



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102124397 B

(45) 授权公告日 2015. 08. 19

(21) 申请号 200980131850. 2

(22) 申请日 2009. 08. 17

(30) 优先权数据

61/189, 139 2008. 08. 15 US

61/204, 421 2009. 01. 07 US

12/321, 471 2009. 01. 20 US

61/161, 228 2009. 03. 18 US

61/168, 249 2009. 04. 10 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2011. 02. 15

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2009/054024 2009. 08. 17

(87) PCT国际申请的公布数据

W02010/019945 EN 2010. 02. 18

(73) 专利权人 微阳有限公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 肯尼思·利

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司

11227

代理人 杨林森 陈炜

(51) Int. Cl.

G02F 1/1335(2006. 01)

(56) 对比文件

US 7052150 B2, 2006. 05. 30, 说明书第 3 栏第 5-8 行, 第 5 栏第 5-8 行, 第 44-46 行, 第 6 栏第 12-40 行及附图 1、6 和 8.

US 2008/0030974 A1, 2008. 02. 07, 说明书第 [0044-0053, 0080, [0054, 0046, 0078, 0088-0089, 0093-0094] 及附图 2A-F 和 12-13.

US 7052150 B2, 2006. 05. 30, 说明书第 3 栏第 5-8 行, 第 5 栏第 5-8 行, 第 44-46 行, 第 6 栏第 12-40 行及附图 1、6 和 8.

US 2005/0225866 A1, 2005. 10. 13, 说明书 [0020-0021, 0090] 及附图 2A-B.

审查员 周庆成

权利要求书2页 说明书10页 附图17页

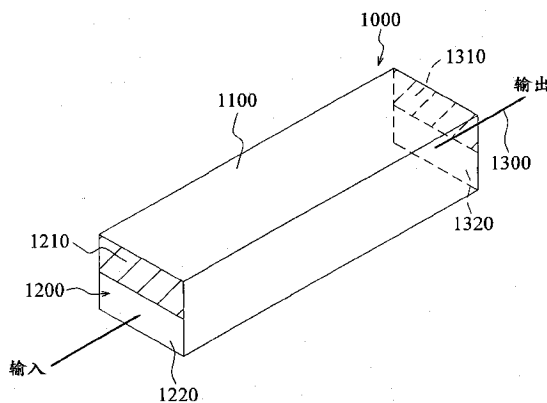
(54) 发明名称

用于使用具有一个或多个光源的光导管增加亮度的再循环系统和方法以及结合其的投影仪

(57) 摘要

用于使用具有至少一个光源的至少一个再循环光导管增大光输出的亮度的再循环系统和方法。再循环光导管的输出端将第一部分光反射回光源, 将第二部分光反射回再循环光导管的输入端, 并且发射其余部分光作为输出。再循环系统被结合到投影仪中, 以提供亮度增大的彩色投影图像。光源可以是白色 LED、彩色 LED 以及双抛物面反射器 (DPR) 灯。

CN 102124397 B



1. 一种发光二极管 LED 投影仪,包括:用于提供输入光的 LED、投影引擎、投影透镜、成像面板、小透镜阵列、色轮、再循环反射器,所述再循环反射器具有中心孔以用于将一部分从所述 LED 接收到的所述输入光输出至所述小透镜阵列,并且具有球形、环形、或椭圆形形状以用于将其余部分的所述输入光反射回所述 LED 用于再循环;并且其中,所述小透镜阵列通过所述色轮、中继镜和所述成像面板在时间上将不同颜色光耦合至所述投影引擎,以通过所述投影透镜将用于投影的顺序彩色图像提供到屏幕上。

2. 根据权利要求 1 所述的 LED 投影仪,其中,所述小透镜阵列被布置为圆形或者矩形阵列。

3. 根据权利要求 1 所述的 LED 投影仪,还包括:

再循环光导管,包括输入端和输出端;

其中,所述再循环光导管的所述输入端包括用于从所述小透镜阵列和反射输入表面接收输入光的输入孔;

其中,所述再循环光导管的所述输出端包括:用于将来自所述再循环光导管的光输出至所述中继镜的输出孔,以及用于将朝向所述输出端引导的一部分光反射至所述再循环光导管的所述输入端的反射输出表面;以及

其中,所述输入孔将由所述反射输出表面反射的所述一部分光的一部分透射至所述 LED 以被再循环,并且所述反射输入表面将所述一部分光的其余部分反射至所述再循环光导管的所述输出端,从而通过所述光的再循环增加从所述输出孔出去的所述光的所述亮度。

4. 根据权利要求 3 所述的 LED 投影仪,其中,所述再循环光导管的所述反射输入表面和所述反射输出表面中的至少一个包括波片。

5. 根据权利要求 3 所述的 LED 投影仪,进一步包括:至少两个 LED、至少两个再循环光导管和用于组合所述至少两个再循环光导管的输出以提供单个输出光束的六面光束组合器;并且其中,所述光束组合器的六个侧面中的每个均被抛光以促进全内反射,使得所述光束组合器用作波导。

6. 根据权利要求 5 所述的 LED 投影仪,其中,所述光束组合器包括被涂覆以提供部分反射表面的对角线表面。

7. 根据权利要求 6 所述的 LED 投影仪,其中,所述光束组合器的所述对角线表面包括提供所述部分反射表面的空间反射部分。

8. 根据权利要求 5 所述的 LED 投影仪,进一步包括:在每个再循环光导管和所述光束组合器之间的气隙或低折射率胶。

9. 根据权利要求 5 所述的 LED 投影仪,其中,所述光束组合器包括:提供单个偏振输出光束的反射偏振器。

10. 根据权利要求 3 所述的 LED 投影仪,进一步包括:至少三个 LED、至少三个再循环光导管;并且其中,所述光束组合器组合所述至少三个再循环光导管的输出,以提供所述单个输出光束。

11. 根据权利要求 4 所述的 LED 投影仪,进一步包括:至少四个 LED、至少四个再循环光导管和至少两个六面光束组合器;其中,第一光束组合器的所述对角线表面被定向为使光再循环,并且第二光束组合器的所述对角线表面被定向为输出来自所述装置的光;并且其

中,所述第一光束组合器和所述第二光束组合器的所述对角线表面的定向相互不同。

12. 根据权利要求 3 所述的 LED 投影仪,进一步包括:在所述再循环光导管的所述输出端处的反射偏振器;并且其中,所述再循环光导管包括第一和第二渐缩形光导管,所述第一和第二渐缩形光导管具有填充有折射率匹配的胶、环氧树脂或流体的公共表面;其中,进入所述第一渐缩形光导管的所述输入光被耦合至所述第二渐缩形光导管;并且其中,所述反射偏振器将未使用的偏振光反射回所述光源用于再循环,从而增加所述光输出的所述亮度。

13. 根据权利要求 3 所述的 LED 投影仪,进一步包括:至少两个 LED 和在每个再循环光导管的所述输出端处的反射偏振器;并且其中,每个再循环光导管均包括:第一和第二渐缩形光导管,具有填充有折射率匹配的胶、环氧树脂或流体的公共表面;其中,进入所述第一渐缩形光导管的所述输入光被耦合到所述第二渐缩形光导管中;并且其中,每个再循环光导管的所述反射偏振器均将未使用的偏振光反射回相应光源用于再循环,从而增加所述光输出的所述亮度。

14. 根据权利要求 3 所述的 LED 投影仪,进一步包括:

至少两个 LED;以及

六面光束分离器/组合 BSC 系统,其所有侧面都被反射性地抛光,以提供反射表面并且促进全内反射(TIR),使得所述 BSC 系统用作波导;以及

其中,所述 BSC 系统将来自每个 LED 的第一部分光反射至所述再循环光导管的所述输出端作为输出,将来自每个 LED 的第二部分光反射至其他 LED 用于再循环,并且来自每个 LED 的其余部分光被引导朝向所述 BSC 系统的反射表面。

15. 根据权利要求 14 所述的 LED 投影仪,其中,所述 BSC 系统包括部分反射对角线界面。

16. 根据权利要求 1 所述的 LED 投影仪,其中,所述成像面板是数字微镜元件(DMD)或硅基液晶(LCOS)面板。

## 用于使用具有一个或多个光源的光导管增加亮度的再循环系统和方法以及结合其的投影仪

### 技术领域

[0001] 本发明涉及用于通过将来自一个或多个光源的光有效耦合到输出而在屏幕上提供更高亮度的系统和方法,尤其是通过使用具有一个或多个光源的光导管进行再循环来增加亮度并且将其结合在投影仪中。

### 背景技术

[0002] 在所有类型的照明和投影应用中均使用光源。多种应用都要求在很小有效发射区域内具有高亮度等级的照明系统。这种高亮度等级传统上可以通过增加更多光源来实现。然而,如果用于集成光源的空间有限,则技术上是不可能的,并且由于集成和使用多个光源是昂贵的,所以在经济上很难实施。从而,本发明基于不增加光源数量的情况下增加光源的亮度的希求来进行。

[0003] 例如,基于微型显示器的电视(MDTV)具有低成本和大屏幕尺寸的潜力。传统MDTV通常由弧光灯照明。但是该光源在最低成本中是最亮的,但是将白光分离为三种颜色的需要和短寿命是不太理想的。随着LED技术的发展,必须考虑在MDTV中将LED用作光源,以赢得LED的长使用寿命特征和其他益处,诸如瞬间接通。然而,目前,对于使用小成像面板或具有较大屏幕的低成本应用,LED不足够亮。可以使用LED再循环方案来增强光源的亮度,参见Zimmerman等人发表的U.S.专利6,869,206。然而,Zimmerman等人描述了将LED包括在具有一个光输出孔的光反射腔中。而且,Zimmerman等人发表的U.S.专利6,144,536描述了具有玻璃壳的荧光灯,荧光体涂层包围气体填充的中空内部。由荧光体涂层生成的一部分光被循环反馈回荧光体涂层。要求保护的发明基于在屏幕上提供更高亮度的希求,通过将来自一个或多个光源的光有效耦合到输出,特别是通过使用具有一个或多个光源的光导管进行再循环来增加亮度并且将其结合到投影仪中进行。

[0004] 例如,LED是在诸如一般照明、建筑照明的多种照明应用(最近尤其是在投影电视)中使用的一种光源类型。由于LED的亮度低,大多数显示器或投影仪系统的延伸性有限,其通常在屏幕处将最高限度设置到最大输出。当例如在投影仪中使用时,LED必须以高亮度等级在小有效发射区域中发光,以在投影仪屏幕上提供必需的高光输出。特别地,LED必须提供如将在投影仪中使用的小发射面积中以小立体角以流明为单位测量的强亮光。

[0005] 虽然发光二极管(LED)开发已经取得了巨大进展,但是当前可用LED的输出亮度仍然不足以用于大多数投影应用。多种方法已经被提出用于结合LED的原色与输出光的再循环以增加亮度。然而,这些方法中的大多数涉及利用昂贵的部件和/或导致大且笨重的装置,这大大限制了它们的应用。从而,要求保护的发明基于提供用于增加亮度的系统和方法的希求,通过使用解决这些问题的具有一个或多个光源(包括但不限于LED、弧光灯、UHP灯、微波灯等)的光导管进行再循环并且提供结合其的投影仪来进行。要求保护的发明的投影仪还可以复用颜色,以提供彩色像素显示和时序显示。

## 发明内容

[0006] 从而,要求保护的发明的目标在于提供用于使用具有一个或更多个光源的光导管来增加亮度的再循环系统和方法。

[0007] 要求保护的发明的另一目标在于提供结合前述再循环系统的投影仪。

[0008] 根据要求保护的发明的示例性实施例,再循环系统和方法使用具有至少一个光源的至少一个再循环光导管来增加光输出的亮度。再循环光导管的输出端将第一部分光反射回光源,将第二部分光反射回再循环光导管的输入端,并且发射其余部分光作为输出。再循环系统被结合到投影仪中,以提供亮度增加的彩色投影图像。光源可以是白色 LED、彩色 LED 以及双抛物面反射器 (DPR) 灯。

[0009] 要求保护的发明的多种其他目标、优点和特征将从随后的详细说明变得更加明显,并且新特征将在所附权利要求中特别指出。

## 附图说明

[0010] 通过示例给出并且不旨在将要求保护的发明单独地限制至其的以下详细说明,将结合附图最好地理解,其中,多个图中的类似部件或特征由类似参考标号表示。

[0011] 图 1 示出根据要求保护的发明的示例性实施例的包括光导管 1000 的再循环系统的透视图;

