(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110911948 A
(43)申请公布日 2020.03.24

(21)申请号 201911204061.9

(22)申请日 2019.11.29

(71)申请人 西安奇芯光电科技有限公司
地址 710119 陕西省西安市高新区上林苑一路15号B栋二层

(72)发明人 郭菲 范修宏 马云振 徐之光 程东

(74)专利代理机构 西安智邦专利商标代理有限公司 61211
代理人 汪海艳

(51)Int.Cl.
H01S 3/00(2006.01)
H01S 3/067(2006.01)
H01S 3/10(2006.01)

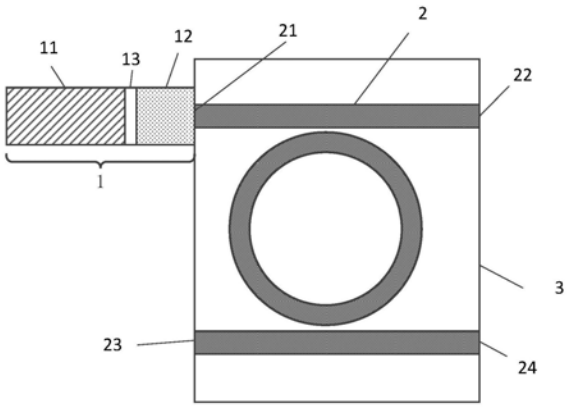
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54)发明名称

一种基于混合集成技术的啁啾管理激光器

(57)摘要

本发明属于光器件领域，公开了一种基于混合集成技术的啁啾管理激光器，解决现有啁啾管理激光器难以进行更高的调制速率传输以及更远距离传输的问题，该结构包括无源反馈激光器和微环谐振滤波器，无源反馈激光器由DFB激光器和相位调制器组成。DFB激光器用于产生单频光信号。相位调制器用于实现对光信号的频率调制。微环谐振滤波器用于对经过调制的光载波进行重新整形，实现光信号的频率调制到幅度调制的转换。相比于其他类型的啁啾管理激光器，本发明激光器结构可以减小激光器的瞬态啁啾，调制信号速率也不受DFB激光器的弛豫谐振频率限制，因此不需要设计优化DFB激光器结构，即可实现25Gb/s、40Gb/s等更高的速率和更远的传输距离。



CN 110911948 A

1.一种基于混合集成技术的啁啾管理激光器,其特征在于:包括无源反馈激光器和微环谐振滤波器;

所述无源反馈激光器包括对接的DFB激光器和相位调制器;所述相位调制器的波导材料带隙宽度大于DFB激光器波导材料的带隙宽度;

所述DFB激光器为有源器件,用于产生稳定的单频光信号;

所述相位调制器为无源器件,用于通过调制其波导区域的折射率,实现单频光信号的频率调制;

所述微环谐振滤波器为无源器件,用于对经过频率调制的光信号进行重新整形,实现光信号从频率调制到幅度调制的转换。

2.根据权利要求1所述的基于混合集成技术的啁啾管理激光器,其特征在于:所述微环谐振滤波器包括两条直波导和一个环形波导;所述两条直波导在同一平面内相互平行,所述环形波导位于两条直波导之间;两条直波导与环形波导之间的光信号通过倏逝场进行耦合。

3.根据权利要求2所述的基于混合集成技术的啁啾管理激光器,其特征在于:所述的微环谐振滤波器包括输入端口、直通端口、下载端口和上载端口;

其中一条直波导的两端分别为输入端口及直通端口;另一条直波导的两端分别为下载端口和上载端口;

其中,经过频率调制的光信号从输入端口进入微环谐振滤波器,经过重新整形的光信号从直通端口输出。

4.根据权利要求3所述的基于混合集成技术的啁啾管理激光器,其特征在于:所述的无源反馈激光器和微环谐振滤波器通过混合集成的方式集成。

5.根据权利要求4所述的基于混合集成技术的啁啾管理激光器,其特征在于:所述的微环谐振滤波器的基底材料为硅或其它无源波导材料;所述无源反馈激光器的基底材料为Ⅲ-Ⅴ族材料。

6.根据权利要求1-5任一所述的基于混合集成技术的啁啾管理激光器,其特征在于:所述DFB激光器与相位调制器之间设有隔离槽,用于实现DFB激光器与相位调制器之间的电隔离。

7.根据权利要求6所述的基于混合集成技术的啁啾管理激光器,其特征在于:所述DFB激光器与相位调制器实现单片集成的方案为对接生长技术、非对称双波导集成技术、量子阱混杂技术或其他有源无源集成技术。

