

荧光天线、光接收机和信号处理方法

本申请要求于 2021 年 06 月 04 日提交国家知识产权局、申请号为 202110626671.9、申请名称为“荧光天线、光接收机和信号处理方法”的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本申请中。

技术领域

本申请涉及光无线通信技术领域，尤其是涉及一种荧光天线、光接收机和信号处理方法。

背景技术

10 现有光无线通信（optical wireless communication, OWC）系统中，光接收机可以基于空分复用，根据不同的空域资源区分不同的光信号，以提高通信速率。

目前，如图 1 所示，光接收机可以包括透镜、光电探测器阵列、跨阻放大器阵列和模数转换器等。不同用户发出的光信号经过透镜后，可以汇聚形成不同的光斑投影至光电探测器阵列，由光电探测器进行光电变换，并将光电转换后的电信号传输至跨阻放大器阵列和模数转换器进行信号处理。但是，光接收机需大规模的光电探测器阵列，如果采用图像传感器作为光电探测器，图像传感器的带宽受限，无法满足高速通信需求，如果采用带宽较大的光电二极管作为光电探测器，需采用封装级或板级集成结构形成光电探测器阵列，实现复杂度较高，光电探测器之间需考虑走线间隔，存在空隙，导致光接收机存在盲区。

20 如图 2 所示，可以将光电探测器阵列替换成荧光收集器和荧光收集器两侧的光电探测器，不同用户发出的光信号经过透镜后，可以汇聚形成不同的光斑投影至荧光收集器，由荧光收集器生成出射光信号，并将出射光信号传输至光电探测器，从而避免采用大规模的光电探测器阵列。

当存在多个光信号时，多个光信号形成的多个光斑在荧光收集器中会生成多个出射光信号，多个出射光信号可以在荧光收集器中全向传输，即每个光电探测器都会收到多个出射光信号，多个出射光信号彼此之间会存在干扰。可以通过降低光信号数量来降低干扰，但是因此也会减少光接收机支持的光信号数量，使得光接收机的空分复用能力受到限制，无法提高通信速率，也无法支持更大规模的多输入多输出（multiple-input multiple-output, MIMO）及上行多用户接入。

发明内容

30 有鉴于此，本申请实施例提供了一种荧光天线、光接收机和信号处理方法，能够提高光接收机支持的光信号数量，增强空分复用能力，提高通信速率，也可以支持更大规模的多输入多输出及上行多用户接入。

第一方面，本申请实施例提供了一种荧光天线，该荧光天线包括一层或多层荧光阵列，荧光阵列包括多个荧光单元，相邻荧光单元之间包括隔离层，荧光单元包括一个或多个荧光区域，隔离层用于隔离相邻荧光单元转换的出射光信号；当荧光天线包括一层荧光阵列时，荧光单元均为荧光区域；或者，当荧光天线包括至少两层荧光阵列时，荧光单元还包括一个或多个透光区域，相邻两层荧光阵列中，第一层荧光阵列的透光区域与第二层荧光阵列的荧光区域交叠，入射光信号通过第一层荧光阵列的透光区域到达第二层荧光阵列的

荧光区域。

基于第一方面，通过在荧光天线的相邻荧光单元之间设置隔离层，可以减少当前荧光单元中泄漏至其他荧光单元的出射光信号，从而降低出射光信号之间的干扰，提高光接收机支持的光信号数量，从而提高空分复用能力，提高通信速率，同时可以有效支持更大规模

5 的 MIMO 及上行多用户接入。

一种可能的设计中，隔离层包括下述一种或多种：高反射层、第一滤波层、介质层；其中，介质层的折射率小于荧光单元的折射率。

基于该可能的设计，隔离层可以是高反射层、第一滤波层、介质层等可以用于隔离相邻荧光单元转换的出射光信号的材料，为隔离相邻荧光单元转换的出射光信号提供了灵活

10 的方案。

一种可能的设计中，荧光单元中，透光区域与荧光区域交替排布。

基于该可能的设计，荧光单元中，透光区域与荧光区域可以交替排布，也可以不用交替排布，为透光区域与荧光区域的排布提供了灵活

一种可能的设计中，当荧光天线包括至少两层荧光阵列时，相邻两层荧光阵列之间包

15 括第二滤波层，第二滤波层用于隔离相邻荧光阵列之间的出射光信号。

基于该可能的设计，相邻两层荧光阵列之间也可以包括滤波层，以减少当前荧光阵列中进入到其相邻的荧光阵列的出射光信号，降低对其相邻的荧光阵列的出射光信号造成的干扰。

一种可能的设计中，荧光单元的每个荧光区域的全部区域填充有荧光材料；当荧光单

20 元的每个荧光区域填充的荧光材料相同时，荧光单元与一个光电探测器连接；当荧光单元中至少两个荧光区域填充的荧光材料不同时，荧光单元与至少两个光电探测器连接。

基于该可能的设计，对于荧光单元的每个荧光区域，可以全部填充有荧光材料，荧光单元的各个荧光区域填充的荧光材料可以相同，也可以不同。当荧光单元的至少两个荧光区域填充的荧光材料不同时，荧光单元可以与至少两个光电探测器连接，以使填充有不同

25 荧光材料的荧光区域转换的出射光信号可以对应不同的光电探测器，从而提高荧光天线支持的光信号数量，提高空分复用能力。

一种可能的设计中，荧光单元的每个荧光区域的部分区域填充有荧光材料；其中，不同的荧光区域填充有荧光材料的区域不同，荧光单元与多个光电探测器连接。

基于该可能的设计，对于荧光单元的每个荧光区域，也可以部分填充有荧光材料，不

30 同的荧光区域填充有荧光材料的区域不同，以使荧光单元基于荧光材料所在的空间层，将部分区域填充有荧光材料的荧光区域转换的出射光信号对应到不同的光电探测器上，从而提高荧光天线支持的光信号数量，提高空分复用能力。

一种可能的设计中，荧光单元的每个荧光区域填充一种或多种荧光材料。

基于该可能的设计，荧光单元的每个荧光区域可以填充一种荧光材料，也可以填充有

35 多种荧光材料。

一种可能的设计中，当荧光单元包括至少两种荧光材料时，第一荧光区域转换的出射光信号的波长大于第二荧光区域转换的出射光信号的波长，其中，第一荧光区域与第二荧光区域填充的荧光材料不同，第一荧光区域距离光电探测器的距离，大于第二荧光区域距离光电探测器的距离，光电探测器为与荧光单元连接的光电探测器。

基于该可能的设计，当荧光单元包括至少两种荧光材料时，荧光材料对应的出射光信号的波长，可以朝远离与荧光单元连接的光电探测器的方向增大，以减少在出射光信号向光电探测器传输的过程中被经过的荧光材料吸收的出射光信号，保证出射光信号的能量。

一种可能的设计中，荧光单元中，第一荧光区域转换的出射光信号的波长，大于第二
5 荧光区域填充的荧光材料的吸收谱。

基于该可能的设计，荧光单元中，远离光电探测器的荧光区域使用的荧光材料对应的出射光信号的波长，可以大于靠近光电探测器的荧光区域使用的荧光材料的吸收谱，从而可以减少在出射光信号向光电探测器传输的过程中被经过的荧光材料吸收的出射光信号，保证出射光信号的能量。

10 第二方面，本申请实施例提供了一种光接收机，包括：透镜、荧光天线、光电探测器阵列；透镜，用于接收入射光信号；通过透镜的入射光信号汇聚在荧光天线上形成光斑；荧光天线，包括一层或多层荧光阵列，荧光阵列包括多个荧光单元，相邻荧光单元之间包括隔离层，荧光单元包括一个或多个荧光区域，隔离层用于隔离相邻荧光单元转换的出射光信号；当荧光天线包括一层荧光阵列时，荧光单元均为荧光区域；或者，当荧光天线包
15 括至少两层荧光阵列时，荧光单元还包括一个或多个透光区域，相邻两层荧光阵列中，第一层荧光阵列的透光区域与第二层荧光阵列的荧光区域交叠，入射光信号通过第一层荧光阵列的透光区域到达第二层荧光阵列的荧光区域；光电探测器阵列，包括多个光电探测器；每个荧光单元与一个或多个光电探测器连接。

基于第二方面，通过在接收机中设置上述荧光天线，可以减少当前荧光单元中泄漏至
20 其他荧光单元的出射光信号，从而降低出射光信号之间的干扰，提高光接收机支持的光信号数量，从而提高空分复用能力，提高通信速率，同时可以有效支持更大规模的 MIMO 及上行多用户接入。另外，当光接收机体积和复杂度受限时，若用波长这一维度去实现多用户接入，终端设备实现复杂度和成本较高，且在多用户接入过程中会存在波长调度开销。而采用空间这个维度去实现上行多用户接收可以改善上述问题，且基于荧光效应的荧光天
25 线对光信号的入射方向不敏感，即对于不同角度的入射光信号接收性能无差别，可以保障多用户移动场景下通信链路保持稳定。

一种可能的设计中，隔离层包括下述一种或多种：高反射层、第一滤波层、介质层；其中，介质层的折射率小于荧光单元的折射率。

基于该可能的设计，隔离层可以是高反射层、第一滤波层、介质层等可以用于隔离相
30 邻荧光单元转换的出射光信号的材料，为隔离相邻荧光单元转换的出射光信号提供了灵活的方案。

一种可能的设计中，荧光单元中，透光区域与荧光区域交替排布。

基于该可能的设计，荧光单元中，透光区域与荧光区域可以交替排布，也可以不用交替排布，为透光区域与荧光区域的排布提供了灵活的方案。

35 一种可能的设计中，当荧光天线包括至少两层荧光阵列时，相邻两层荧光阵列之间包括第二滤波层，第二滤波层用于隔离相邻荧光阵列之间的出射光信号。

基于该可能的设计，相邻两层荧光阵列之间也可以包括滤波层，以减少当前荧光阵列中进入到其相邻的荧光阵列的出射光信号，降低对其相邻的荧光阵列的出射光信号造成的干扰。

一种可能的设计中，荧光单元的每个荧光区域的全部区域填充有荧光材料；当荧光单元的每个荧光区域填充的荧光材料相同时，荧光单元与一个光电探测器连接；当荧光单元中至少两个荧光区域填充的荧光材料不同时，荧光单元与至少两个光电探测器连接。

5 基于该可能的设计，对于荧光单元的每个荧光区域，可以全部填充有荧光材料，荧光单元的各个荧光区域填充的荧光材料可以相同，也可以不同。当荧光单元的至少两个荧光区域填充的荧光材料不同时，荧光单元可以与至少两个光电探测器连接，以使填充有不同荧光材料的荧光区域转换的出射光信号可以对应不同的光电探测器，从而提高荧光天线支持的光信号数量，提高空分复用能力。

10 一种可能的设计中，荧光单元的每个荧光区域的部分区域填充有荧光材料；其中，不同的荧光区域填充有荧光材料的区域不同，荧光单元与多个光电探测器连接。

基于该可能的设计，对于荧光单元的每个荧光区域，也可以部分填充有荧光材料，不同的荧光区域填充有荧光材料的区域不同，以使荧光单元基于荧光材料所在的空间层，将部分区域填充有荧光材料的荧光区域转换的出射光信号对应到不同的光电探测器上，从而提高荧光天线支持的光信号数量，提高空分复用能力。

