

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
G01S 13/34 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200680008978.6

[43] 公开日 2008年3月19日

[11] 公开号 CN 101147082A

[22] 申请日 2006.3.2

[21] 申请号 200680008978.6

[30] 优先权

[32] 2005.3.21 [33] DE [31] 102005012945.5

[86] 国际申请 PCT/EP2006/060404 2006.3.2

[87] 国际公布 WO2006/100167 德 2006.9.28

[85] 进入国家阶段日期 2007.9.20

[71] 申请人 罗伯特·博世有限公司

地址 德国斯图加特

[72] 发明人 K·勒雷 O·瓦克尔

J·希尔泽贝赫尔 J·豪克

M·赖歇 M·兰德勒 R·约尔丹

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
代理人 刘春元 魏 军

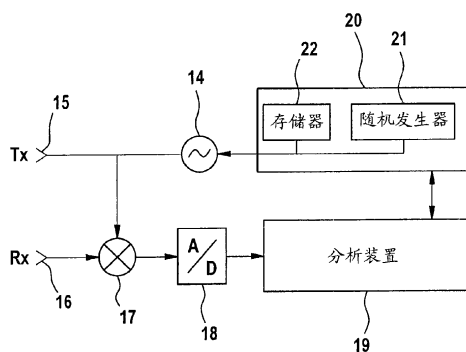
权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 3 页

[54] 发明名称

用于多个目标的间距和相对速度测量的方法和装置

[57] 摘要

用于借助 FMCW 雷达进行多个目标的间距和相对速度测量的方法和装置，其方式是发送信号以时间线性的斜坡斜率被发射，在目标上反射的接收信号被接收，并与所述发送信号相混频。每个目标的每个频率斜坡的混频器输出频率被分配了一个间距和相对速度值的组合，由多个间距和相对速度组合的交点来确定一个可能的目标的距离和相对速度，其中所述的可能的目标由于多重性而可能是虚假目标或真正的目标。由于多重性而产生的虚假目标被消除，其方式是，在一个之后相随的测量周期中按照随机原则来改变至少一个频率斜坡的频率斜率。



1. 用于借助 FMCW 雷达进行多个目标 (27、28、29) 的间距和相对速度测量的方法, 其方式为:

发送信号以时间线性的频率斜坡 (23、24、25、26) 被发射, 被目标 (27、28、29) 反射的接收信号被接收, 并与所述发送信号相混频,

所述每个目标 (27、28、29) 的每个频率斜坡 (24、25、26) 的混频器输出频率被分配了一个间距和相对速度值 (6、7、8、9) 的组合,

由多个间距和相对速度组合的交点 (27、28、29) 来确定一个可能的目标的间距 (d) 和相对速度 (v_{rel}), 其中所述的可能的目标由于多重性而可能是虚假目标 (30) 或真正的目标 (27、28、29),

其特征在于,

所述虚假目标 (30) 可以被消除, 其方式是, 在一个之后相随的测量周期中按照随机原则来改变至少一个频率斜坡 (29) 的频率斜率。

2. 根据权利要求 1 所述的方法,

其特征在于,

所述至少一个频率斜坡 (26) 的频率斜率的变化如此来进行, 即从多个给定的频率斜率中随机地选择一个频率斜率。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的方法,

其特征在于,

所述发送信号的所有频率斜坡 (23、24、25、26) 的频率斜率按照随机原则来选择。

4. 根据前述权利要求之一所述的方法,

其特征在于,

多个测量周期的多个频率斜率样式被存储, 并按照随机原则来选择频率斜率样式之一。

5. 根据前述权利要求之一所述的方法,

其特征在于,

所述方法在汽车中被用于自适应间距控制和/或触发自动紧急刹车。

6. 用于多个目标的间距和相对速度测量的装置,

其中设置有一个 FMCW 雷达传感器 (14、15、16、17、18)，该雷达传感器以时间线性的频率斜坡来发射发送信号，并接收在目标上反射的接收信号，并与发送信号相混频 (17)，以及

