

# (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  
2016年1月21日 (21.01.2016)



(10) 国际公布号  
WO 2016/008144 A1

- (51) 国际专利分类号:  
G02B 6/35 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2014/082454
- (22) 国际申请日: 2014年7月18日 (18.07.2014)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (71) 申请人: 华为技术有限公司 (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.) [CN/CN]; 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。
- (72) 发明人: 马骁 (MA, Xiao); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。 张学仑 (ZHANG, Xuecang); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。 杨建义 (YANG, Jianyi); 中国浙江省杭州市浙大路38号信电楼522, Zhejiang 310027 (CN)。
- (74) 代理人: 北京龙双利达知识产权代理有限公司 (LONGSUN LEAD IP LTD.); 中国北京市海淀区丹棱街16号海兴大厦C座1108, Beijing 100080 (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, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。
- (84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, 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, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,

[见续页]

(54) Title: WAVELENGTH SELECTION SWITCH AND WAVELENGTH SELECTION METHOD

(54) 发明名称: 波长选择开关和选择波长的方法

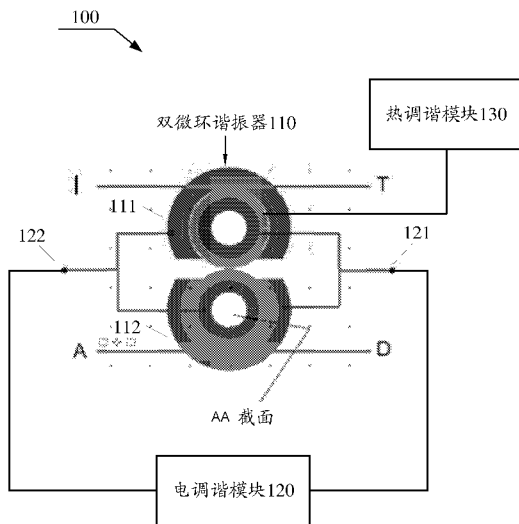


图1 / FIG. 1

110 DUAL-MICRO-RING RESONATOR  
 120 ELECTRIC TUNING MODULE  
 130 THERMAL TUNING MODULE  
 AA SECTION

(57) Abstract: A wavelength selection switch and a wavelength selection method, the switch comprising: a dual-micro-ring resonator comprising a first micro ring (111) and a second micro ring (112) which are connected in series, wherein the first micro ring (111) and the second micro ring (112) are silica-based micro rings and contain an annular PN junction respectively, and the directions of the annular PN junction of the first micro ring and the annular PN junction of the second micro ring are the same; an electric tuning module (120), wherein a first electric port of the electric tuning module (120) is connected to a P region of the first micro ring (111) and an N region of the second micro ring (112), a second electric port of the electric tuning module (120) is connected to an N region of the first micro ring (111) and a P region of the second micro ring (112), and the electric tuning module (120) is used for applying bias voltages with inverse directions to the annular PN junction of the first micro ring (111) and the annular PN junction of the second micro ring (112); and a thermal tuning module (130) for adjusting the operating temperature of the dual-micro-ring resonator. The switch is suitable for the interconnection of high-density integrated lights.

(57) 摘要:

[见续页]

WO 2016/008144 A1



RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, **本国际公布:**  
CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, — 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。  
TG)。

---

一种波长选择开关和波长选择方法，包括：双微环谐振器，包括串联的第一微环（111）和第二微环（112），该第一微环（111）和该第二微环（112）为硅基微环且各包含一个环形 PN 结，该第一微环的环形 PN 结和该第二微环的环形 PN 结的方向相同；电调谐模块（120），该电调谐模块（120）的第一电端口与该第一微环（111）的 P 区和该第二微环（112）的 N 区相连，该电调谐模块（120）的第二电端口与该第一微环（111）的 N 区和该第二微环（112）的 P 区相连，该电调谐模块（120）用于向该第一微环 111 的环形 PN 结和该第二微环（112）的环形 PN 结施加方向相反的偏置电压；热调谐模块（130），用于调节该双微环谐振器的工作温度。该开关适合高密度集成光互连。

## 波长选择开关和选择波长的方法

## 技术领域

本发明涉及信息与通信技术领域，并且更具体地，涉及波长选择开关和选择波长的方法。

## 背景技术

可重构光分叉复用器件是波分复用光互连系统中的核心器件之一，而无干扰（Hitless）波长选择开关是该器件的关键元件。传统光通信中的无干扰波长选择开关多基于微机电系统（Micro-Electro-Mechanical System, MEMS）等开关技术，体积大，速度慢，不适合用于片间和片上光互连波分复用网络。片间，特别是片上光互连需要体积小，速度快，便于高密度集成的无干扰波长选择开关。另外，基于 InGaAs/InAlAs 材料的五层反对称耦合量子井串行 2 阶和 4 阶微环结构的波长选择开关，和硅 CMOS 工艺不兼容，波长可调范围不大，因此也不适合高密度集成光互连。

## 发明内容

本发明实施例提供了一种波长选择开关和选择波长的方法，适合高密度集成光互连。

第一方面，提供了一种波长选择开关，包括：

双微环谐振器，包括串联的第一微环和第二微环，该第一微环和该第二微环为硅基微环波导且各包含一个环形 PN 结，该第一微环的环形 PN 结和该第二微环的环形 PN 结的方向相同；

电调谐模块，该电调谐模块的第一电端口与该第一微环的 P 区和该第二微环的 N 区相连，该电调谐模块的第二电端口与该第一微环的 N 区和该第二微环的 P 区相连，该电调谐模块用于向该第一微环的环形 PN 结和该第二微环的环形 PN 结施加方向相反的偏置电压；

热调谐模块，用于调节该双微环谐振器的工作温度。

结合第一方面，在第一种可能的实现方式中，该电调谐模块用于向该第一微环的环形 PN 结和该第二微环的环形 PN 结施加方向相反的偏置电压，使该第一微环和该第二微环的折射率发生相反的变化，以使该双微环谐振器

处于失谐状态;

该热调谐模块用于调节该双微环谐振器的工作温度, 改变该双微环谐振器的谐振波长;

5 该电调谐模块还用于停止向该第一微环的环形 PN 结和该第二微环的环形 PN 结施加方向相反的偏置电压, 以使该双微环谐振器在改变后的谐振波长处处处于谐振状态。

