



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 104124995 B

(45) 授权公告日 2016. 08. 24

(21) 申请号 201410396053. X

(22) 申请日 2008. 12. 26

(30) 优先权数据

61/019, 052 2008. 01. 04 US

61/022, 251 2008. 01. 18 US

(62) 分案原申请数据

200880123998. 7 2008. 12. 26

(73) 专利权人 松下知识产权经营株式会社

地址 日本大阪府

(72) 发明人 斯蒂法诺·加利 黑部彰夫

大浦正登

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

代理人 邸万奎

(51) Int. Cl.

H04B 3/54(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 1338842 A, 2002. 03. 06,

WO 0230021 A2, 2002. 04. 11,

CN 1875357 A, 2006. 12. 06,

CN 1454419 A, 2003. 11. 05,

CN 1839566 A, 2006. 09. 27,

审查员 阚子雄

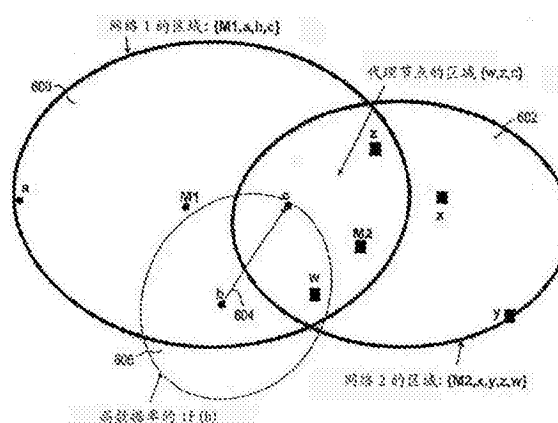
权利要求书2页 说明书22页 附图39页

(54) 发明名称

用于电力线通信的通信系统及其设备

(57) 摘要

本发明提供了一种用于电力线通信的通信系统及其设备。所述系统包括：包括使用第一 PHY 用于电力线通信的第一设备的第一网络，以及包括使用第二 PHY 用于电力线通信的第二设备的第二网络，所述第一 PHY 和所述第二 PHY 互相不同，以使得所述第一设备与所述第二设备对于完整电力线通信非可互通，所述第一设备和所述第二设备使用公共信令方式 (CSS)，以使得互相之间能够交换有关它们在所述通信系统中出现的信息来允许资源共享。其中，所述第二设备中的每个基于所述 CPL 创建可用时隙列表 (UST)，并且依照其 UST 执行与所述第二设备的另一个的通信，每个所述 UST 示出了所述第二设备中具体两个设备之间能够使用什么 TDM 时隙进行数据通信。



1. 一种用于电力线通信的通信系统,所述系统包括:

包括使用第一PHY用于电力线通信的第一设备的第一网络,以及包括使用第二PHY用于电力线通信的第二设备的第二网络,所述第一PHY和所述第二PHY互相不同,以使得所述第一设备与所述第二设备对于完整电力线通信非可互通,所述第一设备和所述第二设备使用公共信令方式CSS,以使得互相之间能够交换有关它们在所述通信系统中出现的信息来允许资源共享,所述第一设备包括:

(a) 传送单元,依照所述CSS方式,在第一时间窗口中传送公共信号;

所述第二设备包括:

(b) 接收单元,检测由多个第一设备在所述第一时间窗口中传送的所述公共信号;

(c) 接收质量确定单元,确定所述检测的公共信号具有比规定的信号电平大还是小的信号强度,并产生与TDMA结构关联的干扰指数矢量IIV;

(d) 传送单元,将所述IIV通信到所述第二网络中的主设备,以便允许所述第二设备的每个选择对应于其干扰指数矢量IIV的TDMA结构;

所述主设备包括:

(e) 所述主设备的接收单元,接收干扰指数矢量IIV,并基于从所述第二设备接收的所述IIV,创建共存PHY列表CPL;

(f) 所述主设备的传送单元,向所有所述第二设备提供所述CPL;

其中,所述第二设备中的每个基于所述CPL创建可用时隙列表UST,并且依照其UST执行与所述第二设备的另一个的通信,每个所述UST示出了所述第二设备中具体两个设备之间能够使用什么TDM时隙进行数据通信。

2. 一种用于电力线通信的通信系统中的第一设备,所述系统包括:

第一网络,包括使用第一PHY用于电力线通信的所述第一设备;以及

第二网络,包括使用第二PHY用于电力线通信的第二设备,所述第一PHY和所述第二PHY互相不同,以使得所述第一设备与所述第二设备对于完整电力线通信非可互通,所述第一设备和所述第二设备使用公共信令方式CSS,以使得互相之间能够交换有关它们在所述通信系统中出现的信息来允许资源共享,其中

所述第一设备依照所述CSS方式,在第一时间窗口中传送公共信号;

所述第二设备中的每个检测由所述第一设备在所述第一时间窗口中传送的所述公共信号,基于所述检测的公共信号具有比服务质量QoS大还是小的信号强度来产生与TDMA结构关联的干扰指数矢量IIV,选择对应于其干扰指数矢量IIV的TDMA结构,并向所述第二网络中的主设备通信所述IIV;

所述主设备基于从所述第二设备接收的所述IIV创建共存PHY列表CPL,并向所有所述第二设备提供所述CPL;以及

所述第二设备中的每个基于所述CPL创建可用时隙列表UST,并且依照其UST执行与所述第二设备的另一个的通信,每个所述UST示出了所述第二设备中具体两个设备之间能够使用什么TDM时隙进行数据通信。

3. 一种用于电力线通信的通信系统中的第二设备,所述系统包括:

第一网络,包括使用第一PHY用于电力线通信的第一设备;以及

第二网络,包括使用第二PHY用于电力线通信的所述第二设备,所述第一PHY和所述第

二PHY互相不同,以使得所述第一设备与所述第二设备对于完整电力线通信非可互通,所述第一设备和所述第二设备使用公共信令方式CSS,以使得互相之间能够交换有关它们在所述通信系统中出现的信息来允许资源共享,其中

