

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G01S 17/10 (2006.01)

G01C 3/06 (2006.01)

G01C 15/00 (2006.01)



# [12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200680035417.5

[43] 公开日 2008年9月24日

[11] 公开号 CN 101273282A

[22] 申请日 2006.8.10

[21] 申请号 200680035417.5

[30] 优先权

[32] 2005.9.26 [33] JP [31] 278905/2005

[86] 国际申请 PCT/JP2006/315845 2006.8.10

[87] 国际公布 WO2007/034635 日 2007.3.29

[85] 进入国家阶段日期 2008.3.26

[71] 申请人 株式会社拓普康

地址 日本东京都

[72] 发明人 大石政裕 峰岸功

[74] 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司  
代理人 胡建新

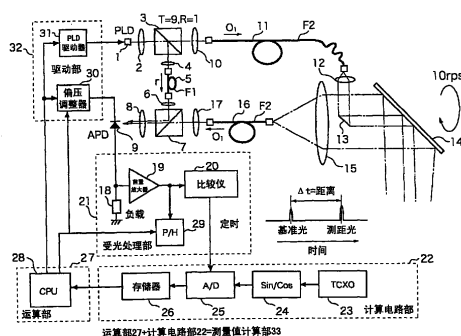
权利要求书 2 页 说明书 14 页 附图 5 页

## [54] 发明名称

测量装置及测量方法

## [57] 摘要

一种测量装置及测量方法，当对测量对象物照射光并接收其反射光来测量延迟时间或距离时，更进一步使测量误差变得微小。由受光部(9)接收作为受光信号的基准脉冲光(r)及测量脉冲光(o<sub>1</sub>)，从受光信号(r、o<sub>1</sub>)形成阻尼信号(S3U)，将阻尼信号(S3U)的零交叉点Q<sub>0</sub>附近微小电平的信号放大率高幅放大，使用放大后的信号，来形成定时信号(r'、o<sub>1</sub>')。由此，可以使测量误差变得微小。



1.一种测量装置，其特征为，  
具备：  
受光部，接收作为受光信号的基准脉冲光及测量脉冲光；  
提取信号形成机构，形成从上述受光信号提取其一部分频率成分后的提取信号；  
放大器，将上述提取信号中微小电平的信号放大率高幅放大；  
定时信号形成部，利用由上述放大器将上述微小电平的信号放大后的信号，从上述受光信号形成定时信号；以及  
测量值计算部，根据从上述基准脉冲光形成的定时信号和从上述测量脉冲光形成的定时信号之间的受光时间差，测量上述测量脉冲光对上述基准脉冲光的延迟时间或从测量对象物开始的距离。

2.根据权利要求1所述的测量装置，其特征为：  
上述定时信号形成部在检测到上述受光信号的重心相当位置时，生成上述定时信号。

3.根据权利要求2所述的测量装置，其特征为：  
上述定时信号形成部检测作为上述受光信号的重心相当位置的上述提取信号的零交叉点附近。

4.根据权利要求3所述的测量装置，其特征为：  
上述提取信号是阻尼信号或者微分信号。

5.根据权利要求4所述的测量装置，其特征为：  
上述提取信号形成机构在上述受光部和接地之间具有电感器。

6.根据权利要求3至5的任一项所述的测量装置，其特征为：

上述放大器是一种对高电平的信号进行低幅放大或者使因饱和而产生的上述提取信号的零交叉点的位置几乎不变化的放大器。

7.根据权利要求1至6的任一项所述的测量装置，其特征为：

上述测量对象物包含目标。

8.一种测量方法，其特征为，

具备：

受光步骤，由受光部接收作为受光信号的基准脉冲光及测量脉冲光；

提取信号形成步骤，形成从上述受光信号提取其一部分频率成分后的提取信号；

放大步骤，将上述提取信号中微小电平的信号放大率高幅放大；

定时信号形成步骤，利用由上述放大步骤将上述微小电平的信号放大后的信号，从上述受光信号形成定时信号；以及

测量值运算步骤，根据从上述基准脉冲光形成的定时信号和从上述测量脉冲光形成的定时信号之间的受光时间差，测量上述测量脉冲光对上述基准脉冲光的延迟时间或从测量对象物开始的距离。

9.根据权利要求8所述的测量方法，其特征为：

上述提取信号包括阻尼信号或者微分信号。

## 测量装置及测量方法

### 技术领域

本发明涉及一种测量装置及测量方法。详细而言，涉及到用来对测量对象物照射光并接收其反射光来测量延迟时间或距离的测量装置及测量方法。

### 背景技术

以往，有一种由光电倍增管或雪崩光电二极管（APD）等放大并接收从目标等测量对象物反射回来的反射光，并实施规定的处理，测量延迟时间或距离的装置。在此装置中，求取接收从来自近距离的强反射光到来自远处的微小反射光的等级范围宽的光，并且这种情况下，由于受光信号的强度变化易于表现为测量误差，所以提出了一种检测从受光信号取出其一部分频率成分后的阻尼信号的零交叉点且进行放大，测量延迟时间测量或距离的装置。（例如，参见专利文献1）

专利文献1：日本特开平7-191144号公报（段落0056~0062、0113~0120、图1、图9（a））

但是，就以往装置而言，虽然可以利用受光信号的衰减振荡波形，减弱振幅或强度大小的影响，但是只是通过同样进行放大，无法消除测量误差，而在高精度的测量中还是不足的。另一方面，却越发要求高准确度的测量。因此，人们期望一种用来进一步减小测量误差的测量装置和测量方法。

### 发明内容

本发明的目的为提供一种测量装置及测量方法，当对测量对象物照射光并接收其反射光来测量延迟时间或距离时，更进一步使测量误差变得微

小。

为了解决上述课题，本发明方式（1）的测量装置例如图 1~图 3 所示，具备：受光部 9，接收作为受光信号的基准脉冲光  $r$  及测量脉冲光  $o_1$ ；提取信号形成机构 35，形成从受光信号  $r$ 、 $o_1$  提取其一部分频率成分后的提取信号  $S3U$ ；放大器 19，将提取信号  $S3U$  中微小电平的信号放大率高幅放大；定时信号形成部 20，利用由放大器 19 将微小电平的信号放大后的信号，从受光信号  $r$ 、 $o_1$  形成定时信号  $r'$ 、 $o_1'$ ；测量值计算部 33，根据从基准脉冲光  $r$  形成的定时信号  $r'$  和从测量脉冲光  $o_1$  形成的定时信号  $o_1'$  之间的受光时间差，测量测量脉冲光  $o_1$  对基准脉冲光  $r$  的延迟时间或从测量对象物开始的距离。

