

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2023年3月23日 (23.03.2023)



(10) 国际公布号
WO 2023/041097 A2

- (51) 国际专利分类号:
无分类
- (21) 国际申请号: PCT/CN2022/143018
- (22) 国际申请日: 2022年12月28日 (28.12.2022)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
202210725627.8 2022年6月24日 (24.06.2022) CN
- (71) 申请人: 加特兰微电子科技有限公司 (上海) 有限公司 (CALTERAH SEMICONDUCTOR TECHNOLOGY (SHANGHAI) CO., LTD) [CN/CN]; 中国上海市浦东新区(上海)自由贸易试验区盛夏路666号E幢901室, Shanghai 201210 (CN)。
- (72) 发明人: 唐然 (TANG, Ran); 中国上海市浦东新区(上海)自由贸易试验区盛夏路666号E幢901室, Shanghai 201210 (CN)。 赵启勇 (ZHAO,

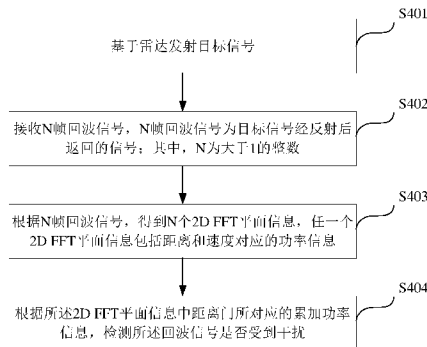
Qiyong); 中国上海市浦东新区(上海)自由贸易试验区盛夏路666号E幢901室, Shanghai 201210 (CN)。 朱砚 (ZHU, Yan); 中国上海市浦东新区(上海)自由贸易试验区盛夏路666号E幢901室, Shanghai 201210 (CN)。

(74) 代理人: 北京安信方达知识产权代理有限公司 (AFD CHINA INTELLECTUAL PROPERTY LAW OFFICE); 中国北京市海淀区学清路38号 (B座)21层2108, Beijing 100083 (CN)。

(81) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE,

(54) Title: INTERFERENCE SIGNAL DETECTION METHOD AND APPARATUS, AND INTEGRATED CIRCUIT, RADIO DEVICE AND TERMINAL

(54) 发明名称: 干扰信号检测方法、装置、集成电路、无线电器件和终端



- S401 Transmit a target signal on the basis of a radar
- S402 Receive N frames of echo signals, wherein the N frames of echo signals are signals returned after the target signal is reflected, N being an integer greater than 1
- S403 Obtain N pieces of 2D FFT plane information according to the N frames of echo signals, wherein any piece of 2D FFT plane information comprises power information corresponding to a range and a speed
- S404 According to accumulated power information corresponding to a range gate in the 2D FFT plane information, detect whether the echo signals are interfered with

图 4A

(57) Abstract: An interference signal detection method and apparatus, and an integrated circuit, a radio device and a terminal. The method comprises: transmitting a target signal on the basis of a radar; receiving N frames of echo signals; obtaining N pieces of 2D FFT plane information according to the N frames of echo signals, wherein any piece of 2D FFT plane information comprises power information corresponding to a range and a speed; and according to accumulated power information corresponding to a range gate in the 2D FFT plane information, detecting whether the echo signals are interfered with. Therefore, interference is represented by means of accumulated power information, such that the robustness is good, the operation is simple, and low power consumption of a radar system can be realized.

(57) 摘要: 一种干扰信号检测方法、装置、集成电路、无线电器件和终端, 其中, 方法包括: 基于雷达发射目标信号, 接收N帧回波信号, 根据N帧回波信号得到N个2D FFT平面信息, 任一个2D FFT平面信息包括距离和速度对应的功率信息, 根据2D FFT平面信息中距离门所对应的累加功率信息, 检测回波信号是否受到干扰。这样通过累加功率信息来表征干扰, 鲁棒性较好, 运算简单, 可以实现雷达系统低功耗。

SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ,
UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

- (84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

- 根据申请人的请求, 在条约第21条 (2) (a) 所规定的期限届满之前进行。
- 不包括国际检索报告, 在收到该报告后将重新公布 (细则48.2 (g))。

干扰信号检测方法、装置、集成电路、无线电器件和终端

交叉引用

5 本申请要求在2022年6月24日提交中国专利局、申请号为202210725627.8、名称为“干扰信号检测方法及装置”的中国专利申请的优先权，该申请的全部内容通过引用结合在本申请中。

技术领域

本申请实施例涉及传感器技术领域，尤其涉及一种干扰信号检测方法及装置。

10

背景技术

线性调频连续波(linear frequency modulation continuous wave, LFMCW) 雷达被广泛地应用于诸如通信、目标检测等领域，例如可以应用于汽车的盲点检测、换道辅助、自动巡航控制和停车辅助等。但当多个 LFMCW 雷达应用在同一场景时，相互之间会产生诸如同频和/或邻频干扰，即 LFMCW 雷达所接收信号中会产生诸如尖峰或振荡脉冲等形

15 状的干扰信号，进而会降低雷达传感器的工作性能。

一些实现中，根据干扰信号为线性调频信号，即频率随时间线性变化的特点，采用时频分析的方法，例如短时傅里叶变换(short time fourier transform, STFT)，来进行干扰特征的提取。然而，这种检测方法需要耗费大量的信号数据处理资源，雷达系统功耗较高且时效性较差。

20

发明概述

以下是对本文详细描述的主题的概述。本概述并非是为了限制权利要求的保护范围。

25 第一方面，本申请实施例提供一种干扰信号检测方法，包括：

基于雷达发射目标信号；

接收 N 帧回波信号，N 帧回波信号为目标信号经反射后返回的信号，N 为大于 1 的整数；

根据 N 帧回波信号，得到 N 个 2D FFT 平面信息，任一个 2D FFT 平面信息包括距离

和速度对应的功率信息;

根据 2D FFT 平面信息中距离门所对应的累加功率信息,检测回波信号是否受到干扰,其中,所述距离门所对应的累加功率信息是距离门在 2D FFT 平面信息中沿速度的维度中采样点的累加功率信息,距离门为一段距离范围。

- 5 在一种可能的实现方式中,所述根据所述 2D FFT 平面信息中距离门所对应的累加功率信息,检测回波信号是否受到干扰,包括:

对于 N 个 2D FFT 平面信息中的任一个 2D FFT 平面信息,分别计算 M 个距离门在任一个 2D FFT 平面信息中沿速度的维度中采样点的累加功率信息,距离门为一段距离范围, M 个距离门连续, M 为大于 1 的整数;

- 10 根据 M 个距离门所对应的累加功率信息,确定 N 帧回波信号中受到干扰的信号。

在一种可能的实现方式中,根据 M 个距离门所对应的累加功率信息,确定 N 帧回波信号中受到干扰的信号,包括:

对于 N 帧回波信号中任意的第一帧回波信号和第二帧回波信号,分别计算第一帧回波信号和第二帧回波信号在相同索引值的距离门所对应的累加功率信息的差值并取绝对值,得到 L 个差值绝对值, L 为大于 1 且小于或等于 M 的整数;

- 15 当 L 个差值绝对值中存在大于第一阈值的目标差值绝对值时,确定在第一帧回波信号和第二帧回波信号中,目标距离门中累加功率信息较大的回波信号为受到干扰的信号;目标距离门为计算的差值绝对值为目标差值绝对值的距离门。

- 20 在一种可能的实现方式中,第一帧回波信号为在第二帧回波信号之前接收到的信号,方法还包括:

若确定所述第一帧回波信号和第二帧回波信号中的第一帧回波信号为受到干扰的信号,关闭抗干扰机制;

若确定所述第一帧回波信号和第二帧回波信号中的第二帧回波信号为受到干扰的信号,启动抗干扰机制。

- 25 在一种可能的实现方式中,根据 M 个距离门所对应的累加功率信息,确定 N 帧回波信号中受到干扰的信号,包括:

对于 N 帧回波信号中任意的第三帧回波信号和第四帧回波信号,计算第三帧回波信号和第四帧回波信号在第一距离门所对应的累加功率信息的差值并取绝对值,得到第一差值绝对值,第一距离门为 M 个距离门中的任意一个;

- 30 当第一差值绝对值大于第一阈值时,确定在第一帧回波信号和第二帧回波信号中第一

距离门所对应的累加功率信息较大的回波信号为受到干扰的信号。

在一种可能的实现方式中，根据 M 个距离门所对应的累加功率信息，确定 N 帧回波信号中受到干扰的信号，包括：

5 当 N 帧回波信号中的第五帧回波信号的 M 个距离门所对应的累加功率信息中存在大于第二阈值的情况时，确定第五帧回波信号为受到干扰的信号；其中，所述第五帧回波信号是 N 帧回波信号中的任一帧回波信号。

在一种可能的实现方式中，根据 2D FFT 平面信息中距离门所对应的累加功率信息，检测回波信号是否受到干扰，包括：通过以下方式确定当前帧回波信号是否受到干扰：

10 基于 N 帧回波信号中当前帧回波信号和参考帧回波信号的 2D FFT 平面信息，将当前帧回波信号中 L 个索引值的距离门所对应的累加功率信息分别减去参考帧回波信号中相同索引值的距离门所对应的累加功率信息，得到 L 个差值；

在满足设定条件时，确定当前帧回波信号受到干扰；设定条件为：“L 个差值中的至少一个的绝对值大于第一阈值且为正值”或“L 个差值的绝对值均大于第一阈值且为正值”；

15 其中，参考帧回波信号为与当前帧回波信号相邻或不相邻的一帧回波信号； $1 \leq L \leq M$ ，M 为 2D FFT 平面信息中距离门的总数。

在一种可能的实现方式中，根据 2D FFT 平面信息中距离门所对应的累加功率信息，检测回波信号是否受到干扰，包括：通过以下方式确定当前帧回波信号是否受到干扰：

基于当前帧回波信号的 2D FFT 平面信息，计算当前帧回波信号中 L 个索引值的距离门各自所对应的累加功率信息， $1 \leq L \leq M$ ，M 为 2D FFT 平面信息中距离门的总数；

20 在满足设定条件时，确定当前帧回波信号受到干扰；设定条件为：“累加功率信息中的至少一个大于第二阈值”或“累加功率信息均大于第二阈值”。

在一种可能的实现方式中，根据 N 帧回波信号，得到 N 个 2D FFT 平面信息，包括：

对 N 帧回波信号分别做下降频处理，得到 N 个中频信号；

对 N 个中频信号分别进行采样和二维快速傅里叶变换得到 N 个 2DFFT 平面信息。

25 在一种可能的实现方式中，雷达为毫米波雷达。

第二方面，本申请实施例提供一种干扰信号检测装置，包括：

发射模块，用于基于雷达发射目标信号；

接收模块，用于接收 N 帧回波信号，N 帧回波信号为目标信号经反射后返回的信号，N 为大于 1 的整数；

第一确定模块,用于根据 N 帧回波信号,得到 N 个 2D FFT 平面信息,任一个 2D FFT 平面信息包括距离和速度对应的功率信息;

5 计算模块,用于对于 N 个 2D FFT 平面信息中的任一个 2D FFT 平面信息,分别计算 M 个距离门在任一个 2D FFT 平面信息中沿速度的维度中采样点的累加功率信息,距离门为一段距离范围, M 个距离门连续, M 为大于 1 的整数;

第二确定模块,用于根据 M 个距离门所对应的累加功率信息,确定 N 帧回波信号中受到干扰的信号。

在一种可能的实现方式中,第二确定模块,具体用于:

10 对于 N 帧回波信号中任意的第一帧回波信号和第二帧回波信号,分别计算第一帧回波信号和第二帧回波信号在相同索引值的距离门所对应的累加功率信息的差值并取绝对值,得到 L 个差值绝对值, L 为大于 1 且小于或等于 M 的整数;当 L 个差值绝对值中存在大于第一阈值的目标差值绝对值时,确定在第一帧回波信号和第二帧回波信号中,目标距离门中累加功率信息较大的回波信号为受到干扰的信号;目标距离门为计算的差值绝对值为目标差值绝对值的距离门。

15 在一种可能的实现方式中,第一帧回波信号为在第二帧回波信号之前接收到的信号,还包括:

判断模块,用于若第一帧回波信号为受到干扰的信号,关闭抗干扰机制;若第二帧回波信号为受到干扰的信号,启动抗干扰机制。

在一种可能的实现方式中,第二确定模块,具体用于:

20 对于 N 帧回波信号中任意的第三帧回波信号和第四帧回波信号,计算第三帧回波信号和第四帧回波信号在第一距离门所对应的累加功率信息的差值并取绝对值,得到第一差值绝对值,第一距离门为 M 个距离门中的任意一个;当第一差值绝对值大于第一阈值时,确定在第三帧回波信号和第四帧回波信号中在计算第一距离门时累加功率信息较大的回波信号为受到干扰的信号。

