

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2022 年 2 月 24 日 (24.02.2022)



(10) 国际公布号
WO 2022/037101 A1

(51) 国际专利分类号:
G01S 13/34 (2006.01)

向少卿(XIANG, Shaoqing); 中国上海市嘉定区新
徕路468号园区二楼, Shanghai 201821 (CN)。

(21) 国际申请号: PCT/CN2021/089345

(22) 国际申请日: 2021 年 4 月 23 日 (23.04.2021)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
202010851384.3 2020年8月21日 (21.08.2020) CN

(71) 申请人: 上海禾赛科技股份有限公司
(HESAI TECHNOLOGY CO., LTD.) [CN/CN]; 中国
上海市嘉定区新徕路 468 号园区二
号楼, Shanghai 201821 (CN)。

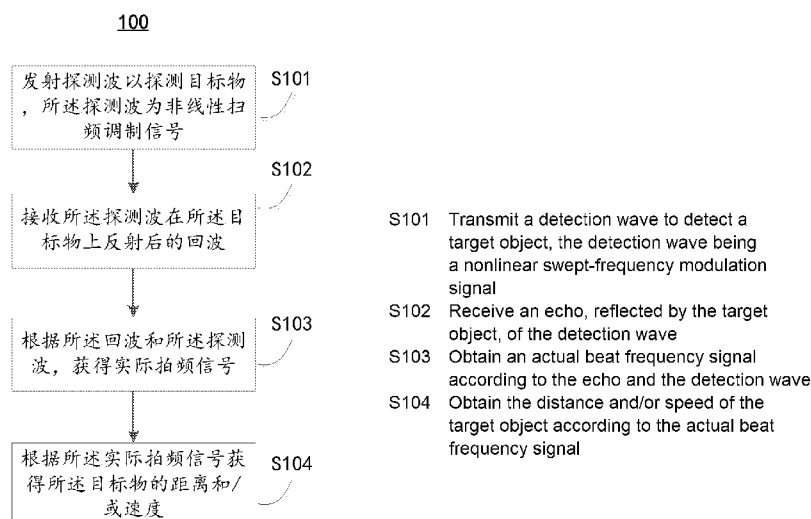
(72) 发明人: 龙鑫(LONG, Xin); 中国上海市嘉定区新
徕路468号园区二楼, Shanghai 201821 (CN)。

(74) 代理人: 北京律和信知识产权代理事务所
(普通合伙) (BEIJING LAWSING IP FIRM); 中
国北京市海淀区海淀大街 38 号银科大厦
802室, Beijing 100080 (CN)。

(81) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的国家
保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG,
BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU,
CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB,
GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT,
JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK,
LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX,
MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL,
PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,

(54) Title: METHOD FOR USING FREQUENCY MODULATION CONTINUOUS WAVE TO PERFORM DETECTION, AND
RADAR AND COMPUTER-READABLE STORAGE MEDIUM

(54) 发明名称: 利用调频连续波探测的方法、雷达和计算机可读存储介质



(57) Abstract: A method for using a frequency modulation continuous wave to perform detection, and a radar and a computer-readable storage medium. The method comprises the following steps: transmitting a detection wave to detect a target object, the detection wave being a nonlinear swept-frequency modulation signal (S101); receiving an echo, reflected by the target object, of the detection wave (S102); obtaining an actual beat frequency signal according to the echo and the detection wave (S103); and obtaining the distance and/or speed of the target object according to the actual beat frequency signal (S104). By means of the method, the decoupling and separation of distance/speed information can be completed within a single cycle. The decoupling and separation of a distance/speed can be completed within a single swept-frequency cycle, and a detection probability of a system is kept from deteriorating; and the modulation form of a single sideband can also make the system achieve a relatively high sensitivity.

ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US,
UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

- (84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区
保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ,
NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM,
AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG,
CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU,
IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT,
RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI,
CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

- 包括国际检索报告 (条约第21条(3))。

(57) 摘要: 一种利用调频连续波进行探测的方法、雷达, 以及计算机可读存储介质。该方法包括以下步骤:
发射探测波以探测目标物, 该探测波为非线性扫频调制信号 (S101); 接收探测波在目标物上反射后的回波
(S102); 根据回波和探测波, 获得实际拍频信号 (S103); 和根据实际拍频信号获得目标物的距离和/或速
度 (S104)。该方法可在单周期内完成距离/速度信息的解耦分离。在单扫频周期内可以完成距离/速度的解
耦分离, 维持了系统的探测概率不被恶化; 同时, 单边带的调制形式可以使系统达到较高的灵敏度。

利用调频连续波探测的方法、雷达和计算机可读存储介质

技术领域

本发明涉及光电探测技术领域，更具体的，涉及利用调频连续波进行探测的方法、雷达和计算机可读存储介质。

背景技术

调频连续波 FMCW (Frequency Modulation Continuous Wave) 雷达，是指发射频率受特定信号调制的连续波雷达。调频连续波雷达通过比较任意时刻回波信号频率与此时刻发射信号的频率之差方法来得到目标的距离信息，距离正比于两者的频率差。目标的径向速度和距离可由测量的二者频率差处理后得到。与其它类型的测距测速雷达相比，调频连续波雷达的结构更简单。所需的发射功率峰值较低、容易调制、成本低、信号处理简单，是一种常用的雷达方案。

在 FMCW 雷达中，一般采用线性扫频信号作为雷达的发射信号，探测目标的距离以及速度信息都会导致最终探测到的拍频信号频率发生变化。为了将探测目标的距离以及速度信息分离开来，一般采用多扫频调制或双边带调制的方案。图 1A 示出了多扫频调制的方案，即调制信号在时域上采用多段不同扫频速率的线性扫频组合而成，由于扫频速率会影响目标距离对于拍频频率的变化系数，因此可以分离出目标的距离以及速度信息。最常见的方式是通过扫频速率互为相反数的三角波调制方案，见图 1A。图 1B 示出了双边带调制的方案，即利用电光调制器实现的双边带调制过程，直接产生扫频速率互为相反数的上/下边带，从而完成目标距离以及速度信息的分离。

对于多扫频调制而言，其时分复用的本质使得目标的解耦完全依赖于每段扫频信号所探测目标特性的一致性。其中对于三角波调制方案来说，上升沿与下降沿是否针对同一目标是一个非常关键的前提。即使是同一目标，在相干探测中由散斑效应引入的探测概率问题将会在多扫频调制方案中被放大：

例如当系统对一特定目标的探测概率为 90%时，三角波调制方案的探测概率将降低至 81% ($=90\% \times 90\%$)，这将极大影响最终雷达点云的质量。

对于双边带调制而言，一个非常关键的指标是单边带能量在总能量中的占比。一般的双边带调制方案包括强度调制器和相位调制器：强度调制器有较高的有效能量比，但调制效率很低；相位调制器的调制效率较高，但有效能量比很低。因此双边带调制方案一般需要在电光调制后额外引入滤波和放大模块，增加了系统的成本和复杂度。

