



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105940552 B

(45)授权公告日 2019.05.07

(21)申请号 201480045216.8

(22)申请日 2014.08.15

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 105940552 A

(43)申请公布日 2016.09.14

(30)优先权数据
1314730.1 2013.08.16 GB

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2016.02.15

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/EP2014/067482 2014.08.15

(87)PCT国际申请的公布数据
W02015/022422 EN 2015.02.19

(73)专利权人 亚德诺半导体集团

地址 百慕大群岛(英)哈密尔顿

(72)发明人 C·奥克菲 M·奥布赖恩
S·塞克斯顿

(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 吴信刚

(51)Int.Cl.
H01Q 3/26(2006.01)

(56)对比文件
US 4532518 ,1985.07.30,
CN 1324504 A,2001.11.28, (续)

审查员 吕原

权利要求书3页 说明书16页 附图5页

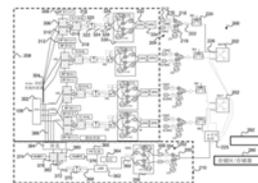
(54)发明名称

天线阵列校准的通信单元和方法

(57)摘要

说明一种用于通过多个耦合器和多个天线元件馈源校准耦合到多个发射器的天线阵列的方法,该方法包括,在通信单元:选择并耦合至少一个耦合器到所述通信单元的反馈路径中的校准接收器;由至少一个第一波束形成权重调整至少一个第一信号;施加经调整的至少一个第一信号到多个发射器中的第一发射器,和经由所选择的至少一个耦合器路由经调整的至少一个第一信号到校准接收器;通过以基本上等于所述至少一个第一波束形成权重的至少一个第二波束形成权重选择和调整所述至少一个第一信号而生成基准信号;比较使用所述至少一个第一波束形成权重调整的至少一个第一信号与由至少一个第二波束形成权重调整的至少一个第一信号基准信号,以确定至少一个第一参数结果;存储与所述第一发射器相关联的至少一个第一参数结果;对于随后的发射器,重复选择和耦合进一步的耦合器、调整,施加至少一个另外的信号到多个发射器的进一步的发射器,产生进一步

的参考信号,比较和存储至少一个另外的参数结果,直到多个耦合器已被选中;以及从多个参数结果确定至少一个校准校正系数,用于施加至少一个第二信号输入到耦合到天线阵列中的所述多个发射器的至少一个发射器,以大致相等具有向其应用的波束形成权重的至少一个第二信号的天线元件馈源的多个发射路径的传递函数。



CN 105940552 B

[接上页]

(56)对比文件

US 2012287978 A1,2012.11.15,

CN 1326321 C,2007.07.11,

1. 一种用于校准天线阵列的方法,所述天线阵列通过多个耦合器和多个天线元件馈源耦合到多个发射器,该方法包括在通信单元:

选择并耦合至少一个耦合器到所述通信单元的反馈路径中的校准接收器;

用至少一个第一波束形成权重调整至少一个第一信号;

提供经调整的至少一个第一信号到所述多个发射器中的第一发射器;

将与至少第一扇区波束和第二扇区波束关联的第一发射器输出信号从第一发射器输出到所述多个天线元件馈源中的天线元件馈源;

发送反馈信号到校准接收器,其中,所述反馈信号指示第一发射器输出信号以使得所述反馈信号与至少第一扇区波束和第二扇区波束相关联;

选择并通过用基本上等于所述至少一个第一波束形成权重的至少一个第二波束形成权重调整所述至少一个第一信号而生成参考信号;

比较所述反馈信号与所述参考信号,以确定至少一个第一参数结果;

存储与所述第一发射器相关联的所述的至少一个第一参数结果。

2. 如权利要求1所述的方法,进一步包括:

对于随后的发射器,重复以下步骤直到所述多个耦合器已被选中:选择并耦合另外的耦合器,调整和提供至少一个另外的信号到所述多个发射器中的另外的发射器,输出另外的发射器输出信号,产生另外的参考信号,比较和存储至少一个另外的参数结果;以及

从多个参数结果确定至少一个校准校正系数,以用于施加到输入到耦合到天线阵列的所述多个发射器中的至少一个发射器的至少一个第二信号,以使得对于施加了波束形成权重的所述至少一个第二信号而言到天线元件馈源的多个发射路径的传递函数大致相等,

其中,用所述至少一个第一波束形成权重调整所述至少一个第一信号包括使用复数乘法进行调整。

3. 如权利要求2所述的方法,其中,确定至少一个校准校正系数包括:确定经由复数乘法施加的独立的校准参数。

4. 如权利要求3所述的方法,进一步包括:基于每个公共载频或重叠占用的频谱分配多个独立的校准校正系数。

5. 如权利要求1所述的方法,其中,用至少一个第一波束形成权重调整的所述至少一个第一信号包括在第一扇区波束上发送的部分信号,并且用至少一个第二波束形成权重调整的至少一个第二信号包括在至少一个第二扇区波束上发送的部分信号。

6. 如权利要求5所述的方法,其中,施加到至少一个第一信号的所述至少一个第一波束形成权重以及施加到至少一个第二信号的所述至少一个第二波束形成权重是不同的值,并且由多个发射路径中的至少一个发射路径的发射器同时处理。

7. 如权利要求1所述的方法,其中,比较所述反馈信号与所述参考信号包括最小均方或最小均方误差确定。

8. 如权利要求2所述的方法,其中,从多个参数结果确定用于施加到至少一个第二信号的至少一个校准校正系数包括:在到单个天线元件的发射器的输出处耦合施加了的波束形成权重的所述至少一个第二信号。

9. 如权利要求2至8中任一项所述的方法,其中,确定至少一个校准校正系数包括:确定至少一个校准校正系数,以基于所述多个校准参数测量同时支持天线阵列上的多个扇区波

束。

10. 如权利要求1至8中任一项所述的方法,其中,比较所述反馈信号与所述参考信号包括:修改用于调整至少一个调整系数的自适应滤波器确定,所述至少一个调整系数用于校正耦合到天线阵列的单个发射器传递函数。

11. 如权利要求2至8中任一项所述的方法,进一步包括:

读取与相应的发射器的所述至少一个校准参数测量相关的至少一个校准校正系数;

归一化针对至少一个其它发射器的所述至少一个校准校正系数;和

响应于此,存储至少一个校准参数的调整,作为相应的发射器的校准校正系数。

12. 如权利要求11所述的方法,其中,归一化针对至少一个其它发射器的所述至少一个校准校正系数包括:归一化针对被确定为具有最长延迟时间的发射器的所述至少一个校准校正系数。

13. 如权利要求1至8中任一项所述的方法,其中,比较所述反馈信号与所述参考信号包括:响应于此,确定校正因子。

14. 如权利要求1至8中任一项所述的方法,其中,确定至少一个第一参数结果包括:确定所述至少一个校准测量的结果是否落在特定的结果范围内,并响应于否定确定,发起如下的至少一个:故障检测算法、天线阵列校正措施。

15. 如权利要求2至8中任一项所述的方法,其中,所述至少一个第一信号和所述至少一个第二信号是同一信号。

16. 如权利要求2至8中任一项所述的方法,其中,确定用于施加到输入到所述多个发射器中的至少一个发射器的至少一个第二信号的至少一个校准校正系数包括:使用重叠频谱占用或多个载波频率,在单个载波频上生成多个扇区。

17. 如权利要求16所述的方法,其中,在单个载波频率上生成多个扇区使用有源天线系统的公共天线元件。

18. 如权利要求1至8中任一项所述的方法,进一步包括提供如下至少一个的波束扇区划分:垂直平面、水平平面。

19. 如权利要求18所述的方法,其中,提供至少两个波束的波束扇区划分包括:提供第一功率的第一扇区波束和不同的第二功率的第二扇区波束。

20. 如权利要求18所述的方法,其中,提供至少两个波束的波束扇区划分包括:提供第一波束宽度的第一扇区波束和不同的第二波束宽度的第二扇区波束。

21. 一种计算机可读介质,包括用于校准天线阵列的程序代码,所述天线阵列被配置为发射与扇区波束关联的发射信号,所述天线阵列包括通过相应的耦合器端口耦合到多个相应的收发机的多个天线元件,所述程序代码在通信单元中被执行时可操作于执行任何前述权利要求的方法。

22. 一种用于校准天线阵列的通信单元,该通信单元包括:

多个发射器,可操作地耦合到包括多个天线元件的天线阵列;

开关矩阵,包括多个耦合器和开关,可操作地耦合所述多个发射器到多个天线元件馈源;

至少一个校准接收器,可操作地耦合到所述开关矩阵并且位于反馈路径中,使得所述至少一个校准接收器能经由可选择的耦合器端口可操作地耦合到所述多个发射器和所述

多个天线元件馈源；

至少一个波束形成器，被配置为用至少一个第一波束形成权重调整至少一个第一信号，并且提供经调整的至少一个第一信号到所述多个发射器中的第一发射器，其中第一发射器被配置为将与至少第一扇区波束和第二扇区波束关联的第一发射器输出信号输出到所述多个天线元件馈源中的天线元件馈源，并且其中所述至少一个校准接收器被配置为接收反馈信号，所述反馈信号指示第一发射器输出信号以使得所述反馈信号与至少第一扇区波束和第二扇区波束关联；

信号发生器，被配置为选择和用基本上等于所述至少一个第一波束形成权重的至少一个第二波束形成权重调整所述至少一个第一信号来产生参考信号；

测量逻辑，可操作地耦合到所述至少一个校准接收器和信号发生器，并且被配置为比较所述反馈信号与所述参考信号以确定至少一个第一参数结果；

存储器，可操作地耦合到测量逻辑，并且被配置为存储与所述第一发射器相关联的比较的结果。

23. 如权利要求22所述的通信单元，其中

所述信号发生器和测量逻辑被配置为对于随后的发射器重复以下步骤直到所述多个耦合器已被选中：选择并耦合另外的耦合器，调整和提供至少一个另外的信号到所述多个发射器中的另外的发射器，输出另外的发射器输出信号，产生另外的参考信号，比较和存储至少一个另外的参数结果，