所述第一设备依照所述CSS方式,在第一时间窗口中传送公共信号;

所述第二设备中的每个检测由所述第一设备在所述第一时间窗口中传送的所述公共信号,基于所述检测的公共信号具有比服务质量QoS大还是小的信号强度来产生与TDMA结构关联的干扰指数矢量IIV,选择对应于其干扰指数矢量IIV的TDMA结构,并向所述第二网络中的主设备通信所述IIV;

所述主设备基于从所述第二设备接收的所述IIV创建共存PHY列表CPL,并向所有所述第二设备提供所述CPL;以及

所述第二设备中的每个基于所述CPL创建可用时隙列表UST,并且依照其UST执行与所述第二设备的另一个的通信,每个所述UST示出了所述第二设备中具体两个设备之间能够使用什么TDM时隙进行数据通信。

4.一种用于电力线通信的通信系统中的主设备,所述系统包括:

第一网络,包括使用第一PHY用于电力线通信的第一设备;以及

第二网络,包括使用第二PHY用于电力线通信的第二设备,所述第一PHY和所述第二PHY互相不同,以使得所述第一设备与所述第二设备对于完整电力线通信非可互通,所述第一设备和所述第二设备使用公共信令方式CSS,以使得互相之间能够交换有关它们在所述通信系统中出现的信息来允许资源共享,其中

所述第一设备依照所述CSS方式,在第一时间窗口中传送公共信号;

所述第二设备中的每个检测由所述第一设备在所述第一时间窗口中传送的所述公共信号,基于所述检测的公共信号具有比服务质量QoS大还是小的信号强度来产生与TDMA结构关联的干扰指数矢量IIV,选择对应于其干扰指数矢量IIV的TDMA结构,并向所述第二网络中的所述主设备通信所述IIV;

所述主设备基于从所述第二设备接收的所述IIV创建共存PHY列表CPL,并向所有所述第二设备提供所述CPL;以及

所述第二设备中的每个基于所述CPL创建可用时隙列表UST,并且依照其UST执行与所述第二设备的另一个的通信,每个所述UST示出了所述第二设备中具体两个设备之间能够使用什么TDM时隙进行数据通信。

用于电力线通信的通信系统及其设备

[0001] 本申请是申请日为2008年12月26日、申请号为200880123998.7(国际申请号为PCT/JP2008/073975)、发明名称为“电力线通信系统中用于获取包括空间和时间再用的资源共享的方法、系统、集成电路、通信模块、和计算机可读介质”的发明专利申请的分案申请。

技术领域

[0002] 本发明涉及电力线通信网络,尤其涉及用于电力线通信的通信系统及其设备。

背景技术

[0003] 电力线缆是到达几乎所有家庭和商业场所的普及介质,并且提供了用于向客户递送数字服务以及提供局域网(LAN)能力的非常有用的技术。然而,电力线缆因为是共享介质而不能像双绞线缆一样向特定用户提供专用链路。更具体地,从低压变压器向一组单独家庭或一组多房屋单元扩展的电力线缆被在一组用户中共享。这意味着由一个公寓或房子中的一个用户产生的信号可以干扰相邻公寓或房子中产生的信号。由于不可能本地包含由用户产生的信号,因此,使用电力线通信(PLC)的地理上相近的用户越多,产生的干扰越多。随着干扰的增加,因为将发生更多分组冲突,所以每个用户都将经历数据率的降低。

[0004] 该现象也可能在单个网络中发生。事实上,随着网络中节点数的增加,分组冲突的概率增长,并且单个网络的总吞吐量降低。因此,带着提高整个网络的吞吐量的最终目的,希望为PLC设备提供一种保持优化的性能的技术,甚至在存在大量节点或多个网络时也一样。

发明内容

[0005] 本发明被引导到允许单个网络或多个相邻网络降低互相干扰并提高它们总吞吐量的协议。这些协议将被在两种具有实际重要性的情况中定义:1)同质网络,其中,多个网络的所有电力线通信(PLC)设备对于具有公共PHY(调制方式、编码方式、带宽等)的完整电力线通信都能协同工作;2)异质网络,其中,某些PLC网络的设备对于完整电力线通信不能与其它PLC网络的PLC设备协同工作,因为这些不同网络的设备不使用公共的PHY。对于异质网络,提供协议经由允许在该多个异质网络的设备之间进行资源共享的简单信令方式来使得能够共存。

[0006] 同质网络是这样的网络,其中,所有节点都可以使用公共的PHY互相通信,从而关于一个PLC网络的信息可以被传递到另一PLC网络。异质网络是这样的网络,其中,不是所有网络都可以使用它们自己的本地PHY交换信息。这是不同公寓或房子中的用户使用具有不同规格、不同信令能力、调制方式、编码方式、带宽等的不同设备的情况。

[0007] 在一个实施例中,提供一种通信方法,用于电力线通信系统,该电力线通信系统包括:包括使用第一PHY用于电力线通信的第一设备的第一网络,以及包括使用第二PHY用于电力线通信的第二设备的第二网络,该第一PHY和该第二PHY互相不同,以使得该第一设备

与该第二设备对于完整电力线通信非可互通,该第一设备和该第二设备使用公共信令方式(CSS),以使得互相之间能够交换有关它们在该电力线通信系统中出现的信息来允许资源共享。该方法包括:检测在第一时间窗口中从多个该第一设备依照该CSS方式传送的公共信号;基于所检测的公共信号判定网络状态;以及基于所判定的网络状态选择具体TDMA结构;该通信方法可以包括由该第二设备中的一个执行这些步骤中的每个。该CSS方式可以是不能操作来传送和接收分组的简单CSS方式或能操作来传送和接收分组的增强CSS方式。该第一设备可以依照功率控制协议以建立期望链路所必需的最小功率传送,并且传送该公共信号的该第一设备可以是被调度在下一同步周期传送数据的设备。

