



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109595480 A

(43)申请公布日 2019.04.09

(21)申请号 201710909696.3

(22)申请日 2017.09.29

(71)申请人 朗德万斯公司

地址 德国慕尼黑

(72)发明人 林然 伯恩哈德·里德 杨绍柱

(74)专利代理机构 北京天昊联合知识产权代理有限公司 11112

代理人 顾丽波 李荣胜

(51)Int.Cl.

F21K 9/232(2016.01)

F21K 9/238(2016.01)

F21V 23/00(2015.01)

F21V 19/00(2006.01)

F21Y 115/10(2016.01)

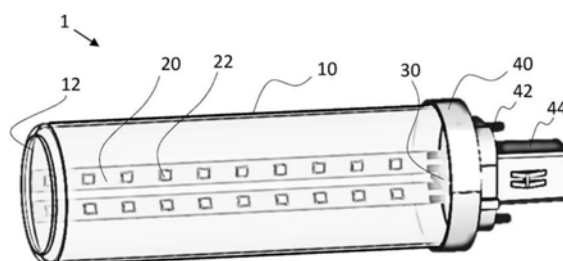
权利要求书1页 说明书7页 附图4页

(54)发明名称

具有一串光引擎的紧凑型荧光灯销

(57)摘要

本发明涉及一种照明装置(1),特别涉及一种对应于紧凑型荧光灯并且具有改善的热性能的LED照明装置(1)。照明装置(1)包括:透明管(10),其具有限定腔(14)的内壁(12);光引擎(20),其包括一个或多个发光二极管(22);以及驱动器(30),其用于驱动光引擎(20),其中光引擎(20)被布置在透明管(10)的内壁(12)上。管(10)的内壁(12)上的光引擎(20)以及一个或多个发光二极管(22)的这种布置方式改善了照明特性,同时交界表面还提供了改善的冷却表面,用于在光引擎(20)与内壁(12)之间传导热量。



1. 一种照明装置(1),包括:
透明管(10),其具有内壁(12),所述内壁(12)限定腔(14);
光引擎(20),其包括一个或多个发光二极管(22);以及
驱动器(30),其用于驱动所述光引擎(20),
其特征在于,所述光引擎(20)被布置在所述透明管(10)的内壁(12)上。
2. 如权利要求1所述的照明装置(1),其中所述光引擎(20)形成为条状物并且沿所述透明管(10)的轴向定向。
3. 如权利要求2所述的照明装置(1),其中所述光引擎(20)包括多个分离的条状物,所述条状物彼此相邻地放置、和/或分隔开地放置和/或相互面对地放置在所述透明管(10)的内壁(12)的相对侧。
4. 如权利要求2或3所述的照明装置(1),其中所述光引擎(20)是柔性的。
5. 如权利要求4所述的照明装置(1),其中所述光引擎(20)形成为单个条状物,其中所述条状物的各部分(24)被布置在所述透明管(10)的相对侧。
6. 如权利要求5所述的照明装置(1),其中相对的条状部分(24)由所述条状物的中间部分(26)连接,所述中间部分(26)在所述透明管(10)的一端面横过所述透明管(10)。
7. 如权利要求6所述的照明装置(1),其中所述中间部分(26)布置在所述透明管(10)的与所述驱动器(30)相对的一端。
8. 如前述权利要求中任一项所述的照明装置(1),其中所述光引擎(20)通过热粘合剂、光敏粘合剂、压敏粘合剂或多组分粘合剂固定至所述透明管(10)的内壁(12)。
9. 如前述权利要求中任一项所述的照明装置(1),其中所述透明管(10)由玻璃或塑料材料制成,其中所述玻璃是透明的、被涂覆的或者半透明的。
10. 如前述权利要求中任一项所述的照明装置(1),其中所述透明管(10)包括位于一端的开口(16)并且包括封闭所述透明管(10)的开口(16)及腔(14)的端盖(40),所述端盖(40)通过粘合剂固定至所述透明管(10)。
11. 如前述权利要求中任一项所述的照明装置(1),其中所述驱动器(30)被布置在所述透明管(10)的腔(14)内,并且在实质上与所述光引擎(20)的方向垂直的方向上定向,或者其中所述驱动器(30)被布置在所述透明管(10)的腔(14)内或延伸至所述透明管(10)的腔(14)内,并且在所述透明管(10)的实质上纵向方向上定向。
12. 如前述权利要求中任一项所述的照明装置(1),其中所述驱动器(30)通过至少一根导线、连接器或布置在所述驱动器(30)的边缘处的金属弹簧连接器(32)与所述光引擎(20)电连接。
13. 如权利要求12所述的照明装置(1),其中所述金属弹簧连接器(32)被配置为提供机械固定以将所述驱动器(30)固定至所述透明管(10)。
14. 如前述权利要求中任一项所述的照明装置(1),其中所述透明管(10)具有管状并且所述驱动器(30)具有圆形,其中所述驱动器(30)包括与所述透明管(10)的内壁(12)限定的横截面圆周相匹配的圆周。