所述通信单元进一步包括被配置为从多个参数结果确定至少一个校准校正系数的处理器，

所述通信单元进一步包括至少一个复数乘法器，所述复数乘法器被配置为施加所述至少一个校准校正系数到输入到耦合到天线阵列的所述多个发射器中的至少一个发射器的至少一个第二信号，以使得对于施加了波束形成权重的所述至少一个第二信号而言到天线元件馈源的多个发射路径的传递函数大致相等，并且

其中，所述另外的耦合器、所述至少一个另外的信号、所述另外的参考信号、所述至少一个另外的参数结果中的至少一者与用于所述第一信号的相同。

天线阵列校准的通信单元和方法

技术领域

[0001] 本发明的领域涉及用于天线阵列校准的天线装置和方法,特别是,例如在单个天线阵列上支持多扇区辐射信号。

背景技术

[0002] 在传统的无源天线系统中,仅一个扇区可以支持在单载波频率的天线上。无源天线的所有扇区的光束形状通常由天线元件结构和馈电网络的组合进行固定,所述馈电网络将信号施加到各个天线元件馈送。为了克服无源天线系统的缺点,有源天线阵列系统(AAS)已经被开发。AAS通常通过整合多个射频(RF)组件(例如,功率放大器、收发器、耦合器等)与天线辐射元件创建,其通常被认为是基站的一部分。这使得天线内的各辐射元件的信号的相位和振幅被电子控制,使用信号处理来塑造并引导辐射束的方向。方向可以在两个垂直和水平方位来控制,并且该技术更一般地被称为波束成形。

[0003] 垂直波束形成可用于创建多个束,至少一个波束用于每单元扇区专用的,并且其中所述光束被引导到远离天线的不同地理区域。在创造具有无源天线配置的两个专用小区扇区中,扇形区的硬件资源可加倍。目前,利用独立的天线阵列,提供天线射束的不同'片'(tilt)的已知方式使用常规无源天线。替代方法是区分天线阵列,以创建天线单元的子组作用于单独扇区,其中,每个子组将处理专用于单个单元扇区的光束。

[0004] 这两种技术提供不同的片有许多与之相关联的缺点。例如,在利用单独的天线阵列作用于不同扇区的情况下,天线单元的复制将需要被部署以提供相同的性能。这导致安装时间、天线塔占地要求和同轴馈电电缆以分开无线电单元作为基础设施部署的一部分而言增加了成本。

[0005] 另外,在天线阵列被子分区的情况下,可以由阵列产生的有效波束宽度增大,从而增加了相邻扇区之间的重叠区域。又一个缺点在于:由于该阵列变成在扇区之间划分,在可用天线增益有成比例的减小。

[0006] 在天线与传播(EUCAP),2012第六届欧洲会议,页面:278-2793,对用阵列用于输出垂直扇区划分梁进行了讨论。该文献没有考虑波束信号处理的合成或如何支持这种垂直扇区划分的光束的天线阵列的校准方案的实施例。

发明内容

[0007] 因此,本发明的目的是单独或以任何组合减轻、缓解或消除上述缺点的一个或多个。

[0008] 根据第一方面,说明一种用于通过多个耦合器和多个天线元件馈源校准耦合到多个发射器的天线阵列的方法。该方法包括,在通信单元:选择并耦合至少一个耦合器到所述通信单元的反馈路径中的校准接收器;由至少一个第一波束形成权重调整至少一个第一信号;施加经调整的至少一个第一信号到多个发射器中的第一发射器,和经由所选择的至少一个耦合器路由经调整的至少一个第一信号到校准接收器;通过以基本上等于所述至少一

个第一波束形成权重的至少一个第二波束形成权重选择和调整所述至少一个第一信号而生成基准信号;比较使用所述至少一个第一波束形成权重调整的至少一个第一信号与由至少一个第二波束形成权重调整的至少一个第一信号基准信号,以确定至少一个第一参数结果;存储与所述第一发射器相关联的至少一个第一参数结果;对于随后的发射器,重复选择和耦合进一步的耦合器、调整,施加至少一个另外的信号到多个发射器的进一步的发射器,产生进一步的参考信号,比较和存储至少一个另外的参数结果,直到多个耦合器已被选中;以及从多个参数结果确定至少一个校准校正系数,用于施加至少一个第二信号输入到耦合到天线阵列中的所述多个发射器的至少一个发射器,以大致相等于具有向其应用的波束形成权重的至少一个第二信号的天线元件馈源的多个发射路径的传递函数。

[0009] 根据可选的例子,使用至少一个第一波束形成权重调整至少一个第一信号可以包括:使用复数乘法调整。

[0010] 根据可选的示例,确定至少一个校准校正系数可以包括:确定经由复数乘法施加的独立校准参数。在一个示例中,该方法可以进一步包括:基于每个共载频分配多个独立的校准校正系数,或重叠占用的频谱基础。

[0011] 根据可选的示例,由至少一个第一波束形成权重调整的至少一个第一信号可以包括在第一扇区波束上发送的信号的比例,以及由至少一个第二波束形成器权重调整的至少一个第二信号可包括在至少一个第二扇区波束上发送的信号的比例。根据可选的示例,施加到至少一个第一信号的至少一个第一波束形成权重,以及施加到至少一个第二信号的至少一个第二波束形成权重可以是不同的值,并且可以通过多个发射路径的至少一个发射路径的发射器同时处理。

[0012] 根据可选的示例,比较与由至少一个第一波束形成权重调整的所述至少一个第一信号和由至少一个第二波束形成权重调整的至少一个第一信号参考信号可包括最小均方或最小均方误差确定。

[0013] 根据可选的示例,从多个参数的结果确定至少一个校准校正系数用于施加到至少一个第二信号输入可包括:耦合在发射器的输出具有向其施加的波束形成权重的至少一个第二信号到单个天线单元。

[0014] 根据可选的示例,确定至少一个校准校正系数可包括:基于所述多个校准参数测量,确定至少一个校准校正系数以同时支持天线阵列上的多个扇形波束。

[0015] 根据可选的示例,比较由所述至少一个第一波束形成权重调整的至少一个第一信号与由至少一个第二波束形成权重调整的至少一个第一信号参考信号可以包括:修改自适应滤波器确定,用于实现至少一个换算系数的调整,用于校正耦合到天线阵列中的单个发射器传输函数。

[0016] 根据可选的示例,该方法可以进一步包括:读取涉及相应发射器的至少一个校准参数测量的至少一个校准校正系数;相关于至少一个其它发射器,正常化至少一个校准校正系数;和响应于此,存储至少一个校准参数的调整,作为各发射器的校准校正系数。在这个例子中,相对于至少一个其它发射器归一化至少一个校准校正系数可以包括:相对于被确定为具有最长延迟的发射器,归一化至少一个校准校正系数。

[0017] 根据可选的示例,比较使用至少一个第一波束形成权重调整的至少一个第一信号与由至少一个第二波束形成权重调整的至少一个第一信号参考信号可以进一步包括:响应

其上,确定校正因子。

[0018] 根据可选的示例,确定至少一个第一参数结果可以包括:确定所述至少一个校准测量结果是否落在结果的特定范围内,并响应于否定确定,起始如下的至少一个:故障检测算法、天线阵列纠正操作。

[0019] 根据可选的示例,该至少一个第一信号和所述至少第二信号可以是相同的信号。

[0020] 根据可选的示例,确定至少一个校准校正系数,用于施加至少一个第二信号输入多个发射器的至少一个发射器可以包括:使用重叠频谱占用或多个载波频率,生成单个载波频上的多个扇区。

[0021] 根据可选的示例,在单个载频生成多个扇区可以使用有源天线系统的共用天线单元。

[0022] 根据可选的示例,该方法可以进一步包括:在如下的至少一个提供光束扇区划分:垂直平面、水平平面。在这个例子中,提供指示两个光束的光束扇区划分可包括:提供第一功率的第一扇形光束和不同的第二功率的第二扇形光束。在这个例子中,为至少两个光束提供光束扇区划分可以包括:提供在第一波束宽度的第一扇形光束和在不同的第二波束宽度的第二扇形光束。

[0023] 根据本发明的第二方面,一种计算机程序产品包括用于校准天线阵列的程序代码,其包括通过各自的耦合器端口耦合到多个各自的收发机的多个天线元件,所述计算机程序产品包括程序代码,可操作用于当在通信单元执行时,执行本发明的第一方面的方法。

[0024] 根据本发明的第三方面,一种用于校准天线阵列的通信单元包括:多个发射器,可操作地耦合到包括多个天线元件的天线阵列;开关矩阵,包括多个耦合器和开关,可操作地耦合所述多个天线元件馈源的多个发射器;至少一个校准接收器,可操作地耦合到所述开关矩阵和位于反馈路径,使得所述至少一个校准接收器可经由可选择的耦合器端口操作地耦合到所述多个发射器和多个天线元件馈源;至少一个波束形成器,设置成使用至少一个第一波束形成权重调整至少一个第一信号,和应用经调整的至少一个第一信号到多个发射器的第一发射器,其中第一发射器经由经选择的至少一个耦合器路由调整的至少一个第一信号到校准接收器。所述通信单元进一步包括:信号发生器,通过以基本上等于所述至少一个第一波束形成权重的至少一个第二波束形成权重选择和调整所述至少一个第一信号,设置成产生基准信号;测量逻辑,可操作地耦合到所述至少一个校准接收器和信号发生器,和经配置成比较使用所述至少一个第一波束形成权重调整的至少一个第一信号与由至少一个第二波束成形权重调整的至少一个第一信号基准信号的,以确定至少一个第一参数结果;存储器,可操作地耦合到测量逻辑,和配置成存储与所述第一发射器相关联的比较结果;其中,所述信号发生器和测量逻辑被配置为对于随后的发射器,重复选择和耦合到另一个耦合器、调整操作、施加信号到多个发射器的另一发射器、产生进一步的基准信号、比较和存储,直到多个耦合器已被选择;以及处理器,配置为从多个参数结果确定至少一个校准校正系数;和至少一个复数乘法器,配置为应用至少一个校准校正系数到耦合到天线阵列中的多个发射器的至少一个发射器的至少一个第二信号输入,以大致相等具有向其施加波束形成权值的至少一个第二信号的天线元件馈源的多个发射路径的传递函数。

