



# (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104081700 B

(45)授权公告日 2018.04.13

(21)申请号 201380007179.7

(22)申请日 2013.01.25

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 104081700 A

(43)申请公布日 2014.10.01

(30)优先权数据  
13/361,873 2012.01.30 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日  
2014.07.30

(86)PCT国际申请的申请数据  
PCT/US2013/023135 2013.01.25

(87)PCT国际申请的公布数据  
W02013/116102 EN 2013.08.08

(73)专利权人 甲骨文国际公司  
地址 美国加利福尼亚

(72)发明人 郑学哲 罗颖 李国良  
A·V·克里什纳莫西

(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 11038

代理人 袁玥

(51)Int.Cl.  
H04J 14/02(2006.01)

(56)对比文件  
US 6192170 B1,2001.02.20,  
US 6768841 B2,2004.07.27,  
CN 1949087 A,2007.04.18,  
US 6061158 A,2000.05.09,

审查员 狄文桥

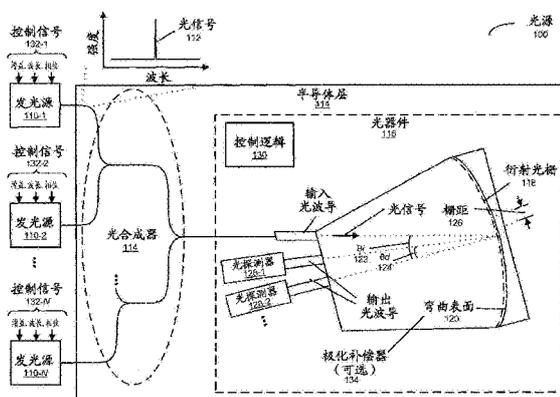
权利要求书2页 说明书6页 附图6页

## (54)发明名称

动态网格梳状光源

## (57)摘要

一种光源利用反馈在由该光源输出的波长梳内的一组波长当中的相邻波长之间维持基本上固定的间距。具体地,在该光源内的一组发光源提供具有该组波长的光信号。而且,光信号按照光源内的光器件(例如,中阶梯光栅)的衍射角来输出,并且在光源内的光探测器确定与光信号关联的光度量。此外,在光源内的控制逻辑基于所确定的光度量给该组发光源提供控制信号。



1. 一种光源,包含:

一组发光源,被配置用于输出具有间距基本上固定的一组波长的光信号,其中给定的发光源被配置用于输出具有所述一组波长中的给定波长的给定的光信号,并且其中所述一组波长构成波长梳;

一组级联的光合成器,与所述一组发光源光耦合,被配置用于合并所述光信号;

光器件,与所述一组级联的光合成器光耦合,包含在弯曲表面上的衍射光栅,其中所述光器件被配置用于利用反射几何对所述光信号进行成像和衍射并且按照所述衍射光栅的相应衍射角来输出所述光信号,从而维持所述波长梳;

一组光探测器,与所述光器件光耦合,被配置用于确定与按照所述衍射角输出的所述光信号关联的光度量,其中所述一组光探测器中的各个光探测器被配置用于分别确定与具有所述一组波长的各个光信号关联的光度量;以及

控制逻辑,与所述一组光探测器和所述一组发光源耦合,被配置用于基于所述光度量而给所述一组发光源提供控制信号,从而在所述一组波长中的相邻波长之间维持基本上固定的间距。

2. 根据权利要求1所述的光源,其中与所述光器件的给定衍射级关联的入射角不同于与所述给定衍射级关联的衍射角。

3. 根据权利要求1所述的光源,其中所述衍射光栅的栅距大于 $20\mu\text{m}$ 。

4. 根据权利要求1所述的光源,其中所述光器件包含中阶梯光栅。

5. 根据权利要求1所述的光源,其中所述一组发光源包含下列中的至少一个:激光器和发光二极管。

6. 根据权利要求1所述的光源,其中所述一组级联的光合成器是其中两个输入被合并成一个输出的级联的 $2\times 1$ 光合成器。

7. 根据权利要求1所述的光源,其中所述一组光探测器包含功率监测器。

8. 根据权利要求1所述的光源,其中所述控制信号调整所述一组发光源的增益和相位。

9. 根据权利要求1所述的光源,其中所述控制信号调整由所述一组发光源输出的所述光信号的所述一组波长,从而基本上维持在由所述光器件输出的所述波长梳中的波长的配准。

10. 根据权利要求9所述的光源,其中所述一组发光源包含具有谐振波长的环形谐振器;并且

其中所述控制信号通过调整所述谐振波长来调整载波波长。

11. 一种用于提供光信号的系统,包含:

处理器;

用于存储被配置为由所述处理器执行的程序模块的存储器;以及

光源,其中所述光源包含:

一组发光源,被配置用于输出具有间距基本上固定的一组波长的光信号,其中给定的发光源被配置用于输出具有所述一组波长中的给定波长的给定的光信号,并且其中所述一组波长构成波长梳;

一组级联的光合成器,与所述一组发光源光耦合,被配置用于合并所述光信号;

光器件,与所述一组级联的光合成器光耦合,包含在弯曲表面上的衍射光栅,其中所述

光器件被配置用于利用反射几何对所述光信号进行成像和衍射并且按照所述衍射光栅的相应衍射角来输出所述光信号,从而维持所述波长梳;

一组光探测器,与所述光器件光耦合,被配置用于确定与按照所述衍射角输出的所述光信号关联的光度量,其中所述一组光探测器中的各个光探测器被配置用于分别确定与具有所述一组波长的各个光信号关联的光度量;以及

控制逻辑,与所述一组光探测器和所述一组发光源耦合,被配置用于基于所述光度量而给所述一组发光源提供控制信号,从而在所述一组波长中的相邻波长之间维持基本上固定的间距。

