



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109219759 A

(43)申请公布日 2019.01.15

(21)申请号 201780033858.X

(22)申请日 2017.05.25

(30)优先权数据

2016-141648 2016.07.19 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2018.11.30

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2017/019628 2017.05.25

(87)PCT国际申请的公布数据

W02018/016180 JA 2018.01.25

(71)申请人 索尼半导体解决方案公司

地址 日本神奈川

(72)发明人 饭田幸生 川崎研一

(74)专利代理机构 北京康信知识产权代理有限公司 11240

代理人 余刚 吴孟秋

(51)Int.Cl.

G01S 13/34(2006.01)

G01S 7/40(2006.01)

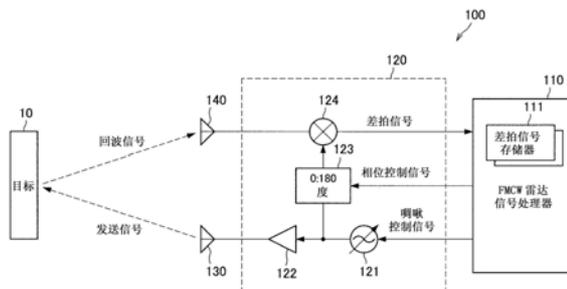
权利要求书2页 说明书12页 附图8页

(54)发明名称

雷达装置、信号处理装置、信号处理方法和移动物体

(57)摘要

[问题]要提供一种FMCW雷达装置,其中可以消除基于本地馈通的任何影响。[解决方案]提供了一种雷达装置,包括:用于使本地信号振荡的振荡器;用于发射基于本地信号的发送信号的发送天线;用于接收由发送信号的目标反射的反射波的接收天线;用于通过将反射波与本地信号一起相乘而生成相乘信号的混频器;以及设置在振荡器与混频器之间的第一偏移器,第一偏移器将本地信号的相位偏移。



1. 一种雷达装置,包括:
振荡器,被配置为使本地信号振荡;
发送天线,被配置为发射基于所述本地信号的发送信号;
接收天线,被配置为接收反射波,所述反射波是通过所述发送信号从目标处进行反射而产生的;
混频器,被配置为将所述反射波与所述本地信号彼此相乘以产生相乘信号;以及
第一偏移器,被设置在所述振荡器与所述混频器之间并被配置为将所述本地信号的相位偏移。
2. 根据权利要求1所述的雷达装置,进一步包括:
第二偏移器,被配置为在所述第一偏移器与所述发送天线之间将所述第一偏移器输出的信号的相位进行偏移。
3. 根据权利要求1所述的雷达装置,
其中,所述第一偏移器在所述发送信号的第一次发送时将偏移量设置为第一值,并且在所述发送信号的第二次发送时将偏移量设置为第二值。
4. 根据权利要求3所述的雷达装置,包括:
计算单元,被配置为在所述发送信号的第一次发送时所述混频器的输出与所述发送信号的第二次发送时所述混频器的输出之间执行减法。
5. 根据权利要求3所述的雷达装置,
其中,在所述第一值与所述第二值之间的差大约为180度。
6. 根据权利要求3所述的雷达装置,
其中,所述第一值与所述第二值之间的差在 $180\text{度} \pm 22.5\text{度}$ 的范围内。
7. 根据权利要求1所述的雷达装置,进一步包括:
倍增器,被配置为在所述第一偏移器与所述混频器之间将所述第一偏移器输出的信号的频率倍增N倍。
8. 根据权利要求7所述的雷达装置,包括:
计算单元,被配置为在所述发送信号的第一次发送时所述混频器的输出与所述发送信号的第二次发送时所述混频器的输出之间执行减法。
9. 根据权利要求7所述的雷达装置,
其中,所述第一偏移器在所述发送信号的第一次发送时将偏移量设置为第一值,并且在所述发送信号的第二次发送时将偏移量设置为第二值,并且所述第一值与所述第二值之间的差是在所述差乘以N倍并以360缠绕时变为大约180度的值。
10. 根据权利要求7所述的雷达装置,
其中,所述第一偏移器在所述发送信号的第一次发送时将偏移量设置为第一值,并且在所述发送信号的第二次发送时将偏移量设置为第二值,并且在所述第一值与所述第二值之间的差乘以N倍并以360缠绕时所述差在 $180\text{度} \pm 22.5\text{度}$ 的范围内。
11. 根据权利要求1所述的雷达装置,进一步包括:
倍增器,被配置为在所述振荡器与所述第一偏移器之间将所述振荡器输出的信号的频率倍增N倍。
12. 根据权利要求1所述的雷达装置,

其中,所述本地信号是频率随时间增加或减小的信号。

13. 根据权利要求12所述的雷达装置,

其中,所述本地信号是频率随时间线性增加或减小的信号。

14. 一种信号处理器,包括:

振荡器,被配置为使本地信号振荡;

混频器,被配置为将反射波与所述本地信号彼此相乘以产生相乘信号,其中,所述反射波是通过基于所述本地信号的发送信号从目标处进行反射而产生的;以及

第一偏移器,被设置在所述振荡器与所述混频器之间并被配置为将所述本地信号的相位进行偏移。

15. 一种信号处理方法,包括:

由振荡器使本地信号振荡;

从发送天线发射基于所述本地信号的发送信号;

由接收天线接收反射波,其中,所述反射波是通过所述发送信号从目标处进行反射而产生的;

由混频器将所述反射波与所述本地信号彼此相乘以产生相乘信号;以及

由设置在所述振荡器与所述混频器之间的偏移器将所述本地信号的相位进行偏移。

16. 一种移动物体,包括:

根据权利要求1所述的雷达装置。

雷达装置、信号处理装置、信号处理方法和移动物体

技术领域

[0001] 本公开涉及雷达装置、信号处理器、信号处理方法和移动物体。

背景技术

[0002] 在某些情况下,频率调制连续波(FMCW)雷达装置被用作车载雷达装置。由FMCW雷达装置执行的测距如下。从发送天线发射频率随时间线性增加或减小的啁啾信号(chirp signal)作为发送信号,并且由接收天线捕获从目标反射回来的回波信号。然后,在混频器中将与与发送信号相同的频率啁啾的本地信号与和回波信号相乘,并进行直接转换接收。则,在直接转换接收时,本地信号的频率在往返时间期间变化,直到发送的信号从目标反射回来,因此出现了频率与到目标的距离成比例的差拍信号。

[0003] 众所周知,直接转换接收导致了基于本地馈通的DC分量的出现,其中本地信号由于混频器的LO(本地)与RF之间的不完全隔离而从接收天线泄漏。因此,在一个实例中,存在用于消除基于本地馈通的DC分量的技术,如专利文献1中所公开的。

[0004] 现有技术文献专利文献

[0005] 专利文献1:JP H5-235643A

发明内容

[0006] 技术问题

[0007] 然而,在FMCW雷达装置的情况下,发送信号和本地馈通都是啁啾信号,因此难以应用如专利文献1中公开的用于消除DC分量的技术。

[0008] 鉴于此,本公开提供了一种新颖且改进的雷达装置、信号处理器、信号处理方法和移动物体,能够在FMCW雷达装置中消除基于本地馈通的影响。

[0009] 问题的解决方案

[0010] 根据本公开,提供了一种雷达装置,包括:振荡器,被配置为使本地信号振荡;发送天线,被配置为发射基于本地信号的发送信号;接收天线,被配置为接收反射波,反射波是通过发送信号从目标处进行反射而产生的;混频器,被配置为将反射波与本地信号彼此相乘以产生相乘信号;以及第一偏移器,被设置在振荡器与混频器之间并被配置为将本地信号的相位偏移。

