



(12)

Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2016/045633**
in deutscher Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜG)
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2015 004 501.5**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/CN2015/090859**
(86) PCT-Anmeldetag: **26.09.2015**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **31.03.2016**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **30.11.2017**

(51) Int Cl.: **F21V 23/00 (2015.01)**

(30) Unionspriorität:

201410507660.9	28.09.2014	CN
201510372375.5	26.06.2015	CN
201510482944.1	07.08.2015	CN
201510483475.5	08.08.2015	CN
201510555543.4	02.09.2015	CN
201410508899.8	28.09.2014	CN
201410623355.6	06.11.2014	CN
201410734425.5	05.12.2014	CN
201510075925.7	12.02.2015	CN
201510136796.8	27.03.2015	CN
201510259151.3	19.05.2015	CN
201510338027.6	17.06.2015	CN
201510373492.3	26.06.2015	CN

(71) Anmelder:
**Jiaxing Super Lighting Electric Appliance Co.,
Ltd., Jiaxing, Zhejiang, CN**

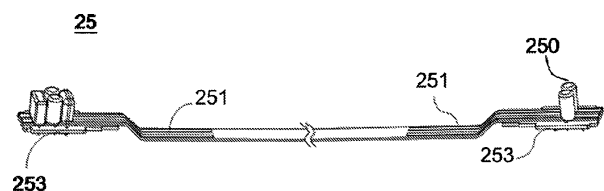
(74) Vertreter:
**dompatent von Kreisler Selting Werner
- Partnerschaft von Patentanwälten und
Rechtsanwälten mbB, 50667 Köln, DE**

(72) Erfinder:
Jiang, Tao, Jiaxing, Zhejiang, CN

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **LED-Röhrenlampe**

(57) Zusammenfassung: Eine LED-Röhrenlampe weist eine Röhre (1), eine in der Röhre (1) angeordnete LED-Lichtleiste (2) und eine Endkappe (3), die über einem Ende der Röhre (1) angebracht ist. Es ist eine Stromversorgung mit einer starren Platine (253) in der Endkappe (3) vorgesehen; mindestens eine Lichtquelle (202) ist an der LED-Lichtleiste (2) angebracht und über die LED-Lichtleiste (2) und die starren Platine (253) elektrisch mit der Stromversorgung verbunden. Die LED-Lichtleiste (2) weist eine biegsame Schaltungsbahn (251) auf, die länger als die starre Platine (253) ist, und die biegsame Schaltungsbahn (251) und die starre Platine (253) sind zur Bildung einer Anordnung (25) haftend miteinander verbunden.



Beschreibung

Querverweis auf verwandte Anmeldungen

[0001] Die vorliegende Anmeldung beansprucht die Priorität der Chinesischen Patentanmeldungen CN 20141507660.9, angemeldet am 28.9.2014, CN 201410508899.8, angemeldet am 28.9.2014, CN 201410623355.6, angemeldet am 6.11.2014, CN 201410734425.5, angemeldet am 5.12.2014, CN 201510075925.7, angemeldet am 12.2.2015, CN 201510136796.8, angemeldet am 27.3.2015, CN 201510372375.5, angemeldet am 26.6.2015, CN 201510259151.3, angemeldet am 19.5.2015, CN 201510338027.6, eingereicht am 17.6.2015, CN 201510373492.3, eingereicht am 26.6.2015, CN 201510482944.1, eingereicht am 7.8.2015, CN 201510483475.5, eingereicht am 8.8.2015, und CN 201510555543.4, eingereicht am 2.9.2015, deren Offenbarungen durch Bezugnahme in vollem Umfang Teil der vorliegenden Anmeldung sind.

Technisches Gebiet

[0002] Die vorliegende Offenbarung betrifft Beleuchtungsvorrichtungen und insbesondere eine LED-Röhrenlampe und deren Bauteile, einschließlich der Lichtquellen, der elektronischen Bauteile und der Endkappen.

Hintergrund der Erfindung

[0003] Die LED-Beleuchtungstechnologie entwickelt sich schnell zu einem Ersatz für herkömmliche Glühlampen und Leuchtstofflampen. LED-Röhrenlampen sind im Vergleich mit Leuchtstoffröhrenlampen, die mit Inertgas und Quecksilber gefüllt werden müssen, quecksilberfrei. Daher ist es nicht überraschend, dass LED-Röhrenlampen eine sehr begehrte Beleuchtungsoption unter den verschiedenen verfügbaren, in Haushalten und an Arbeitsplätzen verwendeten Beleuchtungssystemen sind, die bisher von traditionellen Beleuchtungsoptionen wie kompakte Leuchtstofflampen (CFL) und Leuchtstoffröhrenlampen dominiert wurden. Vorteile der LED-Röhrenlampen sind unter anderem eine verbesserte Haltbarkeit und Langlebigkeit und ein wesentlich geringerer Energieverbrauch; daher werden sie unter Berücksichtigung sämtlicher Faktoren üblicherweise als eine kostengünstige Beleuchtungsoption angesehen.

[0004] Typische LED-Röhrenlampen weisen eine Lampenröhre, eine in der Lampenröhre angeordnete Platine mit auf der Platine montierten Lichtquellen, und Endkappen auf, die mit einer Stromversorgung einhergehen, welche an zwei Enden der Lampenröhre vorgesehen ist, wobei der Strom von der Stromversorgung über die Platine zu den Lichtquellen übertragen wird. Jedoch weisen existierende LED-Röhrenlampen bestimmte Nachteile auf.

[0005] Erstens ist die typische Platine starr und ermöglicht es der gesamten Lampenröhre eine gerade Röhrenform beizubehalten, wenn die Lampenröhre teilweise gerissen oder zerbrochen ist, und dies vermittelt dem Benutzer den falschen Eindruck, dass die LED-Röhrenlampe weiterhin verwendbar ist, und der Benutzer erleidet aufgrund dessen bei der Handhabung oder Installation der LED-Röhrenlampe einen Stromschlag.

[0006] Zweitens ist die starre Platine üblicherweise durch Drahtbonden elektrisch mit den Endkappen verbunden, wobei die Drähte durch eine Bewegung während der Herstellung, des Transports und des Gebrauchs der LED-Röhrenlampe leicht beschädigt oder gar zerstört werden können und somit die LED-Röhrenlampe unbrauchbar wird.

[0007] Drittens sind die Lampenröhre und die Endkappen oft unter Verwendung von Heißschmelzkleber oder Silikonkleber miteinander verbunden, und es ist schwierig, ein Ansammeln von überschüssigen (überlaufenden) Kleberresten zu verhindern. Dies kann zu einer Lichtabschattung sowie zu einem unschönen Erscheinungsbild führen. Darüber hinaus ist eine erhebliche Arbeitsleistung erforderlich, um den angesammelten Kleberüberschuss zu entfernen, wodurch ein weiterer Produktionsengpass und Ineffizienz entstehen. Ferner kann eine schlechte Wärmeableitung der Stromversorgungskomponenten in den Endkappen zu einer hohen Temperatur führen, weshalb die Lebensdauer des Heißklebers verringert wird und gleichzeitig die Haftung zwischen der Lampenröhre und den Endkappen beeinträchtigt wird, wodurch die Zuverlässigkeit der LED-Röhrenlampe verringert wird.

[0008] Viertens handelt es sich bei der typischen Lampenröhre um einen langen Zylinder, auf den die Endkappen mittels Kleber an den Enden aufgesetzt sind, wobei die Endkappen jeweils einen größeren Durchmesser als die Lampenröhre aufweisen. Auf diese Weise ist eine Verpackungsbox – die üblicherweise ebenfalls zylindrisch ist – nur in Kontakt mit den Endkappen, so dass nur die Endkappen gestützt werden und der Verbindungsteil zwischen den Endkappen und der Lampenröhre zerbrechen kann, wie dies bei einer LED-Röhrenlampe offenbart ist, die in der US-Patentveröffentlichung mit der Veröffentlichungsnummer US2014226330 und der CN-Patentveröffentlichung mit der Veröffentlichungsnummer CN102518972 beschrieben ist. Zur Lösung dieses Problems offenbart die US-Patentveröffentlichung US20100103673 eine Endkappe, die in eine aus Glas bestehende Lampenröhre dicht eingesetzt ist. Jedoch ist diese Art von Lampenröhre inneren Spannungen an ihren Enden ausgesetzt und kann leicht brechen, wenn die Enden von außen wirkenden Kräften ausgesetzt werden, was zu Produktfehlern und Qualitätsproblemen führen kann.

[0009] Fünftens findet sich bei der genannten herkömmlichen LED-Röhrenlampe oftmals ein körniges visuelles Erscheinungsbild. Die räumlich auf der in der Lampenröhre befindlichen Platine angeordneten LED-Chips werden als Spot-Lichtquellen angesehen und das von diesen LED-Chips emittierte Licht trägt ohne eine geeignete optische Manipulation im Allgemeinen nicht zu einer gleichmäßigen Beleuchtung durch die LED-Röhrenlampe bei. Folglich zeigt die gesamte Röhrenlampe für einen Betrachter der LED-Röhrenlampe einen körnigen oder nicht gleichmäßigen Beleuchtungseffekt, wodurch der visuelle Komfort beeinträchtigt wird und der Leuchtwinkel der Leuchten geschmälert wird. Infolgedessen werden die Anforderungen der durchschnittlichen Kunden an Qualität und Ästhetik nicht erfüllt. Zur Lösung dieses Problems offenbart die Chinesische Patentanmeldung CN201320748271.6 eine Diffusionsröhre, die in einer Lampenröhre aus Glas angeordnet ist, um körnige visuelle Effekte zu vermeiden.

[0010] Durch das Vorsehen der Diffusionsröhre entsteht jedoch eine Schnittstelle in dem Lichtübertragungsweg, wodurch die Wahrscheinlichkeit einer Totalreflexion erhöht wird und damit die Lichtausgabeffizienz verringert wird. Darüber hinaus verringert die optische rotatorische Absorption der Diffusionsröhre die Lichtausgabeffizienz.

[0011] Daher sind zur Vermeidung der genannten Probleme die vorliegend offenbarte Erfindung und deren Ausführungsbeispiele vorgesehen.

Überblick über die Erfindung

[0012] Es sei insbesondere darauf hingewiesen, dass die vorliegende Offenbarung eine oder mehr Erfindungen beinhalten kann, die gegenwärtig beansprucht werden oder noch nicht beansprucht werden, und um Unklarheiten durch unnötige Unterscheidung zwischen diesen möglichen Erfindungen in der Phase der Erstellung der Beschreibung zu vermeiden, werden die möglichen mehreren Erfindungen zusammen als "die (vorliegende) Erfindung" bezeichnet.

[0013] Verschiedene Ausführungsbeispiele werden in diesem Abschnitt zusammengefasst und in Bezug auf die "vorliegende Erfindung" beschrieben, wobei diese Terminologie verwendet wird, um bestimmte gegenwärtig offenbarte Ausführungsbeispiele, seien sie beansprucht oder nicht, zu beschreiben, und es handelt sich nicht notwendigerweise um eine ausführliche Beschreibung sämtlicher möglicher Ausführungsbeispiele, sondern vielmehr um einen Überblick über bestimmte Ausführungsbeispiele. Einige der nachfolgend als verschiedene Aspekte der "vorliegenden Erfindung" beschriebenen Ausführungsbeispiele können in unterschiedlicher Art und Weise kombiniert werden, um eine LED-Röhrenlampe oder einen Teil derselben zu bilden.

[0014] Die vorliegende Erfindung schafft eine neuartige LED-Röhrenlampe und Aspekte derselben.

[0015] Die vorliegende Erfindung schafft eine LED-Röhrenlampe mit einer Lampenröhre und einem Satz Endkappen, die an den Enden der Lampenröhre angebracht sind, wobei die Endkappen jeweils ein elektrisch isolierendes Rohr und ein wärmeleitfähiges Element, das fest an einer Außenumfangsfläche des elektrisch isolierenden Rohrs angebracht ist und das an einer Außenfläche der Lampenröhre mittels Kleber haftet, aufweisen.

[0016] Die vorliegende Erfindung schafft ferner eine LED-Röhrenlampe mit einer Lampenröhre und zwei unterschiedlich großen Endkappen, die jeweils an zwei Enden der Lampenröhre angebracht sind. Bei einigen Ausführungsbeispielen kann die Größe einer Endkappe 30% bis 80% der Größe der anderen Endkappe betragen.

[0017] Die offenbarte Lampenröhre kann einen Hauptkörperbereich und zwei hintere Endbereich aufweisen, die jeweils an zwei Enden des Hauptkörperbereichs angeordnet sind, wobei jeder hintere Endbereich einen Außendurchmesser aufweist, der geringer als der Außendurchmesser des Hauptkörperbereichs ist, so dass die hinteren Endbereiche jeweils in zwei Endkappen eingesetzt sind, welche den gleichen Außendurchmesser wie der Hauptkörperbereich aufweisen. Bei einigen Ausführungsbeispielen beträgt die Differenz zwischen dem Außendurchmesser der hinteren Endbereiche und dem Außendurchmesser des Hauptendbereichs ungefähr 1 mm bis ungefähr 10 mm. Höchst vorzugsweise kann die Differenz zwischen dem Außendurchmesser der hinteren Endbereiche und dem Außendurchmesser des Hauptendbereichs zwischen ungefähr 2 mm und ungefähr 7 mm betragen.

[0018] Die Lampenröhre kann ferner einen Übergangsbereich aufweisen, welcher den Hauptkörperbereich und den hinteren Endbereich verbindet. Der Übergangsbereich kann an beiden Enden bogenförmig sein, und eine Außenfläche des Übergangsbereichs nahe dem Hauptkörperbereich ist gespannt, während eine Innenfläche des Übergangsbereichs nahe dem Hauptkörperbereich zusammengedrückt ist, und die Außenfläche des Übergangsbereichs nahe dem hinteren Endbereich ist zusammengedrückt, während die Innenfläche des Übergangsbereichs nahe dem hinteren Endbereich gespannt ist. Der Normalvektor der bogenförmigen Fläche am Ende des Übergangsbereichs nahe dem Hauptkörperbereich ist nach außerhalb der Lampenröhre gerichtet, und der Normalvektor der bogenförmigen Fläche am Ende des Übergangsbereichs nahe dem hinteren Endbereich ist in das Innere der Lampenröhre gerichtet.

[0019] Der Krümmungsradius R1 der bogenförmigen Fläche am Ende des Übergangsbereichs nahe dem Hauptkörperbereich kann kleiner als der Krümmungsradius R2 der bogenförmigen Fläche am Ende des Übergangsbereichs nahe dem hinteren Endbereich sein. Das Verhältnis von R1 zu R2 kann beispielsweise zwischen ungefähr 1:1,5 und ungefähr 1:10 betragen.

[0020] Außerdem existiert bei einigen Ausführungsbeispielen kein Spalt zwischen dem Hauptkörperbereich der Lampenröhre und der Endkappe.

[0021] Der Bogenwinkel der bogenförmigen Fläche am Ende des Übergangsbereichs nahe dem Hauptkörperbereich und der Bogenwinkel der bogenförmigen Fläche am Ende des Übergangsbereichs nahe dem hinteren Endbereich kann größer als 90 Grad sein. Die Außenfläche des hinteren Endbereichs ist bei einigen Ausführungsbeispielen eine durchgehende Fläche, die parallel zu einer Außenfläche des Hauptkörperbereichs verläuft.

[0022] Bei einigen Ausführungsbeispielen hat der Übergangsbereich eine Länge von ungefähr 1 mm bis ungefähr 4 mm.

[0023] Die Lampenröhre kann aus Glas oder Kunststoff bestehen.

[0024] Das elektrisch isolierende Rohr kann ein erstes rohrförmiges Teil und ein zweites rohrförmiges Teil aufweisen, die in axialer Richtung der Längsrichtung der Lampenröhre miteinander verbunden sind, wobei ein Außendurchmesser des zweiten rohrförmigen Teils geringer als ein Außendurchmesser des ersten rohrförmigen Teils ist. Bei einigen Ausführungsbeispielen beträgt die Außendurchmesserdifferenz zwischen dem ersten rohrförmigen Teil und dem zweiten rohrförmigen Teil zwischen ungefähr 0,15 mm und ungefähr 0,30 mm.

[0025] Das zweite rohrförmige Teil kann in das wärmeleitfähige Element eingesetzt sein, und auf diese Weise können eine Außenfläche des wärmeleitfähigen Elements und eine Außenumfangsfläche des ersten rohrförmigen Teils im Wesentlichen miteinander bündig sein.

[0026] Die Lampenröhre kann teilweise mit dem zweiten rohrförmigen Teil zusammengesteckt und unter Verwendung eines Klebers, wie beispielsweise Heißschmelzkleber, an dem wärmeleitfähigen Element angebracht sein.

[0027] Bei bestimmten Ausführungsbeispielen ist das von dem ersten rohrförmigen Teil abgewandte Ende des zweiten rohrförmigen Teils mit einer oder mehreren Kerben versehen, die räumlich beab-

standet in Umfangsrichtung des zweiten rohrförmigen Teils angeordnet sind.

[0028] Das Verhältnis der Länge des wärmeleitfähigen Elements entlang der axialen oder Längsrichtung der Endkappe in Bezug auf die axiale Länge des elektrisch isolierenden Rohres kann zwischen ungefähr 1:2,5 und ungefähr 1:5 betragen.

[0029] Bei einigen Ausführungsbeispielen macht die Länge des Bereichs der Lampenröhre, der in die Endkappe eingesetzt ist, ungefähr ein Drittel bis zwei Drittel der Gesamtlänge des wärmeleitfähigen Elements in axialer oder Längsrichtung desselben aus.

[0030] Bei einigen Ausführungsbeispielen kann das wärmeleitfähige Element ein Metallring sein.

[0031] Bei einigen Ausführungsbeispielen ist das wärmeleitfähige Element rohrförmig.

[0032] Bei einigen Ausführungsbeispielen ist das elektrisch isolierende Rohr ein Kunststoffrohr.

[0033] Die vorliegende Erfindung schafft ein Verfahren zum haftenden Anbringen einer Endkappe an einer Röhre zur Bildung einer Röhrenlampe. Das Verfahren weist die folgenden Schritte auf: Aufbringen eines Heißschmelzklebers auf die Innenfläche der Endkappe; Aufsetzen der Endkappe auf ein Ende der Röhre; Erwärmen des Heißschmelzklebers durch eine externe Heizvorrichtung, um den Heißschmelzkleber expandieren zu lassen, so dass der Heißschmelzkleber in einen Raum zwischen der Innenfläche der Endkappe und der Außenfläche des Endes der Röhre fließt.

[0034] Die vorliegende Erfindung schafft eine LED-Röhrenlampe, die eine Lampenröhre und einen Satz an den Enden der Lampenröhre angebrachter Endkappen aufweist, wobei die Endkappen jeweils ein elektrisch isolierendes Rohr und ein wärmeleitfähiges Element, das fest auf einer Außenumfangsfläche des elektrisch isolierenden Rohres angeordnet ist, und wobei das elektrisch isolierende Rohr ein erstes rohrförmiges Teil und ein zweites rohrförmiges Teil aufweist, die in axialer oder Längsrichtung des elektrisch isolierenden Rohrs verbunden sind. Darüber hinaus können die Innenfläche des zweiten rohrförmigen Teils, die Innenfläche des wärmeleitfähigen Elements, die Außenfläche des hinteren Endbereichs und die Außenfläche des Übergangsbereichs zusammen einen Aufnahmeraum bilden.

[0035] Der Aufnahmeraum kann mit dem Heißschmelzkleber versehen sein. Bei einigen Ausführungsbeispielen ist der Aufnahmeraum teilweise mit dem Heißschmelzkleber versehen. Bei einigen Ausführungsbeispielen ist der Raum zwischen der Innenfläche des zweiten rohrförmigen Teils und der Außen-

fläche des hinteren Endbereichs mit einem Teil des Heißschmelzklebers versehen.

[0036] Der Heißschmelzkleber kann an einer Stelle in den Aufnahmeraum gefüllt werden, an der eine erste hypothetische Ebene, die senkrecht zur axialen Richtung der Lampenröhre verläuft, durch das wärmeleitfähige Element, den Heißschmelzkleber und die Außenfläche der Lampenröhre verlaufen würde.

[0037] Der Heißschmelzkleber kann an einer Stelle in den Aufnahmeraum gefüllt werden, an der eine zweite hypothetische Ebene, die senkrecht zur axialen Richtung der Lampenröhre verläuft, durch das wärmeleitfähige Element, das zweite rohrförmige Teil, den Heißschmelzkleber und den hinteren Endbereich verlaufen würde.

[0038] Der Heißschmelzkleber kann an einer Stelle in den Aufnahmeraum gefüllt werden, an der eine dritte hypothetische Ebene, die senkrecht zur axialen Richtung der Lampenröhre verläuft, durch das wärmeleitfähige Element, den Heißschmelzkleber und die Außenfläche der Lampenröhre verlaufen würde. Jedoch kann der Heißschmelzkleber an einer Stelle in den Aufnahmeraum gefüllt werden, an der eine zweite hypothetische Ebene, die senkrecht zur axialen Richtung der Lampenröhre verläuft, durch das wärmeleitfähige Element, das zweite rohrförmige Teil, den Heißschmelzkleber und den hinteren Endbereich verlaufen würde.

[0039] Der Heißschmelzkleber kann eine oder mehrere der folgenden Substanzen enthalten: Phenolharz 2127#, Schellack, Kolophonium, Kalziumkarbonatpulver, Zinkoxid und Ethanol; und das Volumen des Heißschmelzklebers kann sich auf das 1,3-fache der ursprünglichen Größe ausdehnen, wenn er von Raumtemperatur (beispielsweise zwischen ungefähr 15 und 30 Grad Celsius) auf 200 bis 250 Grad Celsius erwärmt wird.

[0040] Die vorliegende Erfindung schafft eine LED-Röhrenlampe mit einer Lampenröhre und einer an einem Ende der Lampenröhre befestigten Endkappe, wobei die Endkappe ein elektrisch isolierendes Rohr zum Aufstecken auf das Ende der Lampenröhre aufweist, und wobei ein magnetisches Metallelement auf einer Innenumfangsfläche des elektrisch isolierenden Rohres derart angeordnet ist, dass zumindest ein Teil des magnetischen Metallelements zwischen der Innenumfangsfläche des elektrisch isolierenden Rohres und dem Ende der Lampenröhre angeordnet ist. Bei einigen Ausführungsbeispielen weist das magnetische Metallelement einen größeren Außendurchmesser auf als der hintere Endbereich der Lampenröhre.

[0041] Das magnetische Metallelement und das Ende der Lampenröhre können haftend miteinander

durch ein Material wie Heißschmelzkleber verbunden werden.

[0042] Alternativ kann das magnetische Metallelement vollständig in dem elektrisch isolierenden Rohr angeordnet sein, und die gesamte Innenfläche des magnetischen Elements ist mit dem Heißschmelzkleber bedeckt.

[0043] Das elektrisch isolierende Rohr kann ferner mit einem sich nach innen erstreckenden Stützbereich auf der Innenfläche des elektrisch isolierenden Rohres ausgebildet sein, und das magnetische Metallelement kann axial an dem oberen Rand des Stützbereichs in Anlage gebracht sein. Bei einigen Ausführungsbeispielen liegt die Dicke des Stützbereichs in der radialen Richtung des elektrisch isolierenden Rohres zwischen 1 mm und 2 mm.

[0044] Das elektrisch isolierende Rohr kann ferner mit einem sich nach innen erstreckenden, vorstehenden Bereich auf der Innenfläche des elektrisch isolierenden Rohres ausgebildet sein, und das magnetische Metallelement kann radial an dem Seitenrand des vorstehenden Bereichs anliegen, und die Außenfläche des magnetischen Metallelements und die Innenfläche des elektrisch isolierenden Rohres können unter Belassung eines Spalts voneinander beabstandet sein. Die Dicke des vorstehenden Bereichs in radialer Richtung des elektrisch isolierenden Rohres kann geringer als die Dicke des Stützbereichs in radialer Richtung des elektrisch isolierenden Rohres sein. Bei einigen Ausführungsbeispielen beträgt die Dicke des vorstehenden Bereichs zwischen ungefähr 0,2 mm und ungefähr 1 mm.

[0045] Der vorstehende Bereich kann entlang der Umfangsrichtung des elektrisch isolierenden Rohres mit einer kreisrunden Ausbildung angeordnet sein. Alternativ kann der vorstehende Bereich als mehrere auf der Innenfläche des elektrisch isolierenden Rohres angeordnete Vorsprünge ausgebildet sein. Die Vorsprünge können äquidistant entlang der Innenumfangsfläche des elektrisch isolierenden Rohres angeordnet sein. Die Vorsprünge können auch nicht-äquidistant entlang der Innenumfangsfläche des elektrisch isolierenden Rohres angeordnet sein.

[0046] Die vorliegende Erfindung schafft eine Endkappe zur Verwendung mit einer LED-Röhrenlampe, wobei die Endkappe ein elektrisch isolierendes Rohr zum Aufstecken auf ein Ende einer Röhre der LED-Röhrenlampe, ein auf der Innenfläche des elektrisch isolierenden Rohres angebrachtes magnetisches Metallelement, und einen die Innenfläche des magnetischen Metallelements bedeckenden Heißschmelzkleber aufweist.

[0047] Der Heißschmelzkleber kann die Innenfläche des magnetischen Metallelements vollständig bedecken.

[0048] Das magnetische Metallelement kann ringförmig sein.

[0049] Das magnetische Metallelement kann Öffnungen in der Oberfläche aufweisen. Bei einigen Ausführungsbeispielen nehmen die Öffnungen ungefähr 10% bis ungefähr 50% der Oberfläche des magnetischen Metallelements ein. Bei einigen Ausführungsbeispielen sind die Öffnungen vielzählig und äquidistant oder nicht-äquidistant beabstandet in Umfangsrichtung angeordnet.

[0050] Das magnetische Metallelement kann Vertiefungen oder Prägungen in der dem elektrisch isolierenden Rohr zugewandten Fläche aufweisen. In einem Ausführungsbeispiel ist die Prägung beispielsweise von der Innenfläche des magnetischen Metallelements aufragend ausgebildet, während die Vertiefung unter die Innenfläche des magnetischen Metallelements eingedrückt ist.

[0051] Das magnetische Metallelement kann rohrförmig sein und koaxial zu dem elektrisch isolierenden Rohr angeordnet sein.

[0052] Das magnetische Metallelement kann ringförmig oder nicht-ringförmig sein, wie beispielsweise elliptisch.

[0053] Der Heißschmelzkleber kann einen vorbestimmten Anteil an hochpermeablen Pulvern aufweisen, die gleichmäßig verteilt sind, und die Pulver werden durch Aufnahme von Elektrizität von einer externen Heizeinrichtung geladen und erwärmen den Kleber, so dass dieser sich ausdehnt und fließt und sich schließlich nach dem Abkühlen verfestigt. Das Ziel des Befestigens der Endkappe und der Lampenröhre mittels des Heißschmelzklebers ist daher erreicht.

[0054] Die vorliegende Erfindung schafft daher einen Heißschmelzkleber zur Verwendung für eine LED-Röhrenlampe, wobei der Heißschmelzkleber eine oder mehrere der folgenden Substanzen enthalten kann: Phenolharz 2127#, Schellack, Kolophonium, Kalziumkarbonatpulver, Zinkoxid, Ethanol, und hochpermeable Pulver; wobei das Volumenverhältnis der hochpermeablen Pulver zu den Calcitpulvern ungefähr 1:3–1:1 beträgt, und das Volumen des Heißschmelzklebers kann sich auf das 1,3-fache der ursprünglichen Größe ausdehnen, wenn er von Raumtemperatur (beispielsweise zwischen ungefähr 15 und 30 Grad Celsius) auf 200 bis 250 Grad Celsius erwärmt wird.

[0055] Bei einigen Ausführungsbeispielen liegt die Permeabilität der Pulver zwischen ungefähr 10^2 und ungefähr 10^6 .

[0056] Bei einigen Ausführungsbeispielen ist das Material der Pulver aus der Gruppe bestehend aus Eisen, Nickel, Kobalt und Legierungen derselben gewählt.

[0057] Bei einigen Ausführungsbeispielen beträgt der Gewichtsprozentanteil der Pulver in Bezug auf den Heißschmelzkleber ungefähr 10% bis ungefähr 50%.

[0058] Bei einigen Ausführungsbeispielen weisen die Pulver eine mittlere Partikelgröße von 1 bis 30 Mikrometer auf.

[0059] Die Pulver des Heißschmelzklebers können einen geschlossenen Ring bilden, wenn sich der Heißschmelzkleber in einem elektromagnetischen Feld befindet.

[0060] Jedes Partikel der Pulver des Heißschmelzklebers kann geladen werden, wenn sich der Heißschmelzkleber in einem elektromagnetischen Feld befindet.

[0061] Der Heißschmelzkleber kann beispielsweise bei einer Temperatur von ungefähr 200 bis ungefähr 250 Grad Celsius fließen.

[0062] Der Heißschmelzkleber kann sich nach dem Abkühlen von einer Temperatur von ungefähr 200 bis ungefähr 250 Grad Celsius verfestigen.

[0063] Der Heißschmelzkleber kann sich unmittelbar verfestigen, wenn er auf eine Temperatur von ungefähr 200 bis ungefähr 250 Grad Celsius erwärmt wird.

[0064] Die externe Heizeinrichtung kann eine Induktionsspule sein, die mit einer Stromquelle verbunden ist, um ein elektromagnetisches Feld zu erzeugen, wenn ihr elektrische Energie zugeführt wird. Das magnetische Metallelement wird mit Strom beaufschlagt, wenn es in das elektromagnetische Feld eintritt, und wird deshalb erwärmt, um die Wärme an den Heißschmelzkleber zu übertragen.

[0065] Die Stromquelle für die externe Heizeinrichtung kann mit einer Leistungsverstärkereinheit versehen sein, um den Wechselstrom auf das 1- bis 2-fache des Ursprünglichen zu erhöhen.

[0066] Bei einigen Ausführungsbeispielen besteht die Induktionsspule aus Metalldrähten mit einer Breite von ungefähr 5 mm bis ungefähr 6 mm, die als kreisrunde Spule mit einem Durchmesser von ungefähr 30 mm bis ungefähr 35 mm ausgebildet sind.

[0067] Bei einigen Ausführungsbeispielen handelt es sich bei dem Material der Spule um Rotkupfer.

[0068] Das magnetische Metallelement kann auf eine Temperatur zwischen im Wesentlichen ungefähr 250 und ungefähr 300 Grad Celsius und bei einigen Ausführungsbeispielen zwischen 200 und ungefähr 250 Grad Celsius erwärmt werden.

[0069] Die Induktionsspule kann in ihrer Position fixiert werden, um es der Endkappe zu ermöglichen, sich in die Induktionsspule zu bewegen oder zu rollen, so dass der Heißschmelzkleber erwärmt wird, um sich auszudehnen und zu fließen und sich anschließend nach dem Abkühlen zu verfestigen, wenn sich die Endkappe wieder von der Induktionsspule weg bewegt. Alternativ kann die Endkappe in ihrer Position fixiert werden, um es der Induktionsspule zu ermöglichen, sich zu bewegen, um die Endkappe zu umschließen, so dass der Heißschmelzkleber erwärmt wird, um sich auszudehnen und zu fließen und sich anschließend nach dem Abkühlen zu verfestigen, wenn sich die Induktionsspule wieder von der Endkappe weg bewegt.

[0070] Die Induktionsspule kann in ihrer Position fixiert werden, um es der Endkappe zu ermöglichen, sich in die Induktionsspule zu bewegen oder zu rollen, so dass der Heißschmelzkleber erwärmt wird, um sich auszudehnen und zu fließen und sich unmittelbar zu verfestigen. Alternativ kann die Endkappe in ihrer Position fixiert werden, um es der Induktionsspule zu ermöglichen, sich zu bewegen, um die Endkappe zu umschließen, so dass der Heißschmelzkleber erwärmt wird, um sich auszudehnen und zu fließen und sich unmittelbar zu verfestigen.

