



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107409271 A

(43)申请公布日 2017. 11. 28

(21)申请号 201680007564.5

维克拉姆·帕维特 埃拉德·艾伦

(22)申请日 2016.01.27

维韦克·萨伯拉曼尼安

(30)优先权数据

14/607,045 2015.01.27 US

14/925,889 2015.10.28 US

15/007,119 2016.01.26 US

(74)专利代理机构 北京路浩知识产权代理有限公司 11002

代理人 王朋飞 张晶

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2017.07.27

(51)Int.Cl.

H04W 4/00(2009.01)

H04W 8/00(2009.01)

H04W 52/02(2009.01)

H04W 74/04(2009.01)

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/US2016/015188 2016.01.27

(87)PCT国际申请的公布数据

W02016/123249 EN 2016.08.04

(71)申请人 洛希克斯有限公司

地址 美国加利福尼亚

(72)发明人 托米·伊拉穆尔托

权利要求书3页 说明书17页 附图19页

(54)发明名称

基于周期性信标信号在无线传感器网络内提供通信的系统和方法

(57)摘要

在一个实施例中,系统包括具有一个或多个处理单元和用于在无线网络架构中发射和接收通信的RF电路的集线器。该系统包括多个传感器节点,每个传感器节点含有具有发射器和接收器以在无线网络架构中实现与集线器的双向通信的无线装置。集线器的一个或多个处理单元被配置成执行指令以基于集线器的周期性信标信号来针对每个无线装置确定使发射器可操作为发射并且使接收器可操作为接收的第一预定定时。



1. 一种用于提供无线非对称网络的系统,其包括:

第一集线器,其具有被配置成控制所述无线非对称网络架构中的通信和功耗的无线控制装置;以及

第一多个节点,所述第一多个节点中的每个含有具有发射器和接收器以在所述无线非对称网络架构中实现与所述第一集线器的无线控制装置的双向通信的无线装置,其中所述无线控制装置被配置成基于所述第一集线器的周期性信标信号来针对每个无线装置确定使所述发射器可操作为发射并且使所述接收器可操作为接收的第一预定定时,以减少所述第一多个节点的无线装置的功耗。

2. 根据权利要求1所述的系统,其中所述第一集线器由主电源供电并且所述第一多个节点各自由电池源供电以形成所述无线非对称网络,其中利用所述第一集线器和所述第一多个传感器节点的可用功率的不对称性以基于低占空比网络来提高所述第一多个传感器节点的所述无线非对称网络中的电池寿命和通信范围,从而减少所述第一多个传感器节点的发射相关的能量消耗。

3. 根据权利要求1所述的系统,其中基于所述周期性信标信号与所述第一多个节点的通信之间的定时关系来针对所述第一多个节点的每个无线装置确定使所述发射器可操作为发射并且使所述接收器可操作为接收的所述第一预定定时。

4. 根据权利要求1所述的系统,其中在检测到冲突或检测到新的传感器节点时,所述第一集线器通过针对所述第一多个节点的至少两个无线装置确定使所述发射器可操作为发射并且使所述接收器可操作为接收的不同的第二预定定时来提供抗冲突特征,其中所述第一集线器最初发射具有所述第一预定定时的周期性信标信号,随后在检测到冲突或检测到新的节点时发射具有第二预定定时的周期性信标信号。

5. 根据权利要求1所述的系统,其进一步包括:

第二集线器,其具有被配置成控制所述无线非对称网络架构中的通信和功耗的无线控制装置;以及

第二多个节点,所述多个第二节点中的每个含有具有发射器和接收器以在所述无线非对称网络架构中实现与所述第二集线器的无线控制装置的双向通信的无线装置,其中所述第二集线器的无线控制装置被配置成针对所述第二多个节点的每个无线装置确定使所述发射器可操作为发射并且使所述接收器可操作为接收的第三预定定时,以减少所述第二多个节点的无线装置的功耗。

6. 根据权利要求1所述的系统,其中确定所述第二预定定时包括基于接收不可理解的通信的至少一部分来确定至少一个不可理解的通信并且然后确定所述至少一个不可理解的通信由在大约相同的时间处从不同节点发射的通信的冲突引起的可能性。

7. 根据权利要求5所述的系统,其中具有所述无线控制装置的所述第二集线器被配置成将通信发送到所述第一集线器并且从所述第一集线器接收通信以控制和监测所述无线非对称网络架构。

8. 一种用于提供无线非对称网络架构的设备,其包括:

存储器,其用于存储指令;

一个或多个处理单元,其用于执行指令以在无线非对称网络中建立和控制通信;以及

射频(RF)电路,其用于在所述无线非对称网络中发射和接收通信,所述RF电路将通信

发射到多个节点,所述多个节点中每个含有具有发射器和接收器以在所述无线非对称网络中实现与所述设备的RF电路的双向通信的无线装置,其中所述一个或多个处理单元被配置成执行指令以基于所述设备的周期性信标信号来针对每个无线装置确定使所述发射器可操作为发射并且使所述接收器可操作为接收的第一预定定时,以减少所述多个节点的无线装置的功耗。

9. 根据权利要求8所述的设备,其中所述设备由主电源供电并且所述多个节点各自由电池源或其它能量源供电以形成所述无线非对称网络,其中利用所述设备和所述第一多个传感器节点的可用功率的不对称性以基于低占空比网络来提高所述第一多个传感器节点的所述无线非对称网络中的电池寿命和通信范围,从而减少所述第一多个传感器节点的发射相关的能量消耗。

10. 根据权利要求8所述的设备,其中基于所述周期性信标信号与所述多个节点的通信之间的定时关系来针对所述第一多个节点的每个无线装置确定使所述发射器可操作为发射并且使所述接收器可操作为接收的所述第一预定定时。

11. 根据权利要求8所述的设备,其中在检测到冲突或检测到新的节点时,所述设备通过针对所述多个节点的至少两个无线装置确定使所述发射器可操作为发射并且使所述接收器可操作为接收的不同的第二预定定时来提供抗冲突特征,其中在检测到冲突或检测到新的节点时,所述设备最初利用所述第一预定定时并且随后利用所述第二预定定时来发射所述周期性信标信号。

12. 根据权利要求8所述的设备,其中确定所述第二预定定时包括基于接收不可理解的通信的至少一部分来确定至少一个不可理解的通信并且然后确定至少一个不可理解的通信由在大约相同的时间处从不同节点发射的通信的冲突引起的可能性。

13. 一种用于减少无线非对称网络架构中的功耗的方法,其包括:

利用集线器的处理逻辑将周期性信标信号发射到多个传感器节点,所述多个传感器节点中的每个含有具有发射器和接收器以实现与所述集线器的双向通信从而形成所述无线非对称网络架构的无线装置;

利用所述集线器的处理逻辑从所述多个传感器节点接收通信;以及

利用所述集线器的处理逻辑,基于所述周期性信标信号来针对每个无线装置确定使所述发射器可操作为发射并且使所述接收器可操作为接收的第一预定定时,从而减少所述多个传感器节点的无线装置的功耗。

14. 根据权利要求13所述的方法,其进一步包括:

在最初从至少一个新的节点接收到通信时或在所述第一预定定时期间从所述多个传感器节点的至少一个无线装置接收到至少一个不可理解的通信时,针对所述多个传感器节点的至少两个无线装置确定使所述发射器可操作为发射并且使所述接收器可操作为接收的不同的第二预定定时。

15. 根据权利要求13所述的方法,其进一步包括:

利用所述集线器的处理逻辑,发射非重复的时隙定义信号以定义用于所述第一预定定时的时隙。

16. 根据权利要求15所述的方法,其中所述集线器发射具有所述第一预定定时的最初的所述周期性信标信号和所述时隙定义信号中的至少一个,并且随后,在检测到冲突或检

测到新的节点时,所述信标信号包括所述第二预定定时。

17.根据权利要求13所述的方法,其中基于所述周期性信标信号与所述多个节点的通信之间的定时关系来针对所述多个节点的每个无线装置确定使所述发射器可操作为发射并且使所述接收器可操作为接收的所述第一预定定时。

18.一种用于无线网络架构的传感器节点,其包括:

至少一个传感器;

存储器,其用于存储指令;

处理逻辑,其联接到所述存储器和所述至少一个传感器,所述处理逻辑执行指令以处理从所述至少一个传感器接收的数据并且处理用于所述传感器节点的通信;以及

射频(RF)电路,其联接到所述处理逻辑,所述RF电路包括发射器功能性和接收器功能性以在所述无线网络架构中将通信发射到集线器并且从所述集线器接收通信,其中所述处理逻辑被配置成执行指令以从所述集线器接收周期性信标信号并且基于所述周期性信标信号确定使所述发射器功能性可操作为发射并且使所述接收器功能性可操作为接收的第一预定定时。

19.根据权利要求18所述的传感器节点,其中所述传感器节点的处理逻辑被配置成接收非重复的时隙定义信号以定义用于所述第一预定定时的时隙。

20.根据权利要求18所述的传感器节点,其中所述传感器节点的处理逻辑被配置成接收使所述发射器功能性可操作为发射并且使所述接收器功能性可操作为接收的不同的第二预定定时。

基于周期性信标信号在无线传感器网络内提供通信的系统和方法

[0001] 相关申请

[0002] 本申请是于2015年1月27日提交的申请号为14/607,045、标题为用于向无线传感器网络提供非对称网络架构的系统和方法 (SYSTEMS AND METHODS FOR PROVIDING WIRELESS SENSOR NETWORKS WITH AN ASYMMETRIC NETWORK ARCHITECTURE) 的申请的部分延续,并且还是于2015年10月28日提交的申请号为14/925,889、标题为基于用于传感器节点的至少一个周期性保证时隙在无线传感器网络内提供通信的系统和方法 (SYSTEMS AND METHODS FOR PROVIDING COMMUNICATIONS WITHIN WIRELESS SENSOR NETWORKS BASED ON AT LEAST ONE PERIODIC GUARANTEED TIME SLOT FOR SENSOR NODES) 的申请的部分延续,其通过引用并入本文。

技术领域

[0003] 本发明的实施例涉及基于传感器节点的周期性信标信号在无线传感器网络内提供通信的系统和方法。

背景技术

[0004] 在消费电子和计算机行业中,无线传感器网络已经被研究了许多年。在原始型无线传感器网络中,一个或多个传感器结合无线电来实施,以实现来自网络中部署的一个或多个传感器节点的数据的无线收集。每个传感器节点可以包括一个或多个传感器,并且将包括无线电和用于为传感器节点的操作供电的电源。先前的无线系统包括用于定义无线网络中的无线节点的时隙的重复时隙定义信号。对于传统方法(例如,IEEE 802.15.4),广播信标信号被周期性地重复。时隙定义信号被周期性地重复来定义时隙。对于广播信标信号、时隙定义信号和某些时隙,节点的接收器可操作并且被通电。

[0005] 然而,时隙定义信号被频繁地重复并且对于更大数量的时隙将变得不切实际地更长。并且,由于需要具有用于接收广播信标信号、时隙定义信号和某些时隙的可操作的接收器,因此节点消耗大量功率。

发明内容

[0006] 对于本发明的一个实施例,本文公开基于传感器节点的周期性信标信号在无线传感器网络内提供通信的系统和方法。

[0007] 在一个示例中,系统包括具有一个或多个处理单元和用于在无线网络架构中发射和接收通信的RF电路的集线器。该系统还包括多个传感器节点,每个传感器节点含有具有发射器和接收器以在无线网络架构中实现与集线器的双向通信的无线装置。集线器的一个或多个处理单元被配置成执行指令以基于集线器的周期性信标信号来针对每个无线装置确定使发射器可操作为发射并且使接收器可操作为接收的第一预定定时(scheduled timing)从而减少多个节点的无线装置的功耗。如果检测到冲突,则集线器通过针对多个节

点的至少两个无线装置确定使发射器可操作为发射并且使接收器可操作为接收的不同的第二预定定时来提供抗冲突特征。

[0008] 本发明的实施例的其它特征及优点将从附图和以下具体实施方式变得显而易见。

附图说明

[0009] 本发明的实施例通过示例的方式而不是通过限制的方式在附图的图片中示出,其中相似的附图标记指示相似的元件,并且其中:

[0010] 图1示出根据一个实施例的具有用于通信的周期性保证时隙的无线节点的示例性系统。

[0011] 图2示出根据一个实施例的其中每组传感器节点被分配有用于通信的周期性保证时隙的主要具有能够实现网状网络功能性的树状网络架构的系统。

[0012] 图3示出根据一个实施例的其中每组传感器节点被分配有用于通信的周期性保证时隙的具有包括多个集线器的不对称树状和网状网络架构的系统。

[0013] 图4示出根据传统方法的具有用于为无线网络中的无线节点定义时隙的重复时隙定义信号的时间线。

[0014] 图5示出根据一个实施例的具有用于为无线网络架构中的无线节点定义时隙的非重复时隙定义信号的时间线。

[0015] 图6示出根据一个实施例的具有用于为无线网络架构中的无线节点定义时隙的非重复时隙定义信号的时间线。

[0016] 图7示出根据一个实施例的具有用于为无线网络架构中的多组无线节点定义时隙的非重复时隙定义信号的图678。

[0017] 图8示出根据一个实施例的具有由无线网络架构中的集线器和多组无线节点发射的通信的图800。

[0018] 图9示出根据一个实施例的用于集线器和一组装置(例如,传感器节点)之间的通信的网络架构。

[0019] 图10示出根据一个实施例的具有由无线网络架构中的集线器和多组无线节点发射的通信的图1000。

[0020] 图11A示出根据一个实施例的实施为用于电源插座的覆盖层1500的集线器的示例性实施例。

[0021] 图11B示出根据一个实施例的实施为用于电源插座的覆盖层的集线器1520的框图的分解图的示例性实施例。

[0022] 图12A示出根据一个实施例的实施为用于在计算机系统、设备或通信集线器中部署的卡的集线器的示例性实施例。

[0023] 图12B示出根据一个实施例的实施为用于在计算机系统、设备或通信集线器中部署的卡的集线器1664的框图的示例性实施例。

[0024] 图12C示出根据一个实施例的在设备(例如,智能洗衣机、智能冰箱、智能恒温器、其它智能设备等)中实施的集线器的示例性实施例。

[0025] 图12D示出根据一个实施例的在设备(例如,智能洗衣机、智能冰箱、智能恒温器、其它智能设备等)中实施的集线器1684的框图的分解图的示例性实施例。

[0026] 图13示出根据一个实施例的传感器节点的框图。

[0027] 图14示出根据一个实施例的具有集线器的系统或设备1800的框图。

[0028] 图15示出根据一个实施例的用于为无线非对称网络架构提供通信的方法的流程图。

[0029] 图16示出根据一个实施例的用于移位发射和接收通信以避免无线非对称网络架构的冲突的时间序列。

[0030] 图17示出根据一个实施例的用于无线非对称网络架构中的通信的仲裁和冲突避免的方法。

具体实施方式

[0031] 本文公开一种基于传感器节点的周期性信标信号在无线传感器网络内提供通信的系统和方法。在一个实施例中，系统包括具有一个或多个处理单元和用于在无线网络架构中发射和接收通信的RF电路的集线器。该系统还包括多个传感器节点，每个传感器节点具有无线装置，无线装置具有发射器和接收器以在无线网络架构中实现与集线器的双向通信。集线器的一个或多个处理单元被配置成基于集线器的周期性信标信号来执行指令以针对每个无线装置确定使发射器可操作为发射并且使接收器可操作为接收的第一预定定时从而减少多个节点的无线装置的功耗。集线器通过针对多个节点的至少两个无线装置确定使发射器可用于发射并且使接收器可用于接收的不同的第二预定定时来提供抗冲突特征。

[0032] 集线器可以包括在相关时间段期间可操作以用于接收和发射到无线网络中，特别是室内环境中的传感器节点的通信的RF电路。为此目的，还假设室内环境包括诸如在建筑物和其中可能存在类似问题（例如，附近的墙壁的存在等）的其它结构周围的区域中的近室内环境。

