



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103001694 B

(45) 授权公告日 2015. 08. 05

(21) 申请号 201210579519. 0

审查员 孙洁

(22) 申请日 2012. 12. 27

(73) 专利权人 中国科学院半导体研究所

地址 100083 北京市海淀区清华东路甲 35
号

(72) 发明人 裴艳荣 杨华 赵丽霞 王军喜

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任
公司 11021

代理人 曹玲柱

(51) Int. Cl.

H04B 10/07(2013. 01)

H04B 10/116(2013. 01)

(56) 对比文件

KR 20090009484 A, 2009. 01. 23,

CN 102215068 A, 2011. 10. 12,

KR 20110080382 A, 2011. 07. 13,

汪井源等. 室内可见光通信中噪声与干扰的
实验与仿真分析. 《光电子. 激光》. 2012, 第 23
卷 (第 7 期), 1314-1317.

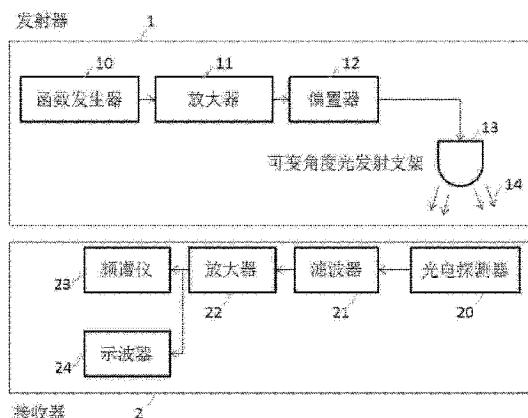
权利要求书2页 说明书6页 附图1页

(54) 发明名称

测试可见光通信系统中光源性能的装置

(57) 摘要

本发明提供了一种测试可见光通信系统中光
源性能的装置。该装置包括：发射端组件，用于将
电信号施加至被测试光源，生成发射角度可变的
可见光测试信号；接收端组件，用于接收光测试
信号，进行不同光通量条件下的被测试光源的性
能测试。本发明能够测试光源在不同光通量条件
下的性能。



1. 一种测试可见光通信系统中光源性能的装置,其特征在于,包括:

发射端组件,用于将电信号施加至被测试光源,生成发射角度可变的可见光测试信号,该发射端组件至少包括:

信号产生元件,用于提供用于测试的电信号,该电信号被输入至被测试光源中;

光发射支架,用于安装所述被测试光源,调整由该被测试光源利用所述电信号生成可见光测试信号的发射角度;

接收端组件,用于接收光测试信号,进行不同光通量条件下的被测试光源的性能测试,该接收端组件至少包括:

光电探测器,用于接收进入其探测窗口的可见光测试信号,生成电信号,该进入光电探测器探测窗口的可见光测试信号的光通量随入射的由被测试光源生成的可见光测试信号的发射角度的变化而变化;

光源性能分析元件,用于对所述光电探测器生成的电信号进行分析,进而获取被测试光源的性能参数。

2. 根据权利要求 1 所述的装置,其特征在于,所述光发射支架包括:

固定支架;

可变角度支架,其底端固设于所述固定支架上,所述被测试光源安装于该可变角度支架的末端。

3. 根据权利要求 2 所述的装置,其特征在于,可变角度支架包括:

夹具,用于夹持所述被测试光源;

可自由改变角度的旋转轴,其一端连接于所述夹具,另一端固定于所述固定支架。

4. 根据权利要求 3 所述的装置,其特征在于,所述旋转轴的角度可调范围为 0° ~ -180°。

5. 根据权利要求 1 所述的装置,其特征在于,所述被测试光源为 LED 阵列或 LED 灯具,所述发射端组件还包括:

放大器,设置于所述信号产生元件的后端,用于对信号产生元件提供的电信号进行放大,该放大后的电信号作为输入连接到测试光源;