[0008] 在另一实施例中,提供了一种通信方法,使用空间和时间再用(STR)协议用于电力线通信系统,该电力线通信系统包括:包括使用第一PHY用于电力线通信的第一设备的第一网络,以及包括使用第二PHY用于电力线通信的第二设备的第二网络,该第一PHY和该第二PHY互相不同,以使得该第一设备与该第二设备对于完整电力线通信非可互通,该第一设备和该第二设备使用公共信令方式(CSS),以使得互相之间能够交换有关它们在该电力线通信系统中出现的信息来允许资源共享。该方法包括:检测在第一时间窗口中从多个该第一设备依照该CSS方式传送的公共信号;基于所检测的该公共信号,由该第二设备中的一个判定该第二设备中的该一个是否可以与该第一设备传送/接收信号同时传送/接收信号,或者该第二设备的该一个是否需要在与该第一设备传送/接收信号的时间不同的另一时间传送/接收信号。该第一设备可以使用MNC/MTA空间时间再用(STR)协议来获得该第一设备之间的资源共享。该通信方法可以包括下列的附加步骤。前述步骤被重复多次,并且,该第二设备中的每个产生与TDMA结构关联的干扰指数矢量(IIV),并且向该第二网络中的主设备提供该IIV,以及,该主设备基于从该第二设备接收的IIV产生共存PHY列表(CPL)。

[0009] 在另一实施例中,提供了一种通信方法,使用空间和时间再用(STR)协议用于电力线通信系统,该电力线通信系统包括:包括使用第一PHY用于电力线通信的第一设备的第一网络,以及包括使用第二PHY用于电力线通信的第二设备的第二网络,该第一PHY和该第二PHY互相不同,以使得该第一设备与该第二设备对于完整电力线通信非可互通,该第一设备和该第二设备使用公共信令方式(CSS),以使得互相之间能够交换有关它们在该电力线通信系统中出现的信息来允许资源共享。该方法包括:(a)依照该CSS方式,在第一时间窗口中从多个该第一设备传送公共信号;(b)由该第二设备中的每个检测由该多个第一设备在该第一时间窗口中传送的该公共信号;(c)该第二设备中的每个基于所检测的公共信号具有比第一服务质量(QoS)大还是小的信号强度来产生与TDMA结构关联的干扰指数矢量(IIV);(d)该第二设备中的每个选择对应于在步骤(c)中产生的其干扰指数矢量(IIV)的TDMA结构,并且向该第二网络中的主设备通信该IIV;(e)该主设备基于从该第二设备接收的该IIV创建共存PHY列表(CPL);(f)该主设备向所有该第二设备提供该CPL;以及(g)该第二设备中的每个基于该CPL创建可用时隙列表(UST),并且依照其UST执行与该第二设备的另一个的通信。

[0010] 在另一实施例中,提供了一种通信系统,用于电力线通信,其中,第一网络包括使用第一PHY用于电力线通信的第一设备,第二网络包括使用第二PHY用于电力线通信的第二设备。该第一PHY和该第二PHY互相不同,以使得该第一设备与该第二设备对于完整电力线通信非可互通,该第一设备和该第二设备使用公共信令方式(CSS),以使得互相之间能够交

换有关它们在该通信系统中出现的信息来允许资源共享。该第一设备能操作来依照该CSS方式在第一时间窗口中传送公共信号;并且,该第二设备中的每个能操作来检测由该第一设备在该第一时间窗口中传送的该公共信号,以基于所检测的公共信号判定网络状态,以及基于所判定的网络状态选择具体的TDMA结构。

[0011] 在另一实施例中,提供了一种计算机可读介质,存储由用于电力线通信系统的通信方法中的第二设备的计算机所执行的程序,该电力线通信系统包括:包括使用第一PHY用于电力线通信的第一设备的第一网络,以及包括使用第二PHY用于电力线通信的第二设备的第二网络,该第一PHY和该第二PHY互相不同,以使得该第一设备与该第二设备对于完整电力线通信非可互通,该第一设备和该第二设备使用公共信令方式(CSS),以使得互相之间能够交换有关它们在该电力线通信系统中出现的信息来允许资源共享。该被执行的程序包括操作:(a)由该第二设备检测在第一时间窗口中从多个该第一设备依照该CSS方式传送的公共信号;(b)由该第二设备基于在操作(a)中检测的该公共信号判定网络状态;以及(c)基于操作(b)中所判定的网络状态选择具体的TDMA结构。

[0012] 在另一实施例中,提供了一种集成电路,用于使得使用电力线通信的通信系统中能资源共享,该集成电路包括:(a)第一部件,检测在第一时间窗口中从多个第一设备依照公共信令方式(CSS)传送的公共信号;(b)第二部件,基于由该第一部件检测的该公共信号判定网络状态;以及(c)第三部件,基于所判定的网络状态选择具体的TDMA结构。

[0013] 在另一实施例中,提供了一种通信模块(诸如,PLC调制解调器),用于使得使用电力线通信的通信系统中能资源共享,该通信模块包括:(a)第一部件,检测在第一时间窗口中从多个第一设备依照公共信令方式(CSS)传送的公共信号;(b)第二部件,基于由该第一部件检测的该公共信号判定网络状态;以及(c)第三部件,基于所判定的网络状态选择具体的TDMA结构。

[0014] 在另一实施例中,提供了一种通信方法,使用空间和时间再用(STR)协议用于电力线通信系统,所述电力线通信系统包括:包括使用第一PHY用于电力线通信的第一设备的第一网络,以及包括使用第二PHY用于电力线通信的第二设备的第二网络,所述第一PHY和所述第二PHY互相不同,以使得所述第一设备与所述第二设备对于完整电力线通信非可互通,所述第一设备和所述第二设备使用公共信令方式(CSS),以使得互相之间能够交换有关它们在所述电力线通信系统中出现的信息来允许资源共享,所述方法包括:(a)依照所述CSS方式,在第一时间窗口中从多个所述第一设备传送公共信号;(b)由所述第二设备中的每个检测由所述多个第一设备在所述第一时间窗口中传送的所述公共信号;(c)所述第二设备中的每个基于所述检测的公共信号具有比规定的信号电平大还是小的信号强度来产生与TDMA结构关联的干扰指数矢量(IIV);(d)所述第二设备中的每个选择对应于在步骤(c)产生的其干扰指数矢量(IIV)的TDMA结构,并且向所述第二网络中的主设备通信所述IIV;(e)所述主设备基于从所述第二设备接收的所述IIV创建共存PHY列表(CPL);(f)所述主设备向所有所述第二设备提供所述CPL;以及(g)所述第二设备中的每个基于所述CPL创建可用时隙列表(UST),并且依照其UST执行与所述第二设备的另一个的通信,每个所述UST示出了所述第二设备中具体两个设备之间能够使用什么TDM时隙进行数据通信。