一种基于混合集成技术的啁啾管理激光器

技术领域

[0001] 本发明涉及一种啁啾管理直接调制激光器,特别是一种基于混合集成技术的啁啾管理激光器,属于光器件领域。

背景技术

[0002] 近年来,由于高清视频、数据中心、智能家居、虚拟现实技术等业务的迅速发展,人们对通信网络的带宽、传输速率、传输距离等需求越来越高。作为光通信网络的核心器件,高速光发射芯片一直是人们研究的重点。

[0003] 光发射芯片主要包括基于直接调制格式的分布反馈(DFB)激光器和基于外调制格式的电吸收调制激光器(EML)等。其中,EML具有消光比高、啁啾低等优势,适于40km以上的远距离传输,但是器件结构复杂、功耗高、成本高,限制了其在光通信网络中的大规模应用。DFB激光器具有功耗低、制作简单、成本低等优势,但也受到瞬态啁啾大、消光比低等因素的限制,只适于应用在10km以内的短距离传输系统。

[0004] 为了解决DFB激光器瞬态啁啾大、消光比低的问题,一种啁啾管理激光器结构被提出,使得低功耗、低成本、结构简单的DFB激光器应用于远距离传输领域成为可能。该结构主要包括DFB激光器和无源光学整形滤波器两部分,当给DFB激光器加NRZ等脉冲调制信号时,激光器会产生瞬态、绝热等频率啁啾,光学整形滤波器的作用是将激光器产生的频率调制信号转换为幅度调制信号,通过滤波器的边沿滤波效应即可实现频率调制到幅度调制的转换,增加激光器的色散容差和提高消光比性能。目前,啁啾管理激光器已经成功应用于10Gb/s、200km的光通信传输系统。

[0005] 但是这种啁啾管理激光器如果不对DFB激光器的材料结构进行优化设计,很难进行更高的调制速率传输,如25Gb/s、40Gb/s,主要是由于当调制信号速率较高时,DFB激光器往往需要更大的偏置和调制电流,以获得更大的弛豫谐振频率,这样会增加器件的瞬态啁啾和恶化器件的性能。较大的瞬态啁啾会增加光纤传输系统的色散功率代价和误码率,难以实现远距离传输。另外,DFB激光器的调制速率直接受激光器的弛豫谐振频率限制,要想获得更高的调制信号速率,DFB激光器的材料结构需要优化设计,从而增加成本。

发明内容

[0006] 本发明的目的是提供一种基于混合集成技术的啁啾管理激光器,解决现有啁啾管理激光器难以进行更高的调制速率传输以及更远距离传输的问题。在该结构中调制信号加在相位调制器区域,通过改变相位调制器波导结构的折射率,实现对光信号的频率调制。由于调制信号加在无源区域,激光器的瞬态啁啾大大降低,可实现更远距离传输,另外,调制速率也不受DFB激光器的弛豫谐振频率限制,可以实现25Gb/s、40Gb/s等更高的速率。

[0007] 本发明的技术方案是提供一种基于混合集成技术的啁啾管理激光器,其特殊之处在于:包括无源反馈激光器和微环谐振滤波器;

[0008] 上述无源反馈激光器包括对接的DFB激光器和相位调制器;上述相位调制器的波

导材料带隙宽度大于DFB激光器波导材料的带隙宽度；

[0009] 上述DFB激光器为有源器件，用于产生稳定的单频光信号；

[0010] 上述相位调制器为无源器件，用于通过调制其波导区域的折射率，实现单频光信号的频率调制；

[0011] 上述微环谐振滤波器为无源器件，用于对经过频率调制的光信号进行重新整形，实现光信号从频率调制到幅度调制的转换，从而提高DFB激光器的消光比性能。

[0012] 进一步地，上述微环谐振滤波器包括两条直波导和一个环形波导；上述两条直波导在同一平面内相互平行，上述环形波导位于两条直波导之间；两条直波导与环形波导之间的光信号通过倏逝场进行耦合。