25 在一种可能的实现方式中,第二确定模块,具体用于:

当 N 帧回波信号中的第五帧回波信号的 M 个距离门所对应的累加功率信息中存在大于第二阈值的情况时,确定第五帧回波信号为受到干扰的信;其中,所述第五帧回波信号是 N 帧回波信号中的任一帧回波信号号。

30 在一种可能的实现方式中,第一确定模块,具体用于对 N 帧回波信号分别做下降频处理,得到 N 个中频信号;对 N 个中频信号分别进行采样和二维快速傅里叶变换得到 N 个 2DFFT 平面信息。

第三方面，一种干扰信号检测方法，可应用于FMCW传感器中，方法包括：

对回波信号进行2D-FFT处理以得到至少两帧距离-速度数据；

针对任一帧的距离-速度数据，选取至少部分距离门，沿速度维对选取的距离门分别进行能量累加，以得到选取的距离门各自的能量累加值；以及

- 5 获取任意两帧距离-速度数据的同一索引值距离门之间能量累加值的差值，以确定回波信号是否受到干扰。

在一种可能的实现方式中，获取任意两帧距离-速度数据的同一索引值距离门之间能量累加值的差值，以确定回波信号是否受到干扰，包括：

将第一帧距离-速度数据中预定索引值的距离门的能量累加值确定为第一能量累加值；

- 10 将第二帧距离-速度数据中所述预定索引值的距离门的能量累加值确定为第二能量累加值；

将第一能量累加值减去第二能量累加值得到差值；

若差值的绝对值大于预设阈值，且差值为正值，则判断第一帧距离-速度数据所对应的回波信号为受干扰信号，第二帧距离-速度数据所对应的回波信号为未受干扰信号；

- 15 若差值的绝对值大于预设阈值，且差值为负值，则判断第二帧距离-速度数据所对应的回波信号为受干扰信号，第一帧距离-速度数据所对应的回波信号为未受干扰信号；

在一种可能的实现方式中，获取任意两帧距离-速度数据的同一索引值距离门之间能量累加值的差值，以确定回波信号是否受到干扰，还包括：

- 20 若差值的绝对值小于或等于预设阈值，则判断第一帧距离-速度数据所对应的回波信号，以及，第二帧距离-速度数据所对应的回波信号均为未受干扰信号；

其中，预设阈值大于对回波信号进行CFAR处理的阈值。

在一种可能的实现方式中，当判断第一帧距离-速度数据所对应的回波信号，以及，第二帧距离-速度数据所对应的回波信号均为未受干扰信号时，若第一能量累加值大于预设平均阈值，则确定第一帧距离-速度数据所对应的回波信号包含目标信息。

- 25 在一种可能的实现方式中，获取的任意两帧距离-速度数据包括当前帧距离-速度数据和参考帧距离-速度数据，参考帧与当前帧相邻或不相邻；

获取任意两帧距离-速度数据的同一索引值距离门之间能量累加值的差值，以确定回波信号是否受到干扰，包括：

对当前帧距离-速度数据中预定索引值的距离门的能量累加值确定为第一能量累加值；

- 30 将参考帧距离-速度数据中预定索引值的距离门的能量累加值确定为第二能量累加值；

将第一能量累加值减去第二能量累加值得到差值；

若差值的绝对值大于预设阈值且差值为正值，则判断当前帧距离-速度数据所对应的回波信号为受干扰信号，启动抗干扰机制；

5 若差值的绝对值大于预设阈值且差值为负值，或差值的绝对值不大于阈值，则判断当前帧距离-速度数据所对应的回波信号为未受干扰信号，关闭抗干扰机制。

第四方面，本申请实施例提供一种干扰信号检测设备，包括：至少一个处理器和存储器；

存储器存储计算机执行指令；

10 至少一个处理器执行存储器存储的计算机执行指令，使得至少一个处理器执行如第一方面或第一方面的任一种实现方式中描述的方法，或执行如第三方面或第三方面的任一种实现方式中描述的方法。

第五方面，本申请实施例提供一种计算机可读存储介质，计算机可读存储介质中存储有计算机执行指令，当处理器执行计算机执行指令时，实现如第一方面或第一方面的任一种实现方式中描述的方法，或执行如第三方面或第三方面的任一种实现方式中描述的方法。

15 第六方面，本申请实施例提供一种集成电路，包括依次连接的射频模块、模拟信号处理模块和数字信号处理模块；

所述射频模块用于产生射频发射信号和接收射频回波信号；

所述模拟信号处理模块用于对所述射频回波信号进行降频处理以得到中频信号；
以及

20 所述数字信号处理模块用于对所述中频信号进行模数转换以得到数字信号；

其中，所述数字信号处理模块还用于基于本申请任一实施例所述的干扰信号检测方法进行干扰信号检测。

第七方面，本申请实施例提供一种无线电器件，包括：

承载体；

25 如本申请任一实施例所述的集成电路，设置在所处承载体上；

天线，设置在所述承载体上，或者所述天线与所述集成电路集成为一体器件设置在所述承载体上；

其中，所述集成电路与所述天线连接，用于发射所述射频发射信号和/或接收所述射频回波信号。

第八方面，本申请实施例提供一种终端设备，包括：

设备本体；以及

设置于所述设备本体上的如本申请任一实施例所述的无线电器件；

5 其中，所述无线电器件设置为实现目标检测和/或通信，以向所述设备本体的运行提供参考信息。

本申请实施例中，基于雷达发射目标信号，接收 N 帧回波信号，N 帧回波信号为目标信号经反射后返回的信号，N 为大于 1 的整数，根据 N 帧回波信号，得到 N 个 2D FFT 平面信息，任一个 2D FFT 平面信息包括距离和速度对应的功率信息，对于 N 个 2D FFT 平面信息中的任一个 2D FFT 平面信息，分别计算 M 个距离门在任一个 2D FFT 平面信息
10 中沿速度的维度中采样点的累加功率信息，距离门为一段距离范围，M 个距离门连续，其中，M 为大于 1 的整数，根据 M 个距离门所对应的累加功率信息，确定 N 帧回波信号中受到干扰的信号。这样通过累加功率信息来表征干扰，鲁棒性较好，运算简单，雷达系统低功耗，可以解决现有检测方法功耗高，时效性差的问题。

在阅读并理解了附图和详细描述后，可以明白其他方面。

15

附图概述

附图用来提供对本申请实施例的理解，并且构成说明书的一部分，与本申请实施例一起用于解释本申请的技术方案，并不构成对本申请技术方案的限制。

图 1 为一种 LFMCW 雷达互干扰示意图；

20 图 2 为一种 LFMCW 雷达受干扰波形示意图；

图 3 为本申请实施例所适用的场景示意图；

图 4A 为本申请实施例提供的一种干扰信号检测方法的流程示意图；

图 4B 是图 4A 中步骤 S404 的子流程示意图；

图 5 为一种 2D FFT 平面信息示意图；

25 图 6a 为一种无干扰情形下 LFMCW 雷达回波信号的单个线性调频信号时域图；

图 6b 为一种无干扰情形下 LFMCW 雷达回波信号 2D FFT 平面信息对应的 3 维信息示意图；

图 6c 为本申请实施例提供的一种无干扰情形下各距离门 2D FFT 累加功率信息示意图；

图 7a 为一种有干扰情形下 LFMCW 雷达回波信号的单个线性调频信号时域图；

图 7b 为一种有干扰情形下 LFMCW 雷达回波信号 2D FFT 平面信息对应的 3 维信息示意图；

图 7c 为本申请实施例提供的一种有干扰情形下各距离门 2D FFT 累加功率信息示意图；

图 8 为一种得到 2D FFT 平面信息的框架示意图；

图 9 为本申请实施例提供的一种干扰信号检测装置的结构示意图；

图 10 为本申请实施例提供的一种干扰信号检测设备的结构示意图；

图 11 为本申请一实施例集成电路的模块图；

图 12 为本申请一实施例无线电器件的示意图；

图 13 为本申请另一实施例提供的一种干扰信号检测方法的流程示意图。

详述

本申请描述了多个实施例，但是该描述是示例性的，而不是限制性的，并且对于本领域的普通技术人员来说显而易见的是，在本申请所描述的实施例包含的范围内可以有更多的实施例和实现方案。

为了便于清楚描述本申请实施例的技术方案，以下，对本申请实施例中所涉及的部分术语和技术进行简单介绍：

1) 噪底：也称噪声基底 (noise floor)，代表的是接收信噪比为 0 分贝 (decibel, dB) 时，接收机能够感知的最小信号强度；接收机灵敏度=噪声基底+信噪比。噪声限制了一个电路能够正确处理的最小信号，低于噪声基底的信号将无法被正确处理。

2) 其他术语

在本申请的实施例中，采用了“第一”、“第二”等字样对功能和作用基本相同的相同项或相似项进行区分。例如，第一芯片和第二芯片仅仅是为了区分不同的芯片，并不对其先后顺序进行限定。本领域技术人员可以理解“第一”、“第二”等字样并不对数量和执行次序进行限定，并且“第一”、“第二”等字样也并不代表一定不同。

需要说明的是，本申请实施例中，“示例性的”或者“例如”等词用于表示作例子、例证或说明。本申请中被描述为“示例性的”或者“例如”的任何实施例或设计方案不应被解释为比其他实施例或设计方案更优选或更具优势。确切而言，使用“示例性的”或者“例如”等词旨在以具体方式呈现相关概念。

本申请实施例中，“至少一个”是指一个或者多个，“多个”是指两个或两个以上。“和/或”用于描述关联对象的关联关系，表示可以存在三种关系，例如，A 和/或 B，可以表示：单独存在 A，同时存在 A 和 B，单独存在 B 的情况，其中 A，B 可以是单数或者复数。字符“/”一般表示前后关联对象是一种“或”的关系。“以下至少一项（个）”或其类似表达，是指的这些项中的任意组合，包括单项（个）或复数项（个）的任意组合。例如，a，b，或 c 中的至少一项（个），可以表示：a，b，c，a-b，a-c，b-c，或 a-b-c，其中 a，b，c 可以是单个，也可以是多个。

在描述具有代表性的示例性实施例时，说明书可能已经将方法和/或过程呈现为特定的步骤序列。然而，在该方法或过程不依赖于本文所述步骤的特定顺序的程度上，该方法或过程不应限于所述的特定顺序的步骤。如本领域普通技术人员将理解的，其它的步骤顺序也是可能的。因此，说明书中阐述的步骤的特定顺序不应被解释为对权利要求的限制。此外，针对该方法和/或过程的权利要求不应限于按照所写顺序执行它们的步骤，本领域技术人员可以容易地理解，这些顺序可以变化，并且仍然保持在本申请实施例的精神和范围内。

15

LFMCW 雷达被广泛地应用于诸如通信、目标检测等领域，例如可以应用于汽车毫米波雷达系统中进行目标检测。

示例性的，汽车毫米波雷达系统中，发射机连续发射多个线性调频（chirp）信号，接收机对接收到的 LFMCW 反射信号进行下变频处理得到基带（或中频）信号，再对基带信号进行 2 维（2 Dimension, 2D）快速傅里叶变换（Fast Fourier Transform, FFT），即 2D-FFT。其中，第一维是每个 chirp 信号内的 FFT，即距离维 FFT；第二维是取出所有 chirp 信号的 FFT 谱内相同谱线位置处的值，再进行一次 FFT 运算，即多普勒维（也称为速度维）FFT。这样得到的 2D FFT 平面上，不同距离和速度的目标会在 2D FFT 平面的不同坐标处，以尖峰的形式呈现。反射越强的目标，峰值会越高。目标检测的过程，即在 2D FFT 平面内搜索峰值，当 2D FFT 某一坐标处的值高于检测门限值，例如当某一坐标的峰值大于 2D FFT 平面的噪底，并且满足一些设定条件，即可认为是目标，该坐标对应的距离维和多普勒维坐标数值分别对应该目标的距离和速度。

一般说来，雷达的接收机收到的回波信号一般为射频信号，其频率比较高，由于采样频率需要大于信号频率的两倍，才能将采样后的信号无失真的还原回去，如果直接在接收机收到的回波信号上进行采样，成本会很高，所以需要回波信号进行下降频处理，得到中频信号，这样对采样率的要求就降低了。基带信号可通过对中频信号进行采样而得到。

示例性的，雷达的发射机在发射目标信号时，会发送一部分目标信号给雷达中的混频

器，混频器利用目标信号（LO）对接收到的回波信号进行下降频，得到包含有目标信息的中频信号，目标信息例如可以是目标的距离、速度等信息。每帧回波信号可以包括 K 个 chirp 信号，对每个 chirp 信号进行采样，得到 M 个等间隔采样点，对 K 个 chirp 信号进行 M 点距离维 FFT，得到 K 组距离维 M 点 FFT 信息，从 K 组 M 点距离维 FFT 信息中，取出相同索引值（索引值范围为 1, 2, ... m ... M）的信息进行 K 点多普勒维 FFT，得到 M 组 K 点多普勒维 FFT 信息，即 2D FFT 平面信息。

