



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112912765 B

(45) 授权公告日 2024.07.12

(21) 申请号 201980069910.6

(22) 申请日 2019.07.17

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 112912765 A

(43) 申请公布日 2021.06.04

(30) 优先权数据
102018214140.1 2018.08.22 DE

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2021.04.22

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/EP2019/069182 2019.07.17

(87) PCT国际申请的公布数据
W02020/038663 DE 2020.02.27

(73) 专利权人 罗伯特·博世有限公司
地址 德国斯图加特

(72) 发明人 T·毛雷尔 A·霍莱切克
R·施尼策尔 T·希普

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司
72002
专利代理师 郭毅

(51) Int.Cl.
G01S 17/89 (2020.01)
G01S 7/486 (2020.01)
G01S 7/481 (2006.01)

(56) 对比文件
DE 102011005746 A1, 2012.09.20
DE 102016219955 A1, 2018.04.19
审查员 陈曦

权利要求书2页 说明书6页 附图5页

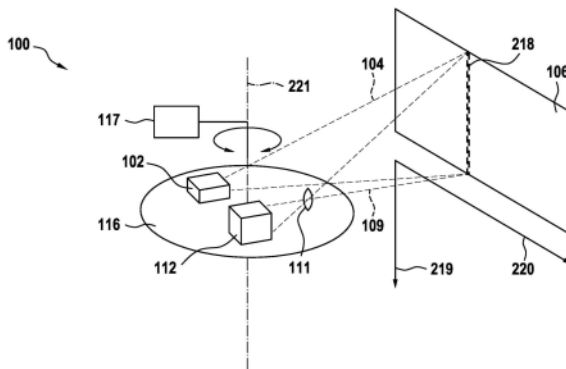
(54) 发明名称

用于光学地检测视场的激光雷达传感器、具有激光雷达传感器的工作设备或者车辆和用于光学地检测视场的方法

(57) 摘要

本发明涉及一种用于光学地检测视场(106)的激光雷达传感器(100,300),其具有:发送单元(101,301),所述发送单元具有激光图案产生单元(102),其中,所述激光图案产生单元(102)构造用于在所述视场(106)中产生照明图案(218);接收单元(110,310),所述接收单元具有用于接收在所述视场(106)中被对象(107)反射的次级光(109,309)的至少一个探测器单元(112);其中,所述至少一个探测器单元(112)具有多个像点(401-m,n;500),并且其中,至少一些像点(401-m,n;500)分别具有多个可激活的单光子雪崩光电二极管(402,501-1至501-4);至少一个围绕转动轴(221,321)可转动的转子单元(116),其中,所述发送单元(101,301)和所述接收单元(110,310)至少部分地布置在所述转子单元(116)上。另外,所述激光雷达传感器(100,300)

具有至少一个关联器(502),所述关联器设计用于,通过组合逻辑使像点(401-m,n;500)的至少两个单光子雪崩光电二极管(402,501-1至501-4)的探测信号关联。



1. 一种用于光学地检测视场(106)的激光雷达传感器(100,300),所述激光雷达传感器具有:

发送单元(101,301),所述发送单元具有用于将初级光(104,304)发送到所述视场(106)中的激光图案产生单元(102);

其中,所述激光图案产生单元(102)构造用于在所述视场(106)中产生照明图案(218),其中,所述照明图案(218)具有第一方向(219)和第二方向(220),其中,所述第一方向(219)和所述第二方向(220)彼此正交地布置,其中,所述照明图案(218)沿着所述第一方向(219)的延展大于所述照明图案(218)沿着所述第二方向(220)的延展;

并且所述激光雷达传感器另外还具有:

接收单元(110,310),所述接收单元具有至少一个探测器单元(112),所述至少一个探测器单元用于接收在所述视场(106)中被对象(107)反射和/或散射的次级光(109,309),和至少一个分析处理单元,所述至少一个分析处理单元构造为用于,根据脉冲方法确定所发送的初级光(104,304)的和再被接收的次级光(109,309)的光传播时间;其中,

所述至少一个探测器单元(112)具有多个像点(401-m,n;500),其中,至少一些像点(401-m,n;500)分别具有多个可激活的单光子雪崩光电二极管(402,501-1至501-4);

并且所述激光雷达传感器另外还具有:

至少一个围绕转动轴(221,321)可转动的转子单元(116),其中,

所述发送单元(101,301)至少部分地布置在所述转子单元(116)上;其中,

所述接收单元(110,310)至少部分地布置在所述转子单元(116)上,

其特征在于,所述激光雷达传感器(100,300)另外还具有:

至少一个关联器(502),所述关联器设计用于,通过组合逻辑使一个像点(401-m,n;500)的至少两个单光子雪崩光电二极管(402,501-1至501-4)的探测信号相互关联。

2. 根据权利要求1所述的激光雷达传感器(100,300),其特征在于,所述关联器(502)是或-关联器,或者是异或-关联器。

3. 根据权利要求2所述的激光雷达传感器(100,300),其中,所述关联器(502)是或-关联器,所述激光雷达传感器此外还具有至少一个脉冲缩短器(503),以便在时间上缩短由单光子雪崩光电二极管(402,501-1至501-4)生成的数字信号。

4. 根据权利要求1至3中任一项所述的激光雷达传感器(100,300),其特征在于,所述像点(401-m,n;500)布置在网栅中,所述网栅具有预给定数量(m)的行和预给定数量(n)的列,其中,至少一行的像点(401-m,n;500)和/或至少一系列的像点(401-m,n;500)能够并行地被激活。