[0012] 图 2(a)-(c) 示出根据要求保护的发明的示例性实施例的再循环系统的截面图;

[0013] 图 3 示出根据要求保护的发明的示例性实施例的再循环系统的截面图,该再循环系统包括六面光束组合器和至少两个光导管;

[0014] 图 4(a)-(c) 示出根据要求保护的发明的示例性实施例的涂覆有部分反射涂层或空间反射部分的六面光束组合器的对角线表面的透视图;

[0015] 图 5 和图 6 示出根据要求保护的发明的示例性实施例的结合至少两个图 1 的光导管的图 3 的再循环系统的截面图;

[0016] 图 7 示出根据要求保护的发明的示例性实施例的具有以线性方式放置的光学部件的图 6 的再循环系统的截面图;

[0017] 图 8 示出根据要求保护的发明的示例性实施例的包括至少三个图 1 的光导管的图 6-图 7 的再循环系统的截面图;

[0018] 图 9 示出根据要求保护的发明的示例性实施例的包括至少四个图 1 的光导管和至少两个六面光束组合器的再循环系统的透视图;

[0019] 图 10 是根据要求保护的发明的示例性实施例的包括光束组合器、两个光导管以及两个基于 DPR 的光源的再循环系统的截面图;

[0020] 图 11 是根据要求保护的发明的示例性实施例的光束组合器的透视图;

[0021] 图 12 是根据要求保护的发明的示例性实施例的包括反射偏振器的图 1 的再循环系统的截面图;

[0022] 图 13 是根据要求保护的发明的示例性实施例的包括反射偏振器的图 7 的再循环系统的截面图;

[0023] 图 14 是根据要求保护的发明的示例性实施例的包括渐缩形偏振光导管系统和 DPR 灯的再循环系统的截面图;

[0024] 图 15(a) 是根据要求保护的发明的示例性实施例的图 14 的渐缩形偏振光导管系统的截面图；

[0025] 图 15(b) 是根据要求保护的发明的示例性实施例的图 15(a) 的渐缩形偏振光导管系统的反射孔的透视图；

[0026] 图 16 是根据要求保护的发明的示例性实施例的包括至少两个图 14 的渐缩形偏振光导管系统和光束组合器的再循环系统的截面图；

[0027] 图 17 是根据要求保护的发明的示例性实施例的结合再循环系统的 LED 投影仪的截面图；

[0028] 图 18 是根据要求保护的发明的示例性实施例的结合再循环系统的 LED 投影仪的截面图；

[0029] 图 19 是根据要求保护的发明的示例性实施例的利用两个 LED 的图 18 的 LED 投影仪的截面图；

[0030] 图 20 是根据要求保护的发明的示例性实施例的装配在散热基板上的两个和四个 LED 的透视图；

[0031] 图 21 是根据要求保护的发明的示例性实施例的作为固体光学部件的的再循环反射器的截面图；

[0032] 图 22- 图 24 是根据要求保护的发明的示例性实施例的包括小透镜阵列的光投影仪的截面图；

[0033] 图 25- 图 27 是根据要求保护的发明的示例性实施例的包括光束分离器 / 组合 (BSC) 系统的再循环系统的截面图；

[0034] 图 28(a)-(f) 示出根据要求保护的发明的示例性实施例的 LED 或 LED 芯片的多种配置；

[0035] 图 29 是根据要求保护的发明的示例性实施例的 RGB 顺序投影仪的截面图；以及

[0036] 图 30 是根据要求保护的发明的示例性实施例的光源的截面图。

### 具体实施方式

[0037] 参考附图, 现在描述要求保护的发明的示例性实施例。这些实施例示出了本发明的原理, 并且不应该解释为限制本发明的范围。

[0038] 将来自一个或更多个光源的光有效耦合到输出而在屏幕上提供更高亮度。虽然光源的亮度在标准照明系统中不能增加, 但是要求保护的发明利用光源的再循环和组合, 在屏幕上提供更高输出强度。要求保护的发明通过来自一个或更多个光源的输出的再循环和组合, 提供来自一个或更多个光源的高输出。可应用于要求保护的发明的多种配置和实施例的光源是弧光灯、UHP 灯、LED、微波灯等。

[0039] 现在转到图 1, 根据要求保护的发明的示例性实施例示出了包括光导管 1100 的再循环系统 1000。光导管 1100 可以是实心的或者空心的。光导管 1100 可以是直的或者渐缩形的。光导管 1100 的输入端 1200 包括反射输入表面或反射输入部分 1210 以及输入孔或透射部分 1220。反射输入表面 1210 包括能够反射以反射光的输入端 1200 的一部分, 并且输入孔 1220 包括透明的以将输入光透射至光导管 1100 的输入端 1200 的其余部分。根据要求保护的发明的一个方面, 输入孔 1220 可以是矩形的、圆形的、或者任何合适形状, 并且

反射输入表面 1210 可以包括支持偏振光系统的可选波片（未示出）。

[0040] 光导管 1100 的输出端 1300 包括反射输出表面或反射输出部分 1310 以及输出孔或透射输出部分 1320。反射输出表面 1310 包括能够反射以反射光的输出端 1300 的一部分，并且输出孔 1320 包括透明的以透射或输出来自光导管 1100 的光的输出端 1300 的其余部分。根据要求保护的发明的一个方面，输出孔 1320 可以是矩形的、圆形的或任何合适形状，并且反射输出表面 1310 可以包括支持偏振光系统的可选波片（未示出）。

[0041] 根据要求保护的发明的示例性实施例，输出孔 1320 可以被形成为与所要求照明或投影系统的形状与尺寸匹配。例如，输出孔 1320 可以是圆形或者纵横比为 6 : 9 或 4 : 3 的矩形。通过输入孔 1220 进入光导管 1100 的输入光被透射至光导管 1100 的输出端 1300，并且通过输出孔 1320 从光导管 1100 部分地出去。即，部分光被反射回输入端 1200，并且部分光通过输出孔 1320 从光导管 1100 出去。光导管 1100 将部分光从输入孔 1220 反射至输出孔 1320。可以在输入孔 1220 处使用的光源可以是 LED，来自光导管的输出，来自 LED 或激光器激励的荧光体的输出，或来自 LED 或激光器所泵浦的上转换材料的输出。光源还可以是弧光灯、微波灯、或者具有反射器的灯。

[0042] 图 2(a)-(c) 示出根据要求保护的发明的实施例的再循环系统 1000 的多种示例。图 2(a) 示出包括具有 LED 1400 的渐缩形光导管 1100 的再循环系统 1000 的截面图。输入到渐缩形光导管 1100 的光来自 LED 1400。渐缩形光导管 1100 的输出端 1300 包括用于透射一部分光的输出孔 1320 和用于使其余部分光再循环的反射输出表面 1310。从 LED 1400 输出的光被耦合至渐缩形光导管 1100，并且一部分光被反射回 LED 1400。一部分光作为光输出由 LED 1400 反射（或再循环）回渐缩形光导管 1100。

[0043] 图 2(b) 示出根据要求保护的发明的实施例的再循环系统 1000 的另一示例，其中，渐缩形光导管 1100 的输入端 1200 大于 LED 1400。输入到渐缩形光导管 1100 的光来自 LED 1400。渐缩形光导管 1100 的输出端 1300 包括用于透射一部分光的输出孔 1320 和用于使其余部分光再循环的输出反射表面 1310。输入端 1200 的剩余区域或反射输入表面 1210 可以反射用于使部分光再循环，如图 1 所示。

[0044] 图 2(c) 示出根据要求保护的发明的实施例的再循环系统 1000 的示例，其中，到光导管 1100 的输入光来自与光源（例如，双抛物面反射器系统、椭圆系统等）耦合的输入光导管 1500（其可以是直的、渐缩形的、空心的或者实心的，类似于光导管 1100）的输出。虽然未示出，但是要求保护的再循环系统 1000 可以利用其他光源，包括但不限于 LED、微波灯、由短波长 LED 或激光器激励的荧光体、或由长波长 LED 或激光器激励的上转换材料等。

[0045] 现在转到图 3，示出了根据要求保护的发明的示例性实施例的再循环系统 2000。再循环系统 2000 包括六面光束 / 光组合器 2100 和至少两个光导管（标记为  $LP_1$  和  $LP_2$ ）。 $LP_1$  和  $LP_2$  基本类似于图 1 中的再循环系统 1000 的光导管 1100。再循环系统 2000 可以组合多个光源。在图 3 中，再循环系统 2000 的输出是两个光源的组合。每个光源 2200 都包括 LED 1400（标记为  $LED_1$  和  $LED_2$ ）和光导管  $LP_1$  或  $LP_2$ 。来自  $LED_1$  (1400) 的光被耦合至  $LP_1$  (1100) 进入光组合器 2100。光组合器 2100 的所有六个面均被抛光，使得表面被用于透射和全内反射 (TIR)。光组合器 2100 的三角表面 2400 也被抛光，使得光组合器 2100 用作波导，从而引导来自光导管  $LP_1$ 、 $LP_2$  (1100) 的光。根据要求保护的发明的示例性实施例，光束组合器 2100 的对角线表面 2110 被涂覆，以提供部分反射 / 透射表面。对角线表面 2110

可以被涂覆有图 4(a) 中所示的部分反射涂层或者图 4(b) 和图 4(c) 中所示的空间反射部分。反射与透射的百分比可以根据应用被最优化用于最大输出。根据要求保护的发明的一个方面,具有所有六个抛光侧面/面/表面的光束组合器 2100 用作波导,而不是体光学体(bulk optics)。LP<sub>1</sub>(1100) 输出的尺寸与光束组合器 2100 的面匹配。来自 LP<sub>1</sub>(1100) 的部分光被反射至 LP<sub>2</sub>(1100) 并且由 LED<sub>2</sub>(1400) 再循环。来自 LP<sub>2</sub>(1100) 的一部分光被反射至 LP<sub>1</sub>(1100) 并且由 LED<sub>1</sub>(1400) 再循环。来自 LP<sub>1</sub>、LP<sub>2</sub>(1100) 的一部分光作为输出光通过输出孔 2130 从再循环系统 2000 出去,并且其余部分光由端面反射器 2120 反射回再循环系统 2000。再循环系统 2000 可以可选地包括用于通过将一部分光输出反射回再循环系统 2000,使一部分光输出再循环的反射表面或反射孔 2140。为了另外地促进 TIR,根据要求保护的示例性实施例,再循环系统 2000 在一个或多个光学部件之间(诸如,在 LP<sub>1</sub>(1100) 和光束组合器 2100 以及 LP<sub>2</sub>(1100) 和光束组合器 2100 之间)包括可选气隙或低折射率胶 2300。

[0046] 现在转到图 5 和图 6,根据要求保护的发明的示例性实施例,示出了结合图 1 的光导管 1100 的图 3 的再循环系统 2000。在此将不再描述图 1 的再循环系统 1000 以及图 3、图 5 和图 6 的再循环系统 2000 共有的光学部件。在图 5 中,每个 LED 1400(LED<sub>1</sub>、LED<sub>2</sub>) 耦合或覆盖光导管 1100(LP<sub>1</sub>、LP<sub>2</sub>) 的输入端 1200 的一部分。输入端 1200 的其余部分被涂覆有反射涂层,以提供输入反射表面 1210。图 5 的再循环系统 2000 的输出是两个 LED 输入的组合。在图 6 中,图 5 中的 LED 1400(LED<sub>1</sub>、LED<sub>2</sub>) 用光源代替,包括但不限于来自光导管的输出、由反射器或透镜聚焦的光灯(弧光灯、微波灯等)等。可替换地,根据要求保护的发明的示例性实施例,图 6 的再循环系统的光学部件可以以线性方式放置,如图 7 中所示。为了另外促进 TIR,根据要求保护的发明的示例性实施例,图 5-图 7 的再循环系统 2000 在一个或多个光学部件之间(诸如,LP<sub>1</sub>(1100) 和光束组合器 2100 以及 LP<sub>2</sub>(1100) 和光束组合器 2100 之间)包括气隙或低折射率胶 2300。

[0047] 根据要求保护的发明的示例性实施例,如图 8 中所示,图 6 或图 7 的再循环系统 2000 包括至少三个图 1 的光导管。即,图 6 或图 7 的再循环系统 2000 的端面反射器 2120 用图 8 中的光导管 1100 代替。图 8 中的再循环系统 2000 的输出是三个光源的组合。可以在输入孔 1220 处使用的光源可以是 LED、来自光导管的输出、来自自由 LED 或激光器激励的荧光体的输出、或来自 LED 或激光器所泵浦的上转换材料的输出等。为了另外促进 TIR,根据要求保护的发明的示例性实施例,图 8 的再循环系统 2000 在一个或多个光学部件之间包括可选气隙或低折射率胶 2300。