偏置器,为三端口器件,其输入端口连接至所述放大器的输出端口,其驱动端口连接至恒流源,其输出端口连接至所述 LED 阵列或 LED 灯具。

6. 根据权利要求 1 所述的装置,其特征在于,所述接收端组件还包括:

滤波器,设置于所述光电探测器的后端,用于滤除光电探测器生成电信号中的噪声;

放大器,设置于所述滤波器和光源性能分析元件之间,用于放大滤波后的电信号,并将其输入至光源性能分析元件。

7. 根据权利要求 1 所述的装置,其特征在于,所述光电探测器为 PIN 光电探测器或是 APD 光电探测器。

8. 根据权利要求 1 至 7 中任一项所述的装置,其特征在于,所述信号产生元件为函数发生器,其产生的电信号为:方波、正弦波或阶跃信号。

9. 根据权利要求 8 所述的装置,其特征在于,所述光源性能分析元件包括:

频谱仪,用于测量接收电信号的频率特性,该频率特性与被测试光源的通信速率性能相关;

示波器，用于测量及显示接收电信号的时域特性，该时域特性与被测试光源的响应时间性能相关。

10. 根据权利要求 1 至 7 中任一项所述的装置，其特征在于：

所述信号产生元件为网络分析仪的信号产生部分；

所述光源性能分析元件为网络分析仪的信号分析部分，该信号分析部分用于测量接收电信号的 3dB 带宽和调制频率，该 3dB 带宽和调制频率与被测试光源的调制带宽、通信速率性能相关。

测试可见光通信系统中光源性能的装置

技术领域

[0001] 本发明涉及通信系统测试技术领域,尤其涉及一种测试可见光通信系统中光源性能的装置。

背景技术

[0002] 目前,LED 可见光通信技术已经得到了验证并受到了许多国家的高度重视。目前,美国、欧洲、日本和韩国等发达国家和地区都投入了人力和物力从事相关技术的研究与开发工作。很多企业或公司都有涉及可见光通信方向的研究。

[0003] 美国在半导体照明方面的研究处于世界前列,波士顿大学已经开发出了通过两个装配有 LED 灯的手电筒实现两台笔记本电脑之间数据传输的演示系统;波音公司也在从事用于飞机上的多媒体娱乐系统的研究与开发。

[0004] 欧洲在这方面也开展了大量的研究与开发工作,如:英国牛津大学研制出了点到点的音乐播放演示系统(数据传输速率小于 1Mb/s)以及传输距离为 2m 的 2.5Mbit/s 单向通信;西门子公司利用白光 LED 实现了速率大于 10Mb/s 的点到点数据传输。

[0005] 日本利用发光二极管阵列实现了单管传输速率为 5Mb/s 的数据传输以及用于仓储管理系统的光学标签(数据传输速率为 4.8Kb/s)等。其中部分研究与半导体照明光通信有关。

[0006] 韩国三星公司和韩国电子通信研究院实现了移动设备之间的点对点通信、以及利用 RGB 三色光的波分复用技术实现了固定设施和移动设备之间的单向通信、固定设施到移动设备的双向通信。

[0007] 随着可见光通信技术的迅速发展,高带宽高响应速率的 LED 光源成为必然的发展趋势。研制出一种快速响应并能实现良好通信水平的 LED 光源成为各个国家在本领域研究的首要目标。实验证明利用 LED 光源的可见光通信传输速率理论上能达到几百兆至几个千兆,然而单颗 LED 的调制带宽却存在着技术瓶颈。目前资料显示单颗白光 LED 能够达到的调制速率仅为 3MHz。倘若提高了单颗 LED 的调制带宽,则使用阵列 LED 光源(或 LED 灯)时,加上放大、调制与解调电路和滤波电路后,整体的通信传输速率必然会得到显著的提高。

[0008] 然而,目前的研究大部分集中在通信信道、调制解调方式、发射接收端电路和通信系统的方法等方面,并没有专门测试 LED 可见光通信系统中光源性能的装置,尤其是被测试光源在不同光通量条件下的性能测试。