在这里，在测量装置中除了测量距离或方向的装置之外，还包含测量光的需要时间差或受光时间差的装置。另外，延迟时间和距离的测量既可以进行其一个，也可以在测量延迟时间之后测量距离，还可以在测量距离之后测量延迟时间，另外测量值计算部 33 等的各单元也可以不必整体构成，例如运算所使用的计算机也可以和电路分开构成。另外，所谓的一部分频率成分虽然最佳的是相当于脉冲半宽度的频率，但是并不一定限于此，另外还可以具有某种程度的频率宽度。只要按上述方法来构成，就可以提供一种测量装置，当对测量对象物照射光并接收其反射光来测量延迟时间或距离时，更进一步使测量误差变得微小。

另外，本发明方式（2）的发明在方式（1）的测量装置中，例如图 3 所示，定时信号形成部 36 在检测到受光信号  $r$ 、 $o_1$  的重心相当位置时，生成定时信号  $r'$ 、 $o_1'$ 。

只要按上述方法来构成，由于检测受光信号  $r$ 、 $o_1$  的重心相当位置来生成定时信号  $r'$ 、 $o_1'$ ，因而可以减小测量误差。

这里，所谓  $r$ 、 $o_1$  的重心或者重心相当位置指的是，一维时间轴上的重心及其位置，并且进行根据振幅的加权来确定。例如在图 3 所示的那种对垂直于时间轴的线呈对称的线对称图形时，重心的位置和对称轴的位置一致。也就是说，如图 3 所示，在图形例如是等腰三角形时，重心相当位置

和从顶点沿时间轴下垂的垂直线下部位置一致，在是左右对称的长方形时，和左右的边穿过时间轴的点之间的中心位置一致。

另外，本发明方式（3）的发明在方式（2）的测量装置中，例如图 2 所示，定时信号形成部 36 检测作为受光信号  $r$ 、 $o_1$  的重心相当位置的提取信号 S3U 的零交叉点  $Q_0$  附近。

在这里，在提取信号中包含放大后的信号。只要按上述方法来构成，由于利用零交叉点  $Q_0$  附近陡峭波形的斜率，因而可以使测量误差变得微小。

另外，本发明方式（4）的发明在方式（3）的测量装置中，例如图 2 所示，提取信号 S3U 是阻尼信号或者图 5 的提取信号 S4u 所示的微分信号。

只要按上述方法来构成，就能够精度很好地检测受光信号  $r$ 、 $o_1$  的重心相当位置。

另外，本发明方式（5）的发明在方式（4）的测量装置中，例如图 2 所示，提取信号形成机构 35 在受光部 9 和接地之间具有电感器。

只要按上述方法来构成，就可以借助于电感器 35 的使用，通过简单的电路轻易获得阻尼信号。另外，还可以通过恰当设定电感，获得准确的阻尼信号。

另外，本发明方式（6）的发明在方式（3）至方式（5）的任一个所述的测量装置中，例如图 2 所示，放大器 19 是一种对高电平的信号进行低幅放大或者使因饱和而产生的提取信号 S3U 的零交叉点  $Q_0$  的位置几乎不产生变化的放大器。

只要按上述方法来构成，由于对高电平的受光信号  $r$ 、 $o_1$  减低放大率或者对放大后的值设定限制，因而非常适合扩大动态范围。

另外，本发明方式（7）的发明在方式（1）至方式（6）的任一项所述的测量装置中，测量对象物包含目标。

只要按上述方法来构成，就可以使用目标，来执行效率良好且高精度的测量。还有，所谓的目标是指，为了在测量中以高准确度确定测量对象物的位置、形状，粘贴于测量对象物上的标识。

为了解决上述课题，本发明方式（8）的测量方法例如图 4 所示，具备：

受光步骤 (S01), 由受光部 9 接收作为受光信号的基准脉冲光  $r$  及测量脉冲光  $o_1$ ; 提取信号形成步骤 (S02), 形成从受光信号  $r$ 、 $o_1$  提取其一部分频率成分后的提取信号 S3U; 放大步骤 (S03), 将提取信号中微小电平的信号放大率高幅放大; 定时信号形成步骤 (S04), 利用由放大器 19 将微小电平的信号放大后的信号, 从受光信号  $r$ 、 $o_1$  形成定时信号  $r'$ 、 $o_1'$ ; 测量值运算步骤 (S05), 根据从基准脉冲光  $r$  形成的定时信号  $r'$  和从测量脉冲光  $o_1$  形成的定时信号  $o_1'$  之间的受光时间差, 测量测量脉冲光  $o_1$  对基准脉冲光  $r$  的延迟时间或从测量对象物开始的距离。

只要按上述方法来构成, 就可以提供一种测量方法, 当对测量对象物照射光并接收其反射光来测量延迟时间或距离时, 更进一步使测量误差变得微小。

另外, 本发明方式 (9) 的发明在方式 (8) 的测量方法中, 例如图 2 所示, 提取信号包含阻尼信号或微分信号。

只要按上述方法来构成, 由于以精度良好地检测受光信号  $r$ 、 $o_1$  的重心相当位置, 生成定时信号  $r'$ 、 $o_1'$ , 因而可以使测量误差变得微小。

## 发明效果

根据本发明, 可以提供一种测量装置及测量方法, 当对测量对象物照射光并接收其反射光来测量延迟时间或距离时, 更进一步使测量误差变得微小。

本申请根据在日本于 2005 年 9 月 26 日所申请的特愿 2005-278905 号, 并且其内容作为本申请的内容, 构成本申请的一部分。

本发明可以通过下面的详细说明进一步全面理解。本发明更广泛的应用范围将通过下面的详细说明, 得以明确。但是, 详细的说明及特定的实例是本发明优选的实施方式, 只是为了说明的目的所记述的。其原因为, 根据该详细说明, 各种变更、改变在本发明的宗旨和范围内对于本领域技术人员来说是清楚的。

