



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 116170077 B

(45) 授权公告日 2023. 08. 29

(21) 申请号 202310442465.1

CN 109039589 A, 2018.12.18

(22) 申请日 2023.04.24

CN 207717226 U, 2018.08.10

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 116170077 A

CN 211348711 U, 2020.08.25

(43) 申请公布日 2023.05.26

CN 113885048 A, 2022.01.04

(73) 专利权人 中国科学技术大学
地址 230026 安徽省合肥市包河区金寨路
96号

CN 110749959 A, 2020.02.04

CN 209170378 U, 2019.07.26

CN 110460383 A, 2019.11.15

CN 101057424 A, 2007.10.17

CN 109150318 A, 2019.01.04

CN 111147145 A, 2020.05.12

(72) 发明人 彭承志 廖胜凯 李杨 印娟
任继刚 潘建伟

CN 112769554 A, 2021.05.07

CN 114465717 A, 2022.05.10

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任
公司 11021

CN 209895019 U, 2020.01.03

EP 3301851 A1, 2018.04.04

专利代理师 吴梦圆

US 2006045527 A1, 2006.03.02

US 2008137858 A1, 2008.06.12

(51) Int. Cl.

US 2008144823 A1, 2008.06.19

(续)

H04B 10/291 (2013.01)

审查员 许亚敏

H04B 10/70 (2013.01)

H04J 14/02 (2006.01)

(56) 对比文件

WO 2021136165 A1, 2021.07.08

权利要求书2页 说明书7页 附图3页

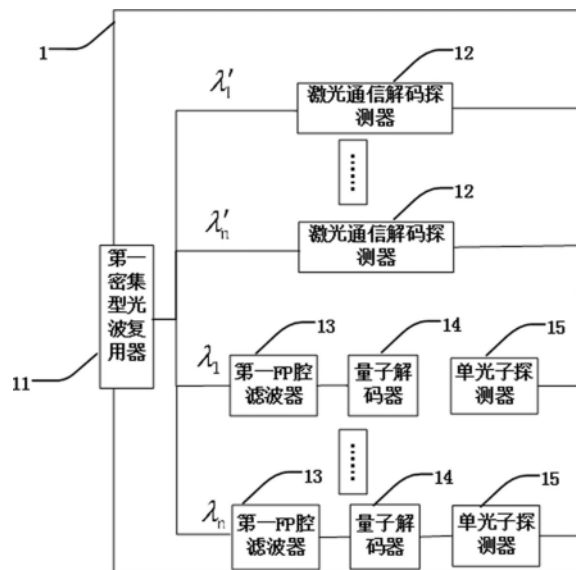
(54) 发明名称

量子与经典激光通信复用接收装置、系统

(57) 摘要

一种量子与经典激光通信复用接收装置、系统,该量子与经典激光通信复用接收装置包括:第一密集型光波复用器,用于使接收的复用信号中的各信号分离,得到至少一个波长的经典光信号和至少一个波长的光量子信号;至少一个激光通信解码探测器,用于一一对应的对一个波长的经典光信号进行探测,得到第一探测电信号;至少一个第一FP腔滤波器,用于一一对应地对一个波长的光量子信号进行滤波,得到第一滤波量子信号;至少一个量子解码器,用于一一对应地对一个波长的滤波信号进行解码,得到解码光信号;至少一个单光子探测器,用于一一对应地对一个波长的解码光信号进行探测,得到第二探测电信号。

CN 116170077 B



[转续页]

[接上页]

(56) 对比文件

shi-hai.etc.Multiplexed and broadband

quantum storage of single-photons at
telecom C-band.2021 Conference on Laser
and Electro-Optics.2021,全文.

1. 一种量子与经典激光通信复用系统,其特征在于,包括:

量子与经典激光通信发射装置,适用于将至少一个波长的经典光信号和至少一个波长的光量子信号复用,得到复用信号,以及对所述复用信号进行发射;

量子与经典激光通信复用接收装置,适用于根据所述复用信号得到第一探测电信号和第二探测电信号,所述量子与经典激光通信复用接收装置包括:

第一密集型光波复用器,适用于使接收的复用信号中的各信号分离,得到至少一个波长的经典光信号和至少一个波长的光量子信号;

至少一个激光通信解码探测器,每个所述激光通信解码探测器适用于一一对应地对一个波长的经典光信号进行探测,得到第一探测电信号;

至少一个第一FP腔滤波器,每个所述第一FP腔滤波器适用于一一对应地对一个波长的光量子信号进行滤波,得到第一滤波量子信号;

