

(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
2020 年 8 月 6 日 (06.08.2020)



(10) 国际公布号
WO 2020/155249 A1

- (51) 国际专利分类号:
H01S 3/10 (2006.01) **H01S 3/23** (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2019/076148
- (22) 国际申请日: 2019 年 2 月 26 日 (26.02.2019)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201910099908.5 2019 年 1 月 31 日 (31.01.2019) CN
201920179007.2 2019 年 1 月 31 日 (31.01.2019) CN
- (71) 申请人: 深圳大学(SHENZHEN UNIVERSITY) [CN/CN]; 中国广东省深圳市南山区南海大道 3688 号, Guangdong 518000 (CN)。
- (72) 发明人: 文侨(WEN, Qiao); 中国广东省深圳市南山区南海大道 3688 号, Guangdong 518000 (CN)。
- (74) 代理人: 深圳中一联合知识产权代理有限公司(SHENZHEN ZHONGYI UNION INTELLECTUAL PROPERTY AGENCY CO., LTD.); 中国广东省深圳市福田区园岭街道深南中路 1014 号报春大厦 9 楼 (5 号信箱), Guangdong 518028 (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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, 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,

(54) Title: DUAL-FREQUENCY LIGHT SOURCE

(54) 发明名称: 一种双频光源

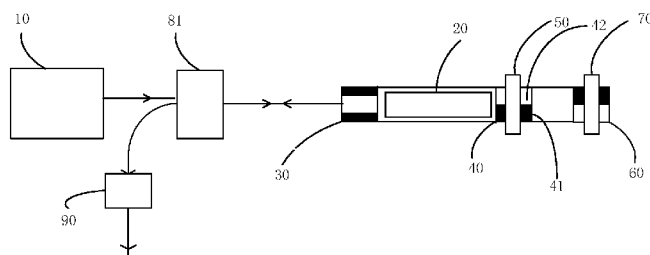


图 4

(57) Abstract: A dual-frequency light source, comprising a pump unit (10), a first resonant cavity, and a second resonant cavity, the first resonant cavity comprising a gain medium (20), a common reflection filter unit (30), and a first reflection filter unit (40), and the second resonant cavity comprising the gain medium (20), the common reflection filter unit (30), and a second reflection filter unit (60), and further comprising a tuning unit configured to tune a center wavelength and/or bandwidth of the first reflection filter unit (40) and/or to tune a center wavelength and/or bandwidth of the second reflection filter unit (60), so as to obtain tunable first single-frequency laser light and tunable second single-frequency laser light. Extremely narrow linewidth single-frequency laser output is achieved on the basis of bias filtering, tunable dual-frequency laser light is obtained by the tuning unit, and the output laser light is stable and simple to tune; the dual-frequency light source has a large tuning range and has a greater potential to be a detection light source.

(57) 摘要: 一种双频光源, 包括泵浦单元 (10), 第一谐振腔, 第二谐振腔, 第一谐振腔包括增益介质 (20), 公共反射滤波单元 (30) 和第一反射滤波单元 (40), 第二谐振腔包括增益介质 (20), 公共反射滤波单元 (30) 和第二反射滤波单元 (60), 还包括调谐单元, 用于调节第一反射滤波单元 (40) 的中心波长和/或带宽, 和/或调节第二反射滤波单元 (60) 的中心波长和/或带宽, 获得可调谐的第一单频激光和可调谐的第二单频激光。基于偏差滤波实现极窄线宽单频激光输出, 通过调谐单元获得可调谐的双频激光, 输出激光稳定而且调谐简易, 调谐范围大, 具有更强的作为探测光源的潜力。

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, 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))。

一种双频光源

[0001] 本申请要求于2019年1月31日提交中国专利局，申请号为201910099908.5，发明名称为“一种双频光源”、于2019年1月31日提交中国专利局，申请号为201920179007.2，发明名称为“一种双频光源”的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本申请中。

技术领域

[0002] 本申请属于光学技术领域，特别涉及一种双频光源。

背景技术

[0003] 激光技术的发展有力的推动了光通信、非线性光学、高分辨光学等领域的发展，尤其在精密干涉测量方面占据了很大优势。精密干涉测量主要以激光波长作为“尺子”，利用干涉原理来测定各种参量，如加速度、位移、角位移等等。由于光波长为nm数量级，因此其分辨精度是电学、磁学元件无法比拟的。激光干涉仪以其特有的大测量范围、高分辨率和高测量精度等优点，在精密和超精密测量领域获得了广泛的应用。激光干涉主要使用的激光器为单频激光器和双频激光器。较早使用的激光测量仪器是以单频激光为基础的单频干涉仪，但该干涉仪受环境因素的影响比较严重，尤其是在测量环境恶劣，测量距离较长时受影响更为突出。主要是因为它产生的是一直流信号，在大距离测量时光能的衰减、空气湍流的存在、背景光强的变化等对激光束的干扰都会使光束发生偏移，不可避免的使激光束强度发生变化，从而导致直流光强和电平的漂移。由于单频干涉仪在测量时很大程度上受直流放大器的漂移、光接收器灵敏度和激光功率起伏的限制，因此单频激光干涉仪在高精度测量中是很难利用的。

[0004] 在单频激光干涉仪的基础上发展起来的双频激光干涉仪是一种外差干涉仪，其最显著的特点是利用载波技术将被测物理量信息转换成调频或调幅信号，它克服了普通单频干涉仪测量信号直流漂移的问题，具有信号噪声小、抗环境干扰、允许光源多通道复用等诸多优点，被广泛应用于先进制造行业和纳米技术领域作为距离测量、速度测量、振动测量、形貌测量，实时位置测控等。

[0005] 目前使用的双频激光器主要有塞曼双频激光、双纵模双频激光以及清华大学张书练教授课题组提出的双折射率双频激光。塞曼双频激光利用塞曼效应，该效应是指若把光源放在磁场中，光源发出的谱线将发生分裂的这种现象。塞曼双频激光器输出频差一般在1MHz以下，一般不用于高速精密激光外差干涉测量。双纵模激光器是通过控制激光器的腔长等，实现在一个激光谐振腔中输出两个纵模频率的激光，纵模频差可达600MHz-1GHz(对应的激光管长度为150mm-250mm)。双折射双频激光为在单纵模激光谐振腔内，插入一块具有双折射效应的光学元件如石英晶体、方解石等等，使得腔内的激光分裂成具有不同光学谐振腔长的o光和e光，这两束正交线偏振的双频激光振荡输出，其频差为3-40MHz之间，可通过调节双折射晶体的应力得到所需的频差。

[0006] 在上述的三种双频激光器中，其共同特点为激光频率调谐难度较大，且频率差调整范围较有限，比如塞曼的频差只能在比较小的范围调节，双纵模激光频差只能在比较大的范围调节，而双折射双频只能在中间某个范围调节，效果并不理想，且两个频率的光正交偏振，需要进行偏振态校正后才能用于干涉。因此需要研发一种调谐方式更为简单，调谐范围更大的双频光源。

发明概述

技术问题

[0007] 本申请的目的在于提供一种双频光源，包括但不限于解决传统双频光源调谐范围小的技术问题。

问题的解决方案

技术解决方案

[0008] 为解决上述技术问题，本申请采用的技术方案是：一种双频光源，包括

[0009] 泵浦单元，用于输出泵浦光；

[0010] 第一谐振腔，用于产生可调谐的第一单频激光；

[0011] 第二谐振腔，用于产生可调谐的第二单频激光；

[0012] 所述第一谐振腔包括：

[0013] 增益介质，用于经泵浦光激发产生激发光；

[0014] 公共反射滤波单元和第一反射滤波单元，用于对所述激发光进行反射和滤波，

所述公共反射滤波单元和所述第一反射滤波单元的滤波范围部分重叠，以实现窄带滤波，用于获得第一单频激光；

[0015] 所述第二谐振腔包括：

[0016] 所述增益介质，用于经泵浦光激发产生激发光；

[0017] 所述公共反射滤波单元和第二反射滤波单元，用于对所述激发光进行反射和滤波，所述公共反射滤波单元和所述第二反射滤波单元的滤波范围部分重叠，以实现窄带滤波，用于获得第二单频激光。

发明的有益效果

有益效果

[0018] 本申请提供的双频光源具有如下有益效果：通过公共反射滤波单元和第一反射滤波单元，基于偏差滤波实现极窄线宽单频激光输出，通过公共反射滤波单元和第二反射滤波单元，基于偏差滤波实现极窄线宽单频激光输出，获得第一单频激光和第二单频激光。进而在偏差滤波获得极窄线宽激光的基础上实现了双频输出。

