



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103959491 A

(43) 申请公布日 2014. 07. 30

- (21) 申请号 201280058607. 4 G02B 17/08 (2006. 01)
- (22) 申请日 2012. 11. 14 B29C 33/52 (2006. 01)
- (30) 优先权数据 B29C 39/34 (2006. 01)
13/306, 589 2011. 11. 29 US B29C 43/18 (2006. 01)
- (85) PCT国际申请进入国家阶段日 B29C 45/14 (2006. 01)
2014. 05. 28 B29C 45/44 (2006. 01)
- (86) PCT国际申请的申请数据 H01L 33/00 (2006. 01)
PCT/US2012/065060 2012. 11. 14 B29C 33/68 (2006. 01)
- (87) PCT国际申请的公布数据
W02013/081829 EN 2013. 06. 06
- (71) 申请人 克利公司
地址 美国北卡罗来纳州
- (72) 发明人 埃里克·塔尔萨 贝恩德·凯勒
彼得·古施尔 杰拉尔德·内格利
- (74) 专利代理机构 北京康信知识产权代理有限
责任公司 11240
代理人 余刚 吴孟秋
- (51) Int. Cl.
H01L 33/54 (2006. 01)

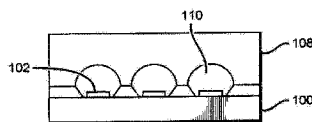
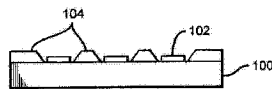
权利要求书5页 说明书17页 附图15页

(54) 发明名称

用于LED封装件的复杂初级光学件及制作其的方法

(57) 摘要

本发明公开了一种具有初级光学件的发光二极管(LED)封装件(300)及制作其的方法,该封装件(300)包括布置在表面上的LED(102)。该封装件进一步包括在表面上且至少部分地围绕LED的至少一个中间元件(104)。此外,形成初级光学件的密封剂(112)在LED之上。中间元件至少部分地限定初级光学件的形状。



1. 一种用于制作发光器封装件的方法,包括:
设置具有发光器的表面;
设置至少一个中间元件,所述中间元件至少部分地围绕所述发光器并且形成空腔;
在所述空腔中将密封剂材料设置在所述发光器之上,所述密封剂材料覆盖所述发光器的至少一部分,从而使所述密封剂呈现的形状至少部分地由所述中间元件限定;以及
使所述密封剂至少部分地固化以形成初级光学件。
2. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述发光器由LED组成。
3. 根据权利要求1所述的方法,其中,通过点胶来设置所述密封剂。
4. 根据权利要求1所述的方法,进一步包括设置模具,所述模具在所述中间材料之上并且与所述中间材料配合,并且其中,所述空腔进一步由所述模具限定。
5. 根据权利要求4所述的方法,进一步包括在所述密封剂至少部分地固化之后移除所述模具。
6. 根据权利要求4所述的方法,进一步包括在所述模具与所述密封剂的至少一部分之间设置离型膜。
7. 根据权利要求4所述的方法,其中,所述中间元件设置在所述模具上。
8. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述中间元件设置在所述表面上。
9. 根据权利要求1所述的方法,进一步包括移除所述中间元件的至少一部分。
10. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述初级光学件包括出射面并且具有锥形形状,从而所述初级光学件的更靠近基部的至少一部分比所述出射面的至少一部分更窄。
11. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述初级光学件成形为具有悬垂部分。
12. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述初级光学件在形状上是非对称的。
13. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述初级光学件包括波长转换材料。
14. 根据权利要求1所述的方法,进一步包括在所述初级光学件之上设置波长转换材料。
15. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述中间元件包括波长转换材料。
16. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述中间元件进一步包括半月成形特征。
17. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述中间元件由作为牺牲用的材料构成。
18. 根据权利要求17所述的方法,其中,所述材料从由热塑性聚合物、聚乙烯醇、石蜡和溶解塑料组成的组中选择。
19. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述中间元件为永久性的。
20. 根据权利要求9所述的方法,其中,所述中间元件能够通过来自包括水洗、加热、升华和化学蚀刻的组中的一种方法来去除。
21. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述密封剂由硅树脂构成。
22. 根据权利要求1所述的方法,进一步包括在所述初级光学件之上设置次级光学件。
23. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述中间元件进一步包括在所述中间元件内的气隙。
24. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述中间元件的至少一部分是反射性的。
25. 根据权利要求6所述的方法,其中,所述离型膜包括表面图案。
26. 根据权利要求25所述的方法,进一步包括在所述密封剂上提供表面图案化。

27. 一种发光器封装件,包括:
发光器,布置在表面上;
至少一个中间元件,在所述表面上并且至少部分地围绕所述发光器;以及
密封剂,在所述发光器之上并形成初级光学件,所述中间元件至少部分地限定所述初级光学件的形状。
28. 根据权利要求 27 所述的发光器封装件,其中,所述初级光学件能够使光束成形。
29. 根据权利要求 27 所述的发光器封装件,其中,所述中间元件的至少一部分能够被去除。
30. 根据权利要求 27 所述的发光器封装件,其中,所述发光器包括 LED。
31. 根据权利要求 27 所述的发光器封装件,其中,所述中间元件包括半月成形特征。
32. 根据权利要求 27 所述的发光器封装件,其中,所述初级光学件包括出射面并且具有锥形形状,从而使所述初级光学件的更靠近基部的至少一部分比所述出射面的至少一部分更窄。
33. 根据权利要求 27 所述的发光器封装件,其中,所述初级光学件包括悬垂部分。
34. 根据权利要求 27 所述的发光器封装件,其中,所述初级光学件包括非对称的形状。
35. 根据权利要求 27 所述的发光器封装件,其中,所述初级光学件包括波长转换材料。
36. 根据权利要求 27 所述的发光器封装件,进一步包括在所述初级光学件之上的波长转换材料。
37. 根据权利要求 27 所述的发光器封装件,其中,所述中间元件包括波长转换材料。
38. 根据权利要求 27 所述的发光器封装件,其中,所述中间元件由作为牺牲用的材料构成。
39. 根据权利要求 38 所述的发光器封装件,其中,所述材料从由热塑性聚合物、聚乙烯醇、石蜡和溶解塑料组成的组中选择。
40. 根据权利要求 27 所述的发光器封装件,其中,所述中间元件是永久性的。
41. 根据权利要求 27 所述的发光器封装件,进一步包括在所述初级光学件之上的次级光学件。
42. 根据权利要求 27 所述的发光器封装件,其中,所述中间元件进一步包括在所述中间元件内的气隙。
43. 根据权利要求 27 所述的发光器封装件,其中,所述中间元件的至少一部分是反射性的。
44. 一种发光器封装件阵列,包括:
多个发光器,布置在表面上;
至少一个中间元件,在所述表面上并且至少部分地围绕所述发光器;以及
密封剂,在每个所述发光器之上并形成初级光学件,所述中间元件至少部分地限定所述初级光学件的形状。
45. 根据权利要求 44 所述的发光器封装件阵列,其中,所述中间元件的至少一部分能够被去除。
46. 根据权利要求 44 所述的发光器封装件阵列,其中,所述多个发光器中的至少一些包括 LED。

47. 根据权利要求 44 所述的发光器封装件阵列,其中,所述中间元件包括多个半月成形特征。

48. 根据权利要求 44 所述的发光器封装件阵列,其中,所述初级光学件具有出射面并且具有锥形形状,从而使所述初级光学件的更靠近基部的至少一部分比更靠近所述出射面的至少一部分更窄。

49. 根据权利要求 44 所述的发光器封装件阵列,其中,所述初级光学件包括悬垂部分。

50. 根据权利要求 44 所述的发光器封装件阵列,其中,所述初级光学件包括非对称形状。

51. 根据权利要求 44 所述的发光器封装件阵列,进一步包括波长转换材料。

52. 根据权利要求 44 所述的发光器封装件阵列,其中,所述中间元件由作为牺牲用的材料构成。

53. 根据权利要求 44 所述的发光器封装件阵列,其中,所述中间元件是永久性的。

54. 根据权利要求 44 所述的发光器封装件阵列,其中,所述中间元件进一步包括在所述中间元件内的气隙。

55. 根据权利要求 44 所述的发光器封装件阵列,其中,所述中间元件的至少一部分是反射性的。

56. 一种用于制造发光器封装件阵列的方法,包括:

设置具有多个发光器的表面;

设置至少一个中间元件,所述中间元件至少部分地围绕所述发光器并且形成在每个所述发光器周围的空腔;

在所述空腔中将密封剂材料设置在所述发光器之上,所述密封剂材料覆盖每个所述发光器的至少一部分,从而使所述密封剂呈现的形状至少部分地由所述中间元件限定;以及使所述密封剂至少部分地固化以形成初级光学件。

57. 一种用于形成发光器封装件的设备,包括:

表面;

至少一个中间元件,在所述表面上,所述至少一个中间元件至少部分地限定空腔以形成初级光学件。

58. 根据权利要求 57 所述的设备,进一步包括模具,所述模具与所述至少一个中间元件配合以至少部分地限定所述空腔。

59. 根据权利要求 57 所述的设备,其中,所述至少一个中间元件进一步包括至少一个半月成形特征。

60. 根据权利要求 57 所述的设备,其中,所述至少一个中间元件的至少一部分能够被去除。

61. 根据权利要求 57 所述的设备,其中,所述至少一个中间元件由作为牺牲用的材料构成。

62. 根据权利要求 57 所述的设备,其中,所述至少一个中间元件是永久性的。

63. 根据权利要求 57 所述的设备,其中,所述至少一个中间元件进一步包括在所述中间元件内的气隙。

64. 根据权利要求 57 所述的设备,其中,所述中间元件的至少一部分是反射性的。

65. 根据权利要求 57 所述的设备,其中,所述离型膜包括能够在所述初级光学件上设置表面元件的表面图案。

66. 一种发光器封装件阵列,包括:

多个发光器,布置在表面上;以及

初级光学件,所述初级光学件中的每一个在一个或多个所述发光器之上,并且所述初级光学件中的每一个具有出射面,且所述初级光学件中的至少一些具有使得邻近所述表面的至少一部分比所述出射面的至少一部分更窄的形状。

67. 根据权利要求 66 所述的发光器封装件,其中,所述发光器中的至少一些包括发光二极管。

68. 根据权利要求 66 所述的发光器封装件,其中,所述初级光学件中的至少一些包括悬垂部。

69. 根据权利要求 66 所述的发光器封装件,其中,所述初级光学件中的至少一些包括转换材料。

70. 根据权利要求 66 所述的发光器封装件,其中,所述初级光学件中的至少一些直接位于所述一个或多个发光器之上。

71. 根据权利要求 66 所述的发光器封装件,其中,所述初级光学件中的至少一些具有锥形形状。

72. 根据权利要求 66 所述的发光器封装件,其中,所述初级光学件包括非对称形状。

73. 一种发光器封装件,包括:

发光器,在安装表面上;

初级光学件,在所述发光器上并且成形为使得所述初级光学件的基部比所述安装表面之上的部分更窄;以及

支撑件,用于所述初级光学件。

74. 根据权利要求 73 所述的封装件,其中,所述支撑件提供对所述初级光学件的机械支撑。

75. 根据权利要求 73 所述的封装件,其中,所述支撑件在所述初级光学件的基部处。

76. 根据权利要求 73 所述的封装件,其中,所述支撑件包括支撑环。

77. 根据权利要求 73 所述的封装件,其中,所述支撑件与所述初级光学件接触并且具有与所述初级光学件的至少一个接触点。

78. 根据权利要求 73 所述的封装件,包括在所述支撑件与所述初级光学件之间的间隔。

79. 根据权利要求 73 所述的封装件,其中,所述初级光学件具有锥形形状。

80. 一种发光器封装件,包括:

发光器,在安装表面上;

初级光学件,位于所述发光器上,所述初级光学件具有侧壁和出射面,并且所述初级光学件成形为使得所述初级光学件的基部比所述出射面更窄并且从而使从所述发光器入射在所述侧壁上的光束朝向所述出射面反射并且以小于或等于临界角的角度入射在所述出射面上。

81. 一种发光器封装件,包括:

发光器,在安装表面上;

准直初级光学件,在所述发光器上并且具有出射面,并且所述准直初级光学件成形为使得所述初级光学件的基部比所述出射面更窄。

用于 LED 封装件的复杂初级光学件及制作其的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及制造发光器封装件和光学元件,并且更具体地涉及用于 LED 设备的初级光学件(primary optic)和封装件以及用于制造这种光学件和封装件的方法。

背景技术

[0002] 发光二极管(LED)是将电能转化为光的固态设备,并且通常包括夹在相反的掺杂层之间的一个或多个半导体材料的有源层。当跨过掺杂层施加偏压时,空穴和电子被注入有源层,空穴和电子在有源层重新结合以产生光。光从有源层以及从LED的所有表面发射。有效的光通常沿着LED的顶部表面的方向以半球形图案发射,这通常导致主要为朗伯型的光发射轮廓。这种受限的发射对于很多应用而言通常是不适用的,诸如要求特定光束成形(例如,准直光束轮廓、散射光束轮廓或特定光束轮廓)的应用。

[0003] 为了方便在各种应用中使用LED,LED通常布置在封装件中,该封装件封装并保护LED并提供电接触和热接触以及增强来自LED的光的发射。

[0004] LED封装件通常结合某些类型的密封剂(诸如围绕LED芯片的透明环氧树脂或硅树脂材料)以增强来自芯片的光萃取(light extraction)并保护芯片和相关接触结构(例如,配线连接)不暴露于物理损害或者导致腐蚀或劣化的环境条件。

[0005] LED封装件还可结合“初级”光学元件以增强来自封装件的光萃取并且在某些情况下通过控制灯具的依赖于角度的发射性来提供输出光束成形。初级光学元件通常具有主要为半球形的轮廓并且可通过使密封剂成形(例如通过模制工艺)来形成,或者可包括可安装至封装件的独立制造的光学元件(例如模制玻璃或硅树脂透镜)-通常与密封剂材料接触。

[0006] 针对较低功率应用(诸如信号或指示灯)的LED通常布置在封装件中,该封装件可包括可封装LED芯片、透镜以及导电迹线或引线的模制的或铸造的可塑性主体。当施加功率并且LED发光时LED通常产生热。迹线或接线用作为LED芯片供应电力的导线管并且还可用作从LED芯片汲取热。在某些封装件中,引线机构的一部分从封装件延伸出来以用于连接至在引线机构封装件外部的电路。

