

(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



(10) 国际公布号
WO 2012/094825 A1

(43) 国际公布日
2012年7月19日 (19.07.2012)

- (51) 国际专利分类号:
G06K 7/10 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2011/070279
- (22) 国际申请日: 2011年1月14日 (14.01.2011)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (71) 申请人 (对除美国外的所有指定国): 西门子公司 (SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT) [DE/DE]; 德国慕尼黑维特斯巴赫广场2号, Munich D-80333 (DE)。
- (72) 发明人: 及
- (75) 发明人/申请人 (仅对美国): 袁勇 (YUAN, Yong) [CN/CN]; 中国北京市昌平区矩阵小区5号楼, 5单元202, Beijing 102208 (CN)。 喻丹 (YU, Dan) [CN/CN]; 中国北京市朝阳区阜荣街15号嘉美风尚中心2-6-1403, Beijing 100102 (CN)。 霍斯特·迪特尔 (HORST, Dieter) [DE/DE]; 德国卡多尔茨堡尼尔肯路6号, Cadolzburg D-90556 (DE)。

- (74) 代理人: 北京康信知识产权代理有限责任公司 (KANGXIN PARTNERS, P.C.); 中国北京市海淀区知春路甲48号盈都大厦A座16层, Beijing 100098 (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, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE,

[见续页]

(54) Title: METHOD FOR LOCATING TAG BY RADIO FREQUENCY IDENTIFYING READER AND RADIO FREQUENCY IDENTIFYING READER

(54) 发明名称: 采用射频识别阅读器定位标签的方法以及射频识别阅读器

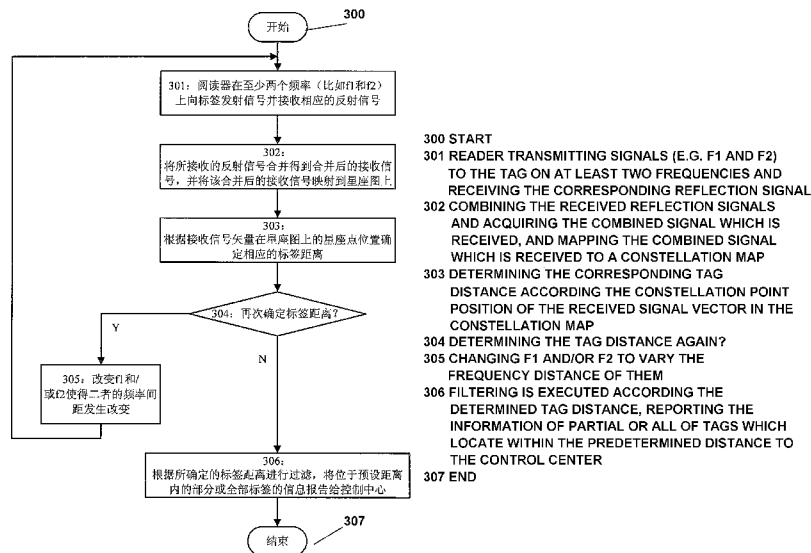


图3 / FIG. 3

(57) Abstract: The invention discloses a method for locating a tag by a radio frequency identifying reader and a radio frequency identifying reader. The method includes: A. the reader transmits signals to the tag on at least two frequencies and receives the corresponding reflection signal; B. the reader combines the received reflection signals and acquires the combined signal which is received, and maps the combined signal which is received to be a constellation point in a constellation map to locate the tag. The tag can be located better by using the method and the reader which the invention provides.

(57) 摘要: 本发明公开了一种采用射频识别阅读器定位标签的方法以及射频识别阅读器。该方法包括: A、所述阅读器在至少两个频率上向该标签发射信号并接收相应的反射信号; B、将所接收的反射信号合并得到合并后的接收信号, 并将该合并后的接收信号映射为星座图上的星座点用于定位该标签。采用本发明提供的方法和阅读器, 能够更好地对标签进行定位。



WO 2012/094825 A1

SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA,
GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

采用射频识别阅读器定位标签的方法以及射频识别阅读器

技术领域

本发明涉及射频识别（RFID）领域，尤其涉及一种采用射频识别阅读器定位标签的方法以及射频识别阅读器。

背景技术

与高频（HF, High Frequency）射频识别（RFID, Radio Frequency Identification）系统相比，超高频（UHF, Ultra High Frequency）RFID 具有许多更好的特性，例如：标签访问速度快、标签便宜、在制造和物流（logistics）应用时都可以进行单品级的标记等。然而，考虑到超高频 RFID 的远场电磁传输特性，比如多径传输，超高频 RFID 难以维护一个可控的阅读区域。在所需的阅读区域之内可能存在一些读取空洞（field null），使得该区域的阅读可靠性降低，而在该区域之外识别远处标签时又可能存在串读（cross reading）。这种阅读区域的不可控性将给制造应用和物流应用带来很大的问题。

在制造应用中，系统必须精确地获知标签何时进入阅读区域，何时离开阅读区域。以工件识别应用为例，系统必须精确地获知哪些标签确实在阅读区域内，以便对这些标签所隶属的工件做进一步处理。然而，多径传输可能使系统错误地识别阅读区域之外的标签，并相应地对即将到来的工件执行错误的处理指令。

在物流应用中，也可能存在类似的问题：

（1）在机场行李追踪应用中，阅读区域的不可控性使得当带有标签的行李经过天线时难以被区分开。为了解决该问题，需要采用昂贵的、由无线电波吸收材料制成的盒子控制阅读区域。

（2）在具有多个入口的叉车应用中，由于信号的泄露，阅读器将串读到非感兴趣入口的标签。因此，很难准确地识别不同入口的货物移动。

（3）对于货物叉车的准确负载识别的应用，也存在类似的影响。由于多径问题，安有 RFID 系统的叉车不能有效区分背景标签和叉车托盘上的标签。

可见，上述提及的应用场景都需要一个可控的阅读区域：在所需的阅读区域之内，标签可以被可靠地读取并且没有读取空洞；在阅读区域之外，不会发生串读。需要指出，超高频射频识别中阅读区域的可控性不论在工业还是学术上都是一个很好的研究课题。现有的解决方案可以分为两类：第一类是通过改进和利用当前的 RFID 通信方法提供可控的阅读区域；另一类是利用辅助手段增强当前的 RFID 系统。

一、第一类方案关注以下两个方面：

1、采用远场天线过滤远处标签，从而控制阅读区域

(1) OMRON 在 US20070241904A1 和 US20080198903A1 中提出一些解决方案, 通过检测反射载波的相位差对标签测距以便进行距离过滤。

为了克服多径问题, US20070241904A1 在不同时间采用不同频率与标签通信, 并且记录每个频率上后向散射载波的相位偏移, 从而在每个频率上测量标签距离。但是, 该方案在标签移动半波长距离时无法检测出 360 度相位差。

在 US20080198903A1 中, 提出一种根据不同频率的两个载波的相位差定位标签的解决方案。在该解决方案中不会出现测距模糊度, 但是该解决方案只能分析两个频率上的静态相位差, 因此只能获得标签的一个固定距离, 且会受到周围环境的影响, 例如相位差受到所有反射体的影响等。如果金属板距离标签很近, 则无法通过分析相位差区分来自标签的反射和来自金属板的反射。为了解决该问题, 必须分析相位差随时间变化的模型。然而, 由于每个频率上的常规 IQ 结构存在 360 度的模糊度, 该方案无法得到上述模型。

(2) Intermec 提出一种解决方案, 在单载波时检测常规 IQ 结构的相位变化, 并提出三种在时域、频域、空域的到达相位差 (PDOA, Phase Difference of Arrival) 方法。

(3) Pavel 等提出一种解决方案, 能够根据两个或多个接收天线之间的相位差准确定位标签。

对于方案 (2) 和 (3), 由于每次只使用单载波, 因此具有与方案 (1) (由 OMRON 提出) 类似的缺陷。

(4) AutoID Fudan 在 CN0160421A 中基于直接序列扩频 (DSSS, direct sequence spread spectrum) 技术提出一种解决方案。在该方案中, 标签的后向散射信号采用 DSSS 技术进行扩频。然后, 阅读器通过快速相关对标签的反射信号进行时差测距 (TOF, time of flight)。需要指出, 该方案的可靠性和准确度很大程度上取决于 PN 码的速度。然而, 由于扩频操作, 采用高速 PN 码将引入较大的带宽需求, 这是很多现有 RFID 通信规范所无法支持的。

(5) Alien 和 Impinj 分别提出一些解决方案, 通过检测标签的移动方向和移动速度, 间接地控制阅读区域。然而, 该解决方案只在移动标签的场景下有效。对于固定标签的场景, 需要提出新的解决方案, 即该方案无法同时适用于固定标签和移动标签。

2、使用近场 (NF, near field) 天线控制阅读区域

针对阅读区域可控性问题的另一个可采用的解决方案是近场 UHF 天线。在该解决方案中, 采用磁耦合方案代替无线电波传输。此外, 该天线的远场增益可设计得很小 (比如: -20dBi)。这样, 就可以用于构造一个可控的阅读区域 (参见 US20080048867A1)。然而, 在 UHF 频带中, 波长很小 (约为 30cm), 难以设计一个具有较大阅读距离的 NF 天线。并且, 远场增益是与 NF 阅读距离成比例的。大部分 NF 天线的阅读距离约为 5cm, 而商业上可用的 NF 天线的最大距离也仅为 15cm, 并且其远场增益能达到 6dBi, 因此很难设计出 NF 距离长且远场增益小的 NF 天线。

二、另一类方案主要是引入辅助手段，试图通过辅助手段得到可控的阅读区域。

(1) 富士通公司 (Fujitsu) 提出的一种解决方案是在天线支架上使用红外传感器检测标签何时进入或离开阅读区域，并基于上述信息设置天线的切换时间，从而提高多个移动标签的大数据量读写效率。

(2) Sverre Holm 等与 Mary Catherine 等分别提出一些解决方案，将超声集成到 RFID 系统中。在这些解决方案中，可以独立地使用超声获取距离信息用于进一步处理，或者根据超声和 RF 的传输时间之差定位标签。

(3) 现有技术中还有一种解决方案采用无线电波吸收材料限制无线电波的传输。例如，在机场的行李处理应用中，使用由昂贵的无线电波吸收材料制成的盒子覆盖所需的阅读区域，只有经过该盒子的标签才会被读取。

对于这些解决方案，均需要采用新手段获得可控的阅读区域，整个系统的成本也将大幅提高。在某些情况下，新手段（例如无线电波吸收盒子）比 RFID 系统的成本都要高。

发明内容

有鉴于此，本发明提出一种采用射频识别阅读器定位标签的方法以及射频识别阅读器，能够更好地对标签进行定位。

为达到上述目的，本发明的技术方案具体是这样实现的：

一种采用射频识别 RFID 阅读器定位标签的方法，包括：

A、所述阅读器在至少两个频率上向该标签发射信号并接收相应的反射信号；

B、将所接收的反射信号合并得到合并后的接收信号，并将该合并后的接收信号映射为星座图上的星座点用于定位该标签。

所述至少两个频率包括：第一频率 f_1 和第二频率 f_2 ；则步骤 A 中接收相应的反射信号包括：

所述阅读器在第一时间在所述第一频率 f_1 上获得第一接收信号，并在第二时间在所述第二频率 f_2 上获得第二接收信号，其中所述第一时间与所述第二时间不同。

步骤 B 中将所接收的反射信号合并得到合并后的接收信号包括：

B1、从所述第一接收信号中获得第一同相分量 I_1 和第一正交分量 Q_1 ，构造出第一信号矢量 $V_1=I_1+jQ_1$ ；

B2、从所述第二接收信号中获得第二同相分量 I_2 和第二正交分量 Q_2 ，构造出第二信号矢量 $V_2=Q_2+jI_2$ ；

B3、将所述第一信号矢量 V_1 和所述第二信号矢量 V_2 相加，得到合并后的接收信号矢量 V 。

所述至少两个频率包括：第一频率 f_1 和第二频率 f_2 ；则步骤 A 中所述阅读器在至少两个频率上向该标签发射信号包括：

所述阅读器在所述第一频率 f_1 上产生第一发射信号 $A\cos(2\pi f_1*t)$ ，在所述第二频率 f_2 上产生第二发射信号 $B\cos(2\pi f_2*t)$ ，并向该标签发出合并后的发射信号 $A\cos(2\pi f_1*t)+B\cos(2\pi f_2*t)$ ；

步骤 B 中将所接收的反射信号合并得到合并后的接收信号包括：

所述阅读器将所接收的反射信号与 I 路本振信号 $I_{LO} = \frac{\cos(2\pi f_1*t)}{H1} + \frac{\sin(2\pi f_2*t)}{H2}$ 混频，得到合并同

