



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109283546 B

(45) 授权公告日 2024. 08. 20

(21) 申请号 201811517742.6

G01S 7/481 (2006.01)

(22) 申请日 2018.12.12

(56) 对比文件

(65) 同一申请的已公布的文献号

CN 209640492 U, 2019.11.15

申请公布号 CN 109283546 A

审查员 张维景

(43) 申请公布日 2019.01.29

(73) 专利权人 深圳市镭米科技有限公司

地址 518000 广东省深圳市光明区光明街  
道东周社区双明大道315号易方大厦  
1701

(72) 发明人 唐之初 许凯

(74) 专利代理机构 深圳砾智知识产权代理事务  
所(普通合伙) 44722

专利代理师 翁治林

(51) Int. Cl.

G01S 17/08 (2006.01)

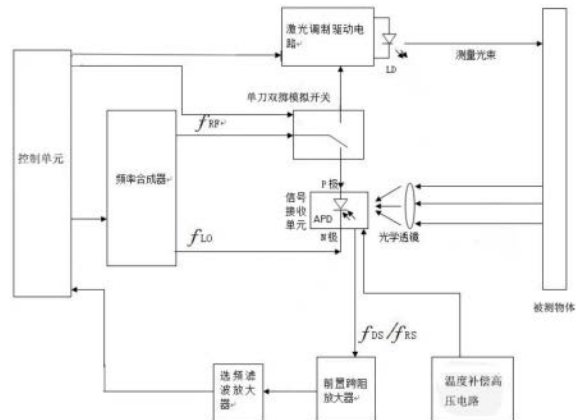
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54) 发明名称

一种相位式激光测距装置及方法

(57) 摘要

本发明公开了相位式激光测距装置及方法,包括控制单元、频率合成器、激光调制驱动电路、单刀双掷模拟开关、信号接收单元和光学透镜,频率合成器同时输出主振信号和本振信号,分别与单刀双掷模拟开关输入端和信号接收单元相连;当单刀双掷模拟开关的第一输出端与激光调制驱动电路连通时,激光调制驱动电路用于接入主振信号调制并发射测量光束,信号接收单元将测量光束光电转换为反射信号且与本振信号混频输出测距信号;当单刀双掷模拟开关的第二输出端与信号接收单元连通时,被信号接收单元接入的主振信号和本振信号进行混频输出基准信号;控制单元依次处理信号接收单元输出的基准信号和测距信号并进行相位比较得到相位差进而计算出距离值。



1. 一种相位式激光测距装置,其特征在于,包括用于控制的控制单元、频率合成器、激光调制驱动电路、单刀双掷模拟开关、信号接收单元和光学透镜;所述控制单元与所述频率合成器、所述单刀双掷模拟开关、所述激光调制驱动电路及所述信号接收单元相连;所述频率合成器与所述单刀双掷模拟开关及所述信号接收单元均相连;

所述频率合成器用于同时产生并输出主振信号 $f_{RF}$ 和本振信号 $f_{L0}$ ,所述主振信号 $f_{RF}$ 和所述本振信号 $f_{L0}$ 为具有固定频率差的高频信号;所述本振信号 $f_{L0}$ 发送至所述信号接收单元;所述主振信号 $f_{RF}$ 发送至所述单刀双掷模拟开关的输入端;所述信号接收单元为雪崩二极管;

当所述单刀双掷模拟开关的第一输出端与所述激光调制驱动电路连通时,所述主振信号 $f_{RF}$ 被接入至所述激光调制驱动电路,所述控制单元控制所述激光调制驱动电路调制并发射测量光束至被测物体进而反射至所述光学透镜;所述信号接收单元将经所述光学透镜聚焦后的测量光束进行光电转换为反射信号 $f_{RF0}$ ,所述信号接收单元将所述反射信号 $f_{RF0}$ 与所述本振信号 $f_{L0}$ 进行混频并输出测距信号 $f_{DS}$ ;

当所述单刀双掷模拟开关的第二输出端与所述信号接收单元连通时,所述信号接收单元将接入的所述主振信号 $f_{RF}$ 和所述本振信号 $f_{L0}$ 进行射频信号混频并输出基准信号 $f_{RS}$ ;

所述控制单元依次处理所述信号接收单元发送的所述基准信号 $f_{RS}$ 和所述测距信号 $f_{DS}$ ,并将所述基准信号 $f_{RS}$ 和所述测距信号 $f_{DS}$ 进行相位比较得到相位差,进而计算出所述被测物体的距离值。

2. 根据权利要求1所述的相位式激光测距装置,其特征在于,所述测距信号 $f_{DS}$ 和所述基准信号 $f_{RS}$ 均为差频信号;

所述测距信号 $f_{DS}$ =所述反射信号 $f_{RF0}$ -所述本振信号 $f_{L0}$ ;

所述基准信号 $f_{RS}$ =所述主振信号 $f_{RF}$ -所述本振信号 $f_{L0}$ ;

所述测距信号 $f_{DS}$ 和所述基准信号 $f_{RS}$ 是频率相同,且具有相位差的低频信号。

3. 根据权利要求1所述的相位式激光测距装置,其特征在于,所述雪崩二极管包括P极、N极和光敏区;

所述单刀双掷模拟开关的第二输出端与所述雪崩二极管的P极相连时将所述主振信号 $f_{RF}$ 经所述单刀双掷模拟开关的第二输出端发送至所述雪崩二极管的P极;所述频率合成器与所述雪崩二极管的N极相连将所述本振信号 $f_{L0}$ 发送至所述雪崩二极管的N极;

所述测量光束经所述被测物体反射至所述光学透镜,并经所述光学透镜聚焦后照射到所述雪崩二极管的光敏区上,并进行光电信号转换为所述反射信号 $f_{RF0}$ 。

4. 根据权利要求3所述的相位式激光测距装置,其特征在于,还包括信号放大电路,所述信号放大电路设置在所述信号接收单元与所述控制单元之间,用于对所述信号接收单元输出的所述基准信号 $f_{RS}$ 和所述测距信号 $f_{DS}$ 进行放大处理;

