

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2025 年 1 月 9 日 (09.01.2025)



(10) 国际公布号
WO 2025/007520 A1

- (51) 国际专利分类号:
G02B 6/26 (2006.01) **H04B 10/25** (2013.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2023/139459
- (22) 国际申请日: 2023 年 12 月 18 日 (18.12.2023)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
202310826127.8 2023年7月6日 (06.07.2023) CN
- (71) 申请人: 中国电信股份有限公司技术创新中心 (**CHINA TELECOM CORPORATION LIMITED TECHNOLOGY INNOVATION CENTER**) [CN/CN]; 中国北京市昌平区北七家镇未来科技城南区中国电信北京信息科技创新园11层1118室、1116室, Beijing 102209 (CN)。中国电信股份有限公司(**CHINA TELECOM CORPORATION LIMITED**) [CN/CN]; 中国北京市西城区金融大街31号, Beijing 100033 (CN)。
- (72) 发明人: 冯立鹏(**FENG, Lipeng**); 中国北京市西城区金融大街31号, Beijing 100033 (CN)。张安旭

(ZHANG, Anxu); 中国北京市西城区金融大街31号, Beijing 100033 (CN)。吕凯(**LV, Kai**); 中国北京市西城区金融大街31号, Beijing 100033 (CN)。霍晓莉(**HUO, Xiaoli**); 中国北京市西城区金融大街31号, Beijing 100033 (CN)。

- (74) 代理人: 中国贸促会专利商标事务所有限公司(**CCPIT PATENT AND TRADEMARK LAW OFFICE**); 中国北京市西城区复兴门内大街158号远洋大厦F10层, Beijing 100031 (CN)。
- (81) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

(54) **Title:** FEW-MODE POWER COUPLER AND FEW-MODE POWER COUPLING METHOD

(54) 发明名称: 少模功率耦合器和少模功率耦合方法

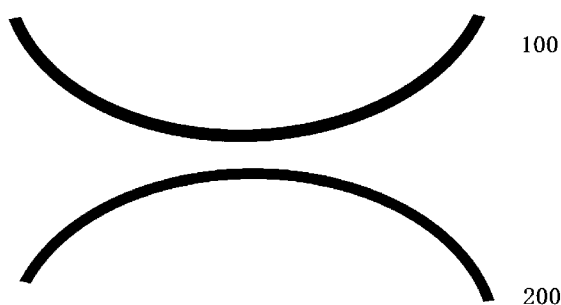


图 1

(57) **Abstract:** A few-mode power coupler and a few-mode power coupling method. The few-mode power coupler comprises two few-mode optical fibers (100, 200), wherein physical parameters of the two few-mode optical fibers (100, 200) are the same, and the distance between fiber cores of the two few-mode optical fibers (100, 200) is less than a predetermined distance. A few-mode power coupler can be achieved by using two identical few-mode optical fibers (100, 200), so that the operating situation of a system is monitored and analyzed.

(57) 摘要: 一种少模功率耦合器和少模功率耦合方法。少模功率耦合器包括: 两根少模光纤(100、200), 其中, 两根少模光纤(100、200)的物理参数相同, 两根少模光纤(100、200)的纤芯之间的距离小于预定距离。可以通过使用2根相同的少模光纤(100、200)实现一个少模功率耦合器, 以便对系统的运行状况进行监测和分析。

[见续页]



WO 2025/007520 A1

(84) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的地区
保护): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ,
NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚
(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE,
BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR,
HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO,
PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF,
CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN,
TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

少模功率耦合器和少模功率耦合方法

相关申请的交叉引用

本申请是以 CN 申请号为 CN202310826127.8，申请日为 2023 年 7 月 6 日的申请为基础，

5 并主张其优先权，该 CN 申请的公开内容在此作为整体引入本申请中。

技术领域

本公开涉及光通信领域，特别涉及一种少模功率耦合器和少模功率耦合方法。

10 背景技术

随着互联网技术的发展，近年来一系列大带宽的应用在不断涌现，同时国家发展对光纤通信容量提出了更高的要求。基于少模光纤的传输系统，通过模式复用实现了容量的翻倍。

15 发明内容

根据本公开的一个方面，提供一种少模功率耦合器，包括：

两根少模光纤，其中，所述两根少模光纤的物理参数相同，所述两根少模光纤的纤芯之间的距离小于预定距离。

在本公开的一些实施例中，所述少模功率耦合器，被配置为使用两根少模光纤并行的方式，将少模光纤中模式的功率按照预配置比例耦合出来，用于少模光纤系统中能量的监控或者数据的分析，对少模光纤系统的运行状况进行监测和分析。

在本公开的一些实施例中，所述两根少模光纤包括第一少模光纤和第二少模光纤，其中：

25 通过将第一少模光纤和第二少模光纤的纤芯之间的距离设置为小于预定距离的方式，将第一少模光纤的纤芯能量耦合到第二少模光纤的纤芯能量。

在本公开的一些实施例中，第一少模光纤包括多个线偏振模式，第二少模光纤包括多个线偏振模式；

第一少模光纤中一个线偏振模式的光，通过倏逝波的方式耦合到第二少模光纤中相同线偏振模式的光。

30 在本公开的一些实施例中，所述少模功率耦合器，被配置为通过纤芯靠近程度和光纤

耦合长度的调整，使得同一个少模功率耦合器在不同线偏振模式下，光功率耦合比相同，其中，纤芯靠近程度为纤芯之间的距离。

在本公开的一些实施例中，所述少模功率耦合器，被配置为对于既定光纤，通过改变纤芯之间的距离、设计器件的长度，使得同一个少模功率耦合器在不同模式、相同器件长度5 度的情况下，光功率耦合比相同。

在本公开的一些实施例中，所述少模功率耦合器，被配置为对于非既定光纤，通过设计光纤物理参数、改变纤芯之间的距离和设计器件长度，使得同一个少模功率耦合器在不同模式、相同器件长度的情况下，光功率耦合比相同。

在本公开的一些实施例中，所述少模功率耦合器，被配置为通过对光纤物理参数、纤10 芯之间的距离中的至少一项进行调整，使得同一个少模功率耦合器在不同模式下的光纤耦合长度和光功率耦合比的函数周期的最小公倍数对应的光纤耦合长度作为器件长度，以实现同一个少模功率耦合器在不同模式、相同器件长度的情况下，光功率耦合比相同。