其中，FMCW 雷达可以采用激光雷达来实现，也可以采用毫米波雷达来实现。

背景技术部分的内容仅仅是公开人所知晓的技术，并不当然代表本领域的现有技术。

发明内容

有鉴于现有技术的至少一个缺陷，本发明提供一种利用调频连续波进行探测的方法，包括以下步骤：

发射探测波以探测目标物，所述探测波为非线性扫频调制信号；

接收所述探测波在所述目标物上反射后的回波；

根据所述回波和所述探测波，获得实际拍频信号；和

根据所述实际拍频信号获得所述目标物的距离和/或速度。

根据本发明的一个方面，所述方法还包括：

获取对应于不同距离和/或速度的多个预存储拍频信号；

其中所述根据实际拍频信号获得所述目标物的距离和/或速度的步骤进一步包括：

将所述实际拍频信号的相位函数与所述多个预存储拍频信号的相位函数分别匹配；

选择与所述实际拍频信号匹配程度最高的预存储拍频信号；

将所述匹配程度最高的预存储拍频信号所对应的距离和/或速度，作为所

述目标物的距离和/或速度。

根据本发明的一个方面，所述多个预存储拍频信号分别对应于不同的距离，其中选择与实际拍频信号匹配程度最高的一个预存储拍频信号的步骤还包括：

选择与所述实际拍频信号的波形形状匹配程度最高的预存储拍频信号；

将所述匹配程度最高的预存储拍频信号所对应的测距信息，作为所述目标物的距离；

其中，所述根据实际拍频信号获得目标物的距离和/或速度的步骤进一步包括：

根据所述实际拍频信号与所述匹配程度最高的预存储拍频信号之间的频率差，确定所述目标物的速度。

根据本发明的一个方面，所述多个预存储拍频信号分别对应于不同的距离和速度的组合，并且，所述选择与实际拍频信号匹配程度最高的一个预存储拍频信号的步骤还包括：

选择与所述实际拍频信号的波形形状和位置匹配程度最高的预存储拍频信号；

将所述匹配程度最高的预存储拍频信号所对应的距离和速度，作为所述目标物的距离和速度。

根据本发明的一个方面，所述非线性扫频调制信号为二次曲线函数。

根据本发明的一个方面，所述根据实际拍频信号获得目标物的距离和速度的步骤还包括：

获得所述实际拍频信号的瞬时相位信息；

将所述实际拍频信号的瞬时相位信息与其延时信号的相位信息相减；

基于两者的相位差的斜率，获得所述目标物的距离信息；

根据所述距离信息和所述实际拍频信号的瞬时相位信息，获得所述目标物的速度。

本发明还提供一种雷达，包括：

发射单元，所述发射单元配置成可发射探测波以探测目标物，所述探测波为非线性扫频调制信号；

接收单元，配置成接收所述探测波在所述目标物上反射的回波并输出回波信号；

控制单元，所述控制单元与所述激光器和探测单元耦接并接收所述回波信号，所述控制单元并配置成根据所述回波和所述探测波，获得实际拍频信号，并且根据所述实际拍频信号获得目标物的距离和/或速度。

根据本发明的一个方面，所述控制单元预先存储有对应于不同距离和/或速度的多个预存储拍频信号；

其中所述控制单元配置成：

将所述实际拍频信号的相位函数与所述多个预存储拍频信号的相位函数分别匹配；

选择与所述实际拍频信号匹配程度最高的预存储拍频信号；

将所述匹配程度最高的预存储拍频信号所对应的距离和/或速度，作为所述目标物的距离和/或速度。

根据本发明的一个方面，所述多个预存储拍频信号分别对应于不同的距离，其中所述控制单元配置成：

选择与所述实际拍频信号的波形形状匹配程度最高的预存储拍频信号；

将所述匹配程度最高的预存储拍频信号所对应的测距信息，作为所述目标物的距离；

根据所述实际拍频信号与所述匹配程度最高的预存储拍频信号之间的频率差，确定所述目标物的速度。

根据本发明的一个方面，所述多个预存储拍频信号分别对应于不同的距离和速度的组合，

其中所述控制单元配置成：

选择与所述实际拍频信号的波形形状和位置匹配程度最高的预存储拍频信号；

将所述匹配程度最高的预存储拍频信号所对应的距离和速度，作为所述目标物的距离和速度。

根据本发明的一个方面，所述非线性扫频调制信号为二次曲线函数。

根据本发明的一个方面，所述控制单元配置成：

获得所述实际拍频信号的瞬时相位信息；

将所述实际拍频信号的瞬时相位信息与其延时信号的相位信息相减；

基于两者的相位差的斜率，获得所述目标物的距离信息；

根据所述距离信息和所述实际拍频信号的瞬时相位信息，获得所述目标物的速度。

本发明还提供一种计算机可读存储介质，其上存储有可由处理器执行的计算机程序代码，当由一个或多个处理器执行所述代码时，使得所述处理器执行如上所述的方法。

本发明主要针对 FMCW 雷达中距离/速度信息耦合的问题，提出了一种基于非线性扫频的雷达方案，可在单周期内完成距离/速度信息的解耦分离。本发明的实施例采用的非线性扫频信号对于目标距离以及速度信息的“感知能力”是完全独立的：即对于任一种探测目标的状态，其导致的拍频信号相位信息是唯一确定的。利用这一特性，可以在不采用时分复用和双边带调制的条件下完成目标距离以及速度的解耦分离。以及后期的信号处理过程。本发明的优点在于能够在单扫频周期内完成了距离/速度的解耦分离，维持了系统的探测概率不被恶化；同时，单边带的调制形式可以使系统达到较高的灵敏度。

附图说明

构成本发明的一部分的附图用来提供对本发明的进一步理解，本发明的示意性实施例及其说明用于解释本发明，并不构成对本发明的不当限定。在附图中：

图 1A 示出了 FMCW 雷达中多扫频调制的方案；

图 1B 示出了 FMCW 雷达中双边带调制的方案；

图 2 示出了根据本发明一个实施例的利用调频连续波进行探测的方法；

图 3 给出了一个非线性扫频调制信号的时域波形；

图 4A、4B 和 4C 分别示出了在三个目标物距离下回波信号相对于参考信号横向偏移以及相对应的拍频信号的波形；

图 5A、5B 和 5C 分别示出了在三个目标物速度下回波信号相对于参考信号纵向偏移以及相对应的拍频信号的波形；

图 6 示出了表征拍频信号的相位函数与回波相位函数的匹配程度的二维曲面；

图 7 示出了根据本发明一个实施例的激光雷达的示意图。

具体实施方式

在下文中，仅简单地描述了某些示例性实施例。正如本领域技术人员可认识到的那样，在不脱离本发明的精神或范围的情况下，可通过各种不同方式修改所描述的实施例。因此，附图和描述被认为本质上是示例性的而非限制性的。

在本发明的描述中，需要理解的是，术语"中心"、"纵向"、"横向"、"长度"、"宽度"、"厚度"、"上"、"下"、"前"、"后"、"左"、"右"、"竖直"、"水平"、"顶"、"底"、"内"、"外"、"顺时针"、"逆时针"等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系，仅是为了便于描述本发明和简化描述，而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作，因此不能理解为对本发明的限制。此外，术语"第一"、"第二"仅用于描述目的，而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。由此，限定有"第一"、"第二"的特征可以明示或者隐含地包括一个或者更多个所述特征。在本发明的描述中，"多个"的含义是两个或两个以上，除非另有明确具体的限定。