所述信号放大电路包括依次相连的前置跨阻放大器和选频滤波放大器,所述前置跨阻放大器用于将所述信号接收单元输出的所述基准信号 $f_{RS}$ 和所述测距信号 $f_{DS}$ 转换为相应的电压信号,所述选频滤波放大器用于对输入的所述电压信号进行选频滤波和信号放大增益。

5. 根据权利要求4所述的相位式激光测距装置,其特征在于,还包括与所述雪崩二极管相连的温度补偿高压电路;

所述温度补偿高压电路用于当所述雪崩二极管的温度变化时,依据所述雪崩二极管的温度补偿系数控制补偿所述雪崩二极管的偏置电压,以保证所述雪崩二极管稳定的增益倍数,进而保证所述雪崩二极管输出的信号稳定。

6. 根据权利要求4所述的相位式激光测距装置,其特征在于,所述控制单元还包括依次相连的ADC采样电路及鉴相器,所述基准信号 $f_{RS}$ 和所述测距信号 $f_{DS}$ 被所述信号放大电路放大处理后输入至所述ADC采样电路,所述ADC采样电路进行采样后输入至所述鉴相器,所述鉴相器进行相位比较得到相位差。

7. 根据权利要求1所述的相位式激光测距装置,其特征在于,所述频率合成器为锁相环频率合成器、直接数字合成器或时钟发生器。

8. 一种相位式激光测距方法,其特征在于,采用如权利要求1-7任一项所述的相位式激光测距装置,具体步骤包括:

S10: 频率合成器同时产生并输出主振信号 $f_{RF}$ 和本振信号 $f_{LO}$ ,所述主振信号 $f_{RF}$ 和所述本振信号 $f_{LO}$ 为具有固定频率差的高频信号;所述本振信号 $f_{LO}$ 发送至所述信号接收单元,所述主振信号 $f_{RF}$ 发送至所述单刀双掷模拟开关的输入端;

S20: 所述主振信号 $f_{RF}$ 经所述单刀双掷模拟开关的第二输出端发送至所述信号接收单元,并与所述本振信号 $f_{LO}$ 进行混频后输出基准信号 $f_{RS}$ ;

S30: 所述主振信号 $f_{RF}$ 经所述单刀双掷模拟开关的第一输出端发送至所述激光调制驱动电路,使其调制并发射测量光束,所述测量光束照射到所述被测物体进而反射至所述光学透镜;

S40: 所述信号接收单元将接入的经所述光学透镜聚焦后的测量光束进行光电转换为反射信号 $f_{RF0}$ ,将所述反射信号 $f_{RF0}$ 与所述本振信号 $f_{LO}$ 进行混频并输出测距信号 $f_{DS}$ ;

S50: 所述信号接收单元依次输出所述基准信号 $f_{RS}$ 和所述测距信号 $f_{DS}$ ;

S60: 所述控制单元依次处理所述信号接收单元发送的所述基准信号 $f_{RS}$ 和所述测距信号 $f_{DS}$ ,并将所述基准信号 $f_{RS}$ 和所述测距信号 $f_{DS}$ 进行相位比较得到相位差,进而得出所述被测物体的距离值;所述信号接收单元为雪崩二极管。

9. 根据权利要求8所述的相位式激光测距方法,其特征在于,所述测距信号 $f_{DS}$ 和所述基准信号 $f_{RS}$ 均为差频信号;

所述测距信号 $f_{DS} = \text{所述反射信号} f_{RF0} - \text{所述本振信号} f_{LO}$ ;

所述基准信号 $f_{RS} = \text{所述主振信号} f_{RF} - \text{所述本振信号} f_{LO}$ ;

所述测距信号 $f_{DS}$ 和所述基准信号 $f_{RS}$ 是频率相同,且具有相位差的低频信号。

10. 根据权利要求8所述的相位式激光测距方法,其特征在于,所述步骤S50: 信号接收单元依次输出所述基准信号 $f_{RS}$ 和所述测距信号 $f_{DS}$ ,具体包括:

将所述基准信号 $f_{RS}$ 和所述测距信号 $f_{DS}$ 进行放大处理后发送至所述控制单元;

所述步骤S60: 控制单元将依次处理所述信号接收单元发送的所述基准信号 $f_{RS}$ 和所述测距信号 $f_{DS}$ ,并将所述基准信号 $f_{RS}$ 和所述测距信号 $f_{DS}$ 进行相位比较得到相位差,具体包括:

对放大后的所述基准信号 $f_{RS}$ 和所述测距信号 $f_{DS}$ 进行ADC采样;

对采样后的所述基准信号 $f_{RS}$ 和所述测距信号 $f_{DS}$ 进行相位比较得到相位差。

## 一种相位式激光测距装置及方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及相位式激光测距技术领域,尤其涉及一种相位式激光测距装置及方法。

### 背景技术

[0002] 目前,现有的相位式激光测距均采用半导体激光管(LD)和雪崩二极管(APD)组成发射和接收系统,早期的相位式测距技术工作原理是:用单个半导体激光管发射经过射频信号调制的测量光束,由单片机控制电磁铁驱动的机械挡板切换分别输出内光路和外光路信号,内光路信号被雪崩二极管接收用来作为基准信号,外光路信号照射到目标面,反射光信号被雪崩二极管接收用来作为测距信号,计算出基准信号和测距信号的相位差,即得出距离值,这种测距方法称为单发单收方案。由于机械式挡板存在使用寿命和可靠性问题,在此基础上延伸出两种改进方案,第一种方案是增加一个激光管发射内光路信号,做为基准信号,另一个激光管发射外光路信号作为测距信号,也即双发单收方案;另一种方案则是增加一个电信号混频电路,替代内光路信号从而得到基准信号。无论采用何种方案的相位式激光测距,都需要一个基准信号提供给鉴相器用来做相位比较,使用内光路信号作为基准信号,要求内外光路两个激光管特性必须保持一致,才能保证测量精度,但增加一个内光路激光管,光学系统机构也相应复杂同时也增加了成本。而采用电信号混频器产生基准信号,同样因为电信号混频器和激光管的具有不同的温度特性,温度变化必然会导致相位发生较大偏差从而影响测量精度,这样导致电路设计复杂和增加成本。

