(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 203519873 U
(45)授权公告日 2014.04.02

(21)申请号 201320301226.6

(22)申请日 2013.05.29

(30)优先权数据
61/652,478 2012.05.29 US

(73)专利权人 3M创新有限公司
地址 美国明尼苏达州

(72)发明人 王丁 特里·L·史密斯

(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 王萍 李春晖

(51)Int.Cl.
G02B 6/32(2006.01)
G02B 6/35(2006.01)

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

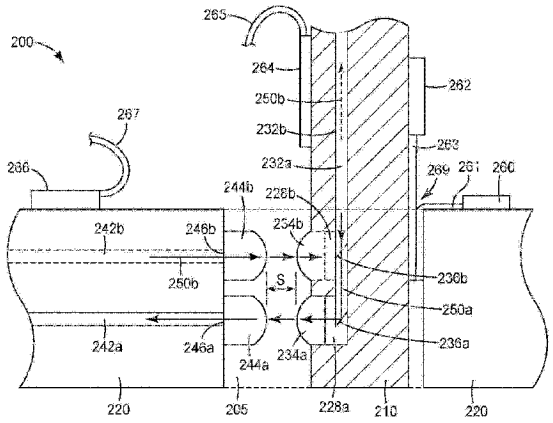
权利要求书5页 说明书19页 附图8页

(54)实用新型名称

光学互连组件

(57)摘要

本公开总体上涉及诸如光纤带和嵌入式光学波导的成组的光学波导，以及用于连接诸如光纤带线缆和具有光电子功能的印刷电路板(PCB)中的多个光学波导的光学互连组件。具体地，本公开提供了一种高效的、紧凑的和可靠的光学波导连接器，其并入了组合光学波导对准以及光束的重定向和整形的特征的重定向元件和微透镜。



CN 203519873 U

1. 一种光学互连组件，包括：

第一印刷电路板 PCB 组件，包括：

第一 PCB；以及

多个具有光提取器的第一光学波导，所述多个第一光学波导设置在所述第一 PCB 上或所述第一 PCB 内，所述光提取器相对彼此交错；

第二 PCB 组件，包括：

第二 PCB，所述第二 PCB 经由电连接器插入到所述第一 PCB 的第一面中；以及

多个具有光提取器的第二光学波导，所述多个第二光学波导设置在所述第二 PCB 上或所述第二 PCB 内，所述光提取器相对彼此交错，所述多个第二光学波导中的每个第二光学波导与所述多个第一光学波导中的不同的第一光学波导对应；

多个第一微透镜，所述多个第一微透镜相对彼此交错，所述多个第一微透镜中的每个第一微透镜与所述多个第一光学波导中的不同的第一光学波导对应；以及

多个第二微透镜，所述多个第二微透镜相对彼此交错，所述多个第二微透镜中的每个第二微透镜与所述多个第二光学波导中的不同的第二光学波导对应，

所述多个第一光学波导中的每个第一光学波导和所述多个第二光学波导中的相应的第二光学波导的光提取器被取向为，使得在所述第一光学波导内行进的光在被所述第一光学波导的光提取器重定向、离开所述第一光学波导、行进通过所述多个第一微透镜中的与所述第一光学波导对应的第一微透镜、行进通过所述多个第二微透镜中的与所述第二光学波导对应的第二微透镜、并且被所述第二光学波导的光提取器重定向之后，进入所述第二光学波导。

2. 根据权利要求 1 所述的光学互连组件，其中每个所述光提取器包括带角度切割端面、光重定向棱镜、平面反射器、提取光栅、或者它们的组合。

3. 根据权利要求 1 所述的光学互连组件，其中所述第一 PCB 和所述 第二 PCB 之一是背板 PCB。

4. 根据权利要求 1 所述的光学互连组件，其中所述第一 PCB 至少包括安装在其上的第一半导体芯片。

5. 根据权利要求 1 所述的光学互连组件，其中所述第二 PCB 至少包括安装在其上的第二半导体芯片。

6. 根据权利要求 1 所述的光学互连组件，其中所述第一 PCB 和所述第二 PCB 中的每个包括安装在其上的至少一个半导体芯片。

7. 根据权利要求 1 所述的光学互连组件，进一步包括设置在所述第一 PCB 和所述第二 PCB 中的每个上的至少一个光电子器件。

8. 根据权利要求 7 所述的光学互连组件，其中所述至少一个光电子器件包括发光器件。

9. 根据权利要求 7 所述的光学互连组件，其中所述至少一个光电子器件包括检光器件。

10. 根据权利要求 1 所述的光学互连组件，其中所述多个第一光学波导和所述多个第二光学波导中的至少一些光学波导嵌入在它们各自的 PCB 内。

11. 根据权利要求 1 所述的光学互连组件，进一步包括第一光学线缆，所述第一光学线

缆包括所述多个第一光学波导中的多个第一光学波导，所述第一光学线缆的第一部分定位在所述第一 PCB 上并且所述第一光学线缆的第二部分未定位在所述第一 PCB 上，所述第一部分包括所述多个第一光学波导中的第一光学波导的光提取器。

12. 根据权利要求 11 所述的光学互连组件，其中所述多个第一光学波导中的每个第一光学波导是光纤。

13. 根据权利要求 1 所述的光学互连组件，进一步包括第二光学线缆，所述第二光学线缆包括所述多个第二光学波导中的多个第二光学波导，所述第二光学线缆的第一部分定位在所述第二 PCB 上并且所述第二光学线缆的第二部分未定位在所述第二 PCB 上，所述第一部分包括所述多个第二光学波导中的第二光学波导的光提取器。

14. 根据权利要求 13 所述的光学互连组件，其中所述多个第二光学波导中的每个第二光学波导是光纤。

15. 根据权利要求 1 所述的光学互连组件，进一步包括光重定向元件， 所述光重定向元件设置在所述多个第一微透镜和所述多个第二微透镜之间，所述多个第一光学波导中的每个第一光学波导和所述多个第二光学波导中的相应的第二光学波导的光提取器被取向为，使得在所述第一光学波导内行进的光在被所述第一光学波导的光提取器重定向、离开所述第一光学波导、行进通过所述多个第一微透镜中的与所述第一光学波导对应的第一微透镜、被所述光重定向元件重定向、行进通过所述多个第二微透镜中的与所述第二光学波导对应的第二微透镜、并且被所述第二光学波导的光提取器重定向之后，进入所述第二光学波导。

16. 根据权利要求 15 所述的光学互连组件，其中所述光重定向元件通过全内反射对光进行重定向。

17. 根据权利要求 15 所述的光学互连组件，其中所述多个第一微透镜中的第一微透镜设置在所述光重定向元件的第一主表面上，并且所述多个第二微透镜中的第二微透镜设置在所述光重定向元件的第二主表面上，所述第二主表面与所述第一主表面成斜角。

18. 根据权利要求 15 所述的光学互连组件，其中所述光重定向元件由棱镜形成。

19. 根据权利要求 1 所述的光学互连组件，其中所述多个第一微透镜中的第一微透镜设置在所述第一 PCB 上。

20. 根据权利要求 19 所述的光学互连组件，其中所述多个第一光学波导中的第一光学波导嵌入在所述第一 PCB 内。

21. 根据权利要求 1 所述的光学互连组件，其中所述多个第二微透镜中的第二微透镜设置在所述第二 PCB 上。

22. 根据权利要求 21 所述的光学互连组件，其中所述多个第二光学波导中的第二光学波导嵌入在所述第二 PCB 内。

23. 根据权利要求 1 所述的光学互连组件，其中所述多个第一微透镜中的第一微透镜设置在所述第一 PCB 上，所述多个第二微透镜中的第二微透镜设置在所述第二 PCB 上，所述多个第一光学波导中的第一光学波导嵌入在所述第一 PCB 内，并且所述多个第二光学波导中的第二光学波导嵌入在所述第二 PCB 内。

24. 一种光学互连组件，包括 ：

多个第一光学波导，所述多个第一光学波导设置在第一平面中，每个 第一光学波导包

括第一光提取器，所述第一光提取器相对彼此交错；

多个第二光学波导，所述多个第二光学波导设置在与所述第一平面成斜角的第二平面中，每个第二光学波导包括第二光提取器，所述第二光提取器相对彼此交错，所述多个第二光学波导中的每个第二光学波导与所述多个第一光学波导中的不同的第一光学波导对应；

多个第一微透镜，所述多个第一微透镜相对彼此交错，所述多个第一微透镜中的每个第一微透镜与所述多个第一光学波导中的不同的第一光学波导对应；以及

多个第二微透镜，所述多个第二微透镜相对彼此交错，所述多个第二微透镜中的每个第二微透镜与所述多个第二光学波导中的不同的第二光学波导对应，

所述多个第一光学波导中的每个第一光学波导的第一光提取器和所述多个第二光学波导中的相应的第二光学波导的第二光提取器被取向为，使得在所述第一光学波导内行进的光在被所述第一光学波导的第一光提取器重定向、离开所述第一光学波导、行进通过所述多个第一微透镜中的与所述第一光学波导对应的第一微透镜、行进通过所述多个第二微透镜中的与所述第二光学波导对应的第二微透镜、并且被所述第二光学波导的第二光提取器重定向之后，进入所述第二光学波导。

25. 根据权利要求 24 所述的光学互连组件，其中所述多个第一光学波导中的第一光学波导设置在第一 PCB 上或所述第一 PCB 内，并且所述多个第二光学波导中的第二光学波导设置在第二 PCB 上或所述第二 PCB 内，所述第二 PCB 经由电连接器插入到所述第一 PCB 的第一面中。

26. 根据权利要求 24 所述的光学互连组件，其中每个第一光学波导的第一光提取器是光栅、嵌入在所述第一光学波导内的反射器、和所述第一光学波导的带角度切割端面之一。

27. 根据权利要求 24 所述的光学互连组件，其中每个第二光学波导的第二光提取器是光栅、嵌入在所述第二光学波导内的反射器、和所述第二光学波导的带角度切割端面之一。

28. 根据权利要求 24 所述的光学互连组件，其中每个光提取器包括带角度切割端面、光重定向棱镜、平面镜、提取光栅、或者它们的组合。

29. 根据权利要求 28 所述的光学互连组件，其中每个提取光栅包括第一波长选择性提取光栅和不同的第二波长选择性提取光栅。

30. 一种光学互连组件，包括：

第一印刷电路板 PCB；

第二 PCB，所述第二 PCB 经由电连接器插入到所述第一 PCB 中，并且所述第二 PCB 包括安装在其上的第一光电子器件；

多个第一光学波导，每个第一光学波导的第一端部光学耦合到所述第一光电子器件，每个第一光学波导包括第一光提取器，所述多个第一光学波导中的所述第一光提取器相对彼此交错；

多个第二光学波导，每个第二光学波导包括第二光提取器，所述多个第二光学波导中的所述第二光提取器相对彼此交错，所述多个第二光学波导中的每个第二光学波导与所述多个第一光学波导中的不同的第一光学波导对应；以及

光学耦合器，所述光学耦合器安装在所述第一 PCB 上并且包括：

多个第一微透镜，所述多个第一微透镜相对彼此交错，所述多个第一微透镜中的每个

第一微透镜与所述多个第一光学波导中的不同的第一光学波导对应；以及

多个第二微透镜，所述多个第二微透镜相对彼此交错，所述多个第二微透镜中的每个第二微透镜与所述多个第二光学波导中的不同的第二光学波导对应，

所述多个第一光学波导中的每个第一光学波导的第一光提取器和所述多个第二光学波导中的相应的第二光学波导的第二光提取器被取向为，使得在所述第一光学波导内行进的光在被所述第一光学波导的第一光提取器重定向、离开所述第一光学波导、行进通过所述多个第一微透镜中的与所述第一光学波导对应的第一微透镜、行进通过所述多个第二微透镜中的与所述第二光学波导对应的第二微透镜、并且被所述第二光学波导的第二光提取器重定向之后，进入所述第二光学波导。

31. 根据权利要求 30 所述的光学互连组件，其中每个第一光学波导的第一光提取器是光栅、嵌入在所述第一光学波导内的反射器、和所述第一光学波导的带角度切割端面之一。

32. 根据权利要求 30 所述的光学互连组件，其中每个第二光学波导的第二光提取器是光栅、嵌入在所述第二光学波导内的反射器、和所述第二光学波导的带角度切割端面之一。

33. 根据权利要求 30 所述的光学互连组件，其中每个光提取器包括带角度切割端面、光重定向棱镜、平面镜、提取光栅、或者它们的组合。

34. 根据权利要求 33 所述的光学互连组件，其中每个提取光栅包括第一波长选择性提取光栅和不同的第二波长选择性提取光栅。

35. 根据权利要求 30 所述的光学互连组件，其中所述多个第一光学波导中的每个第一光学波导和所述多个第二光学波导中的每个第二光学波导是光纤。

36. 根据权利要求 30 所述的光学互连组件，其中所述光学耦合器能够以易松开的方式附接到所述第一光电子器件。

37. 一种光学互连组件，包括：

多个第一光学波导，所述多个第一光学波导设置在第一印刷电路板 PCB 上或所述第一 PCB 内，每个第一光学波导包括端面；

多个第二光学波导，所述多个第二光学波导设置在第二 PCB 上或所述第二 PCB 内，每个第二光学波导包括光提取器，所述光提取器相对彼此交错，所述多个第二光学波导中的每个第二光学波导与所述多个第一光学波导中的不同的第一光学波导对应；

多个第一微透镜，所述多个第一微透镜中的每个第一微透镜与所述多个第一光学波导中的不同的第一光学波导对应；以及

多个第二微透镜，所述多个第二微透镜相对彼此交错，所述多个第二微透镜中的每个第二微透镜与所述多个第二光学波导中的不同的第二光学波导对应，

所述多个第一光学波导中的每个第一光学波导的端面和所述多个第二光学波导中的相应的第二光学波导的光提取器被取向为，使得在所述第一光学波导内行进的光在通过所述第一光学波导的端面离开所述第一光学波导、行进通过所述多个第一微透镜中的与所述第一光学波导对应的第一微透镜、行进通过所述多个第二微透镜中的与所述第二光学波导对应的第二微透镜、并且被所述第二光学波导的第二光提取器重定向之后，进入所述第二光学波导。