相分量 I_{new} ；

将所接收的反射信号与 Q 路本振信号 $Q_{LO} = \frac{\sin(2\pi f_1*t)}{H1} + \frac{\cos(2\pi f_2*t)}{H2}$ 混频，得到合并正交分量

Q_{new} ；

根据所述合并同相分量 I_{new} 和所述合并正交分量 Q_{new} ，得到所述合并后的接收信号；

其中，所述 H1 为所述第一频率 f_1 上的第一信号衰减，所述 H2 为所述第二频率 f_2 上的第二信号衰减。

该方法在步骤 A 之前进一步包括：C、设置具有频率间距的所述第一频率 f_1 和所述第二频率 f_2 ；

在步骤 B 之后，进一步包括：D、将标签定位次数加 1 后判断其是否达到预设门限，如果达到则结束流程，否则改变所述第一频率 f_1 和/或所述第二频率 f_2 ，使得二者的频率间距变大，并返回执行步骤 A；
或者

在步骤 B 之后，进一步包括：E、将本次标签定位结果与历史标签定位结果比较，如果二者之差小于预设门限则结束流程，否则改变所述第一频率 f_1 和/或所述第二频率 f_2 ，使得其频率间距变大，并返回执行步骤 A。

步骤 B 中将该合并后的接收信号映射为星座图上的星座点用于定位该标签包括：根据标签距离 d 与星座点的矢量角度 θ 的对应关系，确定所述标签与阅读器的标签距离 d 。

所述标签距离 d 与星座点的矢量角度 θ 的对应关系为：所述星座点的矢量角度 θ 与 $\frac{2d}{c}(f_2-f_1)$ 成正比，其中 c 为光速。

步骤 B 中将该合并后的接收信号映射为星座图上的星座点用于定位该标签包括：

根据所述合并后的接收信号确定该标签处于第一状态时的第一星座点运动轨迹，并在星座图上找出该第一星座点运动轨迹的第一边界位置和第二边界位置；

根据所述合并后的接收信号确定该标签处于第二状态时的第二星座点运动轨迹，并根据该第二星座点运动轨迹从所述第一边界位置和所述第二边界位置中找出外界反射体位置，从而确定出星座图上的标签位置；其中，所述外界反射体为除该标签之外的其他反射体，所述标签在第一状态和第二状态具有不同的反射特性；

根据所述星座图上标签位置的矢量角度 θ 确定出相应的标签距离 d 。

该方法进一步包括：所述阅读器将一个或者多个标签的标签距离 d 与预设门限进行比较，并将标签距离 d 符合所述预设门限的标签的信息报告给控制中心。

步骤 B 中将该合并后的接收信号映射为星座图上的星座点用于定位该标签包括：

在所述第一频率 f_1 和所述第二频率 f_2 上检测该标签在不同地点的标签距离 d ；

根据所述地点之间的距离和该标签的移动时间确定该标签的移动速度；

根据检测到的不同地点和所述移动速度，估计该标签的移动路径。

该方法进一步包括：在不同方位设置多个阅读器，确定所述标签与每个阅读器的标签距离 d ，根据所述多个标签距离 d 得到该标签的三维坐标。

该方法在步骤 A 之前进一步包括：该阅读器测量平均接收信号强度指示 RSSI 值，并将实际 RSSI 值小于所述平均 RSSI 值的标签滤除。

一种射频识别 RFID 阅读器，包括：

控制单元，用于控制频率生成单元生成至少两个频率；

信号发射单元，用于在所生成的至少两个频率上向标签发射信号；

所述控制单元进一步用于：将信号接收单元接收的反射信号合并得到合并后的接收信号，并将该合并后的接收信号映射为星座图上的星座点用于定位该标签。

所述至少两个频率包括：第一频率 f_1 和第二频率 f_2 ；

所述信号接收单元用于在第一时间在所述第一频率 f_1 上获得该标签的第一接收信号，并在第二时间在所述第二频率 f_2 上获得该标签的第二接收信号，其中所述第一时间与所述第二时间不同；

所述控制单元用于将所述第一接收信号和所述第二接收信号合并，得到所述合并后的接收信号。

所述控制单元进一步用于：

从所述第一接收信号中获得第一同相分量 I_1 和第一正交分量 Q_1 ，构造出第一信号矢量 $V_1=I_1+jQ_1$ ；

从所述第二接收信号中获得第二同相分量 I_2 和第二正交分量 Q_2 ，构造出第二信号矢量 $V_2=Q_2+jI_2$ ；

将所述第一信号矢量 V_1 和所述第二信号矢量 V_2 相加，得到合并后的接收信号矢量 V 。

所述至少两个频率包括：第一频率 f_1 和第二频率 f_2 ；

所述信号发射单元用于在所述第一频率 f_1 上产生第一发射信号 $A\cos(2\pi f_1*t)$ 和在所述第二频率 f_2 上产生第二发射信号 $B\cos(2\pi f_2*t)$ ，并发出合并后的发射信号 $A\cos(2\pi f_1*t)+B\cos(2\pi f_2*t)$ 。

所述信号接收单元包括第一接收模块和第二接收模块；

所述第一接收模块用于将接收天线获得的信号与 I 路本振信号 $I_{LO}=\frac{\cos(2\pi f_1*t)}{H_1}+\frac{\sin(2\pi f_2*t)}{H_2}$ 混

频，得到合并同相分量 I_{new} ，提供给所述控制单元；

所述第二接收模块用于将所述接收天线获得的信号与 Q 路本振信号 $Q_{LO} = \frac{\sin(2\pi f_1 * t)}{H1} + \frac{\cos(2\pi f_2 * t)}{H2}$ 混频，得到合并正交分量 Q_{new} ，提供给所述控制单元；

所述控制单元用于根据所述合并同相分量 I_{new} 和所述合并正交分量 Q_{new} ，得到所述合并后的接收信号；

其中，所述 H1 为所述第一频率 f_1 上的第一信号衰减，所述 H2 为所述第二频率 f_2 上的第二信号衰减。

该阅读器进一步包括：信号衰减单元；

所述控制单元用于控制所述信号发射单元在所述第一频率 f_1 发射信号进行信道估计得到 H1，控制所述信号衰减单元为所述第一频率 f_1 产生第一衰减因子 $G1=1/H1$ ，并控制所述信号发射单元在所述第二频率 f_2 发射信号进行信道估计得到 H2，控制所述信号衰减单元为所述第二频率 f_2 产生第二衰减因子 $G2=1/H2$ 。

所述控制单元进一步用于：

控制所述频率生成单元改变所述第一频率 f_1 和/或所述第二频率 f_2 ，使得二者的频率间距变大，并控制所述信号发射单元在改变后的第一频率 f_1 和第二频率 f_2 上向所述标签发射信号。

所述控制单元进一步用于：根据标签距离 d 与星座点的矢量角度 θ 的对应关系，确定所述标签与阅读器的标签距离 d 。

所述控制单元用于：

根据所述合并后的接收信号确定该标签处于第一状态时的第一星座点运动轨迹，并在星座图上找出该第一星座点运动轨迹的第一边界位置和第二边界位置；

根据所述合并后的接收信号确定该标签处于第二状态时的第二星座点运动轨迹，并根据该第二星座点运动轨迹从所述第一边界位置和所述第二边界位置中找出外界反射体位置，从而确定出星座图上的标签位置；其中，所述外界反射体为除该标签之外的其他反射体，所述标签在第一状态和第二状态具有不同的反射特性；

根据所述星座图上标签位置的矢量角度 θ 确定出相应的标签距离 d 。

本发明实施例提供的标签定位方法以及射频识别阅读器在至少两个频率上向标签发射信号，并将合并后的接收信号映射到星座图上，使得确定出的标签距离准确度更高。

附图说明

图 1 示出本发明一个实施例中从阅读器发出的信号具有三路传输的场景；

图 2 为使用三个不同方案时读取空洞的仿真示意图；

说明书

2010P21226WO

- 图 3 为本发明一个实施例中 RFID 阅读器进行标签定位的方法流程图；
- 图 4 为本发明一个实施例中使用双载波得到的 IQ 结构；
- 图 5 (a) 示出距离 $d=0$ 时的 IQ 结构；
- 图 5 (b) 示出距离 $d=0.5\text{m}$ 时的 IQ 结构；
- 图 5 (c) 示出距离 $d=1.5\text{m}$ 时的 IQ 结构；
- 图 6 (a) 为 $f_1=865.7\text{MHz}$, $f_2=867.5\text{MHz}$ 时的 IQ 映射；
- 图 6 (b) 为 $f_1=865.7\text{MHz}$, $f_2=916.2\text{MHz}$ 时的 IQ 映射；
- 图 7 为本发明一个实施例中使用不同的频率组合进行两级距离过滤的方法流程图；
- 图 8 为通信过程中金属和标签的反射状态的示意图；
- 图 9 示出两种状态下 IQ 结构中的星座点运动轨迹；
- 图 10 示出仿真过程中捕捉到的四种状态下的星座图；
- 图 11 为本发明一个实施例中阅读器的 TX/RX 链路示意图；
- 图 12 为本发明另一个实施例中双载波阅读器的结构示意图；
- 图 13 示出本发明一个实施例中阅读器的信道估计流程。

具体实施方式

为使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白，以下参照附图并举实施例，对本发明进一步详细说明。

本发明提出一种基于至少两个载波的解决方案，一方面采用至少两个不同频率上的载波激活标签，从而在所需区域消除读取空洞 (field null)，另一方面将至少两个载波上的反射信号合并后映射为星座图上的星座点，构造出特殊 IQ 结构。在该结构中，每个点唯一代表阅读区域的一个标签距离。这样，通过发现阅读器和标签的通信过程中星座点在 IQ 结构 (或称为星座图) 的运动轨迹，并采用一定的模式识别方法对该运动轨迹进行分析，能够识别来自标签的反射并确定标签距离。根据本发明的方法，所需区域之外的标签将被滤除，即使在复杂环境下也能得到一个可控的阅读区域。

具体地，本发明提出一种采用射频识别 RFID 阅读器定位标签的方法，包括：A、所述阅读器在至少两个频率上向该标签发射信号并接收相应的反射信号；B、将所接收的反射信号合并得到合并后的接收信号，并将该合并后的接收信号映射为星座图上的星座点用于定位该标签。

与常规的只有单个载波的阅读器设计不同的是，本发明提出的方法采用至少两个载波激活标签，下面以两个频率 (分别为第一频率 f_1 和第二频率 f_2) 为例加以说明，采用两个以上频率的情况与此类似。在多径传输场景中，两个载波上的 RF 信号将出现频率分集，从而消除阅读区域的读取空洞。以下通过仿真显示本发明对读取空洞的改善，如图 1 所示，该仿真构造的是一个三路传输场景。具体地，一路是从阅读

器 101 到标签 102，另一路是从阅读器 101 到金属反射器 103，还有一路是从阅读器 101 到金属底部 104。其中，阅读器 101 与标签 102 的距离 d （或称为标签距离）为 2-3m 左右，阅读器 101 与金属反射器 103 的距离 d_2 为 3.1m。

图 2 采用三种方案对图 1 中三路传输场景的相对路径损耗进行仿真，从而比较这三种方案的读取空洞。在方案 1 中，只使用单载波；在方案 2 中，使用两个载波并采用跳频方式；在方案 3 中，同时使用两个载波（分别为 865.7MHz 和 916.2MHz）。从仿真结果看出，在单载波方案中出现一个相对路径损耗为 -40dB 的读取空洞，而方案 2 和 3 都可以消除该读取空洞。可见，使用两个载波的方案能够较好地改善读取空洞问题。需要指出，两个载波之间的频率间距越大，频率分集的效果越好。由于 ETSI 规范（比如 ETSI TR 102 649-2 V 1.1.1）将允许在 915MHz 设定新的信道方案，在欧洲应用中这两个信道可以选为 $f_1=865.7\text{MHz}$ 和 $f_2=916.2\text{MHz}$ 。

图 3 为本发明一个实施例中 RFID 阅读器进行标签定位的方法流程图，包括以下步骤。

步骤 301：阅读器在至少两个频率上向标签发射信号并接收相应的反射信号。

需要指出，不同标签的反射信号是在不同时间（比如时隙）接收到的，可以通过标签 ID 加以区分。进一步地，对于较为复杂的外界环境，在某个时间接收到的不仅有标签的反射信号，还有外界反射体（即除该标签之外的其他反射体）的反射信号。

步骤 302：将所接收的反射信号合并得到合并后的接收信号，并将该合并后的接收信号映射到星座图上。

如前所述，标签移动半波长距离将导致 360 度的相位改变，这在常规 IQ 结构中是无法检测到的。在常规 IQ 结构中，同相分量 $I=\cos(2\pi ft_0)$ ，正交分量 $Q=\sin(2\pi ft_0)$ 。为了克服上述的距离不确定性，本发明提出一种将至少两个载波合并的新 IQ 映射方案。

