

(74) 专利代理机构 中国贸促会专利商标事务所

有限公司 11038

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 110612460 A

(51) Int.Cl.

G01S 13/87 (2006.01)

(43) 申请公布日 2019.12.24

G01S 13/04 (2006.01)

(30) 优先权数据

G01S 13/74 (2006.01)

2017901780 2017.05.12 AU

H01Q 3/24 (2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

(56) 对比文件

2019.11.12

US 2012112953 A1, 2012.05.10

(86) PCT国际申请的申请数据

CN 102474006 B, 2014.10.01

PCT/AU2018/050450 2018.05.12

US 5252980 A, 1993.10.12

(87) PCT国际申请的公布数据

US 2003218565 A1, 2003.11.27

W02018/204993 EN 2018.11.15

CN 103969640 A.2014.08.06

(73) 专利权人 洛克达股份有限公司

CN 101765785 A, 2010.06.30

地址 澳大利亚澳大利亚首都直辖区

CN 1650542 A, 2005.08.03

(72)发明人 D·斯莫尔

审查员 赵孟丹

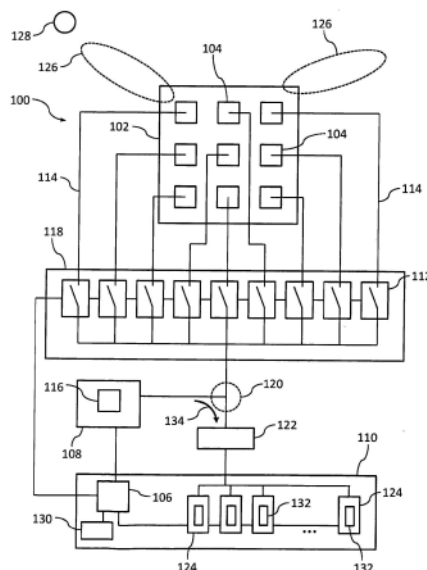
权利要求书8页 说明书24页 附图14页

(54) 发明名称

用于表征用户平台的环境的方法和设备

(57) 摘要

提出了用于表征用户平台的环境的设备和方法。在某些实施例中,通过具有按预定顺序激活的多个元件的天线阵列发射和接收RF信号,并且用往返路径校正对接收的信号进行操纵以提高所述阵列在一个或多个方向上的增益。从发射信号的返回的接收检测这些方向上的物体,并且对经操纵的接收的信号进行处理以估计到这些物体的范围。在其他实施例中,接收一个或多个外部发射机发射的RF信号,并且对这些RF信号进行操纵以提高与所述一个或多个发射机相关联的本地天线阵列或多个天线阵列的增益从而提高所述阵列在一个或多个方向上的增益。从来自发射机的反射的信号的接收检测这些方向上的物体,并且对经操纵的接收的信号进行处理以估计到这些物体的范围。



1. 一种用于表征用户平台的环境的方法,所述方法包括以下步骤:
产生信号;
通过天线阵列的空间上分布的天线元件发射所述信号,所述天线元件被按预定顺序激活以用于发射或接收信号;
与所述预定顺序基本上同步地对通过顺序地激活的天线元件接收的传入信号应用相位或增益操纵,所述相位或增益操纵包含对于所述天线阵列的往返路径校正,并且被选择用于形成预定方向上的所述天线阵列的逆波束;
在积分时间段上积累经操纵的传入信号以形成所述逆波束;以及
基于对发射信号的返回的所述逆波束的检测来推断所述预定方向上的物体的存在。
2. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述相位或增益操纵是与所述预定顺序基本上同步地、并且与返回信号的预期接收时间段基本上同步地应用于所述传入信号的。
3. 根据权利要求2所述的方法,其中,所述积分时间段被划分为若干个子积分时间段,所述若干个子积分时间段是通过返回信号的预期接收时间段和所述天线元件的激活时间段的重叠确定的。
4. 根据权利要求1至3中任一项所述的方法,其中,发射信号的所述返回的检测包括将传入信号与用于对所述发射信号进行编码的码的副本相关。
5. 根据权利要求1至3中任一项所述的方法,进一步包括以下步骤:
接收在内部从正被发射的产生的信号获得的本地信号;以及
在第一信道中跟踪所述本地信号以确定用于测量到推断的物体的范围的基准。
6. 根据权利要求5所述的方法,进一步包括以下步骤:
在所述第一信道中按一系列延迟的多个抽头中,将传入信号与用于对所述发射信号进行编码的码的副本相关,以确定多个相关值;
从所述多个相关值识别最大相关值;以及
从所述基准和所述最大相关值之间的间隔确定与到所述推断的物体的范围相关的度量。
7. 根据权利要求5所述的方法,进一步包括以下步骤:
在从属于所述第一信道的一个或多个信道中按一系列延迟的多个抽头中,将传入信号与用于对所述发射信号进行编码的码的副本相关,以确定多个相关值;
从所述多个相关值识别最大相关值;以及
从所述基准和所述最大相关值之间的间隔确定与到所述推断的物体的范围相关的度量。
8. 根据权利要求5所述的方法,其中,所述本地信号是在产生的信号正被发射的时间段期间积累的,以及所述经操纵的传入信号是在所述产生的信号没有被发射的时间段期间积累的。
9. 一种用于表征用户平台的环境的设备,所述设备包括:
天线阵列,所述天线阵列具有空间上分布的多个天线元件;
开关网络,所述开关网络用于按预定顺序激活所述天线元件以用于发射或接收信号;
发射机,所述发射机与所述天线阵列操作地关联,用于产生信号并且通过顺序地激活的天线元件发射所述信号;以及

接收机,所述接收机与所述天线阵列操作地关联,用于:

通过所述顺序地激活的天线元件接收传入信号;

与所述预定顺序基本上同步地对接收的传入信号应用相位或增益操纵,所述相位或增益操纵包含对于所述天线阵列的往返路径校正,并且被选择用于形成预定方向上的所述天线阵列的逆波束;

在积分时间段上积累经操纵的传入信号以形成所述逆波束;以及

基于对发射信号的返回的所述逆波束的检测来推断所述预定方向上的物体的存在。

10. 根据权利要求9所述的设备,其中,所述接收机适于与所述预定顺序基本上同步地、并且与返回信号的预期接收时间段基本上同步地对所述传入信号应用所述相位或增益操纵。

11. 根据权利要求10所述的设备,其中,所述积分时间段被划分为若干个子积分时间段,所述若干个子积分时间段是通过返回信号的预期接收时间段和所述天线元件的激活时间段的重叠确定的。

12. 根据权利要求9至11中任一项所述的设备,其中,所述接收机包括相关器,所述相关器用于将传入信号与用于对所述发射信号进行编码的码的副本相关,以检测发射信号的所述返回。

13. 根据权利要求9至11中任一项所述的设备,其中,所述接收机适于:

接收在内部从正被发射的产生的信号获得的本地信号;以及

在第一信道中跟踪所述本地信号以确定用于测量到推断的物体的范围的基准。

14. 根据权利要求13所述的设备,其中,所述接收机适于:

在所述第一信道中按一系列延迟的多个抽头中,将传入信号与用于对所述发射信号进行编码的码的副本相关,以确定多个相关值;

从所述多个相关值识别最大相关值;以及

从所述基准和所述最大相关值之间的间隔确定与到所述推断的物体的范围相关的度量。

15. 根据权利要求13所述的设备,其中,所述接收机适于:

在从属于所述第一信道的一个或多个信道中按一系列延迟的多个抽头中,将传入信号与用于对所述发射信号进行编码的码的副本相关,以确定多个相关值;

从所述多个相关值识别最大相关值;以及

从所述基准和所述最大相关值之间的间隔确定与到所述推断的物体的范围相关的度量。

16. 根据权利要求13所述的设备,其中,所述接收机适于在产生的信号正被发射的时间段期间积累所述本地信号,并且在所述产生的信号没有被发射的时间段期间积累所述经操纵的传入信号。

17. 一种用于在天线阵列处形成逆波束的方法,所述方法包括以下步骤:

产生信号;

通过所述天线阵列的空间上分布的天线元件发射所述信号,所述天线元件被按预定顺序激活以用于发射或接收信号;

与所述预定顺序基本上同步地对通过顺序地激活的天线元件接收的传入信号应用相

位或增益操纵,所述相位或增益操纵包含对于所述天线阵列的往返路径校正,并且被选择用于形成预定方向上的所述天线阵列的逆波束;以及

在积分时间段上积累经操纵的传入信号以形成所述逆波束。

18. 一种用于在天线阵列处形成逆波束的设备,所述设备包括:

天线阵列,所述天线阵列具有空间上分布的多个天线元件;

开关网络,所述开关网络用于按预定顺序激活所述天线元件以用于发射或接收信号;

发射机,所述发射机与所述天线阵列操作地关联,用于产生信号并且通过顺序地激活的天线元件发射所述信号;以及

接收机,所述接收机与所述天线阵列操作地关联,用于:

通过所述顺序地激活的天线元件接收传入信号;

与所述预定顺序基本上同步地对接收的传入信号应用相位或增益操纵,所述相位或增益操纵包含对于所述天线阵列的往返路径校正,并且被选择用于形成预定方向上的所述天线阵列的逆波束;以及

在积分时间段上积累经操纵的传入信号以形成所述逆波束。

19. 一种用于使用从物理上分离的发射机发射的信号来表征用户平台的环境的方法,所述方法包括以下步骤:

按预定顺序选择性地激活天线阵列的空间上分布的天线元件以用于接收信号;

与所述预定顺序基本上同步地对接收的传入信号应用第一组相位或增益操纵,所述第一组相位或增益操纵被选择用于形成从所述天线阵列的预定方向上的波束;

在积分时间段上积累经操纵的传入信号以形成所述波束;以及

基于对从所述物理上分离的发射机发射的信号的反射的所述波束的检测来推断所述预定方向上的物体的存在。

20. 根据权利要求19所述的方法,其中,所述反射的信号的检测包括将传入信号与用于对发射信号进行编码的码的副本相关。

21. 根据权利要求19或权利要求20所述的方法,进一步包括以下步骤:

与所述预定顺序基本上同步地对接收的传入信号应用第二组相位或增益操纵,所述第二组相位或增益操纵被选择用于形成所述物理上分离的发射机的方向上的直接路径波束;

在积分时间段上积累经操纵的传入信号以形成所述直接路径波束;以及

在第一信道中跟踪从所述直接路径波束的方向接收的直接路径信号以确定所述直接路径信号的到达时间。

22. 根据权利要求21所述的方法,进一步包括以下步骤:

在第二信道中跟踪所述反射的信号以确定所述反射的信号的到达时间;以及

对反射的信号和直接路径信号的到达时间求差以获得与到推断的物体的范围相关的度量。

23. 根据权利要求21所述的方法,进一步包括以下步骤:

在从属于所述第一信道的一个或多个信道中按一系列延迟的多个抽头中,将传入信号与用于对发射信号进行编码的码的副本相关,以确定多个相关值;

从所述多个相关值识别最大相关值以确定所述反射的信号的到达时间;以及

从反射的信号和直接路径信号的所述到达时间之间的间隔确定与到推断的物体的范

围相关的度量。

24. 一种用于使用从物理上分离的发射机发射的信号来表征用户平台的环境的设备，所述设备包括：

天线阵列，所述天线阵列具有空间上分布的多个天线元件；

开关网络，所述开关网络用于按预定顺序激活所述天线元件以用于接收信号；以及

接收机，所述接收机用于：

通过顺序地激活的天线元件接收传入信号；

与所述预定顺序基本上同步地对接收的传入信号应用第一组相位或增益操纵，所述第一组相位或增益操纵被选择用于形成从所述天线阵列的预定方向上的波束；

在积分时间段上积累经操纵的接收的信号以形成所述波束；以及

基于对从所述物理上分离的发射机发射的信号的反射的所述波束的检测来推断所述预定方向上的物体的存在。

25. 根据权利要求24所述的设备，其中，所述接收机包括相关器，所述相关器用于将传入信号与用于对发射信号进行编码的码的副本相关以检测所述反射的信号。

26. 根据权利要求24或权利要求25所述的设备，其中，所述接收机适于：

与所述预定顺序基本上同步地对接收的传入信号应用第二组相位或增益操纵，所述第二组相位或增益操纵被选择用于形成所述物理上分离的发射机的方向上的直接路径波束；

在积分时间段上积累经操纵的传入信号以形成所述直接路径波束；以及

在第一信道中跟踪从所述直接路径波束的方向接收的直接路径信号以确定直接路径信号的到达时间。

27. 根据权利要求26所述的设备，其中，所述接收机适于：

在第二信道中跟踪所述反射的信号以确定所述反射的信号的到达时间；以及

对反射的信号和直接路径信号的到达时间求差以获得与推断的物体的范围相关的度量。

28. 根据权利要求26所述的设备，其中，所述接收机适于：

在从属于所述第一信道的一个或多个信道中按一系列延迟的多个抽头中，将传入信号与用于对发射信号进行编码的码的副本相关，以确定多个相关值；

从所述多个相关值识别最大相关值以确定所述反射的信号的到达时间；以及

从反射的信号和直接路径信号的所述到达时间之间的间隔确定与推断的物体的范围相关的度量。

29. 一种用于使用从物理上分离的天线阵列的空间上分布的天线元件发射的信号来表征用户平台的环境的方法，所述天线元件被按发射信号与其同步的预定顺序激活以用于发射信号，所述方法包括以下步骤：

在接收机处，与从顺序地激活的天线元件发射的信号的接收基本上同步地对传入信号应用第一组相位或增益操纵，所述第一组相位或增益操纵被选择用于形成从所述物理上分离的天线阵列的预定方向上的波束，其中，所述预定顺序及其与所述发射信号的同步对于所述接收机是已知的；

在积分时间段上积累经操纵的传入信号以形成所述波束；以及

基于对从所述空间上分布的天线元件发射的信号的反射的所述波束的检测来推断从

所述物理上分离的天线阵列的所述预定方向上的物体的存在。

30. 根据权利要求29所述的方法, 其中, 所述反射的信号检测包括将传入信号与用于对发射信号进行编码的码的副本相关。

31. 根据权利要求29或权利要求30所述的方法, 进一步包括以下步骤:

在所述接收机处, 与从所述顺序地激活的天线元件发射的信号接收基本上同步地对传入信号应用第二组相位或增益操纵, 所述第二组相位或增益操纵被选择用于形成从天线阵列指向所述接收机的直接路径波束;

在积分时间段上积累经操纵的传入信号以形成所述直接路径波束; 以及

在所述接收机的第一信道中跟踪从所述直接路径波束的方向接收的直接路径信号以确定所述直接路径信号的到达时间。

32. 根据权利要求31所述的方法, 进一步包括以下步骤:

在所述接收机的第二信道中跟踪所述反射的信号以确定所述反射的信号到达时间; 以及

对反射的信号和直接路径信号的到达时间求差以获得与推断的物体的范围相关的度量。

33. 根据权利要求31所述的方法, 进一步包括以下步骤:

在从属于所述第一信道的一个或多个信道中按一系列延迟的多个抽头中, 将传入信号与用于对发射信号进行编码的码的副本相关, 以确定多个相关值;

从所述多个相关值识别最大相关值以确定所述反射的信号到达时间; 以及

从反射的信号和直接路径信号的所述到达时间之间的间隔确定与推断的物体的范围相关的度量。

34. 一种用于使用从物理上分离的天线阵列的空间上分布的天线元件发射的信号来表征用户平台的环境的设备, 所述天线元件被按发射信号与其同步的预定顺序激活以用于发射信号, 所述设备包括接收机, 所述接收机用于:

与从顺序地激活的天线元件发射的信号接收基本上同步地对传入信号应用第一组相位或增益操纵, 所述第一组相位或增益操纵被选择用于形成从所述物理上分离的天线阵列的预定方向上的波束, 其中, 所述预定顺序及其与所述发射信号的同步对于所述接收机是已知的;

在积分时间段上积累经操纵的传入信号以形成所述波束; 以及

基于对从所述空间上分布的天线元件发射的信号反射的所述波束的检测来推断从所述物理上分离的天线阵列的所述预定方向上的物体的存在。

35. 根据权利要求34所述的设备, 其中, 所述接收机包括相关器, 所述相关器用于将传入信号与用于对发射信号进行编码的码的副本相关以检测所述反射的信号。

36. 根据权利要求34或权利要求35所述的设备, 其中, 所述接收机适于:

与从所述顺序地激活的天线元件发射的信号接收基本上同步地对传入信号应用第二组相位或增益操纵, 所述第二组相位或增益操纵被选择用于形成从所述天线阵列指向所述接收机的直接路径波束;

在积分时间段上积累经操纵的传入信号以形成所述直接路径波束; 以及

在第一信道中跟踪从所述直接路径波束的方向接收的直接路径信号以确定所述直接

路径信号的到达时间。

37. 根据权利要求36所述的设备, 其中, 所述接收机适于:

在第二信道中跟踪所述反射的信号以确定所述反射的信号到达时间; 以及
对反射的信号和直接路径信号的到达时间求差以获得与推断的物体的范围相关的度量。

38. 根据权利要求36所述的设备, 其中, 所述接收机适于:

在从属于所述第一信道的一个或多个信道中按一系列延迟的多个抽头中, 将传入信号与用于对发射信号进行编码的码的副本相关, 以确定多个相关值;

从所述多个相关值识别最大相关值以确定所述反射的信号到达时间; 以及

从反射的信号和直接路径信号的所述到达时间之间的间隔确定与推断的物体的范围相关的度量。

39. 一种用于使用从物理上分离的发射天线阵列的空间上分布的发射天线元件发射的信号来表征用户平台的环境的方法, 所述发射天线元件被按发射信号与其同步的第二预定顺序激活以用于发射信号, 所述方法包括以下步骤:

按第一预定顺序选择性地激活接收天线阵列的空间上分布的接收天线元件以用于接收信号;

在接收机处, 对传入信号应用第一组相位或增益操纵, 所述第一组相位或增益操纵具有发射分量和接收分量, 所述发射分量和接收分量被选择用于形成从所述物理上分离的发射天线阵列在预定发射方向上进行指向并且从所述接收天线阵列在预定接收方向上进行指向的合成波束, 所述发射分量是与从顺序地激活的发射天线元件发射的信号接收基本上同步地应用的, 所述接收分量是与所述第一预定顺序基本上同步地应用的, 所述第二预定顺序及其与所述发射信号的同步对于所述接收机是已知的;

在积分时间段上积累经操纵的传入信号以形成所述合成波束; 以及

基于对从所述空间上分布的发射天线元件发射的信号反射的所述合成波束的检测来推断所述预定接收方向上的物体的存在。

40. 根据权利要求39所述的方法, 其中, 所述反射的信号检测包括将传入信号与用于对发射信号进行编码的码的副本相关。

41. 根据权利要求39或权利要求40所述的方法, 进一步包括以下步骤:

在所述接收机处, 对传入信号应用第二组相位或增益操纵, 所述第二组相位或增益操纵具有发射分量和接收分量, 所述发射分量和接收分量被选择用于形成所述发射天线阵列和所述接收天线阵列之间的直接路径合成波束, 所述发射分量是与从顺序地激活的发射天线元件发射的信号接收基本上同步地应用的, 所述接收分量是与所述第一预定顺序基本上同步地应用的;

在积分时间段上积累经操纵的传入信号以形成所述直接路径合成波束; 以及

在所述接收机的第一信道中跟踪从所述直接路径合成波束的方向接收的直接路径信号以确定所述直接路径信号的到达时间。

42. 根据权利要求41所述的方法, 进一步包括以下步骤:

在所述接收机的第二信道中跟踪所述反射的信号以确定所述反射的信号到达时间; 以及

对反射的信号和直接路径信号的到达时间求差以获得与到推断的物体的范围相关的度量。

43. 根据权利要求41所述的方法,进一步包括以下步骤:

在从属于所述第一信道的一个或多个信道中按一系列延迟的多个抽头中,将传入信号与用于对发射信号进行编码的码的副本相关,以确定多个相关值;

从所述多个相关值识别最大相关值以确定所述反射的信号到达时间;以及

从反射的信号和直接路径信号的所述到达时间之间的间隔确定与到推断的物体的范围相关的度量。

44. 一种用于使用从物理上分离的发射天线阵列的空间上分布的发射天线元件发射的信号来表征用户平台的环境的设备,所述发射天线元件被按发射信号与其同步的第二预定顺序激活以用于发射信号,所述设备包括:

接收天线阵列,所述接收天线阵列具有空间上分布的多个接收天线元件;

开关网络,所述开关网络用于按第一预定顺序激活所述接收天线元件以用于接收信号;以及

接收机,所述接收机用于:

通过顺序地激活的接收天线元件接收传入信号;

对接收的传入信号应用第一组相位或增益操纵,所述第一组相位或增益操纵具有发射分量和接收分量,所述发射分量和接收分量被选择用于形成从所述物理上分离的发射天线阵列在预定发射方向上进行指向并且从所述接收天线阵列在预定接收方向上进行指向的合成波束,所述发射分量是与从顺序地激活的发射天线元件发射的信号接收基本上同步地应用的,所述接收分量是与所述第一预定顺序基本上同步地应用的,所述第二预定顺序及其与所述发射信号的同步对于所述接收机是已知的;

在积分时间段上积累经操纵的传入信号以形成所述合成波束;以及

基于对从所述空间上分布的发射天线元件发射的信号反射的所述合成波束的检测来推断所述预定接收方向上的物体的存在。

45. 根据权利要求44所述的设备,其中,所述接收机包括相关器,所述相关器用于将传入信号与用于对发射信号进行编码的码的副本相关以检测所述反射的信号。

46. 根据权利要求44或权利要求45所述的设备,其中,所述接收机适于:

在所述接收机处,对传入信号应用第二组相位或增益操纵,所述第二组相位或增益操纵具有发射分量和接收分量,所述发射分量和接收分量被选择用于形成所述发射天线阵列和所述接收天线阵列之间的直接路径合成波束,所述发射分量是与从顺序地激活的发射天线元件发射的信号接收基本上同步地应用的,所述接收分量是与所述第一预定顺序基本上同步地应用的;

在积分时间段上积累经操纵的传入信号以形成所述直接路径合成波束;以及

在所述接收机的第一信道中跟踪从所述直接路径合成波束的方向接收的直接路径信号以确定所述直接路径信号的到达时间。

47. 根据权利要求46所述的设备,其中,所述接收机适于:

在所述接收机的第二信道中跟踪所述反射的信号以确定所述反射的信号到达时间;以及

对反射的信号和直接路径信号的到达时间求差以获得与到推断的物体的范围相关的度量。

48. 根据权利要求46所述的设备, 其中, 所述接收机适于:

在从属于所述第一信道的一个或多个信道中按一系列延迟的多个抽头中, 将传入信号与用于对发射信号进行编码的码的副本相关, 以确定多个相关值;

从所述多个相关值识别最大相关值以确定所述反射的信号到达时间; 以及

从反射的信号和直接路径信号的所述到达时间之间的间隔确定与到推断的物体的范围相关的度量。

用于表征用户平台的环境的方法和设备

技术领域

[0001] 本发明涉及用于表征用户平台的环境的方法和设备,所述方法和设备特别地用于确定或估计在用户平台(诸如自主车辆)的环境中到一个或多个物体的方向或范围。然而,将意识到,本发明不限于这个特定的使用领域。

[0002] 相关申请

[0003] 本申请要求2017年5月12日提交的澳大利亚临时专利申请No.2017901780的优先权,该申请的内容整个地通过引用并入本文。

背景技术

[0004] 在整个本说明书中对现有技术的任何讨论绝不应被认为是承认这样的现有技术形成本领域中的公知常识的一部分。

[0005] 用户平台(诸如电动车)可以被配置为通过采集关于车辆的环境的信息以帮助导航来自主地(即,在很少有或没有来自人类操作者的输入的情况下)操作。信息可以由各种传感器系统(包括激光雷达、雷达、相机和麦克风)采集。自主车辆通常还配备有用于确定车辆的位置(一般用于与存储的地图进行比较)的定位系统,诸如GPS。一般优选的是使自主车辆具有多个传感器系统以用于冗余性和交叉检查。

[0006] 激光雷达通过重复地扫描一个或多个激光束以产生车辆的环境中的反射物体的图片来进行操作,其中到物体的范围是从发射的脉冲和返回的反射脉冲之间的时间延迟确定的。激光雷达在许多方面是用于在自主车辆中进行检测和测距的首选的系统,因为激光束的方向性极其好并且能够产生短的大带宽脉冲用于精确的测距。然而,如美国专利No.9,097,800(Zhu)中所公开的,可能需要辅以雷达来区分可能需要被避免的固体物体和流体物体(诸如排气尾流和轮胎喷雾剂)。目前的自主车辆激光雷达系统的一些缺点是,范围一般限于100m以下,它们需要激光器的机械旋转,并且如果完全在雾中或下大雨,则它们不能很好操作。

[0007] 几种类型的雷达可以被用于自主车辆中,包括脉冲式频率调制连续波(FMCW)和扩频雷达,参见例如美国专利No.7,969,350(Winstead等人)、5,268,692(Grosch等人)和6,801,153(Rauch等人)。脉冲式雷达以与激光雷达类似的方式通过飞行时间技术来确定范围,而FMCW雷达通过对发射信号施加周期性频率调制并且测量发射信号和返回信号之间的频率差来确定范围。扩频雷达以与GPS类似的方式进行操作,通过对发射信号施加伪随机(PRN)码并且将返回信号与PRN码的内部产生的副本相关来确定范围。目前的自主车辆雷达系统的显著缺点是定向扫描能力有限,大多数系统是固定方向,例如,向前或向后查看。具有宽扫描范围的相控阵列雷达系统被用于军事应用中,但是对于车辆中的一般使用,太复杂,而且昂贵。

[0008] 本领域中已知的另一种形式的雷达是“被动”雷达。不同于其中设备既发射、又接收射频(RF)能量的“主动”雷达,在被动雷达中,接收机尝试通过查找来自一个或多个外部发射机的信号的反射来确定其环境中的物体的存在。在一些被动雷达系统中,接收机和外

部发射机受到联合控制,而在“机会信号”系统中,接收机使用它可以找到的任何合适的信号,例如,商业电视、无线电或移动电话传输。被动雷达避免了使单独的车辆辐射RF能量的需要和相关联的干扰风险,但是一般来说,检测和范围的确定比主动雷达中更复杂。机会信号的变化莫测使自主车辆中的被动雷达的应用迄今为止是不切实际的。

[0009] 虽然重要的是使自主车辆具有采集不同类型的信息的几个传感器系统以及交叉检查,但是如果给定的传感器系统可以被配置为采集对于导航有用的两种或更多种类型的信息,则对于降低的复杂度和成本将是有利的。

[0010] 在以下描述和权利要求中,术语“或”要从包容性的意义、而不是排他性的意义上来解释,除非上下文明确地另有要求。例如,表达“相位或增益”要被解释为意指“相位、或增益、或相位和增益这二者”。术语“包括”、“包含”等要被非穷尽地解释。例如,表达“包括A和B的装置”不限于仅由A和B组成的装置。

[0011] 本发明的目的

[0012] 本发明的目的是克服或改善现有技术的缺点中的至少一个、或者提供有用的替代方案。本发明的目的以优选的形式来说是提供一种用于表征用户平台的环境的改进的方法和设备。本发明的目的以另一优选的形式来说是提供一种使得多个用户平台能够使用配备有从一个或多个外部发射机接收信号的简单的天线的接收机来表征它们的环境的多接入方法。

发明内容

[0013] 根据本发明的第一方面,提供了一种用于表征用户平台的环境的方法,所述方法包括以下步骤:

[0014] 产生信号;

[0015] 通过天线阵列的空间上分布的天线元件发射所述信号,所述天线元件被按预定顺序激活以用于发射或接收信号;

[0016] 与所述预定顺序基本上同步地对通过顺序地激活的天线元件接收的传入信号应用相位或增益操纵,所述相位或增益操纵包含对于所述天线阵列的往返路径校正,并且被选择用于在预定方向上形成所述天线阵列的逆波束(reciprocal beam);

[0017] 在积分时间段上积累经操纵的传入信号以形成所述逆波束;并且

[0018] 基于发射信号的返回的所述逆波束中的检测来推断所述预定方向上的物体的存在。

[0019] 相位或增益操纵优选地与所述预定顺序基本上同步地、并且与返回信号的预期接收时间段基本上同步地被应用于传入信号。在某些实施例中,积分时间段被划分为若干个子积分时间段,所述若干个子积分时间段是通过返回信号的预期接收时间段和天线元件的激活时间段的重叠确定的。

[0020] 优选地,发射信号的返回的检测包括将传入信号与用于对发射信号进行编码的码的副本相关。

[0021] 优选地,所述方法进一步包括以下步骤:接收在内部从正被发射的产生的信号获得的本地信号;并且在第一信道中跟踪本地信号以确定用于测量到推断的物体的范围的基准。

[0022] 在某些实施例中,所述方法进一步包括以下步骤:在第一信道中按一系列延时的多个抽头中,将传入信号与用于对发射信号进行编码的码的副本相关,以确定多个相关值;从所述多个相关值识别最大相关值;并且从基准和最大相关值之间的间隔确定与到推断的物体的范围相关的度量。

[0023] 在其他实施例中,所述方法进一步包括以下步骤:在从属于第一信道的一个或多个信道中按一系列延迟的多个抽头中,将传入信号与用于对发射信号进行编码的码的副本相关,以确定多个相关值;从所述多个相关值识别最大相关值;并且从基准和最大相关值之间的间隔确定与到推断的物体的范围相关的度量。

[0024] 优选地,在产生的信号正被发射的时间段期间积累本地信号,并且在产生的信号没有被发射的时间段期间积累经操纵的传入信号。

[0025] 根据本发明的第二方面,提供了一种用于表征用户平台的环境的设备,所述设备包括:

[0026] 天线阵列,所述天线阵列具有多个空间上分布的天线元件;

[0027] 开关网络,所述开关网络用于按预定顺序激活所述天线元件以用于发射或接收信号;

[0028] 发射机,所述发射机与所述天线阵列操作地关联,用于产生信号并且通过顺序地激活的天线元件发射所述信号;以及

[0029] 接收机,所述接收机与所述天线阵列操作地关联,用于:

[0030] 通过所述顺序地激活的天线元件接收传入信号;

[0031] 与所述预定顺序基本上同步地对接收的传入信号应用相位或增益操纵,所述相位或增益操纵包含对于所述天线阵列的往返路径校正,并且被选择用于在预定方向上形成所述天线阵列的逆波束;

[0032] 在积分时间段上积累经操纵的传入信号以形成所述逆波束;并且

[0033] 基于发射信号的返回的所述逆波束中的检测来推断所述预定方向上的物体的存在。

[0034] 接收机优选地适于与所述预定顺序基本上同步地、并且与返回信号的预期接收时间段基本上同步地对传入信号应用相位或增益操纵。在某些实施例中,积分时间段被划分为若干个子积分时间段,所述若干个子积分时间段是通过返回信号的预期接收时间段和天线元件的激活时间段的重叠确定的。

[0035] 优选地,接收机包括用于将传入信号与用于对发射信号进行编码的码的副本相关、以检测发射信号的返回的相关器。

[0036] 接收机优选地适于:接收在内部从正被发射的产生的信号获得的本地信号;并且在第一信道中跟踪本地信号以确定用于测量到推断的物体的范围的基准。

[0037] 在某些实施例中,接收机适于:在第一信道中按一系列延时的多个抽头中,将传入信号与用于对发射信号进行编码的码的副本相关,以确定多个相关值;从所述多个相关值识别最大相关值;并且从基准和最大相关值之间的间隔确定与到推断的物体的范围相关的度量。

[0038] 在其他实施例中,接收机适于:在从属于第一信道的一个或多个信道中按一系列延迟的多个抽头中,将传入信号与用于对发射信号进行编码的码的副本相关,以确定多个

相关值；从所述多个相关值识别最大相关值；并且从基准和最大相关值之间的间隔确定与到推断的物体的范围相关的度量。

[0039] 优选地，接收机适于：在产生的信号正被发射的时间段期间积累本地信号，并且在产生的信号没有被发射的时间段期间积累经操纵的传入信号。

[0040] 根据本发明的第三方面，提供了一种用于在天线阵列处形成逆波束的方法，所述方法包括以下步骤：

[0041] 产生信号；

[0042] 通过所述天线阵列的空间上分布的天线元件发射所述信号，所述天线元件被按预定顺序激活以用于发射或接收信号；

[0043] 与所述预定顺序基本上同步地对通过顺序地激活的天线元件接收的传入信号应用相位或增益操纵，所述相位或增益操纵包含对于所述天线阵列的往返路径校正，并且被选择用于在预定方向上形成所述天线阵列的逆波束；

[0044] 在积分时间段上积累经操纵的传入信号以形成所述逆波束。

[0045] 根据本发明的第四实施例，提供了一种用于在天线阵列处形成逆波束的设备，所述设备包括：

[0046] 天线阵列，所述天线阵列具有多个空间上分布的天线元件；

[0047] 开关网络，所述开关网络用于按预定顺序激活所述天线元件以用于发射或接收信号；

[0048] 发射机，所述发射机与所述天线阵列操作地关联，用于产生信号并且通过顺序地激活的天线元件发射所述信号；以及

[0049] 接收机，所述接收机与所述天线阵列操作地关联，用于：

[0050] 通过所述顺序地激活的天线元件接收传入信号；

[0051] 与所述预定顺序基本上同步地对接收的传入信号应用相位或增益操纵，所述相位或增益操纵包含对于所述天线阵列的往返路径校正，并且被选择用于在预定方向上形成所述天线阵列的逆波束；并且

[0052] 在积分时间段上积累经操纵的传入信号以形成所述逆波束。

[0053] 根据本发明的第五方面，提供了一种用于使用从物理上分离的发射机发射的信号来表征用户平台的环境的方法，所述方法包括以下步骤：

[0054] 按预定顺序选择性地激活空间上分布的天线元件以用于接收信号；

[0055] 与所述预定顺序基本上同步地对接收的传入信号应用第一组相位或增益操纵，所述第一组相位或增益操纵被选择用于从所述天线阵列形成预定方向上的波束；

[0056] 在积分时间段上积累经操纵的传入信号以形成所述波束；并且

[0057] 基于来自所述物理上分离的发射机的反射的信号所述波束中的检测来推断所述预定方向上的物体的存在。

[0058] 反射的信号检测优选地包括将传入信号与用于对发射信号进行编码的码的副本相关。

[0059] 优选地，所述方法进一步包括以下步骤：与所述预定顺序基本上同步地对接收的传入信号应用第二组相位或增益操纵，所述第二组相位或增益操纵被选择用于在物理上分离的发射机的方向上形成直接路径波束；在积分时间段上积累经操纵的传入信号以形成直

接路径波束；并且在第一信道中跟踪从直接路径波束的方向接收的直接路径信号以确定直接路径信号的到达时间。

[0060] 在某些实施例中，所述方法进一步包括以下步骤：在第二信道中跟踪反射的信号以确定反射的信号到达时间；并且对反射的信号和直接路径信号的到达时间求差以获得与到推断的物体的范围相关的度量。在其他实施例中，所述方法进一步包括以下步骤：在从属于第一信道的一个或多个信道中的按一系列延时的多个抽头中，将传入信号与用于对发射信号进行编码的码的副本相关，以确定多个相关值；从所述多个相关值识别最大相关值以确定反射的信号到达时间；并且从反射的信号和直接路径信号的到达时间之间的间隔确定与到推断的物体的范围相关的度量。

[0061] 根据本发明的第六方面，提供了一种用于使用从物理上分离的发射机发射的信号来表征用户平台的环境的设备，所述设备包括：

[0062] 天线阵列，所述天线阵列具有多个空间上分布的天线元件；

[0063] 开关网络，所述开关网络用于按预定顺序激活所述天线元件以用于接收信号；以及

[0064] 接收机，所述接收机用于：

[0065] 通过顺序地激活的天线元件接收传入信号；

[0066] 与所述预定顺序基本上同步地对接收的传入信号应用第一组相位或增益操纵，所述第一组相位或增益操纵被选择用于从所述天线阵列形成预定方向上的波束；

[0067] 在积分时间段上积累经操纵的接收的信号以形成所述波束；并且

[0068] 基于来自所述物理上分离的发射机的反射的信号所述波束中的检测来推断所述预定方向上的物体的存在。

[0069] 优选地，接收机包括用于将传入信号与用于对发射信号进行编码的码的副本相关以用于检测反射的信号的相关器。

[0070] 接收机优选地适于：与所述预定顺序基本上同步地对接收的传入信号应用第二组相位或增益操纵，所述第二组相位或增益操纵被选择用于形成物理上分离的发射机的方向上的直接路径波束；在积分时间段上积累经操纵的传入信号以形成直接路径波束；并且在第一信道中跟踪从直接路径波束的方向接收的直接路径信号以确定直接路径信号的到达时间。

[0071] 在某些实施例中，接收机适于：在第二信道中跟踪反射的信号以确定反射的信号到达时间；并且对反射的信号和直接路径信号的到达时间求差以获得与到推断的物体的范围相关的度量。在其他实施例中，接收机适于：在从属于第一信道的一个或多个信道中按一系列延时的多个抽头中，将传入信号与用于对发射信号进行编码的码的副本相关，以确定多个相关值；从所述多个相关值识别最大相关值以确定反射的信号到达时间；并且从反射的信号和直接路径信号的到达时间之间的间隔确定与到推断的物体的范围相关的度量。

[0072] 根据本发明的第七方面，提供了一种用于使用从物理上分离的天线阵列的空间上分布的天线元件发射的信号来表征用户平台的环境的方法，所述天线元件被按发射信号与其同步的预定顺序激活以用于发射信号，所述方法包括以下步骤：

[0073] 在接收机处与从顺序地激活的天线元件发射的信号接收基本上同步地对传入

信号应用第一组相位或增益操纵,所述第一组相位或增益操纵被选择用于从所述物理上分离的天线阵列形成预定方向上的波束,其中所述预定顺序及其与所述发射信号的同步对于所述接收机是已知的;

[0074] 在积分时间段上积累经操纵的传入信号以形成所述波束;并且

[0075] 基于来自所述空间上分布的天线元件的反射的信号所述波束中的检测来从所述物理上分离的天线阵列推断所述预定方向上的物体的存在。

[0076] 优选地,反射的信号检测包括将传入信号与用于对发射信号进行编码的码的副本相关。

[0077] 优选地,所述方法进一步包括以下步骤:在接收机处与从顺序地激活的天线元件发射的信号接收基本上同步地对传入信号应用第二组相位或增益操纵,所述第二组相位或增益操纵被选择用于形成从天线阵列指向接收机的直接路径波束;在积分时间段上积累经操纵的传入信号以形成直接路径波束;并且在接收机的第一信道中跟踪从直接路径波束的方向接收的直接路径信号以确定直接路径信号的到达时间。

