

(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  
2017年3月30日 (30.03.2017)



(10) 国际公布号  
WO 2017/050053 A1

- (51) 国际专利分类号:  
H04B 10/516 (2013.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2016/094699
- (22) 国际申请日: 2016年8月11日 (11.08.2016)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:  
201510624638.7 2015年9月25日 (25.09.2015) CN  
201610264795.6 2016年4月26日 (26.04.2016) CN
- (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: 赵建平 (ZHAO, Jianping); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。 何广强 (HE, Guangqiang); 中国上海市东川路800号上海交通大学电信群楼1号楼313房间, Shanghai 200240 (CN)。 张楠 (ZHANG, Nan); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。 赵建尧 (ZHAO, Jianyao); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。
- (74) 代理人: 北京同达信恒知识产权代理有限公司 (TDIP & PARTNERS); 中国北京市海淀区知春路7号致真大厦A1304-05室, Beijing 100191 (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, 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。

[见续页]

(54) Title: LIGHT-EMITTING APPARATUS AND EMITTING METHOD, AND LIGHT-RECEIVING APPARATUS AND RECEIVING METHOD

(54) 发明名称: 光发射装置、发射方法、光接收装置及接收方法

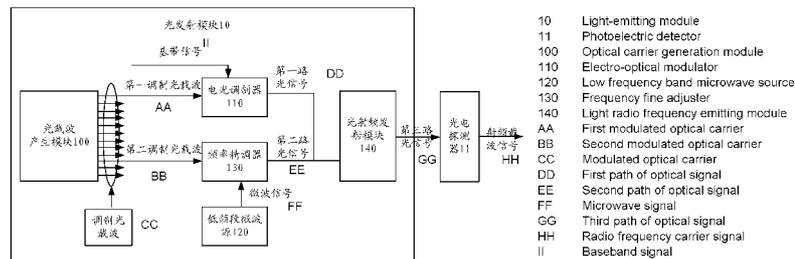


图 1A

(57) Abstract: Disclosed are a light-emitting apparatus and emitting method and a light-receiving apparatus and receiving method. A light-emitting module in the light-emitting apparatus comprises an optical carrier generation module which is used for generating a modulated optical carrier, the modulated optical carrier comprising a first modulated optical carrier and a second modulated optical carrier; an electro-optical modulator which is used for modulating a baseband signal to the first modulated optical carrier to generate a first path of optical signal; a low frequency band microwave source which is used for generating a microwave signal, the microwave signal using MHz or KHz as a unit of frequency adjustment; a frequency fine adjuster which is used for modulating the microwave signal to the second modulated optical carrier to generate a second path of optical signal; and a light radio frequency emitting module which is used for combining the first path of optical signal and the second path of optical signal into a third path of optical signal and emitting the third path of optical signal. In this solution, the microwave signal uses MHz or KHz as a unit of frequency adjustment, which improves the adjustment precision, such that a radio frequency carrier signal can be emitted at any frequency point.

(57) 摘要:

[见续页]



WO 2017/050053 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, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, 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, 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))。

本发明公开了一种光发射装置、发射方法、光接收装置及接收方法, 光发射模块, 光发射装置包括的光发射模块包括光载波产生模块, 用于产生调制光载波, 调制光载波包括第一调制光载波和第二调制光载波; 电光调制器, 用于将基带信号调制至第一调制光载波上, 生成第一路光信号; 低频段微波源, 用于产生微波信号, 微波信号以 MHz 或者 KHz 为频率调整的单位; 频率精调器, 用于将微波信号调制至第二调制光载波上, 生成第二路光信号; 光射频发射模块, 用于将第一路光信号和第二路光信号合并为第三路光信号, 并将第三路光信号发射, 在该方案中, 微波信号以 MHz 或者 KHz 为频率调整的单位, 提高了调节精度, 这样, 可以在任意频点发射射频载波信号。

## 光发射装置、发射方法、光接收装置及接收方法

本申请要求在2015年9月25日提交中国专利局、申请号为201510624638.7、发明名称为“光发射装置、发射方法、光接收装置及接收方法”的中国专利申请的优先权、以及在2016年4月26日提交中国专利局、申请号为201610264795.6、发明名称为“光发射装置、发射方法、光接收装置及接收方法”的中国专利申请的优先权，两者全部内容通过引用结合在本申请中。

### 技术领域

本发明涉及光通信技术领域，特别涉及光发射装置、发射方法、光接收装置及接收方法。

### 背景技术

随着无线通信技术的发展，带宽、载波频率不断提高，以传统的电学方式产生 60GHz~100GHz 的本振信号需要经过多次倍频，电路结构复杂且功耗巨大，尤其在支持多通道通信系统时，为保证载波相干性需对本振信号多次功分、放大，复杂度较高，因此，随着高频（30GHz 以上）光通信系统复杂度的不断增加，急需寻找一种降低复杂度的光通信系统。

目前的光通信系统主要采用如下几种技术：

一种为光生毫米波技术：激光源输出的单音光频率为  $\omega_0$  的光载波，该光载波输入到 MZM（Mach-Zehnder Modulator，马赫曾德尔调制器）的输入端，与此同时，外部提供一个频率为  $\omega_m$  的本振信号也输入到 MZM 中，通过对 MZM 的适当偏置，MZM 的输出信号变为频率分别为  $\omega_0 - \omega_m$  和  $\omega_0 + \omega_m$  的两根光谱线。将 MZM 输出的这两根光谱线输入 EDFA（Erbium-doped Optical Fiber Amplifier，掺铒光纤放大器）当中，对光功率进行放大，再将 EDFA 的输出信号输入到光纤中，实现光信号的远距离传送；光纤的输出端连接到一个光电探测器件 PD（Photo Diode，光电二极管）之中，经 PD 拍频生成频率为  $2\omega_m$

的射频载波信号，再对该信号放大、滤波，最终由天线发射出去；

另一种为硅光-微纳光频梳技术，泵浦源输出的单音光信号进入到微纳谐振腔中，产生级联受激布里渊振荡，微纳谐振腔半径保证自由频谱范围与布里渊频偏一致，从而在 *udisk* 的输出端产生等间隔光谱线。

但是，目前采用上述两种技术的光通信系统产生的光信号的频率的调整能力有限，调频精度较低，一般都是 GHz 等级的调节，无法实现类似 MHz 或 KHz 等级的调节。

## 发明内容

本发明实施例提供光发射装置、发射方法、光接收装置及接收方法，用以解决现有技术中存在的调节精度较低的问题。

第一方面，提供一种光发射模块，包括：

光载波产生模块，用于产生调制光载波，所述调制光载波包括第一调制光载波和第二调制光载波；

电光调制器，用于将基带信号调制至所述第一调制光载波上，生成第一路光信号；

低频段微波源，用于产生微波信号，所述微波信号以 MHz 或者 KHz 为频率调整的单位；

频率精调器，用于将所述微波信号调制至所述第二调制光载波上，生成第二路光信号；

光射频发射模块，用于将所述第一路光信号和所述第二路光信号合并为第三路光信号，并将第三路光信号发射。

结合第一方面，在第一种可能的实现方式中，所述光载波产生模块包括泵浦激光源，用于产生初始调制光载波；

所述光载波产生模块还包括微纳谐振腔、阵列波导光栅，其中：

所述微纳谐振腔，用于将所述初始调制光载波调整为等频率间隔的调制光载波；

所述阵列波导光栅，用于对所述等频率间隔的调制光载波进行频域上的分离，分离得到的调制光载波包括所述第一调制光载波和所述第二调制光载波。

结合第一方面，或者第一方面的第一种可能的实现方式，在第二种可能的实现方式中，所述频率精调器将所述微波信号调制至所述第二调制光载波上时，具体为：

所述频率精调器采用马赫曾德尔调制器 MZM，将所述微波信号调制至所述第二调制光载波上。

第二方面，提供一种光发射机，包括如第一方面，或者第一方面的第一种至第二种可能的实现方式所述的至少一个光发射模块和至少一个光电探测器，所述至少一个光电探测器的数量与所述至少一个光发射模块的数量相同；所述至少一个光发射模块中的每个光发射模块分别与一个光电探测器相对应，所述至少一个光发射模块中的任意两个不同的光发射模块分别对应的光电探测器不同；

所述光电探测器，用于将对应的光发射模块发射的光信号拍频为射频载波信号进行发送。

结合第二方面，在第一种可能的实现方式中，所述光发射机包括 N 个光发射模块，所述 N 大于或者等于 2；

所述光发射机还包括至少两个模拟移相单元，所述至少两个模拟移相单元中的任意一模拟移相单元与所述 N 个光发射模块中的任意一光发射模块相对应，所述至少两个模拟移相单元中的任意两个不同的模拟移相单元所对应的光发射模块均不相同，所述至少两个模拟移相单元中的任意一模拟移相单元，用于对对应的光发射模块的基带信号进行相位调整，使得进行相位调整后的基带信号合成得到的信号指向目标方向。

结合第二方面，或者第二方面的第一种可能的实现方式，在第二种可能的实现方式中，所述光发射机包括 N 个光发射模块，所述 N 大于或者等于 2；

所述光发射机还包括模拟波束成形网络模块，用于将所述 N 个光发射模

块中的至少两个光发射模块产生的射频载波信号进行相位调整，使得相位调整后的射频载波信号合成得到的信号指向目标方向。

第三方面，提供一种光接收模块，包括：

光射频接收模块，用于接收射频载波信号；

光载波产生模块，用于产生调制光载波，所述调制光载波包括第一调制光载波和第二调制光载波；

低频段微波源，用于产生微波信号，所述微波信号以 MHz 或者以 KHz 为频率调整的单位；

频率精调器，用于将所述微波信号调制至所述第一调制光载波上，生成光信号；

光电探测器，用于对所述光信号和所述第二调制光载波进行拍频，产生本振信号；

所述光射频接收模块还用于，根据所述本振信号对所述射频载波信号进行频率调整。

结合第三方面，在第一种可能的实现方式中，所述光载波产生模块包括泵浦激光源，用于产生初始调制光载波；

所述光载波产生模块还包括微纳谐振腔和阵列波导光栅，其中：

所述微纳谐振腔，用于将所述初始调制光载波调整为等频率间隔的调制光载波；

所述阵列波导光栅，用于对所述等频率间隔的调制光载波进行频域上的分离，分离得到的调制光载波包括所述第一调制光载波和所述第二调制光载波。

结合第三方面，或者第三方面的第一种可能的实现方式，在第二种可能的实现方式中，所述频率精调器将所述微波信号调制至所述第一调制光载波上时，具体为：

所述频率精调器采用马赫曾德尔调制器 MZM，将所述微波信号调制至所述第一调制光载波上。

第四方面，提供一种光接收机，包括如第三方面，或者第三方面的第一种至第二种可能的实现方式任一项所述的至少一个光接收模块。

结合第四方面，在第一种可能的实现方式中，所述光接收机包括 N 个光接收模块，所述 N 大于或者等于 2；

所述光接收机还包括至少两个模拟移相单元，所述至少两个模拟移相单元中的任意一模拟移相单元与所述 N 个光接收模块中的任意一光接收模块相对应，所述至少两个模拟移相单元中的任意两个不同的模拟移相单元所对应的光接收模块均不相同，所述至少两个模拟移相单元中的任意一模拟移相单元，用于对对应的光接收模块的本振信号进行相位调整，使得利用进行相位调整后的本振信号进行频率调整的射频载波信号合成得到的信号指向目标方向。

结合第四方面，或者第四方面的第一种可能的实现方式，在第二种可能的实现方式中，所述光接收机还包括模拟波束成形网络模块，用于将所述 N 个光接收模块中的至少两个光接收模块接收到的射频载波信号进行移相位调整，使得相位调整后的射频载波信号合成得到的信号指向目标方向。

第五方面，提供一种光信号发送方法，包括：

光发射模块产生调制光载波，所述调制光载波包括第一调制光载波和第二调制光载波；

所述光发射模块将基带信号调制至所述第一调制光载波上，生成第一路光信号；

所述光发射模块产生微波信号，所述微波信号以 MHz 或者 KHz 为频率调整的单位；

所述光发射模块将所述微波信号调制至所述第二调制光载波上，生成第二路光信号；

所述光发射模块将所述第一路光信号和所述第二路光信号合并为第三路光信号，并将第三路光信号发射。

结合第五方面，在第一种可能的实现方式中，所述光发射模块产生调制

光载波，包括：

所述光发射模块产生初始调制光载波；

所述光发射模块产生初始调制光载波之后，将基带信号调制至所述第一调制光载波上之前，还包括：

所述光发射模块将所述初始调制光载波调整为等频率间隔的调制光载波；

所述光发射模块对所述等频率间隔的调制光载波进行频域上的分离，分离得到的调制光载波包括所述第一调制光载波和所述第二调制光载波。

结合第五方面，或者第五方面的第一种可能的实现方式，在第二种可能的实现方式中，所述光发射模块将所述微波信号调制至所述第二调制光载波上，包括：

所述光发射模块采用马赫曾德尔调制器 MZM，将所述微波信号调制至所述第二调制光载波上。

第六方面，提供一种射频载波信号发送方法，应用于光发射机，所述光发射机包括至少一个光发射模块和至少一个光电探测器，其中，所述至少一个光电探测器的数量与所述至少一个光发射模块的数量相同；所述至少一个光发射模块中的每个光发射模块分别与一个光电探测器相对应，所述至少一个光发射模块中的任意两个不同的光发射模块分别对应的光电探测器不同；

所述至少一个光发射模块中的任意一光发射模块采用如第五方面，及第五方面的第一种或者第二种可能的实现方式任一项所述的方法的发送光信号；

所述光电探测器将接收到的所述光信号拍频为射频载波信号进行发送。

结合第六方面，在第一种可能的实现方式中，所述光发射机包括 N 个光发射模块，所述 N 大于或者等于 2；所述光发射机还包括至少两个模拟移相单元，所述至少两个模拟移相单元中的任意一模拟移相单元与所述 N 个光发射模块中的任意一光发射模块相对应，所述至少两个模拟移相单元中的任意两个不同的模拟移相单元所对应的光发射模块均不相同；

所述方法还包括:

所述至少两个模拟移相单元中的任意一模拟移相单元,对对应的光发射模块的基带信号进行相位调整,使得进行相位调整后的基带信号合成得到的信号指向目标方向。

结合第六方面,或者第六方面的第一种可能的实现方式,在第二种可能的实现方式中,所述光发射机包括N个光发射模块,所述N大于或者等于2;

所述方法还包括:

所述光发射机包括的模拟波束成形网络模块将所述N个光发射模块中的至少两个光发射模块产生的射频载波信号进行相位调整,使得相位调整后的射频载波信号合成得到的信号指向目标方向。

第七方面,提供一种射频载波接收方法,所述光接收模块接收射频载波信号;

