



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116997815 A

(43) 申请公布日 2023. 11. 03

(21) 申请号 202280022683.3

(74) 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司 11127

(22) 申请日 2022.03.24

专利代理人 孙明浩

(30) 优先权数据

PCT/JP2021/012652 2021.03.25 JP

(51) Int.Cl.

G01S 7/36 (2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2023.09.19

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2022/014039 2022.03.24

(87) PCT国际申请的公布数据

W02022/203006 JA 2022.09.29

(71) 申请人 三菱电机株式会社

地址 日本东京都

(72) 发明人 堀口嵩浩

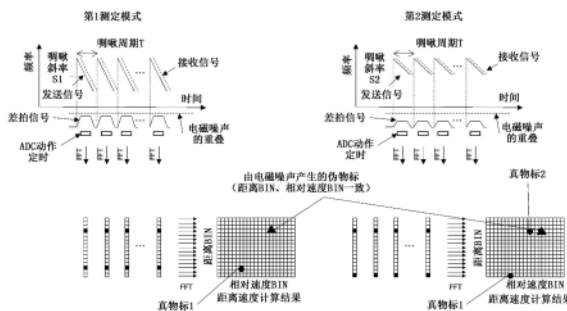
权利要求书2页 说明书18页 附图24页

(54) 发明名称

雷达装置

(57) 摘要

雷达装置(1)具备雷达信号输出部(11)、收发部(15)、差拍信号生成部(18)及信号处理部(22),雷达信号输出部(11)输出频率以第1啁啾斜率变化且按照第1啁啾周期反复的第1频率调制信号、以及频率以与第1啁啾斜率不同的第2啁啾斜率变化且按照第1啁啾周期反复的第2频率调制信号,在第1频率调制信号中的物标的拍频与第2频率调制信号中的物标的拍频一致、并且第2频率调制信号中的物标的多普勒频率与第2频率调制信号中的物标的多普勒频率一致的情况下,信号处理部(22)将第1频率调制信号中的物标和第2频率调制信号中的物标判定为伪物标。



1. 一种雷达装置,其中,

所述雷达装置具备:

雷达信号输出部,其反复输出频率调制信号;

收发部,其朝向物标发送所述频率调制信号,并且接收来自所述物标的反射波;

差拍信号生成部,其生成具有所述频率调制信号的频率与所述反射波的频率之间的差分频率的差拍信号,并将差拍信号转换成数字数据;以及

信号处理部,其使用所述数字数据,计算对应于距所述物标的距离的拍频、以及对应于与所述物标的相对速度的多普勒频率,检测所述物标的距离和相对速度,

所述雷达信号输出部输出第1频率调制信号和第2频率调制信号,该第1频率调制信号的频率以预先设定的第1啁啾斜率变化,并且该第1频率调制信号按照预先设定的第1啁啾周期反复,该第2频率调制信号的频率以与所述第1啁啾斜率不同的第2啁啾斜率变化,并且该第2频率调制信号按照所述第1啁啾周期反复,

在所述第1频率调制信号中的所述物标的拍频与所述第2频率调制信号中的所述物标的拍频一致、并且所述第2频率调制信号中的所述物标的多普勒频率与所述第2频率调制信号中的所述物标的多普勒频率一致的情况下,所述信号处理部将所述第1频率调制信号中的所述物标和所述第2频率调制信号中的所述物标判定为伪物标。

2. 根据权利要求1所述的雷达装置,其中,

在所述第1频率调制信号中的所述物标的相对速度与所述第2频率调制信号中的所述物标的相对速度一致、并且所述第2频率调制信号中的所述物标的距离与对所述第1频率调制信号中的所述物标的距离乘以所述第1啁啾斜率与所述第2啁啾斜率之比得到的值一致的情况下,所述信号处理部将所述第1频率调制信号中的所述物标和所述第2频率调制信号中的所述物标判定为所述伪物标。

3. 根据权利要求1或2所述的雷达装置,其中,

所述雷达信号输出部输出第3频率调制信号,该第3频率调制信号的频率以所述第2啁啾斜率变化,并且该第3频率调制信号按照与所述第1啁啾周期不同的第2啁啾周期反复,

在所述第1频率调制信号和所述第2频率调制信号中判定为是所述伪物标的所述物标中,在所述第2频率调制信号中的所述物标的距离与所述第3频率调制信号中的所述物标的距离一致、并且所述第2频率调制信号中的所述物标的相对速度与所述第3频率调制信号中的所述物标的相对速度一致的情况下,所述信号处理部将判定为所述伪物标的所述第1频率调制信号中的所述物标和所述第2频率调制信号中的所述物标判定为是真物标。

4. 根据权利要求3所述的雷达装置,其中,

所述雷达信号输出部输出第4频率调制信号,该第4频率调制信号的频率以所述第1啁啾斜率变化,并且该第4频率调制信号以所述第2啁啾周期反复,

在判定为是所述真物标的所述第1频率调制信号中的所述物标中,在所述第1频率调制信号中的所述物标的距离与所述第4频率调制信号中的所述物标的距离一致、并且所述第1频率调制信号中的所述物标的相对速度与所述第4频率调制信号中的所述物标的相对速度不一致的情况下,所述信号处理部将判定为是所述真物标的所述第1频率调制信号中的所述物标判定为是由电磁噪声产生的所述伪物标,

在判定为所述伪物标的所述第1频率调制信号中的所述物标中,在所述第1频率调制信

号中的所述物标的距离与所述第4频率调制信号中的所述物标的距离一致、并且所述第1频率调制信号中的所述物标的相对速度与所述第4频率调制信号中的所述物标的相对速度一致的情况下,所述信号处理部将判定为所述伪物标的所述第1频率调制信号中的所述物标判定为是真物标。

5. 根据权利要求1或2所述的雷达装置,其中,

所述雷达信号输出部输出第3频率调制信号和第4频率调制信号,该第3频率调制信号的频率以所述第2啁啾斜率变化,并且该第3频率调制信号按照与所述第1啁啾周期不同的第2啁啾周期反复,该第4频率调制信号的频率以所述第1啁啾斜率变化,并且该第4频率调制信号按照所述第2啁啾周期反复,

在所述第1频率调制信号和所述第2频率调制信号中判定为是所述伪物标的所述物标中,在所述第1频率调制信号中的所述物标的距离与所述第4频率调制信号中的所述物标的距离一致、并且所述第1频率调制信号中的所述物标的相对速度与所述第4频率调制信号中的所述物标的相对速度一致的情况下,所述信号处理部将判定为是所述伪物标的所述第1频率调制信号中的所述物标判定为是真物标,

在所述第1频率调制信号和所述第2频率调制信号中判定为是所述伪物标的所述物标中,在所述第2频率调制信号中的所述物标的距离与所述第3频率调制信号中的所述物标的距离一致、并且所述第2频率调制信号中的所述物标的相对速度与所述第3频率调制信号中的所述物标的相对速度一致的情况下,所述信号处理部将判定为是所述伪物标的所述第2频率调制信号中的所述物标判定为是真物标。

雷达装置

技术领域

[0001] 本公开涉及计算距物标的距离以及与物标的相对速度的雷达装置。

背景技术

[0002] 作为计算距物标的距离以及与物标的相对速度的雷达装置,存在发送频率随着时间的经过而变化的雷达信号的FMCW(Frequency Modulated Continuous Wave:调频连续波)方式的雷达装置。该FMCW方式的雷达装置有时将雷达信号频带外的外来电波或电磁噪声(以下,为电磁噪声)误检测为伪物标,因此,为了抑制电磁噪声对雷达装置的影响,通常应用了基于电磁屏蔽等硬件的对策。但是,存在如下问题:由于该对策部件,不仅导致成本的增大,还导致雷达装置整体的重量、容积等变大。

[0003] 对此,公开了一种代替使用对策部件而通过雷达的信号处理来判别并去除由电磁噪声产生的伪物标的方法。在专利文献1中,公开了一种具有以预先设定的第1变化率使发送的发送波的频率变化的第1测定模式、以及以与前述第1变化率不同的第2变化率使发送的发送波的频率变化的第2测定模式的雷达装置。在专利文献1所公开的雷达装置中,如果在第1测定模式的动作时提取出的峰信号成分与在第2测定模式的动作时提取出的峰信号成分中至少频率大致相同,则判定为混入了电磁噪声。

[0004] 现有技术文献

[0005] 专利文献

[0006] 专利文献1:日本特开2013-96903号公报

发明内容

[0007] 发明要解决的问题

[0008] 在FMCW方式的雷达中,存在被称为FCM(Fast Chirp Modulation)的方式,在该方式中,对使用断续地反复输出频率调制信号的雷达信号而得到的差拍信号进行频率解析,根据对应于距离的拍频和对应于相对速度的多普勒频率来计算距离和相对速度。

[0009] FCM方式具有相对速度的识别精度提高和多目标环境中的识别能力提高这样的优点,因此近年来得到普及,但是,如果是使用基于具有不同梯度的调制图案的发送波得到的检测结果来区分由电磁噪声产生的伪物标的方式,则在FCM方式中存在如下问题:即便是不同频率变化率的调制图案的发送波,由电磁噪声引起的峰信号成分的多普勒频率有时也不一致,无法仅通过频率的一致来判定是否为由电磁噪声产生的伪物标。

[0010] 本公开用于解决上述问题,其目的在于得到一种雷达装置,不导入基于电磁屏蔽等的电磁噪声对策,能够通过雷达的信号处理来实施由电磁噪声产生的伪物标的判定和去除。

[0011] 用于解决问题的手段

[0012] 本公开的雷达装置具备:雷达信号输出部,其反复输出频率调制信号;收发部,其朝向物标发送频率调制信号,并且接收来自物标的反射波;差拍信号生成部,其生成具有频

率调制信号的频率与反射波的频率之间的差分频率的差拍信号,并将差拍信号转换成数字数据;以及信号处理部,其使用数字数据,计算对应于距物标的距离的拍频、以及对应于与物标的相对速度的多普勒频率,检测物标的距离和相对速度,雷达信号输出部输出第1频率调制信号和第2频率调制信号,该第1频率调制信号的频率以预先设定的第1啁啾斜率变化,并且该第1频率调制信号按照预先设定的第1啁啾周期反复,该第2频率调制信号的频率以与第1啁啾斜率不同的第2啁啾斜率变化,并且该第2频率调制信号按照第1啁啾周期反复,在第1频率调制信号中的物标的拍频与第2频率调制信号中的物标的拍频一致、并且第2频率调制信号中的物标的多普勒频率与第2频率调制信号中的物标的多普勒频率一致的情况下,信号处理部将第1频率调制信号中的物标和第2频率调制信号中的物标判定为伪物标。

[0013] 发明的效果

[0014] 根据本公开,对于FCM方式的雷达装置,不导入基于电磁屏蔽等的电磁噪声对策,能够通过雷达的信号处理来实施由电磁噪声产生的伪物标的判定和去除。

附图说明

[0015] 图1是示出实施方式1的雷达装置的结构图。

[0016] 图2是示出实施方式1的雷达装置中的信号处理部22的硬件的硬件结构图。

[0017] 图3是实施方式1的雷达装置中的信号处理部22由软件或固件等实现的情况下的计算机的硬件结构图。

[0018] 图4是示出距离速度计算部23的一例的结构图。

[0019] 图5是示出距离速度计算部23的处理步骤的流程图。

[0020] 图6是示出不存在电磁噪声的情况下的距离速度计算部23的信号处理的说明图。

[0021] 图7是示出存在电磁噪声的情况下的距离速度计算部23的信号处理的说明图。

[0022] 图8是示出向ADC21输入的电磁噪声的波形与向距离速度计算部23输入的电磁噪声的波形之间的关系示意图。

[0023] 图9是示出实施方式1的信号处理部22的处理步骤的流程图。

[0024] 图10是示出在实施方式1的第1测定模式和第2测定模式中使用的雷达信号的图表。

[0025] 图11是示出第1测定模式和第2测定模式的啁啾(chirp)周期相同的情况下的距离速度计算结果的说明图。

[0026] 图12是示出第1测定模式和第2测定模式的啁啾周期不同的情况下的距离速度计算结果的说明图。

[0027] 图13是示出实施方式2的信号处理部22的处理步骤的流程图。

[0028] 图14是示出在实施方式2的第1测定模式和第2测定模式中使用的雷达信号的图表。

[0029] 图15是示出在实施方式3的第1测定模式、第2测定模式和第3测定模式中使用的雷达信号的图表。

[0030] 图16是示出实施方式3的信号处理部22的处理步骤的流程图。

[0031] 图17是实施方式3的由电磁噪声产生的伪物标的判定处理的流程图。

[0032] 图18是示出实施方式3的第2测定模式和第3测定模式各自的距离速度计算处理的

说明图。

[0033] 图19是示出在实施方式4的雷达装置的第1测定模式、第2测定模式、第3测定模式及第4测定模式中使用的雷达信号的图表。

[0034] 图20是示出实施方式4的信号处理部22的处理步骤的流程图。

[0035] 图21是实施方式4的由电磁噪声产生的伪物标的判定处理的流程图。

[0036] 图22是示出实施方式4的第2测定模式和第3测定模式各自的距离速度计算处理的说明图。

[0037] 图23是示出实施方式4的第1测定模式和第4测定模式各自的距离速度计算处理的说明图。

[0038] 图24是示出实施方式5的信号处理部22的处理步骤的流程图。

[0039] 图25是实施方式5的由电磁噪声产生的伪物标的判定处理的流程图。

[0040] 图26是示出在实施方式1和实施方式2中能够正确地判定伪物标的条件的维恩图。

[0041] 图27是示出在实施方式3中能够正确地判定伪物标的条件的维恩图。

[0042] 图28是示出在实施方式4和实施方式5中能够正确地判定伪物标的条件的维恩图。

具体实施方式

[0043] 实施方式1.

[0044] 图1示出本实施方式的雷达装置的结构图。

[0045] 在图1中,雷达装置1由雷达信号输出部11、收发部15、差拍信号生成部18、信号处理部22构成。

[0046] 雷达信号输出部11具备输出控制部12、信号源13、分配器14。

[0047] 输出控制部12将表示频率调制信号的调制指令和输出定时的控制信号输出到信号源13。

[0048] 信号源13按照从输出控制部12输出的控制信号所表示的调制指令和输出定时,将频率调制信号作为雷达信号断续地反复输出到分配器14。

[0049] 分配器14将从信号源13反复输出的各个雷达信号分配为2个。分配器14将分配后的一方的雷达信号输出到发送天线16,将分配后的另一方的雷达信号作为局部振荡信号输出到差拍信号生成部18。

[0050] 这样,雷达信号输出部11将频率伴随着时间的经过而变化的频率调制信号作为雷达信号而断续地反复输出到收发部15。

[0051] 收发部15具备发送天线16和接收天线17,朝向物标发送从雷达信号输出部11反复输出的雷达信号,接收由物标反射的各个雷达信号作为反射波。

[0052] 发送天线16将从雷达信号输出部11反复输出的各个雷达信号辐射到空间。

[0053] 接收天线17在从发送天线16向空间辐射了各个雷达信号之后,接收被物标反射的各个雷达信号作为反射波,将接收到的各个反射波的接收信号向差拍信号生成部18输出。

[0054] 另外,在本实施方式中,针对发送天线16与分配器14直接连接的收发部15进行了说明,但这只不过是一例,也可以是,在分配器14与发送天线16之间连接有放大器,放大器将从分配器14输出的雷达信号放大,将放大后的雷达信号输出到发送天线16。

[0055] 此外,同样针对接收天线17与频率混合部19直接连接的收发部15进行了说明,但

这只不过是一例,也可以是,在接收天线17与频率混合部19之间连接有放大器,放大器将从接收天线17输出的接收信号放大,将放大后的接收信号输出到频率混合部19。

[0056] 差拍信号生成部18具备频率混合部19、滤波器部20以及ADC (Analog to Digital Converter:模数转换器)21。

[0057] 频率混合部19通过将分配器14输出的局部振荡信号与从接收天线17输出的接收信号混合,从而生成具有从分配器14输出的局部振荡信号的频率与接收信号的频率之间的差分频率的差拍信号,并向滤波器部20输出。

[0058] 滤波器部20由LPF (Low Pass Filter:低通滤波器)或BPF (Band Pass Filter:带通滤波器)等实现,抑制从频率混合部19输出的差拍信号所包含的杂散等不需要的成分,将抑制不需要成分后的差拍信号输出到ADC21。

[0059] ADC21将从滤波器部20输出的差拍信号转换成数字数据,将数字数据输出到信号处理部22。

[0060] 信号处理部22具备距离速度计算部23、判定部24以及物标检测部25。

[0061] 距离速度计算部23使用从差拍信号生成部18的ADC21输出的多个数字数据,分别计算拍频和多普勒频率,进一步分别计算距物标的距离以及与物标的相对速度。

[0062] 距离速度计算部23将计算出的拍频、多普勒频率、距离以及相对速度的值分别输出到判定部24。

[0063] 图4示出距离速度计算部23的一例。

[0064] 在图4中,51是第1谱计算部,52是第2谱计算部,53是距离速度计算处理部。

[0065] 第1谱计算部51与从输出控制部12输出的控制信号所表示的输出定时同步地反复取得从ADC21输出的数字数据,对各个数字数据在距离方向上进行傅里叶变换,由此反复计算第1频谱。