[0007] 对于针对照明应用的当前现有技术LED封装件而言,通常的配置为“表面安装”封装件,其结合安装到平面基板上的一个或多个LED芯片。这种封装件通常包括合适的密封剂材料(例如硅树脂)以及初级光学元件。在某些情况下,可通过在将密封剂添加至封装件时将密封剂材料形成为特定的形状(例如通过使用诸如注模成形的工艺将硅树脂密封剂模制为半球形)来制造初级光学元件。可替换地,可将单独的玻璃或模制硅树脂透镜应用于该封装件。对于通常要求高温(200-300°C)焊料回流工艺以将LED封装件附接至其最终的固定装置的表面安装封装件而言,可行的透镜和密封剂材料通常包括硅树脂和玻璃。

[0008] 在应用独立透镜的表面安装封装件中,透镜通常包括具有大致平坦或平面化的表面的实心半球,其安装在LED芯片之上以允许为LED芯片清除(clearance,清洁)配线连接。这要求LED芯片被放置在半球的原点之下并且可能需要支撑元件,该支撑元件将透镜

保持在位于芯片之上特定高度并且通过防止相对于 LED 的横向偏转来“保持”透镜。为了支持元件的保持特性以针对横向力保持透镜,可能需要在底部表面之上增加并且围绕透镜下部的保持特性。在 Loh 的美国专利申请公开 No. 2004/0079957 中描述的封装件中,半球形透镜位于反射板的凹入的边缘之中。出于各种成本和制造的原因,该保持特性通常对于光而言不是可透过的而是反射的。该布置可能由于损耗机制(诸如全内反射)导致由 LED 芯片发射的一部分光被损耗。此外,由于 LED 芯片位于半球形透镜的底部表面之下,因此需要额外的反射表面来将侧向发射的 LED 光引导至透镜并且离开封装件。该反射过程的效率并非 100%,从而导致额外的光损耗。此外,来自这些表面的反射有效地产生了较大的更复杂的光源(例如相比于芯片单独而言),其可能需要更复杂的可能产生额外的光损耗的次级光学件。

[0009] 自然地,表面安装 LED 封装件的初级光学元件以及相关密封剂材料通常围绕或密封一个或多个 LED 芯片和任何相关联的电气触点(electrical contact)。初级光学元件 10 的优选的几何形状为主要为半球形形状,如在图 1a-图 1e 所示。该形状具有两个主要的益处:(1) 如果相对于 LED 源而言足够大,则由 LED 发射的大部分光以平行于表面法线的路径入射在光学表面上(由于光学件通常由空气围绕并且具有高于空气的折射系数,这最小化了全内反射的可能性并以此最小化了效率损耗),以及(2) 半球形形状易于通过传统的模制工艺制造在平面化的表面上。如果半球形光学件的直径相比于相关 LED 源的最大尺寸而言并不大,则封装件可能遭受由于光学件内的全内反射(“TIR”)引起的输出损耗,从而导致低的封装件萃取效率。

[0010] 尽管就效率和制造容易性而言半球形光学件 10 的几何形状是理想的,但该几何形状通常很少改变来自 LED 源的初始光学输出光束轮廓。因此,从封装件输出的光可能本质上主要为朗伯型的(如图 2A 和图 2B 所示),这类似于由通常的 LED 所发射的光。为了实现来自初级光学件(集中在诸如典型的 LED 或 LED 阵列的主要为朗伯型的发射源)的基本为非朗伯型的光束轮廓(例如准直的、分散的或其他成形的),通常需要使用更复杂的光学几何形状。然而,很多这种几何形状并不易于通过模制工艺来制作。具体地,由于在模制的光学件固化之后必须将模型空腔从基板表面移除,因而通常不能模制具有“悬垂部”的、逐渐变细的或者在基部(靠近基板)比在顶部更窄的部分。

[0011] 如图 1c-图 1e 所示,在传统模制中,将模具 108 应用到具有相关联的 LED 芯片 102 的平面化基板 100。模具中的空腔填充有合适的密封剂/光学材料,诸如硅树脂或环氧树脂。随后密封剂至少部分固化,并且移除模具,将密封剂以初级光学元件的形式留在表面上。为了在至少部分固化之后将模具从初级光学件移除,需要不存在会阻碍模具移除的“悬垂”的区域。该限制特别可能禁止多种准直型光学件的模制。尽管存在可允许这种几何形状的模制技术,然而它们通常涉及具有活动部件(moving part)的复杂模具,这些模具不适合于在一个表面上的多个模制元件的批量制造。光学件上的底切要求模制件沿着横向方向(例如平行于基板表面)拉开或分开。这些模制类型(称为侧向作用(side action)模具)因此并不很好地适于在基板上制造密集的光学件阵列,因为相邻透镜的横向运动将相互干涉。尽管可能使用侧向作用模具来模制单个(而非批量)复杂光学件,然而由于相关的高制造成本和低产量而使得一次模制一个 LED 封装光学件通常是不可行的。

[0012] 对于制作 LED 封装件上的初级光学件的可替换方法也通常不适于复杂光学形状

的批量形成。例如,主要为半球形的形状可通过点胶工艺来实现。然而,这种光学件的形状主要通过点胶的量、表面张力和重力来确定,对于形成特定的非半球形形状(诸如具有“底切”特征的那些)具有很少灵活性。类似地,利用被单独模制并随附附接至 LED 封装件的初级光学元件的方法可能受限于需要将光学件放置于 LED 的表面和相关联的电气触点之上并且还需要提供与封装件的稳定附接。相比于更加简单的模制工艺,这种方法在成本、效率以及可制造性问题方面将是糟糕的。

[0013] 由于这些限制性,用于 LED 封装件的光束成形通常通过使用“次级”光学件来实现。这种次级光学件通常增加总体成本并且降低效率。此外,次级光学件的形状可能受限于初级光学件或透镜的尺寸和几何,这可能进一步降低了效率并且限制了光束成形在某些应用(特别是其中使光学元件尽可能靠近光源(LED 芯片或多个 LED 芯片)是有益的涉及 LED 光的准直的应用)中的潜力。次级光学件的使用可能导致庞大的照明方案需要额外的设计工作和对准、光学损耗和额外的成本。此外,通常用于制造次级光学件的材料(例如塑料、聚碳酸酯、PMMA 或玻璃)可能导致成本昂贵、沉重、并且在受到与照明级 LED 封装件相关联的热和高强度光时的劣化方面是欠稳定的元件。

[0014] 此外,根据应用,可能存在需要次级光学元件的情况(例如,如果所需要的光束轮廓需要的光学元件太大而不能合宜地或经济地作为 LED 封装件上的初级光学元件来制作)。在这种情况下,制作更复杂(complex)的初级光学元件的能力仍可能在如下应用中被利用,在该应用中,初级光学件的几何形状可被定制为产生减少对次级光学元件的设计的限制的光束轮廓,从而实现例如更低的成本或更轻便、更简单的次级光学件并且降低总系统成本。

发明内容

[0015] 本发明提供了光学件及其制造方法的各种实施方式,从而使这些光学件能够进行光束成形并且能够批量或以阵列的方式制造。此外,这些光学件可包括悬垂部或锥形(tapered)形状而不需要具有活动部件的复杂模具。

[0016] 根据本发明的用于制作发光器封装件的方法的一个实施方式包括设置具有发光器的表面。接着,设置至少一个中间元件,该中间元件至少部分地围绕发光器并且形成空腔。在该步骤之后,在空腔中的发光器之上设置密封剂材料,密封剂材料覆盖发光器的至少一部分从而使密封剂的形状至少部分地由中间元件限定。最后,使密封剂至少部分地固化以形成初级光学件。

[0017] 本发明的另一实施方式涉及一种发光器封装件,其包括布置在表面上的发光器。该封装件进一步包括在表面上的至少部分地围绕发光器的至少一个中间元件。最后,该封装件包括位于发光器之上的形成初级光学件的密封剂,其中,中间元件至少部分地限定初级光学件的形状。

[0018] 根据本发明的其他实施方式还包括封装件阵列以及这些封装件阵列的制造。

[0019] 通过参照阐述利用本发明的原理的示意性实施方式的本发明的以下详细描述以及附图,将获得对本发明的特征和优点的更好的理解。

附图说明

- [0020] 图 1a 为具有半球形初级光学元件或透镜的传统 LED 封装件的实施方式的侧视图。
- [0021] 图 1b 为具有半球形初级光学元件或透镜的传统 LED 封装件的实施方式的顶视图。
- [0022] 图 1c 为在制作具有半球形初级光学元件或透镜的传统 LED 封装件的实施方式中的第一步骤的侧视图。
- [0023] 图 1d 为在制作具有半球形初级光学元件或透镜的传统 LED 封装件的实施方式中的第二步骤的侧视图。
- [0024] 图 1e 为在制作具有半球形初级光学元件或透镜的传统 LED 封装件的实施方式中的第三步骤的侧视图。
- [0025] 图 2a 为带有模拟光线的具有半球形初级光学元件或透镜的传统 LED 封装件的实施方式的侧视图。
- [0026] 图 2b 为示出了具有模拟光线的具有半球形初级光学元件或透镜的传统 LED 封装件的光输出的强度切片数据 (intensity slice data) 的图表。
- [0027] 图 3a 为根据本发明的具有初级光学件的发光器封装件的实施方式的旋转侧视图。
- [0028] 图 3b 为根据本发明的具有初级光学件的发光器封装件的实施方式的侧视图。
- [0029] 图 3c 为根据本发明的具有初级光学件的发光器封装件的实施方式的顶视图。
- [0030] 图 3d 为根据本发明的具有初级光学件的发光器封装件的实施方式的透视图。
- [0031] 图 3e 为根据本发明的具有模拟光线的具有初级光学件的发光器封装件的实施方式的侧视图。
- [0032] 图 3f 为根据本发明的具有模拟光线的具有初级光学件的发光器封装件的另一实施方式的侧视图。
- [0033] 图 3g 为示出根据本发明的具有模拟光线的图 3e 的封装件的光输出的强度切片数据的图表。
- [0034] 图 4 为根据本发明的具有发光器的表面的一个实施方式的侧视图。
- [0035] 图 5 为根据本发明的中间元件的一个实施方式的侧视图。
- [0036] 图 6 为根据本发明的中间元件面板的一个实施方式的顶视图。
- [0037] 图 7 为根据本发明的具有中间元件和发光器的表面的一个实施方式的侧视图。
- [0038] 图 8 为根据本发明的在图 7 的结构之上点胶的密封剂材料的一个实施方式的侧视图。
- [0039] 图 9 为根据本发明的在移除工艺的一个实施方式中的放置在溶剂中的图 8 的结构的侧视图。
- [0040] 图 10 为根据本发明的封装件分离工艺的一个实施方式的侧视图。
- [0041] 图 11 为根据本发明的具有元件和中间材料的表面的一个实施方式的侧视图。
- [0042] 图 12 为根据本发明的位于图 11 的结构之上的模具的一个实施方式的侧视图。
- [0043] 图 13 为根据本发明的由图 12 的结构形成的完成的光学件的一个实施方式的侧视图。
- [0044] 图 14 为根据本发明的具有元件和中间材料的表面的一个实施方式的侧视图。
- [0045] 图 15 为根据本发明的位于图 14 的结构之上的模具的一个实施方式的侧视图。
- [0046] 图 16a 为根据本发明的由图 15 的结构形成的完成的光学件的一个实施方式的侧视图。

视图。

[0047] 图 16b 为根据本发明的完成的光学件的一个实施方式的侧视图。

[0048] 图 17 为根据本发明的具有元件和中间材料的表面的一个实施方式的侧视图。

[0049] 图 18 为根据本发明的位于图 17 的结构之上的模具的一个实施方式的侧视图。

[0050] 图 19 为根据本发明的由图 18 的结构形成的完成的光学件的一个实施方式的侧视图。

[0051] 图 20 为描绘根据本发明的光学件制作工艺的一个实施方式的流程图。

[0052] 图 21 为描绘了根据本发明的光学件制作工艺的另一实施方式的流程图。

[0053] 图 22 为根据本发明的中间元件的一个实施方式的侧视图。

[0054] 图 23 为根据本发明的中间元件面板的一个实施方式的顶视图。

[0055] 图 24 为根据本发明的模制工艺的一个实施方式的侧视图。

[0056] 图 25 为根据本发明的在图 24 的结构之上点胶的密封剂材料的一个实施方式的侧视图。

[0057] 图 26 为根据本发明的完成图 25 的结构的一个实施方式的侧视图。

[0058] 图 27 为根据本发明的在移除工艺的一个实施方式中的放置于溶剂中的图 26 的结构侧视图。

[0059] 图 28 为根据本发明的封装件分离工艺的一个实施方式的侧视图。

[0060] 图 29 为描绘根据本发明的光学件制作工艺的另一实施方式的流程图。

[0061] 图 30 为根据本发明的具有元件和中间材料的表面的一个实施方式的侧视图。

[0062] 图 31 为根据本发明的在图 30 的结构之上进行的密封剂点胶工艺的一个实施方式的侧视图。

[0063] 图 32 为根据本发明的由图 31 的结构形成的完成的光学件的一个实施方式的侧视图。

[0064] 图 33 为根据本发明的形成有支撑环的完成的光学件的一个实施方式的侧视图。

[0065] 图 34 为通过根据本发明的工艺制作的光学件的一个实施方式的截面视图。

[0066] 图 35 为通过根据本发明的工艺制作的光学件的另一实施方式的截面视图。

[0067] 图 36 为通过根据本发明的工艺制作的光学件的另一实施方式的截面视图。

[0068] 图 37 为通过根据本发明的工艺制作的光学件的另一实施方式的侧视图。

具体实施方式

[0069] 本发明的实施方式提供改进的发光器件光学件和封装件及其制作方法,其中,通过在发光器上制作能够使光束成形的更为复杂的初级光学件来提供改进。在此公开的初级光学件及其制造方法允许来自发光器的更为受控的或形成的光输出而无需使用次级光学件。然而,次级光学件仍可与这些初级光学件结合使用。此外,本文公开的方法因为不需要活动部件或侧向作用模具,所以允许以更小的面积制作根据本发明的光学件的阵列。本发明的实施方式可与前面公开的光萃取和光学方法组合使用,从而允许在控制来自 LED 器件的光发射图案方面的更大的灵活性。本发明也可应用于期望在表面上制作复杂的光学元件的其他光源,诸如激光、光纤等,或者甚至应用于非发光应用(例如照相手机透镜等)。

[0070] 下面参照在发光器上形成能够使光束成形的复杂初级光学件来描述本发明。应理

解,本发明可在很多其他应用中用于形成透镜。例如,本发明可用于形成收集来自发光器的光而非使其成形的光学件。这可用于很多不同的应用中,诸如微型太阳能电池上的聚光镜或者用于手机相机透镜。因此,本发明不应限于发光器上的初级光学件。