至少一个量子解码器,每个所述量子解码器适用于一一对应地对一个波长的滤波信号进行解码,得到解码光信号;

至少一个单光子探测器,每个所述单光子探测器适用于一一对应地对一个波长的解码光信号进行探测,得到第二探测电信号;

其中,所述第一FP腔滤波器的滤波线宽被配置为使所述光量子信号的信道和所述经典光信号的信道之间的距离小于或者等于0.8nm;

处理装置,适用于对所述第一探测电信号和所述第二探测电信号进行处理,得到密钥,并对所述密钥进行密钥管理;

其中,所述量子与经典激光通信发射装置包括:

至少二个通信激光器,适用于发出至少一个波长的所述经典光信号;

至少一个量子激光器,适用于发出至少一个波长的所述光量子信号;

至少二个经典编码器,每个所述经典编码器一一对应地与一个波长的通信激光器连接,所述经典编码器适用于对相应波长的经典光信号进行编码,得到编码经典光信号;

至少一个量子编码器,每个所述量子编码器适用于一一对应地与一个波长的量子激光器连接,所述量子编码器适用于对相应波长的光量子信号进行编码,得到编码光量子信号;

至少二个光纤放大器,每个所述光纤放大器适用于一一对应地对所述编码经典光信号进行放大,得到放大经典光信号;

至少一个第二FP腔滤波器,每个所述第二FP腔滤波器适用于一一对应地对一个波长的编码光量子信号进行滤波,得到第二滤波量子信号;

至少一个衰减器,每个所述衰减器适用于一一对应地对一个波长的第二滤波量子信号进行衰减,得到衰减量子信号;

第二密集型光波复用器,适用于将所有所述衰减量子信号和所有所述放大经典光信号进行复用,得到所述复用信号

其中,所述第一FP腔滤波器包括:

输入准直器,适用于将所述光量子信号进行扩束,并将扩束后的光量子信号转换为在自由空间传输;

滤光片,适用于对所述自由空间传输的光量子信号进行滤波;

FP腔,适用于对经所述滤光片滤波后的在自由空间传输的光量子信号进行滤波,得到

所述第一滤波量子信号；

热敏电阻,适用于采集所述FP腔的环境温度；

半导体制冷器,适用于对所述FP腔的环境温度进行控制；

输出准直器,适用于输出所述第一滤波量子信号；

其中,量子与经典激光通信发射装置和量子与经典激光通信复用接收装置之间,为自由空间信道。

2. 根据权利要求1所述的系统,其特征在于,所述量子编码器的编码方式基于偏振编码的诱骗态协议,所述诱骗态协议为信号态、诱骗态或者真空态,所述信号态与所述诱骗态的平均光子数的不同。

3. 根据权利要求2所述的系统,其特征在于,所述偏振编码包括水平偏振态编码、竖直偏振态编码、正45°偏振态编码或者负45°偏振态编码。

4. 根据权利要求1所述的系统,其特征在于,所述量子激光器为单纵模DFB激光器。

5. 根据权利要求1所述的系统,其特征在于,所述单光子探测器为铟镓砷探测器或超导探测器。

6. 根据权利要求1所述的系统,其特征在于,所述量子解码器的解码方式为被动解码方式。

量子与经典激光通信复用接收装置、系统

技术领域

[0001] 本发明涉及波分复用和基于FP腔的光学窄带滤波领域,特别涉及量子与经典激光通信复用接收装置、系统。

背景技术

[0002] 量子与激光通信技术是目前国际上研究的热点问题。基于光纤的量子密钥分发(QKD)实验逐步拓展密钥分发距离到830km,通过可信中继实现网络化应用;在超远距离、移动目标、岛屿和驻外机构等光纤资源受限的场景,可以通过卫星中转的自由空间信道实现量子通信。中国科学技术大学的研究团队在量子保密通信京沪干线与“墨子号”量子卫星成功对接的基础上,构建了构建天地一体化广域量子保密通信网络的雏形,实现了4600km的量子通信。量子与经典激光通信复用是目前量子通信的常用方案。针对经典光纤信道的量子通信,经典激光通信的强光会引起拉曼散射的噪声;针对自由空间信道的量子通信,白天太阳光会引入宽谱的背景噪声。为实现高信噪比的量子通信,需要减小经典激光通信对光量子信号的影响。

