



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102474006 B

(45) 授权公告日 2014. 10. 01

(21) 申请号 201080028927. 6

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2010. 07. 01

H01Q 3/30 (2006. 01)

(30) 优先权数据

H01Q 21/29 (2006. 01)

2009903063 2009. 07. 01 AU

(56) 对比文件

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

WO 02/097469 A1, 2002. 12. 05, 全文.

2011. 12. 28

US 2008/0150794 A1, 2008. 06. 26, 全文.

(86) PCT国际申请的申请数据

CN 1440509 A, 2003. 09. 03, 全文.

PCT/AU2010/000839 2010. 07. 01

审查员 李明月

(87) PCT国际申请的公布数据

W02011/000049 EN 2011. 01. 06

(73) 专利权人 洛克达股份有限公司

地址 澳大利亚澳大利亚首都直辖区

(72) 发明人 D·斯莫尔

(74) 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专

利商标事务所 11038

代理人 侯海燕

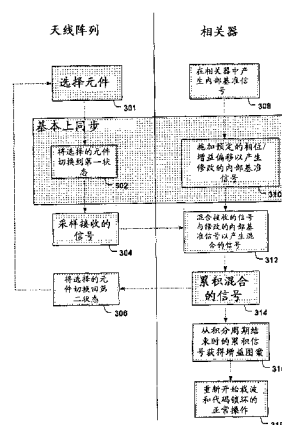
权利要求书2页 说明书12页 附图4页

(54) 发明名称

用于形成射束的方法和装置

(57) 摘要

一种用于形成天线阵列的射束的装置, 该装置包括: 具有多个空间分布的元件的天线阵列; 用于选择性地在第一状态和第二状态之间切换所述元件的处理器, 其中, 在所述第一状态中, 所述元件被配置为接收进入信号; 和用于产生基准信号、混合所述进入信号与修改的基准信号以产生混合的信号并在预定的周期上将混合的信号求和以产生累积的信号的和所述天线阵列和所述处理器操作关联的接收器, 其中, 所述基准信号在与所述接收的信号混合之前被修改, 使得所述累积的信号表明天线阵列的射束的方向和幅度。



1. 一种用于形成天线阵列的射束的装置,所述装置包括:

具有多个空间分布的元件的天线阵列;

用于在第一状态和第二状态之间选择性地切换所述元件的处理器,其中,所述元件被配置为在所述第一状态中接收进入信号,并且被配置为在所述第二状态中不接收进入信号;和

与所述天线阵列和所述处理器操作关联的接收器,所述接收器被配置为:产生基准信号;基本上与所述元件被切换到所述第一状态同步地修改所述基准信号;混合所述进入信号与修改的基准信号以产生混合的信号;以及在积分周期上将所述混合的信号求和以产生累积的信号,使得所述累积的信号表明所述天线阵列的所述射束的方向和幅度。

2. 根据权利要求1的装置,其中,所述接收器包含至少一个具有被配置为产生所述基准信号的相关器的接收通道。

3. 根据权利要求1或2的装置,其中,修改所述基准信号包括:选择性地操纵所述基准信号的相位和/或增益。

4. 根据权利要求3的装置,其中,操纵所述相位和/或增益包括:向所述基准信号施加相位和/或增益偏移,其中,所述相位和/或增益偏移的值根据被切换到所述第一状态的所述元件之一被确定。

5. 根据权利要求2的装置,其中,所述相关器包含被配置为合成所述基准信号的载波数值控制振荡器(NCO)。

6. 根据权利要求4的装置,其中,所述处理器被配置为实时或者通过检索存储于可由所述处理器访问的数据库中的预定值而确定所述相位和/或增益偏移的值。

7. 根据权利要求1或2的装置,其中,所述处理器被配置为以预定的次序在所述第一状态和第二状态之间选择性地切换所述元件中的任一个或更多个。

8. 根据权利要求7的装置,其中,所述预定的次序选择性地排除一个或更多个所述元件被切换到所述第一状态。

9. 根据权利要求1或2的装置,其中,所述接收器包含多个接收通道,每个接收通道适于形成至少一个射束。

10. 根据权利要求1或2的装置,其中,切换到所述第二状态的元件被配置为是非共振的,使得互耦合的效果被改善。

11. 根据权利要求1或2的装置,其中,延迟修改所述基准信号以考虑在接收所述进入信号和混合所述进入信号之间引起的传播延迟,使得维持所述基本上与所述元件被切换到所述第一状态同步。

12. 一种用于形成天线阵列的射束的方法,所述方法包括以下步骤:

a) 将所述天线阵列的空间分布元件从所述元件被配置为在其中不接收进入信号的第二状态选择性地切换到所述元件被配置为在其中接收进入信号的第一状态;

b) 通过切换到所述第一状态的所述元件接收所述进入信号;

c) 产生基准信号;

d) 基本上与所述元件被切换到所述第一状态同步地修改所述基准信号以产生修改的基准信号;

e) 混合所述进入信号与所述修改的基准信号以产生混合的信号;和

f) 在积分周期上累积所述混合的信号以产生累积的信号,其中,所述累积的信号表明所述天线阵列的所述射束的方向和幅度。

13. 根据权利要求 12 的方法,其中,所述基准信号在相关器中产生。

14. 根据权利要求 12 或 13 的方法,其中,修改所述基准信号包括:选择性地操纵所述基准信号的相位和 / 或增益。

15. 根据权利要求 14 的方法,其中,选择性地操纵所述基准信号的相位和 / 或增益包括:向所述基准信号施加相位和 / 或增益偏移,其中,所述相位和 / 或增益偏移的值根据被切换到所述第一状态的所述元件之一被确定。

16. 根据权利要求 15 的方法,其中,实时或者通过检索存储于数据库中的预定值而确定所述相位和 / 或增益偏移的值。

17. 根据权利要求 12 或 13 的方法,其中,以预定的次序在所述第一和第二状态之间选择性地切换所述元件中的任一个或更多个。

18. 根据权利要求 17 的方法,其中,所述元件的子集在所述积分周期的整个持续期保持切换到所述第二状态。

19. 根据权利要求 13 的方法,其中,所述相关器在载波数值控制振荡器(NCO)中生成所述基准信号。

20. 根据权利要求 12 或 13 的方法,其中,所述方法由与所述天线阵列操作关联的接收器执行,所述接收器包含多个接收通道,并且其中,所述方法进一步包括使得每个接收通道适于形成至少一个射束的步骤。

21. 根据权利要求 12 或 13 的方法,其中,修改所述基准信号被延迟以考虑在接收所述进入信号和混合所述进入信号之间引起的传播延迟,使得维持所述基本上与所述元件被切换到所述第一状态同步。

用于形成射束的方法和装置

技术领域

[0001] 本发明一般涉及定位系统,特别是涉及用于接收定位信号的子系统。

[0002] 本发明的开发主要是为了形成用于在多路环境中接收定位信号的射束,并且,以下将参照本申请描述本发明。但是,应当理解,本发明不限于该特定的使用领域。

背景技术

[0003] 整个说明书中的现有技术的任何讨论决不应被视为承认这种现有技术是公知的或者形成本领域中的公知技术的一部分。

[0004] 在本领域中,众所周知,定位技术一般通过测量信号从信号源行进到接收装置所花费的时间起作用。在大多数的现有技术的应用中,通过比较发送信号的时间与接收同一信号的时间,进行这种测量。诸如 GPS 的通常的定位系统使用三个或更多个这种信号,并且,通过使用三边测量术计算物体的位置。由于测量计算是时间敏感的,因此,一般需要四个信号以确保源和接收器的时钟被适当地同步化。

