



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108351400 A

(43)申请公布日 2018.07.31

(21)申请号 201680064968.8

(74)专利代理机构 北京卓恒知识产权代理事务所(特殊普通合伙) 11394

(22)申请日 2016.11.10

代理人 景全斌 唐曙晖

(30)优先权数据

62/253,609 2015.11.10 US

(51)Int.Cl.

G01S 5/02(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2018.05.07

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/CA2016/051309 2016.11.10

(87)PCT国际申请的公布数据

W02017/079839 EN 2017.05.18

(71)申请人 XCO技术有限公司

地址 加拿大不列颠哥伦比亚省

(72)发明人 斯考特·斯蒂芬

斯考特·马克米兰 麦克·沃尔本

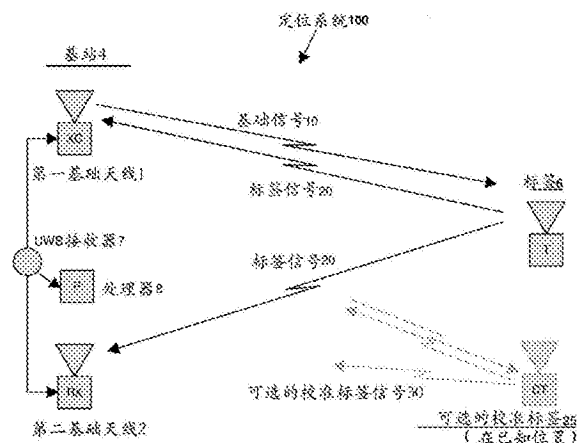
权利要求书3页 说明书11页 附图4页

(54)发明名称

用于超宽带位置定位的系统和方法

(57)摘要

本发明的系统和方法可以利用超宽带信号来确定标签天线相对于多个间隔开的固定基础天线的位置,利用由来自标签天线的超宽带信号的到达时间所确定的到达角来消歧两个基础天线之间的超宽带信号的差分相位测量的到达差分相位角。因此,来自标签天线的超宽带信号的非模糊到达相位角可以与通过一种或多种包括通过双向飞行时间的方法测量的标签天线的范围一起使用,以确定标签天线相对于基础天线的位置。该系统和方法还可以利用多对天线来确定标签天线的3D位置。



1. 一种用于确定标签天线相对于多个间隔开的固定基础天线的位置的方法,包括以下步骤:

在一第一基础天线和一第二基础天线处测量由标签天线发射的一超宽带信号的到达相位和到达时间;

利用所述到达相位来确定所述第一基础天线与所述第二基础天线之间的所述超宽带信号的到达差分相位;

利用所述到达时间来确定所述第一基础天线和所述第二基础天线之间的所述超宽带信号的一到达差分时间;

利用所述到达差分到达时间来确定所述超宽带信号的一到达时间角;

确定到达波束的一模糊差分到达相位角并利用所述到达时间角消歧到达波束的所述差分到达相位角,以确定所述超宽带信号的到达相位角;和

利用所述到达相位角和所述标签天线的范围来确定所述标签天线相对于所述基础天线的位置。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述第一和第二固定基础天线的间隔大于所述超宽带信号的载波的波长的一半的距离。

3. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述模糊差分到达相位角包括包含多个波瓣的一模糊波束。

4. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,还包括通过测量所述标签天线与至少一个基础天线之间的一超宽带信号的往返行程时间,从至少一个基础天线确定所述标签天线的范围。

5. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,测量所述超宽带信号的到达时间和到达相位包括利用匹配的滤波器相关性来确定所测量的超宽带信号的到达时间。

6. 根据权利要求5所述的方法,其特征在于,测量所述超宽带信号的到达相位包括利用所述匹配滤波器相关来测量所述信号的时间延迟,以确定测量的所述超宽带信号的到达相位。

7. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述第一和第二基础天线以大于对于所述超宽带信号的载波频率的奈奎斯特间隔的间隔分开。

8. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,利用所述到达时间角来消歧到达波束的所述差分到达相位还包括利用高斯概率模型来消歧所述差分到达相位角并确定所述超宽带信号的到达相位角。

9. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述第一和第二基础天线包括一稀疏天线阵列。

10. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,确定所述标签天线相对于所述基础天线的位置包括利用所述标签天线对于多对所述第一基础天线和所述第二基础天线中的每一个的多个到达相位角和范围。

11. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述多个间隔开的固定基础天线包括设置为作为多对第一基础天线和第二基础天线元件的至少三个间隔开的固定基础天线,并且其中,针对每一所述对的第一基础天线和第二基础天线测量到达相位和到达时间、确定差分到达相位、确定差分到达时间、确定到达时间角、确定到达波束的一模糊的差分到达相位角

并利用所述到达时间角消歧所述到达波束的差分到达相位角、以及确定超宽带信号的一到达相位角,并且其中确定所述标签天线相对于所述基础天线的位置包括利用相对于每对所述第一基础天线和第二基础天线的到达相位角和所述标签天线的范围。

12. 根据权利要求10或11所述的方法,其特征在于,确定所述标签天线的位置包括确定所述标签天线的三维位置。

13. 一种用于确定标签天线相对于多个间隔开的固定基础天线的位置的系统,所述系统包括:

一第一基础天线和一第二天线,所述第一基础天线包括一第一天线元件,所述第二天线包括与所述第一天线元件间隔开的一第二天线元件;

一超宽带接收器,其连接到所述第一和第二基础天线并且设置为从所述第一和第二基础天线中的每一个接收来自所述标签天线的超宽带信号;

一处理器,连接到所述超宽带接收器并且可操作执行存储在非易失性介质上的计算机可执行指令以配置所述处理器以:

测量超宽带信号在所述第一基础天线和一第二基础天线处的到达相位和到达时间;

利用所述到达相位确定所述第一基础天线与所述第二基础天线之间的所述超宽带信号的一差分到达相位;

利用所述到达时间确定所述第一基础天线与所述第二基础天线之间的所述超宽带信号的差分到达时间;

利用所述差分到达时间确定所述超宽带信号的到达时间角;

确定到达波束的一模糊差分到达相位角,并利用所述到达时间角消歧所述差分到达相位角,以确定所述超宽带信号的一到达相位角;和

利用所述到达相位角和所述标签天线的范围来确定所述标签天线相对于所述基础天线的位置。

14. 根据权利要求13所述的系统,其特征在于,所述第一和第二固定基础天线的间隔大于所述超宽带信号的载波的波长的一半的距离。

15. 根据权利要求13所述的系统,其特征在于,所述第一和第二基础天线以大于对于所述超宽带信号的载波频率的一尼奎斯特间隔的间隔隔开。

16. 根据权利要求13所述的系统,其特征在于,所述第一基础天线和所述第二基础天线包括一稀疏天线阵列。

17. 根据权利要求13所述的系统,其特征在于,所述处理器可操作执行存储在非易失性介质上的计算机可执行指令以配置所述处理器利用所述标签天线相对于多对所述第一和第二基础天线中的每一对的多个到达相位角和标签天线的范围来确定标签天线相对所述基础天线的位置。

18. 根据权利要求13所述的系统,其特征在于,所述多个间隔开的固定基础天线包括设置为作为多对第一基础天线和第二基础天线元件的至少三个间隔开的固定基础天线,并且其中所述处理器可操作执行存储在非易失性介质上的计算机可执行指令以配置所述处理器以:

针对所述第一和第二基础天线对的每一对,测量所述到达相位和到达时间、确定所述差分到达相位、确定所述差分到达时间、确定所述到达时间角、确定到达波束的所述模糊差

分到达相位角以及利用所述时间到达角度对到达波束的所述模糊差分到达相位角进行消歧和确定所述超宽带信号的到达相位角,并且进一步利用针对所述第一和第二基础天线对的每一对的到达相位角和标签天线的范围确定所述标签天线相对于所述基础天线的位置。

19. 根据权利要求17或18之一所述的系统,其中所述处理器可操作执行存储在非易失性介质上的计算机可执行指令,以设置所述处理器利用以下各项来确定所述标签天线的三维位置:相对于至少两对第一基础天线和第二基础天线的到达相位角以及标签天线范围。

用于超宽带位置定位的系统和方法

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请与申请日为2015年11月10日、标题为“用于超宽带位置定位的系统和方法”、申请号为62/253,609的美国临时专利相关并要求其优先权,其全部内容在此因作参考。

技术领域

[0003] 本申请一般涉及用于诸如标签的位置定位的系统和方法。更具体地,本申请涉及一种利用超宽带(UWB)跟踪信号的到达相位和时间角的、用于超宽带位置定位的系统和方法。

背景技术

[0004] 利用无线定位和跟踪系统远程确定位置和跟踪目标、动物或人的移动的能力已经变得越来越广泛并希望用于各种各样的应用。然而,许多已知的无线定位和跟踪系统和方法受到包括成本、设备大小、精度、范围和环境干扰退化的限制,特别是在充满障碍物或室内的环境中。

[0005] 一些依赖于非常远距离跟踪信号的定位和跟踪系统,例如基于卫星站跟踪信号传输的全球定位系统(GPS)和相关伽利略系统或GLONASS系统,可能会受到例如遮蔽或室内不利于接收基于卫星的信号的环境的影响,效果和准确性降低。其他主要的短距离定位和跟踪系统,例如基于现有无线数据通信信号系统的系统,诸如基于WiFi(无线局域网)、蓝牙和Zigbee的系统,可能因拥挤或障碍物填充区域中的环境干扰而遭受退化,并且由于利用主要为数据传输而不是为定位或跟踪设计的无线数据通信系统而受到限制。

[0006] 已经开发了基于超宽带(UWB)无线信号传输的位置跟踪系统,其利用由UWB脉冲信号和相关接收机提供的相对精确的时间测量,以基于测量跟踪天线和附着于要跟踪的目标、动物或人物的标签天线之间的UWB信号的飞行时间来提供定位和跟踪。然而,由于脉冲UWB信号的时间测量精度和精确度的最终限制,这种基于UWB飞行时间的系统通常可能会限制定位的准确度和/或精度。

[0007] 因此,鉴于以上情况,需要改进的系统和方法来提供利用UWB无线传输的目标的位置定位和跟踪,其可以有利地提供以改善定位精度、准确度、纠错、灵活性和成本中的至少一个。

发明内容

[0008] 本发明的一个目的在于提供一种用于UWB定位的系统和方法,其解决现有技术的一些限制。

[0009] 本发明的另一目的在于提供一种用于UWB定位的系统和方法,其允许改进到达角度的确定,并且在确定目标位置时与确定目标范围的新的和现有的方法相兼容。

[0010] 本发明的又一个目的在于提供一种用于UWB定位的系统和方法,该系统和方法理

想地利用可从现有供应商处获得的理想的划算的、紧凑的和低功率的集成UWB收发器方案来实施,例如来自爱尔兰都柏林的DecaWave公司的DW1000集成的UWB无线电。

[0011] 根据本发明的一个实施例,提供了一种用于确定标签天线相对于多个间隔开的固定基础天线的位置的方法。在这样一个实施例中,该方法包括以下步骤:

[0012] 在一第一基础天线和一第二基础天线处测量由所述标签天线发送一超宽带信号的到达相位和到达时间;

[0013] 利用所述到达相位来确定所述第一基础天线与所述第二基础天线之间的所述超宽带信号的差分到达相位;

[0014] 利用所述到达时间来确定所述第一基础天线和所述第二基础天线之间的所述超宽带信号的差分到达时间;

[0015] 利用所述差分到达时间来确定所述超宽带信号的到达时间角;

[0016] 确定到达波束的一模糊差分相位角并利用所述到达时间角消歧到达波束的所述差分相位角,以确定所述超宽带信号的到达相位角;和

[0017] 利用所述到达相位角和所述标签天线的范围来确定所述标签天线相对于所述基础天线的位置。

[0018] 在本发明的一特定实施例中,该方法可以额外包括测量由所述标签天线为多对第一和第二基础天线中的每一个发射的超宽带信号的到达相位和到达时间;以及确定所述多对基础天线中的每一个的差分到达相位、差分到达时间、到达时间角和到达相位角;以及利用针对相应基础天线中的每一对的标签天线的到达相位角和范围来确定所述标签天线相对于所述多对基础天线的位置。在一个这样的实施例中,确定标签天线的位置可以包括利用相对于两对或更多对第一和第二基础天线中的每一个的标签天线的相位角和范围来确定所述标签天线的三维(3D)位置。在一个示例性的这种实施例中,可以将三个基础天线元件组合为两对或三对天线元件,以利用对于所述两对或三对天线元件中的每一个的标签天线的相位角和范围来确定所述标签天线的3D位置。在另一实施例中,确定所述标签天线的位置可以包括利用两个或更多个相应基础天线对中的每一个的到达相位角和范围来确定多个确定位置的聚集或平均。

[0019] 在本发明的一个实施例中,非易失性计算机可读介质存储指令,所述指令在由计算机执行时使所述计算机执行一UWB定位方法,所述方法包括:

[0020] 在第一基础天线和第二基础天线处测量由所述标签天线发送的一超宽带信号的到达相位和到达时间;

[0021] 利用所述到达相位来确定所述第一基础天线与所述第二基础天线之间的所述超宽带信号的差分到达相位;

[0022] 利用所述到达时间来确定所述第一基础天线和所述第二基础天线之间的所述超宽带信号的差分到达时间;

[0023] 利用所述差分到达时间来确定所述超宽带信号的到达时间角;

[0024] 确定到达波束的一模糊差分到达相位角并利用所述时间到达角消歧到达波束的差分到达相位角,以确定所述超宽带信号的到达相位角;和

[0025] 利用所述到达相位角和所述标签天线的范围来确定所述标签天线相对于所述基础天线的位置。

[0026] 在本发明的一特定实施例中,所述UWB定位方法可以另外包括:测量由所述标签天线对于多对第一和第二基础天线中的每一个发射的超宽带信号的到达相位和到达时间;以及确定所述多对基础天线中的每一个的差分到达相位、差分到达时间、到达时间角和到达相位角;以及利用针对相应基础天线对中的每一个的标签天线的到达相位角和范围来确定所述标签天线相对于所述多对基础天线的位置。在一个这样的实施例中,确定所述标签天线的位置可以包括利用对于两对或更多对第一和第二基础天线中的每一个的标签天线的到达相位角和范围确定标签天线相对于所述两对或更多对第一和第二基础天线中的每一个的三维(或3D)位置。在一示例性的这种实施例中,可以将三个基础天线元件组合为两对或三对天线元件,以利用对于两对或三对天线元件中每一个的标签天线的到达相位角和范围来确定所述标签天线的3D位置。在另一实施例中,确定所述标签天线的位置可以包括利用对于两对或更多对相应基础天线中的每一个的到达相位角和范围来确定多个确定位置的聚集或平均。