申请人没有将所述实施方式的全部呈献给公众的意图, 所公示的改变、

替代案例之中，或许在字面上不包含于专利请求范围内的案例也作为均等论下发明的一部分。

在本说明书或请求范围的记述中，名词及相同指示词的使用只要没有特别指明，或者只要没有通过前后文予以明确否定，就应该解释为包括单个及多个的双方。本说明书中所提供的全部示例或者示例的词汇（例如，“等”）的使用也只不过是易于说明本发明的意图，只要没有特别记述于请求范围中，就不是用来对本发明的范围加以限制。

### 附图说明

图1是本发明第1实施方式中装置结构例的框图。

图2是表示第1实施方式中负载和APD动作波形之间关系的附图。

图3是说明受光后的信号流动所用的附图。

图4是概略表示第1实施方式中的测量方法处理流程的附图。

图5是表示第2实施方式中负载和APD动作波形之间关系的附图。

### 符号说明

- 1 发光部（PLD）
- 2 准直透镜
- 3 光束分光器
- 4 聚光透镜
- 5 基准光纤
- 6 透镜
- 7 光束分光器
- 8 透镜
- 9 受光部（APD）
- 10 聚光透镜
- 11 发光光纤
- 12 透镜



- 
- 13 镜子
  - 14 镜子
  - 15 透镜
  - 16 受光光纤
  - 17 透镜
  - 18 负载
  - 19 前置放大器
  - 20 定时信号形成部（比较仪）
  - 21 受光处理部
  - 22 计算电路部
  - 23 基准时钟发生电路
  - 24 基准 SIN/COS 信号发生电路
  - 25 双电路输入 A/D 转换器
  - 26 存储器
  - 27 运算部
  - 28 CPU
  - 29 峰值保持电路
  - 30 偏压调整器
  - 31 PLD 驱动器
  - 32 驱动部
  - 33 测量值计算部
  - 34 电阻
  - 35 提取信号形成机构（电感器）
  - 36 提取信号形成机构（微分电路）
  - 37 电容器
  - 38、39 电阻
  - F1 参考光路
  - F2 测量脉冲光路

- L1、L2 阈值
- m1~m4 受光处理部的电路结构（负载和前置放大器的部分）
- $o_1$  测量脉冲光信号
- Q 上升点
- $Q_0$  零交叉点
- r 基准脉冲光信号
- $r'$ 、 $o_1'$  定时信号
- S1U~S4U、S1V~S4V 信号波形

### 具体实施方式

下面，根据附图，对于本发明的实施方式进行说明。

在实施方式中，将对于测量装置及测量方法进行说明，该测量装置使用发光元件（脉冲激光二极管：PLD）作为光源，通过由测量对象物反射从光源所照射的测量脉冲光，并检测其反射光返回之前所需的需要时间，来测量测量脉冲光对基准脉冲光的延迟时间（需要时间差）或者到测量对象物的距离，并且使用 TOF（Time of Flight）测量。

图 1 表示本发明第 1 实施方式中装置结构例的框图。

来自作为发光元件的 PLD1 的光束在通过准直透镜 2 成为平行光束之后，向光束分光器 3 入射，分为外部测量脉冲光束（测量脉冲光） $o_1$  和内部测量脉冲光束（基准脉冲光）r。

由光束分光器 3 所反射的基准脉冲光 r 在由聚光透镜 4 聚光并经过基准光纤 5 之后，再通过透镜 6 变换为平行光束，入射到光束分光器 7 中，其反射光通过透镜 8 在作为受光元件的 APD（雪崩光电二极管）9 上进行聚光。这里，将从 PLD1 经过光束分光器 3、基准光纤 5 及透镜 8 到达 APD9 的光路称为参考光路 F1，将该基准脉冲光 r 被接收的时间称为基准时间。

透过光束分光器 3 后的测量脉冲光  $o_1$  通过聚光透镜 10 在发光光纤 11 上进行聚光。通过将该发光光纤 11 对基准光纤 5 充分加长，就可以使之具有作为延迟光纤的功能，该延迟光纤使测量脉冲光  $o_1$  对基准脉冲光 r 在时

间上延迟。另外，还可以使之具有混合功能，用来除去光源的发光不均或光斑。

来自发光光纤 11 的射出光在通过透镜 12 进行校正之后，由镜子 13 反射，再由镜子 14 反射并引导到装置外部，对未图示的测量对象物进行照射。镜子 14 的构成为可以在光轴上进行旋转，并且能够在 360 度全部的范围内测量本装置的外周。

从测量对象物反射的测量脉冲光  $o_1$  在由镜子 14 反射之后，通过透镜 15 在受光光纤 16 上进行聚光。透过受光光纤 16 后的测量脉冲光  $o_1$  通过透镜 17 变换为平行光束，并透过光束分光器 7，通过透镜 8 在 APD9 上进行聚光。

在这里，将从 PLD1 经过光束分光器 3、发光光纤 11 并由测量对象物反射、经过受光光纤 16、透镜 8 到达 APD9 的光路，称为测量脉冲光路 F2。另外，将测量脉冲光  $o_1$  被接收的时间称为测量时间，能够通过求取测量时间和基准时间之间的时间差，来求取测量脉冲光  $o_1$  对基准脉冲光  $r$  的延迟时间及到测量物的距离。

因为从测量对象物远离本测量装置在远处的情形到在近处的情形，预测的光量变化变得非常大，所以对受光处理系统要求宽的动态范围。

驱动部 32 包括：PLD 驱动器 31，驱动发光元件 PLD1；偏压调整器 30，调整受光元件 APD9 的偏压；等。借助于 PLD 驱动器 31 的驱动，从 PLD1 发生单脉冲。受光处理部 21 用来在测量值计算部 33 的处理前处理由 APD9 接收到的受光信号  $r$ 、 $o_1$ ，由负载 18、前置放大器 19、比较仪 20 及峰值保持电路 29 等来构成。受光信号按基准脉冲光信号  $r$ 、测量脉冲光信号  $o_1$  的顺序入射到受光元件 APD9 中，由 APD9 进行放大。APD9 的反偏压由偏压调整器 30 进行控制，调整电流放大率。

