



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107250723 B

(45)授权公告日 2020.09.04

(21)申请号 201680009905.2

(73)专利权人 DSCG史罗轩公司

(22)申请日 2016.01.13

地址 美国弗吉尼亚州

(65)同一申请的已公布的文献号

(72)发明人 理查德·赛巴斯汀

申请公布号 CN 107250723 A

(74)专利代理机构 北京律盟知识产权代理有限公司 11287

(43)申请公布日 2017.10.13

代理人 关旭颖

(30)优先权数据

(51)Int.CI.

62/102,901 2015.01.13 US

G01C 3/08(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

(56)对比文件

2017.08.11

CN 101281031 A, 2008.10.08

(86)PCT国际申请的申请数据

JP 2013160717 A, 2013.08.19

PCT/US2016/013264 2016.01.13

JP H08114673 A, 1996.05.07

(87)PCT国际申请的公布数据

审查员 熊恋

W02016/115260 EN 2016.07.21

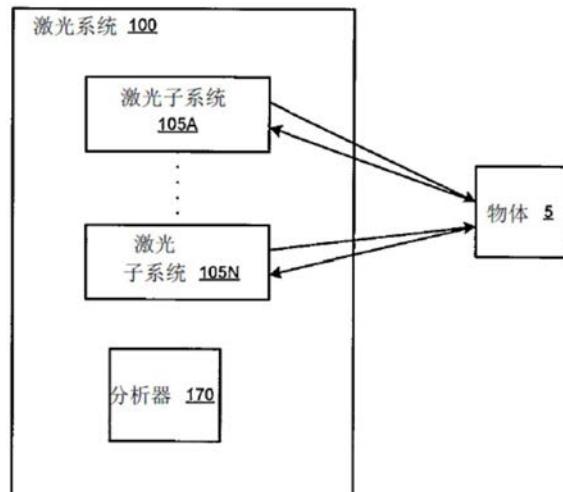
权利要求书2页 说明书7页 附图3页

(54)发明名称

多束范围测量过程

(57)摘要

在一个一般方面中,一种设备可包含:第一激光子系统,其经配置以在一时间处将第一激光束发射到物体上的第一位置处;及第二激光子系统,其经配置以在所述时间处将第二激光束发射到所述物体上的第二位置处。所述设备可包含分析器,所述分析器经配置以基于响应于所述第一激光束从所述物体反射的第一所反射激光束而计算第一速度。所述分析器可经配置以基于响应于所述第二激光束从所述物体反射的第二所反射激光束而计算第二速度。所述第一位置可由所述第一激光子系统定为目标且所述第二位置可由所述第二激光子系统定为目标,使得所述第一速度与所述第二速度基本上相同。



1. 一种光检测与测距LIDAR系统,其包括:

第一激光子系统,其经配置以在一时间处将第一激光束发射到物体上的第一位置处;

第二激光子系统,其经配置以在所述时间处将第二激光束发射到所述物体上的第二位置处;及

分析器,其经配置以基于由所述LIDAR系统产生的激光束而分析数据,所述分析器经配置以基于响应于所述第一激光束从所述物体反射的第一所反射激光束而计算第一速度,所述分析器经配置以基于响应于所述第二激光束从所述物体反射的第二所反射激光束而计算第二速度,所述分析器经配置以检测所述物体的振动速度场,

所述第一位置由所述第一激光子系统定为目标且所述第二位置由所述第二激光子系统定为目标,使得在检测所述振动速度场时所述第一速度与所述第二速度基本上相同。

2. 根据权利要求1所述的LIDAR系统,其中所述第一速度及所述第二速度与所述时间对应。

3. 根据权利要求1所述的LIDAR系统,其中所述第一激光子系统包含激光源、分裂器及延迟装置,所述分裂器安置于所述激光源与所述延迟装置之间。

4. 根据权利要求1所述的LIDAR系统,其中所述第一激光子系统包含激光源、延迟装置及组合器,所述延迟装置安置于所述组合器与所述激光源之间。

5. 根据权利要求1所述的LIDAR系统,其中所述分析器经配置以计算所述物体的表面的恒定速度,所述分析器经配置以基于所述表面的所述恒定速度而校正所述第一速度。

6. 根据权利要求1所述的LIDAR系统,其中所述分析器经配置以计算所述物体的表面的变化速度,所述分析器经配置以基于所述表面的所述变化速度而校正所述第二速度。

7. 根据权利要求1所述的LIDAR系统,其中所述第一速度及所述第二速度包含于第一同时测量集合中,所述时间为第一时间,

所述第一激光子系统经配置以在第二时间处将第三激光束发射到所述物体上的第三位置处;

所述第二激光子系统经配置以在所述第二时间处将第四激光束发射到所述物体上的第四位置处,

所述分析器经配置以基于来自所述第三激光束的第三所反射激光束而计算第三速度,所述分析器经配置以基于来自所述第四激光束的第四所反射激光束而计算第四速度,

所述第三速度及所述第四速度包含于第二同时测量集合中,

所述分析器经配置以基于第一同时测量集合及所述第二同时测量集合而修改所述第一速度。

8. 根据权利要求1所述的LIDAR系统,其中所述第一速度为基于所述第一所反射激光束而计算的第一所估计速度,且所述第二速度为基于所述第一所反射激光束及所述第二所反射激光束而计算的第二所估计速度。