[0011] 另外,根据本公开,提供了一种信号处理器,包括:振荡器,被配置为使本地信号振荡;混频器,被配置为将反射波与本地信号彼此相乘以产生相乘信号,其中反射波是通过基于本地信号的发送信号从目标处进行反射而产生的;以及偏移器,被设置在振荡器与混频器之间并被配置为将本地信号的相位偏移。

[0012] 另外,根据本公开,提供了一种信号处理方法,包括:由振荡器使本地信号振荡;从发送天线发射基于本地信号的发送信号;由接收天线接收反射波,其中,反射波是通过发送信号从目标处进行反射而产生的;由混频器将反射波与本地信号彼此相乘以产生相乘信号;以及由设置在振荡器与混频器之间的偏移器将本地信号的相位偏移。

[0013] 此外,根据本公开,提供了一种包括上述雷达装置的移动物体。

[0014] 本发明的有利效果

[0015] 如上所述,根据本公开,提供了一种新颖且改进的雷达装置、信号处理器、信号处理方法和移动物体,能够在FMCW雷达装置中消除基于本地馈通的影响。

[0016] 注意,上面所描述的效果没有必要是限制性的。藉由上面的效果或在上面的效果的地方,可以实现在本说明书中描述的效果中的任一个或可以从本说明书领会的其他效果。

附图说明

[0017] 图1是示出描述FMCW雷达装置的配置实例的图。

[0018] 图2是示出描述随时间变化的发送信号的频率、回波信号的频率和差拍信号的频率的实例的图。

[0019] 图3是示出以描述由FMCW雷达装置中的本地馈通引起的影响的图。

[0020] 图4是示出以描述根据本公开的实施方式的FMCW雷达装置的第一配置实例的图。

[0021] 图5是示出以描述在第一次啁啾和第二次啁啾中来源于发送信号的差拍信号和来源于本地馈通的差拍信号的图。

[0022] 图6是示出描述根据本实施方式的FMCW雷达装置的第二配置实例的图。

[0023] 图7是示出描述根据本实施方式的FMCW雷达装置的第三配置实例的图。

[0024] 图8是示出描述安装有FMCW雷达装置的车辆的实例的图。

具体实施方式

[0025] 在下文中,将参考附图详细描述本公开的(多个)优选的实施方式。应注意,在本说明书和附图中,具有基本相同功能和结构的结构元件利用相同的参考数字来表示,并且省略这些结构元件的重复说明。

[0026] 此外,将按照以下顺序给出描述。

[0027] 1. 本公开的实施方式

[0028] 1.1. 概述

[0029] 1.2. 配置实例

[0030] 1.2.1. 第一配置实例

[0031] 1.2.2. 第二配置实例

[0032] 1.2.3. 第三配置实例

[0033] 1.3. 应用实例

[0034] 2. 结束语

[0035] <1. 本公开的实施方式>

[0036] [1.1. 概述]

[0037] 将对本公开的实施方式的概要进行描述,然后将对本公开的实施方式进行详细描述。

[0038] 如上所述,在某些情况下,FMCW雷达装置被用作车载雷达装置。由FMCW雷达装置执行的测距如下。从发送天线发射频率随时间线性增加或减小的啁啾信号(chirp signal)作

为发送信号,并且由接收天线捕获从目标反射回来的回波信号。然后,在混频器中将以与发送信号相同频率啁啾的本地信号和回波信号彼此相乘,并进行直接转换接收。则,在直接转换接收时,本地信号的频率在往返时间期间变化,直到发送的信号从目标反射回来,因此出现了频率与到目标的距离成比例的差拍信号。

[0039] 图1是示出描述FMCW雷达装置的配置实例的图。在图1所示的FMCW雷达装置中,本地振荡器基于从FMCW雷达信号处理器发送的啁啾控制信号输出本地信号。从本地振荡器输出的本地信号被功率放大器放大,然后作为发送信号从发送天线发射。

[0040] 发送信号从目标反射。接收天线接收从目标反射回来的回波信号。由接收天线接收的回波信号在混频器中乘以本地信号以产生差拍信号。差拍信号被发送至FMCW雷达信号处理器并用于测量到目标的距离。

[0041] 图2是示出描述随时间变化的发送信号的频率、回波信号的频率和差拍信号的频率的实例的图。发送信号的频率随着时间从 f_0 到 f_0+BW 线性增加。回波信号随着时间从 f_0 到 f_0+BW 线性增加,并具有直到发送信号从目标反射回来的往返时间 τ 的延迟。差拍信号的频率 f_B 与直到发送信号从目标反射回来的往返时间 τ 成比例。因此,FMCW雷达装置能够通过了解差拍信号的频率 f_B 来识别到目标的距离。

[0042] 众所周知,直接转换接收导致本地馈通,其中本地信号由于LO(本地)与RF之间的不完全隔离而从接收天线泄漏。另外,众所周知,当本地信号的频率不随时间变化时,本地馈通返回至接收天线,并且本地馈通在混频器中与本地信号相乘,产生了DC分量。因此,在一个实例中,如专利文献1中所公开的,存在使用AC耦合(串联电容器)或高通滤波器消除基于本地馈通的DC分量的技术。

[0043] 然而,在FMCW雷达装置的情况下,从发送天线发射的发送信号和从接收天线泄漏的本地馈通都是啁啾信号。因此,不能实现使用AC耦合或高通滤波器的消除。

[0044] 图3是示出描述在FMCW雷达装置中由本地馈通引起的影响的图。从发送天线发射的发送信号从目标反射并变为回波信号1。另一方面,从接收天线泄漏的本地馈通从目标反射并变为回波信号2。由接收天线接收的相应回波信号在混频器中乘以本地信号以产生差拍信号1和2。这两个差拍信号由于具有相同的频率而不能分离,并且使用AC耦合或高通滤波器不能消除由本地馈通引起的差拍信号2。

[0045] 因此,鉴于上述要点,构思本公开的人对能够消除FMCW雷达装置中的基于本地馈通的影响的技术进行了深入研究。因此,构思本公开的人设计了能够通过使用如下所述的相位偏移器来消除FMCW雷达装置中的基于本地馈通的影响的技术。

[0046] 以上描述了本公开的实施方式的概述。现在详细描述本公开的实施方式。

[0047] [1.2. 配置实例]

[0048] (1.2.1. 第一配置实例)

[0049] 图4是示出描述根据本公开的实施方式的FMCW雷达装置的第一配置实例的图。现在参考图4描述FMCW雷达装置的第一配置实例。

[0050] 如图4所示,FMCW雷达装置100包括FMCW雷达信号处理器110、信号处理单元120、发送天线130和接收天线140。

[0051] FMCW雷达信号处理器110控制信号处理单元120的操作,并且还计算FMCW雷达装置100与目标10之间的距离。FMCW雷达信号处理器110包括差拍信号存储器111。差拍信号存储

器111临时存储用于计算FMCW雷达装置100与目标10之间的距离的差拍信号。

[0052] 信号处理单元120包括本地振荡器121、功率放大器122、相位偏移器123和混频器124。

[0053] 本地振荡器121基于来自FMCW雷达信号处理器110的啁啾控制信号生成频率随时间变化(啁啾)的本地信号。本地振荡器121将所生成的本地信号输出至功率放大器122和相位偏移器123。

[0054] 功率放大器122放大由本地振荡器121生成的本地信号。由功率放大器122放大的本地信号被发送至发送天线130,并作为发送信号从发送天线130发送。

[0055] 相位偏移器123将本地振荡器121生成的本地信号的相位偏移预定量。相位偏移器123将本地信号偏移基于从FMCW雷达信号处理器110输出的相位控制信号的偏移量。