[0066] 此外,第1谱计算部51将反复计算出的各个第1频谱输出到第2谱计算部52。

[0067] 第2谱计算部52从第1谱计算部51反复取得K(K是2以上的整数)个第1频谱。

[0068] 第2谱计算部52在每次取得K个第1频谱时,对K个第1频谱在多普勒方向上进行傅里叶变换,由此计算第2频谱,输出到距离速度计算处理部53。

[0069] 此外,第2谱计算部52累计K个第1频谱,将累计后的第1频谱输出到距离速度计算处理部53。

[0070] 距离速度计算处理部53检测与从第2谱计算部52输出的累计后的第1频谱的峰值对应的频率即拍频,计算距物标的距离。

[0071] 距离速度计算处理部53检测与从第2谱计算部52输出的第2频谱的峰值对应的频率即多普勒频率。

[0072] 此外,距离速度计算处理部53根据检测到的多普勒频率来计算距物标的相对速度。

[0073] 最后,距离速度计算处理部53将计算出的距物标的距离以及与物标的相对速度分别输出到判定部24。

[0074] 判定部24基于由距离速度计算部23计算出的拍频和由距离速度计算部23计算出的多普勒频率,判定物标是否由频率固定的电磁噪声引起的。

[0075] 另外,频率固定的电磁噪声不限于频率完全不变化的电磁噪声,也包含在实用上

没有问题的范围内频率微小地变化的电磁噪声,例如,假定作为连续波(CW:Continuous Wave)的电磁波。

[0076] 判定部24在判定为物标不是由电磁噪声引起的情况下,将由距离速度计算部23计算出的距离以及相对速度分别输出到物标检测部25。

[0077] 物标检测部25分别取得从判定部24输出的距离和相对速度。

[0078] 物标检测部25将取得的距离和相对速度作为物标的检测结果分别输出到雷达装置1的外部。

[0079] 在本实施方式中,假定作为信号处理部22的结构要素的距离速度计算部23、判定部24及物标检测部25分别由图2所示的专用的硬件实现。即,假定信号处理部22由距离速度计算电路31、判定电路32及物标检测电路33实现。

[0080] 这里,距离速度计算电路31、判定电路32及物标检测电路33例如分别对应于单一电路、复合电路、程序化的处理器、并行程序化的处理器、ASIC(Application Specific Integrated Circuit:专用集成电路)、FPGA(Field-Programmable Gate Array:现场可编程门阵列)、或者它们的组合。

[0081] 信号处理部22的结构要素不限于由专用的硬件实现,信号处理部22也可以通过软件、固件、或者软件与固件的组合而实现。

[0082] 软件或固件以程序的形式存储于计算机的存储器。计算机是指执行程序的硬件,例如对应于CPU(Central Processing Unit:中央处理单元)、中央处理装置、处理装置、运算装置、微处理器、微型计算机、处理器、或者DSP(Digital Signal Processor:数字信号处理器)。

[0083] 图3是信号处理部22由软件或固件等实现的情况下的计算机的硬件结构图。

[0084] 在信号处理部22由软件或固件等实现的情况下,在存储器41存储用于使计算机执行距离速度计算部23、判定部24及物标检测部25的处理步骤的程序。而且,计算机的处理器42执行存储器41所存储的程序。

[0085] 此外,在图2中,示出信号处理部22的结构要素分别由专用的硬件实现的例子,在图3中,示出信号处理部22由软件或固件等实现的例子。但是,这只不过是一例,也可以是,信号处理部22中的一部分结构要素由专用的硬件实现,剩余的结构要素由软件或固件等实现。

[0086] 接着,对本实施方式的雷达装置1的动作和基于电磁噪声的伪物标的产生进行说明。另外,在本实施方式中,针对通过向ADC21输入电磁噪声而产生的伪物标进行说明。

[0087] 图6是示出单一的动作模式中的雷达信号、接收信号、差拍信号及距离速度计算部23的信号处理的说明图。图7是示出单一的动作模式中的向ADC21输入了电磁噪声的情况下的雷达信号、接收信号、差拍信号及距离速度计算部23的信号处理的说明图。在图6和图7中, $T_x(1)$ 、 $T_x(2)$ 、 $T_x(3)$ 、 \dots 、 $T_x(K)$ 表示雷达信号, $R_x(1)$ 、 $R_x(2)$ 、 $R_x(3)$ 、 \dots 、 $R_x(K)$ 表示接收信号。

[0088] 雷达信号 $T_x(k)$ ($k=1, \dots, K$)是频率伴随着时间的经过而变化的频率调制信号。 T_s 是雷达信号 $T_x(k)$ 的扫描时间,是 μs 量级的时间。 BW 是雷达信号 $T_x(k)$ 的频带宽度。雷达信号的频率的时间变化率(啁啾斜率) S 由 BW/T_s 表示。

[0089] 输出控制部12将表示雷达信号 $T_x(k)$ 的输出定时的控制信号分别输出到信号源13

和距离速度计算部23。

[0090] 如图6和图7所示,雷达信号Tx(k)的输出定时是比扫描时间Ts长的时间间隔(啁啾周期T)。

[0091] 信号源13按照从输出控制部12输出的控制信号所表示的输出定时,将雷达信号Tx(k)反复输出到分配器14。

[0092] 分配器14在每次从信号源13收到雷达信号Tx(k)时,将雷达信号Tx(k)分配为2个。

[0093] 分配器14将分配后的一方的雷达信号Tx(k)输出到发送天线16,将分配后的另一方的雷达信号Tx(k)作为局部振荡信号Lo(k)输出到频率混合部19。

[0094] 发送天线16在每次从分配器14收到雷达信号Tx(k)时,将雷达信号Tx(k)辐射到空间。

[0095] 接收天线17在从发送天线16向空间辐射了雷达信号Tx(k)之后,接收被物标反射的雷达信号Tx(k)作为反射波,将接收到的反射波的接收信号Rx(k)输出到频率混合部19。

[0096] 频率混合部19在每次从分配器14收到局部振荡信号Lo(k)并且从接收天线17收到接收信号Rx(k)时,将局部振荡信号Lo(k)与接收信号Rx(k)混合。

[0097] 频率混合部19通过混合局部振荡信号Lo(k)和接收信号Rx(k),生成具有局部振荡信号Lo(k)的频率与接收信号Rx(k)的频率之间的差分频率的差拍信号。然后,频率混合部19在每次生成差拍信号时,将生成的差拍信号输出到滤波器部20。

[0098] 滤波器部20在每次从频率混合部19收到差拍信号时,抑制差拍信号所包含的杂散等不需要的成分,将抑制不需要成分后的差拍信号输出到ADC21。ADC21在每次从滤波器部20收到差拍信号时,将差拍信号转换成数字数据,将数字数据输出到距离速度计算部23。此时,在将电磁噪声输入到ADC21时,如图7所示,有时电磁噪声与差拍信号重叠(电磁噪声的重叠)。另外,ADC21的动作期间(ADC动作定时)相当于频率混合部19将差拍信号输出到滤波器部20的期间。

[0099] 距离速度计算部23使用从ADC21反复输出的多个数字数据,分别计算距物标的距离以及与物标的相对速度。然后,距离速度计算部23将计算出的距离和相对速度分别输出到判定部24。

[0100] 使用图5的流程图对距离速度计算部23的处理步骤进行说明。

[0101] 在步骤ST11中,第1谱计算部51与从输出控制部12输出的控制信号所表示的输出定时同步地,在从分配器14输出局部振荡信号Lo(k)的期间内反复取得从ADC21输出的数字数据。

[0102] 第1谱计算部51在每次从ADC21取得数字数据时,对数字数据在距离方向上进行傅里叶变换,由此计算第1频谱。

[0103] 该步骤ST11在图6和图7中是“FFT(ST11)”所示的部位,表示由第1谱计算部51进行的距离方向的高速傅里叶变换(FFT)。

[0104] 通过对数字数据在距离方向上进行傅里叶变换,从而将来自物标的反射波的接收信号Rx(k) (k=1、•••、K)的谱值累计到以下的式(1)所示的拍频 $F_{sb,r}$ 。

$$[0105] \quad F_{sb,r} = \frac{2BW \cdot R}{c \cdot T_s} = \frac{2S \cdot R}{c} \quad (1)$$

[0106] 在式(1)中,R是从图1所示的雷达装置1到物标的距离,c是光速。

[0107] 同样,由电磁噪声引起的谱值被累计到电磁噪声的频率 F_{n_r} 。在电磁噪声的频率固定的情况下,电磁噪声的谱值不依赖于啁啾斜率 S 而具有固定的值。

[0108] 第1谱计算部51在每次计算出 K 个第1频谱时,将 K 个第1频谱输出到第2谱计算部52。

[0109] 在步骤ST12中,第2谱计算部52从第1谱计算部51反复取得 K 个第1频谱。

[0110] 第2谱计算部52在每次取得 K 个第1频谱时,对 K 个第1频谱在多普勒方向上进行傅里叶变换,由此计算第2频谱。

[0111] 该步骤ST12在图6和图7中是“FFT(ST12)”所示的部位,表示由第2谱计算部52进行的多普勒方向的傅里叶变换。通过对 K 个第1频谱在多普勒方向上进行傅里叶变换,从而将来自物标的反射波的接收信号 $R_x(k)$ 的谱值累计到与图1所示的雷达装置1与物标的相对速度对应的、以下的式(2)所示的多普勒频率 F_{sb_v} 。

$$[0112] \quad F_{sb_v} = \frac{2f \cdot v}{c} \quad (2)$$

[0113] 在式(2)中, f 是局部振荡信号 $L_o(k)$ 的中心频率, v 是图1所示的雷达装置1与物标的相对速度。

[0114] 此外,通过对 K 个第1频谱在多普勒方向上进行傅里叶变换,从而将由电磁噪声引起的谱值累计到与由电磁噪声产生的伪物标对应的多普勒频率 F_{n_v} 。

[0115] 图8示出向ADC21输入的电磁噪声的波形与向距离速度计算部23输入的电磁噪声的波形之间的关系示意图。

[0116] 输入到ADC21的电磁噪声作为在ADC21的动作定时切取的波形而向距离速度计算部23输入。

[0117] 图8的上半部分的图表示出向距离速度计算部23输入的从ADC21反复输出的多个数字数据(横轴为时间,纵轴为频率),图8的下半部分的图表示出输入到ADC21的电磁噪声(横轴为时间,纵轴为振幅)。

[0118] 电磁噪声的波形由图8的下半部分的图表的实线表示。中途虚线的部分是ADC的动作定时外,因此,距离速度计算部23不收取电磁噪声。

[0119] 如果电磁噪声的频率固定,则在ADC21的动作定时切取的 K 个电磁噪声的波形具有由雷达信号的重复周期(啁啾周期) T 和电磁噪声的频率决定的相位差。

[0120] 因此,根据输入到ADC21的电磁噪声计算出的 K 个第1频谱分别相对于相邻的第1频谱具有由啁啾周期和电磁噪声的频率决定的相位差。

[0121] 多普勒方向的傅里叶变换对应于求出 K 个第1频谱间的相位差,因此,与由电磁噪声产生的伪物标的相对速度对应的多普勒频率 F_{n_v} 被累计到由电磁噪声的频率和啁啾周期 T 决定的值。

[0122] 因此,如果电磁噪声的频率固定,则与由电磁噪声产生的伪物标对应的多普勒频率能够仅由啁啾周期 T 唯一地决定。

[0123] 第2谱计算部52在每次计算出第2频谱时,将第2频谱输出到距离速度计算处理部53。

[0124] 此外,第2谱计算部52累计 K 个第1频谱,将累计后的第1频谱输出到距离速度计算处理部53。

[0125] 在步骤ST13中,距离速度计算处理部53将由第2谱计算部52累计后的第1频谱和第2频谱排列为二维谱,提取二维谱中的峰值。

[0126] 然后,距离速度计算处理部53检测第1频谱中对应于峰值的拍频 F_{sb_r} 和第2频谱中对应于峰值的多普勒频率 F_{sb_v} 。

[0127] 具体而言,距离速度计算处理部53对由第1频谱和第2频谱构成的二维谱所包含的多个谱值和峰检测用的阈值Th进行比较,将多个谱值中比阈值Th大的谱值检测为峰值。该峰检测用的阈值Th可以存储于距离速度计算处理部53的内部存储器,也可以从雷达装置1的外部提供。

[0128] 在该步骤ST13中检测到的峰值在图6和图7中是距离速度计算结果(ST13)所示的部位。另外,图6是不存在电磁噪声的情况,因此,仅物标的峰值通过圆形标记示出,图7中不仅示出了物标的峰值,还用三角标记一起示出电磁噪声的峰值。

[0129] 另外,在本实施方式中,在由电磁噪声产生的伪物标的判定中使用拍频和多普勒频率,因此,在图6和图7的ST13中,将纵轴设为对应于拍频的距离BIN并将横轴设为对应于多普勒频率的相对速度BIN,示出检测到峰值的结果。

[0130] 在未向ADC21输入电磁噪声的情况下,由距离速度计算处理部53检测到的峰对应于真物标的拍频 F_{sb_r} 和多普勒频率 F_{sb_v} (图6的ST13),但在向ADC21输入了电磁噪声的情况下,由距离速度计算处理部53检测到的峰包括与电磁噪声的频率 F_{n_r} 和对应于由电磁噪声产生的伪物标的多普勒频率 F_{n_v} 对应的峰(图7的ST13)。

[0131] 距离速度计算处理部53在检测到拍频 F_{sb_r} 时,将拍频 F_{sb_r} 代入到以下的式(3),计算从图2所示的雷达装置1到物标的距离R。

$$[0132] \quad R = \frac{c \cdot T_s \cdot F_{sb_r}}{2BW} = \frac{c \cdot F_{sb_r}}{2S} \quad (3)$$

[0133] 距离速度计算处理部53在检测到多普勒频率 F_{sb_v} 时,将多普勒频率 F_{sb_v} 代入到以下的式(4),计算图1所示的雷达装置1与物标的相对速度v。

$$[0134] \quad v = \frac{c \cdot F_{sb_v}}{2f} \quad (4)$$

[0135] 距离速度计算处理部53在每次分别计算出距离R和相对速度v时,将距离R和相对速度v、以及它们对应的拍频和多普勒频率分别输出到判定部24。

[0136] 在未进行由电磁噪声产生的伪物标的判定处理的情况下,不区分真物标的拍频 F_{sb_r} 和电磁噪声的频率 F_{n_r} 、以及真物标的多普勒频率 F_{sb_v} 和与由电磁噪声产生的伪物标对应的多普勒频率 F_{n_v} 。因此,在向ADC21输入了电磁噪声的情况下,输出如下伪物标,该伪物标具有将电磁噪声的频率 F_{n_r} 代入到式(3)的拍频 F_{sb_r} 而得到的距离值R、以及将与由电磁噪声产生的伪物标对应的多普勒频率 F_{n_v} 代入到式(4)而得到的相对速度值v。

[0137] 接着,使用图9所示的流程图来说明由电磁噪声产生的伪物标的判定处理。

[0138] 在本实施方式中,周期性地交替收发具有不同的啁啾斜率且具有相同的啁啾周期的2个测定模式的雷达信号,通过比较各个测定模式中的信号处理结果来进行由电磁噪声产生的伪物标的判定。

[0139] 图10是在本实施方式中使用的2个测定模式的雷达信号。在图10中,第1测定模式的啁啾斜率S1的绝对值比第2测定模式的啁啾斜率S2的绝对值大,第1测定模式和第2测定

模式的啁啾周期具有相同的值 T 。啁啾斜率的绝对值越大则距离分辨率越高,因此,第1测定模式被分配为近距离测定用,第2测定模式被分配为远距离测定用。将在该第1测定模式中使用的雷达信号称为第1频率调制信号,将在第2测定模式中使用的雷达信号称为第2频率调制信号。

[0140] 返回到图9,在步骤ST21中,信号处理部22从差拍信号生成部18取得第1测定模式中的差拍信号的数字数据。

[0141] 接着,在步骤ST22中,距离速度计算部23对在第1测定模式中取得的数字数据进行距离速度信息的计算处理,将计算结果存储于存储器。

[0142] 当针对第1测定模式的信号处理完成后,在步骤ST23中,信号处理部22从差拍信号生成部18取得第2测定模式中的差拍信号的数字数据。

[0143] 接着,在ST24中,距离速度计算部23针对在第2测定模式中取得的数字数据进行距离速度信息的计算处理,将计算结果存储于存储器。

[0144] 在针对第2测定模式的信号处理完成后,在步骤ST25中,判定部24从存储器取得第1测定模式和第2测定模式各自的计算结果。之后,判定部24进行与各个测定模式的二维谱中的峰值对应的拍频和多普勒频率的比较,进行与各峰值对应的物标是否为由电磁噪声产生的伪物标的判定。

[0145] 具体而言,在2个测定模式中,拍频和多普勒频率均一致的物标对判定为是由电磁噪声产生的伪物标。

[0146] 图11示出在本实施方式中相对于雷达装置1位于近距离的真物标1、位于远离雷达装置1的距离的真物标2、以及由电磁噪声产生的伪物标混合存在的环境中的信号处理和作为其结果的二维谱。在该图中,横轴是对应于多普勒频率的相对速度BIN,纵轴是对应于拍频的距离BIN。

[0147] 由于真物标1存在于近距离,因此在第1测定模式和第2测定模式双方被检测到,但在第1测定模式和第2测定模式中,由于啁啾斜率不同,因此,真物标1的距离BIN成为对应于各测定模式的啁啾斜率与雷达装置1和物标间的距离之积的不同的值。另外,由于真物标2存在于远距离,因此,处于第1测定模式的检测范围外,仅在第2测定模式中被观测到。

[0148] 另一方面,由于电磁噪声的频率对应于拍频,因此,由电磁噪声产生的伪物标在第1测定模式、第2测定模式中均具有相同的距离BIN。此外,由于在第1测定模式和第2测定模式中,啁啾周期相同,因此,与电磁噪声对应的多普勒频率成为相同的值,相对速度BIN在第1测定模式、第2测定模式中也均具有相同的值。即,在第1测定模式、第2测定模式中,能够判定为与距离BIN、相对速度BIN均一致的峰对应的物标是由电磁噪声产生的伪物标。