9. 根据权利要求1所述的LIDAR系统,其中所述第一速度及所述第二速度中的每一者包含关于平行于和正交于所述第一激光束和所述第二激光束的各自速度分量的信息。

10. 根据权利要求9所述的LIDAR系统,其中关于平行于和正交于所述第一激光束和所述第二激光束的所述速度分量中的每一者的所述信息是由所述分析器分别基于所述第一所反射激光束和所述第二所反射激光束而产生。

11. 一种光检测与测距LIDAR系统,其包括:

第一激光子系统,其经配置以在一时间处将第一激光束发射到物体上的第一位置处;

第二激光子系统,其经配置以在所述时间处将第二激光束发射到所述物体上的第二位置处;及

分析器,其经配置以基于由所述LIDAR系统产生的激光束而分析数据,所述分析器经配置以基于响应于所述第一激光束从所述物体反射的第一所反射激光束而计算所述第一位置处的第一速度及第一范围,所述分析器经配置以基于响应于所述第二激光束从所述物体反射的第二所反射激光束而计算所述第二位置处的第二速度及第二范围,所述分析器经配置以检测所述物体的振动速度场,

所述第一位置接近于所述第二位置使得在检测所述振动速度场时所述第一速度与所述第二速度线性相关。

12. 根据权利要求11所述的LIDAR系统,其中所述分析器经配置以计算所述物体的表面的恒定速度,所述分析器经配置以基于所述表面的所述恒定速度而校正所述第一范围。

13. 根据权利要求11所述的LIDAR系统,其中所述分析器经配置以计算所述物体的表面的变化速度,所述分析器经配置以基于所述表面的所述变化速度而校正所述第一范围。

14. 根据权利要求11所述的LIDAR系统,其中所述分析器经配置以独立于绝对范围准确度而计算在所述时间处所述第一位置与所述第二位置之间的相对范围。

15. 根据权利要求11所述的LIDAR系统,其中所述第一激光子系统相对于所述第二激光子系统固定地定位。

16. 根据权利要求11所述的LIDAR系统,其中所述第一范围为基于所述第一所反射激光束而计算的第一所估计范围,且所述第二范围为基于所述第一所反射激光束及所述第二所反射激光束而计算的第二所估计范围。

17. 根据权利要求11所述的LIDAR系统,其中所述第一速度及所述第二速度中的每一者包含关于平行于和正交于所述第一激光束和所述第二激光束的各自速度分量的信息。

18. 根据权利要求17所述的LIDAR系统,其中关于平行于和正交于所述第一激光束和所述第二激光束的所述速度分量中的每一者的所述信息是由所述分析器分别基于所述第一所反射激光束和所述第二所反射激光束而产生。

19. 一种方法,其包括:

检测物体的振动速度场;

在一时间处发射第一激光束到所述物体上的第一位置处;

在所述时间处发射第二激光束到所述物体上的第二位置处;

基于响应于所述第一激光束从所述物体反射的第一所反射激光束而产生第一速度;

基于响应于所述第二激光束从所述物体反射的第二所反射激光束而产生第二速度,

所述第一位置由所述第一激光子系统定为目标且所述第二位置由所述第二激光子系统定为目标,使得在检测所述振动速度场时所述第一速度与所述第二速度基本上相同。

20. 根据权利要求19所述的方法,其中所述第一速度及所述第二速度中的每一者包含关于平行于和正交于所述第一激光束和所述第二激光束的各自速度分量的信息。

## 多束范围测量过程

### [0001] 相关申请案

[0002] 本申请案主张对2015年1月13日提出申请的第62/102,901号美国临时专利申请案的优先权及权益,所述美国临时专利申请案以其全文引用方式并入本文中。

### 技术领域

[0003] 本说明涉及一种多束激光光检测与测距 (LIDAR) 系统。

### 背景技术

[0004] 在一些已知LIDAR系统中,可使用激光来估计移动物体的范围及速度。然而,用于计量中的已知LIDAR系统通常是相对缓慢且低效的。因此,需要用以解决本发明技术的不足且提供其它新且创新特征的系统、方法及设备。

### 发明内容

[0005] 在一个一般方面中,一种设备可包含:第一激光子系统,其经配置以在一时间处将第一激光束发射到物体上的第一位置处;及第二激光子系统,其经配置以在所述时间处将第二激光束发射到所述物体上的第二位置处。所述设备可包含分析器,所述分析器经配置以基于响应于所述第一激光束从所述物体反射的第一所反射激光束而计算第一速度。所述分析器可经配置以基于响应于所述第二激光束从所述物体反射的第二所反射激光束而计算第二速度。所述第一位置可由所述第一激光子系统定为目标且所述第二位置可由所述第二激光子系统定为目标,使得所述第一速度与所述第二速度基本上相同。