在本公开的一些实施例中，所述少模功率耦合器为抛光型功率耦合器，所述抛光型功率耦合器为通过对光纤抛光实现两根少模光纤的纤芯与纤芯之间的距离小于预定距离的。

15 在本公开的一些实施例中，所述少模功率耦合器为熔融型功率耦合器，所述熔融型功率耦合器为通过对光纤进行强耦合熔融的方式，实现两根少模光纤的纤芯与纤芯之间的距离小于预定距离的。

根据本公开的另一方面，提供一种少模功率耦合方法，包括：

20 将物理参数相同的两根少模光纤的纤芯之间的距离设置为小于预定距离，构成少模功率耦合器，进行少模功率耦合。

在本公开的一些实施例中，所述将物理参数相同的两根少模光纤的纤芯之间的距离设置为小于预定距离，构成少模功率耦合器，进行少模功率耦合包括：

25 使用两根少模光纤并行的方式，将少模光纤中模式的功率按照预配置比例耦合出来，用于少模光纤系统中能量的监控或者数据的分析，对少模光纤系统的运行状况进行监测和分析。

在本公开的一些实施例中，所述将物理参数相同的两根少模光纤的纤芯之间的距离设置为小于预定距离，构成少模功率耦合器，进行少模功率耦合包括：

30 通过将第一少模光纤和第二少模光纤的纤芯与纤芯之间的距离小于预定距离的方式，将第一少模光纤的纤芯能量耦合到第二少模光纤的纤芯能量，其中，所述两根少模光纤包括第一少模光纤和第二少模光纤。

在本公开的一些实施例中，所述通过将第一少模光纤和第二少模光纤的纤芯与纤芯之间的距离小于预定距离的方式，将第一少模光纤的纤芯能量耦合到第二少模光纤的纤芯能量包括：

5 将第一少模光纤中一个线偏振模式的光，通过倏逝波的方式耦合到第二少模光纤中相同线偏振模式的光，其中，第一少模光纤包括多个线偏振模式，第二少模光纤包括多个线偏振模式。

在本公开的一些实施例中，所述少模功率耦合方法还包括：

通过纤芯靠近程度和光纤耦合长度的调整，使得同一个少模功率耦合器在不同线偏振模式下，光功率耦合比相同，其中，纤芯靠近程度为纤芯之间的距离。

10 在本公开的一些实施例中，所述通过纤芯靠近程度和光纤耦合长度的调整，使得同一个少模功率耦合器在不同线偏振模式下，光功率耦合比相同包括：

对于既定光纤，通过改变纤芯之间的距离、设计器件的长度，使得同一个少模功率耦合器在不同模式、相同器件长度的情况下，光功率耦合比相同。

15 在本公开的一些实施例中，所述通过纤芯靠近程度和光纤耦合长度的调整，使得同一个少模功率耦合器在不同线偏振模式下，光功率耦合比相同包括：

对于非既定光纤，通过设计光纤物理参数、改变纤芯之间的距离和设计器件长度，使得同一个少模功率耦合器在不同模式、相同器件长度的情况下，光功率耦合比相同。

在本公开的一些实施例中，所述通过纤芯靠近程度和光纤耦合长度的调整，使得同一个少模功率耦合器在不同线偏振模式下，光功率耦合比相同包括：

20 通过对光纤物理参数、纤芯之间的距离中的至少一项进行调整，使得同一个少模功率耦合器在不同模式下的光纤耦合长度和光功率耦合比的函数周期的最小公倍数对应的光纤耦合长度作为器件长度，以实现同一个少模功率耦合器在不同模式、相同器件长度的情况下，光功率耦合比相同。

25 在本公开的一些实施例中，所述将物理参数相同的两根少模光纤的纤芯之间的距离设置为小于预定距离包括：

通过对光纤抛光或者通过强耦合熔融的方式，实现两根少模光纤的纤芯与纤芯之间的距离小于预定距离。

附图说明

30 为了更清楚地说明本公开实施例或现有技术中的技术方案，下面将对实施例或现有技术

术描述中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本公开的一些实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。

图 1 为本公开少模功率耦合器一些实施例的示意图。

5 图 2 为线偏振模式 LP01 的功率耦合曲线示意图。

图 3 为线偏振模式 LP11a 的功率耦合曲线示意图。

图 4 为线偏振模式 LP11b 的功率耦合曲线示意图。

图 5 为本公开抛光型功率耦合器一些实施例的示意图。

图 6 为本公开熔融型功率耦合器一些实施例的示意图。

10 图 7 为本公开少模功率耦合方法一些实施例的示意图。

具体实施方式

下面将结合本公开实施例中的附图，对本公开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公开一部分实施例，而不是全部的实施例。以下对
15 至少一个示例性实施例的描述实际上仅仅是说明性的，决不作为对本公开及其应用或使用的任何限制。基于本公开中的实施例，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，都属于本公开保护的范围。

除非另外具体说明，否则在这些实施例中阐述的部件和步骤的相对布置、数字表达式和数值不限制本公开的范围。

20 同时，应当明白，为了便于描述，附图中所示出的各个部分的尺寸并不是按照实际的比例关系绘制的。

对于相关领域普通技术人员已知的技术、方法和设备可能不作详细讨论，但在适当情况下，所述技术、方法和设备应当被视为授权说明书的一部分。

25 在这里示出和讨论的所有示例中，任何具体值应被解释为仅仅是示例性的，而不是作为限制。因此，示例性实施例的其它示例可以具有不同的值。

应注意到：相似的标号和字母在下面的附图中表示类似项，因此，一旦某一项在一个附图中被定义，则在随后的附图中不需要对其进行进一步讨论。

发明人通过研究发现：相关技术基于少模光纤的传输系统，在实际应用中，无法实时了解少模光纤中的功率情况。随着大带宽需求应用的发展，导致城域网、骨干网流量激增，
30 基于单模光纤的通信受到非线性香农极限的限制，传输容量最大为 100Tbps 量级，所以需

