

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

H04J 14/02

H04Q 11/00 G02F 1/31

G02B 6/34

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 99804458. X

[43] 公开日 2001 年 5 月 16 日

[11] 公开号 CN 1295748A

[22] 申请日 1999. 3. 26 [21] 申请号 99804458. X

[30] 优先权

[32] 1998. 3. 26 [33] US [31] 09/048, 557

[32] 1998. 9. 17 [33] US [31] 09/156, 211

[86] 国际申请 PCT/US99/06736 1999. 3. 26

[87] 国际公布 WO99/49605 英 1999. 9. 30

[85] 进入国家阶段日期 2000. 9. 26

[71] 申请人 科伦技术公司

地址 美国德克萨斯州

[72] 发明人 刘建羽 伍光义 黄声扬

[74] 专利代理机构 隆天国际专利商标代理有限公司

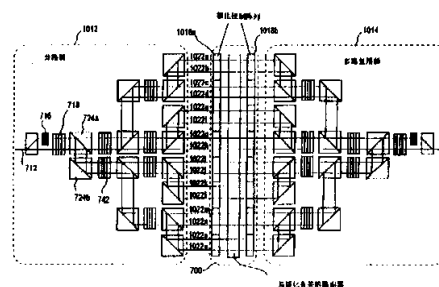
代理人 潘培坤 陈红

权利要求书 11 页 说明书 13 页 附图页数 13 页

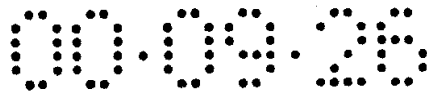
[54] 发明名称 可编程光学引入/分出多路复用器

[57] 摘要

一种光波分复用(WDM)分路器,能够以基本上无源的形式提供。在一个实施例中,波长滤波器分隔交替的信道以提供包含偶数信道的第一输出和包含奇数信道的第二输出,每个输出具有的信道间隔带宽是原始 WDM 信号的信道间隔带宽的两倍。



ISSN 1008-4274



权 利 要 求 书

1. 用于分路多信道的光 DWDM 信号的装置, 包括:

5 第一滤波器, 它接收所述 DWDM 信号, 并且基本上同步提供包括第一极化的第一多个所述多信道的第一信号, 并提供包括不同于所述第一多个的第二不同极化的第二多个所述多信道的第二信号;

第一极化移位器, 它接收所述第一和第二信号, 并且相对于所述第一信号的路径移位所述第二信号的路径。

2. 根据权利要求 1 所述的装置, 其中所述第一多个信道包括所述
10 DWDM 信号中的所述多信道的每隔一个信道。

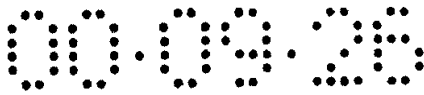
3. 根据权利要求 1 所述的装置, 其中所述 DWDM 信号具有第一信道间隔, 并且其中所述第一和第二信号中的信道间隔约为所述第一信道间隔的两倍。

4. 根据权利要求 1 所述的装置进一步包括:

15 第二滤波器, 它接收所述第一信号, 并且提供包括第三多个信道的第三信号, 它们全部在所述第一极化的所述第一多个信道之内, 并且提供包括第四多个信道的第四信号, 它们全部在所述第一多个信道之内, 所述第四多个信道不同于所述第三多个信道, 所述第四信号处于所述第二极化;

20 第二极化移位器, 它接收所述第三和第四信号, 并且相对于所述第三信号的路径移位所述第四信号的路径;

第三滤波器, 它接收所述第二信号, 并且提供包括第五多个信道的第五信号, 它们全部在所述第一极化的所述第二多个信道之内, 并且提供包括第六多个信道的第六信号, 它们全部在所述第二多个信道之内,
25 所述第六多个信道不同于所述第五多个信道, 所述第六信号处于所述第



二极化；以及

第三极化移位器，它接收所述第五和第六信号，并且相对于所述第五信号的路径移位所述第六信号的路径。

5 5. 根据权利要求 4 所述的装置，其中所述第三多个信道包括所述第一多个信道的每隔一个信道。

6. 根据权利要求 4 所述的装置，其中所述第五多个信道包括所述第二多个信道的每隔一个信道。

7. 根据权利要求 4 所述的装置，其中所述 DWDM 信号具有第一信道间隔，并且其中所述第三、第四、第五和第六信号中的信道间隔约为所述第一信道间隔的四倍。

8. 根据权利要求 1 所述的装置，进一步包括传统的波长滤波器，用于接收所述第一和第二信号中的至少一个，并且输出至少一个空间间隔不同的单信道信号。

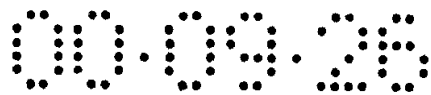
9. 根据权利要求 4 所述的装置，进一步包括传统的波长滤波器，用于接收所述第三、第四、第五和第六信号中的至少一个，并且输出至少一个空间间隔不同的单信道信号。

10. 用于分路或多路复用多信道的光 DWDM 信号的装置，包括
第一装置，用于接收所述 DWDM 信号，并且提供包括第一极化的第一多个所述多信道的第一信号，并且提供包括不同于所述第一多个的第二不同极化的第二多个所述多信道的第二信号；

用于相对于所述第一信号的路径移位所述第二信号的路径的装置。

11. 根据权利要求 10 所述的装置，进一步包括：

用于接收所述第一信号并且输出具有不同极化的相对移位的第三和第四信号的装置，所述第三和第四信号每个都包含从所述第一信号选择的不同信道；以及



用于接收所述第二信号并且输出具有不同极化的相对移位的第五和第六信号的装置，所述第五和第六信号每个都包含从所述第二信号选择的
不同信道。

12. 用于分路或多路复用的装置，包括：

5 用于把具有第一信道间隔的光信号分成至少为第一和第二信号的装置，每个信号的信道间隔约为所述第一信道间隔的两倍；

用于把多信道光信号输入到所述装置以用于分隔的装置。

13. 根据权利要求 12 所述的装置，进一步包括用于接收所述第一和
第二信号中的至少一个并且提供空间分隔的单信道输出的装置。

10 14. 根据权利要求 13 所述的装置，其中所述用于接收的装置包括用于把所述第一和第二信号中的所述至少一个信号分成至少为第三和第四信号的装置，每个信号的信道间隔约为所述第一和第二信号中的所述至少一个信号的信道间隔的两倍。

15 15. 根据权利要求 13 所述的装置，其中所述用于接收的装置包括传统的波长滤波器。

16. 一种用于分路或多路复用多信道的光 DWDM 信号的方法，包括：
接收所述 DWDM 信号；

基本上同步提供包括第一极化的第一多个所述多信道的第一信号，
并且提供包括不同于所述第一多个的第二不同极化的第二多个所述多信
20 道的第二信号；

相对于所述第一信号的路径移位所述第二信号的路径。

17. 一种用于提高 DWDM 信号中的信道分隔的方法，包括：

接收定义第一信道间隔的多个输入信道；

基本上同步把第一极化提供给第一多个输入信道，并且把第二极化
25 提供给第二多个输入信道；



通过所述第二多个输入信道相对移位所述第一多个输入信道，其中在所述第一多个和所述第二多个信道中的每一个的信道间隔约为所述第一信道间隔的两倍。

18. 根据权利要求 17 所述的方法，进一步包括重复所述提供所述第一和第二极化并且相对移位的步骤，直到获得希望的信道间隔为止。

19. 一种光学引入/分出装置，包括：

一个分路器，它接收具有第一信道间隔的多信道光输入，并且把所述输入分成偶数和奇数信道信号，每个信号的信道间隔是所述第一信道间隔的两倍，并且进而在不同的路径上输出每个信道；

10 一个双折射装置，用于把每个信道分成相对移位的垂直和水平极化分量；

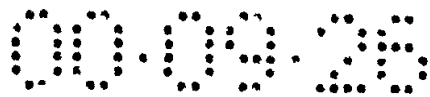
用于接收每个信道的每个所述垂直和水平极化分量的第一多个可控极化旋转器，它被控制，以旋转每个信道的其中一个所述分量的极化，从而输出每个信道的两个相同极化的信号；

15 多个极化光束分路器，一个这种光束分路器与每一个信道路径相邻，用于基本上直线传送第一极化的信号并且把第二极化的信号移位 90 度；

20 一个在所述多个光束分路器的每一个之间的可控极化旋转器，它在对应于希望引入/分出功能的信道的光束分路器之前和之后被控制为有源状态；

一个通过双折射晶体与第一所述极化光束分路器连接的引入信号端口，用于把所述引入信号分成垂直和水平极化分量，以及一个可控极化旋转器，它被控制以旋转所述引入信号的其中一个所述分量的极化以提供相同极化的两个信号；

25 一个通过可控极化旋转器与最后的所述极化光束分路器连接的分出



信号端口，该旋转器被控制以旋转所述引入信号的其中一个所述分量的极化以提供不同极化的两个信号，以及一个双折射组合器；

用于接收来自所述极化光束分路器的每个信道的第一和第二分量的第二多个可控极化旋转器，它被控制以旋转每个信道的其中一个所述分量的极化，从而输出每个信道的不同极化的两个信号；

多个双折射组合器，用于接收来自所述第二多个可控极化旋转器的信号，并且组合所述信号以输出每个信道的一个单个信号，每一个都在不同的输出路径上；以及

一个多路复用器，用于组合所述输出路径以在一个 WDM 输出端输出多个信道。

20. 一种可编程波长引入/分出多路复用器，包括：

一个分路器，它接收具有第一信道间隔的多信道光信号并且重复把输入分成不同极化的偶数和奇数信道信号的多个级，直到每个信道的水平和垂直极化分量在不同的路径上输出为止；

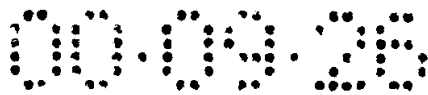
极化控制元件的第一阵列，分别与每个所述不同路径进行排齐；

一个双折射光束移位器，用于接收来自所述第一阵列的每个所述元件的信号，其中以第一极化接收的信号基本上直线传送，并且以第二极化接收的信号被移位；

极化控制元件的第二阵列，用于接收来自所述双折射光束移位器的输出；以及

一个多路复用器单元，用于接收来自所述第二阵列的信号并且输出至少一个第一多信道信号。

21. 根据权利要求 20 所述的可编程波长引入/分出多路复用器，其中所述多路复用器单元输出从所述至少一个多信道信号空间移位的至少一个第二多信道信号。



22. 根据权利要求 21 所述的可编程波长引入/分出多路复用器，其中至少所述极化控制元件的第一阵列包括分别用于单个控制至少一些所述分量的极化的装置，以在所述至少一个或所述第二多信道信号中提供可选的路由到第一或第二级以用于最终输出。

5 23. 根据权利要求 21 所述的可编程波长引入/分出多路复用器，其中每个信道的所述分量由基本上在第一平面中分开的路径上的所述分路器输出，并且其中所述至少一个多信道信号和所述第二多信道信号基本上在不同于所述第一平面的第二平面上分开。

10 24. 根据权利要求 23 所述的可编程波长引入/分出多路复用器，其中所述第一和第二平面基本上垂直。

25. 根据权利要求 17 所述的方法，进一步包括重复提供所述第一和第二极化并且相对移位的步骤，直到在不同于所述多信道的剩余部分的路径上提供至少第一所述多信道时为止。

15 26. 根据权利要求 17 所述的方法，进一步包括重复提供所述第一和第二极化并且相对移位的步骤，直到所有的所述多信道在各自的路径上提供为止。

27. 用于把第一多个光信号多路复用为多信道信号的装置，包括：

20 第一极化移位器，它至少接收沿着第一路径的第一极化的第一对光信号以及沿着第二路径的第二不同极化的第二对光信号，并且把所述第二对光信号的路径分别移位到所述第一路径以提供第一对移位器输出信号和第二对移位器输出信号；

