bedingung der Totalreflexion an sämtlichen Reflexionsflächen erfüllt ist. Als vorteilhaft hat sich herausgestellt, wenn die Innenfläche **16** und die Außenfläche **18** miteinander einen Winkel zwischen 1° und 7° einschließen.

[0069] Bei dem in den **Fig. 3** und **Fig. 4** skizzierten Lichtleiter **40** weist der Grundkörper **12** in seiner dem Einkoppelabschnitt **24** entgegengesetzten Richtung entlang der Längsachse **14** einen die Längsachse **14** umlaufenden, radial nach außen ragenden, ringbundartigen Auskoppelvorsprung **42** auf. Dieser bildet im dargestellten Beispiel den Auskoppelabschnitt **26** des Grundkörpers **12**. Der Auskoppelvorsprung **42** wird in Richtung nach radial außen von einer die Längsachse **14** umlaufenden, sich parallel zu der Längsachse **14** erstreckenden Lichtauskoppelfläche **32** begrenzt. Im dargestellten Beispiel ist die Lichtauskoppelfläche **32** als Ringabschnitt einer um die Längsachse **14** geschlossenen Zylindermantelfläche ausgebildet.

[0070] In ihrem Verlauf ausgehend von dem Einkoppelabschnitt **24** in Richtung zu dem Auskoppelvorsprung **42** bildet die Außenfläche **18** eine Übergangsschräge **44**. Diese ist dadurch abgegrenzt, dass die Außenfläche **18** im Bereich der Übergangsschräge nach radial außen abknickt. Die Übergangsschräge **44** geht in eine Vorsprungsfläche **46** über, welche sich im Wesentlichen senkrecht zu der Längsachse **14** erstreckt und diese bandartig umläuft. Die Vorsprungsfläche **46** begrenzt den Auskoppelvorsprung **42** in Richtung zu dem Einkoppelabschnitt **24** hin. Im dargestellten Beispiel ist die Übergangsschräge **44** sowohl in Bezug auf die Außenfläche **18**, als auch im Bezug auf die Vorsprungsfläche **46** geneigt. Im Übergang zwischen der Übergangsschräge **44** und der Vorsprungsfläche **46** bildet die Oberfläche des Grundkörpers **12** wiederum eine Knicklinie **48**, welche die Längsachse **14** umläuft (in **Fig. 3** kreisförmig).

[0071] Wie in der Schnittdarstellung gemäß **Fig. 4** erkennbar, führt die Übergangsschräge **44** dazu, dass die in dem Grundkörper geleiteten Lichtstrahlen im Bereich des Übergangs zu dem Auskoppelvorsprung **42** nicht mehr an der Außenfläche **18** reflektiert werden und so direkt in den Auskoppelvorsprung **42** eindringen und an der Umlenkfläche **34** umgelenkt werden können.

[0072] Die **Fig. 5** zeigt eine weitere Ausgestaltungsmöglichkeit für die erfindungsgemäßen Lichtleiter. Hierbei ist ein Ausschnitt aus einer Längsschnittdarstellung durch den Grundkörper **12** dargestellt, wobei die Schnittebene durch die Längsachse **14** verläuft.

[0073] Die Umlenkfläche **34** wird bei dieser Ausgestaltung dadurch gebildet, dass sich der Grundkörper **12** im Bereich des Auskoppelabschnitts **26** trichter-

artig aufweitet. Hierzu ist die Innenfläche **16** und die Außenfläche **18** entlang des jeweiligen Verlaufs ausgehend von dem Einkoppelabschnitt **24** zu dem Auskoppelabschnitt **26** nach radial außen von der Längsachse **14** weg gekrümmt. Der gekrümmte Bereich der Innenfläche **16** bildet hier die Umlenkfläche **34**. Die in den Grundkörper **12** geleiteten Lichtstrahlen werden durch Reflexion an der Umlenkfläche **34** nach radial außen abgelenkt (vgl. **Fig. 5**).