5. 根据权利要求1至4中任一项所述的激光雷达传感器(100,300),所述激光雷达传感器另外还具有至少一个控制单元(117),所述控制单元构造用于使所述可转动的转子单元(116)至少沿着所述第二方向(220)运动,从而使所述照明图案(218)至少沿着所述第二方向(220)运动。

6. 根据权利要求1至5中任一项所述的激光雷达传感器(100,300),其特征在于,所述发送单元(101,301)和所述接收单元(110,310)沿着所述可转动的转子单元(116)的所述转动轴(221)上下相叠地布置或者并排地布置。

7. 一种工作设备或者车辆,其具有根据权利要求1至6中任一项所述的激光雷达传感器

(100,300)。

8.一种用于借助根据权利要求1至6中任一项所述的激光雷达传感器(100,300)光学地检测视场的方法(600),所述方法具有下述步骤:

在视场中产生(602)照明图案,其中,所述照明图案具有第一方向和第二方向,其中,所述第一方向和所述第二方向彼此正交地布置,其中,所述照明图案沿着所述第一方向的延展大于所述照明图案沿着所述第二方向的延展;

借助控制单元(117)操控(603)转子单元围绕转动轴转动,从而使所述照明图案至少沿着所述第二方向运动;

借助至少一个探测器单元接收(604)在所述视场中被对象反射和/或散射的次级光,其中,所述至少一个探测器单元具有多个像点,其中,至少一些像点分别具有多个可激活的单光子雪崩光电二极管;和

借助关联器通过组合逻辑使一个像点的至少两个单光子雪崩光电二极管的探测信号关联(605)。

用于光学地检测视场的激光雷达传感器、具有激光雷达传感器的工作设备或者车辆和用于光学地检测视场的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及根据独立权利要求的前序部分的一种用于光学地检测视场的激光雷达传感器、一种具有激光雷达传感器的工作设备或者车辆和一种用于光学地检测视场的方法。

背景技术

[0002] DE 10 2016 219 955 A1公开一种用于照明周围环境、尤其是车辆的周围环境的发送单元,该发送单元具有激光图案产生单元、转向单元和控制单元。激光图案产生单元设置用于在视场中产生照明图案,其中,照明图案具有第一方向和第二方向,其中,第一方向和第二方向彼此正交地布置,其中,照明图案沿着第一方向的延展(Ausdehnung)大于照明图案沿着第二方向的延展,其中,照明图案尤其是棋格式图案(Karomuster),控制单元设置用于使转向单元至少沿着第二方向运动,从而使照明图案至少沿着第二方向运动。

[0003] US 2017/0176579 A1公开了一种电光设备,该电光设备包括发射光脉冲的至少一个射束的激光光源、射束偏转设备,和传感器元件的布置,该射束偏转设备在目标场景上发送和扫描所述至少一个射束。每个传感器元件发送显示单个光子在该传感器元件上的入射时间的信号。光收集光学器件将由所传输的射束扫描的目标场景映射到阵列上。电路被耦合,以便仅在阵列的被选择的区域中操纵检测元件,并且与至少一个射束的扫描同步地将所选择的区域引导到阵列上。因此,公开了一种扫描系统,该扫描系统依次激活探测器像素,以便提高传感器的信噪比。本领域技术人员从这个启示中能够看出,这涉及一种激光雷达系统的基于微镜的实现方式。探测器像素在所谓的“感兴趣区域(Region of interest)”(ROI)中被切换为激活的。

[0004] US 2018/0003821 A1公开了一种对象探测器,该对象探测器包括光发射系统和光接收系统。光发射系统包括光源,该光源具有多个光发射元件,所述光发射元件布置在单轴方向上。光发射元件系统发射光。光发射元件是能够单独地并且可相继操控的激光二极管。光接收系统接收由光发射系统发射的并且被对象发射的光。多个光发射元件发射多个光束至多个区域,所述区域在单轴方向上不同。用于照亮多个区域中的一些区域的光的量与用于照亮与所述多个区域中的一些区域不同的区域的光的量有区别。已公开为每个光发射元件分配恰好一个接收元件。

发明内容

[0005] 本发明从一种用于光学地检测视场的激光雷达传感器出发,该激光雷达传感器具有发送单元,该发送单元具有用于将初级光(Primärlicht)发送到视场中的激光图案产生单元。激光图案产生单元尤其具有至少一个激光器。激光图案产生单元构造用于在视场中产生照明图案,其中,照明图案具有第一方向和第二方向,其中,第一方向和第二方向彼此正交地布置。第一方向和第二方向在此基本上彼此正交地布置。这意味着,与直角的小偏差

同样包括在内。例如,由于激光器的调整错误而出现的偏差同样包括在内。照明图案沿着第一方向的延展大于照明图案沿着第二方向的延展。照明图案尤其构造为线、矩形或者棋格式图案。另外,激光雷达传感器具有接收单元,该接收单元具有用于接收在视场中被对象反射和/或散射的次级光(Sekundärlicht)的至少一个探测器单元。至少一个探测器单元具有多个像点,其中,至少一些像点分别具有多个可激活的单光子雪崩光电二极管。另外,激光雷达系统具有围绕转动轴可转动的转子单元。激光雷达传感器的发送单元至少部分地布置在转子单元上。激光雷达传感器的接收单元至少部分地布置在转子单元上。