它接收所述第一和第二对移位器输出信号的装置，用于输出一个包括极化基本相同的所述第一对光信号和所述第二对光信号的一个信号对。

25 28. 用于把第一多个光信号多路复用为多信道信号的装置，包括：



用于把第一和第二不同极化的光信号中的至少一个移位到一个公用路径上的装置；

用于在所述公用路径上接收所述第一和第二不同极化的光信号并且输出具有相同极化的所述第一和第二信号的装置。

5 29. 一种用于多路复用光信号的方法，包括：

把所述第一和第二不同极化的光信号中的至少一个移位到一个公用路径上；以及

改变所述第一和第二信号中的一个信号的极化以在一个公用路径上输出具有相同极化的所述第一和第二光信号。

10 30. 一种光学引入/分出装置，包括：

一个分路器，它接收多信道光输入并且在不同的路径上输出每个信道；

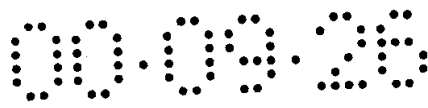
一个双折射装置，用于把每个信道分成相对移位的垂直和水平极化的分量；

15 用于接收每个信道的每个所述垂直和水平极化分量的第一多个可控极化旋转器，它被控制以旋转每个信道的其中一个所述分量的极化以输出每个信道的两个相同极化的信号；

多个极化光束分路器，一个这种光束分路器与一个信道路径相邻，用于基本上直线传送第一极化的信号并且把第二极化的信号移位 90 度；

20 一个在所述多个光束分路器的每一个之间的可控极化旋转器，在对应于希望引入/分出功能的信道的光束分路器之前和之后被控制为有源状态；

一个通过双折射晶体与第一所述极化光束分路器连接的引入信号端口，用于把所述引入信号分成垂直和水平极化分量，以及一个可控极化
25 旋转器，它被控制以旋转所述引入信号的其中一个所述分量的极化以提



供两个相同极化的信号；

一个通过可控极化旋转器与最后的所述极化光束分路器连接的分出信号端口，该旋转器被控制以旋转所述引入信号的其中一个所述分量的极化以提供两个不同极化的信号，以及一个双折射组合器；

5 用于接收来自所述极化光束分路器的每个信道的第一和第二分量的第二多个可控极化旋转器，它被控制以旋转每个信道的其中一个所述分量的极化，从而输出每个信道的不同极化的两个信号；

多个双折射组合器，用于接收来自所述第二多个可控极化旋转器的信号，并且组合所述信号以输出每个信道的一个单个信号，每一个都在
10 不同的输出路径上；以及

一个多路复用器，用于组合所述输出路径以在一个 WDM 输出端输出多个信道。

31. 一种可编程波长引入/分出多路复用器包括：

一个分路器，它接收多信道光信号并且在不同路径上输出每个信道
15 的垂直和水平极化分量；

极化控制元件的第一阵列，分别与每个所述不同路径排齐；

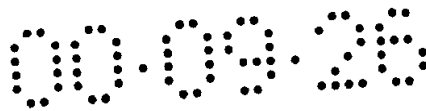
一个双折射光束移位器，用于接收来自所述第一阵列的每个所述元件的信号，其中以第一极化接收的信号基本上直线通过并且以第二极化接收的信号被移位；

20 极化控制元件的第二阵列，用于接收来自所述双折射光束移位器的输出；以及

一个多路复用器单元，用于接收来自所述第二阵列的信号并且至少输出第一多信道信号。

32. 一种光学引入/分出装置，包括：

25 分路装置，用于接收多信道光输入并且输出不同路径上的每个信道；



第一装置，用于把每个信道分成相对移位的垂直和水平极化的分量；

用于接收每个信道的每个所述垂直和水平极化分量的第二装置，它被控制以旋转每个信道的其中一个所述分量的极化，以便于输出每个信道的相同极化的两个信号；

5 与每个信道路径相邻的第三装置，用于基本上直线地传输具有第一极化的信号并且移位第二极化的信号 90 度；

在每个所述多个光束分路器之间的至少第一多个可控极化旋转器装置，在对应于希望引入/分出功能的信道的光束分路器之前和之后被控制为有源状态；

10 连接与所述第三装置中的一个连接的引入信号端口的双折射装置，用于把引入信号分成垂直和水平极化分量；

至少第二可控极化旋转器装置，用于旋转所述引入信号的其中一个所述分量的极化，以提供相同极化的两个信号；

15 至少第三可控极化旋转器装置，用于旋转从至少一个所述第三装置接收的信号的极化，以提供不同极化的两个分出信号分量；

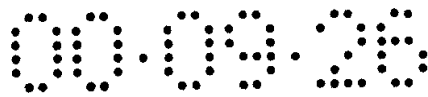
双折射组合器装置，连接所述两个分出信号分量和分出信号端口；

至少第二多个可控极化旋转器装置，接收来自所述第三装置的每个信道的第一和第二分量，用于旋转每个信道的其中一个所述分量的极化，并且输出每个信道的不同极化的两个信号；

20 用于接收来自所述第二多个可控极化旋转器装置的信号并且组合所述信号的装置，以便于输出每个信道的一个单个信号，每一个均在不同的输出路径上；以及

多路复用装置，用于组合所述输出路径以在一个 WDM 输出端输出多个信道。

25 33. 一种光学引入/分出方法，包括：



接收多信道光输入并且输出不同路径上的每个信道；

把每个信道分成相对移位的垂直和水平极化的分量；

接收每个信道的每个所述垂直和水平极化分量，进行控制以旋转每个信道的其中一个所述分量的极化，以便于输出每个信道的相同极化的两个信号；

对于每个信道路径来说，基本上直线传输具有第一极化的信号，并且移位第二极化的信号 90 度；

控制在每个所述多个光束分路器之间的至少第一多个可控极化旋转器装置，以在对应于希望引入/分出功能的信道的光束分路器之前和之后被控制为有源状态；

通过一个双折射装置连接引入信号端口和其中的一个所述可控极化旋转器，用于把引入信号分成垂直和水平极化分量；

可控旋转所述引入信号的其中一个所述分量的极化，以提供相同极化的两个信号；

旋转信号的极化以提供两个不同极化的分出信号分量；

组合所述两个分出信号并且提供到一个分出信号端口；

旋转每个信道的其中一个所述分量的极化以输出每个信道的不同极化的两个信号；

对于每个信道来说，组合所述两个不同极化的信号，以输出每个信道的一个单个信号，每一个均在不同的输出路径上；以及

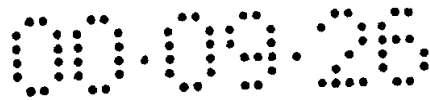
组合所述输出路径以在一个 WDM 输出端输出多个信道。

34. 一个可编程波长引入/分出多路复用器，包括：

分路器装置，用于接收多信道光信号并且输出不同路径上的每个信道；

极化控制装置的第一阵列，分别与每个所述不同路径排齐；

光束移位器装置，用于接收来自所述第一阵列的每个所述极化控制



装置的信号，其中以第一极化接收的信号基本上直线传送并且以第二极化接收的信号被移位；

极化控制装置的第二阵列，用于接收来自所述双折射光束移位器的输出；以及

5 多路复用器装置，用于接收来自所述第二阵列的信号并且至少输出第一多信道信号。

35. 一种可编程波长引入/分出多路复用方法包括：

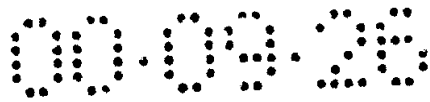
接收多信道光信号并且输出不同路径上的每个信道；

分别与每个所述不同路径排齐每个极化控制元件的第一阵列；

10 如果所述信号是第一极化则移位来自所述第一阵列的信号，并且如果所述信号是第二极化则基本上以直线路径传送从所述第一阵列接收的所述信号；

确定极化控制元件的第二阵列的每一个的位置以接收所述移位和传送后的信号；以及

15 接收来自所述第二阵列的信号并且至少输出第一多信道信号。



说 明 书

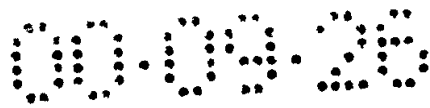
可编程光学引入/分出多路复用器

5 本发明一般涉及通信系统，并且特别涉及一种光波长多路复用器/分路器，它能够结合波分复用（WDM）光通信使用。

一些光通信装置和系统被配置为用于光波分复用（WDM）。在 WDM 时，一根光纤可以传输几个信息信号。每个信息信号用于调制一个不同波长的载波信号或信道。这种系统中的许多操作需要多路复用或分路信
10 号。多路复用通常涉及把多个信道组合成一个 WDM 信号。分路通常涉及提取或分离各个信道，以用于随后的处理，如路由到希望的路径和/或输出到输出端口。每个信道占用或包含在一个预定频段中。在许多系统中（但并不是全部），定义信道边界的频段带宽相等，间隔均匀且相邻。对于一个给定带宽的 WDM 信号来说，由于一个 WDM 信号的总带宽不能明
15 显小于子信道带宽之和，所以可被定义的（并且因此可被传输的分开的信息信号数）信道数随着信道带宽的降低而增加。因此系统具有下面的倾向并不令人奇怪，即倾向于更小的信道间隔以增加光信道数。因此，许多系统将得益于可成功容纳诸如 100GHz、50GHz 或者甚至更小的信道带宽的光装置。

20 遗憾的是，随着信道数的增加，信道间隔减小，这样诸如分路/多路复用的功能变得格外困难。除了足够精确地构建装置以便于甚至在理论上分路这种窄带宽信道并且不希望被任何理论所束缚的困难外，可以确信的是窄带宽分路对于诸如波长漂移和/或信道串音的因素特别敏感。

因此，提供下面的这种分路器/多路复用器是有用的，它可以提供与
25 诸如 100GHz、50GHz 信道或者甚至更小的窄带宽信道有关的有用结果，

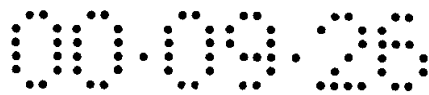


最好同时相对来说容许波长漂移和/或提供较低的信道串音。

5 一般可以相信，有可能构建这样的装置，即，允许信道被可控提供到希望的输出端口（即路由器）并且/或者允许一个新信息信号替换 WDM 信道（即引入/分出装置）中的现有信息信号。可以确信的是，这样的一些装置包含有源（即被控制）信道分离，其中二进制或其它控制信号起作用以实现希望的路由或引入/分出配置。可以相信的是，许多这种系统被配置为使控制信号的变化（即路由或引入/分出功能的变化）影响（例如中断或“接触”） WDM 信号中全部或基本上全部的信道。尽管对于一些应用来说这是可以接受的，但可以相信的是，其它应用（如异步、连续、实时和/或时间临界信号）更易于由下面的装置进行操作，即该装置
10 仅仅允许希望的信道进行重新路由或引入/分出变化，而 WDM 信号中的其它信道基本上不变或不被触及。

相应地，提供一种分路器/多路复用器和相关装置如引入/分出装置、路由器等，特别是对于窄带宽信道系统是有用的，其中该多路复用器/分路器功能基本上是无源的，并且/或者其中不会随路由或引入/分出功能的改变而改变的信道基本上不受影响或不被触及。
15

本发明包含对上述已有方法中的问题的认识。本发明涉及一个波长滤波器，它通过向相邻信道提供不同的极化作用而进行操作。因此，如果多个信道按顺序分配了连续的数字，则奇数信道将具有第一极化，而偶数信道具有第二极化。这种极化的变化允许奇数和偶数信道置于不同的光路径上。通过此方式，本发明提供一个装置或级，它把多个不相邻信道同时与剩余的信道分开。前述的“交叉指形”信道的分隔意味着每个路径中的信道通过两倍于初始 WDM 信号的信道间分隔的信道间隔（典型的均匀间隔的信道）而分开。两个由此产生的间隔加倍的信道信号中的每一个可进一步被分成包含四倍间隔的交替标号的信道的两个信号，
20
25



