



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108028705 B

(45) 授权公告日 2021.09.03

(21) 申请号 201680053095.0

(22) 申请日 2016.07.13

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 108028705 A

(43) 申请公布日 2018.05.11

(30) 优先权数据
62/191,570 2015.07.13 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2018.03.13

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/US2016/042156 2016.07.13

(87) PCT国际申请的公布数据
W02017/011591 EN 2017.01.19

(73) 专利权人 北弗吉尼亚电力合作社
地址 美国弗吉尼亚州

(72) 发明人 马文·W·沃德

(74) 专利代理机构 北京汇知杰知识产权代理有限公司 11587
代理人 李洁 董江虹

(51) Int.Cl.
H04B 14/02 (2006.01)
H04J 3/06 (2006.01)
H04L 7/00 (2006.01)

(56) 对比文件
WO 9524065 A1, 1995.09.08
US 2005089027 A1, 2005.04.28
CN 101179334 A, 2008.05.14
CN 103152099 A, 2013.06.12
审查员 李奕福

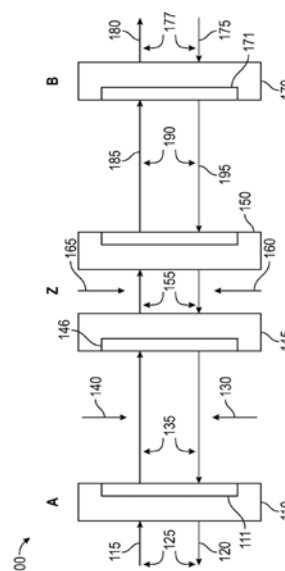
权利要求书2页 说明书20页 附图13页

(54) 发明名称

用于在单光纤束上双向传输数据的系统、设备和方法

(57) 摘要

本发明的系统、设备和方法对当前配对或双工范式的问题提出了改进,导致光纤传输效率的显著增加,这是明确地通过将目前对齐的C波段波长重构为创新的DWDM发送和接收格式,并且通过实施光子波改变将以太网数据流导向新的路径适配而实现的。这些改进可以显著降低长途线路花费,相信光纤束的需求/部署预计减少50%。这种节省将为所有者和经营者显著降低光纤束成本,影响穿过DWDM网络的高带宽数字有效载荷的传输率和在多个大型数据中心之间进行多设备相互交换当中的交叉连接的低使用率。



1. 一种用于传输双向数据的通信系统,包括:
双向光纤束;
在所述双向光纤束的一端的第一信号注入器;
在所述双向光纤束的另一端的第二信号注入器;
其中由所述第一信号注入器在所述双向光纤束的所述一端处注入的数据信号处于第一波长,
其中由所述第二信号注入器在所述双向光纤束的所述另一端处注入的数据信号处于第二波长,
其中所述第一波长和所述第二波长相差 λ 波长,并且
其中在所述一端处注入的数据信号和在所述另一端处注入的数据信号采用在C波段波长并且在SFP+协议下的密集波分复用DWDM波长,
由此在所述一端处注入的数据信号和在所述另一端处注入的数据信号同时穿过所述双向光纤束。
2. 根据权利要求1所述的通信系统,其中在所述一端处注入的数据信号和在所述另一端处注入的数据信号符合行业标准,所述行业标准包括IEEE/ITU标准。
3. 根据权利要求2所述的通信系统,其中在所述一端处注入的数据信号和在所述另一端处注入的数据信号采用至少一个层协议,所述层协议由包括层2、层3、层4及其组合的集合组成。
4. 根据权利要求1所述的通信系统,还包括:
至少一个放大器,所述至少一个放大器结合两个所述双向光纤束,并且增强正在其中传输的信号。
5. 根据权利要求4所述的通信系统,其中所述至少一个放大器是掺铒光纤放大器。
6. 根据权利要求1所述的用于传输双向数据的通信系统,其中所述双向光纤束能够在一定范围的数据传输速率下操作。
7. 根据权利要求6所述的用于传输双向数据的通信系统,其中所述速率选自由10G比特/秒、40G比特/秒、50G比特/秒、100G比特/秒和200G比特/秒组成的组。
8. 一种双向光纤束,包括:
在其一端处的第一端口,所述第一端口被配置为接收第一波长的第一数据信号;和
在其另一端处的第二端口,所述第二端口被配置为在其中接收第二波长的第二数据信号,
其中所述第一波长和所述第二波长相差 λ 波长,并且
其中所述第一数据信号和所述第二数据信号采用在C波段波长并且在SFP+协议下的密集波分复用DWDM波长,
由此在所述第一端口注入的数据信号和在所述第二端口注入的数据信号同时穿过所述双向光纤束。
9. 根据权利要求8所述的双向光纤束,其中所述双向光纤束能够在一定范围的数据传输速率下操作。
10. 根据权利要求9所述的双向光纤束,其中所述速率选自由10G比特/秒、40G比特/秒、50G比特/秒、100G比特/秒和200G比特/秒组成的组。

11. 根据权利要求8所述的双向光纤束, 其中所述第一数据信号和所述第二数据信号符合行业标准, 所述行业标准包括IEEE/ITU标准。

12. 根据权利要求8所述的双向光纤束, 还包括:

至少一个放大器, 所述至少一个放大器结合两个所述双向光纤束, 并且增强正在其中传输的信号。

13. 根据权利要求12所述的双向光纤束, 其中所述至少一个放大器是掺铒光纤放大器。

14. 一种用于在共同的光纤束中传输双向信号的方法, 包括:

在双向光纤束的一端注入第一数据信号; 和

在所述双向光纤束的另一端与在所述一端的所述注入同时地注入第二数据信号,

其中所述第一数据信号处于第一波长,

其中所述第二数据信号处于第二波长,

其中所述第一波长和所述第二波长相差 λ 波长, 并且

其中所述第一数据信号和所述第二数据信号采用在C波段波长并且在SFP+协议下的密集波分复用DWDM波长,

由此所述第一数据信号和所述第二数据信号同时穿过所述双向光纤束。

15. 根据权利要求14所述的用于在共同的光纤束中传输双向信号的方法, 其中所述第一数据信号和所述第二数据信号符合行业标准, 所述行业标准包括IEEE/ITU标准。

16. 根据权利要求15所述的用于在共同的光纤束中传输双向信号的方法, 其中所述第一数据信号和所述第二数据信号采用至少一个层协议, 所述层协议由包括层2、层3、层4及其组合的集合组成。

17. 根据权利要求14所述的用于在共同的光纤束中传输双向信号的方法, 还包括:

放大至少一个放大器, 所述至少一个放大器结合两个所述双向光纤束, 并且增强正在其中传输的信号。

18. 根据权利要求17所述的用于在共同的光纤束中传输双向信号的方法, 其中所述至少一个放大器是掺铒光纤放大器。

19. 根据权利要求14所述的用于在共同的光纤束中传输双向信号的方法, 其中所述双向光纤束能够在一个范围的数据传输速率下操作。

20. 根据权利要求19所述的用于在共同的光纤束中传输双向信号的方法, 其中所述速率选自10G比特/秒、40G比特/秒、50G比特/秒、100G比特/秒和200G比特/秒组成的组。

用于在单光纤束上双向传输数据的系统、设备和方法

[0001] 对在先申请的交叉引用

[0002] 本申请要求2015年7月13日提交的美国临时专利申请序列号62/191,570的优先权,其公开内容通过引用并入本文。

技术领域

[0003] 本发明针对光密集波分复用(Dense Wave Division Multiplex,DWDM)波长传输和管理系统并且对其进行改进,该改进显著降低了以太网、因特网协议(IP)传输和数据中心互连成本。更一般地,本发明涉及一种改进的光密集波分复用(DWDM)通信系统、装置、设备和方法,其采用新的单股光纤和管理系统来传输和接收双向数据通信的全时操作,包括视频、具有语音的IP语音(VoIP)、数据和因特网有效载荷,所有这些都在单股光纤上以低至数G比特并以更高的传输率进行联网。

背景技术

[0004] 数据跨光纤线缆传输是已知的。然而,所有现有技术系统,特别是用于高数据传输的系统,都具有分开的路径来接收和发送数据,使得两个数据流不相交和相互干扰。在这方面已经开发了大量的行业标准和标准,以满足美国和世界的需求,铺设了无数千英里的具有成对光纤线股的线缆。本发明提出了现有电信范式的替代方案,提供了相当多的优点和成本节约。

[0005] 如下文详细阐述的,本发明的各种实施例利用通信行业的电气与电子工程师协会/国际电信联盟(IEEE/ITU)标准来设计和操作在专用于以中等到极大的G比特大小的有效载荷带宽传输以太网和因特网协议(IP)信号的光纤线缆的密集波分复用(DWDM)系统。关于现有技术,在扩大光链路发展以满足在许多外部工厂建设项目中对数G比特以太网传输的带宽的令人难以置信的需求方面,整个全球通信行业已经在很短的时间内使用包裹有多束成对的玻璃光纤的光缆结构取得了相当大的改进。光纤线缆的部署以越来越多的量急剧增加,在美国大陆和几乎所有技术先进的国家的人口密集地区光纤束的容量都越来越高。

[0006] 如本领域已知的,通常使用一种或两种方法的组合来实现光缆部署,或者通过在空空中将构件装配到公用电线杆上,或者通过沿着公共和私人土地的地下线路走廊直接埋入线缆,大的项目大都是在人口稠密的地区建成的。原则上,光纤线缆可以由称为光纤束(fiber strands)的小、中或非常大的玻璃光纤束制成,这些光纤束被称为光纤线缆护套的坚韧的外部保护性非金属塑料层覆盖。在内部,每个单独的光纤束布置在标准颜色顺序的可识别光纤组内,这些光纤组被置于保护性缓冲管中,这些缓冲管以严格的编码分离放置。在安装过程中,光纤束沿着正在建设的光纤路线端对端熔合,使用一种称为拼接或接合光纤束端部的连接方法进行物理连接,以延长线缆跨距。正如所讨论的,在通信行业的一般实践中,针对通信网络中的应用选择的光纤被分组为称为光纤对的两个光纤束,用于通过上述配对或双工范式在称为光纤有效载荷的全双向DWDM通信中传输内容。

[0007] 此外,在美国的大都市的高增长区域内完成了更大量的光纤部署,跨越国家的长途有线网络将遍布美国领土的各大区域连接在一起。没有设备附件的非亮(un-lit)光纤束被称为“暗光纤(Dark Fiber)”束或备用的未分配束,而亮光纤束可以包括称为上述密集波分复用或DWDM的光波激光设备。如所理解的那样,DWDM设备通常被配置为使用以特定的波长顺序对齐的单个激光器或多个激光器产生的光源驱动一个光纤束,所述光源通过光子激光光源施加,其中每个沿着单独的光纤束传输。一个或多个激光光波被输入到一个光纤束的端部,并且在行进很长距离,例如大约八十公里,即光驱距离的跨度,的光纤束的相对远端输出。通常理解的是,产生激光的光源提供更大的光纤长度机会,其中使用被称为光纤跨距的较长光纤路径上施加的称为光中继器的光学光增强放大器形式的激光器产生的光波可以实现相当大的操作距离。如本领域中所理解的,这些光学增益装置需要在物理位置存在点(point of presence,POP)处对光纤对束进行有效载荷信号中断访问,以便重新产生光波信号或者到达最终用户,例如消费者。

[0008] 当今网络的高带宽通信链路由光纤链路的两个可识别端建立,通常在通信公司POP提供的操作场所以及服务于客户的相对的远端目的地位置内。客户端的典型名称(出于身份识别目的)在行业中被指定为“A”通信公司驻地和“Z”驻地或客户驻地设备(Client Premise Equipment,CPE)或远端位置或客户的POP。因此,传输光纤链路可以从A跨越到Z。

[0009] 在考虑多年光纤部署的历史光纤背景时,通信行业长期以来一直遵循全球性和重要的IEEE和国际电信联盟(ITU)DWDM网络标准,该标准由选定的知识型组成人员与经验丰富的通信运营公司、制造商、工程公司和顾问的标准主体来构建,他们一起获得和维护IEEE和ITU系统规范。IEEE和ITU标准因为其基准规则的行业姿态而闻名全球并且在部署时普遍被遵守,同时遵循适用标准的严格的开放架构,用于将在成对的双光纤束上传输的光波长分配联网,在先前标识为上述“A和Z”指定驻地的两点之间端到端传输智能数字数据。

[0010] 具体地说,根据行业操作规范,这些双向数据传输最常被部署为每个传输方向一个光纤束,即被分配用于传输服务的A到Z和Z到A。提供设备的通信制造商以及部署和运营DWDM网络的网络运营商严格遵守沿光纤路径传输DWDM波长的上述IEEE和ITU标准惯例,其分布网络智能数据内容,如因特网、VoIP语音、数据,并且通常包括使用两个光纤束传输和接收的数据的视频有效载荷的会聚。因此,每个传输方向分配一根光纤束来传输数据,每个光纤束都是独立的DWDM分配的光纤束,传输从A发送到Z或者从Z发送到A的分开的有效载荷,形成分开的POP方向。在这种情况下,在大多数网络中,两个不同的DWDM有效载荷将被分配两个光纤束,用于将数G比特传送类型系统联网,这是目前流行的上述配对或双工范式。

[0011] 在本地短途传输点对点链路中存在几个网络,但是已经应用一个光纤束系统的唯一较低带宽系统通过在相反端分别分配不同的 λ 工作波长来实现这一点,例如1550纳米和1310纳米。因此,在这种窄方式下,通常在一个光纤束的两个传输方向上传输两个波长,在农村或本地大城市分布系统中每个光纤束具有1.0G比特/秒或更低100M比特的数据速率,所有这些均在短的专用光纤上完成。

[0012] 然而,在这种单光纤束系统中,许多施加的有效载荷应用具有较高水平的光波复杂度并包含在非常精确的 λ 波长和带宽设置产生的单独的微米尺寸的密集波分复用(DWDM)信号波长,以正确操作,这使单光纤束使用方法变得不可能。因此,这些系统通常使用两个

光纤束,并且仅以10G比特、40G比特、100G比特和200G比特的数据速率在短距离光纤链路上操作。这些波长在根据上述IEEE/ITU建立的标准发布的DWDM标准波长信道中可用。两者都是相对类似的公开文件和标准,其规定发送和接收DWDM数据网络都在单模光纤上发送和接收,使用一对光纤在全双向方向上发送,并且如上所述每个传输方向具有一个光纤束。换句话说,这些系统为了正确有效地工作,需要两个光纤束来传输全双向DWDM信号。

