



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108449957 B

(45) 授权公告日 2021.03.09

(21) 申请号 201680049893.6

(22) 申请日 2016.08.29

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 108449957 A

(43) 申请公布日 2018.08.24

(30) 优先权数据  
62/213,004 2015.09.01 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日  
2018.02.28

(86) PCT国际申请的申请数据  
PCT/US2016/049330 2016.08.29

(87) PCT国际申请的公布数据  
W02017/040431 EN 2017.03.09

(73) 专利权人 苹果公司  
地址 美国加利福尼亚

(72) 发明人 M·M·坎加斯 M·A·阿尔布雷  
D·I·西蒙 M·J·比邵普  
J·希伦达尔 R·陈

(74) 专利代理机构 中国贸促会专利商标事务所  
有限公司 11038

代理人 李玲

(51) Int.Cl.  
G01J 3/42 (2006.01)  
G01J 3/433 (2006.01)  
G01J 3/447 (2006.01)  
G01J 3/02 (2006.01)  
G01J 3/32 (2006.01)  
G01J 3/36 (2006.01)  
G01N 21/27 (2006.01)  
G01N 21/47 (2006.01)

审查员 王杰

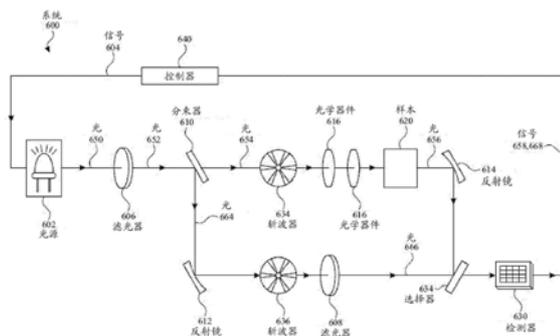
权利要求书3页 说明书33页 附图22页

(54) 发明名称

用于非接触式感测物质的基准开关架构

(57) 摘要

本发明涉及用于在采样界面处测量样本(620)中的物质的浓度和类型的系统(600)和方法。所述系统(600)包括光源(602)、一个或多个光学器件(606,610,612)、一个或多个调制器(634,636)、基准(608)、检测器(630)以及控制器(640)。所公开的所述系统和所述方法能够通过不同的测量光路之间共享一个或多个部件来考虑源自所述光源、一个或多个光学器件和所述检测器的漂移。另外,通过在所述光源与所述样本或基准之间放置一个或多个调制器,所述系统能够区分不同类型的漂移并且消除因杂散光导致的错误测量。此外,通过将检测器像素和微光学器件映射到所述样本中的位置和深度,所述系统能够沿着所述样本内的各种位置和深度检测所述物质。



1. 一种用于在采样界面处测量样本中物质的浓度的系统,所述系统包括:  
光源,所述光源被配置为发射包括一个或多个波长的光,其中:  
所述光基于一个或多个第一信号发射;  
所述光被分成沿第一光路径行进的第一光和沿第二光路径行进的第二光;以及  
所述采样界面被配置为接收所述第一光的一部分;  
基准,所述基准包括具有一种或多种光谱特性的物质并且被配置为接收所述第二光的至少一部分;  
检测器,所述检测器被配置为:  
检测所述第一光的所述部分  
检测所述第二光的所述部分;以及  
生成指示所述第一光的所检测部分以及所述第二光的所检测部分的一个或多个第二信号;  
第一调制器,所述第一调制器沿所述光源和所述采样界面之间的第一光路径定位并被配置为调制所述第一光的至少一部分;  
第二调制器,所述第二调制器沿所述光源和所述采样界面之间的第二光路径定位;以及  
逻辑部件,所述逻辑部件被配置为:  
向所述光源发送所述一个或多个第一信号;  
从所述检测器接收所述一个或多个第二信号;以及  
执行校准阶段,包括:  
在第一时间段期间去激活第一调制器和第二调制器,使得检测器接收第一光的未调制部分和第二光的未调制部分;  
在第二时间段期间激活第一调制器和第二调制器,使得检测器接收第一光的调制部分和第二光的调制部分;和  
基于第一光和第二光的未调制部分和调制部分的比较来调节光源。
2. 根据权利要求1所述的系统,其中所述第一调制器包括位于所述光源和所述采样界面或所述基准之间的光学斩波器。
3. 根据权利要求1所述的系统,其中所述基准是中性密度滤光器、消隐衰减器和反射器中的至少一种,所述反射器被配置为具有的尺寸大于或等于从所述光源发射的所述第一光的尺寸。
4. 根据权利要求1所述的系统,还包括滤光器,所述滤光器包括声光可调滤光器(AOTF)、角度可调窄带通滤光器或多个子滤光器中的至少一种,每个子滤光器具有不同的光谱范围,其中:  
所述滤光器位于所述光源和所述采样界面之间;以及  
所述滤光器被配置为从所述光源发射的所述第一光的所述一个或多个波长选择一个或多个离散波长。
5. 根据权利要求1所述的系统,还包括一个或多个光学器件,其中:  
所述系统的边缘位于样本-系统界面处;以及  
所述一个或多个光学器件包括硅物镜,所述硅物镜被配置为在所述样本-系统界面处

收集所述第一光的至少一部分的反射。

6. 根据权利要求1所述的系统,还包括一个或多个光学器件,其中:

所述检测器包括多个检测器像素;以及

所述一个或多个光学器件包括被配置用于将所述第一光的一部分分布到所述多个检测器像素中的一个或多个检测器像素的光学器件。

7. 根据权利要求1所述的系统,还包括一个或多个光学器件,其中:

所述检测器包括多个检测器像素;以及

所述一个或多个光学器件包括被配置用于将所述第一光的一部分分成多个光束的光学器件,每个光束被引导到所述多个检测器像素的组中所包括的不同检测器像素。

8. 根据权利要求7所述的系统,其中所述多个检测器像素的组中的每个检测器像素与所述采样界面处的不同位置相关联,每个位置与相同的光学路径长度相关联。

9. 根据权利要求7所述的系统,其中:

所述多个检测器像素的组中所包括的每个检测器像素与不同的光学路径长度相关联,

所述一个或多个光学器件包括微光学器件单元,所述微光学器件单元包括多个微透镜,

所述采样界面包括多个位置,并且

所述检测器包括多个检测器像素,每个检测器像素与所述多个微透镜之一和所述多个位置之一相关联。

10. 根据权利要求1所述的系统,其中所述逻辑部件被进一步配置为:

确定接收到的一个或多个第二信号是否匹配所述物质的光谱指纹;以及

基于所述光谱指纹的所述匹配来确定所述采样界面处所述物质的所述浓度。

11. 根据权利要求1所述的系统,其中:

所述检测器是第一检测器;

所述系统还包括第二检测器,所述第二检测器被配置为检测所述第一光的第一偏振;以及

所述第一检测器被配置为检测所述第一光的第二偏振,所述第二偏振不同于所述第一偏振。

12. 根据权利要求1所述的系统,其中:

所述一个或多个光学器件被配置为将位于第一平面上的第一图像再成像为位于与所述第一平面不同的第二平面上的第二图像;

所述一个或多个光学器件中的至少一个光学器件产生位于所述第一平面和所述第二平面之间的中间焦点平面;以及

所述第一图像包括多个浓度值。

13. 根据权利要求12所述的系统,其中所述一个或多个光学器件能够选择具有与预定光学路径长度相同的光学路径长度或者在预定光学路径长度范围内的第一光的所述检测部分,并且拒绝光学路径长度与所述预定光学路径长度不同或者在所述预定光学路径长度范围之外的光。

14. 根据权利要求13所述的系统,还包括一个或多个光圈,每个光圈被配置为选择所述第一光的所述检测部分,并且拒绝具有与所述预定光学路径长度不同或者在所述预定光学

路径长度范围之外的光学路径长度的光。

15. 一种用于在采样界面处测量样本中的物质的浓度的方法,所述方法包括:

在校准阶段期间:

在第一时间段期间去激活第一调制器和第二调制器,使得检测器接收第一光的未调制部分和第二光的未调制部分;

在第二时间段期间激活第一调制器和第二调制器,使得检测器接收第一光的调制部分和第二光的调制部分;和

基于第一光和第二光的未调制部分和调制部分的比较来调节光源;以及

在测量阶段期间:

发射包括一个或多个波长的光,所述光被分成沿第一光路径行进的第一光和沿第二光路径行进的第二光,其中所述采样界面接收所述第一光的至少一部分以及所述检测器接收所述第二光的至少一部分;

在所述采样界面接收所述第一光的至少一部分之前,调制沿所述第一光路径的所述第一光;

使用所述第一光的所述部分,在所述采样界面的相同位置中测量吸光度、反射率或透射率值以确定光学值;

使用所述第二光的所述部分,测量基准中的吸光度、反射率或透射率值以确定基准光学值,以及

将所述光学值除以所述基准光学值以获得采样点,

重复所述光学值的所述确定和所述基准光学值的所述确定以获得多个采样点,以及对所述多个采样点求平均以确定所述采样界面处的所述物质的所述浓度。

16. 根据权利要求15所述的方法,还包括多个帧,每个帧包括一个校准阶段和一个测量阶段,并且其中确定所述采样界面处的所述物质的所述浓度包括对来自所述多个帧中的至少两个帧的所述多个采样点求平均。

17. 根据权利要求15所述的方法,其中所述测量阶段的持续时间小于60秒。

18. 根据权利要求15所述的方法,其中所述方法能够考虑来自所述光源和所述检测器两者的零点漂移和增益漂移。

19. 根据权利要求15所述的方法,其中确定所述基准光学值包括调制所述采样界面与所述基准之间的光。

20. 根据权利要求15所述的方法,其中所述测量阶段包括多个光学值和多个基准光学值,并且进一步地,其中所述多个光学值和所述多个基准光学值在所述测量阶段内的不同时间测量。

## 用于非接触式感测物质的基准开关架构

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本专利申请要求于2015年9月1日提交的美国临时专利申请序列号62/213,004的优先权,其专利申请据此全文以引用方式并入本文。

### 技术领域

[0003] 本专利申请整体涉及基准开关架构,该基准开关架构能够检测采样界面处样本中的一种或多种物质,并且更具体地,能够重建样本中的一个或多个光路。

### 背景技术

[0004] 吸收光谱学是一种分析技术,可用于确定采样界面处样本中物质的浓度和类型。用于吸收光谱学的常规系统和方法可包括在样本处发光。当光透射穿过样本时,一部分光能可在一个或多个波长下被吸收。这种吸收可导致样本出射光的特性发生变化。可将样本出射光的特性与基准的出射光的特性进行比较,并且可根据比较结果确定样本中物质的浓度和类型。

[0005] 尽管通过比较可以确定样本中物质的浓度和类型,但在早期(而不是大量(例如数十个或数百个)采样点被测量之后),由于无法区分和补偿杂散光以及波动、漂移和变化,测量和确定结果可能是错误的。此外,一些常规系统和方法可能不能够测量样本内多个位置处的浓度。能够测量多个位置处的浓度的那些系统和方法可能需要复杂的部件或检测方案来关联样本内位置的深度或样本出射光的路径长度。

### 发明内容

[0006] 本公开涉及用于在样本中的物质浓度低或SNR低(例如, $SNR < 10^{-4}$ 或 $10^{-5}$ )时测量样本中该物质浓度的系统和方法。所公开的系统和方法能够通过用于测量样本光学特性的光路和用于测量基准光学特性的光路之间共享一个或多个分量,将来源于系统中的光源、一个或多个光学器件以及检测器的波动、漂移和/或变化纳入考虑。此外,系统能够区分不同类型的漂移,并且能够消除由杂散光导致的错误测量,其中在光源与样本或基准之间放置有一个或多个调制器。此外,通过将检测器阵列中的检测器像素和微光学器件单元中的微光学器件映射到样本中的位置和深度,系统能够沿着样本内的各种位置和深度检测物质。

### 附图说明

[0007] 图1示出了根据本公开的示例的包括多个检测器的示例性系统,该示例性系统用于测量样本中物质的浓度。

[0008] 图2示出了根据本公开的示例的示例性过程流,该示例性过程流使用包括多个检测器的系统来测量样本中物质的浓度和类型。

[0009] 图3示出了根据本公开的示例的包括共享检测器的示例性系统,该示例性系统用

于测量样本中物质的浓度和类型。

[0010] 图4示出了根据本公开的示例的示例性过程流,该示例性过程流使用包括共享检测器的系统来测量样本中物质的浓度和类型。

[0011] 图5示出了根据本公开的示例的用于确定物质浓度和类型的吸光度测量结果的示例性图。

[0012] 图6示出了根据本公开的示例的示例性系统,该示例性系统包括位于光源和样本之间的调制器,用于测量样本中物质的浓度和类型。

[0013] 图7示出了根据本公开的示例的示例性过程流,该示例性过程流使用包括位于光源和样本之间的调制器的系统来测量样本中物质的浓度和类型。

[0014] 图8示出了根据本公开的示例的示例性系统,该示例性系统包括位于光源和样本之间的调制器,用于测量样本中物质的浓度和类型。

[0015] 图9示出了根据本公开的示例的示例性过程流,该示例性过程流使用包括位于光源和样本之间的调制器的系统来测量样本中物质的浓度和类型。

[0016] 图10A至图10C示出了根据本公开的示例的用于确定物质浓度和类型的吸光度测量的示例性图。

[0017] 图11示出了根据本公开的示例的校准程序期间的示例性过程流。

[0018] 图12示出了根据本公开的示例的示例性系统的示例性框图,该示例性系统能够重建源自样本内不同位置的多个光路并且能够解析所述多个光路的不同路径长度。

[0019] 图13示出了根据本公开的示例的示例性系统的横截面图,该示例性系统能够测量样本中的不同位置并且能够解析与样本中的不同位置相关联的不同光路。

[0020] 图14A至图14B示出了根据本公开的示例的示例性系统的横截面图,所述示例性系统被配置用于使用共享光学器件来确定位于样本中的物质的浓度和类型。

[0021] 图15示出了根据本公开的示例的示例性系统的横截面图,该示例性系统被配置用于确定位于样本中的物质的浓度和类型,并且被配置为减少或消除样本-系统界面处的光反射或散射。

[0022] 图16A示出了根据本公开的示例的示例性系统的横截面图,该示例性系统被配置用于确定位于样本中的物质的浓度和类型。

[0023] 图16B示出了根据本公开的示例的示例性偏振敏感系统的横截面视图。

[0024] 图17示出了根据本公开的示例的示例性系统的横截面图,该示例性系统被配置用于确定样本中物质的浓度和类型。

[0025] 图18至图19示出了根据本公开的示例的示例性系统表面的顶视图,所述示例性系统被配置用于确定位于样本中的物质的浓度和类型。

## 具体实施方式

[0026] 在以下对示例的描述中将引用附图,在附图中以例示的方式示出了可被实践的特定示例。应当理解,在不脱离各种示例的范围的情况下,可使用其他示例并且可作出结构性变更。

[0027] 在该部分描述了根据本公开的方法与装置的代表性应用。提供这些示例仅是为了添加上下文并有助于理解所述示例。因此,对于本领域的技术人员而言将显而易见的是,可

在没有具体细节中的一些或全部的情况下实践所述示例。其他应用也是可能的,使得以下示例不应被视为是限制性的。

[0028] 将参照如附图所示的示例来详细描述各种技术和过程流步骤。在以下描述中,阐述了许多具体细节,以便提供对其中描述或提到的一个或多个方面和/或特征的透彻理解。然而,对于本领域的技术人员显而易见的是,本文描述或提到的一个或多个方面和/或特征可在不具有这些具体细节中的一些或全部的情况下实施。在其他情况下,未对众所周知的过程步骤和/或结构进行详细描述,以免使本文描述或提到的一些方面和/或特征难以理解。

[0029] 此外,尽管可以按顺序描述过程步骤或方法步骤,但是这类过程和方法也可被配置为以任何合适的顺序工作。换句话说,本公开中可能描述的任何步骤序列或次序本身并不表示要求以该顺序执行这些步骤。此外,尽管被描述或暗示为非同时发生(例如,因为在其他步骤之后描述一个步骤),但可以同时执行一些步骤。此外,在附图中描绘过程例示并不意味着所示出的过程不包括其他变化和修改,并不意味着示出的过程或其任何步骤对于一个或多个示例是必需的,也不意味着所示出的过程是优选的。

[0030] 本公开涉及用于测量采样界面处样本中物质的浓度和类型的系统和方法。在一些示例中,样本中的浓度可以较低,或者SNR可以较低(例如, $SNR < 10^{-4}$ 或 $10^{-5}$ )。系统可包括光源、光学器件、一个或多个调制器、基准、检测器和控制器(或逻辑部件)。所公开的系统和方法能够通过在于用于测量样本光学特性的光路和用于测量基准光学特性的光路之间共享一个或多个分量,将来源于光源、一个或多个光学器件以及检测器的波动、漂移和/或变化纳入考虑。此外,系统能够区分不同类型的漂移,并且能够消除由杂散光导致的错误测量,其中在光源与样本或基准之间放置有一个或多个调制器。此外,通过将检测器阵列中的检测器像素和微光学器件单元中的微光学器件映射到样本中的位置和深度,系统能够沿着样本内的各种位置和深度检测物质。

[0031] 对于样本中的物质,每种物质可以在特定波长范围内具有标记,由一个或多个吸收峰的位置表示。一个示例性波长范围可以是短波红外(SWIR)。一种物质在一个或多个波长处可以吸收较多的能量,而在其他波长处可以吸收较低的能量,从而形成该物质特有的光谱指纹。可通过将一个或多个吸收峰的模式与该光谱指纹匹配来确定样本中物质的类型。另外,可根据吸收量确定物质的浓度。

[0032] 采样界面处的样本可包括多种可以改变光入射的物质。在多种物质中,一种或多种物质可以是一种兴趣物质和其他可能不感兴趣的物质。在一些示例中,非兴趣物质可比兴趣物质吸收更多的入射光。此外,光谱伪影可“掩盖”一种或多种兴趣物质的吸收峰。光谱伪影和非兴趣物质的吸收都可以使感兴趣物质的检测变得困难。此外,样本中可能有一种或多种物质不均匀分布,这可能导致样本的光学特性(例如,线性双折射、旋光性、双向衰减)发生变化。

[0033] 吸收光谱学是一种分析技术,可用于确定样本中物质的浓度和类型。光从光源发射并入射到样本上时可具有初始强度或能量。当光透射穿过样本时,一部分能量可在一个或多个波长下被吸收。这种吸收可导致样本出射光的强度的变化(例如,损失)。随着样本中物质的浓度增加,更多的能量可以被吸收,这可以用测得的吸光度表示为:

$$[0034] \quad A = 2 - \log(T) \quad (1)$$

[0035] 其中T是样本出射光的透射率。

[0036] 随着样本中物质的浓度增加,被物质至少部分吸收后的样本出射光的量可呈指数下降。考虑到公式1中所述的吸光度和透射率之间的关系,吸光度和样本中物质的浓度之间可存在线性关系。通过这种关系,可以用基准和比例公式来计算样本中物质的浓度,定义如下:

$$[0037] \quad \frac{A_{\text{样本}}}{A_{\text{基准}}} = \frac{C_{\text{样本}}}{C_{\text{基准}}} \quad (2)$$

[0038] 其中 $A_{\text{样本}}$ 和 $A_{\text{基准}}$ 分别是样本吸光度和基准吸光度, $C_{\text{样本}}$ 和 $C_{\text{基准}}$ 分别是样本和基准中物质的浓度。在一些示例中,物质可包括一种或多种化学成分,并且该测量可以用于确定样本中存在的每种化学成分的浓度。

[0039] 根据本公开的示例,图1示出了一种示例性系统,图2示出了一种示例性过程流,该示例性过程流使用包括多个检测器的系统来测量样本中物质的浓度。系统100可包括由控制器140通过信号104控制的光源102。光源102可向单色仪106发射多波段或多波长的光150(过程200的步骤202)。单色器是可从多波长光150中选择一个或多个离散波长的部件。在一些示例中,单色器106可包括被配置为排除不想要的光或杂散光的入口狭缝。单色器可以与一个或多个干涉滤波器或吸收滤波器、棱镜或衍射光栅耦接,以用于波长选择。单色器106可将光150分离成形成光152的一个或多个离散波长(过程200的步骤204)。光152可入射到分束器110上。分束器是可以将一束光分成多个光束的光学部件。在此,分束器110可以将光152分成两个光束:光154和光164(过程200的步骤206)。

[0040] 光154可入射到样本120上。一部分光可被样本120中的物质吸收,一部分光可透射穿过样本120(过程200的步骤208)。透射穿过样本120的这部分光可以表示为光156。光156可包括可照射到检测器130的有效区域上的一组光子。检测器130可响应或测量照射在有效区域上的光或光子(过程200的步骤210),并且可生成电信号158,其可以指示光156的特性(过程200的步骤212)。电信号158可以被输入到控制器140中。

[0041] 光164可以被导向反射镜112(过程200的步骤214)。反射镜112可以是能够将光引导或重定向到基准122的任何类型的光学器件。在一些示例中,该系统可以附加地或另选地包括但不限于用于光重定向的非反射部件(例如弯曲波导)。在一些示例中,系统100可包括其他类型的光学器件,例如光导、衍射光栅或反射板。光164可入射到基准122上。光164的一部分可以被基准122中的物质吸收,并且光164的一部分可以作为光166透射穿过基准122(过程200的步骤216)。光166可包括可照射到检测器132的有效区域上的一组光子。在一些示例中,检测器130和检测器132可以是匹配的检测器。也就是说,检测器130和检测器132可具有类似的特征,包括但不限于检测器类型、操作条件和性能。检测器132可响应或测量照射在有效区域上的光或光子(过程200的步骤218),并且可生成电信号168,其指示光166的特性(过程200的步骤220)。电信号168可以被输入到控制器140中。

[0042] 控制器140可以接收信号158和信号168。在一些示例中,信号158可包括样本吸光度(在公式2中表示为 $A_{\text{样本}}$ ),并且信号168可包括基准吸光度(在公式2中表示为 $A_{\text{基准}}$ )。控制器140可以用样本吸光度除以基准吸光度以获得比率。基准122中的物质浓度可以是预先确定的或已知的值。因此,控制器140可以使用样本吸光度与基准吸光度的比率以及基准中物质

的已知浓度来确定样本中物质的浓度(过程200的步骤222)。

[0043] 使用系统100(在图1中示出)确定样本中物质的组成的一个优点可能是,源自光源(不是源自物质组成变化)的波动、漂移和/或变化可以得到补偿。例如,如果从光源102发射的光152的特性意外地改变,那么光154和光164可等同地受到此意外改变的影响。结果,光156和光166也可受到等同的影响,使得当控制器140将信号158除以信号168时光的变化可以被消除。然而,由于系统100包括用于吸光度测量的两个不同的检测器(例如,检测器130和检测器132),源自检测器本身的波动、漂移和/或变化可不被补偿。尽管检测器130和检测器132可以匹配(即,具有相同的特征),但与物质无关的各种因素(诸如环境条件)在不同检测器上可具有的比率或效果可能不相同。本领域的技术人员将理解,相同的特征可包括导致15%的偏差的公差。由于对不同的检测器有不同的影响,只有一个信号会受到干扰,而不是两个信号都受到干扰。控制器140未意识到存在与仅干扰了一个信号的物质无关的因素,而可能错误地将该扰动计算为样本120与基准122相比的浓度的差异。另选地或除此之外,如果扰动导致光谱指纹变化,则控制器140可能会弄错物质的类型。

[0044] 可能有许多波动、漂移和变化的来源。一个示例性漂移可能是由于“预热”部件而导致的初始化漂移。虽然用户可以等待一段时间,直到这种初始化漂移稳定下来,但在某些应用中这可能不是合适的解决方案。例如,在需要低功耗的系统中,某些部件在不用时可以关闭以节省电力,在使用时再打开。等待部件预热可能会让用户感到沮丧,这取决于稳定需要多长时间。此外,等待时消耗的电力可使得关闭部件的益处消失。另一个示例性漂移可能是由于噪声。例如,由于随机改变电极的非欧姆接触和/或部件内表面状态陷阱的影响,可能存在1/f噪声。由于具有随机变化,不仅变化不可预测,还可能以不同的方式影响不同的检测器。另一个示例性漂移可能是由周围环境的温度和/或湿度的变化引起的热漂移,这也可能以不同的方式影响不同的检测器。

[0045] 无论波动、漂移和变化的来源如何,使用检测器测量样本并使用不同检测器测量基准的效果可能导致灵敏度、检测能力和/或吸收光谱发生不希望的变化。由于穿过样本的光路可能与穿过基准的光路不同,并且在两条路径之间可能存在许多非共享的分量或未映射的相关性,所以由于光路之间的失配而导致的信号中的任何变化可能无法与由兴趣物质引起的信号变化区分开。

[0046] 由于系统100中的光源102可以被共享,所以源自光源102的漂移和不稳定性可以被补偿。然而,沿两个光路的源于非共享(即非共同)的分量的漂移或不稳定性可能无法得到补偿。此外,在检测器受到散粒噪声限制的情况下,系统的测量能力可能受到限制。散粒噪声是从移动电荷载流子的流随机产生的噪声或电流。通过使用散粒噪声限制检测器,不同的检测器可具有随机和/或不同的噪声基底。结果,系统100(在图1中示出)可能不适用于高灵敏度或低信号测量。

[0047] 根据本公开的示例,图3示出了一种示例性系统,并且图4示出了一种示例性过程流,该示例性过程流使用包括共享检测器的系统来测量样本中物质的浓度和类型。系统300可包括由控制器340通过信号304控制的光源302。光源402可向单色仪306发射多波长的光350(过程400的步骤402)。单色器306可将多波长的光350分离成形成包括光352的一个或多个离散波长的光(过程400的步骤404)。光352可被导向分束器310,然后可被分成两个光束:光354和光364(过程400的步骤406)。

[0048] 光354可入射到样本320上。一部分光可被样本320中的物质吸收,一部分光可透射穿过样本320(过程400的步骤408)。透射穿过样本的这部分光可被称为光356。光356可被导向反射镜314。反射镜314可改变光356向选择器324的传播方向(过程400的步骤410)。

[0049] 光364可入射到反射镜312上。反射镜312可改变光向基准322的传播方向(过程400的步骤412)。光364的一部分可以被基准322中的化学物质吸收,并且光364的一部分可以透射穿过基准322(过程400的步骤414)。透射穿过基准322的这部分光可被称为光366。