其中设置了一个数据分析装置 (19)，混频器输出信号被输入该数据分析装置，该数据分析装置给每个目标的每个频率斜坡的混频器输出频率分配一个间距和相对速度值的组合，并获得多个间距和相对速度组合的交点，其中所述可能的交点代表了目标，这些目标由于多重性而可能是虚假目标 (30) 或真正的目标 (27、28、29)，

其特征在于，

在所述数据分析装置 (19) 中设置了一个随机发生器 (21)，该随机发生器为了消除所述虚假目标 (30) 而在之后相随的测量周期中按照随机原则来改变至少一个频率斜坡 (25、26) 的频率斜率。

7. 根据权利要求 6 所述的装置，

其特征在于，

所述至少一个频率斜坡的频率斜率的变化如此来进行，即从存储在一个存储器 (22) 中的多个频率斜率中借助所述随机发生器 (21) 来选择出一个频率斜率。

8. 根据权利要求 6 或 7 所述的装置，

其特征在于，

所述发送信号的所有频率斜坡的频率斜率借助所述随机发生器 (21) 来选择。

9. 根据权利要求 6 至 8 之一所述的装置，

其特征在于，

在一个存储器 (22) 中存储了多个测量周期的多个频率斜率样式，并借助所述随机发生器 (21) 来选择出所述频率斜率样式之一。

10. 根据权利要求 6 至 9 之一所述的装置，

其特征在于，

所述装置被固定在汽车上用于自适应间距控制和/或触发自动紧急刹车。

用于多个目标的间距和相对速度测量的方法和装置

本发明涉及用于借助一种 FMCW 雷达来进行多个目标的间距和相对速度测量的一种方法和一种装置，其中发送信号以时间线性的频率斜坡被发射，并且在目标上反射的接收信号被接收，并与发送信号相混频。一个间距和相对速度值的组合被分配给每个目标的每个频率斜坡的混频器输出频率，并根据多个间距和相对速度组合的交点来确定一个可能的目标的距离和相对速度，其中所述的可能的目标由于多重性而可能是虚假目标或真实目标。通过在之后相随的测量周期中按照随机原则来改变至少一个频率斜坡的频率斜率，由多重性所引起的虚假目标被消除。

现有技术

在 DE 4242700A1 中公开了用于借助电磁波来测量目标的间距和速度的一种方法，其中被发送的信号的频率被调制。在被发送的信号的频率上升和下降期间所接收的信号与被发送的信号相混频，并且通过混频所产生的中频信号被进行频谱分析。根据在被发送信号频率的至少一次上升和至少一次下降期间中频信号的频谱线的频率，来计算至少一个目标的距离和速度。

在该方法中在每个频率斜坡上并为每个被探测到的目标产生了一个中频，其频率位置可以被分配一个间距和相对速度值的组合。通过该中频的所述组合以及与之相联系的间距和相对速度值产生共同的交点，其中这些交点比如可以在一个间距-相对速度图中被描绘出来。这些交点代表所测量的目标的间距和相对速度。然而在探测多个目标时，比如在探测两个目标时，共产生四个交点，其中这些交点中的两个代表真正的目标，另外两个交点是由于多重性而产生的虚假目标。为了能够排除这种多重性，该 FMCW 雷达方法已被如此改进，即多个频率上升和频率下降被依次相互排列，其中频率斜坡具有不同的斜率。然而在实际中在这种改进的方法中也可能出现以下的情况，即由于多个被探测目标所产生的这种虚假目标在很多测量周期上被识别，并作为真正的目标被处理，因为这些虚假反射长时间持续存在。尤其在交通情况中，其中所述的多个被探测目标以相同的动态移动，也即，如果所述的多个目标的

间距和相对速度在时间上仅仅缓慢地变化,那么保持不变的虚假目标在很多测量周期上持续存在,因为它尽管是虚假目标,但通过跟踪方法而被识别为真正的目标并被处理。

本发明的核心和优点

本发明的核心在于,提供用于借助一种 FMCW 雷达进行多个目标的间距和相对速度测量的一种方法和一种装置,其中在短的时间内目标被识别为真正目标或虚假目标,并且以非常高的可靠性来进行这种识别。根据本发明,这通过独立权利要求的特征而得到解决。