具有一串光引擎的紧凑型荧光灯销

技术领域

[0001] 本发明涉及照明装置,特别是适于代替紧凑型荧光灯的LED照明装置。本发明特别涉及改善照明装置的热特性以及改善照明性能。

背景技术

[0002] 诸如紧凑型荧光灯或CFL的传统荧光灯可能无法提供足够的能量效率、生产相当昂贵、并且需要被谨慎处理以确保人身安全并减小环境危害的风险。

[0003] 因此,从长远来看,期望此类CFL被基于更加安全且更加节能的技术的灯具所取代,例如采用发光二极管或LED。基于LED的CFL至少具有以下优点:更少的能源消耗以及不再需要用气体密封和填充照明装置。因此,使用基于LED的CFL通常被认为是可取的,因为它降低了能源成本,并且生产和处理都被认为更加安全也不那么复杂。

[0004] 然而,当前基于LED的CLF灯会产生巨大热量,这使得它们通常需要散热器来将热量传到它们的周围。这种散热器经常是通过挤压工艺提供,并且将挤压铝型材实现为散热器。此类散热器的尺寸通常相当大,它不仅增加了灯的重量和成本,还限制了灯的尺寸和成形。

[0005] 此外,散热器可能破坏诸如照明性能的其他因素,这是不希望的。

[0006] 因此,有必要将当前的CFL替换为具有更好热特性的灯,而不牺牲照明性能,并且所述灯适用于低成本生产,例如可被简单而廉价的生产。

发明内容

[0007] 鉴于已知的现有技术,本发明的一个目的是提供一种简化的光引擎布置方式以及一种光引擎的改进冷却方式,同时提供更好的照明性能。

[0008] 如独立权利要求所述的照明装置解决了该目标。从属权利要求给出了优选实施例。

[0009] 根据本发明的一个方面,照明装置包括:透明管,其具有限定腔的内壁;光引擎,其包括一个或多个发光二极管;以及驱动器,其用于驱动光引擎,其中光引擎被布置在透明管的内壁上。

[0010] 管内壁上的光引擎以及一个或多个发光二极管的布置方式至少具有下列优点:不仅可以获得更优异的照明特性,同时还为光引擎提供了用于传导热量的冷却表面。因而,由于来自光引擎的热量可以直接传导到管,照明装置的热性能得到了提升,因此不再需要额外的散热器或者至少可以减小散热器的尺寸。

[0011] 照明装置的光引擎优选形成为条状物并且沿透明管的轴向定向。

[0012] 管的轴向可被理解为通常从插座延伸的方向或者沿照明装置的轴向延伸。当管成直线伸展时,该轴向与管的轴一致。

[0013] 条形的光引擎至少具有以下优点:光引擎在管的径向上尺寸可较薄并允许细长和简洁的设计。因此光引擎可被容易地放置和固定于内壁。此外,这样的形状也有利于照明装

置的生产,例如使插入、组装和固定更加便利,同时例如由于生产更容易并且材料成本更低也降低了所述生产的成本。

[0014] 光引擎可还包括多个分离的条状物,它们被彼此相邻地放置、分隔开地放置和/或互相对地放置在透明管的内壁的相对侧。提供多个条状物使得照明性能可被选择性地调整。换句话说,照明装置发出的光要么可以在一个方向上更加集中(例如当两个或更多个条状物被彼此相邻放置时),要么可以不那么集中但是在照明装置的一侧发出更强的光(例如当两个或更多个条状物在内壁上分隔开时)。进一步地,在透明管的内壁的相对侧设置两个或更多个条状物,其中各条状物相互面对,可以提供全向光,例如,光以更加均匀的方式在各个方向发射。根据要发出的光的强度和均匀性,照明装置可包括两个或甚至更多个条状物,例如3个、4个、5个或更多。

[0015] 优选地,光引擎是柔性的。柔性光引擎至少具有在照明装置的生产期间可以容易地插入的优点。

[0016] 此外,柔性使得光引擎适于多种表面,例如弯曲或弯折的表面、甚至锋利或光滑的角。柔性光引擎还可以设置为条状物,条状的薄尺寸和柔性使得光引擎能够适应于内壁的表面,因此在灯泡形状的选择方面提供了较大的自由度。另外,通过允许简单的插接以及通过提供更加鲁棒的光引擎,有利于此类灯泡的生产,即,光引擎不易受到电气接触的断裂或损坏的影响。