[0071] Die Endkappe und das Ende der Lampenröhre wurden unter Verwendung des Heißschmelzklebers miteinander verbunden und bestanden daher einen Drehmomentversuch mit ungefähr 1,5 bis ungefähr 5 Newtonmeter (Nt-m) und/oder einen Biegeversuch mit ungefähr 5 bis ungefähr 10 Newtonmeter (Nt-m).

[0072] Die Endkappe kann mit Öffnungen zum Ableiten von Wärme ausgebildet sein. Bei einigen Ausführungsbeispielen sind die Öffnungen bogenförmig. Beispielsweise können die Öffnungen in Form dreier Bögen unterschiedlicher Größe vorgesehen sein. Bei einigen Ausführungsbeispielen liegen die Öffnungen als drei Bögen mit graduell variierender Größe vor.

[0073] Die Lampenröhre kann einen Diffusionsfilm aufweisen, um es dem von den Lichtquellen der LED-Röhrenlampe emittierten Licht zu ermöglichen, den Diffusionsfilm und die Lampenröhrenoberfläche nacheinander zu passieren.

[0074] Der Diffusionsfilm kann in Form einer Beschichtungsschicht vorliegen, welche die Innen- oder die Außenfläche der Lampenröhre bedeckt. Der Diffusionsfilm kann in Form einer Beschichtungsschicht vorliegen, welche die Oberfläche der Lichtquellen in der Lampenröhre bedeckt. Bei einigen Ausführungsbeispielen hat der Diffusionsfilm eine Dicke von ungefähr 20 µm bis ungefähr 30 µm. Der Diffusionsfilm kann als eine Bahn vorliegen, welche die Lichtquellen bedeckt, ohne die Lichtquellen zu berühren.

[0075] Bei einigen Ausführungsbeispielen weist der Diffusionsfilm eine Lichtdurchlässigkeit über ungefähr 85% auf. Bei einigen Ausführungsbeispielen weist der Diffusionsfilm eine Lichtdurchlässigkeit von ungefähr 92% bis ungefähr 94% bei einer Dicke von ungefähr 200 µm bis ungefähr 300 µm auf.

[0076] Die Lampenröhre kann einen reflektierenden Film aufweisen, der auf einem Teil der Innenumfangsfläche der Lampenröhre angeordnet ist. Bei einigen Ausführungsbeispielen beträgt das Verhältnis zwischen der Länge des reflektierenden Films, die sich in Umfangsrichtung der Lampenröhre erstreckend auf der Innenfläche der Lampenröhre angeordnet ist, und der Umfangslänge der Lampenröhre ungefähr 0,3 bis 0,5.

[0077] Die vorliegende Erfindung schafft eine LED-Röhrenlampe, die eine Lampenröhre, eine an einem Ende der Lampenröhre angeordnete Endkappe, eine in der Endkappe vorgesehene Stromversorgung, eine in der Lampenröhre angeordnete LED-Lichtleiste mit an der LED-Lichtleiste angebrachten Lichtquellen, wobei die LED-Lichtleiste eine biegbare Schaltungsbahn aufweist, um die Lichtquellen und die Stromversorgung elektrisch zu verbinden, aufweist.

[0078] Die biegbare Schaltungsbahn kann eine leitfähige Verdrahtungsschicht sein, und die Lichtquellen sind auf der leitfähigen Verdrahtungsschicht montiert, um eine elektrische Verbindung zwischen den Lichtquellen und der Stromversorgung über die leitfähige Verdrahtungsschicht zu ermöglichen.

[0079] Die biegbare Schaltungsbahn kann ferner eine dielektrische Schicht aufweisen, die auf der leitfähigen Verdrahtungsschicht angeordnet ist. Die dielektrische Schicht kann vorzugsweise auf einer Fläche der leitfähigen Verdrahtungsschicht angeordnet sein, die der Fläche, welche die Lichtquellen aufweist, gegenüberliegt. Die dielektrische Schicht kann an der Innenfläche der Lampenröhre angebracht sein. Bei einigen Ausführungsbeispielen beträgt das Verhältnis der Umfangslänge der biegbaren Schaltungsbahn zu der Umfangslänge der Innenfläche der Lampenröhre ungefähr 0,2 bis 0,5.

[0080] Die biegbare Schaltungsbahn kann ferner eine Schaltungsschutzschicht aufweisen.

[0081] Die biegbare Schaltungsbahn und die Stromversorgung können durch Drahtverbindung verbunden sein.

[0082] Die biegbare Schaltungsbahn kann auf dem reflektierenden Film angeordnet sein.

[0083] Die biegbare Schaltungsbahn kann auf einer Seite des reflektierenden Films angeordnet sein.

[0084] Die biegbare Schaltungsbahn kann derart angeordnet sein, dass der reflektierende Film auf zwei Seiten der biegbaren Schaltungsbahn angeordnet ist und sich entlang der Umfangsrichtung der Lampenröhre erstreckt.

[0085] Die Lampenröhre kann einen Klebefilm auf der Innenfläche oder der Außenfläche derselben aufweisen, um das Innere und das Äußere einer beschädigten Lampenröhre zu isolieren.

[0086] Die Enden der biegbaren Schaltungsbahn können sich durch den Übergangsbereich erstrecken, um die Stromversorgung zu erreichen und eine elektrische Verbindung mit dieser herzustellen.

[0087] Die biegbare Schaltungsbahn kann einen Satz leitfähiger Verdrahtungsschichten und einen Satz dielektrischer Schichten aufweisen, die versetzt übereinander angeordnet sind, und die Lichtquellen sind auf der äußersten leitfähigen Verdrahtungsschicht angeordnet, über welche elektrischer Strom zugeführt wird.

[0088] Die biegbare Schaltungsbahn kann in axialer Richtung der Lampenröhre angeordnet sein und ihre Enden können von der Innenfläche der Lampenröhre getrennt sein. Die Enden der biegbaren Schaltungsbahn können sich über die beiden Enden der Lampenröhre hinaus erstrecken, um jeweils zwei, sich frei erstreckende Endbereiche zu bilden, wobei die sich frei erstreckenden Endbereiche aufgerollt, aufgewickelt oder so verformt sind, dass sie passend in der Lampenröhre aufgenommen werden können.

[0089] Die Stromversorgung kann als einzelne integrierte Einheit (beispielsweise mit sämtlichen Komponenten der Stromversorgung in einem Körper) ausgebildet sein, wobei diese in einer Endkappe an einem Ende der Lampenröhre angeordnet ist. Alternativ kann die Stromversorgung in Form zweier separater Teile (beispielsweise mit in zwei Teile getrennten Komponenten der Stromversorgung) ausgebildet sein, die jeweils in zwei Endkappen angeordnet sind.

[0090] Die Endkappe kann eine Fassung zur Verbindung mit einer Stromversorgung aufweisen.

[0091] Die Stromversorgung kann einen Metallstift an einem Ende aufweisen, während die Endkappe mit einem hohlen leitfähigen Stift versehen ist, um den Metallstift der Stromversorgung aufzunehmen.

[0092] Die biegbare Schaltungsbahn kann mit der Stromversorgung durch Verlöten verbunden sein.

[0093] Die LED-Lichtleiste kann mit der Stromversorgung unter Verwendung einer Platinenanordnung verbunden sein, welche eine lange Schaltungsbahn und eine kurze Platine aufweist, die haftend miteinander verbunden sind, wobei die kurze Platine dem Seitenrand der langen Schaltungsbahn benachbart ist. Die kurze Platine ist steifer als die lange Schaltungsbahn, um in der Lage zu sein, das Stromversorgungsmodul zu stützen. Die lange Schaltungsbahn kann die biegbare Schaltungsbahn der LED-Lichtleiste sein.

[0094] Die kurze Platine kann eine Länge von im Wesentlichen ungefähr 15 mm bis ungefähr 40 mm aufweisen und kann vorzugsweise 19 mm bis 36 mm lang sein, während die lange Schaltungsbahn eine Länge von im Wesentlichen ungefähr 800 mm bis ungefähr 2800 mm aufweist und vorzugsweise ungefähr 1200 mm bis ungefähr 2400 mm lang sein kann. Bei einigen Ausführungsbeispielen beträgt das Verhältnis der kurzen Platine zur Länge der langen Schaltungsbahn zwischen ungefähr 1:20 und ungefähr 1:200.

[0095] Die kurze Platine ist eine harte Platine zum Stützen des Stromversorgungsmoduls.

[0096] Das Stromversorgungsmodul und die lange Schaltungsbahn können auf der gleichen Seite der kurzen Platine angeordnet sein, so dass das Stromversorgungsmodul direkt mit der langen Schaltungsbahn verbunden ist. Alternativ können das Stromversorgungsmodul beziehungsweise die lange Schaltungsbahn auf gegenüberliegenden Seiten der kurzen Platine angeordnet sein, so dass das Stromversorgungsmodul direkt mit der kurzen Platine und ferner mit der Verdrahtungsschicht der langen Schaltungsbahn verbunden ist.

[0097] Das Stromversorgungsmodul kann mit dem Ende der kurzen Platine senkrecht verbunden sein.

[0098] Die vorliegende Erfindung schafft eine LED-Röhrenlampe mit einer Lichtquelle, die einen Leiterraum aufweist, der mit einer Ausnehmung versehen ist, in welcher ein LED-Chip angeordnet ist. Der Leiterraum weist ferner erste Seitenwände und zweite Seitenwände auf, wobei die Höhe der ersten Seitenwände geringer als die Höhe der zweiten Seitenwände ist.

[0099] Die ersten Seitenwände können jeweils eine als schräge Ebene ausgebildete Innenfläche aufwei-

sen, die zu der Außenseite der Ausnehmung gerichtet ist. Ferner kann die schräge Ebene eben oder gebogen sein und/oder der zwischen der Bodenfläche des Ausnehmung und der Innenfläche eingeschlossene Winkel können im Wesentlichen im Bereich von ungefähr 105 Grad bis ungefähr 165 Grad liegen, und bei einigen möglicherweise bevorzugten Ausführungsbeispielen von ungefähr 120 Grad bis ungefähr 150 Grad liegen.

[0100] Alternativ kann die schräge Ebene gewölbt sein.

[0101] Bei einigen Ausführungsbeispielen weist eine LED-Röhrenlampe eine LED-Lichtquelle und eine mit der LED-Lichtquelle einhergehende Lampenröhre auf, wobei die LED-Lichtquelle einen Leiterraum aufweist, der mit einer Ausnehmung versehen ist, in welcher ein LED-Chip angeordnet ist; der Leiterraum weist erste Seitenwände, die in Längsrichtung der Lampenröhre angeordnet sind, und zweite Seitenwände auf, die in Breitenrichtung der Lampenröhre angeordnet sind, wobei die Höhe der ersten Seitenwände geringer als die Höhe der zweiten Seitenwände ist. Alternativ kann eine LED-Röhrenlampe eine LED-Lichtquelle und eine mit der LED-Lichtquelle einhergehende Lampenröhre auf, wobei die LED-Lichtquelle einen Leiterraum aufweist, der mit einer Ausnehmung versehen ist, in welcher ein LED-Chip angeordnet ist; der Leiterraum weist erste Seitenwände, die in Breitenrichtung der Lampenröhre angeordnet sind, und zweite Seitenwände auf, die in Längsrichtung der Lampenröhre angeordnet sind, wobei die Höhe der ersten Seitenwände geringer als die Höhe der zweiten Seitenwände ist.

[0102] Die LED-Lichtquelle kann vielzählig sein, und bei einigen Ausführungsbeispielen sind die mehreren LED-Lichtquellen in nur einer Reihe oder einer Anzahl von Reihen angeordnet, wobei jede Reihe der Lichtquellen sich entlang der Längsrichtung der Lampenröhre erstreckt.

[0103] Außerdem können bei der einzelnen Reihe von LED-Lichtquellen sämtliche zweiten Seitenwände in der gleichen geraden Linie angeordnet aufweisen, die parallel zur Längsrichtung der Lampenröhre verläuft. Alternativ können bei den äußersten beiden Reihen der LED-Lichtquellen, die entlang der Breitenrichtung der Lampenröhre angeordnet sind, sämtliche zweiten Seitenwände in zwei geraden Linien angeordnet sein, die jeweils parallel zur Längsrichtung der Lampenröhre verlaufen.

[0104] Im Vergleich mit der herkömmlichen LED-Lampenröhre und dem Verfahren zur Herstellung derselben, können die vorliegend offenbarten LED-Lampenröhren die folgenden Vorteile aufweisen.

[0105] Die Endkappe derselben kann ein wärmeleitfähiges Element aufweisen, um das Erwärmen und das Verfestigen des Heißschmelzklebers zu ermöglichen, der in Verbindung mit der Lampenröhre verwendet wird, weshalb die Endkappe die Haftverbindung vereinfacht und eine größere Effizienz bewirkt.

[0106] Die Endkappe derselben kann ein magnetisches Metallelement aufweisen, um das Erwärmen und das Verfestigen des in Verbindung mit der Lampenröhre verwendeten Heißschmelzklebers mittels elektromagnetischer Induktionstechnologie zu ermöglichen, weshalb die Endkappe die Haftverbindung vereinfacht und eine größere Effizienz bewirkt.

[0107] Die Endkappen können unterschiedliche Größen aufweisen, um die Design- und Herstellungsflexibilität des Produkts zu erhöhen.

[0108] Die Endkappen können Fassungen zur Verbindung mit einer Stromversorgung aufweisen, um die Montage zu erleichtern und die Herstellungseffizienz zu erhöhen.

[0109] Die Endkappen können mit einem hohlen leitfähigen Stift versehen sein, um eine Verbindung mit der Stromversorgung herzustellen und die Design- und Herstellungsflexibilität des Produkts zu erhöhen.

[0110] Die Endkappen können Öffnungen in einer Fläche aufweisen, um durch die Stromversorgung erzeugte Wärme abzuleiten und ein ästhetisches Erscheinungsbild zu ergeben.

[0111] Die Lampenröhre kann mit einem hinteren Endbereich an einem Ende oder an zwei Enden ausgebildet sein, wobei der hintere Endbereich einen kleineren Durchmesser als der Hauptkörperbereich aufweist, so dass die Außenfläche der Endkappe und die Außenfläche des Hauptkörperbereichs im Wesentlichen bündig miteinander sein können. Daher ist die Verpackungsbox der LED-Röhrenlampe in der Lage, sowohl die Lampenröhre, als auch die Endkappe zu verbinden, um die Belastung der gesamten LED-Röhrenlampe zu vergleichmäßigen und ein Zerbrechen der LED-Röhrenlampe während des Transports zu verhindern.

[0112] Die Lampenröhre kann mit einem Übergangsbereich ausgebildet sein, der den Hauptkörperbereich und den hinteren Endbereich verbindet, wobei die Endkappe an der Lampenröhre im Übergangsbereich angebracht ist. Der Übergangsbereich bewirkt einen Höhenunterschied zwischen dem hinteren Endbereich und dem Hauptkörperbereich, um zu vermeiden, dass auf den hinteren Endbereich aufgetragener Kleber auf den Hauptkörperbereich überläuft, und er spart so Arbeitskraft für das Entfernen des übergelaufenen Klebers und erhöht die Produktivität.

[0113] Die Lampenröhre kann eine Diffusionsschicht aufweisen, um es dem von den Lichtquellen emittierten Licht zu ermöglichen, beim Durchtritt durch die Diffusionsschicht derart gestreut zu werden, dass die Lichtquellen als Flächenquellen wirken und einen optisch diffusen Effekt verursachen, um letztlich die Helligkeit der gesamten Lampenröhre zu vergleichmäßigen. Darüber hinaus verringert das Anordnen der Diffusionsschicht auch den von einem Benutzer wahrgenommenen visuellen Effekt, um den visuellen Komfort zu erhöhen. Die Diffusionsschicht kann eine sehr geringe Dicke aufweisen, um zu gewährleisten, dass die Lichtausgabeffizienz das Maximum erreicht.

[0114] Die Lampenröhre kann einen reflektierenden Film aufweisen, um das von den Lichtquellen emittierte Licht zu reflektieren, so dass es möglich ist, das Licht unter anderen Blickwinkeln zu betrachten und den Divergenzwinkel des emittierten Lichts einzustellen, um, anders als dies ohne Vorsehen des reflektierenden Films möglich wäre, eine andere Stelle zu beleuchten. Daher kann die LED-Röhrenlampe die gleiche Beleuchtung bei geringerer Leistungsaufnahme erreichen und es lässt sich eine Energieersparnis erzielen.

[0115] Der Beleuchtungswinkel kann vergrößert werden und die Wärmeableitungseffizienz kann verbessert werden, indem die Lichtquellen an der Innenfläche der Lampenröhre haftend angebracht werden.

[0116] Die Innen- und die Außenseite einer zerbrochenen Lampenröhre kann isoliert werden, um die Sicherheit bei der Handhabung der Lampenröhre zu verbessern, indem der Klebefilm auf der Innen- oder der Außenfläche der Lampenröhre vorgesehen wird.

[0117] Die Lampenröhre bleibt nicht länger gerade, wenn sie zerbrochen ist, und warnt daher den Benutzer vor der Benutzung der Lampenröhre, so dass ein elektrischer Schlag vermieden werden kann, indem die biegbare Schaltungsbahn als die LED-Lichtleiste verwendet wird.

[0118] Die biegbare Schaltungsbahn kann Teile, die zum passenden Einsetzen in die Lampenröhre aufrollbar, aufwickelbar oder verformbar sind, aufweisen, indem sich frei erstreckende Bereiche an den Enden der biegbaren Schaltungsbahn in axialer Richtung der Lampenröhre ausgebildet sind. Hierdurch wird der Herstellungs- und Montageprozess der LED-Lampenröhre vereinfacht.

[0119] Die Verbindung zwischen der biegbaren Schaltungsbahn und der Stromversorgung in der Endkappe kann fest verbunden werden, indem die biegbare Schaltungsbahn unmittelbar mit dem Ausgangsanschluss der Stromversorgung verlötet wird.

[0120] Die Verbindung zwischen der biegbaren Schaltungsbahn und der Platine, welche das Stromversorgungsmodul der Stromversorgung stützt, kann gefestigt und weniger leicht zerstörbar ausgebildet werden, indem eine Platinenanordnung verwendet wird.

[0121] Die Design- und Herstellungsflexibilität der LED-Röhrenlampe wird durch die Verwendung verschiedener Arten von Stromversorgungsmodulen für die Stromversorgung erhöht.

[0122] Die Lichtquelle kann mit einem Leiterraum versehen sein, der mit einer Ausnehmung und ersten Seitenwänden sowie zweiten Seitenwänden, welche die Ausnehmung umgeben, versehen ist, wobei ein LED-Chip in der Ausnehmung angeordnet ist. Die ersten Seitenwände erstrecken sich in Breitenrichtung der Lampenröhre, während die zweiten Seitenwände sich in Längsrichtung der Lampenröhre erstrecken. Die zweiten Seitenwände hindern den Benutzer daran, die LED-Chips zu sehen, wenn der Benutzer die Lampenröhre von der Seite betrachtet, und sie verringern so den körnigen Effekt und verbessern den visuellen Komfort. Ferner ist die Höhe der ersten Seitenwände geringer als die Höhe der zweiten Seitenwände, um es dem von den LED-Chips emittierten Licht zu ermöglichen, die ersten Seitenwände zu passieren, um eine Beleuchtung zu bewirken und so die Lichtintensität zu erhöhen und eine Energieersparnis zu erzielen.

[0123] Die mehreren Reihen der LED-Lichtquellen, die in Breitenrichtung der Lampenröhre angeordnet sind, können jeweils sämtliche zweite Seitenwände in der gleichen geraden Linie angeordnet aufweisen, wobei die Linie parallel zur Längsrichtung der Lampenröhre verläuft, so dass der Beleuchtungsverlust in Längsrichtung der Lampenröhre verringert ist und das Licht durch die aufeinander ausgerichteten Seitenwände daran gehindert ist, seitlich in das Auge des Betrachters einzufallen.

[0124] Der Heißschmelzkleber kann verbessert werden und das Verfahren zur Erwärmung des Heißschmelzklebers kann so ausgelegt werden, dass die sichere Verbindung zwischen der Lampenröhre und den Endkappen vereinfacht wird, so dass die Zuverlässigkeit des Heißschmelzklebers nicht durch in der Endkappe erzeugte hohe Temperaturen beeinträchtigt wird. Darüber hinaus kann der Heißschmelzkleber verwendet werden, um die Lampenröhre und die Endkappen elektrisch zu isolieren, um zusätzlich jede Möglichkeit eines elektrischen Schlags zu verhindern, wenn die Lampe beschädigt ist.

Kurzbeschreibung der Zeichnungen

[0125] Fig. 1 ist eine perspektivische Ansicht zur schematischen Darstellung einer LED-Röhrenlampe

nach einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

[0126] Fig. 1A ist eine perspektivische Ansicht zur schematischen Darstellung der unterschiedlich großen Endkappen nach einem anderen Ausführungsbeispiel der Erfindung;

[0127] Fig. 2 ist eine Explosionsdarstellung zur schematischen Darstellung der in **Fig. 1** dargestellten LED-Röhrenlampe;

[0128] Fig. 3 ist eine perspektivische Ansicht zur schematischen Darstellung der Vorder- und der Oberseite einer Endkappe der LED-Röhrenlampe nach einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

[0129] Fig. 4 ist eine perspektivische Ansicht zur schematischen Darstellung der Unterseite der in **Fig. 3** dargestellten Endkappe;

[0130] Fig. 5 ist eine ebene Querschnittansicht zur schematischen Darstellung eines Verbindungsbereichs der Endkappe und der Lampenröhre der LED-Röhrenlampe nach einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

[0131] Fig. 6 ist eine perspektivische Querschnittansicht zur schematischen Darstellung des inneren Aufbaus einer vollständig aus Kunststoff bestehenden Endkappe (mit im Inneren befindlichem magnetischem Metallelement und Heißschmelzkleber) nach einem anderen Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

[0132] Fig. 7 ist eine perspektivische Ansicht zur schematischen Darstellung der vollständig aus Kunststoff bestehenden Endkappe und der Lampenröhre, die unter Verwendung einer Induktionsspule miteinander verbondet sind, nach dem anderen Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

[0133] Fig. 8 ist eine perspektivische Ansicht zur Darstellung eines Stützbereichs und eines Vorsprungsbereichs des elektrisch isolierenden Rohres der Endkappe der LED-Röhrenlampe nach dem anderen Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

[0134] Fig. 9 ist eine ebene Querschnittansicht zur schematischen Darstellung des inneren Aufbaus des elektrisch isolierenden Rohres und des magnetischen Metallelements der Endkappe von **Fig. 8** entlang der Linie X-X;

[0135] Fig. 10 ist eine Draufsicht zur schematischen Darstellung der Konfiguration der Öffnungen in der Oberfläche des magnetischen Metallelements der

Endkappe der LED-Röhrenlampe nach dem anderen Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

[0136] Fig. 11 ist eine Draufsicht zur schematischen Darstellung der Vertiefung/Prägung in/auf der Oberfläche des magnetischen Metallelements der Endkappe der LED-Röhrenlampe nach dem anderen Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

[0137] Fig. 12 ist eine Draufsicht zur schematischen Darstellung des Aufbaus der Verbindung der Endkappe von **Fig. 8** und der Lampenröhre entlang einer radialen Achse der Lampenröhre, wobei das elektrisch isolierende Rohr die Form eines Kreisrings aufweist;

[0138] Fig. 13 ist eine Querschnittansicht in Draufsicht zur schematischen Darstellung des Aufbaus der Verbindung der Endkappe von **Fig. 8** und der Lampenröhre entlang einer radialen Achse der Lampenröhre, wobei das elektrisch isolierende Rohr die Form eines elliptischen oder ovalen Rings aufweist;

[0139] Fig. 14 ist eine perspektivische Ansicht zur schematischen Darstellung einer weiteren Endkappe einer LED-Röhrenlampe nach einem weiteren Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

[0140] Fig. 15 ist eine Querschnittansicht in Draufsicht zur schematischen Darstellung der Endstruktur einer Lampenröhre der LED-Röhrenlampe nach einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

[0141] Fig. 16 ist eine Querschnittansicht in Draufsicht zur schematischen Darstellung des lokalen Aufbaus des Übergangsbereichs der Lampenröhre in **Fig. 15**;

[0142] Fig. 17 ist eine Querschnittansicht in Draufsicht zur schematischen Darstellung des inneren Aufbaus der Lampenröhre der LED-Röhrenlampe nach einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung, wobei zwei reflektierende Filme jeweils neben zwei Seiten der LRD-Lichtleiste in Umfangsrichtung der Lampenröhre angeordnet sind;

[0143] Fig. 18 ist eine Querschnittansicht in Draufsicht zur schematischen Darstellung des inneren Aufbaus der Lampenröhre der LED-Röhrenlampe nach einem anderen Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung, wobei nur ein reflektierender Film auf einer Seite der LED-Lichtleiste in Umfangsrichtung der Lampenröhre angeordnet ist;

[0144] Fig. 19 ist eine Querschnittansicht in Draufsicht zur schematischen Darstellung des inneren Aufbaus der Lampenröhre der LED-Röhrenlampe nach einem weiteren Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung, wobei der reflektierende Film sich un-

ter der LED-Lichtleiste befindet und auf beiden Seiten in Umfangsrichtung der Lampenröhre erstreckt;

[0145] Fig. 20 ist eine Querschnittansicht in Draufsicht zur schematischen Darstellung des inneren Aufbaus der Lampenröhre der LED-Röhrenlampe nach einem weiteren Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung, wobei der reflektierende Film sich unter der LED-Lichtleiste befindet und sich lediglich auf einer Seite in Umfangsrichtung der Lampenröhre erstreckt;

[0146] Fig. 21 ist eine Querschnittansicht in Draufsicht zur schematischen Darstellung des inneren Aufbaus der Lampenröhre der LED-Röhrenlampe nach einem weiteren Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung, wobei zwei reflektierende Filme jeweils neben den beiden Seiten der LED-Lichtleiste angeordnet sind und sich in Umfangsrichtung der Lampenröhre erstrecken;

[0147] Fig. 22 ist eine Querschnittansicht in Draufsicht zur schematischen Darstellung der LED-Lichtleiste als biegbare Schaltungsbahn, deren Enden sich durch den Übergangsbereich der Lampenröhre der LED-Röhrenlampe erstrecken, um mit den Ausgangsanschlüssen der Stromversorgung verlötet zu sein, nach einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

[0148] Fig. 23 ist eine Querschnittansicht in Draufsicht zur schematischen Darstellung eines zweischichtigen Aufbaus der biegbaren Schaltungsbahn der LED-Lichtleiste der LED-Röhrenlampe nach einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

[0149] Fig. 24 ist eine perspektivische Ansicht zur schematischen Darstellung der Lötinsel der biegbaren Schaltungsbahn der LED-Lichtleiste zur Lötverbindung mit der Platine der Stromversorgung der LED-Röhrenlampe nach einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

[0150] Fig. 25 ist eine Draufsicht zur schematischen Darstellung der Anordnung der Lötinseln der biegbaren Schaltungsbahn der LED-Lichtleiste der LED-Röhrenlampe nach einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

[0151] Fig. 26 ist eine Draufsicht zur schematischen Darstellung einer Reihe von drei Lötinseln der biegbaren Schaltungsbahn der LED-Lichtleiste der LED-Röhrenlampe nach einem anderen Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

[0152] Fig. 27 ist eine Draufsicht zur schematischen Darstellung von zwei Reihen von Lötinseln der biegbaren Schaltungsbahn der LED-Lichtleiste der LED-

Röhrenlampe nach einem weiteren Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

[0153] Fig. 28 ist eine Draufsicht zur schematischen Darstellung einer Reihe von vier Lötinseln der biegbaren Schaltungsbahn der LED-Lichtleiste der LED-Röhrenlampe nach einem weiteren Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

[0154] Fig. 29 ist eine Draufsicht zur schematischen Darstellung von zwei Reihen von zwei Lötinseln der biegbaren Schaltungsbahn der LED-Lichtleiste der LED-Röhrenlampe nach einem weiteren Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

[0155] Fig. 30 ist eine Draufsicht zur schematischen Darstellung von Durchgangslöchern, die in den Lötinseln der biegbaren Schaltungsbahn der LED-Lichtleiste der LED-Röhrenlampe ausgebildet sind, nach einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

[0156] Fig. 31 ist eine Querschnittansicht in Seitenansicht zur schematischen Darstellung des Verlötvorgangs unter Verwendung der Lötinseln der biegbaren Schaltungsbahn der LED-Lichtleiste von **Fig. 30** und der Platine der Stromversorgung nach einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

[0157] Fig. 32 ist eine Querschnittansicht in Seitenansicht zur schematischen Darstellung des Verlötvorgangs unter Verwendung der Lötinseln der biegbaren Schaltungsbahn der LED-Lichtleiste von **Fig. 30** und der Platine der Stromversorgung nach einem anderen Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung, wobei das Durchgangsloch der Lötinsel sich nahe dem Rand der biegbaren Schaltungsbahn befindet;

[0158] Fig. 33 ist eine Draufsicht zur schematischen Darstellung von Einkerbungen, die in den Lötinseln der biegbaren Schaltungsbahn der LED-Lichtleiste der LED-Röhrenlampe nach einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ausgebildet sind;

[0159] Fig. 34 ist eine Querschnittansicht der **Fig. 33** in Draufsicht entlang der Linie A-A;

[0160] Fig. 35 ist eine perspektivische Ansicht zur schematischen Darstellung einer Platinenanordnung bestehend aus der biegbaren Schaltungsbahn der LED-Lichtleiste und der Platine der Stromversorgung nach einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

[0161] Fig. 36 ist eine perspektivische Ansicht zur schematischen Darstellung einer anderen Anordnung der Platinenanordnung von **Fig. 35**;

[0162] Fig. 37 ist eine perspektivische Ansicht zur schematischen Darstellung eines LED-Leiterrahmens für die LED-Lichtquellen der LED-Röhrenlampe nach einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

[0163] Fig. 38 ist eine perspektivische Ansicht zur schematischen Darstellung einer Stromversorgung der LED-Röhrenlampe nach einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

[0164] Fig. 39 ist eine perspektivische Ansicht zur schematischen Darstellung der Platine der Stromversorgung, die senkrecht mit einer harten Platine aus Aluminium durch Verlöten verbondet ist, nach einem anderen Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

[0165] Fig. 40 ist eine perspektivische Ansicht zur Darstellung eines Thermokompressionskopfs, der beim Verlöten der biegbaren Schaltungsbahn der LED-Lichtleiste und der Platine der Stromversorgung nach einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung verwendet wird;

[0166] Fig. 41 ist eine Draufsicht zur schematischen Darstellung der Differenz zwischen der Dicke zweier Lötinseln an den Lötinseln der biegbaren Schaltungsbahn der LED-Lichtleiste oder der Platine der Stromversorgung nach einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

[0167] Fig. 42 ist eine perspektivische Ansicht zur schematischen Darstellung der Lötteinrichtung zum Verlöten der biegbaren Schaltungsbahn der LED-Lichtleiste und der Platine der Stromversorgung nach einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

[0168] Fig. 43 ist eine Draufsicht zur schematischen Darstellung eines Drehzustands der Drehplattform der Lötteinrichtung in Fig. 41;

[0169] Fig. 44 ist eine Draufsicht zur schematischen Darstellung einer externen Einrichtung zum Erwärmen des Heißschmelzklebers nach einem anderen Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

[0170] Fig. 45 ist eine Querschnittansicht zur schematischen Darstellung des Heißschmelzklebers, der gleichmäßig verteilte Partikel hochpermeablen Pulvers von geringer Partikelgröße aufweist, nach einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

[0171] Fig. 46 ist eine Querschnittansicht zur schematischen Darstellung des Heißschmelzklebers, der nicht gleichmäßig verteilte Partikel hochpermeablen Pulvers von geringer Partikelgröße aufweist, nach einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

wobei die Pulverpartikel einen geschlossenen elektrischen Kreis bilden;

[0172] Fig. 47 ist eine Querschnittansicht zur schematischen Darstellung des Heißschmelzklebers, der nicht gleichmäßig verteilte Partikel hochpermeablen Pulvers von großer Partikelgröße aufweist, nach einem weiteren Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung, wobei die Pulverpartikel einen geschlossenen elektrischen Kreis bilden;

[0173] Fig. 48 ist eine perspektivische Ansicht zur schematischen Darstellung der biegbaren Schaltungsbahn der LED-Lichtleiste, die mit zwei leitfähigen Verdrahtungsschichten ausgebildet ist, nach einem weiteren Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

Detaillierte Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele

[0174] Zur Lösung der vorgenannten Probleme schafft die vorliegende Offenbarung schafft eine neuartige LED-Röhrenlampe auf der Grundlage einer aus Glas bestehenden Lampenröhre. Die vorliegende Offenbarung wird nunmehr anhand der nachfolgenden Ausführungsbeispiele unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beschrieben. Die folgenden Beschreibungen verschiedener Ausführungsbeispiele der Erfindung werden vorliegend lediglich zu Illustrationszwecken und zu Beispielpurposes ausgeführt. Sie sollen weder ausführlich sein, noch auf die genaue offenbarte Form beschränkt sein. Diese exemplarischen Ausführungsformen sind lediglich Beispiele und es sind zahlreiche Implementierungen und Variationen möglich, welche die vorliegend dargelegten Details nicht erfordern. Es sei ebenfalls darauf hingewiesen, dass die Offenbarung Details alternativer Beispiele liefert, diese Aufzählung von Alternativen jedoch nicht umfassend ist. Ferner sollte eine Übereinstimmung von Details zwischen verschiedenen Ausführungsbeispielen nicht dahingehend interpretiert werden, dass diese Details erforderlich seien – es ist undurchführbar, jedes mögliche Variante für jedes vorliegend beschriebene Merkmal anzuführen. Der Wortlaut der Ansprüche sollte als Referenz zur Bestimmung der Erfordernisse der Erfindung dienen.