### 发明内容

[0003] 本发明要解决的技术问题在于,针对现有技术的上述缺陷,提供一种相位式激光测距装置及方法,针对雪崩二极管具有非线性工作特性,除了将接收单元雪崩二极管作为光信号混频器得到测距信号外,也创造性地将雪崩二极管作为射频混频器使用,从而得到基准信号,因为基准信号和测距信号都是由同一个雪崩二极管产生,较好地解决了温漂问题,满足高精度测试需求。

[0004] 本发明解决其技术问题所采用的技术方案是:提供一种相位式激光测距装置,包括用于控制的控制单元、频率合成器、激光调制驱动电路、单刀双掷模拟开关、信号接收单元和光学透镜;控制单元与频率合成器、单刀双掷模拟开关、激光调制驱动电路及信号接收单元相连;频率合成器与单刀双掷模拟开关及信号接收单元均相连;

[0005] 频率合成器用于同时产生并输出主振信号 $f_{RF}$ 和本振信号 $f_{L0}$ ,主振信号 $f_{RF}$ 和本振信号 $f_{L0}$ 为具有固定频率差的高频信号;本振信号 $f_{L0}$ 发送至信号接收单元;主振信号 $f_{RF}$ 发送至单刀双掷模拟开关的输入端;

[0006] 当单刀双掷模拟开关的第一输出端与激光调制驱动电路连通时,主振信号 $f_{RF}$ 被接入至激光调制驱动电路,控制单元控制激光调制驱动电路调制并发射测量光束至被测物体进而反射至光学透镜;信号接收单元将经光学透镜聚焦后的测量光束进行光电转换为反射

信号 $f_{RF0}$ ,信号接收单元将反射信号 $f_{RF0}$ 与本振信号 $f_{L0}$ 进行混频并输出测距信号 $f_{DS}$ ;

[0007] 当单刀双掷模拟开关的第二输出端与信号接收单元连通时,信号接收单元将接入的主振信号 $f_{RF}$ 和本振信号 $f_{L0}$ 进行射频信号混频并输出基准信号 $f_{RS}$ ;

[0008] 控制单元依次处理信号接收单元发送的基准信号 $f_{RS}$ 和测距信号 $f_{DS}$ ,并将基准信号 $f_{RS}$ 和测距信号 $f_{DS}$ 进行相位比较得到相位差,进而计算出被测物体的距离值。

[0009] 优选的,测距信号 $f_{DS}$ 和基准信号 $f_{RS}$ 均为差频信号;

[0010] 测距信号 $f_{DS}$ =反射信号 $f_{RF0}$ -本振信号 $f_{L0}$ ;

[0011] 基准信号 $f_{RS}$ =主振信号 $f_{RF}$ -本振信号 $f_{L0}$ ;

[0012] 测距信号 $f_{DS}$ 和基准信号 $f_{RS}$ 是频率相同,且具有相位差的低频信号。

[0013] 优选的,信号接收单元为雪崩二极管,雪崩二极管包括P极、N极和光敏区;

[0014] 单刀双掷模拟开关的第二输出端与雪崩二极管的P极相连时将主振信号 $f_{RF}$ 经单刀双掷模拟开关的第二输出端发送至雪崩二极管的P极;频率合成器与雪崩二极管的N极相连将本振信号 $f_{L0}$ 发送至雪崩二极管的N极;

[0015] 测量光束经被测物体反射至光学透镜,并经光学透镜聚焦后照射到雪崩二极管的光敏区上,并进行光电信号转换为反射信号 $f_{RF0}$ 。

[0016] 优选的,还包括信号放大电路,信号放大电路设置在信号接收单元与控制单元之间,用于对信号接收单元输出的基准信号 $f_{RS}$ 和测距信号 $f_{DS}$ 进行放大处理;

[0017] 信号放大电路包括依次相连的前置跨阻放大器和选频滤波放大器,前置跨阻放大器用于将信号接收单元输出的基准信号 $f_{RS}$ 和测距信号 $f_{DS}$ 转换为相应的电压信号,选频滤波放大器用于对输入的电压信号进行选频滤波和信号放大增益。

[0018] 优选的,还包括与雪崩二极管相连的温度补偿高压电路;温度补偿高压电路用于当雪崩二极管的温度变化时,依据雪崩二极管的温度补偿系数控制补偿雪崩二极管的偏置电压,以保证雪崩二极管稳定的增益倍数,进而保证雪崩二极管输出的信号稳定。

[0019] 优选的,控制单元还包括依次相连的ADC采样电路及鉴相器,基准信号 $f_{RS}$ 和测距信号 $f_{DS}$ 被信号放大电路放大处理后输入至ADC采样电路,ADC采样电路进行采样后输入至鉴相器,鉴相器进行相位比较得到相位差。

[0020] 优选的,频率合成器为锁相环频率合成器、直接数字合成器或时钟发生器。

[0021] 根据本发明的另一方面,还提供一种相位式激光测距方法,通过采用上述的相位式激光测距装置进行激光测距,具体步骤包括:

[0022] S10:频率合成器同时产生并输出主振信号 $f_{RF}$ 和本振信号 $f_{L0}$ ,主振信号 $f_{RF}$ 和本振信号 $f_{L0}$ 为具有固定频率差的高频信号;本振信号 $f_{L0}$ 发送至信号接收单元,主振信号 $f_{RF}$ 输入至单刀双掷模拟开关的输入端;

[0023] S20:主振信号 $f_{RF}$ 经单刀双掷模拟开关的第二输出端发送至信号接收单元,并与本振信号 $f_{L0}$ 进行混频后输出基准信号 $f_{RS}$ ;

[0024] S30:主振信号 $f_{RF}$ 经单刀双掷模拟开关的第一输出端发送至激光调制驱动电路,使其调制并发射测量光束,测量光束照射到被测物体进而反射至光学透镜;

[0025] S40:信号接收单元将接入的经光学透镜聚焦后的测量光束进行光电转换为反射信号 $f_{RF0}$ ,将反射信号 $f_{RF0}$ 与本振信号 $f_{L0}$ 进行混频后输出测距信号 $f_{DS}$ ;

