



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103116164 B

(45) 授权公告日 2014. 11. 12

(21) 申请号 201310029715. 5

(22) 申请日 2013. 01. 25

(73) 专利权人 哈尔滨工业大学

地址 150001 黑龙江省哈尔滨市南岗区西大直街 92 号

(72) 发明人 张勇 刘丽萍 赵远 杨成华 郭瑞 徐路

(74) 专利代理机构 哈尔滨市松花江专利商标事务所 23109

代理人 牟永林

(51) Int. Cl.

G01S 17/89 (2006. 01)

G01S 17/10 (2006. 01)

G01S 7/48 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 10136253 A, 2008. 08. 06, 全文.

王建银. 连续外差激光多普勒测风雷

达. 《中国优秀硕士学位论文全文数据库基础科学辑》. 2008, 第 I 页、第 1 页、第 22 页.

蔡喜平, 赵远, 孙东松, 戴永江, 肖泉. 脉冲压缩 CO₂ 相干激光雷达信号处理的研究. 《中国激光》. 1997, 第 24 卷 (第 11 期), 第 976-980 页.

Christer J. Kalsson, Fred A. A. Olsson, Dietmar Letalick. All-Fiber multifunction continuous-wave coherent laser radar at 1.55um for range, speed, vibration, and wind measurements. 《APPLIED OPTICS》. 2000, 第 39 卷 (第 21 期), 3716-3726 页.

审查员 吴静

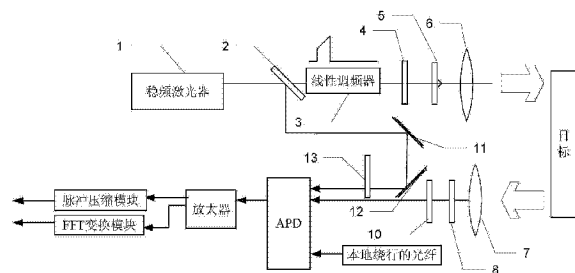
权利要求书2页 说明书4页 附图1页

(54) 发明名称

外差脉冲压缩式多功能激光雷达及其控制方法

(57) 摘要

外差脉冲压缩式多功能激光雷达及其控制方法, 涉及一种激光雷达, 为了解决目前的激光雷达实现测距就不能测速和测量微多普勒, 系统结构不够兼容的问题。利用本发明的激光雷达, 一、将进行线性调频的激光信号发向目标, 目标回波激光与本地未调制的信号进行光学混频, 对混频后的信号进行脉冲压缩获得含有目标距离信息的信号; 二、向目标发射未进行频率线性变化的激光信号, 目标回波激光与本地未调制的信号进行光学混频, 对混频后的信号进行 FFT 变换获得目标的速度信息以及微多普勒信息; 三、将激光送入本地绕行的光纤, 光纤输出的信号与本地激光进行混频, 对混频后的信号进行 FFT 变换获得本地平台的振动情况的信号。它用于测量目标的多种信息。



1. 外差脉冲压缩式多功能激光雷达的控制方法,外差脉冲压缩式多功能激光雷达包括稳频激光器(1)、分束镜(2)、线性调频器(3)、第一偏振片(4)、第一 1/4 波片(5)、发射天线(6)、接收天线(7)、第二偏振片(8)、第二 1/4 波片(10)、第一反射镜(11)、第二反射镜(12)、1/2 波片(13)、APD、放大器、脉冲压缩模块和 FFT 模块;

在稳频激光器(1)发射的激光的光轴上依次设置分束镜(2)、线性调频器(3)、第一偏振片(4)、第一 1/4 波片(5)和发射天线(6),经分束镜(2)透射的光依次经过线性调频器(3)、第一偏振片(4)、第一 1/4 波片(5)入射至发射天线(6),经发射天线(6)发射至目标,

经分束镜(2)反射的光入射至第一反射镜(11),经第一反射镜(11)反射后的光入射至第二反射镜(12),经第二反射镜(12)反射的光入射至 1/2 波片(13),