要革新传输介质。近年来，基于少模光纤的光传输系统受到了广泛的关注，相关的器件也被不断的提出，但是目前还未有基于少模光纤的功率耦合器被提出，功率耦合器的分光功能在系统测试以及实验中起到了至关重要的作用。

鉴于以上技术问题中的至少一项，本公开提供了一种少模功率耦合器和少模功率耦合方法，可以通过使用 2 根相同的少模光纤实现一个少模功率耦合器，以便对系统的运行状况进行监测和分析。下面通过具体实施例对本公开进行说明。

图 1 为本公开少模功率耦合器一些实施例的示意图。如图 1 所示，本公开少模功率耦合器可以包括两根少模光纤，其中，所述两根少模光纤的物理参数相同，所述两根少模光纤的纤芯之间的距离小于预定距离。所述少模功率耦合器由 2 根物理参数相同、纤芯之间的距离小于预定距离的少模光纤组成。

在本公开的一些实施例中，所述预定距离可以为 20 微米。

在本公开的一些实施例中，所述少模功率耦合器，被配置为使用两根少模光纤并行的方式，将少模光纤中模式的功率按照预配置比例耦合出来，用于少模光纤系统中能量的监控或者数据的分析，对少模光纤系统的运行状况进行监测和分析。

在本公开的一些实施例中，如图 1 所示，所述两根少模光纤可以包括第一少模光纤 100 和第二少模光纤 200，其中：

通过将第一少模光纤 100 和第二少模光纤 200 的纤芯与纤芯之间的距离小于预定距离的方式，将第一少模光纤 100 的纤芯能量耦合到第二少模光纤 200 的纤芯能量。

本公开次提出了少模功率耦合器，本发明拟考虑使用两根少模光纤并行的方式实现少模光纤中模式的功率按照一定的比例耦合出来，用于少模光纤系统中能量的监控或者是数据的分析。

在本公开的一些实施例中，第一少模光纤 100 包括多个线偏振模式，第二少模光纤 200 包括多个线偏振模式。

在本公开的一些实施例中，所述多个线偏振模式可以为 LP01、LP11a 和 LP11b。

在本公开的一些实施例中，第一少模光纤 100 中一个线偏振模式的光，通过倏逝波（Evanescent field，又称为为消逝波、隐失波）的方式耦合到第二少模光纤 200 中相同线偏振模式的光。

在本公开的一些实施例中，第一少模光纤 100 的光纤纤芯 A 中的个线偏振模式的光将会通过倏逝波的方式耦合到第二少模光纤 200 的纤芯 B 中。

由于不同的模式具有的耦合系数不同，所以耦合曲线不同。图 2 为线偏振模式 LP01

的功率耦合曲线示意图。图 3 为线偏振模式 LP11a 的功率耦合曲线示意图。图 4 为线偏振模式 LP11b 的功率耦合曲线示意图。如图 2、图 3 和图 4 所示，横轴表示耦合长度。实线是第二少模光纤 200 的纤芯 B 中模式的能量，虚线是第一少模光纤 100 的纤芯 A 中模式的能量。从图 2、图 3 和图 4 所示，可以看出，当光功率耦合比相同时，耦合长度是不同的。

由此本公开少模功率耦合器，为了使所有线偏振模式在同一个耦合长度得到相同的功率耦合比，可以通过设计耦合系数、耦合长度来实现。

在本公开的一些实施例中，所述少模功率耦合器，被配置为通过纤芯靠近程度和光纤耦合长度的调整，使得同一个少模功率耦合器在不同线偏振模式下，光功率耦合比相同，其中，纤芯靠近程度为纤芯之间的距离。

在本公开的一些实施例中，所述少模功率耦合器，被配置为对于既定光纤，通过改变纤芯之间的距离、设计器件的长度，使得同一个少模功率耦合器在不同模式、相同器件长度的情况下，光功率耦合比相同。

在本公开的一些实施例中，所述少模功率耦合器，被配置为对于非既定光纤，通过设计光纤物理参数、改变纤芯之间的距离和设计器件长度，使得同一个少模功率耦合器在不同模式、相同器件长度的情况下，光功率耦合比相同。

在本公开的一些实施例中，所述少模功率耦合器，被配置为通过对光纤物理参数、纤芯之间的距离中的至少一项进行调整，使得同一个少模功率耦合器在不同模式下的光纤耦合长度和光功率耦合比的函数周期的最小公倍数对应的光纤耦合长度作为器件长度，以实现同一个少模功率耦合器在不同模式、相同器件长度的情况下，光功率耦合比相同。

本公开上述实施例在少模光纤传输系统中，通过使用 2 根相同的少模光纤实现一个少模功率耦合器，以便对系统的运行状况进行监测和分析。

本公开上述实施例的少模功率耦合器可以通过设计光纤耦合长度、纤芯靠近程度等方式实现同一个器件不同模式光功率耦合比相同。

在本公开的一些实施例中，如图 5 和图 6 所示，所述少模功率耦合器的器件实现方式：可以通过对光纤抛光或者通过强耦合熔融的方式实现。

图 5 为本公开抛光型功率耦合器一些实施例的示意图。如图 5 所示，本公开少模功率耦合器可以为抛光型功率耦合器，所述抛光型功率耦合器为通过对光纤抛光实现两根少模光纤的纤芯与纤芯之间的距离小于预定距离的。

图 6 为本公开熔融型功率耦合器一些实施例的示意图。如图 6 所示，本公开少模功率

耦合器可以为熔融型功率耦合器，所述熔融型功率耦合器为通过对光纤进行强耦合熔融的方式，实现两根少模光纤的纤芯与纤芯之间的距离小于预定距离的。

本公开上述实施例提出基于少模光纤的功率耦合器的仿真都是可以基于软件进行仿真。本公开上述实施例的制作工艺也都可以基于拉锥、抛光技术实现的。

5 本公开上述实施例光通信领域物理层传输与应用技术

本公开上述实施例提供了一种基于少模光纤的功率耦合器。

本公开可以实时了解少模光纤中的功率情况，以便对基于少模光纤的传输系统的运行状况进行监测和分析。

10 本公开上述实施例使用两根少模光纤并行的方式实现少模光纤中模式的功率按照一定的比例耦合出来，用于少模光纤系统中能量的监控或者是数据的分析。本公开上述实施例通过将两根少模光纤纤芯靠近的方式，实现一个纤芯能量到另一个纤芯能量的耦合。

