

[19]中华人民共和国专利局

[51]Int.Cl⁶

H04B 10/04

H04B 10/12



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 97117507.1

[43]公开日 1998 年 3 月 18 日

[11] 公开号 CN 1176546A

[22]申请日 97.8.28

[30]优先权

[32]96.8.30 [33]US[31]706029

[71]申请人 朗迅科技公司

地址 美国新泽西

[72]发明人 乌兹尔·考利尔 刘康尧

[74]专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标
事务所

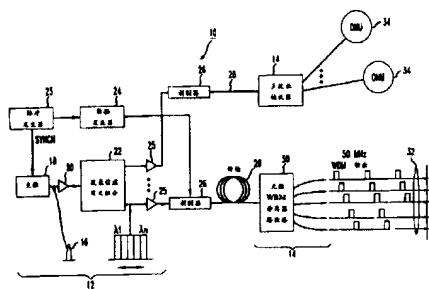
代理人 杜日新

权利要求书 3 页 说明书 10 页 附图页数 8 页

[54]发明名称 使用频谱切割光源的光通信系统

[57]摘要

一种设备和方法使用单个宽带光源，例如像 LED，提供光多波长信号以产生许多独立的光波长信道。光发送器包含波长信道定义组合，它把由光源输出的宽谱脉冲分解成构成各个脉冲（即波长信道）的分立波段，并且在波段间插入延迟以定义一个独立可寻址信道序列。



权 利 要 求 书

1.光多波长设备,包括:

宽谱光源,以第一速率工作以产生一个具有包含多个分立波段的频谱带宽的脉冲序列;及

信道定义组合,光学耦连到所述宽谱光源,用于把光源的输出脉冲分解成所述多个分立波段,在所述分立波段间插入时间延迟以定义一个独立可寻址波长信道序列,并且把分立波段结合成至少一个多路复用输出信号。

2.权利要求 1 的光多波长设备,进一步包含光调制器,使用以等于或大于所述第一速率工作的数据信号编码至少一个光波长信道,以形成至少一个编码光信道。

3.权利要求 1 的光多波长设备,其中第二速率等于或大于所述第一速率乘光波长信道数。

4.权利要求 1 的光多波长设备,其中光源是光放大发光二极管。

5.权利要求 1 的光多波长设备,其中 每个分立波长信道包括具有小于或等于第二速率的倒数的脉冲宽度的短光脉冲。

6.权利要求 1 的光多波长设备,其中每个分立波长信道包括具有大于第二速率的倒数的脉冲宽度的短光脉冲。

7.权利要求 1 的光多波长设备,其中信道定义组合包含具有光学耦连到所述光源的输入口及多个输出口的波长分割多路分解器,所述波长分割多路复用器工作于把每个输入光脉冲分解成多个短光脉冲,每个短光脉冲对应于所述分立波段之一,并且在所述多个输出口之一处被提供。

8.权利要求 6 的光多波长设备,其中信道定义组合进一步包含多个光纤延迟线,每个延迟线被光学耦连到所述多路分解器的输出口之一,用于当与给定波长信道相关的短光脉冲到达信道定义组合的输出口时相对于与其它波长信道相关的脉冲到达时延迟一个时间。

9.权利要求 8 的光多波长设备,其中信道定义组合进一步包含光合成器,具有多个输入口及至少一个输出口,用于分别从所述延迟线接收延迟光脉冲并且至少合成它们中的某些以便后面在普通波导上传输。

10.权利要求 9 的光多波长设备,其中所述光合成器是星形耦合器。

11.权利要求 9 的光多波长设备,其中所述光合成器是波长分割多路复用器。

12.权利要求 7 的光多波长设备,其中所述波长分割多路分解器包含波导光栅路由器,并且其中所述光源是光放大发光二极管。

13.权利要求 1 的光多波长设备,其中所述波长信道定义组合包含具有 N 个输入口和 M 个输出口的星形耦合器,多个光纤延迟线每个耦连到相应的所述输出口之一,及具有每一个都耦连到各自的所述光延迟线之一的输入口的波长分割多路复用器,其中 N 是等于或大于一的整数, M 是等于由波长信道定义装置可定义的最大信道数,并且至少所述输入口之一被耦连到所述光源。

14.在光通信系统中用的发送器,包括:

宽谱光源,以第一速率工作以产生具有包含多个分立波段的频谱带宽的输出脉冲序列;

信道定义装置,光学耦连到所述宽谱光源,用于把光源的输出脉冲分解成多个与所述分立波段相对应的短光脉冲,用于在所述短光脉冲间插入时间延迟以定义一个被记录的独立可寻址波长信道序列,并且用于把分立波段合成为至少一个多路复用输出信号;及

光调制器,用于使用以等于或大于所述第一速率的第二速率工作的数据信号编码至少一个波长信道,以形成一个编码光信道。

15.权利要求 14 的发送器,其中相邻波长信道在被记录的波长信道序列中是时域分离的,以减小串扰。

16.在光通信系统中操作发送器的方法,包括步骤:

把宽谱光源的输出脉冲分解成多个分立波段;

在分解的分立波段之间插入时间延迟以定义一个独立可寻址

波长信道;及

把分立波段合成为至少一个多路复用输出信号。

17.权利要求 16 的方法,进一步包含在合成步骤后使用单个调制器以用于传输到远方接收器的数据顺次调制多个波长信道的步骤。

18.权利要求 16 的方法,其中分解的分立波段序列在所述时间延迟插入步骤期间被记录。

19.权利要求 16 的方法,进一步包含先于所述分解步骤放大光源的输出的步骤。

20.操作多波长光通信系统的方法,包括步骤:

把宽谱光源的输出脉冲分解成多个分立波段;

在分立波段间插入时间延迟以定义一个独立可寻址波长信道序列;

把分解的分立波段合成为至少一个多路复用输出信号;及

在合成步骤之后,使用单个调制器以用于传输到远方接收器的数据顺次调制多个波长信道。

21.权利要求 20 的方法,其中所述时间延迟插入步骤先于所述分解步骤进行。

22.权利要求 20 的方法,进一步包含把调制波长信道发送进光介质传输到多波长接收器的步骤。

23. 权利要求 22 的方法,进一步包含在包括由光电探测器跟着的波导光栅路由器的多波长接收器处接收发送的信道的步骤。

24.权利要求 22 的方法,进一步包含在包括由光电探测器跟着的衍射光栅的多波长接收器处接收发送的信道的步骤。

25.权利要求 22 的方法,进一步包含在包括由光电探测器跟着的干涉滤波器阵列的多波长接收器处接收发送的信道的步骤。

26.权利要求 22 的方法,进一步包含在包括由光电探测器跟着的波长分割多路分解器的多波长接收器处接收发送的信道的步骤。

说明书

使用频谱切割光源的光通信系统

本发明总体上涉及光通信系统,并且更具体地涉及使用频谱切割、宽谱(spectrally sliced,broad spectrum)光源的光通信系统中的改进。

光通信系统的传输容量目前受光源调制带宽及色散和非线性传播效应的限制。虽然光纤的跨度有非常宽的光学带宽(10-20THz),在单信道通信系统中,在这样的跨度上传输的系统数据率目前限制在大约 2.5Gb/s。通常波分复用(WDM)通过以不同的波长同时在多个光载波信号上发送数据来增加光系统容量。总系统容量增加了一个系数,该系数等于不同波长信道数。WDM 的其它优点体现在一点对多点通信系统中,如光纤到家庭中。在此情况下,改善了功率分离预算、安全性、升级能力、服务灵活性及与时分复用(TDM)点对点链路相比更低的组件速度要求使 WDM 更具吸引力。