有利的改进和扩展方案参见从属权利要求。

有利地对至少一个频率斜坡的频率斜率如此进行改变,即从多个给定的频率斜率中随机地选择一个频率斜率。此外有利的是,按照随机原则来选择出发送信号的所有频率斜坡的频率斜率。

有利地对多个测量周期的多个频率斜率样式进行存储,从这些频率斜率样式中按照随机原则来选择出频率斜率样式之一。

该方法有利地应用于汽车中,以进行自适应间距控制和/或触发自动紧急刹车。

此外有利的是,如此来进行至少一个频率斜坡的频率斜率的改变,即从被存储在一个存储器中的多个频率斜率中借助随机发生器来选择出一个频率斜率。

有利地借助该随机发生器来选择出发送信号的所有频率斜坡的频率斜率。

有利地在一个存储器中存储多个测量周期的多个频率斜率样式,从所述多个频率斜率样式中借助该随机发生器来选择出频率斜率样式之一。

尤其有利的是所述装置设置于汽车上用于自适应间距控制和/或用于触发自动紧急刹车。

尤其有意义的是,本发明的方法以一个控制单元的形式来实现,其中该控制单元被设置用于汽车的自适应间距或速度控制的一个控制设备。在此,在该控制单元上存储了一个程序,该程序可以在一个计算设备、尤其在一个微处理器或信号处理器上运行,并且适于实施本发明的方法。在这种情况下本发明从而通过存储在该控制单元上的一个程序来实现,如此使得安装了该程序的所述控制单元如同所述方法一样来体现

本发明，其中该程序适于实施所述方法。尤其可以采用一种电子存储器介质来作为控制单元，比如一个只读存储器。

本发明的其它特征、应用可能性和优点参见下文对本发明实施例的描述，其中这些实施例在附图中通过图示来示出。不管在权利要求中如何进行综合或分解，以及不管在说明或附图中如何进行阐述或图示，在此所叙述或示出的特征单独地或以任意的组合而构成了本发明的主题。

附图

在下文中借助附图对本发明的实施例进行解释。其中：

图 1a 示出了一个具有两个频率斜坡的 FMCW 发送信号的一个频率-时间图，

图 1b 示出了一个具有两个频率斜坡的 FMCW 雷达的一个所属的相对速度-间距图，其中借助该雷达探测到了两个目标，

图 2 示出了本发明的装置的一个实施形式的方框线路示意图，

图 3a 示出了本发明方法的一个实施形式在一个第一时间点 $t=t_0$ 时的一个频率-时间图，

图 3b 示出了在测量时间点 $t=t_0$ 时的一个相对速度-间距图，

图 4a 示出了本发明方法的所述实施形式在一个以后的时间点 $t=t_0+\Delta t$ 时的一个频率-时间图，以及

图 4b 示出了在所述的以后的时间点 $t=t_0+\Delta t$ 时的一个相对速度-间距图。

实施例的描述

在图 1 中示出了如在当前技术中所述的一个 FMCW 发送信号的频率-时间图。在此该发送信号具有一个第一时间片段，在该时间片段中该雷达信号的发送频率保持恒定。在一个第二时间片段 2 中该雷达信号的发送频率上升到一个较高的频率，在一个第三时间片段 3 中停留在上升后的频率范围中，并在一个第四时间片段 4 中再次下降到该雷达信号的最初的发送频率，之后该发送频率再次保持恒定。由此得到在时间上的一个频率轮廓，该频率轮廓呈梯形构造，并且除了发送频率恒定的时间片段 1、3、5 之外还具有上升的和下降的频率斜坡 2、4。被发送的雷达信号在目标探测范围中在目标上被反射并再次被接收。通过移动目标对发送信号的反射，发送频率经历了一个多普勒平移，如此使得接收信