结合第一方面或其上述可能的实现方式, 在第二种可能的实现方式中, 该第一微环和该第二微环为脊形波导。

10 结合第一方面或其上述可能的实现方式, 在第三种可能的实现方式中, 该热调谐模块包括:

温度探测器, 用于探测该双微环谐振器的温度;

半导体制冷器, 用于改变该双微环谐振器的温度;

控制芯片, 用于根据该温度探测器探测的结果控制该半导体制冷器的工作状态, 以调节该双微环谐振器的工作温度。

15 结合第一方面或其上述可能的实现方式, 在第四种可能的实现方式中, 该第一微环和该第二微环的靠近微环中心的部分为 P 区, 远离微环中心的部分为 N 区, 或者, 靠近微环中心的部分为 N 区, 远离微环中心的部分为 P 区。

20 结合第一方面或其上述可能的实现方式, 在第五种可能的实现方式中, 该第一微环的 P 区和该第二微环的 P 区包含 P++ 区, 该第一微环的 N 区和该第二微环的 N 区包含 N++ 区。

25 第二方面, 提供了一种由波长选择开关选择波长的方法, 该波长选择开关包括双微环谐振器, 电调谐模块和热调谐模块, 其中, 该双微环谐振器包括串联的第一微环和第二微环, 该第一微环和该第二微环为硅基微环波导且各包含一个环形 PN 结, 该第一微环的环形 PN 结和该第二微环的环形 PN 结的方向相同, 该电调谐模块的第一电端口与该第一微环的 P 区和该第二微环的 N 区相连, 该电调谐模块的第二电端口与该第一微环的 N 区和该第二微环的 P 区相连;

该方法包括:

30 该电调谐模块向该第一微环的环形 PN 结和该第二微环的环形 PN 结施加方向相反的偏置电压, 使该第一微环和该第二微环的折射率发生相反的变化。

化，以使该双微环谐振器处于失谐状态；

该热调谐模块调节该双微环谐振器的工作温度，改变该双微环谐振器的谐振波长；

5 该电调谐模块停止向该第一微环的环形 PN 结和该第二微环的环形 PN 结施加方向相反的偏置电压，以使该双微环谐振器在改变后的谐振波长处处于谐振状态。

结合第二方面，在第一种可能的实现方式中，该第一微环和该第二微环为脊形波导。

10 结合第二方面或其上述可能的实现方式，在第二种可能的实现方式中，该热调谐模块包括温度探测器、半导体制冷器和控制芯片；

该热调谐模块调节该双微环谐振器的工作温度，包括：

该控制芯片根据该温度探测器探测的结果控制该半导体制冷器的工作状态，以调节该双微环谐振器的工作温度。

15 结合第二方面或其上述可能的实现方式，在第三种可能的实现方式中，该第一微环和该第二微环的靠近微环中心的部分为 P 区，远离微环中心的部分为 N 区，或者，靠近微环中心的部分为 N 区，远离微环中心的部分为 P 区。

20 结合第二方面或其上述可能的实现方式，在第四种可能的实现方式中，该第一微环的 P 区和该第二微环的 P 区包含 P++区，该第一微环的 N 区和该第二微环的 N 区包含 N++区。

25 基于上述技术方案，本发明实施例的波长选择开关和选择波长的方法，采用硅基双微环谐振器，可以与硅互补金属氧化物半导体（Complementary Metal Oxide Semiconductor, CMOS）工艺兼容；通过电调谐模块和热调谐模块协同对双微环谐振器进行电调谐和热调谐，可以实现无干扰波长选择，波长可调范围大，因此适合高密度集成光互连。

### 附图说明

30 为了更清楚地说明本发明实施例的技术方案，下面将对本发明实施例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发明的一些实施例，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 是本发明实施例的波长选择开关的结构示意图。

图 2 是图 1 所示的截面位置处的微环截面的结构示意图。

图 3a 至图 3d 是本发明实施例的双微环谐振器的输出光谱图。

图 4 是本发明实施例的选择波长的方法的示意性流程图。

5

## 具体实施方式

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，所描述的实施例是本发明的一部分实施例，而不是全部实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动的前提下所获得的所有其他实施例，都应属于本发明保护的范围。

图 1 示出了根据本发明实施例的波长选择开关 100 的结构示意图。如图 1 所示，波长选择开关 100 包括：双微环谐振器 110，电调谐模块 120 和热调谐模块 130。

双微环谐振器 110 包括串联的第一微环 111 和第二微环 112。也就是说，第一微环 111 和第二微环 112 通过串联的方式级联，构成双微环谐振器 110。第一微环 111 和第二微环 112 为硅基微环波导且各包含一个环形 PN 结，第一微环 111 的环形 PN 结和第二微环 112 的环形 PN 结的方向相同。具体地，第一微环 111 和第二微环 112 的靠近微环中心的部分为 P 区，远离微环中心的部分为 N 区；或者，靠近微环中心的部分为 N 区，远离微环中心的部分为 P 区。可选地，在 P 区中还可以进一步包含 P++ 区，在 N 区中还可以进一步包含 N++ 区。

图 2 示出了图 1 所示的截面位置处的微环截面的结构示意图。在图 2 中，靠近微环中心的部分为 P 区，远离微环中心的部分为 N 区；在 P 区中包含 P++ 区，在 N 区中包含 N++ 区。应理解，图 2 只是一种示例，不应对本发明的保护范围构成限制。

应理解，本发明实施例中的 PN 结，可以变换为 PIN 结，金属氧化物半导体（Metal Oxide Semiconductor, MOS）结等，这些变换也应落入本发明的保护范围之内。

可选地，在本发明的一个实施例中，第一微环 111 和第二微环 112 为脊形波导。例如，可以为如图 2 所示的脊形波导。

电调谐模块 120 的第一电端口 121 与第一微环 111 的 P 区和第二微环 112

的 N 区相连，电调谐模块 120 的第二电端口 122 与第一微环 111 的 N 区和第二微环 112 的 P 区相连。电调谐模块 120 用于向第一微环 111 的环形 PN 结和第二微环 112 的环形 PN 结施加方向相反的偏置电压。