[0050] 光356和366都可以入射到选择器324上。选择器324可以是能够移动或选择光束以指向斩波器334的任何光学部件。斩波器334可以是周期性中断光束的部件。系统300可以在斩波器334调制光356和调制光366之间的时间内交替。透射穿过斩光器334的光可以入射到检测器330的有效区域上。光356和光366都可包括照射到检测器330的有效区域上的一组光子。检测器330可响应或测量照射在有效区域上的光或光子,并且可生成指示光的特性的电信号。

[0051] 在第一时间,斩波器334可以调制光356(过程400的步骤416)。检测器330可测量透射穿过样本320的光356(过程400的步骤418),并且可生成指示光356的特性的电信号358(过程400的步骤420)。在第二时间,斩波器334可以调制光366(过程400的步骤422)。检测器330可测量透射穿过基准322的光366(过程400的步骤424),并且可生成指示光366的特性的电信号368(过程400的步骤426)。

[0052] 控制器340可以在不同时间接收信号358和信号368。信号358可包括样本吸光度 $A_{\text{样本}}$ ,并且信号368可包括基准吸光度 $A_{\text{基准}}$ 。控制器340可以用样本吸光度 $A_{\text{样本}}$ 除以基准吸光度 $A_{\text{基准}}$ (过程400的步骤428)以获得比率。基准322中的物质浓度可以是预先确定的或已知的值。使用样本吸光度与基准吸光度的比率以及基准322中物质的浓度,等式2可用于确定样本320中物质的浓度。

[0053] 虽然系统300(在图3中示出)可以补偿由共享检测器引起的检测器中的微小波动、漂移和/或变化,但可能难以辨别不同类型的漂移。可能有多种类型的漂移,诸如零点漂移和增益漂移。零点漂移是指零水平随时间的变化,从而防止与时间存在恒定(水平)关系。增益漂移是指每个生成的电子-空穴对的电子载流子的平均数量的变化。也就是说,增益漂移是指效率或生成的电子-空穴对与检测器的电流响应的比率的变化。为了辨别零点漂移和增益漂移之间的差异,系统应该能够稳定一种类型的漂移,然后测量另一种漂移。例如,要确定来自光源的增益漂移,系统应该是直流稳定的(即稳定的零点漂移)。然而,由于缺乏稳定系统300中的一种类型漂移的能力,在一些情况下,可能难以辨别零点漂移和增益漂移之间的差异。

[0054] 在某些情况下,检测器可以测量的杂散光的存在可能导致错误的信号以及对物质的浓度或类型的错误确定。在系统300中,在光线透射穿过样本320或基准322后放置斩光器334可导致杂散光到达样本320或基准322。杂散光可能对光谱信号没有贡献,因此通过允许杂散光到达样本320或基准322,可以由检测器330检测包括在杂散中的光子。照射到检测器330的有效区域上的来自杂散光的光子可能导致信号358或信号368的错误变化。随着信号358或信号368的改变,控制器340可能无法确定该改变是由于杂散光还是由于光源302的变化而引起的,或者该变化有多大。因此,系统300可能不适用于存在大量杂散光的情况。

[0055] 当样本中兴趣物质浓度低时,与系统100(在图1中示出)和系统300(在图3中示出)

相比,可能需要具有更大的准确度和灵敏度的系统。为了测量物质的浓度,系统100(在图1中示出)和系统300(在图3中示出)可以多次测量样本和基准。图5示出了根据本公开的示例的用于确定物质浓度和类型的吸光度测量结果的示例性图。系统可以从校准阶段570开始,其中系统中的一个或多个部件可以被优化、校准和/或同步以使错误最小化。校准阶段570可以包括例如仅测量基准吸光度。另选地,可将具有已知稳定浓度物质的样本放置在样本所在的光路中。系统可以打开或关闭。控制器可以确定吸光度并将“零水平”设置为等于该吸光度。如果信号由于明显漂移而饱和或限幅,控制器可以调整光源发射特性,直到信号不再饱和。

[0056] 一旦校准阶段570完成并且确定了零水平,系统就可以进行到测量阶段572。在测量阶段572中,可以通过多次采样来测量样本中物质的浓度以生成多个采样点574。在一些示例中,该系统可以测量数十到数百个采样点574。一旦获得了一定数量的采样点574,控制器可以对采样点574的值进行平均以确定吸光度。可能需要获得多个采样点并确定平均值,因为如图所示,吸光度测量值可能包括微小的扰动,如果不加以考虑,可能导致对物质浓度的确定错误。在一些示例中,可以重复校准阶段570,以在光源改变发射波长时、在连续校准阶段之间经过预先确定的时间之后,或者在测量预定数量的采样点之后使零水平归零。

[0057] 在一些情况下,图5中所示的测量程序在连续的校准阶段之间可能会有较长的时间,这可能导致平均信号测量值由于设置的零水平从实际零水平漂移而不准确。该图示出了零漂移或增益漂移,其中由于零水平或增益水平分别偏离实际零水平或实际增益水平,吸光度信号可能随时间开始偏离恒定(或水平)关系。尽管可以缩短连续校准阶段之间的时间,但由于可能需要最少数量的采样点,校准阶段之间的最小时间段可能存在限制,以便使采样点值的平均值准确指示样本中物质的浓度。在信噪比较低的情况下尤其如此,这可能需要几十到几百次的重复测量才能达到比较精确的平均吸光度值。

[0058] 根据本公开的示例,图6示出了一种示例性系统,并且图7示出了一种示例性过程流,该示例性过程流使用包括位于光源和样本之间的调制器的系统来测量样本中物质的浓度。系统600可包括耦接到控制器640的光源602。控制器640可以发送信号604到光源602。在一些示例中,信号604可包括电流或电压波形。光源602可被导向滤波器606,并且信号604可导致光源602朝滤波器606发射光650(过程700的步骤702)。光源702可以是能够产生光的任何源,包括但不限于灯、激光器、发光二极管(LED)、有机LED(OLED)、电致发光(EL)源、超发光二极管、包括基于光纤的光源的任何超连续源,或者这些源中的一者或多者的组合。在一些示例中,光源602能够发射单个波长的光。在一些示例中,光源602能够发射多个波长的光。在一些示例中,所述多个波长可彼此靠近或相邻,从而提供连续的输出波段。在一些示例中,光源602可以是能够在SWIR和MWIR范围的至少一部分中发射光的超连续源。超连续源可以是输出多个波长的任何宽带光源。在一些示例中,光源602可为能够生成SWIR标记的任何可调光源。

[0059] 滤波器606可以是能够调谐或通过调谐驱动频率来选择单个波长或多个离散波长的任何类型的滤波器。在一些示例中,滤波器606可以是声光可调滤波器(AOTF)。在一些示例中,滤波器606可以是角度可调窄带通滤波器。尽管图中未示出,但是滤波器606可以耦接到控制器640,并且控制器640可以调谐滤波器606的驱动频率。在一些示例中,滤波器606可以是配置为选择性地允许一个或多个连续波段(即,波长范围)的光透射穿过的传输波段

滤波器。光650可以包括多个波长(过程700的步骤702),并且在透射穿过滤波器606之后可以形成包括一个或多个离散波长的光652(过程700的步骤704)。在一些示例中,与光650相比,光652包括更少波长的光。光652可被导向分束器610。分束器610可以是能够将入射光分成多个光束的任何类型的光学器件。在一些示例中,由分束器610分开的每个光束可具有相同的光学特性。本领域的技术人员将理解,相同的光学特性可包括导致15%的偏差的公差。分束器610可以将光652分成两个光束(过程700的步骤706):光654和光664,如图所示。

[0060] 光654可透射穿过斩波器634,其中斩波器634可调制光654的强度(过程700的步骤708)。斩波器634可以是能够调制入射光束的任何部件。在一些示例中,斩波器634可以是光学斩波器。在一些示例中,斩波器634可以是机械快门。在一些示例中,斩波器634可以是调制器或开关。光654可透射穿过光学器件616(过程700的步骤710)。光学器件616可包括被配置用于改变光654的行为和特性(诸如束斑尺寸和/或传播角度)的一个或多个部件。光学器件616可包括但不限于透镜或透镜布置、光束引导元件、准直或聚焦元件、衍射光学器件、棱镜、滤波器、漫射器和光导。可以将光学器件616放置在任何布置中,诸如解析路径采样(RPS)系统、共焦系统或适合于测量样本620中物质的浓度和类型的任何光学系统。该光学系统可以是能够解析样本表面上的多个入射角和多个光路的不同路径长度的光学系统。在一些示例中,光学系统被配置用于接收具有一定路径范围内的路径长度和一定角度范围内的入射角的一个或多个入射光线,并且拒绝具有路径长度范围之外的路径长度并具有角度范围之外的入射角的光路。

[0061] 光654可以透射穿过样本620。能量在一个或多个波长处可被样本620中的物质吸收,导致样本出射光656的特性发生变化(过程700的步骤712)。在一些示例中,光656可以通过位于样本中的物质反射或散射而形成。光656可以入射到反射镜614上,该反射镜可以将光656重定向到选择器624(过程700的步骤714)。反射镜614可以是能够改变光的传播方向或角度的任何类型的光学器件。例如,反射镜614可以是凹面镜。在一些示例中,该系统可以附加地或另选地包括但不限于用于光重定向的非反射部件(例如弯曲波导)。

[0062] 光664可入射到反射镜612上(过程700的步骤716)。反射镜612可以将光线664重定向到检测器630。反射镜612可以是能够改变光的传播方向或角度的任何反射镜。在一些示例中,反射镜612可与反射镜614具有相同的光学特性。光664可透射穿过斩波器636,该斩波器可调制光664的强度(过程700的步骤718)。在一些示例中,斩波器634和斩波器636可以具有相同的斩波器特征,例如斩波频率和盘配置。本领域的技术人员将理解,相同的斩波器特征可包括导致15%的偏差的公差。在一些示例中,斩波器636可以是快门,诸如微机电(MEMS)快门。在一些示例中,斩波器636可以是调制器或开关。调制后的光可透射穿过滤波器608以生成光666(过程700的步骤720)。滤波器608可以是能够选择性地传输光的任何类型的滤波器。在一些示例中,滤波器608可以是中性密度滤波器、消隐衰减器或被配置用于衰减或降低所有波长的光的强度的滤波器。在一些示例中,滤波器608可以按预先确定的或已知的恒定值或衰减因数来衰减光。

[0063] 光656和光666都可以入射到选择器624上。选择器624可以是能够移动或选择光束以指向检测器630的任何光学部件。系统600可以在允许光656在一个时间入射到检测器630的有效区域上和允许光666在另一时间入射到检测器630的有效区域之间的时间内交替。在这两种情况下,光656和光666可各自包括一组光子。光子可照射到检测器630的有效区域

上,并且检测器630可生成指示入射光的特性或照射光子的数量的电信号。检测器630可以测量来自照射在其有效区域上的光656的光子组(过程700的步骤722),并且可以生成电信号658(过程700的步骤724)。信号658可指示光656的属性,其可表示来自未被兴趣物质吸收的光654的能量。检测器630可以测量来自照射在其有效区域上的光666的光子组(过程700的步骤726),并且可以生成电信号668(过程700的步骤728)。信号668可以指示没有被滤波器608吸收并且可以用作基准的光664的特性。

[0064] 检测器630可以是能够测量或响应光或光子的任何类型的检测器,诸如光电二极管、光电导体、辐射热测量计、热电检测器、电荷耦合器件(CCD)、热电偶、热敏电阻器、光伏电池和光电倍增管。检测器630可包括单个检测器像素或检测器阵列,诸如多波段检测器或焦平面阵列(FPA)。检测器阵列可以包括设置在基板上的一个或多个检测器像素。检测器像素可包括具有共同覆盖区的一个或多个检测器元件。检测器元件可以是被设计为检测光的存在元件,并且可以单独地生成表示检测到的光的信号。在一些示例中,检测器630可以是能够检测SWIR中的光的任何类型的检测器。示例性SWIR检测器可包括但不限于碲镉汞(HgCdTe)、锑化铟(InSb)和砷化铟镓(InGaAs)。在一些示例中,检测器630可以是能够在扩展波长范围(高达2.7 $\mu$ 米)内操作的SWIR检测器。

[0065] 控制器640可以接收信号658和信号668,其中每个信号可以在不同的时间被接收。信号658可包括样本吸光度 $A_{\text{样本}}$ ,信号668可包括基准吸光度 $A_{\text{基准}}$ 。控制器640可以用样本吸光度 $A_{\text{样本}}$ 除以(或减去)基准吸光度 $A_{\text{基准}}$ (过程700的步骤730)以获得比率。由滤波器608产生的强度的降低量可以是预先确定的或已知的值或衰减因数。使用样本吸光度和基准吸光度的比率以及用于滤波器608的衰减因数,等式2可用于确定样本620中兴趣物质的浓度。在一些示例中,控制器640可将基准吸光度与存储在查找表或存储器中的一个或多个吸光度值进行比较,以确定样本中物质的浓度和类型。尽管吸光度的上下文提供了等式2和上述讨论,但是本公开的示例包括但不限于任何光学特性,诸如反射率、折射率、密度、浓度、散射系数和散射各向异性。

[0066] 系统600可以是系统100(在图1中示出)和系统300(在图3中示出)的替代。系统600可具有共享检测器(例如,检测器630),以测量穿过样本620和滤波器608的光。利用共用检测器可以消除或减轻由于不同(或随机)波动、漂移和/或变化而导致的灵敏度、检测能力和/或吸光度的不可预测的变化。如上所述,波动、漂移和/或变化可能是由初始化、1/f噪声和/或可能以不同方式影响两个检测器的环境变化引起的。此外,系统600可以容许和辨别由于在光入射到样本620和滤波器608之前在光路中分别放置斩波器634和斩波器636而产生的大量杂散光。此外,与系统100和系统300不同,系统600可以考虑源自光源602和检测器630两者的任何波动、漂移和/或变化。

[0067] 在一些示例中,通过滤波器608将入射光衰减预先确定的或已知的恒定值可导致光656(即,透射穿过样本620的光)和光666(即,透射穿过滤波器608的光)之间不匹配。这种不匹配可能是由于不同波长处的吸光度不同造成的。在一个或多个波长处,样本620中的物质可吸收较大百分比的光,并且因此,用于滤波器608的低衰减因数在所述一个或多个波长下是合适的。在其他波长处,样本620中该物质的相同物质和相同浓度可吸收非常少的光,并且因此,用于滤波器608的高衰减因数将是合适的。由于滤波器608可以针对所有兴趣波长衰减恒定值,所以系统600的精确测量可能被限制在仅一个或少量波长。此外,如果衰减

因数不是最佳的,则在样本中检测到低浓度的兴趣物质时,消隐衰减器或中性密度滤波器可能无效。因此,可能需要能够考虑样本620中吸光度随波长的变化并且能够检测样本中低浓度物质的系统。

[0068] 根据本公开的示例,图8示出了一种示例性系统,并且图9示出了一种示例性过程流,该示例性过程流使用包括位于光源和样本之间的调制器的系统来测量样本中物质的浓度。系统800可包括耦接到控制器840的光源802。控制器840可以发送信号804到光源802。在一些示例中,信号804可包括电流或电压波形。光源802可被导向滤波器806,并且信号804可导致光源802发射光850(过程900的步骤902)。光源802可以是能够发射光850的任何源。在一些示例中,光源802能够发射单个波长的光。在一些示例中,光源802能够发射多个波长的光。示例性光源可包括但不限于灯、激光器、LED、OLED、EL源、超发光二极管、超连续光源、基于光纤的光源,或者这些源中的一者或多者的组合。在一些示例中,所述多个波长可彼此靠近或相邻,从而提供连续的输出波段。在一些示例中,光源802可为能够生成SWIR标记的任何可调光源。在一些示例中,光源802可以是能够在SWIR和MWIR的至少一部分中发射光的超连续源。

[0069] 滤波器806可以是能够调谐以及通过调谐驱动频率来选择单个波长或多个离散波长的任何滤波器。在一些示例中,滤波器806可以是AOTF。在一些示例中,滤波器806可以是角度可调窄带通滤波器。尽管图中未示出,但是滤波器806可以耦接到控制器840,并且控制器840可以调谐滤波器806的驱动频率。在一些示例中,滤波器806可以是被配置为选择性地允许一个或多个连续波段(即,波长范围)的光透射穿过的传输波段滤波器。光850可以包括多个波长,并且在透射穿过滤波器806之后可以形成包括一个或多个离散波长的光852(过程900的步骤904)。在一些示例中,与光850相比,光852包括更少波长的光。光852可被导向分束器810。分束器810可以是能够将入射光分成多个光束的任何类型的光学器件。在一些示例中,由分束器810分开的每个光束可具有相同的光学特性。本领域的技术人员将理解,相同的光学特性可包括导致15%的偏差的公差。如图所示,分束器810可以将光852分成两个光束:光854和光864(过程900的步骤906)。

[0070] 光854可透射穿过斩波器834,其中斩波器834可调制光854的强度(过程900的步骤908)。斩波器834可以是能够调制或周期性地中断入射光束的任何部件。在一些示例中,斩波器834可以是光学斩波器。在一些示例中,斩波器834可以是机械快门,诸如MEMS快门。在一些示例中,斩波器834可以是调制器或开关。光854可透射穿过光学器件816(过程900的步骤910)。光学器件816可包括被配置用于改变光854的行为和特性(诸如束斑尺寸和/或传播角度)的一个或多个部件。光学器件816可包括但不限于透镜或透镜布置、光束引导元件、准直或聚焦元件、衍射光学器件、棱镜、滤波器、漫射器和光导。光学器件816可包括任何类型的光学系统,诸如RPS系统、共焦系统或适合于测量样本820中物质的浓度和类型的任何光学系统。

[0071] 光854可被导向样本820。样本820可以吸收光854的一部分,并且可在一个或多个波长下透射光854的一部分(过程900的步骤912)。光854的一部分可以被样本820中的物质吸收,并且光854的一部分可以透射穿过样本820。透射穿过样本820的这部分光854可被称为光856。在一些示例中,光856可以通过位于样本820中的物质反射或散射而形成。光856可被导向反射镜814,并且反射镜814可将光856重定向到反射镜814(过程900的步骤914)。反

射镜814可以是能够改变光传播方向的任何类型的光学器件。在一些示例中,反射镜814可以是配置为将光传播的方向改变90°的凹面镜。在一些示例中,该系统可以附加地或另选地包括但不限于用于光重定向的非反射部件(例如弯曲波导)。

[0072] 由分束器810分离光852形成的第二光路可以被称为光864。光864可被导向反射镜812。反射镜812可以是能够改变光864的传播方向的任何类型的光学器件。通过将光864的传播方向改变90°,反射镜812可以将该光重定向到选择器824(过程900的步骤916)。在一些示例中,该系统可以附加地或另选地包括但不限于用于光重定向的非反射部件(例如弯曲波导)。

[0073] 光864可透射穿过斩波器836传输,并且斩波器836可调制光864(过程900的步骤918)。斩波器836可以是能够调制入射光束的强度的任何部件。在一些示例中,斩波器834和斩波器836可以具有相同的斩波特征,例如斩波频率和盘配置。本领域的技术人员将理解,相同的斩波特征可包括导致15%的偏差的公差。在一些示例中,斩波器836可以是机械快门,诸如MEMS快门。在一些示例中,斩波器834可以是光调制器或开关。光864可透射穿过光学器件818(过程900的步骤920)。光学器件818可包括一个或多个透镜、光束导向元件、准直或聚焦元件、衍射光学器件、棱镜、滤光器、漫射器、光导或一个或多个这些光学器件的组合,并且可被布置在适用于测量样本820或基准822中物质的浓度和类型的任何布置(例如,RPS系统或共焦系统)中。在一些示例中,光学器件818可与光学器件816具有相同的部件、布置和/或特征。

[0074] 光学器件818的出射光可入射到基准822上(过程900的步骤922)。基准822可具有一个或多个已知的光谱特性(例如,散射特征、反射特征或这两者),其可被选择以匹配预期样本的光谱特性。例如,基准822可具有与皮肤组织的光谱特性匹配的一个或多个光谱特性。在一些示例中,基准822可以是样本820的副本或“幻影”复制品。在一些示例中,基准822的吸收光谱可以与样本820的吸收光谱相同。本领域的技术人员将理解,相同的吸收光谱可包括导致15%的偏差的公差。一部分光可被基准822吸收,一部分光可透射穿过基准822,从而形成光866。在透射穿过基准822之后,光866可被导向选择器824。

[0075] 选择器824可以是能够移动或选择光束以指向检测器830的任何光学部件。在一些示例中,选择器824可以耦接到控制器840,并且控制器840可以发送信号(未示出)以控制选择器824的移动。在一个时间,选择器824可允许光856入射到检测器830的有效区域上。光856可包括一组光子,并且检测器830可以测量光856中的光子数量(过程900的步骤924)。检测器830可生成指示光856的特性(或光子数量)的电信号858(过程900的步骤926)。信号858可被发送到控制器840,该控制器可存储和/或处理信号。在另一时间,选择器824可允许光866入射到检测器830的有效区域上。光866也可包括一组光子,并且检测器830可以测量光866中的光子数量(过程900的步骤928)。检测器830可生成指示光866的特性(或光子数量)的电信号868(过程900的步骤930)。信号868可被发送到控制器840,该控制器可存储和/或处理所测信号。

[0076] 检测器830可包括单个检测器像素或检测器阵列。在一些示例中,检测器830可以是能够检测SWIR中的光的任何类型的检测器。在一些示例中,检测器830可以是HgCdTe、InSb或InGaAs单检测器,或者FPA。在一些示例中,检测器830可以是能够在高达2.7 $\mu$ 米的扩展波长范围内操作的SWIR检测器。

[0077] 控制器840可以接收信号858和信号868,但要在不同时间接收。信号858可包括样本吸光度 $A_{\text{样本}}$ ,并且信号868可包括基准吸光度 $A_{\text{基准}}$ 。在一些示例中,控制器840可以用样本吸光度 $A_{\text{样本}}$ 除以基准吸光度 $A_{\text{基准}}$ 以确定样本820中的兴趣物质的浓度(过程900的步骤932)。在一些示例中,控制器840可将基准吸光度与存储在查找表或存储器中的一个或多个吸光度值进行比较,以确定样本820中物质的浓度和类型。在一些示例中,信号858可以与信号868相差来自光源802、检测器830或两者的漂移量。控制器850可以用信号858除以(或减去)信号868以确定漂移量。尽管吸光度的上下文提供了等式2和上述讨论,但是本公开的示例包括但不限于任何光学特性,诸如反射率、折射率、密度、浓度、散射系数和散射各向异性。

[0078] 系统800可包括系统600的所有优点,同时也考虑了样本820吸光度随波长的变化。尽管上文公开的系统示出了一个或多个部件,诸如斩波器、光学器件、反射镜、样本、光源、滤波器和检测器,但是本领域的普通技术人员将理解,该系统不仅限于示例性附图示出的部件。此外,本领域的普通技术人员将理解,这些部件的位置和布置不仅限于示例性附图中示出的位置和布置。

[0079] 尽管系统的理想布局或布置将使得穿过样本的光路与穿过基准的光路之间共享所有部件,但这样的布置可能无法实现或不可行。本公开的示例包括定位容易漂移的一个或多个部件,使得这些部件在两个(或多个)光路中是共同的或共享的,以及定位不易漂移的部件(即,稳定部件),这些部件在两个(或多个光路)之间将为非共同的或不共享的。例如,容易漂移的部件可包括任何电子部件或光电子部件。另外,不易漂移的部件可以包括光学器件。如图6的系统600以及图8的系统800中所示,光源(例如,光源602和光源902)和检测器(例如,检测器630和检测器830)可能容易漂移,并且因此可以在两个光路之间共享(例如,光656和光666;光856和光866)。另一方面,斩波器(例如,斩波器634、斩波器636、斩波器834和斩波器836)和光学器件(例如,光学器件616、光学器件916和光学器件918)可以是稳定的并且不易漂移,因此可以是个别到每个光路。

[0080] 图10A示出了根据本公开的示例的用于确定物质浓度和类型的吸光度测量的示例性图。吸光度测量可以包括多个框架1076。每个框架1076可包括一个或多个校准阶段1070和一个或多个测量阶段1072。每个校准阶段1070可包括一个或多个步骤来测量噪声基底、杂散光泄漏或两者。例如,系统中的光源可以关闭或停用,使得光线不会入射到样本或基准上。检测器可以进行测量,以确定暗电流和杂散光泄漏量。在一些示例中,可使用该测量来确定零水平。检测器可将此测量值发送给控制器,控制器可将测量值和/或相关信息存储在存储器中。控制器可使用此信息来确定样本或基准中物质的实际吸光度,或者可使用此信息设置零水平。

[0081] 测量阶段1072可散布在校准阶段1070之间。测量阶段1072可包括在一个时间内测量样本的吸收光谱,然后在另一个时间内测量基准的吸收光谱,如上所述。在一些实例中,代替吸光度或除吸光度之外,可以测量任何光学特性(例如,反射率、折射率、密度、浓度、散射系数和散射各向异性)。控制器可将样本的吸收光谱除以滤波器/基准的吸收光谱。在一些示例中,控制器可将基准吸光度与存储在查找表或存储器中的一个或多个吸光度值进行比较,以确定样本中物质的浓度。可在每个测量阶段1072内重复测量多次,以生成多个采样点1074,并且可以使用采样点1074的平均值。在一些示例中,当确定平均信号值时,控制器可从多个框架1076编译采样点1074。在一些示例中,至少一个测量阶段1072的持续时间可

基于预先确定的或固定数量的采样点1074。在一些示例中,至少一个测量阶段1072内的采样点1074的数量可小于10。在一些示例中,至少一个测量阶段1172内的采样点1074的数量可小于100。在一些示例中,至少一个测量阶段1072的持续时间可基于基准的稳定性(即漂移超过10%之前的时间)。例如,如果基准保持化学稳定60秒,则测量阶段1072的持续时间也可以是60秒。在一些示例中,测量阶段1072的持续时间可基于共享部件(例如,光源和检测器)的稳定性。一旦测量阶段1072完成,控制器就可以前进到下一个框架1076。

