



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2004 020 122 A1** 2005.12.01

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2004 020 122.6**

(22) Anmeldetag: **24.04.2004**

(43) Offenlegungstag: **01.12.2005**

(51) Int Cl.7: **F21K 7/00**

**F21V 8/00, F21V 7/10, F21V 17/00,
B64D 47/02, H05B 35/00**

// F21W 101:06,101:08,F21Y 101:02

(71) Anmelder:
**Diehl Luftfahrt Elektronik GmbH, 90552
Röthenbach, DE**

(72) Erfinder:
Klettke, Oliver, Dr., 90408 Nürnberg, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE 296 20 583 U1

US 24 04 627

WO 03/0 59 012 A1

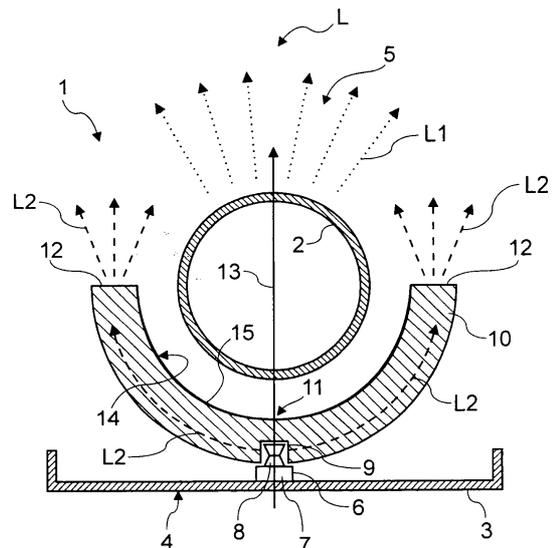
JP 2002-1 97 911 AA

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **LED-Röhren-Hybridbeleuchtungseinrichtung**

(57) Zusammenfassung: Es wird eine platzsparend realisierte Beleuchtungseinrichtung (1) mit einer Leuchtstofflampe (2) und mindestens einer Leuchtdiode (6) angegeben, die insbesondere für den Einsatz zur Innenraumbeleuchtung eines Flugzeuges geeignet ist. Dabei ist die Leuchtdiode (6), in Richtung einer Hauptleuchtrichtung (13) gesehen, hinter der Leuchtstofflampe (2) angeordnet. Die Beleuchtungseinrichtung (1) umfasst weiterhin ein Lichtleitenelement (10), welches dazu ausgebildet ist, das von der Leuchtdiode (6) ausgestrahlte Licht (L2) an der Leuchtstofflampe (2) vorbeizuleiten und im Wesentlichen in die Hauptleuchtrichtung (13) abzustrahlen.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf eine Beleuchtungseinrichtung mit einer Leuchtstofflampe (oder Röhre) und mindestens einer Leuchtdiode (oder LED), die vor allem zur Innenraumbelichtung in einem Fahrzeug, insbesondere in einem Passagierflugzeug, vorgesehen ist.

[0002] Zur Ausleuchtung des Innenraumes eines Flugzeuges werden bislang überwiegend Leuchtstofflampen eingesetzt. Der Einsatz von Leuchtstofflampen ist insofern vorteilhaft, als damit weißes Licht mit einem für das menschliche Auge angenehmen Frequenzspektrum mit besonders hoher Lichtausbeute erzeugt werden kann. Der Vorteil einer hohen Lichtausbeute ist insbesondere bei der Innenraumbelichtung eines Flugzeuges von großer Bedeutung, zumal hier einerseits der für Beleuchtungskörper zur Verfügung stehende Raum erheblich eingeschränkt ist. Die beengten Platzverhältnisse sowie die notwendigerweise gute Isolierung der Fahrgastkabine eines Passagierflugzeuges führen andererseits dazu, dass die von der Beleuchtung erzeugte Verlustwärme nur vergleichsweise schlecht abgeführt wird.