[0056] 本实施方式获取两次差拍信号以消除基于本地馈通的影响。在第一次获取中,相位偏移器123基于相位控制信号将本地信号的相位偏移0度(即,相位没有变化)。在第二次获取中,相位偏移器123基于相位控制信号将本地信号的相位偏移180度(即,与第一次获取中的相位相反的相位变化)。

[0057] 混频器124将相位偏移器123的输出乘以由接收天线140接收的回波信号。当这两个信号彼此相乘时,混频器124将得到的相乘信号(差拍信号)输出至FMCW雷达信号处理器110。

[0058] 图5是示出描述在第一次啁啾和第二次啁啾中来源于发送信号的差拍信号和来源于本地馈通的差拍信号的图。生成了两次的差拍信号被存储在差拍信号存储器111中。然后,从第一次差拍信号中减去第二次差拍信号。

[0059] 如图5所示,来源于发送信号的差拍信号的相位通过相位偏移器123在第一次啁啾与第二次啁啾之间相差180度,因此通过从第一次差拍信号中减去第二次差拍信号来加上差拍信号。另一方面,如图5所示,来源于本地馈通的差拍信号的相位在第一次啁啾与第二次啁啾之间是相同的,因此通过从第一次差拍信号中减去第二次差拍信号来消除差拍信号。

[0060] 换句话说,使本地信号偏移的相位偏移器123使得根据本实施方式的FMCW雷达装置100可以消除基于本地馈通的影响。其细节将在后面描述。

[0061] 发送天线130在预定方向上发送由功率放大器122放大的本地信号作为发送信号。接收天线140接收回波信号,该回波信号是通过发送天线130发送的发送信号从目标10进行反射而产生的。由接收天线140接收的回波信号被发送至上述混频器124。

[0062] 以上参考图4描述了FMCW雷达装置的第一配置实例。现在描述图4所示的FMCW雷达装置的操作。

[0063] 首先描述当相位被相位偏移器偏移180度时从第一次差拍信号中减去第二次差拍信号时来源于发送信号的差拍信号之间的相加。

[0064] 如下面的公式(1)所表示的,发送信号的频率由于啁啾随着时间从 f_0 到 f_0+BW 线性地增加。此外,尽管该实例示出了发送信号的频率随时间线性增加,但是频率也可以随时间线性地减小。另外,发送信号的频率可以以线性以外的形式随时间增加或减少。

[0065] [数学式1]

$$[0066] \quad f_{TX}(t) = \frac{BW}{T_{chirp}}t + f_0 \quad (0 \leq t \leq T_{chirp}) \quad \dots (1)$$

[0067] 在这种情况下,通过对频率进行时间积分来获得发送信号的相位,因此它变为时间t的二次函数,如下面的公式(2)所表示的。

[0068] [数学式2]

$$[0069] \quad \varphi_{TX}(t) = 2\pi \left(\frac{BW}{2T_{chirp}}t^2 + f_0t \right) \quad \dots (2)$$

[0070] 此外,当使发送信号往返到目标的距离时,回波信号的相位延迟了时间 τ ,因此得到下面的公式(3)。

[0071] [数学式3]

$$[0072] \quad \varphi_{Echo}(t) = \varphi_{TX}(t - \tau) = 2\pi \left\{ \frac{BW}{2T_{chirp}}(t - \tau)^2 + f_0(t - \tau) \right\} \quad \dots (3)$$

[0073] 首先获得第一次啁啾中的差拍信号。在输入到混频器124的本地信号的相位中,相位偏移器123的偏移量在第一次啁啾中被设置为0度,因此相位具有与发送信号相同的相位,如下面的公式(4)所表示的。

[0074] [数学式4]

$$[0075] \quad \varphi_{LO1}(t) = 2\pi \left(\frac{BW}{2T_{chirp}}t^2 + f_0t \right) \quad \dots (4)$$

[0076] 当混频器124将本地信号乘以回波信号时,在本地信号与回波信号之间的相位差变为差拍信号的相位,如公式(5)所表示的。

[0077] [数学式5]

$$[0078] \quad \varphi_{Beat1}(t) = \varphi_{LO1}(t) - \varphi_{Echo}(t) = 2\pi \left\{ \frac{BW}{2T_{chirp}}(2\tau t - \tau^2) + f_0\tau \right\} \quad \dots (5)$$

[0079] 在公式(5)中, τ^2 远小于其他项,因此可以被省略。假设差拍信号的幅度被设置为A,则第一次啁啾中的差拍信号如下面的公式(6)所表示。

[0080] [数学式6]

$$[0081] \quad S_{Beat1}(t) = A \cos \left\{ 2\pi \left(\frac{BW}{T_{chirp}}\tau t + f_0\tau \right) \right\} \quad \dots (6)$$

[0082] 然后获得第二次啁啾中的差拍信号。在输入至混频器124的本地信号的相位中,相位偏移器123的偏移量在第二次啁啾中被设置为180度,因此相位变为通过将 π 加到公式(4)而获得的相位,如下面的公式(7)所表示的。

[0083] [数学式7]

$$[0084] \quad \varphi_{LO2}(t) = 2\pi \left(\frac{BW}{2T_{chirp}} t^2 + f_0 t \right) + \pi \quad \dots (7)$$

[0085] 当混频器124将本地信号乘以回波信号时,在本地信号与回波信号之间的相位差变为差拍信号的相位,如公式(8)所表示的。

[0086] [数学式8]

$$[0087] \quad \varphi_{Beat2}(t) = \varphi_{LO2}(t) - \varphi_{Echo}(t) = 2\pi \left\{ \frac{BW}{2T_{chirp}} (2\tau t - \tau^2) + f_0 \tau \right\} + \pi \quad \dots (8)$$

[0088] 在公式(8)中, τ^2 远小于其他项,因此可以被省略,这类似于公式(5)。假设差拍信号的幅度被设置为A,则第二次啁啾中的差拍信号如下面的公式(9)所表示。

[0089] [数学式9]

$$[0090] \quad S_{Beat2}(t) = A \cos \left\{ 2\pi \left(\frac{BW}{T_{chirp}} \tau t + f_0 \tau \right) + \pi \right\} = -A \cos \left\{ 2\pi \left(\frac{BW}{T_{chirp}} \tau t + f_0 \tau \right) \right\} \quad \dots (9)$$

[0091] 从以这种方式获得的第一次差拍信号中减去第二次差拍信号,得到公式(10)。

[0092] [数学式10]

$$[0093] \quad S_{Beat}(t) = S_{Beat1}(t) - S_{Beat2}(t) = 2A \cos \left\{ 2\pi \left(\frac{BW}{T_{chirp}} \tau t + f_0 \tau \right) \right\} \quad \dots (10)$$

[0094] 因此,如公式(10)所表示的,当相位被相位偏移器偏移180度时,发现在从第一次差拍信号中减去第二次差拍信号时加上了源自发送信号的差拍信号。

[0095] 然后,描述当相位被相位偏移器偏移180度时从第一次差拍信号中减去第二次差拍信号时源自本地馈通的差拍信号的消除。

[0096] 首先获得第一次啁啾中的差拍信号。在输入到混频器124的本地信号的相位中,相位偏移器123的偏移量在第一次啁啾中被设置为0度,因此相位具有与发送信号相同的相位,如下面的公式(11)所表示的。本地馈通是输入到混频器124的本地信号的泄漏,因此本地馈通的相位与本地信号的相位相同。

[0097] [数学式11]

$$[0098] \quad \varphi_{LOFT1}(t) = \varphi_{LO1}(t) = 2\pi \left(\frac{BW}{2T_{chirp}} t^2 + f_0 t \right) \quad \dots (11)$$