对附图的简要说明

附图说明

[0019] 为了更清楚地说明本发明实施例中的技术方案，下面将对实施例或现有技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它的附图。

[0020] 图1是本申请实施例提供的双频光源的第一谐振腔和第二谐振腔的单纵模运转原理图；

[0021] 图2是本申请实施例提供的双频光源的第一单频激光的中心波长调节原理图；

[0022] 图3是本申请实施例提供的双频光源的第一单频激光的带宽调节原理图；

[0023] 图4是本申请第一实施例提供的一种双频光源的结构图；

[0024] 图5是本申请第一实施例提供的另一种双频光源的结构图；

[0025] 图6是本申请第二实施例提供的双频光源的结构图；

[0026] 图7是本申请第三实施例提供的双频光源的结构图；

- [0027] 图8是本申请第四实施例和第八实施例提供的双频光源的结构图；
- [0028] 图9是本申请第五实施例提供的双频光源的结构图；
- [0029] 图10是本申请第六实施例提供的双频光源的结构图；
- [0030] 图11是本申请第七实施例提供的双频光源的结构图；
- [0031] 图12是本申请实施例提供的双频光源的公共反射滤波单元、第一反射滤波单元和第二反射滤波单元的一种结构图；
- [0032] 图13是本申请实施例提供的双频光源的公共反射滤波单元、第一反射滤波单元和第二反射滤波单元的另一种结构图。

发明实施例

本发明的实施方式

- [0033] 为了使本申请的目的、技术方案及优点更加清楚明白，以下结合附图及实施例，对本申请进行进一步详细说明。应当理解，此处所描述的具体实施例仅用以解释本申请，并不用于限定本申请。
- [0034] 需说明的是，当部件被称为“固定于”或“设置于”另一个部件，它可以直接或者间接位于该另一个部件上。当一个部件被称为“连接于”另一个部件，它可以是直接或者间接连接至该另一个部件上。术语“上”、“下”、“左”、“右”、“前”、“后”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”、“内”、“外”等指示的方位或位置为基于附图所示的方位或位置，仅是为了便于描述，不能理解为对本技术方案的限制。术语“第一”、“第二”仅用于便于描述目的，而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明技术特征的数量。“多个”的含义是两个或两个以上，除非另有明确具体的限定。
- [0035] 为了说明本申请所述的技术方案，以下结合具体附图及实施例进行详细说明。
- [0036] 请参阅图4和图5，本申请实施例提供一种双频光源，包括泵浦单元10，用于输出泵浦光；第一谐振腔，用于产生可调谐的第一单频激光；第二谐振腔，用于产生可调谐的第二单频激光。具体地，第一谐振腔包括：增益介质20，用于经过泵浦光激发后产生激发光；公共反射滤波单元30和第一反射滤波单元40，用于对激光进行反射和滤波，公共反射滤波单元30和第一反射滤波单元40的滤波范围部分重叠，以实现超窄带滤波，从而获得第一单频激光；第二谐振腔包括

：增益介质20，用于泵浦光激发后产生激光；公共反射滤波单元30和第二反射滤波单元60，用于对激光进行反射和滤波，公共反射滤波单元30和第二反射滤波单元60的滤波范围部分重叠，以实现超窄带滤波，从而获得第二单频激光。在该实施例中，所述“反射”是指对光强的反射，所述“滤波”是指对频率的滤波。

[0037] 具体地，该双频激光光源中，公共反射滤波单元30和第一反射滤波单元40构成了第一谐振腔的两端，公共反射滤波单元30和第二反射滤波单元60构成了第二谐振腔的两端，公共反射滤波单元30为第一谐振腔和第二谐振腔的共用部分，增益介质20也为第一谐振腔和第二谐振腔的共用部分。在第一谐振腔中，公共反射滤波单元30能够对光强进行反射，并对激光频率进行滤波，第一反射滤波单元40能够对光强进行反射，并对激光频率进行滤波。参见图1，第一反射滤波单元40和公共反射滤波单元30分别具有滤波带宽L1和L0，滤波带宽L1和L0具有交叠频带L10，该交叠频带L10具有较小的带宽，进而可以基于该偏差滤波获得单纵模谐振，获得第一单频激光。第二反射滤波单元60和公共反射滤波单元30分别具有滤波带宽L2和L0，滤波带宽L2和L0具有交叠频带L20，该交叠频带L20具有较小的带宽，进而可以获得单纵模谐振，获得第二单频激光。

[0038] 本申请实施例提供的双频光源通过公共反射滤波单元30和第一反射滤波单元40，基于偏差滤波实现极窄线宽单频激光输出，第一单频激光和第二单频激光，进而在偏差滤波获得极窄线宽激光的基础上实现了双频输出，并且输出激光稳定。

[0039] 进一步地，该双频光源还包括调谐单元，具体可以是，调谐单元（第一调谐单元50）连接于第一反射滤波单元40，用于调节第一反射滤波单元40的中心波长和/或带宽，以获得可调谐的第一单频激光。还可以是，调谐单元（第二调谐单元70）连接于第二反射滤波单元60，用于调节第二反射滤波单元60的中心波长和/或带宽，以获得可调谐的第二单频激光。还可以是，调谐单元（第三调谐单元33）连接于公共反射滤波单元，用于同时获得可调谐的第一单频激光和可调谐的第二单频激光。调谐单元可以择一连接第一反射滤波单元40、第二反射滤波单元60、公共反射滤波单元30，也可以连接其中的两个滤波单元或者同时连接于三个滤波单元。

[0040] 进一步地参考图2，采用第一调谐单元50对第一反射滤波单元40的中心波长 λ_1 进行调节，而保持公共反射滤波单元30的中心波长 λ_0 不变时，获得的第一单频激光的中心波长由 λ_{101} 频移至 λ_{102} 。参见图3，采用第一调谐单元50对第一反射滤波单元40的滤波带宽L1进行调节，采用第三调谐单元33对公共反射滤波单元30的滤波带宽L0进行调节，第一单频激光的带宽由L101变化为L102。在其他实施例中，在保持公共反射滤波单元30不变时调节第一调谐单元50也可以获得可调谐的第一单频激光。当然，公共反射滤波单元30的中心波长 λ_0 和滤波带宽L0同时调节，可以使第一单频激光的中心波长和带宽的调节更加灵活以及可调范围更大。同理，通过第二调谐单元70对第二反射滤波单元60的中心波长和带宽进行调节，或者进一步同时调节公共反射滤波单元30，可以使第二单频激光的中心波长和带宽得到调节。

[0041] 进而，本申请实施例提供的双频光源进一步具有如下效果：

[0042] 通过公共反射滤波单元30和第一反射滤波单元40，基于偏差滤波实现极窄线宽单频激光输出，通过第一调谐单元50对第一反射滤波单元40进行调节，获得可调谐的第一单频激光，通过公共反射滤波单元30和第二反射滤波单元60，基于偏差滤波实现极窄线宽单频激光输出，通过第二调谐单元70对第二反射滤波单元60进行调节，获得可调谐的第二单频激光，进而在偏差滤波获得极窄线宽激光的基础上实现了双频输出，并且输出激光稳定而且调谐简易；并且，该双频光源理论上的频差为整个公共反射滤波单元30的光谱，能达到几十个MHz以上，调谐范围大，具有更强的作为探测光源的潜力。

[0043] 本申请实施例为获得第一单频激光和第二单频激光所采用的偏差滤波方式还有如下效果：与传统的采用窄带光纤光栅和宽带光纤光栅作为腔镜的单频光源相比，一方面，不需设置制作难度极高的极窄带光纤光栅，对公共反射滤波单元30、第一反射滤波单元40和第二反射滤波单元60的带宽要求均不高，不被单个窄带滤波光栅的极窄滤波范围要求所限，可以用参数较低的光栅组成，极大的降低了工艺难度。

[0044] 另一方面，传统单频光源为获得单频激光，还要满足窄带光栅的反射带宽小于纵模间隔，腔长越短纵模间隔越大，对窄带光栅的要求越低，然而腔长较短又

会损失输出功率，进而传统单频光源存在窄带光栅性能和输出功率的相互制约，而本实施例不完全依赖于任一端滤波单元的滤波性能，即不需要使任一滤波带宽小于纵模间隔，进而解除对腔长的限制，避免各反射滤波单元的滤波性能和输出功率相互制约，使各反射滤波单元的选择以及谐振腔的设计更加灵活。