[0017] 此外,光引擎的柔性允许自身弯曲或弯折,从而代替了针对管的内壁的不同区域提供多个条状物,光引擎例如可以是细长的以在所述各区域提供光引擎。

[0018] 因此,光引擎可以形成为单个条状物,其中条状物的各部分被布置于透明管的相对侧。因此,相对的条状部分互相对或在内壁上与腔的直径相对应的相对点附近对齐。单个条状物具有下列优点:仅需一个连接器垫,还能进一步提高热冷却性能。

[0019] 条状物可被完全地布置于内壁上;然而,条状物的与相对的条状部分不对应的部分可以以非固定的方式与管的内壁相邻的。因此,这种条状部分可以是大体上直线形、凸形或凹形,或者还可以形成U形、倒U形或Z形。

[0020] 优选地,相对的条状部分由所述条状物的中间部分连接,中间部分在透明管的一端面横过该透明管。因此,中间部分可以在与相对的条状部分的轴向大体上垂直的方向上横过管的截面。所述中间部分可被布置于内壁处或者可被延伸到中间部分的相对的条状部分的末端所保持。虽然可在所述条状部分之间形成边缘或角,优选地,在中间部分和其中一个相对的条状部分之间形成弯曲。这种弯曲例如可以减小作用于各个条状部分上的张力,还提供了充分的结构稳定性以防止中间条状部分的解体。

[0021] 将光引擎设置为具有相对的条状部分的单个柔性条状物,可在几乎所有方向上发光,而不受其他例如机械固定、冷却或电子组件的干扰或掩蔽效应的影响。因此,所述条状物提供全方向的光。

[0022] 为了提供柔性光引擎,光引擎可包括柔性印刷电路板或PCB (FCB) 或其他组件,例如CAM1、FR4或MCPCB。

[0023] 虽然可将中间部分布置于管的其中一端,优选的是,中间部分发射光,因而将其配置到发光管的一端。因此,中间部分优选布置在透明管的与驱动器相对的一端。这样至少具有以下优点:可以提供更好的发光性能,与此同时,通过中间部分到内壁的直接热传导,改

善了对光引擎的冷却,这是将中间部分布置在驱动组件附近时所不能实现的。

[0024] 为了进一步促进照明装置的生产并且改善光引擎的冷却,可用热粘合剂、光敏粘合剂、压敏粘合剂或多组分粘合剂将光引擎固定至透明管的内壁。对于精细材料,可优先使用热粘合剂。通过使用粘合剂,可避免使用螺丝或其他机械附件,也不再需要预先打孔或其他进一步的准备步骤。进而,在生产过程中,可在允许管转动和/或旋转的同时方便地施加粘合剂,并且粘合剂在例如热能的作用下快速地固化,于是光引擎可被快速地固定于内壁。另外,粘合剂的使用提供了同时适用于内壁和光引擎的附接表面,使得热量可经过所述表面从光引擎向内壁高效地传导。

[0025] 照明装置的透明管可进一步由玻璃或塑料材料制成,其中玻璃是透明的、被涂覆的或者半透明的。玻璃、固体或结晶性塑料的使用可提供所需的光学特性。与此同时,玻璃可为布置于内壁的光引擎提供期望的热传导和冷却特性。进一步地,当在光引擎中使用更大数量的发光二极管和/或使用更大容量的发光二极管时,玻璃材料还可提供充足的耐热性。虽然玻璃材料是优选的,但是例如在实施挤压成形或注塑成形方法来生产管时,具有相似材料特性的塑料材料也是可以使用的。

[0026] 根据所要发射的光,玻璃或塑料材料可以是全透明的、至少部分被涂覆的或半透明的。例如,管也可以是半透明的,以提供散射光或分散光。另外或可替代的,管可包括涂层,例如用于提供多种色彩方案。

[0027] 照明装置的透明管可进一步包括位于一端的开口和封闭透明管的开口及腔的端盖,其中端盖通过粘合剂固定至透明管。例如,管可仅在一侧包括开口,其中端盖在所述开口处被安装至管,使得端盖封闭照明装置的管。端盖的大小和规模被设置为在管的所述端封闭开口和管,使得它被管接收并在端部区域沿管的外侧延伸。

[0028] 管的形状和照明装置的端盖可一起对应于紧凑型荧光灯。因此,照明装置可具有合适的大小和规模,以便安装在紧凑型荧光灯外壳的插座上。例如,照明装置可包括位于端盖的机械连接元件,其被对应的插座接收,并且可包括与驱动器连接并从端盖延伸的电连接器,其在照明装置被插座接收时接触所述插座中的电连接元件,从而为驱动器提供电能。