可以理解的是，每一帧回波信号都可以处理得到一个 2D FFT 平面信息。

在实际应用场景中，当多个 LFMCW 雷达应用在同一场景时，多个 LFMCW 雷达相互之间会产生干扰，即 LFMCW 雷达所接收信号中会产生诸如尖峰或振荡脉冲等形状的干扰信号，进而会降低雷达传感器的工作性能。

示例性的，图 1 示出了一种 LFMCW 雷达互干扰示意图。如图 1 所示，由于干扰雷达信号（例如为其它雷达系统发射的线性调频连续波信号）和本地所发射调频信号斜率不同，因此干扰为一段线性调频信号，该干扰信号经过低通滤波，一般呈尖峰或振荡脉冲状。当然，当雷达系统之间所发射调频连续波的斜率近似甚至相同时，其所产生的干扰更加严重。同时，上述的干扰可发生在不同雷达的发射信号之间、回波信号之间，和/或发射信号与回波信号之间。

示例性的，图 2 示出了一种 LFMCW 雷达受干扰波形示意图，其中采用虚线框标示出了不同干扰信号的波形，不同的干扰信号可以具有差异很大的幅值，并且干扰信号的幅值可以与正常信号的幅值相近。由于脉冲干扰会抬升频谱的噪底或形成虚警(false alarm)目标，从而会对雷达的检测结果产生不利影响（例如无法识别出目标或错误地识别目标），因此有必要识别出当前信号是否受到干扰，以便于采取相应的措施来去除干扰信号。

一些实现中，根据干扰信号为线性调频信号，即频率随时间线性变化的特点，采用时频分析的方法，来进行干扰特征的提取。示例性的，采用 STFT 来进行干扰特征的提取，即基于帧（frame）信号中每个 chirp 信号内的每个采样点数据进行实时的 STFT 计算，依次判断每个采样点的能量是否发生突变，在各个采样点数据处理完成后若发现有能量突变，则认为存在干扰。然而，这样对各个采样点数据进行实时的 STFT 计算运算量比较大，对系统的实时性要求高，且在各个采样点数据处理后才能判断出受干扰情况，时效性也较差。

有鉴于此，本申请实施例提供一种干扰信号检测方法，该方法通过在 2D FFT 平面信息中，计算各距离门沿速度的维度的累加功率信息，比较不同 2D FFT 之间相同索引值的距离门的累加功率信息，来判断当前帧信号是否受到干扰。通过累加功率信息来表征干扰，鲁棒性较好，运算简单，可以实现雷达系统低功耗。

图 3 示出了本申请实施例所适用的场景示意图。该场景中可以包括多个调频连续波 (linear frequency modulation continuous wave, FMCW) 雷达, 或者发射 FMCW 波的多个任意类型的传感器均可适用, 该场景中可能存在雷达信号之间的相互干扰。

5 雷达(radar)是一种利用电磁波探测目标的电子设备, 或称为雷达装置, 也可以称为探测器或者探测装置。其工作原理是雷达通过发射机发射电磁波(也可以称为发射信号或者称为探测信号)对目标物体(简称目标)进行照射, 雷达接收机接收经过目标物体反射的回波信号, 并在雷达显示器上显示其回波信号, 由此获得目标至电磁波发射点的距离、距离变化率(径向速度)、方位等信息。

10 如图 3 所示, 主设备 100 和干扰设备 200 可以是任意安装有雷达的设备, 例如机动车辆、无人机、轨道车、空调、测速装置或网络设备(如各种系统中的基站、终端设备)等。本申请实施例适用于安装有雷达的设备之间存在干扰的场景。本申请实施例对雷达安装的位置和功能不做限定。

本申请实施例以主设备 100 和干扰设备 200 为机动车辆进行示例说明, 该示例并不构成对本申请实施例的限定。

15 主设备 100 中的雷达可以基于本申请实施例提供的干扰信号检测方法检测主设备 100 中受到干扰设备 200 的雷达干扰产生的干扰信号。

20 示例性的, 干扰信号检测方法可以包括: 基于雷达发射目标信号, 接收 N 帧回波信号, N 帧回波信号为目标信号经反射后返回的信号, N 为大于 1 的整数, 根据 N 帧回波信号, 得到 N 个 2D FFT 平面信息, 任一个 2D FFT 平面信息包括距离和速度对应的功率信息(即距离-速度坐标点对应的功率信息, 一个距离-速度坐标点对应一个采样点); 对于 N 个 2D FFT 平面信息中的任一个 2D FFT 平面信息, 分别计算 M 个距离门在所述任一个 2D FFT 平面信息中沿速度的维度的累加功率信息, 距离门为采样点, M 为大于 1 的整数, 根据 M 个距离门所对应的累加功率信息, 确定 N 帧回波信号中受到干扰的信号。这样通过累加功率信息来表征干扰, 鲁棒性较好, 运算简单, 可以实现雷达系统低功耗。

25 下面通过具体的实施例对本申请实施例的技术方案进行详细说明。下面的实施例可以相互结合或独立实施, 对于相同或相似的概念或过程可能在某些实施例中不再赘述。

图 4A 为本申请实施例提供的一种干扰信号检测方法的流程示意图。如图 4A 所示, 该方法可以包括:

S401: 基于雷达发射目标信号。

30 其中, 雷达可以是毫米波雷达, 毫米波雷达指工作频段在毫米波频段的雷达, 通常毫米波是指 30~300 千兆赫兹 (gigahertz, GHz) 频段(波长为 1~10mm)的, 例如汽车毫米

波雷达的频率主要是 77GHz 频段。目标信号可以是均匀等时间间隔的 chirp 信号序列。

本申请实施例中，可以在安装有雷达的设备启动目标检测的相关功能时，发射目标信号(该目标信号用于探测目标，也可以称为探测信号)。示例性的，当用户启动汽车的倒车、导航等功能时，LFMCW 雷达发射均匀等时间间隔的 chirp 信号序列。本申请实施例对具

5 体的使用场景不作限定。

S402: 接收 N 帧回波信号，N 帧回波信号为目标信号经反射后返回的信号；其中，N 为大于 1 的整数。

本申请实施例中，每帧回波信号可以包括多个 chirp 信号，该多个 chirp 信号可以由一支或多支发射天线发射。

10 示例性的，LFMCW 雷达发射的目标信号，经过目标物体反射回雷达，雷达接收反射回来的信号，即回波信号，目标物体可以是需要检测的目标，例如障碍物、行人、信号装置等任意可以反射目标信号的物体，对此本申请不做具体限定。

S403: 根据 N 帧回波信号，得到 N 个 2D FFT 平面信息，任一个 2D FFT 平面信息包括距离和速度对应的功率信息。

15 其中，功率信息可以换算为能量信息。

可能的实现中，针对 FMCW 雷达(或传感器)，通过对回波信号进行下降频(或混频)处理得到基带信号(中频信号)，然后通过对基带信号进行模数转换(analog to digital converter, ADC)等操作后所得到的信号再进行 2 维傅里叶变换，可以得到对应的 2D FFT 平面信息，也即距离-速度(或多普勒)数据。

20 示例性的，图 5 示出了一种 2D FFT 平面信息的示意图，如图 5 所示，2D FFT 平面信息中可以包括目标物体的距离维的信息、速度维(也可以称多普勒维)的信息以及距离和速度对应的功率信息，距离维的信息例如包括 M 个距离门的信息，速度维的信息例如包括 K 个多普勒门的信息。本申请实施例中的干扰信号检测方法，在上述距离-速度数据(包括 2DFFT 平面上 $M \times K$ 个采样点的数据，包含采样点的功率信息)的基础上，通过

25 对各距离门的能量进行累加，并基于能量累加值来判断各帧回波信号是否受到干扰，其中，能量的大小可用功率值的大小来进行表征，能量累加值也可以是一种累加功率信息。

距离门为一段距离范围，一个距离门表示距离维上至少一个采样点所在的范围。参见图 5 的示例，该示例有 M 个距离门，距离维上有 M 个采样点，每一距离门对应于距离维上一个采样点所在的范围。距离门表示的距离维上至少一个采样点所在的范围，可以用该

30 至少一个采样点的距离维索引值表示。

S404: 根据所述 2D FFT 平面信息中距离门所对应的累加功率信息，检测所述回波信

号是否受到干扰；

其中，所述距离门所对应的累加功率信息是距离门在 2D FFT 平面信息中沿所述速度的维度中采样点的累加功率信息，所述距离门为一段距离范围。

5 在一种可能的实现中，所述根据所述 2D FFT 平面信息中距离门所对应的累加功率信息，检测所述回波信号是否受到干扰，包括：通过以下方式确定当前帧回波信号是否受到干扰：

基于所述 N 帧回波信号中当前帧回波信号和参考帧回波信号的 2D FFT 平面信息，将当前帧回波信号中 L 个索引值的距离门所对应的累加功率信息分别减去参考帧回波信号中相同索引值的距离门所对应的累加功率信息，得到 L 个差值；

10 在满足设定条件时，确定当前帧回波信号受到干扰；所述设定条件为：“所述 L 个差值中的至少一个的绝对值大于第一阈值且为正值”或“所述 L 个差值的绝对值均大于第一阈值且为正值”；

其中，所述参考帧回波信号为与当前帧回波信号相邻或不相邻的一帧回波信号； $1 \leq L \leq M$ ，M 为 2D FFT 平面信息中距离门的总数。

15 在一种可能的实现中，所述根据所述 2D FFT 平面信息中距离门所对应的累加功率信息，检测所述回波信号是否受到干扰，包括：通过以下方式确定当前帧回波信号是否受到干扰：

基于当前帧回波信号的 2D FFT 平面信息，计算当前帧回波信号中 L 个索引值的距离门各自所对应的累加功率信息， $1 \leq L \leq M$ ，M 为 2D FFT 平面信息中距离门的总数；

20 在满足设定条件时，确定当前帧回波信号受到干扰；所述设定条件为：“所述累加功率信息中的至少一个大于第二阈值”或“所述累加功率信息均大于第二阈值”。

在一种可能的实现中，如图 4B 所示，上述步骤 S404 可用包括以下的步骤 S4041 和步骤 S4042 的子流程实现：

25 步骤 S4041：对于 N 个 2D FFT 平面信息中的任一个 2D FFT 平面信息，分别计算 M 个距离门在所述任一个 2D FFT 平面信息中沿速度的维度中采样点的累加功率信息，M 个距离门连续；其中，M 为大于 1 的整数。

其中，速度的维度也可以称为多普勒维，为了表述方便，以下统称多普勒维。

可能的实现中，在任一个 2D FFT 平面信息中，取出任一距离门沿多普勒维中采样点的功率信息进行和运算，得到任一距离门的累加功率信息。

30 示例性的，如图 5 所示，2DFFT 平面上一个距离门在速度的维度（即多普勒维）

中有 K 个采样点，该距离门所对应的累加功率信息是该 K 个采样点的功率信息之和。例如，第 m 个距离门沿速度的维度的功率信息例如可以是该距离门包括的 K 个采样点的功率信息 $P_1, P_2 \dots P_K$ ，对功率信息 $P_1, P_2 \dots P_K$ 做和运算，得到第 m 个距离门沿速度的维度中采样点的累加功率信息，文中也称为第 m 个距离门所对应的累加功率信息，

5 第 m 个距离门中的累加功率信息，或第 m 个距离门的累加功率信息。

可以理解的是，本实施例是计算任一距离门的累加功率信息。在其他实施中，也可以选取一部分该距离门沿多普勒维中采样点的功率信息做和运算。计算距离门的累加功率信息时还可以仅计算特定距离门的累加功率信息。

10 示例性的，可先对回波信号进行 2D-FFT 处理，以得到至少两帧的距离-速度数据；再针对各帧的距离-速度数据，沿速度维对各距离门分别进行能量累加，以得到各距离门的能量累加值；然后基于比较不同帧距离-速度数据之间同一索引值的距离门的能量累加值的大小，来判断各帧距离-速度数据对应的回波信号是否受到干扰。

15 上述实施例中，当针对任意两帧距离-速度数据进行比较时，可选取预设数量或者索引值的距离门进行比较，也可将全部的距离门一一比较，并基于比较的结果与预设的阈值范围来确定各帧回波信号是否受到干扰，具体的可依据实际的需求而设定。