来自 APD9 的输出信号通过负载 18 进行电流电压变换，由前置放大器 19 进一步放大，并输入到比较仪 20 和峰值保持电路 29。通过比较仪 20，基准脉冲光信号  $r$  及测量脉冲光信号  $o_1$  分别变换为数字的定时信号  $r'$ 、 $o_1'$ 。这样，受光处理部 21 的比较仪 20 就作为从受光信号形成定时信号的定时

信号形成部，来发挥作用。另外，通过峰值保持电路 29，基准脉冲光信号  $r$  及测量脉冲光信号  $o_1$  同受光处理部 21 适当动态范围的范围（标准范围）进行比较，并且比较的结果被反映给偏压调整器 30，来调整反偏压。有关测量值计算部 33（运算部 27+计算电路部 22），将在下面进行说明。

还有，驱动光源 PLD1 的 PLD 驱动电路 31 其构成为，由运算部 27 进行控制。根据该结构，就可以构成不易受到受光光量变化影响的受光处理部 21。

下面，对于受光信号处理进行说明。

图 2 表示连接于作为受光元件的 APD9 与接地之间的负载 18 和 APD9 的动作波形之间的关系。图 2 (a) 表示 APD9 的动作波形，图 2 (b) 表示作为受光处理部 21 的负载 18 和前置放大器 19 的阻尼电路结构(m1~m3)。在脉冲发光后的光束被 APD9 接收到时，如果负载 18 是通常使用的电阻 34（参见 m1），则其受光信号如同波形 S1U 那样，并且若将其 0 电平附近放大则如同波形 S1V 那样。

为了去除噪声的影响，虽然一般进行波形 S1V 和阈值 L1（用点划线来表示电平）之间的比较，按其大小来判断受光，但是在如同波形 S1V 那样波形具有平缓斜率的情况下，在受光光量出现变化时存在误差增大这样的问题。也就是说，斜率越小，波形 S1V 在阈值 L1 上交叉的点离波形的上升点 Q 越远，斜率越大，波形 S1V 和阈值 L1 交叉的点离波形的上升点 Q 越近。从而，在和阈值 L1 之间的交叉点上判定受光时间的情况下，若在波形的斜率平缓时受光信号的变动量增大，则判明受光时间的测量值产生较大变化。另外，虽然也有时为了防止因噪声导致的误差进行使之具有迟滞特性（在上升时和下降时使用不同的阈值）等的处理，但是在受光光量出现变化时存在无法避免误差这样的问题。

然而，优选的是，在受光信号  $r$ 、 $o_1$  的重心位置上使之发生定时信号  $r'$ 、 $o_1'$ ，就可以减小受光时间的测量误差。如波形 S2U 所示，若在负载 18 中使用电感器 35（参见 m2），从受光信号  $r$ 、 $o_1$  提取某个频率成分（所谓的某个频率成分虽然最佳的是相当于脉冲半宽度的频率，但是不一定限于此，

另外还可以具有某种程度的频率宽度), 并取出衰减振荡波形, 则由于其零交叉点  $Q_0$  即便振幅产生变化也不进行移动, 而当作受光信号  $r$ 、 $o_1$  的重心相当位置, 因而将零交叉点  $Q_0$  使用于测量的方法已被广泛采用。一部分频率成分的提取可以使用例如由电感器 35 和寄生电容形成的谐振电路, 从脉冲信号提取衰减振荡波形。在图 2 中, 构成形成下述提取信号 S2U 的提取信号形成机构, 该提取信号 S2U 是由受光部 9 和作为负载 18 的电感器 35 构成的电路 m2 之中电感器 35 的部分从受光信号  $r$ 、 $o_1$  提取其一部分频率成分后的信号。这里所取出的衰减振荡波形 S2U 是阻尼信号。

若将波形 S2U 的零交叉点  $Q_0$  附近放大, 则如同波形 S2V 那样。而且, 附图中假设上面的点划线为阈值 L2, 下面的点划线为零位线, 则在该衰减振荡波形中波形的斜率也较为平缓时, 若受光信号  $r$ 、 $o_1$  的变动量增大, 则按照波形 S2V 的斜率, 与阈值 L2 交叉的点进行变化, 受光时间的测量值产生较大变化。

在本实施方式中, 如波形 S3U 所示, 在受光元件 (APD) 9 的负载 18 中直接配置电感器 35, 使之发生衰减振荡, 并且在其输出上配置将微小电平信号放大率高幅放大的前置放大器 19, 构成不易受到光量变化影响的受光处理部 21 (参见 m3)。也就是说, 如波形 S3V 所示, 使零交叉点  $Q_0$  附近的斜率变得陡峭。附图中, 假设上面的点划线为阈值 L2, 下面的点划线为零位线, 则其构成为, 通过将微小电平的信号放大率高幅放大, 来尽量抑制因光量变化导致的与阈值 L2 之间的交叉点的时间变化。

也就是说, 构成形成下述提取信号 S3U 的提取信号形成机构, 该提取信号 S3U 是由受光部 9、作为负载 18 的电感器 35 及前置放大器 19 构成的电路 m3 之中电感器 35 的部分从受光信号  $r$ 、 $o_1$  提取其一部分频率成分后的信号。这里所取出的衰减振荡波形 S3U 和 S2U 相同, 是阻尼信号。在电路 m3 中, 通过在提取信号形成机构 35 的输出方配置前置放大器 19, 使衰减振荡波形 S3U 的零交叉点  $Q_0$  上的斜率变得陡峭。

另外, 前置放大器 19 优选的是, 对于波形高的电平没有因放大导致的相位变化, 也就是不使零交叉点移动的放大器, 因此, 优选的是, 放大率

低或者即使饱和也没有相位变化的放大器。作为这些放大器，通过使用限制放大器或对数放大器，就可以获得期望的特性。

这样，在将测量点设为阻尼信号的零交叉时，虽然按照阈值等因信号振幅的不同而产生误差，但是如同本实施方式那样，通过由对数放大器或限制放大器进行放大，并增大零交叉附近的放大率，就可以减少因上升的倾斜导致的误差影响。