发明内容

[0009] (一)要解决的技术问题

[0010] 为解决上述的一个或多个问题,本发明提供了一种测试可见光通信系统中光源性能的装置,以能够测试光源在不同光通量条件下的性能。

[0011] (二)技术方案

[0012] 根据本发明的一个方面，提供了一种测试可见光通信系统中光源性能的装置。该装置包括：发射端组件，用于将电信号施加至被测试光源，生成发射角度可变的可见光测试信号；接收端组件，用于接收光测试信号，进行不同光通量条件下的被测试光源的性能测试。该发射端组件至少包括：信号产生元件，用于提供用于测试的电信号，该电信号被输入至被测试光源中；光发射支架，用于安装被测试光源，调整由该被测试光源利用所述电信号生成可见光测试信号的发射角度。该接收端组件至少包括：光电探测器，用于接收进入其探测窗口的可见光测试信号，生成电信号，该进入光电探测器探测窗口的可见光测试信号的光通量随入射的由被测试光源生成的可见光测试信号的发射角度的变化而变化；光源性能分析元件，用于对所述光电探测器生成的电信号进行分析，进而获取被测试光源的性能参数。

[0013] (三) 有益效果

[0014] 从上述技术方案可以看出，本发明测试可见光通信系统中光源性能的装置具有以下有益效果：

[0015] (1) 通过改变发射端组件入射的测试信号的角度，从而实现被测试光源在不同光通量条件下的性能测试；

[0016] (2) 被测试 LED 光源安装在一个可变角度支架上，通过改变支架的角度可以使光发射支架与光电探测器之间的角度改变，装置简单，易于实现。

[0017] 通过本发明的测试可见光通信系统中光源性能的装置，可以使测量所述光发射支架的参数时更全面，分析数据时可以集合多点测试结果，使结果更准确。

附图说明

[0018] 图 1 为根据本发明第一实施例的测试可见光通信系统中光源性能的装置的结构框图；

[0019] 图 2 为根据本发明第一实施例测试可见光通信系统中光源性能装置中放大器和偏置器的连接示意图；

[0020] 图 3 为根据本发明第一实施例测试可见光通信系统中光源性能装置中可变角度光发射支架的示意图；

[0021] 图 4 为根据本发明第二实施例的测试可见光通信系统中光源性能的装置的结构框图。

[0022] 【本发明主要元件符号说明】

[0023] 1- 发射端组件； 2- 接收端组件；

[0024] 10- 函数发生器； 11- 放大器；

[0025] 12- 偏置器； 13- 可变角度光发射支架；

[0026] 20- 光电探测器； 21- 滤波器；

[0027] 22- 放大器； 23- 频谱仪；

[0028] 24- 示波器； 25- 网络分析仪。

具体实施方式

[0029] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚明白，以下结合具体实施例，并参照

附图,对本发明进一步详细说明。

[0030] 需要说明的是,在附图或说明书描述中,相似或相同的部分都使用相同的图号。附图中未绘示或描述的实现方式,为所属技术领域中普通技术人员所知的形式。另外,虽然本文可提供包含特定值的参数的示范,但应了解,参数无需确切等于相应的值,而是可在可接受的误差容限或设计约束内近似于相应的值。此外,以下实施例中提到的方向用语,例如“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”等,仅是参考附图的方向。因此,使用的方向用语是用来说明并非用来限制本发明。

[0031] 本发明利用了可变角度的支架放置被测试光源,在系统测试时会使接收端接收到的被测试光源的光通量不同,从而提高了测试的完整性,并且更真实的模拟可见光通信时发射端与接收端多角度的状态。

[0032] 在本发明的第一个示例性实施例中,提供了一种测试可见光通信系统中光源性能的装置。如图 1 所示,该装置包括:发射端组件 1 和接收端组件 2。发射端组件 1 为信号的产生与发射装置,包括:函数发生器 10、放大器 11、偏置器 12 和可变角度光发射支架 13。接收端组件 2 为可见光测试信号的接收与处理装置,包括:光电探测器 20、滤波器 21、放大器 22、频谱仪 23 和示波器 24。以下分别对各部分进行详细说明。

