

(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 202160181 U

(45) 授权公告日 2012. 03. 07

(21) 申请号 201120283506. X

(ESM) 同样的发明创造已同日申请发明专利

(22) 申请日 2011. 08. 05

(73) 专利权人 中国电子科技集团公司第三十四研究所

地址 541004 广西壮族自治区桂林市六合路 98 号

(72) 发明人 吴国锋 罗青松 刘志强

(74) 专利代理机构 桂林市持衡专利商标事务所有限公司 45107

代理人 陈跃琳

(51) Int. Cl.

H04B 10/17(2006. 01)

H04B 10/18(2006. 01)

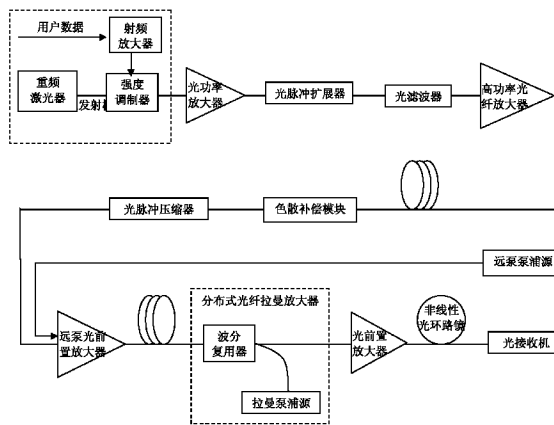
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 2 页

(54) 实用新型名称

无中继光纤传输系统

(57) 摘要

本实用新型公开一种无中继光纤传输系统, 包括由传输光纤依次连接的光发射机、光功率放大器、光脉冲扩展器、光滤波器、高功率光纤放大器、色散补偿模块、光脉冲压缩器、远泵光前置放大器、分布式光纤拉曼放大器、光前置放大器、非线性光环路镜和光接收机。远泵光前置放大器上连接有远泵泵浦源, 分布式光纤拉曼放大器则主要由拉曼泵浦源、波分复用器及远泵光前置放大器后的光信号传输光纤构成。本实用新型利用线性啁啾光纤光栅对皮秒光脉冲进行时域展宽, 经高功率放大后在光纤中传输, 在适当距离采用反向放置的线性啁啾光纤光栅对时域扩展脉冲进行压缩并恢复为皮秒脉冲, 以此获得扩时增益, 使无中继光纤传输系统的传输距离得到扩展。



1. 无中继光纤传输系统,包括由传输光纤依次连接的光发射机、光功率放大器、远泵光前置放大器、分布式光纤拉曼放大器、光前置放大器和光接收机;其中远泵光前置放大器上连接有远泵泵浦源,分布式光纤拉曼放大器则主要由拉曼泵浦源、波分复用器及远泵光前置放大器后的光信号传输光纤构成;其特征是还进一步包括:由传输光纤依次连接的光脉冲扩展器、光滤波器、高功率光纤放大器、色散补偿模块和光脉冲压缩器;

其中光脉冲扩展器和光脉冲压缩器均由一线性啁啾光纤光栅和一光环形器构成,线性啁啾光纤光栅连接在光环形器的第二端口上,光环形器的第一端口和第三端口分别形成光脉冲扩展器或光脉冲压缩器的输入端和输出端;上述光脉冲压缩器与光脉冲扩展器采用相同的线性啁啾光纤光栅,但其连接在相应的环形器上时,其放置的方向相反;

光功率放大器与光脉冲扩展器连接,光脉冲压缩器与远泵光前置放大器相连,高功率光纤放大器与色散补偿模块之间设有一段长距离光纤,远泵光前置放大器与分布式光纤拉曼放大器之间设有另一段长距离光纤。

2. 根据权利要求1所述的无中继光纤传输系统,其特征在于:所述高功率光纤放大器为铒/镱共掺光纤放大器。

3. 根据权利要求1或2所述的无中继光纤传输系统,其特征在于:所述光发射机主要由重频激光器、强度调制器和射频放大器组成;射频放大器的输入端与用户信息相连,射频放大器的输出端和重频激光器的输出端分别连接在强度调制器的2个输入端上,强度调制器的输出端与光功率放大器连接。