该系统在此意义上被认为是可以分级的。例如，一个原始 WDM 信号具有 100 兆赫兹（GHz）的信道间隔，这里所述的波长滤波器的第一迭代将产生两个信号（一个具有信道 1，3，5，7…，另一个具有信道 2，4，6，8…），这两个信号中的每一个信号的信道以 200GHz 分开。波长滤波（如下所述使用一个不同的滤波器）的第二迭代将产生两个信号，起源于总共四个信号（第一个信号具有信道 1，5，9…，第二个信号具有信道 3，7，11…，第三个信号具有信道 2，6，10…，第四个信号具有信道 4，8，12…）的第一和第二滤波信号中的每个信号，这 4 个信号中的每一个的信道与相邻信道以 400GHz 分开。该过程可以重复充分地迭代，直到获得希望的信道分隔为止。例如，通过使用所述波长滤波器至少在理论上可以迭代至每个信号一个信道（即 WDM 信号完全被分路），或者也可将更传统的分路装置（传统的波长滤波）和方法应用于由此产生的信号（502、503 或 504、505、506、507 等），其中增加的信道分隔允许成功地应用传统的分路技术，特别是具有可接受的波长漂移容限和可接受的低串音。尽管“信道”可以指用于传输一个信息信号的一个频段，但也可以仅仅部分分解或分路一个 WDM 信号，这样分路器的一个或多个输出可包括不止一个信道并且其自身可以是一个 WDM 信号（所具有的带宽小于原始的 WDM 信号）。

因为分路是在没有控制信号时提供并且基本上是无源的，所以分路的信号作为基本上连续不中断的信号提供。相应地，在一个实施例中，分路器可结合其它的装置使用以获得诸如引入/分出的功能性，在不影响、中断或“触及”任何没有包含在变化中的信道的情况下就能够改变引入/分出功能（诸如提供一个引入信号给一个不同的信道）。

图 1 是根据本发明一个实施例的三级分路器的框图；

图 2 表示图 1 所示部分中的各种信号的信道分隔图；

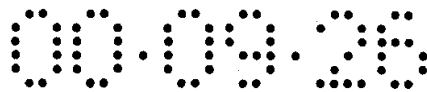


图 3a-3d 所示为通过可结合图 1 实施例使用的滤波器的波长带的归一化传输响应；

图 4a 和 4b 所示为用于分隔分量的滤波器的传输响应；

图 5 所示为可结合图 1 的分路器使用的引入/分出装置；

5 图 6A 所示为置于交叉或平行偏振器之间的一个双折射元件的传输光谱；

图 6B 和 C 图示了分别在平行和交叉偏振器之间放置的具有一个双折射元件的装置；

10 图 7 所示为根据本发明一个实施例的 8 信道分路器/多路复用器的框图；

图 8 所示为 100GHz 1*2 分路器的实验结果，表示已经获得的较平坦顶部的光谱响应；

图 9 所示为使用根据本发明一个实施例的多路复用器的一个用于光的交叉连接的应用；

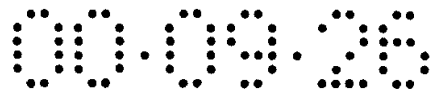
15 图 10 所示为根据本发明一个实施例的可编程波长引入/分出多路复用器的平面示意图；

图 11 为图 10 所示可编程波长引入/分出多路复用器的一部分的侧视图；以及

图 12 所示为图 10 的可编程波长引入/分出多路复用器的透视图。

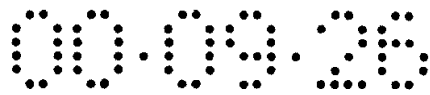
20 在图 1 所示实施例中，8 信道 WDM 信号 501 的信道的中心频率以 100GHz 均匀分开。在图 1 中，水平轴 501 表示波长，垂直线表示信道中心频率的位置。（例如，中心频率可以是 193.5, 193.6, 193.7, 193.8, 193.9, 194.0, 194.1 以及 194.2 太赫 (THz)）。

25 WDM 信号 501 由根据本发明实施例的波长滤波器 100 接收，该滤波器输出第一和第二信号 502、503。如果我们按顺序给信道分配数字（这



样，例如“信道 1”是集中于 193.5 太赫的信道，“信道 2”是集中于 193.6 太赫的信道，如此等等），则输出信号 502 仅仅包含奇数信道（在本例中中心频率分别为 193.5, 193.7, 193.9, 194.1 太赫的信道 1、3、5、7），并且第二信号 503 仅仅包含偶数信道（在本例中中心频率分别为 193.6, 193.8, 194.0, 194.2 太赫的信道 2、4、6、8）。因而，尽管所有的信道保持不变，但由于指形交叉的偶数和奇数信道的分离，所以两个信号 502、503 中的每一个信号中的信道中心频率以 200GHz 分隔，即两倍于原始 WDM 信号 501 的信道间隔。

波长滤波器 100 可类似于美国专利 5,649,233 和/或 1996 年 10 月 29 日提交的序列号为 08/739,424 的题为“可编程波长路由器”中描述的滤波器，二者均作为参考引入本文。但是，波长滤波器 100 最好是无源的，并且不包含控制元件或可控极化转换器。在一个实施例中，波长滤波器 100 包括用于分别向奇数和偶数信道提供第一和第二（不同的）极化的第一组件，以及用于物理分隔（提供不同路径）为不同极化分量的第二组件，在一个实施例中，该第一组件可通过多个波片或双折射元件形成。双折射元件以相互相关的不同光轴角度定向。图 3a 描述了根据本发明一个实施例的滤波器 100 的具有第一（例如垂直的）极化的光传输，图 3b 描述了通过本实施例滤波器的第二（例如水平的）极化的光传输。最好整形传输包络，从而提供所述的足够宽度以容许预期的波长漂移，同时仍然足够窄以便能够相对其它信道进行必要的识别。在一个实施例中，可以根据题为“可转换波长路由器”的美国专利 5,694,233 和/或题为“非温敏极化滤波器”的美国专利申请 09/020,706 制造所述合适的滤波器，二者均作为参考引入本文。基本上，极化滤波器由多个双折射元件组成，每个元件具有一个预定量的相位延迟。通过以不同角度确定这三个元件的方向，组合的传输光谱可成形为一个类似周期

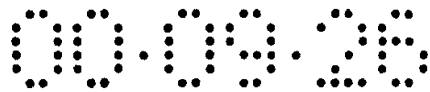


函数的方波。通过增加或减少双折射元件的相位延迟量可以控制传输光谱的周期性。图 6A 中示出了置于交叉 (622a, b) 和平行 (616a, b) 偏振器间的双折射元件 618 (图 6B、C) 的一个简单光谱响应 612, 其中这两个正交光谱表示的概念是分别把带宽编码为垂直极化 (信道 1, 3, 5, 7; 614a, c, e, g) 和水平极化 (信道 2, 4, 6; 614b, d, f) 。

相应地, 该滤波器第一组件的输出是一个偶数信道具有第一极化而奇数信道具有第二极化的信号。随后, 此输出加到一个用于物理分隔不同极化组件的装置, 如极化光束分路器 (PBS)。可使用的组件的一个实例通过 California, Irvine 的 Newport 可以购得, 型号是 05FC16。

返回图 1, 并且再参考图 2, 第二级分隔包括提供第一级输出信号 502、503 以分别输入到第二级波长滤波器 101a、101b。第二级滤波器 101a、101b 本质上类似于第一级滤波器 100, 但具有被分隔开的传输带以选择或分离输入信号 502、503 的每隔一个信道, 即原始 WDM 信号 501 的每第四个信道。图 3c 和 3d (表示级联级) 表示滤波器 101a 的传输特性, 用于垂直和水平定向的极化信道, 它相应地把例如信道 1 和 5 与信道 3 和 7 分开。本领域的普通技术人员在理解了本公开后, 将会清晰明了滤波器 101b 的传输特性。

滤波器 101a 将输出两个信号 504、505, 滤波器 101b 也将输出两个信号 506、507。第二级输出信号 504、505、506、507 包含以 400GHz 分隔的信道, 即两倍于第一级输出信号 502、503 的信道间隔并且四倍于原始 WDM 信号的信道间隔。在本例中, 信号 504 包括集中于 193.5 和 193.9THz 的信道, 信号 505 包括集中于 193.7 和 194.1THz 的信道, 信号 506 包括集中于 193.6 和 194.0THz 的信道, 并且信号 507 包括集中于 193.8 和 194.2THz 的信道。通过使用传统的多层电介质薄膜波长滤波器



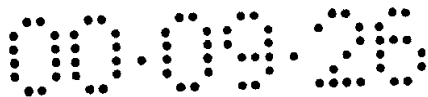
102，传统的装置可用于分隔在第三级输出信号 504、506、505、507 中的每一个信号中的两个信道，或者根据需要可使用此处描述的波长滤波器，从而提供完全多路复用的输出，即 8 个输出信号，每个都包含原始 WDM 信号的 8 个信道 508 到 515 中的一个。

5 图 4a 和 4b 描述适用于分离信号 504 的分量，即分离信道 1 和信道 5 的滤波器的传输特性。

图 7 的框图表示上述的功能。在图 7 的实施例中，由 8 个光信道组成的 DWDM 信号 712 提供到装置 600。光信号 712 分解为两个正交极化分量，即分别为垂直和水平极化 714a，b。光路径中的一个 714a 经过极化转换器 716，这样两个光路径具有相同的极化状态（垂直或水平）。
10 这两个光束随即经过极化滤波器 718，这样奇数信道使用水平极化（输出方式）进行编码，而偶数信道在垂直极化内进行编码。这两个极化随后通过下面的极化光束分路器（PBS）分离，724a、b，它使水平极化 726a、c 直接经过 PBS 并且以 90° 偏转垂直极化 726b、d。由于奇数和
15 偶数信道分别归属于两种极化，所以它们在经过 PBS 之后空间分离。除了滤波器 742、744 具有上述更宽的光谱特性之外，在通过下两级 732、734 时重复相同的过程（随后是极化转换 736 和重新组合 738）。图 8 描述了第一级光谱响应 812 的实验结果，信道间隔是 100GHz。

根据本发明的一个实施例，通过使用等同于或类似于上述结合分路器
20 器的元件或过程可实现多路复用，但是操作顺序相反。

图 5 描述了根据本发明一个实施例的引入/分出装置，它可以采用上述类型的分路器 512。图 5 的引入/分出装置可结合无源分路器 512 使用，并且能够实现引入/分出功能性的变化（例如具有引入信号的信道的变化），而不必影响或中断没有包含在变化中的信道。在所示实施例中的
25 分路器 512 接收一个 8 信道 WDM 输入并且在分开的输出线上输出每个信



道（以 λ_1 至 λ_8 表示）。分路器的八个输出信号分别提供给八个诸如双折射晶体 514a 到 514h 的双折射装置。双折射晶体 514a 到 514h 分离它们接收的光的垂直和水平极化分量，并且输出水平极化分量 516a（图 5 中以短线表示）和垂直极化分量 518a（在图 5 中以点表示）。随后，

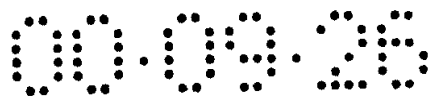
5 这些分量中的每一个都提供到双像素极化旋转器 520a 的其中一个像素中。双像素旋转器的每个像素在有源时（在图 5 中用阴影表示）将旋转光束 90° （即旋转水平极化到垂直极化，并且旋转垂直极化到水平极化）。双像素极化旋转器是可以控制的，最好使上部像素或底部像素（但不是二者）（从图 5 可以看出）是有效的。在图 5 所示配置中，最上面的输入

10 双像素极化旋转器 520a 已经被控制，这样上面的像素有效而底部的像素无效，因此，离开双像素极化旋转器 520a 的上面和下面的光束是水平极化的。这两个水平极化的光束提供到极化光束分路器（PBS）522a。极化光束分路器 522a 配置为水平极化光将直接经过。由于来自 λ_1 的两个光束以水平极化到达极化光束分路器 522a，所以两个光束均直接通

15 过。第二（输出）双像素极化旋转器（524a，与 520a 相反地配置，在底部具有有效像素）和第二双折射晶体 526a 用于重新组合光束，这样，在图 5 的配置中，到达多路复用器 532 上面输入线 528a 的信号与分路器 512 的上面输出线 513a 相同。因而，在图 5a 的配置中，对于第一信道，该装置具有桥接功能，或者说供桥接功能。

20 与第二到第四和第六到第八信道（ λ_2 到 λ_4 ， λ_6 到 λ_8 ）相关的组件配置被控制为与第一信道 λ_1 的组件相同，并且对于这些信道来说，多路复用器 532 输入线上的信号全部基本上与分路器 512 的相应输出线的信号一致，从而也提供这些信道的桥接功能。但是由图 5 可以看出，与第五信道 λ_5 520e 相关的双像素极化旋转器已经被控制以使上面

