



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101932953 B

(45) 授权公告日 2013. 05. 22

(21) 申请号 200980103852. 0

(22) 申请日 2009. 01. 27

(30) 优先权数据

102008008064. 0 2008. 02. 01 DE

102008014274. 3 2008. 03. 03 DE

(85) PCT申请进入国家阶段日

2010. 08. 02

(86) PCT申请的申请数据

PCT/EP2009/050887 2009. 01. 27

(87) PCT申请的公布数据

W02009/095383 DE 2009. 08. 06

(73) 专利权人 法罗技术股份有限公司

地址 美国佛罗里达州

(72) 发明人 马丁·奥西格 菲利普·舒曼

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227

代理人 朱胜 俞波

(51) Int. Cl.

G01S 17/10 (2006. 01)

G01S 17/36 (2006. 01)

(56) 对比文件

DE 19811550 A1, 1999. 09. 23, 说明书第1栏第9~12行, 第2栏第32行~第3栏第8行, 第6栏35~40行, 第3栏65~67行、图1.

DE 19811550 A1, 1999. 09. 23, 说明书第1栏第9~12行, 第2栏第32行~第3栏第8行, 第6栏35~40行, 第3栏65~67行、图1.

CN 1519580 A, 2004. 08. 11, 全文.

审查员 卜广东

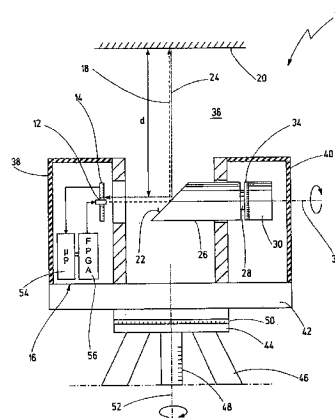
权利要求书2页 说明书7页 附图4页

(54) 发明名称

用于确定与物体的距离的方法和装置

(57) 摘要

本发明涉及一种用于确定到物体 (20) 的距离 (d) 的方法, 所述方法包括以下步骤: 通过光发射器 (12) 发射发射光束 (18), 通过光接收器 (14) 接收接收光束 (24), 通过发射光束 (18) 在物体 (20) 上的反射产生接收光束 (24), 以及使用发射和接收光束 (18, 24) 的行进时间确定距离 (d), 以矩形波形调制信号 (66 ; 74) 对发射光束 (18) 进行幅度调制, 并且调制信号 (66 ; 74) 具有在多个组 (76 ; 76') 中出现的多个矩形脉冲 (68 ; 68')。根据本发明的方法的特征在于组 (76 ; 76') 在相对于彼此变化的间隔 (PA) 中出现且具有变化数目的矩形脉冲 (68 ; 68')。



1. 一种用于确定与物体 (20) 的距离 (d) 的方法,包括以下步骤:

- 通过光发射器 (12) 发射发射光束 (18),
- 通过光接收器 (14) 接收接收光束 (24),其中所述接收光束 (24) 作为所述发射光束 (18) 在所述物体 (20) 处的反射结果而产生,以及
- 基于发射和接收光束 (18,24) 的传播时间确定所述距离 (d),
- 其中以矩形波形调制信号 (66 ;74) 对所述发射光束 (18) 进行幅度调制,以及
- 其中调制信号 (66 ;74) 具有在多个组 (76 ;76') 中出现的多个矩形脉冲 (68 ;68'),所述组 (76 ;76') 以相对于彼此变化的时间间隔 (PA) 出现,且具有变化的数目的矩形脉冲 (68 ;68'),

其特征在于,借助于数字电路 (56) 生成作为二进制矩形波形调制信号 (74) 的所述矩形波形调制信号 (66 ;74),而表示三个调制信号 (60,62,64) 的值表和 / 或计算说明存储在所述数字电路 (56) 中,并且所述数字电路 (56) 通过所述值表和 / 或计算说明生成二进制脉冲序列,所述二进制脉冲序列被作为二进制矩形波形调制信号 (74) 给送到所述光发射器 (12),

所述时间间隔 (PA) 周期性地变化,

每组 (76) 的矩形脉冲 (68 ;68') 的数目周期性地变化,以及

所述调制信号 (74) 的所有矩形脉冲 (68') 具有基本上相同的脉冲幅度。

2. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于,通过相加具有第一调制频率的第一矩形波形调制信号 (60) 和具有第二调制频率的第二矩形波形调制信号 (62) 生成所述调制信号 (66 ;74),其中所述第一调制频率相对于所述第二调制频率较大。

3. 根据权利要求 2 所述的方法,其特征在于,进一步将具有第三调制频率的第三矩形波形调制信号 (64) 加到第一和第二矩形波形调制信号 (60,62),其中所述第二和第三调制频率彼此不同,且其中所述第一调制频率相对于所述第三调制频率也较大。

4. 根据权利要求 3 所述的方法,其特征在于,第二和第三调制信号 (62,64) 具有基本上相同的脉冲幅度。

5. 根据权利要求 2-4 中的任一项所述的方法,其特征在于,所述第一调制信号 (60) 具有比所述第二调制信号 (62) 更大的脉冲幅度。

6. 根据权利要求 1-5 中的任一项所述的方法,其特征在于,基于所述发射光束 (18) 和所述接收光束 (24) 中的所述调制信号 (66 ;74) 的相位差确定所述发射和接收光束 (18,24) 的所述传播时间,其中测量所述发射光束中的调制信号 (66 ;74) 关于所述光发射器 (12) 的相位角。