[0013] 申请人已经发现,如称为增强型小形状因子可插拔(SFP⁺)光波收发器模块的光学小形状因子激光发射和接收装置的制造商那样,DWDM设备的所有目前制造商提供的光纤接口都需要使用全双向光纤和双光纤附件。考虑到前述的过去历史背景,相当简单的双光纤束传输范式在全球范围内的通信行业具有很长的部署历史,集成复用到激光器产生的光波上的用户有效载荷数据的各种硬件装置通常以1.0G比特的较低的速度或较低光纤线路速率操作。例如,在城域信道和跨国DWDM网络的长途信道中引入的密度较低的光纤网络线路速率中部署这些低数据速率。

[0014] 在另一个示例中,在Sonnet部署的较早期间,格式化的时分复用(TDM)信号被用于沿着全球DWDM主干线传输因特网内容和用户因特网有效载荷信号。这些系统以低得多的速度传输带宽运行,覆盖从1.0M比特到2.5G比特的Sonnet格式,10M比特/秒是最大的TDM(Sonnet)格式。这些非常低的传输速度与当前在DWDM上的以太网和IP数据速率可获得的10G比特、40G比特、100G比特以及高达400G比特传输速率的当前可用速率形成尖锐的比较。这些早期的中低速数据链路是通过将以太网分组化数据比特分配到包含编码数据比特的时分复用帧上并使用源自POP“A”的单端点连接放置在单模光纤束上来设置的,位置数据包被引导在两个不同方向上沿着两个固定光纤传播,光子注入到光纤束上的光波信号到达标识为“Z”光学端或驻地POP的第二远端位置。

[0015] 几年前,高速信号的网络被部署在以标准光载波-48(OC-48)传输SONNET的光纤线缆上,并且2.5G比特率被认为是非常高速的网络。这些线缆由物理光纤玻璃束构成,通过延伸贯穿两个端点处的双光纤束接口形成固体传输跨度,在跨站内跨度进行互操作并且有时通过硬件中继器光放大器放大数据比特之后到达的数据内容保持使用两个光纤束,作为智能数据比特内容的两个独立源提供全双向“从东向西”和“从西向东”定向传输。传输数据比特的有效载荷的光波信号被插入到上述TDM帧中,以使用控制智能数据格式的预定SONNET协议从一端交换到另一端。这些格式化的帧代表处于SONNET格式的视频、数字语音、数据比特和因特网的会聚,其典型地源自单个“A”位置场所,发送 λ 信号作为所承载的传输数据比特输出,传输到远处指定的“Z”位置场所,在此通过输入到每个末端接收器的 λ 信号的方式将数据比特作为输入信号接收。

[0016] 以太网帧数据的光纤传输在这段时间内被认为是很大的进步,并且该技术相对于模拟或上述时分复用(TDM)Sonnet传输系统带来了许多改进。例如,作为低速传输系统运行的T1是所选择的载波类型,并且通常在以太网之前使用早期传输试验中提出的长途标准进行部署。而且,使用T1、数字信号3(DS3)、OC-3、OC-12、OC-48和最终的OC-192格式在时分复用系统中引入光纤。这些系统中的许多在当今的全球范围内仍在运行,并且所有已知的系统继续使用上述的双光纤束装置来进行数据的传输交换。

[0017] 正如在业界持续部署跨越不同技术的双光纤束标准和用于传输早期高速数据的新系统部署这一悠久历史中所指出的,这些相同的双光纤传输概念或范式在很长时间跨度

内保持不变,即使使用双光纤的传输成本仍然很昂贵,即花费两倍于单束应用的成本。实际上,尽管以太网升级的标准化组织已经实现了更高的数字传输速率,主要通过DWDM格式的高级传输速率完成,但双光纤传输范式和方法已经使用了很多年,仍然是传输标准方法。此外,IEEE和ITU标准组织尚未指定在这些以太网较高带宽和传输速率下进行单光纤束操作是更可取的。由于正在开发的系统即将达到兆兆比特带宽,因此非常需要诸如本发明中提出的新技术,以更具成本效益的方式解决这些不断增加的技术需求。

[0018] 作为进一步的背景,光子传输源的分配和使用由所建立的行业标准格式来管理,所述行业标准格式按照符合用于数据传输的既定行业标准的层次信号来应用编码数据比特和字节。其中包括数字视频信号、数字语音(VoIP)信号与高速数据传输因特网信号的组合格式,会聚成数据格式的数据包,并构筑为数字数据传输和分布式网络的以太网信号格式,提供数数字数据内容的百万个智能数据比特和字节,称为三重播放内容。以数字数据比特和字节形式的内容数据以非常高的数据速率从一个端点传输或移动到另一个端点,通常在激光照射的光纤束内以每个光纤路径方向上的单光纤束中传输的光的高传输速度移动,网络带宽容量在低速率和容量内从100到1000兆比特/秒,主干光纤线路速率通常达到1.0G比特/秒或更高,并且还达到400G比特/秒带宽,针对每个部署的光波或 λ 编码信号的传输带宽容量携带更高的DWDM信道数,并且每个以时间测量速率来参考。

[0019] 然而,用户对更高带宽的需求继续增加,并且在用户驻地之间分布用于分发的甚至更大量的宽带数据的经济的网络资源。今天的市场可以被描绘为大而且对更高带宽的需求不断增长,并且受到视频、语音和数据服务,特别是流式视频内容的以太网会聚进程的推动。美国政府、州和地方县和市镇依靠大容量链路。世界各地许多国家和城市都受到其选民的相当大的压力,以支持宽带网络以达到他们的工作场所提供的因特网速度的相同带宽扩展到商业和家庭。事实上,由于更高速率的宽带传输正在被采用和/或作为目标以取代服务于家庭和商业的速度较慢的因特网传输系统,所以传输因特网、数据、VoIP(语音)和视频的宽带服务已成为美国(和其他地方)出于经济原因的驱动力。尤其是大城市及周边农村的光纤网络,对以数G比特率传输的更高带宽的需求将在未来多年保持高位,并将受带宽与每兆比特传输成本的驱动,其中消费者需求的增长只能随着时间的推移儿变得更大。

[0020] 鉴于满足对现有思想中的光纤束通信范式的社会需求和当前需求的重大技术挑战,本发明针对一种打破现有系统的物理约束的解决方案,提供改进的运行范式。特别是,在光纤网络中使用单光纤束传输将减轻存在于许多光纤路线中的一些上述瓶颈,特别是在大都市分布线路中的光纤线缆股数在容量上以及许多较旧的光纤骨干线路内不是线性的。

[0021] 特别是,通过在传输容量上将这些数据链路的容量立即提高潜在的50%增益而不会出现部署新光纤线缆的额外巨额财务费用,内容分发运营商和光纤线缆拥有者将欢迎这种进步。

[0022] 本发明的目的

[0023] 考虑到现有技术各种瓶颈和限制,本发明的目的是提供一种具有自动管理系统的新型且改进的光学传输,与应用更标准的DWDM以太网/IP通信系统相比,至少节省50%的成本。下面阐述本发明的各种附加和非排他性目的。当然,应该理解,本发明的提出也考虑了许多其他目的,并且在下文中进一步讨论。

[0024] 因此,本发明的一个目的是提供一种托管的光学电信系统,其通过采用用于双向城域和长途数据通信的单光纤束而使现有系统的传输容量翻倍。

[0025] 本发明的另一个目的是提供一种托管的DWDM光波系统,其沿着信号传输路径将各种高宽带有效载荷复用在同一光传输路径上以及在一单光纤束上解复用各种有效载荷所需的光纤束的数量的减少。

[0026] 本发明的又一个目的是提供一种托管的光学电信系统,其通过应用在单个光纤束上,有效地使光纤传输容量加倍,以传送以10G比特/秒、40G比特/秒、100G比特/秒、400G比特/秒以上运行的数据速率。

[0027] 本发明的另一个目的是提供一种针对全双向网络使用单光纤传输系统,将光学有效载荷的一部分分开地并且单独地光学地分插在光学传输路径中的简化装置。

[0028] 本发明的另一个目的是提供一种DWDM网络系统,其将不会损失DWDM信道之间的波长间隔,并且不会损失使用单个光纤束在网络上传输的可用光学带宽。

[0029] 本发明的另一个目的是提供一种光学DWDM/因特网协议(IP)网络,其中光学波长发生器之间的间隔保持符合标准DWDM公布的波长,并且在一个SFP⁺外壳中分开地集成而没有干扰,并且传输具有分开的波长的两个单独的DWDM波长信号,以驱动对两个单独的DWDM信道的调制。

[0030] 本发明的又一个目的是提供一种光学DWDM/IP网络,其中光学波长接收器之间的间隔保持与标准DWDM IEEE和ITU公布的波长相同或基本相同并且在一个SFP⁺外壳中分开地集成而没有干扰,并且接收两个单独的DWDM波长信号,每个DWDM波长信号具有单独的波长,以接收对两个单独的DWDM信道的调制,并且将它们接收到的信号作为两个单独的有效载荷信号分开。

[0031] 本发明的另一个目的是提供一种光学DWDM/IP网络,其中上面讨论的DWDM光波长发生器和光DWDM接收器保持与标准DWDM IEEE/ITU公布的波长相同并集成在一个SFP⁺外壳内,避免或最小化以上关于各种现有技术所讨论的IEEE/ITU公布的双光纤束系统的缺点,并且其中诸如单光纤的光学路径提供比简单地用作非智能(dumb)光纤链路更多的实用性。

[0032] 本发明的另一目的是抵消或推迟在光纤束耗尽的线缆段中安装新的线缆设施的需要,其中光纤容量已经通过向其他网络过度配置束分配而耗尽,通过部署本发明的改进系统传输容量被扩展,这将每次部署的跨度拥塞减少了高达约50%。

[0033] 本发明的另一个目的是采用多个且优选经济的以太网数据传输,其形成为满足密集波分复用(DWDM)和更高效的数据中心交叉连接,允许部署一个光纤束交叉连接,而不需要转换城域和长途网络,可以使用一根光纤用于高速的全双向传输,并且高带宽传输被跨数据中心网络化。

[0034] 除了实现改进的经济载波源之外,还设想了本发明的附加方面的进一步使用,包括DWDM有效载荷联网的智能插分(drop-insert)配置,以及长光纤部署的扩展,从而创建用于在标识为“A”端和“Z”端的点之间传输高速数据的方法,当前DWDM部署网络中存在的高密度部分节省了50%的光纤使用量。

[0035] 另外,本发明优选地提供用于生产和操作下述扩展系统的不同打包形式的元件,包括但不限于光纤终端和长途放大线路以及包含中继器、光纤放大器和光波长交换机的传输网络以及无线因特网服务提供商(WISP)无线网络和射频(RF)微波设备以及相干传输网

络接口。

[0036] 采用本发明的改进范式的系统、装置、设备和方法满足了这些和其他目的,其解决了由现有配对或双工模式或操作范式所带来的众多问题。

发明内容

[0037] 现在越来越需要增加现有电信系统数据吞吐量的技术。

[0038] 为了实现更高的经济投资回报,以及由于最近担心地下可用的光纤容量过剩,尤其是为了以太网有效载荷的传输和交换,对改进技术的要求在整个全球通信行业中都有所反映。对于由持续面对不稳定的市场竞争的网络所有者推动的全球高带宽系统上流动的更高数据速率的有效载荷尤其如此。宽带数据网络的所有者和运营商不得不考虑降低运营成本的各种合理方法,包括维持高质量服务(QoS)网络的要求。因此,使线路费用显著降低将得到有利的市场考虑,尤其是通过使用传统应用的标准策略向着重构DWDM波长来改变DWDM技术而可获得的本发明的每个工具的光纤驱动效率。

[0039] 本发明的系统、设备和方法对当前配对或双工范式的问题提出了改进,导致光纤传输效率的显著增加,这是明确地通过将目前对齐的C波段波长重构为创新的DWDM传输和接收格式,并通过实施光波变化,将以太网数据流引导到新的路径适配而实现的。这些改进可显著减少长途线路花费,相信预计光纤束的需求/部署将减少50%。这种节省将为拥有者和运营商提供大量的光纤束成本降低,影响穿越DWDM网络的高带宽数字有效载荷的运输速率,以及在所有大型数据中心内进行多台设备交换时,交叉连接的使用率较低。

附图说明

[0040] 虽然本说明书以特别指出实施例并明确要求认为形成本发明的主题的权利要求结束,但相信通过以下结合附图的描述将更好地理解本发明,其中相似的附图标记表示类似系统信号流和其他机械元件,其中:

[0041] 图1示出了采用在Sonnet终端上端到端操作的双光纤束系统的现有技术配置的代表性实施例视图;

[0042] 图2A示意性示出了根据本发明的第一实施例的密集波分复用(DWDM)系统,其具有与可重新配置的光学分插复用器(reconfigurable optical add-drop multiplexer, ROADM)和可调谐的光学分插模块(tunable optical add/drop module, TO ADM)互连网络的扩展器,其部件在图2B, 2C, 2D和2E中进一步描述;

[0043] 图2B示意性示出了图2A中描述的DWDM系统的部件,包括扩展器终端;

[0044] 图2C示意性示出了图2A中描述的DWDM系统的部件,包括另一个扩展器终端;

[0045] 图2D示意性示出了图2A中描述的DWDM系统的部件,包括又一个扩展器终端;

[0046] 图2E示意性示出了图2A中描述的DWDM系统的部件,包括具有层2交换的扩展器终端;

[0047] 图3示出了根据本发明的另一个实施例的扩展器终端中继器的第二代表性实施例视图,其中多个波长被路由到具有不同波长的相应接收器和发送器中,当针对不同系统波长提供增益时所述不同波长不混合并且在一起;

[0048] 图4示出了扩展器分插高速10G比特信道的第三代表性实施例视图,其中多个波长

的可选中继器旁路被路由到具有不同波长的单光纤束接收器和发送器,当针对不同波长提供可选增益或无增益时所述不同波长不混合并且在一起;

[0049] 图5示出了扩展器层2-3开关的第四代表性实施例视图,其中多个波长被路由到具有不同波长的相应接收器和发送器中,当不同波长路径提供切换和路由到不同波长时,在A端传输系统传输的单个光纤通道系统。