38. 根据权利要求 37 所述的光学互连组件，其中每个第一光学波导的第一光提取器是光栅、嵌入在所述第一光学波导内的反射器、和所述第一光学波导的带角度切割端面之一。

39. 根据权利要求 37 所述的光学互连组件，其中每个第二光学波导的第二光提取器是光栅、嵌入在所述第二光学波导内的反射器、和所述第二光学波导的带角度切割端面之一。

40. 根据权利要求 37 所述的光学互连组件，其中每个光提取器包括带角度切割端面、光重定向棱镜、平面镜、提取光栅、或者它们的组合。

41. 根据权利要求 40 所述的光学互连组件，其中每个提取光栅包括第一波长选择性提取光栅和不同的第二波长选择性提取光栅。

42. 根据权利要求 37 所述的光学互连组件，其中所述多个第一光学波导中的每个第一光学波导和所述多个第二光学波导中的每个第二光学波导是光纤。

光学互连组件

技术领域

[0001] 本实用新型涉及一种用于连接光电子器件和印刷电路板(PCB)的光学互连。

背景技术

[0002] 光纤连接器用于在多种应用中连接光纤或波导,这些应用包括:通讯网络、局域网、数据中心链路、以及用于高性能计算机中的内部链路。这些连接器可以被分为单光纤和多光纤设计,并且还可以按接触类型进行划分。常见的接触方法包括:物理接触,其中配合的光纤尖端被研磨到光滑的光洁度并且被压在一起;折射率匹配,其中具有与光线内核匹配的折射率的适当材料填充配合的光纤尖端之间的小间隙;以及空气间隙连接器,其中光通过两个光纤尖端之间的小空气间隙。对于这些接触方法中的每种接触方法,配合的光纤的带有微量灰尘的尖端可能极大地增加光损失。

[0003] 另一类型的光学连接器被称为扩展束连接器。该类型的连接器允许源连接器中的光束离开光纤内核并且在光被准直之前在连接器内发散短的距离以形成具有显著大于内核的直径的光束。在接收连接器中,随后使光束聚焦回到接收光纤的尖端上的原始直径。该类型的连接器对灰尘以及其他形式的污染不太敏感。

[0004] 许多应用中使用的光学线缆利用光纤带。这些光纤带包括一组成排(典型地一排4、8或12条光纤)连结在一起的经涂覆的光纤。带有其保护涂层的各个玻璃光纤典型地具有250微米的直径并且光纤带典型地具有250微米的光纤之间的间距。该250微米的间距也被用在光学收发器中,多种设计以相同的250微米的间距隔开有源光学器件。

[0005] 目前可用的扩展束多光纤连接器典型地将束直径限制到250微米以匹配光纤带间距。为了实现大于光纤间距的束直径,目前的连接器需要在将光纤安装在连接器上之前,将光纤带人工分成单光纤。

[0006] 通常,单光纤光学连接器包括用于使光纤端面彼此对准并接触的精确 圆柱形箍。光纤被固定在箍的中心孔中,使得光纤内核的中心位于箍的轴上。随后研磨光纤尖端以允许光纤内核的物理接触。随后可以使用对准套使两个这样的箍彼此对准,经研磨的光纤尖端彼此对向按压,以实现从一个光纤到另一光纤的物理接触光学连接。物理接触光学连接器被广泛地使用。

[0007] 多光纤连接器常使用诸如MT箍的多光纤箍以提供从源光纤到接收光纤的光学耦合。MT箍将光纤引导至成型孔阵列中,光纤典型地与成型孔阵列接合。每个箍具有两个额外的孔,引导销位于其中,以使箍彼此对准并且因此使配合的光纤对准。

[0008] 多种其他方法也被用于实现光纤与光纤的连接。包括诸如Volition™光纤线缆连接器中的V槽对准系统,以及精确孔阵列中的裸光纤对准。诸如例如美国专利第4,078,852、4,421,383和7,033,084中描述的一些连接概念在光纤连接中利用透镜和/或反射表面。这些连接概念中的每个描述了单用途连接系统,诸如直插连接器或者直角连接器。

[0009] 将有利的是,提供一种能够在不分离光纤的情况下终止光纤带的扩展束连接器,

并且还提供一种直径大于光纤之间的间距的光束。

实用新型内容

[0010] 本公开总体上涉及诸如光纤带和嵌入式光学波导的成组的光学波导，以及用于连接诸如光纤带线缆和具有光电子功能的印刷电路板（PCB）中的多个光学波导的光学互连。具体地，本公开提供了一种高效的、紧凑的和可靠的光学波导连接器，其并入了组合光学波导对准以及光束的重定向和整形的特征的重定向元件和微透镜。在一个方面，本公开提供了一种光学互连组件，其包括：第一印刷电路板（PCB）组件；第二 PCB 组件；相对彼此交错的多个第一微透镜，多个第一微透镜中的每个第一微透镜与多个第一光学波导中的不同的第一光学波导对应；以及相对彼此交错的多个第二微透镜，多个第二微透镜中的每个第二微透镜与多个第二光学波导中的不同的第二光学波导对应。第一 PCB 组件包括第一 PCB 以及多个具有光提取器的第一光学波导，多个第一光学波导设置在第一 PCB 上或第一 PCB 内，光提取器相对彼此交错。第二 PCB 组件包括第二 PCB 以及多个具有光提取器的第二光学波导，其中第二 PCB 经由电连接器插入到第一 PCB 的第一面中，多个第二光学波导设置在第二 PCB 上或第二 PCB 内，光提取器相对彼此交错，多个第二光学波导中的每个第二光学波导与多个第一光学波导中的不同的第一光学波导对应。多个第一光学波导中的每个第一光学波导和多个第二光学波导中的相应的第二光学波导的光提取器被取向为，使得在第一光学波导内行进的光在被第一光学波导的光提取器重定向、离开第一光学波导、行进通过多个第一微透镜中的与第一光学波导对应的第一微透镜、行进通过多个第二微透镜中的与第二光学波导对应的第二微透镜、并且被第二光学波导的光提取器重定向之后，进入第二光学波导。

[0011] 在另一方面，本公开提供了一种光学互连组件，其包括：设置在第一平面中的多个第一光学波导，每个第一光学波导具有第一光提取器，第一光提取器相对彼此交错；以及设置在与第一平面成斜角的第二平面中的多个第二光学波导，每个第二光学波导具有第二光提取器，第二光提取器相对彼此交错，多个第二光学波导中的每个第二光学波导与多个第一光学波导中的不同的第一光学波导对应。该光学互连组件进一步包括相对彼此交错的多个第一微透镜，多个第一微透镜中的每个第一微透镜与多个第一光学波导中的不同的第一光学波导对应；以及相对彼此交错的多个第二微透镜，多个第二微透镜中的每个第二微透镜与多个第二光学波导中的不同的第二光学波导对应。多个第一光学波导中的每个第一光学波导的第一光提取器和多个第二光学波导中的相应的第二光学波导的第二光提取器被取向为，使得在第一光学波导内行进的光在被第一光学波导的第一光提取器重定向、离开第一光学波导、行进通过多个第一微透镜中的与第一光学波导对应的第一微透镜、行进通过多个第二微透镜中的与第二光学波导对应的第二微透镜、并且被第二光学波导的第二光提取器重定向之后，进入第二光学波导。

[0012] 在又一方面，本公开提供了一种光学互连组件，其包括：第一印刷电路板（PCB）；第二 PCB，该第二 PCB 经由电连接器插入到第一 PCB 中并且包括安装在其上的第一光电子器件；多个第一光学波导；多个第二光学波导；以及安装在第一 PCB 上的光学耦合器。又及，每个第一光学波导的第一端部光学耦合到第一光电子器件，每个第一光学波导具有第一光提取器，多个第一光学波导中的第一光提取器相对彼此交错；并且每个第二光学波导具有

第二光提取器，多个第二光学波导中的第二光提取器相对彼此交错，多个第二光学波导中的每个第二光学波导与多个第一光学波导中的不同的第一光学波导对应。此外，安装在第一 PCB 上的光学耦合器包括：相对彼此交错的多个第一微透镜，多个第一微透镜中的每个第一微 透镜与多个第一光学波导中的不同的第一光学波导对应；以及相对彼此交错的多个第二微透镜，多个第二微透镜中的每个第二微透镜与多个第二光学波导中的不同的第二光学波导对应。多个第一光学波导中的每个第一光学波导的第一光提取器和多个第二光学波导中的相应的第二光学波导的第二光提取器被取向为，使得在第一光学波导内行进的光在被第一光学波导的第一光提取器重定向、离开第一光学波导、行进通过多个第一微透镜中的与第一光学波导对应的第一微透镜、行进通过多个第二微透镜中的与第二光学波导对应的第二微透镜、并且被第二光学波导的第二光提取器重定向之后，进入第二光学波导。

[0013] 在又一方面，本公开提供了一种光学互连组件，其包括：设置在第一印刷电路板（PCB）上或第一 PCB 内的多个第一光学波导，每个第一光学波导具有端面；设置在第二 PCB 上或第二 PCB 内的多个第二光学波导，每个第二光学波导具有光提取器，光提取器相对彼此交错，多个第二光学波导中的每个第二光学波导与多个第一光学波导中的不同的第一光学波导对应；多个第一微透镜，多个第一微透镜中的每个第一微透镜与多个第一光学波导中的不同的第一光学波导对应；以及相对彼此交错的多个第二微透镜，多个第二微透镜中的每个第二微透镜与多个第二光学波导中的不同的第二光学波导对应。多个第一光学波导中的每个第一光学波导的端面和多个第二光学波导中的相应的第二光学波导的光提取器被取向为，使得在第一光学波导内行进的光在通过第一光学波导的端面离开第一光学波导、行进通过多个第一微透镜中的与第一光学波导对应的第一微透镜、行进通过多个第二微透镜中的与第二光学波导对应的第二微透镜、并且被第二光学波导的第二光提取器重定向之后，进入第二光学波导。

[0014] 以上概述并非旨在描述本公开的每个公开实施例或者每个实施方式。下面的附图和详细描述更具体地例示了说明性实施例。

附图说明

[0015] 说明书通篇参照附图，附图中的相同的附图标记表示相同的元件，并且在附图中：

[0016] 图 1 示出了光学连接器的示意性透视图；

[0017] 图 2 示出了 PCB 光学互连的横截面侧视图；

[0018] 图 3 示出了 PCB 光学互连的横截面侧视图；

[0019] 图 4A-4C 示出了 PCB 光学互连的实施例的横截面侧视图；

[0020] 图 5 示出了所连接的 PCB 的端视图；以及

[0021] 图 6A-6C 示出了光提取器的实施例的示意性视图。

[0022] 附图不一定依比例绘制。附图中适用的相同的附图标记表示相同的部件。然而，将理解，使用附图标记表示给定附图中的部件并非旨在限制标有相同附图标记的另一附图中的该部件。

具体实施方式

[0023] 本公开提供了一种新型的能够用于将光学印刷电路板连接在一起的光学互连耦合构造。该光学互连可以与包括聚合或无机波导、光纤、光学波导或光纤的带式线缆等的光学波导一起使用。在一个具体实施例中，光学互连的交错设计导致了较小的通道间距(就是说，相同空间中的更多通道)，并且还可以导致在插入、拔出和环境改变期间的对光学PCB的未对准的较大的公差。

[0024] 在以下描述中，参照形成说明书的一部分的附图，并且在附图中借助于图示进行说明。将理解，其他实施例在考虑范围内，并且在不偏离本公开的范围或精神的情况下，可以实现其他实施例。因此，下面的详细描述不应被视为限制性的。

[0025] 除非另外指出，否则说明书和权利要求中使用的表示特征尺寸、数量和物理性质的所有数值应被理解为在一切情况下由术语“约”修饰。因此，除非相反地指出，否则前面的说明书和所附权利要求中阐述的数值参数是能够根据利用这里公开的教导的本领域技术人员寻求获得的期望性质而变化的近似。

[0026] 如本说明书和附图中使用的，单数形式“一个(a、an)”和“该(the)”涵盖具有复数指示物的实施例，除非内容清楚地指示另外的情况。如本说明书和附图中使用的，术语“或”通常按其包括“和/或”的意义使用，除非内容清楚地指示另外的情况。

[0027] 空间相关术语，包括但不限于，“下”、“上”、“下面”、“下方”、“上方”和“上面”，在本文中使用的情况下，用于简化描述，以描述元件彼此之间的空间关系。除了附图中示出的以及这里描述的特定取向之外，这些空间相关术语涵盖使用或操作中的装置的不同取向。例如，如果附图中 示出的物体倒转或翻转，则先前被描述为在其他元件下方或下面的部分将在这些其他元件上方。

[0028] 如这里使用的，当例如元件、部件或层被描述为形成与另一元件、部件或层的“相合接口”，或者“位于”另一元件、部件或层“上”，“连接到”、“耦合到”或“接触”另一元件、部件或层时，该元件、部件或层可以例如直接位于另一元件、部件或层上，直接连接到、直接耦合到或直接接触该特定元件、部件或层，或者居间的元件、部件或层可以位于该特定元件、部件或层上，连接到、耦合到或接触该特定元件、部件或层。当元件、部件或层例如被称为“直接位于”另一元件“上”，“直接连接到”、“直接耦合到”或“直接接触”另一元件时，不存在例如居间的元件、部件或层。

[0029] 由于数据通信量的迅速增加，承载信息数据的每个物理通道的数据传送速度必须相应地增加。为了应对该高速需求，包括高功率计算机、路由器和/或交换机以及服务器的设备需要能够应对较高数据速率的互连。这些互连应同时减少每个互联通道的物理尺寸(即，占地面积)，使得在相同的空间中可以放入更多的通道。数据信号从电信号到光学信号的转换以及使用诸如光纤或聚合波导的光学波导来传送光学信号可以实现这些互连。光学信号可以以每个通道超过例如40G比特/秒的速度进行调制并且可以使每个物理通道的横截面的尺寸小于约250微米×250微米，这比相应的电连接(例如，铜互连)小得多。

[0030] 在一些情况下，例如基于铜连接的标准的服务器/交换机/路由器，整个设备箱内部的结构基本上由具有许多插入板的主板/背板组成。在同一设备内的插入板之间通过主板/背板传输数据，或者使用独立的线缆连接在不同设备的背板之间来传输数据。