号相对于发送信号在频率上被多普勒平移。在发送频率时间线性地上升的时间范围中，也即在时间片段 2 中，该发送信号在频率上继续上升，如此使得由于接收信号相对于发送信号的延迟时间偏移并由于斜坡状频率上升而出现一个附加的频率偏移。由于信号延迟而引起的接收信号相对于发送信号的这种频率偏移以及由于多普勒效应而引起的频率偏移相叠加，并且在接收信号中不能相互分开。接收信号在接收机中与发送信号相混频，之后产生具有频率偏移 f_n 的中频。该频率偏移 f_n 可以被指配间距值和相对速度值的一个组合，并且如果把所有可能的间距和相对速度组合绘制在一个相对速度-间距图中，就得到上升频率斜坡 2 的一条下降的直线 6。如果在下降的频率斜坡 4 中对同一目标进行探测，那么就得到一个不同的频率偏移 f_n ，该频率偏移 f_n 同样可以被指配间距值和相对速度值的组合。在图 1b 的相对速度-间距图中，在下降的频率斜坡 4 中这些组合得到一条上升的直线 7。从下降直线 6 和上升直线 7 的交点 10 可以提取被识别目标的间距 d 以及相对速度 v_{rel} 。在同时探测两个目标的情况下，针对上升的频率斜坡 2 分别得到不同频率偏移的中频，其中在图 1b 的相对速度-间距图中针对第一目标用直线 6 来表示，并针对第二目标用虚直线 8 来表示。对于下降的频率斜坡 4，得到第一目标的上升直线 7 以及第二目标的虚直线 9。然而，这四条直线 6、7、8、9 在图 1b 的相对速度-间距图中总共具有四个交点 10、11、12、13，其中两个交点 10 和 11 代表真正的目标，而另外两个交点 12 和 13 表示虚假目标。必须在随后的目标数据分析中进行判断，哪些交点是真正的目标以及哪些交点是虚假目标，因为不能根据单纯的交点来进行划分。对此，在当前技术中比如公开了实施一种目标跟踪，其中在较长的时间中来对这种目标进行识别并进行存储，并根据其目标移动而能够识别为真正的目标，或者根据所计算的相对速度或间距的跳跃而能够识别为虚假目标。然而该方法的问题是，在具有这种雷达系统的车辆顺序行驶的情况下，其中在前行驶的被探测目标相互具有在较长的时间上大致不变的间距和大致不变的相对速度，也即在其中被探测的量 v_{rel} 和 d 仅仅非常缓慢地变化的行驶状况下，从而交点 12 和 13 的虚假目标也在长的时间中持续存在，并且借助跟踪方法不能被识别为虚假目标。

在图 2 中示出了本发明装置的一个实施形式。可以看出有一个发

送振荡器 14, 该发送振荡器接收一个控制装置 20 的控制信号, 并根据输入给它的控制信号产生一个发送信号。该发送信号被传导至一个发送天线 15 (Tx), 该发送天线将发送信号发射。借助该发送天线 15 发射的发送信号在目标探测范围内被目标反射, 被反射的接收信号借助接收天线 16 (Rx) 来接收。当然该装置也可以作为单静态的雷达传感器来实施, 其中采用一个唯一的天线用于发送和接收, 那么一个发送与接收分向滤波器是必要的, 该分向滤波器将发送信号和接收信号相互分离。雷达传感器的单静态实施比如可以借助一个附加的环形混频器来实现。该发送振荡器 14 的发送信号以及该接收天线 16 的接收信号被输入给一个混频器 17, 该混频器将两个输入信号混频为一个中频信号, 该中频信号根据被探测目标的间距 d 和相对速度 v_{rel} 以及根据被识别目标的数量而具有频率偏移 f_n 。该中频信号被输入一个模拟-数字转换器 18, 该模拟-数字转换器把数字化的中频信号 f_n 输入一个数据分析装置 19。在该数据分析装置 19 中比如可以实施一个傅立叶变换, 傅立叶变换输出一个频谱, 从中可以提取该中频信号, 并且可以为了获得 n 个被识别目标的相对速度 v_{rel_n} 和间距 d_n 作进一步处理。根据上升频率斜坡 2 的以及下降频率斜坡 4 的斜率的信息可以计算相对速度-间距图的直线 6 至 9, 由此还可以获得交点以及目标的实际间距 d_n 和相对速度 v_{rel_n} 。为了在真正目标的交点 10、11 以及虚假目标的交点 12、13 之间进行可靠的区分, 根据本发明至少一个频率斜坡在其频率斜率上被随机地改变。为此在图 3a 中示出了一个第一测量周期在时间点 $t=t_0$ 时的一个发送信号, 其中该发送信号具有三个单独的频率斜坡 23、24、25。在图 3b 中示出了所属的相对速度-间距图, 该图由总共三个所述探测目标的中频信号形成。由于有三个频率斜坡 23、24 和 25, 目标 27、28、29 都各得到一个三条直线 a、b 和 c 的交点。从而针对在每个目标上都被反射的第一频率斜坡 23 总共产生了三个中频 f_n , 该中频在图 3b 的图中被绘制为直线 a。为了能够区分单个目标的直线, 这些直线被表示为直线、单点划直线以及双点划直线。该第二频率斜坡 24 同样通过在三个目标上的反射而产生总共三条直线, 这些直线在图 3b 中被绘制为直线 b。第三频率斜坡 25 同样在图 3b 的图中产生三条直线, 其作为直线 c 来绘制。分别三条直线 a、b 和 c 的交点就确定了三个被探测目标 27、28 和 29 的间距和相对速度值。然而由于