12. 根据权利要求11所述的系统,其中与所述光器件的给定衍射级关联的入射角不同于与所述给定衍射级关联的衍射角。

13. 根据权利要求11所述的系统,其中所述光器件包含中阶梯光栅。

14. 根据权利要求11所述的系统,其中所述一组发光源包含下列中的至少一个:激光器和发光二极管。

15. 根据权利要求11所述的系统,其中所述一组级联的光合成器是其中两个输入被合并成一个输出的级联的 $2\times 1$ 光合成器。

16. 根据权利要求11所述的系统,其中所述一组光探测器包含功率监测器。

17. 根据权利要求11所述的系统,其中所述控制信号调整所述一组发光源的增益和相位。

18. 根据权利要求11所述的系统,其中所述控制信号调整由所述一组发光源输出的所述光信号的所述一组波长,从而基本上维持在由所述光器件输出的所述波长梳中的波长的配准。

19. 根据权利要求18所述的系统,其中所述一组发光源包含具有谐振波长的环形谐振器;并且

其中所述控制信号通过调整所述谐振波长来调整载波波长。

20. 一种用于提供光信号的方法,其中所述方法包括:

使用一组发光源来输出具有间距基本上固定的一组波长的光信号,其中给定的发光源输出具有所述一组波长中的给定波长的给定的光信号,并且其中所述一组波长构成波长梳;

在一组级联的光合成器中合并所述光信号;

使用具有反射几何的光器件对所述合并的光信号进行成像和衍射,其中所述光器件包含在弯曲表面上的衍射光栅,并且其中所述光器件按照所述衍射光栅的相应衍射角来输出所述光信号,从而维持所述波长梳;

使用一组光探测器来确定与按照所述衍射角输出的所述光信号关联的光度量,其中所述一组光探测器中的各个光探测器分别确定与具有所述一组波长的各个光信号关联的光度量;并且

基于所述光度量来给所述一组发光源提供控制信号,从而在所述一组波长中的相邻波长之间维持基本上固定的间距。

## 动态网格梳状光源

### 技术领域

[0001] 本公开内容涉及用于传达光信号的技术。更具体地,本公开内容涉及使用反馈在由光源产生的相邻波长之间维持基本上固定的间距的光源。

### 背景技术

[0002] 硅光子术是一种能够为芯片间及芯片内的连接提供大的通信带宽、低延迟以及低功耗的很有前景的技术。最近几年,在开发用于芯片间及芯片内的硅光子连接的低成本构件方面已经取得了重大进展,包括:高带宽高效的硅调制器、低损耗的光波导、波分复用(WDM)构件,以及高速CMOS光波导光电探测器。但是,合适的低成本WDM光源,例如,多波长的激光光源,仍是个挑战,并且在没有WDM光源的情况下会对实现WDM硅光子链路造成障碍。

[0003] 特别地,传统的WDM链路在具有固定信道间距的预定义的波长网格(例如,由国际电信联盟(ITU)标准ITU-T G.694.1指定的波长网格)上操作。因此,在这些传统的WDM链路中使用的现有的WDM光源,例如,激光器,被调谐并被锁定于预定义的波长网格。但是,用于这样的现有WDM光源的波长控制通常是相当复杂的。例如,气隙标准具滤波器常用于现有的WDM光源中,以实现波长锁定。这些气隙标准具滤波器通常是体积较大的,并且因此不适合集成于或使用于其内可能有数千个集成的WDM光源的WDM硅光子链路中。

[0004] 因此,所需要的是没有上述问题的光源。

### 发明内容

[0005] 本公开内容的一种实施例提供了一种光源。该光源包含用于输出具有间距基本上固定的一组波长的光信号的一组发光源(light source),其中给定的发光源输出具有在该组波长中的给定波长的给定光信号,并且该组波长构成了波长梳。而且,在光源内的光合成器合并光信号。而且,在光源内的包含在弯曲表面上的衍射光栅的光学器件利用反射几何对光信号进行成像及衍射,并且按照衍射光栅的相应衍射角来输出光信号,由此维持波长梳。另外,在光源内的光探测器确定与按上述衍射角输出的光信号关联的光度量,其中给定的光探测器确定与给定的光信号关联的给定光度量。在光源内的控制逻辑基于这些光度量给该组发光源提供控制信号,由此在该组波长内的相邻波长之间维持基本上固定的间距。

[0006] 注意,与光器件的给定衍射级关联的入射角可以不同于与给定的衍射级关联的衍射角。例如,光器件可以包含中阶梯光栅。而且,衍射光栅的栅距可以大于 $20\mu\text{m}$ 。

[0007] 而且,该组发光源可以包括激光器和/或发光二极管。

[0008] 在某些实施例中,光合成器包括其中两个输入被合并成一个输出的级联的 $2\times 1$ 光合成器。

[0009] 另外,光探测器可以包含功率监测器。

[0010] 注意,控制信号可以调整该组发光源的增益、相位和发射波长,由此基本上维持在由光器件输出的波长梳中的波长配准。例如,该组发光源可以包含具有谐振波长的环形谐振器,并且控制信号可以通过调整谐振波长来调整光源发射波长。

[0011] 另一种实施例提供一种包含该光源的系统。

[0012] 另一种实施例提供一种用于提供光信号的方法,该方法可以使用该光源来执行。在操作期间,该组发光源输出具有间距基本上固定的一组波长的光信号,其中给定的发光源输出具有在该组波长中的给定波长的给定光信号,并且该组波长构成了波长梳。然后,光合成器合并光信号。而且,光器件利用反射几何来对所合并的光信号进行成像及衍射,其中光器件包含在弯曲表面上的衍射光栅,并且光器件按照衍射光栅的相应衍射角来输出光信号,由此维持波长梳。然后,光探测器确定与按上述衍射角输出的光信号关联的光度量,其中给定的光探测器确定与给定的光信号关联的给定光度量。而且,控制逻辑基于这些光度量给该组发光源提供控制信号,由此在该组波长内的相邻波长之间维持基本上固定的间距。