[0031] 存在可用于实现同一背板内的插入板之间的以及不同背板的插入板之间的光学互连的若干种方式，使得可以适应更高速度的数据传输需要。一种建立光学互连的方式

是使用独立的连接器。在一些情况下，插入板之间的连接可以使用直接连接不同的插入板的部件附近的光学引擎的独立连接器。在一些情况下，连接可以使用光导将光学信号从光学引擎传送到插入卡的边缘，并且随后使用独立的连接器连接同一背板上的两个插入板。在一些情况下，连接可以使用独立的连接器来连接不同背板的插入板。以上描述的连接可以使用光纤或聚合物波导来构造。在一个具体实施例中，用于互连的光学波导的端部可以通过诸如以下文献中描述的连接器头 端来终止：同在 2011 年 9 月 26 日提交的题为“TRANSCEIVER INTERFACE HAVING STAGGERED CLEAVE POSITIONS”的共同未决的美国专利申请第 61/539,080 号（Attorney Docket No.66487US002）和题为“MULTIPLE PURPOSE OPTICAL CONNECTING ELEMENT”的共同未决的美国专利申请第 61/539,070 号（Attorney Docket No.66713US002）。

[0032] 在一个具体实施例中，嵌入或层叠波导的 PCB 的使用可以是期望的解决方案，因为在相同的物理空间内部可以装入更多的通道，并且通道可以被配置成灵活地和容易地广播通信数据。再者，可以容易地使用插入和插出光学 PCB，原因简单地在于，可以通过与 PCB 上的标准导电连接器件相同的方式来更换板。因此可以通过与电互连相同的方式在插入板和主板之间建立插入 / 插出光学互连耦合，并且插入 / 插出光学互连耦合可以包括光学连接器和电连接器两者。

[0033] 波导可以嵌入在 PCB 内部，可以设置在 PCB 的表面上，或者可以是在 PCB 上终止的带式线缆，或者它们可以是以上情况的任何组合。在一个具体实施例中，离开波导的光可以被光提取器重定向在与通过波导的传播方向不同的方向上。这种光提取可以归因于来自镜的反射，诸如通过切割波导的端部并且将反射涂层放置或淀积在切割表面上而形成的 45 度镜，或者利用来自切割表面的全内反射（TIR）；诸如被放置以接受离开波导的光并对其进行重定向的棱镜的反射表面或平面镜的 45 度镜；或者来自能够提取具有一个或更多个波长的光的与波导表面相邻的一个或更多个提取光栅，如另外描述的那样。在一些情况下，45 度镜可以是被设置为与波导的端部相邻的棱镜的斜面。

[0034] 通常，PCB 材料对于具有光学数据通信中使用的波长的光而言不是透射的，因此在一个具体实施例中（具体地，当波导嵌入在 PCB 内时），可以在 PCB 中刻蚀光学过孔以使光通过。在一个具体实施例中，每个波导的长度不同，以允许在交错的取向上刻蚀较大的过孔，使得可以使用较大直径的束扩展透镜，如另外描述的那样。每个波导的端部以如下方式交错，使得安装在光学过孔的顶表面处的微透镜将具有最大可用直径。例如，如果波导的周期是 250 微米，则相邻的聚合物波导的两个端部之间的长度差约为 433 微米，并且微透镜直径可以是 500 微米。例如在题为“TRANSCEIVER INTERFACE HAVING STAGGERED CLEAVE POSITIONS”的美国专利申请第 61/539,080 号（Attorney Docket No. 66487US002）中描述了波导周期、长度差和微透镜直径之间的典型关系。

[0035] 在一些情况下，在光从波导离开并且被微透镜准直之后，接近插入区域安装的反射镜可以使光弯曲 90 度，并且随后准直光可以被设置在背板 / 或插入板上的第二微透镜重新聚焦，可以通过光学过孔，并且进入背板 / 或插入板上的波导。由于波导和微透镜的交错，以及放大的微透镜直径，较之目前典型的不使用部件交错的标准设计，将极大地提高 PCB 的插入和插出期间的定位误差的公差。这可以减小 PCB 插入互连设计的精度需要并且还减少相应的成本和 / 或提高插入光学 PCB 的可靠性。

[0036] 本公开涉及包括光纤带的成组的光学波导，以及用于连接诸如光纤带线缆和包括例如可以由聚合材料或玻璃制造的平面光学波导的其他光学波导中的多个光纤的光纤光学连接器。

[0037] 存在许多种光纤和波导的用户所期望的光学波导 / 光纤连接器的特征，而在目前可用的产品中未找到这些特征。这些特征包括低成本、针对污染的鲁棒的性能、易于清洁、紧凑的设计、以及迅速地和重复地将多个光纤与单个连接器连接的能力。在通常 10G 比特 / 秒的数据速率的数据中心中的设备机架之间存在高容量互连的迅速增长的应用，并且链路长度相对短（典型地几米到 100 米）。在这些应用中，多个单光纤连接器常常组合在一起。因此，这里描述了一种多光纤连接技术和物品，其能够显著减少多光纤连接的成本。

[0038] 在单波导装置接口和多波导装置接口两者中，常常期望维持低轮廓接口。这可以通过如下方式实现，将波导并行路由至电路板并且使用反射表面使光回转，使得光束在芯片接口处与板垂直。

[0039] 在一个具体实施例中，本公开提供了一种用于多波导光学连接器的光学互连装置，该光学互连装置利用带角度的反射表面和微透镜阵列来重定向并聚焦或准直光束。来自聚焦或准直微透镜的扩展光束的使用可以提供对因污垢或其他杂质引起的透射损失的改进的抵抗性。重定向光束从与平面配合表面垂直的元件发出。微透镜元件可以位于凹穴中并且可以相对配合表面略微凹陷。连接元件还包括便于两个配合部分的微透镜阵列对准的机械特征。在一个具体实施例中，反射表面可以是切割端面，这些切割端面可以按与光学波导的光轴成一定角度而对准。在一些情况下，反射表面可以涂覆有诸如金属或金属合金的反射材料以对光进行重定向。在一些情况下，反射表面可以实现全内反射（TIR）而非便于对光进行重定向。

[0040] 光学互连装置可以被装入连接器壳体，连接器壳体可以提供对光学线缆或 PCB 的支撑，确保连接器元件的互锁部件的对准，并且提供针对环境的保护。这种连接器壳体在本领域中是公知的，并且可以包括例如对准孔、匹配对准销等。相似的连接元件可以用在多种连接构造中。其还可以用于使光纤与使用板装对准环的 VCSEL 和光电检测器的光学器件接驳。将理解，尽管这里提供的公开描述了光在一个方向上行进通过光纤和连接器，但是本领域技术人员应认识到，光也可以在相反的方向上行进通过连接器，或者可以是双向的。

[0041] 在一个具体实施例中，这里定义的独特接口可用于实现高性能计算机、服务器或路由器内的内部链路。额外的应用包括与光学背板配合。连接元件的一些突出特征可以包括：成型（或铸造、或机加工）部件，其具有也可以包括电连接的配合表面，以及配合表面内的凹陷区域（凹穴）；位于凹穴内的凸微透镜特征，这些微透镜特征的顶点在凹穴体积内，使得当两个元件配合，同时它们的配合表面接触时，在微透镜特征之间存在小的间隙；可用于使光纤轴通常在与配合表面平行的方向成约 15 度的范围内对准的光学波导对准特征；以及用于将光束从第一部件（或 PCB）重定向到第二部件（或 PCB）的反射表面。每个光束的中心位于一个微透镜特征上；并且机械对准特征便于使两个连接元件对准，使得它们的配合表面接触并且它们的微透镜对准。

[0042] 在一个具体实施例中，微透镜特征可以使来自光学波导的光束准直。通常，准直光可用于实现波导与波导的连接，因为光束通常在准直时扩展，使得连接不太容易受因诸如灰尘的外来物质引起的污染的影响。在一个具体实施例中，微透镜特征可以替选地使光束

聚焦以便在配合表面的平面中创建光束“腰”。通常，聚焦光束可用于实现诸如针对设置在电路板上的传感器或其他有源器件的光纤与电路的连接，因为光束可以集中到较小的区域以获得较大的灵敏度。在一些情况下，特别是对于光学波导与波导的连接，光束的准直可以是优选的，因为准直光束对于污垢和其他污染更为鲁棒，并且还提供较大的对准公差。

[0043] 在一个具体实施例中，可以使用诸如光学互连装置中的成型 V 形槽特征内的波导对准特征使光学波导对准，其中 V 形槽与配合表面平行；然而，并不是在所有情况下都需要 V 形槽用于对准。如此处描述的，包括可选的平行 V 形槽，但是将理解，用于光纤的对准和固定的其他技术也是可接受的。此外，V 形槽对准在一些情况下可能不适用，并且其他技 术可能是优选的，例如，当光学波导是平面光学波导时。在一些情况下，替选地可以使用任何适当的波导对准特征通过光学对准领域中的技术人员已知的任何技术来实现光学波导和 / 或光纤的对准。

[0044] 可以使用多种机械特征组来使连接元件对对准。与用于 MT 箍的对准技术相似，一个特征组包括一对精确定位的孔，对准销或张紧夹被放置在这些孔中。在一个具体实施例中，如果孔直径和位置与 MT 连接器的直径和位置相似，则这里描述的一个连接元件可以 (与适当的微透镜组一起)与 MT 箍相互配合。在一些情况下，特别是在 PCB 连接到背板的情况下，可以使用标准的或改进的电连接器将 PCB 固定在一起并且实现电接触，并且一个或更多个分离的光学互连元件可以被设置为与电连接器相邻或者设置在电连接器的边界内。

[0045] 从光学波导到光学波导的光耦合、从半导体光源到光学波导的光耦合、以及从光学波导到光电检测器芯片的相关耦合光已通过广泛的多种方式实现(特别是对于光学波导是光纤的情况)。实现期望的低损耗和低成本已成为挑战。特别是在光纤被编组成工业标准光纤带时。这些光纤带包含许多具有约 250um 的外径的经涂覆的光纤(典型数目是 8 或 12)。这些光纤随后在一对薄的聚合物膜之间层叠以形成平坦的光纤带。用于制造光纤带的另一技术是使用挤压成型工艺，其中工业的经涂覆的光纤被引导通过具有聚合物基质材料的挤压冲模。

[0046] 本公开通过提供如下波导带提供了对包括收发器接口的先前的多光纤接口的改进，该波导带包括以不止一个长度切割的各个波导以允许光学装置之间的较大的空间，减少电气干扰并且还允许使用具有较大直径的透镜以允许更有效的光学耦合。在一个具体实施例中，可以以不止一个长度切割各个波导，导致切割端部的交错图案。该交错图案可以包括若干行波导端部，每个行包括以相同长度切割的波导，而相邻的行包括以不同长度切割的相邻的光纤。

[0047] 本公开还部分地涉及用在外部和内部链路两者的通信和计算机网络中的光学收发器接口。这些收发器可以位于主板、子板、刀片上，或者可以集成到有源光学线缆的端部中。再者，随着不断增加的数据速率，接近较高功率的半导体激光器封装灵敏的光电检测器而没有电磁干扰问题变得日益困难。此外，随着比特速率的增加，垂直腔面发射激光器 (VCSEL) 的光束发散增加。这些问题使得期望增加器件间距和透镜直径。

[0048] 图 1 示出了根据本公开的一个方面的光学连接器 100 的示意性透视 图。在一个具体实施例中，PCB 基板 120 包括第一表面 122 和相对的第二表面 124，具有设置在可选的微透镜凹穴 140 内的多个交错过孔 128a、128b、128c、128d。多个交错过孔 128a、128b、128c、128d 中的每个通过 PCB 基板 120 延伸到分别使相关联的嵌入的光学波导 132a、132b、132c、

132d 并且使相关联的光提取器 136a、136b、136c、136d 暴露的深度。

[0049] 多个交错过孔 128a、128b、128c、128d 中的每个被配置成容纳微透镜(未示出),如另外描述的那样,这些微透镜具有微透镜直径 D,并且设置在可选的微透镜凹穴 140 内,其中中心到中心的间距 L1 与嵌入的光学波导 132a、132b、132c、132d 的间隔对应。然而,交错过孔 128a、128b、128c、128d 中的交错微透镜中的每个具有与微透镜的间隔对应的交错间距 L2,并且交错间距 L2 大于中心到中心的间距 L1。结果,如另外描述的那样,较之在关于非交错过孔的微透镜间距 L1 中可利用的最大微透镜直径,关于交错间距 L2 的连接器中可利用的最大微透镜直径 D 是较大的。

[0050] 较大的交错微透镜直径 D2 是优选的。可选的微透镜凹穴 140 的深度用于使每个微透镜保持在第一表面 122 的水平下方。将理解,PCB 基板 120 可以包括任何期望数目的光提取器 136a-136d、任何期望数目的交错过孔 128a-128d、任何期望数目的交错过孔 128a-128d 的行、每个行中的任何期望数目的交错过孔 128a-128d、以及任何期望数目的嵌入光学波导 132a-132d。

[0051] 在该具体实施例中,示出了两行微透镜,每行中具有两个交错过孔。当与具有 250 微米的光纤与光纤的间距的光学波导一起使用时,这允许相关联的微透镜的直径接近 500 微米。可能与交错光纤 / 微透镜实施例一起使用 500 微米直径的准直微透镜允许对准公差严格小于可能与非交错过孔一起使用的 250 微米直径的微透镜的情况所需的对准公差。将理解,这里描述的任何光学连接器可以包括如参照图 1 描述的交错的光重定向特征和相应地交错的微透镜,并且优选的是在任何可能的情况下包括这些交错的构造。通常,所描述的交错的微透镜设计可以实现可用于光纤的带式集合的扩展束光学波导连接器,其中离开微透镜的光束直径大于光纤带中的光纤与光纤的间隔(即间距),并且光纤不需要进行分割以便完成连接。