当前目标的分布产生了一个附加的直线交点 30，在该交点中同样三条直线相交，并且该交点是一个虚假目标。根据本发明，在时间点 $t=t_0+\Delta t$ 实施的下一测量周期 2 中，所述频率斜坡中的至少一个在其频率斜率上被改变。在眼前这种情况下，如图 4a 所示频率斜坡 23 和 24 相对于之前的测量周期 1 保持不变，而图 3a 的第三频率斜坡 25 在其斜率上则被改变，如此使得现在产生一个新的第三频率斜坡 26。这三个频率斜坡再次被发射，并在目标 27、28 和 29 上被反射。在图 4b 的相对速度-间距图中也再次得到三条直线 a、b、c 的交点，其中这些交点代表了真正目标 27、28 和 29 的间距值和相对速度值。然而，由于频率斜坡 26 的频率斜率的随机变化，图 4b 中的直线 c 与图 3b 的直线 c 相比以不同的斜率延伸，如此使得随机产生的虚假目标 30 在图 4b 中不再存在。通过随机改变至少一个频率斜坡的频率斜率，真正目标 27、28 和 29 的交点从而在多个测量周期上持续存在，而虚假目标的交点在相对速度-间距图中跳跃式地消失或跳跃式地重新产生，然而其仅仅在一个测量周期中、直到至少一个频率斜坡再次被改变为止可被探测到。通过在图 3b 和 4b 中对两个相邻测量周期的交点的比较，从而能够在真正的目标和虚假目标之间进行区分，其根据是，所述直线的交点是否在多个测量周期上可被探测到，或者是否仅在一个测量周期中可被测量到并随后消失。

如图 2 所示，改变至少一个频率斜坡的频率斜率在此可以借助一个随机发生器 21 和必要时一个存储器 22 来进行。通过该可作为控制装置 20 组成部分的随机发生器 21，比如从存储在一个存储器 22 中的多个频率斜率中选择出一个，其中根据所选择的频率斜率来控制该发送振荡器 14 的频率。也可以考虑在控制装置 20 的存储器 22 中存储多个频率斜率轮廓，其中每个轮廓都包含有多个下降的以及上升的频率斜坡的一个序列。此外还可以考虑由该随机发生器 21 选择出任意的频率斜率，并以任意的顺序相互随机排列成一个测量周期的一个频率轮廓，如此使得产生假性随机的频率曲线，以便能够在至少两个测量周期上就可靠地识别并消除虚假目标。