以两个载波为例，在本发明中， $I'=\cos(2\pi f_1*t_0)+\sin(2\pi f_2*t_0)$ ， $Q'=\sin(2\pi f_1*t_0)+\cos(2\pi f_2*t_0)$ ，因此本发明的特殊 IQ 结构中的合并同相分量 $I_{\text{new}}=\frac{I'}{\sqrt{(I')^2+(Q')^2}}$ ，合并正交分量 $Q_{\text{new}}=\frac{Q'}{\sqrt{(I')^2+(Q')^2}}$ 。

具体地，图 4 示出特殊 IQ 结构中双载波（Continuous Wave, CW）的矢量和。如图 4 所示，新的 IQ 映射可以解释为双载波上的两个矢量之和。根据本发明中定义的 IQ 结构，取决于 f_2-f_1 的每个星座点唯一表示某个区域的标签距离。图 5(a)-(c)为特殊 IQ 结构中距离映射的三个示例，其中 f_1 和 f_2 分别选为 865.7MHz 和 916.2MHz。具体地，图 5(a)为距离 $d=0$ 的情况，图 5(b)为距离 $d=0.5\text{m}$ 的情况，图 5(c)为距离 $d=1.5\text{m}$ 的情况。

在一个具体实现中，阅读器于不同时间分别在第一频率 f_1 和第二频率 f_2 上向某个标签发射信号。相应地，阅读器在第一频率 f_1 上接收该标签的第一接收信号，并在第二频率 f_2 上获得该标签的第二接收信

号, 所述第二频率 f_2 和第一频率 f_1 的频率间距为 Δf , 并根据图 4 所示的方法将第一信号矢量 $V_1=I_1+jQ_1$ 和第二信号矢量 $V_2=Q_2+jI_2$ 合并为接收信号矢量 $V=I_{\text{new}}+jQ_{\text{new}}$, 使得根据矢量角度唯一标识标签距离的效果更好。

在另一个具体实现中, 阅读器同时在第一频率 f_1 和第二频率 f_2 上向某个标签发射信号, 即阅读器发出的是合并后的发射信号 $A\cos(2\pi f_1*t)+B\cos(2\pi f_2*t)$ 。相应地, 阅读器将所接收的反射信号与 I 路本振

信号 $I_{\text{LO}}=\frac{\cos(2\pi f_1*t)}{H_1}+\frac{\sin(2\pi f_2*t)}{H_2}$ 混频, 得到合并同相分量 I_{new} , 将所接收的反射信号与 Q 路本振信

号 $Q_{\text{LO}}=\frac{\sin(2\pi f_1*t)}{H_1}+\frac{\cos(2\pi f_2*t)}{H_2}$ 混频, 得到合并正交分量 Q_{new} , 再将所述合并同相分量 I_{new} 和所述

合并正交分量 Q_{new} 合并为接收信号矢量 $V=I_{\text{new}}+jQ_{\text{new}}$ 。

需要指出, 在上述步骤 302 中, 将所接收的反射信号合并的方式可以是: 确定每个频率上的同相分量 $I=\cos(2\pi f t_0)$ 和正交分量 $Q=\sin(2\pi f t_0)$, 将两个频率上的四个分量 I_1 、 I_2 、 Q_1 、 Q_2 任意组合, 得到第一信号矢量 V_1 和第二信号矢量 V_2 , 再将这两个信号矢量相加, 得到接收信号矢量 V 。比如, 在一个具体实现中, 第一信号矢量 $V_1=I_1+jI_2$, 第二信号矢量 $V_2=Q_1+jQ_2$ 。或者, 将两个频率上的四个分量 I_1 、 I_2 、 Q_1 、 Q_2 任意组合, 得到 I 路本振信号和 Q 路本振信号。比如, 在又一个具体实现中,

$$I_{\text{LO}}=\frac{\cos(2\pi f_1*t)}{H_1}+\frac{\cos(2\pi f_2*t)}{H_2}, \quad Q_{\text{LO}}=\frac{\sin(2\pi f_1*t)}{H_1}+\frac{\sin(2\pi f_2*t)}{H_2}。$$

当然, 对于三个载波或者更多载波的情况, 可以将两个载波的合并方法加以推广, 比如将第 i 个载波上的信号矢量 V_i 与第 j 个载波上的信号矢量 V_j 进行合并 (比如按照图 4 所示的方法), 得到信号矢量 V_m , 再将 V_m 与第 k 个载波上的信号矢量 V_k 合并, 依此类推, 直至所有载波上的信号矢量都参与到合并中, 从而得到最终的接收信号矢量 V 。或者, 将第 k 个载波上的信号矢量 V_k 与第 p 个载波上的信号矢量 V_p 合并得到信号矢量 V_n , 再将 V_m 与 V_n 合并。

步骤 303: 根据接收信号矢量 V 在星座图上的星座点位置进行标签定位, 比如确定相应的标签距离 d 等。

具体地, 在星座图上画出接收信号矢量 V 后, 根据矢量角度 θ (见图 4) 确定标签距离 d , 每个矢量角度对应一个标签距离。需要指出, 矢量角度与标签距离的对应关系的准确度取决于 f_2 和 f_1 的频率间距。

当 Δf 较小时, 阅读器能够确定出较大距离范围内的标签, 但是误差较大; 当 Δf 较大时, 阅读器只能确定出较小距离范围内的标签, 误差相应也较小。

$$\text{在一个具体实现中, 根据公式 } \theta = \begin{cases} \frac{\pi}{4} + \pi \frac{2d}{c} (f_2 - f_1), Q' > 0 \\ \frac{5\pi}{4} + \pi \frac{2d}{c} (f_2 - f_1), Q' < 0 \end{cases} \quad \text{确定标签距离 } d。 \text{ 其中, } \theta \text{ 为矢量角度, } d$$

为标签距离, c 为光速, $Q' = \sin(2\pi f_1 * t_0) + \cos(2\pi f_2 * t_0)$ 。一般地, 矢量角度 θ 与 $\frac{2d}{c}(f_2 - f_1)$ 成正比, 使得合并后的接收信号在星座图上的映射能够在较大范围内唯一标识出标签距离。

进一步地, 执行步骤 304-305: 判断是否需要再次确定标签距离 d , 如果需要则改变 f_1 和/或 f_2 使得二者的频率间距发生改变 (比如将 Δf 变大等), 并返回执行步骤 301-303, 从而估计出准确度更高的标签距离。

需要指出, 本发明所提供的特殊 IQ 结构在距离过滤上的能力很大程度上取决于双载波的频率间距 $f_2 - f_1$ 。双载波的频率间距较小时, 所能得到的唯一标识的距离范围较大。然而, 此时若要对距离进行更细粒度的区分, 困难较大。另一方面, 双载波的频率间距较大时, 能够唯一标识的距离范围较小, 但是可以对距离进行细粒度区分。

具体地, 本发明定义的 IQ 结构的两个例子如图 6(a) 和图 6(b) 所示。其中, 图 6(a) 为 $f_1 = 865.7\text{MHz}$ 、 $f_2 = 867.5\text{MHz}$ 时的 IQ 映射, 图 6(b) 为 $f_1 = 865.7\text{MHz}$ 、 $f_2 = 916.2\text{MHz}$ 时的 IQ 映射。可以看出, 在图 6(a) 中, 频率间距较小, IQ 结构能够映射出的距离范围为 0-15m, 其中 611 和 612 为 0-2.9m, 613 和 614 为 2.9m-15m, 但是距离映射的准确度不高, 星座点有较小矢量角度的误差都将导致确定出的标签距离与实际情况有很大偏差。在图 6(b) 中, 频率间距较大, IQ 结构能够映射出的距离范围为 0-2.9m, 其中 621 和 622 为 0-1m, 623 和 624 为 1m-2.9m, 但是距离映射的准确度较高。

基于上述情况, 图 7 示出本发明一个实施例中使用不同的频率组合进行 N 级距离过滤的方法流程, 其中 N 为任意正整数。一般情况下, N 为 2, 即采用两种不同的频率组合过滤标签, 令标签经过粗粒度和细粒度两种不同方式的过滤, 从而提高过滤的准确度。当然, 在进行粗粒度过滤时, 除了采用频率间距较小的双载波确定标签距离, 还有一种方式是测量平均接收信号强度指示 (Received Signal Strength Indication, RSSI) 值, 并将 RSSI 值过小的远处标签滤除。

当然, 在上述步骤 304 中, 阅读器可以根据预先设置重复执行 N 次步骤 301-303 (N 为任意正整数), 从而得到所需的标签距离。比如, 阅读器将标签定位次数加 1 后判断其是否达到预设次数, 如果达到则结束流程或者执行步骤 306, 否则改变所述第一频率 f_1 和/或所述第二频率 f_2 , 使得二者的频率间距变大, 并返回执行步骤 301。或者, 阅读器将本次标签定位结果与历史标签定位结果 (比如上次标签定位结果或者之前任意一次标签定位结果) 比较, 如果二者之差小于预设门限则结束流程或者执行步骤 306, 比如阅读器可以将本次确定的标签距离与上次确定的标签距离的差值和预设差值比较, 从而判断出是否需要再次确定标签距离 d 。对于步骤 305, 阅读器也可以根据预先设置决定如何改变 f_2 和/或 f_1 , 此处不再赘述。

说明书

2010P21226WO

进一步地，执行步骤 306：阅读器根据所确定的标签距离进行过滤，将位于预设距离内的部分或全部标签的信息报告给控制中心或者主机，至此本流程结束。

具体地，预设距离可以是一个距离范围，即阅读器将落在该距离范围的标签信息上报。或者，预设距离可以为一个值，阅读器相应地将标签距离小于该预设距离的标签信息上报。采用步骤 306 的方法，阅读器可以根据标签距离对标签进行过滤，避免将串读到的标签提供给控制中心，使得阅读器向控制中心的信息上报更为准确。

在图 3 所示的流程中，基于特殊 IQ 结构，本发明在通信过程中可以进一步通过分析 IQ 结构中的星座点运动轨迹，区分来自标签和外界环境的反射，并确定出标签距离。需要指出，与来自外界环境的固定反射不同的是，标签具有两种反射状态，那么这两种状态在 IQ 结构中的星座点运动轨迹也会有所不同。

在本发明的一个应用场景中，阅读器天线前放置有金属板（作为外界环境的一种示例）和标签。金属板总是完全反射信号，而标签则有两种不同的反射特性，比如第一状态是完全反射信号（可以是芯片阻抗开路或短路），第二状态是部分反射信号（可以是芯片阻抗与标签天线匹配等）。图 8 为该应用场景中金属和标签的反射状态示意图。具体地，在发出后向散射 FM0/Miller 码之前，标签完全反射信号（即状态 1）；在发出后向散射 FM0/Miller 码之时（比如图 13 中的 EPC 阶段），标签将在码中交替反射低电平和高电平，其中部分反射在码中体现为低电平（即状态 2），而完全反射在码中体现为高电平。

图 9 示出两种状态下 IQ 结构中的星座点运动轨迹。在状态 1 中，金属和标签都为全反射，因此 IQ 结构中的星座点将在金属位置和标签位置之间运动，其运动轨迹处在如图 9 的虚线所示的范围内；在状态 2 中，标签仅为部分反射，因此星座点运动轨迹将更靠近金属位置（其范围如图 9 的实线所示），且无法达到标签位置。这样，先确定出状态 1 时运动轨迹的两个边界点，再根据状态 2 时的运动轨迹确定金属位置，就能找出星座图中的标签位置。此外，还可以使用某些模式识别方法，比如点聚类方法等，区分 IQ 结构中的金属位置和标签位置，再据此识别来自标签的反射和确定标签距离。需要指出，金属位置和标签位置都是星座图上的一个星座点。当然，上述过程可以在阅读器上执行，也可以由阅读器将标签信息上报给控制中心，再由控制中心根据所述标签信息找出星座图中的标签位置。

以下通过仿真对本发明提供的方法进行验证，在该仿真中，标签被放置在距离阅读器天线 0.33m 的地点，金属板被放置在距离阅读器天线 0.8m 的地点。图 10 示出仿真过程中捕捉到的四种状态下的星座图。其中，图 10 (a) 示出没有信号反射时的星座点(0,0)；图 10 (b) 示出只有位于 $d=0.33\text{m}$ 的标签反射时的星座点(0.93,0.43)；图 10 (c) 示出标签和金属同时反射时的星座点，需要指出，该星座点在只有标签反射和只有金属反射的两个星座点之间运动，图 10 (c) 仅为其某个时刻的位置；图 10 (d) 示出只有位于 $d=0.8\text{m}$ 的金属反射时的星座点(-1.39,0.08)。从图 10 所示的仿真结果看出，只有标签反射信号时，星座点保持在标签位置；只有金属反射信号时，星座点移动到金属位置；当标签和金属同时反射信号时，星座点位于上述两个位置之间，其运动模式取决于标签反射状态。采用一些模式识别方法，可以识别出来自标签的反射和