在本发明的描述中，需要说明的是，除非另有明确的规定和限定，术语"安装"、"相连"、"连接"应做广义理解，例如，可以是固定连接，也可以是可拆卸连接，或一体地连接；可以是机械连接，也可以是电连接或可以相互通讯；可以是直接相连，也可以通过中间媒介间接相连，可以是两个元件内部的连通或两个元件的相互作用关系。对于本领域的普通技术人员而言，可以根据具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

在本发明中，除非另有明确的规定和限定，第一特征在第二特征之"上"或之"下"可以包括第一和第二特征直接接触，也可以包括第一和第二特征不是直接接触而是通过它们之间的另外的特征接触。而且，第一特征在第二特征"之上"、"上方"和"上面"包括第一特征在第二特征正上方和斜上方，或仅仅表示第一特征水平高度高于第二特征。第一特征在第二特征"之下"、"下方"和"下面"包括第一特征在第二特征正下方和斜下方，或仅仅表示第一特征水平高度小于第二特征。

下文的公开提供了许多不同的实施方式或例子用来实现本发明的不同结构。为了简化本发明的公开，下文中对特定例子的部件和设置进行描述。当然，它们仅仅为示例，并且目的不在于限制本发明。此外，本发明可以在不同例子中重复参考数字和/或参考字母，这种重复是为了简化和清楚的目的，其本身不指示所讨论各种实施方式和/或设置之间的关系。此外，本发明提供了各种特定的工艺和材料的例子，但是本领域普通技术人员可以意识到其他工艺的应用和/或其他材料的使用。

以下结合附图对本发明的优选实施例进行说明，应当理解，此处所描述的优选实施例仅用于说明和解释本发明，并不用于限定本发明。

本发明主要涉及 FMCW 雷达系统中的调制信号及其解调方法。图 2 示出了根据本发明一个实施例的利用调频连续波进行探测的方法 100，下面参考附图详细描述。

在步骤 S101，雷达发射探测波以探测目标物，所述探测波为非线性扫频调制信号。

所述探测波可以为任意次数的非线性扫频调制信号，例如为二次函数或者三次函数，甚至更高次的函数等。

在本发明的方案中，通过发射非线性扫频调制信号的探测波，可以直接解耦出目标物的距离和速度，而无需采用诸如时分复用或双边带调制等方法，从而避免了由于该类方法而产生的问题，如可能产生的探测概率降低的问题或者，如系统复杂度较高的问题等。除了用于目标物的探测，在后续进行目标物的距离和速度的计算时，该非线性扫频调制信号还将用作参考信号。另外，在本发明的上下文中，目标物的距离可以用实际的距离来表征，也可以用探测波的飞行时间 TOF 来表征（飞行时间 $(d) \times \text{光速 } c/2 = \text{目标物距离 } z$ ）。为统一起见，将使用目标物的实际距离来进行说明。

在步骤 S102，雷达接收所述探测波在所述目标物上反射后的回波。

所述探测波的非线性扫频调制信号的瞬时频率通过 $f_0(t)$ 表达，图 3 给出了一个非线性扫频调制信号的时域波形的示例。探测波在目标物上发生漫反射，雷达接收漫反射后的回波，用于进行信号处理。回波的延时分量和多普勒频移分量分别为 d 和 f_d ，其中 d 对应目标物的距离信息 z （同样反映为探测波的飞行时间）， f_d 对应目标物的速度信息，回波的瞬时频率为 $f_0(t-d)+f_d$ 。

在步骤 S103，根据所述回波和所述探测波，获得实际拍频信号。

拍频信号的频率为探测波信号与回波信号的差值，即 $f_0(t)-f_0(t-d)-f_d$ ，拍频信号的瞬时相位特性可以表示为如下的公式 (1)：

$$\varphi(t) = 2\pi \int_0^t f_0(\tau) - f_0(\tau - d) - f_d d\tau \quad (1)$$

在步骤 S104，根据所述实际拍频信号获得所述目标物的距离和/或速度。

令参考信号的瞬时相位为 $\varphi_0(t)$ （即 $f_0(t)$ 的积分），上式可写为：

$$\varphi(t) = 2\pi [\varphi_0(t) - \varphi_0(t-d) - f_d t] \quad (2)$$

当探测波的调制信号采用线性扫频时， $\varphi_0(t)$ 为 t 的二次函数，项 $\varphi_0(t) - \varphi_0(t-d)$ 为 t 的一次函数，而项 $f_d t$ 也是 t 的一次函数，因此目标位置的延时 d 与速度 f_d 对 $\varphi_0(t)$ 的效果无法被解耦。

而根据本发明，当探测波的调制信号采用非线性扫频时，项 $\varphi_0(t) - \varphi_0(t-d)$ 不是简单的 t 的一次函数，而项 $f_d t$ 仍然是 t 的一次函数，因此目标位置 z 与速度 v （与多普勒频移 f_d 对应）对 $\varphi_0(t)$ 的效果并不相同，其具备足够的信息实现两者的分离。

发明人发现，目标物的位置（相对于探测波发射位置的距离）决定了实际拍频信号的波形。如图 4A、4B 和 4C 所示，从中可见，对于不同的目标物距离，实际拍频信号的波形也不同。另外，目标物的位置引起回波信号的延时，会引起回波信号的瞬时频率曲线相对于参考信号的瞬时频率曲线在横向上（时间上）移动，目标物的距离不同时，引起的横向位移量不同，其与参考信号（如图中红线所示）的相干拍频结果形状也有所不同。图 4A、4B 和 4C 中，假设目标物的速度（相对速度）是相同的，分别示出了在目标物的三个距离下，回波信号的瞬时频率曲线相对于参考信号的瞬时频率曲线在横向上的偏移。其中在图 4A 中，目标物距离最近，因此回波信号相对于参考信号的横向偏移最小；在图 4C 中，目标物距离最远，因此回波信号相对于参考信号的横向偏移最大；在图 4B 的情况居于图 4A 和 4C 之间。

拍频信号的形状基于参考信号与回波信号的相位相减得到，因此，对于非线性扫频信号来说，当两者的相对偏移位置不同时，其拍频信号的形状会不同。

基于当前拍频信号的形状来找到预存储的，形状相同的信号，基于预存储信号的距离信息来确定当前拍频信号的距离。

另外，目标物的速度（相对于探测波发射装置的速度）会引起回波信号的多普勒频移，使得回波信号的瞬时频率曲线相对于参考信号的瞬时频率曲线在纵向上移动（频率上）移动，目标物的速度不同，引起的纵向位移量也不同，其与参考信号的相干拍频结果形状却不受影响，仅仅是也跟着一起纵向移动。如图 5A、5B 和 5C 所示，假设目标物的距离是相同的，但目标物的速度是不同的。由于目标物的距离是相同的，因此回波信号与参考信号之间的相干拍频信号的波形是相同的；而由于目标物的速度不同，因此拍频信号