15 一种可能的设计中，荧光单元的每个荧光区域填充一种或多种荧光材料。

基于该可能的设计，荧光单元的每个荧光区域可以填充一种荧光材料，也可以填充有多种荧光材料。

一种可能的设计中，当荧光单元包括至少两种荧光材料时，第一荧光区域转换的出射光信号的波长大于第二荧光区域转换的出射光信号的波长，其中，第一荧光区域与第二荧光区域填充的荧光材料不同，第一荧光区域距离光电探测器的距离，大于第二荧光区域距离光电探测器的距离，光电探测器为与荧光单元连接的光电探测器。

20 基于该可能的设计，当荧光单元包括至少两种荧光材料时，荧光材料对应的出射光信号的波长，可以朝远离与荧光单元连接的光电探测器的方向增大，以减少在出射光信号向光电探测器传输的过程中被经过的荧光材料吸收的出射光信号，保证出射光信号的能量。

25 一种可能的设计中，荧光单元中，第一荧光区域转换的出射光信号的波长，大于第二荧光区域填充的荧光材料的吸收谱。

30 基于该可能的设计，荧光单元中，远离光电探测器的荧光区域使用的荧光材料对应的出射光信号的波长，可以大于靠近光电探测器的荧光区域使用的荧光材料的吸收谱，从而可以减少在出射光信号向光电探测器传输的过程中被经过的荧光材料吸收的出射光信号，保证出射光信号的能量。

一种可能的设计中，当荧光单元包括至少两种荧光材料时，荧光单元对应至少两种波长的出射光信号。

一种可能的设计中，荧光单元与至少两个光电探测器连接，光电探测器包括第三滤波层；其中，第三滤波层用于允许至少两种波长的出射光信号中的一种出射光信号通过。

35 基于上述两种可能的设计，当荧光单元包括至少两种荧光材料时，荧光单元可以对应至少两种波长的出射光信号，此时，荧光单元可以与多个光电探测器连接，不同光电探测器可以处理不同波长的出射光信号，各个光电探测器可以通过自身的第三滤波层允许自身对应的波长的出射光信号通过并对其进行处理，以使光接收机可以处理不同波长的出射光信号，提高光接收机支持的光信号的数量，提高光接收机对光信号的处理能力。

一种可能的设计中，光接收机还包括聚光器，荧光单元通过聚光器，与荧光单元对应的光电探测器连接。

基于该可能的设计，光接收机还可以通过聚光器对出射光信号进行汇聚，保证出射光信号的能量。

- 5 一种可能的设计中，当荧光单元与至少两个光电探测器连接时，光接收机还包括光栅，荧光单元通过光栅，与荧光单元对应的至少两个光电探测器连接。

基于该可能的设计，光接收机还可以通过光栅将不同波长的出射光信号传输到不同的光电探测器中，以提高光接收机的空分复用能力，提高支持的用户的数量。

- 10 一种可能的设计中，光接收机还包括调整单元，调整单元用于调整入射光信号对应的光斑在荧光天线的位置。

基于该可能的设计，光接收机还可以通过调整单元，调整光斑在荧光天线的位置，缩小多个光斑之间的重叠区域，降低多用户冲突。

- 15 一种可能的设计中，光接收机还包括收发单元和信号处理单元，收发单元分别与光电探测器阵列中的每个光电探测器和调整单元连接，信号处理单元与收发单元连接；收发单元用于接收光电探测器发送的电信号，信号处理单元用于对电信号进行处理，得到处理结果，收发单元还用于将处理结果发送给调整单元；调整单元，还用于根据处理结果调整光斑在荧光天线上的位置。

基于该可能的设计，光接收机的调整单元可以根据信号处理单元的处理结果，调整光斑在荧光天线上的位置，从而缩小多个光斑之间的重叠区域，降低多用户冲突。

- 20 第三方面，本申请实施例提供了一种信号处理方法，该方法应用于光接收机，该方法可以包括：光接收机接收入射光信号，通过透镜将入射光信号汇聚在荧光天线上形成光斑；光接收机通过荧光天线的荧光单元将光斑转换成出射光信号，将出射光信号传输至与荧光单元连接的光电探测器；光接收机通过光电探测器将出射光信号转换成电信号；其中，荧光天线包括一层或多层荧光阵列，荧光阵列包括多个荧光单元，相邻荧光单元之间包括隔离层，荧光单元包括一个或多个荧光区域，隔离层用于隔离相邻荧光单元转换的出射光信号；当荧光天线包括一层荧光阵列时，荧光单元均为荧光区域；或者，当荧光天线包括至少两层荧光阵列时，荧光单元还包括一个或多个透光区域，相邻两层荧光阵列中，第一层荧光阵列的透光区域与第二层荧光阵列的荧光区域交叠，入射光信号通过第一层荧光阵列的透光区域到达第二层荧光阵列的荧光区域。

- 30 基于第三方面，光接收机对入射光信号进行处理时，可以通过荧光天线的相邻荧光单元之间的隔离层，减少当前荧光单元中泄漏至其他荧光单元的出射光信号，从而降低出射光信号之间的干扰，提高光接收机支持的光信号数量，从而提高空分复用能力，提高通信速率，同时可以有效支持更大规模的 MIMO 及上行多用户接入。

- 35 一种可能的设计中，光接收机通过信号处理单元将电信号转换成数字信号，根据数字信号，确定入射光信号对应的一个或多个荧光单元。

基于该可能的设计，光接收机将电信号转换为数字信号，通过对数字信号进行处理，降低处理复杂度，提高信号处理效率。

一种可能的设计中，光接收机通过信号处理单元将相同数字信号对应的荧光单元，确定为同一个入射光信号对应的荧光单元。

基于该可能的设计，当入射光信号对应的光斑占据多个荧光单元时，该多个荧光单元转换成的出射光信号相同，进而出射光信号对应的电信号相同，数字信号也相同，信号处理单元通过对各个数字信号进行对比，可以将数字信号相同的荧光单元确定为同一个入射光信号对应的荧光区域。

5 一种可能的设计中，光接收机通过信号处理单元根据每个荧光单元对应的数字信号的下述一种或多种参数：波形、信噪比和信干噪比，判断每个荧光单元是否存在多用户冲突；其中，多用户冲突为多个入射光信号对应一个数字信号。

一种可能的设计中，当光接收机的荧光单元存在多用户冲突时，光接收机通过调整单元调整荧光单元对应的光斑在荧光天线上的位置。

10 基于上述两种可能的设计，当存在多用户冲突时，光接收机的调整单元可以根据信号处理单元的处理结果，调整光斑在荧光天线上的位置，从而缩小多个光斑之间的重叠区域，降低多用户冲突。

一种可能的设计中，光接收机通过信号处理单元将电信号转换成数字信号，根据数字信号，确定入射光信号对应的一个或多个荧光区域。

15 基于该可能的设计，光接收机将电信号转换为数字信号，通过对数字信号进行处理，降低处理复杂度，提高信号处理效率。

一种可能的设计中，光接收机通过信号处理单元将相同数字信号对应的荧光区域，确定为同一个入射光信号对应的荧光区域。

20 基于该可能的设计，当入射光信号对应的光斑占据多个荧光区域时，该多个荧光区域转换成的出射光信号相同，进而出射光信号对应的电信号相同，数字信号也相同，信号处理单元通过对各个数字信号进行对比，可以将数字信号相同的荧光区域确定为同一个入射光信号对应的荧光区域。

25 一种可能的设计中，光接收机通过信号处理单元根据每个荧光区域对应的数字信号的下述一种或多种参数：波形、信噪比和信干噪比，判断每个荧光区域是否存在多用户冲突；其中，多用户冲突为多个入射光信号对应一个数字信号。

一种可能的设计中，当光接收机的荧光区域存在多用户冲突时，光接收机通过调整单元调整荧光区域对应的光斑在荧光天线上的位置。

30 基于上述两种可能的设计，当存在多用户冲突时，光接收机的调整单元可以根据信号处理单元的处理结果，调整光斑在荧光天线上的位置，从而缩小多个光斑之间的重叠区域，降低多用户冲突。

附图说明

- 图 1 为现有技术提供的一种光接收机的结构示意图；
图 2 为现有技术提供的一种光接收机的结构示意图；
图 3 为本申请实施例提供的一种光无线通信系统的结构示意图；
35 图 4 为本申请实施例提供的一种光无线通信系统的结构示意图；
图 5 为本申请实施例提供的一种荧光天线的结构示意图；
图 6 为本申请实施例提供的一种荧光天线的结构示意图；
图 7 为本申请实施例提供的一种荧光天线的结构示意图；
图 8 为本申请实施例提供的一种荧光天线的结构示意图；

- 图 9 为本申请实施例提供的一种荧光天线的结构示意图；
图 10 为本申请实施例提供的一种荧光天线的结构示意图；
图 11 为本申请实施例提供的一种荧光单元的结构示意图；
图 12 为本申请实施例提供的一种荧光单元的结构示意图；
5 图 13 为本申请实施例提供的一种荧光单元的结构示意图；
图 14 为本申请实施例提供的一种荧光单元的结构示意图；
图 15 为本申请实施例提供的一种荧光单元的结构示意图；
图 16a 为本申请实施例提供的一种光接收机的结构示意图；
图 16b 为本申请实施例提供的一种光接收机的结构示意图；
10 图 17 为本申请实施例提供的一种信号处理方法的流程图；
图 18 为本申请实施例提供的一种信号处理方法的结构示意图；
图 19 为本申请实施例提供的一种信号处理方法的结构示意图；
图 20 为本申请实施例提供的一种信号处理方法的结构示意图；
图 21 为本申请实施例提供的一种信号处理方法的结构示意图。

15 具体实施方式

在描述本申请实施例之前，对本申请实施例涉及的技术术语进行描述。

荧光：指一种光致发光现象。当物质经某种波长的光照射，吸收光能后进入激发态，并且立即退激发并发出与入射光的波长不同的出射光。停止入射光后，发光现象也会消失。具有这种特点的出射光被称之为荧光。

- 20 光无线通信（optical wireless communication, OWC）技术是无线通信技术中的关键领域之一。区别于 5~6GHz、60GHz 以及太赫兹（tera hertz, THz）频段的无线通信系统，光无线通信技术具有可用带宽大、发射天线小、抗电磁干扰等优势。工业界、学术界在室内短距及室外远距通信等场景都有相应的系统方案，并积极开展系统级测试论证及关键技术探索。

- 25 其中，光无线通信系统中的光源及光电探测器可以采用宽带器件，宽带光电探测器有效面积（active area）较小，直径为 μm 量级，可以实现高速光无线通信。示例性的，高速光无线通信系统方案主要可以应用在单用户点对点、单输入单输出（single-input single-output, SISO）通信场景。

