



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111505642 B

(45) 授权公告日 2024. 09. 20

(21) 申请号 202010021171.8

(22) 申请日 2020.01.09

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 111505642 A

(43) 申请公布日 2020.08.07

(30) 优先权数据
2019-013806 2019.01.30 JP

(73) 专利权人 古野电气株式会社
地址 日本兵库县

(72) 发明人 石桥达也 中谷文弥

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司
72002
专利代理师 高迪

(51) Int. Cl.

G01S 13/937 (2020.01)

G01S 13/89 (2006.01)

G01S 7/04 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 104160292 A, 2014.11.19

审查员 李二翠

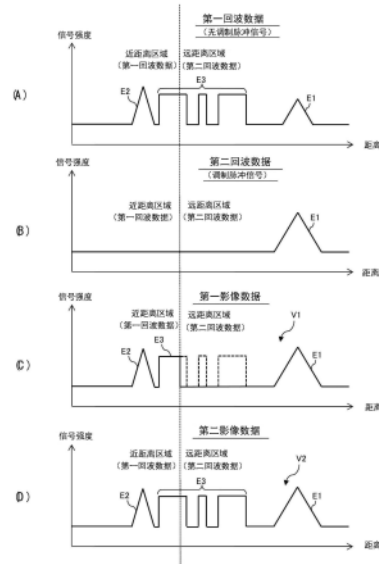
权利要求书2页 说明书9页 附图8页

(54) 发明名称

雷达装置、雷达影像生成方法及存储介质

(57) 摘要

本申请提供雷达装置、雷达影像生成方法及存储介质,更切实地接收来自雷达信标那样的应答器的响应信号,将其显示在雷达影像上。雷达装置具备:发送部,发送第一脉冲信号、和与所述第一脉冲信号相比脉冲宽度宽的第二脉冲信号;接收部,接收包含所述第一脉冲信号的反射信号的第一接收信号、和包含所述第二脉冲信号的反射信号的第二接收信号;以及影像生成部,在作为距离方向上的至少一部分区间的第一区间中,对所述第一接收信号的信号强度和所述第二接收信号的信号强度进行比较,基于所述比较的结果,生成显示信号。



1. 一种雷达装置,其中,具备:

发送部,发送第一脉冲信号、和与所述第一脉冲信号相比脉冲宽度宽的第二脉冲信号;

接收部,接收包含所述第一脉冲信号的反射信号的第一接收信号、和包含所述第二脉冲信号的反射信号的第二接收信号;以及

影像生成部,在作为距离方向上的至少一部分区间的第一区间中,对所述第一接收信号的信号强度和所述第二接收信号的信号强度进行比较,基于所述比较的结果,生成显示信号,

所述影像生成部在与所述第一区间相比更接近于发送位置的第二区间中,对所述第一接收信号与所述第二接收信号的合成信号的信号强度、和所述第一接收信号的信号强度进行比较,基于该比较的结果,生成所述显示信号。

2. 如权利要求1所述的雷达装置,其中,

所述影像生成部在所述第一区间中,基于所述第一接收信号及所述第二接收信号之中信号强度较大的信号,生成所述显示信号。

3. 如权利要求1所述的雷达装置,其中,

所述影像生成部在所述第二区间中,基于所述合成信号及所述第一接收信号之中信号强度较大的信号,生成所述显示信号。

4. 如权利要求1或2所述的雷达装置,其中,

所述第一脉冲信号具有应答器返回响应信号的小于 $2\mu\text{s}$ 的脉冲宽度,所述第二脉冲信号具有 $2\mu\text{s}$ 以上的脉冲宽度。

5. 如权利要求1或2所述的雷达装置,其中,

所述发送部被设置在设置面上,经由在相对于所述设置面平行的面内旋转的天线进行发送。

6. 如权利要求1或2所述的雷达装置,其中,

所述雷达装置是固体化雷达。

7. 一种雷达影像生成方法,其中,包含:

发送第一脉冲信号、和与所述第一脉冲信号相比脉冲宽度宽的第二脉冲信号;

接收包含所述第一脉冲信号的反射信号的第一接收信号、和包含所述第二脉冲信号的反射信号的第二接收信号;

在作为距离方向上的至少一部分区间的第一区间中,对所述第一接收信号的信号强度和所述第二接收信号的信号强度进行比较;以及

基于所述比较的结果,生成显示信号,

在生成所述显示信号时,在与所述第一区间相比更接近于发送位置的第二区间中,对所述第一接收信号与所述第二接收信号的合成信号的信号强度、和所述第一接收信号的信号强度进行比较,基于该比较的结果,生成所述显示信号。

8. 一种存储介质,存储了使计算机执行如下步骤的雷达影像生成程序:

发送第一脉冲信号、和与所述第一脉冲信号相比脉冲宽度宽的第二脉冲信号;

接收包含所述第一脉冲信号的反射信号的第一接收信号、和包含所述第二脉冲信号的反射信号的第二接收信号;

在作为距离方向上的至少一部分区间的第一区间中,对所述第一接收信号的信号强度

和所述第二接收信号的信号强度进行比较;以及

基于所述比较的结果,生成显示信号,

在生成所述显示信号时,在与所述第一区间相比更接近于发送位置的第二区间中,对所述第一接收信号与所述第二接收信号的合成信号的信号强度、和所述第一接收信号的信号强度进行比较,基于该比较的结果,生成所述显示信号。

雷达装置、雷达影像生成方法及存储介质

技术领域

[0001] 本发明涉及雷达装置、以及雷达影像生成方法及程序。

背景技术

[0002] 近年,从电磁波资源的有效利用的观点来看,开发了代替磁控管等电子管而使用了半导体放大器(固体元件)的固体化雷达装置。固体化雷达装置除了窄带化外,还有小型化、免维护等优点,因此设想今后得到普及。固体化雷达装置与使用了电子管的雷达装置相比发送功率小,因此来自远处的反射信号的S/N(信号对噪声)比降低(探测性能劣化)。为了弥补该点,实施以下处理:通过发送被进行了频率调制后的脉冲宽度大的脉冲信号(以下,称为“调制脉冲信号”),对来自目标的反射信号进行脉冲压缩处理,从而对来自远处的反射信号的S/N比进行改善(非专利文献1)。

[0003] 另一方面,在由一个天线切换发送接收的方式的雷达装置的情况下,发送脉冲信号直接绕回接收机,因此在发送中不能进行接收。此外,若脉冲宽度宽,则在雷达装置的附近区域产生不能接收相应的反射信号的不灵敏地带。因此,为了对该附近区域中的探测性能进行改善,正在考虑将脉冲宽度宽的调制脉冲信号和脉冲宽度窄的无调制脉冲信号周期性地交替发送的方法。在这样的雷达装置的情况下,在离自身近距离的区间中基于无调制脉冲信号的反射信号而生成雷达影像,在离自身远距离的区间中基于调制脉冲信号的反射信号而生成雷达影像。

[0004] 然而,在接近于窄水路、岸边的主要航路的航路浮标等中,设置有雷达信标(也称为“雷康(racon)”)。若雷达信标从在船舶中搭载的雷达装置接收到脉冲信号,则发送与所接收到的脉冲信号相同的频率的响应信号。该响应信号通过振幅调制而被进行莫尔斯编码,在雷达影像中,与雷达信标的回波一起,还显示从该回波在距离方向上被进行该莫尔斯编码后的响应信号(参照图1A)。因此,船员即使在拥挤的海况中,也能够根据雷达影像而准确地掌握航路浮标等。以上那样,雷达信标承担对船舶的航行进行辅助的重要作用。