### 附图说明

[0013] 图1是示出根据本公开内容的一种实施例的动态网格梳状光源的框图。

[0014] 图2是示出根据本公开内容的一种实施例的动态网格梳状光源的框图。

[0015] 图3是示出根据本公开内容的一种实施例的包含环形反射器的混合光源的框图。

[0016] 图4是示出根据本公开内容的一种实施例的集成电路的框图。

[0017] 图5是示出根据本公开内容的一种实施例的包含图1、2或3的光源的系统的框图。

[0018] 图6是示出根据本公开内容的一种实施例的用于提供光信号的方法的流程图。

[0019] 表1提供了根据本公开内容的一种实施例的中阶梯光栅的设计参数。

[0020] 注意,相同的附图标记在全部附图中指示相应的部分。而且,同一部分的多个实例通过以破折号与实例编号隔开的共同前缀来标明。

### 具体实施方式

[0021] 以下描述光源、包含该光源的系统以及用于提供光信号的技术的实施例。该光源利用反馈在由该光源输出的波长梳内的一组波长当中的相邻波长之间维持基本上固定的间距。特别地,在该光源内的一组发光源提供了具有该组波长的光信号。而且,这些光信号按照在光源内的光器件(例如,中阶梯光栅)的衍射角来输出,并且在该光源内的光探测器确定与这些光信号关联的光度量。此外,在该光源内的控制逻辑基于所确定的光度量给该组发光源提供控制信号。

[0022] 通过提供在相邻的波长之间具有基本上固定的间距的波长梳,该光源可以允许实现在各种应用(例如,在波分复用(WDM)的硅光子链路中的高速通信)中使用的紧凑的、高效的、低成本的、多波长的光源。因此,该光源可以有助于使高速的芯片间及芯片内的硅光子互连以及能够包含该构件的相关系统(例如,高性能计算系统)变得容易实现。

[0023] 我们现在描述光源的实施例。现有的WDM光源(例如,激光器)的波长控制典型地涉及对驱动电流的控制、对在激光腔中的波长滤波器的调谐,以及使用从激光的波长监测中获得的反馈信号对激光腔的相位的微调。在随后的讨论中,波长梳由WDM光源提供,该WDM光源包括一组发光源的反馈控制以及起着对相邻波长的准确间距不敏感的精密的光解复用器的作用的光器件,并且从而维持由WDM光源输出的相邻波长的准确间距。

[0024] 图1示出了WDM光源,该图给出了示出动态网格梳状光源100的框图。该光源包含用

于输出具有间距基本上固定的一组波长(例如,在光链路或WDM内的光信道中使用的载波波长)的光信号(例如,光信号112)的一组发光源110,其中给定的发光源输出具有在该组波长中的给定波长的给定光信号,并且该组波长构成了波长梳。例如,发光源组110可以包含激光器 and/或发光二极管,并且光信号可以由发光源组110的监测端口输出。

[0025] 而且,在光源100内的光合成器114合并光信号。该光合成器可以包括其中两个输入被合并成一个输出的级联的 $2 \times 1$ 光合成器(例如,Y结功率合成器)。

[0026] 而且,在光源100内的包含在弯曲表面120上的衍射光栅118的光器件116提供光解复用器。特别地,光器件116利用反射几何对光信号进行成像和衍射,并且按照衍射光栅118的相应衍射角来输出光信号,由此维持在相邻的波长之间具有准确间距的波长梳。

[0027] 注意,与光器件116的给定衍射级关联的入射角( $\theta_i$ ) 122可以不同于与该给定衍射级关联的衍射角( $\theta_d$ ) 124。而且,衍射光栅118的栅距126可以大于 $20\mu\text{m}$ 。

[0028] 在一种示例性的实施例中,光器件116包含中阶梯光栅。中阶梯光栅的线性色散(LD)能够表示为

$$[0029] \quad LD = \frac{2R (\sin \theta_i + \sin \theta_d) n_g}{\lambda \cos \theta_d n_{\text{eff}}} \quad (1)$$

[0030] 其中R是光器件116的罗兰圆半径, $\lambda$ 是波长组的中心波长, $n_g$ 是群折射率,而 $n_{\text{eff}}$ 是在传递光信号的光器件116内的层(例如,半导体层414)的有效折射率。作为替代,LD被定义为

$$[0031] \quad \frac{p}{s} \quad (2)$$

[0032] 其中p是栅距126,而s是波长梳中基本上固定的间距。根据1式和2式,s能够重新表示为

$$[0033] \quad \frac{\lambda}{2R} \frac{p \cos \theta_d}{(\sin \theta_i + \sin \theta_d) n_g} n_{\text{eff}} \quad (3)$$

[0034] 而且,使用3式,能够将基本上固定的间距的变化( $\delta s$ )近似为

$$[0035] \quad \frac{\delta s}{s} = \frac{\delta \lambda}{\lambda} + \frac{\delta n_{\text{eff}}}{n_{\text{eff}}} \quad (4)$$

[0036] 注意,4式右侧的第一项通常是小的(例如,小于1%)。如果光信号在硅层内传输,则 $n_{\text{eff}}$ 和s能够由于制造偏差和/或环境温度变化而变动高达数个百分点。但是,因为s相对较小(例如,1.6 nm),所以 $\delta s$ 的大小同样很小。因此,即使 $\lambda$ 没有得到精确地保持,也能够波长梳内的相邻波长之间获得很准确的且稳定的间距。

[0037] 通过以这种方式来准确地对光信号进行成像和衍射,光器件116能够使对波长组的监测变得容易,并从而能够使发光源组110的反馈控制调整变得容易。特别地,在光源100内的光探测器128可以确定与以衍射角(例如,衍射角124)输出的光信号关联的光度量,其中给定的光探测器确定与给定的光信号关联的给定光度量。例如,光探测器128可以包含功率监测器和/或用语放大和监测在输出光波导内的各衍射角的光(或部分光)的探测器阵列,由此为波长组和/或波长梳提供跟踪信号。