[0078] 在某些实施例中,所述方法进一步包括以下步骤:在接收机的第二信道中跟踪反射的信号以确定反射的信号到达时间;并且对反射的信号和直接路径信号的到达时间求差以获得与到推断的物体的范围相关的度量。在其他实施例中,所述方法进一步包括:在从属于第一信道的一个或多个信道中按一系列延时的多个抽头中,将传入信号与用于对发射信号进行编码的码的副本相关,以确定多个相关值;从所述多个相关值识别最大相关值以确定反射的信号到达时间;并且从反射的信号和直接路径信号的到达时间之间的间隔确定与到推断的物体的范围相关的度量。

[0079] 根据本发明的第八方面,提供了一种用于使用从物理上分离的天线阵列的空间上分布的天线元件发射的信号来表征用户平台的环境的设备,所述天线元件被按发射信号与其同步的预定顺序激活以用于发射信号,所述设备包括接收机,所述接收机用于:

[0080] 与从顺序地激活的天线元件发射的信号接收基本上同步地对传入信号应用第一组相位或增益操纵,所述第一组相位或增益操纵被选择用于从所述物理上分离的天线阵列形成预定方向上的波束,其中所述预定顺序及其与所述发射信号的同步对于所述接收机是已知的;

[0081] 在积分时间段上积累经操纵的传入信号以形成所述波束;并且

[0082] 基于来自所述空间上分布的天线元件的反射的信号所述波束中的检测来从所述物理上分离的天线阵列推断所述预定方向上的物体的存在。

[0083] 优选地,接收机包括用于将传入信号与用于对发射信号进行编码的码的副本相关以用于检测反射的信号的相关器。

[0084] 优选地,接收机适于:与从顺序地激活的天线元件发射的信号接收基本上同步地对传入信号应用第二组相位或增益操纵,所述第二组相位或增益操纵被选择用于形成从天线阵列指向接收机的直接路径波束;在积分时间段上积累经操纵的传入信号以形成直接路径波束;并且在第一信道中跟踪从所述直接路径波束的方向接收的直接路径信号以确定直接路径信号的到达时间。

[0085] 在某些实施例中,接收机适于:在第二信道中跟踪反射的信号以确定反射的信号到达时间;并且对反射的信号和直接路径信号的到达时间求差以获得与到推断的物体的

范围相关的度量。在其他实施例中，接收机适于：在从属于第一信道的一个或多个信道中按一系列延时的多个抽头中，将传入信号与用于对发射信号进行编码的码的副本相关，以确定多个相关值；从所述多个相关值识别最大相关值以确定反射的信号到达时间；并且从反射的信号和直接路径信号的到达时间之间的间隔确定与到推断的物体的范围相关的度量。

[0086] 根据本发明的第九方面，提供了一种用于使用从物理上分离的发射天线阵列的空间上分布的发射天线元件发射的信号来表征用户平台的环境的方法，所述发射天线元件被按发射信号与其同步的第二预定顺序激活以用于发射信号，所述方法包括以下步骤：

[0087] 按第一预定顺序选择性地激活接收天线阵列的空间上分布的接收天线元件以用于接收信号；

[0088] 在接收机处对传入信号应用第一组相位或增益操纵，所述第一组相位或增益操纵具有发射分量和接收分量，所述发射分量和接收分量被选择用于形成从所述物理上分离的发射天线阵列在预定发射方向上进行指向并且从所述接收天线阵列在预定接收方向上进行指向的合成波束，所述发射分量是与从顺序地激活的发射天线元件发射的信号接收基本上同步地应用的，并且所述接收分量是与所述第一预定顺序基本上同步地应用的，所述第二预定顺序及其与所述发射信号的同步对于所述接收机是已知的；

[0089] 在积分时间段上积累经操纵的传入信号以形成所述合成波束；并且

[0090] 基于反射的从所述空间上分布的发射天线元件发射的信号所述合成波束中的检测来推断所述预定接收方向上的物体的存在。

[0091] 反射的信号检测优选地包括将传入信号与用于对发射信号进行编码的码的副本相关。

[0092] 优选地，所述方法进一步包括以下步骤：在接收机处对传入信号应用第二组相位或增益操纵，所述第二组相位或增益操纵具有发射分量和接收分量，所述发射分量和接收分量被选择用于形成发射天线阵列和接收天线阵列之间的直接路径合成波束，所述发射分量是与从顺序地激活的发射天线元件发射的信号接收基本上同步地应用的，所述接收分量是与第一预定顺序基本上同步地应用的；在积分时间段上积累经操纵的传入信号以形成直接路径合成波束；并且在接收机的第一信道中跟踪从直接路径合成波束的方向接收的直接路径信号以确定直接路径信号的到达时间。

[0093] 在某些实施例中，所述方法进一步包括以下步骤：在接收机的第二信道中跟踪反射的信号以确定反射的信号到达时间；并且对反射的信号和直接路径信号的到达时间求差以获得与到推断的物体的范围相关的度量。在替代性实施例中，所述方法进一步包括以下步骤：在从属于第一信道的一个或多个信道中按一系列延迟的多个抽头中，将传入信号与用于对发射信号进行编码的码的副本相关，以确定多个相关值；从所述多个相关值识别最大相关值以确定反射的信号到达时间；并且从反射的信号和直接路径信号的到达时间之间的间隔确定与到推断的物体的范围相关的度量。

[0094] 根据本发明的第十方面，提供了一种用于使用从物理上分离的发射天线阵列的空间上分布的发射天线元件发射的信号来表征用户平台的环境的设备，所述发射天线元件被按发射信号与其同步的第二预定顺序激活以用于发射信号，所述设备包括：

[0095] 接收天线阵列，所述接收天线阵列具有多个空间上分布的接收天线元件；

[0096] 开关网络,所述开关网络用于按第一预定顺序激活所述接收天线元件以用于接收信号;以及

[0097] 接收机,所述接收机用于:

[0098] 通过顺序地激活的接收天线元件接收传入信号;

[0099] 对接收的传入信号应用第一组相位或增益操纵,所述第一组相位或增益操纵具有发射分量和接收分量,所述发射分量和接收分量被选择用于形成从所述物理上分离的发射天线阵列指向预定发射方向并且从所述接收天线阵列指向预定接收方向的合成波束,所述发射分量是与从顺序地激活的发射天线元件发射的信号接收基本上同步地应用的,所述接收分量是与所述第一预定顺序基本上同步地应用的,所述第二预定顺序及其与所述发射信号的同步对于所述接收机是已知的;

[0100] 在积分时间段上积累经操纵的传入信号以形成所述合成波束;并且

[0101] 基于来自所述空间上分布的发射天线元件的反射的信号所述合成波束中的检测来推断所述预定接收方向上的物体的存在。

[0102] 优选地,接收机包括用于将传入信号与用于对发射信号进行编码的码的副本相关以用于检测反射的信号的相关器。

[0103] 在优选实施例中,接收机适于:在接收机处对传入信号应用第二组相位或增益操纵,所述第二组相位或增益操纵具有发射分量和接收分量,所述发射分量和接收分量被选择用于形成发射天线阵列和接收天线阵列之间的直接路径合成波束,所述发射分量是与从顺序地激活的发射天线元件发射的信号接收基本上同步地应用的,所述接收分量是与第一预定顺序基本上同步地应用的;在积分时间段上积累经操纵的传入信号以形成直接路径合成波束;并且在接收机的第一信道中跟踪从直接路径合成波束的方向接收的直接路径信号以确定直接路径信号的到达时间。

[0104] 在某些实施例中,接收机适于:在接收机的第二信道中跟踪反射的信号以确定反射的信号到达时间;并且对反射的信号和直接路径信号到达时间求差以获得与推断的物体的范围相关的度量。在替代性实施例中,接收机适于:在从属于第一信道的一个或多个信道中按一系列延迟的多个抽头中,将传入信号与用于对发射信号进行编码的码的副本相关,以确定多个相关值;从所述多个相关值识别最大相关值以确定反射的信号到达时间;并且从反射的信号和直接路径信号到达时间之间的间隔确定与推断的物体的范围相关的度量。

附图说明

[0105] 现在将参照附图来仅作为例子描述本发明的优选实施例,在附图中:

[0106] 图1示出根据本发明的实施例的被配置为发射和接收信号以用于表征环境的设备的框图;

[0107] 图2以示意性的形式示出形成用于表征相关联的用户平台的环境的逆波束的设备;

[0108] 图3以示意性的形式示出同时形成用于表征相关联的用户平台的环境的多个逆波束的设备;

[0109] 图4以示意性的形式例示说明球形天线阵列的选定元件;

- [0110] 图5以示意性的形式示出根据本发明的实施例的对扩频信号进行处理的相关器的输出；
- [0111] 图6示出图1的设备可以通过其检测本地信号和从环境中的物体反射的信号的方案；
- [0112] 图7示出图1的设备可以通过其检测本地信号和从环境中的物体反射的信号的另一方案；
- [0113] 图8示出根据本发明的实施例的利用来自外部发射机的信号表征相关联的用户平台的环境的设备的框图；
- [0114] 图9例示说明图8所示的设备的几何形状；
- [0115] 图10示出图8的设备可以通过其检测直接路径信号和从环境中的物体反射的信号的方案；
- [0116] 图11例示说明对于图8所示的设备来说双反射路径相关的歧义的可能性；
- [0117] 图12示出根据本发明的另一实施例的利用来自外部发射机的信号表征相关联的用户平台的环境的设备的框图；
- [0118] 图13例示说明图12所示的设备的几何形状；
- [0119] 图14示出图12的设备可以通过其检测直接路径信号和从环境中的物体反射的信号的方案；
- [0120] 图15示出图12的设备可以通过其检测直接路径信号和从环境中的物体反射的信号的另一方案；
- [0121] 图16例示说明对于图12所示的设备来说双反射路径相关的歧义的可能性；
- [0122] 图17示出根据本发明的又一实施例的利用来自外部发射机的信号表征相关联的用户平台的环境的设备的框图；以及
- [0123] 图18例示说明图17所示的设备的几何形状。

具体实施方式

[0124] 具有逆波束形成的实施例

[0125] 本发明的某些方面涉及用于表征用户平台（诸如自主车辆）的环境的设备和方法。图1以示意性的形式描绘设备100，设备100包括天线阵列102、处理器106、发射机108和接收机110，天线阵列102具有多个空间上分布的天线元件104。处理器106被配置为经由开关网络118和发射线路114按预定顺序在第一状态和第二状态之间切换天线元件104，其中，在第一状态下，天线元件被配置为发射或接收信号，在第二状态下，天线元件被配置为不发射或接收信号。换句话说，处理器106被配置为按预定顺序激活天线元件104以用于发射或接收信号。在图1所示的实施例中，天线阵列102具有布置在平面中的九个微带贴片天线元件104，这些微带贴片天线元件104是用包括九个单极开关112的开关网络118来激活和停用的。许多其他的配置是可能的，例如，具有不同类型、数量或布置的天线元件或不同开关网络的配置。例如，用于例示说明的九个天线元件104的阵列的开关网络可以包括1x3开关的树结构或单个1x9开关。尽管优选的是不多于一个的天线元件在任何给定时间起作用，但是在某些实施例中，两个或更多个天线元件可以同时起作用。处理器106可以将一个或多个天线元件104从预定顺序排除，并且没有必要使天线元件激活时间段是相等的持续时间。当阵

列102中的元件104根据预定顺序被依次激活时,在没有来自其他元件的寄生效应或互耦时,它们将根据它们的固有增益模式发射或接收RF能量。在优选实施例中,天线元件104被配置为当不起作用时、它们与起作用的天线元件基本上不共振或者可以被使得与起作用的天线元件基本上不共振。

[0126] 发射机108与天线阵列102和处理器106操作地关联。在优选实施例中,它包括RF放大器/调制器116,并且被配置为产生用于通过顺序地激活的天线元件104发射的PRN编码信号,RF放大器/调制器116包括RF载波发生器和PRN码发生器。接收机110同样地与天线阵列102和处理器106操作地关联,并且被配置为通过顺序地激活的元件104接收通过从设备100的环境中的一个或多个物体128发射的信号的反向而形成的返回信号。接收的信号通常在RF前端122中被向下转换为中频(IF),然后在接收机110的一个或多个信道124中被处理。如扩频信号处理领域中已知的,每个信道具有一个或多个相关器132,相关器132用于将接收的信号与内部产生的用于对发射信号进行编码的PRN码的副本相关。

[0127] 设备100包括接合部120,接合部120使得在发射或接收模式下可以通过将来自发射机108的RF能量送到天线阵列102进行发射、或者将通过天线阵列102接收的信号送到接收机110来进行操作。在某些实施例中,接合部120包括使得设备100可以同时发射和接收信号的无源组件,诸如RF环行器或180度混合耦合器。在其他实施例中,接合部120包括在发射模式和接收模式之间切换设备的有源组件,诸如RF开关。无论接合部120什么形式,端口隔离一般将是不完美的,导致从发射机108泄漏到接收机110的信号134,信号134常被称为“泄漏”或“馈通”信号。阻抗失配可能导致发射机产生的RF能量的附加的小部分从开关112或天线元件104向回反射并且到达接收机。

[0128] 泄漏信号在雷达系统中一般被认为是有害的,并且用于取消这样的信号的几种方法在本领域中是已知的,例如美国专利No.3,021,521(Hutchins)和NO.6,801,153中公开的方法。本质上,“自干扰”的相同问题在全双工无线电领域中得到了解决,参见例如Bharadia等人的“Full duplex radios”,Proc SIGCOMM'13,2013年8月12-16日,香港,第375-386页。然而,在本发明中,泄漏信号有利地在跟踪回路中被跟踪,以提供用于与经由来自环境中的物体128的反射而获得的发射信号的返回进行求差的基准伪距测量。这些泄漏信号在下文中将被称为“本地”信号。

[0129] 为了表征环境,设备100提高天线阵列102在一个或多个方向上的增益,即,形成用于发射或接收RF能量的一个或多个波束126,从而寻找来自物体128的发射信号的反射。在优选实施例中,为了形成波束,接收机110被配置为在信道124中以如下讨论的适当的定时对通过顺序地激活的天线元件104接收的传入信号应用适当的一组相位或增益操纵。经操纵的信号段然后在积分时间段上被积累在信道124中的一个或多个寄存器(被称为积累器)中以形成所需的波束126。一般来说,积分时间段将对应于预定顺序的一个或多个完整周期,完整周期可以例如为10 μ s的持续时间。尤其是,可以通过在多个信道124中操纵并且积累接收的信号段来同时形成多个波束126。

[0130] 如其内容整个地并入本文的美国专利No.8,934,844(Small)中所说明的,可以在修改的扩频相关处理中方便地操纵接收的信号段的相位或增益。所需的相位或增益操纵被应用于在一个或多个接收信道124中的一个或多个相关器132中产生的参考信号(优选地,载波参考信号),然后当接收的信号段被作为惯常的相关处理的一部分与参考信号混合时,

被传送到这些接收的信号段。重要的是,相关处理的固有相干性确保经操纵的信号段在积分时间段上被相干地积累以形成波束。

[0131] 一般来说,在其上可以用给定的天线阵列形成波束的方向的范围取决于阵列中的元件的类型和布置。在图1中例如用天线元件104的平面阵列示出的天线阵列102能够在元件的平面上方形成半球形体积的波束。在优选实施例中,天线阵列102能够在三维空间中的基本上任何的方向上形成波束,其中特别关注对于自主车辆的主要感兴趣的整个360°水平面。这可以例如用布置在球形表面上的天线元件阵列来实现。在一个特定的实施例中,天线阵列102包括布置在球形表面上的八十个天线元件104,其中每个元件按100 μ s预定顺序一次被激活1.25 μ s时间段。在另一实施例中,阵列包括布置在球形表面上的六十个元件,其中每个元件按100 μ s预定顺序一次被激活1.67 μ s时间段。

[0132] 波束126和它们的形成处理有别于US 8,934,844中所描述的那些,其中接收机对来自外部发射机的、通过本地天线阵列接收的信号进行操纵以影响增益模式。波束126和它们的形成处理也有别于其内容整个地并入本文的美国专利No.9,640,865 (Small)中所描述的“合成波束”,其中接收机对接收的信号段进行操纵以影响远处的物理上分离的“发射”天线阵列处的以及它的本地“接收”天线阵列处的增益模式。本发明的有区别的特征是设备100使用单个天线阵列102发射和接收RF信号、随后对于接收的传入信号应用包含往返路径校正的相位或增益操纵以形成一个或多个波束126的能力,所述一个或多个波束126用于检测附近的物体128、用于标测或表征本地环境。这具有使得设备100可以在无需在定位网络附近的情况下进行完全自主的操作模式的附加优势。术语“逆波束”在下文中用于指代在本发明的这个实施例中生成的波束126、区分它们和纯粹为了通过天线阵列发射或接收RF能量而形成的波束。

[0133] 在简单的实施例中,图2中示意性地例示说明了用户平台201所携带的或包含在用户平台201中的设备200被配置为在多元件天线阵列202处形成单个逆波束226,多元件天线阵列202为具有多个可单个地切换的天线元件204的球形阵列的形式。该逆波束可以通过在积分时间段内系统地改变应用于通过顺序地激活的元件204接收的信号段的相位或增益操纵,来扫过所需的监视区域236。物体228的存在然后通过以下方式推断,即,通过将接收的传入信号与用于对发射信号进行编码的PRN码的副本相关来检测有别于其他传入信号的发射信号的返回。例如,给定的波束方向上的物体的存在可以从不可忽略的相关功率的出现推断。与到推断的物体的范围238相关的度量然后通过如下所述那样对积累的信号进行进一步处理来获得。通常,测量往返传播延迟,往返传播延迟可以通过乘以光速并且除以二而被转换为范围。

[0134] 在优选实施例中,所述设备被配置为同时形成多个逆波束。在图3所示的实施例中,用户平台301所携带的或包含在用户平台301中的设备300被配置足够的信道来在球形天线阵列302处形成三个逆波束326A、326B和326C,球形天线阵列302具有多个可单个地切换的天线元件304。每个逆波束可以例如扫过所需的监视区域336的适当的扇区以用于检测物体328。更多的波束将使得给定的监视区域336能够被更快速地扫描,在某些实施例中,设备300可以被配置为根据足够的接收信道的可用性和处理能力同时形成数十个、数百个或者甚至数千个逆波束。在特定优选的实施例中,所形成的波束的数量足以在没有波束扫描的情况下提供所需的监视区域336的整个覆盖。采用更紧密的波束(例如,通过给所述设备

配备具有更多的元件的更大的天线阵列)一般将改进角度分辨率。该改进的分辨率是以需要更多的波束来完全瞬时覆盖监视区域、从而这需要更多的接收信道和相关联的处理器能力为代价的。

[0135] 为了说明“逆波束”的概念,图4示出了被配置为发射和接收RF信号的球形天线阵列402的三个选定天线元件404A、404B和404C。在这个特定的例子中,感兴趣的方向442上的元件404A和404B之间的距离440碰巧等于 $\lambda/8$,其中, λ 是信号波长。如果隔离的“发射”或“接收”波束将形成在这个方向442上,则将足以相对于正通过元件404A发射或接收的信号,对正通过元件404B发射或接收的信号应用相位延迟 $\lambda/8$ 。然而,因为接收的信号段将被操纵以在发射和接收这二者中提高选定方向442上的增益,所以有必要对通过元件404B接收的信号应用相对相位延迟 $\lambda/4$ (即, $\lambda/8+\lambda/8$)。为了易于理解,作为结果的定向增益提高可以被认为是与接收波束组合的发射波束,但是应强调的是,这是对逆波束的真正的本质的歪曲,其中往返路径校正被应用于单组相位或增益操纵。