[0005] 多路指的是从诸如墙壁和家具的其它物体反射定位信号的现象。这在诸如室内的密封环境中是特别普遍的,但在诸如城市的盖满建筑的区域中也是重要的问题。简言之,反射的信号花费更长的时间以从源行进到接收器,因此影响测量的精度。并且,接收器还经历源自同一源的冲突信号,从而具有不同的定时信息。一些现代的接收器使用选择算法以尝试确定用于位置确定中的最适当的信号。但是,接收器一般不能以任意的高精度区分多路信号与真正的定位信号。

[0006] 在现有技术中,包含大量的可被单独地控制以引导射束的天线元件的相控阵列(phased array)也是已知的。在典型的相控阵列中,在各元件上接收的信号被单独地相位和增益操作,所需要的确切的操作依赖于需要的射束的方向。得到的来自各元件的相位和增益操作信号然后被相加,以获得射束的希望的方向。

[0007] 当前,主要存在三种形式的相控阵列天线:

[0008] a) 固定射束形成;

[0009] b) 依次射束形成;和

[0010] c) 同时射束形成。

[0011] 固定射束形成天线阵列在元件之间具有固定的相位关系,并且只能沿单一方向引导它们的射束。由于射束的方向被固定,因此,这种类型的天线不能单独地使用,以跟踪诸如 GPS 应用中的卫星的定位系统中的移动信号源。固定射束形成天线必须与一些机械手段结合使用,以将射束引向传送源。除了与机械设备的长期使用有关的可靠性问题以外,该机械移动必须与射束的指向协作。这增加了附加的可能的误差源。

[0012] 依次射束形成相控阵列天线使用附接于各元件上的离散的相位和增益电路以依次沿多个方向形成射束。由于各元件必须被单独地控制,因此需要离散电路。因此,各元件必须有机会使用其自身的一套电子部件,诸如相位偏移器、可变增益放大器和相关的控制信号。除了源自所有的需要的离散电路的附加的成本和在以需要的精度控制该电路时引入

的问题以外,由于一次只能引导单个射束,因此,当用于定位系统中时,该方法是严重受限的。如上所述,诸如 GPS 的定位系统需要跟踪至少三个信号,并且,为了得到最精确的结果,这些信号应被同时跟踪。因此,依次射束形成相控阵列不适用于定位系统,原因是它们不能同时跟踪多于一个的信号。

[0013] 同时射束形成相控阵列天线也被广泛使用。常规的同时射束形成天线使用具有复杂的电路的大的元件阵列,以同时沿多个方向形成射束。这些阵列需要用于各元件的 RF 前端和模数转换器,以及基带中的数字逻辑的非常复杂阵列,以将所有元件信号组合在一起。这些阵列的尺寸、功耗和成本限制它们用于一般使用几百个元件的非常大的安装,例如,用于军事应用中。很显然,这些系统的尺寸、复杂性、功耗和成本使得它们不适用于定位系统。

[0014] 另外,对于使用干涉测量技术的定位系统,不能容许通过常规的同时射束形成天线阵列的大规模并行处理引入的任何线路偏置或组延迟。在用于实现厘米定位精度的系统中,必须估计和校准所有这些误差。由于这些偏置将随电路温度、电路和部件容限改变,因此,这是非平凡的问题。并且,这使得常规的同时射束形成天线阵列不适用于高精度定位系统中。

发明内容

[0015] 本发明的目的是,克服或改善现有技术的至少一个缺点,或提供有用的替代方案。

[0016] 本发明的另一目的是,同时产生多个射束。

[0017] 本发明的另一目的是,使用用于同时形成多个射束的单个 RF 前端。

[0018] 本发明的另一目的是,在使电子复杂性最小化的同时,通过使用相对大量的元件(一般多于 32 个元件)形成相对较窄的射束。

[0019] 本发明的另一目的是,重新使用标准定位接收器部件/逻辑块,以减少功耗、成本和复杂性。

[0020] 本发明的另一目的是,提供在不需要复杂的电路和校准的情况下通过使用用于定位系统的相对大量的元件(一般多于 32 个元件)沿不同的方向同时形成多个射束的方法。

[0021] 根据本发明的一个方面,提供一种用于形成天线阵列的射束的装置,该装置包括:

[0022] 具有多个空间分布的元件的天线阵列;

[0023] 用于选择性地在第一状态和第二状态之间切换所述元件的处理器,其中,在所述第一状态中,所述元件被配置为接收进入的信号;和

[0024] 用于产生基准信号、混合所述进入信号与修改的基准信号以产生混合的信号并在预定的周期上将混合的信号求和以产生累积的信号的与所述天线阵列和所述处理器操作关联的接收器,其中,所述基准信号在与所述接收的信号混合之前被修改,使得所述累积的信号表明天线阵列的射束的方向和幅度。

[0025] 优选地,接收器包含至少一个具有相关器的接收通道,其中,与天线阵列的操作关联由相关器提供。优选地,通过基本上与被切换到第一状态的元件同步地选择性地操作基准信号的相位和/或增益,提供天线阵列和相关器之间的操作关联。优选地,通过分别向基准信号施加相位和/或增益偏移,实现相位和/或增益的操纵,其中,相位和/或增益偏移

的值根据被切换到第一状态的元件之一被确定。

[0026] 优选地,相关器包含载波数值控制振荡器(NCO),并且,基准信号在载波 NCO 中被合成。

[0027] 在一个实施例中,相位和 / 或增益偏移的值由处理器实时确定。作为替代方案,通过检索存储于可通过处理器访问的数据库中的预定值,确定相位和 / 或增益偏移的值。

[0028] 优选地,在第一状态中,元件是活动的,并且,在第二状态中,元件是不活动的。优选地,元件以预定的次序在第一状态和第二状态之间被切换。优选地,预定次序选择性地排除一个或更多个元件被切换到第一状态。

[0029] 优选地,通过对于积分周期的整个持续期将一个或更多个元件切换到第二状态,天线阵列的配置可被动态调整。

[0030] 优选地,元件对于子积分周期被切换到第一状态,其中,子积分周期小于预定的积分周期。

[0031] 优选地,预定的积分周期包含多个射束形成时隙(B时隙)。优选地,元件对于B时隙的整个持续期被切换到第一状态。

[0032] 在一个实施例中,各B时隙被配置为访问用于存储进入的信号的相关器,并且其中,各相关器与修改的基准信号混合以产生混合的信号。

[0033] 优选地,积分周期内的各B时隙可被动态调整,使得选择性地排除一个或更多个元件被切换到第一状态。

[0034] 优选地,元件在三维配置中空间分布,使得装置可在一个或更多个维度中形成射束。

[0035] 优选地,各接收器包含多个接收通道,并且其中,各接收通道适于形成至少一个射束。

[0036] 优选地,切换到第二状态的元件被配置为是非共振的,使得互耦合的效果被改善。

[0037] 在接收进入的信号和混合进入的信号之间引起传播延迟,优选地,通过延迟基准信号的修改解释传播延迟。

[0038] 根据本发明的一个方面,提供一种用于形成天线阵列的射束的方法,该方法包括以下的步骤:

[0039] a) 选择性地将所述天线阵列的空间分布元件从第二状态切换到第一状态,其中,在所述第一状态中,所述元件被配置为将进入信号采样;

[0040] b) 在切换到所述第一状态的所述元件上接收进入信号;

[0041] c) 在相关器中产生用于与所述进入信号相关的基准信号;