[0038] 另外,在光源100内的控制逻辑130基于光度量给发光源组110提供控制信号132,

由此在波长组内的相邻波长之间维持基本上固定的间距(即,在波长梳内的波长能够被锁定于具有准确间距的网格上)。例如,控制信号132可以调整发光源组110的增益(GN.)、相位(PH.)和/或发射波长(WV.)。注意,这些调整可以是彼此独立的。

[0039] 在某些实施例中,光源100包含与光器件116接近的可选的极化补偿器134,其中可选的极化补偿器134对光信号的极化的变化进行补偿。

[0040] 虽然在前述实施例中的中心波长 $\lambda$ 可以不维持为像基本上固定的间距 $s$ 一样准确,但是在光源100制造出来之后,它可以被近似固定,只要基板(光源100的至少一部分被实现于其上)的温度没有显著变化。因而,由光源100提供的波长梳可以不需要绝对的波长配准。这在其中互操作性通常不是必需的通信应用(例如,具有点到点拓扑结构的WDM硅光子链路)中会是有用的。

[0041] 但是,在某些实施例中,该波长组同样能够使用基于所确定的光度量的反馈来调整。例如,控制信号132可以调整由发光源组110输出的光信号的波长组,由此基本上维持在由光源100输出的波长梳中的波长的配准。特别地,如图2所示,该图给出了示出动态网格梳状光源200的框图,发光源组110可以包含具有谐振波长的环形谐振器210,并且控制信号132可以通过调整谐振波长来调整载波波长(并从而调整发光源组110的增益峰值)。

[0042] 在某些实施例中,环形谐振器210的谐振波长彼此偏移,由此提供合成的波长梳。在这些实施例中,光源200的期望输出波长梳能够通过调整环形谐振器210来获得,使得它们的谐振波长与波长组内的最近波长匹配或对准。只要基本上固定的间距被维持,这种低能量的方法就能够跟踪或补偿中心波长 $\lambda$ 的变化。

[0043] 注意,在WDM硅光子链路中,合成的波长梳还可以被向下游调整(例如,在接收器中),以跟踪或补偿与居间的WDM组件关联的波长变化,比如复用器/解复用器或者插/分滤波器。在某些实施例中,合成的波长梳允许其中一个或多个备用或空闲波长可用的波长间距在工作波段之外或者在标称的工作波长之间。例如,可以存在具有相同的基本上固定的间距的两个或更多个波长梳,这些波长梳彼此偏移,由此提供可替换的波长梳作为备用。

[0044] 如图3所示,该图给出了示出混合光源300的框图,在某些实施例中,动态网格梳状光源包含III-V/硅混合集成激光器。该III-V部分可以包含增益区、相位调谐区、在一端的高反射率镜,以及在另一端的输出耦合器(比如蚀刻的镜面)。例如,该III-V部分可以实现于有源光波导内。该有源光波导可以与无源硅光波导(如以下将参照图4来描述的,该无源硅光波导可以使用绝缘体上硅或SOI技术来实现)光耦合。而且,无源硅光波导可以包含起着可调谐的波长选择镜的作用的环形谐振器,以及作为激光输出器件的定向耦合器。

[0045] 注意,环形谐振器的输出端口能够被用作监测端口,该监测端口可以经由在光合成器114(图1和2)中的 $2 \times 1$ 光合成器连接至用于波长控制的光器件116(图1和2)。作为替代或除此之外,小部分光能够直接从用于波长监测的输出端口分接出。

[0046] 如同前面所指出的,光源的至少一部分使用SOI技术来实现。这示出于图4中,该图给出了示出集成电路400的侧视图的框图。特别地,集成电路400包含:基板410;布置于基板410上的埋氧层412;以及布置于埋氧层412上的半导体层414,其中光源的至少一部分(例如,光器件116)包含于半导体层414内。例如,基板410和/或半导体层414可以包含半导体,比如硅。

[0047] 在一种示例性的实施例中,波长组在 $1.1-1.7\mu\text{m}$ 之间,例如,光信号具有 $1.3$ 或 $1.55$

$\mu\text{m}$ 的基波波长。而且,半导体层414可以具有小于 $1\mu\text{m}$ 的厚度416(例如, $0.2\sim 0.3\mu\text{m}$ ),该厚度416能够容许 $50\sim 100\text{ pm}$ 的基本上固定的间距的变化( $\delta_s$ )。而且,埋氧层412可以具有 $0.3\sim 3\mu\text{m}$ 的厚度418(例如, $0.8\mu\text{m}$ )。另外,表1提供了在光器件116内的中阶梯光栅的示例性设计的参数。

[0048] 表1

[0049]

波长数	8
间距 (nm)	1.6
光串扰 (dB)	20-25
罗兰圆半径 ( $\mu\text{m}$ )	500
占用面积 ( $\mu\text{m}^2$ )	$500 \times 200$
插入损耗	<3 dB
中心波长 (nm)	1550
FSR (nm)	12.8
厚度416 (nm)	300
衍射级	90
焦距 ( $\mu\text{m}$ )	350
栅距126 ( $\mu\text{m}$ )	25

[0050] 光源可以用于各种应用中。这示出于图5中,该图给出了示出包含光源508(例如,光源100(图1)、200(图2)或300(图3))的系统500的框图。系统500可以包含:可以通过一个或多个信号线522与系统500内的其他构件耦接的一个或多个处理器510、通信接口512和用户接口514。注意,该一个或多个处理器(或处理器内核)510可以支持并行处理和/或多线程操作,通信接口512可以具有持续性通信连接,并且该一个或多个信号线522可以构成通信总线。而且,用户接口514可以包括:显示器516、键盘518,和/或定点器520,比如鼠标。