[0015] 在另一实施例中,提供了一种通信系统,用于电力线通信,所述系统包括:第一网络,包括使用第一PHY用于电力线通信的第一设备;以及第二网络,包括使用第二PHY用于电

力线通信的第二设备,所述第一PHY和所述第二PHY互相不同,以使得所述第一设备与所述第二设备对于完整电力线通信非可互通,所述第一设备和所述第二设备使用公共信令方式(CSS),以使得互相之间能够交换有关它们在所述电力线通信系统中出现的信息来允许资源共享,其中所述第一设备依照所述CSS方式,在第一时间窗口中传送公共信号;所述第二设备中的每个检测由所述第一设备在所述第一时间窗口中传送的所述公共信号,基于所述检测的公共信号具有比规定的信号电平大还是小的信号强度来产生与TDMA结构关联的干扰指数矢量(IIV),选择对应于其干扰指数矢量(IIV)的TDMA结构,并向所述第二网络中的主设备通信所述IIV;所述主设备基于从所述第二设备接收的所述IIV创建共存PHY列表(CPL),并向所有所述第二设备提供所述CPL;以及所述第二设备中的每个基于所述CPL创建可用时隙列表(UST),并且依照其UST执行与所述第二设备的另一个的通信,每个所述UST示出了所述第二设备中具体两个设备之间能够使用什么TDM时隙进行数据通信。

[0016] 在另一实施例中,提供了一种用于电力线通信的通信系统,所述系统包括:包括使用第一PHY用于电力线通信的第一设备的第一网络,以及包括使用第二PHY用于电力线通信的第二设备的第二网络,所述第一PHY和所述第二PHY互相不同,以使得所述第一设备与所述第二设备对于完整电力线通信非可互通,所述第一设备和所述第二设备使用公共信令方式(CSS),以使得互相之间能够交换有关它们在所述通信系统中出现的信息来允许资源共享,所述第一设备包括:(a)传送单元,依照所述CSS方式,在第一时间窗口中传送公共信号;所述第二设备包括:(b)接收单元,检测由所述多个第一设备在所述第一时间窗口中传送的所述公共信号;(c)接收质量确定单元,确定所述检测的公共信号具有比规定的信号电平大还是小的信号强度,并产生与TDMA结构关联的干扰指数矢量(IIV);(d)传送单元,将所述IIV通信到所述第二网络中的主设备,以便允许所述第二设备的每个选择对应于其干扰指数矢量(IIV)的TDMA结构;所述主设备包括:(e)所述主设备的接收单元,接收干扰指数矢量(IIV),并基于从所述第二设备接收的所述IIV,创建共存PHY列表(CPL);(f)所述主设备的传送单元,向所有所述第二设备提供所述CPL;其中,所述第二设备中的每个基于所述CPL创建可用时隙列表(UST),并且依照其UST执行与所述第二设备的另一个的通信,每个所述UST示出了所述第二设备中具体两个设备之间能够使用什么TDM时隙进行数据通信。

[0017] 在另一实施例中,提供了一种用于电力线通信的通信系统中的第一设备,所述系统包括:第一网络,包括使用第一PHY用于电力线通信的所述第一设备;以及第二网络,包括使用第二PHY用于电力线通信的第二设备,所述第一PHY和所述第二PHY互相不同,以使得所述第一设备与所述第二设备对于完整电力线通信非可互通,所述第一设备和所述第二设备使用公共信令方式(CSS),以使得互相之间能够交换有关它们在所述通信系统中出现的信息来允许资源共享,其中所述第一设备依照所述CSS方式,在第一时间窗口中传送公共信号;所述第二设备中的每个检测由所述第一设备在所述第一时间窗口中传送的所述公共信号,基于所述检测的公共信号具有比服务质量(QoS)大还是小的信号强度来产生与TDMA结构关联的干扰指数矢量(IIV),选择对应于其干扰指数矢量(IIV)的TDMA结构,并向所述第二网络中的主设备通信所述IIV;所述主设备基于从所述第二设备接收的所述IIV创建共存PHY列表(CPL),并向所有所述第二设备提供所述CPL;以及

[0018] 所述第二设备中的每个基于所述CPL创建可用时隙列表(UST),并且依照其UST执行与所述第二设备的另一个的通信,每个所述UST示出了所述第二设备中具体两个设备之

间能够使用什么TDM时隙进行数据通信。

[0019] 在另一实施例中,提供了一种用于电力线通信的通信系统中的第二设备,所述系统包括:第一网络,包括使用第一PHY用于电力线通信的第一设备;以及第二网络,包括使用第二PHY用于电力线通信的所述第二设备,所述第一PHY和所述第二PHY互相不同,以使得所述第一设备与所述第二设备对于完整电力线通信非可互通,所述第一设备和所述第二设备使用公共信令方式(CSS),以使得互相之间能够交换有关它们在所述通信系统中出现的信息来允许资源共享,其中所述第一设备依照所述CSS方式,在第一时间窗口中传送公共信号;所述第二设备中的每个检测由所述第一设备在所述第一时间窗口中传送的所述公共信号,基于所述检测的公共信号具有比服务质量(QoS)大还是小的信号强度来产生与TDMA结构关联的干扰指数矢量(IIV),选择对应于其干扰指数矢量(IIV)的TDMA结构,并向所述第二网络中的主设备通信所述IIV;所述主设备基于从所述第二设备接收的所述IIV创建共存PHY列表(CPL),并向所有所述第二设备提供所述CPL;以及所述第二设备中的每个基于所述CPL创建可用时隙列表(UST),并且依照其UST执行与所述第二设备的另一个的通信,每个所述UST示出了所述第二设备中具体两个设备之间能够使用什么TDM时隙进行数据通信。