7. 一种用于确定与物体 (20) 的距离 (d) 的装置,包括:

- 光发射器 (12),用于发射发射光束 (18),
- 光接收器 (14),用于接收接收光束 (24),其中所述接收光束 (24) 作为所述发射光束 (18) 在所述物体 (20) 处的反射结果而产生,以及
- 估计单元 (16),用于基于发射和接收光束 (18,24) 的传播时间确定所述物体 (20) 的距离 (d),
- 其中以矩形波形调制信号 (66 ;74) 对所述发射光束 (18) 进行幅度调制,以及
- 其中调制信号 (66 ;74) 具有在多个组 (76 ;76') 中出现的多个矩形脉冲 (68 ;

68'),所述组 (76 ;76') 以相对于彼此变化的时间间隔 (PA) 出现,且具有不同数目的矩形脉冲 (68 ;68'),

其特征在于,所述估计和控制单元 (16) 包括数字电路 (56),所述数字电路 (56) 生成作为二进制矩形波形调制信号 (74) 的所述矩形波形调制信号 (66 ;74),而表示三个调制信号 (60,62,64) 的值表和 / 或计算说明存储在所述数字电路 (56) 中,并且所述数字电路 (56) 通过所述值表和 / 或计算说明生成二进制脉冲序列,所述二进制脉冲序列作为二进制矩形波形调制信号 (74) 被给送到所述光发射器 (12),所述时间间隔 (PA) 周期性地变化,每组 (76) 的矩形脉冲 (68 ;68') 的数目周期性地变化,以及所述调制信号 (74) 的所有矩形脉冲 (68') 具有基本上相同的脉冲幅度。

8. 根据权利要求 7 所述的装置,其特征在于,所述二进制矩形波形调制信号 (74) 驱动所述光发射器 (12) 的激光二极管。

9. 根据权利要求 7 或 8 所述的装置,其特征在于,用于生成所述二进制矩形波形调制信号 (74) 的所述数字电路 (56) 被设计为现场可编程门阵列 (FPGA 56)。

10. 根据权利要求 7-9 中的任一项所述的装置,其特征在于,所述估计和控制单元 (16) 包括微处理器 (54),所述微处理器 (54) 从所述光接收器 (14) 读入数字化的接收数据,并且基于这些数据确定激光扫描器 (10) 和所述物体 (20) 之间的距离 (d)。

11. 根据权利要求 10 所述的装置,其特征在于,所述微处理器 (54) 和用于生成所述二进制矩形波形调制信号 (74) 的所述数字电路 (56) 彼此通信,其中此外,所述微处理器 (54) 还接收用于确定所述传播时间的所述二进制矩形波形调制信号 (74) 的相位信息。

用于确定与物体的距离的方法和装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种具有权利要求 1 的前序部分的特征的、用于确定与物体的距离的方法。本发明另外地涉及一种具有权利要求 10 的前序部分的特征的、用于确定与物体的距离的装置。

背景技术

[0002] 从 DE 198 11 550 A1 已知该类型的方法和装置。通过具有不同频率的三个调制信号的叠加产生（组合的）调制信号。从 DE 40 27 990 C1 已知另一方法和装置，其中调制信号具有在多个组中出现的多个矩形脉冲。

[0003] 本发明特别地涉及所谓的激光扫描器，该激光扫描器被设计为三维地测量空间区域和 / 或物体。例如在 DE 103 61 870A1 中描述了这种激光扫描器。该已知的激光扫描器具有可以围绕垂直轴旋转的测量头。该测量头包含可以围绕水平轴旋转的转子。转子发射发射光束并接收从物体反射的接收光束。（本发明含义内的反射不一定需要是全反射，而是还可以是发射的光束的漫反射或散射）。根据发射光束和接收光束的传播时间确定测量头和物体之间的距离。转子和测量头的旋转使得有可能以 360° 的方位角和约 270° 的仰角移动发射光束。以这种方式，有可能测量已知激光扫描器周围的实际整个空间。针对这种激光扫描器的典型应用例如是建筑物（内部和 / 或外部）、隧道的测量，或者诸如船体的大物体的测量。

[0004] 可以以各种方式确定发射和接收光束的传播时间。在原理上，在脉冲传播时间方法和 CW（连续波）方法之间有区别。在脉冲传播时间方法中，发射光束针对每个测量操作仅包含短发射脉冲。测量直到反射的脉冲到达接收器的时间。在 CW 方法中，发射（至少基本上）连续的发射光束，且基于发射和接收光束之间的相移确定传播时间。在这种情况下，一般借助于调制信号对发射光束进行幅度调制，且发射和接收的光束中的调制信号的相移用于确定传播时间。调制频率越高，则在此可以越准确地确定距离。然而，随着调制频率增加，明确性（unambiguity）范围减小；这是因为在 360° 的相位周期后，发射和接收光束之间的相移重复。

[0005] 因此引言中引用的 DE 40 27 990 C1 提出了根据 CW 方法的具有调制的发射光束的距离测量装置，其中以矩形波形调制信号对发射光束进行幅度调制，该矩形波形调制信号具有第一相对高的调制频率，且其中在特定数目的调制信号周期之后，中断所述发射光束相对长的时间段。该中断可以被理解为幅度调制，其中第二调制信号具有第二较低的调制频率。换句话说，以第一较高的和第二较低的调制频率对在这种情况下的发射光束进行幅度调制，其中两个不同的调制频率确定明确性范围。后者显著地大于当仅使用一个调制频率时。

