



# (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112771402 B

(45) 授权公告日 2024.08.13

(21) 申请号 201980065349.4

(22) 申请日 2019.09.24

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 112771402 A

(43) 申请公布日 2021.05.07

(30) 优先权数据  
102018124582.3 2018.10.05 DE

(85) PCT国际申请进入国家阶段日  
2021.04.02

(86) PCT国际申请的申请数据  
PCT/EP2019/075727 2019.09.24

(87) PCT国际申请的公布数据  
W02020/069923 DE 2020.04.09

(73) 专利权人 海拉有限双合股份公司  
地址 德国利普施塔特

(72) 发明人 A·冯莱茵

(74) 专利代理机构 中国贸促会专利商标事务所  
有限公司 11038  
专利代理师 楼震炎

(51) Int.Cl.  
G01S 7/40 (2006.01)  
G01S 13/931 (2020.01)

(56) 对比文件  
US 2015035697 A1, 2015.02.05  
审查员 马薇霖

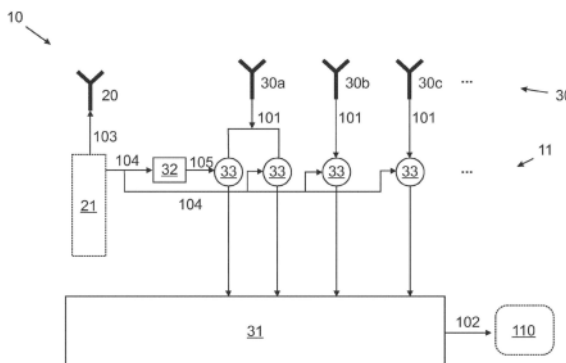
权利要求书2页 说明书9页 附图7页

## (54) 发明名称

用于在雷达系统中进行检测的方法

## (57) 摘要

本发明涉及一种用于在雷达系统(10)中进行检测的方法,所述雷达系统包括车辆(1)的至少一个接收天线,其中,重复执行下列步骤:在雷达系统(10)的每个所述接收天线中执行对传感器信号的检测,其中,由此检测到的各传感器信号对于通过雷达系统(10)探测原始目标(5)是特定的,执行所述接收天线中的不同接收天线的所检测的传感器信号的比较,以分别提供相位适配的传感器信号,其中,执行来自步骤的不同重复中的相同的接收天线的相位适配的传感器信号的组合(150),以便提供检测结果(121)。



1. 一种用于在雷达系统(10)中进行检测的方法,所述雷达系统包括车辆(1)的至少一个接收天线,其中,重复执行下列步骤:

- 在雷达系统(10)的每个所述接收天线中执行对传感器信号的检测,其中,由此检测到的各传感器信号对于通过雷达系统(10)探测原始目标(5)是特定的,

- 执行所述接收天线中的不同接收天线的所检测的传感器信号的比较,以分别提供相位适配的传感器信号,

其中,执行来自步骤的不同重复中的相同的接收天线的相位适配的传感器信号的组合(150),以便提供检测结果(121)。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,将所述接收天线之一定义为参考天线(30a),并且所述比较通过以下方式来执行,即,对于每个另外的接收天线,将各所述另外的接收天线的所检测的传感器信号利用所述参考天线(30a)的所检测的传感器信号进行处理,以便获得各所述另外的接收天线的相位适配的传感器信号。

3. 根据权利要求1或2所述的方法,其特征在于,每个所检测的传感器信号以具有雷达系统(10)的检测场(14)的不同的值(160)和相应不同的位置(161)的数字检测信息的形式存在,并且各所述相位适配的传感器信号借助于对各所述值和位置(161)的比较来形成,其中,

为所述组合(150)执行以下步骤:

- 在各所述相位适配的传感器信号中根据所述探测的探测参数来执行对所述值(160)的移动,

- 执行相同的接收天线的相位适配的传感器信号的线性组合。

4. 根据权利要求3所述的方法,其特征在于,在各所述相位适配的传感器信号中根据车辆(1)的速度来执行对所述值(160)的移动。

5. 根据权利要求1或2所述的方法,其特征在于,所检测的传感器信号对于至少一个通过所述探测所探测到的原始目标(5)的距离和相对速度而言是特定的。

6. 根据权利要求1或2所述的方法,其特征在于,针对所述重复中的多个重复,执行所述组合(150),以便分别提供所述检测结果(121),其中,由各所述检测结果(121)分别确定用于所述探测的频谱(110)。

7. 根据权利要求6所述的方法,其特征在于,针对所述重复中的每个重复,执行所述组合(150),以便分别提供所述检测结果(121)。

8. 根据权利要求1或2所述的方法,其特征在于,将所述接收天线之一定义为用于所述接收天线中的另外的接收天线的参考天线(30a),并且所检测的传感器信号中的每个传感器信号以具有不同的值(160)和相应不同的位置(161)的数字检测信息的形式存在,其中,在所述比较中,通过如下方式对所述接收天线中不同的接收天线的所检测的传感器信号进行处理,即,逐个位置地将各所述另外的接收天线的所检测的传感器信号与所述参考天线(30a)的所检测的传感器信号的复共轭相乘,以便为各所述另外的接收天线分别提供相位适配的传感器信号。

9. 根据权利要求1或2所述的方法,其特征在于,执行至少两个所述重复中的相位适配的传感器信号的组合(150),以便减少在传感器信号中的噪声。

10. 根据权利要求9所述的方法,其特征在于,执行至少三个所述重复中的相位适配的

传感器信号的组合(150),以便减少在传感器信号中的噪声。

11.根据权利要求9所述的方法,其特征在于,执行至少四个所述重复中的相位适配的传感器信号的组合(150),以便减少在传感器信号中的噪声。

12.根据权利要求1或2所述的方法,其特征在于,分别仅利用相同接收天线的相位适配的传感器信号来执行所述组合(150)。

13.根据权利要求1或2所述的方法,其特征在于,对所述传感器信号的重复的检测分别在检测持续时间期间执行,其中,所述重复以周期持续时间的的时间间隔执行,其中,所述检测持续时间处于2 ms至40 ms的范围中,并且所述周期持续时间处于20 ms至100 ms的范围中。

14.根据权利要求13所述的方法,其特征在于,所述检测持续时间处于4 ms至30 ms的范围中。

15.根据权利要求13所述的方法,其特征在于,所述检测持续时间处于8 ms至20 ms的范围中。

16.根据权利要求13所述的方法,其特征在于,所述周期持续时间处于30 ms至70 ms的范围中。

17.根据权利要求13所述的方法,其特征在于,所述周期持续时间为50 ms。

18.根据权利要求1或2所述的方法,其特征在于,将所述组合(150)实施为用于,通过以下方式获得用于检测结果(121)的数字上提高的检测持续时间,即,将多个在时间上相继地检测到的传感器信号同相地彼此组合,各所述传感器信号的检测持续时间分别小于所述提高的检测持续时间,各所述传感器信号是相同的接收天线的传感器信号。

