



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106980159 A

(43)申请公布日 2017.07.25

(21)申请号 201710131509.3

(22)申请日 2017.03.07

(71)申请人 中国科学院微电子研究所

地址 100029 北京市朝阳区北土城西路3号

(72)发明人 刘丰满 曹立强

(74)专利代理机构 北京汇泽知识产权代理有限公司

11228

代理人 张瑾

(51)Int.Cl.

G02B 6/42(2006.01)

H01L 25/16(2006.01)

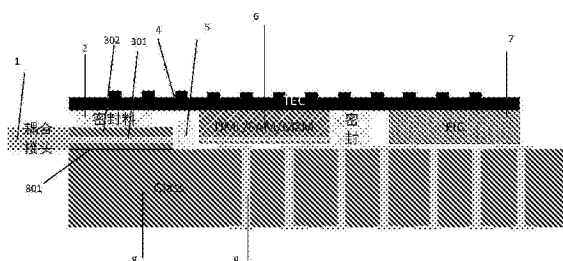
权利要求书1页 说明书5页 附图5页

(54)发明名称

基于光电混合集成的光电模块封装结构

(57)摘要

本发明提供一种基于光电混合集成的光电模块封装结构,包括基板;键合在基板上的平面光子回路载板;连接到平面光子回路载板的光纤连接器;位于平面光子回路载板内并与基板表面平行的第一光波导;位于基板内的垂直互连结构及其焊盘;集成在基板上的透镜、光子器件和电子器件;以及位于光子器件上方的散热装置;其中光子器件与第一光波导耦合。本发明适于板载光模块以及光收发组件,能够减小互连损耗、进行高带宽光互连信号传播,并且能够实现波分复用功能,拓展光电混合集成模块的通道数以及波长。



1. 一种基于光电混合集成的光电模块封装结构,包括基板;键合在所述基板上的平面光子回路载板;连接到所述平面光子回路载板的光纤连接器;位于所述平面光子回路载板内并与所述基板表面平行的第一光波导;位于所述基板内的垂直互连结构及其焊盘;集成在所述基板上的透镜、光子器件和电子器件;以及位于所述光子器件上方的散热装置;其特征在于:

所述光子器件与所述第一光波导耦合。

2. 根据权利要求1所述的光电模块封装结构,其特征在于,所述透镜位于所述光子器件和所述第一光波导之间,所述光子器件通过透镜与所述第一光波导耦合。

3. 根据权利要求2所述的光电模块封装结构,其特征在于,所述光电模块封装结构还包括所述散热装置和所述平面光子回路载板之间、所述散热装置和所述基板之间的密封装置,用于对所述光子器件和所述透镜进行密封。

4. 根据权利要求1所述的光电模块封装结构,其特征在于,所述光子器件还包括位于所述光子器件内部并与所述基板表面平行的第二光波导,所述光子器件通过消逝波与所述第一光波导耦合。

5. 根据权利要求3或4所述的光电模块封装结构,其特征在于,所述光电模块封装结构仅对所述光子器件进行封装,并灵活集成所述电子器件。

6. 根据权利要求3或4所述的光电模块封装结构,其特征在于,所述光电模块封装结构对所述光子器件和所述电子器件进行三维封装。

7. 根据权利要求6所述的光电模块封装结构,其特征在于,所述光子器件和所述电子器件通过玻璃通孔技术或者硅通孔技术在所述基板的垂直方向上堆叠。

8. 根据权利要求3或4所述的光电模块封装结构,其特征在于,所述光电模块封装结构以晶体管外壳罐式封装形式集成在挠性印刷电路板上。

9. 根据权利要求3或4所述的光电模块封装结构,其特征在于,所述光电模块封装结构结合所述基板以及母板封装,形成板上光收发模块。

10. 根据权利要求3或4所述的光电模块封装结构,其特征在于,所述平面光子回路载板通过胶水键合在所述基板上。

11. 根据权利要求3或4所述的光电模块封装结构,其特征在于,所述基板材料为玻璃。

12. 根据权利要求3或4所述的光电模块封装结构,其特征在于,所述光纤连接器为FC型光纤连接器、SC型光纤连接器、ST型光纤连接器、LC型光纤连接器或者MT-RJ型连接器。

13. 根据权利要求3或4所述的光电模块封装结构,其特征在于,所述散热装置为金属或硅制导热板或散热片,或热电制冷装置。

14. 根据权利要求3或4所述的光电模块封装结构,其特征在于,所述光子器件为电吸收调制器、MZM调制器、直接调制激光器或者光发射接收器件。

15. 根据权利要求3或4所述的光电模块封装结构,其特征在于,所述电子器件为所述光子器件的驱动或放大电路。

16. 根据权利要求3或4所述的光电模块封装结构,其特征在于,所述光子器件和所述电子器件通过倒装焊芯片工艺键合到所述基板上,并通过所述平面光子回路载板表面的互连线互连。