[0006] 根据本发明,激光雷达传感器具有至少一个关联器(Verknüpfen),该关联器设计用于,通过组合逻辑(kombinatorischen Logik)使一个像点的至少两个单光子雪崩光电二极管的探测信号关联。

[0007] 另外,激光雷达传感器尤其具有至少一个分析处理单元。所述至少一个分析处理单元构造用于确定所发送的初级光的和再次被接收的次级光的光传播时间。激光雷达传感器与视场中的对象之间的间距能够基于信号传播时间(Time of Flight,TOF,飞行时间)或者基于频率调制连续波信号(Frequency Modulated Continuous Wave,FMCW)来确定。光传播时间方法包括脉冲方法或者相位方法,所述脉冲方法确定被反射的激光脉冲的接收时刻,所述相位方法发送振幅调制的光信号并且确定与所接收的光信号的相位差。

[0008] 探测器单元具有多个可激活的单光子雪崩光电二极管(英语:Single-Photon Avalanche Diodes(SPAD))。单光子雪崩光电二极管在此能够被称为子像素。通过将一个像点的至少两个单光子雪崩光电二极管进行关联,产生所谓的宏像素。探测器单元的像点能够被称为宏像素。当最小光量落到单光子雪崩光电二极管的光密集区域上时,单光子雪崩光电二极管触发电脉冲。在单个的光子的情况下就已经能够达到该光量。单光子雪崩光电二极管相应地能够是非常敏感的。在提供电脉冲后,单光子雪崩光电二极管需要固定的时间,直到其重新准备好响应于最小光量的入射提供其他电脉冲。在该时间期间不能够记录光。该时间能够被称为死区时间(Totzeit)。

[0009] 本发明的优点在于,能够增加探测器单元的动态范围。像点、即宏像素使得能够使用在其他情况下大多过于敏感的单光子雪崩光电二极管。能够独立于在光学上必需的参量优化像点的功率。在像点的单光子雪崩光电二极管发生故障的情况下,并非全部的像点都失灵。因此增加在单光子雪崩光电二极管发生故障的情况下像点的光效率(Lichtausbeute)。在将像点灵活地分配给激光雷达传感器的分析处理单元时,能够实现对于子像素区域中的探测器单元的待分析处理的区域的匹配。这使得探测器单元容易匹配于激光雷达传感器的发送单元。对发送单元和接收单元的调整变得简单。

[0010] 在本发明的一种有利的构型中提出,关联器是或-关联器,或者是异或-关联器。在或-关联器的情况下,光子的接收时刻被编码在子像素的输出信号的上升沿中。输出信号的在逻辑上激活的相位反映子像素的死区时间。在异或-关联器的情况下,子像素切换到反转触发器(Toggle-Flipflop)上。因此,子像素的每个光子探测都导致输出信号的状态改变。换言之,光子的接收时刻现在被编码在输出信号的上升沿和下降沿中。该构型的优点在于,并非必须为每个子像素分配分析处理单元。

[0011] 在本发明的另一有利的构型中(其中,关联器是或-关联器),激光雷达传感器此外还具有至少一个脉冲缩短器,以便在时间上缩短由单光子雪崩光电二极管生成的数字信

号。能够缩短各个信号之间的死区时间。该构型的优点在于,能够增加信号通过量。能够实现增加的光子计数速率。

[0012] 在本发明的另一有利的构型中提出,像点布置在具有预给定的数量的行和预给定的数量的列的网栅中。至少一行的像点和/或至少一列的像点能够并行地被激活。在接收次级光时,一列中的每个像点可以都是激活的。在此,相应的列中的所述像点的每个单光子雪崩光电二极管也都能够是激活的。在接收次级光时,一行中的每个像点可以都是激活的。在此,相应的行中的所述像点的每个单光子雪崩光电二极管也可以都是激活的。该构型的优点在于,能够实现对通过所发送的照明图案引起的次级光的改善的探测。例如,当在激光图案产生单元中使用多个激光器时,不必将激光图案产生单元的确定的激光器分配给探测单元的恰好一个单光子雪崩光电二极管。

[0013] 在本发明的另一种有利的构型中,激光雷达传感器另外还具有至少一个控制单元,该控制单元构造用于使可转动的转子单元至少沿着第二方向运动,从而使照明图案至少沿着第二方向运动。因此,激光图案产生单元产生与第一方向正交地被扫描的照明图案。因此,照明图案不是逐像素地、而是作为整体被扫描。因此,这涉及由已知的激光雷达传感器已知的、闪光(Flash)原理和扫描原理的组合。该构型的优点在于,激光图案产生单元的所需要的脉冲功率能够保持得低。激光图案产生单元的至少一个激光器的所需要的脉冲功率能够保持得低。与根据闪光原理工作的激光雷达传感器相比,脉冲功率能够保持得更低。此外,闪光原理和扫描原理的组合还能够增加每次测量中激光图案产生单元的至少一个激光器的脉冲数目。在使用具有单光子雪崩光电二极管的探测器单元时,这尤其是有利的。此外,能够增加激光雷达传感器的眼睛安全性。同时,与根据扫描原理工作的激光雷达传感器相比,能够增加测量时间。通过在视场中产生照明图案,一个方向上的分辨率不再受到激光单元和探测器二极管的数量的限制。沿着第一方向的分辨率取决于激光雷达传感器的接收单元。沿着第一方向的分辨率能够取决于接收单元的接收光学器件。沿着第一方向的分辨率取决于探测器单元的像点的数量。沿着第二方向的分辨率取决于激光雷达传感器的扫描单元。围绕转动轴可转动的转子单元在此能够被称为扫描单元。