下面，说明延迟时间、距离测量的流程。

图3是说明受光后的信号流动所用的附图。通过PLD驱动器31的驱动，由发光元件PLD1发生单脉冲（参见(a)）。入射到受光元件APD9中的受光信号由负载18进行电流电压转换，并通过前置放大器19进行放大。受光信号如前置放大器19输出所示，按基准脉冲光信号 $r$ 、测量脉冲光信号 $o_1$ 的顺序发生（参见(b)）。基准脉冲光信号 $r$ 及测量脉冲光信号 $o_1$ 通过作为定时信号形成部的比较仪20分别变换为数字的定时信号 $r'$ 、 $o_1'$ （参见(c)）。作为比较仪20的输出的定时信号 $r'$ 、 $o_1'$ 传送给计算电路部22，并输入到A/D转换器25，用于延迟时间或距离的测量。

计算电路部22包括基准时钟发生电路（TCXO）23、基准SIN/COS信号发生电路24、双电路（基准SIN/COS信号用）输入A/D转换器25及存储器26等，并且同运算部27合作，来计算测量脉冲光 $o_1$ 对基准脉冲光 $r$ 的延迟时间（需要时间差）或者到测量对象物的距离。也就是说，计算延迟时间或到测量对象物的距离的测量值计算部33由运算部27和计算电路部22构成。

通过计算电路部22，使之由基准时钟发生电路（TCXO）23发生作为装置基准的时钟，并由基准SIN/COS信号发生电路24生成某个规定频率的基准正弦/余弦信号（参见(d)、(e)）。基准正弦/余弦信号只要正确作为具有90度相位差的已知同一频率的信号被生成，就可以通过向双电路输入A/D转换器25的2个A/D转换器事先输入各自的波形，利用基准脉冲光 $r$ 、测量脉冲光 $o_1$ 的受光定时进行抽样，并将其保存于存储器26中，来根据所抽样的正弦/余弦各自的相位由计算求取测量脉冲光 $o_1$ 对基准脉冲光 $r$ 的延

迟时间或从测量对象物开始的距离。

按上面的顺序所存储的数据只有在基准脉冲光  $r$  及测量脉冲光  $o_1$  的光量处于受光处理部 21 恰当的动态范围的范围（标准范围）内时，才不用修正就可以检测正确的值。因此，为了判断基准脉冲光  $r$  及测量脉冲光  $o_1$  的光量是否恰当，要对前置放大器 19 的输出进行峰值保持。前置放大器 19 的输出被输入到峰值保持电路 29，并且某个一定时间内保持 DC 电平（参见 (f)）。峰值保持电路 29 的输出被输入到 CPU（中央处理器）28，判断受光信号  $r$ 、 $o_1$  的光量是否恰当。如果测量脉冲光  $o_1$  的光量恰当，则可以使用这些测量脉冲光  $o_1$  来运算正确的测量值。

被 A/D 转换并保存到存储器 26 中的基准正弦/余弦波形的相位数据由运算部 27 的 CPU28 进行计算处理，计算测量脉冲光  $o_1$  对基准脉冲光  $r$  的延迟时间或到对象物的距离。

另外，在测量脉冲光  $o_1$  的光量不恰当并且这些信号相位差或振幅出现误差时，可以通过修正来纠正其时间差。也就是说，针对受光电平的变化进行测量值变动的修正。再者，在进行准确度高的测量时，要计算反偏压  $V_R$  及基准脉冲光  $r$  和测量脉冲光  $o_1$  之间的精确光量差，修正因其差的原因而发生的延迟时间或距离的测量值误差。此时，可以将光量差和测量值误差的关系预先制成表格，每次测量都根据该表格的值来执行修正。

若受光时间相差 0.01ns，则在距离上产生 1.5mm 的差别。从而，为了以小于等于 1mm 的精度进行测量，必须使脉冲重心的精度小于等于 0.02/3ns。若使用上述表格来实现实际修正的精度以便标准偏差小于等于 0.3mm，就可以确保 1.0mm 的精度。从而，要制作 ps 级的修正表。

图 4 概略表示本实施方式中测量方法的处理流程。

首先，通过受光部 9 接收作为受光信号的基准脉冲光  $r$  及测量脉冲光  $o_1$ （受光步骤：S01）。接着，形成从受光信号  $r$ 、 $o_1$  提取其一部分频率成分后的提取信号（提取信号形成步骤：S02）。提取信号优选的是阻尼信号或者微分信号。接着，提取信号中微小电平的信号放大率高幅放大（放大步骤：S03）。

接着，利用由放大器 19 将微小电平的信号放大后的信号，从受光信号  $r$ 、 $o_1$  形成定时信号  $r'$ 、 $o_1'$ （定时信号形成步骤：S04）。接着，根据从基准脉冲光  $r$  形成的定时信号  $r'$  和从测量脉冲光  $o_1$  形成的定时信号  $o_1'$  之间的受光时间差，测量测量脉冲光  $o_1$  对基准脉冲光  $r$  的延迟时间或从测量对象物开始的距离（测量值运算步骤：S05）。

下面，对于本发明的第 2 实施方式进行说明。本例子为，取代第 1 实施方式中的阻尼信号，而使用微分信号。

图 5 表示第 2 实施方式中负载和 APD 的动作波形关系。波形 S1U 及电路 m1 和图 2 相同。电路 m4 将图 2 电路 m3 的阻尼电路 35 置换成了微分电路 36。作为微分电路 36，例如可以使用通过电阻 38、39 将电容器 37 的输入端子和输出端子接地的电路。若使受光信号波形 S1U 通过微分电路 36，则按照图 2 的 S2U 一个周期获得类似的波形（但是没有衰减），接着，若通过了将微小电平信号放大率高幅放大的前置放大器 19，则如 S4U 所示，获得使零交叉点  $Q_0$  附近的斜率变得陡峭的波形。该波形按照图 2 的 S3U 一个周期成为类似的波形（但是没有衰减）。若将波形 S4U 的零交叉点  $Q_0$  附近放大，则如同波形 S4V 那样。而且，附图中假设上面的点划线为阈值 L2，下面的点划线为零位线，则可以通过将微小电平的信号放大率高幅放大，尽量抑制因光量变化导致的与阈值 L2 之间的交叉点的时间变化，减少因信号上升的倾斜导致的误差影响。