[0048] 根据要求保护的发明的示例性实施例,图 9 示出包括至少四个光导管 1100 和至少两个光束组合器 2100 的再循环系统 3000。再循环系统 3000 将来自至少四组光源的输出组合为单个输出。虽然图 9 示出了具有两个光束组合器 2100 的再循环系统 3000,但是可以想到,图 9 的再循环系统 2000 可以包括两个或更多光束组合器 2100。根据要求保护的发明的一个方面,两个光束组合器 2100 的对角线表面 2110 的方向不同。光束组合器 (1) 的对角线表面 2110 的方向被定向为使光再循环,并且光束组合器 (2) 的对角线表面 2110 的方向被定向为输出光。光束组合器 2100 的三角表面 2400 被抛光,使得光束组合器 2100 用作波导,从而引导来自四个光导管 1100(LP<sub>1</sub>、LP<sub>2</sub>、LP<sub>3</sub>、LP<sub>4</sub>) 的光。为了另外促进 TIR,根据要求保护的发明的示例性实施例,图 9 的再循环系统 3000 在一个或多个光学部件之间(诸如,LP<sub>1</sub>(1100) 和光束组合器 (1) 以及 LP<sub>2</sub>(1100) 和光束组合器 (1) 之间)包括气隙或低折



射率胶 2300。

[0049] 现在转到图 10, 示出了根据要求保护的发明的示例性实施例的包括光束组合器 2100、两个光导管 1100 以及两个光源 4200 的再循环系统 4000。光源 4200 是双抛物面反射器 (DPR) 灯。第一光源 DPR 灯<sub>1</sub>4200 耦合至第一渐缩形光导管 TLP<sub>1</sub>(1100), 然后其被耦合至光导管 LP<sub>1</sub>(1100) 的输入孔 1220。第二光源 DPR 灯<sub>2</sub>4200 耦合至第二渐缩形光导管 TLP<sub>2</sub>(1100), 然后其被耦合至光导管 LP<sub>2</sub>(1100) 的输入孔 1220。再循环系统 4000 中的光导管 1100 (LP<sub>1</sub>和 LP<sub>2</sub>) 以及光束组合器 2100 的操作类似于图 6- 图 7 的再循环系统 2000 中的光导管 1100 (LP<sub>1</sub>和 LP<sub>2</sub>) 和光束组合器 2100。再循环系统 4000 使用光束组合器 2100 组合第二组光源 4200 与第一组光源 4200 的输出, 以提供单个输出。为了另外促进 TIR, 根据要求保护的发明的示例性实施例, 图 10 的再循环系统 4000 包括一个或更多个光学部件之间 (诸如, LP<sub>1</sub>(1100) 和光束组合器 2100 以及 TLP<sub>2</sub>(1100) 和 LP<sub>2</sub>(2100) 之间) 的气隙或低折射率胶 2300。

[0050] 根据要求保护的发明的示例性实施例, 如图 11 所示, 要求保护的再循环系统 (2000、3000、4000) 的光束组合器 2100 的输出面或表面 2500 是具有透射开口或输出孔 2130 的反射输出表面 2500。根据要求保护的发明的一个方面, 输出孔 2130 的形状、尺寸和位置可配置成与特定应用的需要匹配。

[0051] 现在转到图 12, 根据要求保护的发明的示例性实施例, 图 1 的再循环系统 1000 另外包括耦合至光导管 1110 的输出孔 1320 以提供偏振输出的反射偏振器 1600。为了提高效率, 根据要求保护的发明的一个方面, 光导管 1100 的反射输入表面 1210 可以包括可选波片 1230。

[0052] 根据要求保护的发明的示例性实施例, 如图 13 所示, 图 7 的再循环系统 2000 另外包括耦合至光束组合器 2100 的输出孔 2130 以提供偏振输出的反射偏振器 1600。为了提高效率, 根据要求保护的发明的一个方面, 光导管 1100 的反射输入表面 1210 可以包括可选波片 1230。图 13 的再循环系统 2000 的光束组合器 2100 将两个独立光源组合到一起, 以生成偏振光的单个输出。

[0053] 现在转到图 14、图 15(a)-(b), 示出了根据要求保护的发明的示例性实施例的再循环系统 5000。再循环系统 5000 包括被配置成与 DPR 灯或系统 4200 一起使用进行再循环的渐缩形偏振光导管系统 5100。渐缩形偏振光导管系统 5100 包括具有公共表面的两个渐缩形光导管 1100 (TLP<sub>1</sub>、TLP<sub>2</sub>), 公共表面填充有透明的, 优选折射率匹配的胶、环氧树脂或流体 5500。进入渐缩形光导管 1100 (TLP<sub>1</sub>) 的输入光被耦合至渐缩形光导管 1100 (TLP<sub>2</sub>), 并且作为偏振输出从 TLP<sub>2</sub>出去。一部分输出光由可选反射孔 5300 反射。图 15(b) 中示出输出反射孔的示例, 透射开口 5310 的形状和尺寸可以根据应用而改变。未使用的偏振光由反射偏振器 5400 反射回 DPR 灯 4200。渐缩形偏振光导管系统 5100 的 TLP<sub>2</sub>1100 包括具有可选波片 5210 的反射表面 5200, 用于将一部分光反射回反射偏振器 5400。

[0054] 根据要求保护的发明的示例性实施例, 图 16 的再循环系统 6000 包括光束组合器 2100 和至少两个用作光源的图 15 的渐缩形偏振光导管系统 5100。应该想到, 由于图 16 的两个渐缩形偏振光导管系统 5100 的输出被耦合至光束组合器 2100, 因而图 16 的渐缩形偏振光导管系统 5100 不要求反射偏振器 5400 和可选反射孔 5300。图 16 的光束组合器 2100 的输出端包括反射偏振器 6100 和可选反射孔 6200, 其类似于反射偏振器 5400 和具有透射

开口 5310 的可选反射孔 5300。虽然在图 16 中未示出,但是图 16 的每个渐缩形偏振光导管系统 5100 都可以耦合至 DPR 灯 4200,如图 14 所示。再循环系统 6000 的光束组合器 2100 可以将至少两个光源 5100 组合为单个偏振输出光束。应该想到,再循环系统 6000 可以使用一个或更多个光束组合器 2100 组合多于两个光源 5100,类似于图 9 的循环系统 300。

[0055] LED 投影系统快速发展,同时 LED 的输出增加。普通 LED 投影系统使用三色 LED,即,红色、绿色和蓝色。来自每个 LED 的输出被组合为用于时序复用以生成彩色输出图像的单个输出。三色 LED 由不同材料制成,并且具有不同温度依存性。为了在屏幕上保持恒定颜色,反馈控制必然使典型 LED 投影系统变得昂贵和复杂。使用白色 LED 的传统照明被认为颜色较差,同时白色 LED 不具有足够的红色含量。

[0056] 要求保护的发明克服了在传统照明和投影系统中使用白色 LED 的这些限制。根据要求保护的发明的示例性实施例,再循环白色 LED 投影仪设置有增强的红色。现在转到图 17,示出根据要求保护的发明的示例性实施例的结合再循环系统的投影仪 7000。投影仪 7000 包括成像器面板 7300、投影引擎 7100、投影透镜 7200 以及中继镜 7400。投影仪 7000 利用由 LED 1400 发射的光,并且使用再循环系统 1000 将一部分发射光再循环回 LED 1400,用于增加亮度。虽然图 17 示出了结合再循环系统 1000 的投影仪 7000,但是应该想到,投影仪 7000 可以结合在此论述的任何再循环系统。渐缩形光导管 1100 的输出通过中继镜 7400 和色轮 7500 耦合至投影引擎 7100,使得形成顺序彩色系统。

[0057] LED 1400 可以是白荧光体 LED 1400、由 LED 或激光器泵浦的白荧光体、优选蓝色或 UV。应该想到,LED 1400 不限于白色 LED,要求保护的发明可以利用彩色 LED 来提供如在此所述的彩色增强的 LED 投影仪。优选地,LED 1400 被装配在散热基板 1410 上。LED 1400 的输出耦合至光导管 1100,其可以是空心的或者实心的、渐缩形的或者直的,使得输出可以被修整用于特定应用。光导管 1100 位于 LED 1400 的输出处,并且被对准用于最大耦合效率。光导管 1100 的输出端 1300 的表面的一部分涂覆有反射涂层 1310 或者使用反射镜或反射器 1310,使得仅光导管 1100 的输出的一部分通过色轮 7500 耦合至投影引擎 7100。然后,使用中继镜 7400 和投影引擎 7100 将光导管 1100 的输出投影至成像或成像器面板 7300。然后,在成像面板 4300 处的最终图像通过投影透镜 7200 被投影到屏幕(未示出)上。

[0058] 根据要求保护的发明的示例性实施例,光导管 1100 的输出可以涂覆有仅反射选择性波长并且透射所有其他波长的光的输出涂层,使得增强期望的色彩。例如,光导管 1100 的输出端 1300 可以被涂覆,以反射蓝光并且透射所有其他颜色的光。即,再循环系统 1000 将增强蓝光的再循环,从而增强被透射至投影引擎 7100 的其他色彩。

[0059] 根据要求保护的发明的示例性实施例,色轮 7500 包括具有不同颜色(诸如,用于三色系统的红色、蓝色和绿色,或者红色、绿色、蓝色和无色)的滤光器的两个或更多片段。因此,彩色投影仪 7000 利用每个颜色被顺序显示以生成彩色图像的顺序彩色系统。

[0060] 根据要求保护的发明的示例性实施例,LED 1400 用 DC 电流驱动。可替换地,LED 1400 可以用与色轮 7500 同步的变化电流来驱动。例如,LED 1400 可以具有不同电流值,作为色轮 7500 的哪个彩色片段在光导管 1100 前面的函数。在特定实施例中,当红色片段在光导管之前时应用更高电流,使得通过更高电流克服红色的缺乏。

[0061] 根据要求保护的发明的示例性实施例,成像器面板 7300 可以是数字微镜元件(DMD),诸如由德州仪器或其他厂家制造的 DMD。根据要求保护的发明的示例性实施例,成像

器面板 7300 可以是硅基液晶 (LCOS) 面板。图 17 的再循环系统 1000 可以包括可选反射偏振器 5400, 其位于光导管 1100 的输出端 1300 处, 使得不想要的偏振光可以被反射回光导管 1100, 用于再循环。

[0062] 根据要求保护的发明的示例性实施例, LED 1400 的白荧光体可以由通过 LED 1400 发射的蓝光驱动。在通过再循环系统 1000 再循环的处理中, 再循环的蓝光由 LED 1400 的荧光体重复吸收, 并且可以被重新发射为绿光和红光。结果, 再循环的光具有较低蓝色输出, 更高红色和绿色输出。

[0063] 根据要求保护的发明的示例性实施例, 要求更高输出功率的应用, 投影仪 7000 利用多个 LED 1400 来驱动单个或更多个荧光体片段, 使得发射光可以耦合至再循环系统 1000 的光导管 1100。应该想到, 还可以使用棱镜、光导管和其他类似光学部件 (每个均作为波导) 来组合来自多个 LED 1400 的输出, 以在屏幕 (未示出) 上产生更高输出。例如, 如果棱镜的每个侧面被反射性地抛光以促进 TIR, 则棱镜可以用作波导。

[0064] 使用来自白荧光体 LED 的光的益处包括:

[0065] 1、白荧光体 LED 具有较短波长、较大带隙, 从而可以在更高结温操作, 降低了散热要求。

[0066] 2、可以使用单个彩色 LED, 从而消除了复用多个彩色 LED 的需要。

[0067] 3、色轮是非常好开发的部件并且具有非常长的寿命。

[0068] 4、可以使用标准投影引擎结构, 许多厂家都有大量生产这些标准投影引擎的多年经验。

[0069] 5、多个厂家生产白荧光体 LED。6、可以使用多个较小的白荧光体 LED 获得大发射区域。发射区域在 LED 之间不具有锥型模缝隙, 这可能降低再循环效率。

