



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104160522 B

(45)授权公告日 2017. 12. 22

(21)申请号 201380012842.2

(22)申请日 2013.02.27

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104160522 A

(43)申请公布日 2014.11.19

(30)优先权数据

61/607058 2012.03.06 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2014.09.05

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/IB2013/051563 2013.02.27

(87)PCT国际申请的公布数据

W02013/132389 EN 2013.09.12

(73)专利权人 飞利浦灯具控股公司

地址 荷兰埃因霍温

(72)发明人 R.A.M. 希克梅特 T. 范博姆梅

J. 余

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

代理人 孙之刚 汪扬

(51)Int.Cl.

H01L 33/64(2006.01)

H01S 5/024(2006.01)

H01L 33/56(2006.01)

H01L 33/62(2006.01)

H01L 25/075(2006.01)

(56)对比文件

CN 101546715 A, 2009.09.30,

CN 102165611 A, 2011.08.24,

CN 101937910 A, 2011.01.05,

审查员 周忠堂

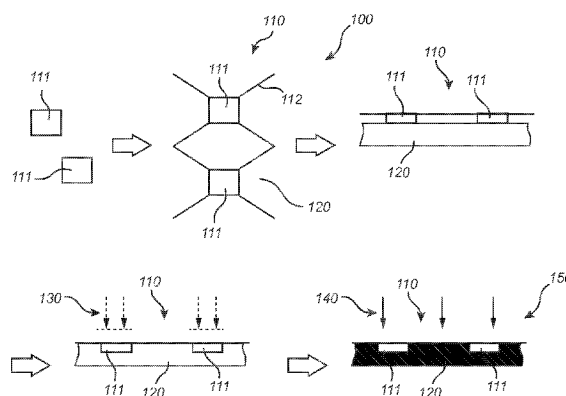
权利要求书2页 说明书6页 附图10页

(54)发明名称

发光模块和制造发光模块的方法

(57)摘要

发光模块(150)和制造发光模块的方法(100),其中该方法包括提供呈流体状态的散热材料(120)的步骤和提供包含电连接到载体(112)的多个光源(111)的光源组件(110)的步骤,其中每一个光源具有发光表面(113)。该方法进一步包括将光源组件嵌入(130)到散热材料中使得载体以及每一个光源的一部分被散热材料覆盖而每一个光源的发光表面不被散热材料覆盖的步骤,以及凝固(140)散热材料的步骤。



1. 一种制造发光模块(150)的方法(100),其包括以下步骤:
提供呈流体状态的散热材料(120);
提供包含电连接到导电载体(112)的多个光源的光源组件(110),所述光源(111)中的每一个具有发光表面(113);
将所述光源组件作为整体嵌入(130)到所述散热材料中,使得除了所述光源中的每一个的所述发光表面不被所述散热材料覆盖之外,所述导电载体以及所述光源中的每一个作为整体被所述散热材料覆盖;以及
凝固(140)所述散热材料。
2. 根据权利要求1所述的方法(100),其中所述光源(111)中的每一个还包括与所述发光表面(113)相对的底部表面,以及发光表面(113)之间的侧向表面,并且
所述嵌入步骤包括除了发光表面之外,将底部表面和侧向表面嵌入到所述散热材料中,并且
所述散热材料(120)是不透明的。
3. 根据权利要求1或2所述的方法(100),其中所述散热材料(120)包括至少一种陶瓷材料。
4. 根据权利要求3所述的方法(100),其中所述至少一种陶瓷材料选自由黏土、混凝土和瓷料组成的组。
5. 根据权利要求1或2所述的方法(100),其中所述导电载体(112)包括线栅网格。
6. 根据权利要求1或2所述的方法(100),其进一步包括在所述光源(111)中的至少一个上应用磷光体层(301)的步骤。
7. 根据权利要求1或2所述的方法(100),其进一步包括在所述光源(111)中的至少一个上应用光学结构的步骤。
8. 根据权利要求1或2所述的方法(100),其进一步包括在所述光源(111)中的至少一个上应用保护层(501)的步骤。
9. 根据权利要求1或2所述的方法(100),其中所述嵌入(130)步骤包括以下步骤:
借助于压入装置(601)将所述光源组件(110)压入到呈所述流体状态的所述散热材料(120)中,所述压入装置包含底座部分和从所述底座部分突出的至少一个突出部分,其中所述至少一个突出部分被布置成在所述至少一个光源的所述发光表面(113)处将所述至少一个光源(111)压入到所述散热材料中以防止所述散热材料覆盖所述发光表面。
10. 根据权利要求9所述的方法(100),其中所述散热材料(120)由所述压入装置(601)在进行所述光源组件(110)到所述散热材料中的所述压入时成形以在所述至少一个光源(111)周围形成腔。
11. 根据权利要求1或2所述的方法(100),其中所述凝固(140)步骤包括以下步骤:
聚合所述散热材料(120)。
12. 根据权利要求1或2所述的方法(100),其中所述凝固(140)步骤包括以下步骤:
加热所述散热材料(120)。
13. 根据权利要求1或2所述的方法(100),其中所述凝固(140)步骤包括以下步骤:
对所述散热材料(120)加压。
14. 一种发光模块(150),其包括:

包含电连接到导电载体(112)的多个光源(111)的光源组件(110),所述光源中的每一个具有发光表面(113),以及

散热材料(120),其中除了所述光源中的每一个的所述发光表面不被所述散热材料覆盖之外,所述导电载体以及所述光源中的每一个作为整体被所述散热材料覆盖;

其中所述光源(111)中的每一个还包括与所述发光表面(113)相对的底部表面,以及发光表面(113)之间的侧向表面,并且除了发光表面之外,将底部表面和侧向表面嵌入到所述散热材料中。

15.一种照明设备(200),其包括:

至少一个根据权利要求14所述的发光模块(150),其中所述照明设备进一步包括电连接到所述至少一个发光模块的所述载体(112)的连接器(201),其中所述连接器被布置用于连接到照明装置。

发光模块和制造发光模块的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及发光模块并且涉及制造发光模块的方法。