经接收天线(7)接收的回波激光入射至第二偏振片(8),经第二偏振片(8)透射的光入射至第二 1/4 波片(10),经第二 1/4 波片(10)透射的光和经 1/2 波片(13)透射的光同时入射至 APD,经 APD 转换后输出的电信号发送给放大器,经放大器放大后的电信号分别发送给脉冲压缩模块和 FFT 变换模块;

其特征在于,所述控制方法包括如下步骤:

步骤一:所述外差脉冲压缩式多功能激光雷达的 FFT 变换模块不工作,当脉冲压缩模块输出含有目标的距离信息的电信号时,转入步骤二;

步骤二:所述外差脉冲压缩式多功能激光雷达的线性调频器(3)和脉冲压缩模块停止工作,FFT 变换模块开始工作,当 FFT 变换模块输出目标的速度信息以及微多普勒信息时,转入步骤三;

步骤三:所述外差脉冲压缩式多功能激光雷达的发射天线(6)和接收天线(7)停止工作,并将稳频激光器(1)发射的激光送入本地绕行的光纤,所述光纤输出的信号与第二反射镜(12)反射的本地激光利用 APD 混频,当 FFT 变换模块输出本地平台的振动情况的信号时,转入步骤一。

2. 根据权利要求 1 所述的外差脉冲压缩式多功能激光雷达的控制方法,其特征在于,入射至分束镜(2)的光能量被透射和反射的比值为(9~100):1。

3. 根据权利要求 1 所述的外差脉冲压缩式多功能激光雷达的控制方法,其特征在于,步骤一中所述脉冲压缩模块输出含有目标的距离信息的电信号的实现过程为:稳频激光器(1)发射的激光入射至分束镜(2),线性调频器(3)对经分束镜(2)透射的光进行线性调制,线性调频器(3)调制后的光依次经过第一偏振片(4)、第一 1/4 波片(5)入射至发射天线(6),接收天线(7)接收的回波信号依次经第二偏振片(8)入射至第二 1/4 波片(10),经第二 1/4 波片(10)透射的光与第二反射镜(12)反射的本地激光利用 APD 混频,混频后的电信号依次经放大器和脉冲压缩模块,脉冲压缩模块输出含有目标的距离信息的电信号。

4. 根据权利要求 1 所述的外差脉冲压缩式多功能激光雷达的控制方法,其特征在于,步骤二中所述 FFT 变换模块输出目标的速度信息以及微多普勒信息的实现过程为:

稳频激光器(1)发射的激光入射至分束镜(2),分束镜(2)透射的光依次经过第一偏振片(4)、第一 1/4 波片(5)入射至发射天线(6),接收天线(7)接收的回波信号依次经第二偏振片(8)入射至第二 1/4 波片(10),经第二 1/4 波片(10)透射的光与第二反射镜(12)反射的本地激光利用 APD 混频,依次经放大器和 FFT 变换模块,FFT 变换模块输出目标的速度信息以及微多普勒信息。

5. 根据权利要求 1 所述的外差脉冲压缩式多功能激光雷达的控制方法,其特征在于,步骤三中所述 FFT 变换模块输出本地平台的振动情况的信号的实现过程为:

稳频激光器(1)发射的激光送入本地绕行的光纤,所述本地绕行的光纤输出的信号与第二反射镜(12)反射的本地激光利用 APD 混频,依次经放大器和 FFT 变换模块,FFT 变换模块输出本地平台的振动情况的信号。

外差脉冲压缩式多功能激光雷达及其控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种激光雷达,特别涉及一种外差脉冲压缩式多功能激光雷达及其控制方法。

背景技术

[0002] 激光雷达测量目标的多种信息是一个重要的研究目标,同时准确测量目标的速度、距离、反射率信息依然是一个技术难题,并且为了目标识别的需要,还需要测量目标的微多普勒信息和自身的振动信息,已有的激光雷达系统,实现测距就不能测速和测量微多普勒,系统结构不够兼容。

发明内容

[0003] 本发明的目的是为了解决目前的激光雷达实现测距就不能测速和测量微多普勒,系统结构不够兼容的问题,本发明提供一种外差脉冲压缩式多功能激光雷达及其控制方法。