所述光接收模块产生调制光载波,所述调制光载波包括第一调制光载波和第二调制光载波;

所述光接收模块产生微波信号,所述微波信号以MHz或者以KHz为频率调整的单位;

所述光接收模块将所述微波信号调制至所述第一调制光载波上,生成光信号;

所述光接收模块对所述光信号和所述第二调制光载波进行拍频,产生本振信号;

所述光接收模块根据所述本振信号对所述射频载波信号进行频率调整

结合第七方面,在第一种可能的实现方式中,所述光接收模块产生调制光载波,包括:

所述光接收模块产生初始调制光载波;

所述光接收模块产生初始调制光载波之后,将所述微波信号调制至所述第一调制光载波上之前,还包括:

所述光接收模块将所述初始调制光载波调整为等频率间隔的调制光载

波;

所述光接收模块对所述等频率间隔的调制光载波进行频域上的分离, 分离得到的调制光载波包括所述第一调制光载波和所述第二调制光载波。

结合第七方面, 或者第七方面的第一种可能的实现方式, 在第二种可能的实现方式中, 所述光接收模块将所述微波信号调制至所述第一调制光载波上, 包括:

所述光接收模块采用马赫曾德尔调制器 MZM, 将所述微波信号调制至所述第一调制光载波上。

第八方面, 提供一种射频载波信号接收方法, 应用于光接收机, 所述光接收机采用如第七方面, 或者第七方面的第一种至第二种可能的实现方式的任一项所述的方法。

结合第八方面, 在第一种可能的实现方式中, 所述光接收机包括 N 个光接收模块, 所述 N 大于或者等于 2; 所述光接收机还包括至少两个模拟移相单元, 所述至少两个模拟移相单元中的任意一模拟移相单元与所述 N 个光接收模块中的任意一光接收模块相对应, 所述至少两个模拟移相单元中的任意两个不同的模拟移相单元所对应的光接收模块均不相同;

所述方法还包括:

所述至少两个模拟移相单元中的任意一模拟移相单元, 对对应的光接收模块的本振信号进行相位调整, 使得利用进行相位调整后的本振信号进行频率调整的射频载波信号合成得到的信号指向目标方向。

结合第八方面, 或者第八方面的第一种可能的实现方式, 在第二种可能的实现方式中, 所述方法还包括:

所述光接收机包括的模拟波束成形网络模块, 将所述 N 个光接收模块中的至少两个光接收模块接收到的射频载波信号进行移相位调整, 使得相位调整后的射频载波信号合成得到的信号指向目标方向。

第九方面, 提供一种毫米波本振源, 包括:

泵浦激光源, 用于产生第一光载波;

光学微谐振腔，用于将所述第一光载波调整为等频率间隔的光载波；

光学滤波器，用于对所述等频率间隔的光载波进行频域上的分离，分离得到的设定数量的第二光载波，并将所述第二光载波两两组合形成第二载波对；

光电探测器，用于对每个所述第二载波对中的两个第二光载波进行拍频，拍频后形成与每个所述第二载波对对应的毫米波；其中，所述每个毫米波的频率为对应的第二载波对中两个第二光载波的频率之差。

结合第九方面，在第一种可能的实现方式中，所述光学微谐振腔包括微环谐振腔、微盘谐振腔或微球谐振腔。

结合第九方面，或者第九方面的第一种可能的实现方式，在第二种可能的实现方式中，所述光学滤波器包括阵列波导光栅 AWG、布拉格光栅滤波器或光学薄膜滤波器。

结合第九方面，或者第九方面的第一种可能的实现方式，在第三种可能的实现方式中，所述光学滤波器具体包括：

阵列波导光栅 AWG，用于分离出所述等频率间隔的光载波中每个频率的第二光载波；

2x1 AWG，用于根据所述毫米波的频率，将所述第二光载波两两组合形成所述第二载波对。

结合第九方面，或者第九方面的第一种至第三种可能的实现方式，在第四种可能的实现方式中，所述毫米波本振源还包括：

光学放大器，该光学放大器设置于所述光学滤波器和所述光电探测器之间，用于放大所述第二光载波的光功率。

结合第九方面，或者第九方面的第一种至第四种可能的实现方式，在第五种可能的实现方式中，所述毫米波本振源还包括：

光学环形器，该光学环形器设置于所述泵浦激光源和所述光学微谐振腔之间，用于将所述泵浦激光源输出的第一光载波输入到所述光学微谐振腔，并将所述光学微谐振腔反射回来的光载波从设定的端口输出。

第十方面，提供一种毫米波的生成方法，包括：

产生单一频率的第一光载波；

将所述第一光载波调整为等频率间隔的光载波；

对所述等频率间隔的光载波进行频域上的分离，分离得到的设定数量的第二光载波，并将所述第二光载波两两组合形成第二载波对；

对每个所述第二载波对中的两个第二光载波进行拍频，拍频后形成与每个所述第二载波对对应的毫米波；其中，所述每个毫米波的频率为对应的第二载波对中两个第二光载波的频率之差。

结合第十方面，在第一种可能的实现方式中，所述将所述第二光载波两两组合形成第二载波对包括：

根据所述毫米波的频率，将所述第二光载波两两组合形成第二载波对。

结合第十方面，或者第十方面的第一种可能的实现方式，在第二种可能的实现方式中，对每个所述第二载波对中的两个第二光载波进行拍频之前，还包括放大所述第二光载波的光功率。

本发明实施例中，公开了一种光发射模块，包括光载波产生模块，用于产生调制光载波，调制光载波包括第一调制光载波和第二调制光载波；电光调制器，用于将基带信号调制至第一调制光载波上，生成第一路光信号；低频段微波源，用于产生微波信号，微波信号以 MHz 或者 KHz 为频率调整的单位；频率精调器，用于将微波信号调制至第二调制光载波上，生成第二路光信号；光射频发射模块，用于将第一路光信号和第二路光信号合并为第三路光信号，并将第三路光信号发射；在该方案中，低频段微波源产生的微波信号以 MHz 或者 KHz 为频率调整的单位，提高了调节精度，这样，光发射模块可以在任意频点发射射频载波信号；

本发明实施例还给出一种光接收模块：包括光射频接收模块，用于接收射频载波信号；光载波产生模块，用于产生调制光载波，调制光载波包括第一调制光载波和第二调制光载波；低频段微波源，用于产生微波信号，微波信号以 MHz 或者以 KHz 为频率调整的单位；频率精调器，用于将微波信号

调制至第一调制光载波上，生成光信号；光电探测器，用于对光信号和第二调制光载波进行拍频，产生本振信号；光射频接收模块还用于，根据本振信号对射频载波信号进行频率调整，在该方案中，低频段微波源产生的微波信号以 MHz 或者 KHz 为频率调整的单位，提高了调节精度，这样，光接收模块可以在任意频点接收射频载波信号。

## 附图说明

- 图 1A 为本发明实施例中光发射模块的示意图；
- 图 1B 为本发明实施例中光载波产生模块的一种示意图；
- 图 1C 为本发明实施例中光发射机的一种示意图；
- 图 1D 为本发明实施例中光发射机的另一种示意图；
- 图 1E 为本发明实施例中光发射机的另一种示意图；
- 图 1F 为本发明实施例中光发射机的另一种示意图；
- 图 1G 为本发明实施例中光发射机的另一种示意图；
- 图 2A 为本发明实施例中光接收模块的一种示意图；
- 图 2B 为本发明实施例中光载波产生模块的示意图；
- 图 2C 为本发明实施例中光接收机的一种示意图；
- 图 2D 为本发明实施例中光接收机的另一种示意图；
- 图 2E 为本发明实施例中光接收机的另一种示意图；
- 图 2F 为本发明实施例中光接收机的另一种示意图；
- 图 2G 为本发明实施例中光接收机的另一种示意图；
- 图 3 为本发明实施例中光信号发送方法的流程图；
- 图 4 为本发明实施例中射频载波信号发送方法的流程图；
- 图 5 为本发明实施例中射频载波信号接收方法的流程图；
- 图 6 为本发明实施例中一种毫米波本振源的结构示意图；
- 图 7 为本发明实施例中一种毫米波本振源的另一种示意图；
- 图 8 为本发明实施例中一种毫米波本振源的另一种示意图；

图 9 为本发明实施例中一种毫米波的生成方法的流程示意图。

## 具体实施方式

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作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。

另外，本文中术语“系统”和“网络”在本文中常被可互换使用。本文中术语“和/或”，仅仅是一种描述关联对象的关联关系，表示可以存在三种关系，例如，A 和/或 B，可以表示：单独存在 A，同时存在 A 和 B，单独存在 B 这三种情况。另外，本文中字母“/”，一般表示前后关联对象是一种“或”的关系。

下面结合说明书附图对本发明优选的实施方式进行详细说明，应当理解，此处所描述的优选实施例仅用于说明和解释本发明，并不用于限定本发明，并且在不冲突的情况下，本申请中的实施例及实施例中的特征可以相互组合。

下面结合附图对本发明优选的实施方式进行详细说明。

参阅图 1A 所示，本发明实施例中，提出了一种光发射模块 10，包括：

光载波产生模块 100，用于产生调制光载波，调制光载波包括第一调制光载波和第二调制光载波；

电光调制器 110，用于将基带信号调制至第一调制光载波上，生成第一路光信号；

低频段微波源 120，用于产生微波信号，微波信号以 MHz 或者 KHz 为频率调整的单位；

频率精调器 130，用于将微波信号调制至第二调制光载波上，生成第二路光信号；

光射频发射模块 140，用于将第一路光信号和第二路光信号合并为第三路光信号，并将第三路光信号发射。

本发明实施例中，可选的，光载波产生模块 100 包括泵浦激光源 1，用于产生初始调制光载波。

为了产生任意数量的等间隔激的调制光载波（最多可达上百根），且提高输出的调制光载波的性能，可选的，光载波产生模块 100 还包括微纳谐振腔 2 和阵列波导光栅 3，如图 1B 所示，其中：

微纳谐振腔 2，用于将初始调制光载波调整为等频率间隔的调制光载波；

阵列波导光栅 3，用于对等频率间隔的调制光载波进行频域上的分离，分离得到的调制光载波包括第一调制光载波和第二调制光载波。

这样，采用包括泵浦激光源 1、微纳谐振腔 2 和阵列波导光栅 3 的光载波产生模块 100，就能够产生任意数量的等间隔调制光载波（最多可达上百根），且输出的调制光载波具有线宽窄、噪声低等特性。

本发明实施例中，以 MHz 或者 KHz 为频率调整的单位，指的是进行频率调整时，频率的变化可以以 MHz 或者 KHz 为变化幅度。

进一步的，为了降低成本，泵浦激光源 1、微纳谐振腔 2 可以采用硅基。

当然，也可以采用其他形式的光载波产生模块 100，在此不再进行详述。

本发明实施例中，频率精调器 130 将微波信号调制至第二调制光载波上时，可选的，可以采用如下方式：

频率精调器 130 采用 MZM，将微波信号调制至第二调制光载波上。

参阅图 1C 所示，本发明实施例中，提出了一种光发射机，包括至少一个光发射模块 10 和至少一个光电探测器 11，至少一个光电探测器 11 的数量与至少一个光发射模块 10 数量相同，至少一个光发射模块 10 中的每个光发射模块 10 分别与一个光电探测器 11 相对应，至少一个光发射模块 10 中的任意两个不同的光发射模块 10 分别对应的光电探测器 11 不同，至少一个光发射模块 10 中的任意一光发射模块 10 产生的光信号发射至所对应的光电探测器 11；

光电探测器 11，用于将对应的光发射模块发射的光信号转换为射频载波信号进行发送。

进一步的，为了限制空口所占用的带宽，光发射机还包括与至少一个光发射模块数量相同的射频滤波器 12，至少一个光发射模块 10 中的每个光发射模块 10 分别与一个射频滤波器 12 对应，至少一个光发射模块 10 中的任意两个不同的光发射模块 10 分别对应的射频滤波器 12 不同，射频滤波器 12 用于滤除射频载波信号域的镜像信号，参阅图 1D 所示。

进一步的，为了保证覆盖，使射频载波信号传输的更远；光发射机还包括与至少一个光发射模块数量相同的功率放大器 13，至少一个光发射模块 10 中的每个光发射模块 10 分别与一个功率放大器 13 对应，至少一个光发射模块 10 中的任意两个不同的光发射模块 10 分别对应的功率放大器 13 不同，功率放大器 13 用于对输入的射频信号进行放大，参阅图 1E 所示。

本发明实施例中提及的光发射机可以为单通道光发射机，即光发射机包括一个光发射模块，或者，为了获得分集收益，及利用多通道的 MIMO (Multiple Input Multiple Output, 多入多出技术) 优势，光发射机也可以为多通道光发射机，即光发射机包括至少两个光发射模块。

本发明实施例中，当光发射机为多通道光发射机时，即光发射机包括 N 个光发射模块，N 大于或者等于 2；进一步的，为了使至少两个光射频发射模块 140 发射的光信号通过光电探测器 11 产生的射频载波信号在空间形成的波束都能够指向同一个目标方向，进而使得信号增强，传播距离更远，参阅图 1F 所示，光发射机还包括至少两个模拟移相单元 150，至少两个模拟移相单元 150 中的任意一模拟移相单元 150 与 N 个光发射模块 10 中的任意一光发射模块 10 相对应，至少两个模拟移相单元 150 中的任意两个不同的模拟移相单元 150 所对应的光发射模块 10 均不相同，至少两个模拟移相单元 150 中的任意一模拟移相单元 150，用于对对应的光发射模块 10 的基带信号进行相位调整，使得进行相位调整后的基带信号合成得到的信号指向目标方向。

本发明实施例中，模拟移相单元 150 具体是通过对基带信号进行延时而实现相位调整的，为比较成熟的技术，在此不再进行详细描述。

当然，为了使至少两个光射频发射模块 140 发射的光信号通过光电探测

器 11 产生的射频载波信号在空间形成的波束都能够指向同一个目标方向，进而使得信号增强，传播距离更远，也可以采用如下方式，参阅图 1G 所示，光发射机还包括模拟波束成形网络模块 14，用于将 N 个光发射模块中的至少两个光发射模块产生的射频载波信号进行相位调整，使得相位调整后的射频载波信号合成得到的信号指向目标方向。

模拟波束成形网络模块 14，与模拟移相单元 150 可以同时存在于光发射机中，当然，为了避免光发射机的复杂度，光发射机在包括模拟移相单元 150 时，可以不包括模拟波束成形网络模块 14，或者，在包括模拟波束成形网络模块 14 时，不包括模拟移相单元 150。