背景技术

[0002] 对诸如发光二极管(LED)、灯泡、激光二极管和灯的光源而言普遍的是光源发热。包括多个光源的发光布置(例如,用于显示器中或照明设备中)可以产生该发光布置温度的快速上升,特别是当许多光源同时被驱动时。热效应可能对光源不利,并且它们的操作可能变得不规则且不稳定。结果,来自光源的光可能闪烁,从而引起显示或照明的质量下降。因此,热管理是防止光源热损毁的重要议题,并且必需的是将过量的热耗散以便维持发光布置的可靠性并防止光源的提前故障。

[0003] 然而,用于对发光布置散热的散热器的制造与相对高的成本相关联,并且发光布置的成本的大部分与散热器以及将光源与散热器一起装配的过程有关。

[0004] 鉴于上述观察,越来越需要节约成本地制造具有散热性能的发光布置。

[0005] DE 10 2004 057 804公开了用于半导体芯片的壳体和用于生产该壳体的方法。具有用于半导体芯片布置的安装表面的引线框架被应用有粘合剂层并且被放置到模具中。可以进一步为该引线框架提供银、金或镍-钯的涂层。诸如氧化铝或氧化锆的陶瓷材料被浇注到模具中,使得该材料围绕引线框架并且形成引线框架的壳体。

[0006] 然而,生产用于每一个半导体芯片的壳体的方法是低效、复杂且随情况而定的。结果,所制造的产品变得相对昂贵。因此,用于制造具有有效散热的电子产品的替代性方案受到关注,使得提供更节约成本的制造以及由该制造得到的产品。

发明内容

[0007] 本发明的一个目的在于缓解以上问题并且提供用于制造发光模块的节约成本的方法以及发光模块。

[0008] 这个和其它目的通过提供具有在独立权利要求中限定的特征的发光模块和方法来实现。优选实施例在从属权利要求中限定。

[0009] 因此,根据本发明的第一方面,提供一种制造发光模块的方法。所述方法包括提供呈流体状态的散热材料的步骤。进一步地,所述方法包括提供包含电连接到导电载体的多个光源的光源组件的步骤,其中每一个光源具有发光表面。进一步地,所述方法包括将光源组件嵌入到散热材料中使得导电载体以及每一个光源的一部分被散热材料覆盖而每一个光源的发光表面不被散热材料覆盖的步骤。进一步地,所述方法包括凝固散热材料的步骤。

[0010] 根据本发明的第二方面,提供一种包括光源组件的发光模块。所述光源组件包含电连接到导电载体的多个光源,其中每一个光源具有发光表面。所述发光模块进一步包括散热材料,其中导电载体以及每一个光源的一部分被散热材料覆盖而每一个光源的发光表面不被散热材料覆盖。

[0011] 术语“流体状态”在这里意指散热材料能够顺应光源组件的状态。更具体地,在此

上下文中将了解,散热材料的“流体状态”代表具有相对高黏性的液体散热材料,其中所述散热材料呈非气体状态。

[0012] 术语“载体”在这里意指用于向光源供电的基本任何导电元件。

[0013] 术语“发光表面”在这里意指光源从其发射光的表面。

[0014] 术语“凝固”在这里意指例如通过硬化、固化和/或回火处理使材料成为固体。

[0015] 术语“照明装置”在这里意指用于创建人造光的电学设备,例如灯具、灯箱或类似物。

[0016] 因此,本发明基于提供一种用于制造发光模块的方法的构思,其中包含电连接到导电载体的多个光源的光源组件被部分地嵌入(浸入)到流体散热材料中。该光源组件被嵌入以使得导电载体以及每一个光源的一部分被散热材料覆盖(嵌埋),然而每一个光源的发光表面保留不被散热材料覆盖。然后,散热材料被凝固以将光源组件固定在散热材料中。本发明由此提供一种制造发光模块的高效且节约成本的方法,该发光模块包含光源组件和布置成在操作中耗散光源所生成的热的散热结构。

[0017] 本发明各个实施例的优点在于所述方法以合理且生产友好的方式提供光源(例如,LED)、导电载体和散热材料之间的良好热接触。此外,大量光源可以或同时地或相继地通过机器或通过手工嵌入到散热材料中。由此相比于其中电学部件被保持在模具或类似物中并且材料被填充到模具中以围绕部件的方法而言,本方法更加高效。对照于这后一种方法导致缓慢且麻烦的过程并且尤其是在部件一个接一个地被处理时,本发明提供了一种用于提供耗散来自光源的热的散热结构的更容易、更快速和/或更节约成本的方法。

[0018] 另一个优点在于光源所连接到的导电载体可以适配于例如将被嵌入的光源的尺寸、数量和稠密度和/或适配于散热材料的性能。因此,所述载体甚至更大程度地促进光源组件嵌入到流体(软质、黏性的)散热材料中。

[0019] 可以通过本发明各个实施例实现的另一个优点是相比于现有技术中的方法,本方法在为光源组件提供散热材料时所需的工艺步骤更少和/或材料更少。结果,本方法提供用于制造发光模块的更节约成本的方法以及便宜的发光模块。而且,由于在制造发光模块时使用更少的材料,所以本方法提供比现有技术方法更加环境友好的途径。

[0020] 可以通过本发明各个实施例获得的另一个优点是散热材料可以被选为节约成本(便宜)的材料,其至少具有充足的和/或令人满意的散热性能。因此,通过散热材料的选择,用于制造发光模块的方法以及发光模块本身变得比现有技术中的方法/产品甚至更加节约成本。而且,由于在制造发光模块时可以使用比现有技术方法更少的材料,所以本发明的方法更进一步地缩减制造成本。

[0021] 根据本发明的实施例,散热材料可以是不透明的。因此,在该实施例中,散热材料是非透光的,并且从光源发射的光部分地或全部地透射通过光源的发光表面。由于发光表面未被散热材料覆盖,所以实施例的优点在于可以使用不透明的散热材料,这相比于透明散热材料而言大幅度地降低成本,如果发光表面被散热材料覆盖,则透明散热材料将是必需的。

[0022] 根据本发明的实施例,散热材料可以包括至少一种陶瓷材料。本实施例的优点在于陶瓷材料相对便宜且易于获得和/或生产,从而更进一步地有助于本方法的成本节约。本实施例的又一个优点在于陶瓷材料提供令人满意的和/或充足的导热性,以用于在操作期

