



(10) **DE 10 2018 104 055 A1** 2019.08.22

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2018 104 055.5**

(22) Anmeldetag: **22.02.2018**

(43) Offenlegungstag: **22.08.2019**

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

(71) Anmelder:
**Automotive Lighting Reutlingen GmbH, 72762
Reutlingen, DE**

(74) Vertreter:
**DREISS Patentanwälte PartG mbB, 70174
Stuttgart, DE**

(72) Erfinder:
Rülke, Daniel, 72622 Nürtingen, DE

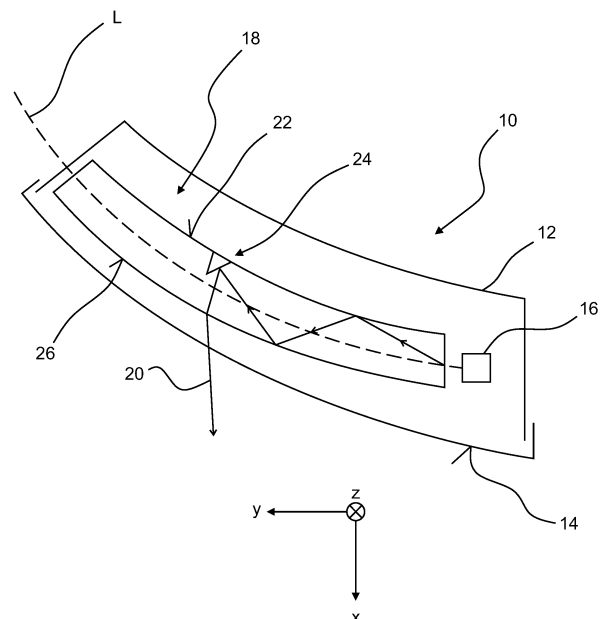
(56) Ermittelter Stand der Technik:
DE 100 22 779 A1
EP 1 992 868 A1

Rechercheantrag gemäß § 43 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Beleuchtungseinrichtung für Kraftfahrzeuge mit einem langgestreckten Lichtleiter**

(57) Zusammenfassung: Vorgestellt wird eine Beleuchtungseinrichtung (10) mit einem langgestreckten Lichtleiter (18) und einer Lichtquelle (16) in den Lichtleiter (18) einspeisenden Lichtquelle (16), wobei der Lichtleiter (18) dazu eingerichtet ist, das eingespeiste Licht (20) in seinem Inneren weiterzuleiten, wobei sich eine der Form des Lichtleiters folgende mittlere Lichtausbreitungsrichtung (L) ergibt, und wobei die Grenzfläche einen Lichtaustrittsflächenbereich (26) und einen Rückseitenbereich (22) aufweist, der Umlenkelemente (24) mit Reflexionsflächen (28) aufweist. Die Beleuchtungseinrichtung (10) zeichnet sich dadurch aus, dass der Rückseitenbereich (22) Längsrillen (30) aufweist, die längs der mittleren Lichtausbreitungsrichtung (L) in den Reflexionsflächen (28) liegend ausgerichtet sind.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Beleuchtungseinrichtung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Eine solche Beleuchtungseinrichtung ist per se bekannt und weist einen von einer Grenzfläche ummantelten, eine langgestreckte Form aufweisenden Lichtleiter und eine Licht in den Lichtleiter einspeisende Lichtquelle auf. Der Lichtleiter ist dazu eingerichtet, das eingespeiste Licht durch an seiner Grenzfläche erfolgende interne Totalreflexionen in seinem Inneren weiterzuleiten, wobei sich eine der langgestreckten Form folgende mittlere Lichtausbreitungsrichtung ergibt. Die Grenzfläche weist einen Lichtaustrittsflächenbereich und einen Rückseitenbereich auf, der Umlenkelemente mit Reflexionsflächen aufweist. Die Reflexionsflächen sind durch ihre Form und Anordnung dazu eingerichtet, auf sie einfallendes Licht der Lichtquelle so steil zum Lichtaustrittsflächenbereich umzulenken, dass es dort aus dem Lichtleiter austritt

[0003] Mit dem Lichtleiter als optischem Bauteil werden insbesondere regelkonforme Signallichtverteilungen wie Blinklichtverteilungen oder Tagfahrlichtverteilungen erzeugt. Mit Lichtleitern kann ein sehr homogenes, d.h. gleichmäßig hell leuchtendes Erscheinungsbild der leuchtenden Fläche erreicht werden. In der Regel weist der Rückseitenbereich eine Prismenrippe auf, an der Licht im Wesentlichen durch interne Totalreflexion auf einen Lichtaustrittsflächenbereich gelenkt wird, an der das reflektierte Licht austritt. Die Prismenrippe besteht aus den eingangs genannten Umlenkelementen, welche die Reflexionsflächen aufweisen.

[0004] Bei starken Krümmungen in der langgestreckten Form des Lichtleiters kann es zu Inhomogenitäten der Leuchtdichte auf dem Lichtaustrittsflächenbereich des Lichtleiters kommen. Als Folge erscheint der Lichtaustrittsflächenbereich dann nicht mehr gleichmäßig hell leuchtend. Eine bekannte Gegenmaßnahme besteht in einer Verringerung der Krümmung. Andererseits kann die Krümmung in der Regel nicht beliebig verringert werden, da die langgestreckte Form des Lichtleiters durch Beschränkungen des zur Verfügung stehenden Bauraums beschränkt ist oder sich Design-Vorgaben fügen muss.

[0005] Vor diesem Hintergrund besteht die Aufgabe der Erfindung darin, die Ausleuchtung des Lichtaustrittsflächenbereichs des Lichtleiters zu verbessern und dadurch die räumliche Leuchtdichteverteilung zu homogenisieren, ohne dafür den räumlichen Verlauf des Lichtleiters verändern zu müssen.

[0006] Diese Aufgabe wird mit einer Beleuchtungseinrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

[0007] Die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 sehen vor, dass der Rückseitenbereich Längsrillen aufweist, die in den Reflexionsflächen liegend längs der mittleren Lichtausbreitungsrichtung ausgerichtet sind.

[0008] Mit diesen Merkmalen wird eine verbesserte Ausleuchtung des Lichtaustrittsflächenbereichs des Lichtleiters erzeugt. Die verbesserte Ausleuchtung wird dadurch erzielt, dass die Begrenzungsflächen der Längsrillen auf sie auftreffendes Licht auch in Richtung der Breite des langgestreckten Lichtleiters streuen, wodurch vor dem Auftreffen auf diese Begrenzungsflächen bestehende Inhomogenitäten in der Leuchtdichte des auf diese Begrenzungsflächen auftreffenden Lichtes verwaschen werden.

[0009] Als erwünschte Folge ergibt sich eine gleichmäßigere Leuchtdichteverteilung in dem Lichtaustrittsflächenbereich eines stabförmig-langgestreckten Lichtleiters. In Ausführungsbeispielen der Erfindung werden zur Auskopplung dienende Prismen auf der Rückseite des Lichtleiters mit Längsrillen versehen, d.h. die Auskoppelprismen werden mit einer weiteren Prismenstruktur überlagert wobei die Kanten der Prismen senkrecht zu den Prismenkanten der ursprünglichen Auskoppelprismen verlaufen.