[0029] 驱动器可被容纳或至少部分地被安置到照明装置的透明管中。因此,可将照明装置的驱动器布置于透明管的腔中,其中驱动器在实质上与光引擎的方向垂直的方向上定向。因此,从透明管的轴向被定向为垂直方向的角度来看,驱动器可以以水平方式至少部分地安装在管的腔内。因此驱动器可位于管的端部,并相对于管的端部区域的横截面实质上水平设置。由于驱动器仅被布置于管的端部,这至少具有照明性能不受驱动器损害的优点。

[0030] 可替代地,驱动器可被布置于或延伸进入透明管的腔内,其中驱动器在透明管的实质上纵向方向定向。换句话说,驱动器可以平行于透明管的轴向放置。例如,驱动器的第一区域可被部分容纳到管内,而第二区域延伸到管外并例如被容纳在照明装置的端盖内。因此,驱动器仅有一部分可位于管内,而其他部分不设置于管内。这至少具有照明性能不受驱动器损害的优点。

[0031] 为了将光引擎与驱动器电连接,照明装置的驱动器可包括至少一导线、连接器或布置在驱动器边缘处的金属弹簧连接器。例如,可用导线电连接光引擎和驱动器,然而,也可以设置传导元件,比如,公/母连接或卡扣连接。可替代的,可设置金属弹簧连接器,这至少具有以下优点:不再需要进一步的固定组件或处理,而仅需将其简单的安装在驱动器和

光引擎之间以提供电连接。

[0032] 金属弹簧连接器优选被配置为还提供机械固定以将驱动器固定于透明管。例如，弹簧可以被配置为形成压配合，从而利用压力将驱动器固定在管内。可替代的或另外的，弹簧可以包括强制联锁特性，使得一旦包括金属弹簧连接器的驱动器被插入管内，当弹簧与管内的对应预定特征（例如，突起、突片或棘爪）接触时，该弹簧和驱动器就被固定在管内。这至少具有以下优点：便于生产，也不需要诸如孔、螺丝或其他机械固定元件，并且简单地通过插入带有对应金属弹簧连接器的驱动器即可固定驱动器。金属弹簧连接器可以沿着驱动器圆周连续地形成，或者可以包括多个金属弹簧连接器，其与光引擎所需的连接端的数量相适配。

[0033] 进一步设置驱动器的大小和规模以配合管的形状。因此，照明装置的透明管可以是管状的，并且驱动器可以是圆形的，其中驱动器包括与透明管的内壁限定的截面圆周相匹配的圆周。因此，驱动器可以被放置于邻近管的内壁的位置，其中可设置一定的公差范围。这至少具有以下优点：印刷电路板的面积可被优化，以允许其组件的最优分布和/或提供其组件到内壁的最优热传导。管的内壁可进一步包括突起，使得驱动器可位于内壁的相应特征上或内壁的相应特征处。

附图说明

[0034] 下面将参考附图来说明本发明的优选实施例。附图中：

[0035] 图1A是具有透明管和光引擎的照明装置的透视图；

[0036] 图1B是如图1所示的照明装置的纵向剖视图；

[0037] 图2A是具有形成为条状物的光引擎的透明管的透视图；

[0038] 图2B是具有形成为两个分隔开的条状物的光引擎的透明管的透视图；

[0039] 图2C是具有形成为两个相邻放置的条状物的光引擎的透明管的透视图；

[0040] 图2D是具有形成为两个彼此相对的条状物的光引擎的透明管的透视图；

[0041] 图3是具有形成为单个柔性条状物的光引擎的透明管的透视图；

[0042] 图4A是位于包括具有连接器的驱动器的管的开口处的端盖的剖视图；以及

[0043] 图4B是具有端盖的照明装置的纵向剖视图，所述端盖在管的开口处并且包括具有连接器的驱动器。

具体实施方式

[0044] 下面参照附图描述本发明的优选实施。在多幅图中相同或类似的元件或具有相同功能的元件可以用相同的参考标记表示。为了避免赘述，可以省略对这些元件的重复描述。

[0045] 图1A中示出了具有透明管10和光引擎20的照明装置1的透视图。照明装置包括端盖40，其通过热粘合剂附接于透明管10。端盖40设有连接元件44以及连接销42，以便在被对应的插座接收时分别提供机械固定和电气连接。透明管10包括内壁12，其限定了透明管10的腔14。光引擎20布置于腔14内，其中光引擎20包括多个LED22。

[0046] 根据实施例，光引擎20包括两个条状物，其中条状物布置在透明管10的内壁12上并且彼此相邻放置。条状物通过热粘合剂固定于内壁12，并且沿透明管10的轴向（即，纵向或自端盖40延伸的方向）延伸。

[0047] 透明管10被示为管状,由此类似于紧凑型荧光灯的形状。此外,连接元件44以及连接销42可被配置为由适用于紧凑型荧光灯(CFL)的插座接收。因此,照明装置1被配置为取代CFL。