[0033] 在本实施例中,被测试光源为 LED 阵列。该 LED 阵列不仅具有照明的功能同时可以执行发射信号的功能。LED 阵列发射出的光信号 14 将在自由空间内传播,最终被接收端接收,其发射出光信号为波长范围在 380nm~780nm 之间可见光。

[0034] 请参照图 1,在发射端组件 1 中,首先由函数发生器 10 产生电信号,放大器 11 将该电信号放大,偏置器 12 依据该电信号提供驱动可变角度光发射支架 13 所需的偏置电流,被测试光源在该偏置电流的驱动下产生可见光测试信号 14,可变角度光发射支架 13 可以调整可见光测试信号 14 的发射方向。

[0035] 函数发生器 10 用来产生测试系统所需的不同频率、不同波形的各种信号。该电信号包括:方波、正弦波和阶跃信号。同时,函数发生器 10 具有高灵敏度和低噪声等优点。

[0036] 放大器 11 的输入信号是由上述函数发生器 10 输出的波形信号,使用该放大器 11,目的是增加所述函数发生器 10 发出信号的调制深度。放大器 11 的放大倍数和噪声等参数直接影响到整个测试系统的性能,所以本实施例中放大器 11 选择的是高带宽、高精度、低噪声的商用量产化产品,保证了实施测试的准确性。

[0037] 偏置器 12 依据放大器 11 倍数放大后的波形信号输出可变角度光发射支架 13 所需的偏置电流。且该偏置器可以直接加在被测试光源上,不需要阻抗匹配。本实施例中的偏置器 12 具有高带宽、绝缘良好和 50 欧姆内阻,正好和测试系统所使用的测试设备阻抗匹配。

[0038] 图 2 为根据本发明第一实施例测试可见光通信系统中光源性能装置中放大器和偏置器的连接示意图。请参照图 2,放大器 11 需要稳压源 16 提供 24V 的稳定电压,以保证其正常工作。偏置器 12 为三个端口器件,需要恒流源 15 为其提供稳定的电流。恒流源 15 持续提供本可见光通信测试系统中上述光发射支架 13 所需的偏置电流,以保证被测试 LED 阵列在正常范围内工作。

[0039] 需要说明的是,由于本实施例中被测试光源为 LED 阵列或 LED 灯具,则需在放大器 11 和可变角度光发射支架 13 之间加入驱动模块,用来驱动 LED。而如果该可变角度发射支

架 13 为其他类型的元件，该偏置器 13 也可以省略。

[0040] 图 3 为根据本发明第一实施例测试可见光通信系统中光源性能装置中可变角度光发射支架的示意图。请参照图 3，可变角度光发射支架 13 由可变角度支架 130 和固定支架 131 组成。可变角度支架 130 可以随意改变光发射支架 13 与光电探测器 20 之间的角度，从而在进行可见光通信系统测试时能够更全面的测试 LED 光源的性能。

[0041] 在图 3 中，可变角度支架为特制的夹具，此夹具在常用于固定测试光源（LED 阵列）夹具的基础上安装了一个可以自由改变角度的旋转轴，将此旋转轴与上述的固定支架 131 相连，即形成一个可以随意改变测试光源发光角度的支架。本领域技术人员应当清楚，该可变角度支架可以自行设计，只要保证在能够充分固定测试光源的基础上加装可以自由旋转的控制轴即可。并且，该可变角度支架的角度可调范围优选为 0° ~ 180°。

[0042] 请参照图 1，在接收端组件 2 中，首先光电探测器 20 对发射端组件 1 发出的光信号进行检测，生成相应的电信号；滤波器 21 滤除电信号中的噪声成分；该电信号经过放大器 22 放大后，进入频谱仪 23 或示波器 24 输出。