- 30 为了进一步的提升光无线通信系统的速率，或者将应用场景拓展至多用户接入，可以利用波长资源或空域资源来满足光无线通信系统的发展需求。但是，对于波长资源，要求光无线通信发射机具有多波长光源用于信号传输，光无线通信系统复杂度及成本较高，尤其对于光无线通信终端设备，在功耗和体积受限的情况下，要求光源波长可控或设置多个不同波长的光源代价较大。利用空域资源则无需光无线通信发射机中的光源具有不同的波长，与利用波长资源的方案相比，简单易实施。因此，充分利用空域资源提升光无线通信系统性能是相对更好的技术路径，可以支持光无线通信系统实现多输入多输出（multiple-input multiple-output, MIMO）以及上行多用户接入。

- 35 与上述光无线通信发射机利用空域资源发射光信号相对应的，光无线通信接收机需可以利用空域资源区分不同的光信号，以将光信号引导至宽带光电探测器，即光无线通信接收机需具备空分复用能力。

上述光无线通信发射机也可以描述为光发射机，上述光无线通信接收机也可以描述为光接收机。

本申请实施例提供了一种荧光天线、光接收机和信号处理方法，其中，荧光天线包括一层或多层荧光阵列，荧光阵列包括多个荧光单元，相邻荧光单元之间包括隔离层，荧光单元包括一个或多个荧光区域，隔离层用于隔离相邻荧光单元转换的出射光信号；当荧光天线包括一层荧光阵列时，荧光单元均为荧光区域；或者，当荧光天线包括至少两层荧光阵列时，荧光单元还包括一个或多个透光区域，相邻两层荧光阵列中，第一层荧光阵列的透光区域与第二层荧光阵列的荧光区域交叠，入射光信号通过第一层荧光阵列的透光区域到达第二层荧光阵列的荧光区域。

本申请实施例中，通过在荧光天线的相邻荧光单元之间设置隔离层，可以减少当前荧光单元中泄漏至其他荧光单元的出射光信号，从而降低出射光信号之间的干扰，提高光接收机支持的光信号数量，从而提高空分复用能力，提高通信速率，同时可以有效支持更大规模的 MIMO 及上行多用户接入。

下面结合说明书附图对本申请实施例的实施方式进行详细描述。

本申请实施例提供了一种光无线通信系统，其中，光无线通信系统可以包括一个或多个光发射机和一个或多个光接收机，光接收机可以包括荧光天线。

其中，光发射机可以调制光信号并输出，光接收机可以接收光发射机发射的入射光信号，并通过荧光天线将入射光信号转换为出射光信号，再进行后续光电转换以及电信号的处理。光发射机可以应用于作为发送端的无线设备，或者也可以是作为发送端的无线设备；光接收机可以应用于作为接收端的无线设备，或者也可以是作为接收端的无线设备。本申请实施例中涉及的无线设备可以是网络设备和/或终端设备，其中网络设备也可以描述为 OWC 网络设备，终端设备也可以描述为 OWC 终端设备。

示例性的，本申请实施例提供的光无线通信系统可以应用于上行多用户接入的应用场景，其中，多个终端设备可以分别通过上行光信号接入到网络设备中。

例如，如图 3 所示，终端设备 1、终端设备 2、终端设备 3 可以分别通过上行光信号接入到网络设备中。

另一种示例中，本申请实施例提供的光无线通信系统也可以应用于点对点 MIMO 应用场景，其中，网络设备与网络设备之间、终端设备与终端设备之间、或者终端设备与网络设备之间均可以进行点对点 MIMO 通信。

例如，如图 4 所示，网络设备 1 与网络设备 2 之间可以进行点对点通信，其中，网络设备 1 与网络设备 2 可以通过多个光信号进行 MIMO 通信。

其中，网络设备可以为基站设备，还可以称为接入网设备或者接入节点（access node, AN），为终端设备提供无线接入服务。接入节点具体可以是长期演进（long term evolution, LTE）系统中的演进型基站（evolutional Node B, 简称：eNB 或 eNodeB），或者是第五代（5th generation, 5G）网络中的基站设备（gNB）、小基站设备、无线访问节点（WiFi AP）、设备到设备（device-to-device, D2D）、车辆外联（vehicle-to-everything, V2X）、机器到机器（machine-to-machine, M2M）通信、物联网（internet of things）通信中承担基站功能的设备等，本申请实施例对此并不限定。

终端设备，又称之为终端、用户设备（user equipment, UE）、移动台（mobile station,

MS)、移动终端(mobile terminal, MT)等,是一种向用户提供语音和/或数据连通性的设备,例如,具有无线连接功能的手持式设备、车载设备等。目前,一些终端的举例为:无线网络摄像头、手机(mobile phone)、平板电脑、笔记本电脑、掌上电脑、移动互联网设备(mobile internet device, MID)、可穿戴设备如智能手表、虚拟现实(virtual reality, VR)

5 设备、增强现实(augmented reality, AR)设备、工业控制(industrial control)中的无线终端、无人驾驶(self driving)中的无线终端、智能电网(smart grid)中的无线终端、运输安全(transportation safety)中的无线终端、智慧城市(smart city)中的无线终端、智慧家庭(smart home)中的无线终端等。

以下对本申请实施例提供的荧光天线、光接收机和信号处理方法进行详细说明。

10 本申请实施例提供了一种荧光天线,其中,荧光天线可以包括一层或多层荧光阵列,每层荧光阵列可以包括多个荧光单元,相邻荧光单元之间可以包括隔离层,每个荧光单元可以包括一个或多个荧光区域,隔离层可以用于隔离相邻荧光单元转换的出射光信号。

其中,荧光区域可以为填充有荧光材料的区域,荧光单元可以基于荧光区域的荧光效应将接收到的入射光信号转换成出射光信号;荧光单元将入射光信号转化成出射光信号也可以描述为荧光单元的荧光区域将入射光信号转换成出射光信号,或者描述为荧光区域将入射光信号转换成出射光信号。

其中,荧光材料可以为能够实现光致发光效应的材料,包括但不限于钙钛矿、量子点、稀土、有机分子等材料。

20 示例性的,可以通过在透明介质材料中掺入荧光材料,以构成荧光区域,其中,透明介质材料可以为聚甲基丙烯酸甲酯(polymethyl methacrylate, PMMA)等透光材料。

一种可能的设计中,当荧光天线包括一层荧光阵列时,荧光单元均为荧光区域。

其中,荧光阵列的荧光单元均为荧光区域也可以描述为在荧光天线的任意位置上接收到的入射光信号均可以被荧光单元转换成出射光信号,或者也可以描述为荧光阵列的荧光区域向某一平面的投影为完整连续无空隙的平面。

25 示例性的,如图5所示,以荧光天线包括一层荧光阵列,如荧光阵列50为例,荧光阵列50可以包括多个荧光单元,图5所示的荧光阵列50中每一行可以为一个荧光单元,如荧光单元501,每个荧光单元的每个区域可以均为荧光区域,如荧光单元501的每个区域可以均为荧光区域5011,相邻的荧光单元之间可以包括隔离层502。

30 其中,在图5所示的荧光天线的任意位置上接收到的入射光信号均可以被荧光单元转换成出射光信号,或者,图5所示的荧光天线的所有荧光区域沿俯视角度的投影为完整连续无空隙的平面。

又一种可能的设计中,当荧光天线包括至少两层荧光阵列时,荧光单元还包括一个或多个透光区域,相邻两层荧光阵列中,第一层荧光阵列的透光区域与第二层荧光阵列的荧光区域交叠,入射光信号通过第一层荧光阵列的透光区域到达第二层荧光阵列的荧光区域。

35 本申请实施例中,相邻两层荧光阵列中,仅限定入射光信号可以通过第一层荧光阵列的透光区域到达第二层荧光阵列的荧光区域,并不限定第一层荧光阵列的透光区域一定对应第二层荧光阵列的荧光区域,例如,当荧光天线包括三层荧光阵列时,第一层荧光阵列的部分透光区域可以与第二层荧光阵列的部分透光区域以及第三层荧光阵列的荧光区域交叠,即入射光信号可以依次经过第一层荧光阵列的透光区域、第二层荧光阵列的透光区

域到达第三层荧光阵列的荧光区域。

其中，透光区域可以填充有透明介质材料，以使入射光信号可以透过透光区域到达其他层荧光阵列，透光区域也可以使荧光区域转换成的出射光信号透过透光区域在该荧光区域所属的荧光单元内传输。

- 5 其中，相邻两层荧光阵列中，第一层荧光阵列的透光区域与第二层荧光阵列的荧光区域交叠也可以描述为在荧光天线的任意位置上接收到的入射光信号至少可以被一层荧光阵列的荧光单元转换成出射光信号，或者也可以描述为至少两层荧光阵列的荧光区域向某一平面的投影为完整连续无空隙的平面。

- 10 其中，每个荧光单元中的透光区域与荧光区域可以交替排布，也可以不交替排布；或者也可以描述为每个荧光单元中的透光区域与荧光区域可以随机排布，但需满足荧光天线的各层荧光阵列的荧光区域向某一平面的投影为完整连续无空隙的平面。

- 15 另外，荧光天线的各层荧光阵列中，每一层荧光阵列的荧光单元可以是横向荧光单元（即每一行为一个荧光单元），也可以是纵向荧光单元（即每一列为一个荧光单元）。另外，还可以预先设置或者根据实际通信场景，设置荧光天线中各个荧光区域和透光区域的体积、大小或数量。

- 20 示例性的，如图6所示，以荧光天线包括两层荧光阵列为例，两层荧光阵列可以包括荧光阵列60和荧光阵列61，每层荧光阵列可以包括多个荧光单元，图6所示的荧光阵列60中每一行可以为一个荧光单元，如荧光单元601，每个荧光单元中透光区域与荧光区域可以交替排布，如透光区域6011与荧光区域6012交替排布，相邻荧光单元之间可以包括隔离层602；荧光阵列61中每一列可以为一个荧光单元，如荧光单元611，每个荧光单元中透光区域与荧光区域可以交替排布，如透光区域6111与荧光区域6112交替排布，相邻荧光单元之间可以包括隔离层612；荧光阵列60的透光区域6011与荧光阵列61的荧光区域6112交叠，以使入射光信号可以从荧光阵列60的透光区域6011到达荧光阵列61的荧光区域6112。

- 25 又一种示例中，如图7所示，以荧光天线包括两层荧光阵列为例，两层荧光阵列可以包括荧光阵列70和荧光阵列71，每层荧光阵列可以包括多个荧光单元，图7所示的荧光阵列70中每一行可以为一个荧光单元，如荧光单元701，每个荧光单元一侧为透光区域，另一侧为荧光区域，如荧光单元中一侧为透光区域7011，另一侧为荧光区域7012，相邻荧光单元之间可以包括隔离层702；荧光阵列71中每一列可以为一个荧光单元，如荧光单元711，每个荧光单元中透光区域与荧光区域可以交替排布，如透光区域7111与荧光区域7112交替排布，相邻荧光单元之间可以包括隔离层712；荧光阵列70的透光区域7011与荧光阵列71的荧光区域7112交叠，以使入射光信号可以从荧光阵列70的透光区域7011到达荧光阵列71的荧光区域7112。