[0010] Eine bevorzugte Ausgestaltung zeichnet sich dadurch aus, dass eine Einhüllende einer Reflexionsfläche von jeweils einem Umlenkelement eine ebene Fläche ist. Diese Ausgestaltung zeichnet sich durch eine einfache Realisierbarkeit aus.

[0011] Bevorzugt ist auch, dass die Reflexionsflächen der Umlenkelemente eine Flächennormale besitzen, die eine zum Lichtaustrittsflächenbereich weisende Komponente und eine entgegengesetzt zur mittleren Lichtausbreitungsrichtung weisende Komponente aufweist. Durch diese Merkmale bewirken die Reflexionsflächen die erwünschte Umlenkung von auf sie einfallendem Licht zum Lichtaustrittsflächenbereich, die dieses Licht dort austreten lässt.

[0012] Weiter ist bevorzugt, dass die Längsrillen durch ebene Flächen begrenzt werden. Diese ebenen Flächen bewirken eine gleichmäßige Streuung der auf diese Flächen einfallenden Lichtstrahlen der Lichtquelle in quer zur mittleren Lichtausbreitungsrichtung liegenden Richtungen.

[0013] Eine weitere bevorzugte Ausgestaltung zeichnet sich dadurch aus, dass die Längsrillen durch gekrümmte Flächen begrenzt werden. Gekrümmte Flächen haben den Vorteil, dass bereits eine einzelne Fläche aus gleicher Richtung auf verschiedene Punk-

te der Fläche einfallende Lichtstrahlen in verschiedene Richtungen reflektiert, was eine gute Durchmischung der Richtungen der reflektierten Strahlen in quer zur mittleren Lichtausbreitungsrichtung liegenden Richtungen begünstigt.

[0014] Bevorzugt ist auch, dass die Längsrillen durch Zylinderflächen begrenzt werden. Dabei bildet ein Rand eines quer zur Längsrichtung der Längsrillen liegenden Querschnitts eine Leitkurve, und eine die Leitkurve entlang geführte Gerade definiert die Fläche der Längsrille. Durch die Gestaltung der Leitkurve lassen sich beim Entwurf des Lichtleiters viele verschiedene Längsrillenformen vorgeben, mit denen die Richtungen der Streuung in quer zur mittleren Lichtausbreitungsrichtung liegenden Richtungen definiert eingestellt werden kann.

[0015] Weiter ist bevorzugt, dass die Längsrillen in einer quer zur Längsrichtung der Längsrillen liegenden Richtung eine Breite B von $1/10$ mm bis $3/10$ mm besitzen sind. Eine weitere bevorzugte Ausgestaltung zeichnet sich dadurch aus, dass die Längsrillen eine Tiefe T von $1/10$ mm bis maximal $3/10$ besitzen. Es hat sich gezeigt, dass diese Abmessungen einerseits bereits ausreichen, um eine gewünschte Streuwirkung in quer zur mittleren Lichtausbreitungsrichtung liegenden Richtungen zu erzielen, und andererseits aber noch klein genug sind, um vom Betrachter nicht als gesonderte Struktur im Erscheinungsbild des Lichtleiters wahrgenommen zu werden.

[0016] Weiter ist bevorzugt, dass der Rückseitenbereich des Lichtleiters in einem quer zur mittleren Lichtausbreitungsrichtung liegenden Querschnitt schmaler ist als der Lichtaustrittsflächenbereich. Durch diese Ausgestaltung ergibt sich eine erwünschte Bündelung, d.h. eine Verringerung des Öffnungswinkels des im Lichtleiter in Richtung zum Lichtaustrittsflächenbereich propagierenden Lichtes.

[0017] Bevorzugt ist auch, dass der Rückseitenbereich in einer Richtung, die zur mittleren Lichtausbreitungsrichtung und zu einer vom Rückseitenbereich zum Lichtaustrittsflächenbereich weisenden Richtung quer liegt, eine Breite von $0,5$ mm bis 2 mm aufweist.

[0018] Auch für diese Abmessungen gilt, dass sie einerseits ausreichend groß sind, um die lichttechnischen Anforderungen zu erfüllen, und andererseits noch klein genug sind, um sich im Erscheinungsbild des Lichtleiters nicht störend bemerkbar zu machen.

[0019] Weitere Vorteile ergeben sich aus der Beschreibung und den beigefügten Zeichnungen. Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Dabei bezeichnen gleiche Bezugszeichen in verschiedenen Figuren jeweils

gleiche oder zumindest ihrer Funktion nach vergleichbare Elemente. Bei der Beschreibung einzelner Figuren wird ggf. auch auf Elemente aus anderen Figuren Bezug genommen. Es zeigen in schematischer Form:

Fig. 1 das technische Umfeld der Erfindung in Form einer Beleuchtungseinrichtung für Kraftfahrzeuge;

Fig. 2 einen Abschnitt eines langgestreckten Lichtleiters;

Fig. 3a ein Umlenkelement eines langgestreckten Lichtleiters mit einer Längsrillen aufweisenden Reflexionsfläche;

Fig. 3b eine Reflexionsfläche eines Umlenkelements von der Seite;

Fig. 3c eine Ausgestaltung, bei der die Längsrillen durch gekrümmte Flächen begrenzt werden;

Fig. 4 Lichtverteilungen vor und nach der Reflexion an einer ebenen Reflexionsfläche eines Umlenkelements;

Fig. 5 Lichtverteilungen, wie sie mit einem Längsrillen in Umlenkelementen aufweisenden Lichtleiter erzeugt werden;

Fig. 6 weitere Lichtverteilungen vor und nach der Reflexion an einer ebenen Reflexionsfläche eines Umlenkelements; und

Fig. 7 weitere Lichtverteilungen wie sie mit einem Längsrillen in Umlenkelementen aufweisenden Lichtleiter erzeugt werden;

[0020] Im Einzelnen zeigt die **Fig. 1** eine Beleuchtungsvorrichtung **10** für ein Kraftfahrzeug. Die Beleuchtungseinrichtung weist ein Gehäuse **12** und eine transparente Abdeckscheibe **14** auf, die eine Lichtaustrittsöffnung des Gehäuses **12** abdeckt. Im Inneren des Gehäuses **12** befindet sich eine Kraftfahrzeugleuchte, die Licht in einer regelkonformen Signallichtverteilung für Kraftfahrzeugleuchten abstrahlt. Eine Hauptabstrahlrichtung der Kraftfahrzeugleuchte liegt in der Regel parallel zu einer Längsachse des Kraftfahrzeuges, in dem die Beleuchtungseinrichtung und die Kraftfahrzeugleuchte bestimmungsgemäß verwendet werden.

[0021] Eine regelkonforme Signallichtverteilung zeichnet sich zum Beispiel dadurch aus, dass in einer vorgegebenen Entfernung vor der Kraftfahrzeugleuchte vorgeschriebene Mindesthelligkeitswerte in horizontaler Richtung H und in vertikaler Richtung V erreicht werden, wobei die Richtungen jeweils als Winkelabweichung von der Hauptabstrahlrichtung definiert sind.

[0022] Im dargestellten Beispiel ist die Hauptabstrahlrichtung eine x -Richtung eines rechtwinkligen und rechtshändigen Koordinatensystems, dessen z -Richtung bei der bestimmungsgemäßen Verwen-

dung der Beleuchtungseinrichtung **10** parallel zu einer Krafffahrzeughochachse liegt und deren y-Richtung bei dieser Verwendung parallel zur einer Querachse des Krafffahrzeugs liegt.