5 当电调谐模块 120 不施加电压时，第一微环 111 和第二微环 112 的谐振波长相同，双微环谐振器 110 处于谐振状态。

当双微环谐振器 110 的第一微环 111 的环形 PN 结和第二微环 112 的环形 PN 结被施加方向相反的偏置电压时，第一微环 111 和第二微环 112 的折射率会发生相反的变化，因此，第一微环 111 和第二微环 112 的谐振波长会不同，从而双微环谐振器 110 处于失谐状态。

10 以图 2 所示的 PN 结为例，当第二电端口 122 输出正电压，第一电端口 121 输出负电压时，第二微环 112 的环形 PN 结处于正向偏置状态，第一微环 111 的环形 PN 结处于反向偏置状态，双微环谐振器 110 的两个微环的折射率发生相反的变化，进而谐振波长不同，从而达到失谐状态。

15 热调谐模块 130 用于调节双微环谐振器 110 的工作温度。热调谐模块 130 通过调节双微环谐振器 110 的工作温度，使双微环谐振器 110 的输出光谱整体发生漂移，改变双微环谐振器 110 的谐振波长。热调谐模块 130 还可以用于维持双微环谐振器 110 的工作温度，从而抵御环境温度变化的影响。

20 可选地，热调谐模块 130 可以包括温度探测器、半导体制冷器和控制芯片。温度探测器用于探测双微环谐振器 110 的温度；半导体制冷器用于改变双微环谐振器 110 的温度；控制芯片用于根据温度探测器探测的结果控制半导体制冷器的工作状态，以调节双微环谐振器 110 的工作温度。

应理解，热调谐模块 130 也可以由其他调节温度的器件构成，例如，可以由加热电偶改变双微环谐振器 110 的温度。

25 可选地，作为本发明的一个实施例，电调谐模块 120 用于向第一微环 111 的环形 PN 结和第二微环 112 的环形 PN 结施加方向相反的偏置电压，使第一微环 111 和第二微环 112 的折射率发生相反的变化，以使双微环谐振器 110 处于失谐状态；

热调谐模块 130 用于调节双微环谐振器 110 的工作温度，改变双微环谐振器 110 的谐振波长；

30 电调谐模块 120 还用于停止向第一微环 111 的环形 PN 结和第二微环 112 的环形 PN 结施加方向相反的偏置电压，以使双微环谐振器 110 在改变后的

谐振波长处处于谐振状态。

具体而言，当电调谐模块 120 不施加电压时，第一微环 111 和第二微环 112 的谐振波长相同，双微环谐振器 110 处于谐振状态。此时，双微环谐振器 110 的输出光谱如图 3a 所示，双微环谐振器 110 在波长 1546nm 和 1556nm 附近发生谐振。在需要选择其他波长时，电调谐模块 120 向第一微环 111 的环形 PN 结和第二微环 112 的环形 PN 结施加方向相反的偏置电压，第一微环 111 和第二微环 112 的折射率会发生相反的变化，谐振波长会不同，双微环谐振器 110 处于失谐状态。此时，双微环谐振器 110 的输出光谱如图 3b 所示，双微环谐振器 110 在波长 1546nm 和 1556nm 附近不再谐振，处于失谐状态。然后，热调谐模块 130 调节双微环谐振器 110 的工作温度，使双微环谐振器 110 的输出光谱整体发生漂移，改变双微环谐振器 110 的谐振波长。也就是说，调节双微环谐振器 110 的工作温度达到双微环谐振器 110 在预期的新的谐振波长处发生谐振的条件。如图 3c 所示，双微环谐振器 110 的输出光谱整体发生漂移，预期的新的谐振波长为 1543nm，1551nm 和 1559nm 附近。然后，电调谐模块 120 不再施加电压，即电调谐模块 120 停止向第一微环 111 的环形 PN 结和第二微环 112 的环形 PN 结施加方向相反的偏置电压，此时，双微环谐振器 110 在改变后的谐振波长（即预期的新的谐振波长）处处于谐振状态。如图 3d 所示，电调谐模块 120 停止施加电压后，双微环谐振器 110 在波长 1543nm，1551nm 和 1559nm 附近发生谐振。这样，通过双微环谐振器谐振-失谐-谐振的状态变化，可以实现无干扰波长选择。

应理解，本发明实施例中的第一微环 111 和第二微环 112 可同时替换为串联的偶数个微环的结构。例如，第一微环 111 用 2 个微环替换，第二微环 112 用 4 个微环替换。这些替换也应落入本发明的保护范围之内。

本发明实施例采用环形 PN 结实现微环的波导折射率调制，这样，通过反向偏置电压将波导芯区的载流子抽出改变波导折射率的同时，又不会产生导通电流，因而不会产生热量而破坏整个器件的 hitless 的特性。换言之，反向 PN 结的调制方式，可以使 hitless 的特性保持住很长的时间。另一方面，通过热调谐改变谐振波长，能够得到较大的波长可调范围。因此，本发明实施例的波长选择开关在波长可调范围和调谐时间方面都有较优的性能。

本发明实施例的波长选择开关，采用硅基双微环谐振器，可以与硅 CMOS 工艺兼容，而且体积小，速度快；通过电调谐模块和热调谐模块协同

对双微环谐振器进行电调谐和热调谐，可以实现无干扰波长选择，波长可调范围大，因此，本发明实施例的波长选择开关适合高密度集成光互连。

上文中详细描述了本发明实施例的波长选择开关，下面将描述本发明实施例的由波长选择开关选择波长的方法。

5 图 4 示出了本发明实施例的由波长选择开关选择波长的方法 400 的示意性流程图。该波长选择开关为本发明实施例的波长选择开关 100。如图 4 所示，该方法 400 包括：

S410，电调谐模块向第一微环的环形 PN 结和第二微环的环形 PN 结施加方向相反的偏置电压，使该第一微环和该第二微环的折射率发生相反的变化，以使双微环谐振器处于失谐状态；