[0003] Bei ausschließlichem Einsatz von Leuchtstofflampen ist es jedoch andererseits kaum möglich, die Helligkeit der Innenraumbelichtung zu verändern oder ihr Farbspektrum zu variieren. Dies wird vielfach als nachteilig empfunden. Bei der Konzeption einer modernen Beleuchtungseinrichtung wird insbesondere in der Luftfahrttechnik zunehmend häufig die Erkenntnis ausgenutzt, dass durch Anpassung der Innenraumbelichtung an die Tagessituation die Stimmung und damit das Wohlbefinden der Fluggäste, insbesondere bei langen Interkontinentalflügen, positiv beeinflussbar ist. Derartige Beleuchtungskonzepte werden auch unter dem Begriff „mood-lighting“ zusammengefasst. So hat beispielsweise eine Innenraumbelichtung mit hohem Blau-Anteil eine beruhigende Wirkung und kann somit die Erholung der Fluggäste während eines Nachtfluges fördern. Ebenso kann eine kontinuierliche und langsame Änderung der Beleuchtungsstimmung, die z. B. der während eines Sonnenaufgangs oder Sonnenuntergangs erfolgenden Lichtänderung nachempfunden ist, wünschenswert sein.

[0004] Um eine derartige Variation der Beleuchtung zu ermöglichen, werden zum Zweck der Innenraumbelichtung eines Flugzeuges in zunehmenden Maße Leuchtdioden eingesetzt. Eine Leuchtdiode hat jedoch an sich gegenüber einer Leuchtstofflampe den Nachteil einer vergleichsweise geringen Helligkeit und einer vergleichsweise hohen Verlustleistung, die als Wärme abgeführt wird. Die jeweiligen Vorteile von Leuchtstofflampen und Leuchtdioden werden durch Einsatz einer Hybridbeleuchtung synergetisch

genützt, bei der ein weißer Grundlichtanteil durch Leuchtstofflampen erzeugt wird, und dessen Farbspektrum mittels farbiger Leuchtdioden modifiziert wird. Eine solche Hybridbeleuchtung ist jedoch häufig vergleichsweise platzaufwendig und deshalb gerade in einem Flugzeug nur begrenzt einsetzbar.

Aufgabenstellung

[0005] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine insbesondere für die Innenraumbelichtung eines Flugzeuges vorgesehene Hybridbeleuchtungseinrichtung mit einer Leuchtstofflampe und mindestens einer Leuchtdiode anzugeben, die platzsparend realisiert ist und vorteilhafte Betriebseigenschaften aufweist.

[0006] Diese Aufgabe wird gelöst durch die Merkmale des Anspruchs 1. Danach ist vorgesehen, die mindestens eine Leuchtdiode, in Hauptleuchtrichtung gesehen, hinter der Leuchtstofflampe anzuordnen und das von der Leuchtdiode erzeugte Licht mittels eines Lichtleitelements an der Leuchtstofflampe vorbeizuleiten, so dass dieses Farblicht im Wesentlichen in Hauptleuchtrichtung abgestrahlt wird. Als Hauptleuchtrichtung ist dabei diejenige Richtung bezeichnet, in welche aufgrund der Konstruktion der Beleuchtungseinrichtung das von dieser erzeugte Licht bevorzugt abgestrahlt wird. Wird von der Beleuchtungseinrichtung ein im wesentlichen rotationssymmetrischer oder flächensymmetrischer Lichtkegel erzeugt, so ist die Hauptleuchtrichtung insbesondere durch die Symmetrieachse dieses Lichtkegels gegeben.

[0007] Durch die Hintereinanderanordnung der Leuchtstofflampe und der mindestens einen Leuchtdiode wird eine sehr schmale Bauform der Beleuchtungseinrichtung ermöglicht, die insbesondere zum Einsatz in einem Flugzeug besonders geeignet ist. Zudem legt das von der Leuchtdiode erzeugte Licht innerhalb des Lichtleitelements eine vergleichsweise lange Strecke zurück, bis es in den zu beleuchtenden Innenraum austritt. Dies ist vor allem von Vorteil, wenn mehrere, insbesondere verschiedenfarbige Leuchtdioden in der Beleuchtungseinrichtung vorgesehen sind, zumal sich das Licht der Leuchtdioden bereits innerhalb des Lichtleitelements mischt, so dass eine fleckige, „unruhige“ Innenraumbelichtung vermieden ist.

