

# 说明书

## 发明名称: 光发射芯片和光模块

[0001] 本申请要求于2023年12月13日提交中国专利局、申请号为202311707502.3、发明名称为“光发射芯片和光模块”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

[0002] 本发明涉及半导体集成技术领域，尤其涉及一种光发射芯片和光模块。

### 背景技术

[0003] 一般的，光发射芯片的工作过程可以简述为：光源经输入端模斑转换结构耦合进入光发射芯片，后经波导依次传输至分束器、调制器等光芯片上的基本单元或集成器件，最后由输出端模斑转换结构输出。

[0004] 对于光发射芯片的输出端光反射的标准要求为小于-26dB。也就是说，当有光从光发射芯片的输出端反向耦合进入光发射芯片时，即从光发射芯片的输出端往光发射芯片的输入端输入光时，该光的波长满足在中心波长 $\pm 6.5\text{nm}$ 范围内，且为任意偏振态，要求光发射芯片的输出端的光反射小于-26dB。

[0005] 由于光发射芯片输入端耦合的光源一般为水平偏振光，光发射芯片上的集成器件均工作于水平偏振态，所以对于从光发射芯片的输出端反向输入的光，若是水平偏振光，则反射较小；若是竖直偏振光，光发射芯片上的一些基本单元或集成器件则会存在较大的反射。

### 发明内容

[0006] 本发明的目的在于提供一种光发射芯片和光模块，以减小光发射芯片输出端的光反射。

[0007] 为实现上述发明目的之一，本发明一实施方式提供一种光发射芯片，其特征在于，所述光发射芯片沿光信号传输方向包括相互连接的光调制单元和第一耦合单元，所述光调制单元用于将接收的光进行调制后输出，所述第一耦合单元设

置于所述光发射芯片的输出端，用于接收所述光调制单元调制后输出的信号光，并将调制后输出的信号光进行耦合后输出；

[0008] 还包括控制单元，用于当有光从所述第一耦合单元反向传输至所述光调制单元时，所述控制单元至少阻止竖直偏振光向所述光调制单元传输。

[0009] 作为本发明一实施方式的进一步改进，所述控制单元设置于所述光调制单元和所述第一耦合单元之间，所述控制单元仅允许水平偏振光向所述光调制单元传输。

[0010] 作为本发明一实施方式的进一步改进，所述控制单元为起偏器。

[0011] 作为本发明一实施方式的进一步改进，所述控制单元包括偏振分离模块和吸收模块，所述偏振分离模块连接所述光调制单元的输出端和所述第一耦合单元的输入端，所述吸收模块连接于所述偏振分离模块的反向输出端；

[0012] 所述偏振分离模块将从所述第一耦合单元反向传输的水平偏振光输出至所述光调制单元，将从所述第一耦合单元反向传输的其他偏振态的光输出至所述吸收模块，所述吸收模块将接收的光吸收。

[0013] 作为本发明一实施方式的进一步改进，所述控制单元包括偏振分离模块和耗散模块，所述偏振分离模块连接所述光调制单元的输出端和所述第一耦合单元的输入端，所述耗散模块连接于所述偏振分离模块的反向输出端；

[0014] 所述偏振分离模块将从所述第一耦合单元反向传输的水平偏振光输出至所述光调制单元，将从所述第一耦合单元反向传输的其他偏振态的光输出至所述耗散模块，所述耗散模块将接收的光的光功率耗散至0。