此前提出的 WDM 系统通常含有一个用于每个光信道的或单独的传输波长的分离的光调制源。例如,可以使用激光二极管阵列,每个激光二极管被调到不同的频率并且被单独调制。例如,激光频率通过一个光耦合器被合成,然后被发送到光纤的一端。在光纤的另一端,波长信道被互相分离开并且被定向到相应的接收器。

由于存在许多技术问题,目前提出的 WDM 系统对于象对家庭的光纤分配那样的大批量市场应用还不能认为具有商业生命力。这样的问题之一是,目前提供的是少量的信道。尤其是,如果大量的信道(32 - 64 或甚至 128)能实现, WDM 系统被认为是具有成本有效性的(cost-effective),现在的多信道激光二极管很难以可以接受的产量而被加工,即使少至 8 个信道也是如此。此外,目前可得到的无源 WDM 分离器有很大的其通带信道的温度变化,因此要求尚未实现的多信道源有连续可调谐性。

因此,虽然 WDM 提供了一个对于增加容量和光学网络透明度

的很好的一个解决方案,如目前预见的用于光纤分配网的 WDM 被认为与简单的点对点方案(每个客户一根光纤)相比不具有成本竞争性(cost-competitive),所以需要有更具有成本有效性的方案。对于光纤到家光通信系统,提供光信号进出家庭的低成本的方法是一个具有挑战性的问题。虽然数据流的时域复用(TDM)将是增加传输容量的另一种方法,不希望建一个在未来难以升级的具有昂贵的高频电子组件的特殊网络,例如,为了提供 50Mb/s 的数据率到单独的住宅,一个 32 信道的系统将要求发送器,路由器,放大器,接收器和调制器具有 1.5Gb/s 或更高的容量。不希望把如此昂贵和现代的组件放到家庭中。此外,希望在该区域和家庭中有许多系统透明并且无源,即,线速率独立并且不要求任何电源。除了如局域存取(50 - 150MHz)所要求的低数据率系统,高数据率系统(622MHz - 2.5Gb/s)也可以得益于 WDM。在这种情况下,在得到一个具有足够的信道调谐,稳定性和调制带宽的多频光源时的困难将导致类似的问题。

从上述很明显,对效率高的并且成本有效的 WDM 系统有持续的需求,该系统能发送大量的频谱信道。

前述缺陷被提出,通过把光源的输出光谱频谱分割为单独可寻址的波长信道序列(sequence),在本领域取得了一些进展。根据本发明示出的实施例,频谱切割由,例如像波导光栅路由器那样的多信道滤波器来实现,并且该序列是由耦合到多信道滤波器的输出端的多个光延迟线所定义。根据本发明,每个延迟线与各自的波长信道相关并且提供的那个信道的延迟不同于在其它所有信道上引入的延迟,所以提供了一个分立波长信道或脉冲的重复序列。

如此形成的脉冲流于是可以在例如像一根或多根单模光纤这样的介质上而被复用,调制,及传输到远方的接收器。最好是,一个单独的,高速单信道调制器可被用于独立调制每个波长信道,避免了大阵列调制器的需求,其中关于以前的配制,一个调制器被用于一个波长。

作为示例,每个延迟线可以作为光纤的一段而被构造,该光纤

耦连到对应的波导光栅路由器的输出口,每个各自的光纤段的长度决定其相应的延迟的大小。相邻延迟线光纤的长度被选择得使波长脉冲列在传输到远方的接收器之前而被重定序。信道间频谱迭加引起的线性串扰被认为是使用频谱切割光源的 WDM 系统中的一个严重问题。尤其是根据本发明的最佳实施例,相邻频谱切割信道的到达时间,正像由远方的接收器所看到的那样,是被以减少了这样的信道间迭加的方式重定序。

光多波长通信系统通过使用多波长设备及多波长接收器一起来实现,用于把接收的编码光信号多路分解成多个调制的光波长信道。

本发明的前述特征和优点通过下面的详细描述和附图会得到更好的理解,图中,

图 1 是根据本发明构造的多波长通信系统的方框图;

图 2A 是宽频谱脉冲的示例序列的曲线表示,根据本发明的一个方面,多个分立的波长信道是从该宽频谱脉冲得出;

图 2B 是依照频谱切割的分立波长信道的曲线表示;

图 3 是一个多波长通信系统的原理图,其中使用了根据本发明的示意实施例构造的波长信道定义组合 (wavelength channel defining assembly) ;

图 4 描述多波长滤波器的传输函数,该滤波器可以被用在图 3 的波长信道定义组合中;

图 5A 表示一个集成光学 WDM 器件,它通常用于充当图 3 的实施例中用作多信道滤波器的频谱切割波导光栅路由器 (WGR);

图 5B 表示图 5A 的路由器器件的周期性通带传输特性;

图 6A 是根据本发明的可以用作为宽谱光源的发光二极管 (LED) 的示例频谱;

图 6B 描绘的是根据本发明的放大并且频谱切割后以产生多个分立波长信道的图 6A 的频谱;

图 7 表示由在图 3 的示意实施例中使用的光波导光栅路由器输出的八个波长信道的被测量的延迟的脉冲流,这是在延迟的插入和

跟着的记录之后;

图 8A 表示传输,多路分解及之后的图 7 的信号,在远方的接收器处探测;

图 8B 表示眼图,带有数据调制,以-32dBm 接收的在图 3 中描述的示例配置的操作中提供的接收的和探测的信道之一的功率;

图 9A 是根据本发明的另一个实施例构造的波长信道定义组合的示意图;以及

图 9B 是根据本发明的再一个实施例构造的波长定义组合的示意图。

根据本发明,从适当的光源--例如,其输出波长的中心位于典型的电信波长,如 1550nm 处的发光二极管(LED)--输出的宽光谱被频谱切割并且以这样的方式被处理,就是使它可靠地服务于比此前认为可行的更多的用户。