[0074] In den **Fig. 6** und **Fig. 7** sind in Längsschnittdarstellungen Ausgestaltungen des Grundkörpers **12** skizziert, mittels welcher eine vergrößerte Lichteinkoppelfläche **28** bereitgestellt werden kann und so die Verwendung einer größeren Anzahl von Lichtquellen **30** ermöglicht wird. Die gezeigten Ausgestaltungen bieten darüber hinaus jedoch auch weitere Vorteile, beispielsweise größere Abstände der Lichtquellen **30** untereinander und somit eine bessere Kühlung.

[0075] In den Darstellungen der **Fig. 6** und **Fig. 7** verlaufen die Innenfläche **16** und die Außenfläche **18** derart, dass der Grundkörper **12** im Bereich des Einkoppelabschnitts **24** einen größeren Abstand von der Längsachse **14** aufweist, als in dem Bereich des Auskoppelabschnitts **26**. Der von der Innenfläche **16** eingeschlossene Innenraum **20** weist daher im Bereich des Einkoppelabschnitts **24** eine größere Querschnittsfläche senkrecht zur Längsachse **14** auf, als in dem Bereich des Auskoppelabschnitts **26**.

[0076] Im Falle der **Fig. 6** finden eine Mehrzahl von Lichtquellen **30** Verwendung, mittels welchen Licht im räumlichen Mittel entlang einer Hauptabstrahlrichtung **50** abgestrahlt werden kann. Im dargestellten Beispiel schließt diese Hauptabstrahlrichtung **50** für jede der Lichtquellen **30** mit der Längsachse **14** einen Winkel, beispielsweise größer als 0° und kleiner als 90° , ein. Die Lichteinkoppelfläche **28** umläuft die Längsachse **14** insbesondere derart, dass das Licht einer jeden Lichtquelle **30** effektiv durch die Lichteinkoppelfläche **28** in den Grundkörper **12** eingekoppelt werden kann, wobei die jeweilige Hauptabstrahlrichtung **50** für jede Lichtquelle **30** senkrecht auf der Lichteinkoppelfläche **28** steht. Dies kann beispielsweise dadurch erreicht werden, dass die Lichteinkoppelfläche **28** als Ringabschnitt einer Kegelmantelfläche ausgebildet ist, welche die Längsachse **14** umschließt und in Richtung zu dem Auskoppelabschnitt **26** hin trichterartig geöffnet ist.

[0077] Bei der Ausgestaltung gemäß **Fig. 7** sind die Lichtquellen **30** derart angeordnet, dass die jeweiligen Hauptabstrahlrichtungen **50** alle parallel zueinander und insbesondere auch parallel zu der Längsachse **14** des Grundkörpers **12** ausgerichtet sind. Dies kann beispielsweise dadurch erreicht werden, dass eine Mehrzahl von als LED-Chips ausgebildeten Lichtquellen **30** auf einer gemeinsamen, ebenen

Platine angeordnet sind. Diese Platine erstreckt sich insbesondere senkrecht zu der Längsachse **14**.

[0078] Um das Licht der Mehrzahl von LEDs **30**, die sämtlich entlang der Hauptabstrahlrichtung **50** abstrahlen, effizient in den Grundkörper **12** einzukoppeln, erstreckt sich die Lichteinkoppelfläche **28** im dargestellten Beispiel (**Fig. 7**) senkrecht zu der Längsachse **14**. Dabei sind die Lichtquellen **30** vorzugsweise dem bandartigen Verlauf der Lichteinkoppelfläche **28** um die Längsachse **14** folgend angeordnet. Die Anordnung von Lichtquellen **30** und Lichteinkoppelfläche **28** ist vorzugsweise so, dass bei Blick entlang der Längsachse **14** die Lichtquellen **30** von der Lichteinkoppelfläche **28** vollständig überdeckt sind.