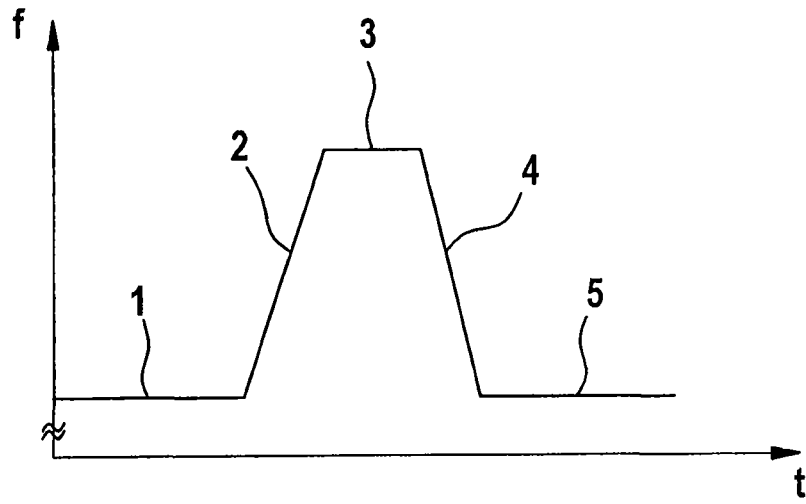


图 1a

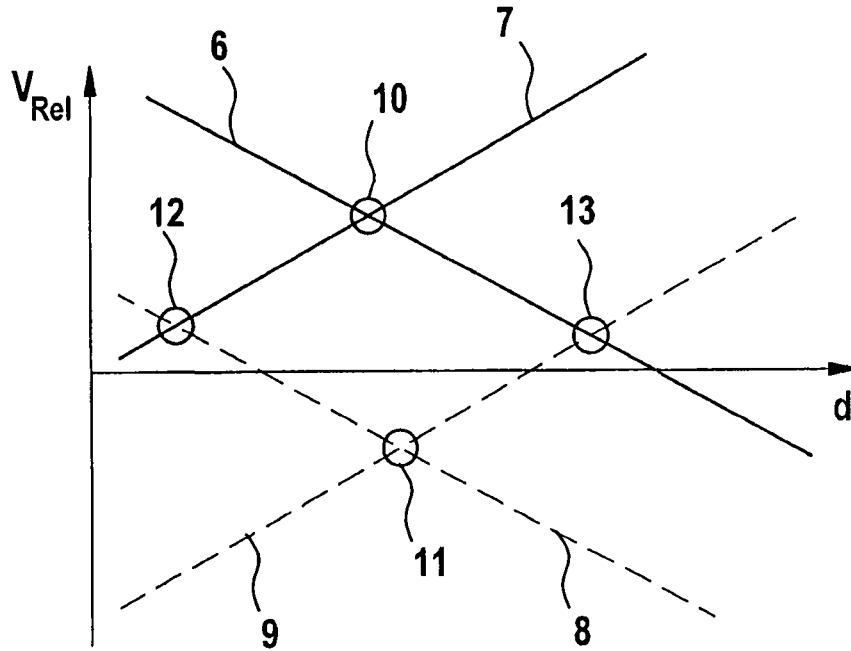


图 1b