[0013] 进一步地，上述的微环谐振滤波器包括四个输入输出端口，分别为：输入端口、直通端口、下载端口和上载端口；

[0014] 其中一条直波导的两端分别为输入端口及直通端口；另一条直波导的两端分别为下载端口和上载端口；

[0015] 其中，经过频率调制的光信号从输入端口进入微环谐振滤波器，经过重新整形的光信号从直通端口输出。

[0016] 进一步地，上述的无源反馈激光器和微环谐振滤波器通过混合集成的方式集成。

[0017] 进一步地，微环谐振滤波器的基底材料为硅或其它无源波导材料；所述无源反馈激光器的基底材料为Ⅲ-Ⅴ族材料。

[0018] 进一步地，上述DFB激光器与相位调制器之间设有隔离槽，用于实现DFB激光器与相位调制器之间的电隔离。

[0019] 进一步地，DFB激光器与相位调制器实现单片集成的方案为对接生长技术、非对称双波导集成技术、量子阱混杂技术或其他有源无源集成技术。

[0020] 上述基于混合集成技术的啁啾管理激光器的具体工作原理如下：

[0021] 在无源反馈激光器的DFB激光器区域加偏置电流，产生稳定的单频光信号；在相位调制器区域加反向偏压和调制信号，实现其波导区域快速的折射率调制，进而实现对单频光信号快速的频率调制。当相位调制器区域的波导材料带隙宽度比DFB激光器区域大很多时，由相位调制器的折射率调制引起的波导损耗几乎可以忽略，此时，在无源反馈激光器中，只有信号的频率调制，几乎没有幅度调制。因此，在这种无源反馈激光器结构中，调制信号速率不受DFB激光器的弛豫谐振频率限制，只受相位调制器区域的寄生阻抗影响，因此，通过合理设计相位调制器的结构参数，使得相位调制器区域的寄生阻抗降低，激光器的调制速率就会提高，因而可能会实现25Gb/s、40Gb/s等较高的调制速率。

[0022] 微环谐振滤波器对经过调制的光载波进行重新整形，实现频率调制到幅度调制的转换，减小激光器的瞬态啁啾，提高信号的消光比。相比于体积巨大、装配工艺复杂的etalon标准具等滤波器结构，微环谐振滤波器结构具有结构紧凑、带宽窄、品质因子高、且适于与激光器集成等优势。

[0023] 本发明的有益效果是：

[0024] (1)本发明基于混合集成技术的啁啾管理激光器结构，相比于其他类型的啁啾管理激光器结构，通过改变相位调制器区域波导的折射率，实现对光信号的频率调制，可以减小激光器的瞬态啁啾，实现25Gb/s、40Gb/s等更高的速率和更远的传输距离。

[0025] (2)本发明基于混合集成技术的啁啾管理激光器结构，相比于其他类型的啁啾管理激光器结构，调制信号速率也不受DFB激光器的弛豫谐振频率限制，因此不需要设计优化DFB激光器结构，即可实现25Gb/s、40Gb/s等更高的速率传输。

[0026] (3)本发明基于混合集成技术的啁啾管理激光器结构中，滤波器采用微环谐振滤波器结构，相比于etalon标准具等滤波器结构，具有结构紧凑，带宽窄，品质因子高，适于与激光器集成等优势。

[0027] (4)本发明基于混合集成技术的啁啾管理激光器结构，相比于其他类型的啁啾管理激光器结构，无源反馈激光器通过混合集成的方式与微环谐振滤波器进行集成。无源反馈激光器和微环谐振滤波器可以采用不同的材料结构，分别进行优化，从而实现最佳的性能。

[0028] (5)本发明基于混合集成技术的啁啾管理激光器结构，具有功耗低、消光比高、调制速率高、传输距离远等优势，是远距离光通信传输领域极具竞争力的器件。

附图说明

[0029] 图1为本发明的基于混合集成技术的啁啾管理激光器结构；

[0030] 图2为基于混合集成技术的啁啾管理激光器的原理示意图；

[0031] 图3为无源反馈激光器结构示意图；

[0032] 图中附图标记为：1-无源反馈激光器，11-DFB激光器，12-相位调制器，13-隔离槽，14-光栅，15电极，2-微环谐振滤波器，21-输入端，22-直通端，23-下载端，24-上载端，3-平面光波导芯片。

具体实施方式

[0033] 以下结合附图及具体实施例对本发明做进一步地描述。

[0034] 依据本发明实施的一种基于混合集成技术的啁啾管理激光器结构如图1所示。该结构主要由无源反馈激光器1和微环谐振滤波器2两部分组成，其中，无源反馈激光器1由DFB激光器11和相位调制器12组成。