间耗散来自本发明的发光模块的光源的热的目的。

[0023] 根据本发明的实施例,所述至少一种陶瓷材料可以选自由黏土、混凝土和瓷料组成的组。陶瓷材料黏土、混凝土和/或瓷料用作本方法和发光模块中的节约成本的散热材料是非常有利的,这是因为陶瓷材料既便宜又具备导热性能。可以视作散热材料的其它陶瓷有氧化物陶瓷(例如氧化铝、氧化铍、氧化铈、氧化锆)、非氧化物陶瓷(碳化物、硼化物、氮化物、硅化物)以及合成材料(例如氧化物和非氧化物陶瓷的组合)。

[0024] 根据本发明的实施例,导电载体可以包括线栅网格(wire grid)。术语“线栅网格”在这里意指基本任何网格/网状结构、架构或类似物。线栅网格可以包括电线、线路和/或缆线。本实施例的优点在于载体的网格结构相比于具有更均匀(单一)结构的载体(例如电路板或类似物)而言节省材料,由此提供甚至更节约成本的方法和发光模块。而且,由于本实施例使用更少的材料,所以提供了甚至更加环境友好的方法和发光模块。本实施例的优点在于包含线栅网格的载体提供比更均匀的载体更轻的发光模块。而且,本实施例的载体的网格状结构允许相比现有技术中的其它布置而言改进的载体到散热材料中的嵌入。因此,载体能够提供到散热材料的改进的热传递。

[0025] 导电载体可以进一步包含引线框架。引线框架的优点在于导电载体可以提供用于光源的稳固支撑。此外,引线框架载体可以具有稀疏的构造,其以这种构造提供相比具有更均匀结构的载体(例如电路板或类似物)而言在节省材料方面更节约成本的方法和发光模块。引线框架的又一个优点在于引线框架的稀疏构造允许相比其它现有技术布置而言改进的载体到散热材料中的嵌入。可以被提供为各种厚度和尺寸的载体由此能够提供到散热材料的改进的热传递。

[0026] 发光模块的光源可以是发光二极管(LED)或激光二极管。使用LED和激光二极管的有益之处在于它们呈现出优于白炽光源的若干优点,包括更低的能耗、更长的寿命、改进的鲁棒性、更小的尺寸以及使用更加环境友好的材料以用于改进的再循环。因此,可以提供甚至更加高效和节约成本的方法和发光模块。

[0027] 根据本发明的实施例,所述方法可以进一步包括在至少一个光源上应用磷光体层的步骤。应用磷光体材料的优点在于它可以被用来将第一波长范围的光转换成第二波长范围的光,例如来自蓝色或紫外(UV)LED的单色光被转换成白光。本实施例的又一个优点在于磷光体层可以被高效且容易地应用在光源的发光表面上,这要么是在将光源组件嵌入到散热材料中之前要么是在光源组件已被嵌入到散热材料中之后进行。因此,该实施例由此更进一步地改进了根据本发明各个实施例的方法和发光模块的(成本)效率。

[0028] 根据本发明的实施例,所述方法进一步包括在至少一个光源上应用光学结构的步骤。应用在光源的发光表面上的光学结构(例如圆顶结构)可以进一步高效地改进光分布。本实施例的优点在于光学结构可以被高效且容易地应用在光源的发光表面上,这要么是在将光源组件嵌入到散热材料中之前要么是在其之后进行,从而带来制造发光模块的甚至更高效的方法。

[0029] 根据本发明的实施例,所述方法可以进一步包括在至少一个光源上应用保护层的步骤。本实施例的优点在于该保护层在执行进一步处理步骤的情况下高效地保护光源。保护层要么可以在将光源组件嵌入到散热材料中之前要么可以在其之后被应用在光源上,并且本发明的方法和发光模块的(成本)效率由此可以得到更进一步的改进。

[0030] 根据本发明的实施例,嵌入步骤可以包括借助于包括底座部分和从底座部分突出的至少一个突出部分的压入装置将光源组件压入到呈流体状态的散热材料中的步骤。所述至少一个突出部分被布置成在至少一个光源的发光表面处将至少一个光源压入到散热材料中,以便防止散热材料覆盖发光表面。

[0031] 压入装置由此被布置成将光源组件压入到散热材料中,使得所述装置根据装置的轮廓形成散热材料。本实施例的优点在于本发明的实施例的压入装置可以将光源组件压入到散热材料中而同时将呈流体状态的散热材料形成为期望的形状。因此,本实施例更进一步地有助于制造发光模块的方法的成本效率。

[0032] 根据本发明的实施例,散热材料可以由压入装置在将光源组件压入到散热材料中时成形以在至少一个光源周围形成腔。本实施例的优点在于散热材料由此提供至少一个光源的腔,其例如可以作为用于发光模块的混合腔室。

[0033] 根据本发明的实施例,凝固步骤可以包括聚合散热材料的步骤。换句话说,光源组件已被嵌入到其中的流体散热材料通过聚合而被硬化。聚合的效率提供的优点在于借助于该技术凝固散热材料更进一步地有助于本发明的方法的成本效率。

[0034] 根据本发明的实施例,凝固步骤可以包括加热散热材料的步骤。换句话说,在光源组件已被嵌入到流体散热材料中之后,散热材料通过加热(烘烤)而被硬化。本实施例的优点在于通过应用热凝固散热材料暗示一种对散热材料的容易、高效且便宜的凝固处理,由此提供本发明的甚至更节约成本的方法。

[0035] 根据本发明的实施例,凝固步骤可以包括给散热材料加压的步骤。在该实施例中,光源组件已被嵌入到其中的流体散热材料通过向散热材料应用(额外)压力而被硬化。所应用的压力使散热材料的熔化温度降低,并且提供散热材料的高效凝固。

[0036] 根据本发明的实施例,提供一种照明设备,其包括根据前述实施例的至少一个发光模块。照明设备进一步包括电连接到所述至少一个发光模块的载体的连接器,其中所述连接器被布置用于连接到照明装置。因此,在本实施例中,发光模块可以被布置在照明设备中以用于连接到诸如灯或类似物的照明装置。本实施例的优点在于包含光源组件和布置成耗散光源所生成的热的散热结构的节约成本的发光模块的构思可以进一步应用于用于连接到照明装置的照明设备。