[0082] 通过更频繁地校准,可以将零点漂移和增益漂移考虑在内。另外,与图5所示的程序不同,可以在每一个框架处校正漂移,这可以防止任何相对于零水平的明显偏离。此外,可以在信号开始偏离之前、偏离期间或偏离之后补偿任何波动和/或变化。通过对波动、漂移和/或变化进行补偿,并在早期(而不是在测量了数十个或数百个采样点之后)使零水平归零,平均信号值可以更准确。在一些示例中,在测量阶段1072期间采样的采样点1074数量可小于测量阶段572期间采样的采样点574数量(在图5中示出)。在一些示例中,测量阶段1072可比测量阶段572短。

[0083] 在一些示例中,校准阶段1070可包括对用于采用滤波器作为基准(例如,图6中示出的系统600的滤波器608)的那些系统的衰减因数的调整。图11示出了根据本公开的示例的校准程序期间的示例性过程流。光源可被打开或被激活以发光(过程1100的步骤1102)。在第一时间段内,两个光路上的斩波器(例如,斩波器634和636)可以关闭,从而允许未调制的光(例如,光654和光664)透射穿过样本(例如样本620)和滤波器(例如滤波器608)(过程1100的步骤1104)。检测器可测量并生成第一组电信号,所述第一组电信号指示透射穿过样本并穿过基准的未调制的光(过程1100的步骤1106)。在第二时间,沿着两个光路定位的斩波器可以被打开或激活,使得斩波器调制光(过程1100的步骤1108)。检测器可以测量并生成指示未被样本和基准吸收的调制光的第二组电信号(过程1100的步骤1110)。如果来自未调制光的吸光度接近于(例如,在10%内)来自调制光的吸光度或与来自调制光的吸光度相同(过程1100的步骤1112),则该系统可以提升或继续提升光(例如,从光源602发射的光)的特性(过程1100的步骤1114)。在一些示例中,提升可以发生,直到来自第一组电信号(即,未调制光)的吸光度不再接近来自第二组电信号(即,调制光)的吸光度(即,相差10%以内)。如果在这些步骤(过程1100的步骤1116)期间的任何时间达到光源的限制,则可以调整衰减因数而不是调整光源的特性(过程1100的步骤1118)。从光源发射的光的属性、衰减因数或这两者都被优化后,则校准阶段就可以完成(过程1100的步骤1120)。这样的校准程序可以用来防止杂散光受穿过样本的光的支配。此外,这样的校准程序可以获得更好的漂移稳定性,因为漂移可以被确定并且因此被补偿。

[0084] 在一些示例中,由于散布的校准阶段1070,用于测量一定数量的采样点1074的总时间可大于用于测量相同数量的采样点574(使用图6所示的方法)的总时间。但是,图5所示的程序可仅限于SNR值较高的测量,如上所述。虽然总时间可能会更长,但在较低SNR下进行测量的能力可能比向较长总时间妥协更重要。在一些示例中,系统可被配置为在SNR值高于预先确定的阈值时利用图5中所示的程序,并且在SNR值低于预先确定的阈值时利用图10所示的程序。在一些示例中,预先确定的阈值可以在 $10^{-5}$ 的量级上。在一些示例中,精确平均信号值所需的采样点1074的数量可能较低,这是由于更频繁的校准阶段防止了显着的偏差和漂移。

[0085] 图10B示出了根据本公开的示例的用于确定物质浓度和类型的吸光度测量的示例性图。该测量可包括散布有校准阶段1070的多个测量阶段1072。图10B的上图示出了样本的示例性吸光度测量,并且图10B的下图示出了基准的示例性吸光度测量。对于给定的校准阶段1070,可以对信号进行子调制,如图所示。类似地,对于给定的测量阶段1072,信号可以附加地或另选地被子调制。通过对信号进行子调制,可以比没有子调制更快地测量吸光度值。因此,漂移可以被考虑,并且可以将测量值更早地(或者在测量阶段1072内)提供给控制器,而不必等待测量阶段1072完成。在一些示例中,图10B所示的方法可用于增加调制或随时间改变频率。

[0086] 图10C示出了根据本公开的示例的用于确定物质浓度和类型的吸光度测量的示例性图。在一些示例中,基准切换可以临时性地嵌套。如图所示,测量阶段1072可以与测量阶段1073交替,其中校准阶段1070可以散布在测量阶段1072和测量阶段1073之间。测量阶段1072可包括测量样本的吸收光谱,测量阶段1073可包括测量基准的吸收光谱。在一些示例中,当系统被配置用于以中等频率操作时,可以校正二维漂移(例如,增益和偏移),并且当系统被配置用于以高频操作时,可以校正一维漂移(例如,增益或偏移)。

[0087] 由于样本内物质浓度的不均匀性,某些应用可能需要沿着几个不同区域进行测量,并且每个区域相对于系统中的光学器件可以具有不同的位置和路径长度。因此,可能需要能够测量几个不同区域并且可以识别从光学部件到样本的路径长度的实际或相对差异的系统。

[0088] 图12示出了根据本公开的示例的示例性系统的示例性框图,该示例性系统能够测量样本内的若干不同位置,并且能够识别与不同位置相关联的不同路径长度、入射角或两者。系统1200可包括界面1280、光学器件1290、光源1202、检测器1230和控制器1240。界面1280可包括输入区域1282、界面反射光1284、基准1208和反射光1256。光学器件1290可包括吸收器或光阻器1292、微光学器件1294和集光光学器件1216。样本1220可位于接近、靠近或接触系统1200的一部分处。光源1202可被耦接到控制器1240。控制器1240可发送信号(例如,电流或电压波形)以控制光源1202朝样本-系统界面发射光。根据系统是测量样本中还是基准中的物质,光源1202可向输入区域1282或基准1208发射光。

[0089] 输入区域1282可被配置为允许光离开系统1200并入射到样本1220上。光可穿入样本1220一定深度,并且可朝向系统1200反射回来。反射的光可以通过输出区域1256返回到系统1200中,并且可以由集光光学器件1216收集,其可以对反射光进行重定向、准直和/或放大。反射光可被导向到检测器1230,并且检测器1230可以测量已经穿入样本1220并且被反射回到系统1230中的光。检测器1230可耦接到控制器1240,并且可以向控制器1240发送指示反射光的电信号。

[0090] 光源1202可以附加地或另选地朝向基准1208发射光。基准1208可将光向微光学器件1294反射。微光学器件1294可将反射光重定向、准直和/或放大到检测器1230。检测器1230可测量从基准1208反射的光并且可生成指示该反射光的电信号。控制器1240可被配置为从检测器1230接收指示反射光的电信号和指示从基准1208反射的光的电信号。

[0091] 在系统正在测量样本中和基准中的物质的两种情况下,从光源1202发射的光可以反射离开样本-系统界面。从样本-系统界面反射的光可以被称为界面反射光1284。在一些示例中,界面反射光1284可以是从光源1202发射的没有从样本1220或基准1208反射的光,

并且可以归因于光散射。由于界面反射光1284可能是不希望的,所以吸收器或光阻器1292可防止界面反射光1284被微光学器件1294和集光光学器件1216收集,这可防止界面反射光1284被检测器1230测量。

[0092] 图13示出了根据本公开的示例的示例性系统的横截面图,该示例性系统能够测量样本中不同位置处的一种或多种物质的浓度和类型,并且能够解析与样本中不同位置相关联的光学路径的特性。在一些示例中,一种或多种兴趣物质可在样本中具有比其他兴趣物质低的浓度(例如,要低一个数量级以上)。在一些示例中,一种或多种物质的浓度可引起低SNR(即, $SNR < 10^{-4}$ 或 $10^{-5}$ )。系统1300可靠近、接触、搁置或附接到样本1320。样本1320可包括可测量兴趣物质的一个或多个位置,诸如位置1357和位置1359。

[0093] 系统1300可包括光源1302。光源1302可被配置为发射光1350。光源1302可以是能够产生光的任何源,包括但不限于灯、激光器、LED、OLED、EL源、超发光二极管、超连续光源、基于光纤的光源,或者这些源中的一者或多者的组合。在一些示例中,光源1302能够发射单个波长的光。在一些示例中,光源1302能够发射多个波长的光。在一些示例中,光源1302可为能够生成SWIR标记的任何可调光源。系统1300可包括靠近或接近样本1320或系统边缘定位的输入区域1382。输入区域1382可由一个或多个透明部件形成,包括但不限于窗口、光学快门和机械快门。

[0094] 光1350可穿过输入区域1382离开系统1300。导向样本1320中位置1357的光可被称为光1352。光1352可穿透样本320,并且可入射到位置1357上。在一些示例中,位置1357处的光1352的入射角可以是 $45^\circ$ 。在一些示例中,光1352可为准直光束。位置1357可包括兴趣物质的浓度。光1352在位置1357处可被部分吸收,并且可被部分反射为光1354。在一些示例中,光1354可由透射穿过样本1320的光形成。光1354可穿透样本1320,并且可进入系统1300中透镜1310的位置1313处。在一些示例中,透镜1310可接触或靠近样本1320。在一些示例中,透镜1310可以是能够改变入射光的行为和特性的任何类型的光学部件。透镜1310可包括多个位置,诸如位置1311、位置1313、位置1315和位置1317,在这些位置处光可以进入系统1300。在一些示例中,透镜1310可包括透明材料。在一些示例中,透镜1310可以是菲涅尔透镜或配置有大光圈(例如,比入射光束的尺寸大的光圈)和短焦距的透镜。在一些示例中,透镜1310可以是硅透镜。

[0095] 系统1300可包括光学器件,以放大或投射入射光束。在一些示例中,光学器件可以是能够将样本-系统界面处的入射光的图像重新成像或投影到另一位置的系统。例如,该系统可以将入射光的角度和入射光的位置重新成像到另一个平面(例如,位于更靠近检测器阵列1330处的平面)上。系统1300可包括被配置用于重新成像光1354和光1355的透镜1312和透镜1314,以及被配置用于重新成像光1364的透镜1316和透镜1418。透镜1312、透镜1314、透镜1316和透镜1318可以被配置为产生中间焦点平面。通过中间焦点平面,焦点的长度可以延长。例如,为了将样本-系统界面处的光学路径在没有放大的情况下重新成像到检测器阵列1330上,位置1357可位于与透镜1310相距距离 $f$ 处。距离 $f$ 可等于透镜1310的焦距。透镜1312可位于与透镜1310相距距离 $2f$ (即,焦距的两倍)处,透镜1314可位于与透镜1312相距距离 $2f$ 处,微透镜阵列1329可位于与透镜1314相距距离 $2f$ 处,并且检测器阵列1330可位于与微透镜阵列1329相距距离 $f$ 处。在一些示例中,系统1300中的光学器件可将图像按诸如 $2.5\times$ 或 $5\times$ 的因数放大。

[0096] 光1354可透射穿过透镜1312和1314,并且可入射到包括在微透镜阵列1329中的微透镜1323上。微透镜阵列1329可包括多个微透镜,诸如附接到基板的微透镜1321、微透镜1323、微透镜1325和微透镜1327。在一些示例中,微透镜1321、微透镜1323、微透镜1325和微透镜1327可以是任何类型的透镜,并且可以包括透镜中常规使用的任何类型的材料。微透镜可以是小透镜或比传统透镜小的透镜(例如直径小于1mm的透镜)。在一些示例中,微透镜阵列1329中包括的两个或更多个微透镜可具有相同的光学和/或物理特性。本领域的技术人员将理解,相同的光学特性和相同的物理特性可包括导致15%的偏差的公差。光1354可透射穿过微透镜1323,并且可入射检测器像素1333上。在一些示例中,微透镜阵列1329可耦接到一个或多个光圈或各个光圈。在一些示例中,微透镜阵列1329可耦接到图案化光圈,诸如其中相邻微透镜之间的位置不透明以防止光混合的光圈。

[0097] 检测器像素1333可包括在检测器阵列1330中。检测器阵列1330可包括多个检测器像素,诸如检测器像素1331、检测器像素1333、检测器像素1335和检测器像素1337。在一些示例中,检测器阵列1330可以是包括单检测器像素检测器的检测器。在一些示例中,可从包括在检测器阵列1330中的其他检测器像素独立地控制至少一个检测器像素。在一些示例中,至少一个检测器像素能够检测SWIR中的光。在一些示例中,至少一个检测器像素可以是能够在2.2-2.7 $\mu\text{m}$ 之间操作的SWIR检测器。在一些示例中,至少一个检测器像素可以是基于HgCdTe、InSb或InGaAs的检测器。在一些示例中,至少一个检测器像素能够检测入射光束的位置和/或角度。检测器像素1333可检测光1354,并且可生成指示光1354的特性的电信号。检测器阵列1430可将电信号传输到控制器1340。控制器1340可处理和/或存储电信号。

[0098] 系统1300可包括反射器1322。光源1302可以发射光1364。光1364可被引导到反射器1322。反射器1322可包括能够至少部分地反射光的任何类型的材料。示例性反射材料可包括但不限于钛(Ti)、钴(Co)、铌(Nb)、钨(W)、镍铬(NiCr)、钛钨(TiW)、铬(Cr)、铝(Al)、金(Au)和银(Ag)。反射器1322的厚度可基于光的波长、材料的类型和/或组成来确定。在一些示例中,反射器1322的尺寸和形状可被配置为与包括在光1364中的光束的尺寸和/或形状相同或更大。本领域的技术人员将理解,相同的尺寸和相同的形状可包括导致15%的偏差的公差。在一些示例中,反射器1322可被配置为使得光1364的反射率可以大于75%。在一些示例中,反射器1322可被配置为使得光1364的反射率可以大于90%。在一些示例中,反射器1322的尺寸和形状可使得没有或最少(例如,少于10%)量的光1364被允许透射穿过反射器1322,并且光1364被阻止传播穿过样本1320。在一些示例中,反射器1322可被配置为将光1364反射为镜面反射。在一些示例中,反射器1322可以是光谱中性阻挡器。在一些示例中,可通过在样本1320与基准(例如反射器1322)之间对光1364进行斩波而形成该基准。

[0099] 光1364可朝向透镜1316反射离开反射器1322。类似于透镜1312和透镜1314,透镜1316和透镜1318可以在样本-系统界面处重新成像或投影入射光的图像。在一些示例中,透镜1316和透镜1318可以被配置成使得光学路径的复制品为在没有放大的情况下在另一个平面(例如,检测器阵列1330所在的平面)上产生样本-系统界面。在一些示例中,透镜1316和透镜1318可被配置为使得放大(诸如 $2.5\times$ - $5\times$ 放大)被引入到复制品中。光1364可穿过透镜1316朝透镜1318传输。光1364可透射穿过透镜1318,并且可入射到透镜1319上。

[0100] 透镜1319可以是配置用于分散入射光束的任何类型的透镜。在一些示例中,透镜1319可以是负透镜,其可以是具有负焦距的透镜。在一些示例中,透镜1319可以是棱镜。

在一些示例中,透镜1319可包括针对检测器阵列1330中每个检测器像素成角度的不同楔形棱镜。在一些示例中,系统1300可配置有分束器,以分散入射光。透镜1319可被配置为将光分散或分成多个光束,诸如光1365、光1366、光1367和光1368。在一些示例中,透镜1319可分散光,使得每个光束被引导至检测器阵列1330上的不同检测器像素。在一些示例中,透镜1319可均匀地分散光,使得每个光束的光学特性相同。本领域的技术人员将理解,相同的光学特性可包括导致15%的偏差的公差。在一些示例中,透镜1319可以分散光束,使得至少两个光束的强度不同。例如,光1365、光1366和光1367可具有等于光1364的强度的20%的强度,而光1368可具有等于光1364的强度的40%的强度。在一些示例中,透镜1319可包括多个透镜或微透镜。在一些示例中,透镜1319的尺寸和/或大小可基于检测器像素的数量和/或离开透镜1319的一个或多个光束的强度。在一些示例中,可将一个或多个光圈耦接到透镜1319以控制透镜1319的出射光的强度和/或方向。在一些示例中,透镜1319或系统1300可被配置为使得反射离开样本1320的表面或系统1300的边缘的光反射回到系统中(即,尚未传播穿过样本1320的光)并且被阻止入射到透镜1319上,但杂散光或背景光可入射到透镜1319上。

[0101] 光1364可透射穿过透镜1319以形成光1366。光1366可入射到检测器像素1333上。检测器像素1333可检测光1366,并且可生成指示光1366的特性的电信号。电信号可以从检测器阵列1330传输到控制器1340。控制器1340可处理和/或存储电信号。控制器1340可利用从光1354测量的信号信息来确定位于样本1320内的位置1357处的物质的反射率或浓度,并且可利用来自光1366的信号信息来确定反射器1322的特性。使用上面讨论的任何方法,控制器1340可处理这两种信号信息以确定位于样本1320中的位置1357处的物质的浓度和类型。

[0102] 样本中可能有一种或多种物质不均匀分布,这可能导致样本的光学特性(例如,线性双折射、旋光性、双向衰减)发生变化。因此,能够测量样本1320内的多个位置的系统和相应的测量可能是有益的。为了测量不同的位置,诸如不同于位置1357的位置1359,光源1302可向输入区域1382发射光1350。在一些示例中,系统1300可包括多个光圈。例如,系统1300可包括至少两个光圈,其中光1352可离开一个光圈,光1353可离开另一个光圈。导向位置1359的光可被称为光1353。光1353可穿透样本1320,并且可入射到位置1359上。光1353可在位置1359处具有任何入射角,包括但不限于 $45^\circ$ 。在一些示例中,光1353可为准直光束。位置1359可包括一种或多种兴趣物质的浓度。光1353在位置1359处可被部分吸收,并且可被部分反射为光1355。在一些示例中,光1355可由透射穿过样本1320的光形成。光1355可穿过样本1320,并且可进入系统1300中透镜1310的位置1317处。光1355可透射穿过透镜1310,并且可被导向透镜1312。光1355可透射穿过透镜1312和透镜1314,并且可被导向微透镜阵列1329的微透镜1327。如图所示,尽管透镜1312和透镜1314可被光1354和光1355(即,不同的光束)共享,但光1354和光1355入射到透镜1312和透镜1314上的位置可以不同。此外或另选地,光1354和光1355可通过在不同时间利用透镜来共享透镜1312和透镜1314。

[0103] 光1355可入射到微透镜1327上,可透射穿过微透镜1327,并且可入射到检测器阵列1330的检测器像素1337上。检测器像素1337可检测光1355,并且可生成指示光1355的特性的电信号。检测器阵列1330可将电信号传输到控制器1340。控制器1340可处理和/或存储电信号。

[0104] 类似于上面给出的讨论,可使用反射器1322来测量基准信号。光源1302可朝反射器1322发射光1364。反射器1322可被配置为朝向检测器阵列1330反射光1364。光1364可透射穿过透镜1316和透镜1318。光1364可入射到透镜1319上,该透镜可被配置为分散入射光束。透镜1319可形成可以入射到检测器像素1337上的光1367。检测器像素1337可检测光1367,并且可生成指示光1367的特性的电信号。电信号可以从检测器阵列1330传输到控制器1340。控制器1340可处理和/或存储电信号。控制器1340可利用从光1355测量的信号信息来确定位置1359处的物质的反射率或浓度,并且可利用来自光1367的信号信息来确定反射器1322的特性。控制器1340可处理这两种信号信息以确定位置1359处的物质的浓度。在一些示例中,控制器1340可同时确定反射器1322或入射到检测器像素1333上的光1366以及入射到检测器像素1337上的光1367的特性,而不需要单独的测量。在一些示例中,位置1357和位置1359可具有离样本1320的表面的相同深度。本领域的技术人员将理解,相同的深度可包括导致15%的偏差的公差。在一些示例中,位置1357和位置1359可具有离样本1320的表面的不同深度。控制器1340可测量位置1357和位置1359两者处的反射率、折射率、密度、浓度、散射系数、散射各向异性、吸光度或光学特性的任何组合,并且可对测量值求平均。尽管上面的附图和讨论涉及样本中的两个位置,但是本公开的示例可包括任何数量的位置并且不限于一个或两个位置。

[0105] 尽管检测器阵列1330可以被配置为检测入射光的角度或位置,但是控制器1340可以基于包括在检测器阵列1330中的检测器像素来确定该信息。在一些示例中,从光源1302发射的光可以是明确的(即,定向和锐利的)光束,并且来自样本1320的反射光可以是镜面反射的,微透镜阵列1329中包括的一个或多个微透镜可以对应于样本1320中的不同位置。另外,检测器阵列1330中包括的一个或多个检测器像素可以与微透镜阵列1329中的微透镜相关联。例如,当控制器1340或检测器阵列1330测量入射到检测器像素1337上的光时,由于检测器像素1337与位置1359的关联,系统1300可确定入射光源自样本1320中的位置1359。此外,当控制器1340或检测器阵列1330测量入射到检测器像素1333上的光时,由于检测器像素1333与位置1357的关联,系统1300可确定入射光源自位置1357。在一些示例中,检测器像素1331和检测器像素1435可与样本1320中的附加位置(未示出)相关联。

[0106] 如上所述,由于可以引入到由控制器接收的电信号中的波动、漂移和/或变化,在穿过样本的一个或多个光路以及反射离开反射器的光路中共享部件可能是有利的。图14A示出了根据本公开的示例的示例性系统的横截面图,该系统被配置为使用共享光学器件来测量位于样本中的一种或多种物质的浓度和类型。在一些示例中,一种或多种兴趣物质可在样本中具有比其他兴趣物质低的浓度(例如,要低一个数量级以上)。在一些示例中,一种或多种物质的浓度可引起低SNR(例如, $SNR < 10^{-4}$ 或 $10^{-5}$ )。系统1400可靠近、接触、搁置或附接到样本1420。样本1420可包括可测量物质的一个或多个位置,诸如位置1457和位置1459。

[0107] 系统1400可包括光源1402。光源1402可被配置为发射光1450。光源1402可以是能够产生光的任何源,包括但不限于灯、激光器、LED、OLED、EL源、超发光二极管、超连续光源、基于光纤的光源,或者这些源中的一者或多者的组合。在一些示例中,光源1402能够发射单个波长的光。在一些示例中,光源1402能够发射多个波长的光。在一些示例中,光源1402可为能够生成SWIR标记的任何可调光源。系统1400可包括靠近或接近样本1420或系统边缘定位的输入区域1482。输入区域1482可由一个或多个透明部件形成,包括但不限于窗口、光学

快门或机械快门。

[0108] 光1450可穿过输入区域1482离开系统1400。离开系统1400且穿过样本1420传播到位置1457的光可被称为光1452。光1452可在位置1457处具有任何入射角,包括但不限于 $45^\circ$ 。在一些示例中,光1450可为准直光束。位置1457可包括兴趣物质的浓度。光1452在位置1457处可被部分吸收,并且可被部分反射为光1454。在一些示例中,光1454可由透射穿过样本的光形成。光1454可穿透样本1420,并且可进入系统1400中光学器件1410的位置1413处。在一些示例中,光学器件1410可接触或靠近样本1420的表面。在一些示例中,光学器件1410可以是能够改变入射光的行为和特性的任何类型的光学部件。光学器件1410可包括光可以进入的多个位置,诸如位置1413和位置1417。在一些示例中,光学器件1410可包括透明材料。在一些示例中,光学器件1410可以是菲涅尔透镜或配置有大光圈(例如,比入射光束的尺寸大的光圈)和短焦距的透镜。在一些示例中,光学器件1410可以是硅透镜。

[0109] 系统1400可包括光学器件,以放大或投射入射光束。类似于图13中所示的系统1300中所示和相对于该系统所讨论的光学器件,系统1400中的光学器件能够将系统1400边缘处的光学路径(包括路径长度、入射角度和出口位置)重新成像到更接近检测器阵列1430的另一平面。为了减少穿透样本1420的光路(例如,光1452或光1453)与反射离开基准(例如,反射器1422)的光路之间的任何波动、漂移和/或变化的差异,系统1400可共享两条不同光路之间的光学器件。系统1400可包括光学器件1416和光学器件1418,用于重新成像已经穿过样本1320的光和用作基准信号的光。在一些示例中,光学器件1416和光学器件1418可被配置为使得可以在没有放大的情况下在另一个平面(例如,检测器阵列1430所在的平面)上产生位于系统边缘处的图像的复制品。在一些示例中,光学器件1416和光学器件1418可被配置为将放大(诸如 $2.5\times$ - $5\times$ 放大)引入到复制品中。

[0110] 图14B示出了包括入射光和返回光或反射光共享的光学器件的系统。光学器件1416可被从光源1402发射的光1450和光1464、已穿过样本1420的光1454和光1455以及已反射离开反射器1422的光1564共享。在一些示例中,光学器件1416和/或光学器件1418处的光1454、光1455、光1464和光1450的入射角中的至少两个可以不同。

[0111] 参考图14A至图14B,光1454可以透射通过光学器件1416和光学器件1418,并且可以入射到包括在微光学器件单元1429中的微光学器件1423上。微光学器件单元1429可包括附接到基板的多个微透镜,诸如微光学器件1423和微光学器件1427。微透镜可以是小透镜或比传统透镜小的透镜(例如直径小于1mm的透镜)。在一些示例中,微透镜可为任何类型的透镜,并且可包括透镜中常规使用的任何类型的材料。在一些示例中,微透镜中的一者或多者可具有相同的光学特性和/或物理特性。本领域的技术人员将理解,相同的光学特性和相同的物理特性可包括导致15%的偏差的公差。光1454可透射穿过微光学器件1423,并且可入射检测器像素1433上。在一些示例中,微光学单元1429可耦接到一个或多个光圈或各个光圈。在一些示例中,微光学器件单元1429可耦接到图案化光圈,诸如其中相邻微型光学器件之间的位置不透明以防止光混合的光圈。

[0112] 检测器像素1433可包括在检测器阵列1430中。检测器阵列1430可包括多个检测器像素,诸如检测器像素1433和检测器像素1437。在一些示例中,检测器阵列1430可以是单检测器像素检测器。在一些示例中,可从包括在检测器阵列1430中的其他检测器像素独立地控制至少一个检测器像素。在一些示例中,至少一个检测器像素能够检测SWIR中的光。在一

些示例中,至少一个检测器像素可以是能够在2.2-2.7 $\mu\text{m}$ 之间操作的SWIR检测器。在一些示例中,至少一个检测器像素可以是基于HgCdTe、InSb或InGaAs的检测器。在一些示例中,至少一个检测器像素能够检测入射光束的路径长度、入射角和/或出射位置。检测器像素1433可检测光1454,并且可生成指示光1454的特性的电信号。检测器阵列1430可将电信号传输到控制器1440。控制器1440可处理和/或存储电信号。