步骤 S4042：：根据 M 个距离门所对应的累加功率信息，确定 N 帧回波信号中受到干扰的信号。

一种可能的实现中，对任一帧回波信号中距离门的累加功率信息与预设的累加功率信息做差运算，根据差运算结果确定 N 帧回波信号中受到干扰的信号。

20 另一种可能的实现中，对不同帧回波信号之间相同索引值的距离门的累加功率信息做差运算，根据差运算结果确定 N 帧回波信号中受到干扰的信号。

25 针对一个传感系统而言，若是想实时判断当前帧的回波信号是否受到干扰，则可以选取前一帧的回波信号所对应的距离-速度数据进行对比，若判断出当前帧中所有距离门或大部分的累加值大于前一帧对应距离门的累加值，且增加的能量值大于预设阈值，则可判定为当前帧受到了干扰，此时则可采取如启动干扰抑制装置等措施，以减小或避免后续的回波信号受到其他传感系统所发射信号的干扰。如果不能满足上述条件，例如增加的能量值小于上述的预设阈值时，则确定当前帧回波信号未受到干扰。

30 在一示例中，两帧中的所有距离门都参与比较，在所有距离门的能量累加值的增加值均大于预设阈值时，判断当前帧受到干扰。在实际应用中，这样可能会遗漏某些干扰的判断。在另一示例中，在两帧中大部分距离门的能量累加值的增加值均大于预设阈值时就判断为受到干扰，该大部分距离门例如可以是大于如 60% 或 70% 以上的距离门，具体的占

比可以是基于经验或者大数据分析, 针对不同的应用场景所设置的固定值或变化值。

相应的, 若是增加的能量值小于预设阈值, 但大于进行恒虚警 (constant false alarm, CFAR) 处理的阈值或者其他进行目标判定的阈值时, 则可认为当前接收的回波信号中包含有目标信息, 可实现对目标检测结果的进一步验证。

- 5 需要注意的是, 上述判断结果是基于事先预知前一帧的回波信号为未受到干扰的信号, 若是事先预知前一帧的回波信号为受到干扰的信号, 通过同样的判断比较步骤, 当增加的能量值为正值, 以及增加的能量值虽然为负值, 但对应的绝对值较小 (如小于预设阈值) 时, 则仍然判断当前帧的回波信号为受干扰信号, 此时若是干扰抑制装置没有启动, 则会启动该干扰抑制装置, 若是已经启动, 则保持同样的状态不变。而若是增加的能量值为负值, 且对应的绝对值大于上述的阈值或另外设置的一阈值时, 则可认为当前帧回波信号从受干扰状态恢复正常, 此时则可关闭干扰抑制装置, 或保持干扰抑制装置处于不工作状态。

- 10 总之, 本申请实施例中, 是通过基于对回波信号进行 2D-FFT 处理得到的至少两帧距离-速度数据的基础上, 沿速度维对各距离门进行能量累加, 然后比较不同帧距离-速度数据之间同一索引值 (或序号) 距离门的能量累加值的差值大小, 来判断各帧距离-速度数据所对应的回波信号是否受到干扰。一般而言, 若能量累加值的差值发生了突变 (如差值的绝对值大于预设阈值), 就可以确定其中一帧距离-速度数据所对应的回波信号为受干扰信号; 至于比较的两帧距离-速度数据所对应的回波信号的位置关系, 本申请实施例并不做限定, 可以为连续的两帧距离-速度数据所对应的回波信号, 也可为相距若干时间段的两帧距离-速度数据所对应的回波信号, 甚至可将特定的 (或预设的) 一帧距离-速度数据所对应的回波信号作为参考, 其余各帧距离-速度数据所对应的回波信号均与该特定的一帧距离-速度数据所对应的回波信号进行一一比较, 进而可较快确定所比较帧距离-速度数据对应的回波信号是否为受干扰帧信号, 甚至能够大致判断出该帧距离-速度数据所对应的回波信号中是否包含有目标信息等; 同样的, 在两帧距离-速度数据进行比较时, 本申请实施例也可不限定比较的距离门的数量, 可以是一帧距离-速度数据中全部距离门都参与比较, 也可以是部分距离门参与比较, 如选定一部分距离门进行比较, 具体可依据实际需求而调整, 只要其能达到比较的目的即可。

- 20 示例性的, 以车载毫米波雷达为例, 当针对诸如高速、停车场等场景环境相对稳定的特殊应用场景时, 还可以配合目标距离、速度等设定一个参考的距离门能量总值 (即可选定两个或以上距离门进行累加所得到的能量累加值) 与不同帧进行比较, 以更快速和更精准的进行判断处理。造成多帧逐渐变化的干扰在相邻帧比较的方案中难以判断, 而通过将当前帧距离门的能量累加值与设定的参考值进行比较则可以判断出来。

30 综上, 本申请实施例提供一种干扰信号检测方法, 该方法基于雷达发射目标信号, 接

收 N 帧回波信号，N 帧回波信号为目标信号经反射后返回的信号，N 为大于 1 的整数，根据 N 帧回波信号，得到 N 个 2D FFT 平面信息，任一个 2D FFT 平面信息包括距离和速度对应的功率信息，对于 N 个 2D FFT 平面信息中的任一个 2D FFT 平面信息，分别计算 M 个距离门在该 2D FFT 平面信息中沿速度的维度的累加功率信息，距离门为距离维上的采样点，M 为大于 1 的整数，根据 M 个距离门所对应的累加功率信息，确定 N 帧回波信号中是否存在受到干扰的信号。这样通过累加功率信息来表征干扰，鲁棒性较好，运算简单，速度快，可以实现雷达系统低功耗，功效性好。

需要说明的是，本申请实施例各帧回波信号对应的距离门和多普勒门的数量相同，各种信号、数据处理的步骤也相同，这样不同帧进行比较时可准确判断干扰信号。

10 具体的，如图 13 所增添，本申请提供一种干扰信号检测方法，可应用于 FMCW 传感器中，该方法可包括：

步骤 S501，对回波信号进行 2D-FFT 处理以得到至少两帧距离-速度数据；

步骤 S501，针对任一帧的距离-速度数据，选取至少部分距离门，沿速度维对选取的距离门分别进行能量累加，以得到选取的距离门各自的能量累加值；以及

15 步骤 S503，获取任意两帧距离-速度数据的同一索引值距离门之间能量累加值的差值，以确定所述回波信号是否受到干扰。

本步骤确定所述回波信号是否受到干扰，可以是确定各帧距离-速度数据对应的回波信号是否受到干扰。

20 本实施例针对两帧回波信号，通过比较同一序号的距离门的能量累加值的差值，来确定其中是否存在受干扰的帧信号。若不同帧的同一序号的距离门的能量累加值产生突变，即说明存在一帧受到干扰。

可选的，获取任意两帧距离-速度数据的同一索引值距离门之间能量累加值的差值，以确定所述回波信号是否受到干扰，包括：

25 将第一帧距离-速度数据中预定索引值的距离门的能量累加值确定为第一能量累加值；
将第二帧距离-速度数据中所述预定索引值的距离门的能量累加值确定为第二能量累加值；

将第一能量累加值减去第二能量累加值得到差值；

若差值的绝对值大于预设阈值，且差值为正值，则判断第一帧距离-速度数据所对应的回波信号为受干扰信号，第二帧距离-速度数据所对应的回波信号为未受干扰信号；

30 若差值的绝对值大于预设阈值，且差值为负值，则判断第二帧距离-速度数据所对应的回波信号为受干扰信号，第一帧距离-速度数据所对应的回波信号为未受干扰信号；

可选地，所述获取任意两帧距离-速度数据的同一索引值距离门之间能量累加值的差值，以确定所述回波信号是否受到干扰，还包括：若差值的绝对值小于或等于预设阈值，则判断第一帧距离-速度数据所对应回波信号，以及，第二帧距离-速度数据所对应的回波信号均为未受干扰信号；

5 其中，预设阈值大于对回波信号进行 CFAR 处理的阈值。

其中，预定索引值的距离门可以是预定的单个索引值的距离门，也可以是预定的多个索引值的距离门，例如索引值为 5 至 7 的距离门。可选的，所述获取的任意两帧距离-速度数据包括当前帧距离-速度数据和参考帧距离-速度数据，参考帧与当前帧相邻或不相邻；所述获取任意两帧距离-速度数据的同一索引值距离门之间能量累加值的差值，以确定所述回波信号是否受到干扰，包括：

10

对所述当前帧距离-速度数据中预定索引值的距离门的能量累加值确定为第一能量累加值；将所述参考帧距离-速度数据中所述预定索引值的距离门的能量累加值确定为第二能量累加值；

将第一能量累加值减去第二能量累加值得到所述差值；

15

若所述差值的绝对值大于预设阈值且所述差值为正值，则判断所述当前帧距离-速度数据所对应的回波信号为受干扰信号，启动抗干扰机制；

若所述差值的绝对值大于所述预设阈值且所述差值为负值，或所述差值的绝对值不大于所述阈值，则判断所述当前帧距离-速度数据所对应的回波信号为未受干扰信号，关闭抗干扰机制。

20

可选的，当判断第一帧距离-速度数据所对应的回波信号，以及，第二帧距离-速度数据所对应的回波信号均为未受干扰信号时，若第一能量累加值大于预设平均阈值，则可认定第一帧距离-速度数据所对应回波信号包含目标信息。上述的预设平均阈值可为基于大数据分析，在特殊应用场景下，无干扰且无目标信息时，预设平均阈值可以是一帧信号中某个或某些距离门所对应能量累加值的平均值。

25

可选的，在图 4A 对应的实施例的基础上，一种可能的实现中，根据 M 个距离门所对应的累加功率信息，确定 N 帧回波信号中受到干扰的信号，包括：

30

对于 N 帧回波信号中任意的第一帧回波信号和第二帧回波信号，分别计算第一帧回波信号和第二帧回波信号在相同索引值的距离门中累加功率信息(即距离门所对应的累加功率信息)的差值并取绝对值，得到 L 个差值绝对值；其中，L 为大于 1 且小于或等于 M 的整数；当 L 个差值绝对值中存在大于第一阈值的目标差值绝对值时，确定在第一帧回波信号和第二帧回波信号中，目标距离门中累加功率信息较大的回波信号为受到干扰的信

号；目标距离门为计算目标差值绝对值时的距离门，也即为计算的差值绝对值为目标差值绝对值的距离门。

其中，第一帧回波信号和第二帧回波信号可以是 N 帧回波信号中的任意两帧回波信号，例如可以是相邻的两帧回波信号，或者也可以是间隔多帧的两帧回波信号。相同索引值的距离门可以是不同帧回波信号中相同距离维索引值对应的距离门，不同帧回波信号中的距离维索引值的范围相同，距离维索引值的范围可以是 $1, 2 \dots m \dots M$ ，例如第一帧回波信号中第 m 个距离门和第二帧回波信号中第 m 个距离门为相同索引值的距离门。

本申请实施例中，通过分别计算第一帧回波信号和第二帧回波信号在相同索引值的距离门中累加功率信息的差值，基于得到的多个差值的绝对值分别与第一阈值进行比较来判断第一帧回波信号和第二帧回波信号中是否存在受到干扰的信号，并确定目标距离门中累加功率信息较大的回波信号为受到干扰的信号。这样基于距离维度的累加功率信息来判断受到干扰的信号，运算简单，可有效减少数据资源的耗费，实现雷达系统的低功耗，且时效性较强。

可选的，第一帧回波信号为在第二帧回波信号之前接收到的信号，方法还包括：若确定所述第一帧回波信号和第二帧回波信号中的第一帧回波信号为受到干扰的信号，关闭抗干扰机制；若确定所述第一帧回波信号和第二帧回波信号中的第二帧回波信号为受到干扰的信号，启动抗干扰机制。

本申请实施例中，第一帧回波信号为在第二帧回波信号之前接收到的信号，例如第一帧回波信号为上一帧回波信号，第二帧回波信号为当前帧回波信号。抗干扰机制可以是雷达系统中的抗干扰措施，抗干扰措施例如可以是“宽-限-窄”抗宽带噪声调频干扰。

示例性的，当确认当前帧回波信号为受到干扰的信号，启动抗干扰机制开始抑制干扰。当确认上一帧回波信号为受到干扰的信号，即到当前帧回波信号时干扰已经结束，则关闭抗干扰机制。

本申请实施例中，检测到受到干扰的信号时启动抗干扰机制，没有干扰信号时关闭抗干扰机制，相比于一直开启抗干扰机制，减少了抗干扰机制的运行时间，从而可以减小抗干扰机制对雷达系统的负面影响。

可选的，根据 M 个距离门所对应的累加功率信息，确定 N 帧回波信号中受到干扰的信号，包括：

对于 N 帧回波信号中任意的第三帧回波信号和第四帧回波信号，计算第三帧回波信号和第四帧回波信号在第一距离门中的功率差值的绝对值，得到第一差值绝对值，第一距离门为 M 个距离门中的任意一个；当第一差值绝对值大于第一阈值时，确定在第三帧回