[0027] 根据本发明的又一个实施例,提供一种用于确定标签天线相对于多个间隔开的固定基础天线的位置的系统。在这样的实施例中,该系统包括:

[0028] 第一基础天线和一第二基础天线,所述第一基础天线包括一第一天线元件,所述第二基础天线包括一与所述第一天线元件间隔开的第二天线元件;

[0029] 一超宽带接收器,其连接到所述第一和第二基础天线并设置为从所述第一和第二基础天线中的每一个接收来自所述标签天线的超宽带信号;

[0030] 一处理器,连接到所述超宽带接收器并且可操作来执行存储在非易失性介质上的计算机可执行指令以配置所述处理器以:

[0031] 在所述第一基础天线和所述第二基础天线处测量一超宽带信号的到达相位和到达时间;

[0032] 利用所述到达相位确定所述第一基础天线与所述第二基础天线之间的所述超宽带信号的差分到达相位;

[0033] 利用所述到达时间确定所述第一基础天线与所述第二基础天线之间的所述超宽带信号的差分到达时间;

[0034] 利用所述差分到达时间确定所述超宽带信号的到达时间角;

[0035] 确定到达波束的一模糊差分相位角,并利用所述到达时间角消歧到达波束的差分相位角,以确定所述超宽带信号的到达相位角;和

[0036] 利用所述到达相位角和所述标签天线的范围来确定所述标签天线相对于所述基础天线的位置。

[0037] 在本发明的一个这样的实施例中,该系统可以另外包括多个测量由所述标签天线为多对第一和第二基础天线中的每一个发送的超宽带信号的到达相位和到达时间;以及确定所述多对基础天线中的每一个的差分到达相位、差分到达时间、到达时间角和到达相位角;以及利用对于相应基础天线对中的每一个的所述标签天线的到达相位角和范围来确定所述标签天线相对于所述多对基础天线的位置。在一个这样的实施例中,确定标签天线的位置可以包括利用标签天线相对于两对或更多对第一和第二基础天线中的每一个的到达相位角和范围确定所述标签天线相对于所述两对或更多对第一和第二基础天线中的每一个的三维(或3D)位置。在一个这样的实施例中,确定所述标签天线的位置可以包括利用相

对于两对或更多对第一和第二基础天线中的每一对的所述标签天线的到达相位角和范围确定所述标签天线相对于所述两对或更多对第一和第二基础天线中的每一对的三维(或3D)位置。在一示例性的这种实施例中,可以将三个基础天线元件组合为两对或三对天线元件,以利用对于所述两对或三对天线元件中每一个的所述标签天线的相位角和范围来确定所述标签天线的3D位置。在另一个实施例中,确定所述标签天线的位置可以包括利用两个或多个相应基础天线对中的每一个的到达相位角和范围来确定多个确定位置的聚集或平均。

[0038] 结合附图和详细描述,本发明的其他优点会更明显。

附图说明

[0039] 现在参照附图描述本发明的系统和方法,附图中:

[0040] 图1示出根据本发明的实施例的用于定位标签天线相对于多个基础天线的位置的示例性系统,适于实施本发明的方法的实施例。

[0041] 图2示出了根据本发明一实施例的、用于定位标签天线相对于多个基础天线的位置的系统的示意图,该图示出了到达波束图案的示例性多瓣差分相位和到达波束的示例性差分时间角。

[0042] 图3A示出了根据本发明的一实施例的示例性超宽带(UWB)信号脉冲的示意图。

[0043] 图3B示出了根据本发明的一实施例的、对于图3A所示UWB信号脉冲的示例性匹配滤波器相关响应的示意图。

[0044] 图4示出根据本发明的一实施例的用于定位标签天线相对于多个基础天线的位置的一示例性方法。

[0045] 在整个附图的多个视图中,相似的附图标记指代对应的部件。

具体实施方式

[0046] 图1示出了用于相对于多个基础天线1、2定位标签天线6的系统100的示例性示意图,并且所述系统可以理想地适于实施本发明方法的实施例。在一个实施例中,系统100包括多个间隔开的基础天线,例如但不限于第一基础天线1和第二基础天线2,它们都连接到一超宽带(UWB)接收器。包括第一基础天线1和第二基础天线2的多个基础天线可以优选地包括适于接收和传输UWB信号的天线元件,例如具有绕中心载波频率的明确限定的脉冲持续时间的脉冲UWB信号。所述多个基础天线1、2可以包括任何理想的UWB天线元件类型,例如本领域已知的。在一个这样的实施例中,UWB接收器7可以包括市场上可买到的集成UWB无线电收发器,例如可以从爱尔兰都柏林的DecaWave公司获得的DecaWave DW1000,并且基础天线1、2可以包括市场上可买到的集成的或独立的、适于与所选UWB无线电接收机7相关联地操作的UWB天线元件,例如,用于在期望的载波频率上发送/接收UWB信号,诸如基础信号10/标签信号20。

[0047] 在一特定实施例中,第一基础天线1和第二基础天线2可以包括以大于由标签天线6发送的UWB标签位置信号20的载波频率的半波长的间隔距离间隔开的稀疏天线元件。在一个这样的实施例中,第一基础天线1和第二基础天线2可以理想地也以大于用于UWB标签定位信号20的Nyquist(奈奎斯特)采样频率的波长的距离间隔开,以理想地提供稀疏基础天

线阵列,并且以理想地将基础天线元件的数量从传统上需要为用于UWB标签位置信号20的理想载波频率提供Nyquist间隔天线阵列的元件减少。

[0048] 系统100还包括标签天线6,标签天线6可以附接到相对于所述基础天线1、2的期望定位和/或跟踪的位置的任何目标、人员或其他物品。标签天线6还可以理想地包括任何适当的已知天线元件和相关联的UWB无线电发射器和/或收发器。在一个示例性实施例中,标签天线6还可以包括市场上可买到的集成UWB天线/无线电,例如可从爱尔兰都柏林的DecaWave公司获得的DW1000UWB无线电/天线。在一个实施例中,基础天线1、2可以理想地在一已知位置保持静止,使得一个或多个标签天线6的位置可以相对于固定基础天线1、2被定位和跟踪,以提供对标签天线6所附接的目标或人的绝对位置的定位和跟踪,所述定位和跟踪基于所述基础天线1、2的已知绝对位置以及标签天线6相对于所述基础天线1、2的相对位置并利用系统100确定。

[0049] 系统100还包括连接到所述UWB接收机7的至少一个处理器8,所述UWB接收机7连接到基础天线1、2。在一实施例中,处理器8可以包括任何适当的已知处理装置,用于执行计算机可读指令以确定所述标签天线6相对于基础天线1、2的位置,例如根据本发明方法的实施例,其例如可以包括但不限于通用目的计算机处理器(诸如通用CPU、系统芯片、便携式计算机、移动设备或其他通用处理器)、设定为根据本发明实施例来实现位置定位方法的专用集成电路(ASIC)、混合的或软件实现的处理器、或虚拟的、分布式的或硬件独立的处理引擎。在一特定实施例中,处理器8可以独立于UWB无线电接收器7。在一替代实施例中,处理器8可以与UWB无线电接收器7集成在一起,例如可以在集成UWB定位硬件方案中提供。