[0149] 作为比较,图12示出第1测定模式与第2测定模式的啁啾周期不同的情况下的信号处理结果。

[0150] 在图12所示的情况下,关于由电磁噪声产生的伪物标,因为与拍频对应的电磁噪声的频率相同,因此距离BIN成为相同的值,但与电磁噪声对应的多普勒频率成为由各测定模式的啁啾周期和电磁的噪声频率决定的值,因此,在2个测定模式之间未必一致。

[0151] 即,在电磁噪声的频率未知的情况下,各测定模式中的由电磁噪声产生的伪物标的多普勒频率的对应关系也是未知的,无法规定使用拍频和多普勒频率来判定由电磁噪声产生的伪物标的判定基准。

[0152] 此外,在仅通过拍频的一致判定了误检测的情况下,无法与具有和电磁噪声相同的拍频的真物标2进行区分,有可能将真物标2错误地判定为由电磁噪声产生的伪物标。

[0153] 因此,为了实施由电磁噪声产生的伪物标的判定,必须使用相同的啁啾周期的测定模式。

[0154] 在步骤ST26中,判定部24作为由电磁噪声产生的伪物标的判定处理的结果而判定是否存在由电磁噪声产生的伪物标,如果不存在由电磁噪声产生的伪物标,则在步骤ST28中,物标检测部25使用第1测定模式中的信号处理结果和第2测定模式中的信号处理结果,生成并输出物标信息。

[0155] 此外,在步骤ST26中判定为存在由电磁噪声产生的伪物标的情况下,在步骤ST27中,从第1测定模式和第2测定模式的信号处理结果中去除与由电磁噪声产生的伪物标对应的信息,之后,在步骤ST28中,物标检测部25生成并输出物标信息。

[0156] 另外,在步骤ST27中的由电磁噪声产生的伪物标的处理中,也可以代替去除与由电磁噪声产生的伪物标对应的信息,而对判定为由电磁噪声产生的伪物标的物标赋予可靠度低这样的信息。

[0157] 或者,在判定为存在由电磁噪声产生的伪物标的情况下,物标检测部25也可以将报知混入电磁噪声的信息输出到雷达装置1的外部。

[0158] 如以上那样,在本实施方式中,将雷达装置构成为,具备判定部24,该判定部24周期性地交替收发具有不同的啁啾斜率且具有相同的啁啾周期的2个测定模式的雷达信号,并且在各个测定模式中的信号处理结果中,将拍频及多普勒频率一致的峰所对应的物标对判定为由电磁噪声产生的伪物标。

[0159] 由此,在FCM方式的雷达装置中,起到如下效果:不实施电磁屏蔽等硬件对策,能够仅通过雷达的信号处理来实施由电磁噪声产生的伪物标的判别和去除。

[0160] 实施方式2.

[0161] 在实施方式1中,针对具备如下判定部24的雷达装置进行了说明,该判定部24在2个测定模式中的信号处理结果中,将拍频及多普勒频率一致的峰所对应的物标对判定为由电磁噪声产生的伪物标。

[0162] 在本实施方式中,说明使用距离速度计算部23输出的距离和相对速度的信息来进行该判定部24中的由电磁噪声产生的伪物标的判定的情况下的雷达装置。

[0163] 本实施方式中的雷达装置的结构图与图1相同,信号处理部22的判定部24中的由电磁噪声产生的伪物标的判定处理方法不同。

[0164] 图13是示出本实施方式中的雷达装置的信号处理部22的处理步骤的流程图。

[0165] 另外,在图13中,与图9相同的标号表示相同或相当的部分,因此省略说明。

[0166] 在步骤ST85中,判定部24在针对第2测定模式的信号处理完成后,从存储器取得第1测定模式和第2测定模式各自的计算结果。

[0167] 之后,进行与各个测定模式的二维谱中的峰值对应的距离 R 和相对速度 v 的比较,进行与各峰值对应的物标是否为由电磁噪声产生的伪物标的判定。

[0168] 具体而言,在2个测定模式中,对相对速度值一致的物标进行比较,将第2测定模式的距离值 R_2 与对第1测定模式的距离值 R_1 乘以第1啁啾斜率与第2啁啾斜率之比(S_1/S_2)得到的值一致的物标对判定为是由电磁噪声产生的伪物标。

[0169] 图14示出相对于雷达装置1位于近距离的真物标1、位于远离雷达装置1的距离的真物标2、以及由电磁噪声产生的伪物标混合存在的环境中的第1测定模式(图左)和第2测定模式(图右)各自的距离速度计算处理及其结果(距离多普勒图)。

[0170] 由于真物标1存在于近距离,因此在第1测定模式和第2测定模式双方被检测到,真物标1的距离值和相对速度值在第1测定模式、第2测定模式中成为相同的值。由于真物标2存在于远距离,因此位于第1测定模式的检测范围外,仅在第2测定模式中被观测到。

[0171] 关于由电磁噪声产生的伪物标的相对速度值,由于在第1测定模式和第2测定模式中,啁啾周期相同,因此,与电磁噪声对应的多普勒频率成为相同值,所以在第1测定模式、第2测定模式中具有相同值。

[0172] 另一方面,由电磁噪声产生的伪物标的距离值成为将电磁噪声的频率 F_{n_r} 代入到式(3)的拍频 F_{sb_r} 而得到的值,因此,在啁啾斜率分别不同的第1测定模式和第2测定模式中取不同值。

[0173] 在电磁噪声的频率 F_{n_r} 固定的情况下,使用第1测定模式的啁啾斜率 $S1$ 和第2测定模式的啁啾斜率 $S2$,按照以下的式(5)来表示第1测定模式中的由电磁噪声产生的伪物标的距离值 $Rn1$ 与第2测定模式中的由电磁噪声产生的伪物标的距离值 $Rn2$ 之间的关系。

$$[0174] \quad Rn2 = \frac{S1}{S2} \cdot Rn1 \quad (5)$$

[0175] 由此,在第1测定模式和第2测定模式中,针对相对速度值一致的物标,能够将第2测定模式中的物标的距离值与对第1测定模式中的物标的距离值乘以 $S1/S2$ 得到的值一致的物标对判定为是由电磁噪声产生的伪物标。

[0176] 如以上那样,在本实施方式中,将雷达装置1构成为,具备判定部24,该判定部24周期性地交替收发具有不同的啁啾斜率且具有相同的啁啾周期的2个测定模式的雷达信号,在各个测定模式中的信号处理结果中,对相对速度值一致的物标进行比较,将第2测定模式的距离值与对第1测定模式的距离值乘以第1啁啾斜率与第2啁啾斜率之比($S1/S2$)得到的值一致的物标对判定为是由电磁噪声产生的伪物标。

[0177] 由此,起到如下效果:能够仅利用各测定模式的距离和相对速度的计算结果来判别由电磁噪声产生的伪物标。

[0178] 实施方式3.

[0179] 在实施方式2中,针对具有第1测定模式和第2测定模式的情况进行了说明,但在本实施方式中,说明如下的雷达装置:进一步追加第3测定模式,防止不同的真物标具有偶然满足由电磁噪声产生的伪物标的判定条件的距离与相对速度之间的关系的情况下的误判定。

[0180] 另外,各测定模式中的信号处理与实施方式1、2相同,因此省略说明。

[0181] 图15是本实施方式的各测定模式的雷达信号。在本实施方式中,周期性地反复发送3个测定模式的雷达信号。

[0182] 第1测定模式与第2测定模式的关系与实施方式1、2相同,在第1测定模式中,啁啾斜率是 $S1$,啁啾周期是 $T1$,在第2测定模式中,啁啾斜率是与第1测定模式不同的 $S2$,啁啾周期是与第1测定模式相同的 $T1$ 。

[0183] 在第3测定模式中,啁啾斜率是与第2测定模式相同的 $S2$,啁啾周期被设定为与第1

测定模式、第2测定模式不同的T2。将在该第3测定模式中使用的雷达信号称为第3频率调制信号。

[0184] 接着,对本实施方式中的信号处理部22的由电磁噪声产生的伪物标的判定处理进行说明。

[0185] 图16是示出本实施方式中的雷达装置的信号处理部22的处理步骤的流程图。另外,在图16中,与图13相同的标号表示相同或相当的部分,因此省略说明。

[0186] 在步骤ST35中,信号处理部22从差拍信号生成部18取得第3测定模式中的差拍信号的数字数据。

[0187] 在步骤ST36中,距离速度计算部23对在第3测定模式中取得的数字数据进行距离速度信息的计算处理,将计算结果存储于存储器。

[0188] 在步骤ST37中,判定部24在针对第3测定模式的信号处理完成后,从存储器取得第1测定模式、第2测定模式以及第3测定模式的计算结果。

[0189] 之后,判定部24进行与各个测定模式的二维谱中的峰值对应的距离R和相对速度v的比较,进行与各峰值对应的物标是否为由电磁噪声产生的伪物标的判定。

[0190] 针对由判定部24进行的步骤ST37中的处理详细进行说明。

[0191] 图17是在步骤ST37中执行的由电磁噪声产生的伪物标的判定处理的流程图。

[0192] 提取由电磁噪声产生的伪物标的方法与实施方式2相同。

[0193] 在步骤ST51中,在2个测定模式(第1测定模式和第2测定模式)中,取得相对速度值一致的物标的信息。

[0194] 在步骤ST52中,判定是否存在第2测定模式的距离值R2与对第1测定模式的距离值R1乘以第1啁啾斜率与第2啁啾斜率之比($S1/S2$)得到的值一致的物标对。

[0195] 在判定为全部的物标不是由电磁噪声产生的伪物标的情况下,结束步骤ST37的处理,移至图16的步骤ST26。

[0196] 另一方面,在步骤ST53中,在存在满足步骤ST52的条件的物标对的情况下,提取该物标对中的第2测定模式的物标,并且,取得与第3测定模式的二维谱中的峰值对应的物标的信息。

[0197] 接着,在步骤ST54中,针对在步骤ST53中取得的与第3测定模式的二维谱中的峰值对应的物标的信息,在满足步骤ST52的条件的第2测定模式的物标与第3测定模式的物标之间进行距离值和相对速度值是否一致的比较。

[0198] 接着,针对第2测定模式的物标的距离R2、相对速度v2、以及第3测定模式的物标的距离R3、相对速度v3,判定 $R2=R3$ 且 $v2=v3$ 的物标是否存在于第3测定模式的信号处理结果中。

[0199] 在步骤ST55中,在满足ST54的条件的物标存在于第3测定模式的情况下,将在ST52中判定为由电磁噪声产生的伪物标的物标对中的包含满足ST54的条件的物标对从由电磁噪声产生的伪物标的判定对象中排除,将剩余的判定为由电磁噪声产生的伪物标。

[0200] 在步骤ST56中,在不存在满足ST54的条件的物标的情况下,将满足ST52的条件的全部的物标对判定为是由电磁噪声产生的伪物标,结束处理。

[0201] 图18示出相对于雷达装置1位于近距离的真物标1、位于远离雷达装置1的距离的真物标2、以及由电磁噪声产生的伪物标混合存在的环境中的第2测定模式(图18的左侧)和

第3测定模式(图18的右侧)各自的距离速度计算处理及其结果(距离多普勒图)。

[0202] 在第2测定模式、第3测定模式中,均检测到真物标1、真物标2、由电磁噪声产生的伪物标。

[0203] 对于真物标,在测定模式之间距离值和相对速度值均一致,与此相对,对于由电磁噪声产生的伪物标,在第2测定模式和第3测定模式中,仅啁啾周期不同,因此,多普勒频率被累计为不同的值,在测定模式之间,仅相对速度值取不同的值。因此,针对在ST52中判定出的由电磁噪声产生的伪物标,将对应于在第2测定模式和第3测定模式中距离值和相对速度值均一致的物标的部分从由电磁噪声产生的伪物标的判定对象中排除,由此,能够防止在不同的真物标偶然满足由电磁噪声产生的伪物标的判定条件的情况下错误地判定为是由电磁噪声产生的伪物标。

[0204] 如以上那样,在本实施方式中,对实施方式2追加了具有与第2测定模式相同的啁啾斜率且具有不同的啁啾周期的第3测定模式。

[0205] 而且,将雷达装置1构成为具备判定部24,该判定部24提取在第1测定模式和第2测定模式的信号处理结果中判定出的由电磁噪声产生的伪物标对中的第2测定模式的物标,在距离值和相对速度值均一致的物标存在于第3测定模式的情况下,将包含该物标的第1测定模式和第2测定模式的物标对从由电磁噪声产生的伪物标的判定对象中排除。

[0206] 由此,在第1测定模式和第2测定模式中,能够防止在不同的真物标具有偶然满足由电磁噪声产生的伪物标的判定条件的距离与相对速度之间的关系的情况下错误地判定为是由电磁噪声产生的伪物标。

[0207] 实施方式4.

[0208] 在实施方式3中,说明了如下的雷达装置:向第1测定模式和第2测定模式追加第3测定模式,防止不同的真物标具有偶然满足由电磁噪声产生的伪物标的判定条件的距离与相对速度之间的关系的情况下的误判定。

[0209] 在本实施方式4中,对如下雷达装置进行说明:进一步追加第4测定模式,防止真物标与由电磁噪声产生的伪物标重叠的情况下的误判定。

[0210] 在实施方式3中,残留有在真物标与由电磁噪声产生的伪物标重叠的情况下发生误判定的情形,该实施方式4消除该情形。

[0211] 另外,关于各测定模式中的信号处理,与实施方式1、2相同,因此省略说明。

[0212] 图19是示出在实施方式4的雷达装置的第1测定模式、第2测定模式、第3测定模式及第4测定模式中使用的雷达信号的图表。在实施方式4中,周期性地反复发送4个测定模式的雷达信号。

[0213] 第1测定模式和第2测定模式的关系与实施方式1、2相同。在第1测定模式中,啁啾斜率是 S_1 ,啁啾周期是 T_1 。在第2测定模式中,啁啾斜率是与第1测定模式不同的 S_2 ,啁啾周期是与第1测定模式相同的 T_1 。

[0214] 第3测定模式与实施方式3相同,啁啾斜率是与第2测定模式相同的 S_2 ,啁啾周期是与第1测定模式、第2测定模式不同的 T_2 。

[0215] 在第4测定模式中,啁啾斜率是与第1测定模式相同的 S_1 ,啁啾周期被设定为与第3测定模式相同的 T_2 。将在该第4测定模式中使用的雷达信号称为第4频率调制信号。

[0216] 接着,对本实施方式中的信号处理部的由电磁噪声产生的伪物标的判定处理进行

说明。

[0217] 图20是示出本实施方式中的雷达装置的信号处理部22的处理步骤的流程图。另外,在图20中,与图16相同的标号表示相同或相当的部分,因此省略说明。

[0218] 在步骤ST47中,信号处理部22从差拍信号生成部18取得第4测定模式中的差拍信号的数字数据。

[0219] 在步骤ST48中,距离速度计算部23针对在第4测定模式中取得的数字数据进行距离速度信息的计算处理,将计算结果存储于存储器

[0220] 在步骤ST49中,判定部24在针对第4测定模式的信号处理完成后,从存储器取得第1测定模式、第2测定模式、第3测定模式及第4测定模式的计算结果。

[0221] 之后,判定部24进行与各个测定模式的二维谱中的峰值对应的距离R与相对速度v的比较,进行与各峰值对应的物标是否为由电磁噪声产生的伪物标的判定。

[0222] 详细地说明由判定部24进行的步骤ST49中的处理。

[0223] 图21是在步骤ST49中执行的由电磁噪声产生的伪物标的判定处理的流程图。提取由电磁噪声产生的伪物标的方法与实施方式2相同。另外,在图21中,与图17相同的标号表示相同或相当的部分,因此省略说明。

[0224] 在步骤ST67中,收取在步骤ST55或步骤ST56中判定出的伪物标以及从伪物标的判定对象中排除的物标的信息。进而,提取满足步骤ST52的物标对中的第1测定模式的物标的信息,并且取得与第4测定模式的二维谱中的峰值对应的物标的信息。

[0225] 接着,在步骤ST68中,针对在步骤ST67中取得的与第4测定模式的二维谱中的峰值对应的物标的信息,在满足步骤ST52的第1测定模式的物标与第4测定模式的物标之间,进行距离值和相对速度值是否一致的比较。

[0226] 即,针对第1测定模式的物标的距离R1、相对速度v1、以及第4测定模式的物标的距离R4、相对速度v4,判定 $R1=R4$ 且 $v1=v4$ 的物标是否存在于第4测定模式的信号处理结果中。

[0227] 在步骤ST69中,在满足步骤ST68的条件的物标存在于第4测定模式的情况下,将在步骤ST55或步骤ST56中判定为由电磁噪声产生的伪物标的第1测定模式的物标中的、满足步骤ST68的物标从伪物标的判定对象中排除,结束处理。

[0228] 在步骤ST70中,在满足步骤ST68的条件的物标不存在于第4测定模式的情况下,将在步骤ST55中从由电磁噪声产生的伪物标的判定对象中排除的第1测定模式的物标中的、不满足步骤ST68的条件的物标重新判定为由电磁噪声产生的伪物标,结束处理。

[0229] 图22示出位于雷达装置1的近距离的真物标1、位于远离雷达装置1的距离的真物标2、以及由电磁噪声产生的伪物标混合存在的环境中的第2测定模式(图22的左侧)和第3测定模式(图22的右侧)的距离速度计算结果(距离多普勒图)。

[0230] 在第2测定模式、第3测定模式中,均在距离多普勒图中检测到圆形标记所示的真物标1、圆形标记所示的真物标2、三角标记所示的由电磁噪声产生的伪物标。此外,在第2测定模式中,成为真物标2与由电磁噪声产生的伪物标重叠的状态。