在纵轴方向上上下移动。

通过上述分析可知，拍频信号中实际包含了目标物的距离和速度的二维信息，其中拍频信号的波形形状可表征目标物的距离，拍频信号沿着纵向（频率方向）的偏移可表征目标物的速度。在步骤 S103 中获得了实际拍频信号之后，即可进一步根据实际拍频信号获得所述目标物的距离和/或速度。因此通过本发明，基于拍频信号瞬时频率的“形状”可以唯一确定出目标物的距离，通过拍频信号瞬时频率的“高度”可以唯一确定出目标物的速度。

在所述方法 100 中，优选地还包括：获取对应于不同距离和/或速度的多个预存储拍频信号。所述预存储的拍频信号可以通过多次试验或者计算机模拟仿真来获取，每个拍频信号对应于目标物的不同距离、不同速度、或者不同的距离和速度的组合，也就是每个拍频信号可具有距离信息和/或速度信息。

在此基础上，在获得了实际拍频信号以后，可以将实际拍频信号的相位函数与所述多个预存储拍频信号的相位函数分别匹配，从中选择与所述实际拍频信号匹配程度最高的预存储拍频信号，然后将所述匹配程度最高的预存储拍频信号所对应的距离和/或速度，作为所述目标物的距离和/或速度。

例如，所述多个预存储拍频信号分别对应于不同的距离和速度的组合，那么选择与所述实际拍频信号的波形形状和位置匹配程度最高的预存储拍频信号；将所述匹配程度最高的预存储拍频信号所对应的距离和速度，作为所述目标物的距离和速度。

可以预先通过试验或者计算机模拟以得到不同目标距离（对应不同延时 d ）和速度（对应不同多普勒频移 f_d ）时拍频信号的相位 $\varphi_0(t-d)+f_d t$ ，作为预存储拍频信号，然后将各个预存储拍频信号相位分别与实际获取的目标回波信号的拍频信号的瞬时相位作差，并在时域上累积，以获得相应的表征拍频信号的相位函数与回波相位函数的匹配程度的累积信息。

参考图 6，图 6 示意出了一个回波信号与各个预存储信号的匹配程度的二维曲面示意图。

其中，定义回波信号为 $r(t)$ ，则其与任一预存储信号为 $s(t, f_d, d)$ （延时为

d , 多普勒频移为 f_d) 的匹配函数 $M(f_d, d)$ 可表示为:

$$M(f_d, d) = \frac{\left| \int_{-\infty}^{+\infty} r(\tau) \cdot s(\tau, f_d, d) d\tau \right|}{\left| \int_{-\infty}^{+\infty} r(\tau) d\tau \right| \cdot \left| \int_{-\infty}^{+\infty} s(\tau, f_d, d) d\tau \right|}$$

图 6 所示二维曲面为所述匹配函数 $M(f_d, d)$ 的图形化表征。匹配函数 M 的值用于指示回波信号与预存储信号之间的匹配程度, 匹配函数 M 的值越大, 匹配程度越高。

对于任意的非线性扫频信号, 匹配函数 M 仅存在单个峰值。如图 6 所示, 匹配函数 M 在点 f_d', d' 处达到最大值, 即表示回波信号 $r(t)$ 与预存储信号 $s(t, f_d', d')$ 最为匹配, 则可用 d' 和 f_d' 作为回波信号的延时和多普勒频移, 从而确定目标的距离和速度信息。

上述算法为通用算法, 可以解调任意形式的非线性扫频信号, 如二次, 三次甚至更高次的非线性扫频信号。

或者可替换的, 每个预存储拍频信号可以分别对应于不同的距离, 那么选择与所述实际拍频信号的波形形状匹配程度最高的预存储拍频信号, 然后将所述匹配程度最高的预存储拍频信号所对应的测距信息, 作为所述目标物的距离, 即获得了目标物的距离信息。然后, 根据所述实际拍频信号与所述匹配程度最高的预存储拍频信号之间的频率差, 确定所述目标物的速度。

另外, 每个预存储拍频信号也可以分别对应于不同的速度, 那么根据拍频信号在纵轴方向上的高度, 选择与高度匹配程度最高的预存储拍频信号, 将所述匹配程度最高的预存储拍频信号所对应的速度信息, 作为所述目标物的速度, 即获得了目标物的速度信息。然后, 基于所述目标物的速度信息, 确定所述目标物的距离。

优选地, 根据本发明的一个优选实施例, 当探测波采用二次函数的非线性扫频调制信号时, 可以通过以下方式来快速获取目标物的距离和/或速度:

获得所述实际拍频信号的瞬时相位信息;

将所述实际拍频信号的瞬时相位信息与其延时信号的相位信息相减;

基于两者的相位差的斜率，获得所述目标物的距离信息；

根据所述距离信息和所述实际拍频信号的瞬时相位信息，获得所述目标物的速度。详细解释如下。探测波的二次曲线表达如下：

$$f_0(t) = f_c + Kt^2 \quad (3)$$

其中， f_c 为扫描起始频率， $K=B/D^2$ 为扫频系数， B 为扫频带宽， D 为扫频周期。

拍频信号的瞬时相位信息为：

$$\varphi(t) = 2\pi \left[Kdt^2 - (Kd^2 + f_d)t \right] \quad (4)$$

对拍频信号进行信号处理，经过一个固定的延时和混频（相乘）（这个处理与光学上的相干探测类似，对于瞬时相位而言是进行了延时-相减的处理），会得到：

$$\varphi'(t) = \varphi(t) - \varphi(t-d_0) = 2\pi \left[2Kdd_0t - (Kd^2 + f_d - Kdd_0)d_0 \right] \quad (5)$$

公式（5）是关于 t 的一次函数，即表明处理得到的结果为点频（即单一频率），其频率为 $2Kdd_0$ （即相减处理之后的斜率），利用 FFT 搜索得到频率值后，由于已知 K 和 d_0 两个参数，可以得到 d 的值，即获取目标物的距离信息。

将拍频信号的瞬时相位添加特征项 $-2\pi Kdt^2 + Kd^2$ ，使得处理结果为频率为 f_d 的点频信号，经过 FFT 搜索得到频率值，即可获取目标的速度。

上述方法在获得 t 的一次函数（公式 5）后，利用搜索相应频率值的方式，即可获得对应的目标物的距离 d 和速度 v 的值。

本发明的上述实施例中，所采用的非线性扫频信号对于目标距离以及速度信息的“感知能力”是完全独立的：即对于任一种探测目标的状态，其导致的拍频信号相位信息是唯一确定的。利用这一特性，可以在不采用时分复用和双边带调制的条件下完成目标距离以及速度的解耦分离以及后期的信号

处理过程。本发明的优点在于能够在单扫频周期内完成了距离/速度的解耦分离，维持了系统的探测概率不被恶化；同时，单边带的调制形式可以使系统达到较高的灵敏度，同时，无需额外增加强度调制器和相位调制器等器件，减少了系统的成本和复杂度。