基于光电混合集成的光电模块封装结构

技术领域

[0001] 本发明涉及光电子技术领域,尤其涉及一种基于光电混合集成的光电模块封装结构。

背景技术

[0002] 随着科技进步,传统的电学互连在物理性能上的局限性逐渐凸显,下一代互连的传输速率及电学带宽要求逐渐提高,电学互连受到极大限制。在高密度、低功耗的方向上,光学互连应用前景广阔。由于IC特征尺寸越来越小,导致互连引线横截面和线间距的减小,电阻、电容、电感引起的寄生效应越来越影响电路的性能,互连RC延迟成为限制整体信号传播速率的重要原因。克服电学互连带来的损耗以及反射,缩小光子器件和电子器件封装的互连线长度已经成为光电封装的重要问题。

[0003] 在现有技术中,硅基技术基本趋于成熟,基于CMOS集成调制器、激光器、光波导以及光电探测器的芯片间通信技术正被商业化。在单晶硅上用VLSI技术集成调制器、光波导、探测器、光开关等光模块已经可行。通常在板的边缘集成光模块,这种光模块由于物理位置原因,距离芯片的距离较长,损耗较大,互连密度较低。并且,在片外光模块中,通常使用硅光器件以及EAM等器件,虽然其端面耦合对偏振不敏感,能够支持高带宽的光发射器件,但是耦合冗余度大。另外,在现有技术中,通常封装材料使用树脂或陶瓷等,其损耗较高,难以形成对光电模块通道和波长的增益。

[0004] 板载光模块通常采用基于镜片或者有源方式耦合各类电子及光子器件,并使用可插拔光接口与PCB连接,能够减少PCB基板面占用空间、减少信号损失、保证通道高传输能力、快速灵活组装和拆卸、方便使用和更换。近年来,为满足对VLSI集成电路用的低功率、轻型及小型封装的生产技术要求,产生了3D封装技术,在光电混合集成电路小型化方面取得了极大的改进,同时,由于3D封装技术总互连长度更短,系统功耗可降低约30%。板载光模块以及3D封装目前已经成为光电集成电路未来的发展方向。

发明内容

[0005] 本发明提供的基于光电混合集成的光电模块封装结构,能够进行高带宽、低损耗的光互连信号传播。

[0006] 第一方面,本发明提供一种基于光电混合集成的光电模块封装结构,包括基板;键合在所述基板上的平面光子回路载板;连接到所述平面光子回路载板的光纤连接器;位于所述平面光子回路载板内并与所述基板表面平行的第一光波导;位于所述基板内的垂直互连结构及其焊盘;集成在所述基板上的透镜、光子器件和电子器件;以及位于所述光子器件上方的散热装置;其中所述光子器件与所述第一光波导耦合。

[0007] 可选地,上述透镜位于所述光子器件和所述第一光波导之间,所述光子器件通过透镜与所述第一光波导耦合。

[0008] 可选地,上述光电模块封装结构还包括所述散热装置和所述平面光子回路载板之

间、所述散热装置和所述基板之间的密封装置,用于对所述光子器件和所述透镜进行密封。

[0009] 可选地,上述光子器件还包括位于所述光子器件内部并与所述基板表面平行的第二光波导,所述光子器件通过消逝波与所述第一光波导耦合。

[0010] 可选地,上述光电模块封装结构仅对所述光子器件进行封装,并灵活集成所述电子器件。

[0011] 可选地,上述光电模块封装结构对所述光子器件和所述电子器件进行三维封装。

[0012] 可选地,上述光子器件和所述电子器件通过玻璃通孔技术或者硅通孔技术在所述基板的垂直方向上堆叠。

[0013] 可选地,上述光电模块封装结构以晶体管外壳罐式封装形式集成在挠性印刷电路板上。

[0014] 可选地,上述光电模块封装结构结合所述基板以及母板封装,形成板上光收发模块。

[0015] 可选地,上述平面光子回路载板通过胶水键合在所述基板上。

[0016] 可选地,上述基板材料为玻璃。

[0017] 可选地,上述光纤连接器为FC型光纤连接器、SC型光纤连接器、ST型光纤连接器、LC型光纤连接器或者MT-RJ型连接器。

[0018] 可选地,上述散热装置为金属或硅制导热板或散热片,或热电制冷装置。

[0019] 可选地,上述光子器件为电吸收调制器、MZM调制器、直接调制激光器或者光发射接收器件。

[0020] 可选地,上述电子器件为所述光子器件的驱动或放大电路。

[0021] 可选地,上述光子器件和所述电子器件通过倒装焊芯片工艺键合到所述基板上,并通过所述平面光子回路载板表面的互连线互连。

[0022] 本发明实施例提供的基于光电混合集成的光电模块封装结构,适合于板载光模块以及光收发组件,该封装结构支持光学密封封装,采用低损耗材料作为封装材料,支持高频信号传输。同时该封装结构将电子芯片和光子芯片靠近组装,减小了互连损耗。该封装结构集成平面光波导材料,比如玻璃,能够实现波分复用(WDM)功能,拓展光电混合集成模块的通道数以及波长。

附图说明

[0023] 图1示出了光电混合集成结构的示意图;

[0024] 图2示出了仅对光子芯片进行封装的光电混合集成结构的示意图;

[0025] 图3示出了对光子器件和电子器件进行三维封装的光电混合集成结构示意图;

[0026] 图4示出了应用于晶体管外形罐式封装的光电混合集成结构的示意图;

[0027] 图5示出了形成板上光收发模块的光电混合集成结构的示意图;