### 附图说明

[0006] 图1A是图解说明包含多个激光子系统的激光系统的图式。

[0007] 图1B是更详细地图解说明包含于图1A中所展示的激光子系统中的至少一者中的组件的图式。

[0008] 图2图解说明与本文中所描述的实施例相关的过程。

### 具体实施方式

[0009] 图1A是图解说明激光系统100 (还可称为光检测与测距 (LIDAR) 系统) 的图式,激光系统100经配置以使用多个激光子系统105A到105N来产生或测量相对于激光系统100可为固定或移动的物体5的范围及/或速度。在一些实施方案中,多个激光系统105A到105N可经配置以发射一或多个激光束。因此,激光系统100可经配置以产生激光阵列以用于(举例来说) 物体5的表征(例如,测量)。在一些实施方案中,物体5可称为目标或称为目标物体5。激光系统100可用于频率调制连续波 (FMCW) 应用中。这些应用可包含计量应用,所述计量应用包含表面(例如,制造环境中的交通工具(例如,飞机、汽车等) 上的金属表面) 的表征。

[0010] 激光系统100可实施可(举例来说) 改进FMCW应用内的范围测量的速度及准确度的

多束范围测量过程。作为特定实例,用于来自激光系统100的多个激光的同时使用的单个稳定时间可产生优于具有多次使用的单个激光的系统(其中单个激光的每次使用与一稳定时间相关联,从而产生多个稳定时间)的测量效率。激光系统100还可经配置以计及与可导致表征的不准确的物体5(其可为刚性体物体或非刚性体物体)的振动相关的各种问题。

[0011] 如图1A中所展示,LIDAR系统100包含分析器170,分析器170经配置以基于由激光子系统105A到105N产生的激光束而分析数据。在一些实施方案中,所述分析可包含针对激光子系统105A到105N中的一或者者估计范围及/或速度。

[0012] 图1B是更详细地图解说明包含于图1A中所展示的激光子系统中的至少一者中的组件的图式。激光子系统105A的激光源110经配置而以一或多个频率发出(例如,产生、传播)可为(举例来说)相干光发出(例如,单色光发出)或束的电磁辐射。为了简单,来自激光源110的发出将称为电磁辐射发出(例如电磁辐射发出)、所发出激光信号10或称为所发出光。

[0013] 如图1B中所展示,激光信号10可由分裂器125分裂成多个激光信号,例如至少激光信号11-1到11-2。在一些实施方案中,激光信号11可来源于分裂激光信号且可称为经组合激光信号。如图1B中所展示,干涉仪可用于产生激光信号11,可通过图1A中所展示的分析器170(其还可称为解调器)分析激光信号11以用于一或多个校正。在此些实施方案中,激光信号10可进一步分裂(例如,由分裂器125)成激光信号11-1及激光信号11-2。激光信号11-1可从物体5反射为激光信号11-4。激光信号11-2可由延迟装置142C(其可与长度相关)延迟至激光信号11-3且激光信号11-3可经由组合器140C与激光信号11-4组合。来自干涉仪的激光信号11(还可称为干涉仪信号)可用于使用检测器150C收集关于激光信号11的信息。下文与激光信号11相关的论述可适用于可用于定义激光信号11的分量激光信号11-1到11-4中的任一者,激光信号11可为目标激光信号或被定为目标以用于由分析器170分析的激光信号。为了简单而将分裂器125图解说明为单个组件。在一些实施方案中,分裂器125可包含多于一个分裂器。类似地,图1B中所展示的组合器中的一或者者可经组合或可包含额外组合器。

[0014] 如图1B中所展示,激光子系统105A包含频率扫掠模块120(其可与多于一个激光子系统一起使用)。频率扫掠模块120经配置以触发激光源110以(举例来说)通过调制激光源110的驱动电流而产生各种光学频率(一般还可称为频率)。具体来说,频率扫掠模块120经配置以触发激光源110以产生光学频率模式(还可称为频率模式)。举例来说,频率扫掠模块120可经配置以触发激光源110以产生光学频率的正弦波模式、光学频率的锯齿波模式及/或类似者。在一些实施方案中,锯齿波模式可具有光学频率连续地增加(例如,单调地增加、线性地增加、非线性地增加)的一部分(还可称为向上啁啾)且可具有光学频率连续地减小(例如,单调地减小、线性地减小、非线性地减小)的一部分(还可称为向下啁啾)。因此,频率模式可具有包含向上啁啾及向下啁啾的循环。

[0015] 激光子系统105A包含经配置以接收响应于从激光源110朝向物体5发出的激光信号11-1(从激光信号10分裂)而从物体5反射(还可称为所反射激光信号或称为所散射激光信号)(未展示)的激光信号11-4的组合器140C。在一些实施方案中,从物体5反射的激光信号(还可称为返回信号或返回光)可与所发出激光信号10(例如,由延迟装置142C延迟的激光信号11-3)的一部分混合且接着由分析器170分析(在由检测器150C转换为电信号之后)。