19.一种雷达系统(10),包括用于车辆(1)的至少一个接收天线,所述雷达系统具有处理装置(15),所述处理装置被适配成,使得所述处理装置(15)实施以下步骤:

- 在雷达系统(10)的每个所述接收天线中执行对传感器信号的检测,其中,由此检测的各传感器信号对于通过所述雷达系统(10)探测原始目标(5)是特定的,

- 执行对所述接收天线中的不同接收天线的所检测的传感器信号的比较,以分别提供相位适配的传感器信号,

其中,执行所述步骤的不同重复中的相同的接收天线的相位适配的传感器信号的组合(150),以便提供检测结果(121)。

20.根据权利要求19所述的雷达系统,其特征在于,所述接收天线被设置为至少两个接收天线。

21.根据权利要求20所述的雷达系统,其特征在于,所述接收天线被设置为至少三个接收天线。

22.根据权利要求20所述的雷达系统,其特征在于,所述接收天线被设置为至少四个接收天线。

23.根据权利要求20所述的雷达系统,其特征在于,所述接收天线被设置为至少五个接收天线。

24.根据权利要求19至23中任一项所述的雷达系统,其特征在于,设有处理器件,所述处理器件在由处理装置(15)实施时促使所述处理装置执行根据权利要求1至18中任一项所述的方法的步骤。

## 用于在雷达系统中进行检测的方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于在雷达系统中进行检测的方法。此外,本发明涉及一种雷达系统。

### 背景技术

[0002] 由现有技术已知,在车辆的雷达系统中以规则的间隔通过雷达系统检测反射的信号,以便借助所述检测探测在车辆的周围环境中的原始目标。用于这种探测的品质度量可以是所谓的信噪比。在此已经表明,检测信号的较长时间的测量或积分可以改善该值。

[0003] 然而,通常存在的问题是,在雷达系统中测量时间或积分时间不容易被延长。同样,测量时间或积分时间的提高会导致更高的功率消耗。

### 发明内容

[0004] 因此,本发明的任务是至少部分地减少上述缺点。尤其是,本发明的任务是,在车辆的雷达系统中提供改善的检测。

[0005] 上述任务通过的方法和通过的雷达系统来解决。在此,结合根据本发明的方法描述的特征和细节当然也结合根据本发明的雷达系统适用,并且相应地反之亦然,从而关于对各个发明方面的公开始终可以彼此参考。

[0006] 在第一方面,本发明涉及一种用于在雷达系统中进行检测的方法,所述雷达系统包括车辆的至少一个接收天线,其中,重复执行下列步骤:

[0007] -在雷达系统的每个所述接收天线中执行对传感器信号的检测,其中,由此检测到的各传感器信号对于通过雷达系统探测原始目标是特定的,

[0008] -执行所述接收天线中的不同接收天线的所检测的传感器信号的比较,以分别提供相位适配的传感器信号,

[0009] 其中,执行来自步骤的不同重复中的相同的接收天线的相位适配的传感器信号的组合,以便提供检测结果。

[0010] 在第二方面,本发明涉及一种雷达系统,包括用于车辆的至少一个接收天线,所述雷达系统具有处理装置,所述处理装置被适配成,使得所述处理装置实施以下步骤:

[0011] -在雷达系统的每个所述接收天线中执行对传感器信号的检测,其中,由此检测的各传感器信号对于通过所述雷达系统探测原始目标是特定的,

[0012] -执行对所述接收天线中的不同接收天线的所检测的传感器信号的比较,以分别提供相位适配的传感器信号,

[0013] 其中,执行所述步骤的不同重复中的相同的接收天线的相位适配的传感器信号的组合,以便提供检测结果。

[0014] 所述任务尤其是通过一种用于在具有车辆的至少一个接收天线或至少两个接收天线的雷达系统中进行检测的方法来解决。

[0015] 在此尤其是规定,以下步骤重复地执行,优选依次地以所说明的顺序或以任意的

顺序执行,其中,也可以重复地执行个别步骤:

[0016] -在雷达系统的每个所述接收天线中执行对传感器信号的检测,其中,分别检测的传感器信号对于通过所述雷达系统探测原始目标是特定的,

[0017] -执行处理并且尤其是比较(尤其是相同的接收天线的)所检测的传感器信号或不同接收天线的所检测的传感器信号,分别用于提供相位适配的传感器信号,其中,尤其是在此将作为参考天线的第一接收天线的所检测的传感器信号与第二接收天线的所检测的传感器信号进行比较,和/或(尤其是与其无关地)将参考天线的所检测的传感器信号与第三接收天线的所检测的传感器信号进行比较,和/或(尤其是与其无关地)将参考天线的所检测的传感器信号与第四接收天线的所检测的传感器信号进行比较。

[0018] 上述步骤可以重复地执行,其中,尤其是各个重复的持续时间或时间间隔相应于周期持续时间。

[0019] 在此,除了改善天线的信噪比外,必要时可以通过根据本发明的方法实现优点,即所有另外的接收天线实现等效的改善,以便可以确定入射角。

[0020] 可能的是,在根据本发明的方法中,优选在所述比较之后和/或在每个重复中,执行来自步骤的不同重复中的相位适配的传感器信号的组合,以便提供检测结果。

[0021] 因此,例如,在重复内,来自该重复的接收天线中的特定接收天线的相位适配的传感器信号可以与来自先前重复的相同接收天线的相位适配的传感器信号组合。例如,所述组合可以针对第二和/或第三和/或第四接收天线和/或另外的接收天线(包括参考天线)来执行。

[0022] 在本发明的范围内,“比较”尤其是理解为(例如借助于计算机执行的)处理,其中,相同的接收天线的所检测的传感器信号和/或不同接收天线的所检测的传感器信号互相处理并且因此被考虑。以此方式,例如通过使传感器信号的差异(例如相位差)的处理结果彼此相关而能够进行比较。也可能的是,例如通过将传感器信号与复共轭传感器信号相乘,将唯一的接收天线的传感器信号与自身进行比较或处理。

[0023] 下面示例性地示出用于所述比较的可能的两种变型方案。所述比较可以相应地通过这两种变型方案中的任一种变型方案来进行,其中,第二变型方案是第一变型方案的简化:

[0024] 下面示例性示出根据第一变型方案的比较的第一设计方案。因此,传感器信号可以以下形式被描述为 $m(t, l)$ :

$$[0025] \quad m(t, l) = \sum_{n=0}^{N-1} A_n e^{i\omega_n(t)t} e^{i\theta_l} + \varepsilon_l$$

[0026] 其中,t为时间,l为天线号, $m(t, l) = \sum_{n=0}^{N-1} A_n e^{i\omega_n(t)t} e^{i\theta_l} + \varepsilon_l$ 为该天线中的噪声,并且