[0033] 在一个实施例中，与现有方法的节点的功耗相比，本设计的传感器节点消耗显著较少的功率，至少部分是由于本设计的传感器节点的接收器在较短时间段内可操作。与需要频繁地重复时隙定义信号的现有方法相比，非重复时隙定义信号也节省时间并且减少网络拥塞和带宽需求。

[0034] 在一个实施例中，可以利用电力可用性的不对称性来在无线非对称网络架构中提供长范围的通信，同时为由电池源供电的节点保持长的电池寿命。在示例性实施例中，可以实现通信节点之间20米的通信范围，同时在电池操作的节点中提供长的电池寿命（例如，大约10年，至少十年）。这可以通过实施根据本发明的实施例的能量感知网络协议来实现。具体地，可以使用具有基于网状的特征的树状网络架构，其中在树的终端上使用长寿命电池操作的节点。

[0035] 在2015年1月29日提交的申请号为14/607,045的美国专利申请、2015年1月29日提交的申请号为14/607,047的美国专利申请、2015年1月29日提交的申请号为14/607,048的美国专利申请和2015年1月29日提交的申请号为14/607,050的美国专利申请中已经描述一种示例性的树状网络架构，其整体通过引用并入本文。

[0036] 无线传感器网络被描述用于包括民宅、公寓、办公室和商业建筑物的室内环境，以及诸如停车场、人行道和花园的附近外部位置。无线传感器网络也可以用于具有电源的任何类型的建筑物、构筑物、围护结构(enclosure)、车辆、船等中。传感器系统为传感器节点

提供良好的电池寿命,同时保持长的通信距离。

[0037] 图1示出根据一个实施例的具有用于通信的周期性保证时隙的无线节点的示例性系统。根据一个实施例,系统100主要具有能够实现网状网络功能性的树状网络架构。系统100主要具有用于标准通信(例如,(例如,用于无线传感器网络的节点识别信息、传感器数据、节点状态信息、同步信息、定位信息、其它这样的信息,飞行时间(TOF)通信等)的树状网络架构。系统100包括具有无线控制装置111的集线器110、具有无线装置121的传感器节点120、具有无线装置125的传感器节点124、具有无线装置129的传感器节点128、具有无线装置131的传感器节点130和具有无线装置133的传感器节点132。未示出的附加集线器可以与集线器110或其它集线器通信。每个集线器与传感器节点120、124、128、130和132双向通信。集线器还被设计成与其它装置(例如,客户端装置、移动装置、平板装置、计算装置、智能设备、智能TV等)双向通信。

[0038] 在一个实施例中,集线器110的控制装置111被配置成执行指令以使用单个非重复时隙定义信号一次性针对传感器节点(例如,节点120、124、128、130、132)确定或协商至少一个周期性保证时隙的定时。集线器还被配置成基于集线器的周期性信标信号来针对每个无线装置确定使发射器可操作为发射并且使接收器可操作为接收的第一预定定时从而减少多个节点的无线装置的功耗。如果冲突被检测到,则集线器通过针对多个节点的至少两个无线装置确定使发射器可操作为发射并且使接收器可操作为接收的不同的第二预定定时来提供抗冲突特征。

[0039] 如果传感器节点仅具有与较高级别的集线器或节点的上行通信而不具有与另一集线器或节点的下行通信,则该传感器节点是终端节点。每个无线装置包括具有发射器和接收器(或收发器)以实现与集线器或其它传感器节点的双向通信的RF电路。

[0040] 图2示出根据一个实施例的其中每组传感器节点被分配有用于通信的周期性保证时隙的主要具有能够实现网状网络功能性的树状网络架构的系统。系统250可以基于正被触发的阈值准则(例如,至少一个节点移动一定距离、节点和集线器之间的路径长度改变一定距离)来建立用于确定传感器节点的位置的网状网络架构。系统250包括集线器210、节点220、224、228、230、232的第二组296以及节点270、280和290的第一组295。传感器节点可以被分配到不同的组中。在另一示例中,组296被分成节点220和224的第一子组以及节点228、230和232的第二子组。在一个示例中,每个组(或子组)分配有用于与其它节点或集线器通信的不同的周期性保证时隙。

[0041] 集线器210包括无线装置211,传感器节点220包括无线装置221,传感器节点224包括无线装置225,传感器节点228包括无线装置229,传感器节点230包括无线装置231,传感器节点232包括无线装置233,传感器节点270包括无线装置271,传感器节点280包括无线装置281,并且传感器节点290包括无线装置291。未示出的附加集线器可以与集线器210或其它集线器通信。集线器210与传感器节点双向通信。

[0042] 这些通信包括无线非对称网络架构中的双向通信240至244、272、282和292。传感器节点基于通信261至266、273和283彼此双向通信,以为包括确定集线器和传感器节点的位置的不同的应用提供网状功能性。

[0043] 在一个实施例中,集线器210的控制装置211被配置成执行指令以使用单个时隙定义信号一次性针对每组传感器节点确定或协商周期性保证时隙的定时。集线器还被配置成

基于集线器的周期性信标信号来针对每个无线装置确定使发射器可操作为发射并且使接收器可操作为接收的第一预定定时从而减少多个节点的无线装置的功耗。如果冲突被检测到,则集线器通过针对多个节点的至少两个无线装置确定使发射器可操作为发射并且使接收器可操作为接收的不同的第二预定定时来提供抗冲突特征。

[0044] 图3示出根据一个实施例的其中每组传感器节点被分配有助于通信的周期性保证时隙的具有含有多个集线器的不对称树状和网状网络架构的系统。系统700包括具有无线控制装置711的中央集线器710、具有无线控制装置721的集线器720、具有无线控制装置783的集线器782以及包括具有无线控制装置n的集线器n的附加集线器。未示出的附加集线器可以与中央集线器710、其它集线器通信,或者可以是附加的中央集线器。每个集线器与其它集线器和一个或多个传感器节点双向通信。集线器还被设计成与包括装置780的其它装置(例如,客户端装置、移动装置、平板装置、计算装置、智能设备、智能TV等)双向通信。

[0045] 传感器节点730、740、750、760、770、788、792、n和n+1(或终端节点)各自分别包括无线装置731、741、751、761、771、789、793、758和753。如果传感器节点仅具有与较高级别的集线器或节点的上行通信而不具有与另一集线器或节点的下行通信,则该传感器节点是终端节点。每个无线装置包括具有发射器和接收器(或收发器)以实现与集线器或其它传感器节点的双向通信的RF电路。

[0046] 在一个实施例中,中央集线器710与集线器720、782、集线器n、装置780以及节点760和770通信。这些通信包括无线非对称网络架构中的通信722、724、774、772、764、762、781、784、786、714和712。具有无线控制装置711的中央集线器被配置成将通信发送到其它集线器并且从其它集线器接收通信,以控制和监测无线非对称网络架构,包括分配节点的组和为每个组分配保证时间信号。

[0047] 集线器720与中央集线器710以及传感器节点730、740和750通信。与这些传感器节点的通信包括通信732、734、742、744、752和754。例如,从集线器720的角度,由集线器接收通信732并且通信734被发射到传感器节点。从传感器节点730的角度,通信732被发射到集线器720并且从集线器接收通信734。

[0048] 在一个实施例中,中央集线器(或其它集线器)将节点760和770分配到组716,将节点730、740和750分配到组715,将节点788和792分配到组717,并且将节点n和n+1分配到组n。在另一示例中,组716和715被组合成单个组。

[0049] 中央集线器710和集线器720中的至少一个被配置成执行指令以使用单个时隙定义信号一次性针对每组传感器节点协商周期性保证时隙的定时。

[0050] 在一个实施例中,用于提供无限非对称网络的系统包括:第一集线器(例如,中央集线器710),其具有被配置成控制无线非对称网络架构中的通信和功耗的无线控制装置711;以及第一多个节点(例如,760、770、788、792、n、n+1等),第一多个节点中的每个具有含有发射器和接收器以在无线非对称网络架构中实现与第一集线器的无线控制装置的双向通信的无线装置。无线控制装置被配置成基于第一集线器的周期性信标信号来针对每个无线装置确定使发射器可操作为发射并且使接收器可操作为接收的第一预定定时以减少第一多个节点的无线装置的功耗。

[0051] 在一个示例中,第一集线器由主电源供电并且第一多个节点各自由电池源供电以形成无线非对称网络。利用第一集线器和第一多个传感器节点的可用功率的不对称性来基

于低占空比网络来提高第一多个传感器节点的无线非对称网络中的电池寿命和通信范围，从而减少第一多个传感器节点的发射相关的能量消耗。

[0052] 在另一示例中，基于周期性信标信号与第一多个节点的通信之间的定时关系来针对第一多个节点的每个无线装置确定使发射器可操作为发射并且使接收器可操作为接收的第一预定定时。

[0053] 在一个示例中，在检测到冲突或检测到新的传感器节点时，第一集线器通过针对第一多个节点的至少两个无线装置确定使发射器可操作为发射并且使接收器可操作为接收的不同的第二预定定时来提供抗冲突特征。第一集线器最初发射具有第一预定定时的所述周期性信标信号，随后在检测到冲突或检测到新的节点时发射具有第二预定定时的周期性信标信号。

[0054] 在一个示例中，确定第二预定定时包括基于接收不可理解的通信的至少一部分来确定至少一个不可理解的通信并且然后确定至少一个不可理解的通信由在大约相同的时间从不同节点发射的通信的冲突引起的可能性。

[0055] 在另一实施例中，第二集线器（例如，集线器720）包括被配置成控制无线非对称网络架构中的通信和功耗的无线控制装置。第二多个节点（例如，730、740、750）各自含有具有发射器和接收器以在无线非对称网络架构中实现与第二集线器的无线控制装置的双向通信的无线装置。第二集线器的无线控制装置被配置成针对第二多个节点的每个无线装置确定使发射器可操作为发射并且使接收器可操作为接收的第三预定定时以减少第二多个节点的无线装置的功耗。

[0056] 在一个示例中，具有无线控制装置的第二集线器被配置成将通信发送到第一集线器并且从第一集线器接收通信以控制和监测无线非对称网络架构。

[0057] 通过使用图1至图3中示出的架构，需要长电池寿命的节点最小化通信时消耗的能量，并且树状层次结构中的较高级别的节点使用可用的能量源来实施或者可以可选地使用提供较高容量或提供较短电池寿命的电池。为了便于在电池操作的终端节点上实现长电池寿命，可以建立这些节点与它们的上级对应物（在下文中被称为最低级别的集线器）之间的通信，使得在最低级别的集线器和终端节点之间发生最小的发射和接收通信量。

[0058] 在一个实施例中，节点在低能量非通信状态中花费大部分它们的时间（例如，超过90%的它们的时间、超过95%的它们的时间、大约98%的它们的时间或超过99%的它们的时间）。当节点唤醒并且进入通信状态时，节点可操作为将数据发射到最低级别的集线器。该数据可以包括无线传感器网络的节点识别信息、传感器数据、节点状态信息、同步信息、定位信息和其它这样的信息。

[0059] 图4示出根据传统方法的具有用于为无线网络中的无线节点定义时隙的重复时隙定义信号的时间线。对于传统方法（例如，IEEE802.15.4），广播信标信号402至411在时间线450上被周期性地重复。时隙定义信号412至416被周期性地重复来定义时隙420至428。时隙定义信号412定义时隙420和421，时隙定义信号413定义时隙422和423，时隙定义信号414定义时隙424和425，时隙定义信号415定义时隙426和427，并且时隙定义信号416定义时隙428。如图4所示，对于广播信标信号、时隙定义信号和某些时隙，节点的接收器可操作并且被通电。

[0060] 图5示出根据一个实施例的具有用于为无线网络架构中的无线节点定义时隙的非

重复时隙定义信号的时间线。在该实施例中,广播信标信号552至556在时间线550上被周期性地重复。时隙定义信号560被定义一次(非重复)以定义时隙571、573、575、577和579。时隙定义信号560可以为无线网络架构中的传感器节点的每个组或群定义不同的时隙。在一个实施例中,可以通过指定与每个组或群相关联的每个时隙的开始时间和停止时间,或通过提供与每个组或群相关联的每个时隙的开始时间和持续时间,或通过对于本领域技术人员显而易见的其它这样的规范方法来实现这一点。如图5所示,对于广播信标信号552、时隙定义信号560以及某些时隙571、573、575、577和579,在时间段581和583至587期间,至少一个节点的接收器是可操作的。在一些接收器通电时间(例如,583至587)中,接收器可以以较低功率检测模式运行,以减少总体接收器能量消耗。在时间段583至587期间,接收器在较低功率检测模式下工作,时间段583至587在图5中被标记为传感器接收器低能量检测开启。在该模式下,完整的RF接收电路不可用于接收数据;相反,接收器被配置成在不操作整个接收器电路的情况下检测具体的输入信号,从而减少能量消耗。

[0061] 在一个实施例中,与如图4所示的节点的功耗相比,如图5所示的传感器节点消耗显著较少的功率,至少部分是由于具有在较短时间段内可操作的传感器节点的接收器。与需要频繁地重复时隙定义信号的图4的传统方法相比,非重复时隙定义信号560也节省时间并且减少网络拥塞和带宽需求。时隙定义信号412至416被频繁地重复并且对于更大数量的时隙将变得不切实际地更长。

[0062] 在一个实施例中,系统包括:集线器,其具有一个或多个处理单元和用于在无线网络架构中发射和接收通信的RF电路;以及多个传感器节点,每个传感器节点含有具有发射器和接收器以在无线网络架构中实现与集线器的双向通信的无线装置。集线器的一个或多个处理单元被配置成执行指令以使用单个时隙定义信号一次性针对多个传感器节点确定或协商至少一个周期性保证时隙的定时。集线器还被配置成基于集线器的周期性信标信号(例如,552至556)来针对每个无线装置确定使发射器可操作为发射并且使接收器可操作为接收的第一预定定时以减少多个节点的无线装置的功耗。如果冲突或新的节点被检测,集线器通过针对多个节点的至少两个无线装置确定使发射器可操作为发射并且使接收器可操作为接收的不同的第二预定定时来提供抗冲突特征。

[0063] 在一个示例中,多个传感器节点包括第一组传感器节点和第二组传感器节点。第一组传感器节点中的至少一个的接收器被配置成在第一周期性保证时隙期间可操作,并且第二组传感器节点中的至少一个的接收器被配置成在第二周期性保证时隙期间可操作。

[0064] 在一个示例中,第一组传感器节点中的至少一个的发射器被配置成在第一周期性保证时隙期间可操作,并且第二组传感器节点中的至少一个的发射器被配置成在第二周期性保证时隙期间可操作。

[0065] 在一个示例中,集线器的一个或多个处理单元被配置成执行指令以在周期性保证时隙期间接收发射并且基于相对于特定保证时隙的发射的定时来确定是第一组传感器节点还是第二组传感器节点发送了该发射。

[0066] 在一个示例中,至少一个传感器节点被配置成执行指令以在不启动传感器节点上的整个接收器的情况下在特定保证时隙期间接收发射并且至少基于相对于周期性保证时隙的发射的定时来确定第一组传感器节点是否发送了该发射。

[0067] 在另一示例中,至少一个传感器节点被配置成执行指令以在不消耗功率处理发射

的数据的情况下检测发射的能量和发射的前导码中的至少一个以确认发射。

[0068] 在一个示例中,集线器的一个或多个处理单元被配置成执行指令以向至少一个其它无线系统广播至少一个通信,其中该至少一个通信包括至少一个其它无线系统的时隙定义且该定义用于保留该至少一个其它系统内的多个传感器节点的周期性时隙的位置。