[0014] 在本发明的另一种有利的构型中提出,发送单元和接收单元沿着可转动的转子单元的转动轴上下相叠地(übereinander)或者并排地(nebeneinander)布置。该构型的优点在于,能够考虑例如在将激光雷达传感器安装到车辆中时的要求。因此,例如能够考虑在激光雷达传感器的安装高度方面的要求。

[0015] 另外,本发明从一种具有上述激光雷达传感器的工作设备或者车辆出发。

[0016] 另外,本发明从一种用于借助所描述的激光雷达传感器光学地检测视场的方法出发。该方法包括在视场中产生照明图案,其中,照明图案具有第一方向和第二方向。第一方向和第二方向基本上彼此正交地布置。照明图案沿着第一方向的延展大于照明图案沿着第二方向的延展。另外,该方法包括借助控制单元操控转子单元围绕转动轴转动,从而使照明图案至少沿着第二方向运动。另外,该方法包括借助至少一个探测器单元接收在视场中被对象反射和/或散射的次级光。至少一个探测器单元具有多个像点。至少一些像点分别具有多个可激活的单光子雪崩光电二极管。另外,该方法包括借助关联器通过组合逻辑使一个像点的至少两个单光子雪崩光电二极管的探测信号关联。

附图说明

[0017] 在下文中,根据所附绘图更详细地阐述本发明的实施例。附图中的相同的附图标记表示相同的或者作用相同的元件。附图示出:

[0018] 图1示出激光雷达传感器的第一实施例的俯视图;

[0019] 图2示出激光雷达传感器的第一实施例的侧视图;

[0020] 图3示出激光雷达传感器的第二实施例的侧视图;

[0021] 图4示出激光雷达传感器的探测器单元的实施例的示意图;

[0022] 图5示出激光雷达传感器的探测器单元的像点的和关联器的实施例的示意图;

[0023] 图6示出用于借助激光雷达传感器光学地检测视场的方法的实施例。

具体实施方式

[0024] 图1示例性地示出激光雷达传感器100的俯视图。根据图1的激光雷达传感器100具有发送单元101,该发送单元具有用于将初级光104发送到视场106中的激光图案产生单元102。激光图案产生单元102在本示例中具有激光器103。激光器103例如能够具有线定向。所发送的初级光104在发送到视场106中时能够穿过发送光学器件105。发送光学器件105能够具有例如至少一个透镜或者至少一个光学滤光器。发送初级光104,用以检测和/或检查场景108和位于那里的对象107。视场106在此是周围环境的、发送单元101能够照明的区域。视场106优选以与发送单元101具有1m-180m的间距的方式延伸。

[0025] 另外,根据图1的激光雷达传感器100具有接收单元110。接收单元110通过接收光学器件111接收光并且尤其接收由视场106中的对象107反射的光作为次级光109。接收光学器件111能够具有例如至少一个透镜或者至少一个光学滤光器。所接收的次级光109被传递给探测器单元112。另外,激光雷达传感器具有至少一个关联器,为了清楚起见,在图1中未示出该关联器。在阐述图5时结合图4更详细地说明该关联器。

[0026] 激光图案产生单元102以及探测器单元112的控制通过控制线路114或115借助控制与分析处理单元113进行。在图4中更详细地说明探测器单元112的实施例。

[0027] 接收单元110和发送单元101构造为在视场侧具有基本上双轴的光轴。另外,激光雷达系统100具有围绕转动轴可转动的转子单元116。在本实施例中,发送单元101布置在转子单元116上。接收单元110也布置在转子单元116上。借助控制单元117操控可转动的转子单元116。

[0028] 图2示例性地示出在图1中描述的激光雷达传感器100的侧视图。在图2中可以看出,激光图案产生单元102构造用于在视场106中产生照明图案218。照明图案218具有第一方向219和第二方向220。第一方向219和第二方向220彼此正交地布置。照明图案218沿着第一方向219的延展大于照明图案218沿着第二方向220的延展。所示出的激光雷达传感器100的照明图案218在此构造为棋格式图案。照明图案218替代地能够构造为线或者矩形。

[0029] 在图2中能够看出,控制单元117构造用于使可转动的转子单元116至少沿着第二方向220围绕转动轴221运动。由此,使照明图案218至少沿着第二方向220运动。照明图案218的运动能够例如逐步地进行或者作为连续的扫描运行来执行。

[0030] 激光雷达传感器100的发送单元101和接收单元110沿着可转动的转子单元116的转动轴221并排地布置。

[0031] 图3示例性地示出激光雷达传感器300的侧视图。激光雷达传感器300具有用于将初级光304发送到视场中的发送单元301。沿着发送方向322发送该初级光。另外,激光雷达传感器300具有用于接收在视场中被对象反射和/或散射的次级光309的接收单元310。次级光在接收方向323下入射到接收单元310上。

[0032] 激光雷达传感器300基本上相应于在图1和图2中描述的激光雷达传感器100。发送单元301相应于在图1和图2中描述的发送单元101。接收单元310相应于在图1和图2中描述的接收单元310。与激光雷达传感器100的区别基本上仅在于,在激光雷达传感器300中,发送单元301和接收单元310沿着可转动的转子单元的转动轴321上下相叠地布置。