这样，就构成形成下述提取信号的提取信号形成机构，该提取信号是由受光部 9、微分电路 36 和前置放大器 19 构成的电路 m4 之中微分电路 36 的部分从受光信号  $r$ 、 $o_1$  提取其一部分频率成分后的信号。这里所取出的提取信号波形是微分信号波形。另外，所谓的一部分频率成分虽然最佳的是相当于脉冲半宽度的频率，但是不一定限于此，另外还可以具有某种程度的频率宽度。

本实施方式中其他的结构和第 1 实施方式相同，并且产生大致相同的效果。

上面，对于本发明的实施方式进行了说明，但是本发明并不限定为上



述实施方式，明确的是，在不脱离本发明宗旨的范围内能适当对实施方式加以变更。

例如，在上述实施方式中，虽然说明了提取信号形成机构 35 是电感器的例子，但是作为提取信号形成机构 35 也可以使用 LC 谐振电路等的谐振电路。另外，在上述实施方式中，虽然其构成为，由峰值保持电路 29 来检测受光部（APD）9 的前置放大器 19 输出，通过运算部 27 的 CPU28 按照受光信号  $r$ 、 $o_1$  的电平由驱动部 32 的偏压调整器 30 来进行 APD9 的反偏压控制，但是也可以由偏压调整器 30 直接接受峰值保持电路 29 的数据，控制 APD9 的反偏压。另外，在上述实施方式中，虽然为了使测量脉冲光  $o_1$  照射到测量对象物上，令镜子 14 进行旋转，但是也可以使来自镜子 13 的反射光直接在测量对象物进行聚光，并且还能够采用其他的结构。另外，对于光源 1 来说不限于发光元件，对于受光部 9 来说不限于 APD。