如图 7 所述，本发明还涉及一种雷达 200，例如 FMCW 激光雷达，包括：发射单元 210、接收单元 220、以及控制单元 230。其中所述发射单元 210 配置成可发射探测波 L1 以探测目标物，所述探测波为非线性扫频调制信号。所述接收单元配置成接收所述探测波 L1 在所述目标物上反射的回波 L1' 并输出回波信号。所述控制单元与所述发射单元和探测单元耦接并接收所述回波信号，所述控制单元并配置成根据所述回波和所述探测波，获得实际拍频信号，并且根据所述实际拍频信号获得目标物的距离和/或速度。所述控制单元可内置软件、固件或者专用电路，以执行如上参考图 1-6 描述的方法 100。

根据本发明的一个实施例，所述控制单元 230 预先存储有对应于不同距离和/或速度的多个预存储拍频信号，并且控制单元 230 可以配置成：

将所述实际拍频信号的相位函数与所述多个预存储拍频信号的相位函数分别匹配；

选择与所述实际拍频信号匹配程度最高的预存储拍频信号；

将所述匹配程度最高的预存储拍频信号所对应的距离和/或速度，作为所述目标物的距离和/或速度。

可选的，所述多个预存储拍频信号分别对应于不同的距离，其中所述控制单元配置成：

选择与所述实际拍频信号的波形形状匹配程度最高的预存储拍频信号；

将所述匹配程度最高的预存储拍频信号所对应的测距信息，作为所述目标物的距离；

根据所述实际拍频信号与所述匹配程度最高的预存储拍频信号之间的频率差，确定所述目标物的速度。

可选的，所述多个预存储拍频信号分别对应于不同的距离和速度的组合，

其中所述控制单元配置成：

选择与所述实际拍频信号的波形形状和位置匹配程度最高的预存储拍频信号；

将所述匹配程度最高的预存储拍频信号所对应的距离和速度，作为所述目标物的距离和速度。

可选的，所述非线性扫频调制信号为二次曲线函数。根据本发明的一个优选实施例，所述控制单元配置成：

获得所述实际拍频信号的瞬时相位信息；

将所述实际拍频信号的瞬时相位信息与其延时信号的相位信息相减；

基于两者的相位差的斜率，获得所述目标物的距离信息；

根据所述距离信息和所述实际拍频信号的瞬时相位信息，获得所述目标物的速度。

本发明还涉及一种计算机可读存储介质，其上存储有可由处理器执行的计算机程序代码，当由一个或多个处理器执行所述代码时，使得所述处理器执行如上所述的方法 100。

最后应说明的是：以上所述仅为本发明的优选实施例而已，并不用于限制本发明，尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明，对于本领域的技术人员来说，其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改，或者对其中部分技术特征进行等同替换。凡在本发明的精神和原则之内，所作的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本发明的保护范围之内。

权利要求书

1. 一种利用调频连续波进行探测的方法，包括以下步骤：

发射探测波以探测目标物，所述探测波为非线性扫频调制信号；

接收所述探测波在所述目标物上反射后的回波；

根据所述回波和所述探测波，获得实际拍频信号；和

5 根据所述实际拍频信号获得所述目标物的距离和/或速度。

2. 如权利要求 1 所述的方法，其中，所述方法还包括：

获取对应于不同距离和/或速度的多个预存储拍频信号；

其中所述根据实际拍频信号获得所述目标物的距离和/或速度的步骤进一步包括：

10 将所述实际拍频信号的相位函数与所述多个预存储拍频信号的相位函数分别匹配；

选择与所述实际拍频信号匹配程度最高的预存储拍频信号；

将所述匹配程度最高的预存储拍频信号所对应的距离和/或速度，作为所述目标物的距离和/或速度。

15 3. 如权利要求 2 所述的方法，其中，所述多个预存储拍频信号分别对应于不同的距离，其中，选择与实际拍频信号匹配程度最高的一个预存储拍频信号的步骤还包括：

选择与所述实际拍频信号的波形形状匹配程度最高的预存储拍频信号；

20 将所述匹配程度最高的预存储拍频信号所对应的测距信息，作为所述目标物的距离；

其中，所述根据实际拍频信号获得目标物的距离和/或速度的步骤进一步包括：

根据所述实际拍频信号与所述匹配程度最高的预存储拍频信号之间的频率差，确定所述目标物的速度。

4. 如权利要求 2 所述的方法，其中，所述多个预存储拍频信号分别对应于不同的距离和速度的组合，并且，所述选择与实际拍频信号匹配程度最高的一个预存储拍频信号的步骤还包括：

选择与所述实际拍频信号的波形形状和位置匹配程度最高的预存储拍频信号；

将所述匹配程度最高的预存储拍频信号所对应的距离和速度，作为所述目标物的距离和速度。

5. 如权利要求 1 所述的方法，其中所述非线性扫频调制信号为二次曲线函数。

6. 如权利要求 5 所述的方法，其中所述根据实际拍频信号获得目标物的距离和速度的步骤还包括：

获得所述实际拍频信号的瞬时相位信息；

将所述实际拍频信号的瞬时相位信息与其延时信号的相位信息相减；

基于两者的相位差的斜率，获得所述目标物的距离信息；

根据所述距离信息和所述实际拍频信号的瞬时相位信息，获得所述目标物的速度。

7. 一种雷达，包括：

发射单元，所述发射单元配置成可发射探测波以探测目标物，所述探测波为非线性扫频调制信号；

接收单元，配置成接收所述探测波在所述目标物上反射的回波并输出回波信号；

控制单元，所述控制单元与所述激光器和探测单元耦接并接收所述回波信号，所述控制单元并配置成根据所述回波和所述探测波，获得实际拍频信号，并且根据所述实际拍频信号获得目标物的距离和/或速度。

8. 如权利要求 7 所述的雷达，其中所述控制单元预先存储有对应于不同
5 距离和/或速度的多个预存储拍频信号；

其中所述控制单元配置成：

将所述实际拍频信号的相位函数与所述多个预存储拍频信号的相位函数分别匹配；

选择与所述实际拍频信号匹配程度最高的预存储拍频信号；

10 将所述匹配程度最高的预存储拍频信号所对应的距离和/或速度，作为所述目标物的距离和/或速度。

9. 如权利要求 8 所述的雷达，其中所述多个预存储拍频信号分别对应于不同的距离，其中所述控制单元配置成：

选择与所述实际拍频信号的波形形状匹配程度最高的预存储拍频信号；

15 将所述匹配程度最高的预存储拍频信号所对应的测距信息，作为所述目标物的距离；

根据所述实际拍频信号与所述匹配程度最高的预存储拍频信号之间的频率差，确定所述目标物的速度。

20 10. 如权利要求 8 所述的雷达，其中所述多个预存储拍频信号分别对应于不同的距离和速度的组合，

其中所述控制单元配置成：

选择与所述实际拍频信号的波形形状和位置匹配程度最高的预存储拍频信号；

将所述匹配程度最高的预存储拍频信号所对应的距离和速度，作为所述目标物的距离和速度。

11. 如权利要求 7 所述的雷达，其中所述非线性扫频调制信号为二次曲线函数。

5 12. 如权利要求 11 所述的雷达，其中所述控制单元配置成：

获得所述实际拍频信号的瞬时相位信息；

将所述实际拍频信号的瞬时相位信息与其延时信号的相位信息相减；

基于两者的相位差的斜率，获得所述目标物的距离信息；

10 根据所述距离信息和所述实际拍频信号的瞬时相位信息，获得所述目标物的速度。

13. 一种计算机可读存储介质，其上存储有可由处理器执行的计算机程序代码，当由一个或多个处理器执行所述代码时，使得所述处理器执行如权利要求 1-6 中任一项所述的方法。