[0020] 在另一实施例中,提供了一种用于电力线通信的通信系统中的主设备,所述系统包括:第一网络,包括使用第一PHY用于电力线通信的所述第一设备;以及第二网络,包括使用第二PHY用于电力线通信的第二设备,所述第一PHY和所述第二PHY互相不同,以使得所述第一设备与所述第二设备对于完整电力线通信非可互通,所述第一设备和所述第二设备使用公共信令方式(CSS),以使得互相之间能够交换有关它们在所述通信系统中出现的信息来允许资源共享,其中所述第一设备依照所述CSS方式,在第一时间窗口中传送公共信号;所述第二设备中的每个检测由所述第一设备在所述第一时间窗口中传送的所述公共信号,基于所述检测的公共信号具有比服务质量(QoS)大还是小的信号强度来产生与TDMA结构关联的干扰指数矢量(IIV),选择对应于其干扰指数矢量(IIV)的TDMA结构,并向所述第二网络中的所述主设备通信所述IIV;所述主设备基于从所述第二设备接收的所述IIV创建共存PHY列表(CPL),并向所有所述第二设备提供所述CPL;以及所述第二设备中的每个基于所述CPL创建可用时隙列表(UST),并且依照其UST执行与所述第二设备的另一个的通信,每个所述UST示出了所述第二设备中具体两个设备之间能够使用什么TDM时隙进行数据通信。

[0021] 如这里所使用,术语“TDMA结构”的意思与图19A-图25的图示以及下文所附的讨论一致。本发明使用TDMA结构,其中每个蜂窝信道被分为时分复用单元(TDMU),每个TDMU都由多个时隙构成(见图20)。总之,网络状态与TDMU中的特定TDMA结构关联,并且系统中的两个或更多个网络被分别分配了一个或多个TDMU中的时隙。作为系统中可用的多个TDMA结构的一个示例,图23示出了具有不同本地信令方式PHY-A、PHY-B和PHY-C的三个系统的设备中的、每个都与网络状态关联的模式1-7(TDMA结构)以及在域b0和b1中通告的资源需求。对于网络中的所有设备都知道TDMA结构,并且在存储器中预设TDMA结构,而且如果有更新可用,还可以下载它。

[0022] 术语服务质量(QoS)是指资源预留控制机制。一般地,服务质量涉及对数据流保证特定性能水平、或者对不同应用、用户或数据流提供不同优先级的能力。服务质量可以基于例如所需求的比特率、信噪比、分组丢失概率和/或比特差错率。例如,QoS可以是被需要或期望来保证保持最低质量水平的确保吞吐量。QoS水平可以由标准设置组织设置。

[0023] 在本发明中,例如,PLC可以被用在家庭网络中用于接入因特网。在这种环境中,所期望的QoS典型地应该足够获得宽带因特网接入,即,高数据率因特网接入。这种数据率典型地在64kbit/s至1.0Mbit/s的范围中。但是,本发明并不被限定于任何实际数据传送率或标准,或者甚至不限定于宽带或高数据率环境。构成足够的QoS的具体数据率将取决于本发明被使用的特定应用。

[0024] 这里,术语“满足特定QoS”意指满足在给定阈值或高于阈值的QoS。例如,如果数据率阈值是256kbit/s,则如果数据率大于或等于256kbit/s,则满足该特定QoS。术语“修改特定QoS”意指,例如,改变阈值的数值,例如当所接收信号的接收质量低时,将其改变到更低的数据率,诸如64kbit/s。

附图说明

[0025] 图1A示出了由四个网络节点设备构成的电力线通信(PLC)网络,一个主节点M和三个从属节点x、y和z。

[0026] 图1B示出了节点y使用高传送功率 $P_{\max}(y,z)$ 以最大可能的数据率向节点z传送的链路的干扰覆盖范围(IF)。

[0027] 图1C示出了节点y以比 $P_{\max}(y,z)$ 低的功率 $P_{\text{med}}(y,z)$ 向节点z传送的链路的IF。

[0028] 图1D示出了节点y以比 $P_{\text{med}}(y,z)$ 低的功率 $P_{\text{low}}(y,z)$ 向节点z传送的IF。

[0029] 图2示出了主节点M以 $P_{\min}$ 传送信标信号, $P_{\min}$ 是到达图1A所示出的所有从属节点所需的最小传送功率。

[0030] 图3示出了主节点M相对于图2中所示出的功率降低其功率,以使用到达该网络中的剩余节点y和z的最小功率。

[0031] 图4A示出了节点x用其最大传送功率 $P_{\max}$ 向节点y通信的链路。

[0032] 图4B示出了当应用最小传送功率 $P_{\min}(x,y)$ 时,节点x的更小IF。

[0033] 图4C示出了在节点x和y通信的同时通信的节点z和w。

[0034] 图4D示出了对于 $P_{\min}(w,z) > P_{\text{ack}}(z,w)$ 以及 $P_{\min}(x,y) > P_{\text{ack}}(y,x)$ 的IF。

[0035] 图5A示出了两个同时有效(active)的链路($x \rightarrow y, w \rightarrow z$)。

[0036] 图5B示出了在时隙TS(1)中产生 $\text{IF}_{\min}(x,y)$ 和 $\text{IF}_{\min}(w,z)$ 的链路($x \rightarrow y, w \rightarrow z$)以及在时隙TS(2)中产生 $\text{IF}_{\min}(a,b)$ 的链路($a \rightarrow b$)。

[0037] 图6示出了一个系统,其中,网络1被主节点M1定义并包括节点{a,b,c},网络2被主节点M2定义并包括节点{x,y,z,w}。

[0038] 图7示出了图6的改进,其中,对链路 $b \rightarrow c$ 的功率的降低导致节点w落入 $\text{IF}(b,c)$ 之外,从而节点w可以可靠地从网络2中的任何节点接收数据。