波信号和第四帧回波信号中在计算第一距离门时累加功率信息较大的回波信号为受到干扰的信号,也即第三帧回波信号和第四帧回波信号中第一距离门所对应的累加功率信息较大的回波信号为受到干扰的信号。

5 其中,第三帧回波信号和第四帧回波信号可以是N帧回波信号中的任意两帧回波信号,例如可以是相邻的两帧回波信号,或者也可以是间隔多帧的两帧回波信号。功率差值为两帧回波信号在相同索引值的距离门中的累加功率信息的差值,第一差值绝对值指功率差值的绝对值。

可能的实现中,可以仅计算N帧回波信号中任意两帧回波信号在任一相同索引值的距离门中的第一差值绝对值。

10 可以理解的是,有干扰情形下任一距离门对应的功率累加信息都大于无干扰情形下对应距离门的功率累加信息。

示例性的,图6a示出了一种无干扰情形下LFMCW雷达回波信号的单个线性调频信号时域图。如图6a所示,该图中包括时间信息以及幅度信息,且正负向幅度都在1500以内。在图6a的基础上,图6b示出了一种无干扰情形下LFMCW雷达回波信号2D FFT平面信息对应的3维信息示意图,如图6b所示,该图中包括距离维、多普勒维以及功率三者之间的对应关系,高功率峰值(图中有突起的地方)601对应雷达检测到的目标,低功率峰值(图中平坦的地方)602可以对应2D FFT平面信息的噪底。如图6b所示,在无干扰情形下,2D FFT平面信息的噪底对应的功率峰值较低且整齐。在图6b的基础上,图6c示出了本申请实施例提供的一种无干扰情形下各距离门2D FFT累加功率信息示意图。如图6c所示,该图中包括累加功率信息和距离维信息,其中,各距离门对应的功率累加信息几乎都小于140 dB。

25 示例性的,图7a示出了一种有干扰情形下LFMCW雷达回波信号的单个线性调频信号时域图。如图7a所示,该图中包括时间信息以及幅度信息,且正负向幅度都在15000左右,超过无干扰情形下正负向幅度的10倍。在图7a的基础上,图7b示出了一种有干扰情形下LFMCW雷达回波信号2D FFT平面信息对应的3维信息示意图,如图7b所示,该图中包括距离维、多普勒维以及功率三者之间的对应关系,高功率峰值(图中有突起的地方)701对应雷达检测到的目标,低功率峰值(图中平坦的地方)702可以对应2D FFT平面信息的噪底。如图7b所示,在有干扰情形下,2D FFT平面信息的噪底对应的功率峰值相比于无干扰情形下有明显提升。在图7b的基础上,图7c示出了本申请实施例提供的一种有干扰情形下各距离门2D FFT累加功率信息示意图。如图7c所示,该图中包括累加功率信息和距离维信息。基于图6c和图7c可以看出,由于受到干扰信号的影响,有干扰情形下任一距离门对应的功率累加信

息都大于无干扰情形下对应距离门的功率累加信息。

本申请实施例中，通过计算 N 帧回波信号中任意两帧回波信号在任一相同索引值的距离门中的第一差值绝对值，进而对第一差值绝对值与第一阈值进行比较，从而判断出受到干扰的信号，这样可以减少距离门的累加功率信息的计算量，进一步降低系统功耗。

可选的，根据 M 个距离门所对应的累加功率信息，确定 N 帧回波信号中受到干扰的信号，包括：

当 N 帧回波信号中的第五帧回波信号的 M 个距离门所对应的累加功率信息中存在大于第二阈值的情况时，确定第五帧回波信号为受到干扰的信号。

其中，第二阈值可以是基于特定的场景预设的累加功率信息，特定的场景例如可以是高速路、停车场等环境条件相对稳定的场景。第五帧回波信号可以是 N 帧回波信号中的任一帧回波信号。

本申请实施例中，通过 N 帧回波信号中任一帧回波信号的任意距离门的累加功率信息与基于特定的场景预设的累加功率信息的对比来确定受到干扰的信号，这样跳过了与其他帧回波信号中距离门的对比，且基于特定场景的更有针对性的对比，可以有效提高干扰信号检测的效率和精确性。

可选的，根据 N 帧回波信号，得到 N 个 2D FFT 平面信息，包括：

对 N 帧回波信号分别做下降频处理，得到 N 个中频信号；对 N 个中频信号分别进行采样和二维快速傅里叶变换得到 N 个 2DFFT 平面信息。

本申请实施例中，通过对 N 帧回波信号进行处理得到 N 个 2D FFT 平面信息，以便于后续可以基于该 N 个 2D FFT 平面信息来进行受干扰信号的判断，这样可以在将回波信号处理成 2D FFT 平面信息后进行受干扰信号的判断，对实时性要求不高。

示例性的，图 8 示出了一种得到 2D FFT 平面信息的框架示意图。如图 8 所示，包括：对接收到线性调频信号进行 2D FFT 处理，得到 2D FFT 平面信息。该步骤与上述步骤 S402~S403 相同或相似，在此不再赘述。

图 9 为本申请实施例提供的一种干扰信号检测装置的结构示意图。如图 9 所示，该干扰信号检测装置 90 包括：发射模块 901、接收模块 902、第一确定模块 903、计算模块 904、第二确定模块 905。

发射模块 901，用于基于雷达发射目标信号。

接收模块 902，用于接收 N 帧回波信号，N 帧回波信号为目标信号经反射后返回的信

号, N 为大于 1 的整数。

第一确定模块 903, 用于根据 N 帧回波信号, 得到 N 个 2D FFT 平面信息, 任一个 2D FFT 平面信息包括距离和速度对应的功率信息。

5 计算模块 904, 用于对于 N 个 2D FFT 平面信息中的任一个 2D FFT 平面信息, 分别计算 M 个距离门在所述任一个 2D FFT 平面信息中沿速度的维度中采样点的累加功率信息, 距离门为一段距离范围, M 个距离门连续, M 为大于 1 的整数。

第二确定模块 905, 用于根据 M 个距离门所对应的累加功率信息, 确定 N 帧回波信号中受到干扰的信号。

可选的, 第二确定模块 905, 具体用于:

10 对于 N 帧回波信号中任意的第一帧回波信号和第二帧回波信号, 分别计算第一帧回波信号和第二帧回波信号在相同索引值的距离门中累加功率信息的差值并取绝对值, 得到 L 个差值绝对值, L 为大于 1 且小于或等于 M 的整数; 当 L 个差值绝对值中存在大于第一阈值的目标差值绝对值时, 确定在第一帧回波信号和第二帧回波信号中, 目标距离门中累加功率信息较大的回波信号为受到干扰的信号; 目标距离门为计
15 算目标差值绝对值时的距离门, 即计算的差值绝对值为目标差值绝对值的距离门。

可选的, 第一帧回波信号为在第二帧回波信号之前接收到的信号, 该干扰信号检测装置 90 还包括:

判断模块, 用于若第一帧回波信号为受到干扰的信号, 关闭抗干扰机制; 若第二帧回波信号为受到干扰的信号, 启动抗干扰机制。

20 可选的, 第二确定模块 905, 具体用于:

对于 N 帧回波信号中任意的第三帧回波信号和第四帧回波信号, 计算第三帧回波信号和第四帧回波信号在第一距离门中的功率差值并取绝对值, 得到第一差值绝对值, 第一距离门为 M 个距离门中的任意一个; 当第一差值绝对值大于第一阈值时, 确定在第三帧回波信号和第四帧回波信号中在计算第一距离门时累加功率信息较大的
25 的回波信号为受到干扰的信号。其中, 功率差值为该两帧回波信号在第一距离门中的累加功率信息的差值。

可选的, 第二确定模块 905, 具体用于:

当 N 帧回波信号中的第五帧回波信号的 M 个距离门所对应的累加功率信息中存在大于第二阈值的情况时, 确定第五帧回波信号为受到干扰的信号。其中, 第五帧回波信号可以是 N 帧回波信号中的任一帧回波信号, 第二阈值可以是基于特定的场景
30 预设的累加功率信息。

可选的，第一确定模块 903，具体用于对 N 帧回波信号分别做下降频处理，得到 N 个中频信号；对 N 个中频信号分别进行采样和二维快速傅里叶变换，得到 N 个 2DFFT 平面信息。

可选的，雷达为毫米波雷达。

5 本申请实施例提供的干扰信号检测装置，可用于执行上述的方法实施例，其实现原理和技术效果类似，本申请实施例此处不再赘述。

图 10 为本申请实施例提供的一种干扰信号检测设备的结构示意图。如图 10 所示，本申请实施例提供的干扰信号检测装置 1000 包括：至少一个处理器 1001 和存储器 1002。该干扰信号检测装置 1000 还包括通信部件 1003。其中，处理器 1001、存储器 1002 以及
10 通信部件 1003 通过总线 1004 连接。

在具体实现过程中，至少一个处理器 1001 执行存储器 1002 存储的计算机执行指令，使得至少一个处理器 1001 执行如上干扰信号检测设备 1000 所执行的干扰信号检测方法。

处理器 1001 的具体实现过程可参见上述方法实施例，其实现原理和技术效果类似，本实施例此处不再赘述。

15 在上述的图 10 所示的实施例中，应理解，处理器 1001 可以是中央处理单元（英文：Central Processing Unit，简称：CPU），还可以是其他通用处理器、数字信号处理器（英文：Digital Signal Processor，简称：DSP）、专用集成电路（英文：Application Specific Integrated Circuit，简称：ASIC）等。通用处理器可以是微处理器或者该处理器也可以是任何常规的处理器等。结合本申请实施例所公开的方法的步骤可以直接体现为硬件处理器
20 执行完成，或者用处理器中的硬件及软件模块组合执行完成。存储器 602 可能包含高速随机存取存储器（英文：Random Access Memory，简称：RAM），也可能还包括非易失性存储器（英文：Non-volatile memory，简称：NVM），例如至少一个磁盘存储器，还可以为 U 盘、移动硬盘、只读存储器、磁盘或光盘等。

本申请实施例还提供一种存储介质，该存储介质中存储有计算机执行指令，这些计算机执行指令被处理器执行时，实现上述的干扰信号检测方法。存储介质可以由任何类型的易失性或非易失性存储设备或者它们的组合实现，如静态随机存取存储器（英文：Static Random-Access Memory，简称：SRAM），电可擦除可编程只读存储器（英文：Electrically-Erasable Programmable Read-Only Memory，简称：EEPROM），可擦除可编程只读存储器（英文：Erasable Programmable Read-Only Memory，简称：EPROM），可编程只读存储器（英文：Programmable Read-Only Memory，简称：PROM），只读存储器
30 （英文：Read-Only Memory，简称：ROM），磁存储器，快闪存储器，磁盘或光盘。存

储介质可以是通用或专用计算机能够存取的任何可用介质。

一种示例性的存储介质耦合至处理器，从而使处理器能够从该存储介质读取信息，且可向该存储介质写入信息。当然，存储介质也可以是处理器的组成部分。处理器和存储介质可以位于专用集成电路(英文：Application Specific Integrated Circuits，简称：ASIC)中。

5 当然，处理器和存储介质也可以作为分立组件存在于电子设备或主控设备中。

本申请实施例还提供一种程序产品，如计算机程序，该计算机程序被处理器执行时实现本申请实施例所涵盖的干扰信号检测方法。

本申请一实施例还提供了一种集成电路，如图 11 所示，该集成电路包括依次连接的射频模块 2011、模拟信号处理模块 2012 和数字信号处理模块 2013，其中：

10 所述射频模块 2011 用于产生射频发射信号和接收射频回波信号；

所述模拟信号处理模块 2012 用于对所述射频回波信号进行降频处理以得到中频信号；以及

所述数字信号处理模块 2013，用于对所述中频信号进行模数转换以得到数字信号；其中，所述数字信号处理模块还用于基于本申请任一实施例所述的干扰信号检测方法进行干扰信号检测。

在一个可选的实施例中，上述集成电路可以为毫米波雷达芯片。集成电路中的数字功能模块的种类可以根据实际需求确定。例如，在毫米波雷达芯片，数据处理模块可以用于诸如距离维多普勒变换、速度维多普勒变换、恒虚警检测、波达方向检测、点云处理等，用于获取目标的距离、角度、速度、形状、尺寸、表面粗糙度及介电特性等信息。可选的，

20 所述集成电路可为 AiP (Antenna-In-Package，封装内天线) 芯片结构、AoP (Antenna-On-Package，封装上天线) 芯片结构或 AoC (Antenna-On-Chip，片上天线) 芯片结构等。