[0035] 基于混合集成技术的啁啾管理激光器的工作原理如图2所示。在无源反馈激光器1的DFB激光器区域加偏置电流，产生稳定的单频光信号；在相位调制器区域加反向偏压和调制信号，实现相位调制器波导区域快速的折射率调制，进而实现对单频光信号快速的频率调制。当相位调制器区域的波导材料带隙宽度比DFB激光器区域大很多时，由相位调制器12的折射率调制引起的波导损耗几乎可以忽略，此时，在无源反馈激光器1中，只有信号的频率调制，几乎没有幅度调制。因此，在这种无源反馈激光器结构中，调制信号速率不受DFB激光器的弛豫谐振频率限制，只受相位调制器区域的寄生阻抗影响，因此，通过合理设计相位调制器的结构参数，即可实现25Gb/s、40Gb/s等高速率信号传输。

[0036] 加调制信号后，无源反馈激光器1的输出光谱如图2所示，在经过微环谐振滤波器传输谱的重新整形后，啁啾管理激光器相比于无源反馈激光器的输出光谱，实现了从频率调制到幅度调制的转换，既减小了激光器瞬态啁啾，又提高了信号的消光比。相比于体积巨大、装配工艺复杂的etalon标准具等滤波器结构，微环谐振滤波器结构具有结构紧凑、带宽窄、品质因子高、且适于与激光器集成等优势。

[0037] 基于混合集成技术的啁啾管理激光器结构中既包括基于InP、GaAs等Ⅲ-Ⅴ族材料的无源反馈激光器结构，也包括基于硅材料的微环谐振滤波器结构。其中，无源反馈激光器1由DFB激光器11和相位调制器12组成，其结构示意图如图3所示。DFB激光器11为多量子阱有源结构，可以通过金属有机物化学气相沉积进行材料外延生长，并且在内部通过干法或湿法刻蚀引入光栅14结构，使得激光器能够保持稳定的单模激射。相位调制器12为无源结构，其波导材料带隙宽度比DFB激光器区域的带隙宽度要大，如对于1.55微米的量子阱DFB激光器11，相位调制器12的波导材料带隙波长可以选择1.2微米或1.3微米，这样相位调制器区域的波导吸收损耗可以忽略。DFB激光器11与相位调制器12实现单片集成的方案为对接生长技术、非对称双波导集成技术、量子阱混杂技术或其他有源无源集成技术。为了保证DFB激光器11和相位调制器12区域的电隔离性能，在这两个区域之间有一段隔离槽13，可以通过注入He^{+}等起到电学隔离的作用。

[0038] 对于基于混合集成技术的啁啾管理激光器中的微环谐振滤波器2结构，采用的材料基底为硅(平面光波导芯片3)，由两条直波导和一个环形波导组成，直波导与环形波导之间的光通过倏逝场进行耦合。两条直波导在同一平面内相互平行，环形波导位于两条直波导之间。微环谐振滤波器2结构主要有四个输入输出端口:输入端21、直通端22、上载端24和下载端23，其中，从无源反馈激光器1输出经过调制的光信号从输入端21口进入微环谐振滤波器2，经过重新整形的光信号从直通端22输出。实现频率调制到幅度调制的转换，减小激光器的瞬态啁啾，提高信号的消光比。

[0039] 对于基于混合集成技术的啁啾管理激光器中的微环谐振滤波器结构，无源反馈激光器1和微环谐振滤波器2之间的集成方式为混合集成。混合集成可以实现不同体系材料器件之间的集成，可以分别对激光器和无源微环谐振滤波器结构分别进行优化设计，从而实现最佳的性能。为了增加无源反馈激光器1和微环谐振滤波器2之间的模式匹配效率，微环谐振滤波器2的输入端21口需要进行模斑尺寸设计。

[0040] 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，所应理解的是，以上所述仅为本发明的具体实施例而已，并不限制本发明，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，均包含在本发明的保护范围之内。