[0099] 源自本地馈通的回波信号的相位被延迟了往返到目标的距离的时间 τ ,因此得到下面的公式(12)。

[0100] [数学式12]

$$[0101] \quad \varphi_{Echo1}(t) = \varphi_{LOFT1}(t - \tau) = 2\pi \left\{ \frac{BW}{2T_{chirp}} (t - \tau)^2 + f_0 (t - \tau) \right\} \quad \dots (12)$$

[0102] 通过允许混频器124输出本地信号与回波信号之间的相位差,通过公式(13)来表

示差拍信号的相位。

[0103] [数学式13]

$$[0104] \quad \varphi_{Beat1}(t) = \varphi_{LO1}(t) - \varphi_{Echo1}(t) = 2\pi \left\{ \frac{BW}{2T_{chirp}} (2\tau t - \tau^2) + f_0 \tau \right\} \dots (13)$$

[0105] 在公式(13)中, τ^2 远小于其他项,因此可以被省略。假设差拍信号的幅度被设置为B,则第一次啁啾中由本地馈通引起的差拍信号如下面的公式(14)所表示。

[0106] [数学式14]

$$[0107] \quad S_{Beat1}(t) = B \cos \left\{ 2\pi \left(\frac{BW}{T_{chirp}} \tau t + f_0 \tau \right) \right\} \dots (14)$$

[0108] 然后获得第二次啁啾中的差拍信号。在输入至混频器124的本地信号的相位中,相位偏移器123的偏移量在第二次啁啾中被设置为180度,因此相位变为通过将 π 加到公式(11)而获得的相位,如下面的公式(15)所表示的。

[0109] [数学式15]

$$[0110] \quad \varphi_{LOFT2}(t) = \varphi_{LO2}(t) = 2\pi \left(\frac{BW}{2T_{chirp}} t^2 + f_0 t \right) + \pi \dots (15)$$

[0111] 源自本地馈通的回波信号的相位被延迟了往返到目标的距离的时间 τ ,因此得到下面的公式(16)。

[0112] [数学式16]

$$[0113] \quad \varphi_{Echo2}(t) = \varphi_{LOFT2}(t - \tau) = 2\pi \left\{ \frac{BW}{2T_{chirp}} (t - \tau)^2 + f_0 (t - \tau) \right\} + \pi \dots (16)$$

[0114] 通过允许混频器124输出本地信号与回波信号之间的相位差,通过公式(17)来表示差拍信号的相位。

[0115] [数学式17]

$$[0116] \quad \varphi_{Beat2}(t) = \varphi_{LO2}(t) - \varphi_{Echo2}(t) = 2\pi \left\{ \frac{BW}{2T_{chirp}} (2\tau t - \tau^2) + f_0 \tau \right\} \dots (17)$$

[0117] 在公式(17)中, τ^2 远小于其他项,因此可以被省略,这类似于公式(13)。假设差拍信号的幅度被设置为B,则第二次啁啾中由本地馈通引起的差拍信号如下面的公式(18)所表示。

[0118] [数学式18]

$$[0119] \quad S_{Beat2}(t) = B \cos \left\{ 2\pi \left(\frac{BW}{T_{chirp}} \tau t + f_0 \tau \right) \right\} \dots (18)$$

[0120] 从以这种方式获得的第一次差拍信号中减去第二次差拍信号产生公式(19)。

[0121] [数学式19]

[0122] $S_{\text{Beat}}(t) = S_{\text{Beat1}}(t) - S_{\text{Beat2}}(t) = 0 \dots (19)$

[0123] 换句话说,可以发现,如公式19所表示的,当相位被相位偏移器偏移180度时,由本地馈通引起的差拍信号在从第一次本地馈通引起的差拍信号中减去由第二次本地馈通引起的差拍信号时被消除。

[0124] 因此,根据本公开的实施方式的FMCW雷达装置100在获取两次通过允许相位偏移器将本地信号偏移180度而获得的差拍信号时使得可以消除由本地馈通引起的差拍信号,从而仅获得源自本地信号的差拍信号。根据本公开的实施方式的FMCW雷达装置100能够抵消由本地馈通引起的差拍信号并且仅获得源自本地信号的差拍信号,从而实现到目标的距离的精确测量。

[0125] (1.2.2. 第二配置实例)

[0126] 现在描述FMCW雷达装置的第二配置实例。图6是示出以描述根据本公开的实施方式的FMCW雷达装置的第二配置实例的图。图6所示的FMCW雷达装置的第二配置实例与图4所示的第一配置实例的不同之处在于:设置了两个相位偏移器。

[0127] 相位偏移器123a将由本地振荡器121生成的本地信号的相位偏移预定量,这类似于图4所示的第一配置实例。相位偏移器123a基于从FMCW雷达信号处理器110输出的相位控制信号将本地信号偏移偏移量。在一个实例中,相位偏移器123a基于相位控制信号将相位偏移0度或180度。相位偏移器123a的输出被发送至混频器124和相位偏移器123b。

[0128] 相位偏移器123b进一步将从相位偏移器123a输出的信号的相位偏移预定量。相位偏移器123b基于从FMCW雷达信号处理器110输出的相位控制信号将从相位偏移器123a输出的信号偏移偏移量。在一个实例中,相位偏移器123b基于相位控制信号将相位偏移0度或180度。

[0129] 相位偏移器123a和123b两次的偏移量被设置为使得相位与本地振荡器121生成的本地信号相同。另外,相位偏移器123a和123b的偏移量被设置成使得源自发送信号的差拍信号在第一次啁啾与第二次啁啾之间相位差180度,如在第一配置实例中那样。

[0130] 具体而言,在图6所示的FMCW雷达装置中,通过相位偏移器123a使得源自发送信号的差拍信号在第一次啁啾与第二次啁啾之间相位差180度,如图4所示的FMCW雷达装置的第一配置实例中那样。因此,通过从第一次差拍信号中减去第二次差拍信号来加上信号。另一方面,源自本地馈通的差拍信号在第一次啁啾与第二次啁啾之间的相位相同,因此通过从第一次差拍信号中减去第二次差拍信号来将其消除。

[0131] 换句话说,使本地信号偏移的相位偏移器123使得根据本实施方式的FMCW雷达装置100可以消除基于本地馈通的影响。

[0132] (1.2.3. 第三配置实例)

[0133] 现在描述FMCW雷达装置的第三配置实例。图7是示出描述根据本公开的实施方式的FMCW雷达装置的第三配置实例的图。图7所示的FMCW雷达装置的第三配置实例与图4所示的第一配置实例的不同之处在于:配置了发送信号倍增器126a和本地信号倍增器126b。另外,在图7所示的FMCW雷达装置的第三配置实例中,相位偏移器125的偏移量是基于发送信号倍增器126a和本地信号倍增器126b的倍增量来确定的。

[0134] 发送信号倍增器126a将从本地振荡器121输出的本地信号的频率倍增N倍。另外,本地信号倍增器126b将相位被相位偏移器125偏的本地信号的频率倍增N倍。相位偏移器

125基于从FMCW雷达信号处理器110输出的相位控制信号将从本地振荡器121输出的本地信号的相位偏移偏移量。在图7所示的实例中,相位偏移器125将从本地振荡器121输出的本地信号的相位偏移0度或X度。

[0135] 假设相位偏移器125的偏移量X与发送信号倍增器126a和本地信号倍增器126b的倍增量N具有以下关系。

[0136] [数学式20]