[0079] In der **Fig. 8** ist eine Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Lichtleiter dargestellt, bei welcher das ausgekoppelte Licht hauptsächlich eine Richtungskomponente radial zur Längsachse **14** hin aufweist. Die ausgekoppelten Lichtstrahlen können sich in einem Konzentrationsbereich um die Längsachse **14** herum überkreuzen und danach radial auseinander laufen. Eine solche Strahlauskopplung kann dadurch erreicht werden, dass die Umlenkfläche **34** in Längsschnitten durch die Längsachse **14** betrachtet entlang des Verlaufs von dem Einkoppelabschnitt **24** zu dem Auskoppelabschnitt **26** eine Neigung zu der Längsachse **14** hin aufweist. Beispielsweise kann die Umlenkfläche **34** dadurch gebildet sein, dass die Außenfläche **18** in ihrem Verlauf ausgehend von dem Einkoppelabschnitt **24** zu dem Auskoppelabschnitt **26** nach radial innen zu der Längsachse **14** hin abknickt. In diesem Fall wird die Auskoppelfläche **32** von einem Abschnitt der Innenfläche **16** gebildet, welcher dem Einkoppelabschnitt **24** entgegengesetzt ist.

[0080] Weitere Ausgestaltungen der erfindungsgemäßen Lichtleiter werden anhand des in der **Fig. 9** dargestellten Lichtleiters **60** beschrieben. Die Lichteinkoppelfläche **28** muss nach einem grundsätzlichen Aspekt der Erfindung nicht als durchgehende, die Längsachse **14** zusammenhängend umlaufende Fläche ausgebildet sein. Vielmehr kann die Lichteinkoppelfläche **28** eine Mehrzahl von Flächenabschnitten **28'**, **28''**, **28'''**, ... aufweisen, welche um die Längsachse **14** herum angeordnet sind. Dies kann dadurch erreicht werden, dass der Einkoppelabschnitt **24** eine Mehrzahl von separaten, sich jeweils entlang der Längsachse **14** erstreckenden Einleitabschnitten **62** umfasst, wobei jeder Einleitabschnitt **62** einen Flächenabschnitt **28'**, **28''**, **28'''**, ... der Lichteinkoppelfläche **28** aufweist. Die Einleitabschnitte **62** können beispielsweise als fingerartige Fortsätze eines zylindrischen Grundkörpers ausgebildet sein.

[0081] Die Einleitabschnitte **62** können dadurch gebildet sein, dass der Grundkörper **12** im Bereich des Einkoppelabschnitts **24** eine Mehrzahl von Kerbun-

gen **64** aufweist, welche jeweils den Grundkörper **12** über seine Wandstärke von der Innenfläche **16** zur Außenfläche **18** hin durchsetzen und sich über eine Kerblänge ausgehend von der jeweiligen Lichteinkoppelfläche **28** in Richtung zu dem Auskoppelabschnitt **26** erstrecken. Zwischen je zwei solchen Kerbungen **64** verläuft dann ein Einleitabschnitt **62**, welcher von weiteren Einleitabschnitten **62** durch die Kerbungen **64** beabstandet ist. Jedem Einleitabschnitt **62** kann eine eigene Lichtquelle **30** zugeordnet sein, deren Licht durch den jeweiligen Flächenabschnitt **28'**, **28''**, **28'''**, ... der Lichteinkoppelfläche **28** eingekoppelt werden kann. Durch die Ausgestaltung der Einleitabschnitte **62** kann die Einkopplungseffizienz erhöht werden und die erzielbare Lichtverteilung beeinflusst werden.

[0082] Die Einleitabschnitte **62** können Seitenflächen aufweisen, welche den jeweiligen Einleitabschnitt **62** bezüglich einer Umlaufrichtung um die Längsachse **14** begrenzen, d.h. als laterale Begrenzungsfläche wirken. Die Seitenflächen können z.B. ausgehend von dem jeweiligen Flächenabschnitt **28'**, **28''**, **28'''** der Lichteinkoppelfläche **28** parabelförmig auseinanderlaufen. Dadurch kann die laterale Divergenz der durch den jeweiligen Flächenabschnitt **28'**, **28''**, **28'''** der Lichteinkoppelfläche **28** eingekoppelten Lichtbündel bereits in dem Einleitabschnitt **62** verringert werden.