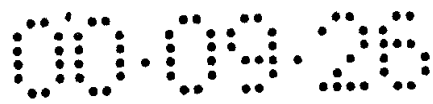
25 的像素无效而下面的像素有效。由下面可以看出，该效果（与下述其它



控制元件组合) 是把第五信道信号 λ_5 转换为分出端口 534。从图 5 可以看出, 改变第五信道双像素极化旋转器 520e 的配置的效果在于两个输出光束都具有垂直极化(在图 5 中以点表示)。相应的极化光束分路器 522e 向下反射垂直极化光以通过一个把光转换成水平极化的(有源)单像素极化旋转器 536e。相应地, 水平极化光直接通过(在图 5 中为向下)随后的极化光束分路器 522f、g、h, 并且水平极化光束(源自信道 λ_5) 到达光束组合器, 该光束组合器由可控双像素极化旋转器 538 和双折射晶体 542 组成, 以用于组合光束以使分出端口 534 输出与第五信道信号 λ_5 相同的信号。

10 在图 5 所示的配置中, 该装置的配置还进一步使提供给引入端口的信号发送到多路复用器 528e 的第五输入线。来自引入端口 544 的信号通过双折射晶体 546 和双像素旋转器 548 以提供两个均为水平极化的光束。这些光束通过前四个极化光束分路器 522a 至 522d 并且通过前三个单像素极化旋转器(在图 5 的配置中, 它们被控制为无源 536a、b、c)。但是, 第四个单像素极化旋转器 536d 被控制为有源, 并且来自第四单像素极化旋转器 536d 的光束输出(向下)相应地被垂直极化。这使得第五极化光束分路器 522e 反射引入端口的信号到右边(在图 5 中示出), 其中两个光束被重新组合(通过双像素极化旋转器 524e 和双折射晶体 526e) 以在多路复用器 532 的第五输入端 528e 提供重新组合的引入信号。

20 如果希望改变引入/分出配置以使引入信号发送到多路复用器的第三输入端 528c, 并且分路器的第三输出 λ_3 发送到分出端口 534, 上述目标的实现方式如下: 转换第三和第五输入双像素极化旋转器 520c、520e 的配置, 第三和第五输出双像素极化旋转器 524c、d 关闭第五极化光束分路器 536d, 536e 之前和之后的单像素旋转器, 并且启动第三极
25 极化光束分路器 536b、c 之前和之后的单像素极化旋转器。通过此例可

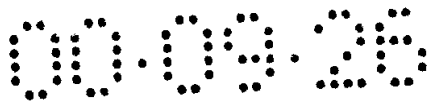


可以看出，以此方式改变引入/分出配置将影响（并且可能中断）直接包含于此变化中的信道，即信道 3 和 5，但对剩余信道 1、2、4、6、7 和 8 没有影响，这样在这些信道中的信号传输基本上保持连续。

图 9 描述了多路复用器的一个应用。每个都具有一个 8 信道 DWDM 光信号的四个光纤 912a-d 进入光节点 914 以用于波长交换。DWDM 信号首先被分路以形成四组 916a-d 的八个分开的波长。λ_i，i=1 至 8 中的每一个(每个有四个)均输入到八个 4*4 光转换器 918a、b、c、d、e、f、g、h 中的一个，这样它们可以被交换或路由到指定的输出多路复用器 922a-d，并且退出以进入到输出光纤 924a-d。

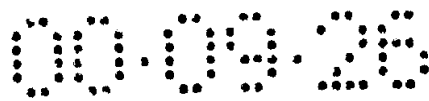
图 10 和 12 分别以平面和透视图描述根据图 7 所示多路复用器和分路器的可编程波长引入/分出多路复用器的新体系结构。在图 10 中，多路复用器/分路器 1012、1014 的配置类似于图 7 所示的装置 600，但示出的为去掉最后的极化转换器阵列和最后的双折射元件。在分路器 1012 和多路复用器 1014 之间，与两个极化控制阵列 1018a、b 连接的与极化有关的路由器 1016 被插入以执行波长路由功能。在分路器的每个输出端，光信道在空间上分离，每个都具有垂直 1022a、b、e、f、i、j、m、n，或水平 1022c、d、g、h、k、l、o、p 极化。

通过图 11A-D 所示的中心部分 700 的元件的部分侧视图可以看出，通过极化控制阵列和下面的与极化有关的路由器控制光波的极化可以改变光路径。因此，根据极化路由器 700 可以选择单个的信道以便路由到上面（图 11B、C）或下面的（图 11A、D）级。在图 11A-D 的视图中，光束移位器 1016 配置的方式是，一旦接收具有垂直极化的光束（在图 11A、D 中以点 1112b、1118b 表示），光束就直接通过，但一旦接收具有水平极化的光束（图 11B、C 中以短线 1114b、1116b 表示），光束从较低一级 1122 向上折射到较高一级 1124。图 11A-D 描述了极化控制



器 1018a、1018b 的使用以实现路由操作。在图 11A 中，第一极化旋转器 1018a 是无源的，或者处于断路状态，这样的话，一旦接收到垂直极化的光束 1022a，则该光束以相同的（垂直）极化传送到移位器 1016，它直线传送该光束。当希望把垂直极化光束 1022a 路由到上一级 1124 时，第一极化旋转器 1018a 转换为（例如，通过响应控制比特）有源或者处于接通状态，如图 11C 所示，将垂直极化 1116a 转换为水平极化 1116b。如上所述，移位器 1016 响应水平极化光束的输入，如图 11C 所示，这是通过将其移位到上一级 1124 而实现的。优选地第二极化控制器 1018b 将水平极化光束 1116c 变回到原始（垂直）极化 1116d（例如，为了便于在随后的级中重新组合光束）。类似地，尽管在极化控制器 1018a 关闭时水平极化光束 1022c 被移位到上一级 1124（图 12 中的粗线）（如图 11B 所示），但当希望避免这种移位时（例如用于路由的目的），如图 11D 所示，第一极化控制器 1018a 的相应部分或像素置于通路状态以将水平极化 1118a 变为垂直极化 1118b，从而避免极化光束移位器 1016 中的移位。最好启动第二极化控制器以使光束返回到其原始（水平）极化 1118d（例如为了便于在随后的级中重新组合光束）。在此方案中，任何一个或者全部的 8 个输入光信道可有选择地（可编程地）逐个路由到上一级 1124 或下一级 1122，并且在图 12 所示的多路复用器的两个输出部分 1200、1201 退出。

根据上面的描述可以看到本发明的一些优点。本发明可以提供与较窄带宽的信道如具有以 100GHz、50GHz 或更小 Hz 分隔的中心频率的信道的分路和/或多路复用功能。本发明减少光信道分路的风险或意外的串音和频率漂移。本发明提供基本上可升级的分路，例如通过增加附加的信道分隔级可保证分路任意小的信道带宽。本发明使得完全或基本无源的有效光信道分路器最好不需要控制和电源。本发明能够进行信道的处



理，例如动态引入/分出处理，同时避免影响、中断或者在其它情况下干扰不包含在变化中的信道。可以相信的是，在现有装置中不能广泛地进行随意的动态引入/分出操作（如果要求的话）。双级极化路由元件被认为是向光信号路由提供高对比率的电位。例如，两级或多级可用于将信道串音降低为小于对于单级极化路由元件来说是典型的信道串音（它可引起例如约为 20dB 的信道串音）。

可以使用本发明的一些变化和改进。尽管单级滤波器在图 10-12 所示装置中提出，但双级（或更多级）滤波器的设计可进一步形成传输功能以获得更好的信道隔离。在理解了本发明的说明和/或美国专利 No. 5, 694, 233 之后，本领域的普通技术人员将能够理解本文中的双级设计。尽管已经提供的实例和图示所表示的装置涉及分路具有以 100GHz 分隔的 8 个信道的 WDM 信号，但也可以使用结合其它类 WDM 信号的本发明的一些或所有特征，其它类型的 WDM 信号例如可以是具有更多或更少信道的信号，具有更宽或更窄信道间隔的信号，具有不相等的信道间隔或信道带宽的信号，如此等等。尽管本说明书包括一个把所有的偶数信道与所有的奇数信道分开的滤波器，但也可以使用其它的波长滤波器配置，例如把第三、第四或更大标号的每个信道与剩余的信道分开的波长滤波器，把一些但不是所有的偶数信道与剩余信道分开的波长等。从传统意义上来说，分隔闭合的 DWDM 光信道（例如使用传统滤波技术）非常困难（例如逐个地分隔），特别是当信道间隔大约为 50GHz 时（在 1550nm 窗是 0.4nm）。这里所述的指状交叉分隔技术通过在 DWDM 信号经过每个滤波器时有效地增加信道间隔来解决这个困难。在分隔级之后（最好是 2 级或更多级），信道间隔足够大（约为 200GHz 或 400GHz 的间隔），以致于如果需要的话最后的信道分隔可以通过传统的滤波技术实现。

尽管已经描述了用于提供不同极化的交替信道的多层波片装置，但

也可以使用其它的装置实现此目的，例如可使用诸如（熊猫型）光纤和（领结型）光纤的极化光纤。单波片元件（例如，如图 6B 和 6C 所示）通常比多层波片装置便宜，但会产生正弦波形的传输波瓣（图 6A），而不是通常更希望的可通过使用多层波片实现的顶部较平的波瓣。尽管已经描述了液晶可控极化旋转器，但也可以使用其它的可控极化旋转器，如磁-光或电-光极化旋转器。尽管已经结合引入/分出和其它实施方案描述了极化光束分路器，但也可以使用根据极化改变光束方向的其它装置，如极化光束移位器。尽管已经描述了基本上与分路器相同的多路复用器（但顺序相反），但也可以结合其它类型的多路复用器（如多层电介质细光纤滤波器或光栅基滤波器）使用本发明的分路器，或者不需要相应的多路复用器。