[0026] S50:信号接收单元依次输出基准信号 $f_{RS}$ 和测距信号 $f_{DS}$ ;

[0027] S60:控制单元依次处理信号接收单元发送的基准信号 $f_{RS}$ 和测距信号 $f_{DS}$ ,并将基准信号 $f_{RS}$ 和测距信号 $f_{DS}$ 进行相位比较得到相位差,进而得出被测物体的距离值。

[0028] 优选的,测距信号 $f_{DS}$ 和基准信号 $f_{RS}$ 均为差频信号;测距信号 $f_{DS}$ =反射信号 $f_{RFO}$ 一本振信号 $f_{LO}$ ;所述基准信号 $f_{RS}$ =主振信号 $f_{RF}$ 一本振信号 $f_{LO}$ ;测距信号 $f_{DS}$ 和基准信号 $f_{RS}$ 是频率相同,且具有相位差的低频信号。

[0029] 优选的,步骤S50:信号接收单元先后输出基准信号 $f_{RS}$ 和测距信号 $f_{DS}$ ,具体包括:

[0030] 将基准信号 $f_{RS}$ 和测距信号 $f_{DS}$ 进行放大处理后发送至控制单元。

[0031] 优选的,步骤S60:控制单元将处理信号接收单元发送的基准信号 $f_{RS}$ 和测距信号 $f_{DS}$ ,并将基准信号 $f_{RS}$ 和测距信号 $f_{DS}$ 进行相位比较得到相位差,具体包括:

[0032] 对放大后的基准信号 $f_{RS}$ 和测距信号 $f_{DS}$ 进行ADC采样;

[0033] 对采样后的基准信号 $f_{RS}$ 和测距信号 $f_{DS}$ 进行相位比较得到相位差。

[0034] 实施本发明相位式激光测距装置及方法的技术方案,具有如下优点或有益效果:本发明利用雪崩二极管的非线性特性(即射频频特性),因其具有较小的PN结电容(约1pF左右)及高达3GHz的截止频率,进一步拓展雪崩二极管应用范畴,将雪崩二极管除了用作光电信号转换接收外,也可兼作射频频混频器使用,等效于单端二极管混频电路,且基准信号 $f_{RS}$ 和测距信号 $f_{DS}$ 都是由雪崩二极管混频得到的差频信号,且两个信号又都经过同一级前置跨阻放大器和选频滤波放大器送入到鉴相器鉴相采样,因此基本上可以忽略由于元器件离散性导致的两路信号相位误差,极大地提高了测量精度和稳定性。

## 附图说明

[0035] 为了更清楚地说明本发明实施例的技术方案,下面将对实施例描述中所需要使用的附图作简单的介绍,显而易见,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图,附图中:

[0036] 图1是本发明相位式激光测距装置实施例的结构示意图;

[0037] 图2是本发明相位式激光测距装置实施例的控制单元示意图;

[0038] 图3是本发明相位式激光测距装置实施例的电路图;

[0039] 图4是本发明相位式激光测距方法实施例的方法流程图。

## 具体实施方式

[0040] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白,下文将要描述的各种实施例将要参考相应的附图,这些附图构成了实施例的一部分,其中描述了实现本发明可能采用的各种实施例。应明白,还可使用其他的实施例,或者对本文列举的实施例进行结构和功能上的修改,而不会脱离本发明的范围和实质。在其他情况中,省略对众所周知的系统、装置、电路以及方法的详细说明,以免不必要的细节妨碍本发明的描述。

[0041] 为了说明本发明的技术方案,下面通过具体实施例来进行说明。

[0042] 如图1-4示出了本发明相位式激光测距装置及方法实施例提供的示意图,为了便于说明,仅示出了与本发明实施例相关的部分。本发明相位式激光测距装置包括用于控制的控制单元、频率合成器、激光调制驱动电路、单刀双掷模拟开关、信号接收单元和光学透

镜；控制单元与频率合成器、单刀双掷模拟开关、激光调制驱动电路及信号接收单元相连；频率合成器与单刀双掷模拟开关及信号接收单元均相连。具体的，单刀双掷模拟开关的输入端与频率合成器相连，单刀双掷模拟开关的第一输出端与激光调制驱动电路相连，单刀双掷模拟开关的第二输出端与信号接收单元相连。频率合成器用于同时产生并输出主振信号 $f_{RF}$ 和本振信号 $f_{LO}$ ，主振信号 $f_{RF}$ 和本振信号 $f_{LO}$ 为具有固定频率差的高频信号，其中，本振信号 $f_{LO}$ 发送至信号接收单元；主振信号 $f_{RF}$ 发送至单刀双掷模拟开关的输入端。

[0043] 当单刀双掷模拟开关的第一输出端与激光调制驱动电路连通时，主振信号 $f_{RF}$ 被接入激光调制驱动电路，控制单元控制激光调制驱动电路调制并发射测量光束至被测物体进而反射至光学透镜；信号接收单元将经光学透镜聚焦后的测量光束进行光电转换为反射信号 $f_{RF0}$ ，信号接收单元将反射信号 $f_{RF0}$ 与本振信号 $f_{LO}$ 进行混频并输出测距信号 $f_{DS}$ ，该测距信号 $f_{DS}$ 为差频信号；具体的，测量光束经光学透镜聚焦后照射到信号接收单元雪崩二极管的光敏区上，并进行光电信号转换为反射信号 $f_{RF0}$ ，信号接收单元将反射信号 $f_{RF0}$ 与本振信号 $f_{LO}$ 进行混频并输出测距信号 $f_{DS}$ ，因此，所述测距信号 $f_{DS}$ =反射信号 $f_{RF0}$ -本振信号 $f_{LO}$ ，测距信号 $f_{DS}=f_{RF0}-f_{LO}$ 。