10 S420，热调谐模块调节该双微环谐振器的工作温度，改变该双微环谐振器的谐振波长；

S430，该电调谐模块停止向该第一微环的环形 PN 结和该第二微环的环形 PN 结施加方向相反的偏置电压，以使该双微环谐振器在改变后的谐振波长处处处于谐振状态。

在本发明实施例中，可选地，在该热调谐模块包括温度探测器、半导体制冷器和控制芯片的情况下，该热调谐模块调节该双微环谐振器的工作温度，包括：

20 该控制芯片根据该温度探测器探测的结果控制该半导体制冷器的工作状态，以调节该双微环谐振器的工作温度。

根据本发明实施例的选择波长的方法 400 中的各个流程可分别由根据本发明实施例的波长选择开关 100 中的相应部件执行和实现，为了简洁，在此不再赘述。

25 本发明实施例的选择波长的方法，通过电调谐模块和热调谐模块协同对硅基双微环谐振器进行电调谐和热调谐，可以实现无干扰波长选择。

应理解，在本发明的各种实施例中，上述各过程的序号的大小并不意味着执行顺序的先后，各过程的执行顺序应以其功能和内在逻辑确定，而不应对本发明实施例的实施过程构成任何限定。

30 本领域普通技术人员可以意识到，结合本文中所公开的实施例描述的各示例的单元及算法步骤，能够以电子硬件、计算机软件或者二者的结合来实现，为了清楚地说明硬件和软件的可互换性，在上述说明中已经按照功能一

一般性地描述了各示例的组成及步骤。这些功能究竟以硬件还是软件方式来执行，取决于技术方案的特定应用和设计约束条件。专业技术人员可以对每个特定的应用来使用不同方法来实现所描述的功能，但是这种实现不应认为超出本发明的范围。

5 所属领域的技术人员可以清楚地了解到，为了描述的方便和简洁，上述方法实施例中的相应过程，可以参考前述装置实施例描述的装置的具体工作过程，在此不再赘述。

在本申请所提供的几个实施例中，应该理解到，所揭露的系统、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  
10 意性的，例如，所述单元的划分，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系统，或一些特征可以忽略，或不执行。另外，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，也可以是电的，机械的或其它的形式连接。

15 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或者也可以不是物理单元，即可以位于一个地方，或者也可以分布到多个网络单元上。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发明实施例方案的目的。

另外，在本发明各个实施例中的各功能单元可以集成在一个处理单元  
20 中，也可以是各个单元单独物理存在，也可以是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。

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，可以存储在一个计算机可读取存储介质中。基于这样的理解，  
25 本发明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，该计算机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台计算机设备（可以是个人计算机，服务器，或者网络设备等）执行本发明各个实施例所述方法的全部或部分步骤。而前述的存储介质包括：U 盘、移动硬盘、只读存储器（ROM，  
30 Read-Only Memory）、随机存取存储器（RAM，Random Access Memory）、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

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，可轻易想到各种等效的修改或替换，这些修改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以权利要求的保护范围为准。

## 权利要求

1. 一种波长选择开关, 其特征在于, 包括:

双微环谐振器, 包括串联的第一微环和第二微环, 所述第一微环和所述第二微环为硅基微环波导且各包含一个环形 PN 结, 所述第一微环的环形 PN 结和所述第二微环的环形 PN 结的方向相同;

电调谐模块, 所述电调谐模块的第一电端口与所述第一微环的 P 区和所述第二微环的 N 区相连, 所述电调谐模块的第二电端口与所述第一微环的 N 区和所述第二微环的 P 区相连, 所述电调谐模块用于向所述第一微环的环形 PN 结和所述第二微环的环形 PN 结施加方向相反的偏置电压;

10 热调谐模块, 用于调节所述双微环谐振器的工作温度。

2. 根据权利要求 1 所述的波长选择开关, 其特征在于, 所述电调谐模块用于向所述第一微环的环形 PN 结和所述第二微环的环形 PN 结施加方向相反的偏置电压, 使所述第一微环和所述第二微环的折射率发生相反的变化, 以使所述双微环谐振器处于失谐状态;

15 所述热调谐模块用于调节所述双微环谐振器的工作温度, 改变所述双微环谐振器的谐振波长;

所述电调谐模块还用于停止向所述第一微环的环形 PN 结和所述第二微环的环形 PN 结施加方向相反的偏置电压, 以使所述双微环谐振器在改变后的谐振波长处处于谐振状态。

20 3. 根据权利要求 1 或 2 所述的波长选择开关, 其特征在于, 所述第一微环和所述第二微环为脊形波导。

4. 根据权利要求 1 至 3 中任一项所述的波长选择开关, 其特征在于, 所述热调谐模块包括:

温度探测器, 用于探测所述双微环谐振器的温度;

25 半导体制冷器, 用于改变所述双微环谐振器的温度;

控制芯片, 用于根据所述温度探测器探测的结果控制所述半导体制冷器的工作状态, 以调节所述双微环谐振器的工作温度。

30 5. 根据权利要求 1 至 4 中任一项所述的波长选择开关, 其特征在于, 所述第一微环和所述第二微环的靠近微环中心的部分为 P 区, 远离微环中心的部分为 N 区, 或者, 靠近微环中心的部分为 N 区, 远离微环中心的部分为 P 区。

6. 根据权利要求 1 至 5 中任一项所述的波长选择开关, 其特征在于, 所述第一微环的 P 区和所述第二微环的 P 区包含 P++区, 所述第一微环的 N 区和所述第二微环的 N 区包含 N++区。

7. 一种由波长选择开关选择波长的方法, 其特征在于, 所述波长选择开关包括双微环谐振器, 电调谐模块和热调谐模块, 其中, 所述双微环谐振器包括串联的第一微环和第二微环, 所述第一微环和所述第二微环为硅基微环波导且各包含一个环形 PN 结, 所述第一微环的环形 PN 结和所述第二微环的环形 PN 结的方向相同, 所述电调谐模块的第一电端口与所述第一微环的 P 区和所述第二微环的 N 区相连, 所述电调谐模块的第二电端口与所述第一微环的 N 区和所述第二微环的 P 区相连;

所述方法包括:

所述电调谐模块向所述第一微环的环形 PN 结和所述第二微环的环形 PN 结施加方向相反的偏置电压, 使所述第一微环和所述第二微环的折射率发生相反的变化, 以使所述双微环谐振器处于失谐状态;

所述热调谐模块调节所述双微环谐振器的工作温度, 改变所述双微环谐振器的谐振波长;