[0231] 对于真物标,在测定模式之间距离值和相对速度值均一致,与此相对,对于由电磁噪声产生的伪物标,在第2测定模式和第3测定模式中,仅啁啾周期不同,因此,多普勒频率被累计为不同的值,在测定模式之间仅相对速度值取不同值。因此,对于在第2测定模式中

重叠的真物标2和由电磁噪声产生的伪物标,在第3测定模式中,相对速度值分别成为不同值。

[0232] 在该情况下,由于存在真物标2,因此步骤ST54的条件成立,因此,关于满足步骤ST52的、真物标2与由电磁噪声产生的伪物标重叠的状态的第2测定模式的物标和与其成对的第1测定模式的物标(由电磁噪声产生的伪物标)的对,在步骤ST55中从由电磁噪声产生的伪物标的判定对象中被排除。

[0233] 图23示出与图22相同的环境中的第1测定模式(图23的左侧)和第4测定模式(图23的右侧)的距离速度计算结果(距离多普勒图)。在第1测定模式、第4测定模式中,均检测到圆形标记所示的真物标1、三角标记所示的由电磁噪声产生的伪物标。第1测定模式和第4测定模式的能够检测的物标的距离的范围小,因此,未检测到位于远方的距离的真物标2。

[0234] 第1测定模式的由电磁噪声产生的伪物标与图22的第2测定模式的由电磁噪声产生的伪物标成对,通过步骤ST55的处理从由电磁噪声产生的伪物标的判定对象中排除。在以直至步骤ST55的处理而结束的实施方式3的结构中,在图22和图23的条件下,即,在第2测定模式中真物标与由电磁噪声产生的伪物标重叠的条件下,会将在第1测定模式中检测到的由电磁噪声产生的伪物标误判定为是真物标。

[0235] 于是,在实施方式4中,在步骤ST67以后的步骤中进行重新判定是否不存在在第1测定模式中误判定的物标。对于真物标,在测定模式之间,距离值和相对速度值均一致,与此相对,在由电磁噪声产生的伪物标中,在第1测定模式和第4测定模式中,仅啁啾周期不同,因此,多普勒频率被累计为不同值,在测定模式之间仅相对速度值取不同值。因此,即便在由于第1测定模式或第2测定模式中真物标与由电磁噪声产生的伪物标重叠而在步骤ST55或步骤ST56中针对第1测定模式的物标将由电磁噪声产生的伪物标误判定为真物标的情况下,也重新判定距离值及相对速度值与第1测定模式的该物标均一致的物标是否存在于第4测定模式,由此,得到正确的判定结果。

[0236] 如以上那样,在实施方式4中,针对实施方式3追加了具有与第1测定模式相同的啁啾斜率且具有与第3测定模式相同的啁啾周期的第4测定模式。而且,实施方式4的雷达装置1具备判定部24,在第2测定模式和第3测定模式的信号处理结果中判定为由电磁噪声产生的伪物标的物标中,距离值和相对速度值均一致的物标不存在于第4测定模式的情况下,该判定部24将该第1测定模式的物标设为由电磁噪声产生的伪物标的判定对象外,在从由电磁噪声产生的伪物标的判定对象中排除的第1测定模式的物标中,距离值和相对速度值均一致的物标不存在于第4测定模式的情况下,该判定部24将该第1测定模式的物标重新判定为是由电磁噪声产生的伪物标。由此,能够防止在真物标与由电磁噪声产生的伪物标重叠的情况下,错误地判定为由电磁噪声产生的伪物标是真物标。

[0237] 实施方式5.

[0238] 在实施方式4中,说明了如下的雷达装置:向第1测定模式、第2测定模式及第3测定模式进一步追加第4测定模式,并追加使用第1测定模式和第4测定模式的检测结果进行重新判定的步骤,由此,防止真物标与由电磁噪声产生的伪物标重叠的情况下的误判定。

[0239] 在本实施方式中,针对不使用第1测定模式、第2测定模式、第3测定模式及第4测定模式的检测结果反复实施重新判定而防止真物标与由电磁噪声产生的伪物标重叠的情况下的误判定的雷达装置进行说明。

[0240] 另外,关于各测定模式中的信号处理和各测定模式的雷达信号,与实施方式4相同,因此省略说明。

[0241] 针对实施方式5中的信号处理部22的由电磁噪声产生的伪物标的判定处理进行说明。

[0242] 图24是示出实施方式5中的雷达装置的信号处理部22的处理步骤的流程图。仅步骤ST50的由电磁噪声产生的伪物标判定处理与图20不同。在图24中,与图20相同的标号表示相同或相当的部分,因此省略说明。

[0243] 针对由判定部24进行的步骤ST50中的处理详细进行说明。

[0244] 图25是在图24的步骤ST50中执行的由电磁噪声产生的伪物标的判定处理的流程图。在图25中,与图21相同的标号表示相同或相当的部分,因此省略说明。在存在满足步骤ST52的条件的物标对的情况下,将该对划分为第1测定模式的物标和第2测定模式的物标而并行地进行处理。

[0245] 首先,说明针对满足步骤ST52的条件的第1测定模式的物标的判定流程。

[0246] 在步骤ST73中,提取满足步骤ST52的条件的物标对中的第1测定模式的物标,并且取得与第4测定模式的二维谱中的峰值对应的物标的信息。

[0247] 接着,在步骤ST74中,针对在步骤ST73中取得的与第4测定模式的二维谱中的峰值对应的物标的信息,在满足步骤ST52的条件的第1测定模式的物标与第4测定模式的物标之间,进行距离值和相对速度值是否一致的比较。

[0248] 即,针对第1测定模式的物标的距离 R_1 、相对速度 v_1 、以及第4测定模式的物标的距离 R_4 、相对速度 v_4 ,判定 $R_1 = R_4$ 且 $v_1 = v_4$ 的物标是否存在于第4测定模式的信号处理结果中。

[0249] 在步骤ST75中,在满足步骤ST74的条件的物标存在于第4测定模式的情况下,将在步骤ST52中判定为由电磁噪声产生的伪物标的第1测定模式的物标中的满足步骤ST74的条件的物标从由电磁噪声产生的伪物标的判定对象中排除,将剩余的物标判定为由电磁噪声产生的伪物标。

[0250] 在步骤ST76中,在不存在满足步骤ST74的条件的物标的情况下,将满足步骤ST52的条件的第1测定模式的物标全部判定为是由电磁噪声产生的伪物标。

[0251] 接着,说明针对满足步骤ST52的条件的第2测定模式的物标的判定流程。

[0252] 在步骤ST77中,提取满足步骤ST52的条件的物标对中的第2测定模式的物标,并且取得与第3测定模式的二维谱中的峰值对应的物标的信息。

[0253] 接着,在步骤ST78中,针对在步骤ST77中取得的与第4测定模式的二维谱中的峰值对应的物标的信息,在满足步骤ST52的条件的第2测定模式的物标与第3测定模式的物标之间,进行距离值和相对速度值是否一致的比较。

[0254] 接着,针对第2测定模式的物标的距离 R_2 及相对速度 v_2 、以及第3测定模式的物标的距离 R_3 及相对速度 v_3 ,判定 $R_2 = R_3$ 且 $v_2 = v_3$ 的物标是否存在于第3测定模式的信号处理结果中。

[0255] 在步骤ST79中,在满足步骤ST78的条件的物标存在于第3测定模式的情况下,将在步骤ST52中判定为由电磁噪声产生的伪物标的第2测定模式的物标中的满足步骤ST78的条件的物标从由电磁噪声产生的伪物标的判定对象中排除,将剩余的物标判定为由电磁噪声

产生的伪物标。

[0256] 在步骤ST80中,在不存在满足步骤ST78的条件的物标的情况下,将满足步骤ST52的条件的第2测定模式的物标全部判定为是由电磁噪声产生的伪物标。

[0257] 在步骤ST81中,确认是否针对满足步骤ST52的第1测定模式和第2测定模式的全部的物标完成了是否为由电磁噪声产生的伪物标的判定,在确认判定完成之后结束处理。

[0258] 如以上那样,在实施方式5中,与实施方式4同样地追加了具有与第1测定模式相同的啁啾斜率且具有与第3测定模式相同的啁啾周期的第4测定模式。而且,实施方式5的雷达装置1具备判定部24,该判定部24提取使用第1测定模式和第2测定模式的信号处理结果而判定的由电磁噪声产生的伪物标对中的第1测定模式的物标,在距离值和相对速度值均一致的物标存在于第4测定模式的情况下,将该第1测定模式的物标从由电磁噪声产生的伪物标的判定对象中排除,并且,提取在第1测定模式及第2测定模式的信号处理结果中判定出的由电磁噪声产生的伪物标对中的第2测定模式的物标,在距离值和相对速度值均一致的物标存在于第3测定模式的情况下,将该第2测定模式的物标从由电磁噪声产生的伪物标的判定对象中排除。

[0259] 由此,与实施方式4同样,能够防止在真物标与由电磁噪声产生的伪物标重叠的情况下错误地将由电磁噪声产生的伪物标判定为是真物标。此外,由于在相互独立的处理中对第1测定模式的由电磁噪声产生的伪物标和第2测定模式的由电磁噪声产生的伪物标进行真假判定,因此,能够抑制重新判定的反复,并且,能够实现判定处理的并行化。

[0260] 最后,针对在各实施方式中能够正确地判定的条件进行说明。图26~图28是表示在各实施方式中能够正确地判定的条件的维恩图。在各图中,斜线的阴影区域表示能够正确地判定的条件。

[0261] 图26是表示在实施方式1和实施方式2中能够正确地判定的条件的维恩图。A是满足相当于步骤ST52的由电磁噪声产生的伪物标的判定条件的条件。B是2个不同的真物标满足相当于步骤ST52的由电磁噪声产生的伪物标的判定条件的条件。C表示真物标与由电磁噪声产生的伪物标重叠的条件。根据该图可知,在实施方式1和实施方式2中,即便满足A的条件,在B或C的条件下也无法正确地判定。

[0262] 图27是表示在实施方式3中能够正确地判定的条件的维恩图。在实施方式3中,能够重新在B的条件下正确地判定,但在C的条件下,除了B且C的条件(满足A的不同的2个真物标均与伪物标重叠的状态)之外,无法正确地判定。

[0263] 图28是表示在实施方式4和实施方式5中能够正确地判定的条件的维恩图。在实施方式4和实施方式5中,进一步在C的条件下能够全部正确地判定,并且在满足A的条件的全部条件下能够正确地判定。

[0264] 另外,能够进行各实施方式的组合或实施方式各自的任意的结构要素的变形,或者在各个实施方式中能够省略任意的结构要素。

[0265] 产业上的可利用性

[0266] 本公开的雷达装置能够用作FCM方式的雷达装置。

[0267] 附图标记说明

[0268] 1雷达装置,11雷达信号输出部,12输出控制部,13信号源,14分配器,15收发部,16发送天线,17接收天线,18差拍信号生成部,19频率混合部,20滤波器,21ADC,22信号处理

部,23距离速度计算部,24判定部,25物标检测部,31距离速度计算电路,33判定电路,34物标检测电路,41处理器,42存储器,51第1谱计算部,52第2谱计算部,53第3谱计算部。