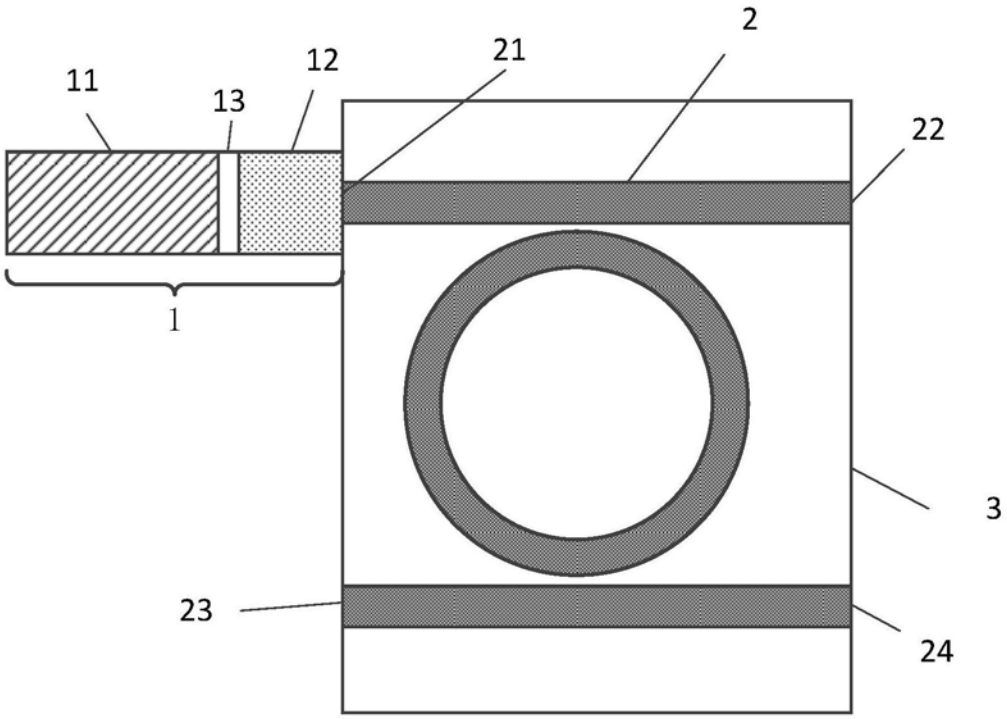

2
21
11
12
13
22
1
3
23
24

图1

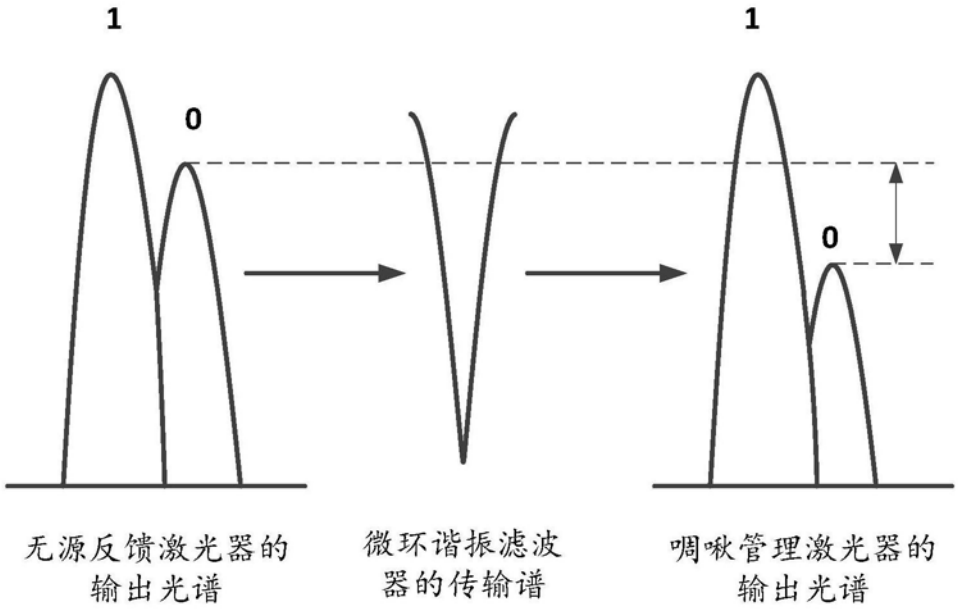

1
0
1
0
无源反馈激光器的输出光谱
微环谐振滤波器的传输谱
啁啾管理激光器的输出光谱

图2

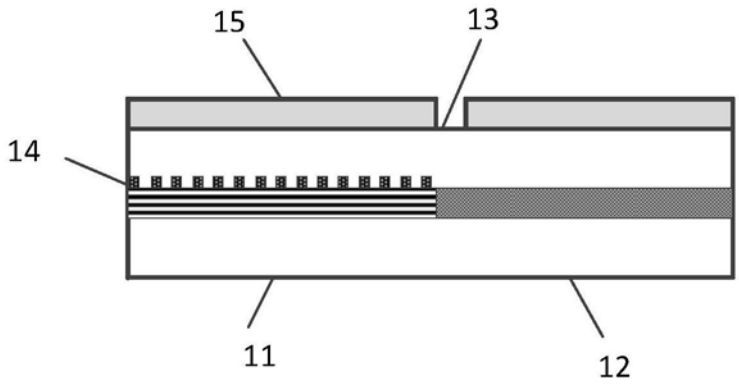


图3