在一个可选的实施例中，所述集成电路为芯片结构时，还可采用至少两片芯片形成级联结构，以形成更大天线孔径，具有更强处理能力的雷达系统，为了阐述简便，在此便不予赘述，但应当理解的是，本领域人员基于本申请所记载的内容应当获悉的技术均应包含在本申请所记载的范围内。

本申请还提供了一种无线电器件，如图 12 所示，包括：承载体 4；本申请任一实施例所述的集成电路 5，设置在所处承载体 4 上；天线 6，设置在所述承载体 4 上，或者所述天线 6 与所述集成电路 5 集成为一体器件设置在所述承载体 4 上（即此时该

30 天线可为 AiP、AoP 或 AoC 结构中所设置的天线）；其中，所述集成电路 5 与所述天线 6 连接（即此时传感芯片或集成电路未集成有天线，如常规的 SoC 等），用于发射所述

射频发射信号和接收所述射频回波信号。其中，承载体可以为印刷电路板 PCB（如开发板、采数板或设备的主板等），第一传输线可以为 PCB 走线。

5 本申请还提供了一种终端设备，包括：设备本体；以及设置于所述设备本体上的如本申请任一实施例所述的无线电器件；其中，所述无线电器件设置为实现目标检测和/或通信，以向所述设备本体的运行提供参考信息。

在上述实施例的基础上，在本申请的一个可选的实施例中，无线电器件可以设置在设备本体的外部，或者设置在设备本体的内部，而在本申请的其他可选的实施例中，无线电器件还可以一部分设置在设备本体的内部，一部分设置在设备本体的外部。本申请实施例对此不作限定，具体可视情况而定。

10 在一个可选的实施例中，上述设备本体可为应用于诸如智慧城市、智能住宅、交通、智能家居、消费电子、安防监控、工业自动化、舱内检测（如智能座舱）、医疗器械及卫生保健等领域的部件及产品。例如，该设备本体可为智能交通运输设备（如汽车、自行车、摩托车、船舶、地铁、火车等）、安防设备（如摄像头）、液位/流速检测设备、智能穿戴设备（如手环、眼镜等）、智能家居设备（如扫地机器人、门锁、电视、空调、智能灯等）、各种通信设备（如手机、平板电脑等）等，以及诸如道闸、智能交通指示灯、智能指示牌、交通摄像头及各种工业化机械臂（或机器人）等，也可为用于检测生命特征参数的各种仪器以及搭载该仪器的各种设备，例如汽车舱内生命特征检测、室内人员监控、智能医疗设备、消费电子设备等。

20 需要说明的是，无线电器件可通过发射及接收无线电信号实现诸如目标检测和/或通信等功能，以向设备本体提供检测目标信息和/或通讯信息，进而辅助甚至控制设备本体的运行。例如，当上述的设备本体应用于先进驾驶辅助系统（即 ADAS）时，作为车载传感器的无线电器件（如毫米波雷达）则可辅助 ADAS 系统实现诸如自适应巡航、自动刹车辅助（即 AEB）、盲点检测预警（即 BSD）、辅助变道预警（即 LCA）、倒车辅助预警（即 RCTA）、泊车辅助、后方车辆示警、防碰撞（如车门开门预警/防碰撞等）、行人探测等应用场景。

30 本领域普通技术人员可以理解：实现上述各方法实施例的全部或部分步骤可以通过程序指令相关的硬件来完成。前述的程序可以存储于一计算机可读取存储介质中。该程序在执行时，执行包括上述各方法实施例的步骤；而前述的存储介质包括：ROM、RAM、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

在以上一个或多个示例性实施例中，所描述的功能可以硬件、软件、固件或其任一组合

合来实施。如果以软件实施,那么功能可作为一个或多个指令或代码存储在计算机可读介质上或经由计算机可读介质传输,且由基于硬件的处理单元执行。计算机可读介质可包含对应于例如数据存储介质等有形介质的计算机可读存储介质,或包含促进计算机程序例如根据通信协议 从一处传送到另一处的任何介质的通信介质。以此方式,计算机可读介质通常可对应于非暂时性的有形计算机可读存储介质或例如信号或载波等通信介质。数据存储介质可为可由一个或多个计算机或者一个或多个处理器存取以检索用于实施本申请中描述的技术的指令、代码和/或数据结构的任何可用介质。计算机程序产品可包含计算机可读介质。

10 举例来说且并非限制,此类计算机可读存储介质可包括 RAM、ROM、EEPROM、CD-ROM 或其它光盘存储装置、磁盘存储装置或其它磁性存储装置、快闪存储器或可用来以指令或数据结构的形式存储所要程序代码且可由计算机存取的任何其它介质。而且,还可以将任何连接称作计算机可读介质举例来说,如果使用同轴电缆、光纤电缆、双绞线、数字订户线 (DSL)或例如红外线、无线电及微波等无线技术从网站、服务器或其它远程源传输指令,则同轴电缆、光纤电缆、双绞线、DSL 或例如红外线、无线电及微波等无线技术包含于介质的定义中。然而应了解,计算机可读存储介质和数据存储介质不包含连接、载波、信号或其它瞬时(瞬态)介质,而是针对非瞬时有形存储介质。如本文中所使用,磁盘及光盘包含压缩光盘(CD)、激光光盘、光学光盘、数字多功能光盘(DVD)、软磁盘或蓝光光盘等,其中磁盘通常以磁性方式再生数据,而光盘使用激光以光学方式再生数据。上文的组合也应包含在计算机可读介质的范围内。

20 在一些方面中,本文描述的功能性可提供于经配置以用于编码和解码的专用硬件和/或软件模块内,或并入在组合式编解码器中。并且,可将所述技术完全实施于一个或多个电路或逻辑元件中。

25 本申请实施例的技术方案可在广泛多种装置或设备中实施,包含无线手机、集成电路(IC)或一组 IC(例如,芯片组)。本申请实施例中描各种组件、模块或单元以强调经配置以执行所描述的技术的装置的功能方面,但不一定需要通过不同硬件单元来实现。而是,如上所述,各种单元可在编解码器硬件单元中组合或由互操作硬件单元(包含如上所述的一个或多个处理器)的集合结合合适软件和/或固件来提供。

30 最后应说明的是:以上实施方式仅用以说明本申请实施例的技术方案,而非对其进行限制;尽管参照前述实施方式对本申请实施例已经进行了详细的说明,但本领域的普通技术人员应当理解:其依然可以对前述实施方式所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分或者全部技术特征进行等同替换;而这些修改或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本申请实施例技术方案的范围。

权 利 要 求 书

1、一种干扰信号检测方法，包括：

基于雷达发射目标信号；

接收 N 帧回波信号，所述 N 帧回波信号为所述目标信号经反射后返回的信号；其中，
5 N 为大于 1 的整数；

根据所述 N 帧回波信号，得到 N 个 2D FFT 平面信息，任一个所述 2D FFT 平面信息
包括距离和速度对应的功率信息；

根据所述 2D FFT 平面信息中距离门所对应的累加功率信息，检测所述回波信号是否
受到干扰，其中，所述距离门所对应的累加功率信息是距离门在 2D FFT 平面信息中沿所
述速度的维度中采样点的累加功率信息，所述距离门为一段距离范围。
10

2、根据权利要求 1 所述的方法，其中，所述根据所述 2D FFT 平面信息中距离门所
对应的累加功率信息，检测所述回波信号是否受到干扰，包括：

对于所述 N 个 2D FFT 平面信息中的任一个 2D FFT 平面信息，分别计算 M 个距离门
在所述任一个 2D FFT 平面信息中沿所述速度的维度中采样点的累加功率信息，所述 M
15 个距离门连续；其中，M 为大于 1 的整数；

根据所述 M 个距离门所对应的累加功率信息，确定所述 N 帧回波信号中受到干扰的
信号。

3、根据权利要求 2 所述的方法，其中，所述根据所述 M 个距离门所对应的累加功率
信息，确定所述 N 帧回波信号中受到干扰的信号，包括：

对于所述 N 帧回波信号中任意的第一帧回波信号和第二帧回波信号，分别计算所述
第一帧回波信号和所述第二帧回波信号在相同索引值的距离门所对应的累加功率信息的
差值并取绝对值，得到 L 个差值绝对值；其中，L 为大于 1 且小于或等于所述 M 的整数；
20

当所述 L 个差值绝对值中存在大于第一阈值的目标差值绝对值时，确定在所述第一
帧回波信号和所述第二帧回波信号中，目标距离门中累加功率信息较大的回波信号为受到
25 干扰的信号；所述目标距离门为计算的差值绝对值为所述目标差值绝对值的距离门。

4、根据权利要求 3 所述的方法，其中，所述第一帧回波信号为在所述第二帧回波信
号之前接收到的信号，所述方法还包括：

若确定所述第一帧回波信号和第二帧回波信号中的第一帧回波信号为受到干扰的信
号，关闭抗干扰机制；

若确定所述第一帧回波信号和第二帧回波信号中第二帧回波信号为受到干扰的信号，启动抗干扰机制。

5、根据权利要求2所述的方法，其中，所述根据所述M个距离门所对应的累加功率信息，确定所述N帧回波信号中受到干扰的信号，包括：

5 对于所述N帧回波信号中任意的第三帧回波信号和第四帧回波信号，计算所述第三帧回波信号和所述第四帧回波信号在第一距离门所对应的累加功率信息的差值并取绝对值，得到第一差值绝对值，所述第一距离门为所述M个距离门中的任意一个；

当所述第一差值绝对值大于第一阈值时，确定在所述第三帧回波信号和所述第四帧回波信号中所述第一距离门所对应的累加功率信息较大的回波信号为受到干扰的信号。

10 6、根据权利要求2所述的方法，其中，所述根据所述M个距离门所对应的累加功率信息，确定所述N帧回波信号中受到干扰的信号，包括：

当所述N帧回波信号中的第五帧回波信号的M个距离门所对应的累加功率信息中存在大于第二阈值的情况时，确定所述第五帧回波信号为受到干扰的信号；其中，所述第五帧回波信号是N帧回波信号中的任一帧回波信号。

15 7、根据权利要求1所述的方法，其中，所述根据所述2D FFT平面信息中距离门所对应的累加功率信息，检测所述回波信号是否受到干扰，包括：通过以下方式确定当前帧回波信号是否受到干扰：

基于所述N帧回波信号中当前帧回波信号和参考帧回波信号的2D FFT平面信息，将当前帧回波信号中L个索引值的距离门所对应的累加功率信息分别减去参考帧回波信号中相同索引值的距离门所对应的累加功率信息，得到L个差值；

20

在满足设定条件时，确定当前帧回波信号受到干扰；所述设定条件为：“所述L个差值中的至少一个的绝对值大于第一阈值且为正值”或“所述L个差值的绝对值均大于第一阈值且为正值”；

其中，所述参考帧回波信号为与当前帧回波信号相邻或不相邻的一帧回波信号；

25 $1 \leq L \leq M$ ，M为2D FFT平面信息中距离门的总数。

8、根据权利要求1所述的方法，其中，所述根据所述2D FFT平面信息中距离门所对应的累加功率信息，检测所述回波信号是否受到干扰，包括：通过以下方式确定当前帧回波信号是否受到干扰：

30 基于当前帧回波信号的2D FFT平面信息，计算当前帧回波信号中L个索引值的距离门各自所对应的累加功率信息， $1 \leq L \leq M$ ，M为2D FFT平面信息中距离门的总数；

在满足设定条件时，确定当前帧回波信号受到干扰；所述设定条件为：“所述累加功率信息中的至少一个大于第二阈值”或“所述累加功率信息均大于第二阈值”。

9、根据权利要求 1-5 任一项所述的方法，其中，所述根据所述 N 帧回波信号，得到 N 个 2D FFT 平面信息，包括：

5 对所述 N 帧回波信号分别做下降频处理，得到 N 个中频信号；

对所述 N 个中频信号分别进行采样和二维快速傅里叶变换，得到所述 N 个 2DFFT 平面信息；所述雷达为毫米波雷达。

10、一种干扰信号检测装置，包括：

发射模块，用于基于雷达发射目标信号；

10 接收模块，用于接收 N 帧回波信号，所述 N 帧回波信号为所述目标信号经反射后返回的信号；其中，N 为大于 1 的整数；

第一确定模块，用于根据所述 N 帧回波信号，得到 N 个 2D FFT 平面信息，任一个所述 2D FFT 平面信息包括距离和速度对应的功率信息；

15 计算模块，用于对于所述 N 个 2D FFT 平面信息中的任一个 2D FFT 平面信息，分别计算 M 个距离门在所述任一个 2D FFT 平面信息中沿所述速度的维度中采样点的累加功率信息，所述距离门为一段距离范围，所述 M 个距离门连续；其中，M 为大于 1 的整数；