[0137] $\text{mod}(N \cdot X, 360) = 180 \dots (20)$

[0138] 换句话说,相位偏移器125的偏移量X被设置为当它乘以N并且以360缠绕时变为180的值。在一个实例中,如果N是偶数,则 $X = 180/N$ 或 $X = 180 + 180/N$,并且如果N是奇数,则 $X = 180/N$ 或 $X = 180$ 。

[0139] 在图7所示的FMCW雷达装置100中,如上所述设置的发送信号倍增器126a使得即使当本地振荡器121不能以高频振荡时,发送信号也可以增加频率并被发送。另外,图7所示的设置本地信号倍增器126b的FMCW雷达装置100使得可以使本地信号的相位在两个啁啾之间相差180度,这类似于上述第一配置实例和第二配置实例。然后,图7所示的FMCW雷达装置100通过从第一次差拍信号中减去第二次差拍信号来消除源自本地馈通的差拍信号。

[0140] [1.3.应用实例]

[0141] 根据本公开的实施方式的FMCW雷达装置100能够消除基于本地馈通的影响,因此适用于支持汽车安全驾驶的系统的雷达装置,其是以高精度执行测距所必需的。

[0142] 图8是示出描述安装有FMCW雷达装置100a至100f的车辆2的实例的图。假设图8所示的FMCW雷达装置100a至100f是根据上述本公开的实施方式的FMCW雷达装置100中的任一个。FMCW雷达装置100a至100f是用于短距、中距和远距的任何雷达装置,并且用于检测车辆2周围的物体等。

[0143] 如上所述,根据本公开的实施方式的FMCW雷达装置100可应用为支持车辆安全驾驶的系统的雷达装置,因此可以有助于上述系统的更高性能。

[0144] <2.结束语>

[0145] 根据如上所述的本公开的实施方式,提供了一种FMCW雷达装置,其能够消除由本地馈通引起的差拍信号的影响并且以高精度执行测距。

[0146] 以上已经参考附图描述了本公开的(多个)优选实施方式,然而本公开不限于上述实例。本领域技术人员可以在所附权利要求的范围内找到各种改变和修改,并且应该理解,它们将自然地落入本公开的技术范围内。

[0147] 在一个实例中,尽管在上述实施方式中相位偏移器的偏移量被设置为180度,但是本技术不限于这样的实例。相位偏移器的偏移量不必精确地设置为180度,而是在一个实例中,相位偏移器的偏移量可以落在 $180 \text{度} \pm 22.5 \text{度}$ 的范围内,其中22.5度是对应于 $\pi/8$ 的角度, $\cos(\pi/8)$ 约为0.93。通过啁啾两次获得的差拍信号的减法使得由本地馈通引起的差拍信号可以被抑制到10%或更小。因此,可以在不将相位偏移器的偏移量精确地设定为180度的情况下显著减小由本地馈通引起的差拍信号的影响。

[0148] 另外,在本说明书中描述的效果仅是说明性或例示性效果,并且不是限制性的。即,藉由上面的效果或在上效果的地方,根据本公开的技术可以实现从本说明书的描述对于本领域的技术人员来说清楚的其他效果。

- [0149] 另外,本技术还可以如下进行配置。
- [0150] (1)
- [0151] 一种雷达装置,包括:
- [0152] 振荡器,被配置为使本地信号振荡;
- [0153] 发送天线,被配置为发射基于本地信号的发送信号;
- [0154] 接收天线,被配置为接收反射波,反射波是通过发送信号从目标处进行反射而产生的;
- [0155] 混频器,被配置为将反射波与本地信号彼此相乘以产生相乘信号;以及
- [0156] 第一偏移器,被设置在振荡器与混频器之间并被配置为将本地信号的相位偏移。
- [0157] (2)
- [0158] 根据(1)所述的雷达装置,进一步包括:
- [0159] 第二偏移器,被配置为在第一偏移器与发送天线之间将第一偏移器输出的信号的相位进行偏移。
- [0160] (3)
- [0161] 根据(1)或(2)所述的雷达装置,
- [0162] 其中,第一偏移器在发送信号的第一次发送时将偏移量设置为第一值,并且在发送信号的第二次发送时将偏移量设置为第二值。
- [0163] (4)
- [0164] 根据(3)所述的雷达装置,包括:
- [0165] 计算单元,被配置为在发送信号的第一次发送时混频器的输出与发送信号的第二次发送时混频器的输出之间执行减法。
- [0166] (5)
- [0167] 根据(3)或(4)所述的雷达装置,
- [0168] 其中,在第一值与第二值之间的差大约为180度。
- [0169] (6)
- [0170] 根据(3)至(5)中任一项所述的雷达装置,
- [0171] 其中,第一值与第二值之间的差在 $180\text{度}\pm 22.5\text{度}$ 的范围内。
- [0172] (7)
- [0173] 根据(1)至(6)中任一项所述的雷达装置,进一步包括:
- [0174] 倍增器,被配置为在第一偏移器与混频器之间将第一偏移器输出的信号的频率倍增N倍。
- [0175] (8)
- [0176] 根据(7)所述的雷达装置,包括:
- [0177] 计算单元,被配置为在发送信号的第一次发送时混频器的输出与发送信号的第二次发送时混频器的输出之间执行减法。
- [0178] (9)
- [0179] 根据(7)所述的雷达装置,
- [0180] 其中,第一偏移器在发送信号的第一次发送时将偏移量设置为第一值,并且在发送信号的第二次发送时将偏移量设置为第二值,并且第一值与第二值之间的差是在差乘以

N倍并以360缠绕时变为大约180度的值。

[0181] (10)

[0182] 根据(7)所述的雷达装置，

[0183] 其中，第一偏移器在发送信号的第一次发送时将偏移量设置为第一值，并且在发送信号的第二次发送时将偏移量设置为第二值，并且在第一值与第二值之间的差乘以N倍并以360缠绕时该差在 $180^\circ \pm 22.5^\circ$ 的范围内。

[0184] (11)

[0185] 根据(1)至(10)中任一项所述的雷达装置，进一步包括：

[0186] 倍增器，被配置为在振荡器与第一偏移器之间将振荡器输出的信号的频率倍增N倍。

[0187] (12)

[0188] 根据(1)至(11)中任一项所述的雷达装置，

[0189] 其中，本地信号是频率随时间增加或减小的信号。

[0190] (13)

[0191] 根据(12)所述的雷达装置，

[0192] 其中，本地信号是频率随时间线性增加或减小的信号。

[0193] (14)

[0194] 一种信号处理器，包括：

[0195] 振荡器，被配置为使本地信号振荡；

[0196] 混频器，被配置为将反射波与本地信号彼此相乘以产生相乘信号，其中，反射波中是通过基于本地信号的发送信号从目标处进行反射而产生的；以及

[0197] 第一偏移器，被设置在振荡器与混频器之间并被配置为将本地信号的相位进行偏移。

[0198] (15)

[0199] 一种信号处理方法，包括：

[0200] 由振荡器使本地信号振荡；

[0201] 从发送天线发射基于本地信号的发送信号；

[0202] 由接收天线接收反射波，其中，反射波是通过发送信号从目标处进行反射而产生的；

[0203] 由混频器将反射波与本地信号彼此相乘以产生相乘信号；以及

[0204] 由设置在振荡器与混频器之间的偏移器将本地信号的相位进行偏移。

[0205] (16)

[0206] 一种移动物体，包括：

[0207] 根据(1)至(13)中任一项所述的雷达装置。

[0208] 符号说明

[0209] 2 车辆

[0210] 10 目标

[0211] 100 FMCW雷达装置

[0212] 110 FMCW雷达信号处理器

- [0213] 111 差拍信号存储器
- [0214] 120 信号处理单元
- [0215] 121 本地振荡器
- [0216] 122 功率放大器
- [0217] 123 相位偏移器
- [0218] 123a 相位偏移器
- [0219] 123b 相位偏移器
- [0220] 124 混频器
- [0221] 125 相位偏移器
- [0222] 126a 发送信号倍增器
- [0223] 126b 本地信号倍增器
- [0224] 130 发送天线
- [0225] 140 接收天线。