[0008] Eine besonders gleichmäßige Beleuchtung wird in einer dabei gleichzeitig besonders platzsparenden Ausführungsform der Erfindung erzielt, bei welcher das Lichtleitelement als bezüglich der Hauptleuchtrichtung im wesentlichen symmetrische und in Hauptleuchtrichtung geöffnete Hohlform ausgebildet ist, in welcher die Leuchtstofflampe zumindestens teilweise aufgenommen ist. Die symmetrische Ausbildung der Beleuchtungseinrichtung hat den weite-

ren Vorteil, dass eine einzige Bauform der Beleuchtungseinrichtung auf beiden Seiten der Fahrgastkabine eines Flugzeuges eingesetzt werden kann. Im Gegensatz zu einer unsymmetrischen Lösung, bei welcher stets zwei spiegelbildliche Varianten hergestellt und bevorratet werden müssen, können somit Herstellungs- und Lagerkosten eingespart werden.

[0009] Bevorzugt wird eine Leuchtstofflampe verwendet, die in der üblichen Form einer langgestreckten, geraden Röhre realisiert ist. Insbesondere an diese Form der Leuchtstofflampe ist ein Lichtleitelement angepaßt, das im wesentlichen die Form eines Hohlzylindersegmentes, d.h. eines der Länge nach aufgeschnittenen Hohlzylinders aufweist. Bevorzugt beträgt der Öffnungswinkel dieses Hohlzylindersegmentes etwa 180° , so dass das Lichtleitelement im wesentlichen die Form eines der Länge nach halbierten Hohlzylinders annimmt. Variationen des Lichtleitelementes zu größeren oder kleineren Öffnungswinkeln können jedoch in Anpassung an eine bestimmte Beleuchtungsgeometrie vorteilhaft sein.

[0010] Um eine gute Einkopplung des von der Leuchtdiode ausgestrahlten Lichts in das Lichtleitelement sicherzustellen, ist letzteres bevorzugt mit einer oder mehreren Aufnahmen versehen, in die jeweils eine Leuchtdiode mit ihrem lichtemittierenden Ende eingesetzt ist. Ist das Lichtleitelement symmetrisch zur Hauptleuchtrichtung aufgebaut, so ist zweckmäßigerweise auch die Aufnahme bezüglich der Symmetrieachse des Lichtleitelementes zentriert. Eine effektive und symmetrische Einkopplung des von der Leuchtdiode erzeugten Lichts in das Lichtleitelement wird des weiteren bevorzugt durch die Verwendung einer sogenannten „Side-Emitter“-Leuchtdiode erzielt. Hierunter wird eine spezielle Bauform einer Leuchtdiode verstanden, bei welcher der überwiegende Anteil des erzeugten Lichts nicht in die zur Kontaktseite der Leuchtdiode diametral entgegengesetzte Richtung, sondern seitlich, und damit im wesentlichen rechtwinklig zu der Hauptleuchtrichtung abgestrahlt wird.

[0011] Bevorzugt umfaßt die Beleuchtungseinrichtung mehrere Leuchtdioden, die parallel zu einer Längsachse des Lichtleitelementes aufgereiht angeordnet sind. Um bezüglich des erzielbaren Farbspektrums eine besonders große Variationsbreite zu haben, werden dabei vorteilhafterweise verschiedenfarbige Leuchtdioden eingesetzt, wobei die verschiedenen Farben jeweils alternierend zueinander angeordnet sind.

[0012] Um eine longitudinale Lichtausbreitung innerhalb des Lichtleitelementes bestmöglich zu unterstützen, und damit sicherzustellen, dass ein möglichst großer Anteil des von den Leuchtdioden erzeugten Lichts über die vorgesehene Lichtaustrittsfläche des Lichtleitelementes in den zu beleuchtenden

Innenraum eingestrahlt wird, ist vorteilhafterweise zwischen benachbarten Leuchtdioden eine Leitstruktur in das Lichtleitelement eingebracht. Eine solche Leitstruktur ist insbesondere durch eine Unterbrechung des Lichtleitelementes realisierbar, die derart geformt ist, dass das in Longitudinalrichtung innerhalb des Lichtleitelementes propagierende Licht in Totalreflexion in Richtung einer Lichtaustrittsfläche abgelenkt wird.