第二确定模块，用于根据所述 M 个距离门所对应的累加功率信息，确定所述 N 帧回波信号中受到干扰的信号。

11、一种干扰信号检测方法，应用于 FMCW 传感器中，所述方法包括：

20 对回波信号进行 2D-FFT 处理以得到至少两帧距离-速度数据；

针对任一帧的距离-速度数据，选取至少部分距离门，沿速度维对选取的距离门分别进行能量累加，以得到选取的距离门各自的能量累加值；以及

获取任意两帧距离-速度数据的同一索引值距离门之间能量累加值的差值，以确定所述回波信号是否受到干扰。

25 12、根据权利要求 11 所述的方法，其中，所述获取任意两帧距离-速度数据的同一索引值距离门之间能量累加值的差值，以确定所述回波信号是否受到干扰，包括：

将第一帧距离-速度数据中预定索引值的距离门的能量累加值确定为第一能量累加值；

将第二帧距离-速度数据中所述预定索引值的距离门的能量累加值确定为第二能量累加值；

将第一能量累加值减去第二能量累加值得到所述差值；

若所述差值的绝对值大于预设阈值，且所述差值为正值，则判断所述第一帧距离-速度数据所对应的回波信号为受干扰信号，所述第二帧距离-速度数据所对应的回波信号为未受干扰信号；

5 若所述差值的绝对值大于所述预设阈值，且所述差值为负值，则判断所述第二帧距离-速度数据所对应的回波信号为受干扰信号，所述第一帧距离-速度数据所对应的回波信号为未受干扰信号。

13、根据权利要求 12 所述的方法，其中，

10 所述获取任意两帧距离-速度数据的同一索引值距离门之间能量累加值的差值，以确定所述回波信号是否受到干扰，还包括：

若所述差值的绝对值小于或等于所述预设阈值，则判断所述第一帧距离-速度数据所对应的回波信号，以及，所述第二帧距离-速度数据所对应的回波信号均为未受干扰信号；

其中，所述预设阈值大于对所述回波信号进行 CFAR 处理的阈值。

15 14、根据权利要求 13 所述的方法，其特征在于，当判断所述第一帧距离-速度数据所对应的回波信号，以及，所述第二帧距离-速度数据所对应的回波信号均为未受干扰信号时，若所述第一能量累加值大于预设平均阈值，则确定所述第一帧距离-速度数据所对应的回波信号包含目标信息。

15、根据权利要求 11 所述的方法，其中，

20 所述获取的任意两帧距离-速度数据包括当前帧距离-速度数据和参考帧距离-速度数据，参考帧与当前帧相邻或不相邻；

所述获取任意两帧距离-速度数据的同一索引值距离门之间能量累加值的差值，以确定所述回波信号是否受到干扰，包括：

25 对所述当前帧距离-速度数据中预定索引值的距离门的能量累加值确定为第一能量累加值；将所述参考帧距离-速度数据中所述预定索引值的距离门的能量累加值确定为第二能量累加值；

将第一能量累加值减去第二能量累加值得到所述差值；

若所述差值的绝对值大于预设阈值且所述差值为正值，则判断所述当前帧距离-速度数据所对应的回波信号为受干扰信号，启动抗干扰机制；

30 若所述差值的绝对值大于所述预设阈值且所述差值为负值，或所述差值的绝对值不大于所述阈值，则判断所述当前帧距离-速度数据所对应的回波信号为未受干扰信号，关闭

抗干扰机制。

16、一种干扰信号检测设备，包括：至少一个处理器和存储器；

所述存储器存储计算机执行指令；

5 所述至少一个处理器执行所述存储器存储的计算机执行指令，使得所述至少一个处理器执行如权利要求 1-9 或 11-15 中任一项所述的方法。

17、一种计算机可读存储介质，其特征在于，所述计算机可读存储介质中存储有计算机执行指令，当处理器执行所述计算机执行指令时，实现如权利要求 1-9 或 11-15 中任一项所述的方法。