[0039] 图8示出了图6的改进,其中,链路 $M2 \rightarrow w$ 可以与干扰链路 $b \rightarrow c$ 共存。

[0040] 图9示出了图6的改进,其中,链路 $w \rightarrow x$ 干扰节点b但节点b不能直接与干扰链路的主节点M2通信。

[0041] 图10示出了用于具有一个主节点和三个从属节点的自主系统的网络图以及节点连接性矩阵(MNC)。

[0042] 图11示出了相邻自主系统(AS)AS1和AS2。

[0043] 图12A示出了当具有 $S=6$ 个时分复用(TDM)基本单元(TEU)并且没有有效链路时、

用于图10的拓扑结构的时间分配矩阵(MTA)。

[0044] 图12B示出了元素 $MTA(y,1)$ 、 $MTA(y,2)$ 、 $MTA(z,1)$ 和 $MTA(z,2)$ 被设置为1来表示节点y和z在TEU#1和#2中被禁止传送/接收(TX/RX)。

[0045] 图12C示出了通过在目的行(行z)上扫描MNC而标注TX-禁止。

[0046] 图12D示出了通过在源行(行y)上扫描MNC而标注RX-禁止。

[0047] 图13A示出了用于图11的节点x请求与节点z建立链路的示例的MTA。

[0048] 图13B示出了用于建立链路a→b的示例的MTA。

[0049] 图14A示出了当节点x请求2个TEU用于图11所示出的系统中的链路x→y、并完成四元(quaternary)STR协议的步骤3时的MTA。

[0050] 图14B示出了完成四元STR协议的步骤4时的、图14A的MTA。

[0051] 图15A示出了当节点a请求1个TEU用于具有图14B所示出的MTA的系统中的链路a→b、并完成四元STR协议的步骤3时的MTA。

[0052] 图15B示出了完成四元STR协议的步骤4时的、图15A的MTA。

[0053] 图16A示出了当节点d请求1个TEU用于具有图15B所示出的MTA的系统中的链路d→c、并完成四元STR协议的步骤3时的MTA。

[0054] 图16B示出了完成四元STR协议的步骤4时的、图16A的MTA。

[0055] 图17A示出了当主节点M1为具有图16B所示出的MTA的系统中的链路M1→w分配1个TEU、并完成四元STR协议时的步骤3的MTA。

[0056] 图17B示出了完成四元STR协议的步骤4时的、图17A的MTA。

[0057] 图18示出了具有不同本地信令方式PHY-A、PHY-B和PHY-C的三个系统的设备传送各自S-CSS的示例。

[0058] 图19A示出了指示存在三个不同本地信令方式的三个S-CSS波形的检测。

[0059] 图19B示出了图19A的改进,其中,仅检测到三个S-CSS波形中的两个。

[0060] 图20示出了连续S-CSS传送之间的时间被进一步细分为U个TDM单元(TDMU)并且每个TDMU被细分为S个TDM时隙(TDMS)的实施例。

[0061] 图21示出了具有 $S=12$ 个时隙的时分多址(TDMA)结构。

[0062] 图22示出了具有 $S=12$ 个时隙的TDMA结构。

[0063] 图23、图24和图25示出了,当两个S-CSS传送机会窗口(域b0和b1)被用于通告资源需求时,对于 $S=12$ 和 $P=3$ 的TDMA结构。

[0064] 图26示出了使用时间共享来正交化它们的通信的异质系统。

[0065] 图27A示出了可以互相干扰的、带有三个不同PHY的三个系统。

[0066] 图27B示出了由使用图27A中的PHY-C的系统的节点产生的共存PHY列表(CPL)。

[0067] 图27C示出了用于图27B的CPL的可用时隙表(UST)。

[0068] 图28A和图28B示出了两个AS,一个使用PHY-B,另一个使用PHY-C。

[0069] 图29A示出了,对于图28A和图28B的异质系统,系统B中的每个节点向主节点Mw报告其干扰指数矢量(IIV)。

[0070] 图29B示出了由主节点Mw基于从节点x、y和z接收的IIV而产生的CPL。

[0071] 图29C示出了主节点Mw通过诸如其信标的信号向节点x、y和z广播所产生的CPL。

[0072] 图29D示出了依照节点Mw、x、y和z的IIV所选择的TDM模式。

- [0073] 图30A和图30B示出了图28的异质系统,其中节点x、y和z传送 $IPP\{b_0, b_1\} = \{1, 0\}$,主节点Mw传送 $\{1, 1\}$,以及系统C中的节点根据所接收的IPPs生成它们的IIV= $\{B, C, A\}$ 。
- [0074] 图30C示出了主节点Mo基于从节点a、b和c接收的IIV而产生的CPL。
- [0075] 图30D示出了依照节点Mo、a、b和c的IIV所选择的TDM模式。
- [0076] 图31A示出了图28A的异质系统,其中建立链路 $x \longleftrightarrow z$ 和链路 $a \longleftrightarrow b$ 。
- [0077] 图31B示出了由节点x和z选择的用于通信的TDM模式。
- [0078] 图31C示出了由节点a和b选择的用于通信的TDM模式。
- [0079] 图31D示出了图28A的异质系统,其中,建立链路 $x \longleftrightarrow y$ 和链路 $a \longleftrightarrow c$ 。
- [0080] 图31E示出了由节点x和y选择的用于通信的TDM模式。
- [0081] 图31F示出了由节点a和c选择的用于通信的TDM模式。
- [0082] 图32示出了用于通过功率控制获得STR的方法。
- [0083] 图33示出了通过使用MNC/MTA获得STR的方法。
- [0084] 图34示出了在异质网络中获得STR的方法。
- [0085] 图35A和图35B示出了MNC/MTA STR协议。
- [0086] 图36示出了用于异质PHY的STR协议。
- [0087] 图37A示出了PLC功率控制装置。
- [0088] 图37B示出了具有包括图37A的PLC功率控制装置的集成电路的PLC集成电路模块。
- [0089] 图38A示出了用于分配通信信道的STR装置。
- [0090] 图38B示出了具有包括图38A的STR装置的集成电路的STR集成电路模块。
- [0091] 图39A示出了为网络节点分配通信信道的STR装置。
- [0092] 图39B示出了具有包括图39A的STR装置的集成电路的STR集成电路模块。
- [0093] 图40示出了用于异质PHY的STR协议。