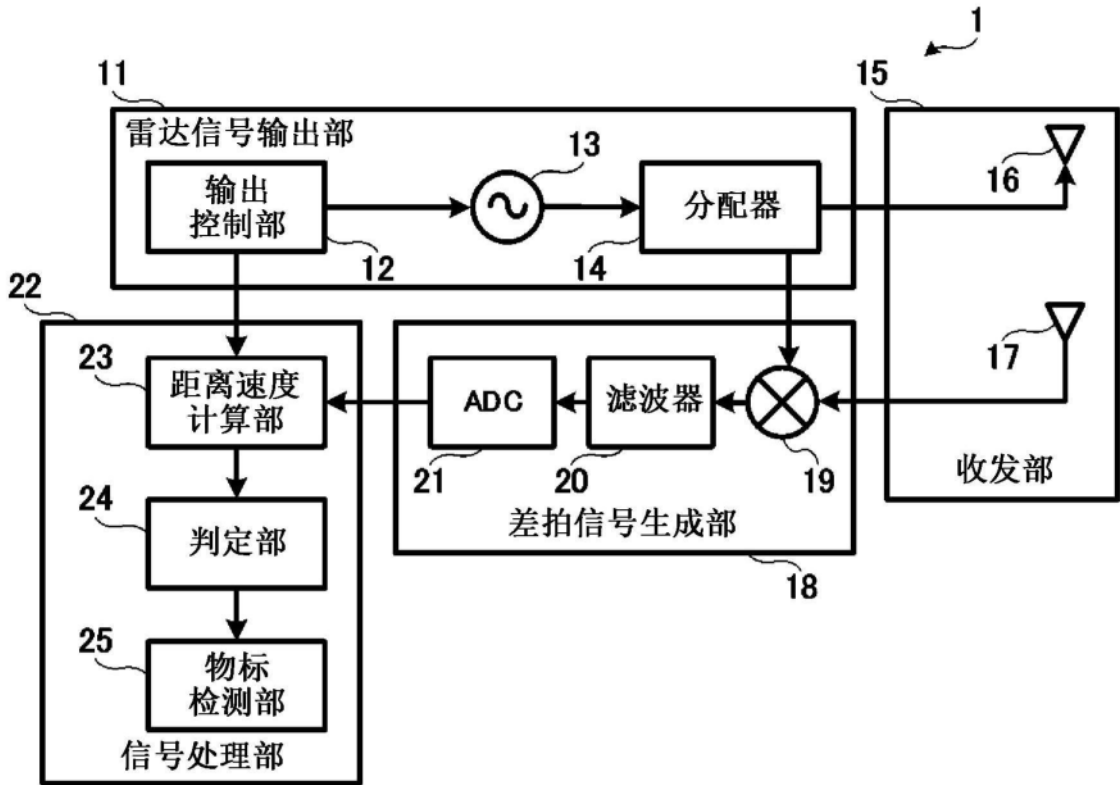


图1

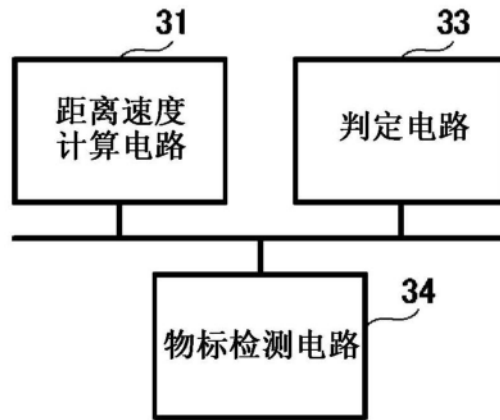


图2

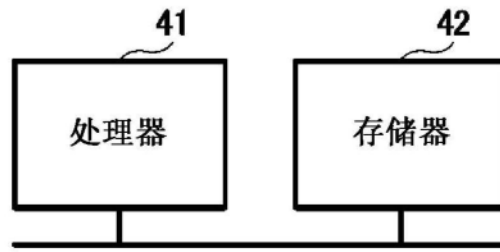


图3

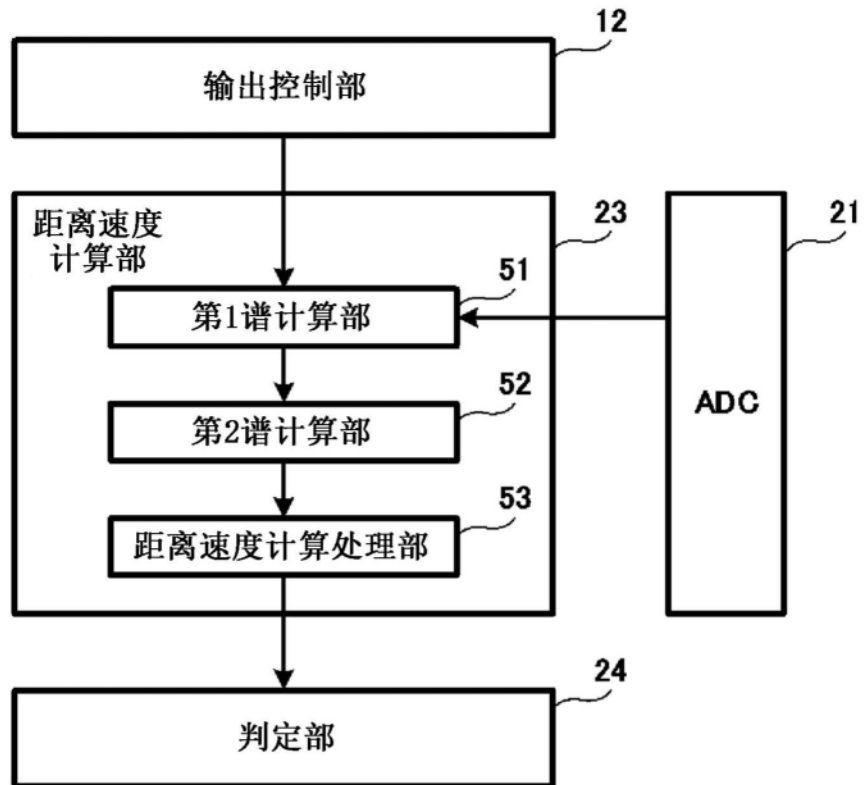


图4

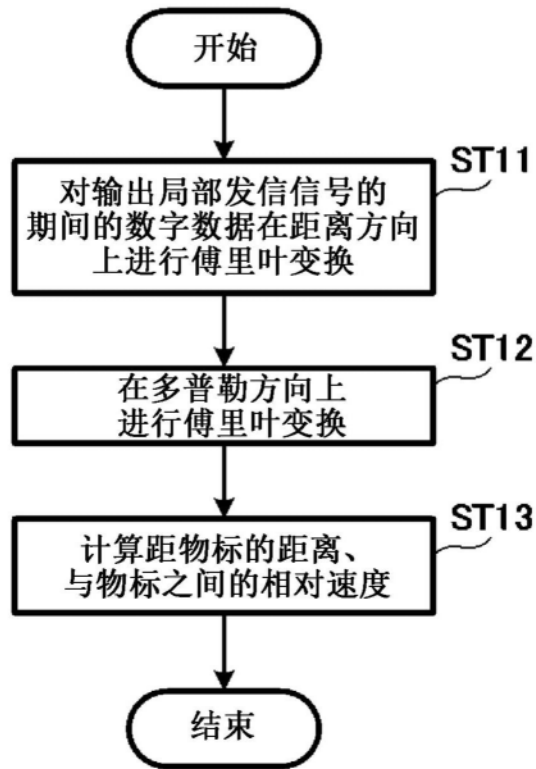


图5

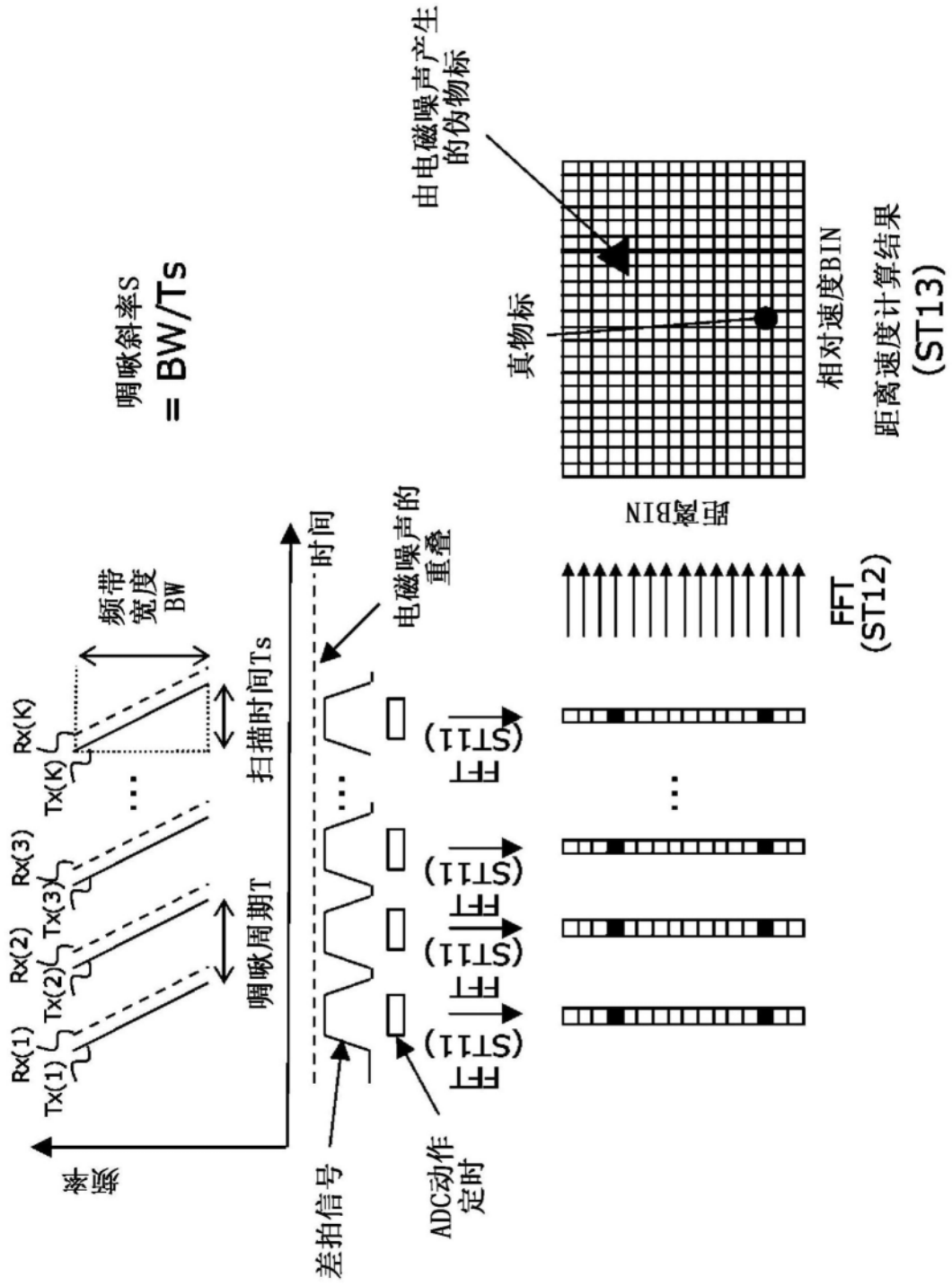


图7

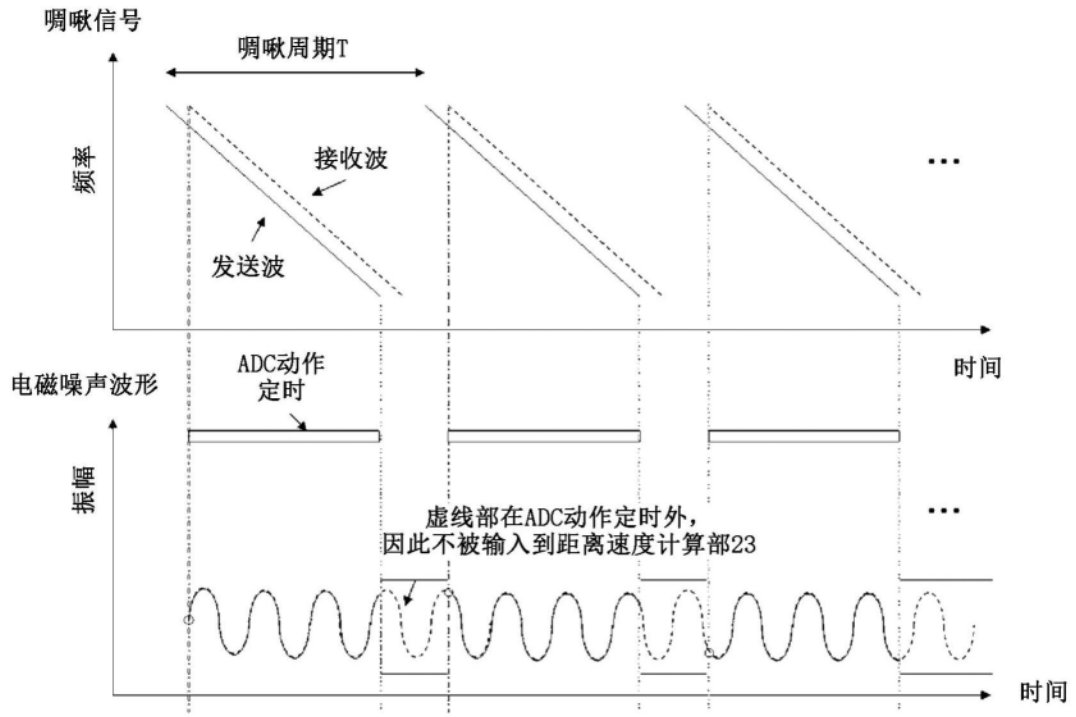


图8

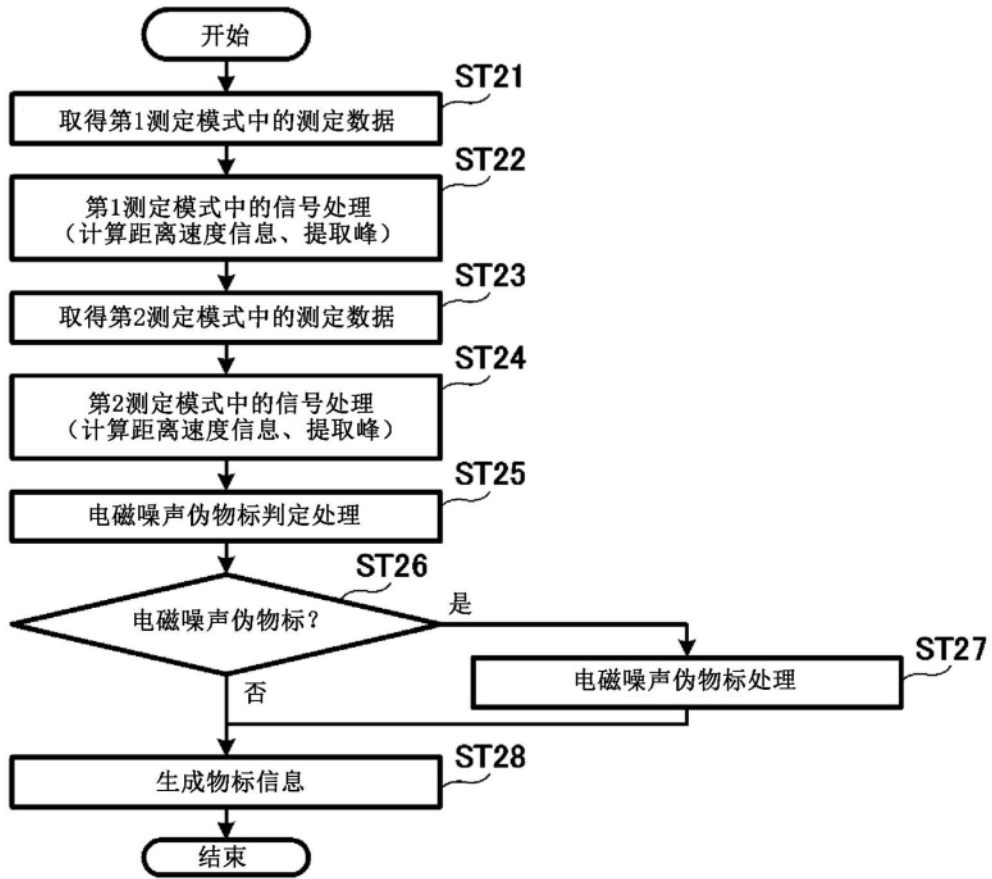