根据本发明构造的示例多波长光通信系统 10 示意性表示在图 1 中。如图 1 所示,系统 10 包括一个发送器 12 和一个接收器 14。来自光源 18 的宽谱光脉冲 16 被放大器 20 放大并被加到信道定义组合 22。一个脉冲发生器 23 决定宽谱脉冲的宽度和重复率,例如可以分别是 2.5ns 和 20ns(图 2A)。正如下面所要详细解释的,波长信道定义组合 22 可以把由光源 18 提供的输出脉冲频谱切割为以单独脉冲 λ_1 - λ_n 形式的多个分立波段,概念上如图 2B 所示,在它们之间插入一个时间延迟,所以它们是可单独寻址的。即,宽谱光源被频谱切割并且被处理以形成一系列调制数据脉冲,每一个有不同的波长。

每一不同波长(这里指波长信道)被要在那个特殊信道上传输的信息调制。本发明的发送器 12 提供了一个在许多分离波长信道上传送数据的方法,只使用了单个宽带调制器。优选地,例如像包层堆积(cladding-dumping)光纤光栅或多层干涉滤波器那样的频率依赖滤波器(未示出)可以被连接到波长信道定义组合 22 的输出以均衡某些或全部光波长信道的功率谱。

在图 1 的实施例中,数据发生器 24 产生多个低频数据信号(对

于局域存取应用,例如 8-16 信道,每信道 50Mb/s),它们通过一个电子 TDM 单元(未示出)被时分复用(TDW)到高数据率(本例中,400-800Mb/s)。得到的波长信道通过调制器 26 使用由波长信道定义组合输出的并被放大器 25 放大的高数据率信号来编码。正如可以由本领域的熟练人员直接得出的,高数据率信号应该有一个数据率,它至少等于宽谱脉冲率(γ)乘使用的波长信道数。

优势是,含有的高数据率信号可以通过使它经过一个宽带光调制器 26 而被编码到多信道光信号上。这种调制器 26 能够在宽波长范围(典型值,50nm 带宽)上调制光信号并且具有低的偏振依赖性。体 InGaAsP 波导调制器对于本实施例是较好的调制器 26;可是,任何宽带光调制器都可以使用。调制器 26 的输出经过光介质 28(例如,单模光纤)被传输到多波长接收器 14,该接收器 14 包括,例如,一个无源 WDM 分离器路由器 30--它把接收的光信号多路分解成准备用于特殊用户的光网络单元 34(ONU)的多个调制光波长信道 32(例如,50MHz WDM 信道)。

当接收器 14 被描述为使用一个无源 WDM 分离器或路由器时,应该理解为使用了波导光栅路由器,衍射光栅,干涉滤波器阵列,或其它用于把接收的光信号多路分解为多个调制光波长信道的设备。

一个研究的系统,使用中心波长在 1550nm 处的 LED 作为光源服务于多达 64 个用户,被描述在图 2 中。应该注意的是,虽然这里示出和详细描述的是中心大约在 1550nm 处的输出谱,然而,还期望光源的输出谱另外中心大约位于感兴趣的某个其它波长,例如,1300nm,并且这里参考任何特殊波段只是作为示意例。

正如可以由本领域的熟练人员直接得出的,能由单个光源服务的用户数取决于其输出功率。在图 3 的示例安排中,其中光源是中心(波长)在大约 1550nm 处的 LED,放大器 20 最好配置为传统的铒掺杂光纤放大器(EDFA)。可是,对于许多其它波段,例如,1300nm 附近的那些,目前还没有光纤放大器。在这种情况下,可以使用半导体光学放大器。如果需要,半导体光学放大器可以与 LED 光源集成在

一起,以得到一个单片集成 LED 放大器结构。这样的器件的加工在熟悉本领域的人中被认为是容易的。可是,适于 1300nm 的集成 LED 放大器的详细描述可以参考 K.Y.Liou 等的论文,题目为 "Monolithically Integrated Semiconductor LED-Amplifier for Application as Transceiver in Fiber Access Systems",IEEE Photonics Technology Letters,Vol.8,pp.800-802。

在任何情况下,继续参考图 3 的说明性实施例,将发现信道定义组合 16 包括多个信道滤波器器件(例如,波导光栅路由器 36),它选择并且把每一个连续的波长信道,路由到相应的光延迟线(例如,光纤段 38a-38h),相邻信道间的串扰尽可能的少。可以使用的理想多信道滤波器器件的传输频谱(波长梳)如图 4 所示。

图 5A 示出了习惯上用于充当频谱切割波导光栅路由器 (WGR) 的集成光学 WDM 器件。图 5B 示出了路由器器件 36 的周期性通带传输特性。在通带中心,有许多期望的传输信道。在该区域之外,集成光学 WGR 组件表现出周期性通带特性。这样的路由器的工作和结构的详细描述可以参考 C.Dragone 等的论文,题目为 "Integrated Optics NXN Multiplexer on Silicon",IEEE Photonics Technology Letters,Vol.3,pp.896-899,1991。

为了提供每信道 50Mb/s 的示例数据率,对于 -7.9dBm 峰值功率,包括说明性光源 18 的 LED 被直接用 20ns 重复率的 2.5ns 脉冲调制。这样的调制产生如图 6A 所示的宽谱脉冲。在图 3 描述的配置中,放大器 20 配置为一个两级光纤放大器,并观察到频谱切割输出增加到每信道 -7dBm 峰值功率。测出的由光纤放大器提供的信号增益是 22dB。频谱切割 WGR 36 的 200GHz 信道间间隔从光纤放大器 20 滤掉放大的自发发射噪声。

图 6B 示出了波长信道 4 的放大的波长切割输出频谱。图 4 中的重复峰由 WGR 的 128-Å 自由频谱范围分隔开。所有其它信道表现出的光谱类似于图 4,除了它们是由使用的 WGR 的 16-Å 信道间隔相等分隔。熟悉本领域的人员从图 2 和 4 的比较可直接得出,放大的和切割的频谱由铟掺杂光纤放大器 18 的光增益频谱修改。对于

每一信道测得的 WGR 的总插入损耗,包含频谱切割损耗,是大约 21dB.

回到图 3,将看出除了作为 WGR 36 的多信道滤波器和延迟线 30a-30h,说明性的波长信道定义组合 22 进一步包括多输入口多输出口光耦合器 40. 在现在将描述的方式中,延迟线和耦合器选择性地用于把多信道滤波器的频谱切割 LED 输出多路复用成通常指示为信道 1-8 的独立可寻址波长信道序列. 根据本发明,不同长度的光纤延迟线用在波导光栅路由器 36 的每一个输出口以便每个信道延迟一个脉冲宽度,然后通过多口耦合器 40 把各个脉冲多路复用成重复的脉冲序列. 在图 3 描绘的说明性的 8 信道系统中,希望得到每信道 50Mb/s 的数据率,光源 18 以 $1/(8 \times 50\text{Mb/s})$ 加以脉冲,产生 400MHz 重复频率的 2.5ns 脉冲宽度.