[0069] 图6示出根据一个实施例的具有用于为无线网络架构中的无线节点定义时隙的非重复时隙定义信号的时间线。广播信标信号602至606在时间线650上被周期性地重复。广播信标信号可以包括向其它系统指示这是跟随有可以包括其中可以在信标信息640内找到帧相关的信息641和642的信息的字段y的信标帧的1字节字段x。类似于622的帧是其中集线器和节点可以在没有其它系统干扰的情况下通信的时隙。在该帧期间,数据、确认、信标或MAC命令包可以被发送。该帧可以包括预定定时信息(例如,最初预定定时信息、在检测到新的节点或检测到冲突时的后续预定定时信息),以针对传感器节点的每个无线装置,使发射器可操作为发射并且使接收器可操作为接收。

[0070] 在专有内容之前,使用已知协议在信标开始时定义帧防止其它系统在保证时隙的时间段期间发射。在一个示例中,基于在每个信标的开始处包括帧信息641和642,其它系统(例如,IEEE 802.15.4系统)将不会在时间段622(或其它类似的周期性时间段)期间发射。帧顺序字段642包括关于帧的长度的信息,并且信标命令字段641包括关于两个帧之间的时间的信息。

[0071] 图7示出根据一个实施例的具有用于为无线网络架构中的多组无线节点定义时隙的非重复时隙定义信号的图678。图678示出针对无线传感器网络中的通信的垂直轴(允许的发射691)对水平轴(时间线690)。广播信标信号651至655在水平轴(时间线690)上被周期性地重复(例如,50毫秒、100毫秒、200毫秒等)。广播信标信号可以包括地址信息(例如,定义分配给用于物理网段上的通信的网络接口(例如,集线器)的唯一标识符的可选MAC地址信息)以及如结合图6的描述所讨论的关于帧的信息。

[0072] 时隙定义信号656被定义一次(非重复)以定义时隙658、660、662、664和666。时隙定义信号656可以为无线网络架构中的传感器节点的每个组或群定义不同的时隙。在一个示例中,第一组中的装置(例如,传感器节点)具有用于在时隙信号657、659、661、663和665期间接收通信的可操作接收器。第二组中的装置(例如,传感器节点)具有用于在时隙信号658、660、662、664和666期间接收通信的可操作接收器。

[0073] 如图7所示,对于广播信标信号651、时隙定义信号656以及某些时隙658、660、662、664和666,在时间段670和672至676期间,第二组的至少一个节点的接收器是可操作的。定义保证时隙防止其它组在保证时隙的时间段期间发射。

[0074] 图8示出根据一个实施例的具有由无线网络架构中的集线器和多组无线节点发射的通信的图800。图800示出针对无线传感器网络中的通信的垂直轴(允许的发射851)对水平轴(时间线850)。广播信标信号801至805在时间线850上被周期性地重复(例如,50毫秒、100毫秒、200毫秒等)。广播信标信号可以包括地址信息(例如,定义分配给用于物理网段上的通信的网络接口(例如,集线器)的唯一标识符的可选MAC地址信息)以及如结合图6的描述所讨论的关于帧的信息。

[0075] 时隙定义信号(例如,时隙定义信号656)已经被预先定义一次(非重复)以定义时隙811、813、815、817和819。时隙定义信号可以为无线网络架构中的传感器节点的每个组或

群定义不同的时隙。在一个示例中,第一组中的装置(例如,传感器节点)具有用于在时隙信号810、812、814、816和818期间接收通信的可操作接收器。第二组中的装置(例如,传感器节点)具有用于在时隙信号811、813、815、817和819期间接收通信的可操作接收器。

[0076] 如图8所示,对于某些时隙811、813、815、817和819,在时间段820至824期间,第二组的至少一个节点的接收器是可操作的。定义保证时隙防止其它组在保证时隙的时间段期间发射。在时间段830至833期间,集线器的接收器是可操作的,以从无线传感器网络中的传感器节点接收通信。

[0077] 在一个示例中,第二组低功率传感器节点包括装置861至864。在时间段820至824期间,装置864具有可操作的接收器。在时间段820期间,装置864从装置861至863接收通信。在时隙811期间,装置861至863分别具有用于发射通信信号840、841和842的可操作的发射器。在从装置861至863接收到发射的通信时,装置864然后可以根据其编程来运行。装置864可以被配置成执行指令以检测装置861至863的发射的能量和这些发射的前导码中的至少一个。然后,装置864可以确认发射中的至少一个,而不消耗功率来处理发射的数据。装置864不对发射的实际内容解码。相反,具有更多功率的装置(例如,由主电源供电的集线器)也可以从装置861至863接收这些发射并且解码这些发射的实际内容。集线器可以基于通信信号840至842的其各自独特的正交发射码来认知和识别装置861至863。

[0078] 图9示出根据一个实施例的用于集线器和一组装置(例如,传感器节点)之间的通信的网络架构。网络架构900包括集线器910和装置961和962以及在集线器和装置961和962之间的双向通信920、921和922。在一个示例中,集线器由主电源供电,而装置具有有限的电源(例如,电池、太阳能等)。

[0079] 图10示出根据一个实施例的具有由无线网络架构中的集线器和多组无线节点发射的通信的图1000。图1000示出针对无线传感器网络中的通信的垂直轴(发射电源1051)对水平轴(时间线1050)。广播信标信号1001至1005在时间线1050上被周期性地重复(例如,50毫秒、100毫秒、200毫秒等)。广播信标信号可以包括地址信息(例如,定义分配给用于物理网段上的通信的网络接口(例如,集线器)的唯一标识符的可选MAC地址信息)以及如结合图6的描述所讨论的关于帧的信息。时隙定义信号(例如,时隙定义信号656)已经被预先定义一次(非重复),以定义与具有操作接收器的一组传感器节点的时间段1020至1023相对应的时隙。在一个示例中,第一组中的装置(例如,传感器节点)具有用于在时隙信号期间接收通信的可操作接收器。集线器具有可操作为在时间段1030至1033期间接收通信的接收器。集线器910在1006和1007处发射。装置961在1010和1011处发射。

[0080] 在一个示例中,由装置961在1010和1011处发射的信号未被装置962接收。信号可能很弱并且仅被集线器910检测到。集线器910可以发射由装置961发射的信号的确证。装置962将在其分配的时隙期间接收该确证并且根据其编程来运行。然后,当从集线器910接收到确证1007时,装置961可以停止发射。集线器可以通过重复从第一节点到无法直接从第一节点接收通信的第二节点的弱信号来扩展无线传感器网络的范围。

[0081] 在一个示例中,传感器检测使传感器在下一保证时隙期间或可能在下一保证时隙之前产生和发射报警信号的触发事件。集线器接收报警信号并且基于接收报警信号来确定操作(例如,重复使所有节点唤醒的报警信号、使报警信号被发送到房主、警察局、消防局、救护车等)。在唤醒其它传感器节点时,集线器可以从其它传感器接收附加通信。然后,集线

器可以基于附加通信来确定适当的操作。例如,在从集线器接收到唤醒信号之后,所有传感器可以捕获图像并且将图像发射到集线器用于分析。

[0082] 在一个实施例中,用于提供无线非对称网络架构的设备(例如,集线器)包括用于存储指令的存储器、用于执行指令以在无线非对称网络中建立和控制通信的一个或多个处理单元、以及用于在无线非对称网络中发射和接收通信的射频(RF)电路。RF电路将通信发射到多个节点,每个节点含有具有发射器和接收器以在无线非对称网络中实现与设备的RF电路的双向通信的无线装置。一个或多个处理单元被配置成执行指令以基于设备的周期性信标信号(例如,552至556、602至606、651至655、801至805、1001至1005等)针对每个无线装置确定使发射器可操作为发射并且使接收器可操作为接收的第一预定定时从而减少多个节点的无线装置的功耗。

[0083] 在另一示例中,设备由主电源供电并且多个节点各自由电池源或其它能量源供电以形成无线非对称网络。利用设备和第一多个传感器节点的可用功率的不对称性来基于低占空比网络提高第一多个传感器节点的无线非对称网络中的电池寿命和通信范围,从而减少第一多个传感器节点的发射相关的能量消耗。

[0084] 在一个示例中,基于周期性信标信号与多个节点的通信之间的定时关系来确定针对第一多个节点中的每个无线装置的使发射器可操作为发射并且使接收器可操作为接收的第一预定定时。

[0085] 在一个示例中,在检测到冲突或检测到新的节点时,设备通过针对多个节点的至少两个无线装置确定使发射器可操作为发射并且使接收器可操作为接收的不同的第二预定定时来提供抗冲突特征。设备最初发射具有第一预定定时的周期性信标信号,随后在检测到冲突或检测到新的节点时发射具有第二预定定时的周期性信标信号。

[0086] 在一个示例中,确定第二预定定时包括基于接收不可理解的通信的至少一部分来确定至少一个不可理解的通信并且然后确定至少一个不可理解的通信由在大约相同的时间从不同节点发射的通信的冲突引起的可能性。

[0087] 本文讨论的集线器和节点之间的通信可以使用各种方式来实现,包括但不限于使用射频的直接无线通信,通过将信号调制到房屋,公寓,商业建筑物等内的电线上实现的电力线通信,使用诸如802.11a、802.11b、802.11n、802.11ac的标准WiFi通信协议和诸如对本领域普通技术人员将显而易见的其它这种Wifi通信协议的WiFi通信,诸如GPRS、EDGE、3G、HSDPA、LTE和诸如对本领域普通技术人员将显而易见的其它蜂窝通信协议的蜂窝通信,蓝牙通信,使用诸如Zigbee的众所周知的无线传感器网络协议的通信以及对本领域普通技术人员显而易见的其它基于有线的通信方案或无线通信方案。

[0088] 终端节点和集线器之间的射频通信的实施可以包括窄带、信道重叠、信道步进、多信道宽带和超宽带通信的各种方式来实施。

[0089] 根据本发明的实施例,集线器可以多种方式物理地实施。图11A示出根据一个实施例的实施为用于电源插座的覆盖层1500的集线器的示例性实施例。覆盖层1500(例如,面板)包括集线器1510和将集线器联接到电插座1502的连接1512(例如,通信链路、信号线、电连接等)。可选地(或另外地),集线器联接到插座1504。为了安全和美观的目的,覆盖层1500覆盖或包围电插座1502和1504。

[0090] 图11B示出根据一个实施例的实施为用于电源插座的覆盖层的集线器1520的框图

的分解图的示例性实施例。集线器1520包括电源整流器1530,其将周期性地反转方向的交流电(AC)转换成仅在一个方向上流动的直流电(DC)。电源整流器1530经由连接1512(例如,通信链路、信号线、电连接等)从插座1502接收AC并且将AC转换成DC,以经由连接1532(例如,通信链路、信号线、电连接等)向控制器电路1540供电并且以经由连接1534(例如,通信链路、信号线、电连接等)向RF电路1550供电。控制器电路1540包括存储器1542或联接到存储由控制器电路1540的处理逻辑1544(例如,一个或多个处理单元)执行的指令的存储器,以控制如本文所讨论的用于形成、监测和执行无线非对称网络的定位的集线器的操作。RF电路1550可以包括用于经由天线1552发送和接收与无线传感器节点的双向通信的收发器或单独的发射器1554功能性和接收器1556功能性。RF电路1550经由连接1534(例如,通信链路、信号线、电连接等)与控制器电路1540双向通信。集线器1520可以是无线控制装置1520或者控制器电路1540、RF电路1550和天线1552可以组合形成如本文所讨论的无线控制装置。

[0091] 图12A示出根据一个实施例的实施为用于在计算机系统、设备或通信集线器中部署的卡的集线器的示例性实施例。卡1662可以如箭头1663所示被插入到系统1660(例如,计算机系统、设备或通信集线器)中。

[0092] 图12B示出根据一个实施例的实施为用于在计算机系统、设备或通信集线器中部署的卡的集线器1664的框图的示例性实施例。集线器1664包括电源1666,其经由连接1674(例如,通信链路、信号线、电连接等)向控制器电路1668提供电力(例如,DC电源)并且经由连接1676(例如,通信链路、信号线、电连接等)向RF电路1670提供电力。控制器电路1668包括存储器1661或联接到存储由控制器电路1668的处理逻辑1663(例如,一个或多个处理单元)执行的指令的存储器,以控制如本文所讨论的用于在无线非对称网络内形成、监测和通信的集线器的操作。RF电路1670可以包括用于经由天线1678发送和接收与无线传感器节点的双向通信的收发器或单独的发射器1675功能性和接收器1677功能性。RF电路1670经由连接1672(例如,通信链路、信号线、电连接等)与控制器电路1668双向通信。集线器1664可以是无线控制装置1664或者控制器电路1668、RF电路1670和天线1678可以组合形成如本文所讨论的无线控制装置。

[0093] 图12C示出根据一个实施例的在设备(例如,智能洗衣机、智能冰箱、智能恒温器、其它智能设备等)中实施的集线器的示例性实施例。设备1680(例如,智能洗衣机)包括集线器1682。

[0094] 图12D示出根据一个实施例的在设备(例如,智能洗衣机、智能冰箱、智能恒温器、其它智能设备等)中实施的集线器1684的框图的分解图的示例性实施例。集线器包括电源1686,其经由连接1696(例如,通信链路、信号线、电连接等)向控制器电路1690提供电力(例如,DC电源)并且经由连接1698(例如,通信链路、信号线、电连接等)向RF电路1692提供电力。控制器电路1690包括存储器1691或联接到存储由控制器电路1690的处理逻辑1688(例如,一个或多个处理单元)执行的指令的存储器,以控制如本文所讨论的用于形成、监测和执行无线非对称网络的定位的集线器的操作。RF电路1692可以包括用于经由天线1699发送和接收与无线传感器节点的双向通信的收发器或单独的发射器1694功能性和接收器1695功能性。RF电路1692经由连接1689(例如,通信链路、信号线、电连接等)与控制器电路1690双向通信。集线器1684可以是无线控制装置1684或者控制器电路1690、RF电路1692和天线

1699可以组合形成如本文所讨论的无线控制装置。

[0095] 在一个实施例中,用于提供无线非对称网络架构的设备(例如,集线器)包括用于存储指令的存储器、用于执行指令以建立和控制无线非对称网络架构中的通信的集线器的处理逻辑(例如,一个或多个处理单元、处理逻辑1544、处理逻辑1663、处理逻辑1688、处理逻辑1763、处理逻辑1888)、包括用于在无线非对称网络架构中发射和接收通信的多个天线(例如,天线1552,天线1678,天线1699,天线1311、1312和1313等)的射频(RF)电路(例如,RF电路1550、RF电路1670、RF电路1692、RF电路1890)。RF电路和多个天线将通信发射到多个传感器节点(例如,节点1、节点2),每个传感器节点含有具有发射器和接收器(或收发器的发射器功能性和接收器功能性)以在无线非对称网络架构中实现与设备的RF电路的双向通信的无线装置。处理逻辑(例如,一个或多个处理单元)被配置成执行指令以使用非重复时隙定义信号一次性针对多个传感器节点确定或协商至少一个周期性保证时隙的定时。

[0096] 在一个示例中,多个传感器节点包括第一组传感器节点和第二组传感器节点。第一组传感器节点中的至少一个的发射器被配置成在第一周期性保证时隙期间可操作,并且第二组传感器节点中的至少一个的发射器被配置成在第二周期性保证时隙期间可操作。

[0097] 在一个示例中,集线器的一个或多个处理单元被配置成执行指令以在至少一个周期性保证时隙期间接收发射并且基于相对于至少一个周期性保证时隙的发射的定时来确定是第一组传感器节点还是第二组传感器节点发送了该发射。

[0098] 在一个示例中,集线器的一个或多个处理单元被配置成执行指令以周期性地向至少一个其它无线系统广播至少一个通信,其中至少一个通信包括用于至少一个其它无线系统的命令。至少一个通信可以包括帧长度和用于保留周期性时间段的周期性,以在无线网络架构内发送和接收通信。