[0027]  $\omega_n(t)$ 为目标的频率,以及 $A_n$ 为目标/源的幅度。在此, $\omega_n(t)$ 可以对于短的观察时间段被视为是恒定的,但是在较长的时间段上改变。

[0028]  $\omega_n(t) = \omega_{n0} + \alpha v_n t$

[0029] 在此, $\alpha$ 是常数并且包含所有HF参数(啁啾参数化,载波频率)。

[0030] 现在,可以在不同的时间点进行测量,即: $T_0$ 、 $T_1$ 、 $T_2$ 等,其中,序列不必是等距的。例如,可以将时间点设置为如下: $T_0=0$ 、 $T_1=50\text{ms}$ 、 $T_2=78\text{ms}$ 、 $T_3=113\text{ms}$ 等。

[0031] 通过傅里叶变换(FT),现在可以通过 $m(t)$ 的短片段、例如超过8ms的FT,来获得 $m(\omega)$ 。除了噪声外, $m(\omega)$ 也包括在时间点 $T_k$ 的源 $s$

$$[0032] \quad m(\omega, T_k, l) = \begin{cases} \omega = \omega_n(T_k) & A_n e^{i\omega_n(T_k)T_k} e^{i\theta_l} + \varepsilon_{l,T_k}(\omega_n) \\ \omega \neq \omega_n(T_k) & \varepsilon_{l,T_k}(\omega) \end{cases}$$

[0033] 现在 $\varepsilon$ 可以大于或等于 $A_n$ ,以至于在频谱中看不到峰值。通过相干地添加多次测量, $A_n$ 可以显著提高 $\varepsilon$ 以上。

[0034] 由于测量时间点 $T_k$ 未被任意准确地已知,所以 $\omega_n$ 也未被任意准确地已知: $T_k = T_k + T_{\text{jitter}}$ 。同样地, $\omega_n$ 不必如上述进行表现。该不确定性以第一近似也以 $T_{\text{jitter}}$ 被打包。

$$[0035] \quad m(\omega, T_k, l) = \begin{cases} \omega = \omega_n(T_k) & A_n e^{i\omega_n(T_k+t_{\text{jitter}})(T_k+t_{\text{jitter}})} e^{i\theta_l} + \varepsilon_{l,T_k}(\omega_n) \\ \omega \neq \omega_n(T_k) & \varepsilon_{l,T_k}(\omega) \end{cases}$$

[0036] 相干加法由于 $T_{\text{jitter}}$ 的不确定性而可能变得不可能。因此,根据本发明必要时可以充分利用的是, $T_{\text{jitter}}$ 对于所有接收天线是相同的并且与每个频点的负相位相乘:

$$[0037] \quad \begin{aligned} m_{MIA}(\omega, T_k, l) &= m(\omega, T_k, l) e^{-i \text{phase}(m(\omega, T_k, l=0))} \\ &= \begin{cases} \omega = \omega_n(T_k) & (A_n e^{i\omega_n(T_k+t_{\text{jitter}})(T_k+t_{\text{jitter}})} e^{i\theta_l} + \varepsilon_{l,T_k}(\omega_n)) e^{-i\omega_n(T_k+t_{\text{jitter}})(T_k+t_{\text{jitter}})} e^{-i\theta_0} e^{-i\delta_{\varepsilon,0,\omega_n}} \\ \omega \neq \omega_n(T_k) & \varepsilon_{l,T_k}(\omega) e^{-i\delta_{\varepsilon,0,\omega}} \end{cases} \\ &= \begin{cases} \omega = \omega_n(T_k) & A_n e^{i(\theta_l-\theta_0)} e^{-i\delta_{\varepsilon,0,\omega_n}} + \varepsilon_{l,T_k}(\omega_n) e^{-i\omega_n(T_k+t_{\text{jitter}})(T_k+t_{\text{jitter}})} e^{-i\theta_0} e^{-i\delta_{\varepsilon,0,\omega_n}} \\ \omega \neq \omega_n(T_k) & \varepsilon_{l,T_k}(\omega) e^{-i\delta_{\varepsilon,0,\omega}} \end{cases} \end{aligned}$$

[0038] 噪声分量被重命名,因为这里仅相位被转为:

$$[0039] \quad m_{MIA}(\omega, T_k, l) = \begin{cases} \omega = \omega_n(T_k) & A_n e^{i(\theta_l-\theta_0)} e^{-i\delta_{\varepsilon,0,\omega_n}} + \varepsilon_{MIA,l,T_k}(\omega_n) \\ \omega \neq \omega_n(T_k) & \varepsilon_{MIA,l,T_k}(\omega) \end{cases}$$

[0040] 如果现在将噪声分量 $e(j*\delta)$ 重写为

[0041]  $e(-j*\delta) = (1+b)$ ,则可以将它相乘为:

$$[0042] \quad A_n e^{i(\theta_l-\theta_0)} e^{-i\delta_{\varepsilon,0,\omega_n}} = A_n e^{i(\theta_l-\theta_0)} (1+b) = A_n e^{i(\theta_l-\theta_0)} + b A_n e^{i(\theta_l-\theta_0)}$$

[0043] 在此,b被理解为“噪声式的”并且因此被归属于整个项 $\varepsilon_{MIA}$ 。

[0044] 因此:

$$[0045] \quad m_{MIA}(\omega, T_k, l) = \begin{cases} \omega = \omega_n(T_k) & A_n e^{i(\theta_l-\theta_0)} + \varepsilon_{MIA,l,T_k}(\omega_n) \\ \omega \neq \omega_n(T_k) & \varepsilon_{MIA,l,T_k}(\omega) \end{cases}$$

[0046] 现在可以在 $\omega(T_k)$ 处估计目标。由于啁啾参数化,因此在所有先前的测量时间点 $\omega(T_{(k-1)})$ 、 $\omega(T_{(k-2)})$ 、...处都知道潜在目标的位置。

[0047] 在与运动模型相对应的频点位置上的复数值 $A(T_k)$ 被相加,因此可以将 $A_n$ 提高到 $\varepsilon$ 以上。

[0048] 比较的第二种变型方案例如如下所示:

[0049] 代替如上所述利用来自参考天线的每个频点的参考相位来校正频谱,也可以仅将频谱与参考天线的复共轭值相乘。由此,虽然幅度被用于衡量一种功率,但是这为计算开销

提供了优点：

[0050]  $m_1 * \exp(-j * \text{phase}(m_0)) = m_1 * \text{conj}(m_0) / \sqrt{\text{Re}(m_0)^2 + \text{Im}(m_0)^2}$  被简化为：