[0043] 对于室内环境的散光，可能会随有用信号的光束同时进入检测管，使噪声增大，针对这个问题，本实施例中将滤波器 21 安装在光电检测器 20 的后端，用于滤除环境中和前端器件中的噪声信号；滤波器 21 是一种高频连续可变的滤波元件，可连续调节其截止频率，使其过滤掉相应频率的噪声信号。当然，本实施例中的滤波器 21，在测试结果精度要求不高的情况下是可以省略的；

[0044] 光电探测器 20 是一种 PIN 光电探测器或是 APD 光电探测器，用于接收上述发射端组件 1 发射出的光信号。该光电探测器 20 处于光接收机电路的最前端，它的选择是决定整个通信系统性能的关键因素之一。

[0045] 而本实施例中的光电探测器 20 具有几个优点，如：光电探测器的光谱范围足够宽，工作波段处于 380nm~780nm 的可见光波长范围；光电转换效率高、对于一定的入射光信号功率，光电检测器能输出尽可能大的光电流；响应速度快、线性度好、频带宽；信号失真小；检测过程中附加噪声小；可靠性高，寿命长、工作电压低等。

[0046] 放大器 22 的作用是提高信号幅值以达到示波器 24 的工作范围。放大器 22 的输入信号是滤波器 21 滤波后的输出信号。同时，放大器 22 的性能和上述放大器 11 基本相同，一样是高带宽、高精度、低噪声的商用量化产品，保证了实施测试的准确性。

[0047] 频谱仪 23 的输入信号为上述放大器 22 放大后的输出信号，其功能是测量接收电信号的频率特性，包括：响应频率、上升下降时间等。这些参数直接反映出在可见光通信系统中测试光源的性能优劣，通过分析测试结果，便于企业改进光源器件的性能。同时频谱仪 23 具有高灵敏度，高带宽和低噪音等优点，对于测试的准确性提供了保证。

[0048] 示波器 24 的输入信号同样为上述放大器 22 放大后的输出信号，即放大器 22 的输出信号分为两路分别输入频谱仪 23 和示波器 24 中。示波器 24 用于测量及显示接收电信号的时域波形曲线，通过测量到的响应时间、周期、频率、峰值电压等参数，可以得知被测光源的电学性能。同样，分析这些测试数据，便于企业优化可见光通信系统中的光源性能。同时，示波器 24 具有高分辨率，高带宽和低噪音等优点，保证了测试的准确性。

[0049] 对于第一实施例测试可见光通信系统中光源性能的装置，其测试过程如下：

[0050] 发射阶段：函数发生器 10 输出方波信号，一般可以从 100kHz 的频率开始设置；此

信号作为放大器 11 的输入信号, 经过放大器的成倍数放大从而输出的信号可以满足可变角度光发射支架 13 的工作频率。放大后的信号通过偏置器 12 加载到可变角度光发射支架 13 上, 同时偏置器 12 所加的偏置电流需满足可变角度光发射支架 13 工作所需的电流; 测试过程中的光发射支架 13 的角度可以通过可变角度支架 130 改变, 此支架在 0° -180° 之间不断变换角度可以进行全面的测量, 亦可以选择几种特殊的角度测量。测量的角度可以随实验者需求选择。

[0051] 接收阶段: 发出的光信号 14 通过接收端组件 2 中光电探测器 20 后由光信号转变成电信号, 进而通过滤波器 21, 滤掉了背景噪声等杂散信号。之后, 通过放大器 22 将此接收到的信号放大到示波器 24 和频谱仪 23 的工作范围, 从而可以在上述示波器 24 和频谱仪 23 中显示出此信号。示波器 24 可显示出接收到电信号的时域波形曲线, 测量出响应时间、周期、幅值、峰值电压等参数。同时, 频谱仪 23 也测量到接收到电信号的频率特性, 包括: 响应频率、信号幅值等参数。综合以上两种仪器的参数, 可以得知可见光通信系统中测试光源的电学性能。