[0175] In den Fig. 1 und Fig. 2 ist eine LED-Röhrenlampe nach einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung dargestellt, die eine Lampenröhre **1**, eine in der Lampenröhre **1** angeordnete LED-Lichtleiste **2**, und zwei Endkappen **3** auf, von denen jeweils eine an einem von zwei Enden der Lampenröhre **1** angeordnet ist. Die Lampenröhre **1** kann aus Kunststoff oder Glas bestehen. Die Größen der beiden Endkappen **3** können gleich oder unterschiedlich sein. Wie in Fig. 1A dargestellt kann die Größe einer Endkappe bei einigen Ausführungsbeispielen un-

gefähr 30 bis ungefähr 80% der Größe der anderen Endkappe aufweisen.

[0176] Bei einem Ausführungsbeispiel besteht die Lampenröhre **1** aus Glas mit einer verstärkten getemperten Struktur, um ein leichtes Brechen und einen elektrischen Schlag zu vermeiden, der bei herkömmlichen aus Glas bestehenden Lampenröhren auftreten kann, und um den schnellen Alterungsvorgang zu vermeiden, der oft bei Röhrenlampen aus Kunststoff eintritt. Die aus Glas bestehende Lampenröhre **1** kann bei verschiedenen Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung zusätzlich durch ein chemisches Temperverfahren oder ein physikalisches Temperverfahren verstärkt oder getempert sein.

[0177] Ein exemplarisches chemisches Temperverfahren wird durch das Austauschen der Na-Ionen oder der K-Ionen an der Glasoberfläche durch andere Alkalimetallionen realisiert, wobei das Verfahren die Zusammensetzung der Glasoberfläche verändert. Die Natrium-Ionen (Na) oder die Kalium-Ionen (K) und andere Alkalimetallionen an der Glasoberfläche werden ausgetauscht, um eine Ionenaustauschschicht an der Glasoberfläche zu bilden. Das Glas steht sodann auf der Innenseite unter Spannung, während es auf der Außenseite unter Druck steht, wenn es auf Raumtemperatur abgekühlt wird, um so das Ziel der erhöhten Festigkeit zu erreichen. Ohne darauf beschränkt zu sein handelt es sich bei dem chemischen Temperverfahren um die folgenden Glastemperverfahren: Ionenaustauschverfahren vom Hochtemperaturtyp, Ionenaustauschverfahren vom Niedertemperaturtyp, Entkarbonisierung, Oberflächenkristallisation und/oder Natriumsilikatverstärkungsverfahren, die im Folgenden näher beschrieben werden.

[0178] Das Ionenaustauschverfahren vom Hochtemperaturtyp weist die folgenden Schritte auf: Einbringen von Glas, das Natriumoxid (Na_2O) oder Kaliumoxid (K_2O) aufweist, im Temperaturbereich des Erweichungspunkts oder des Glasübergangspunkts in geschmolzenes Lithiumsalz so dass die Na-Ionen in dem Glas durch Li-Ionen in dem geschmolzenen Salz ausgetauscht werden. Das Glas wird danach auf Raumtemperatur abgekühlt, da die Li-Ionen enthaltende Oberflächenschicht einen in Bezug auf die Na-Ionen enthaltende innere Schicht anderen Dehnungskoeffizienten aufweist, so dass die Oberfläche Eigenspannung erzeugt und verstärkt wird. Das Glas, welches Al_2O_3 , TiO_2 und andere Komponenten enthält, kann durch Ionenaustausch Glaskristalle bilden, die einen extrem niedrigen Dehnungskoeffizienten aufweisen. Die kristallisierte Glasoberfläche erzeugt nach dem Abkühlen einen erheblichen Druck von bis zu 700 MPa, welcher die Festigkeit von Glas verbessern kann.

[0179] Das Ionenaustauschverfahren vom Niedertemperaturtyp weist die folgenden Schritte auf: Zuerst erfolgt ein Ionenaustausch zwischen einem monovalenten Kation (beispielsweise K-Ionen) und den Alkaliionen (beispielsweise Na-Ionen) auf der Oberflächenschicht in einem Temperaturbereich, der geringer als die Kühlpunkttemperatur ist, so dass die K-Ionen die Oberfläche durchdringen können. Beispielsweise kann zur Herstellung von $\text{Na}_2\text{O} + \text{CaO} + \text{SiO}_2$ Systemglas das Glas für zehn Stunden bei mehr als vierhundert Grad in dem geschmolzenen Salz imprägniert werden. Mit dem Ionenaustauschverfahren vom Niedertemperaturtyp ist leicht ein Glas von höherer Festigkeit zu erhalten und das Verarbeitungsverfahren ist einfach, beeinträchtigt die transparente Natur der Glasoberfläche nicht und führt zu keiner Formveränderung.

[0180] Entkarbonisierung weist das Behandeln von Glas unter Verwendung eines Platinkatalysators (Pt) zusammen mit Schwefelsäuregas und Wasser in einer Hochtemperaturatmosphäre auf. Die Na^+ -Ionen wandern aus und treten aus der Glasoberfläche aus, um mit dem PT-Katalysator zu reagieren, so dass die Oberflächenschicht eine mit SuO_2 angereicherte Schicht wird, was zu einem Glas mit geringem Ausdehnungskoeffizienten führt und beim Abkühlen Druckspannung verursacht.

[0181] Das Oberflächenkristallisationsverfahren und das Ionenaustauschverfahren vom Hochtemperaturtyp unterscheiden sich, jedoch nur darin, dass die Oberflächenschicht durch eine Wärmebehandlung behandelt wird, um Mikrokristalle mit geringem Wärmedehnungskoeffizienten auf der Glasfläche zu bilden, wodurch das Glas verstärkt wird.

[0182] Das Natriumsilikatverstärkungsverfahren ist ein Temperverfahren, bei welchem eine Behandlung von Natriumsilikat (Wasserglas) in Wasserlösung bei 100 Grad Celsius und mehreren Atmosphären Druck erfolgt, wobei eine stärkere/hochfestere Glasoberfläche erzeugt wird, die härter ist.

[0183] Das physikalische temperverfahren weist, ohne darauf beschränkt zu sein, das Aufbringen einer Beschichtung auf ein Objekt oder das Ändern der Struktur eines Objekts auf, um so die leicht zerbrechbaren Stellen zu verstärken. Bei der aufgebracht Beschichtung kann es sich in Abhängigkeit von dem verwendeten Material um eine Keramikbeschichtung, eine Acrylbeschichtung oder eine Glasbeschichtung handeln. Das Beschichten kann in einer flüssigen Phase oder einer gasförmigen Phase erfolgen.

[0184] Die zuvor beschriebenen Glastemperverfahren, einschließlich physikalischer Temperverfahren und chemischer Temperverfahren, können einzeln oder in beliebiger Form kombiniert durchgeführt werden.

[0185] Unter Bezugnahme auf **Fig. 2** bis **Fig. 15** wird im Folgenden eine aus Glas bestehende Lampenröhre einer LED-Röhrenlampe nach einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung beschrieben, die in ihrer Struktur verstärkte Endbereiche aufweist. Die aus Glas bestehende Lampenröhre **1** weist einen Hauptkörperbereich **102**, zwei hintere Endbereiche **101**, von denen jeweils einer an einem der Enden des Hauptkörperbereichs **102** ausgebildet ist, und Endkappen **3** auf, die jeweils auf einen der hinteren Endbereiche **101** gesteckt sind. Der Außendurchmesser mindestens eines der hinteren Endbereiche **101** ist geringer als der Außendurchmesser des Hauptkörperbereichs **102**. Bei dem Ausführungsbeispiel nach den **Fig. 2** und **Fig. 15** sind die Außendurchmesser der beiden hinteren Endbereiche **101** geringer als der Außendurchmesser des Hauptkörperbereichs **102**. Die Oberfläche des hinteren Endbereichs **101** ist im Querschnitt gesehen parallel zur Oberfläche des Hauptkörperbereichs **102**. Insbesondere ist die aus Glas bestehende Lampenröhre **1** an beiden Enden verstärkt, so dass die hinteren Endbereiche **101** als verstärkte Strukturen ausgebildet sind. Bei bestimmten Ausführungsbeispielen sind die mit verstärkter Struktur versehenen hinteren Endbereiche **101** jeweils mit den Endkappen **3** versehen und die Außendurchmesser der Endkappen **3** und des Hauptkörperbereichs **102** weisen geringe oder sogar keine Unterschiede auf. Anders ausgedrückt: Die Endkappen **3** weisen den gleichen Außendurchmesser auf wie der Hauptkörperbereich **102**, so dass kein Spalt zwischen den Endkappen **3** und dem Hauptkörperbereich **102** besteht. Auf diese Weise ist der Stützsitz in einer Verpackungsbox für den Transport der LED-Röhrenlampe nicht nur in Kontakt mit den Endkappen **3**, sondern auch mit der Lampenröhre **1** und vergleichmäßig so die Belastung der gesamten LED-Röhrenlampe, um Situationen zu vermeiden, in welchen nur die Endkappen **3** mit Kraft beaufschlagt werden, und um dadurch zu verhindern, dass ein Zerschlagen in dem Verbindungsbereich zwischen den Endkappen **3** und den hinteren Endbereichen **101** aufgrund der Belastungskonzentration erfolgt. Die Qualität und das Erscheinungsbild des Produkts werden auf diese Weise verbessert.

[0186] Bei einem Ausführungsbeispiel weisen die Endkappen **3** und der Hauptkörperbereich **102** im Wesentlichen den gleichen Außendurchmesser auf. Diese Durchmesser können beispielsweise eine Toleranz innerhalb von $\pm 0,2$ Millimeter (mm) oder in einigen Fällen bis zu $\pm 1,0$ Millimeter (mm) aufweisen. Je nach der Dicke der Endkappen **3** kann der Unterschied zwischen dem Außendurchmesser der hinteren Endbereiche **101** und dem Außendurchmesser des Hauptkörperbereichs **102** für typische Produktanwendungen ungefähr 1 mm bis ungefähr 10 mm betragen. Bei einigen Ausführungsbeispielen kann der Unterschied zwischen dem Außendurchmesser der hinteren Endbereiche **101** und dem Außendurch-

messer des Hauptkörperbereichs **102** ungefähr 2 mm bis ungefähr 7 mm betragen.

[0187] Wie in **Fig. 15** dargestellt ist die Lampenröhre **1** ferner mit einem Übergangsbereich **103** zwischen dem Hauptkörperbereich **102** und den hinteren Endbereichen **101** ausgebildet. Bei einem Ausführungsbeispiel ist der Übergangsbereich **103** ein gebogener Bereich, der mit Wölbungen an zwei Enden versehen ist, um eine stufenlose Verbindung mit sowohl dem Hauptkörperbereich **102**, als auch den hinteren Endbereichen **101** herzustellen. Die beiden Enden des Übergangsbereichs **103** können beispielsweise im Querschnitt in axialer Richtung der Lampenröhre **1** bogenförmig ausgebildet sein. Ferner verbindet eine der Wölbungen den Hauptkörperbereich **102**, während die andere der Wölbungen den hinteren Endbereich **101** verbindet. Der Bogenwinkel der Wölbungen ist größer als 90 Grad, während die Außenfläche des hinteren Endbereichs **101** eine durchgehende Fläche ist, die im Querschnitt in axialer Richtung der Lampenröhre gesehen, parallel zu der Außenfläche des Hauptkörperbereichs **102** verläuft. Bei anderen Ausführungsbeispielen kann der Übergangsbereich ohne Krümmung oder Bogen geformt sein. Die Länge des Übergangsbereichs **103** in axialer Richtung der Lampenröhre **1** beträgt zwischen ungefähr 1 mm und ungefähr 4 mm. Bei Versuchen stellte sich heraus, dass bei einer Länge des Übergangsbereichs **103** in axialer Richtung der Lampenröhre **1** von weniger als 1 mm, die Festigkeit des Übergangsbereichs unzureichend ist; beträgt die Länge des Übergangsbereichs **103** in axialer Richtung der Lampenröhre **1** mehr als 4 mm, wäre der Hauptkörperbereich **102** verkürzt und die gewünschte Leuchtfläche wäre verringert, und die Endkappen **3** wären länger und der Materialbedarf für die Endkappen **3** wäre erhöht.

[0188] Wie in der **Fig. 5** und der **Fig. 16** dargestellt besteht die Lampenröhre **1** bei manchen Ausführungsbeispielen aus Glas und weist einen hinteren Endbereich **101**, einen Hauptkörperbereich **102** und einen Übergangsbereich **103** auf. Der Übergangsbereich **103** weist zwei bogenförmige Wölbungen an beiden Enden zur Bildung einer S-Form auf, wobei eine nahe dem Hauptkörperbereich **102** vorgesehene Wölbung nach außen konvex ist, während die andere, nahe dem hinteren Endbereich **101** vorgesehene Wölbung nach innen konkav ist. Allgemein ausgedrückt ist der Krümmungsradius R_1 der Wölbung/des Bogens zwischen dem Übergangsbereich **103** und dem Hauptkörperbereich **102** kleiner als der Krümmungsradius R_2 der Wölbung zwischen dem Übergangsbereich **103** und dem hinteren Endbereich **101**. Das Verhältnis $R_1:R_2$ kann beispielsweise zwischen ungefähr 1:1,5 und ungefähr 1:10 liegen, und ist bei einigen Ausführungsbeispielen zwischen ungefähr 1:2,5 und ungefähr 1:5 effektiver, und ist bei einigen Ausführungsbeispielen zwischen ungefähr 1:3 und ungefähr 1:4 noch effektiver. Auf diese Weise steht

die/der nahe dem hinteren Endbereich **101** vorgesehene Wölbung/Bogen des Übergangsbereichs **103** an den Außenflächen unter Druck und an den Innenflächen unter Spannung, und die/der nahe dem Hauptkörperbereich **102** angeordnete Wölbung/Bogen des Übergangsbereichs **103** steht an der Außenfläche unter Spannung und an der Innenfläche unter Druck. Auf diese Weise ist das Ziel der Festigung des Übergangsbereichs **103** der Lampenröhre **1** erreicht.

[0189] Gemäß der Standardspezifikation für eine T8-Lampe zum Beispiel beträgt der Außendurchmesser des hinteren Endbereichs **101** zwischen 20,9 mm und 23 mm. Ein Außendurchmesser des hinteren Endbereichs **101** von weniger als 20,9 mm wäre zu klein, um die Stromversorgung passend in die Lampenröhre **1** einzusetzen. Der Außendurchmesser des Hauptkörperbereichs **102** beträgt bei einigen Ausführungsbeispielen zwischen ungefähr 25 mm und ungefähr 28 mm. Ein Außendurchmesser des Hauptkörperbereichs **102** von weniger als 25 mm wäre gemäß den gegenwärtigen Kenntnissen ungeeignet, um die Enden des Hauptkörperbereichs **102** zu festigen, während ein Außendurchmesser des Hauptkörperbereichs **102**, der größer als 28 mm ist, nicht dem Industriestandard entspricht.

[0190] Wie in den **Fig. 3** und **Fig. 4** dargestellt weist bei einem Ausführungsbeispiel der Erfindung jede Endkappe **3** ein elektrisch isolierendes Rohr **302**, ein wärmeleitfähiges Element **303**, das über das elektrisch isolierende Rohr **302** gesetzt ist, und zwei hohle leitfähige Stifte **301** auf, die an dem elektrisch isolierenden Rohr **302** angeordnet sind. Das wärmeisolierende Element **303** kann ein Metallring sein, der rohrförmig ausgebildet ist.

[0191] Wie in **Fig. 5** dargestellt erstreckt sich bei einem Ausführungsbeispiel ein Ende des wärmeleitfähigen Elements **303** von dem elektrisch leitenden Rohr **302** der Endkappe **3** weg und in Richtung eines Endes der Lampenröhre **1**, und ist mit dem Ende der Lampenröhre **1** unter Verwendung eines Heißschmelzklebers **6** haftend verbunden. Auf diese Weise erstreckt sich die Endkappe **3** mittels des wärmeleitfähigen Elements **303** zum Übergangsbereich **103** der Lampenröhre **1**. Das wärmeleitfähige Element **303** und der Übergangsbereich **103** sind eng miteinander verbunden, so dass der Heißschmelzkleber **6** nicht aus der Endkappe **3** überläuft und auf dem Hauptkörperbereich **102** verbleibt, wenn der Heißschmelzkleber **6** zum Verbinden des wärmeleitfähigen Elements **303** und der Lampenröhre **1** verwendet wird. Darüber hinaus weist das der Lampenröhre **1** zugewandte elektrisch isolierende Rohr **302** kein Ende auf, das sich zu dem Übergangsbereich **103** erstreckt, und es existiert ein Spalt zwischen dem elektrisch isolierenden Rohr **302** und dem Übergangsbereich **103**. Bei einem Ausführungsbeispiel ist das elektrisch isolierende Rohr **302** nicht darauf be-

schränkt, aus Kunststoff oder Keramik hergestellt zu sein, sondern es kann jedes Material verwendet werden, das kein guter elektrischer Leiter ist.

[0192] Der Heißschmelzkleber **6** ist eine Zusammensetzung, die ein sogenanntes, allgemein bekanntes "Schweißschlammpulver" enthält, und bei einigen Ausführungsbeispielen einen oder mehrere der Bestandteile Phenolharz 2127#, Schellack, Kolophonium, Kalziumkarbonatpulver, Zinkoxid und Ethanol aufweist. Kolophonium ist ein Verdickungsmittel, das die Eigenschaft hat, in Ethanol löslich zu sein, jedoch nicht in Wasser. Bei einem Ausführungsbeispiel kann ein Kolophonium enthaltender Heißschmelzkleber **6** expandiert werden, um seinen physikalischen Zustand zusätzlich zur intrinsischen Viskosität zu verändern, so dass er sich verfestigt, wenn er auf eine hohe Temperatur erwärmt wird. Daher können die Endkappe **3** und die Lampenröhre **1** unter Verwendung des Heißschmelzklebers eng miteinander verklebt werden, um eine automatische Herstellung der LED-Röhrenlampen zu verwirklichen. Bei einem Ausführungsbeispiel kann der Heißschmelzkleber **6** expansiv sein und fließen und sich schließlich nach dem Abkühlen verfestigen. Bei diesem Ausführungsbeispiel dehnt sich das Volumen des Heißschmelzklebers **6** auf das 1,3-fache der ursprünglichen Größe aus, wenn er von Raumtemperatur auf 200 bis 250 Grad Celsius erwärmt wird. Der Heißschmelzkleber **6** ist nicht auf die hier genannten Materialien beschränkt. Alternativ kann ein Material für den Heißschmelzkleber **6** verwendet werden, das sich unmittelbar verfestigt, wenn es auf eine vorbestimmte Temperatur erwärmt wird. Der Heißschmelzkleber **6**, der in den jeweiligen Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung vorgesehen ist, ist im Hinblick auf durch die Wärme der Stromzufuhr verursachte hohe Temperaturen in den Endkappen **3** beständig. Daher können die Lampenröhre **1** und die Endkappen **3** aneinander angebracht werden, ohne die Zuverlässigkeit der LED-Röhrenlampe zu verringern.

[0193] Ferner ist ein Aufnahmeraum zwischen der Innenfläche des wärmeleitfähigen Elements **303** und der Außenfläche der Lampenröhre **1** ausgebildet, um den Heißschmelzkleber **6** aufzunehmen, wie dies durch die gestrichelte Linie B in **Fig. 5** angedeutet ist. Mit anderen Worten: Der Heißschmelzkleber **6** ist in den Aufnahmeraum an einer Stelle eingefüllt, an welcher eine erste hypothetische Ebene (wie durch die gestrichelte Linie B in **Fig. 5** angegeben) durch das wärmeleitfähige Element, den Heißschmelzkleber **6** und die Außenfläche der Lampenröhre **1** verläuft. Der Heißschmelzkleber **6** kann eine Dicke von 0,2 mm bis 0,5 mm aufweisen. Der Heißschmelzkleber **6** ist expansiv, um sich zu verfestigen, und steht mit der Lampenröhre **1** und der Endkappe **3** in Verbindung, um beide miteinander zu verbinden. Der Übergangsbereich **103** bewirkt einen Höhenunterschied zwischen dem hinteren Endbereich **101** und dem Hauptkörper-

bereich **102**, um das Überlaufen des Heißschmelzklebers **6** auf den Hauptkörperbereich **102** zu verhindern, und erspart somit für das Entfernen des übergelaufenen Klebers erforderliche Arbeitskraft und erhöht die Produktivität der LED-Röhrenlampe. Der Heißschmelzkleber **6** wird erwärmt, indem er Wärme von dem wärmeleitfähigen Element **303** aufnimmt, an welches Strom von einer externen Heizeinrichtung angelegt wird, und er sich ausdehnt und sich schließlich nach dem Abkühlen verfestigt, so dass die Endkappen **3** haftend mit der Lampenröhre **1** verbunden sind.

[0194] Wie in **Fig. 5** dargestellt weist bei einem Ausführungsbeispiel das elektrisch isolierende Rohr **302** der Endkappe **3** ein erstes rohrförmiges Teil **302a** und ein zweites rohrförmiges Teil **302b** auf, die in axialer Richtung der Lampenröhre **1** miteinander verbunden sind. Der Außendurchmesser des zweiten rohrförmigen Teils **302b** ist kleiner als der Außendurchmesser des ersten rohrförmigen Teils **302a**. Bei einigen Ausführungsbeispielen beträgt der Außendurchmesserunterschied zwischen dem ersten rohrförmigen Teil **302a** und dem zweiten rohrförmigen Teil **302b** zwischen ungefähr 0,15 mm und ungefähr 0,30 mm. Das wärmeleitende Element **303** ist auf die Außenumfangsfläche des zweiten rohrförmigen Teils **302b** aufgesetzt. Die Außenfläche des wärmeleitenden Elements **303** ist komplanar oder im Wesentlichen bündig mit der Außenumfangsfläche des ersten rohrförmigen Teils **302a**. Mit anderen Worten: Das wärmeleitfähige Element **303** und das erste rohrförmige Teil **302a** weisen von einem zum anderen Ende im Wesentlichen gleichförmige Außendurchmesser auf. Folglich ist die gesamte Endkappe **3**, und somit die gesamte LED-Röhrenlampe, im Hinblick auf das äußere Erscheinungsbild glatt, und beide weisen eine im Wesentlichen gleichmäßige rohrförmige Außenfläche auf, so dass die Belastung der gesamten LED-Röhrenlampe während des Transports ebenfalls gleichmäßig ist. Bei einem Ausführungsbeispiel beträgt das Verhältnis zwischen der Länge des wärmeleitenden Elements **303** in axialer Richtung der Endkappe **3** und der axialen Länge des elektrisch isolierenden Rohres **302** zwischen ungefähr 1:2,5 und ungefähr 1:5.

[0195] Bei einem Ausführungsbeispiel ist aus Gründen der sicheren Haftverbindung zwischen der Endkappe **3** und der Lampenröhre **1** das zweite rohrförmige Teil **302b** zumindest teilweise um die Lampenröhre **1** angeordnet, und der Aufnahmeraum weist ferner einen Raum auf, der von der Innenfläche des zweiten rohrförmigen Teils **302b** und der Außenfläche des hinteren Endbereichs **101** der Lampenröhre **1** umgeben ist. Der Heißschmelzkleber **6** ist zumindest teilweise in einen Überlappungsbereich (der in **Fig. 5** durch die gestrichelte Linie "A" dargestellt ist) zwischen der Innenfläche des zweiten rohrförmigen Teils **302b** und der Außenfläche des hinteren Endbe-

reichs **101** der Lampenröhre **1** eingefüllt. Anders ausgedrückt: Der Heißschmelzkleber **6** ist in den Aufnahmeraum an einer Stelle eingefüllt, an welcher sich eine zweite hypothetische Ebene (in **Fig. 5** durch die Linie A dargestellt), die senkrecht zur axialen Richtung der Lampenröhre **1** verläuft, durch das wärmeleitfähige Element **303**, das zweite rohrförmige Teil **302b**, den Heißschmelzkleber **6** und den hinteren Endbereich **101** erstreckt.

[0196] Der Heißschmelzkleber **6** muss nicht notwendigerweise den Aufnahmeraum vollständig ausfüllen, wie in **Fig. 5** dargestellt, insbesondere, wenn ein Spalt zwischen dem wärmeleitfähigen Element **303** und dem zweiten rohrförmigen Teil **302b** reserviert oder ausgebildet ist. Anders ausgedrückt: Der Heißschmelzkleber **6** kann den Aufnahmeraum nur teilweise füllend vorgesehen sein. Während der Herstellung der LED-Röhrenlampe kann die Menge des aufgebrauchten und zwischen dem wärmeleitenden Element **303** und dem hinteren Endbereich **101** eingebrachten Heißschmelzklebers **6** in geeigneter Weise erhöht werden, so dass im nachfolgenden Erwärmungsverfahren der Heißschmelzkleber **6** zur Ausdehnung gebracht werden kann und zwischen das zweite rohrförmige Teil **302b** und den hinteren Endbereich **101** fließt, und sich nach dem Abkühlen verfestigt, um das zweite rohrförmige Teil **302b** und den hinteren Endbereich **102** miteinander zu verbinden.

[0197] Während der Herstellung der LED-Röhrenlampe wird der hintere Endbereich **101** der Lampenröhre **1** in eine der Endkappen **3** eingesetzt. Die axiale Länge des eingesetzten Teils des hinteren Endbereichs **101** der Lampenröhre **1** macht etwa ein Drittel (1/3) bis zwei Drittel (2/3) der gesamten axialen Länge des wärmeleitfähigen Elements **303** aus. Ein Vorteil liegt darin, dass ausreichend Kriechdistanz zwischen den hohlen leitfähigen Stiften **301** und dem wärmeleitfähigen Element **303** besteht, und somit kann nicht leicht ein Kurzschluss entstehen, der Personen einen gefährlichen elektrischen Schlag versetzen könnte. Andererseits ist die Kriechdistanz zwischen den hohlen leitfähigen Stiften **301** und dem wärmeleitfähigen Element **303** durch den elektrisch isolierenden Effekt des elektrisch isolierenden Rohres **302** vergrößert, und somit kann ein Hochspannungstest leicht bestanden werden, ohne Menschen einen elektrischen Schlag zu versetzen.

[0198] Ferner kann das Vorhandensein des zweiten rohrförmigen Teils **302b**, das zwischen dem Heißschmelzkleber **6** und dem wärmeleitfähigen Element **303** angeordnet ist, die von dem wärmeleitfähigen Element **303** an den Heißschmelzkleber **6** übertragene Wärme verringern. Um dieses Problem zu lösen, ist, wie für ein Ausführungsbeispiel in **Fig. 4** dargestellt, das Ende des zweiten rohrförmigen Teils **302b**, welches der Lampenröhre **1** zugewandt ist (d. h. von dem ersten rohrförmigen Teil **302a** abge-

wandt ist), umfangsmäßig mit mehreren Einkerbungen **302c** versehen. Diese Einkerbungen **302c** helfen dabei, die Kontaktfläche zwischen dem wärmeleitfähigen Element **303** und dem Heißschmelzkleber **6** zu vergrößern, und bewirken somit eine schnelle Wärmeleitung von dem wärmeleitfähigen Element **303** zum Heißschmelzkleber **6**, um so die Verfestigung des Heißschmelzklebers **6** zu beschleunigen. Ferner isoliert der Heißschmelzkleber **6** das wärmeleitfähige Element **303** und die Lampenröhre **1**, so dass ein Benutzer keinen elektrischen Schlag erleidet, wenn er das mit einer defekten Lampenröhre **1** verbundene wärmeleitfähige Element **303** berührt.

[0199] Das wärmeleitfähige Element **303** kann aus verschiedenen wärmeleitfähigen Materialien bestehen. Das wärmeleitfähige Element **303** kann ein Metallblech aus beispielsweise einer Aluminiumlegierung sein. Das wärmeleitfähige Element **303** umschließt das zweite rohrförmige Teil **302b** und kann rohrförmig oder ringförmig sein. Das elektrisch isolierende Rohr **302** kann aus einem elektrisch isolierenden Material bestehen, jedoch kann es bei einigen Ausführungsbeispielen eine geringe Wärmeleitfähigkeit aufweisen, so dass die Wärme daran gehindert wird, das Stromversorgungsmodul zu erreichen, das in der Endkappe **3** angeordnet ist, und so die Leistung des Stromversorgungsmoduls negativ zu beeinflussen. Bei einem Ausführungsbeispiel ist das elektrisch isolierende Rohr **302** ein Kunststoffrohr.

[0200] Alternativ kann das wärmeleitfähige Element **303** durch mehrere Metallplatten gebildet sein, die in Umfangsrichtung an dem rohrförmigen Teil **302b** entweder äquidistant oder nicht-äquidistant voneinander beabstandet angeordnet sind.