[0071] 应理解,当诸如层、区或基板的元件称为位于另一元件“上”的时候,其可直接位于另一元件上或者可存在介于其间的元件。此外,诸如“内”、“外”、“之上”、“之上”、“低于”、“之下”和“下方”的相关术语以及类似术语在本文中可用于描述一个层或另一区的关系。应理解,这些术语旨在包括除了在图中描绘的方位之外的器件的不同方位。

[0072] 尽管在本文中可使用第一、第二等来描述不同的元件、部件、区、层和 / 或部分,然而这些元件、部件、区、层和 / 或部分不应被这些术语限制。这些术语仅用于将元件、部件、区、层或部分彼此区分开。因此,在不背离本发明的教导的情况下,第一元件、部件、区、层或部分可被称为第二元件、部件、区、层或部分。

[0073] 应注意,术语“层”和“多个层”贯穿说明书交替地使用。本领域普通技术人员应理解,材料的单个“层”可实际上包括材料的若干个单独的层。类似地,材料的若干个“层”可被功能性地视为单个层。换言之,术语“层”并不表示材料的同质层。单个“层”可包含位于子层中的各种不同的材料浓度和组分。这些子层可在单个形成步骤或多个步骤中形成。除非另有明确表述,否则并不旨在通过将元件描述为包括材料的“层”或“多个层”而限制如在权利要求中体现的本发明的范围。

[0074] 在此参照作为本发明的理想实施方式的示意性图示的截面图示来描述本发明实施方式。对此,由于例如制造技术和 / 或容差而导致的与图示的形狀的差异是预料中的。本发明的实施方式不应被解释为限于本文所示出的区或颗粒的特定形状而是包括由于例如制造而导致的形状的偏差。被示出或描述为例如矩形的区将由于一般制造技术而通常具有圆角或弯曲的特征。因此,在图中示出的区在本质上是示意性的;它们的形状不旨在示出区或颗粒的精确形状并且不旨在限制本发明的范围。

[0075] 本文使用的术语“光”不限于处于可见光谱之内的电磁辐射。为了简便起见,“光”也可包括处于可见光谱之外的电磁辐射,诸如例如红外或紫外线光谱。

[0076] 在某些实施方式中,可期望将光学件成形为使得反射或全内反射 (“TIR”) 使入射在侧壁上的光束朝向出射面反射并且以小于或等于临界角的角度入射在出射面上。因此减少或消除了由于在出射面上的 TIR 而导致的光损耗。光学件的出射面为光束应当从其出射的面或表面。并且,可期望使用尽可能小的光学件并且由于集光率公式 (Etendue equation) 而使得仅初级光学件的使用小于初级光学件和次级光学件的使用,因为单个光学件的大小将无需适应由于初级光学件和次级光学件两者的使用而导致的与发光器的增加的距离。尽管集光率公式表明理论上从 LED 传递至 LED 的初级光学件的光的 100% 可通过出射面离开光学件,然而各个实施方式可能导致更少量的光离开出射面,尽管仍然提供对现有 LED 光发射的显著改进。例如,从 LED 的出射面发射的光可能由于菲涅尔损耗而以具有效率损耗的方式从出射面发射。

[0077] 当光穿过较高指数的介质到达较低指数的介质的时候,出现菲涅尔损耗 (例如在两个介质之间的界面处的损耗,诸如在 LED 与空气或其他介质的出射面处的损失)。根据折射率的差异、指数差异,可出现由于折射而导致的近似 4% 的光输出的损耗。可通过减少界面 (诸如通过仅使用初级光学件而非使用初级光学件和次级光学件两者) 来减少或克服菲

涅尔损耗。

[0078] 通常, LED 和 LED 封装件以主要为朗伯型的光束图案发射光(图 2B)。对于很多应用而言,可能期望使来自 LED 封装件的输出光束变宽(发散)或变窄(准直)。来自 LED 封装件的光输出束轮廓的准直对于需要更为集中光束的诸如手电筒、聚光灯、方向性照明(轨道照明、凹入式顶棚照明)、投影等的某些应用而言是特别有用的。在减小发光器的光束轮廓中有用的准直光学件几何形状的一个实例为抛物面聚光镜。

[0079] 在设计用于 LED 的准直光学元件时,光学件的出射面的大小可被选择成保留辐射。光沿着光学路径的通路(位于单个介质中或者从一个介质到另一介质)受由集光率公式表示的辐射守恒定律(也称为亮度定理)控制。光学件的出射面的面积可被选择为将从 LED 进入的光的辐射保持为期望的半角度。因此,光可以具有高效率的期望的半角度发射。集光率公式或集光率守恒要求出射面足够大以保留辐射。通常该出射面大于发光器的基部,并且因此为利用根据集光率等式优化的光学件的优势,用于 LED 封装件的准直初级光学件将具有大于光学件的基部的出射面(如图 3a-图 3f 所示)。

[0080] 如图 2A 和图 2B 所示,传统的半球形 LED 光学件具有宽广的光输出。由本文公开的实施方式制造的光学件的优势可使用 LED 封装件的光学件光线跟踪仿真来示出,如图 2A 以及图 3E 和图 3F 所示,在这种仿真中,考虑从发光器(例如,LED)的表面上的特定点发射的光线通常是有用的。特别感兴趣的通常是从发光器上的距离透镜的中心或光轴最远的点(例如,对于位于透镜为中心的方形 LED 芯片发射器,沿着对角线距离芯片的中心最远的点)发射的光线。例如,对于图 2a 所示的半球形透镜 LED 封装件,从 LED 芯片的顶部表面的中心(与半球形透镜的中心对齐)发射的光线将基本与透镜表面法线平行地投射在透镜表面。这些光线将因此以基本上仅最小的由于菲涅尔损耗而导致的损耗或反射(处于 4% 的量级)通过透镜(具有通常为 ~ 1.5 的折射系数)到空气(~ 1 的折射系数)。

[0081] 如图 2A 所示,从发射器表面上的距离中心最远的点所发射的光线可以明显不同于 90 度的角度(例如以与透镜/空气界面处的透镜的表面法线平行的九十度)投射在透镜/空气界面上。光从具有一种折射率(“RI”)的介质到具有不同 RI 介质的受斯内尔定律控制。斯内尔定律根据两种介质的折射率定义从界面表面的法线测量的光线进入的角度与该光线从界面离开的角度之间的关系。在光从较高 RI 的介质到较低的 RI 介质的通路的情况下,光线可冲击介质之间的界面表面并且仍然可穿过界面的最大角度称为临界角。从根本上,如果要光穿过界面并且进入较低 RI 介质,则源于较高 RI 介质的光必须以不超过临界角的角度到达介质界面。以大于临界角的角度到达的光将在介质之间的界面处反射回较高的 RI 介质内并且将不会到达较低的 RI 介质。这称为全内反射(“TIR”)。通常,期望在旨在使光发射的方向上减少导致 TIR 的界面的数量。

[0082] 图 3E 和图 3F 也示出了源自于离发射器中心最远的一点处的光线的光线跟踪模拟,正如图 2B 示出了根据上述光线跟踪模拟通过使用传统半球形模制光学元件(透镜)实现的模拟宽光束强度轮廓。

[0083] 为了形成能够使光束成形的 LED 封装件,初级光学件必须包括能够用于使光束成形的特征。例如,为了形成具有以下初级光学件的 LED 封装件:即能够具有其中大部分光在特定临界角之内发射的光输出轮廓而非朗伯型输出轮廓的初级光学件,初级光学件可能需要结合上述特征,包括透镜的渐缩、底切、非对称特征、倾斜、隆起、反射部分、中空部分或任

何其他透镜特征。传统的利用模具在基板上制作初级光学件不允许制作包括比光学件的其余部分更窄的靠近基部的部分或者大于基部的出射面的光学件。这种构造将形成悬垂部并且在不损坏光学件的情况下妨碍模具的移除。可使用具有活动部件的复杂模具以形成这种光学件,但是它们需要发光器之间具有额外的空间以用于活动部件起作用并且因此极其没有效率,因为一次能够生产的光学件更少。换言之,传统模制工艺可通过一次制造多个 LED 封装件来降低生产成本,这些封装件在单个基板上紧密地排列在一起并且其随后可被单切 (singulate) 以生产单个封装件,而对于制作悬垂部或底切特征所需要的更为复杂的模具的使用将需要 LED 封装件之间的较大间隔,从而降低每次运行所制作的部件的数量并且增加每个部件的基板面积。因此,在其中在单个基板上制作透镜阵列(而无需随后的单切为单个封装件)的应用中,更为复杂的模具的使用将由于增大了透镜之间的最小可能距离而极大地限制了阵列的可能密集度。

[0084] 出于这个目的,对于完全依赖次级光学件而言使用初级光学件来辅助光束成形是有利的。次级光学件可能是笨重的,要求制作、设计和对准第二部分,可能导致光损耗,并且增加额外的成本。此外,为了最小化与次级光学件相关的成本,通常使用相对廉价的塑料材料,诸如丙烯酸和聚碳酸酯。尽管这种材料通常比典型的初级 LED 封装件光学件(诸如硅树脂和玻璃)更为廉价,然而塑料材料可能通常具有更高的光吸收率(导致效率损耗)并且可能劣化或者当持续经受 LED 封装件的操作环境时导致关于可靠性的问题。

[0085] 此外,使用用于光束成形的初级光学件可允许减小整体的 LED 封装件 / 系统的尺寸,因为初级光学件可在提供相同功能的同时由于初级光学件可通常相比次级光学件布置得更靠近光源的事实与相若的次级光学件相比在尺寸和重量上更小。例如,初级光学件仅需要覆盖 LED 芯片和相关的电气触点,而次级光学件必须放置在初级光学件之上。这将允许在接线板上一起更紧密地安装更多的 LED(以及相关联的封装件和光学件)。

[0086] 对于某些应用,所需的光束成形的程度可能需要比可以可行地或经济地在 LED 封装件上制作为初级光学件的光学件更大的光学元件,从而需要次级光学件。例如,为了实现具有最小效率损耗的相对大的源尺寸(LED 或 LED 阵列)的高度准直的窄光束轮廓,集光率原理可能需要极大地超过期望的 LED 封装的覆盖区域的光学几何和尺寸。在这种情况下,如在本发明中描述的复杂的光束成形初级光学件的使用可能与次级光学件结合使用。例如,初级光学件可提供光束的预成形、倾斜等,以允许更简化的、更小的、更加节省成本的或者更为光学有效的次级光学件设计。

[0087] 图 4- 图 21 示出了结合描述的器件和方法,以示出制作 LED 封装件或者更具体地在安装表面的多个元件上形成透镜(其中在形成透镜时使用中间元件)的实施方式。透镜的形成可与模具协作(见图 12、15、18、24)或不与模具协作地执行(见例如图 4- 图 10)。图 20 示出了使用中间元件和模具在多个元件上形成光学件的方法 200。图 11- 图 19 示出了通过图 20 的方法 200 制作的器件的实例。图 21 示出了使用中间元件而无需使用模具在多个元件上形成光学件的方法 230。图 4- 图 10 示出了通过图 21 的方法 230 制作的器件的实例。尽管参照作为安装表面上的元件的 LED 来描述方法 200 和方法 230,然而应理解,该方法可被用于制作其他器件。元件可为其他光源,诸如激光器、光纤等,或者该方法可用于制作其中期望在表面上制作复杂的光学元件(诸如照相机手机透镜等)的非发光器件。应进一步理解,尽管方法 200 和 230 被示出为一系列步骤,然而这些步骤可按照不同的顺序发生

并且可采用不同的步骤。此外,尽管示出了多种光学件形状,然而光学件可形成为任意形状(包括传统的透镜形状、渐缩透镜、非对称透镜、侧向发射透镜、具有底切的透镜、凸透镜、凹透镜或者形成任意输出轮廓的任意其他透镜形状)。此外,尽管方法 200、230 涉及设置在安装表面上的多个元件或多个 LED,然而应理解,该方法可用于形成用于单个元件或 LED 的光学件。

[0088] 图 20 和图 21 的方法 200、230 中的某些步骤可以是类似的,诸如涉及设置具有元件 202 的安装表面以及设置中间元件的步骤。尽管所使用的方法 200、230 是结合特定器件实施方式来描述的,然而应理解,该方法可被用于制作超出本文中描述的器件之外的多种不同器件。

[0089] 在图 20 和图 21 中示出的步骤 202 中,安装表面 100 设置有一个或多个 LED102,例如在图 14-图 16 中示出的。安装表面或基板 100 可为任何安装表面并且可由多种不同的材料制成。安装表面和基板在本领域中是已知的并且在此仅简要讨论。安装表面或基板可为基台(submount)(例如具有金属引线或迹线的陶瓷或硅橡胶)、金属散热片、印刷电路板、金属芯印刷电路板或任何其他结构。基板或安装表面 100 可包括半导体材料或任何其他合适的材料。在一个实施方式中,安装表面 100 可以是生长元件 102(诸如 LED 芯片)的初始基板。在另一实施方式中,安装表面 100 可以是载体基板而非初始生长基板(其具有单独制造的并随后安装至载体基板的一个或多个 LED)。例如,如果使用倒装芯片技术制作 LED 芯片,可使用载体基板。还可以将元件安装在不同类型的表面上。

[0090] 在步骤 204 和 206 中,设置中间元件 104 并将其放置在安装表面 100 上。中间元件可以是牺牲用的(sacrificial)或者可作为最终模制元件的一部分而保留。可通过任何合适的方法形成中间元件。在某些实施方式中,方法 200 和 230 包括将中间元件直接设置或形成在安装表面 100 上(例如使用任何合适的手段,诸如模制、注塑成型、传递模塑、模压成型、点胶、丝网印刷、三维印刷、光刻或沉积)的可替换步骤或者它们可单独形成并且放置在或附接至安装表面 100,如图 7 和图 11 所示。在一个实施方式中,可通过任何合适的形成手段(诸如模制、注塑成型、模压成型以及传递模塑、点胶、丝网印刷、三维印刷、光刻或沉积)将中间元件 104 形成为如图 6 所示飞面板 106。这些技术还可用于形成部件的其他部分,诸如透镜元件。面板 16 可随后与安装表面 100 和元件 102 对准并且随后附接至安装表面 100。该面板可通过例如模制工艺来制作并且可包括具有通孔(具有光学上期望的轮廓)材料片。中间元件 104 可为永久性的,或者它们可以是用来牺牲的,从而在形成透镜之后中间元件可至少部分地移除。