由于少模光纤中，每个模式的耦合系数不同，导致相同光纤长度功率耦合比例也不同，所以本公开上述实施例进行设计合理的耦合长度，来实现不同模式具有相同的功率耦合比例。

15 图 7 为本公开少模功率耦合方法一些实施例的示意图。优选的，本实施例可由本公开少模功率耦合器（例如图 1、图 5 和图 6 任一实施例的少模功率耦合器）执行。如图 7 所示，该方法可以包括步骤 71，其中：

20 步骤 71，将物理参数相同的两根少模光纤的纤芯之间的距离设置为小于预定距离，构成少模功率耦合器，进行少模功率耦合。

在本公开的一些实施例中，步骤 71 中，所述将物理参数相同的两根少模光纤的纤芯之间的距离设置为小于预定距离的步骤可以包括：通过对光纤抛光（如图 5 所示）或者通过强耦合熔融（如图 6 所示）的方式，实现两根少模光纤的纤芯靠近。

25 在本公开的一些实施例中，步骤 71 可以包括：使用两根少模光纤并行的方式，将少模光纤中模式的功率按照预配置比例耦合出来，用于少模光纤系统中能量的监控或者数据的分析，对少模光纤系统的运行状况进行监测和分析。

30 在本公开的一些实施例中，步骤 71 可以包括：通过将第一少模光纤 100 和第二少模光纤 200 的纤芯与纤芯之间的距离小于预定距离的方式，将第一少模光纤 100 的纤芯能量耦合到第二少模光纤 200 的纤芯能量，其中，所述两根少模光纤包括第一少模光纤 100 和第二少模光纤 200。

在本公开的一些实施例中，所述通过将第一少模光纤 100 和第二少模光纤 200 的纤芯与纤芯之间的距离小于预定距离的方式，将第一少模光纤 100 的纤芯能量耦合到第二少模光纤 200 的纤芯能量的步骤包括：将第一少模光纤 100 中一个线偏振模式的光，通过倏逝波的方式耦合到第二少模光纤 200 中相同线偏振模式的光，其中，第一少模光纤 100 包括多个线偏振模式，第二少模光纤 200 包括多个线偏振模式。

在本公开的一些实施例中，如图 7 所示，所述少模功率耦合方法还可以包括步骤 72，其中：

步骤 72，通过纤芯靠近程度和光纤耦合长度的调整，使得同一个少模功率耦合器在不同线偏振模式下，光功率耦合比相同，其中，纤芯靠近程度为纤芯之间的距离。

在本公开的一些实施例中，步骤 72 可以包括：对于既定光纤，通过改变纤芯之间的距离、设计器件的长度，使得同一个少模功率耦合器在不同模式、相同器件长度的情况下，光功率耦合比相同。

在本公开的一些实施例中，步骤 72 可以包括：对于非既定光纤，通过设计光纤物理参数、改变纤芯之间的距离和设计器件长度，使得同一个少模功率耦合器在不同模式、相同器件长度的情况下，光功率耦合比相同。

在本公开的一些实施例中，步骤 72 可以包括：通过对光纤物理参数、纤芯之间的距离中的至少一项进行调整，使得同一个少模功率耦合器在不同模式下的光纤耦合长度和光功率耦合比的函数周期的最小公倍数对应的光纤耦合长度作为器件长度，以实现同一个少模功率耦合器在不同模式、相同器件长度的情况下，光功率耦合比相同。

本公开上述实施例使用两根少模光纤并行的方式实现少模光纤中模式的功率按照一定的比例耦合出来，用于少模光纤系统中能量的监控或者是数据的分析。本公开上述实施例通过将两根少模光纤纤芯靠近的方式，实现一个纤芯能量到另一个纤芯能量的耦合。

由于少模光纤中，每个模式的耦合系数不同，导致相同光纤长度功率耦合比例也不同，所以本公开上述实施例进行设计合理的耦合长度，来实现不同模式具有相同的功率耦合比例。

本领域内的技术人员应明白，本公开的实施例可提供为方法、装置、或计算机程序产品。因此，本公开可采用完全硬件实施例、完全软件实施例、或结合软件和硬件方面的实施例的形式。而且，本公开可采用在一个或多个其中包含有计算机可用程序代码的计算机可用非瞬时性存储介质（包括但不限于磁盘存储器、CD-ROM、光学存储器等）上实施的

计算机程序产品的形式。

本公开是参照根据本公开实施例的方法、设备（系统）和计算机程序产品的流程图和 / 或方框图来描述的。应理解可由计算机程序指令实现流程图和 / 或方框图中的每一流程和 / 或方框以及流程图和 / 或方框图中的流程和 / 或方框的结合。可提供这些计算机程序指令到通用计算机、专用计算机、嵌入式处理机或其他可编程数据处理设备的处理器以产生一个机器，使得通过计算机或其他可编程数据处理设备的处理器执行的指令产生用于实现在流程图一个流程或多个流程和 / 或方框图一个方框或多个方框中指定的功能的装置。

这些计算机程序指令也可存储在能引导计算机或其他可编程数据处理设备以特定方式工作的计算机可读存储器中，使得存储在该计算机可读存储器中的指令产生包括指令装置的制造品，该指令装置实现在流程图一个流程或多个流程和 / 或方框图一个方框或多个方框中指定的功能。

这些计算机程序指令也可装载到计算机或其他可编程数据处理设备上，使得在计算机或其他可编程设备上执行一系列操作步骤以产生计算机实现的处理，从而在计算机或其他可编程设备上执行的指令提供用于实现在流程图一个流程或多个流程和 / 或方框图一个方框或多个方框中指定的功能的步骤。

至此，已经详细描述了本公开。为了避免遮蔽本公开的构思，没有描述本领域所公知的一些细节。本领域技术人员根据上面的描述，完全可以明白如何实施这里公开的技术方案。

本领域普通技术人员可以理解实现上述实施例的全部或部分步骤可以通过硬件来完成，也可以通过程序来指示相关的硬件完成，所述的程序可以存储于一种非瞬时性计算机可读存储介质中，上述提到的存储介质可以是只读存储器，磁盘或光盘等。