[0050] 在一个可选实施例中,系统100可以另外包括至少一个校准标签天线20,其可以理想地适于向和/或从基础天线1、2发射和/或接收UWB校准信号30,例如可以理想地向UWB接收器7提供校准、调整和/或纠错数据。在一个这样的可选实施例中,至少一个校准标签天线20可以位于已知位置,使得来自/到校准天线20的已知UWB校准信号30可以在基础天线1、2处接收,并且在一段时间内在接收器7和/或处理器8处比较,例如以允许校准和/或校正漂移、偏差、干扰、多路径和/或可能已知影响UWB信号的准确性和/或精度的其他潜在因素以及它们在系统100确定标记天线6的相对位置的相应应用。在另一实施例中,系统100可包括两对或多对第一和第二基础天线,例如在一示例性实施例中具有3个基础天线元件(图1中未示出的第三基础天线),它们设置为形成两对或三对基础天线元件。

[0051] 在一个实施例中,系统100可以通过确定标签信号20相对于基础天线1、2的到达角来理想地提供标签天线6的定位,其可以与来自标签天线1、2的标签天线6的范围结合,以计算标签天线6相对于基础天线1、2的相对位置,下面会进一步详细描述当前公开的方法的各个方面。在一特定实施例中,系统100可适用于实施根据本发明的方法的实施例,其提供利用标签信号20在基础天线1和2之间的差分到达时间来确定差分到达时间角,其可以理想地与为基础天线1、2之间的标签信号20的相位差所计算的、到达波束图案的多瓣差分相位角结合使用,以消歧到达波束图案的多波瓣相位角,并且提供标签信号20相对于基础天线1、2的更准确的、消除歧义的到达相位角。因此,在这样的实施例中,与单独利用到达时间方法相比,系统100可以理想地提供改进的准确度和精确度来定位标签天线6相对于基础天线1、2的位置。在另一个实施例中,系统100可以理想地提供具有稀疏间隔的基础天线1、2的基础天线阵列来使用,该基础天线可以相对于UWB载波信号的波长较宽地间隔开,以在基础天

线1、2处的时间和/或相位差测量的特定精度上提供更高的位置确定精确度。

[0052] 在另一实施例中,基础天线1、2可以可选地也设置为发射基础信号10以供标签天线6接收。在一个这样的实施例中,基础信号10可以用作轮询信号(polling signal),以例如通过标签信号20的传输由标签天线6发起响应。另一方面,例如,基础信号10可以与标签信号20结合使用以提供用于确定标签天线6相对于基础天线1、2的范围的往返飞行时间测量。又一个方面中,基础信号10可以与标签信号20和/或可选地还与校准信号30结合利用,以允许时间测量的同步或者考虑标签天线6和基础天线1、2之间的时钟漂移或者测量和/或计算诸如涉及系统100传输UWB信号的干涉、反射、多路径、失真、衰减或其他因素的误差或校准数据。

[0053] 图2示出了用于定位标签天线6相对于多个基础天线1、2的位置的系统200的示意图,示出了根据本发明的实施例的到达波束图案40的示例性多瓣差分相位、到达波束15的示例性差分时间角以及接近波束25的单个明确的差分相位角。在一个实施例中,所述系统200可以包括标签天线6,该标签天线6可以发送至少一个UWB标签信号20,该信号可以由理想地形成稀疏基础天线阵列、彼此间隔开的第一和第二基础天线1、2接收。在一个这样的实施例中,可以测量第一基础天线1和第二基础天线2之间的标签信号20的到达的相位差,并且可以理想地提供由诸如一处理器或集成的UWB接收机和处理装置(未示出)计算多瓣差分相位波束图案40,类似于以上参考图1所示和所描述。在一个这样的实施例中,由于第一和第二基础天线1、2的间隔处于稀疏阵列,图案40的多瓣差分相位可以包括到达波束25的多个模糊的单独波瓣或差分相位角。

[0054] 另一方面,可以测量第一基础天线1和第二基础天线2之间的标签信号20的到达时间差,并且可以理想地提供标签信号20相对于基础天线1和2的到达波束15的差分时间角的计算。在根据本发明的一个实施例中,到达波束15的这种差分时间角可以理想地用于消除波束图案40的多瓣差分相位的歧义,并且理想地识别到达波束25的单个差分相位角,其可以用于计算标签信号20的特定到达相位角。在一个这样的实施例中,与仅仅用标签信号20在基础天线1、2的差分到达时间计算的差分到达时间角相比,到达波束25的差分相位角可以理想地提供在确定标签天线6相对于基础天线1、2的到达时间角时更高精度、准确度、分辨率和/或减少到达角误差中至少一个。因此,在一个这样的实施例中,与仅仅利用由标签信号20在基础天线1、2的差分到达时间计算出的差分时间到达角和适当计算的的范围相比,通过利用到达波束25的单个明确的差分相位角计算的标签天线6相对于基础天线1、2的位置和由任何适当的已知UWB信号测距计算技术(例如飞行时间测量)计算的的范围可以理想地提供在确定标签天线6相对于基础天线1、2的位置时的较高的位置精度、准确度、分辨率和/或误差的减少中的至少一个。

[0055] 在一个示例性实施例中,第一基础天线1可以与第二基础天线2隔开1米,用于根据本发明的一实施例的UWB定位位置200,其中UWB信号具有1GHz的脉冲带宽,在4GHz的载波频率上。在这个例子中,基础天线1、2的分离大约是所述4GHz载波的 $13 \frac{1}{3}$ 波长,因此代表了一稀疏基础天线阵列,其基础天线间距至少比所述载波信号的 $\frac{1}{2}$ 波长的大约26倍,因此远大于Nyquist天线元件的间隔,Nyquist天线元件的间隔是当信号到达基础天线1、2时直接从标签信号20提供明确的差分到达相位角测量所需的。这种基础天线1、2的稀疏间隔可能是理想的,以提高从差分到达时间和/或到达相位计算测量的到达角的精度,并且允许仅包

括两个基础天线1、2的理想的更简单、更高效和划算的基础天线阵列,而不是以例如Nyquist或1/2波长最大间隔提供基础天线元件所需要的更大数量的基础天线。在该例中,用于测量基础天线1、2之间的标签信号20的差分到达时间以及用于计算具有示范性脉冲带宽为1GHz的标签信号20的差分到达时间角的方法可以理想地提供到达波束15的差分时间角,其理想地精确到小于3.75cm(4GHz载波信号的1/2波长)内,以允许消歧到达波束图案40的多瓣差分相位角,以提供在到达波束25的单个明确的差分到达相位角处于峰值时计算标签信号20的差分到达相位角。在这种情况下,与单独利用到达波束15的差分到达时间角相比,利用波束25计算的差分到达相位角可以理想地提供更精确的标签信号20的到达角,同时允许利用仅具有以载波波长的倍数间隔开的第一和第二基础天线的稀疏基础天线阵列,这在用于根据确定范围的任何适当的UWB方法利用来自波束25的差分到达相位角进行范围测量时可以有利的提供标签天线6的更高的位置精度。

[0056] 图3示出了根据本发明的一实施例的示范性超宽带(UWB)信号脉冲的示意图,示出了UWB脉冲持续时间 T ,其对应于具有频率 f 的载波信号的 $1/T$ 的脉冲带宽。在图3所示的示范性UWB信号脉冲中,脉冲对应于载波频率 f 的大约四个周期。在根据本发明的一个实施例中,包含在标签信号20中并且由基础天线1、2接收以用于出于定位目的的到达时间和距离测量的UWB信号波形可以由接收器7知道,通常不会像通信波形那样被调制成携带数据。因此,由于UWB信号的波形是已知的,所以在一个实施例中,接收器7可以利用匹配滤波器关联器,以例如观察和测量接收到的标签信号20的到达时间和用于相位差分测量的时间延迟。