[0070] 现在转至图 18, 根据要求保护的发明的示例性实施例, 示出了另外包括用于使光再循环的再循环反射器 8100 的 LED 投影仪 8000。再循环反射器 8100 将一部分 LED 输出反射回 LED 1400, 用于使光再循环。LED1400 可以是白色或彩色 LED。优选地, 再循环反射器 8100 是球形的、或环形的、或椭圆反射器, 其中, LED 被成像返回至其本身。再循环反射器 8100 的开口被用作输出孔 1320。根据要求保护的发明的一个方面, 可以改变开口的尺寸, 以实现再循环的改变量。通过使用具有多于一个透镜 7600 的采集透镜 7600 或透镜系统耦合光输出, 并且然后将光输出聚焦到光导管 1100 中。光导管 1100 使产生均一强度分布的光在光导管 1100 的输出处均匀。LED 投影仪 8000 的其余光学部件类似于图 17 的 LED 投影仪 7000。色轮 7500 可以位于光导管 1100 的输入或输出端处。

[0071] 根据要求保护的发明的示例性实施例, 图 19 示出利用多于一个 LED1400 的 LED 投影仪 8000。再循环投影仪 8100 将一个 LED 成像到另一 LED 上, 增大 LED 投影仪 8000 的再循环效率。图 20 示出装配在散热基板 1410 (其可以与 LED 投影仪 8000 一起使用) 上的两个或四个 LED1400。在四个 LED 的情况下, 再循环反射器 8100 将第一 LED 成像到关于第一 LED 对角地定位的第二 LED 上, 例如, LED A 成像到 LED A', 并且 LED B' 成像到 LED B。采集透镜 7600 耦合 LED 1400 的光输出。

[0072] 根据要求保护的发明的示例性实施例, 再循环反射器 8100 可以是实心光学部件, 如图 21 中所示, 诸如包括具有被最优化用于最大输出效率的曲率的部分反射和透射表面的一块玻璃。位于 LED 1400 的输出处的实心玻璃 8100 被对准用于光的最大再循环。实心

玻璃 8100 的输出表面的一部分被涂覆有反射涂层以提供反射表面 8110, 并且其余部分为透明的以用作输出孔 8120。输出孔 8120 可以由与反射表面 8120 相同的连续表面形成, 并且可以被设计成具有不同曲率用于最佳耦合。

[0073] 现在转到图 22- 图 24, 根据要求保护的发明的示例性实施例, 示出了被配置成没有光导管 1110 以降低 LED 投影仪 8000 的制造成本的 LED 投影仪 8000。图 18 的 LED 投影仪 8000 的采集透镜 7600 用小透镜阵列 8200 代替。小透镜阵列 8200 可以是图 7 中所示的圆形的, 或者是图 8 中所示的矩形的, 并且由多于一个透镜或小透镜制成。小透镜可以被布置成规则阵列或者可以是任意的, 或者可以被设计成用于最大效率和均一性的特定图案。每个小透镜将 LED 成像到平面 A 中的点上 (如图 22 中所示)。应该想到, 平面 A 中的该点在与光导管 1100 的输出端或面 1300 基本相同的位置处。由于平面 A 中的该点由通过每个小透镜形成的图像构成, 因而整体强度分布可以是均一的。然后, 通过成像面板 7300、投影引擎 7100 以及投影透镜 7200, 将输出耦合至投影屏幕 (未示出)。根据要求保护的发明的一个方面, 小透镜阵列 8200 可以将正方形 LED 1400 转换为与多种投影纵横比格式匹配的矩形输出。通常, 输出图案可以是所需要的任何尺寸、形状以及强度分布。

[0074] 根据要求保护的发明的示例性实施例, 图 25 中示出包括光束分离器 / 组合 (BSC) 系统 9100 (其中, 所有表面 / 面被反射性地抛光, 以提高 TIR) 和两个 LED 1400 的再循环系统 9000。根据要求保护的发明的一个方面, BSC 9100 包括与部分反射界面 9120 成为整体的两个三棱镜 (所有面 / 表面均被反射性地抛光, 以促进 TIR)。部分反射界面 9120 可以用部分反射涂层或通过使用具有反射涂层的部分涂覆表面制成。应该想到, 反射率可以通过涂层表面区域的尺寸来控制。例如, 部分反射界面 9120 可以包括反光条 9125 (示出) 或反光点 (未示出)。

[0075] 来自 LED 1400 的输出被耦合至 BSC 9100。来自 LED 1400 的一部分光被反射至光导管 1100 的输出端 1300 作为输出, 一部分光被引导至另一 LED 1400, 并且其余部分光被引导朝向 BSC 9100 的反射表面。应该想到, BSC 9100 用作波导, 这是因为所有六个表面均被抛光, 优选地, 被反射性地抛光以促进 TIR。通常, 从 LED 1400 发射的没有被引导至光导管 1100 的输出端作为输出的光将被再循环, 并且最终作为输出从光导管 100 出去。根据特定应用, 来自 BSC 9100 的输出可以按现在的样子使用或可以进一步耦合通过输出光导管 (未示出) (其可以是直的、渐缩形的、空心的或实心的)。光导管 1100 和输出光导管 (未示出) 可以是规则光导管或者具有部分反射输出表面 1610 的再循环光导管, 并且可以在输出端 1300 处另外包括反射偏振器 1600 以提供用于 LCOS、LCD 或其他偏振相关系统的偏振输出。

[0076] 虽然再循环系统 9000 包括具有 BSC 9100 的单个波导系统、两个 LED 1400 和光导管 1100, 但是再循环系统 9000 可以被扩展为包括波导网络。根据要求保护的发明的示例性实施例, 图 26 示出二 LED 再循环系统 9000, 其中, LED 被放置在与波导相同的面板上 (光导管 1100、所有面均被抛光 (优选地被反射性地抛光以提高 TIR) 的三棱镜 9200 以及具有反射表面 9110 的 BSC 9100)。图 27 示出三 LED 再循环系统 9000, 包括三个 LED 1400、两个光导管 1100、具有反射表面 9110 的两个 BSC 9100 以及一个三棱镜 9200。应该想到, 再循环系统 9000 不限于一个、两个或三个 LED, 可以使用波导网络 (光导管 1100、三棱镜 9200 以及 BSC 9100) 一起再循环多个 LED。

[0077] 根据要求保护的发明的示范性实施例,图 28(a)-(f) 示出 LED 或 LED 芯片 1400 的多种配置。标记 LED 或 LED 芯片 1400 的“C”表示 LED 芯片 1400 是彩色芯片,其可以是白色 LED 芯片、红色 LED 芯片、绿色 LED 芯片、蓝色 LED 芯片,或任何其他颜色的 LED 芯片。由于再循环反射器 8100 的成像特性,每对 LED 被成像到彼此上用于再循环,并且优选地,每对 LED 为相同颜色。例如,在图 28(c) 中,成像对  $C_1$  和  $C_1'$  为相同颜色,成像对  $C_2$  和  $C_2'$  为相同颜色等。图 28(e) 示出图 28(c) 的红色 (R)、绿色 (G)、蓝色 (B) LED 版本,其中,成像对  $(R, R')$ 、 $(B, B')$  和  $(G, G')$ 。图 28(d) 和图 28(f) 示出 LED 芯片布置的其他组合。应该想到,LED 芯片的其他组合和配置在要求保护的发明中是可能的并且是可以想到的。注意,特定 LED 芯片布置应该取决于要求保护的再循环系统的应用。

[0078] 现在转到图 29,示出根据要求保护的发明的示范性实施例的 RGB 顺序投影系统或 RGB 顺序投影仪 9500。RGB 顺序投影仪 9500 包括投影引擎 7100、成像面板 7300、投影透镜 7200、中继镜 7400、光导管 1100、再循环反射器 8100、RGB LED 1400 以及小透镜阵列 8200。RGB 顺序投影仪 9500 可以在时间上复用三种颜色,以使用用于像素强度控制的成像面板 7300 在屏幕上(未示出)生成彩色图像。RGB LED 1400 的输出通过再循环反射器 8100 再循环并且使用在此描述的透镜、小透镜阵列和/或透镜阵列 8200 耦合。应该想到,由于 RGB LED 1400 可以被时分复用,因而不需要并且在图 29 中未示出色轮 7500。

[0079] 根据要求保护的发明的示范性实施例,如图 30 中所示,光源 9600 包括装配在散热基板 1410 上的 LED 1400、再循环反射器 8100 以及可以被用于普通照明或者被结合到在此描述的多种投影仪中的光学透镜系统 9650。LED 1400 可以是单色或多色 LED 1400。透镜系统 9650 可以被配置成使得光输出可以具有预定发散角。根据要求保护的发明的一个方面,透镜系统 9650 可以被配置成使得光输出可以被聚焦到目标上,诸如投影仪 9500 的光导管 1100。

[0080] 根据要求保护的发明的示范性实施例,光源 9600 可以包括可选扩散器 9610,其可以插在透镜系统 9650 之前或之后,从而允许进一步调节光输出分布。扩散器 9650 可以是磨砂玻璃、全息扩散器或者透镜阵列。根据要求保护的发明的示范性实施例,再循环反射器 8100、透镜系统 9650 以及可选扩散器 9610 可以用塑料或玻璃模制为单个单元,用于减少部件并且降低制造成本。

[0081] 根据要求保护的发明的示范性实施例,透镜系统 9650 可以被配置成准直的,使得光源 9600 可以代替具有抛物面反射器的标准灯。根据要求保护的发明的一方面,透镜系统 9650 可以被配置为会聚的,使得光源 9600 可以代替具有椭圆反射器的标准灯。根据要求保护的发明的一方面,透镜系统 9650 可以被配置为离散的,使得光源 9600 可以代替用于普通聚光灯应用的标准灯。应该想到,透镜系统 9650 可以另外包括可选扩散器 9610,从而允许进一步调节光输出分布,用于最佳结果。

[0082] 已经描述了本发明,对于本领域技术人员来说明显的是,在不脱离本发明的精神和范围的情况下可以以多种方式改变本发明。任何和所有这种修改都旨在包括在以下权利要求的范围内。

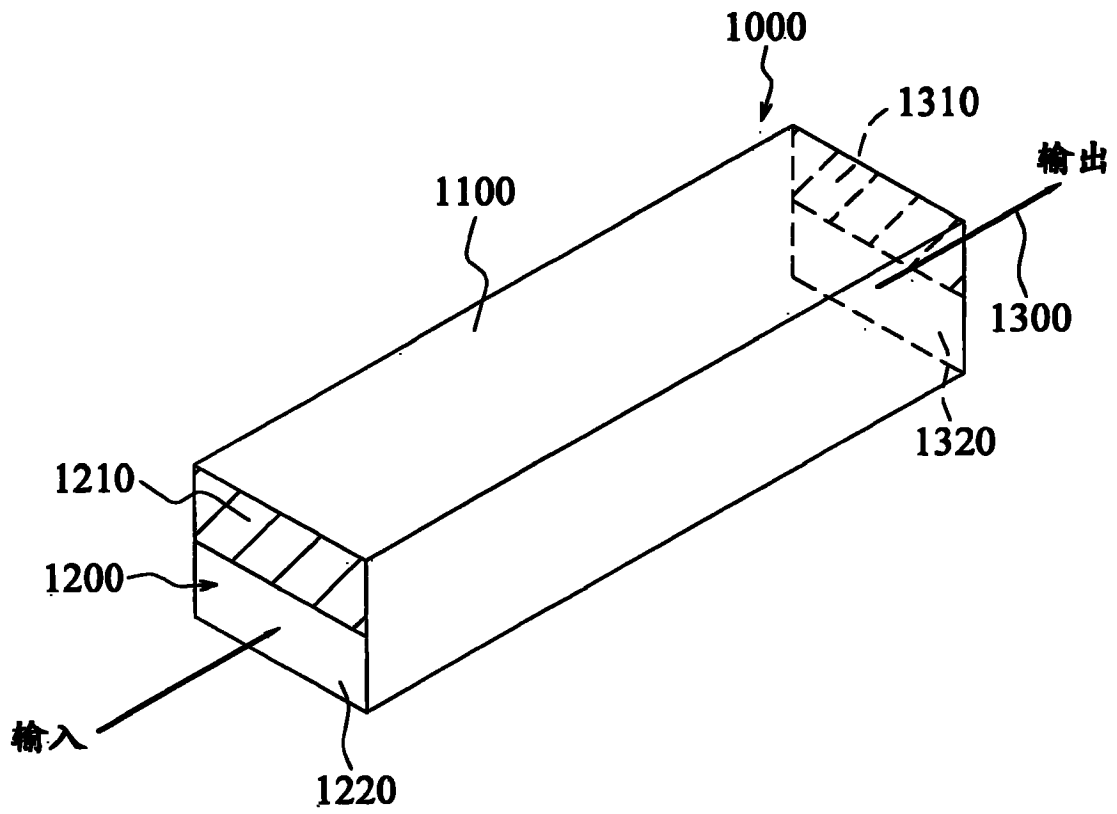


图 1

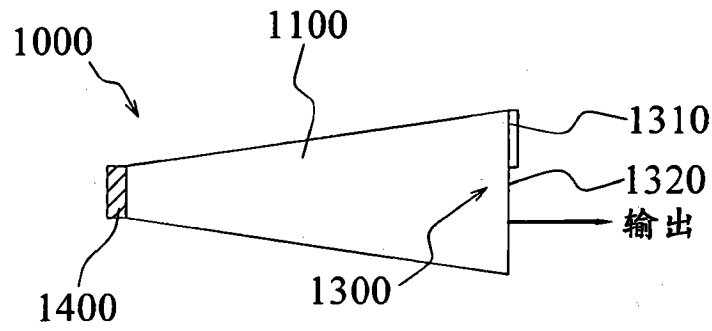


图 2(a)