[0044] 当单刀双掷模拟开关的第二输出端与信号接收单元连通时，控制单元同时关闭激光调制驱动电路，信号接收单元（即雪崩二极管）将接入的主振信号 $f_{RF}$ 和本振信号 $f_{LO}$ 进行混频并输出差频信号，作为测量的基准信号 $f_{RS}$ ，基准信号 $f_{RS}$ 是主振信号 $f_{RF}$ 和本振信号 $f_{LO}$ 射频信号混频得出的差频信号，所述基准信号 $f_{RS}$ =主振信号 $f_{RF}$ -本振信号 $f_{LO}$ ，即 $f_{RS}=f_{RF}-f_{LO}$ 。更具体的，所述测距信号 $f_{DS}$ 和基准信号 $f_{RS}$ 均为差频信号，测距信号 $f_{DS}$ 和基准信号 $f_{RS}$ 是频率相同，且具有相位差的低频信号。

[0045] 在本实施例中，控制单元依次处理信号接收单元经放大发送的基准信号 $f_{RS}$ 和测距信号 $f_{DS}$ ，并将基准信号 $f_{RS}$ 和测距信号 $f_{DS}$ 进行相位比较得到相位差，进而计算出被测物体的距离值。具体的，控制单元采用的是意法半导体STM32系列的芯片，如STM32F0、STM32F1、STM32F3等，也可以是其他公司不同系列芯片，在此不做具体限定。具体的，控制单元还用于控制频率合成器、单刀双掷模拟开关、激光调制驱动电路及信号接收单元等，其中，控制单元控制频率合成器同时产生并输出主振信号 $f_{RF}$ 和本振信号 $f_{LO}$ ，控制单元控制单刀双掷模拟开关的第一输出端与激光调制驱动电路连通，或者控制单刀双掷模拟开关的第二输出端与信号接收单元连通。

[0046] 在本实施例中，当单刀双掷模拟开关的输出端与激光调制驱动电路连通时，控制单元控制频率合成器主振信号 $f_{RF}$ 发送至激光调制驱动电路，并控制激光调制驱动电路调制并发射测量光束至被测物体，该测量光束被测物体反射至光学透镜；光学透镜将该测量光束进行聚焦后的照射到雪崩二极管的光敏区上，信号接收单元进行光电信号转换为反射信号 $f_{RF0}$ ，信号接收单元将反射信号 $f_{RF0}$ 与本振信号 $f_{LO}$ 进行混频后输出测距信号 $f_{DS}$ ；当单刀双掷模拟开关的输出端与信号接收单元连通时，信号接收单元将接入的主振信号 $f_{RF}$ 和本振信号 $f_{LO}$ 进行混频后输出基准信号 $f_{RS}$ ；控制单元依次处理信号接收单元输出的基准信号 $f_{RS}$ 和测距信号 $f_{DS}$ ，并将基准信号 $f_{RS}$ 和测距信号 $f_{DS}$ 进行相位比较得到相位差，进而计算出被测物体的距离值。

[0047] 在本实施例中，信号接收单元优选为雪崩二极管APD，雪崩二极管包括P极（正极）、N极（负极）和光敏区；具体的，单刀双掷模拟开关的第二输出端由控制单元控制与雪崩二极

管的P极相连,主振信号 $f_{RF}$ 经单刀双掷模拟开关的第二输出端发送至雪崩二极管的P极;频率合成器与雪崩二极管的N极相连用于接入本振信号 $f_{LO}$ ;测量光束经被测物体反射至光学透镜,并经光学透镜聚焦后照射到雪崩二极管的光敏区上,并进行光电信号转换为反射信号 $f_{RF0}$ 。具体的,光敏区(Active area)用于接收光学透镜聚焦后的反射光(测量光束),更具体的,信号接收单元也可以采用光电二极管(PIN),在此不做一一具体限定。

[0048] 在本实施例中,相位式激光测距装置还包括信号放大电路,信号放大电路设置在信号接收单元与控制单元之间,用于对信号接收单元输出的基准信号 $f_{RS}$ 和测距信号 $f_{DS}$ 进行放大处理;具体的,信号放大电路包括依次相连的前置跨阻放大器和选频滤波放大器,前置跨阻放大器将信号接收单元输出的基准信号 $f_{RS}$ 和测距信号 $f_{DS}$ (电流信号)转换为相应的电压信号,同时可以给选频滤波放大器的输入端提供负反馈的高增益、高阻抗的放大信号,选频滤波放大器对前置跨阻放大器输入的电压信号再次进行选频滤波和信号放大增益。

[0049] 具体的,还包括与雪崩二极管相连的温度补偿高压电路,温度补偿高压电路,用于当雪崩二极管的温度变化时,依据雪崩二极管的温度补偿系数控制补偿雪崩二极管的偏置电压,以保证雪崩二极管稳定的增益倍数,进而保证雪崩二极管输出的信号的稳定在一定范围。如果没有温度补偿,温度升高后信号就越来越少,温度降低信号就越来越大甚至饱和,温度补偿就是用来补偿APD的高压,保证稳定性。因环境温度的变化对雪崩二极管的影响特别大,雪崩二极管后受到温度的变化而引起其内部的电压变化,因此,加入温度补偿高压电路可以在不同温度下对雪崩二极管补偿相应的电压,以此提高雪崩二极管对接收信号的稳定性。

[0050] 具体的,控制单元还包括依次相连的ADC采样电路及鉴相器,基准信号 $f_{RS}$ 和测距信号 $f_{DS}$ 被信号放大电路放大后输入到ADC采样电路,ADC采样电路进行采样后发送至鉴相器,鉴相器进行相位比较得到相位差。

[0051] 具体的,频率合成器为锁相环频率合成器、直接数字合成器或时钟发生器,通过控制单元的控制可以产生两路高频信号,即主振信号 $f_{RF}$ 和本振信号 $f_{LO}$ 。

[0052] 具体的,激光调制驱动电路包括半导体激光管和激光调制驱动电路,对应的,光学透镜包括透镜组和窄带滤光片,通过增大光学接收面积来提高对弱光信号的探测能力。