[0057] 图3B示出了对应于图3A中所示出的UWB信号脉冲的、根据本发明的一个实施例的示范性匹配滤波器关联响应的示意图。图3B中所示的匹配滤波器相关响应指示一基本上三角形的相关峰值,其可以理想地例如由接收器7或处理器8利用来测量到达时间,诸如通过估计相关峰值的位置。在图3B所示的示范性实施例中,来自匹配滤波器关联器的相关响应被示为信号时间延迟的函数。在另一个实施例中,匹配的滤波器关联器可以例如由接收器7或处理器8实现以随时间变化以输出信道响应。然而,如图3B所示的相关峰的相对缓的斜率所示,通过估计相关峰值的位置来估计到达时间对信号噪声敏感,并且随着噪声增加,到达时间测量通常变得不太准确并且不太精确。另外,在一些实施例中,到达时间测量取决于超宽带脉冲信号的脉冲带宽或频率,超宽带脉冲信号通常可以具有比超宽带信号的载波频率更低的频率。在一个这样的实施例中,脉冲带宽通常可以在例如约1GHz的范围内,并且载波频率通常可以例如在约4GHz的范围内。

[0058] 相反地,例如通过接收器7在复合关联器测量的随时间测量的相位变化在一个实施例中可以理想地更清楚,并且与基于超宽带信号的脉冲带宽的到达时间测量相比允许更准确和精确地估计信号到达基础天线1、2的时间延迟。然而,通过随时间测量的相位变化对时间延迟的这种估计通常导致时间延迟的模糊多重测量。例如在图3A和3B所示的示范性实施例中,复合关联相位的测量将在响应窗口上产生4个模糊的时间延迟值。然而,在一个实施例中,基于图3B中所示的匹配滤波器响应的相关峰值的估计位置来测量到达时间可以提供时间延迟的适当准确的估计,以允许消除差分相位测量的歧义,从而识别从相位测量中计算出的单个时间延迟值,其理想地比仅用于确定标签信号20的到达角度的、到达时间的相关峰值测量更准确和精确。

[0059] 在一个这样的实施例中,理想的更精确的测量的相位差分到达时间, T_{toA} 相位可以

表示为:

[0060] $ToA\text{相位} = (PoA + \text{圆整}(ToA.Pulse/carPeriod - PoA)) * carPeriod$, 其中 $ToA.Pulse$ 是由匹配滤波器包络相关峰确定的到达时间, PoA 是在复合关联器处测量的到达相位, $carPeriod$ 是与 ToA 以相同时间单位的载波频率的周期, 并且由单个消歧的时间延迟测量来确定 $ToA.phase$, 所述单个消歧时间延迟测量来自利用测量的 $ToA.pulse$ 来识别。

[0061] 在又一实施例中, 可以理想地利用到达时间的差分测量, 以例如克服测量中的共模误差, 例如相对于时间偏移的发射载波相位偏移。在一个这样的实施例中, 到达时间的差分测量诸如差分时间延迟估计通常可能仅受天线接收机之间的计时误差影响, 在一个实施例中, 理想地可以在本地控制所述天线接收机, 例如通过选择在接收机7和基础天线1、2的时间和载波频率分布。在这样的情况下, 诸如计时误差的任何随后的误差可以理想地例如利用已知的校准标签25和相关联的校准发射机和天线元件来发射已知的校准信号30来校准, 这可以理想地允许确定任何剩余时间和/或相位偏移。在一个这样的实施例中, 校准信号30可以由基础天线1、2中的至少一个接收, 并且用于确定一校正, 所述校正例如是针对在基础天线1、2收到的标签信号20的差分时间和/或差分相位中的至少一个的校正因子或补偿。在另一个这样的实施例中, 来自位于已知位置的校准标签25的校准信号30也可以用于确定一校正, 所述校正例如是对由诸如接收器7和/或处理器9计算的一个或多个标签10的相对位置的校正因子或位置补偿。

[0062] 图4示出根据本发明一实施例的用于相对于多个基础天线定位标签天线的位置的示例性方法。在一个方面中, 图4所示的示例性方法可以由图1中所示的系统100和/或图2中所示的示例性示意性系统200来实现。在一个实施例中, 该方法包括示例性操作401-408。

[0063] 图4的第一操作401包括在第一和第二基础天线1、2处接收来自标签天线6的UWB标签信号20。在一个实施例中, 所述第一基础天线1和第二基础天线2可以理想地也间隔开大于用于UWB标签定位信号20的Nyquist采样频率的波长, 以理想地提供稀疏基础天线阵列并且理想地将基础天线元件的数量从通常需要为UWB标签定位信号20的理想载波频率提供Nyquist间隔天线阵列所需的数量减少。在另一个实施例中, 基础天线1、2可以连接到一基础接收器7, 所述基础接收器7可以包括任何适当的UWB接收器/收发器无线电, 诸如集成USB无线电系统, 例如可从爱尔兰都柏林的DecaWave公司获得的DW1000。

[0064] 图4的第二操作402包括在第一和第二基础天线1、2处测量UWB标签信号20的到达相位和到达时间。在一个实施例中, 标签信号20在第一和第二天线1、2处的到达相位和到达时间可以通过用于测量UWB信号的到达时间和到达相位的任何适当的已知测量技术来进行, 例如利用匹配滤波器相关来估计用于测量到达时间的相关峰值以及利用复合相关来为测量到达的相位估计到达时间延迟。

[0065] 图4的第三操作403包括确定所述第一和第二基础天线1、2之间的一模糊差分到达相位。在一个实施例中, 所述模糊差分到达相位可以通过差分比较分别在所述第一和第二基础天线1、2处测量的到达相位确定。在一个这样的实施例中, 诸如通用计算机或专用处理器的、可以与UWB接收机7分开或集成的处理器8可以用于确定第一和第二基础天线1之间的差分到达相位, 例如通过上面参考图3A和图3B描述的示例性计算或者通过任何适当的用于计算UWB信号的差分到达相位的已知方法。

[0066] 图4的第四操作404包括确定所述第一和第二基础天线1、2之间的差分到达时间。

在一个实施例中,所述差分到达时间可以通过对分别在第一和第二基础天线1、2的测量的到达时间进行差分比较来确定。在一个这样的实施例中,类似于上面的操作403,诸如通用计算机或专用处理器的、可以与UWB接收机7分开或集成的处理器8可以用于确定在第一基础天线1和第二基础天线2之间的差分到达时间,诸如通过上面参考图3A和图3B描述的示例性计算,或者可选地通过用于计算UWB信号的差分到达时间的任何适当的已知方法。

[0067] 图4的第五操作405包括利用所述差分到达时间来确定所述UWB标签信号20的到达时间角。在一个这样的实施例中,确定到达时间角可以包括基于在操作404中确定的差分到达时间和已知的第一和第二基础天线1、2的分离和朝向来计算标签信号20在第一和第二基础天线1、2处的到达角。在另一实施例中,为了确定收敛的时间到达角方案,可以理想地考虑一个或多个预先的假设,诸如标签天线6的可能位置的预先约束例如在已知场内的位置、例如在地球表面上或者例如在用于标签天线6的定位的其他已知地理边界界限内。

[0068] 图4的第六操作406包括确定到达波束25的一模糊差分相位角,以及利用所述到达时间角消歧所述差分相位角或所述到达波束25,以确定UWB标签信号20的到达相位角。在一个这样的实施例中,确定所述差分到达相位角可以包括基于在操作403中确定的到达的差分相位时间延迟以及第一和第二基础天线1、2的已知分离和朝向来计算标签信号20的到达角度。在一个这样的实施例中,到达波束25的所述模糊差分到达相位角可以包括诸如以上参考图2所述的多瓣波束,其中UWB载波信号的正弦特性导致标签信号20在第一和第二基础天线1、2处的差分到达相位角的多个模糊解。在一个方面,在上述操作405确定的时间到达角可以理想地足够准确和精确,以提供对差分到达相位角的单个解的识别,并且由此消歧到达波束25的差分相位角并且确定所述标签信号20的单个到达相位角。