附图说明

- [0025] 仅通过作为示例的方式,参考附图对本发明的实施例进行说明,其中:
- [0026] 图1示出在产生两个扇区的网络中部署有源天线系统的一个例子。
- [0027] 图2示出有源天线阵列系统(AAS)架构的一个例子。
- [0028] 图3示出有源天线阵列系统(AAS)架构的另一个例子。
- [0029] 图4示出校准有源天线阵列系统(AAS)的架构的处理的例子流程图。
- [0030] 图5示出可用于实现本发明实施例的信号处理功能的典型计算系统。

具体实施方式

[0031] 本发明的示例实施例参照在无线通信系统中使用的智能(或活性)天线技术进行说明。本发明的示例实施例描述校准和利用有源天线阵列系统(AAS)的整体的装置,以支持多扇区操作,从而支持使用相同的天线单元的不同光束。以这种方式,描述了一种机制,有效地提供在单个天线阵列上的多扇区支持。此外,在一些示例中,可有利地提供多扇区支持,其利用相同的载波频率或重叠占用的频谱和利用天线阵列的共同的天线元件。

[0032] 下面的描述集中在本发明的实施例,其适用于长期演进(LTE)蜂窝通信系统中使用的有源天线阵列,包括基于频分双工(FDD)的LTE网络和演进到这个标准,例如LTE-A由第三代合作伙伴计划(3GPP™)标准化。本发明的示例实施例也适用于LTE的时分双工(TDD)变体,例如TD-LTE。然而,可以理解,本发明不局限于该特定蜂窝通信系统,而可以应用到任何无线通信系统中,包括传统的无线系统,例如利用天线阵列配置的3G UMTS和HSPA,其中使用多个天线元件。

[0033] 为清楚的目的,表述'占用带宽'的定义已经由3GPP TS 34.121提供。这里,占用带宽(OBW)是含有99%的发射光谱的总积分功率的带宽,集中于所分配的信道频率(作为分配给单个扇区)。占用频谱然后根据定义,是所分配的信道频率减去分配的信道频率的一半的占用带宽加上一半的占用带宽。

[0034] 其中,扇区具有'重叠占用的频谱',这种表达在本文中定义为包括第二扇区的占用带宽内的任何频率常用的一个扇区的占用频谱内的任意频率。

[0035] 对于在此描述的示例实施例的目的,蜂窝网络的扇区是三维空间(由天线波束和传播环境中定义),由此用户设备(UE)可以利用指定的信道频率或多个信道频率中继消息来往于基站。

[0036] 本地地理区域内的相邻扇区常常可以包括进一步的独特属性,以允许UE装置来区分它们分开,或者限制干扰,这些属性例如是:单元或扇区ID(标识符)广播作为嵌入调制逻辑信道的部分、扰频码、载频、空中接口协议或通道占用的带宽。

[0037] 参考图1,根据本发明的一些实施例示出生成两个分区的有源天线系统102。在该示例实施例中,所述有源天线系统102能在下行链路传输路径中形成多个光束形状104、106。仅显示支持两个扇区的两个光束形状,仅供参考。在其它示例中,也可以在接收上行链路路径产生相应的接收波束。

[0038] 有源天线系统102还包括通过至少一个光学界面109可操作地连接到基带单元/模块108。在本示例中,至少一个光学界面109是常见的公共无线电接口(CPRI)。在其它示例中,所述至少一个光学接口可以是OBSAI RP3-01接口,或开放无线电设备接口(ORI)。在这

个示例中,CPRI接口109可以是可操作的,以允许IQ数据样本被转移来至于基带单元/模块108,其可驻留在AAS 102的远程物理位置。在这个示例中,基带模块108包括解调呼叫处理功能和核心网络回程功能。在一些示例中,基带部/模块108还可以含有例如LTE系统的RNC(无线电网控制)功能。在其它示例中,基带部/模块108可以嵌入在AAS 102中。AAS 102进一步可操作地连接到DC(直流)电源模块110,其可操作以供电AAS 102。

[0039] 在这个例子中,AAS 102可用于发射和接收不同扇区的不同光束形状104、106,利用共同的辐射元件。参照后面附图描述的本发明的示例实施例提供使用相同的天线元件而校准和利用AAS 102上高达天线单元的整体,以支持不同光束的一种装置。以这种方式,描述一种机制,有效地在例如单个天线阵列上提供多扇区支持。此外,在一些示例中,可有利地利用相同的载波频率或重叠占用的频谱提供多扇区支持和支持相同的空中接口标准和使用天线阵列的共同天线元件。

[0040] 以这种方式,AAS 102可进行校准以利用公共辐射元件而提供具有不同的片(垂直)和或盘(水平)的输出。在一些示例中,可有利地发射和接收在不同片和盘的波束,以便扇区104的干扰基本上不降低其他的,例如106。

[0041] 虽然相对于每个扇区提供相同或类似的波束宽度示出示例实施例,可以设想,在其他示例中,例如当AAS支持比方说宏观和小单元应用时,本文所描述的概念也可应用到支持每个扇区的不同波束宽度。在小单元应用中,当所支持的小区扇区对于AAS更本地时,可希望具有更宽的垂直光束宽度。在这方面,可有利地使用该阵列的可用天线元件的全部的子集,以产生例如小区扇区波束。

[0042] 当垂直扇区划分被认为在宏单元基站中时,取决于周围地面水平上天线安装的高度,裙子地球的地平线的光束通常介于 2° 和 4° 倾角。因此,通过垂直扇区划分技术放置在靠近天线阵列的光束将被覆盖较小的地理区域,并且将靠近天线安装。垂直扇区划分的常规扇区波束指向角为可以是例如扇区1的 2° 和扇区2的 10° 倾角。移动运营商管理小区扇区的光束中的下行链路(DL)功率,以维持接收的信号CINR的一定链路预算(载波与干扰加噪声比)到由单元扇区服务的用户设备(UE)设备。因此,相比于位于进一步远离的那些,靠近天线的UE设备将需要AAS的较少下行链路(DL)发射功率,以维持给定的CINR。鉴于此,每个扇区波束的发射功率可以是不同的,以保持特定扇区提供服务UE,以接收最低限度的给定的CINR,例如,在扇区1的 2° 倾角和扇区2扇区波束的 10° 倾角。本发明的实施例可以例如具有基于每个扇区为基础调整的信号,以管理提供服务的UE设备的链路CINR预算。在一些示例中,这可以通过下行链路上的每个扇区的信号的专门标量的装置(例如幅值乘数)或通过调整施加到束的权重的装置完成。

[0043] 虽然相对于在垂直平面内提供光束扇区划分示出示例实施例,可以设想,在其他示例中,本文描述的概念也可被施加到水平平面或垂直和水平平面两者。通过本文示例给出的示例实施例允许垂直扇区划分;然而明显的是,如果有问题的天线阵列以这样的方式被配置,例如通过包括在阵列中列的装置或者通过安装平行于垂直平面的AAS 102的装置,使用的技术应用于水平扇区划分。

[0044] 现在参考图2,示出适于支持本发明的示例实施例的有源天线阵列系统(AAS)102的示例。示例AAS 102包括CPRI接口109,用于连接到蜂窝基站的基带处理单元,诸如第三代合作伙伴计划(3GPP™)演进节点B(eNodeB)。蜂窝基站包括在接收路径执行解调解码和在发

送路径中调制和编码的基带电路。在LTE中模式操作中,多输入/多输出(MIMO)数据例如在基站和AAS 102之间传输。AAS 102包括一个或多个它自己的基带处理电路208,其被配置来执行功能,包括但不限于例如系统控制、波束形成操纵和其他的信号处理。本发明的示例实施例利用多个并行收发器路径,经常等同于使用的多个天线元件。在一个示例实施例中,进一步的收发器路径可以被包括以提供专用的通用校准收发器路径210。

[0045] AAS 102(其在一个示例中可包含通信网络元件或广播发射器的RF传输子系统)包括通过开关耦合器结构228可操作地耦合到天线装置202的多个平行的收发器电路201,在该例子中,包括交叉偏振天线元件的阵列。如图所示,收发信机201内的发送模块204和接收模块206也可操作地连接到天线配置202。

[0046] 在这个例子中,天线装置202包括具有利用例如+45°和-45°的正交天线元件的多个交叉极化(XPOL)天线元件的天线阵列,与连接每个天线端口的独立的发送模块204和接收模块206。在一些示例中,分组元素可以联动,并与所有元件的共用馈源进行馈入。每个元件辐射由AAS处理的总束功率的比例。基于'在空中组合'信号光束的主瓣的方向连贯地大大增加,波束形成工作。因此,通过任何一种元件或联动元件组处理的信号仅形成在AAS的辐射光束中处理的总信号功率的一部分。

[0047] 在一些例子中,可以设想,使用多个天线元件,多个合成极化可以应用于例如发射(DL)实施例中。在本发明人共同未决英国专利申请号:GB0921956.9中所包含的教导(围绕使用发送信号上的合成极化也可以)适合于在本文所描述的示例实施例。在此教导中,辐射信号的偏振可以通过控制所述施加到天线装置202的横极化天线元件的馈源203、205的所述信号的振幅和相位进行操纵,而且这个特性因此通过引用并入本文。