[0015] 作为本发明一实施方式的进一步改进，所述偏振分离模块为偏振分离器件或偏振旋转分离器件；

[0016] 当所述偏振分离模块为偏振分离器件时，所述偏振分离模块将从所述第一耦合单元反向传输的竖直偏振光直接输出；

[0017] 当所述偏振分离模块为偏振旋转分离器件时，所述偏振分离模块将从所述第一耦合单元反向传输的竖直偏振光偏振旋转后输出。

[0018] 作为本发明一实施方式的进一步改进，所述吸收模块为锗材料吸收结构。

- [0019] 作为本发明一实施方式的进一步改进，所述耗散模块为损耗波导或PN结吸收结构。
- [0020] 作为本发明一实施方式的进一步改进，所述光发射芯片还包括第二耦合单元，所述第二耦合单元连接所述光调制单元，用于将外界输入光耦合后传输至所述光调制单元。
- [0021] 作为本发明一实施方式的进一步改进，所述第一耦合单元和所述第二耦合单元均为边缘耦合器。
- [0022] 作为本发明一实施方式的进一步改进，所述光调制单元至少包括光调制器和光功率监测单元，所述光调制器连接所述第二耦合单元和所述控制单元，所述光功率监测单元连接于所述光调制器的输出端，用于监测所述光调制器输出端的光功率。
- [0023] 作为本发明一实施方式的进一步改进，所述光发射芯片还包括分束单元，所述分束单元连接所述第二耦合单元的输出端，用于将光斑减小后的耦合光分为至少两路传输，每一路上均连接有光调制单元、控制单元和第一耦合单元。
- [0024] 为实现上述发明目的，本发明提供一种光模块，所述光模块包括所述的光发射芯片。
- [0025] 本发明的有益效果在于：于光发射芯片的输入端和输出端之间设置一控制单元，对于从光发射芯片输出端处反向输入的任意偏振态的光，经过该控制单元后至少能阻止竖直偏振光传输至光调制单元，避免竖直偏振光于光发射芯片内传输而引起光发射芯片输出端较大的光反射。

## 附图说明

- [0026] 图1为本发明一实施方式中的光发射芯片的结构示意图；
- [0027] 图2是本发明一实施方式中的光发射芯片输出端光反射的测试光路结构示意图；
- [0028] 图3是本发明一实施方式中的控制单元的工作过程示意图；
- [0029] 图4是本发明另一实施方式中的光发射芯片的结构示意图；
- [0030] 图5是本发明另一实施方式中的控制单元的工作过程示意图（当偏振分离模块为偏振分离器时）；

[0031] 图6是本发明另一实施方式中的控制单元的工作过程示意图（当偏振分离模块为偏振旋转分离器时）。

## 具体实施方式

[0032] 为使本申请的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合本申请具体实施方式及相应的附图对本申请技术方案进行清楚、完整地描述。显然，所描述的实施方式仅是本申请一部分实施方式，而不是全部的实施方式。基于本申请中的实施方式，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施方式，都属于本申请保护的范围。

[0033] 下面详细描述本发明的实施方式，实施方式的示例在附图中示出，其中自始至终相同或类似的标号表示相同或类似的元件或具有相同或类似功能的元件。下面通过参考附图描述的实施方式是示例性的，仅用于解释本发明，而不能理解为对本发明的限制。

[0034] 本发明提供一种光发射芯片，光发射芯片沿光信号传输方向包括相互连接的光调制单元和第一耦合单元，光调制单元用于将接收的光进行调制后输出，第一耦合单元设置于光发射芯片的输出端，用于接收光调制单元调制后输出的信号光，并将调制后输出的信号光进行耦合后输出；还包括控制单元，用于当有光从第一耦合单元反向传输至光调制单元时，控制单元至少阻止竖直偏振光向光调制单元传输。

[0035] 本发明中光发射芯片可以是集成有光源的调制器芯片，也可以是接收外界输入光的调制器芯片，还可以是与光接收芯片集成在一起的光发射芯片。

[0036] 本实施方式将以接收外界输入光的调制器芯片为例作具体说明，则光发射芯片还包括第二耦合单元，该第二耦合单元连接光调制单元，用于将外界输入光耦合后传输至光调制单元。

[0037] 如图1所示，为本实施方式所提供的一种光发射芯片，从光发射芯片输入端A至光发射芯片输出端B包括依次连接的第二耦合单元100、光调制单元200和第一耦合单元300。