延迟线是无源的并且易于实施. 举例说明,对于在 $1.3\mu\text{m}$ 处使用折射率为 1.5 的单模光纤,延迟时间是 20.5cm/ns . 相应地,对每 0.51m 光纤,可得到 2.5ns 的延迟. 根据本发明具体的最佳实施例,不同长度的延迟线以这样的方式(未示出)安排,它把由路由器 36 输出的信道单调序列记录成不同的顺序,其相邻波长被分离,借以使光谱重迭引起的串扰效应减到最小. 作为说明性的例子,信道 1-8 被如图 3 所示记录,以便通过使用光纤延迟线长度分别为 0.51m, 2.04m, 3.57m, 1.02m, 2.55m, 4.08m, 1.53m 和 3.06m 得到信道 1, 4, 7, 2, 5, 8, 3 的序列. 因此这样的安排提供了波长信道间的分离,它足以克服与现有技术频谱切割系统相关的缺点. 当然,使用的延迟线 38a 至 38h 可以安排成达到任何希望的波长信道序列,并且这里示出的安排和描述只是作为说明性例子.

图 7 示出插入延迟之后,并且跟着记录以得到前面例子所述的序列,由波导光栅路由器 18 输出的八波长信道的测得的脉冲流. 从图 7 的峰值强度确定的信道输出功率变化是 1.6dB.

如上所述,如此产生的多个波长信道或变化延迟脉冲的多路复用可由光耦合器 40 实现. 在图 3 所示的 8 信道实施例中,通过使用具有八个输入口和八个输出口的星形耦合器把各个延迟脉冲信道

结合成一个单独的八信道序列 - 它此后被 在耦合器的八个口中均匀分割 - 多达 64 个用户可以由一个单独的光源服务。在图 3 的安排中使用的星形耦合器以希望的顺序组合脉冲流,它具有的测得的插入损耗为 9.5dB。一个单独的调制器,象耦连到光耦合器 40 的各输出出口的调制器 26a-26h 之一,可以用于调制出现在多信道序列中的某些或全部信道。

正如可由本领域的熟悉人员直接得出的,多信道滤波器和波长信道定义组合 22 的光耦合器引进相当的插入损耗。相应地,要加以仔细,以确保光源的输出功率足以使所需数量的用户被服务。在图 3 所绘的示例系统中,象 M1 至 Mn 的每一个调制器被构造成偏振独立结构,并且半导体放大器单片集成以确保能传输到接收器 14 的适当的信号电平。任何能够接收和多路分解包括用于相继分配到各个用户的多个波长信道的光信号都可以使用。在图 3 的说明性例子中,使用类似于在波长信道定义组合 22 中使用的多信道滤波器 42 的无源 WDM 被提供。集成光学型 WDM 滤波器器件 42 被以含有单片放大器的硅-硅衬底 InGaAsP 晶片而制造。体组件,由光纤阵列和光栅构成,复合干涉滤波器组件也可以用于充当无源 WDM 接收器。

使用接收器 14 处的用于八个信道的无源 WDM 多路分解的第二 WGR 42,观察到了 12.5dB 的插入损耗。使用 p-i-n 接收器检测的接收的多路分解信号示在图 8A 中。数据调制下,典型信道的 -32dBm 接收功率的眼图表示在图 8B 中。

根据我们的发明,如果接收器 14 中的 WDM 分离器被升级或变更(导致波长信道变化),发送器 12 处的 TDM 光源可以容易地变化以适应新的波长信道。我们的处理是有吸引力的,因为所有的高速 TDM 电子设备都在发送器 12 处,该发送器可以位于中心局,并且简单的无源 WDM 42(接收器 14 处)完全位于很少进入和更敌对的区域。

图 9A 和图 9B 描述了根据本发明的可以使用的波长信道定义组合的另一方案。把图 9A 的波长信道定义组合 22 与在图 3 的说明性系统中使用的结构相比较,很明显,光耦合器和多信道

滤波器的位置可以颠倒。在图 9A 的示意实施例中。从光源(未示出)接收的放大宽谱脉冲 16' 由 $1 \times N$ 星形耦合器 40' 分离。N 表示要从宽谱脉冲进行频谱切割的信道数,借此形成输入信号的多个功率分离复制。光延迟线 38a' 至 38h' 以与前面描述的实施例中频谱切割脉冲被延迟的相同的方式延迟各个宽谱脉冲序列。这个延迟的脉冲序列然后被馈送到多输入,多输出 WDM 多路分解器--例如, $M \times N$ 波长光栅路由器 36', 其中 N 是输入波长信道数,M 是包含波长信道序列的输出信号数--的各个输入口。以顺次的方式,多路复用器频谱切割来自相应延迟宽谱脉冲的每一个相应的波长信道,以形成多个输出信号,每一个含有独立可寻址波长信道序列。正如可以由本领域的熟悉人员直接得出的,被提供到 WDM 多路复用器的输入口的各个延迟宽谱脉冲序列的顺序决定波长信道的顺序,所以,以与图 3 的说明性实施例中描述的相类似的方式,波长信道被便利地再定序以减少与频谱迭加相关的串扰。

在图 9B 的波长信道定义组合 22'' 中,多信道滤波器构成为传统的 $1 \times N$ WDM 多路分解器 36'', 其中光耦合器构成为传统的 $M \times N$ WDM 多路复用器,例如, $M \times N$ 波长光栅路由器 38'', 其中 N 是输入波长信道数,M 是含有波长信道序列的输出信号数。如从图 9B 中可看到的,多路分解器的各个输出口通过光延迟线 38a''-38h'' 耦连到多路复用器的相应输入口。

图 10 表示一个示例网络,根据本发明构造的频谱切割 WDM 传输系统被安装进去。数据从数据源或另一个网络进入交换网 50。交换网 50 把多信道数据格式化能用 WDM 发送器使用的高速 TDM 流 52。WDM 发送器 12 的调制器(未示出)然后把高速 TDM 数据流编码在频谱切割波长信道的独立可寻址序列上,并且通过一个或多个传输光纤系统(例如,10-20km)--通常只有其一,以参考标号 54 指出,被示出--把数据发送到安装有 WDM 分离器器件的远方位处。然后独立波长信道在 WDM 器件 56 处