[0028] 图6示出了具有光子器件波导的光电混合集成结构的示意图;

[0029] 图7示出了对光子器件和电子器件进行三维封装的具有光子器件波导的光电混合集成结构的示意图;

[0030] 图8示出了应用于晶体管外形罐式封装的具有光子器件波导的光电混合集成结构的示意图;

[0031] 图9示出了形成板上光收发模块的具有光子器件波导的光电混合集成结构的示意图。

具体实施方式

[0032] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,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例,都属于本发明保护的范围。

[0033] 图1示出了光电混合集成结构的示意图。其中,1为光纤耦合接头,或者光纤连接器,即接入光模块的光纤接头,可选使用FC型光纤连接器、SC型光纤连接器、ST型光纤连接器、LC型光纤连接器或者MT-RJ型连接器。2为密封材料,用于保护模块中较为敏感的光子器件,可以根据光子器件的使用情况选择使用。该密封材料具有较好的对上部和下部材料良好的粘合性、优良的柔性和优良的耐久性,可以使用紫外线固化或者热固化乙酸乙烯酯含量较高的乙烯-乙酸乙烯酯共聚物,或者由热固性环氧树脂、玻璃浆料等材料而形成。302为平面光子回路(PLC)载板,301为平面光子回路载板内的光波导,诸如基于硅、砷化镓、玻璃等基片制成的平面介质光波导、薄膜或带状波导、波导阵列、阵列波导光栅(AWG)或稀疏波分复用器(CWDM)等波导器件。4为散热装置,例如通过增加铜箔层或是散热通孔来增强效果的金属或硅制导热板或散热片,或热电制冷(TEC)装置等。5为透镜,特别是利用半导体器件本身形成的集成透镜,用于镜片准直、聚焦和模场匹配,从而在光电模块和光纤之间获得最大耦合。6为光子器件,例如电吸收调制器(EAM)、MZM调制器、直接调制激光器(DML)或者光发射接收器件。在光电混合集成结构中,光子器件6的波导端面经过透镜5和PLC光波导器件耦合,尺寸和光纤模场匹配的PLC光波导器件可以集成光波分复用/解复用的功能,也可以是平行的波导阵列,与外界通过耦合接头与光纤进行耦合。7为电子器件,如光子器件的驱动或者接收的放大电路。光子器件6和电子器件7可以通过倒装焊芯片工艺键合到玻璃基板上,而且可以通过玻璃基板上表面的互连线互连。8为玻璃基板,平面光子回路(PLC)载板302和玻璃基板8通过键合的层801键合,801可以为胶水,9为垂直互连结构以及相连接的焊盘。

[0034] 进一步地,如图2所示,光电混合集成结构可以仅对光子芯片进行封装,用于和电子器件灵活集成。2为密封材料,302为平面光子回路(PLC)载板,301为平面光子回路载板内的光波导,4为散热装置,5为透镜,6为光子器件,8为玻璃基板,平面光子回路(PLC)载板302和玻璃基板8通过胶水层801键合,9为垂直互连结构以及相连接的焊盘。

[0035] 进一步地,如图3所示,光电混合集成结构可以对光子器件和电子器件进行3D封装,3D封装能够使得该光电混合集成电路小型化。302为平面光子回路(PLC)载板,301为平面光子回路载板内的光波导,4为散热装置,5为透镜,6为光子器件,7为电子器件,8为玻璃基板,平面光子回路(PLC)载板302和玻璃基板8通过胶水层801键合,9为垂直互连的结构以及相连接的焊盘。优选的,电子器件7和光子器件6封装于玻璃基板的z轴方向,且在z轴方向电子器件封装于光子器件上方。另外,可以根据集成结构的功能需求决定是否需要进行光子器件6和电子器件7进行密封操作。优选的,可以通过玻璃通孔技术(TGV)或者硅通孔技术(TSV)实现光子器件和电子器件在垂直方向上的堆叠。

[0036] 进一步地,如图4所示,302为平面光子回路(PLC)载板,301为平面光子回路载板内的光波导,4为散热装置,5为透镜,6为光子器件,7为电子器件,8为玻璃基板,平面光子回路(PLC)载板302和玻璃基板8通过胶水层801键合,9为垂直互连的结构以及相连接的焊盘。该光电混合集成结构可以应用在TO-CAN封装中,需要和挠性印刷电路板(FPCB)10集成。FPCB可以是S/sFPCB、D/sFPCB、MLFPCB、RIGID-FPC等。

[0037] 进一步地,如图5所示,2为密封材料,302为平面光子回路(PLC)载板,301为平面光子回路载板内的光波导,4为散热装置,5为透镜,6为光子器件,7为电子器件,8为玻璃基板,平面光子回路(PLC)载板302和玻璃基板8通过胶水层801键合,9为垂直互连的结构以及相连接的焊盘。该光电混合集成模块中的电子器件7和光子器件6可集成接收与发送功能,该光电混合集成模块可以结合基板的栅格阵列(LGA)封装以及母板11的socket封装,形成板上光收发模块。