[0091] 中间元件 104 可由任何合适的材料形成。某些实施方式中的永久性或牺牲用的层材料可包括:热塑性聚合物、聚乙烯醇(在某些实施方式中具有填充材料,诸如淀粉、氯化钠、白炭黑等)、石蜡、溶解塑料、光阻剂和其他光限定性材料,或者可通过水洗(如对于聚乙烯醇的情况)、加热(对于石蜡的情况)、升华、汽化、机加工、显影和溶剂法(如对于光阻剂的情况)、化学蚀刻/溶剂或离子蚀刻来形成或去除的其他材料(对于牺牲用的中间层的情况)。具体实例包括由“Monopol”名下的 Monosol (Portage, IN) 制造的水溶性 PVOH 复合物以及由“Nichigo G-Plymer”名下的日本 Nippon Gohsei 制造的挤压聚乙烯醇共聚物。在其他实施方式中,也可使用其他可溶性材料。用于中间元件的材料实例还可包括硅橡胶、环氧树脂、可模制塑料材料、金属等。可使用任何合适的材料,诸如透明材料、反射性材

料或散射材料（例如白色反光塑料或者包含散射颗粒的透明材料）。此外，中间元件或层还可包含磷光剂或其他波长转换物质、散射颗粒或泡沫。

[0092] 在某些实施方式中，牺牲用的中间层可包括一个或多个聚乙烯醇层（其已经被特定地配制以允许符合注塑成型和挤压应用）。可用于中间元件的非牺牲用材料的实例可包括以上关于可用于中间层或元件的所有材料所描述的材料。在某些实施方式中可使用牺牲用和非牺牲用材料两者。在其他实施方式中，可使用多种不同的牺牲用或非牺牲用材料。这将允许在不同时候去除材料的不同部分。此外，非牺牲用部分可在透镜的制造中起作用并且可用作光学件或光萃取特征的一部分。

[0093] 结合图 20 的方法参照图 11- 图 20，在图 20 的步骤 208 中，模具 108 放置在安装表面、元件和中间元件之上，从而使中间元件位于模具与安装表面之间，如图 12 所示。在某些实施方式中，模具 108 与中间元件 104 配合以形成待填充密封剂的空腔。用于制作传统光学件的模具也可用在这些实施方式中。在其他实施方式中，如在下文中描述的，可以不需要模具。模具 108 可由任何合适的材料（诸如金属）制成。模具和模具的使用在本领域中是已知的并且在此仅简要描述。模具可由从金属材料（诸如工具钢）、无机材料（诸如陶瓷）或有机材料中选出的任何材料制成。模具还可结合或利用脱模层或膜，或者单独的脱模层或膜可用于在模制工艺之后帮助模具表面从密封剂分离。

[0094] 一旦模具就位，在步骤 210 中，在由模具 108、中间元件 104 和安装表面 100 形成的空腔 110 之内，将透镜材料引入在在元件 102 之上。透镜材料可为任何合适的密封或光学材料，诸如硅树脂或环氧树脂。透镜材料还可包括或者涂覆有磷光剂或其他波长转换材料，散射材料，泡沫或者其他光萃取、转换或改性 (modification) 特征。在其他实施方式中，可在将模具放置在元件之上之前通过点胶或其他方式将透镜材料引入到由模具形成的空腔中。

[0095] 接着，在步骤 212 中，透镜材料至少部分地固化，并且将模具 108 移除，从而密封剂以透镜或初级光学件 112 的形式遗留在表面上。在该步骤之后，如果中间元件 104 是牺牲用的或可去除的，则在步骤 214 中将它们去除。图 10 和图 13 示出了已经去除中间元件的实施方式的实例。以下进一步详细讨论的图 17- 图 19 示出了其中在去除模具之后中间元件仍保留的实施方式的实例。在牺牲用材料保留的实施方式中，可绕过如由虚线 213 示出的步骤 214。在步骤 216 中，可使用已知的单切方法将元件封装件分割。

[0096] 如在图 11- 图 19 中可看出的，所形成的初级光学元件可具有大致的“悬垂部”或元件靠近基部（其具有比上方的区更小的直径）的区。这可以是有利的，因为其允许使用传统模制工艺而非复杂的模制工艺（诸如使用具有活动部件的模具的工艺）来制造具有这种几何形状的元素。在很多应用（诸如准直初级元件设计）中，这种靠近基板的弯曲类型是非常理想的，因为其允许在靠近基板处发射的光垂直地反射，并且这种向上凹的弯曲不能使用传统模制技术实现。如还可通过图中元件 102 的邻近区域看出的，在其中多个光学元件在单个基板上制作在邻近区域中（这对于减少制造成本或者允许在单个基板或载体上制作密集的紧密堆叠的光学元件而言是理想的）的情况下，禁止诸如使用侧向模具或更为复杂的活动模具空腔元件的更复杂的模制技术。

[0097] 在其中在步骤 214 中去除中间材料的实施方式中，可使用任何合适的去除方法。去除工艺的某些实例包括通过水洗、加热、升华、汽化、化学蚀刻 / 溶剂、机加工、激光或其他合适的方法的去除。去除工艺可用于一次性去除所有的牺牲用中间元件，或者可在不同

的时候使用不同的方法来去除不同的部分或者可仅去除一部分。另外,在步骤 204 中设置的并且在步骤 205 中放置在安装表面上的中间元件可替代地直接形成在安装表面上,例如使用模制工艺或点胶或其他沉积工艺,或者使用旋转或其他涂覆工艺以光阻剂的方式来涂布。如果需要的话,在中间层至安装表面的涂布之后可跟随有适当的显影、溶剂、蚀刻、机加工或其他成形步骤以在中间层中形成期望的空间或其他特征。

[0098] 在完成图 20 中的工艺时,无论是否需要步骤 214,LED 封装件 300 形成有初级光学元件或透镜 112。由于使用中间元件可形成各种形状,这些初级光学元件可能非常复杂。如图 14- 图 16b 所示,透镜 112 可具有多个悬垂部(如在图 16b 中所示),或者在密封剂中形成“内部”区(如在图 16a 中看出的),其可用作光学表面。可期望以“堆叠”层的方式使用多于一个的中间元件。在这种情况下,可制作多个牺牲用中间层(例如通过注塑成型或者机加工或板材成形)并且随后在密封剂复合物的模制之前将它们堆叠起来。该方法将允许制作可进一步提供光学设计方面的灵活性的分段的光学元件(例如,如在菲涅尔透镜的情况下)。这些悬垂部可形成诸如内部区(其可为气隙或填充有其他材料的区域)的复杂部分。此外,可形成不对称的或非对称的(见图 38)或者相对于安装表面倾斜的透镜,以便例如形成不对称的或者与安装表面的光学轴线或表面法向不对准的光束图案。类似地,可以如在本文中所描述的方式制作的每种类型的透镜可在安装表面的平面中相对于发射器或发射器阵列的中心是偏置的,以产生期望的光学效果(诸如光束倾斜)。应注意,在这些图和随后的图中示出的各个层和实施方式可组合为与具体示出的布置不同的布置。例如,可使用牺牲用和永久性中间元件的任意组合,牺牲用上层可无需中间元件或层来使用或者可与整体中间元件组合使用,并且可使用点胶方法而非在这些图中示出的模制方法来制作密封剂层。此外,在此描述的密封剂材料可包括具有不同特性(例如不同的折射率)的一个或多个密封剂层或材料,以实现期望的结果。可在对各个工艺步骤或材料做出改变或不做改变的情况下继续重复图 20、图 21 和图 29 中描述的工艺以及相关工艺。例如,可使用第一牺牲用或永久性中间层来制造第一成形密封剂层(其随后至少部分地固化),并且随后可涂布第二牺牲用或永久性中间层以形成第二成形密封剂层,该第二成形密封剂层可至少部分地覆盖或邻近第一层并且可具有不同的光学等特性,从而允许在相同的安装表面上制作具有不同特性或者包括具有不同特性的多个层的一个或多个初级光学元件。

[0099] 如上所述,中间层和密封剂可包括诸如磷光剂的波长转换材料。由 LED 发射的颜色或波长很大程度上依赖于产生其的材料特性(诸如源区的带隙)。LED 必须构建成发射处于可见光谱(包括红、黄、绿和蓝)中的颜色范围内的光。其他 LED 在电磁光谱的紫外(UV)范围内发射。通常期望将波长转换材料(诸如磷光剂)结合到 LED 封装件中,以在发射之前通过转换来自 LED 的光的一部分来定制发射光谱。例如,在某些蓝色 LED 中,一部分蓝光“向下转换”为黄光。因此,LED 发射蓝光和黄光的组合,以产生对于人眼而言近似白色的光谱。如本文使用的,术语“磷光剂”通常用于表示任何光致发光材料。

[0100] 已将磷光剂布置在 LED 封装件内的各个区中。例如,磷光剂可分散在覆盖 LED 器件的密封剂内部、结合到其中和/或涂覆在其外部。在其他实施方式中,磷光剂可位于中间元件的内部、结合到其中、或涂覆在其上。磷光剂可位于远离发光管芯,如在美国专利 No. 7, 286, 926 中示出的。磷光剂还可涂覆或沉积在 LED 管芯或元件自身上。通常使用多种技术(包括电泳沉积、丝网印刷、旋转或喷射涂覆等)来引入磷光剂。另一种技术使用磷光

剂点胶工艺,在该工艺中,可将其中包含磷光剂的材料(诸如环氧树脂、硅树脂密封剂等)的液滴放置在管芯上并且使其固化以在管芯之上形成壳体(shell)。这有时称为“顶部封装(glob top)”工艺。在另一种技术中,可将包含磷光剂的材料液滴放置在管芯上并且允许其固定(settle)。这种技术可称为“远程固定(remote settling)”。

[0101] 如在本文中使用的,术语“白光”以一般的意义来使用并且包括不同的个人或检测器可能感知为具有略微偏向例如黄色或蓝色的光。某些传统LED器件在蓝色LED上组合黄色磷光剂以实现白光。从LED发射的某部分蓝光在不经转换的情况下穿过磷光剂,并且所发射的蓝光中的某部分向下转换成黄色。离开发光器件的蓝光和黄光的组合提供白光输出。

[0102] 在一个实施方式中,磷光剂包括多种不同的组分并且包括单独的磷光剂材料或磷光剂材料的组合。在一个实施方式中,单晶磷光剂可包括钇铝石榴石(YAG,化学式为 $Y_3Al_5O_{12}$)。YAG主体可与其他复合物组合以实现期望的发射波长。在其中单晶磷光剂吸收蓝光且重新发射黄色的一个实施方式中,单晶磷光剂可包括YAG:Ce。该实施方式特别适用于发射蓝光和黄光的组合的白光的LED。使用由基于 $(Gd, Y)_3(Al, Ga)_5O_{12}:Ce$ 体系(其包括 $Y_3Al_5O_{12}:Ce$ (YAG))的磷光剂制成的转换颗粒可实现整个范围的宽广的黄光光谱发射。可被用于白色发射LED芯片的其他黄色磷光剂包括:

[0103] $Tb_{3-x}Re_xO_{12}:Ce$ (TAG);

[0104] $RE = Y, Gd, La, Lu$;或者

[0105] $Sr_{2-x-y}Ba_xCa_ySiO_4:Eu$ 。

[0106] 在其他实施方式中,可使用具有YAG主体的其他复合物以吸收和重新发射不同波长的光。例如,可提供YAG:Nb单晶磷光剂以吸收蓝光并且重新发射红光。第一和第二磷光剂还可组合以产生较高的CRI白色(即,暖白色),其中以上的黄色磷光剂与红色磷光剂组合。可使用各种红色磷光剂,包括:

[0107] $Sr_xCa_{1-x}S:Eu, Y$; $Y =$ 卤化物;

[0108] $CaSiAlN_3:Eu$;或者

[0109] $Sr_{2-y}Ca_ySiO_4:Eu$ 。

[0110] 可使用其他磷光剂通过将基本所有的光转换成特定颜色来形成饱和色发射。例如,可使用以下磷光剂来产生绿色饱和光:

[0111] $SrGa_2S_4:Eu$;

[0112] $Sr_{2-y}Ba_ySiO_4:Eu$;或者

[0113] $SrSi_2O_2N_2:Eu$ 。

[0114] 以下列举了可被用作转换颗粒的某些另外的合适的磷光剂,尽管如此,也可使用其他磷光剂。每一个均呈现蓝色和/或UV发射光谱的激发(excitation),提供理想的峰值发射,具有有效的光转换,并且具有可接受的斯托克斯频移:

[0115] 黄色/绿色

[0116] $(Sr, Ca, Ba)(Al, Ga)_2S_4:Eu^{2+}$

[0117] $Ba_2(Mg, Zn)Si_2O_7:Eu^{2+}$

[0118] $Gd_{0.46}Sr_{0.31}Al_{1.23}O_xF_{1.38}:Eu^{2+}_{0.06}$

[0119] $(Ba_{1-x-y}Sr_xCa_y)SiO_4:Eu$

- [0120] $\text{Ba}_2\text{SiO}_4:\text{Eu}^{2+}$
[0121] 红色
[0122] $\text{Lu}_2\text{O}_3:\text{Eu}^{3+}$
[0123] $(\text{Sr}_{2-x}\text{La}_x)(\text{Ce}_{1-x}\text{Eu}_x)_4$
[0124] $\text{Sr}_2\text{Ce}_{1-x}\text{Eu}_x\text{O}_4$
[0125] $\text{Sr}_{2-x}\text{Eu}_x\text{CeO}_4$
[0126] $\text{SrTiO}_3:\text{Pr}^{3+}, \text{Ga}^{3+}$
[0127] $\text{CaAlSiN}_3:\text{Eu}^{2+}$
[0128] $\text{Sr}_2\text{Si}_5\text{N}_8:\text{Eu}^{2+}$

[0129] 依据材料的转换效率,转换材料在密封剂中可具有不同的浓度。转换颗粒可均匀地分散在内部材料中,或者颗粒可位于 LED 周围从而颗粒靠近 LED。密封剂还可包括帮助使光发散的材料,诸如散射颗粒。

[0130] 如图 37 所示,波长转换材料 308、310 可遍及封装件 300 包括在任何位置中。在某些实施方式中,波长转换材料 308 可涂覆密封剂、中间元件和发光器。在其他实施方式中,波长转换材料可包括在中间元件内或在中间元件的一部分上。在其他实施方式中,波长转换材料颗粒 310 可分散在密封剂或中间元件内。

[0131] 在一个实施方式中(如图 17-图 20 所示),中间元件不是牺牲用的,而是在移除模具之后作为整体光学元件的一部分保留。另外,该层可使用传统的模制工艺来制作并且包括具有孔(其是通过一个元件接一个元件单独布置的或者通过任何其他合适的方式(诸如在本申请中提及的方式)放置的)阵列的片。

[0132] 如图 18 所示,中间元件 104 还可包括区 132,区 132 包括相比中间层不同的折射率(例如气穴,其他材料),和/或中间层可具有相比模制初级光学元件类似或不同的折射率。在中间元件的这些区 132 中的气穴或其他材料的引入以及相关联的折射率边界允许利用折射或全内折射来完成相似的光束轮廓控制(如在其他实施例中实现的)的设计的应用。在另一实施方式中,如果密封工艺被设计成使得密封剂从整体中间层的表面主动脱层,从而在密封剂材料与整体中间层之间形成小的间隙(例如气隙),则可获得类似的效果。在该间隙处的折射率差异将允许全内反射以及折射在密封剂/间隙边界处发生。这种间隙可替换或增大在整体中间层内的任何气穴。