[0004] 本发明的一种外差脉冲压缩式多功能激光雷达,它包括稳频激光器、分束镜、线性调频器、第一偏振片、第一 1/4 波片、发射天线、接收天线、第二偏振片、第二 1/4 波片、第一反射镜、第二反射镜、1/2 波片、APD、放大器、脉冲压缩模块和 FFT 模块;

[0005] 在稳频激光器发射的激光的光轴上依次设置分束镜、线性调频器、第一偏振片、第一 1/4 波片和发射天线,经分束镜透射的光依次经过线性调频器、第一偏振片、第一 1/4 波片入射至发射天线,经发射天线发射至目标,

[0006] 经分束镜反射的光入射至第一反射镜,经第一反射镜反射后的光入射至第二反射镜,经第二反射镜反射的光入射至 1/2 波片,

[0007] 经接收天线接收的回波激光入射至第二偏振片,经第二偏振片透射的光入射至第二 1/4 波片,经第二 1/4 波片透射的光和经 1/2 波片透射的光同时入射至 APD,经 APD 转换后输出的电信号发送给放大器,经放大器放大后的电信号分别发送给脉冲压缩模块和 FFT 变换模块。

[0008] 入射至分束镜的光能量被透射和反射的比值为 $(9 \sim 100) : 1$ 。

[0009] 所述外差脉冲压缩式多功能激光雷达的控制方法,它包括如下步骤:

[0010] 步骤一:所述外差脉冲压缩式多功能激光雷达的 FFT 变换模块不工作,当脉冲压缩模块输出含有目标的距离信息的电信号时,转入步骤二;

[0011] 步骤二:所述外差脉冲压缩式多功能激光雷达的线性调频器和脉冲压缩模块停止工作,FFT 变换模块开始工作,当 FFT 变换模块输出目标的速度信息以及微多普勒信息时,转入步骤三;

[0012] 步骤三:所述外差脉冲压缩式多功能激光雷达的发射天线和接收天线停止工作,并将稳频激光器发射的激光送入本地绕行的光纤,所述光纤输出的信号与第二反射镜反射的本地激光利用 APD 混频,当 FFT 变换模块输出本地平台的振动情况的信号时,转入步骤

一。

[0013] 步骤一中所述脉冲压缩模块输出含有目标的距离信息的电信号的实现过程为：稳频激光器发射的激光入射至分束镜，线性调频器对经分束镜透射的光进行线性调制，线性调频器调制后的光依次经过第一偏振片、第一 1/4 波片入射至发射天线，接收天线接收的回波信号依次经第二偏振片入射至第二 1/4 波片，经第二 1/4 波片透射的光与第二反射镜反射的本地激光利用 APD 混频，混频后的电信号依次经放大器和脉冲压缩模块，脉冲压缩模块输出含有目标的距离信息的电信号。

[0014] 步骤二中所述 FFT 变换模块输出目标的速度信息以及微多普勒信息的实现过程为：

[0015] 稳频激光器 1 发射的激光入射至分束镜，分束镜透射的光依次经过第一偏振片、第一 1/4 波片入射至发射天线，接收天线接收的回波信号依次经第二偏振片入射至第二 1/4 波片，经第二 1/4 波片透射的光与第二反射镜反射的本地激光利用 APD 混频，依次经放大器和 FFT 变换模块，FFT 变换模块输出目标的速度信息以及微多普勒信息。

[0016] 步骤三中所述 FFT 变换模块输出本地平台的振动情况的信号的实现过程为：

[0017] 稳频激光器发射的激光送入本地绕行的光纤，所述本地绕行的光纤输出的信号与第二反射镜反射的本地激光利用 APD 混频，依次经放大器和 FFT 变换模块，FFT 变换模块输出本地平台的振动情况的信号。