[0003] 相关的量子与经典激光通信复用系统的实现方案一般可以分为三类:第一种选取不同工作波长的光量子信号和经典激光通信经波分复用器进行复用,降低经典激光通信对光量子信号的影响,例如光量子信号的波长选为1550nm,经典激光通信的工作波长选为1310nm;第二种采用空心光纤完成光量子信号和经典激光通信的复用,空心光纤的非线性效应相比于常规光纤要弱很多,引入更少的噪声;第三种采用多芯光纤实现光量子信号和经典激光通信的复用,光量子信号和经典激光通信分别使用不同的纤芯,降低经典激光通信对光量子信号的影响。

[0004] 其中,第一种方案为实现对噪声的高抑制,要求经典激光通信的工作波长远离光量子信号的工作波长,对经典激光通信的波长选择有较大的限制,降低了系统的波长利用率。利用波长转换可以解除对经典激光通信的波长的限制,但无疑会增加系统的复杂度以及技术成本。且这三种方案都只对光纤信道的量子与经典激光通信复用系统的噪声有抑制作用,对自由空间信道的量子与经典激光通信复用系统作用有限。

发明内容

[0005] 有鉴于此,本发明的主要目的在于提供一种量子与经典激光通信复用接收装置、系统,以减小经典光信号的信道和量子信道之间的波长间隔,提供更多可用的波长信道,扩充了信道的容量,提高了传输速率。

[0006] 根据本发明的实施例,作为本发明的第一个方面,提供了一种量子与经典激光通信复用接收装置,包括:

[0007] 第一密集型光波复用器,适用于使接收的复用信号中的各信号分离,得到至少一个波长的经典光信号和至少一个波长的光量子信号;

[0008] 至少一个激光通信解码探测器,每个上述激光通信解码探测器适用于一一对应地

对一个波长的经典光信号进行探测,得到第一探测电信号;

[0009] 至少一个第一FP腔滤波器,每个上述第一FP腔滤波器适用于一一对应地对一个波长的光量子信号进行滤波,得到第一滤波量子信号;

[0010] 至少一个量子解码器,每个上述量子解码器适用于一一对应地对一个波长的滤波信号进行解码,得到解码光信号;

[0011] 至少一个单光子探测器,每个上述单光子探测器适用于一一对应地对一个波长的解码光信号进行探测,得到第二探测电信号;

[0012] 其中,上述第一FP腔滤波器的滤波线宽被配置为使上述光量子信号的信道和上述经典光信号的信道之间的距离小于或者等于0.8nm。

[0013] 根据本发明的实施例,上述第一FP腔滤波器包括:

[0014] 输入准直器,适用于将上述光量子信号进行扩束,并将扩束后的光量子信号转换为在自由空间传输;

[0015] 滤光片,适用于对上述自由空间传输的量子信号进行滤波;

[0016] FP腔,适用于对经上述滤光片滤波后的在自由空间传输的光量子信号进行滤波,得到上述第一滤波量子信号;

[0017] 热敏电阻,适用于采集上述FP腔的环境温度;

[0018] 半导体制冷器,适用于对上述FP腔的环境温度进行控制;

[0019] 输出准直器,用于输出上述第一滤波量子信号。

[0020] 根据本发明的实施例,上述单光子探测器为铟镓砷探测器或超导探测器。

[0021] 根据本发明的实施例,上述量子解码器的解码方式为被动解码方式。

[0022] 作为本发明的第二个方面,还提供了一种量子与经典激光通信复用系统,包括:

[0023] 量子与经典激光通信发射装置,适用于将至少一个波长的经典光信号和至少一个波长的光量子信号复用,得到复用信号,以及对上述复用信号进行发射。

[0024] 上述的量子与经典激光通信复用接收装置;

[0025] 处理装置,适用于对上述第一探测电信号进行处理以及对上述第二探测电信号进行处理,得到密钥,并对上述密钥进行密钥管理。

[0026] 根据本发明的实施例,上述量子与经典激光通信发射装置包括:

[0027] 至少一个通信激光器,适用于发出至少一个波长的上述经典光信号;

[0028] 至少一个量子激光器,适用于发出至少一个波长的上述光量子信号;

[0029] 至少一个经典编码器,每个上述经典编码器一一对应地与一个波长的通信激光器连接,上述经典编码器适用于对相应波长的经典光信号进行编码,得到编码经典光信号;

[0030] 至少一个量子编码器,每个上述量子编码器适用于一一对应地与一个波长的量子激光器连接,上述量子编码器适用于对相应波长的光量子信号进行编码,得到编码光量子信号;

[0031] 至少一个光纤放大器,每个上述光纤放大器适用于一一对应对上述编码经典光信号进行放大,得到放大经典光信号;

[0032] 至少一个第二FP腔滤波器,每个上述第一FP腔滤波器适用于一一对应地对一个波长的编码光量子信号进行滤波,得到第二滤波量子信号;