在该方案中，先通过设置光载波产生模块 100 的频率间隔进行频点粗调，再通过外置低频段微波源 120 进行频率精调，提高调解精度，从而达到载波频点的全频段覆盖。

下面对单通道的光发射机发射射频载波信号的过程进行举例说明。

泵浦激光源 1 产生频率为  $f_0$  的初始调制光载波，初始调制光载波进入微纳谐振腔 2 后由于受激布里渊振荡，产生一系列等频率间隔  $f_r$  的调制光载波，微纳谐振腔 2 将等频率间隔  $f_r$  的调制光载波输出至阵列波导光栅 3，阵列波导光栅 3 将等频率间隔  $f_r$  的调制光载波在频域上进行分离，得到至少两个调制光载波，其中，取频率为  $f_n$  的调制光载波为第一调制光载波，频率为  $f_m$  的调制光载波为第二调制光载波， $f_m$  和  $f_n$  之间的频率差值为  $(n-m) f_r$ 。

将基带信号通过电光调制器 110 调制到第一调制光载波上，低频段微波源 120 产生的微波信号通过频率精调器 130 调制到第二调制光载波上，设低频段微波源产生的微波信号的频率为  $f_k$ ，通过频率精调器 130 的偏置，使频率精调器 130 的输出第二路光信号的频率为  $f_m - f_k$  和  $f_m + f_k$ ，第一路光信号和第二路光信号经过光射频发射模块 140 合成第三路光信号，光射频发射模块 140 将第三路光信号发射至光电探测器 11，第三路光信号经过光电探测器 11 的拍频作用，获得射频载波信号频率为  $f_n - f_m - f_k$  和  $f_n - f_m + f_k$  的射频载波信号，射频滤波器 12 将射频载波信号中频率为  $f_n - f_m - f_k$  射频载波信号滤除，最终得到发射的射频载波信号

的频率为 $f_n - f_m + f_k = (n - m) f_r + f_k$ ，并将滤波后的第一射频载波信号通过功率放大器13进行功率放大后由天线发出。

下面对多通道光发射机发射射频载波信号的过程进行举例说明。

泵浦激光源1产生频率为 $f_0$ 的初始调制光载波，初始调制光载波进入微纳谐振腔2后由于受激布里渊振荡，产生一系列等频率间隔 $f_r$ 的调制光载波，微纳谐振腔2将等频率间隔 $f_r$ 的调制光载波输出至阵列波导光栅3，阵列波导光栅3将等频率间隔 $f_r$ 的调制光载波在频域上进行分离，得到至少两个调制光载波，其中，取频率分别为 $f_0 \sim f_7$ 的8个调制光载波，并将这8个调制光载波两两配对： $f_0 - f_2$ ， $f_1 - f_3$ ， $f_4 - f_6$ ， $f_5 - f_7$ ，配对调制光载波之间的频率差值均为 $2f_r$ 。

以 $f_0 - f_2$ 处理这一对调制光载波为例，将经过模拟移相单元150相位调整后的基带信号，通过电光调制器110调制到频率为 $f_0$ 的第一调制光载波上，低频段微波源120产生的微波源信号通过频率精调器130调制到频率为 $f_2$ 的第二调制光载波上，设微波源信号的频率为 $f_3$ ，通过第一频率精调器130的偏置，使频率精调器130的输出的第二路光信号的频率为 $f_2 - f_3$ 和 $f_2 + f_3$ ，第一路光信号和第二路光信号经过光射频发射模块140合成第三路光信号，光射频发射模块140将第三路光信号发射至光电探测器11，第三路光信号经过光电探测器11的拍频作用，获得频率为 $f_0 - f_2 - f_3$ 和 $f_0 - f_2 + f_3$ 的射频载波信号，通过射频滤波器12将射频载波信号中频率为 $f_n - f_m - f_k$ 射频载波信号滤除，最终得到发射的射频载波信号的频率为 $f_0 - f_2 + f_3 = 2 * f_r + f_3$ ，将滤波后的射频载波信号经过功率放大器13放大后进行发射。

其他配对的调制光载波的发射过程，与 $f_0 - f_2$ 处理这一对调制光载波的发射过程相同，在此不再进行一一详述。

上述描述的是光发射机的过程，在实际应用中，现有的光接收机也不能在任意频点接收射频载波信号，因此，本发明实施例，还提出一种光接收模块20，其中，如图2A所示，至少一个光接收模块20中的任意一光接收模块20包括：

光射频接收模块 200，用于接收射频载波信号；

光载波产生模块 210, 用于产生调制光载波, 调制光载波包括第一调制光载波和第二调制光载波;

低频段微波源 220, 用于产生微波信号, 微波信号以 MHz 或者以 KHz 为频率调整的单位;

频率精调器 230, 用于将微波信号调制至第一调制光载波上, 生成光信号;

光电探测器 240, 用于对光信号和第二调制光载波进行拍频, 产生本振信号;

光射频接收模块 200 还用于, 根据本振信号对射频载波信号进行频率调整。

本发明实施例中, 可选的, 光载波产生模块 210 包括泵浦激光源 1, 用于产生初始调制光载波。

为了产生任意数量的等间隔的调制光载波 (最多可达上百根), 且提高输出的调制光载波的性能, 可选的, 光载波产生模块 210 还包括微纳谐振腔 2 和阵列波导光栅 3, 如图 2B 所示, 其中:

微纳谐振腔 2, 用于将初始调制光载波调整为等频率间隔的调制光载波;

阵列波导光栅 3, 用于对等频率间隔的调制光载波进行频域上的分离, 分离得到的调制光载波包括第一调制光载波和第二调制光载波。

这样, 采用包括泵浦激光源 1、微纳谐振腔 2 和阵列波导光栅 3 的光载波产生模块 210, 就能够产生任意数量的等间隔的调制光载波 (最多可达上百根), 且输出的调制光载波具有线宽窄、噪声低等优点。

本发明实施例中, 以 MHz 或者 KHz 为频率调整的单位, 指的是进行频率调整时, 频率的变化可以以 MHz 或者 KHz 为变化幅度。

进一步的, 泵浦激光源 1、微纳谐振腔 2 都可以采用硅基, 降低成本。

当然, 也可以采用其他形式的光载波产生模块 210, 在此不再进行详述。

本发明实施例中, 可选的, 频率精调器 230 将微波信号调制至第一调制光载波上时, 可选的, 可以采用如下方式:

频率精调器 230 采用 MZM, 将微波信号调制至第一调制光载波上。

本发明实施例中，还提出一种光接收机，包括至少一个光接收模块。

进一步的，为了压低接收链路的噪声，提高接收信号的质量，参阅图 2C 所示，光接收机还包括低噪声放大器 21，用于对接收到的射频载波信号进行放大。

进一步的，为了便于数据的无失真采样，参阅图 2D 所示，光接收机还包括下变频器 250，用于将射频载波信号下变频到中频或基带。

需要说明的是，下变频指的是将接收到的空间中高频射频载波信号变换到基带，其中，基带的频率较低。

进一步的，为了提高接收信号的质量，参阅图 2E 所示，光接收机还包括中频滤波器 260，用于滤除干扰信号。

本发明实施例中提及的光接收机可以为单通道光接收机，即光接收机包括一个光接收模块，或者，也可以为多通道光接收机，即光接收机包括至少两个光接收模块。

本发明实施例中，光接收机为多通道光接收机时，即光接收机包括  $N$  个光接收模块， $N$  大于或者等于 2；此时，进一步的，为了获得多通道波束收益，参阅图 2F 所示，光接收机还包括至少两个模拟移相单元 270，至少两个模拟移相单元 270 中的任意一模拟移相单元 270 与  $N$  个光接收模块 20 中的任意一光接收模块 20 相对应，至少两个模拟移相单元 270 中的任意两个不同的模拟移相单元 270 所对应的光接收模块 20 均不相同，至少两个模拟移相单元 270 中的任意一模拟移相单元 270，用于对对应的光接收模块 20 的本振信号进行相位调整，使得利用进行相位调整后的本振信号进行频率调整的射频载波信号合成得到的信号指向目标方向。

本发明实施例中，模拟移相单元 270 具体是通过对基带信号进行延时而实现相位调整的，为比较成熟的技术，在此不再进行详细描述。

当然，为了获得多通道波束收益，参阅图 2G 所示，光接收机还包括模拟波束成形网络模块 22，用于将  $N$  个光接收模块 20 中的至少两个光接收模块 20 接收到的射频载波信号进行移相位调整，使得相位调整后的射频载波信号

合成得到的信号指向目标方向。

下面对光接收机接收射频载波信号的过程进行举例说明。

泵浦激光源1产生频率为 $f_0$ 的初始调制光载波，初始调制光载波进入微纳谐振腔2后由于受激布里渊振荡，产生一系列等频率间隔 $f_r$ 的调制光载波，微纳谐振腔2将等频率间隔 $f_r$ 的调制光载波输出至阵列波导光栅3，阵列波导光栅3将等频率间隔 $f_r$ 的调制光载波在频域上进行分离，得到至少两个调制光载波，其中，取频率为 $f_1$ 的调制光载波为第一调制光载波，频率为 $f_2$ 的调制光载波为第二调制光载波， $f_1$ 和 $f_2$ 之间的频率差值为 $(n-m)f_r$ 。

设低频段微波源220产生的微波信号的频率为 $f_3$ ，通过频率精调器230的偏置，使频率精调器230的输出光信号的频率为 $f_2-f_3$ ，频率精调器230将频率为 $f_2-f_3$ 的光信号发射至光电探测器240，光电探测器240对光信号和第二调制光载波进行拍频，拍频作用获得本振信号的频率为 $f_1-f_2+f_3=(n-m)f_r+f_3$ ，将该频率的本振信号发送至光射频接收模块200，光射频接收模块200还能接收到第射频载波信号，利用频率为 $(n-m)f_r+f_3$ 的本振信号对射频载波信号进行处理，目标频点上的射频载波信号。

参阅图3所示，本发明实施例提供一种光信号发送方法，该方法的具体流程如下：

步骤300：光发射模块产生调制光载波，调制光载波包括第一调制光载波和第二调制光载波；

步骤310：光发射模块将基带信号调制至第一调制光载波上，生成第一路光信号；

步骤320：光发射模块产生微波信号，微波信号以MHz或者KHz为频率调整的单位；

步骤330：光发射模块将微波信号调制至第二调制光载波上，生成第二路光信号；

步骤340：光发射模块将第一路光信号和第二路光信号合并为第三路光信号，并将第三路光信号发射。

可选的，光发射模块产生调制光载波时，可以采用如下方式：

光发射模块产生初始调制光载波；

光发射模块产生初始调制光载波之后，将基带信号调制至第一调制光载波上之前，还包括：

光发射模块将初始调制光载波调整为等频率间隔的调制光载波；

光发射模块对等频率间隔的调制光载波进行频域上的分离，分离得到的调制光载波包括第一调制光载波和第二调制光载波。

本发明实施例中，可选的，光发射模块将微波信号调制至第二调制光载波上，可选的，可以采用如下方式：

光发射模块采用 MZM，将微波信号调制至第二调制光载波上。

参阅图 4 所示，本发明还提出一种射频载波信号发送方法，该方法应用于光发射机，光发射机包括至少一个光发射模块和至少一个光电探测器，其中，至少一个光电探测器的数量与至少一个光发射模块的数量相同；至少一个光发射模块中的每个光发射模块分别与一个光电探测器相对应，至少一个光发射模块中的任意两个不同的光发射模块分别对应的光电探测器不同；

步骤 400：至少一个光发射模块中的任意一光发射模块采用如图 3 所示的方法的发送光信号；

步骤 410：光电探测器将接收到的光信号拍频为射频载波信号进行发送。

本发明实例中，若光发射机包括  $N$  个光发射模块， $N$  大于或者等于 2；光发射机还包括至少两个模拟移相单元，至少两个模拟移相单元中的任意一模拟移相单元与  $N$  个光发射模块中的任意一光发射模块相对应，至少两个模拟移相单元中的任意两个不同的模拟移相单元所对应的光发射模块均不相同；

方法还包括如下操作：

至少两个模拟移相单元中的任意一模拟移相单元，对对应的光发射模块的基带信号进行相位调整，使得进行相位调整后的基带信号合成得到的信号指向目标方向。

可选的，光发射机包括 N 个光发射模块，N 大于或者等于 2；

方法还包括如下操作：

光发射机包括的模拟波束成形网络模块将 N 个光发射模块中的至少两个光发射模块产生的射频载波信号进行相位调整，使得相位调整后的射频载波信号合成得到的信号指向目标方向。

参阅图 5，本发明实施例还提出一种射频载波信号接收方法，具体流程如下：

步骤 500：光接收模块接收射频载波信号；

步骤 510：光接收模块产生调制光载波，调制光载波包括第一调制光载波和第二调制光载波；

步骤 520：光接收模块产生微波信号，微波信号以 MHz 或者以 KHz 为频率调整的单位；

步骤 530：光接收模块将微波信号调制至第一调制光载波上，生成光信号；

步骤 540：光接收模块对光信号和第二调制光载波进行拍频，产生本振信号；

步骤 550：光接收模块根据本振信号对射频载波信号进行频率调整。

可选的，光接收模块产生调制光载波时，具体为：

光接收模块产生初始调制光载波；

光接收模块产生初始调制光载波之后，将微波信号调制至第一调制光载波上之前，还包括如下操作：

光接收模块将初始调制光载波调整为等频率间隔的调制光载波；

光接收模块对等频率间隔的调制光载波进行频域上的分离，分离得到的调制光载波包括第一调制光载波和第二调制光载波。

本发明实施例中，光接收模块将微波信号调制至第一调制光载波上时，可选的，可以采用如下方式：

光接收模块采用 MZM，将微波信号调制至第一调制光载波上。

本发明实施例还提出一种射频载波信号接收方法，该方法应用于光接收

机，光接收机采用如图 5 所示的方法。

可选的，光接收机包括 N 个光接收模块，N 大于或者等于 2；光接收机还包括至少两个模拟移相单元，至少两个模拟移相单元中的任意一模拟移相单元与 N 个光接收模块中的任意一光接收模块相对应，至少两个模拟移相单元中的任意两个不同的模拟移相单元所对应的光接收模块均不相同；

方法还包括如下操作：

至少两个模拟移相单元中的任意一模拟移相单元，对对应的光接收模块的本振信号进行相位调整，使得利用进行相位调整后的本振信号进行频率调整的射频载波信号合成得到的信号指向目标方向。

本发明实施例中，进一步的，方法还包括如下操作：

光接收机包括的模拟波束成形网络模块，将 N 个光接收模块中的至少两个光接收模块接收到的射频载波信号进行移相位调整，使得相位调整后的射频载波信号合成得到的信号指向目标方向。

参阅图 6 所示，基于图 1C 相似的结构，本发明实施例还提供一种毫米波本振源，该毫米波本振源具体包括泵浦激光源 601、光学微谐振腔 602、光学滤波器 603 和光电探测器 604：