被分离,并且每一波长信号被定向到一个分离的 ONU(光网络单元)58,它用廉价的低速率解码接收器接收数据,例如,该接收器工作在 50MHz。

虽然前面主要利用频谱切割光源 WDM 系统的特殊应用详细描述了本发明,应该认为,所讨论的实施例只是示例。在示出的安排中可以作很多改变,包括光信号源的类型,在波长信道定义组合中信道滤波和光耦合组件的安排和选择,光延迟线的类型,光调制器的类型,WDM 分离器的类型,及用于实施频谱切割,延迟插入 WDM 系统的网络结构的类型。这些和其它的替代和变化对于本领域的熟悉人员是非常直观明显的,因此本发明只由所附的权利要求限定。

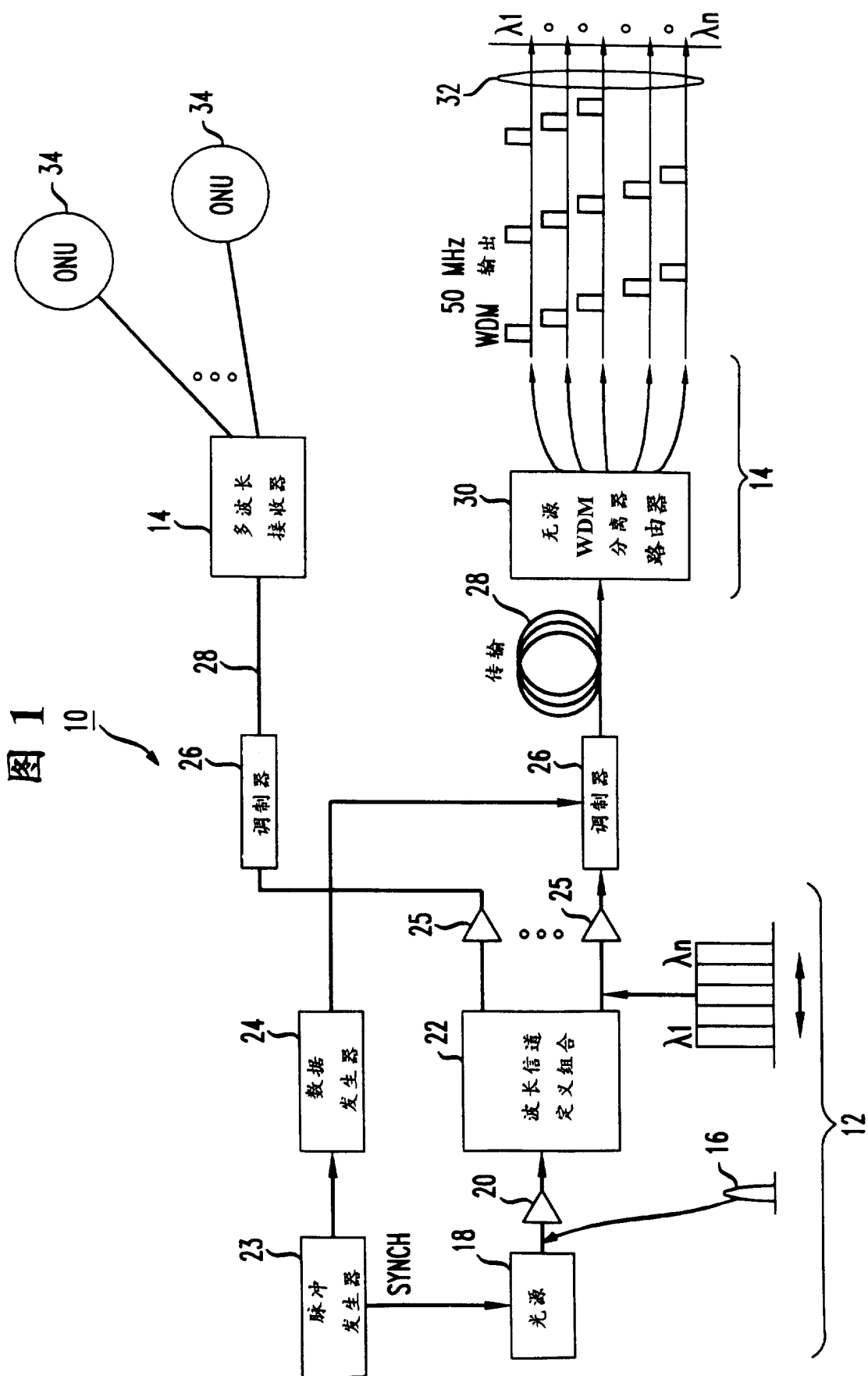


图 5A

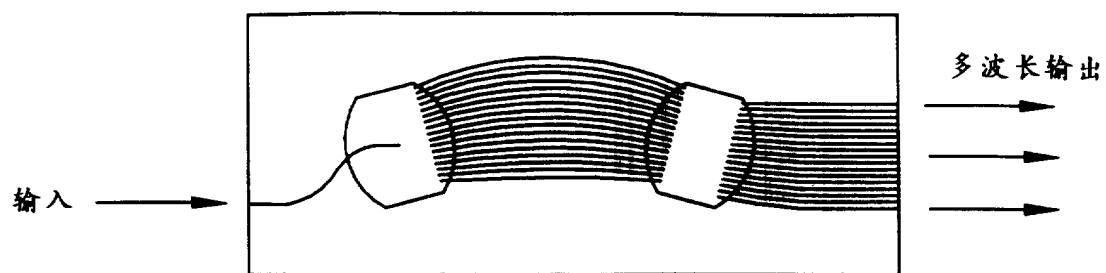


图 5B