[0050] 图6示出了根据本发明的教导的加法器层2-3开关的第五代表性实施例视图;

[0051] 图7A-7C示出了根据本发明的代表性第七实施例的信号放大器的使用,以在大距离上增强信号内容。

[0052] 图7A更具体地示出了扩展器ROADM,其中多个波长被路由到各自的接收器和发送器中,所述接收器和发送器具有不同的波长,当提供光波功率的预升压和后升压以及路由波长路径传输到朝向Z端传输系统传输的第二扩展器一个光纤路径系统,其中部件及其进一步的方面在图7B和7C中进一步描述。

[0053] 图7B进一步示出了图A中所描述的扩展器ROADM的代表性A端实施例视图,示出了ROADM设备的另一个实施例,示出了在一个方向上的波长选择;

[0054] 图7C进一步示出了图A中所描述的扩展器ROADM的代表性A端实施例视图,示出了图7B中所示的ROADM的另一实施例,其中波长的选择用于在相反方向上同时进行并且非干扰传输相同的光纤束;

[0055] 图8示出了扩展器光学模块的另一个代表性的SFP+实施例视图,其中两个单独的C波段发射波长具有路由输出到单个外壳中,用于传输到具有不同波长的相应接收器,所述不同波长在提供激光驱动器信号在不同的波长;

[0056] 图9A和图9B示出了加法器光学模块的第九代表性SFP+实施例视图,其中两个分离的C波段接收器波长输入被路由到单个外壳中以输入具有不同波长的相应接收器,激光信号接收器增益在不同的波长;和

[0057] 图10示出了具有外部光增益中继器扩展器光模块的另一实施例和代表性层2-3交换机和路由器,其中两个单独的C波段接收器和发送器波长被输入到单个外壳中以用于各个发送器和接收器的输入和输出,当提供不同波长的激光信号增益时,不会混合在一起的不同波长。

具体实施方式

[0058] 呈现以下详细描述以使本领域技术人员能够制造和使用本发明。为了解释的目的,阐述了特定的术语以提供对本发明的透彻理解。然而,对于本领域技术人员显而易见的是,这些具体细节不是实施本发明所必需的。此处提供的特定应用的描述仅作为代表性示例。对于本领域技术人员而言,对优选实施例的各种修改将是显而易见的,并且在不脱离本发明的范围的情况下,本文中定义的一般原理可以应用于其他实施例和应用。本发明并非旨在限于所示的实施例,而是应被赋予与本文公开的原理和特征一致的最广泛的可能范围。

[0059] 如所讨论的,本发明在建造和运行中提供了较低的成本潜力,其可以减少许多带宽阻塞并且有助于光纤线缆的较高增长,并且需要较低成本的光波设备和对沿着现有的长途运输网络的路径的DWDM工作波长进行光学变化。应该理解的是,在下文中更详细描述

扩展器可以实施到现有的和新的DWDM操作的网络、DWDM网络终端、中继器和光子放大器和POP中,并且可以减轻许多现有的阻塞,并且实现因特网内容传送运营商和光纤线缆拥有者对扩大宽带传输能力的经济手段的要求。本发明还以比建造新光纤线缆更低的成本为可用DWDM系统技术增加了新的部署机会,以实现更大的带宽需求。

[0060] 应该理解,采用多G比特扩展器网络的系统增强在单个单一光纤束系统中再次提供设备中更多的宽带有效载荷数据,以每千米光纤传输的低得多的成本立即为网络增长带来优势。整个行业,特别是前述的无线因特网服务提供商(WISP)将高运输成本视为主要开支,影响其业务案例分析和限制,以满足宽带部署的需求。即使G比特和T比特设备购买成本较高,成本也相同。本发明还针对提供符合现有行业标准的大数据带宽的改进,能够降低光纤传输三重播放内容的成本。通常,本文中的增强涉及长距离传输的内容。因此,将每个现有的双光纤子系统更改为新发明的本地和长途分配的单子光纤传输应用,可以加快投资回报,从而以更低的每用户服务成本实现更快的内容交付。事实上,在每个大型G特别系统中只消除一根光纤可以实现即时节省,并且能够将线路牵引减少近50%,从而提供光纤操作熟练度的即时增益以及在现有租用光纤网络上操作的成本降低。

[0061] 本发明通过几种其他类型的应用以太网交换分组执行源来参考激光产生的光波功率。用于实现这种主光纤单链传输系统的方法是通过将上述扩展器,更具体地说是“单光纤扩展器”,在下文中更详细地描述的,集成到具有层2/3及以上的传输控制协议(TCP)/IP交换机应用程序。该即时应用还利用了系统微机控制和光纤管理驱动系统,在现有严格的网络处理器控制管理下运行,从而实现了控制和监控性能的优势。

[0062] 因此,本发明的系统将内容与现有的网络管理相结合,将利用仅使用单股光纤实现即时扩展器单光纤链路网络的用途,用于调谐的光子激光器的全双向传输波长能量。

[0063] 如下文更详细讨论的那样,本发明具有形成和管理一个链输送波长的倍数的能力。本发明独特地展示了一种设计,该设计具有控制所谓扩展器网络分组的网络变量的有效手段,其对于本专利申请中阐述的许多优点之一,具有光纤线路牵引和光纤交叉连接的巨大节省。通过采用前述的扩展器单光纤网络分组技术,全球用户接受度和跨度使用率突破性进展,为多G比特以太网操作提供了一种管理传输和数据中心交叉连接接口的新方法,能够实现双向业务在信号流的每个方向上使用光子管理源在单根光纤束上,本发明将很快取代现有技术。

[0064] 如将在下文进一步说明的,在此定义的本发明可以在符合许多协议要求的前述DWDM IEEE/ITU协议驱动网络的许多可识别系统和新应用中实施,其中所谓的扩展器分组网络补充所部署的G比特以太网传输网络的小型运营商的运营成本较低。

[0065] 应该理解的是,本发明的目标是对全球光纤线路运输成本产生显著的全球经济影响,并且抵消这些成本以及依赖昂贵的光纤租用路由,将数据中心中的10G比特网络连接到100G比特的线路充满了与云计算服务器阵列联网的多重交叉连接。

[0066] 本发明的另一个目标是,如本文所述,当广泛部署时,本发明的扩展器单光纤(Aggrandizer One Fiber)分组传输和交叉连接技术和能力导致经济地提供高度期望的优点,实现了新的全球接受形式,并成为新的扩展器多G比特传输IEEE/ITU标准组织的应用来源,受益于许多全球通信市场。在本文中更详细描述的本发明的扩展器One Strand Network在许多情况下将通过向通信运营商提供使用电子扩展延期代替新的光纤部署的巨

大机会来抵消部署新的光纤扩展的需要,避免了挖旧线缆的成本和不便。

[0067] 为了充分利用开发单光纤传输网络技术的优点,应当理解的是,设备和整体设备部件应该设计为模块化,并且部件通用性允许易于组装和拆卸,从而实现额外的增益并且使单光纤束多G比特扩展器包网络能够与在当今网络的使用中通常会发现的双光纤束系统竞争。

[0068] 尽管过去和现在的IEEE-ITU标准密集波分复用系统已经普遍有用,但应该理解的是它们也具有严重的缺点,并且这些缺点通常具有复合效应。例如,两根光纤束的传承载能力比在某些情况下在早期阶段网络中需要更多的带宽,从而当两根线缆束没有完全填满数据内容时造成光纤浪费,并且增加了不必要的企业运营商应用于光纤站点的更高开支和每客户每英里成本。此外,与两条光纤相反,应用单光纤,两个单独的不同 λ 波用于传输内容的安全性增加了额外安全级别以抵抗对有效载荷内容的窃听,如下文进一步讨论的。

[0069] 现在参考附图的图1,图1示出了由附图标记100一般性地表示的现有技术系统,其采用用于输入和输出数据流的传统双向分离路径。如图所示,该传统的并已建立的技术在先前定义的光纤对网络之间使用两个光纤束,一个光纤束以点对点方式网络化以便在A端发送输出并且在网络的Z端接收输入,而另一个光纤以点对点方式网络化以便在Z端传输输出并且在网络的A端接收输入。如图所示,光纤对进入和离开系统100中的网络。应该理解,SONNET和以太网系统都需要第二个光纤束,以从Z端发送并且在终端设备上接收,因此需要额外的一个光纤束或一对光纤。

[0070] 如前所述,现在许多操作系统都是以时分方式复用内容,并且在双股光纤对的组合上或者通过使用附加对需要更多费用的保护性光纤环上发送。然而,考虑到一些光纤环长度超过100英里的距离,这些保护性操作环相当昂贵。即使在10G比特环下运行,额外的费用也会增加因特网分销的成本,使其成本对市场而言过于昂贵。在排列的环形拓扑结构上使用四个光纤束会产生许多缺点,其中之一是增加最小内容以支付较大的每月重复成本(monthly recurring cost, MRC)。然而,在低端,典型的100英里的单光纤束,如果租用的话,可能会使因特网分销运营商花费每英里25美元 $\times$ 100英里或每月2,500美元的每月租赁费用,并且12个月的租赁费用等于一根光纤每年约为30,000美元。因此只节省一个光纤束的费用,就可以为运营商每年节省30,000.00美元的费用,或者为典型的五年租约节省150,000美元的费用。使用上面的例子,使用两个光纤束将每年花费60,000美元。

[0071] 上述现有技术方法的另一个缺点是通过光纤传输线传播的光信号经历光色散,即,光纤中的传播速度是波长的函数。因此,如在传统的DWDM中发现的那样,在一个光波中增加更多的数据,当它们在密集空间中沿着光纤传播时,可以导致传输的光脉冲的增宽。这进一步导致信号失真的扩大,这导致符号间干扰(ISI),以及误码率(BER)的增加和/或可用传输带宽的减少,以及在更高带宽长度传统的DWDM λ 减小,这是本领域技术人员所理解的。色散量是光程长度的直接函数,光色散导致光再生器之间的间距减小。

[0072] 本发明的扩展器的另一个好处是发送和接收信道的间隔处于分离的波长带中,这消除了由在相邻信道间隔中分配的传统大型有效载荷电路引起的上述干扰。

[0073] 考虑到上述情况,进一步参考图1中的传统SONNET现有技术系统100,示出了由附图标记110一般性地表示的特定驻地端,如以上所指示的,其表示数据的终端目的地,即,用于接口的消费者点。驻地端110具有用于上述消费者的两个束连接,即,由附图标记115一般

性地表示的输入束,和由附图标记120一般性地表示的输出束。如所讨论的,现有技术光纤束115和120一起用于传统的光纤对,由附图标记125一般性地表示。

[0074] 驻地端110还连接到另一对光纤,由附图标记135一般性地表示,包括由附图标记130一般性地表示的输入束和由附图标记140一般性地表示的输出束。应该理解的是,束140上的输入数据可以穿过驻地端110并且在客户端输入束115上,客户端在此接收数据。应该理解的是,来自客户端的输出数据如所讨论的那样通过所述驻地端110传递到输出束120,并传递到输出光纤束140上。

[0075] 再次参考图1,应当理解的是,沿着输入束115从驻地A端接收到的数据在上述SONNET终端或驻地A端110处被接收。还应该理解的是,在本发明的示例性实施例中,上述终端110是OC-192SONNET终端,其将上述数据信号与其他输入数据信号组合在一起,以使终端110成为10G比特激光源发射器,其中如此组合的数据在所述输出光纤束140上流出终端110。在束140的末端,所接收的信号穿过由附图标记146一般性地表示的DWDM复用器,在该点Z驻地端或SONNET终端145将信号与其他信号DWDM信号组合,用于进一步传输,例如,经由束165到达终端150,以及经由束160从终端150接收信号。

[0076] 因此,在双工通信的一条路径上,开始输入信号经由束115,进入终端110,终端110将信号与其他信号组合,并且将结果信号包例如以上述10G比特率经由束140发送到由附图标记145一般性地表示终端。输入信号包穿过复用器146,并且经由束165传送到另一个终端150。然后相关信号例如以10G比特率经由束185传送到终端170,并且经由输出束180到达后台办公室设备,例如通过一个接口。

[0077] 进一步参考图1,从客户端发送的在束140上的上述数据在束140的另一端处被接收,即上文讨论的在Z驻地端或终端145,SONNET终端。类似地,如上所述,在束140上从Z驻地端145输出。在图1中还示出了另一个Z驻地端,由附图标记150一般性地表示,其也与上述Z驻地145成对地通信,经由另一个由附图标记155一般性地表示的光纤束,包括由附图标记165一般性地表示的输入束。

[0078] 如所讨论的,前述双束配置100是典型的家庭和工业光纤连接。在图1中还示出了另一驻地端,由附图标记170一般性地表示,其位于驻地端A,具有一对光纤,由附图标记177一般性地表示,包括由附图标记175一般性地表示的输入束,其接收客户端数据输入信号,以及由附图标记180一般性地表示的输出驻地端B,客户端有效载荷或信号在此进入例如有线电视系统。

[0079] 最后,由附图标记190一般性地表示的另一对光纤束连接驻地端Z 150和驻地端B 170、由附图标记185一般性地表示的输入束和由附图标记195一般性地表示的输出束。几乎所有传统系统都以这种成对方式进行通信。

[0080] 反向完成全双工路径,即从驻地B经由Z驻地到A驻地,需要如下的第二光纤束:客户端数据信号输入175在驻地B的OC-192Sonnet终端170中被复用,优选地通过由附图标记171一般性地表示的复用器,然后作为以10G比特率被激光驱动的DWDM信号发送出去,经由光纤束195到所述终端150,优选地,由附图标记151一般性地表示的DWDM解复用器,前述的Z驻地。该信号然后经由光纤160到达所述终端145,特别是所述复用器146,并且到所述光纤束130上,其以上述的10G比特率构成外部设备光纤对135。在那里,客户端有效载荷数据信号以10G比特率经由光纤束130传送到A驻地端,特别是OC-192端110,在此DWDM信号被复用

器解复用,由附图标记111一般性地表示,然后信号沿着束120输出到后台办公设备。

[0081] 这种设施也是典型的将两个光纤束设置为经由大都市区到远处位置的捆紧的双向光纤,通常被设计为使用两个光纤束,一个从Z到A或者在该设施中发送和接收,一个光纤束从A到Z到B以返回路径或相反方向发送和接收。