[0016] 激光子系统105A的分析器170(其可与多于一个激光子系统一起使用及/或包含于

激光子系统中的一或者内)经配置以分析从激光源110发出的激光信号11-1与由组合器140C接收的所反射激光信号11-4的组合。所发出激光信号11-1可根据包含向上啁啾后续接着向下啁啾(或向下啁啾后续接着向上啁啾)的模式而发出。从激光源110发出的激光信号11-1的频率与由组合器140C接收的所反射激光信号11-4的频率的组合可由分析器170分析以获得或定义拍频或信号。换句话说,拍频可为在到物体5(所发出激光信号)与返回(所反射激光信号)的往返行程内的信号频率改变的和,且可包含由激光子系统105A与物体5之间的相对范围运动引起的所反射激光信号的多普勒频率移位。在一些实施方案中,拍频信号可具有相对恒定频率或变化频率。在一些实施方案中,所发出激光信号11-1的频率与所反射激光信号11-4的频率的组合可称为差频、拍频或称为往返频率。

[0017] 分析器170可经配置以计算往返时间周期,所述往返时间周期为从激光信号10的发出到所反射激光信号的返回的接收的时间周期。所发出激光信号11-1与所反射激光信号11-4的组合可共同称为往返激光信号。分析器170还可经配置以基于所发出激光信号11-1与所反射激光信号11-4的组合而计算范围及/或速度。

[0018] 激光输出的光学功率可由于(举例来说)激光源110的驱动电流调制而在例如频率扫掠或向上啁啾/向下啁啾的频率模式期间显著改变。频率模式可由于可导致变化(举例来说,频率、相位及/或类似者)的不完美驱动电流信号、激光源110中的不可避免热激发及/或类似者而并非理想的(例如,可偏离规定频率模式)。

[0019] 线性啁啾FMCW LIDAR可通过相对于已跟随LIDAR系统100内的本机振荡器(L0)路径的啁啾的频率确定已行进到目标(例如,物体5)且返回的经延迟啁啾的频率而计算范围。在一些实施方案中,L0路径可包含分裂器125与组合器140C之间的路径,所述路径可包含激光信号11-2、延迟装置142C及激光信号11-3。如果目标信号与L0信号组合(例如,拍打L0信号),那么拍频信号的频率将为由(Range-L0)延迟产生的差频:

[0020]  $F = (2*Range-L0) * HZPM$  方程式(1)

[0021] 其中,  $F$ =拍频频率,  $2*Range$ =目标往返路径长度,  $L0$ =本机振荡器路径长度,  $HzPM$ =(Hz/sec LIDAR啁啾速率)/c,且  $c$ =光速(米/秒)。

[0022] 如图1B中所展示,  $L0$ 长度为与延迟装置142C相关的长度。 $(range-L0)$ 术语可表示与来源于激光信号10的干涉仪信号相关联的长度差。换句话说,范围术语可为可包含到目标(例如,物体5)的距离的与激光信号10相关联的长度,且可为往返距离,且  $L0$ 术语可为与激光信号10的经延迟版本相关联的长度。因此,  $(range-L0)$ 可表示从激光信号10的拍频及激光信号10的经延迟版本导出的长度。

[0023] 如果目标在增加范围的方向上具有非零速度分量(线性运动或振动)  $v$ ,情形一般如此,那么方程式(1)成为:

[0024]  $F = (2*Range-L0) * HZPM + (v/c) * F0$  方程式(2)

[0025] 其中  $F0$  为 LIDAR 激光的载波频率 =  $c/\lambda$ , 其中  $\lambda$  为激光波长。在一些实施方案中,可使用方程式(2)计算可容忍的范围及/或速度的变化。举例来说,可使用方程式(2)基于速度的变化而在特定阈值范围内计算范围的变化。因此,可针对给定范围变化判定速度(例如,线性运动或振动)变化的容忍度。类似地,可针对给定速度(例如,线性运动或振动)变化判定范围变化的容忍度。

[0026] 如果目标振动使得  $v=v(t)$ , 那么紧密近似地得出:

[0027]  $F(t) = (2*Range - LO) *HZPM + (v/c) *F0$  方程式 (3)

[0028] 如果对紧密接近的表面进行多个同时范围测量,那么将近似地具有(如果LO路径为相同的且速度在各位置处为相同的):

[0029]  $F_j(t) = (2*Range_j - LO) *HZPM + (v/c) *F0$  方程式 (4)

[0030] 在一些实施方案中,紧密接近可为(举例来说)足够紧密地接近,使得由与相应范围测量相关联的位置中的每一者处的振动导致的位移是相同或至少线性相关的。

[0031] 上文关于图1A及1B所描述的激光系统100(及激光子系统105A,举例来说)可产生各种效率。举例来说,在一些实施方案中,每一时间点处的频率为在范围方向(例如,范围导数)上与范围及速度成比例的分量(其可为噪声可与多普勒效应相关联)的和。此概念表达于以上方程式(1)到(3)中。这些分量使相对符号在向上啁啾与向下啁啾数据点之间交替。在不存在(举例来说)相反啁啾LIDAR架构的情况下,处理多个时间点以确定范围及速度。