[0037] 将了解,以上参照制造发光模块的方法所描述的具体实施例和任何附加特征同样可以应用于根据本发明第二方面的发光模块并且可以与其相组合。

附图说明

[0038] 本发明的这些和其它方面现将参照示出本发明的现有优选实施例的附图而更具体地加以描述,其中:

[0039] 图1是根据本发明的实施例的制造发光模块的方法的示意性图示,

[0040] 图2a-2b是从根据本发明的实施例的发光模块的上方的示意性视图,

[0041] 图3-7是根据本发明的实施例的制造发光模块的方法的示意性侧视图示,以及

[0042] 图8是根据本发明的实施例的照明设备的示意性图示。

具体实施方式

[0043] 在以下描述中,本发明是参照制造发光模块的方法来描述的。

[0044] 图1是用于制造发光模块150 的方法100的示意性图示。方法100包括提供包含电连接到载体112的多个光源111(下文以LED表示)的光源组件110的步骤。这里,载体112被提供为LED 111连接到其上的线栅网格,其中线栅网格具有铁丝网(chicken wire)形状。然而,将了解,基本任何线栅网格形状可以是可行的。每一个LED 111具有在LED 111顶部部分上的发光(即,透光)表面。方法100进一步包括提供呈流体状态的散热材料120的步骤,其中散热材料120的示例可以是陶瓷。优选的陶瓷例如是黏土、混凝土、石英、瓷料等,因为这些陶瓷材料既便宜又具备导热性能,由此它们用作本方法100和发光模块150中的节约成本的散热材料120是非常有利的。可以视作散热材料120的其它陶瓷有氧化物陶瓷(例如氧化铝、氧化铍、氧化铈、氧化锆)、非氧化物陶瓷(碳化物、硼化物、氮化物、硅化物)以及合成材料(例如氧化物和非氧化物陶瓷的组合)。呈流体状态的散热材料120可以被供应到布置用于保持散热材料和/或使散热材料成形的模具或类似物。

[0045] 方法100进一步包括将光源组件110嵌入130到散热材料120中的步骤。所述嵌入130以如下方式执行,使得载体110以及每一个LED 111的一部分被散热材料120覆盖而每一个LED 111的发光表面113不被散热材料120覆盖。所述嵌入130可以通过向光源组件110应用压力来执行,使得它被压入到散热材料120中。此外,方法100包括凝固140散热材料120的步骤,即使散热材料成为固体140。凝固140散热材料120的步骤可以通过使用包含对散热材料120进行聚合、加热(烘烤)或加压(或这些的组合)的步骤来执行。在使散热材料120成为固体之后,它提供了具有固定所需的硬度的光源组件110(即,载体110和LED 111)。

[0046] 图2a-2b是从发光模块150的上方的示意性图示,该发光模块包含被嵌入到经凝固的散热材料120中的光源组件110。这里,光源组件110的载体112的线栅网格具有铁丝网形状。

[0047] 图3a-c是发光模块150的示意性侧视图,该发光模块包含被嵌入到经凝固的散热材料120中的光源组件110。图3a中,磷光体层301在将发光模块110嵌入在散热材料120之前被应用到每一个LED 111。(多个)磷光体层301是出于将第一波长的光转换成第二波长的光的目的而被应用的。作为示例,在应用磷光体层301之后所得到的一个(或多个)LED 111的颜色可以是任何颜色,例如红色(例如图3a中最左侧的LED 111),而所得到的任何其它(或多个)LED 111的颜色可以是相同或任何其它颜色,例如绿色(例如图3a中最右侧的LED 111)。

[0048] 图3b-c中,替代地,磷光体层301在将发光模块110嵌入在散热材料120之后被应用到LED 111。图3b中,磷光体层301被应用为每一个LED 111上的分离的层,而图3c中,替代地,磷光体层301被应用到发光模块150的表面并且之后借助于涂覆元件302被涂覆(和/或摊铺和/或涂抹)到发光模块150的表面上。

[0049] 图4a-b是发光模块150的示意性侧视图,该发光模块包含被嵌入到经凝固的散热材料120中的光源组件110。图4a中,圆顶成型的光学结构401在将光源组件110嵌入在散热材料120之前被应用到每一个LED 111。替代性地,光学结构401可以替代地在将光源组件110嵌入在散热材料120之后被应用到LED 111,如图4b所示。

[0050] 图5仍是发光模块150的示意性侧视图,该发光模块包含被嵌入到经凝固的散热材料120中的光源组件110。这里,保护层501被应用在LED 111周围以用于在经受(可能的)

进一步制造步骤时保护LED 111。

[0051] 图6是制造发光模块150的方法的实施例的示意性侧视图示。光源组件110借助于轮廓成形的压入装置601被压入到散热材料120中。这里,压入装置601包含阶梯,使得当压入装置601被压入到呈其液体状态的散热材料120中时,所得到的发光模块150和/或散热材料120的形状依照压入装置601的阶梯状轮廓形成。例如,所得到的发光模块150和散热材料120可以被成形以使得发光模块150的LED 111被提供在比周围散热材料120低的散热材料120的部分中。作为示例,散热材料120的该轮廓可以提供用于发光模块150的混合腔室602。然而,将了解,压入装置601可以包括基本任何形状以用于在流体散热材料120中形成期望的形状/轮廓。

[0052] 将了解,上述制造发光模块150的方法的任一步骤可以与上述任一其它步骤(或多个步骤)组合和/或应用于任何数量的部件(例如LED 111)。例如,图7中,发光模块150已被提供有多个混合腔室602,例如在已经经受轮廓成形的压入装置之后提供。而且,在已提供混合腔室602之后,磷光体层301被应用到发光模块150,从而提供在LED 111与磷光体层301之间的混合腔室602的空间。

[0053] 图8是照明设备200的示意性图示,该照明设备包含具有散热材料120的发光模块150。照明设备200进一步包括电连接到发光模块150的载体(未示出)的连接器201。连接器201被布置用于例如到插座的电连接,使得照明设备200可以连接到诸如灯或类似物的照明装置。可选地,一个或多个反射元件202可以被提供在照明设备200中。图8示出了从散热材料120投射出并且被布置成反射来自发光模块150的光源的光的反射元件202的截面视图。将了解,尽管照明设备200在图8中示出为与灯泡相似的形状,但是照明设备200还可以呈现几乎任何其它形状,例如用于布置在将从天花板悬挂的照明装置中的目的。