[0051] 在系统500内的存储器524可以包含易失性存储器和/或非易失性存储器。更具体地,存储器524可以包括:ROM、RAM、EPROM、EEPROM、闪存、一个或多个智能卡、一个或多个磁盘存储器件,和/或一个或多个光存储器件。存储器524可以存储操作系统526,该操作系统526包含用于处理用于执行硬件相关的任务各种基本系统服务的过程(或指令集)。而且,存储器524还可以将通信过程(或指令集)存储于通信模块528内。这些通信过程可以用于与一个或多个计算机、器件和/或服务器通信,包括相对于系统500位于远处的计算机、器件和/或服务器。

[0052] 存储器524还可以包含一个或多个程序模块530(或指令集)。注意,程序模块530可以构成计算机程序机制。在存储器524中的各种模块内的指令可以用下列语言来实现:高级过程语言、面向对象的编程语言,和/或汇编语言或机器语言。编程语言可以被编译或被解释,即,可配置的或被配置,以由该一个或多个处理器(或处理器内核)510执行。

[0053] 系统500可以包括:VLSI电路、交换机、集线器、桥、路由器、通信系统、存储区域网络、数据中心、网络(例如,局域网),和/或计算机系统(例如,多核处理器的计算机系统)。而且,计算机系统可以包括但不限于:服务器(例如,多插座、多机架服务器)、膝上型计算机、通信设备或系统、个人计算机、工作站、大型计算机、刀片机、企业计算机、数据中心、便携式

计算设备、平板电脑、超级计算机、网络附加存储 (NAS) 系统、存储区域网络 (SAN) 系统,和/或另一电子计算设备。

[0054] 一般地,系统500可以位于一个位置,或者可以分布于多个地理上分散的位置。而且,系统500的一些或全部功能可以用一个或多个专用集成电路 (ASIC) 和/或一个或多个数字信号处理器 (DSP) 来实现。而且,在前述实施例中的功能可以按照硬件多且软件少、硬件少且软件多的方式来实现,如同本技术领域所已知的。

[0055] 前述实施例可以包含更少的构件或者另加的构件。而且,尽管芯片封装和系统被示为具有多个分立项,但是这些实施例意指是关于可以存在的各种特征的功能描述,而不是关于本文所描述的实施例的结构示意图。因此,在这些实施例中,两个或更多个构件可以结合成单个构件和/或一个或多个构件的位置可以被改变。而且,在两种或更多种前述实施例中的特征可以相互组合。

[0056] 我们现在描述方法的实施例。图6给出了示出用于提供光信号的方法的流程图600,该方法可以使用光源100 (图1)、200 (图2) 或300 (图3) 来执行。在操作期间,一组发光源输出具有间距基本上固定的一组波长的光信号 (操作610),其中给定的发光源输出具有在该组波长中的给定波长的给定光信号,并且该组波长构成了波长梳。然后,光合成器合并光信号 (操作612)。而且,光器件利用反射几何来对所合并的光信号进行成像及衍射 (操作614),其中光器件包含在弯曲表面上的衍射光栅,并且光器件按照衍射光栅的相应衍射角来输出光信号 (操作616),由此维持波长梳。然后,光探测器确定与按上述衍射角输出的光信号关联的光度量 (操作618),其中给定的光探测器确定与给定的光信号关联的给定光度量。而且,控制逻辑基于这些光度量给该组发光源提供控制信号 (操作620),由此在该组波长内的相邻波长之间维持基本上固定的间距。

[0057] 在方法600的某些实施例中,存在另加的或更少的操作。而且,操作的顺序可以改变,和/或两个或更多个操作可以结合成单个操作。

[0058] 以上描述旨在使本领域技术人员能够理解并使用本公开内容,并且是在特定的应用及其要求的背景下提供的。而且,以上关于本公开内容的实施例的描述只是为了说明和描述的目的而给出的。它们并非意指是穷尽的,或者将本公开内容限定于所公开的形式。因此,本领域技术人员应当清楚许多修改和变化,并且在不脱离本公开内容的精神和范围的情况下,本文所定义的一般原理可以应用于其他实施例和应用。另外,关于前述实施例的讨论并非意指限定本公开内容。因而,本公开内容并非意指被限定于所示出的实施例,而是应当符合与本文所公开的原理和特征相一致的最广泛范围。