[0023] Die Beleuchtungseinrichtung **10** weist eine Lichtquelle **16** in Form einer Leuchtdiode oder einer Anordnung aus mehreren Leuchtdioden und einen Lichtleiter **18** auf, der mit Licht **20** der Lichtquelle **16** gespeist wird. Der Lichtleiter weist eine langgestreckte Form auf und erstreckt sich insbesondere längs einer im Raum gekrümmten Kurve L. Bei dem dargestellten Lichtleiter **18** handelt es sich somit um einen langgestreckten und Stablichtleiter, der dem Verlauf L entsprechend gebogen, aber auch gerade verlaufen kann. Die Kurve L entspricht damit auch der Hauptlichtausbreitungsrichtung von Licht der Lichtquelle **16** im Lichtleiter **18**. Unter einer langgestreckten Form wird eine Form verstanden, bei der eine Länge wenigstens um einen Faktor **5** größer ist als eine Breite und eine Höhe.

[0024] In dem dargestellten Ausführungsbeispiel ist die Lichtquelle **16** an einer Stirnseite des Lichtleiters **18** so angeordnet, dass von ihr ausgehendes Licht **20** über eine quer zur Länge L angeordnete erste Stirnseite in den Lichtleiter **18** eintritt. Ein Teil des Lichtes **20** erfährt an der den Lichtleiter ummantelnden Grenzfläche des Lichtleiters interne Totalreflexionen und wird dadurch im Inneren des Lichtleiters mit um die Kurve L herum streuenden Ausbreitungsrichtungen weitergeleitet.

[0025] Der Lichtleiter **18** weist einen Rückseitenbereich **22** auf, in dem prismenförmige Umlenkelemente **24** angeordnet sind. Aus Gründen der Übersichtlichkeit ist in der **Fig. 1** nur ein einziges Umlenkelement **24** angeordnet. In der Regel werden aber mehrere in einer Reihe angeordnete und damit zum Beispiel eine Prismenrippe bildende Umlenkelemente in dem Rückseitenbereich **22** angeordnet sein.

[0026] Ein Teil des Lichtes **20** erfährt eine interne Totalreflexion an einer Reflexionsfläche des Umlenkelements **24**. Die Reflexionsfläche ist gegenüber der Längsrichtung L so geneigt, dass sich in eine Hauptabstrahlrichtung x weisende Richtungskomponenten des auftreffenden Lichtes bei der Reflexion vergrößern. Als erwünschte Folge trifft so umgelenktes Licht so steil auf einen Lichtaustrittsflächenbereich **26** des Lichtleiters **18** auf, dass es dort austritt.

[0027] **Fig. 2** zeigt einen Abschnitt eines langgestreckten Lichtleiters mit einer bevorzugten Querschnittsform, die senkrecht zum Verlauf des Lichtleiters **18** orientiert ist, in einer Schrägansicht. Der Verlauf des Lichtleiters **18** entspricht einer mittleren Lichtausbreitungsrichtung L von Licht der Lichtquelle **16** im Lichtleiter **18**. Der Verlauf ist hier ein im Raum gekrümmter Verlauf. Der Lichtleiter **18** weist in sei-

nem Rückseitenbereich **22** seiner Grenzfläche eine Folge von Umlenkelementen **24** auf. Jedes Umlenkelement weist eine Reflexionsfläche **28** auf. Die Umlenkelemente **24** sind in der z-Richtung bevorzugt nur 0,5 mm bis 2 mm breit.

[0028] In der x-Richtung erweitert sich der Querschnitt des Lichtleiters bevorzugt kontinuierlich auf eine Breite seines Lichtaustrittsflächenbereichs **26**. Dadurch wird der Öffnungswinkel des im Lichtleiter **18** in der x-z-Ebene propagierenden Lichtes verringert. Der Lichtaustrittsflächenbereich **26** weist bevorzugt die dargestellte konvexe Form auf. Der Lichtaustrittsflächenbereich **26** bildet mit seiner konvexen Form eine Oberfläche einer Sammellinse. Deren Brennweite ist bevorzugt so auf den Abstand der Prismenrippe vom Lichtaustrittsflächenbereich und die Breite der Prismenrippe (d.h. der Breite der Umlenkelemente) in z-Richtung abgestimmt, dass diese Breite für einen Betrachter optisch auf die Breite des Lichtaustrittsflächenbereichs **26** vergrößert wird. Dies trägt zu einer in der Breite des Lichtaustrittsflächenbereichs **26** erwünscht homogenen Leuchtdichte bei.

[0029] Die **Fig. 3a** zeigt eine Schrägansicht einer Reflexionsfläche **28** eines Umlenkelements. Die **Fig. 1** bis **Fig. 3a** ergeben zusammen ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Beleuchtungseinrichtung.

[0030] Der Rückseitenbereich **22** weist Längsrippen **30** auf, die in den Reflexionsflächen **28** liegend längs der mittleren Lichtausbreitungsrichtung L ausgerichtet sind.

[0031] Die dadurch bedingte und oben genannte verbesserte Ausleuchtung des Lichtaustrittsflächenbereichs **26** des Lichtleiters **18** ergibt sich dadurch, dass die Begrenzungsflächen **32**, **34** der Längsrippen **30** auf sie auftreffendes Licht auch in Richtung der Breite (z-Richtung) des langgestreckten Lichtleiters **18** streuen, wodurch vor dem Auftreffen auf diese Begrenzungsflächen **32**, **34** bestehende Inhomogenitäten in der Leuchtdichte des auf diese Begrenzungsflächen **32**, **34** auftreffenden Lichtes verwaschen werden.

[0032] Bei dem in der **Fig. 3a** dargestellten Ausführungsbeispiel ist eine Einhüllende einer Reflexionsfläche **28** von jeweils einem Umlenkelement **24** eine ebene Fläche. Diese Ausgestaltung zeichnet sich durch eine einfache Realisierbarkeit aus. Die Längsrippen **30** haben bevorzugt keinen Einfluss auf die Einhüllende und damit auf die übrige äußere Form des Querschnitts und den Verlauf des Lichtleiters.

[0033] **Fig. 3b** zeigt eine Reflexionsfläche **28** eines Umlenkelements **24** von der Seite (quer zur Hauptlichtausbreitungsrichtung L), Das Umlenkelement **24** besitzt eine Flächennormale **36** seiner Reflexionsflä-

che **28**, die eine zum Lichtaustrittsflächenbereich **26** weisende Komponente **38** und eine entgegengesetzt zur mittleren Lichtausbreitungsrichtung L weisende Komponente **40** aufweist. Durch diese Merkmale bewirken die Reflexionsflächen **28** die erwünschte Umlenkung von auf sie einfallendem Licht zum Lichtaustrittsflächenbereich **26**, die dieses Licht dort austreten lässt.

[0034] Fig. 3a zeigt eine Ausgestaltung, bei der die Längsrillen **30** durch ebene Begrenzungsflächen **32**, **34** begrenzt werden. Diese ebenen Begrenzungsflächen **32**, **34** bewirken eine gleichmäßige Streuung der auf diese Begrenzungsflächen **32**, **34** einfallenden Lichtstrahlen der Lichtquelle **16** in quer zur mittleren Lichtausbreitungsrichtung L liegenden Richtungen (z -Richtung).