- 30 又一种示例中，如图8所示，以荧光天线包括两层荧光阵列为例，两层荧光阵列可以包括荧光阵列80和荧光阵列81，每层荧光阵列可以包括多个荧光单元，图8所示的荧光阵列80和荧光阵列81中每一行可以为一个荧光单元，如荧光单元801、荧光单元811，每个荧光单元的一侧为多个透光区域，另一侧为多个荧光区域，如荧光阵列80的每个荧光单元中一侧为透光区域8011，另一侧为荧光区域8012，荧光阵列81的每个荧光单元中一侧为透光区域8111，另一侧为荧光区域8112，荧光阵列80中相邻荧光单元之间可以包括隔

隔离层 802, 荧光阵列 81 中相邻荧光单元之间可以包括隔离层 812; 荧光阵列 80 的透光区域 8011 与荧光阵列 81 的荧光区域 8112 交叠, 以使入射光信号可以从荧光阵列 80 的透光区域 8011 到达荧光阵列 81 的荧光区域 8112。

又一种示例中, 如图 9 所示, 以荧光天线包括三层荧光阵列为例, 三层荧光阵列可以包括荧光阵列 90、荧光阵列 91 和荧光阵列 92, 每层荧光阵列可以包括多个荧光单元, 图 9 所示的荧光阵列 90 和荧光阵列 91 中每一行可以为一个荧光单元, 如, 荧光单元 901、荧光单元 911, 荧光阵列 90 和荧光阵列 91 中, 每个荧光单元的荧光区域与透光区域随机排布, 如荧光阵列 90 的每个荧光单元中荧光区域 9012 与透光区域 9011 随机排布, 荧光阵列 91 的每个荧光单元中荧光区域 9112 与透光区域 9111 随机排布, 荧光阵列 90 中相邻荧光单元之间可以包括隔离层 902, 荧光阵列 91 中相邻荧光单元之间可以包括隔离层 912; 荧光阵列 90 的各个透光区域 9011 中, 部分透光区域 9011 与荧光阵列 91 的荧光区域 9112 交叠, 以使入射光信号可以从荧光阵列 90 的透光区域 9011 到达荧光阵列 91 的荧光区域 9112。荧光阵列 92 中每一列可以为一个荧光单元, 如荧光单元 921, 荧光阵列 91 中, 每个荧光单元的透光区域与荧光区域交替排布, 如透光区域 9211 与荧光区域 9212 交替排布, 荧光阵列 91 中相邻荧光单元之间可以包括隔离层 922; 荧光阵列 90 的另外部分透光区域 9011 与荧光阵列 91 的部分透光区域 9111 以及荧光阵列 92 的荧光区域 9212 交叠, 以使入射光信号可以依次经过荧光阵列 90 的透光区域 9011 和荧光阵列 91 的透光区域 9111 到达荧光阵列 92 的荧光区域 9212。

再一种示例中, 如图 10 所示, 以荧光天线包括四层荧光阵列为例, 四层荧光阵列可以包括荧光阵列 100、荧光阵列 101、荧光阵列 102 和荧光阵列 103, 每层荧光阵列可以包括多个荧光单元, 图 10 所示的荧光阵列 100 和荧光阵列 101 中每一行可以为一个荧光单元, 如荧光单元 1001、荧光单元 1011, 荧光阵列 100 和荧光阵列 101 中, 每个荧光单元的荧光区域与透光区域随机排布, 如荧光阵列 100 的每个荧光单元中荧光区域 10012 与透光区域 10011 随机排布, 荧光阵列 101 的每个荧光单元中荧光区域 10112 与透光区域 10111 随机排布, 荧光阵列 100 中相邻荧光单元之间可以包括隔离层 1002, 荧光阵列 101 中相邻荧光单元之间可以包括隔离层 1012。荧光阵列 102 和荧光阵列 103 中每一列可以为一个荧光单元, 如荧光单元 1021、荧光单元 1031, 荧光阵列 102 和荧光阵列 103 中, 每个荧光单元的荧光区域与透光区域随机排布, 如荧光阵列 102 的每个荧光单元中荧光区域 10212 与透光区域 10211 随机排布, 荧光阵列 103 的每个荧光单元中荧光区域 10312 与透光区域 10311 随机排布, 荧光阵列 102 中相邻荧光单元之间可以包括隔离层 1022, 荧光阵列 103 中相邻荧光单元之间可以包括隔离层 1032。荧光阵列 100 的各个透光区域 10011 中, 一部分透光区域 10011 与荧光阵列 101 的荧光区域 10112 交叠, 以使入射光信号可以从荧光阵列 100 的透光区域 10011 到达荧光阵列 101 的荧光区域 10112; 荧光阵列 100 中, 还有一部分透光区域 10011 与荧光阵列 101 的部分透光区域 10111 以及荧光阵列 102 的荧光区域 10212 交叠, 以使入射光信号可以依次经过荧光阵列 100 的透光区域 10011 和荧光阵列 101 的透光区域 10111 到达荧光阵列 102 的荧光区域 10212; 荧光阵列 100 中, 还有另外一部分透光区域 10011 与荧光阵列 101 的部分透光区域 10111、荧光阵列 102 的透光区域 10211 以及荧光阵列 103 的荧光区域 10312 交叠, 以使入射光信号可以依次经过荧光阵列 100 的透光区域 10011、荧光阵列 101 的透光区域 10111、荧光阵列 102 的透光区域 10211 到达荧光阵列 103 的荧光区域 10312。

光阵列 103 的荧光区域 10312。

基于上述图 6 至图 10 任一示例所示的荧光天线，在荧光天线的任意位置上接收到的入射光信号至少可以被一层荧光阵列的荧光单元转换成出射光信号，或者，荧光天线的所有荧光区域沿俯视角度的投影为完整连续无空隙的平面。

- 5 进一步的，当荧光天线包括至少两层荧光阵列时，各个荧光阵列的荧光区域还可以朝某一平面的投影无重叠，从而可以降低某两层荧光阵列的荧光区域发生交叠的情况，更好的利用各个荧光区域，减少荧光区域的浪费。

- 10 上述荧光天线中，隔离层可以用于对荧光单元转换的出射光信号进行隔离，减少当前荧光单元中泄漏至相邻荧光单元的出射光信号，从而降低不同荧光单元转换的出射光信号之间的干扰。

示例性的，隔离层可以包括下述一种或多种：高反射层、第一滤波层、介质层。

其中，第一滤波层可以为介质膜滤波器、光子晶体滤波器等可以实现滤波的器件。介质层的折射率可以小于荧光单元的折射率。

示例性的，隔离层对于出射光信号的隔离程度可以达到第一阈值。

- 15 其中，第一阈值可以是预先设定的，也可以是根据实际通信场景设置的。

例如，第一阈值可以为 50%、80%、95%、100%等。

可选的，隔离层允许入射光信号有效通过。

示例性的，有效通过可以指隔离层允许第二阈值的入射光信号通过当前荧光单元，进入到相邻的荧光单元中。

- 20 其中，第二阈值可以是预先设定的，也可以是根据实际通信场景设置的。

例如，第二阈值可以为 50%、80%、95%、100%等。

可选的，当荧光天线包括至少两层荧光阵列时，相邻两层荧光阵列之间还包括第二滤波层。

- 25 其中，第二滤波层可以用于隔离相邻两层荧光阵列之间的出射光信号，以减少当前荧光阵列中泄漏至相邻荧光阵列的出射光信号，从而降低不同荧光阵列转换的出射光信号之间的干扰。

示例性的，第二滤波层可以为介质膜滤波器、光子晶体滤波器等可以实现滤波的器件。

其中，第二滤波层可以允许入射光信号从当前荧光阵列进入到相邻荧光阵列中，即第二滤波层不对入射光信号进行隔离。

- 30 其中，以入射光信号的传输为依据，先接收到入射光信号的荧光阵列为上层荧光阵列，后接收到入射光信号的荧光阵列为下层荧光阵列，可以在相邻两层荧光阵列中全部设置有第二滤波层，也可以仅在上层荧光阵列的荧光区域的下方设置有第二滤波层，以减少上层荧光区域转换的出射光信号泄漏至下层的荧光阵列的情况，降低上层荧光阵列与下层荧光阵列的出射光信号之间的干扰。

- 35 进一步的，当仅在上层荧光阵列的荧光区域的下方设置有第二滤波层时，还可以将该第二滤波层替换为隔离层，以更好的实现隔离效果。

示例性的，如图 11 中的 (a) 所示，以上层荧光阵列包括纵向荧光单元 1101 为例，纵向荧光单元 1101 可以包括透光区域 11011 和荧光区域 11012；纵向荧光单元 1101 两侧可以设置有隔离层 1102，以降低该纵向荧光单元 1101 转换的出射光信号泄漏至相邻荧光单

元的情况；纵向荧光单元 1101 下方可以设置有第二滤波层 1103，以降低该纵向荧光单元 1101 转换的出射光信号泄漏至下层荧光阵列的情况，入射光信号可以通过该纵向荧光单元 1101 的透光区域 11011 以及透光区域 11011 下方的第二滤波层 1103，进入到下层的荧光阵列中，继而被下层的荧光阵列中的荧光单元转换成出射光信号。

- 5 又一种示例中，如图 11 中的 (b) 所示，以上层荧光阵列包括横向荧光单元 1111 为例，横向荧光单元 1111 可以包括透光区域 11111 和荧光区域 11112；横向荧光单元 1111 两侧可以设置有隔离层 1112，以降低该横向荧光单元 1111 转换的出射光信号泄漏至相邻荧光单元的情况；可以在横向荧光单元 1111 的下方全部设置第二滤波层 1113，以降低该横向荧光单元 1111 转换的出射光信号泄漏至下层荧光阵列的情况，入射光信号可以通过
10 该横向荧光单元 1111 的透光区域 11111 以及透光区域 11111 下方的第二滤波层 1113，进入到下层的荧光阵列中，继而被下层的荧光阵列中的荧光单元转换成出射光信号。

- 又一种示例中，如图 11 中的 (c) 所示，以上层荧光阵列包括纵向荧光单元 1121 为例，纵向荧光单元 1121 可以包括透光区域 11211 和荧光区域 11212；纵向荧光单元 1121 两侧可以设置有隔离层 1122，以降低该纵向荧光单元 1121 转换的出射光信号泄漏至相邻
15 荧光单元的情况；纵向荧光单元 1121 的荧光区域 11212 下方可以设置有第二滤波层 1123，在透光区域 11211 下方不设置第二滤波层 1123，以降低该纵向荧光单元 1121 转换的出射光信号泄漏至下层荧光阵列的情况，同时，入射光信号可以通过该纵向荧光单元 1121 的透光区域 11211，进入到下层的荧光阵列中，继而被下层的荧光阵列中的荧光单元转换成出射光信号。

- 20 再一种示例中，如图 11 中的 (d) 所示，以上层荧光阵列包括横向荧光单元 1131 为例，横向荧光单元 1131 可以包括透光区域 11311 和荧光区域 11312；横向荧光单元 1131 两侧可以设置有隔离层 1132，以降低该横向荧光单元 1131 转换的出射光信号泄漏至相邻荧光单元的情况；可以在横向荧光单元 1131 的荧光区域 11312 下方设置第二滤波层 1133，在透光区域 11311 下方不设置第二滤波层 1133，以降低该横向荧光单元 1131 转换的出射
25 光信号泄漏至下层荧光阵列的情况，同时，入射光信号可以通过该横向荧光单元 1131 的透光区域 11311，进入到下层的荧光阵列中，继而被下层的荧光阵列中的荧光单元转换成出射光信号。