[0082] 现在参考附图的图2A,其中示出了由附图标记200一般性地表示的示例性系统拓扑或配置,其在第一实施例中实践了本发明的原理。但是,当然应该理解,本发明的原理适用于各种系统拓扑和配置。特别地,图2中示出了由附图标记202一般性地表示的第一扩展器可重配置光分插复用器(reconfigurable optical add-drop multiplexer,ROADM)开关。

[0083] 如图2A所示,为方便起见,附图中的多个组成部分进一步结合图2B,2C,2D和2E进行描述,每个组成部分分别由附图标记220,240,260和280一般性地表示。在图2A的代表性的拓扑200中,与附图标记220相关的部件在扩展器202的左侧,与附图标记240相关的部件在扩展器202的上方,与附图标记260相关的部件在扩展器202的右侧,以及与附图标记280相关的部件在扩展器202下方。因此应当清楚地理解,本发明是多连接装置而不仅仅是点对点装置。因此,如本领域中所理解的,额外的主干长度可以连接到扩展器202。

[0084] 一般而言,图2A中所示的配置200描绘了包括DWDM信号C波段波长的拓扑,该DWDM信号C波段波长通过分配光学协议来连接,所述光学协议被布置在中心和辐条网络拓扑中,操作在网络的光纤边缘处或附近的扩展器202,光纤路径连接包括长途城域光纤网络和其他网络接口层2-3或更多交换机和路由器,所述交换机和路由器支持各种以太网联网和应用,例如上述部件220、240、260和280。应当理解的是,这些光纤链路和设备包括交换机和路由器、扩展器202的进和出操作端口,扩展器202中心位于上述拓扑结构200的中心处。注意,通过使用光子波传输的各种以太网和IP数据有效载荷被表示在扩展器202链路或终端的每端,作为单光纤束端,例如传输10G比特。为了说明,使用了八个高带波长和八个低带波长,并且如本领域中所理解的那样,每个波长可以传输不同数量的10G比特大小的有效载荷内容,每个端口操作的有效载荷容量高达100至200G比特。

[0085] 所示出的交换机和路由器将使用TCP/IP-以太网协议操作以其传统方式运行,尽管在此将更详细地呈现所添加的特定安全特性。

[0086] 扩展器202通过采用Finisar的新Flexgrid™技术作为断开现成产品融入本新发明的扩展器的单光纤束传输网络,为用户网络提供了更大的未来验证。Finisar Flexgrid具有连贯的可选设计,从而提供了Flexgrid™和扩展器的兼容性,增强了Flexgrid™的操作和扩展器单光纤束专利设计所特有的相同的100GHz信道的优势。

[0087] 扩展器202在动态控制下在可重新配置的电路带宽的数据中心中采用长距离和城域传输和光纤交叉连接,并允许与50GHz和100GHz兼容的单通道和多通道相干调制有效载荷的增加-下降在本专利申请中描述的扩展器Single Fiber Strand设计中具有特征的通道。

[0088] 参考附图的图2B,示出了由附图标记220一般性地表示的扩展器终端和中继器,诸如可以结合10G比特/秒中继器使用,访问高/低信道,由附图标记221一般性地表示。如图所示,扩展器202向终端220提供100G比特/秒的能力,但粗略波分复用器(CWDM)(由附图标记222一般性地表示)减少可用信道的数量在DWDM中,并在相反的方向增加它们。终端220还包

括如所述和由附图标记224一般性地表示的高和低信道以及由附图标记226一般性地表示的智能环行器。智能环行器226与由附图标记一般性地表示的另一智能环行器数字228,例如跨过上述高和低信道,在终端Z端,并连接到循环器228。

[0089] 参考附图的图2C,示出了另一个扩展器终端和中继器,由附图标记240一般性地表示,例如也可以根据高和低信道221与100G比特/秒中继器结合使用如图所示,扩展器202向终端240提供前述的100G比特/秒的能力,但是存在CWDM 222。终端240还包括DWDM复用器,由附图标记242一般性地表示,其具有高带宽和低带宽能力,如本领域中所描述的和如在本领域中理解的那样,以及一个或多个循环器226。如所指出的,一个循环器226可以跨越高信道和低信道与诸如A或Z端终端的终端进行通信,由附图标记244表示。

[0090] 参考附图的图2D,示出了根据高和低信道221,一般由附图标记260表示的另一个扩展器终端和中继器,其可以传输高达100G比特/秒的中继器。作为如图所示,扩展器202向终端260提供前述的100G比特/秒的能力,终端260也具有由附图标记262一般性地表示的具有高带和低带能力的CWDM 222和DWDM复用器。而且,智能循环器,一般由附图标记264表示的外部环行器与由附图标记262一般性地表示的外部环行器(如上文所讨论的)穿过由附图标记244一般性地表示的高和低信道并且与终端终端连接,如所讨论的。

[0091] 最后,参考附图的图2E,图2E示出了另一个扩展器终端和中继器,由附图标记260一般性地表示,其可以根据高和低信道221发送高达100G比特/秒中继器。如图所示,扩展器202向终端260提供前述的100G比特/秒的容量,但是在该实施例中安装了层2交换,在各个信道上允许100或10G比特容量,由附图标记282一般性地表示。连接到相应的外部装置。如所描绘的,可以采用多个信号波长来将通道(诸如由附图标记284一般性地表示的信号1-8)区分为使用智能环行器的相应终端用户或终端,智能环行器由附图标记286以实现它,如上文更详细描述。

[0092] 如所描绘的多个实施例中所示,DWDM复用配置具有以C波段操作的兼容单个光学跨度波长智能环行器,联网到DWDM C波段编程的ROADM和TOADM的接口,并且还示出了全高和低波段放大器以10G比特信道的速率工作,联网成DWDM复用遵循路径到达扩展器单束传输单光纤设备,通过C波段环行器耦合,在主干干线上传输八个低波段和八个高波段信道。此外,图2A-2E的实施例描绘了在DWDM联网中使用的几种方法;在这个图示中可以配置加载-下降通道,预增压器和后置增压器,并显示各种有效载荷能力。本发明的一个目的是说明具有最大吞吐量数据的容量,小型光链路和其他主要骨干链路,所有这些都利用单一光纤链路概念在双向传输中进行传输。

[0093] 再次参考图2A-2E中所示的实施例,如在各种配置中所构造的,在本申请中阐述的202中配备的称为ROADM的被称为ROADM的可重新配置光学分插复用器的扩展器展示了通过将一个光纤束联入和出例如,分配四个低波段和四个高波段DWDM λ 波,用于传输标准DWDM兼容波长信号,该波长信号采用10G比特/秒高速承载的以太网/IP数据形式,跨越单线在与ROADM 202联网并且例如与前述的扩展器Multiplex终端220连接时,其中单个光纤束传输DWDM波长,传输并通过由附图标记201一般性地表示的单个光纤传输以太网数据信号,使用单独分配分配的DWDM波,例如从传送的信号波#1至#8 λ 信号分离如284所示,被识别,以相反的方向发送。

[0094] 应该理解的是,在本文的实施例中,DWDM λ 信号可以是宽带,其中每个波表示10G比

特或100G比特ITU标准帧,其由每个单独的100GHz DWDM信道上的每个独立25G比特组成,使以太网/IP通过无源DWDM多路复用信道202多路复用,并将这两个波长中的每一个定位在不同的 λ DWDM波长,如图2所示。如图所示,高带中的一个DWDM波长参考单个全双向数据信道在DWDM高带上操作以用于传输,而接收DWDM信道数据在低带中操作。

[0095] 在根据本发明的优选实施例的加法器配置中,在低波段1530nm纳米波中使用八个波长,在1550nm纳米高波段中使用八个波长,并且十六个总波长中的每一个波长都能够将100G比特或更高时间十六个通道或每个低和高波段多路复用160G比特。应该理解的是,此处所示的黑色波长是高波段,并且白色/灰色波长是低波段,具有八个额外的100G比特/秒低波段波长数据。此外,更经济的软件可编程循环器(例如循环器226)被用于通过路由来管理和引导特定信号,所述路由组合包含从相反端发送的信号的发送白色/灰色所示脉冲,一端传输到Z端DWDM Multiplex和Z端传输到1530nm白/灰波长的A端。相反的有效载荷数据方向将使用单光纤束上1550nm的上述黑色波长以相反的方向传输以太网/IP信号,从而证明一根光纤束的价值节省。

[0096] 进一步参考附图的图2A-2E,对标准信号布置的相同DWDM重新格式化进行了修改,以通过改变IEEE/ITU标准信号方向并将路由DWDM宽带信号跨越不同波长,在10G比特和>100G比特带宽运行的系统中,DWDM远程信道中没有这种做法。这些DWDM波在中继器再生之间的距离可达80公里。诸如循环器226之类的可编程循环器在DWDM Metro和长距离设备中联网,并且在C波段转向以通过任何一个或多个波而不会引起波长的干扰或混合,并且这些循环器可调谐到期望的“C”带波作为带通滤波器以确保正确的DWDM信号被放置在正确的传输方向上。

[0097] 应该理解,本发明允许应用与扩展器202联网的标准DWDM设备和复用设备,而不需要对制造商的IEEE或ITU标准DWDM硬件或软件设计进行修改。此外,应该理解的是,图2A-2E所示的是各种系统,其具有在扩展器网络中设计的单个光纤束上操作的各种益处。本发明提供了在每个传输DWDM系统上节省一根光纤束的方法,特别是在高带宽和长成对光纤跨距系统工作的长距离系统中,特别是在光纤距离达到80或更多公里的情况下。虽然在前面的图中已经介绍了,但是将信号分解成不同的波长会为网络防火墙增加一定的安全性。

[0098] 现在参考附图的图3,示出了根据本发明的教导的扩展器终端中继器的第二代表性实施例视图,该中继器由附图标记300一般性地表示。如图所示,多个波长被路由到相应的接收器以及具有不同波长的发射器,当在不同波长处提供增益时没有干扰,并且通过间隔几个 λ 来消除邻近信道串扰和邻近信道波长干扰。

[0099] 在本发明的一个实施例中,高带和低带波长信号都进入由附图标记305一般性地表示的左数据仓库交叉连接点,从而形成用于低带和高带信道的路径,通常指定为用附图标记310A和310B表示接收信号的310A和表示信号传输的310B。应该理解,信号310A由用于两个信道的低波段和高波段信号组成,如图中的四个接收器所示。类似地,信号310b对于两个信道是低波段和高信号,在附图中示出为四个发送器。

[0100] 对于从点305接收的信号,这些信号进入由附图标记315一般性地表示的智能环行器,在此如箭头所示,该智能环行器依据由附图标记325一般性地表示的滤波器,将各种输入信号智能地分配给由附图标记320一般性地表示的DWDM复用器。信号由复用器320A根据该信号是由附图标记330A一般性地表示的低通信号还是由附图标记330B一般性地表示的

高通信号来处理。如果该信号是低波段信号,则其在由附图标记340A一般性地表示的低波段接收器处进入由附图标记335一般性地表示的再生器。类似地,如果信号是高波段信号,则它进入由附图标记340B一般性地表示的高波段接收器。

[0101] 因此,信号进入波长调谐信道再生器335,其中高和低波段中的相同信道被输入到低-高RX信道340A和340B,并且信号通过以进行适用的激光光子放大和去抖动,在由参考标识符345A和345B一般性地表示的各个放大器中进行,其中波长信号水平被提升到正3.5dB的水平,其足以达到80km的范围。然后,通过由附图标记350A和350B一般性地表示的各自的发送器传输专横的信号,然后信号离开再生器335并传递到由附图标记355A一般性地表示的另一DWDM复用器,其接收低波段和高波段信号,并且使用滤波器(例如,低波段滤波器36A和高波段滤波器360B)处理它们。经过多路复用和滤波的信号然后通过由附图标记365一般性地表示的智能环行器,并且通过由附图标记370一般性地表示的发射器传输到单电线路上,由附图标记375一般性地表示,用于传输到另一个终端直放站,如同在现有技术中那样。

[0102] 再次参考图3,在接收到来自前述点305的信号时,信号作为RX-1和RX-2进入,作为在波段1530nm的低波段波长上的两个独立的DWDM信号,标准DWDM波长被引导到输入端单个光纤束与上述环行器315连接,其中特定波长通过智能管理环行器终端被引导。类似地,在接收到无源高1550nm信号和低1530nm的DWDM输入时,这些信号被解复用320,并且信号进入信号再生器335的前述RX信号高增益340B,去抖动345B,并再次进入信号增强器350B。然后,激光发射器350A/350B将低1530nm和高1550nm波长发送到DWDM复用器滤波器355A(高/低),并进入前述循环器365,并输出组合的高信号TX和低信号TX 370,并由不同波长1530nm和1550nm。如图所示,信号被放置在一个单一的光纤束上,导向一个远端站或信号增强器380,可能在单根光纤上到达其他扩展器设备的距离为80km。

[0103] 现在转向来自相反端,即来自远端设备380,的来自共享单根光纤375的信号,还示出了用于接收低波段和高波段信道的路径,由附图标记385一般性地表示。接收到的信号然后被传送到循环器365,循环器365接收高带低带接收信号的输入,并将这些相应的1530nm和1550nm信号通过单光纤传送到DWDM复用器355B,其中信号被特定的调谐波长分开并输入到上述再生器355。如图所示,低波段信号进入再生器335到低波段接收器390A,高波段信号进入高波段接收器390B,并通过经过各自的放大器345放大用于每个信号的接收器增益,用于去抖动。信号然后通过时钟电路进入高信号发射器395A和395B,以获得必要的TX-低和TX-高带宽信号。信号随后离开再生器335并进入DWDM复用器320B,并且在单个光纤跨段上通过传输输出DWDM波长(前述325),通过通道310B进入环行器315的支路,用于可编程选择带宽被引导到单根光纤束上并且可能传输到沿着单个光纤束到大于80公里的距离,以传输到数据仓库或DWDM复用器或具有相同扩展器网络兼容性的接口路由器。