[0051]  $m_1 * \text{conj}(m_0)$

[0052] 其中“conj”是复共轭，“exp”是指数函数，并且sqrt是平方根。

[0053] 在这两个变型方案1)和2)之间，存在另一个解决方案1b)，其中，估计 $1/\text{sqrt}$ 。

[0054] 在此，根据本发明的方法可以提供的优点是，可以在检测结果中有效地增加相应检测的测量时间或积分时间。换言之，可以改善信噪比。优选地，这可以在保持周期持续时间和/或每个周期的测量时间（检测持续时间）的同时实现。因为这种改进不仅会影响一个接收天线，而且会影响所有接收天线，所以除了进行纯探测外，还可以正确确定入射角。

[0055] 即使S/N（信噪比）足以能够实现探测，也可以有利地通过根据本发明的方法增大所有接收天线上的S/N，并且由此稳定角度确定。

[0056] 检测结果例如在信息和/或维度（例如作为二维矩阵）方面相应于一些传感器信号，从所述传感器信号中通过组合形成检测结果。然而，与该传感器信号相反，检测结果可以具有改善的信噪比。在此可能的是，借助于传感器信号的二维傅里叶变换可以确定二维的检测结果（2D频谱），所述检测结果对于原始目标的速度和/或空间距离是特定的。

[0057] 同样可能的是，用于运动模型的检测结果在单义的频谱范围外被计算。

[0058] 可选地可以规定，将接收天线中的一个接收天线定义为参考天线，并且由此进行比较，即，对于另外的接收天线中的每个接收天线，利用参考天线的所检测的传感器信号来处理各所述另外的接收天线的所检测的传感器信号，以便获得各所述另外的接收天线的相位适配的传感器信号。以这种方式，例如可以获得第二接收天线的相位适配的传感器信号、第三接收天线的相位适配的传感器信号以及第四接收天线的相位适配的传感器信号，其中，第一接收天线用作所述参考天线。尤其是，在该比较中利用的是，基于接收天线彼此间的等距和/或预先已知的空间距离，这些接收天线的传感器信号彼此间的相位关系是已知的。因此，以这种方式可以通过比较使传感器信号的相位协调和/或标准化。此外，这可以实现传感器信号的随后的组合，因为否则由于传感器信号的不同相位而可能不能进行组合。

[0059] 可选地可能的是，所检测的传感器信号中的每个传感器信号以具有优选用于雷达系统的检测场的不同的值和相应不同的（必要时至少部分地空间上的）位置的数字检测信息的形式、尤其是一维或二维的坐标的形式存在，并且优选地，相位适配的传感器信号根据来自所述值和位置的比较来形成，其中，优选对于所述组合执行下列步骤：

[0060] -根据所述探测的探测参数、尤其是车辆的速度和/或运动方向和/或类似参数在相位适配的传感器信号中执行值的移动，

[0061] -优选地通过形成算术平均值或求和等来执行相同接收天线的相位适配的传感器信号的线性组合。

[0062] 因为不同重复的传感器信号不是直接相继地被检测，而是在一定的时间间隔（例如周期持续时间）之后才被检测，所以根据车辆在中间时间中的运动已经改变了在车辆与原始目标之间的相对位置。因为所述值和位置对于探测该原始目标可以是特定的，所以在组合时必须相应地考虑车辆的运动。这可以通过根据探测参数适配传感器信号的位置信息来进行。

[0063] 例如可以规定，所检测的传感器信号对于至少一个通过所述探测而探测的原始目

标的距离和/或相对速度是特定的。为了确定这些信息,例如可以执行传感器信号或检测结果的傅里叶变换。

[0064] 如果对于所述重复中的多个重复和尤其是每个重复执行组合以便分别提供检测结果,则在本发明的范围内可以实现另一优点,其中,从所述检测结果中分别确定用于所述探测的频谱。频谱例如可以二维地实施,以便以简单的方式确定用于原始目标的距离和/或相对速度。

[0065] 当将接收天线中的一个接收天线定义为用于接收天线中的另外的接收天线的参考天线并且检测到的传感器信号中的每个传感器信号以具有不同值和相应不同位置的数字检测信息的形式存在时,则可以在本发明的范围内实现另一优点,其中,优选地,在所述比较时,通过如下方式对不同的接收天线的所检测的传感器信号进行处理,即,逐个位置地将各所述另外的接收天线的所检测的传感器信号与所述参考天线的所检测的传感器信号的复共轭相乘,以便为各所述另外的接收天线分别提供相位适配的传感器信号。换句话说,可以执行使各个相位协调的投影。这能够实现对不同重复的不同传感器信号的可靠的进一步处理。

[0066] 此外,有利的是,在本发明的范围内,将来自重复中的至少两个或至少三个或至少四个重复中的相位适配的传感器信号进行组合。这具有的优点是,由此可以降低传感器信号中的噪声。换言之,可以改善信噪比。

[0067] 此外,在本发明的范围内可以考虑,分别仅利用相同接收天线的相位适配的传感器信号来执行所述组合。在此,也可以针对每次重复确定对于接收天线中的每个接收天线(必要时除了参考天线)的检测结果。

[0068] 此外有利的是,传感器信号的重复的检测分别在检测持续时间期间执行,其中,尤其是在周期持续时间的的时间间隔中进行重复。

[0069] 此外可能的是,所述检测持续时间处于2ms至40ms、优选4ms至30ms、优选8ms至20ms的范围中,和/或所述周期持续时间处于20ms至100ms、优选30ms至70ms的范围中,并且优选为50ms。这能够实现可靠地探测对象,亦即尤其是原始目标和/或来自车辆的周围环境的反射信号。

[0070] 此外,可以规定,该组合被实施为用于,通过以下方式获得用于检测结果的数字上提高的(有效的)检测持续时间,即,将具有分别小于所述提高的检测持续时间的检测持续时间的尤其是相同接收天线的多个在时间上相继检测的传感器信号进行同相地彼此组合。例如可以通过借助比较使相位相称来进行相位正确的组合。所述相位正确的组合必要时也可以看作为相干加法和/或积分。

[0071] 用于车辆的雷达系统同样是本发明的主题,所述雷达系统具有至少一个或至少两个接收天线,所述雷达系统具有处理装置,所述处理装置被适配为使得所述处理装置执行以下步骤:

[0072] -在雷达系统的接收天线中的每个接收天线中执行对传感器信号的检测,优选通过模数转换执行所述检测,其中,由此检测的各传感器信号对于通过所述雷达系统探测原始目标是特定的,

[0073] -执行所述接收天线中的不同接收天线的所检测的传感器信号的比较,以分别提供相位适配的传感器信号,

[0074] 其中,优选地,执行来自所述步骤的重复中的不同重复的相位适配的传感器信号的组合,以提供检测结果。由此,根据本发明的雷达系统带来与详细地参照根据本发明的方法所描述的的优点相同的优点。此外,雷达系统可以适合于实施根据本发明的方法。

[0075] 另外有利地可以规定,接收天线被设置为至少两个或至少三个或至少四个或至少五个接收天线。这能够实现对车辆的周围环境的可靠的检测。

[0076] 雷达系统例如被实施为24GHz或77GHz雷达系统。备选地或附加地,雷达系统被构造为连续波雷达,尤其是构造为FMCW(英语:Frequency Modulated Continuous Wave Radar,调频连续波雷达),其可以执行距离测量和/或速度测量。