[0136] 为了正确地形成逆波束,有必要与天线元件被激活的预定顺序基本上同步地对接收的信号段应用相位或增益操纵。更优选地,相位或增益操纵还被与返回信号的预期接收时间段基本上同步地应用,这需要考虑到物体的预期范围。为了参照图4进行说明,因为天线元件404A、404B等是按顺序激活的,所以从给定的天线元件发射的并且从物体反射的信号段将至少部分通过不同的天线元件接收。因此,通过其发射和接收信号的天线元件的配对、因此相位或增益操纵的值和它们应按其被应用于接收的信号段的定时,取决于到正被检测的物体的范围。例如,如果天线元件404A、404B、404C等每个都是按顺序激活 $1.25\mu\text{s}$,则想到往返距离为范围的两倍,从元件404A发射的并且反射出物体小于188m远的信号将部分在元件404A处接收、部分在元件404B处接收。类似地,如果信号反射出物体188m和375m远之间,则该信号将在元件404B和404C处接收,依此类推。

[0137] 如果预定顺序的天线元件激活时间段与对于感兴趣的范围的预期往返传播延迟相比较长,例如,与 $\sim 200\text{ns}$ 的预期延迟相比 $20\mu\text{s}$ 激活时间段,即,大约30m的范围,则这个影响可以被安全地忽略。返回信号将主要通过从其发射它们的天线元件接收,并且相位或增益操纵仅考虑天线元件激活顺序就可以被计算和应用。接收机可以基于元件激活时间段和感兴趣的范围的获悉来决定是否考虑预期的返回信号接收时间。

[0138] 除了预定天线元件激活顺序和返回信号的预期的范围相关延迟之外,确定适当的相位或增益操纵所需的其他因素包括天线阵列增益将被提高的方向(即,所需的波束方向)、天线阵列402的类型和方位、以及阵列中的每个元件404A、404B等的位置。在某些实施例中,在给定方向上形成逆波束所需的相位或增益操纵由处理器106实时地确定,而在其他实施例中,处理器从数据库130检索所需的相位或增益操纵。相位或增益操纵也可以被称为“相位或增益系数”、“天线系数”或“逆波束系数”。

[0139] 在优选的实施例中,正从阵列102的天线元件104发射的信号的相位或增益被设置为单位一,即,在发射机处不应用相位或增益操纵。相反,形成逆波束所需的所有的相位或增益操纵被应用于接收的返回信号。为了完整性,我们指出,可以通过以下方式在某个方向上形成逆波束,即,在发射机108处,与预定天线元件激活顺序基本上同步地对正被发射的信号段应用适当的倒数相位或增益操纵,并且在接收机110处,在接收和常规的相关器处理之后积累这些段。然而,以这种方式形成逆波束的设备100局限于一次仅形成一个这样的

波束,这是不合需要的限制。对于接收机110将可能与预定顺序基本上同步地应用适当的相位或增益经操纵,这些操纵“解开(unwind)”发射机108应用的操纵并且同时在一个或多个方向上形成逆波束。无论如何,相比于正被发射的信号,对接收的信号应用相位或增益操纵一般来说更容易,所以当相位或增益操纵仅被应用于接收的信号时,设备100的设计相当简化。简而言之,通过在发射机处应用相位或增益操纵来形成逆波束通常没有优势。

[0140] 如前面所讨论的,接收机110通常将接收在内部通过接合部120处的产生的信号的泄漏134、或从开关112或天线元件104的背向反射、或它们的某个组合而获得的“本地”信号。在优选的实施例中,设备100在包含在接收机信道124中的跟踪回路中跟踪本地信号,并且使用它作为用于与来自一个或多个物体128的返回信号相辨别的基准伪距测量。图5以示意性的形式描绘了扩频设备的接收信道中的相关器的输出,该图示出与本地信号相关联的相关峰544和与从环境中的物体反射的返回信号相关联的相关峰546,其中每个相关峰具有与如扩频信号处理领域中已知的相关的PRN码中的两个码片的持续时间相等的宽度548。与到物体的范围相关的度量可以从“返回信号”相关峰546和“本地信号”相关峰544之间的间隔550获得。即使本地信号基本上被取消,本地信号的跟踪(即,关于本地信号形成跟踪回路,诸如锁相环或延迟锁定环)一般也是可能的,因为已知扩频技术可以容易地跟踪微弱的信号。从例如移动的自主车辆附近的物体预计的多个快速变化的反射一般将难以跟踪,然而,如将看到的,一般没有必要跟踪这样的信号,并且在优选的实施例中,不尝试这样做。本地信号另一方面将基本上是恒定的,因此相对容易跟踪。它不仅将提供用于范围测量的可靠的基准,而且与从周围物体的反射相关联的测量和本地信号之间的区别过程将消除所述设备中的所谓的“共模”误差的许多来源。例如,它将消除返回信号和本地信号这二者通过其传播的分量中的由于例如由热变化或电压变化引起的漂移而导致的误差,从而与用于测量往返传播延迟的常规方法相比,提供改进的范围估计。

[0141] 连续波实施例

[0142] 参照图1,在某些实施例中,接合部120包括使得设备100可以同时发射和接收信号的无源组件,诸如RF环行器。本地信号是在接收机信道124中跟踪的,返回信号可以要么在同一信道中处理,要么在“从属于”本地信号信道的一个或多个其他的信道中处理。

[0143] 在某些实施例中,通过向本地信号跟踪信道提供若干个附加抽头,在同一信道中处理本地信号和返回信号。每个附加抽头具有一个或多个相关器,在所述一个或多个相关器中,接收的信号被与来自用于信道的共用载波数控振荡器(NCO)的载波参考信号混合,并且被与从用于信道的共用码NCO计时的PRN码副本的延迟拷贝混合。图6以示意性的形式在按与应用于发射信号的PRN码的一个码片相对应的间隔654标记的时间/距离线652上例示说明了来自该信道的相关器输出。如果例如PRN码具有100ns码片时间段,则标记的间隔654将对应于30m的往返距离。时间/距离线652示出了从跟踪本地信号获得的、按半码片间隔的早期的相关值656、即刻的相关值658和晚期的相关值660。两个码片宽的“本地信号”相关峰644可以被跟踪,以即刻的相关值658为中心,即刻的相关值658对于范围确定来说,可以被认为是基准测量或“零”点662。通过顺序地激活的天线元件接收的信号在所提供的(在这个例子中,按半码片间隔提供的)若干个附加抽头664中被与载波参考信号和PRN码副本的递增延迟的拷贝混合。如以上所讨论的,相位或增益操纵被应用于接收的信号段以在期望的方向上形成逆波束。如果接收的信号是发射信号的返回,并且PRN码副本的拷贝的应用在时

间上足够接近于该信号的实际到达时间(通常在一个码片内),则将导致不可忽略的相关值。在例示说明的例子中,不可忽略的相关值666是针对一组668四个抽头检测到的,其中插值在离“零”点662大约4.3个码片远的位置670处导致具有最大相关值的相关峰646。就100ns码片而言,这个间隔650对应于430ns的往返延迟,等同于129m的往返距离。所述设备因此推断在与当前形成的逆波束相对应的方向上64.5m远处存在物体。接收的信号的处理可以在一个或多个其他的信道中并行地发生,其中在其他方向上应用不同的用于形成逆波束的相位或增益操纵以用于在这些方向上检测物体。来自同一查看方向上的不同范围处的多个物体的反射一般可以被检测到,受动态范围和范围分辨率的限制的约束。范围分辨率一般由带宽(或者换句话说,施加于信号上的PRN码的码片速率或码片持续时间)确定。例如,具有100ns或20ns码片持续时间的PRN码分别将提供~15m或~3m的范围分辨率。

[0144] 所需的抽头664的数量可以根据感兴趣的**大范围选择。例如,在100ns码片下按半码片间隔的40个抽头将使得可以检测远至300m远(600m往返距离)的物体。图6所示的抽头664的半码片间隔纯粹是任意的,并且可以根据要求而改变。例如,越近的间隔将提供越大的相关器分辨率,在另一个例子中,接收信道按1/10码片间隔具有200个抽头,对于100ns码片来说,这再次使得能够检测远至300m远的物体。根据所需的准确度和抽头间隔,可以从具有最大相关值的抽头的位置、而不是从一组抽头内的插值获得范围估计。

[0145] 为了简化,在图6所示的单信道实施例中**没有考虑用于波束形成的相位或增益经操纵的定时。图7例示说明更优选的方法,在该方法中,一个接收信道(被标记为信道1)专用于跟踪本地信号,具有少量抽头764的若干个附加抽头从属于信道1,用于检测返回信号。在每个从信道中,应用与信道1中相同的PRN码副本、载波NCO和码NCO值来保持与信道1的频率和相位相干性,其中在每个抽头764中增加了连续的PRN副本码延迟。例示说明的例子示出了被标记为信道2至6的五个从信道,每个在半码片间隔上具有三个抽头764,并且在多组抽头之间具有1.5个码片的时间偏移772。相位或增益操纵被应用于信道2至6中的接收的信号段以在期望的方向上形成逆波束。一般来说,无需对信道1应用波束形成操纵,因为该信道专用于不是通过天线元件接收的本地信号。接收的信号的处理可以在一组或其他组从信道中并行地发生,其中在其他方向上应用不同的用于形成逆波束的相位或增益操纵。

[0146] 信道1至6的相关器输出在按与用于对发射信号进行编码的PRN码的一个码片相对应的间隔754标记的时间/距离线752-1、752-2、752-3、752-4、752-5和752-6上示出。类似于图6所示的情况,在信道1中从早期的相关值756、即刻的相关值758和晚期的相关值760计算的“本地信号”相关峰744使得可以以“零”范围点762的形式确定基准测量,并且在信道3和4中计算的不可忽略的相关值766的插值使得能够在与零点762延迟大约4.3个码片的点770处确定具有最大相关值的相关峰746。就100ns码片而言,这再次对应于129m的往返距离。共同地,图7所示的五个从信道能够覆盖长达大约8个码片的延迟,即,240m的往返距离。可以通过按更大的延迟分配附加的从信道、或者通过为每一从信道增加抽头764的数量和信道之间的时间偏移772来扩大范围。

[0147] 分配给给定波束方向的从信道的数量以及每个从信道内的抽头的数量和间隔有相当大的灵活性。例如,图7中的五个从信道可以被替换为在半码片间隔上具有十六个抽头的单个从信道。然而,图7所示的更多分布的方法的优点是,它促进了在适当的时间应用相位或增益操纵以使波束形成最优。如前所述,通过其发射和接收信号的天线元件的配对、以

及因此应被应用于接收的信号段而使波束形成最优的相位或增益操纵取决于感兴趣的范围。因为每个从信道与给定的一组码延迟(即,到物体的范围)相关联,所以可以在积分时间段期间根据预期的天线元件配对来应用不同的相位或增益操纵集合。举例来说并且参照图4,我们将采取每个元件404A、404B等被激活 $1\mu\text{s}$ 的天线元件激活顺序。信道2中的一组抽头764是围绕150ns的延迟聚集的,以使得返回信号的 $\sim 85\%$ 将通过从其发射该信号的同一元件接收,例如,元件404A,剩余的 $\sim 15\%$ 将通过激活顺序中的后一个元件接收,例如,元件404B。另一方面,信道6中的一组抽头764是围绕750ns的延迟聚集的,以使得返回信号的 $\sim 25\%$ 将通过从其发射该信号的同一元件接收,剩余的 $\sim 75\%$ 将通过后一个元件接收。每个从信道的积分时间段期间应用的相位或增益操纵可以根据天线元件激活顺序和对应范围处的/按对应延迟的物体所反射的信号预期接收时间段这二者来确定。例如,不同的相位或增益操纵可以在适当的时间被应用于元件对404A-404A、404A-404B、404B-404B、404B-404C等。换句话说,每个积分时间段被划分为若干个子积分时间段,这些子积分时间段是通过返回信号的预期接收时间段和天线元件的激活时间段的重叠而确定的。

[0148] 在替代的实施例中,不同的相位或增益操纵集合被应用于信道中的单独的抽头,而不是被应用于多组抽头764。该方法可以被用于图6所示的实施例中,在该实施例中,抽头664全都在单个信道中,而不是分布在几个信道之间。

[0149] 除了图6和图7所示的示例实施例之外,抽头和信道的许多其他的分组是可能的。例如,如果只需要关于某个范围窗口(例如,50至100m)内的物体的信息,则多个信道可以被分配,每个具有足以覆盖该窗口的抽头,但是不同的相位或增益操纵集合被应用以在多个方向上形成逆波束。在另一个例子中,两个或更多个信道中的抽头可以被交织,例如,以按四分之一码片间隔而不是半码片间隔提供抽头、提高范围确定的精度。在又一个例子中,一种设备可以在已经推断在某个方向上存在物体之后,为附加的信道分配被选择在略微不同的方向上形成逆波束的相位或增益操纵,例如,以监视物体或改善方向确定。动态地为若干个信道分配可变参数(例如,波束方向以及抽头的数量和间隔)的能力是本发明的设备和方法的显著优点。

[0150] 在其中设备100被配置为同时发射和接收信号的上述实施例中,接收机110在本地信号存在时对返回信号进行检测中可能遇到困难。根据RF环行器或形成接合部120的类似装置的端口隔离以及开关112和天线元件104处的阻抗失配,本地信号的强度比正被广播的信号可能只低20或30dB,并且根据范围和反射率,可以比从物体的返回信号强得多得多。另外,典型的PRN码动态范围在实践中限于大约20dB,导致自己造成的“近场”问题。本地信号还可以干扰与所述设备相隔与小于1.5个码片相对应的往返距离(即,在与小于四分之三的码片相对应的范围处)的物体的检测,因为相应的相关峰重叠。例如,如果PRN码具有100ns码片时间段,则本地信号可以干扰比22.5m近的物体的检测。较快的码片速率将使在其处峰重叠开始的范围缩小,其中20ns码片使该范围缩小到4.5m。

[0151] 为了减轻来自本地信号的自干扰,所述设备可以被配置为使用如前所述的、本领域中已知的取消技术中的一个或更多个来取消本地信号。例如,高达110dB的自干扰取消已经在Bharadia等中有报告,尽管是以附加的硬件为代价的。理想地,本地信号应被取消到使得其接收的功率弱于接收的与反射相关联的功率的程度,同时仍保持强得足以进行鲁棒的本地跟踪。

[0152] 脉冲式实施例

[0153] 在优选的实施例中,通过在具有交织的“发射”和“接收”时间段或窗口的脉冲式模式下操作所述设备来减轻来自本地信号的自干扰,在所述“发射”和“接收”时间段或窗口中,信号通过天线阵列102顺序地发射和接收。在这些实施例中,接合部120可以例如包括选择性地发射机108或接收机110连接到天线阵列的RF开关。在发射窗口期间,接收机110积累本地信号,而在接收窗口期间,接收机积累传入信号,在由应用于接收的信号段的相位或增益操纵所确定的一个或多个方向上寻找从物体128的返回。

[0154] 通过在发射窗口期间不积累传入信号,来自本地信号的干扰大大地减小。理想地,发射机108在接收窗口期间完全关断。然而,在实践中,虽然PRN码发生器的数字电子器件一般可以没有困难地被高速接通和关断,例如,10ns或更快,但是敏捷性较低的发射机组件(诸如功率放大器)可能需要连续地保持开启,这表示接收窗口期间的低水平噪声源。这个噪声源可以通过小心的电路设计和制造来改良。优选地,接收机110包括使得接收的输入的增益能够在接收窗口和发射窗口之间被快速地调整的某种形式的手动增益控制。发射窗口持续时间和接收窗口持续时间可以根据范围要求来选择,并且优选地交替不快于PRN码的码片速率,其中脉冲顺序被改变以改良如下面所说明的盲点。应强调的是,天线元件激活顺序与发射/接收脉动顺序无关,所以接收机110仍能够形成逆波束126。

[0155] 在发射窗口期间,如图7中所描绘的,接收机跟踪并且积累信道中的本地信号以提供相关峰744,相关峰744用作用于范围确定的基准测量或零点762。发射机的脉动对本地信号的跟踪几乎没有影响,除了使由于码占空比减小而导致的接收的相关功率减小之外,其中本地信号跟踪信道在PRN码中的交替的码片或多组码片上相关。如前,为了检测返回信号,接收机在一个或多个其他的信道中按合适的间隔和码延迟将若干个附加的抽头764分配给从零点762算起的所需的最大范围。附加的抽头764通过在RPN编码的返回信号中的交替的码片或多组码片上相关来以与本地信号跟踪信道类似的方式检测从物体的返回。

[0156] 因为传入信号只在接收窗口期间积累,所以对于发送和接收窗口的任何给定顺序,对检测物体的能力存在范围相关的影响。例如,对于检测15、45、75m等的范围(对应于100、300、500ns等的往返延迟)处的物体,具有每个有100ns持续时间的发射窗口和接收窗口的脉动方案是最优的,因为可能存在的任何返回信号都将在整个接收窗口中被检测到。返回信号和接收窗口之间的重叠使这些最优范围的任意侧缩小,对于从30、60、90m等的范围处的物体的返回而言变为零,在这些范围周围导致盲点。可以通过改变脉动方案以移动盲点来改良该影响。例如,就200ns发射窗口和接收窗口而言,最优范围将为30、90、150m等,并且盲点将在60、120、180m等周围。具有100ns发射窗口和200ns接收窗口的脉动方案将在45、90、135m等周围具有盲点。一般来说,如果接收窗口长于发射窗口,则盲点更稀疏,但是整个发射功率、以及因此检测微弱反射的能力将由于占空比较低而降低。显然存在用于改变脉动方案的许多可能性,例如,按伪随机模式。

[0157] 在优选的实施例中,设备100还被配置为从定位网络接收并且处理定位信号以作为附加的功能确定位置-速率-时间(PVT)解。定位信号可以例如由如美国专利No.7,616,682(Small)中描述的所谓的“定位单元装置”的网络提供。双重功能可以基于时间划分方便地启用。例如,处理器106可以被编程为按1ms顺序具有十个100μs时隙,其中九个时隙专用于位置确定,一个时隙专用于表征环境。如果需要更频繁的或不太频繁的环境“快照”,则不

同的时间共享方案当然是可能的。例如,在一些情形下,每一100ms不多于一次(即,10Hz或更低的更新速率)表征用户平台的环境可能是足够的。

[0158] 被动实施例

[0159] 本发明的某些其他的方面涉及其中设备利用来自一个或多个外部发射机的信号来表征环境的设备和方法。广义地说,在这些方面中将描述的设备和方法利用与US 8,934,844和US 9,640,865中所描述的那些波束形成技术类似的波束形成技术。然而,不是形成指向发射机或接收机的波束以减轻多径、或者除此之外,在其他方向上形成波束以寻找从环境中的物体的反射。简而言之,多径正被利用,而不是被减轻。