泵浦激光源 601，用于产生第一光载波；

为了防止光学微谐振腔 602 反射的光载波对泵浦激光源 601 造成干扰，在该实施例中在泵浦激光源 601 和光学微谐振腔 602 之间还可以连接一个光学环形器，该光学环形器用于将所述泵浦激光源 601 输出的第一光载波输入到所述光学微谐振腔 602，并将所述光学微谐振腔 602 反射回来的光载波从设定的端口输出。

光学微谐振腔 602，用于将所述第一光载波调整为等频率间隔的光载波；

其中，该光学微谐振腔 602 可以是微环谐振腔、微盘谐振腔或微球谐振腔，也可以是能产生光频梳的其他结构的光学微谐振腔。

光学滤波器 603，用于对所述等频率间隔的光载波进行频域上的分离，分离得到的设定数量的第二光载波，并将所述第二光载波两两组合形成第二载

波对；

可选的，该光学滤波器 603 可以是阵列波导光栅（Array Waveguide Gratings, AWG）、布拉格光栅滤波器（Fiber Brag Grating, FBG）或光学薄膜滤波器。

光电探测器 604, 用于对每个所述第二载波对中的两个第二光载波进行拍频，拍频后形成与每个所述第二载波对对应的毫米波；其中，所述每个毫米波的频率为对应的第二载波对中两个第二光载波的频率之差。

在该实施例中，该光电探测器 604 可以包括多个。

可选的，为了提高光电探测器 604 输出毫米波本振的功率，该实施例在该光学滤波器 603 和光电探测器 604 之间还可以连接光学放大器，用于放大所述第二光载波的光功率。

在本发明实施例中，为了实现所述等频率间隔的光载波进行频域上的分离，分离得到的设定数量的第二光载波，并将所述第二光载波两两组合形成第二载波对，该光学滤波器 603 可以通过多种方式实现，以下提供两种最优化的方式：

方式一、该光学滤波器 603 由一个阵列波导光栅（Array Waveguide Gratings, AWG）701 和 2x1 阵列波导光栅 702 连接形成（如图 7 所示），具体可以是：

阵列波导光栅 701, 用于分离出所述等频率间隔的光载波中每个频率的第二光载波；

2x1 阵列波导光栅（AWG）702, 用于根据所述毫米波的频率，将所述第二光载波两两组合形成所述第二载波对。

通过该方式生成毫米波的实现原理是：

第二光载波经过 AWG 后，将第二光载波的每个频率的光载波单独提取出来，然后再通过 2x1 AWG 将提出来的光载波两两组合，并每个光载波组合输入到光电探测器；该光电探测器对每个光载波组合中的两个光载波进行拍频，拍频后产生的毫米波的频率为光载波组合中两个光载波的频率之差。

例如：相邻两个第二光载波之间的频率间隔为  $\Delta f$ ，若  $2 \times 1$  AWG 选取了第 1 个第二光载波与  $k$  个第二光载波组合形成光载波组合，则拍频产生的毫米波的频率为  $f_{mm,1} = f_1 - f_k = (k-1)\Delta f$ 。由于光学微谐振腔可以产生成千上百个光载波，同样地， $2 \times 1$  AWG 可以同时选取多个频率间隔为  $(k-1)\Delta f$  的两个第二光载波形成光载波组合，并分别将光载波组合输入到不同的光电探测器进行拍频，从而可以实现多路输出的毫米波本振源。此外， $2 \times 1$  AWG 也可以同时选取其他频率间隔的第二光载波进行组合后输入光电探测器进行拍频，如选取频率为  $f_j$  和  $f_{j+m}$  的两个第二光载波，拍频后便可产生频率为  $f_{mm,2} = f_j - f_{j+m} = m\Delta f$  的毫米波。因此基于该方案的本振源可以同时产生不同频率、多路输出的毫米波本振信号。

方式二、该光学滤波器 603 由光学滤波器阵列组成。

如图 8 所示，光学滤波器 603 为光学滤波器阵列 801 组成时，本发明实施例提供的一种毫米波本振源的具体结构可以是：

泵浦激光源输出单一频率光载波通过环形器 802 的第一端口输入后，通过第二端口输入到光学微谐振腔，而光载波输入到光学微谐振腔时会有部分光被反射回来，反射回来的光载波经过环形器 802 的除第一端口外的其他端口输出，使得反射回来的光载波不会直接输入到泵浦激光源，从而可以避免反射光载波干扰或损坏泵浦激光源；

光学微谐振腔输出的光载波输入到光学滤波器阵列（该光学滤波器阵列可以是布拉格光栅滤波器、光学薄膜滤波器或其他光学滤波器），该光学滤波器阵列将光载波两两组合输出；

光学滤波器阵列输出的光载波输入到光学放大器阵列 803，该光学放大器阵列放大光载波的光功率，从而提高输出毫米波本振的功率。

光学滤波器阵列输出的光载波输入到光电探测器阵列进行拍频得到对应的毫米波。

本发明实施例提供的毫米波本振源是基于光学微谐振腔的毫米波本振源可以实现多频段、多路毫米波本振源输出；

并且由于光学微谐振腔输出的各光载波是相关的，因此光载波间差频产生的毫米波相噪较低；

另外，本发明实施例中通过将泵浦激光源、光学微谐振腔、AWG 和光电探测器阵列集成，可有效降低本振源的尺寸和成本；该方案无需调制器，且仅需一个激光器，因此实现多路输出时成本降低。光学微谐振腔形成的光频梳梳齿间隔非常稳定，可以输出高频率稳定度的毫米波。

如图 9 所示，本发明实施例还提供一种毫米波的生成方法，该方法具体包括以下实现步骤：

步骤 901，产生单一频率的第一光载波；

步骤 902，将所述第一光载波调整为等频率间隔的光载波；

步骤 903，对所述等频率间隔的光载波进行频域上的分离，分离得到的设定数量的第二光载波，并将所述第二光载波两两组合形成第二载波对；

其中，因为两个第二光载波进行拍频后形成的毫米波的频率与进行拍频的两个第二光载波两两组合形成第二载波对包括：

根据所述毫米波的频率，将所述第二光载波两两组合形成第二载波对。

步骤 904，对每个所述第二载波对中的两个第二光载波进行拍频，拍频后形成与每个所述第二载波对对应的毫米波；其中，所述每个毫米波的频率为对应的第二载波对中两个第二光载波的频率之差。

为了提高生成的毫米波的光功率，在对每个所述第二载波对中的两个第二光载波进行拍频之前，还包括放大所述第二光载波的光功率。

本发明是参照根据本发明实施例的方法、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的功能的步骤。

尽管已描述了本发明的优选实施例，但本领域内的技术人员一旦得知了基本创造性概念，则可对这些实施例作出另外的变更和修改。所以，所附权利要求意欲解释为包括优选实施例以及落入本发明范围的所有变更和修改。

显然，本领域的技术人员可以对本发明实施例进行各种改动和变型而不脱离本发明实施例的精神和范围。这样，倘若本发明实施例的这些修改和变型属于本发明权利要求及其等同技术的范围之内，则本发明也意图包含这些改动和变型在内。

## 权利要求

1、一种光发射模块，其特征在于，包括：

光载波产生模块，用于产生调制光载波，所述调制光载波包括第一调制光载波和第二调制光载波；

电光调制器，用于将基带信号调制至所述第一调制光载波上，生成第一路光信号；

低频段微波源，用于产生微波信号，所述微波信号以 MHz 或者 KHz 为频率调整的单位；

频率精调器，用于将所述微波信号调制至所述第二调制光载波上，生成第二路光信号；

光射频发射模块，用于将所述第一路光信号和所述第二路光信号合并为第三路光信号，并将第三路光信号发射。

2、如权利要求 1 所述的光发射模块，其特征在于，所述光载波产生模块包括泵浦激光源，用于产生初始调制光载波；

所述光载波产生模块还包括微纳谐振腔、阵列波导光栅，其中：

所述微纳谐振腔，用于将所述初始调制光载波调整为等频率间隔的调制光载波；

所述阵列波导光栅，用于对所述等频率间隔的调制光载波进行频域上的分离，分离得到的调制光载波包括所述第一调制光载波和所述第二调制光载波。

3、如权利要求 1 或 2 所述的光发射模块，其特征在于，所述频率精调器将所述微波信号调制至所述第二调制光载波上时，具体为：

所述频率精调器采用马赫曾德尔调制器 MZM，将所述微波信号调制至所述第二调制光载波上。

4、一种光发射机，其特征在于，包括如权利要求 1-3 任一项权利要求所述的至少一个光发射模块和至少一个光电探测器，所述至少一个光电探测器

的数量与所述至少一个光发射模块的数量相同；所述至少一个光发射模块中的每个光发射模块分别与一个光电探测器相对应，所述至少一个光发射模块中的任意两个不同的光发射模块分别对应的光电探测器不同；

所述光电探测器，用于将对应的光发射模块发射的光信号拍频为射频载波信号进行发送。

5、如权利要求4所述的光发射机，其特征在于，所述光发射机包括N个光发射模块，所述N大于或者等于2；

所述光发射机还包括至少两个模拟移相单元，所述至少两个模拟移相单元中的任意一模拟移相单元与所述N个光发射模块中的任意一光发射模块相对应，所述至少两个模拟移相单元中的任意两个不同的模拟移相单元所对应的光发射模块均不相同，所述至少两个模拟移相单元中的任意一模拟移相单元，用于对对应的光发射模块的基带信号进行相位调整，使得进行相位调整后的基带信号合成得到的信号指向目标方向。

6、如权利要求4或5所述的光发射机，其特征在于，所述光发射机包括N个光发射模块，所述N大于或者等于2；

所述光发射机还包括模拟波束成形网络模块，用于将所述N个光发射模块中的至少两个光发射模块产生的射频载波信号进行相位调整，使得相位调整后的射频载波信号合成得到的信号指向目标方向。

7、一种光接收模块，其特征在于，包括：

光射频接收模块，用于接收射频载波信号；

光载波产生模块，用于产生调制光载波，所述调制光载波包括第一调制光载波和第二调制光载波；

低频段微波源，用于产生微波信号，所述微波信号以MHz或者以KHz为频率调整的单位；

频率精调器，用于将所述微波信号调制至所述第一调制光载波上，生成光信号；

光电探测器，用于对所述光信号和所述第二调制光载波进行拍频，产生

本振信号;

所述光射频接收模块还用于, 根据所述本振信号对所述射频载波信号进行频率调整。

8、如权利要求 7 所述的光接收模块, 其特征在于, 所述光载波产生模块包括泵浦激光源, 用于产生初始调制光载波;

所述光载波产生模块还包括微纳谐振腔和阵列波导光栅, 其中:

所述微纳谐振腔, 用于将所述初始调制光载波调整为等频率间隔的调制光载波;

所述阵列波导光栅, 用于对所述等频率间隔的调制光载波进行频域上的分离, 分离得到的调制光载波包括所述第一调制光载波和所述第二调制光载波。

9、如权利要求 7 或 8 所述的光接收模块, 其特征在于, 所述频率精调器将所述微波信号调制至所述第一调制光载波上时, 具体为:

所述频率精调器采用马赫曾德尔调制器 MZM, 将所述微波信号调制至所述第一调制光载波上。

10、一种光接收机, 其特征在于, 包括如权利要求 7-9 任一项权利要求所述的至少一个光接收模块。

11、如权利要求 10 所述的光接收机, 其特征在于, 所述光接收机包括 N 个光接收模块, 所述 N 大于或者等于 2;

所述光接收机还包括至少两个模拟移相单元, 所述至少两个模拟移相单元中的任意一模拟移相单元与所述 N 个光接收模块中的任意一光接收模块相对应, 所述至少两个模拟移相单元中的任意两个不同的模拟移相单元所对应的光接收模块均不相同, 所述至少两个模拟移相单元中的任意一模拟移相单元, 用于对对应的光接收模块的本振信号进行相位调整, 使得利用进行相位调整后的本振信号进行频率调整的射频载波信号合成得到的信号指向目标方向。

12、如权利要求 10 或 11 所述的光接收机, 其特征在于, 所述光接收机

还包括模拟波束成形网络模块，用于将所述 N 个光接收模块中的至少两个光接收模块接收到的射频载波信号进行移相位调整，使得相位调整后的射频载波信号合成得到的信号指向目标方向。

13、一种光信号发送方法，其特征在于，包括：

光发射模块产生调制光载波，所述调制光载波包括第一调制光载波和第二调制光载波；

所述光发射模块将基带信号调制至所述第一调制光载波上，生成第一路光信号；

所述光发射模块产生微波信号，所述微波信号以 MHz 或者 KHz 为频率调整的单位；

所述光发射模块将所述微波信号调制至所述第二调制光载波上，生成第二路光信号；

所述光发射模块将所述第一路光信号和所述第二路光信号合并为第三路光信号，并将第三路光信号发射。

14、如权利要求 13 所述的方法，其特征在于，所述光发射模块产生调制光载波，包括：

所述光发射模块产生初始调制光载波；

所述光发射模块产生初始调制光载波之后，将基带信号调制至所述第一调制光载波上之前，还包括：

所述光发射模块将所述初始调制光载波调整为等频率间隔的调制光载波；

所述光发射模块对所述等频率间隔的调制光载波进行频域上的分离，分离得到的调制光载波包括所述第一调制光载波和所述第二调制光载波。

15、如权利要求 13 或 14 所述的方法，其特征在于，所述光发射模块将所述微波信号调制至所述第二调制光载波上，包括：

所述光发射模块采用马赫曾德尔调制器 MZM，将所述微波信号调制至所述第二调制光载波上。

16、一种射频载波信号发送方法，其特征在于，应用于光发射机，所述光发射机包括至少一个光发射模块和至少一个光电探测器，其中，所述至少一个光电探测器的数量与所述至少一个光发射模块的数量相同；所述至少一个光发射模块中的每个光发射模块分别与一个光电探测器相对应，所述至少一个光发射模块中的任意两个不同的光发射模块分别对应的光电探测器不同；

所述至少一个光发射模块中的任意一光发射模块采用如权利要求 13-15 任一项所述的方法的发送光信号；

所述光电探测器将接收到的所述光信号拍频为射频载波信号进行发送。

17、如权利要求 16 所述的方法，其特征在于，所述光发射机包括 N 个光发射模块，所述 N 大于或者等于 2；所述光发射机还包括至少两个模拟移相单元，所述至少两个模拟移相单元中的任意一模拟移相单元与所述 N 个光发射模块中的任意一光发射模块相对应，所述至少两个模拟移相单元中的任意两个不同的模拟移相单元所对应的光发射模块均不相同；