尽管通过最佳实施例以及某些变化和进步已经描述了本申请，但在通过下述权利要求所定义的本发明中，也可以使用其它的变化和改进。

说明书附图

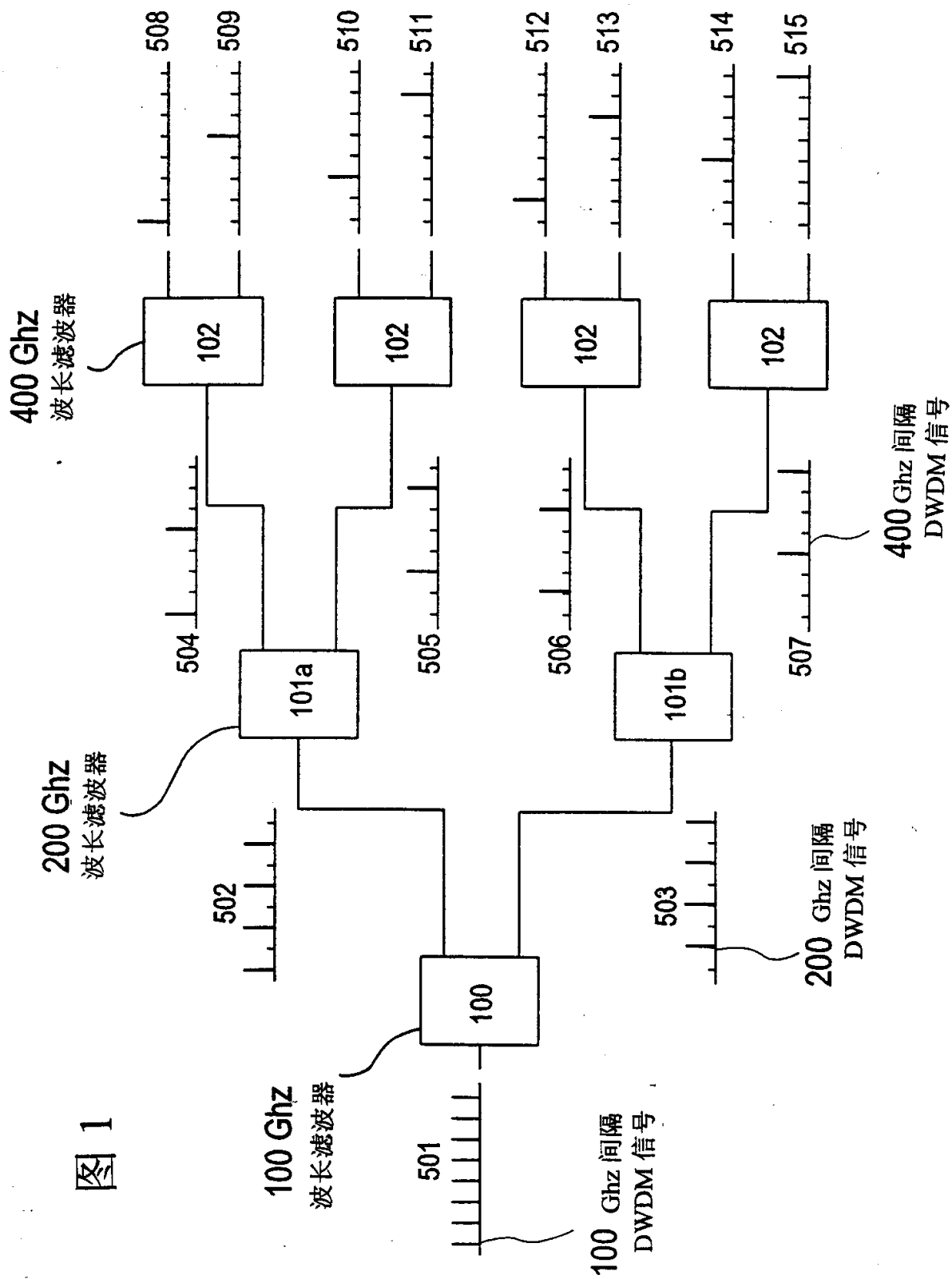
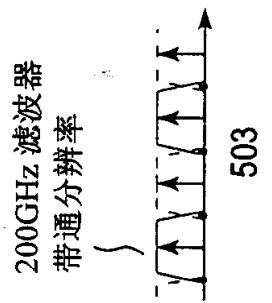
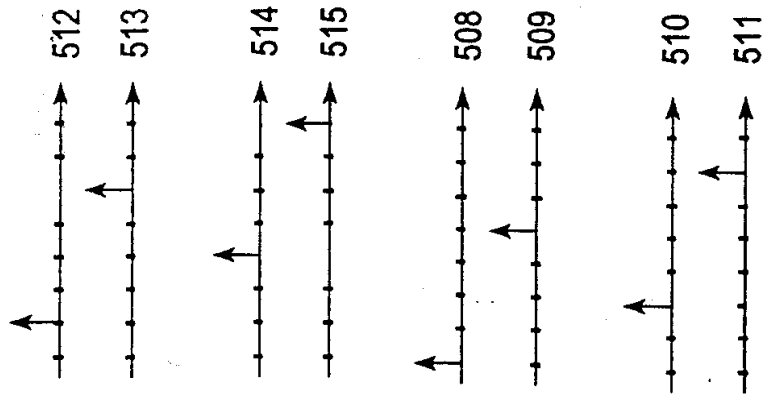
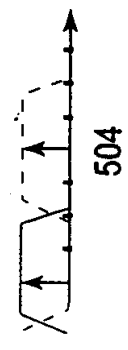
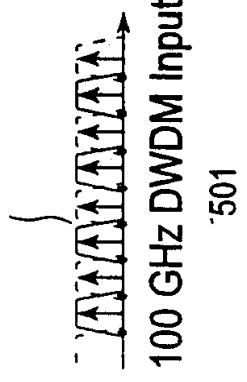


图 1

400GHz 滤波器带通响应，
每个滤波器在级间移位
200GHz



100GHz 滤波器
带通分辩率



200GHz 滤波器带通分辩率
和相对于上述滤波器移动
100GHz

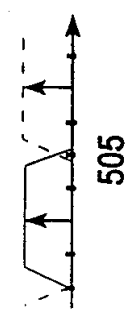
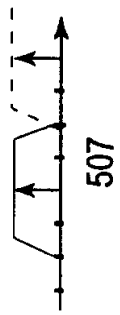
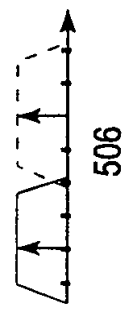
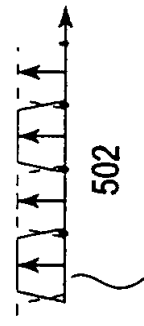