[0032] 在一些实施方案中,可对微分方程式求解以确定范围的时间历程及范围导数。在一些已知应用中,例如在计量应用中,可进行简单近似(例如恒定速度)以估计范围及速度,或随时间求平均且假定范围为常数且速度平均化到零。在其中振动显著(可使用(举例来说)如上文所描述的方程式(2)判定的显著性或容忍度)的环境中,此方法可导致缓慢测量过程。相比之下,具有多个激光(例如,密集激光束)的LIDAR系统100可大大加速测量过程,同时产生相对及绝对范围估计以及相对方位及海拔估计的显著改进。

[0033] 具体来说,在LIDAR系统100的一些实施方案中,可实施绝对及相对范围准确度改进,这是因为振动速度场可随位置缓慢地变化。因此,相对密集点处的速度值(例如,量值)将为几乎相同的,或在最糟糕情形中,可约计为随历程及/或横向距离线性变化的值。在一些实施方案中,密集点处的速度值将为几乎相同的,或在最糟糕情形中,可约计为随x及y线性变化的值(如果z为在LIDAR束的方向上的笛卡尔坐标)。在一些实施方案中,针对刚性固体物体,瞬时z速度可恰好随x及y线性变化。因此,将针对在每一点处的范围及速度时间历程求解的微分方程式可彼此联系。通过同时对范围及速度场求解,将存在误差的减小。在LIDAR系统100的一些实施方案中,可实施局部点之间的相对范围误差的减小,这是因为同时对所述点进行测量且消除范围运动的可能性。在一些实施方案中,相对方位及海拔误差的大幅度减小可存在于局部点之间,这是因为这些点的相对方位及海拔由LIDAR系统100的多束阵列的刚性结构产生。在一些实施方案中,可在LIDAR系统100中同时执行多个测量,此可产生时间或速度效率。对于许多计量过程,可通过测量许多相对密集点而测量特征。可通过同时测量多个点而获得速度优点。

[0034] 在一些实施方案中,LIDAR系统100可具有来自激光子系统105A到105N的多个束,其中使用多个束的同时测量产生每一束位置处的范围及/或速度两者的同时估计,且各种束位置为空间上足够紧密的以具有基本上相同速度(多普勒分量)。换句话说,在一些实施方案中,LIDAR系统100可具有在一时间处从激光子系统105A发射到第一位置处的第一激光束及在同一时间处从激光子系统105N发射到第二位置处的第二激光束,其中使用第一及第二激光束计算的同时测量产生第一及第二束位置中的每一者处的范围及/或速度两者的同时估计,且第一及第二束位置可为空间上足够紧密的使得第一及第二激光束的多普勒移位可为基本上相同或线性相关的。在一些实施方案中,来自LIDAR系统100的测量可由分析器170共同处理以估计表面的恒定或线性变化速度,且此所估计速度可由分析器170使用以校

正束位置中的每一者处的范围估计。

[0035] 在一些实施方案中,可由分析器170使用在多个时间处的测量来估计范围及速度的时间历程(例如,演变)以进一步改进范围(及速度)的估计。举例来说,第一时间处的第一同时测量集合可由分析器170与第二时间处的第二同时测量集合一起使用以产生范围及/或速度的时间历程的至少一部分。这些不同同时测量集合可由分析器170使用以进一步改进范围及/或速度的估计。

[0036] 在一些实施方案中,LIDAR系统100可经配置使得由LIDAR系统100产生的在特定时间处进行的若干个点处的多个同时测量可由分析器170使用以独立于绝对范围准确度而改进在所述特定时间处所述点之间的相对范围。可重新布置方程式2以产生

[0037]  $\text{Range} = (F/\text{HZPM} + L0) / 2 - (v/c) * F0/\text{HZPM} / 2$  方程式 (5)

[0038] 对于每一束。用于每一测量的相对范围为这些测量之间的差,使得如果v对于每一束为相同的,那么相对范围不取决于速度。

[0039] 在一些实施方案中,LIDAR系统100可经配置使得刚性物理结构定义由LIDAR系统100的激光子系统105A到105N产生的多束阵列的相对位置。分析器170可使用此已知相对位置集合以通过激光子系统105A到105N产生所测量点中的每一者的x、y及/或z位置的经改进相对测量。

[0040] 在一些实施方案中,LIDAR系统100可具有经增加可用数据速率,这是因为可同时测量多个点,每一点可具有经增加绝对准确度,及/或每一点可具有经增加相对准确度,如上文所描述。

[0041] 图2图解说明与本文中所描述的实施例相关的过程。如流程图中所展示,在一时间处将第一激光束发射到物体上的第一位置处(方框200)。可由第一激光子系统(例如,激光子系统105中的一者)发射第一激光束。在所述时间处(例如,在同一时间处)将第二激光束发射到物体上的第二位置处(方框210)。可由第二激光子系统发射第二激光束。