[0042] d) 基本上与被切换到所述第一状态的所述元件同步地向所述基准信号施加预定偏移,以产生修改的基准信号;

[0043] e) 混合所述进入信号与所述修改的基准信号以产生混合的信号;和

[0044] f) 在积分周期上累积所述混合的信号以产生累积的信号,其中,所述累积的信号表明所述天线阵列的所述射束的方向和幅度。

附图说明

[0045] 现在,参照附图,仅作为例子描述本发明的优选实施例,其中,

- [0046] 图 1 是根据本发明的一个方面的与定位接收器耦合的天线阵列的示意图；
- [0047] 图 2 是表示 B 时隙与积分周期之间的关系定时图；
- [0048] 图 3 是根据本发明的一个方面的用于形成射束的步骤的流程图；
- [0049] 图 4 是根据本发明的一个方面的修改的相关器的示意图；
- [0050] 图 5a 和 5b 是根据本发明的一个方面的二天线阵列的示意图。

具体实施方式

[0051] 系统概要

[0052] 根据本发明,提供用于沿进入的定位信号的方向形成天线阵列的射束的装置和方法。由于定位信号的源的方向被预定,因此,天线阵列的射束沿进入的定位信号的方向形成,使该进入的定位信号的增益最大化,同时使来自其它的方向的信号衰减,由此减轻多路的任何不希望的影响。

[0053] 参照图 1,用于在天线阵列中形成射束的装置 102 包括具有多个空间分布的元件 106 的天线阵列 104。处理器 108 与用于通过开关 110 以预定的模式在第一状态和第二状态之间选择性切换元件 106 的天线阵列 104 耦合,其中,在第一状态中,元件被配置为接收进入的定位信号,并且,在第二状态中,元件被配置为不接收进入的定位信号。

[0054] 用于产生基准信号的定位接收器与天线阵列和处理器操作关联,并且,通过基本上与被切换到其相应第一状态的元件同步地选择性地操纵基准信号的相位和 / 或增益而提供。这产生修改的基准信号,该修改的基准信号然后与接收的定位信号混合,以产生混合信号。该混合信号然后在预定的积分周期上被累积,使得累积信号表明天线阵列的射束的方向和幅度。

[0055] 在一个实施例中,在利用混合器、振荡器和累积器的电路中使用离散的部件 / 逻辑块,以在转送到定位接收器以供随后的处理之前产生必需的累积信号。

[0056] 但是,如图 4 所示,优选的实施例是要将本发明的射束形成方法加入标准定位接收器中。这是由于,根据本发明的用于形成射束的所需要的电路中的许多已经是标准定位接收器体系结构的一部分,并且,只需要很小的修改以允许形成同时的射束。在如本领域技术人员理解的那样包含混合器、振荡器和累积器的相关器中,体现该所需要的电路。可以使用相关器的这些部件以代替离散的部件。这提供诸如节省成本和电力的益处,并且增加接收器装置的小型化、一体化和便携性的益处。

[0057] 重新参照图 1,根据优选的实施例示出在定位系统中使用的定位接收器 114。定位接收器 114 利用包括至少一个接收通道 116 的现有部件,该接收通道 116 具有与天线阵列 104 和处理器 108 操作相关的至少一个相关器 118。各相关器 118 加入用于产生基准信号的载波数值控制振荡器 (NCO)。该基准信号可使其被处理器 108 修改的相位和 / 或增益基本上与被切换到其第一状态的各元件同步,由此产生修改的基准信号。接收的定位信号基本上与该修改的基准信号混合以产生混合信号。该混合信号然后按照标准相关器处理与代码 NCO 基准信号混合,并随后在预定的积分周期上被累积,以产生累积信号。得到的累积信号因此表明来自天线阵列 104 的在相关器 118 内形成的射束 122 的方向和幅度。在各预定积分周期结束时,相关器锁环按照未被相位和 / 或增益操纵扰动的正常的相关器操作而操作。

[0058] 基准信号的修改

[0059] 在通过载波 NCO 合成基准信号之后,通过基本上与被切换到第一状态的元件同步化地选择性地操纵基准信号的相位和 / 或增益修改它。特别地,通过向基准信号施加相位和 / 或增益偏移,实现相位和 / 或增益的操纵,其中,相位和 / 或增益偏移的值根据被切换到第一状态的相应元件和希望的射束形成方向被确定。

[0060] 天线阵列 104 通过在相关器电路内插入相应相位和 / 或增益偏移与相关器 118 操作关联。以下参照图 4 进一步详细描述相关器的操作和相位和增益偏移的插入。

[0061] 在实施例中,通过检索存储于可通过处理器访问的数据库 120 中的预定值,确定相位和 / 或增益偏移的值。诸如以下的解释性的例子所示的表的偏移表被存储于数据库 120 中,并且可被处理器 108 选择性访问。虽然预定的偏移值的存储的数据库是优选的方法,但是本领域技术人员可以理解,在替代性实施例中,通过处理器 108 实时计算相位和 / 或增益偏移。

[0062] 天线元件

[0063] 在图 1 所示的实施例中,在 3×3 阵列中示出贴片(patch)元件。但是,本领域技术人员可以理解,在其它的实施例中,利用单极、偶极或其它适当的天线元件。还应理解,这里的公开同样适用于在具有多个维度的天线阵列中部署的天线元件。事实上,在许多的实际应用中,天线元件以三维形状空间分布。

[0064] 在本说明书和权利要求中,“第一”状态始终表示元件是活动时,并且“第二”状态始终表示元件是不活动时。不活动状态的实际实现根据使用的元件的类型改变,关注点在于使得元件不共振,以减轻寄生或互耦合的效果。例如, $1/4 \lambda$ 单极元件在第二状态中被切换为打开,而贴片元件在第二状态中被切换为接地。在一些实施例中,开关还在第二状态中提供与诸如 50Ω 的电阻的连接。本领域技术人员可以理解,在第二状态中,对于诸如反应负载的其它条件的切换也是可能的。

[0065] 射束形成时隙

[0066] 在优选的实施例中,一次仅有一个元件 106 在预定的积分周期中处于第一状态,而所有其它的元件处于第二状态。即,对于各形成的射束,在积分周期内的任何的瞬时上,只有一个元件 106 能够接收进入的信号。各元件 106 对于小于预定的积分周期的所谓的子积分周期被切换到第一状态。在一个实施例中,这些子积分周期被称为“射束形成时隙”(B 时隙)。

[0067] 在图 2 中最佳地表示 B 时隙和积分周期之间的关系。在图 2 的例子中,B 时隙 202 的长度分别为 $1 \mu s$,并且,积分周期的长度为 $N \mu s$ 。本质上,积分周期的长度被简单地分成大量的等长度 B 时隙。B 时隙因此只是切换到第一状态的关联元件接收进入的定位信号的时间周期。

[0068] 在一个实施例中,元件 106 被动态分配给 B 时隙。在诸如以下讨论的亮侧扫描模式操作的某些应用中,只要求天线阵列上的元件的子集形成射束。可通过对于积分周期的整个持续期将不希望的元件设为保持切换到第二状态实现这一点,因此,信号不从这些元件被接收并因此不被累积。作为替代方案,B 时隙的长度可被扩展,使得只有元件的子集被分配 B 时隙,因此,只有从元件的该子集接收的信号被累积。

[0069] 但是,在另一实施例中,需要的 B 时隙的最少数量与在天线阵列 104 上空间分布的

元件 106 的数量对应。例如,在天线阵列仅包含两个元件的实现中,需要的 B 时隙的最少数量是两个。各元件 106 对于其分配的 B 时隙的整个持续期被切换到第一状态。