本公开的描述是为了示例和描述起见而给出的，而并不是无遗漏的或者将本公开限于所公开的形式。很多修改和变化对于本领域的普通技术人员而言是显然的。选择和描述实施例是为了更好说明本公开的原理和实际应用，并且使本领域的普通技术人员能够理解本公开从而设计适于特定用途的带有各种修改的各种实施例。

权 利 要 求

1. 一种少模功率耦合器，包括：

两根少模光纤，其中，所述两根少模光纤的物理参数相同，所述两根少模光纤的纤芯之间的距离小于预定距离。

2. 根据权利要求 1 所述的少模功率耦合器，其中：

所述少模功率耦合器，被配置为使用两根少模光纤并行的方式，将少模光纤中模式的功率按照预配置比例耦合出来，用于少模光纤系统中能量的监控或者数据的分析，对少模光纤系统的运行状况进行监测和分析。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的少模功率耦合器，其中，所述两根少模光纤包括第一少模光纤和第二少模光纤，其中：

通过将第一少模光纤和第二少模光纤的纤芯之间的距离设置为小于预定距离的方式，将第一少模光纤的纤芯能量耦合到第二少模光纤的纤芯能量。

4. 根据权利要求 3 所述的少模功率耦合器，其中，第一少模光纤包括多个线偏振模式，第二少模光纤包括多个线偏振模式；

第一少模光纤中一个线偏振模式的光，通过倏逝波的方式耦合到第二少模光纤中相同线偏振模式的光。

5. 根据权利要求 1-4 中至少一项所述的少模功率耦合器，其中：

所述少模功率耦合器，被配置为通过纤芯靠近程度和光纤耦合长度的调整，使得同一个少模功率耦合器在不同线偏振模式下，光功率耦合比相同，其中，纤芯靠近程度为纤芯之间的距离。

6. 根据权利要求 5 所述的少模功率耦合器，其中：

所述少模功率耦合器，被配置为对于既定光纤，通过改变纤芯之间的距离、设计器件的长度，使得同一个少模功率耦合器在不同模式、相同器件长度的情况下，光功率耦合比相同；

和/或，

所述少模功率耦合器，被配置为对于非既定光纤，通过设计光纤物理参数、改变纤芯之间的距离和设计器件长度，使得同一个少模功率耦合器在不同模式、相同器件长度的情况下，光功率耦合比相同。

7. 根据权利要求 5 或 6 所述的少模功率耦合器，其中：

所述少模功率耦合器，被配置为通过对光纤物理参数、纤芯之间的距离中的至少一项进行调整，使得同一个少模功率耦合器在不同模式下的光纤耦合长度和光功率耦合比的函数周期的最小公倍数对应的的光纤耦合长度作为器件长度，以实现同一个少模功率耦合器在不同模式、相同器件长度的情况下，光功率耦合比相同。

8. 根据权利要求 1-7 中至少一项所述的少模功率耦合器，其中：

所述少模功率耦合器为抛光型功率耦合器，所述抛光型功率耦合器为通过对光纤抛光实现两根少模光纤的纤芯与纤芯之间的距离小于预定距离的；

或，

所述少模功率耦合器为熔融型功率耦合器，所述熔融型功率耦合器为通过对光纤进行强耦合熔融的方式，实现两根少模光纤的纤芯与纤芯之间的距离小于预定距离的。

9. 一种少模功率耦合方法，包括：

将物理参数相同的两根少模光纤的纤芯之间的距离设置为小于预定距离构成少模功率耦合器，进行少模功率耦合。

10. 根据权利要求 9 所述的少模功率耦合方法，其中，所述将物理参数相同的两根少模光纤的纤芯之间的距离设置为小于预定距离，构成少模功率耦合器，进行少模功率耦合包括：

使用两根少模光纤并行的方式，将少模光纤中模式的功率按照预配置比例耦合出来，用于少模光纤系统中能量的监控或者数据的分析，对少模光纤系统的运行状况进行监测和分析。

11. 根据权利要求 9 或 10 所述的少模功率耦合方法，其中，所述将物理参数相同的

两根少模光纤的纤芯之间的距离设置为小于预定距离，构成少模功率耦合器，进行少模功率耦合包括：

通过将第一少模光纤和第二少模光纤的纤芯与纤芯之间的距离小于预定距离的方式，将第一少模光纤的纤芯能量耦合到第二少模光纤的纤芯能量，其中，所述两根少模光纤包括第一少模光纤和第二少模光纤。

12. 根据权利要求 11 所述的少模功率耦合方法，其中，所述通过将第一少模光纤和第二少模光纤的纤芯与纤芯之间的距离小于预定距离的方式，将第一少模光纤的纤芯能量耦合到第二少模光纤的纤芯能量包括：

将第一少模光纤中一个线偏振模式的光，通过倏逝波的方式耦合到第二少模光纤中相同线偏振模式的光，其中，第一少模光纤包括多个线偏振模式，第二少模光纤包括多个线偏振模式。

13. 根据权利要求 9-12 中至少一项所述的少模功率耦合方法，还包括：

通过纤芯靠近程度和光纤耦合长度的调整，使得同一个少模功率耦合器在不同线偏振模式下，光功率耦合比相同，其中，纤芯靠近程度为纤芯之间的距离。

14. 根据权利要求 13 所述的少模功率耦合方法，其中，所述通过纤芯靠近程度和光纤耦合长度的调整，使得同一个少模功率耦合器在不同线偏振模式下，光功率耦合比相同包括：

对于既定光纤，通过改变纤芯之间的距离、设计器件的长度，使得同一个少模功率耦合器在不同模式、相同器件长度的情况下，光功率耦合比相同；

和/或，

对于非既定光纤，通过设计光纤物理参数、改变纤芯之间的距离和设计器件长度，使得同一个少模功率耦合器在不同模式、相同器件长度的情况下，光功率耦合比相同。

15. 根据权利要求 13 或 14 所述的少模功率耦合方法，其中，所述通过纤芯靠近程度和光纤耦合长度的调整，使得同一个少模功率耦合器在不同线偏振模式下，光功率耦合比相同包括：