图9

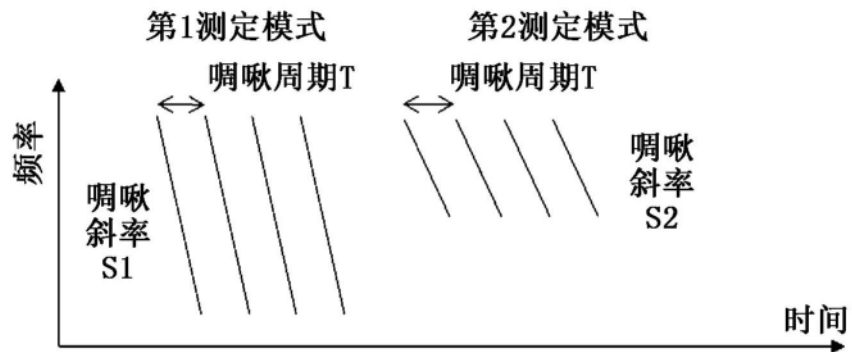


图10

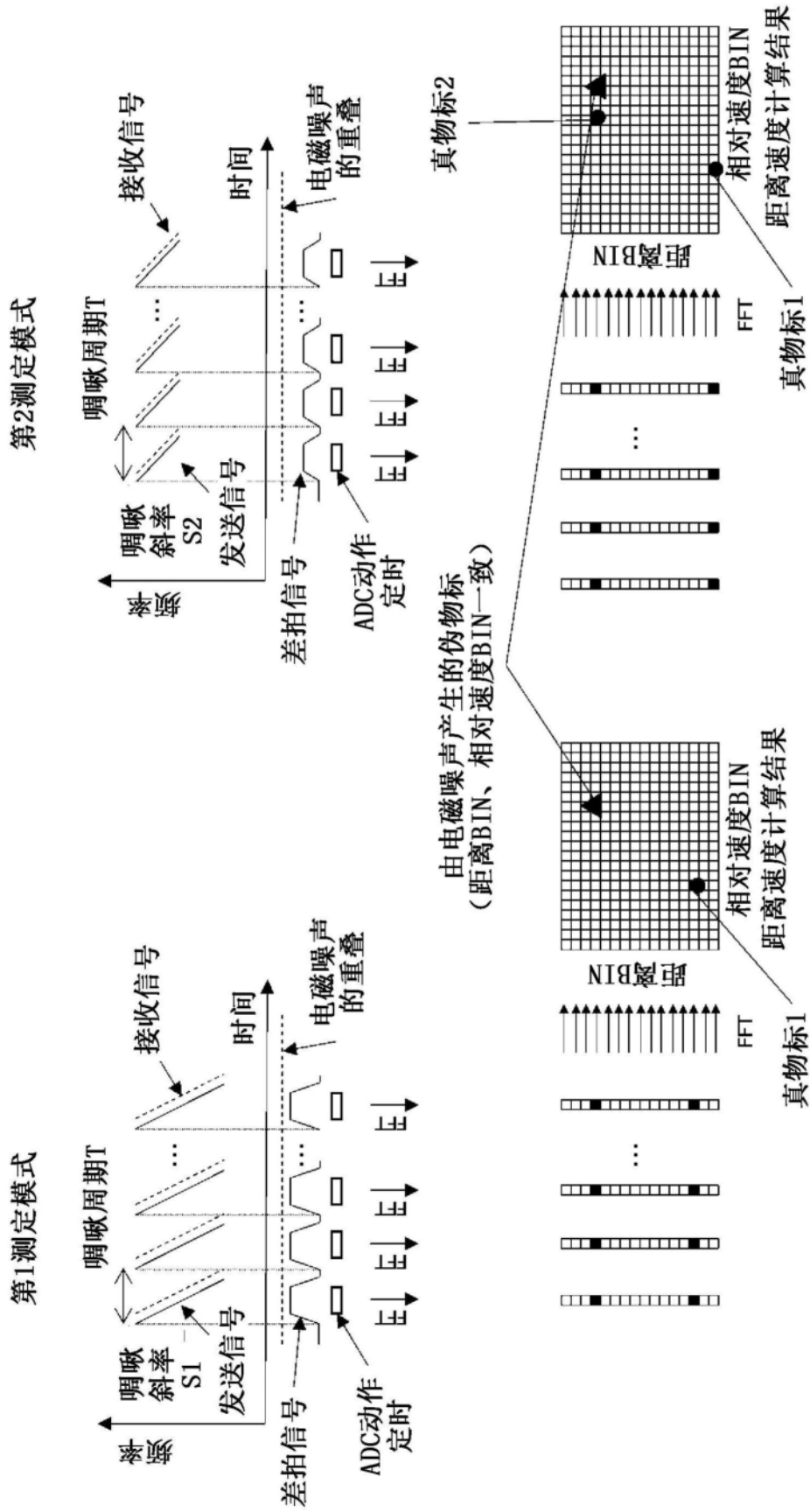


图11

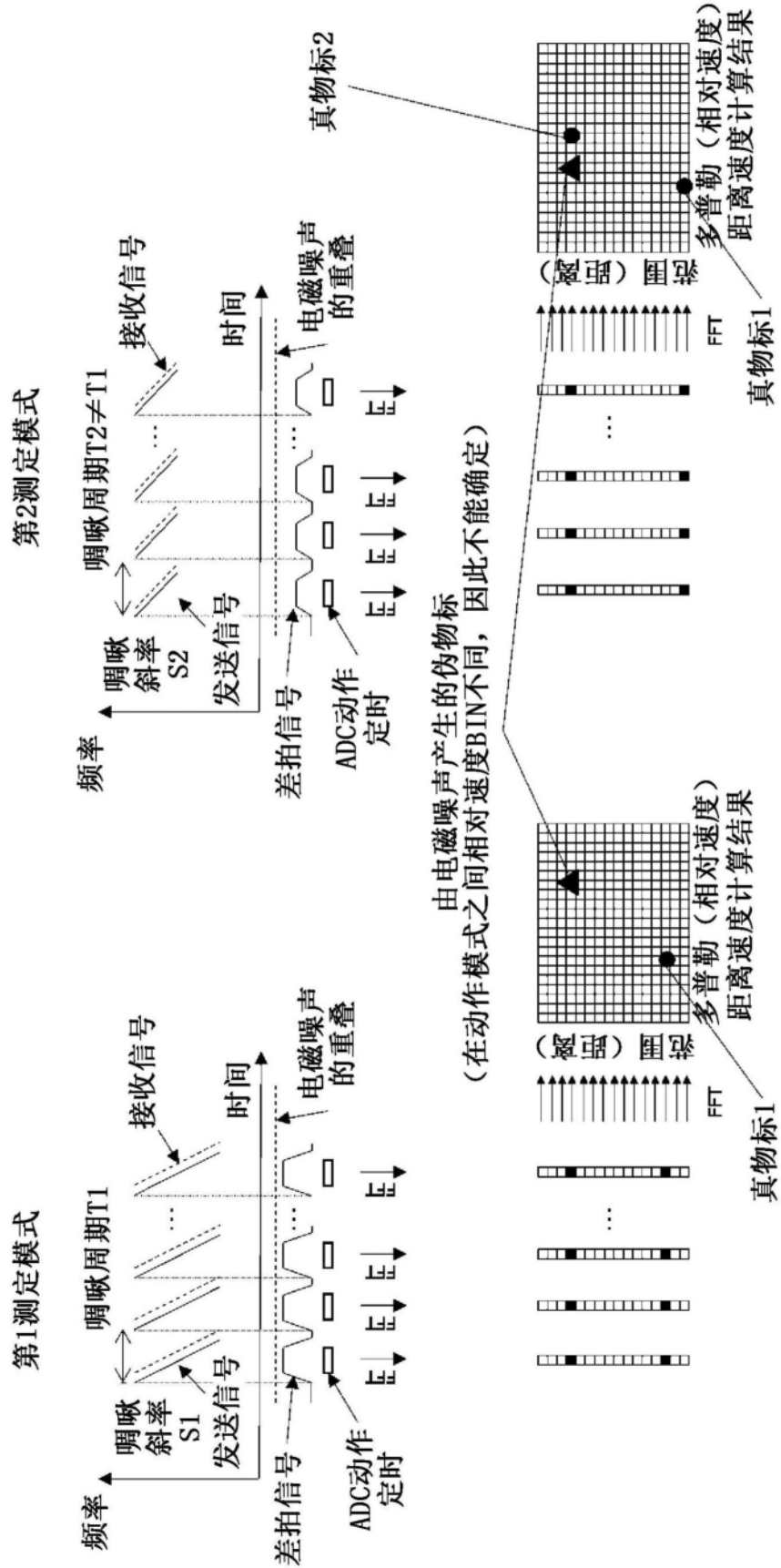


图12

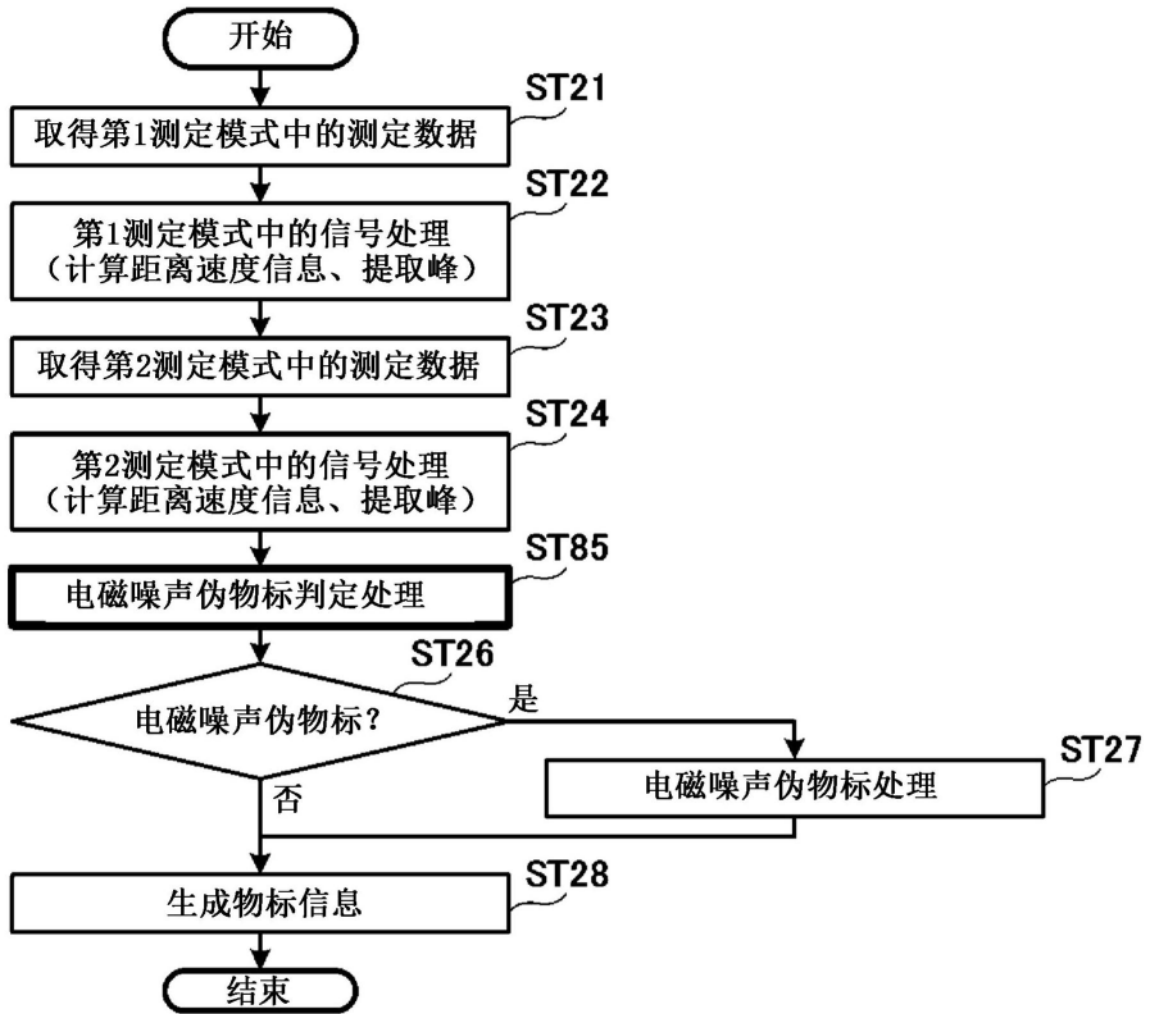


图13

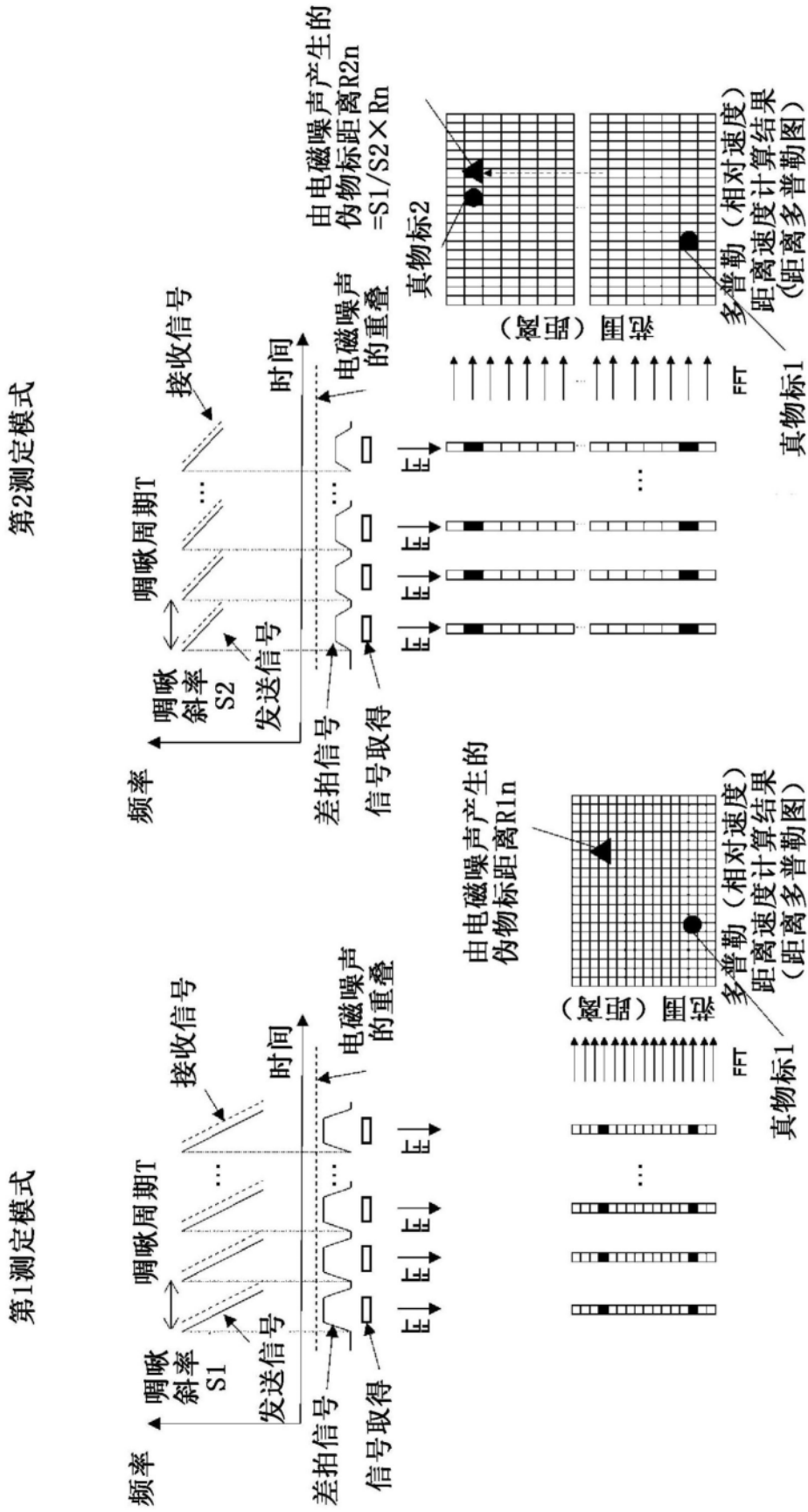


图14

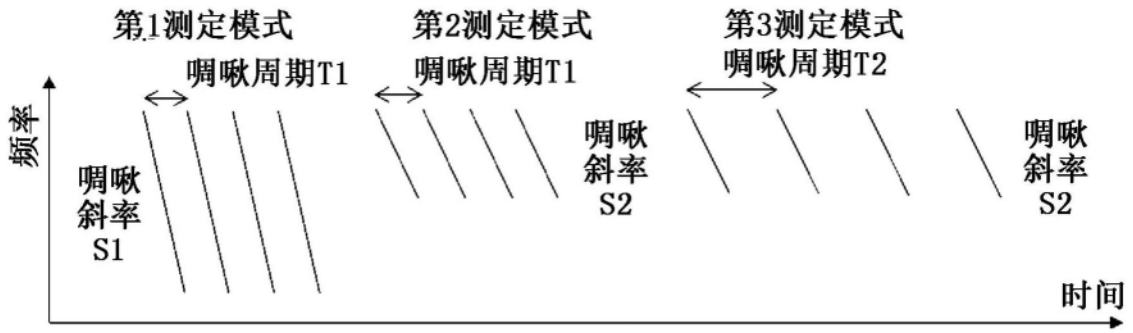


图15

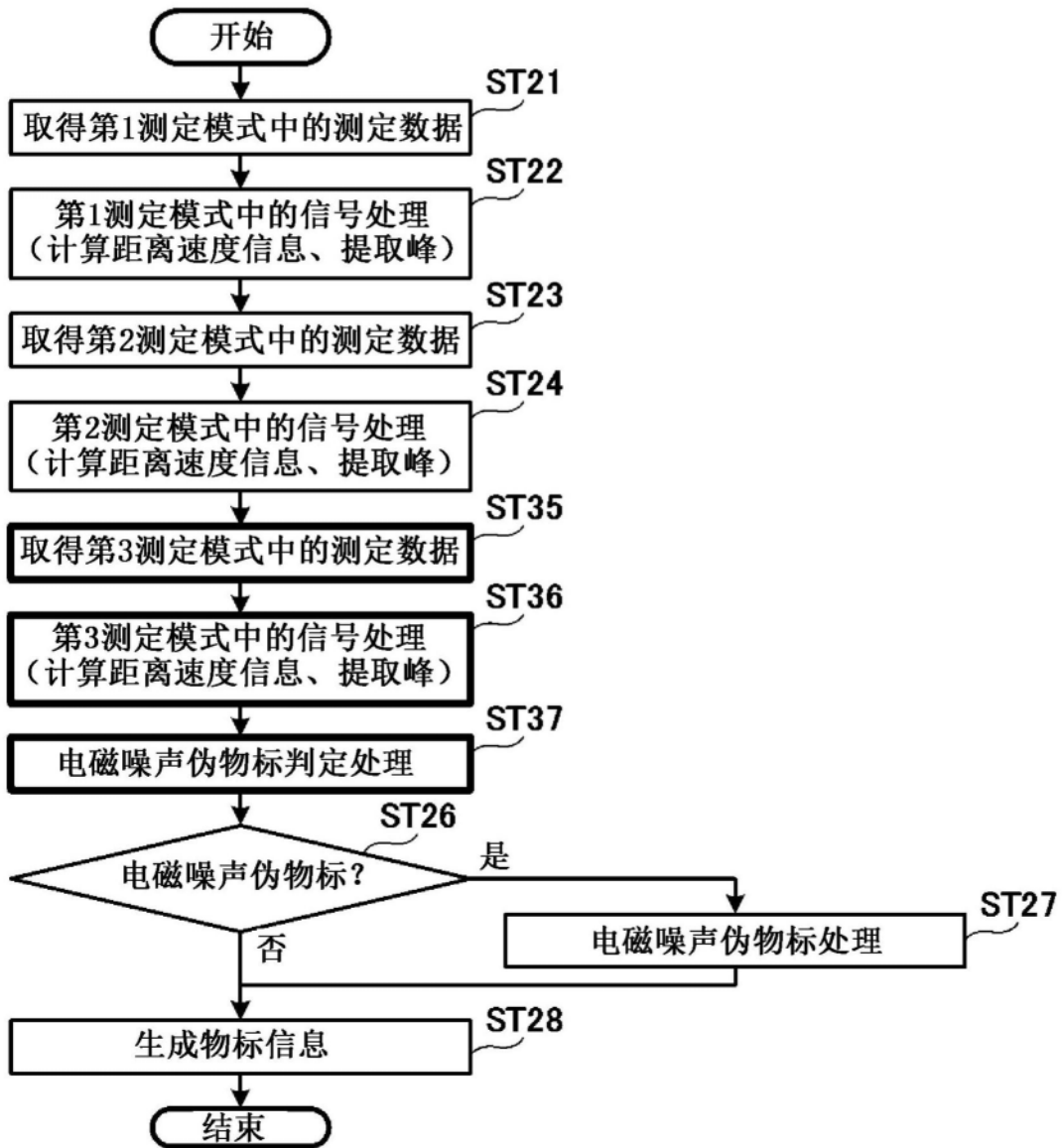


图16