[0035] Fig. 3c zeigt eine weitere bevorzugte Ausgestaltung, bei der die Längsrillen **30** durch gekrümmte Flächen begrenzt werden. Gekrümmte Flächen haben den Vorteil, dass bereits eine einzelne Fläche aus gleicher Richtung auf verschiedene Punkte der Fläche einfallende Lichtstrahlen in verschiedene Richtungen reflektiert, was eine gute Durchmischung der Richtungen der reflektierten Strahlen in quer zur mittleren Lichtausbreitungsrichtung L liegenden Richtungen begünstigt.

[0036] Bevorzugt ist auch, dass die Längsrillen durch Zylinderflächen begrenzt werden. Dabei bildet ein Rand eines quer zur Längsrichtung der Längsrillen liegenden Querschnitts eine Leitkurve **42** und eine die Leitkurve entlang geführte Gerade **44** definiert die Fläche der Längsrille **30**. Durch die Gestaltung der Leitkurve **42** lassen sich beim Entwurf des Lichtleiters **18** viele verschiedene Längsrillenformen vorgeben, mit denen die Richtungen der Streuung in quer zur mittleren Lichtausbreitungsrichtung L liegenden Richtungen definiert eingestellt werden kann.

[0037] Weiter ist bevorzugt, dass die Längsrillen in einer quer zur Längsrichtung der Längsrillen liegenden Richtung $1/10$ mm bis maximal $3/10$ mm breit sind (Breite B in Fig. 3a). Eine weitere bevorzugte Ausgestaltung zeichnet sich dadurch aus, dass die Längsrillen $1/10$ mm bis $3/10$ mm tief sind (Tiefe T in Fig. 3a). Es hat sich gezeigt, dass diese Abmessungen einerseits bereits ausreichen, um eine gewünschte Streuwirkung in quer zur mittleren Lichtausbreitungsrichtung L liegenden Richtungen zu erzielen, und andererseits aber noch klein genug sind, um vom Betrachter nicht als gesonderte Struktur im Erscheinungsbild des Lichtleiters wahrgenommen zu werden.

[0038] Fig. 4 zeigt richtungsabhängige Anteile von Lichtverteilungen vor und nach der Reflexion **45** an einer ebenen Reflexionsfläche eines Umlenkelements, das keine Längsrillen aufweist. Der linke Teil

der Fig. 4 gibt schematisch eine Lichtverteilung **46** von Richtungskomponenten von im Lichtleiter propagierendem Licht in Richtung einer Vertikalachse V (entspricht der z -Richtung in den vorhergehenden Figuren) und in Richtung einer Horizontalachse H (entspricht der y -Richtung in den vorhergehenden Figuren) vor einer Reflexion an einer ebenen Reflexionsfläche an. Eine solche Verteilung von Richtungskomponenten ist selbst eine Lichtverteilung.

[0039] Der rechte Teil der Fig. 4 gibt schematisch eine Lichtverteilung **48** von Richtungskomponenten von im Lichtleiter propagierendem Licht in Richtung der Vertikalachse V (entspricht der z -Richtung in den vorhergehenden Figuren) und in Richtung der Horizontalachse H (entspricht der y -Richtung in den vorhergehenden Figuren) nach einer Reflexion **45** an einer ebenen Reflexionsfläche an. Eine solche Verteilung von Richtungskomponenten ist selbst eine Lichtverteilung.

[0040] Die schematisch dargestellten Inhomogenitäten, **52**, **54**, **56** repräsentieren Richtungen, in denen kein Licht propagiert. Diese Inhomogenitäten, **52**, **54**, **56** stellen unerwünschte Inhomogenitäten der Lichtverteilungen und damit der Leuchtdichte dar.

[0041] Ein Vergleich beider Lichtverteilungen **46**, **48** zeigt, dass die im rechten Teil der Fig. 4 dargestellte Lichtverteilung des von der ebenen Reflexionsfläche reflektierten Lichtes bis auf eine Spiegelung an der Vertikalachse V mit der im linken Teil der Fig. 4 dargestellten auf die Reflexionsfläche einfallenden Lichtverteilung identisch ist. Das bedeutet insbesondere, dass die Inhomogenitäten **50**, **52**, **54**, **56** der Lichtverteilung **46** des auf die ebene Reflexionsfläche einfallenden Lichtes spiegelbildlich auch in der Lichtverteilung **48** des von der Reflexionsfläche reflektierten Lichtes enthalten sind. Durch die ebene Reflexionsfläche wird das einfallende Licht spiegelnd (Einfallswinkel gleich Ausfallswinkel) umgelenkt. Die Inhomogenitäten **54**, **56** zeichnen sich in diesem Fall in der Leuchtdichte auf dem Lichtaustrittsflächenbereich des Lichtleiters ab.

[0042] Fig. 5 zeigt schematisch Lichtverteilungen **46**, **58**, wie sie mit einem Längsrillen **30** in den Reflexionsflächen **28** von Umlenkelementen **24** aufweisenden Lichtleiters eines Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Beleuchtungseinrichtung erzeugt werden. Der linke Teil der Fig. 5 gibt schematisch eine Lichtverteilung **46** von Richtungskomponenten von im Lichtleiter propagierendem Licht in Richtung einer Vertikalachse V (entspricht der z -Richtung in den vorhergehenden Figuren) und in Richtung einer Horizontalachse H (entspricht der y -Richtung in den vorhergehenden Figuren) vor einer Reflexion **47** an einer Längsrillen aufweisenden Reflexionsfläche an.

[0043] Der rechte Teil der **Fig. 5** gibt schematisch eine Lichtverteilung **58** von Richtungskomponenten von im Lichtleiter propagierendem Licht in Richtung der Vertikalachse **V** (entspricht der z-Richtung in den vorhergehenden Figuren) und in Richtung der Horizontalachse **H** (entspricht der y-Richtung in den vorhergehenden Figuren) nach einer Reflexion an einer Längsrillen **30** aufweisenden Reflexionsfläche **28** an.

[0044] Die schematisch dargestellten Inhomogenitäten **50**, **52** in der Lichtverteilung **46** repräsentieren auch hier Richtungen, in denen kein Licht propagiert. Diese Inhomogenitäten stellen unerwünschte Inhomogenitäten der Lichtverteilung **46** und damit der Leuchtdichte dar.

[0045] Durch die Längsrillen **30** wird die Reflexionsfläche **28** des Umlenkelements **24** in eine Vielzahl von Teilflächen in Form von Begrenzungsflächen, bspw. ebenen Begrenzungsflächen **32**, **34** zerlegt. Die Begrenzungsflächen **32**, **34**, können von Teilfläche zu Teilfläche unterschiedlich gerichtete Flächennormalen aufweisen, wobei die Flächennormalen innerhalb einer Begrenzungsfläche gleich sind. Dies ist dann der Fall, wenn die Teilflächen ebene Flächen sind. Alternativ können sie auch an verschiedenen Punkten innerhalb einer Teilfläche verschieden gerichtete Flächennormalen aufweisen. Dies ist bei gekrümmten Teilflächen der Fall. Durch die an verschiedenen Punkten der Reflexionsfläche verschiedenen Flächennormalen werden auf Grund des Reflexionsgesetzes auch aus ein und derselben Richtung einfallende Lichtstrahlen in voneinander verschiedene Richtungen reflektiert. Durch die erfindungsgemäßen Längsrillen ergibt sich damit eine richtungszerstreuende Wirkung in Form einer zusätzlichen vertikalen Streuung. Durch diese zusätzliche vertikale Streuung wird die Lichtverteilung des reflektierten Lichtes homogenisiert und in vertikaler Richtung leicht aufgeweitet.