[0005] 但是,与上述调制脉冲信号对应的基于来自雷达信标的响应信号的回波有通过脉冲压缩处理而在雷达影像上在距离方向上延伸,无法正常地被显示的趋势。因此,在专利文献1中记载的固体化雷达装置中,提出了以下的方法。该固体化雷达装置检测接收信号中包含的来自雷达信标的响应信号的有无,对于包含雷达信标的响应信号的方位,在雷达影像上对基于脉冲宽度窄的无调制脉冲信号的区域进行延长,从而雷达信标的响应信号被正常显示。

[0006] 现有技术文献

[0007] 非专利文献

[0008] 非专利文献1:吉田孝监修,“改订雷达技术”,社团法人电通信学会,平成11年5月25日发行,p275-280

[0009] 专利文献

[0010] 专利文献1:国际公开第2014/42134号

发明内容

[0011] 发明要解决的课题

[0012] 然而,雷达信标基于规范,有时对脉冲宽度宽的脉冲信号、典型地是具有 $2\mu\text{s}$ 以上的脉冲宽度的脉冲信号不进行反应。因此,雷达信标经常对脉冲宽度比较窄的无调制脉冲信号进行反应,但对脉冲宽度比其宽的调制脉冲信号不进行反应。在这样的情况下,如图1B所示,在与雷达影像上的调制脉冲信号对应的远距离区域中,得不到雷达信标的响应信号,成为无法显示其的状况。另外,专利文献1中记载的固体化雷达装置是通过从接收信号检测雷达信标的响应信号,从而使雷达信标的响应信号正常显示的技术,所以不能解决原本从雷达信标没有返回响应信号从而产生的以上的问题。

[0013] 本发明的目的之一在于,提供能够切实地接收来自雷达信标那样的应答器的响应信号,并将其显示在雷达影像上的雷达装置、以及雷达影像生成方法及程序。

[0014] 用于解决课题的手段

[0015] 提供雷达装置。所述雷达装置具备:发送部,发送第一脉冲信号、和与所述第一脉冲信号相比脉冲宽度宽的第二脉冲信号;接收部,接收包含所述第一脉冲信号的反射信号的第一接收信号、和包含所述第二脉冲信号的反射信号的第二接收信号;以及影像生成部,在作为距离方向上的至少一部分区间的第一区间中,对所述第一接收信号的信号强度和所述第二接收信号的信号强度进行比较,基于所述比较的结果,生成显示信号。

[0016] 也可以是所述影像生成部在所述第一区间中,基于所述第一接收信号及所述第二接收信号之中信号强度大的接收信号,生成所述显示信号。

[0017] 也可以是所述影像生成部在与所述第一区间相比更接近于发送位置的第二区间中,对所述第一接收信号与所述第二接收信号的合成信号的信号强度、和所述第一接收信号的信号强度进行比较,基于所述比较的结果,生成所述显示信号。

[0018] 也可以是所述影像生成部在所述第二区间中,基于所述合成信号及所述第一接收信号之中信号强度大的信号,生成所述显示信号。

[0019] 也可以是所述第一脉冲信号具有应答器返回响应信号的小于 $2\mu\text{s}$ 的脉冲宽度,所述第二脉冲信号具有 $2\mu\text{s}$ 以上的脉冲宽度。

[0020] 也可以是所述发送部被设置在设置面上,经由在相对于所述设置面平行的面内旋转的天线进行发送。

[0021] 所述雷达装置也可以是固体化雷达。

[0022] 提供包含以下步骤的雷达影像生成方法、及使计算机执行以下步骤的雷达影像生成程序。

[0023] 发送第一脉冲信号、和与所述第一脉冲信号相比脉冲宽度宽的第二脉冲信号;

[0024] 接收包含所述第一脉冲信号的反射信号的第一接收信号、和包含所述第二脉冲信号的反射信号的第二接收信号;以及

[0025] 在作为距离方向上的至少一部分区间的第一区间中,对所述第一接收信号的信号强度和所述第二接收信号的信号强度进行比较,

[0026] 基于所述比较的结果,生成显示信号。

[0027] 发明效果

[0028] 雷达信标那样的应答器根据脉冲信号的脉冲宽度,有时对所接收到的脉冲信号不

进行反应,不发出响应信号。在该情况下,雷达装置不能接收来自应答器的响应信号,不能将响应信号显示在雷达影像上。但是,根据本发明,脉冲宽度不同的脉冲信号被发送,包含各自的反射信号的接收信号彼此的信号强度被比较,雷达影像的显示信号基于该比较的结果而被生成。也就是说,即使设为在雷达装置发送的脉冲宽度不同的脉冲信号中,包含雷达信标那样的应答器不反应的脉冲信号,也能够基于包含来自应答器的响应信号的接收信号而生成显示信号。因此,在雷达装置中,能够更切实地接收来自雷达信标那样的应答器的响应信号,并将其显示在雷达影像上。

附图说明

- [0029] 图1A是说明表示现有技术所涉及的雷达信标的响应信号的雷达影像的图。
- [0030] 图1B是说明其他现有技术所涉及的雷达信标的响应信号的雷达影像的图。
- [0031] 图2是本发明的一实施方式所涉及的雷达装置的整体结构图。
- [0032] 图3是雷达影像的生成处理所涉及的主要部分的结构图。
- [0033] 图4是示出基于第一影像数据的雷达影像的图。
- [0034] 图5中(A)是第一回波数据的波形的曲线图,(B)是第二回波数据的波形的曲线图,(C)是第一影像数据的波形的曲线图,(D)是第二影像数据的波形的曲线图。
- [0035] 图6是示出基于第二影像数据的雷达影像的图。
- [0036] 图7是示出雷达影像的生成处理的流程的流程图。
- [0037] 图8是说明变形例所涉及的用于生成第一影像数据的第一回波数据及第二回波数据的混合比例的曲线图。
- [0038] 标号说明
- [0039] 1 雷达装置
- [0040] 2 发送机(发送部)
- [0041] 3 接收机(接收部)
- [0042] 10 雷达天线
- [0043] 11 环形器
- [0044] 20 雷达指示器
- [0045] 21 显示部
- [0046] 22 输入部
- [0047] 23 存储部
- [0048] 24 控制部
- [0049] 30 CPU
- [0050] 31 ROM
- [0051] 32 RAM
- [0052] 24a 发送控制部
- [0053] 24b 信号处理部
- [0054] 24c 脉冲合成部
- [0055] 24d 比较部
- [0056] 24e 描绘部

- [0057] 26 影像生成部
- [0058] E1 船舶的回波
- [0059] E2 雷达信标的回波
- [0060] E3 雷达信标的响应信号
- [0061] V1 第一影像数据
- [0062] V2 第二影像数据

具体实施方式

[0063] 以下,参照附图,针对本发明的一实施方式所涉及的雷达装置、以及雷达影像生成方法及程序进行说明。

[0064] <1. 雷达装置的结构>

[0065] 图2中示出本实施方式所涉及的雷达装置1的整体结构图。雷达装置1是用于对船舶的航行进行辅助的装置,被搭载于船舶。本实施方式的雷达装置1是代替磁控管等电子管而使用了半导体放大器(固体元件)的固体化雷达装置,具有窄带化、小型化、免维护等优点。