[0077] 此外,车辆可以是机动车和/或乘用车和/或自主车辆和/或电动车辆和/或类似车辆。(可能处理的)检测信息例如通过车辆的辅助系统和/或控制器来使用,所述控制器提供车辆的至少部分自主的行驶和/或自动的泊车。

[0078] 优选地,在本发明的范围内可以规定,设置有处理器件、例如计算机程序、尤其是计算机程序产品,所述处理器件在由处理装置实施时促使所述处理装置执行根据本发明的方法的步骤。此外,这种计算机程序作为本发明的主题而受到保护。同样地,对具有根据本发明的计算机程序的计算机可读介质、尤其是数据载体进行保护。

## 附图说明

[0079] 本发明的其它优点、特征和细节由以下说明得出,在该说明中参考附图详细地描述了本发明的实施例。在此,在权利要求书和说明书中提到的特征可以分别单独地或以任意组合对于本发明是重要的。在此,示出:

[0080] 图1分别以侧视图示出具有根据本发明的雷达系统的车辆以及另外的在前行驶的车辆的示意图,

[0081] 图2示出根据本发明的雷达系统的部件的示意电路图,

[0082] 图3示出根据本发明的雷达系统的探测的示意图,

[0083] 图4示出根据本发明的方法的比较的示意图,

[0084] 图5示出在根据本发明的方法中的组合的示意图,

[0085] 图6示出在根据本发明的方法中的组合的示意图,

[0086] 图7示出用于可视化根据本发明的方法的步骤的示意图。

## 具体实施方式

[0087] 在以下附图中,对于不同实施例的相同技术特征也使用相同的附图标记。

[0088] 在图1中示意地示出具有根据本发明的雷达系统10的车辆1。箭头在此象征性表示车辆1的运动方向。此外,示出以另外的在前行驶的车辆形式的运动的对象6以及在车辆1的周围环境2中的静态的对象7。运动的和静态的对象分别是处于雷达系统10的至少一个检测场14中的对象5。在此,在图1中示例性地示出用于至少一个接收天线30的不同位置的不同检测场14,这些检测场可以备选地或组合地设置。因此,雷达系统10至少部分地布置在外后视镜中或保险杠中等是可能的。在此,雷达传感器11可以作为探测器11根据车辆1的位置通过至少一个接收天线30接收这些对象5的反射并且根据这些反射来探测作为原始目标5的对象5和/或重建周围环境2。为此,检测检测信号101并且通过处理装置15执行对检测信号

101的信号处理,其中,检测信号101可以被所述至少一个接收天线30接收。

[0089] 在图2中借助根据本发明的雷达系统10的示意电路图更详细示出具有另外的细节的所描述的检测。示例性地设置至少一个发送天线20以及至少一个第一接收天线30a、第二接收天线30b以及第三接收天线30c。在此,首先通过发送处理单元21生成发送信号103,该发送信号通过所述至少一个发送天线20发射到车辆1的周围环境2中。例如在图3中更详细示出这种发送信号103。雷达系统例如涉及连续波雷达和/或FMCW雷达(英语:frequency modulated continuous wave radar调频连续波雷达),其尤其是优选借助多普勒效应提供距离测量和/或速度测量。在此,例如可以涉及24GHz或77GHz雷达系统。为了检测在车辆1的周围环境2中的对象5的参数、例如距离或速度或角度,可以例如关于频率 $f$ 调制发送信号103。有利地,为了检测,可以在持续时间 $T_1$ 内以变化的频率 $f$ 经由所述至少一个发送天线20输出顺序 $N$ 个频率啁啾作为发送信号103。在这种啁啾中,频率 $f$ 可以在时间上在带宽 $B$ 的范围内改变。相应的啁啾的持续时间于是为 $T_1/N$ ,如在图3中也通过双箭头示意示出的那样。例如可以使用线性频率调制,其中在相应的啁啾中频率 $f$ 线性地在带宽 $B$ 内改变。在持续时间 $T_1$ 之后,可以在时间段 $T_2 - T_1$ 内进行对接收信号101(也或者:检测信号101)的评估。因此,整个测量周期具有持续时间 $T_2$ ,该持续时间因此相应于周期持续时间 $T_2$ 。

[0090] 根据图2,为了接收至少一个检测信号101,接收天线30可以以预定的距离等距地布置。所发出的发送信号103可以被检测场14中的每个对象5反射和/或反向散射并且因此到达接收天线30中的至少一个接收天线。由此接收的检测信号101随后可以尤其是通过所示的解调器33或向下混频器33被解调和/或向下混频。随后,检测信号101(也称为传感器信号101)可以通过接收处理单元31的模数转换器被转换成数字检测信息102(也称为检测的传感器信号102)。直至作为检测持续时间 $T_1$ 的持续时间 $T_1$ 结束,由此确定的数据可以存储在 $M \times N$ 矩阵中,其中, $N$ 个啁啾并且每个啁啾 $M$ 个采样。根据该矩阵,随后可以通过矩阵(即检测信息102)的傅里叶变换确定频谱110,所述频谱对于周围环境2中的对象5的在检测场14中的相对速度和/或距离是特定的。在此,尤其是二维频谱110(对应于根据检测信息102的二维矩阵),从而不同的坐标表示不同的参数(诸如距离和相对速度)。

[0091] 为了在检测时也能够确定检测信号101的相位,可以可能的是,通过向下混频器33的向下混频中的至少一个向下混频被实施成双重的。在向下混频时,为此使用的参考频率104然后通过移相器32被相移并且因此被转换为相移的参考频率105。以这种方式,例如可以提供I&Q方法(同相和正交方法)。

[0092] 为了获得(例如关于信噪比)改善的检测信息102,根据本发明可以对检测信息102进行进一步处理。然后,从所处理的检测信息102中能够确定频谱110。为此,例如首先将检测信息102转换为相位适配的传感器信号120,并且随后必要时转换为组合的传感器信号121(作为检测结果121),从所述组合的传感器信号中可以确定频谱110。

[0093] 在图4中示意地以其它细节示出在根据本发明的方法中执行比较。在此可见,用于第一接收天线30a的传感器信号101、用于第二接收天线30b的传感器信号101、用于第三接收天线30c的传感器信号101、以及用于第四接收天线30d的传感器信号101被接收,并且借助接收处理单元31分别转换成检测的传感器信号102(检测信息102)。在此,接收天线的数量是示例性的,从而必要时也可以设置另外的接收天线30并且由此设置另外的传感器信号101。在此,第一接收天线30a可以被定义为参考天线30a。在此,可以将参考天线30a的所检