[0048] 光引擎与仅部分示出的驱动器30相连。光引擎20和驱动器之间由电导线形成连接。同样的,连接销42通过导线与驱动器连接,其被焊接至导线的印刷电路板或者通过其他等同的手段保持并且电连接。驱动器30相应地被配置为当连接销42与对应的电气元件(例如,插座)接触时驱动光引擎20。

[0049] 图1B是根据图1A的照明装置1的纵向剖视图。另外,其显示了驱动器30及其组件的更多细节。驱动器30定向为与透明管10的纵向方向或轴向方向平行。此外,驱动器30的大部分被容纳在端盖40及端盖40的连接元件44内。因此,驱动器30所需的空間被最小化。只有一部分的驱动器30延伸到透明管10内部,该部分形成了驱动器30与光引擎20之间的电连接。因此,布置于透明管10内的多个LED 22所发出的光不受驱动器30的存在的影响。

[0050] 图2A中更加详细地示出了具有形成为条状物的光引擎20的透明管10。透明管10的内壁12限定了腔14。此外,透明管10的一端包括开口16,其例如被配置为接收端盖和驱动器。条状物沿透明管的纵向或轴向布置在内壁12上,与图1A和图1B所示的实施例类似。多个LED 22彼此之间优选包括连续的间隔以发出均匀的光,此外也可提供其他设置方式。

[0051] 图2B中示出了包括二个条状物的相应实施例。因此包括多个LED的光引擎20可被视为由2个条状物组成的单个光引擎20或者各自形成为条状物的2个光引擎20。条状物示为从开口16开始向透明管10的另一端延伸穿过整个腔14。然而,条状物也可以具有较短的尺寸,使得它不延伸到透明管10的另一端。因此,条状物也可布置在透明管10的内壁12上。根据图2B的实施例,条状物间隔开放置。尽管条状物被示为间隔开五分之一圈,但是条状物之间的间隔也可以更小或更大,这取决于所要求的发射光的焦点和半径。

[0052] 例如,如图2C所示,可将条状物或光引擎20彼此相邻地放置在透明管10的内壁12上,例如提供沿特定方向的光。虽然来自多个LED 22的光会沿所有方向发射,但光线通常将汇聚在布置条状物的区域。这种条状物设置方式例如可适用于台灯或具有预先设定光圈或发光范围的灯。还可根据光引擎20产生的热量来限定腔14的大小。相应的,对于低光照要求可采用较小的腔14,而当需要高光照性能时,或者当相邻光引擎20产生的热量需要大的传导表面或大的冷却表面时,腔可以更大。

[0053] 可替代的,条状物或光引擎20可以放置为彼此进一步分隔开,如图2D所示。相应的,条状物大体上设置为在内壁12上位于透明管10的相对侧。因此,条状物可提供全向光。虽然仅示出了2个条状物,为了对光照进行微调或者提供更多或更强的全向光,透明管10可被配置为包括2个以上的条状物。

[0054] 图3示出了形成为单个条状物的光引擎20的替代实施例的透视图。如其他附图所示,光引擎20包括多个LED 22。根据该实施例,光引擎20是柔性的,例如采用柔性PCB。相应的,光引擎20被设置为细长条状物,其中条状物的一部分设置在透明管10一侧的内壁12上,条状物的另一部分布置在透明管10的相对侧的内壁上,由此形成2个相对的条状部分24。相对的条状部分24由中间部分26连接,其在透明管10的与开口16和/或驱动器相对的一端横过腔14。中间部分24可布置于所述端的内壁12上,或可以简单地被相对的条状部分24保持。中间部分可进一步包括多个LED,以从透明管10的端部沿轴向发光。可替代的,中间部分26

可以仅形成相对条状部分24之间的电气和/或机械连接部件。

[0055] 图4A中示出了在包括具有连接器的驱动器30的透明管的开口处的端盖40的剖视图。驱动器30示为在其PCB上包括若干个电气元件。驱动器30还示为沿与管的轴向平行的方向放置。因此,在认为相应的照明装置处于竖直位置时,驱动器30由此被认为处于垂直位置。驱动器30通过2个金属弹簧连接器32与光引擎20电连接。相应的,所述金属弹簧连接器32被设置在驱动器30的边缘或设置在所述驱动30的PCB的边缘,并且与光引擎20接合形成电连接。此外,金属弹簧连接器可被配置并设置大小以便提供驱动器30的机械稳定性,甚至可以在端盖40和透明管内部保持或固定驱动器30。