[0069] 图4的第七操作407包括可选地从基础天线1、2确定标签天线6的范围。在一个实施例中,从基础天线1、2到标签天线6的范围可以通过用于UWB定位的任何适当的已知测距方法来确定。在一个这样的情形,标签天线6的范围可以通过常规的双向测量从一个或多个基础天线1、2到标签天线6的UWB信号的飞行时间来确定,例如现有技术已知的。在另一个实施例中,利用根据本发明的一实施例差分相位和差分时间方法的组合来确定标记天线6的范围。在一个这样的实施例中,飞行时间范围可以利用基本上传统的方法来确定,诸如测量基础信号10到标记天线6以及标记信号20到基础天线1、2的往返飞行时间。在这样的UWB飞行时间范围计算方法中,双向信号的往返时间测量可以用于理想地允许估计和校正标签天线6和基础天线1、2之间的相对时钟偏移效应,以提供确定标签天线6的飞行时间范围值。在本发明的一个可选实施例中,标签信号20的到达相位也可以在基础天线1、2处测量,以确定标签天线6到基础天线1、2的、理想的精确但波长模糊的到达相位范围值。在飞行时间范围值的精确到载波信号的波长内的情况下,飞行时间范围值可用于消歧到达范围值的相位,并明确地识别到达基础天线1、2的标签信号20的特定波长,从而提供理想的更精确的消除歧义的相位范围值作为用于标记天线6的范围以用于定位标签天线6的位置。

[0070] 在一替代实施例中,可以利用外部技术或设备来确定标签天线6的范围,诸如提供独立于标签信号20的UWB无线电传输的范围。

[0071] 图4的第八操作408包括利用所述到达相位角和范围来确定标签天线6的相对位置。在一个实施例中,标签天线6的相对位置可以通过利用所述到达相位角和范围来确定,以限定基础天线1、2和标签天线6之间的相对径向矢量。在一特定实施例中,已知基础天线

1、2的绝对位置和朝向,也可以利用所述到达相位角和距离值来确定标签天线6的绝对位置,以提供从已知基础天线1、2到标签天线6的绝对径向矢量。

[0072] 在本发明的又一实施例中,上述方法的操作401可以是隐式的(implicit),使得从标签天线6接收UWB信号通过测量UWB信号在所述第一和第二基础天线1、2处的到达相位和到达时间得到暗示。在又一个可选实施例中,一种用于确定标签天线相对于多个间隔开的固定基础天线的位置的方法还可以包括在至少一个基础天线1、2处接收来自一个或多个校准标签25的校准信号30,并利用已知的校准信号来确定一校正,诸如用于在基础天线1、2处接收的标签信号20的差分时间和/或差分相位中的至少一个的校正因子或补偿。在另一个这样的实施例中,来自位于已知位置的校准标签25的校准信号30也可以用于确定一校正,例如针对诸如由接收器7和/或处理器9计算的一个或多个标签10的相对位置的校正因子或补偿。

[0073] 在又一个的实施例中,用于确定标签天线的位置的方法可以包括以下操作,包括:利用针对两对或更多对第一和第二基础天线中的每一个确定的标签天线的到达相位角和范围(例如,通过例如图4的方法的操作401至407)来确定标签天线相对于两对或更多对第一和第二基础天线中的每一对的三维(或3D)位置。在一个示例性的这样的实施例中,可以组合使用三个基础天线元件,例如设置为两对或三对天线元件,以利用标签天线对两对或三对天线元件的到达相位角和范围来确定标签天线的三维(3D)位置。在一个这样的特定实施例中,四个或更多个基础天线元件可以设置为多于三对天线元件,以提供三维位置的过度确定,其可以可选地允许改进的位置确定,例如通过利用的一种或多种适当的错误校正技术(诸如RAIM(接收机自主完整性监测)技术)来测量平均和/或检测和去除不良或可疑测量。在又一个实施例中,确定标签天线的位置可以包括利用所述两个或更多个相应基础天线对中的每一个的到达相位角和范围来确定多个确定位置的聚集或平均。

[0074] 应该理解的是,这里示出和描述的功能可以通过诸如通过虚拟化或软件实现的信号处理的软件或者软件和硬件的组合来实现,例如利用通用计算机,通过在通用计算机执行软件以提供专用计算机,使用一个或多个专用集成电路(ASIC)或任何其他硬件等价物等及其各种组合。

[0075] 应该理解,这里讨论的至少一些方法可以在软件或软件和硬件的组合中实现,例如与处理器协作以执行各种方法步骤的电路。这里描述的功能/元件的部分可以实现为计算机程序产品,其中计算机指令在由计算机处理时调整计算机的操作,使得调用或以其他方式提供在此描述的方法或技术。用于调用本发明方法的指令可以存储在固定的或可移动的介质中,经由数据流在广播或其他信号承载介质中传输,或存储在根据指令操作的计算设备内的存储器内。

[0076] 尽管已经在特定的示例性实施例中描述了本发明及其各种功能组件和操作功能,本发明也可以用硬件、软件、固件、中间件或其组合来实现,并且在系统、子系统、组件或子组件中利用。在用软件实现的特定实施例中,本发明的元件可以是执行必要任务的指令和/或代码段。所述程序或代码段可以存储在机器可读介质中,诸如处理器可读的,诸如处理器可读介质或计算机程序产品,或者由并入在载波中的计算机数据信号,或者由载体通过传输介质或通信链路调制的信号。所述机器可读介质或处理器可读介质可以包括能够以机器诸如处理器、计算机等可读和可执行的形式存储或传送信息的任何介质。

[0077] 应该理解的是,除非另有说明(例如,利用“或其他”或“或在备选”中),否则本文所用的术语“或”是指非排他性的“或”。

[0078] 本发明的一个实施例涉及一种具有非易失性计算机可读介质的计算机存储产品,所述计算机可读介质上有用于执行各种计算机实现的操作的计算机代码。所述计算机可读介质和计算机代码可以是为了本发明的目的而专门设计和构造的那些计算机可读介质和计算机代码,或者它们可以是计算机软件领域的技术人员熟知和可用的。计算机可读介质的示例包括但不限于:可编程逻辑器件(“PLD”)以及包括闪存RAM(随机存取存储器)存储器存储卡、条和芯片的ROM(只读存储器)和RAM设备,例如磁介质,诸如硬盘、软盘和磁带;光学介质,如CD-ROM和全息设备;磁光介质,如光磁盘;以及专门设置为存储和执行程序代码的硬件设备,例如专用集成电路(“ASIC”)。计算机代码的示例包括诸如由编译器生成的机器代码和包含由计算机使用解释器执行的高级代码的文件。例如,可以利用HTML5、XML、JavaScript、Java、C#、C++、Objective C或任何其他适当的已知脚本处理、标记和/或编程语言和开发工具来实现本发明的实施例。本发明另一个实施例可以用硬连线电路代替机器可执行软件指令或与机器可执行软件指令结合来实现。

[0079] 本文描述的示例性实施例并非旨在穷举或将本发明的范围限制为所公开的精确形式。选择和描述它们是为了解释本发明的原理及其应用和实际使用,以使本领域技术人员能够理解其教导。