[0070] 在另一实施例中,十个元件在天线阵列中空间分布,并且提供十个 B 时隙,一个用于一个元件。通过使用作为标准 GPS 接收器的典型的积分周期的 $1000\ \mu\text{s}$ 的积分周期,元件分别以预定的方式(诸如依次地或伪随机地)对于 $100\ \mu\text{s}$ 的周期被切换到第一状态。当第一元件被切换到第一状态时,处理器也与第一元件在阵列内的位置和由定位接收器需要的射束的方向对应地确定需要施加到基准信号上的相位和 / 或增益偏移,并且对于第一分配的 B 时隙的整个持续期向基准信号施加偏移。在随后的 $100\ \mu\text{s}$ B 时隙中,第二元件被切换到第一状态,而第一元件和所有其它的元件被切换到它们的第二状态。并且,处理器与第二元件在阵列内的位置和由定位接收器需要的射束的方向对应地确定相位和 / 或增益偏移,并且,对于第二 B 时隙的整个持续期施加该相位和 / 或增益偏移。在使用依次切换方案的本例子中,第三元件在第三 B 时隙中被切换到第一状态,而其它的元件对于处于该积分周期内的随后的 B 时隙被切换到它们的第二状态,等等。在完成 $1000\ \mu\text{s}$ 的积分周期之后,所有的十个 $100\ \mu\text{s}$ B 时隙通过需要的相位和 / 或增益偏移被累积,以产生定位接收器所需要的希望的射束。

[0071] 天线阵列 104 中的各单个元件 106 只能在被切换到第一状态时访问接收器。由于形成的射束的方向根据经验是已知的,因此,为了使得沿希望的方向形成射束,元件必须与基准信号的相位和 / 或增益的适当的操纵基本上同步地被切换到第一状态。并且,为了获得分配的 B 时隙的全部益处,必须在整个分配的 B 时隙上向基准信号施加相位和 / 或增益操纵。

[0072] 射束形成方法

[0073] 在图 3 的流程图中以图示的方式示出后面的用于通过使用这里公开的装置形成射束的步骤。以下提供采取的步骤的描述。

[0074] a) 在步骤 301 中,阵列天线中的空间分布的元件之一被选择并且对于第一 B 时隙被切换到第一状态。

[0075] b) 在步骤 302 中,在步骤 301 中切换到第一状态的元件接收进入的信号。

[0076] c) 在步骤 304 中,进入的信号在天线阵列的 RF 前端上被采样。

[0077] d) 在步骤 308 中,在相关器中产生用于与进入的信号混合的内部基准信号。

[0078] e) 在步骤 310 中,与步骤 302 基本上同步地向基准信号施加预定的偏移,以产生修改的基准信号。

[0079] f) 在步骤 312 中,修改的基准信号与接收的信号混合以产生混合信号。

[0080] g) 在步骤 314 中,混合信号在累积器中被累积以产生累积信号。

[0081] h) 在步骤 306 中,选择的元件被切换到第二状态,下一元件在下一 B 时隙中被切换到第一状态,并且处理从步骤 301 重新开始。

[0082] i) 在步骤 316 中,在在积分周期结束时将所有 B 时隙累积在一起之后,基于所有 B 时隙信号的值在累积器中形成射束。

[0083] j) 在步骤 318 中,通过使用累积的 B 时隙信号更新载波和代码锁环。

[0084] 相关器操作

[0085] GPS 位置接收器一般使用称为相关器的逻辑块以使进入的定位信号与内部产生的

基准信号相关。参照图 4,在相关器 118 中,进入的定位信号与两个内部产生的基准信号混合。第一基准信号是通过载波 NCO 408 产生的载波基准信号。通过混合载波基准信号与进入的定位信号,产生表示载波基准信号和进入的信号之间的相位和频率差的误差信号。第二基准信号是在本实施例中通过代码 NCO 416 产生的代码基准信号。一旦进入的定位信号已与载波基准信号混合,进入的定位信号就与产生表示代码基准信号和进入的定位信号之间的时间延迟的误差信号的时间延迟的代码基准信号混合。

[0086] 为了简化,图 4 仅表示定位接收器的单个接收通道。但是,本领域技术人员可以理解,当前的接收器一般不只包含单个接收通道,其中各通道一般包含多于一个的相关器。

[0087] 在图 4 中,进入的定位信号在输入 402 上被接收,并通过在混合器 404 和 406 中混合进入的信号与基准载波信号剥离载波成分以产生同相 (I) 和正交相 (quadrature-phase) (Q) 采样数据。基准载波信号分别在载波 NCO 408 以及离散正弦和余弦映射函数 410 和 412 中被合成。该剥离处理产生所示的 I 和 Q 信号。在操作中,通过载波锁环 414 控制载波 NCO。载波锁环的目的是,使基准信号和进入的定位信号之间的相位误差保持为零或尽可能地接近零。当相位误差为零时,信号被认为是“相位锁定”,并且 I 信号处于最大值,而 Q 信号几乎为零。该操作也被称为“锁相环”(PLL) 操作。

[0088] I 和 Q 信号然后与基准代码信号相关,该基准代码信号在本实施例中在代码 NCO 416 中被合成。为了简化,在本实施例中只合成一个基准代码信号。但是,本领域技术人员可以理解,在大多数的定位接收器中,多于一个的代码基准信号被合成。例如,在一个应用中,三个代码基准信号(早期信号、即时信号和晚期信号)被合成,并且分别单独地与 I 和 Q 信号相关。

[0089] 相关器 118 在混合器 418 和 420 中混合内部合成的代码基准信号与进入的 I 和 Q 信号。在操作中,代码 NCO 416 被代码锁环 426 控制。代码锁环的目的是,使内部产生的代码基准信号与进入的定位信号之间的时间误差为零或尽可能地接近零。当时间误差为零时,信号被认为是“锁相环”。该动作也被称为“延迟锁环”(DLL) 操作。

[0090] 即,代码锁环 426 的操作与载波锁环 414 类似。当基准信号代码相位完全与进入的定位信号代码相位对准时,获得最大相关性。

[0091] 得到的混合信号然后在积分周期上在累积器 422 和 424 中被积分,从而提供随后被用于跟踪环操作的处理器访问的 I_p 和 Q_p 信号。

[0092] 积分周期指的是累积接收的信号的时间长度,并且常规上基于卫星的伪随机代码噪声长度或其倍数被确定。在 GPS 中,该代码周期为 1ms,因此,接收器中的积分周期也常被设为 1ms 或更大。

[0093] 相位和 / 或增益偏移

[0094] 在优选的实施例中,在通过载波 NCO 408 合成载波基准信号之后并在合成的载波基准信号与进入的定位信号的载波成分混合之前,用于操纵进入的定位信号的相位和 / 或增益的相位和 / 或增益偏移在点 428 处被插入,从而完成载波锁环 414。在该优选的实施例中,相位偏移与基准信号相加,并且,增益偏移与基准信号相乘。通过在相关器的积分周期中修改合成的载波基准信号,实现进入的定位信号的操纵,由此不干扰载波 NCO 408 或载波锁环 414 的正常的操作。修改的基准信号然后以通常的方式与进入的定位信号混合,并且,混合的信号在积分周期上在累积器中被积分,以产生累积信号。

[0095] 如本领域技术人员公知的那样,波形的积分在给定的时间周期上只是该波形的采样的相加,在这种情况下,该给定的时间周期为积分周期。因此,得到的混合信号(从混合进入的信号与基准信号得到)的积分只是时间周期(在上述的实施例之一中为 1ms 的积分周期)上的该信号的采样的相加。