[0160] 具有本地波束形成的被动实施例

[0161] 图8以示意性的形式描绘根据本发明的实施例的用于表征相关联的用户平台801的环境的设备800。所述设备包括接收机810和天线阵列802,天线阵列802为具有用于从外部发射机805接收扩频信号803的多个空间上分布的天线元件804的球形阵列的形式。外部发射机805配备有常规的固定天线807,诸如全向天线。与接收机810操作地关联的处理器806经由开关网络818按预定顺序激活天线元件804。通过顺序地激活的天线元件804接收(例如,经由直接路径809或间接路径811)的RF信号在RF前端822中被向下转换以用于在一个或多个接收信道824中进行处理。

[0162] 为了提高天线阵列802在一个或多个方向上的增益,即,为了形成指向一个或多个方向的“接收”波束813或813-A,接收机810被配置为在一个或多个信道824的一个或多个相关器832中、与预定天线元件激活顺序基本上同步地、对通过顺序地激活的天线元件804接收的传入信号段应用一个或多个相位或增益操纵集合。经操纵的信号段然后在积分时间段上被积累在一个或多个信道824中的一个或多个寄存器(被称为积累器)中以形成所需的(一个或多个)接收波束。设备800基于反射的来自发射机805的信号的相关波束813中的检测来推断某个方向上的物体828的存在。积分时间段一般对应于预定天线元件激活顺序的一个或多个完整周期。不同于参照图1至图4讨论的“逆”波束(其中RF能量通过同一天线阵列发射和接收)的情况下那样,在这种情况下,天线阵列802仅用于接收RF能量。因此,将被应用来在给定方向上形成波束813或813-A的相位或增益操纵只需要针对传入信号确定。所需的相位或增益操纵可以由处理器806实时地计算或者从数据库830检索。

[0163] 为了描述设备800可以如何使用来自一个或多个外部发射机805的信号表征相关联的用户平台801的环境,图9中示出了所述系统的几何形状。为了获得与到推断的物体的范围相关的一个或多个度量,设备900一般需要获悉外部发射机905的位置、它自己的位置、和它的天线阵列902相对于该外部发射机的方位 α 。使设备900确定发射机905的位置(例如,从先验知识或者从编码在发射信号中的信息确定)一般是简单的。存在设备900可以确定其位置和其天线阵列902的方位 α 的几种手段。例如,如果相关联的用户平台901是静止的,则所述设备可以事先知道该信息。在优选的实施例中,发射机905是形成使得设备900能够计算PVT解的陆地定位网络的已知位置中的几个这样的发射机中的一个。此外,如果所述设备一直在形成跟踪发射机的波束,诸如图8所示的直接路径波束813-A,则它还将知道其天线阵列902相对于给定的发射机905的方位 α 。在又一个例子中,设备900可以通过其他手段(例如从GPS信号)确定其位置,并且通过形成直接路径波束813-A来确定其天线阵列902的方位 α 。所述设备一般能够通过进行波束空间搜索以确定与最短的伪距相关联的信号方向来形

成到给定的发射机905的直接路径波束。尽管伪距只有在接收机的时钟与发射机905的时钟对齐或者与发射机905的时钟至少有已知偏移的情况下才可以被转换为实际范围,例如,作为PVT解的结果,但是在没有遮挡的情况下,具有最短的伪距的波束将对应于直接路径。

[0164] 为了表征相关联的用户平台901的环境,设备900执行波束空间搜索,寻找来自外部发射机905的PRN编码的信号(例如,通过形成并且扫掠少量波束,或者在不扫掠的情况下通过同时形成数量足以监视整个感兴趣的区域的波束),以确定接收来自发射机905的PRN编码的信号的方向。如图9所示,设备900从具有方位 β 的方向找到不可忽略的或高于阈值的信号911,该信号很可能是经由发射信号803从在还是未知的范围938处的物体928的反射到达的。如果设备900可以对该间接路径信号911测量路径长度917,则它可以使用该信息、连同到发射机905的范围919和其天线阵列902的方位 α 来确定所谓的双基地(bistatic)范围椭圆921。设备900通常可以从其位置和发射机位置的获悉确定到发射机的范围919。方位 β 与椭圆921的交点于是使得所述设备可以估计到物体928的范围938。天线阵列902相对于发射机905的方位(即,角度 α)的获悉在范围估计中是至关重要的。如果例如如虚线轮廓923所示的,天线阵列902的取向为逆时针90度,则方位 β 与双基地范围椭圆921的交点925将指示明显不同的范围927。

[0165] 为了完整性,我们指出,分析还将提供从发射机905到物体928的范围949,这在一些情况下可能是感兴趣的。

[0166] 现在将讨论用于测量间接信号路径长度917的各种方法。如果间接路径信号911对于使接收机在专用的跟踪信道中获取并且跟踪它是足够稳定的(例如,如果用户平台901和物体928这二者都是静止的或足够缓慢地移动,则情况可能如此),则接收机将能够对间接路径信号911执行伪距测量。如果接收机和外部发射机905的时钟之间的偏移是已知的,例如,凭借先前计算的PVT解知道,则在对时钟偏移进行校正之后,测得的伪距将对应于实际的间接信号路径长度917。另一方面,如果时钟偏移是未知的,则接收机可以通过区别对间接路径信号911和直接路径信号909测得的伪距来消除时钟偏移以获得对于路径长度差的准确测量。

[0167] 在优选的实施例,接收机不尝试用跟踪回路来跟踪间接路径信号911。相反,它在第一信道内跟踪回路中跟踪直接路径信号909,并且使用一个或多个从信道中的按递增的PRN码延迟的一系列抽头来检测间接路径信号,类似于以上参照图7所描述的情形。在图10所示的一个特定的例子中,接收机使第一信道1029专用于直接路径信号909,并且使第二从信道1031专用于间接路径信号911,其中每个信道用按一个码片间隔1054标记的时间-距离线来表示。在每个信道中,接收的信号被与经合适地相位或增益修改的载波参考信号混合以形成适当的波束813-A或813,并且被与多个适当地延迟的PRN码副本混合。在图10所示的实施例中,第一信道1029在半码片间隔上具有一组三个抽头1064,用于基于早期的相关值1056、即刻的相关值1058和晚期的相关值1060来确定“直接路径信号”相关峰1033。该峰的位置1062提供直接路径信号909的到达时间,类似于在“逆波束”方面中通过本地信号提供的“零点”测量。从信道1031在半码片间隔上具有一系列抽头1064,其中经合适地修改的载波参考信号和PRN码副本的递增地延迟的拷贝被与接收的信号混合。在这个特定的例子中,显著的相关值是针对一组四个抽头测得的,其中简单的插值在离“直接路径信号”峰1033的位置1062大约5.75个码片远的位置1070处导致具有最大相关值的“间接路径

信号”相关峰1035。这确定了间接路径信号911和直接路径信号909的到达时间之间的差值，就100ns码片而言，该差值对应于间接路径信号911和直接路径信号909之间的172.5m的路径长度差。与范围相关的度量可以可替代地从具有最大相关值的抽头的位置、而不是从一组抽头内的插值获得。从信道1031中的抽头1064的数量和它们的间隔可以根据预期的最大路径长度差和相关器解选择。

[0168] 然而，仍存在由多个反射引起歧义的可能性。为了说明，图11再次示出了图8系统的几何形状，这次考虑双反射路径的可能性。如果假定从发射机1105发射的并且被设备100接收的信号已经沿着单反射路径1111传播，则角度 α 和 β 、发射机范围1119和间接信号路径长度1117或其与发射机范围的差值的获悉足以确定长度1137。设备1100将该长度解释为到推断的物体1128的范围的估计。然而，如果信号已经沿着与单反射路径1111相等长度的双反射路径1143、经由第二物体1145行进，则物体可能例如在具有更小范围1141的位置1139处。一般来说，如果所述设备利用来自附加发射机的信号对候选位置进行交叉检查，则所述设备正确地确定物体范围的可能性将得到改进。因为不同的RPN码，设备1100的接收机当然将能够区分来自不同发射机的信号。在其他方向上查找从物体反射的信号的形成还将帮助改进范围估计的准确度。

[0169] 具有远程波束形成的被动实施例

[0170] 图12以示意性的形式描绘了根据本发明的另一实施例的用于表征用户平台1201的环境的设备1200。在例示说明的实施例中，所述设备包括接收机1210，接收机1210用于从外部发射机1205接收扩频信号，外部发射机1205配备有球形天线阵列1202，球形天线阵列1202具有多个空间上分布的天线元件1204。设备1200只需要配备有常规的固定天线1207，诸如全向天线。来自外部发射机1205的RF信号通过按预定顺序经由开关网络1218激活的天线元件1204广播，所述预定顺序是接收机1210事先已知的或者从编码在信号中的相关信息知道的。接收的传入信号（包括经由直接路径1209或间接路径1211从发射机1205接收的信号）在RF前端1222中被向下转换。一个或多个相位或增益操纵集合然后在一个或多个信道1224的一个或多个相关器1232中被应用于接收的信号段，并且在积分时间段上积累的经操纵的信号段一般对应于所述预定顺序的一个或多个完整周期。假如相位或增益操纵是与从顺序地激活的天线元件1204的信号的接收基本上同步地应用的，如US 9,640,865中所说明的那样，结果将是从天线阵列1202指向期望方向的一个或多个“发射”波束1247或1247-A。所需的相位或增益操纵可以由处理器1206实时地计算或从数据库1230检索。为了正确地形成波束，接收机1210需要知道发射天线元件1204的激活顺序、发射机1205应用于发射信号的PRN码、PRN码与激活顺序的同步、以及天线阵列1202的方位和配置。

[0171] 在某些实施例中，设备1200通过以下方式使用来自外部发射机1205的信号表征相关联的用户平台1201的环境，即，形成从天线阵列1202指向各种方向的“发射”波束1247，并且基于反射的从激活的天线元件1204发射的信号的检测来推断这些方向上的物体1228的存在。参照如图13所示的图12系统的几何形状，设备1300执行波束空间搜索，寻找来自外部发射机1305的PRN编码的信号，例如，通过形成并且扫掠少量波束1247，或者在不扫掠的情况下通过形成数量足以监视整个感兴趣的区域的波束。设备1300寻找来自发射机1305的导致具有适当的PRN码的信号被接收的波束方向。如图13所示，设备1300找到与发射机波束角度 δ 相关联的不可忽略的或高于阈值的信号1311，该信号很可能是经由在还是未知的范

围1338处的物体1328的向外反射到达的。如果设备1300可以对该间接路径信号1311测量路径长度1317,则它可以使用该信息、连同其位置和发射机1305的位置、或者等同地到发射机的范围1319,来确定双基地范围椭圆1321。方位 δ 与椭圆的交点使得设备1300可以估计到物体1328的范围1338。可替代地或另外地,所述设备可以估计从发射机1305到推断的物体1328的范围1349。

[0172] 应注意,如果相关联的用户平台1301是静止的并且设备1300不知道其相对于发射机1305的方位或“查看方向”1351,则所述设备将不能确定它所产生的、环境的任何“标测”的方位。例如,尽管所述设备可以估计方位 δ 和从发射机1305到推断的物体1328的范围1349、以及从它自己到该物体的范围1338,但是它将不能相对于其查看方向1351确定到该物体的方向 β 。然而,相关联的用户平台1301一旦开始移动,设备1300就将能够通过监视到推断的物体1328或发射机1305的范围的变化来确定其方位、以及因此方向 β 。

[0173] 返回到图12,应注意,为了使接收机1210在阵列1202处远程地形成波束1247和1247-A,适当的增益和相位操纵应与从激活的天线元件1204的信号段的接收基本上同步地被应用于接收的信号段。表面看来,这需要获悉相应的信号路径的传播延迟,因为尽管接收机1210可以计算或查找阵列1202的每个元件1204所需的相位或增益偏移,但是除非它知道传播延迟,否则它将不会知道何时对接收的信号应用这些偏移。如US 9,640,865中所说明的,天线元件激活顺序与用其对发射信号进行编码的PRN码的已知的对齐或同步使得接收机1210能够按正确的定时对接收的信号应用所需的相位或增益偏移,前提条件是信号可以被跟踪。对于直接路径信号1209,情况将会如此,并且如果接收机还能够跟踪间接路径信号,则如参照图8和图9所说明的,可以使用伪距测量来确定间接信号路径长度1217。然而,如前面所指出的,通常将难以跟踪间接路径信号1211。

[0174] 在优选的实施例中,接收机1210不尝试用跟踪回路来跟踪间接路径信号1211。相反,它在第一信道内跟踪回路中跟踪直接路径信号1209,并且采用一个或多个从信道中的按递增延迟的一系列抽头来搜索与间接路径信号1211相关联的相关峰。所述处理类似于参照图10描述的“本地波束形成”实施例的处理,但是被改为处理附加定时要求以远程地形成间接路径波束1247。在图14所示的一个示例实施例中,接收机为每个所需的间接路径波束1247分配从属于直接路径信道1429的多个信道1431-1、1431-2、1431-3...1431-n。每个信道用按一码片间隔1454标记的时间/距离线来表示,每个从信道按半码片间隔具有一系列抽头1464,延伸到覆盖间接路径信号1211和直接路径信号1209之间的预期路径长度差所需的那么远。直接路径信道1429以与图10中的对应的信道1029差不多相同的方式进行操作,其中直接路径信号1209被跟踪,并且在位置1462处确定指示直接路径信号的到达时间的相关峰1433。在信道1429中的直接路径信号的相关中暗含了对于接收的形成直接路径波束1247-A的信号应用适当的相位和增益操纵。在每个从信道1431-1...1431-n中,用于形成所需的间接路径波束1247的适当的相位或增益操纵被应用于接收的信号,但是相对于直接路径波束操纵,时间上偏移增加的量。在一个例子中,时间偏移在信道1431-1中为零,有效地假定间接路径信号的传播延迟关于直接路径信号是相同的,如果物体1228特别接近于发射机1205或设备1200,或者如果与(一个或多个)天线元件激活时间段的持续时间相比,所述系统的规模小得足以使传播延迟可忽略,则这将适合于形成波束1247。时间偏移在后面的信道1431-2...1431-n中按天线元件激活时间段T的某个分数f递增,假定天线元件被激活相

等的时间段。也就是说,时间偏移递增 $f \cdot T$,其中 f 是根据波束质量对于同步的灵敏度选择的。仅举例来说, f 可以为0.05、0.1、0.15或0.2。按100 μ s顺序被激活相等时间段的八十个天线元件的天线阵列将具有 $T=1.25\mu$ s,在这种情况下, $f \cdot T$ 增量可以例如为62.5ns、125ns、187.5ns或250ns。

[0175] 在图14所示的例子中,时间偏移在信道1431-1中为零,然后在每个后面的从信道中被递增250ns。信道1431-2中的一对相邻抽头1453处的两个不可忽略的相关值的测量示意信号的踪迹,而位置1470处的清楚的相关峰1435可以被拟合在信道1431-3中的一组抽头1455的周围。较弱的相关峰1457可以被拟合在信道1431-4中。该结果表明,在所有的从信道之中,在信道1431-3中按其应用相位或增益操纵的500ns时间偏移导致最佳质量的波束1247的形成以用于接收间接路径信号1211。这与相关峰1435和1433之间的间隔是一致的,指示相对于直接路径信号1209的到达时间的间接路径信号1211的到达时间,为大约5.75个码片或575ns。这对应于间接路径信号和直接路径信号之间的172.5m的路径长度差。施加于信道1431-3中的相位或增益操纵上的500ns时间偏移足够接近于间接路径信号和直接路径信号之间的实际的575ns传播时间差而使“基本同步”要求得到满足,导致适当的波束1247的形成。

[0176] 该观察表明,图14所示的示例实施例(其中所有的从信道1431-1、1431-2...1431-n都具有大量抽头)在它对于接收机资源的使用方面是低效的。图15示出了用少得多的抽头实现相同的结果的更优选的实施例。如前,每个信道用按一码片(例如,100ns)间隔1554标记的时间线来表示,其中第一信道1529用早期的抽头、即刻的抽头和晚期的抽头来跟踪直接路径信号1209以获得以位置1562为中心的相关峰1533。用于形成所需的间接路径波束1247的适当的相位或增益操纵在从信道1531-1、1531-2、1531-3和1531-4中的每个中被应用于接收的信号段,时间上相对于“直接路径”波束操纵偏移例如0ns、250ns、500ns和750ns。然而,这次,每个从信道在半码片(例如,0.5ns)间隔上仅具有少量抽头1564,这些抽头1564分布在相对于“直接路径”位置1562具有相同时间偏移序列(即,0ns、250ns、500ns和750ns)的位置的周围。对信道1531-3和1531-4中的抽头子集测得的显著的相关值使得能够用比“直接路径”相关峰1533的位置1562晚大约575ns的位置1570处的最大相关值来拟合相关峰1535,结果与在图14中获得的结果相同。在任何一种情况下,接收机可以可选地使用测得的传播时间差来调整相位或增益经操纵的定时以改善波束质量。

[0177] 应注意,如果系统的规模使得间接路径信号1211和直接路径信号1209之间的预期传播时间差比天线元件激活时间段 T 小得多,则图14和图15所示的方法(其中多个从信道被分配给间接路径波束1247)将不是必要的。例如,如果 T 约为10 μ s,并且传播时间差预期不大于100ns或 T 的1%,对应于30m的路径长度差,则如果适当的相位或增益操纵被以与形成直接路径波束1247-A所需的相位或增益操纵相同的定时应用,则间接路径波束1247的质量的降低将是可忽略的。换句话说,“基本同步”的要求将在没有任何附加的时间偏移的情况下得到满足,并且在这种情况下,对于每一个间接路径波束方向仅分配一个从信道一般将是足够的,类似于图10所示的情况。

[0178] 再次,歧义可能由于多个反射而引起。为了说明,图16示出了图12系统的几何形状,这次考虑双反射路径的可能性。如果假定设备1600接收的信号已经经由单反射路径1611传播,则角度 δ 、发射机范围1619和间接信号路径长度1617或其与发射机范围的差值的

获悉足以确定长度1637。设备1601将该长度解释为到物体1628的范围的估计。然而,信号可能已经沿着与单反射路径1611相等长度的双反射路径1643、经由不同范围和方向处的两个物体1661和1659行进。如前,可以通过使用来自同一发射机1605或其他发射机的信号对在其它方向上形成的发射波束1247确定的候选位置进行交叉检查来提高范围估计准确的可能性。

[0179] 以上参照图12描述的方法有利地使得设备1200能够在不需要多元件天线阵列的情况下表征相关联的用户平台1201的环境,从而使得能够小型化为手持装置,例如,如果用户平台是人、而不是车辆,则这将是特别有用的。必要的波束1247、1247-A形成在与外部发射机1205相关联的天线阵列1202处。此外,因为用于形成波束的相位或增益操纵被应用于接收机1210中,所以所述系统是多接入的,这意味着任何数量的用户平台1201可以利用相同的信号。

[0180] 具有合成波束形成的被动实施例

[0181] 图17以示意性的形式描绘了根据本发明的另一实施例的用于使用来自外部发射机1705的扩频信号来表征相关联的用户平台1701的环境的设备1700。在该实施例中,外部发射机配备有发射天线阵列1702-T,发射天线阵列1702-T具有多个空间上分布的发射天线元件1704-T,设备1700类似地配备有接收天线阵列1702-R,接收天线阵列1702-R具有多个空间上分布的接收天线元件1704-R。发射机1705和设备1700这二者处的天线阵列的存在使得接收机1710能够应用如US No.9,640,865中所描述的“合成”波束形成技术。应注意,两个天线阵列1702-R和1702-T无需具有相同形状或者相同数量或类型的天线元件,尽管为了正确地形成“合成”波束,接收机1710需要知道两个阵列的配置。外部发射机1705产生的扩频信号按第一预定顺序通过经由开关网络1718-T激活的发射天线元件1704-T广播,并且按第二预定顺序通过经由开关网络1718-R激活的接收天线元件1704-R接收。第一预定顺序对于接收机1710要么是事先知道的,要么是从编码在发射信号中的相关信息知道的,并且可以预期接收机知道本地天线阵列1702-R的预定顺序。接收机还需要知道信号与第一预定顺序的同步,例如,从PRN码与第一预定顺序的对齐知道。