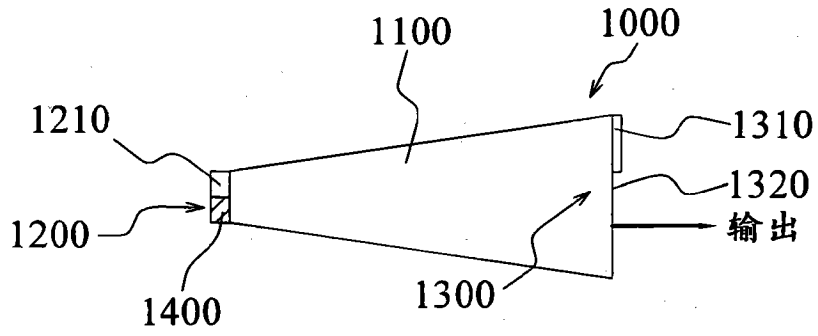


图 2(b)

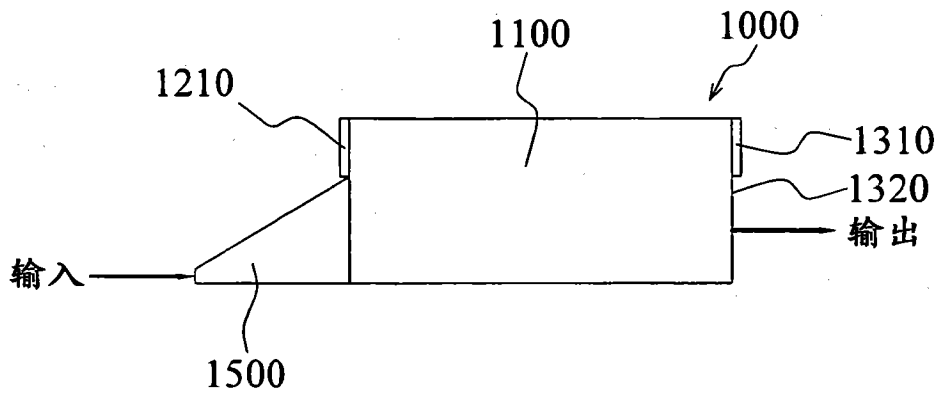


图 2(c)

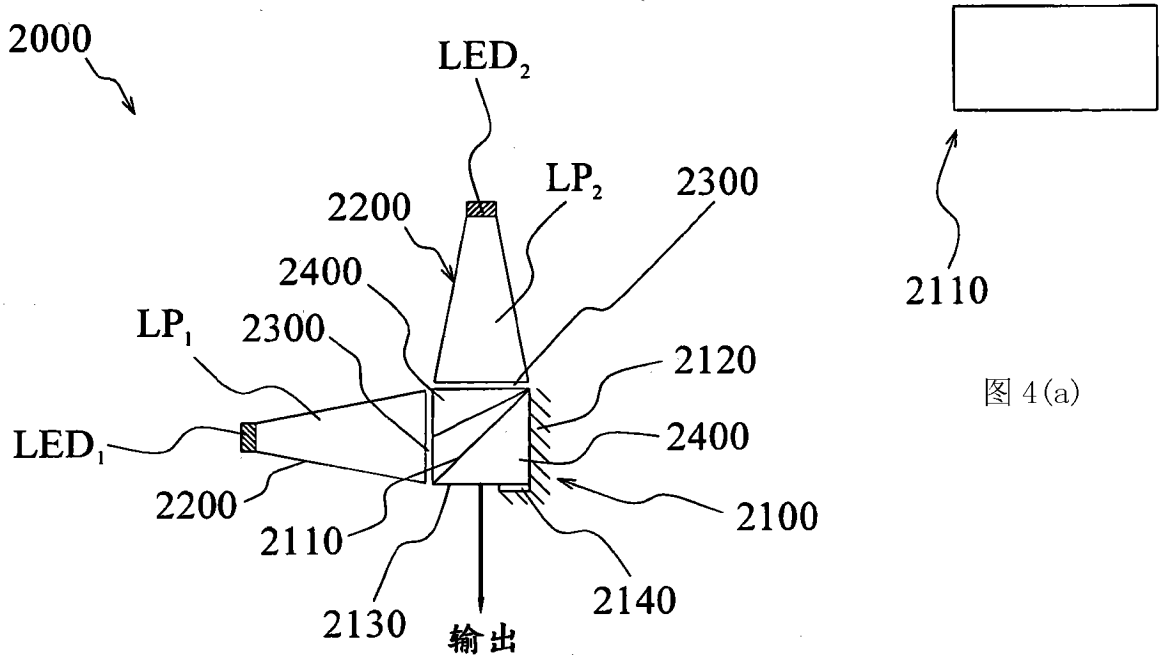


图 3

图 4(a)

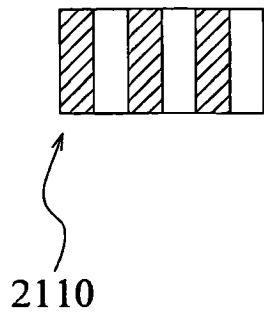


图 4(b)

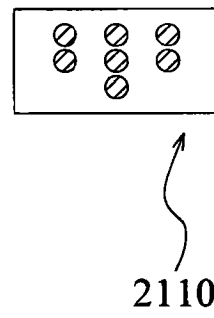


图 4(c)