[0201] Die Endkappe **3** kann mit einer anderen Art von Strukturen ausgebildet sein oder andere Elemente aufweisen. Wie in **Fig. 6** dargestellt, weist die Endkappe **3** nach einem weiteren Ausführungsbeispiel ferner ein magnetisches Metallelement **9** in dem elektrisch isolierenden Rohr **302** auf, wobei jedoch das wärmeleitfähige Element **303** wegfällt. Das magnetische Metallelement **9** ist fest auf der Innenumfangsfläche des elektrisch isolierenden Rohres **302** angeordnet, und daher zwischen dem elektrisch isolierenden Rohr **302** und der Lampenröhre **1** derart angeordnet, dass das magnetische Metallelement **9** in radialer Richtung teilweise mit der Lampenröhre **1** überlappend angeordnet ist. Bei diesem Ausführungsbeispiel befindet sich das gesamte magnetische Metallelement **9** in dem elektrisch isolierenden Rohr **302**, und der Heißschmelzkleber **6** ist auf der Innenfläche des magnetischen Metallelements **9** (der Fläche des magnetischen Metallelements **9**, welche der Lampenröhre **1** zugewandt ist) aufgebracht und haftend mit der Außenumfangsfläche der Lampenröhre **1** verbunden. Bei einigen Ausführungsbeispielen bedeckt der Heißschmelzkleber **6** die gesamte Innenflä-

che des magnetischen Metallelements **9**, um die Klebefläche zu vergrößern und die Stabilität der Haftung zu verbessern.

[0202] Wie in **Fig. 7** dargestellt wird bei der Herstellung der LED-Röhrenlampe nach diesem Ausführungsbeispiel das elektrisch isolierende Rohr **302** in eine externe Heizvorrichtung eingesetzt, die bei einigen Ausführungsbeispielen eine Induktionsspule **11** ist, so dass die Induktionsspule **11** und das magnetische Metallelement **9** einander in der radialen Erstreckungsrichtung des elektrisch isolierenden Rohres **302** gegenüber (oder benachbart) angeordnet sind. Die Induktionsspule **11** wird bestromt und erzeugt ein elektromagnetisches Feld, und das elektromagnetische Feld veranlasst das magnetische Metallelement **9** dazu, einen elektrischen Strom zu erzeugen und sich zu erwärmen. Die von dem magnetischen Metallelement **9** kommende Wärme wird an den Heißschmelzkleber **6** übertragen, um den Heißschmelzkleber **6** auszudehnen und fließen zu lassen und sich anschließend nach dem Abkühlen zu verfestigen, wodurch die Verbindung der Endkappe **3** und der Lampenröhre **1** erreicht werden kann. Die Induktionsspule **11** kann aus Rotkupfer bestehen und durch Metalldrähte mit einer Breite von beispielsweise ungefähr 5 mm bis ungefähr 6 mm zu einer kreisrunden Spule mit einem Durchmesser zwischen ungefähr 30 mm und ungefähr 35 mm geformt sein, wobei dieser geringfügig größer als der Außendurchmesser der Endkappe **3** ist. Da die Endkappe **3** und die Lampenröhre **3** gleiche Außendurchmesser haben können, kann sich der Außendurchmesser in Abhängigkeit von dem Außendurchmesser der Lampenröhre **1** ändern, und daher kann der Außendurchmesser der verwendeten Induktionsspule **11** je nach Art der verwendeten Lampenröhre **1** verändert werden. Beispielsweise betragen die Außendurchmesser der Lampenröhre für T12, T10, T8, T5, T4 und T2 38,1 mm, 31,8 mm, 25,4 mm, 16 mm, 12,7 mm bzw. 6,4 mm.

[0203] Ferner kann die Induktionsspule **11** mit einer Leistungsverstärkungseinheit versehen sein, um die Wechselstromleistung auf das 1- bis 2-fache der ursprünglichen Leistung zu erhöhen. Es ist vorteilhaft, wenn die Induktionsspule **11** und das elektrisch isolierende Rohr **302** koaxial ausgerichtet sind, um die Energieübertragung gleichmäßiger zu machen. Bei einigen Ausführungsbeispielen ist der Abweichungswert zwischen den Achsen der Induktionsspule **11** und dem elektrisch isolierenden Rohr **302** nicht größer als ungefähr 0,05 mm. Wenn der Verbundvorgang abgeschlossen ist, werden die Endkappe **3** und die Lampenröhre **1** von der Induktionsspule weg bewegt. Der Heißschmelzkleber **6** absorbiert die Energie, um sich auszudehnen und zu fließen und sich nach dem Abkühlen zu verfestigen. Bei einem Ausführungsbeispiel kann das magnetische Metallelement **9** auf eine Temperatur von ungefähr 250 bis 300 Grad Celsius erwärmt werden; der Heißschmelzkleber **6** kann auf

eine Temperatur von 200 bis 250 Grad Celsius erwärmt werden. Das Material des Heißschmelzklebers unterliegt hierbei keiner Beschränkung, und ein Material, das es dem Heißschmelzkleber ermöglicht, sich beim Absorbieren von Wärmeenergie sofort zu verfestigen, kann ebenfalls verwendet werden.

[0204] Bei einem Ausführungsbeispiel kann die Induktionsspule **11** in ihrer Position fixiert sein, um das Bewegen der Endkappe **3** und der Lampenröhre **1** in die Induktionsspule **11** zu ermöglichen, so dass der Heißschmelzkleber **6** erwärmt wird, um sich auszudehnen und zu fließen und sich anschließend nach dem Abkühlen zu verfestigen, wenn die Endkappe **3** wieder von der Induktionsspule **11** weg bewegt wird. Alternativ können die Endkappe **3** und die Lampenröhre **1** in ihrer Position fixiert sein, um ein Bewegen der Induktionsspule **11** zu ermöglichen, so dass sie die Endkappe **3** derart umschließt, dass der Heißschmelzkleber **6** erwärmt wird, um sich auszudehnen und zu fließen und sich anschließend nach dem Abkühlen zu verfestigen, wenn die Induktionsspule **11** wieder von der Endkappe **3** wegbewegt wird. Bei einem Ausführungsbeispiel ist die externe Heizeinrichtung zum Erwärmen des magnetischen Metallelements **9** mit mehreren Vorrichtungen versehen, welche den Induktionsspulen **11** gleich sind, und die externe Heizvorrichtung bewegt sich während des Heizvorgangs relativ zur Endkappe **3** und der Lampenröhre **1**. Die Länge der Lampenröhre **1** ist jedoch weit größer als die Länge der Endkappe **3** und kann bei einigen speziellen Geräten bis über ungefähr 240 cm betragen, und dies kann eine schlechte Verbindung zwischen der Endkappe **3** und der Lampenröhre **1** während des Vorgangs verursachen, wobei die Lampenröhre **1** zusammen mit der Endkappe **3** relativ weit hinten in die Induktionsspule **11** eintritt oder aus dieser austritt und, wie zuvor erwähnt, auch in Bezug auf die Richtung, wenn ein Positionierungsfehler vorliegt.

[0205] Wie in Fig. 44 dargestellt ist eine externe Heizvorrichtung **110** mit mehreren Sätzen von unteren und oberen halbkreisförmigen Halteeinrichtungen **11a** vorgesehen, um den gleichen Heizeffekt zu erzielen, der mittels den Induktionsspulen **11** erreicht wird. Auf diese Weise kann die zuvor erwähnte Gefahr einer Beschädigung durch die Relativbewegung in der Vorwärts-/Rückwärtsrichtung verringert werden. Die oberen und unteren halbkreisförmigen Halteeinrichtungen **11a** weisen jeweils eine halbkreisförmige Spule auf, die durch das Wickeln eines Metalldrahts von ungefähr 5 mm bis ungefähr 6 mm Breite gebildet sind. Die Kombination der oberen und der unteren halbkreisförmigen Halteeinrichtungen bildet einen Ring mit einem Durchmesser von ungefähr 30 mm bis ungefähr 35 mm, und die inneren halbkreisförmigen Spulen bilden einen geschlossenen Kreis, um wie erwähnt die Induktionsspule **11** zu bilden. Bei diesem Ausführungsbeispiel bewegen sich

die Endkappe **3** und die Lampenröhre **1** nicht relativ in Vorwärts- und Rückwärtsrichtung, sondern rollen in die Vertiefung der unteren halbkreisförmigen Halteeinrichtung. Insbesondere rollt eine Endkappe **3** zusammen mit einer Lampenröhre **1** zunächst auf einer Produktionslinie, und anschließend rollt die Endkappe **3** in die Vertiefung einer unteren halbkreisförmigen Halteeinrichtung und anschließend werden die oberen und die unteren halbkreisförmigen Halteeinrichtungen zur Bildung eines geschlossenen Kreises zusammengeführt, und die Halteeinrichtungen werden gelöst, wenn das Erwärmen abgeschlossen ist. Dieses Verfahren verringert die Anforderungen an eine hochpräzise Positionierung und das Ausstoßproblem bei der Produktion.

[0206] Wie in Fig. 6 dargestellt ist das elektrisch isolierende Rohr **302** ferner in zwei Teile geteilt, nämlich ein erstes rohrförmiges Teil **302d** und ein zweites rohrförmiges Teil **302e**, d. h. das verbleibende Teil. Um eine bessere Abstützung des magnetischen Metallelements **9** zu bewirken, ist der Innendurchmesser des ersten rohrförmigen Teils **302d** für das Stützen des magnetischen Metallelements **9** größer als der Innendurchmesser des zweiten rohrförmigen Teils **302e**, welches nicht das magnetische Metallelement **9** aufweist, und es ist eine gestufte Struktur an der Verbindung des ersten rohrförmigen Teils **302d** und des zweiten rohrförmigen Teils **302e** ausgebildet. Auf diese Weise ist ein Ende des magnetischen Metallelements **9** in axialer Richtung gesehen in Anlage an der gestuften Struktur, so dass die gesamte Innenfläche der Endkappe glatte und eben ist. Darüber hinaus kann das magnetische Metallelement **9** verschiedene Formen aufweisen, beispielsweise eine bahnartige oder rohrförmige Struktur, die in Umfangsrichtung angeordnet ist, oder dergleichen, wobei das magnetische Metallelement **9** koaxial mit dem elektrisch isolierenden Rohr **302** angeordnet ist.

[0207] Wie in den Fig. 8 und Fig. 9 dargestellt kann das elektrisch isolierende Rohr mit einem Stützbereich **313** auf der Innenfläche des elektrisch isolierenden Rohres **302** ausgebildet sein, der sich derart nach innen erstreckt, dass das magnetische Metallelement **9** in einigen Ausführungsbeispielen axial an dem oberen Rand des Stützbereichs **313** anliegt. Bei einigen Ausführungsbeispielen beträgt die Dicke des Stützbereichs **313** in radialer Richtung des elektrisch isolierenden Rohres **302** zwischen 1 mm und 2 mm. Das elektrisch isolierende Rohr **302** kann ferner mit einem sich nach innen erstreckenden, vorstehenden Bereich **310** auf der Innenfläche des elektrisch isolierenden Rohres **302** ausgebildet sein, so dass das magnetische Metallelement **9** radial an dem Seitenrand des vorstehenden Bereichs **310** anliegt, und die Außenfläche des magnetischen Metallelements **9** und die Innenfläche des elektrisch isolierenden Rohres **302** sind unter Belassung eines Spalts voneinander beabstandet. Die Dicke des vorstehenden Be-

reichs **310** in radialer Richtung des elektrisch isolierenden Rohres **302** ist geringer als die Dicke des Stützbereichs **313** in radialer Richtung des elektrisch isolierenden Rohres **302** und beträgt bei einem Ausführungsbeispiel zwischen ungefähr 0,2 mm und ungefähr 1 mm.

[0208] Wie in **Fig. 9** dargestellt sind der vorstehende Bereich **310** und der Stützbereich in axialer Richtung verbunden, und das magnetische Metallelement **9** liegt axial an dem oberen Rand des Stützbereichs **313** an, wobei es radial an dem Seitenrand des vorstehenden Bereichs **310** derart anliegt, dass zumindest ein Teil des vorstehenden Bereichs **310** zwischen dem magnetischen Metallelement **9** und dem elektrisch isolierenden Rohr **302** liegt. Der vorstehende Bereich **310** kann in Umfangsrichtung des elektrisch isolierenden Rohres **302** mit kreisrunder Form angeordnet sein. Alternativ kann der vorstehende Bereich **310** in Form mehrerer Vorsprünge, die auf der Innenfläche des elektrisch isolierenden Rohres angeordnet sind, ausgebildet sein. Die Vorsprünge können äquidistant oder nicht-äquidistant entlang der Innenumfangsfläche des elektrisch isolierenden Rohres **302** ausgebildet sein, solange die Außenfläche des magnetischen Metallelements **9** und die Innenfläche des elektrisch isolierenden Rohres **302** in einem Mindestkontakt stehen und gleichzeitig den Heißschmelzkleber **6** halten. Bei anderen Ausführungsbeispielen wäre für eine vollständig aus Metall bestehende Endkappe **3** ein unter dem hohlen leitfähigen Stift angeordneter Isolator erforderlich, um der Hochspannung standzuhalten.

[0209] Wie in **Fig. 10** dargestellt kann das magnetische Metallelement **9** bei einem Ausführungsbeispiel mindestens eine oder mehrere kreisrunde Öffnungen **91** aufweisen. Die Öffnungen **91** können jedoch beispielsweise auch oval, quadratisch, sternförmig etc. sein, solange die Kontaktfläche zwischen dem magnetischen Metallelement **9** und der Innenumfangsfläche des elektrisch isolierenden Rohres **302** verringert und die Funktion des magnetischen Metallelements **9** zum Erwärmen des Heißschmelzklebers **6** durchgeführt werden kann. Bei einigen Ausführungsbeispielen nehmen die Öffnungen **91** ungefähr 10% bis ungefähr 50% der Fläche des magnetischen Metallelements **9** ein. Die Öffnungen **91** können äquidistant oder nicht äquidistant umfangsmäßig an dem magnetischen Metallelement **9** angeordnet sein.

[0210] Wie in **Fig. 11** dargestellt weist das magnetische Metallelement **9** bei anderen Ausführungsbeispielen eine Vertiefung/Prägung **93** an der Oberfläche auf, die dem elektrisch isolierenden Rohr **302** zugewandt ist. Die Prägung steht von der Innenfläche des magnetischen Metallelements **9** erhaben vor, während die Vertiefung unterhalb der Innenfläche des magnetischen Metallelements **9** eingetieft ist. Die Vertiefung/Prägung verringert die Kontaktfläche zwi-

schen der Innenumfangsfläche des elektrisch isolierenden Rohres **302** und der Außenfläche des magnetischen Metallelements **9**, während die Funktion des Schmelzens und des Aushärtens des Heißschmelzklebers **6** beibehalten ist. Zusammenfassend kann die Oberfläche des magnetischen Metallelements **9** mit Öffnungen, Vertiefungen oder Prägungen oder einer beliebigen Kombination derselben ausgebildet sein, um das Ziel der Verringerung der Kontaktfläche zwischen der Innenumfangsfläche des elektrisch isolierenden Rohres **302** und der Außenfläche des magnetischen Metallelements **9** zu erreichen. Gleichzeitig sollte die feste Haftverbindung zwischen dem magnetischen Metallelement **9** und der Lampenröhre **1** sichergestellt sein, um das Erwärmen und das Verfestigen des Heißschmelzklebers **6** zu erreichen.

[0211] Wie in **Fig. 12** dargestellt ist bei einem Ausführungsbeispiel das magnetische Metallelement **9** ein kreisförmiger Ring. Wie in **Fig. 13** dargestellt ist bei einem anderen Ausführungsbeispiel das magnetische Metallelement **9** ein nicht kreisrunder Ring wie beispielsweise, ohne darauf beschränkt zu sein, ein ovaler Ring. Wenn das magnetische Metallelement **9** ein ovaler Ring ist, ist die kurze Achse des ovalen Rings geringfügig größer als der Außendurchmesser des Endbereichs der Lampenröhre **1**, so dass die Kontaktfläche der Innenumfangsfläche des elektrisch isolierenden Rohres **3** und der Außenfläche des magnetischen Metallelements **9** verringert und die Funktion des Schmelzens und Aushärtens des Heißschmelzklebers **6** dennoch korrekt durchführbar ist. Beispielsweise kann die Innenfläche des elektrisch isolierenden Rohres **302** mit einem Stützbereich **313** ausgebildet sein, und das nicht ringförmige magnetische Metallelement **9** sitzt auf dem Stützbereich **313**. Somit kann die Kontaktfläche zwischen der Außenfläche des magnetischen Metallelements **9** und der Innenfläche des elektrisch isolierenden Rohres **302** verringert werden, während die Funktion des Verfestigens des Heißschmelzklebers **6** durchgeführt werden kann. Bei anderen Ausführungsbeispielen kann das magnetische Metallelement **9** auf der Außenfläche der Endkappe **3** angeordnet sein, um das wärmeleitfähige Element **303** zu ersetzen, wie in **Fig. 5** dargestellt, und um die Funktion des Erwärmens und Verfestigens des Heißschmelzklebers **6** durch elektromagnetische Induktion durchzuführen.

[0212] Wie in den **Fig. 45** bis **Fig. 47** dargestellt kann das magnetische Metallelement **9** bei anderen Ausführungsbeispielen entfallen. Stattdessen weist der Heißschmelzkleber **6** bei einigen Ausführungsbeispielen einen vorbestimmten Anteil an hochpermeablen Pulvern **65** mit einer relativen Permeabilität zwischen beispielsweise ungefähr 10^2 und ungefähr 10^6 auf. Die Pulver können als Ersatz für die Calcitpulver dienen, die ursprünglich in dem Heißschmelzkleber **6** enthalten sind, und bei bestimmten Ausführungsbeispielen beträgt das Volumenverhält-

nis zwischen den hochpermeablen Pulvern **65** und den Calcitpulvern ungefähr 1:1–1:3. Bei einigen Ausführungsbeispielen handelt es sich bei dem Material der hochpermeablen Pulver **65** um Eisen, Nickel, Kobalt, Legierungen derselben oder eine beliebige Kombination derselben handeln; der Gewichtsprozentanteil der hochpermeablen Pulver **65** in Bezug auf den Heißschmelzkleber beträgt ungefähr 10% bis ungefähr 50%; und/oder die Pulver können eine mittlere Partikelgröße von ungefähr 1 bis ungefähr 30 Mikrometer aufweisen. Ein derartiger Heißschmelzkleber **6** ermöglicht das Aneinanderhaften der Endkappe **3** und der Lampenröhre **1** und das Bestehen eines Zerstörungstests, eines Drehmomenttests und eines Biegetests. Allgemein ausgedrückt liegt der Biegeteststandard für die Endkappe der LED-Röhrenlampe bei mehr als 5 Newtonmeter (Nt-m), während der Drehmomentteststandard bei mehr als 1,5 Newtonmeter (Nt-m) liegt. Bei einem Ausführungsbeispiel, bei welchem das Verhältnis der hochpermeablen Pulver **65** zu dem Heißschmelzkleber **6** und der Magnetfluss angewendet wurden, bestehen die Endkappe **3** und das Ende der Lampenröhre **1**, die unter Verwendung des Heißschmelzklebers **6** verbunden wurden, einen Drehmomenttest mit 1,5 bis 5 Newtonmetern (Nt-m) und einen Biegetest mit 5 bis 10 Newtonmetern (Nt-m). Zuerst wird die Induktionsspule **11** eingeschaltet und ein Laden der gleichmäßig in dem Heißschmelzkleber **6** verteilten hochpermeablen Pulver ermöglicht, und anschließend wird ein Erwärmen des Heißschmelzklebers **6** zum Ausdehnen desselben und ein Fließen desselben und danach ein Verfestigen nach dem Abkühlen ermöglicht. Auf diese Weise wird das Ziel des haftenden Verbindens der Endkappe **3** mit der Lampenröhre **1** erreicht.

[0213] Wie in den **Fig. 45** bis **Fig. 47** dargestellt können die hochpermeablen Pulver **65** auf unterschiedliche Weise in dem Heißschmelzkleber **6** verteilt sein. Wie in **Fig. 45** dargestellt weisen die hochpermeablen Pulver eine mittlere Partikelgröße von ungefähr 1 bis ungefähr 5 Mikrometer auf und sind gleichmäßig in dem Heißschmelzkleber **6** verteilt. Wenn ein derartiger Heißschmelzkleber **6** auf der Innenfläche der Endkappe **3** aufgebracht ist, können die hochpermeablen Pulver, obwohl sie aufgrund der gleichmäßigen Verteilung keinen geschlossenen Ring bilden können, dennoch aufgrund magnetischer Hysterese in dem elektromagnetischen Feld erwärmt werden, um den Heißschmelzkleber **6** zu erwärmen. Wie in **Fig. 46** dargestellt weisen die hochpermeablen Pulver **65** eine mittlere Partikelgröße von ungefähr 1 bis ungefähr 5 Mikrometer auf, und sie sind in dem Heißschmelzkleber **6** zufällig verteilt. Wenn ein derartiger Heißschmelzkleber **6** auf der Innenfläche der Endkappe **3** aufgebracht ist, bilden die hochpermeablen Pulver **65** aufgrund der zufälligen Anordnung einen geschlossenen Ring; sie können aufgrund magnetischer Hysterese oder des geschlossenen Rings in dem elektromagnetischen Feld erwärmt werden,

um den Heißschmelzkleber **6** zu erwärmen. Wie in **Fig. 47** dargestellt weisen die hochpermeablen Pulver **65** eine mittlere Partikelgröße von ungefähr 5 bis ungefähr 30 Mikrometer auf, und sie sind in dem Heißschmelzkleber **6** zufällig verteilt. Wenn ein derartiger Heißschmelzkleber **6** auf der Innenfläche der Endkappe **3** aufgebracht ist, bilden die hochpermeablen Pulver **65** aufgrund der zufälligen Anordnung einen geschlossenen Ring; sie können aufgrund magnetischer Hysterese oder des geschlossenen Rings in dem elektromagnetischen Feld erwärmt werden, um den Heißschmelzkleber **6** zu erwärmen. Je nach der gewählten Partikelgröße, der Verteilungsdichte und der Art der Verteilung der hochpermeablen Pulver **65** und des auf die Endkappe **3** aufgebrachten elektromagnetischen Flusses, kann die Heiztemperatur des Heißschmelzklebers **6** entsprechend geregelt werden. Bei einem Ausführungsbeispiel fließt der Heißschmelzkleber **6** und verfestigt sich nach dem Abkühlen von einer Temperatur von 200 bis 250 Grad Celsius. Bei einem anderen Ausführungsbeispiel verfestigt sich der Heißschmelzkleber **6** unmittelbar bei einer Temperatur von ungefähr 200 bis ungefähr 250 Grad Celsius.

[0214] Wie in den **Fig. 14** und **Fig. 39** dargestellt weist bei einem Ausführungsbeispiel eine Endkappe **3** mit einem Stift **312** an einem Ende auf, wobei das obere Ende des Stifts **312** mit einer Öffnung versehen ist, die eine Rille **314** mit einer Tiefe von beispielsweise $0,1 \pm 1\%$ am Umfang derselben aufweist, um einen Leiter **53** zu positionieren, wie in **Fig. 39** dargestellt. Der Leiter **53** erstreckt sich durch die Öffnung in der Oberseite des Stifts **312** und weist ein Ende auf, das zur Anordnung in der Rille **314** gebogen ist. Danach bedeckt eine leitfähige Metallkappe **311** den Stift **312**, so dass der Leiter **53** zwischen dem Stift **312** und der leitfähigen Metallkappe **311** fixiert ist. Bei einigen Ausführungsbeispielen beträgt der Innendurchmesser der leitfähigen Metallkappe **311** $7,56 \text{ mm} \pm 5\%$, der Außendurchmesser des Stifts **312** beträgt $7,23 \text{ mm} \pm 5\%$, und der Außendurchmesser des Leiters **53** beträgt $0,5 \text{ mm} \pm 1\%$. Dennoch sind die genannten Größen nicht hierauf beschränkt, solange die leitfähige Metallkappe **311** den Stift **312** dicht abdeckt, ohne zusätzlichen Kleber zu verwenden, und somit die elektrische Verbindung zwischen der Stromversorgung **5** und der leitfähigen Metallkappe **311** hergestellt ist.

[0215] Wie in den **Fig. 2**, **Fig. 3**, **Fig. 12** und **Fig. 13** dargestellt kann die Endkappe **3** bei einem Ausführungsbeispiel Öffnungen **304** aufweisen, um durch die Stromversorgungsmodule in der Endkappe **3** erzeugte Wärme abzuleiten, so dass ein Hochtemperaturzustand in der Endkappe **3** verhindert wird, der die Zuverlässigkeit verringern kann. Bei einigen Ausführungsbeispielen weisen die Öffnungen die Form eines Bogens, insbesondere die Form dreier Bögen von unterschiedlicher Größe auf. Bei einem Ausfüh-

rungsbeispiel liegen die Bögen als 3 Bögen mit graduell variierender Größe vor. Die Öffnungen in der Endkappe **3** können eine beliebige der genannten Formen oder eine beliebige Kombination derselben aufweisen.

[0216] Bei anderen Ausführungsbeispielen ist die Endkappe **3** mit einer (nicht dargestellten) Fassung zum Installieren des Stromversorgungsmoduls.

[0217] Wie in **Fig. 17** dargestellt weist die Lampenröhre **1** bei einem Ausführungsbeispiel ferner einen Diffusionsfilm **13** auf, der auf der Innenwand derselben aufgebracht und mit dieser verbondet ist, so dass das von den LED-Lichtquellen **202** ausgegebene oder emittierte Licht durch den Diffusionsfilm **13** gestreut wird und sodann durch die Lampenröhre **1** hindurchgeht. Der Diffusionsfilm **13** kann in verschiedenen Arten ausgebildet sein, beispielsweise als eine Beschichtung auf der Innenwand oder der Außenwand der Lampenröhre **1**, oder als (nicht dargestellte) Diffusionsbeschichtungsschicht, die auf der Oberfläche jeder LED-Lichtquelle **202** aufgebracht ist, oder als separate Membran, welche die LED-Lichtquelle **202** bedeckt.

[0218] Erneut Bezug nehmend auf **Fig. 17** bedeckt der Diffusionsfilm **13**, wenn er in Form einer Bahn vorliegt, die LED-Lichtquellen **202**, ohne mit diesen in Kontakt zu sein. Der Diffusionsfilm **13** in Form einer Bahn wird üblicherweise als optische Diffusionsbahn oder -platte bezeichnet, und ist üblicherweise ein Verbundwerkstoff, bei welchem Diffusionspartikel in Polystyrol (PS), Polymethylmethacrylat (PMMA), Polyethylenterephthalat (PET) und/oder Polycarbonat (PC) und/oder eine beliebige Kombination derselben miteinander vermischt sind. Das einen solchen Verbundstoff passierende Licht wird gestreut, um sich in einen weiten Raumbereich auszubreiten, wie beispielsweise von einer ebenen Quelle emittiertes Licht, und vergleichmäßig so die Helligkeit der LED-Röhrenlampe.

[0219] Bei einem alternativen Ausführungsbeispiel liegt der Diffusionsfilm **13** in Form einer optischen Diffusionsbeschichtung vor, die aus einem der folgenden Stoffe Calciumcarbonat, Halogencalciumphosphat und Aluminiumoxid oder einer beliebigen Kombination derselben gebildet ist. Wenn die optische Diffusionsbeschichtung aus einem Calciumcarbonat mit geeigneter Lösung hergestellt ist, können ein ausgezeichneter Lichtdiffusionseffekt und eine Durchlässigkeit über 90% erzielt werden. Ferner kann der Diffusionsfilm **13** in Form einer optischen Diffusionsbeschichtung auf einer Außenfläche des hinteren Endbereichs **101**, auf welcher der Heißschmelzkleber **6** vorgesehen ist, aufgebracht sein, um einen erhöhten Reibungswiderstand zwischen der Endkappe **3** und dem hinteren Endbereich **101** zu bewirken. Im Vergleich mit einem Beispiel ohne jede optische Diffusi-

onsbeschichtung ist der hintere Endbereich **101** mit dem Diffusionsfilm **13** vorteilhaft, um ein zufälliges Lösen der Endkappe **3** von der Lampenröhre **1** zu verhindern.

[0220] Bei dem Ausführungsbeispiel weist die Zusammensetzung des Diffusionsfilms **13** in Form der optischen Diffusionsbeschichtung Calciumcarbonat, Strontiumphosphat (beispielsweise CMS-5000, weißes Pulver), Verdickungsmittel und eine keramische Aktivkohle (beispielsweise keramische Aktivkohle SW-C, bei welcher es sich um eine farblose Flüssigkeit handelt) auf. Insbesondere weist eine derartige optische Diffusionsbeschichtung auf der Innenumfangsfläche der Glasröhre eine durchschnittliche Dicke zwischen ungefähr 20 bis ungefähr 30 μm auf. Die Lichtdurchlässigkeit des Diffusionsfilms **13**, der diese optische Diffusionsbeschichtung aufweist, beträgt ungefähr 90%. Allgemein gesagt liegt die Lichtdurchlässigkeit des Diffusionsfilms **13** zwischen 85% und 95%. Darüber hinaus kann dieser Diffusionsfilm **13** auch eine elektrische Isolierung bewirken, um die Gefahr eines elektrischen Schlages für einen Benutzer zu verringern, wenn die Lampenröhre **1** zerbricht. Ferner schafft der Diffusionsfilm **13** eine verbesserte Gleichmäßigkeit bei der Verteilung der Beleuchtung durch das von den LED-Lichtquellen **202** ausgegebene Licht, so dass das Licht die Rückseite der Lichtquellen **202** und die Seitenränder der biegbaren Schaltungsbahn beleuchten kann, um die Bildung dunkler Bereiche in der Lampenröhre **1** zu vermeiden, und den Beleuchtungskomfort zu verbessern. Bei einem anderen möglichen Ausführungsbeispiel kann die Lichtdurchlässigkeit des Diffusionsfilms 92% bis 94% betragen, während die Dicke zwischen ungefähr 200 bis ungefähr 300 μm beträgt.

[0221] Bei einem anderen Ausführungsbeispiel kann die optische Diffusionsbeschichtung auch aus einer Mischung bestehen, die eine Substanz auf Calciumcarbonat-Basis, einige reflektierende Substanzen wie Strontiumphosphat oder Bariumsulfat, ein Verdickungsmittel, keramische Aktivkohle und entionisiertes Wasser aufweist. Die Mischung wird auf die Innenumfangsfläche der Glasröhre aufgetragen und weist eine durchschnittliche Dicke zwischen ungefähr 20 und ungefähr 30 μm auf. In Anbetracht der Diffusionsphänomene unter mikroskopischen Aspekten, wird Licht von Partikeln reflektiert. Die Partikelgröße der reflektierenden Substanz wie Strontiumphosphat oder Bariumsulfat ist erheblich größer als die Partikelgröße des Calciumcarbonats. Das Hinzufügen einer geringen Menge an reflektierender Substanz zu der optischen Diffusionsbeschichtung kann den Lichtdiffusionseffekt verstärken.

[0222] Bei anderen Ausführungsbeispielen können Halogen-Calciumphosphat oder Aluminiumoxid ebenfalls als das Hauptmaterial zur Bildung des Diffusionsfilms **13** dienen. Die Partikelgröße des Cal-

ciumcarbonats beträgt ungefähr 2 bis 4 μm , während die Partikelgröße des Halogen-Calciumphosphats und des Aluminiumoxids ungefähr 4 bis 6 μm bzw. 1 bis 2 μm beträgt. Wenn eine Lichtdurchlässigkeit von 85% bis 92% erforderlich ist, während die erforderliche durchschnittliche Dicke der optischen Diffusionsbeschichtung, die hauptsächlich Halogen-Calciumphosphat aufweist, ungefähr 25 bis ungefähr 35 μm beträgt, kann die erforderliche durchschnittliche Dicke der optischen Diffusionsbeschichtung, die hauptsächlich Aluminiumoxid aufweist, ungefähr 10 bis ungefähr 15 μm betragen. Wenn jedoch die erforderliche Lichtdurchlässigkeit bis zu 92% und sogar höher liegt, muss die optische Diffusionsschicht, welche Calciumcarbonat, Halogen-Calciumphosphat oder Aluminiumoxid aufweist, dünner sein.