[0104] 现在参考附图的图4,示出了具有单个光纤跨段401的扩展器配置的代表性视图,用于连接到远处的设备。应该理解的是,沿着光纤405交换的信号优选地包括波长包括1530nm和1550nm的信号。还应该理解的是,尽管在这个实施例中这些波长是优选的,但是如本领域技术人员所理解的,不同的波长是可能的。然后这些信号进入工作在C波段的智能波长循环器410,该波段网络分别与DWDM C波段可调光分插复用器(TOADM)设备的接口联网,并分别示出了对应于全波段低通和高波段放大器415和420前述波长1530nm和1550nm,以10比特信道的速率工作。然后将这些信号发送到另一个环行器425,并将其联网到本发明的一

般用符号430表示的本发明的扩展器单链传输单光纤设备上。还应该理解,C波段环行器410和425最好携带八低和八个高频段频道。应该理解的是,分插通道,预增强器和后增强器可选地被配置为用于对应于该说明的设备中。

[0105] 再次参考图4,进一步示出了一个示例性表示,其中,两个或更多个工作在100GHz带宽的带宽中的DWDM信道接收来自前述单根光纤束405的输入,并且所提供的波长信道作为高带和低带组通过单根光纤进入该单元,并输入到前述的配置成接收可选DWDM纳米波长的加强器带宽控制环行器410,并将所选波长进入前述的可调谐光学分插TOADM复用器的输入端,特别是由附图标记435一般性地表示的1550纳米链路和TOADM 1530纳米链路440的输入端,其中每个TOADM被软件编程以放下或插入某些预先规划的终端上的DWDM信道选择,通常在1550nm处插入TOADM 435由附图标记445,409表示,以及在1530nm附近用于TAODM 440的下落,由附图标记450一般性地表示。

[0106] 如图所示,扩展器G比特下放和插入设备400操作以组合旁路在环行器410和循环器425中的信道,其中C波段中的旁路信道被路由到形成DWDM波长的上述旁路滤波器415和420,以及波段限制分别到达1530nm和1550nm信道带通并且已经通过1530nm带通滤波器415和1550带通滤波器420的任何不希望的非期望边带被引导到前述循环器425以与有效载荷组合,并且被接口连接到一个上述单光纤束430,特别是其用于传输的界面。

[0107] 现在参考附图的图5,其中显示了根据本发明的教导的扩展器层2-3开关的第四代表性实施例视图,其由附图标记500一般性地表示,其中,多个波长被路由到相应的接收器中,而具有不一致波长的发送器在将不同波长路径上的组网和路由提供到单个光扩径器一个光纤路径系统时不混合在一起。来自A端驻地传输系统的传输波长信号,例如图4中的绞合线405上的传输波长信号,在绞合线430处被接收,并被发送到Z驻地,如图6所示和结合图6进一步描述的。它应该是理解的是,可以选择结合图4示出和描述的上述分出和插入电路450和445,并且插入输入,单个10G比特信号信道或多个10G比特信道。

[0108] 现在特别参考图5,其中示出了与工业层2,3和以上兼容的单光纤股接口的表示。以太网栈协议交换机在没有对软件,硬件和软件进行转换或修改的情况下进行操作整体远程管理系统。如图所示,如上文所述,单根光纤503连接到主干网,例如80km光纤路径。DWDM波组合器,优选地在微处理器控制下,选择和标准DWDM信道510的可调谐信号接口,并且信号被选择并传递到接收器515,其中来自链505的DWDM输入信号被引导到DWDM复用器520,输入10G比特,100G比特和更高带宽的行业标准。然后,信号在放大器中放大,具有80km或更大范围的高增益DWDM接收器,具有1530nm或1550nm的特定DWDM调谐波长,这取决于匹配的相反信道传输输出。该信号然后传递到转换器525,并传递到由附图标记530一般性地表示的接收器端口或接口。应当理解,来自转换器525的输入信号示出了输入电路从SFP+长距离接收器到以较低增益操作的短距离1310nm信号并且与一根光纤线路505隔离,优选地,来自转换器525的信号被引导到插入到开关接收1或10或100G比特端口中的第二1310nm接口的输入,为交换机或路由器提供10到100G比特的输入。

[0109] 进一步扩展联网扩展器500,特别是带有交换机和路由器的10/100G比特转换器525的好处,在通常情况下,交换机通常需要80km长的SFP+光学器件直接插入SFP+兼容端口或接口530,需要网络两种外部植物光纤束用于长途或城域光纤对连接。这些信号通过端口530并通过开关矩阵535,并且继续到由附图标记540一般性地表示的上述铜连接。然而,在

适应一种光纤应用中,开关使用更经济的1310nm SFP+接口,并且配备在传输交换端口545中,由此,在转换器525输入到相反方向上的10G比特/秒或100G比特/秒信号,并且配备有激光SFP+长距离光学放大器,其中发射信号在转换器525中被转换从轻到电。信号通过复用器550,其增强或改善时钟抖动并转换为光。换句话说,发送到DWDM信道匹配复用器540的高电平dB输出信号和特定选定波长的光输出,将该信号发送到DWDM波组合器并输出传输,由附图标记555一般性地表示,一些沿着单一光纤跨度80公里。这表明使用一根光纤与标准以太网和IP交换硬件设备和路由器一起工作,而不必花费昂贵的重新设计将部署的设备转换为一根光纤束操作。另外,扩展器开关500能够处理通过其网络化的各种有效载荷,对沿着短程到长程光纤跨距的一个光纤束接口或传输没有限制。

[0110] 现在参考附图的图6,示出了作为扩展器Switch的“Z”匹配端的加法器层2-3开关的第四代表性实施例视图,其中多个波长被路由到相应的接收器而从A站点扩展器交换机发出的具有不一致波长的发送器在将不同波长路径上的网络和路由提供给单一光纤路径系统的单个扩展器时不会混合在一起。来自A端驻地传输系统的传输的A波长信号在Z处被接收并被发送到Z驻地。可以选择用户分插电路G和Y,以将多个低速信道的低速侧的输入(单个100M比特)输入到1.0G比特信号扩展。第二层交换机600在所有区域正常工作,除了增加的10G比特端口是双发送SFP+光发送器或接收器。在二层交换机端口和DWDM信道之间传统的两根光纤线缆是双重不同的波长,它们被称为黄色或绿色以说明不同的波长。

[0111] 扩展器端口将上波长通道和下波长通道以及网络波长用于单根光纤束上。单光纤链路以全双向发送和接收波长的形式传输有效载荷,该波长达到80km范围的长度,其中低电平光波信号将由光放大器提升或终止到SFP+发送和接收波器件。

[0112] 进一步参考图6,示出了扩展器层2-3交换机的代表性实施例600视图,该交换机是与业界IP和以太网交换机进行网际互联的扩展器的远端匹配端。应该理解的是,单个光纤605表示远程接口交换机包括从图5中相应结构跨越的单光纤连接,具体连接到光纤505,发送和接收由交换机实施例600发送和接收的DWDM波长,连接单根光纤束将DWDM波输入传输到复用器610,然后传输到调谐波组合器615,软件管理的可选择带通级,其中允许在预定带宽中操作的信号通过DWDM信道处理器和复用器620到达输入开关625联网,使得开关625以标准形式被激活。每个与以太网和IP兼容的类型接口可以连接到一个光纤集线器网络600。输入交换机625是接收端口630,并且穿过其中的信号进入交换矩阵635,然后到达上述铜连接器640。信号通过。来自铜连接器640的发送输出通过开关矩阵635,通过开关625的输出端口645。信号通过DWDM信道带通复用器650并到达波组合器615,并到达复用器610,其中发送和接收信号被组合到一个光纤接口中并且在单个光纤605上传输。

[0113] 现在转向附图中的图7A、7B和7C,其中包括其部件,其中示出了将具有单光跨度波长“C”波段密集技术的100Base到10G收发机联网的另一个扩展器配置的代表性视图波分复用(DWDM)工作在特定的低功率输出信号短距离接口,用于驱动10G信号的DWDM C波段ROADM和TOADM端口,以及全高和低波段预升压和升压后放大器工作波长的图示以100M比特到10G比特的速率通过长距离的单股光纤联网,其中较低的光纤信号被输入到网络Z驻地的全高和低波段预升压器和升压后放大器。

[0114] 还示出了三端口可调光DWDM上落式TOADM装置,其支持用于高容量光传输解决方案的多协议,例如使用扩展器单光纤链接口。TOADM可在IEEE和ITU网格标准下列出的C波段

波长上调谐,并适应小到大的有效载荷。

[0115] 现在特别参考附图7A,该图说明了总体由附图标记704表示的掺铒光纤放大器(EDFA)光波功率放大器的使用,当放置在关键位置时可以提供沿着长光纤跨距所需要的 λ 放大器源,其由附图标记702一般性地表示。应该理解的是,即使在工作许多公里之后,这些放大器704也沿着跨度702对衰减的 λ 微弱信号进行增强。EDFA 704因此进一步输出扩展线缆跨度,将 λ 驱动信号在上述单光纤网络的由附图标记706一般性地表示的新跨度上发送到由附图标记708一般性地表示的另一个远程EDFA放大器,其中,如上所述,信号再次被增强。光驱动信号,例如从沿着线缆跨距702的A端,以及增强器704和708等等,因此可以将该光信号在由附图标记710一般性地表示的另一长距离单股光纤上延伸到终端Z网络上更远的位置。应该理解的是,这种增强放大器位置还可以配备有可调谐光学分插复用器,以添加和移除传输智能数据内容的DWDM λ 源,例如,如下文进一步描述的图7B和7C中所描述和图示的。

[0116] 现在参考附图的图7B,其中示出了本发明的一个优选实施例,一般由附图标记712表示的可调谐光分插复用(TOADM)三端口复用应用,其接收DWDM波长信号以C波段100GHz带宽信道的形式,并且在上述微处理器管理下以电子方式,选择一个或多个可选波长由附图标记714一般性地表示,在输入端包含用户智能数据并且退出到本地路径通常用参考标号716表示所选的DWDM十兆比特到G比特/秒的光波信号。然而,如本领域所理解的,由附图标记718一般性地表示的其余DWDM波长通过其他期望的目的地进行传输。

[0117] 现在参考附图的图7C,示出了一般由附图标记720表示的可调谐光分插复用(TOADM)三端口复用应用的另一个实施例,该应用还接收在形式的C波段100GHz带宽信道,由附图标记722一般性地表示,并且在前述微处理器管理下以电子方式选择一个或多个由附图标记724一般性地表示的可选波长,其包含用户智能数据并将所述信号发送给输入终端,并且将一个或多个波长添加到由附图标记726一般性地表示的本地路径中的所选DWDM 10G比特到100G比特/秒s光波信号。

[0118] 现在参考附图的图8,其中示出了根据本发明的范式的,由附图标记800一般性地表示的改进的收发器装置。如图所示,收发机800配备有两个不同的发射输出 λ 源,一些小形状因子可插入(SFP+)实施例中的一个高波段波长和一个低波段波长,一般分别由附图标记805和810表示。根据本发明的教导,收发器技术有新的设计变化。特别地,新的收发器800形成在整个C波段和每个SFP+实施例中操作的具有C波段密集波分区的全单向双光学跨度波长,具有两个明确不同的经调谐的低波段和高波段发送器。收发器800还具有为驱动DWDM C波段ROADM和TO ADM端口10G信号的短程接口提供的低功率输出信号,其中用于以10比特信道速率工作的全高和低波段放大器的两个离散输出波长联网成两个接口端口接收来自路由器,终端,交换机或光线路放大器的接收器信号。

[0119] 在图8中还示出了10km范围的双高和低波长单向信号发射器,其形状配合SFP+机械兼容SFP+,其配备有两个不同的发射输出, λ ,一个高波段和一个低波段810DMDM C波段光学激光发射器,其位于用于需要短距离光纤跨距的短程ROADM和TO ADM应用的一个装置内,对于每个示出的C波段波具有815的波长范围。还示出了在设备800的另一端处由附图标记820一般性地表示的可插拔电气接口,如本领域所理解的那样易于连接。

[0120] 现在参考附图的图9,特别是图9A和9B,示出了扩展器层2-3>开关的第三代表性实施例视图,其为扩展器Switch的“A”或“Z”匹配端,一般由附图标记900表示,其中多个波长

被路由到各自的光放大器中,接收器和发射器具有从A站点扩展器交换机发出的不同波长,所述接收器和发送器不混合并一起提供跨不同波长路径的联网和路由到单个扩展器一个光纤路径系统。从“A”端驻地传输系统发射的(1530nm波段)波长信号被接收为(1530nm波段)并且将输入发送到该图9的Z驻地。

[0121] 可以选择用户丢弃和插入电路(IP数据)和(CAT-5)来将输入删除并插入正常交换机和路由器序列中,一个单个100兆比特到1.0G比特的信号扩展离开低速侧多个频道。二层交换机通常在所有区域运行,除了10M端口是双发送SFP+光发送器和双接收器。在二层交换机10Gig端口和DWDM信道之间传统的两根光纤束布线在两个分开的波长(分别为黄色或绿色)和1550nm或1530nm的带通波段上工作,说明了不同的波长。

[0122] 进一步参考图9A,10km接收器900优选地为形状配合的SFP+机械兼容SFP+并且配备有两个不同的接收器输入 λ ,一个是高波段905和一个低波段910,两个DWDM C波段光学激光信号接收器在用于需要短距离光纤跨距的短程ROADM和TOADM应用的一台设备内,每个C波段的接收器短波长波长。应该理解的是,扩展器接口例如在图8所示的电接口处将是兼容的,其中,其他常规SFP和SFP+光学器件提供仅用一个DWDM波长工作的全双向双工接口。

[0123] 进一步参考图9B,其中示出的由附图标记920一般性地表示的发射器是配备有两个发射器输出 λ 的发射器,一个用于高波段925,一个用于低波段930。

[0124] 应该理解的是,用于上部和下部通道的扩展器端口将波长的分离放大到单个光纤股上。单光纤链路以全双向业务的形式传输数据的有效载荷,或者传输和接收波长达到80km范围的长度,其中低电平光波信号将由光放大器提升或端接到较低功率SFP+传输和接收波设备与交换机连接。接收器900和发射器920都具有可插拔电气接口,由附图标记935一般性地表示,并且都具有可操作波长的范围,由附图标记940一般性地表示。