所述方法还包括：

所述至少两个模拟移相单元中的任意一模拟移相单元，对对应的光发射模块的基带信号进行相位调整，使得进行相位调整后的基带信号合成得到的信号指向目标方向。

18、如权利要求 16 或 17 所述的方法，其特征在于，所述光发射机包括 N 个光发射模块，所述 N 大于或者等于 2；

所述方法还包括：

所述光发射机包括的模拟波束成形网络模块将所述 N 个光发射模块中的至少两个光发射模块产生的射频载波信号进行相位调整，使得相位调整后的射频载波信号合成得到的信号指向目标方向。

19、一种射频载波信号接收方法，其特征在于，包括：

所述光接收模块接收射频载波信号；

所述光接收模块产生调制光载波，所述调制光载波包括第一调制光载波

和第二调制光载波；

所述光接收模块产生微波信号，所述微波信号以 MHz 或者以 KHz 为频率调整的单位；

所述光接收模块将所述微波信号调制至所述第一调制光载波上，生成光信号；

所述光接收模块对所述光信号和所述第二调制光载波进行拍频，产生本振信号；

所述光接收模块根据所述本振信号对所述射频载波信号进行频率调整。

20、如权利要求 19 所述的方法，其特征在于，所述光接收模块产生调制光载波，包括：

所述光接收模块产生初始调制光载波；

所述光接收模块产生初始调制光载波之后，将所述微波信号调制至所述第一调制光载波上之前，还包括：

所述光接收模块将所述初始调制光载波调整为等频率间隔的调制光载波；

所述光接收模块对所述等频率间隔的调制光载波进行频域上的分离，分离得到的调制光载波包括所述第一调制光载波和所述第二调制光载波。

21、如权利要求 19 或 20 所述的方法，其特征在于，所述光接收模块将所述微波信号调制至所述第一调制光载波上，包括：

所述光接收模块采用马赫曾德尔调制器 MZM，将所述微波信号调制至所述第一调制光载波上。

22、一种射频载波信号接收方法，其特征在于，应用于光接收机，所述光接收机采用如权利要求 19-21 任一项权利要求所述的方法。

23、如权利要求 22 所述的方法，其特征在于，所述光接收机包括 N 个光接收模块，所述 N 大于或者等于 2；所述光接收机还包括至少两个模拟移相单元，所述至少两个模拟移相单元中的任意一模拟移相单元与所述 N 个光接收模块中的任意一光接收模块相对应，所述至少两个模拟移相单元中的任意

两个不同的模拟移相单元所对应的光接收模块均不相同；

所述方法还包括：

所述至少两个模拟移相单元中的任意一模拟移相单元，对对应的光接收模块的本振信号进行相位调整，使得利用进行相位调整后的本振信号进行频率调整的射频载波信号合成得到的信号指向目标方向。

24、如权利要求 22 或 23 所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

所述光接收机包括的模拟波束成形网络模块，将所述 N 个光接收模块中的至少两个光接收模块接收到的射频载波信号进行移相位调整，使得相位调整后的射频载波信号合成得到的信号指向目标方向。

25、一种毫米波本振源，其特征在于，包括：

泵浦激光源，用于产生第一光载波；

光学微谐振腔，用于将所述第一光载波调整为等频率间隔的光载波；

光学滤波器，用于对所述等频率间隔的光载波进行频域上的分离，分离得到的设定数量的第二光载波，并将所述第二光载波两两组合形成第二载波对；

光电探测器，用于对每个所述第二载波对中的两个第二光载波进行拍频，拍频后形成与每个所述第二载波对对应的毫米波；其中，所述每个毫米波的频率为对应的第二载波对中两个第二光载波的频率之差。

26、如权利要求 25 所述的毫米波本振源，其特征在于，所述光学微谐振腔包括微环谐振腔、微盘谐振腔或微球谐振腔。

27、如权利要求 25 或 26 所述的毫米波本振源，其特征在于，所述光学滤波器包括阵列波导光栅 AWG、布拉格光栅滤波器或光学薄膜滤波器。

28、如权利要求 25 或 26 所述的毫米波本振源，其特征在于，所述光学滤波器具体包括：

阵列波导光栅 AWG，用于分离出所述等频率间隔的光载波中每个频率的第二光载波；

2x1 AWG，用于根据所述毫米波的频率，将所述第二光载波两两组合形

成所述第二载波对。

29、如权利要求 25~28 任一所述的毫米波本振源，其特征在于，所述毫米波本振源还包括：

光学放大器，该光学放大器设置于所述光学滤波器和所述光电探测器之间，用于放大所述第二光载波的光功率。

30、如权利要求 25~29 任一所述的毫米波本振源，其特征在于，所述毫米波本振源还包括：

光学环形器，该光学环形器设置于所述泵浦激光源和所述光学微谐振腔之间，用于将所述泵浦激光源输出的第一光载波输入到所述光学微谐振腔，并将所述光学微谐振腔反射回来的光载波从设定的端口输出。

31、一种毫米波的生成方法，其特征在于，包括：

产生单一频率的第一光载波；

将所述第一光载波调整为等频率间隔的光载波；

对所述等频率间隔的光载波进行频域上的分离，分离得到的设定数量的第二光载波，并将所述第二光载波两两组合形成第二载波对；

对每个所述第二载波对中的两个第二光载波进行拍频，拍频后形成与每个所述第二载波对对应的毫米波；其中，所述每个毫米波的频率为对应的第二载波对中两个第二光载波的频率之差。