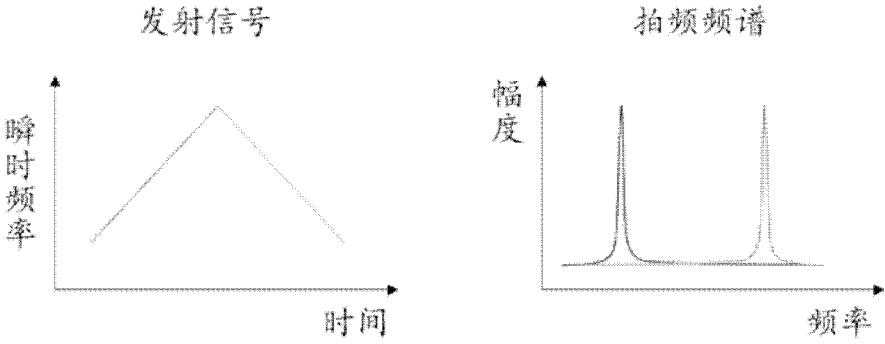


图 1A

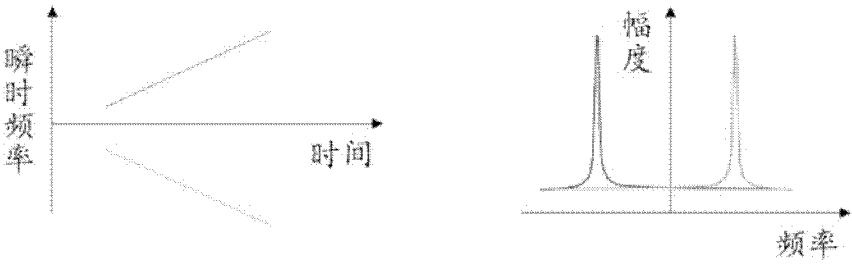


图 1B

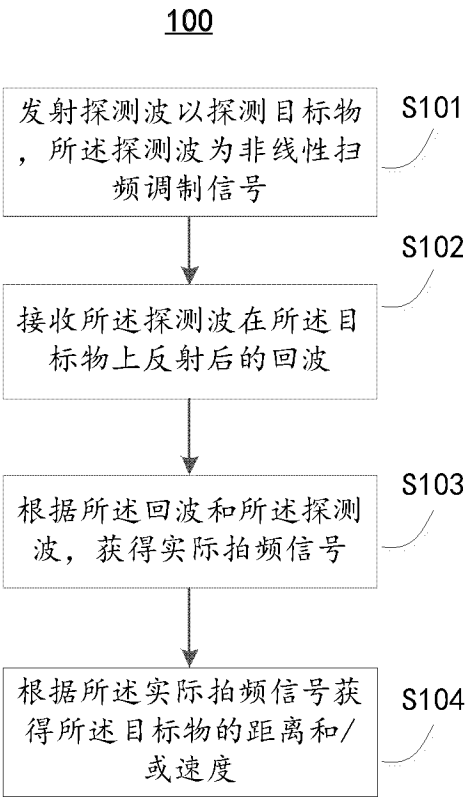


图 2

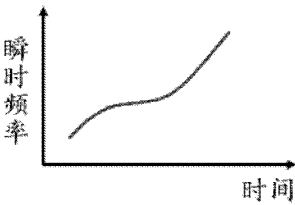


图 3

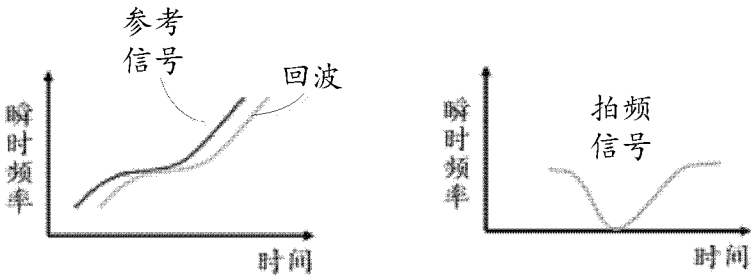


图 4A

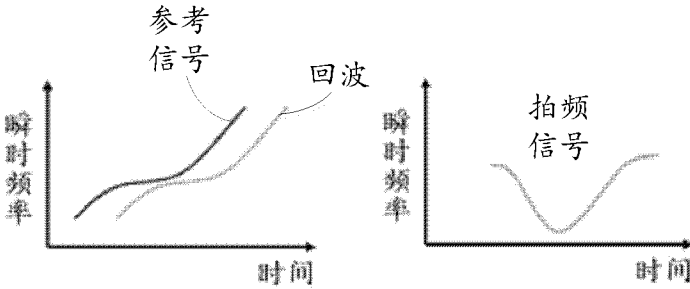


图 4B

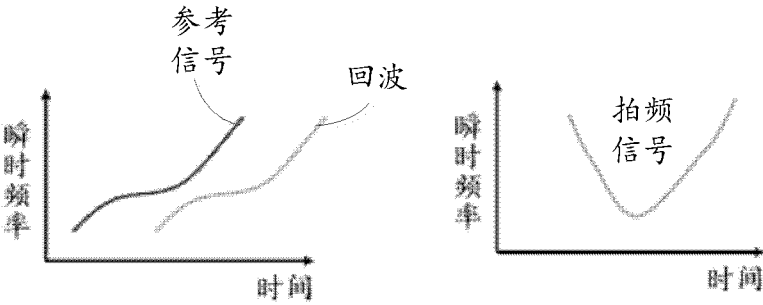


图 4C

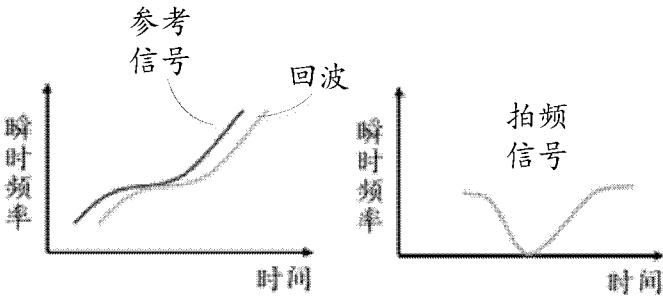


图 5A

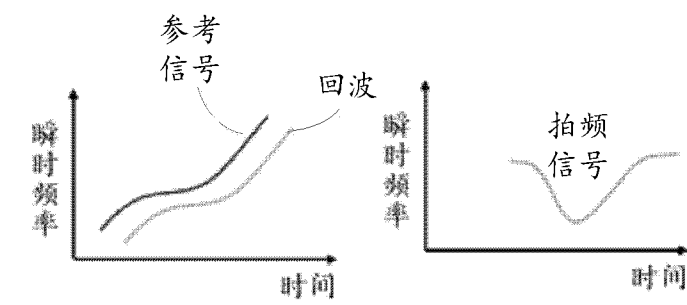


图 5B

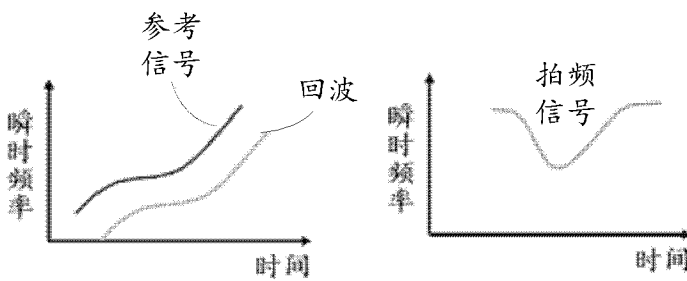


图 5C

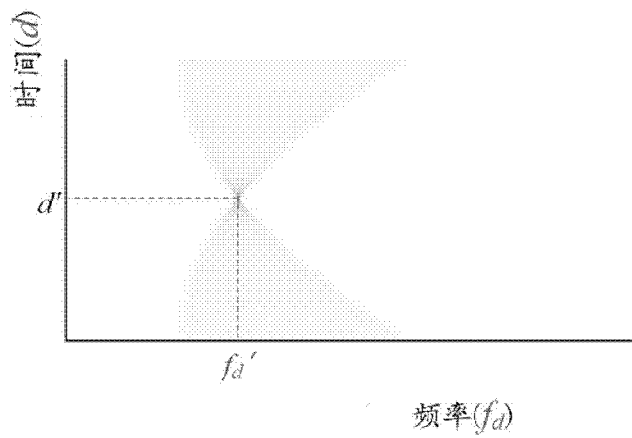


图 6

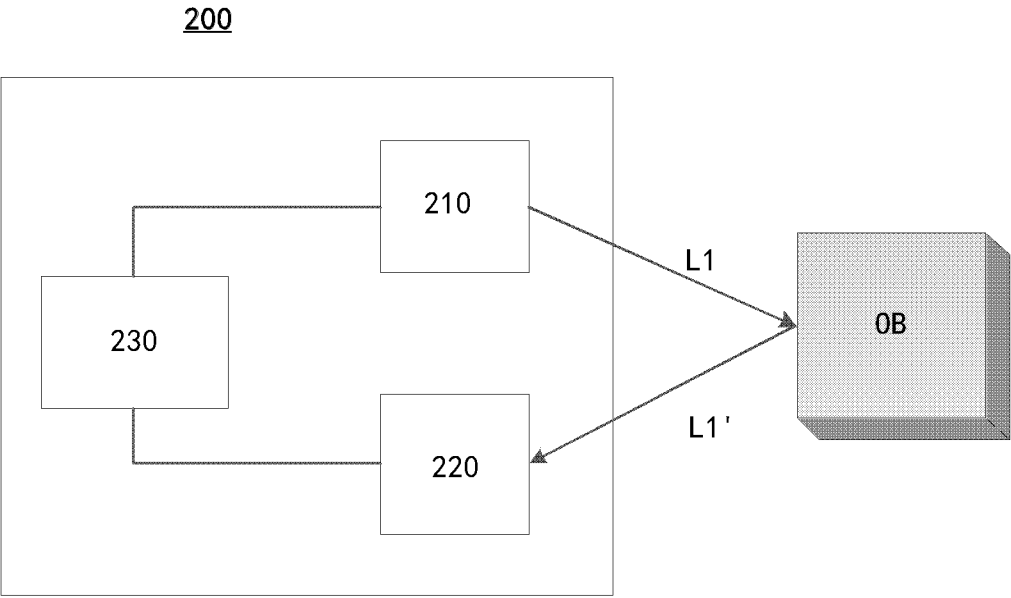


图 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2021/089345

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01S 13/34(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01S

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNTXT, USTXTC, WPABS: 测距, 测速, 拍频, 差拍, 差拍, MIMO, FIMO, 调频, 波形, 相位, 匹配, chirp, beat, frequency signal?, distance, range, velocity, speed, sweep, waveform, wave w form, match+

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 110208804 A (NANJING UNIVERSITY OF SCIENCE & TECHNOLOGY) 06 September 2019 (2019-09-06) description, paragraphs [0022]-[0116], and figures 1-7	1, 5-7, 11-13
A	CN 110208804 A (NANJING UNIVERSITY OF SCIENCE & TECHNOLOGY) 06 September 2019 (2019-09-06) description, paragraphs [0022]-[0116], and figures 1-7	2-4, 8-10
X	CN 111289966 A (SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY) 16 June 2020 (2020-06-16) description, paragraphs [0019]-[0039], and figures 1-7	1, 5-7, 11-13
A	CN 111289966 A (SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY) 16 June 2020 (2020-06-16) description, paragraphs [0019]-[0039], and figures 1-7	2-4, 8-10