[0013] Zur weiteren Effizienzsteigerung der Beleuchtungseinrichtung ist in einer Ausführung der Erfindung vorgesehen, die Innenfläche des Lichtleitelementes, z. B. durch eine reflektierende Beschichtung, als Reflektor für das von der Leuchtstofflampe erzeugte Licht auszubilden.

[0014] Eine vergleichsweise gute Wärmeankopplung der oder jeder Leuchtdiode wird zweckmäßigerweise dadurch erzielt, dass die oder jede Leuchtdiode auf einem metallischen Trägerelement der Beleuchtungseinrichtung aufgebaut ist.

[0015] Das Lichtleitelement besteht zweckmäßigerweise aus Polycarbonat, zumal dieses Material sowohl im Hinblick auf seine Transparenz als auch im Hinblick auf seine Beständigkeit gegenüber der bei Einsatz in einem Flugzeug typischerweise auftretenden Wärme- und UV-Strahlungsbelastung besonders geeignet ist.

Ausführungsbeispiel

[0016] Nachfolgend wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand einer Zeichnung näher erläutert. Darin zeigen:

[0017] [Fig. 1](#) in einem schematischen Querschnitt eine Beleuchtungseinrichtung mit einer Leuchtstofflampe, einer Leuchtdiode (LED) und einem Lichtleitelement und

[0018] [Fig. 2](#) in Draufsicht auf die Frontseite das Lichtleitelement gemäß [Fig. 1](#).

[0019] Einander entsprechende Teile und Größen sind in den Figuren mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

[0020] Die in [Fig. 1](#) dargestellte Beleuchtungseinrichtung **1** umfasst eine in der Form einer geraden, langgestreckten Röhre ausgebildete Leuchtstofflampe **2**, die an beiden Längsenden mittels (nicht dargestellter) Halterungen kontaktiert und mit Abstand an einer Trägerplatte **3** befestigt ist. Die von der Leuchtstofflampe **2** abgewandte Fläche der Trägerplatte **3** ist nachfolgend als Rückseite **4** bezeichnet. Entsprechend ist die Leuchtstofflampe **2** somit an der Frontseite **5** der Beleuchtungseinrichtung **1** angeordnet.

[0021] Die Beleuchtungseinrichtung **1** umfasst weiterhin eine Anzahl von Leuchtdioden **6**, die mit Abstand zueinander längs der Leuchtstofflampe **2** angeordnet sind (s. [Fig. 2](#)). Jede Leuchtdiode **6** ist mit ihrem Kontaktende **7** auf der der Leuchtstofflampe **2** zugekehrten Fläche der Trägerplatte **3** aufgebaut und somit zwischen der Trägerplatte **3** und der Leuchtstoffröhre **2** angeordnet. Das lichtemittierende Ende **8** einer jeden Leuchtdiode **6** ist dabei in einer Aufnahme **9** eingebettet, die in ein ebenfalls zwischen der Trägerplatte **3** und der Leuchtstofflampe **2** angeordnetes Lichtleitelement **10** aus transparentem Kunststoff, insbesondere Polycarbonat, eingebracht ist. Das Lichtleitelement **10** hat die Form eines der Länge nach halbierten Hohlzylinders und ist derart angeordnet, dass es die Leuchtstofflampe **2** halbseitig und etwa koaxial umgibt. Auch das Lichtleitelement **10** ist mittels (nicht dargestellter) Befestigungsteile an der Trägerplatte **3** gehalten.

[0022] Das Lichtleitelement **10** hat somit, im Querschnitt gesehen, im Wesentlichen die Form eines Buchstaben „U“, dessen Boden oder Scheitel **11** der Trägerplatte **3** zugewandt ist, und dessen offenes Ende zur Frontseite **5** hin ausgerichtet ist. Die Endflächen der „U“-Schenkel des Lichtleitelementes **10** dienen dabei als Lichtaustrittsflächen **12**. Die Aufnahme **9** ist zentriert bezüglich der Lichtaustrittsflächen **12** im Scheitel **11** angeordnet.