[0052] 图 2 示出了根据本公开的一个方面的 PCB 光学互连 200 的横截面侧视图。光学互连 200 包括第一 PCB210,其通过在第二 PCB220 中形成的槽 205 在垂直取向上连接到第二 PCB220。第一和第二 PCB210、220 中的每个包括多个光学波导,这些光学波导以与图 1 中所示相似的交错取 向排列。在图 2 中仅示出了第一和第二 PCB210、220 中的每个中的多个光学波导中的两个,尽管将理解,在光学互连 200 中可以存在任何期望数目的交错的光学波导。第一 PCB210 包括设置在第一 PCB210 内的、具有第一光提取器 236a 的第一光学波导 232a,和具有第二光提取器 236b 的第二光学波导 232b。如另外描述的那样,第一 PCB210 还可以包括多个可选的光电子器件 264 和能够连接到其他部件的光学线缆 265。

[0053] 第二 PCB220 包括设置在第二 PCB220 内的、具有第一端部 246a 的第三光学波导 242a,和具有第二端部 246b 的第四光学波导 242b。如另外描述的那样,第二 PCB220 还可以包括多个可选的光电子器件 266 和能够连接到其他部件的光学线缆 267。槽 205 可以切入第二 PCB220 以容纳第一 PCB210 以及用于附接两个 PCB 的特征,诸如电连接器(未示出)。

[0054] 将理解,图 2 中呈现的视图示出了沿穿过第一 PCB210 中的第一光学波导 232a 和第二 PCB220 中的相应的第三光学波导 242a 生成的平面的横截面。交错的第二光学波导 232b 和交错的第四光学波导 242b 以及相关联的部件为了参考而被示出为各个第一和第二 PCB210、220 中的虚线,因为它们驻留在与穿过第一 PCB210 中的第一光学波导 232a 和第二 PCB220 中的相应的第三光学波导 242a 生成的平面不同的平面中。

[0055] 第一 PCB210 和第二 PCB220 可以通过电连接器(未示出)实现电接触，使得例如，具有第一电衬垫 261 的可选的第一电子器件 260 与具有第二电衬垫 263 的可选的第二电子器件 262 连接并且实现与其的电接触 269。如另外描述的那样，通过与每个光学波导相关联的微透镜实现第一和第二 PCB210、220 之间的相应的光学连接。

[0056] 第一微透镜 234a 设置在第一光学过孔 228a 内以接受来自第一光学波导 232a 的第一光提取器 236a 的第一光 250a。如图 2 中所示，第一光提取器 236a 可以是第一光学波导 232a 的带角度切割端部，然而将理解，可以替换为这里描述的任何光提取器技术。第一光 250a 通过第一微透镜 234a 并且在其横越第一微透镜 234a 和被设置为与第三光学波导 242a 的第一端部 246a 相邻的第三微透镜 244a 之间的间隔距离“S”时被扩展。第一光 250a 通过第三微透镜 244a，第一光 250a 被聚焦以通过第一端部 246a 进入第三光学波导 242a。

[0057] 第四微透镜 244b 被设置为与第四光学波导 242b 的第二端部 246b 相邻，使得第二光 250b 通过第四微透镜 244b 并且在其横越第四微透镜 244b 和第二微透镜 234b 之间的间隔距离“S”时被扩展。第二微透镜 234b 嵌 入在第二光学过孔 228b 内并且将第二光 250b 聚焦到第二光提取器 236b 并且进入第二光学波导 232b。如图 2 中所示，第二光提取器 236b 可以是第二光学波导 232b 的带角度切割端部，然而将理解，可以替换为这里描述的任何光提取器技术。

[0058] 尽管在图 2 中第一和第二光学波导 232a、232b 被示出为嵌入在第一 PCB210 中的光学波导，但是将理解，在一些情况下，它们可以替选地被设置在第一 PCB210 的表面上。在该情况下，相应的第一和第二微透镜 234a、234b 可以被设置在第一 PCB210 的表面上方。还将理解，在一些情况下，第三和第四光学波导 242a、242b 可以更远地定位在第二 PCB220 内，使得第三和第四微透镜 244a、244b 也定位在过孔(未示出) 内并且部分地嵌入 PCB220 内。

[0059] 此外，将理解，尽管第一光 250a 被示出为从第一光学波导 232a 通过光学互连 200 行进到第三光学波导 242a，并且第二光 250b 被示出为从第四光学波导 242b 通过光学互连 200 行进到第二光学波导 232b，但是各个第一和第二光 250a、250b 中的每个可以替选地在相反的方向上行进。换言之，光学互连 200 可以是双向光学互连。

[0060] 图 3 示出了根据本公开的一个方面的 PCB 光学互连 300 的横截面侧视图。图 3 中所示的每个元件 310-367 对应于前面已描述的图 2 中所示的相似编号的元件。例如，图 3 中的第一光学波导 332a 对应于图 2 中的第一光学波导 232a，如此之类。将理解，图 3 中呈现的视图以与参照图 2 呈现并描述的视图相似的方式示出了穿过各个光学波导的横截面。

[0061] 光学互连 300 包括第一 PCB310，其在垂直取向上连接到第二 PCB320，并且使用与在第二 PCB320 中形成的第二连接器元件 377 配合的、在第一 PCB310 中形成的第一连接器元件 375 固定。如另外描述的那样，第一和第二连接器元件 375、377 可以包括用于牢固地将两个 PCB 紧固在一起的特征，并且还可以包括额外的电接触。第一和第二 PCB310、320 中的每个包括多个光学波导，这些光学波导以与图 1 中所示相似的交错取向排列。在图 3 中仅示出了第一和第二 PCB310、320 中的每个中的多个光学波导中的两个，尽管将理解，在光学互连 300 中可以存在任何期望数目的交错的光学波导。第一 PCB310 包括设置在第一 PCB310 内的、具有第一光提取器 336a 的第一光学波导 332a，和具有第二光提取器 336b 的第二光学波导 332b。如另外描述的那样，第一 PCB310 还可以包括多个可选的光电子器件 364 和能够连接到其他部件的光学线缆 365。

[0062] 第二 PCB320 包括设置在第二 PCB320 内的、具有第三光提取器 346a 的第三光学波导 342a，和具有第四光提取器 346b 的第四光学波导 342b。如另外描述的那样，第二 PCB320 还可以包括多个可选的光电子器件 366 和能够连接到其他部件的光学线缆 367。第一 PCB310 和第二 PCB320 可以通过第一和第二连接器元件 375、377 实现电接触，使得例如，具有第一电衬垫 361 的可选的第一电子器件 360 与具有第二电衬垫 363 的可选的第二电子器件 362 连接并且实现与其的电接触 369。如另外描述的那样，通过与每个光学波导相关联的微透镜实现第一和第二 PCB310、320 之间的相应的光学连接。

[0063] 包括反射表面 376、第一微透镜 371、第二微透镜 372 和第一表面 373 的光重定向元件 370 设置在第一连接器元件 375 内，使得离开一个 PCB 的光被重定向以进入另一 PCB。在一些情况下，光重定向元件 370 可以是在一个表面上具有微透镜的棱镜。在一些情况下(未示出)，光重定向元件 370 可以替选地包括诸如镜的反射器以及分离的微透镜阵列。将理解，如本领域技术人员已知的，光重定向元件 370 可以固定到第一 PCB310 或第二 PCB320(或者与第一或第二连接器元件 375、377 的结构和特征相关联)。

[0064] 光学过孔 378 使第一光学波导 332a 的第一光提取器 336a 和第二光学波导 332b 的第二光提取器 336b 暴露。光重定向元件 370 的第一微透镜 371 被设置为接受来自第一光学波导 332a 的第一光提取器 336a 的第一光 350a。第一光 350a 通过第一微透镜 371，从反射表面 376 反射，通过第一表面 373 离开光重定向元件 370，并且进入第三微透镜 244a。第三微透镜 244a 设置在第二 PCB320 内的第三光学过孔 348a 中，第三光学过孔 348a 使第三光学波导 342a 的第三光提取器 346a 暴露。第一光 350a 在第三光提取器 346a 上聚焦并且注入到第三光学波导 342a 中。

[0065] 第四微透镜 344b 设置在第二 PCB320 内的第四光学过孔 348b 中，第四光学过孔 348b 使第四光学波导 342b 的第四光提取器 346b 暴露，使得从第四光学波导 342a 提取的第二光 350b 通过第四微透镜 344b 并且通过第一表面 373 进入光重定向元件 370。第二光 350b 从反射表面 376 反射，通过第二微透镜 372，聚焦到第二光提取器 336b 上，并且进入第二光学波导 332b。

[0066] 通过与图 2 中所述相似的方式，如图 3 中所示的光提取器可以是光学波导的带角度切割端部；然而将理解，可以替换为这里描述的任何光提取 器技术。此外，将理解，每个光学波导可以通过与参照图 2 描述的相似的方式嵌入每个 PCB 或者它们可以设置在每个 PCB 的表面上。此外，如另外描述的那样，光学互连 300 可以是双向光学互连。

[0067] 图 4A 示出了根据本公开的一个方面的 PCB 光学互连 400 的横截面侧视图。图 4 中所示的每个元件 410-477 对应于前面已描述的图 3 中所示的相似编号的元件。例如，图 4A 中的第一光学波导 432a 对应于图 3 中的第一光学波导 332a，如此之类。将理解，图 4 中呈现的视图以与参照图 2 和图 3 呈现并描述的视图相似的方式示出了穿过各个光学波导的横截面。

[0068] 光学互连 400 包括第一 PCB410，其在垂直取向上连接到第二 PCB420，并且使用与在第一 PCB410 中形成的第二连接器元件 477 配合的、在第二 PCB420 中形成的第一连接器元件 475 固定。如另外描述的那样，第一和第二连接器元件 475、477 可以包括用于牢固地将两个 PCB 紧固在一起的特征，并且还可以包括额外的电接触。第一和第二 PCB410、420 中的每个包括多个光学波导，这些光学波导以与图 1 中所示相似的交错取向排列。在图 4A

中仅示出了第一和第二 PCB410、420 中的每个中的多个光学波导中的两个，尽管将理解，在光学互连 400 中可以存在任何期望数目的交错的光学波导。第一 PCB410 包括设置在第一 PCB410 内的、具有第一光提取器 436a 的第一光学波导 432a，和具有第二光提取器 436b 的第二光学波导 432b。如另外描述的那样，第一 PCB410 还可以包括多个可选的光电子器件 464 和能够连接到其他部件的光学线缆 465。

[0069] 第二 PCB420 包括设置在第二 PCB420 内的、具有第三光提取器 446a 的第三光学波导 442a，和具有第四光提取器 446b 的第四光学波导 442b。如另外描述的那样，第二 PCB420 还可以包括多个可选的光电子器件 466 和能够连接到其他部件的光学线缆 467。第一 PCB410 和第二 PCB420 可以通过第一和第二连接器元件 475、477 实现电接触，使得例如，具有第一电衬垫 461 的可选的第一电子器件 460 与具有第二电衬垫 463 的可选的第二电子器件 462 连接并且实现与其的电接触 469。如另外描述的那样，通过与每个光学波导相关联的微透镜实现第一和第二 PCB410、420 之间的相应的光学连接。

[0070] 包括反射表面 476、第四微透镜 371、第三微透镜 472 和第一表面 473 的光重定向元件 470 设置在第一连接器元件 475 内，使得离开一个 PCB 的光被重定向以进入另一 PCB。在一些情况下，光重定向元件 470 可以 是在一个表面上具有微透镜的棱镜。在一些情况下(未示出)，光重定向元件 470 可以替选地包括诸如镜的反射器以及分离的微透镜阵列。将理解，如本领域技术人员已知的，光重定向元件 470 可以固定到第一 PCB410 或第二 PCB420(或者与第一或第二连接器元件 475、477 的结构和特征相关联)。

[0071] 第一光学过孔 428a 使第一光学波导 432a 的第一光提取器 436a 暴露，并且第二光学过孔 428b 使第二光学波导 432b 的第二光提取器 436b 暴露。第一微透镜 424a 被设置为接受来自第一光学波导 432a 的第一光提取器 436a 的第一光 450a。第一光 450a 通过第一微透镜 424a，进入第一表面 473，从反射表面 476 反射，并且通过第三微透镜 472 离开光重定向元件 470。第三微透镜 472 被设置为将第一光 450a 聚焦到已被第二 PCB420 中的光学过孔 474 暴露的第三光学波导 442a 的第三光提取器 446a 上，从而将第一光 450a 注入到第三光学波导 442a 中。

[0072] 第二 PCB420 中的光学过孔 474 使第四光学波导 442b 的第四光提取器 446b 暴露，使得在第四光学波导 442b 内行进的光通过第四微透镜 471 定向，从反射表面 476 反射，通过第一表面 473 离开光重定向元件 470 并且被第二微透镜 424b 聚焦到第二光提取器 436b 上并且注入到第二光学波导 432b 中。在一些情况下，光学过孔 474 可以替选地由分离的光学过孔(未示出)形成，这些光学过孔分离地使第三和第四光提取器 446a、446b 暴露。

[0073] 通过与图 2 和 3 中所述相似的方式，如图 4A 中所示的光提取器可以是光学波导的带角度切割端部；然而将理解，可以替换为这里描述的任何光提取器技术。此外，将理解，每个光学波导可以通过与参照图 2 和 3 描述的相似的方式嵌入每个 PCB 或者它们可以设置在每个 PCB 的表面上。此外，如另外描述的那样，光学互连 400 可以是双向光学互连。

[0074] 图 4B 示出了根据本公开的一个方面的 PCB 光学互连 401 的横截面侧视图。图 4B 中所示的每个元件 410-477 对应于前面已描述的图 4A 中所示的相似编号的元件。例如，图 4A 中的第一光学波导 432a 对应于图 4B 中的第一光学波导 432a，如此之类。将理解，图 4B 中呈现的视图以与参照图 4A 呈现并描述的视图相似的方式示出了穿过各个光学波导的横截面。