[0052] 利用本实施例中的测试可见光通信系统中光源性能的装置, 可以测量出接收到电信号的时域和频域特性, 如: 响应频率、周期、响应时间和信号幅值等参数, 而这些参数直接反映了测试光源 (LED 阵列) 的调制带速率和响应时间等通信性能。通过进行一系列对比试验并分析实验结果参数, 可以找出提高测试光源 (LED 阵列) 调制带宽的方法。相应的光源企业可以根据本测试系统得出的光源性能参数改进 LED 外延制备工艺、芯片工艺或是封装工艺等。

[0053] 至此, 本发明第一实施例测试可见光通信系统中光源性能的装置介绍完毕。以下介绍本发明的另一个实施例。

[0054] 图 4 为根据本发明第二实施例的测试可见光通信系统中光源性能装置的结构框图。该实施例装置与图 1 所示的测试可见光通信系统中光源性能的装置基本类似, 通过相同的参考标记来指代与根据第一实施例的可见光通信测试系统 (图 1) 中的部件类似或相同的部件, 这里对那些部件将不再描述。

[0055] 图 4 所示的装置和图 3 所示的装置区别仅在于: 接收端组件 2 由网络分析仪 25、光电探测器 20 和滤波器 21 组成。本领域技术人员应该知道, 网络分析仪 25 是双端口器件, 本测试系统中利用两个端口形成信号回路。即网络分析仪 25 用于接收滤波器 21 滤波后的电信号, 同时, 其提供光发射支架 13 所需的工作频率和开启电压。此信号作为放大器 11 的输入信号, 经过放大器的成倍数放大从而输出的信号可以满足光发射支架 13 的工作频率。

[0056] 网络分析仪 25 具有高灵敏度、高可靠性和低噪声等优点, 在本实施例中用于测量接收电信号的 3dB 调制带宽。

[0057] 对于第二实施例测试可见光通信系统中光源性能装置, 其测试过程如下:

[0058] 由网络分析仪 25 发出的信号经过放大器 11 后通过偏置器 12 加载到光发射支架 13 上, 同时偏置器 12 所加的偏置电流需满足光发射支架 13 工作所需的电流。发射端组件发出的光信号 14 通过接收端组件 2 中滤波器 21 后, 滤掉了背景噪声等杂散信号直接被光电探测器 20 接收。从而可以在上述网络分析仪 25 中显示出此信号。通过测量可以得出所述接收到电信号的 3dB 带宽、调制频率等参数, 从而得知所述被测光源 (LED 阵列) 电学性能, 这些参数直接反映了可见光通信系统中光源通信性能优劣。最后分析结果用来优化测

试光源（LED 阵列）器件特性。测试过程中的光发射支架 13 的角度可以通过可变角度支架 130 改变，此支架在 0° -180° 之间不断变换角度可以进行全面的测量，亦可以选择几种特殊的角度测量。测量的角度可以随实验者需求选择。

[0059] 至此，本发明第二实施例测试可见光通信系统中光源性能装置介绍完毕。

[0060] 综上所述，本实施例中的测试可见光通信系统中光源性能的装置，可以测量出接收到电信号的时域和频域特性，如：3dB 带宽、响应频率、响应时间和信号幅值等参数，而这些参数直接反映了测试光源（LED 阵列）的调制带宽、通信速率等通信性能。通过进行一系列对比试验并分析实验结果参数，可以找出提高测试光源（LED 阵列）调制带宽的方法。同时，测试过程中使用本发明中的可变角度支架 130 使测试光源与光电探测器之间的角度在 0° -180° 之间不断变换，从而进行测试光源在不同光通量下的性能参数测量。最后，企业可以根据本测试可见光通信系统中光源性能的装置得出的光源性能参数改进 LED 外延制备工艺、芯片工艺或是封装工艺等。

[0061] 以上所述的具体实施例，对本发明的目的、技术方案和有益效果进行了进一步详细说明，所应理解的是，以上所述仅为本发明的具体实施例而已，并不用于限制本发明，凡在本发明的精神和原则之内，所做的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本发明的保护范围之内。