[0054] 尽管已参照其具体示例性实施例对本发明做出描述,但是许多不同的变化、改造等等对本领域技术人员而言将变得显而易见。所描述的实施例因此不旨在限制如所附权利要求限定的本发明的范围。

[0055] 例如,LED 111、载体112、凝固之后的散热材料120、光学元件401、磷光体层301等等的形状和尺寸可以不同于所示出的形状和尺寸。

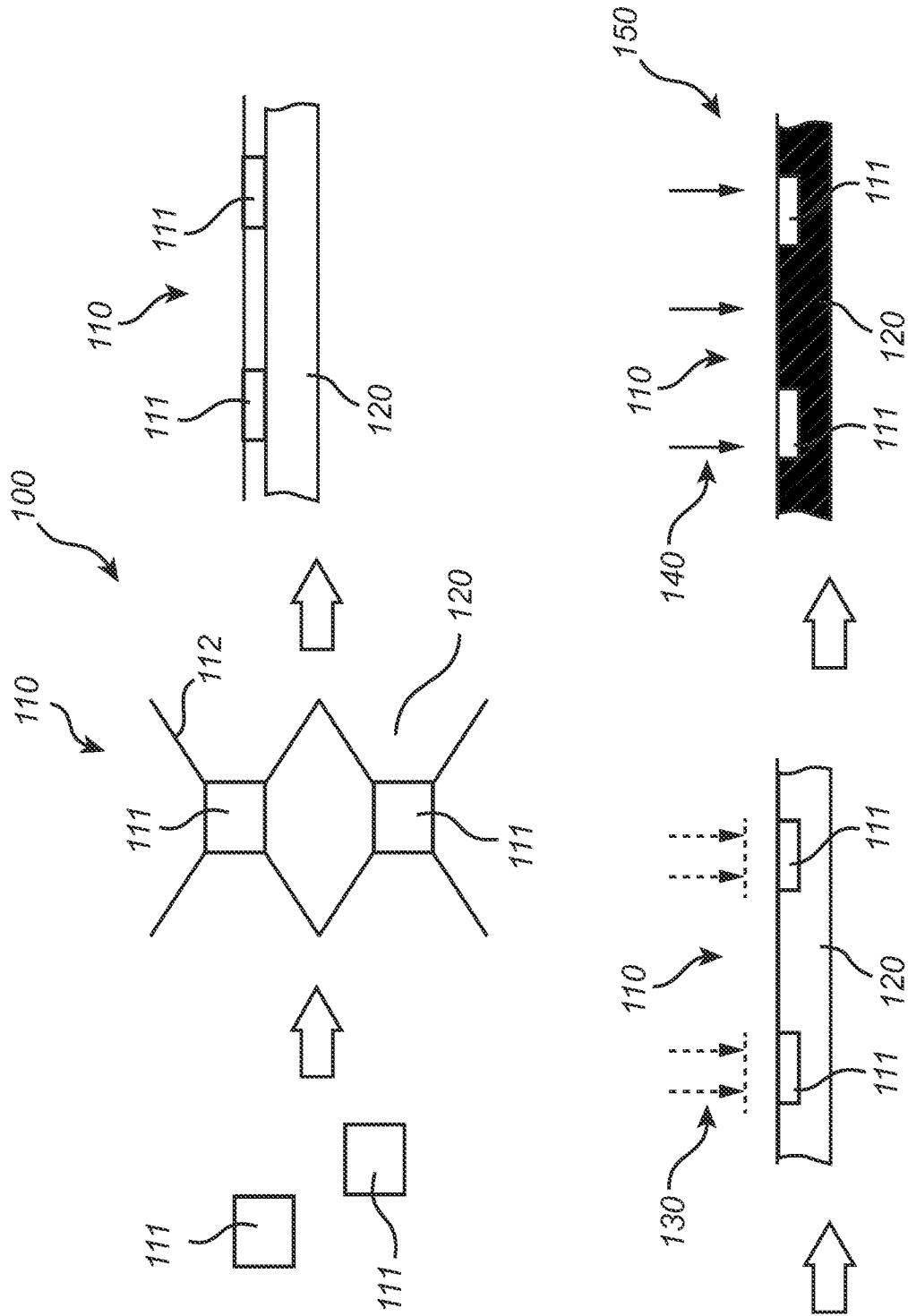


图 1

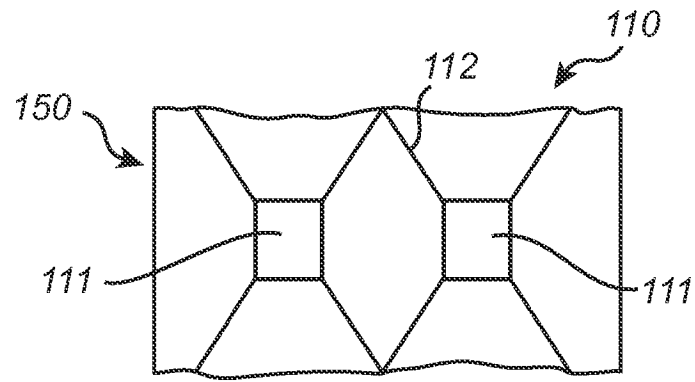


图 2a

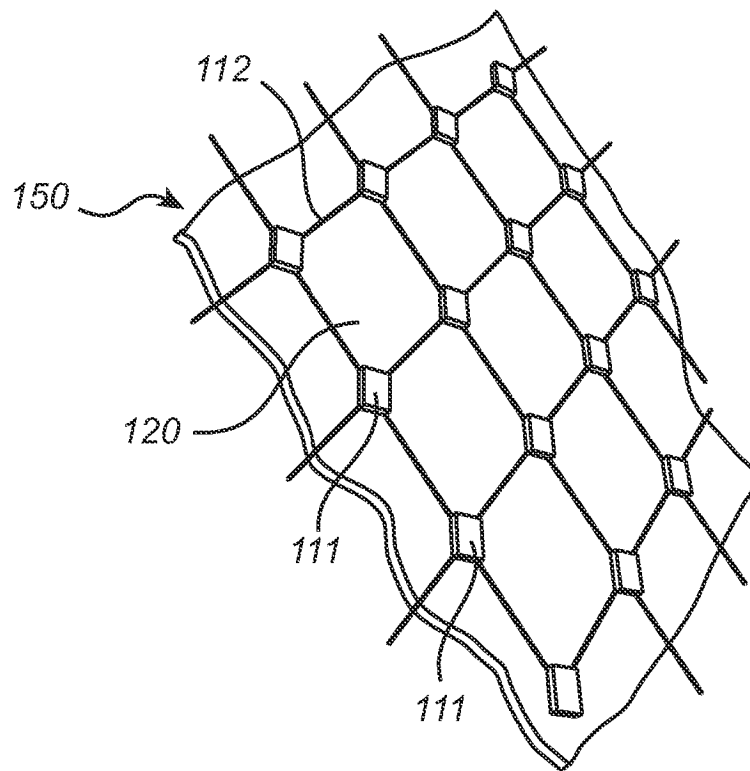


图 2b

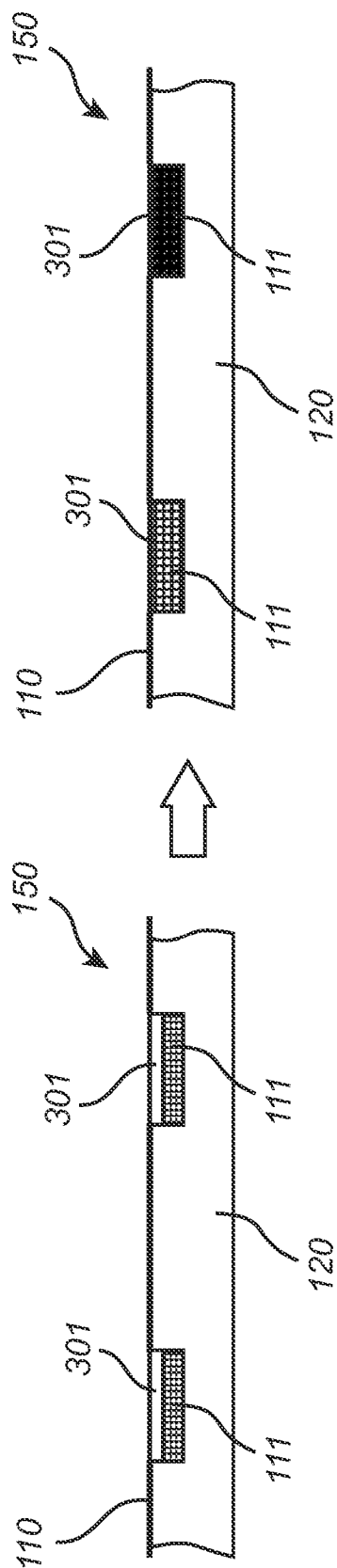


图 3a