[0038] 第二耦合单元100设置于光发射芯片输入端A，用于将外界输入光耦合后传输至光调制单元200。

- [0039] 在本发明一实施方式中，第二耦合单元100为边缘耦合器，例如模斑转换器。具体的，第二耦合单元100为模斑转换器时，当外界光源设置于光发射芯片输入端A处，与第二耦合单元100作光耦合时，第二耦合单元100接收外界光源的输入光并将该输入光的光斑减小，以使得光斑减小后的耦合光能在光发射芯片上的硅波导和其它光单元或光器件之间传输。
- [0040] 在本发明其他实施方式中，第二耦合单元100也可以为垂直耦合器，例如光栅耦合器等。
- [0041] 本发明对第二耦合单元100的具体耦合器件类型不作限制，可根据实际需求进行设计调整。
- [0042] 光调制单元200的输入端连接第二耦合单元100的输出端，光调制单元200接收光斑减小后的耦合光，并对光斑减小后的耦合光进行调制后输出。
- [0043] 具体的，光调制单元200至少包括光调制器210和光功率监测单元220。光调制器210连接第二耦合单元100和第一耦合单元300。光功率监测单元220连接于光调制器210的输出端，用于监测光调制器210输出端的光功率。
- [0044] 当然，光调制单元200还可以包括与光调制器210连接的波分复用器等功能器件。本发明对该功能器件的类型、数量和设置位置均不作限制，可根据光发射芯片的实际设计需求和应用场景进行设计调整。
- [0045] 第一耦合单元300设置于光发射芯片输出端，与光调制单元200的输出端连接。其用于接收光调制单元200调制后输出的信号光，将调制后输出的信号光进行耦合后输出。
- [0046] 具体的，第一耦合单元300为边缘耦合器，例如模斑转换器。当第一耦合单元300为模斑转换器时，其用于接收光调制单元200调制后输出的信号光，将调制后输出的信号光的光斑放大，并与光发射芯片输出端光纤耦合后输出。
- [0047] 一般的，对于光发射芯片输出端B处的光反射标准要求为小于-26dB。由于光发射芯片输入端A耦合的光源为水平偏振光，且第二耦合单元100、光调制单元200、第一耦合单元300、以及用于光传输的硅波导等光单元均设计为工作于水平偏振态，所以当存在任意偏振态的光从光发射芯片输出端B输入至光发射芯片内

时，第二耦合单元100、光调制单元200、第一耦合单元300、以及用于光传输的硅波导等光单元则对其他偏振态的光（例如竖直偏振光）存在较大的光反射。

[0048] 进一步的，本实施方式中的光发射芯片还包括控制单元400，该控制单元400设置于光调制单元200和第一耦合单元300之间，其用于当有光从第一耦合单元300反向传输至第二耦合单元100时，控制单元400只允许水平偏振光通过或者是阻止竖直偏振光通过。

[0049] 结合图2，当具有任意偏振态的光通过光纤500与第一耦合单元300耦合，具有任意偏振态的光从第一耦合单元300反向传输至光发射芯片中，光经过控制单元400后，控制单元400朝向光调制单元200方向上只传输水平偏振光。控制单元400的设置可避免从光发射芯片输出端反向输入的竖直偏振光在光发射芯片内传输而引起较大的光反射，即在光发射芯片输出端输入的光波长在中心波长 $\pm 6.5\text{nm}$ 范围内，且为任意偏振光时，光发射芯片输出端的光反射可满足小于 $-26\text{dB}$ 的要求。

[0050] 在本发明一实施方式中，控制单元400为起偏器。

[0051] 如图3所示，控制单元400为起偏器时的工作过程，可通过调整起偏器内的波导结构设计，来控制起偏器输出光的偏振态为水平偏振态。

[0052] 在本发明另一实施方式中，如图4所示，控制单元400包括偏振分离模块410和吸收模块420。偏振分离模块410连接光调制单元200的输出端和第一耦合单元300的输入端。吸收模块420连接于偏振分离模块410的反向输出端。

[0053] 偏振分离模块410将从第一耦合单元300反向传输的水平偏振光输出至光调制单元200，将从第一耦合单元300反向传输的其他偏振态的光输出至吸收模块420，吸收模块420将接收的光吸收。

[0054] 具体的，偏振分离模块410为偏振分离器件（PBS）或偏振旋转分离器件（PSR）。

[0055] 当偏振分离模块410为偏振分离器件时，偏振分离模块410将从第一耦合单元300反向传输的竖直偏振光直接输出；当偏振分离模块410为偏振旋转分离器件时，偏振分离模块410将从第一耦合单元300反向传输的竖直偏振光偏振旋转后输出。