[0033] 在所描述的附图中,第一方向219和第二方向220相互调换,使得照明图案218沿着第二方向延伸并且沿着第一方向被扫描,也就是说,照明图案的较大的延展在水平方向上延伸并且在竖直方向上被扫描。照明图案例如构型为激光线或者呈棋格式图案的形式。

[0034] 图4示意性地并且示例性地示出激光雷达传感器100、300所具有的探测器单元112。探测器单元112具有多个像点401-m,n。在本示例中,像点布置在具有预给定的数量m的行和预给定的数量n的列的网栅中。数量m在此是整数。数量m可以是1至i的整数。数量n是整数。数量n能够是1至j的整数。在一种具体的实施方式中,数i的值和/或数j的值在激光雷达传感器的给定的有效范围情况下能够通过眼睛安全性方面的要求来限定。在一种具体的实施方式中,数i的值和/或数j的值能够通过成本规定或者在可生产性方面的规定来限定。在此,至少数量m或者至少数量n不等于1。至少一行或者一列具有至少两个像点。如在图4的示例中所示,行的数量m和列的数量n可以均大于1。探测器单元构造为多个像点401-m,n的场。

[0035] 在示例中示出的探测器单元112中,像点401-m,n分别具有多个可激活的单光子雪崩光电二极管402(为了清楚起见,每个像点401-m,n各只有一个单光子雪崩光电二极管402设有附图标记)。单光子雪崩光电二极管402在此能够被称为子像素。至少一行的像点401-m,n和/或至少一列的像点401-m,n能够并行地被激活。

[0036] 像点401-m,n的单光子雪崩光电二极管402通过在图4中未示出的关联器关联。在图4中示出的探测器单元112的像点401-m,n中的每个像点能够分别配属有如图5示例性示出的关联器。通过将一个像点401-m,n的至少两个单光子雪崩光电二极管进行关联,产生所谓的宏像素。探测器单元112的像点401-m,n能够被称为宏像素。

[0037] 图5示意性地示出图1至3中示出的激光雷达传感器100、300所具有的探测器单元112的像点500的和图1至3中示出的激光雷达传感器100、300所具有的关联器502的实施例。像点500可以是在先前的附图中描述的探测器单元112的部分。示出的像点500示例性地具有四个单光子雪崩光电二极管501-1至501-4。关联器502将四个单光子雪崩光电二极管501-1至501-4相互关联。关联器502设计用于,通过组合逻辑使像点500的四个单光子雪崩光电二极管501-1至501-4中的至少两个单光子雪崩光电二极管的探测信号关联。关联器502尤其可以是或-关联器,或者是异或-关联器。在关联器502是或-关联器的情况下,激光雷达传感器此外还能够可选地具有至少一个脉冲缩短器503。借助脉冲缩短器能够在时间上缩短由单光子雪崩光电二极管501-1至501-4生成的数字信号。

[0038] 图6示例性地示出用于借助激光雷达传感器光学地检测视场的方法。该方法从步骤601开始。在步骤602中,在视场中产生照明图案。照明图案在此具有第一方向和第二方

向。第一方向和第二方向彼此正交地布置,其中,照明图案沿着第一方向的延展大于照明图案沿着第二方向的延展。在步骤603中,借助控制单元操控转子单元围绕转动轴转动。因此,照明图案至少沿着第二方向运动。在步骤604中,借助至少一个探测器单元接收在视场中被对象反射和/或散射的次级光。至少一个探测器单元在此具有多个像点。至少一些像点分别具有多个可激活的单光子雪崩光电二极管。在步骤605中,借助关联器通过组合逻辑使一个像点的至少两个单光子雪崩光电二极管的探测信号关联。该方法在步骤606中结束。