[0042] 如图2中所展示,基于响应于第一激光束从物体反射的第一所反射激光束而计算第一位置处的第一速度(方框220)。可由分析器(例如,分析器170)执行计算。在一些实施方案中,可在第一位置处基于第一所反射激光束而计算第一范围。

[0043] 基于响应于第二激光束从物体反射的第二所反射激光束而计算第二位置处的第二速度,其中第一位置可接近于第二位置使得第一速度与第二速度线性相关(方框230)。可由分析器执行计算。在一些实施方案中,可在第二位置处基于第二所反射激光束而计算第二范围。

[0044] 在一些实施方案中,图1A及1B中的(举例来说)激光系统100及/或激光子系统105A中所展示的组件的一或多个部分可为或可包含基于硬件的模块(例如,数字信号处理器(DSP)、现场可编程门阵列(FPGA)、存储器)、固件模块及/或基于软件的模块(例如,计算机代码模块、可在计算机处执行的计算机可读指令集)。举例来说,在一些实施方案中,激光子系统105A的一或多个部分可为或可包含经配置以用于由至少一个处理器(未展示)执行的软件模块。在一些实施方案中,组件的功能性可包含于不同于图1A及1B中所展示的那些模块及/或组件的模块及/或组件。

[0045] 在一些实施例中,激光子系统105A的组件中的一或多个可为或可包含经配置以处理存储于存储器中的指令的处理器。举例来说,分析器170(及/或其部分)可为经配置以执

行与用以实施一或多个功能的过程相关的指令的处理器与存储器的组合。

[0046] 尽管未展示,但在一些实施方案中,激光子系统105A(或其部分)的组件可经配置以在(举例来说)数据中心(例如,云计算环境)、计算机系统、一或多个服务器/主机装置及/或类似者内操作。在一些实施方案中,激光子系统105A(或其部分)的组件可经配置以在网络内操作。因此,激光子系统105A(或其部分)可经配置以在可包含一或多个装置及/或一或多个服务器装置的各种类型的网络环境内起作用。举例来说,所述网络可为或可包含局域网(LAN)、广域网(WAN)及/或类似者。所述网络可为或可包含无线网络及/或使用(举例来说)网关装置、桥接器、交换机及/或类似者实施的无线网络。所述网络可包含一或多个片段及/或可具有基于例如因特网协议(IP)及/或专有协议的各种协议的部分。所述网络可包含因特网的至少一部分。

[0047] 在一些实施方案中,存储器可为任一类型的存储器,例如随机存取存储器、磁盘驱动器存储器、快闪存储器及/或类似者。在一些实施方案中,存储器可实施为与激光子系统105A的组件相关联的多于一个存储器组件(例如,多于一个RAM组件或磁盘驱动器存储器)。

[0048] 本文中所描述的各种技术的实施方案可以数字电子电路或者以计算机硬件、固件、软件或以其组合来实施。实施方案可实施为计算机程序产品,即,有形地体现于信息载体中(例如,体现于机器可读存储装置(计算机可读媒体、非暂时性计算机可读存储媒体、有形计算机可读存储媒体)中或体现于所传播信号中)的计算机程序,以用于由数据处理设备(例如,可编程处理器、一计算机或多个计算机)处理或控制所述数据处理设备的操作。可以任何形式的编程语言(包含编译语言或解译语言)来编写计算机程序(例如,上文所描述的计算机程序),且可以任何形式来部署所述计算机程序,包含部署为独立程序或部署为模块、组件、子历程或适合在计算环境中使用的其它单元。计算机程序可经部署以在一个计算机上或在位于一个位点处或跨越多个位点分布且由通信网络互连的多个计算机上处理。

[0049] 方法步骤可由执行计算机程序的一或多个可编程处理器执行,以通过对输入数据进行操作并产生输出来执行功能。方法步骤还可由专用逻辑电路(例如,FPGA(现场可编程门阵列)或ASIC(专用集成电路))执行,且设备可实施为所述专用逻辑电路。

[0050] 举例来说,适合于处理计算机程序的处理器包含通用微处理器及专用微处理器两者,以及任何种类的数字计算机的任何一或多个处理器。一般来说,处理器将从只读存储器或随机存取存储器或两者接收指令及数据。计算机的元件可包含用于执行指令的至少一个处理器及用于存储指令及数据的一或多个存储器装置。一般来说,计算机还可包含用于存储数据的一或多个大容量存储装置(例如,磁盘、磁光盘或光盘)或经操作地耦合以从所述一或多个大容量存储装置接收数据或向其传送数据或既接收数据又传送数据。适合于体现计算机程序指令及数据的信息载体包含所有形式的非易失性存储器,举例来说,包含:半导体存储器装置,例如EPROM、EEPROM及快闪存储器装置;磁盘,例如内部硬磁盘或可移动磁盘;磁光盘;及CD-ROM及DVD-ROM光盘。所述处理器及存储器可由专用逻辑电路补充或并入专用逻辑电路中。