[0133] 类似地,中间层可包括反射区 312,如图 37 所示。这些反射区可由任何合适的方法来形成或包括任何合适的材料,例如在反射杯(reflective cup)或箔元件周围模制的并然后在随后的初级元件模制之前被涂布至基板的硅树脂层、反射性中间元件自身或反射性涂层。在某些实施方式中,这种反射区可包括引线框类型的布置(其封闭在中间层内),或者引线框自身可包括整体中间层或元件。

[0134] 返回参照图 4-图 10 和图 21,图 21 示出了制作 LED 封装件或者更具体地在安装表面上的多个元件之上形成透镜(其中在形成透镜中利用中间元件)的方法 230 的另一实施方式。在该实施方式中,使用密封剂点胶方法来代替模制。该方法 230 的实施方式的实例在图 4-图 10 中示出。在某些情况下点胶方法相比于模制工艺可能更理想,这是因为点胶方法可以更有效并且更加节省成本。对于与其他图中相同的步骤和元件,使用相同的数字标号。类似于图 20 中示出的方法 200,该实施方式开始于通过设置其上具有元件或 LED102

的基板或安装表面的步骤 202 开始,如图 4 所示。随后在步骤 204 中设置和放置中间元件 104,如图 5 和图 7 所示。可替代地,中间元件可在步骤 205 中模制就位,如上所述。

[0135] 中间元件或层可单独地或通过任何其他方法形成为面板 106,如图 6 所示。图 5 中示出的中间元件 104 包括半月成形特征 120 以允许透镜或密封剂材料在点胶在空腔 110 中时形成半月形。在其他实施方式中,中间元件 104 可以或不包括半月成形特征。在其他实施方式中,中间元件 104 可包括或者涂覆有相对于密封剂而言具有特定表面或界面特性的材料以便在点胶过程中帮助控制密封剂材料的流动。例如,相对于密封剂而言具有高界面能量的中间元件可用于帮助防止密封剂从由中间层形成的空腔中流出,从而有助于制作具有如在图 8 中所示的凹入顶表面的密封剂几何形状。

[0136] 接着,在步骤 210 中,在空腔 110 中将密封剂或透镜材料 112 点胶在元件 102 之上。可通过任何合适的方式(诸如使用点胶尖端 302)点胶透镜材料 112。在某些实施方式中,可将透镜材料填充至空腔 110 内的一点,在其他实施方式中可将其填充在空腔的整个空间。在这些实施方式中的其中存在半月成形特征的某些实施方式中,可填充透镜材料直到形成期望的半月形。半月特征保持液态密封剂呈大致半球形的形状。这可被用于形成弯曲的密封剂面或者还可允许在液态密封剂上无气泡、可再生、替换另一种透镜。术语“半月”是指通过表面张力形成的液体的凹入表面。物理转变可为诸如边缘、转角、凸缘、沟槽、环以及任何其他物理转变,这些物理转变在液体与之接触时形成半月形。半月保持特征在此主要描述为环,但是应当理解,弯月保持特征可具有多种不同的形状,诸如方形或卵形,这些形状影响由该特征保持的液体的整体形状。当将液体密封剂设置在 LED 芯片之上时,密封剂与半月环之间的半月形保持密封剂的一部分在 LED 芯片上呈现半球形或凹入形状。

[0137] 在点胶密封剂或透镜材料之后,在步骤 212 中允许透镜材料至少部分地固化。在允许透镜材料至少部分地固化之后,如果要去掉中间元件的任何部分,则在步骤 214 中将它们去除。可通过前述的任何工艺或任何其他合适的去除方法来完成去除。图 9 示出了完成的封装件 300,其包括:具有元件 102 的基板 100;中间元件 104;以及至少部分地固化的透镜材料 112,其浸没在溶剂 304 中以去除牺牲用部分。溶剂可被加热、再循环、搅拌或者以其他方式搅动以促进中间层的去除。

[0138] 在去除牺牲用部分(如果具有的话)之后,该工艺可在步骤 216 中继续,在步骤 216 中,可使用任何适当的方法(包括折断或使用切割刀片 306 的切割)将基板 100 上的封装件 300 单切,如图 10 所示。

[0139] 图 22-图 29 是为示出制作 LED 封装件或者更具体地在安装表面的多个元件之上形成透镜的另一实施方式(其中在形成透镜中利用中间元件)而一起描述的器件和方法。在方法 232 的该实施方式中,使用模具与离型膜(release film)和中间元件配合以形成光学件。图 22-图 28 示出了方法 232 的实施方式的实例。类似于先前的实施方式,该实施方式开始于通过提供其上具有元件或 LED102 的基板或安装表面 100 的步骤 202。这之后在步骤 204 中提供中间元件 104,如在图 22-图 24 中示出的。中间元件或层可形成为面板 106(如图 23 所示)或者以任何其他合适的方式(诸如单独地或者直接地)形成在表面 100 上。在步骤 218 中提供离型膜。在某些实施方式中,将具有模具的一般形状的非常薄的不粘膜放置在模具之上。可替换地,离型膜可包括放置在模具之上并随后被制成符合模具表面的薄膜,例如通过对模具与膜之间的区施加真空来使膜符合模具。离型膜可被用于提

高释放效率。离型膜还可用于防止密封剂材料粘附于模具。此外,离型膜可被用于图案化密封剂表面。模具离型膜可为呈现良好分离特性的任何材料。这种材料可包括聚合物混合物、水基脱模剂、硅基脱模剂或者任何其他合适的离型材料。离型膜是防止硅树脂或其他密封剂材料粘滞于金属的熟知的传统材料。如果透镜材料不会粘滞于金属,则离型膜是不需要的。这可通过使用不粘模具涂层、使用不粘模具材料或者使用导致不粘界面的模制工艺来完成。这种工艺可包括选择特定的加工温度以获得最小的粘滞性。通过不使用离型膜,可形成更复杂的透镜。

[0140] 在某些实施方式中,离型膜可为平滑的。在其他实施方式中,离型膜可包括可被转移至 LED 封装件的密封剂的表面的印刷表面结构(例如,微透镜阵列)。这提供用于经由脱模层来形成独特表面特征的方法。因此,应用这种施加至中间元件或模具的预设计的表面纹理可允许制作在由中间材料或模具接触的表面具有独特几何形状和特定表面粗糙度、微透镜或其他特征的密封剂光学元件。可通过使用作为用于微结构的模制工具的离型膜来整体地模压(emboss)微结构的规则或不规则的图案。微透镜阵列的多个实例在本领域中是已知的。规则图案的实例为棱柱、半球(“点”)、立方体等,只要这些形状将从图案化离型膜脱模。这些在封装的 LED 密封剂的表面上的结构的使用可帮助提高光萃取效率或者帮助光束成形。

[0141] 接着,在步骤 220 中,将中间元件 104 和离型膜 130 放置在模具 108 上。可使用任何合适的方法来放置和对准中间元件 104 和离型膜 130。可通过任何方法(包括涂覆,喷涂,通过抽吸/鼓风系统来放置,压制,或任何其他附接、施加或保持方法)来施加或附接离型膜。可使用任何对准方法,诸如自对准引脚布置或者任何合适的布置。可通过前述任何方法或者任何其他合适的方法形成和施加中间元件。这些中间元件 104 可包括形成透镜或密封剂材料的任何特征或者其他光萃取、机械或美学特征。

[0142] 接着,在步骤 222 中,在空腔 110 中点胶密封剂或透镜材料。透镜材料可为任何合适的光学透明材料,诸如硅树脂、环氧树脂或混合硅树脂/环氧树脂。可使用混合物以实现热膨胀的匹配系数。可通过任何合适的方法(诸如使用点胶尖端 302)点胶透镜材料 112。在某些实施方式中,透镜材料可填充至空腔 110 内的某一水平来填充空腔 100,或者在其他实施方式中,其可填充空腔的整个空间。一旦点胶透镜材料,则在步骤 224 中将具有元件 102 的安装表面 100 放置在透镜材料 112 之上,如图 26 所示。在某些实施方式中,密封剂或透镜材料可被注射或以其他方式引入到空腔 110 中。

[0143] 在点胶透镜材料点胶并放置安装表面之后,在步骤 212 中允许透镜材料至少部分地固化。在允许透镜材料至少部分地固化之后去除模具 226。接着,如果要去除中间元件的任何部分,则在步骤 214 中将其去除。可通过先前描述的任何工艺或任何其他合适的去除方法来完成去除。图 27 示出了完成封装件 300 的一个实施方式,该封装件 300 包括:具有元件 102 的基板 100;中间元件 104;以及至少部分固化的透镜材料 112,其被浸没在溶剂 304 中以去除牺牲用部分。

[0144] 在去除牺牲用部分(如果具有的话)之后,该工艺可在步骤 216 中继续,在步骤 216 中,可使用任何适当的方法(包括通过切割刀片 306 切割)将基板 100 上的封装件 300 单切,如图 28 所示。

[0145] 如以上参照图 17-图 19 所描述的,非牺牲用中间层可结合模制工艺来使用,从而

在制造初级光学件之后中间层的至少一部分保留。类似地,如在图 30-图 32 中示出的,非牺牲用中间层还可结合点胶工艺来使用,以制作初级光学件。在这些实施方式中,中间层可包括半月特征 120(如先前参照图 4-图 10 所描述的),该半月特征通常为边缘类型的特征,其用于在点胶过程中限制初级光学件密封剂材料的侧向速度。图 30-图 32 示出了根据图 21 的通过提供表面 100(具有安装在表面 100 上的元件或 LED102)来形成用于 LED 或 LED 封装件的初级光学件的工艺。随后在表面 100 之上设置中间元件 104,并且这些中间元件 104 包括半月形成特征 120。接着,将透镜材料 112 点胶在 LED102 之上并且使其至少部分地固化。

[0146] 在其他实施方式中,可在光学元件周围设置支撑元件,以提供机械支撑或者保护光学元件免受损害。支撑元件可包括任何合适的材料(包括塑料)。支撑环可至少部分地通过中间元件的永久性部分来形成并且可包括适于中间元件的任何材料。例如,在图 19 或图 32 中示出的中间层的永久性部分可对初级光学件的至少一部分提供支撑和保护,即使在其中密封剂材料从中间材料脱层从而在密封剂材料与中间材料之间提供间隙的情况下也是如此。

[0147] 在图 33 中示出的封装件 340 的一个实施方式中,可包括支撑环 342,该支撑环围绕光学件 344 并且安装在或附接至基板 346。在某些实施方式中,尽管支撑环 342 可采用多种其他形状并且可具有不同的尺寸,支撑环 342 可包括管(tube)。支撑环 342 可在至少一点处与光学件 344 物理接触以提供支撑—例如,以便如果该部分掉落防止光学件由于惯性而导致偏转,或者在当以不同角度安装封装件时为初级光学件关于由于重力而导致的偏转方面提供机械支撑。支撑环 342 还可防止由于意外接触或冲击导致的光学件的剪切。可替换地,在环 342 与光学件 344 之间可存在间隙,从而使环 342 主要限制但并非完全防止光学件 344 在掉落时的偏转和/或防止物体(例如手指)撞击光学件 344 并且导致偏转和随后的损坏。

[0148] 支撑环 342 还可用于限制在光学件的外部表面上的污染(灰尘、指印等)。这对于 TIR 光学件的情况是有利的,在 TIR 光学件中,在光学件的外部表面上的折射率的改变将改变表面的光学特性并且可导致散射或光泄漏。也可使用支撑件的其他几何形状,诸如由一个或多个“支腿”或支柱支撑的环,或者围绕光学件的仅仅三个或更多个支腿也将是可行的。这些支腿或支柱可具有柱形、矩形或其他类型的横截面形状。在某些实施方式中,由于光在光学件的内表面处反射,其将通常不与支撑件相互作用。然而,在其他实施方式中,如果使用利用全内反射的光学件,则反射依赖于在光学件的内表面与外表面之间的折射率的差异。因此,接触全内反射光学件的支撑件将限定在接触点处的光学件的外表面上的折射率。出于这个原因,可能有益的是限制在支撑件与 TIR 光学件之间的接触面积,除非支撑件的折射率是合适的。

[0149] 本文讨论的制造工艺的不同实施方式可被用于制造光学元件的不同实施方式,诸如在图 1A、图 1B、图 3a-图 3f、图 10、图 13、图 16a、图 16b、图 19、图 28、图 32、图 35-图 39 中看到的那些。然而,光学元件的类型和形状并不限于在此示出的那些,可使用这些方法来制作任意类型和形状的光学元件。在某些实施例中可制造非对称透镜(图 36),在其他实施方式中可能需要底切(图 35),并且在其他实施方式中可能需要侧向发射光学件(图 34)。某些应用可能要求基本上所有的光以较宽的角度(接近或略微超过 90°)被引导,而向前

的角度光很少或没有。为了获得来自LED封装件的光的宽角度分布,必须在LED封装件中结合被配置为重新引导光的侧向引导透镜。这种透镜可使用以上讨论的方法(诸如图20、图21和图29中的工艺)来制作。图34示出了一个这样的透镜。该透镜包括锯齿部分、折射部分和顶部漏斗状部分。锯齿部分旨在使光折射和转弯(bend),从而使光相对于LED的纵向轴线以接近 90° 的方式离开透镜。使用传统的透镜制作方法,该透镜的锯齿特征将使得透镜难以制造。例如,在传统的注塑成型工艺过程中,锯齿结构的底切将需要侧向作用注塑模具。这些锯齿特征可根据本文中的实施方式来制作。例如,可使中间元件堆叠(类似于图14-图16b),从而使密封剂将呈现示出的锯齿形状。接着,在使密封剂至少部分地固化之后,无需使用侧向作用模具,便可在不损坏透镜或任何周围区域或材料的情况下去除中间元件。此外,面向表面的顶部的成形可通过模具或模具上的离型膜来完成。

[0150] 重要的是应注意,通过上述方法形成的光学件形状可出于机械原因、光学原因、美学原因或者这些原因的组合来成形。本文中描述的实施方式可应用于晶圆级工艺。

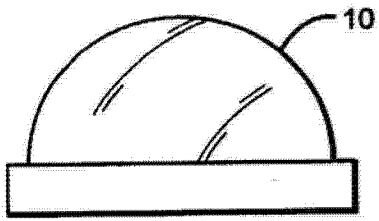


图 1a(现有技术)