[0113] 系统1400可通过联合利用来自传播穿透样本的光的信息以及来自反射离开反射器1422的光的信息来确定样本1420中的物质的浓度。光源1402可以发射可被引导到反射器1422的光1464。反射器1422可包括能够至少部分地反射光的任何类型的材料。示例性反射材料可包括但不限于Ti、Co、Nb、W、NiCr、TiW、Cr、Al、Au和Ag。反射器1422的厚度可基于光的波长、材料的类型和/或组成来配置。在一些示例中,反射器1422的尺寸和形状可被配置为与包括在光1464中的光束的尺寸和/或形状相同或更大。本领域的技术人员将理解,相同的光学特性和相同的物理特性可包括导致15%的偏差的公差。在一些示例中,反射器1422可被配置为反射大于75%的光1464。在一些示例中,反射器1422可被配置为反射大于90%的光1464。在一些示例中,反射器1422的尺寸和形状可使得没有或最少(例如,少于10%)量的光1464被允许透射穿过反射器1422,并且光1464被阻止传播穿过样本1420。在一些示例中,反射器1422可被配置为将光1464反射为镜面反射。在一些示例中,反射器1422可以是光谱中性阻挡器。在一些示例中,可通过在样本1420与基准(例如反射器1422)之间对光1464进行斩波而形成该基准。

[0114] 光1464可朝向光学器件1416反射离开反射器1422。光1464可穿过光学器件1416朝光学器件1418传输。光1464可透射穿过光学器件1418,并且可入射到光学器件1419上。光学器件1419可以是配置用于分散入射光束的任何类型的透镜。在一些示例中,光学器件1419可以是负透镜,其可以是具有负焦距的透镜。在一些示例中,光学器件1419可以是棱镜。在一些示例中,光学器件1419可包括针对检测器阵列1430中每个检测器像素成角度的不同楔形棱镜。在一些示例中,系统1400可配置有分束器,以分散入射光束。在一些示例中,光学器件1419可被配置为将光分散或分成多个光束,诸如光1466和光1467。在一些示例中,光学器件1419可以分散光,使得每个光束可被引导至不同的检测器像素。在一些示例中,光学器件1419可均匀地分散光,使得每个光束的光学特性可以是相同的。本领域的技术人员将理解,相同的光学特性可包括导致15%的偏差的公差。在一些示例中,光学器件1419可以分散光束,使得至少两个光束的强度不同。在一些示例中,光学器件1419可包括多个光学器件或微光学器件。在一些示例中,光学器件1419的尺寸和/或大小可基于检测器像素的数量和/或离开光学器件1419的一个或多个光束的特性。在一些示例中,可将光圈耦接到光学器件1419以控制光学器件1419的出射光的特性和/或方向。在一些示例中,光学器件1419或系统1400可被配置为使得反射离开样本1420的表面或系统1400的边缘的光反射回到系统中(即,尚未传播穿过样本1420的光)并且被阻止入射到光学器件1419上,但杂散光或背景光可入射到光学器件1419上。

[0115] 光1464可透射穿过光学器件1419以形成光1466。光1466可入射到检测器像素1433上。检测器像素1433可检测光1466,并且可生成指示光1466的特性的电信号。检测器阵列1430可将电信号传输到控制器1440。控制器1440可处理和/或存储电信号。控制器1440可利用从光1454测量的信号信息来确定位置1457处的物质的反射率或浓度,并且可利用来自光

1466的信号信息来确定反射器1422的特性。使用上面讨论的任何方法,控制器1440可处理这两种信号信息以确定位于样本1420中的位置1457处的物质的浓度。

[0116] 与测量位置1557处的物质的浓度类似,可使用相同的部件来测量位置1559处的物质的浓度。光源1502可发射光1550,其可在输入区域1582处离开系统1500而形成光1553。在一些示例中,系统1500可包括多个光圈。例如,系统1500可包括至少两个光圈,其中光1552可离开一个光圈,光1553可离开另一个光圈。光1553可入射到位置1559上,并且可作为光1555反射回到系统1500中。光1555可在位置1517处穿过光学器件1510进入系统1500。光1555可透射穿过光学器件1516和光学器件1518,并且可入射到微光学器件1527上。光1555可透射穿过微光学器件1527,并且可由检测器阵列1530中所包括的检测器像素1537检测。检测器像素1537可检测光1555,并且可生成指示检测到的光1555的特性的电信号。电信号可以从检测器阵列1530传输到控制器1540。控制器1540可处理和/或存储电信号。控制器1440可利用从光1455测量的信号信息来确定位置1459处的物质的反射率或浓度,并且可利用来自光1467的信号信息来确定反射器1422的特性。控制器1440可处理这两种信号信息以确定位置1459处的物质的浓度和类型。在一些示例中,控制器1440可同时确定反射器1422(或入射到检测器像素1433上的光1466)和入射到检测器像素1437上的光1467的特性,而不需要单独的测量。在一些示例中,位置1457和位置1459可具有离样本1420的表面的相同深度。本领域的技术人员将理解,相同的深度可包括导致15%的偏差的公差。在一些示例中,位置1457和位置1459可具有离样本1420的表面的不同深度。控制器1440可测量位置1457和位置1459两者处的反射率、折射率、密度、浓度、散射系数、散射各向异性、吸光度或所述光学特性的组合,并且可对测量值求平均。尽管上面的附图和讨论涉及样本中的两个位置,但是本公开的示例可包括任何数量的位置并且不限于一个或两个位置。

[0117] 如图所示,系统1400可包括多个光圈和多个检测器像素,其中每个微光学器件可耦接到检测器像素。每个微光学器件-检测器像素对可与样本中的位置相关联。在一些示例中,该关联可为一个微光学器件-检测器像素对与样本中的一个位置的关联。例如,微光学器件1423和检测器像素1433可与位置1457和微光学器件1427相关联,并且检测器像素1437可与位置1459相关联。由于控制器1450可将检测器像素1433和检测器像素1437与不同位置(例如,位置1457和位置1459)相关联,因此控制器1450可针对样本1420中的不同位置确定和定位物质的不同浓度。

[0118] 虽然系统1300(在图13中示出)和系统1400(在图14中示出)可考虑由共享部件(例如,光源、透镜和/或检测器阵列)引起的波动、漂移和/或变化,但这些系统可能不会考虑在系统边缘反射和/或散射的光。图15示出了根据本公开的示例的示例性系统的横截面图,该示例性系统被配置成测量样本中一种或多种物质的浓度和类型,并被配置成减少或消除系统边缘处的光反射或散射。类似于系统1300和系统1400,系统1500可包括多个部件,包括光源1502、光学器件1510、光学器件1516、光学器件1518、微光学器件单元1527、检测器阵列1530和控制器1540。这些部件可包括上面参考系统600、系统800、系统1300和系统1400中包括的部件所讨论的一个或多个属性。

[0119] 可使用穿过输入区域1582离开系统1500的光1550、光1552以及反射离开位置1557而形成的光1554来测量位置1557处的物质的浓度。光1554可在位置1513处进入系统1500,并且可透射穿过光学器件1510、光学器件1516、光学器件1518以及微光学器件单元1529中

所包括的微光学器件1523。检测器阵列1530中所包括的检测器像素1533可检测光1554,并且可生成指示光1554的光学特性的电信号。可使用穿过输入区域1582离开系统1500的光1550、光1553以及反射离开位置1559而形成的光1555来测量位置1559处的物质的浓度。光1555可在位置1517处进入系统1500,并且可透射穿过光学器件1510、光学器件1516、光学器件1518以及微光学器件单元1529中所包括的微光学器件1527。检测器阵列1530中所包括的检测器像素1537可检测光1555,并且可生成指示光1555的光学特性的电信号。可使用反射离开反射器1522并透射穿过光学器件1516、光学器件1518和光学器件1519的光1564来确定基准或反射器1522的光学特性。光1564可由光学器件1519散开,从而形成入射到检测器像素1533上的光1566和入射到检测器像素1537上的光1567。控制器1540可接收指示反射离开位置1557、位置1559和反射器1522的光的电信号,以确定样本1520中的一个或多个位置处的物质的浓度。

[0120] 尽管光1550可朝向输入区域1582引导并且可被配置用于离开系统1500,但是在一些示例中,光1550可在一个或多个位置(例如,输入区域1582与反射器1522之间的位置)处散射或反射离开系统1500的边缘。散射或反射离开系统边缘并返回到系统1500中的光可被称为光1584。由于光1584可包括反射回到系统1500中的杂散光,因此光1584的一部分或全部可入射到一个或多个微光学器件(例如,微光学器件1523或微光学器件1527)上。入射到微光学器件上的光可透射到检测器阵列1530中所包括的一个或多个检测器像素(例如,检测器像素1633或检测器像素1637)。因此,检测器阵列1530可测量到杂散光,该杂散光可错误地改变检测器阵列1530可生成并传输到控制器1540的电信号。因杂散光引起的电信号的任何变化都会导致样本1520中的物质的浓度的错误测量或确定。

[0121] 因此,为了防止检测器阵列1530检测到光1584,系统1500可将光1584朝向光学器件1516和光学器件1518引导。光1584可透射穿过光学器件1516和光学器件1518,并且可入射到光阻器1592上。光阻器1592可包括能够吸收或阻挡光的任何材料。在一些示例中,光阻器1592可包括防止入射光反射的任何材料(例如,防反射涂层)。在一些示例中,光阻器1592可包括在与检测器阵列1530的检测波长不同的波长处反射的任何材料。在一些示例中,系统1500可附加地或另选地在沿着系统的边缘的一个或多个位置处包括防反射涂层。

[0122] 本公开的示例可包括其他类型的光学器件或光学系统,并且不限于图13、图14A至图14B和图15中所示的系统。另外,本公开的示例可包括测量样本内不同深度处的样本的浓度,这可产生具有不同路径长度的光学路径。图16A示出了根据本公开的示例的示例性系统的横截面视图,该系统被配置为测量位于样本中的不同深度处的一种或多种物质的浓度和类型。在一些示例中,一种或多种感兴趣的物质可在样本中具有比其他感兴趣的物质要低的浓度(例如,要低一个数量级以上)。在一些示例中,一种或多种物质的浓度可引起低SNR(即, $SNR < 10^{-4}$ 或 $10^{-5}$ )。系统1600可靠近、接触、搁置或附接到样本1620上。样本1620可包括可测量物质的一个或多个位置,诸如位置1657和位置1659。位置1657可位于远离系统的边缘的深度1661处,并且位置1659可位于远离系统的边缘的深度1663处。在一些示例中,深度1661可不同于深度1663。

[0123] 系统1600可包括光源1602。光源1602可被配置为发射光1650。光源1602可为能够生成光的任何光源,包括但不限于灯、激光器、LED、OLED、EL光源、超发光二极管、超连续光源、基于光纤的光源、或者这些光源中一者或多者的组合。在一些示例中,光源1602能够发

射单个波长的光。在一些示例中,光源1602能够发射多个波长的光。在一些示例中,光源1602可为能够生成SWIR标记的任何可调光源。系统1600可包括靠近或接近样本1620或系统边缘定位的输入区域1682。输入区域1682可由包括但不限于窗口、光学快门或机械快门的一个或多个透明部件形成。

[0124] 光1650可穿过输入区域1682离开系统1600。离开系统1600且传播到位置1657的光可被称为光1652。光1652可在位置1657处具有任何入射角,包括但不限于 $45^\circ$ 。在一些示例中,光1650可为准直光束。位置1657可包括感兴趣的物质的浓度。光1652在位置1657处可被部分吸收,并且可被部分反射为光1654。在一些示例中,光1654可由透射穿过样本的光形成。光1654可透过样本1620,并且可在光学器件1610的位置1613处进入系统1600。在一些示例中,光学器件1610可接触或接近样本1620。光学器件1610可为能够改变入射光的行为和特性的任何类型的光学部件。光学器件1610可包括允许光进入的多个位置,包括位置1613和1617。在一些示例中,光学器件1610可包括透明材料。在一些示例中,光学器件1610可为菲涅耳透镜或配置有大光圈(例如,比入射光束的尺寸更大的光圈)和短焦距的透镜。在一些示例中,光学器件1610可为硅透镜。

[0125] 系统1600可包括光学器件,诸如共焦系统。共焦系统可为被配置用于解析样本内多个光学路径的路径长度、入射角、出口位置或这些特性的任何组合的任何类型的光学系统。在一些示例中,光学系统被配置用于接受具有路径长度范围内的路径长度和角度范围内的入射角的一个或多个入射光线,并且拒绝具有该路径长度范围之外的路径长度和该角度范围之外的入射角的光学路径。共焦系统可包括光学器件1616和光学器件1618。光学器件1616和光学器件1618可为物镜。物镜可为在具有短焦距时能够收集入射光并放大光束的透镜。光学器件1616可收集光1654并且将光1654朝向光圈1686中所包括的光圈引导。光圈1686可包括被配置为允许光透射穿过的一个或多个光圈,诸如开口1685。光圈1686能够选择具有一个或多个特定路径长度、入射角或两者的光,并且拒绝或衰减具有其他路径长度或入射角的光。可通过调节光圈尺寸(即,光圈平面中的光圈的尺寸)来优化基于路径长度、入射角或两者对光的选择和拒绝。所选择的光(即,具有一个或多个特定路径长度、入射角或两者的光)可在到达光圈平面中的光圈时对焦,并且被拒绝的光可散焦。散焦的光可具有大于光圈尺寸的光束尺寸,可具有收集范围之外的入射角,或者两者兼有,因此可被拒绝。对焦的光可具有路径长度范围和收集角范围内的光束,因此可允许对焦的光透射穿过光圈平面。在一些示例中,系统可包括一个或多个调制元件,诸如微镜、声光调制器或电光调制器。

[0126] 离开开口1685的光1654可透射穿过光学器件1618,并且可入射到微光学器件单元1629中所包括的微光学器件1623上。微光学器件单元1629可包括附接到基板的多个微透镜,诸如微光学器件1623和微光学器件1627。微透镜可为小透镜或比传统透镜小的透镜(例如直径小于1mm的透镜)。在一些示例中,微透镜可为任何类型的透镜,并且可包括透镜中常规使用的任何类型的材料。在一些示例中,两个或更多个微透镜可具有相同的光学特性和/或物理特性。本领域的技术人员将理解,相同的光学特性和相同的物理特性可包括导致15%的偏差的公差。光1654可透射穿过微光学器件1623,并且可入射到检测器像素1633上。在一些示例中,微光学器件单元1629可耦接到一个或多个光圈平面。在一些示例中,微光学器件单元1629可耦接到图案化的光圈,诸如这样的光圈,其中相邻微光学器件之间的位置

不透明以防止光混合。

[0127] 检测器像素1633可包括在检测器阵列1630中。检测器阵列1630可包括多个检测器像素,诸如检测器像素1633和1637。在一些示例中,检测器阵列1630可为单检测器像素检测器。在一些示例中,至少一个检测器像素可由检测器阵列1630中所包括的其他检测器像素独立地控制。在一些示例中,至少一个检测器像素能够检测SWIR中的光。在一些示例中,至少一个检测器像素可为能够在2.2-2.7 $\mu\text{m}$ 之间操作的SWIR检测器。在一些示例中,至少一个检测器像素可为基于HgCdTe、InSb或InGaAs的检测器。在一些示例中,至少一个检测器像素能够检测入射光束的路径长度、入射角和/或出口位置。检测器像素1633可检测光1654,并且可生成指示光1654的特性的电信号。检测器阵列1630可将电信号传输到控制器1640。控制器1640可处理和/或存储电信号。

[0128] 系统1600可通过联合利用来自传播穿过样本的光的信息以及来自反射离开反射器1622的光的信息来确定样本1620中的物质的浓度和类型。光源1602可发射光1664,该光可反射离开反射器1622。反射器1622可包括能够至少部分地反射光的任何类型的材料。示例性反射材料可包括但不限于Ti、Co、Nb、W、NiCr、TiW、Cr、Al、Au和Ag。可基于光的波长、材料的类型和/或组成来确定反射器1622的厚度。在一些示例中,反射器1622的尺寸和形状可被配置为光1664中所包括的光束的更大或相同的尺寸和/或形状。本领域的技术人员将理解,相同的尺寸和相同的形状可包括导致15%的偏差的公差。在一些示例中,反射器1622可被配置为反射大于75%的光1764。在一些示例中,反射器1622可被配置为反射大于90%的光1764。在一些示例中,反射器1622的尺寸和形状可使得没有或最少(例如,少于10%)量的光1664被允许透射穿过反射器1622,并且光1664被阻止传播穿过样本1620。在一些示例中,反射器1622可被配置为以镜面反射的方式反射光1664。在一些示例中,反射器1622可为光谱中性阻挡器。在一些示例中,可通过在样本1620与基准(例如反射器1622)之间对光1664进行斩波而形成该基准。

[0129] 光1664可朝向光学器件1616反射离开反射器1622。光1664可朝向光圈1686透射穿过光学器件1616。在一些示例中,光1664的路径长度可为已知值,因此光圈1686可被配置为包括开口1689,该开口的尺寸和形状可允许光1664透射穿过。离开光圈平面1668的光1664可入射到光学器件1618上。光1664可透射穿过光学器件1618,并且可入射到光学器件1619上。光学器件1619可为被配置用于使入射光束散开的任何类型的光学器件。在一些示例中,光学器件1619可为负透镜,其可为具有负焦距的透镜。在一些示例中,光学器件1619可为棱镜。在一些示例中,光学器件1619可包括对于检测器阵列1630中所包括的每个检测器像素而言成角度的不同楔形棱镜。在一些示例中,系统1600可配置有分束器以便使入射光束散开。在一些示例中,光学器件1619可被配置为使光散开或分成多个光束,诸如光1666和光1667。在一些示例中,光学器件1619可使光散开,使得每个光束被引导到检测器阵列1630中所包括的不同检测器像素。在一些示例中,光学器件1619可使光均匀散开,使得每个光束的一种或多种光学特性相同。本领域的技术人员将理解,相同的光学特性可包括导致15%的偏差的公差。在一些示例中,光学器件1619可使光束散开,使得至少两个光束的强度不同。在一些示例中,光学器件1619可包括多个光学器件或微光学器件。在一些示例中,光学器件1619的尺寸和/或尺寸可基于检测器像素的数量和/或离开光学器件1619的一个或多个光束的特性。在一些示例中,光圈可耦接到光学器件1619以控制离开光学器件1619的光的特

性和/或方向。在一些示例中,光学器件1619或系统1600可被配置为使得反射离开样本1620的表面或系统1600的边缘的光反射回到系统中(即,尚未传播穿过样本1620的光)并且被阻止入射到光学器件1619上,但杂散光或背景光可入射到光学器件1619上。

[0130] 光1664可透射穿过光学器件1619而形成光1666。光1666可入射到检测器像素1633上。检测器像素1633可检测光1666,并且可生成指示光1666的特性的电信号。检测器阵列1630可将电信号传输到控制器1640。控制器1640可处理和/或存储电信号。控制器1640可利用从光1654测量的信号信息来确定位置1657处的物质的反射率或浓度,并且可利用来自光1666的信号信息来确定反射器1622的特性。使用上面讨论的任何方法,控制器1640可处理这两种信号信息以确定位置1657处的物质的浓度和类型。

[0131] 与测量位置1657处的一种或多种物质的浓度和类型类似,可使用相同的部件来测量位置1659处的一种或多种物质的浓度和类型。光源1602可发射光1650,其可在输入区域1682处离开系统1600而形成光1653。在一些示例中,系统1600可包括多个光圈。例如,系统1600可包括至少两个光圈,其中光1652可离开一个光圈,并且光1653可离开另一个光圈。光1653可入射到位置1659上,并且可作为光1655反射回到系统1600中。光1655可在位置1617处穿过光学器件1610进入系统1600。光1655可透射穿过光学器件1616,并且可入射到光圈1686上。光圈1686可包括开口1687,该开口被配置为允许光1655(以及具有与光1655相同的路径长度的任何光)透射穿过。本领域的技术人员将理解,相同的路径长度可包括导致15%的偏差的公差。在一些示例中,由于位置1657可位于与位置1659的深度1663不同的深度1661处,因此光圈1686可包括具有不同光圈尺寸的至少两个光圈。例如,开口1685可被配置为具有基于光1654的路径长度的光圈尺寸,并且开口1687可被配置为具有基于光1655的路径长度的光圈尺寸。光1655可透射穿过开口1687,可透射穿过光学器件1618,并且可入射到微光学器件1627上。光1655可透射穿过微光学器件1627,并且可由检测器阵列1630中所包括的检测器像素1637检测。检测器像素1637可检测光1655,并且可生成指示光1655的特性的电信号。检测器阵列1630可传输该电信号,该电信号可被传输到控制器1640,并且控制器1640可处理和/或存储该电信号。

[0132] 控制器1640可利用从光1655测量的信号信息来确定位置1659处的物质的反射率或浓度,并且可利用来自光1667的信号信息来确定反射器1622的特性。控制器1640可处理这两种信号信息以确定位置1659处的物质的浓度。在一些示例中,控制器1640可同时确定反射器1622(或入射到检测器像素1633上的光1666)和入射到检测器像素1637上的光1667的特性,而不需要单独的测量。在一些示例中,位置1657和位置1659可具有离样本1620的表面的相同深度。本领域的技术人员将理解,相同的深度可包括导致15%的偏差的公差。在一些示例中,位置1657和位置1659可具有离样本1620的表面的不同深度。控制器1640可测量位置1657和位置1659两者处的反射率、折射率、密度、浓度、散射系数、散射各向异性、吸光度或光学特性的任何组合,并且可对测量值求平均。尽管上面的附图和讨论涉及样本中的两个位置,但是本公开的示例可包括任何数量的位置并且不限于一个或两个位置。

[0133] 如图所示,系统1600可包括多个光圈、多个微光学器件和多个检测器像素,其中每个光圈和微光学器件可耦接到检测器像素。在一些示例中,每个光圈-微光学器件-检测器像素三元组可与样本中的位置相关联。在一些示例中,该关联可为一个光圈-微光学器件-检测器像素三元组与样本中的一个位置的关联。例如,开口1685、微光学器件1623和检测器

像素1633可与位置1657相关联。类似地,开口1687、微光学器件1627和检测器像素1637可与位置1659相关联。由于控制器1650可将检测器像素1633和检测器1637与样本1620中的不同位置(例如,位置1657和位置1659)相关联,因此控制器1650可针对样本1620内的不同位置确定和定位物质的不同浓度。在一些示例中,不同的物质可位于不同的位置中,并且控制器1650可将这些位置与不同的物质相关联。

[0134] 在一些示例中,系统1600可为偏振敏感的。对于一些样本,入射到样本上的偏振光可强烈地反射离开样本的表面,而不会经历偏振的显著变化。在一些示例中,这种反射光在很大程度上可为镜面反射光。相比之下,进入样本并反射离开一个或多个层的偏振光在入射到样本上时可具有初始偏振,但可通过从样本中的一种或多种物质散射而被逐渐去偏振。偏振度可用于确定光在反向散射之前在样本中传播的深度。光在反向散射之前在样本中传播的深度可用于估计光学路径的路径长度。在一些示例中,光学路径的路径长度可等于散射深度的两倍。在一些示例中,传播穿过样本并反射回来的光的偏振度还可提供关于样本特性的信息。

[0135] 在一些示例中,系统1600可被配置为通过包括一个或多个偏振滤光器来测量偏振状态的变化。第一偏振滤光器可位于光源1602和样本1620之间,并且第二偏振滤光器可位于样本1620和检测器1630之间。在一些示例中,第二偏振滤光器与第一偏振滤光器的不同之处在于,第二偏振滤光器可被配置为阻挡第一偏振滤光器透射穿过的具有一定偏振的偏振光。以这样的方式,反射离开样本1620的表面的光可与反射离开样本1620中的位置的光在空间上分开。

[0136] 图16B示出了根据本公开的示例的示例性偏振敏感系统的横截面视图。系统1601可包括以上讨论的且在图16A中示出的系统1600中所包括的一个或多个部件。系统1601还可包括分束器1606和检测器1632。分束器1606可将光1655分成两个光路,一个光路可由检测器阵列1630中所包括的检测器像素1637测量,并且另一个光路可由检测器1632测量。检测器像素1637可被配置为测量与检测器1632不同的偏振。例如,检测器像素1637可被配置为测量p偏振,而检测器1632可被配置为测量s偏振。

[0137] 在一些示例中,分束器1606可为偏振分束器。S偏振光可反射离开分束器1606的表面,并且可由检测器1632检测。在一些示例中,检测器1632可包括位于其表面上的线栅偏振器。在一些示例中,检测器1630可包括位于表面上的线栅偏振器。P偏振光可透射穿过分束器1606,并且可由检测器像素1637检测。基于s偏振光(例如,由检测器1632检测到的光)与p偏振光(例如,由检测器像素1637检测到的光)的比率,可确定样本中的一种或多种物质的浓度和类型。

[0138] 在一些示例中,可通过将光1653配置为在位置1659处具有与在位置1617处的散射光1655的入射角不同的入射角,从而从测量结果中排除或去除尚未传播到样本中的光的镜面反射。在一些示例中,可通过将光引导到黑色吸收材料(例如黑色掩膜)上而丢弃镜面反射。在一些示例中,系统1601可包括位于位置1659和检测器像素1637之间的偏振器。偏振器可被配置为排除具有一个或多个偏振的光。

[0139] 在一些示例中,散射量可取决于样本中的散射物体的尺寸。因此,散射量和峰散射角可为波长的函数。例如,在1.5-2.5 $\mu\text{m}$ 下,从样本散射的较大百分比的光(例如大于30%)可具有40-60°之间的散射角。散射角可与位于样本中的一种或多种物质的尺寸相关。通过

将散射角与位于样本中的一种或多种物质的尺寸相关联,可识别和区分样本中的不同类型的物质。在一些示例中,系统1601可包括宽波长带(例如,大于1200nm光谱范围)防反射(AR)涂层,以便检测具有40-60°之间的散射角的光。在一些示例中,系统1601可包括一个或多个掩膜材料以限制由系统1601检测的散射角的范围。