[0033] 至少一个衰减器,每个上述衰减器适用于一一对应地对一个波长的第二滤波量子

信号进行衰减,得到衰减量子信号;

[0034] 第二密集型光波复用器,适用于将所有上述衰减量子信号和所有上述放大经典光信号进行复用,得到上述复用信号。

[0035] 根据本发明的实施例,上述量子编码器的编码方式基于偏振编码的诱骗态协议,上述诱骗态协议为信号态、诱骗态和真空态,上述信号态与上述诱骗态的平均光子数的不同。

[0036] 根据跟发明的实施例,上述偏振编码包括水平偏振态编码、竖直偏振态编码、正45°偏振态编码或者负45°偏振态编码。

[0037] 根据本发明的实施例,上述量子激光器为单纵模DFB激光器。

[0038] 根据本发明的实施例,通过在量子与经典激光通信复用接收装置中设置了至少一个第一FP腔滤波器,并使得该第一FP腔滤波器一一对应地对一个波长的光量子信号进行滤波,由于该第一FP腔滤波器的滤波线宽被配置为使光量子信号的信道和经典光信号的信道之间的距离小于或者等于0.8nm,因此使得经典光信号的信道和量子信道之间的波长间隔较小,提供更多可用的波长信道,扩充了信道的容量,提高了传输速率。

[0039] 根据本发明的实施例,第一FP腔滤波器可以有效抑制在传输中由经典光信号的强光引起的拉曼散射引入的噪声;同时,第一FP腔滤波器可以有效抑制白天太阳光引入的背景噪声。且该窄线宽、高效率的高性能集成FP腔滤波器的线宽典型值是10pm,pm级的滤波线宽可以有效滤除光量子信号外的噪声。

附图说明

[0040] 图1是根据本发明实施例提供的量子与经典激光通信复用接收装置的方框图;

[0041] 图2A为根据本发明实施例提供的采用第一FP腔滤波器进行滤波的量子与经典激光通信复用接收装置的信道示意图;

[0042] 图2B为常规量子与经典激光通信复用接收装置的信道示意图;

[0043] 图3为根据本发明实施例提供的第一FP腔滤波器的组成图;

[0044] 图4是根据本发明实施例提供的量子与经典激光通信复用系统的方框图。

[0045] 附图标记说明

[0046] 1量子与经典激光通信复用接收装置

[0047] 11第一密集型光波复用器

[0048] 12激光通信解码探测器

[0049] 13第一FP腔滤波器

[0050] 131输入准直器

[0051] 132滤光片

[0052] 133 FP腔

[0053] 134热敏电阻

[0054] 135半导体制冷器

[0055] 136输出准直器

[0056] 14量子解码器

[0057] 15单光子探测器

- [0058] 2量子与经典激光通信发射装置
- [0059] 21通信激光器
- [0060] 22量子激光器
- [0061] 23经典编码器
- [0062] 24量子编码器
- [0063] 25光纤放大器
- [0064] 26第二FP腔滤波器
- [0065] 27衰减器
- [0066] 28第二密集型光波复用器
- [0067] 3处理装置
- [0068] 31数据处理器
- [0069] 32密钥管理器

具体实施方式

[0070] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚明白,以下结合具体实施例,并参照附图,对本发明作进一步的详细说明。

[0071] 图1是根据本发明实施例提供的量子与经典激光通信复用接收装置的方框图。

[0072] 如图1所示,量子与经典激光通信复用接收装置1,包括:第一密集型光波复用器11、至少一个激光通信解码探测器12、至少一个第一FP腔滤波器13、至少一个量子解码器14和至少一个单光子探测器15。

[0073] 第一密集型光波复用器11适用于使接收的复用信号中的各信号分离,得到至少一个波长(例如为 $\lambda'_1 \sim \lambda'_n$)的经典光信号和至少一个波长(例如为 $\lambda_1 \sim \lambda_n$)的光量子信号。每个上述激光通信解码探测器12适用于一一对应地对一个波长的经典光信号进行探测,得到第一探测电信号。每个上述第一FP腔滤波器13适用于一一对应地对一个波长的光量子信号进行滤波,得到第一滤波量子信号。每个上述量子解码器14适用于一一对应地对一个波长的滤波信号进行解码,得到解码光信号。每个上述单光子探测器15适用于一一对应地对一个波长的解码光信号进行探测,得到第二探测电信号;