图 2

波长分割器的光谱响应

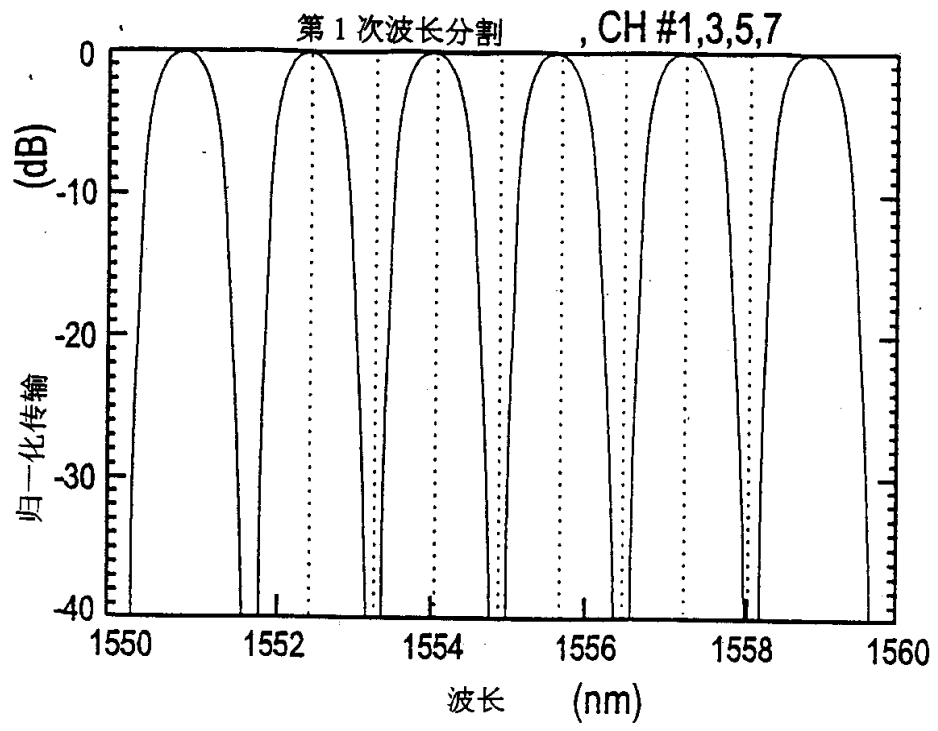


图 3A

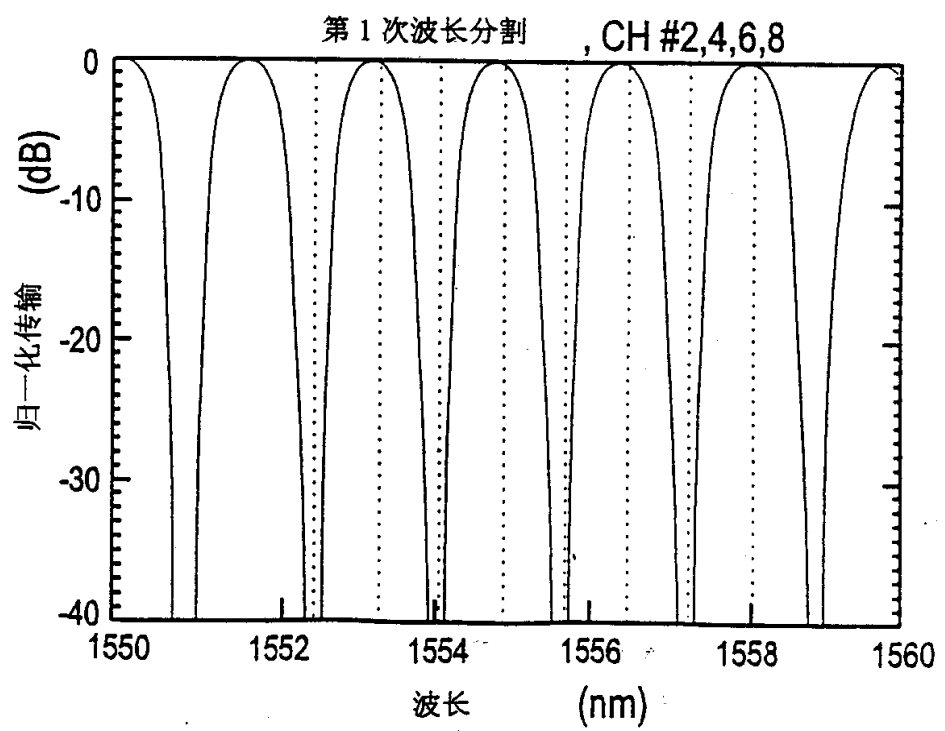


图 3B

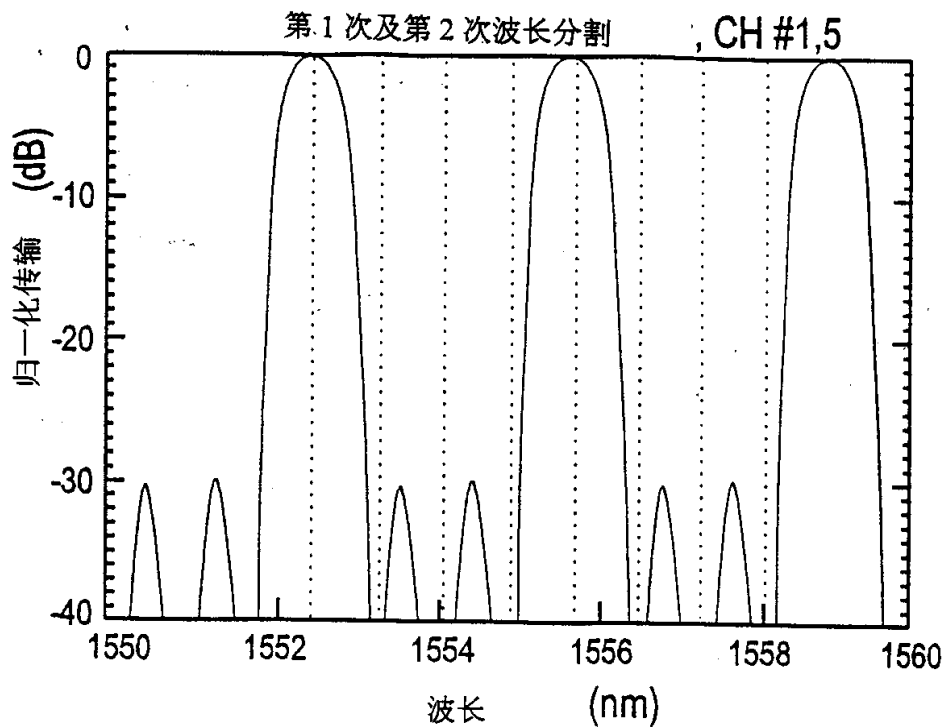


图 3C

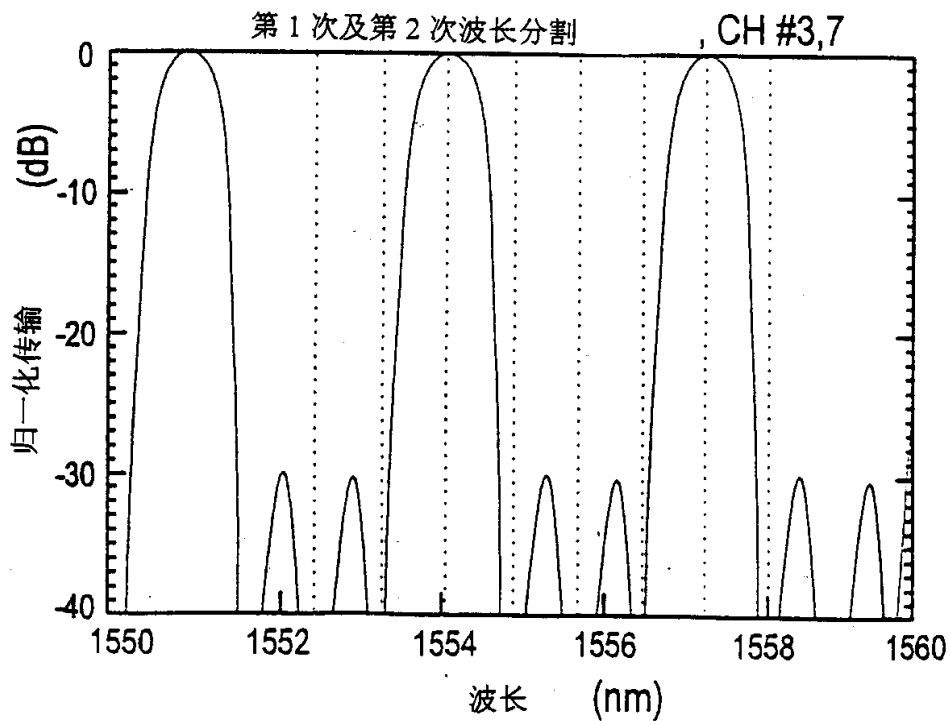


图 3D

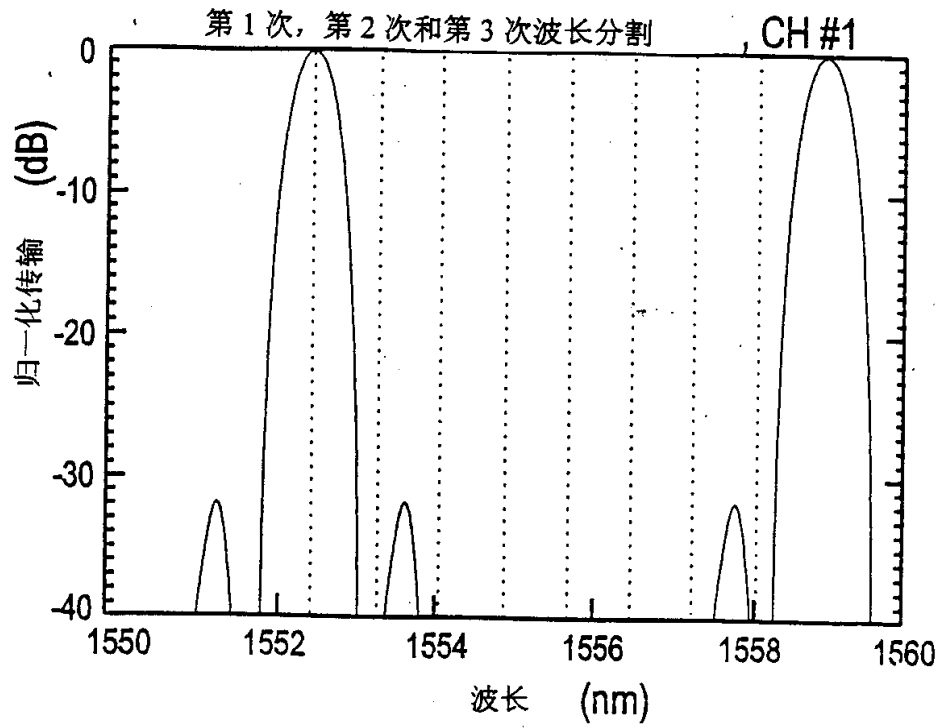


图 4A

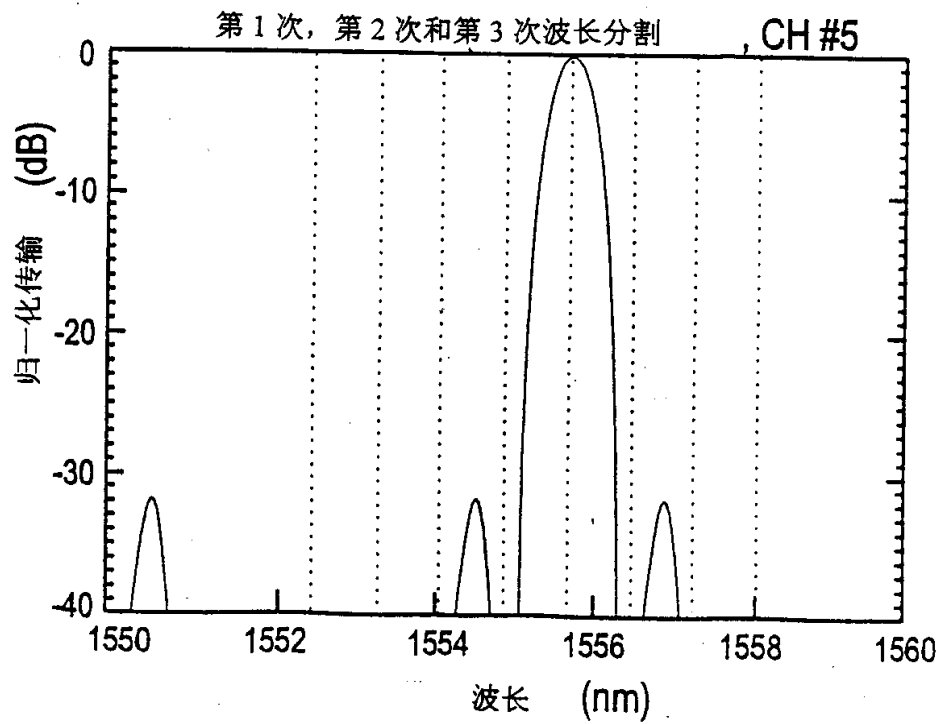


图 4B

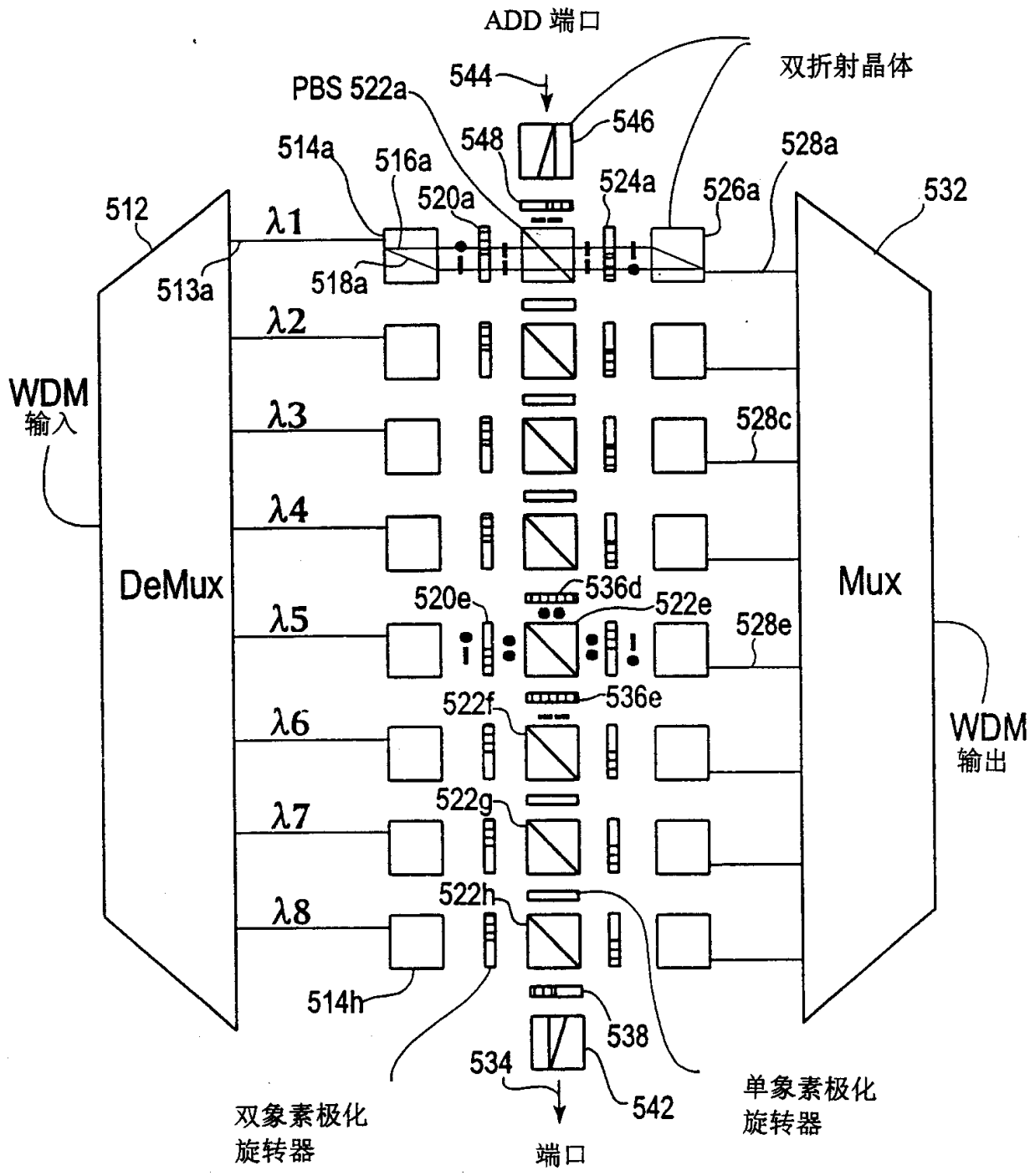


图 5

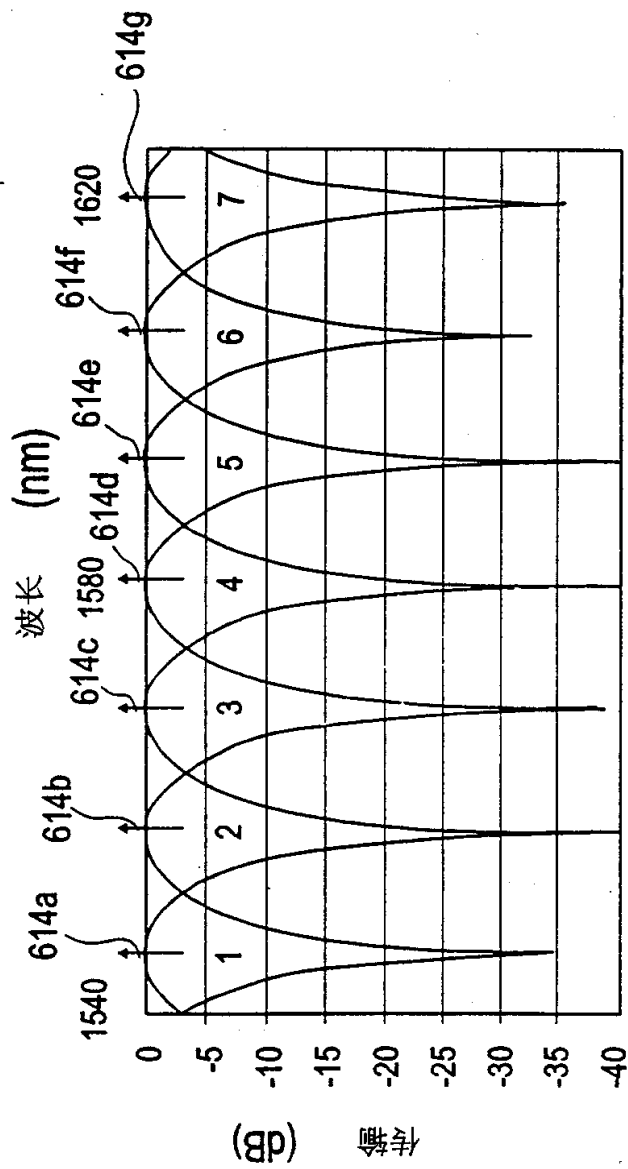
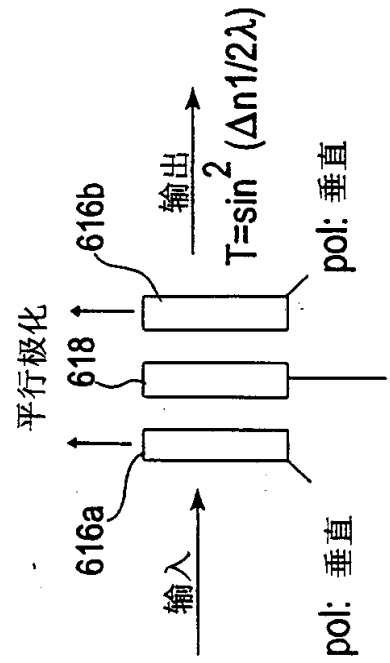
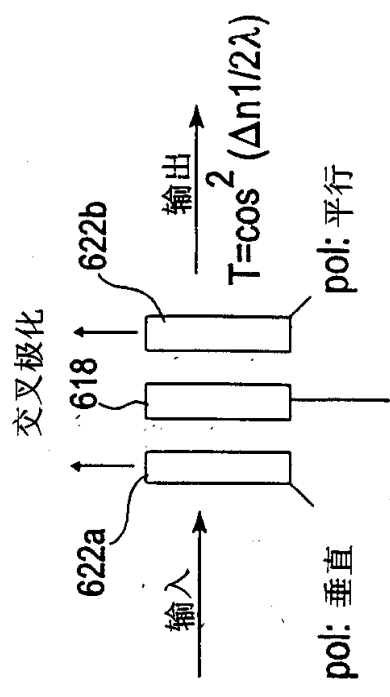