32、如权利要求 31 所述的方法，其特征在于，所述将所述第二光载波两两组合形成第二载波对包括：

根据所述毫米波的频率，将所述第二光载波两两组合形成第二载波对。

33、如权利要求 31 或 32 所述的方法，其特征在于，对每个所述第二载波对中的两个第二光载波进行拍频之前，还包括放大所述第二光载波的光功率。

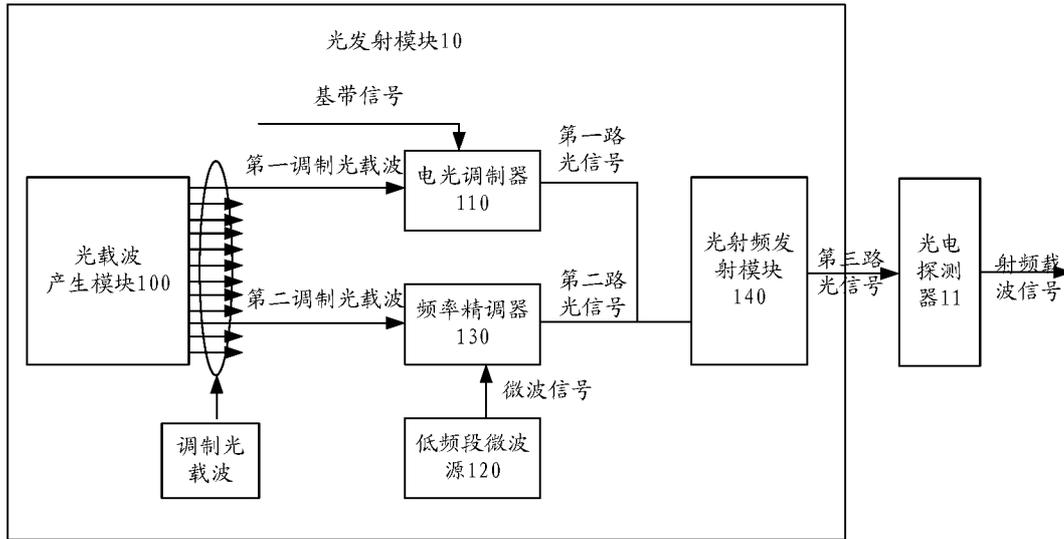


图 1A

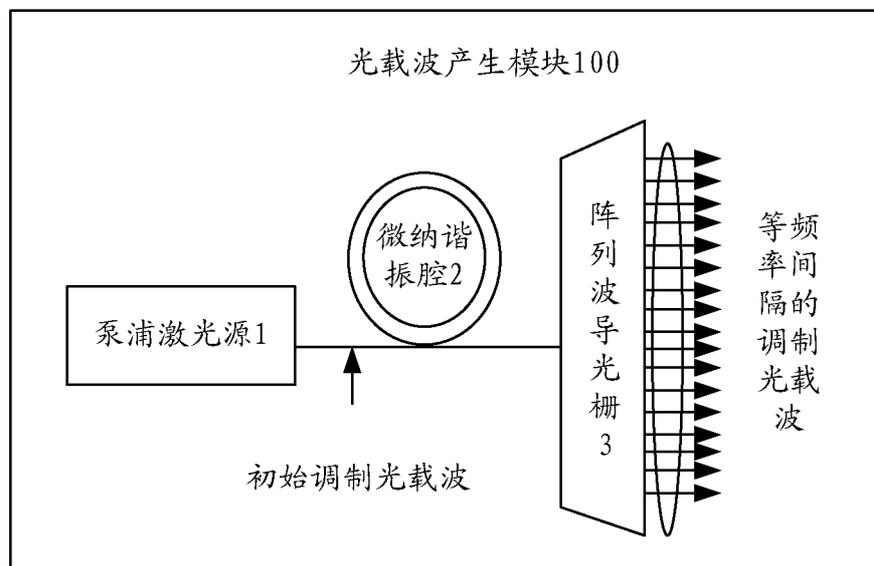


图 1B

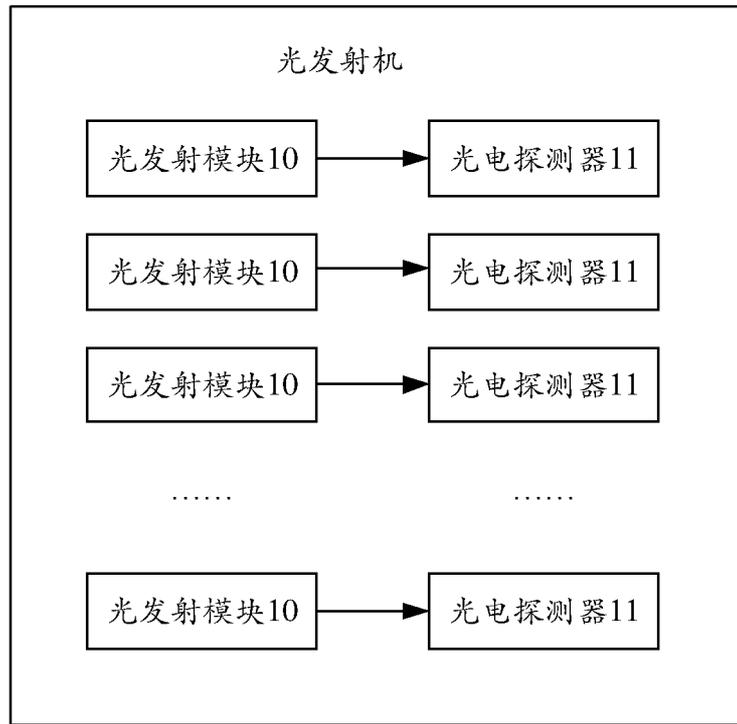


图 1C

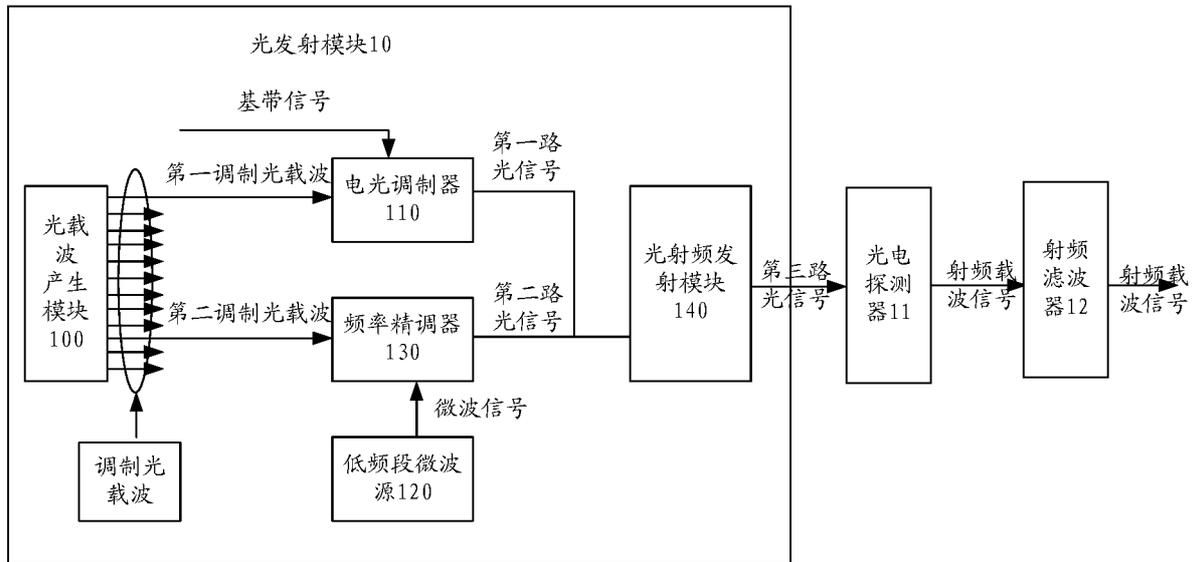


图 1D

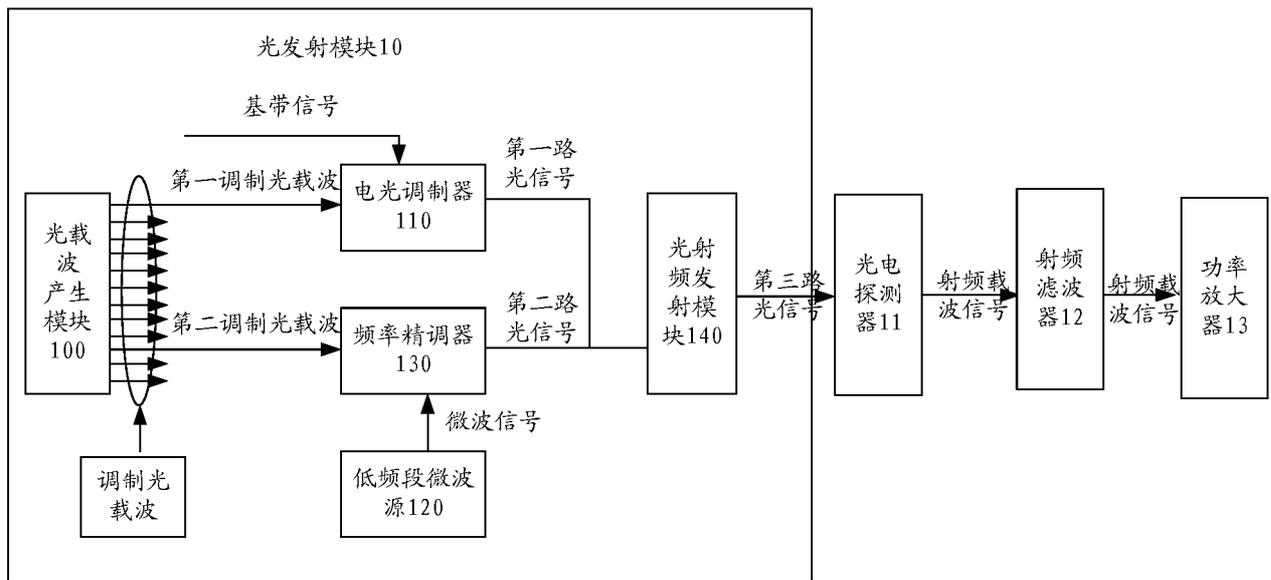


图 1E

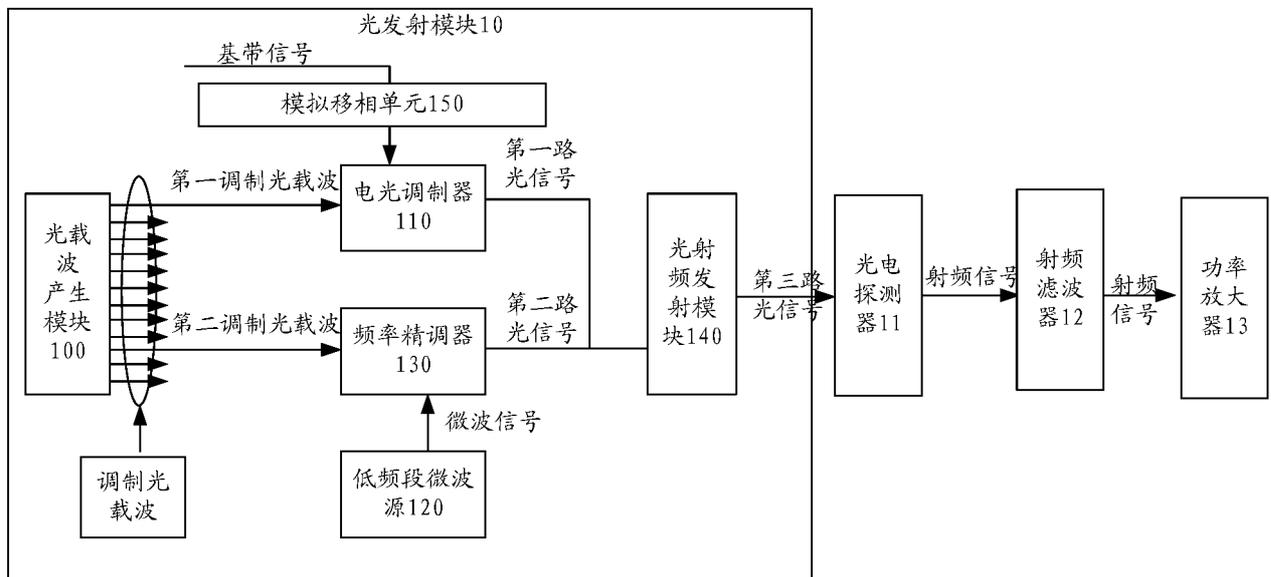


图 1F

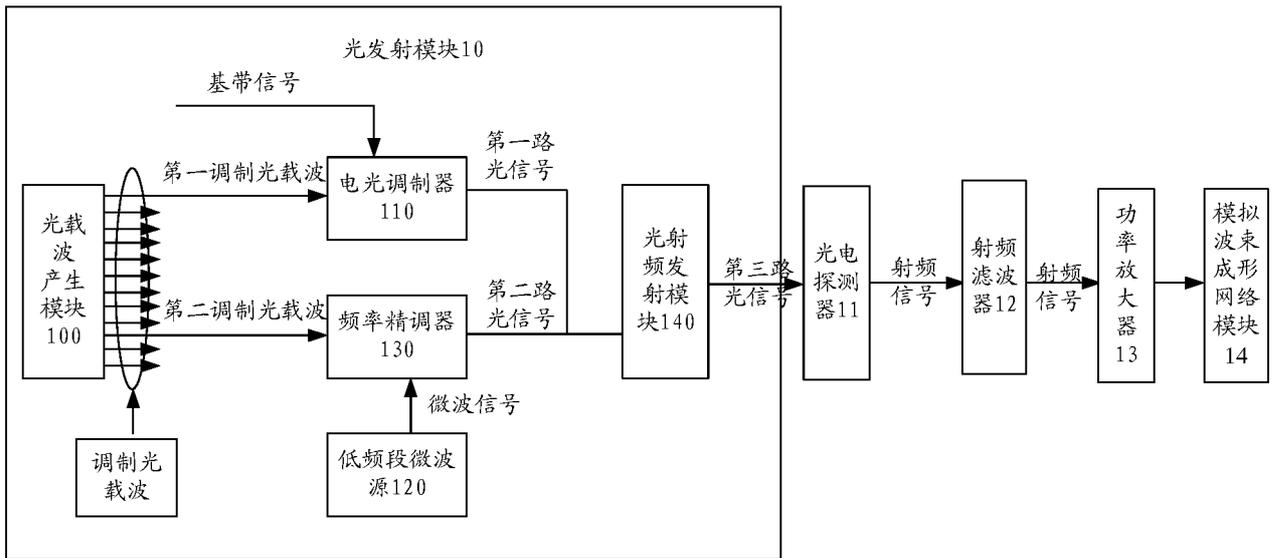


图 1G

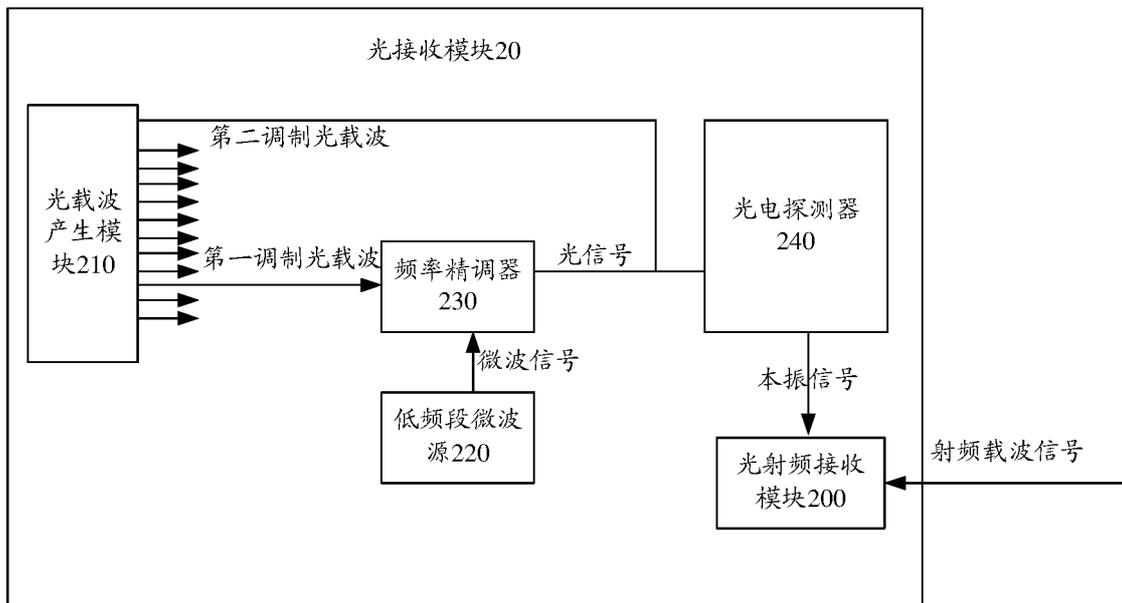


图 2A

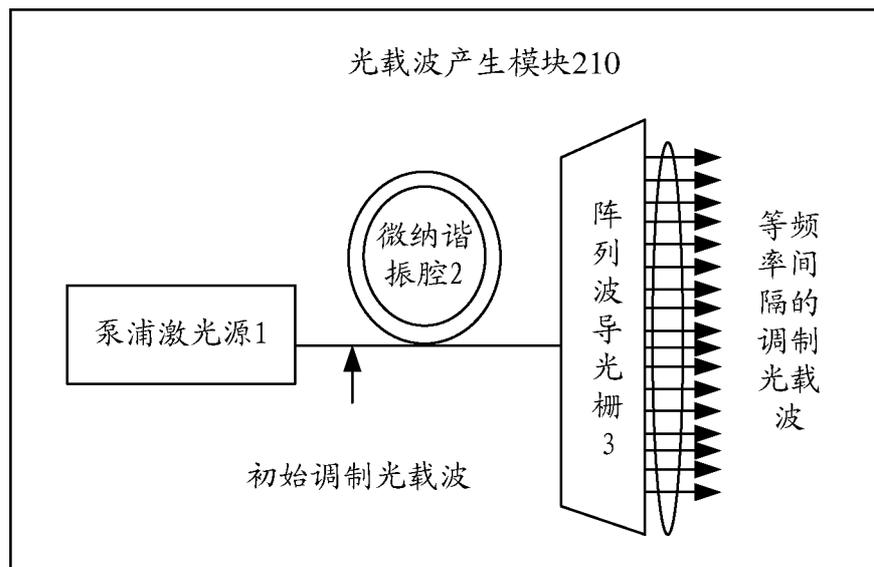


图 2B

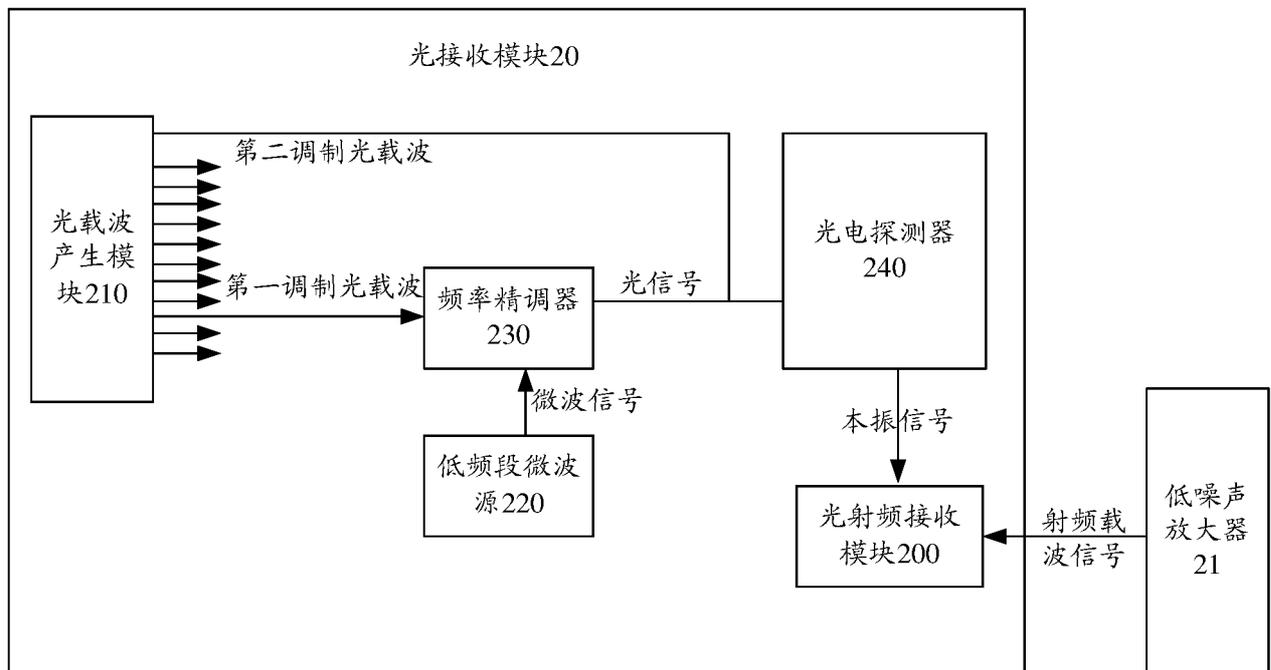


图 2C

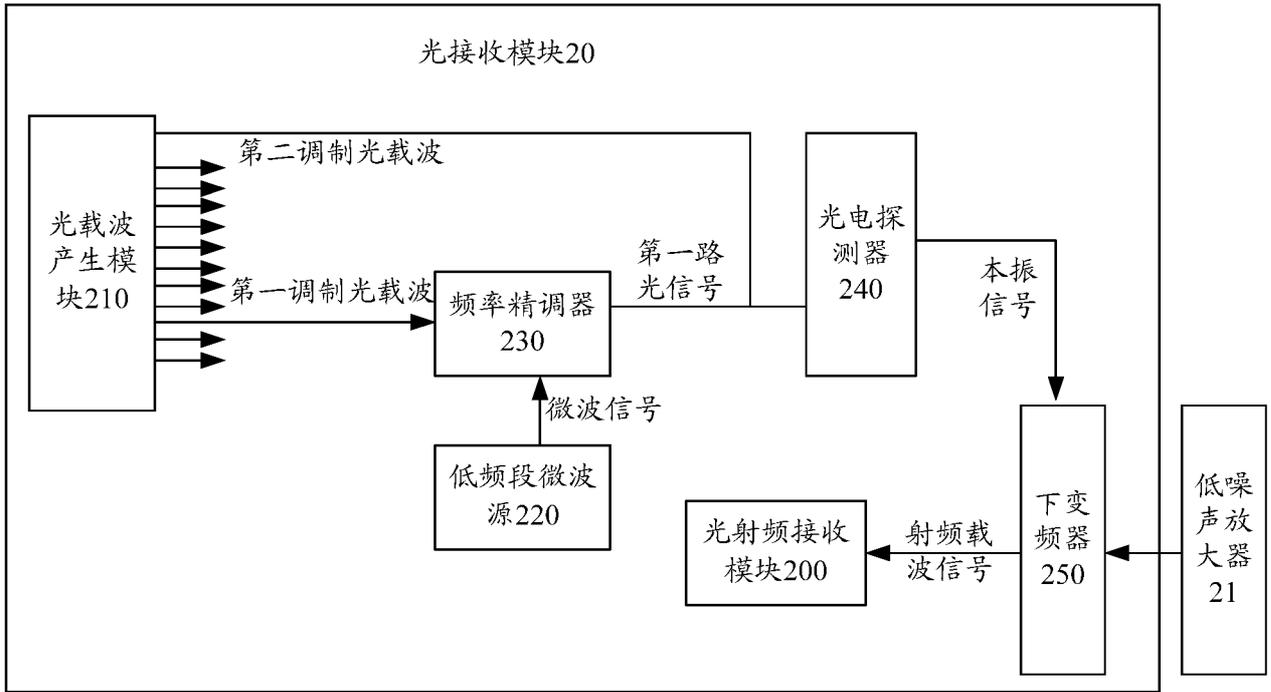


图 2D

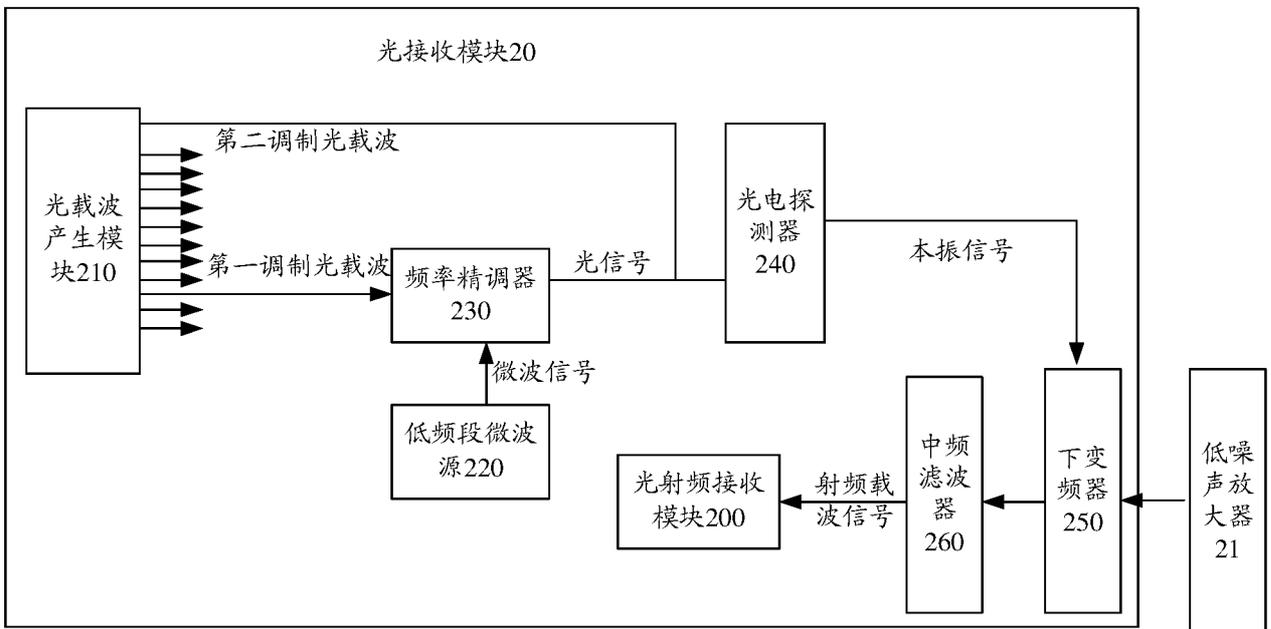


图 2E

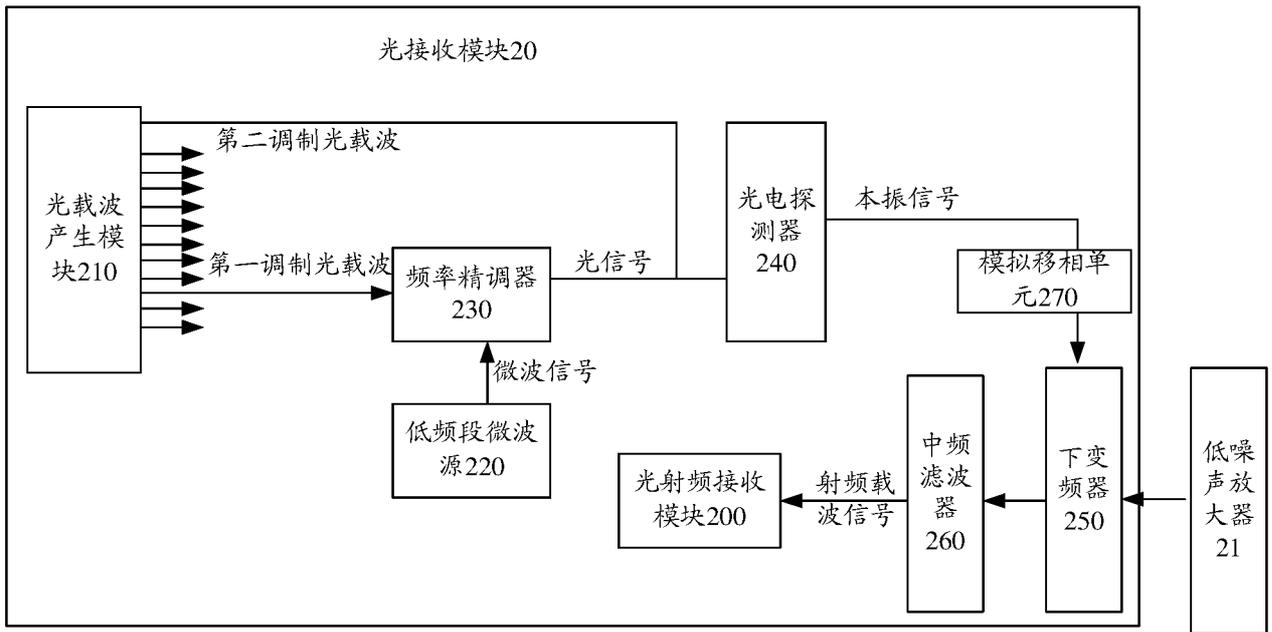


图 2F

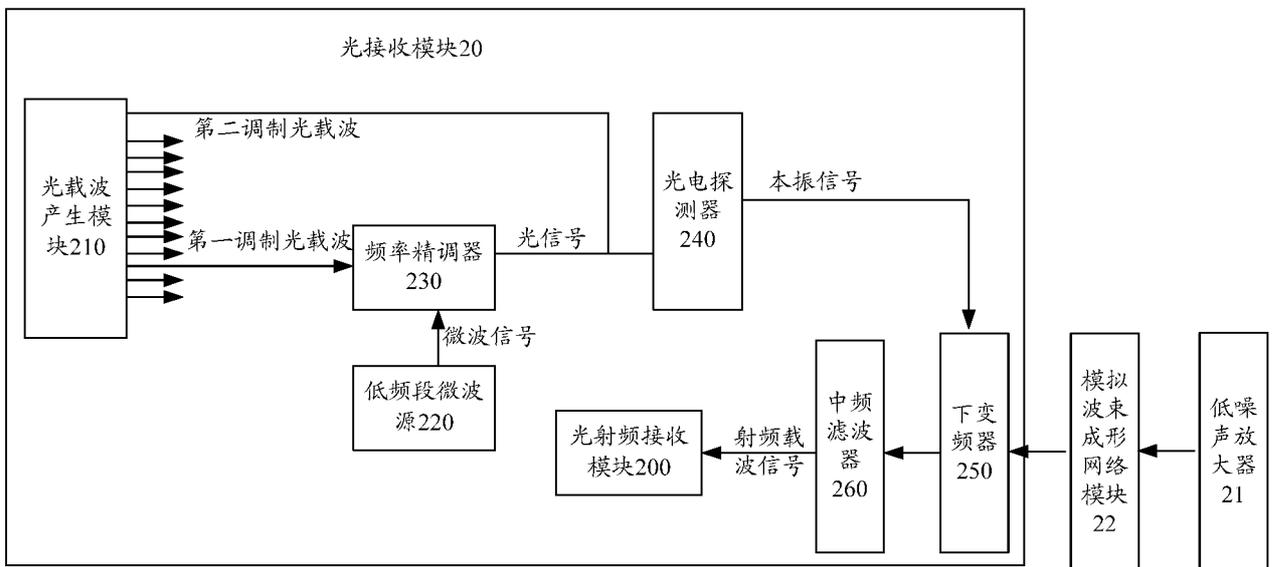


图 2G

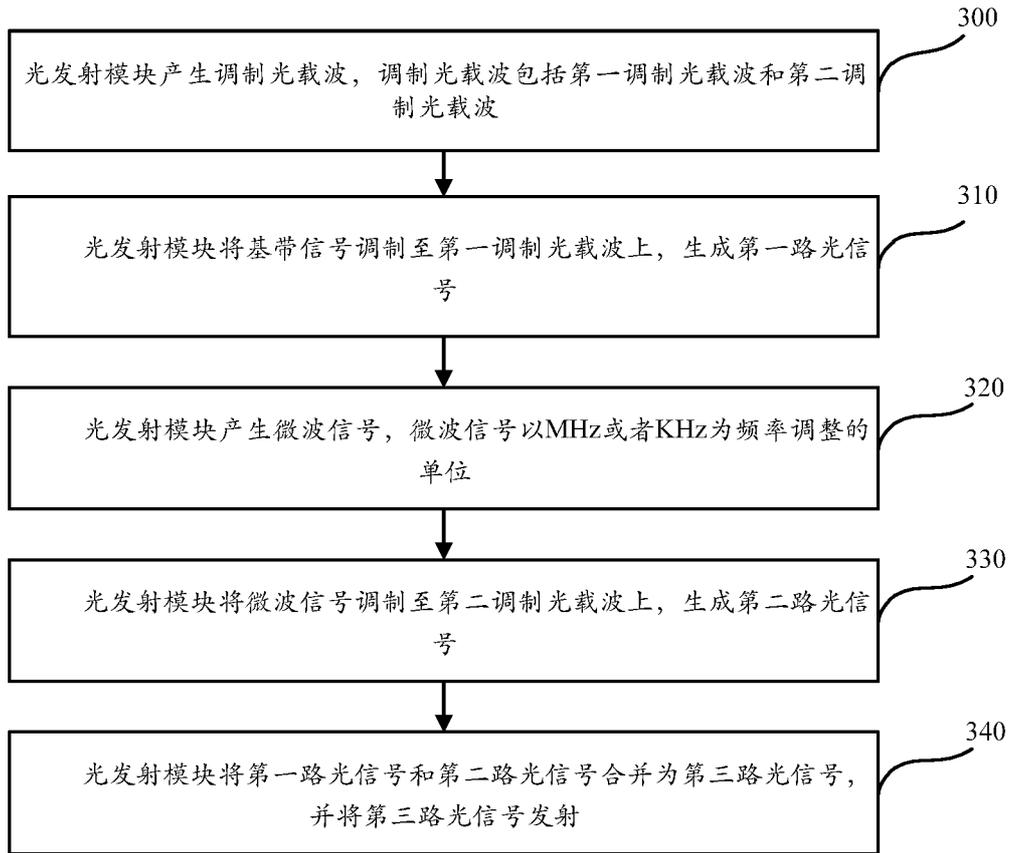


图 3

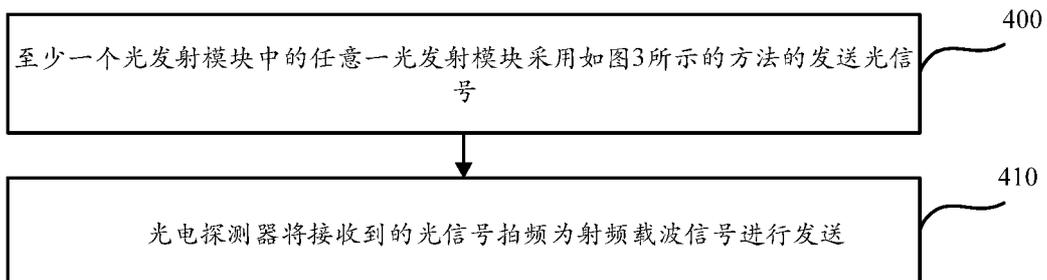


图 4

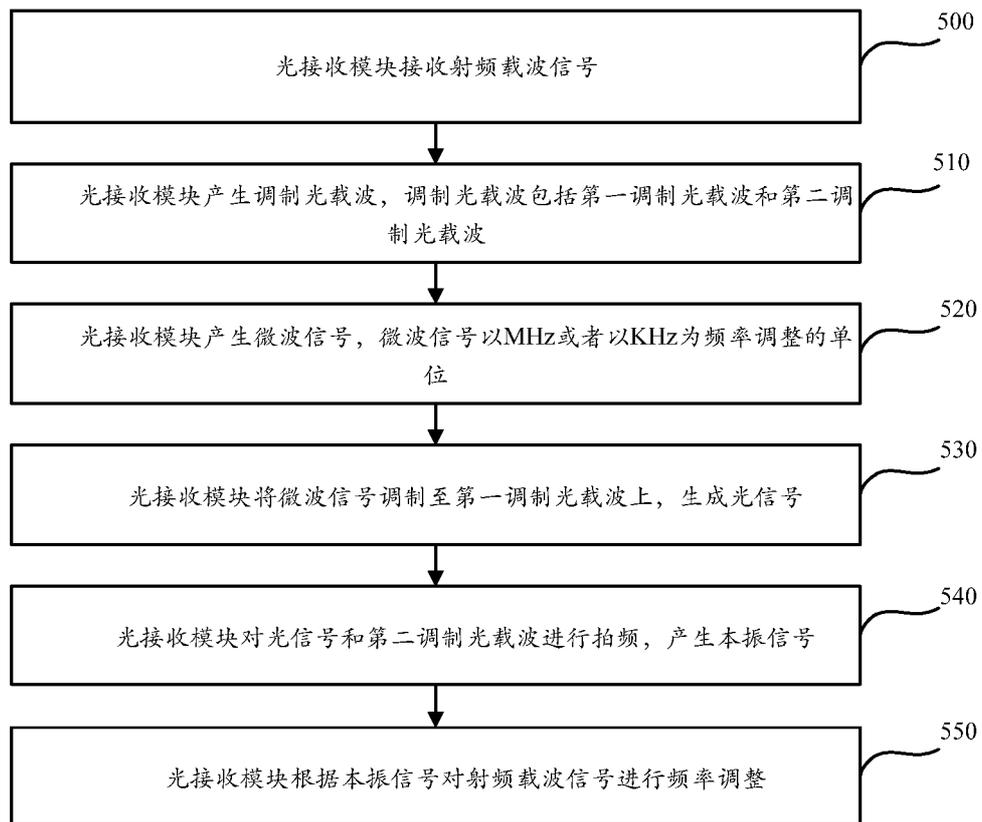


图 5

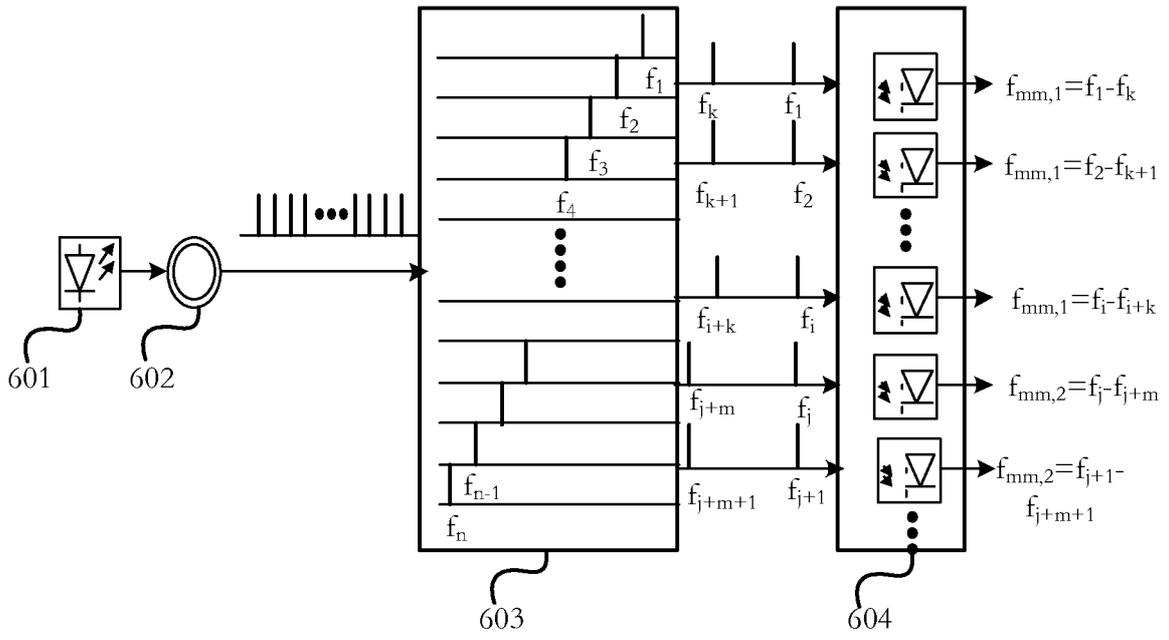


图 6

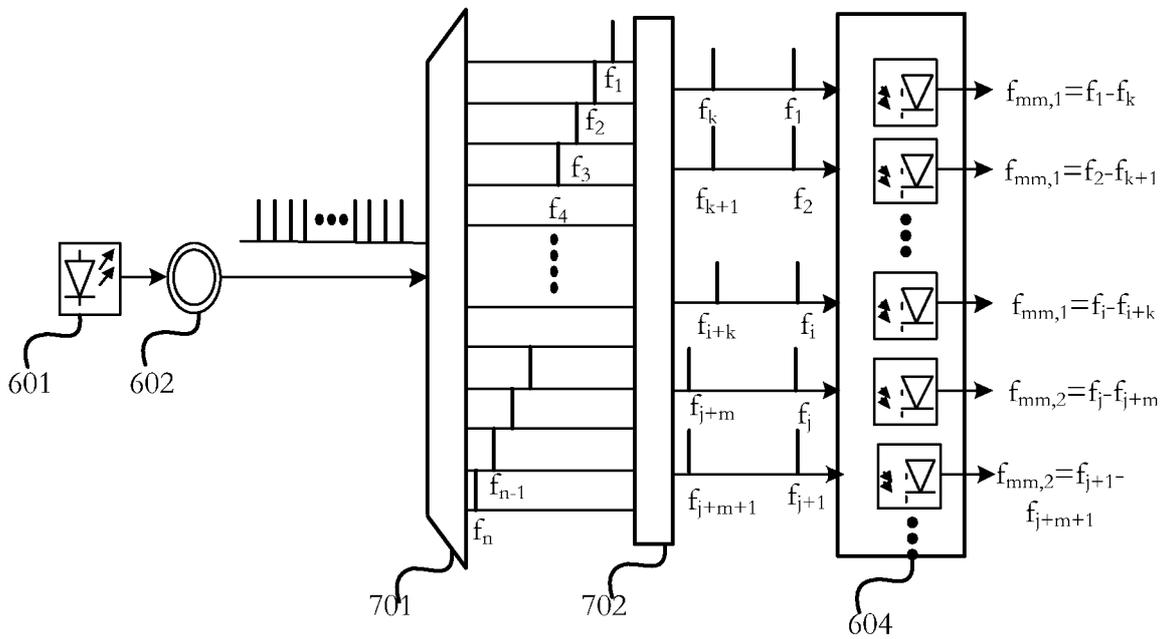


图 7

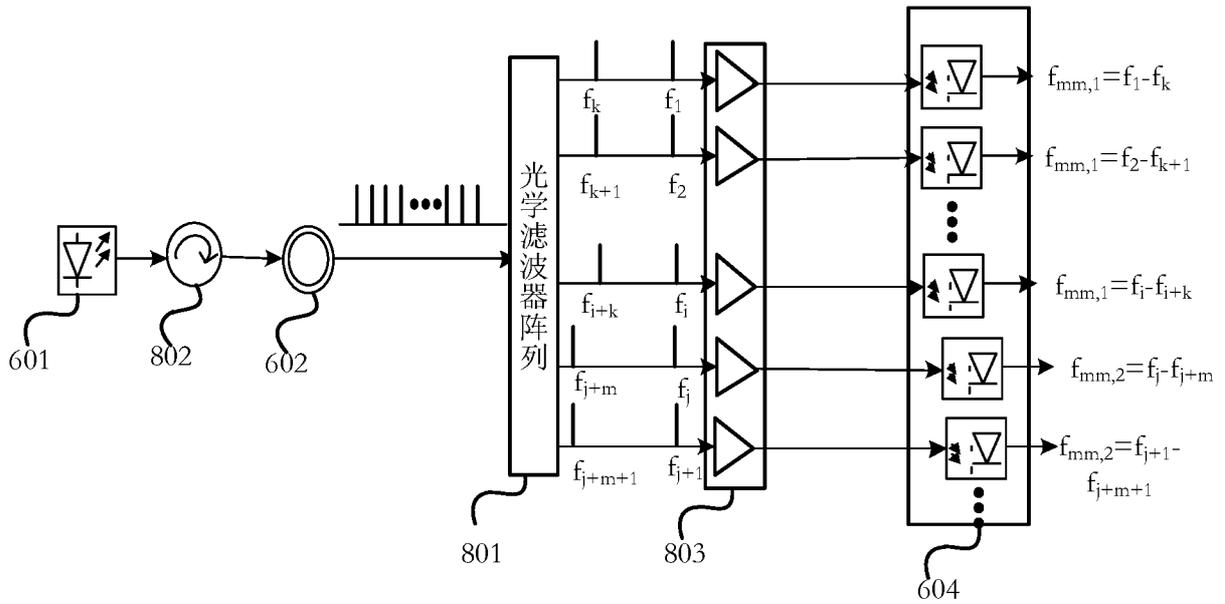


图 8

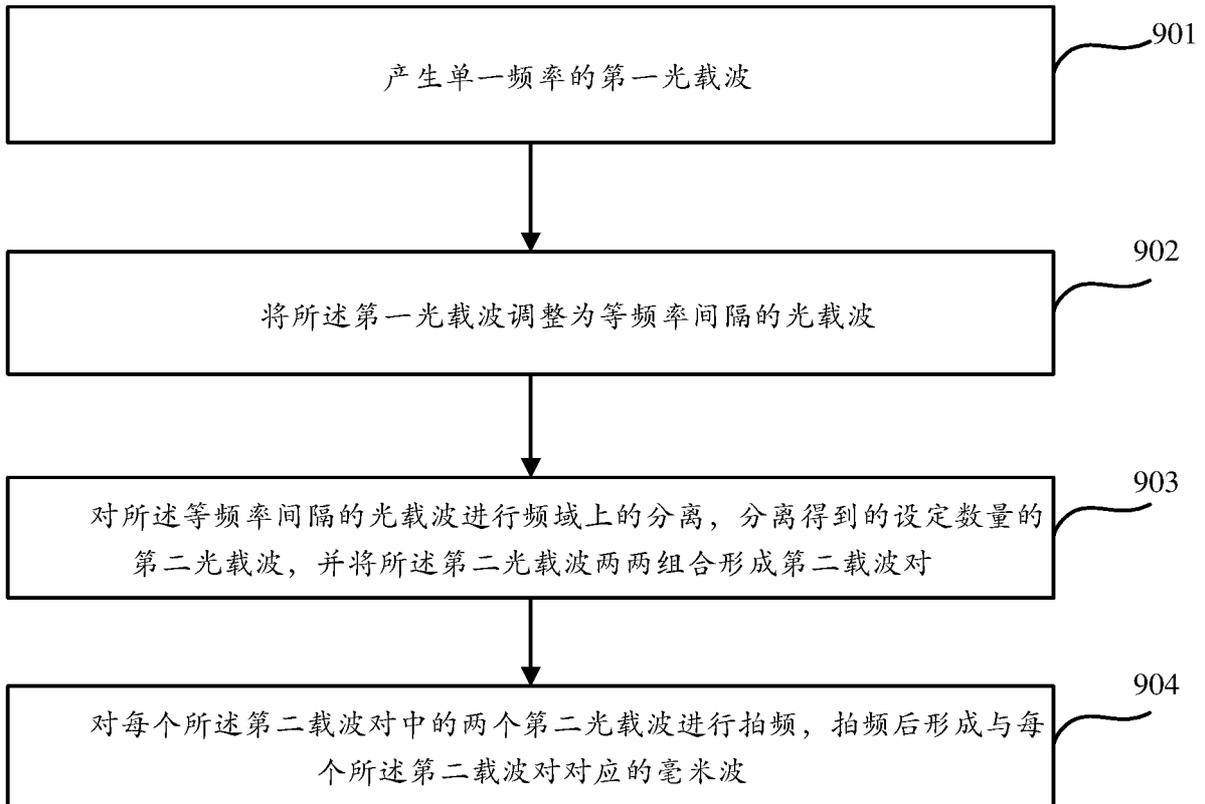


图 9

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/CN2016/094699

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04B 10/516 (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)

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)

CNPAT^ CNKI, WPI, EPODOC: 4optical, carrier, first, second, pair, group, baseband, microwave, beat, frequency, beat frequency, separation, millimeter wave, modulation, detection, regulation, modulate

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 103475416 A (CHINA UNITED NETWORK COMMUNICATIONS CORPORATION LIMITED) 25 December 2013 (25.12.2013) description, paragraphs [0025]-[0035]	1-33
A	CN 101807773 A (ZHEJIANG UNIVERSITY) 18 August 2010 (18.08.2010) the abstract, description, paragraphs [0012] and [0043]	1-33