[0046] Ein Vergleich beider Lichtverteilungen der **Fig. 5** zeigt, dass die im rechten Teil der **Fig. 5** dargestellte Lichtverteilung **58** des von der Längsrillen **30** aufweisenden Reflexionsfläche **28** reflektierten Lichtes nicht mit der im linken Teil der **Fig. 5** dargestellten auf die Reflexionsfläche **28** einfallenden Lichtverteilung **46** identisch ist. Der Vergleich zeigt insbesondere, dass die Inhomogenitäten **50**, **52** der Lichtverteilung **46** des auf die Längsrillen aufweisende Reflexionsfläche einfallenden Lichtes in der Lichtverteilung **58** des von der Reflexionsfläche reflektierten Lichtes nicht mehr enthalten sind. Als Folge zeichnen sich auch keine Inhomogenitäten der Leuchtdichte auf den Lichtaustrittsflächenbereich des Lichtleiters **18** ab.

[0047] **Fig. 6** zeigt Beispiele weiterer Lichtverteilungen **60**, **62**, **64** vor und nach der Reflexion **45** an einer ebenen Reflexionsfläche eines Umlenkelements,

das keine Längsrillen aufweist. Der linke Teil der **Fig. 6** gibt schematisch eine Verteilung von Richtungskomponenten von im Lichtleiter propagierendem Licht in Richtung einer Vertikalachse **V** (entspricht der z-Richtung in den vorhergehenden Figuren) und in Richtung einer Horizontalachse **H** (entspricht der y-Richtung in den vorhergehenden Figuren) vor einer Reflexion **45** an einer ebenen Reflexionsfläche an.

[0048] Der rechte Teil der **Fig. 6** gibt schematisch eine Verteilung **62** von Richtungskomponenten von im Lichtleiter propagierendem Licht in Richtung der Vertikalachse **V** (entspricht der z-Richtung in den vorhergehenden Figuren) und in Richtung der Horizontalachse **H** (entspricht der y-Richtung in den vorhergehenden Figuren) nach einer Reflexion **45** an einer ebenen Reflexionsfläche an.

[0049] Im Unterschied zu den linken Teilen der **Fig. 4** und **Fig. 5** ist die im linken Teil der **Fig. 6** schematisch dargestellte Lichtverteilung bereits homogen. Ein Vergleich beider Lichtverteilungen der **Fig. 6** zeigt, dass die im rechten Teil der **Fig. 6** dargestellte Lichtverteilung des von der ebenen Reflexionsfläche reflektierten Lichtes einen zentralen dunklen Bereich **70** aufweist. Ein solcher zentraler dunkler Bereich **70** kann dadurch bedingt sein, dass Teilstrahlen der auf die ebene Reflexionsfläche eines Umlenkelements einfallenden Lichtverteilung, deren Richtung nur wenig von der Horizontalrichtung abweichen, dort keine interne Totalreflexion erfahren, sondern dort aus dem Lichtleiter austreten und somit für die zu erzeugende Lichtverteilung verloren gehen. Im Ergebnis kann dies zu wahrnehmbar dunklen Bereichen auf dem Lichtaustrittsflächenbereich des Lichtleiters führen.

[0050] **Fig. 7** zeigt schematisch Lichtverteilungen **60**, **64**, wie sie mit einem Längsrillen in den Reflexionsflächen von Umlenkelementen aufweisenden Lichtleiters eines Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Beleuchtungseinrichtung erzeugt werden. Der linke Teil der **Fig. 7** entspricht dem linken Teil der **Fig. 6** und gibt schematisch eine Verteilung von Richtungskomponenten von im Lichtleiter propagierendem Licht in Richtung einer Vertikalachse **V** (entspricht der z-Richtung in den vorhergehenden Figuren) und in Richtung einer Horizontalachse **H** (entspricht der y-Richtung in den vorhergehenden Figuren) vor einer Reflexion **47** an einer Längsrillen aufweisenden Reflexionsfläche an.

[0051] Der rechte Teil der **Fig. 7** gibt schematisch eine Verteilung von Richtungskomponenten von im Lichtleiter propagierendem Licht in Richtung der Vertikalachse **V** (entspricht der z-Richtung in den vorhergehenden Figuren) und in Richtung der Horizontalachse **H** (entspricht der y-Richtung in den vorhergehenden Figuren) nach einer Reflexion **47** an ei-

ner Längsrillen aufweisenden Reflexionsfläche an. Durch die erfindungsgemäß vorgesehenen Längsrillen kann der im rechten Teil der **Fig. 6** dargestellte unerwünschte Effekt der nahe an der horizontalen Achse auftretenden Inhomogenität in Form des zentralen dunklen Bereichs **70** vermieden werden. Die Längsrillen sorgen für eine zusätzliche Streuung in der Vertikalrichtung. Als erwünschte Folge fällt auch hier Streulicht auch auf die sonst dunklen Bereiche des Lichtaustrittsflächenbereichs, was dazu führt, dass die sonst dunklen Bereiche hell erscheinen.

Patentansprüche

1. Beleuchtungseinrichtung (10) mit einem von einer Grenzfläche ummantelten und eine langgestreckte Form aufweisenden Lichtleiter (18) und einer Lichtquelle (20) in den Lichtleiter (18) einspeisenden Lichtquelle (16), wobei der Lichtleiter (18) dazu eingerichtet ist, das eingespeiste Licht (20) durch an seiner Grenzfläche erfolgende interne Totalreflexionen in seinem Inneren weiterzuleiten, wobei sich eine der langgestreckten Form folgende mittlere Lichtausbreitungsrichtung (L) ergibt, und wobei die Grenzfläche einen Lichtaustrittsflächenbereich (26) und einen Rückseitenbereich (22) aufweist, der Umlenkelemente (24) mit Reflexionsflächen (28) aufweist, die durch ihre Form und Anordnung dazu eingerichtet sind, auf sie einfallendes Licht (20) der Lichtquelle (16) so steil zum Lichtaustrittsflächenbereich (26) umzulenken, dass es dort aus dem Lichtleiter (18) austritt, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Rückseitenbereich (22) Längsrillen (30) aufweist, die längs der mittleren Lichtausbreitungsrichtung (L) in den Reflexionsflächen (28) liegend ausgerichtet sind.
2. Beleuchtungseinrichtung (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Einhüllende einer Reflexionsfläche (28) von jeweils einem Umlenkelement (24) eine ebene Fläche ist.
3. Beleuchtungseinrichtung (10) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Reflexionsflächen (28) der Umlenkelemente (24) eine Flächennormale (36) besitzen, die eine zum Lichtaustrittsflächenbereich (26) weisende Komponente (38) und eine entgegengesetzt zur mittleren Lichtausbreitungsrichtung (L) weisende Komponente (40) aufweist.
4. Beleuchtungseinrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Längsrillen (30) durch ebene Flächen (32, 34) begrenzt werden.
5. Beleuchtungseinrichtung (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Längsrillen (30) durch gekrümmte Flächen begrenzt werden.
6. Beleuchtungseinrichtung (10) nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Längsrillen (30) durch Zylinderflächen begrenzt werden.
7. Beleuchtungseinrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Längsrillen (30) in einer quer zur Längsrichtung der Längsrillen (30) liegenden Richtung 1/10 mm bis 3/10 mm breit sind.
8. Beleuchtungseinrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Längsrillen (30) 1/10 mm bis 3/10 mm tief sind.
9. Beleuchtungseinrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Rückseitenbereich (22) in einer Richtung, die zur mittleren Lichtausbreitungsrichtung (L) und zu einer vom Rückseitenbereich (22) zum Lichtaustrittsflächenbereich (26) weisenden Richtung quer liegt, eine Breite von 0,5 mm bis 2 mm aufweist.
10. Beleuchtungseinrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Rückseitenbereich (22) des Lichtleiters (18) in einem quer zur mittleren Lichtausbreitungsrichtung (L) liegenden Querschnitt schmaler ist als der Lichtaustrittsflächenbereich (26).