[0053] 在本实施例中,该相位式激光测距装置的电路图可参照图3,电路图上的U1为频率合成器,频率合成器U1的SCL引脚及SDA引脚用来接收控制单元发送的控制信号,频率合成器U1的Y1引脚输出主振信号 $f_{RF}$ 发送至U2单刀双掷模拟开关输入A引脚,频率合成器U1的Y2引脚输出本振信号 $f_{LO}$ 经电阻R1和电容C1发送至D1雪崩二极管APD的N极;电路图上的U2即为单刀双掷模拟开关,单刀双掷模拟开关U2的SEL引脚用来接收控制单元发送的MCU\_SWITCH控制信号,分别将主振信号 $f_{RF}$ 通过B1引脚经电阻R10和电容C6发送至LD激光调制驱动电路或通过B0引脚经电阻R2和电容R2发送至D1雪崩二极管APD的P极;电路图的LD激光二极管D2、三极管Q1/Q2、电容C5、电阻R8/R9构成激光调制驱动电路,控制单元通过MCU\_LD\_ON引脚经电阻R9控制激光管LD的打开或关闭已调制测量光束的发送;电路图上的APD对应为信号接收单元,APD\_HV引脚为温度补偿高压电路接入引脚,经电阻R3输入到APD的N极,APD的P极输出基准信号 $f_{RS}$ 和测距信号 $f_{DS}$ 经过由U3、电阻R5/R6/R7及电容C4构成的信号放大电路进行放大,由SIG\_OUT引脚输出至后续放大电路放大后发送到控制单元处理。

[0054] 本发明还提供一种相位式激光测距方法实施例,采用上述的相位式激光测距装



置,具体步骤包括:

[0055] S10:频率合成器同时产生并输出主振信号 $f_{RF}$ 和本振信号 $f_{LO}$ ,所述主振信号 $f_{RF}$ 和本振信号 $f_{LO}$ 为具有固定频率差的高频信号;本振信号 $f_{LO}$ 发送至信号接收单元(即雪崩二极管的N极),主振信号 $f_{RF}$ 发送至单刀双掷模拟开关的输入端;

[0056] S20:主振信号 $f_{RF}$ 经单刀双掷模拟开关的第二输出端(由控制单元控制)发送至信号接收单元(即雪崩二极管的P极),并与本振信号 $f_{LO}$ 进行混频后输出基准信号 $f_{RS}$ ;

[0057] S30:主振信号 $f_{RF}$ 经单刀双掷模拟开关的第一输出端(由控制单元控制)发送至激光调制驱动电路,使其调制并发射测量光束,测量光束照射到被测物体进而反射至光学透镜;光学透镜将反射的测量光束进行聚焦后发射至信号接收单元;

[0058] S40:信号接收单元将接入的经光学透镜聚焦后的测量光束进行光电转换为反射信号 $f_{RF0}$ ,将反射信号 $f_{RF0}$ 与本振信号 $f_{LO}$ 进行混频后输出测距信号 $f_{DS}$ ;

[0059] S50:信号接收单元依次输出基准信号 $f_{RS}$ 和测距信号 $f_{DS}$ ;

[0060] S60:控制单元依次处理信号接收单元发送的基准信号 $f_{RS}$ 和测距信号 $f_{DS}$ ,并将基准信号 $f_{RS}$ 和测距信号 $f_{DS}$ 进行相位比较得到相位差,进而得出被测物体的距离值。

[0061] 具体的,步骤S50:信号接收单元依次输出基准信号 $f_{RS}$ 和测距信号 $f_{DS}$ ,具体包括:

[0062] 将基准信号 $f_{RS}$ 和测距信号 $f_{DS}$ 进行放大处理后发送至控制单元。

[0063] 具体的,步骤S60:控制单元将依次处理信号接收单元发送的基准信号 $f_{RS}$ 和测距信号 $f_{DS}$ ,并将基准信号 $f_{RS}$ 和测距信号 $f_{DS}$ 进行相位比较得到相位差,具体包括:

[0064] 对放大后的基准信号 $f_{RS}$ 和测距信号 $f_{DS}$ 进行ADC采样;

[0065] 对采样后的基准信号 $f_{RS}$ 和测距信号 $f_{DS}$ 进行相位比较得到相位差。

[0066] 具体的,其中步骤S20和步骤S30、S40也可以进行更换顺序,即可先测量测距信号 $f_{DS}$ 再测量基准信号 $f_{RS}$ 。

[0067] 本发明相位式激光测距方法实施例与装置相同的内容详见装置实施例,在此部分不做进一步赘述。

[0068] 本发明相位式激光测距装置及方法利用雪崩二极管的非线性特性(即射频特性),因其具有较小的PN结电容(约1pF左右)及高达3GHz的截止频率,进一步拓展雪崩二极管应用范畴,将雪崩二极管除了用作光电接收信号外,也可兼作射频混频器使用,等效于单端二极管混频电路,且基准信号 $f_{RS}$ 和测距信号 $f_{DS}$ 都是由雪崩二极管混频得到的差频信号,且两个信号又都经过同一级前置跨阻放大器和选频滤波放大器送入到鉴相器鉴相采样,因此,基本上可以忽略由于元器件离散性导致的两路信号相位误差,极大地提高了测量精度,稳定性高。由于不需要增加一个激光管或专用的电信号混频电路,该相位式激光测距装置的电路结构简单,成本较低,并简化了光学结构设计。

[0069] 以上仅为本发明的较佳实施例而已,本领域技术人员知悉,在不脱离本发明的精神和范围的情况下,可以对这些特征和实施例进行各种改变或等同替换。另外,在本发明的教导下,可以对这些特征和实施例进行修改以适应具体的情况及材料而不会脱离本发明的精神和范围。因此,本发明不受此处所公开的具体实施例的限制,所有落入本申请的权利要求范围内的实施例都属于本发明的保护范围。