具体实施方式

[0094] 现在将对如附图所示出的本发明的当前非限定的、示例的、优选的实施例进行详细参考。在考虑了以下结合附图的详细描述后,对于本领域技术人员而言,本发明的本质、概念、目的和优势将变得更明显。通过本发明的各种实施例的非限定的示出性的示例,以其中所示的特定特征和细节,提供以下描述,以解释本发明的优选实施例。以提供对本发明的原理和概念版本最有用和最易理解的描述为目的,表述这些特定特征和细节。考虑到这一点,不试图以比用于对本发明的基础性理解所必需的细节更多的细节显示本发明的结构细节。带有附图的详细描述是为了让本领域技术人员清楚可以如何在实际中实施本发明的几个形式。

[0095] 虽然电力线缆提供了共享的通信信道给不同的用户,但设备对同一网络或另一网络中的其它设备产生的干扰电平是随机变量,其取决于许多因素,诸如传送功率、电力线配线的拓扑结构(电缆类型、长度、桥接抽头(bridged taps)的存在和数目、插入网络的装置等)、接地实践(practice)、递送到房屋的电源相数、设备之间的距离等。在某些情况下,电力线通信(PLC)设备对空间邻近的其它设备的干扰比对位于远处(例如,另一层)的更严重。在其它情况下,甚至在同一公寓中,设备可以导致非常不同水平的干扰,例如,取决于它们是否位于交流(AC)电源的相同相中。

[0096] 本发明通过引入执行空间和时间再用(STR)的能力开发电力线信道的特性,从而设备不论在同一网络中还是在不同的相邻网络中都能够同时传送而不导致彼此间的干扰。目前,迄今没有已知的PLC系统具有此能力。在同一网络中,节点要么被分配正交资源(例如,不同的时分多址(TDMA)时隙),要么对资源进行竞争(例如,载波侦听多路访问(CSMA))。目前,在迄今已知的系统中,在具有可互通的设备的不同网络之间没有试图进行协调,或者共享了很少的信息。此外,没有解决方案出现在迄今已知的系统中用于协调由非可互通的设备构成的网络。

[0097] 这里提供了几个用于STR的协议,用于提高整个网络的吞吐量。可以独立地或结合地实施这些协议,并且其可以提供不同程度的网络吞吐量,这取决于同一网络或不同网络中的设备之间必须共享的信息量。

[0098] 由这些协议开发的PLC信道的特性是电力线信道的广播性质。如果节点i传送到节点j,则范围内的每个其它节点都接收到由节点i发送的数据分组。因此,范围内的任意节点k能够检测到至少由i传送的分组的定界符(delimiter)(即,前同步码和帧控制信息),并且因此知道:(1)链路的源地址和目的地址(SA/DA)(i的SA和j的DA),(2)由i产生的对k的干扰电平。

[0099] 在同质网络中,网络中的所有设备都可互通,因此可操作来交换数据。该能力提供了有效率的STR协议,其开发用于在属于相邻网络的设备之间交换消息的设备可互通性。

[0100] (基于功率控制的STR协议)

[0101] 在迄今已知的PLC系统中没有实现过STR功率控制协议。这些迄今已知的系统总是传送规则规定约束(regulatory constraints)所允许的最大功率,即使在节点很相近时也是如此。因此,在相邻设备或网络上产生的干扰经常使其它设备不能通信,由此降低网络中的总吞吐量。

[0102] 图1A示出了由四个网络节点设备构成的PLC网络,一个主节点M和三个从属节点x、y和z。主节点M不一定在网络的中心,因为它的范围取决于网络的拓扑结构并且该范围可能不对称。干扰覆盖区(IF)102表示了节点能够接收到主节点的信标(beacon)信号100的区域。IF102外的任何节点都不能够正确地接收主节点M的信标100,因此,不属于主节点M的网络,网络M。例如,节点“a”不属于网络M。IF表示传送节点的信号将导致有害干扰的区域。IF仅取决于传送功率。

[0103] 由于节点之间的不同信道衰减,相同的传送功率可以在节点之间产生不同的数据率;类似地,链路的IF也取决于该链路的数据率。例如,图1B示出了节点y使用高传送功率 $P_{\max}(y,z)$ 以最大可能的数据率向节点z进行传送的链路106的IF(y)104。如果节点y将它的传送功率从 $P_{\max}(y,z)$ 降低到 $P_{\text{med}}(y,z)$,则将可能降低它的IF,并且虽然以较低的数据率,但仍然能够到达z。图1C示出了节点y以比 $P_{\max}(y,z)$ 低的功率 $P_{\text{med}}(y,z)$ 向节点z进行传送的链路110的IF(y)108。传送功率的进一步降低将导致IF(y)112的进一步减小,并且,同时,进一步降低链路y→x114的数据率。图1D示出了节点y以比 $P_{\text{med}}(y,z)$ 低的功率 $P_{\text{low}}(y,z)$ 向节点z进行传送的IF(y)112。因此,节点应该以支持它们的QoS约束所需要的最小数据率建立链路,并且,同时使用支持该数据率所需要的最小传送功率。

[0104] 一般地,PLC网路中所有迄今已知的设备都以最大允许的功率传送,即使没有必要也是这样。例如,如图1A所示,主节点M以最大功率 $P_{\max}$ 广播其信标100,并且该功率定义了该

信标可以被其它节点检测到的区域。

[0105] 然而,本发明认识到使用足够到达网路中所有节点的较小功率是有益的。图2示出了主节点M用 $P_{\min 200}$ 传送其信标, $P_{\min 200}$ 是到达所有从属节点所需要的最小传送功率。在 $IF_{\min}(M)204$ 与 $IF_{\min}(M)206$ 的边界之间的区域表示浪费的功率,并且其中如果主节点M以最大功率传送则可能潜在地产生干扰。