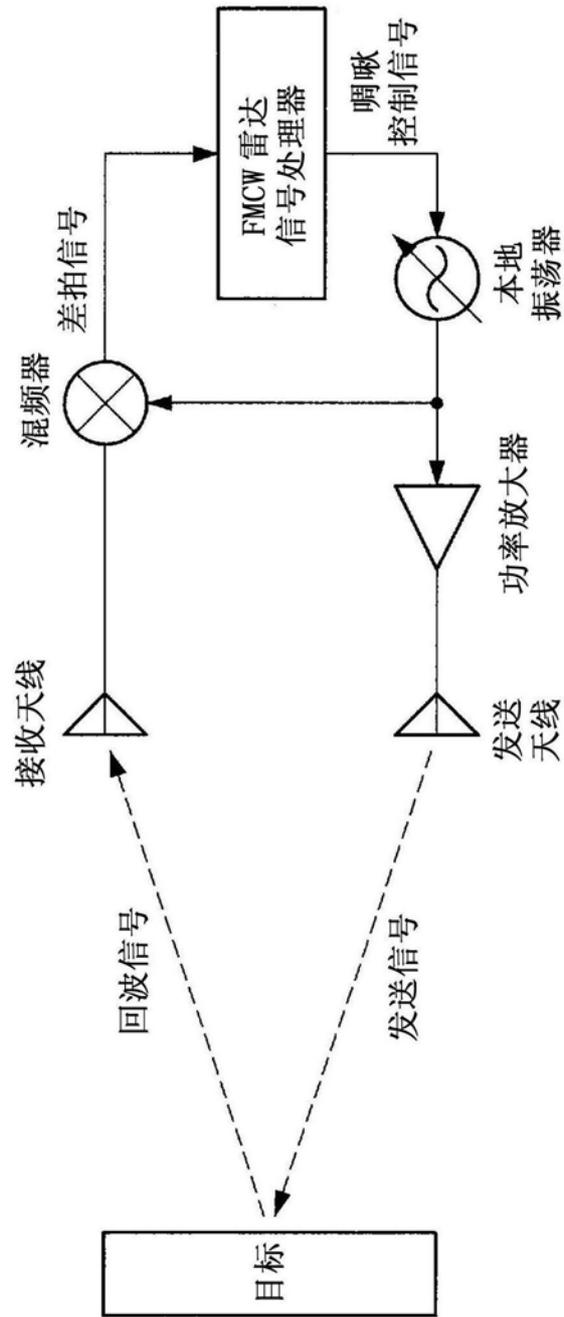


图1

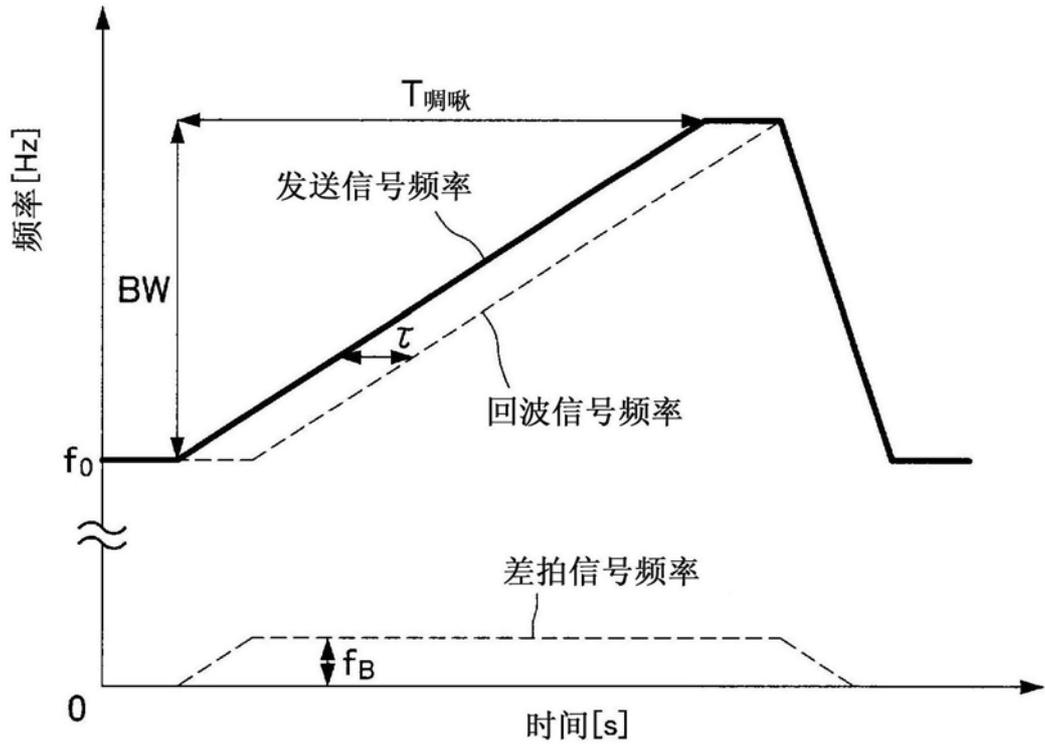


图2