[0125] 现在参考附图的图10,由附图标记1000一般性地表示的加强件运输系统描绘了一个总体由附图标记1005表示的用于电连接的铜连接器,如上所述。输入的电信号通过由附图标记1010一般性地表示的开关矩阵以及由附图标记1015一般性地表示的开关,开关通常在其中具有双向开关或路由器端口,由附图标记1020和1025一般性地表示,其配备有全双工TX和RX SFP+接口,其中前述TX端口1020与具有TX端口1035的放大器1030连接,并且前述RX端口1025与RX端口1040连接,端口通过前述的扩展器如图8和图9所示并在上文中进一步描述,以及光学器件形成高和低C波段DWDM光路径以改善连接效率并限制光纤跳线布线配置。接收复用器1045连接到RX端口1050,并且扩展器1055连接到TX端口1060。传输DWDM格式数据的 λ 光波适应传统的行业交换机和路由器,使得这些设备在单光纤传输系统中经济地提升。

[0126] 应当理解的是,配备有可配置的可重新配置的光学分插设备的扩展器优选地被构造为动态可配置以处理不同配置,内容和速度的网络波长,例如50G比特/秒和几个分组的带宽信号,每个传输波长分开并且向上传输到100G比特/秒输入并且退出或插入到网络B中,该网络B通过光波设备到网络C,再次以光波的形式提供50G比特/秒或100G比特/秒,所有网络都在 λ 信号电平通过在长距离传输和城域DWDM网络中发现的几个设备之间联网一根光纤束实现了进一步的节省。

[0127] 优选地,跟随ITU并且通过引入诸如双极化正交相移键控(DP-QPSK)之类的相干技术的八个这样的100G比特/秒信道的应用使得扩展器能够传输携带100G比特/秒数据内容

的50GHz信道符合ITU标准,该标准允许使用IEEE/ITU 50GHz和100GHz信道兼容的网络数据带宽通过扩展器管理的系统进行传输和接收。这通过提高每条光纤对100GHz多路信道中的40、100和200G比特信道的带宽,并使用50GHz的DWDM信道提高96个信道的带宽,从而满足降低运输成本的需求,这使得运输能力翻了一番以上一对光纤。因此,在一条光纤束上操作的累加器将使该负载因子乘以每个指定光纤束的总速率的两倍。

[0128] 应该理解的是,本发明具有许多方面,其中许多方面已经在上文中详细讨论。下面讨论其他方面。最好包括:分配顺序的改变, λ 信号波长选择,IEEE-ITU标准密集波分复用 [DWDM] 波长的使用目的和使用目的,并使选择的所述改变波长同步执行,发送输出 λ 信号内容并接收包含发送和接收用户有效载荷内容的输入 λ 信号,全部通过标准本地以太网帧数据和IP数据完成,格式化为串行数据串并在两个传输方向上传输有效载荷。

[0129] 作为定义,站点指定包括应用具有内容有效载荷的改变波长的“A”站点将内容发送到接收具有用于分配的内容有效载荷的所述波长的“Z”端站点,并且应用具有内容有效载荷的改变波长的“Z”站点将内容发送到接收具有内容有效载荷的所述波长的“A”端站点。

[0130] 本发明包括将发送的有效载荷内容从相应的接收有效载荷内容联网到单独的DWDM波长上,增加了除干扰之外的物理和电和光波分离的情况。

[0131] 本发明包括上述光学系统进一步包括第二光波路径,可以使用单独的 λ 在操作双光纤波长从A端到Z端和从Z端到A端的单束光纤上传输全部有效载荷。

[0132] 本发明包括上述光学系统使用符合每个IEEE和ITU国际标准的标准DWDM波长分配,允许在全球、国内和国际市场上部署扩展器单光纤的情况。

[0133] 本发明包括上述光学系统使用符合每个IEEE和ITU国际标准的标准DWDM波长分配,允许在配置用于全双向有效载荷传送中的单光纤传输的长途网络上使用行业标准EDFA光放大器来部署扩展器单光纤的情况。

[0134] 本发明包括上述光学系统使用每个IEEE和ITU国际标准的标准DWDM波长分配,允许使用任何宽带多速率10Gig、40Gig、100Gig和200Gig光学传输解决方案来部署扩展器单的情况,其具有在城域和长途网络中运行扩展器单光纤网络的优势。

[0135] 本发明包括上述光学系统使用每个IEEE和ITU国际标准的标准DWDM波长分配,允许在任何单模光纤束上部署和操作扩展器单光纤,并且将现有的光纤线缆网络的有效载荷容量增加百分之五十。

[0136] 本发明包括上述光学系统使用每个IEEE和ITU国际标准的标准DWDM波长分配,允许部署的扩展器单光纤延迟新光纤线缆的建造并且减轻光纤束的拥塞或填充。

[0137] 本发明包括上述光学系统使用每个IEEE和ITU国际标准的标准DWDM波长分配,允许使用10Gig、40Gig、100Gig和200Gig光学传输解决方案的任何宽带多速率与全双向有效载荷传输标准IEEE和ITU标准接口的分插和兼容的数据速率来部署扩展器单光纤的情况。

[0138] 本发明包括上述光学系统使用每个IEEE和ITU国际标准的标准DWDM波长分配,允许使用改进的短距离10Gig光学模块来部署扩展器单光纤的情形。

[0139] 本发明包括上述光学系统使用每个IEEE和ITU国际标准的标准DWDM波长分配,允许使用兼容的80km范围的10Gig SFP+光接口模块来部署扩展器单光纤的情况。

[0140] 本发明包括上述光学系统使用每个IEEE和ITU国际标准的标准DWDM波长分配,允许使用OSPF+40Gig带宽来部署扩展器单光纤以连接客户端设备的情况。

[0141] 本发明包括上述光学系统使用每个IEEE和ITU国际标准的标准DWDM波长分配,允许在城域网和长途网中使用单模光纤来部署扩展器单光纤的情况,以使单光纤束的成本为双光纤成本的一半。

[0142] 本发明包括上述光学系统使用每个IEEE和ITU国际标准的标准DWDM波长分配,允许使用IEEE标准CWDM波段与DWDM C波段波的组合来部署扩展器单光纤的情况。

[0143] 本发明包括上述光学系统使用每个IEEE和ITU国际标准的标准DWDM波长分配,允许使用硬件冗余和功率多样化来部署扩展器单光纤的情形。

[0144] 本发明包括上述光学系统使用每个IEEE和ITU国际标准的标准DWDM波长分配,允许使用横向或环形光纤网络设计来部署扩展器单光纤的情况。

[0145] 本发明包括上述光学系统使用每个IEEE和ITU国际标准的标准DWDM波长分配,允许使用光耦合器、分离器和在网络的任一端或两端操作的所述装置部署扩展器单光纤的情况。

[0146] 本发明包括上述光学系统使用每个IEEE和ITU国际标准的标准DWDM波长分配,允许使用在10Gig、40Gig、100Gig和200Gig有效载荷波长下操作的ROADM光交换来部署扩展器单光纤。

[0147] 本发明包括上述光学系统使用每个IEEE和ITU国际标准的标准DWDM波长分配,允许使用层2,3以上的交换网络和路由器来部署扩展器单光纤的情况。

[0148] 本发明包括上述光学系统使用每个IEEE和ITU国际标准的标准DWDM波长分配,允许在全球互连的数据中心中使用单模光纤交叉连接来部署扩展器单光纤的情形。

[0149] 尽管已经通过对本发明的实施例的描述说明了本发明,并且尽管详细描述了实施例,但是申请人的意图不是限制或以任何方式将所附权利要求的范围限制为这样的细节。对于本领域技术人员而言,其他优点和修改将容易显现。因此,本发明的更广泛的方面不限于所示出和描述的具体细节、代表性装置和方法以及说明性示例。因此,在不背离申请人概念的广度或范围的情况下,可以从这些细节中作出偏离。此外,尽管已经结合多个示例性实施例和实施方式描述了本发明,但是本发明不限于此,而是涵盖落入所附权利要求范围内的各种修改和等同布置。