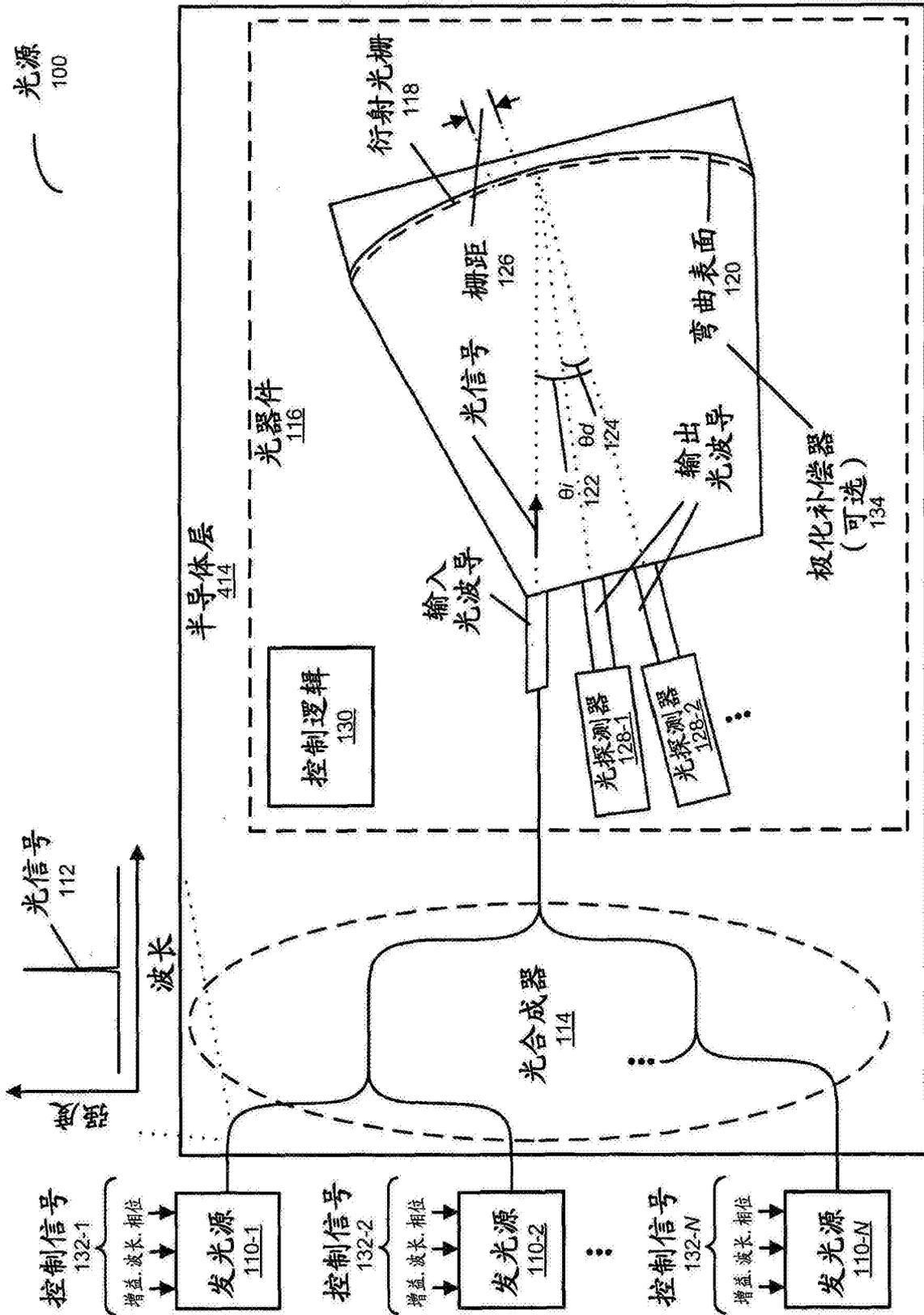


图1

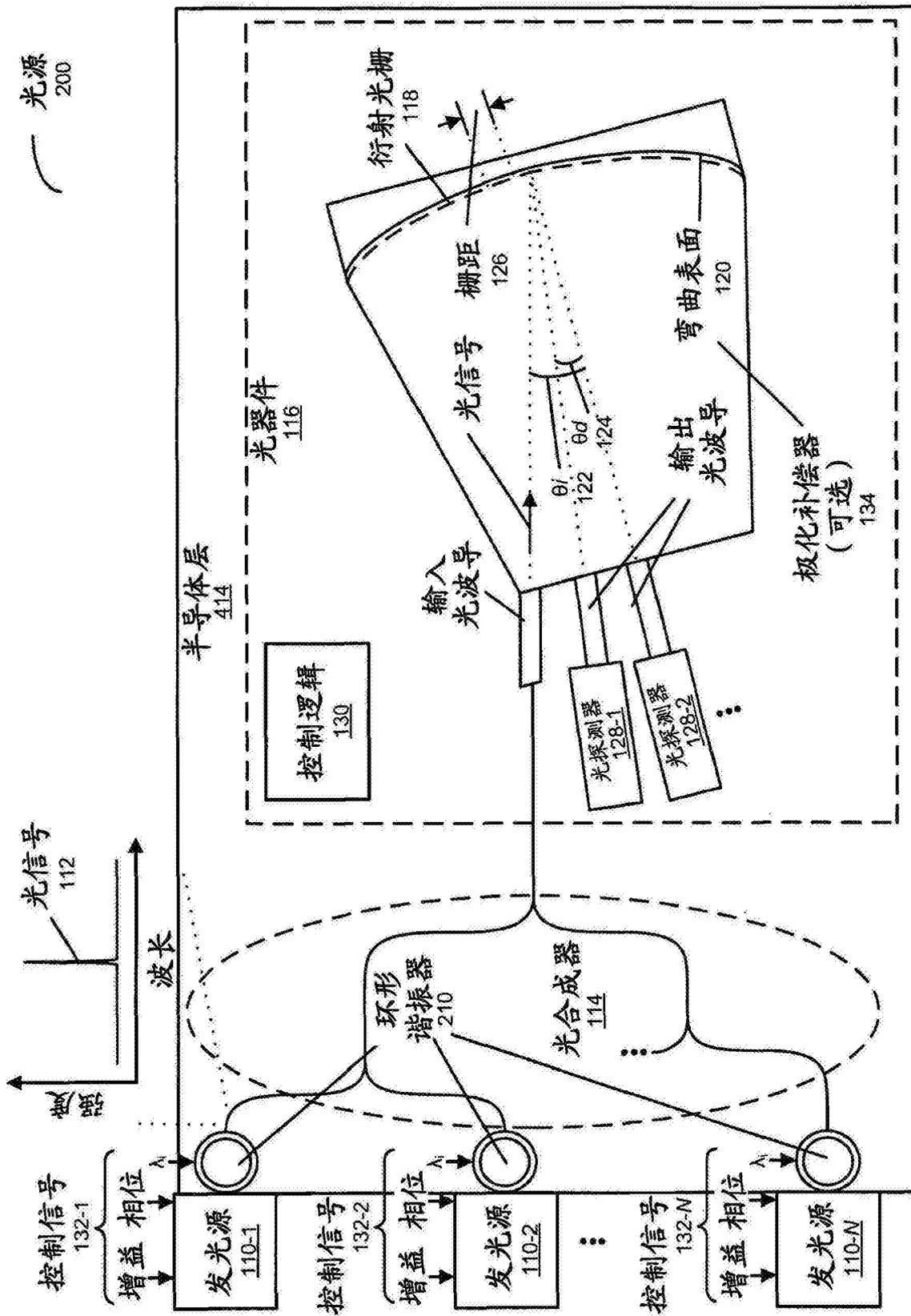


图2