图 6A
Prior Art



45°的双折射元件

图 6B



45°的双折射元件

图 6C

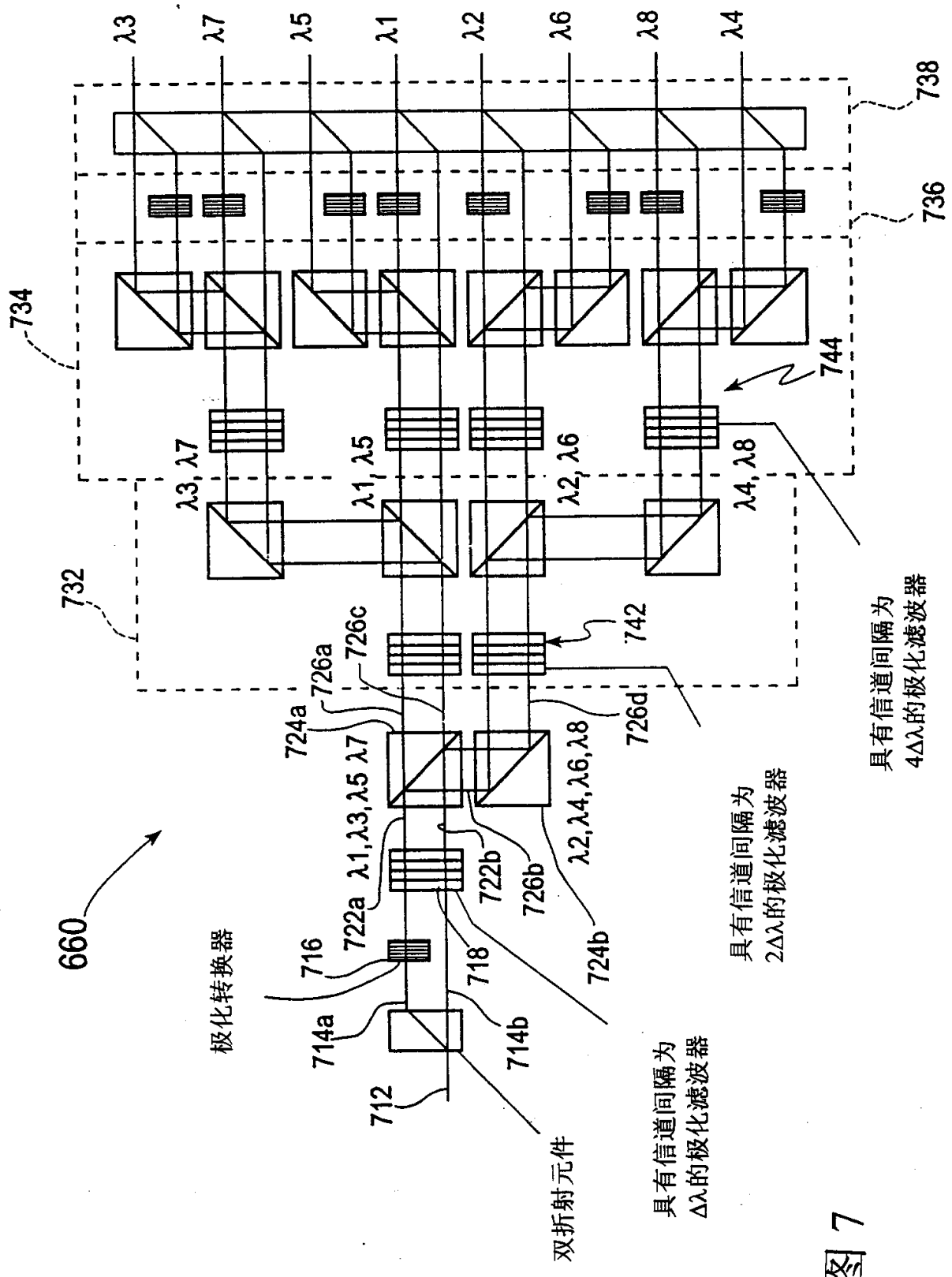


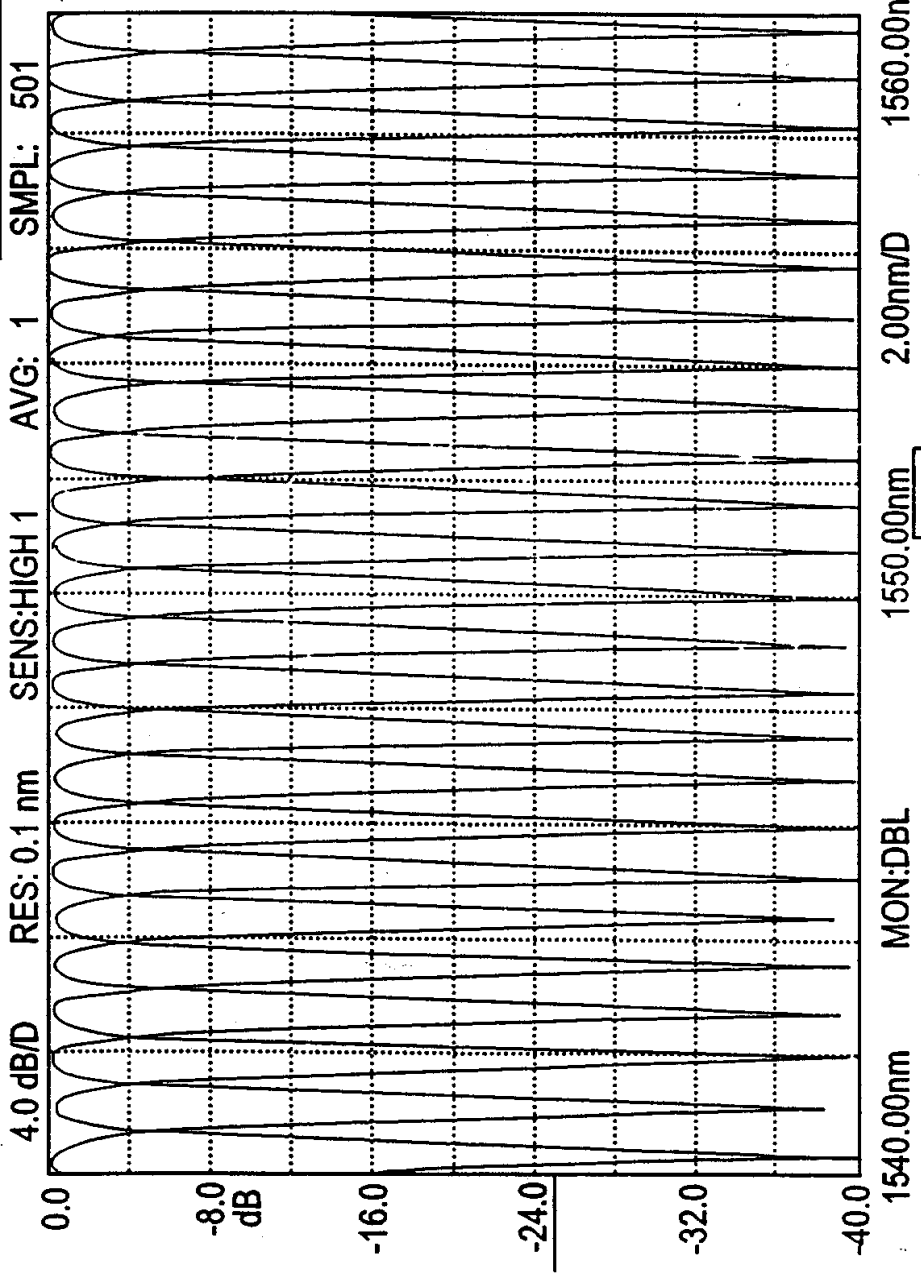
图 7

000000

100 GHz IRIS 波长滤波器

V	V1	V2	V2-V1	A:FIX	/BLK
1550.760nm	1549.960nm	1550.760nm	0.800nm	B:FX	B-A /DSP
-0.31dB	-0.30dB	-0.31dB	-0.01dB	C:FX	B-A /DSP