可选的，上述荧光天线中，各个荧光区域部分填充有荧光材料，或者全部填充有荧光材料。

- 30 示例性的，以一个荧光单元为例，如图 12 中的 (a) 所示，该荧光单元中的每个荧光区域可以全部填充有荧光材料；如图 12 中的 (b) 所示，该荧光单元中的每个荧光区域可以部分填充有荧光材料。

可选的，荧光单元的每个荧光区域填充一种或多种荧光材料，不同的荧光区域填充的荧光材料相同或不同。

- 35 示例性的，以一个荧光单元中，各个荧光区域全部填充有一种荧光材料为例，如图 13 中的 (a) 所示，不同的荧光区域填充的荧光材料可以相同，如荧光材料 1；如图 13 中的 (b) 所示，部分荧光区域填充的荧光材料可以相同，如荧光材料 1、荧光材料 2 和荧光材料 3；如图 13 中的 (c) 所示，不同荧光区域填充的荧光材料可以不同，如荧光材料 1、荧光材料 2、荧光材料 4、荧光材料 5、荧光材料 6、荧光材料 7。

又一种示例中，以一个荧光单元中，各个荧光区域全部填充有两种荧光材料为例，如图 14 中的 (a) 所示，不同的荧光区域填充的荧光材料可以相同；如图 14 中的 (b) 所示，部分荧光区域填充的荧光材料可以相同；如图 14 中的 (c) 所示，不同荧光区域填充的荧光材料可以不同。

5 基于上述对每个荧光区域填充的荧光材料的数量的描述，对各个荧光区域部分填充有荧光材料的描述，可以参照上述对各个荧光区域全部填充有荧光材料的相关描述，不予赘述。

上述图 12 至图 14 中是以荧光天线包括至少两层荧光阵列，每层荧光阵列的荧光单元包括透光区域和荧光区域为例，对荧光区域填充的荧光材料进行说明，上述对荧光区域填充的荧光材料的描述同样也适用于荧光天线包括一层荧光阵列，荧光阵列的荧光单元均为荧光区域的场景，不予赘述。

可选的，当一个荧光单元包括至少两种荧光材料时，荧光材料对应的出射光信号的波长，朝以荧光单元为维度，出射光信号的传输方向减小。

其中，当荧光天线用于光接收机中时，荧光天线的各个荧光单元可以将出射光信号传输至光电探测器，以使光电探测器将出射光信号转换为电信号，其中，以荧光单元为维度，出射光信号的传输方向即荧光单元向光电探测器传输出射光信号的方向。

其中，朝出射光信号的传输方向减小也可以描述为朝远离与荧光单元连接的光电探测器的方向增大。

示例性的，以荧光单元包括第一荧光区域和第二荧光区域，第一荧光区域与第二荧光区域填充的荧光材料不同，且第一荧光区域与光电探测器的距离大于第二荧光区域与光电探测器的距离为例，第一荧光区域转换的出射光信号的波长可以大于第二荧光区域转换的出射光信号的波长。

例如，如图 15 所示，以一个荧光单元包括 n 个荧光区域， n 个荧光区域填充有 n 种荧光材料为例，以荧光单元从左向右将出射光信号传输给光电探测器为例，可以将最靠近光电探测器的荧光区域编号为 n ，远离光电探测器的荧光区域编号在 n 的基础上依次减 1，即 $n-1$ 、 $n-2$ 、 $n-3$ 、 $\dots$ 、 2 、 1 ，与荧光区域编号相匹配的，第 n 个荧光区域填充的荧光材料定义为第 n 种荧光材料，第 n 种荧光材料输出的出射光信号的波长为 λ_{out_n} ，第 1 种荧光材料输出的出射光信号的波长为 λ_{out_1} ；其中，通过调整各个荧光区域的荧光材料，以使各个荧光区域的出射光信号的波长满足： $\lambda_{out_1} > \lambda_{out_2} > \lambda_{out_3} > \dots > \lambda_{out_n}$ ，可以保证不同荧光区域转换的出射光信号高效率传输至光电探测器。

例如，以 $n=5$ 为例，5 个荧光区域填充的荧光材料可以分别如下述表 1 所示：

表 1

类别	5	4	3	2	1
钙钛矿 (不同组分)	CsPbCl ₃	CsPb(Br/Cl) ₃	CsPbBr ₃	CsPb(I/Br) ₃	CsPbI ₃
无机量子点 (不同粒径)	PbSe_2nm	PbSe_4nm	PbSe_6nm	PbSe_8nm	PbSe_10nm

荧光天线中，每个荧光区域填充的荧光材料的吸收谱需能够覆盖入射光信号的波长，以使荧光区域可以吸收入射光信号，并将入射光信号转换为出射光信号，即： $\lambda_{in} <$

$\lambda_{\text{abs}_1}, \dots, \lambda_{\text{in}} < \lambda_{\text{abs}_n}$; 其中, λ_{in} 为入射光信号的波长, λ_{abs_n} 为第 n 种荧光材料的吸收谱所覆盖的最长波长。

进一步的, 荧光单元中, 远离光电探测器的荧光区域使用的荧光材料对应的出射光信号的波长, 可以大于靠近光电探测器的荧光区域使用的荧光材料的吸收谱, 从而使得荧光
5 区域的出射光信号在传输过程中可以减少被其他荧光区域重新吸收的情况, 保证出射光信号的能量, 提高传输效率。

示例性的, 以荧光单元包括第一荧光区域和第二荧光区域, 第一荧光区域与第二荧光区域填充的荧光材料不同, 且第一荧光区域与光电探测器的距离大于第二荧光区域与光电探测器的距离为例, 第一荧光区域转换的出射光信号的波长可以大于填充的荧光材料的吸收谱。
10 吸收谱。

例如, 如图 15 所示, $\lambda_{\text{out}_1} > \lambda_{\text{abs}_{2\sim n}}$; $\lambda_{\text{out}_2} > \lambda_{\text{abs}_{3\sim n}}$; $\dots$; $\lambda_{\text{out}_{n-1}} > \lambda_{\text{abs}_n}$; 其中, λ_{out_n} 为第 n 个荧光材料的出射光信号的波长; λ_{abs_n} 为第 n 种荧光材料的吸收谱所覆盖的最长波长。

可选的, 荧光单元利用柔性基底, 通过编织方式实现荧光阵列以及荧光天线。

15 本申请实施例提供的各个图中, 荧光区域对应的图案仅用于区分荧光区域和透光区域, 荧光区域中不同的图案仅用于指示填充的荧光材料不同, 并不代表某种具体的荧光材料。

基于上述图 6 至图 15 任一所示的荧光天线, 通过在荧光天线的相邻荧光单元之间设置隔离层, 可以减少当前荧光单元中泄漏至其他荧光单元的出射光信号, 从而降低出射光信号之间的干扰, 提高光接收机支持的光信号数量, 进而提高空分复用能力, 提高通信速
20 率, 同时可以有效支持更大规模的 MIMO 及上行多用户接入。

基于上述荧光天线, 本申请实施例还提供了一种光接收机, 其中, 如图 16a 或图 16b 所示, 光接收机可以包括: 透镜 1601、荧光天线 1602、光电探测器阵列 1603。

其中, 透镜 1601 可以用于接收入射光信号, 通过透镜 1601 的入射光信号可以汇聚在荧光天线 1602 上形成光斑。

25 示例性的, 透镜 1601 可以为聚光透镜、成像透镜、菲涅尔透镜、超表面透镜、聚光超表面透镜、凸透镜、鱼眼透镜、透镜组等透镜。

其中, 对荧光天线 1602 的描述可以参照上述对荧光天线的描述, 不予赘述。

其中, 光电探测器阵列 1603 可以包括多个光电探测器, 荧光天线 1602 中的每个荧光单元可以与一个或多个光电探测器连接, 光电探测器可以用于将出射光信号转换成电信号。

30 示例性的, 光电探测器可以为雪崩光电二极管 (avalanche photodiode, APD)、PIN 光电二极管 (PIN-PD) 等。

荧光单元与其连接的一个或多个光电探测器可以耦合, 也可以解耦。

一种可能的设计中, 当荧光天线包括一层荧光阵列时, 该荧光阵列的每个荧光单元与一个光电探测器连接。

35 示例性的, 如图 5 所示, 每个荧光单元与一个光电探测器连接, 如荧光单元 501 与光电探测器 503 连接。

又一种可能的设计中, 当荧光天线包括至少两层荧光阵列时, 每层荧光阵列的每个荧光单元与一个光电探测器连接, 如荧光单元 601 与光电探测器 603 连接, 荧光单元 611 与光电探测器 613 连接。

示例性的，如图 6 至图 10 任一所示的荧光天线，每层荧光阵列的每个荧光单元与一个光电探测器连接，如荧光单元 601 与光电探测器 603 连接，荧光单元 611 与光电探测器 613 连接；荧光单元 701 与光电探测器 703 连接，荧光单元 711 与光电探测器 713 连接；荧光单元 801 与光电探测器 803 连接，荧光单元 811 与光电探测器 813 连接；荧光单元 901 与光电探测器 903 连接，荧光单元 911 与光电探测器 913 连接，荧光单元 921 与光电探测器 923 连接；荧光单元 1001 与光电探测器 1003 连接，荧光单元 1011 与光电探测器 1013 连接，荧光单元 1021 与光电探测器 1023 连接，荧光单元 1031 与光电探测器 1033 连接。

又一种可能的设计中，当荧光单元对应一种荧光材料时，若荧光单元的各个荧光区域全部填充有荧光材料，该荧光单元与一个光电探测器连接；若荧光单元的各个荧光区域部分填充有荧光材料，该荧光单元与多个光电探测器连接。

示例性的，如图 12 中的 (a) 所示，该荧光单元可以与一个光电探测器连接。

又一种示例中，当荧光材料没有占满整个荧光区域，如以层状结构的形式分布在荧光区域的某一个平面内，如图 12 中的 (b) 所示，各个荧光区域填充的的荧光材料相同，荧光材料形成一个功能层，在每个荧光区域中的位置不同，各个荧光材料功能层在空间分布上无重叠，此时，荧光单元可以与多个光电探测器连接，不同的光电探测器可以对应不同的荧光材料功能层，如荧光区域 1 至荧光区域 6 分别对应光电探测器 1 至光电探测器 6，以实现空分复用，同时也使得不同的荧光材料功能层转换出的出射光信号对应到不同的光电探测器，降低出射光信号之间的干扰，提高光接收机支持的光信号数量，提高传输效率。

其中，荧光材料功能层可以为结合金 Au 或银 Ag 形成的超表面，可以调控出射光信号方向。

又一种可能的设计中，当荧光单元对应多种荧光材料时，荧光单元与多个光电探测器连接。

其中，填充有不同荧光材料的荧光区域可以对应不同的光电探测器。

示例性的，如图 13 中的 (b) 和 (c) 所示，填充有相同荧光材料的荧光区域可以对应相同的光电探测器，填充有不同荧光材料的荧光区域可以对应不同的光电探测器；如图 13 中的 (b) 可以对应 3 个光电探测器，如图 13 中的 (c) 可以对应 6 个光电探测器。