[0182] 在接收的传入信号已经在RF前端1722中被向下转换之后,接收机1710可以在一个或多个信道1724中、与从激活的发射天线元件1704-T发射的信号接收基本上同步地、并且与用于激活接收天线元件1704-R的第一预定顺序基本上同步地应用一个或多个相位或增益操纵集合。每个信道1724中的经操纵的接收的信号在积分时间段上被积累以形成所需的(一个或多个)“合成”波束,其中积分时间段通常在第一预定顺序和第二预定顺序中的较长者的至少一个完整周期内延伸。每个“合成”波束可以被认为是从发射阵列1702-T指向的发射波束1747或1747-A和从接收阵列1702-R指向的接收波束1713或1713-A的组合。在图17所示的例子中,接收机1710已经在两个信道1724中形成了两个合成波束。这些合成波束中的对应于直接路径信号1709的第一个包括从发射阵列1702-T指向接收阵列1702-R的发射波束1747-A和从接收阵列指向发射阵列的接收波束1713-A。第二个在导致在接收机1710处接收到具有适当的PRN码的不可忽略的或高于阈值的信号1711的方向上,包括从相应的天线阵列指向推定的物体1728的发射波束1747和接收波束1713。设备1700可以通过以下方式表征相关联的用户平台1701的环境,即,将一个或多个合成波束扫过感兴趣区域,或者同时形成足够数量的合成波束来覆盖感兴趣区域,并且寻找具有适当的PRN码的不可忽略的

或高于阈值的信号。也就是说,所述设备寻找通过从发射机1705发射的信号反射而获得的信号。

[0183] 一旦所述设备已经从“接收”波束分量1713的角度或方向估计了到推定的物体1728的方向,就可以从该方向与双基地范围椭圆的交点估计范围1738,如前面所说明的,双基地范围椭圆可以从到发射机的范围1719和间接信号路径长度1717确定。发射机范围1719可以从设备1700和发射机1705的位置确定,留下间接信号路径长度1717作为将被确定的唯一参数。如果接收机1710可以跟踪间接路径信号1711,则可以如参照图8和图9所描述的那样应用伪距差分方法。然而,优选地,使用与参照图15描述的方法类似的方法。在这种情况下,形成合成波束的“发射”部分1747所需的相位或增益操纵的分量被以递增增加的时间偏移应用于多个从信道1531-1等中,并且形成合成波束的“接收”部分1713所需的相位或增益操纵的分量被以与用于本地延迟相同的定时应用于每个从信道中。一般来说,用于合成波束的相应部分的相位分量将被求和,增益分量将被相乘,并且组合的相位或增益操纵的集合在每个从信道1531-1等中将是不同的,因为“发射”分量相对于“接收”分量滑动。如前,如果预期的传播时间差与用于发射天线元件1704-T的(一个或多个)激活时间段相比不显著,则将无需延迟形成发射部分1747所需的相位或增益操纵的应用。

[0184] 如图18的几何形状示图中所示的,直接路径信号1809和间接路径信号1811的路径长度、连同从合成波束获得的角度 α 、 β 和 δ 足以使设备1800获得到推定的物体1828的方向和范围的估计。此外,合成波束所提供的附加角度信息使得可以更肯定地表征环境。例如,涉及两个物体1859和1861的双反射路径1843的可能性可以被排除,因为其长度太短。涉及包含角度 δ 和 β 的三个或更多个反射并且总长度等于单反射路径1811的长度1817的路径可以被设想,但是沿着这样的路径的不可忽略的信号接收变得越来越不太可能。此外,在许多情况下,可以通过使用来自同一发射机1805或其他发射机的信号对从在其他方向上形成的合成波束确定的候选位置进行交叉检查来确认推断的物体的存在或不存在。

[0185] 关于图8、图12和图17中所描绘的系统中的每个,外部发射机805、1205或1705优选地为形成定位网络的已知位置中的多个类似发射机中的一个,在所述定位网络内,设备800、1200或1700可以计算PTV解。这可以作为环境表征功能的一部分或者除了环境表征功能之外而被执行。例如,图8的设备800可以形成若干个波束813-A和其他方向上的一个或多个波束813以寻找从环境中的物体828的反射,所述若干个波束813-A朝向用于接收足够数量的信号来计算PVT解的相似数量的发射机805。类似地,图12的设备1200可以形成若干个波束1247-A和其他方向上的一个或多个波束1247以寻找从环境中的物体1228的反射,所述若干个波束1247-A从相似数量的发射机阵列1202指向设备1200自己以用于位置确定。

[0186] 以上参照图12描述的设备1200是特别有利的,因为其对远程波束形成技术的利用使得它可以在不需要多元件天线阵列的情况下表征相关联的用户平台1201的环境,从而使得能够小型化为手持装置。图17的设备1700也是有利的,因为其对于合成波束形成技术的利用使物体范围歧义的可能性降低。重要的是,图12和图17中所描绘的系统是多接入的,这意味着具有合适的设备1200或1700的任何数量的用户平台1201或1701可以在配备一个或多个天线阵列的发射机1205、1705的网络内进行操作。这是因为表征环境或确定PVT解所需的所有的信号操纵都是在所述设备的相应的接收机内执行的。如果另一方面,给定的用户平台的设备(例如,经由有线手段或无线手段)指示配备天线阵列的外部发射机在某些方向

上形成一个或多个波束以供它自己使用,则其他用户平台的设备将被拒绝接入到该发射机。因此,图12中所描绘的系统提供多接入方法,在该方法中,具有配备有简单的天线1207的合适的设备1200的多个用户平台1201可以利用从配备有多元件天线阵列1202的一个或多个外部发射机1205接收的信号来表征它们的环境。

[0187] 已经就用于通过信号的发射、接收和处理来表征用户平台的环境的方法和设备描述了本发明的少数实施例。为了简化,已经就可以在接收机内用硬件实现的元件(诸如信道、相关器和抽头)描述了信号处理。然而,将意识到,就现代的计算机处理器而言,这些及其他元件也可以用软件来实现,从而为用于处理接收的信号的资源分配提供很大的灵活性。一般来说,在不脱离所附权利要求的范围的情况下,信号处理可以以硬件、固件和软件的任何组合发生。