[0048] 在发送模式中,同相和正交(LQ)样本对被输入到数字信号处理模块208,其中他们按照本文图3描述的实施例进行信号处理。数字修改的“I”和“Q”信号对然后被输入到数模转换器(DAC)212,然后模拟信号在低通滤波器216进行滤波。基带模拟信号在上行混合器电路218,219中进行上变频,和在功率放大器222放大之前组合。射频功率放大的信号然后通过双工器224和耦合器结构228馈送到天线阵列202。

[0049] 在接收模式下,每个接收器电路可经由耦合器结构228操作地耦合到XPOL天线元件,其能够接收极化分集信号。通过带通滤波器230(未示出),耦合器结构228提供通过双工器224接收的信号到相应的低噪声放大器(LNA)。LNA 230提供接收信号的放大版本到各自的同相和正交(T和“Q”)下变频级232,其经配置以基于频率下变频的本地振荡器信号向下转换各个放大的接收信号。下变频的本地振荡器信号以正交格式从本地振荡器产生子系统236、230馈送。相应的正交下变频放大的接收信号被输入到各自的低通滤波器238,然后到相应的模数转换器214,以变换正交下变频的接收信号为数字形式。所得的数字信号被传递到用于处理的数字信号处理模块208。

[0050] 本领域技术人员可理解,这里描述的示例实施例可以不同的方式在其它架构来实现,例如天线阵列可以配置成,使得某些天线元件被专用于发送处理,和其它天线元件仅专用于接收处理。另外,在这样的配置中,双工功能可以通过过滤器替换。

[0051] 校准反馈路径也使用耦合器结构228提供。发送信号的比较少的一部分(例如,-30dB),或接收信号的较大代表部分(例如,-10dB)被耦合到耦合端口,其经由无线电频率交换矩阵225被供给到校准反馈路径。在一个示例中,无线电频率交换矩阵225被置于反馈路

径上,使得输入到校准收发器210的单个检测路径可用于多个收发信机。校准反馈路径被配置在反馈接收机中,以下变频在IQ格式的信号到信号处理模块208,其中发送信号的相位、振幅和/或延迟失配的检测被测定和校正。相位失配、幅度失配和延迟的参数是为本文所描述的实施例的校准参数的一些例子。

[0052] 在一个示例实施例中,校准方案(例如如参照图4所述)可以被配置为解决事实:可提供给天线阵列的每个天线单元馈送的唯一信号。为此,每一个校准比较测量可生成比较或校准的唯一参考。在一个示例中,共同的发送信号被发送到所有天线元件。

[0053] 检测并计算相位,振幅和/或发射的信号的延迟失配的量的机制的示例在由同一申请人共同未决的专利申请GB0902410.0中进行了描述,其中的机制在此引入作为参考。

[0054] 在这个例子中,AAS 102进一步包括由DC馈源110馈送的DC电源管理模块260,其管理DC电源到AAS 102中的各种相应部件和电路。为简单起见,没有说明DC电力管理模块260的操作,以及任何时钟产生功能或模块(未示出)。

[0055] 示例AAS 102还包括可选的以太网连接242。在一个示例实施例中,可以使用OBSAI RP3 01(未示出)或ORI接口。

[0056] 在操作中,图2的架构已被配置以使用相同的天线元件提供校准和利用长达AAS 102的天线单元的整体的装置,以支持不同的光束。在一个示例中,在上变频和放大在RF射频之前,通过使用校准并存储的波束形成权值处理所述MIMO流,基带处理电路208(其在一个实施例中实施为一个或多个数字信号处理器(DSP)或现场可编程门阵列(FPGA))配置成处理每个扇区的单独的MIMO(多输入多输出)流,每个扇区的流通过CPRI接口109接收。

[0057] 在一些示例中,说明一种校准通过多个耦合器和多个天线元件馈源耦合到多个发射器的天线阵列的方法。该方法包括,在通信单元:选择并耦合至少一个耦合器到所述通信单元的反馈路径中的校准接收器;由至少一个第一波束形成权重调整至少一个第一信号;施加经调整的至少一个第一信号到多个发射器中的第一发射器,和经由所选择的至少一个耦合器路由经调整的至少一个第一信号到校准接收器;通过以基本上等于所述至少一个第一波束形成权重的至少一个第二波束形成权重选择和调整所述至少一个第一信号而生成基准信号;比较使用所述至少一个第一波束形成权重调整的至少一个第一信号与由至少一个第二波束形成权重调整的至少一个第一信号基准信号,以确定至少一个第一参数结果;存储与所述第一发射器相关联的至少一个第一参数结果;对于随后的发射器,重复选择和耦合进一步的耦合器、调整,施加至少一个另外的信号到多个发射器的进一步的发射器,产生进一步的参考信号,比较和存储至少一个另外的参数结果,直到多个耦合器已被选中;以及从多个参数结果确定至少一个校准校正系数,用于施加至少一个第二信号输入到耦合到天线阵列中的所述多个发射器的至少一个发射器,以大致相等于具有向其应用的波束形成权重的至少一个第二信号的天线元件馈源的多个发射路径的传递函数。在一个示例中,所述第一信号可以相同于第二信号。

[0058] 如本领域理解的,传递函数是对输入信号的输出,经常服用的形式进行的信号变换:

[0059] $Output(t) = TF(t) * Input(t)$;

[0060] 其中:Output(t)是相对于时间的输出信号,

[0061] TF(t)是相对于时间的传递函数,以及

[0062] Input (t) 是相对于时间的输入信号。

[0063] 在一个例子中,可以设想,与分离MIMO流相反,也可以使用单一的数据流。LTE空中接口支持的 2×2 MIMO作为最低。然而,一些遗留的空中接口标准不采用MIMO,例如UMTS™和GSM™。在一些示例应用中,在此描述的示例性实施例可以适于形成AAS的单个下行链路数据流。这样的方案将禁止不使用本文所述的概念,例如垂直扇区划分和校准。在这种情况下,信号处理将只包含DL数据流之一的数据。

[0064] 在本发明的示例中,可确定多个校准参数测量的至少一个校准修正系数。该至少一个校准修正系数可应用到输入到天线阵列的多个发射器的一个或多个后续信号/,以便基本相等发射路径的传递函数到一个或多个随后的信号的天线元件馈源。

[0065] 在一个示例中,在I-Q数字基带域中,该阵列校准校正可以对发射(下行链路(DL))光束和接收(上行链路(UL))的信号执行。以这种方式,一个机制描述了有效地提供多扇区支持单个天线阵列上。此外,在一些示例中,可有利地利用相同的载波频率或重叠占用的频谱和利用天线阵列的共同天线元件提供多扇区支持。

[0066] 此外,在一些示例中,可有利地利用小于所述天线阵列的可能的天线元件的全长互补提供多扇区支持。以这种方式,一个或多个天线元件将不被选择为改变光束形状的装置。

[0067] 在其它示例中,可以设想,所述各电子束可用于支持多种空中接口技术,诸如各种代蜂窝通信,例如全球移动通信系统(GSM™),EDGE,通用移动通信系统(UMTSTM)蜂窝通信系统,第三代合作伙伴计划(3GPP)系统,和这个标准的演进,例如长期演进(LTE)系统,HSPA+等。在此描述的示例实施例参考基于LTE的解决方案。如将被本领域技术人员可以理解,本教导可应用于范围广泛的替代空中接口标准,并因此不被视为限制于LTE架构。

[0068] 现在参考图3,示出图2的校准收发器210的208及发射下行链路基带处理电路的更详细的示例框图。为了清楚的目的,图3示出了四个发射块,一个用于AAS 102的天线元件的每个偏振馈源。尽管图3示出仅发送信号处理实施例,可以设想,相当的接收路径和接收信号处理的示例实施例将得到支持。例如,描述如何使用束的两面方法可以用于上行链路(UL)来合成接收路径信号的机构描述在同一申请人的共同未决的专利申请GB0902410.0中,在此引用作为参考。

[0069] 在一个示例中,UL光束可以合成以基本匹配一个或多个束特征或参数,例如在下行链路(DL)中使用的波束指向方向和/或那些垂直划分光束的,如本文中详细描述。

[0070] 在一个例子中,至少两个扇区的下行链路(DL)(发射)数据由AAS的基带处理单元108通过CPRI接口109提供。其中,' 2×2 'MIMO被认为每个扇区,每扇区的IQ数据样本的两个逻辑通道数据流从基带单元通过CPRI接口109被运送到所述的AAS 102。CPRI接口109耦合到CPRI解码逻辑302,其将从基带单元108输送的信号解码到IQ数据的至少四个逻辑信道。每个逻辑信道IQ数据流将对应于每个扇区的两个MIMO信号中的一个。CPRI解码逻辑302的这四个逻辑通道输出304包括:扇区1 MIMO1,扇区1 MIMO2,扇区2 MIMO 1和扇区2 MIMO 2。在本实施例中,每个发射器有两个MIMO逻辑信道数据馈送信号。每个发射器馈送天线元件(S)的偏振馈源。在这个例子中,两个扇区被同时支持;由此,这意味着发送器同时输出两个扇区,各个在DL处理,每扇区两个MIMO逻辑信道流。

[0071] 尽管这个例子是参照" 2×2 "MIMO的情况描述,可以设想在其他示例(未描述),在

此描述可应用于任何MIMO配置,诸如例如“4×4”MIMO。其中放置光束以产生单元扇区,通常有上行链路接收束和下行链路发射波束覆盖相同的地理区域。由于这个原因,光束对于上行链路和下行链路基本上相同,因此,射束加权将对于接收和发送是基本上相同的,在示例中,如果权重被优化为例如发射和接收之间的频率差,在光束中可有细微差别。

[0072] 在一个示例中,基本上共同光束形式的权重可以使用与MIMO束或用于接收和发送光束。其中,放置光束以生成单元扇区,通常以创建覆盖相同的地理区域的上行链路接收束和下行链路发射束。由于这个原因,光束将对于上行和下行基本上相同。因此,波束权重将对于接收和发送功能基本相同的。然而,在一些示例中,如果权重被优化以例如解决频率发射和接收之间的任何差异,光束中可存在细微差别。