[0099] 在一个示例中,周期性时间段包括用于多个传感器节点的保证时隙。

[0100] 各种电池可以被用于无线传感器节点,其包括诸如锂离子、锂亚硫酰氯(Lithium Thionyl Chloride)、氧化锰锂(Lithium Manganese Oxide)、锂聚合物、磷酸锂的锂基化学物质以及诸如对本领域普通技术人员将显而易见的其它化学物质。可以使用的附加化学物质包括镍金属氢化物、标准碱性电池化学物质、银锌和锌空气电池化学物质、标准碳锌电池化学物质、铅酸电池化学物质或诸如对本领域普通技术人员将显而易见的任何其它化学物质。

[0101] 本发明还涉及一种用于执行本文所述操作的设备。该设备可以为所需目的而特别地构造,或者其可以包括由存储在计算机中的计算机程序选择性地激活或重新配置的通用计算机。这种计算机程序可以被存储在计算机可读存储介质中,诸如,但不限于,包括软盘、光盘、CD-ROM和磁光盘的任何类型的磁盘,只读存储器(ROM),随机存取存储器(RAM), EPROM, EEPROM, 磁卡或光卡,或适于存储电子指令的任何类型的介质。

[0102] 本文呈现的算法和显示器并不固有地与任何特定的计算机或其它设备相关。各种通用系统可以根据本文的教导与程序一起使用,或者其可以证明构造更专用的装置来执行所需的方法操作是方便的。

[0103] 图13示出根据一个实施例的传感器节点的框图。传感器节点1700包括电源1710(例如,能量源、电池源、原电池、可充电电池等),其经由连接1774(例如,通信链路、信号线、电连接等)向控制器电路1720提供电力(例如,DC电源),经由连接1776(例如,通信链路、信

号线、电连接等)向RF电路1770提供电力,并且经由连接1746(例如,通信链路、信号线、电连接等)向感测电路1740提供电力。控制器电路1720包括存储器1761或联接到存储由控制器电路1720的处理逻辑1763(例如,一个或多个处理单元)执行的指令的存储器,以控制如本文所讨论的用于形成和监测无线非对称网络的传感器节点的操作。RF电路1770(例如,通信电路)可以包括用于经由天线1778发送和接收与集线器和可选的无线传感器节点的双向通信的收发器或单独的发射器1775功能性和接收器1777功能性。RF电路1770经由连接1772(例如,电连接)与控制器电路1720双向通信。感测电路1740包括各种类型的感测电路和传感器,其包括图像传感器和电路1742、水分传感器和电路1743、温度传感器和电路、湿度传感器和电路、空气质量传感器和电路、光传感器和电路、运动传感器和电路1744、音频传感器和电路1745、磁性传感器和电路1746以及传感器和电路n等。

[0104] 在一个实施例中,用于无线网络架构的传感器节点包括至少一个传感器、用于存储指令的存储器、联接到存储器和至少一个传感器的处理逻辑。处理逻辑执行用于处理从至少一个传感器接收的数据并且用于处理针对传感器节点的通信的指令。传感器节点包括联接到处理逻辑的射频(RF)电路。RF电路包括发射器功能性和接收器功能性,以在无线网络架构中将通信发射到集线器并且从集线器接收通信。处理逻辑被配置成执行指令以在使用单个时隙定义信号定义一次的至少一个周期性保证时隙期间接收通信。

[0105] 在一个示例中,传感器节点被分配给至少一个周期性保证时隙。传感器节点的接收器功能性被配置成在至少一个周期性保证时隙期间可操作。

[0106] 在一个示例中,传感器节点的接收器功能性被配置成在周期性保证时隙期间可操作。在一个示例中,处理逻辑被配置成执行指令以接收发射并且基于相对于至少一个周期性保证时隙的发射的定时来确定传感器节点是否发送了该发射,而不确定具有用于发射的独特代码的数据模式。

[0107] 在一个示例中,传感器节点被配置成执行指令以检测发射的能量和发射的前导码中的至少一个以确定发射,而不消耗功率来处理发射的数据。

[0108] 在一个示例中,传感器节点利用电池源操作。

[0109] 在一个实施例中,用于无线网络架构的传感器节点包括至少一个传感器、用于存储指令的存储器、联接到存储器和至少一个传感器的处理逻辑。处理逻辑被配置成执行用于处理从至少一个传感器接收的数据并且用于处理传感器节点的通信的指令。射频(RF)电路联接到处理逻辑。RF电路包括发射器功能性和接收器功能性,以在无线网络架构中将通信发射到集线器并且从集线器接收通信。处理逻辑被配置成执行指令以从集线器接收周期性信标信号并且基于周期性信标信号确定使发射器功能性可操作为发射并且使接收器功能性可操作为接收的第一预定定时。

[0110] 在一个示例中,传感器节点的处理逻辑被配置成接收非重复的时隙定义信号以定义用于第一预定定时的时隙。

[0111] 在一个示例中,传感器节点的处理逻辑被配置成接收使发射器功能性可操作为发射并且使接收器功能性可操作为接收的不同的第二预定定时。

[0112] 图14示出根据一个实施例的具有集线器的系统1800的框图。系统1800包括集线器1882或无线非对称网络架构的中央集线器或与集线器1882或无线非对称网络架构的中央集线器集成。系统1800(例如,计算装置、智能TV、智能设备、通信系统等)可以与发送和接收

无线通信的任何类型的无线装置(例如,蜂窝电话、无线电话、平板电脑、计算装置、智能TV、智能设备等)通信。系统1800包括处理系统1810,其包括控制器1820和处理单元1814。处理系统1810分别经由一个或多个双向通信链路或信号线1898、1818、1815、1816、1817、1813、1819、1811与集线器1882、输入/输出(I/O)单元1830、射频(RF)电路1870、音频电路1860、用于捕获一个或多个图像或视频的光学装置1880、用于确定系统1800的运动数据(例如,在三维中的)的可选运动单元1844(例如,加速度计、陀螺仪等)、电源管理系统1840和机器可访问的非暂时介质1850通信。

[0113] 集线器1882包括电源1891,其经由连接1885(例如,通信链路、信号线、电连接等)向控制器电路1884提供电力(例如,DC电源)并且经由连接1887(例如,通信链路、信号线、电连接等)向RF电路1890提供电力。控制器电路1884包括存储器1886或联接到存储由控制器电路1884的处理逻辑1888(例如,一个或多个处理单元)执行的指令的存储器,以控制如本文所讨论的用于形成和监测无线非对称网络的集线器的操作。RF电路1890可以包括用于经由天线1896发送和接收与无线传感器节点或其它集线器的双向通信的收发器或单独的发射器(TX)1892功能性和接收器(RX)1894功能性。RF电路1890经由连接1889(例如,通信链路、信号线、电连接等)与控制器电路1884双向通信。集线器1882可以是无线控制装置1884或者控制器电路1884、RF电路1890和天线1896可以组合形成如本文所讨论的无线控制装置。

[0114] 系统的RF电路1870和天线1871或集线器1882的RF电路1890和天线1896被用于通过无线链路或网络将信息发送和接收到本文讨论的集线器或传感器节点的一个或多个其它无线装置。音频电路1860联接到音频扬声器1862和麦克风1864,并且包括用于处理语音信号的已知电路。一个或多个处理单元1814经由控制器1820与一个或多个机器可访问的非暂时介质1850(例如,计算机可读介质)通信。介质1850可以是存储由一个或多个处理单元1814使用的代码和/或数据的任何装置或介质(例如,存储装置、存储介质)。介质1850可以包括存储器层级,包括但不限于高速缓存、主存储器和辅助存储器。

[0115] 介质1850或存储器1886存储体现本文所述的任何一种或多种方法或功能的一组或多组指令(或软件)。软件可以包括操作系统1852,用于建立、监测和控制无线非对称网络架构的网络服务软件1856,通信模块1854以及应用1858(例如,民宅或建筑安全应用、民宅或建筑物完整性应用、开发人员应用等)。在装置1800执行期间,软件还可以完全地或至少部分地驻留在介质1850、存储器1886、处理逻辑1888内或驻留在处理单元1814内。图14所示的部件可以被实施为包括一个或多个信号处理和/或专用集成电路的硬件、软件、固件或其任何组合。

[0116] 通信模块1854能够与其它装置通信。I/O单元1830与不同类型的输入/输出(I/O)装置1834(例如,显示器、液晶显示器(LCD)、等离子体显示器、阴极射线管(CRT)、触摸显示装置或用于接收用户输入和显示输出的触摸屏、可选的字母数字输入装置)通信。

[0117] 图15示出根据一个实施例的用于为无线非对称网络架构提供通信的方法的流程图。方法1501的操作可以由无线装置、集线器(例如,设备)的无线控制装置或包括处理电路或处理逻辑的系统来执行。处理逻辑可以包括硬件(电路、专用逻辑等)、(诸如在通用计算机系统或专用机器或装置上运行的)软件或两者的组合。在一个实施例中,集线器执行方法1501的操作。

[0118] 在操作1503中,具有无线控制装置的集线器的处理逻辑将包括指令和配置信息的通信(例如,周期性信标信号、非重复时隙定义信号等)发射到多个节点,每个节点含有具有发射器和接收器以实现与集线器的双向通信从而形成无线非对称网络架构的无线装置。包括节点识别信息、定时信息和其它信息的其它信息也可以被包括在发射的通信中。在一个示例中,集线器的RF电路发射和接收通信。在操作1505中,集线器从多个节点接收通信,每个节点含有具有发射器和接收器(或收发器)以实现与集线器的双向通信从而形成无线非对称网络架构的无线装置。在操作1507中,集线器的处理逻辑(例如,一个或多个处理单元)基于周期性信标信号和可能从节点接收的通信针对每个无线装置确定使发射器(或收发器的发射器功能性)可操作为发射并且使接收器(或收发器的接收器功能性)可操作为接收的第一预定定时,以减少多个节点的无线装置的功耗。在一个示例中,第一预定定时的确定发生在第一信标广播信号的发射之前、期间或之后。最初(或最初的一个)信标信号或非重复时隙定义信号可以包括第一预定定时。

[0119] 在操作1509中,在最初检测到不包括在第一预定定时中的至少一个新的节点时或者在检测到冲突时,集线器的处理逻辑(例如,一个或多个处理单元)针对多个传感器节点的至少两个无线装置来确定使发射器可操作为发射并且使接收器可操作为接收的不同的第二预定定时。例如,在第一预定定时期间从多个传感器节点的至少一个无线装置接收至少一个不可理解的通信可能导致冲突的检测。

[0120] 在一个示例中,集线器发射具有第一预定定时的最初的周期性信标信号和时隙定义信号中的至少一个,并且随后,在检测到冲突或检测到新的节点时,信标信号包括第二预定定时。

[0121] 在一个示例中,基于周期性信标信号与多个节点的通信之间的定时关系来确定针对多个节点的每个无线装置的使发射器可操作为发射并且使接收器可操作为接收的第一预定定时。

[0122] 在一个示例中,集线器由主电源供电并且多个节点各自由电池源或其它能量源供电以形成无线非对称网络架构。

[0123] 在一个实施例中,基于集线器和多个节点的每个无线装置之间的通信的定时来针对每个无线装置确定使发射器(或收发器的发射器功能性)可操作为发射并且使接收器(或收发器的接收器功能性)可操作为接收的预定定时。在一个示例中,基于从至少一个无线装置发射到集线器的通信的定时来针对节点的至少一个无线装置确定使接收器(或收发器的接收器功能性)可操作为接收的预定定时。

[0124] 在一个示例中,无线非对称网络架构包括无线树状非对称网络架构。在一个示例中,无线非对称网络架构包括无线树状和网状非对称网络架构。

[0125] 在一个实施例中,集线器可以指示节点中的一个或多个移位将来的发射/接收通信的定时,以避免网络上的冲突。图16示出根据一个实施例的用于移位发射和接收通信以避免无线非对称网络架构的冲突的时间序列。图16示出用于集线器和无线非对称网络架构的节点1至4的发射和接收时间线。最初,节点1在发射时间线(TX)的发射窗口1110期间向集线器发射通信。在该实施例中,如集线器的连续接收窗口1108所示,集线器连续地监听。然后,集线器计算节点1的发射窗口减去接收窗口间隔,以确定节点1的接收时间线(RX)的接收窗口1112的定时。在集线器的发射窗口1114期间,集线器向节点1发射通信,并且节点1的

接收窗口1112接收该通信。换言之,节点1的无线装置的RF电路的接收器(或收发器的接收器功能性)可操作以在接收窗口1112期间接收以便接收通信。

[0126] 以类似的方式,集线器与节点2通信或交易。节点2在节点2的发射时间线(TX)的发射窗口1116期间向集线器发射通信。然后,集线器计算节点2的发射窗口减去接收窗口间隔,以确定节点2的接收时间线(RX)的接收窗口1120的定时。在集线器的发射窗口1118期间,集线器向节点2发射通信,并且节点2的接收窗口1120接收该通信。

[0127] 然后,集线器在节点3的发射窗口1122期间检测来自节点3的通信,并且同时或在大约相同的时间处也在节点4的发射窗口1124期间检测来自节点4的通信。在该冲突时间1130处,集线器检测到已经发生冲突1131(例如,当集线器检测到该部分或全部发射是不可理解或不可逆的乱码时)。换言之,来自节点3和节点4的通信结合以形成在冲突时间1130处或附近由集线器接收的不可理解的发射(例如,不可逆的乱码发射)。然后,集线器可以计算用于在不可理解或乱码的发射窗口(例如,发射窗口1122和1124)期间发射了不可理解或乱码的发射的节点中的任何一个的下一个接收窗口。在节点3和节点4的下一个接收窗口(例如,接收窗口1132和1134)或任何其它后续接收窗口(例如,接收窗口1145和1147)中,具有发射窗口1126的集线器可以指示冲突节点(例如,节点3和节点4)来使它们各自的发射和接收窗口移位不同的时间延迟或时间段,如图16所示。在该示例中,从节点3的发射窗口1122到发射窗口1144的时间延迟或移位1150小于从节点4的发射窗口1124到发射窗口1146的时间延迟或移位1152,以便在发射窗口1144和发射窗口1146期间避免基于发射的冲突。

[0128] 例如,该时间延迟或移位可以使用每个节点中的随机数生成器来随机地确定,或者可以由集线器确定和指示。集线器可以从可用的将来的窗口选择,并且将它们作为集合提供给冲突节点。然后,例如,这些冲突节点可以随机地选择这些中的一个。一旦作出该选择,将来的窗口的冲突应当被避免。另一方面,如果在下一个窗口中再次发生冲突(例如,因为两个冲突节点碰巧选择相同的时间移位),可以重复该进程直到避免所有冲突。以该方式,集线器可以对整个网络的操作仲裁,而不需要节点的显著复杂性,从而减少节点的操作所需的能量。

[0129] 图17示出根据一个实施例的用于无线非对称网络架构中的通信的仲裁和冲突避免的方法。方法1200的操作可以由无线装置、集线器(例如,设备)的无线控制装置或包括处理电路或处理逻辑的系统来执行。处理逻辑可以包括硬件(电路、专用逻辑等)、(诸如在通用计算机系统或专用机器或装置上运行的)软件或两者的组合。在一个实施例中,集线器执行方法1200的操作。

[0130] 在操作1202中,集线器的接收器(例如,RF电路、收发器的接收器功能性)检测来自无线非对称网络架构内的多个节点中的至少一个节点的通信(例如,发射)。每个节点包括或是具有发射器和接收器(或收发器的发射器功能性和接收器功能性)以实现与集线器的双向通信从而形成无线非对称网络架构的无线装置。在操作1204中,集线器的处理逻辑潜在地基于来自另一通信或RF源的干扰确定通信的至少一部分(例如,25%,50%,75%)是否对于集线器的处理电路或者连接到集线器的处理电路是难以理解的(例如,混乱、失真)。