[0096] 在一个实施例中,进入的定位信号通过 RF 前端以 75MHz 的速率被采样,并且采样然后与也在 75MHz 下合成的修改的基准信号混合。因此,对于积分周期为包含 10 个 B 时隙的 1ms 的假定的系统,各 B 时隙的持续期为 100 μ s,并因此包含进入的定位信号的 7500 个采样。这 7500 个采样中的每一个依次与修改的基准信号混合以形成混合信号。修改的基准信号基于施加到基准信号上的相位和 / 或增益偏移,该基准信号由相关器的载波 NCO 产生。特别地,对于与处于第一状态的天线元件同步的进入的定位信号的 7500 个采样的各块,通过向载波 NCO 的输出施加相位和 / 或增益偏移修改基准信号。该修改的输出然后与进入的定位信号采样相乘(混合)。这些混合的信号然后按照正常的相关器操作通过代码 NCO 混合器,并然后在累积器中相加以形成累积信号。因此,在 1ms 的整个积分周期上,分别包含 7500 个修改的采样的 10 个 B 时隙块的 75000 个采样被相加并被存储于累积器中。换句话说,这十个 B 时隙包含分别在累积过程中被加在一起的 7500 个修改采样,并且,积分周期结束时的 7500 个累积采样因此代表希望的射束。

[0097] 一旦相位和 / 或增益操纵被正确地施加到基准信号并与从相应元件接收的信号混合,得到的混合信号然后在累积器(相加处理)中被组合,以产生累积信号,从而在相关器中形成希望的射束。该累积信号然后按照以上讨论的正常的 PLL 操作在相关器中被处理。通过载波 NCO 408 合成的载波基准信号在积分周期中不改变,而只在各积分周期结束时由载波锁环 414 更新。因此,不能通过 PLL 或 DLL 检测对于积分周期内的基准信号的修改。在不知道发生的操纵的情况下,PLL 和 DLL 按照正常的方式操作。

[0098] 通过描述的实施例,常规的相关器的使用可适于按照相关器通道控制唯一射束的方向和宽度,由此允许形成多个同时的射束。能够形成的射束的数量等于可用的相关器通道的数量。这是由于,相关器已包含用于混合和积分信号的逻辑,它们只适用于相关以外的用途。

[0099] 虽然以上描述的实施例向相关器电路中的点 428 处的增益和相位均施加偏移,但是,在其它的实施例中,在电路的其它部分中提供用于施加增益偏移的附加的倍增器。例如,可以在载波 NCO 混合器和代码 NCO 混合器之间的同相和正交相路径中添加倍增器,以提供增益操纵。类似地,也可在相关器电路中的其它部分上施加相位偏移。例如,可向代码 NCO 的输出添加相位偏移。

[0100] 在优选的实施例中,用于沿任何给定的方向形成射束的相位和 / 或增益偏移被预定,并存储于数据库 120 中并可由处理器 108 访问。偏移数据的格式可采取许多的形式,诸如偏移表。处理器 108 确定需要的射束的方向、访问数据库 120 以在积分周期中的各 B 时隙中获得各元件的正确的相位和 / 或增益偏移,以沿希望的方向形成射束,并且在点 428 处插入必要的偏移,使得沿适当的进入的定位信号的方向形成射束(图 1 中的 122)。还应注意,相位和 / 或增益偏移的获得和插入必须基本上与相应元件向第一状态的切换同步,使得在积分周期上正确地操纵相位和 / 或增益。

[0101] 在一个实施例中,天线阵列具有 128 个元件。因此,各方向在偏移表中具有 128 个

相位和 128 个增益条目。如果例如需要射束指向北面,则处理器通过在积分周期上在用于该方向的 128 个相位和 128 个增益条目中的每一个中查找用于北面的表条目和步骤以向北引导射束。在本实施例中,能够沿 2048 个方向引导射束,其中各方向具有 128 个相位和 128 个增益条目。当然,在其它的实施例中,实现甚至更多的方向。出于这种原因,优选以表格的格式实现相位和 / 或增益偏移值,以减轻处理费用。

[0102] 在以上的段落中描述的实施例是优选的,原因是它使所需要的处理功率最小化。但是,本领域技术人员可以认识到,特别是考虑到近年的微处理器技术的发展,处理器 108 可被配置为在需要偏移时计算相位和 / 或增益偏移。

[0103] 在本发明的物理实现中,各元件通过传送线 124 与相应开关连接,它又馈入单个 RF 前端 126 中,以被向下转换并发送到至少一个相关器。应当注意,在优选的实施例中,互连元件和开关的传送线具有相等的长度,以确保接收的信号通过天线阵列馈送系统是相位相干的。但是,在其它的实施例中,在施加相位和 / 或增益偏移时考虑和校正传送线的长度差。

[0104] 天线阵列 104 和接收通道 116 之间的互连以及 RF 前端 126、包含于相关器 118 中的电子部件和实际的开关 110 自身将不可避免地导致延迟。在一个实施例中,该延迟被测量为约 950ns,但是,当然,本领域技术人员很容易理解,延迟的长度将根据选择的硬件改变。由于必须考虑该延迟,因此,不能与元件向第一状态的切换同时地出现相关器中的相位和 / 或增益操纵的操作。即,在本实施例中,相关器中的相位和 / 或增益的操纵必须被延迟到 950ns。

[0105] 在其它的实施例中,各天线阵列包含具有 $100\ \mu\text{s}$ 的区域中的积分周期的超过 60 个元件。在这种实施例中,B 时隙的周期处于刚刚 $1\ \mu\text{s}$ 或 $2\ \mu\text{s}$ 的区域中。因此,950ns (几乎 $1\ \mu\text{s}$) 的延迟是明显的,并且必须被考虑。

[0106] 天线阵列包含的元件的数量是用于形成窄的射束的一种准则。其它的同样重要的准则包含偏移表的分辨率和元件的物理间隔。对于各方向,各元件必须具有用于相位和 / 或增益的关联的偏移。例如,在具有 60 个元件的实施例中,要形成射束的各方向的表条目必须具有记录的 60 个增益偏移和 60 个相位偏移。

[0107] 元件的物理分离对于在元件之间产生相位差也是十分重要的。有效地,元件的物理分离允许通过固定不同的相位接收定位信号。元件之间的一半波长分离提供具有最小光栅波瓣的最大定相。例如通过与上述的修改的基准信号混合的这些相位的操纵允许沿希望的方向形成射束。

[0108] 在特别优选的实施例中,元件 106 在多于两维的配置中空间分布,使得装置可在多于两个的维度上形成射束。在很大程度上,可能形成射束的方向依赖于使用的元件。例如,包含贴片元件的平面阵列将能够半球状形成射束,并且,包含单极的平面阵列能够在面中形成射束。

[0109] 亮侧扫描模式对全扫描模式

[0110] 从以上的讨论可以看出,可以布置包含贴片元件的至少两个平面阵列,使得半球面射束被结合以球面形成射束。因此,在该布置中,可以沿任意的方向形成射束。

[0111] 在全扫描模式中,在积分周期内在第一和第二状态之间切换所有元件至少一次。即,阵列中的所有元件在各积分周期内接收进入的信号至少一次。全扫描模式提供总体灵