[0018] 本发明的优点在于，本发明实现了测距、测强度、测速、测量微多普勒和测本地震动多种功能。本发明的外差脉冲压缩式多功能激光雷达简化了系统的结构，减少了现有系统对于本地信号的调制，脉冲压缩的信号处理方式既可以提高系统的信噪比，又可以提高系统的最大作用距离，同时利用测距的间歇时间对目标的速度、微多普勒和本地震动进行测量，系统结构简单。

附图说明

[0019] 图 1 为本发明的外差脉冲压缩式多功能激光雷达的光路原理示意图。

[0020] 图 2 为本发明的外差脉冲压缩式多功能激光雷达的控制方法的流程示意图。

具体实施方式

[0021] 具体实施方式一：结合图 1 说明本实施方式，本实施方式所述的外差脉冲压缩式多功能激光雷达，

[0022] 它包括稳频激光器 1、分束镜 2、线性调频器 3、第一偏振片 4、第一 1/4 波片 5、发射天线 6、接收天线 7、第二偏振片 8、第二 1/4 波片 10、第一反射镜 11、第二反射镜 12、1/2 波片 13、APD、放大器、脉冲压缩模块和 FFT 模块；

[0023] 在稳频激光器 1 发射的激光的光轴上依次设置分束镜 2、线性调频器 3、第一偏振片 4、第一 1/4 波片 5 和发射天线 6，经分束镜 2 透射的光依次经过线性调频器 3、第一偏振片 4、第一 1/4 波片 5 入射至发射天线 6，经发射天线 6 发射至目标，

[0024] 经分束镜 2 反射的光入射至第一反射镜 11，经第一反射镜 11 反射后的光入射至第二反射镜 12，经第二反射镜 12 反射的光入射至 1/2 波片 13，

[0025] 经接收天线 7 接收的回波激光入射至第二偏振片 8，经第二偏振片 8 透射的光入

射至第二 1/4 波片 10,经第二 1/4 波片 10 透射的光和经 1/2 波片 13 透射的光同时入射至 APD,经 APD 转换后输出的电信号发送给放大器,经放大器放大后的电信号分别发送给脉冲压缩模块和 FFT 变换模块。

[0026] 本实施方式中的 APD(雪崩光电二极管, Avalanche Photo Diode)是光探测器,用于将经第二 1/4 波片 10 透射的光和经 1/2 波片 13 透射的光进行混频。

[0027] 具体实施方式二:本实施方式是对具体实施方式二所述的外差脉冲压缩式多功能激光雷达的进一步限定,入射至分束镜 2 的光能量被透射和反射的比值为 (9 ~ 100) : 1。

[0028] 具体实施方式三:结合图 2 说明本实施方式,本实施方式为对具体实施方式一所述的外差脉冲压缩式多功能激光雷达的控制方法,它包括如下步骤:

[0029] 步骤一:所述外差脉冲压缩式多功能激光雷达的 FFT 变换模块不工作,当脉冲压缩模块输出含有目标的距离信息的电信号时,转入步骤二;

[0030] 步骤二:所述外差脉冲压缩式多功能激光雷达的线性调频器 3 和脉冲压缩模块停止工作,FFT 变换模块开始工作,当 FFT 变换模块输出目标的速度信息以及微多普勒信息时,转入步骤三;

[0031] 步骤三:所述外差脉冲压缩式多功能激光雷达的发射天线 6 和接收天线 7 停止工作,并将稳频激光器 1 发射的激光送入本地绕行的光纤,所述光纤输出的信号与第二反射镜 12 反射的本地激光利用 APD 混频,当 FFT 变换模块输出本地平台的振动情况的信号时,转入步骤一。

[0032] 具体实施方式四:本实施方式是对具体实施方式三所述的外差脉冲压缩式多功能激光雷达的控制方法的进一步限定,

[0033] 步骤一中所述脉冲压缩模块输出含有目标的距离信息的电信号的实现过程为:稳频激光器 1 发射的激光入射至分束镜 2,线性调频器 3 对经分束镜 2 透射的光进行线性调制,线性调频器 3 调制后的光依次经过第一偏振片 4、第一 1/4 波片 5 入射至发射天线 6,接收天线 7 接收的回波信号依次经第二偏振片 8 入射至第二 1/4 波片 10,经第二 1/4 波片 10 透射的光与第二反射镜 12 反射的本地激光利用 APD 混频,混频后的电信号依次经放大器和脉冲压缩模块,脉冲压缩模块输出含有目标的距离信息的电信号。