[0066] 如图2所示,雷达装置1具备雷达天线10、与其经由环形器11连接的发送机2及接收机3、与发送机2及接收机3进一步连接的雷达指示器20。雷达天线10反复进行一边在相对于雷达装置1的设置面平行的面内旋转、一边发送脉冲状的电磁波而接收该物标的反射波的动作,由此对本船的周围进行360°扫描。雷达天线10在发送接收中被共用,在环形器11的三个端口上连接发送机2、雷达天线10、及接收机3。雷达指示器20具备显示部21、输入部22、存储部23及控制部24。这些部21~24相互经由总线以可通信方式连接。

[0067] 显示部21是显示主要用于对船员即用户提示各种信息的画面的用户界面,在本实施方式中,由液晶显示器构成。输入部22是受理从用户对雷达指示器20的各种操作的用户界面,由键盘、轨迹球及在显示部21上重叠的触摸面板等构成。

[0068] 存储部23是由硬盘、闪速存储器等构成的非易失性的存储装置。控制部24由CPU30、ROM31及RAM32等构成。在ROM31内,储存有使CPU30执行各种动作的程序40。CPU30通过读出并执行ROM31内的程序40,虚拟地作为发送控制部24a、信号处理部24b、脉冲合成部24c、比较部24d及描绘部24e(参照图3)而动作。针对这些部24a~24e的动作的细节,在后面叙述。另外,程序40也可以储存在存储部23内而不是ROM31内,也可以分散于存储部23及ROM31这双方而存储。

[0069] 作为固体化雷达装置的雷达装置1与使用了电子管的雷达装置相比发送功率小。因此,雷达装置1为了弥补来自远处的反射信号的S/N比降低,发送被进行了频率调制后的脉冲宽度宽的调制脉冲信号,对由此得到的接收信号实施脉冲压缩处理。更具体而言,对接收信号通过与调制脉冲信号对应的匹配滤波器而取相关,检测相关值的峰波形。其中,在脉冲宽度宽的调制脉冲信号中,雷达装置1的附近成为不灵敏地带。雷达装置1为了确保该区域中的探测性能,将脉冲宽度宽的调制脉冲信号、和不被进行频率调制而与其相比脉冲宽度窄的无调制脉冲信号周期性地交替发送。在本实施方式中,无调制脉冲信号作为被称为PON的模式的电磁波而被实现,调制脉冲信号作为被称为QON的模式的电磁波而被实现,但限定于此。在本实施方式中,无调制脉冲信号的脉冲宽度为0.1 μ 秒至1 μ 秒左右,调制脉冲

信号的脉冲宽度为数 μ 秒至数十 μ 秒左右,但不限于此。例如,若调制脉冲信号的脉冲宽度为10 μ 秒,则离雷达装置1约1500m的范围成为不灵敏地带。详细在后面叙述,但就在本实施方式中生成的雷达影像而言,针对近距离区域,主要基于无调制脉冲信号的反射信号的信号强度,针对远距离区域,主要基于调制脉冲信号的反射信号的信号强度。另外,在此的说明中,“近”及“远”只要没有特别说明,就以雷达装置1(脉冲信号的发送位置)为基准。

[0070] 图3是进行雷达影像的生成处理的主要部分的结构图。发送控制部24a对发送机2的动作进行控制,对调制脉冲信号的发送接收期间和无调制脉冲信号的发送接收期间进行控制。发送机2由D/A转换器、将发送信号向上转换(up convert)至期望的频带的混合器(mixer)及对其进行放大的放大器等构成。由发送机2生成的脉冲信号经由环形器11被供应至雷达天线10。雷达天线10具有波束指向性地旋转。由此,发送机2经由雷达天线10将调制脉冲信号和无调制脉冲信号向以雷达装置1为中心的周向的各种方位依次交替发送。

[0071] 接收机3由对接收信号进行放大的放大器、对接收信号中包含的期望的频带的信号进行向下转换(down convert)的混合器、对向下转换后的信号进行正交检波而输出复数信号的各种滤波器(LPF)及A/D转换器等构成。接收机3经由雷达天线10,从以雷达装置1为中心的周向的各种方位依次交替接收:包含在无调制脉冲信号的接收期间(以下,称为第一接收期间)接收的无调制脉冲信号的反射信号在内的接收信号(以下,称为第一接收信号)、和包含在调制脉冲信号的接收期间(以下,称为第二接收期间)接收的调制脉冲信号的反射信号在内的接收信号(以下,称为第二接收信号)。另外,在接收到来自雷达天线10的脉冲信号的雷达信标发出了响应信号的情况下,在被输入至接收机3的接收信号中,包含雷达信标的响应信号。在此,若频率捷变型的雷达信标从雷达装置接收脉冲信号,则发送与所接收到的脉冲信号相同的频率的响应信号。该响应信号通过振幅调制而被莫尔斯编码。虽然也基于规格,但雷达信标主要典型地对具有小于2 μ s的窄脉冲宽度的脉冲信号进行反应,而对具有2 μ s以上的宽脉冲宽度的脉冲信号不进行反应。这样的雷达信标对本实施方式所涉及的无调制脉冲信号返回响应信号,但对与其相比脉冲宽度宽的调制脉冲信号不返回响应信号。因此,会发生如下情况:在第一接收期间的第一接收信号中,包含雷达信标的响应信号,但在第二接收期间的第二接收信号的接收信号中,不包含雷达信标的响应信号。

[0072] 信号处理部24b包含具有相当于无调制脉冲信号的脉冲宽度的倒数程度的频率宽度的通带的滤波器等(例如,LPF或者BPF)。信号处理部24b通过以上的滤波器等对第一接收期间的第一接收信号实施信号处理,提取回波数据。基于第一接收信号的回波数据(以下,称为第一回波数据)主要被使用于生成近距离区域的影像数据。但是,无调制脉冲信号被发送接收以不仅覆盖近距离区域,还覆盖远距离区域,第一回波数据被提取不仅相当于近距离区域还相当于远距离区域的长度的量。

[0073] 此外,信号处理部24b包含被设定了与调制脉冲信号相关性高的系数的匹配滤波器。信号处理部24b通过匹配滤波器等对第二接收期间的第二接收信号实施包含脉冲压缩的信号处理,提取回波数据。基于第二接收信号的回波数据(以下,称为第二回波数据)主要被使用于生成远距离区域的影像数据。被脉冲压缩的第二接收信号是调制脉冲信号的反射波,因此通过匹配滤波器对调制脉冲信号的回波示出峰。即,具有相当于调制脉冲信号的脉冲宽度的长脉冲宽度的回波被变换为脉冲压缩后的一个峰波形。脉冲压缩后的峰波形示出与调制脉冲信号的脉冲宽度相应的峰电平(level)。调制脉冲信号与无调制脉冲相比脉冲

