



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104332524 A

(43) 申请公布日 2015. 02. 04

(21) 申请号 201410423978. 9

(22) 申请日 2014. 08. 26

(71) 申请人 日月光半导体制造股份有限公司  
地址 中国台湾高雄市楠梓加工区经三路 26  
号邮编 81170

(72) 发明人 张容瑄 陈盈仲 施兆麟

(74) 专利代理机构 北京律盟知识产权代理有限  
责任公司 11287  
代理人 林斯凯

(51) Int. Cl.

H01L 31/173(2006. 01)

H01L 31/0203(2014. 01)

H01S 5/026(2006. 01)

H01S 5/028(2006. 01)

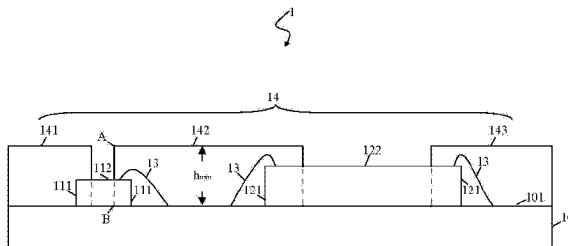
权利要求书2页 说明书8页 附图7页

(54) 发明名称

电子装置、光学模块及其制造方法

(57) 摘要

本发明涉及一种光学模块,包含:载体、发光元件、光学传感器以及封装材料。所述载体具有第一表面。所述发光元件位于所述第一表面上方。所述光学传感器位于所述第一表面上方。所述封装材料位于所述第一表面上方且包覆或至少侧向包围所述发光元件,并暴露出至少一部分的发光元件。



1. 一种光学模块,包含:  
载体,所述载体具有第一表面;  
发光元件,所述发光元件位于所述第一表面上方;  
光学传感器,所述光学传感器位于所述第一表面上方;以及  
封装材料,所述封装材料位于所述第一表面上方且包覆或至少侧向包围所述发光元件,并暴露出至少一部分的发光元件。
2. 根据权利要求1所述的光学模块,其中所述封装材料包覆或至少侧向包围所述光学传感器,并暴露出至少一部分的光学传感器。
3. 根据权利要求1所述的光学模块,其中所述封装材料为不透光。
4. 根据权利要求3所述的光学模块,进一步包含至少一个导线接合,所述导线接合电性连接所述发光元件与所述载体,其中所述封装材料包覆部分所述发光元件以及所述导线接合。
5. 根据权利要求4所述的光学模块,其中所述封装材料进一步包覆部分所述光学传感器。
6. 根据权利要求3所述的光学模块,其中所述封装材料具有至少一个倒角。
7. 根据权利要求3所述的光学模块,其中所述发光元件为倒装芯片。
8. 根据权利要求1所述的光学模块,其中所述发光元件为垂直腔面发射激光器。
9. 一种电子装置,包括:  
光学模块,包括:  
载体,所述载体具有第一表面;  
发光元件,所述发光元件位于所述第一表面上方;  
光学传感器,所述光学传感器位于所述第一表面上方;以及  
封装材料,所述封装材料位于所述第一表面上方且包覆或至少侧向包围所述发光元件,并暴露出至少一部分的发光元件;以及  
透光板,所述透光板位于所述光学模块上方。
10. 根据权利要求9所述的电子装置,其中所述封装材料包覆或至少侧向包围部分所述光学传感器,并暴露出至少一部分的光学传感器。
11. 根据权利要求9所述的电子装置,其中所述被暴露出的发光元件的至少一部分具有第一边缘及第二边缘,所述第二边缘相对于所述第一边缘且所述第二边缘与所述光学传感器间的距离小于所述第一边缘与所述光学传感器间的距离;  
其中所述被暴露出的光学传感器的至少一部分进一步包含感光区,所述感光区具有第三边缘及第四边缘,所述第四边缘相对于所述第三边缘且所述第四边缘与所述发光元件间的距离大于所述第三边缘与所述发光元件间的距离;  
其中所述透光板具有第三表面及第四表面,且所述第四表面与所述载体的距离大于所述第三表面与所述载体的距离;  
其中所述发光模块可发射第一光线以入射角  $\theta_1$  入射所述透光板,所述入射角  $\theta_1$  的最大值为临界值  $\theta_{th}$ ,所述临界值  $\theta_{th}$  并同时满足第一方程式:  $n_1 \sin \theta_{th} = n_2 \sin \theta_2$  与第二方程式:  $D = (h_{eg} + h_{dg}) \tan \theta_{th} + 2h_g \tan \theta_2$ ,  $n_1$  为可于所述电子装置运作时位于所述第一表面与所述透光板间的第一介质的折射率,  $n_2$  为所述透光板的折射率,  $\theta_2$  为所述第一光线以所述

临界值  $\theta_{th}$  的入射角进入所述透光板而产生的第一折射角,  $D$  为所述第一边缘与所述第三边缘的距离,  $h_{eg}$  为所述发光元件的上表面与所述透光板的第三表面的距离,  $h_{dg}$  为所述感光区的上表面与所述透光板的第三表面的距离,  $h_g$  为所述透光板的第三表面与第四表面之间厚度。

12. 根据权利要求 11 所述的电子装置, 其中所述封装材料可阻挡从所述发光元件射出且入射角大于或等于所述临界值  $\theta_{th}$  的第一光线入射所述透光板。

13. 根据权利要求 11 所述的电子装置, 其中所述临界值  $\theta_{th}$  为 25.7 度。

14. 根据权利要求 9 所述的电子装置, 其中所述封装材料为不透光。

15. 根据权利要求 9 所述的电子装置, 其中所述封装材料为可透光。

16. 根据权利要求 11 所述的电子装置, 其中所述发光元件为垂直腔面发射激光器。

17. 根据权利要求 12 所述的电子装置, 其中, 所述发光元件具有第一厚度  $h_1$ , 所述第一边缘与所述第二边缘相隔第一距离  $W$ , 且邻接所述第二边缘的封装材料在所述第二边缘处具有第二厚度, 所述第二厚度大于最小厚度值  $h_{min}$ , 所述最小厚度  $h_{min}$  与所述发光元件的第一厚度  $h_1$  的差值为  $h_2$ ,  $h_2$  满足下列方程式:  $h_2 = W \cot \theta_{th}$ 。

18. 一种光学模块的制造方法, 包括:

(a) 提供载体, 所述载体具有第一表面;

(b) 将发光元件固定于所述第一表面上方;

(c) 将光学传感器固定于所述第一表面上方; 以及

(d) 使用封装材料包覆或至少侧向包围所述发光元件, 并暴露出至少一部分的发光元件。

19. 根据权利要求 18 所述的光学模块制造方法, 进一步包括使用所述封装材料包覆或至少侧向包围所述光学传感器, 并暴露出至少一部分的光学传感器。

20. 根据权利要求 18 所述的光学模块制造方法, 进一步包括使用至少一个导线接合电性连接所述发光元件与所述载体, 其中使用所述封装材料包覆所述发光元件时并包覆所述导线接合。

## 电子装置、光学模块及其制造方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种光学模块以及包括所述光学模块的电子装置以及光学模块的制造方法。

### 背景技术

[0002] 光学模块,例如接近传感器 (Proximity Sensor), 可用来感测位于光学模块附近的物体。光学模块具有发光源以及光学传感器, 光学传感器可接收或感测由发光源发出并经由外部或附近的物体反射后的光线, 例如红外线, 而检测到外部接近物体的存在。