[0075] 光学互连 401 包括第一 PCB410，其在垂直取向上连接到第二 PCB420，并且使用与在第一 PCB410 中形成的第二连接器元件 477 配合的、 在第二 PCB420 中形成的第一连接器元件 475 固定。如另外描述的那样，第一和第二连接器元件 475、477 可以包括用于牢固地将两个 PCB 紧固在一起的特征，并且还可以包括额外的电接触。第一和第二 PCB410、420 中的每个包括多个光学波导，这些光学波导以与图 1 中所示相似的交错取向排列。在图 4B 中仅示出了第一和第二 PCB410、420 中的每个中的多个光学波导中的两个，尽管将理解，在光学互连 401 中可以存在任何期望数目的交错的光学波导。第一 PCB410 包括设置在第一 PCB410 内的、具有第一光提取器 436a 的第一光学波导 432a，和具有第二光提取器 436b 的第二光学波导 432b。如另外描述的那样，第一 PCB410 还可以包括多个可选的光电子器件 464 和能够连接到其他部件的光学线缆 465。

[0076] 第二 PCB420 包括设置在第二 PCB420 内的、具有第三光提取器 446a 的第三光学波导 442a，和具有第四光提取器 446b 的第四光学波导 442b。如另外描述的那样，第二 PCB420 还可以包括多个可选的光电子器件 466 和能够连接到其他部件的光学线缆 467。第一 PCB410 和第二 PCB420 可以通过第一和第二连接器元件 475、477 实现电接触，使得例如，具有第一电衬垫 461 的可选的第一电子器件 460 与具有第二电衬垫 463 的可选的第二电子器件 462 连接并且实现与其的电接触 469。如另外描述的那样，通过与每个光学波导相关联的微透镜实现第一和第二 PCB410、420 之间的相应的光学连接。

[0077] 包括反射表面 476、第一表面 473 和第二表面 479 的光重定向元件 470’设置在第一连接器元件 475 内，使得离开一个 PCB 的光被重定向以进入另一 PCB。在一些情况下，光重定向元件 470’可以是棱镜。在一些情况下（未示出），光重定向元件 470’可以替选地包括诸如镜的反射器。将理解，如本领域技术人员已知的，光重定向元件 470’可以固定到第一 PCB410 或第二 PCB420（或者与第一或第二连接器元件 475、477 的结构和特征相关联）。

[0078] 第一光学过孔 428a 使第一光学波导 432a 的第一光提取器 436a 暴露，并且第二光学过孔 428b 使第二光学波导 432b 的第二光提取器 436b 暴露。第一微透镜 424a 被设置为接受来自第一光学波导 432a 的第一光提取器 436a 的第一光 450a。第一光 450a 通过第一微透镜 424a，进入第一表面 473，从反射表面 476 反射，并且通过第二表面 479 离开光重定向元件 470’。第三微透镜 444a 将第一光 450a 聚焦到已被第二 PCB420 中的第三光学过孔 448a 暴露的第三光学波导 442a 的第三光提取器 446a 上，从而将第 一光 450a 注入到第三光学波导 442a 中。

[0079] 第二 PCB420 中的第四光学过孔 448b 使第四光学波导 442b 的第四光提取器 446b 暴露，使得在第四光学波导 442b 内行进的光通过第四微透镜 444b 定向，进入光重定向元件 470’的第二表面 479，从反射表面 476 反射，通过第一表面 473 离开光重定向元件 470’并且被第二微透镜 424b 聚焦到第二光提取器 436b 上并且注入到第二光学波导 432b 中。

[0080] 通过与图 4A 中所述相似的方式，如图 4B 中所示的光提取器可以是光学波导的带角度切割端部；然而将理解，可以替换为这里描述的任何光提取器技术。此外，将理解，每个光学波导可以通过与参照图 4A 描述的相似的方式嵌入每个 PCB 或者它们可以设置在每个 PCB 的表面上。此外，如另外描述的那样，光学互连 401 可以是双向光学互连。

[0081] 图 4C 示出了根据本公开的一个方面的 PCB 光学互连 402 的横截面侧视图。图 4C 中所示的每个元件 410-477 对应于前面已描述的图 4A 中所示的相似编号的元件。例如，图

4C 中的第一光学波导 432a 对应于图 4B 中的第一光学波导 432a，如此之类。将理解，图 4C 中呈现的视图以与参照图 4A 呈现并描述的视图相似的方式示出了穿过各个光学波导的横截面。

[0082] 光学互连 402 包括第一 PCB410，其在垂直取向上连接到第二 PCB420，并且使用与在第一 PCB410 中形成的第二连接器元件 477 配合的、在第二 PCB420 中形成的第一连接器元件 475 固定。如另外描述的那样，第一和第二连接器元件 475、477 可以包括用于牢固地将两个 PCB 紧固在一起的特征，并且还可以包括额外的电接触。第一和第二 PCB410、420 中的每个包括多个光学波导，这些光学波导以与图 1 中所示相似的交错取向排列。在图 4C 中仅示出了第一和第二 PCB410、420 中的每个中的多个光学波导中的两个，尽管将理解，在光学互连 402 中可以存在任何期望数目的交错的光学波导。第一 PCB410 包括设置在第一 PCB410 内的、具有第一光提取器 436a 的第一光学波导 432a，和具有第二光提取器 436b 的第二光学波导 432b。如另外描述的那样，第一 PCB410 还可以包括多个可选的光电子器件 464 和能够连接到其他部件的光学线缆 465。

[0083] 第二 PCB420 包括设置在第二 PCB420 内的、具有第三光提取器 446a 的第三光学波导 442a，和具有第四光提取器 446b 的第四光学波导 442b。如另外描述的那样，第二 PCB420 还可以包括多个可选的光电子器件 466 和能够连接到其他部件的光学线缆 467。第一 PCB410 和第二 PCB420 可以通过第一和第二连接器元件 475、477 实现电接触，使得例如，具有第一电衬垫 461 的可选的第一电子器件 460 与具有第二电衬垫 463 的可选的第二电子器件 462 连接并且实现与其的电接触 469。如另外描述的那样，通过与每个光学波导相关联的微透镜实现第一和第二 PCB410、420 之间的相应的光学连接。

[0084] 包括反射表面 476、与第二微透镜 472’ 相邻的第一微透镜 471’ 和与第四微透镜 471 相邻的第三微透镜 472 的光重定向元件 470″ 设置在第一连接器元件 475 内，使得离开一个 PCB 的光被重定向以进入另一 PCB。在一些情况下，光重定向元件 470″ 可以是棱镜，并且每个相邻的微透镜组可以设置在棱镜的正交表面上。在一些情况下（未示出），光重定向元件 470″ 可以替选地包括诸如镜的反射器以及两个正交的微透镜阵列。将理解，如本领域技术人员已知的，光重定向元件 470″ 可以固定到第一 PCB410 或第二 PCB420（或者与第一或第二连接器元件 475、477 的结构和特征相关联）。

[0085] 第一光学过孔 478 可以使第一光学波导 432a 的第一光提取器 436a 和第二光学波导 432b 的第二光提取器 436b 暴露，或者分离的光学过孔可用于此两者（未示出）。第一微透镜 471’ 被设置为接受来自第一光学波导 432a 的第一光提取器 436a 的第一光 450a。第一光 450a 通过第一微透镜 471’，从反射表面 476 反射，并且通过第三微透镜 472 离开光重定向元件 470″。第三微透镜 472 将第一光 450a 聚焦到第二光学过孔 474 暴露的第三光学波导 442a 的第三光提取器 446a 上，从而将第一光 450a 注入到第三光学波导 442a 中。

[0086] 第二 PCB420 中的第二光学过孔 474 还使第四光学波导 442b 的第四光提取器 446b 暴露，使得在第四光学波导 442b 内行进的光通过第四微透镜 471 定向，从反射表面 476 反射，离开光重定向元件 470″，并且被第二微透镜 472’ 聚焦到第二光提取器 436b 上并且注入到第二光学波导 432b 中。

[0087] 通过与图 4A 中所述相似的方式，如图 4C 中所示的光提取器可以是光学波导的带角度切割端部；然而将理解，可以替换为这里描述的任何光提取器技术。此外，将理解，每个

光学波导可以通过与参照图 4A 描述的相似的方式嵌入每个 PCB 或者它们可以设置在每个 PCB 的表面上。此外，如另外描述的那样，光学互连 402 可以是双向光学互连。

[0088] 图 5 示出了根据本公开的一个方面的连接的 PCB500 的端视图。连 接的 PCB500 包括背板 PCB510，背板 PCB510 具有连接到背板 PCB510 的第一主表面 512 的第一刀片 PCB520a 和第二刀片 PCB520b。将理解，图 5 的光学波导通常可以是能够被设置为嵌入在各个 PCB 内、设置在各个 PCB 的表面上或者设置在各个 PCB 上方的光学波导或光电波导。此外，如本领域中公知的，也可以实现各个部件之间的电连接。此外，将理解，光电子器件、互连和刀片 PCB 的相对位置和数目仅用于说明，并且可以使用如本领域技术人员已知的任何期望的数目和位置。

[0089] 在一个具体实施例中，第一刀片 PCB520a 包括设置在第一刀片 PCB520a 的同一表面或不同表面上的可选的第一光电子器件 562 和可选的第二光电子器件 564。第一刀片 PCB520a 可以通过第一光学连接器 568 和第一光电子连接器 560 连接到背板 PCB510。第一光学连接器 568 可以包括参照图 2-4C 描述的光学互连 200、300 和 400-402 中的任何光学互连。在一些情况下，可以使用第一光学波导 561 将第一光电子连接器 560 连接到可选的第一光电子器件 562。

[0090] 在一个具体实施例中，第二刀片 PCB520b 包括设置在第二刀片 PCB520b 的同一表面或不同表面上的可选的第三光电子器件 566、可选的第四光电子器件 572 和可选的第五光电子器件 574。第二刀片 PCB520b 可以通过第二光学连接器 570 和第二光电子连接器 576 连接到背板 PCB510。第二光学连接器 570 可以包括参照图 2-4C 描述的光学互连 200、300 和 400-402 中的任何光学互连。在一些情况下，可以将（第二刀片 PCB520b 上的）可选的第三光电子器件 566 连接到（第一刀片 PCB520a 上的）可选的第二光电子器件 564；可以使用第三光学波导 575 将第二光电子连接器 576 连接到可选的第五光电子器件 574；并且可以使用第四光学波导 573 将可选的第五光电子连接器 574 连接到可选的第四光电子器件 572。在一些情况下，还可以诸如通过背板 PCB510 的第一主表面 512 上的连接到第六光电子器件 578 的第五光学波导 579，来实现针对其他外部系统（未示出）的连接。

[0091] 可选地可以实现从背板 PCB510 的第一主表面 512 到第二主表面 514 的电连接、光学连接或光电子连接。在一个具体实施例中，第一光学连接器 568 可以是通过第一背面连接器 584 与背板 PCB510 的第二主表面 514 的电连接、光学连接或光电子连接；并且第二光学连接器 570 可以是通过第二背面连接器 582 与背板 PCB510 的第二主表面 514 的电连接、光学连接或光电子连接。可以使用第一、第二和第三背面光学波导 583、585、587 将第一背面连接器 584 进一步分别连接到其他可选的器件，诸如第一背面光电子器件 586 和第二背面连接器 582。第二背面连接器 582 可以通过第四背面光学波导 581 进一步连接到第二背面光电子器件 580。

[0092] 图 6A-6C 示出了根据本公开的一个方面的光提取器的实施例的示意性视图。图 6A 示出了具有端部 633a 的光学波导 632a，端部 633a 被放置为与棱镜 634 的输入表面 631 相邻。棱镜 634 包括反射斜面 636 和输出表面 635。在光学波导 632a 内行进的光 650a 进入棱镜 634 的输入表面 631，从反射斜面 636 反射，并且在不同的方向上通过输出表面 635 离开棱镜 634。反射斜面 636 可以是研磨表面，使得光 650a 通过 TIR 反射，或者其可以包括具有电介质叠层或者有机或无机材料的反射层，或者其可以包括反射金属。在一些情况下，棱

镜 634 可以替选地被替换为平镜(未示出),该平镜设置在相对端部 633a 的相同位置,作为反射斜面 636。如另外描述的那样,在一些情况下,棱镜 634 可以替选地通过切割光学波导 632a 以创建反射斜面 636 而被替换。

[0093] 图 6B 示出了具有端部 633b 和光提取光栅 637 的光学波导 632b,该光提取光栅 637 设置在光学波导 632b 的表面上,以提取在光学波导 632b 内行进的光 650b,使得所提取的光在不同的方向上离开光学波导,如本领域技术人员已知的那样。在一些情况下,光提取光栅 637 可以被设计为从光学波导 632b 提取一个特定波长的光 650b。

[0094] 图 6C 示出了光学波导 632c,其具有端部 633c、设置在光学波导 632c 的表面上的第一光提取光栅 638 和第二光提取光栅 639。第一光提取光栅 638 被设置为提取具有第一波长的第一光 650c 并且第二光提取光栅 639 被设置为提取具有第二波长的第二光 651c,第一光 650c 和第二光 651c 两者在光学波导 632b 内行进,使得所提取的光在不同的方向上离开光学波导。

[0095] 以下是本公开的实施例的列表。

[0096] 项 1 是一种光学互连组件,其包括 :第一印刷电路板(PCB)组件,所述第一 PCB 组件包括 :第一 PCB,以及多个具有光提取器的第一光学波导,所述多个第一光学波导设置在所述第一 PCB 上或所述第一 PCB 内,所述光提取器相对彼此交错 ;第二 PCB 组件,所述第二 PCB 组件包括 :第二 PCB,所述第二 PCB 经由电连接器插入到所述第一 PCB 的第一面中,以及多个具有光提取器的第二光学波导,所述多个第二光学波导设置在所述第二 PCB 上或所述第二 PCB 内,所述光提取器相对彼此交错,所 述多个第二光学波导中的每个第二光学波导与所述多个第一光学波导中的不同的第一光学波导对应 ;多个第一微透镜,所述多个第一微透镜相对彼此交错,所述多个第一微透镜中的每个第一微透镜与所述多个第一光学波导中的不同的第一光学波导对应 ;以及多个第二微透镜,所述多个第二微透镜相对彼此交错,所述多个第二微透镜中的每个第二微透镜与所述多个第二光学波导中的不同的第二光学波导对应,所述多个第一光学波导中的每个第一光学波导和所述多个第二光学波导中的相应的第二光学波导的光提取器被取向为,使得在所述第一光学波导内行进的光在被所述第一光学波导的光提取器重定向、离开所述第一光学波导、行进通过所述多个第一微透镜中的与所述第一光学波导对应的第一微透镜、行进通过所述多个第二微透镜中的与所述第二光学波导对应的第二微透镜、并且被所述第二光学波导的光提取器重定向之后,进入所述第二光学波导。