A	CN 104330939 A (INSTITUTION OF SEMICONDUCTORS CHINESE ACADEMY OF SCIENCES) 04 February 2015 (04.02.2015) the whole document	1-33
A	CN 104101484 A (NANJING UNIVERSITY OF AERONAUTICS AND ASTRONAUTICS) 15 October 2014 (15.10.2014) the whole document	1-33
A	WO 2012113701 A1 (ALCATEL LUCENT) 30 August 2012 (30.08.2012) the whole document	1-33

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  
28 October 2016

Date of mailing of the international search report  
14 November 2016

Name and mailing address of the ISA  
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  
WEN, Juan  
Telephone No. (86-10) 62413456

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

International application No.  
PCT/CN2016/094699

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 103475416 A	25 December 2013	None	
CN 101807773 A	18 August 2010	None	
CN 104330939 A	04 February 2015	None	
CN 104101484 A	15 October 2014	None	
WO 2012113701 A1	30 August 2012	EP 2493100 A1	29 August 2012
		KR 20130118957 A	30 October 2013
		CN 103392309 A	13 November 2013
		US 2013322881 A1	05 December 2013
		JP 2014511607 A	15 May 2014

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2016/094699

<p>A. 主题的分类</p> <p>H04B 10/516(2013.01)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>H04B</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, CNKI, WPI, EPODOC: 光, 第一, 第二, 载波, 对, 组, 基带, 微波, 拍频, 本振, 等, 同, 频率, 分隔, 间隔, 毫米波, 调制, 探测, 可调, 调节, optical, carrier, first, second, pair, group, baseband, microwave, beat, frequency, separation, millimeter wave, modulation, detection, regulation, modulation</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>A</td> <td>CN 103475416 A (中国联合网络通信集团有限公司) 2013年 12月 25日 (2013 - 12 - 25) 说明书第[0025]-[0035]段</td> <td>1-33</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 101807773 A (浙江大学) 2010年 8月 18日 (2010 - 08 - 18) 摘要、说明书第[0012]和[0043]段</td> <td>1-33</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 104330939 A (中国科学院半导体研究所) 2015年 2月 4日 (2015 - 02 - 04) 全文</td> <td>1-33</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 