[0003] 串音干扰 (cross talk) 是由发光源发出而直接或经由其它不同于上述物体的介质反射到达光学传感器的光线, 此也是导致传感器误动作的噪声。

[0004] 图 11A 所示的光学感应模块, 除了以透光材料 15 包覆发光元件 11 和光学传感器 12 以提供所述光电元件以及电性连接的相关保护外, 还须在发光元件 11 上方形成透镜部 151 以增加发光聚光等发光效率。并使用盖体 16 以防止由发光元件 11 所发出的光线直接到达光学传感器 12 的感光区 123、同时还具保护其内部的光学光电元件以及相关导线及连接点的功能。

[0005] 虽然盖体 16 可防止由发光元件 11 所发射的光线直接到达感光区 123, 但是从图 11A 的光线分布范围可得知, 感光区 123 除了接收到 D1 和 D2 范围内的光线 (即 C1 和 C2 范围内的光线经物体 140 反射后的光线) 外, 还会接收到由第一表面 201 和第二表面 202 所反射的光线。故在图 11A 所示的光学模块中, 从发光元件 11 发出的光线, 有占接收功率约 80% 的光线会成为串音干扰信号。

[0006] 为更清楚地显示串音干扰的现象, 以图 11B 为例, 图中标示出从发光元件 11 发出的串音干扰光线分布范围边界为 C3 和 C4, 分别经由第二表面 202 反射后到达感光区的光线范围分布边界为 D3 和 D4。换句话说, 从发光元件发出, 且介于 C3 和 C4 间范围的光线可能经由第二表面 202 反射而到达感光区 123, 形成串音干扰主要来源的一部分。另外第一表面 201 也会发生类似串音干扰的反射, 原理相似故不再赘述。

[0007] 图 11C 所示的光学模块类似于图 11A 所示的光学模块, 不同之处在于第二介质 20 在第一表面 201 上另包括红外线吸收层 203 用来吸收会成为串音干扰的反射光线 (例如红外线)。在图 11C 中, 从发光元件 11 发出的光线, 相较于图 11A 所示的光学模块, 红外线吸收层 203 虽可相对大幅地减少串音干扰, 但为避免影响反射物可检测范围, 红外线吸收层 203 的涂布仍有范围限制, 故仍有约检测到的总功率的 4.5% 的光线 (例如: 光线 C2') 会成为串音干扰信号。另外, 因使用丝网印刷等技术形成红外线吸收层 203, 然而丝网印刷技术相对来说容易产生污染以及制程步骤增加、成本提高。

[0008] 此外, 盖体 16 会增加光学模块的尺寸以及制程的复杂度, 因此增加制造光学模块的成本及所占空间。

### 发明内容

[0009] 本发明的实施例关于一种光学模块,包含:载体、发光元件、光学传感器以及封装材料。载体具有第一表面。发光元件位于第一表面上方。光学传感器位于所述第一表面上方。封装材料位于所述第一表面上方且包覆或至少侧向包围发光元件,并暴露出至少一部分的发光元件。

[0010] 本发明的另一实施例涉及一种电子装置,包括:光学模块及透光板。光学模块包括载体、发光元件、光学传感器以及封装材料。载体具有第一表面。发光元件位于所述第一表面上方。光学传感器位于所述第一表面上方。封装材料位于所述第一表面上方且包覆或至少侧向包围所述发光元件,并暴露出至少一部分的发光元件。透光板位于所述光学模块上方。

[0011] 本发明的另一实施例涉及一种光学模块的制造方法,包括:(a) 提供载体,所述载体具有第一表面;(b) 将发光元件固定于所述第一表面上方;(c) 将光学传感器固定于所述第一表面上方;以及(d) 使用封装材料包覆或至少侧向包围所述发光元件,并暴露出至少一部分的发光元件。

### 附图说明

[0012] 图 1 及图 2 为根据本发明实施例的光学模块的制造方法的剖面示意图。

[0013] 图 3 为根据本发明另一实施例的光学模块的剖面示意图。

[0014] 图 4 为根据本发明另一实施例的光学模块的剖面示意图。

[0015] 图 5 为图 2 或图 3 的光学模块的操作示意图。

[0016] 图 6 为图 2 或图 3 的光学模块的操作示意图。

[0017] 图 7 为图 2 或图 3 的光学模块的操作示意图。

[0018] 图 8 为图 2 或图 3 的光学模块的操作示意图。

[0019] 图 9 为根据本发明另一实施例的光学模块的剖面示意图。

[0020] 图 10 为包括图 2 到 4 及图 9 的光学模块的电子装置的示意图。

[0021] 图 11A 为常规光学模块的操作示意图。

[0022] 图 11B 为常规光学模块的操作示意图。

[0023] 图 11C 为常规光学模块的操作示意图。

[0024] 图 11D 为根据本发明另一实施例的光学模块的操作示意图。

### 具体实施方式

[0025] 图 1 及图 2 为根据本发明实施例的光学模块的制造方法的示意图。参考图 1,在图 1 中,提供载体 10,载体 10 具有第一表面 101。载体 10 可以是或可以包括,但不限于例如印刷电路板一类的衬底(substrate)。载体 10 内或载体 10 上可包括迹线(trace)、导线接合焊垫(wire-bonding pad)及/或导通孔(via)。载体 10 可由所属领域的技术人员所知可作为载体的材料组成。例如,载体 10 可以包括,但不限于有机材料、高分子材料、硅、二氧化硅或其它硅化物。并且通常地载体 10 具有从(50)  $\mu\text{m}$  到(1100)  $\mu\text{m}$  的厚度。

[0026] 可使用但不限于导电或不导电的黏胶将发光元件 11 及光学传感器 12 固定在载体 10 的第一表面 101 上。可使用导线接合 13 分别将发光元件 11 及光学传感器 12 电连接到位于载体 10 的第一表面 101 上的导线接合焊垫(未图示)。载体 10 可进一步包括驱动发

光元件 11 及光学传感器 12 的电路（未图示）。位于第一表面 101 的导线接合焊垫可电性连接载体 10 的驱动电路。

[0027] 发光元件 11 可以是但不限于红外线发光二极管裸片 (light emitting diode die, LED die)。

[0028] 光学传感器 12 可以是但不限于感测红外线的光电二极管 (photodiode)。

[0029] 参考图 2, 在图 2 中, 可在载体 10 的第一表面 101 上形成封装材料 14 以至少侧向包围发光元件 11 及光学传感器 12, 以形成光学模块 1。封装材料 14 也可进一步包覆部分发光元件 11、部分光学传感器 12 以及导线接合 13 以形成光学模块 1。

[0030] 封装材料 14 可以是但不限于例如包括黑色环氧树脂 (Epoxy) 的不透光 IC 封装材料 (molding compound)。如图 2 所示, 在本发明的实施例中, 以剖面视图观之, 封装材料 14 可包括第一部分封装材料 141、第二部分封装材料 142 以及第三部分封装材料 143。封装材料 14 并可提供结合类似图 11A、11B 或 11C 中盖体 16 以及透光材料 15 的保护功能外, 在光学上的功效则于下面说明。