上述图 12 至图 13 中是以荧光天线包括至少两层荧光阵列，每层荧光阵列的荧光单元包括透光区域和荧光区域为例，对荧光单元连接的光电探测器的数量进行说明，上述对荧光单元连接的光电探测器的数量的描述同样也适用于荧光天线包括一层荧光阵列，荧光阵列的荧光单元均为荧光区域的场景，不予赘述。

可选的，在荧光单元与光电探测器之间设置如图 13 所示的光栅，通过光栅将不同波长的出射光信号传输到不同的光电探测器中，以降低不同波长的出射光信号之间的干扰。

可替换的，在光电探测器中设置第三滤波层。

其中，第三滤波层可以用于允许荧光单元对应的至少两种波长的出射光信号中的一种出射光信号通过。

其中，当荧光单元包括至少两种荧光材料时，荧光单元可以对应至少两种波长的出射光信号，此时，荧光单元可以与至少两个光电探测器连接，通过在该光电探测器上设置第三滤波层，可以通过第三滤波层将该光电探测器对应的波长的出射光信号过滤出来，以使光电探测器对过滤出来的出射光信号进行处理，从而降低不同波长的出射光信号之间的干

扰。

其中，上述光栅与滤波层也可以结合使用。

可选的，上述光接收机还包括聚光器，荧光单元通过聚光器与荧光单元对应的光电探测器连接。

- 5 示例性的，参照上述图 5 至图 10、以及图 12、图 13 中任一所示的荧光天线，荧光天线的荧光单元可以通过聚光器与荧光单元对应的光电探测器连接。

其中，光接收机通过聚光器对出射光信号进行汇聚，可以保证出射光信号的能量。

当荧光单元通过光栅与光电探测器连接时，荧光单元可以依次通过聚光器、光栅与光电探测器连接。

- 10 进一步的，如图 16a 或图 16b 所示，光接收机还可以包括收发单元 1604 和信号处理单元 1605。

其中，收发单元 1604 可以用于接收光电探测器发送的电信号，信号处理单元 1605 可以对该电信号进行处理，得到处理结果，收发单元 1604 还用于发送信号处理单元 1605 生成的处理结果。

- 15 示例性的，收发单元 1604 可以通过 SMA (subminiature version A)、微带线、带状线等接收光电探测器发送的电信号。

示例性的，信号处理单元 1605 可以包括模拟信号处理单元和数字信号处理单元，其中，模拟信号处理单元可以将电信号转换成数字信号，数字信号处理单元可以对数字信号进行进一步的处理，得到处理结果。

- 20 例如，模拟信号处理单元可以为模数转换器 (analog-to-digital converter, ADC)；数字信号处理单元可以为通用或专门的数字逻辑电路，包括但不限于：现场可编程门阵列 (field programmable gate array, FPGA)、专用集成电路 (application-specific integrated circuit, ASIC)、中央处理单元 (central processing unit, CPU) 等。

- 25 示例性的，收发单元 1604 还可以通过串行外设接口 (serial peripheral interface, SPI)、通用输入输出 (general-purpose input/output, GPIO)、串行/并行电路 (serializing/deserializing circuitry, SerDes)、低电压差分信号接口 (low-voltage differential signaling, LVDS) 等接口发送处理结果。

更进一步的，如图 16a 或图 16b 所示，光接收机还可以包括调整单元 1606。

其中，调整单元 1606 可以用于调整透镜汇聚形成的光斑在荧光天线上的位置。

- 30 示例性的，调整单元 1606 可以为可调超表面或空间光调制器或微机电系统 (micro-electro-mechanical systems, MEMS)。

其中，调整单元 1606 还可以与收发单元 1604 连接，以基于下述图 17 所示的信号处理方法，接收收发单元 1604 发送的处理结果，并根据处理结果调整透镜汇聚形成的光斑在荧光天线上的位置。

- 35 本申请实施例的图 16b 仅以荧光天线包括两层荧光阵列为例对光接收机进行说明，图 16b 中的荧光天线还可以为上述实施例中提到的任一荧光天线。

本申请实施例中，通过在接收机中设置上述荧光天线，可以增大光接收机的信号处理能力。另外，当光接收机体积和复杂度受限时，若用波长这一维度去实现多用户接入，终端设备实现复杂度和成本较高，且在多用户接入过程中会存在波长调度开销。而采用空间

这个维度去实现上行多用户接收可以改善上述问题，且基于荧光效应的荧光天线对光信号的入射方向不敏感，即对于不同角度的入射光信号接收性能无差别，可以保障多用户移动场景下通信链路保持稳定。

基于上述对荧光天线和光接收机的描述，如图 17 所示，本申请实施例还提供了一种信号处理方法，其中，该方法可以应用于上述包括荧光天线的光接收机中，该方法可以包括：

步骤 1701、光接收机接收入射光信号，通过透镜将入射光信号汇聚在荧光天线上形成光斑。

其中，光接收机中的透镜可以将一个用户发射的入射光信号在荧光天线上汇聚成一个光斑，也可以将多个用户发射的入射光信号在荧光天线上汇聚成多个离散光斑。

示例性的，以荧光天线包括两层荧光阵列，第一层荧光阵列中每一列为一个荧光单元，可以包括 N 个荧光单元，第二层荧光阵列中每一行为一个荧光单元，可以包括 M 个荧光单元为例，如图 18 和图 19 所示，光接收机中的透镜可以将入射光信号 1 汇聚在第一层荧光阵列上，形成光斑 1，将入射光信号 2 汇聚在第一层荧光阵列上，形成光斑 2，将入射光信号 3 汇聚在第二层荧光阵列上，形成光斑 3。

步骤 1702、光接收机通过荧光天线的荧光单元将光斑转换成出射光信号，将出射光信号传输至与荧光单元连接的光电探测器。

其中，光接收机中的透镜将入射光信号汇聚到荧光天线上之后，可以触发光斑所在的荧光区域基于荧光效应转换成出射光信号，并将出射光信号传输至与光斑所在的荧光单元连接的光电探测器。

示例性的，如图 18 和图 19 所示，以第一层荧光阵列中 N 个荧光单元分别与光电探测器 C_1 、 C_2 、...、 C_N 连接，第二层荧光阵列中 M 个荧光单元分别与光电探测器 R_1 、 R_2 、...、 R_M 连接为例，光斑 1 对应的荧光区域可以基于荧光效应转换成出射光信号，并将出射光信号传输至光电探测器，如 C_5 ；光斑 2 对应的荧光区域可以基于荧光效应转换成出射光信号，并将出射光信号传输至光电探测器，如 C_{12} ；光斑 3 对应的荧光区域可以基于荧光效应转换成出射光信号，并将出射光信号传输至光电探测器，如 R_3 。

步骤 1703、光接收机通过光电探测器将出射光信号转换成电信号。

其中，光接收机中的光电探测器可以基于光电转换将接收到的出射光信号转换成电信号。

示例性的，如图 18 和图 19 所示，光电探测器 C_5 可以将入射光信号 1 对应的出射光信号转换成电信号 1；光电探测器 C_{12} 可以将入射光信号 2 对应的出射光信号转换成电信号 2；光电探测器 R_3 可以将入射光信号 3 对应的出射光信号转换成电信号 3。

如图 18 和图 19 所示，光接收机可同时处理的不同入射光信号的数量为 $M+N$ ，即当 $M+N$ 束入射光信号分别对应 $M+N$ 个荧光单元时，荧光天线可以将 $M+N$ 个入射光信号转换成 $M+N$ 个出射光信号，该 $M+N$ 个出射光信号，因为各个荧光单元之间的隔离层，可以降低出射光信号之间的干扰。

进一步的，如图 17 所示，光接收机还可以根据下述步骤 1704 对电信号进行进一步的处理，以确定各个入射光信号对应的一个或多个荧光单元，进一步的，还可以根据下述步骤 1705，判断各个荧光单元中是否存在多用户冲突。

步骤 1704、光接收机通过信号处理单元将电信号转换成数字信号，根据数字信号，确

定入射光信号对应的一个或多个荧光单元。

其中，当入射光信号汇聚形成的光斑对应一个荧光区域时，信号处理单元可以根据数字信号确定该数字信号对应的光电探测器，将光电探测器连接的荧光单元确定为该入射光信号对应的荧光单元。

5 示例性的，如图 18 和图 19 所示，以入射光信号 1 汇聚形成的光斑 1 对应一个荧光区域为例，该光斑对应的荧光单元可以基于荧光效应生成出射光信号，并将出射光信号传输至光电探测器 C₅，光电探测器 C₅ 将接收到的出射光信号转换成电信号并传输至信号处理单元，信号处理单元将电信号转换成数字信号，根据数字信号可以确定该数字信号是根据光电探测器 C₅ 发送的电信号生成的，进而可以确定入射光信号 1 对应的荧光单元为光电
10 探测器 C₅ 连接的荧光单元。

其中，当入射光信号汇聚形成的光斑对应多个荧光区域时，信号处理单元可以根据数字信号，确定相同数字信号对应的多个光电探测器，进而将多个光电探测器连接的多个荧光单元确定为同一个入射光信号对应的多个荧光单元。

示例性的，如图 20 所示，以入射光信号汇聚形成的光斑为图 20 所示的光斑为例，该
15 光斑对应的四个荧光单元可以基于荧光效应生成四个出射光信号，并将四个出射光信号分别传输至光电探测器 C₄、C₅、R₂、R₃；光电探测器 C₄、C₅、R₂、R₃ 分别接收到四个出射光信号后，可以将四个出射光信号转换成四个电信号，并将四个电信号传输至信号处理单元，信号处理单元将四个电信号转换成四个数字信号，由于四个电信号对应的是同一个入射光信号，所以四个数字信号相同，因此，信号处理单元可以将光电探测器 C₄、C₅、R₂、R₃ 确
20 定为同一个入射光信号对应的光电探测器，进而将该四个光电探测器连接的荧光单元，确定同一个入射光信号对应的四个荧光单元。

基于上述描述，光接收机的信号处理单元还可以根据数字信号确定一个入射光信号是否对应多个荧光单元，当入射光信号对应多个相同的数字信号时，可以确定该入射光信号对应多个荧光单元，当该入射光信号对应一个数字信号时，可以确定该入射光信号对应一个
25 荧光单元。

步骤 1705、光接收机的信号处理单元根据每个荧光单元对应的数字信号，判断每个荧光单元是否存在多用户冲突。

其中，多用户冲突为多个入射光信号对应一个数字信号。

示例性的，光接收机的信号处理单元可以根据每个荧光单元对应的数字信号的下述一
30 种或多种参数：波形、信噪比和信干噪比，确定该数字信号对应的荧光单元是否存在多用户冲突。

例如，当数字信号的波形发生突变时，可以确定该数字信号对应的荧光单元存在多用户冲突；当数字信号的信噪比显著降低时，可以确定该数字信号对应的荧光单元存在多用户冲突；当数字信号的信干噪比显著降低时，可以确定该数字信号对应的荧光单元存在多
35 用户冲突。