说明书

相应的标签距离。

采用本发明提供的标签定位方法，可进一步在反射环境（例如制造环境等）下对带有标签的移动目标进行追踪。具体地，该标签的移动路径估计如下：

- 1、检测该标签在两个频率上都没有读取空洞的地点，并记录每个地点的标签距离；
- 2、根据上述地点之间的距离和该标签在上述地点之间的移动时间估计该标签的移动速度；
- 3、根据移动速度和之前检测到的没有读取空洞的地点（或称为历史检测地点），采用插值或者其他方式估计该标签所经过的位于读取空洞的地点（比如阅读器无法覆盖的地点等），获得该标签的移动路径。

与现有技术相比，本发明提供的方法在至少两个载波上向某个标签发射信号并相应地接收反射信号，将所接收的反射信号合并，从而根据合并后的接收信号对该标签进行定位。具体地，本发明根据合并后的接收信号对标签测距，利用所获得的标签距离滤除远处标签，从而降低标签过滤的模糊度。进一步地，本发明利用合并后的接收信号在星座图上的运动轨迹区分来自标签的反射和来自周边环境（比如附近金属）的反射，且不会受到周边环境太大的影响。进一步地，本发明还可以在不同方位设置多个阅读器，并通过图 3 所示的流程确定某个标签与每个阅读器的标签距离 d ，根据所述多个标签距离 d 得到该标签的三维坐标，从而更准确地获知该标签所在的地点。

进一步地，本发明提供了多种适用于上述标签定位方法的射频识别（RFID）阅读器，包括：控制单元，用于控制频率生成单元生成至少两个频率；信号发射单元，用于在所生成的至少两个频率上向标签发射信号；所述控制单元进一步用于：将信号接收单元接收的反射信号合并得到合并后的接收信号，并将该合并后的接收信号映射为星座图上的星座点用于定位该标签。

实施例 1：

图 11 为本发明一个实施例中阅读器的 TX/RX 链路（chain）示意图，该实施例对普通阅读器进行简单的软件和/或硬件改造和升级，使其能够对标签测距，进而根据所获得的标签距离 d 过滤标签或者确定标签的移动路径。具体地，该阅读器包括以下至少一个单元：控制单元 1101、频率生成单元 1102、信号接收单元 1103、信号发射单元 1104。

在信号接收单元 1103 中，接收（RX）天线与某个标签通信获得的信号分为两路，一路与频率生成单元 1102 生成的信号 $\cos(2\pi ft)$ 混频后，经过低通滤波器（low-pass filter, LPF）和模数转换（ADC）模块的处理，由第一接收数字信号处理（DSP RX）模块提供给所述控制单元 1101；另一路与频率生成单元 1102 所生成信号经移相处理后得到的信号 $\sin(2\pi ft)$ 混频后，经过 LPF 和 ADC 模块的处理，由第二 DSP RX 模块提供给所述控制单元 1101。其中， H 体现的是信道衰减和电路影响。

具体地，信号接收单元 1103 在第一时间在所述第一频率 f_1 上获得第一接收信号 $AH\cos(2\pi f_1*(t-t_0))$ ，并从所述第一接收信号中获得第一同相分量 $I_1=AH\cos(2\pi f_1*t_0)$ 和第一正交分量 $Q_1=AH\sin(2\pi f_1*t_0)$ ，提供给所述控制单元 1101；信号接收单元 1103 在第二时间在所述第二频率 f_2 上获得第二接收信号

说明书

$AH\cos(2\pi f_2*(t-t_0))$), 并从所述第二接收信号中获得第二同相分量 $I_2=AH\cos(2\pi f_2*t_0)$ 和第二正交分量 $Q_2=AH\sin(2\pi f_2*t_0)$, 提供给所述控制单元 1101, 其中所述第一时间与所述第二时间不同。

在信号发射单元 1104 中, 发射数字信号处理 (DSP TX) 模块将信号发送到数模转换 (DAC) 模块处理, 再经过混频器和放大器后输出至发射 (TX) 天线。

控制单元 1101 用于控制频率生成单元 1102 在不同时间生成第一频率 f_1 和第二频率 f_2 , 用于向标签发射信号。在本发明一个具体实现中, 频率生成单元 1102 为振荡器。

进一步地, 控制单元 1101 用于接收第一 DSP RX 模块提供的第一同相分量 I_1' 和第二 DSP RX 模块提供的第一正交分量 Q_1' , 将该第一频率 f_1 上接收到的 I、Q 值 (即 I_1' 和 Q_1') 归一化得到 I_1 和 Q_1 后, 存储为第一信号矢量 $V_1=I_1+jQ_1$ 。需要指出, 归一化操作并不是必须的, 或者控制单元 1101 接收到的信号就是归一化后的第一同相分量 I_1 和第一正交分量 Q_1 。也即, 第一同相分量可为归一化前的 I_1' , 也可为归一化后的 I_1 , 或者 I_1' 等于 I_1 。当然, 第一正交分量的处理与第一同相分量类似, 此处不再赘述。

$$I_1 = \frac{I_1'}{\sqrt{(I_1')^2 + (Q_1')^2}} = \cos(2\pi f_1 * t_0)$$

$$Q_1 = \frac{Q_1'}{\sqrt{(I_1')^2 + (Q_1')^2}} = \sin(2\pi f_1 * t_0)$$

进一步地, 控制单元 1101 用于在接收到第一 DSP RX 模块提供的第二同相分量 I_2' 和第二 DSP RX 模块提供的第二正交分量 Q_2' 后, 对第二频率 f_2 上接收到的 I、Q 值 (即 I_2' 和 Q_2') 进行与第一频率 f_1 类似的归一化得到 I_2 和 Q_2 , 并存储为第二信号矢量 $V_2=Q_2+jI_2$ 。同样地, 第二同相分量可为归一化前的 I_2' , 也可为归一化后的 I_2 , 或者 I_2' 等于 I_2 , 第二正交分量类似。

$$I_2 = \frac{I_2'}{\sqrt{(I_2')^2 + (Q_2')^2}} = \cos(2\pi f_2 * t_0)$$

$$Q_2 = \frac{Q_2'}{\sqrt{(I_2')^2 + (Q_2')^2}} = \sin(2\pi f_2 * t_0)$$

进一步地, 控制单元 1101 用于将第一信号矢量 V_1 和第二信号矢量 V_2 相加, 得到该标签合并后的接收信号矢量 $V=I+jQ$, 即最终的 I、Q 值如下:

$$I_{\text{new}} = \frac{I_1+Q_2}{\sqrt{(I_1+Q_2)^2 + (I_2+Q_1)^2}}$$

$$Q_{\text{new}} = \frac{Q_1+I_2}{\sqrt{(I_1+Q_2)^2 + (I_2+Q_1)^2}}$$

进一步地, 控制单元 1101 用于将合并后的接收信号矢量 V 映射到星座图上, 从而根据 IQ 结构确定出

阅读器与该标签的距离（或称为标签距离 d ）。

可以看出，本实施例的阅读器将两步骤跳频应用到普通阅读器中，使用不同的频率（ f_1 和 f_2 ）经两个步骤与标签通信，通过对普通阅读器进行较小改动使其具有对标签测距的功能。并且，I、Q 值在每个频率上都被归一化，使得在构造 IQ 结构时无需使用到信道衰减信息。具体实现时，所述控制单元 1101 可以是硬件单元（比如新增的 MCU），或者软件模块，从而易于添加到普通阅读器中。

需要指出，本实施例提供的阅读器在获得标签距离之前需要改变频率，而改变频率需要 20ms 的时间进行锁相环（Phase-locked loop, PLL）锁定。在多数应用中，标签在这段时间内的移动距离不会太大（比如当移动速度达到 2m/s 时只移动 4cm），因此不会影响距离过滤的准确度。

实施例 2:

如果应用在标签高速移动的环境中，可以采用本发明另一个实施例提供的阅读器同时传输双载波（CW）。图 12 为本发明另一个实施例中双载波阅读器的结构示意图，该阅读器中增加了用于同时传输双 CW 的新硬件单元。与图 11 类似地，图 12 的阅读器包括：控制单元（可以是 MCU 等）1201、频率生成单元 1202、信号接收单元 1203、信号发射单元 1204，还可以进一步包括：信号衰减单元 1205。其中，第一 DSPRX、第二 DSPRX、MCU、第一 DSPTX、第二 DSPTX 为该阅读器的数字处理部分。

在图 12 所示的阅读器中，在 f_1 上产生第一发射信号 $A\cos(2\pi f_1 * t)$ ，在 f_2 上产生第二发射信号 $B\cos(2\pi f_2 * t)$ ，将这两路信号合并，最终发送到发射天线的传输信号为 $A\cos(2\pi f_1 * t) + B\cos(2\pi f_2 * t)$ 。由于每个信道的信道衰减和电路冲击是不同的，从标签接收到的后向散射信号为： $AH_1 * \cos(2\pi f_1 * (t - t_0)) + BH_2 * \cos(2\pi f_2 * (t - t_0))$ 。在一个具体实现中， $f_1 = 865.7\text{MHz}$ ， $f_2 = 916.2\text{MHz}$ 。通过将上述两个载波合并，可以得到 I 信道和 Q 信道上的本振（local oscillator, LO）信号。

$$I_{LO} = \frac{\cos(2\pi f_1 * t)}{H_1} + \frac{\sin(2\pi f_2 * t)}{H_2}$$

$$Q_{LO} = \frac{\sin(2\pi f_1 * t)}{H_1} + \frac{\cos(2\pi f_2 * t)}{H_2}$$

通过混频器将接收天线获得的信号与 LO 信号混合后，得到以下 I、Q 值：

$$I' = A\cos(2\pi f_1 * t_0) + B\sin(2\pi f_2 * t_0)$$

$$Q' = A\sin(2\pi f_1 * t_0) + B\cos(2\pi f_2 * t_0)$$

此后，该 I、Q 值可以构造出用于距离过滤的 IQ 结构。

上述过程中， H_1 为第一频率 f_1 上的信道衰减和电路影响， H_2 为第二频率 f_2 上的信道衰减和电路影响。具体地，为了补偿每个信道的衰减，可以采用训练过程（比如信道估计）获得 H_1 和 H_2 ，再通过自动

增益控制 (Automatic gain control, AGC) 为每个载波提供信号衰减的补偿。图 13 示出本发明一个实施例中阅读器的信道估计流程。具体地, 阅读器发出 query 信令, 并在第一频率 f_1 上发射信号以便估计 f_1 上的信号衰减 (包括信道衰减和电路影响等); 之后, 阅读器发出 ACK 信令, 并在第二频率 f_2 上发射信号以便估计 f_2 上的信号衰减; 然后, 阅读器再次发出 ACK 信令, 并同时在第一频率 f_1 和第二频率 f_2 上发射信号进行标签测距。也就是说, 在阅读器和标签的通信过程中, 首先, 阅读器分别在每个载波 (f_1 和 f_2) 上通过与标签的通信估计信号衰减; 然后, 阅读器在 f_1 和 f_2 上发送信号进行标签测距。需要指出, 在估计第一信号衰减 H_1 时, MCU 通过控制第二 GC 抑制第二频率 f_2 上的信号发射; 类似地, 在估计第二信号衰减 H_2 时, MCU 通过控制第一 GC 抑制第一频率 f_1 上的信号发射。

可见, 本发明实施例提供的标签定位方法和阅读器包括以下至少一个方案:

1、在 RFID 系统 (比如 UHF 无源 RFID 系统等) 中使用至少两个载波减少读取空洞并将合并后的接收信号映射到星座图上, 从而根据星座点的变化更方便、准确地定位标签。比如, 阅读器采用双载波激活标签, 并将两个载波合并构造出特殊 IQ 结构。对于该 IQ 结构, 在所采用的两个载波之间的 Δf 确定的情况下, 每个星座点可以唯一标识某个区域内的一个标签距离。

2、采用 N 步骤距离过滤, 其中 N 为任意正整数。比如, 使用两级过滤方案来准确定位标签, 先根据 RSSI 检测执行粗粒度过滤, 以便滤除远处标签, 之后采用细粒度过滤识别所需区域的标签。当然, 可以在距离过滤中采用更多的频率组合, 使得可唯一标识的距离范围更大。