[0034] 对脉冲压缩模块输出的信号进行阈值比较就可获得目标的距离信息,并且采用脉冲压缩模块能够有效提高系统信噪比,从而增加系统的作用距离。

[0035] 具体实施方式五:本实施方式是对具体实施方式三所述的外差脉冲压缩式多功能激光雷达的控制方法的进一步限定,

[0036] 步骤二中所述 FFT 变换模块输出目标的速度信息以及微多普勒信息的实现过程为:

[0037] 稳频激光器 1 发射的激光入射至分束镜 2,分束镜 2 透射的光依次经过第一偏振片 4、第一 1/4 波片 5 入射至发射天线 6,接收天线 7 接收的回波信号依次经第二偏振片 8 入射至第二 1/4 波片 10,经第二 1/4 波片 10 透射的光与第二反射镜 12 反射的本地激光利用 APD 混频,依次经放大器和 FFT 变换模块,FFT 变换模块输出目标的速度信息以及微多普勒信息。

[0038] 具体实施方式六:本实施方式是对具体实施方式三所述的外差脉冲压缩式多功能激光雷达的控制方法的进一步限定,

[0039] 步骤三中所述 FFT 变换模块输出本地平台的振动情况的信号的实现过程为：

[0040] 稳频激光器 1 发射的激光送入本地绕行的光纤，所述本地绕行的光纤输出的信号与第二反射镜 12 反射的本地激光利用 APD 混频，依次经放大器和 FFT 变换模块，FFT 变换模块输出本地平台的振动情况的信号。从而对测量到目标的微多普勒进行修正。

[0041] 本发明的外差脉冲压缩式多功能激光雷达采用对发射激光进行频率线性变化的光频调制的方式发射激光信号，目标回波激光与本地未调制的信号进行光学混频，在 APD 光电探测器上得到一个带有目标距离信息的线性调频信号，可以将该信号送入声表面延迟器进行脉冲压缩，从而获得一个代表目标距离信息的窄脉冲信号，对该脉冲信号的时间进行测量即可得出目标的距离信息，该信号的幅值代表着目标的反射率信息，从而实现对目标的距离和强度成像。