活性,原因是可以根据多少相关器通道可用同时沿许多不同的方向形成射束。

[0112] 但是,当信号仅示出三维天线阵列的称为“亮侧”的一侧时,从天线阵列的称为“暗侧”的另一侧接收的信息将可能具有很小的值。在发射器通常水平分布的陆地定位系统中,经常出现这种情况。在这种情况下,暗侧元件被消隐(即,这些元件上的增益被设为零),并且,只使用亮侧元件。这有效地使阵列的相关占空度(duty cycle)减少50%,从而意味着浪费天线阵列的相关增益的一半。对于跨过相对较小的区域的定位系统,由于发射的信号功率相对较高,因此,可以容许来自天线的相关增益的该损失。由于在小区域系统中可以折衷最大相关增益和最佳灵活性,因此,全扫描模式是优选的。

[0113] 但是,对于在更大的距离上传送信号的更大的地理区域,相关增益会变得越来越重要。在这种情况下,增加天线的相关增益的一种方式是在亮侧扫描模式中操作。在该模式中,亮侧的元件动态组合在一起,并且它们的相应的B时隙持续期增加,使得在积分周期内只累积亮侧元件。这导致相关占空度的增加并因此导致相关增益的总体增加。

[0114] 解释性的实施例

[0115] 出于解释的目的,现在通过使用最简单的天线阵列(图5a和图5b所示的仅具有两个元件的阵列)描述本发明。但是,本领域技术人员能够在没有附加的发明技术的情况下使这里的教导适于具有在多维形状中空间分布的更多的元件的天线阵列。

[0116] 在本解释性的实施例中,元件502和504是四分之一波长单极。两个元件位于相互空间分开半波长的位置上,并且在各元件上接收信号。如图5a所示,当两个元件被加在一起时,元件的相应全向增益图案组合,使得从元件的二维顶视图形成8字形射束图案。在该配置中,来自元件502和504的边射方向的进入的定位信号为同相位并由此被放大,而来自元件的端射方向的信号为反相位,并由此被抵消。

[0117] 相位操纵

[0118] 在本发明中,如图5b所示,能够将8字形图案旋转90°,使得最大增益沿端射方向指向。通过在位置接收器的积分周期内操纵元件502和元件504的相位和/或增益实现这一点。元件502和元件504分别与开关连接,使得可以在第一状态和第二状态之间切换任意的元件,并且,出现信号的相加的积分周期被分成两个B时隙。

[0119] 由于元件502和504之间的相位分离是已知的,因此,元件之一的相位可被操纵,使得来自端射方向的进入的波被建设性地而不是破坏性地相加。在这种情况下,由于元件分开半波长,因此,在元件504处需要的相位操纵为180°。类似地计算各方向所需要的相位操纵,以构建偏移表。为了简化,增益偏移被设为1,并且,可引导射束的方向限于边射方向或端射方向。以下提供加入这些限制的示例偏移表。

[0120]

方向	边射		端射	
元件	E502	E504	E502	E504
相位	0°	0°	0°	180°
增益	1	1	1	1

[0121] 为了沿端射方向形成射束,元件502和504在定位接收器的积分周期中的预定的B

时隙次序中被切换到第一状态。在第一 B 时隙中,元件 502 被切换到第一状态并且相位偏移在在累积器中被累积的同时保持在 0° - 由于该元件已在 0° 上,因此不需要操纵。在第二 B 时隙中,希望进入的信号的相位在元件 504 处建设性地相加。由于元件 504 相对于元件 502 具有 180° 的接收相位,因此, 180° 的相位偏移必须在在累积器中被累积的同时被加到元件 504 上,使得从元件 504 接收的信号变得与元件 502 相位相干。两个 B 时隙因此在累积过程中被加在一起,因此,积分周期结束时的累积值代表端射束。

[0122] 本领域技术人员可以理解,在本发明中,根据偏移表的复杂性,可以沿任意的方向形成 8 字形射束。

[0123] 对于本简单例子中的两个元件,1(单位增益)的增益偏移与进入的定位信号相乘,并因此不修改形成的射束。

[0124] 如上所述,必须与元件向第一状态的切换基本上同步地施加相位操纵;否则,将不正确地形成射束的增益图案。

[0125] 根据本发明的实施例,来自例如 PRN1 的定位信号开始传送。在在定位接收器处获取 PRN1 之后,定位接收器相关器内的载波 NCO 合成与定位信号基本上类似的基准信号。

[0126] 定位接收器确定 PRN1 处于端射方向,因此,对于沿该方向形成射束进行决定。处理器查找偏移表,并且确定对于与元件 502 对应的积分周期中的第一 B 时隙不需要偏移。类似地,处理器确定在与元件 504 对应的第二 B 时隙中需要 180° 或 $1/2\lambda$ 偏移。在向载波 NCO 施加各偏移以产生修改基准信号之后,按照相关器的正常的操作,进入的定位信号和修改基准信号在混合器被混合并在累积器中被累积。即,参照图 1、图 3 和图 5,在元件 502 和 504 处接收的进入的定位信号通过开关被馈送到 RF 前端 126 并随后在模拟数字转换器中被向下转换和采样。接收的信号然后被传递到至少一个相关器 118。

[0127] 通过混合接收的定位信号与通过载波 NCO 408 和离散正弦和余弦映射函数 410 和 412 合成的载波基准信号,接收的定位信号被分成其同相和正交相成分。但是,在修改的基准信号与接收的定位信号混合之前,处理器确定 PRN1 是端射方向。对于元件 502 被切换到第一状态的第一 B 时隙,处理器检查表以确定是否需要对于载波 NCO 的偏移。在这种情况下,不需要偏移,因此不需要对于基准信号的修改。因此,允许累积按照正常的相关器操作前进。即,未修改的基准信号在混合器 404 和 406 中与接收的定位信号混合以产生混合信号、然后与代码基准信号混合并随后在累积器 422 和 424 中被累积。

[0128] 对于第二 B 时隙,处理器检查表以确定是否需要对于载波 NCO 的偏移。在这种情况下,需要 180° 的相位偏移。偏移被施加到当前载波基准信号相位值以在第二 B 时隙开始时产生修改基准信号并且元件 504 被切换到第一状态。相位偏移在 B 时隙的整个持续期中被连续施加到载波 NCO 值上。修改的基准信号与接收的定位信号混合以产生混合信号,然后与代码基准信号混合,并随后在累积器 422 和 424 中通过第一 B 时隙的值被累积以产生累积信号。两个 B 时隙因此在累积过程中被加在一起,并且,积分周期结束时的累积值因此代表端射束。

[0129] 注意,通过载波 NCO 408 合成的载波基准信号在积分周期中不改变,而仅在积分周期结束时被载波锁环 414 更新。

[0130] 在这里讨论的实施例中,在积分周期的整个持续期中在累积器中产生累积信号。但是,在其它的实施例中,各 B 时隙在其自身的单个累积器中被累积,累积器的最少数量与

需要的 B 时隙的最少数量对应。在这些实施例中,从在各单个累积器中组合信号获得累积的信号。

[0131] 在讨论的实施例中,只有一个元件可在积分周期内的任意瞬时上处于第一状态中。因此,当元件 504 被切换到第一状态时,元件 502 同时被切换到第二状态。

[0132] 在穿过代码锁环 426 之后,在累积器 422 和 424 中积分混合信号,从而产生累积信号。由于连续出现对于信号的操纵,因此混合信号的积分实际上是积分周期上的无限数量的修改信号的相加。因此,累积信号代表沿希望的方向形成的新射束。

[0133] 如上所述,天线阵列 104 和切换电路(开关 110)与执行需要的 PVT 方案以确定接收器的位置的定位接收器 114 耦合。由于进入的定位信号的方向对于任何给定的时间是已知的,因此,在各相关器通道中形成的射束可指向这些已知的方向,以使进入的信号的增益最大化而使来自其它方向的信号衰减,因此减轻多路的效果。