[0031] 第一部分封装材料 141 可包覆或包围部分发光元件 111。第二部分封装材料 142 可包覆或包围部分发光元件 111 以及部分光学传感器 121。第三部分封装材料 143 可包覆或包围部分光学传感器 121。封装材料 14 暴露未被其所包覆或包围的部分发光元件 112 以及部分光学传感器 122。

[0032] 第二部分封装材料 142 在未被包覆或包围的发光元件 112 的边缘处具有最小厚度  $h_{\min}$ 。第二部分封装材料 142 的侧剖面可以是但不限于图 2 所示的矩形, 因此第二部分封装材料 142 在未被包覆或包围的发光元件 112 的边缘处的最小厚度  $h_{\min}$  可以是但不限于例如第二部分封装材料 142 上表面与载体 10 的第一表面 101 之间的最小距离, 或例如是图 2 所示点 A 与点 B 之间的距离。第二部分封装材料 142 在未被包覆或包围的发光元件 112 的边缘处的最小厚度  $h_{\min}$  将于下文中详细说明。

[0033] 图 3 为根据本发明另一实施例的光学模块的示意图。参考图 3, 图 3 所示的光学模块 1a 类似于图 2 所示的光学模块 1, 其不同之处在于封装材料 14a 所包括的第一部分封装材料 141a、第二部分封装材料 142a 以及第三部分封装材料 143a 可能因为制程中使用模具制造而分别具有倒角 (chamfering), 因而不同于图 2 中第一部分封装材料 141、第二部分封装材料 142 以及第三部分封装材料 143 的剖面所示的直角。第二部分封装材料 142a 在未被包围的发光元件 112 的边缘处具有最小厚度  $h_{\min}$ 。第二部分封装材料 142 在未被包覆或包围的发光元件 112 的边缘处的最小厚度  $h_{\min}$  可以是例如图 3 所示点 A' 与点 B' 之间的距离。第二部分封装材料 142a 在未被包覆或包围的发光元件 112 的边缘处的最小厚度  $h_{\min}$  将于下文中详细说明。

[0034] 图 4 为根据本发明另一实施例的光学模块的示意图。参考图 4, 图 4 所示的光学模块 2 类似于图 2 所示的光学模块 1, 其不同之处在于图 4 的光学模块 2 中, 发光元件 11' 及透光封装材料 15 分别取代图 2 所示的光学模块 1 中的发光元件 11 及封装材料 14。透光封装材料 15 可包覆形成在载体 10 的第一表面 101 上的发光元件 11'、光学传感器 12 以及导线接合 13。发光元件 11' 可以是但不限于例如由 true light 所贩售的垂直腔面发射激光器 (vertical-cavity surface-emitting laser, VCSEL), 商品型号: TSD-8B12-000, 其典型光束发散角 (beam divergence) 为 16 度, 最大光束发散角为 25 度。

[0035] 图 5 为图 2 或图 3 的光学模块的操作原理示意图。参考图 5, 图 5 所示为图 2 或图 3 中, 位于载体 10 第一表面 101 上, 且未被封装材料 14 或 14a 所包覆或包围的发光元件 112 的一部分以及光学传感器 122 的一部分或全部, 所述封装材料例如是不透光的材料。

[0036] 未被封装材料 14 或 14a 包覆或包围的发光元件 112 的一部分具有第一边缘 112a 及第二边缘 112b。第二边缘 112b 相对于第一边缘 112a 且第二边缘 112b 与光学传感器 12 间的距离小于第一边缘 112a 与光学传感器 12 间的距离。

[0037] 未被封装材料 14 或 14a 包覆或包围的光学传感器 122 的一部分或全部进一步包含感光区 123。感光区 123 具有第三边缘 123a 及第四边缘 123b。第四边缘 123b 相对于第三边缘 123a 且第四边缘 123b 与发光元件 11 间的距离大于第三边缘 123a 与发光元件间的距离。

[0038] 第二介质 20 位于第一表面 101 上方。第二介质 20 可以是但不限于玻璃板或其它由透光材料组成的薄板, 例如: 智能手机的显示屏幕的表面玻璃。第二介质具有第一表面 201 及第二表面 202。第二表面 202 平行且相对于第一表面 201, 且第二表面 202 与载体 10 的距离大于第一表面 201 与载体 10 的距离。第二介质 20 的第一表面 201 实质上平行于载体 10 的第一表面 101。

[0039] 物体 30 位于第二介质 20 上方。物体 30 可以是但不限于可以反射光线的物体, 例如: 用户人脸表面。

[0040] 未被封装材料 14 或 14a 包覆或包围的发光元件 112 的上表面与第二介质 20 的第一表面 201 之间间隔第二距离  $h_{eg}$ 。

[0041] 感光区 123 的上表面与第二介质 20 的第一表面 201 之间间隔第三距离  $h_{dg}$ 。

[0042] 第二介质的第一表面 201 与第二表面 202 之间间隔第一厚度  $h_g$ 。

[0043] 物体 30 的下表面与第二介质 20 的第二表面 202 之间间隔距离  $h_{og}$ 。

[0044] 感光区 123 可接收或感测未被封装材料 14 或 14a 包覆或包围的发光元件 112 所发出并经过物体 30 反射的光线。例如, 未被封装材料 14 或 14a 包覆或包围的发光元件 112 的部分的第一边缘 112a 可发出具有不同发射角的光线 B1 及 B2。

[0045] 光线 B1 及 B2 在穿过第二介质 20 后到达物体 30 下表面, 再经由物体 30 反射而分别到达感光区 123 的第三边缘 123a 和第四边缘 123b。

[0046] 图 6 为图 2 或图 3 的光学模块的操作原理示意图。图 6 中的光学模块、第二介质 20 以及物体 30 的配置与图 5 类似, 不同之处在于, 图 6 显示未被封装材料 14 或 14a 包覆或包围的发光元件 112 的部分的第一边缘 112a 可发出发射角不同于光线 B1 及 B2 的光线 B3 及 B4, 且光线 B3 的发射角不同于光线 B4 的发射角。

[0047] 由于光线 B3 及 B4 离开未被封装材料 14 或 14a 包覆或包围的发光元件 112 的角度不同于光线 B1 跟 B2 离开发光元件 112 的角度 (例如光线 B3 及 B4 的发射角皆大于光线 B1 及 B2 的发射角), 光线 B3 及 B4 可能经由第二介质的第一表面 201 反射而分别到达感光区 123 的第三边缘 123a 及第四边缘 123b 而形成串音干扰。而图 2 或图 3 的光学模块所包括的第二部分封装材料 142 或 142a 可用以防止串音干扰, 例如阻止图 6 所示光线 B3 及 B4 到达第二介质 20 的第一表面 201。

[0048] 图 7 为图 2 或图 3 的光学模块的操作原理示意图。图 7 中的光学模块、第二介质 20 以及物体 30 的配置与图 6 类似, 不同之处在于图 7 显示未被封装材料 14 或 14a 包覆或

包围的发光元件 112 的部分的第一边缘 112a 可发出发射角不同于光线 B3 及 B4 的光线 B5 及 B6, 且光线 B5 的发射角不同于光线 B6 的发射角。