[0131] 在操作1206中,当通信被确定为可理解的时,集线器的处理逻辑确定发射通信的节点的标识并且确定发射节点的下一个或后续的接收窗口。在操作1208中,如果需要或适当,集线器的发射器(或收发器的发射器功能性)在确定的下一个或后续的接收窗口期间将

通信发射到该节点。

[0132] 在操作1210中,当通信的至少一部分被确定为不可理解的时,集线器的处理逻辑确定在大约相同的时间从不同节点发射的通信的冲突是否已经可能发生(例如,大约等于或大于50%的发生冲突几率)。如果是这样,则在操作1212中,集线器的处理逻辑为冲突节点计算下一个或后续的接收窗口。在冲突节点的接收窗口期间,集线器(例如,集线器的发射器、集线器的收发器的发射器功能性)利用用于节点的指令将通信发射到冲突节点,以使下一个发射窗口移位不同的时间段或随机确定的时间段。例如,基于来自集线器的第一通信指示第一节点,以使下一个发射窗口移位第一时间段,同时通过来自集线器的第二通信指示第二节点,以使下一个发射窗口移位第二时间段。在该示例中,第一时间段和第二时间段是完全不同的,以避免来自第一节点的将来的发射和来自第二节点的将来的发射冲突。

[0133] 如果集线器的处理逻辑在操作1210中确定可能已经未发生在大约相同的时间处从不同节点发射的通信的冲突,则在操作1216中,集线器的处理逻辑确定发射通信的节点的下一个或后续的接收窗口,其中通信的至少一部分对于集线器的处理电路或联接到集线器的处理电路是难以理解的。在操作1218中,在计算节点的下一个或后续接收窗口期间,集线器的处理逻辑发送来自集线器的通信到节点,其中通信请求来自节点的较早通信的重复发射。

[0134] 在前面的说明书中,已经参照本发明的特定示例性实施例描述本发明。然而,将显而易见的是,在不脱离本发明的更广泛的精神和范围的情况下,可以对其进行各种变型和改变。因此,说明书和附图被认为是说明性的而不是限制性的。

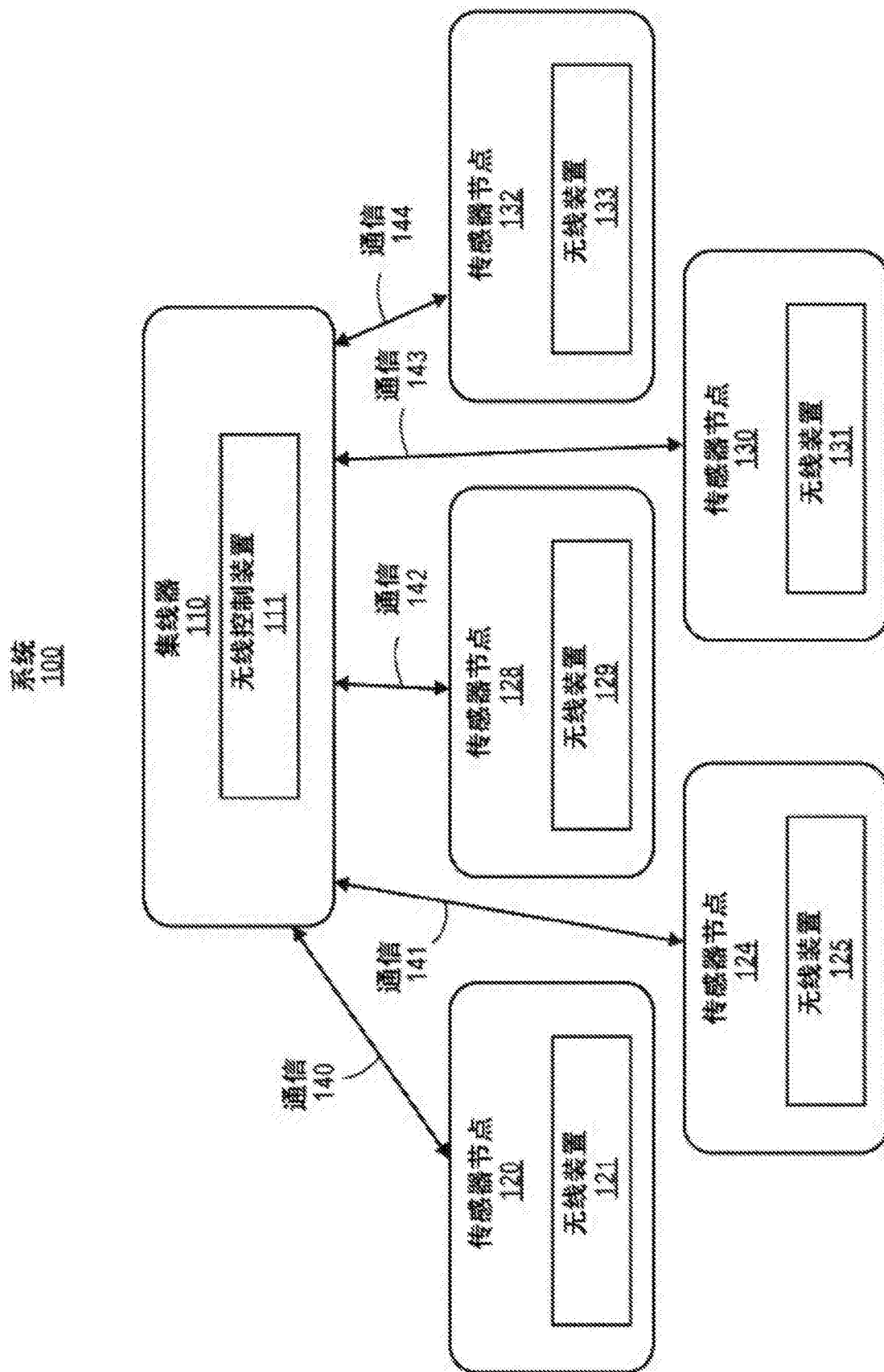


图1

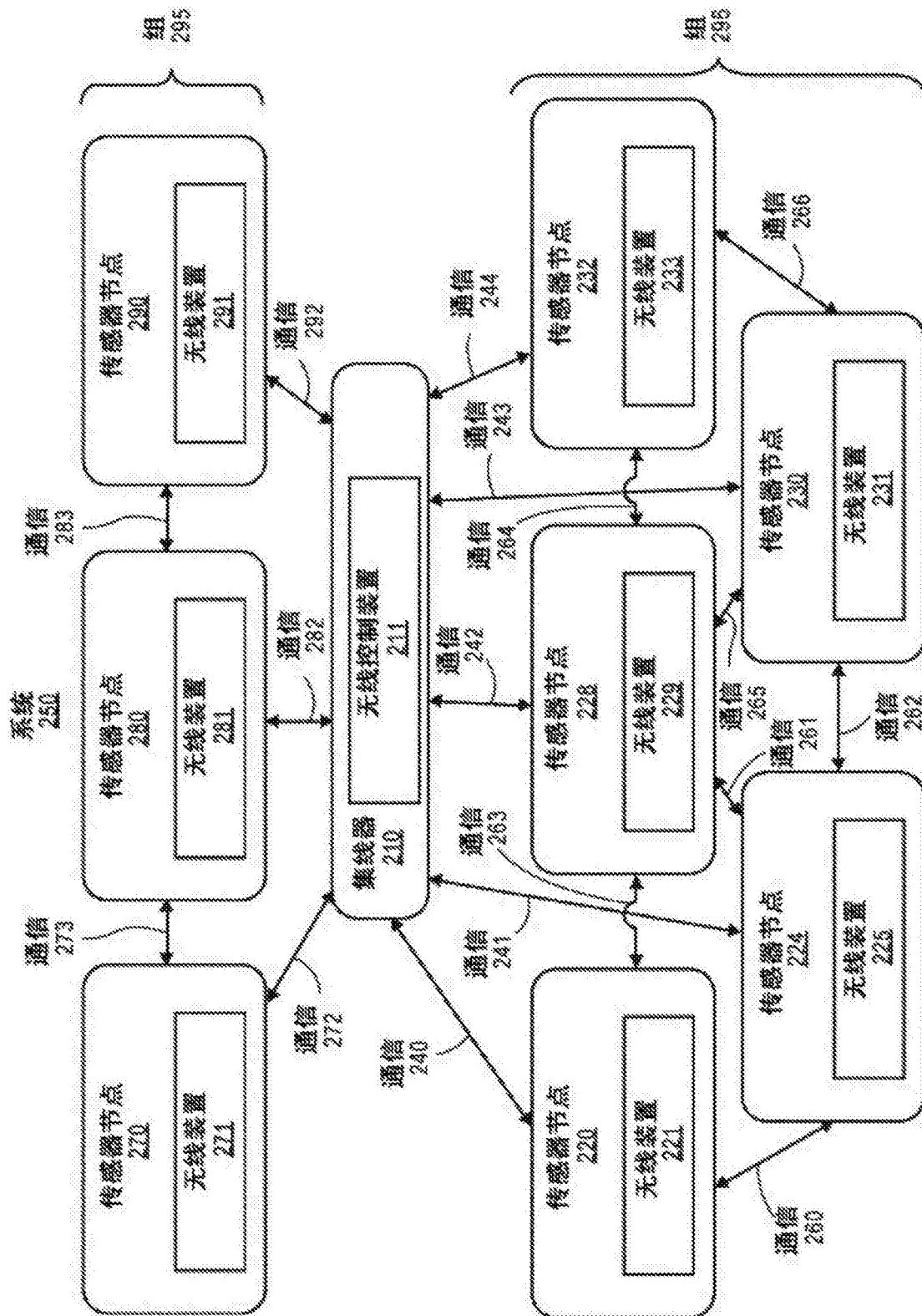


图2

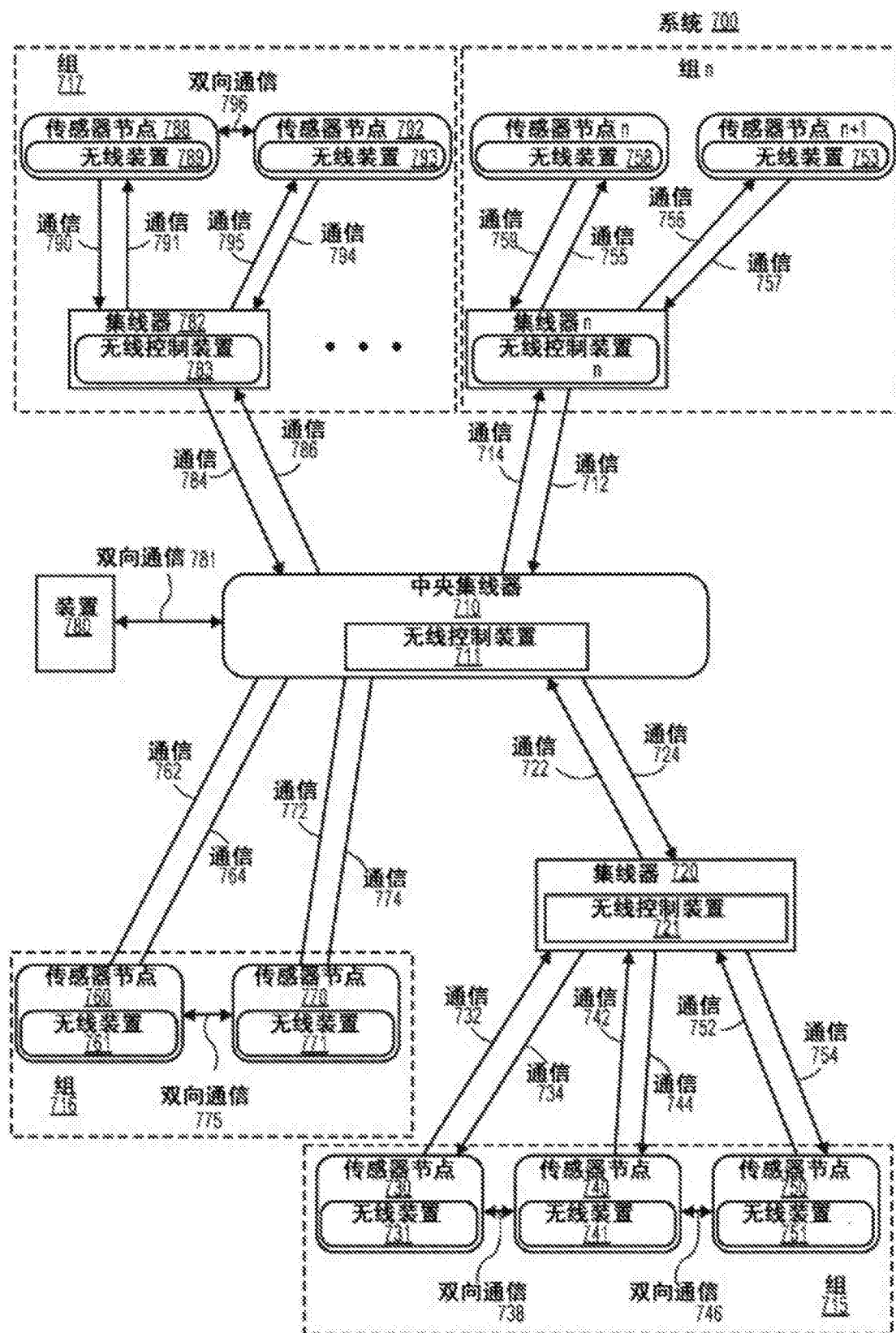


图3

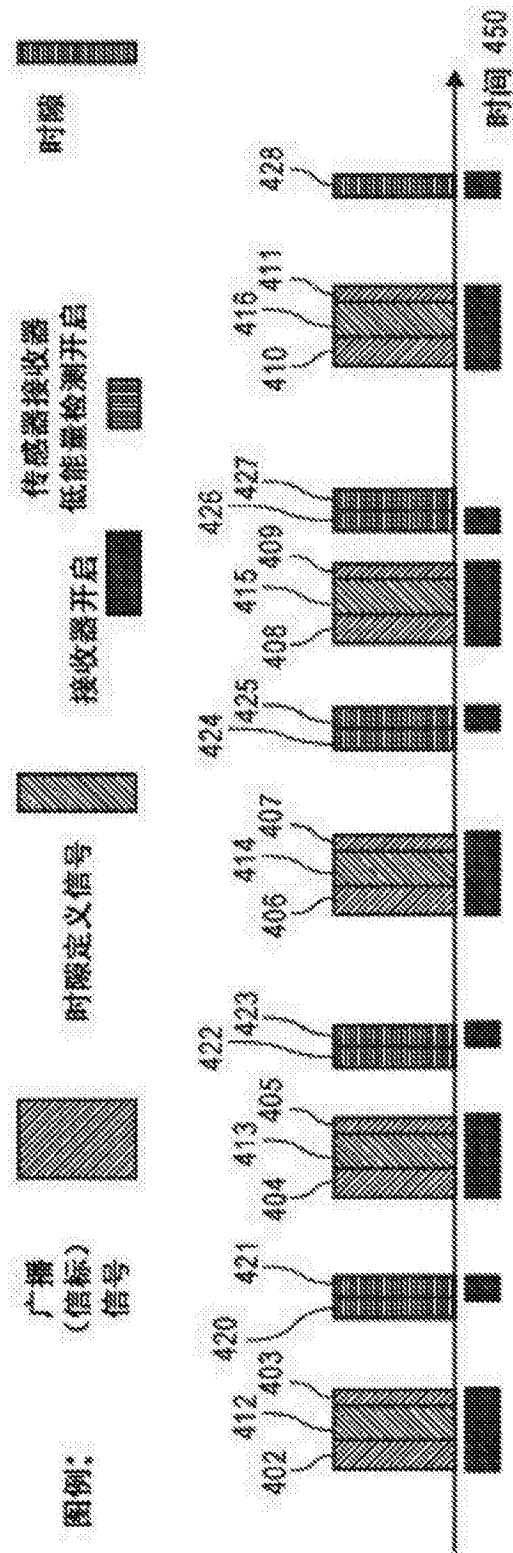


图4 (现有技术)