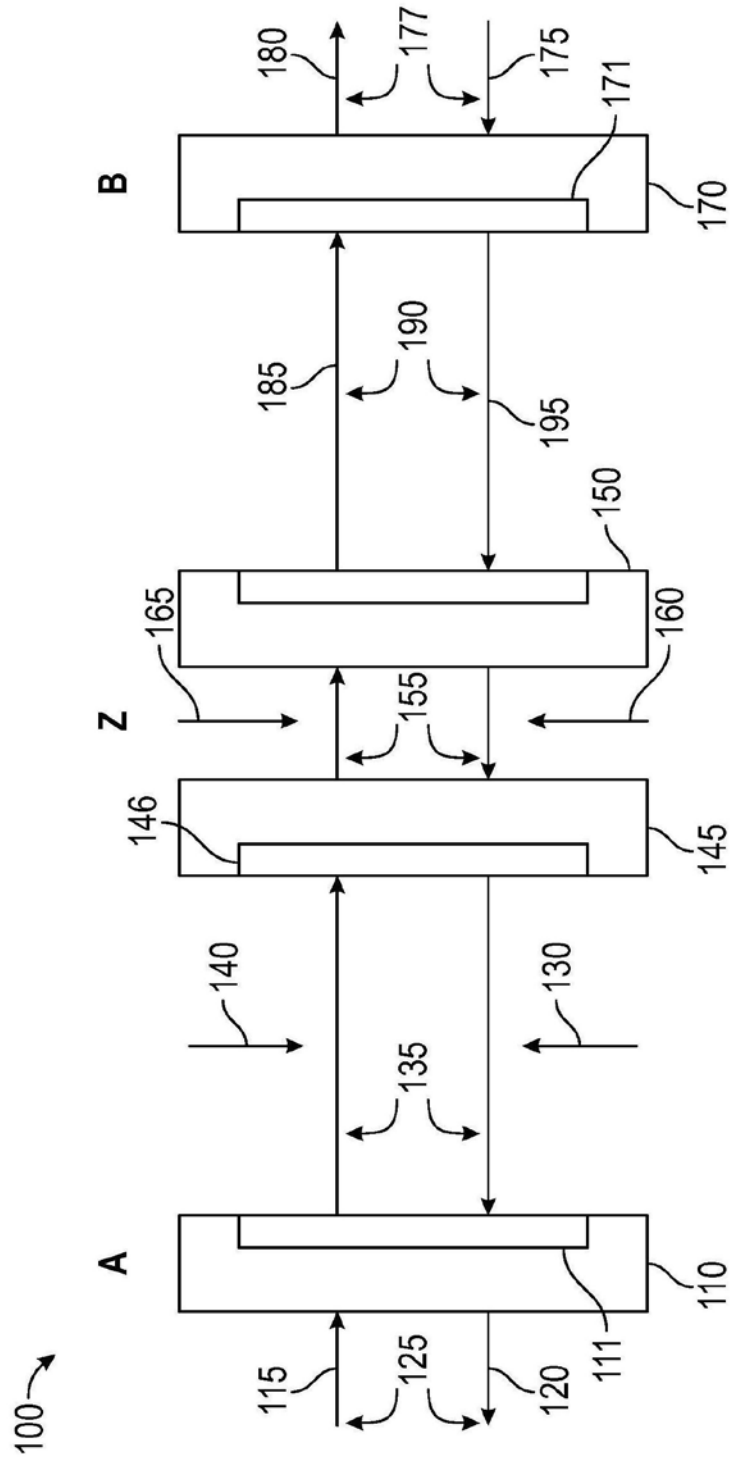


图1

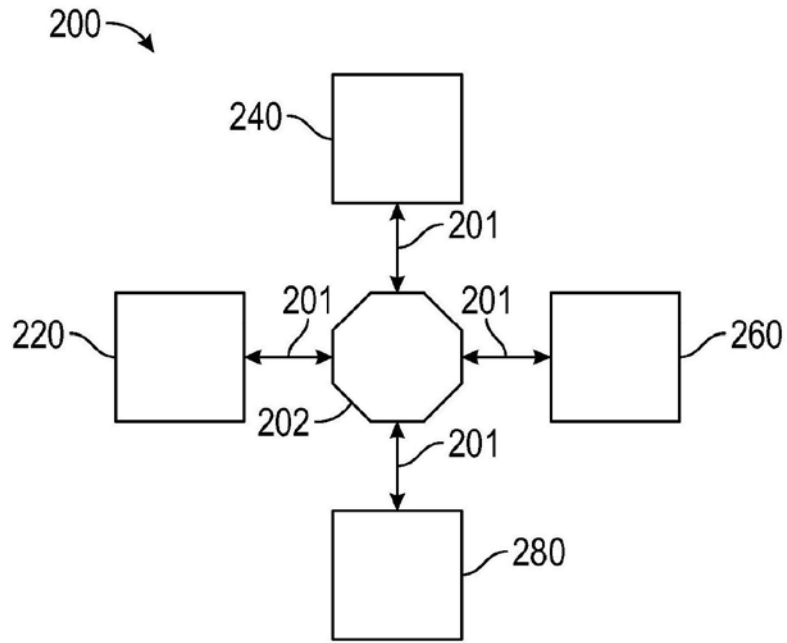


图2A

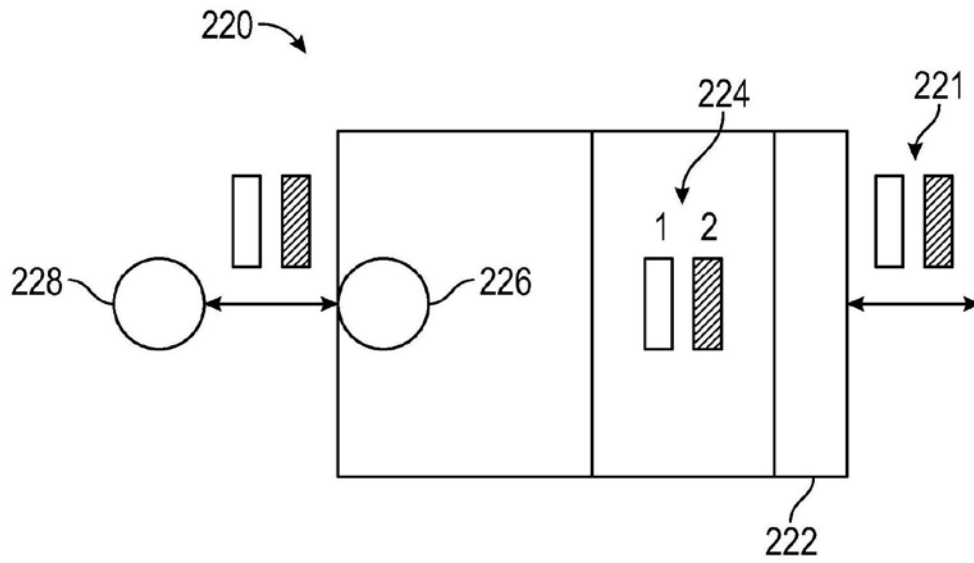


图2B

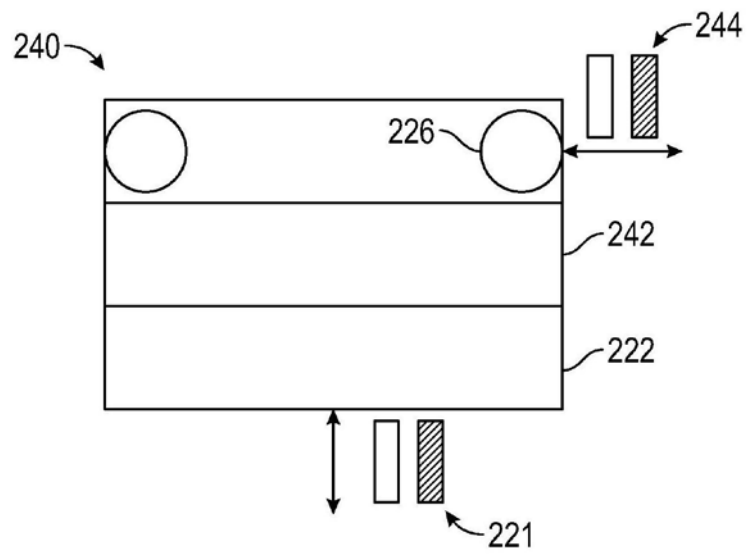


图2C

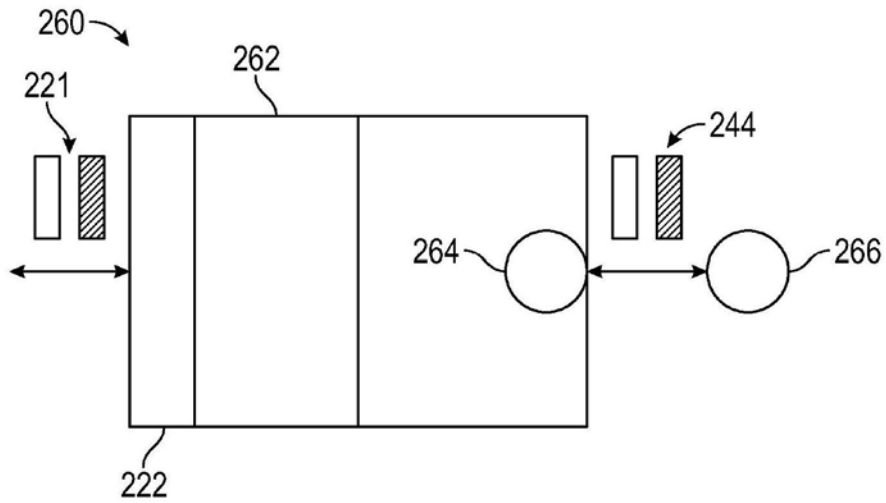


图2D

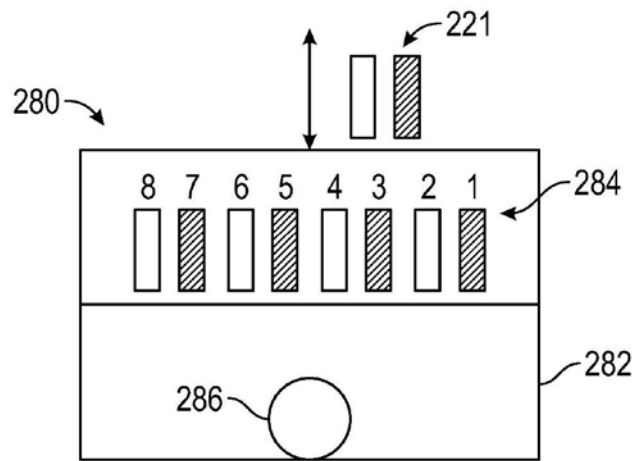


图2E

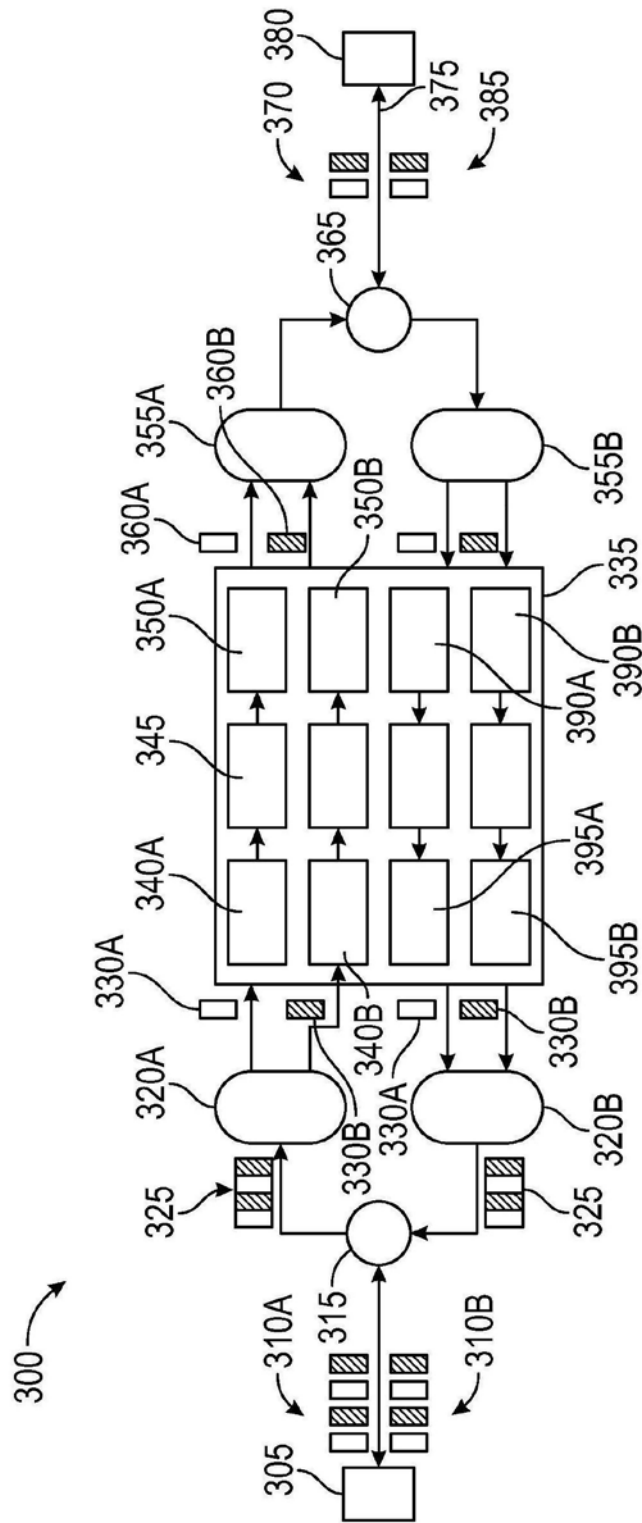


图3

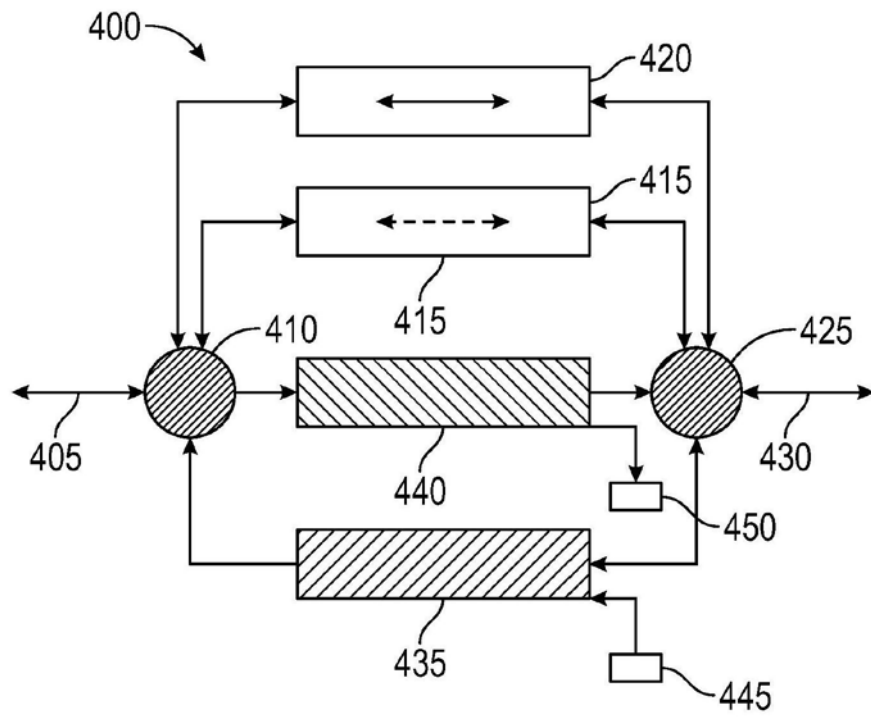


图4

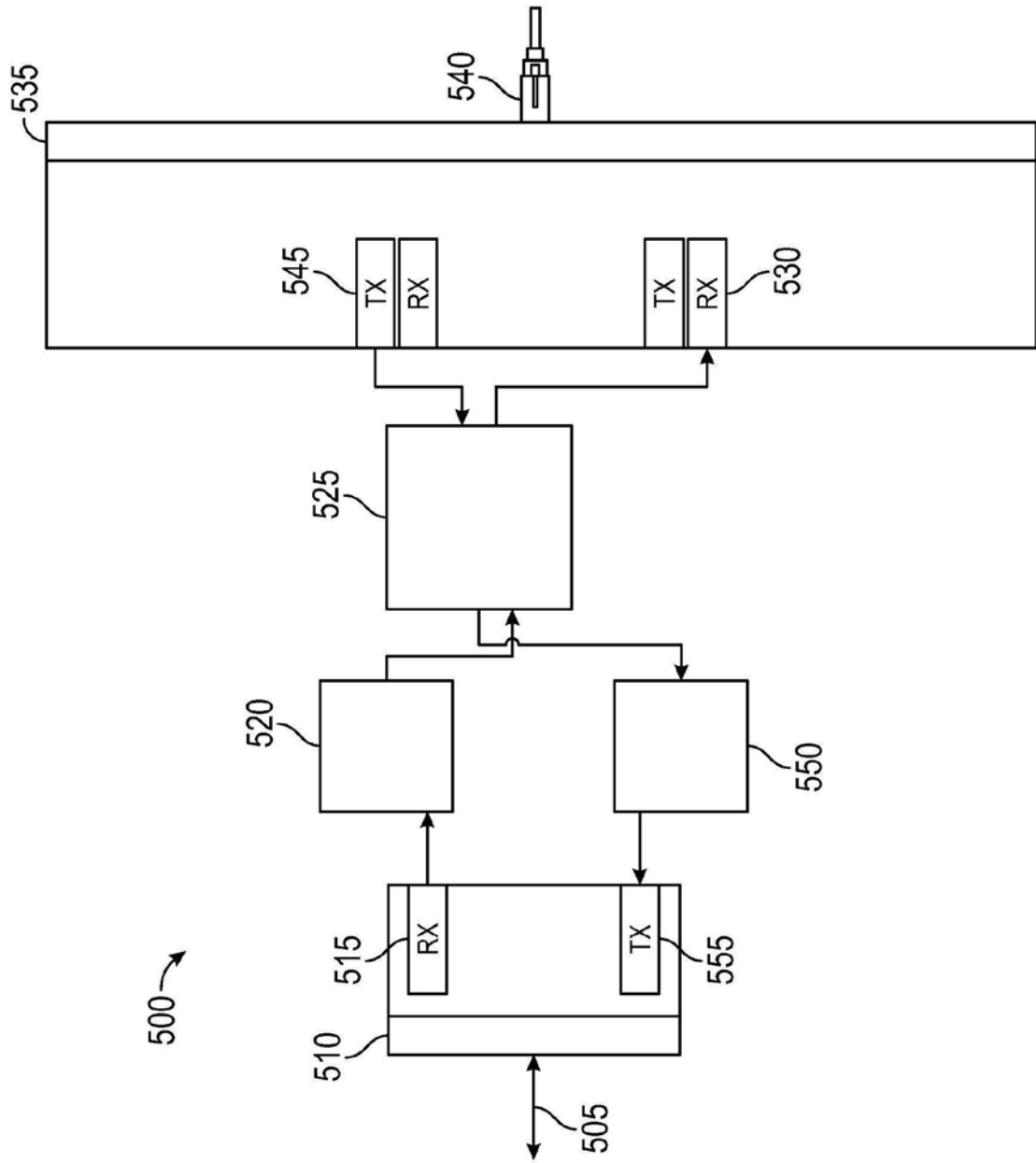