[0188] 尽管已经参照特定例子描述了本发明,但是本领域技术人员将意识到,本发明可以以许多其他的形式实施。

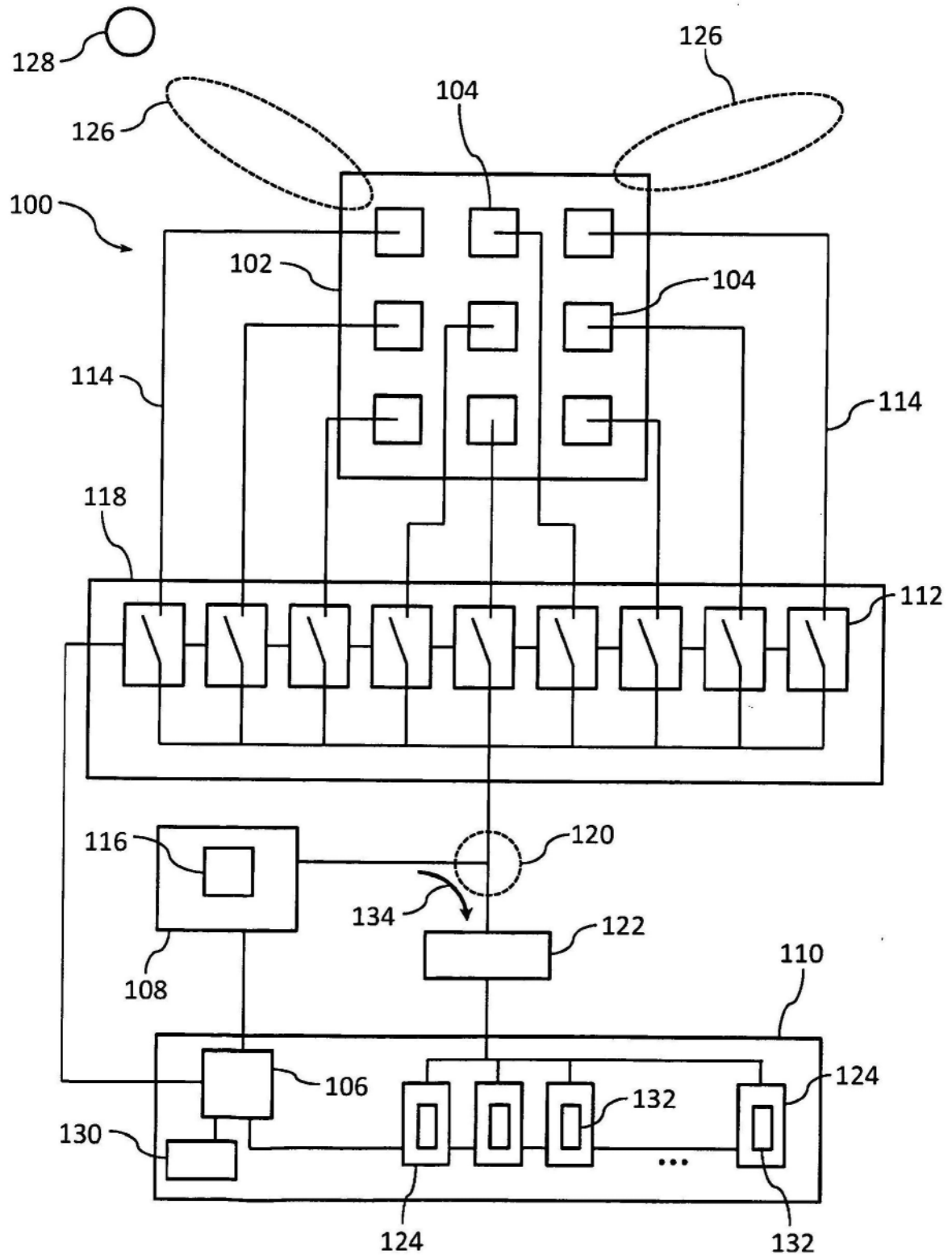


图1

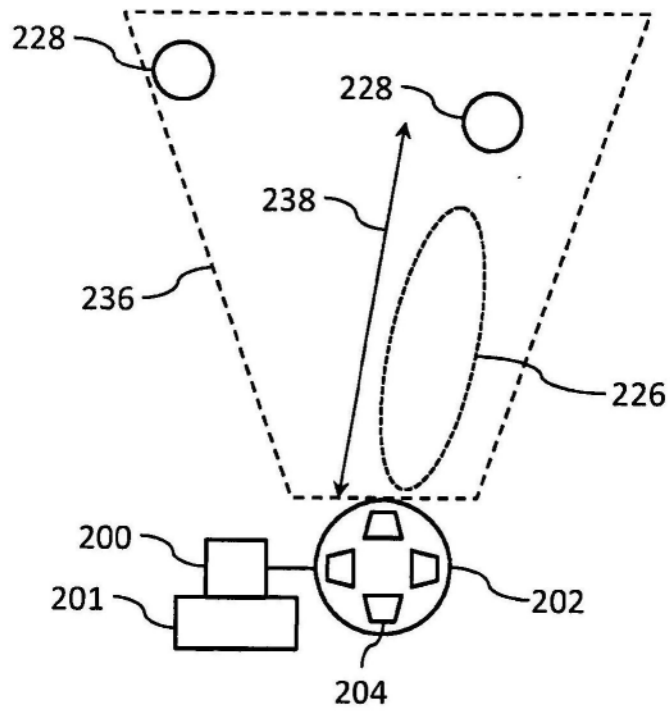


图2

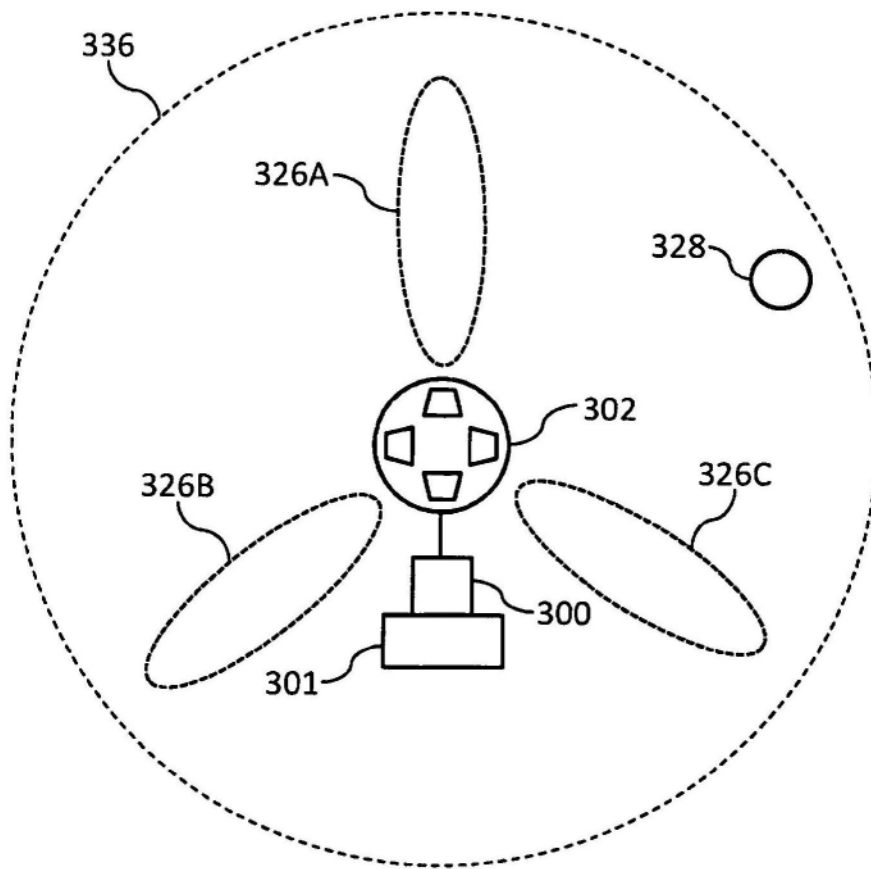


图3

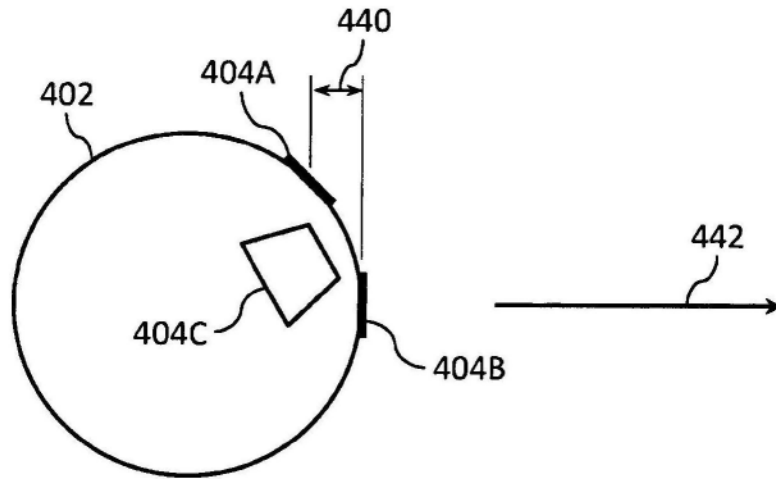


图4

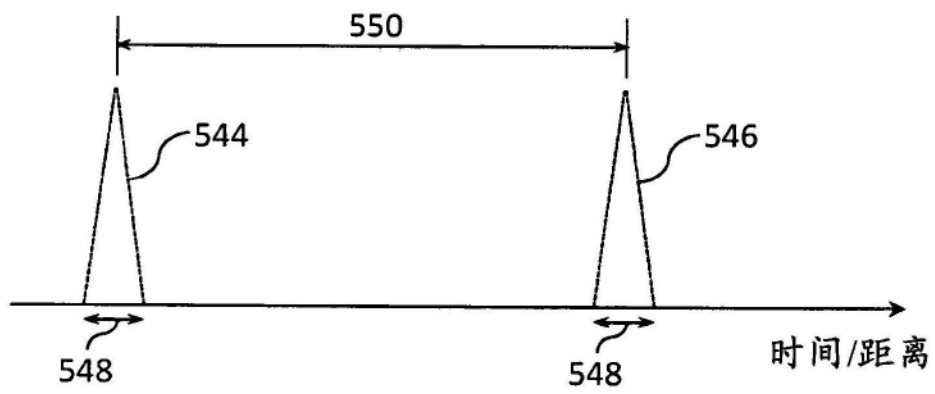


图5

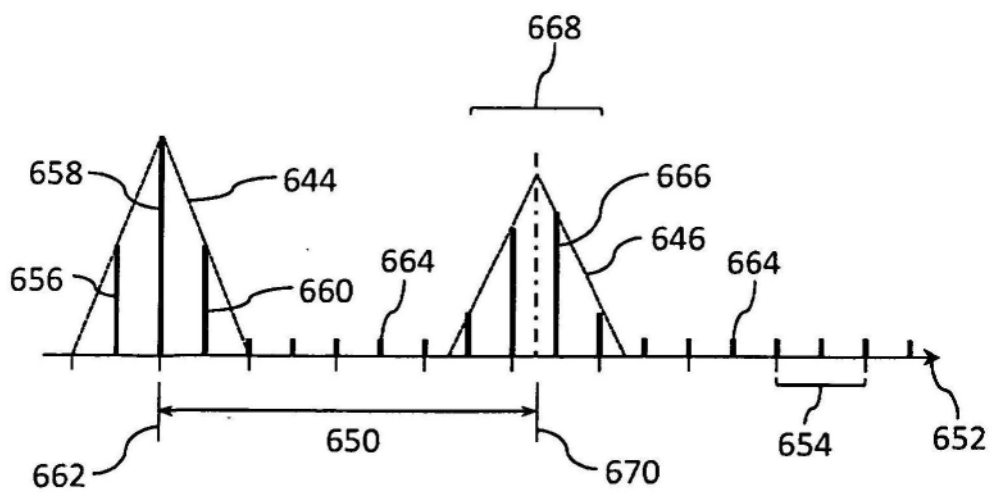


图6

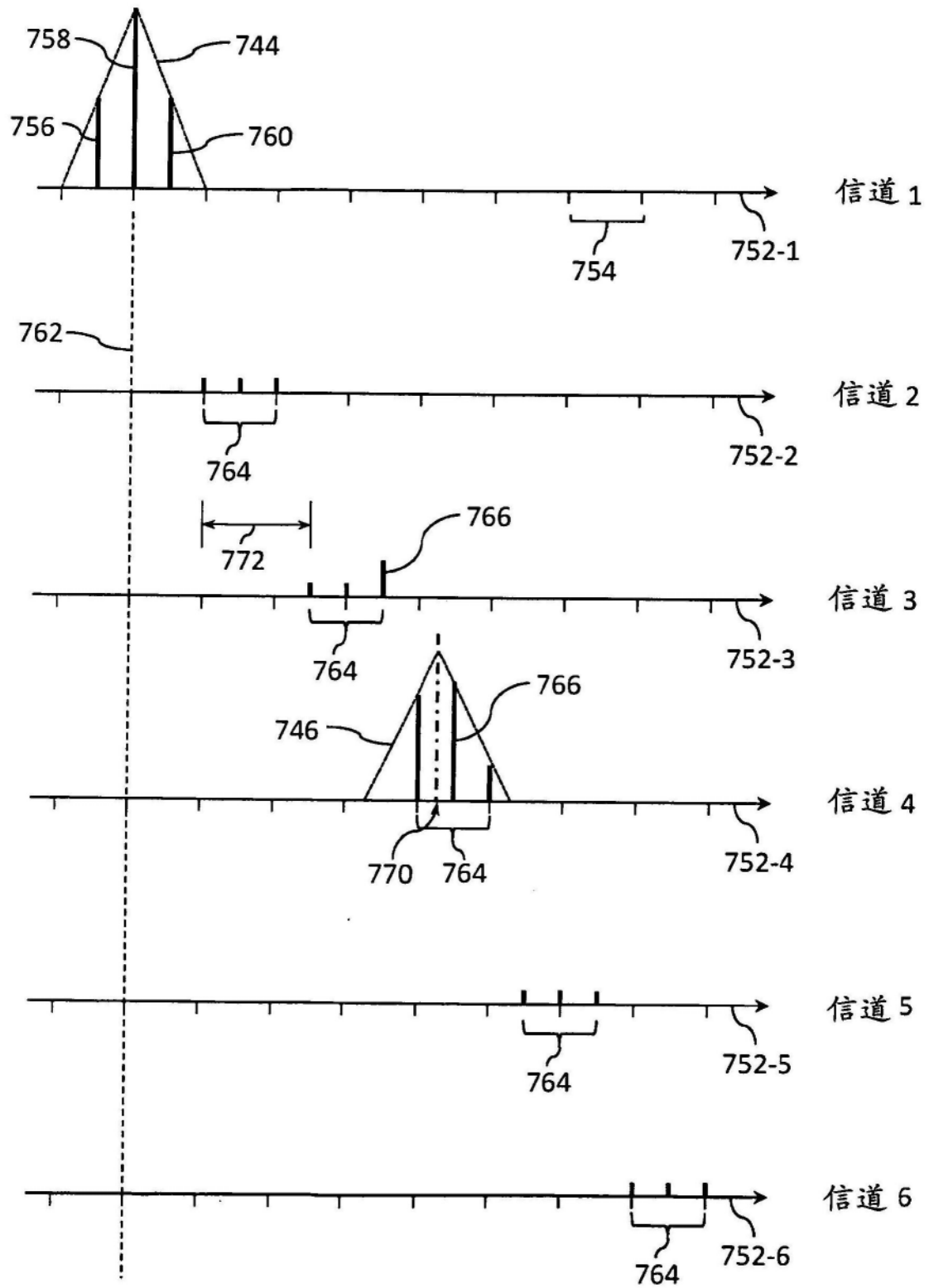


图7

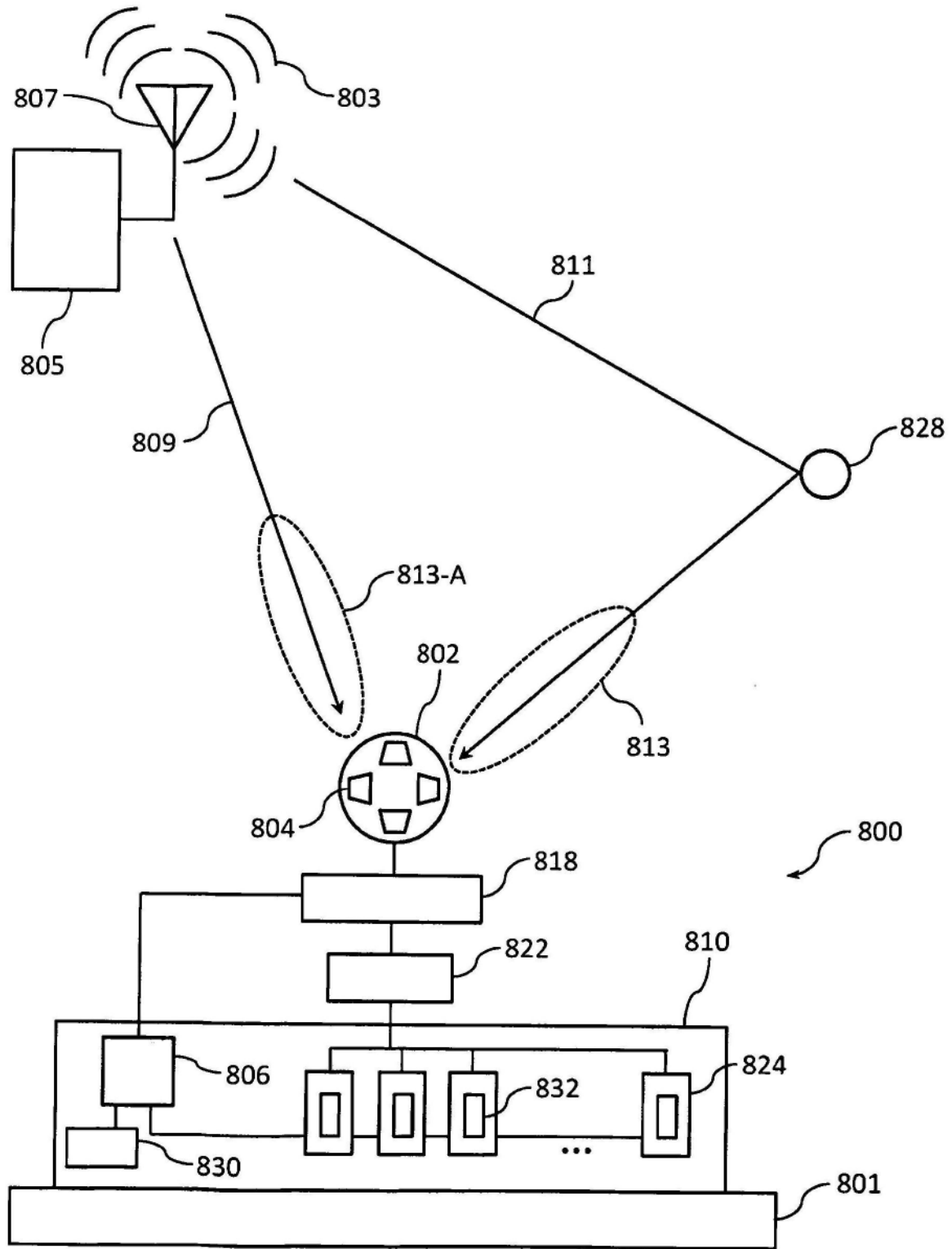


图8

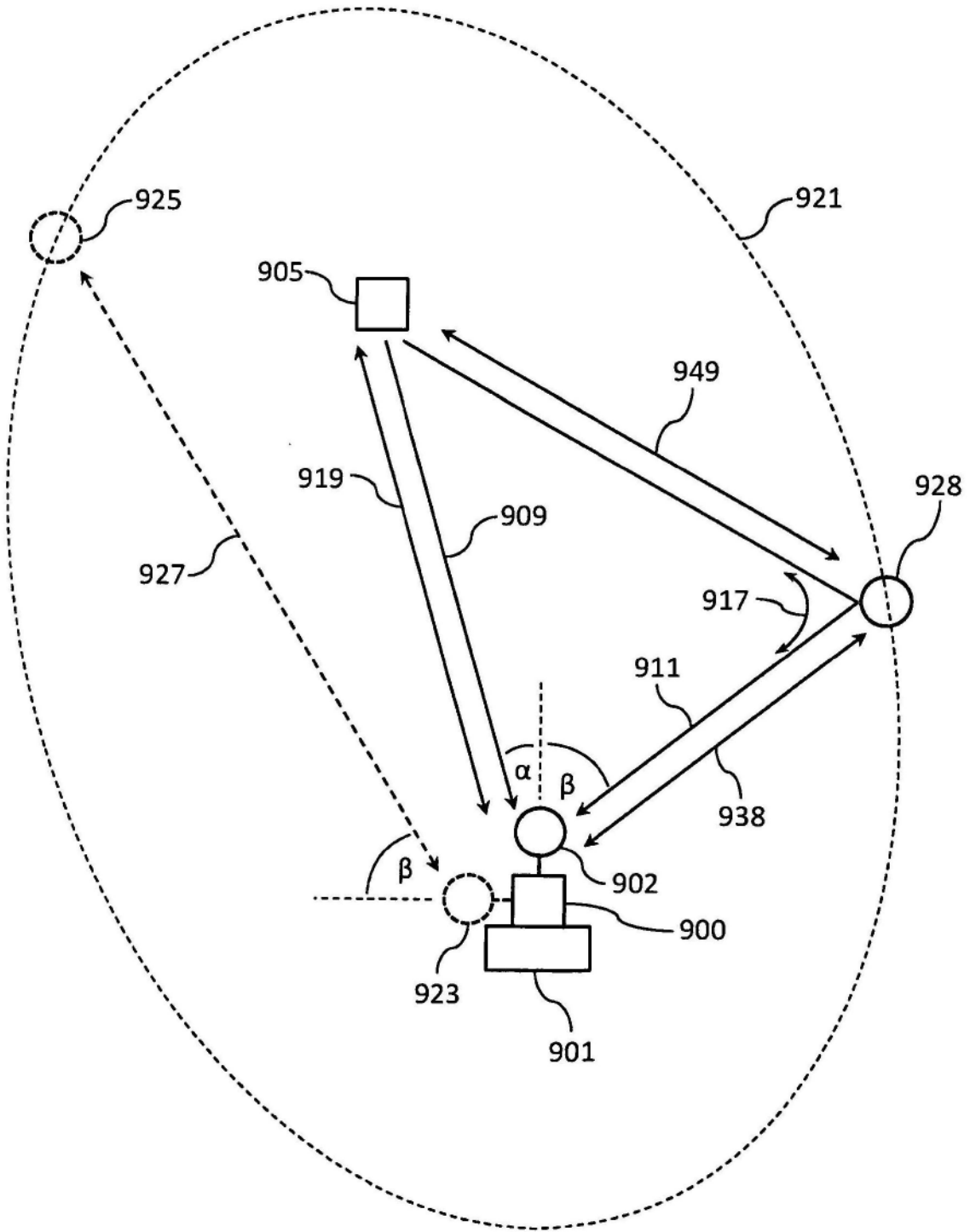