[0006] 在 DE 43 03 804 A1 中，就在整个信号周期的持续时间范围内平均的发射光强度被以第二较低的调制频率的幅度调制减小来说，根据 DE 40 27 990 C1 的方法被认为是不利的。据说这导致信号 / 噪声比的减小且因此具有如下效果：不再可以测量具有低反射率

的物体。为了避免该不利, DE 43 03 804 A1 提出以第一较高和第二较低的调制频率交替地调制发射光束,也就是说,在每个情况下,在每个时间间隔中仅以两个调制频率中的一个来调制发射光束。然而,由于每个物体需要测量两次,所以该方法导致延长的测量时间。由于然后仅可以相对慢地旋转发射光束,因此特别是在激光扫描器的情况下,该较高的测量时间是不利的。

发明内容

[0007] 针对该背景,本发明的目的是详细说明导言中提及类型的方法和装置,其中可用的光功率被最佳地利用以获得大信号/噪声比,且该方法和装置还提供高测量准确度以及大明确性范围。

[0008] 根据本发明,通过具有权利要求 1 的特征的方法和具有权利要求 10 的特征的装置实现该目的。

[0009] 借助于数字电路生成作为二进制矩形波形调制信号的矩形波形调制信号,而表示三个调制信号的值表和/或计算说明存储在该数字电路中,并且数字电路通过该值表和/或计算说明生成二进制脉冲序列,其作为二进制矩形波形调制信号被给送到光发射器。

[0010] 该配置使得能够非常简单和有成本效益地实现新颖的方法和新颖的装置。此外,该配置中的组合调制信号可以非常灵活地变化并且被适配于不同的环境和/或测量任务。要组合的调制信号和组合的调制信号可被数字地提供作为 0-1 序列。

[0011] 该新颖的方法和新颖的装置进一步基于根据 CW 方法的传播时间测量的原理,也就是说,基于接收光束中的调制信号相对于发射光束中的调制信号的相移确定传播时间。而且,该新颖的方法和新颖的装置使用矩形波形调制信号,以该矩形波形调制信号对发射光束进行幅度调制。尽管导言中提及的 DE 40 27 990 C1 已针对发射光束的幅度调制考虑了矩形波形调制信号,但相反实际中通常使用正弦调制信号。矩形波形调制信号相对于正弦调制信号具有如下优点:给定相同的信号幅度(脉冲峰值)和相同的调制频率,该调制信号在其各个最大值保持更长。换句话说,对于矩形波形调制信号情况下的边缘上升“浪费”较少的光功率。因此,使用矩形波形调制信号比使用相对比的正弦调制信号实现更高的信号/噪声比。利用矩形波形调制信号可以显著地更好地利用可用的光功率。

[0012] 与根据 DE 40 27 990 C1 的方法相对照,根据新颖方法的以矩形波形调制的发射光束不仅被周期性地抑制,而且,该调制信号自身还以如下方式被调制:使得矩形脉冲在相对于彼此时间上变化的间隔处发生且具有变化数目的脉冲。在特别优选的示例实施例中,调制信号是二进制矩形信号(以数字 0-1 序列的方式),其中单独的矩形脉冲以变化的传号空号比(mark-space ratio)和变化的脉冲聚类而发生。在其它示例实施例中,矩形脉冲可以是非二进制矩形波形调制信号的脉冲峰值,例如四进制矩形波形信号的脉冲峰值。在优选的示例实施例中,以如下方式分布调制信号的矩形脉冲:使得优选地根据周期性再现的图案将调制信号自身频率调制到精确。

[0013] 在该连接处应指出,实际上矩形信号从不会有精确的矩形波形,这是因为实际电路中不可避免的带宽限制和过冲总是导致与理想矩形的偏离。然而,一般地以下成立:调制信号与理想矩形信号越接近,则本发明的方法和装置中的发光效率越好。

[0014] 根据新颖方法和新颖装置,以如下调制信号调制发射光束的幅度:由于其自身变

化的属性,该调制信号包括多个不同的调制频率。该多个不同的调制频率不仅仅包括每个矩形波形信号由于傅里叶关系而自身包括的多个谐波倍数。除了矩形信号的谐波倍数之外,新颖的调制信号包括多个不同的调制频率,其特别地低于矩形波形信号的一次谐波。因此,新颖的调制信号是可以连续地驱动光发射器的组合调制信号。优选地至少几乎同时地估计新颖调制信号中包含的不同调制频率,使得在原理上一个测量操作满足每个距离测量。由于组合调制信号中包含的高调制频率,可以以高测量准确度确定距离。另一方面,由于变化的脉冲组,调制信号还包含较低的调制频率,进一步使得获得大的明确性范围。

[0015] 而且,已发现利用新颖调制信号比利用相对比的组合正弦信号可以显著地更好地利用可用的光功率。因此,完全实现了上述目的。

[0016] 在本发明的优选配置中,时间间隔周期性地变化。

[0017] 在该配置中,矩形脉冲组之间的时间间隔根据周期性重复的图案而变得更长和更短。周期性变化的时间间隔导致矩形波形调制信号中的调制频率,该频率与矩形波形调制信号的基频相比较低。低的调制频率使得能够实现大的明确性范围。而且,由于脉冲组之间的“暂停”,该配置实现了给定相同的平均光功率时光发射器的更高的峰值负载,这导致信号/噪声比的进一步改进。