示例性的，如图 21 所示，以入射光信号 1 汇聚形成的光斑 1 为图 21 所示的光斑 1，入射光信号 2 汇聚形成的光斑 2 为图 21 所示的光斑 2 为例，该光斑 1 对应的四个荧光单元可以基于荧光效应生成四个出射光信号，并将该四个出射光信号分别传输至光电探测器 C₄、C₅、R₂、R₃；该光斑 2 对应的四个荧光单元可以基于荧光效应生成四个出射光信号，

并将该四个出射光信号分别传输至光电探测器 C₅、C₆、R₂、R₃；其中，由于 C₅、R₂、R₃ 会同时接收到入射光信号 1 对应的出射光信号和入射光信号 2 对应的出射光信号，C₅、R₂、R₃ 可以将入射光信号 1 对应的出射光信号和入射光信号 2 对应的出射光信号转换成一个电信号，信号处理单元将该电信号转换成数字信号，由于该电信号是根据入射光信号 1 对应的出射光信号和入射光信号 2 对应的出射光信号转换的，该电信号转换的数字信号的信噪比或信干噪比会显著降低，或者该数字信号的波形会发生突变，因而可以确定 C₅、R₂、R₃ 对应的荧光单元存在多用户冲突。由于 C₄、C₆ 仅接收到一个入射光信号对应的出射光信号，C₄、C₆ 可以将接收到的一个入射光信号对应的出射光信号转换成一个电信号，信号处理单元将该电信号转换成数字信号，由于该电信号是根据一个入射光信号对应的出射光信号转换的，该电信号转换的数字信号的信噪比或信干噪比不会显著降低，或者该数字信号的波形不会发生突变，因而可以确定 C₄、C₆ 不存在多用户冲突，可以将 C₄ 连接的荧光单元，确定为入射光信号 1 对应的荧光单元，将 C₆ 连接的荧光单元，确定为入射光信号 2 对应的荧光单元。

进一步的，由于光电探测器 C₅、R₂、R₃ 也接收到出射光信号且存在多用户冲突，可以表明光电探测器 C₅、R₂、R₃ 连接的三个荧光单元均接收到多个入射光信号（即表明光电探测器 C₅、R₂、R₃ 连接的三个荧光单元均接收到入射光信号 1 和入射光信号 2），因而也可以将光电探测器 C₅、R₂、R₃ 连接的三个荧光单元确定为入射光信号 1 对应的荧光单元；将光电探测器 C₅、R₂、R₃ 连接的三个荧光单元确定为入射光信号 2 对应的荧光单元。

进一步的，当存在多用户冲突时，还可以根据步骤 1706，调整光斑在荧光天线上的位置，降低多用户冲突。

步骤 1706、当存在多用户冲突时，光接收机中的调整单元调整光斑在荧光天线上的位置，降低多用户冲突。

其中，光接收机的收发单元可以将信号处理单元对数字信号的处理结果发送给调整单元，以使调整单元根据处理结果调整光斑在荧光天线上的位置，缩小多个光斑之间的重叠区域，降低多用户冲突。

示例性的，如图 21 所示，信号处理单元可以将 C₅、R₂、R₃ 存在多用户冲突作为处理结果，并将处理结果通过收发单元发送给调整单元，以使调整单元调整 C₅、R₂、R₃ 对应的光斑的位置，缩小多个光斑之间的重叠区域，降低多用户冲突。

与上述步骤 1704 至 1706 相对应的，当入射光信号对应多个荧光单元时，光接收机还可以基于下述步骤 1707 根据入射光对应的多个荧光单元确定入射光信号对应的一个或多个荧光区域，进一步的，还可以根据下述步骤 1708 确定各个荧光区域是否存在多用户冲突。

步骤 1707、光接收机通过信号处理单元将电信号转换成数字信号，根据数字信号，确定入射光信号对应的一个或多个荧光区域。

其中，光接收机的信号处理单元可以将相同数字信号对应的荧光单元，确定为同一个入射光信号对应的荧光单元，并将同一个入射光信号对应的荧光单元交叠部分的荧光区域确定为该入射光信号对应的荧光区域。

示例性的，如图 20 所示，以入射光信号汇聚形成的光斑为图 20 所示的光斑为例，该光斑对应的四个荧光单元可以基于荧光效应生成四个出射光信号，并将四个出射光信号分

别传输至光电探测器 C₄、C₅、R₂、R₃；光电探测器 C₄、C₅、R₂、R₃ 分别接收到四个出射光信号后，可以将四个出射光信号转换成四个电信号，并将四个电信号传输至信号处理单元，信号处理单元将四个电信号转换成四个数字信号，由于四个出射光信号对应的是同一个入射光信号，所以四个数字信号相同，因此，信号处理单元可以将光电探测器 C₄、C₅、R₂、R₃ 确定为同一个入射光信号对应的光电探测器，并将该四个光电探测器连接的四个荧光单元，确定为入射光信号对应的四个荧光单元，进而将该四个荧光单元交叠部分的荧光区域确定为该入射光信号对应的荧光区域。

步骤 1708、光接收机的信号处理单元根据每个荧光区域对应的数字信号，判断每个荧光区域是否存在多用户冲突。

其中，光接收机的信号处理单元可以根据每个荧光区域对应的数字信号的下述一种或多种参数：波形、信噪比和信干噪比，确定该数字信号对应的荧光区域是否存在多用户冲突。

例如，当数字信号的波形发生突变时，可以确定该数字信号对应的荧光区域存在多用户冲突；当数字信号的信噪比显著降低时，可以确定该数字信号对应的荧光区域存在多用户冲突；当数字信号的信干噪比显著降低时，可以确定该数字信号对应的荧光区域存在多用户冲突。

示例性的，如图 21 所示，以入射光信号 1 汇聚形成的光斑 1 为图 21 所示的光斑 1，入射光信号 2 汇聚形成的光斑 2 为图 21 所示的光斑 2 为例，该光斑 1 对应的四个荧光单元可以基于荧光效应生成四个出射光信号，并将该四个出射光信号分别传输至光电探测器 C₄、C₅、R₂、R₃；该光斑 2 对应的四个荧光单元可以基于荧光效应生成四个出射光信号，并将该四个出射光信号分别传输至光电探测器 C₅、C₆、R₂、R₃；其中，由于 C₅、R₂、R₃ 会同时接收到入射光信号 1 对应的出射光信号和入射光信号 2 对应的出射光信号，C₅、R₂、R₃ 可以将入射光信号 1 对应的出射光信号和入射光信号 2 对应的出射光信号转换成一个电信号，信号处理单元将该电信号转换成数字信号，由于该电信号是根据入射光信号 1 对应的出射光信号和入射光信号 2 对应的出射光信号转换的，该电信号转换的数字信号的信噪比或信干噪比会显著降低，或者该数字信号的波形会发生突变，因而可以确定 C₅、R₂、R₃ 存在多用户冲突。由于 C₄、C₆ 仅接收到一个入射光信号对应的出射光信号，C₄、C₆ 可以将接收到的一个入射光信号对应的出射光信号转换成一个电信号，信号处理单元将该电信号转换成数字信号，由于该电信号是根据一个入射光信号对应的出射光信号转换的，该电信号转换的数字信号的信噪比或信干噪比不会显著降低，或者该数字信号的波形不会发生突变，因而可以确定 C₄、C₆ 不存在多用户冲突，可以将 C₄ 连接的荧光单元，确定为入射光信号 1 对应的荧光单元，将 C₆ 连接的荧光单元，确定为入射光信号 2 对应的荧光单元；由于光电探测器 C₅、R₂、R₃ 也接收到出射光信号且存在多用户冲突，可以表明光电探测器 C₅、R₂、R₃ 连接的三个荧光单元均接收到多个入射光信号（即表明光电探测器 C₅、R₂、R₃ 连接的三个荧光单元均接收到入射光信号 1 和入射光信号 2），因而可以将光电探测器 C₄、C₅、R₂、R₃ 连接的四个荧光单元确定为入射光信号 1 对应的荧光单元，将该四个荧光单元交叠部分的荧光区域确定为入射光信号 1 对应的荧光区域，该四个荧光区域中，光电探测器 C₄ 的荧光区域不存在多用户冲突，光电探测器 C₅、R₂、R₃ 的荧光区域存在多用户冲突；将光电探测器 C₅、C₆、R₂、R₃ 连接的四个荧光单元确定为入射光信号 2 对应的荧光单元，

将该四个荧光单元交叠部分的荧光区域确定为入射光信号 2 对应的荧光区域，该四个荧光区域中，光电探测器 C₆ 的荧光区域不存在多用户冲突，光电探测器 C₅、R₂、R₃ 的荧光区域存在多用户冲突。

进一步的，当存在多用户冲突时，还可以根据步骤 1709，调整光斑在荧光天线上的位置，降低多用户冲突。

步骤 1709、当存在多用户冲突时，光接收机中的调整单元调整光斑在荧光天线上的位置，降低多用户冲突。

其中，光接收机的收发单元可以将信号处理单元对数字信号的处理结果发送给调整单元，以使调整单元根据处理结果调整光斑在荧光天线上的位置，缩小多个光斑之间的重叠区域，降低多用户冲突。

示例性的，如图 21 所示，信号处理单元可以将 C₅、R₂、R₃ 存在多用户冲突作为处理结果，并将处理结果通过收发单元发送给调整单元，以使调整单元调整 C₅、R₂、R₃ 对应的光斑的位置，缩小多个光斑之间的重叠区域，降低多用户冲突。

上述步骤 1707 至步骤 1709 的执行与上述步骤 1704 至步骤 1706 的执行没有必然联系，可以仅执行步骤 1704 至步骤 1706，也可以仅执行步骤 1707 至步骤 1709，也可以均执行步骤 1704 至步骤 1706 和步骤 1707 至步骤 1709；同时步骤 1704 至步骤 1706 的执行与步骤 1707 和步骤 1709 的执行没有先后顺序的限制。

另外，本申请的说明书、权利要求书及附图中的术语“第一”和“第二”等是用于区别不同对象，而不是用于描述特定顺序。此外，术语“包括”和“具有”以及它们任何变形，意图在于覆盖不排他的包含。例如包含了一系列步骤或单元的过程、方法、系统、产品或设备没有限定于已列出的步骤或单元，而是可选地还包括没有列出的步骤或单元，或可选地还包括对于这些过程、方法、产品或设备固有的其它步骤或单元。

应当理解，在本申请中，多层可以指两层或两层以上，多种可以指两种或两种以上，多个可以指两个或两个以上；一层或多层也可以描述为至少一层，一种或多种也可以描述为至少一种，一个或多个也可以描述为至少一个；至少两层（个）是指两层（个）或三层（个）及三层（个）以上，“和/或”，用于描述关联对象的关联关系，表示可以存在三种情况，例如，“A 和/或 B”可以表示：只存在 A，只存在 B 以及同时存在 A 和 B 三种情况，其中 A，B 可以是单数或者复数。字符“/”一般表示前后关联对象是一种“或”的关系。“以下至少一项（个）”或其类似表达，是指这些项中的任意组合，包括单项（个）或复数项（个）的任意组合。例如，a，b 或 c 中的至少一项（个），可以表示：a，b，c，“a 和 b”，“a 和 c”，“b 和 c”，或“a 和 b 和 c”，其中 a，b，c 可以是单个，也可以是多个。