104101484 A (南京航空航天大学) 2014年 10月 15日 (2014 - 10 - 15) 全文</td> <td>1-33</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>WO 2012113701 A1 (ALCATEL LUCENT) 2012年 8月 30日 (2012 - 08 - 30) 全文</td> <td>1-33</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	A	CN 103475416 A (中国联合网络通信集团有限公司) 2013年 12月 25日 (2013 - 12 - 25) 说明书第[0025]-[0035]段	1-33	A	CN 101807773 A (浙江大学) 2010年 8月 18日 (2010 - 08 - 18) 摘要、说明书第[0012]和[0043]段	1-33	A	CN 104330939 A (中国科学院半导体研究所) 2015年 2月 4日 (2015 - 02 - 04) 全文	1-33	A	CN 104101484 A (南京航空航天大学) 2014年 10月 15日 (2014 - 10 - 15) 全文	1-33	A	WO 2012113701 A1 (ALCATEL LUCENT) 2012年 8月 30日 (2012 - 08 - 30) 全文	1-33
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																		
A	CN 103475416 A (中国联合网络通信集团有限公司) 2013年 12月 25日 (2013 - 12 - 25) 说明书第[0025]-[0035]段	1-33																		
A	CN 101807773 A (浙江大学) 2010年 8月 18日 (2010 - 08 - 18) 摘要、说明书第[0012]和[0043]段	1-33																		
A	CN 104330939 A (中国科学院半导体研究所) 2015年 2月 4日 (2015 - 02 - 04) 全文	1-33																		
A	CN 104101484 A (南京航空航天大学) 2014年 10月 15日 (2014 - 10 - 15) 全文	1-33																		
A	WO 2012113701 A1 (ALCATEL LUCENT) 2012年 8月 30日 (2012 - 08 - 30) 全文	1-33																		
国际检索实际完成的日期	国际检索报告邮寄日期																			
2016年 10月 28日	2016年 11月 14日																			
ISA/CN的名称和邮寄地址	受权官员																			
中华人民共和国国家知识产权局 (ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088	文娟																			
传真号 (86-10)62019451	电话号码 (86-10)62413456																			

国际检索报告  
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2016/094699

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	103475416	A	2013年 12月 25日	无			
CN	101807773	A	2010年 8月 18日	无			
CN	104330939	A	2015年 2月 4日	无			
CN	104101484	A	2014年 10月 15日	无			
WO	2012113701	A1	2012年 8月 30日	EP	2493100	A1	2012年 8月 29日
				KR	20130118957	A	2013年 10月 30日
				CN	103392309	A	2013年 11月 13日
				US	2013322881	A1	2013年 12月 5日
				JP	2014511607	A	2014年 5月 15日

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2009年7月)