[0140] 图17示出了根据本公开的示例的示例性系统的横截面视图,该系统被配置为确定位于样本内的一种或多种物质的浓度和类型。在一些示例中,一种或多种感兴趣的物质可在样本中具有比其他感兴趣的物质要低的浓度(例如,要低一个数量级以上)。在一些示例中,一种或多种物质的浓度可引起低SNR(即, $SNR < 10^{-4}$ 或 $10^{-5}$ )。样本1720可包括可测量一种或多种物质的一个或多个位置,诸如位置1757和位置1759。

[0141] 系统1700可靠近、接触、搁置或附接到样本1720上。在一些示例中,系统1700可为紧凑型便携式电子设备。由于对更小、更薄和更轻的、更具用户友好性且更为美观的设计的需求日益增加,因此紧凑型便携式电子设备可具有严格的尺寸要求。为了实现以上公开的示例的功能,系统1700可包括诸如光源1702、微光学器件单元1729、检测器阵列1730和控制器1740的部件。可通过以下方式消除一个或多个部件或光学器件:将这些功能集成到其他部件或光学器件中,以及将集成的部件放置成更靠近样本的表面或系统的边缘。

[0142] 光源1702可被配置为发射光1752。光源1702可为能够生成光的任何光源,包括但不限于灯、激光器、LED、OLED、EL光源、超发光二极管、超连续光源、基于光纤的光源、或者这些光源中一者或多者的组合。在一些示例中,光源1702能够发射单个波长的光。在一些示例中,光源1702能够发射多个波长的光。在一些示例中,光源1702可为能够生成SWIR标记的任何可调光源。光源1702可包括用于发射被引导在不同光圈处的多个光束(诸如光1752和光1753)的一个或多个部件,诸如输入区域1782和输入区域1791。输入区域1782和输入区域1791可靠近或接近样本1720或系统1700的边缘定位。系统1700还可包括一个或多个光圈,诸如输入区域1782、输入区域1791、输出区域1793和输出区域1795,并且每个光圈可包括一个或多个透明部件,包括但不限于窗口、光学快门和机械快门。

[0143] 光1752可穿过输入区域1782离开系统1700。光1752可透过样本1720,并且可入射到位置1757上。光1752可在位置1757处具有任何入射角,包括但不限于45°。在一些示例中,光1752可为准直光束。位置1757可包括感兴趣的物质的浓度。光1752在位置1757处可被部分吸收,并且可被部分反射为光1754。在一些示例中,光1754可由透射穿过样本的光形成。光1754可透过样本1720,并且可穿过输出区域1793进入系统1700。

[0144] 光1754可入射到微光学器件单元1729的微光学器件1723上。微光学器件单元1729可包括附接到基板的多个微光学器件,诸如微光学器件1723和1727。在一些示例中,微光学器件可为任何类型的透镜,并且可包括透镜中常规使用的任何类型的材料。在一些示例中,微光学器件单元1729中所包括的两个或更多个微光学器件可具有相同的光学特性和/或物理特性。本领域的技术人员将理解,相同的光学特性和相同的物理特性可包括导致15%的偏差的公差。光1754可透射穿过微光学器件1723,并且可入射到检测器阵列1730的检测器像素1733上。在一些示例中,微光学器件单元1729可耦接到一个或多个光圈。在一些示例中,微光学器件单元1729可耦接到图案化的光圈,诸如这样的光圈,其中相邻微光学器件之间的位置不透明以防止光混合。

[0145] 检测器像素1733可包括在检测器阵列1730中。检测器阵列1730可包括多个检测器

像素,诸如检测器像素1733和1737。在一些示例中,检测器阵列1730可为单像素检测器。在一些示例中,至少一个检测器像素可由检测器阵列1730中的其他检测器像素独立地控制。在一些示例中,至少一个检测器像素能够检测SWIR中的光。在一些示例中,至少一个检测器像素可为能够在2.2-2.7 $\mu\text{m}$ 之间操作的SWIR检测器。在一些示例中,至少一个检测器像素可为基于HgCdTe、InSb或InGaAs的检测器。在一些示例中,至少一个检测器像素能够检测入射光束的位置和/或角度。检测器像素1733可检测光1754,并且可生成指示光1754的特性的电信号。检测器阵列1730可将电信号传输到控制器1740,该控制器可处理和/或存储电信号。

[0146] 光源1702也可发射光1764以测量反射器1722的光学特性。反射器1722可包括能够部分地反射或反射较大百分比的光的任何类型的材料,诸如Ti、Co、Nb、W、NiCr、TiW、Cr、Al、Au和Ag。可基于光的波长、材料的类型和/或组成来确定反射器1722的厚度。在一些示例中,反射器1722的尺寸和形状可被配置为光1764的更大或相同的尺寸和/或形状。本领域的技术人员将理解,相同的尺寸和相同的形状可包括导致15%的偏差的公差。在一些示例中,反射器1722可被配置为反射大于75%的光。在一些示例中,反射器1722可被配置为反射大于90%的光。在一些示例中,反射器1722的尺寸和形状可使得没有或最少(例如,少于10%)量的光1764被允许透射穿过反射器1722,并且光1764被阻止透过样本1720。在一些示例中,反射器1722可被配置为以镜面反射的方式反射光1764。在一些示例中,反射器1722可为光谱中性阻挡器。在一些示例中,可通过在样本1720与基准(例如反射器1722)之间对光1764进行斩波而形成该基准。

[0147] 光1764可朝向光学器件1719反射离开反射器1722。光学器件1719可为被配置用于使入射光束散开的任何类型的光学器件。在一些示例中,光学器件1719可为负透镜,其可为具有负焦距的透镜。在一些示例中,光学器件1719可为棱镜。在一些示例中,光学器件1719可包括对于检测器阵列1730中所包括的每个检测器像素而言成角度的不同楔形棱镜。在一些示例中,系统1700可配置有分束器以便使入射光束散开。在一些示例中,光学器件1719可被配置为使光散开或分成多个光束,诸如光1766和1767。在一些示例中,光学器件1719可使光散开,使得每个光束被引导到检测器阵列1730中所包括的不同检测器像素。在一些示例中,光学器件1719可使光均匀散开,使得每个光束具有一种或多种相同的光学特性。本领域的技术人员将理解,相同的光学特性可包括导致15%的偏差的公差。在一些示例中,光学器件1719可使光束散开,使得至少两个光束的强度不同。在一些示例中,光学器件1719可包括多个光学器件或微光学器件。在一些示例中,光学器件1719的尺寸和/或尺寸可基于检测器像素的数量和/或离开光学器件1719的一个或多个光束的特性。在一些示例中,光圈可耦接到光学器件1719以控制离开光学器件1719的光的特性和/或引导离开光学器件1719的光。在一些示例中,光学器件1719或系统1700可被配置为使得反射离开样本1720的表面或系统1700的边缘的光反射回到系统中(即,尚未传播穿过样本1720的光)并且被阻止入射到光学器件1719上,但杂散光或背景光可入射到光学器件1719上。

[0148] 光1764可透射穿过光学器件1719而形成光1766。光1766可入射到检测器像素1733上。检测器像素1733可检测光1766,并且可生成指示光1766的特性的电信号。检测器阵列1730可将电信号传输到控制器1740,该控制器可处理和/或存储电信号。控制器1740可利用从光1754测量的信号信息来确定位置1757处的物质的反射率或浓度,并且可利用来自光1766的信号信息来确定反射器1722的特性。使用上面讨论的任何方法,控制器1740可处理

这两种信号信息以确定位置1757处的物质的浓度。

[0149] 与测量位置1757处的物质的浓度类似,可使用相同的部件来测量位置1759处的物质的浓度。光源1702可发射光1753,其可在输入区域1791处离开系统1700。光1753可入射到位置1759上,并且可作为光1755反射回到系统1700中。光1755可在输出区域1795处进入系统1700。光1755可入射到微光学器件单元1729中所包括的微光学器件1727上。光1755可透射穿过微光学器件1727,并且可入射到检测器阵列1730中所包括的检测器像素1737上。检测器像素1737可检测光1755,并且可生成指示光1755的特性的电信号。检测器阵列1730可将电信号传输到控制器1740,该控制器可处理和/或存储电信号。控制器1740可利用从光1755测量的信号信息来确定位置1759处的物质的反射率或浓度,并且可利用来自光1767的信号信息来确定反射器1722的特性。控制器1740可处理这两种信号信息以确定位于样本1720中的位置1759处的物质的浓度。在一些示例中,控制器1740可同时确定反射器1722(或入射到检测器像素1733上的光1766)和入射到检测器像素1737上的光1767的特性,而不需要单独的测量。控制器1740可测量位置1757和位置1759两者处的反射率、折射率、密度、浓度、散射系数、散射各向异性、吸光度或这些光学特性的组合,并且可对测量值求平均。尽管上面的附图和讨论涉及样本中的两个位置,但是本公开的示例可包括任何数量的位置并且不限于一个或两个位置。

[0150] 如图所示,系统1700可包括多个光圈和多个检测器像素,其中每个微光学器件可耦接到检测器像素。每个微光学器件-检测器像素对可与样本中的位置相关联。在一些示例中,该关联可为一个微光学器件-检测器像素对与样本中的一个位置的关联。例如,微光学器件1723和检测器像素1733可与位置1757相关联。微光学器件1727和检测器像素1737可与位置1759相关联。由于控制器1750可将检测器像素1733和检测器像素1737与样本内的不同位置(例如,位置1757和位置1759)相关联,因此控制器1750可针对样本1720中的不同位置确定和定位物质的不同浓度。

[0151] 图18示出了根据本公开的示例的示例性系统的顶视图,该系统被配置为测量位于样本内的一种或多种物质。系统1800可靠近、接触、搁置或附接到样本上。系统1800可被分割成多个单元1899。每个单元1899可包括一个或多个反射器1822和多个光圈1882。反射器1822可包括能够至少部分地反射光的任何类型的材料。在一些示例中,反射器1822可能从顶视图看不见,但可放置在如图所指示的相同位置中。

[0152] 所述多个光圈1882中的一个或多个可被配置为允许光进入或离开系统1800的顶表面。诸如光源、透镜、微透镜、检测器像素或检测器阵列的一个或多个光学部件可位于所述多个光圈1882中的一个或多个的附近、下方或上方。在一些示例中,光圈1882和/或反射器1822可为圆形形状或者可为金属点。在一些示例中,光圈1882和反射器1822可由间隙或光学隔离材料分开以防止光混合。尽管该图示出了所述多个光圈1882以列和行格式布置且反射器1822位于单元1899的一侧上,但所述多个光圈1882可以以任何方式布置。例如,反射器1822可位于中心并且可与周围的光圈1882和对应的部件相关联。在一些示例中,反射器1822可与位于相同单元1899中的那些光学部件相关联。例如,来自反射器1822的基准测量可通过负透镜(或棱镜或分束器)分布到相同单元1899中的光学部件。在一些示例中,每个输入或输出区域1882可与透镜或微透镜相关联。输入或输出区域1882或者透镜或者两者的尺寸和/或形状可基于检测器阵列中相关联的检测器像素的位置。在一些示例中,每个输入

或输出区域1882可与样本表面下方的深度和/或入射光的入射角相关联。

[0153] 在一些示例中,由于小光圈的尺寸小,以上公开的任何系统可包括10-100个光圈和反射器。例如,每个光圈可具有100-900 $\mu\text{m}$ 的直径,并且每个单元可具有约5mm的长度(或宽度)。由于具有大量的光圈和反射器,系统可测量样本内的多个位置。在一些示例中,多个光圈可被配置为测量具有相同深度的位置,并且控制器可具有足够用于求平均的数量的值,以考虑可沿着样本内的不同位置存在的不均匀性。本领域的技术人员将理解,相同的深度可包括导致15%的偏差的公差。在一些示例中,多个光圈可被配置为测量具有不同深度的位置,并且该系统可考虑可沿着样本的深度存在的不均匀性。在一些示例中,第一组光圈可被配置为测量第一物质,并且第二组光圈可被配置为测量不同于第一物质的第二物质。

[0154] 图19示出了根据本公开的示例的示例性系统的顶视图,该系统被配置为测量位于样本内的一种或多种物质的浓度和类型。系统1900可靠近、接触、搁置或附接到样本上。系统1900可被分割成多个单元1999。每个单元1999可包括一个或多个反射器1922和多个输入或输出区域1982。反射器1922可包括能够至少部分地反射光的任何类型的材料。在一些示例中,反射器1922可能从顶视图看不见,但可放置在如图所指示的相同位置中。本领域的技术人员将理解,相同的位置可包括导致15%的偏差的公差。

[0155] 所述多个输入或输出区域1982中的一个或多个可被配置为允许光进入或离开系统1900的顶表面。诸如光源、透镜、微透镜、检测器或检测器阵列的一个或多个光学部件可位于所述多个输入或输出区域1982中的一个或多个的附近、下方或上方。系统1900可具有与系统1800相同的部件,但被布置为正方形网格。在一些示例中,输入或输出区域1982和反射器1922可由间隙或光学隔离材料分开以防止光混合。在一些示例中,反射器1922可与相同单元1999内的输入或输出区域1982和对应的光学部件相关联。

[0156] 尽管以上描述和示出的一些示例是分开讨论的,但本领域技术人员将理解,一个或多个示例可被组合和包括到单个系统和/或方法中。例如,尽管系统1500(图15中示出)包括光阻器1592并且系统1600(图16A至图16B中示出)包括光圈1686,但这两个示例可被组合和包括在单个系统中。

[0157] 例如可通过存储于存储器中并由处理器或控制器执行的固件来执行上文所述的功能中的一个或多个功能。该固件也可以存储和/或输送于任何非暂态计算机可读存储介质内,以供指令执行系统、装置或设备诸如基于计算机的系统、包括处理器的系统或可以从指令执行系统、装置或设备获取指令并执行指令的其他系统使用或与其结合。在本文档的上下文中,“非暂态计算机可读存储介质”可以是可包含或存储程序以供指令执行系统、装置和设备使用或与其结合的任何介质(不包括信号)。非暂态计算机可读存储介质可包括但不限于电子、磁性、光学、电磁、红外或半导体系统、装置或设备,便携式计算机磁盘(磁性)、随机存取存储器(RAM)(磁性)、只读存储器(ROM)(磁性)、可擦除可编程只读存储器(EPROM)(磁性)、便携式光盘(诸如,CD、CD-R、CD-RW、DVD、DVD-R或DVD-RW)、或闪存存储器(诸如,紧凑型闪存卡、安全数字卡)、USB存储器设备、记忆棒等。在本文的上下文中,“传输介质”可以是可传送、传播或传输程序以供指令执行系统、装置和设备使用或与其结合的任何介质。传输可读介质可包括但不限于电子、磁性、光学、电磁或红外有线或无线传播介质。

[0158] 如上所述,本公开的示例可包括在采样界面处测量样本中的物质的浓度。在一些示例中,该样本可包括用户的至少一部分,其中可使用附加信息来改善测量的信息、分析或

用户可能感兴趣的任何其他内容的传送。在一些示例中,测量的信息、分析或其他内容可包括个人信息,诸如可唯一地识别用户(例如,可用于联系或定位用户)的信息。在一些示例中,个人信息可包括地理信息、人口统计信息、电话号码、电子邮件地址、邮寄地址、家庭地址或其他识别信息。可出于用户的利益来使用此类个人信息。例如,可使用该个人信息向用户传送测量的信息、分析和其他内容。个人信息的使用可包括但不限于,实现测量的信息的及时和受控传送。

[0159] 本公开还考虑到,可测量、收集、分析、公开、传输和/或存储个人信息的实体将遵守完善的隐私政策和/或惯例。这些隐私政策和/或惯例可被公认为符合(或超过)行业或政府对私人和安全个人信息的要求,并且应当实施并始终如一地使用。例如,个人信息应当为了合法和合理的目的(例如,向用户传送测量的信息)而收集,并且不应当在这些目的之外共享(例如,出售)。此外,收集个人信息应当仅在收到用户知情同意之后进行。为遵守隐私政策和/或惯例,实体应当采取对外部访问个人信息加以防护和保护所需的任何步骤。在一些示例中,实体可使自身接受第三方评估以证实实体正遵守完善的、公认的隐私政策和/或惯例。

[0160] 在一些示例中,用户可选择性地阻止或限制对个人信息的访问和/或使用。测量系统可包括一个或多个硬件部件和/或一个或多个软件应用程序,以允许用户选择性地阻止或限制对个人信息的访问和/或使用。例如,测量系统可被配置为在注册期间收集个人信息时允许用户“选择加入”或“选择退出”广告传送服务。在一些示例中,用户可选择要提供哪些信息(例如,地理位置)以及要排除哪些信息(例如,电话号码)。

[0161] 尽管本公开的示例可包括使用用户的个人信息来测量物质的浓度的系统和方法,但是本公开的示例还能够在不使用用户的个人信息的情况下实现一个或多个功能和操作。缺少全部或部分个人信息可能不会使系统和方法不能操作。在一些示例中,可基于非用户特定的个人(例如,公开可用)信息来选择内容和/或向用户传送内容。

[0162] 在一些示例中,公开了一种用于在采样界面处测量样本中的物质的浓度的系统。该系统可包括:被配置为发射包括一个或多个波长的第一光的光源;一个或多个光学器件;被配置为调制第一光的至少一部分的一个或多个调制器,所述一个或多个调制器位于所述一个或多个光学器件与采样界面之间;包括一种或多种光谱特性的基准;被配置为检测第一光的所述至少一部分的第一检测器;以及被配置为执行如下操作的逻辑:向光源发送一个或多个第一信号,并从第一检测器接收一个或多个第二信号。除上面所公开的一个或多个示例之外或另选地,在一些示例中,所述一个或多个调制器包括位于光源和采样界面或基准之间的光学斩波器。除上面所公开的一个或多个示例之外或另选地,在一些示例中,基准是中性密度滤光器、消隐衰减器和反射器中的至少一种。除上面所公开的一个或多个示例之外或另选地,在一些示例中,基准是由钛(Ti)、钴(Co)、铌(Nb)、钨(W)、镍铬(NiCr)、钛钨(TiW)、铬(Cr)、铝(Al)、金(Au)和银(Ag)中的至少一种制成的反射器。除上面所公开的一个或多个示例之外或另选地,在一些示例中,基准是被配置为具有的尺寸大于或等于从光源发射的第一光的尺寸尺寸的反射器。除上面所公开的一个或多个示例之外或另选地,在一些示例中,基准是包括金属点的反射器。除上面所公开的一个或多个示例之外或另选地,在一些示例中,基准是镜面反射器。除上面所公开的一个或多个示例之外或另选地,在一些示例中,基准是反射器并且第一光的一部分入射到反射器上。除上面所公开的一个或多个示例

之外或另选地,在一些示例中,系统还包括滤光器,该滤光器包括声光可调滤光器(AOTF)、角度可调窄带通滤光器或多个子滤光器,每个子滤光器具有不同的光谱范围,位于光源和分束器之间,该滤光器被配置为从光源发射的第一光的一个或多个波长选择一个或多个离散波长。除上面所公开的一个或多个示例之外或另选地,在一些示例中,系统的边缘位于样本-系统界面处,并且进一步地,其中所述一个或多个光学器件包括硅物镜,该硅物镜被配置为在样本-系统界面处收集第一光的至少一部分的反射。除上面所公开的一个或多个示例之外或另选地,在一些示例中,第一检测器包括多个检测器像素,并且进一步地,其中所述一个或多个光学器件包括如下光学器件:该光学器件被配置用于将第一光的一部分分布到所述多个检测器像素中的一个或多个检测器像素。除上面所公开的一个或多个示例之外或另选地,在一些示例中,第一光学器件是负透镜、棱镜和分束器中的至少一种。除上面所公开的一个或多个示例之外或另选地,在一些示例中,分布第一光的该部分包括将第一光的该部分分成多个光束,每个光束被引导到一组多个检测器像素中所包括的不同检测器像素。除上面所公开的一个或多个示例之外或另选地,在一些示例中,该组多个检测器像素中的每个检测器像素与样本中的不同位置相关联,每个位置在样本内具有相同的路径长度。除上面所公开的一个或多个示例之外或另选地,在一些示例中,该组多个检测器像素中所包括的每个检测器像素与样本中的不同路径长度相关联。除上面所公开的一个或多个示例之外或另选地,在一些示例中,分布第一光的一部分包括将第一光的该部分分成多个光束,多个光束中的至少一个光束被配置为具有与多个光束中的另一个光束相同的一种或多种特性。除上面所公开的一个或多个示例之外或另选地,在一些示例中,所述一个或多个光学器件包括微光学器件单元,该微光学器件单元包括多个微透镜。除上面所公开的一个或多个示例之外或另选地,在一些示例中,样本包括多个位置,并且进一步地,其中第一检测器包括多个检测器像素,每个检测器像素与所述多个微光学器件之一和所述多个位置之一相关联。除上面所公开的一个或多个示例之外或另选地,在一些示例中,第一检测器被配置为测量1.4-2.7 $\mu\text{m}$ 的至少一部分中的短波红外(SWIR)。除上面所公开的一个或多个示例之外或另选地,在一些示例中,第一检测器被配置为测量2.2-2.7 $\mu\text{m}$ 的至少一部分中的短波红外(SWIR)。除上面所公开的一个或多个示例之外或另选地,在一些示例中,第一检测器是基于HgCdTe、InSb或InGaAs的检测器。除上面所公开的一个或多个示例之外或另选地,在一些示例中,系统还包括能够吸收或阻挡从系统边缘反射的光的光阻材料。除上面所公开的一个或多个示例之外或另选地,在一些示例中,该逻辑还被配置为:确定接收到的一个或多个第二信号是否匹配物质的光谱指纹;并根据光谱指纹的匹配来确定采样界面处物质的浓度。除上面所公开的一个或多个示例之外或另选地,在一些示例中,所述一个或多个光学器件包括分束器,该分束器被配置为将从光源发射的第一光的至少一部分分成包括至少第二光和第三光的多个光束。除上面所公开的一个或多个示例之外或另选地,在一些示例中,系统还包括第二检测器,该第二检测器被配置为检测第三光的第一偏振,其中第一检测器被配置为检测第二光的第二偏振,该第二偏振不同于第一偏振。

[0163] 在一些示例中,公开了一种用于投影第一图像的系统。该系统包括:一个或多个光学器件,所述一个或多个光学器件被配置为将位于第一平面上的第一图像再成像为位于与第一平面不同的第二平面上的第二图像,所述一个或多个光学器件中的至少一个光学器件产生位于第一平面和第二平面之间的中间焦点平面,其中第一图像包括多个浓度值。除上

面所公开的一个或多个示例之外或另选地,在一些示例中,第二图像包括第一图像的放大。除上面所公开的一个或多个示例之外或另选地,在一些示例中,所述一个或多个光学器件能够选择具有与预定路径长度相同的路径长度或者在预定路径长度范围内的第一光,并且拒绝路径长度与预定路径长度不同或者在预定路径长度范围之外的第二光。除上面所公开的一个或多个示例之外或另选地,在一些示例中,该系统还包括光圈,该光圈包括一个或多个光圈,每个光圈被配置为选择第四光并且拒绝第五光。除上面所公开的一个或多个示例之外或另选地,在一些示例中,该光圈包括不同尺寸的至少两个光圈。

[0164] 在一些示例中,一种用于在采样界面处测量样本中的物质的浓度的方法,该方法包括:在校准阶段期间:去激活光源和调制器,通过用检测器检测暗电流或杂散光或两者的量来确定电平,并且将零电平设定为等于该电平;以及在测量阶段期间:在采样界面的相同位置中测量吸光度、反射率或透射率值以确定光学值;测量基准中的吸光度、反射率或透射率值以确定基准光学值,并且将光学值除以基准光学值以获得采样点,重复光学值的确定和基准光学值的确定以获得多个采样点,并且对所述多个采样点求平均以确定采样界面处的物质的浓度,其中连续测量阶段内的多个采样点的数量小于100。除上面所公开的一个或多个示例之外或另选地,在一些示例中,多个采样点的数量小于或等于10。除上面所公开的一个或多个示例之外或另选地,在一些示例中,该方法还包括多个帧,每个帧包括一个校准阶段和一个测量阶段,并且其中确定采样界面处的物质的浓度包括对来自所述多个帧中的至少两个帧的所述多个采样点求平均。除上面所公开的一个或多个示例之外或另选地,在一些示例中,测量阶段的持续时间基于激光器和检测器中至少一者的稳定性。除上面所公开的一个或多个示例之外或另选地,在一些示例中,测量阶段的持续时间小于60秒。除上面所公开的一个或多个示例之外或另选地,在一些示例中,该方法能够考虑来自光源和检测器两者的零点漂移和增益漂移。除上面所公开的一个或多个示例之外或另选地,在一些示例中,该方法能够去除杂散光。除上面所公开的一个或多个示例之外或另选地,在一些示例中,确定基准光学值包括调制样本与基准之间的光。除上面所公开的一个或多个示例之外或另选地,在一些示例中,测量阶段包括多个光学值和多个基准光学值,并且进一步地,其中所述多个光学值和所述多个基准光学值在测量阶段内的不同时间测量。

[0165] 虽然参照附图对公开的示例进行了全面的描述,但应注意,各种变化和修改对于本领域内的技术人员而言将变得显而易见。应当理解,此类变化和修改被认为包括在由所附权利要求所限定的所公开的示例的范围内。