4. 根据权利要求1或2所述的无中继光纤传输系统,其特征在于:所述光前置放大器和光接收机之间还串接有非线性光环路镜。

无中继光纤传输系统

技术领域

[0001] 本实用新型涉及光纤传输领域,具体涉及一种无中继光纤传输系统。

背景技术

[0002] 目前,国内外无中继光纤传输系统的解决方案为在距离靠近发射机一侧数十公里(50-70km)处采用远泵 EDFA 光功率放大器,在距离靠近接收机一侧百公里(110-140km)处采用远泵 EDFA 光前置放大器,并在接收机一侧采用分布式光纤拉曼放大器。由于位于发射机端 1480nm 波长的泵浦光需要经数十公里(50-70km)传输才能到达远泵 EDFA 光功率放大器,而在长距离传输过程中,光纤会受到受激拉曼散射效应的影响,其泵浦光的大部分能量将转移到拉曼频移波长上。因此,目前无中继光纤传输系统的解决方案,其有用的 1480nm 波长泵浦光功率很低,使靠近发射端的远泵 EDFA 光功率放大器的输出功率受限;而靠近接收端的远泵 EDFA 光前置放大器的输入灵敏度有限,从而导致远泵 EDFA 光功率放大器与远泵 EDFA 光前置放大器之间的传输距离受限,整个无中继光纤传输系统的传输距离也随之受限。

实用新型内容

[0003] 为了解决目前无中继光纤传输系统的传输距离受限问题,本实用新型提出一种无中继光纤传输系统。本实用新型提出了一种全新概念的扩时增益方法,并采用发射机处的本地高功率光功率放大器代替远泵光功率放大器,采用皮秒光脉冲时域扩展后进行高功率放大和低功率扩展脉冲的时域压缩技术,以获得扩时增益,可大大提高现有无中继光纤传输系统的传输距离。

[0004] 本实用新型解决其技术问题所采用的技术方案是:

[0005] 一种无中继光纤传输系统,包括由传输光纤依次连接的光发射机、光功率放大器、远泵光前置放大器、分布式光纤拉曼放大器、光前置放大器和光接收机;其中远泵光前置放大器上连接有远泵泵浦源,分布式光纤拉曼放大器则主要由拉曼泵浦源、波分复用器及远泵光前置放大器后的光信号传输光纤构成;其不同之处是还进一步包括:由传输光纤依次连接的光脉冲扩展器、光滤波器、高功率光纤放大器、色散补偿模块和光脉冲压缩器;

[0006] 其中光脉冲扩展器和光脉冲压缩器均由一线性啁啾光纤光栅和一光环形器构成,线性啁啾光纤光栅连接在光环形器的第二端口上,光环形器的第一端口和第三端口分别形成光脉冲扩展器或光脉冲压缩器的输入端和输出端;上述光脉冲压缩器与光脉冲扩展器采用相同的线性啁啾光纤光栅,但其连接在相应的环形器上时,其放置的方向相反;

[0007] 光功率放大器与光脉冲扩展器连接,光脉冲压缩器与远泵光前置放大器相连,高功率光纤放大器与色散补偿模块之间设有一段长距离光纤,远泵光前置放大器与分布式光纤拉曼放大器之间设有另一段长距离光纤。

[0008] 上述方案中,所述高功率光纤放大器为铒/镱共掺光纤放大器。

[0009] 上述方案中,所述光发射机主要由重频激光器、强度调制器和射频放大器组成;射

频放大器的输入端与用户信息相连,射频放大器的输出端和重频激光器的输出端分别连接在强度调制器的 2 个输入端上,强度调制器的输出端与光功率放大器连接。

[0010] 为了能够消除传输线路中出现的光克尔非线性效应,上述方案所述光前置放大器和光接收机之间还串接有非线性光环路镜。

[0011] 与现有技术相比,本实用新型对重复频率等于信息传输速率的宽谱皮秒光脉冲源进行外调制加载用户信息。加载用户信息的宽谱皮秒光脉冲经线性啁啾光纤光栅进行时域扩展,然后经发射机处的高功率光纤放大器进行光功率放大。放大的光信号输出功率在 SBS(受激布里渊散射)和 SRS(受激拉曼散射)阈值以下。由于采用宽谱光源,SBS 阈值已超过了 SRS 阈值,故放大的光信号输出功率以 SRS 阈值为上限。该放大的时域扩展光信号在长距离光纤中传输,在适当的距离位置进行色散补偿并放置与发射机处相同的线性啁啾光纤光栅,但其放置方向相反,经过此处理后,时域扩展光脉冲被重新压缩回皮秒光脉冲,峰值功率由于脉宽被压缩而得到增益(扩时增益),相应的远泵光前置放大器可以放到更远的距离,从而实现了无中继光纤传输系统传输距离的延伸。考虑光脉冲压缩器的插入损耗(2dB),2.5Gbit/s 速率所得到的扩时增益可达 24dB、622Mbit/s 速率所得到的扩时增益可达 30dB。对 G.652 光纤(损耗 0.20dB/km)来说,2.5Gbit/s 速率可扩展无中继距离 120km,622Mbit/s 速率可扩展无中继距离 150km;对 G.654 纯硅芯光纤(损耗 0.15dB/km)来说,2.5Gbit/s 速率可扩展无中继距离 160km,622Mbit/s 速率可扩展无中继距离 200km。另外,对于传输线路中出现的光克尔非线性效应,本实用新型还可在接收机处采用全光 2R 技术(如非线性光环路镜技术等)对光脉冲波形进行恢复。