[0223] Das Hauptmaterial und die entsprechende Dicke der optischen Diffusionsschicht können je nach dem Ort, an dem die Lampenröhre **1** verwendet wird, und der erforderlichen Lichtdurchlässigkeit gewählt werden. Es sei darauf hingewiesen, dass der körnige visuelle Effekt der Lichtquellen umso größer ist, desto höher die erforderliche Lichtdurchlässigkeit des Diffusionsfilms ist.

[0224] Wie in **Fig. 17** dargestellt kann die Innenumfangsfläche der Lampenröhre **1** auch mit einem reflektierenden Film **12** versehen oder verbondet sein. Der reflektierende Film **12** ist um die LED-Lichtquellen **202** vorgesehen und nimmt einen Bereich einer Fläche der Innenumfangsfläche der Lampenröhre **1** ein, der entlang der Umfangsrichtung derselben angeordnet ist. Wie in **Fig. 17** dargestellt ist der reflektierende Film **12** auf zwei Seiten der LED-Lichtleiste **2** in Umfangsrichtung der Lampenröhre **1** angeordnet. Die LED-Lichtleiste **2** befindet sich im Wesentlichen in einer mittigen Position der Lampenröhre **1** und zwischen den beiden reflektierenden Filmen **12**. Der reflektierende Film dient für eine Person, welche die Lampenröhre von der Seite aus betrachtet (in X-Richtung in **Fig. 17**), dazu, die LED-Lichtquellen **202** zu blockieren, so dass die Person die LED-Lichtquellen **202** nicht direkt sieht, wodurch der visuelle Körnigkeitseffekt verringert wird. Andererseits erleichtert die Tatsache, dass das von den LED-Lichtquellen **202** emittierte Licht von dem reflektierenden Film **12** reflektiert wird, die Regelung des Divergenzwinkels der LED-Röhrenlampe, so dass mehr Licht in Richtungen abgestrahlt wird als bei nicht vorhandenem reflektierendem Film **12**, so dass die LED-Röhrenlampe eine höhere Energieeffizienz hat, während sie die gleiche Beleuchtungsleistung liefert.

[0225] Insbesondere ist der reflektierende Film **12** auf der Innenumfangsfläche der Lampenröhre **1** vorgesehen, und weist eine Öffnung **12a** auf, die zum Aufnehmen der LED-Lichtleiste **2** ausgebildet ist. Die Größe der Öffnung **12a** ist gleich oder geringfügig größer als die Größe der LED-Lichtleiste **2**. Während

der Montage werden die LED-Lichtquellen **202** auf die LED-Lichtleiste **2** (eine biegbare Schaltungsbahn) montiert, die auf der Innenfläche der Lampenröhre **1** vorgesehen ist, und anschließend wird der reflektierende Film **12** haftend an der Innenfläche der Lampenröhre **1** angebracht, so dass die Öffnung **12a** des reflektierenden Films **12** der LED-Lichtleiste **2** eins zu eins entspricht und die LED-Lichtleiste **2** zur Außenseite des reflektierenden Films **12** hin freiliegt.

[0226] Bei einem Ausführungsbeispiel ist der Reflexionsgrad des reflektierenden Films **12** für die höchste Effektivität im Allgemeinen zumindest höher als 85%, bei einigen Ausführungsbeispielen höher als 90%, und bei einigen Ausführungsbeispielen höher als 95%. Bei einem Ausführungsbeispiel erstreckt sich der reflektierende Film **12** in Umfangsrichtung entlang der Länge der Lampenröhre **1**, wobei er ungefähr 30% bis 59% der Innenumfangsfläche der Lampenröhre **1** einnimmt. Anders ausgedrückt: Das Verhältnis der Umfangslänge des reflektierenden Films **12** entlang der Innenumfangsfläche der Lampenröhre **1** zu der Umfangslänge der Lampenröhre **1** beträgt ungefähr 0,3 bis 0,5. Bei dem in **Fig. 17** dargestellten Ausführungsbeispiel ist der reflektierende Film **12** im Wesentlichen in der Mitte entlang der Umfangsrichtung der Lampenröhre **1** angeordnet, so dass die beiden einzelnen Bereiche oder Abschnitte des reflektierenden Films **12**, die auf den beiden Seiten der LED-Lichtleiste **2** angeordnet sind, im Wesentlichen die gleiche Fläche aufweisen. Der reflektierende Film **12** kann aus PET mit einigen reflektierenden Materialien wie Strontiumphosphat oder Bariumphosphat oder einer beliebigen Kombination derselben hergestellt sein, wobei die Dicke zwischen ungefähr 140 μm und ungefähr 350 μm oder, für einen bevorzugteren Effekt bei einigen Ausführungsbeispielen, zwischen ungefähr 150 μm und ungefähr 220 μm beträgt. Wie in **Fig. 18** dargestellt kann bei anderen Ausführungsbeispielen der reflektierende Film **12** in Umfangsrichtung der Lampenröhre **1** auf nur einer Seite der LED-Lichtleiste **2** vorgesehen sein, wobei er denselben Prozentsatz der Innenfläche der Lampenröhre **1** einnimmt (beispielsweise 15% bis 25% auf einer Seite). Alternativ kann der reflektierende Film **12** wie in den **Fig. 19** und **Fig. 20** dargestellt ohne eine Öffnung versehen sein, und der reflektierende Film **12** ist direkt auf der Innenfläche der Lampenröhre **1** aufgeklebt oder befestigt, wobei danach die LED-Lichtleiste **2** auf dem reflektierenden Film **12** derart angebracht oder befestigt wird, dass der reflektierende Film **12** auf einer oder zwei Seiten der LED-Lichtleiste **2** positioniert ist.

[0227] Bei den vorgenannten Ausführungsbeispielen können verschiedene Arten des reflektierenden Films **12** und des Diffusionsfilms **13** angepasst werden, um optische Effekte einschließlich Einfachreflexion, Einfachdiffusion, und/oder kombinierter Reflexion/Diffusion zu erzielen. Beispielsweise kann die

Lampenröhre **1** mit nur dem reflektierenden Film **12** versehen sein, und es ist kein Diffusionsfilm **13** in der Lampenröhre **1** angeordnet, wie in den **Fig. 19**, **Fig. 20** und **Fig. 21** dargestellt.

[0228] Bei anderen Ausführungsbeispielen kann die Breite der LED-Lichtleiste **2** (in Umfangsrichtung der Lampenröhre) erweitert werden, so dass sie eine Umfangsfläche der Innenumfangsfläche der Lampenröhre **1** einnimmt. Da die LED-Lichtleiste **2** auf ihrer Oberfläche eine Schaltungsschutzschicht aus einer Tinte aufweist, die Licht reflektieren kann, wirkt der verbreiterte Teil der LED-Lichtleiste **2** wie für den reflektierenden Film **12** zuvor beschrieben. Bei einigen Ausführungsbeispielen beträgt das Verhältnis der Länge der LED-Lichtleiste **2** in der Umfangsrichtung zur Umfangsrichtung der Lampenröhre **1** ungefähr 0,2 bis 0,5. Das von den Lichtquellen emittierte Licht kann durch Reflexion von dem verbreiterten Teil der LED-Lichtleiste **2** konzentriert werden.

[0229] Bei anderen Ausführungsbeispielen kann die Innenfläche der aus Glas bestehenden Lampenröhre vollständig mit der optischen Diffusionsbeschichtung oder teilweise mit der optischen Diffusionsbeschichtung versehen sein (wo der reflektierende Film **12** aufgebracht ist, ist keine optische Diffusionsbeschichtung vorgesehen). Ungeachtet der Beschichtungsweise ist es besser, wenn die optische Diffusionsbeschichtung auf der Außenfläche des hinteren Endbereichs der Lampenröhre **1** aufgebracht wird, um die Endkappe **3** fest mit der Lampenröhre **1** zu verbinden.

[0230] Bei der vorliegenden Erfindung kann das emittierte Licht durch den genannten Diffusionsfilm, den reflektierenden Film, eine andere Art von bahnförmiger Diffusionsschicht, Klebefilm oder einer beliebigen Kombination derselben verarbeitet werden.

[0231] Erneut Bezug nehmend auf die **Fig. 2** weist die LED-Röhrenlampe gemäß dem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ferner eine Klebebahn **4**, eine isolierende Klebebahn **7** und eine optische Klebebahn **8** auf. Die LED-Lichtleiste **2** ist durch die Klebebahn **4** an einer Innenumfangsfläche der Lampenröhre **1** befestigt. Die Klebebahn **4** kann in Form mehrerer kurzer Stücke oder eines langen Stücks vorliegen. Verschiedene Arten der Klebebahn **4**, der isolierenden Klebebahn **7** und der optischen Klebebahn **8** können kombiniert werden, um verschiedene Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung auszubilden.

[0232] Die isolierende Klebebahn **7** ist auf der Fläche der LED-Lichtleiste **2** aufgebracht, die den LED-Lichtquellen **202** zugewandt ist, so dass die LED-Lichtleiste **2** nicht frei liegt und somit gegenüber der äußeren Umgebung elektrisch isoliert ist. Bei der Verwendung der isolierenden Klebebahn **7** sind mehrere

Durchgangslöcher **71** in der isolierenden Klebebahn **7** vorgesehen, um die LED-Lichtquellen **202** entsprechend aufzunehmen, so dass die LED-Lichtquellen **202** in den Durchgangslöchern **71** angebracht sind. Die Materialzusammensetzung der isolierenden Klebebahn **7** weist Vinylsilikon, Hydrogenpolysiloxan und Aluminiumoxid auf. Die isolierende Klebebahn **7** weist eine Dicke zwischen ungefähr 100 µm bis ungefähr 140 µm (Mikrometer) auf. Eine isolierende Klebebahn **7** mit einer Dicke unter 100 µm erzeugt üblicherweise keinen ausreichenden Isoliereffekt, während eine isolierende Klebebahn **7** mit einer Dicke von mehr als 140 µm zu Materialverschwendung führen kann.

[0233] Die optische Klebebahn **8**, bei welcher es sich um ein klares oder transparentes Material handelt, ist auf der Oberfläche der LED-Lichtquellen **202** aufgelegt oder aufgebracht, um eine optimale Lichtdurchlässigkeit zu gewährleisten. Nach dem Aufbringen auf die LED-Lichtquellen **202** kann die optische Klebebahn **8** eine körnige, streifenartige oder bahnartige Form aufweisen. Die Leistung der optischen Klebebahn **8** hängt von deren Brechungsindex und Dicke ab. Der Brechungsindex der optischen Klebebahn **8** beträgt bei einigen Ausführungsbeispielen zwischen 1,22 und 1,6. Bei einigen Ausführungsbeispielen ist es besser, wenn die optische Klebebahn **8** einen Brechungsindex aufweist, welcher der Quadratwurzel aus dem Brechungsindex des Gehäuses oder der Verkleidung der LED-Lichtquellen **202**, oder der Quadratwurzel aus dem Brechungsindex des Gehäuses oder der Verkleidung der LED-Lichtquellen **202** plus oder minus 15% entspricht, um zu einer besseren Lichtdurchlässigkeit beizutragen. Das Gehäuse/die Verkleidung der LED-Lichtquellen **202** ist eine Struktur zur Aufnahme und zum Tragen der LED-Dies (oder Chips), wie beispielsweise ein LED-Leiterrahmen **202b** wie in **Fig. 37** dargestellt. Der Brechungsindex der optischen Klebebahn **8** kann zwischen 1,225 und 1,253 liegen. Bei einigen Ausführungsbeispielen kann die Dicke der optischen Klebebahn **8** zwischen 1,1 und 1,3 mm betragen. Eine optische Klebebahn **8** mit einer Dicke von weniger als 1,1 mm ist möglicherweise nicht geeignet, die LED-Lichtquellen **202** abzudecken, während eine optische Klebebahn **8** mit einer Dicke von mehr als 1,3 mm die Lichtdurchlässigkeit verringern und die Materialkosten erhöhen kann.

[0234] Bei dem Vorgang des Anbringens der LED-Lichtquellen an der LED-Lichtleiste wird zuerst die optische Klebebahn **8** auf den LED-Lichtquellen **202** aufgebracht, wonach die isolierende Klebebahn **7** auf einer Seite der LED-Lichtleiste **2** aufgebracht wird; anschließend werden die LED-Lichtquellen **202** an der LED-Lichtleiste **2** befestigt oder montiert; die andere Seite der LED-Lichtleiste **2**, die der Befestigungsseite der LED-Lichtquellen **202** gegenüberliegt, wird mittels der Klebebahn **4** an der Innenfläche der

Lampenröhre **1** haftend angebracht und befestigt; schließlich wird die Endkappe **3** an dem Endbereich der Lampenröhre **1** angebracht, und die LED-Lichtquellen **202** und die Stromversorgung **5** werden über die LED-Lichtleiste **2** miteinander verbunden. Wie in **Fig. 22** dargestellt erstreckt sich die biegbare Schaltungsbahn **2** durch den Übergangsbereich **103** um mit der Stromversorgung **5** verlötet oder auf traditionelle Weise drahtverbondet zu werden, und danach wird die Endkappe **3**, welche die in **Fig. 3** oder **Fig. 4** oder **Fig. 6** dargestellte Struktur aufweist, haftend an dem verstärkten Übergangsbereich **103** mittels in **Fig. 5** bzw. **Fig. 7** dargestellten Verfahren angebracht, um eine fertige LED-Röhrenlampe zu bilden.

[0235] Bei diesem Ausführungsbeispiel ist die LED-Lichtleiste **2** durch die Klebebahn **4** an einer Innenumfangsfläche der Lampenröhre **1** angebracht, um den Beleuchtungswinkel der LED-Röhrenlampe zu vergrößern und den Betrachtungswinkel auf mehr als 330 Grad zu erweitern. Durch das Anbringen der isolierenden Klebebahn **7** und der optischen Klebebahn **8** wird die elektrische Isolierung der gesamten Lichtleiste **2** erreicht, so dass kein elektrischer Schlag auftritt, selbst wenn die Lampenröhre **1** zerbrochen ist, und somit ist die Sicherheit verbessert.

[0236] Ferner kann die Innenumfangsfläche oder die Außenumfangsfläche der aus Glas bestehenden Lampenröhre **1** mit einem (nicht dargestellten) Klebefilm bedeckt oder beschichtet sein, um die Innenseite von der Außenseite der aus Glas bestehenden Lampenröhre **1** zu isolieren, wenn die aus Glas bestehende Lampenröhre **1** zerbrochen ist. Bei diesem Ausführungsbeispiel ist der Klebefilm auf die Innenumfangsfläche der Lampenröhre **1** aufgebracht. Das Material des Klebefilms weist Methylvinylsilikonöl, Hydrosilikonöl, Xylol und Calciumcarbonat auf, wobei Xylol als Hilfsmaterial verwendet wird. Das Xylol verflüchtigt sich und wird entfernt, wenn sich der aufgebraute Klebefilm auf der Innenfläche der Lampenröhre **1** verfestigt oder härtet. Das Xylol dient hauptsächlich dazu, die Haftfähigkeit einzustellen und somit die Dicke des aufgebrauten Klebefilms zu regeln.

[0237] Bei einem Ausführungsbeispiel beträgt die Dicke des aufgebrauten Klebefilms in einigen Ausführungsformen zwischen ungefähr 100 und ungefähr 140 Mikrometer (μm). Ein Klebefilm mit einer Dicke von weniger als 100 Mikrometer hat möglicherweise eine unzureichende Bruchfestigkeitswirkung für die Glasröhre, und die Glasröhre kann somit springen oder brechen. Ein Klebefilm mit einer Dicke von mehr als 140 Mikrometer kann die Lichtdurchlässigkeit verringern und ebenfalls die Materialkosten erhöhen. Die Dicke des aufgebrauten Klebefilms kann zwischen ungefähr 10 und ungefähr 800 Mikrometer (μm) betragen, wenn keine strikten Anfor-

derungen an die Bruchfestigkeit und die Lichtdurchlässigkeit gestellt werden.

[0238] Bei diesem Ausführungsbeispiel ist die Innenumfangsfläche oder die Außenumfangsfläche der aus Glas bestehenden Lampenröhre **1** mit einem Klebefilm versehen, so dass die zerbrochenen Teile an dem Klebefilm haften, wenn die aus Glas bestehende Lampe zerbrochen ist. Daher erfolgt kein Durchdringen der Lampenröhre **1** unter Bildung eines durchgehenden Lochs, welches die Innenseite und die Außenseite der Lampenröhre **1** verbindet, wodurch zur Vermeidung von Stromschlägen verhindert ist, dass ein Benutzer ein geladenes Objekt innerhalb der Lampenröhre **1** berührt. Darüber hinaus ist der Klebefilm in der Lage, Licht zu streuen, und er ermöglicht den Durchgang des Lichts, so dass die Lichtgleichmäßigkeit und die Lichtdurchlässigkeit der gesamten LED-Röhrenlampe zunimmt. Der Klebefilm kann in Kombination mit der Klebebahn, der isolierenden Klebebahn **7** und der optischen Klebebahn **8** verwendet werden, um verschiedene Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung zu bilden. Da die LED-Lichtleiste **2** als biegbare Schaltungsbahn ausgebildet ist, ist kein aufgebrauter Klebefilm erforderlich.

[0239] Ferner kann die LED-Lichtleiste **2** eine langgestreckte Aluminiumplatte, eine FR4-Platine, oder eine biegbare Schaltungsbahn sein. Wenn die Lampenröhre **1** aus Glas besteht, führt die Verwendung einer starren Aluminiumplatte oder einer FR4-Platine dazu, dass eine beispielsweise in zwei Teile gebrochene Lampenröhre eine gerade Form beibehält, so dass ein Benutzer den falschen Eindruck gewinnen kann, dass die LED-Röhrenlampe noch verwendbar und voll funktionsfähig ist, und er kann bei der Handhabung oder Installation der LED-Röhrenlampe leicht einen elektrischen Schlag erleiden. Durch die zusätzliche Flexibilität und Biegsamkeit des flexiblen Substrats der LED-Lichtleiste **2**, wird das Problem, das durch die Aluminiumplatte, die FR4-Platine oder eine herkömmliche 3-lagige flexible Platine mit unzureichender Flexibilität und Biegsamkeit verursacht wird, gelöst. Bei einigen Ausführungsbeispielen wird eine biegbare Schaltungsbahn als LED-Lichtleiste **2** verwendet, da eine derartige LED-Lichtleiste **2** nicht ermöglicht, dass eine gerissene oder gebrochene Lampenröhre eine gerade Form beibehält, und somit dem Benutzer unmittelbar die Disfunktionalität der LED-Röhrenlampe anzeigt und einen möglichen elektrischen Schlag vermeidet. Im Folgenden wird die als LED-Lichtleiste **2** verwendete biegbare Schaltungsbahn näher beschrieben.

[0240] Wie in **Fig. 23** dargestellt weist die LED-Lichtleiste **2** bei einem Ausführungsbeispiel eine biegbare Schaltungsbahn mit einer leitfähigen Verdrahtungsschicht **2a** und einer dielektrischen Schicht **2b** auf, welche gestapelt angeordnet sind, wobei die Ver-

drahtungsschicht **2a** und die dielektrische Schicht **2b** die gleiche Flächengröße aufweisen. Die LED-Lichtquelle **202** ist auf einer Fläche der Verdrahtungsschicht **2a** angeordnet, die dielektrische Schicht **2b** ist auf der anderen Fläche der Verdrahtungsschicht **2a**, die von den LED-Lichtquellen **202** abgewandt ist, angeordnet. Die Verdrahtungsschicht **2a** ist elektrisch mit der Stromversorgung **5** verbunden, um Gleichstromsignale (DC) zu leiten. Die von der Verdrahtungsschicht **2a** abgewandte Fläche der dielektrischen Schicht **2b** wiederum ist mittels der Klebebahn **4** an der Innenumfangsfläche der Lampenröhre **1** befestigt. Die Verdrahtungsschicht **2a** kann eine Metallschicht oder eine Stromversorgungsschicht, die Drähte, beispielsweise Kupferdrähte aufweist, sein.

[0241] Bei einem anderen Ausführungsbeispiel kann die Außenfläche der Verdrahtungsschicht **2a** oder der dielektrischen Schicht **2b** mit einer Schaltungsschutzschicht aus einer Tinte bedeckt sein, deren Funktion der Widerstand gegen Lötens und das Erhöhen des Reflexionsgrades ist. Alternativ kann die dielektrische Schicht entfallen und die Verdrahtungsschicht kann direkt mit der Innenumfangsfläche der Lampenröhre verbondet werden, und die Außenfläche der Verdrahtungsschicht **2a** ist mit der Schaltungsschutzschicht beschichtet. Die Schaltungsschutzschicht kann verwendet werden, gleichgültig, ob die Verdrahtungsschicht **2a** eine ein- oder zweilagige Struktur aufweist. Die Schaltungsschutzschicht kann auf lediglich einer Seite/Fläche der LED-Lichtleiste **2** angeordnet sein, beispielsweise auf der Fläche, welche die LED-Lichtquelle **202** aufweist. Bei einigen Ausführungsbeispielen ist die biegbare Schaltungsbahn eine einlagige Struktur aus lediglich einer Verdrahtungsschicht **2a** oder eine zweilagige Struktur aus einer Verdrahtungsschicht **2a** und einer dielektrischen Schicht **2b**, und sie ist somit biegsamer oder flexibler zu rollen als die herkömmliche dreilagige Struktur (eine dielektrische Schicht zwischen zwei Verdrahtungsschichten). Infolgedessen kann die biegbare Schaltungsbahn der LED-Lichtleiste **2** in einer Lampenröhre mit kundenspezifischer Form oder nicht-rohrförmiger Form eingesetzt und passend an der Innenfläche der Lampenröhre angebracht werden. Die eng an der Innenfläche der Lampenröhre angebrachte biegbare Schaltungsbahn ist in einigen Fällen bevorzugt. Darüber hinaus verbessert die Verwendung von weniger Schichten der biegbaren Schaltungsbahn die Wärmeableitung und verringert die Materialkosten.

[0242] Jedoch ist die biegsame Schaltungsbahn nicht darauf beschränkt, einlagig oder zweilagig zu sein; bei anderen Ausführungsbeispielen kann die biegsame Schaltungsbahn mehrere Lagen der Verdrahtungsschicht **2a** und mehrere Lagen der dielektrischen Schicht **2b** aufweisen, wobei die dielektrischen Schichten **2b** und die Verdrahtungsschichten **2a** jeweils aufeinanderfolgend in versetzter Weise gesta-

pelt sind. Diese gestapelten Lagen sind von der Fläche der äußersten Verdrahtungsschicht **2a** entfernt, auf welcher die LED-Lichtquelle **202** vorgesehen ist und mit der Stromversorgung **5** verbunden ist. Darüber hinaus ist die Länge der biegbaren Schaltungsbahn größer als die Länge der Lampenröhre.

[0243] Wie in Fig. 48 dargestellt weist bei einem Ausführungsbeispiel die LED-Lichtleiste **2** eine biegbare Schaltungsbahn auf, die aufeinanderfolgend eine erste Verdrahtungsschicht **2a**, eine dielektrische Schicht **2b** und eine zweite Verdrahtungsschicht **2c** aufweist. Die Dicke der zweiten Verdrahtungsschicht **2c** ist größer als diejenige der ersten Verdrahtungsschicht **2a**, und die Länge der LED-Lichtleiste **2** ist größer als diejenige der Lampenröhre **1**. Der Endbereich der Lichtleiste **2**, der sich über den Endbereich der Lampenröhre **1** ohne darauf vorgesehene Lichtquelle **202** hinaus erstreckt, ist mit zwei separaten Durchgangslöchern **201** und **204** versehen, um jeweils die erste Verdrahtungsschicht **2a** und die zweite Verdrahtungsschicht **2c** elektrisch miteinander zu verbinden. Die Durchgangslöcher **203** und **204** stehen nicht miteinander in Verbindung, um Kurzschlüsse zu vermeiden.

[0244] Auf diese Weise ermöglicht die größere Dicke der zweiten Verdrahtungsschicht **2c**, dass die zweite Verdrahtungsschicht **2c** die erste Verdrahtungsschicht **2a** und die dielektrische Schicht **2b** trägt, und gleichzeitig ist das Befestigen der LED-Lichtleiste **2** an der Innenumfangsfläche ohne Gefahr eines Verschiebens oder Verformens ermöglicht, so dass der Produktausstoß verbessert werden kann. Darüber hinaus sind die erste Verdrahtungsschicht **2a** und die zweite Verdrahtungsschicht **2c** elektrisch miteinander verbunden, so dass das Schaltungslayout der ersten Verdrahtungsschicht **2a** nach unten zur zweiten Verdrahtungsschicht **2c** erweitert werden kann, um das Schaltungslayout der gesamten LED-Lichtleiste **2** zu erreichen. Da ferner die Fläche für das Schaltungslayout zweilagig wird, kann die Fläche jeder einzelnen Schicht und daher die Breite der LED-Lichtleiste **2** verringert werden, so dass mehr LED-Lichtleisten **2** in eine Produktionslinie eingesetzt werden können, um die Produktivität zu steigern.

[0245] Ferner können die erste Verdrahtungsschicht **2a** und die zweite Verdrahtungsschicht **2c** des Endbereichs der Lichtleiste **2**, der sich über den Endbereich der Lampenröhre **1** ohne darauf vorgesehene Lichtquelle **202** hinaus erstreckt, dazu verwendet werden, das Schaltungslayout eines Stromversorgungsmoduls zu bilden, so dass das Stromversorgungsmodul direkt auf der biegbaren Schaltungsbahn der LED-Lichtleiste **2** angeordnet werden kann.

[0246] Wie in der Fig. 2 dargestellt weist die LED-Lichtleiste **2** bei einem Ausführungsbeispiel mehrere daran angebrachte LED-Lichtquellen **202** auf, und die

Endkappe **3** weist eine darin installierte Stromversorgung **5** auf. Die LED-Lichtquellen **202** und die Stromversorgung **5** sind durch die LED-Lichtleiste **2** elektrisch verbunden. Die Stromversorgung **5** kann eine einzelne integrierte Einheit (d. h. sämtliche Stromversorgungskomponenten sind in einer Moduleinheit integriert) sein, die in einer Endkappe **3** installiert ist. Alternativ kann die Stromversorgung **5** in zwei separate Einheiten geteilt sein (d. h. sämtliche Komponenten der Stromversorgung sind in zwei Teile geteilt), die in zwei Endkappen **3** installiert sind. Wenn nur ein Ende der Lampenröhre **1** durch ein Glastempverfahren verstärkt ist, kann es vorteilhaft sein, die Stromversorgung **5** als eine einzelne integrierte Einheit auszubilden und in der Endkappe **3** zu installieren, welche dem verstärkten Ende der Lampenröhre **1** entspricht.

[0247] Die Stromversorgung **5** kann auf verschiedene Arten hergestellt werden. Beispielsweise kann die Stromversorgung **5** ein Kapselungskörper sein, der durch Spritzgießen eines Silicagels mit hoher Wärmeleitfähigkeit von mehr als $0,7\text{w/m}\cdot\text{k}$ gebildet ist. Diese Art von Stromversorgung weist die Vorteile einer guten elektrischen Isolierung, einer guten Wärmeableitung und einer regelmäßigen Form auf, die zu anderen Komponenten in einer Anordnung passt. Alternativ kann die Stromversorgung **5** in den Endkappen eine Platine mit Komponenten sein, die direkt mittels einer herkömmlichen Warmschrumpfhülle freigelegt oder verpackt sind. Die Stromversorgung nach einigen Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung kann eine einzelne Platine, die mit einem Stromversorgungsmodul versehen ist, wie in **Fig. 23** gezeigt, oder eine einzelne integrierte Einheit sein, wie in **Fig. 38** dargestellt.

[0248] Wie in den **Fig. 2** und **Fig. 38** dargestellt ist die Stromversorgung **5** bei einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung mit einem Stecker **51** an einem Ende und einem Metallstift **52** am anderen Ende versehen, wobei ein Ende der LED-Lichtleiste **2** entsprechend mit einer Steckerbuchse **201** versehen ist, und die Endkappe **3** mit einem hohlen leitfähigen Stift **301** versehen ist, der zur Verbindung mit einer externen Stromquelle vorgesehen ist. Insbesondere ist der Stecker **51** passend in die Steckerbuchse **201** der LED-Lichtleiste **2** eingesteckt, während die Metallstifte **52** passend in die hohlen leitfähigen Stifte **201** der Endkappe **3** eingesteckt sind. Der Stecker **51** und die Steckerbuchse **201** dienen als Verbinder zwischen der Stromversorgung **5** und der LED-Lichtleiste **2**. Beim Einführen des Metallstifts **502** wird der hohle leitfähige Stift **301** mit einem externen Stanzwerkzeug gestanzt, um geringfügig verformt zu werden, so dass der Metallstift **502** der Stromversorgung **5** in dem hohlen leitfähigen Stift **301** befestigt und mit diesem elektrisch verbunden ist. Wird die elektrische Energie eingeschaltet, fließt der elektrische Strom nacheinander durch den hohlen leitfähigen Stift **301**, den Metallstift **502**, den Ste-

cker **501** und die Steckerbuchse **201**, um an der LED-Lichtleiste **2** anzukommen und zu den LED-Lichtquellen **202** zu gelangen. Jedoch ist die Stromversorgung **5** gemäß der vorliegenden Erfindung nicht auf den in **Fig. 38** dargestellten modularen Typ beschränkt. Die Stromversorgung kann eine Platine sein, die mit einem Stromversorgungsmodul versehen ist und elektrisch mit der LED-Lichtleiste **2** über die Kombination aus dem vorgenannten Stecker **51** und der Steckerbuchse **52** verbunden ist.

[0249] Bei einem anderen Ausführungsbeispiel kann anstelle des Steckers **51** und der Steckerbuchse **52** eine traditionelle Drahtverbondungstechnik verwendet werden, um jede Art der Stromversorgung **5** und die LED-Lichtleiste **2** miteinander zu verbinden. Ferner können die Drähte mit einer elektrisch isolierenden Hülse umwickelt sein, um einen Benutzer vor einem elektrischen Schlag zu schützen. Die verbondeten Drähte neigen jedoch leicht zum Brechen während des Transports und können daher Qualitätsprobleme verursachen.

[0250] Bei weiteren Ausführungsbeispielen kann die Verbindung zwischen der Stromversorgung **5** und der LED-Lichtleiste **2** durch Zinnlötten, Vernietung oder Schweißen erreicht werden. Eine Art der Befestigung der LED-Lichtleiste **2** ist es, die Klebebahn **4** auf einer Seite derselben zu befestigen und die LED-Lichtleiste **2** an der Innenfläche der Lampenröhre **1** durch die Klebebahn **4** haftend anzubringen. Zwei Enden der LED-Lichtleiste **2** können entweder an der Innenfläche der Lampenröhre **1** befestigt oder von dieser gelöst sein.

[0251] Wenn zwei Enden der LED-Lichtleiste **2** an der Innenfläche der Lampenröhre **1** angebracht sind, kann es vorteilhaft sein, wenn die biegbare Schaltungsbahn der LED-Lichtleiste **2** mit der Steckerbuchse **201** versehen ist und die Stromversorgung mit dem Stecker **51** versehen ist, um die Verbindung zwischen der LED-Lichtleiste **2** und der Stromversorgung **5** herzustellen. In diesem Fall wird der Stecker **51** der Stromversorgung **5** in die Steckerbuchse **201** eingesetzt, um die elektrische Verbindung herzustellen.