通过以上的实施方式的描述，所属领域的技术人员可以清楚地了解到，为描述的方便和简洁，仅以上述各功能模块的划分进行举例说明，实际应用中，可以根据需要而将上述功能分配由不同的功能模块完成，即将装置的内部结构划分成不同的功能模块，以完成以上描述的全部或者部分功能。

在本申请所提供的几个实施例中，应该理解到，所揭露的装置和方法，可以通过其它的方式实现。例如，以上所描述的装置实施例仅仅是示意性的，例如，所述模块或单元的划分，仅仅为一种逻辑功能划分，实际实现时可以有另外的划分方式，例如多个单元或组

件可以结合或者可以集成到另一个装置，或一些特征可以忽略，或不执行。另一点，所显示或讨论的相互之间的耦合或直接耦合或通信连接可以是通过一些接口，装置或单元的间接耦合或通信连接，可以是电性，机械或其它的形式。

- 5 所述作为分离部件说明的单元可以是或者也可以不是物理上分开的，作为单元显示的部件可以是一个物理单元或多个物理单元，即可以位于一个地方，或者也可以分布到多个不同地方。可以根据实际的需要选择其中的部分或者全部单元来实现本实施例方案的目的。

另外，在本申请各个实施例中的各功能单元可以集成在一个处理单元中，也可以是各个单元单独物理存在，也可以两个或两个以上单元集成在一个单元中。上述集成的单元既可以采用硬件的形式实现，也可以采用软件功能单元的形式实现。

- 10 所述集成的单元如果以软件功能单元的形式实现并作为独立的产品销售或使用时，可以存储在一个可读取存储介质中。基于这样的理解，本申请实施例的技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分或者该技术方案的全部或部分可以以软件产品的形式体现出来，该软件产品存储在一个存储介质中，包括若干指令用以使得一个设备（可以是单片机，芯片等）或处理器（processor）执行本申请各个实施例所述方法的全部或部分步骤。
- 15 而前述的存储介质包括：U 盘、移动硬盘、ROM、RAM、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

权 利 要 求 书

1.一种荧光天线，其特征在于，

所述荧光天线，包括一层或多层荧光阵列，所述荧光阵列包括多个荧光单元，相邻所述荧光单元之间包括隔离层，所述荧光单元包括一个或多个荧光区域，所述隔离层用于隔离相邻所述荧光单元转换的出射光信号；

当所述荧光天线包括一层所述荧光阵列时，所述荧光单元均为所述荧光区域；或者

当所述荧光天线包括至少两层所述荧光阵列时，所述荧光单元还包括一个或多个透光区域，相邻两层所述荧光阵列中，第一层荧光阵列的所述透光区域与第二层荧光阵列的所述荧光区域交叠，入射光信号通过所述第一层荧光阵列的所述透光区域到达所述第二层荧光阵列的所述荧光区域。

2.一种光接收机，其特征在于，包括：透镜、荧光天线、光电探测器阵列；

所述透镜，用于接收入射光信号；通过所述透镜的入射光信号汇聚在所述荧光天线上形成光斑；

所述荧光天线，包括一层或多层荧光阵列，所述荧光阵列包括多个荧光单元，相邻所述荧光单元之间包括隔离层，所述荧光单元包括一个或多个荧光区域，所述隔离层用于隔离相邻所述荧光单元转换的出射光信号；当所述荧光天线包括一层所述荧光阵列时，所述荧光单元均为所述荧光区域；或者，当所述荧光天线包括至少两层所述荧光阵列时，所述荧光单元还包括一个或多个透光区域，相邻两层所述荧光阵列中，第一层荧光阵列的所述透光区域与第二层荧光阵列的所述荧光区域交叠，入射光信号通过所述第一层荧光阵列的所述透光区域到达所述第二层荧光阵列的所述荧光区域；

所述光电探测器阵列，包括多个光电探测器；每个所述荧光单元与一个或多个所述光电探测器连接。

3.根据权利要求1或2所述的荧光天线或光接收机，其特征在于，

所述隔离层包括下述一种或多种：高反射层、第一滤波层、介质层；其中，所述介质层的折射率小于所述荧光单元的折射率。

4.根据权利要求1-3任一项所述的荧光天线或光接收机，其特征在于，

所述荧光单元中，所述透光区域与所述荧光区域交替排布。

5.根据权利要求1-4任一项所述的荧光天线或光接收机，其特征在于，

当所述荧光天线包括至少两层所述荧光阵列时，相邻两层所述荧光阵列之间包括第二滤波层；其中，所述第二滤波层用于隔离相邻两层所述荧光阵列之间的所述出射光信号。

6.根据权利要求1-5任一项所述的荧光天线或光接收机，其特征在于，

所述荧光单元的每个所述荧光区域的全部区域填充有荧光材料；

当所述荧光单元的每个所述荧光区域填充的荧光材料相同时，所述荧光单元与一个光电探测器连接；

当所述荧光单元中至少两个荧光区域填充的荧光材料不同时，所述荧光单元与至少两个光电探测器连接。

7.根据权利要求1-5任一项所述的荧光天线或光接收机，其特征在于，

所述荧光单元的每个所述荧光区域的部分区域填充有荧光材料；其中，不同的荧光区域填充有荧光材料的区域不同，所述荧光单元与多个光电探测器连接。

8.根据权利要求 1-7 任一项所述的荧光天线或光接收机，其特征在于，
所述荧光单元的每个所述荧光区域填充一种或多种荧光材料。

9.根据权利要求 8 所述的光接收机，其特征在于，

5 当所述荧光单元包括至少两种荧光材料时，第一荧光区域转换的出射光信号的波长大于第二荧光区域转换的出射光信号的波长，其中，所述第一荧光区域与所述第二荧光区域填充的荧光材料不同，所述第一荧光区域距离光电探测器的距离，大于所述第二荧光区域距离所述光电探测器的距离，所述光电探测器为与所述荧光单元连接的光电探测器。

10.根据权利要求 9 所述的光接收机，其特征在于，

10 所述荧光单元中，所述第一荧光区域转换的所述出射光信号的波长，大于所述第二荧光区域填充的荧光材料的吸收谱。

11.根据权利要求 8-10 任一项所述的光接收机，其特征在于，

当所述荧光单元包括至少两种荧光材料时，所述荧光单元对应至少两种波长的出射光信号。

12.根据权利要求 11 所述的光接收机，其特征在于，

15 所述荧光单元与至少两个所述光电探测器连接，所述光电探测器包括第三滤波层；其中，所述第三滤波层用于允许所述至少两种波长的出射光信号中的一种出射光信号通过。

13.根据权利要求 2-12 任一项所述的光接收机，其特征在于，

所述光接收机还包括聚光器，所述荧光单元通过所述聚光器，与所述荧光单元对应的光电探测器连接。

20 14.根据权利要求 2-13 任一项所述的光接收机，其特征在于，

当所述荧光单元与至少两个所述光电探测器连接时，所述光接收机还包括光栅，所述荧光单元通过所述光栅，与所述荧光单元对应的至少两个所述光电探测器连接。

15.根据权利要求 2-14 任一项所述的光接收机，其特征在于，

25 所述光接收机还包括调整单元，所述调整单元用于调整所述入射光信号对应的光斑在所述荧光天线的位置。

16.根据权利要求 15 所述的光接收机，其特征在于，

所述光接收机还包括收发单元和信号处理单元，所述收发单元分别与所述光电探测器阵列中的每个所述光电探测器和所述调整单元连接，所述信号处理单元与所述收发单元连接；

30 所述收发单元用于接收所述光电探测器发送的电信号；所述信号处理单元用于对所述电信号进行处理，得到处理结果；所述收发单元，还用于将所述处理结果发送给所述调整单元；

所述调整单元，还用于根据所述处理结果调整所述光斑在所述荧光天线上的位置。

17.一种信号处理方法，其特征在于，所述方法应用于光接收机，所述方法包括：

35 所述光接收机接收入射光信号，通过所述透镜将所述入射光信号汇聚在荧光天线上形成光斑；

所述光接收机通过所述荧光天线的荧光单元将所述光斑转换成出射光信号，将所述出射光信号传输至与所述荧光单元连接的光电探测器；其中，所述荧光天线包括一层或多层荧光阵列，所述荧光阵列包括多个所述荧光单元，相邻所述荧光单元之间包括隔离层，所

述荧光单元包括一个或多个荧光区域，所述隔离层用于隔离相邻所述荧光单元转换的所述出射光信号；当所述荧光天线包括一层所述荧光阵列时，所述荧光单元均为所述荧光区域；或者，当所述荧光天线包括至少两层所述荧光阵列时，所述荧光单元还包括一个或多个透光区域，相邻两层所述荧光阵列中，第一层荧光阵列的所述透光区域与第二层荧光阵列的所述荧光区域交叠，所述入射光信号通过所述第一层荧光阵列的所述透光区域到达所述第二层荧光阵列的所述荧光区域；

所述光接收机通过所述光电探测器将所述出射光信号转换成电信号。

18.根据权利要求 17 所述的方法，其特征在于，

所述光接收机通过其中的信号处理单元将所述电信号转换成数字信号，根据所述数字信号，确定所述入射光信号对应的一个或多个荧光单元。

19.根据权利要求 18 所述的方法，其特征在于，

所述光接收机的所述信号处理单元将相同数字信号对应的荧光单元，确定为同一个入射光信号对应的荧光单元。

20.根据权利要求 18 或 19 所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

所述光接收机的所述信号处理单元根据每个荧光单元对应的数字信号的下述一种或多种参数：波形、信噪比和信干噪比，判断每个所述荧光单元是否存在多用户冲突；其中，所述多用户冲突为多个所述入射光信号对应一个所述数字信号。

21.根据权利要求 20 所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

当所述光接收机的荧光单元存在所述多用户冲突时，所述光接收机通过其中的调整单元调整所述荧光单元对应的光斑在所述荧光天线上的位置。

22.根据权利要求 17-21 任一项所述的方法，其特征在于，

所述光接收机通过其中的信号处理单元将所述电信号转换成数字信号，根据所述数字信号，确定所述入射光信号对应的一个或多个荧光区域。

23.根据权利要求 22 所述的方法，其特征在于，

所述光接收机的所述信号处理单元将相同数字信号对应的荧光区域，确定为同一个入射光信号对应的荧光区域。

24.根据权利要求 22 或 23 所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

所述光接收机的所述信号处理单元根据每个荧光区域对应的数字信号的下述一种或多种参数：波形、信噪比和信干噪比，判断每个所述荧光区域是否存在多用户冲突；其中，所述多用户冲突为多个所述入射光信号对应一个所述数字信号。

25.根据权利要求 24 所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

当所述光接收机的荧光区域存在所述多用户冲突时，所述光接收机通过其中的调整单元调整所述荧光区域对应的光斑在所述荧光天线上的位置。