测的传感器信号102与第二接收天线30b的所检测的传感器信号102进行比较,以便获得用于第二接收天线30b的相位适配的传感器信号120。相应地,也可以确定用于第三接收天线30c的相位适配的传感器信号120并且确定用于第四接收天线30d的相位适配的传感器信号120。这些确定的相位适配的传感器信号120然后可以配设给特定的周期,在该周期中检测了该传感器信号。该周期在图4中示例性地以I来表示。

[0094] 根据图5,示出另外的处理,其中,执行第一周期I的相位适配的传感器信号120与在时间上随后的第二周期II的相位适配的传感器信号21的组合150。以这种方式,可以为每个接收天线30(必要时除了参考天线30a)确定所属的检测结果121。

[0095] 在图6中示意地示出,在该组合150中,至少在为该组合150所使用的相位适配的传感器信号120中的一个传感器信号中必要时必须进行值160关于位置161的移动。

[0096] 在图7中示意地可视化根据本发明的方法。在此,根据第一方法步骤501,在雷达系统10的每个所述接收天线30中执行对传感器信号101的检测,其中,由此检测的各传感器信号102对于通过雷达系统10探测原始目标5是特定的。随后,根据第二方法步骤502,可以分别执行对不同的接收天线30的所检测的传感器信号102的比较,以用于提供相位适配的传感器信号120。根据第三方法步骤503,执行来自步骤的不同重复中的相位适配的传感器信号120的组合150,以提供检测结果121。

[0097] 实施方式的前述阐述仅在示例的范围内描述了本发明。当然,只要技术上有意义,这些实施方式的各个特征可以自由地彼此组合,而不离开本发明的范围。

[0098] 附图标记列表

- [0099] 1 车辆
- [0100] 2 周围环境
- [0101] 5 对象,原始目标
- [0102] 6 运动的对象
- [0103] 7 静止的对象
- [0104] 10 雷达系统
- [0105] 11 雷达传感器,探测器
- [0106] 14 检测场,检测区域
- [0107] 15 处理装置
- [0108] 20 发送天线
- [0109] 21 发送处理单元(尤其是具有压控振荡器、高频发生器、数模转换器)
- [0110] 30 接收天线
- [0111] 30d 第四接收天线
- [0112] 30a 第一接收天线,参考天线
- [0113] 30b 第二接收天线
- [0114] 30c 第三接收天线
- [0115] 31 接收处理单元(尤其是具有模数转换器)
- [0116] 32 移相器,90°
- [0117] 33 向下混频器
- [0118] 101 检测信号,接收信号,传感器信号

- [0119] 102 检测信息,检测的传感器信号
- [0120] 103 发送信号
- [0121] 104 参考信号,同相参考频率
- [0122] 105 相移的参考频率
- [0123] 110 频谱
- [0124] 120 相位适配的传感器信号
- [0125] 121 组合的传感器信号,检测结果
- [0126] 150 组合
- [0127] 160 值
- [0128] 161 位置
- [0129] 501 第一方法步骤
- [0130] 502 第二方法步骤
- [0131] 503 第三方法步骤
- [0132] f 频率
- [0133] t 时间
- [0134] B 传输带宽
- [0135] N 频率啁啾的数量
- [0136] T1 第一持续时间
- [0137] T2 第二持续时间