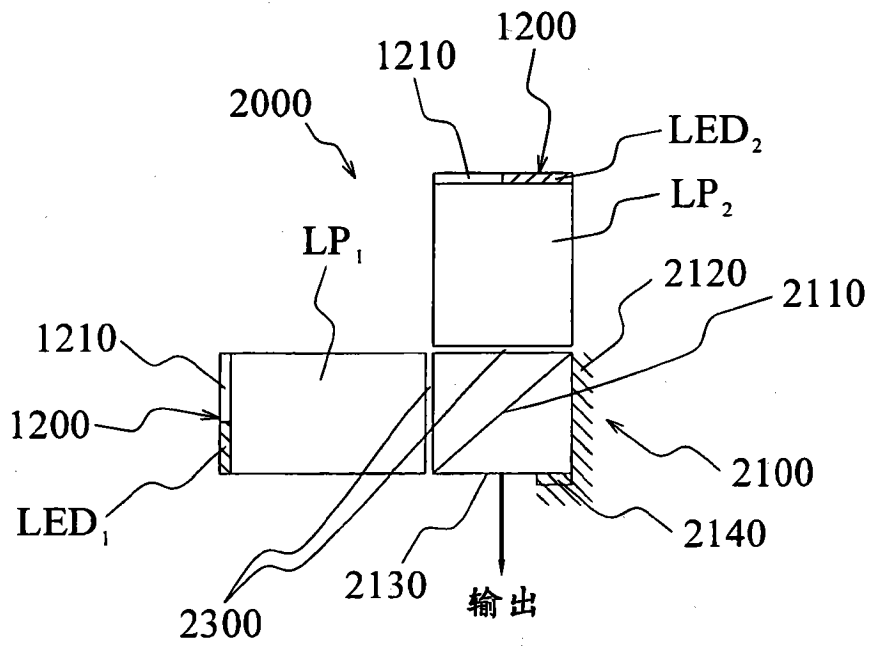


图 5



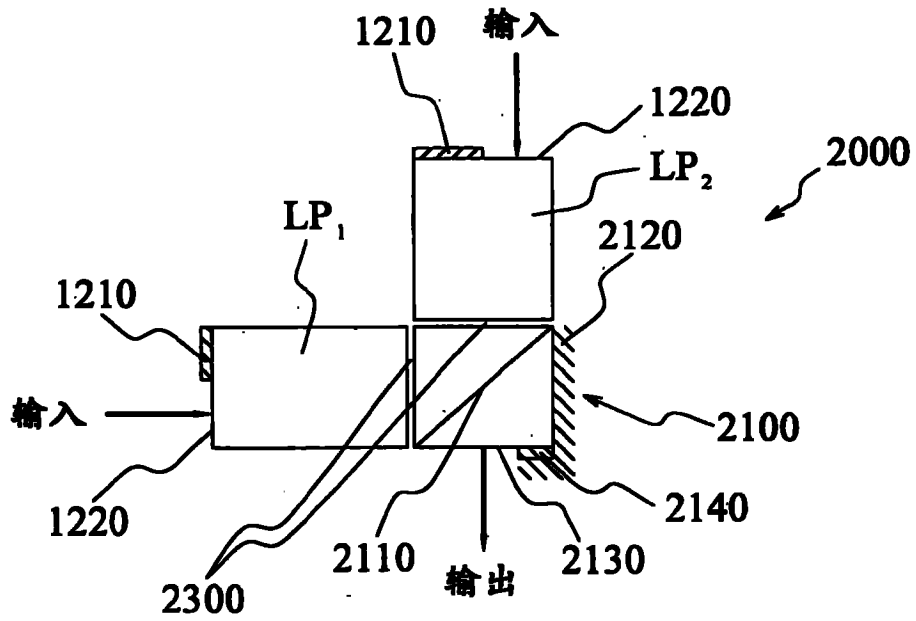


图 6

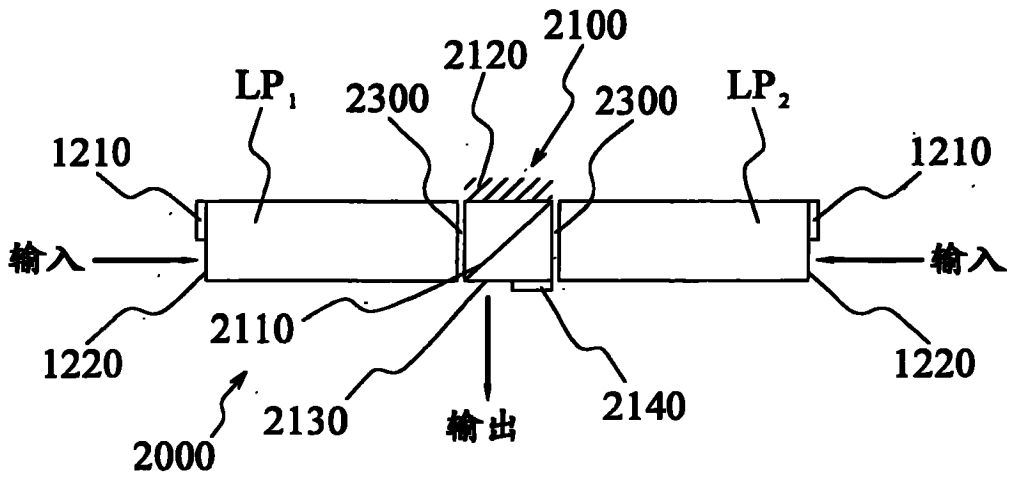


图 7

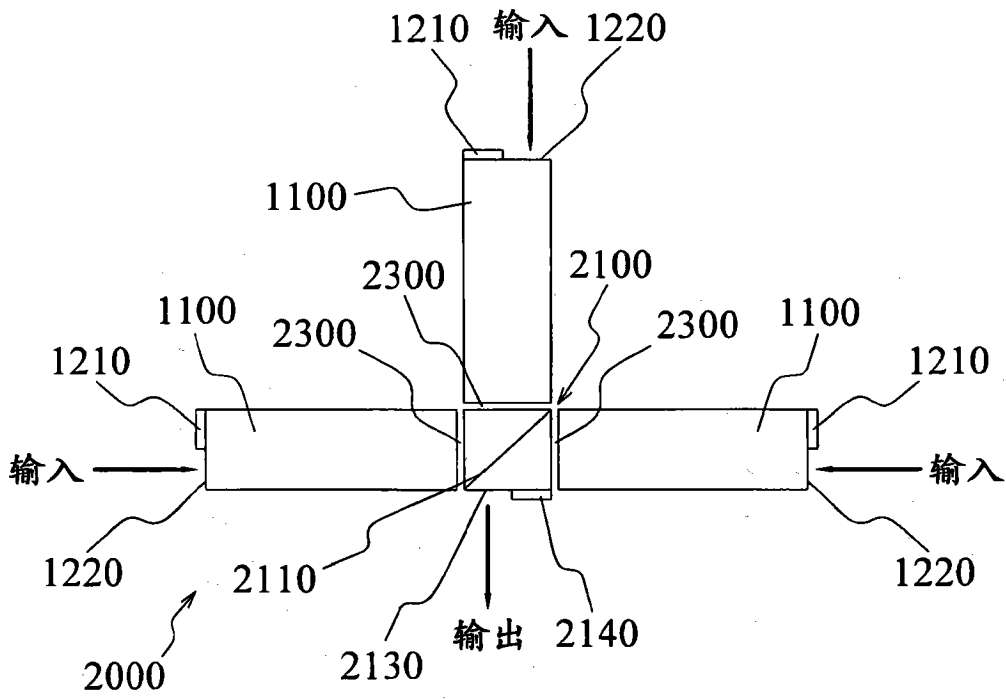


图 8

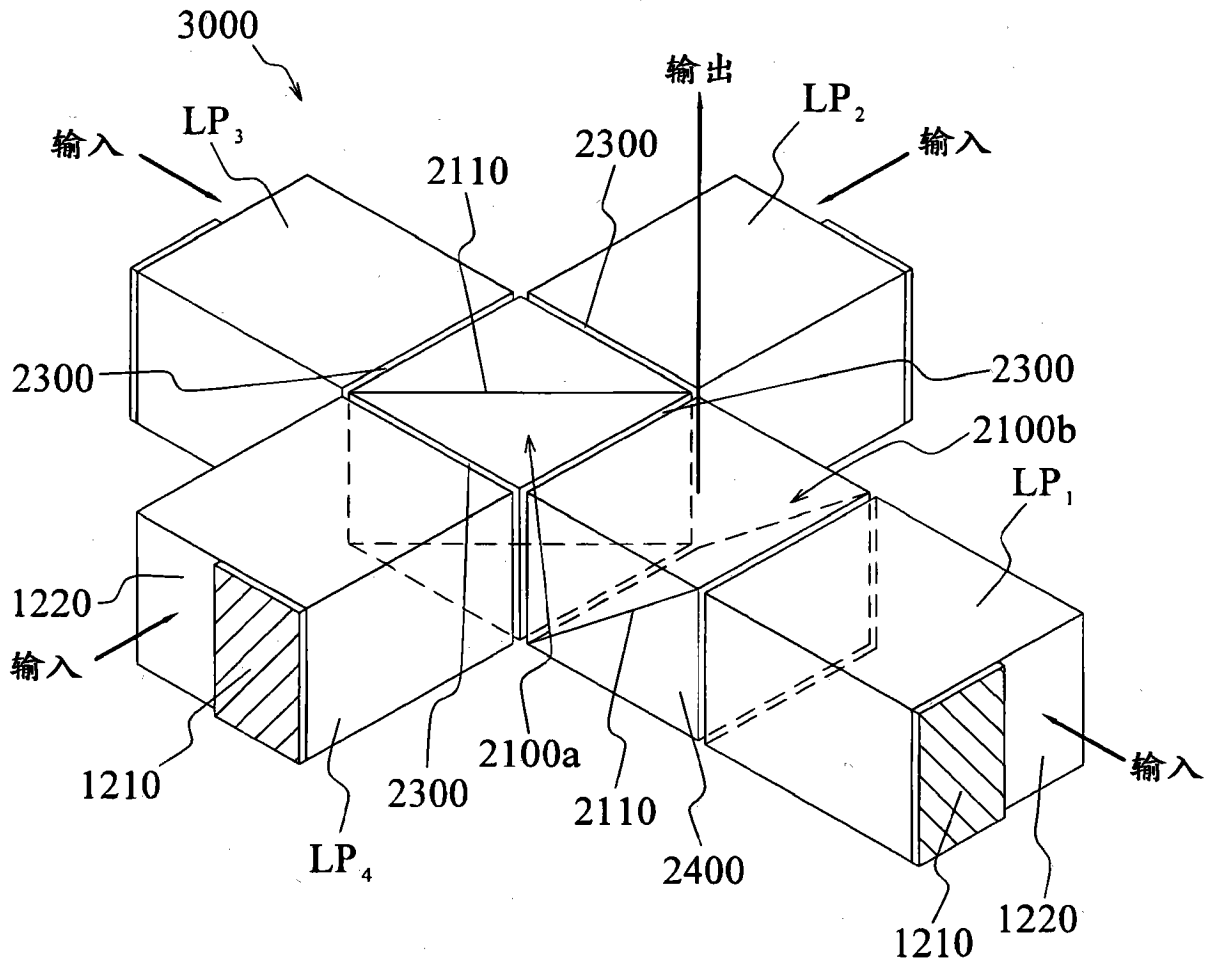


图 9

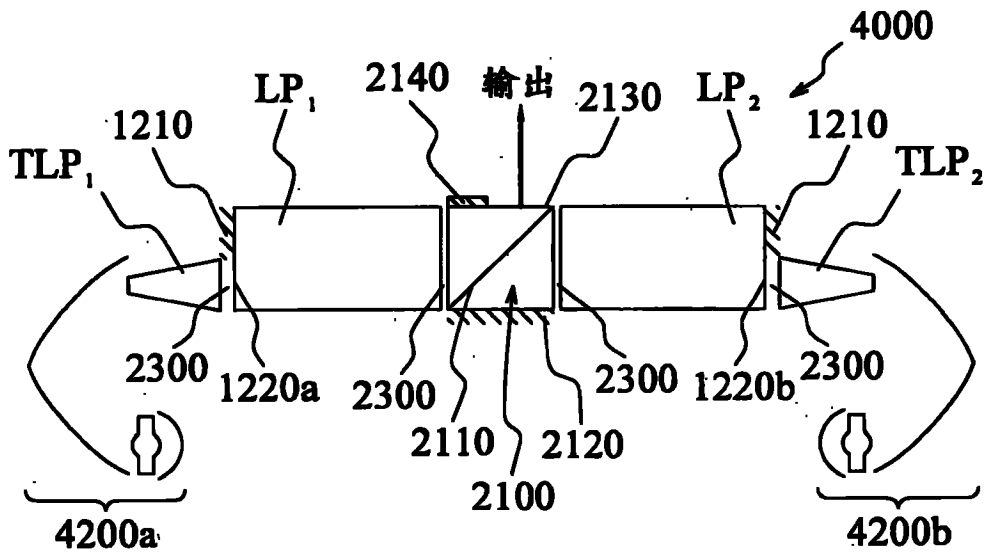


图 10