[0023] Insgesamt ist die Beleuchtungseinrichtung **1** symmetrisch bezüglich der durch die Achse der Leuchtstofflampe **2** gezogenen Flächennormalen auf die Trägerplatte **3** ausgebildet. Diese Symmetrieachse bildet gleichzeitig die Hauptleuchtrichtung **13** der Beleuchtungseinrichtung **1**. Das von der Beleuchtungseinrichtung **1** ausgestrahlte Licht **L** wird symmetrisch bezüglich dieser Hauptleuchtrichtung **13** in Richtung der Frontseite **5** ausgestrahlt.

[0024] Im Betrieb der Beleuchtungseinrichtung **1** wird mittels der Leuchtstofflampe **2** ein weißes Grundlicht **L1** mit einer sonnenlichtähnlichen Spektralverteilung erzeugt. Um die Abstrahlung des von der Leuchtstofflampe **2** erzeugten Grundlichts **L1** in Hauptleuchtrichtung **13** zu optimieren, d.h. um Streulichtverluste zu minimieren, ist die Innenfläche **14** des Lichtleitelementes **10** mit einer reflektierenden Schicht **15** beschichtet, so dass das Lichtleitelement **10** für die Leuchtstofflampe **2** einen wirksamen Reflektor bildet.

[0025] Mittels der Leuchtdioden **6** kann dem Grundlicht **L1** farbiges Licht (im Folgenden Farblicht **L2**) überlagert werden, um die spektrale Zusammensetzung des von der Beleuchtungseinrichtung **1** insgesamt abgegebenen Lichts **L** zu modifizieren. Die Leuchtdioden **6** sind derart ausgebildet, dass sie einen Großteil des Farblichts **L2** senkrecht zu ihrer Symmetrieachse, und damit senkrecht zu der Haupt-

leuchtrichtung **13** in einer ringförmigen Abstrahlcharakteristik abgegeben. Das von den Leuchtdioden **6** abgegebene Farblicht **L2** wird an der Wand der Aufnahme **9** in das Lichtleitelement **10** eingespeist und entlang der Krümmung des Lichtleitelementes **10** tangential zu beiden Seiten der Leuchtstofflampe **2** um diese herumgeführt und tritt aus beiden Austrittsflächen **12** des Lichtleitelementes **10** in Richtung der Hauptleuchtrichtung **13** aus.

[0026] In [Fig. 2](#) ist das Lichtleitelement **10** nochmals in Draufsicht auf die Frontseite **5** dargestellt. In dieser Darstellung ist insbesondere erkennbar, dass die Leuchtdioden **6** linear in Längsrichtung **16** des Lichtleitelementes **10** aneinandergereiht sind. Bevorzugt werden verschiedenfarbige Leuchtdioden **6** eingesetzt, insbesondere in den Farben rot, grün und blau, wobei die Leuchtdioden der verschiedenen Farben jeweils alternierend in das Lichtleitelement **10** eingesetzt sind. Auf diese Weise wird erreicht, dass das von benachbarten Leuchtdioden **6** ausgehende, zunächst verschiedenfarbige Farblicht **L2** sich noch innerhalb des Lichtleitelementes **10** mischt. Durch individuelle Ansteuerung der roten, grünen und blauen Leuchtdioden kann nun die spektrale Zusammensetzung des Farblichts **L2** variiert werden, wodurch auch das Farbspektrum des insgesamt von der Beleuchtungseinrichtung **1** abgegebenen Lichts **L** modifiziert wird.