所述电调谐模块停止向所述第一微环的环形 PN 结和所述第二微环的环形 PN 结施加方向相反的偏置电压, 以使所述双微环谐振器在改变后的谐振波长处处于谐振状态。

8. 根据权利要求 7 所述的方法, 其特征在于, 所述第一微环和所述第二微环为脊形波导。

9. 根据权利要求 7 或 8 所述的方法, 其特征在于, 所述热调谐模块包括温度探测器、半导体制冷器和控制芯片;

所述热调谐模块调节所述双微环谐振器的工作温度, 包括:

所述控制芯片根据所述温度探测器探测的结果控制所述半导体制冷器的工作状态, 以调节所述双微环谐振器的工作温度。

10. 根据权利要求 7 至 9 中任一项所述的方法, 其特征在于, 所述第一微环和所述第二微环的靠近微环中心的部分为 P 区, 远离微环中心的部分为 N 区, 或者, 靠近微环中心的部分为 N 区, 远离微环中心的部分为 P 区。

11. 根据权利要求 7 至 10 中任一项所述的方法, 其特征在于, 所述第一微环的 P 区和所述第二微环的 P 区包含 P++区, 所述第一微环的 N 区和所

述第二微环的 N 区包含 N++ 区。

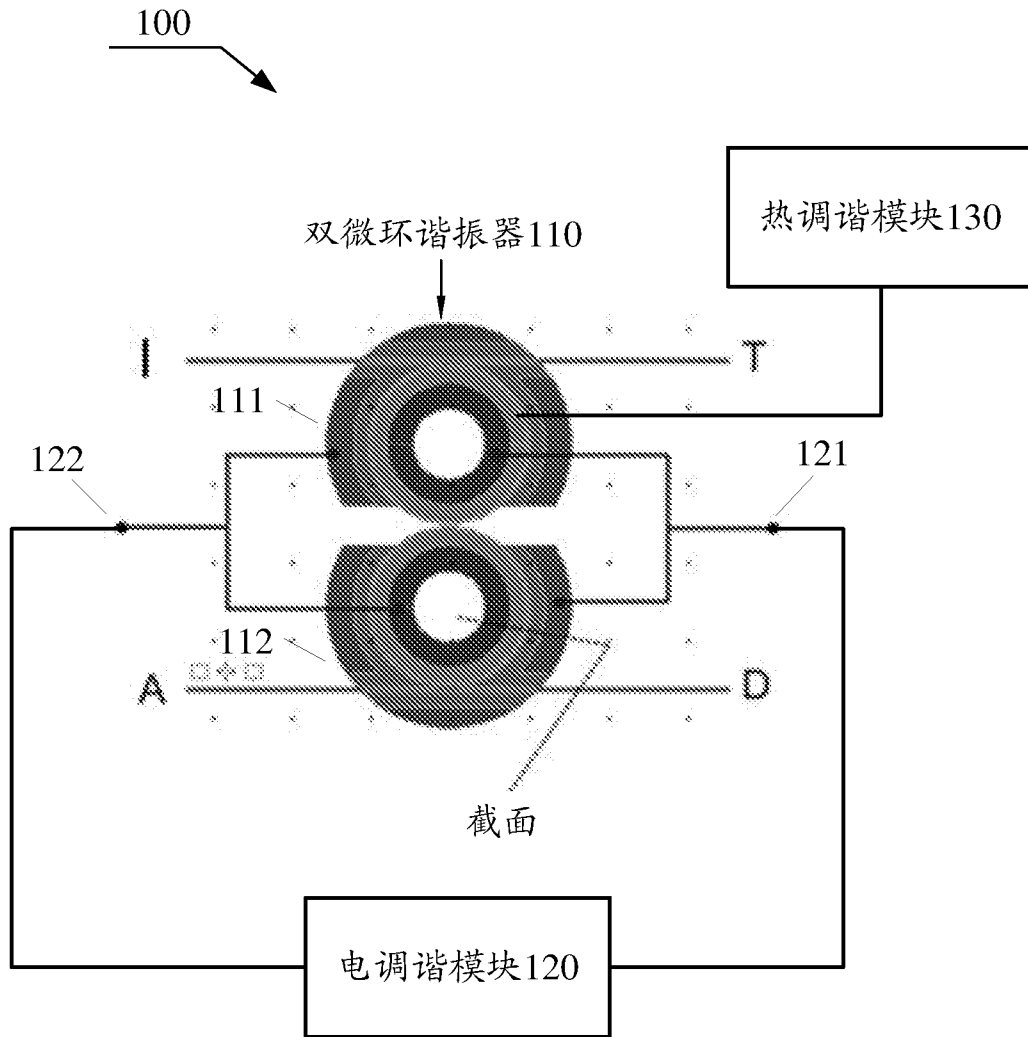


图1



图2

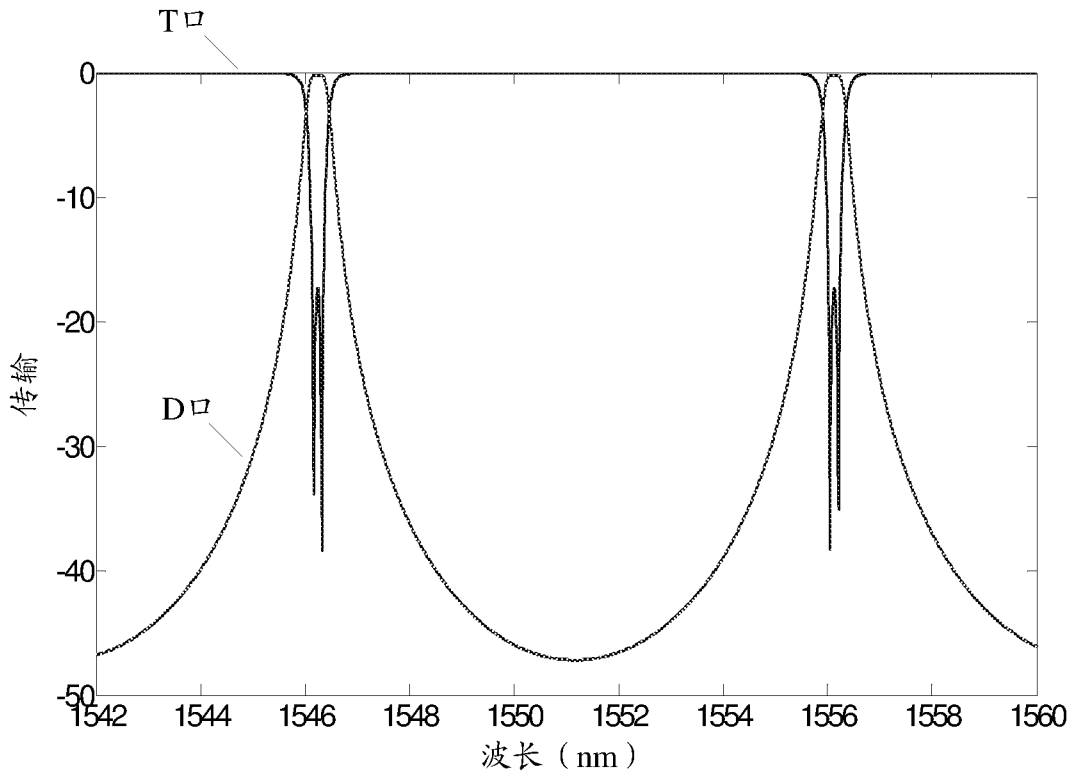


图3a

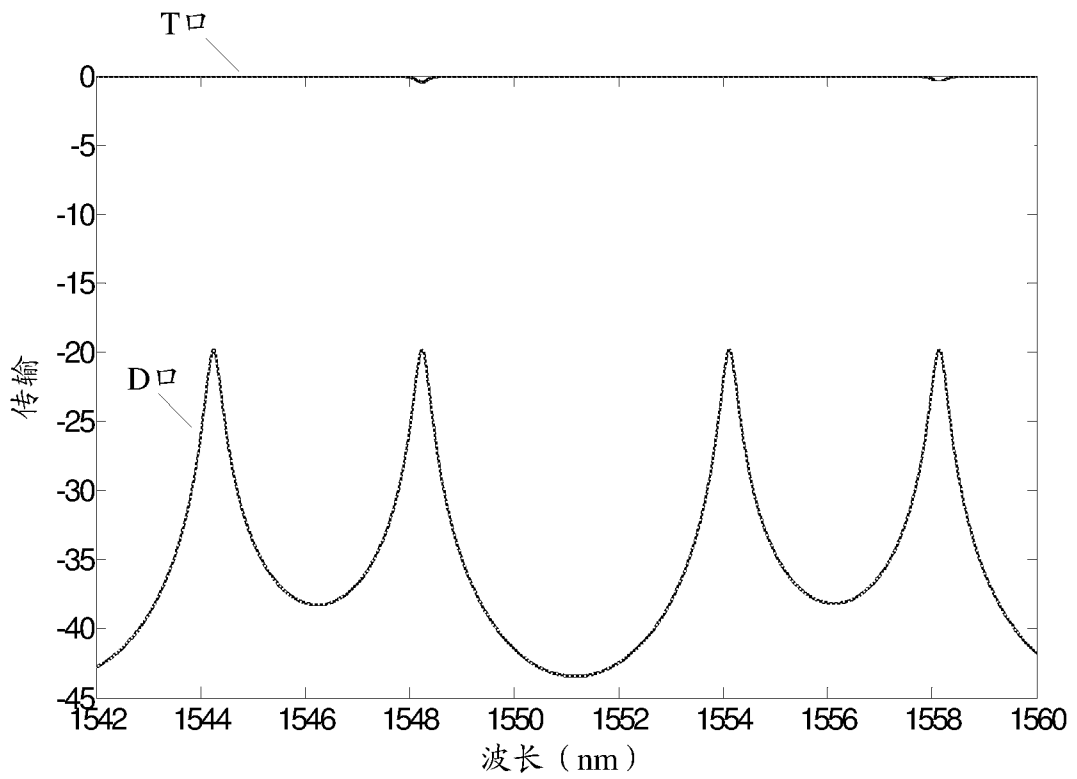


图3b

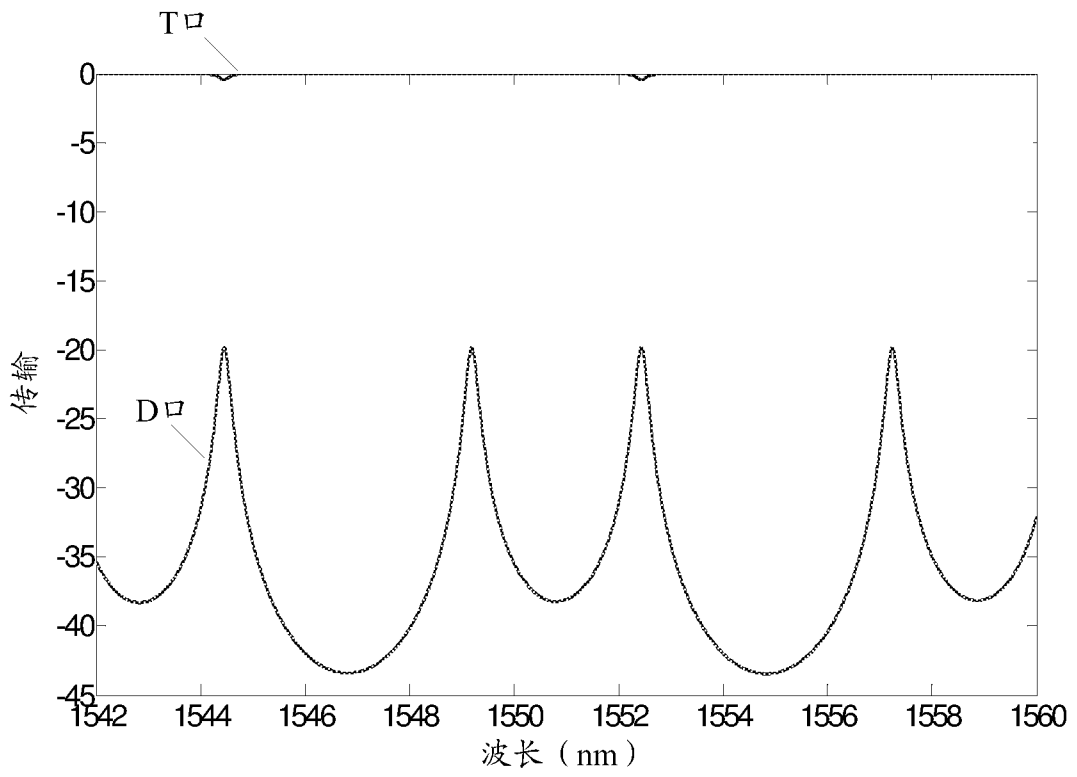


图3c

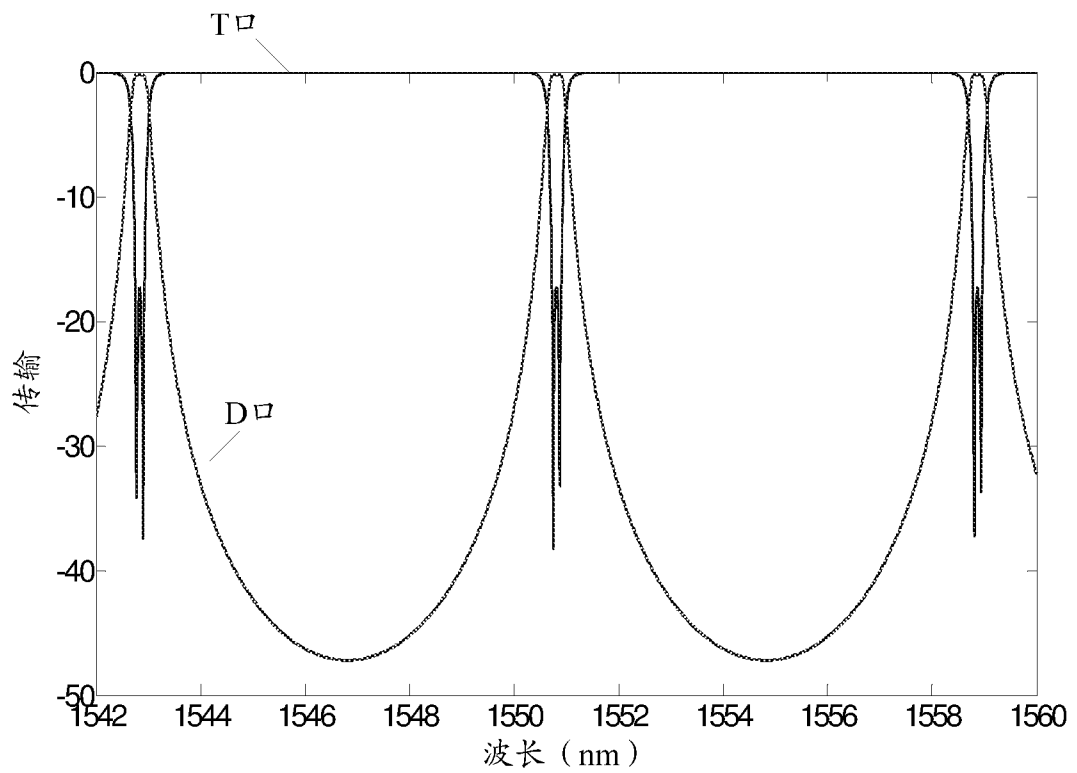


图3d

400

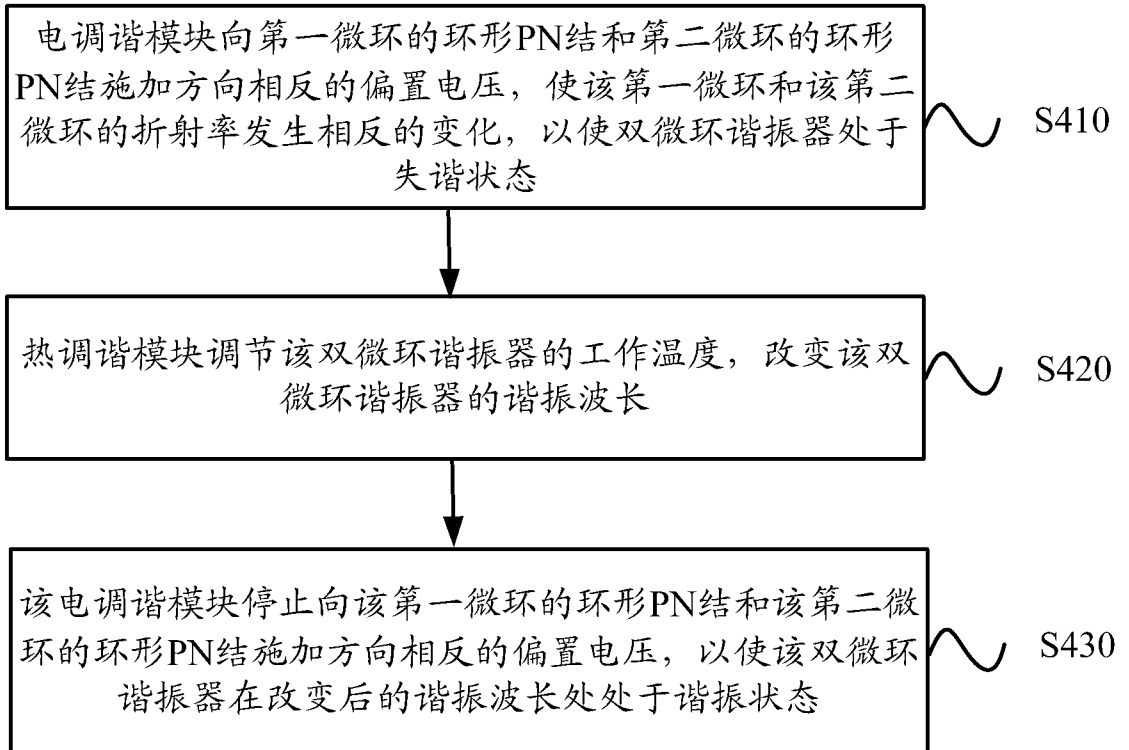


图4

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

**PCT/CN2014/082454**

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B 6/35 (2006.01) 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)

G02B 6/-

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)

CNPAT; EPODOC; WPI; CNKI: ring?, wavelength selection, temperature, electric, resonance, wavelength, modulat+, coupling, doped, N region, HUAWEI, micro, select+, 2 dark spot, ring, waveguides, switch, tun+, micro ring, ZHEJIANG UNIVERSITY, two, N, double, resonator, pair, series connection, dual ring, P region, thermal, control, "P", region, optical, optical switch, PN, detuning