[0073] 在该示例实施例中,每个扇区由两个逻辑信道MIMO流支持;第一单个MIMO逻辑信道数据流,它在-45°倾斜极化被上变换和传输,与扇区的其它第二MIMO逻辑信道数据流在+45°倾斜极化发送。例如,如图所示,带后缀‘1’的每个MIMO逻辑信道在+45°倾斜极化发送,和具有后缀‘2’的信号在-45°的倾斜极化发送。虽然图3已经说明2扇区的实施方式,可以设想,在其他示例中,可以类似的方式处理多个数据流以产生多于两个扇区。从图3明显的是,要发送的逻辑信道MIMO流(例如在-45°倾斜极化)被运送到通过接口总线304支持该极化的发射器路径。

[0074] 让我们考虑发射器中的一个来描述这里使用的示例概念。在这里,在通过CPRI检测逻辑302传递之后,逻辑信道从MIMO馈源接收MIMO流。值得注意的是,根据示例实施例,各波束形成权重308,312被施加(通过复数乘法级306、310)到发射器上的相应逻辑信道。在一个示例中,复数乘法级306,310调整通过其中的信号的幅度和相位。在这种情况下,复数乘法器是使用笛卡尔格式的复数的,以相乘逻辑信道上直角格式表示的另一信号(即,IQ信号)。来自两个复数乘法级306、310的输出然后在IQ格式在求和逻辑314中求和。求和逻辑的输出被进一步在复数乘法器318中使用校准的校正系数316进行调整。该校准校正系数316(作为复数乘法阶段318的输入)用于保持在天线的元馈电点203的各信号的正确幅度和相位的校正系数。

[0075] 本发明人已经确定,上变频每个逻辑信道并加入交上转换往往是不理想的,在于数字本地振荡器(DLO)的载波之间的相位差需要在整个天线阵列同步。这是难以实现的,并具有现有技术的限制。此外,校准校正处理需要以每个扇区为基础被复制,这是逻辑资源方面次优的。

[0076] 使用的波束形成权重308、312取决于许多因素,例如如下的一个或多个:所需要的光束形状,指示方向,数组大小,用于旁瓣和波束宽度优化的多项式加权,载波频率,阵列中的元件位置和阵列上其他元件之间的距离。这些因素在深度上在主题的许多论文中讨论并在此将不再重复,以避免描述的示例的概念混淆。

[0077] 为了清楚的目的,每个复数乘法器(306,310,318)被描述为单独的乘法器。然而,熟练的技术人员将理解,在其它示例实现中,乘法器可以资源共享以减少实际的实现开销。以这种方式,波束形成权值和校准校正因子可以由相同的复数乘法器(306,310,318)来实现。同样地,在其他示例中,该校准校正系数可以通过调整波束形成乘法器具有波束形成权值进行应用,以便限制实现所需的乘数资源的数量。

[0078] 射束加权和幅度和相位校正的逻辑信道信号通过滤波器和内插级处理。因此,从

进一步复数乘法级318的输出通过第一低通滤波器320,内插函数322和第二低通滤波器324的输入。滤波器320、324的目的是频谱过滤信号,以符合发射器的频谱屏蔽要求,和限制走样作为插值的一部分。内插函数322用于转化采样率为由后续的信号处理功能所需的,诸如数字上变频器(DUC) 330、数字预失真(DPD) 334和模拟到数字转换器(ADC)。

[0079] 从第二低通滤波器324输出的滤波和内插信号然后通过延迟调节块328使用校正调整326进行处理,该延迟调整框328可以是例如整数取样延迟线电路或拉格朗日内插样本。在一个示例中,这两个方案的组合可以应用于实施延迟调整功能。拉格朗日样本内插器是在信号处理路径上实现调整的非整数时钟延迟的装置。延迟调整块(例如,拉格朗日采样插补器) 328、内插功能322和低通滤波器324处理直角数字域的信号。将独立使用所定义的处理来处理I和Q路径。

[0080] 延迟调整块328的输出被输入到数字上变频(DUC)阶段330。DUC 330的目的是将在输入的数字信号转换成到复杂的中频(IF)输出。例如以0HZ为中心的输入基带信号可以上转换为以例如-50MHz为中心。由于信号是笛卡尔IQ格式,载体可以是以0HZ为中心的正或负频率。数字本地振荡器(DLO)频率设置IF上变频频率,这可以在系统被配置,以支持相同发射器链的多个载频传输,如本领域已知的。虽然图3示出单一的上转换阶段,可以设想在其它示例中,多个DUC阶段可以平行用于每个发射器链,以便同时支持不同的载波频率。多个DUC阶段的输出可加入以形成支持多个载波频率的复合IQ信号。

[0081] DUC级330的信号输出然后由波峰因子降低(CFR)信号处理块332处理。CFR信号处理块332的目的是减少通过随后被处理信号处理链处理的信号的峰值对平均值电平。例如,LTE和WCDMA的滤波信号通常具有大约14dB的峰值对平均值比。与回退14dB运行的功率放大器(PA)效率低下地工作。因此,CFR信号处理块332最小化峰均比,通常在7dB的顺序,而基本上不降解信号数字的优点,例如它的误差矢量幅度(EVM)或频谱屏蔽。以这种方式,PA可被允许接近其最佳效率点运行。由于可到各天线元件馈源的信号不完全相同,凭借每元件施加不同的射束权重的,常见的CFR块不用于特定偏振的所有信号。因此,独立的CFR信号处理块332(以及因此,DPD 334)是在每个信号处理链的基础上和/或每射频路径基础上实施。

[0082] CFR信号处理块332的输出被输入到DPD函数334,它基于对在处理链中使用的PA所测量的失真而向信号应用于在功率放大器的信号。该DPD功能334校正功率放大失真,例如AM-AM,AM-PM和PA的记忆效应。需要反馈点以感测PA失真,为清楚的目的,这没有在图3示出。DPD函数334的输出被路由到一对IQ DAC(数模转换器) 212,使用IQ混频器218过滤216和上变频到RF频率,所述IQ混频器218使用通过正交产生的信号处理功能219耦合的本地振荡器馈送。经由双工器224,耦合器结构226和天线阵列202的路由之前,虽然向上转换的信号在RF频率由PA 222放大,相对于图2描述。在一些示例中,PA 222的输出可以可选地耦合关(未示出),用于DPD目的。双工器224可以连接到未示出的接收器。双工器输出被传递到反馈耦合器226,所述反馈耦合器226连接到天线阵列202的天线元件的天线馈源。

[0083] 在一些例子中,如果所讨论的天线元件不用于接收处理,双工器224可以通过滤波器取代。

[0084] 为清楚起见以及不模糊图3,图3示出仅阵列的两个天线元件。应当理解,对于大多数实际目的,阵列的大小将大于这个值,并且通常可以使用八至十个天线。

[0085] 另外,为了清楚起见并不模糊图3,可以设想,在其它示例中,多个偏振的信号可以

被施加,例如其中所有四个流可被施加到每个天线元件。

[0086] 本领域技术人员可以理解,因为一个扇区可以在垂直平面中多于另一个显著向下倾斜,它会覆盖更靠近AAS安装位置的较小的地理区域。因此,对于在此接近的地理位置的给定的载波干扰加噪声比(CINR)性能,可希望具有低得多的功率用于本扇区的MIMO馈源。在一个示例中,这可以通过在基带处理单元108调整MIMO馈送信号电平设置和/或可经由调整波束成形器乘法器值308、312来实现。

[0087] 在一个示例中,由AAS支持的扇区放置可源自从上行链路(UL)信号处理衍生的信息,以定位用户组的密度。在本示例中,UL信号处理可以被执行以确定用户功率角集中于哪些到达UL角度。在一系列波束的指向角度,上行链路接收功率测量将允许产生'用户集中'指向角的轮廓。从这个可确定界宽波束的最佳倾斜。从同一申请人的专利申请GB0911694.8专利描述了一种装置,以确定AAS的地理覆盖区域的用户概要分析,其中该教导在此引入作为参考。

[0088] 现在参照信号处理链的校准收发器210,如图3所述。如呈现给天线元件馈源的信号被耦合关,多个耦合端口之一被连接到RF开关矩阵225。RF开关矩阵225的一个目的在于选择天线阵列中的元件的馈电点的多个耦合信号的至少一个。在本示例中,校准收发器210包括分离器350,以支持正交下变频混频器352和低通滤波354。所产生的信号然后具有能够由随后的ADC 356处理的信号的幅度和频率范围。在ADC级之后,DC偏移去除的已知技术也被利用,并不以认为必要的任何更大程度进行解释,以便不混淆或分散本发明的教导。ADC的数字IQ输出信号然后在数字下变频(DDC)功能358处理,以输出一个信号,它是基本相同的被耦合回上转换的信号。这些信号(它们是在笛卡尔格式)被输入到低通滤波器360,其信号输出被输入到最小均方(LMS)自适应滤波器362。LMS自适应滤波器的功能362是比较低通滤波器的360输出的信号与参考信号,滤波器368的输出,和确定两个信号之间的振幅、相位366和时间(等待时间)差异364。被比较的信号是产生基准368的低通滤波器,其从低通滤波器360馈送回。一旦触发由软件程序来做到这一点,LMS自适应滤波器362将输出比较结果,在比较测定时间周期之后估计所述两个信号的差。在其它示例中,也可以采用可替代的自适应滤波器拓扑,诸如MMSE(最小装置平方误差)自适应滤波器。LMS或其它自适应滤波器类型(诸如,MMSE)构成测量逻辑的示例,用于确定(例如测量或比较)反馈信号和参考信号之间的差异。