3、通过分析 IQ 结构中的星座点运动轨迹, 正确识别出复杂环境中来自标签的反射, 从而确定相应的标签距离。

4、通过连续距离检测和历史检测地点分析, 对移动目标进行追踪。

以上所述仅为本发明的较佳实施例而已, 并不用以限制本发明, 凡在本发明的精神和原则之内, 所做的任何修改、等同替换、改进等, 均应包含在本发明保护的范围之内。

1、一种采用射频识别 RFID 阅读器定位标签的方法，其特征在于，包括：

A、所述阅读器在至少两个频率上向该标签发射信号并接收相应的反射信号；

B、将所接收的反射信号合并得到合并后的接收信号，并将该合并后的接收信号映射为星座图上的星座点用于定位该标签。

2、根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述至少两个频率包括：第一频率 f_1 和第二频率 f_2 ；
则步骤 A 中接收相应的反射信号包括：

所述阅读器在第一时间在所述第一频率 f_1 上获得第一接收信号，并在第二时间在所述第二频率 f_2 上获得第二接收信号，其中所述第一时间与所述第二时间不同。

3、根据权利要求 2 所述的方法，其特征在于，步骤 B 中将所接收的反射信号合并得到合并后的接收信号包括：

B1、从所述第一接收信号中获得第一同相分量 I_1 和第一正交分量 Q_1 ，构造出第一信号矢量 $V_1=I_1+jQ_1$ ；

B2、从所述第二接收信号中获得第二同相分量 I_2 和第二正交分量 Q_2 ，构造出第二信号矢量 $V_2=Q_2+jI_2$ ；

B3、将所述第一信号矢量 V_1 和所述第二信号矢量 V_2 相加，得到合并后的接收信号矢量 V 。

4、根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述至少两个频率包括：第一频率 f_1 和第二频率 f_2 ；
则步骤 A 中所述阅读器在至少两个频率上向该标签发射信号包括：

所述阅读器在所述第一频率 f_1 上产生第一发射信号 $A\cos(2\pi f_1 * t)$ ，在所述第二频率 f_2 上产生第二发射信号 $B\cos(2\pi f_2 * t)$ ，并向该标签发出合并后的发射信号 $A\cos(2\pi f_1 * t)+B\cos(2\pi f_2 * t)$ ；

步骤 B 中将所接收的反射信号合并得到合并后的接收信号包括：

所述阅读器将所接收的反射信号与 I 路本振信号 $I_{LO}=\frac{\cos(2\pi f_1 * t)}{H_1}+\frac{\sin(2\pi f_2 * t)}{H_2}$ 混频，得到合并同

相分量 I_{new} ；

将所接收的反射信号与 Q 路本振信号 $Q_{LO}=\frac{\sin(2\pi f_1 * t)}{H_1}+\frac{\cos(2\pi f_2 * t)}{H_2}$ 混频，得到合并正交分量

Q_{new} ；

根据所述合并同相分量 I_{new} 和所述合并正交分量 Q_{new} ，得到所述合并后的接收信号；

其中，所述 H_1 为所述第一频率 f_1 上的第一信号衰减，所述 H_2 为所述第二频率 f_2 上的第二信号衰减。

权 利 要 求 书

5、根据权利要求 1-4 任一项所述的方法，其特征在于，在步骤 A 之前，进一步包括：C、设置具有频率间距的所述第一频率 f_1 和所述第二频率 f_2 ；

在步骤 B 之后，进一步包括：D、将标签定位次数加 1 后判断其是否达到预设门限，如果达到则结束流程，否则改变所述第一频率 f_1 和/或所述第二频率 f_2 ，使得二者的频率间距变大，并返回执行步骤 A；或者

在步骤 B 之后，进一步包括：E、将本次标签定位结果与历史标签定位结果比较，如果二者之差小于预设门限则结束流程，否则改变所述第一频率 f_1 和/或所述第二频率 f_2 ，使得其频率间距变大，并返回执行步骤 A。

6、根据权利要求 1-4 任一项所述的方法，其特征在于，步骤 B 中将该合并后的接收信号映射为星座图上的星座点用于定位该标签包括：根据标签距离 d 与星座点的矢量角度 θ 的对应关系，确定所述标签与阅读器的标签距离 d 。

7、根据权利要求 6 所述的方法，其特征在于，所述标签距离 d 与星座点的矢量角度 θ 的对应关系为：所述星座点的矢量角度 θ 与 $\frac{2d}{c}(f_2-f_1)$ 成正比，其中 c 为光速。

8、根据权利要求 6 所述的方法，其特征在于，步骤 B 中将该合并后的接收信号映射为星座图上的星座点用于定位该标签包括：

根据所述合并后的接收信号确定该标签处于第一状态时的第一星座点运动轨迹，并在星座图上找出该第一星座点运动轨迹的第一边界位置和第二边界位置；

根据所述合并后的接收信号确定该标签处于第二状态时的第二星座点运动轨迹，并根据该第二星座点运动轨迹从所述第一边界位置和所述第二边界位置中找出外界反射体位置，从而确定出星座图上的标签位置；其中，所述外界反射体为除该标签之外的其他反射体，所述标签在第一状态和第二状态具有不同的反射特性；

根据所述星座图上标签位置的矢量角度 θ 确定出相应的标签距离 d 。

9、根据权利要求 1-4 任一项所述的方法，其特征在于，进一步包括：所述阅读器将一个或者多个标签的标签距离 d 与预设门限进行比较，并将标签距离 d 符合所述预设门限的标签的信息报告给控制中心。

10、根据权利要求 1-4 任一项所述的方法，其特征在于，步骤 B 中将该合并后的接收信号映射为星座图上的星座点用于定位该标签包括：

在所述第一频率 f_1 和所述第二频率 f_2 上检测该标签在不同地点的标签距离 d ；

根据所述地点之间的距离和该标签的移动时间确定该标签的移动速度；

根据检测到的不同地点和所述移动速度，估计该标签的移动路径。

11、根据权利要求 1-4 任一项所述的方法，其特征在于，进一步包括：在不同方位设置多个阅读器，确定所述标签与每个阅读器的标签距离 d ，根据所述多个标签距离 d 得到该标签的三维坐标。

12、根据权利要求 1-4 任一项所述的方法，其特征在于，在步骤 A 之前，进一步包括：该阅读器测量平均接收信号强度指示 RSSI 值，并将实际 RSSI 值小于所述平均 RSSI 值的标签滤除。

13、一种射频识别 RFID 阅读器，其特征在于，包括：

控制单元，用于控制频率生成单元生成至少两个频率；

信号发射单元，用于在所生成的至少两个频率上向标签发射信号；

所述控制单元进一步用于：将信号接收单元接收的反射信号合并得到合并后的接收信号，并将该合并后的接收信号映射为星座图上的星座点用于定位该标签。

14、根据权利要求 13 所述的阅读器，其特征在于，所述至少两个频率包括：第一频率 f_1 和第二频率 f_2 ；

所述信号接收单元用于在第一时间在所述第一频率 f_1 上获得该标签的第一接收信号，并在第二时间在所述第二频率 f_2 上获得该标签的第二接收信号，其中所述第一时间与所述第二时间不同；

所述控制单元用于将所述第一接收信号和所述第二接收信号合并，得到所述合并后的接收信号。

15、根据权利要求 14 所述的阅读器，其特征在于，所述控制单元进一步用于：

从所述第一接收信号中获得第一同相分量 I_1 和第一正交分量 Q_1 ，构造出第一信号矢量 $V_1=I_1+jQ_1$ ；

从所述第二接收信号中获得第二同相分量 I_2 和第二正交分量 Q_2 ，构造出第二信号矢量 $V_2=Q_2+jI_2$ ；

将所述第一信号矢量 V_1 和所述第二信号矢量 V_2 相加，得到合并后的接收信号矢量 V 。

16、根据权利要求 13 所述的阅读器，其特征在于，所述至少两个频率包括：第一频率 f_1 和第二频率 f_2 ；

所述信号发射单元用于在所述第一频率 f_1 上产生第一发射信号 $A\cos(2\pi f_1*t)$ 和在所述第二频率 f_2 上产生第二发射信号 $B\cos(2\pi f_2*t)$ ，并发出合并后的发射信号 $A\cos(2\pi f_1*t)+B\cos(2\pi f_2*t)$ 。

17、根据权利要求 16 所述的阅读器，其特征在于，所述信号接收单元包括第一接收模块和第二接收模块；

所述第一接收模块用于将接收天线获得的信号与 I 路本振信号 $I_{LO}=\frac{\cos(2\pi f_1*t)}{H_1}+\frac{\sin(2\pi f_2*t)}{H_2}$ 混

频，得到合并同相分量 I_{new} ，提供给所述控制单元；

所述第二接收模块用于将所述接收天线获得的信号与 Q 路本振信号

$Q_{LO}=\frac{\sin(2\pi f_1*t)}{H_1}+\frac{\cos(2\pi f_2*t)}{H_2}$ 混频，得到合并正交分量 Q_{new} ，提供给所述控制单元；

所述控制单元用于根据所述合并同相分量 I_{new} 和所述合并正交分量 Q_{new} ，得到所述合并后的接收信号；

其中,所述 H1 为所述第一频率 f1 上的第一信号衰减,所述 H2 为所述第二频率 f2 上的第二信号衰减。

18、根据权利要求 17 所述的阅读器,其特征在于,进一步包括:信号衰减单元;

所述控制单元用于控制所述信号发射单元在所述第一频率 f1 发射信号进行信道估计得到 H1,控制所述信号衰减单元为所述第一频率 f1 产生第一衰减因子 $G1=1/H1$,并控制所述信号发射单元在所述第二频率 f2 发射信号进行信道估计得到 H2,控制所述信号衰减单元为所述第二频率 f2 产生第二衰减因子 $G2=1/H2$ 。

19、根据权利要求 13-18 任一项所述的阅读器,其特征在于,所述控制单元进一步用于:

控制所述频率生成单元改变所述第一频率 f1 和/或所述第二频率 f2,使得二者的频率间距变大,并控制所述信号发射单元在改变后的第一频率 f1 和第二频率 f2 上向所述标签发射信号。

20、根据权利要求 13-18 任一项所述的阅读器,其特征在于,所述控制单元进一步用于:根据标签距离 d 与星座点的矢量角度 θ 的对应关系,确定所述标签与阅读器的标签距离 d。

21、根据权利要求 20 所述的阅读器,其特征在于,所述控制单元用于:

根据所述合并后的接收信号确定该标签处于第一状态时的第一星座点运动轨迹,并在星座图上找出该第一星座点运动轨迹的第一边界位置和第二边界位置;

根据所述合并后的接收信号确定该标签处于第二状态时的第二星座点运动轨迹,并根据该第二星座点运动轨迹从所述第一边界位置和所述第二边界位置中找出外界反射体位置,从而确定出星座图上的标签位置;其中,所述外界反射体为除该标签之外的其他反射体,所述标签在第一状态和第二状态具有不同的反射特性;