- [0056] 结合图5，偏振分离模块410为偏振分离器件时，当具有任意偏振态的光通过光纤500与第一耦合单元300耦合，具有任意偏振态的光从第一耦合单元300反向传输至光发射芯片中时，偏振分离模块410将从第一耦合单元300反向传输的水平偏振光输出至光调制单元200，将从第一耦合单元300反向传输的竖直偏振光直接输出至吸收模块420。吸收模块420将接收的竖直偏振光吸收。从而避免竖直偏振光于光发射芯片内传输，及于光发射芯片输出端B处引起较大的光反射。
- [0057] 结合图6，偏振分离模块410为偏振旋转分离器件时，当具有任意偏振态的光通过光纤500与第一耦合单元300耦合，具有任意偏振态的光从第一耦合单元300反向传输至光发射芯片中时，偏振分离模块410将从第一耦合单元300反向传输的水平偏振光输出至光调制单元200，将从第一耦合单元300反向传输的竖直偏振光进行偏振旋转，偏振旋转后朝吸收模块420输出水平偏振光。吸收模块420将接收的水平偏振光吸收。从而避免竖直偏振光于光发射芯片内传输，及于光发射芯片输出端B处引起较大的光反射。
- [0058] 具体的，吸收模块420为锗材料吸收结构。
- [0059] 在本发明另一实施方式中，控制单元400包括偏振分离模块410和耗散模块420'。偏振分离模块410连接光调制单元200的输出端和第一耦合单元300的输入端。耗散模块420'连接于偏振分离模块410的反向输出端。
- [0060] 偏振分离模块410将从第一耦合单元300反向传输的水平偏振光输出至光调制单元200，将从第一耦合单元300反向传输的其他偏振态的光输出至耗散模块420'，耗散模块420'将接收的光的光功率耗散至0。
- [0061] 具体的，偏振分离模块410为偏振分离器件（PBS）或偏振旋转分离器件（PSR）。
- [0062] 当偏振分离模块410为偏振分离器件时，偏振分离模块410将从第一耦合单元300反向传输的竖直偏振光直接输出；当偏振分离模块410为偏振旋转分离器件时，偏振分离模块410将从第一耦合单元300反向传输的竖直偏振光偏振旋转后输出。
- [0063] 同样的，结合图5，偏振分离模块410为偏振分离器件时，当具有任意偏振态的光通过光纤500与第一耦合单元300耦合，具有任意偏振态的光从第一耦合单元

300反向传输至光发射芯片中时，偏振分离模块410将从第一耦合单元300反向传输的水平偏振光输出至光调制单元200，将从第一耦合单元300反向传输的竖直偏振光直接输出至耗散模块420'，耗散模块420'将接收的竖直偏振光的光功率耗散至0，从而避免竖直偏振光于光发射芯片内传输，而于光发射芯片输出端B处引起较大的光反射。

[0064] 结合图6，偏振分离模块410为偏振旋转分离器件时，当具有任意偏振态的光通过光纤500与第一耦合单元300耦合，具有任意偏振态的光从第一耦合单元300反向传输至光发射芯片中时，偏振分离模块410将从第一耦合单元300反向传输的水平偏振光输出至光调制单元200，将从第一耦合单元300反向传输的竖直偏振光进行偏振旋转，偏振旋转后朝耗散模块420'输出水平偏振光，耗散模块420'将接收的水平偏振光的光功率耗散至0，从而避免竖直偏振光于光发射芯片内传输，而于光发射芯片输出端B处引起较大的光反射。

[0065] 具体的，耗散模块420'为低反射的损耗波导或PN结吸收结构。

[0066] 进一步的，本实施方式中的光发射芯片还包括分束单元600，分束单元600连接第二耦合单元100的输出端，用于将第二耦合单元100输出的耦合光分为至少两路传输，每一路上均连接有光调制单元200、控制单元400和第一耦合单元300。

[0067] 具体的，分束单元600为3dB耦合器，将第二耦合单元100输出的耦合光均分为两路传输，每一传输路径上均连接有光调制单元200、控制单元400和第一耦合单元300。

[0068] 当然，分束单元600也可以设计为多路分束器结构，只需保证每一路传输的光功率满足后续硅基光器件的传输需求即可。

[0069] 进一步的，于分束单元600输出后的每一传输路径上均设置另一光功率监测单元，该另一光功率监测单元连接分束单元600的输出端，用于监测分束单元600每一传输路径上的输出光功率。

[0070] 本发明还提供一种光模块，所述光模块包括如上任意一种实施方式中所述的光发射芯片。

[0071] 综上所述，本发明于光发射芯片输出端模斑转换单元之前设置一控制单元，对于从光发射芯片输出端处反向输入的任意偏振态的光，经过该控制单元后至少

能阻止竖直偏振光传输至光调制单元，避免竖直偏振光于光发射芯片内传输而引起光发射芯片输出端较大的光反射，即在光发射芯片输出端输入的光波长在中心波长 $\pm 6.5\text{nm}$ 范围内，且为任意偏振光时，光发射芯片输出端的光反射均可满足小于 $-26\text{dB}$ 的要求。