附图说明

[0012] 图 1 为本实用新型的光路系统示意图;

[0013] 图 2 为本实用新型一种光脉冲扩展器示意图;

[0014] 图 3 为本实用新型一种光脉冲压缩器示意图。

具体实施方式

[0015] 参见图 1,本实用新型一种无中继光纤传输系统包括由传输光纤依次连接的光发射机、光功率放大器、光脉冲扩展器、光滤波器、高功率光纤放大器、色散补偿模块、光脉冲压缩器、远泵光前置放大器、分布式光纤拉曼放大器、光前置放大器、非线性光环路镜和光接收机。其中远泵光前置放大器上连接有远泵泵浦源,分布式光纤拉曼放大器则主要由拉曼泵浦源、波分复用器及远泵光前置放大器后的光信号传输光纤构成。所述光发射机主要由重频激光器、强度调制器和射频放大器组成。射频放大器的输入端与用户信息相连,射频放大器的输出端和重频激光器的输出端分别连接在强度调制器的 2 个输入端上,强度调制器的输出端与光功率放大器连接。光功率放大器的输出连接光脉冲扩展器,光脉冲扩展器的输出经光滤波器与高功率光纤放大器相连。高功率光纤放大器的输出端经过第一段长距离光纤与色散补偿模块相连。色散补偿模块的输出连接光脉冲压缩器,光脉冲压缩器的输出端连接至远泵光前置放大器的其中一个输入端。远泵光前置放大器的另一个输入端与远泵泵浦源相连,远泵光前置放大器的输出端经过第二段长距离光纤与波分复用器的一个输入端相连。波分复用器的另一个输入端连接拉曼泵浦源,波分复用器的输出端连接光前置

放大器。光前置放大器的输出端经由非线性光环路镜连接至光接收机。

[0016] 本实用新型光脉冲扩展器和光脉冲压缩器结构大体相同。其中光脉冲扩展器由一线性啁啾光纤光栅和一光环形器构成,线性啁啾光纤光栅连接在光环形器的第二端口上,光环形器的第一端口和第三端口分别形成光脉冲扩展器的输入端和输出端。光脉冲压缩器也由一线性啁啾光纤光栅和一光环形器构成,线性啁啾光纤光栅连接在光环形器的第二端口上,光环形器的第一端口和第三端口分别形成光脉冲压缩器的输入端和输出端。为了能够将时域扩展后的光脉冲重新压缩回皮秒脉冲,上述光脉冲压缩器和光脉冲扩展器采用相同的线性啁啾光纤光栅,但其连接在相应的环形器上时,其放置的方向相反。参见图 2 和图 3。

[0017] 在本实用新型优选实施例中,所选用的重频激光器为锁模光纤激光器。所述光功率放大器、远泵光前置放大器和光前置放大器均选用掺铒光纤放大器;而高功率光纤放大器则选用铒/镱共掺光纤放大器。

[0018] 下面以 G. 654 纯硅芯光纤、2.5Gbit/s 传输速率为例,来对本实用新型优选实施例进行详细说明:

[0019] 重频激光器产生重频为 2.5GHz 的光脉冲,信噪比大于 50dB,光谱 3dB 宽度为 3.5nm 左右,脉宽为 1ps。该重频光脉冲序列进入强度调制器,2.5Gbit/s 速率的用户光信号经光电变换为电信号经过射频放大器放大后驱动强度调制器产生用户二进制开关键控(OOK)调制光信号。用户信息即加载到重频激光的皮秒脉冲上。