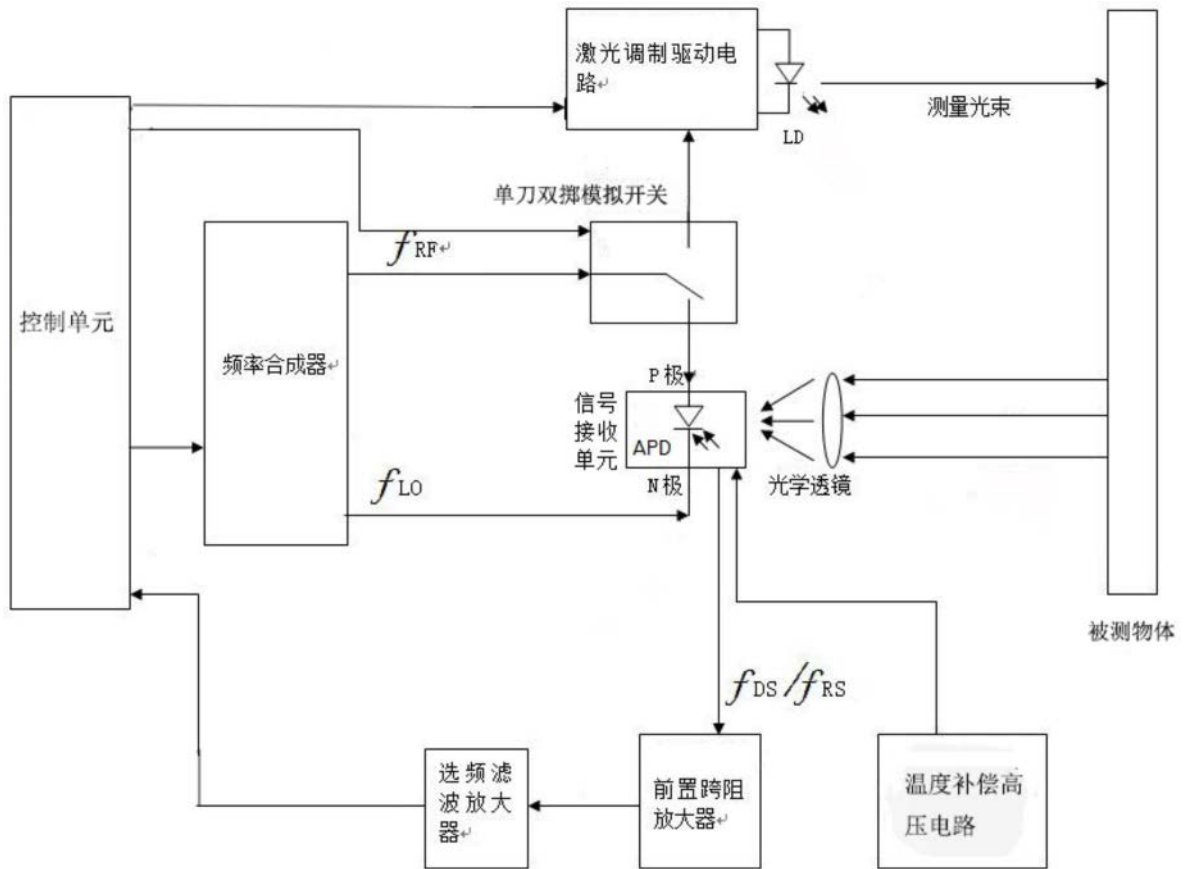


图1

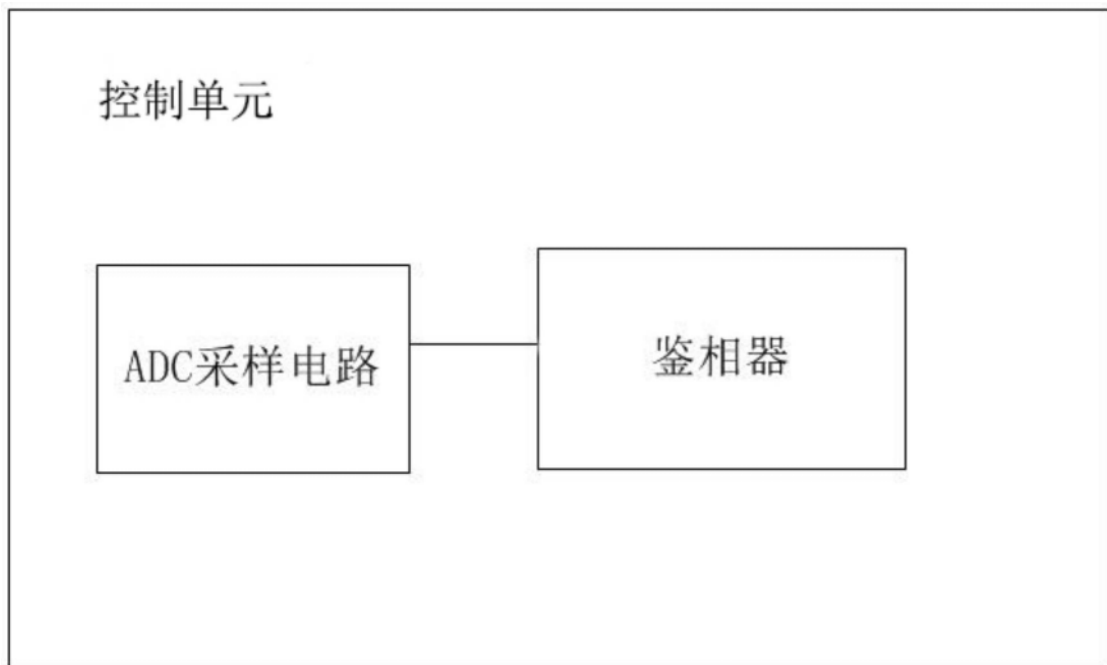


图2