#### 产业上的可利用性

本发明是一种测量装置及测量方法，用来对测量对象物照射光并接收其反射光来测量延迟时间或距离。

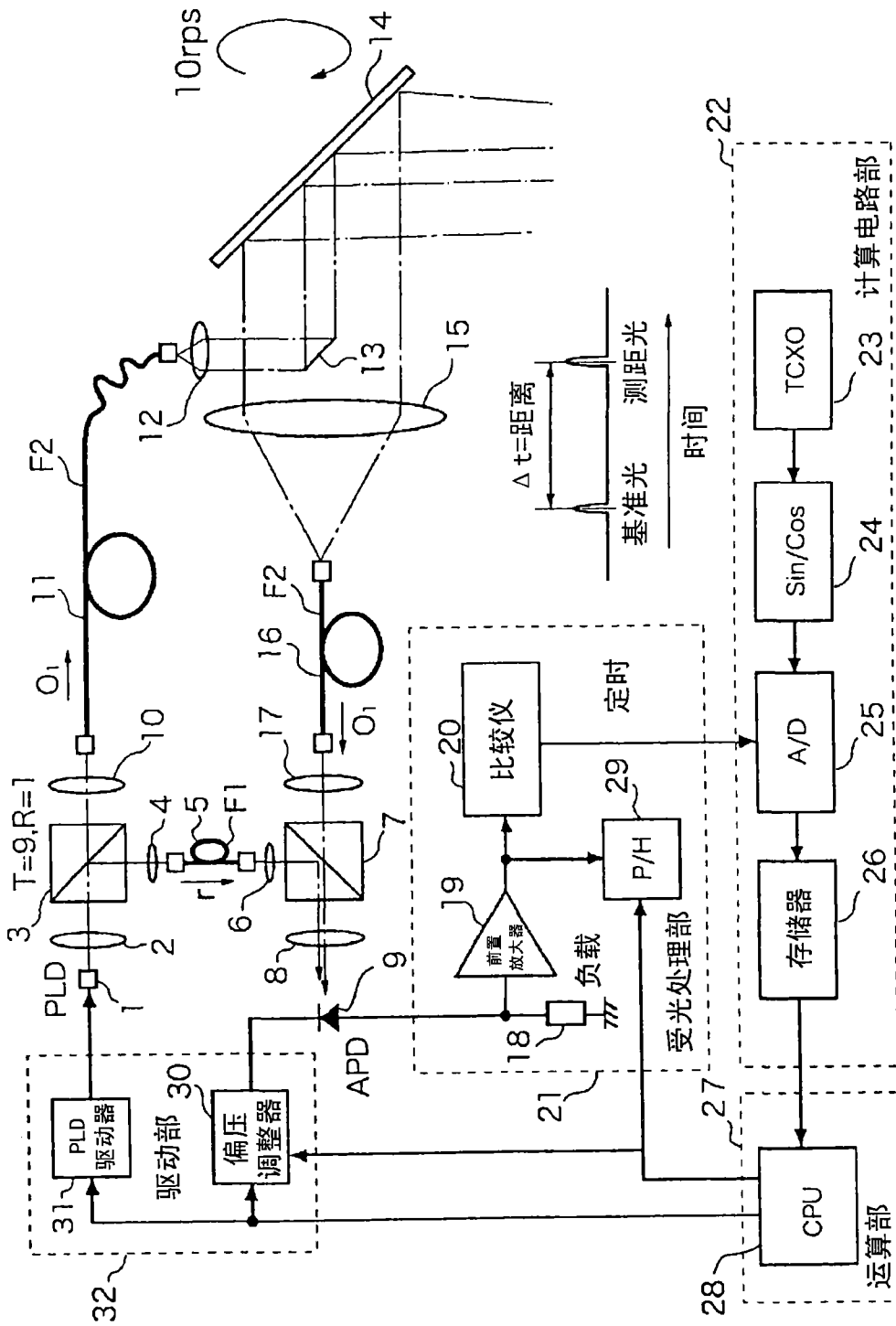


图1

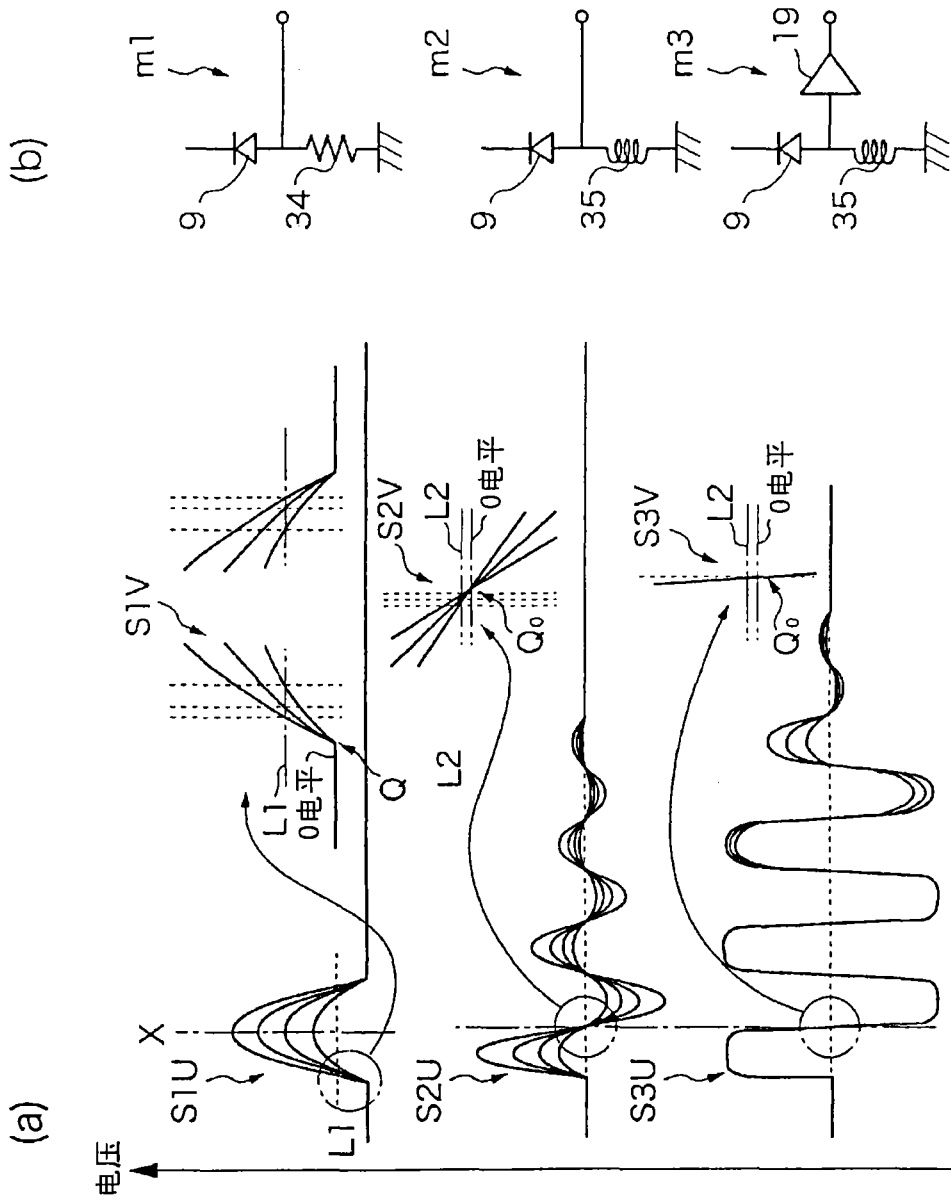