[0074] 其中,上述第一FP腔滤波器13的滤波线宽被配置为使上述光量子信号的信道和上述经典光信号的信道之间的距离小于或者等于0.8nm。

[0075] 根据本发明的实施例,通过在量子与经典激光通信复用接收装置中设置了至少一个第一FP腔滤波器13,并使得该第一FP腔滤波器13一一对应地对一个波长的光量子信号进行滤波,由于该第一FP腔滤波器13的滤波线宽被配置为使光量子信号的信道和经典光信号的信道之间的距离小于或者等于0.8nm,因此可以减小经典光信号的信道和量子信道之间的波长间隔,提供更多可用的波长信道,扩充了信道的容量,提高了传输速率。

[0076] 图2A为根据本发明实施例提供的采用第一FP腔滤波器进行滤波的量子与经典激光通信复用接收装置的信道示意图。

[0077] 图2B为常规量子与经典激光通信复用接收装置的信道示意图。

[0078] 如图2A和图2B所示,由于采用了第一FP腔滤波器进行窄带滤波,可以减小经典光信号的信道和量子信道之间的波长间隔,提供更多可用的波长信道,扩充了信道的容量,提

高了传输速率。

[0079] 根据本发明的实施例,第一FP腔滤波器13可以有效抑制在传输中由经典光信号的强光引起的拉曼散射引入的噪声;同时,第一FP腔滤波器13可以有效抑制白天太阳光引入的背景噪声。且该窄线宽、高效率的高性能集成的第一FP腔滤波器13的线宽典型值是10pm, pm级的滤波线宽可以有效滤除光量子信号外的噪声。

[0080] 图3为根据本发明实施例提供的第一FP腔滤波器的组成图。

[0081] 如图3所示。以集成蝶形FP腔滤波器为例,上述第一FP腔滤波器13包括:输入准直器131、滤光片132、FP腔133、热敏电阻134、半导体制冷器135和输出准直器136。

[0082] 输入准直器131适用于将上述光量子信号进行扩束,并将扩束后的光量子信号转换为在自由空间传输。滤光片132适用于对上述自由空间传输的光量子信号进行滤波。FP腔133适用于对经上述滤光片滤波后的在自由空间传输的光量子信号进行滤波,得到上述第一滤波量子信号。热敏电阻134适用于采集上述FP腔133的环境温度。半导体制冷器135适用于对上述FP腔33的环境温度进行控制。输出准直器136适用于输出上述第一滤波量子信号。滤光片132可以为WDM/带通相干滤光片/边通滤光片的结构。

[0083] 根据本发明的实施例,热敏电阻134和FP腔133均集成于半导体制冷器135上,以实现FP腔133温度的稳定控制。输入准直器131、滤光片132、FP腔133、热敏电阻134、半导体制冷器135和输出准直器136等封装在同一个微型封装体内,得到第一FP腔滤波器13。封装后得到的第一FP腔滤波器13,封装后的第一FP腔滤波器13受到外界环境的影响较小,能够实现高效率的光学耦合。该集成第一FP腔滤波器可实现窄线宽、高效率的滤波,同时也具备稳定,便于使用等特点。

[0084] 根据本发明的实施例,第一FP腔滤波器13与密集型光波复用器相结合的量子与经典激光通信复用系统在量子通信中有广泛的应用场景。通过替换FP腔133和滤光片132,可以使该集成FP腔滤波器适用于所有不同量子信道,不同通信波长,不同滤波需求的量子与经典复用系统。

[0085] 根据本发明的实施例,上述单光子探测器15为铟镓砷探测器或超导探测器。

[0086] 根据本发明的实施例,上述量子解码器14的解码方式为被动解码方式。

[0087] 图4是根据本发明实施例提供的量子与经典激光通信复用系统的方框图。

[0088] 如图4所示,量子与经典激光通信复用系统,包括:量子与经典激光通信发射装置2、量子与经典激光通信复用接收装置1和处理装置3。

[0089] 量子与经典激光通信发射装置2适用于将至少一个波长的经典光信号和至少一个波长的光量子信号复用得到复用信号,以及对上述复用信号进行发射。量子与经典激光通信复用接收装置1适用于根据复用信号得到第一探测电信号和第二探测电信号。处理装置3适用于对上述第一探测电信号和上述第二探测电信号进行处理,得到密钥,并对密钥进行密钥管理,其中,处理装置3包括数据处理器31和密钥管理器32。数据处理器31适用于以第一探测电信号作为同步电信号,从而对第二探测电信号进行基矢比对、隐秘放大等处理,以得到密钥。密钥管理器32适用于对得到的密钥进行密钥管理。

[0090] 根据本发明的实施例,复用后的至少一个波长的经典光信号和至少一个波长的光量子信号经过量子信道传输至量子与经典激光通信复用接收装置。量子信道为光纤信道或自由空间信道。