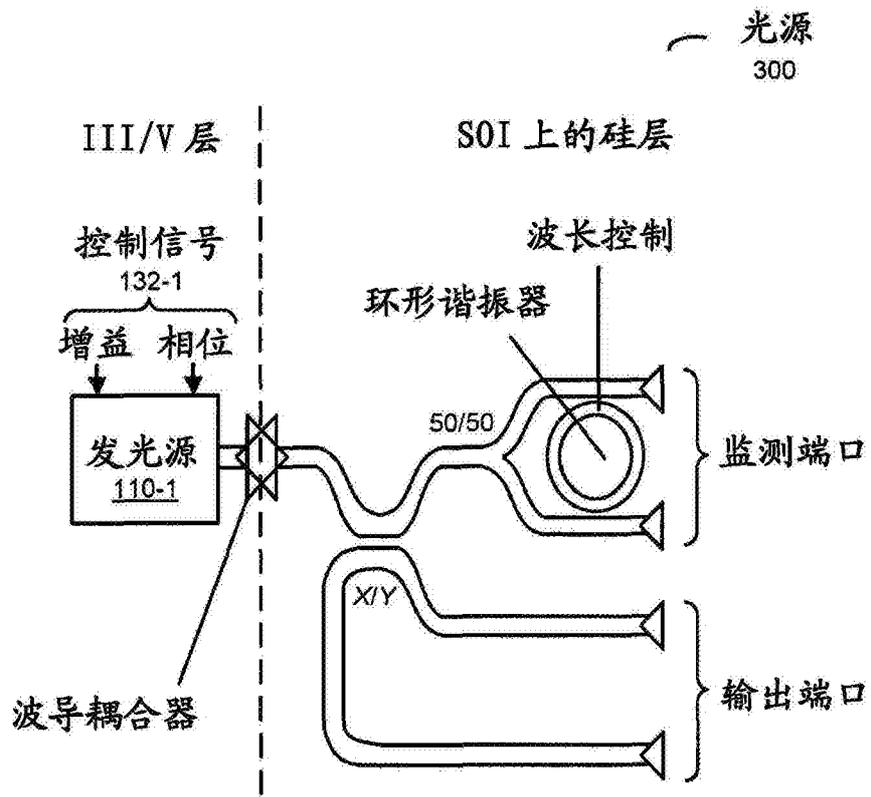


图3

集成电路  
400

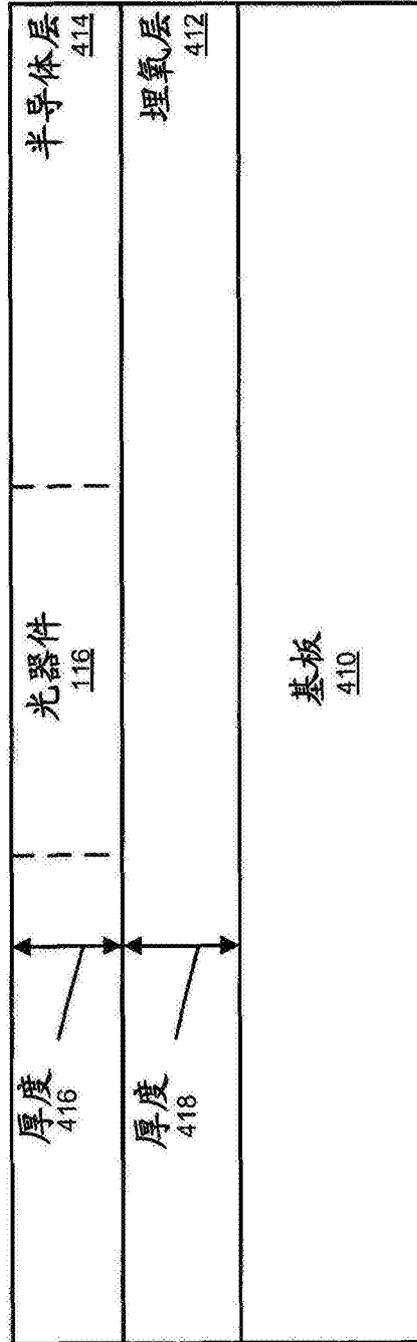