[0038] 图6所示,1为光纤耦合接头,或者光纤连接器,即接入光模块的光纤接头,可选使用FC型光纤连接器、SC型光纤连接器、ST型光纤连接器、LC型光纤连接器或者MT-RJ型连接器。20为光子器件波导;302为平面光子回路(PLC)载板,301为平面光子回路载板内的光波导,诸如基于硅、砷化镓、玻璃等基片制成的平面介质光波导、薄膜或带状波导、波导阵列、阵列波导光栅(AWG)或稀疏波分复用器(CWDM)等波导器件。4为散热装置,例如通过增加铜箔层或是散热通孔来增强效果的金属或硅制导热板或散热片,或热电制冷(TEC)装置等。5为透镜,特别是利用半导体器件本身形成的集成透镜,用于模场匹配,从而在光电模块和光纤之间获得最大耦合。6为光子器件,例如电吸收调制器(EAM)、MZM调制器、直接调制激光器(DML)或者光发射接收器件。在光电混合集成结构中,光子器件6的波导端面经过消逝波耦合到平面光子回路(PLC)载板302内的光波导301。PLC光波导301可以集成光波分复用/解复用的功能,也可以是平行的波导阵列,与外界通过耦合接头与光纤进行耦合。根据光子器件6的特性,或者后续使用需求,可以选择对光子器件6进行密封或者非密封,密封材料应具有较好的对上部和下部材料良好的粘合性、优良的柔性和优良的耐久性,可以使用紫外线固化或者热固化乙酸乙烯酯含量较高的乙烯-乙酸乙烯酯共聚物,或者由热固性环氧树脂、玻璃浆料等材料而形成。7为电子器件,如光子器件的驱动或者接收的放大电路。光子器件6和电子器件7可以通过倒装焊芯片工艺键合到玻璃基板上,而且可以通过玻璃基板上表面的互连线互连。8为玻璃基板,平面光子回路(PLC)载板302和玻璃基板8通过键合的层801键合,801可以为胶水,9为垂直互连的结构以及相连接的焊盘。

[0039] 进一步地,如图7所示,可以对光子器件和电子器件进行3D封装,3D封装能够使得该光电混合集成电路小型化。20为光子器件波导,302为平面光子回路(PLC)载板,301为平面光子回路载板内的光波导,4为散热装置,5为透镜,6为光子器件,7为电子器件,8为玻璃基板,平面光子回路(PLC)载板302和玻璃基板8通过键合的层801键合,801可以为胶水,9为垂直互连的结构以及相连接的焊盘。优选的,电子器件7和光子器件6封装于玻璃基板的z轴方向,且在z轴方向电子器件7封装于光子器件6下方。另外,可以根据集成结构的功能需求决定是否需要进行光子器件6和电子器件7进行密封操作。优选的,可以通过玻璃通孔技术(TGV)或者硅通孔技术(TSV)实现光子器件和电子器件在垂直方向上的堆叠。

[0040] 进一步地,如图8所示,20为光子器件波导,302为平面光子回路(PLC)载板,301为平面光子回路载板内的光波导,4为散热装置,5为透镜,6为光子器件,7为电子器件,8为玻

璃基板,平面光子回路(PLC)载板302和玻璃基板8通过键合的层801键合,801可以为胶水,9为垂直互连的结构以及相连接的焊盘。该光电混合集成结构可以应用在TO-CAN封装中,需要和挠性印刷电路板(FPCB)10集成。FPCB可以是S/sFPCB、D/sFPCB、MLFPCB、RIGID-FPC等。

[0041] 进一步地,如图9所示,20为光子器件波导,302为平面光子回路(PLC)载板,301为平面光子回路载板内的光波导,4为散热装置,5为透镜,6为光子器件,7为电子器件,8为玻璃基板,平面光子回路(PLC)载板302和玻璃基板8通过键合的层801键合,801可以为胶水,9为垂直互连的结构以及相连接的焊盘。该光电混合集成模块中的电子器件7和光子器件6可集成接收与发送功能,该光电混合集成模块可以结合基板的栅格阵列(LGA)封装以及 motherboard 11的 socket 封装,形成板上光收发模块。

[0042] 本发明的实施例所提供的基于光电混合集成的光电模块封装结构,适合于板载光模块以及光收发组件,该封装结构支持光学密封封装,采用低损耗材料作为封装材料,支持高频信号传输。同时该封装结构将电子芯片和光子芯片靠近组装,减小了互连损耗。该封装结构集成平面光波导材料,比如玻璃,能够实现波分复用(WDM)功能,拓展光电混合集成模块的通道数以及波长。

[0043] 以上所述,仅为本发明的具体实施方式,但本发明的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内,可轻易想到的变化或替换,都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此,本发明的保护范围应该以权利要求的保护范围为准。