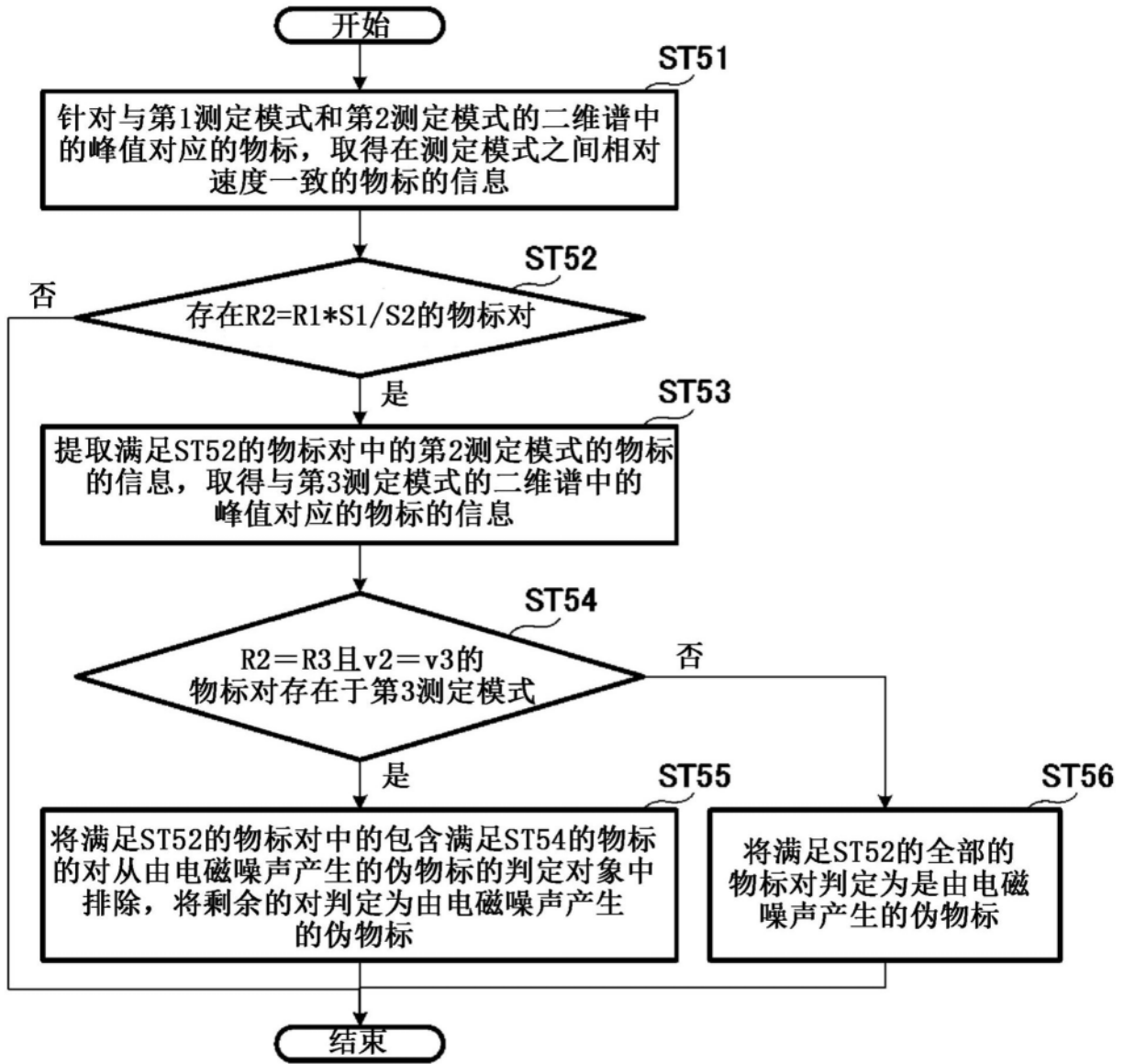


图17

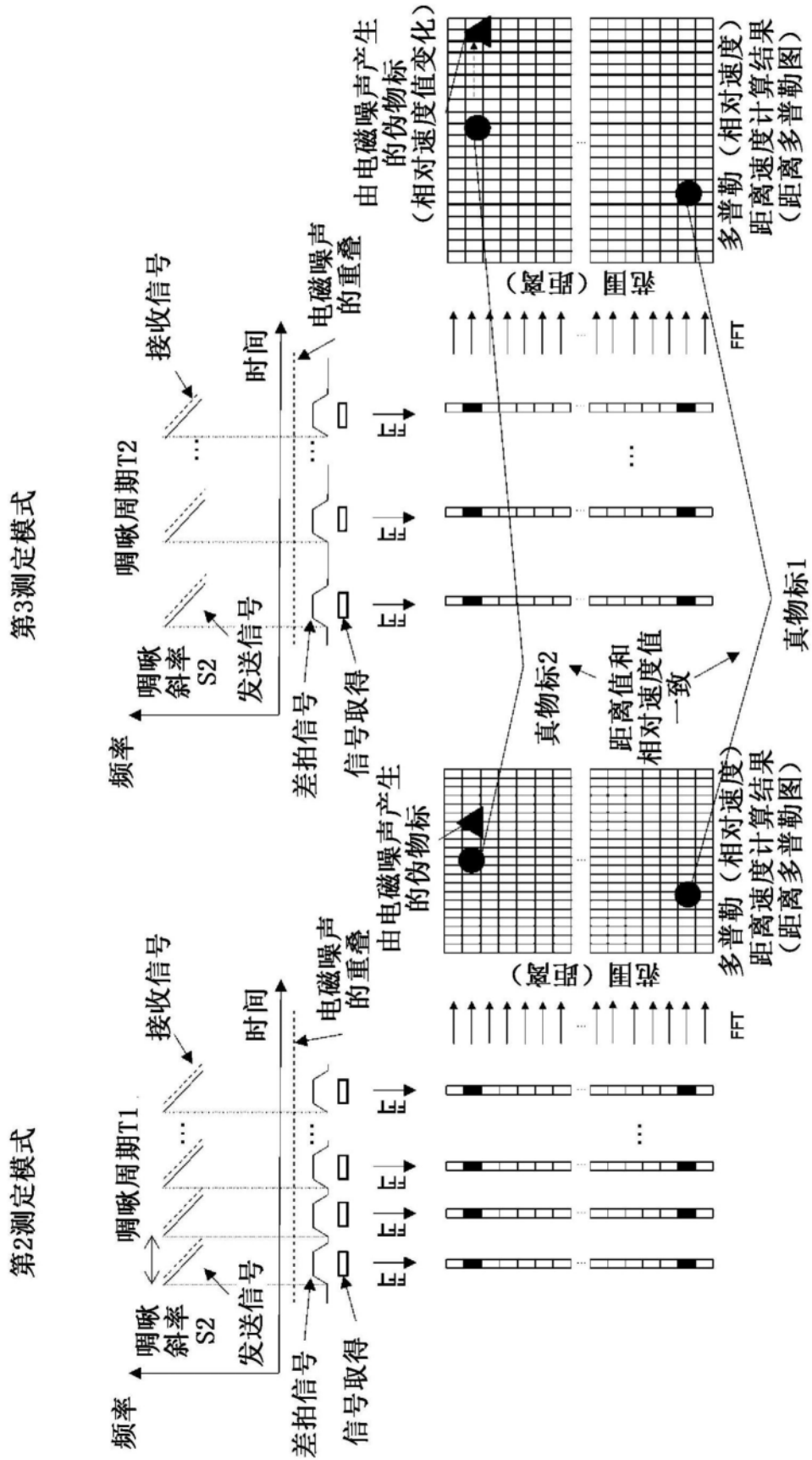


图18

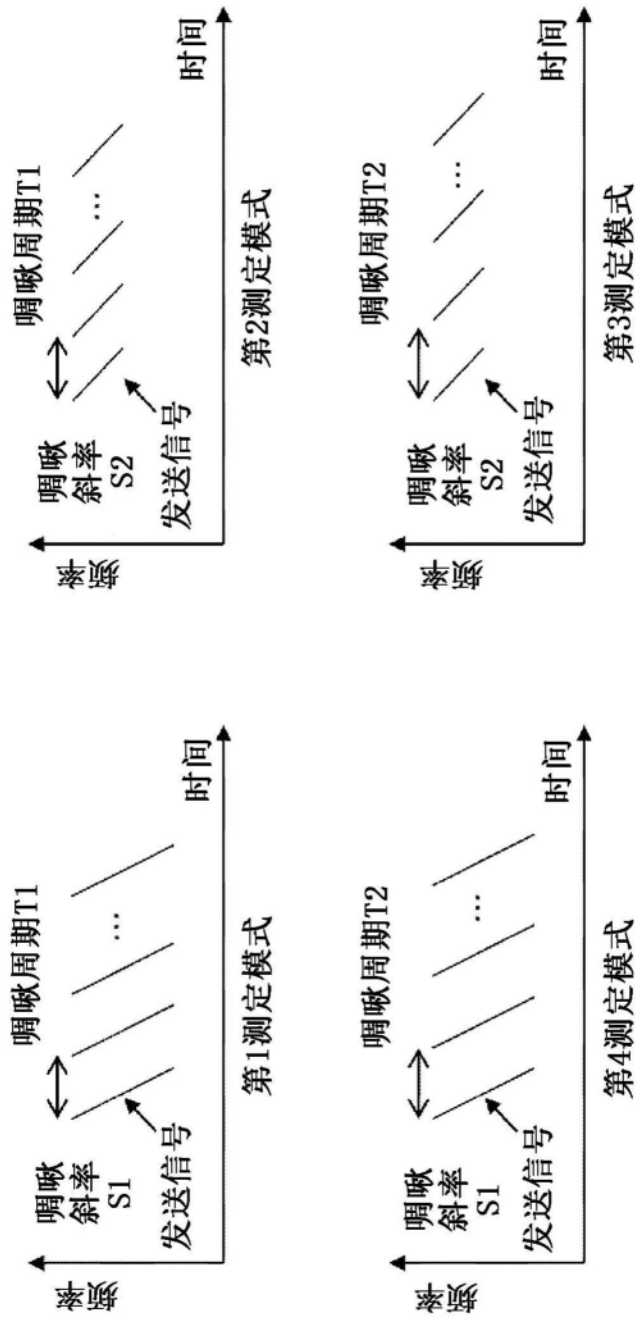


图19

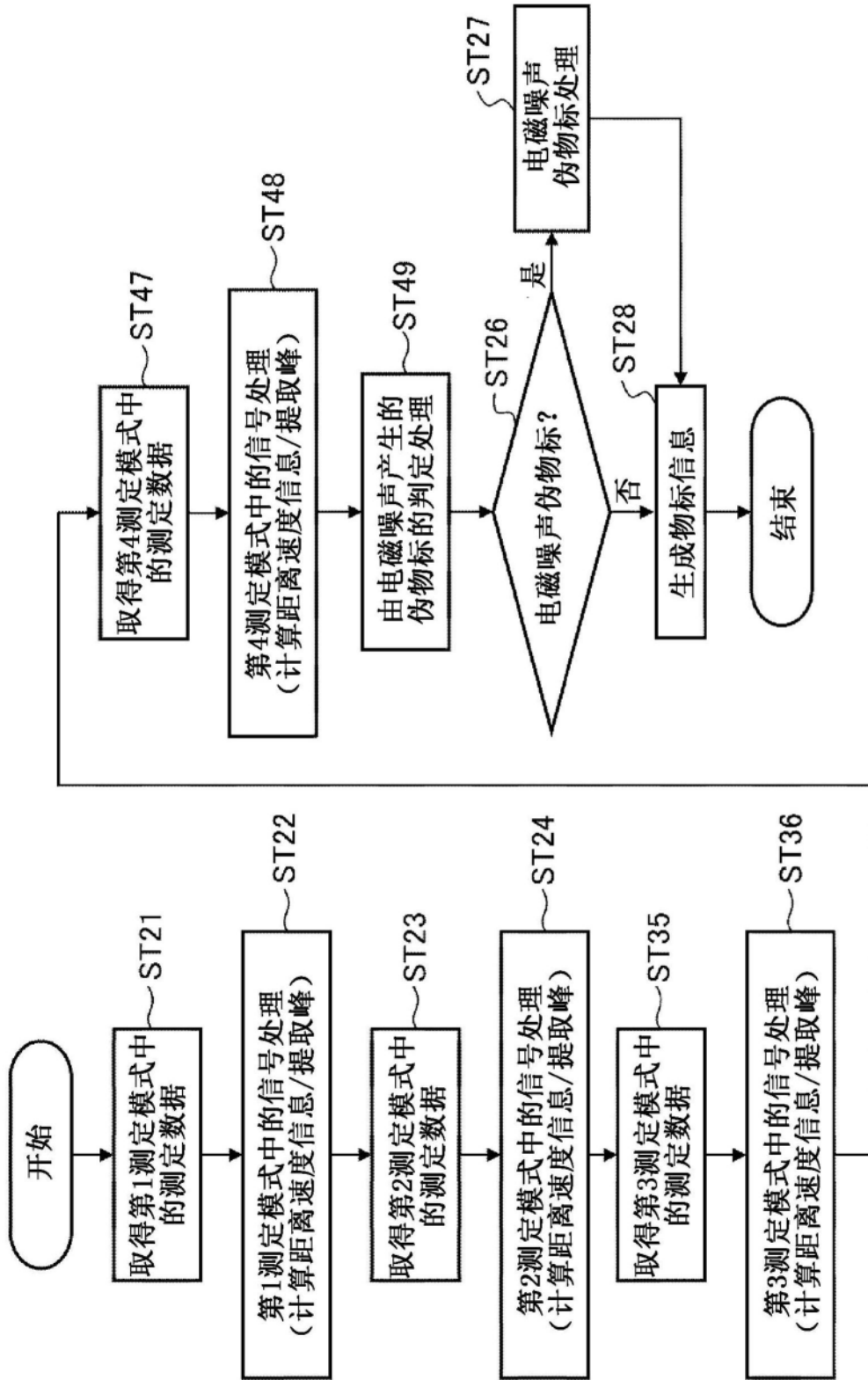


图20

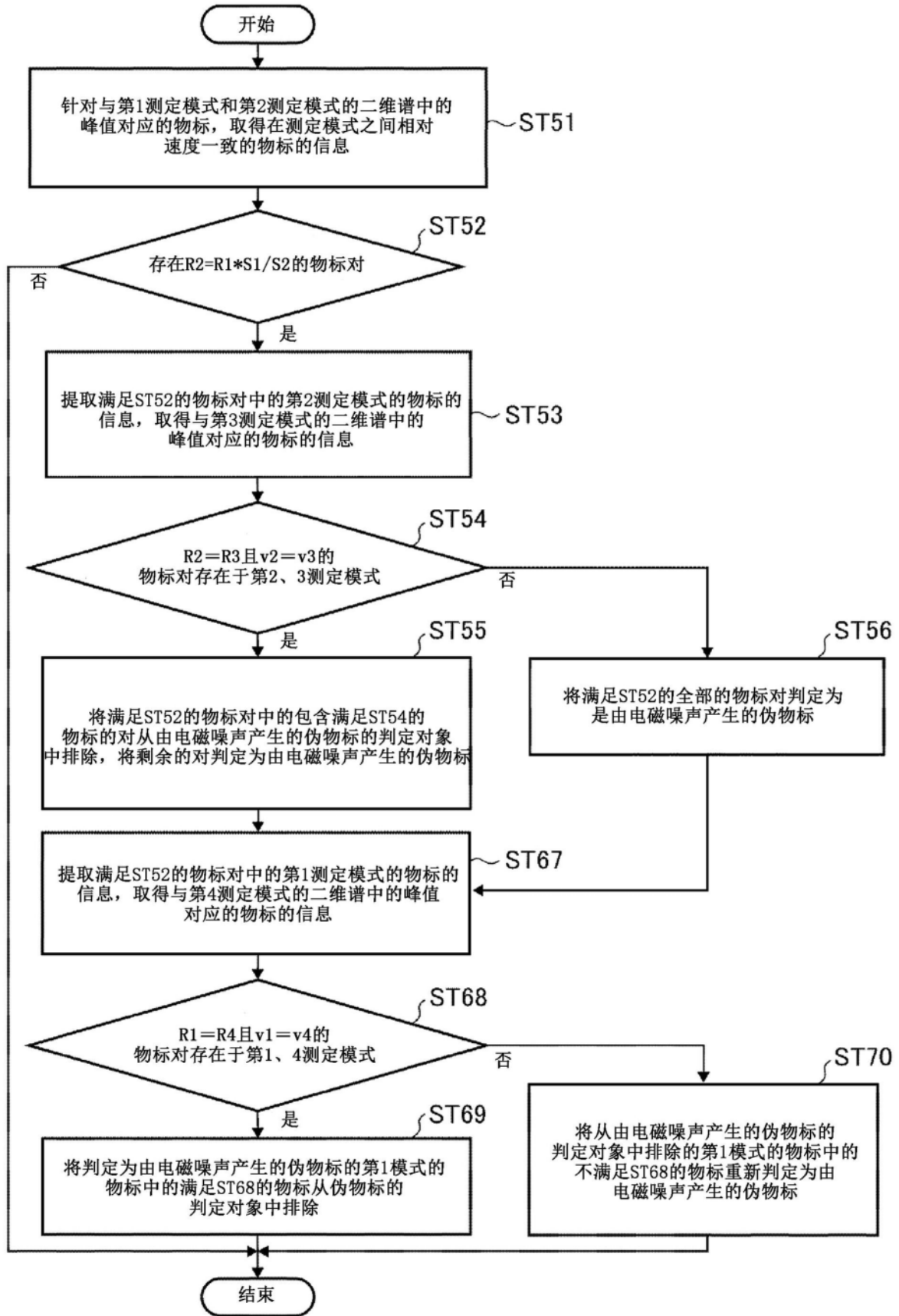


图21

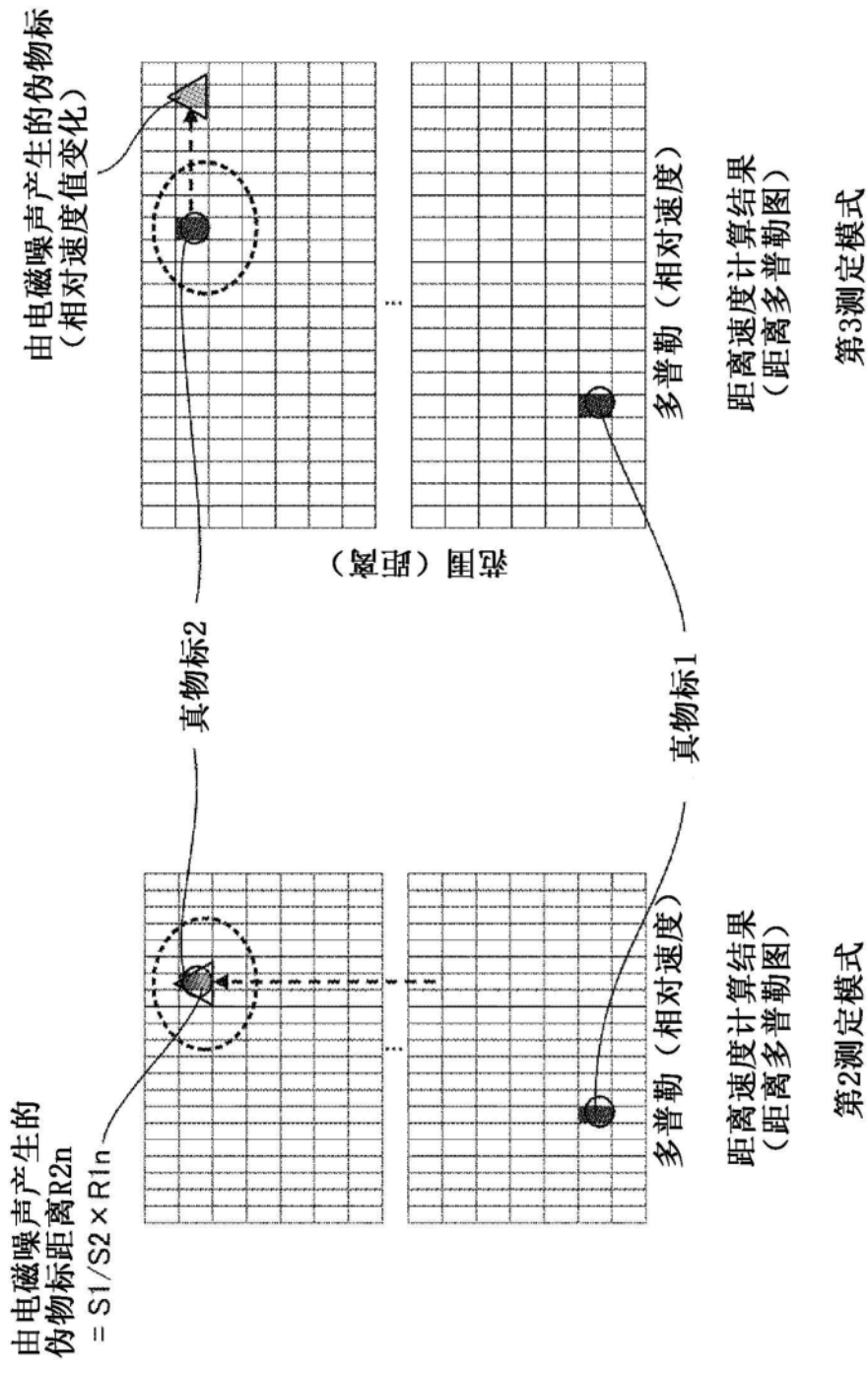


图22

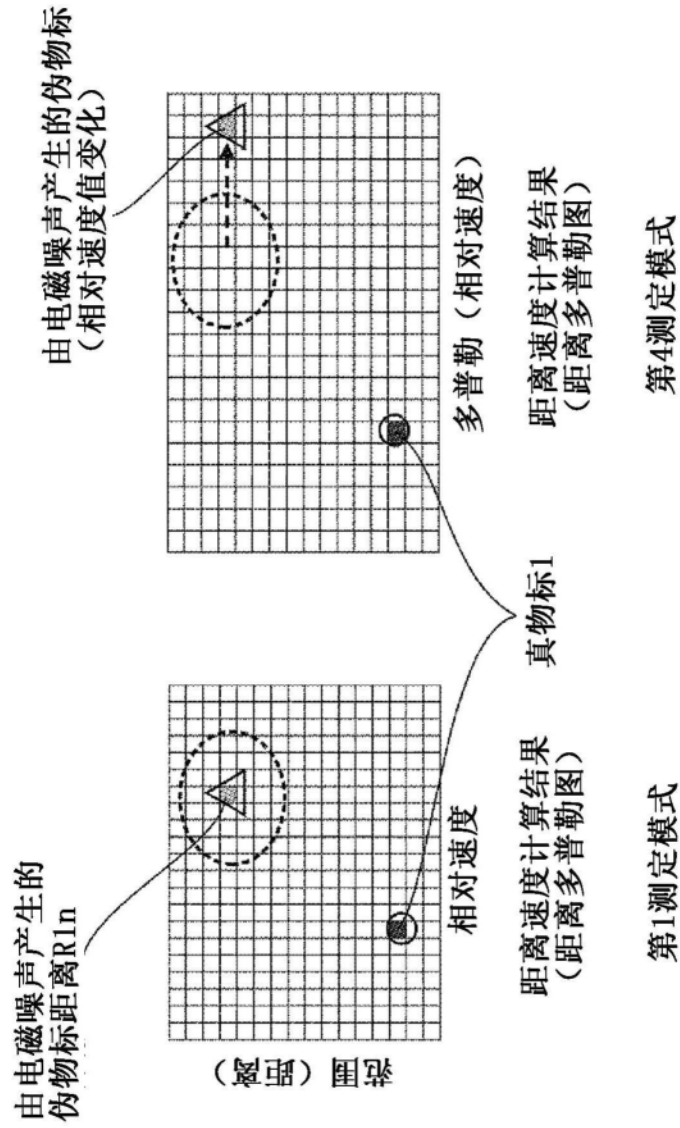


图23

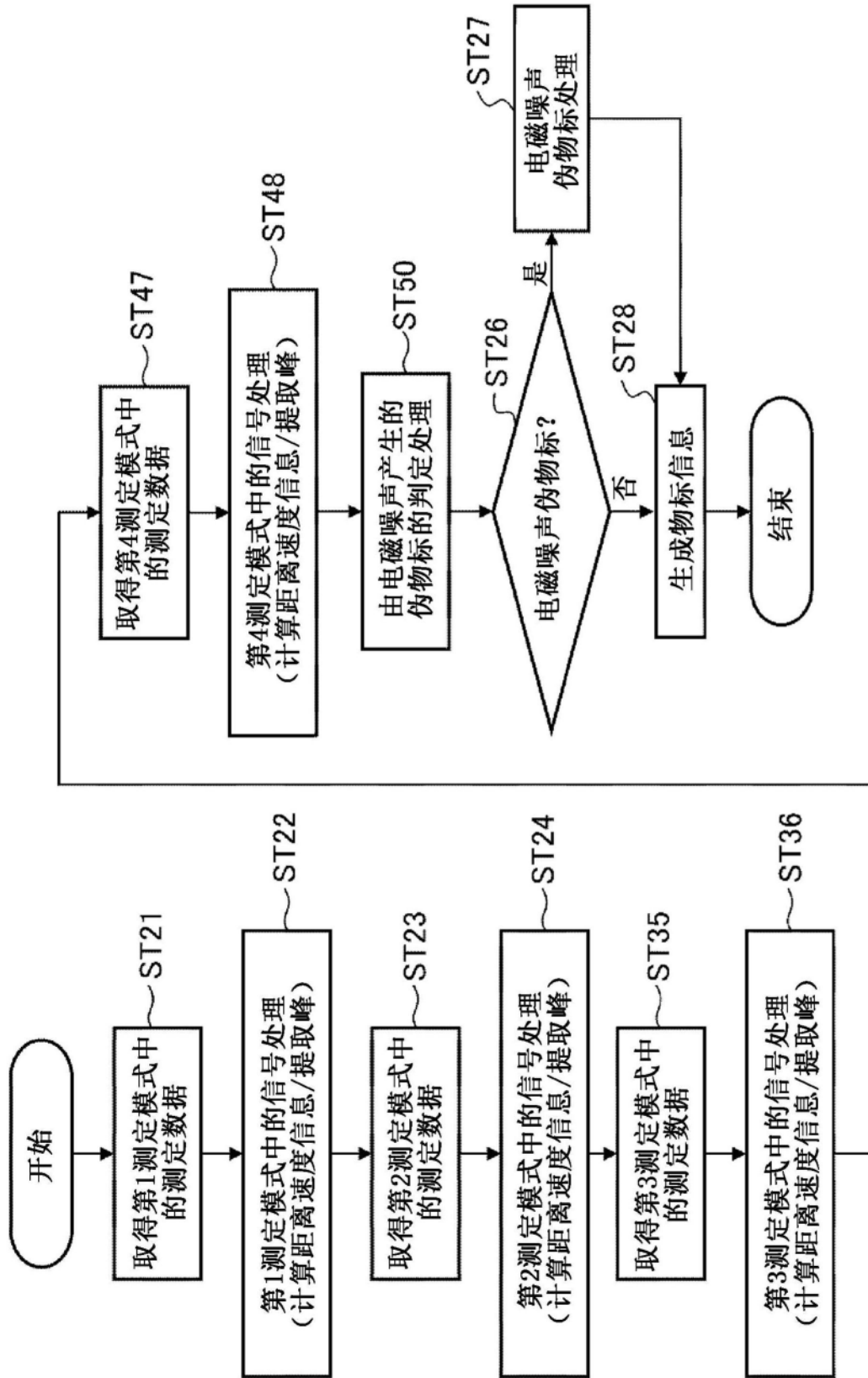


图24