[0089] 校准收发器经由元件368-384执行LMS自适应滤波器362的参考信号生成功能,用于发送路径校准。例如,LMS自适应滤波器362的基准信号通过在开关384选择在特定发射链上输出的逻辑通道生成,所述特定发射链在复数乘法器输出波束形成器378、380的校准比较测量下。这些逻辑IQ通道每次复值通过寄存器374、376配置的波束形成加权。这些波束形成权重寄存器的374,376值基本上相等,在校准比较测量下的特定传输链中,如通过RF开关225的反馈路径选择地。

[0090] 应该理解的是,波束权重(如寄存器374、376配置)相等于例如寄存器308,312编程。然而,在一些示例实施例中,可以设想一些实施方式可改变在寄存器的每个配置所使用的精确值。例如,如果在参照生成路径上需要的固定点逻辑的比特宽度不同于发射路径上需要的固定点逻辑的位宽度,所述波束权重可构成不同的数值,并且将相应于存在这些寄存器上。也可使用例如一个路径上的浮点算术以及另一路径上的固定点算术。在这个例子

中,可以改变相同值的数值表示。如果格式改变,则作为本领域已知的,所配置的值数值舍入误差会体现,这样的精确值将被略微改变。因此,对本文中的权利要求,“基本相等”的光束权重用于校准比较测量和参考产生的发射器。

[0091] 波束形成器378、380的输出信号然后通过过滤器368、372和内插器370按照发送链进行处理。然后,这形成了LMS自适应滤波器362的参照。在一个示例中,开关384可以通过复乘法器或定标器模块对于一起加入以形成基准的所有四种可能的逻辑信道被替换,其中未使用的逻辑信道被编程零增益,有效地切断形成参考的一部分的这个逻辑路径的信号。因此,在该方式中,开关384、复数乘法器或定标器模块可用于校准的基准信号的选择。

[0092] 在引用图3的例子中,只是两个逻辑信道能够由波束形成器306、310或378、380处理;然而应当理解,这里所包含的教导不限制实施方式只是两条路径。

[0093] 此外,在另一示例(未示出以避免混淆图3)中,可期望具有CFR信号处理块332的实例,以形成参考信号生成的部分,串联低通滤波器368,使得该处理链的信号经过和比较测量下的发送路径的相同表现。以这种方式,可提高校准测量精度。

[0094] 在一个示例实施例中,校准收发器210进一步被设置成处理所述反馈信号,以确定任何相位、振幅和/或延迟失配是否存在以及是否因此还需要每个单独发送信号的定标,如果可以实现,以实施进一步的复标量和/或延迟调整。

[0095] 在本发明的实施例,可确定多个校准参数测量中的至少一个校准修正系数。该至少一个校准修正系数可以被应用到输入到天线阵列的多个发射器的一个或多个后续(例如,第二)信号,以便基本相等发射路径的传递函数到一个或多个随后(例如,第二)的信号的天线元件馈源。

[0096] 在一个示例实施例中,校准收发器210间歇运行,如路径延迟的相位和振幅响应的改变是缓慢变化的现象。在一个示例中,校准收发器210可以被配置成也通过例如监控微处理器392而控制RF开关矩阵225内的RF信号的路由。

[0097] 参考图4,根据本发明的示例方面,示例流程图示出例如位于AAS中的有源天线系统中阵列校准的方法。最初,在402,校准模式被启动,例如通过校准算法的运行。在一个示例中,校准算法的启动可以由例如从在基带通信接口(例如,CPRI)上控制的远程监模块的指令的装置开始触发,或者例如,校准算法可以被触发并调度以开始AAS内的机载软件程序。在一个示例中,校准算法的调度可以被配置成发生在预定的时间或可被触发作为改变的操作条件的检测的结果,例如由于环境变化,诸如其中有源天线模块超过温度阈值或者当新的AAS安装或当AAS需要重新配置。替代地,在其他示例中,该算法可被启动/触发以由网络元件,启动,例如网络运营和管理控制(OMC)实体或响应于网络规划或通过在天线阵列的自优化例程。

[0098] 在404,至少一个校准接收机被使能。该算法然后配置校准反馈路径,这在一个示例中包括接通相应的反馈路径电路,并设置影响的反馈信号的特性,例如一个或多个参数:设置本地振荡器(L0)频率(多个)和/或数字本地振荡器(DLO)频率,设置滤波器的带宽,设定反馈接收器的增益响应,等等。在一个示例中,并有利地,这些设置可以是所有反馈比较测量共同的,从而否定对校准结果的任何影响。

[0099] 在406,RF切换耦合矩阵然后被选定以路由对耦合器端口信号的一个的期望信号到反馈接收机。与该耦合的反馈信号相关联的逻辑信道也已被选中。这些逻辑信道(使用开

关384选择)具有波束形成权重施加RefBFI374、RefBF2 376,对应于测量的实际元件反馈。因此,在408,波束形成权重被选择并分配到基准生成块。在一些示例中,所述波束形成权重可先前已经确定,但应是基本上相同于所选择的反馈路径中所用的。

[0100] 在410,执行校准比较测量,例如使用至少均值平方(LMS)函数。在一个示例中,在得到结果之前,LMS函数可以给定时间以收敛到最终值。在一个例子中,等待收敛时间可取决于自适应滤波器的一个或多个特性,容许的所得误差和/或采用的任何LMS齿轮策略。

[0101] 在一个示例中,在412,所执行的校准比较测量结果从LMS读取,和存储归因于这一耦合反馈路径。在一些示例中,所执行的校准比较测量可被存储在集成的存储模块中。

[0102] 在414,确定校正路径是否是阵列的最终耦合反馈路径。如果在414,该算法确定最终的比较测量结果还没有被执行并存储,该流程图转换到406,新的反馈路径被选择并重复该过程。否则,算法进行到416,并确定所存储的比较测量结果是否预期的范围内。在一些示例中,预期的范围可先前已经确定。在这一点,在一些示例中,振幅性能方面的任何异常值可以被识别。这些例如可以是发射器链中的组件故障而导致。通常,这些结果可以指示报警状态,或者它们可以触发校正动作,以复位发射链的参数形式。如果做不到这一点,就不会有的波束形成参数阵列的其余部分的变形,以补偿发生故障的路径。

[0103] 如果该算法在416确定所得到的结果不在预期的范围内,则算法转换到在418运行故障检测序列。否则,如果该算法在416确定所得到的结果是最终的比较测量的校准序列以及结果落在预期公差范围内,则基准发射器被选择为所有参考振幅和相位在420。校准算法的目的之一在于确保所有发射器的传递函数基本上相同,因此,波束形成信号整保存在天线元件馈源。出于这个原因,一个发射器被选择为基准,且所有其它发射器具有被确定以匹配该基准发射器的传递函数的调整。该过程可涉及划分基准发射器的一个LMS IQ的结果和所有其他结果。在它提供例如预期范围内的最低增益以及所有其它发射器然后可调节到这个最低增益的基础上,可以选择基准发射器。只要可向所述发射器的剩余部分调节,从而确保了所选择的参考发射器的大致相等的传递函数,选择所述基准发射器的基础并不重要。对于在此描述的这些实施例,大致相等的传递函数可以是校准方案的容差范围内。在一个示例中,该容差可以是优于增益均衡的1分贝变异和优于相位均衡的 20° 变化。

[0104] 在一个示例中,为了正常化延迟,测量结果的最长延迟结果可是指定参考,和所有其他路径可相对于这一个测量。

[0105] 在422,该算法可读取之前分配到发射器的校准修正系数,即 $C_i A+B_j$ 结果,如使用校准修正系数寄存器316、318和相关联的 Δt 结果,如图3的延迟调整用寄存器326所用。在424,然后,420的归一化调整优于修改先前使用的归一化结果,如在422编译以产生一组新的校正系数。在一个示例中,根据在示例实施方式中使用的LMS调节路径,并且如果所述信号增益调整计算是在分贝格式或线性格式,修正可以是加或减处理,或乘法或除法处理。延迟调整始终在加减运算处理中修改。这将导致新的更新的系数,用于校正每个发射路径。在426,更新的校准修正系数被发送到每个发射器,其中更新的 $C_i A+B_j$ 和 Δt 被写入寄存器存储单元,例如316,326分别用于应用校正调整因子到天线阵列的每个发射器路径中处理的信号。校准算法随后在428完成。

[0106] 以这种方式,一种校准通过多个耦合器和多个天线元件馈源耦合到多个发射器的天线阵列的方法。该方法包括,在通信单元:选择并耦合至少一个耦合器到所述通信单元的

反馈路径中的校准接收器;由至少一个第一波束形成权重调整至少一个第一信号;施加经调整的至少一个第一信号到多个发射器中的第一发射器,和经由所选择的至少一个耦合器路由经调整的至少一个第一信号到校准接收器;通过以基本上等于所述至少一个第一波束形成权重的至少一个第二波束形成权重选择和调整所述至少一个第一信号而生成基准信号;比较使用所述至少一个第一波束形成权重调整的至少一个第一信号与由至少一个第二波束形成权重调整的至少一个第一信号基准信号,以确定至少一个第一参数结果;存储与所述第一发射器相关联的至少一个第一参数结果;对于随后的发射器,重复选择和耦合进一步的耦合器、调整,施加至少一个另外的信号到多个发射器的进一步的发射器,产生进一步的参考信号,比较和存储至少一个另外的参数结果,直到多个耦合器已被选中;以及从多个参数结果确定至少一个校准校正系数,用于施加至少一个第二信号输入到耦合到天线阵列中的所述多个发射器的至少一个发射器,以大致相等于具有向其应用的波束形成权重的至少一个第二信号的天线元件馈源的多个发射路径的传递函数。