[0051] 为提供与用户的互动,实施方案可实施于计算机上,所述计算机具有用于向用户显示信息的显示装置(例如,液晶显示器(LCD)监视器)及用户可借以提供输入到计算机的键盘及指标装置(例如,鼠标或轨迹球)。也可使用其它种类的装置来提供与用户的交互;举例来说,提供给所述用户的反馈可为任何形式的传感反馈,例如,视觉反馈、听觉反馈或触

觉反馈；且来自所述用户的输入可以任何形式来接收，包含声音、语音或触觉输入。

[0052] 实施方案可实施于计算系统(包含后端组件，例如，作为数据服务器；或包含中间件组件，例如，应用程序服务器；或包含前端组件，例如，具有用户可经由其来与实施方案交互的图形用户接口或Web浏览器的客户端计算机；或此类后端、中间件或前端组件的任何组合)中。可通过任何数位数据通信形式或媒体(例如，通信网络)来互连组件。通信网络的实例包含局域网(LAN)及广域网(WAN)，例如因特网。

[0053] 虽然已如本文中所描述图解说明了所描述实施方案的某些特征，但所属领域的技术人员现在将能想到许多修改、替代、改变及等效形式。因此，应理解，所附权利要求书打算涵盖归属于所述实施方案的范围内的所有此类修改及改变。应理解，已仅以举例而非限制的方式呈现所述特征，且可做出形式及细节的各种改变。本文中所描述的设备及/或方法的任一部分可以任一组合形式来组合，除互斥的组合外。本文中所描述的实施方案可包含所描述的不同实施方案的功能、组件及/或特征的各种组合及/或子组合。