10 18. 一种集成电路，其特征在于，包括依次连接的射频模块、模拟信号处理模块和数字信号处理模块；

所述射频模块用于产生射频发射信号和接收射频回波信号；

所述模拟信号处理模块用于对所述射频回波信号进行降频处理以得到中频信号；
以及

所述数字信号处理模块用于对所述中频信号进行模数转换以得到数字信号；

15 其中，所述数字信号处理模块还用于基于权利要求 1-14 中任一项所述的方法进行干扰信号检测估计。

19. 一种无线电器件，其特征在于，包括：

载体；

如权利要求 18 所述的集成电路，设置在所述载体上；

20 天线，设置在所述载体上，或者所述天线与所述集成电路集成为一体器件设置在所述载体上；

其中，所述集成电路与所述天线连接，用于发射所述射频发射信号和/或接收所述射频回波信号。

20. 一种终端设备，其特征在于，包括：

25 设备本体；以及

设置于所述设备本体上的如权利要求 19 所述的无线电器件；

其中，所述无线电器件设置为实现目标检测和/或通信，以向所述设备本体的运行提供参考信息。

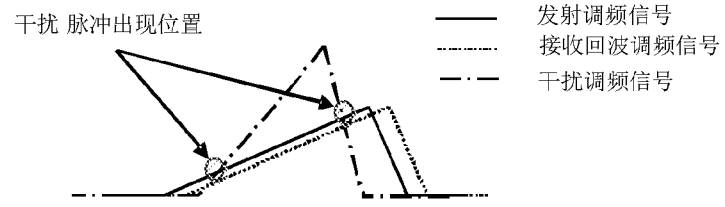


图 1

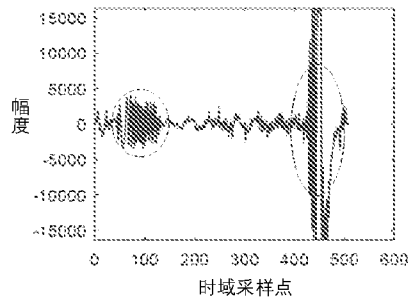


图 2

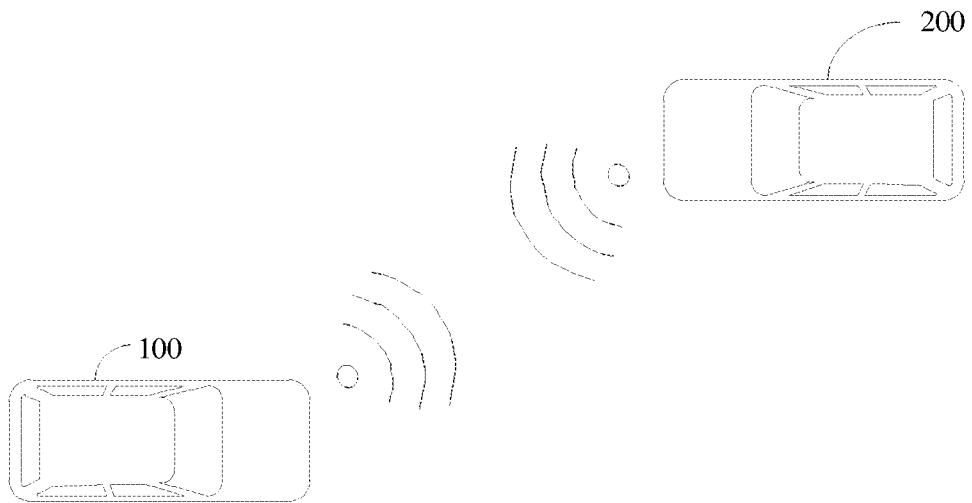


图 3

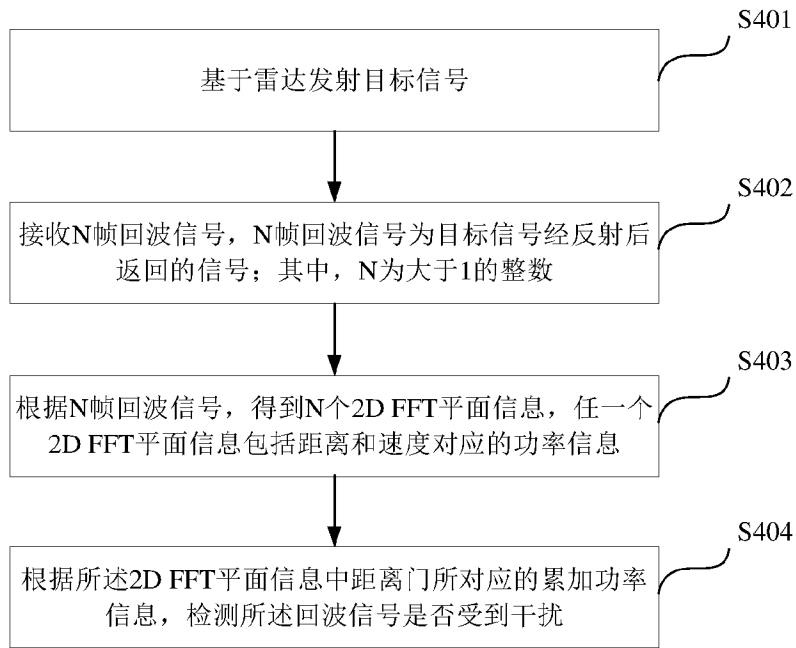


图 4A

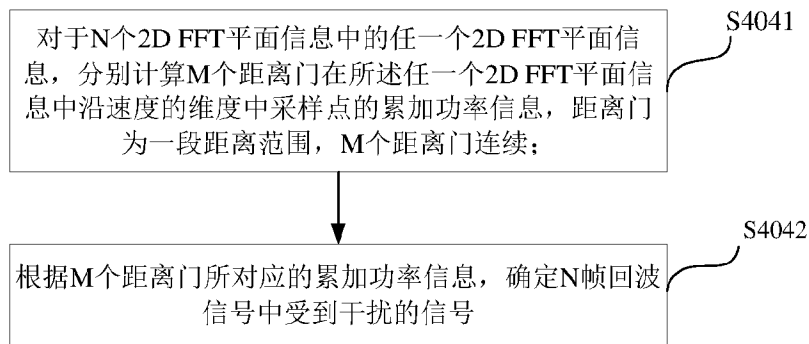


图 4B

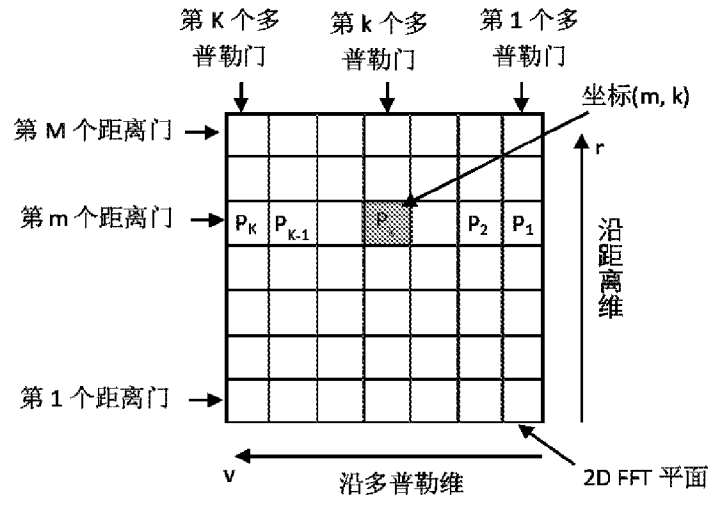


图 5

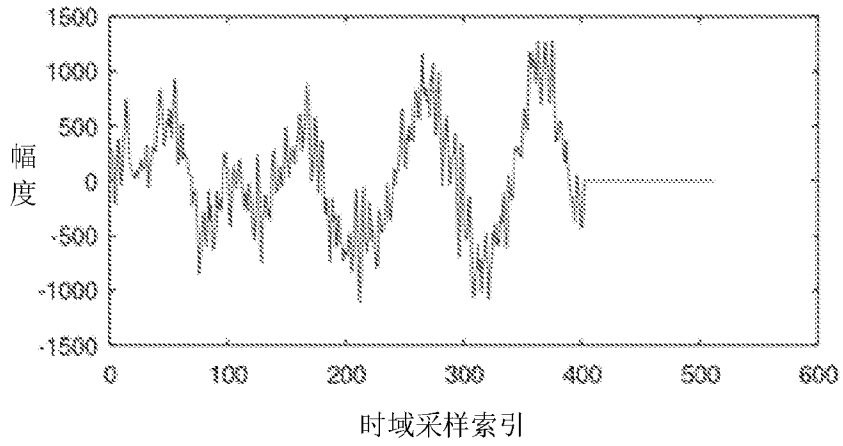


图 6a

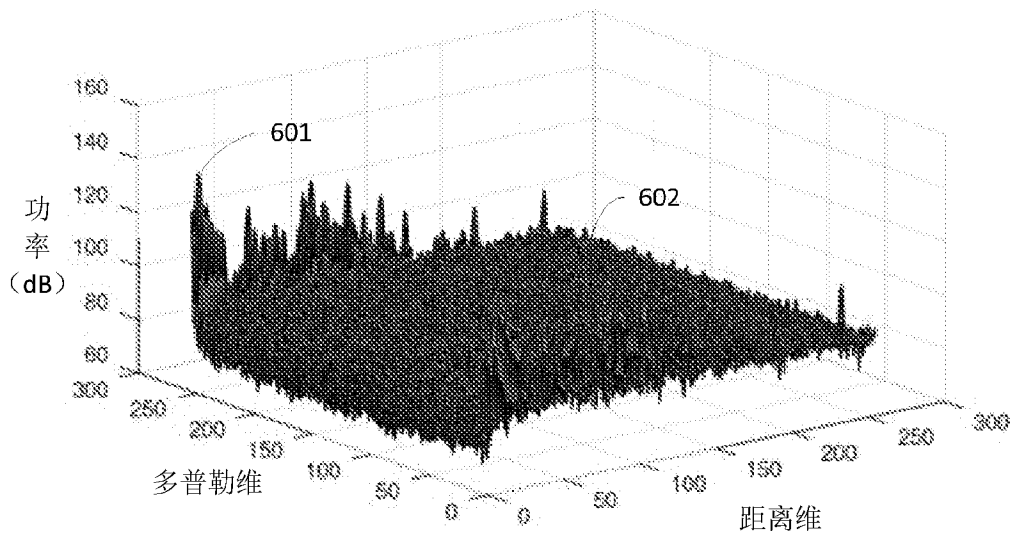


图 6b

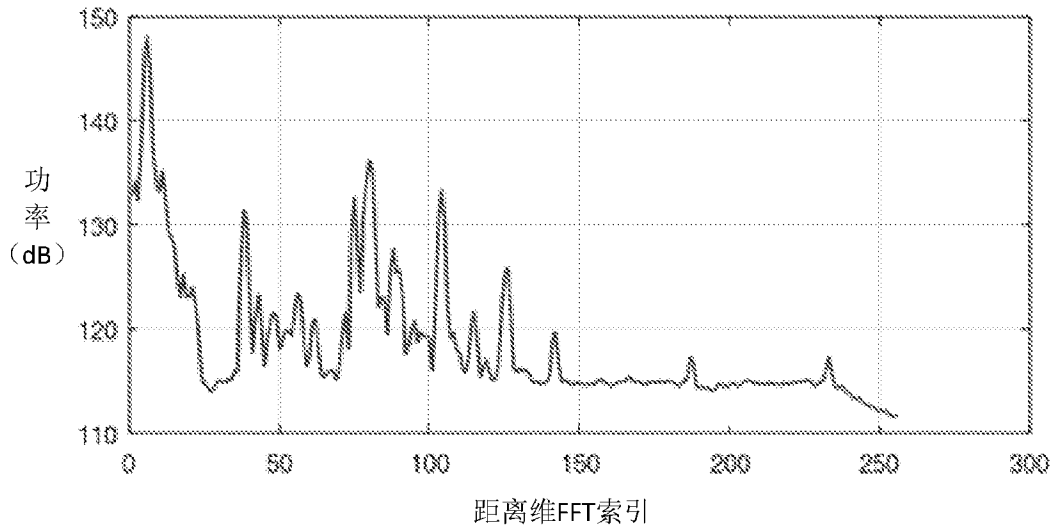


图 6c

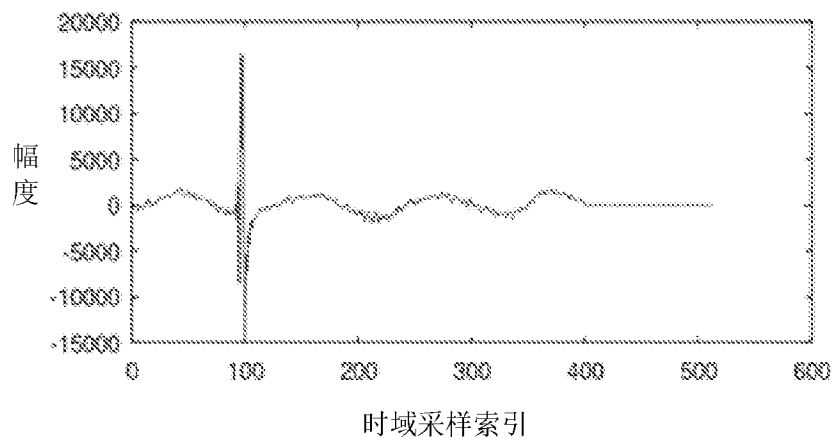


图 7a

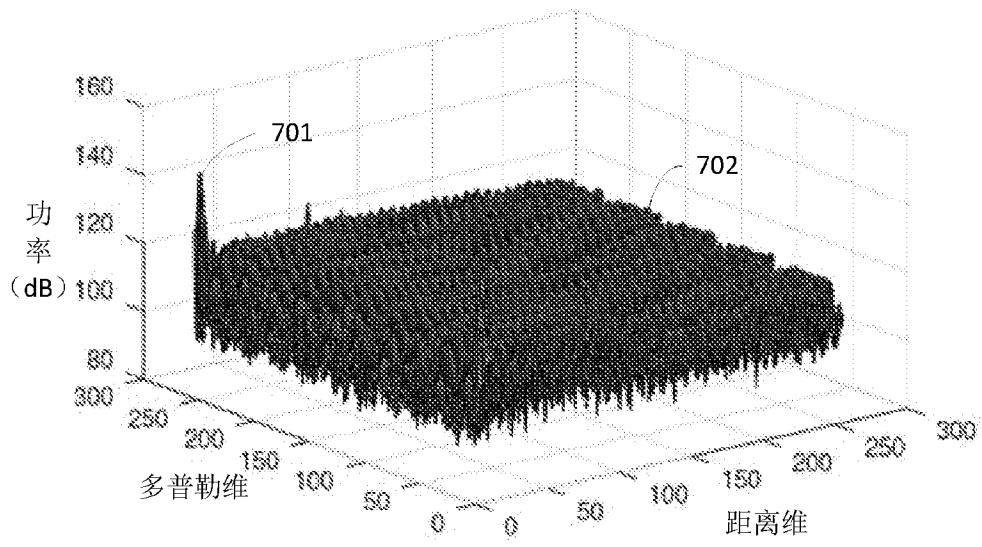


图 7b

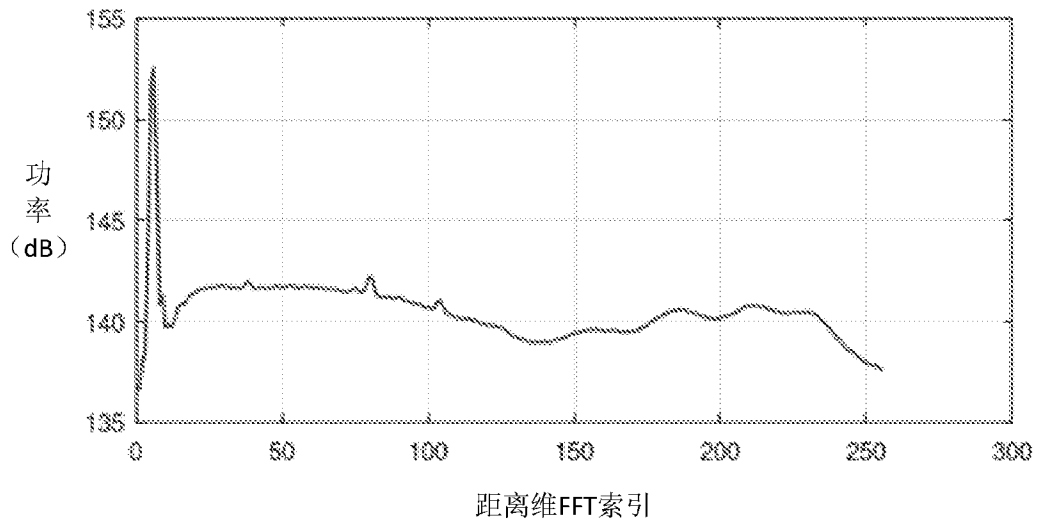


图 7c

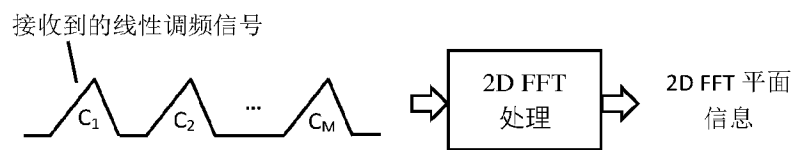


图 8

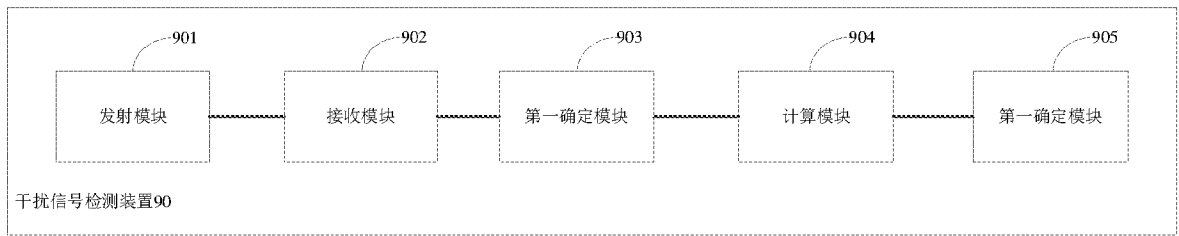


图 9

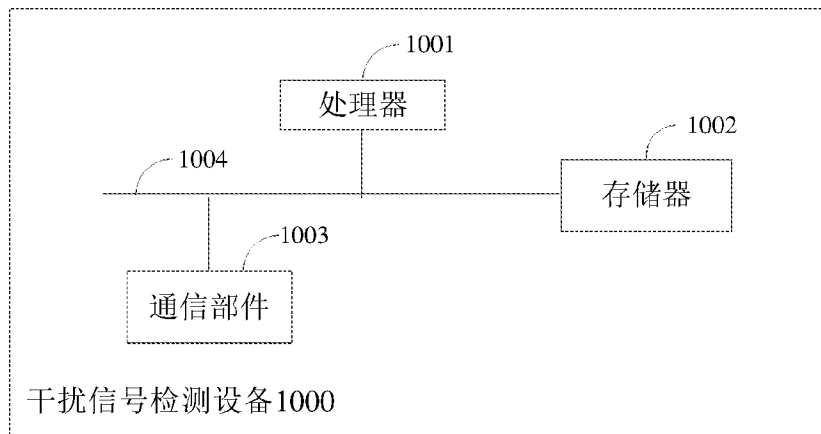


图 10



图 11

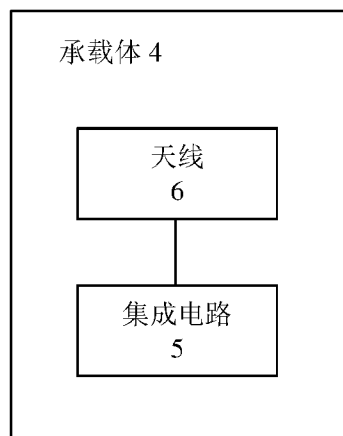


图 12

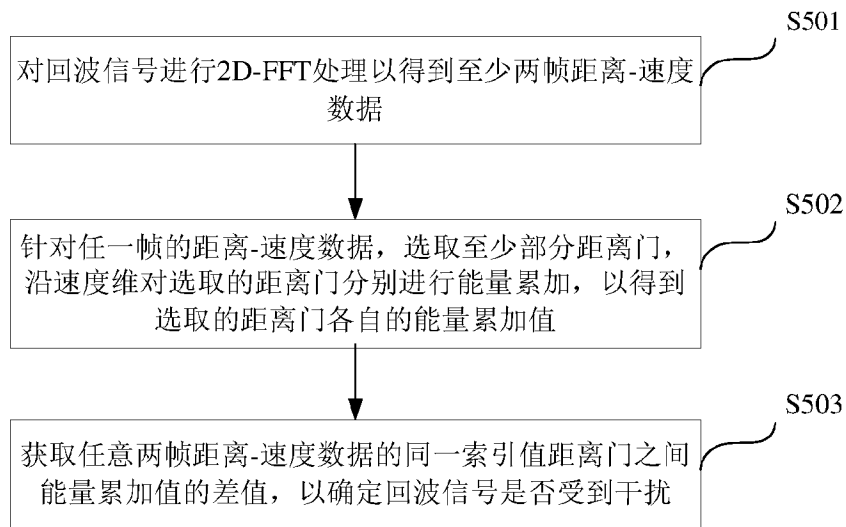


图 13