[0107] 现在参考图5,示出典型计算系统500,其可以被用于实现本发明实施例的信号处理功能。这种类型的计算系统可以在网络元件/无线通信单元使用。在一些示例中,计算机程序和存储介质可以位于云或某处操作环境的网络中,例如在操作和管理中心(OMC)。相关领域技术人员还将认识到如何使用其它计算机系统或架构来实现本发明。计算系统500可代表例如台式计算机、膝上型或笔记本计算机、手持计算设备(PDA、手机、掌上型电脑等)、大型机、服务器、客户机或任何其它类型的专用或通用计算设备,如可能期望或适用于给定应用或环境。计算系统500可包括一个或多个处理器,诸如处理器504。处理器504可以使用通用或专用处理引擎来实现,诸如例如微处理器、微控制器或其他控制逻辑。在这个例子中,处理器504被连接到总线502或其它通信介质。

[0108] 计算系统500还可包括主存储器508,诸如随机存取存储器(RAM)或其他动态存储器,用于存储由处理器504执行的信息和指令。主存储器508还可以用于存储临时变量或由处理器504执行指令期间的其它中间信息。计算系统500同样可以包括只读存储器(ROM)或耦合到总线502的其他静态存储装置,用于存储静态信息和指令的处理器504。

[0109] 计算系统500还可以包括信息存储系统510,其可以例如包括介质驱动器512和可拆卸存储接口520。介质驱动器512可包括驱动器或其它机构,以支持固定或可移动存储介质,例如作为硬盘驱动器,软盘驱动器,磁带驱动器,光盘驱动器,压缩盘(CD)或数字视频驱动器(DVD)读或写驱动器(R或RW),或其他可移动或固定介质驱动。存储介质518可以例如包括硬盘,软盘,磁带,光盘,CD或DVD,或读取和写入到介质驱动器512的其它固定或可移动介质。如这些示例所示,该存储介质518可以包括其中存储有特定计算机软件或数据的计算机可读存储介质。

[0110] 在替代实施例中,信息存储系统510可以包括其他类似的组件,用于允许计算机程序或其他指令或数据被载入计算系统500。这样的组件可以例如包括可移动存储单元522和接口520,诸如程序盒式存储器和盒式接口,可拆卸存储器(例如,闪存存储器或其它可拆卸存储模块)和存储器插槽,以及其它可移动存储单元522和接口520,其允许软件和数据从可移动存储单元518传送到计算系统500。

[0111] 计算系统500还可以包括通信接口524。通信接口524可用于允许软件和数据在计算系统500和外部设备之间传送。通信接口524的示例可包括调制解调器、网络接口(诸如,

以太网或其他NIC卡)、通信端口(诸如例如,通用串行总线(USB)端口)、PCMCIA槽和卡等,软件和经由通信接口524传送的数据是电子、电磁和光学或能够通过通信接口524接收的信号的形式。这些信号经由信道528提供给通信接口524。该信道528可以携带信号并且可以使用无线介质、电线或电缆、光纤或者其它通信介质来实现。信道的一些例子包括电话线、蜂窝电话链路、RF链路、网络接口、局域网或广域网和其它通信信道。

[0112] 在这个文件中,术语“计算机程序产品”、“计算机可读介质”等通常可被用于指介质,诸如例如,存储器508,存储设备518,或存储单元522。这些和其他形式的计算机可读介质可存储由处理器504使用的一个或多个指令,以使处理器执行指定操作。这种指令一般被称为“计算机程序代码”(其可以以计算机程序或其他分组的形式被分组),当执行时,使得计算系统500执行本发明的实施例的功能。注意,代码可直接使处理器执行指定的操作,编译这样做,和/或与其它软件、硬件和/或固件元件组合(例如,用于执行标准功能的库)以这样做。

[0113] 另外,在其中元件使用软件实现的实施例中,软件可以存储在计算机可读介质和加载到计算系统500,例如,可移动存储驱动器522,驱动器512或通信接口524控制逻辑(在这个例子中,软件指令或计算机程序代码),当由处理器504执行时,使处理器504执行如本文所述的本发明的功能。

[0114] 应当理解,为了清楚起见,上面的描述参考不同的功能单元和处理器描述了本发明的实施例。然而,显而易见的是,例如相对于该波束形成器逻辑或测量逻辑,可在不偏离本发明的情况下,使用不同功能单元或处理器之间任何适当的功能分布。例如,示出由单独的处理器或控制器执行的功能可以由同一处理器或控制器来执行。因此,对于特定功能单元仅被视为参考适当装置用于提供所描述的功能,而不是指示严格的逻辑或物理结构或组织。

[0115] 本发明的方面可以以任何合适的形式,包括硬件,软件,固件或这些的任何组合来实现。本发明可以可选地至少部分作为在一个或多个数据处理器和/或数字信号处理器上运行的计算机软件。因此,本发明的一个实施例的元件和组件可以在物理上,功能上和逻辑上以任何适当的方式实现。实际上,功能可以在单个单元中实现,在多个单元中或者作为其他功能单元的一部分。

[0116] 尽管本发明已经结合一些实施例进行了描述,但并不意在限于这里阐述的特定形式。相反,本发明的范围仅由所附权利要求限定。另外,尽管特征可能看起来是结合特定实施例来描述的,本领域技术人员将认识到,所描述实施例的各种特征可以根据本发明进行组合。在权利要求书中,术语“包括”不排除其他元件或步骤的存在。

[0117] 此外,尽管单独列出,但是多个装置、元件或方法步骤可以由例如单个单元或处理器实现。另外,尽管各个特征可以被包括在不同的权利要求中,这些可被有利地组合,并且包括在不同权利要求中并不意味着特征的组合是不可行的和/或有利的。另外,在一类权利要求中包括特征并不意味着限制于这种类型,而是指示该特征同样适用于其它权利要求类别。

[0118] 此外,特征在权利要求中的顺序并不意味着其中特征必须执行的任何具体顺序,并且特别地,方法权利要求中各个步骤的顺序并不意味着这些步骤必须按照该顺序来执行。而是,步骤可以以任何适当的顺序执行。另外,单数引用并不排除多个。因此,提及“一”,