[0080] 根据上述公开内容,对于本领域技术人员可以理解,在不背离本发明的主旨或范围的情况下,在本发明的实施中可以进行许多改变和修改。因此,本发明的范围应根据权利要求所限定的内容来解释。

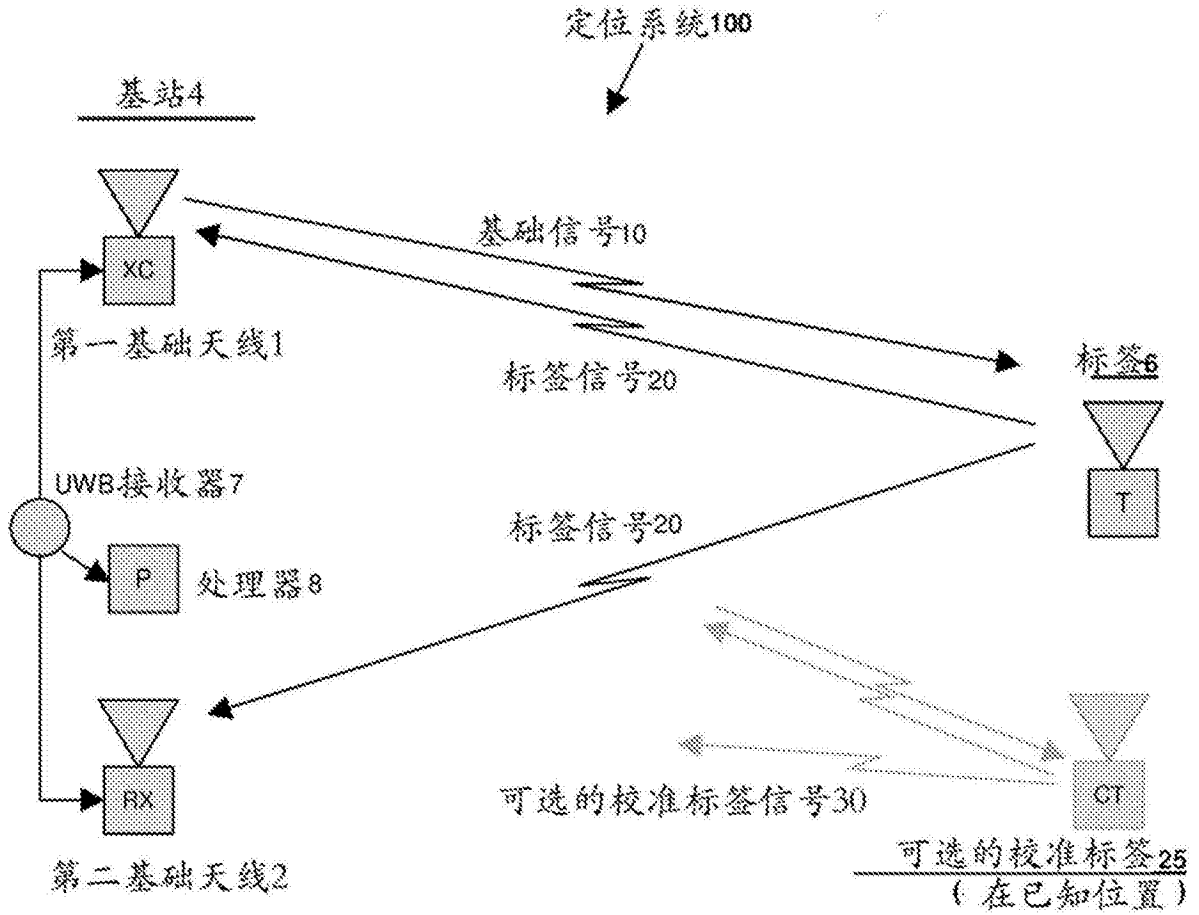


图1

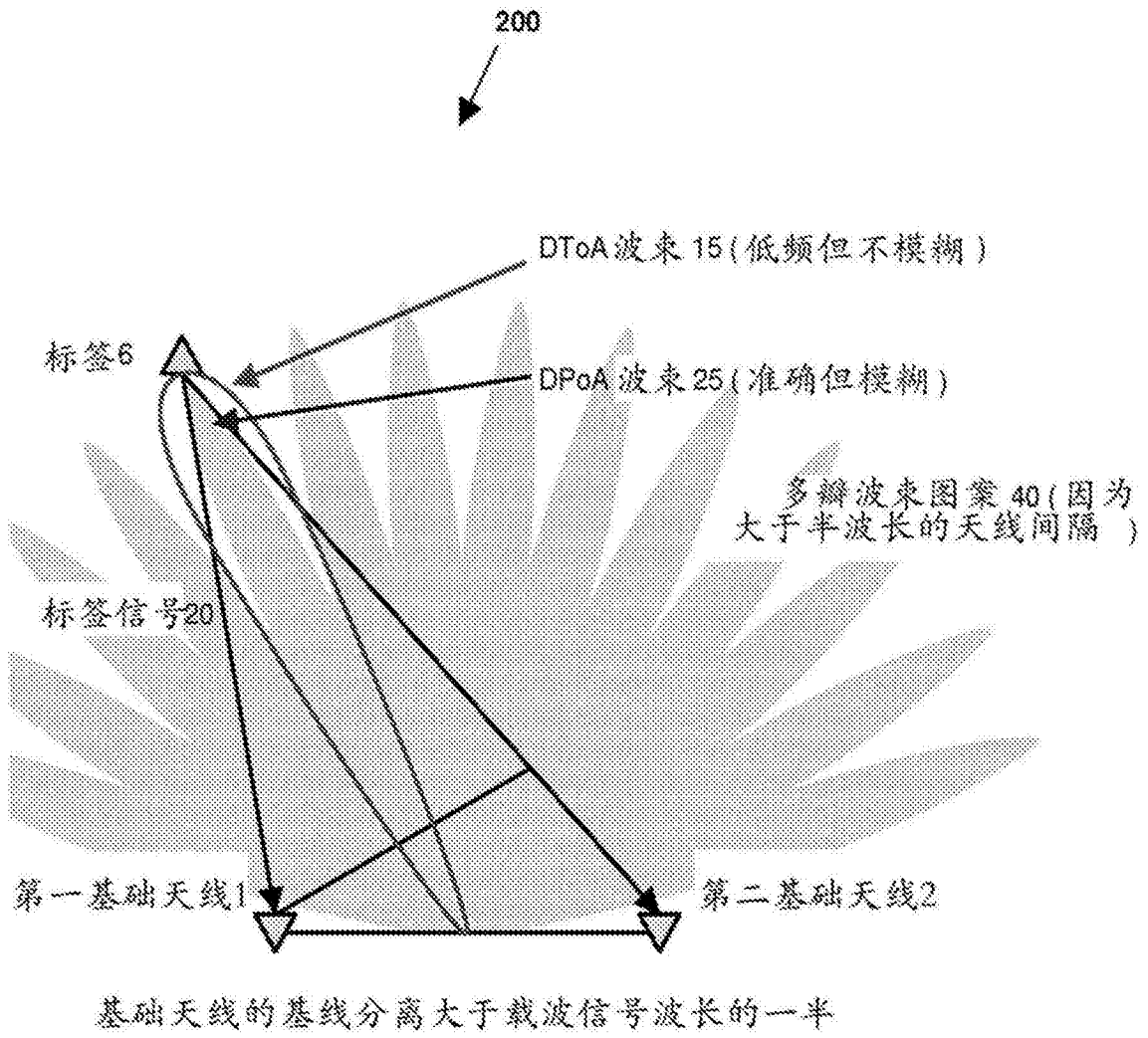