[0049] 虽由于光线 B5 及 B6 离开未被封装材料 14 或 14a 包覆或包围的发光元件 112 的部分的角度不同于光线 B3 跟 B4 离开发光元件 112 的角度, 但光线 B5 及 B6 可能经由第二介质的第二表面 202 反射而分别到达感光区 123 的第三边缘 123a 及第四边缘 123b 而形成串音干扰。然而, 图 2 或图 3 的光学模块所包括的第二部分封装材料 142 或 142a 可用以防止串音干扰, 例如阻止图 7 所示光线 B5 及 B6 到达第二介质 20。

[0050] 从图 7 可看出, 图 2 或图 3 中的封装材料 14 或 14a 在未被包覆或包围的发光元件 112 的部分的第二边缘 112b 处的最小厚度  $h_{\min}$  只要达到可以阻止光线 B5 的高度时, 即可避免感光区 123 接收到从发光元件 112 发出而经由第二介质 20 的第二表面 202 所反射的光线, 同时还可以避免在图 6 中感光区 123 接收到从发光元件 112 发出而经由第二介质 20 的第一表面 201 所反射的光线, 因光线 B3、B4 的发射角皆大于 B5。换句话说, 如果光线 B5 的发射角为  $\theta_1$ , 只要封装材料 14 或 14a 在未被包覆或包围的发光元件 112 的部分的第二边缘 112b 处的最小厚度  $h_{\min}$  可以阻挡发射角为  $\theta_1$  的光线 B5, 其它发射角大于  $\theta_1$  的光线 (例如 :B3、B4 或 B6) 也同样都会被封装材料 14 或 14a 所阻挡, 而无法到达感光区 123, 而不致发生串音干扰。

[0051] 图 8 为图 2 或图 3 的光学模块中的操作原理示意图。图 8 中的光学模块、第二介质 20 以及物体 30 的配置与图 7 类似, 不同之处在于仅显示光线 B5 而省略光线 B6 以利进行分析运算。

[0052] 为避免感光区 123 接收到从发光元件 112 发出而经由第二介质 20 的第一表面 201 及第二表面 202 所反射的光线, 因此需要决定图 2 或图 3 中的封装材料 14 或 14a 在未被包围或包覆的发光元件 112 的部分的第二边缘 112b 处的最小厚度  $h_{\min}$ , 使得第二边缘 112b 处的封装材料 14 或 14a 可以阻止发射角大于或等于  $\theta_{th}$  的光线到达第二介质 20, 而在第一表面 201 或第二表面 202 发生反射而致生串音干扰的光线。

[0053] 图 2 或图 3 中的封装材料 14 或 14a 在未被包围或包覆的发光元件 112 的部分的第二边缘 112b 处的最小厚度  $h_{\min}$  可为但不限于例如图 8 中点 A 与点 B 间的距离或是点 A' 与点 B' 间的距离。点 A 及点 A' 可在图 8 中位于同一位置, 其可分别为图 2 及图 3 中的点 A 及点 A'。图 8 中的点 B 及点 B' 可在图 8 中位于同一位置, 其可分别为图 2 及图 3 中的点 B 及点 B'。

[0054] 如图 8 所示, 发光元件 112 具有第一厚度  $h_1$ 。未被包围或包覆的发光元件 112 的部分的第一边缘 112a 与第二边缘 112b 相隔第一距离 W。发光元件 112 上表面与点 A 或点 A' 间的垂直距离为  $h_2$ 。第一边缘 112a 与感光区 123 的所述第三边缘 123a 相隔第四距离 D。

[0055] 图 2 或图 3 中的封装材料 14 或 14a 在未被包围或包覆的发光元件 112 的第二边缘 112b 处的最小厚度  $h_{\min}$  等于发光元件 112 的第一厚度  $h_1$  加上发光元件 112 上表面与点 A 或点 A' 间的垂直距离  $h_2$ , 即满足下列方程式:

$$[0056] \quad h_{\min} = h_1 + h_2 \quad \text{方程式 (1)}$$

[0057] 如图 8 所示, 自发光元件 112 的第一边缘 112a 射出的第一光线 B5 进入第一介质 (图未标示)。第一介质可以是但不限于空气且第一介质具有第一折射率  $n_1$ 。



[0058] 不同于第一介质的第二介质 20 位于载体 10 上方且面对载体 10 的第一表面 101，且第二介质具有第二折射率  $n_2$ 。

[0059] 第一介质位于载体 10 的第一表面 101 与第二介质 20 之间且邻接第二介质 20。

[0060] 当第一光线 B5 由发光元件 112 的第一边缘 112a 以发射角  $\theta_1$  射出后，会以第一入射角  $\theta_1$  的角度从第一介质进入第二介质 20 的第一表面 201。第一光线 B5 从第一介质进入第二介质 20 的第一表面 201 时会产生第一折射角  $\theta_2$ 。如果不阻挡第一光线 B5 从第一介质进入第二介质 20，那么第一光线 B5 会经由第二介质 20 的第二表面 202 反射后到达感光区 123 的第三边缘 123a。依据司乃尔定律 (Snell's Law)，第一入射角  $\theta_1$  与第一折射角  $\theta_2$  之间应具有下列关系：

$$[0061] \quad n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2 \quad \text{方程式 (2)}$$

[0062] 如图 8 所示，未被包围或包覆的发光元件 112 的部分的第一边缘 112a 与感光区 123 第三边缘 123a 间的第四距离 D 等于发光元件 112 上表面与第二介质 20 的第一表面 201 之间的第二距离  $h_{eg}$  与感光区 123 的上表面与第二介质 20 的第一表面 201 之间的第三距离  $h_{dg}$  的总和与第一入射角  $\theta_1$  正切值的乘积，再加上两倍第二介质的第一厚度  $h_g$  与第一折射角  $\theta_2$  正切值乘积，即满足下列方程式：

$$[0063] \quad D = (h_{eg} + h_{dg}) \tan \theta_1 + 2h_g \tan \theta_2 \quad \text{方程式 (3)}$$

[0064] 也就是说，使用第四距离 D 减掉两倍第一厚度  $h_g$  与第一折射角  $\theta_2$  正切值乘积的所得的差值，再除以第二距离  $h_{eg}$  与第三距离  $h_{dg}$  的总和，可得到第一入射角  $\theta_1$  的正切值。

[0065] 而发光元件 112 上表面与点 A 或点 A' 间的垂直距离  $h_2$  为第一距离 W 乘以所述第一入射角  $\theta_1$  的余切值所得的积，即满足下列方程式：

$$[0066] \quad h_2 = W \cot \theta_1 \quad \text{方程式 (4)}$$

[0067] 可利用但不限于迭代法 (Iterative Method) 得到可能满足方程式 (2) 的第一入射角  $\theta_1$  及第一折射角  $\theta_2$ 。也就是说，可依序 (由小到大或由大到小) 将第一入射角  $\theta_1$  套入方程式 (2)，例如将从 0 度到 90 度的多个可能的第一入射角  $\theta_1$  套入方程式 (2) 以获得多个满足方程式 (2) 的对应第一折射角  $\theta_2$ 。换句话说，每一个第一入射角  $\theta_1$  会有相对应的第一折射角  $\theta_2$ 。再以方程式 (3) 检验上述多对 (pair) 相对应的第一入射角  $\theta_1$  及第一折射角  $\theta_2$ ，如果所述对第一入射角  $\theta_1$  及第一折射角  $\theta_2$  满足方程式 (3)，那么可根据方程式 (3) 得到第一入射角  $\theta_1$  的正切值 ( $\tan \theta_1$ )。有了第一入射角  $\theta_1$  的正切值，就可以根据方程式 (4) 求得发光元件 112 上表面与点 A 或点 A' 间的垂直距离  $h_2$ ，再根据方程式 (1) 加上发光元件 112 的第一厚度  $h_1$  便可决定封装材料 14 或 14a 在未被包围或包覆的发光元件 112 的部分的第二边缘 112b 处的最小厚度  $h_{min}$ 。