[0045] 基于上述设计，以下通过实施例一至三提供几种直腔结构的双频光源。

[0046] 实施例一：

[0047] 参考图4，该直腔结构的双频光源中，包括上述的泵浦单元10、增益介质20、公共反射滤波单元30、第一反射滤波单元40、第一调谐单元50、第二反射滤波单元60、第二调谐单元70。其中，公共反射滤波单元30、第一反射滤波单元40和第二反射滤波单元60依次直线排布，增益介质20设置于公共反射滤波单元30和第一反射滤波单元40之间；公共反射滤波单元30和第一反射滤波单元40构成第一谐振腔的两端，公共反射滤波单元30和第二反射滤波单元60构成第二谐振腔的两端，第一谐振腔和第二谐振腔具有公共段，即公共反射滤波单元30和第一反射滤波单元40之间的部分。为了实现第二谐振腔内的激光传输，第一反射滤波单元40包括第一反射滤波波段区域41和第一透射波段区域42，激光的一部分能量由第一反射滤波波段区域41进行全反射或高反射以及滤波，用于形成可调谐的第一单频激光，激光的另一部分能量由第一透射波段区域42透射至第二反射滤波单元60，通过第二反射滤波单元60进行全反射后再次由第一透射波段区域42透射至公共反射滤波单元30，用于形成可调谐的第二单频激光。

[0048] 如图5，作为另一种双频光源结构，可以设置第三调谐单元33，连接于公共反射滤波单元30，可以同时获得可调谐的第一单频激光和可调谐的第二单频激光。

[0049] 在该实施例一中，公共反射滤波单元30采用部分反射滤波单元，用于对腔内激光进行部分反射和滤波以及输出第一单频激光和第二单频激光。并且，在泵浦单元10和公共反射滤波单元30之间设有第一泵浦光耦合单元81，用于将泵浦光从公共反射滤波单元30耦合进入第一谐振腔和第二谐振腔；公共反射滤波单元30输出第一单频激光和第二单频激光，再经由第一泵浦光耦合单元81输出。

[0050] 可以理解，当不需要调谐时，本实施例也可以不使用第一调谐单元50、第二调

谐单元70和第三调谐单元33，仅输出固定频率的双频激光。

[0051] 进一步地，还可以在第二泵浦光耦合单元81输出第二单频激光和第三单频激光的方向上设置隔离单元90。还可以在泵浦单元10和第二泵浦光耦合单元81之间也可以设置另外一个隔离单元，避免反射回泵浦源，使泵浦源烧掉。

[0052] 在本申请实施例中，泵浦单元10和第二泵浦光耦合单元81之间，第二泵浦光耦合单元81与公共反射滤波单元30之间，第二泵浦光耦合单元81和隔离单元90之间，均可通过光纤连接，实现全光纤双频光源。

[0053] 或者，泵浦单元10和第二泵浦光耦合单元81之间可以通过光纤连接，第二泵浦光耦合单元81和隔离单元90之间可以通过光纤连接，第二泵浦光耦合单元81和公共反射滤波单元30之间可以通过自由空间进行光传输，实现部分光纤的双频光源。

[0054] 或者，泵浦单元10和第二泵浦光耦合单元81之间可以通过自由空间进行光传输，第二泵浦光耦合单元81和公共反射滤波单元30之间可以通过光纤进行传输，第二泵浦光耦合单元81和隔离单元90之间可以通过光纤连接，也可以实现部分光纤的双频光源。

[0055] 还可以采用其他自由空间和光纤混合连接的方式，或者采用全自由空间的连接方式。

[0056] 实施例二：

[0057] 参考图6，该实施例二提供的直腔结构中，公共反射滤波单元30仍然采用部分反射滤波单元，用于对腔内激光进行部分反射和滤波以及输出第一单频激光和第二单频激光。与实施例一不同的是，在第一谐振腔或第二谐振腔中设有第二泵浦光耦合单元82，用于将泵浦光耦合进入第一谐振腔和第二谐振腔。此时泵浦光经过谐振腔侧面进入，可调谐的第一单频激光和第二单频激光经公共反射滤波单元30输出。

[0058] 同实施例一，各器件之间可以采用全光纤连接，或者采用自由空间连接和光纤连接组合的形式，或采用全空间连接形式等。

[0059] 实施例三：

[0060] 参考图7，该实施例三提供的直腔结构中，与实施例一不同的是，公共反射滤

波单元30采用全反射滤波单元，用于对激光进行全反射和滤波；在第一谐振腔或第二谐振腔中设置第三泵浦光耦合单元83，用于将泵浦光经第一谐振腔或第二谐振腔的侧端输入；在第一谐振腔和第二谐振腔的公共部分设置输出单元100，用于将第一单频激光和第二单频激光输出。

[0061] 同实施例一，各器件之间可以采用全光纤连接，或者采用自由空间连接和光纤连接组合的形式，或采用全空间连接形式等。

[0062] 以下通过实施例四至八提供环腔结构的双频光源。

[0063] 实施例四：

[0064] 参考图8，该环腔结构的双频光源中，第一谐振腔和第二谐振腔为环腔结构，该双频光源除包括上述泵浦单元10、增益介质20、公共反射滤波单元30、第一反射滤波单元40、第一调谐单元50、第二反射滤波单元60、第二调谐单元70之外，还包括第四泵浦光耦合单元84、第一耦合器110和第二耦合器120；第四泵浦光耦合单元84具有三端口，第一端连接泵浦单元10，第二端直接或间接连接第一耦合器110，第三端直接或间接连接公共反射滤波单元30；第一反射滤波单元40和第二反射滤波单元60并联连接于第一耦合器110和第二耦合器120之间，即第一反射滤波单元40的一端和第二反射滤波单元60的一端共同直接或间接连接第一耦合器110，第一反射滤波单元40的另一端和第二反射滤波单元60的另一端共同直接或间接连接第二耦合器120；公共反射滤波单元30连接于第二耦合器120和第四泵浦光耦合单元84的第三端之间，进而形成环腔。

[0065] 在该实施例中，“直接”是指二者之间不设置除导光线缆以外的其他元件，“间接”是指二者之间还设有除导光线缆以外的其他元件。

[0066] 例如，第四泵浦光耦合单元84的第三端和公共反射滤波单元30之间还设有输出单元100。进一步地，还可以在输出单元100的输出方向设置隔离单元90。

[0067] 第四泵浦光耦合单元84的第二端和第一耦合器110之间还设有增益介质20。另外，增益介质20还可以设置在第一谐振腔和第二谐振腔的公共段中的其他位置。

[0068] 第一反射滤波单元40的一端和第二反射滤波单元60的一端和第一耦合器110之间还可以设置其他元件，第一反射滤波单元40的另一端和第二反射滤波单元60

的另一端和第二耦合器120之间也可以设置其他元件，如实施例八。

[0069] 同实施例一，各器件之间可以采用全光纤连接，或者采用自由空间连接和光纤连接组合的形式，或采用全空间连接形式等。当采用自由空间连接时，可以通过反射镜实现光路的折转，以构成环腔结构。

[0070] 在本实施例中，可以在第一耦合器110和第二耦合器120之间的两条并联支路上分别设有一隔离器，两个隔离器的方向相同或相反，即，两个隔离器的允许顺时针方向传输，阻止逆时针方向传输；或者允许逆时针方向传输，阻止顺时针方向传输；或者其中一个隔离器允许顺时针方向传输，另一个隔离器允许逆时针方向传输。

[0071] 在本实施例中，也可以在第四泵浦光耦合单元84和第一耦合器110之间的公共段上设有一隔离器；或者，在第四泵浦光耦合单元84和第二耦合器120之间的公共段上设有一隔离器，以防止激光反向传输。

[0072] 实施例五：

[0073] 参考图9，该实施例五与实施例四具有相同的主体结构（如泵浦单元10、增益介质20、公共反射滤波单元30、第一反射滤波单元40、第一调谐单元50、第二反射滤波单元60、第二调谐单元70、第四泵浦光耦合单元84、第一耦合器110和第二耦合器120及其连接结构），不同的是，输出单元100设置于第二耦合器120和公共反射滤波单元30之间。进一步地，还可以在输出单元100的输出方向设置隔离单元90。

[0074] 实施例六：

[0075] 参考图10，该实施例六与实施例四具有相同的主体结构（如泵浦单元10、增益介质20、公共反射滤波单元30、第一反射滤波单元40、第一调谐单元50、第二反射滤波单元60、第二调谐单元70、第四泵浦光耦合单元84、第一耦合器110和第二耦合器120及其连接结构），不同的是，在第一耦合器110和第二耦合器120之间的两条并联支路上分别设置一个输出单元100，即靠近第一反射滤波单元40设置一个输出单元100，用于输出可调谐第一单频激光，靠近第二反射滤波单元60设置另一输出单元100，用于输出可调谐第二单频激光。进一步地，可以在每个输出单元100的输出路径设置一个隔离单元90。