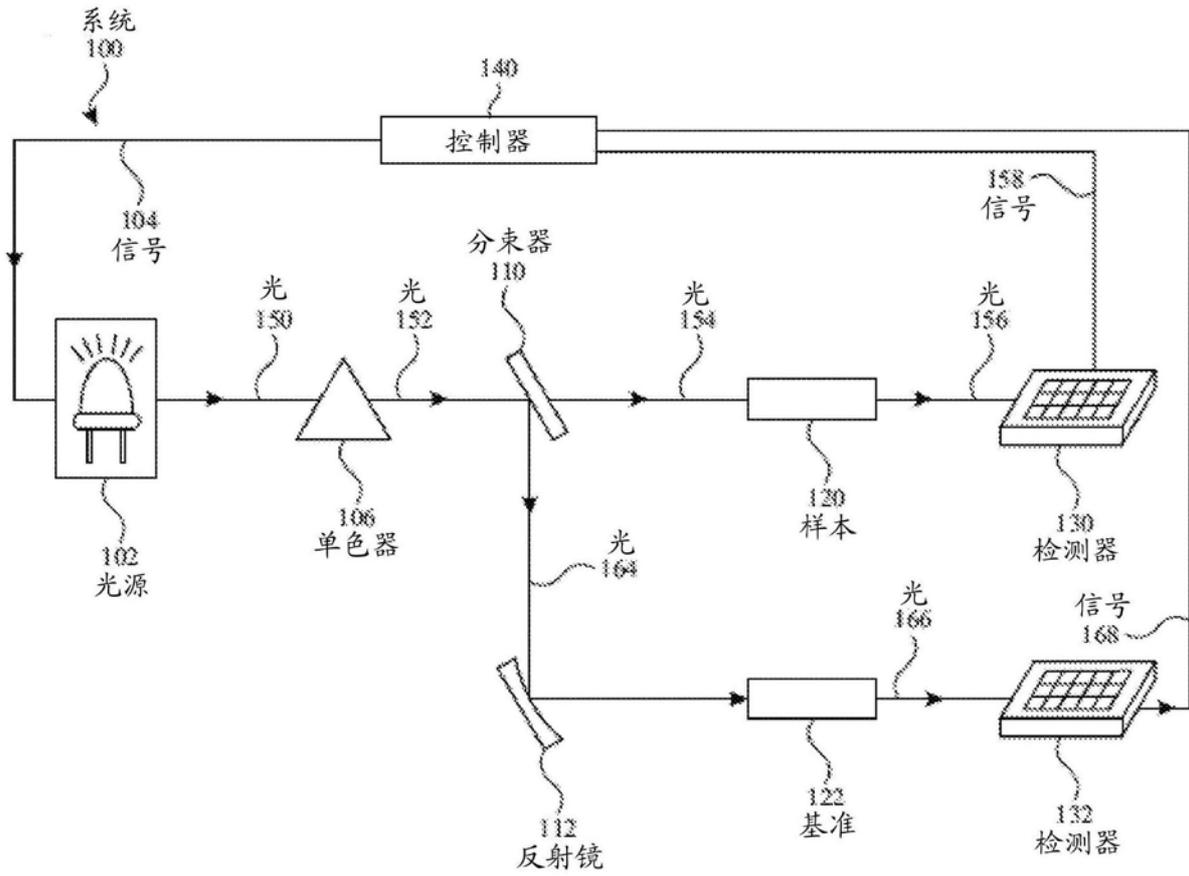


图1

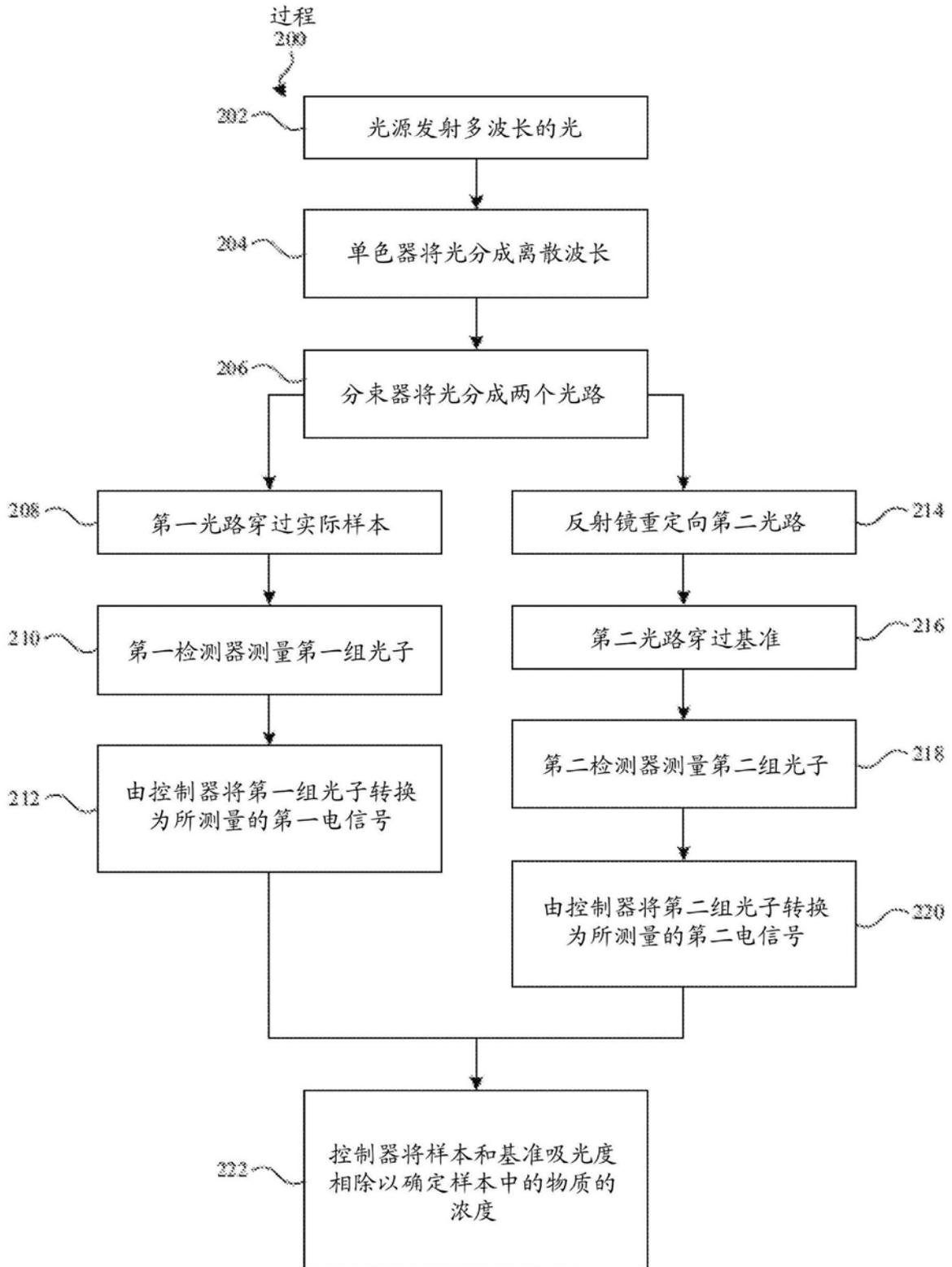


图2

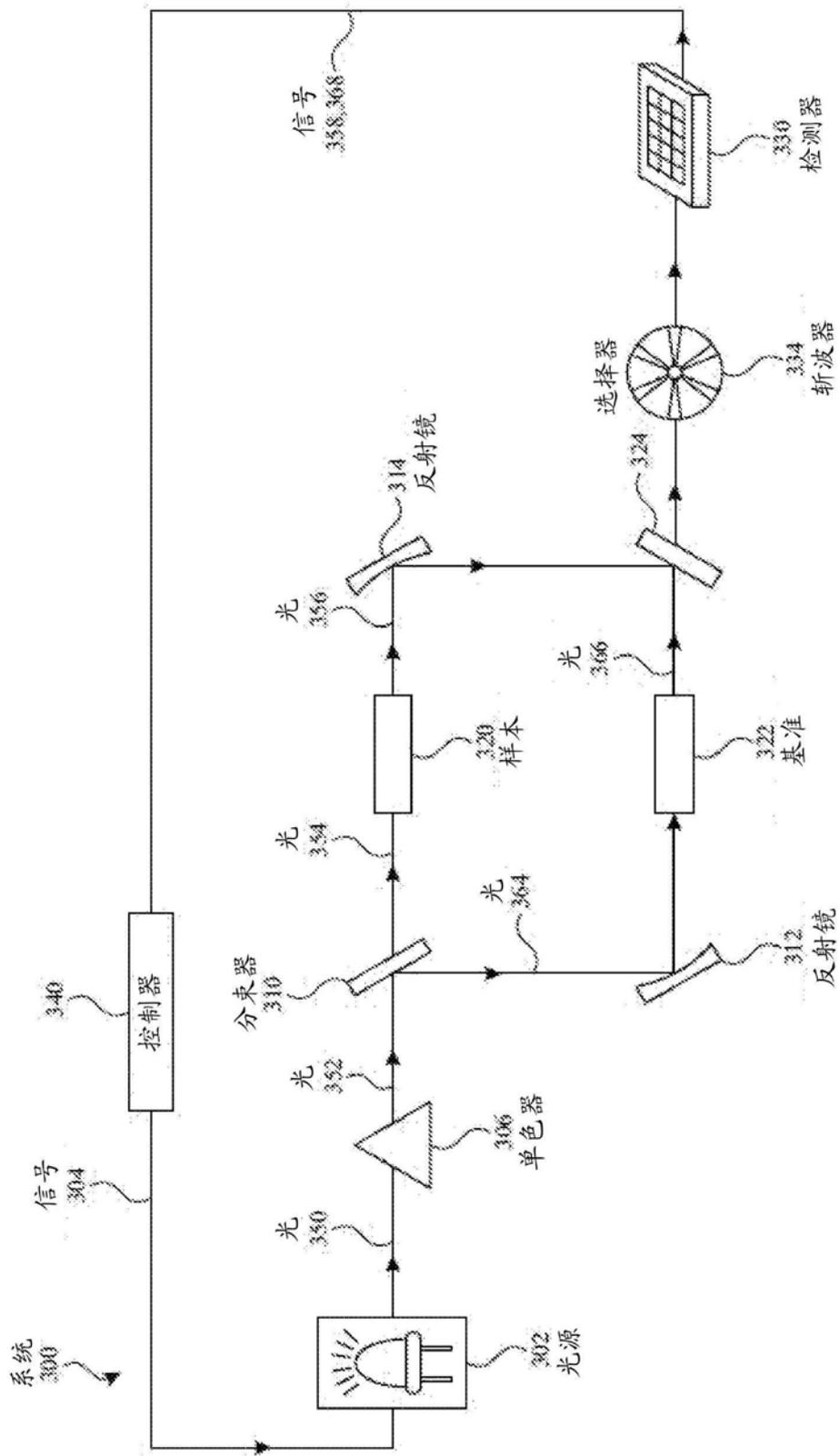


图3

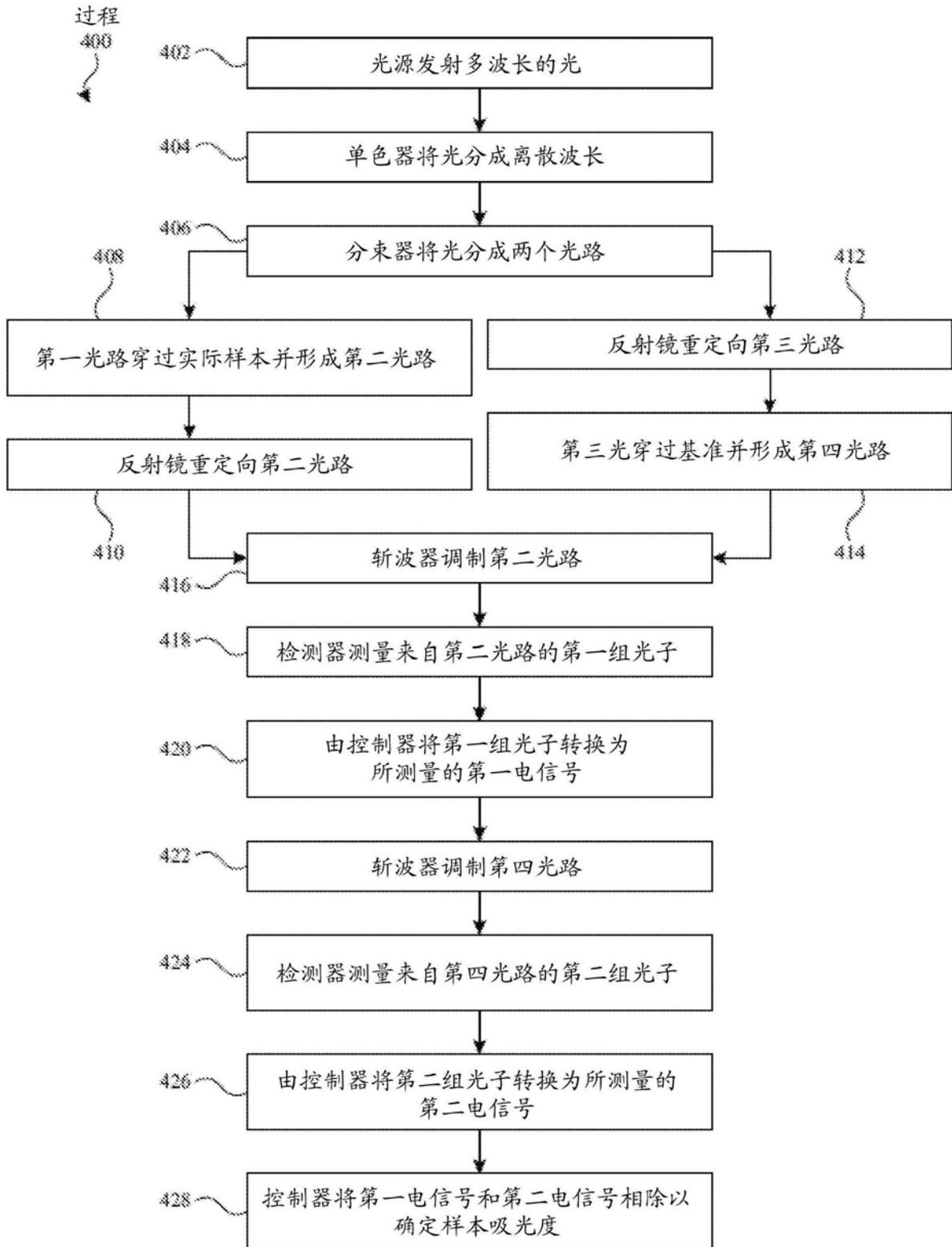


图4

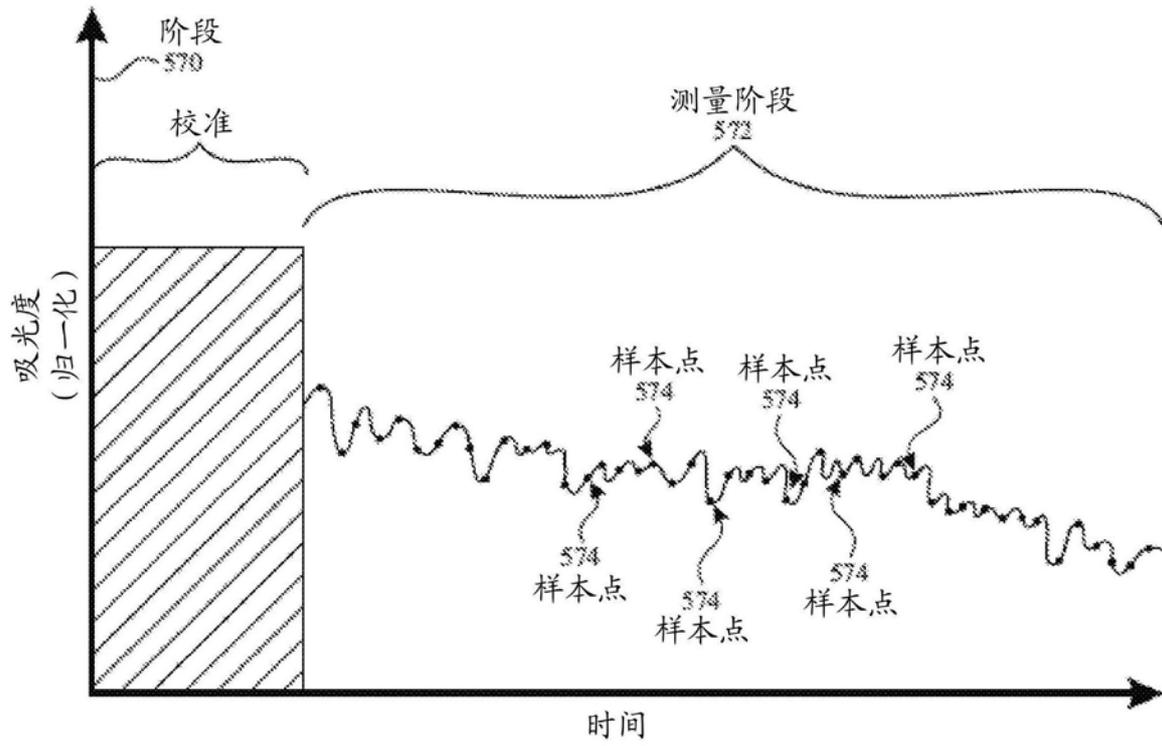


图5

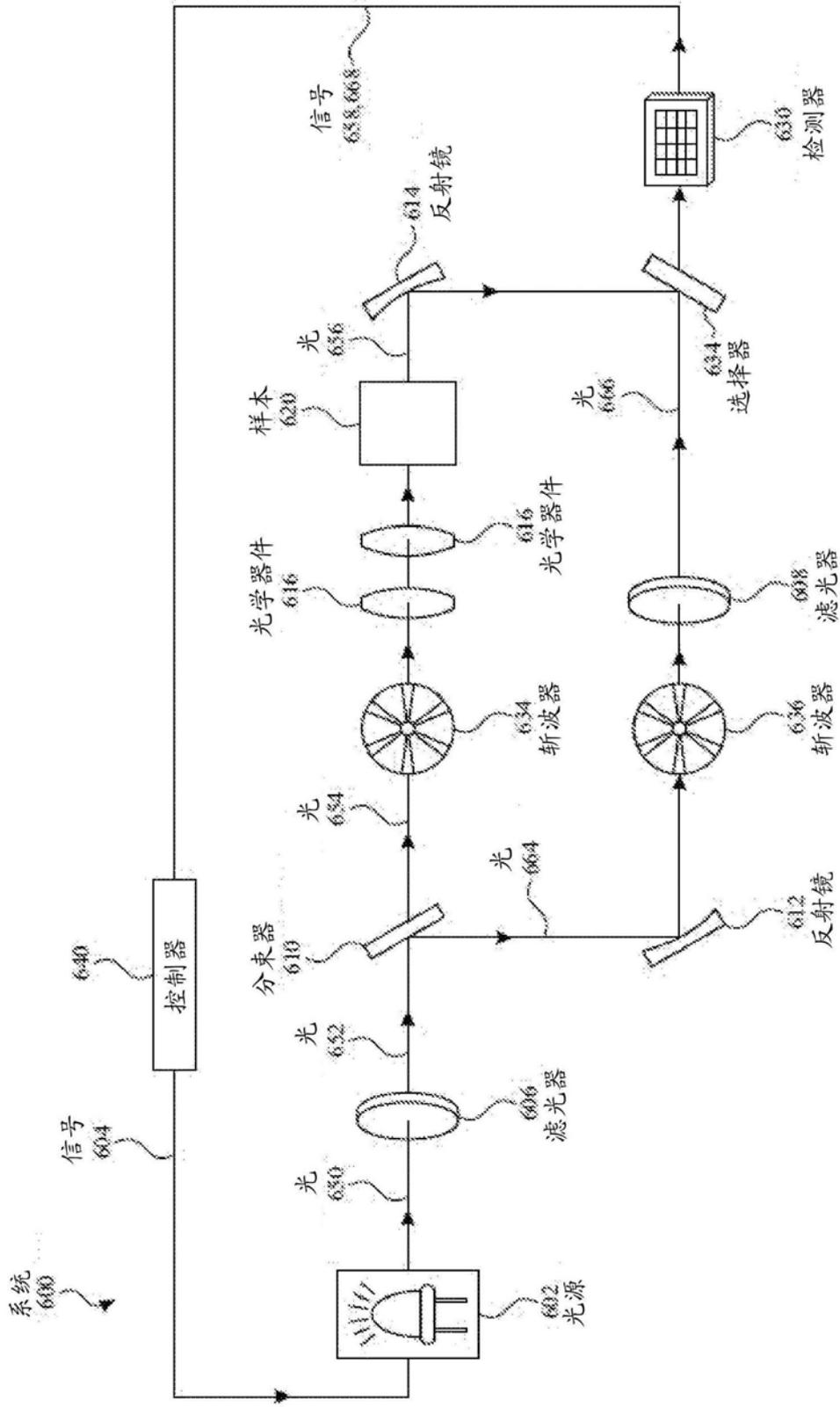


图6

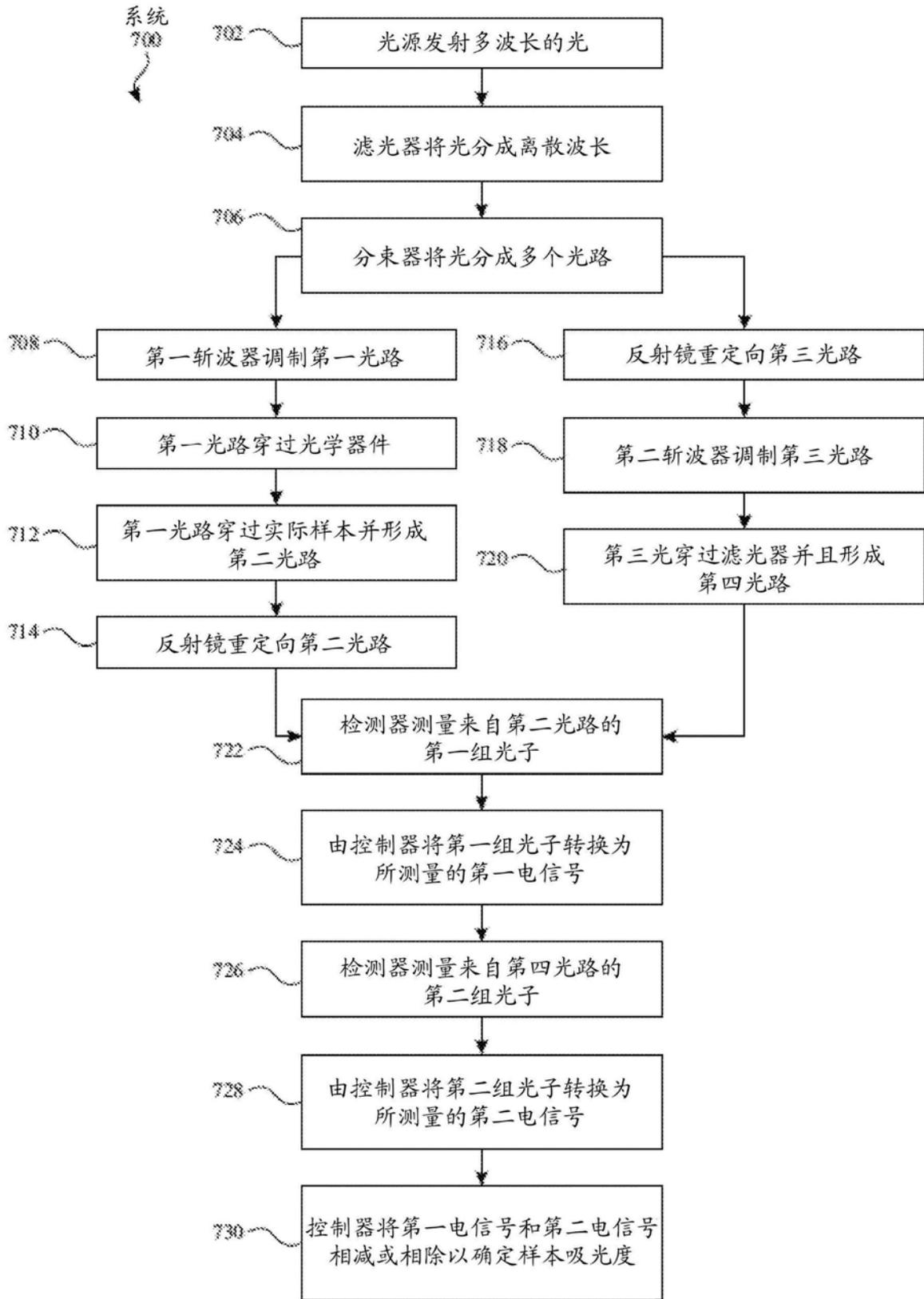


图7

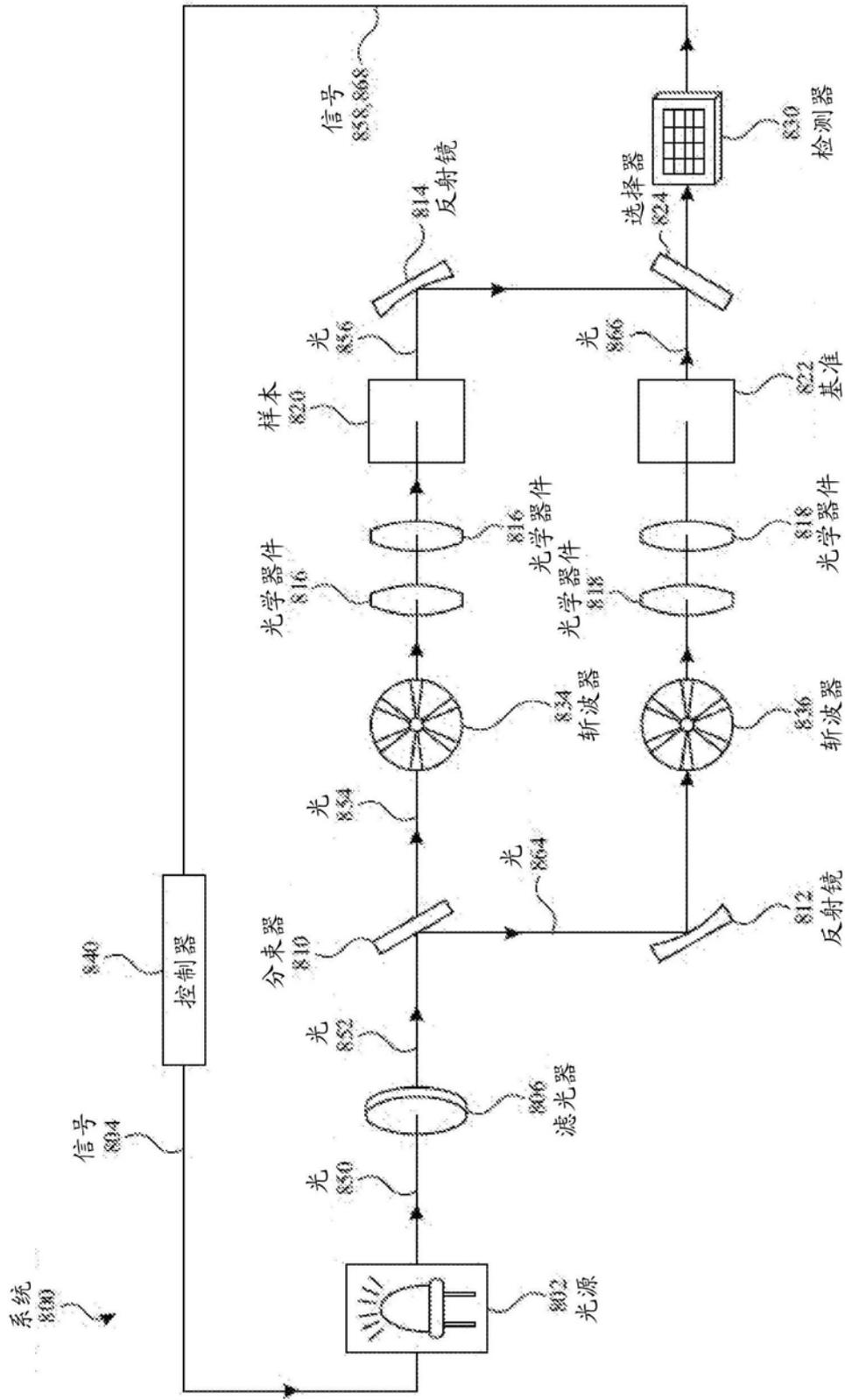