宽度长,因此S/N比被改善。

[0074] 脉冲合成部24c对从信号处理部24b输出的第一回波数据与第二回波数据进行合成。此时,该2种类的回波数据被合成,以使第一回波数据形成近距离区域用的影像数据,第二回波数据形成远距离区域用的影像数据。脉冲合成部24c针对各方位,在第一回波数据及第二回波数据之中,在距离方向的规定的近距离的区间中仅使用第一回波数据,在距离方向上规定的远距离的区间中仅使用第二回波数据,生成影像数据V1(雷达影像的显示信号)(参照图4)。在此所说的规定的近距离的区间是指,包含雷达影像的中心的区间,被设定为大概与调制脉冲信号的不灵敏地带一致。另一方面,在此所说的规定的远距离的区间是指,与规定的近距离的区间不重叠,在距离方向上规定的近距离的区间的外侧邻接的区间。以下,将由脉冲合成部24c生成的影像数据称为第一影像数据V1。在图4的雷达影像中,船舶的回波被表示为E1,雷达信标的回波被表示为E2,雷达信标的响应信号被表示为E3。

[0075] 图5的(C)示出了以雷达装置1为中心而图4中箭头D1所示的方位的第一影像数据V1的波形。此外,图5的(A)及(B)分别示出了成为图5的(C)的第一影像数据V1的基础的第一回波数据及第二回波数据的波形。如已经说明的那样,如图5的(B)所示,在第二回波数据中,不能捕捉存在于近距离区域的物标,进而不能捕捉雷达信标的响应信号。另一方面,如图5的(A)所示,在第一回波数据中,与第二回波数据相比,在远距离区域中S/N比降低,物标映现得小。相对于此,在第一影像数据V1中,能够映现近距离区域的物标,并且远距离区域中的S/N比被改善。

[0076] 但是,在第一影像数据V1中,如图4及图5的(C)所示,在远距离区域中未捕捉到雷达信标的响应信号。在图4及图5的(C)中,将在雷达信标返回了响应信号的情况下应映现的响应信号以虚线来示出。因此,在该状态下,船员不能准确地掌握远处的雷达信标的存在。

[0077] 因此,在本实施方式中,生成对第一影像数据V1和第一回波数据进行合成后的第二影像数据V2(雷达影像的显示信号)。更具体而言,比较部24d针对各方位,在远距离的区间中,对第一影像数据V1的信号强度和第一回波数据的信号强度进行比较,基于该比较的结果,生成第二影像数据V2。此时,针对远距离的区间中的距离方向的各位置,对第一影像数据V1的信号强度和第一回波数据的信号强度进行比较,基于两者之中较大的生成显示信号。即,针对远距离的区间中的距离方向的各位置,判断第一影像数据V1的信号强度或者第一回波数据的信号强度的哪个大,将较大的信号强度的数据在距离方向上连结,从而生成远距离的区间中的第二影像数据V2。另一方面,作为近距离的区间中的第二影像数据V2,原样沿用同区间中的第一影像数据V1。

[0078] 另外,在此被比较的信号强度不一定意味着绝对的信号强度,可以意味着以在变换为回波影像后的回波影像的强度为基准的相对的信号强度。即,无调制脉冲信号和调制脉冲信号即使假设峰值功率相同,后者也会被脉冲压缩。例如根据这样的情况,即使在不同的种类的信号间对绝对的信号强度进行比较,也不能比较出回波影像的强度。相对于此,在此所说的信号强度是指,以从被比较的信号变换的显示信号所表示的回波影像的强度为基准的信号强度。例如,若以将被比较的信号变换为0~255的显示信号的情况为例,则能够基于由该0~255的值示出的回波影像的强度进行比较。此外,还能够将S/N比更好的判断为信号强度高。

[0079] 图5的(D)示出在对图5的(A)及(C)的第一回波数据和第一影像数据V1进行合成后

的第二影像数据V2的波形。此外,图6示出基于对图4的第一影像数据V1实施了以上的处理之后的第二影像数据V2的雷达影像。从图5的(D)及图6可知,在第二影像数据V2中,成功地基于第一回波数据捕捉到存在于近距离区域的物标,进而无论是近距离区域还是远距离区域,基于第一回波数据捕捉到雷达信标的响应信号是。另一方面,由于存在于远距离区域的物标基于第二回波数据而被捕捉,所以远距离区域中的S/N比提高。

[0080] 如以上那样,在近距离区域中,基于第一影像数据V1,在远距离区域中,基于第一影像数据V1及第一回波数据之中信号强度较大的数据,生成第二影像数据V2。另外,近距离的区间中的第一影像数据V1正是第一回波数据。因此,实质上,在近距离的区间中,不会使用第二回波数据,而基于第一回波数据的信号强度,生成第二影像数据V2。这是因为如已经叙述的那样,近距离的区间相当于第二回波数据的不灵敏地带。此外,远距离区域中的第一影像数据V1正是第二回波数据。因此,实质上,在远距离区域中,第一回波数据和第二回波数据被比较,基于第一回波数据和第二回波数据之中信号强度较大的回波数据而生成第二影像数据V2。

[0081] 若第二影像数据V2被生成,则描绘部24e一边将从比较部24d输出的第二影像数据V2从极坐标系($r\theta$ 坐标系)变换为正交坐标系(XY坐标系)的数据一边转发至显示部21。显示部21基于从描绘部24e输入的第二影像数据V2,显示雷达影像。

[0082] <2. 雷达影像的生成处理>

[0083] 如以上那样,信号处理部24b、脉冲合成部24c、比较部24d及描绘部24e联动,作为基于由接收机3接收到的第一接收信号及第二接收信号而生成雷达影像的影像生成部26而进行动作。以下,参照图7,针对上述的影像生成部26所进行的雷达影像的生成处理的流程进行汇总。

[0084] 首先,作为步骤S1,信号处理部24b取得与某方位 D_t 对应的在第一接收期间接收到的第一接收信号,对其适当实施信号处理,生成第一回波数据。在与步骤S1实质地并行执行的步骤S2中,信号处理部24b取得与实质上相同的方位 D_t 对应的在第二接收期间接收到的第二接收信号,对其适当实施信号处理,生成第二回波数据。

[0085] 在接着的步骤S3中,脉冲合成部24c基于与方位 D_t 对应的第一回波数据及第二回波数据,生成沿着方位 D_t 的距离方向延伸的第一影像数据V1。第一影像数据V1之中,相当于沿着方位 D_t 的距离方向为近距离的区间的显示信号根据第一回波数据的信号强度而被决定。另一方面,第一影像数据V1之中,相当于沿着方位 D_t 的距离方向为远距离的区间的显示信号根据第二回波数据的信号强度而被决定。另外,显示信号的值被决定为成为其基础的回波数据的信号强度越大,在画面上被显示得越清楚或者越浓。另外,如已经叙述的那样,即使显示信号成为相同的值,成为其基础的第一回波数据的信号强度、和第二回波数据的信号强度的绝对值也不限于相同。

[0086] 在接着的步骤S4中,比较部24d基于与方位 D_t 对应的第一影像数据V1及第一回波数据,生成沿着方位 D_t 的距离方向延伸的第二影像数据V2。第二影像数据V2之中,相当于方位 D_t 的距离方向为近距离的区间的部分沿用同区间的第一影像数据V1、即同区间的第一回波数据。即,第二影像数据V2之中,相当于沿着方位 D_t 的距离方向为近距离的区间的显示信号成为根据第一影像数据V1的信号强度、即第一回波数据的信号强度而被决定的值。另一方面,第二影像数据V2之中,相当于沿着方位 D_t 的距离方向为远距离的区间的显示信号通