[0076] 同实施例四，各器件之间可以采用全光纤连接，或者采用自由空间连接和光纤连接组合的形式，或采用全空间连接形式等。当采用自由空间连接时，可以通过反射镜实现光路的折转，以构成环腔结构。

[0077] 实施例七：

[0078] 参考图11，该实施例七与实施例四具有相同的主体结构（如泵浦单元10、增益介质20、公共反射滤波单元30、第一反射滤波单元40、第一调谐单元50、第二反射滤波单元60、第二调谐单元70、第四泵浦光耦合单元84、第一耦合器110和第二耦合器120及其连接结构），不同的是，公共反射滤波单元30采用部分反射滤波单元，其同时具有输出第一单频激光和第二单频激光的功能以及反射滤波功能。

[0079] 实施例八：

[0080] 参考图8，该环腔结构的双频光源具有实施例四所述的基本机构，例如泵浦单元10、增益介质20、公共反射滤波单元30、第一反射滤波单元40、第一调谐单元50、第二反射滤波单元60、第二调谐单元70、第四泵浦光耦合单元84、第一耦合器110和第二耦合器120及其连接结构等，不同的是，还包括第一环形器131、第二环形器132和第三环形器133，以便于形成公共反射滤波单元30、第一反射滤波单元40、第二反射滤波单元60的反射光路；第一环形器131的第一端连接第一耦合器110，第一环形器131的第二端连接第一反射滤波单元40，第一环形器131的第三端连接第二耦合器120；第二环形器132的第一端连接第一耦合器110，第二环形器132的第二端连接第二反射滤波单元60，第二环形器132的第三端连接第二耦合器120；第三环形器133的第一端连接第二耦合器120，第三环形器133的第二端连接公共反射滤波单元30，第三环形器133的第三端连接第四泵浦光耦合单元84。

[0081] 在上述各实施例中，对于直腔或者环腔结构的双频光源，公共反射滤波单元30、第一反射滤波单元40、第二反射滤波单元60均可以采用两种结构，其一，采用能够对激光进行频率滤波和光强反射的一体结构，参见图12；其二，采用两个独立模块的组合结构，参见图13，第一反射滤波单元40包括第一反射镜43，以及设置于第一反射镜43的反射方向的第一滤波模块44；第二反射滤波单元60

包括第二反射镜61以及设置于第二反射镜61的反射方向的第二滤波模块62；公共反射滤波单元30包括公共反射镜31以及设置于公共反射镜31的反射方向的公共滤波模块32。

[0082] 可以理解，上述公共反射滤波单元30、第一反射滤波单元40、第二反射滤波单元60可以同时采用一体结构，也可以同时采用组合结构，也可以部分采用一体结构，部分采用组合结构。

[0083] 在本申请的若干实施例中，增益介质20可以为增益光纤，或者为块状的增益晶体。

[0084] 作为本申请实施例的优选方案，布拉格光纤光栅可在光纤上直接写入而形成光栅腔镜，因此与掺杂有源光纤的兼容性非常好，不仅连接损耗非常小，而且避免了复杂的光学结构，便于光纤激光器的集成和小型化，使光纤激光器具有更好的稳定性和可靠性，尤其适合环境条件非常恶劣的工作场所。因此在本实施例中，优选采用在光纤上直接写入布拉格光纤光栅而形成的一体结构的光栅腔镜作为公共反射滤波单元30、第一反射滤波单元40和第二反射滤波单元60，结构紧凑，且对于直腔而言，整个谐振腔长度较短，光源体积小；对于环腔而言，也能够适当减小体积。

[0085] 以上仅为本发明的优选实施例而已，并不用于限制本发明。对于本领域的技术人员来说，本发明可以有各种更改和变化。凡在本发明的精神和原则之内，所作的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本发明的权利要求范围之内。

权利要求书

- [权利要求 1] 一种双频光源，其特征在于，包括
- 泵浦单元，用于输出泵浦光；
- 第一谐振腔，用于产生可调谐的第一单频激光；
- 第二谐振腔，用于产生可调谐的第二单频激光；
- 所述第一谐振腔包括：
- 增益介质，用于经泵浦光激发产生激发光；
- 公共反射滤波单元和第一反射滤波单元，用于对所述激发光进行反射和滤波，所述公共反射滤波单元和所述第一反射滤波单元的滤波范围部分重叠，以实现窄带滤波，用于获得第一单频激光；
- 所述第二谐振腔包括：
- 所述增益介质，用于经泵浦光激发产生激发光；
- 所述公共反射滤波单元和第二反射滤波单元，用于对所述激发光进行反射和滤波，所述公共反射滤波单元和所述第二反射滤波单元的滤波范围部分重叠，以实现窄带滤波，用于获得第二单频激光。
- [权利要求 2] 如权利要求1所述的双频光源，其特征在于，所述第一谐振腔和第二谐振腔为直腔结构，所述公共反射滤波单元、所述第一反射滤波单元和第二反射滤波单元依次直线排布，所述增益介质设置于所述公共反射滤波单元和所述第一反射滤波单元之间；
- 所述第一反射滤波单元包括第一反射滤波波段区域和第一透射波段区域；
- 所述激光的一部分能量由所述第一反射滤波波段区域进行反射以及滤波，所述激光的另一部分能量由所述第一透射波段区域透射至所述第二反射滤波单元，通过所述第二反射滤波单元进行反射后再次由所述第一透射波段区域透射至所述公共反射滤波单元。
- [权利要求 3] 如权利要求2所述的双频光源，其特征在于，所述公共反射滤波单元采用部分反射滤波单元，用于对所述激光进行部分反射和滤波以及输出所述第一单频激光和第二单频激光。

- [权利要求 4] 如权利要求3所述的双频光源，其特征在于，所述泵浦单元和所述公共反射滤波单元之间设有第一泵浦光耦合单元，用于将所述泵浦光耦合进入所述第一谐振腔和第二谐振腔；所述公共反射滤波单元输出的第一单频激光和第二单频激光经由所述第一泵浦光耦合单元输出。
- [权利要求 5] 如权利要求3所述的双频光源，其特征在于，所述第一谐振腔或第二谐振腔中设有第二泵浦光耦合单元，用于将所述泵浦光耦合进入所述第一谐振腔和第二谐振腔。
- [权利要求 6] 如权利要求2所述的双频光源，其特征在于，所述双频光源还包括第三泵浦光耦合单元，设置于所述第一谐振腔或第二谐振腔中，用于将所述泵浦光经所述第一谐振腔或第二谐振腔的侧端输入；
所述双频光源还包括输出单元，设置于所述第一谐振腔和第二谐振腔的公共部分，用于将所述第一单频激光和第二单频激光输出。
- [权利要求 7] 如权利要求1所述的双频光源，其特征在于，所述第一谐振腔和第二谐振腔为环腔结构，所述双频光源还包括第四泵浦光耦合单元、第一耦合器和第二耦合器；
所述第四泵浦光耦合单元的第一端连接所述泵浦单元，所述第四泵浦光耦合单元的第二端连接所述第一耦合器，所述第四泵浦光耦合单元的第三端连接所述公共反射滤波单元；
所述第一反射滤波单元和第二反射滤波单元并联连接于所述第一耦合器和第二耦合器之间，所述公共反射滤波单元连接于所述第二耦合器和所述第四泵浦光耦合单元的第三端之间。
- [权利要求 8] 如权利要求7所述的双频光源，其特征在于，所述双频光源包括一个输出单元，设置于所述第二耦合器和所述公共反射滤波单元之间；
或者，所述双频光源包括两个输出单元，分别设置于所述第一耦合器和第二耦合器之间的两条并联支路上；
在所述第一耦合器和第二耦合器之间的两条并联支路上分别设有一隔离器，两个隔离器的方向相同或相反；
或者，在所述第四泵浦光耦合单元和第一耦合器之间的公共段上设有

一隔离器；

或者，在所述第四泵浦光耦合单元和第二耦合器之间的公共段上设有一隔离器。

[权利要求 9]