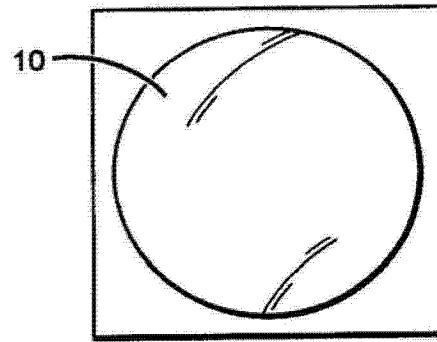


图 1b(现有技术)

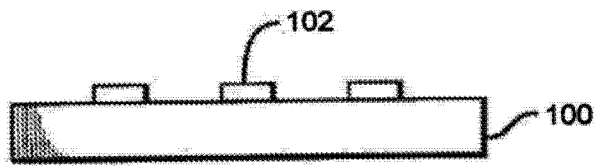


图 1c(现有技术)

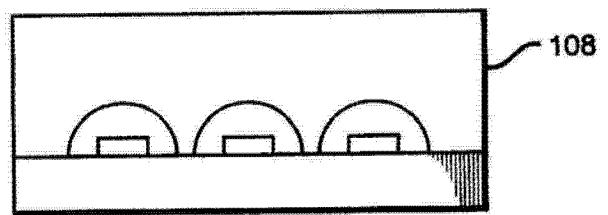


图 1d(现有技术)

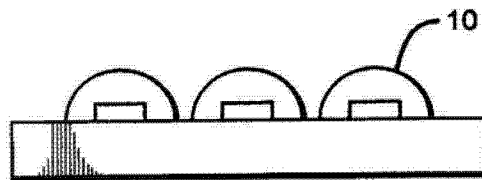


图 1e(现有技术)

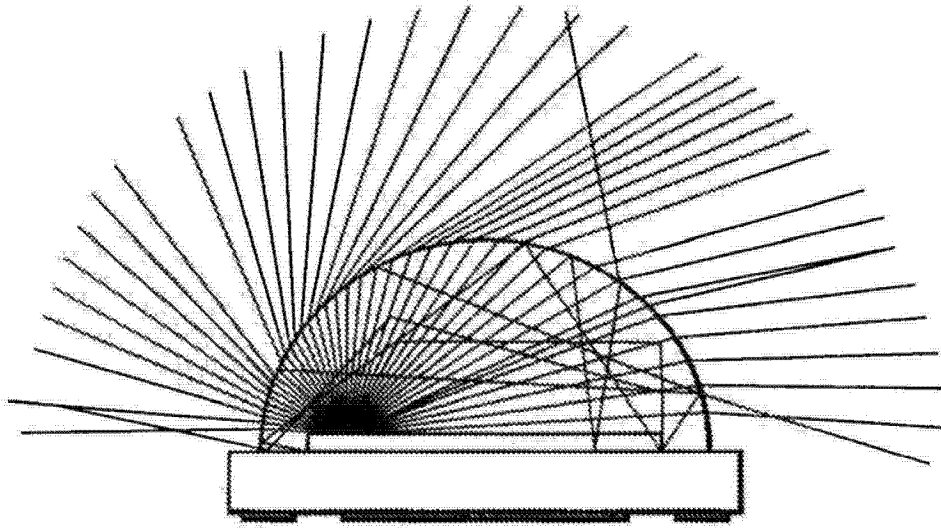


图 2a(现有技术)

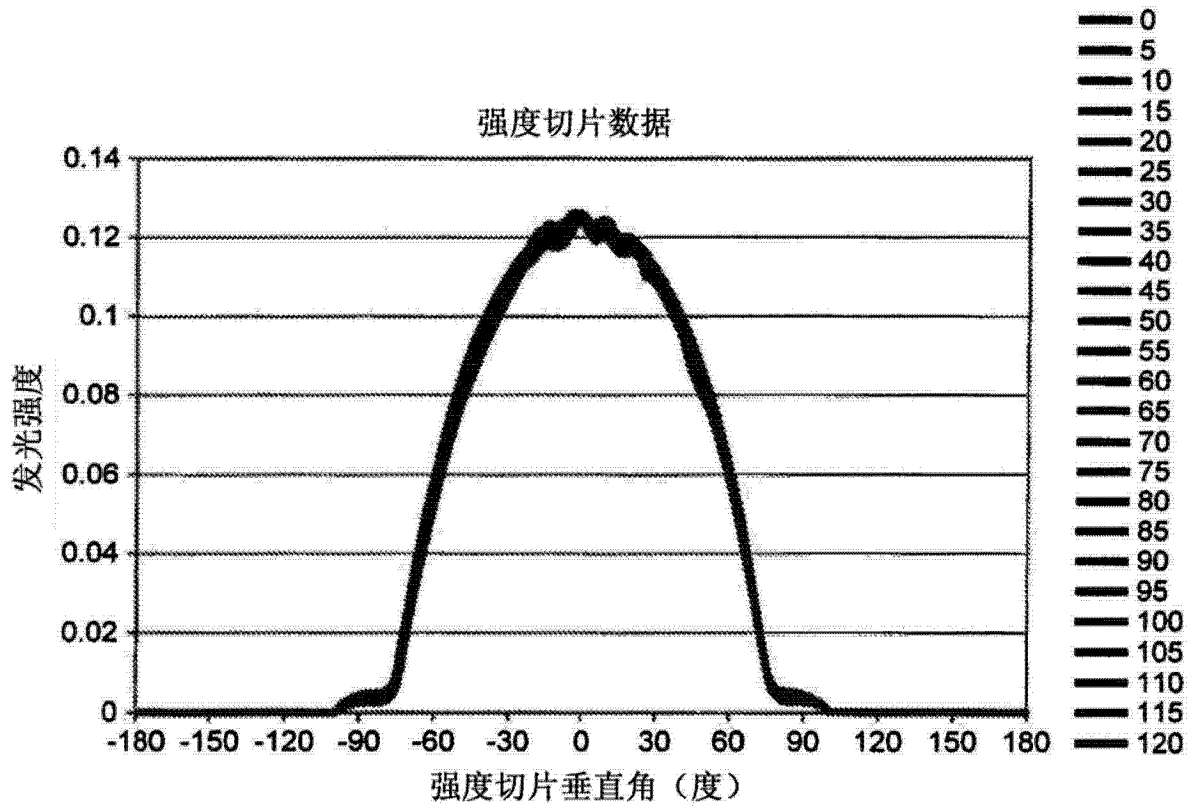


图 2b(现有技术)