[0134] 虽然参照特定的例子描述了本发明,但是,本领域技术人员可以理解,可以以许多其它的形式体现本发明。

[0135] 在以下的权利要求和这里的描述中,术语“包括”、“包括有”或“其包括”是意味着至少包含跟随的要素/特征但不排除其它要素/特征的开放的术语。因此,在权利要求中使用的术语“包括”不应被解释为限于以下列出的意思或要素或步骤。例如,装置包含 A 和 B 的表达方式的范围不应限于仅包含要素 A 和 B 的装置。这里使用的术语“包含”、“包含有”或“其包含”也是意味着至少包含跟随术语的要素/特征但不排除其它要素/特征的开放的术语。因此,“包括”与“包含”同义。

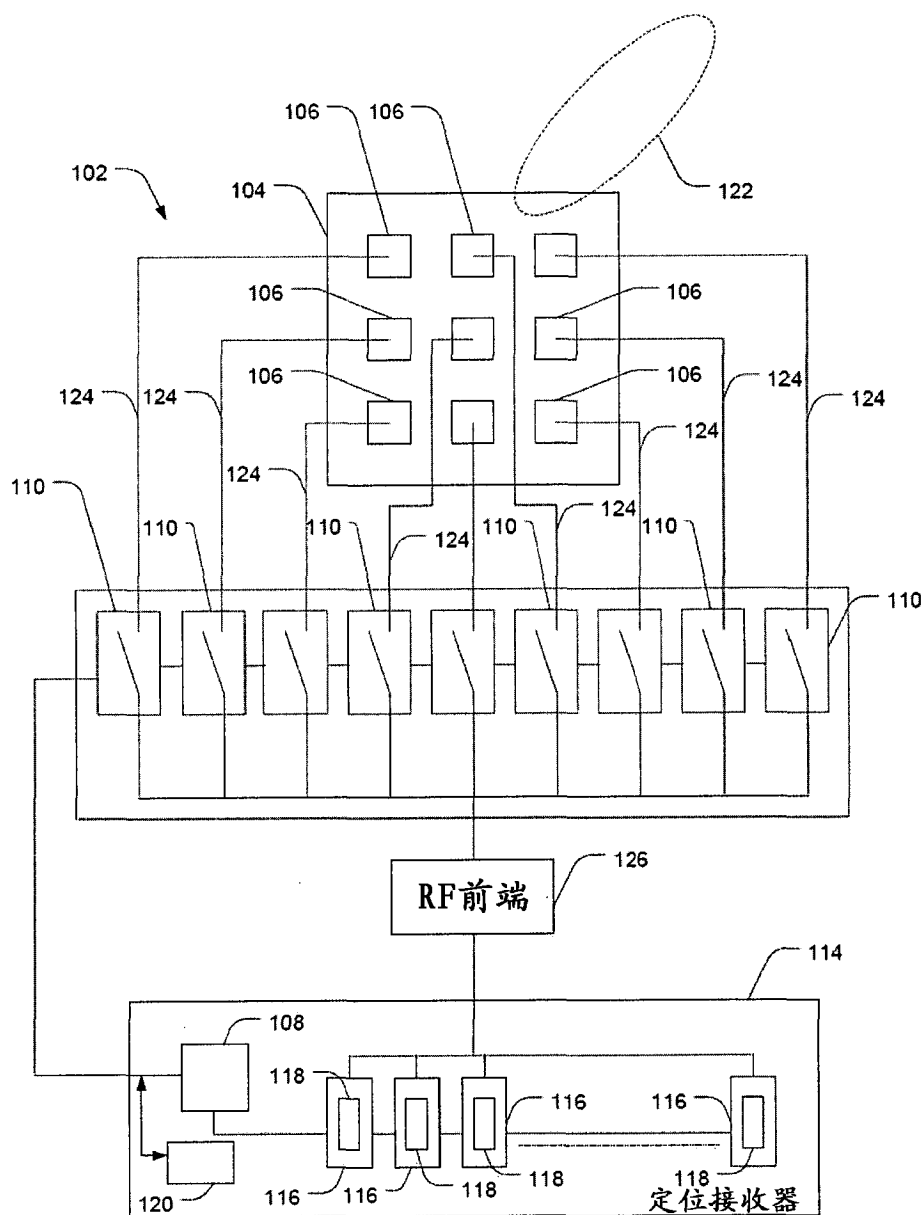


图 1

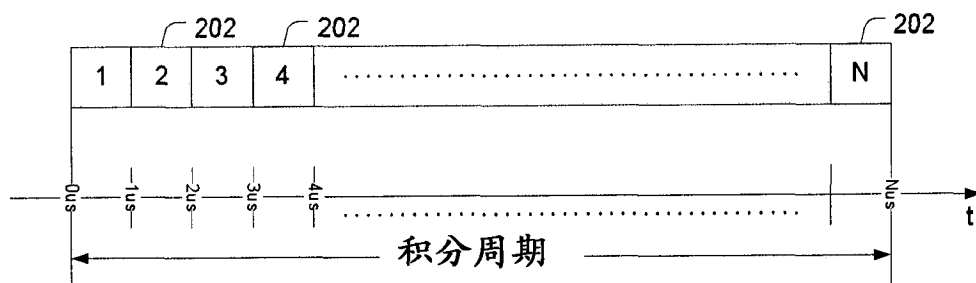


图 2

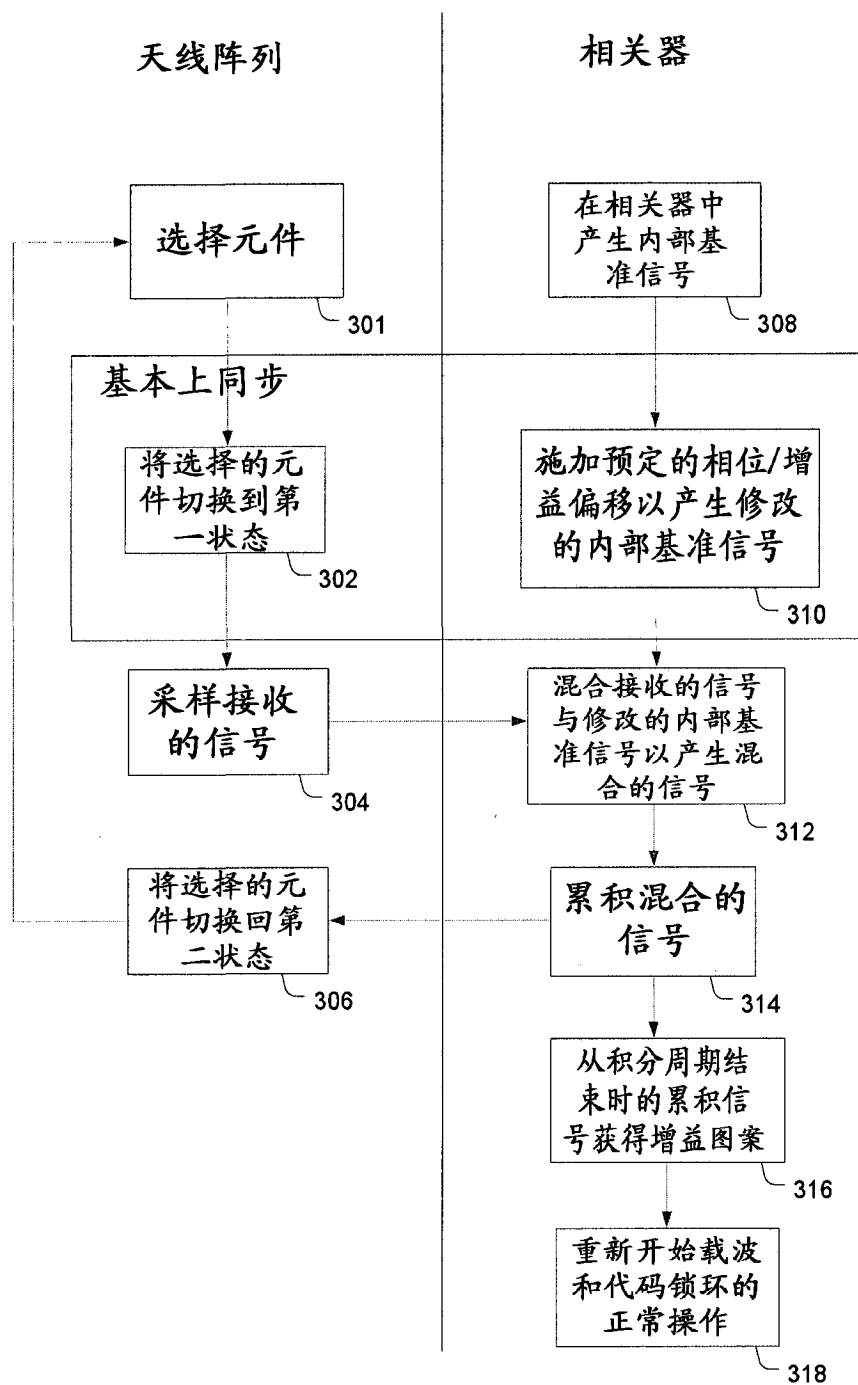


图 3

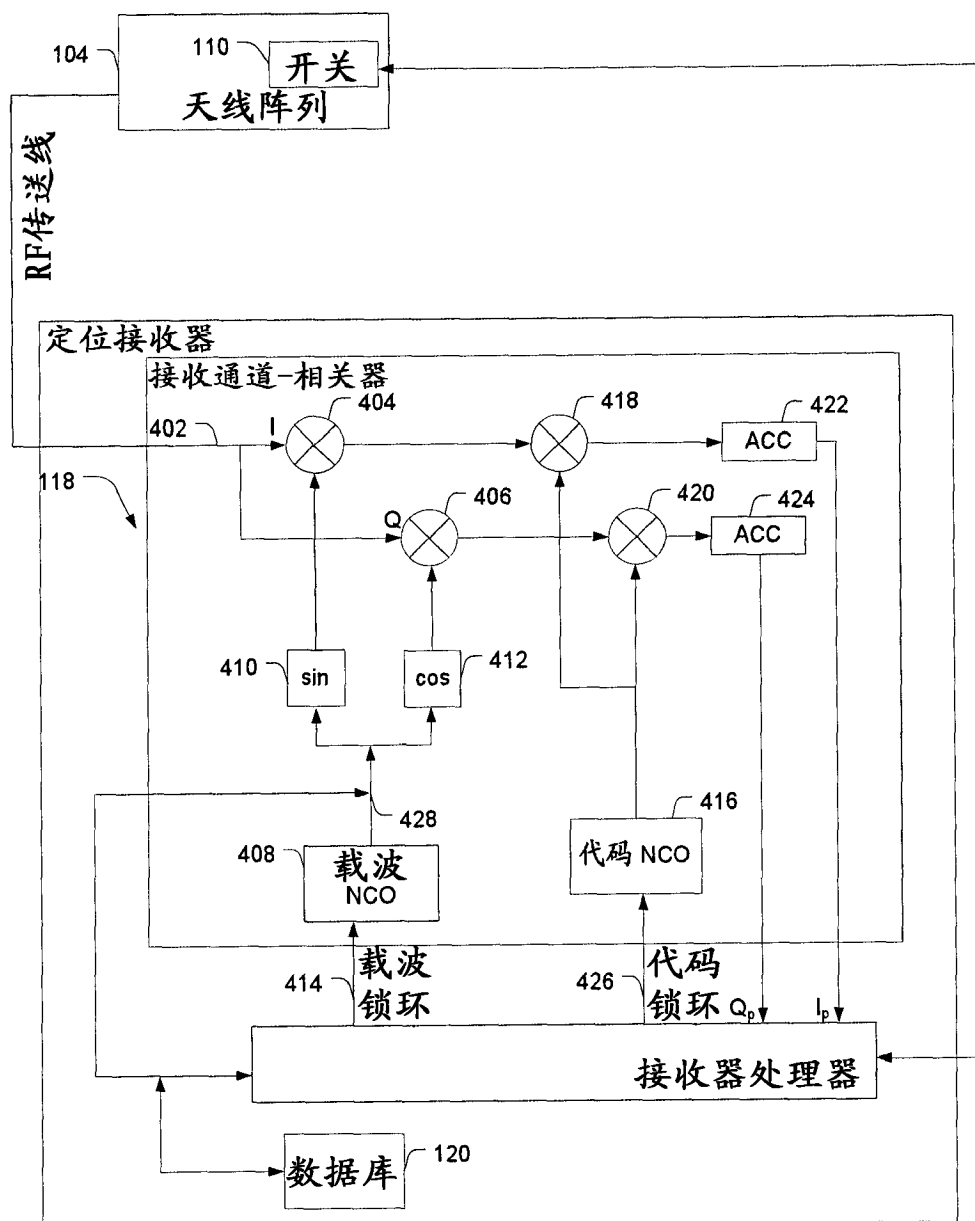


图 4

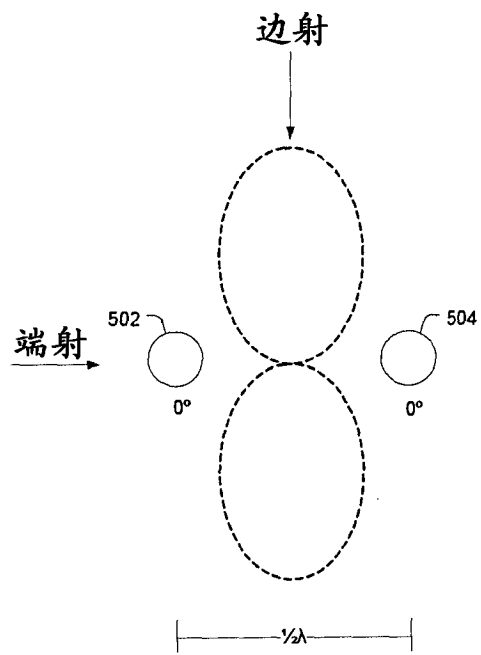


图 5a

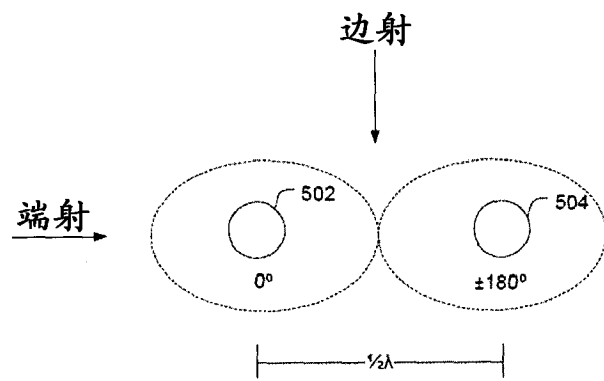


图 5b