[0083] Die entlang der Einkoppelfläche **28** angeordneten LEDs können gleichartig sein oder verschiedene Charakteristika wie z.B. Intensität, Verteilung oder Farbe aufweisen. Zur weiteren Ausgestaltung sind die verschiedenen LEDs unabhängig voneinander ansteuerbar oder gruppenweise ansteuerbar.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- EP 1691130 A1 [0004]

Patentansprüche

1. Lichtleiter (10, 40, 60) für eine KFZ-Beleuchtungseinrichtung, mit einem rohrartigen Grundkörper (12), welcher eine um eine Längsachse (14) geschlossene Innenfläche (16) und eine Außenfläche (18) derart aufweist, dass ein sich entlang der Längsachse (14) erstreckender Innenraum (20) gebildet ist, welcher in eine Einkoppelrichtung (22) entlang der Längsachse (14) um die Längsachse (14) herum offen ist, wobei der Grundkörper (12) in der Einkoppelrichtung (22) einen Einkoppelabschnitt (24) aufweist, an welchem zumindest eine Lichteinkoppelfläche (28) vorgesehen ist, und wobei der Grundkörper (12) in der dem Einkoppelabschnitt (24) entgegengesetzten Richtung entlang der Längsachse (14) einen Auskoppelabschnitt (26) mit einer Lichtauskoppelfläche (32) aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Grundkörper (12) von einer im Strahlengang zwischen der Lichteinkoppelfläche (28) und der Lichtauskoppelfläche (32) angeordneten Umlenkfläche (34) begrenzt ist, welche derart ausgebildet ist, dass sämtliche nach interner Totalreflexion an der Umlenkfläche (34) durch die Lichtauskoppelfläche (32) ausgekoppelten Lichtstrahlen eine gemeinsame Richtungskomponente radial zur Längsachse (14) aufweisen.

2. Lichtleiter (10, 40) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Innenfläche (16) und die Außenfläche (18) derart ausgebildet sind, dass die Wandstärke des Grundkörpers (12) im Verlauf ausgehend von dem Einkoppelabschnitt (24) zu dem Auskoppelabschnitt (26) zunimmt.

3. Lichtleiter nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Innenfläche (16) und/oder die Außenfläche (18) einen Abstand von der Längsachse (14) aufweisen, der im Verlauf von dem Einkoppelabschnitt (24) zu dem Auskoppelabschnitt (26) hin abnimmt.

4. Lichtleiter nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Innenfläche (16) und/oder die Außenfläche (18) in ihrem Verlauf von dem Einkoppelabschnitt (24) zum Auskoppelabschnitt (26) einen nach radial außen oder nach radial innen abgelenkten Verlauf aufweisen.

5. Lichtleiter nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Innenfläche (16) und/oder die Außenfläche (18) im Bereich des Auskoppelabschnitts (26) nach radial außen von der Längsachse (14) weg gekrümmt ist.

6. Lichtleiter nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Umlenkfläche (34) von einem Abschnitt der Innenfläche (16) gebildet ist.

7. Lichtleiter nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Umlenkfläche (34) von einem Abschnitt der Außenfläche (18) gebildet ist.

8. Lichtleiter nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Umlenkfläche (34) als Abschnitt einer die Längsachse (14) umlaufenden Kegelmantelfläche ausgebildet ist.