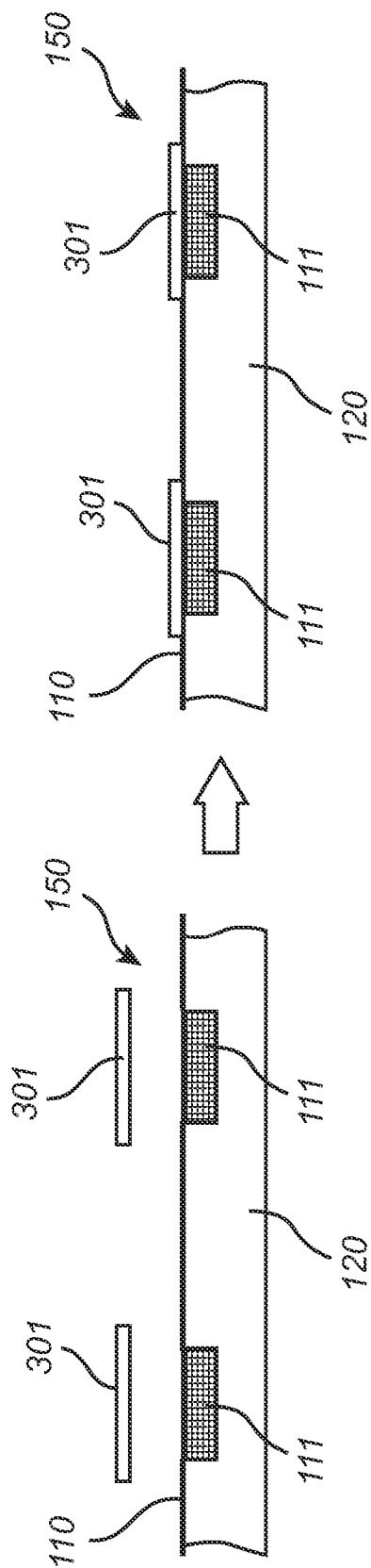


图 3b

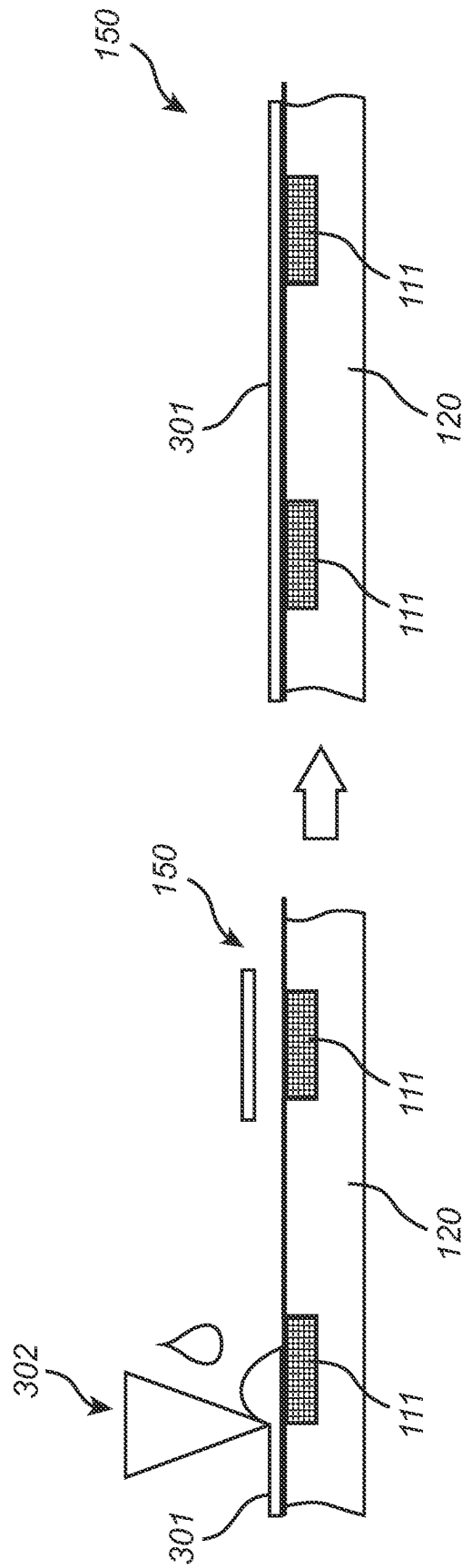


图 3c

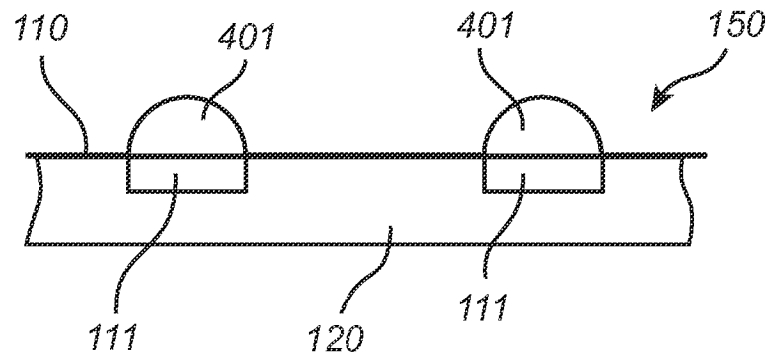


图 4a

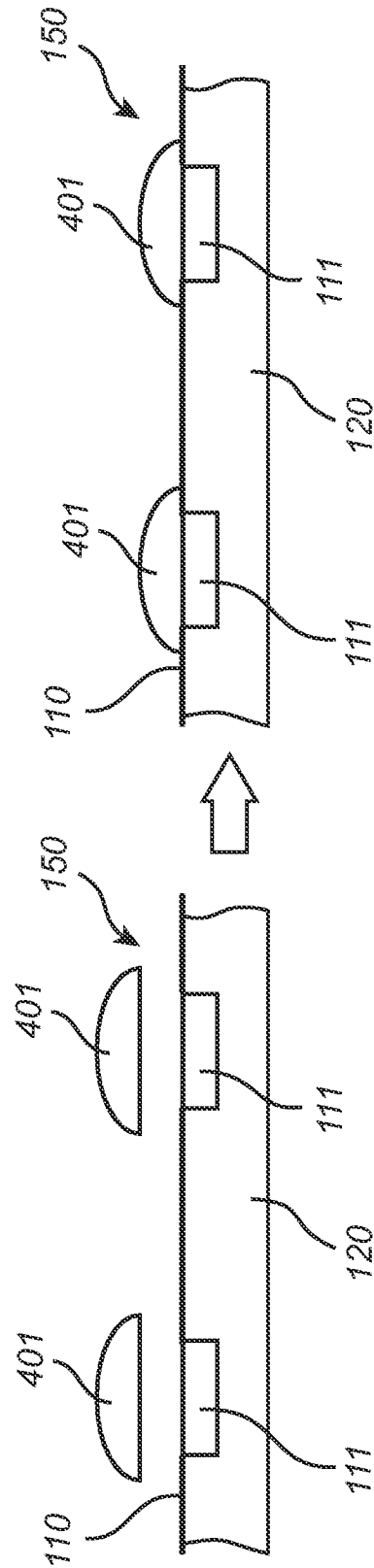


图 4b