[0068] 图 9 为根据本发明另一实施例的光学模块的剖面示意图。参考图 9，图 9 所示的光学模块 1b 类似于图 2 所示的光学模块 1，其不同之处在于倒装芯片 (flip-chip) 的发光元件 11 及倒装芯片的光学传感器 12 取代了光学模块 1 中的导线接合型 (wire-bonded) 的发光元件 11 及光学传感器 12，并且移除了导线接合 13。

[0069] 如此一来可选择将封装材料 14 至少侧向包围而无需包覆发光元件 11 及光学传感器 12，以形成光学模块 1b，而与前述实施例中使用导线接合型 (wire-bonded) 的发光元件 11 及光学传感器 12 时，可能需要将封装材料 14 至少包覆导线接合 13 以保护接合点及导线接合的实施情况有所不同。但为了避免光学传感器 12 接收到从发光元件 11 发出而经由第

二介质 20 的第一表面 201 及第二表面 202 所反射的光线,所需要的封装材料 14 未被包覆的发光元件 12 的部分的第二边缘处的最小厚度  $h_{\min}$  (即 A、B 两点距离),其计算原理则与图 8 并无明显差异,故在此不再赘述。

[0070] 图 10 为包括图 2 到 4 及图 9 的光学模块的电子装置的示意图。参考图 10,电子装置 3 例如是但不限于智能手机、平板计算机等。电子装置 3 可包括但不限于图 2 到 4 或图 9 所示的光学模块 1、1a、2 或 1b 以及图 5 到 8 所示的透光面板 20。

[0071] 参考图 8,图 8 所示的第二介质 20 可以是但不限于如图 10 所示的电子装置 3 的透光面板 20,例如:智能手机的显示屏幕的表面玻璃。在本实施例中的光学模块各尺寸采用常见组合为例,第二介质 20 的第一厚度  $h_g$  例如是 0.7 毫米 (mm)。未被包围或包覆的发光元件 112 的部分的第一边缘 112a 与第二边缘间的第一距离  $W$  例如是 0.25mm。第一边缘 112b 与感光区 123 第三边缘 123 间的第四距离  $D$  例如是 1.575mm。发光元件 112 上表面与第二介质 20 的第一表面 201 间的第二距离  $h_{eg}$  例如是 1.4mm。感光区 123 的上表面与第二介质 20 的第一表面 201 之间的第三距离  $h_{dg}$  例如是 1.4mm。发光元件 112 的第一厚度  $h_1$  例如是 0.15mm。第一介质 (空气) 的折射率  $n_1$  可视为 1,且第二介质 20 的折射率  $n_2$  可以是但不限于 1.5。根据方程式 (2) 得出  $\sin \theta_1 = 1.5 \sin \theta_2$  的关系式,再根据方程式 (3) 得到第一入射角  $\theta_1$  约为 25.7 度且第一折射角  $\theta_2$  约为 16.8 度。再根据方程式 (4) 求得发光元件 112 上表面与点 A 或点 A' 间的垂直距离  $h_2 = 0.519\text{mm}$ 。根据方程式 (1) 可得到封装材料 14 或 14a 在未被包围或包覆的发光元件 112 的部分的第二边缘 112b 处的最小厚度  $h_{\min} = h_1 + h_2 = 0.15 + 0.519 = 0.669\text{mm}$ 。

[0072] 换句话说,在如图 8 所示的光学模块以及相关环境条件下,发射角或第一入射角  $\theta_1$  的临界值例如是但不限于 25.7 度。因此可利用不透光的封装材料 14 阻挡发射角大于或等于 25.7 的光线,即阻挡发射角大于或等于 25.7 度的光线到达第二介质 20,便可防止串音干扰。

[0073] 在如图 4 的本发明另一实施例中,发光元件 112 可以是垂直腔面发射激光器 (VCSEL),例如由 true light 所贩售的商品型号:TSD-8B12-000,其典型光束发散角为 16 度,最大光束发散角为 25 度、则所述发光元件 112 的光发射角将介于 8 度~12.5 度之间,换句话说,在本实施例中,可采用光发射角远小于 25.7 度的发光元件以期能避免发射角大于或等于 25.7 度的光线到达第二介质 20,同样可达到防止串音干扰的功效、而不必然须采用以封装材料 14 或 14a 为不透光材质以阻挡发射角大于或等于 25.7 的光线的方式,此时封装材料 14 或 14a 的材质,可以是透光材质,在本发明另一实施例中 (未图示) 也可为不透光材质,封装材料 14 或 14a 在暴露出发光元件 112 处附近最小厚度也无须受前述  $h_{\min}$  的限制,其分布范围及尺寸只要能达到保护发光元件的功效即可。

[0074] 根据图 1 至 2 的制程,仅需单个模制 (molding) 步骤,例如使用封装材料 14 包围或包覆位于载体 10 上的部分发光元件 11、部分光学传感器 12 以及导线接合 13 以形成光学模块 1。

[0075] 可通过上述方法设计出封装材料 14 的最小厚度以防止串音干扰,因此不需要盖体 (lid) 或其它防止串音干扰的结构,也能达到常规技术中盖体及透光材料所具有的保护发光元件、光学传感器及相关电性连接的效果,不但缩小光学模块体积,同时也降低制造成本。

[0076] 常规技术的图 11A 中,透光封装材料 15 除了需包覆发光元件 11 及光学传感器 12 外,还需在发光元件 11 上方形成透镜部 151 以增加发光聚光等发光效率。此外,图 11A 中的光学模块还需进一步包括盖体 16 以防止由发光元件 11 所发出的光线直接到达光学传感器 12 的感光区 123,并提供光学元件等的保护。而图 11C 所示光学模块类似于图 11A 所示的光学模块,不同之处在于第二介质 20 在第一表面 201 上另包括红外线吸收层 203。在图 11C 中,从发光元件 11 发出的光线相较于图 11A 所示的光学模块,红外线吸收层 203 虽可相对大幅地减少串音干扰,仍有约检测到的总功率的 4.5% 的光线(例如:光线 C2')会成为串音干扰信号。另外,虽可使用丝网印刷技术形成红外线吸收层 203,然而丝网印刷技术相对来说较容易产生污染以及制程步骤增加、成本提高。图 11D 为应用本发明图 8 所示的操作原理的光学模块的操作示意图。图 11D 所示光学模块与图 11A 到 C 所示的光学模块不同之处在于,图 11D 中标示出未被包围或包覆的发光元件 112 所发出的光线受到封装材料 14 的限制。由于封装材料 14 可阻挡发射角大于或等于 25.7 度的光线到达第二介质 20,因此不需要如图 11A 到 C 所示的盖体 16 即可避免或消除串音干扰,封装材料 14 同时可以在某种程度上仍提供对其包覆或包围的部分的发光元件、光学传感器以及连接导线或连接点等的保护功能。另外,由于减少盖体 16 以及透镜部的使用,可减少光学模块的厚度尺寸,在图 11D 的光学结构中,封装材料 14 的最小厚度与载体 10 厚度的总和为 0.82mm。也就是说,相较于图 11A 到 C 所示的光学模块,图 11D 的光学模块不但几乎不会有串音干扰产生(几为 0%),而且尺寸也大幅缩小。此外,图 11D 所示的光学模块不需要盖体、红外线吸收层以及透镜部,成本也相对便宜且较不会产生污染。