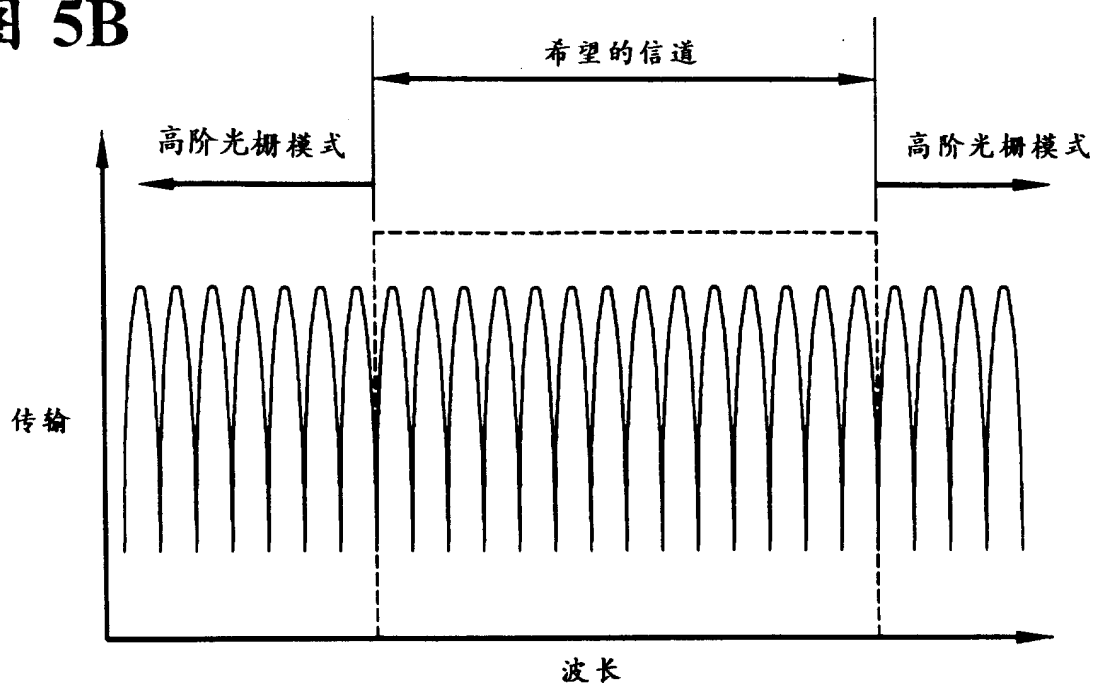


图 4

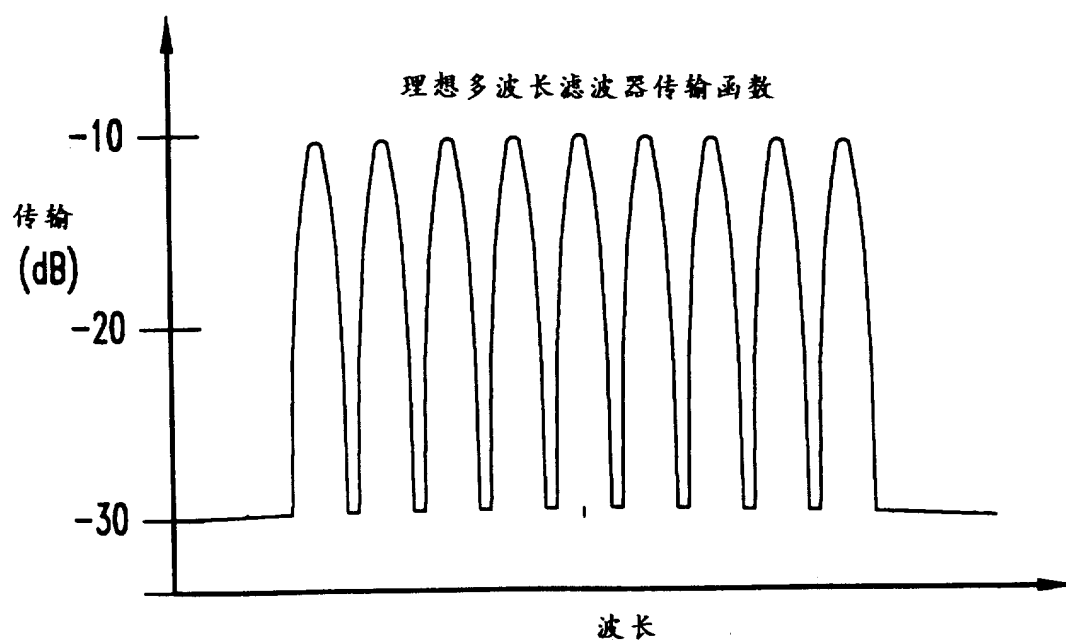


图 6A

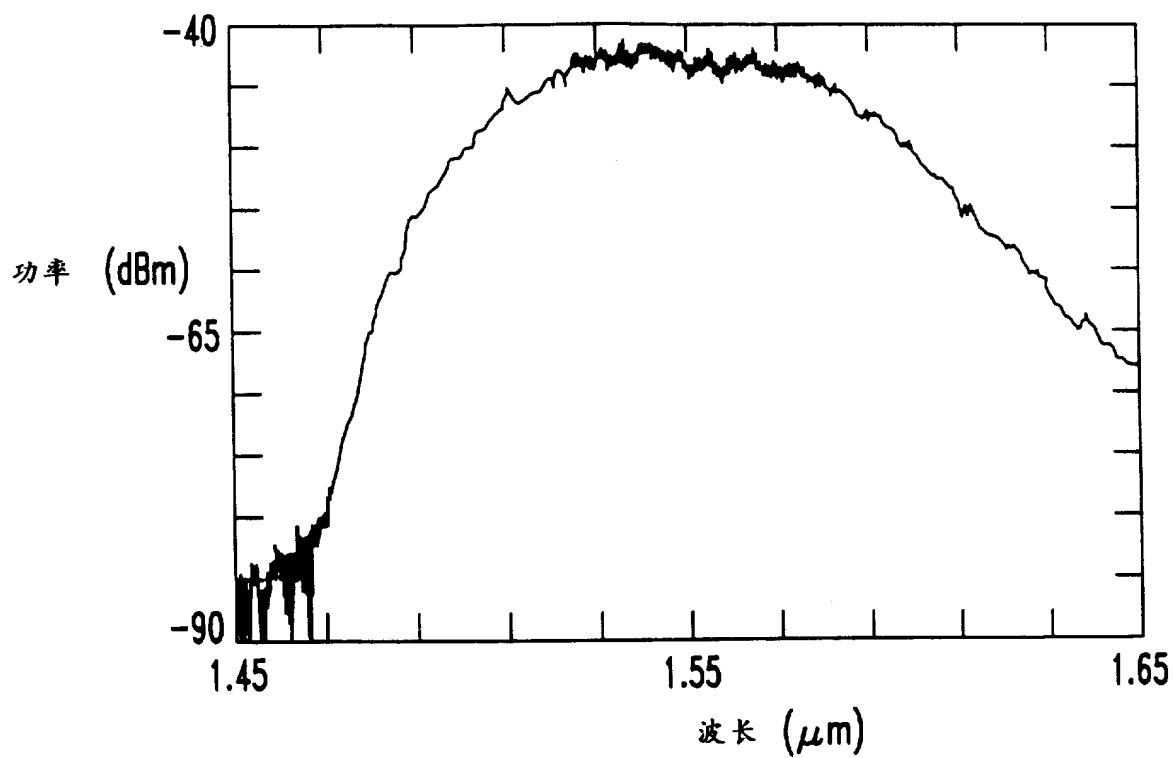


图 6B

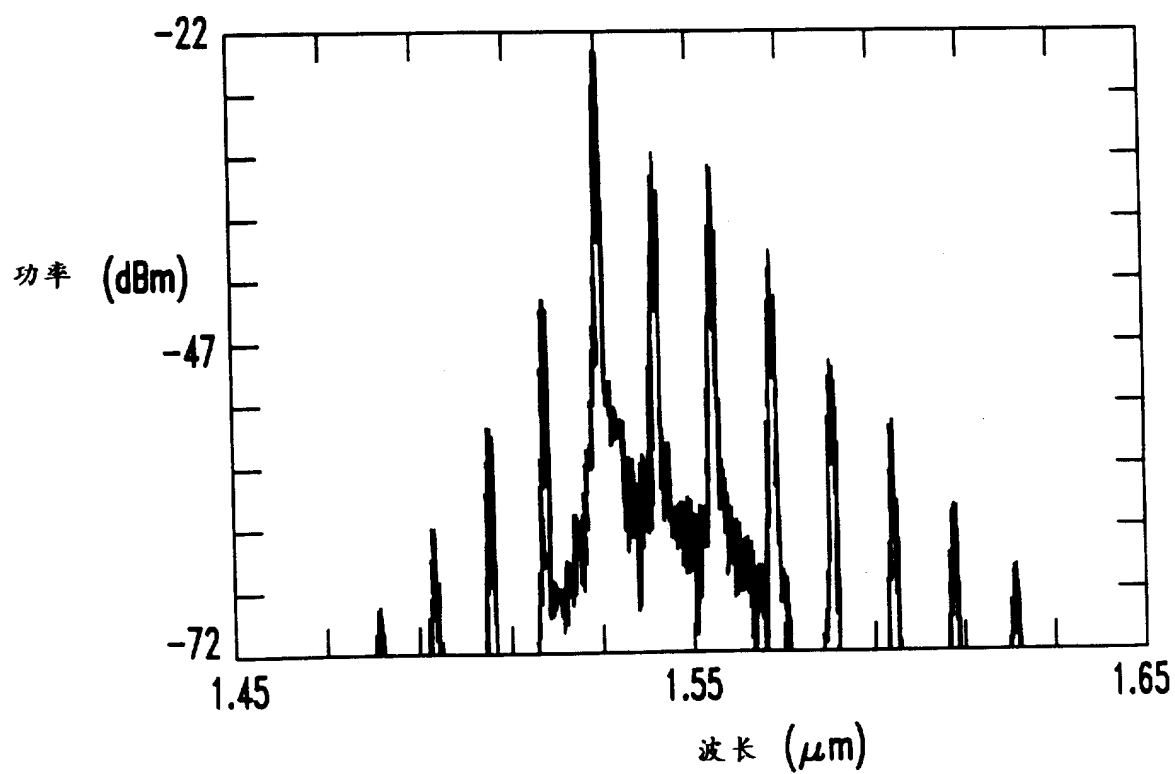


图 8A