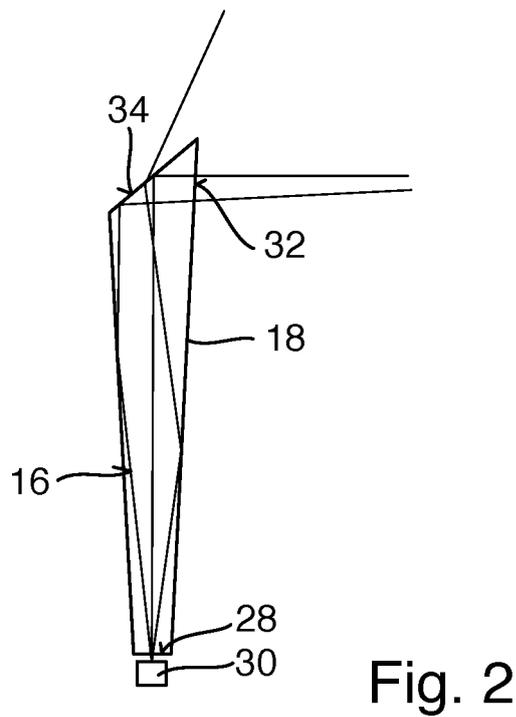
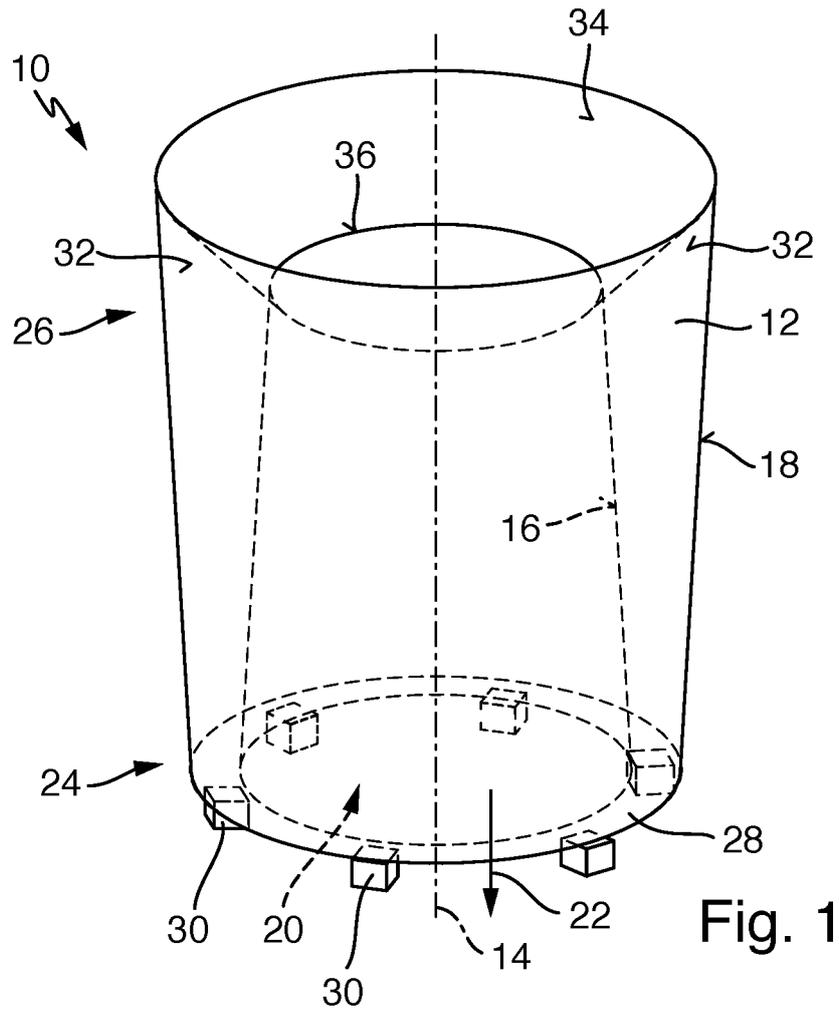
9. Lichtleiter nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Lichtauskoppelfläche (32) in Bezug auf die Lichteinkoppelfläche (28) geneigt verläuft, insbesondere sich parallel zu der Längsachse (14) erstreckt.

10. Lichtleiter nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Grundkörper (12) einen radial nach außen ragenden, insbesondere die Längsachse (14) umlaufenden, Auskoppelvorsprung (42) aufweist, an welchem die Lichtauskoppelfläche (32) angeordnet ist.

11. Lichtleiter nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Einkoppelabschnitt (24) des Grundkörpers (12) eine Mehrzahl von separat entlang der Längsachse verlaufenden Einleitabschnitten (62) aufweist, welche um die Längsachse (14) herum angeordnet sind, wobei an jedem Einleitabschnitt (62) ein Flächenabschnitt (28', 28'', 28''') der Lichteinkoppelfläche (28) vorgesehen ist.