[0252] Wenn zwei Enden der LED-Lichtleiste **2** von der Innenfläche der Lampenröhre gelöst sind und die LED-Lichtleiste **2** mit der Stromversorgung **5** durch Drahtverbonden verbunden ist, ist jede Bewegung während des anschließenden Transports geeignet, ein Brechen der verbondeten Drähte zu bewirken. Eine bevorzugte Option für die Verbindung zwischen der LED-Lichtleiste **2** und der Stromversorgung **5** könnte daher Lötten sein. Bezugnehmend auf **Fig. 22** sind im Einzelnen die Enden der LED-Lichtleiste **2**, welche die biegbare Schaltungsbahn aufweist, so angeordnet, dass sie sich über den verstärkten Übergangsbereich **103** erstrecken und unmittelbar mit ei-

nem Ausgangsanschluss der Stromversorgung **5** verlötet werden, so dass die Produktqualität ohne Verwendung von Drähten verbessert wird. Auf diese Weise sind die Steckerbuchse **201** und der Stecker **51**, die jeweils für die LED-Lichtleiste **2** und die Stromversorgung **5** vorgesehen sind, nicht mehr erforderlich.

[0253] Wie in **Fig. 24** dargestellt kann ein Ausgangsanschluss der Platine der Stromversorgung **5** Lötinseln "a" aufweisen, die mit einer Menge Lötzinn in einer Dicke versehen sind, die ausreicht, um später eine Lötverbindung zu bilden. Entsprechend können die Enden der LED-Lichtleiste **2** Lötinseln "b" aufweisen. Die Lötinseln "a" an dem Ausgangsanschluss der Platine der Stromversorgung **5** werden mittels des Lötzinns der Lötinseln "a" mit den Lötinseln "b" der LED-Lichtleiste **2** verlötet. Die Lötinseln "a" und die Lötinseln "b" können einander während des Lötens gegenüberliegen, so dass die Verbindung zwischen der LED-Lichtleiste **2** und der Platine der Stromversorgung **5** so fest wie möglich ist. Jedoch erfordert diese Art des Lötens, dass ein Thermokompressionskopf auf die hintere Fläche der LED-Lichtleiste **2** drückt und das Lötzinn erwärmt, d. h. die LED-Lichtleiste **2** befindet sich zwischen dem Thermokompressionskopf und dem Lötzinn, wodurch leicht Zuverlässigkeitsprobleme entstehen können. Wie in **Fig. 30** dargestellt kann ein Durchgangsloch in jeder der Lötinseln "b" auf der LED-Lichtleiste **2** ausgebildet sein, um ein Überlagern der Lötinseln "b" durch die Lötinseln "a" zu ermöglichen, ohne dass diese einander gegenüberliegen, und der Thermokompressionskopf drückt direkt auf das Lötzinn der Lötinseln "a" auf der Oberfläche der Platine der Stromversorgung **5**, wenn die Lötinseln "a" und die Lötinseln "b" aufeinander ausgerichtet sind. Dies ist in der Praxis leicht durchführbar.

[0254] Erneut Bezug nehmend auf **Fig. 24** sind zwei Enden der LED-Lichtleiste **2**, die von der Innenfläche der Lampenröhre **1** gelöst sind, als sich frei erstreckende Bereiche **21** ausgebildet, während der größte Teil der LED-Lichtleiste **2** an der Innenfläche der Lampenröhre **1** angebracht und befestigt ist. Einer der sich frei erstreckenden Endbereiche **21** weist die Lötinseln "b" wie zuvor beschrieben auf. Bei der Montage der LED-Röhrenlampe werden die sich frei erstreckenden Endbereiche **21** zusammen mit der Lötverbindung der Platine der Stromversorgung **5** und der LED-Lichtleiste **2** gerollt, gebogen oder verformt um passend in der Lampenröhre **1** aufgenommen zu werden. Wenn die biegbare Schaltungsbahn der LED-Lichtleiste **2** in der genannten Abfolge die erste Verdrahtungsschicht **2a**, die dielektrische Schicht **2b** und die zweite Verdrahtungsschicht **2c** aufweist, wie in **Fig. 48** dargestellt, können die sich frei erstreckenden Endbereiche **21** verwendet werden, um die Verbindung zwischen der ersten Verdrahtungsschicht **2a** und der zweiten Verdrahtungsschicht **2c** herzustellen

und das Schaltungslayout der Stromversorgung **5** anzuordnen.

[0255] Bei diesem Ausführungsbeispiel befinden sich die Lötinseln "b" und die Lötinseln "a" und die LED-Lichtquellen **202** während des Verbindens der LED-Lichtleiste **2** und der Stromversorgung **5** auf Oberflächen, die in die gleiche Richtung gerichtet sind, und die Lötinseln "b" der LED-Lichtleiste **2** sind jeweils mit einem Durchgangsloch "e" versehen, wie in **Fig. 30** dargestellt, so dass die Lötinseln "b" und die Lötinseln "a" über die Durchgangslöcher "e" miteinander verbunden sind. Wenn die sich frei erstreckenden Endbereiche **21** durch Kontraktion oder Aufrollen verformt werden, übt die Lötverbindung der Platine der Stromversorgung **5** und der LED-Lichtleiste **2** eine seitliche Spannung auf die Stromversorgung **5** aus. Ferner übt die Lötverbindung der Platine der Stromversorgung **5** und der LED-Lichtleiste **2** im Vergleich mit der Situation, in welcher die Lötinseln "a" der Stromversorgung **5** und die Lötinseln "b" der LED-Lichtleiste **2** einander gegenüberliegen, auch eine nach unten gerichtete Spannung auf die Stromversorgung **5** aus. Diese nach unten gerichtete Spannung auf die Stromversorgung **5** kommt von dem Lötzinn in den Durchgangslöchern "e" und bildet eine festere und sicherere elektrische Verbindung zwischen der LED-Lichtleiste **2** und der Stromversorgung **5**.

[0256] Wie in **Fig. 25** dargestellt handelt es sich in einem Ausführungsbeispiel bei den Lötinseln "b" der LED-Lichtleiste **2** um zwei separate Lötinseln zum elektrischen Verbinden der positiven bzw. der negativen Elektroden der biegbaren Schaltungsbahn der LED-Lichtleiste **2**. Die Größe der Lötinseln "b" kann beispielsweise ungefähr $3,5 \times 2 \text{ mm}^2$ betragen. Die Platine der Stromversorgung **5** ist entsprechend mit Lötinseln "a" mit zusätzlichem Lötzinn versehen, und die Höhe des Lötzinns, die für einen nachfolgenden automatischen Lötverbundungsvorgang geeignet ist, beträgt im Allgemeinen beispielsweise ungefähr 0,1 bis 0,7 mm, bei einigen Ausführungsbeispielen ungefähr 0,3 bis 0,5 mm, und bei einigen noch bevorzugteren Ausführungsbeispielen ungefähr 0,4 mm. Ein elektrisch isolierendes Durchgangsloch "c" kann zwischen den beiden Lötinseln "b" ausgebildet sein, um die beiden Lötinseln zu isolieren und einen elektrischen Kurzschluss zwischen diesen während des Lötens zu verhindern. Ferner kann auch eine zusätzliche Positionierungsöffnung "d" hinter dem elektrisch isolierenden Durchgangsloch "c" vorgesehen sein, um es einer automatischen Lötmaschine zu ermöglichen, die Position der Lötinseln "b" schnell zu erkennen.

[0257] Um Skalierbarkeit und Kompatibilität zu erreichen, kann die Anzahl der Lötinseln "b" an jedem Ende der LED-Lichtleiste **2** mehr als eins betragen, d. h. beispielsweise zwei, drei, vier oder mehr als vier.

Wenn nur eine Lötinsel "b" an jedem Ende der LED-Lichtleiste **2** vorgesehen ist, werden die beiden Enden der LED-Lichtleiste **2** mit der Stromversorgung **5** zur Bildung eines Kreises elektrisch verbunden, und es können verschiedene elektrische Komponenten verwendet werden. Beispielsweise kann eine Kapazität durch eine Induktivität ersetzt werden, um eine Stromregelung durchzuführen. Wie in den **Fig. 26** bis **Fig. 28** dargestellt kann, wenn jedes Ende der LED-Lichtleiste **2** drei Lötinseln aufweist, die dritte Lötinsel mit Masse verbunden sein; wenn jedes Ende der LED-Lichtleiste **2** vier Lötinseln aufweist, kann die vierte Lötinsel als Signaleingangsanschluss verwendet werden. Dementsprechend sollte die Stromversorgung **5** die Anzahl an Lötinseln "a" gleich derjenigen der Lötinseln "b" auf der LED-Lichtleiste **2**. Solange ein elektrischer Kurzschluss zwischen den Lötinseln "b" verhindert werden kann, sollten die Lötinseln "b" entsprechend der Größe der tatsächlich zur Verfügung stehenden Fläche angeordnet werden; beispielsweise können drei Lötinseln in einer Reihe oder in zwei Reihen angeordnet werden. Bei anderen Ausführungsbeispielen kann die Anzahl der Lötstellen "b" auf der biegbaren Schaltungsbahn der LED-Lichtleiste **2** durch eine andere Anordnung der Schaltungen auf der biegbaren Schaltungsbahn der LED-Lichtleiste **2** verringert werden. Je geringer die Anzahl der Lötinseln, desto einfacher ist der Herstellungsprozess. Andererseits kann eine größere Anzahl von Lötinseln die elektrische Verbindung zwischen der LED-Lichtleiste **2** und dem Ausgangsanschluss der Stromversorgung **5** verbessern und sichern.

[0258] Wie in **Fig. 30** dargestellt sind bei einem anderen Ausführungsbeispiel die Lötinseln "b" jeweils mit einem Durchgangsloch "e" versehen, das einen Durchmesser von im Wesentlichen ungefähr 1 bis 2 mm, bei einigen Ausführungsbeispielen von ungefähr 1,2 bis 1,8 mm und bei einigen anderen Ausführungsbeispielen von ungefähr 1,5 mm hat. Das Durchgangsloch "e" verbindet die Lötinsel "a" mit der Lötinsel "b", so dass das Lötzinn der Lötinseln "a" durch die Durchgangslöcher "e" läuft und schließlich die Lötinseln "b" erreicht. Ein kleineres Durchgangsloch "e" würde das Fließen des Lötzinns erschweren. Das Lötzinn sammelt sich beim Austritt aus den Durchgangslöchern "e" um die Durchgangslöcher "e" und verfestigt sich zur Bildung einer Lotkugel "g" mit einem Durchmesser, der nach der Verfestigung größer als derjenige der Durchgangslöcher "e" ist. Eine derartige Lotkugel "g" wirkt als Niet zur weiteren Erhöhung der Stabilität der elektrischen Verbindung zwischen den Lötinseln "a" der Stromversorgung **5** und den Lötinseln "b" der LED-Lichtleiste **2**.

[0259] Wie in den **Fig. 31** bis **Fig. 32** dargestellt kann bei anderen Ausführungsbeispielen das Lötzinn, wenn die Entfernung von dem Durchgangsloch "e" zum Seitenrand der LED-Lichtleiste **2** kleiner als 1 mm ist, durch das Durchgangsloch "e" fließen, um

sich an dem Umfang des Durchgangslochs "e" anzusammeln, und überschüssiges Lötzinn kann über die Lötinseln "b" laufen, um entlang den Seiten der LED-Lichtleiste **2** zu fließen und sich mit dem Lötzinn der Lötinseln "a" der Stromversorgung **5** zu vereinen. Das Lötzinn verfestigt sich sodann zur Bildung einer nietähnlichen Struktur, um die LED-Lichtleiste **2** fest mit der Platine der Stromversorgung **5** zu verbinden, so dass eine zuverlässige elektrische Verbindung erreicht wird. Wie in den **Fig. 33** und **Fig. 34** dargestellt kann bei einem anderen Ausführungsbeispiel das Durchgangsloch "e" durch eine Kerbe "f" ersetzt sein, die am Seitenrand der Lötinseln "b" ausgebildet ist, damit das Lötzinn leicht durch die Kerbe "f" fließen und sich am Umfang der Kerbe "f" ansammeln kann, und um bei der Verfestigung eine Lotkugel mit einem Durchmesser zu bilden, der größer als derjenige der Kerbe "e" ist. Eine derartige Lotkugel kann wie ein C-förmiger Niet geformt sein, um die Sicherheit der elektrischen Verbindungsstruktur zu verbessern.

[0260] Das genannte Durchgangsloch "e" oder die Kerbe "f" können vor dem Löten oder durch direktes Lochen mittels eines in **Fig. 40** dargestellten Thermokompressionskopfs während des Lötens ausgebildet werden. Der Bereich des Thermokompressionskopfs, der für den Kontakt mit dem Lötzinn vorgesehen ist, kann eben, konkav oder konvex oder in einer beliebigen Kombination der genannten Formen geformt sein. Der Bereich des Thermokompressionskopfs, der zum Halten des zu lötenden Gegenstands, beispielsweise der LED-Lichtleiste **2** vorgesehen ist, kann streifenartig oder gitterartig sein. Der Bereich des Thermokompressionskopfs, der für den Kontakt mit dem Lötzinn vorgesehen ist, bedeckt das Durchgangsloch "e" oder die Kerbe "f" nicht vollständig, um sicherzustellen, dass das Lötzinn durch das Durchgangsloch "e" oder die Kerbe "f" fließen kann. Der konkave Bereich des Thermokompressionskopfs kann als ein Raum zur Aufnahme der Lotkugel dienen.

[0261] Wie in **Fig. 40** dargestellt besteht ein Thermokompressionskopf **41**, der zum Verbonden der Lötinseln "a" der Stromversorgung **5** und der Lötinseln "b" der LED-Lichtleiste **2** verwendet wird, hauptsächlich aus vier Abschnitten: einer Verbondungsebene **411**, mehreren konkaven Führungstanks **412**, mehreren konkaven Formtanks **413** und einer Halteebene **414**. Die Verbondungsebene **411** ist ein Punkt, welcher das Lötzinn tatsächlich berührt, presst und erwärmt, um eine Lötverbondung durchzuführen. Die Verbondungsebene **411** kann eben, konkav oder konvex oder in einer beliebigen Kombination der genannten Formen geformt sein. Die konkaven Führungstanks **412** sind in der Verbondungsebene **411** ausgebildet und nahe eines Randes der Verbondungsebene **411** offen, um das erwärmte und geschmolzene Lötzinn so zu führen, dass es in die Durchgangslöcher oder die Kerben, die in den Lötinseln gebildet sind, fließt.

Beispielsweise können die Führungstanks **412** die Funktion des Führens und Stoppens des geschmolzenen Lötzinns aufweisen. Die konkaven Schmelztanks **413** sind neben den Führungstanks **412** angeordnet und weisen einen stärker vertieften konkaven Bereich als die Führungstanks **412** auf, so dass die konkaven Formtanks **413** jeweils ein Gehäuse zur Aufnahme einer Lotkugel bilden. Die Halteebene **414** ist ein Bereich nahe der Verbondungsebene **411** und ist mit den konkaven Formtanks **413** ausgebildet. Die Halteebene **414** liegt tiefer als die Verbondungsebene **411**, so dass die Halteebene **414** den LED-Lichtleiste **2** fest an die Platine der Stromversorgung **5** presst, während die Verbondungsebene **411** während der Lötverbondung auf die Lötinseln "b" drückt. Die Halteebene **414** kann an der Oberfläche streifenartig oder gitterartig ausgebildet sein. Der Höhenunterschied zwischen der Verbondungsebene **411** und der Halteebene **414** entspricht der Dicke der LED-Lichtleiste **2**.

[0262] Wie in den **Fig. 41**, **Fig. 25** und **Fig. 40** dargestellt sind Lötinseln, die den Lötinseln der LED-Lichtleiste entsprechen, auf der Platine der Stromversorgung **5** ausgebildet und Lötzinn ist für eine nachfolgende Lötverbondung mittels einer automatischen Lötverbondungsmaschine auf den Lötinseln der Platine der Stromversorgung vorgesehen. Das Lötzinn weist bei einigen Ausführungsbeispielen eine Dicke von ungefähr 0,3 bis ungefähr 0,5 mm auf, so dass die LED-Lichtleiste **2** fest mit der Platine der Stromversorgung **5** verbunden werden kann. Wie in **Fig. 41** dargestellt wird, wenn eine Höhendifferenz zwischen zwei Lötzinnstellen, die an zwei Lötinseln der Platine der Stromversorgung **5** vorgesehen sind, die höhere von dem Thermokompressionskopf **41** zuerst berührt und geschmolzen wird, während die andere erst berührt wird und zu schmelzen beginnt, wenn die höhere auf die gleiche Höhe wie die andere geschmolzen wurde. Dies bewirkt üblicherweise eine unsichere Lötverbondung des vorgesehenen Lötzinns der geringeren Höhe und beeinträchtigt somit die elektrische Verbindung zwischen der LED-Lichtleiste **2** und der Platine der Stromversorgung **5**. Zur Lösung dieses Problems wendet ein Ausführungsbeispiel das Prinzip des kinetischen Gleichgewichts an und sieht einen Gestängemechanismus an dem Thermokompressionskopf **41** vor, um das Drehen des Thermokompressionskopfs **41** während des Verlötns zu ermöglichen, so dass der Thermokompressionskopf **41** die beiden vorgesehenen Lötinseln erst zu erwärmen und zu schmelzen beginnt, wenn der Thermokompressionskopf **41** erkennt, dass der Druck auf die beiden vorgesehenen Lötzinnstellen gleich ist.

[0263] Bei dem vorgenannten Ausführungsbeispiel ist der Thermokompressionskopf **41** drehbar, während die LED-Lichtleiste **2** und die Platine der Stromversorgung **5** unbewegt bleiben. Wie in **Fig. 42** dargestellt wird der Thermokompressionskopf **41** nicht be-

wegt, während sich die LED-Lichtleiste drehen kann. Bei diesem Ausführungsbeispiel sind die LED-Lichtleiste **2** und die Platine der Stromversorgung **5** auf einem Lötrahmen **60** angeordnet, der eine drehbare Plattform **61**, einen Rahmenhalter **62**, eine Drehwelle **63** und zwei elastische Elemente **64** aufweist. Die drehbare Plattform **61** dient dazu, die LED-Lichtleiste **2** und die Platine der Stromversorgung **5** zu tragen. Die drehbare Plattform **61** ist über die Drehwelle **63** bewegbar an dem Rahmenhalter **62** angebracht, so dass die drehbare Plattform **61** in der Lage ist, sich in Bezug auf den Rahmenhalter **62** zu drehen, während der Rahmenhalter **62** die drehbare Plattform **61** trägt und hält. Die beiden elastischen Elemente **64** sind auf zwei Seiten der drehbaren Welle **62** angeordnet, so dass die drehbare Plattform **61** in Verbindung mit der drehbaren Welle **63** stets in der horizontalen Ebene bleibt, wenn die drehbare Plattform **61** nicht beladen ist. Bei diesem Ausführungsbeispiel handelt es sich bei den elastischen Elementen **64** beispielsweise um Federn und die Enden derselben sind entsprechend den beiden Enden der drehbaren Welle **63** angeordnet, so dass sie als zwei Schwenkpunkte an dem Rahmenhalter **62** dienen. Wie in **Fig. 42** dargestellt wird, wenn zwei auf der LED-Lichtleiste **2** vorgesehene Lötzinnstellen, auf welche der Thermokompressionskopf **41** drückt, nicht die gleiche Höhe aufweisen, die drehbare Plattform **61**, welche die LED-Lichtleiste **2** und die Platine der Stromversorgung **5** trägt, durch die drehbare Welle **63** angetrieben, bis der Thermokompressionskopf **41** den gleichen Druck auf die beiden Lötzinnstellen erkennt und anschließend eine Verlötung beginnt. Wie in **Fig. 43** dargestellt werden, wenn die drehbare Plattform **61** sich dreht, die elastischen Elemente **64** zusammengedrückt oder gezogen, und wenn die Antriebskraft der Drehwelle **63** beendet wird, kehrt die drehbare Plattform **61** durch die Rückstellkraft der elastischen Elemente **64** zu dem ursprünglichen Höhenniveau zurück, wenn das Verlöten beendet ist.

[0264] Bei anderen Ausführungsbeispielen kann die drehbare Plattform **61** derart ausgebildet sein, dass sie Mechanismen ohne die drehbare Welle **63** und die elastischen Elemente **64** aufweist. Beispielsweise kann die drehbare Plattform **61** so ausgebildet sein, dass sie Antriebsmotoren und aktive Drehmechanismen aufweist, weshalb der Rahmenhalter **62** beibehalten wird. Jedes andere Ausführungsbeispiel, welches das Prinzip des kinetischen Gleichgewichts zum Antreiben der LED-Lichtleiste **2** und der Platine der Stromversorgung **5** verwendet, um diese zu bewegen, so dass der Verlötvorgang abgeschlossen werden kann, fällt daher in den Rahmen der vorliegenden Erfindung.

[0265] Wie in den **Fig. 35** und **Fig. 36** dargestellt können bei einem anderen Ausführungsbeispiel die LED-Lichtleiste **2** und die Stromversorgung **5** miteinander verbunden werden, indem eine Platinenanord-

nung **25** anstelle einer Verlötung verwendet wird. Die Platinenanordnung **25** weist eine lange Schaltungsbahn **251** und eine kurze Platine **253** auf, die haftend miteinander verbunden sind, wobei die kurze Platine **253** dem Seitenrand der langen Schaltungsbahn **251** benachbart ist. Die kurze Platine **253** kann mit einem Stromversorgungsmodul **250** versehen sein, um die Stromversorgung **5** zu bilden. Die kurze Platine **253** ist steifer oder starrer als die lange Schaltungsbahn **251**, um das Stromversorgungsmodul **250** tragen zu können.

[0266] Die lange Schaltungsbahn **251** kann die biegbare Schaltungsbahn der LED-Lichtleiste mit einer Verdrahtungsschicht **2a** nach **Fig. 23** sein. Die Verdrahtungsschicht **2a** der langen Schaltungsbahn **251** und das Stromversorgungsmodul **250** können auf verschiedene Weise je nach den Praktischen Anforderungen elektrisch miteinander verbunden werden. Wie in **Fig. 35** dargestellt befinden sich das Stromversorgungsmodul **250** und die lange Schaltungsbahn **251** mit der auf der Oberfläche angeordneten Verdrahtungsschicht **2a** auf derselben Seite der kurzen Platine **253**, so dass das Stromversorgungsmodul **250** direkt mit der langen Schaltungsbahn **251** verbunden ist. Wie in **Fig. 36** dargestellt können alternativ das Stromversorgungsmodul **250** und die lange Schaltungsbahn **251** mit der auf der Oberfläche angeordneten Verdrahtungsschicht **2a** auf entgegengesetzten Seiten der kurzen Platine **253** angeordnet sein, so dass das Stromversorgungsmodul **250** direkt mit der kurzen Platine **253** und indirekt mit der Verdrahtungsschicht **2a** der LED-Lichtleiste **2** mittels der kurzen Platine **253** verbunden ist.

[0267] Wie in **Fig. 35** dargestellt werden bei einem Ausführungsbeispiel die lange Schaltungsbahn **251** und die kurze Platine **253** zuerst haftend miteinander verbunden, und das Stromversorgungsmodul **250** wird anschließend auf der Verdrahtungsschicht **2a** der langen Schaltungsbahn **251** montiert, die als LED-Lichtleiste **2** dient. Die lange Schaltungsbahn **251** der LED-Lichtleiste **2** ist hierbei nicht darauf begrenzt, nur eine Verdrahtungsschicht **2a** aufzuweisen und kann ferner eine weitere Verdrahtungsschicht wie die in **Fig. 48** dargestellte Verdrahtungsschicht **2c** aufweisen. Die Lichtquellen **202** werden auf der Verdrahtungsschicht **2a** der LED-Lichtleiste **2** angeordnet und elektrisch mit der Stromversorgung **5** über die Verdrahtungsschicht **2a** verbunden. Wie in **Fig. 36** dargestellt kann die lange Schaltungsbahn **251** der LED-Lichtleiste **2** bei einem anderen Ausführungsbeispiel eine Verdrahtungsschicht **2a** und eine dielektrische Schicht **2b** aufweisen. Die dielektrische Schicht **2b** kann zuerst haftend an der kurzen Platine **253** angebracht werden, und die Verdrahtungsschicht **2a** wird anschließend haftend mit der dielektrischen Schicht **2b** verbunden und erstreckt sich zu der kurzen Platine **253**. All diese Ausführungsbeispiele

fallen in den Rahmen der Anwendung des Platinenanordnungskonzepts der vorliegenden Erfindung.

[0268] Bei den vorgenannten Ausführungsbeispielen kann die kurze Platine **253** eine Länge aufweisen, die im Wesentlichen ungefähr 15 mm bis ungefähr 40 mm und bei einigen Ausführungsbeispielen ungefähr 19 mm bis ungefähr 36 mm beträgt, während die lange Schaltungsbahn **251** eine Länge von im Wesentlichen ungefähr 800 mm bis ungefähr 2800 mm und bei einigen Ausführungsbeispielen ungefähr 1200 mm bis ungefähr 2400 mm aufweisen kann. Das Verhältnis der Länge der kurzen Platine **253** zur Länge der langen Schaltungsbahn **251** beträgt beispielsweise zwischen ungefähr 1:20 und ungefähr 1:200.

[0269] Wenn die Enden der LED-Lichtleiste **2** nicht an der Innenfläche der Lampenröhre **1** befestigt sind, kann die Verbindung zwischen der LED-Lichtleiste **2** und der Stromversorgung **5** durch Verlötung die Stromversorgung **5** nicht ausreichend sicher tragen, und es kann erforderlich sein, die Stromversorgung **5** in der Endkappe **3** anzuordnen. Beispielsweise könnte eine längere Endkappe **3** erforderlich sein, um ausreichend Raum zum Aufnehmen der Stromversorgung **5** zu haben. Jedoch verringert dies die Länge der Lampenröhre unter der Voraussetzung, dass die Gesamtlänge der LED-Röhrenlampe entsprechend dem Produktstandard festgelegt ist, und es kann somit zu einer Verringerung der effektiven Beleuchtungsfläche kommen.

[0270] Wie in **Fig. 39** dargestellt wird bei einem Ausführungsbeispiel eine harte Platine **22** aus Aluminium anstelle der biegbaren Schaltungsbahn verwendet, so dass die Enden oder Anschlüsse der harten Platine **22** an Enden der Lampenröhre **1** angebracht werden können, und die Stromversorgung **5** ist mit einem Ende oder einem Anschluss der harten Platine **22** in einer Art und Weise verbunden, in welcher die Platine der Stromversorgung **5** nicht parallel, sondern senkrecht zur harten Platine **22** verläuft, um für die Endkappe erforderlichen Platz in der Längsrichtung zu sparen. Diese Verlötungstechnik ist einfacher zu realisieren und die effektive Beleuchtungsfläche der LED-Röhrenlampe kann ebenfalls beibehalten werden. Ferner kann ein Leiter **53** zur elektrischen Verbindung mit der Endkappe **3** direkt an der Stromversorgung **5** ausgebildet werden, ohne andere Metalldrähte zwischen der Stromversorgung **5** und dem hohlen leitfähigen Stift **301** verlöten zu müssen wie in **Fig. 3** dargestellt, und die Herstellung der LED-Röhrenlampe wird auf diese Weise vereinfacht.

[0271] Wie in **Fig. 37** dargestellt kann bei einem Ausführungsbeispiel jede der LED-Lichtquellen **202** mit einem LED-Leiterrahmen **202b**, der eine Ausnehmung **202a** aufweist, und einem in der Ausnehmung **202a** angeordneten LED-Chip **18** versehen

sein. Die Anzahl der Ausnehmungen **202a** kann eins oder mehr als eins betragen. Die Ausnehmung **202a** kann mit Phosphor gefüllt sein, welcher den LED-Chip **18** bedeckt, um von diesem emittiertes Licht in eine gewünschte Lichtfarbe umzuwandeln. Im Vergleich mit einem herkömmlichen LED-Chip, der im Wesentlichen quadratisch ist, ist der LED-Chip **18** nach diesem Ausführungsbeispiel bei einigen Ausführungsbeispielen rechteckig, wobei die Abmessung der Längenseite zu der Breitenseite ein Verhältnis in einem Bereich von im Wesentlichen ungefähr 2:1 bis ungefähr 10:1, bei einigen Ausführungsbeispielen in einem Bereich von ungefähr 2,5:1 bis ungefähr 5:1 und bei einigen bevorzugten Ausführungsbeispielen in einem Bereich von ungefähr 3:1 bis 4,5:1 liegt. Ferner ist der LED-Chip **18** bei einigen Ausführungsbeispielen so angeordnet, dass sich seine Längenerstreckung entlang der Längsrichtung der Lampenröhre **1** erstreckt, um die durchschnittliche Stromdichte des LED-Chips **18** zu erhöhen und die gesamte Beleuchtungsfeldform der Lampenröhre **1** zu verbessern. Die Lampenröhre **1** kann eine Anzahl von LED-Lichtquellen **202** aufweisen, die in einer oder mehreren Reihen angeordnet sind, und jede Reihe der LED-Lichtquellen **202** ist entlang der Längsrichtung (Y-Richtung) der Lampenröhre **1** angeordnet.

[0272] Unter erneuter Bezugnahme auf die Fig. 37 ist die Ausnehmung **202a** von zwei parallelen ersten Seitenwänden **15** und zwei parallelen zweiten Seitenwänden **16** eingeschlossen, wobei die ersten parallelen Seitenwände **15** niedriger als die zweiten parallelen Seitenwände **16** sind. Die beiden ersten Seitenwände **15** sind so angeordnet, dass sie sich in Längsrichtung (Y-Richtung) der Lampenröhre **1** befinden und sich in Breitenrichtung (X-Richtung) der Lampenröhre **1** erstrecken, und die beiden zweiten Seitenwände **16** sind so angeordnet, dass sie sich in Breitenrichtung (X-Richtung) der Lampenröhre **1** befinden und sich in Längsrichtung (Y-Richtung) der Lampenröhre **1** erstrecken. Die Erstreckungsrichtung der ersten Seitenwände **15** muss im Wesentlichen parallel, nicht exakt parallel zur Breitenrichtung (X-Richtung) der Lampenröhre **1** sein, und die ersten Seitenwände können verschiedene Ausbildungen wie zickzackförmig, gebogen, wellig und dergleichen aufweisen. In ähnlicher Weise ist es lediglich erforderlich, dass die Erstreckungsrichtung der zweiten Seitenwände im Wesentlichen parallel, anstatt exakt parallel zur Längsrichtung (Y-Richtung) der Lampenröhre **1** verläuft, und die zweiten Seitenwände können verschiedene Ausbildungen wie zickzackförmig, gebogen, wellig und dergleichen aufweisen. In einer Reihe der LED-Lichtquellen **202** kann die Anordnung der ersten Seitenwände **15** und der zweiten Seitenwände **16** für jede der LED-Lichtquellen gleich oder verschieden sein.

[0273] Da die ersten Seitenwände **15** niedriger sind als die zweiten Seitenwände **16** und bei einer Anord-

nung mit geeigneten Abständen, ermöglicht der LED-Leiterrahmen **202b** das Streuen des Beleuchtungslichts, so dass dieses den LED-Leiterrahmen **202b** überquert, ohne einen unangenehmen visuellen Eindruck bei Personen zu verursachen, welche die LED-Röhrenlampe in Y-Richtung betrachten. Die ersten Seitenwände **15** können jedoch niedriger sein als die zweiten Seitenwände; und in diesem Fall sind die jeweiligen Reihen der LED-Lichtquellen **202** näher beieinander angeordnet, um körnige Effekte zu verhindern. Wenn ein Benutzer der LED-Röhrenlampe die Lampenröhre derselben in X-Richtung betrachtet, können andererseits die zweiten Seitenwände **16** auch die Sichtlinie des Benutzers blockieren, so dass er die LED-Lichtquellen **202** nicht sehen kann, wodurch unangenehme körnige Effekte verringert werden.