[0091] 根据本发明的实施例,上述量子与经典激光通信发射装置包括:至少一个通信激光器21、至少一个量子激光器22、至少一个经典编码器23、至少一个量子编码器24、至少一个光纤放大器25、至少一个第二FP腔滤波器26、至少一个衰减器27以及第二密集型光波复用器28。

[0092] 至少一个通信激光器21适用于发出至少一个波长的上述经典光信号。至少一个量子激光器22适用于发出至少一个波长的上述光量子信号。每个上述经典编码器一一对应地与一个波长的通信激光器连接,上述经典编码器23适用于对相应波长的经典光信号进行编码,得到编码经典光信号。每个上述量子编码器24适用于一一对应地与一个波长的量子激光器22连接,上述量子编码器24适用于对相应波长的光量子信号进行编码,得到编码光量子信号。每个上述光纤放大器25适用于一一对应对上述编码经典光信号进行放大,得到放大经典光信号。每个上述第二FP腔滤波器26适用于一一对应地对一个波长的编码光量子信号进行滤波,得到第二滤波量子信号。每个上述衰减器27适用于一一对应地对一个波长的第二滤波量子信号进行衰减,得到衰减量子信号。第二密集型光波复用器28适用于将所有上述衰减量子信号和所有上述放大经典光信号进行复用,得到上述复用信号。

[0093] 根据本发明的实施例,量子激光器22和量子编码器24组成量子光源。

[0094] 根据本发明的实施例,在量子与经典激光通信发射装置2和量子与经典激光通信复用接收装置1中,各器件之间均是采用光纤连接,因此在量子与经典激光通信发射装置2和量子与经典激光通信复用接收装置1内光量子信号的信道为光纤信道。在本发明的实施例中,光量子信号和经典光信号的波长均选择在C波段。这是由于,针对光纤信道的光量子信号的传输,光纤在C波段中表现出最低的损耗,在长距离传输系统中占有较大的优势。量子与经典激光通信发射装置2和量子与经典激光通信复用接收装置1之间,为自由空间信道,针对自用空间信道的量子通信(光量子信号的传播),C波段在大气中有通信窗口,激光损耗较低,且该波段的太阳背景辐射较小,噪声较低。以1550.12 nm的中心波长为基准,选择间隔0.8 nm且依次减小的n个波长作为光量子信号的工作波长;以1550.12 nm的中心波长为基准,选择间隔0.8 nm且依次增大的n个波长作为经典光信号的工作波长。这里,0.8 nm是典型商用的DWDM的波长间隔。间隔更窄的定制密集型光波复用器(DWDM)能更好适配该系统。

[0095] 根据本发明的实施例,上述量子激光器为单纵模DFB激光器。该DFB激光器采用外调制方式。在外调制情况下,由于高速电信号不直接作用于激光器,激光器处于稳定的连续工作状态,减少了输出激光的频率啁啾。

[0096] 根据本发明的实施例,激光通信光源输出经典光信号,激光通信光源包括通信激光器21、经典编码器23和光纤放大器25,该光纤放大器为掺铒光纤放大器(EDFA)。

[0097] 根据本发明的实施例,上述量子编码器的编码方式基于偏振编码的诱骗态协议,上述诱骗态协议为信号态、诱骗态或者真空态,上述信号态与上述诱骗态的平均光子数的不同。

[0098] 根据本发明的实施例,上述偏振编码包括水平偏振态编码、竖直偏振态编码、正45°偏振态编码或者负45°偏振态编码。

[0099] 根据本发明的实施例,量子与经典激光通信复用接收装置1中的第二密集型光波复用器实现量子与激光通信的复用。典型地,第二密集型光波复用器28可以选择C波段的

DWDM,业界通行的标准相邻波长间隔为0.8nm。

[0100] 根据本发明的实施例,量子与经典激光通信发射装置2中的第一密集型光波复用器实现量子与激光通信的解复用。第一密集型光波复用器11可以选择C波段的DWDM,业界通行的标准相邻波长间隔为0.8nm。

[0101] 以上所述的具体实施例,对本发明的目的、技术方案和有益效果进行了进一步详细说明,应理解的是,以上所述仅为本发明的具体实施例而已,并不用于限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内,所做的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