[0039] 激光雷达传感器100和300和方法600不仅能够用于检测车辆的视场,还能够用于检测工作设备的视场。

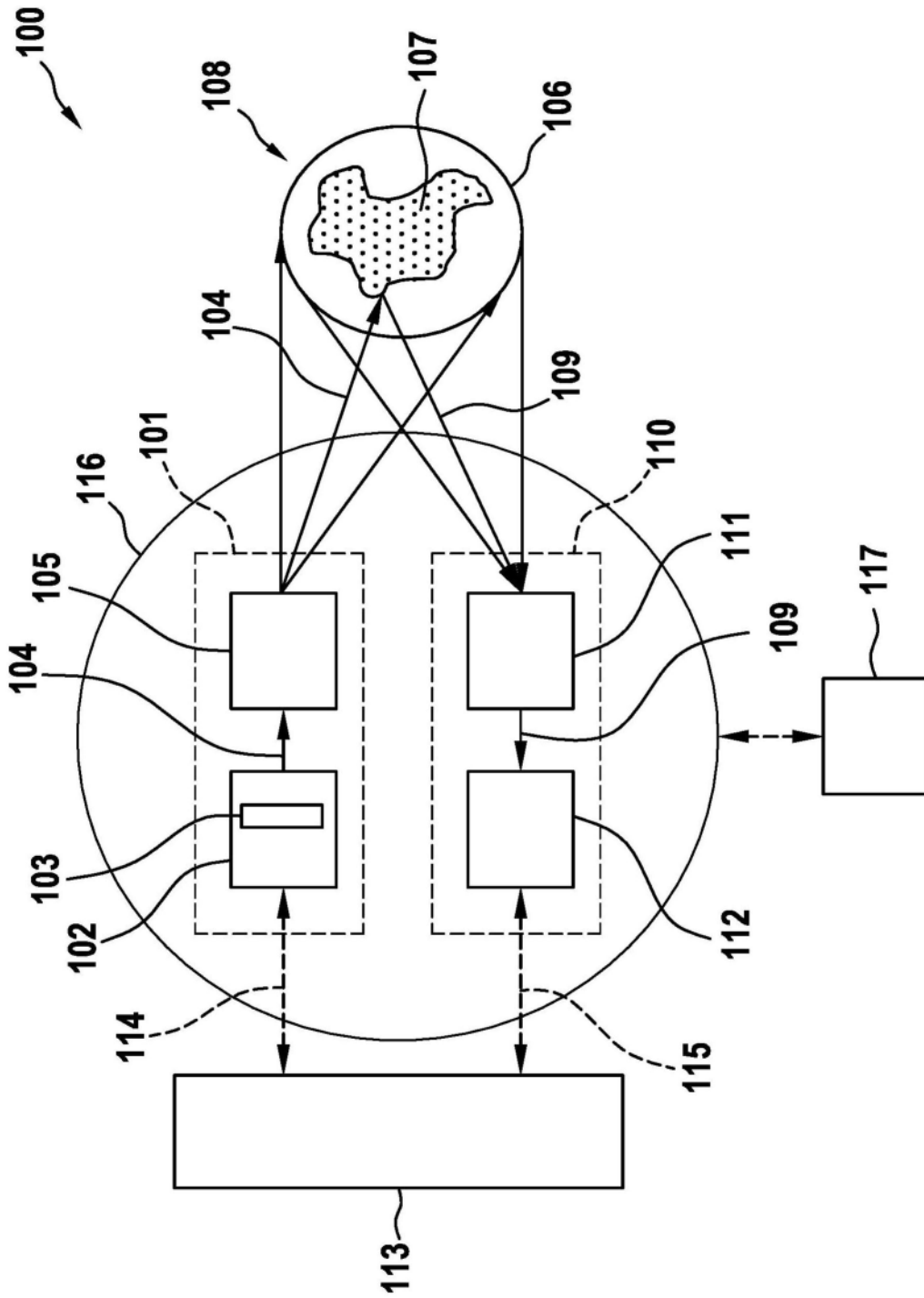


图1