如权利要求7所述的双频光源，其特征在于，所述双频光源还包括第一环形器、第二环形器和第三环形器；

所述第一环形器的第一端连接所述第一耦合器，所述第一环形器的第二端连接所述第一反射滤波单元，所述第一环形器的第三端连接所述第二耦合器；

所述第二环形器的第一端连接所述第一耦合器，所述第二环形器的第二端连接所述第二反射滤波单元，所述第二环形器的第三端连接所述第二耦合器；

所述第三环形器的第一端连接所述第二耦合器，所述第三环形器的第二端连接所述公共反射滤波单元，所述第三环形器的第三端连接所述泵浦光耦合单元。

[权利要求 10]

如权利要求1所述的双频光源，其特征在于，所述双频光源还包括设置于所述第一单频激光和第二单频激光的输出路径上的隔离单元。

[权利要求 11]

如权利要求1所述的双频光源，其特征在于，所述双频光源还包括调谐单元，所述调谐单元连接于所述第一反射滤波单元，用于调节所述第一反射滤波单元的中心波长和/或带宽，以获得可调谐的第一单频激光；和/或

所述调谐单元连接于所述第二反射滤波单元，用于调节所述第二反射滤波单元的中心波长和/或带宽，以获得可调谐的第二单频激光；和/或

所述调谐单元连接于公共反射滤波单元，用于同时获得可调谐的第一单频激光和可调谐的第二单频激光。

[权利要求 12]

如权利要求1至11任一项所述的双频光源，其特征在于，所述公共反射滤波单元为能够对所述激光进行滤波和反射的一体结构。

[权利要求 13]

如权利要求1至11任一项所述的双频光源，其特征在于，所述公共反

射滤波单元包括公共反射镜，以及设置于所述公共反射镜的反射方向的公共滤波模块。

[权利要求 14] 如权利要求1至11任一项所述的双频光源，其特征在于，所述第一反射滤波单元为能够对所述激光进行滤波和反射的一体结构；所述第二反射滤波单元为能够对所述激光进行滤波和反射的一体结构。

[权利要求 15] 如权利要求1至11任一项所述的双频光源，其特征在于，所述第一反射滤波单元包括第一反射镜，以及设置于所述第一反射镜的反射方向的第一滤波模块；
所述第二反射滤波单元包括第二反射镜，以及设置于所述第二反射镜的反射方向的第二滤波模块。