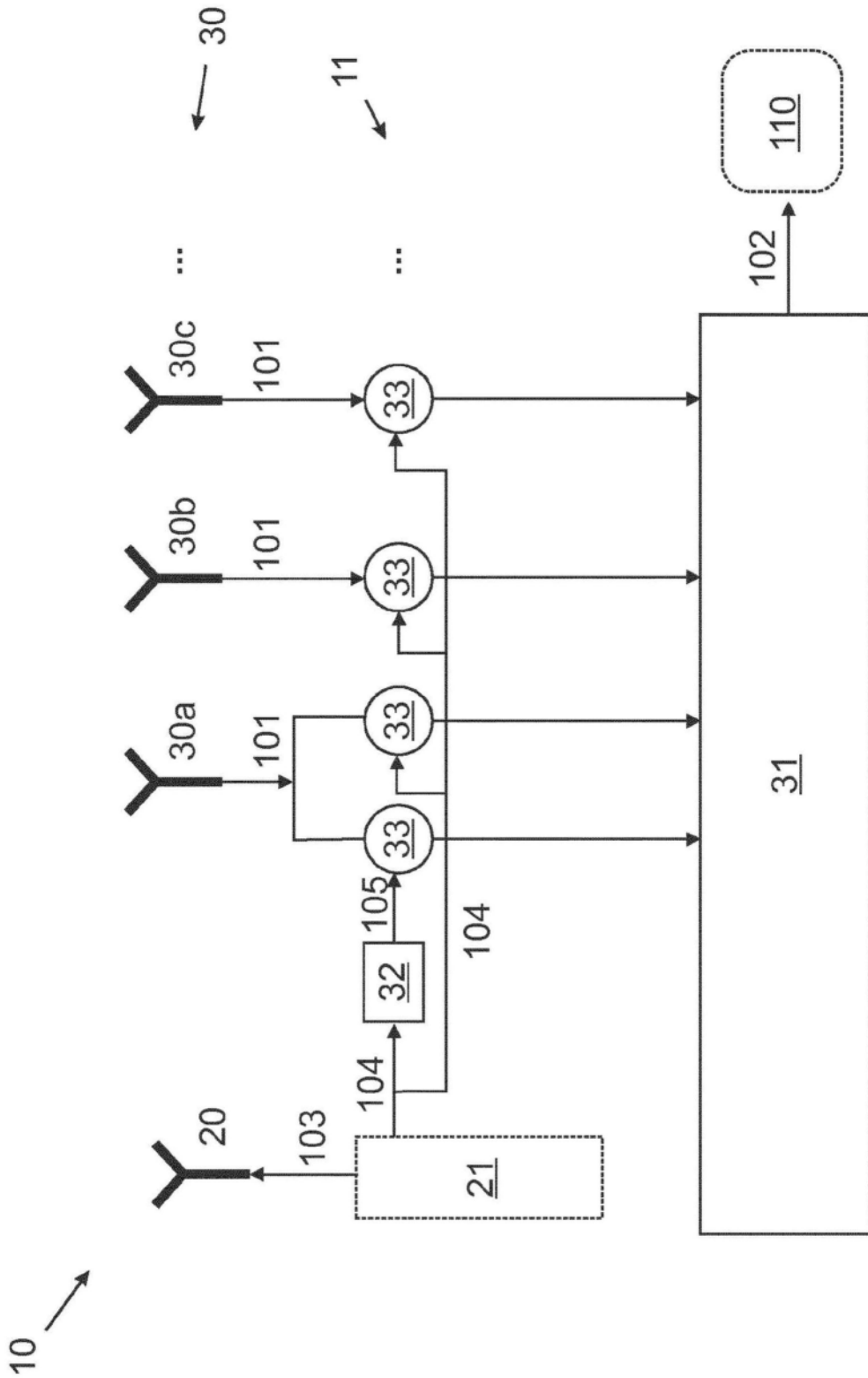


图2

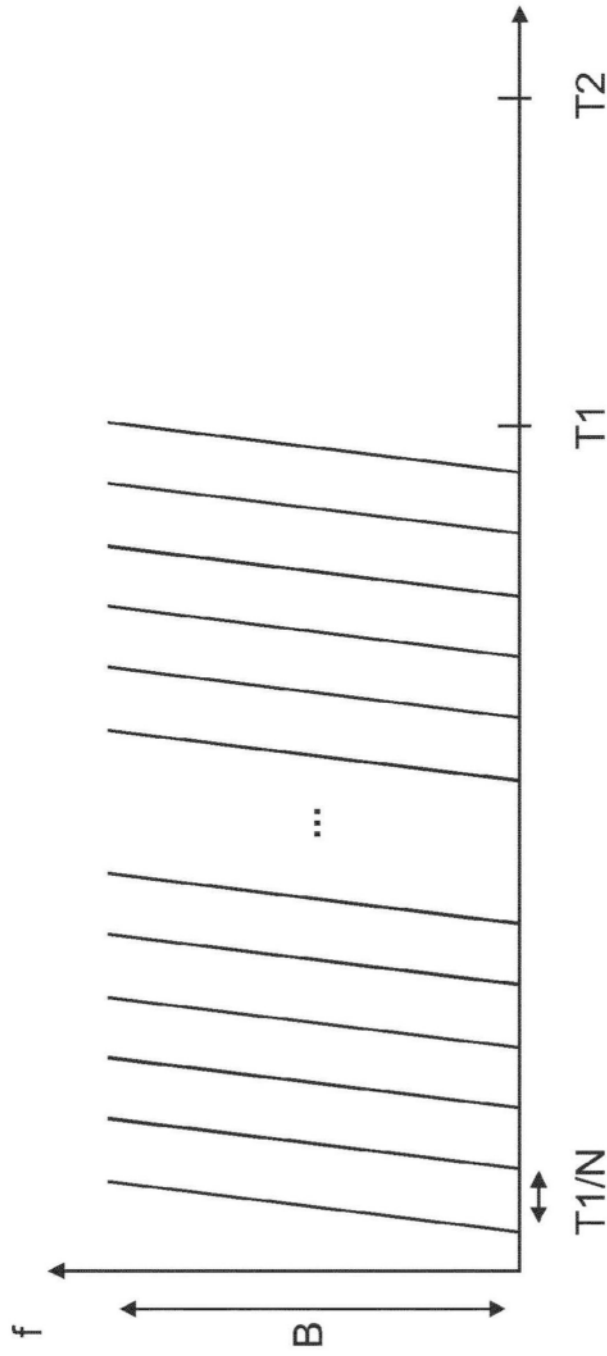


图3

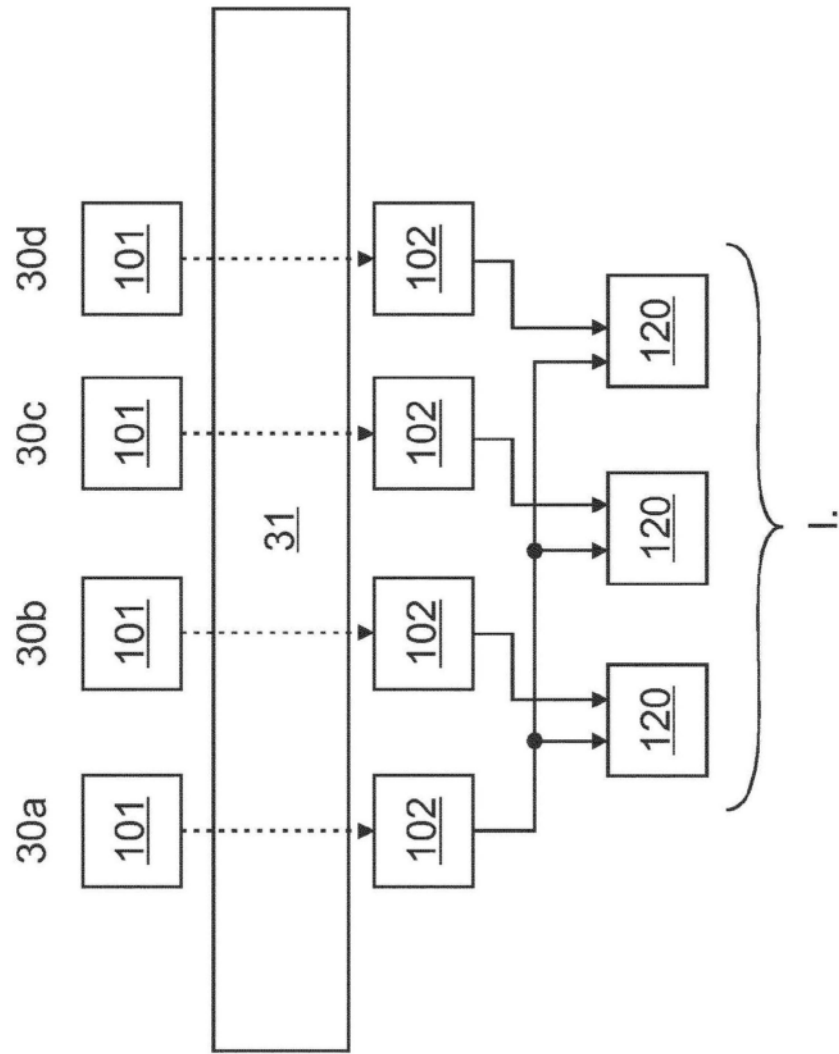


图4