[0056] 驱动器30的替代朝向如图4B所示。在纵向剖视图中照明装置1示为具有端盖40,端盖40在透明管10的开口处并且包括具有金属弹簧连接器32的驱动器30。金属弹簧连接器32在驱动器30和光引擎20之间提供电连接。光引擎20被示为单个柔性条状物,其包括布置在内壁12上的2个相对的条状部分24以及位于透明管10的与驱动器30相对的一端的中间部分26。中间部分26横过透明管10的腔并且与透明管10的与驱动器30相对的一端的内壁12相邻放置。驱动器30与连接销42相邻,并通过金属弹簧连接器32在所述连接销42与光引擎20之间形成电连接。优选地,所述金属弹簧连接器32还为透明管10中的驱动器30提供机械稳定性或支撑。驱动器30放置在透明管10内的大体上水平的平面上,其中照明装置1被认为处于竖直或垂直位置。因此,驱动器30被定向为在垂直于透明管10的轴向以及光引擎20的轴向的方向上。此外,通过使驱动器30具有与透明管10的内壁限定的横截面圆周匹配的大体上圆形形状以及圆周,来使驱动器30的尺寸与透明管10的管状相匹配。这至少具有以下优点:驱动器完全位于并容纳在透明管10内,从而最小化端盖40内的电气元件的数量,这可以促进照明装置1的生产,此外使另外被容纳在照明装置1的端盖40内的电气元件不容易被损坏。

[0057] 虽然本发明已经详细说明并描述了上述实施例,但其并不局限于这些实施例。技术人员可在不脱离所附权利要求的范围的情况下推导出其他变形。

[0058] 一般来说,“一”或“一个”可以被理解为单数或复数,特别是“至少一个”、“一个或多个”等意思,除非这例如通过术语“正好一个”等被明确地排除在外。

[0059] 此外,数值可包括准确的值以及通常的公差区间,除非这是明确排除的。

[0060] 实施例中(特别是在不同的实施例中)所示的特征可以在不超出本发明的范围的情况下被组合或替换。

[0061] 附图标记列表

[0062] 1 照明装置

[0063] 10 透明管

[0064] 12 内壁

[0065] 14 腔

[0066] 16 开口

[0067] 20 光引擎

[0068] 22 发光二极管或LED

[0069] 24 相对的条状部分

[0070] 26 中间部分

- [0071] 30 驱动器
- [0072] 32 金属弹簧连接器
- [0073] 40 端盖
- [0074] 42 连接销
- [0075] 44 连接元件