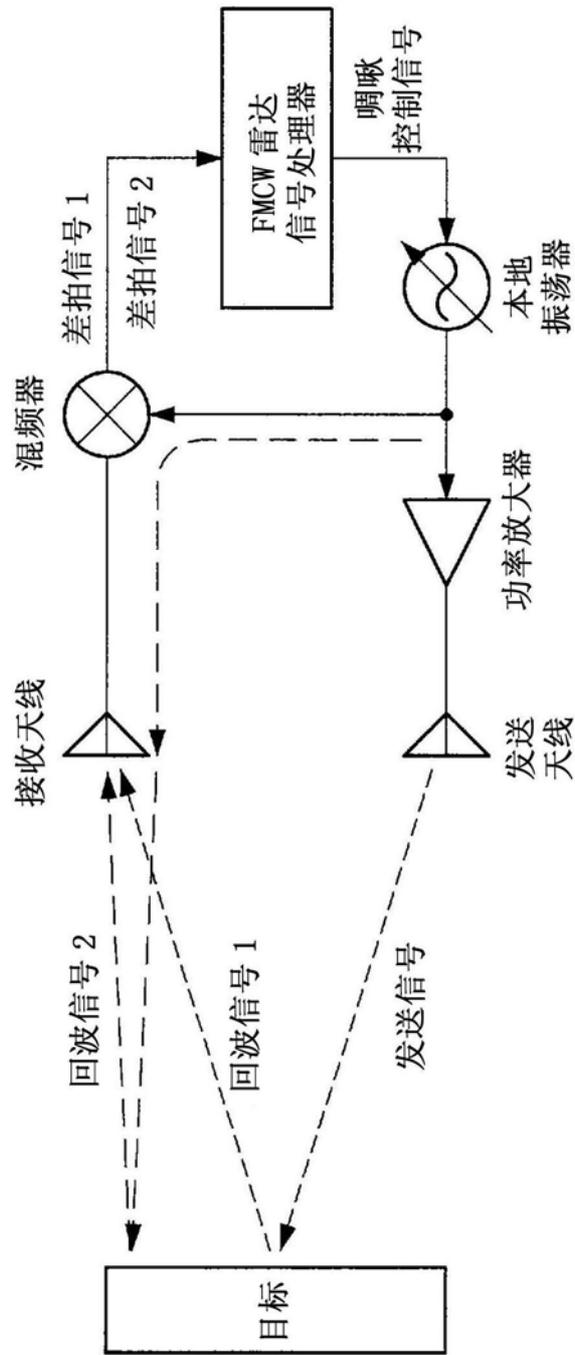


图3

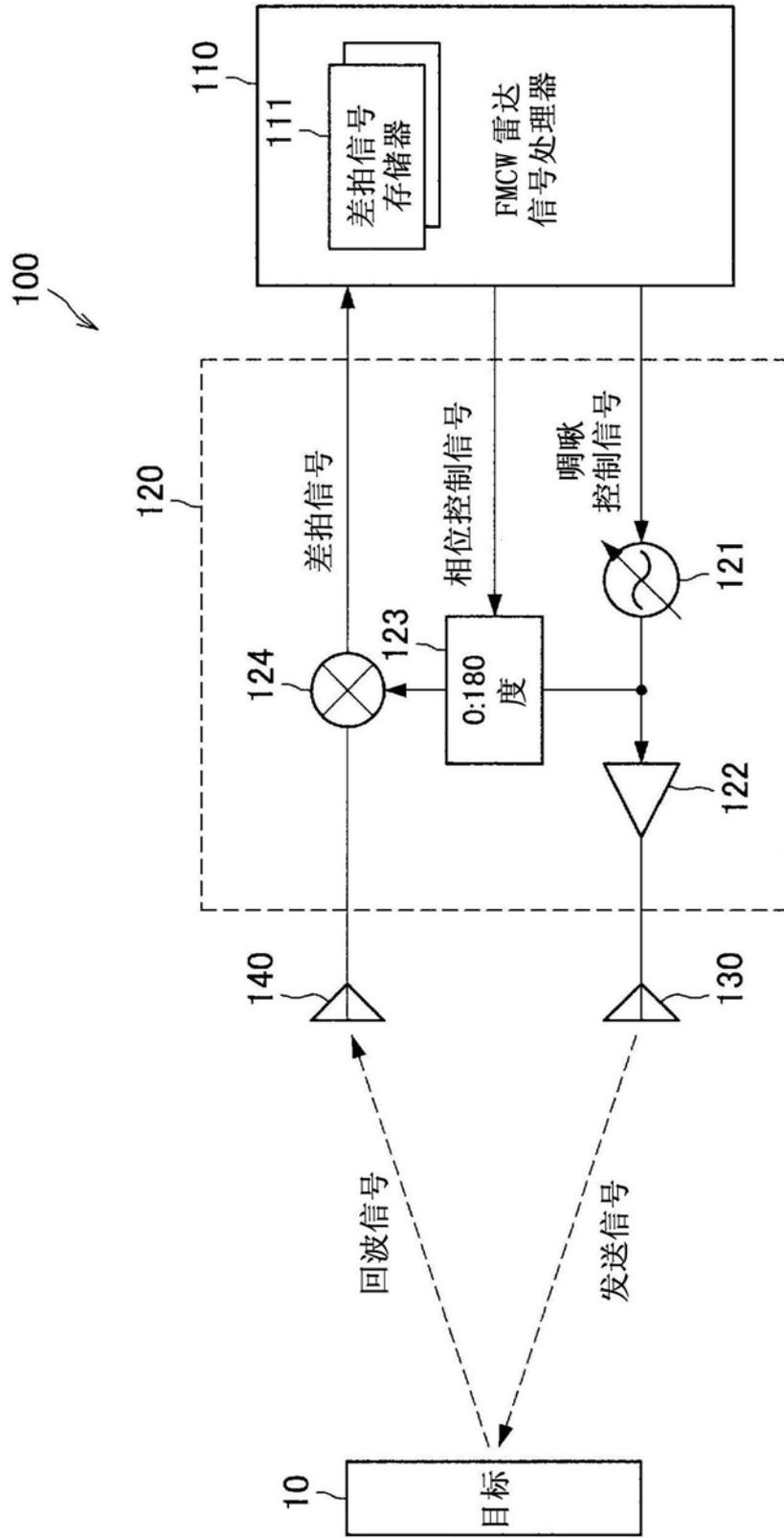


图4

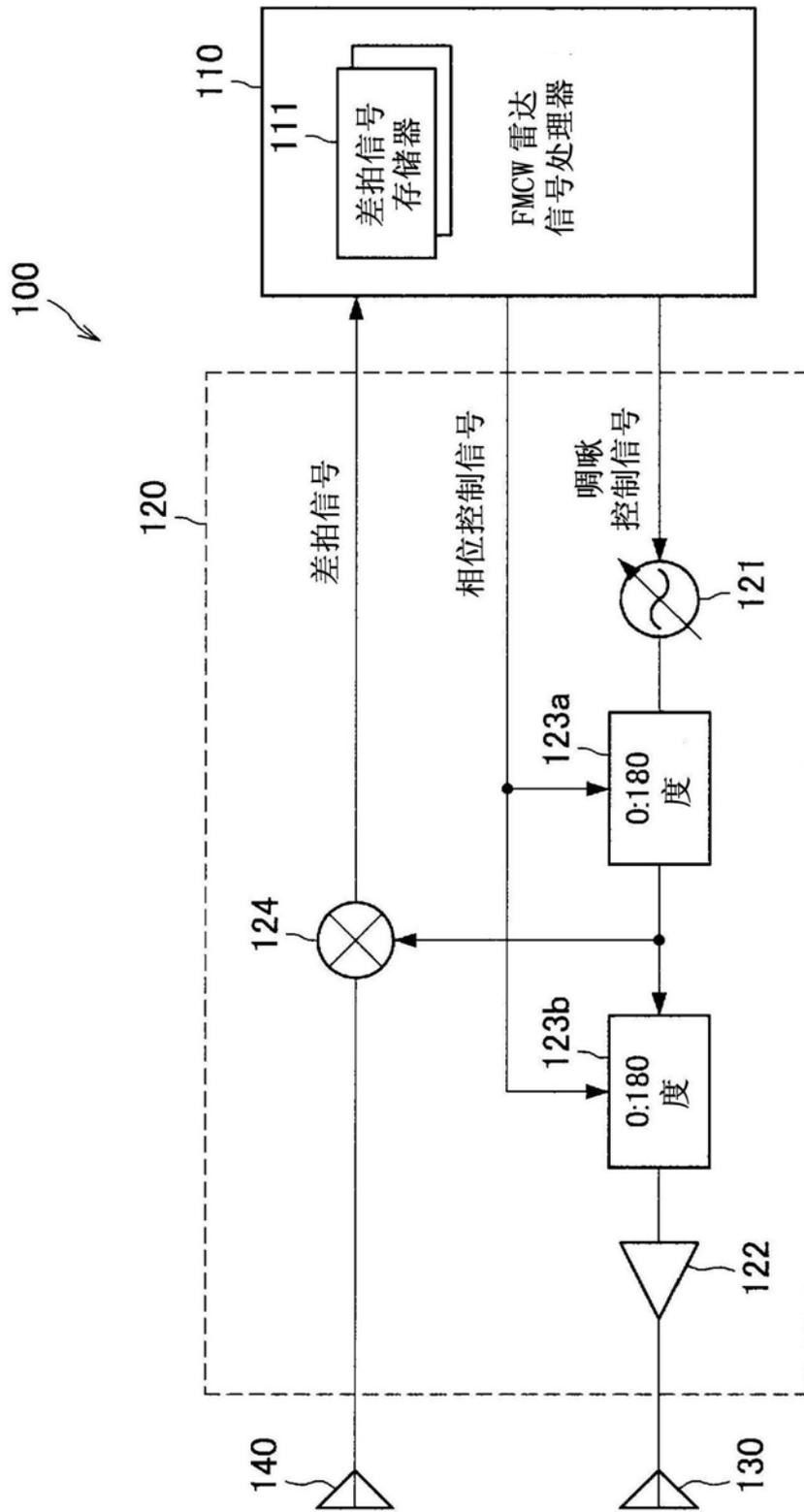