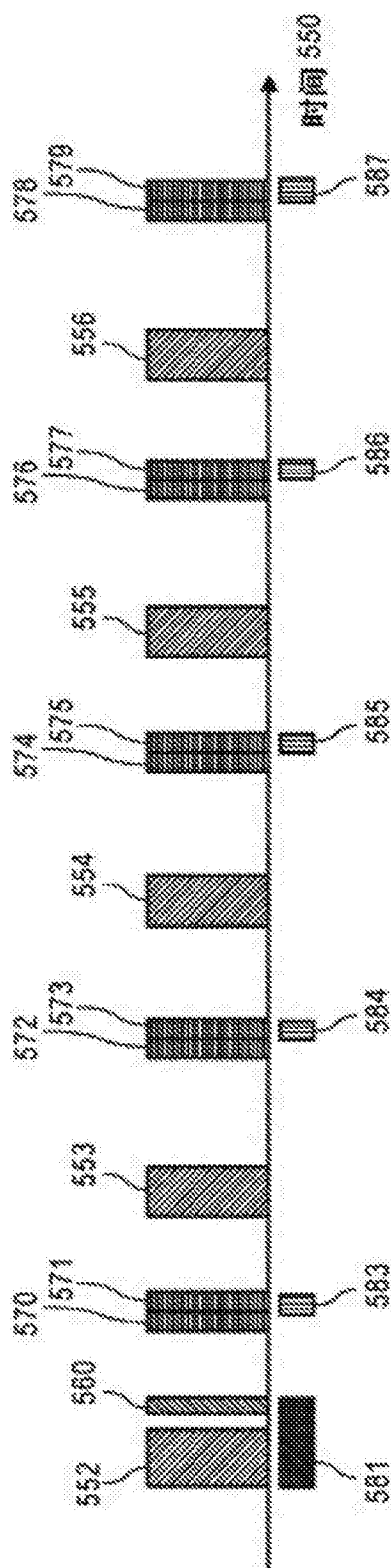


图5

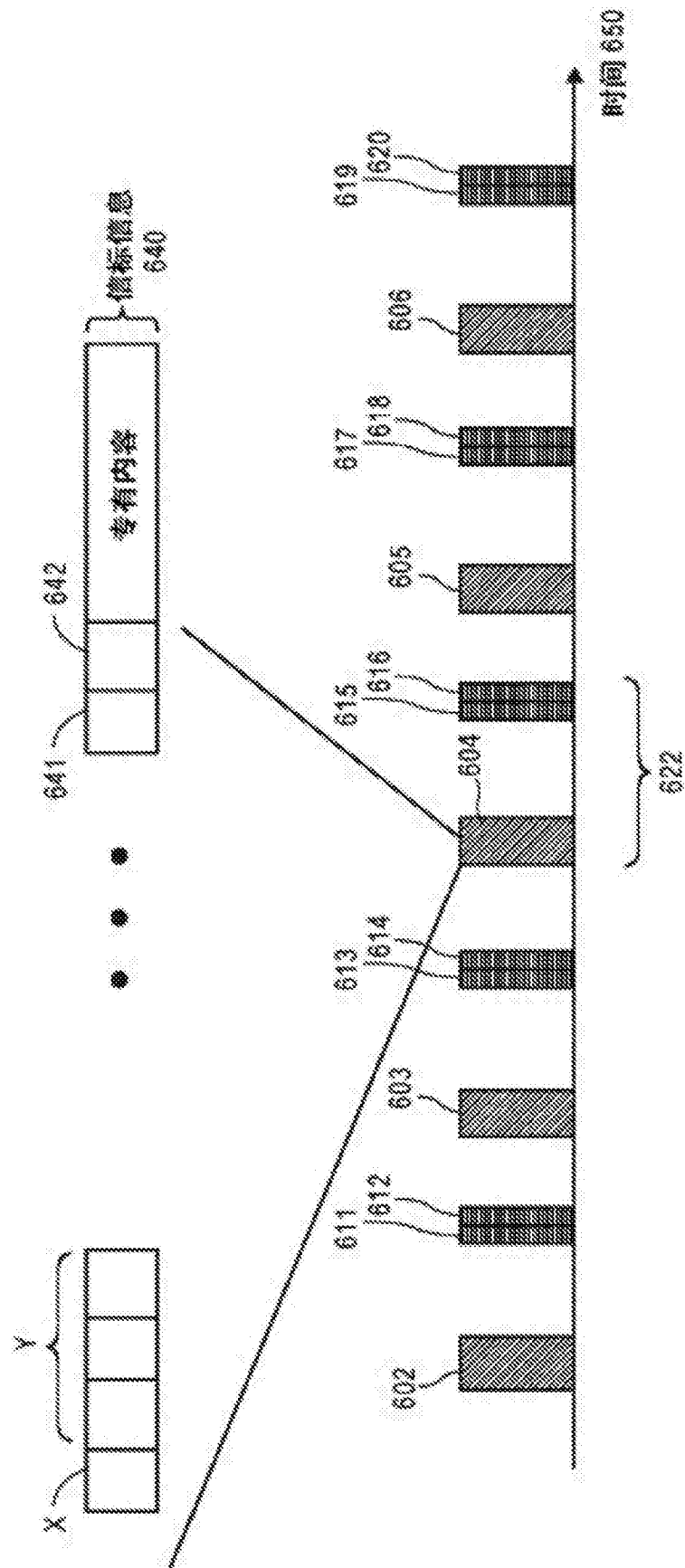


图6

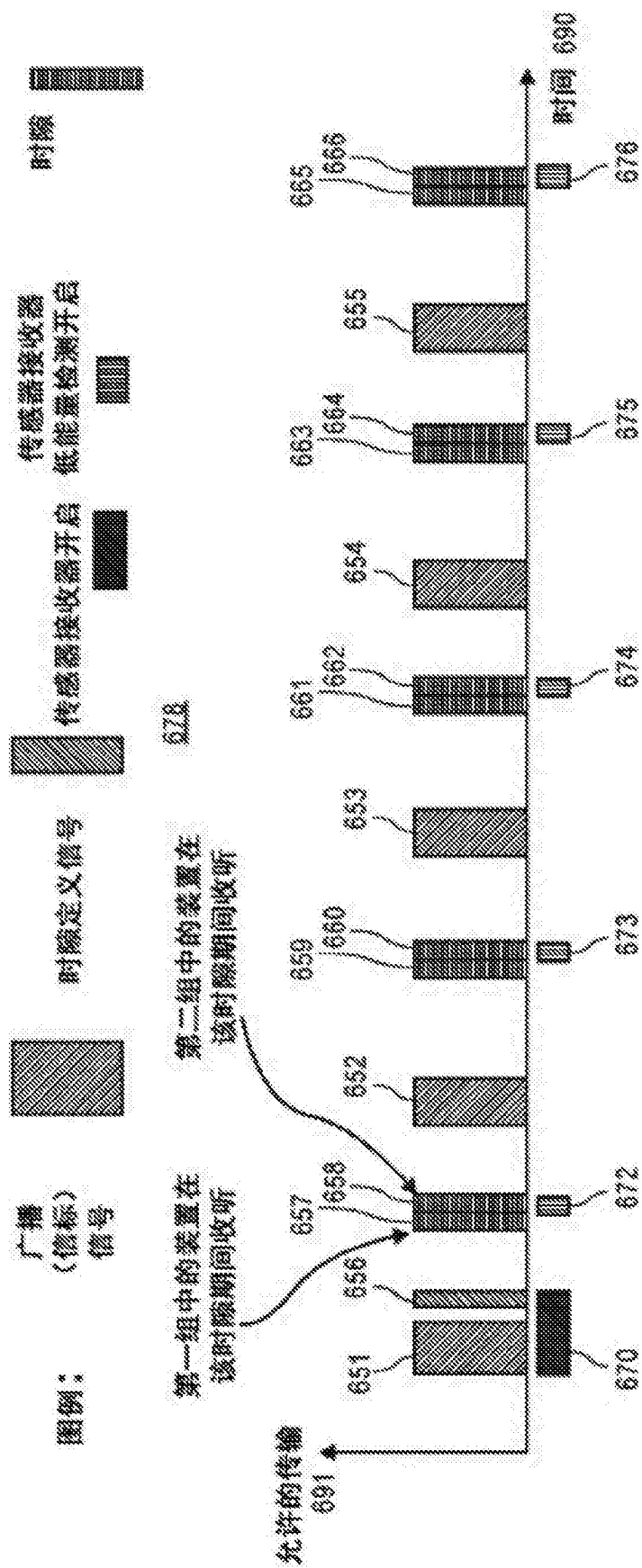


图7

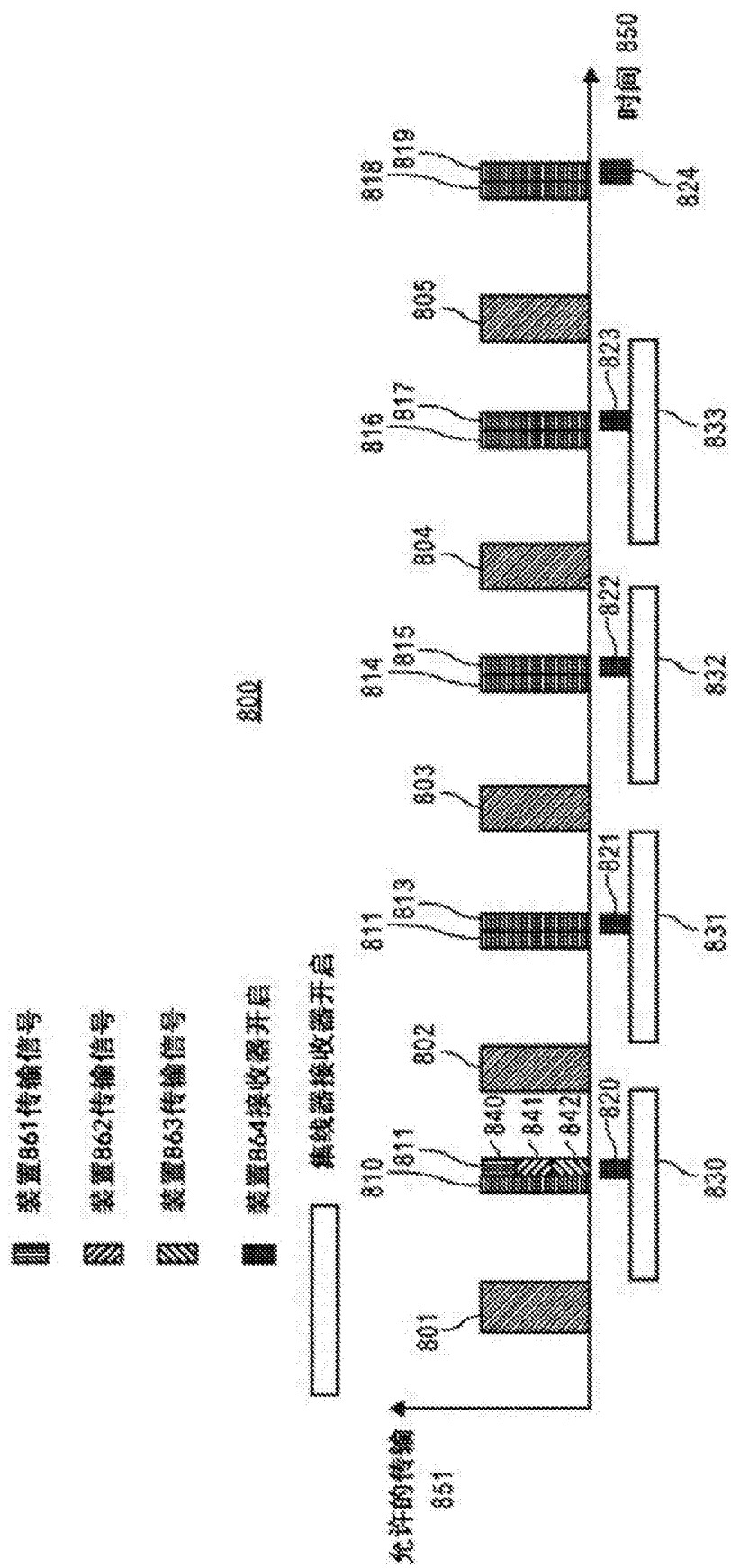


图8

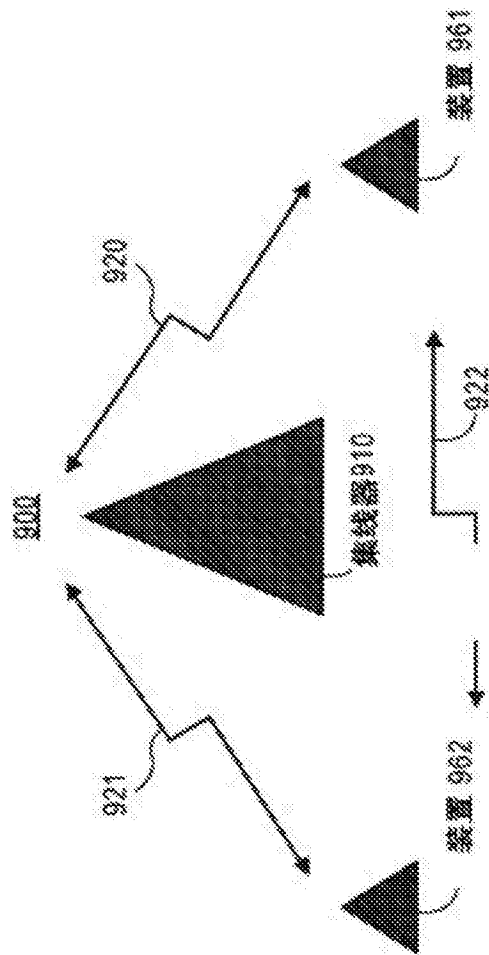


图9