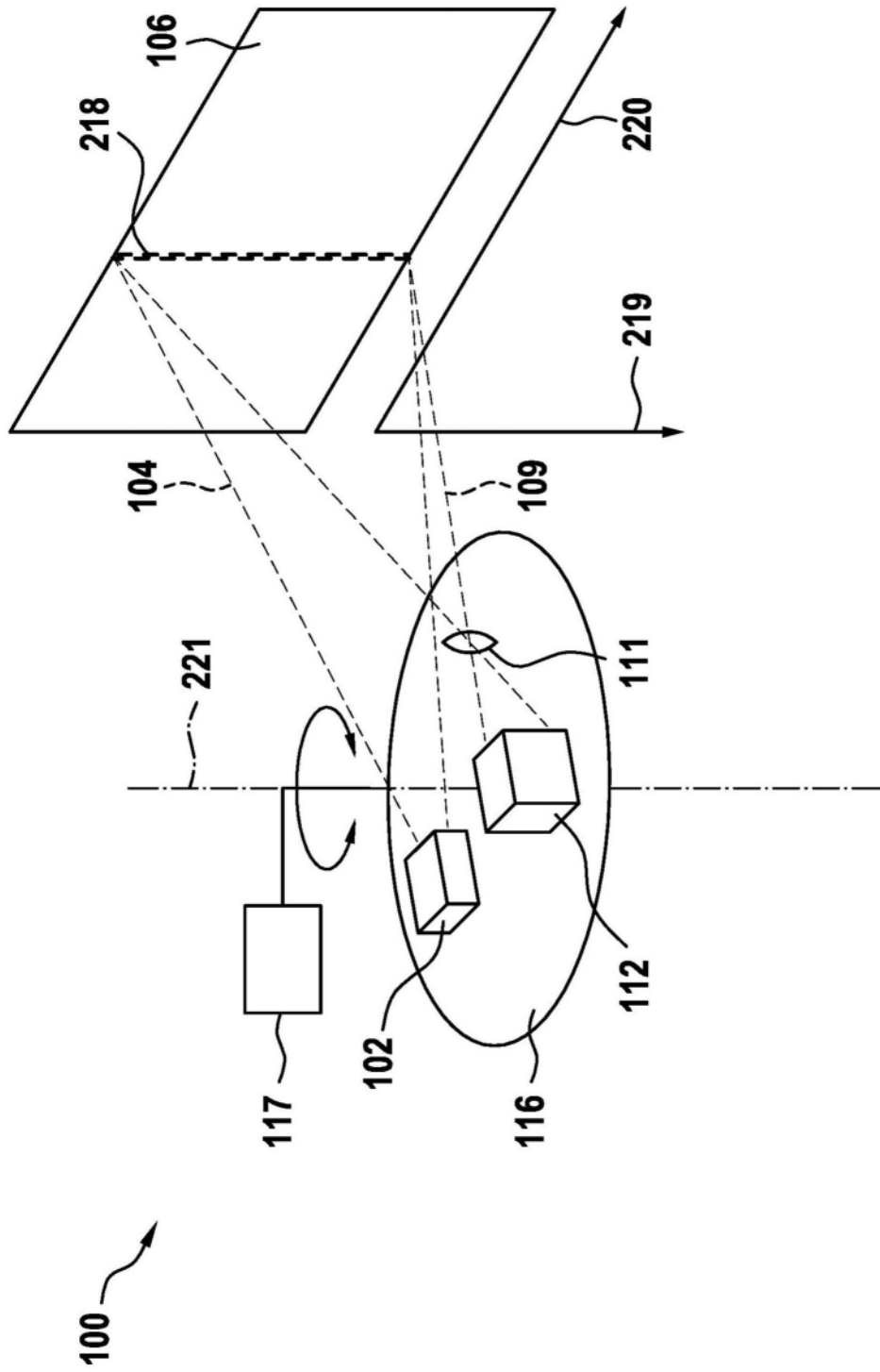


图2

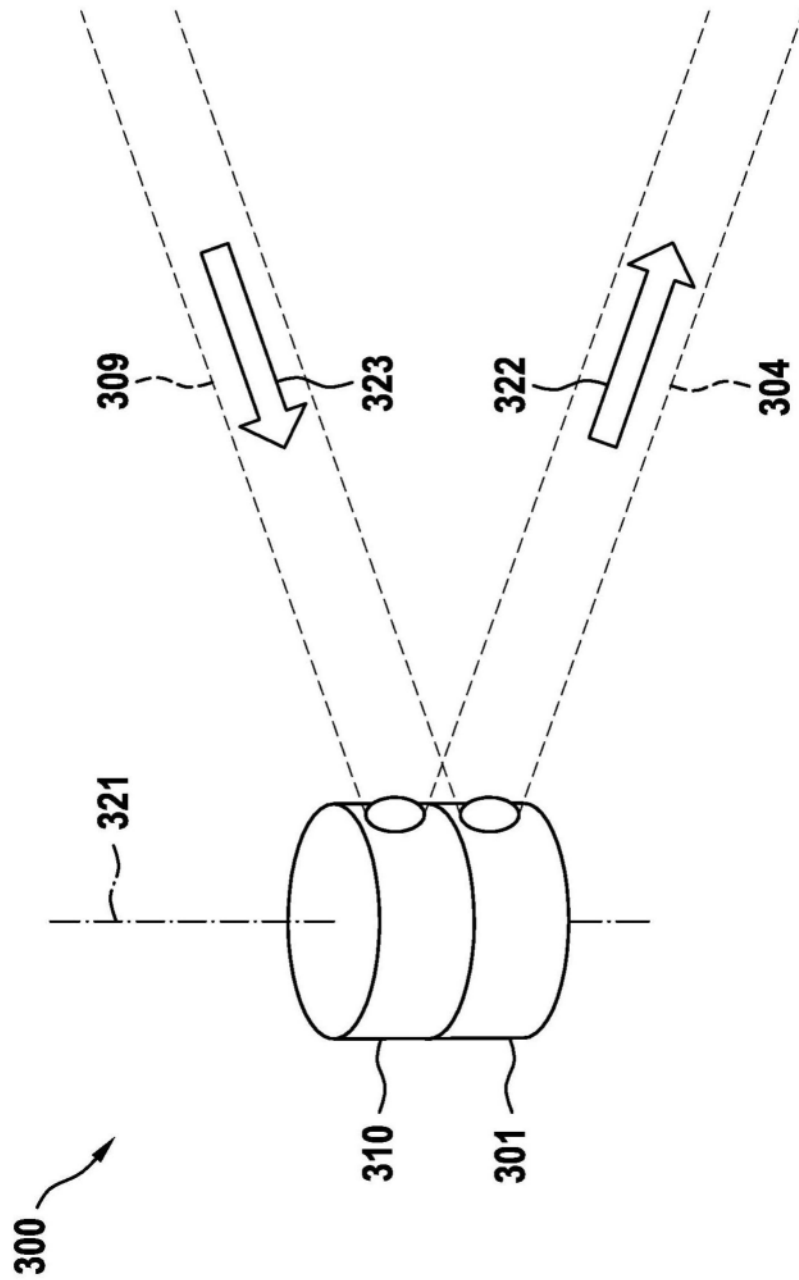


图3

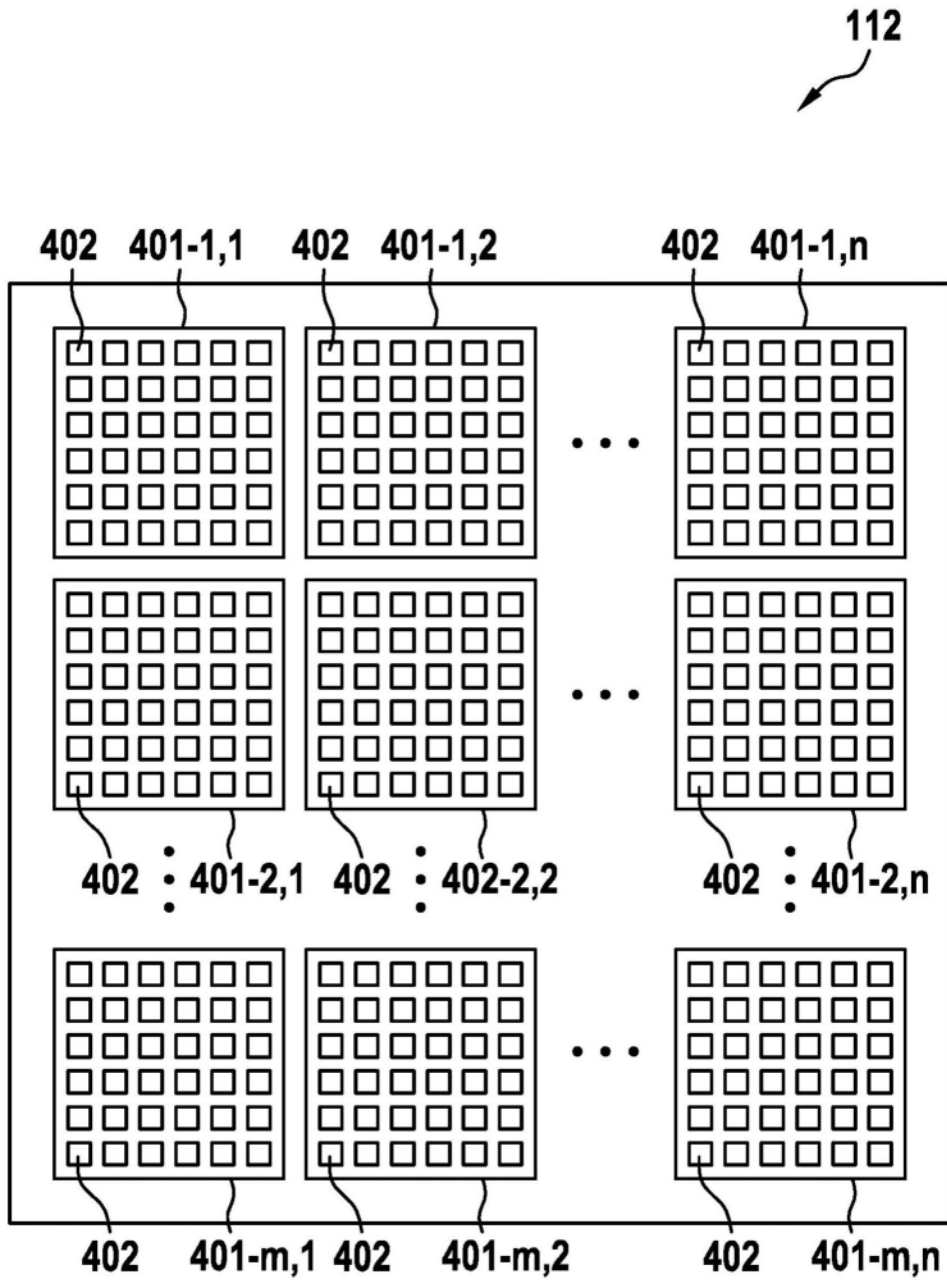