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 8582937 B2 (WILLIAM MARSH RICE UNIVERSITY), 12 November 2013 (12.11.2013), description, columns 3-5 and 9, and figures 1-4C	1, 3-6
A	CN 101620298 A (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD. et al.), 06 January 2010 (06.01.2010), the whole document	1-11
A	US 2009263078 A1 (HITACHI, LTD.), 22 October 2009 (22.10.2009), the whole document	1-11
A	CN 103487889 A (SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY), 01 January 2014 (01.01.2014), the whole document	1-11
A	US 2011170821 A1 (CORNELL UNIVERSITY), 14 July 2011 (14.07.2011), the whole document	1-11

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“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)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&amp;” document member of the same patent family</p>
---	---

Date of the actual completion of the international search

26 March 2015 (26.03.2015)

Date of mailing of the international search report

**22 April 2015 (22.04.2015)**

Name and mailing address of the ISA/CN:  
 State Intellectual Property Office of the P. R. China  
 No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao  
 Haidian District, Beijing 100088, China  
 Facsimile No.: (86-10) 62019451

Authorized officer

**HAN, Bing**

Telephone No.: (86-10) **62414455**

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
Information on patent family members

International application No.

**PCT/CN2014/082454**

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
US 8582937 B2	12 November 2013	US 2011058765 A1	10 March 2011
CN 101620298 A	06 January 2010	CN 101620298 B	20 April 2011
		WO 201000170 A1	07 January 2010
US 2009263078 A1	22 October 2009	JP 2009258527 A	05 November 2009
CN 103487889 A	01 January 2014	WO 2015021577 A1	19 February 2015
US 2011170821 A1	14 July 2011	US 8606055 B2	10 December 2013

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2014/082454

<p>A. 主题的分类</p> <p>G02B 6/35(2006.01) i</p> <p>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</p>																				
<p>B. 检索领域</p> <p>检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)</p> <p>G02B6/-</p> <p>包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献</p> <p>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))</p> <p>CNPAT;EPDOC;WPI;CNKI:选择, ring?, 调制, 波长选择, 温度, electric, 谐振, wavelength, modulat+, 耦合, doped, N区, 华为, 微, 环, select+, 2 暗点, ring, waveguides, switch, 电, tun+, 微环, 浙江大学, 双, two, N, Ring, double, resonator, pair, 波导, 波长, 串联, 双环, P区, 热, 调谐, 控制, 开关, "P", region, optical, 光开关, PN, 失谐</p>																				
<p>C. 相关文件</p> <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>X</td> <td>US 8582937 B2 (WILLIAM MARSH RICE UNIVERSITY) 2013年 11月 12日 (2013 - 11 - 12) 说明书第3-5, 9栏、附图1-4C</td> <td>1, 3-6</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 101620298 A (华为技术有限公司等) 2010年 1月 6日 (2010 - 01 - 06) 全文</td> <td>1-11</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2009263078 A1 (HITACHI, LTD.) 2009年 10月 22日 (2009 - 10 - 22) 全文</td> <td>1-11</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 103487889 A (上海交通大学) 2014年 1月 1日 (2014 - 01 - 01) 全文</td> <td>1-11</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2011170821 A1 (CORNELL UNIVERSITY) 2011年 7月 14日 (2011 - 07 - 14) 全文</td> <td>1-11</td> </tr> </tbody> </table> <p><input type="checkbox"/> 其余文件在C栏的续页中列出。 <input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。</p> <p>* 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          "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          "&amp;" 同族专利的文件</p>			类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	X	US 8582937 B2 (WILLIAM MARSH RICE UNIVERSITY) 2013年 11月 12日 (2013 - 11 - 12) 说明书第3-5, 9栏、附图1-4C	1, 3-6	A	CN 101620298 A (华为技术有限公司等) 2010年 1月 6日 (2010 - 01 - 06) 全文	1-11	A	US 2009263078 A1 (HITACHI, LTD.) 2009年 10月 22日 (2009 - 10 - 22) 全文	1-11	A	CN 103487889 A (上海交通大学) 2014年 1月 1日 (2014 - 01 - 01) 全文	1-11	A	US 2011170821 A1 (CORNELL UNIVERSITY) 2011年 7月 14日 (2011 - 07 - 14) 全文	1-11
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																		
X	US 8582937 B2 (WILLIAM MARSH RICE UNIVERSITY) 2013年 11月 12日 (2013 - 11 - 12) 说明书第3-5, 9栏、附图1-4C	1, 3-6																		
A	CN 101620298 A (华为技术有限公司等) 2010年 1月 6日 (2010 - 01 - 06) 全文	1-11																		
A	US 2009263078 A1 (HITACHI, LTD.) 2009年 10月 22日 (2009 - 10 - 22) 全文	1-11																		
A	CN 103487889 A (上海交通大学) 2014年 1月 1日 (2014 - 01 - 01) 全文	1-11																		
A	US 2011170821 A1 (CORNELL UNIVERSITY) 2011年 7月 14日 (2011 - 07 - 14) 全文	1-11																		
<p>国际检索实际完成的日期</p> <p>2015年 3月 26日</p>	<p>国际检索报告邮寄日期</p> <p>2015年 4月 22日</p>																			
<p>ISA/CN的名称和邮寄地址</p> <p>中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN) 北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 中国</p> <p>传真号 (86-10)62019451</p>	<p>受权官员</p> <p>韩冰</p> <p>电话号码 (86-10)62414455</p>																			

国际检索报告  
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2014/082454

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)
US	8582937	B2	2013年 11月 12日	US	2011058765	A1	2011年 3月 10日
CN	101620298	A	2010年 1月 6日	CN	101620298	B	2011年 4月 20日
				WO	2010000170	A1	2010年 1月 7日
US	2009263078	A1	2009年 10月 22日	JP	2009258527	A	2009年 11月 5日
CN	103487889	A	2014年 1月 1日	WO	2015021577	A1	2015年 2月 19日
US	2011170821	A1	2011年 7月 14日	US	8606055	B2	2013年 12月 10日

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2009年7月)