通过对光纤物理参数、纤芯之间的距离中的至少一项进行调整，使得同一个少模功

率耦合器在不同模式下的光纤耦合长度和光功率耦合比的函数周期的最小公倍数对应的光纤耦合长度作为器件长度，以实现同一个少模功率耦合器在不同模式、相同器件长度的情况下，光功率耦合比相同。

16. 根据权利要求 9-15 中至少一项所述的少模功率耦合方法，其中，所述将物理参数相同的两根少模光纤的纤芯之间的距离设置为小于预定距离包括：

通过对光纤抛光或者通过强耦合熔融的方式，实现两根少模光纤的纤芯之间的距离小于预定距离。

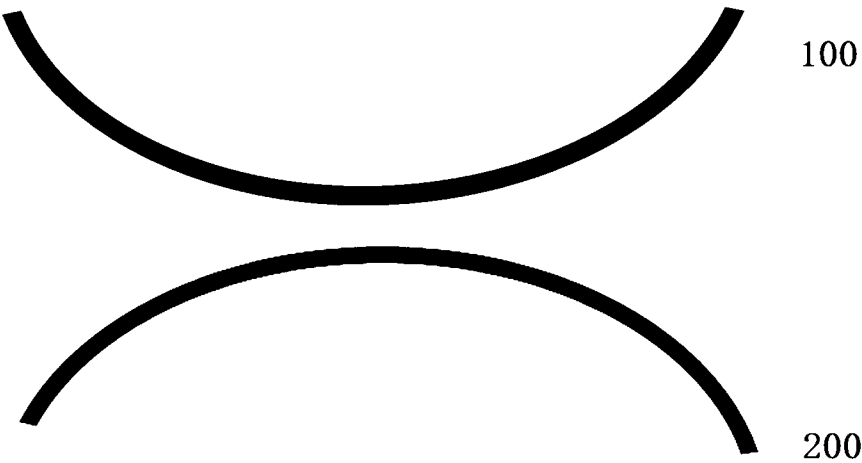


图 1

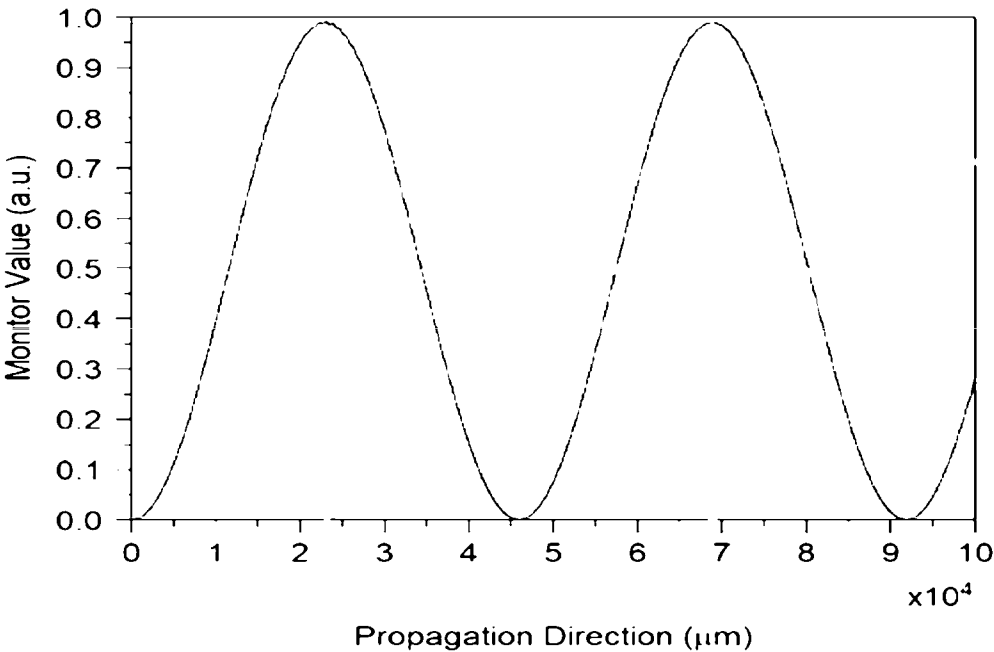


图 2

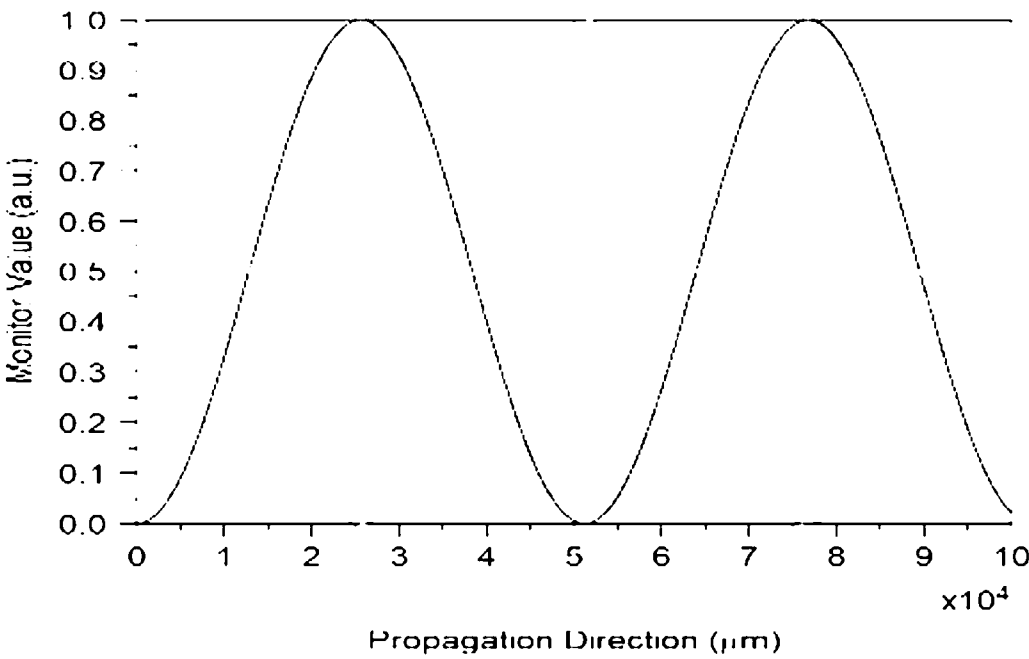


图 3

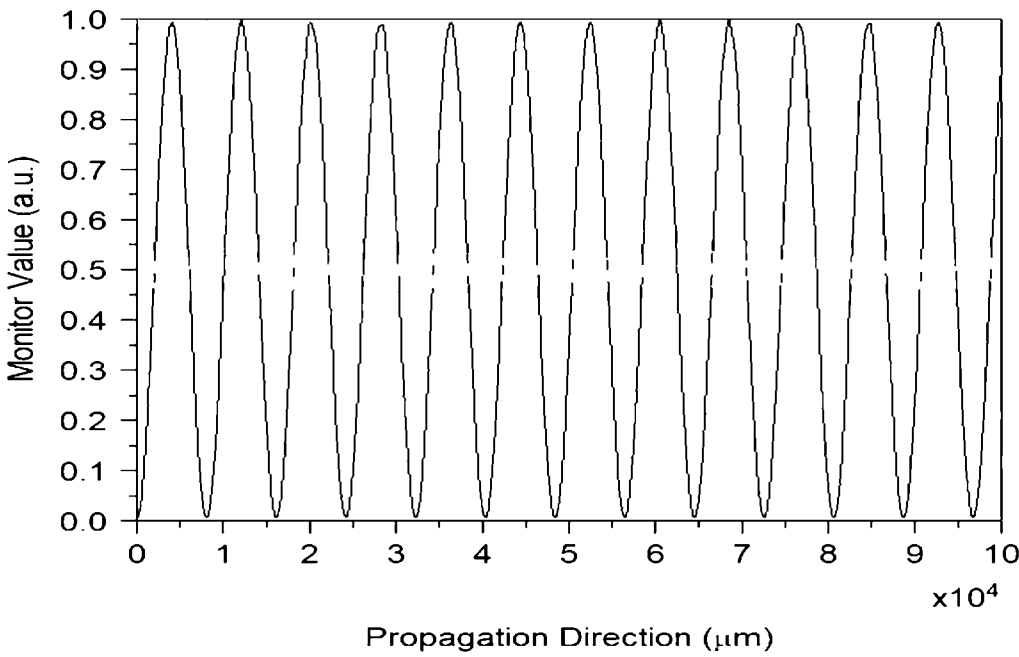


图 4

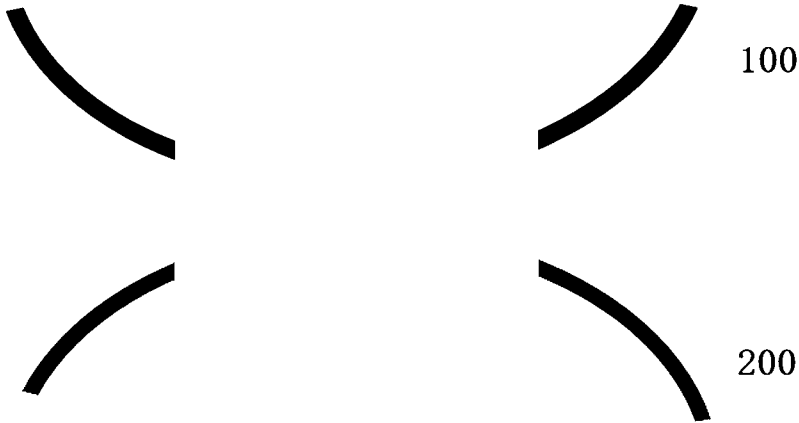


图 5

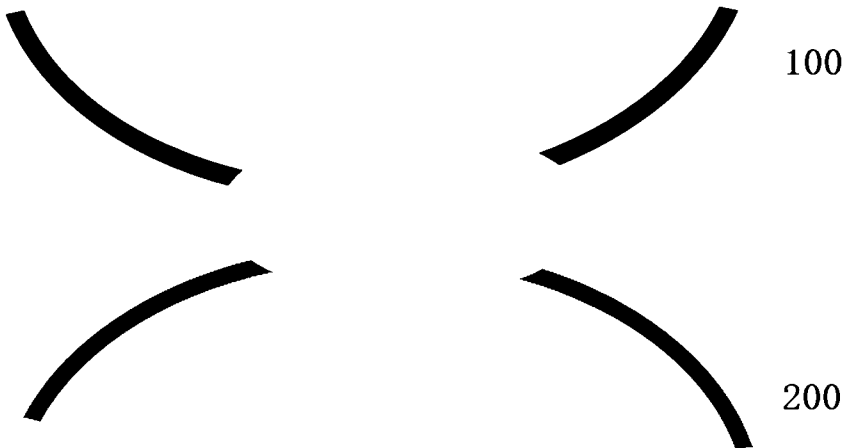


图 6

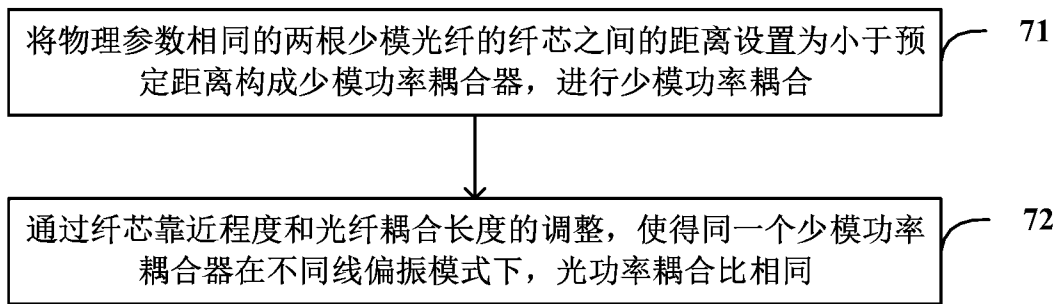


图 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2023/139459

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER G02B6/26(2006.01)i; H04B10/25(2013.01)i According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC:G02B, H04B Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) CNABS; CNTXT; CNKI; DWPI: 中国电信, 耦合器, 少模光纤, 距离, 间距, 模式, 功率, 长度, coupler, few w mode w fiber, distance, power, length		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 117092755 A (TECHNOLOGY INNOVATION CENTER OF CHINA TELECOM CORP., LTD. et al.) 21 November 2023 (2023-11-21) description, paragraphs [0052]-[0092], and figures 1-7	1-16
X	CN 114721092 A (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.) 08 July 2022 (2022-07-08) description, paragraphs [0082]-[0390], and figures 2-24	1-16
A	CN 114355508 A (JILIN UNIVERSITY) 15 April 2022 (2022-04-15) entire document	1-16
A	CN 102520485 A (SHANGHAI COMCORE OPTICAL COMMUNICATION TECHNOLOGY CO., LTD.) 27 June 2012 (2012-06-27) entire document	1-16
A	CN 109031531 A (SHANGHAI UNIVERSITY) 18 December 2018 (2018-12-18) entire document	1-16
A	US 2010239209 A1 (V-GEN LTD.) 23 September 2010 (2010-09-23) entire document	1-16
☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: “A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance “D” document cited by the applicant in the international application “E” earlier application or patent but published on or after the international filing date “L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) “O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means “P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed “T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention “X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone “Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art “&” document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 26 January 2024		Date of mailing of the international search report 01 February 2024