[0018] 在另一配置中,每组矩形脉冲的数目周期性地变化。

[0019] 该配置提供了组合的调制信号中的另一“低”调制频率,且其可以从而导致明确性范围的进一步扩大。该配置与在前配置的组合是特别有利的,其中周期性变化的间隔和每组的周期性变化的矩形脉冲数目以相同的周期出现。在这种情况下,矩形脉冲组之间的较大的时间间隔由每组较小数目的矩形脉冲产生。该配置简化了实际实现,且使得能够非常好地利用可用的光功率。

[0020] 在另一配置中,通过相加具有第一调制频率的第一矩形波形调制信号和具有第二调制频率的第二矩形波形调制信号来生成调制信号,其中第一调制频率相对于第二调制频率较大。优选地,第一调制频率至少是第二调制频率的五倍。

[0021] 该配置使得能够非常简单和有成本效益地生成新颖的调制信号,且从而简单和有成本效益地实现新颖的装置。而且,第一和第二调制信号的相加与原理上同样地可设想的乘法相比,减小了调制信号中不需要的“第二频率”的数目。因此,可用的光功率更大程度地集中于可用和使用的调制频率上。

[0022] 在另一配置中,具有第三调制频率的第三矩形波形调制信号被加到第一和第二矩形波形调制信号,其中第二和第三调制频率彼此不同,且其中第一调制频率相对于第三调制频率也较大。如果第二和第三调制频率几乎相同或相近,则这是特别有利的。

[0023] 在该配置中,第二和第三调制频率之间的差显著地小于第二和第一调制频率之间的差或第三和第一调制频率之间的差。在优选的示例实施例中,第一调制频率是约 125MHz,第二调制频率是约 15MHz,且第三调制频率约为 13MHz。

[0024] 该配置具有如下优点:第三调制频率可用于信号估计,从而可以进一步扩大明确性范围。如在优选的示例实施例中,如果第二和第三调制频率彼此相对接近则是特别有利的,这是因为在这种情况下出现差拍 (beat),其频率对应于第二和第三调制频率之间的差。该差与调制信号的实际频率相比非常小。因此,明确性范围可以被扩大到非常大的程度,而不需要使得低差拍频率分离可用。在该配置中,可以显著地简化新颖装置的单独电路组件

的选择和调谐。

[0025] 在另一配置中,第二和第三调制信号具有相同的脉冲幅度。

[0026] 该配置简化了信号估计并导致进一步改进的发光效率。如果第二和第三调制频率彼此靠近使得差拍频率可用于信号估计,则是特别有利的。

[0027] 在另一配置中,第一调制信号具有比第二调制信号更大的脉冲幅度。在特别优选的示例实施例中,第一调制信号的脉冲幅度大约是第二或第三调制信号的脉冲幅度的 2 倍,其中后者是相同的。

[0028] 该配置有助于扩大组合调制信号中的矩形脉冲组之间的时间间隔,这初看起来导致发射光束的平均发送功率的减小。然而在该情况下,操作光发射器的脉冲或峰值功率有利地增加。由于矩形脉冲组之间的较大间隔,因此这在不破坏光发射器的情况下是可能的,且有助于再次增加有用信号中的信号 / 噪声比。

[0029] 在另一配置中,调制信号的所有矩形脉冲具有至少基本上相同的脉冲幅度。

[0030] 在该配置中,组合的调制信号是诸如在数字技术领域通常用于 0-1 序列的表示的二进制信号。作为替代,组合的调制信号可以是具有多个 ($n > 2$) 脉冲幅度值的矩形波形信号。借助于数字电路非常简单和有效地生成组合的调制信号,在这种情况下,要组合的调制信号和组合的调制信号被数字地提供作为 0-1 序列。而且,可以以同样有助于可用光功率的最佳利用的每个脉冲来利用发射光束的最大幅度。借助于数字电路生成作为二进制矩形波形调制信号的矩形波形调制信号。

[0031] 该配置使得能够非常简单和有成本效益地实现新颖的方法和新颖的装置。而且,该配置中的组合调制信号可以被非常灵活地改变且被适配于不同的环境和 / 或测量任务。

[0032] 在另一配置中,基于发射光束和接收光束中的调制信号的相位差确定发射和接收光束的传播时间,其中在光发射器处测量发射光束中的调制信号的相位角。

[0033] 在该配置中(其本质上也是有创造性的),度量地确定发射光束中的调制信号的相位角,且使用该相位作为用于确定传播时间的参考。换句话说,在此在发射光束中瞬时存在的相位角用于确定传播时间。在这种情况下,如果光发射器包括激光二极管且如果测量流过激光二极管的控制电流的相位角,则这是特别优选的。可以以简单的方式确定控制电流的相位角,且其以高准确度表示发射光束中的调制信号的实际瞬时相位角。该配置使得实现非常高的测量准确度,这是因为从距离确定中消除了光发射器的区域中的相位漂移。

[0034] 毋庸赘言,在不脱离本发明的范围的情况下,上述特征和以下要说明的特征不仅可以在分别指定的组合中使用,还可以用在其他组合中或单独地使用。

附图说明

[0035] 在附图中示出了本发明的示例实施例,且在以下描述中更详细地说明该示例实施例。在附图中:

[0036] 图 1 示出了根据本发明优选示例实施例的激光扫描器,

[0037] 图 2 示出了根据图 1 的激光扫描器可以采用的多个调制信号的简化图示,

[0038] 图 3 示出了调制信号的优选示例实施例,以及

[0039] 图 4 示出了来自图 3 的调制信号的频谱。

具体实施方式

[0040] 在图 1 中,以附图标记 10 整体指定激光扫描器。激光扫描器 10 是根据本发明的装置的优选示例实施例。然而,还可以在其他设备中采用新颖的装置和新颖的方法,其中借助于发射光束和接收光束确定与物体的距离。本发明也不限于较狭窄的意义上的光束(300nm 和 1000nm 之间的优选波长)的使用,而是原理上还可以以来自更大的波长范围的电磁波来实现,只要存在准光学传播即可。因此此处使用的说明光束也包括这种电磁波。

[0041] 激光扫描器 10 包括光发射器 12 和光接收器 14,二者均连接到估计和控制单元 16。在优选的示例实施例中,光发射器 12 包括激光二极管 13(见图 5 和图 6 中的图示),该激光二极管 13 被设计成发射激光束 18,以照射物体 20 处的物体点。在此以如以下参考图 2 至图 6 更详细地说明的矩形波形调制信号对激光束 18 进行幅度调制。在优选示例实施例中,发射光束具有约 790nm 的波长。

[0042] 激光束 18 在此通过镜 22 被偏转到物体 20。附图标记 24 指定从物体 20 反射且通过镜 22 被偏转到接收器 14 的接收光束。估计和控制单元 16 被设计为根据发射的激光束 18 和接收的反射光束 24 的传播时间,确定从激光扫描器 10 到物体 20 处的被照射点的距离。为此确定并估计发射光束 18 和接收光束 24 之间的相移。

[0043] 此处镜 22 被布置在通过轴 28 连接到旋转驱动 30 的柱状物 26 的前端面处。借助于旋转驱动 30,镜 22 可以围绕旋转轴 32 旋转。可以借助于编码器 34 确定镜 22 的各个旋转位置。编码器 34 的输出信号同样地被给送到估计和控制单元 16,尽管为了清楚在此没有示出。

[0044] 在优选的示例实施例中,旋转轴 32 被水平地布置,且镜 22 以相对于旋转轴 32 约 45° 的角度倾斜。因此镜 22 围绕水平轴 32 的旋转具有如下结果:发射光束 18 沿垂直于旋转轴 32 的垂直平面(高度(elevation))偏转。发射光束 18 似乎形成了在垂直平面中扫描空间区域 36 的扇形物。

[0045] 在此激光扫描器 10 具有外壳结构,该外壳结构实质上具有两个外壳部件 38、40。外壳部件 38、40 布置在公共基板 42 上。发射器 12、接收器 14 与估计和控制单元 16 容纳在图 1 左侧所示的外壳部件 38 中。图 1 右侧所示的外壳部件 40 容纳具有编码器 34 和柱状物 26 的旋转驱动 30,其中具有镜 22 的柱状物 26 从外壳部件 40 突出,使得镜 22 大约中心地布置在两个外壳部件 38、40 之间。

[0046] 基板 42 布置在位于支架 46 上的旋转驱动 44 上。支架 46 是高度可调节的且具有标尺 48,以能够进行可再现的高度设置。附图标记 50 指定另一编码器,借助于该编码器可以确定旋转驱动 44 的旋转位置。编码器 50 的输出信号同样地被给送到估计和控制单元 16(此处未示出)。

[0047] 旋转驱动 44 使得激光扫描器 10 能够围绕垂直轴 52 旋转,垂直轴 52 与旋转轴 32 一起定义了轴交叉点。轴交叉点近似地位于镜 22 中心,且在优选的示例实施例中定义了所有距离测量值参考的坐标系的原点。借助于旋转驱动 44,借助于旋转镜 22 产生的垂直“扫描扇”可以以高达 360° 的方位角旋转。因而发射光束 18 几乎可以照射激光扫描器 10 附近的任何物体点。仅朝向底部出现由基板 42 产生的阴影,使得激光扫描器 10 的视角朝向底部受限。

[0048] 在该示例实施例中,估计和控制单元 16 包括微处理器 54 和 FPGA(现场可编程门

阵列) 56。在此 FPGA 56 生成驱动光发射器 12 的激光二极管的二进制矩形波形调制信号。微处理器 54 从光接收器 14 读入数字化的接收数据,且基于这些数据确定激光扫描器 10 和物体 20 之间的距离 d。另外,微处理器 54 和 FPGA 56 彼此通信,其中此外,微处理器 54 还接收用于确定传播时间的调制信号的相位信息。

[0049] 图 2 示出了相对时间轴以理想方式示出的三个调制信号 60、62、64。第一调制信号 60 是具有例如 125MHz 的基频的矩形波形调制信号。第二调制信号 62 是具有 13MHz 的基频的矩形波形信号,且第三调制信号 64 是具有 15MHz 的基频的矩形波形信号。附图标记 66 表示由三个调制信号 60、62、64 相加产生的和信号。和信号 66 是具有许多矩形脉冲 68、70 的矩形波形信号,这些矩形脉冲以第一调制信号 60 的基频一个接一个出现。然而,由于与第二和第三调制信号 62、64 相加,所以和信号 66 的矩形脉冲 68、70 具有不同的脉冲高度。因此和信号 66 是组合的信号,该组合的信号除了第一调制信号 60 的基本频率之外还包含另外的信号频率。特别地,和信号 66 包括对应于第二和第三调制信号 62、64 的基本频率之差的信号频率。该另外的信号频率表现在周期性图案中,其中最高矩形脉冲 68 超过附图标记 72 指示的阈值。而且,和信号 66 包含对应于两个调制信号 62、64 的基频的平均值的信号频率。因此在优选的示例实施例中,和信号包含约 2MHz (15MHz-13MHz) 的信号频率和约 14MHz (15MHz+13MHz/2) 的信号频率。因此和信号 66 适于作为用于发射光束 18 的幅度调制的调制信号,其中相对高的信号频率 125MHz 针对距离 d 的准确确定提供了精细的相位,而低信号频率 2MHz 针对大的明确性范围提供了粗略的相位。不用说,优选地在每个单独的测量周期中,相对应地在新颖装置的估计和控制单元中估计这些不同的信号频率和相位差以使其精确。