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen



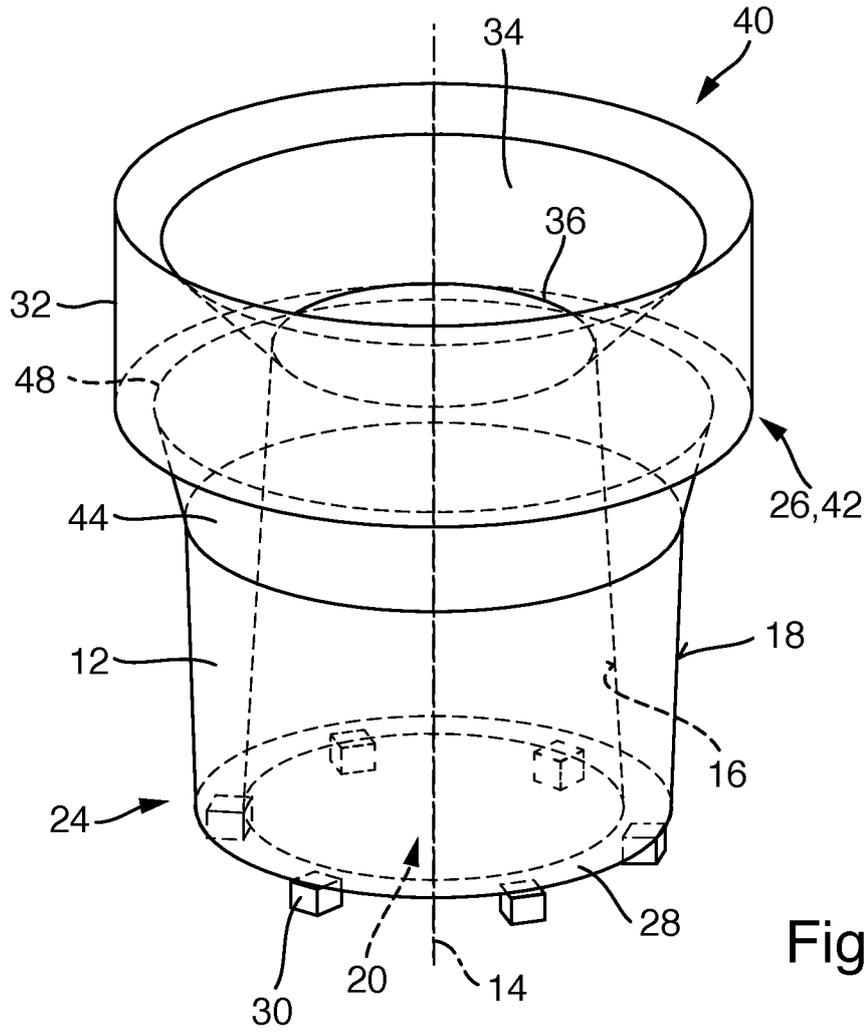


Fig. 3

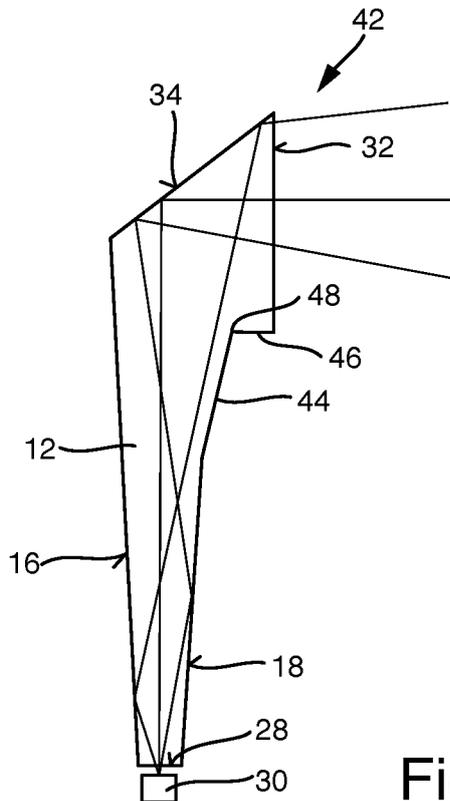