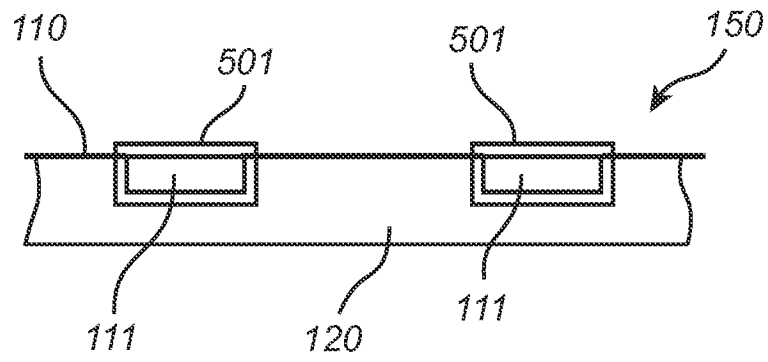


图 5

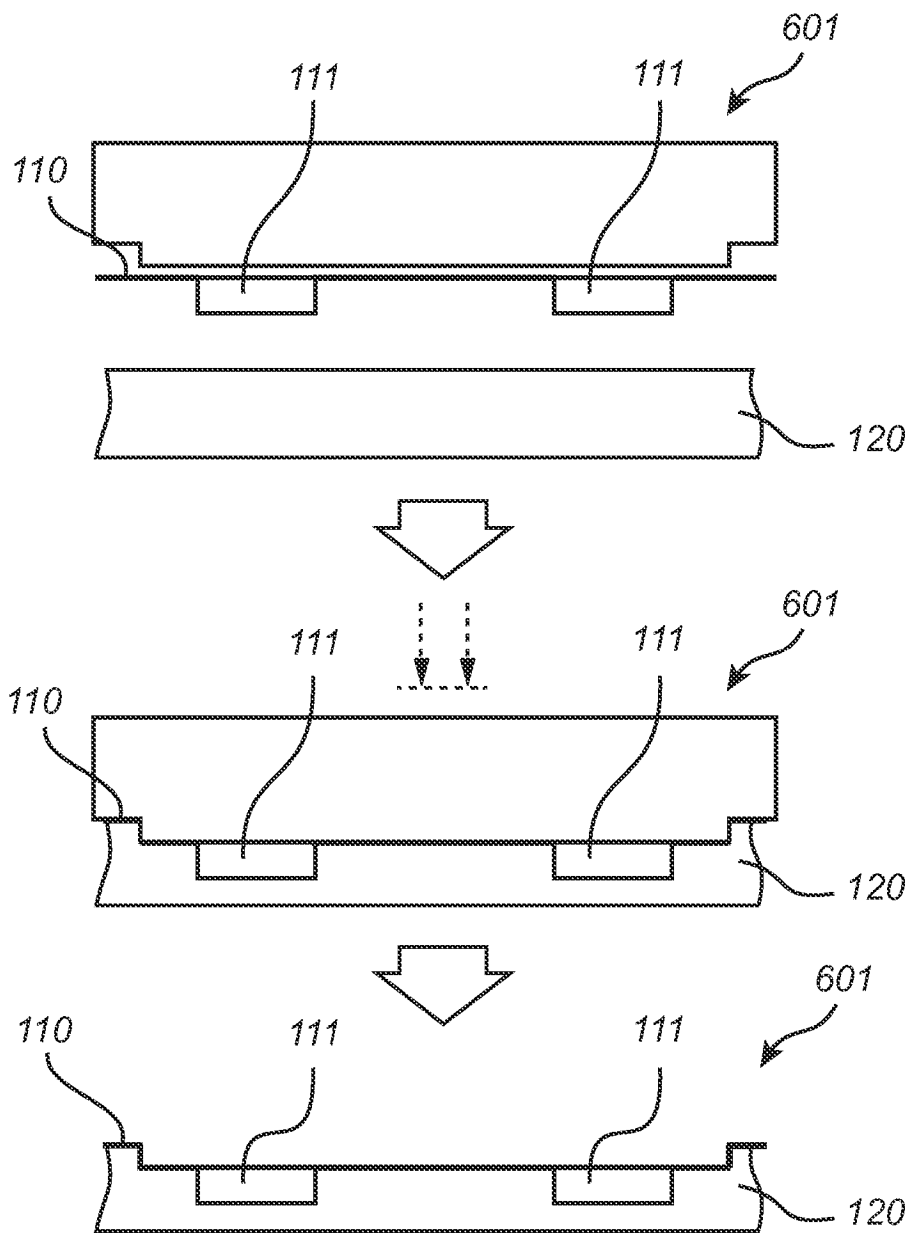


图 6

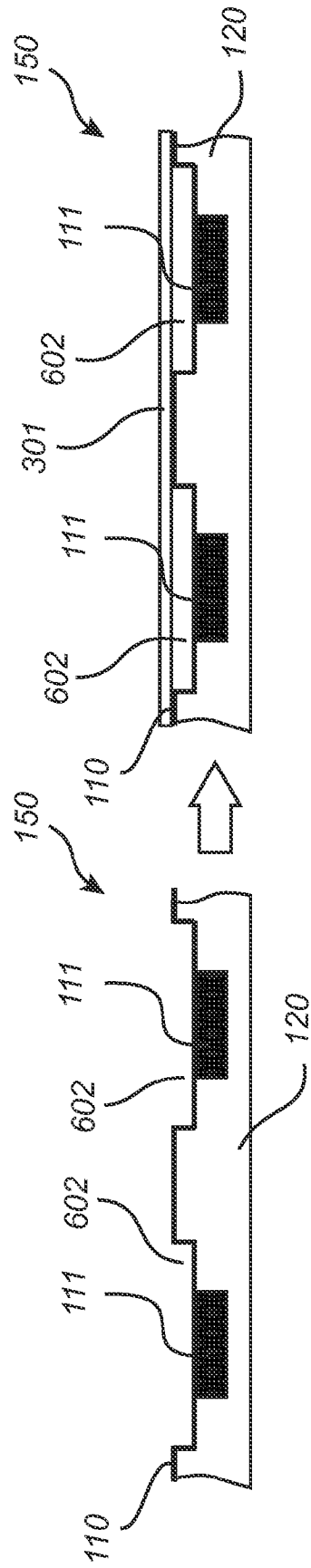


图 7

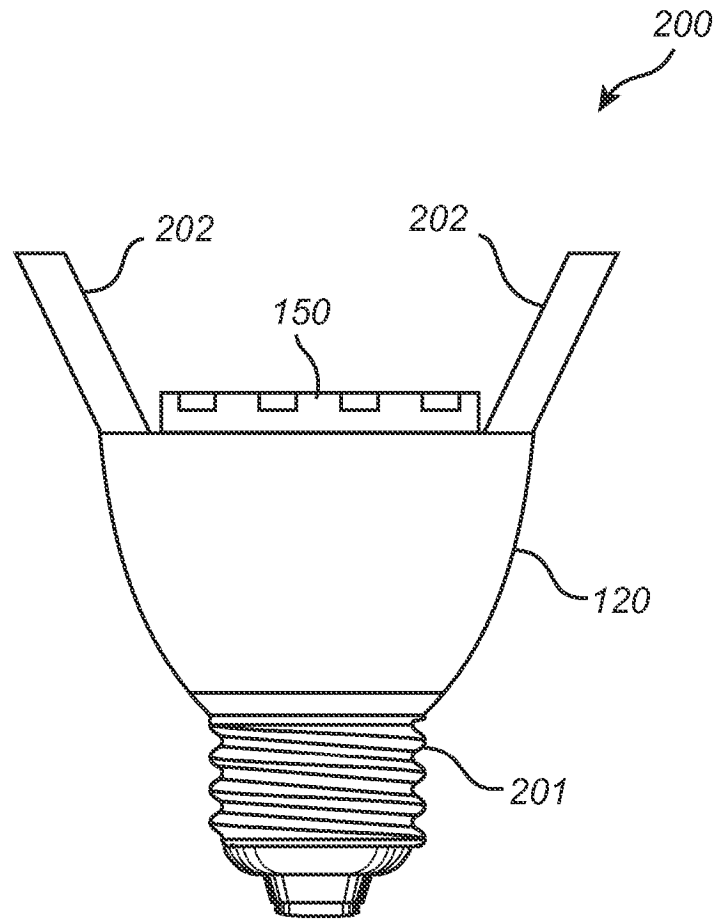


图 8