图8

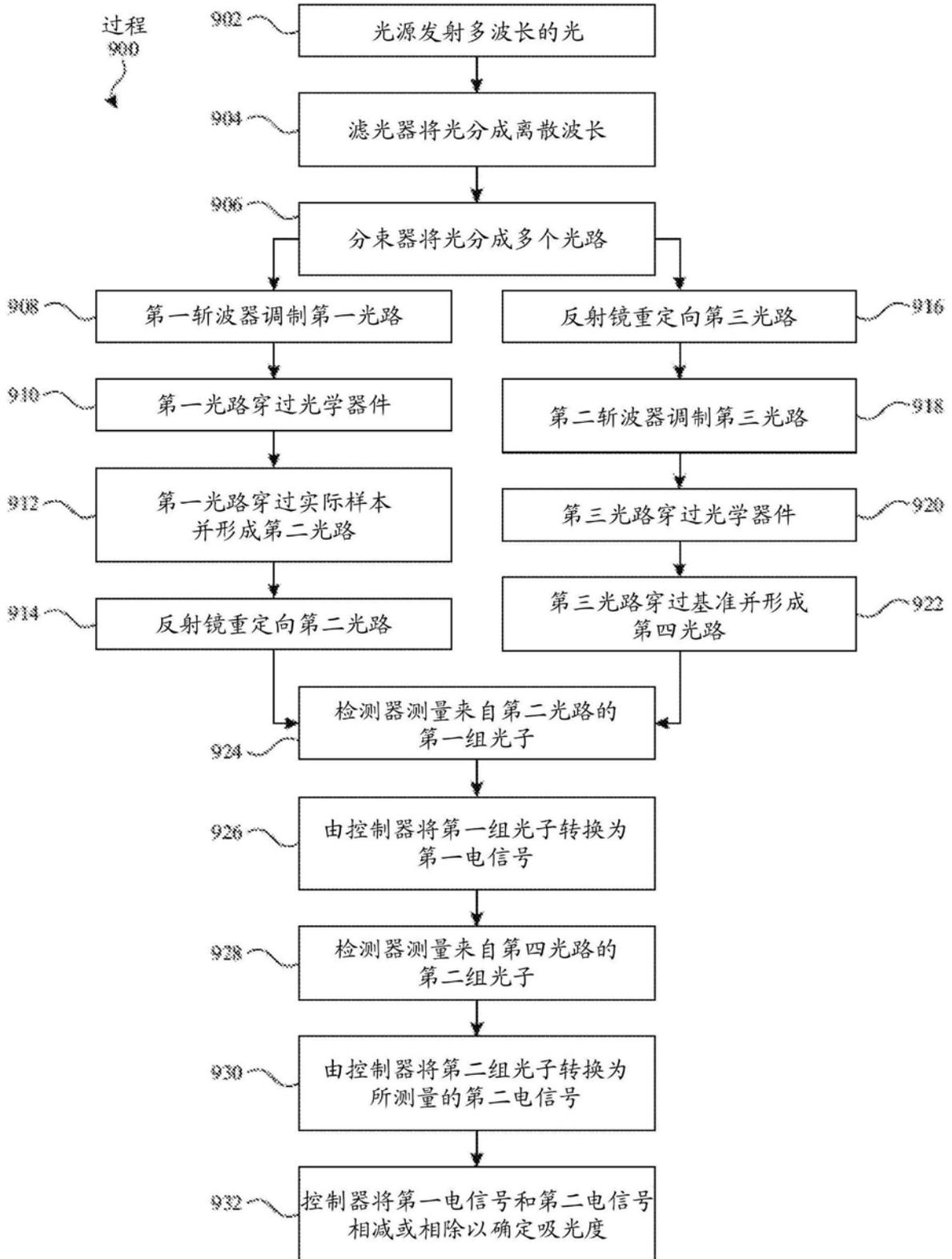


图9

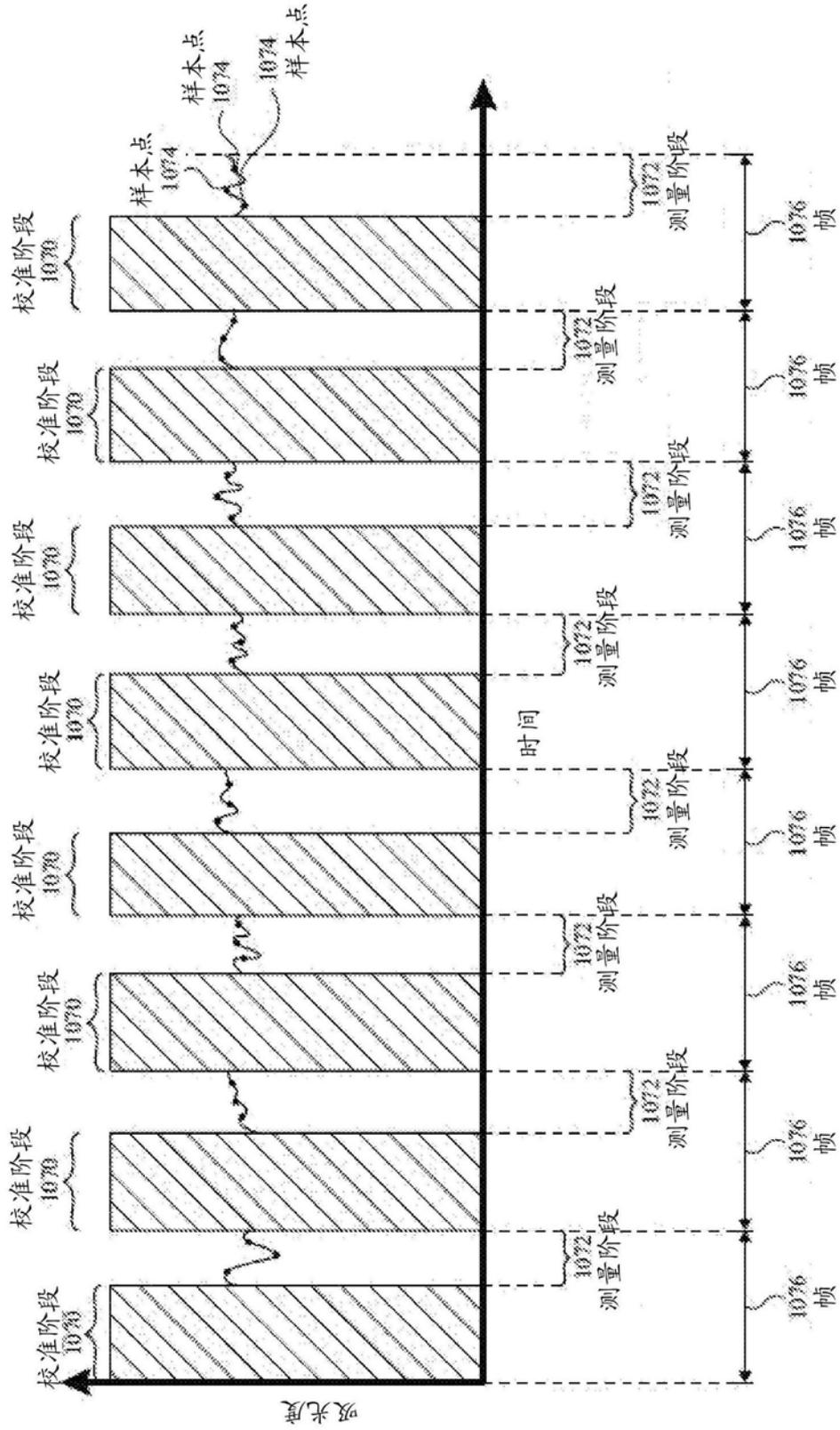


图10A

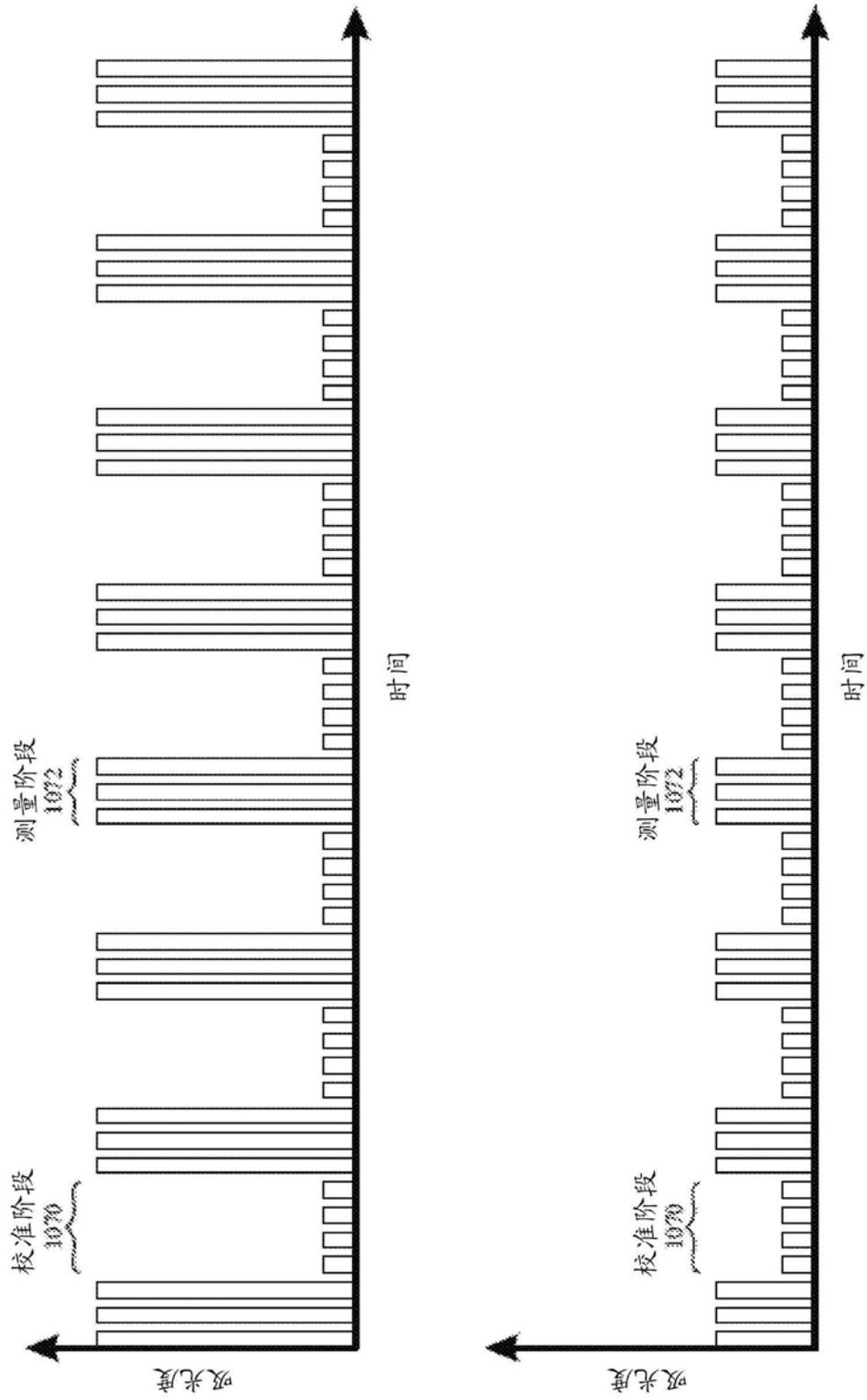


图10B

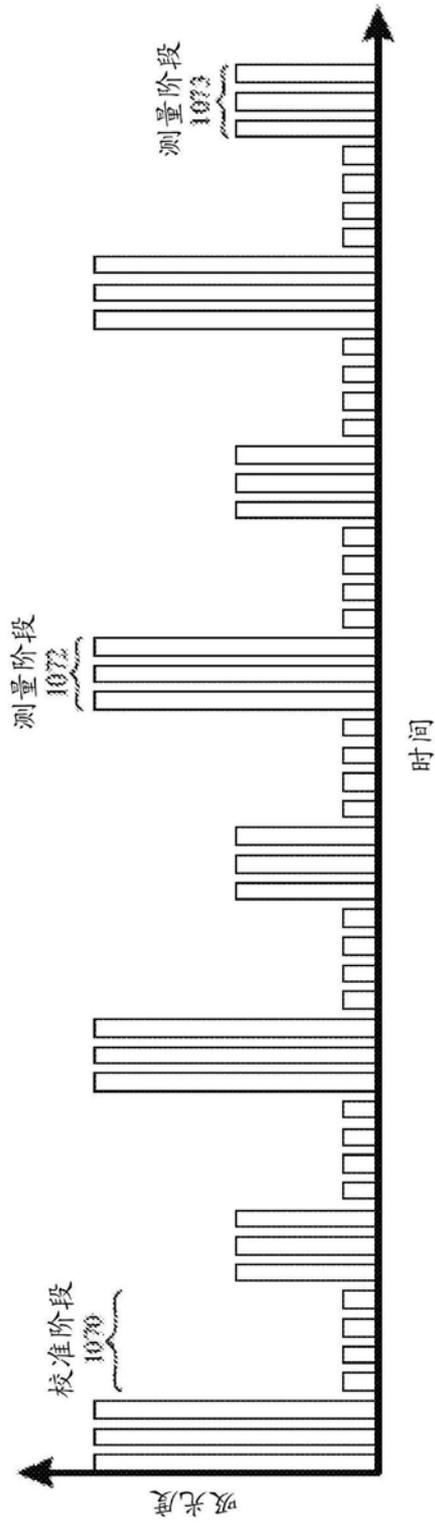


图10C

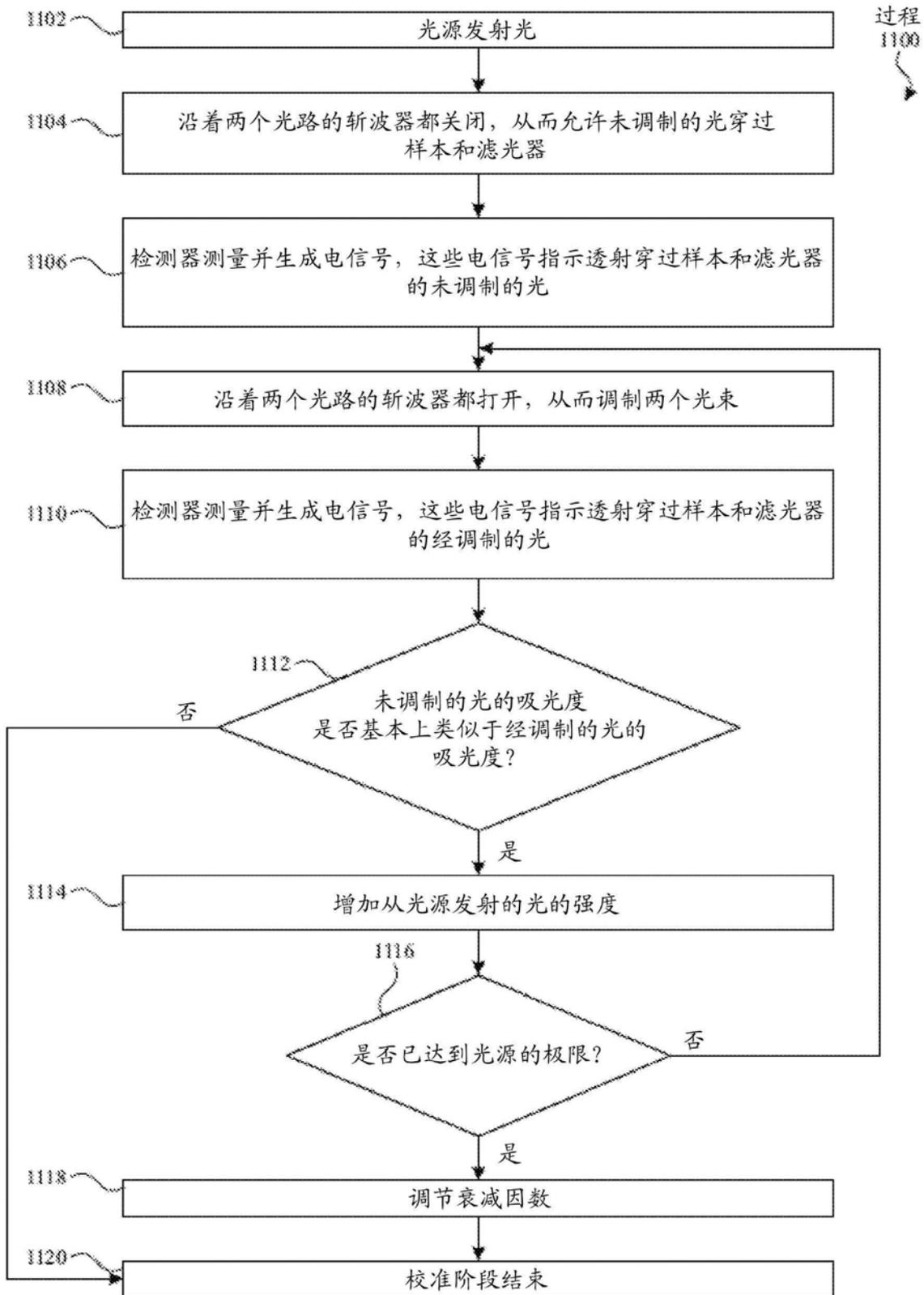


图11

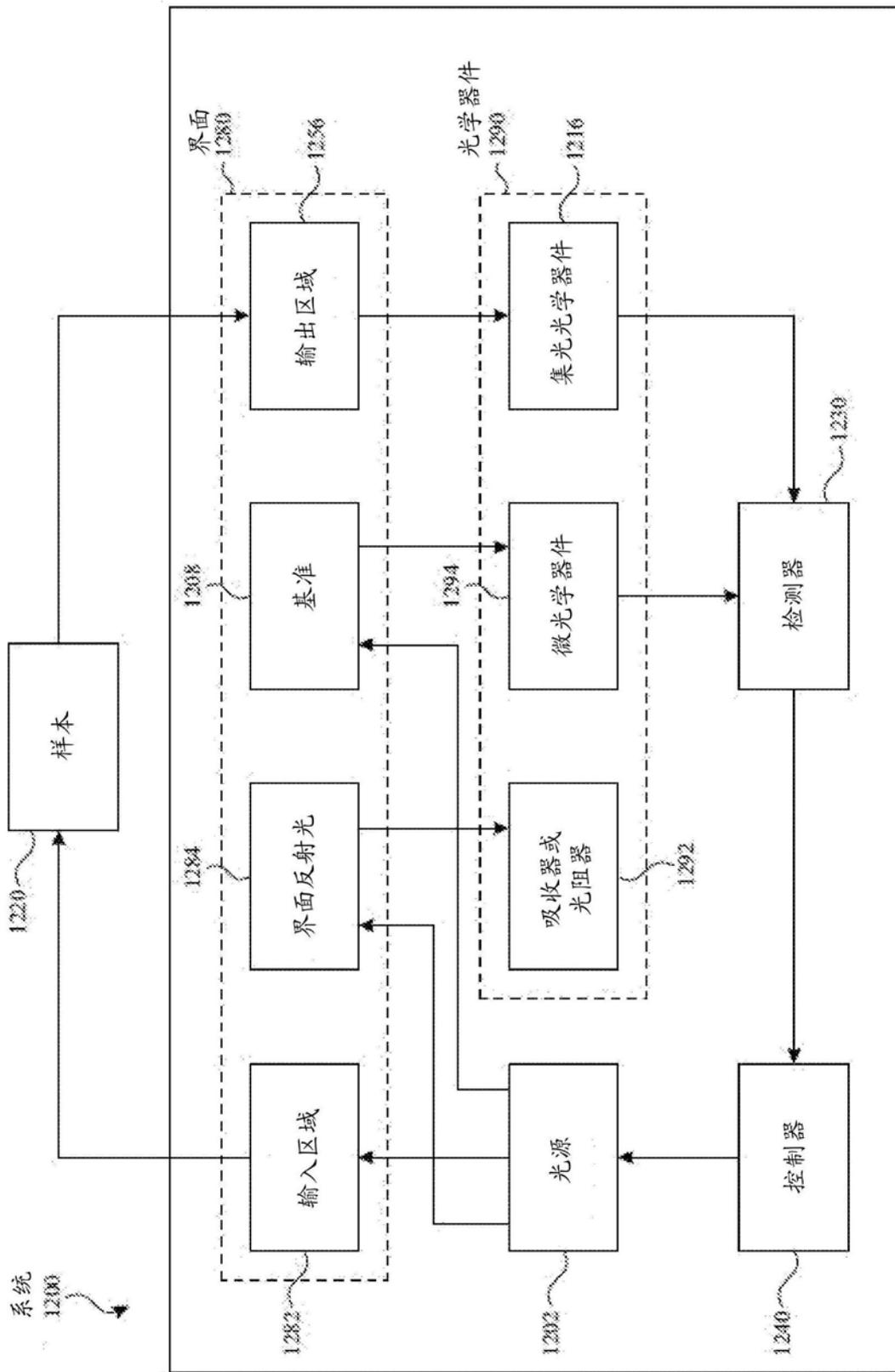


图12

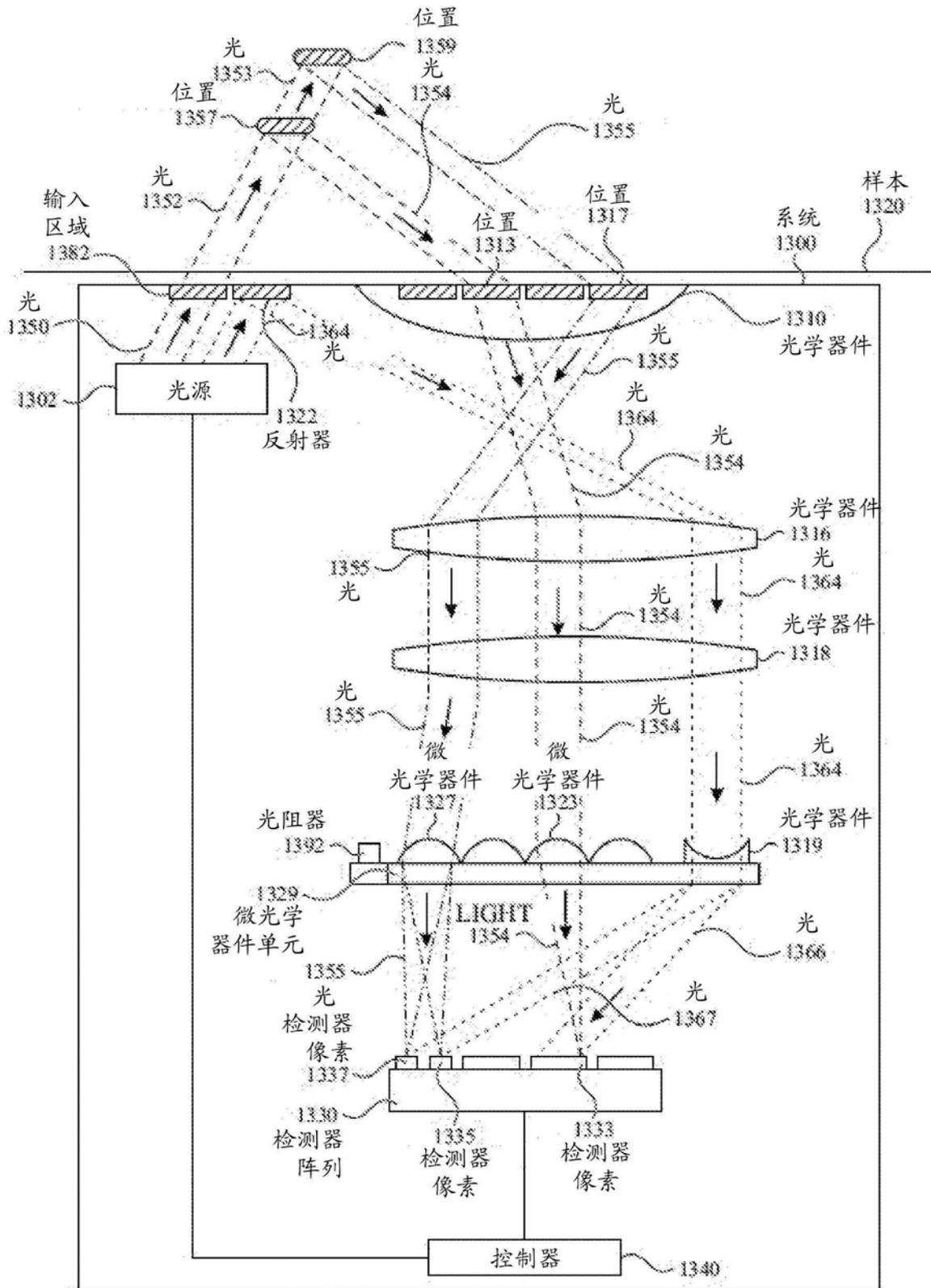


图13