[0027] Um eine Ausbreitung des von den Leuchtdioden **6** in das Lichtleitelement **10** eingespeisten Farblichts **L2** entlang der Längsrichtung **16** zu unterdrücken, ist zwischen je zwei Aufnahmen **6** eine Lichtleitstruktur **17** in Form eines sternförmigen Durchbruchs in das Lichtleitelement **10** eingebracht. Durch diese Lichtleitstruktur **17** wird das in longitudinaler Richtung in das Lichtleitelement **10** eingespeiste Farblicht **L2** in Totalreflexion quer zur Längsrichtung **16**, und somit in Richtung der nächstgelegenen Lichtaustrittsfläche **12** abgelenkt.

Bezugszeichenliste

1	Beleuchtungseinrichtung
2	Leuchtstofflampe
3	Trägerplatte
4	Rückseite
5	Frontseite
6	Leuchtdiode (LED)
7	Kontaktende
8	(lichtemittierendes) Ende
9	Aufnahme
10	Lichtleitelement
11	Scheitel
12	Lichtaustrittsfläche
13	Hauptleuchtrichtung

14	Innenfläche
15	(reflektierende) Schicht
16	Längsrichtung
17	Lichtleitstruktur
L	Licht
L1	Grundlicht
L2	Farblicht

Patentansprüche

1. Beleuchtungseinrichtung (1) mit einer Leuchtstofflampe (2) und mindestens einer, in Richtung einer Hauptleuchtrichtung (13) gesehen, hinter der Leuchtstofflampe (2) angeordneten Leuchtdiode (6) sowie mit einem Lichtleitelement (10), welches dazu ausgebildet ist, das von der Leuchtdiode (6) ausgestrahlte Licht (L2) an der Leuchtstofflampe (2) vorbeizuleiten und im Wesentlichen in die Hauptleuchtrichtung (13) abzustrahlen.

2. Beleuchtungseinrichtung (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Lichtleitelement (10) als bezüglich der Hauptleuchtrichtung (13) im Wesentlichen symmetrische, in Hauptleuchtrichtung (13) geöffnete Hohlform ausgebildet ist, in welcher die Leuchtstofflampe (2) zumindestens teilweise aufgenommen ist.

3. Beleuchtungseinrichtung (1) nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Lichtleitelement (10) im Wesentlichen die Form eines Hohlzylindersegmentes aufweist.

4. Beleuchtungseinrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass das lichtemittierende Ende (8) der Leuchtdiode (6) in einer Aufnahme (9) des Lichtleitelements (10) eingebettet ist.

5. Beleuchtungseinrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Leuchtdiode (6) derart ausgebildet und ausgerichtet ist, dass sie einen überwiegenden Anteil des von ihr erzeugten Lichtes (L2) quer zur Hauptleuchtrichtung (13) abgibt.

6. Beleuchtungseinrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, gekennzeichnet durch mehrere entlang einer Längsrichtung (16) des Lichtleitelements (10) angeordnete Leuchtdioden (6).

7. Beleuchtungseinrichtung (1) nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass zwei benachbart angeordnete Leuchtdioden (6) eine unterschiedliche Farbe aufweisen.

8. Beleuchtungseinrichtung (1) nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen zwei benachbart angeordneten Leuchtdioden (6) mindestens eine Lichtleitstruktur (17) zur Unterdrückung ei-

ner longitudinalen Lichtausbreitung in dem Lichtleitelement (10) eingebracht ist.

9. Beleuchtungseinrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass eine Innenfläche (14) des Lichtleitelements (10) als Reflektor für das von der Leuchtstofflampe (2) erzeugte Licht (L1) ausgebildet ist.

10. Beleuchtungseinrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die oder jede Leuchtdiode (6) auf einer metallischen Trägerplatte (3) aufgebaut ist.

11. Beleuchtungseinrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Lichtleitelement (10) aus Polycarbonat besteht.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