图9

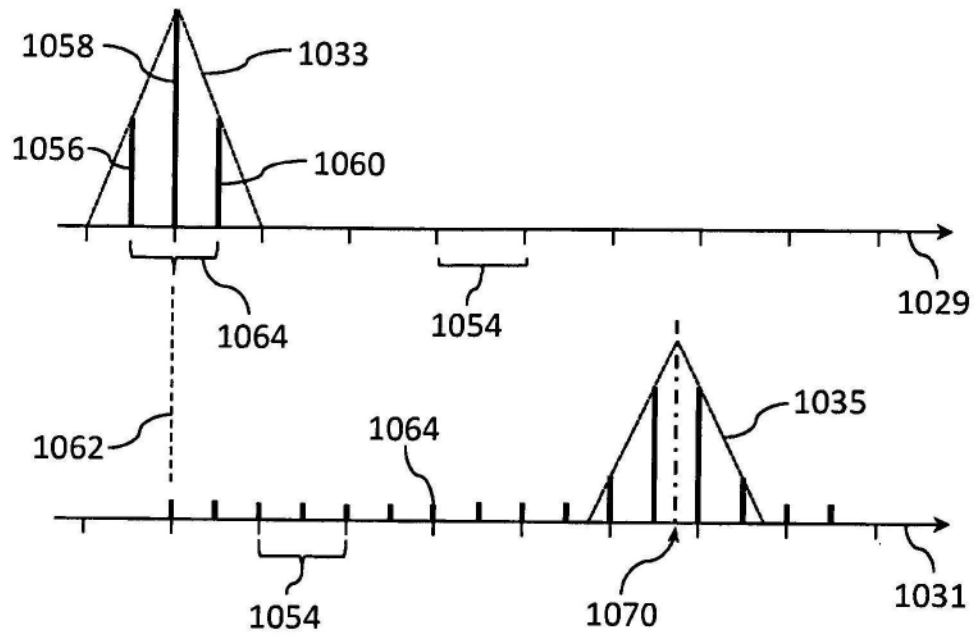


图10

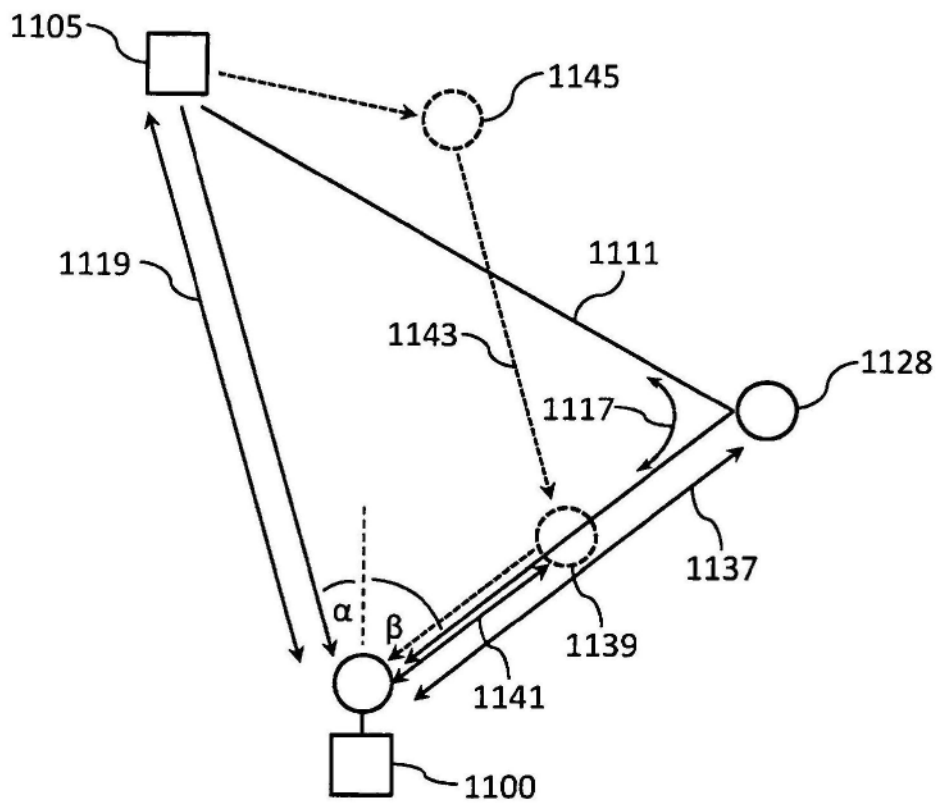


图11

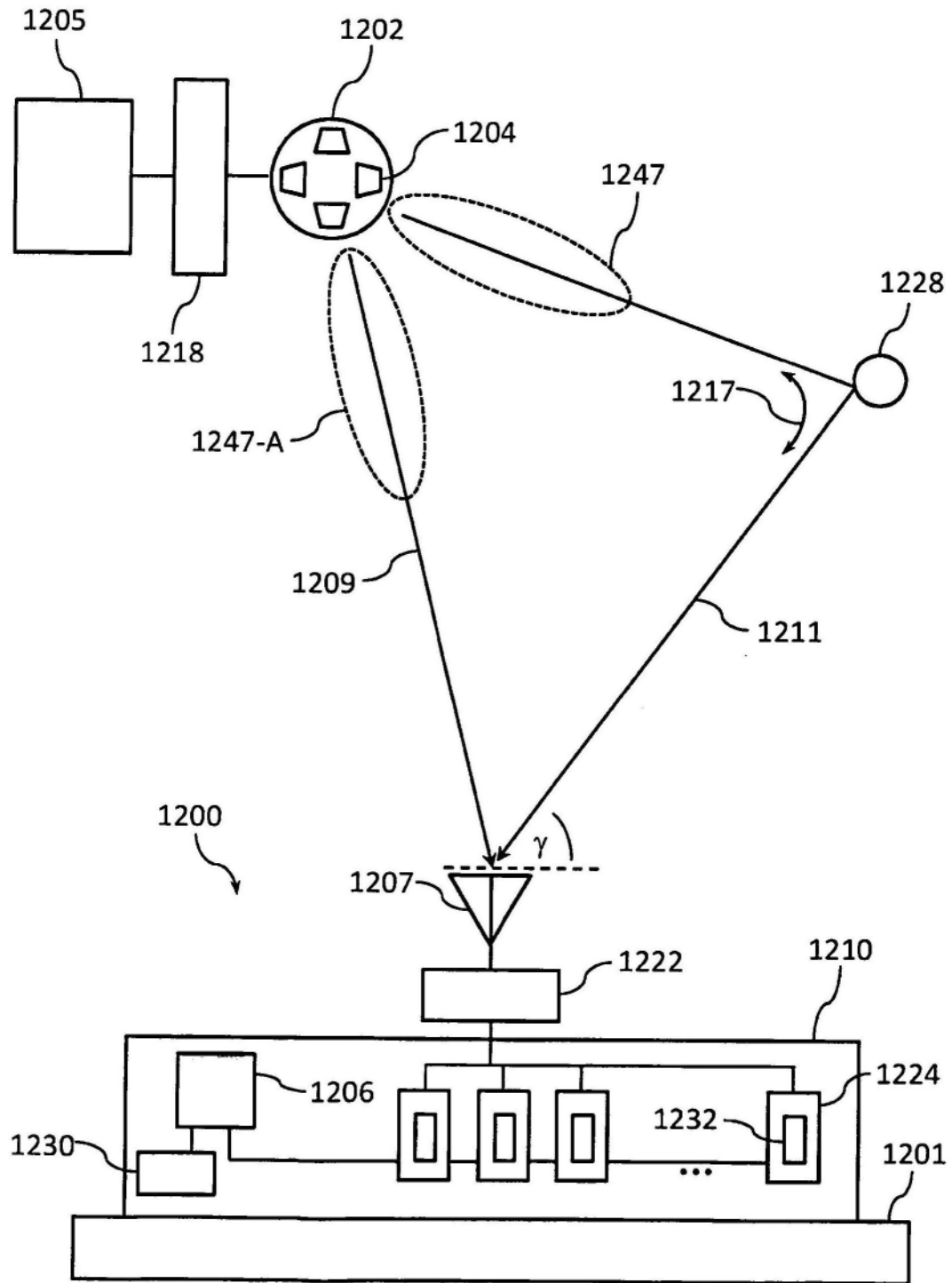


图12

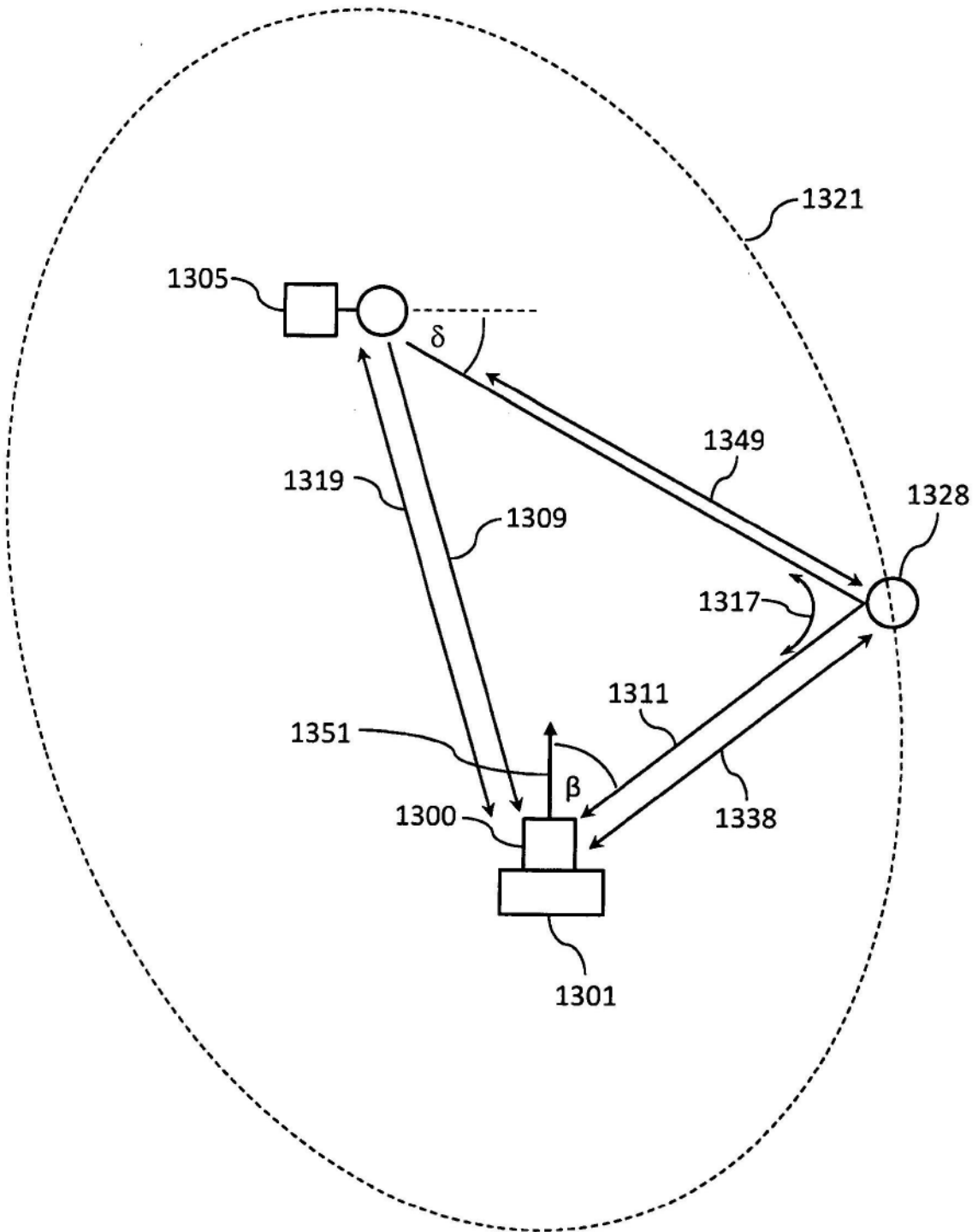


图13

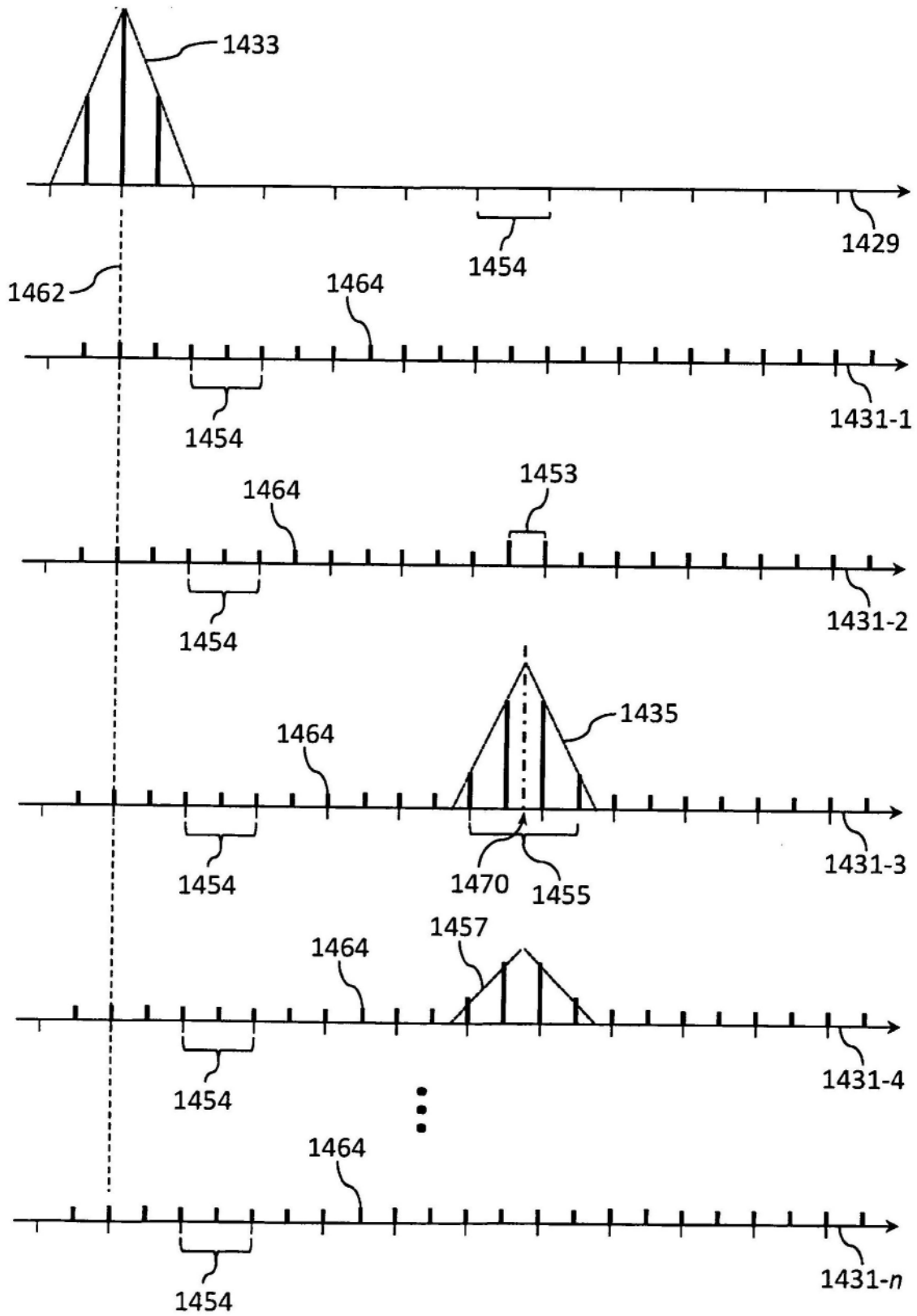


图14

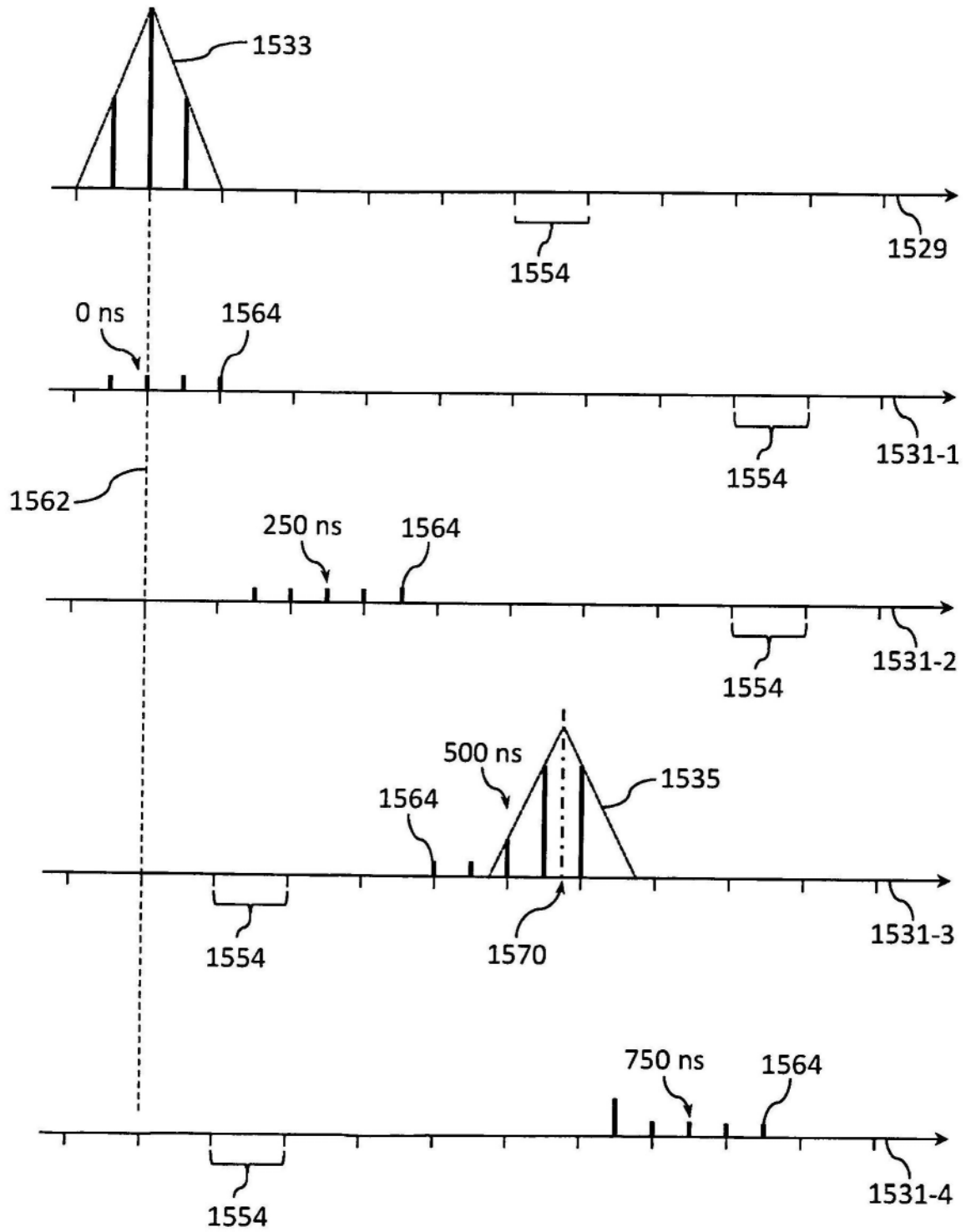


图15

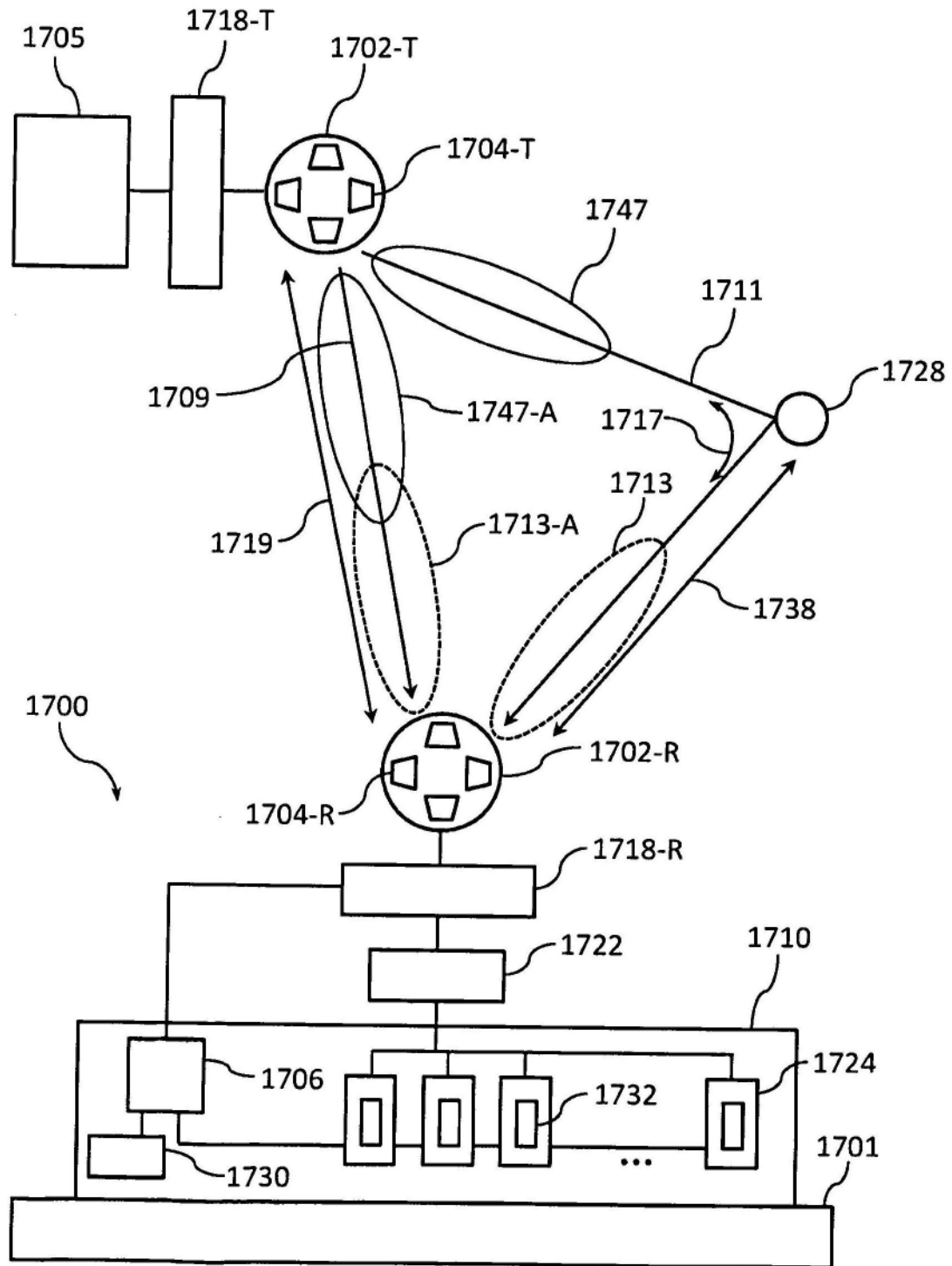


图17

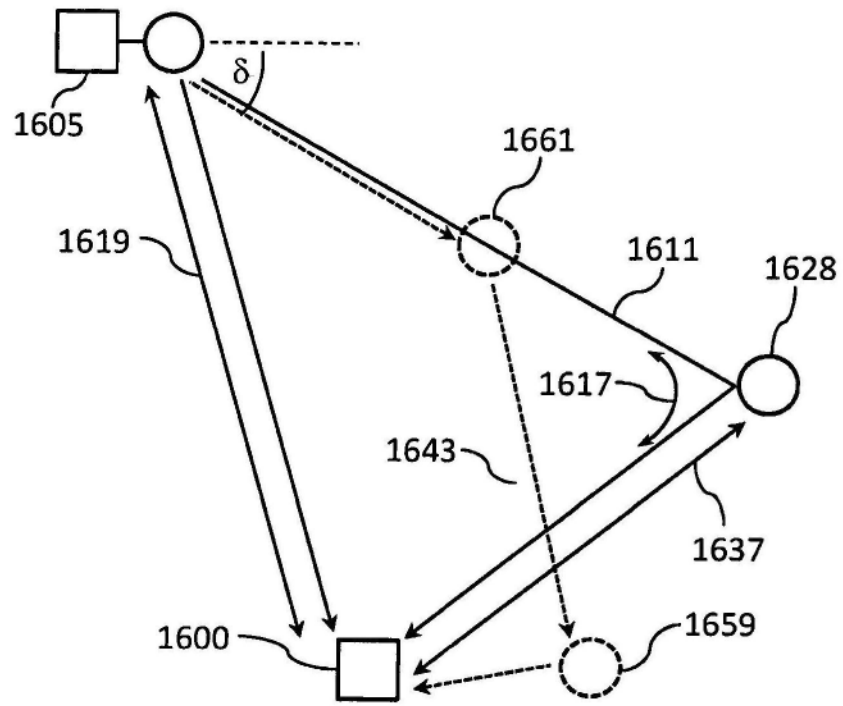


图16

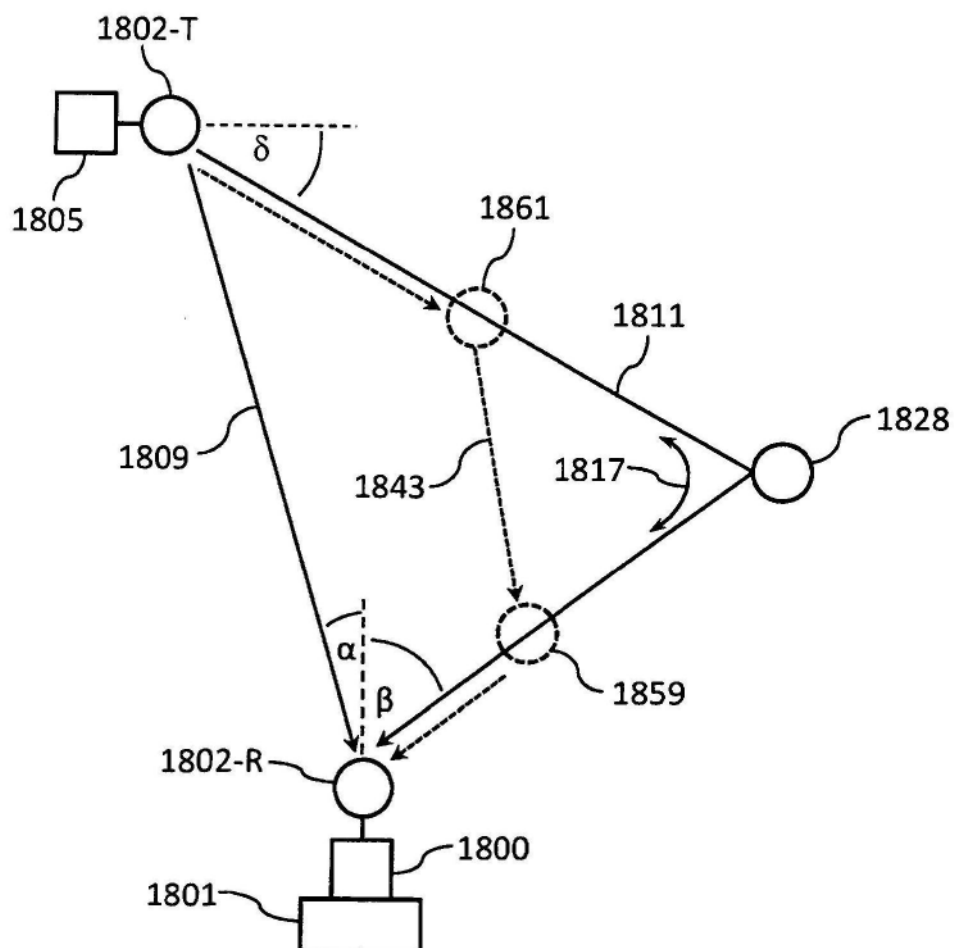


图18