[0097] 项 2 是根据项 1 所述的光学互连组件,其中每个所述光提取器包括带角度切割端面、光重定向棱镜、平面反射器、提取光栅、或者它们的组合。

[0098] 项 3 是根据项 1 或项 2 所述的光学互连组件,其中所述第一 PCB 和所述第二 PCB 之一是背板 PCB。

[0099] 项 4 是根据项 1 至项 3 中任一项所述的光学互连组件,其中所述第一 PCB 至少包括安装在其上的第一半导体芯片。

[0100] 项 5 是根据项 1 至项 4 中任一项所述的光学互连组件,其中所述第二 PCB 至少包括安装在其上的第二半导体芯片。

[0101] 项 6 是根据项 1 至项 5 中任一项所述的光学互连组件,其中所述第一 PCB 和所述第二 PCB 中的每个包括安装在其上的至少一个半导体芯片。

[0102] 项 7 是根据项 1 至项 6 中任一项所述的光学互连组件，进一步包括设置在所述第一 PCB 和所述第二 PCB 中的每个上的至少一个光电子器件。

[0103] 项 8 是根据项 7 所述的光学互连组件，其中所述至少一个光电子器件包括发光器件。

[0104] 项 9 是根据项 7 所述的光学互连组件，其中所述至少一个光电子器件包括检光器件。

[0105] 项 10 是根据项 1 至项 9 中任一项所述的光学互连组件，其中所述多个第一光学波导和所述多个第二光学波导中的至少一些光学波导嵌入在它们各自的 PCB 内。

[0106] 项 11 是根据项 1 至项 10 中任一项所述的光学互连组件，进一步包括第一光学线缆，所述第一光学线缆包括所述多个第一光学波导中的多个第一光学波导，所述第一光学线缆的第一部分定位在所述第一 PCB 上并且所述第一光学线缆的第二部分未定位在所述第一 PCB 上，所述第一部分包括所述多个第一光学波导中的第一光学波导的光提取器。

[0107] 项 12 是根据项 11 所述的光学互连组件，其中所述多个第一光学波导中的每个第一光学波导是光纤。

[0108] 项 13 是根据项 1 至项 12 中任一项所述的光学互连组件，进一步包括第二光学线缆，所述第二光学线缆包括所述多个第二光学波导中的多个第二光学波导，所述第二光学线缆的第一部分定位在所述第二 PCB 上并且所述第二光学线缆的第二部分未定位在所述第二 PCB 上，所述第一部分包括所述多个第二光学波导中的第二光学波导的光提取器。

[0109] 项 14 是根据项 13 所述的光学互连组件，其中所述多个第二光学波导中的每个第二光学波导是光纤。

[0110] 项 15 是根据项 1 至项 14 中任一项所述的光学互连组件，进一步包括光重定向元件，所述光重定向元件设置在所述多个第一微透镜和所述多个第二微透镜之间，所述多个第一光学波导中的每个第一光学波导和所述多个第二光学波导中的相应的第二光学波导的光提取器被取向为，使得在所述第一光学波导内行进的光在被所述第一光学波导的光提取器重定向、离开所述第一光学波导、行进通过所述多个第一微透镜中的、与所述第一光学波导对应的第一微透镜、被所述光重定向元件重定向、行进通过所述多个第二微透镜中的、与所述第二光学波导对应的第二微透镜、并且被所述第二光学波导的光提取器重定向之后，进入所述第二光学波导。

[0111] 项 16 是根据项 15 所述的光学互连组件，其中所述光重定向元件通过全内反射对光进行重定向。

[0112] 项 17 是根据项 15 或项 16 所述的光学互连组件，其中所述多个第一微透镜中的第一微透镜设置在所述光重定向元件的第一主表面上，并且所述多个第二微透镜中的第二微透镜设置在所述光重定向元件的第二主表面上，所述第二主表面与所述第一主表面成斜角。

[0113] 项 18 是根据项 1 至项 17 中任一项所述的光学互连组件，其中所述光重定向元件由棱镜形成。

[0114] 项 19 是根据项 1 至项 18 中任一项所述的光学互连组件，其中所述多 个第一微透镜中的第一微透镜设置在所述第一 PCB 上。

[0115] 项 20 是根据项 19 所述的光学互连组件，其中所述多个第一光学波导中的第一光

学波导嵌入在所述第一 PCB 内。

[0116] 项 21 是根据项 1 至项 20 中任一项所述的光学互连组件，其中所述多个第二微透镜中的第二微透镜设置在所述第二 PCB 上。

[0117] 项 22 是根据项 21 所述的光学互连组件，其中所述多个第二光学波导中的第二光学波导嵌入在所述第二 PCB 内。

[0118] 项 23 是根据项 1 至项 22 中任一项所述的光学互连组件，其中所述多个第一微透镜中的第一微透镜设置在所述第一 PCB 上，所述多个第二微透镜中的第二微透镜设置在所述第二 PCB 上，所述多个第一光学波导中的第一光学波导嵌入在所述第一 PCB 内，并且所述多个第二光学波导中的第二光学波导嵌入在所述第二 PCB 内。

[0119] 项 24 是一种光学互连组件，其包括：多个第一光学波导，所述多个第一光学波导设置在第一平面中，每个第一光学波导包括第一光提取器，所述第一光提取器相对彼此交错；多个第二光学波导，所述多个第二光学波导设置在与所述第一平面成斜角的第二平面中，每个第二光学波导包括第二光提取器，所述第二光提取器相对彼此交错，所述多个第二光学波导中的每个第二光学波导与所述多个第一光学波导中的不同的第一光学波导对应；多个第一微透镜，所述多个第一微透镜相对彼此交错，所述多个第一微透镜中的每个第一微透镜与所述多个第一光学波导中的不同的第一光学波导对应；以及多个第二微透镜，所述多个第二微透镜相对彼此交错，所述多个第二微透镜中的每个第二微透镜与所述多个第二光学波导中的不同的第二光学波导对应，所述多个第一光学波导中的每个第一光学波导的第一光提取器和所述多个第二光学波导中的相应的第二光学波导的第二光提取器被取向为，使得在所述第一光学波导内行进的光在被所述第一光学波导的第一光提取器重定向、离开所述第一光学波导、行进通过所述多个第一微透镜中的与所述第一光学波导对应的第一微透镜、行进通过所述多个第二微透镜中的与所述第二光学波导对应的第二微透镜、并且被所述第二光学波导的第二光提取器重定向之后，进入所述第二光学波导。

[0120] 项 25 是根据项 24 所述的光学互连组件，其中所述多个第一光学波导中的第一光学波导设置在第一 PCB 上或所述第一 PCB 内，并且所述多个第二光学波导中的第二光学波导设置在第二 PCB 上或所述第二 PCB 内，所述第二 PCB 经由电连接器插入到所述第一 PCB 的第一面中。

[0121] 项 26 是根据项 24 或项 25 所述的光学互连组件，其中每个第一光学波导的第一光提取器是光栅、嵌入在所述第一光学波导内的反射器、和所述第一光学波导的带角度切割端面之一。

[0122] 项 27 是根据项 24 至项 26 中任一项所述的光学互连组件，其中每个第二光学波导的第二光提取器是光栅、嵌入在所述第二光学波导内的反射器、和所述第二光学波导的带角度切割端面之一。

[0123] 项 28 是根据项 24 至项 27 中任一项所述的光学互连组件，其中每个光提取器包括带角度切割端面、光重定向棱镜、平面镜、提取光栅、或者它们的组合。

[0124] 项 29 是根据项 28 所述的光学互连组件，其中每个提取光栅包括第一波长选择性提取光栅和不同的第二波长选择性提取光栅。

[0125] 项 30 是一种光学互连组件，其包括：第一印刷电路板（PCB）；第二 PCB，所述第二 PCB 经由电连接器插入到所述第一 PCB 中，并且所述第二 PCB 包括安装在其上的第一光电子

器件；多个第一光学波导，每个第一光学波导的第一端部光学耦合到所述第一光电子器件，每个第一光学波导包括第一光提取器，所述多个第一光学波导中的所述第一光提取器相对彼此交错；多个第二光学波导，每个第二光学波导包括第二光提取器，所述多个第二光学波导中的所述第二光提取器相对彼此交错，所述多个第二光学波导中的每个第二光学波导与所述多个第一光学波导中的不同的第一光学波导对应；以及光学耦合器，所述光学耦合器安装在所述第一 PCB 上并且包括：多个第一微透镜，所述多个第一微透镜相对彼此交错，所述多个第一微透镜中的每个第一微透镜与所述多个第一光学波导中的不同的第一光学波导对应，以及多个第二微透镜，所述多个第二微透镜相对彼此交错，所述多个第二微透镜中的每个第二微透镜与所述多个第二光学波导中的不同的第二光学波导对应，所述多个第一光学波导中的每个第一光学波导的第一光提取器和所述多个第二光学波导中的相应的第二光学波导的第二光提取器被取向为，使得在所述第一光学波导内行进的光在被所述第一光学波导的第一光提取器重定向、离开所述第一光学波导、行进通过所述多个第一微透镜中的与所述第一光学波导对应的第一微透镜、行进通过所述多个第二微透镜中的与所述第二光学波导对应的第二微透镜、并且被所述第二光学波导的第二光提取器重定向之后，进入所述第二光学波导。

[0126] 项 31 是根据项 30 所述的光学互连组件，其中每个第一光学波导的第一光提取器是光栅、嵌入在所述第一光学波导内的反射器、和所述第一光学波导的带角度切割端面之一。

[0127] 项 32 是根据项 30 或项 31 所述的光学互连组件，其中每个第二光学波导的第二光提取器是光栅、嵌入在所述第二光学波导内的反射器、和所述第二光学波导的带角度切割端面之一。

[0128] 项 33 是根据项 30 至项 32 中任一项所述的光学互连组件，其中每个光提取器包括带角度切割端面、光重定向棱镜、平面镜、提取光栅、或者它们的组合。

[0129] 项 34 是根据项 33 所述的光学互连组件，其中每个提取光栅包括第一波长选择性提取光栅和不同的第二波长选择性提取光栅。

[0130] 项 35 是根据项 30 至项 34 中任一项所述的光学互连组件，其中所述多个第一光学波导中的每个第一光学波导和所述多个第二光学波导中的每个第二光学波导是光纤。

[0131] 项 36 是根据项 30 至项 35 中任一项所述的光学互连组件，其中所述光学耦合器能够以易松开的方式附接到所述第一光电子器件。

[0132] 项 37 是一种光学互连组件，其包括：多个第一光学波导，所述多个第一光学波导设置在第一印刷电路板（PCB）上或所述第一 PCB 内，每个第一光学波导包括端面；多个第二光学波导，所述多个第二光学波导设置在第二 PCB 上或所述第二 PCB 内，每个第二光学波导包括光提取器，所述光提取器相对彼此交错，所述多个第二光学波导中的每个第二光学波导与所述多个第一光学波导中的不同的第一光学波导对应；多个第一微透镜，所述多个第一微透镜中的每个第一微透镜与所述多个第一光学波导中的不同的第一光学波导对应；以及多个第二微透镜，所述多个第二微透镜相对彼此交错，所述多个第二微透镜中的每个第二微透镜与所述多个第二光学波导中的不同的第二光学波导对应，所述多个第一光学波导中的每个第一光学波导的端面和所述多个第二光学波导中的相应的第二光学波导的光提取器被取向为，使得在所述第一光学波导内行进的光在通过所述第一光学波导的端面离开

所述第一光学波导、行进通过所述多个第一微透镜中的与所述第一光学波导对应的第一微透镜、行进通过所述多个第二微透镜中的与所述第二光学波导对应的第二微透镜、并且被所述第二光学波导的第二光提取器重定向之后，进入所述第二光学波导。

[0133] 项 38 是根据项 37 所述的光学互连组件，其中每个第一光学波导的第一光提取器是光栅、嵌入在所述第一光学波导内的反射器、和所述第一光学波导的带角度切割端面之一。

[0134] 项 39 是根据项 37 或项 38 所述的光学互连组件，其中每个第二光学波导的第二光提取器是光栅、嵌入在所述第二光学波导内的反射器、和所述第二光学波导的带角度切割端面之一。

[0135] 项 40 是根据项 37 至项 39 中任一项所述的光学互连组件，其中每个光提取器包括带角度切割端面、光重定向棱镜、平面镜、提取光栅、或者它们的组合。

[0136] 项 41 是根据项 40 所述的光学互连组件，其中每个提取光栅包括第一波长选择性提取光栅和不同的第二波长选择性提取光栅。

[0137] 项 42 是根据项 37 至项 41 中任一项所述的光学互连组件，其中所述多个第一光学波导中的每个第一光学波导和所述多个第二光学波导中的每个第二光学波导是光纤。

[0138] 除非另外指出，否则说明书和权利要求中使用的表示特征尺寸、数量和物理性质的所有数值应被理解为由术语“约”修饰。因此，除非相反地指出，否则前面的说明书和所附权利要求中阐述的数值参数是能够根据利用这里公开的教导的本领域技术人员寻求获得的期望性质而变化的近似。

[0139] 这里提及的所有参考文献和公开文献的整体内容通过引用合并于本公开中，除非它们与本公开直接抵触。尽管这里说明并描述了具体实施例，但是本领域技术人员将认识到，在不偏离本公开的范围的情况下，多种替选和 / 或等同实施方式可以替换所示出并描述的具体实施例。本申请旨在涵盖这里讨论的具体实施例的任何改型或变化。因此，本公开应仅由权利要求及其等同物限定。