Es folgen 6 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

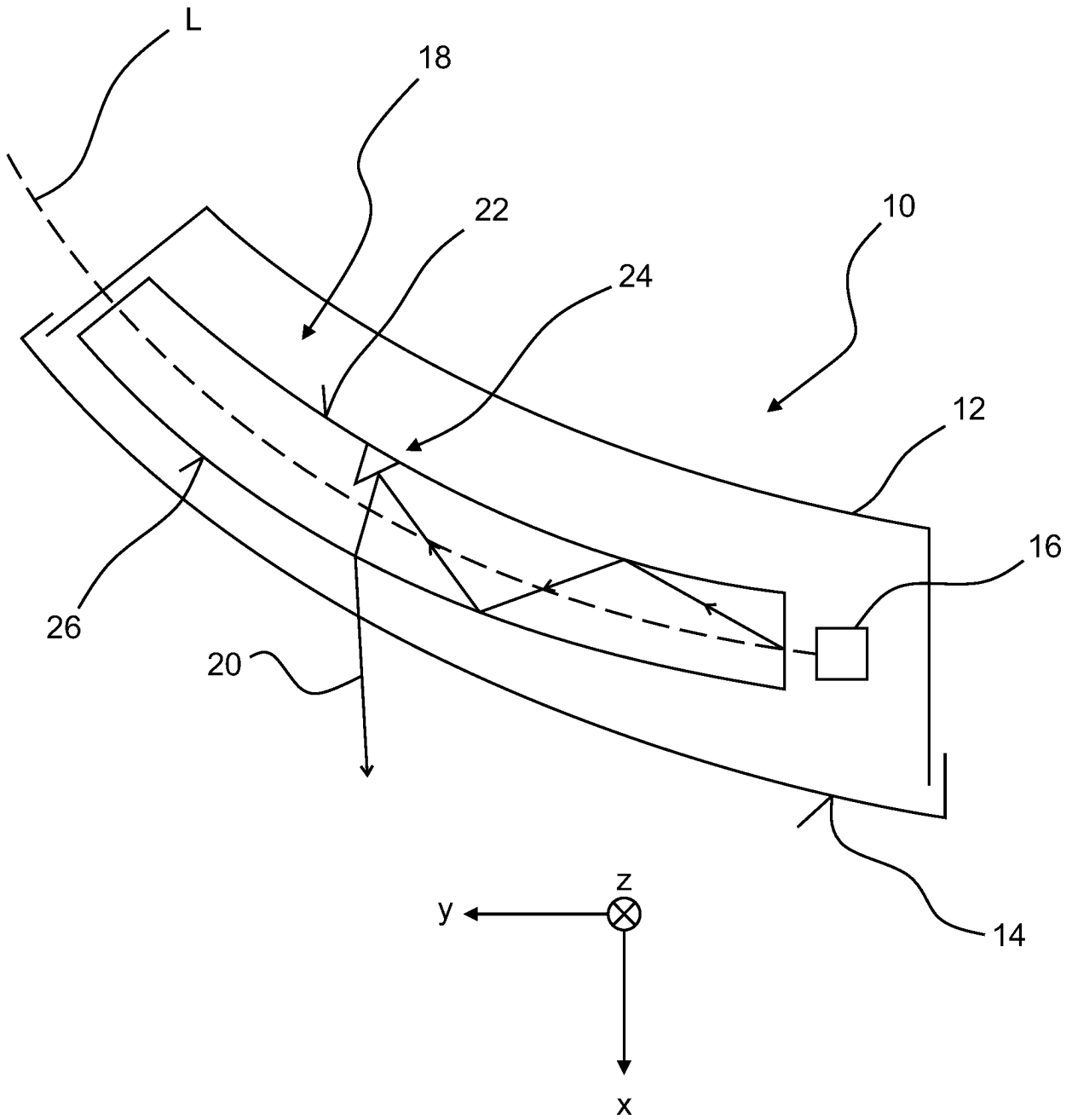


Fig. 1

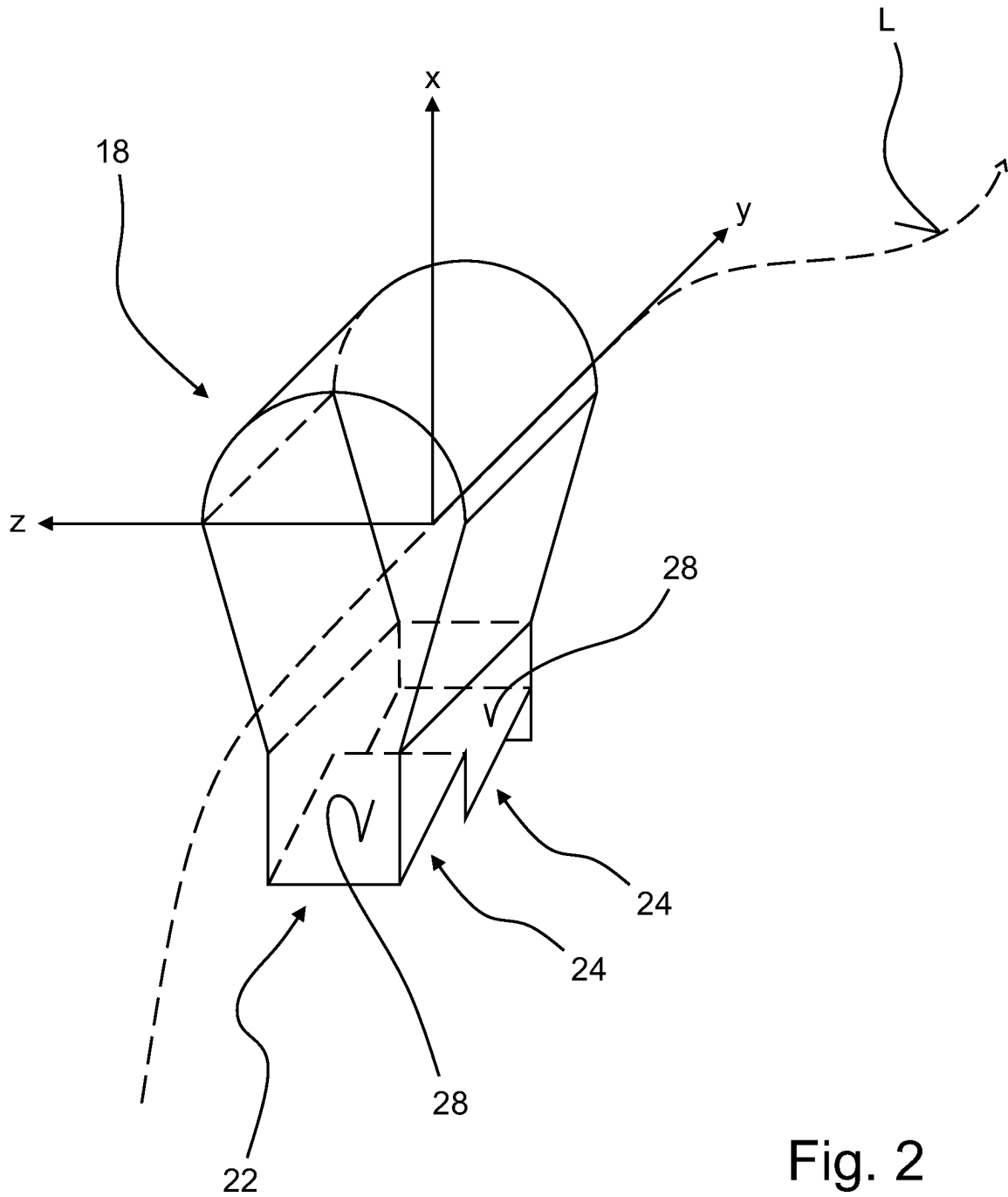