“一个”，“第一”，“第二”等不排除多个。

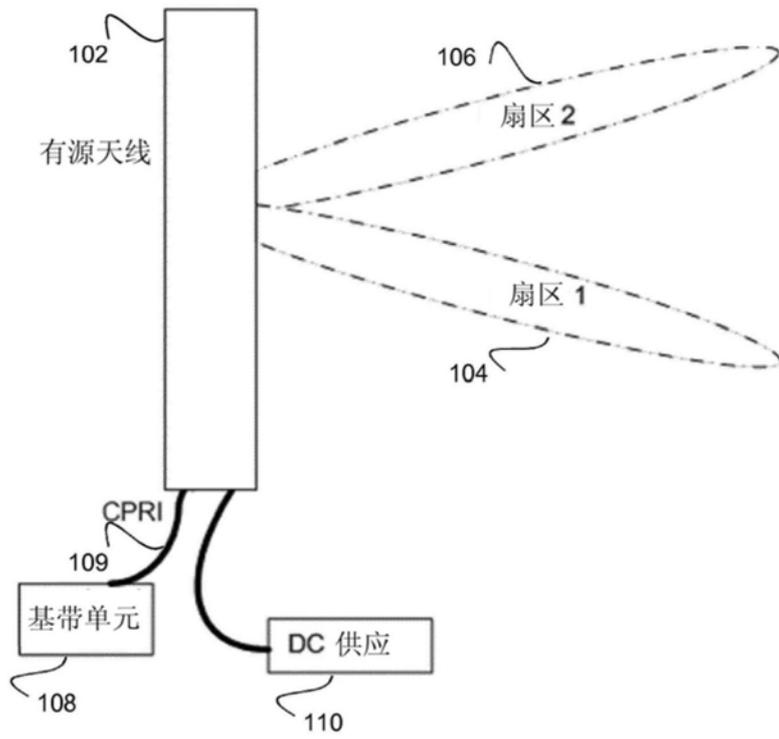


图1

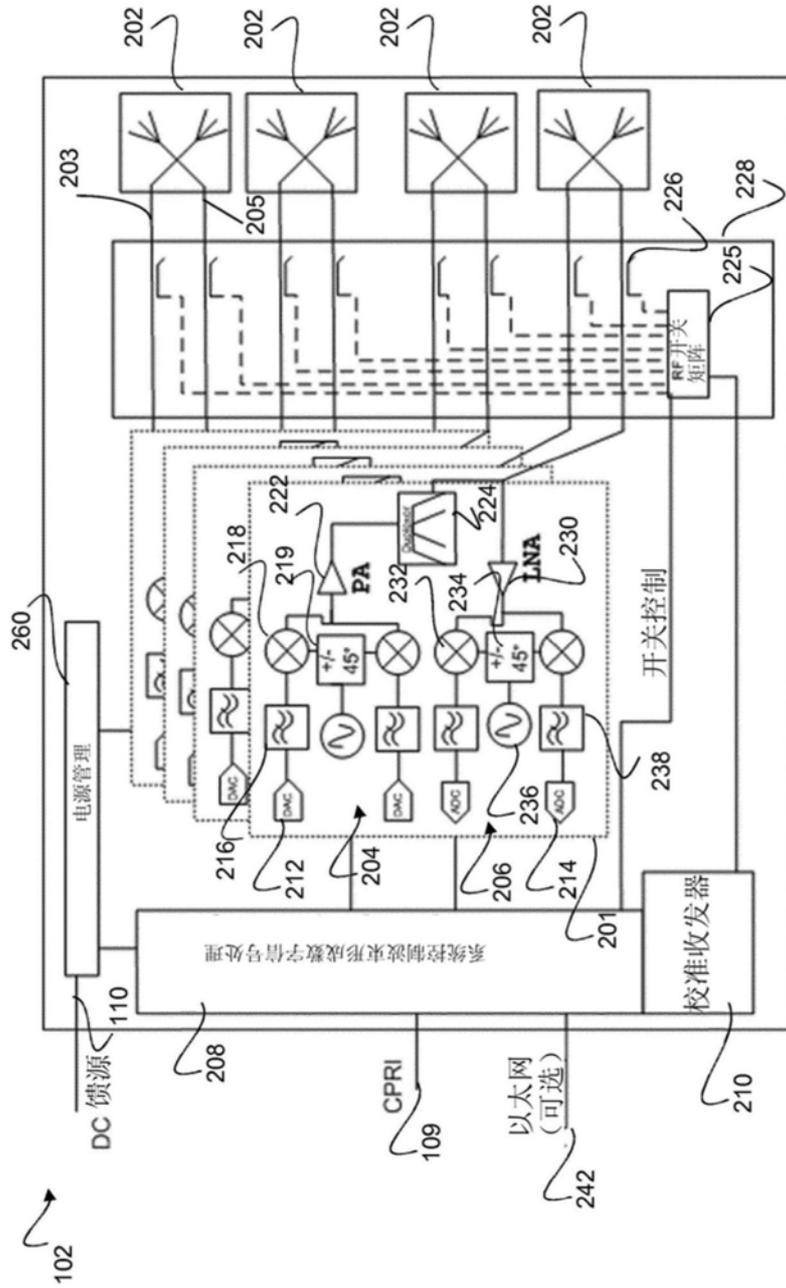


图2

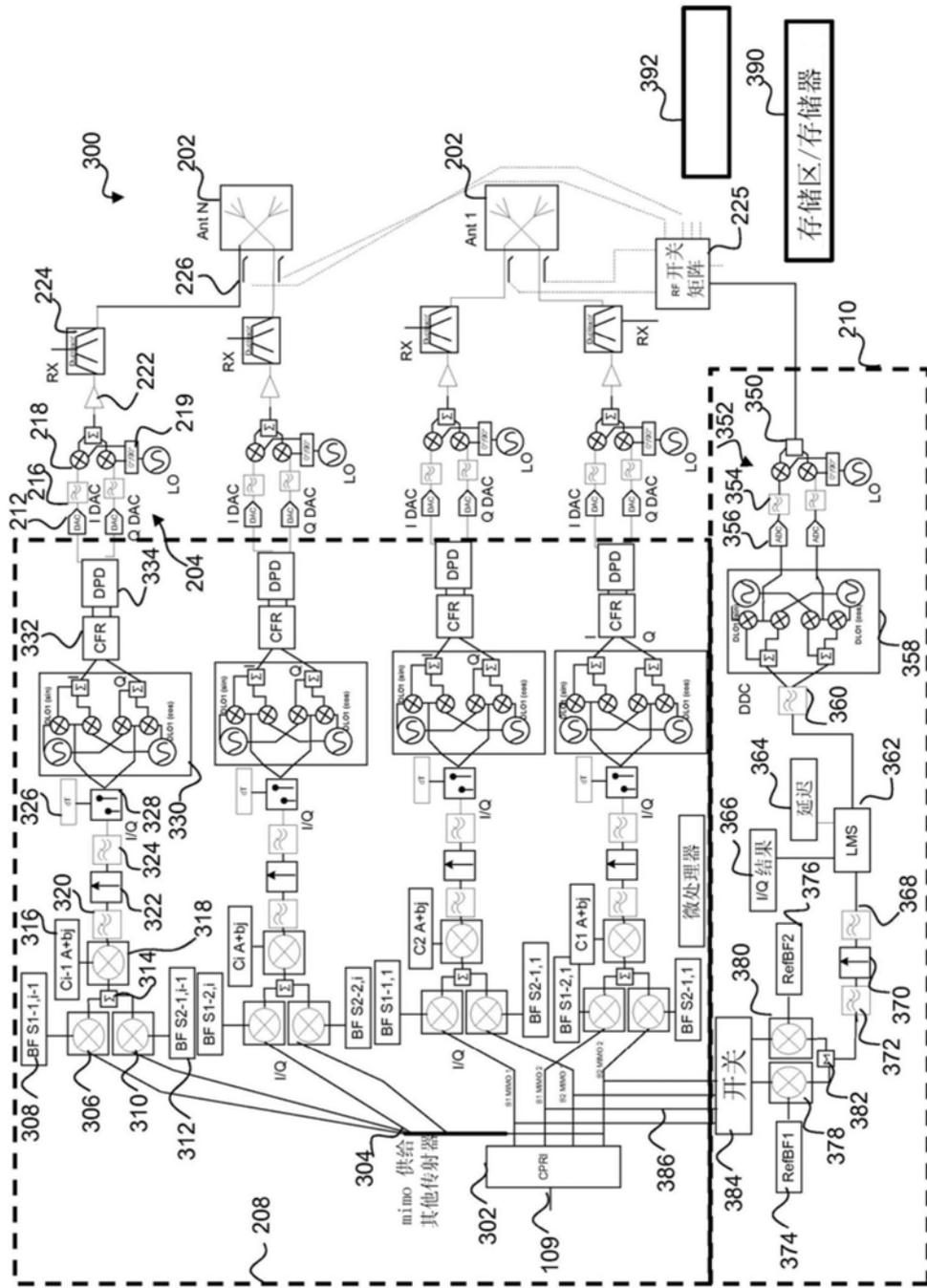


图3

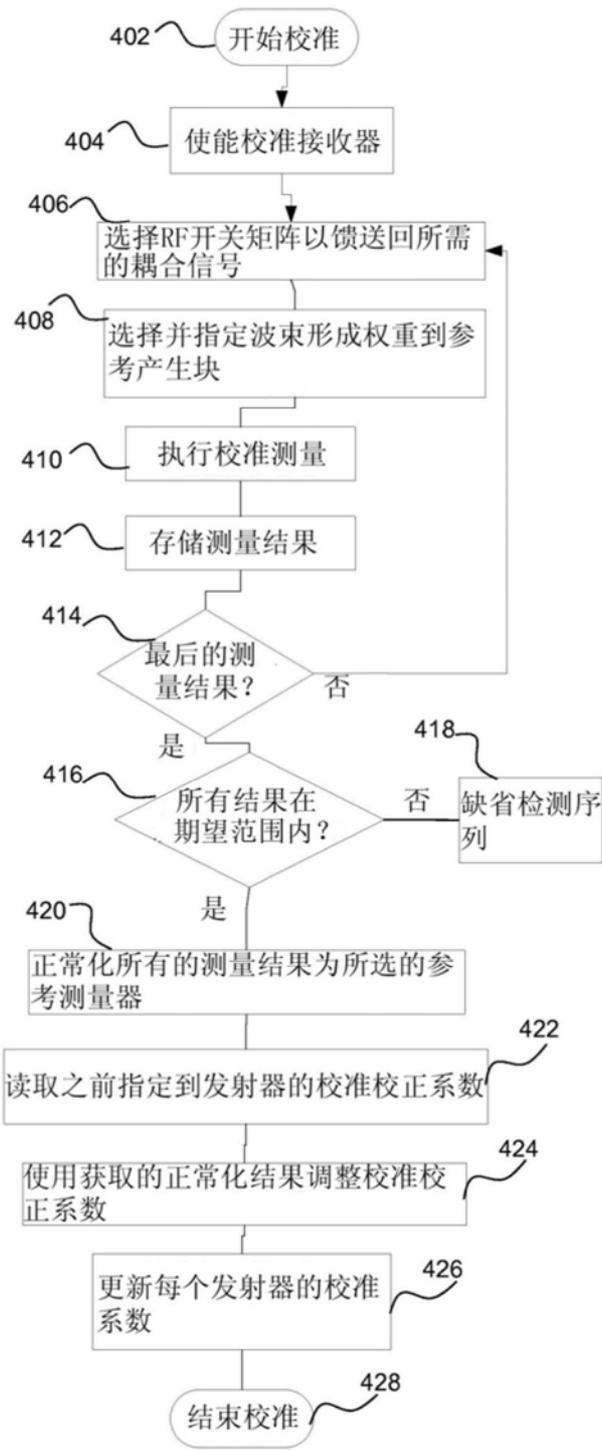


图4

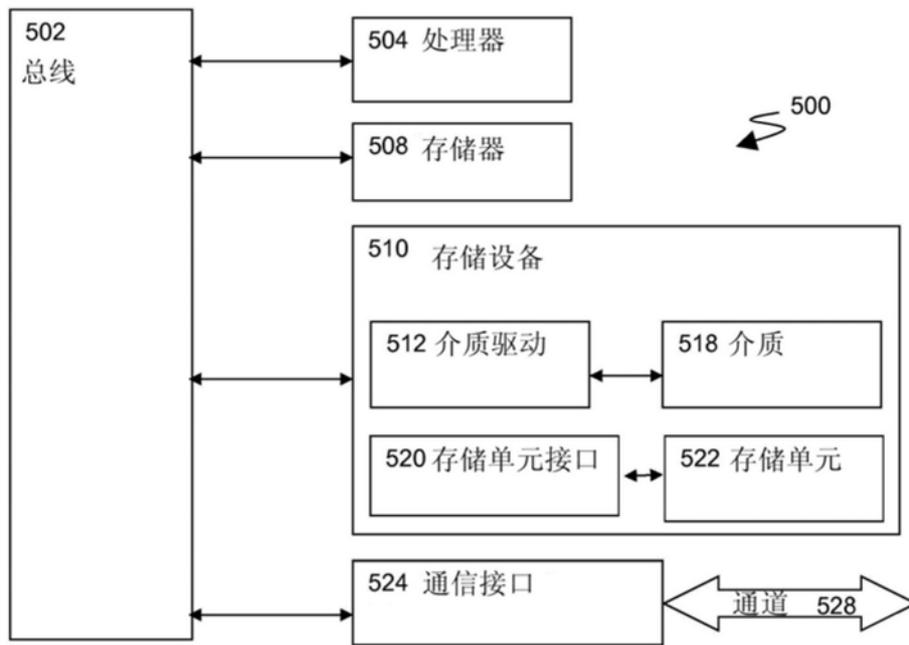


图5