[0274] Unter erneuter Bezugnahme auf Fig. 37 weisen die ersten Seitenwände **15** jeweils eine Innenfläche **15a** auf, die der Außenseite der Ausnehmung **202a** zugewandt ist. Die Innenfläche **25a** kann als schräge Ebene ausgebildet sein, so dass das Beleuchtungslicht die ersten Seitenwände **15** leicht überqueren und sich ausbreiten kann. Die schräge Ebene der Innenfläche **15a** kann eben oder gewölbt sein oder eine kombinierte Form aufweisen. Wenn die schräge Ebene eben ist, reicht die Neigung der Innenfläche **15a** von ungefähr 30 Grad bis ungefähr 60 Grad. Der eingeschlossene Winkel zwischen der Bodenfläche der Ausnehmung **202a** und der Innenfläche **15a** kann somit zwischen ungefähr 120 Grad und ungefähr 150 Grad betragen. Bei einigen Ausführungsbeispielen kann die Neigung der Innenfläche **15a** zwischen ungefähr 15 Grad und ungefähr 75 Grad betragen, und der eingeschlossene Winkel zwischen der Bodenfläche der Ausnehmung **202a** und der Innenfläche **15a** kann somit zwischen ungefähr 105 Grad und ungefähr 165 Grad betragen.

[0275] Es können eine oder mehrere Reihen von LED-Lichtquellen **202** in Längsrichtung (Y-Richtung) der Lampenröhre **1** angeordnet sein. Bei einer Reihe sind bei einem Ausführungsbeispiel die zweiten Seitenwände **16** der LED-Leiterrahmen **202b** sämtlicher LED-Lichtquellen **202**, die in der gleichen Reihe angeordnet sind, in derselben Geraden angeordnet, um jeweils zwei Wände zu bilden, welche die Sichtlinie eines Benutzers versperren, welcher die Lichtquellen **202** sieht. Bei mehreren Reihen sind bei einem Ausführungsbeispiel nur die LED-Leiterrahmen **202b** der LED-Lichtquellen **202**, die in den beiden äußersten Reihen angeordnet sind, in denselben Geraden angeordnet, um jeweils Wände zu bilden, welche die Sichtlinie eines Benutzers versperren, welcher die Lichtquellen **202** sieht. Die LED-Leiterrahmen **202b** der LED-Lichtquellen **202**, welche in den anderen Reihen angeordnet sind, können unterschiedliche Anordnungen aufweisen. Hinsichtlich der in der Mittelreihe (dritten Reihe) angeordnete-

ten LED-Lichtquellen **202** können deren LED-Leiterrahmen **202b** beispielsweise derart angeordnet sein, dass jeder LED-Leiterrahmen **202b** erste Seitenwände **15** aufweist, die in Längsrichtung (Y-Richtung) der Lampenröhre **1** angeordnet sind, wobei die zweiten Seitenwände **16** in der Breitenrichtung (X-Richtung) der Lampenröhre **1** angeordnet sind; oder jeder LED-Leiterrahmen **202b** ist mit ersten Seitenwänden **15** versehen, die in Breitenrichtung (X-Richtung) der Lampenröhre **1** angeordnet sind, wobei die zweiten Seitenwände **16** in Längsrichtung (Y-Richtung) der Lampenröhre **1** angeordnet sind; oder die LED-Leiterrahmen **202b** sind versetzt angeordnet. Um körnige Effekte zu verringern, die durch die LED-Lichtquellen **202** verursacht werden, wenn ein Benutzer der LED-Röhrenlampe die Lampenröhre derselben in X-Richtung betrachtet, kann es ausreichen, die zweiten Seitenwände **16** der LED-Leiterrahmen **202b** der LED-Lichtquellen **202** in den äußersten beiden Reihen vorzusehen, um die Sichtlinie eines Benutzers versperren, damit dieser die Lichtquellen **202** nicht sieht. Es können andere Anordnungen der zweiten Seitenwände **16** der LED-Leiterrahmen **202b** einer oder mehrerer LED-Lichtquellen **202**, die in den äußersten beiden Reihen angeordnet sind, verwendet werden.

[0276] Zusammenfassend können, wenn mehrere LED-Lichtquellen **202** in einer Reihe in Längsrichtung der Lampenröhre **1** angeordnet sind, die zweiten Seitenwände **16** der LED-Leiterrahmen **202b** sämtlicher LED-Lichtquellen **202**, die in derselben Reihe angeordnet sind, in jeweils derselben Geraden angeordnet werden, um jeweils Wände zu bilden, um die Sichtlinie eines Benutzers versperren, damit dieser die Lichtquellen **202** nicht sieht. Wenn mehrere der LED-Lichtquellen **202** in einer Anzahl von Reihen in Breitenrichtung der Lampenröhre **1** vorgesehen sind und sich in Längsrichtung der Lampenröhre **1** erstrecken, können die zweiten Seitenwände **16** der LED-Leiterrahmen **202b** sämtlicher LED-Lichtquellen **202**, die sich in den beiden äußersten Reihen befinden, in Geraden angeordnet werden, um jeweils Wände zu bilden, welche die Sichtlinie eines Benutzers versperren, damit dieser die Lichtquellen **202** nicht sieht. Die eine oder die mehr als eine Reihe, die zwischen den äußersten Reihen angeordnet sind, können eine Anordnung der ersten Seitenwände **15** und der zweiten Seitenwände **16** aufweisen, die gleich derjenigen der äußersten Reihen oder von dieser verschieden ist.

[0277] Die LED-Röhrenlampen gemäß den verschiedenen Ausführungsbeispielen der vorliegenden Beschreibung wurden vorstehend beschrieben. Bezogen auf eine gesamte LED-Röhrenlampe können die Merkmale wie "mit dem strukturell verstärkten Endbereich versehen"; "unter Verwendung der biegbaren Schaltungsbahn als LED-Lichtleiste"; "Aufbringen des Klebefilms auf der Innenfläche der Lampenröhre"; "Aufbringen des Diffusionsfilms auf der Innen-

fläche der Lampenröhre"; "Aufbringen des Diffusionsfilms in Form einer Bahn über den LED-Lichtquellen"; "Aufbringen des reflektierenden Films auf der Innenfläche der Lampenröhre"; "die Endkappe mit dem wärmeleitenden Element"; "die Endkappe mit dem magnetischen Metallelement"; "die LED-Lichtquelle mit dem Leiterrahmen"; und "unter Verwendung der Platinenanordnung zur Verbindung der LED-Lichtleiste und der Stromversorgung", können in der Praxis entweder einzeln oder zusammen angewendet werden, so dass lediglich ein Merkmal oder eine Anzahl von Merkmalen gleichzeitig praktische Anwendung findet.

[0278] Ferner umfasst jedes der Merkmale wie "mit dem strukturell verstärkten Endbereich versehen"; "unter Verwendung der biegbaren Schaltungsbahn als LED-Lichtleiste"; "Aufbringen des Klebefilms auf der Innenfläche der Lampenröhre"; "Aufbringen des Diffusionsfilms auf der Innenfläche der Lampenröhre"; "Aufbringen des Diffusionsfilms in Form einer Bahn über den LED-Lichtquellen"; "Aufbringen des reflektierenden Films auf der Innenfläche der Lampenröhre"; "die Endkappe mit dem wärmeleitenden Element"; "die Endkappe mit dem magnetischen Metallelement"; "die LED-Lichtquelle mit dem Leiterrahmen"; und "unter Verwendung der Platinenanordnung zur Verbindung der LED-Lichtleiste und der Stromversorgung" beliebige, damit in Beziehung stehende technische Punkte und deren Varianten und jegliche Kombinationen derselben, wie in den vorangehenden Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung beschrieben. Beispielsweise kann das Merkmal "mit dem strukturell verstärkten Endbereich versehen" aufweisen: "die Lampenröhre weist einen Hauptkörperbereich, mehrere hintere Endbereiche und einen Übergangsbereich auf, der den Hauptkörperbereich und die hinteren Endbereiche verbindet, wobei die beiden Enden des Übergangsbereichs im Querschnitt entlang der axialen Richtung der Lampenröhre bogenförmig sind; die hinteren Endbereiche sind jeweils in Endkappen eingesetzt; der Außendurchmesser mindestens eines der hinteren Endbereiche kleiner als der Außendurchmesser des Hauptkörperbereichs ist; die Endkappen haben denselben Außendurchmesser wie der Hauptkörperbereich".

[0279] Beispielsweise kann das Merkmal "unter Verwendung der biegbaren Schaltungsbahn als LED-Lichtleiste" aufweisen: die Verbindung zwischen der biegbaren Schaltungsbahn und der Stromversorgung erfolgt durch Drahtbonden oder Verlöten; die biegbare Schaltungsbahn weist eine Verdrahtungsschicht und eine dielektrische Schicht auf, die gestapelt angeordnet sind; die biegbare Schaltungsbahn weist eine Schaltungsschutzschicht aus Tinte auf, um Licht zu reflektieren, und weist in Umfangsrichtung der Lampenröhre einen verbreiterten Teil auf, der als reflektierender Film dient."

[0280] Beispielsweise kann das Merkmal "Aufbringen des Diffusionsfilms auf der Innenfläche der Lampenröhre" aufweisen: "die Zusammensetzung des Diffusionsfilms weist Calciumcarbonat, Strontiumphosphat und Aluminiumoxid oder eine beliebige Kombination derselben auf und kann ferner Verdickungsmittel und eine keramische Aktivkohle aufweisen; der Diffusionsfilm kann eine Bahn sein, welche die LED-Lichtquelle bedeckt."

[0281] Beispielsweise kann das Merkmal "Aufbringen des reflektierenden Films auf der Innenfläche der Lampenröhre" aufweisen: "die LED-Lichtquellen sind über dem reflektierenden Film, in einer Öffnung des reflektierenden Films oder neben dem reflektierenden Film angeordnet."

[0282] Beispielsweise kann das Merkmal "die Endkappe mit dem wärmeleitenden Element" aufweisen: die Endkappe weist ein elektrisch isolierendes Rohr auf; der Heißschmelzkleber ist teilweise oder vollständig in den Aufnahmeraum zwischen der Innenfläche des wärmeleitfähigen Elements und der Außenfläche der Lampenröhre gefüllt". Das Merkmal "die Endkappe mit dem magnetischen Metallelement" weist auf: "das magnetische Metallelement ist kreisrund oder nicht kreisrund, weist Öffnungen oder Vertiefungen/Prägungen auf, um die Kontaktfläche zwischen der Innenumfangsfläche des elektrisch isolierenden Rohrs und der Außenfläche des magnetischen Metallelements auf, weist Stützbereiche und Vorsprungsbereiche zum Stützen des magnetischen Metallelements oder zum Verringern der Kontaktfläche zwischen dem elektrisch isolierenden Rohr und dem magnetischen Metallelement auf".

[0283] Beispielsweise kann das Merkmal "die LED-Lichtquelle mit dem Leiterraum" aufweisen: der Leiterraum weist eine Ausnehmung zum Aufnehmen eines LED-Chips auf; die Ausnehmung ist durch erste Seitenwände und zweite Seitenwände umschlossen, wobei die ersten Seitenwände niedriger sind als die zweiten Seitenwände, wobei die ersten Seitenwände in Längsrichtung der Lampenröhre angeordnet sind, während die zweiten Seitenwände in Breitenrichtung der Lampenröhre angeordnet sind".

[0284] Beispielsweise kann das Merkmal "unter Verwendung der Platinenanordnung zur Verbindung der LED-Lichtleiste und der Stromversorgung" aufweisen: "die Platinenanordnung weist eine lange Schaltungsbahn und eine kurze Platine auf, die haftend miteinander verbunden sind, wobei die kurze Platine dem Seitenrand der langen Schaltungsbahn benachbart ist; die kurze Platine ist mit einem Stromversorgungsmodul versehen, um die Stromversorgung zu bilden; die kurze Platine ist steifer als die lange Schaltungsbahn". Die vorgenannten Merkmale der vorliegenden Erfindung können in beliebiger Kombination realisiert werden, um die LED-Röhrenlampe zu

verbessern, und die genannten Ausführungsbeispiele sind lediglich als Beispiele beschrieben. Die vorliegende Erfindung ist nicht darauf beschränkt und zahlreiche Varianten sind möglich, ohne von dem Gedanken der vorliegenden Erfindung und dem in den nachfolgenden Ansprüchen definierten Rahmen abzuweichen.

Patentansprüche

1. LED-Röhrenlampe mit:
 - einer Röhre;
 - einer in der Röhre angeordneten LED-Lichtleiste, wobei eine Innenfläche derselben mit mindestens einer LED-Lichtleiste versehen ist;
 - einer über einem Ende der Röhre angebrachten Endkappe; und
 - einer Stromversorgung, die in der Endkappe angeordnet und elektrisch mit der LED-Lichtquelle mittels der LED-Lichtleiste verbunden ist;
 - wobei die Stromversorgung eine erste Platine und ein auf der ersten Platine montiertes Stromversorgungsmodul aufweist, wobei die LED-Lichtleiste eine zweite Platine mit einer Länge aufweist, die größer als diejenige der ersten Platine ist, und wobei die erste Platine und die zweite Platine haftend miteinander verbunden sind, um eine Platinenanordnung zu bilden.
2. LED-Röhrenlampe nach Anspruch 1, bei welcher die erste Platine eine harte Platine ist.
3. LED-Röhrenlampe nach Anspruch 1, bei welcher die Stromversorgungsmodul und die zweite Platine auf derselben Seite der ersten Platine angeordnet sind.
4. LED-Röhrenlampe nach Anspruch 1, bei welcher das Stromversorgungsmodul und die zweite Platine auf jeweils entgegengesetzten Seiten der ersten Platine angeordnet sind.
5. LED-Röhrenlampe nach Anspruch 1, bei welcher die zweite Platine eine Verdrahtungsschicht und eine dielektrische Schicht aufweist, und das Stromversorgungsmodul elektrisch mit der ersten Platine verbunden ist und die erste Platine elektrisch mit der Verdrahtungsschicht verbunden ist.
6. LED-Röhrenlampe nach Anspruch 1, bei welcher die zweite Platine eine Verdrahtungsschicht und eine dielektrische Schicht aufweist, und wobei das Stromversorgungsmodul direkt mit der Verdrahtungsschicht elektrisch verbunden ist.
7. LED-Röhrenlampe mit:
 - einer Röhre;
 - einer in der Röhre angeordneten LED-Lichtleiste, wobei eine Innenfläche derselben mit mindestens einer LED-Lichtleiste versehen ist;

einer über einem Ende der Röhre angebrachten Endkappe; und
einer Stromversorgung, die in der Endkappe angeordnet und elektrisch mit der LED-Lichtquelle mittels der LED-Lichtleiste verbunden ist;
wobei die Stromversorgung eine harte Platine mit einem darauf montierten Stromversorgungsmodul aufweist, wobei die LED-Lichtleiste eine biegbare Schaltungsbahn mit einer Länge aufweist, die größer als diejenige der harten Platine ist, und wobei die harte Platine und die biegbare Schaltungsbahn haftend miteinander verbunden sind, um eine Platinenanordnung zu bilden, wobei die harte Platine den Seitenrändern der biegbaren Schaltungsbahn benachbart angeordnet ist.

8. LED-Röhrenlampe nach Anspruch 7, bei welcher das Stromversorgungsmodul und die biegbare Schaltungsbahn auf derselben Seite der harten Platine angeordnet sind, und wobei das Stromversorgungsmodul direkt mit der biegbaren Schaltungsbahn elektrisch verbunden ist.

9. LED-Röhrenlampe nach Anspruch 7, bei welcher das Stromversorgungsmodul und die biegbare Schaltungsbahn auf jeweils entgegengesetzten Seiten der harten Platine angeordnet sind, und wobei das Stromversorgungsmodul direkt mit der harten Platine elektrisch verbunden ist.

10. LED-Röhrenlampe mit:
einer Röhre;
zwei Endkappen, die über zwei Enden der Röhre angebracht sind;
einer Stromversorgung, die in mindestens einer der Endkappen angeordnet ist und auf einer Platine montiert ist; und
einer in der Röhre angeordneten LED-Lichtleiste, die eine biegbare Schaltungsbahn mit auf dieser montierten LED-Lichtquellen aufweist;
wobei die LED-Lichtquellen und die Stromversorgung mittels der biegbaren Schaltungsbahn elektrisch miteinander verbunden sind; wobei die biegbare Schaltungsbahn eine Länge aufweist, die größer als die Länge der Röhre und der Platine ist, und wobei die Platine den Seitenrändern der biegbaren Schaltungsbahn benachbart angeordnet ist und haftend mit der biegsamen Schaltungsbahn verbunden ist.