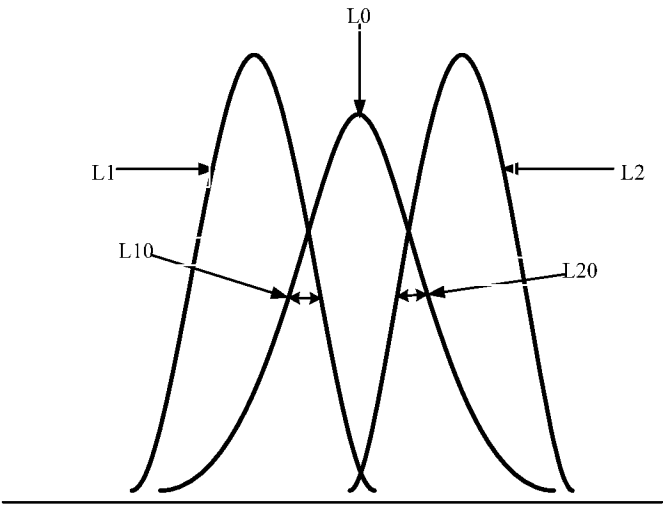


图 1

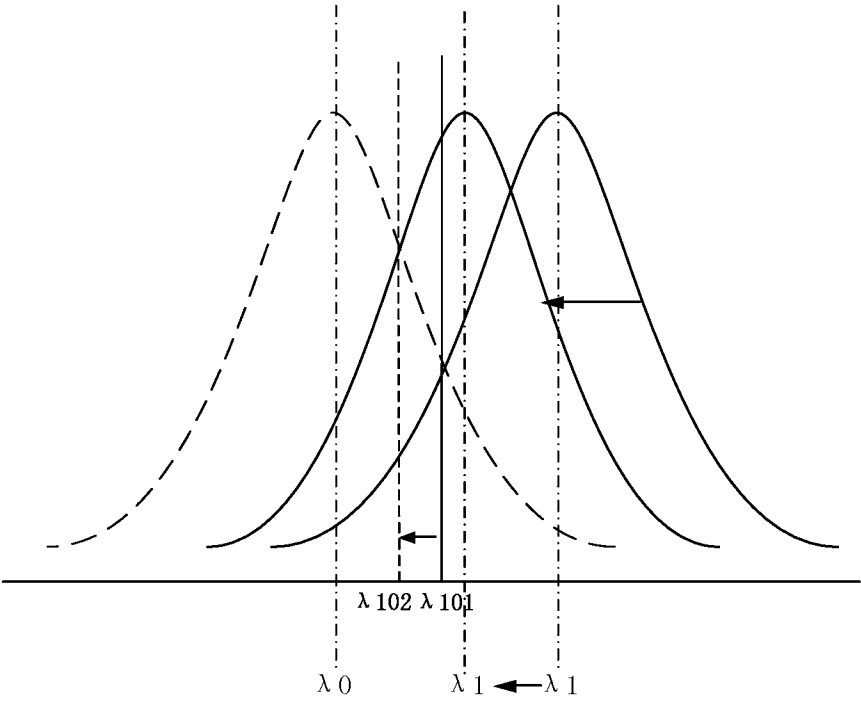


图 2

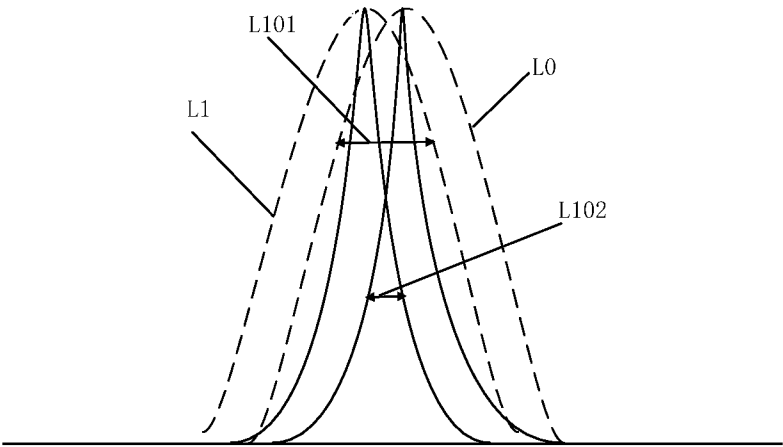


图 3

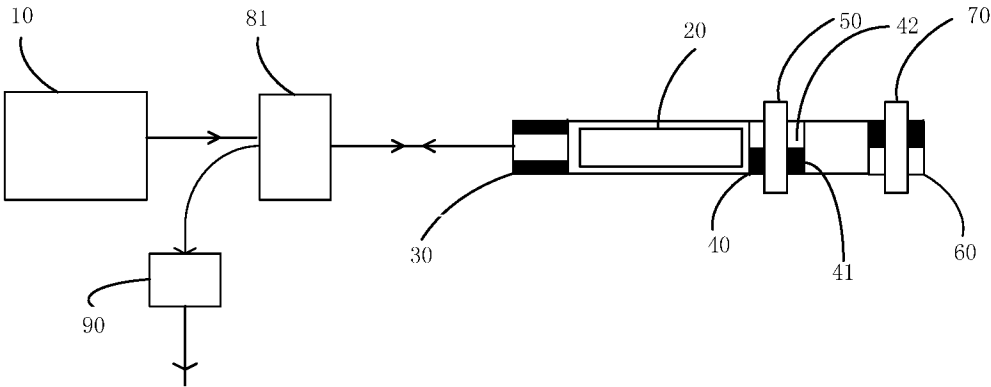


图 4

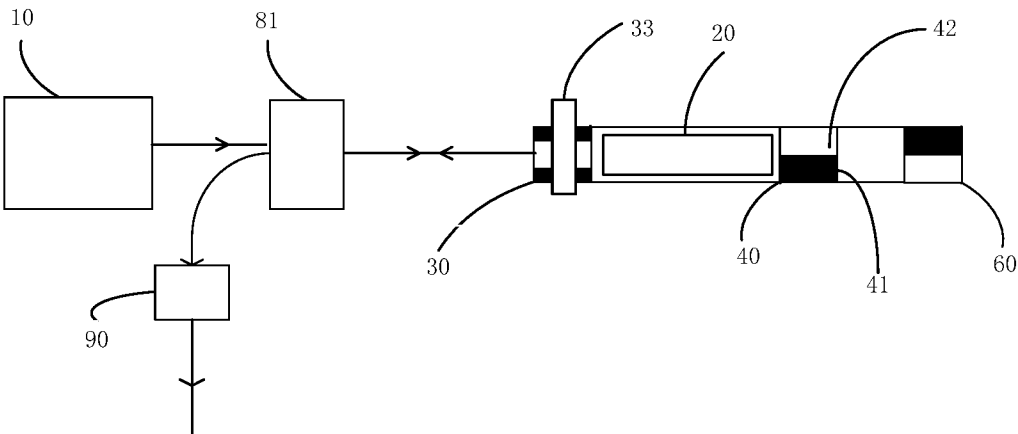


图 5

3/6

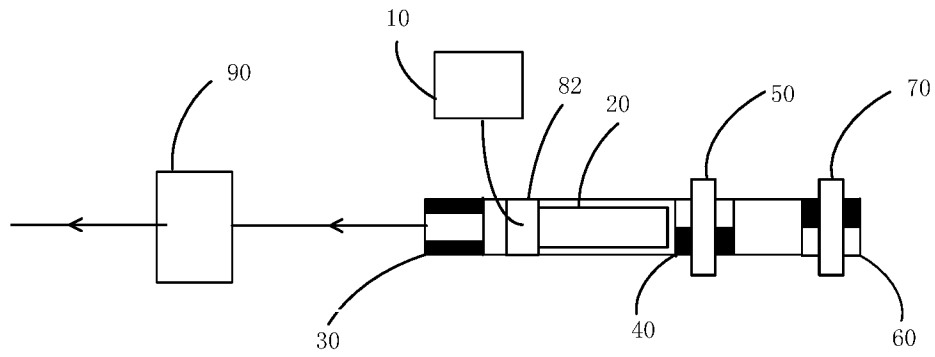


图 6

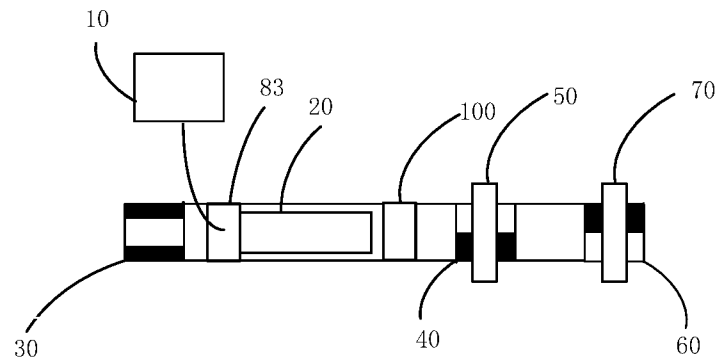


图 7

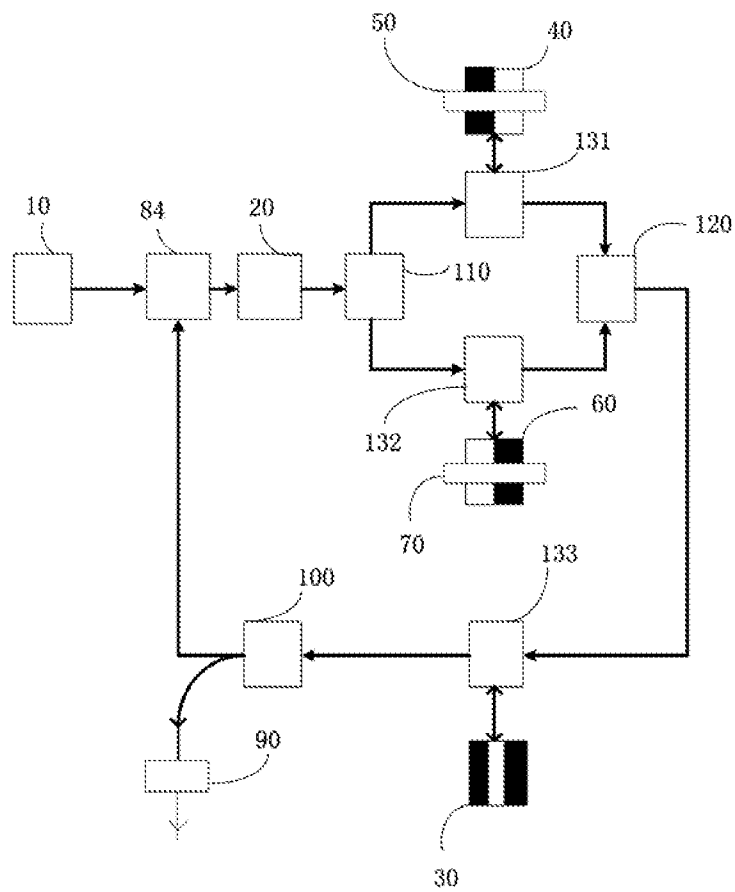


图 8

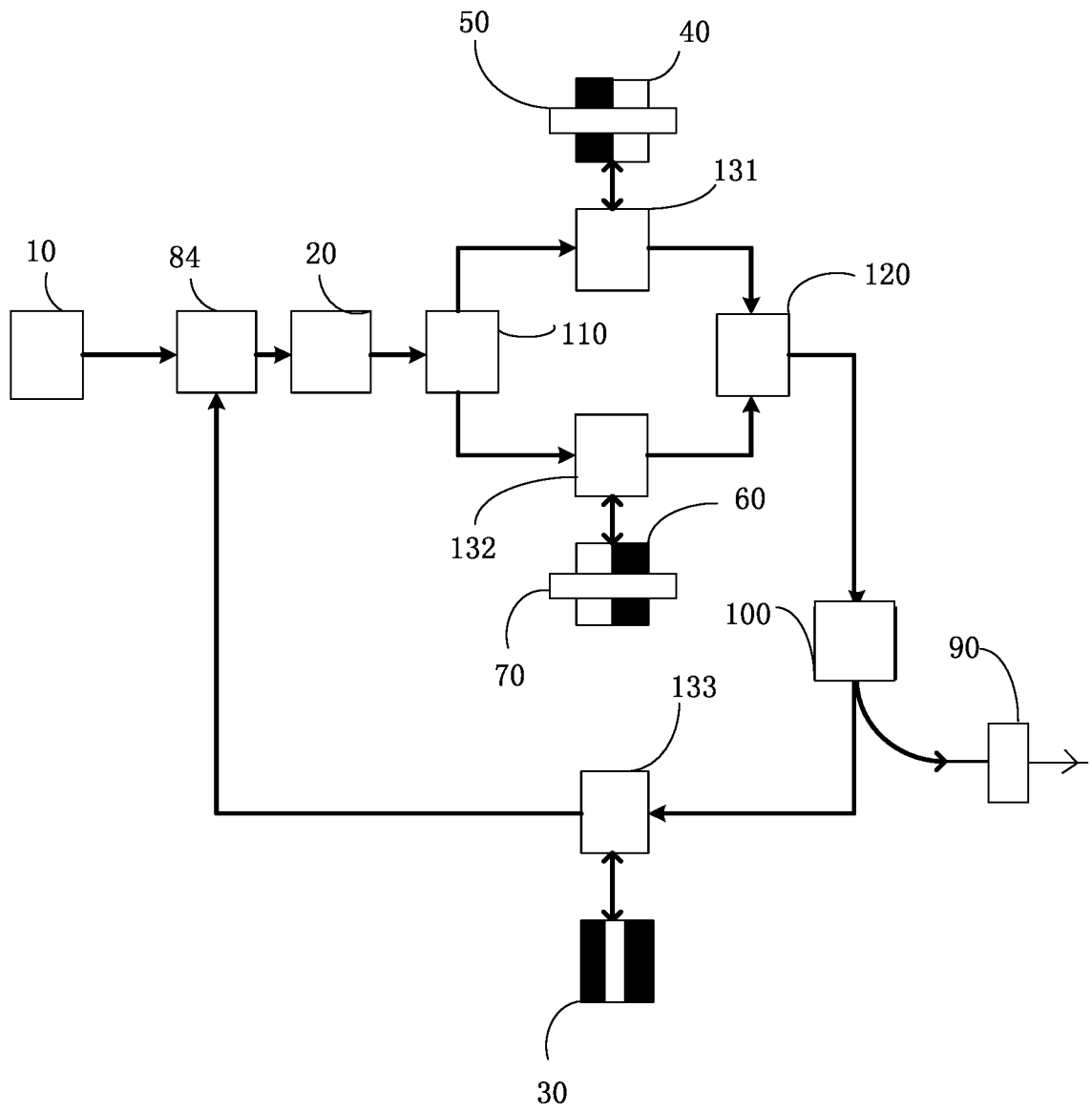


图 9

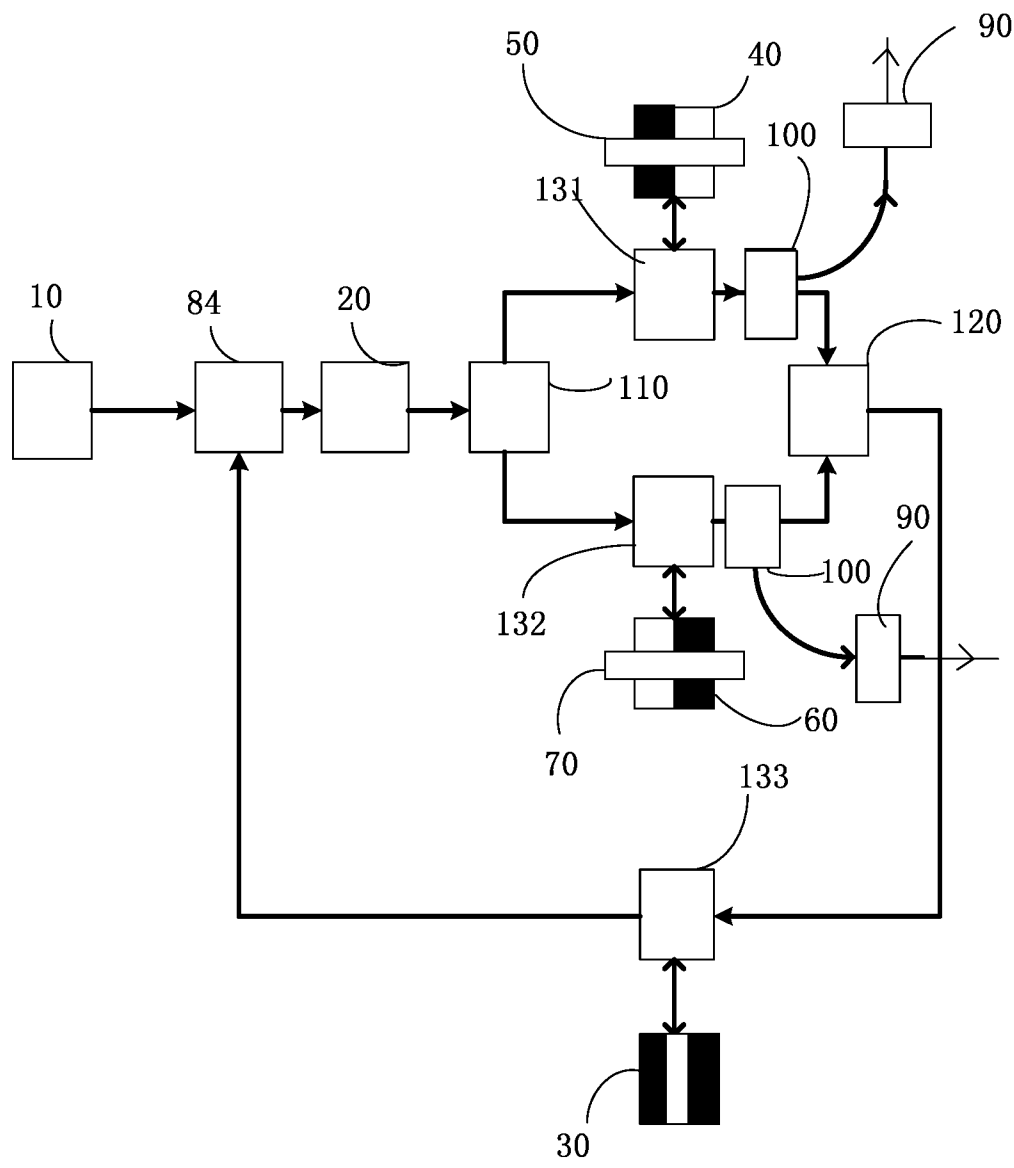


图 10

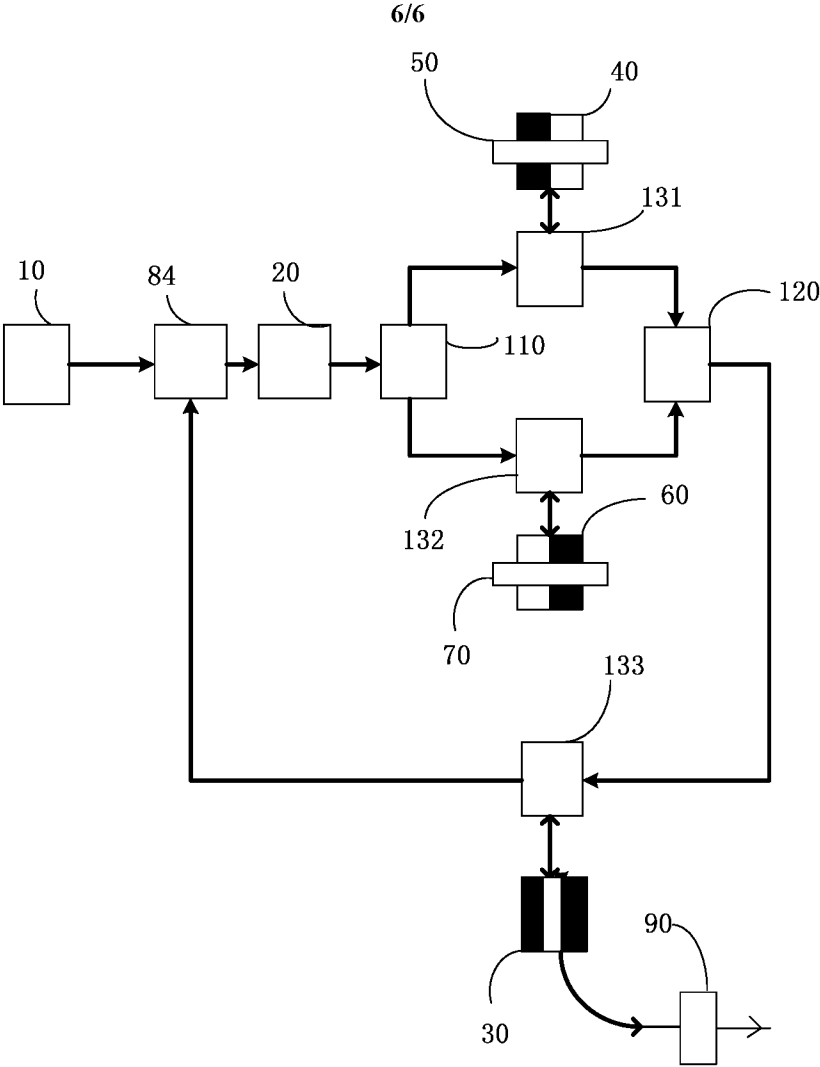