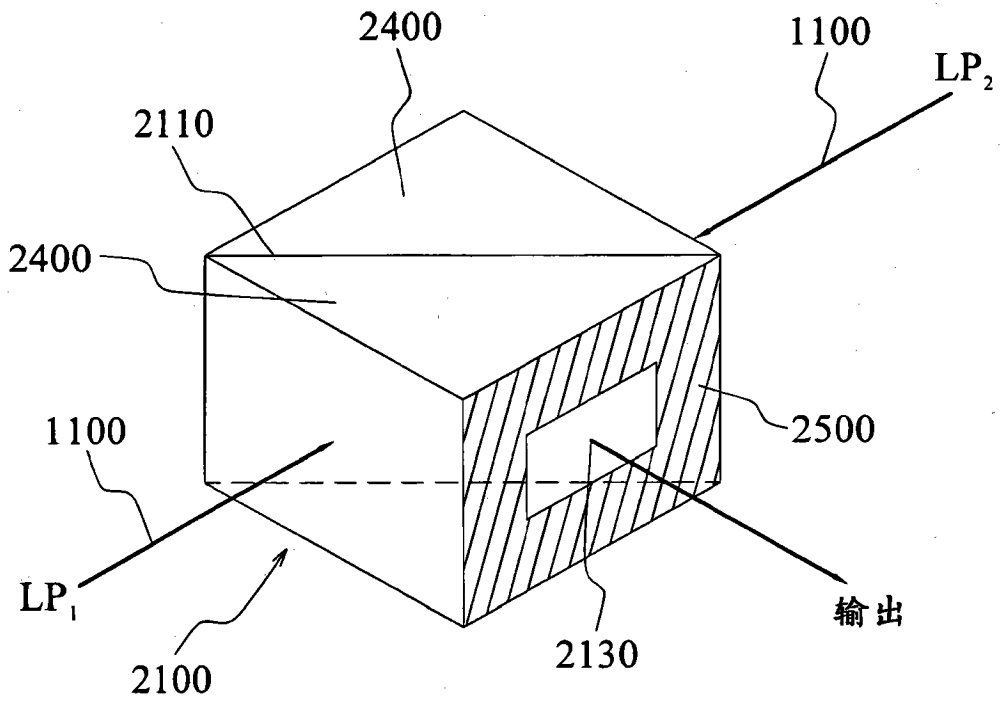


图 11

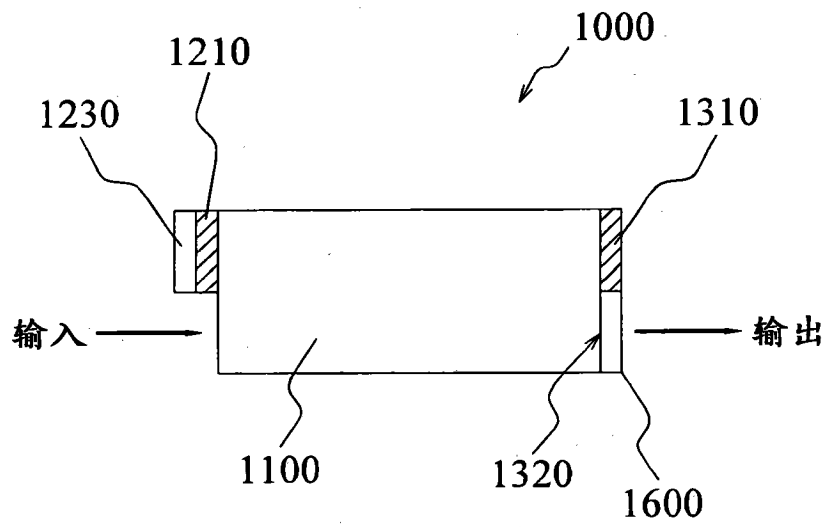


图 12

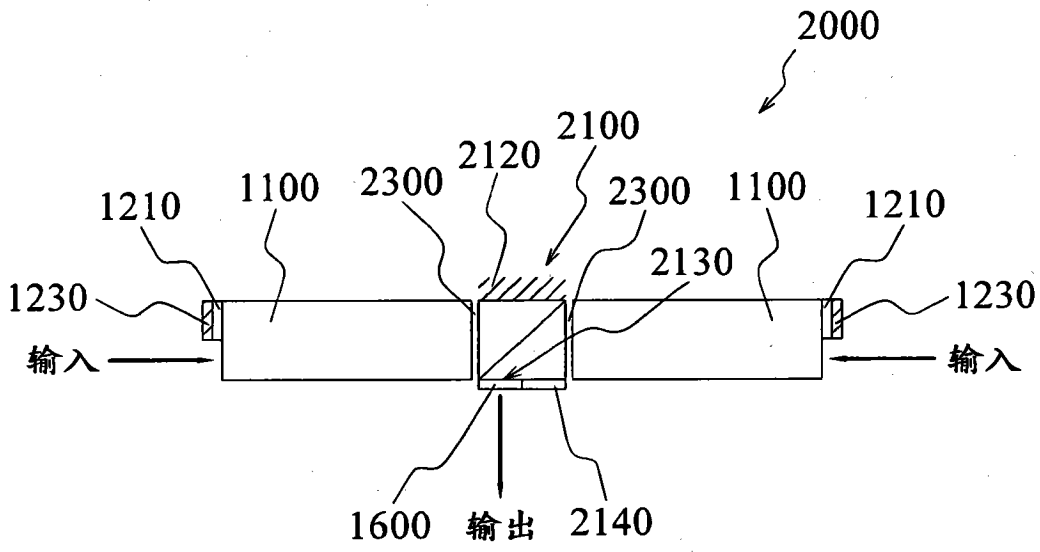


图 13

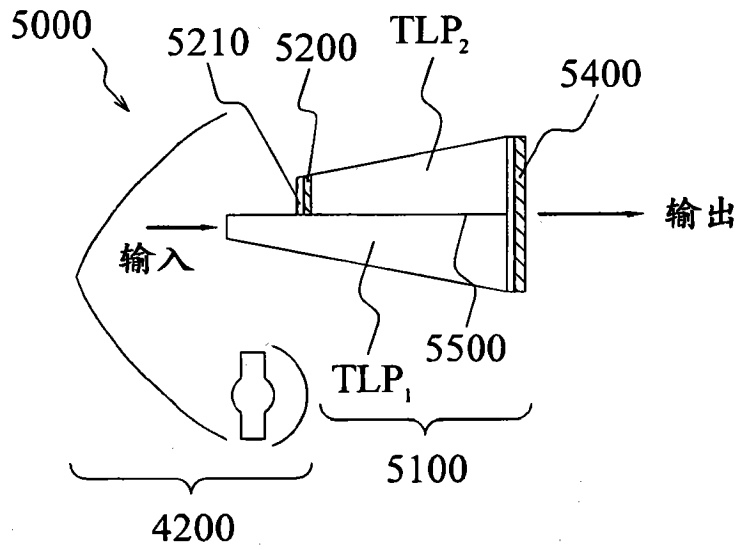


图 14

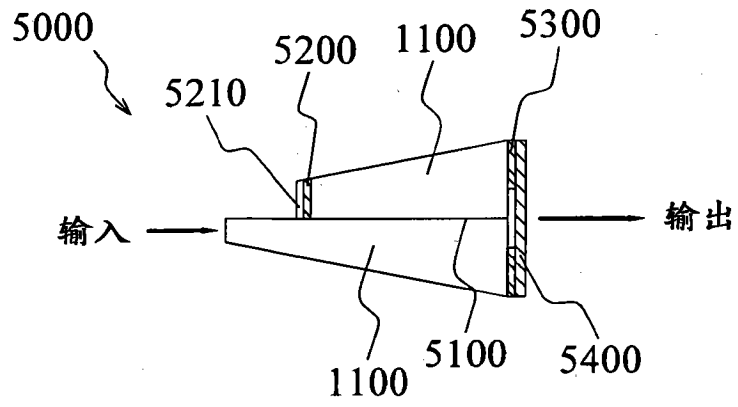


图 15(a)

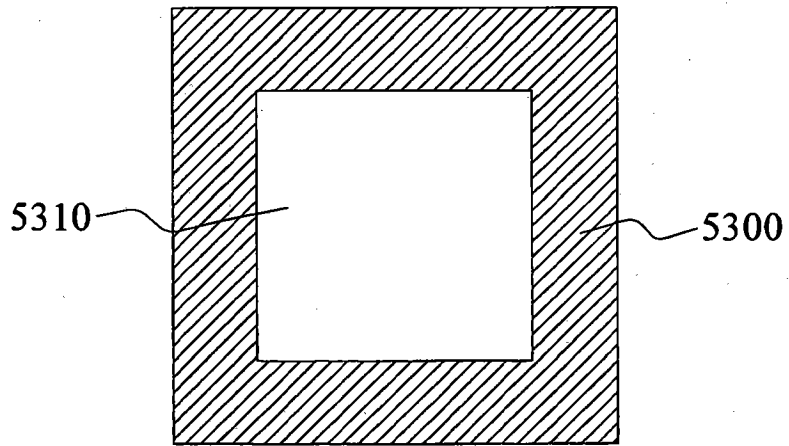


图 15(b)