图6

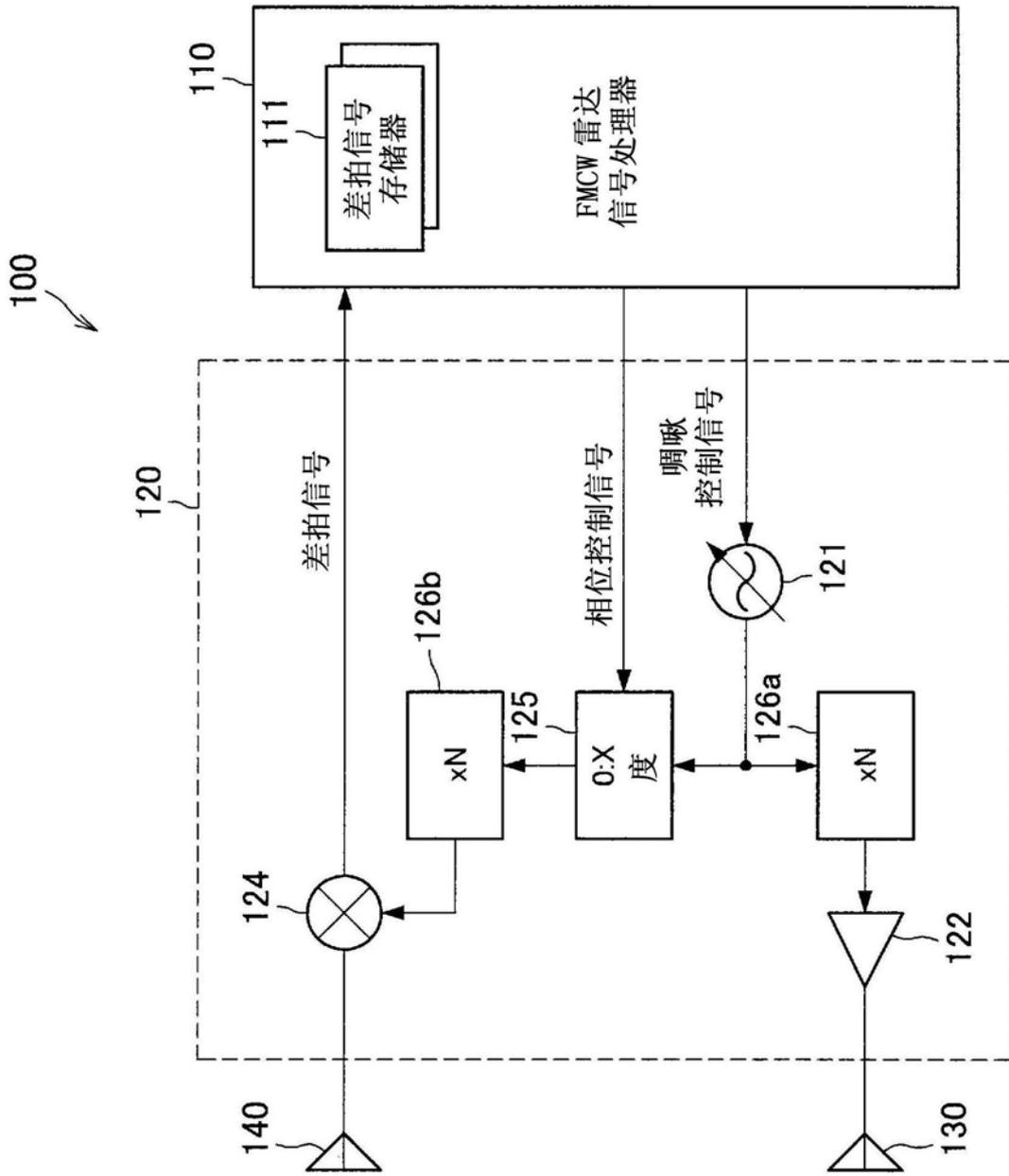


图7

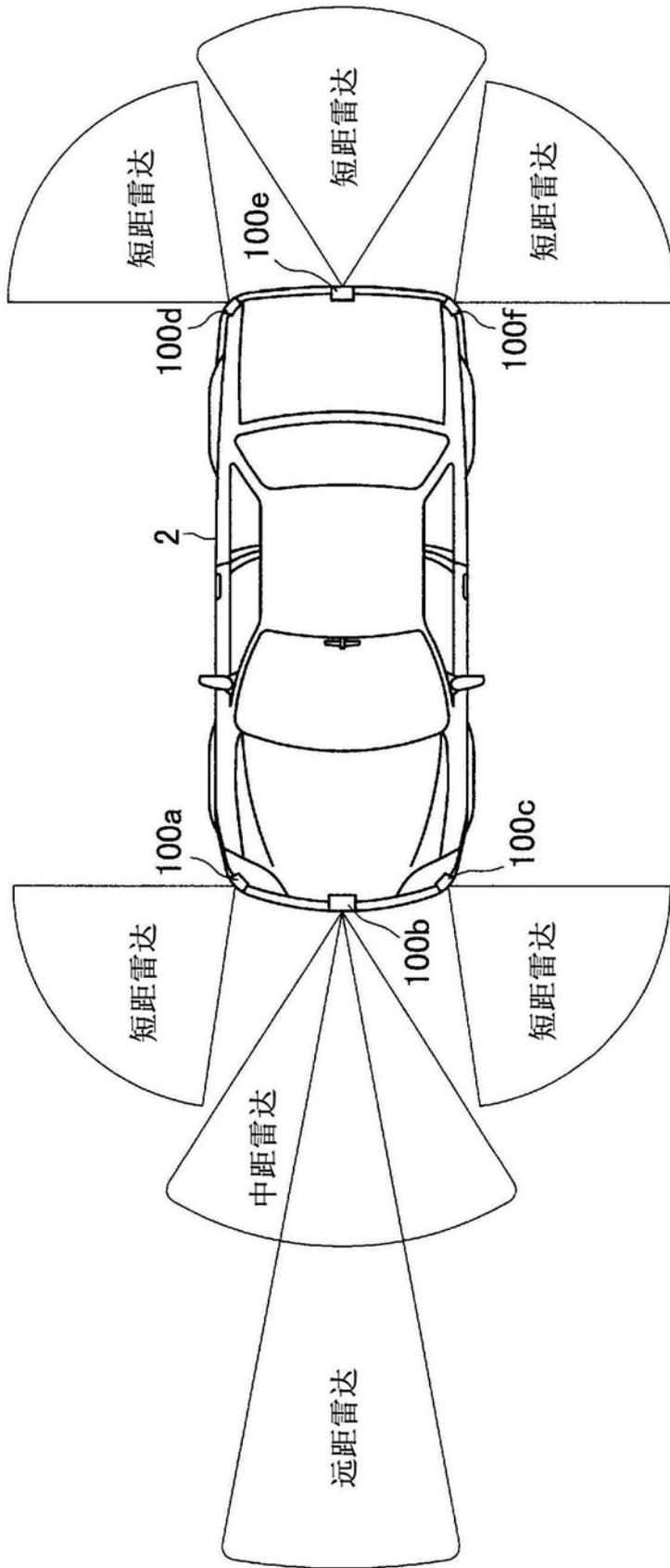


图8