图 11

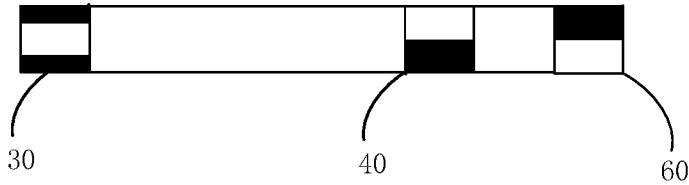


图 12

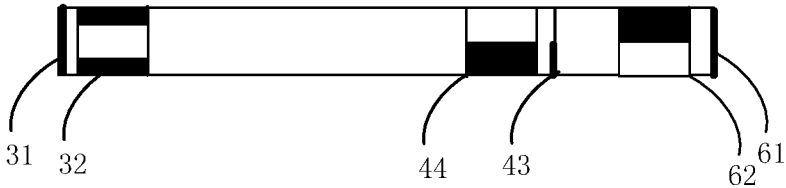


图 13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2019/076148

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01S 3/10(2006.01)i; H01S 3/23(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)

H01S3; G01D5

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, CPRSABS, DWPI, SIPOABS, CNTXT, CNKI: 双频, 双模, 双腔, 光源, 激光器, 重叠, 交叠, 窄带, 腔长, double, dual, second, frequenc+, cavit+, wavelength, overlap, bandpass