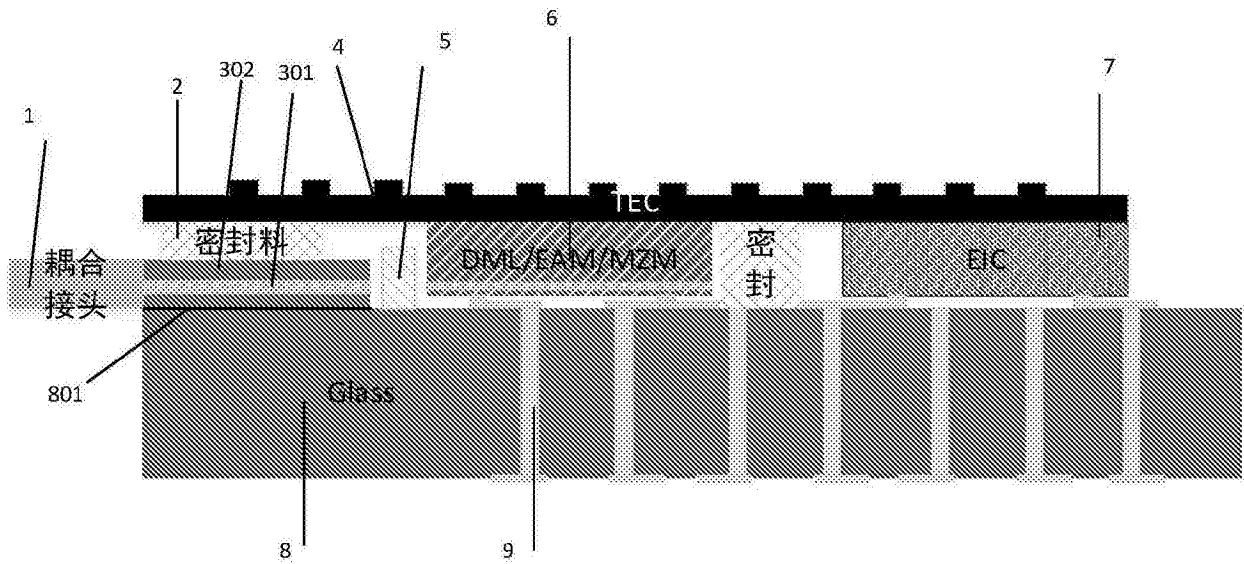


图1

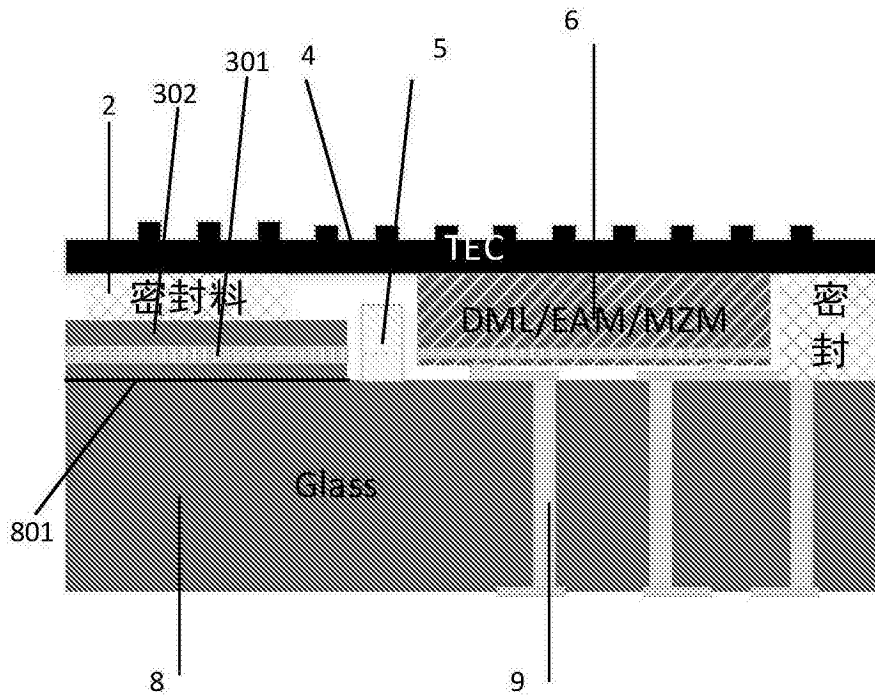


图2