- [0072] 应当理解，虽然本说明书按照实施方式加以描述，但并非每个实施方式仅包含一个独立的技术方案，说明书的这种叙述方式仅仅是为清楚起见，本领域技术人员应当将说明书作为一个整体，各实施方式中的技术方案也可以经适当组合，形成本领域技术人员可以理解的其他实施方式。
- [0073] 上文所列出的一系列的详细说明仅仅是针对本发明的可行性实施方式的具体说明，它们并非用以限制本发明的保护范围，凡未脱离本发明技艺精神所作的等效实施方式或变更均应包含在本发明的保护范围之内。

## 权利要求书

- [权利要求 1] 一种光发射芯片，其特征在于，所述光发射芯片沿光信号传输方向包括相互连接的光调制单元和第一耦合单元，所述光调制单元用于将接收的光进行调制后输出，所述第一耦合单元设置于所述光发射芯片的输出端，用于接收所述光调制单元调制后输出的信号光，并将调制后输出的信号光进行耦合后输出；
- 还包括控制单元，用于当有光从所述第一耦合单元反向传输至所述光调制单元时，所述控制单元至少阻止垂直偏振光向所述光调制单元传输。
- [权利要求 2] 根据权利要求1所述的光发射芯片，其特征在于，所述控制单元设置于所述光调制单元和所述第一耦合单元之间，所述控制单元允许水平偏振光向所述光调制单元传输。
- [权利要求 3] 根据权利要求2所述的光发射芯片，其特征在于，所述控制单元为起偏器。
- [权利要求 4] 根据权利要求2所述的光发射芯片，其特征在于，所述控制单元包括偏振分离模块和吸收模块，所述偏振分离模块连接所述光调制单元的输出端和所述第一耦合单元的输入端，所述吸收模块连接于所述偏振分离模块的反向输出端；
- 所述偏振分离模块将从所述第一耦合单元反向传输的水平偏振光输出至所述光调制单元，将从所述第一耦合单元反向传输的其他偏振态的光输出至所述吸收模块，所述吸收模块将接收的光吸收。
- [权利要求 5] 根据权利要求2所述的光发射芯片，其特征在于，所述控制单元包括偏振分离模块和耗散模块，所述偏振分离模块连接所述光调制单元的输出端和所述第一耦合单元的输入端，所述耗散模块连接于所述偏振分离模块的反向输出端；
- 所述偏振分离模块将从所述第一耦合单元反向传输的水平偏振光输出至所述光调制单元，将从所述第一耦合单元反向传输的其他偏振

态的光输出至所述耗散模块，所述耗散模块将接收的光的光功率耗散至0。

- [权利要求 6] 根据权利要求4或5所述的光发射芯片，其特征在于，所述偏振分离模块为偏振分离器件或偏振旋转分离器件；  
当所述偏振分离模块为偏振分离器件时，所述偏振分离模块将从所述第一耦合单元反向传输的竖直偏振光直接输出；  
当所述偏振分离模块为偏振旋转分离器件时，所述偏振分离模块将从所述第一耦合单元反向传输的竖直偏振光偏振旋转后输出。
- [权利要求 7] 根据权利要求4所述的光发射芯片，其特征在于，所述吸收模块为锗材料吸收结构。
- [权利要求 8] 根据权利要求5所述的光发射芯片，其特征在于，所述耗散模块为损耗波导或PN结吸收结构。
- [权利要求 9] 根据权利要求1所述的光发射芯片，其特征在于，所述光发射芯片还包括第二耦合单元，所述第二耦合单元连接所述光调制单元，用于将外界输入光耦合后传输至所述光调制单元。
- [权利要求 10] 根据权利要求9所述的光发射芯片，其特征在于，所述第一耦合单元和所述第二耦合单元均为边缘耦合器。
- [权利要求 11] 根据权利要求9所述的光发射芯片，其特征在于，所述光调制单元至少包括光调制器和光功率监测单元，所述光调制器连接所述第二耦合单元和所述控制单元，所述光功率监测单元连接于所述光调制器的输出端，用于监测所述光调制器输出端的光功率。
- [权利要求 12] 根据权利要求9所述的光发射芯片，其特征在于，所述光发射芯片还包括分束单元，所述分束单元连接所述第二耦合单元的输出端，用于将光斑减小后的耦合光分为至少两路传输，每一路上均连接有光调制单元、控制单元和第一耦合单元。
- [权利要求 13] 一种光模块，其特征在于，所述光模块包括如权利要求1-12任意一项所述的光发射芯片。