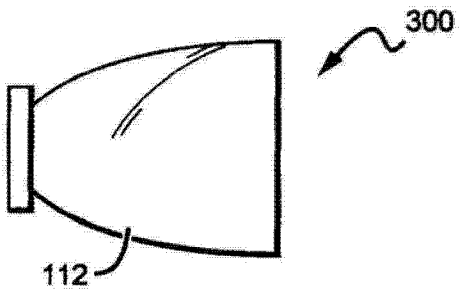


图 3a

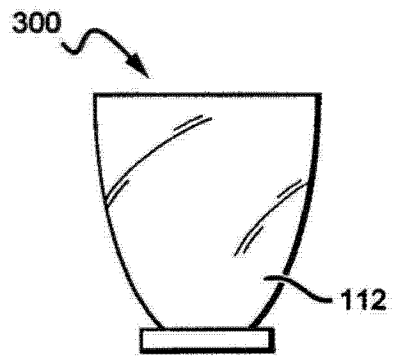


图 3b

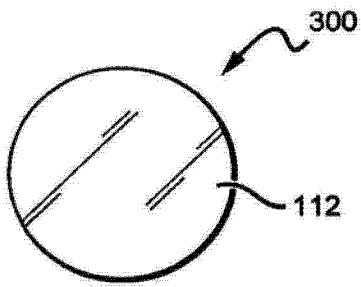


图 3c

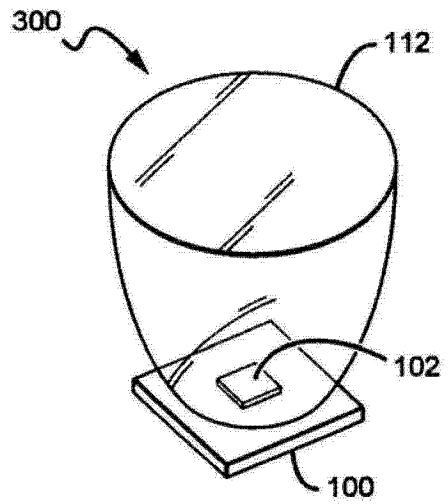


图 3d

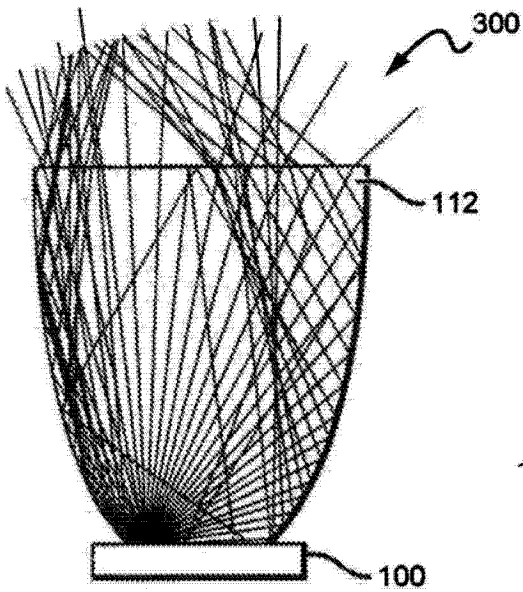


图 3e

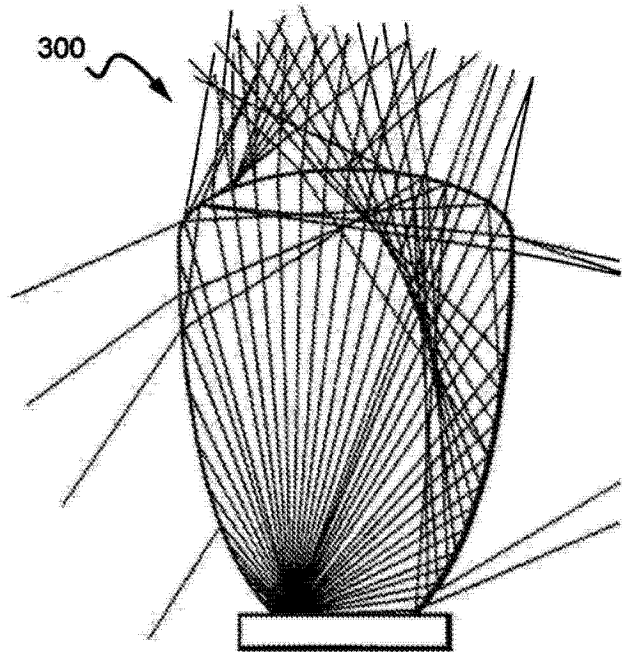


图 3f

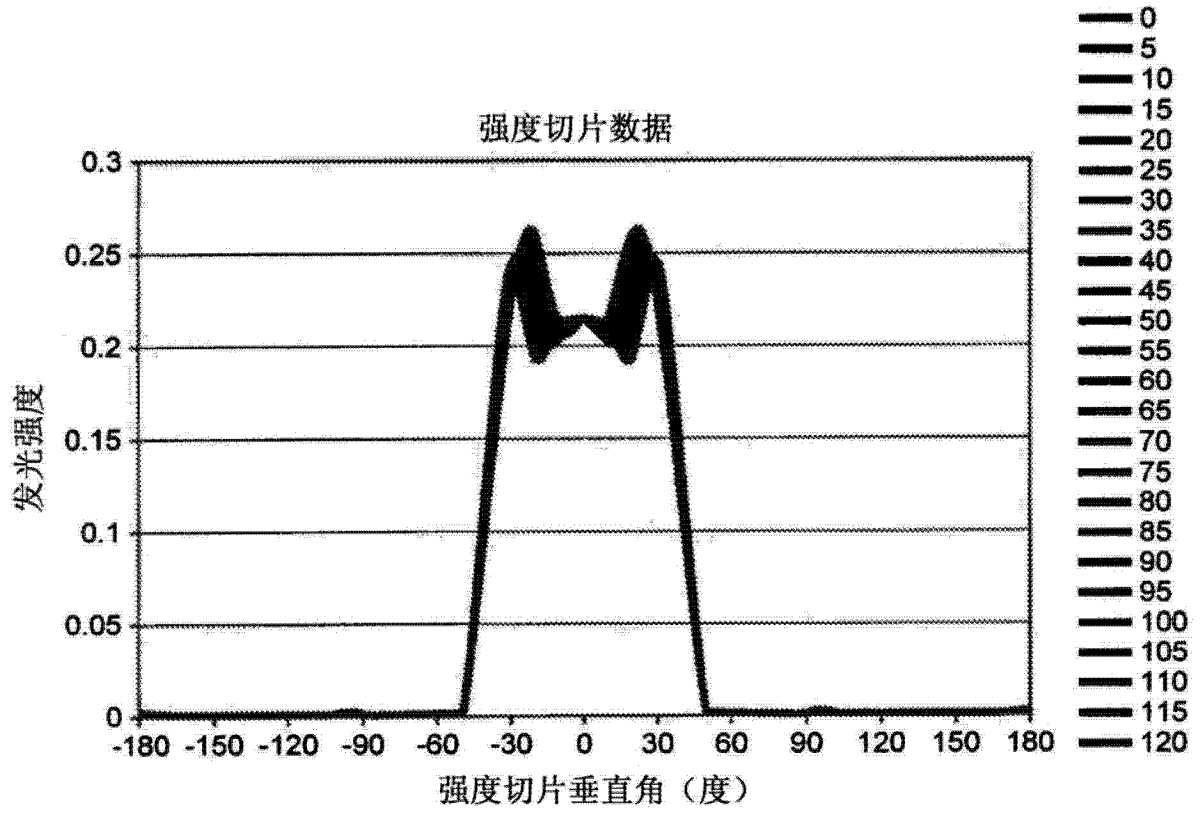


图 3g

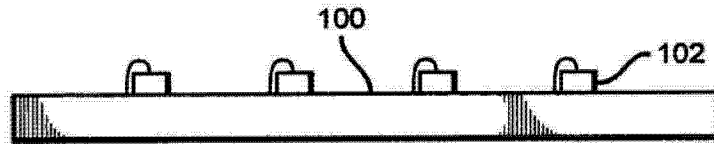


图 4

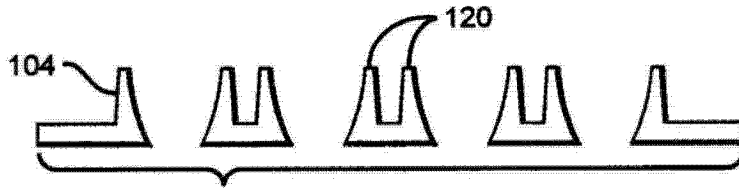


图 5

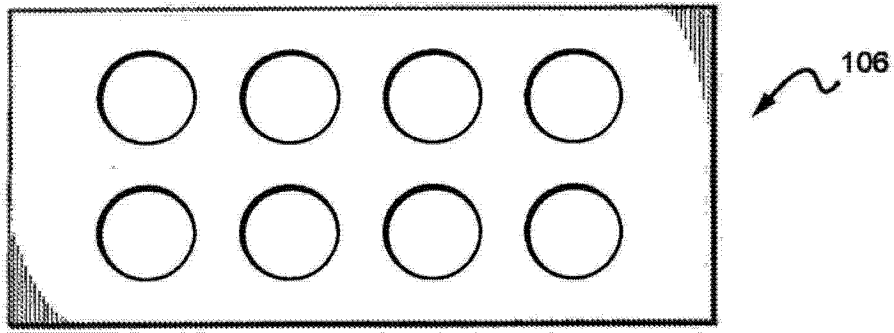


图 6

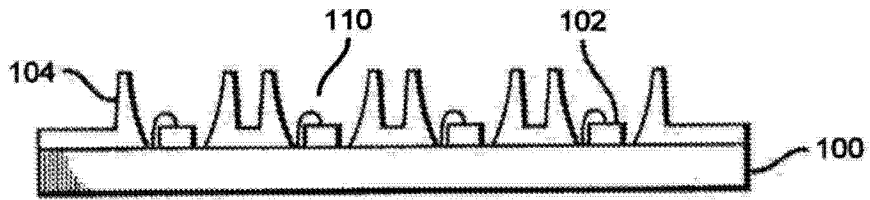


图 7

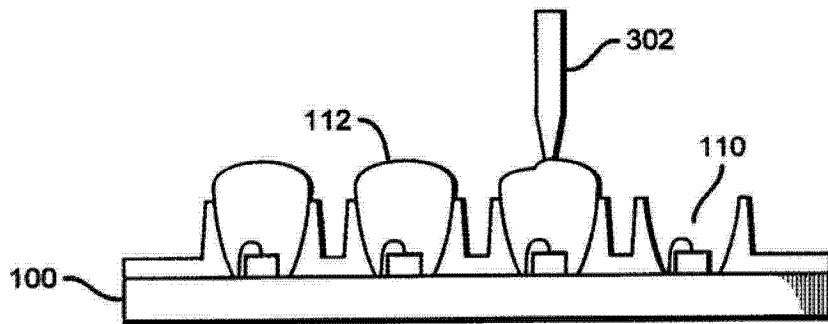


图 8

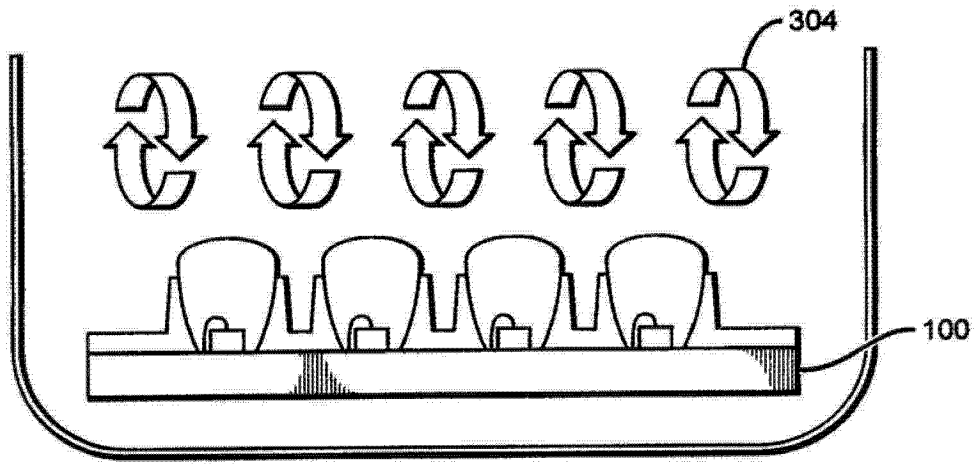


图 9

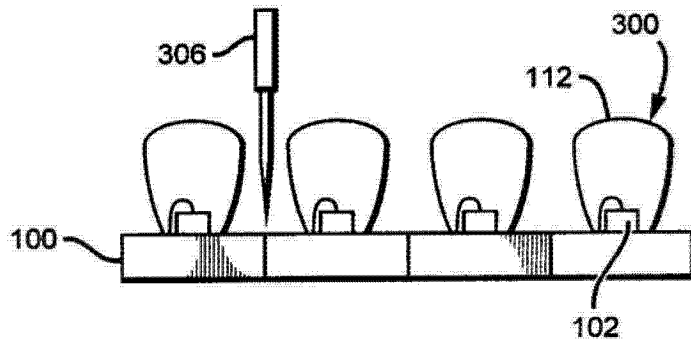


图 10

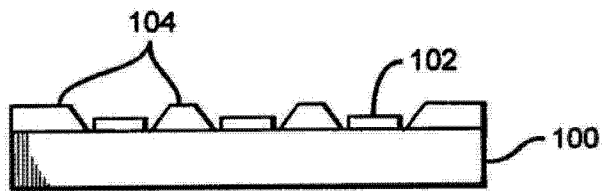


图 11

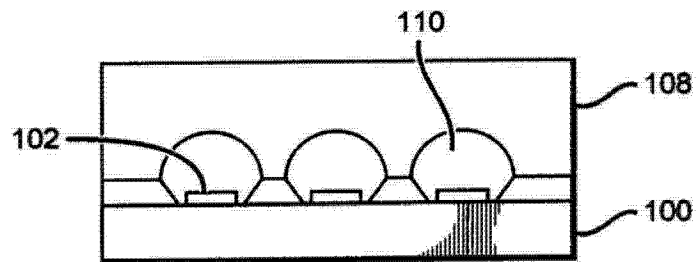


图 12

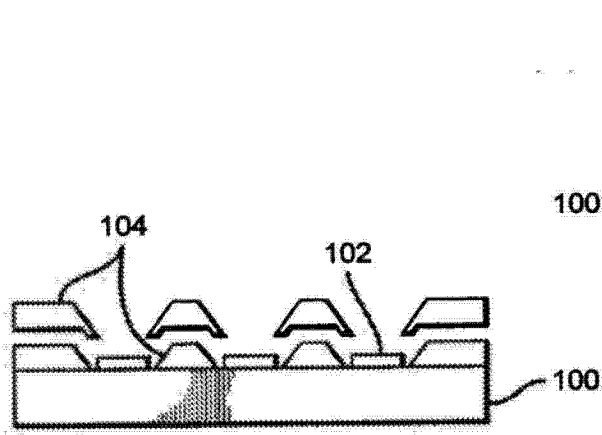


图 14

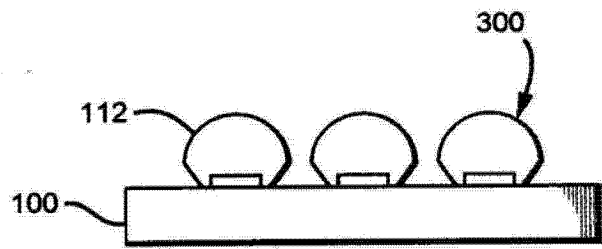


图 13

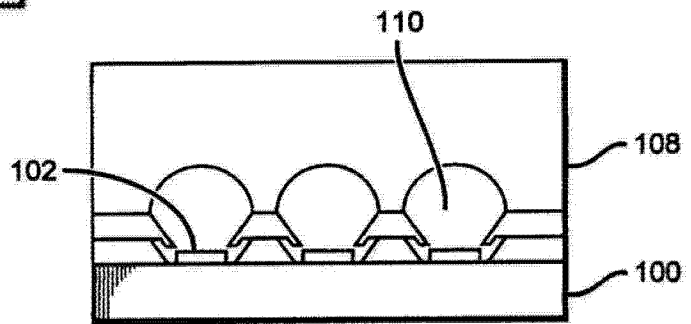


图 15

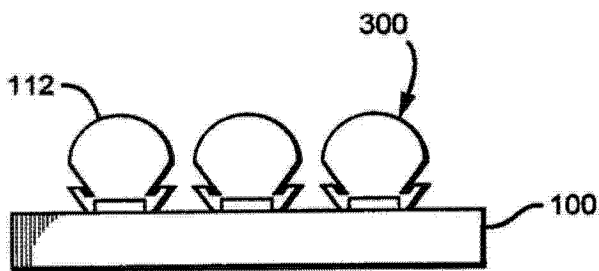


图 16a

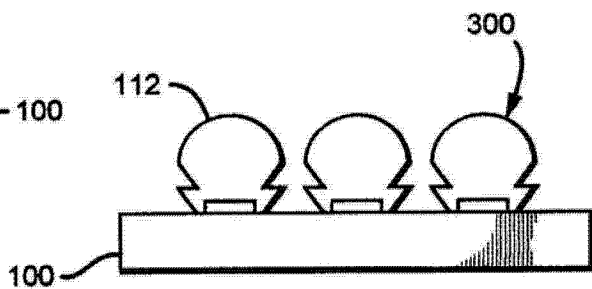


图 16b