根据所述星座图上标签位置的矢量角度 θ 确定出相应的标签距离 d。

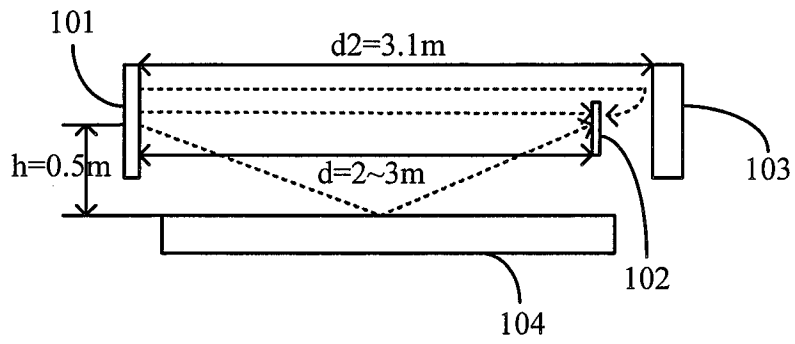


图 1

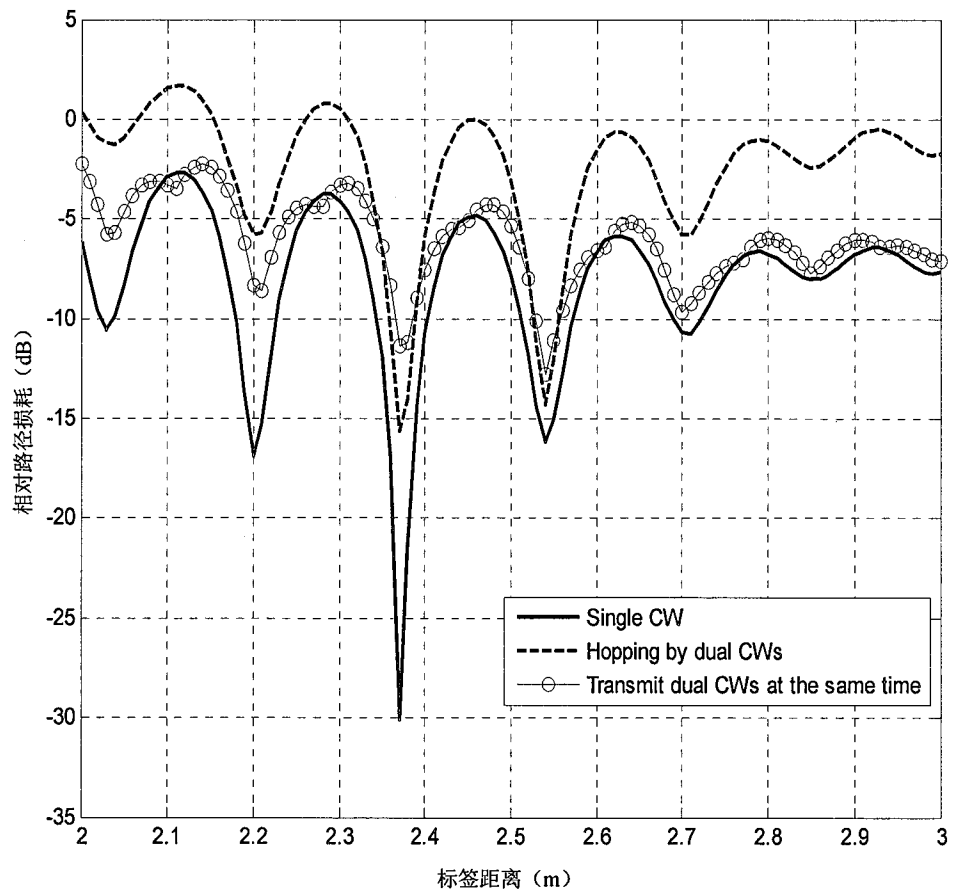


图 2

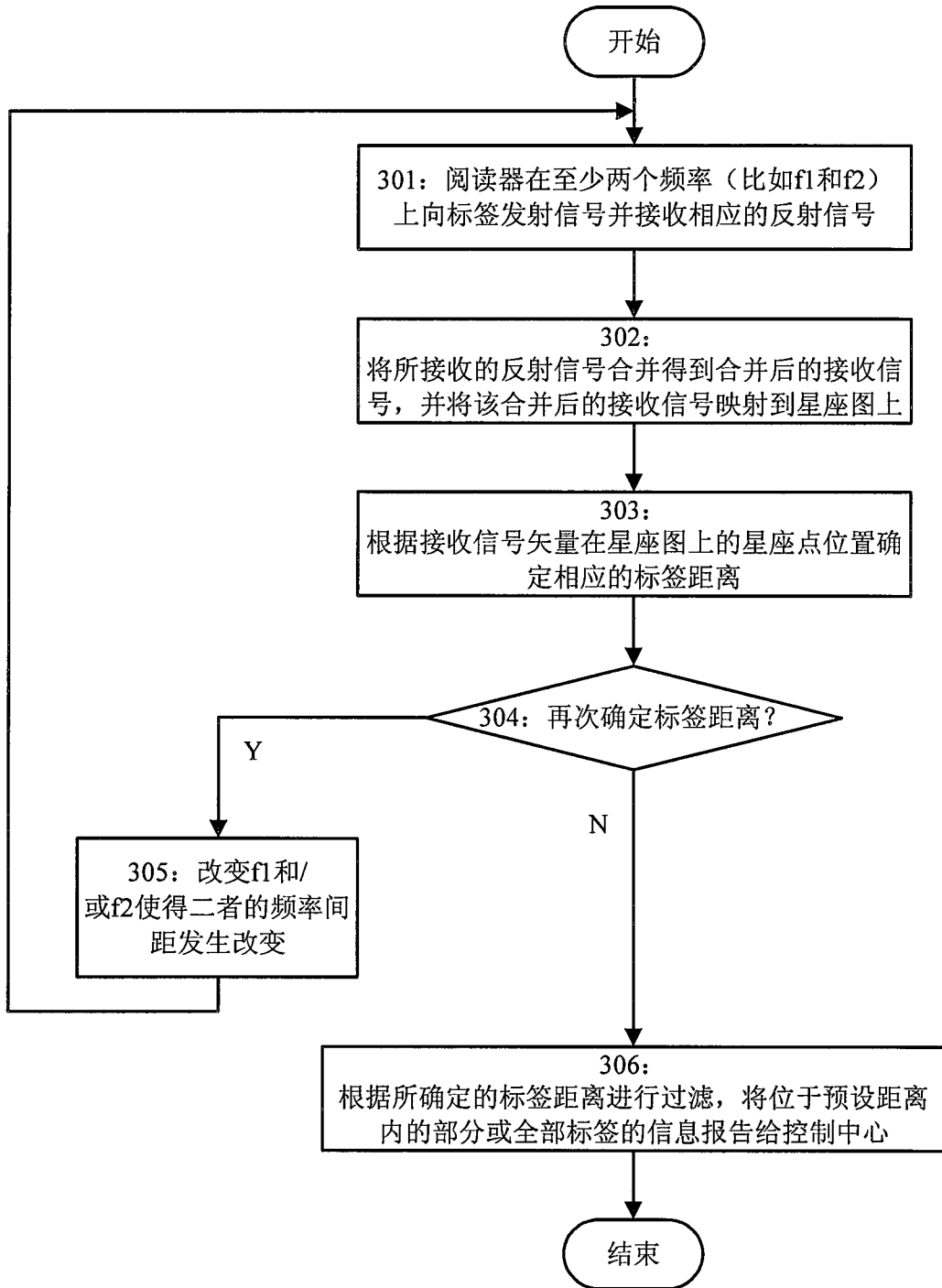


图 3

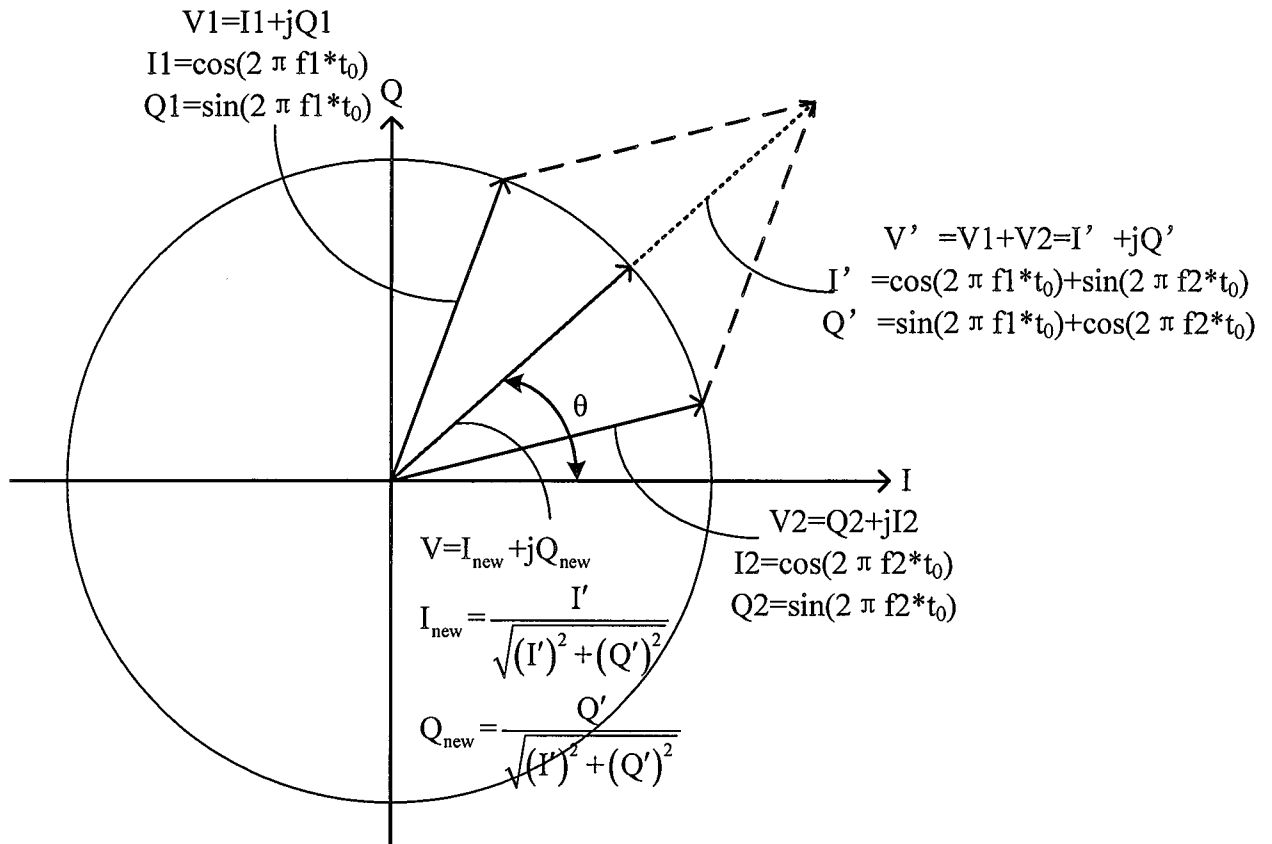


图 4

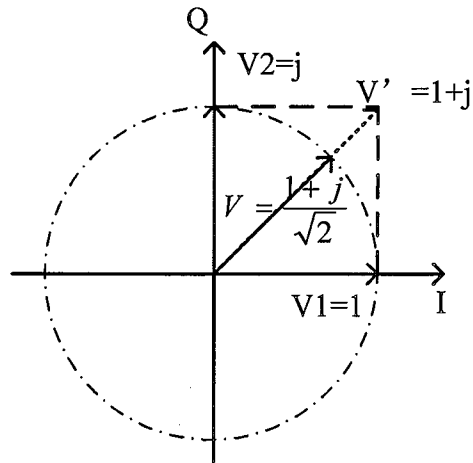


图 5 (a)

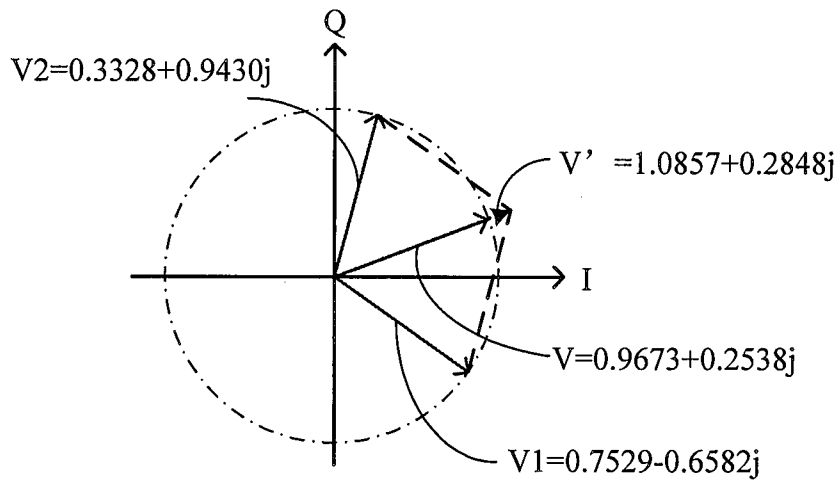


图 5 (b)

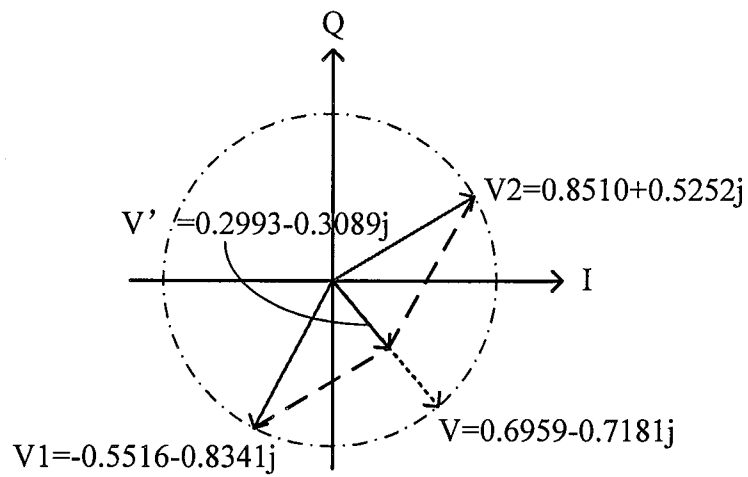


图 5 (c)