[0020] 承载用户信息的皮秒脉冲序列经光功率放大器进行脉冲功率调整,进入由线性啁啾光纤光栅和环形器构成的光脉冲扩展器对宽谱脉冲进行线性啁啾展宽到纳秒量级。时域展宽的光脉冲序列进入 3dB 带宽为 0.1nm 的带通光滤波器进行滤波,输出光谱宽度为 0.1nm,脉冲宽度为 400ps 的光脉冲序列。该脉冲序列进入铒/镱共掺的高功率光纤放大器将脉冲功率放大。放大的光脉冲序列作为输入信号进入第一段长距离的低损耗大模场面积 G. 654 光纤进行传输。设计入纤光功率低于受激拉曼散射(SRS)阈值,以避免 SRS 效应的出现。由于光脉冲的谱宽为 0.1nm,远远大于受激布里渊散射(SBS)的布里渊增益带宽,使受激布里渊阈值大大提高,有效的抑制了 SBS 效应的发生。

[0021] 经过第一段低损耗长距离的 G. 654 光纤传输后用色散补偿模块对光脉冲进行色散补偿,补偿后的光脉冲经光脉冲压缩器将 400ps 脉宽的光脉冲压缩到 1ps 脉宽。在这里光脉冲的扩时增益将体现出来,由于光脉冲脉宽被压窄了 400 倍,光脉冲的峰值功率将得到 26dB 的扩时增益,使微弱信号的峰值功率能够达到远泵光前置放大器的输入灵敏度以上。

[0022] 随后,光信号进入远泵光前置放大器将皮秒脉冲光信号的峰值功率放大后进入第二段较长距离的 G. 654 光纤传输,分布式光纤拉曼放大器对在第二段光纤中传输的光信号进一步放大和提高信噪比。

[0023] 经过第二段光纤传输后,由于光纤的色散使 1ps 的光脉冲展宽到 300ps 左右,该脉冲宽度能够较好的适于接收机的时钟提取,以便“1”和“0”比特的数据判决。由于光纤色散导致光脉冲展宽和光纤传输损耗使光信号峰值功率降低,光信号进入接收机前的光前置放大器进行光脉冲小信号放大,经非线性光环路镜进行光脉冲整形,以消除自相位调制和带内交叉相位调制对光脉冲的光克尔非线性效应影响。最后,整形后的光脉冲进入光接收机恢复出用户信息。

[0024] 这样,该传输系统采用全新概念的皮秒级光脉冲展宽和压缩技术,获得额外的扩时增益,结合远泵光前置放大器、分布式光纤拉曼放大器并利用 G. 654 光纤的大模场面积和低传输损耗特性,可实现采用 G. 652 光纤无法实现的长距离无中继光纤传输系统。该系统避免了远泵 EDFA 光功率放大器的使用。