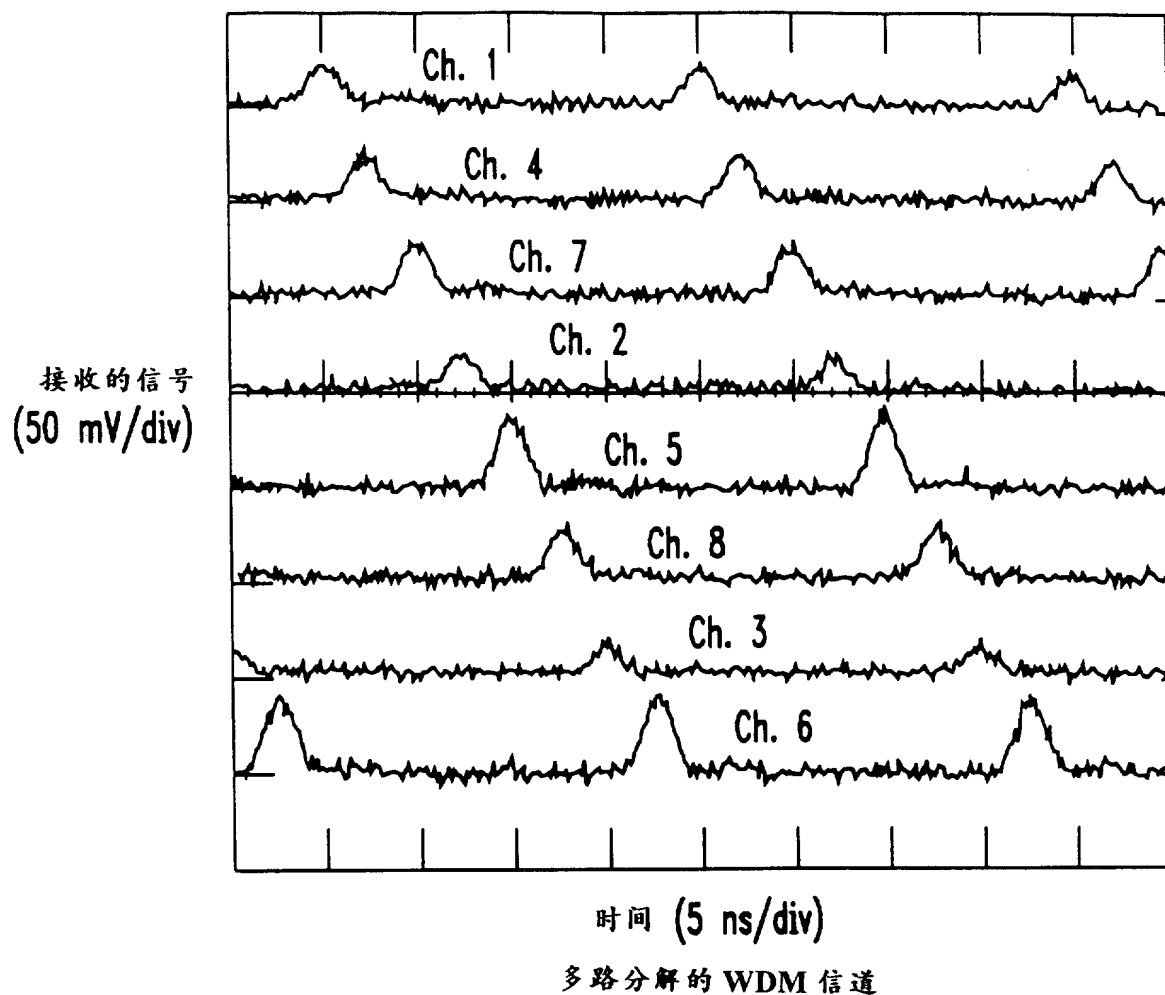


图 8B

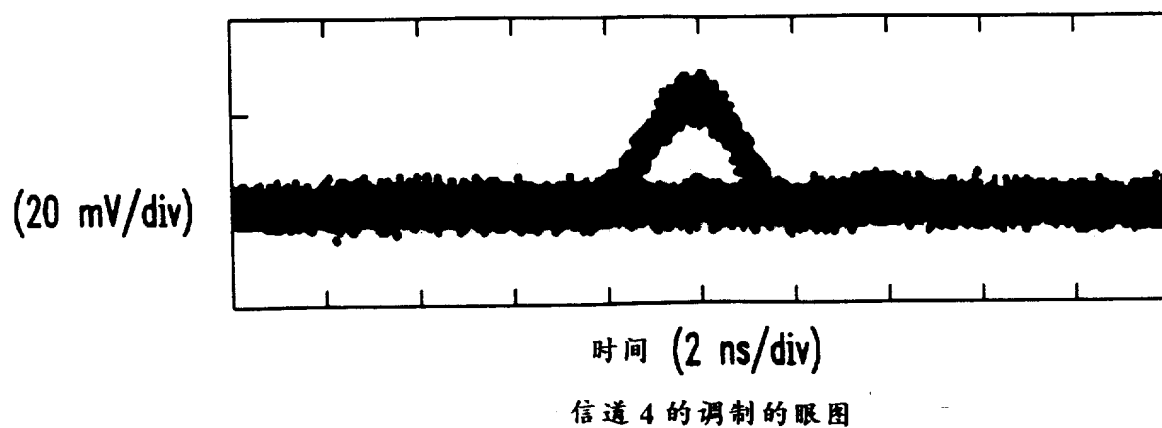


图 9A

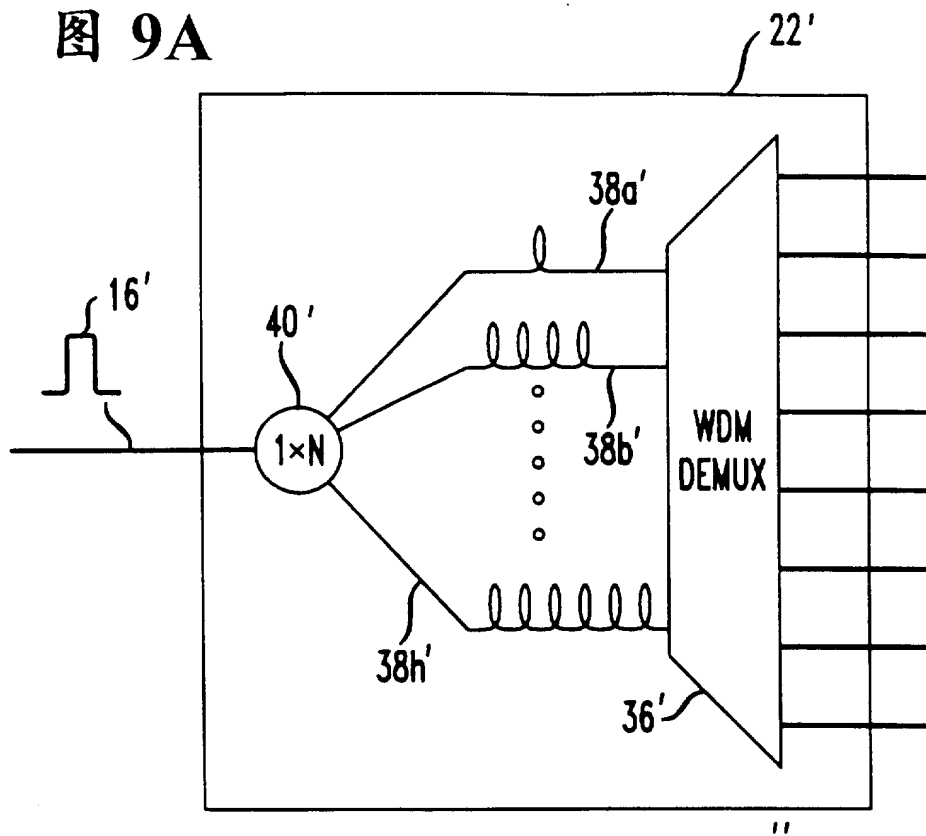


图 9B

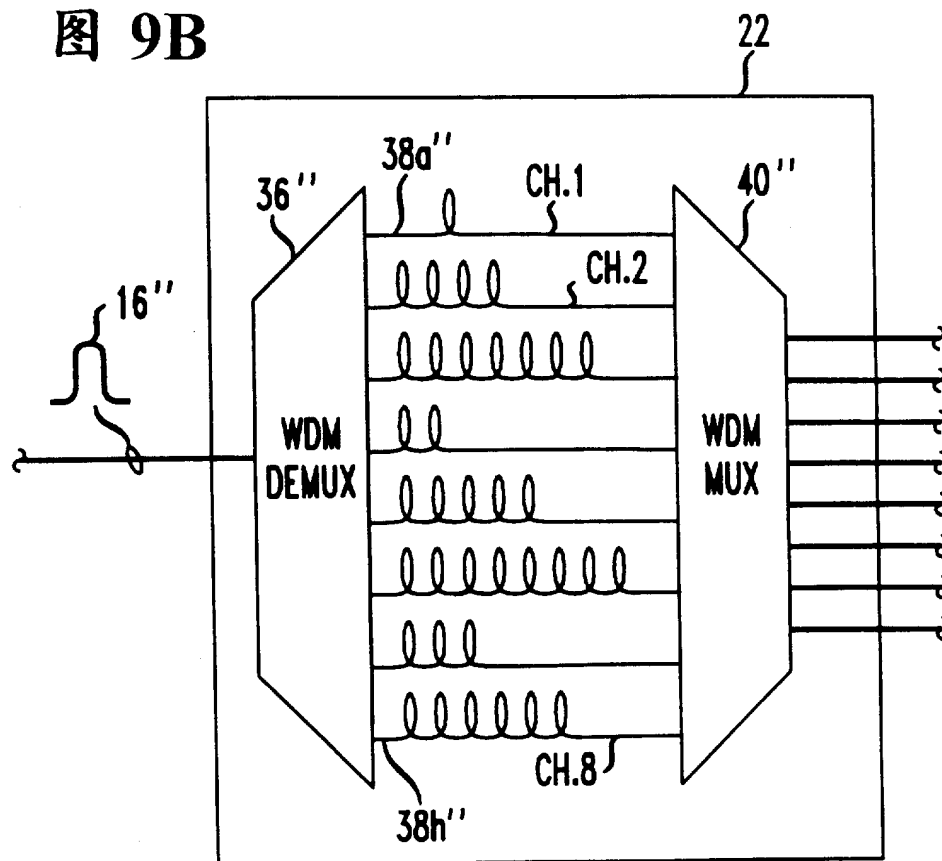


图 10