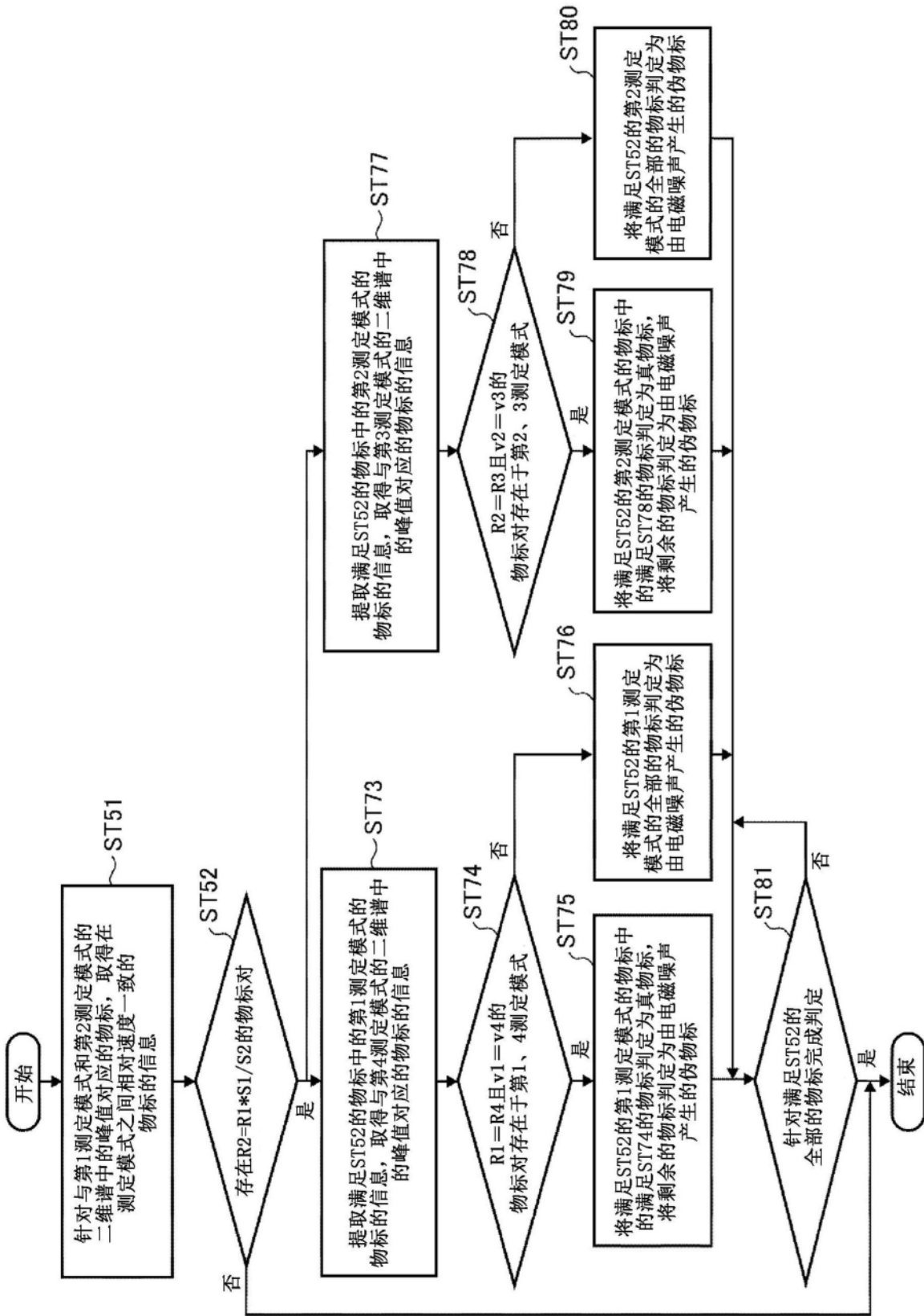
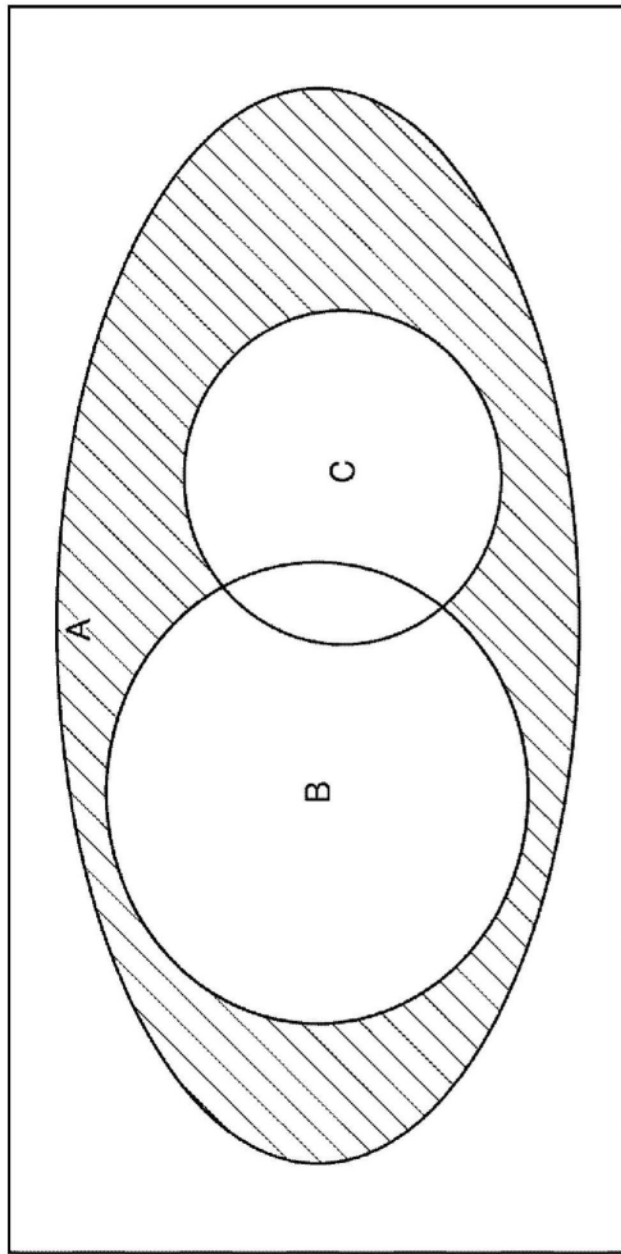
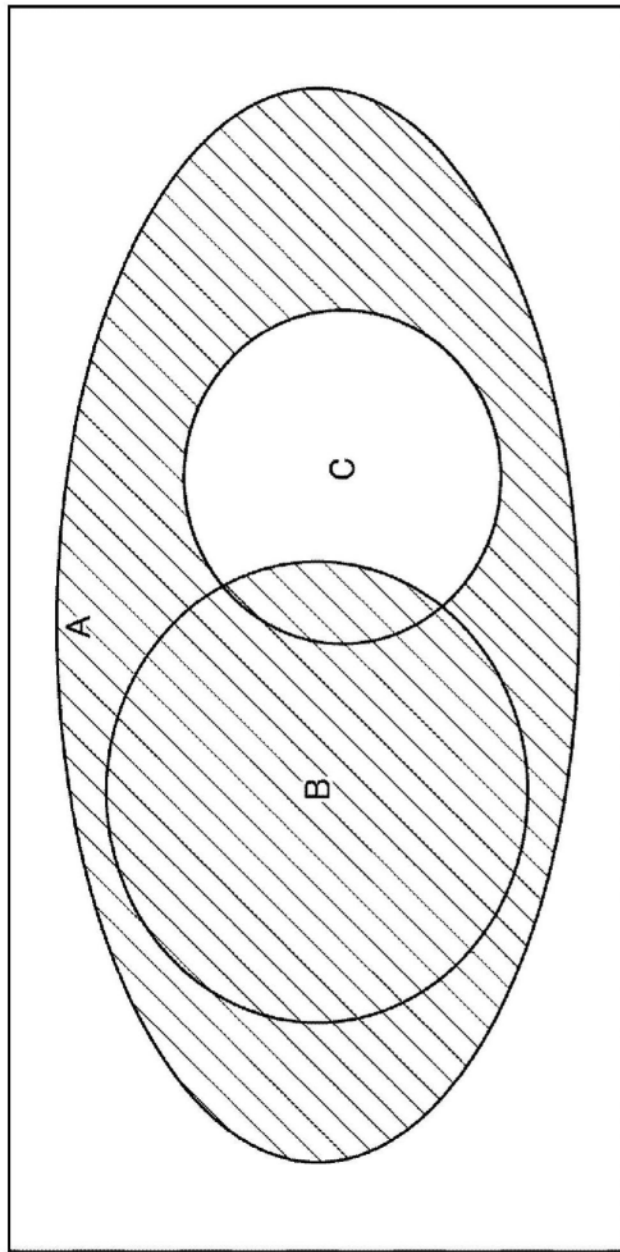


图25



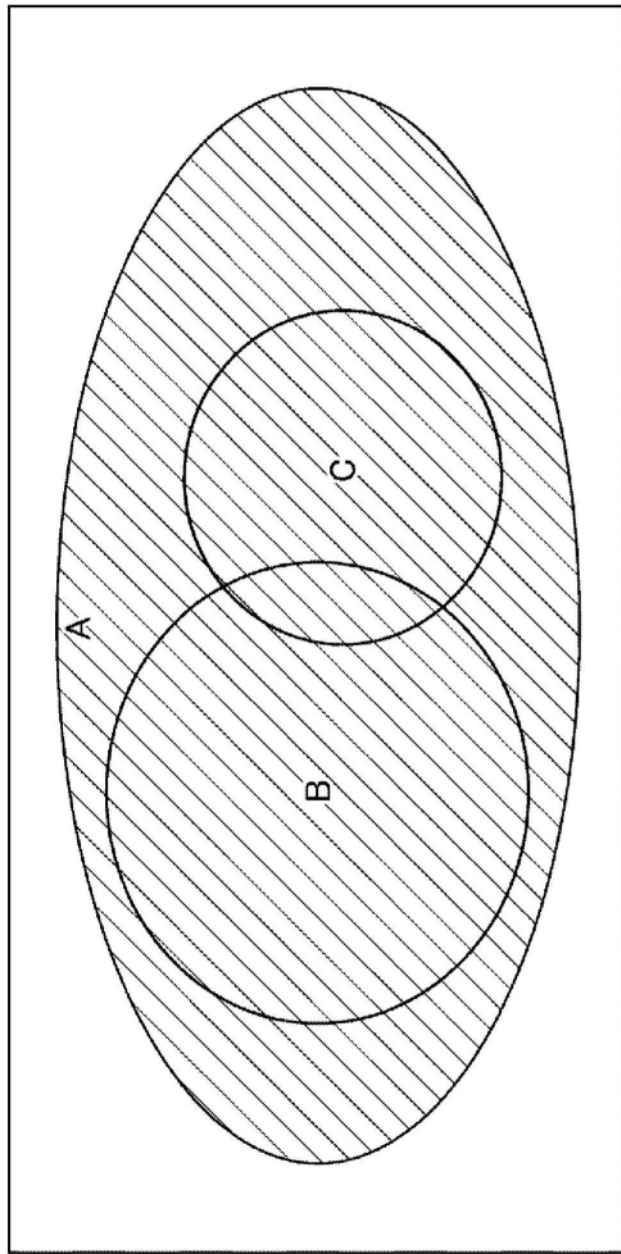
- A: 存在满足伪物判定条件的物标对
- B: 不同的2个真物标满足伪物标判定条件
- C: 真物标与伪物标重叠

图26



- A: 存在满足伪物标判定条件的物标对
- B: 不同的2个真物标满足伪物标判定条件
- C: 真物标与伪物标重叠

图27



- A: 存在满足伪物判定条件的物标对
- B: 不同的2个真物标满足伪物判定条件
- C: 真物标与伪物标重叠

图28