[0050] 在根据图 2 的示例实施例中,第一调制信号 60 的脉冲幅度是第二和第三调制信号 62、64 的脉冲幅度的二倍高。这具有如下结果:和信号 66 是四进制信号,其中矩形脉冲 68、70 呈现四个可能的脉冲值中的一个。在原理上,该四进制信号 66 可以用作针对发射光束的调制信号。

[0051] 然而,在特别优选的示例实施例中,不使用四进制和信号 66,而使用二进制调制信号 74,其由于以下事实而由和信号 66 产生:仅使用延伸超过附图标记 72 指定的脉冲值的矩形脉冲 68。换句话说,在此仅使用和信号 66 的“高”脉冲峰值,其由图 2 中的附图标记 68' 指定。信号 66 的较低部分被“切掉”。如参考图 2 可以识别的,矩形脉冲 68' 之间的时间间隔 PA 周期性地改变。而且,矩形脉冲 68' 的每组 76 的矩形脉冲 68' 的数目变化。因此调制信号 74 是频率调制的矩形波形二进制信号,其基频对应于第一调制信号 60 的基频(在此也就是说 125MHz)。以由第二和第三调制信号 62、64 之间的频率差产生的差拍频率对该基频进行频率调制。

[0052] 图 3 示出了借助于数字电路计算的且对应于来自图 2 的调制信号 74 的调制信号。图 4 示出了来自图 3 的调制信号的频谱。可以根据附图标记 80 识别第一峰值,其指示 125MHz 的基频处的高信号分量。附图标记 82 指定位于 375MHz、625MHz、875MHz 等处的另外的峰值。这些是矩形波形信号特有的基频的奇数倍数。

[0053] 可以根据附图标记 84、86 识别由于与第二和第三调制信号 62、64 组合而出现的另外的峰值。另外的峰值 84、86 描述如下频率分量的特征:其同样地包含在组合的调制信号 74 中,且在本发明的优选示例实施例中,除第一调制信号 60 的基频之外还估计该频率分

量,以便确定发射光束 18 和接收光束 24 的传播时间,且从而确定距离 d。在当前优选的示例实施例中,仅估计基频而不估计另外的谐波频率 82、88,以便确定发射光束 18 和接收光束 24 之间的相移。在其他示例实施例中,还可以估计谐波频率,即在峰值 82 处的频率和分别围绕其分组的频率 88。在当前优选的示例实施例中,借助于光接收器 14 的区域中的适当输入滤波器来抑制谐波频率 82、88。不用说,可以省略该输入滤波器(此处未示出),和/或如果谐波频率分量同样希望被估计,则必须修改该输入滤波器。

[0054] 在当前优选的示例实施例中,借助于 FPGA 56 形式的数字电路来生成作为二进制矩形波形调制信号的调制信号 74。为此,在 FPGA 56 中存储表示调制信号 60、62、64 的值表和/或计算说明。借助于所述计算说明和/或值表,FPGA 56 生成二进制脉冲序列,其作为调制信号 74 被给送到光发射器 12。