[0077] 惟上述实施例仅为说明本发明的原理及其功效,而非用以限制本发明。因此,所属领域的技术人员对上述实施例进行修改及变化仍不偏离本发明的精神。本发明的权利范围应如随附的权利要求书所列。

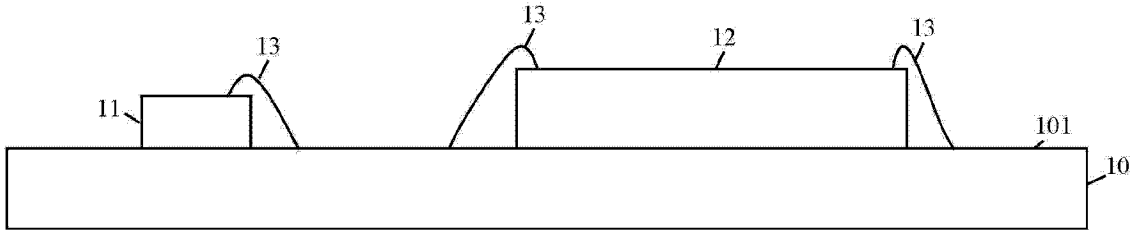


图 1

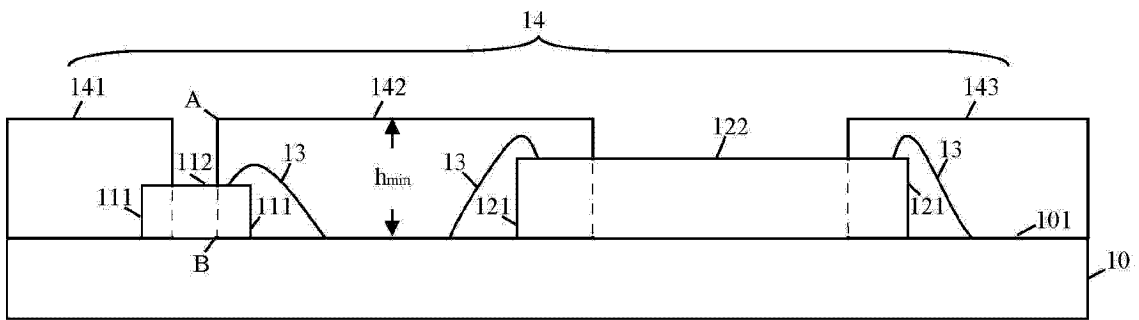


图 2

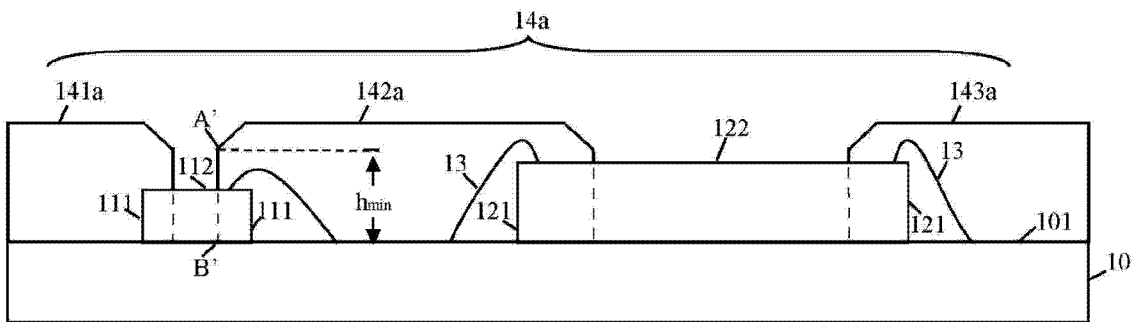


图 3