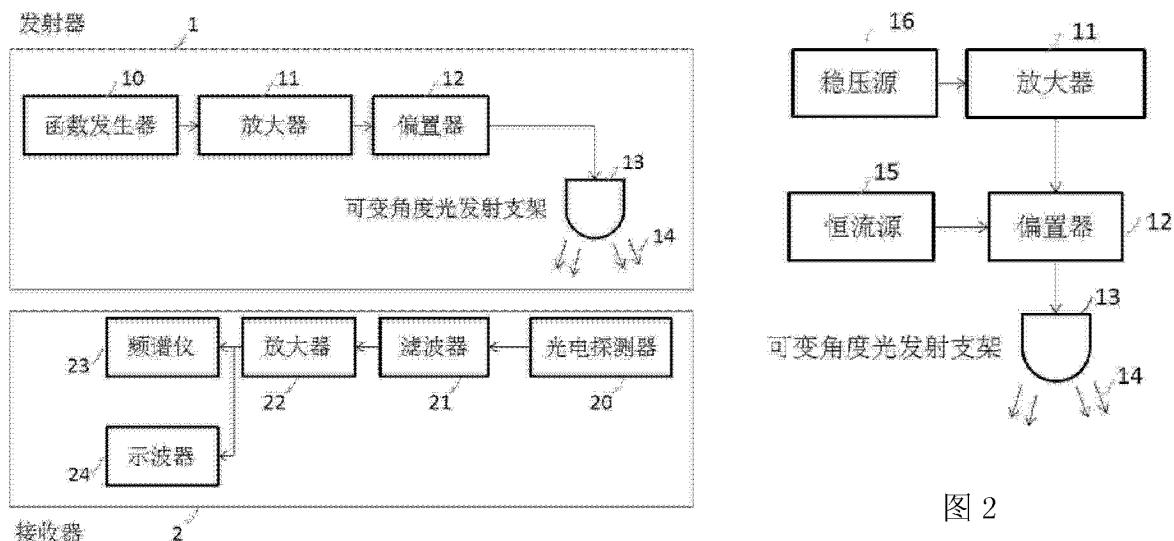


图 2

图 1

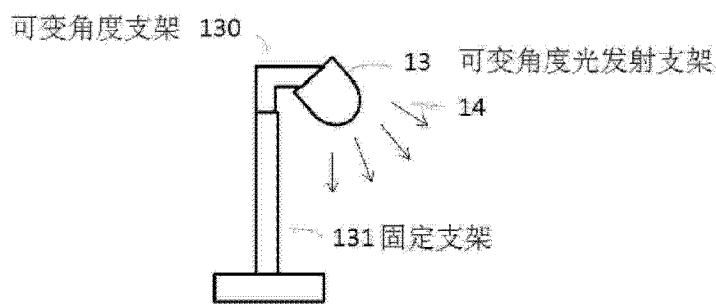


图 3

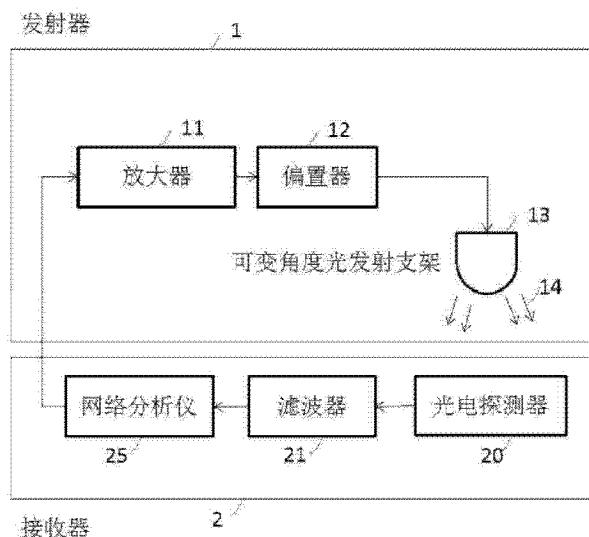


图 4