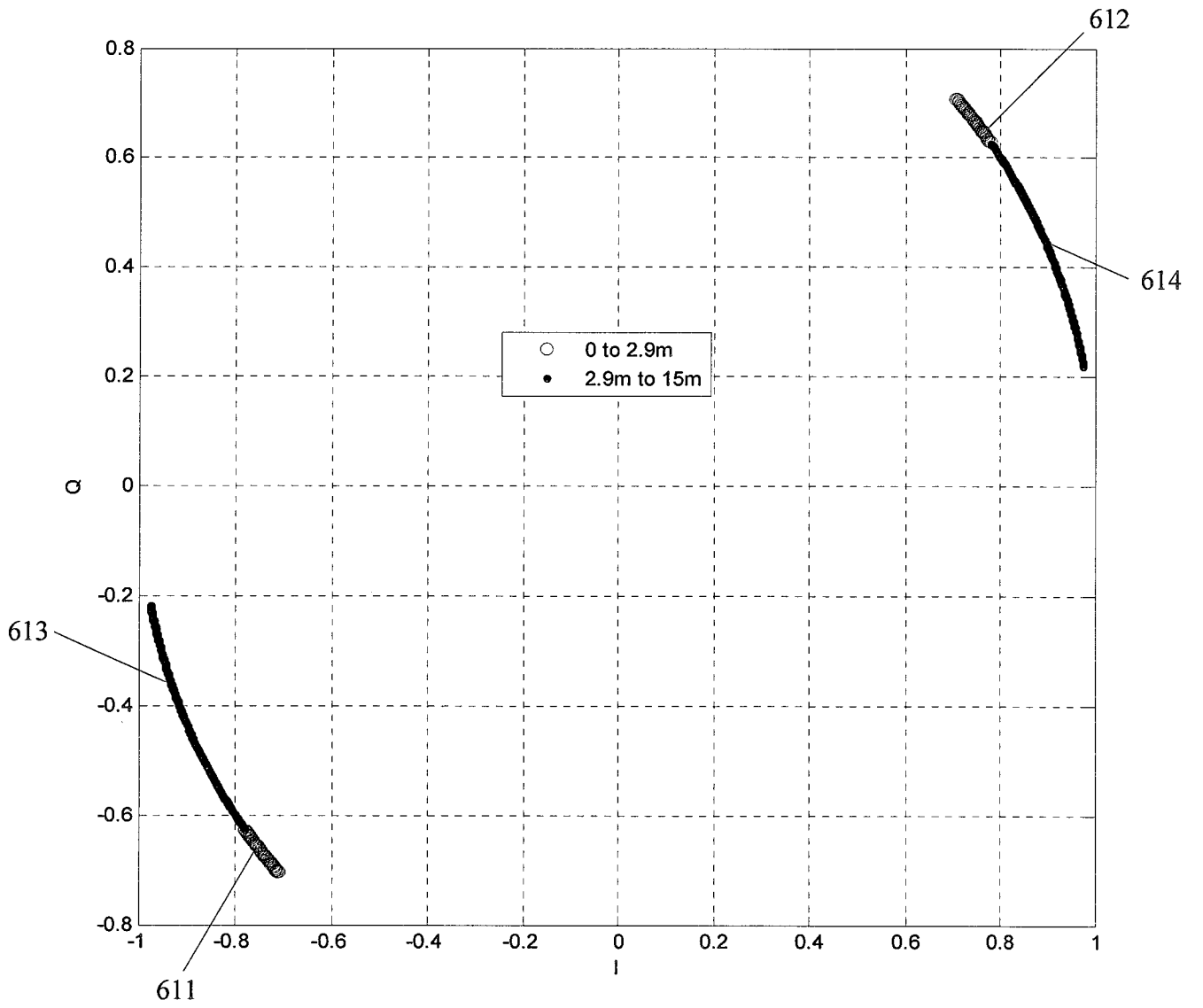


图 6 (a)

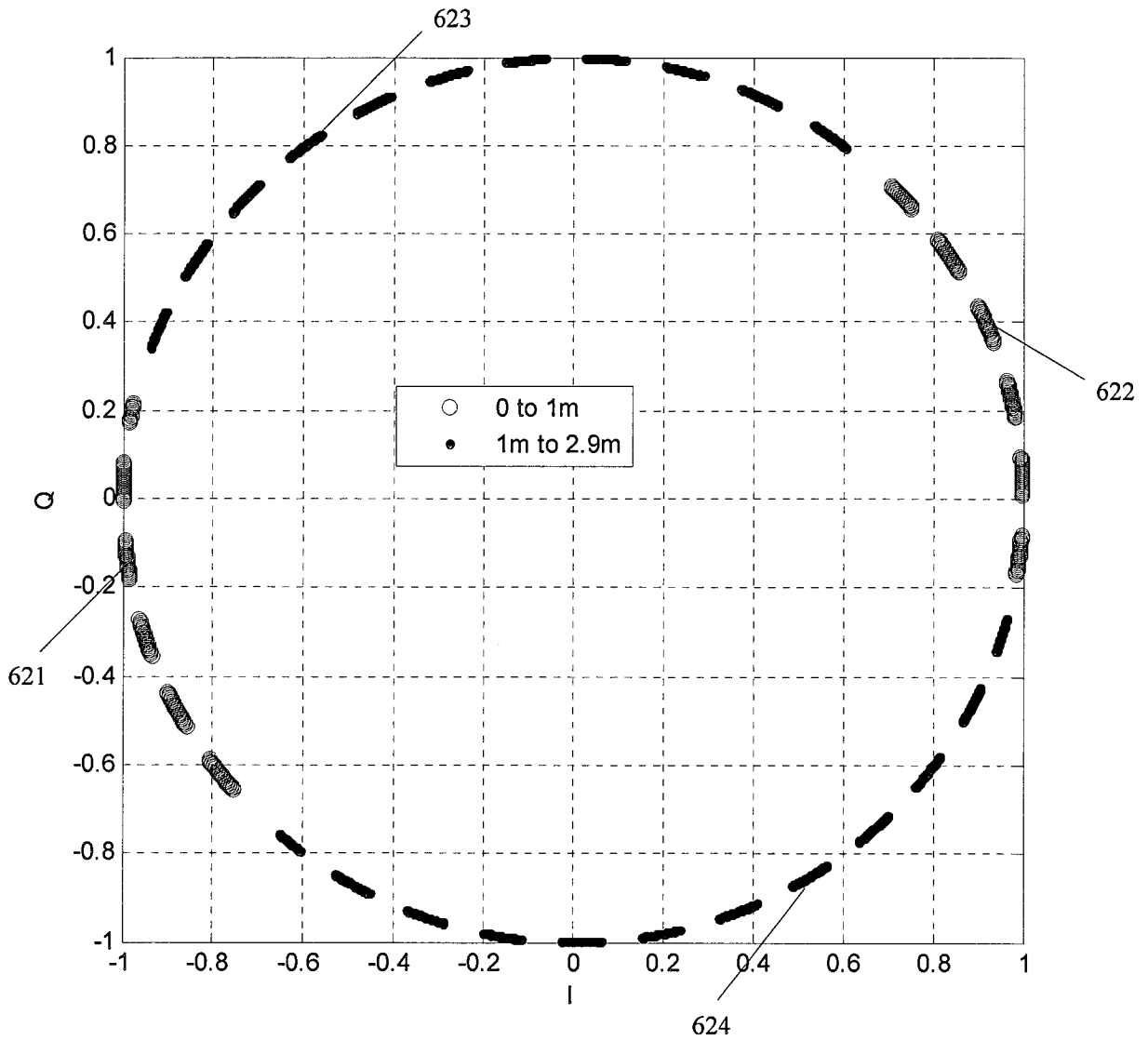


图 6 (b)