图4

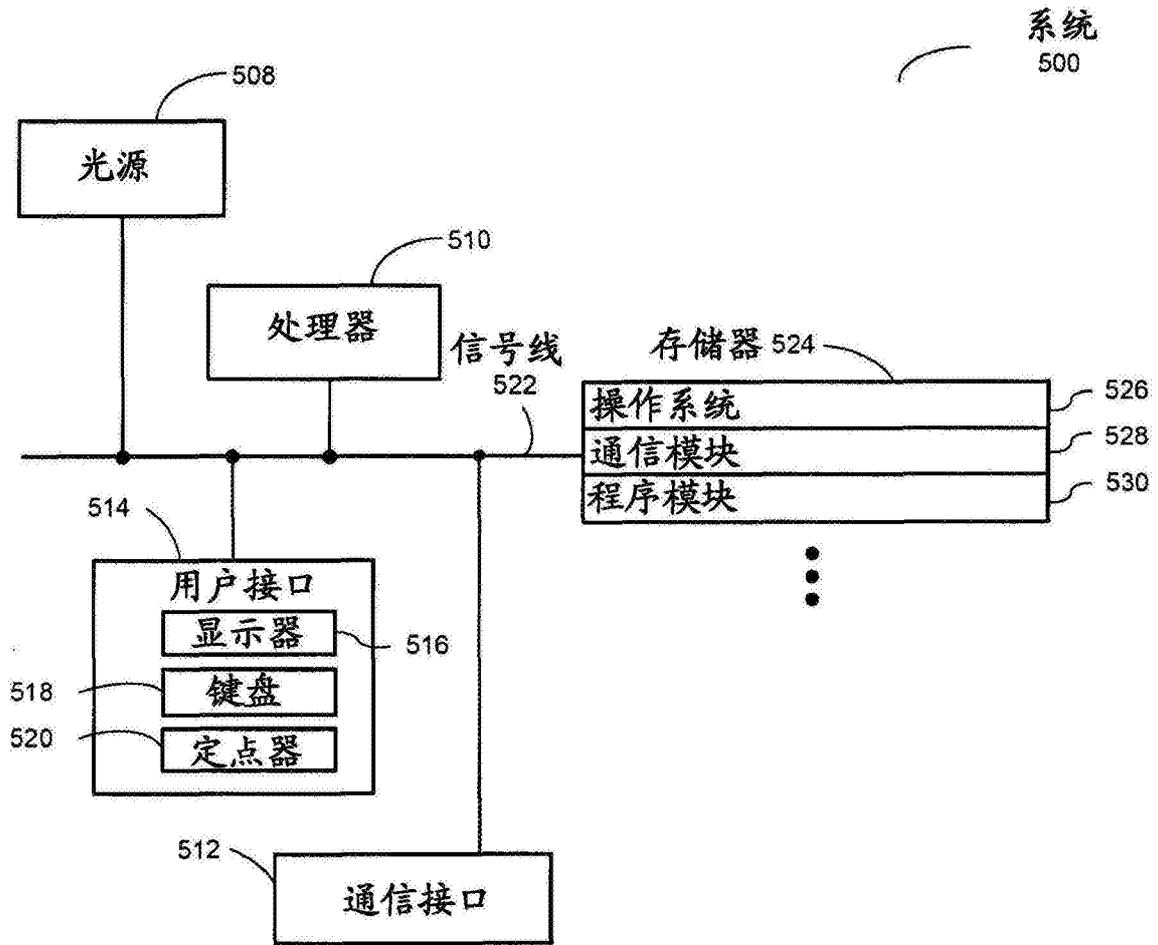


图5

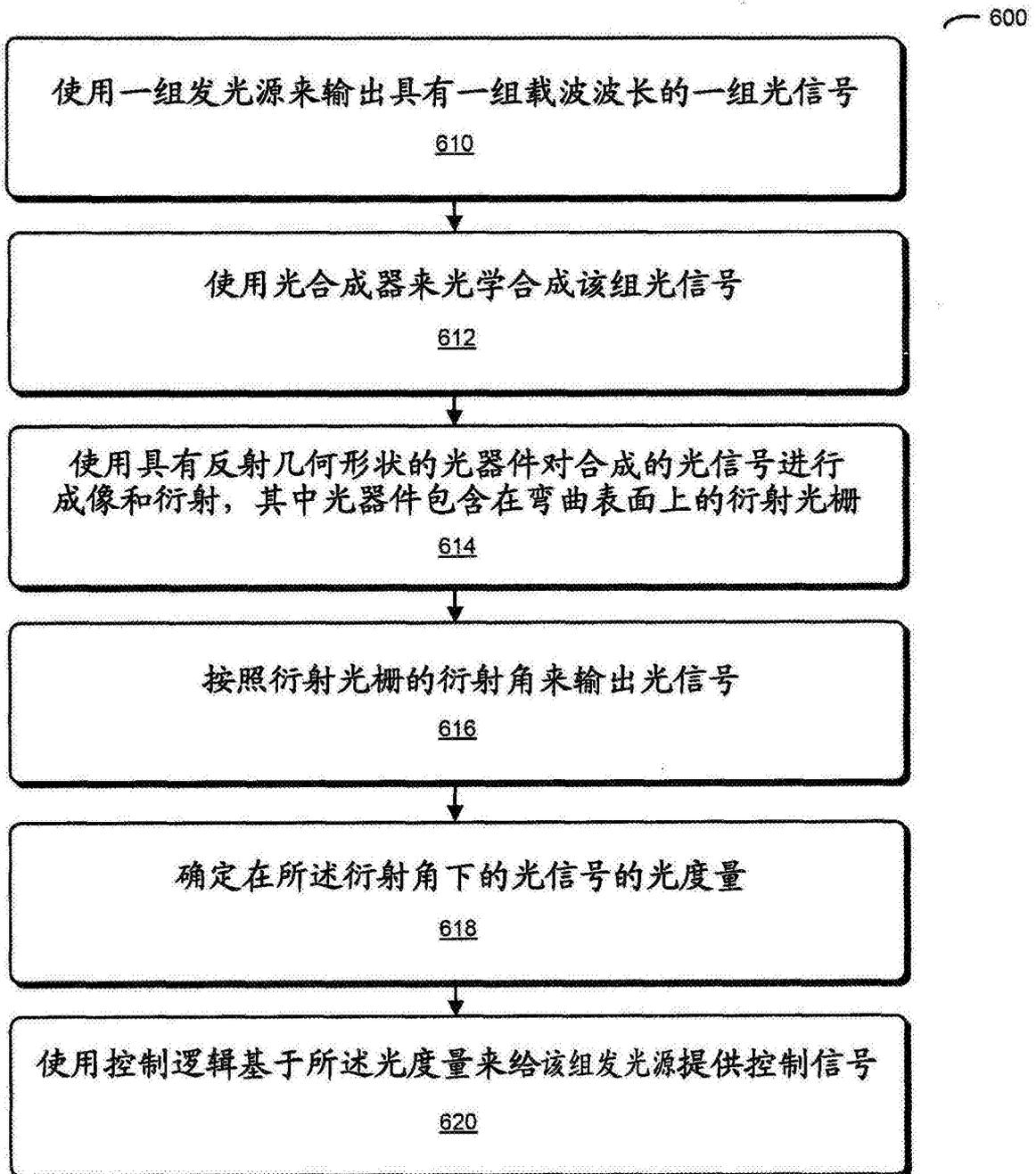


图6