Es folgen 17 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

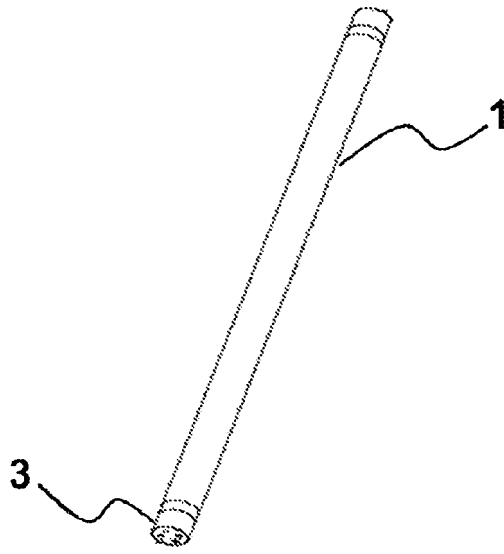


Fig. 1

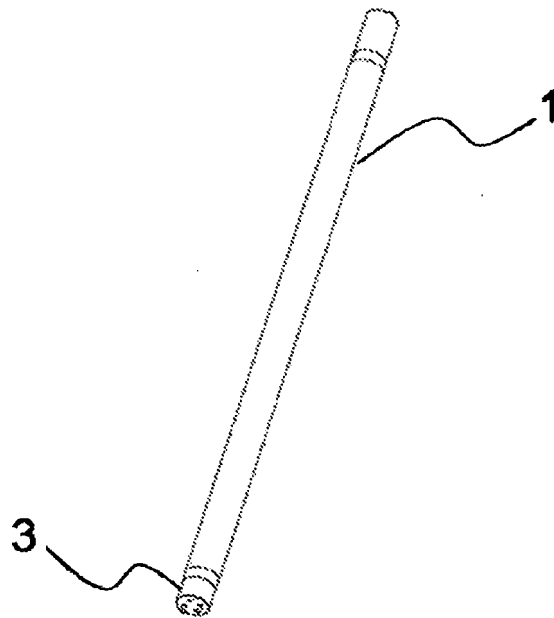


Fig. 1A

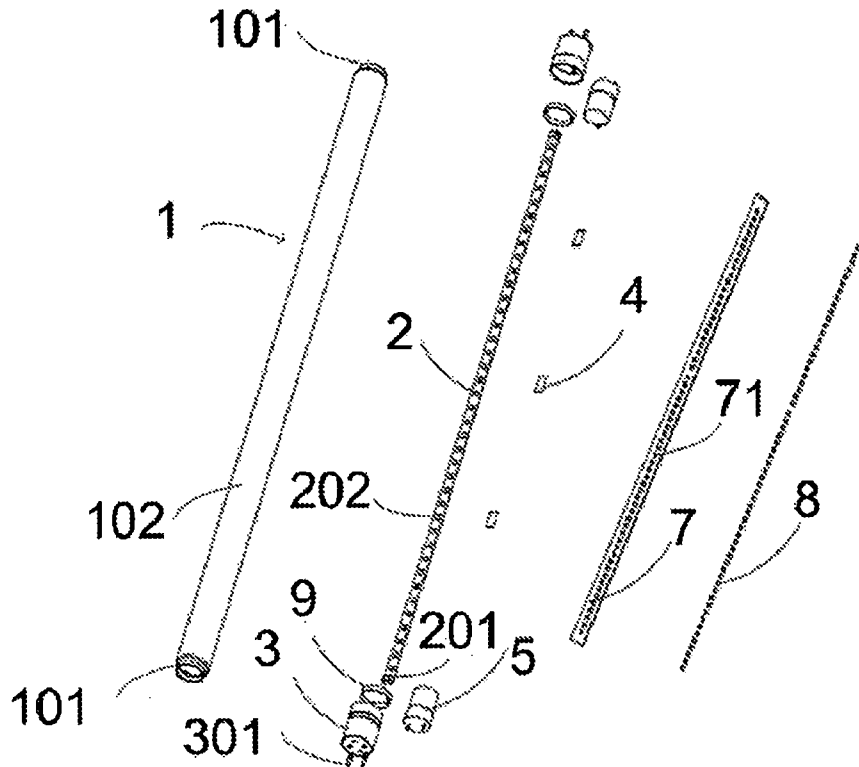


Fig. 2

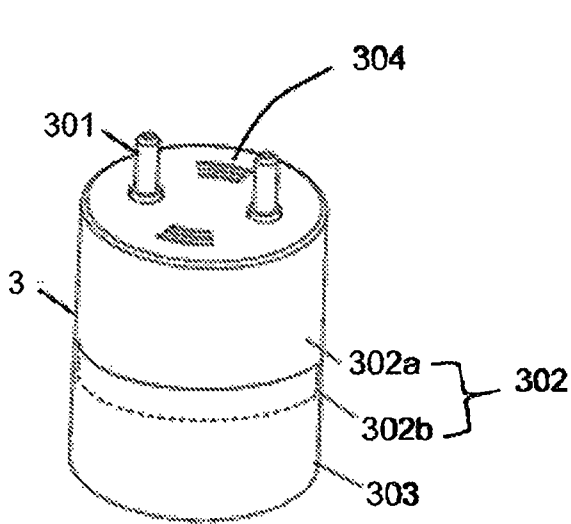


Fig. 3

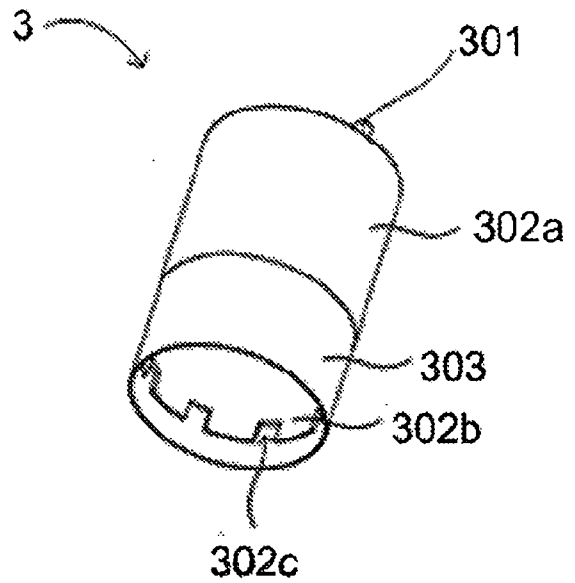


Fig. 4

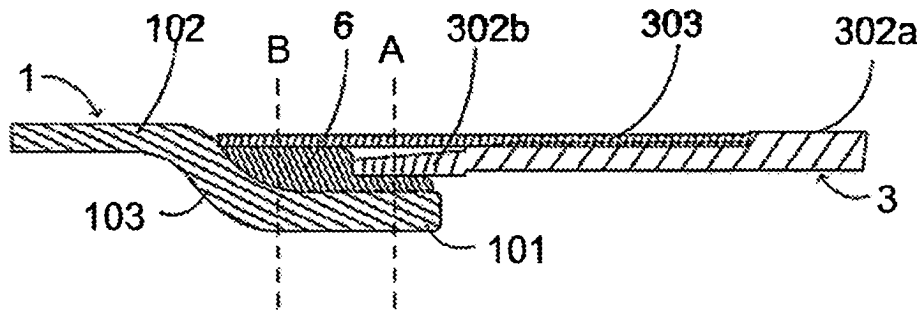


Fig. 5

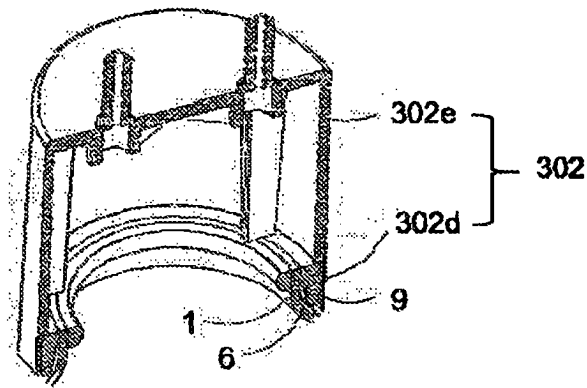


Fig. 6

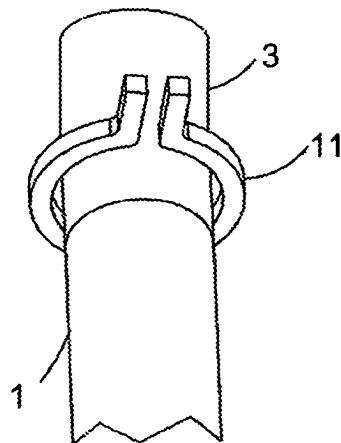


Fig. 7

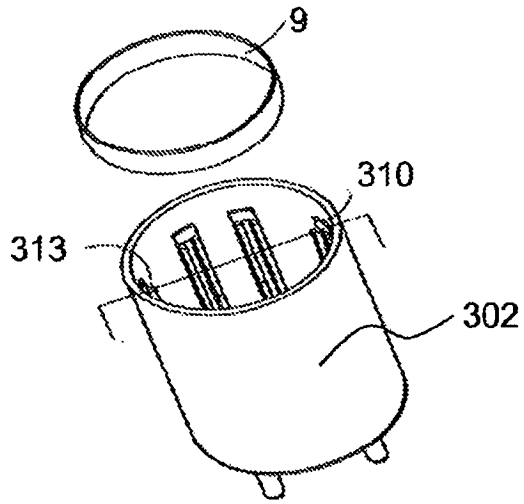


Fig. 8

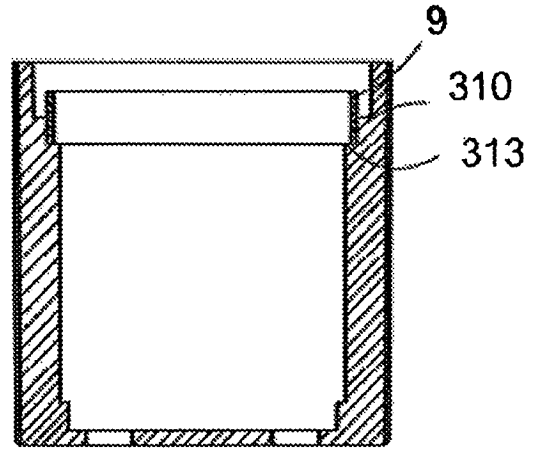


Fig. 9

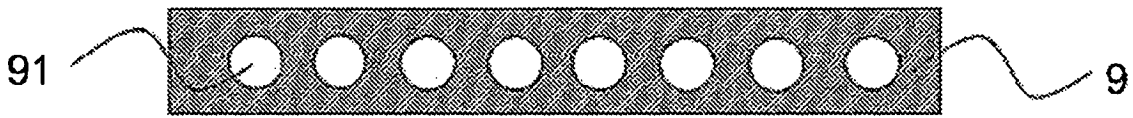


Fig. 10

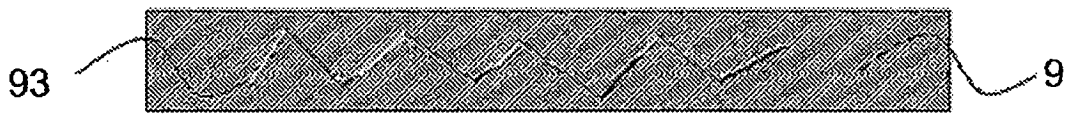


Fig. 11

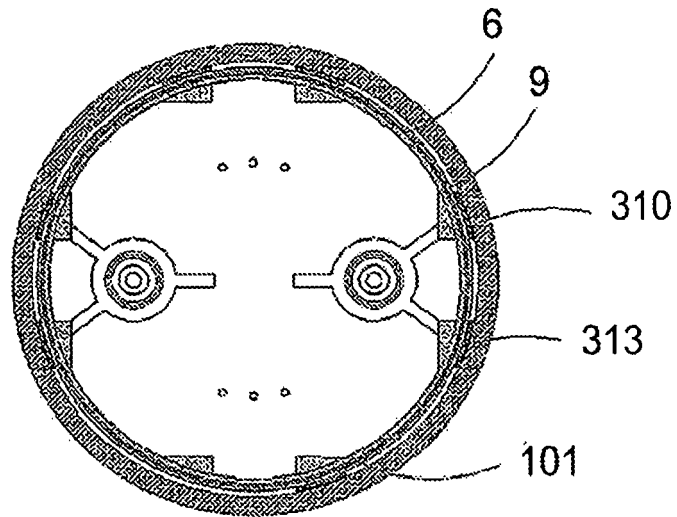


Fig. 12

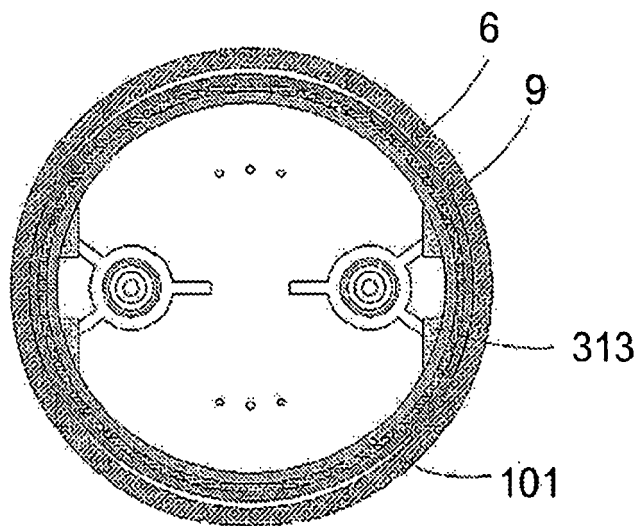


Fig. 13

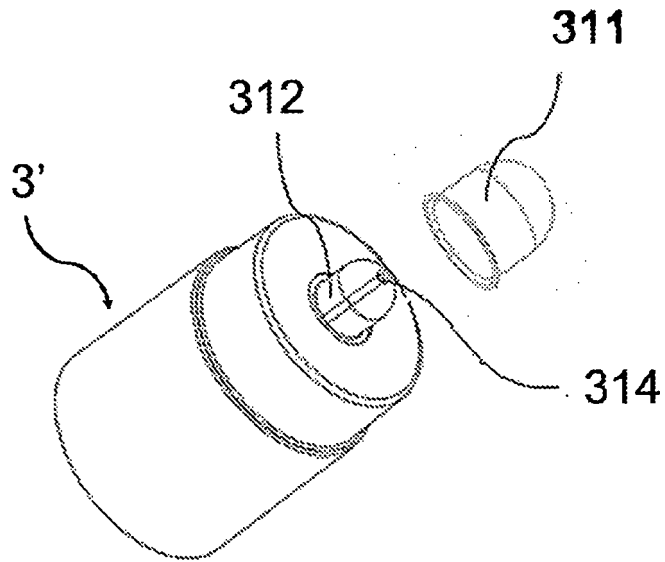


Fig. 14

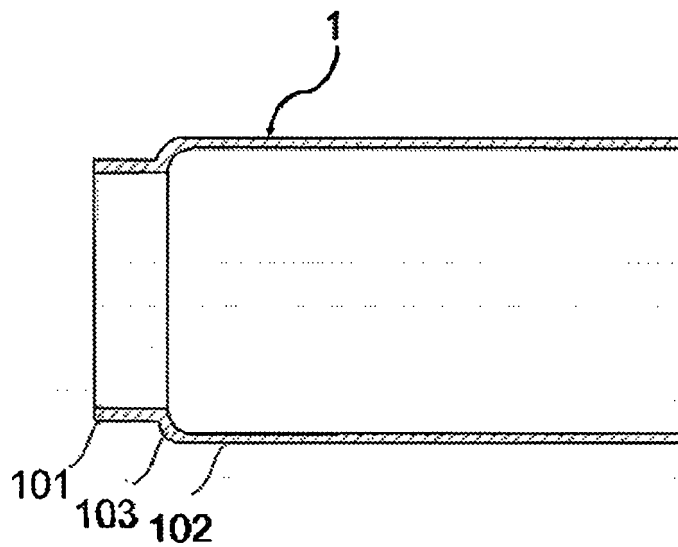


Fig. 15

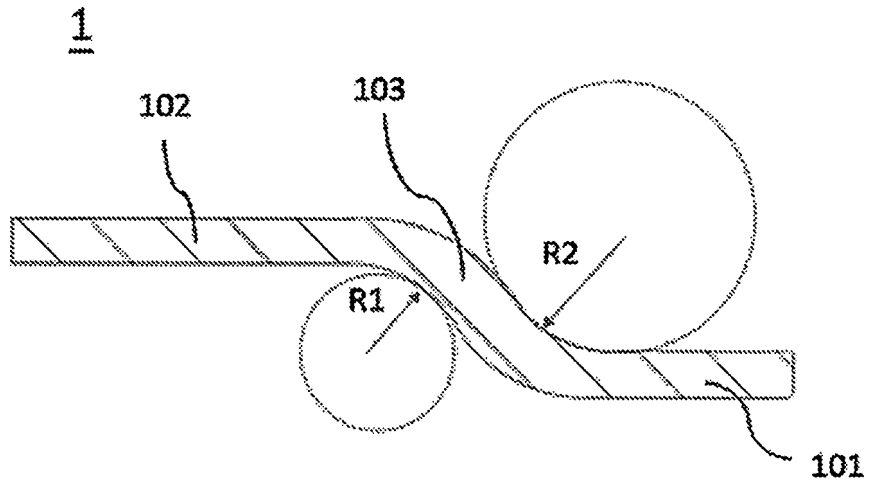


Fig. 16

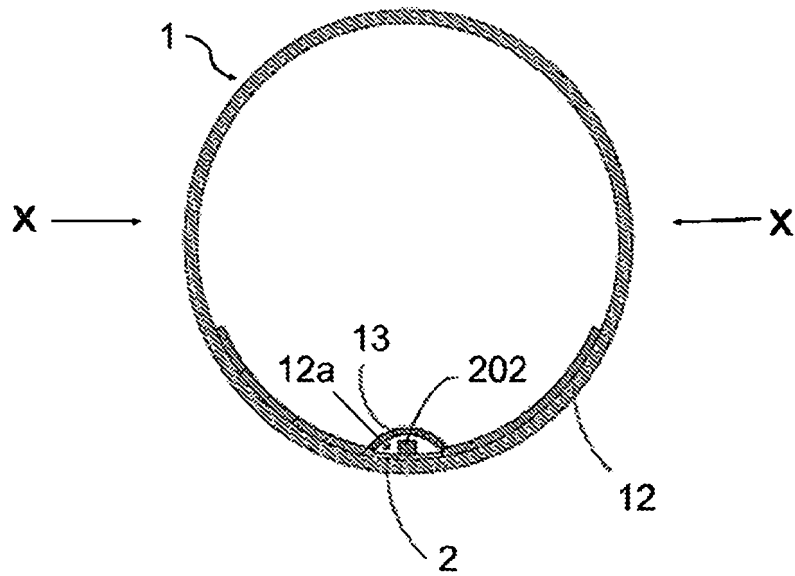


Fig. 17

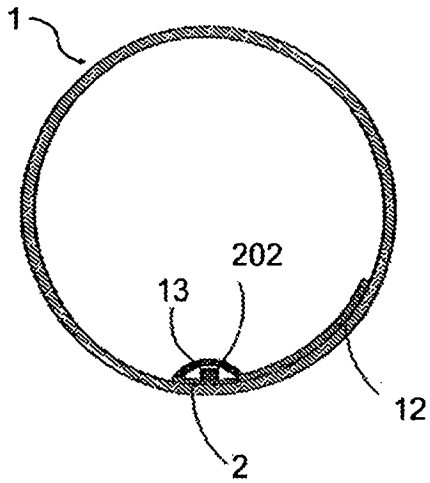


Fig. 18

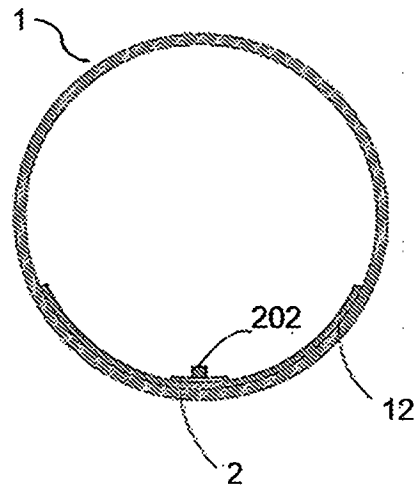


Fig. 19

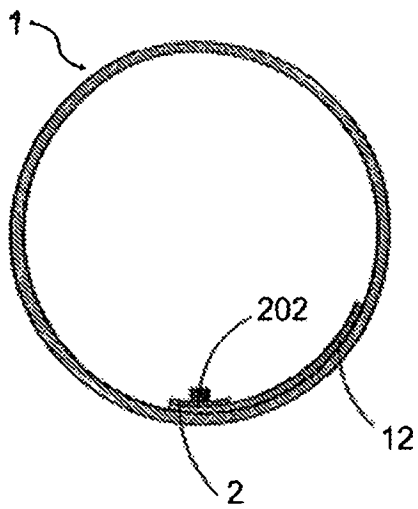


Fig. 20

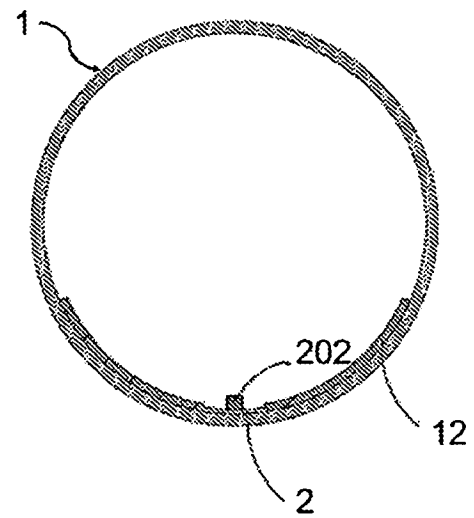


Fig. 21

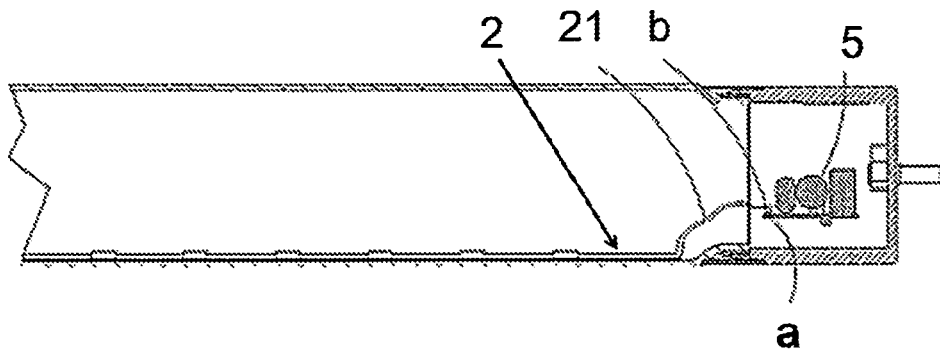


Fig. 22

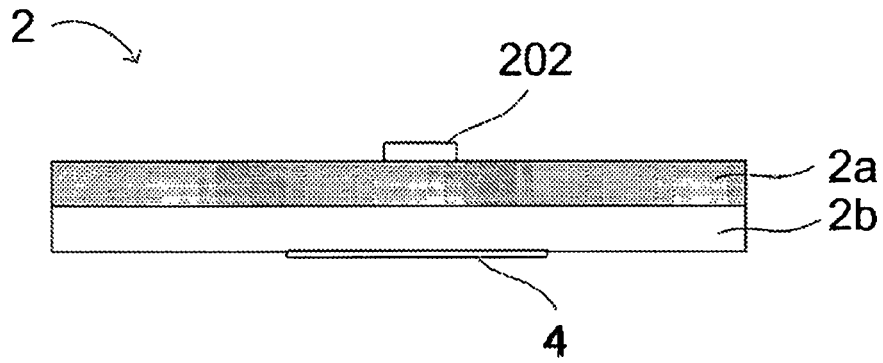


Fig. 23

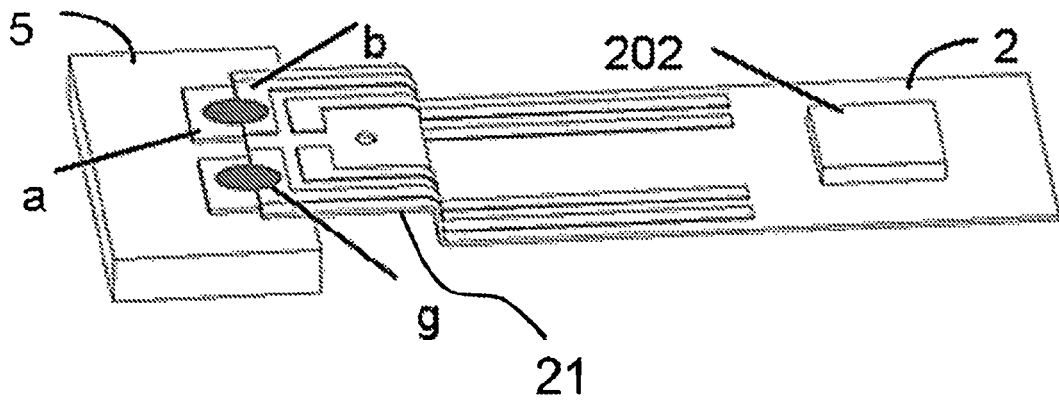


Fig. 24

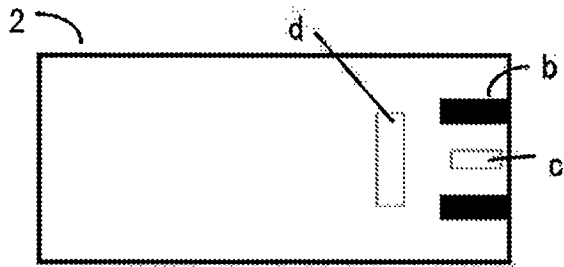


Fig. 25

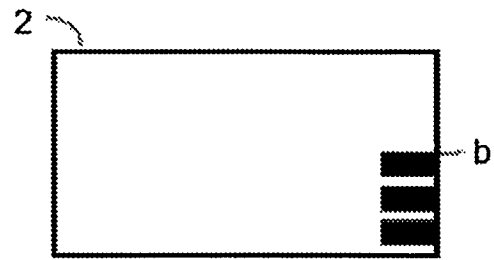


Fig. 26



Fig. 27



Fig. 28



Fig. 29

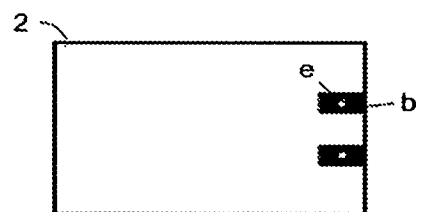


Fig. 30

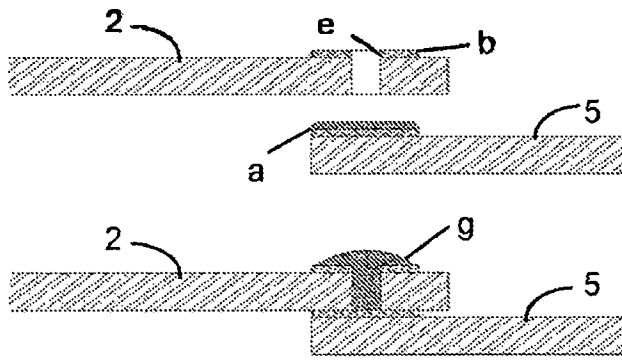


Fig. 31

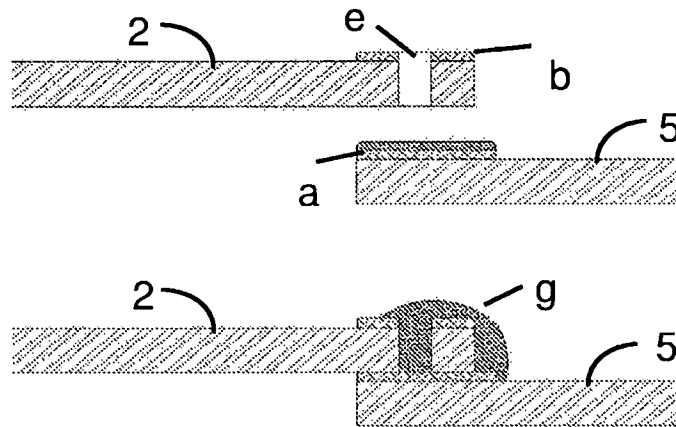


Fig. 32

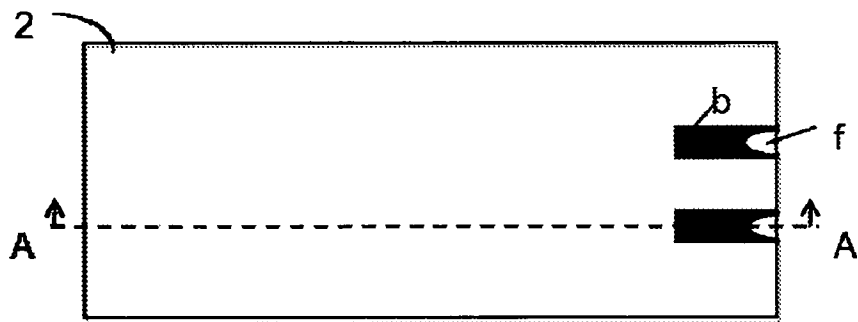


Fig. 33

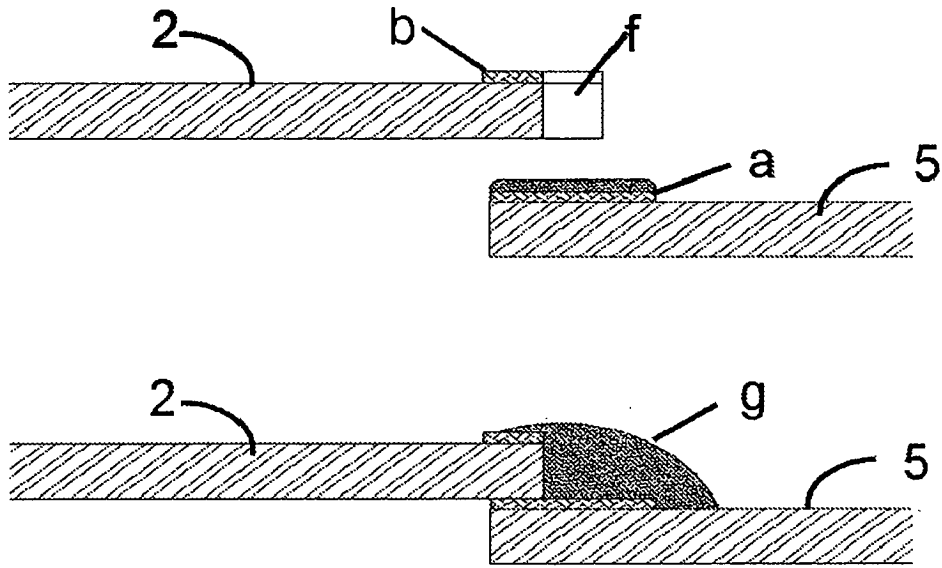


Fig. 34

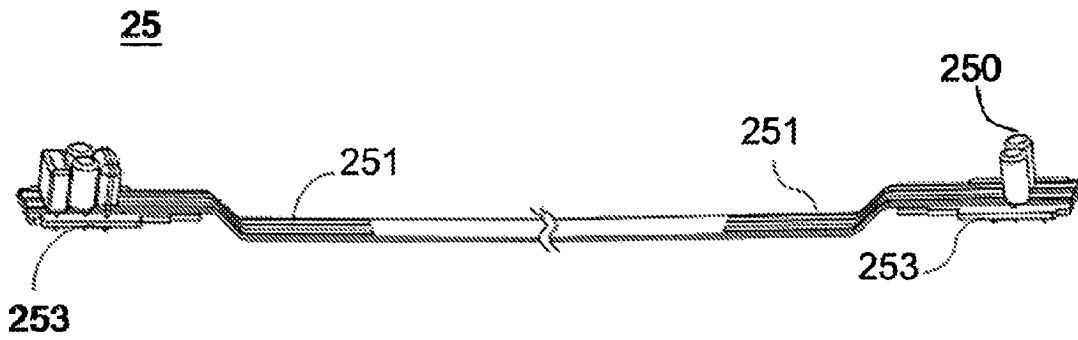


Fig. 35

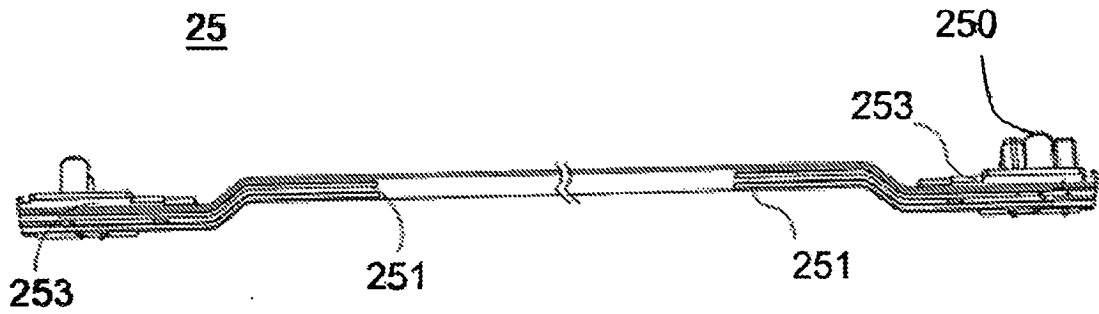


Fig. 36

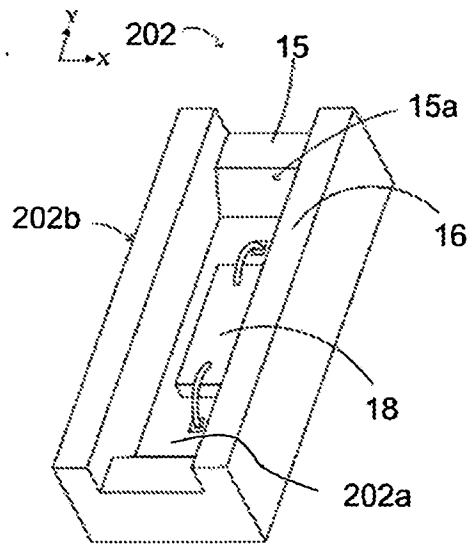


Fig. 37

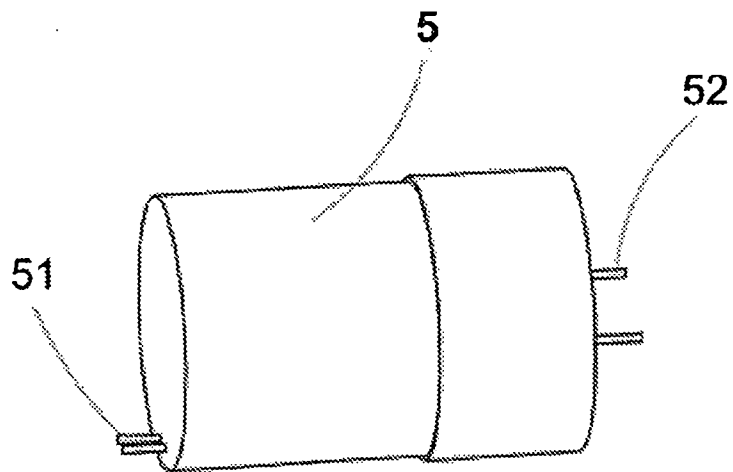


Fig. 38

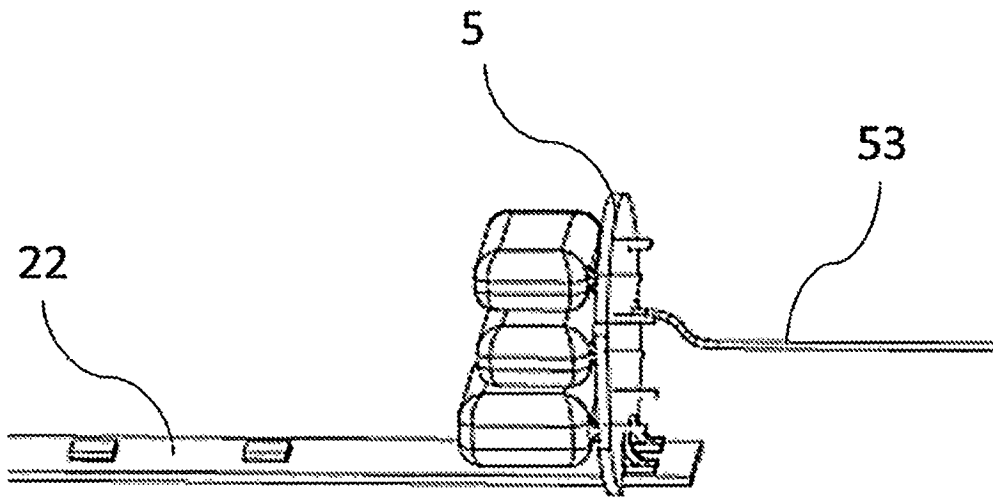


Fig. 39

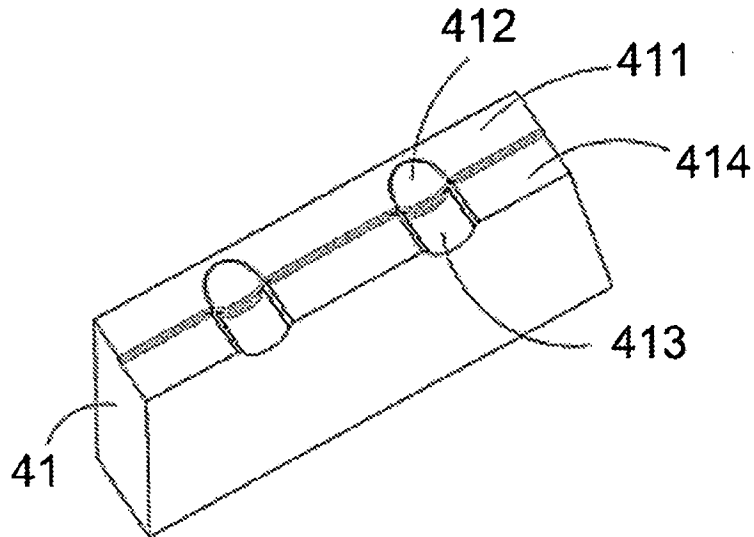


Fig. 40

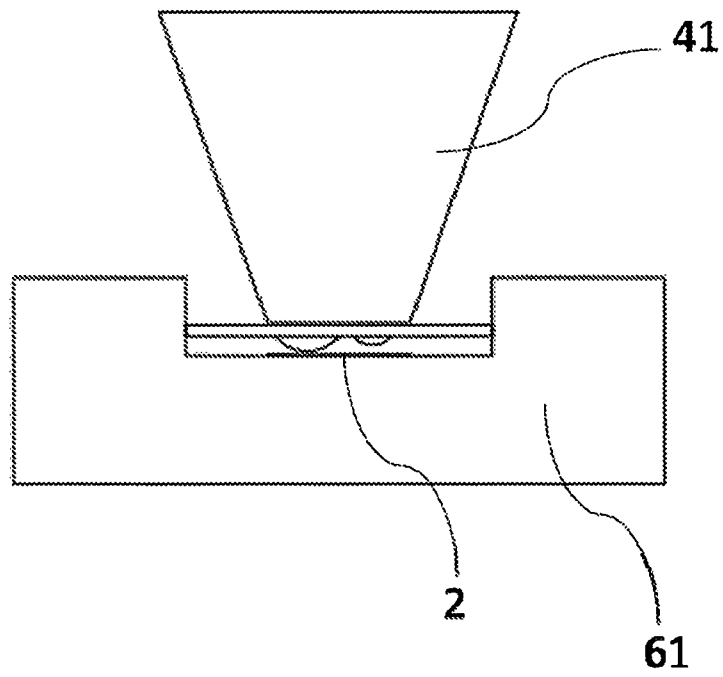


Fig. 41

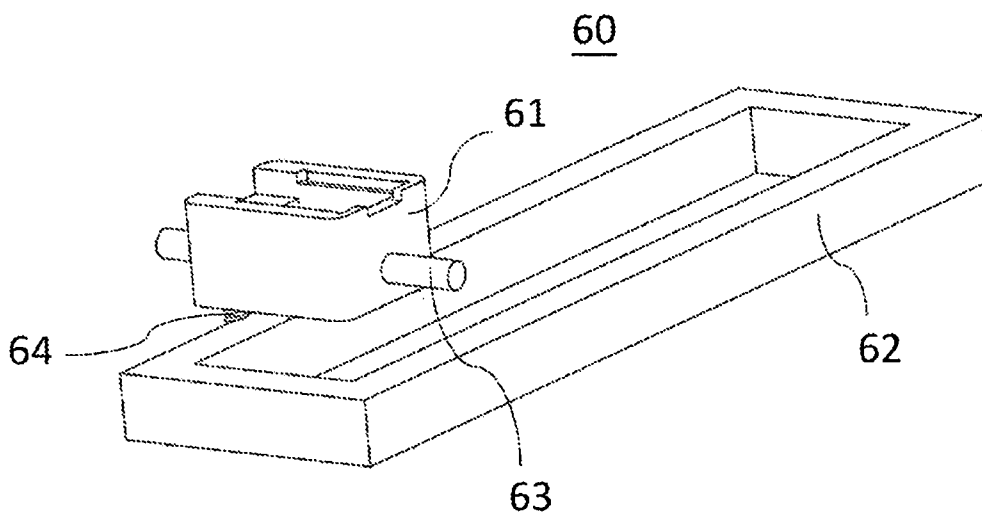


Fig. 42

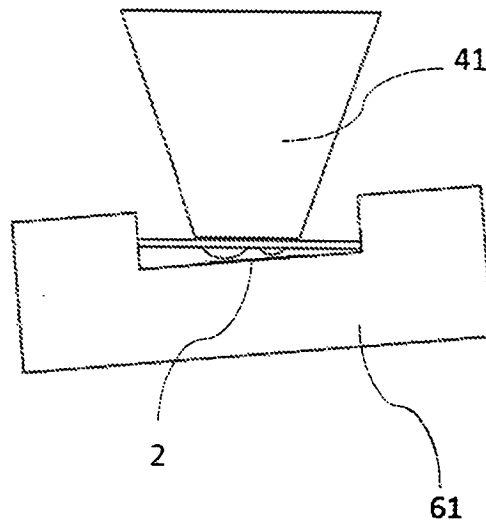


Fig. 43

110

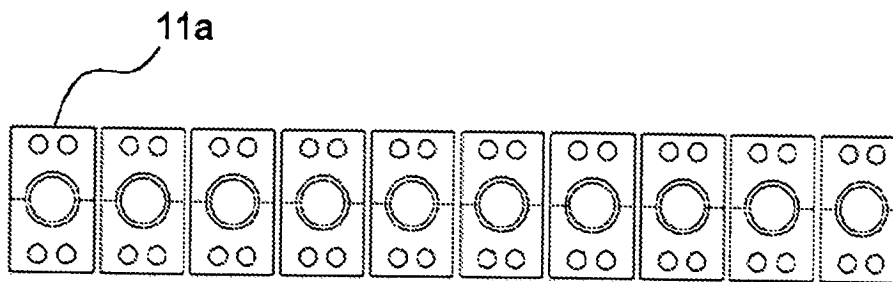


Fig. 44

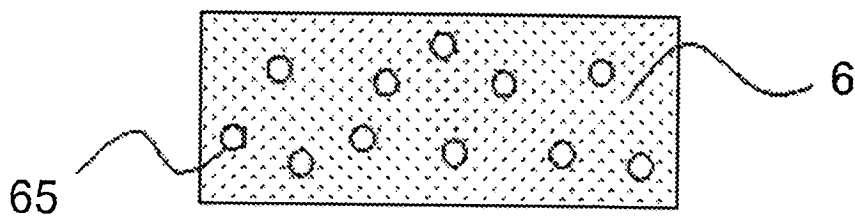


Fig. 45

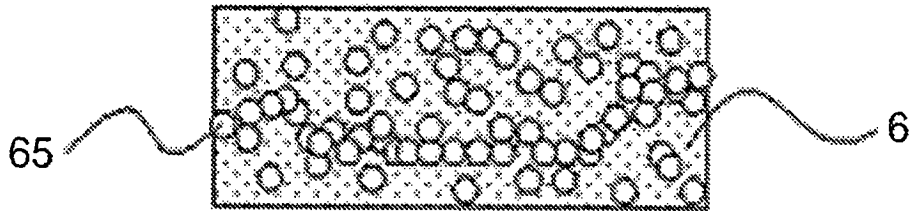


Fig. 46

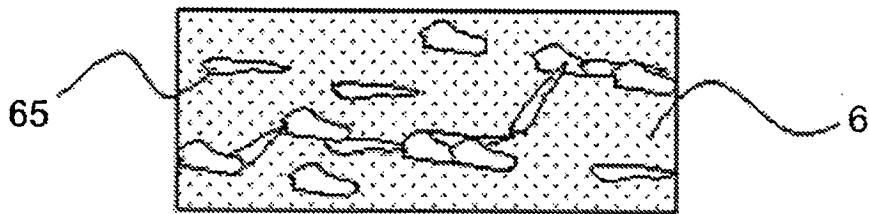


Fig. 47

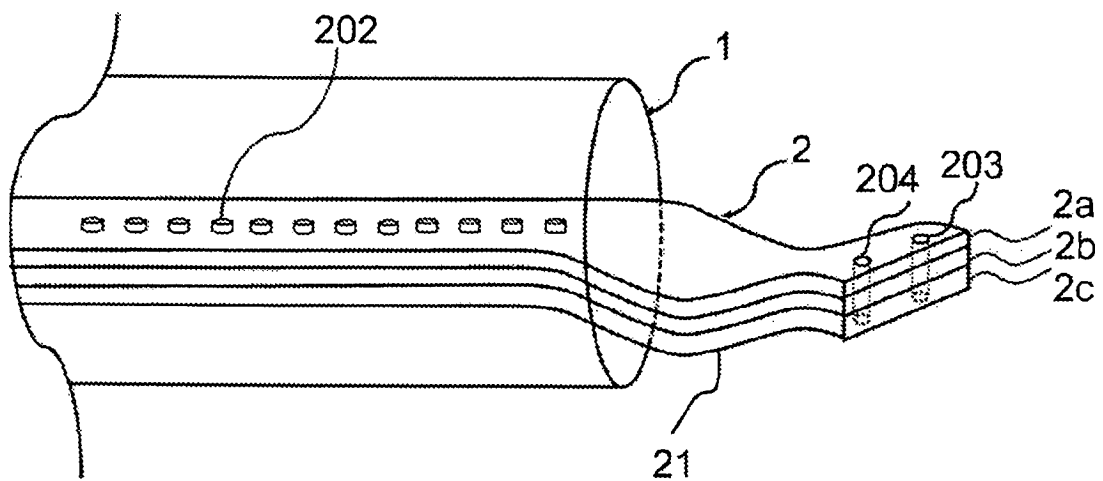


Fig. 48