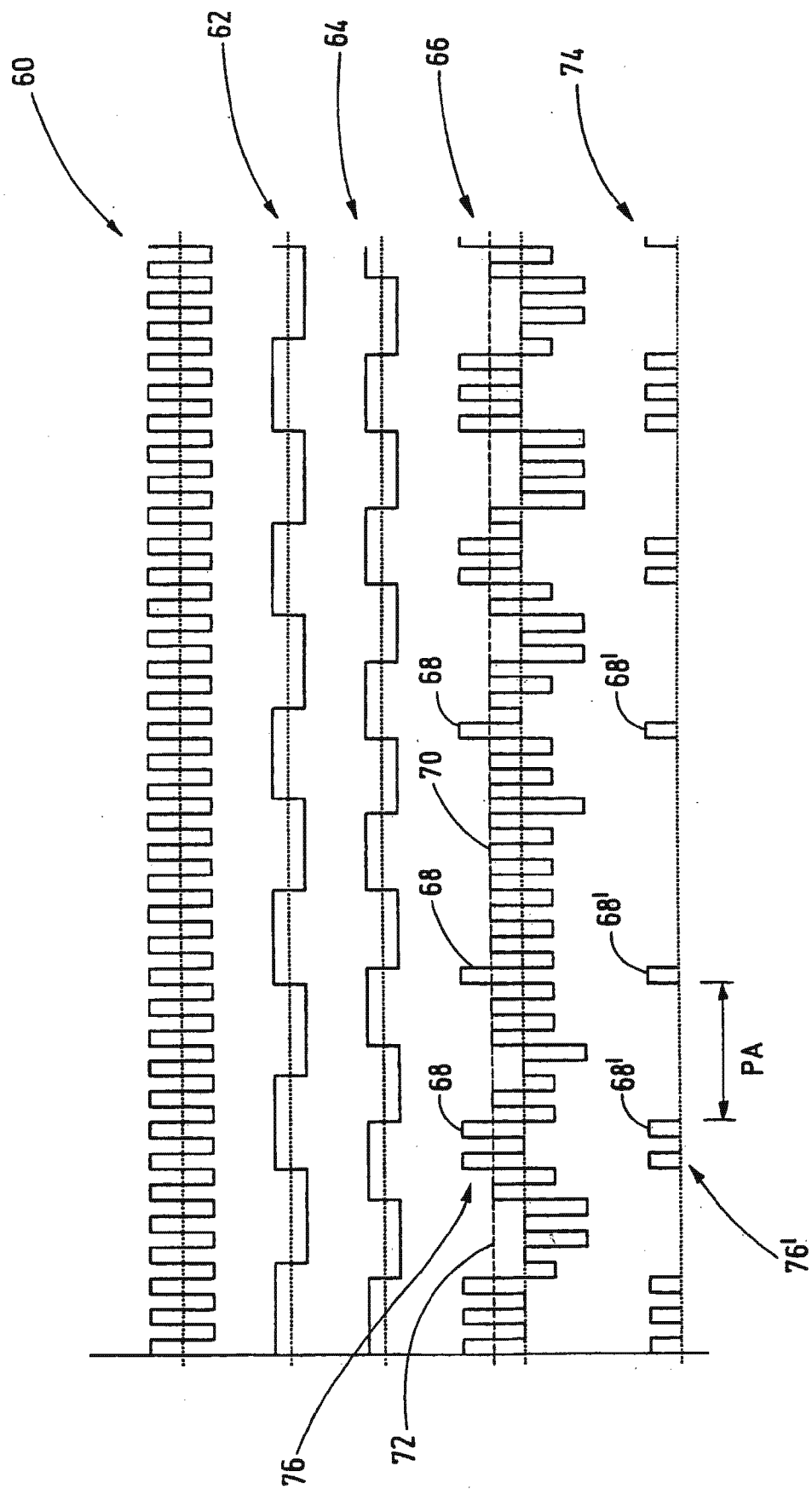


图 2

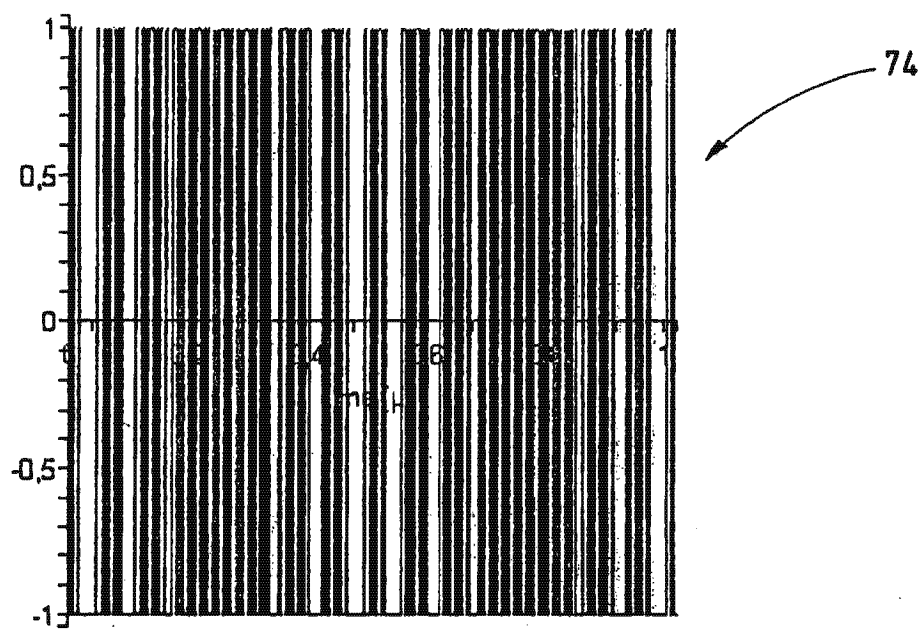


图 3

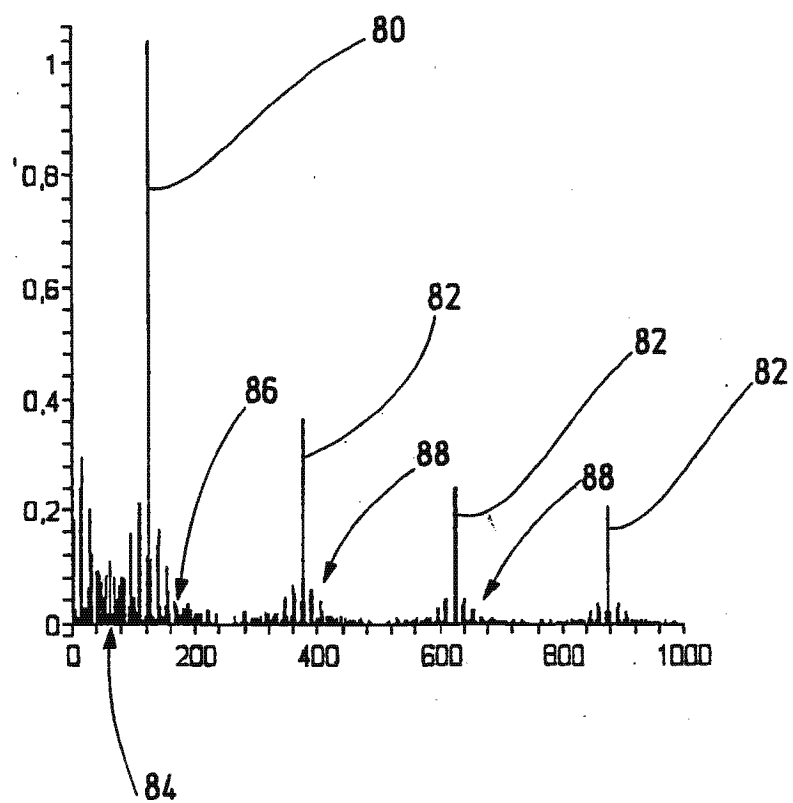