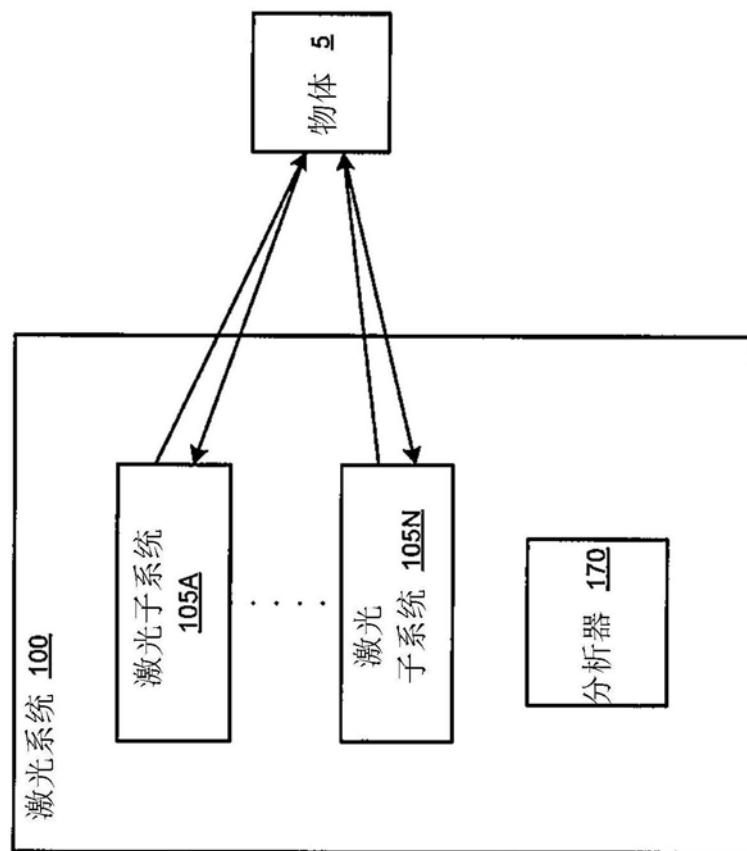


图1A

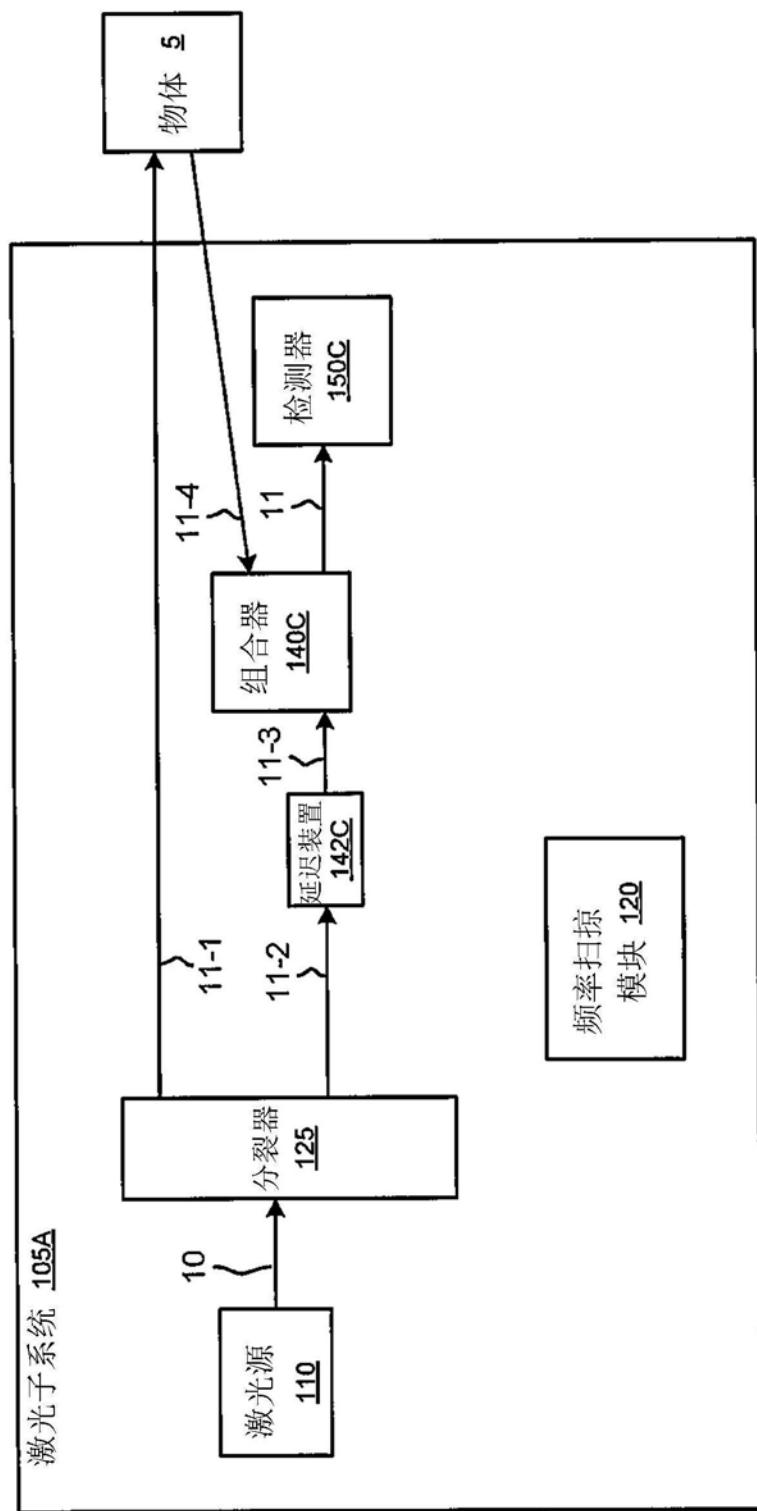


图1B

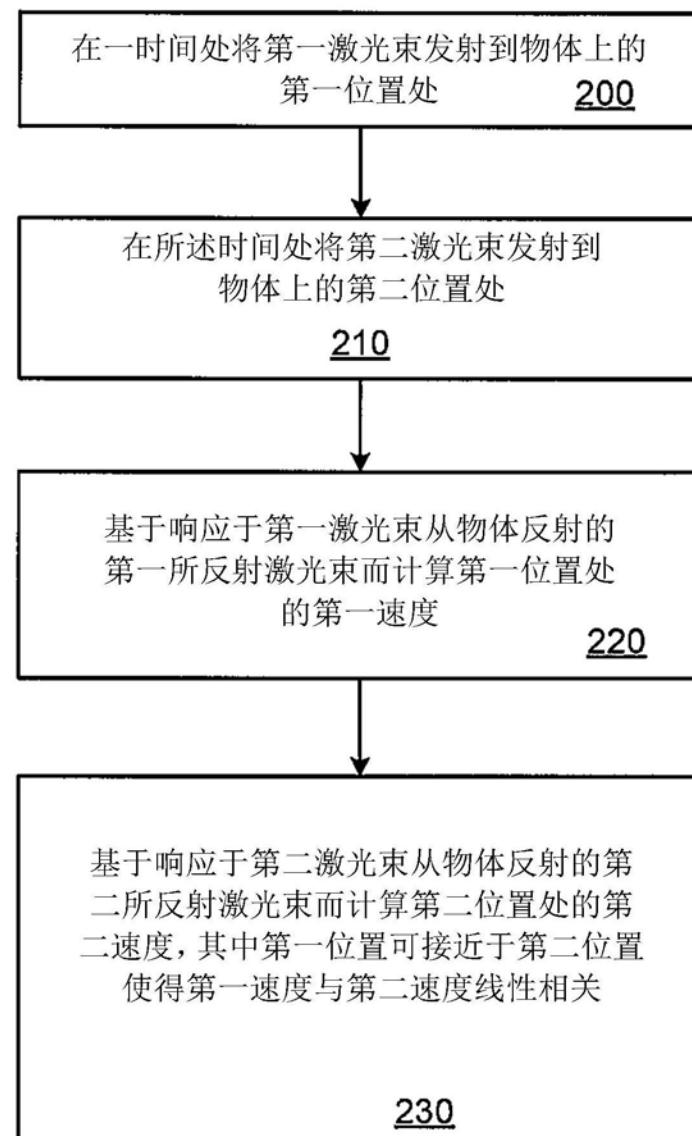


图2