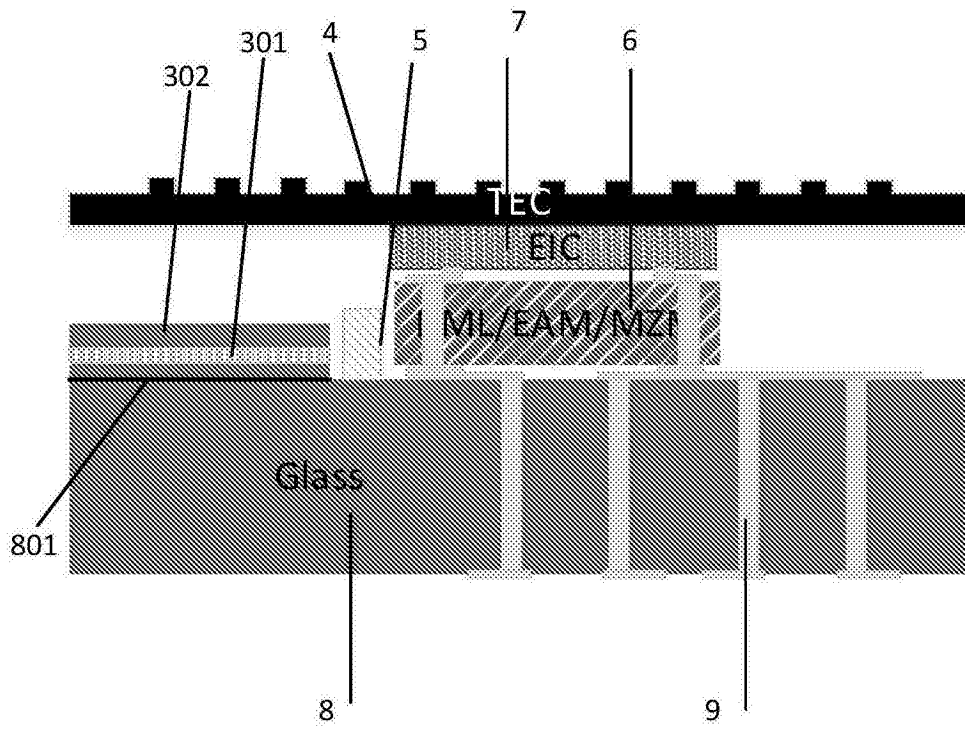


图3

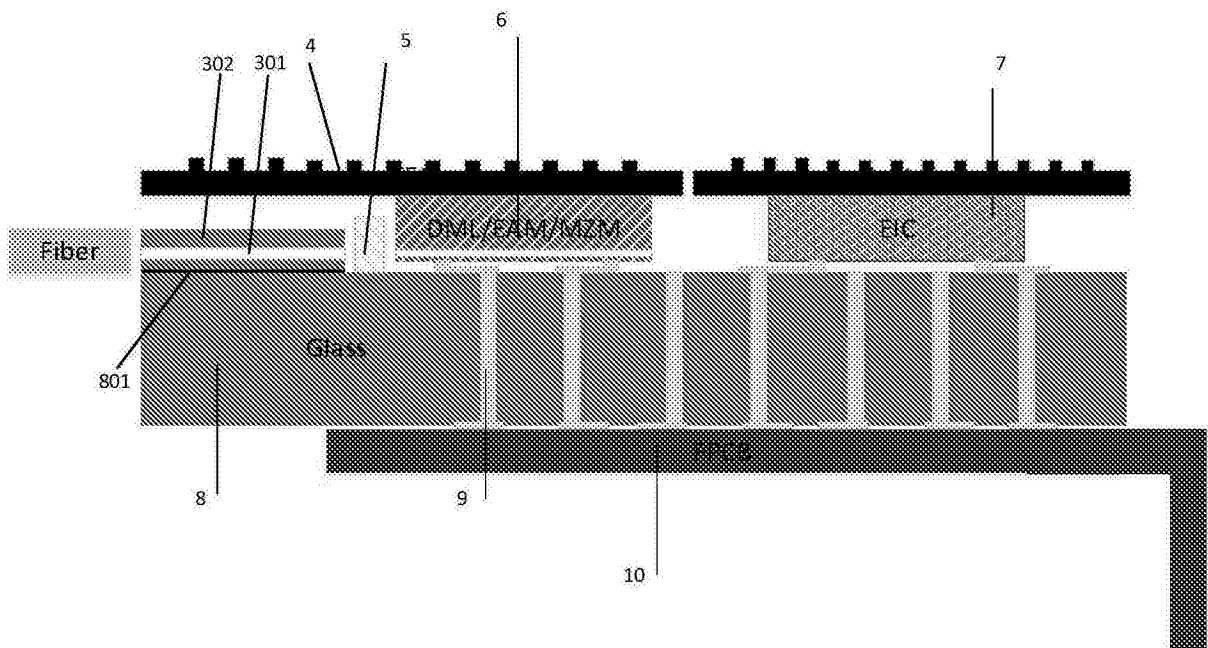


图4

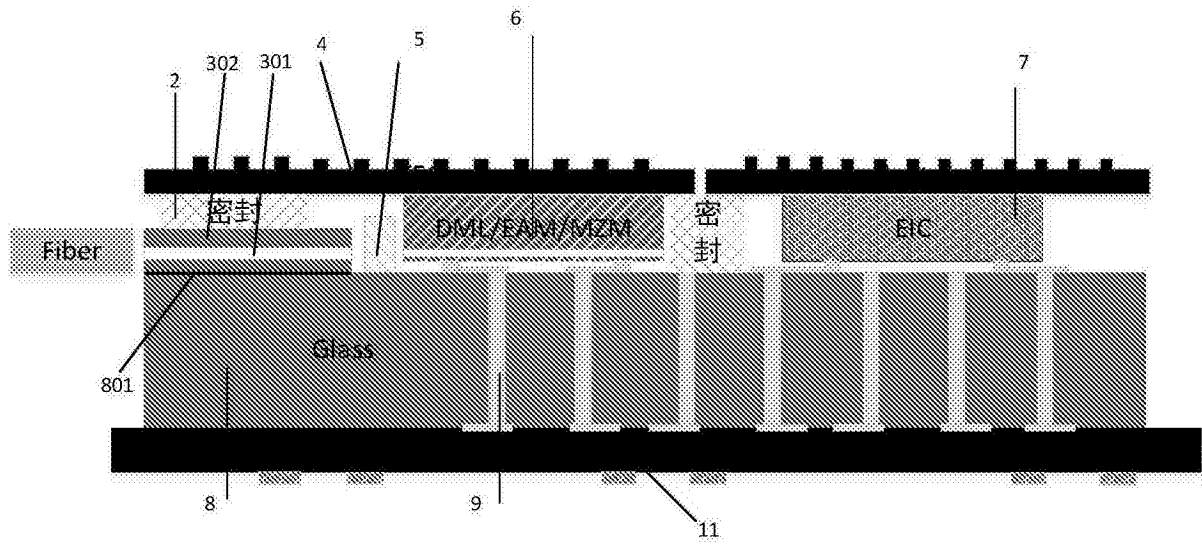