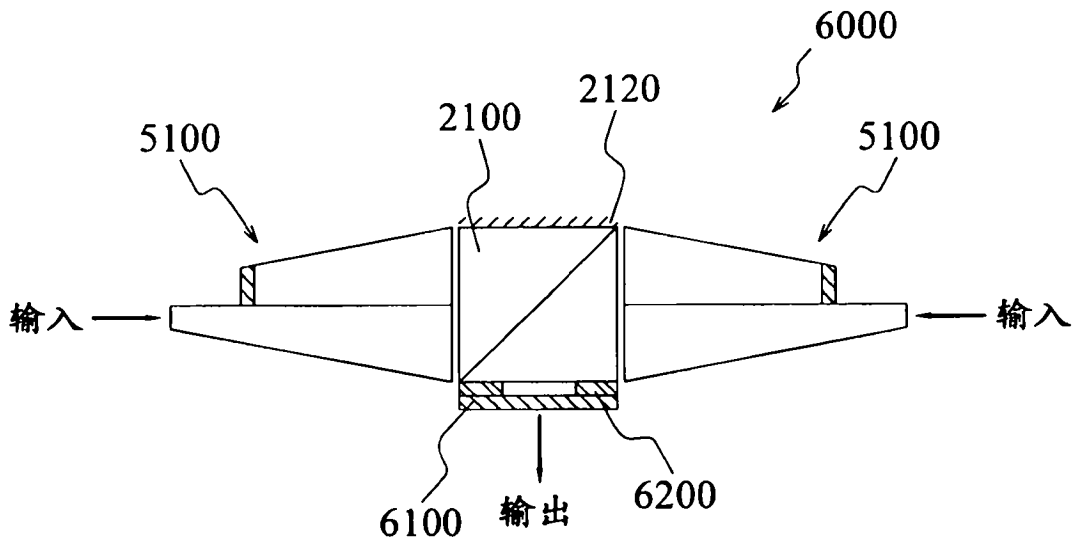


图 16

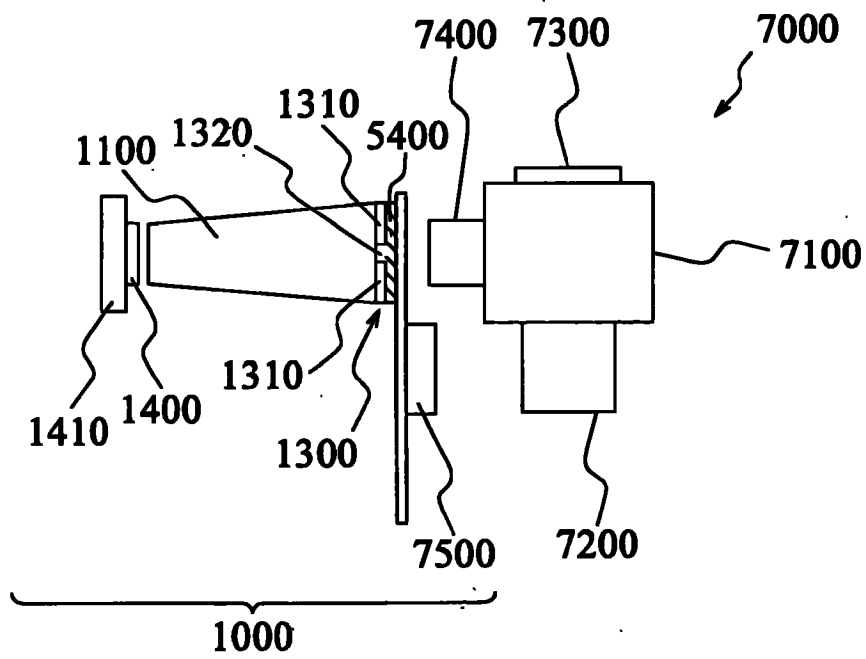


图 17

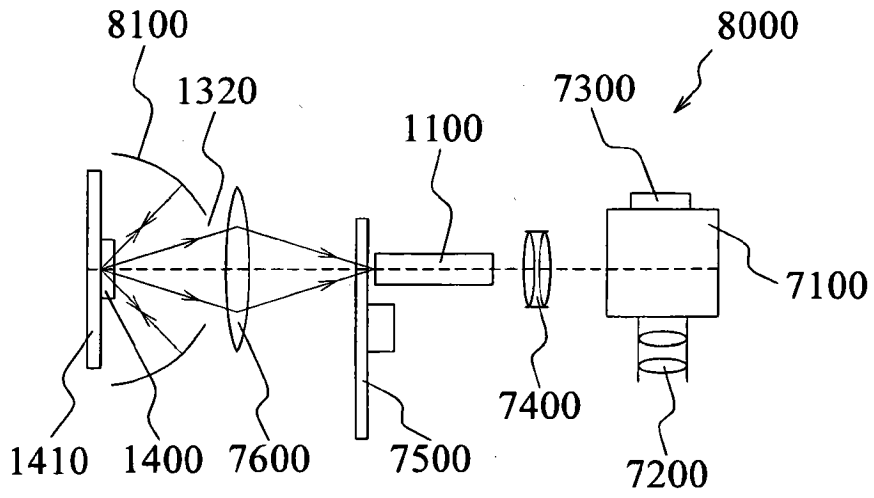


图 18

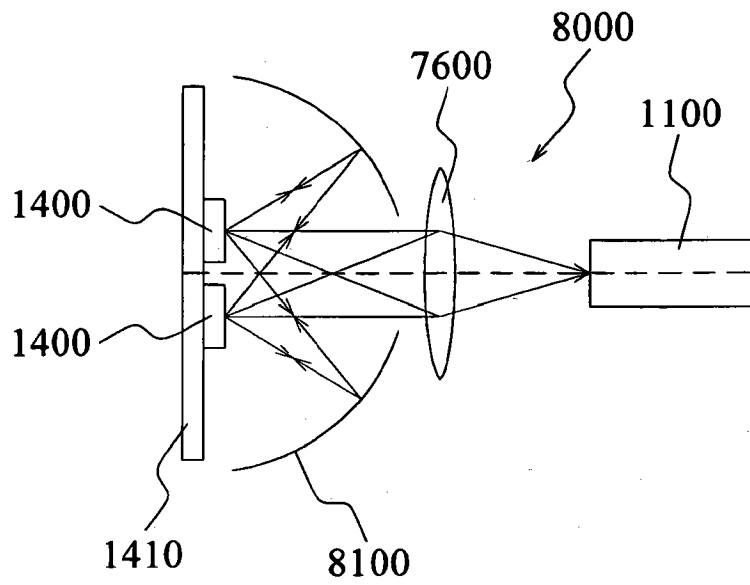


图 19



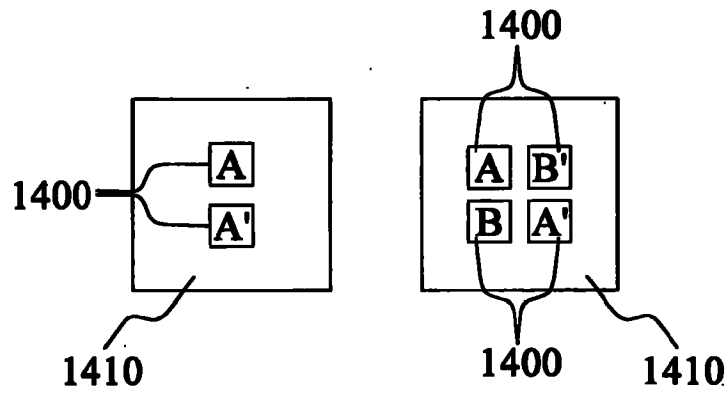


图 20

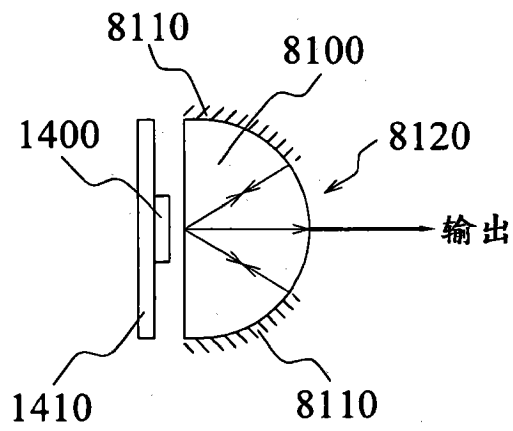


图 21

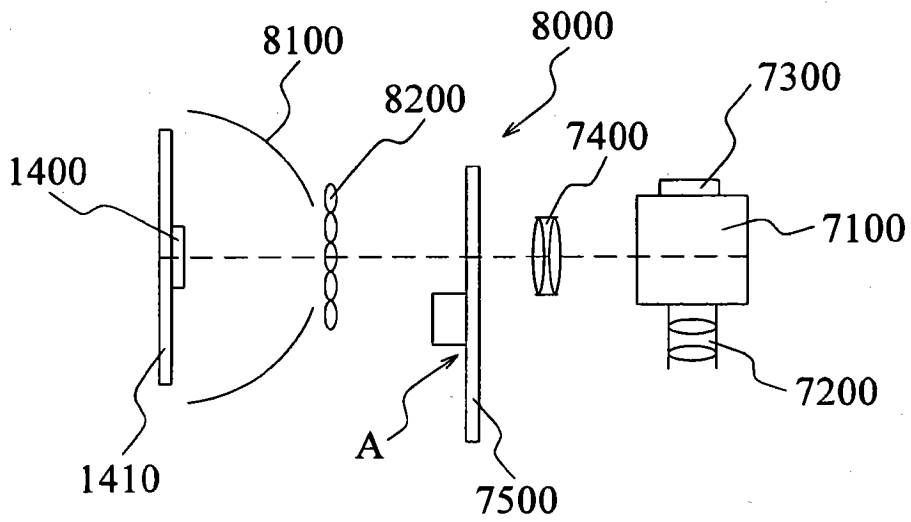


图 22

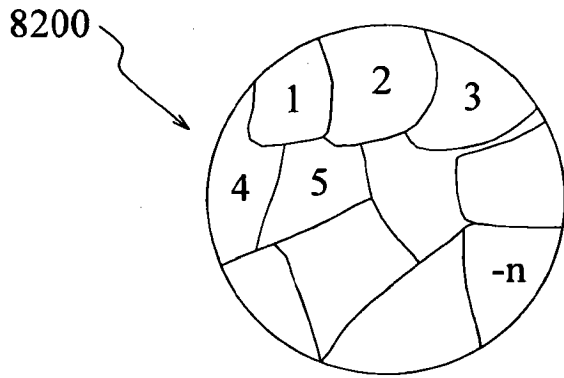


图 23

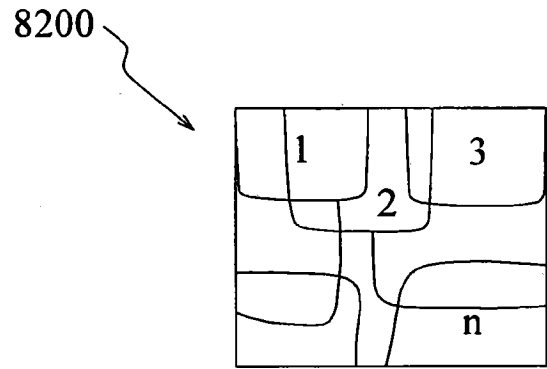


图 24

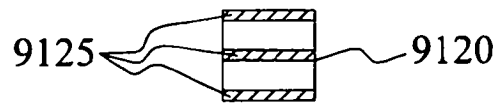
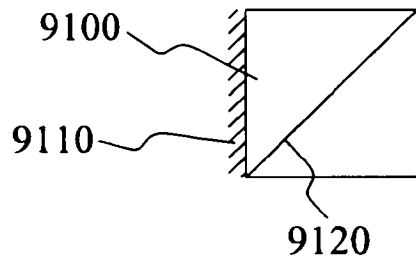
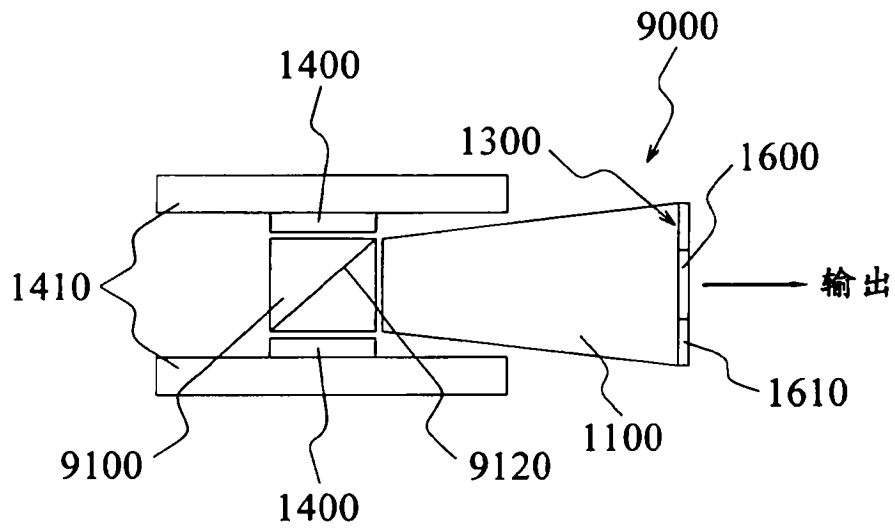


图 25

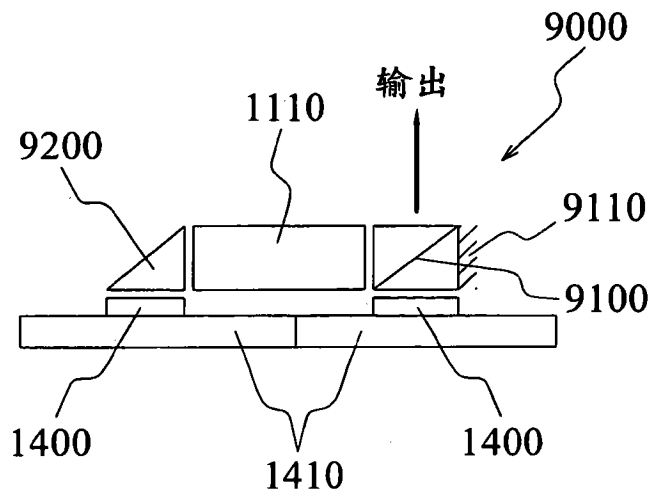


图 26

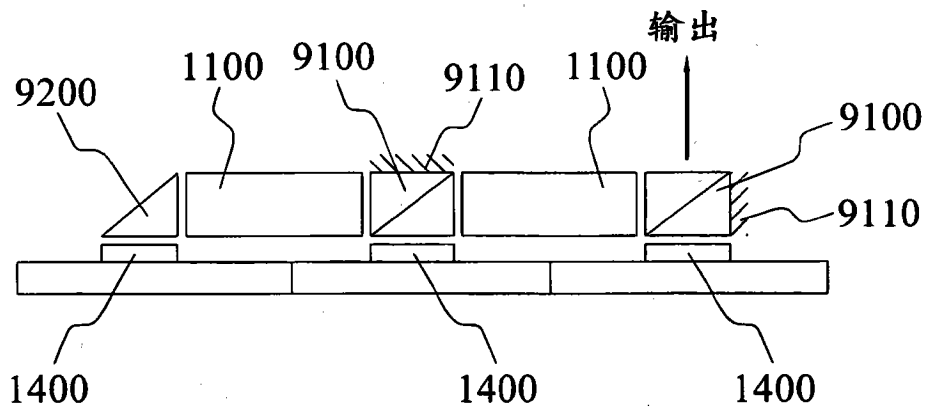


图 27

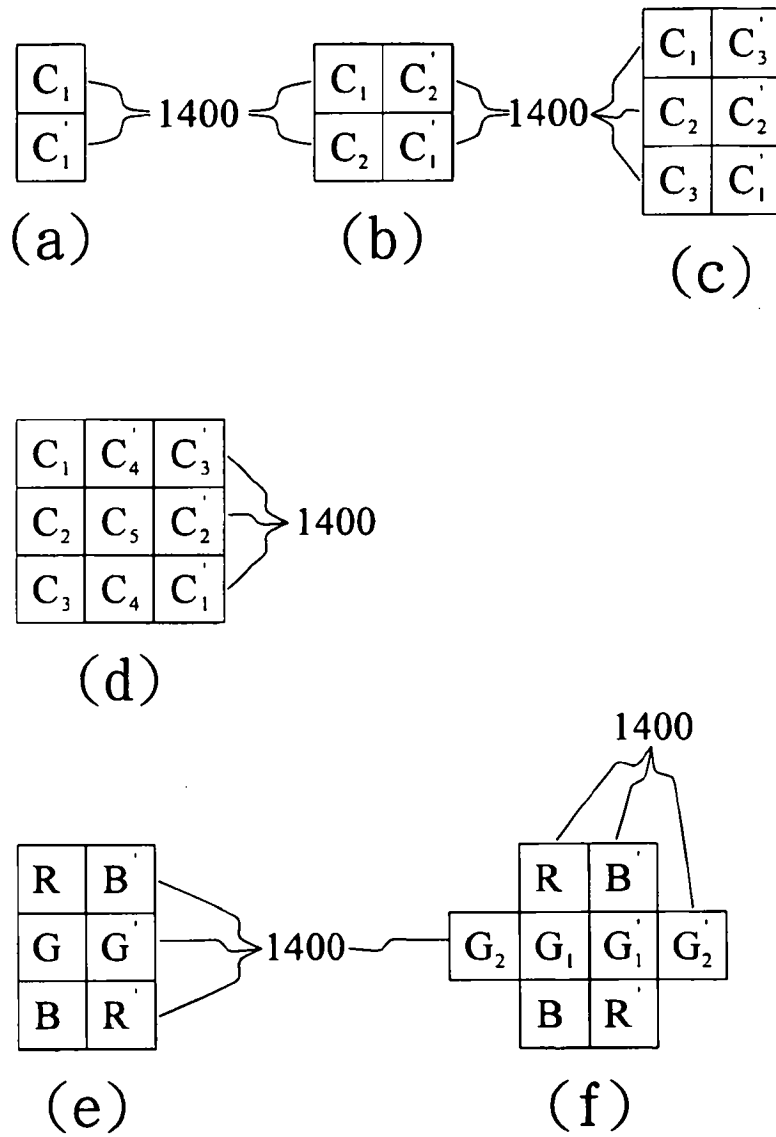


图 28

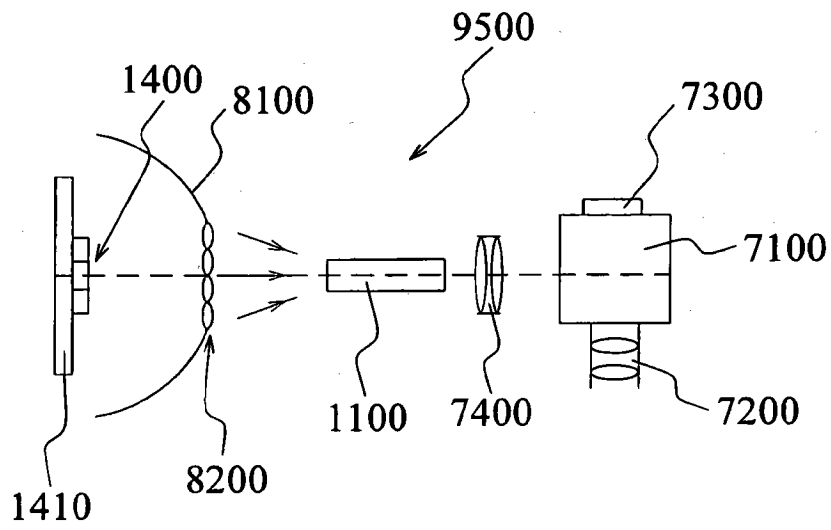


图 29

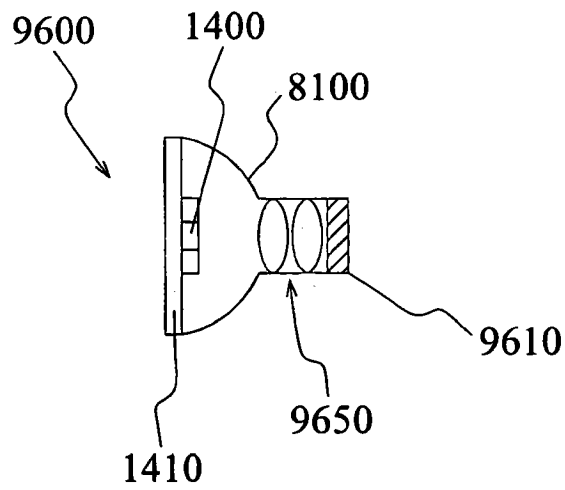


图 30