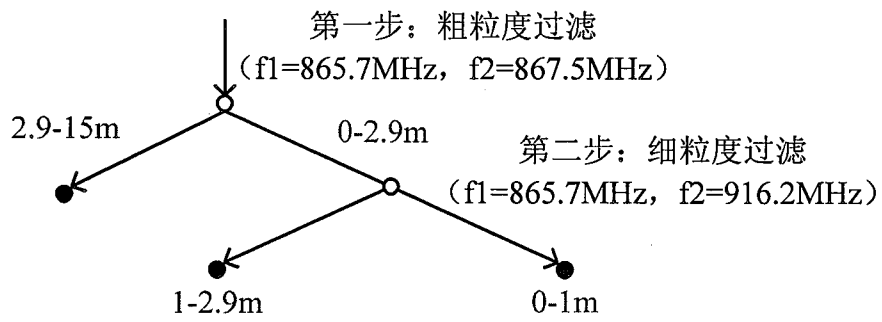


图 7

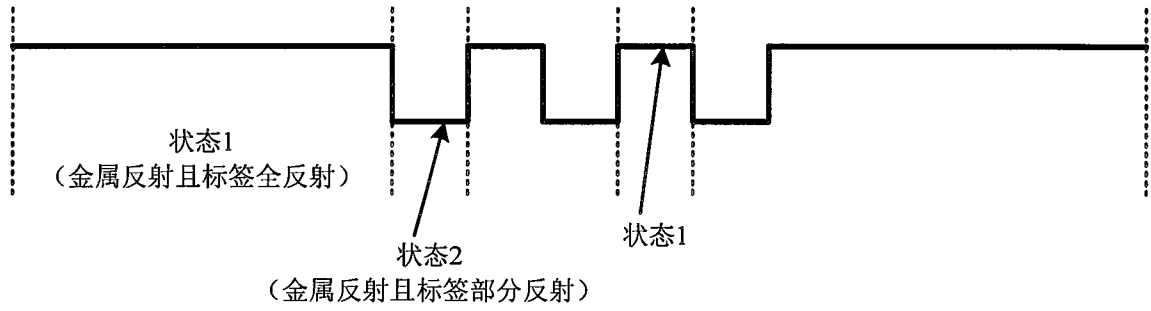


图 8

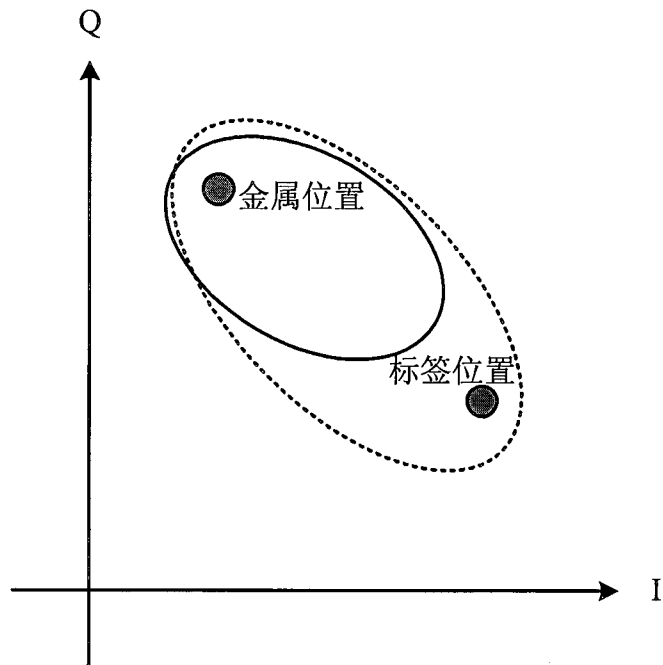


图 9

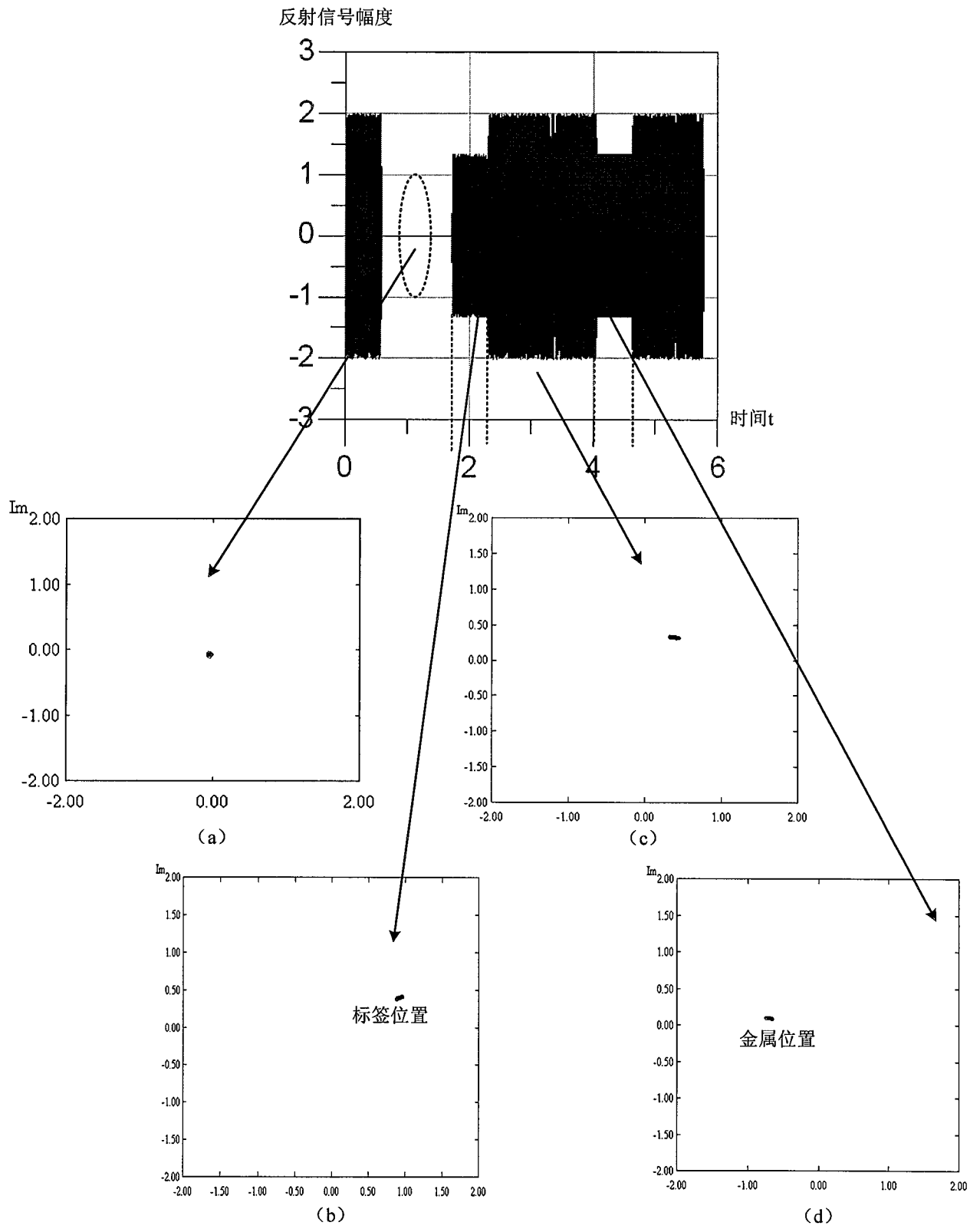


图 10

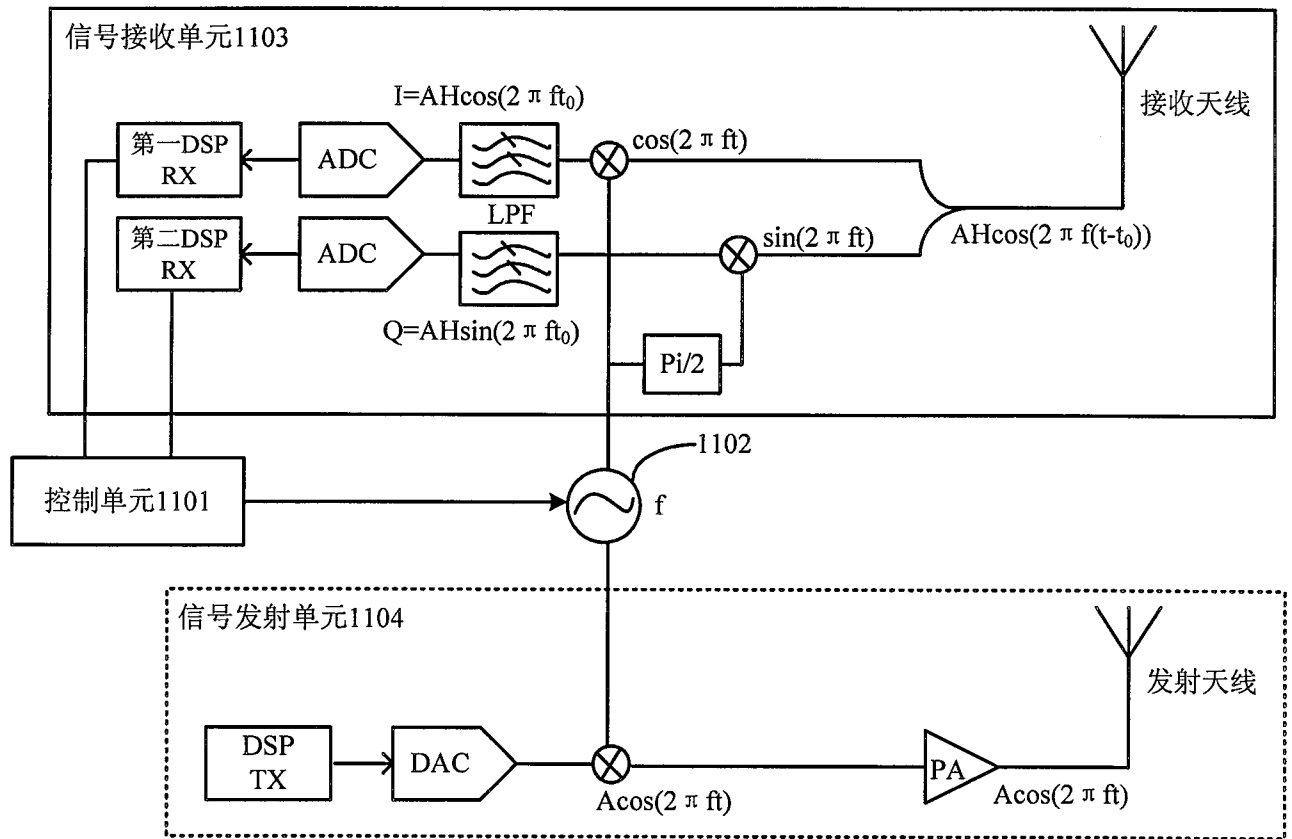


图 11

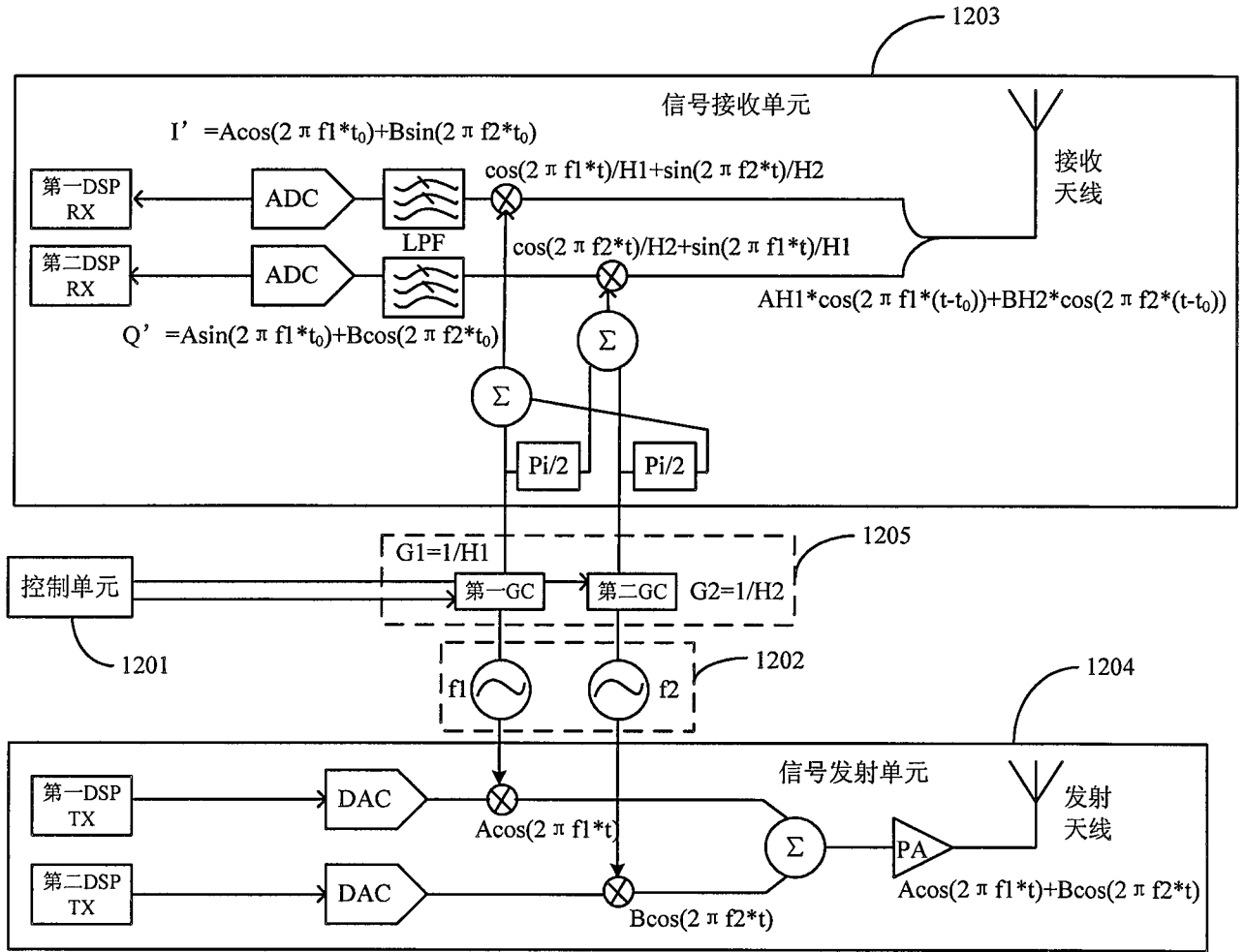


图 12

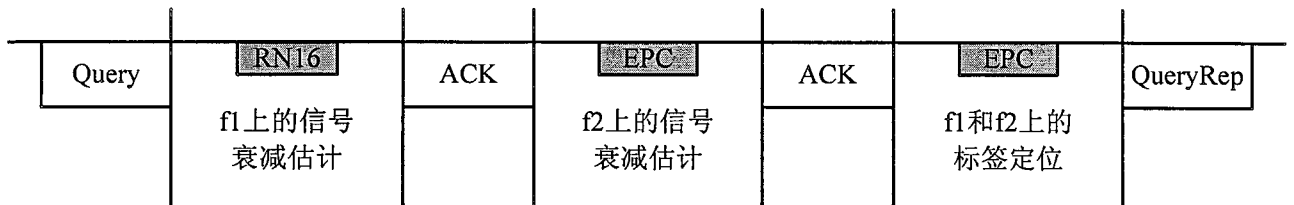


图 13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2011/070279

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06K 7/10 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC: G06K 7/-, G06K 9/-, G06K 19/-

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNABS, VEN, CNKI: tag, rfid, radio w frequency, locate, position, two s frequency, different s frequency, synthesi+, wave, reader, interrogator, reflect+, respons+

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN101046843A (GUO Y) 03 Oct. 2007(03.10.2007) the whole document	1-21
A	CN101853413A(BEIJING INNOFIDEI TECHNOLOGY CO LTD) 06 Oct. 2010 (06.10.2010) the whole document	1-21
A	JP2009270901A(KANEKO YOICHI) 19 Nov. 2009(19.11.2009) the whole document	1-21

 Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
“L” document which may throw doubts on priority claim (S) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	“&” document member of the same patent family
“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search
13 Oct.2011(13.10.2011)Date of mailing of the international search report
27 Oct. 2011 (27.10.2011)Name and mailing address of the ISA/CN
The State Intellectual Property Office, the P.R.China
6 Xitucheng Rd., Jimen Bridge, Haidian District, Beijing, China
100088
Facsimile No. 86-10-62019451Authorized officer
WANG, Ning
Telephone No. (86-10)62411681

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2011/070279

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN101046843A	03.10.2007	None	
CN101853413A	06.10.2010	None	
JP2009270901A	19.11.2009	None	

A. 主题的分类		
G06K 7/10 (2006.01) i		
按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类		
B. 检索领域		
检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)		
IPC: G06K 7/-, G06K 9/-, G06K 19/-		
包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献		
在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))		
CNABS, VEN, CNKI: 射频、标签、定位、位置、频率、两个、多个、至少一个、不同、星座图、星相图、阅读、读取、接收、信号、反射、反馈、合并、tag, rfid, radio w frequency, locate, position, two s frequency, different s frequency, synthesi+, wave, reader, interrogator, reflect+, respons+		
C. 相关文件		
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
A	CN101046843A (郭岳衡) 03.10 月 2007(03.10.2007) 全文	1-21
A	CN101853413A(北京创毅视讯科技有限公司) 06.10 月 2010 (06.10.2010) 全文	1-21
A	JP2009270901A(KANEKO YOICHI) 19.11 月 2009(19.11.2009) 全文	1-21
<input type="checkbox"/> 其余文件在 C 栏的续页中列出。 <input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。		
* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件		“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件
国际检索实际完成的日期 13.10 月 2011(13.10.2011)	国际检索报告邮寄日期 27.10 月 2011 (27.10.2011)	
ISA/CN 的名称和邮寄地址: 中华人民共和国国家知识产权局 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路 6 号 100088 传真号: (86-10)62019451	授权官员 汪宁 电话号码: (86-10) 62411681	

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2011/070279

检索报告中引用的 专利文件	公布日期	同族专利	公布日期
CN101046843A	03.10.2007	无	
CN101853413A	06.10.2010	无	
JP2009270901A	19.11.2009	无	