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 206211258 U (SHENZHEN UNIVERSITY) 31 May 2017 (2017-05-31) description, paragraphs [0035]-[0088], and figures 1-9	1-15
Y	CN 109149331 A (NORTHWEST UNIVERSITY) 04 January 2019 (2019-01-04) description, paragraphs [0025]-[0036], and figures 1 and 2	1-15
Y	CN 101950919 A (CHANGCHUN UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) 19 January 2011 (2011-01-19) description, paragraphs [0007]-[0009], and figures 1 and 2	2-6
Y	CN 206236953 U (SHENZHEN UNIVERSITY) 09 June 2017 (2017-06-09) description, paragraphs [0034]-[0071], and figures 1-6	1-15
Y	WO 2018035806 A1 (SHENZHEN UNIVERSITY) 01 March 2018 (2018-03-01) description, paragraphs [0023]-[0075], and figures 1-9	1-15
Y	WO 2018035813 A1 (SHENZHEN UNIVERSITY) 01 March 2018 (2018-03-01) description, paragraphs [0020]-[0057], and figures 1-6	1-15
A	WO 8606884 A1 (ALLIED CORPORATION) 20 November 1986 (1986-11-20) entire document	1-15



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

“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

30 October 2019

Date of mailing of the international search report

06 November 2019

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration (ISA/
CN)
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing
100088
China

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2019/076148**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 7848381 B2 (NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION) 07 December 2010 (2010-12-07) entire document	1-15
A	CN 102195229 A (FUJIAN INSTITUTE OF RESEARCH ON THE STRUCTURE OF MATTER, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES) 21 September 2011 (2011-09-21) entire document	1-15
A	CN 104634370 A (SHENZHEN UNIVERSITY) 20 May 2015 (2015-05-20) entire document	1-15
A	CN 104634369 A (SHENZHEN UNIVERSITY) 20 May 2015 (2015-05-20) entire document	1-15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2019/076148

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	206211258	U	31 May 2017	CN	107785773	A	09 March 2018
CN	109149331	A	04 January 2019	None			
CN	101950919	A	19 January 2011	None			
CN	206236953	U	09 June 2017	CN	107785772	A	09 March 2018
WO	2018035806	A1	01 March 2018	None			
WO	2018035813	A1	01 March 2018	None			
WO	8606884	A1	20 November 1986	JP	S62502806	A	12 November 1987
				US	4660205	A	21 April 1987
				EP	0221102	B1	29 May 1991
				EP	0221102	A1	13 May 1987
				DE	3679505	D	04 July 1991
US	7848381	B2	07 December 2010	US	2009207868	A1	20 August 2009
CN	102195229	A	21 September 2011	CN	102195229	B	20 August 2014
CN	104634370	A	20 May 2015	CN	104634370	B	25 January 2017
CN	104634369	A	20 May 2015	CN	104634369	B	31 May 2017

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2019/076148

A. 主题的分类 H01S 3/10(2006.01)i; H01S 3/23(2006.01)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) H01S3; G01D5 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, CPRSABS, DWPI, SIPOABS, CNTXT, CNKI: 双频, 双模, 双腔, 光源, 激光器, 重叠, 交叠, 窄带, 腔长, double, dual, second, frequenc+, cavit+, wavelength, overlap, bandpass																													
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>Y</td> <td>CN 206211258 U (深圳大学) 2017年 5月 31日 (2017 - 05 - 31) 说明书0035段至0088段、附图1-9</td> <td>1-15</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 109149331 A (西北大学) 2019年 1月 4日 (2019 - 01 - 04) 说明书0025段至0036段、附图1-2</td> <td>1-15</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 101950919 A (长春理工大学) 2011年 1月 19日 (2011 - 01 - 19) 说明书0007段至0009段、附图1-2</td> <td>2-6</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 206236953 U (深圳大学) 2017年 6月 9日 (2017 - 06 - 09) 说明书0034段至0071段、附图1-6</td> <td>1-15</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>W0 2018035806 A1 (深圳大学) 2018年 3月 1日 (2018 - 03 - 01) 说明书0023段至0075段、附图1-9</td> <td>1-15</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>W0 2018035813 A1 (深圳大学) 2018年 3月 1日 (2018 - 03 - 01) 说明书0020段至0057段、附图1-6</td> <td>1-15</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>W0 8606884 A1 (ALLIED CORP) 1986年 11月 20日 (1986 - 11 - 20) 全文</td> <td>1-15</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 7848381 B2 (NASA) 2010年 12月 7日 (2010 - 12 - 07) 全文</td> <td>1-15</td> </tr> </tbody> </table>			类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	Y	CN 206211258 U (深圳大学) 2017年 5月 31日 (2017 - 05 - 31) 说明书0035段至0088段、附图1-9	1-15	Y	CN 109149331 A (西北大学) 2019年 1月 4日 (2019 - 01 - 04) 说明书0025段至0036段、附图1-2	1-15	Y	CN 101950919 A (长春理工大学) 2011年 1月 19日 (2011 - 01 - 19) 说明书0007段至0009段、附图1-2	2-6	Y	CN 206236953 U (深圳大学) 2017年 6月 9日 (2017 - 06 - 09) 说明书0034段至0071段、附图1-6	1-15	Y	W0 2018035806 A1 (深圳大学) 2018年 3月 1日 (2018 - 03 - 01) 说明书0023段至0075段、附图1-9	1-15	Y	W0 2018035813 A1 (深圳大学) 2018年 3月 1日 (2018 - 03 - 01) 说明书0020段至0057段、附图1-6	1-15	A	W0 8606884 A1 (ALLIED CORP) 1986年 11月 20日 (1986 - 11 - 20) 全文	1-15	A	US 7848381 B2 (NASA) 2010年 12月 7日 (2010 - 12 - 07) 全文	1-15
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																											
Y	CN 206211258 U (深圳大学) 2017年 5月 31日 (2017 - 05 - 31) 说明书0035段至0088段、附图1-9	1-15																											
Y	CN 109149331 A (西北大学) 2019年 1月 4日 (2019 - 01 - 04) 说明书0025段至0036段、附图1-2	1-15																											
Y	CN 101950919 A (长春理工大学) 2011年 1月 19日 (2011 - 01 - 19) 说明书0007段至0009段、附图1-2	2-6																											
Y	CN 206236953 U (深圳大学) 2017年 6月 9日 (2017 - 06 - 09) 说明书0034段至0071段、附图1-6	1-15																											
Y	W0 2018035806 A1 (深圳大学) 2018年 3月 1日 (2018 - 03 - 01) 说明书0023段至0075段、附图1-9	1-15																											
Y	W0 2018035813 A1 (深圳大学) 2018年 3月 1日 (2018 - 03 - 01) 说明书0020段至0057段、附图1-6	1-15																											
A	W0 8606884 A1 (ALLIED CORP) 1986年 11月 20日 (1986 - 11 - 20) 全文	1-15																											
A	US 7848381 B2 (NASA) 2010年 12月 7日 (2010 - 12 - 07) 全文	1-15																											
☒ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。																													
* 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 “&” 同族专利的文件																													
国际检索实际完成的日期 2019年 10月 30日		国际检索报告邮寄日期 2019年 11月 6日																											
ISA/CN的名称和邮寄地址 中国国家知识产权局(ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号 (86-10)62019451		受权官员 高宇 电话号码 86-(010)-62085574																											

C. 相关文件		
类 型*	引用文件，必要时，指明相关段落	相关的权利要求
A	CN 102195229 A (中国科学院福建物质结构研究所) 2011年 9月 21日 (2011 - 09 - 21) 全文	1-15
A	CN 104634370 A (深圳大学) 2015年 5月 20日 (2015 - 05 - 20) 全文	1-15
A	CN 104634369 A (深圳大学) 2015年 5月 20日 (2015 - 05 - 20) 全文	1-15

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2019/076148

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	206211258	U	2017年 5月 31日	CN 107785773 A	2018年 3月 9日
CN	109149331	A	2019年 1月 4日	无	
CN	101950919	A	2011年 1月 19日	无	
CN	206236953	U	2017年 6月 9日	CN 107785772 A	2018年 3月 9日
WO	2018035806	A1	2018年 3月 1日	无	
WO	2018035813	A1	2018年 3月 1日	无	
WO	8606884	A1	1986年 11月 20日	JP S62502806 A	1987年 11月 12日
				US 4660205 A	1987年 4月 21日
				EP 0221102 B1	1991年 5月 29日
				EP 0221102 A1	1987年 5月 13日
				DE 3679505 D	1991年 7月 4日
US	7848381	B2	2010年 12月 7日	US 2009207868 A1	2009年 8月 20日
CN	102195229	A	2011年 9月 21日	CN 102195229 B	2014年 8月 20日
CN	104634370	A	2015年 5月 20日	CN 104634370 B	2017年 1月 25日
CN	104634369	A	2015年 5月 20日	CN 104634369 B	2017年 5月 31日