Fig. 4

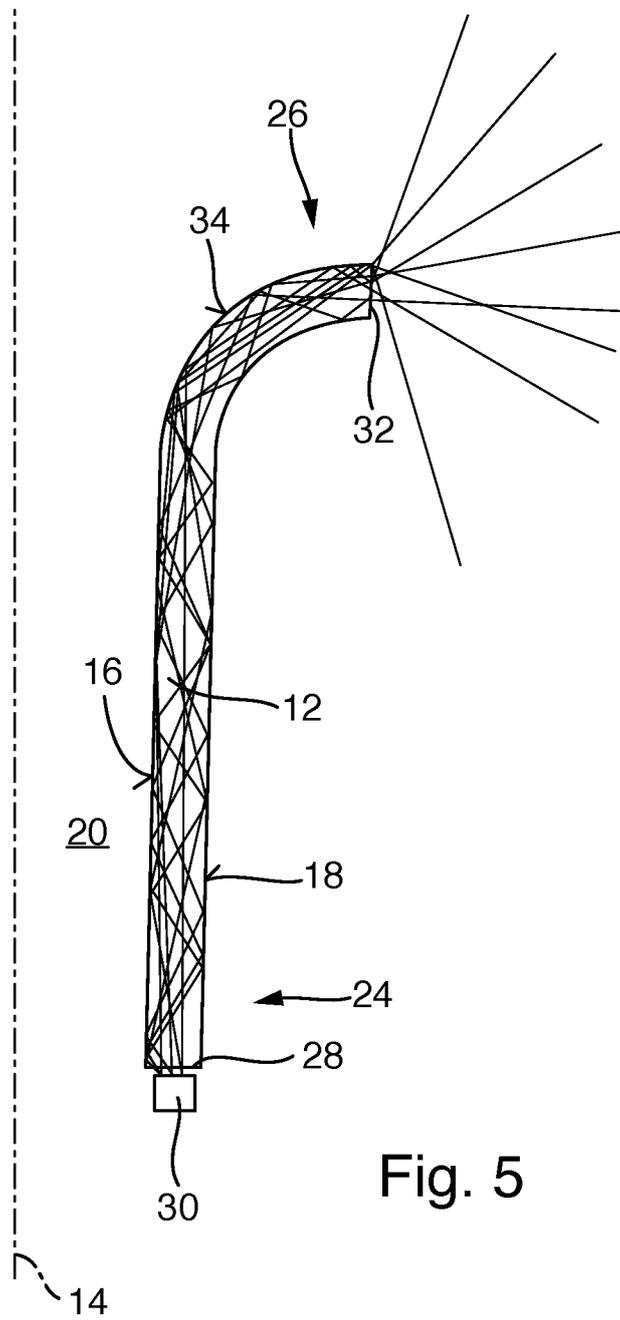


Fig. 5

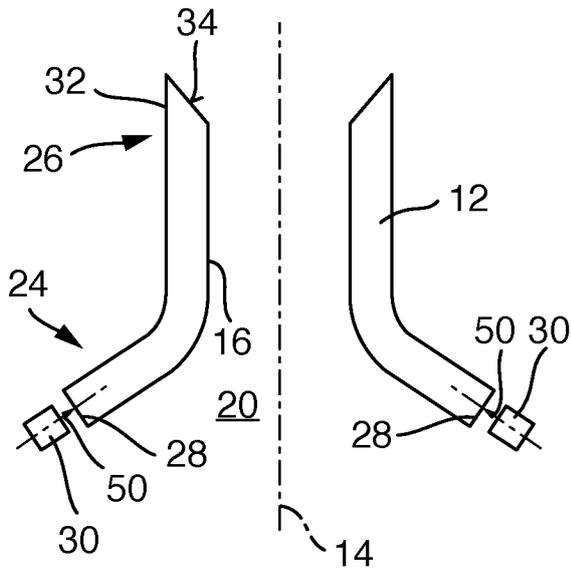


Fig. 6