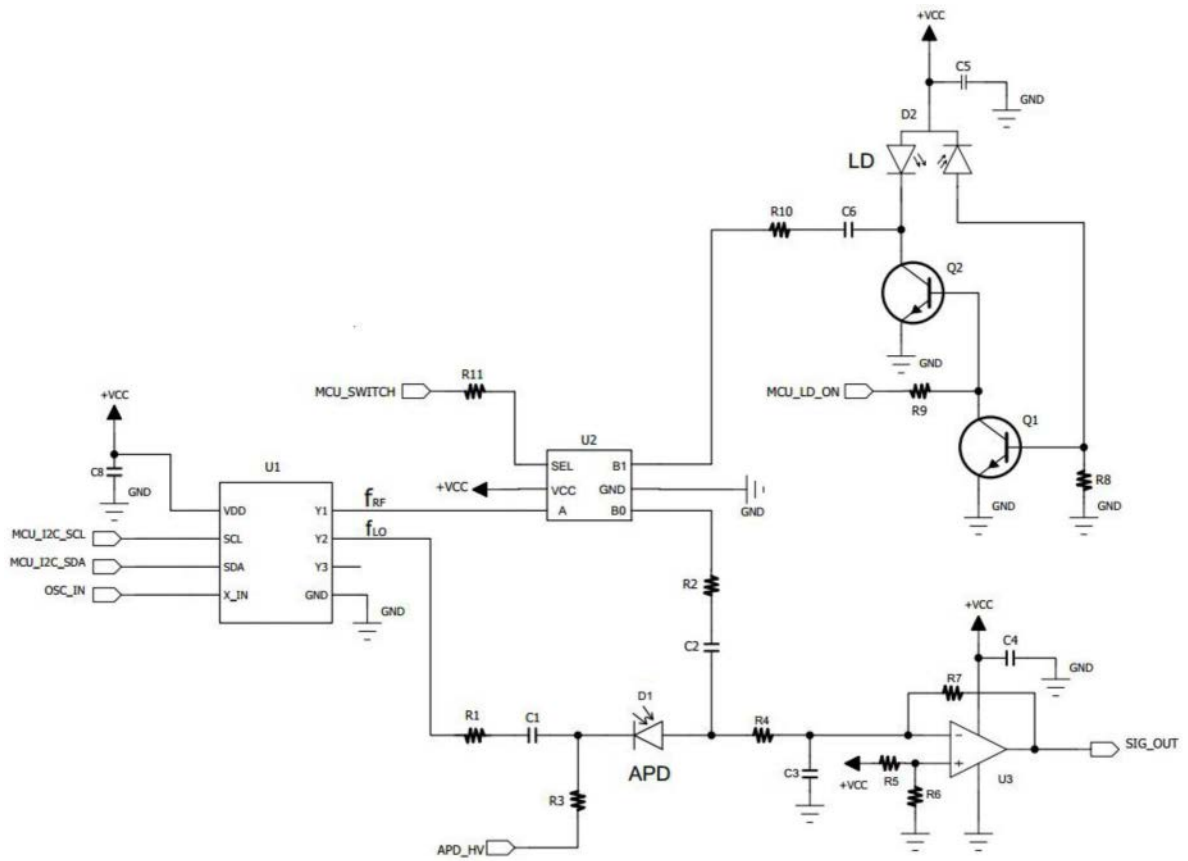


图3

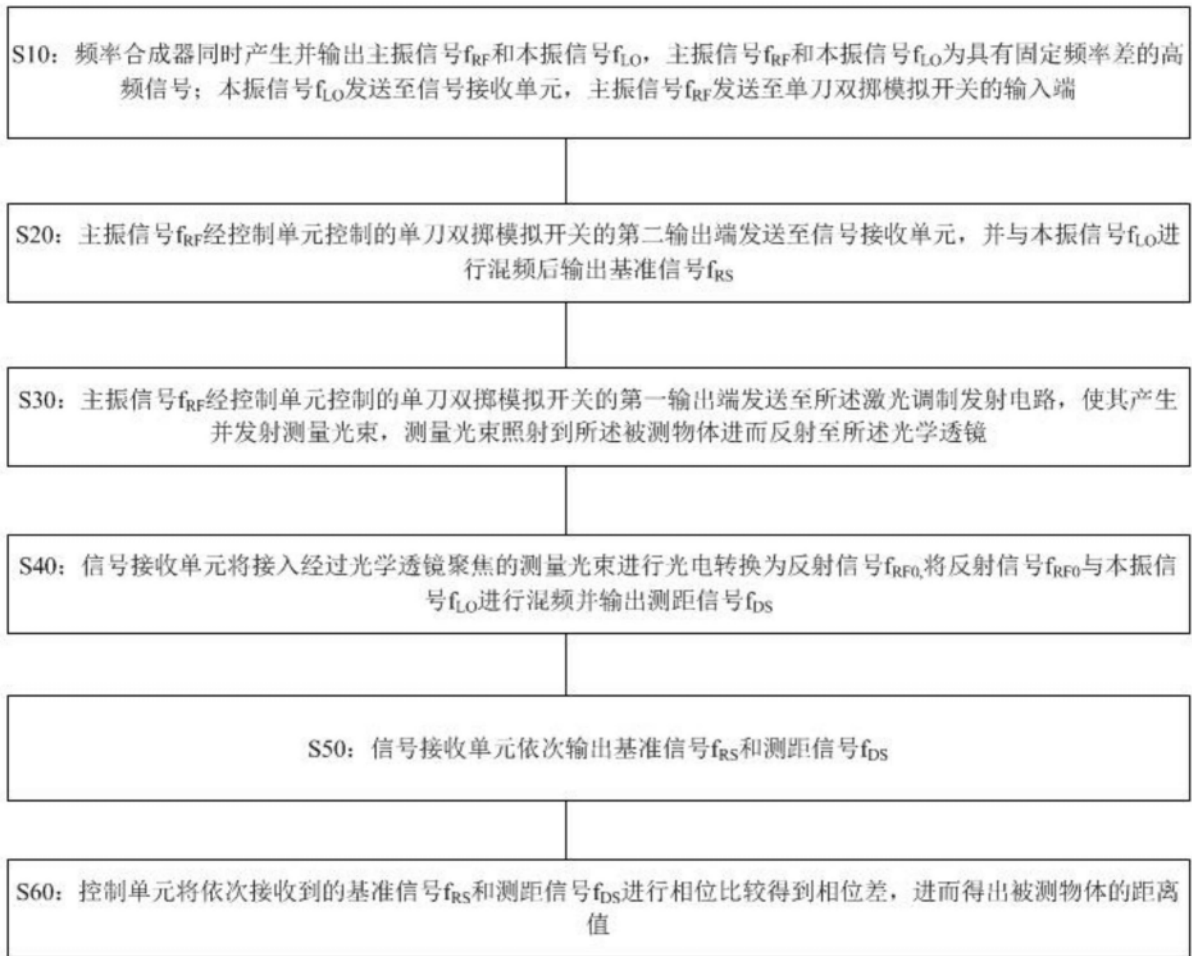


图4