图2

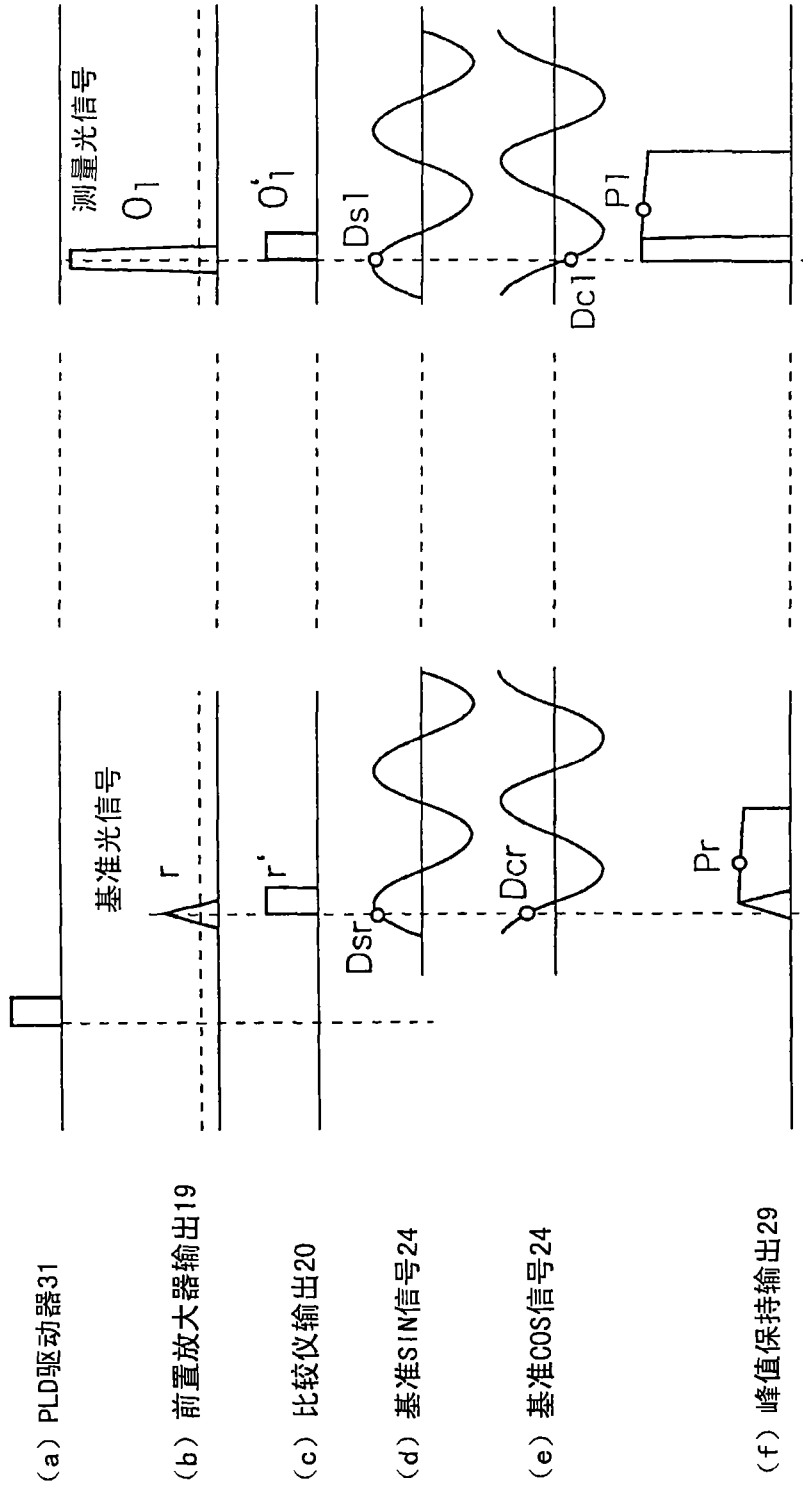


图3

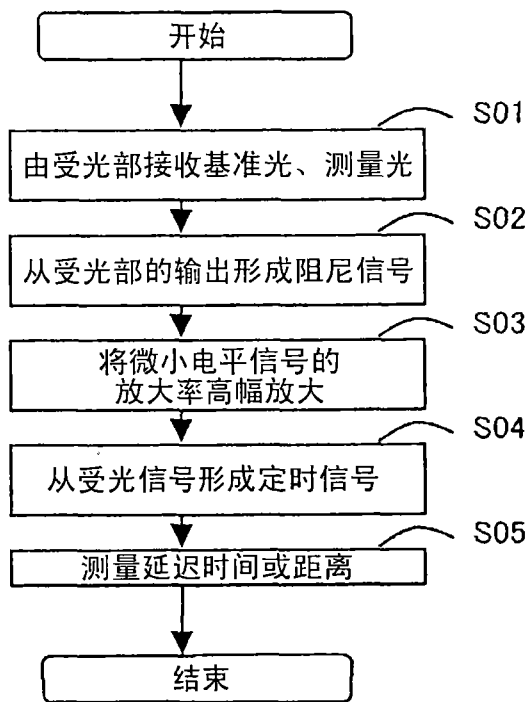


图4

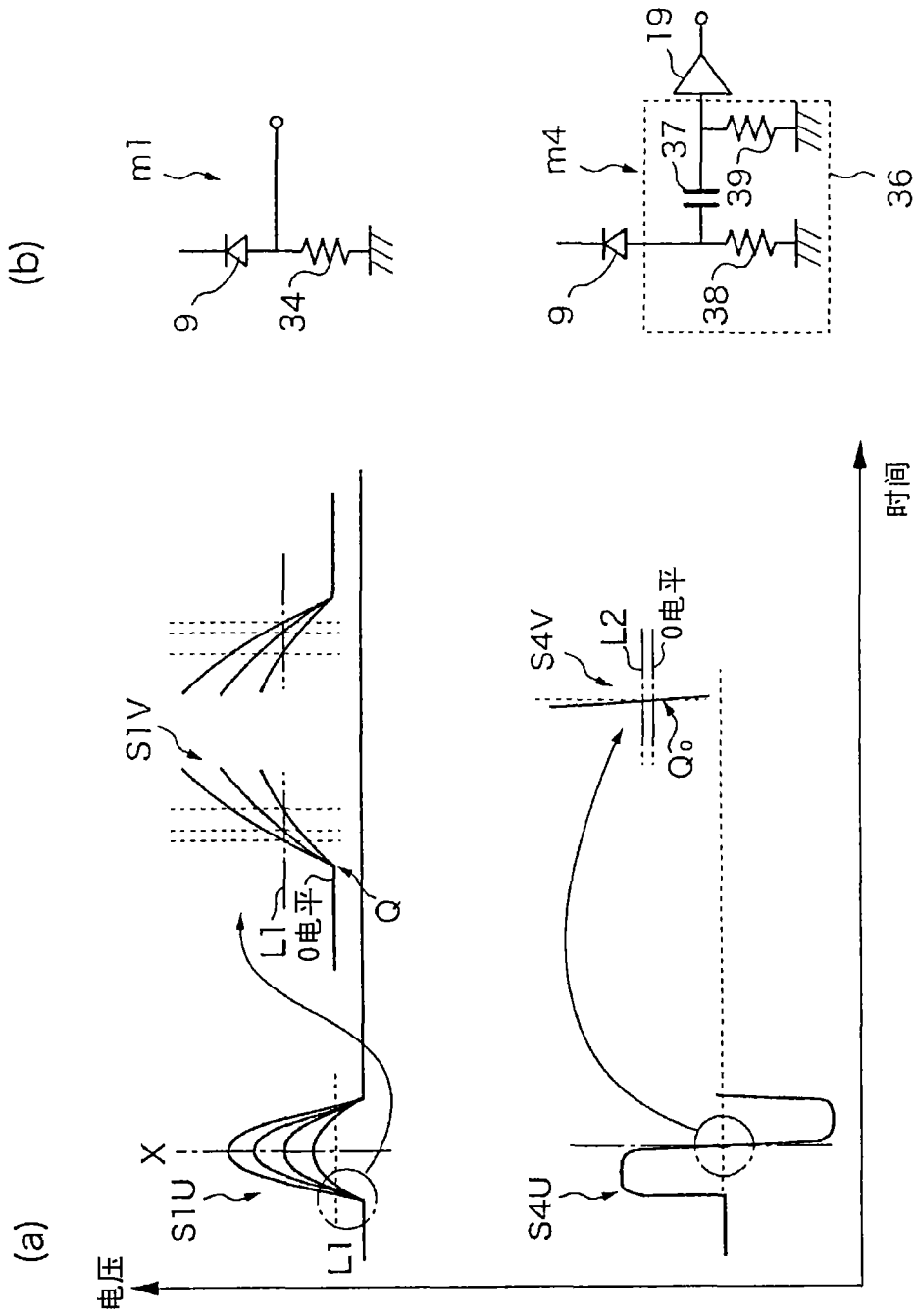


图5