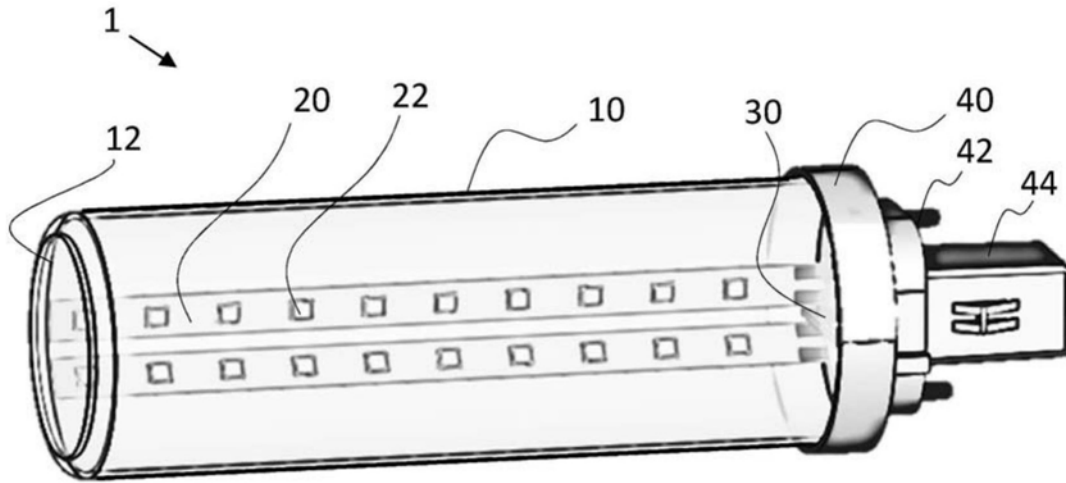


图1A

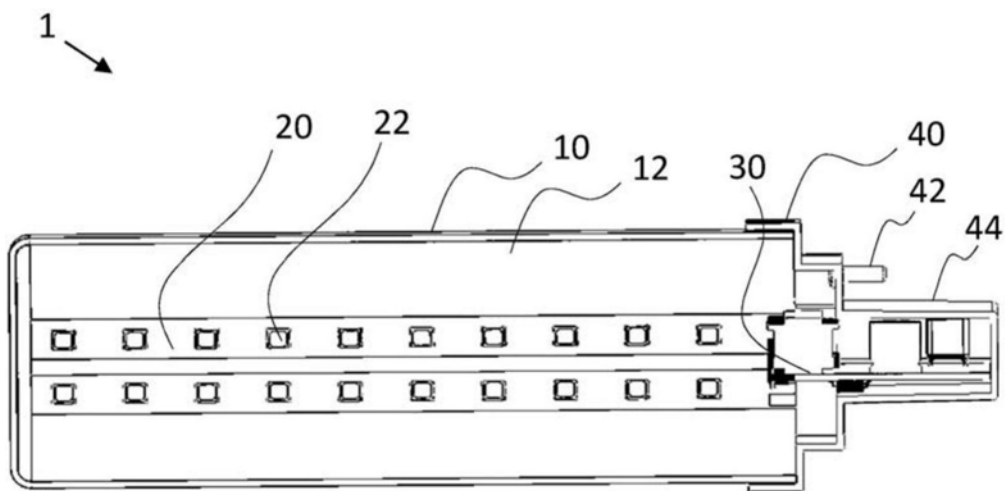


图1B

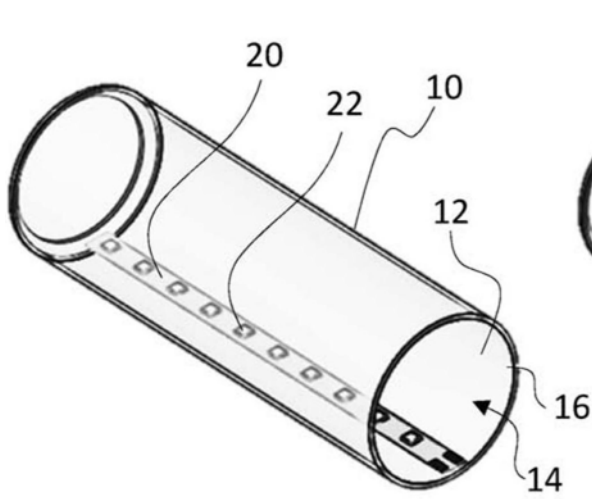


图 2A

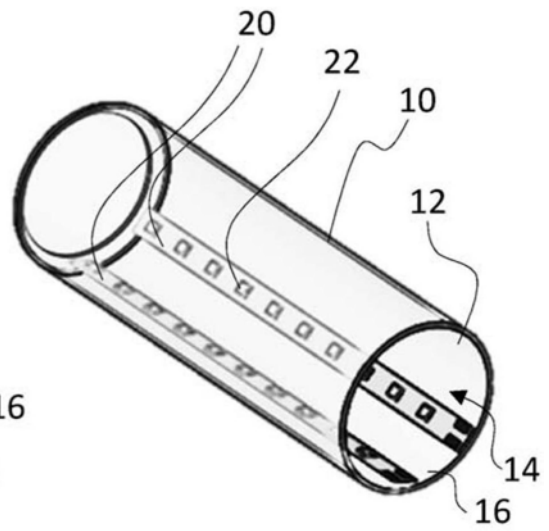


图 2B