过第一影像数据V1的信号强度、即第二回波数据的信号强度、和第一回波数据的信号强度的比较而被决定。更具体而言,该显示信号根据两信号强度的比较的结果为更大的信号强度而被决定。另外,显示信号的值被决定为成为其基础的影像数据的信号强度越大,在画面上被显示得越清楚或者越浓。

[0087] 在接着的步骤S5中,描绘部24e将在步骤S4中生成的方位Dt的第二影像数据V2从极坐标系的数据变换为正交坐标系的数据。并且,在接着的步骤S6中,描绘部24e基于变换后的方位Dt的第二影像数据V2,对在显示部21上显示的雷达影像之中沿着方位Dt延伸的区域的影像进行更新。

[0088] 以上的步骤S1~S6的处理例如对下一方位反复执行,直至经由输入部22从用户命令了结束雷达影像的显示(步骤S7及步骤S8)。另外,下一方位是指,从当前的方位在雷达天线10的旋转方向上相邻的方位。若被命令了结束雷达影像的显示,则本处理结束。

[0089] <3. 变形例>

[0090] 以上,针对本发明的一实施方式进行了说明,但本发明并非限定于上述实施方式,只要不脱离其宗旨,能够进行各种变更。例如,能够进行以下的变更。此外,以下的变形例的主旨能够适当组合。

[0091] <3-1>

[0092] 在上述实施方式中,影像生成部26所进行的雷达影像的生成处理通过执行程序40的CPU30而被数字处理。但是,这些全部或者一部分处理不限于CPU,还能够通过FPGA(现场可编程门阵列(field-programmable gate array))来执行,也可以通过模拟电路进行模拟处理。

[0093] <3-2>

[0094] 在上述实施方式中,在近距离区域中,基于第一回波数据而生成第二影像数据V2,在远距离区域中,第一回波数据和第二回波数据被比较,基于第一回波数据和第二回波数据之中信号强度大的回波数据而生成了第二影像数据V2。但是,也可以在距离方向的全部区间中,第一回波数据和第二回波数据被比较,基于第一回波数据和第二回波数据之中信号强度大的回波数据而生成第二影像数据V2。在近距离区域中,通常第一回波数据的信号强度高于第二回波数据的信号强度,所以在该情况下,也最终得到实质上同样的雷达影像。

[0095] <3-3>

[0096] 在上述实施方式中,在近距离的区间中,基于第一回波数据,在远距离的区间中,基于第二回波数据而生成第一影像数据V1。但是,若在雷达影像上突然切换基于第一回波数据的影像和基于第二回波数据的影像,则两影像的边界显眼,作为整体而会生成不自然的雷达影像。因此,为了消除该不自然的边界,能够如以下那样生成第一影像数据V1。即,能够在近距离的区间中,基于第一回波数据,在中距离的区间中,基于第一回波数据和第二回波数据的合成信号,在远距离的区间中,基于第二回波数据而生成第一影像数据V1。另外,在此所说的中距离的区间是在距离方向上与远距离的区间相比更接近于雷达影像的中心,与近距离的区间相比离雷达影像的中心远的区间,这三个区间相互邻接,不重叠。中距离的区间用的第一回波数据和第二回波数据的合成信号能够通过赋予与距离相应的权重而将两数据相加从而生成。图8是表示能够使用于该加权相加的权重(混合比率)的曲线图。

[0097] 在本变形例中,在生成各方位的第二影像数据V2(雷达影像的显示信号)时,例如,

比较部24d能够在远距离及中距离的区间中,对第一影像数据V1的信号强度和第一回波数据的信号强度进行比较,基于较大的信号强度,生成显示信号。在该情况下,在中距离的区间中,根据第一影像数据V1的信号强度、即第一回波数据和第二回波数据的合成信号的信号强度、和第一回波数据的信号强度之中较大的一方生成第二影像数据V2的显示信号。另一方面,在远距离的区间中,实质上与上述实施方式同样,根据第一回波数据的信号强度、和第一回波数据的信号强度之中较大的一方而生成第二影像数据V2的显示信号。

[0098] <3-4>

[0099] 在上述实施方式中,在生成各方位的远距离的区间的(在变形例3-3中,远距离和中距离的区间的)第二影像数据V2时,对第一回波数据和第一影像数据V1的信号强度进行比较,进行取较大的从而生成显示信号。但是,也可以针对各方位的该区间,对第一回波数据和第一影像数据V1进行比较,以该比较的结果为较大的数据的混合比例大的方式将两数据相加,从而生成第二影像数据V2的显示信号。