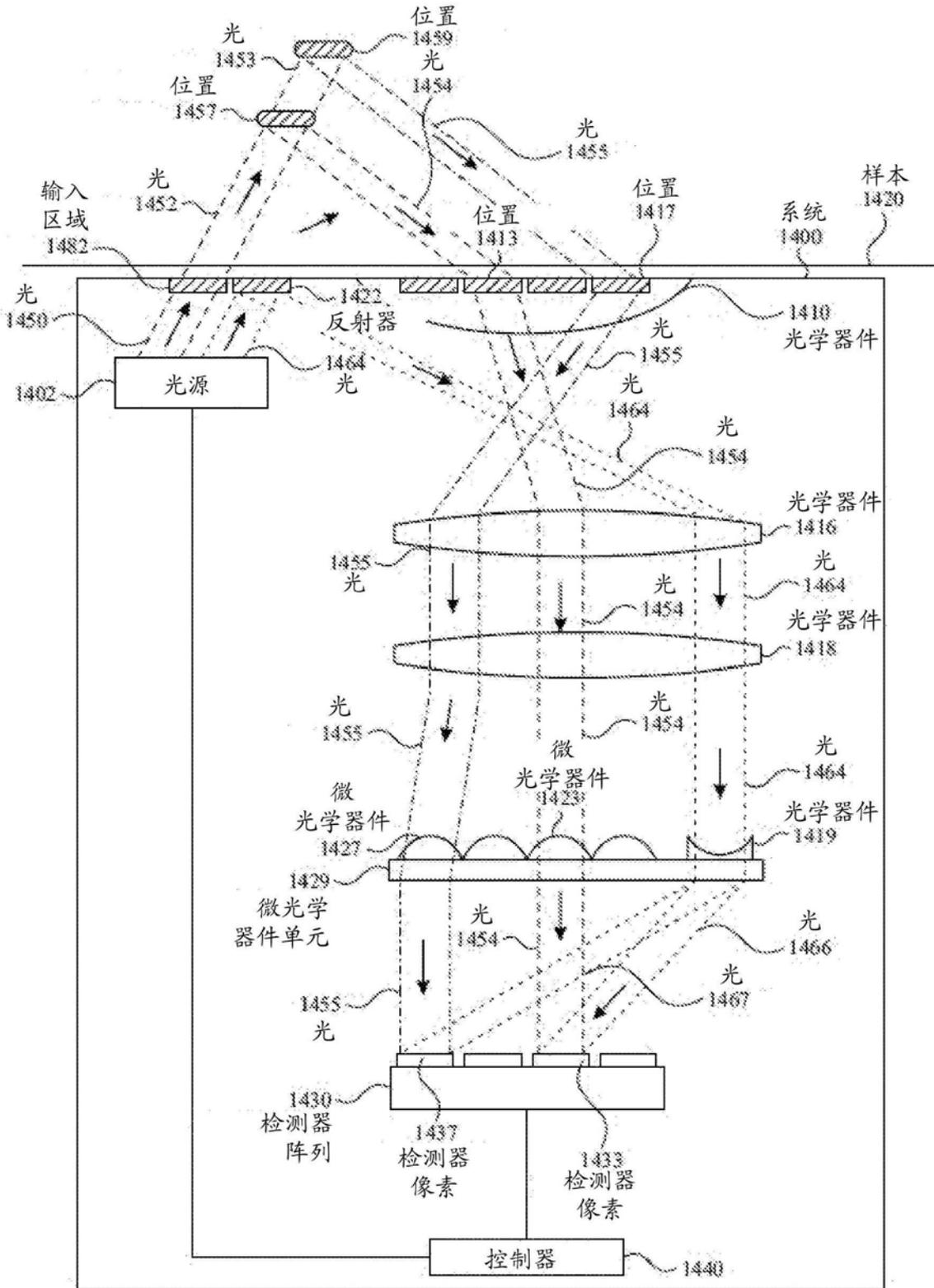


图14A

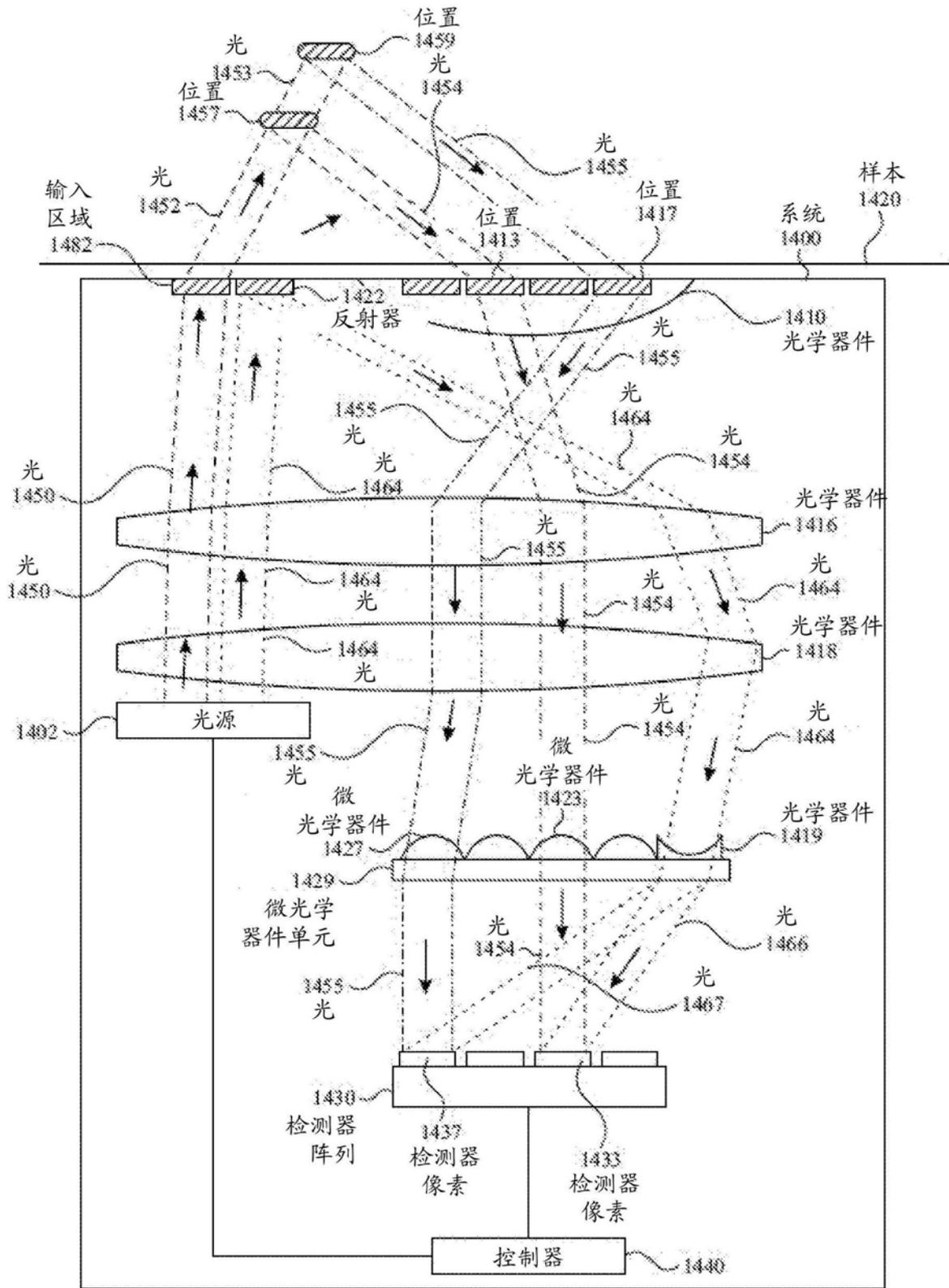


图14B

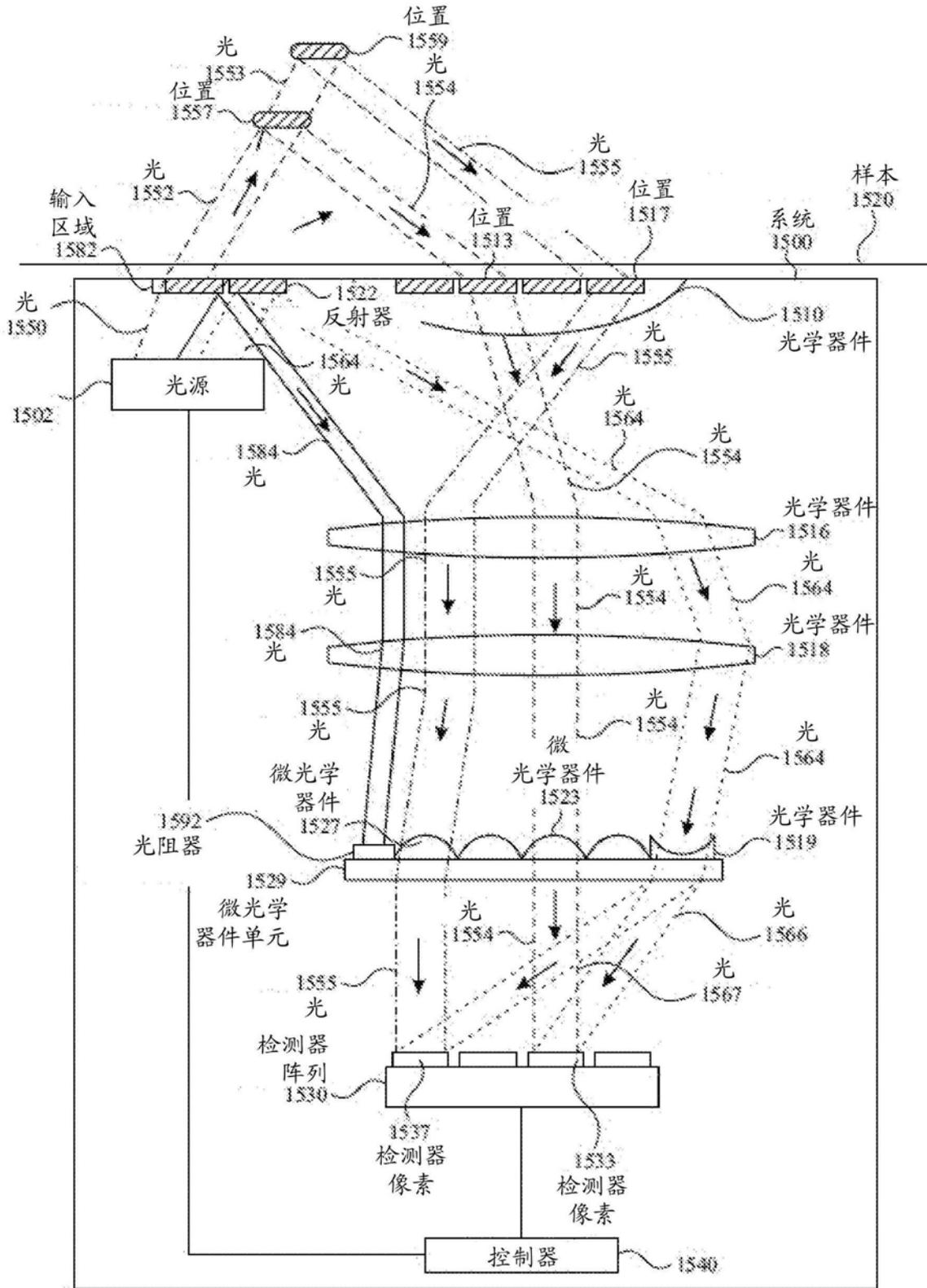


图15

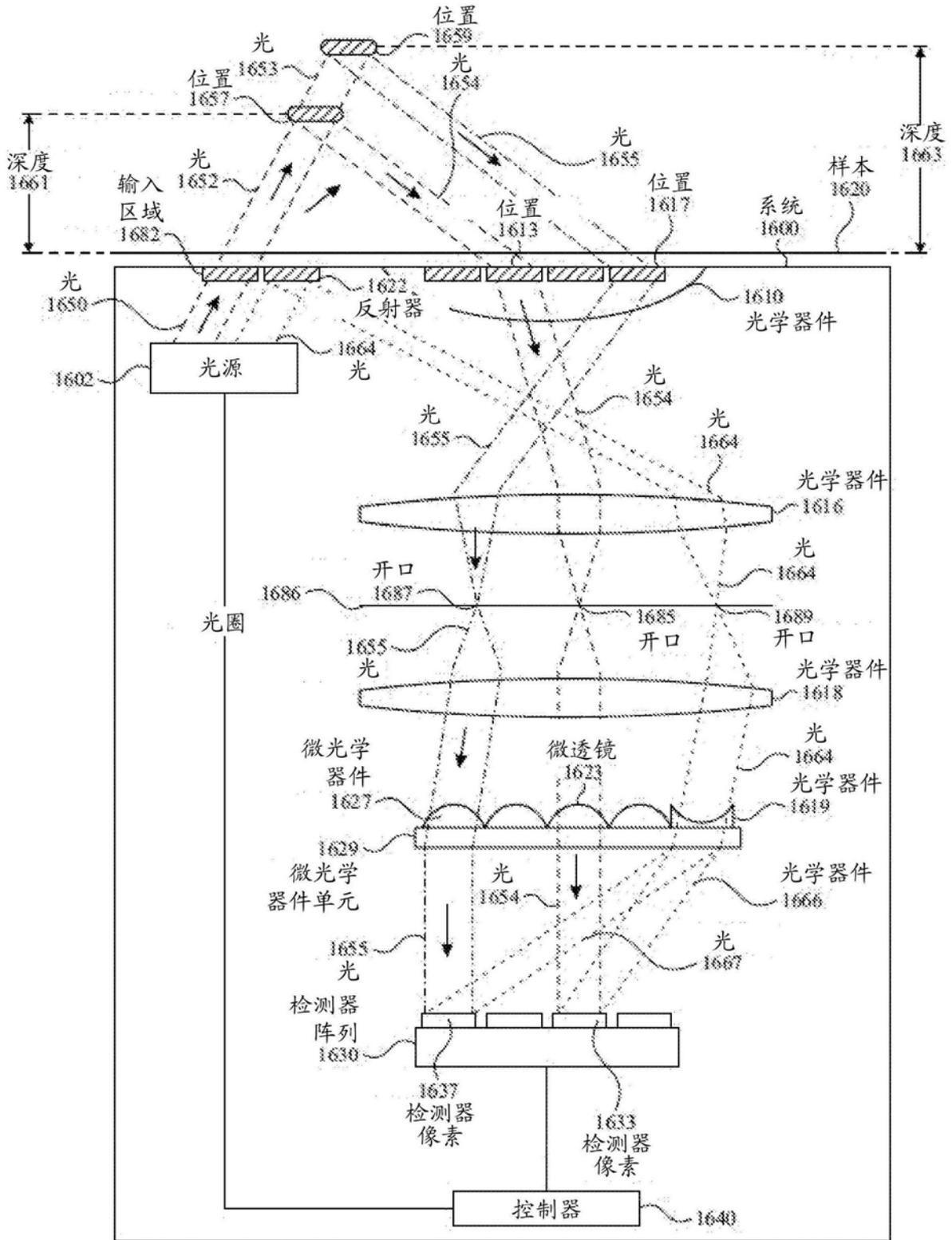


图16A

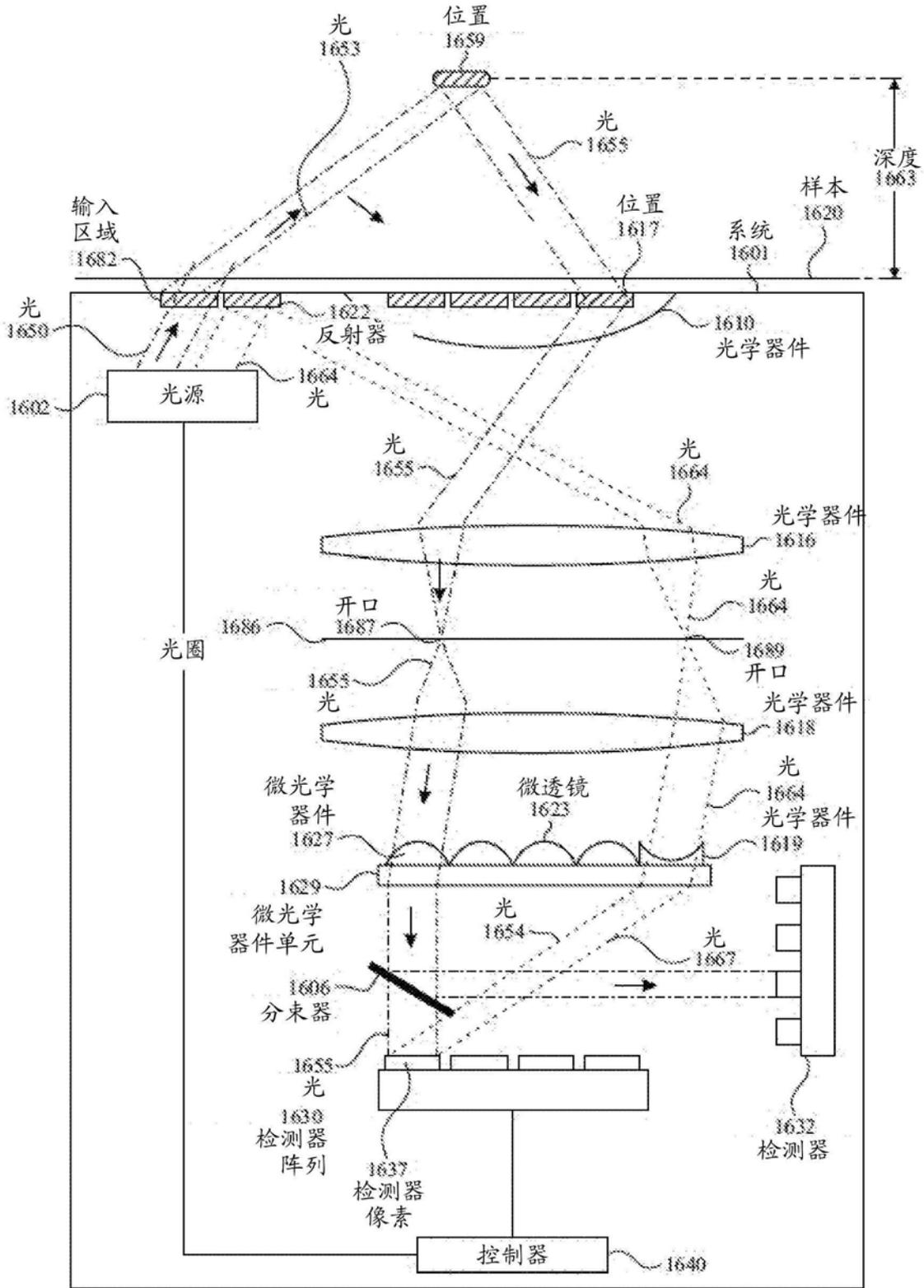


图16B

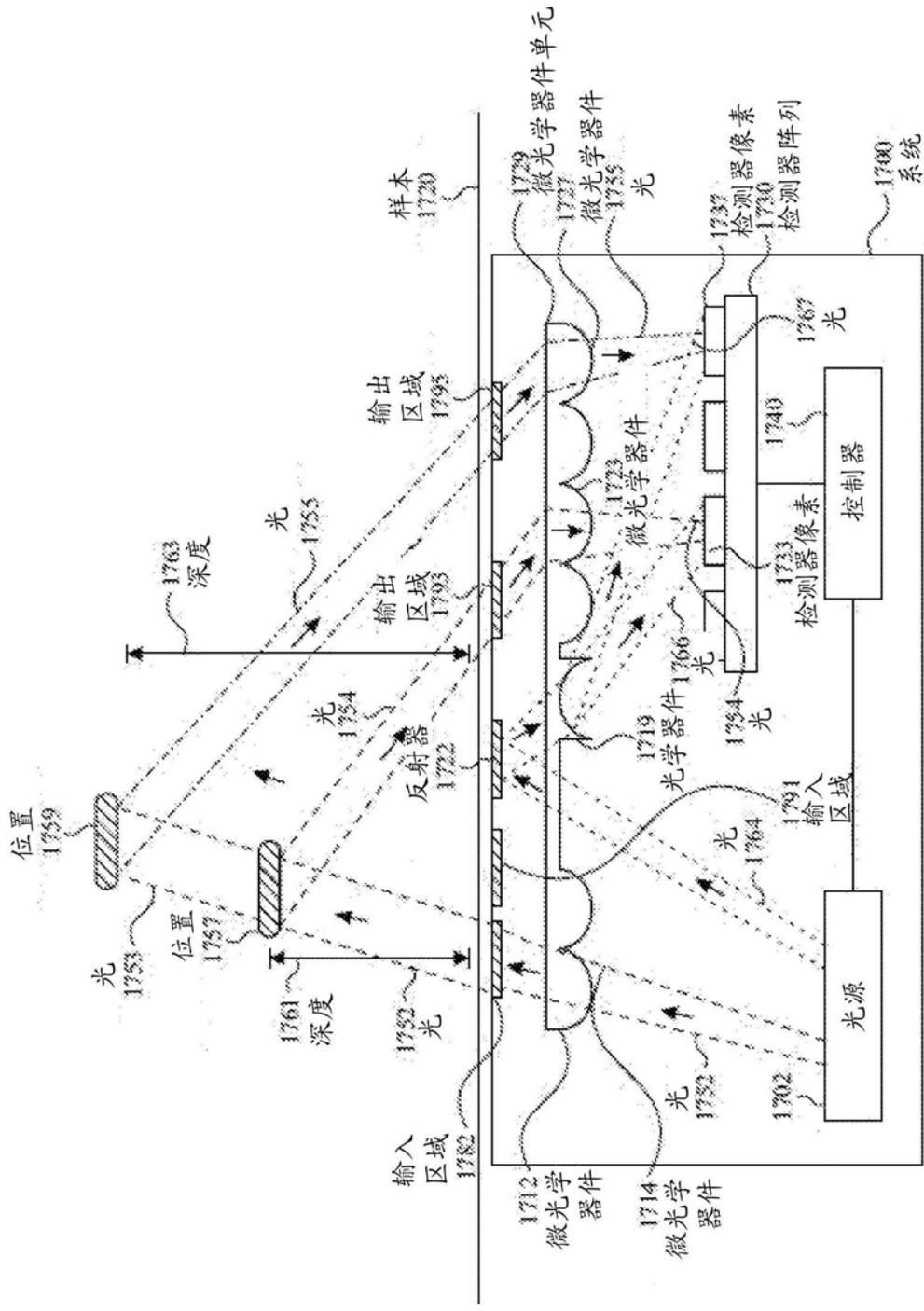


图17

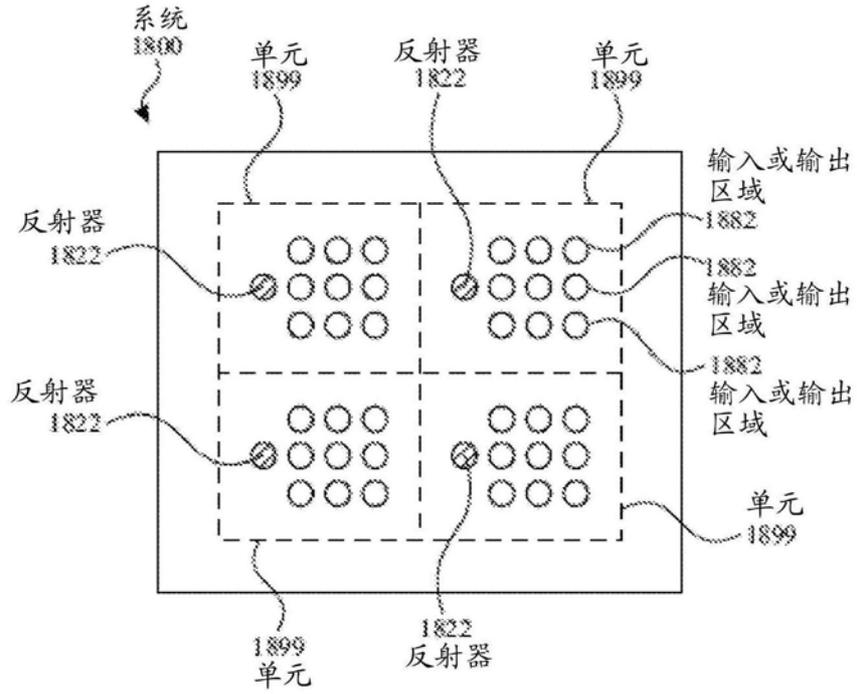


图18

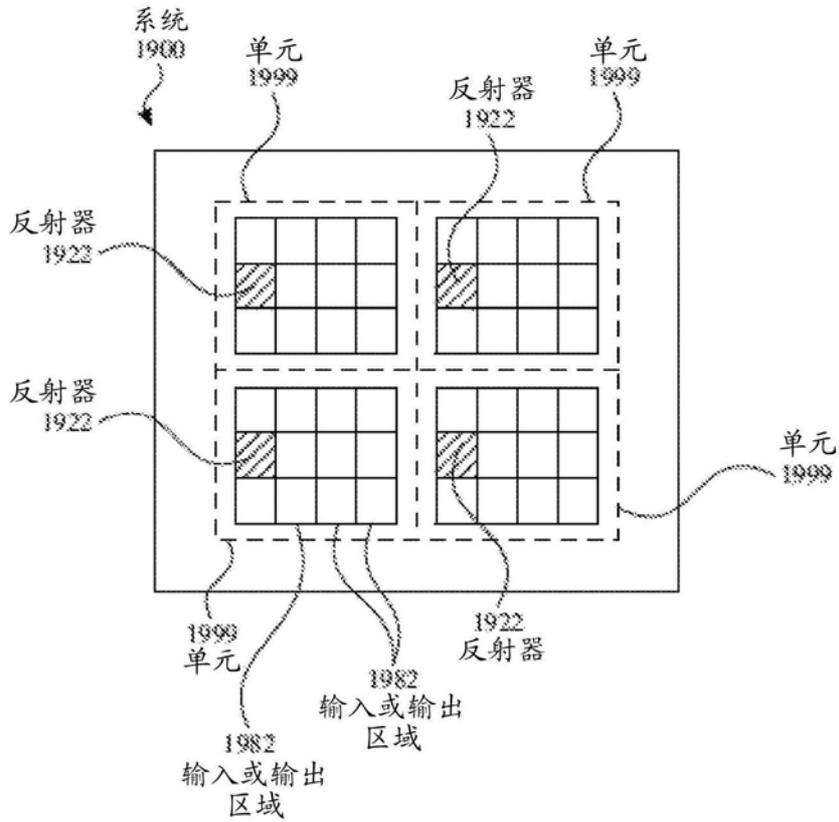


图19