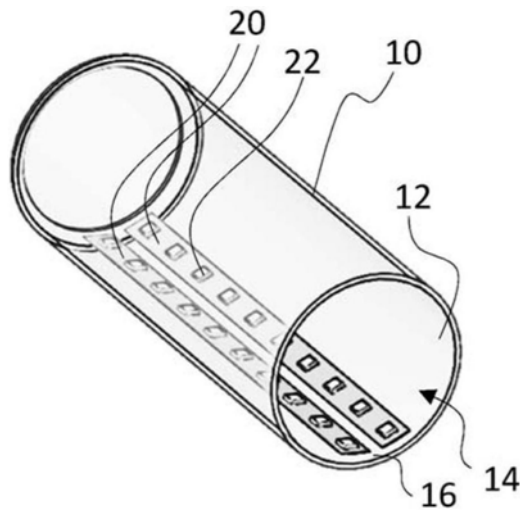


图2C

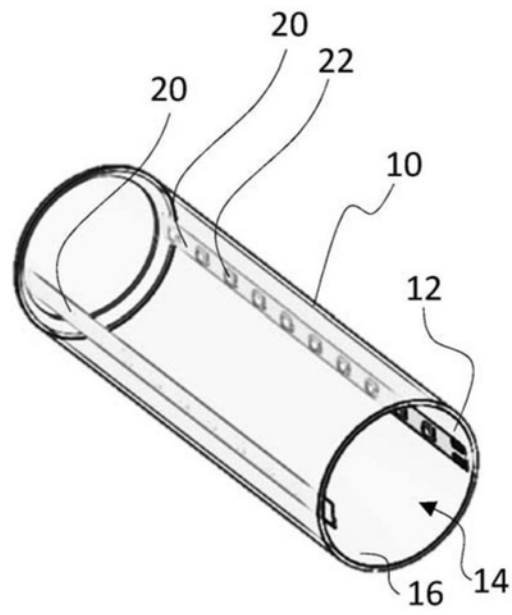


图2D

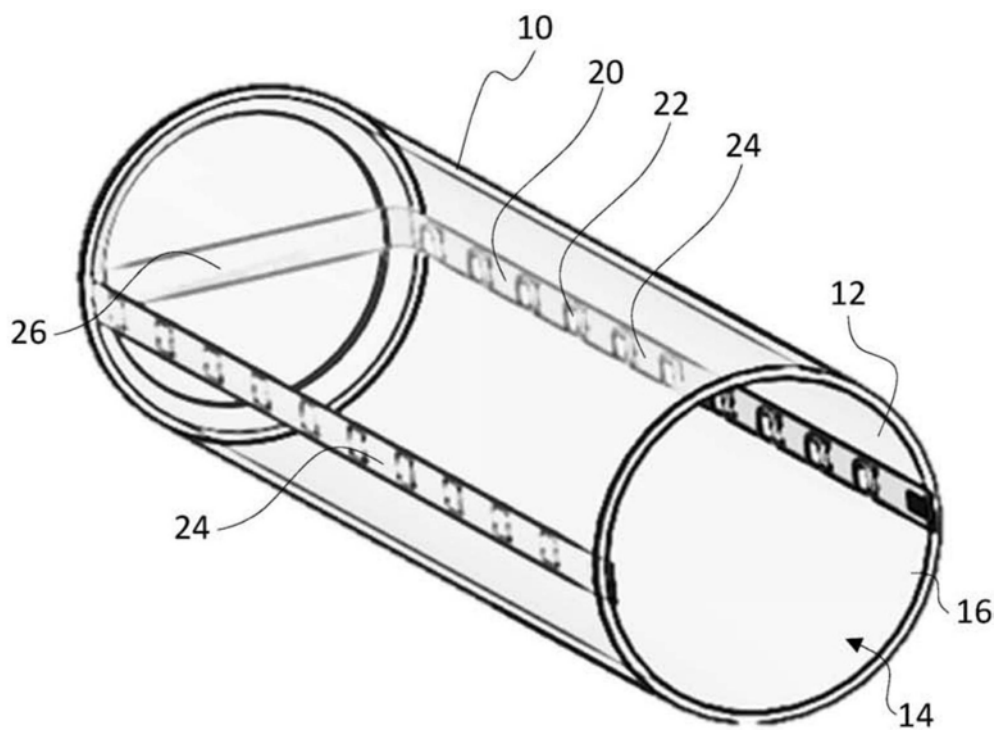


图3

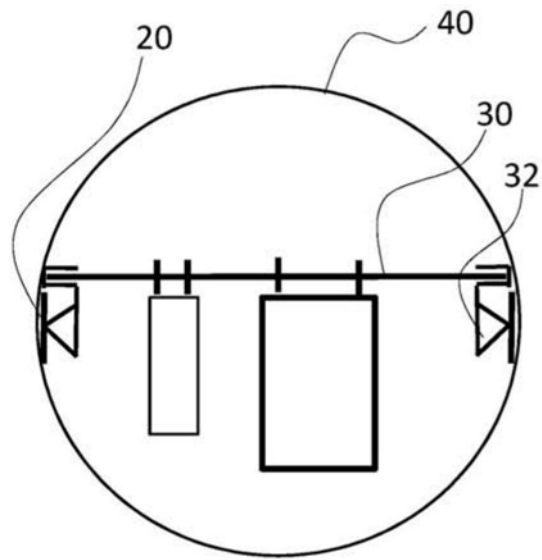


图4A

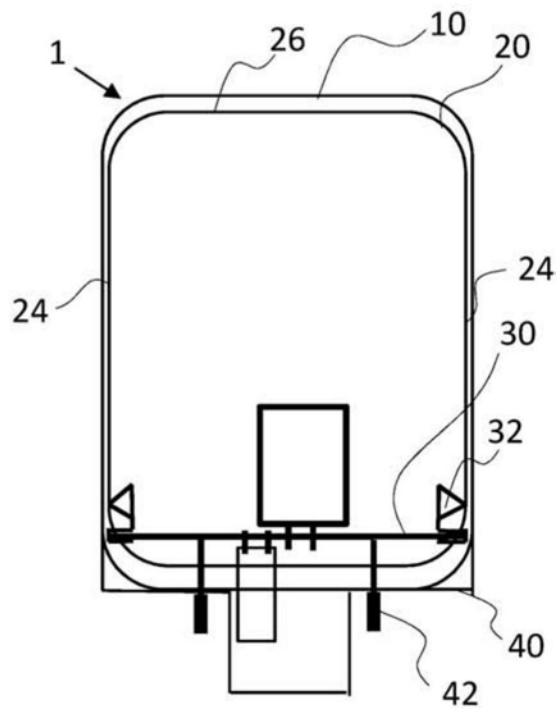


图4B