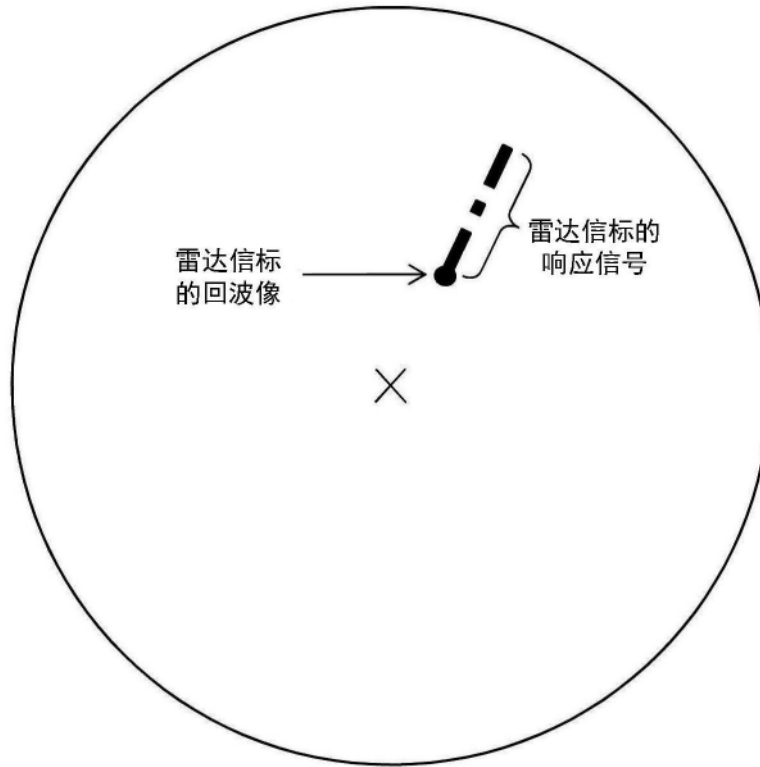


图1A

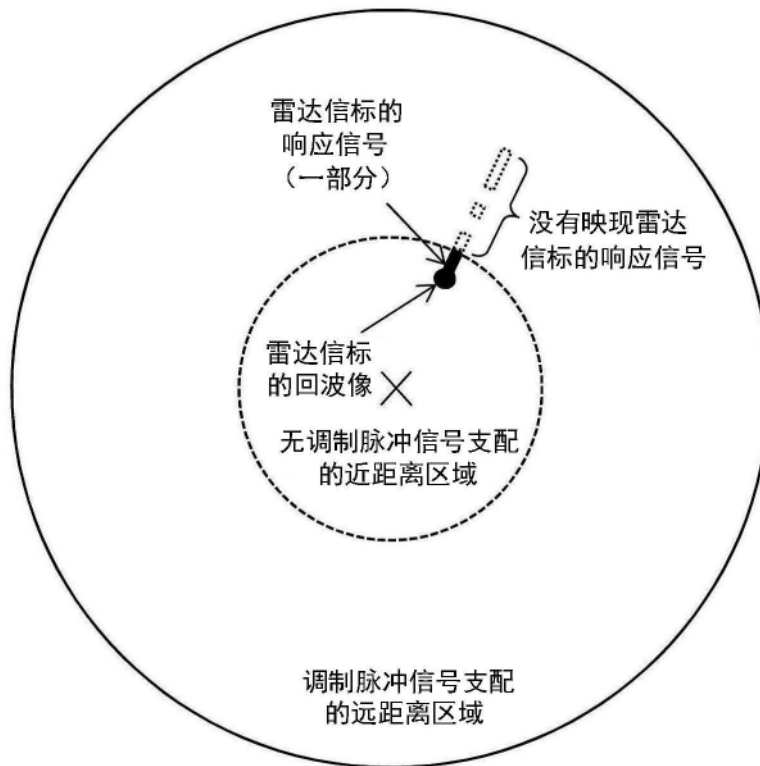


图1B

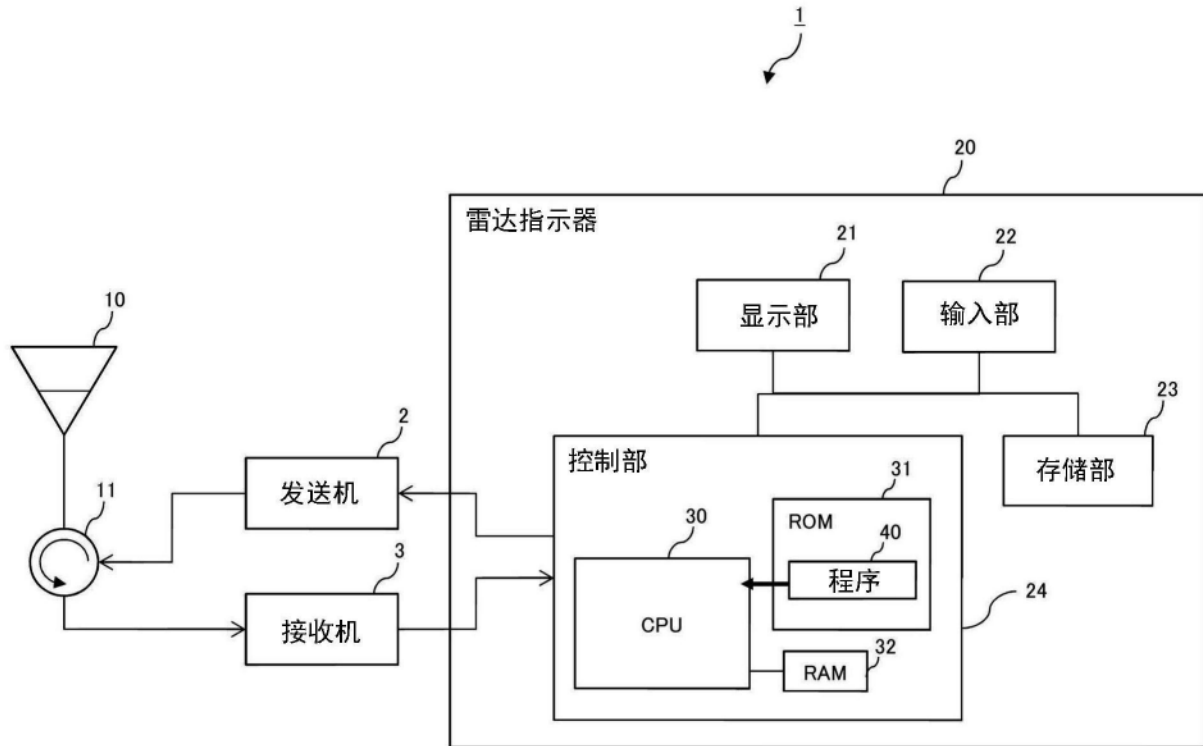