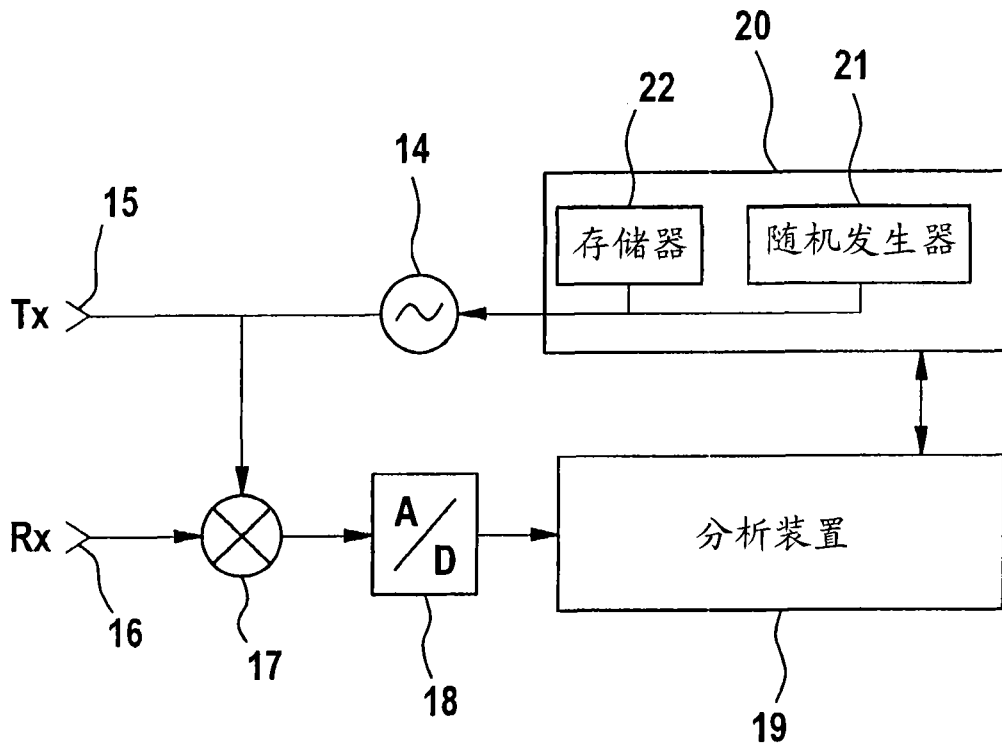


图 2

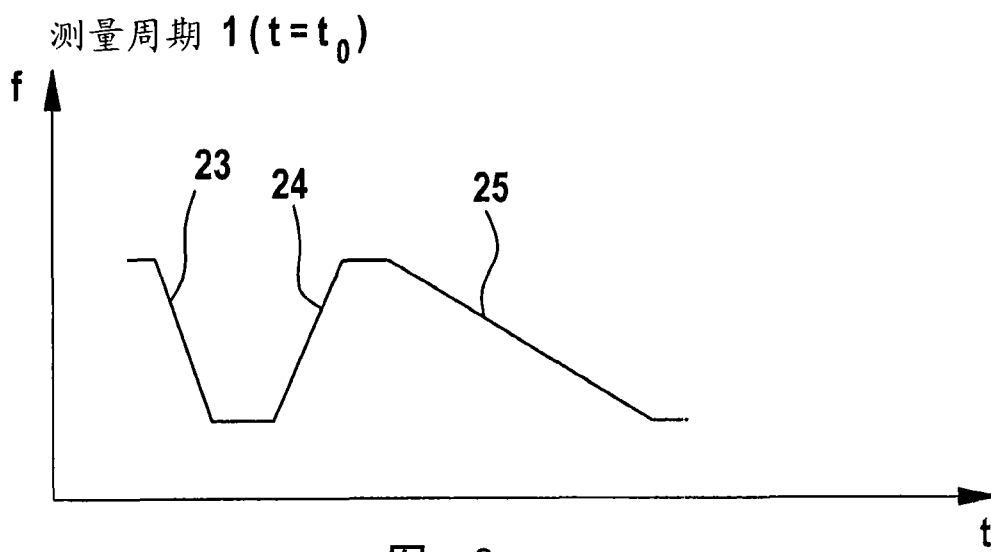


图 3a

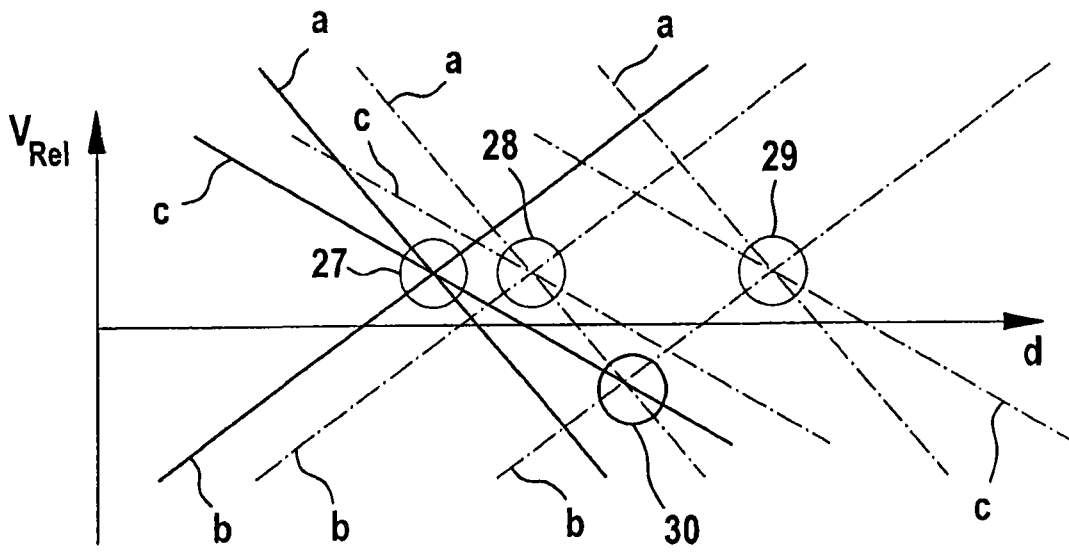