图2

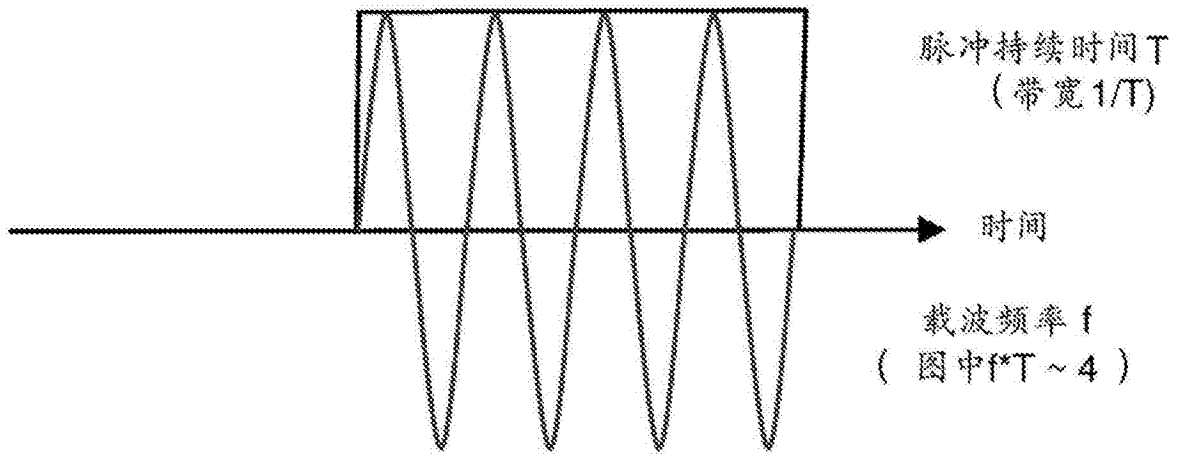


图3A

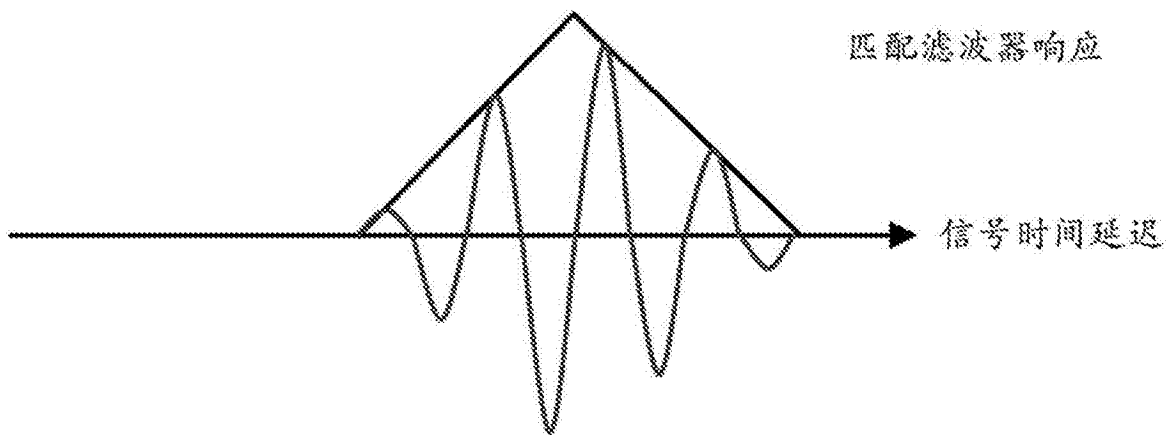


图3B

图3

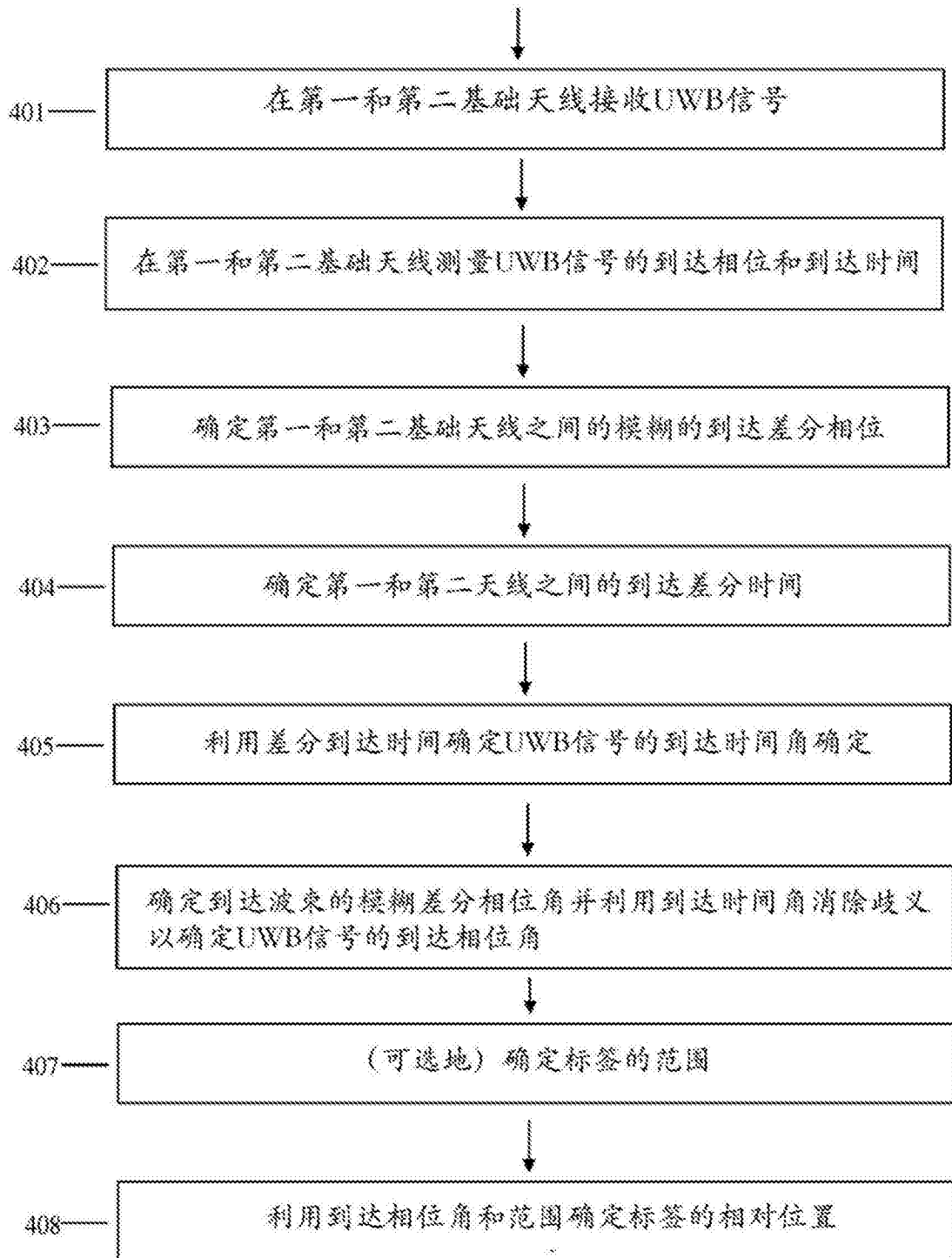


图4