X	US 2018095173 A1 (FUJITSU TEN LTD.) 05 April 2018 (2018-04-05) description, paragraphs [0007]-[0009]	1, 5, 7, 11, 13
A	US 2018095173 A1 (FUJITSU TEN LTD.) 05 April 2018 (2018-04-05) description, paragraphs [0007]-[0009]	2-4, 8-10
X	US 5982321 A (HONDA MOTOR CO., LTD.) 09 November 1999 (1999-11-09) description, column 1 line 65 - column 2 line 35	1, 5, 7, 11, 13



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

02 July 2021

Date of mailing of the international search report

21 July 2021

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration (ISA/
CN)
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing
100088
China

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2021/089345**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5982321 A (HONDA MOTOR CO., LTD.) 09 November 1999 (1999-11-09) description, column 1 line 65 - column 2 line 35	2-4, 8-10
X	CN 105911530 A (SIEMENS AG.) 31 August 2016 (2016-08-31) description, paragraphs [0017]-[0019]	1, 5, 7, 11, 13
A	CN 105911530 A (SIEMENS AG.) 31 August 2016 (2016-08-31) description, paragraphs [0017]-[0019]	2-4, 8-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2021/089345

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	110208804	A	06 September 2019	None			
CN	111289966	A	16 June 2020	None			
US	2018095173	A1	05 April 2018	JP	2018059813	A	12 April 2018
US	5982321	A	09 November 1999	EP	0886149	B1	08 September 2004
				DE	69826070	T2	27 January 2005
				EP	0886149	A3	03 November 1999
				EP	0886149	A2	23 December 1998
				JP	3045977	B2	29 May 2000
				JP	H116872	A	12 January 1999
				DE	69826070	D1	14 October 2004
CN	105911530	A	31 August 2016	US	2016245909	A1	25 August 2016
				US	10852408	B2	01 December 2020
				CN	105911530	B	15 October 2019
				EP	3059559	A1	24 August 2016