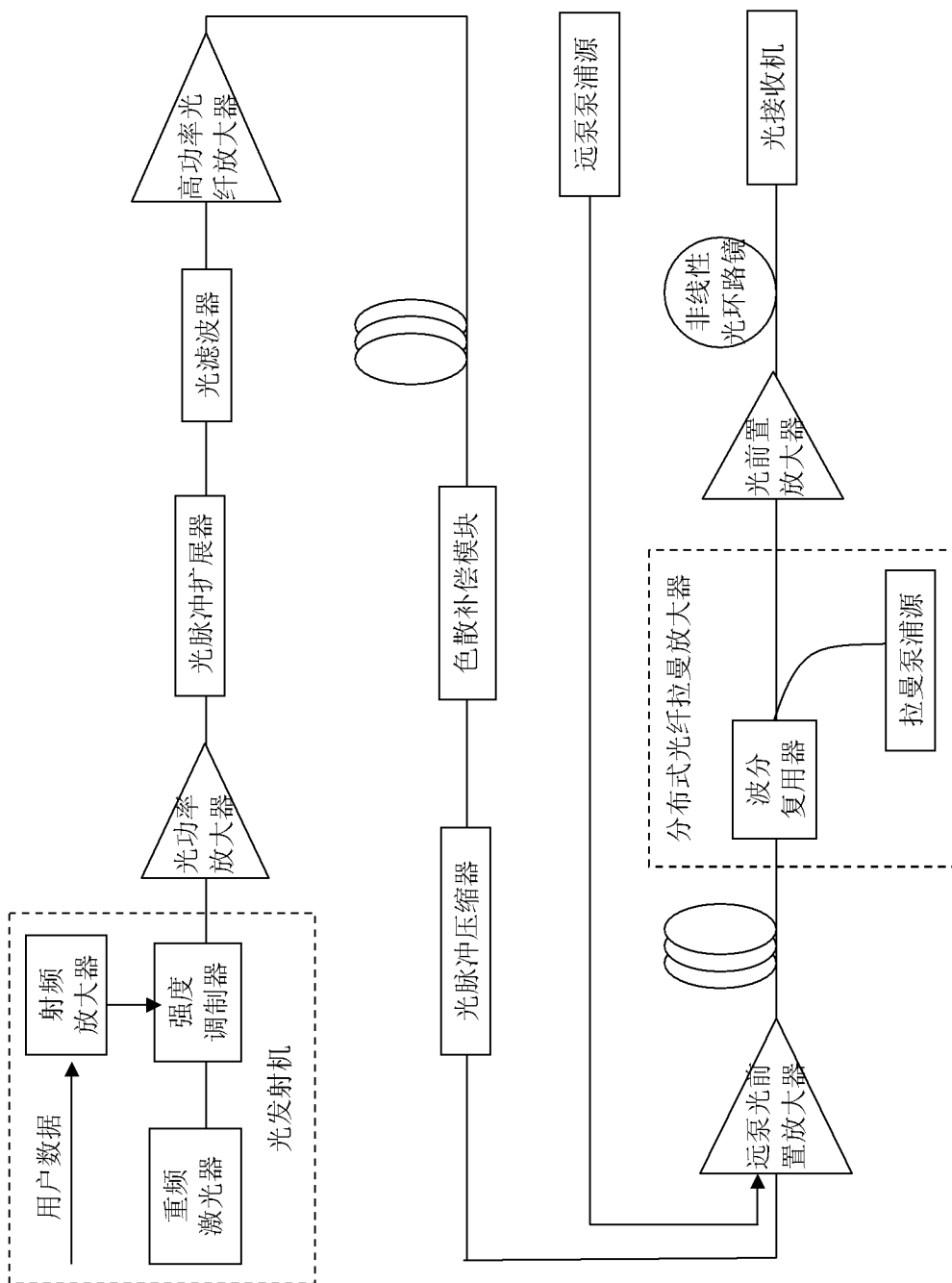


图 1

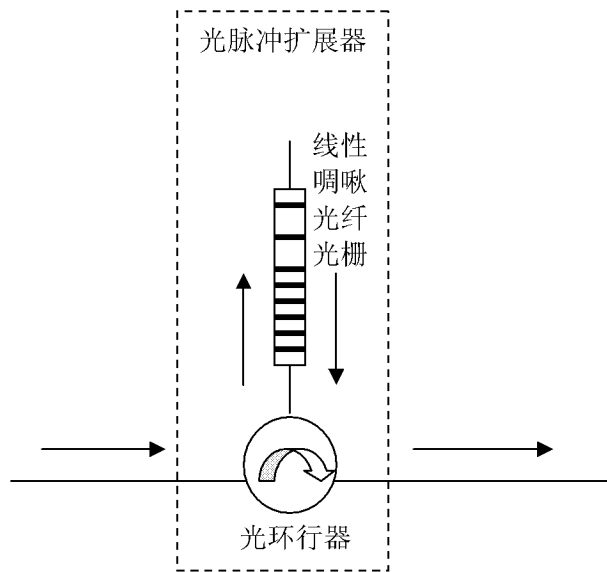


图 2

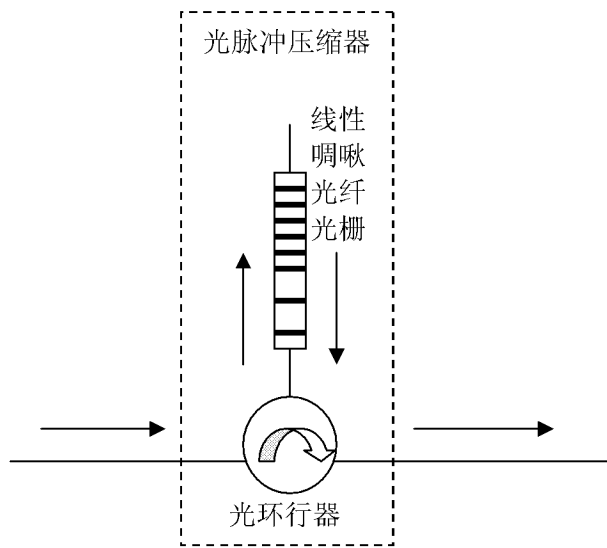


图 3