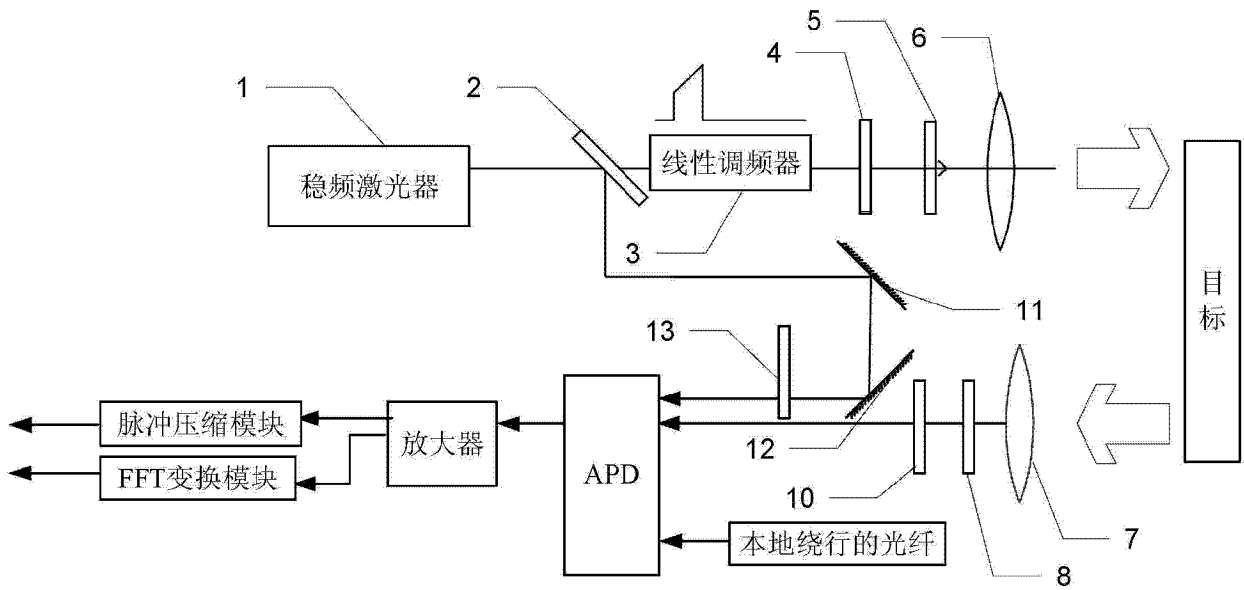


图 1

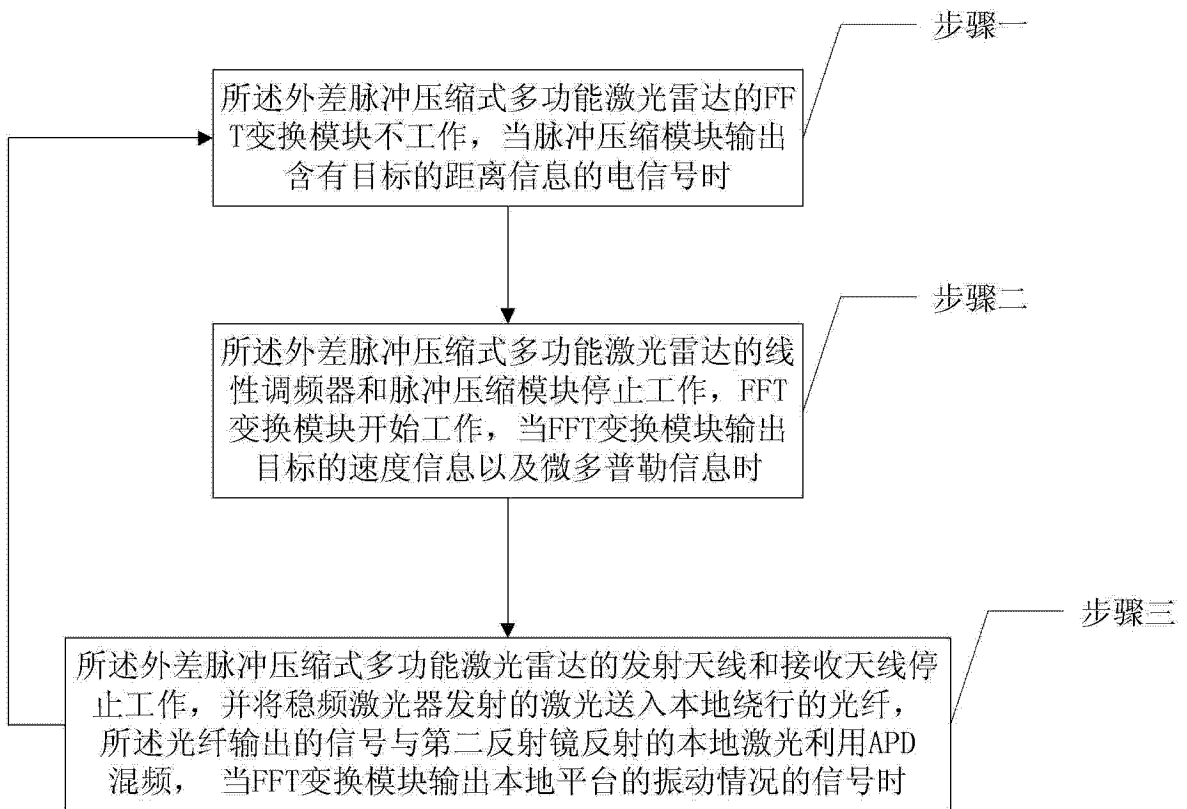


图 2