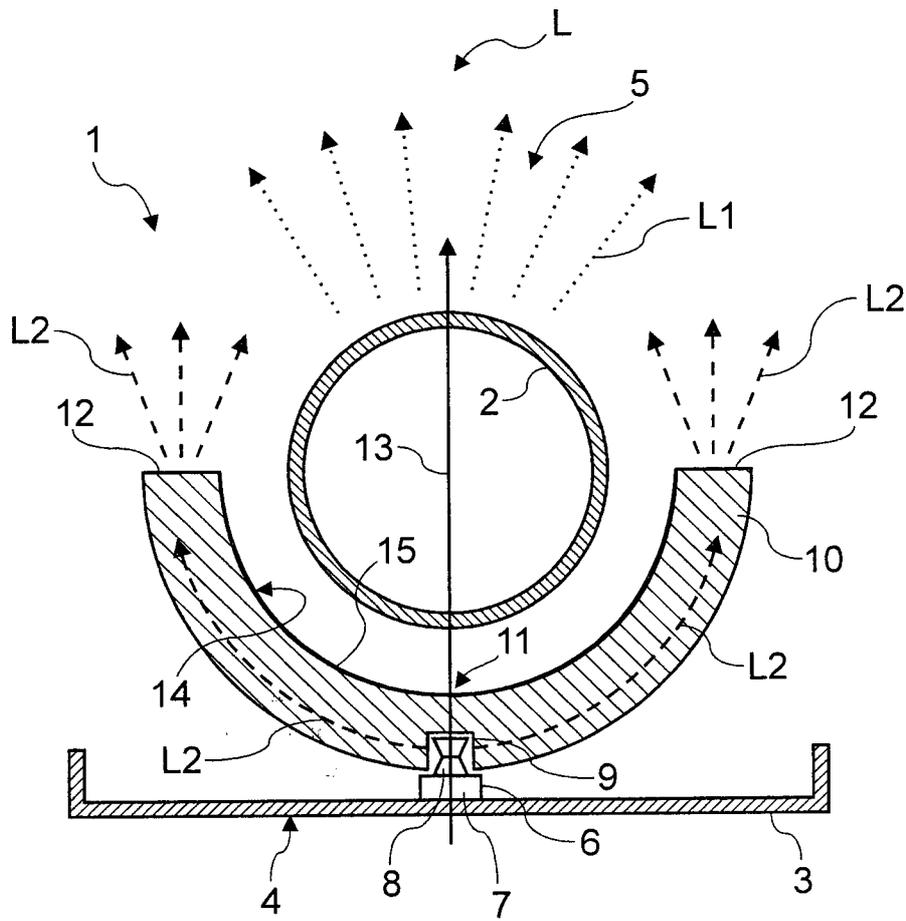


Fig. 1

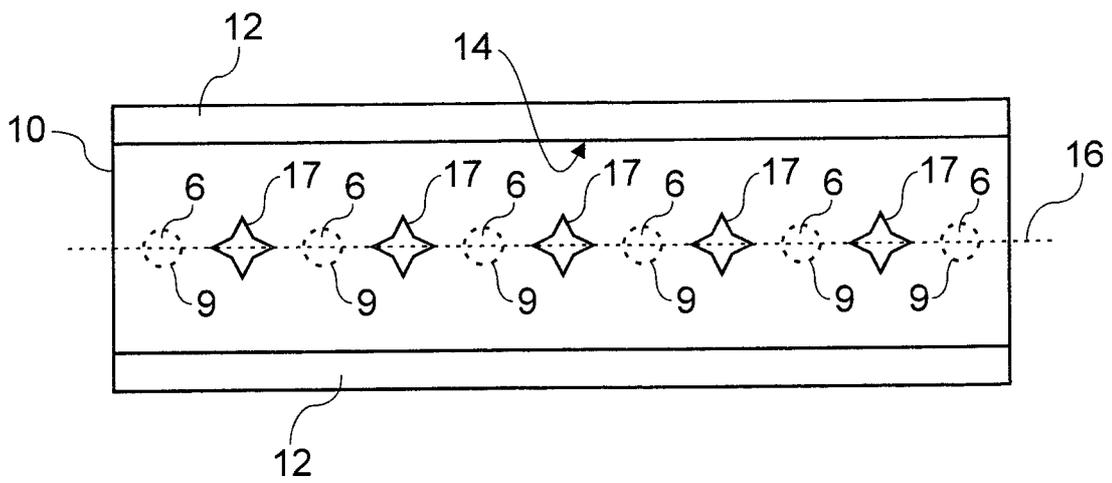


Fig. 2