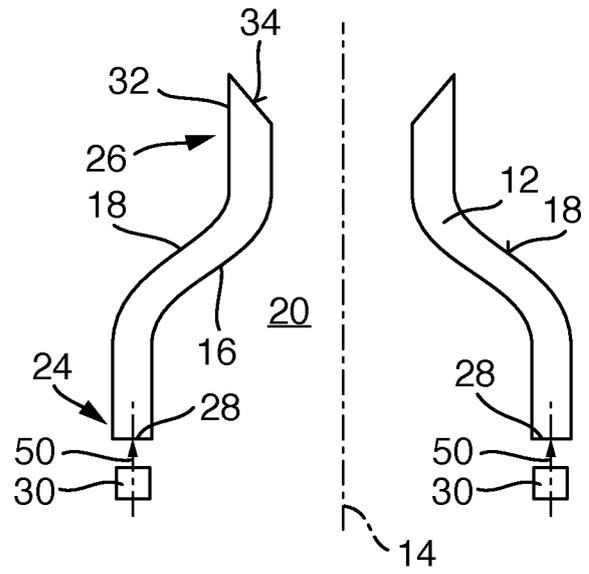


Fig. 7

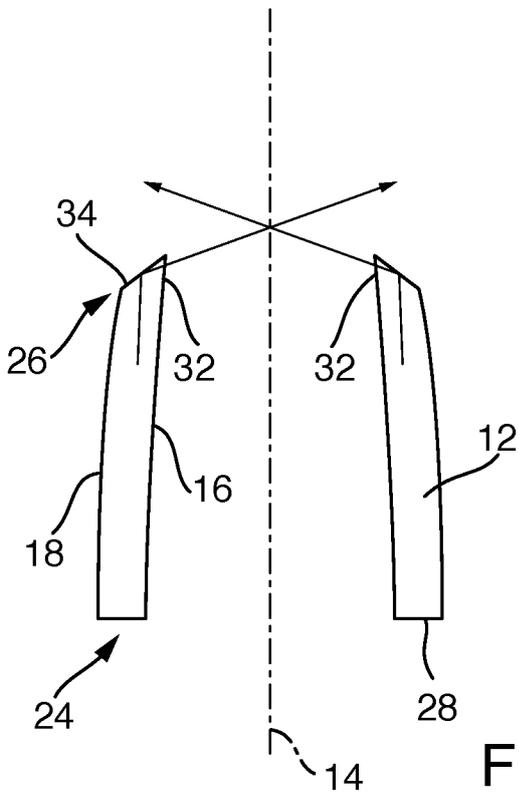


Fig. 8

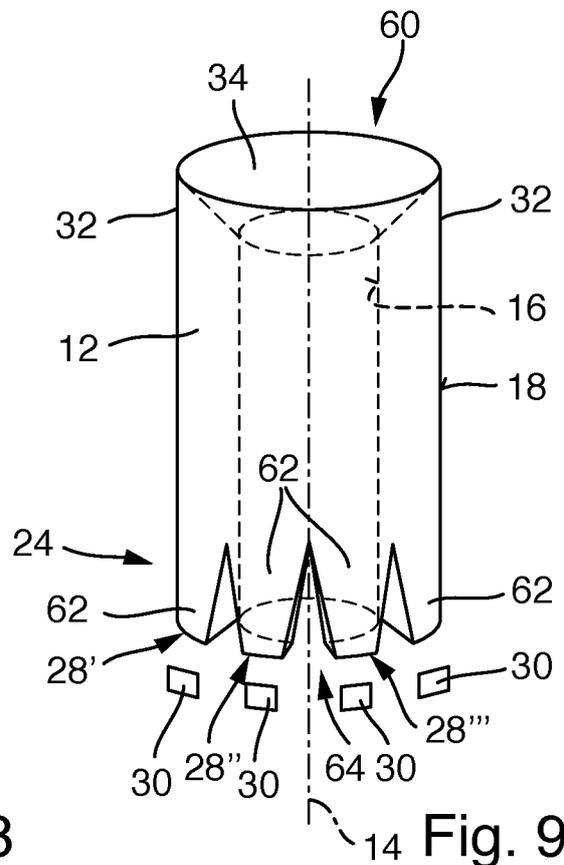


Fig. 9