图5

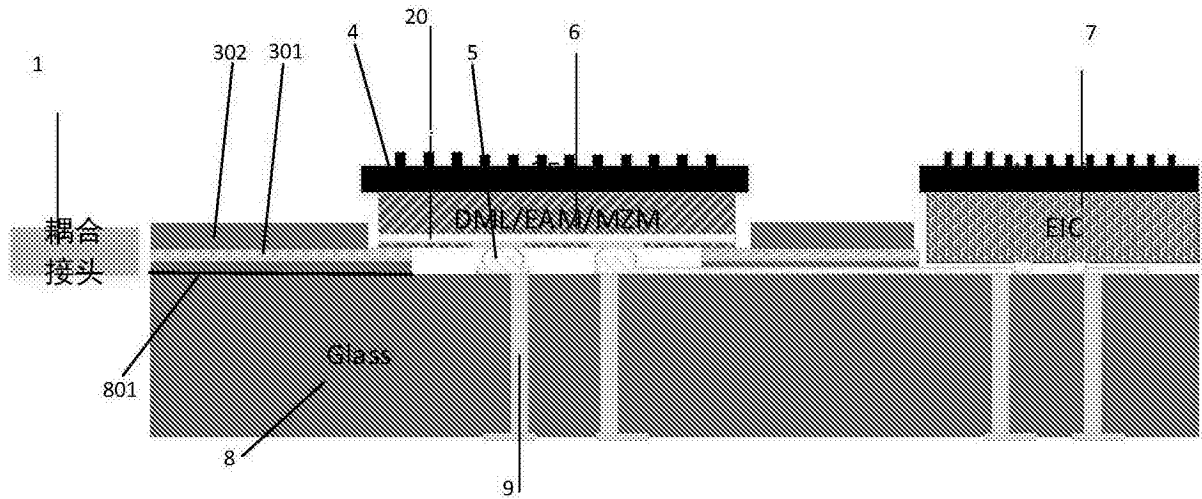


图6

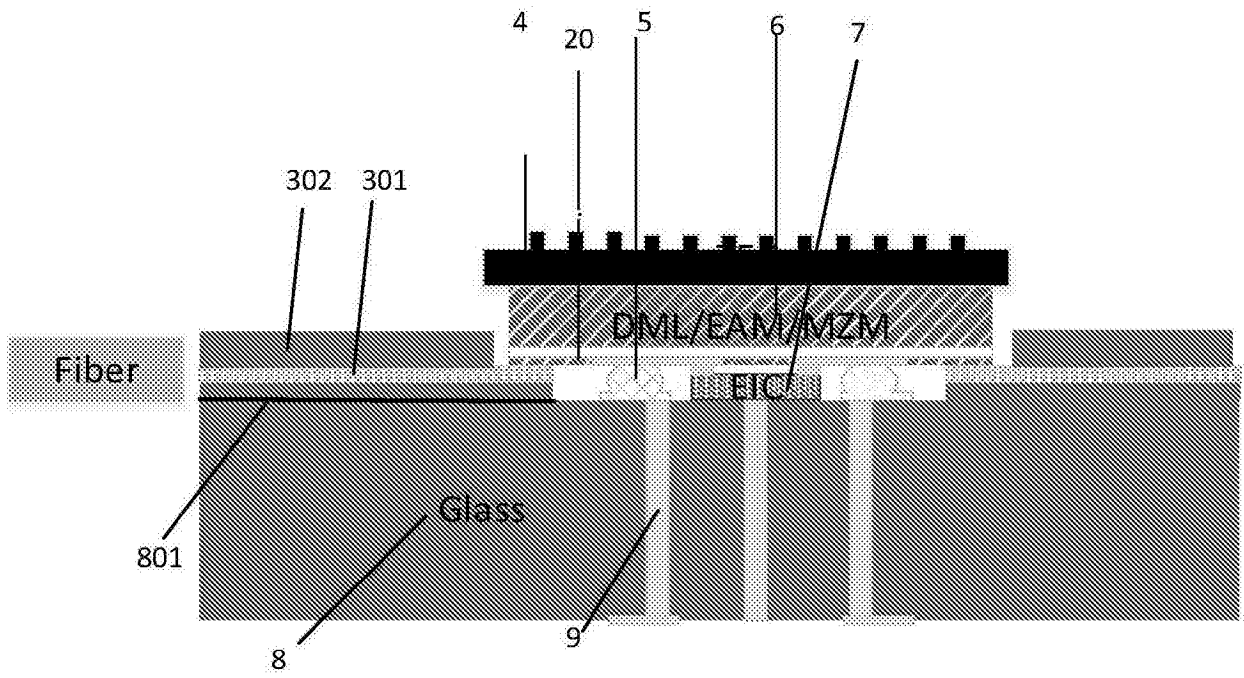