图 4

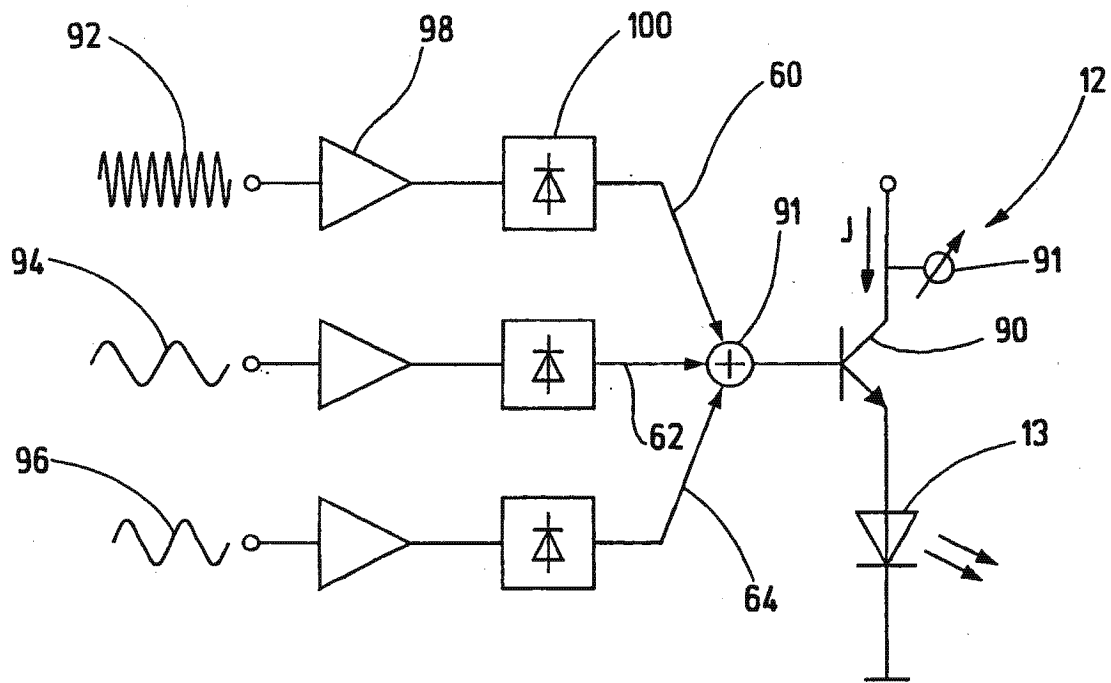


图 5

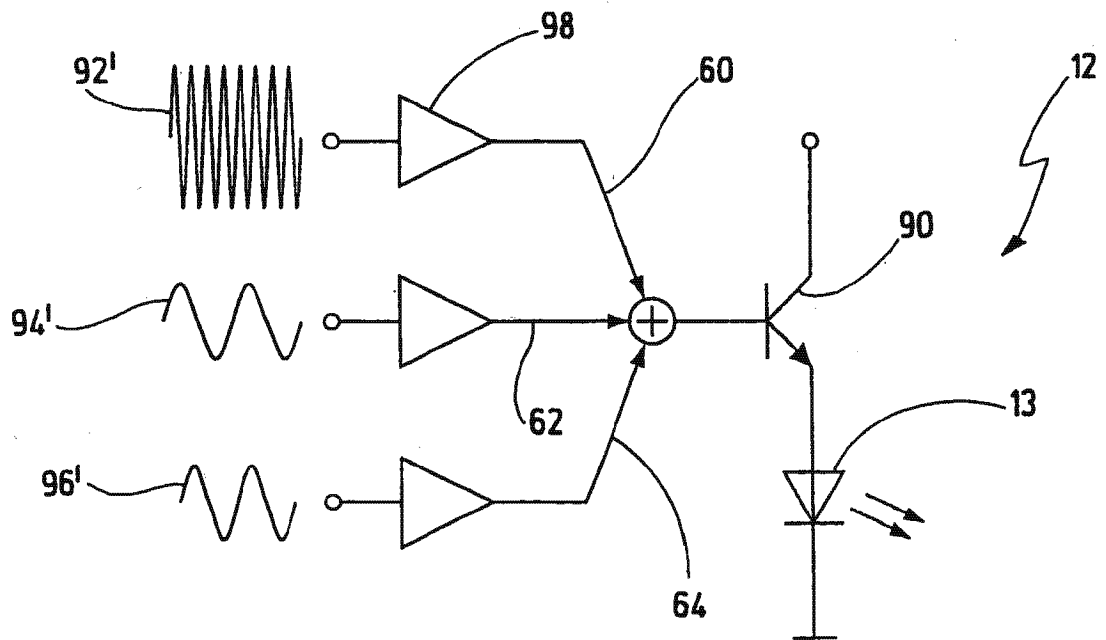


图 6