图5

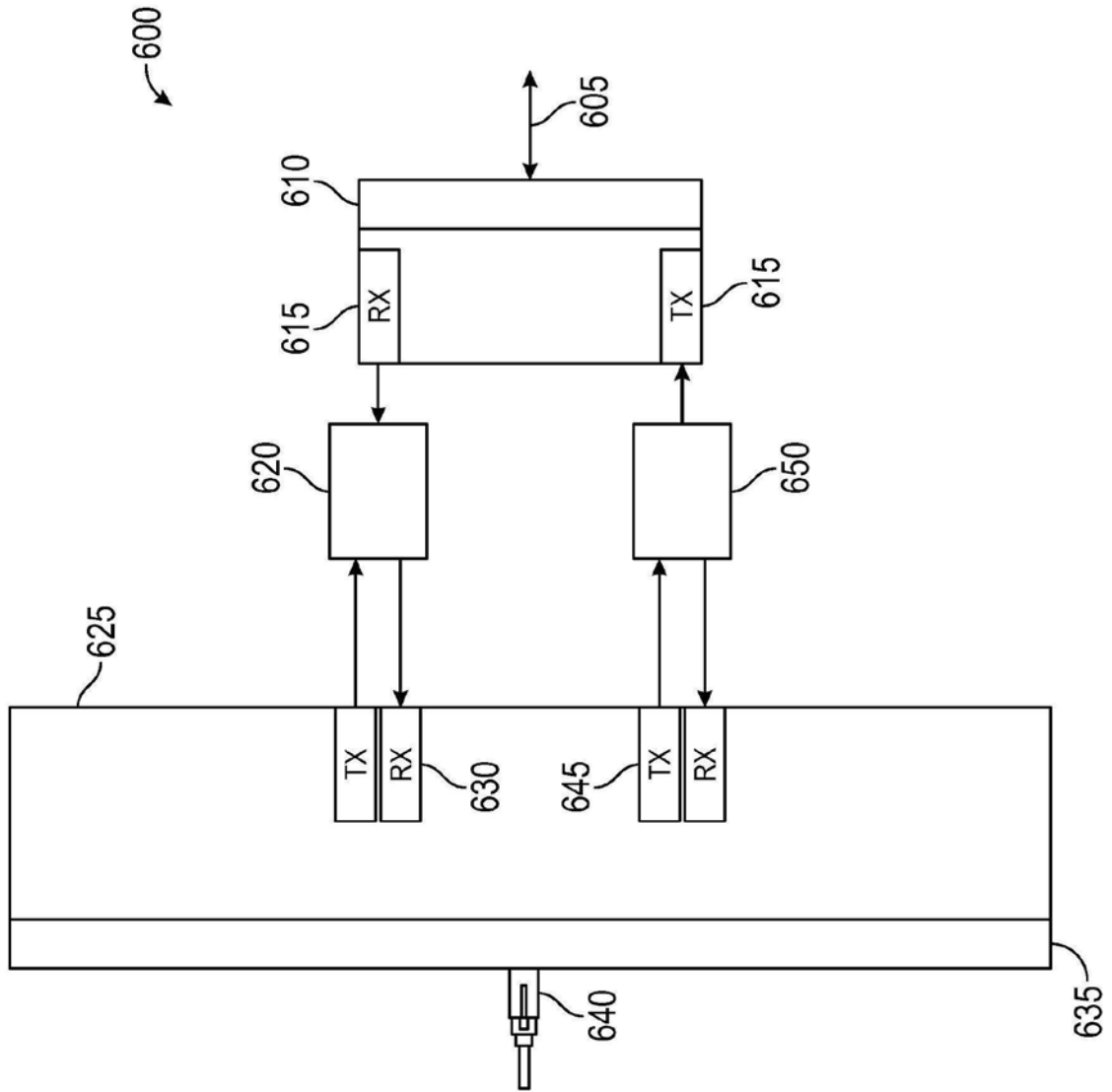


图6

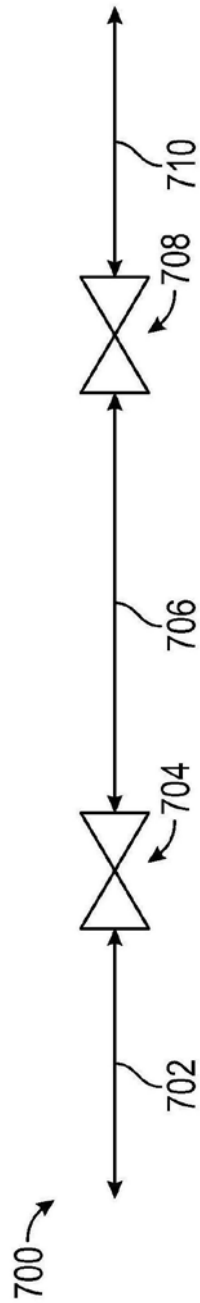


图7A

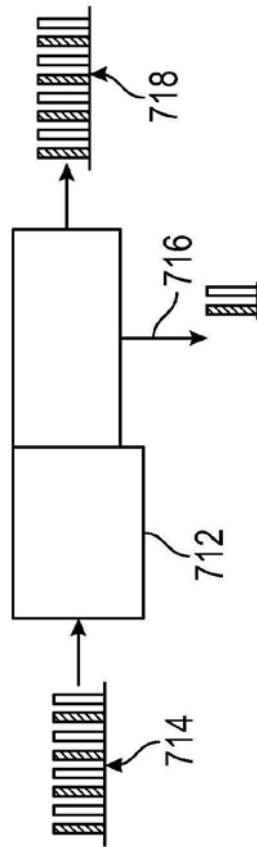


图7B

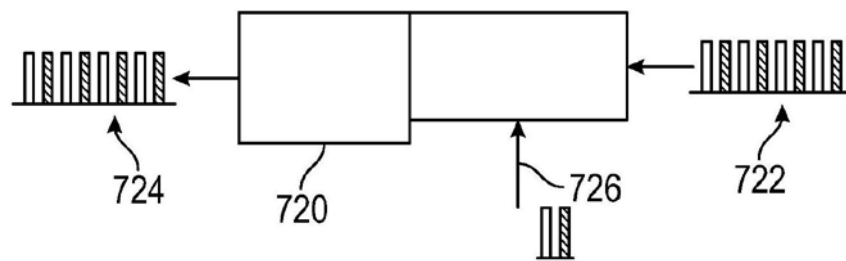


图7C

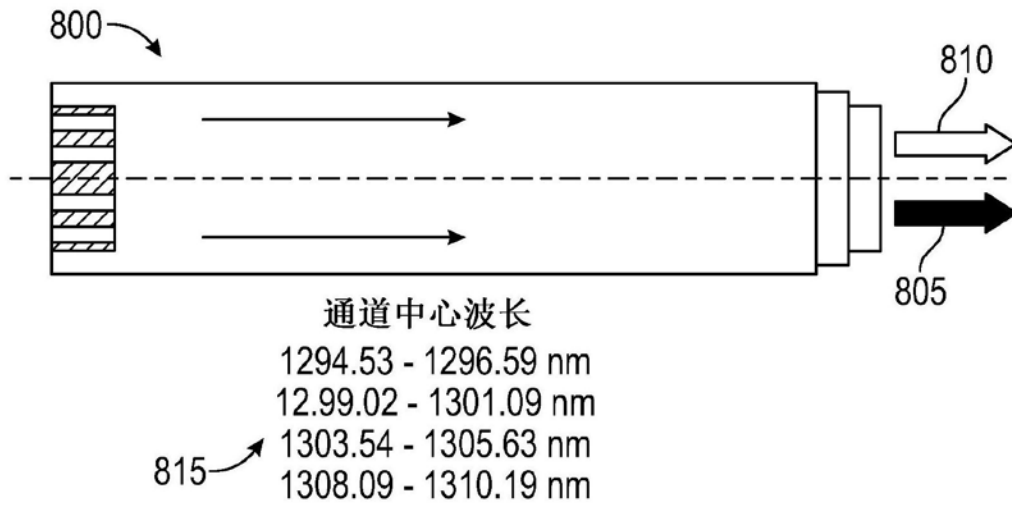


图8

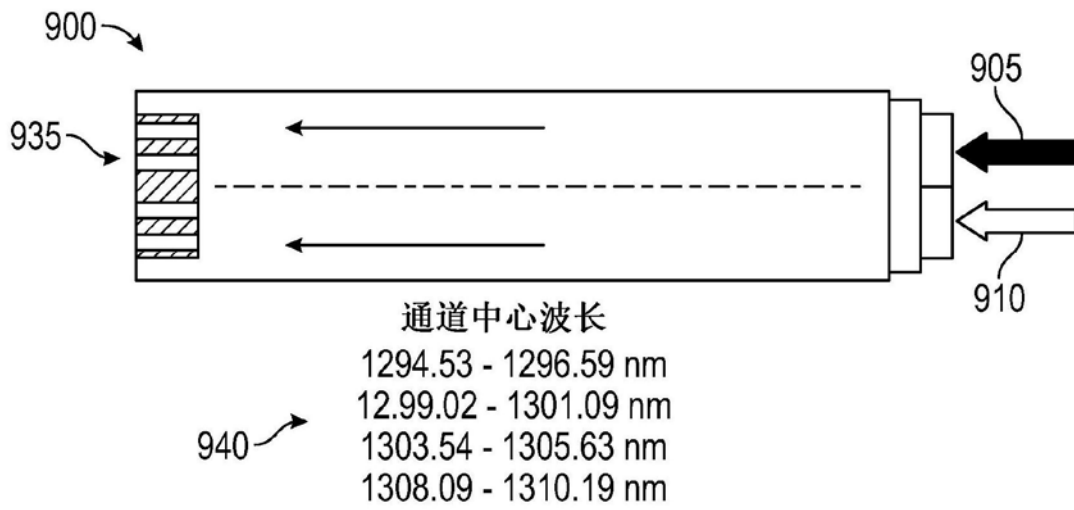


图9A

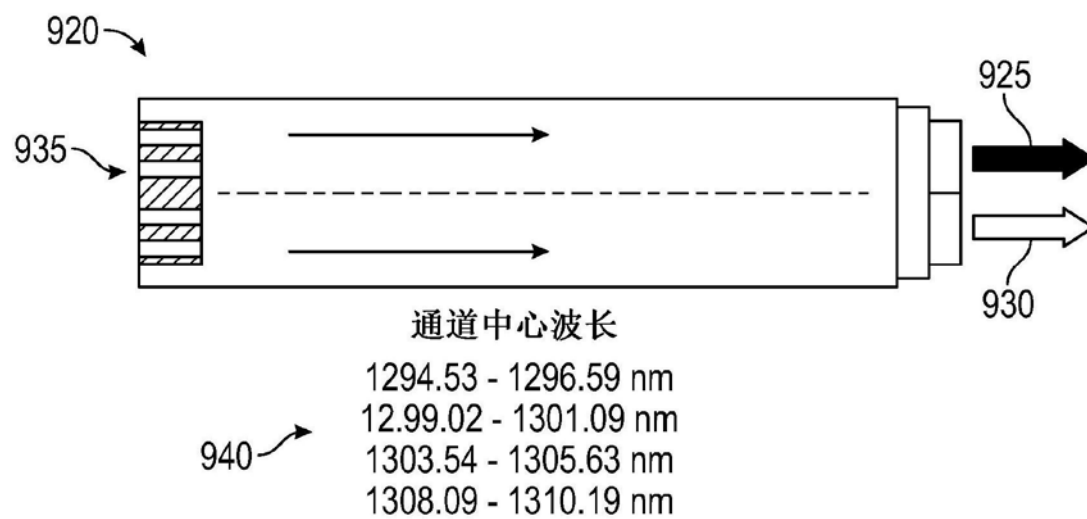


图9B

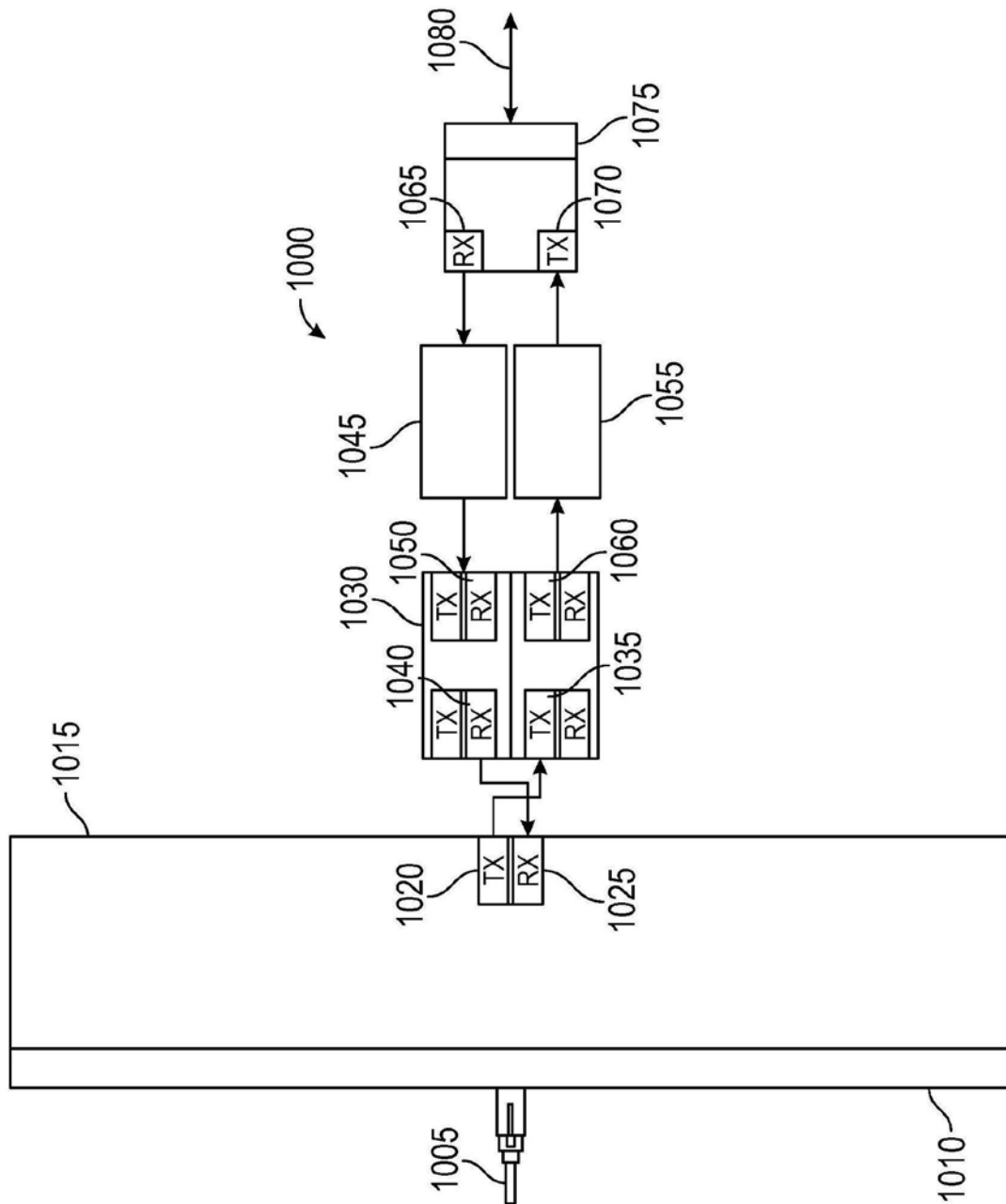


图10