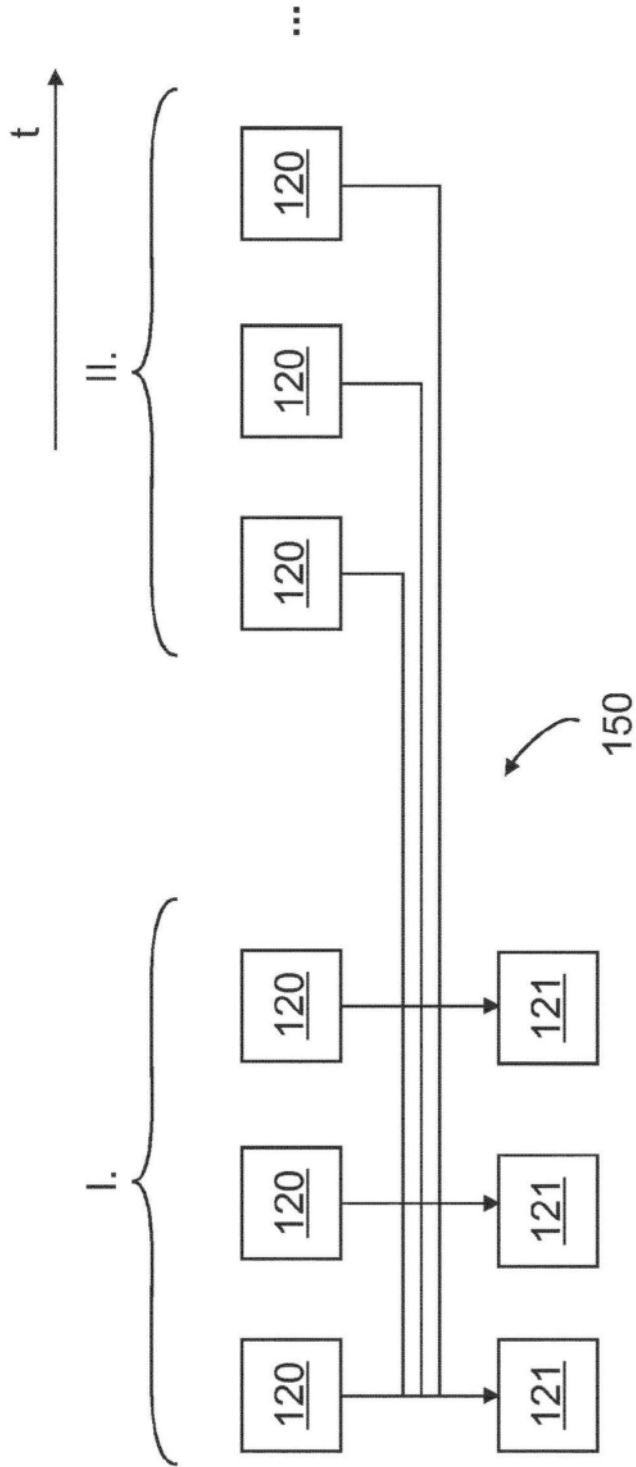


图5

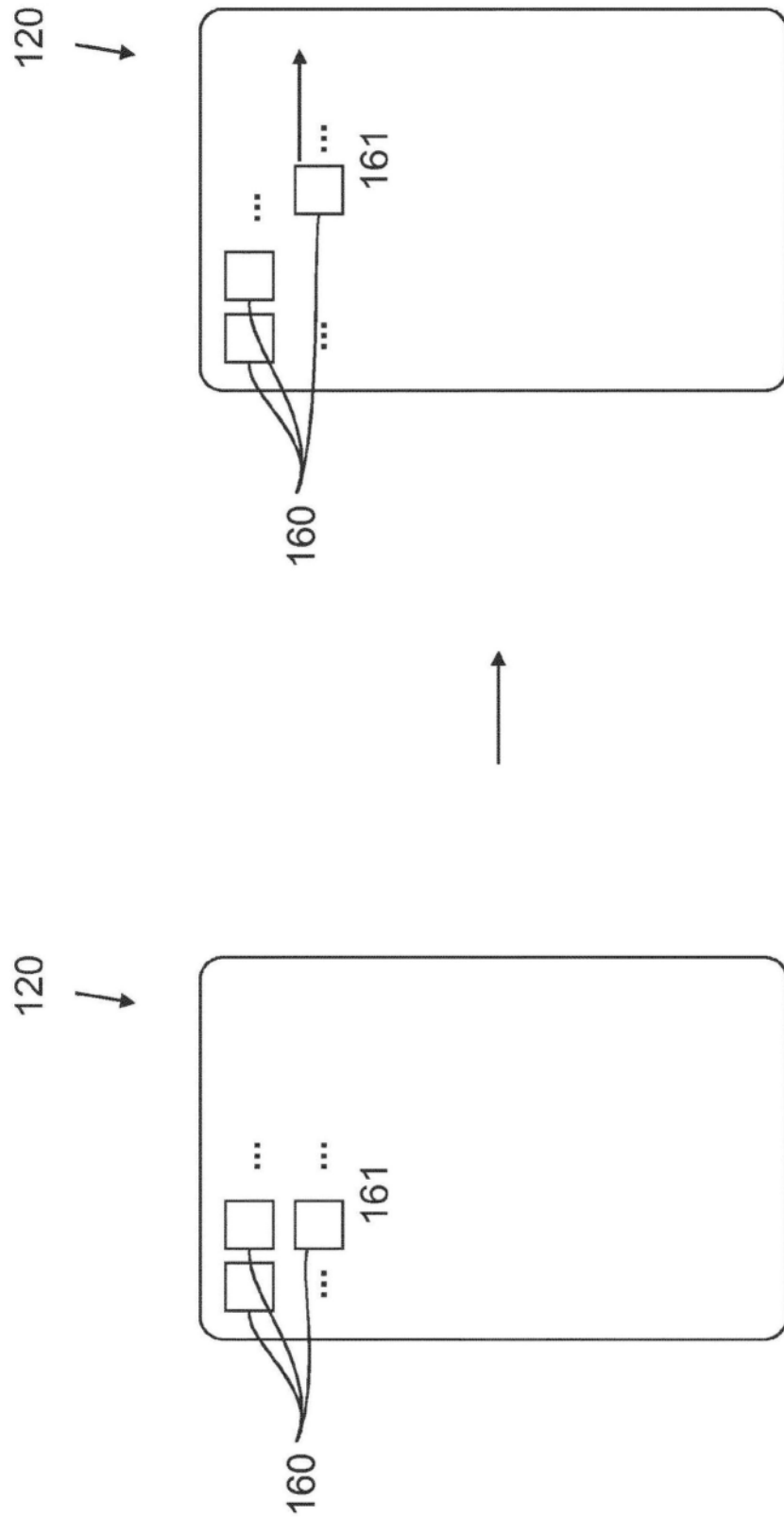


图6

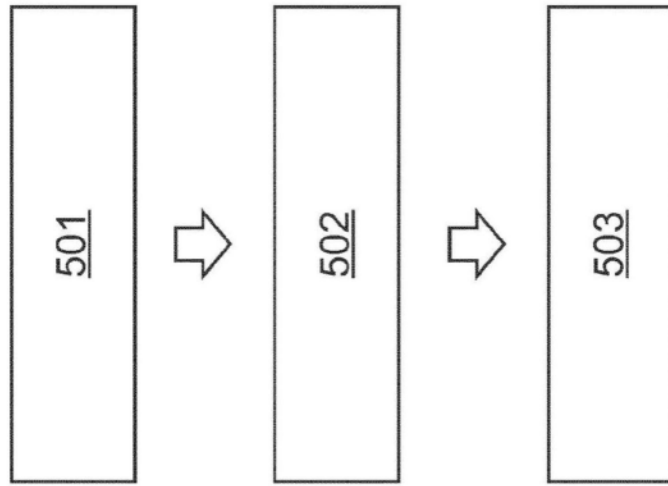


图7