图2

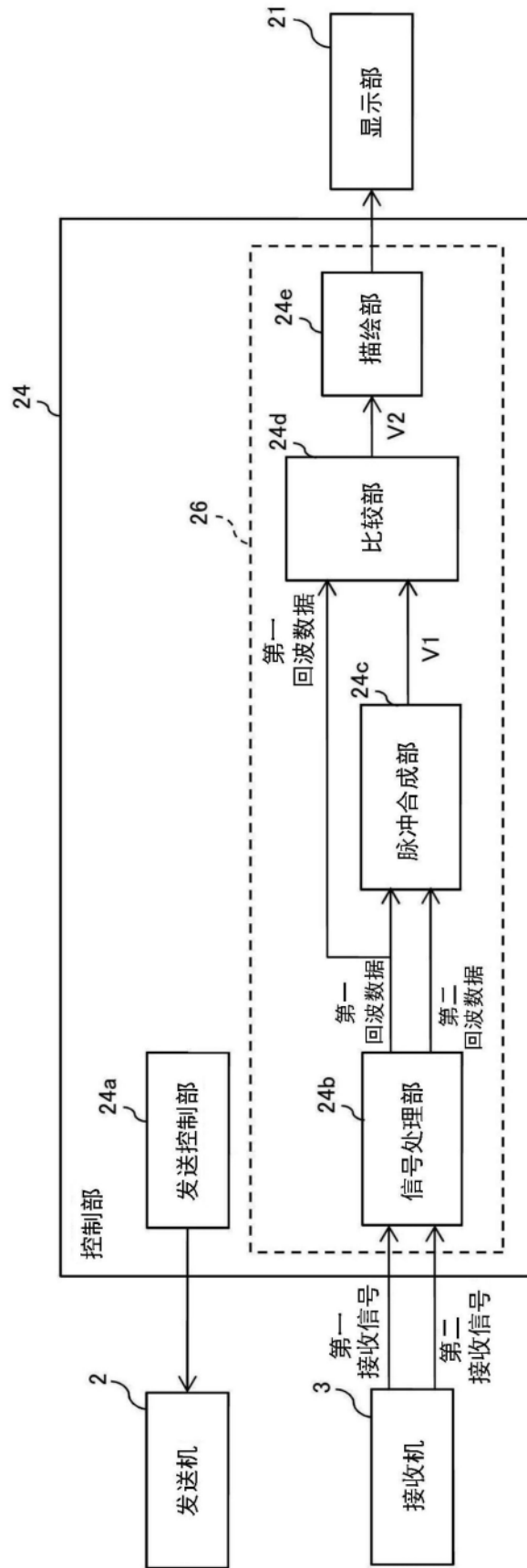


图3

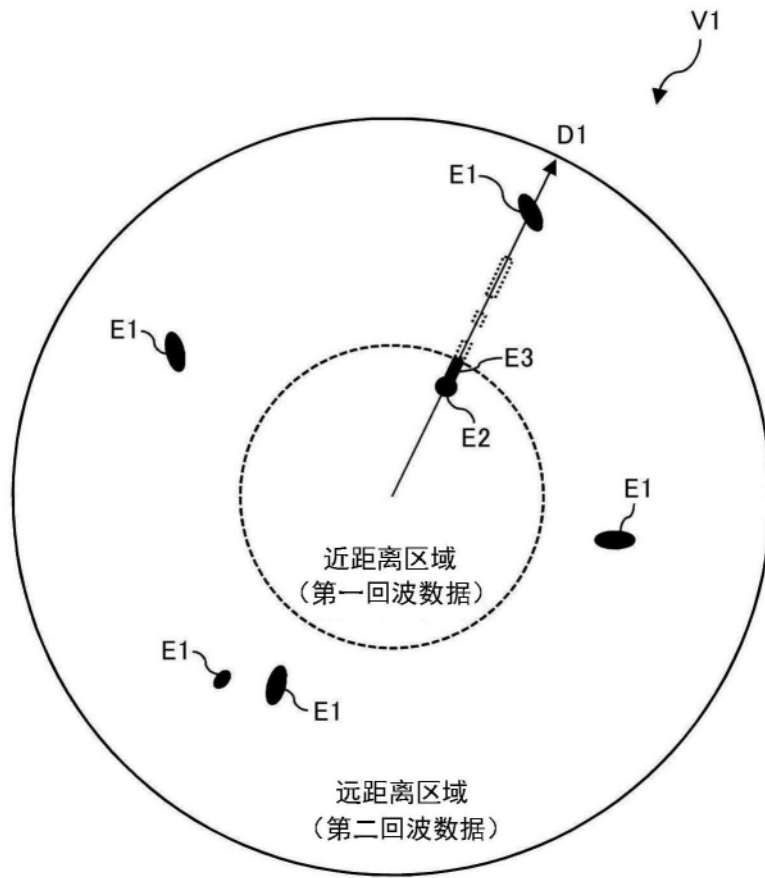


图4

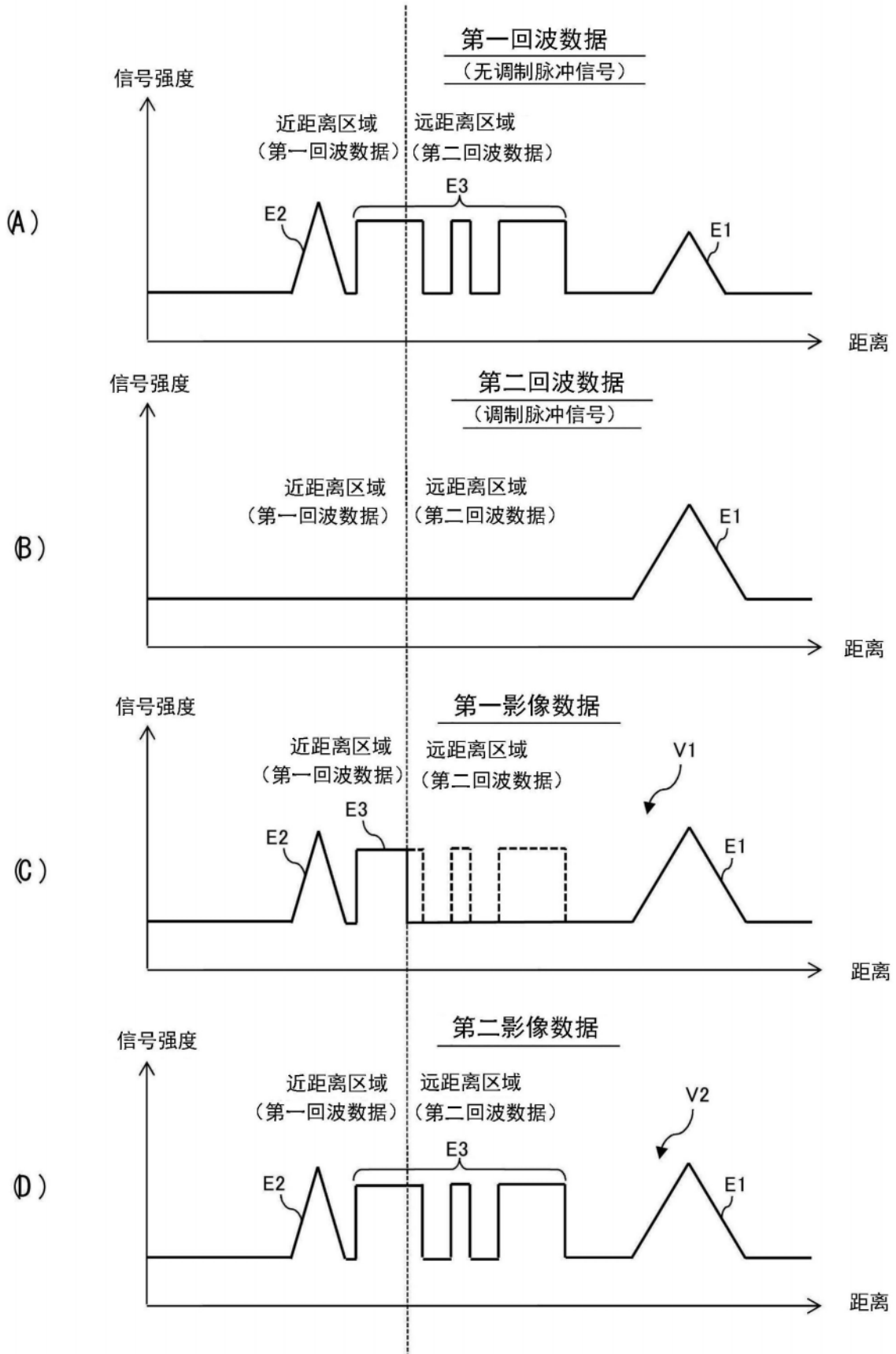