图7

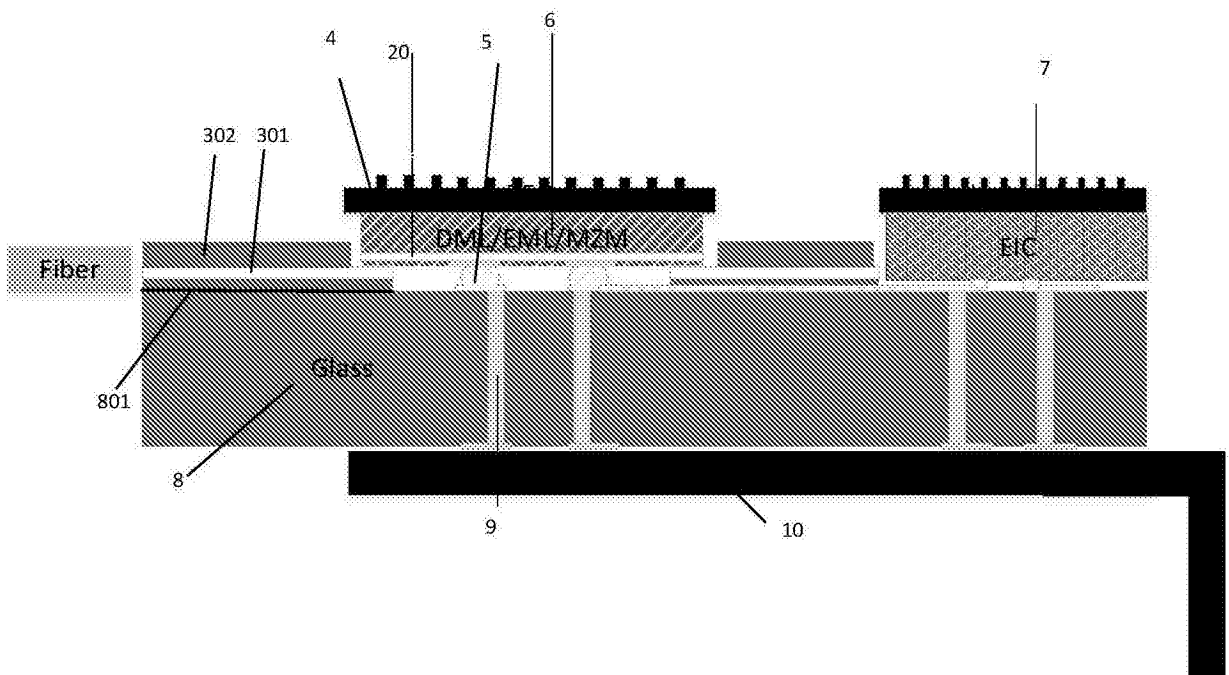


图8

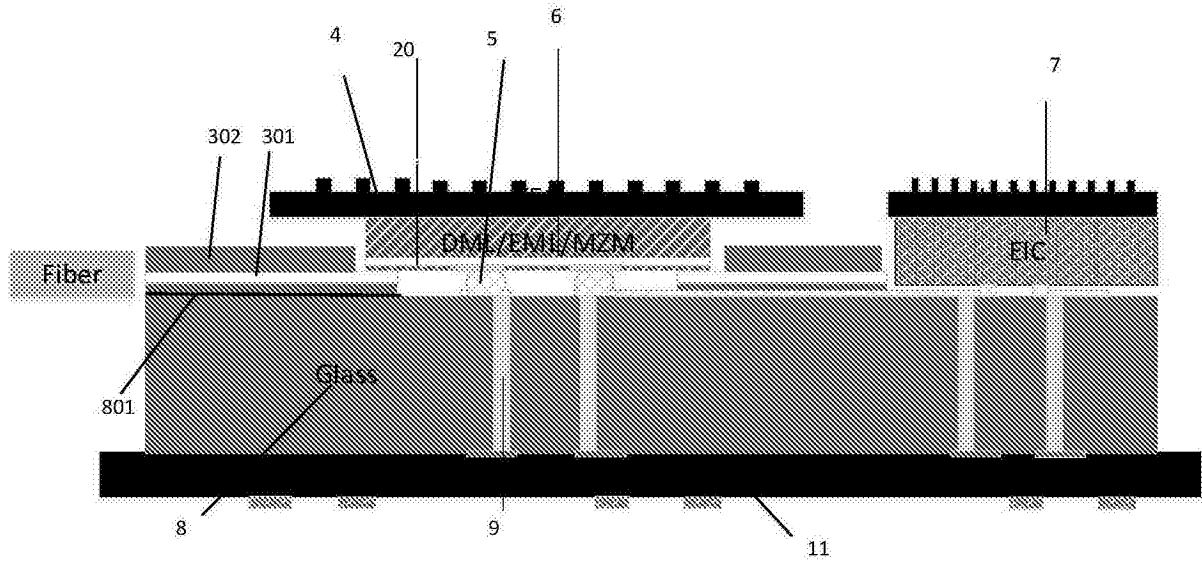


图9