图 3b

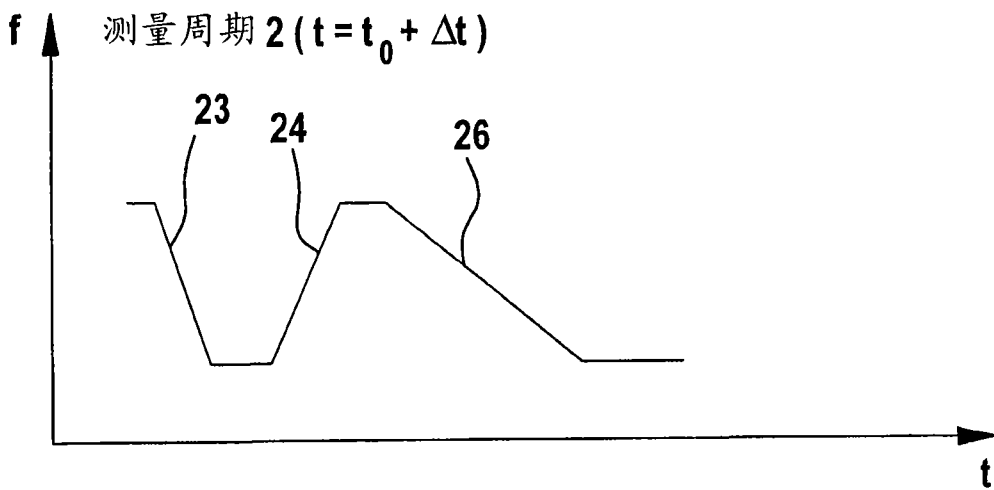


图 4a

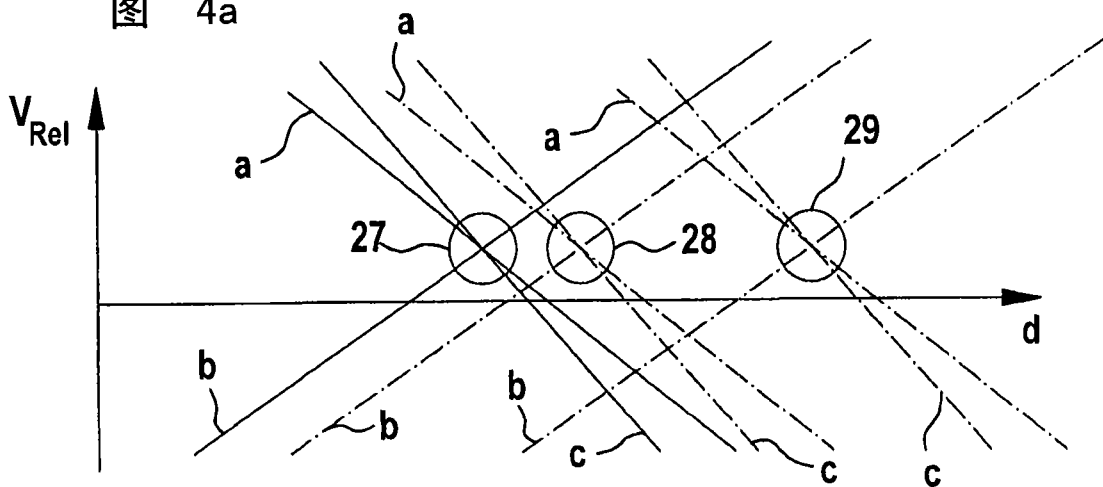


图 4b