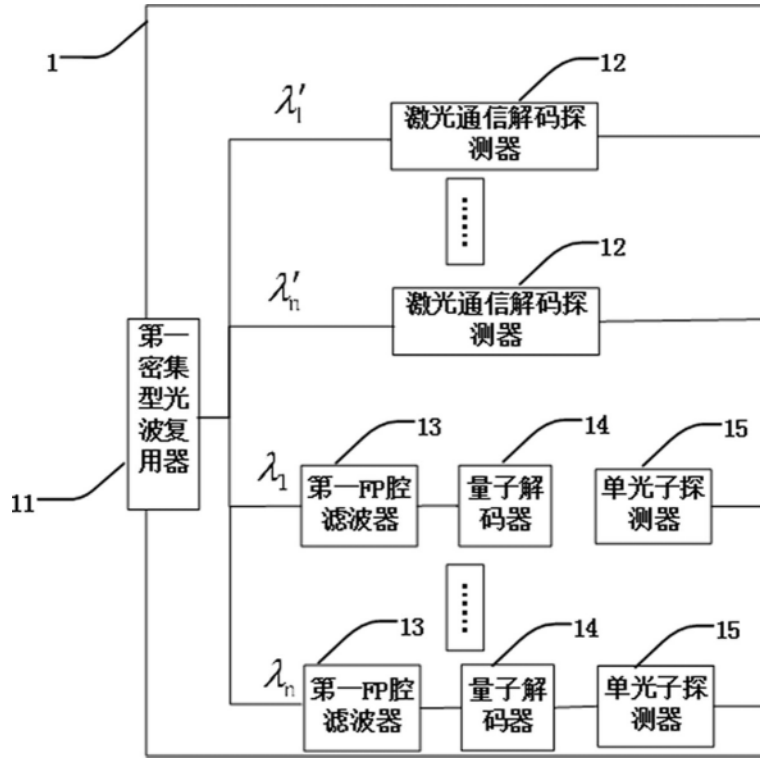


图 1

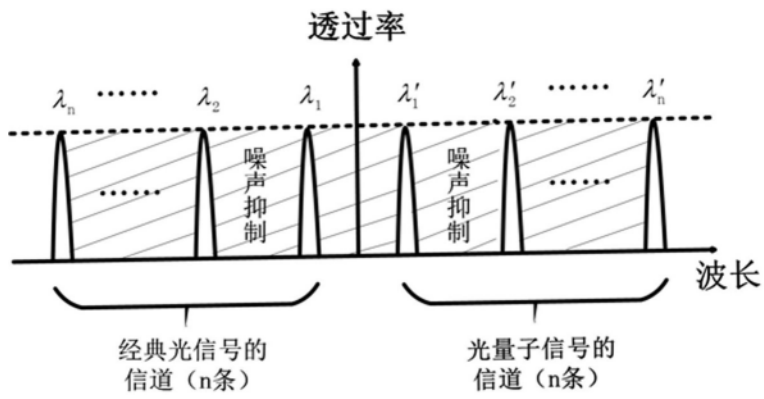


图 2A

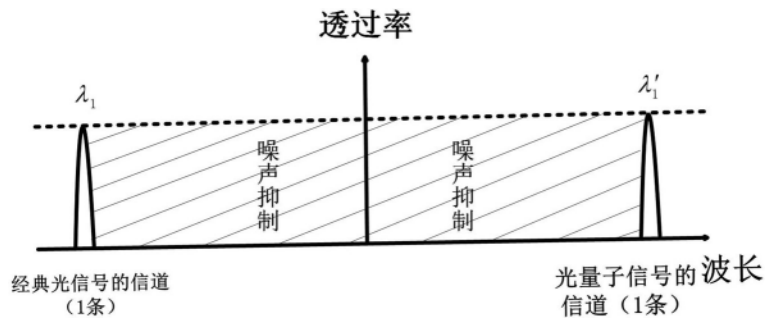