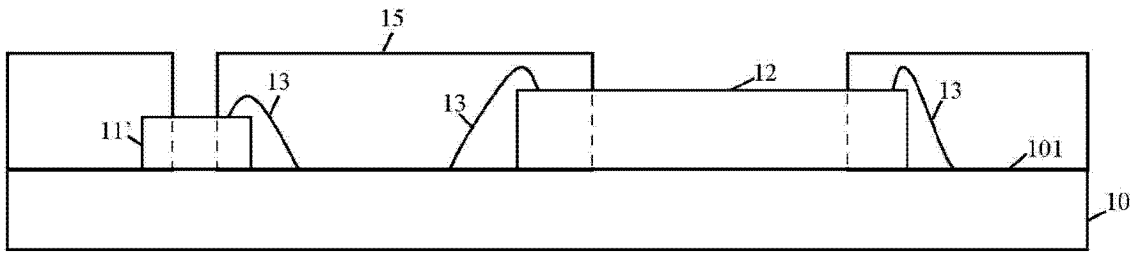


图 4

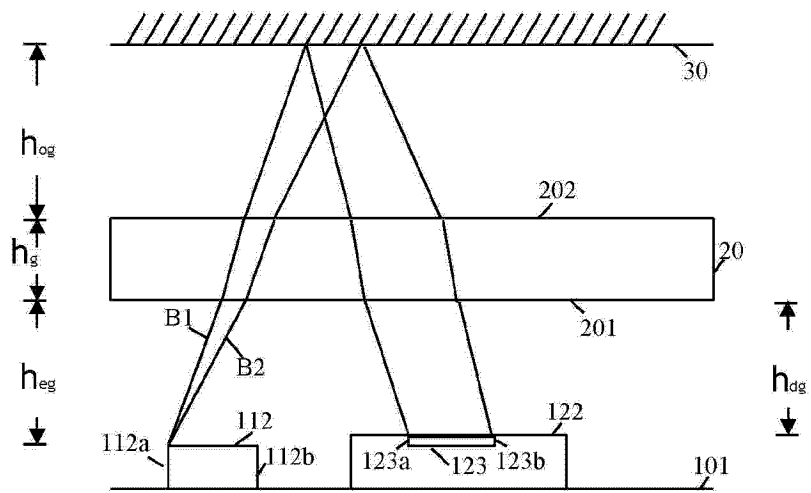


图 5

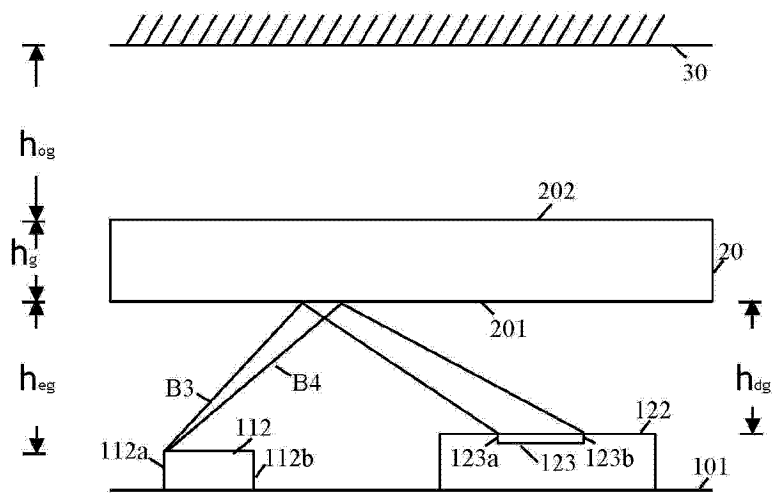


图 6

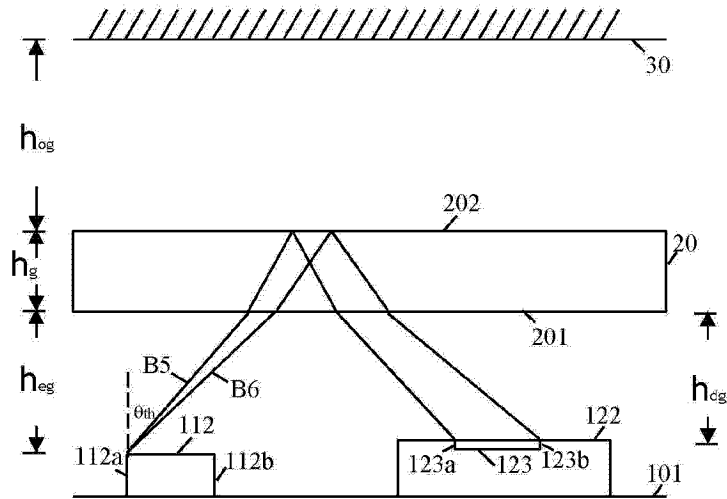


图 7

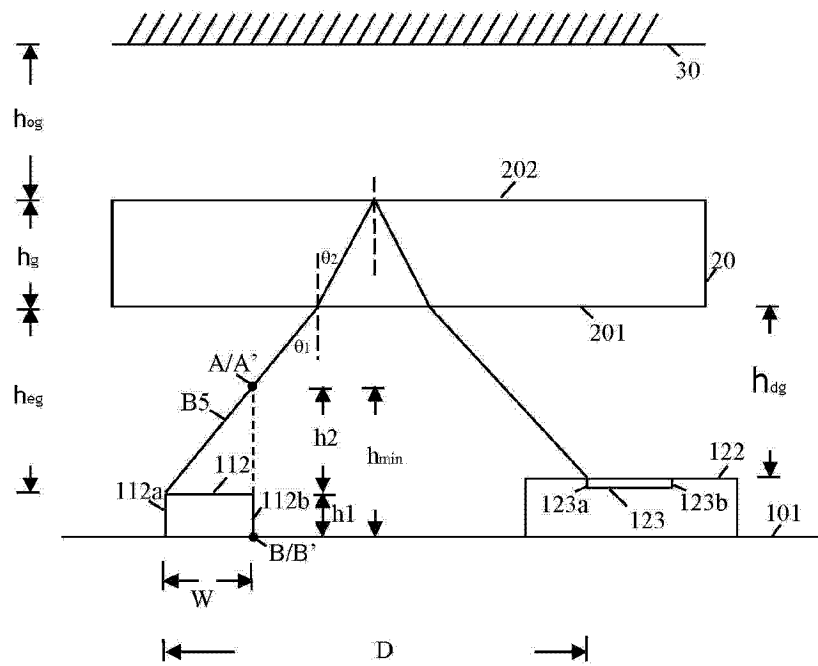


图 8

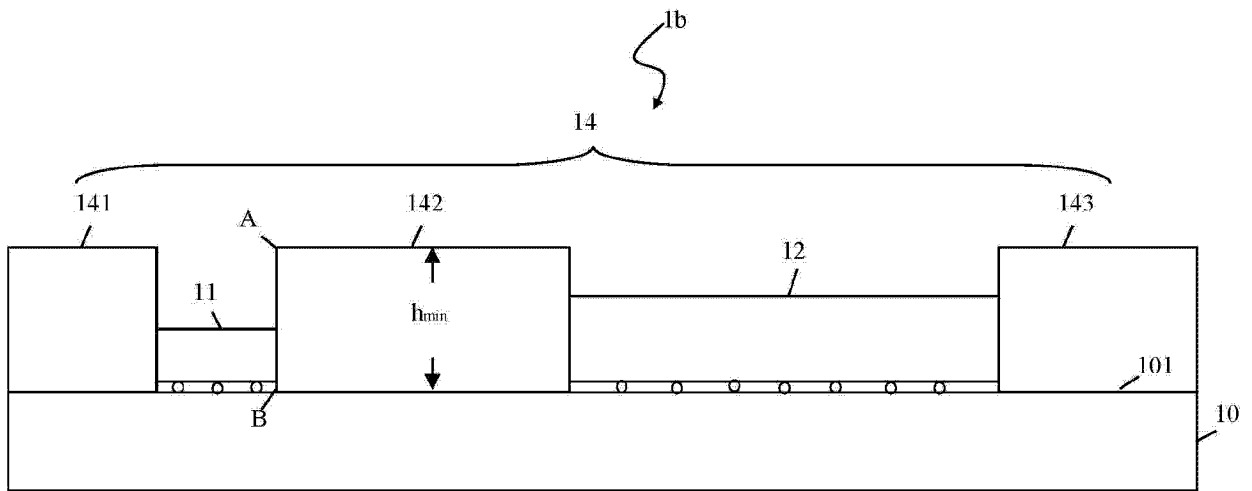