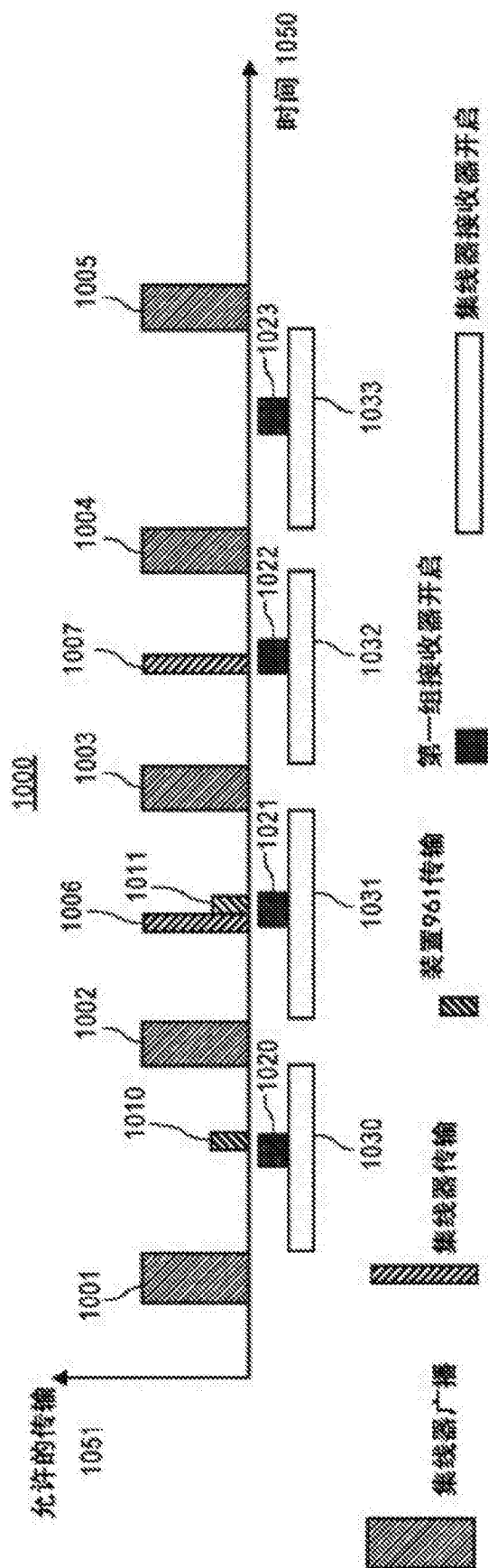


图10

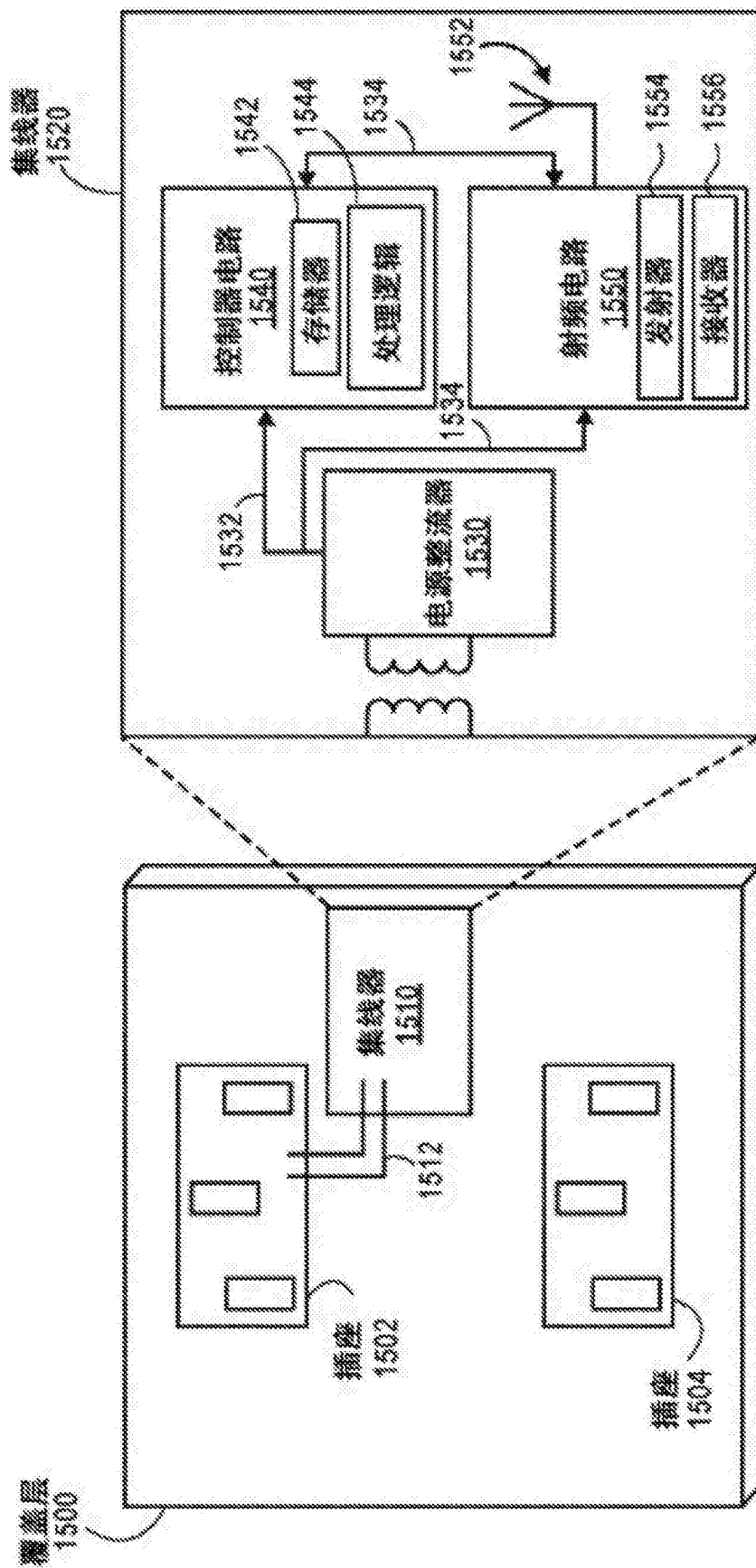


图 11B

图 11A

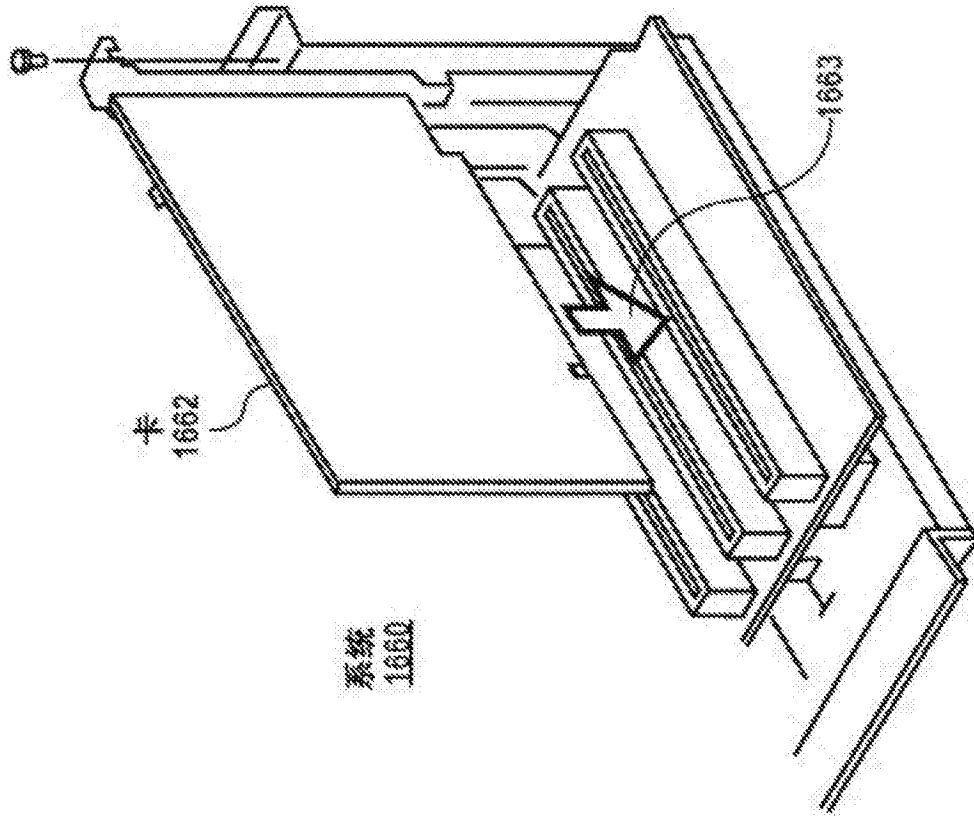


图12A

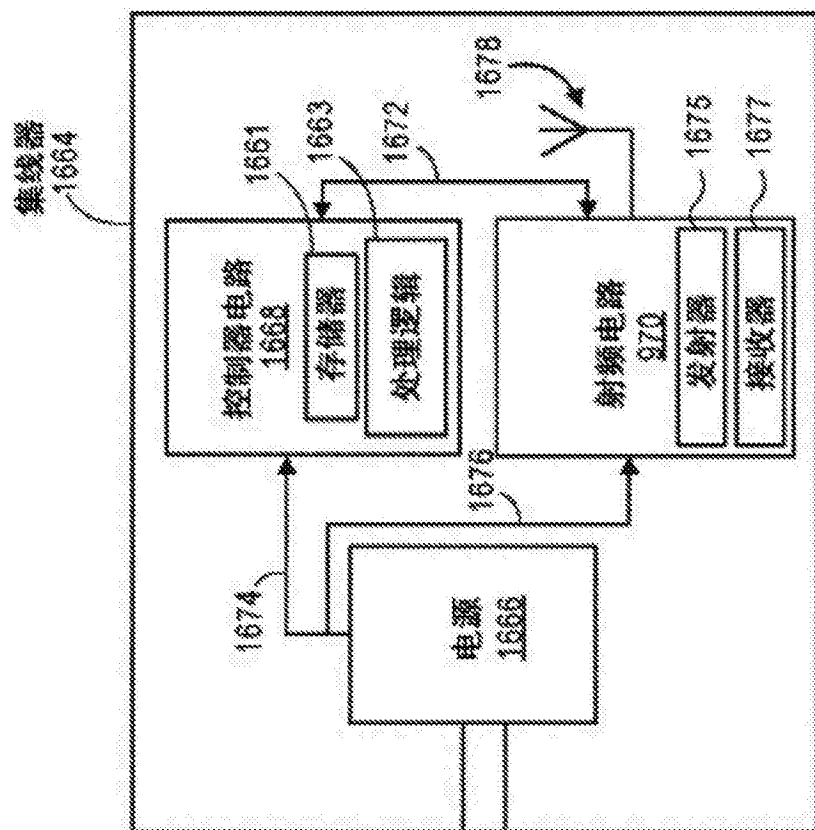


图12B

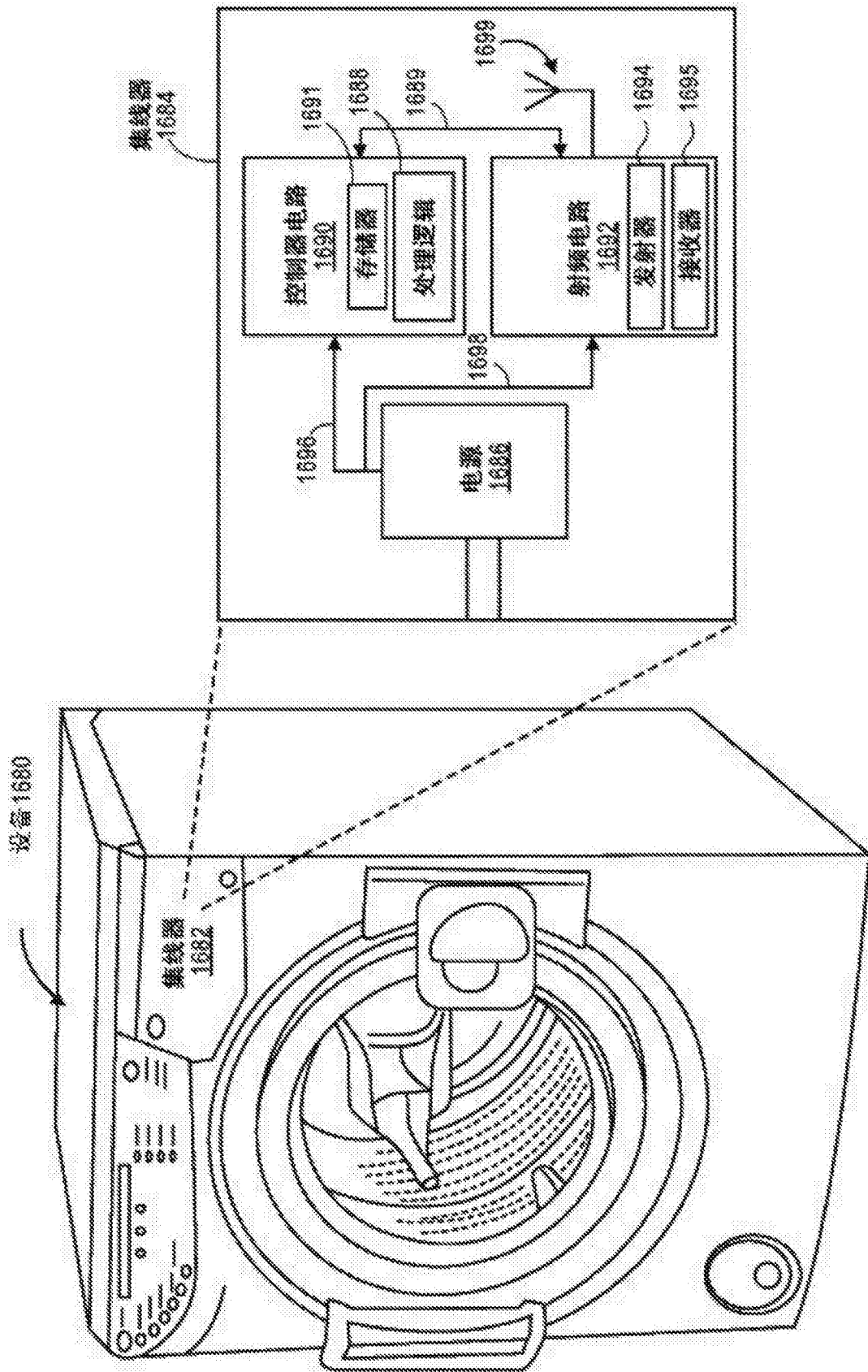


图 12D