Fig. 2

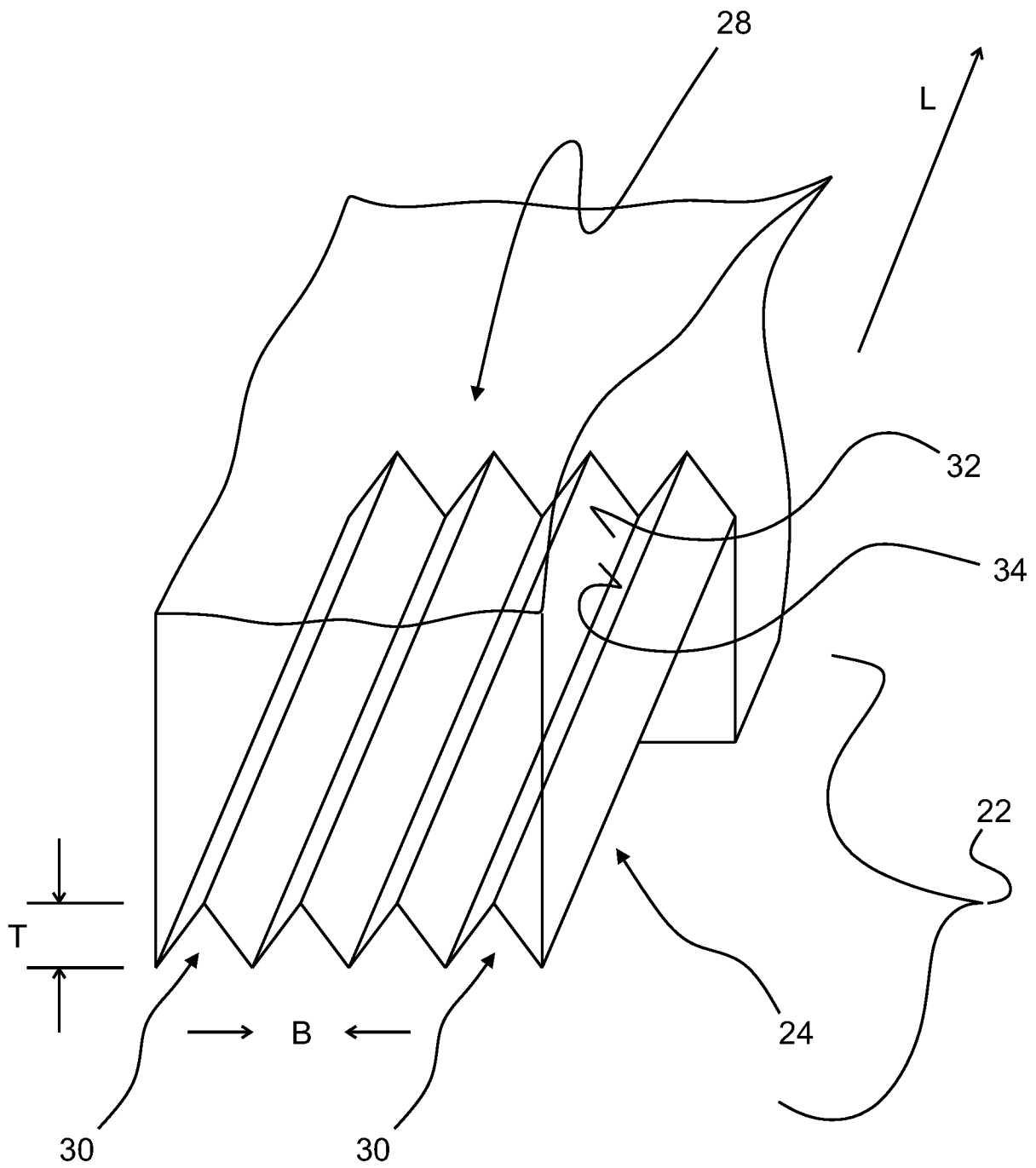


Fig. 3a

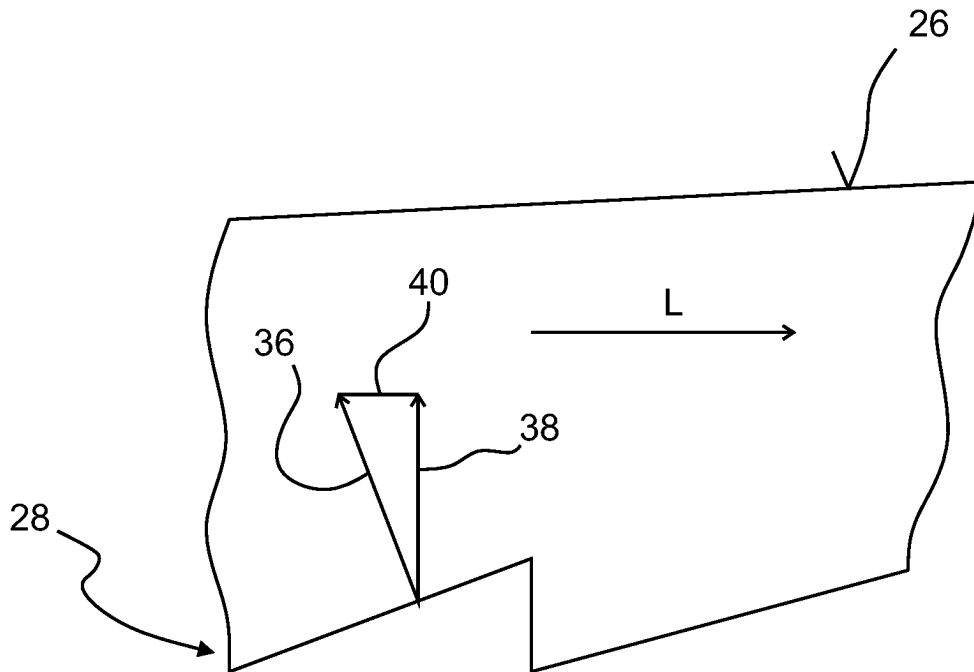


Fig. 3b