812



100 GHz DWDM 滤波器

图 8

4: 8-ch 多路复用器

8: 4x4 转换

4: 8-ch 分路器

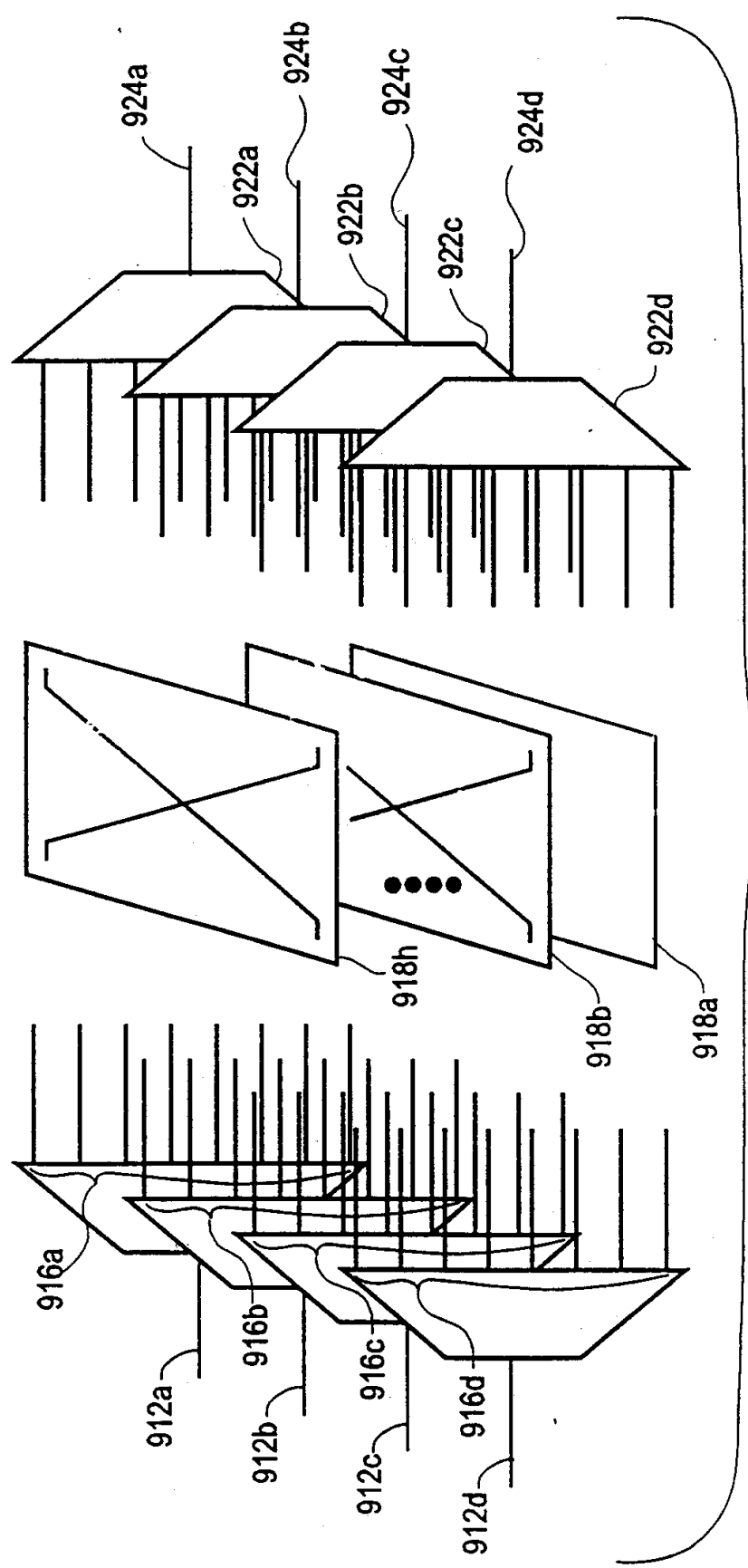
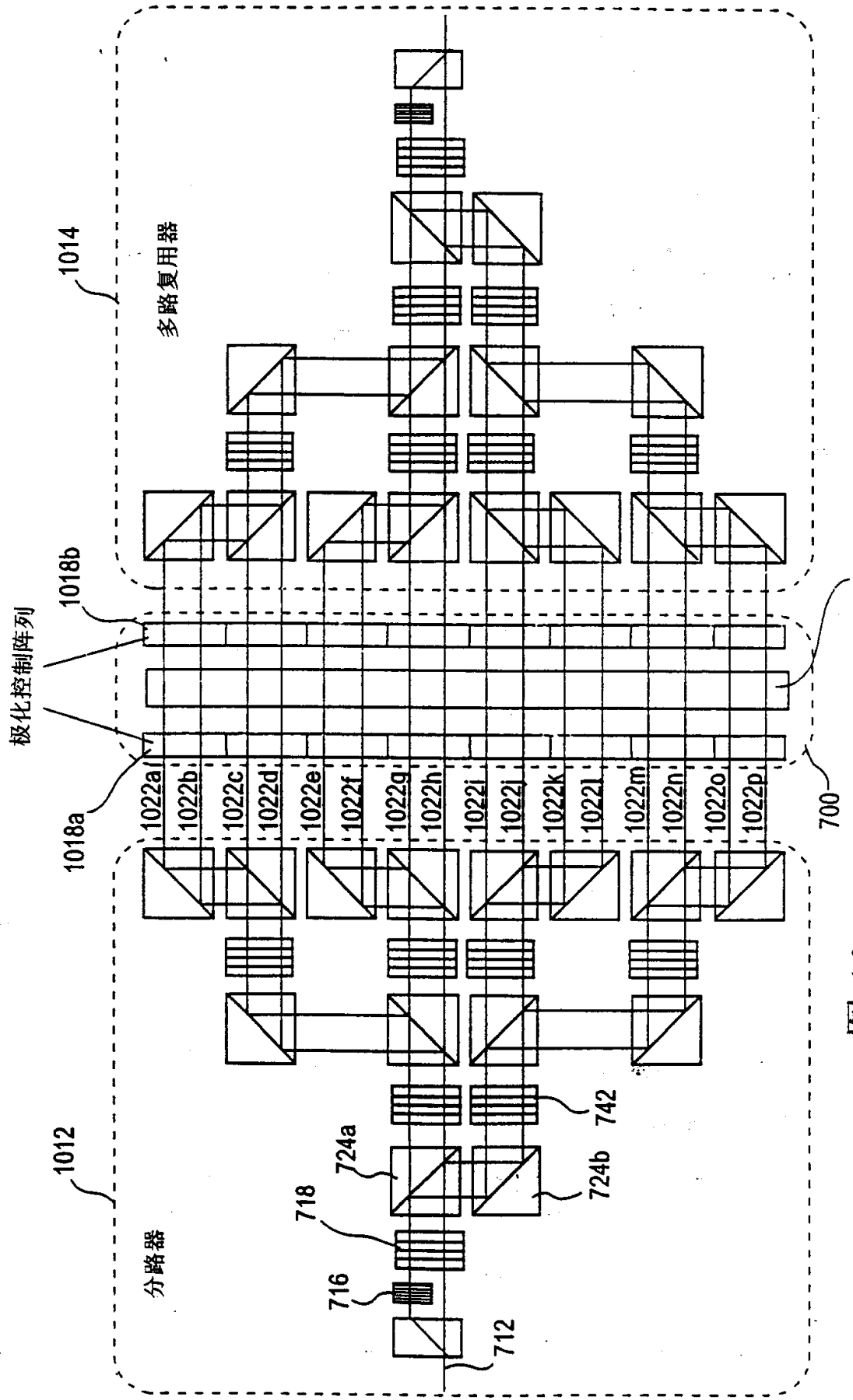


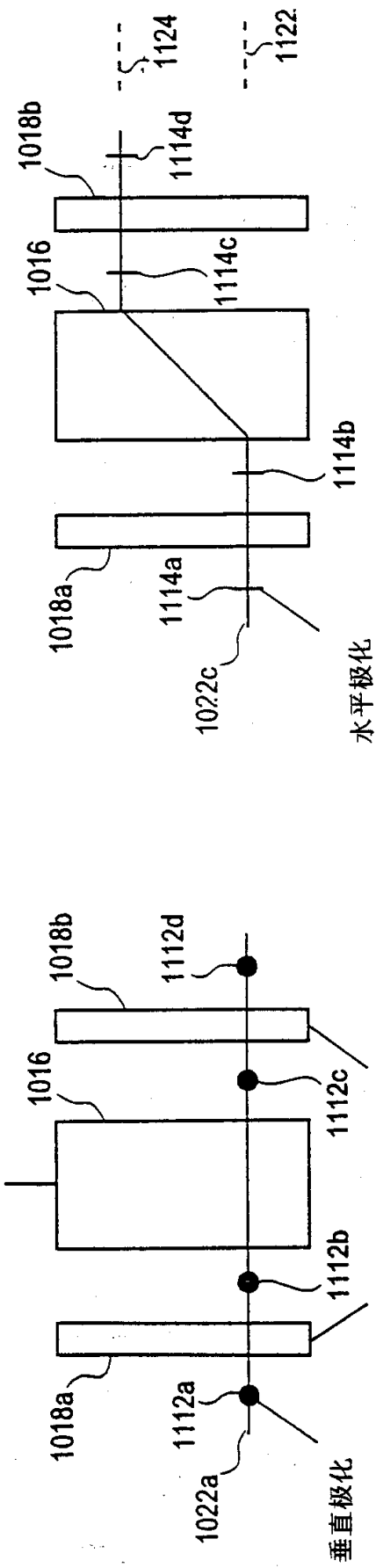
图9
已有技术



与极化有关的路由器

图 10

与极化有关的路由器



极化控制 (关)

图 11A

图 11B

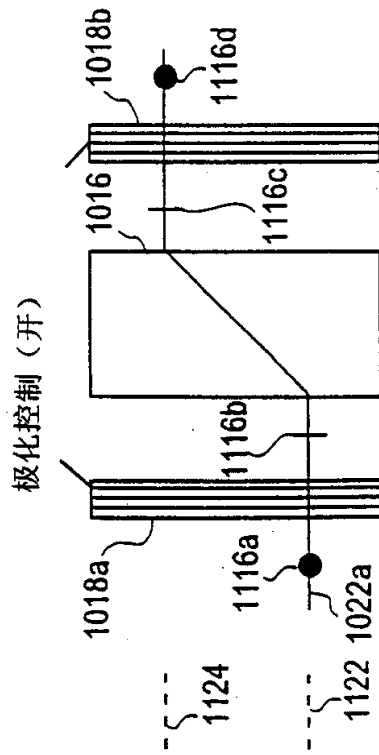


图 11C

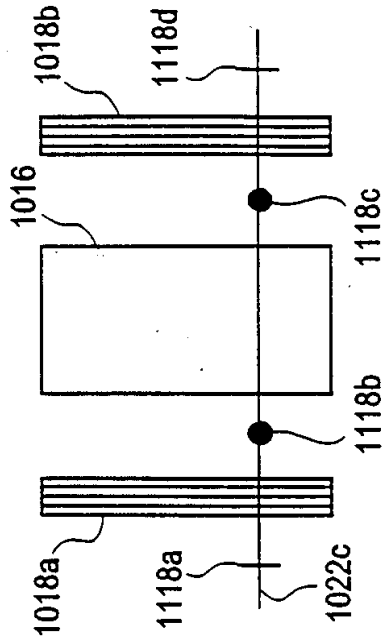


图 11D

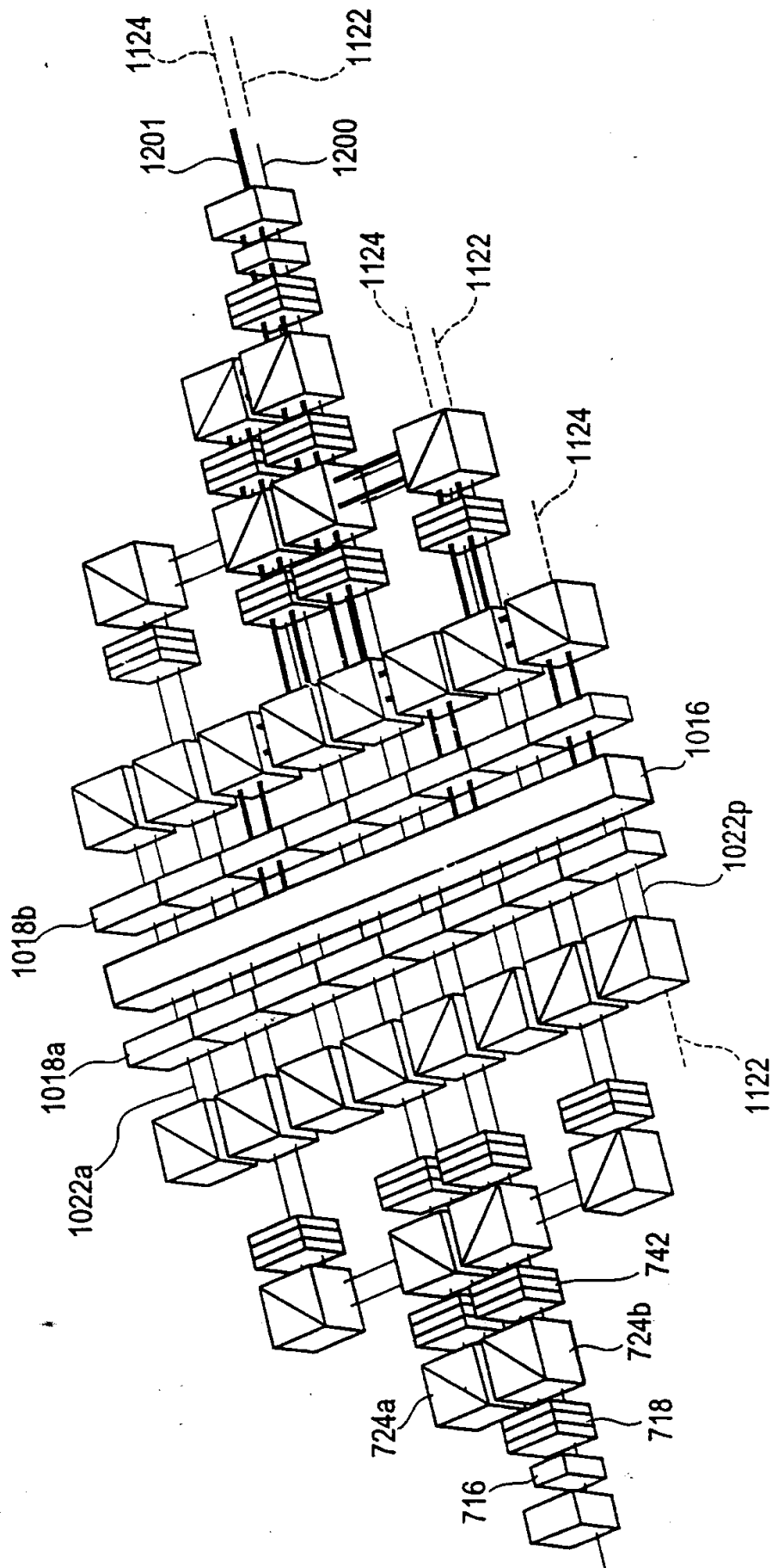


图 12