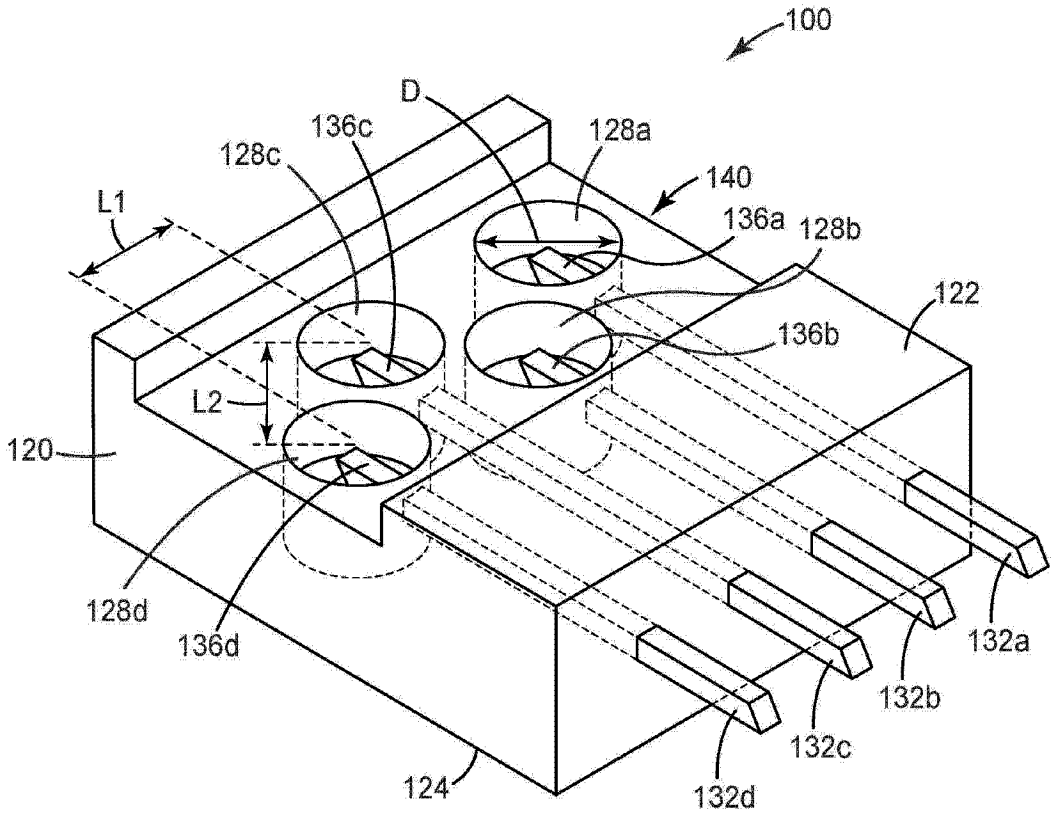

100
D
136c
128a
128c
140
L1
136a
128b
122
136b
L2
120
128d
136d
132a
132b
132c
132d
124

图 1

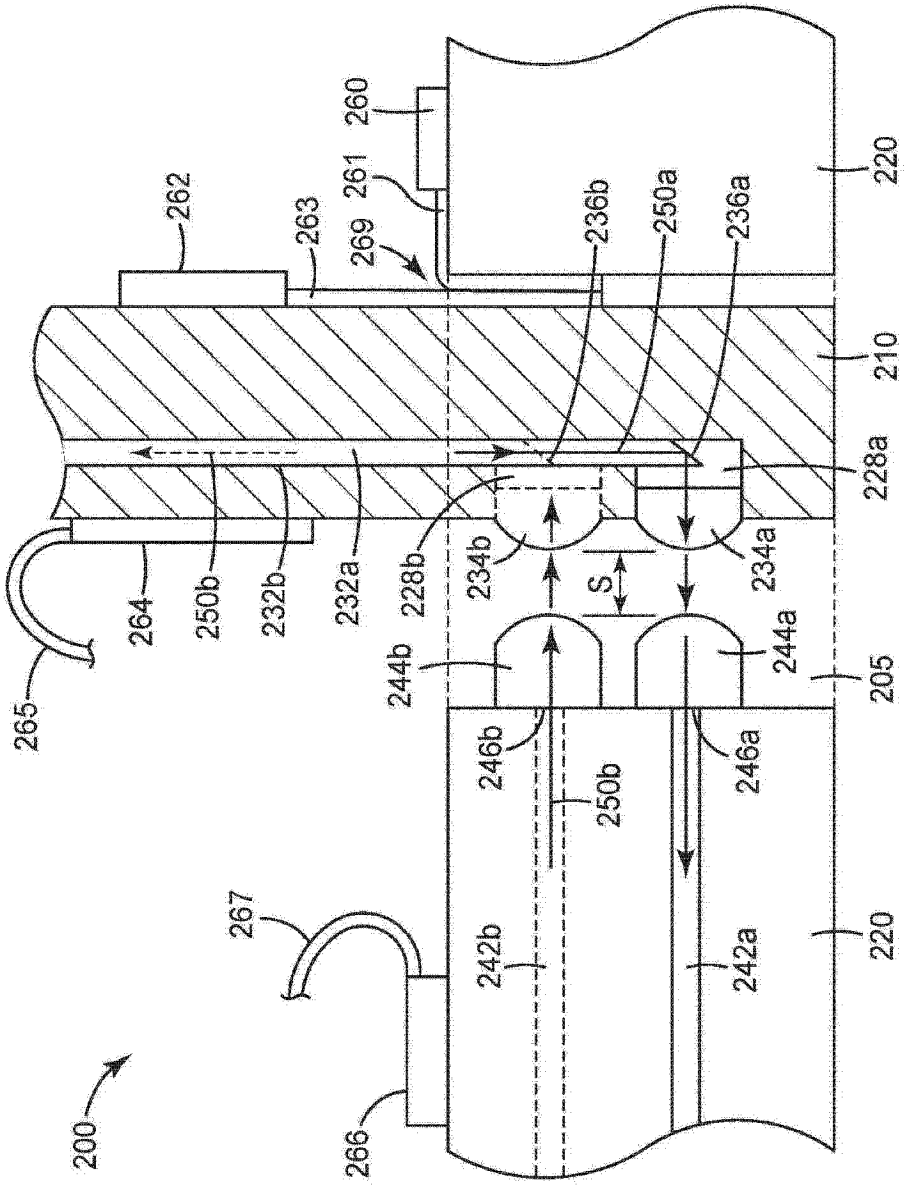

260
261
262
263
269
236b
250a
236a
220
210
228a
264
250b
232b
232a
228b
234b
234a
S
265
244b
244a
205
246b
246a
250b
267
242b
242a
220
200
266

图 2

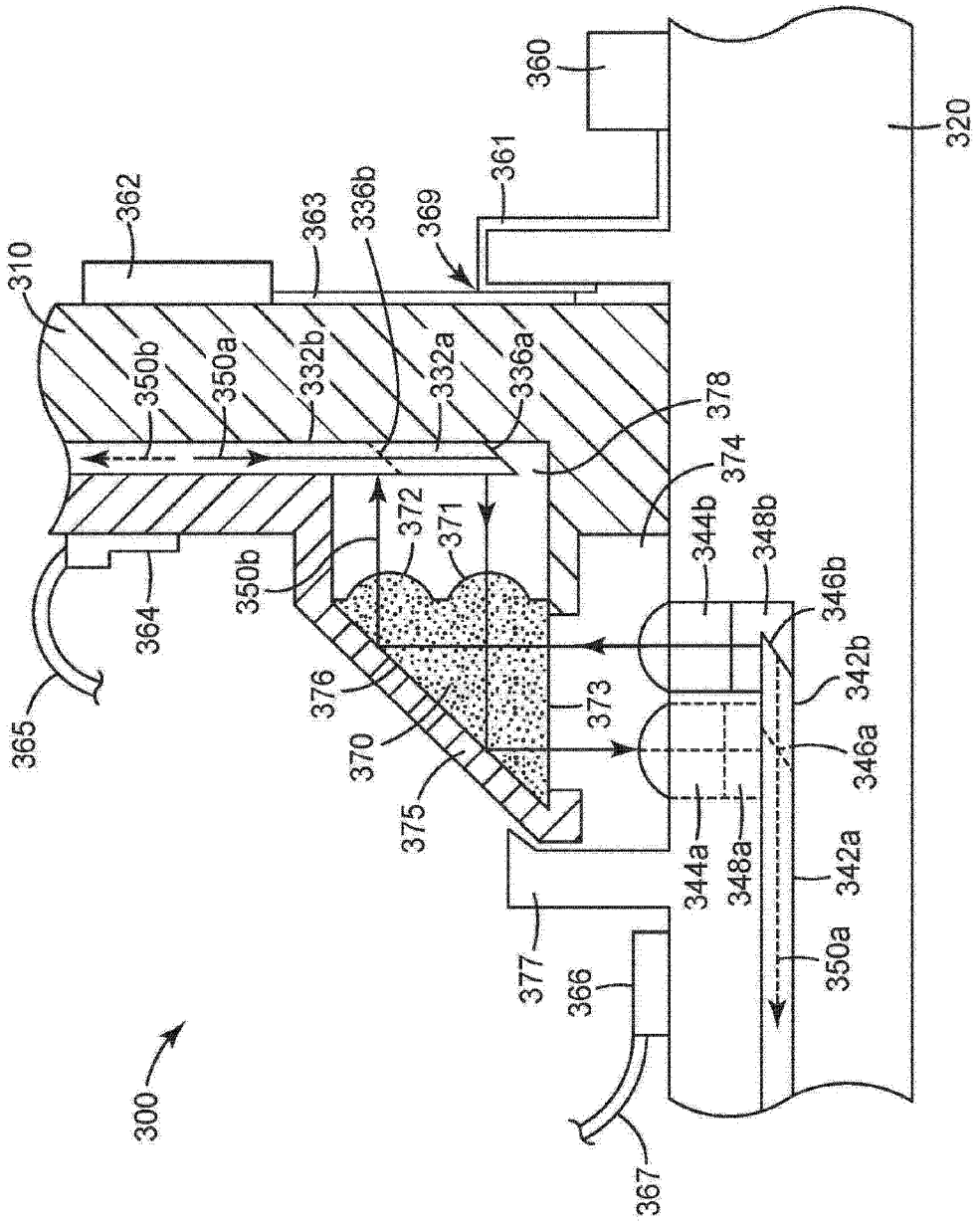

360
320
362
363
336b
369
361
310
350b
350a
332b
332a
336a
378
374
372
371
344b
348b
346b
364
350b
342b
376
373
365
370
346a
375
344a
348a
342a
377
350a
366
300
367

图 3

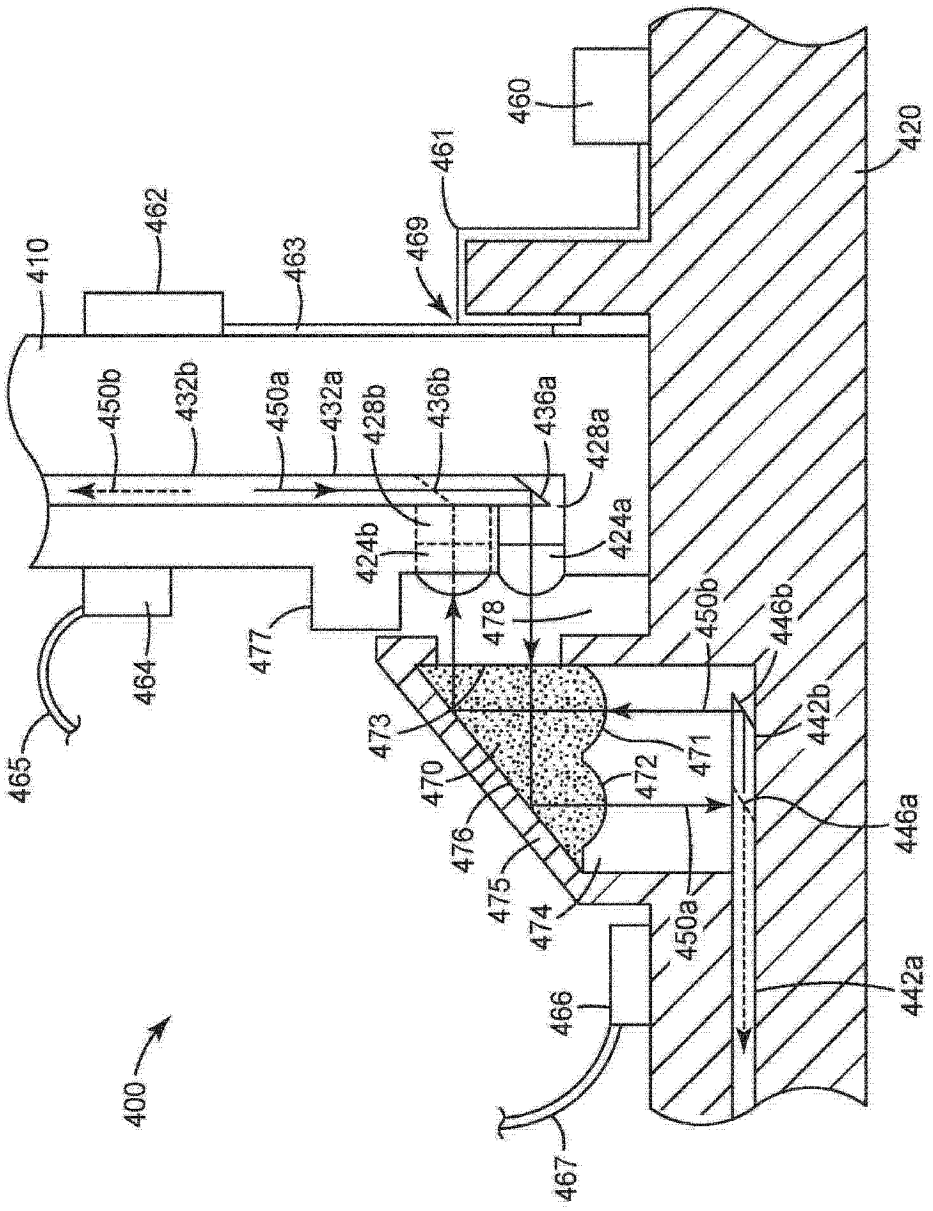

460
461
420
462
463
469
410
450b
432b
450a
432a
428b
436b
436a
428a
424b
424a
478
477
464
465
473
470
476
475
474
471
472
450b
446b
442b
446a
450a
442a
466
467
400