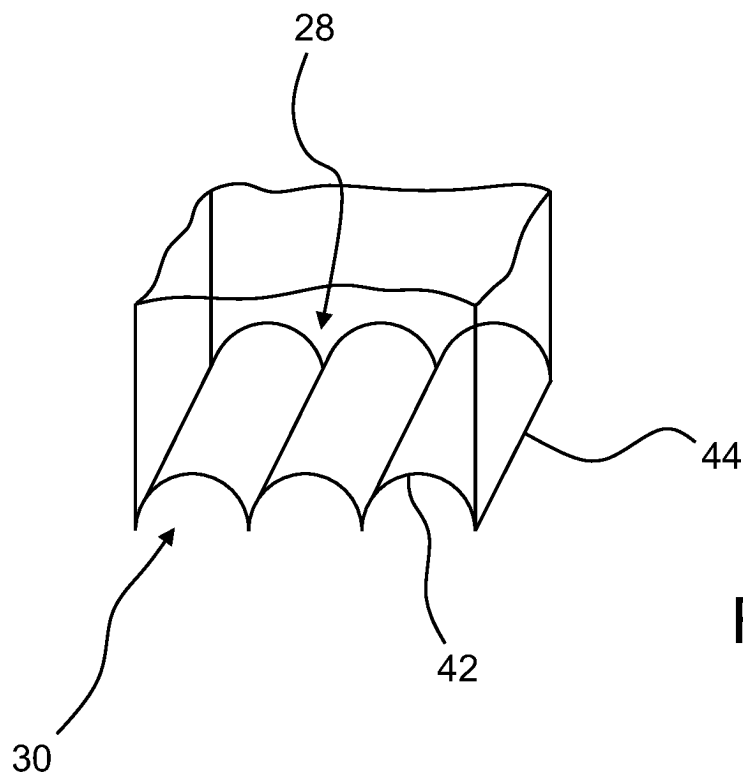


Fig. 3c

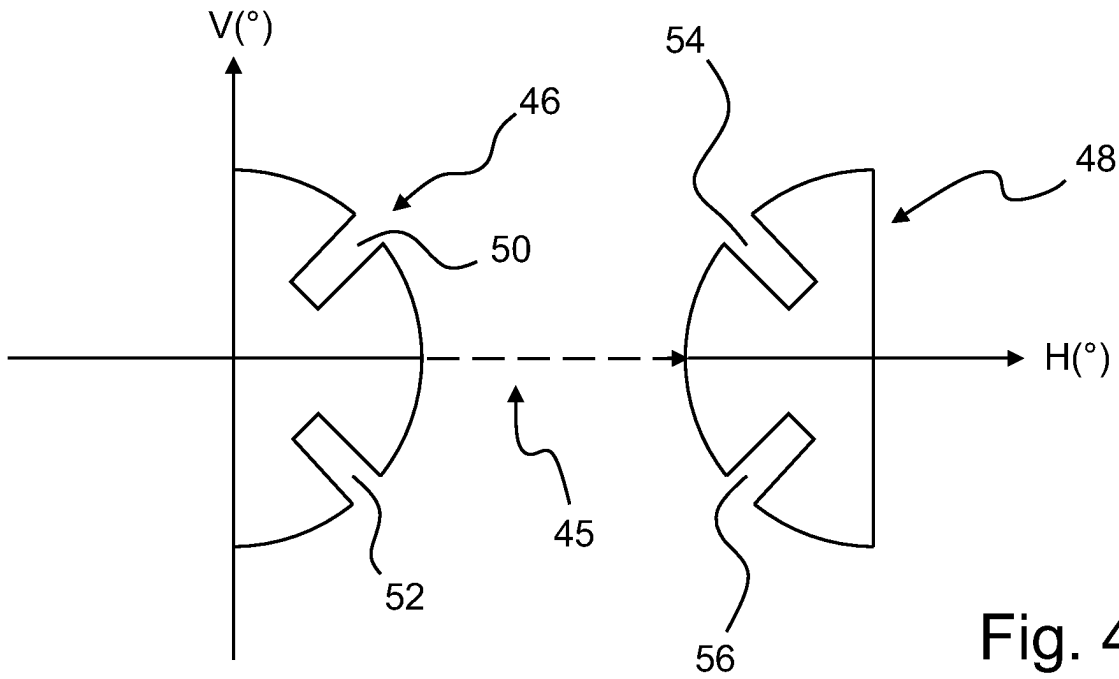


Fig. 4

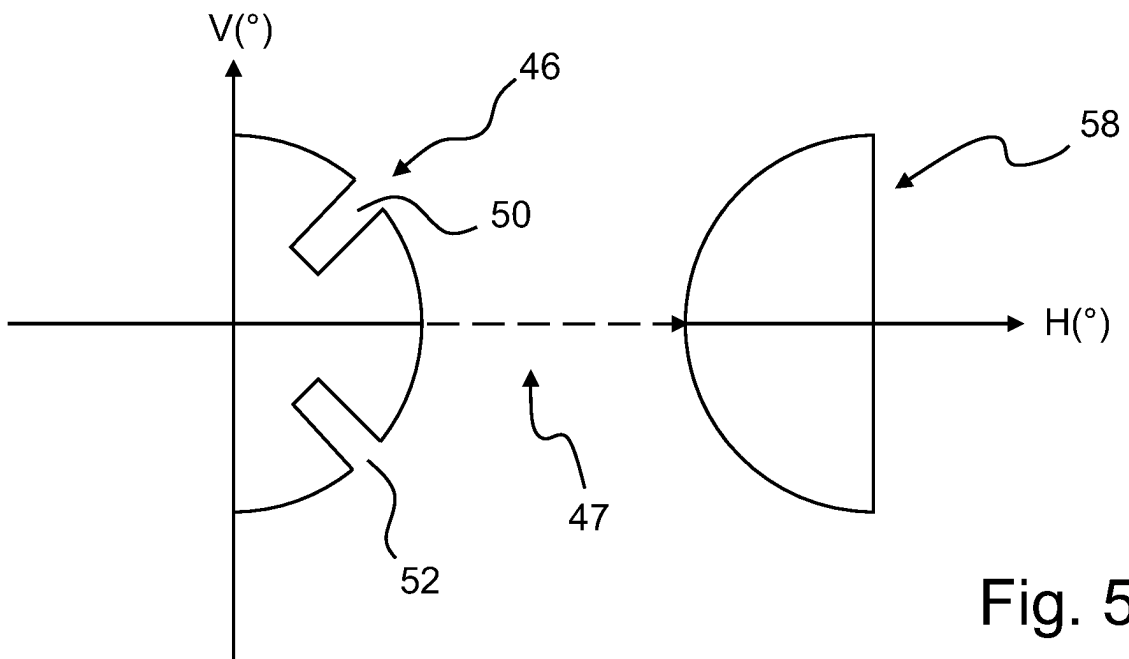


Fig. 5