图 12C

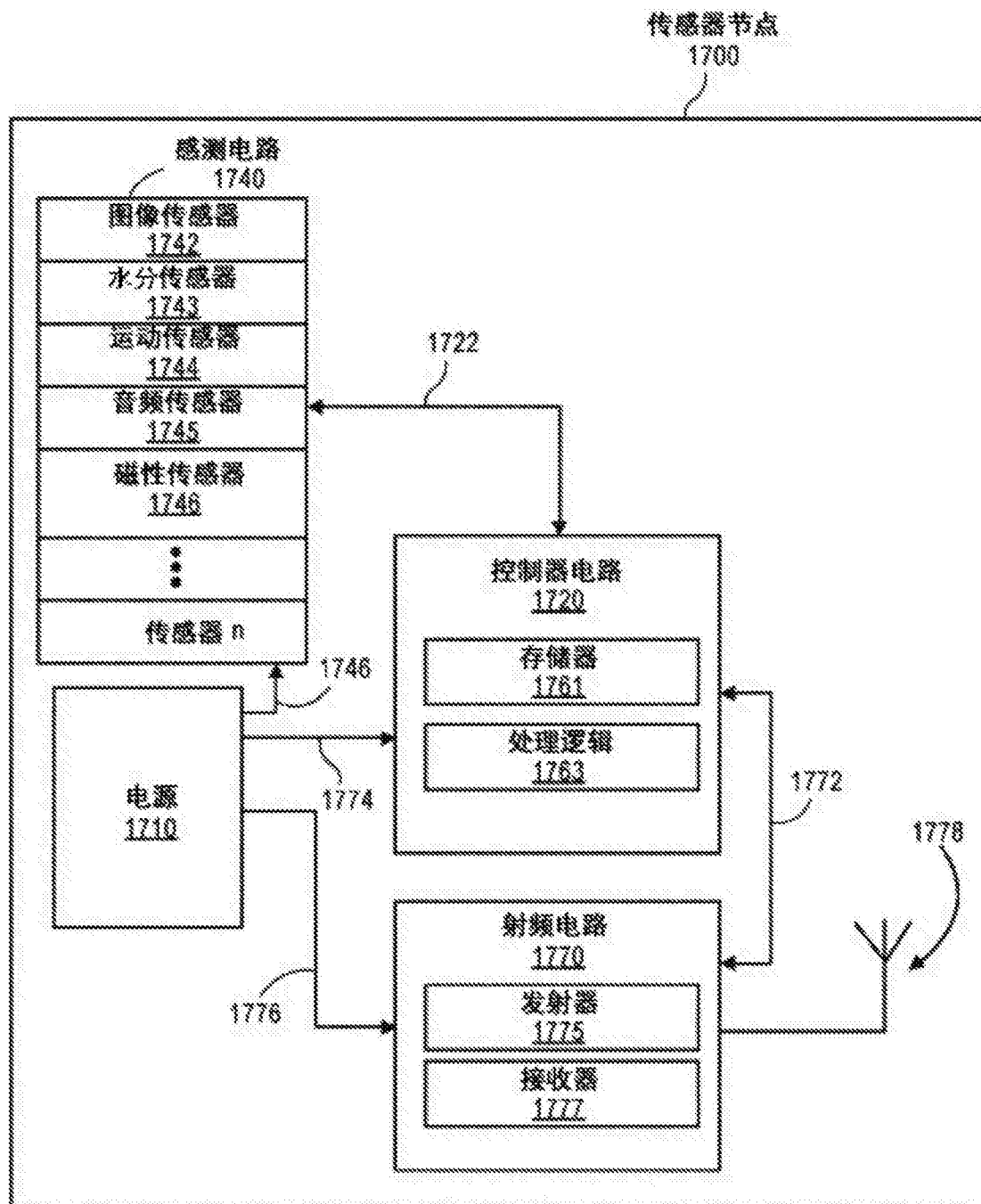


图13

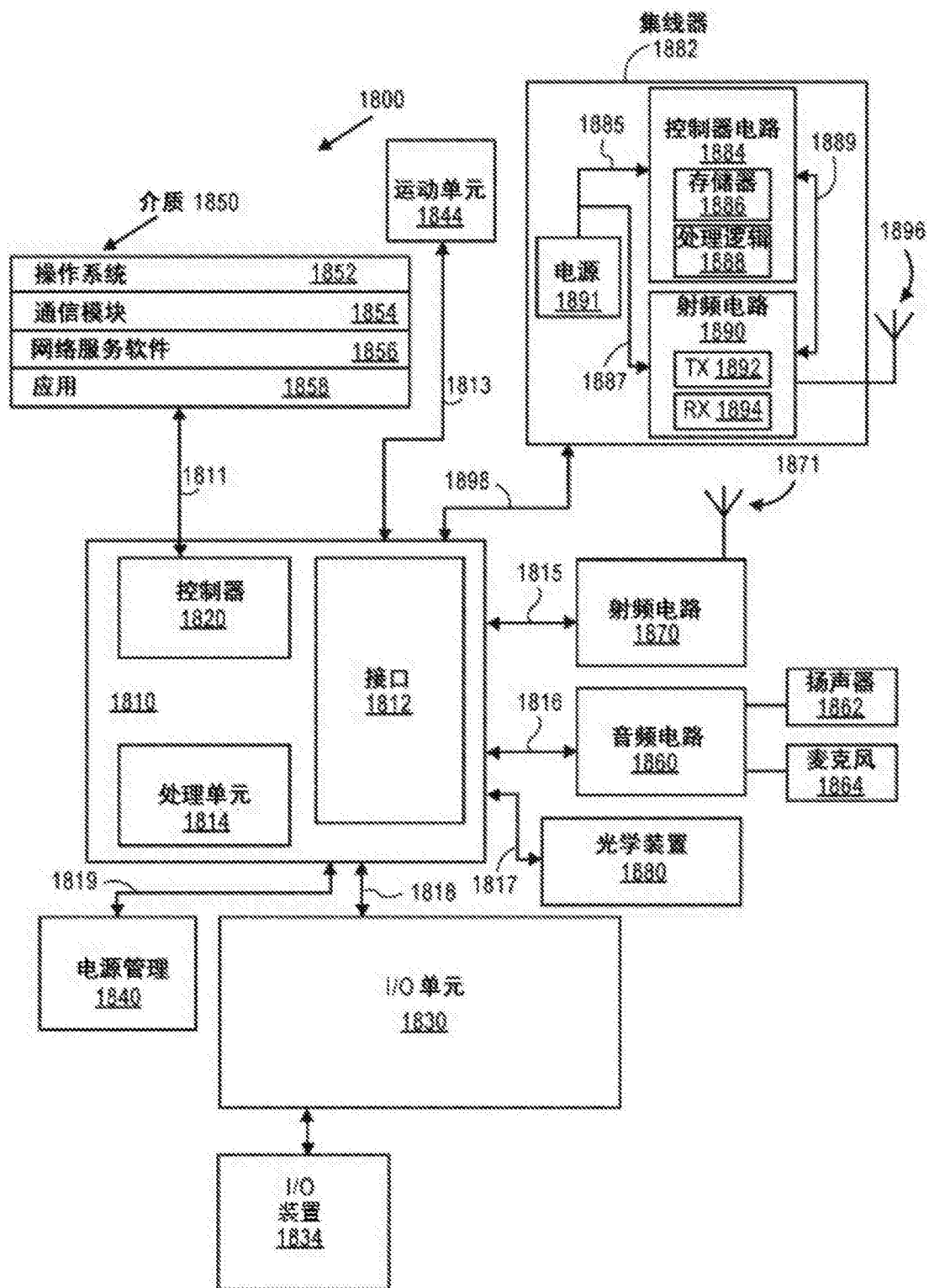


图14

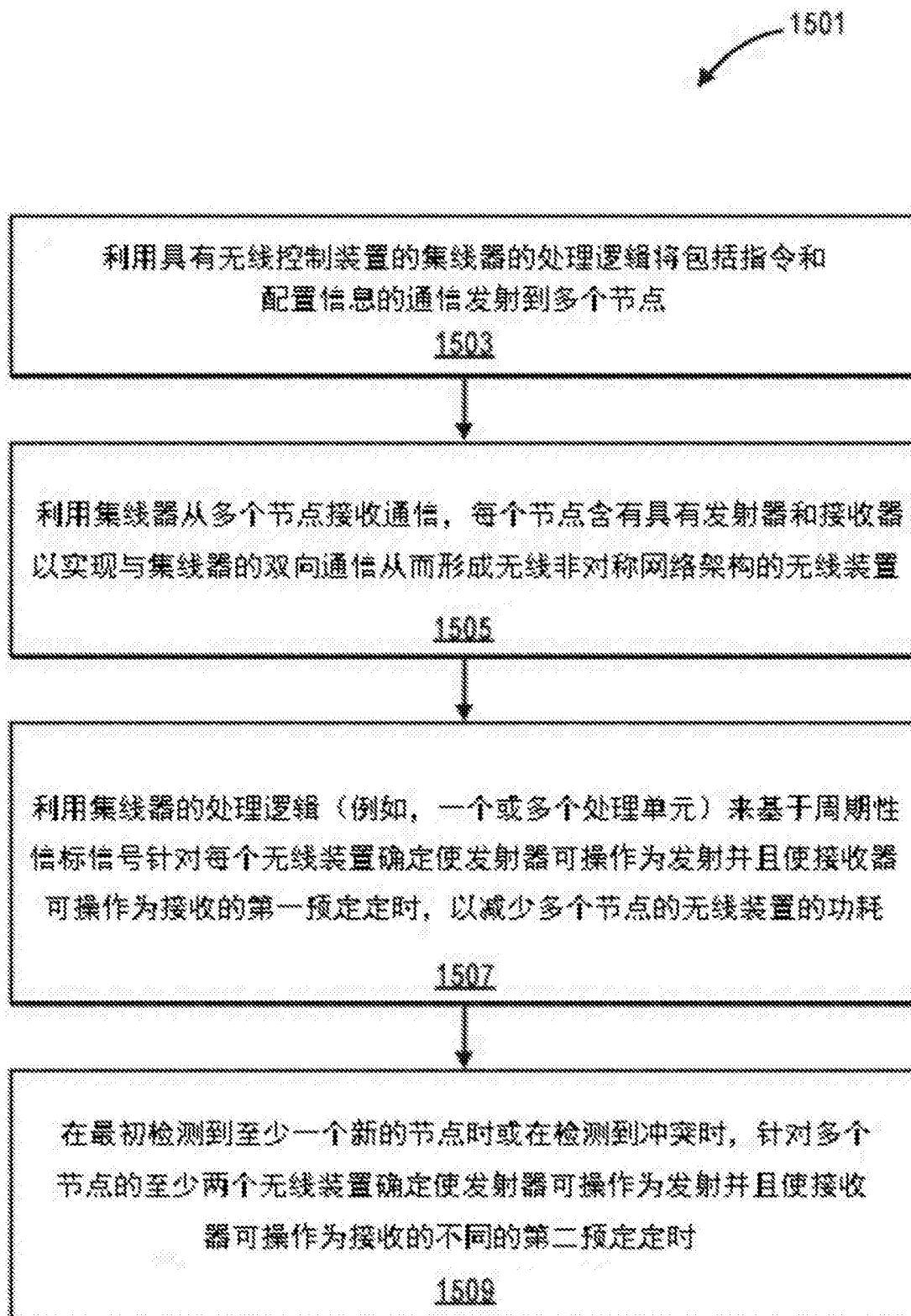


图15

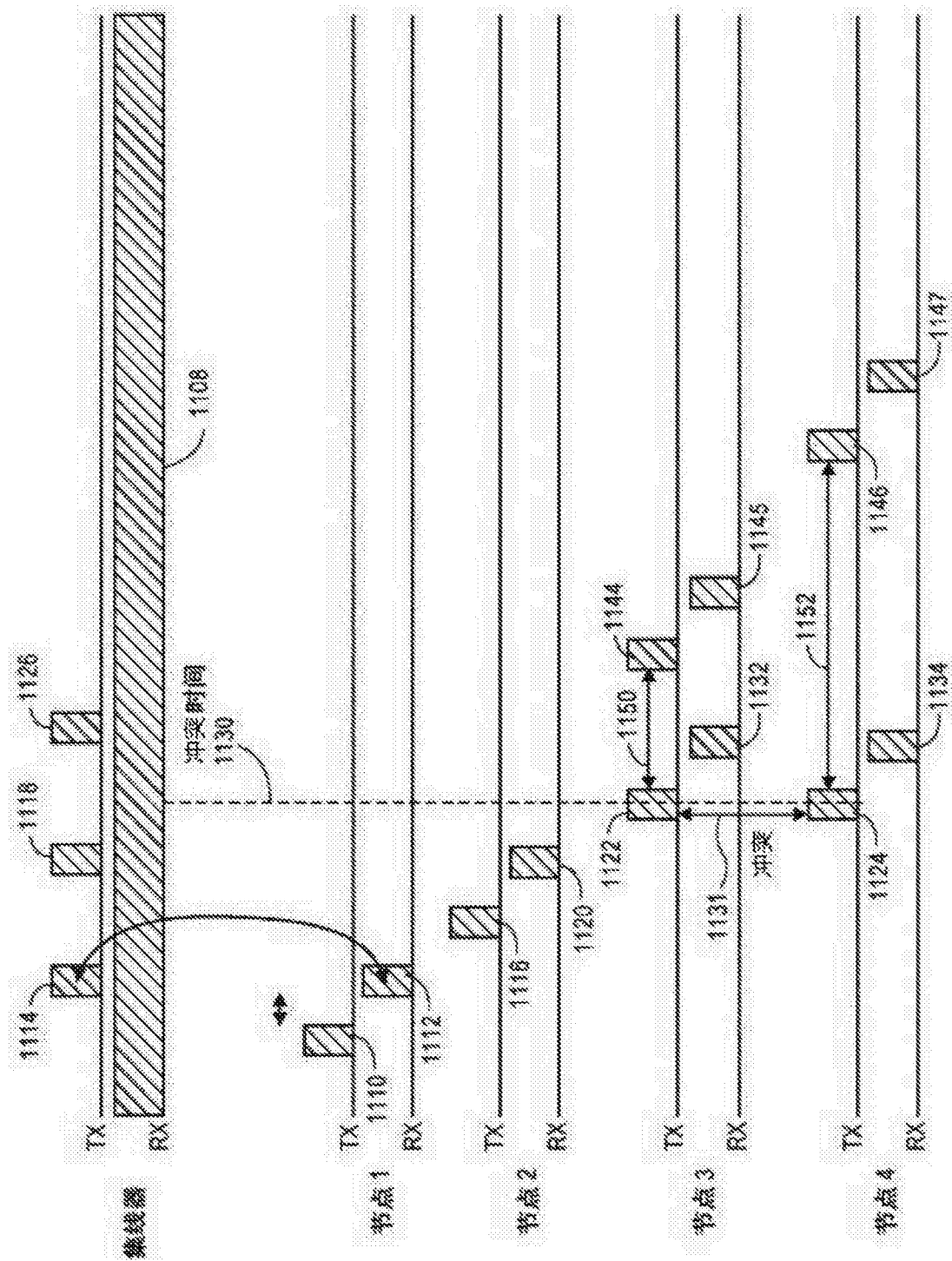


图16

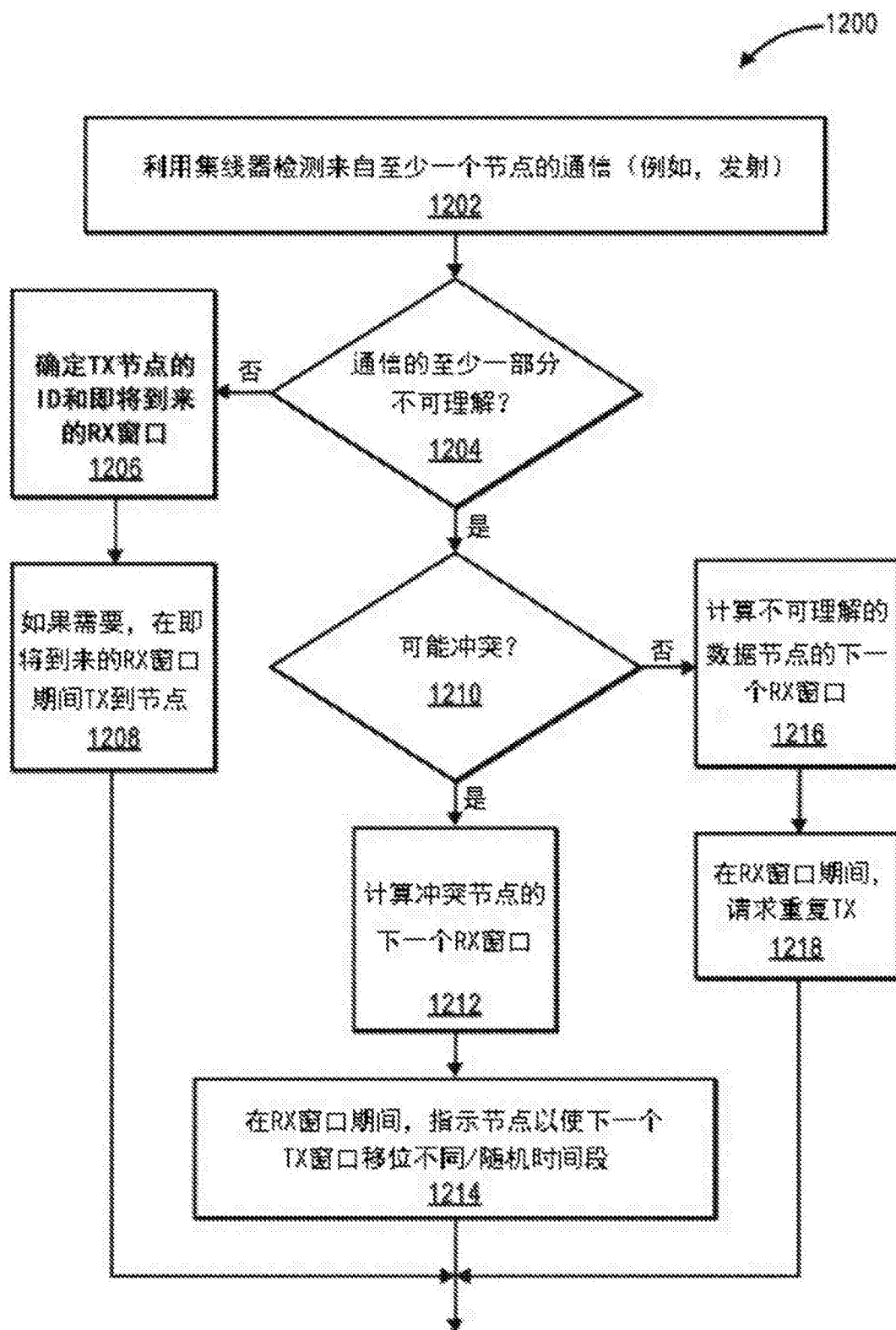


图17