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2021/089345

A. 主题的分类 G01S 13/34 (2006.01) i 按照国际专利分类 (IPC) 或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类																													
B. 检索领域 检索的最低限度文献 (标明分类系统和分类号) G01S 包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献 在国际检索时查阅的电子数据库 (数据库的名称, 和使用的检索词 (如使用)) CNTXT, USTXT, WPABS: 测距, 测速, 拍频, 差拍, 差拍, MIMO, FIMO, 调频, 波形, 相位, 匹配, chirp, beat, frequency signal?, distance, range, velocity, speed, sweep, waveform, wave w form, match+																													
C. 相关文件 <table border="1"> <thead> <tr> <th>类 型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>CN 110208804 A (南京理工大学) 2019年 9月 6日 (2019 - 09 - 06) 说明书第[0022]-[0116]段, 图1-7</td> <td>1, 5-7, 11-13</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 110208804 A (南京理工大学) 2019年 9月 6日 (2019 - 09 - 06) 说明书第[0022]-[0116]段, 图1-7</td> <td>2-4, 8-10</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>CN 111289966 A (上海交通大学) 2020年 6月 16日 (2020 - 06 - 16) 说明书第[0019]-[0039]段, 图1-7</td> <td>1, 5-7, 11-13</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 111289966 A (上海交通大学) 2020年 6月 16日 (2020 - 06 - 16) 说明书第[0019]-[0039]段, 图1-7</td> <td>2-4, 8-10</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>US 2018095173 A1 (FUJITSU TEN LTD.) 2018年 4月 5日 (2018 - 04 - 05) 说明书第[0007]-[0009]段</td> <td>1, 5, 7, 11, 13</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2018095173 A1 (FUJITSU TEN LTD.) 2018年 4月 5日 (2018 - 04 - 05) 说明书第[0007]-[0009]段</td> <td>2-4, 8-10</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>US 5982321 A (HONDA MOTOR CO., LTD.) 1999年 11月 9日 (1999 - 11 - 09) 说明书第1栏第65行-第2栏第35行</td> <td>1, 5, 7, 11, 13</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 5982321 A (HONDA MOTOR CO., LTD.) 1999年 11月 9日 (1999 - 11 - 09) 说明书第1栏第65行-第2栏第35行</td> <td>2-4, 8-10</td> </tr> </tbody> </table>			类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	X	CN 110208804 A (南京理工大学) 2019年 9月 6日 (2019 - 09 - 06) 说明书第[0022]-[0116]段, 图1-7	1, 5-7, 11-13	A	CN 110208804 A (南京理工大学) 2019年 9月 6日 (2019 - 09 - 06) 说明书第[0022]-[0116]段, 图1-7	2-4, 8-10	X	CN 111289966 A (上海交通大学) 2020年 6月 16日 (2020 - 06 - 16) 说明书第[0019]-[0039]段, 图1-7	1, 5-7, 11-13	A	CN 111289966 A (上海交通大学) 2020年 6月 16日 (2020 - 06 - 16) 说明书第[0019]-[0039]段, 图1-7	2-4, 8-10	X	US 2018095173 A1 (FUJITSU TEN LTD.) 2018年 4月 5日 (2018 - 04 - 05) 说明书第[0007]-[0009]段	1, 5, 7, 11, 13	A	US 2018095173 A1 (FUJITSU TEN LTD.) 2018年 4月 5日 (2018 - 04 - 05) 说明书第[0007]-[0009]段	2-4, 8-10	X	US 5982321 A (HONDA MOTOR CO., LTD.) 1999年 11月 9日 (1999 - 11 - 09) 说明书第1栏第65行-第2栏第35行	1, 5, 7, 11, 13	A	US 5982321 A (HONDA MOTOR CO., LTD.) 1999年 11月 9日 (1999 - 11 - 09) 说明书第1栏第65行-第2栏第35行	2-4, 8-10
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																											
X	CN 110208804 A (南京理工大学) 2019年 9月 6日 (2019 - 09 - 06) 说明书第[0022]-[0116]段, 图1-7	1, 5-7, 11-13																											
A	CN 110208804 A (南京理工大学) 2019年 9月 6日 (2019 - 09 - 06) 说明书第[0022]-[0116]段, 图1-7	2-4, 8-10																											
X	CN 111289966 A (上海交通大学) 2020年 6月 16日 (2020 - 06 - 16) 说明书第[0019]-[0039]段, 图1-7	1, 5-7, 11-13																											
A	CN 111289966 A (上海交通大学) 2020年 6月 16日 (2020 - 06 - 16) 说明书第[0019]-[0039]段, 图1-7	2-4, 8-10																											
X	US 2018095173 A1 (FUJITSU TEN LTD.) 2018年 4月 5日 (2018 - 04 - 05) 说明书第[0007]-[0009]段	1, 5, 7, 11, 13																											
A	US 2018095173 A1 (FUJITSU TEN LTD.) 2018年 4月 5日 (2018 - 04 - 05) 说明书第[0007]-[0009]段	2-4, 8-10																											
X	US 5982321 A (HONDA MOTOR CO., LTD.) 1999年 11月 9日 (1999 - 11 - 09) 说明书第1栏第65行-第2栏第35行	1, 5, 7, 11, 13																											
A	US 5982321 A (HONDA MOTOR CO., LTD.) 1999年 11月 9日 (1999 - 11 - 09) 说明书第1栏第65行-第2栏第35行	2-4, 8-10																											
☒ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。																													
<table border="0"> <tr> <td> * 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件 </td> <td> “T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件 </td> </tr> </table>			* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件	“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件																									
* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件	“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件																												
国际检索实际完成的日期		国际检索报告邮寄日期																											
2021年 7月 2日		2021年 7月 21日																											
ISA/CN的名称和邮寄地址		授权官员																											
中国国家知识产权局 (ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号 (86-10)62019451		张亚玲 电话号码 86-(010)-62085722																											

C. 相关文件

类 型*	引用文件，必要时，指明相关段落	相关的权利要求
X	CN 105911530 A (西门子公司) 2016年 8月 31日 (2016 - 08 - 31) 说明书第[0017]-[0019]段	1, 5, 7, 11, 13
A	CN 105911530 A (西门子公司) 2016年 8月 31日 (2016 - 08 - 31) 说明书第[0017]-[0019]段	2-4, 8-10

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2021/089345

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	110208804	A	2019年 9月 6日	无			
CN	111289966	A	2020年 6月 16日	无			
US	2018095173	A1	2018年 4月 5日	JP	2018059813	A	2018年 4月 12日
US	5982321	A	1999年 11月 9日	EP	0886149	B1	2004年 9月 8日
				DE	69826070	T2	2005年 1月 27日
				EP	0886149	A3	1999年 11月 3日
				EP	0886149	A2	1998年 12月 23日
				JP	3045977	B2	2000年 5月 29日
				JP	H116872	A	1999年 1月 12日
				DE	69826070	D1	2004年 10月 14日
CN	105911530	A	2016年 8月 31日	US	2016245909	A1	2016年 8月 25日
				US	10852408	B2	2020年 12月 1日
				CN	105911530	B	2019年 10月 15日
				EP	3059559	A1	2016年 8月 24日