Name and mailing address of the ISA/CN China National Intellectual Property Administration (ISA/CN) China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing 100088		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2023/139459

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	117092755	A	21 November 2023	None			
CN	114721092	A	08 July 2022	None			
CN	114355508	A	15 April 2022	None			
CN	102520485	A	27 June 2012	None			
CN	109031531	A	18 December 2018	None			
US	2010239209	A1	23 September 2010	IL	204544	A0	30 November 2010
				IL	204544	A	30 June 2014
				US	8229262	B2	24 July 2012
				EP	2230541	A1	22 September 2010
				EP	2230541	B1	31 August 2016

A. 主题的分类 G02B6/26(2006.01)i; H04B10/25(2013.01)i 按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类																									
B. 检索领域 检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号) IPC:G02B, H04B 包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献 在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用)) CNABS;CNTXT;CNKI;DWPI; 中国电信, 耦合器, 少模光纤, 距离, 间距, 模式, 功率, 长度, coupler, few w mode w fiber, distance, power, length																									
C. 相关文件 <table border="1"> <thead> <tr> <th>类型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PX</td> <td>CN 117092755 A (中国电信股份有限公司技术创新中心等) 2023年11月21日 (2023 - 11 - 21) 说明书第[0052]-[0092]段, 附图1-7</td> <td>1-16</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>CN 114721092 A (华为技术有限公司) 2022年7月8日 (2022 - 07 - 08) 说明书第[0082]-[0390]段, 附图2-24</td> <td>1-16</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 114355508 A (吉林大学) 2022年4月15日 (2022 - 04 - 15) 全文</td> <td>1-16</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 102520485 A (上海康阔光通信技术有限公司) 2012年6月27日 (2012 - 06 - 27) 全文</td> <td>1-16</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 109031531 A (上海大学) 2018年12月18日 (2018 - 12 - 18) 全文</td> <td>1-16</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2010239209 A1 (V-GEN LTD.) 2010年9月23日 (2010 - 09 - 23) 全文</td> <td>1-16</td> </tr> </tbody> </table> ☐ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。 <table border="0"> <tr> <td> * 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “D” 申请人在国际申请中引证的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件 </td> <td> “T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件 </td> </tr> </table>			类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	PX	CN 117092755 A (中国电信股份有限公司技术创新中心等) 2023年11月21日 (2023 - 11 - 21) 说明书第[0052]-[0092]段, 附图1-7	1-16	X	CN 114721092 A (华为技术有限公司) 2022年7月8日 (2022 - 07 - 08) 说明书第[0082]-[0390]段, 附图2-24	1-16	A	CN 114355508 A (吉林大学) 2022年4月15日 (2022 - 04 - 15) 全文	1-16	A	CN 102520485 A (上海康阔光通信技术有限公司) 2012年6月27日 (2012 - 06 - 27) 全文	1-16	A	CN 109031531 A (上海大学) 2018年12月18日 (2018 - 12 - 18) 全文	1-16	A	US 2010239209 A1 (V-GEN LTD.) 2010年9月23日 (2010 - 09 - 23) 全文	1-16	* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “D” 申请人在国际申请中引证的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件	“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																							
PX	CN 117092755 A (中国电信股份有限公司技术创新中心等) 2023年11月21日 (2023 - 11 - 21) 说明书第[0052]-[0092]段, 附图1-7	1-16																							
X	CN 114721092 A (华为技术有限公司) 2022年7月8日 (2022 - 07 - 08) 说明书第[0082]-[0390]段, 附图2-24	1-16																							
A	CN 114355508 A (吉林大学) 2022年4月15日 (2022 - 04 - 15) 全文	1-16																							
A	CN 102520485 A (上海康阔光通信技术有限公司) 2012年6月27日 (2012 - 06 - 27) 全文	1-16																							
A	CN 109031531 A (上海大学) 2018年12月18日 (2018 - 12 - 18) 全文	1-16																							
A	US 2010239209 A1 (V-GEN LTD.) 2010年9月23日 (2010 - 09 - 23) 全文	1-16																							
* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “D” 申请人在国际申请中引证的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件	“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件																								
国际检索实际完成的日期 2024年1月26日		国际检索报告邮寄日期 2024年2月1日																							
ISA/CN的名称和邮寄地址 中国国家知识产权局 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088		授权官员 张中青 电话号码 (+86) 010-53962602																							

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2023/139459

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	117092755	A	2023年11月21日	无			
CN	114721092	A	2022年7月8日	无			
CN	114355508	A	2022年4月15日	无			
CN	102520485	A	2012年6月27日	无			
CN	109031531	A	2018年12月18日	无			
US	2010239209	A1	2010年9月23日	IL	204544	A0	2010年11月30日
				IL	204544	A	2014年6月30日
				US	8229262	B2	2012年7月24日
				EP	2230541	A1	2010年9月22日
				EP	2230541	B1	2016年8月31日