图 4A

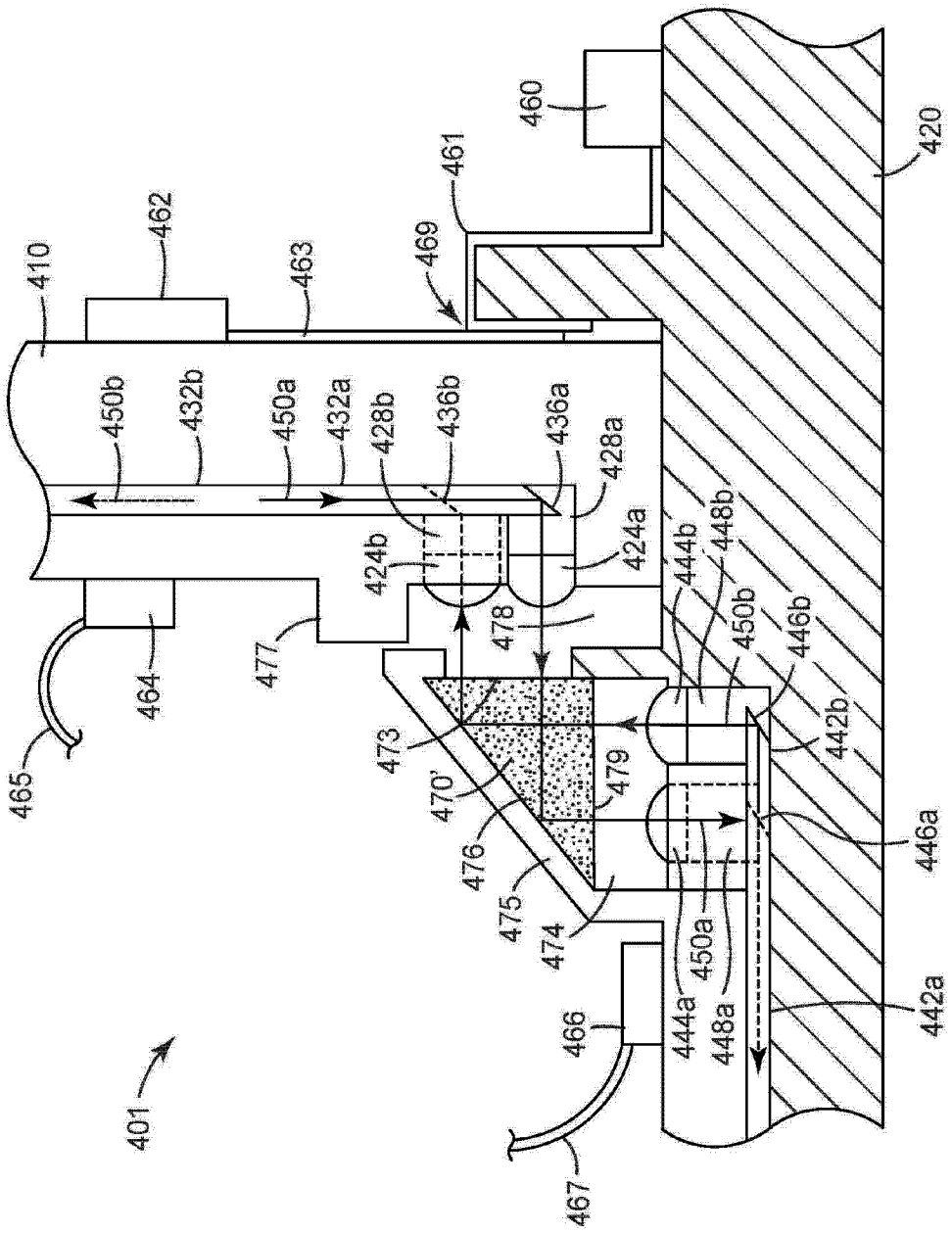

460
461
420
462
410
463
469
450b
432b
450a
432a
428b
436b
436a
428a
424a
424b
444b
448b
450b
446b
442b
478
477
464
465
473
470'
479
476
475
474
446a
450a
444a
448a
442a
466
467
401

图 4B

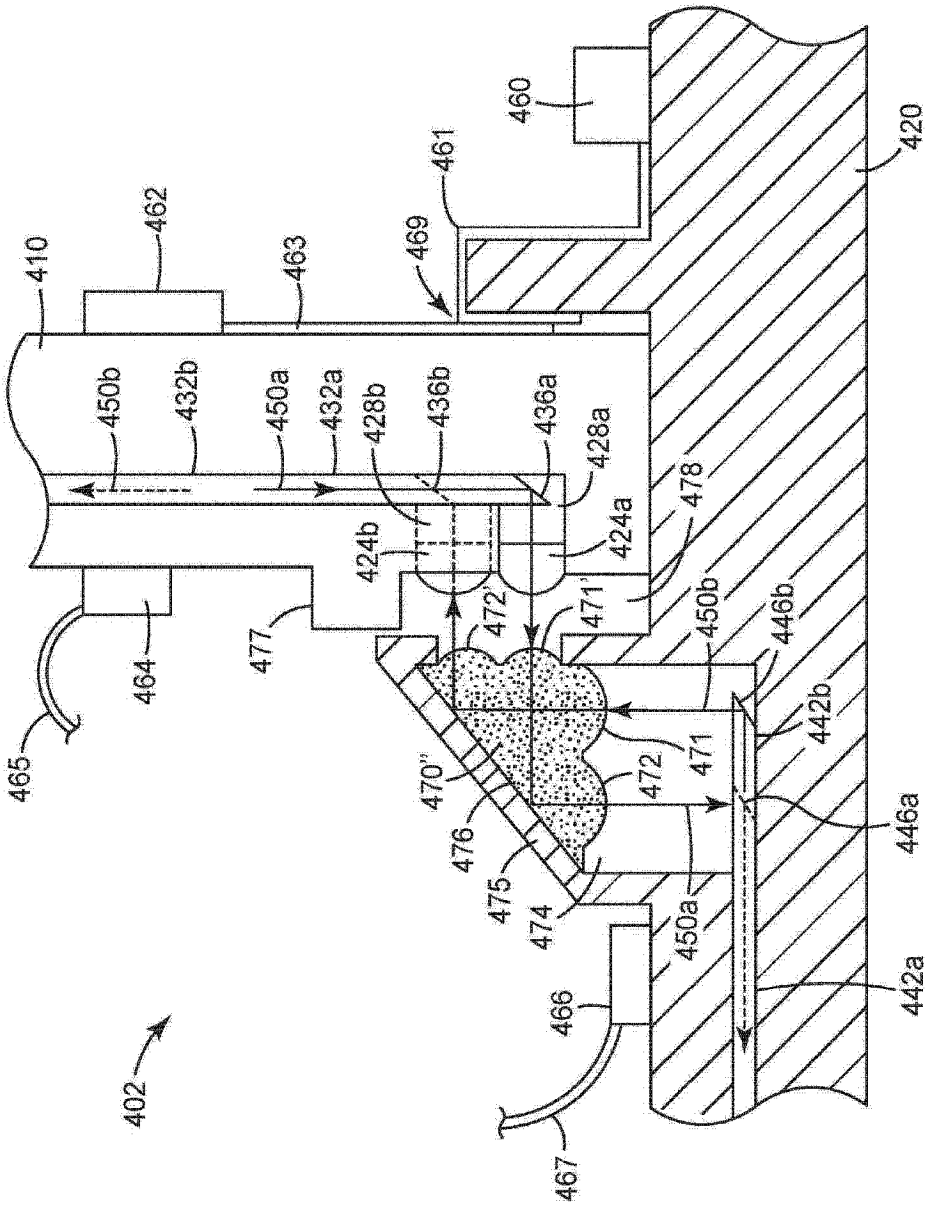

460
461
420
462
410
463
469
450b
432b
450a
432a
428b
436b
436a
428a
424a
424b
478
471'
472'
477
464
450b
446b
465
470''
472
471
442b
476
446a
475
474
450a
466
442a
467
402

图 4C

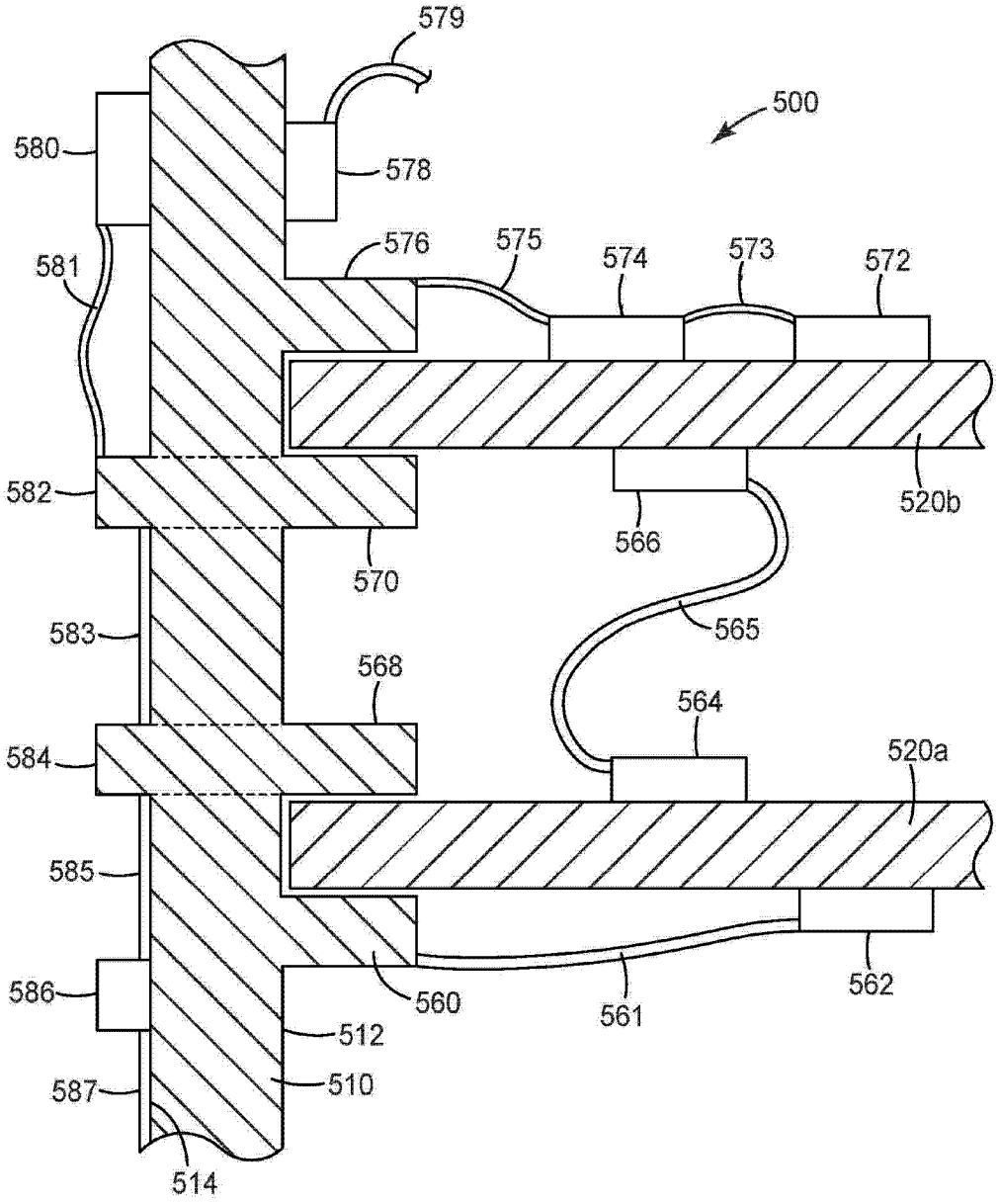

579
500
580
578
576
575
574
573
572
581
582
566
520b
570
565
583
568
564
584
520a
585
562
586
560
561
512
587
510
514

图 5

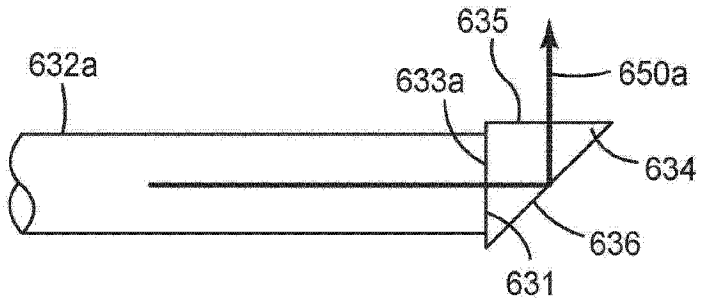

635
632a
633a
650a
634
636
631

图 6A

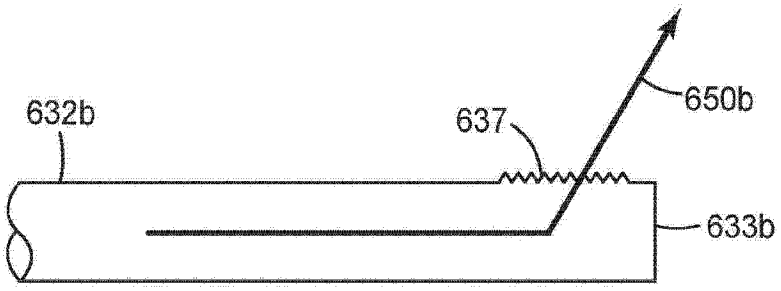


图 6B

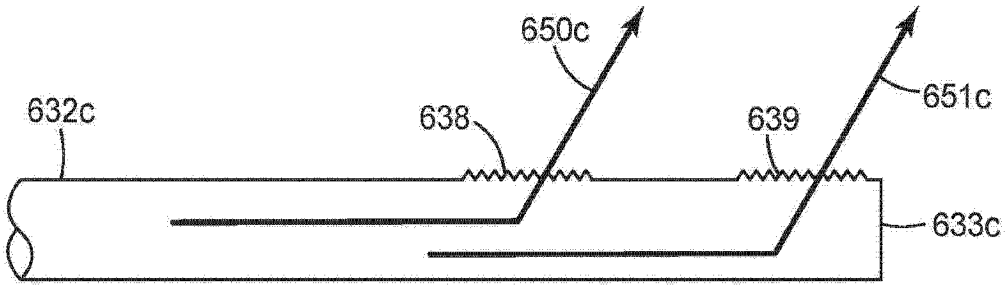


图 6C