图 9

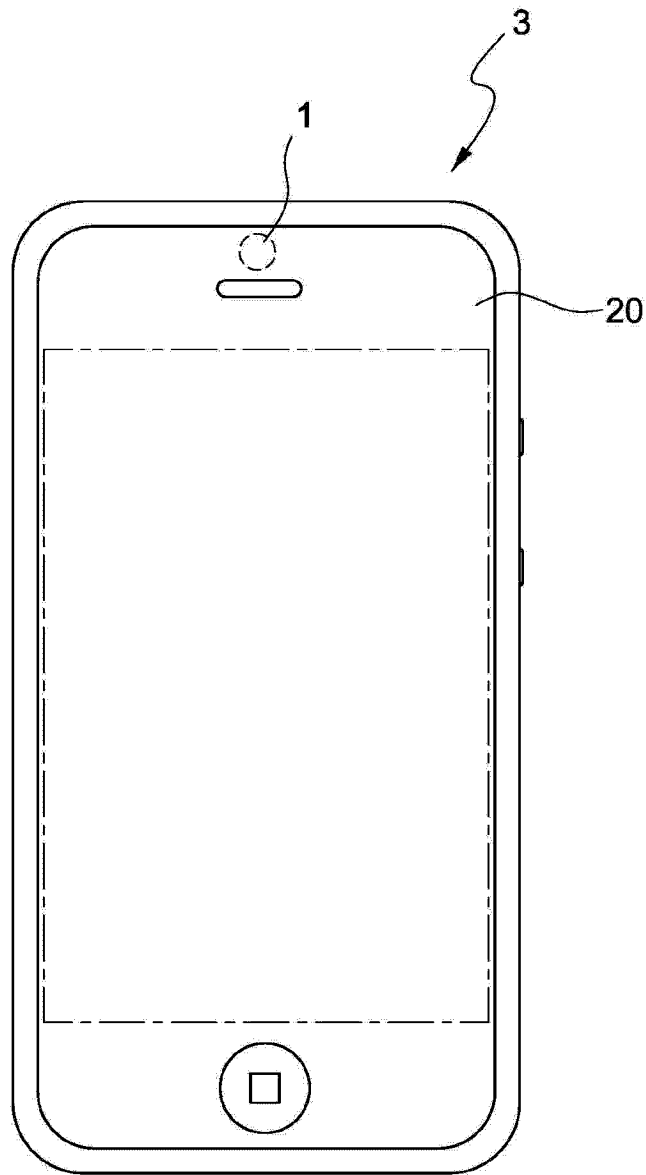


图 10



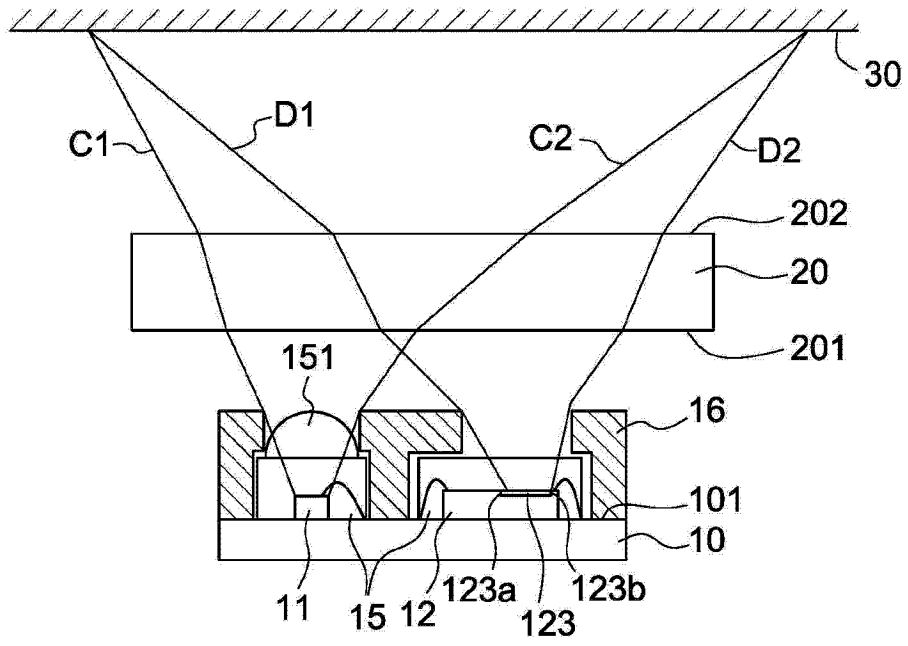


图 11A

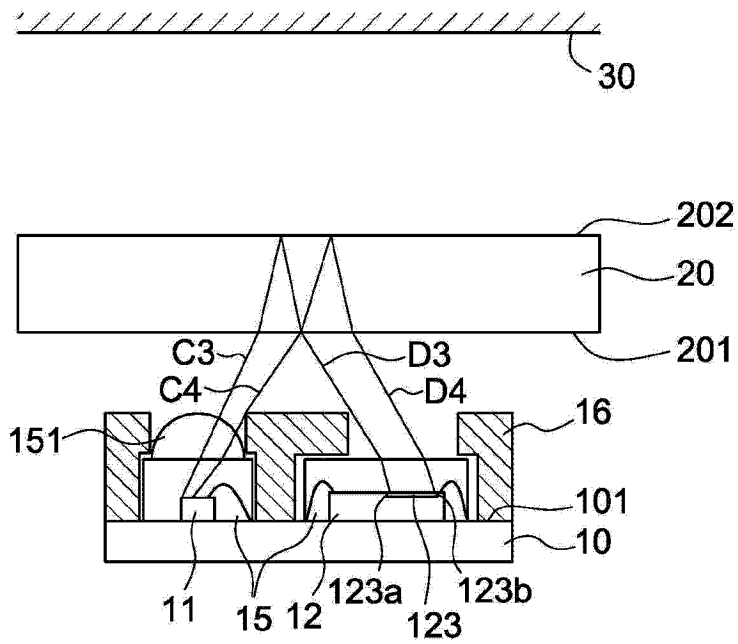


图 11B

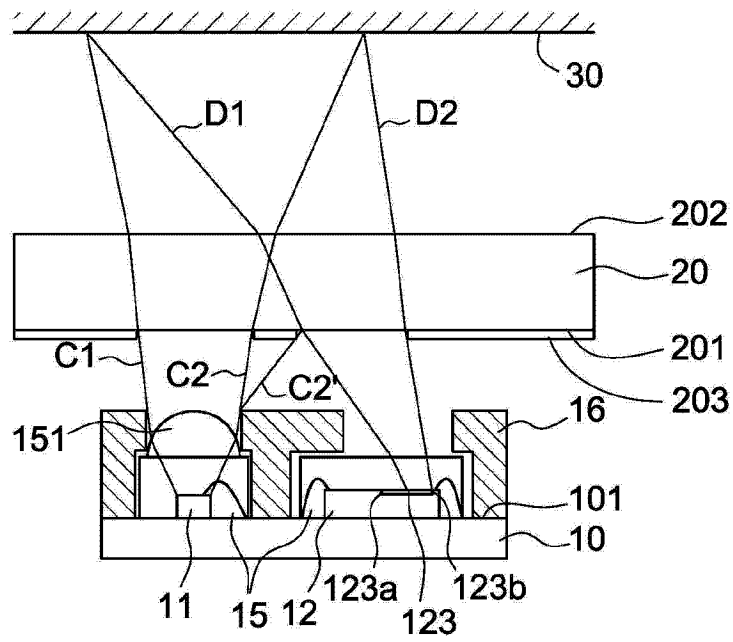


图 11C

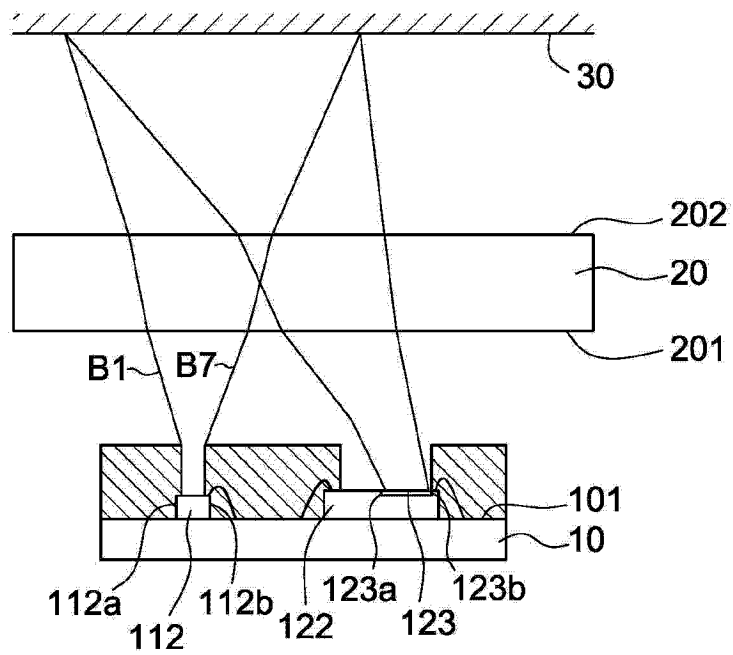


图 11D