图 2B

集成蝶形FP腔滤波器

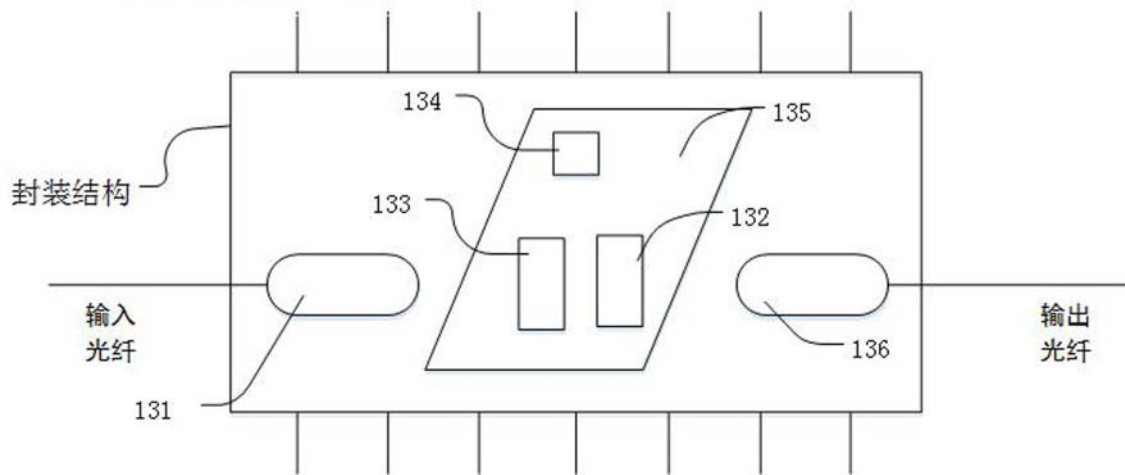


图 3

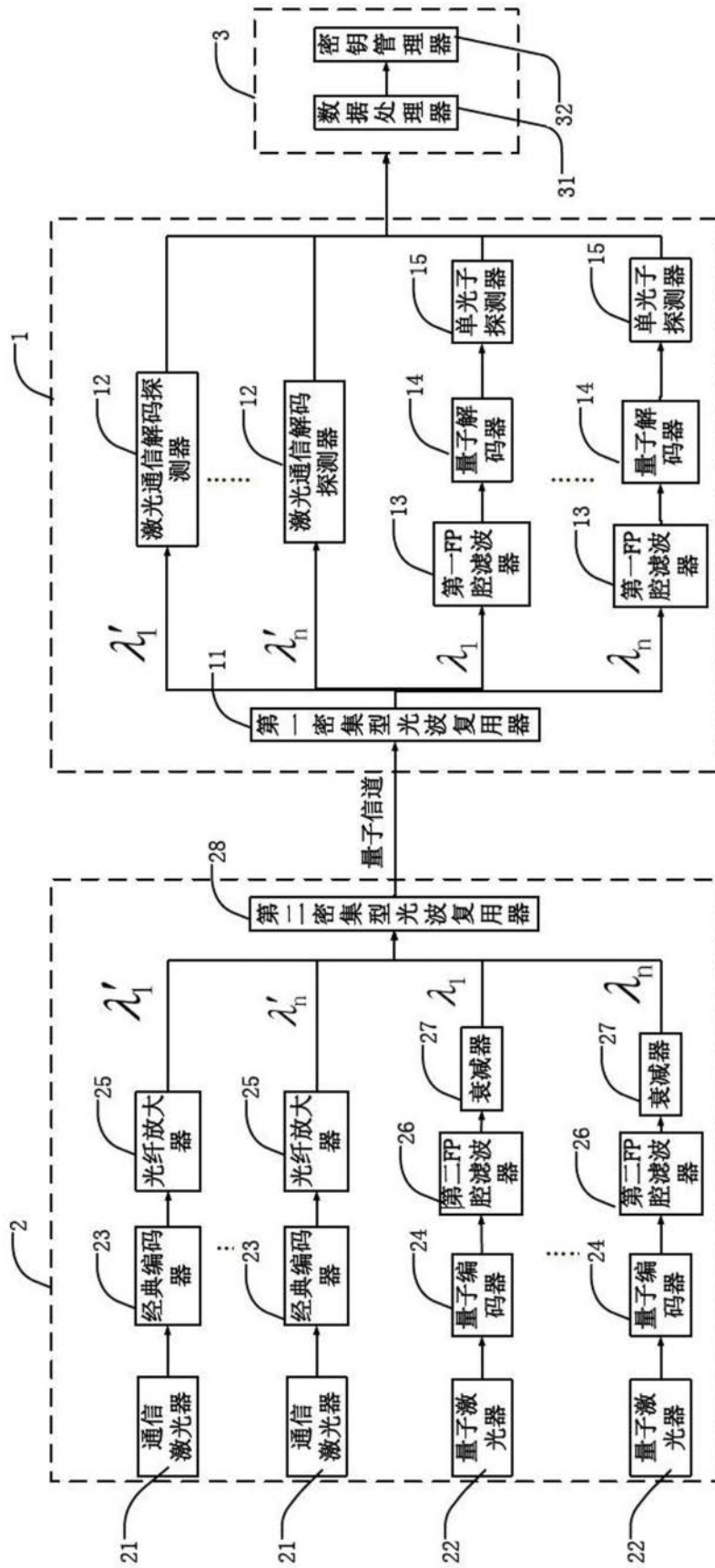


图 4