图5

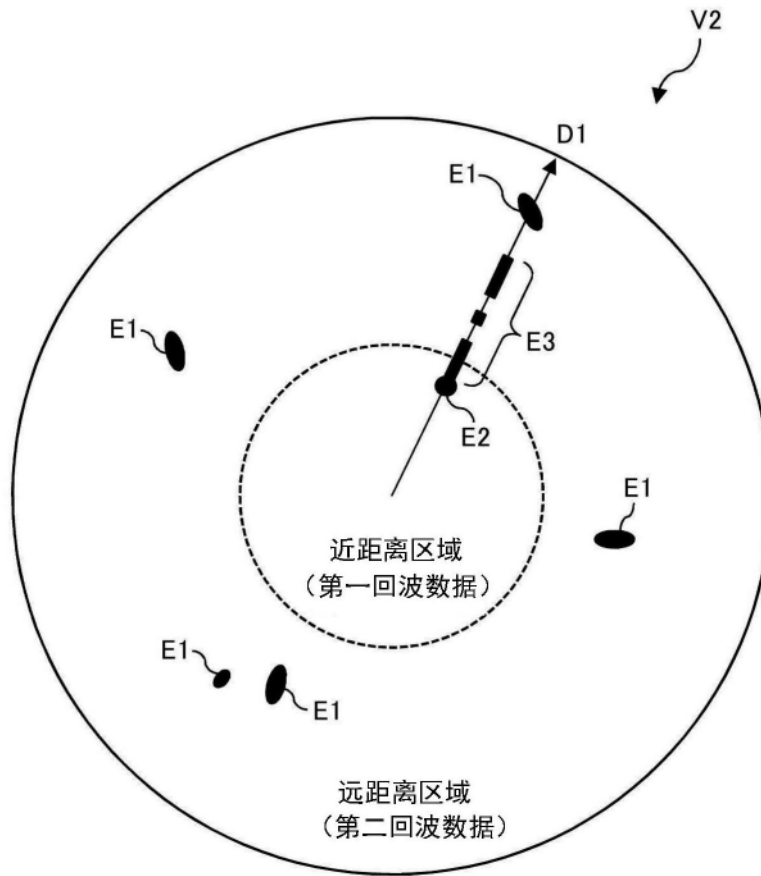


图6

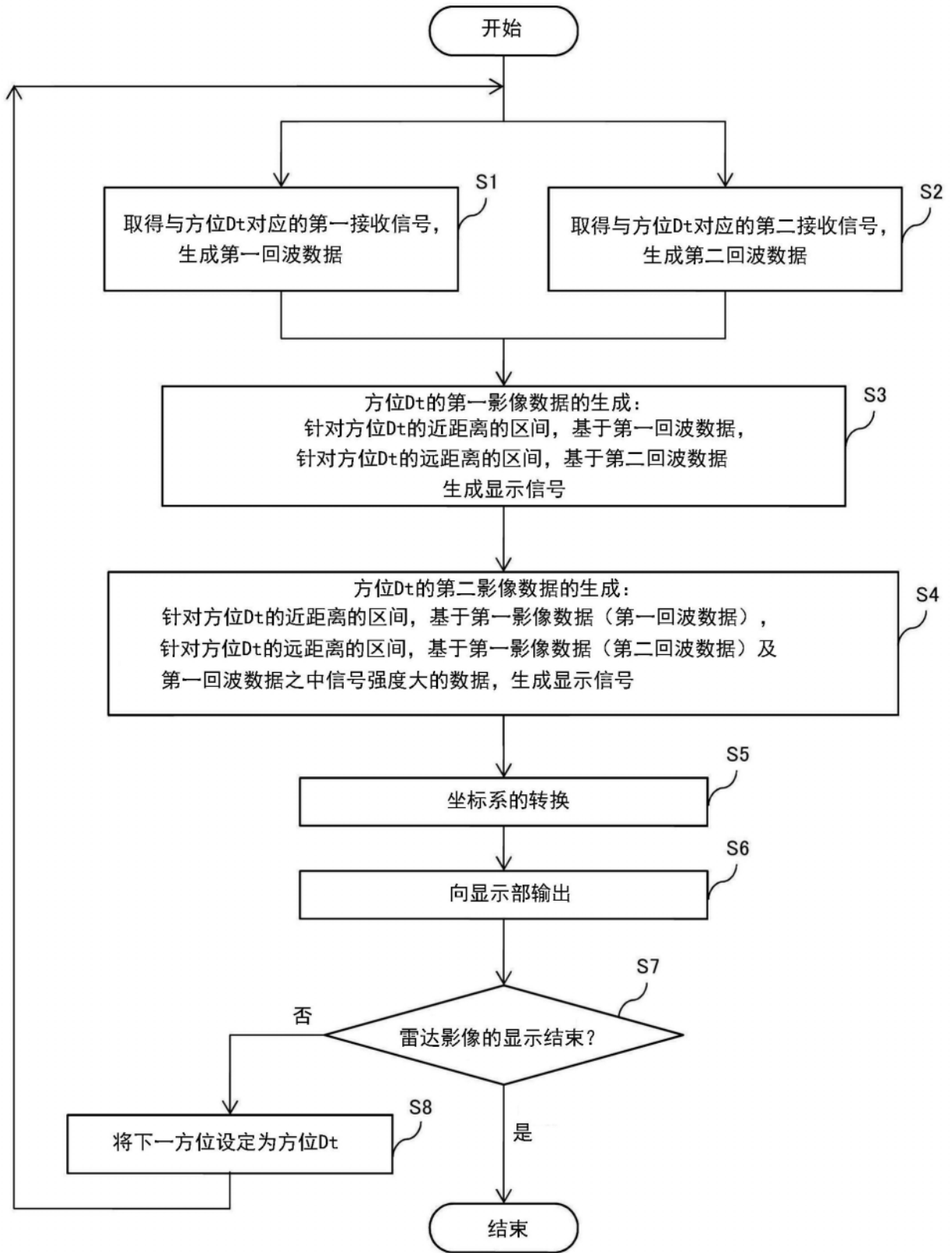


图7

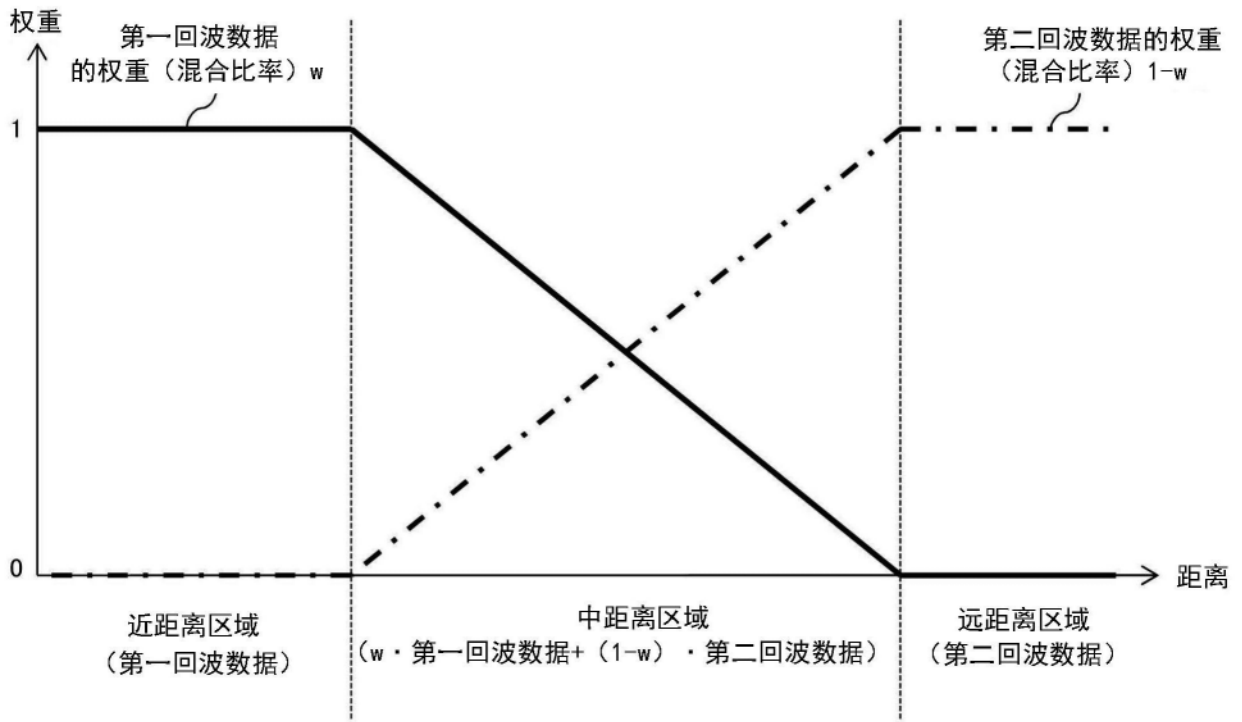


图8