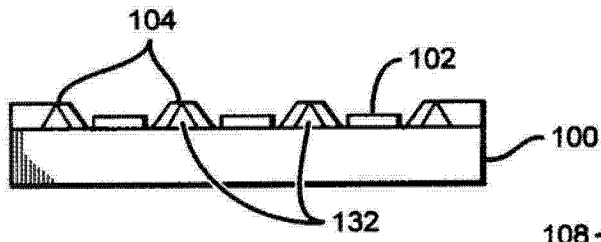


图 17

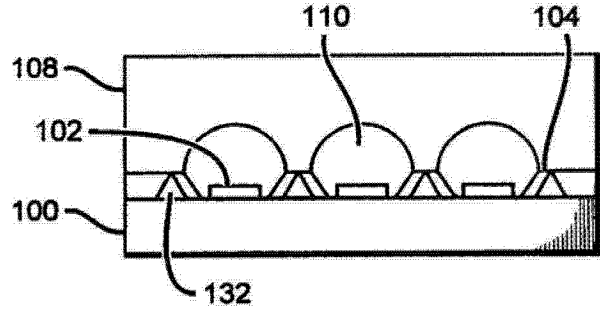


图 18

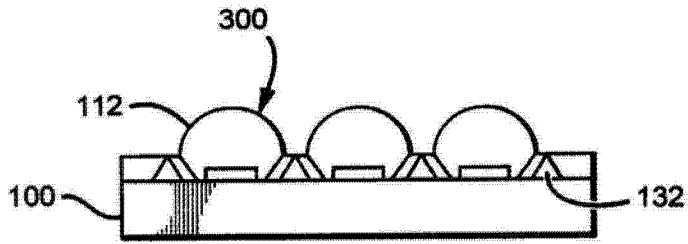


图 19

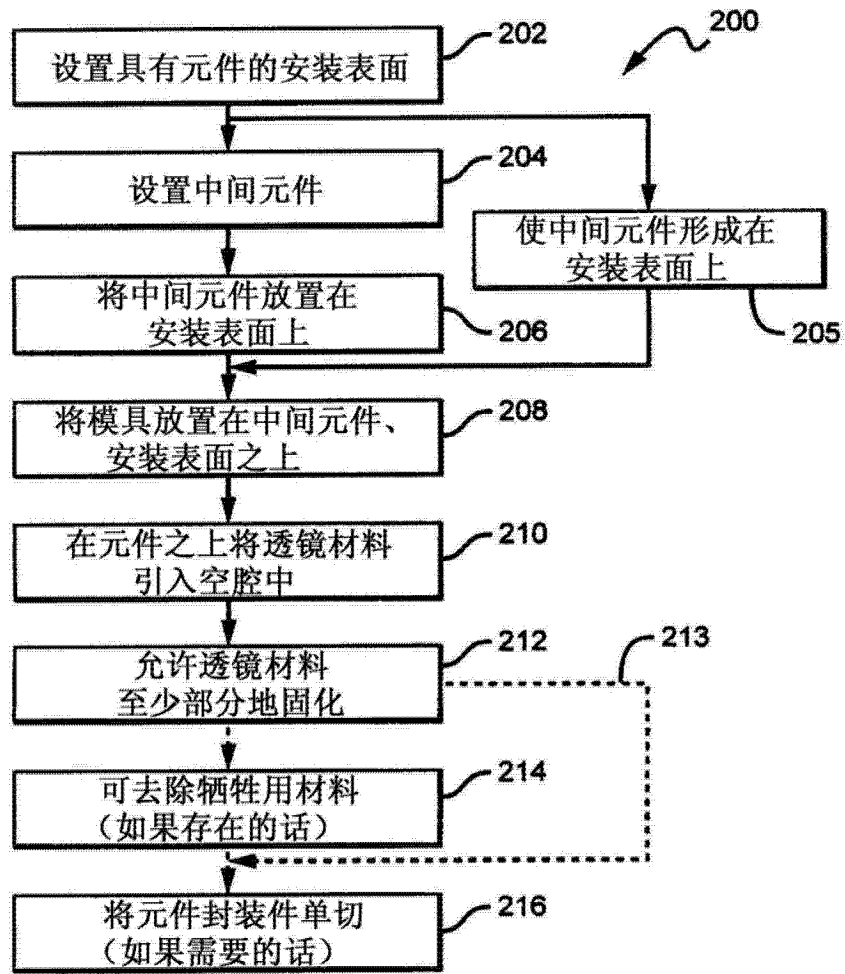


图 20

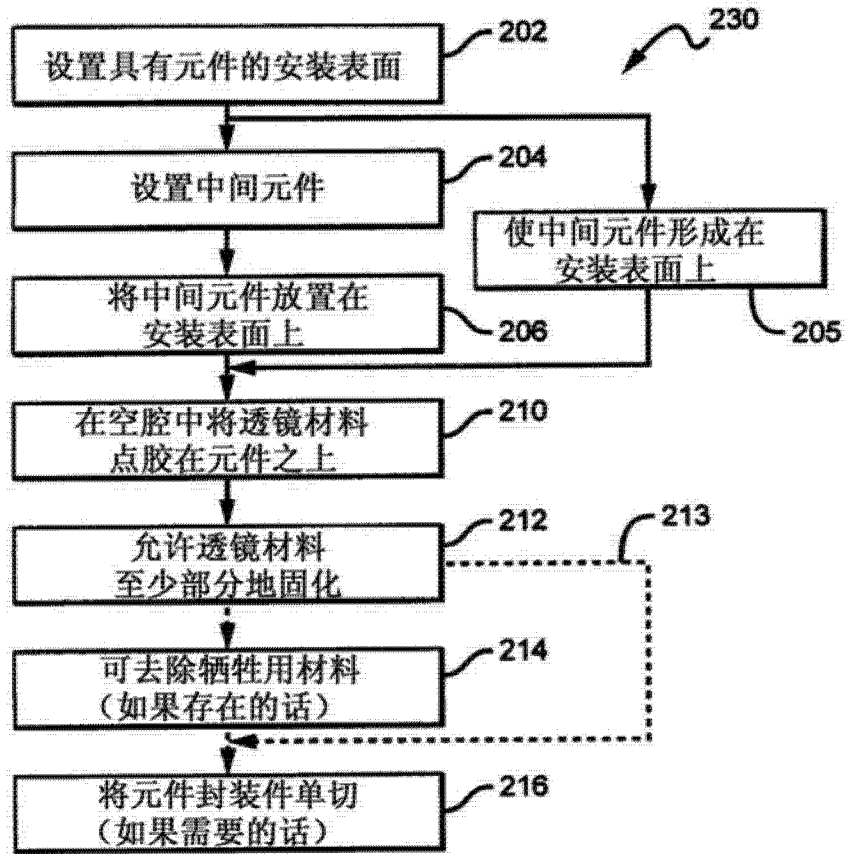


图 21

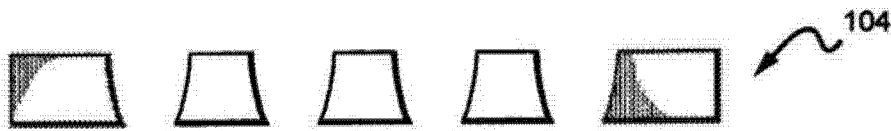


图 22

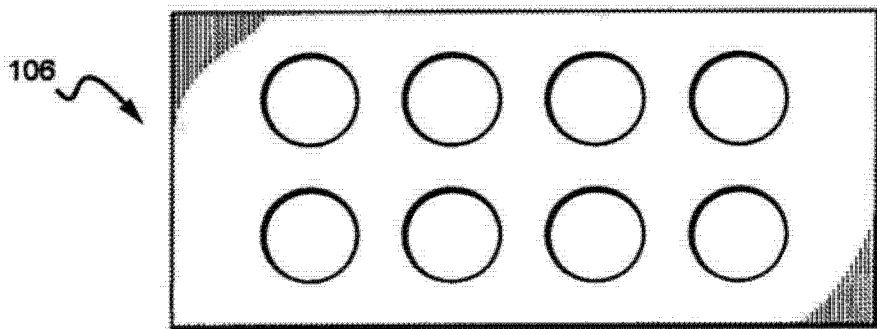


图 23

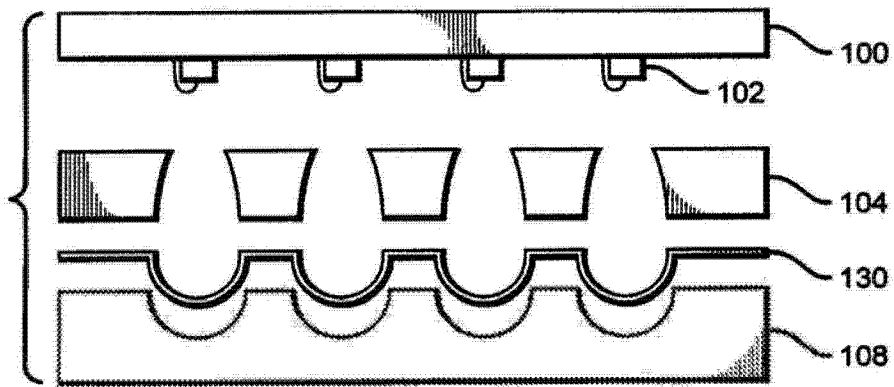


图 24

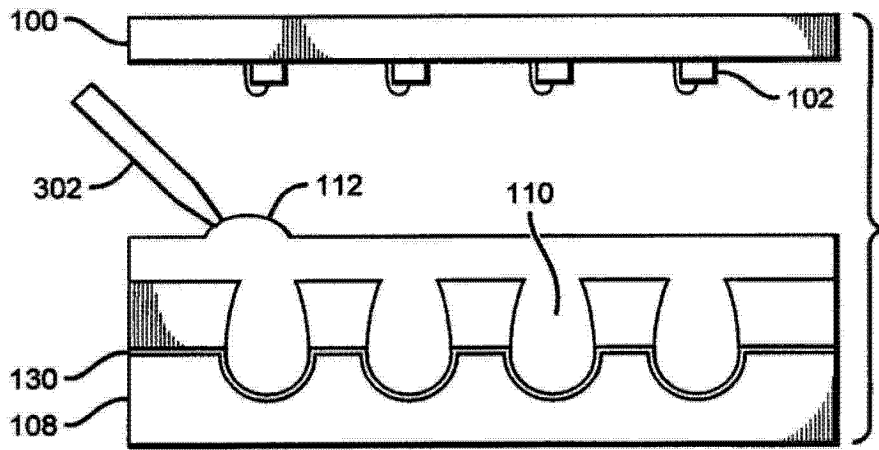


图 25

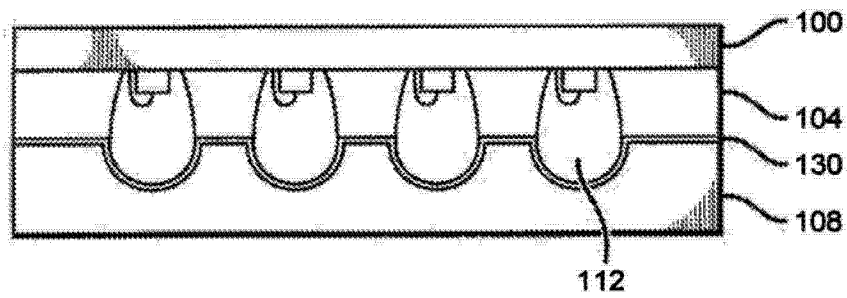


图 26

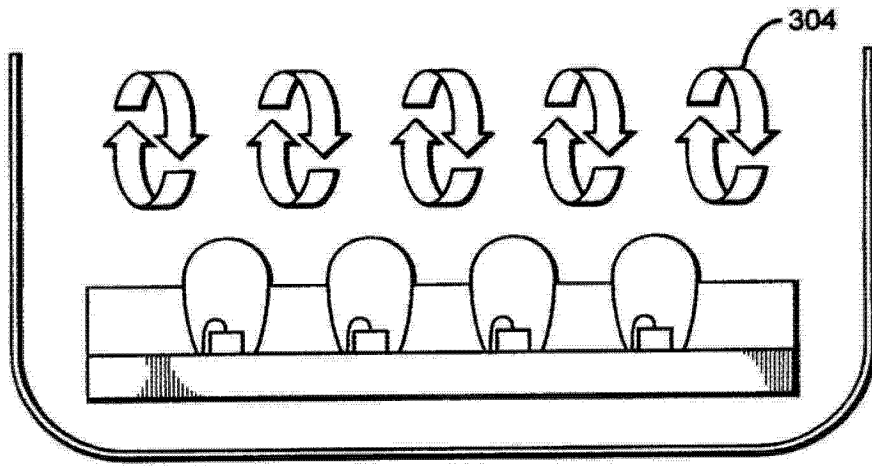


图 27

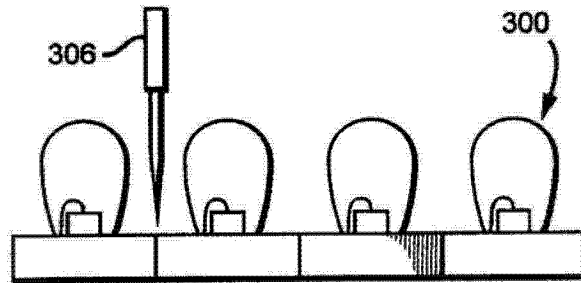


图 28

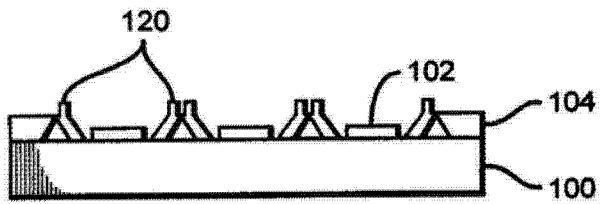


图 30

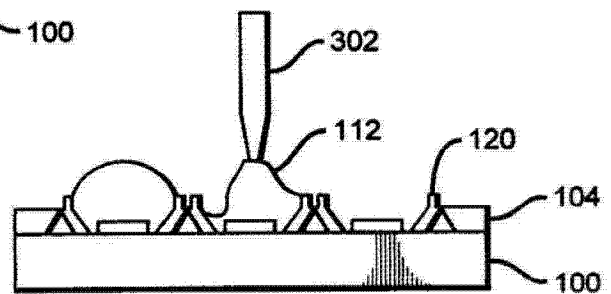


图 31

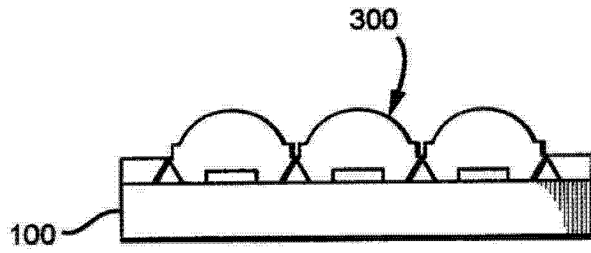


图 32

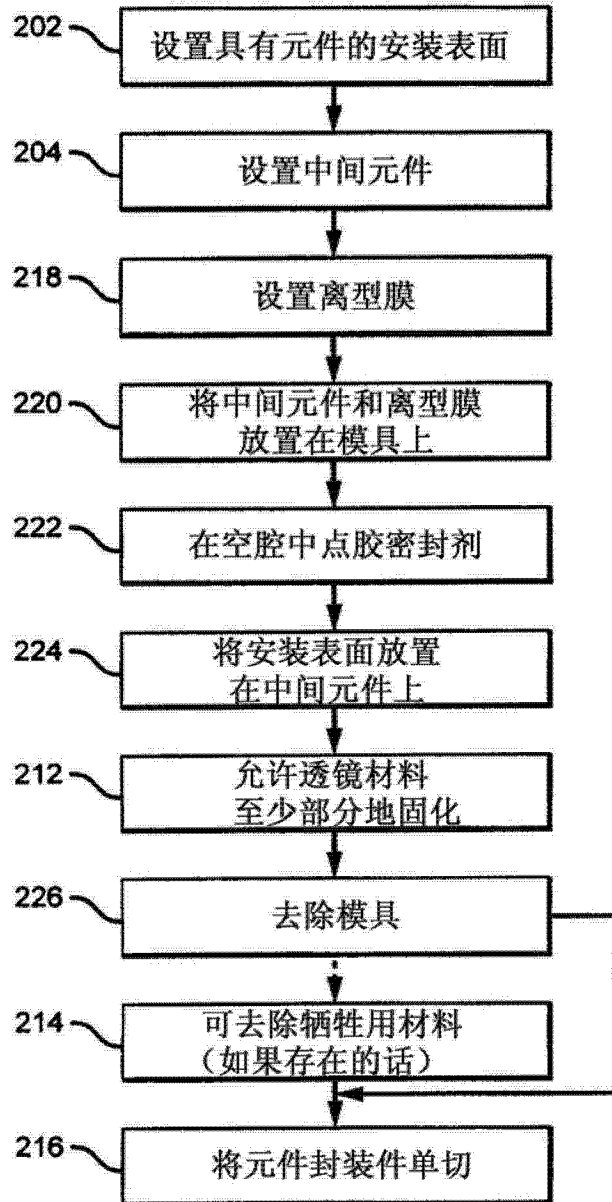


图 29

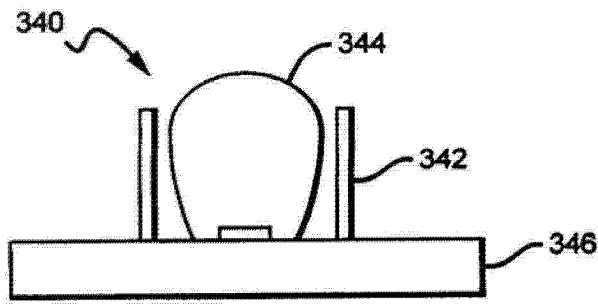


图 33

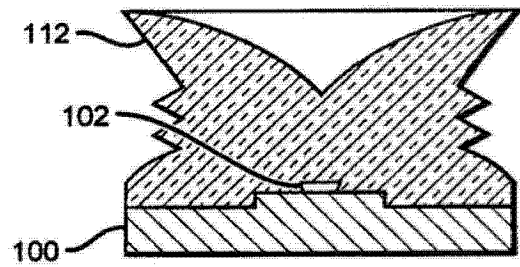


图 34

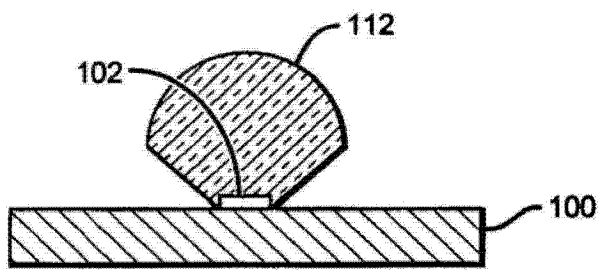


图 35

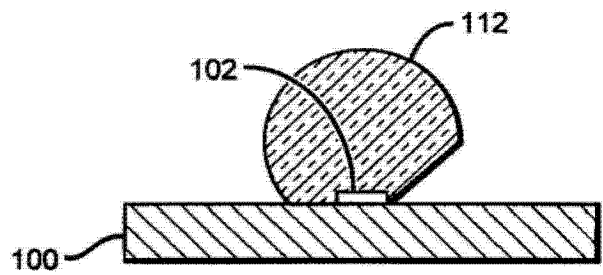


图 36

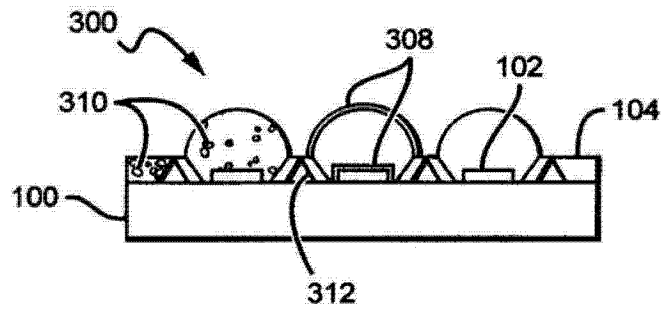


图 37