图4

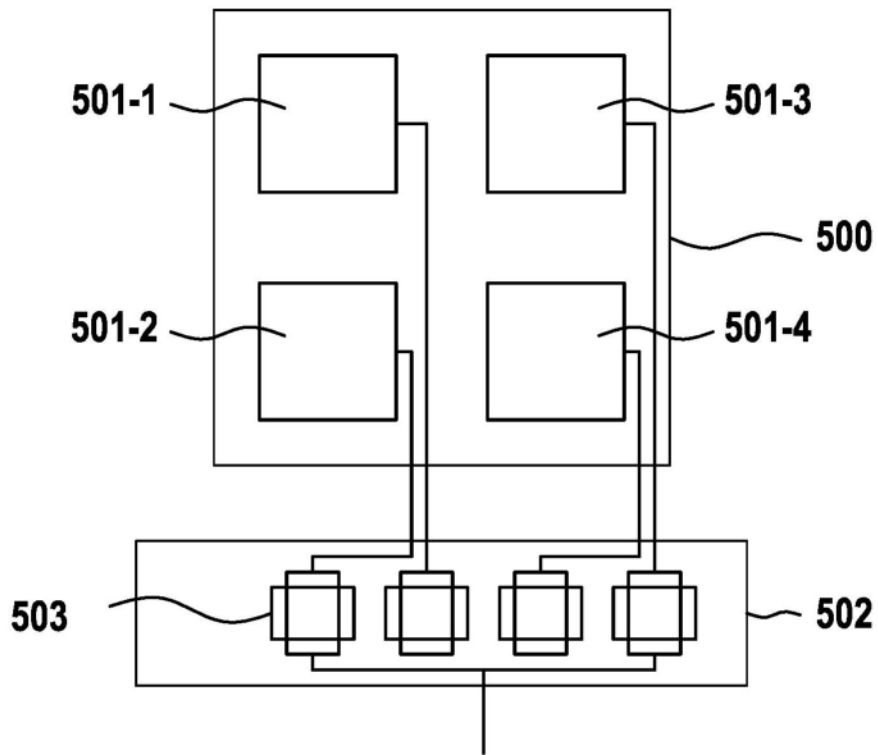


图5

600

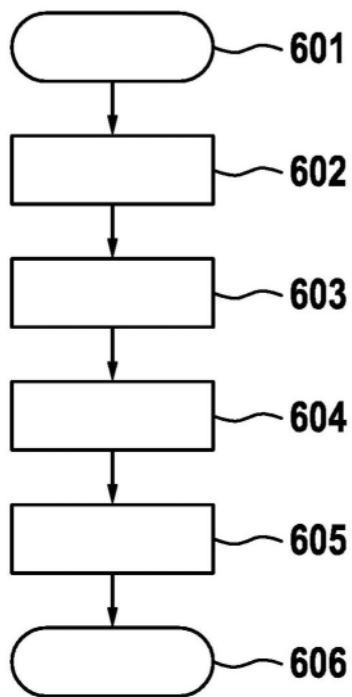


图6