[0106] 可以利用几个技术来允许主节点估计到达所有从属节点所必需的最小传送功率。例如,在一个技术中,当从属节点S的设备被插入并且不能接收主节点的信号时,从属节点以最大功率传送特定分组,以到达主节点。如果主节点M在范围内,并且接收到该分组,则主节点M基于所接收到的分组估计用来向S广播其信标所需要的传送功率。

[0107] 这种搜寻分组也可以被周期性地或不定期地传送。在该情况下,主节点周期性地或不定期地更新到达其所有从属节点所需要的最小传送功率。例如,想象图2中的节点x从主节点M的网路中退出。这可能在,例如如果该节点被用户拔出时发生。如果主节点M一段时间内接收不到来自节点x的信号,则主节点M降低其传送功率,从而减低其干扰覆盖范围至到达所有剩余节点所需要的最小值。图3示出了主节点M相对于图2中所示出的功率降低其功率,以使用到达该网路中的剩余节点y和z的最小功率 $P_{\min 300}$ 。在降低的功率设置中,主节点M产生 $IF(M)302$ 。

[0108] 希望与主节点或它们之间通信的从属节点可以遵循相同的过程。图4A示出链路400,其中,节点x用其最大传送功率 $P_{\max 400}$ 向节点y通信。在该图中, $IF_{\max}(x)402$ 显示M和z接收到干扰,但w接收不到。这是此前已知的传统设备通信的方式。

[0109] 如果节点x估计了在链路404中与节点y通信所需要的最小传送功率 $P_{\min}(x,y)$,则节点x的 $IF_{\min}(x,y)406$ 将小得多。图4B示出了当应用最小传送功率 $P_{\min}(x,y)$ 时节点x的更小覆盖范围。在该情况下,节点M、z和w接收不到任何干扰,并且能够在节点x和y通信时互相通信。图4C示出了在节点x和y通信的同时通信的节点z和w。如果节点x以图4A所示的全功率传送,则z将不能够可靠地接收来自w的分组,因为z将属于x的干扰覆盖范围408内。图4C示出STR能力的特征:两个链路同时有效(链路 $x \rightarrow y$ 404,链路 $w \rightarrow z$ 410)而不导致相互的有害干扰。换句话说, $IF_{\min}(x,y)406$ 和 $IF_{\min}(w,z)412$ 在节点x、y、z或w上不重叠。

[0110] 实际地,接收节点还向发送者传送应答分组(ACK)。因此,当链路被建立时,有两个需要考虑的干扰覆盖范围,一个以发送者为中心,一个以接收者为中心。然而,因为通常以分集(diversity)模式并且以比发送者发送的净荷分组低的数据率传送ACK分组,所以由于ACK分组的传送而由接收者产生的IF通常大大小于以大得多的功率传送来满足更高数据率的发送者的IF。图4D示出了对于 $P_{\min}(w,z) > P_{\text{ack}}(z,w)$ 以及 $P_{\min}(x,y) > P_{\text{ack}}(y,x)$ 的IF。 $IF_{\text{ACK}}(z,w)414$ 小于 $IF_{\min}(w,z)$,但 $P_{\text{ack}}(z,w)$ 足够允许节点w可靠地检测由z传送的ACK分组。对于链路 $x \rightarrow y$ 408显示了类似情况,其中 $IF_{\text{ACK}}(z,w)416$ 表示由y传送的ACK分组的IF。

[0111] 在前面的示例中,在节点之间不需要交换数据来建立两个同时的链路。然而,这不总是被希望的或可能的。例如,在必须建立大量链路的情况下,希望仅给那些真正需要正交资源的链路分配不同的TDMA时隙。

[0112] 图5A示出了两个同时有效的链路($x \rightarrow y$ 500, $w \rightarrow z$ 502)。节点a希望向节点b通信,但其干扰覆盖范围 $IF(a)504$ 将破坏已存在的链路 $w \rightarrow z$ 502,因为z属于 $IF(a)504$ 。在该情况下,需要正交化资源,并且主节点M指导两个链路($x \rightarrow y$ 500, $w \rightarrow z$ 502)使用特定时间隙TS

(1), 而将指导链路(a→b)506使用不同时隙TS(2)。图5B示出了在时隙TS(1)中产生 $IF_{\min}(x, y)$ 508和 $IF_{\min}(w, z)$ 510的链路(x→y 500, w→z 502), 以及在时隙TS(2)中产生 $IF_{\min}(a, b)$ 512的链路(a→b)506。

[0113] 主节点可操作来检测 $IF(a, b)$ 512是否影响任何已存在的链路。事实上, 一旦链路a→b 506被建立, 被有害地影响的节点将开始经历更高的分组损耗, 并且通知主节点M。该主节点基于预设策略(例如, 优先级机制等), 将以信标信号的形式广播一组动作或者将通知所涉及的节点。动作的示例是:(1)指示节点使用不同时隙, 或(2)指示节点降低其数据率, 从而降低其传送功率和其IF。

[0114] 类似地, 由于链路的动态本质, 在一个实施例中, 如果条件允许, 主节点指示节点提高其有效连接的数据率, 因此提高其传送功率和IF。

[0115] 如果所有PLC节点使用上述功率控制特征操作, 则网路吞吐量将被大大提高, 因为每个正进行的通信的IF将被降低。PLC网路可以自主地实现该新颖的策略并且不交换任何信息。在异质PLC网络的情况下, 根据本发明的实施例, 每个PLC网络可以操作来实现该策略, 因为每个PLC网络在不需要在设备或主设备之间交换任何数据的情况下自主地降低其链路的IF。

[0116] 通过允许一个网络中的节点与另一网络中的节点通信, 可以进一步提高STR效率。考虑存在两个同质PLC网络的示例。图6示出了一个系统, 其中, 带有IF 600的网络1被主节点M1定义并包括节点{a, b, c}, 并且带有IF 602的网络2被主节点M2定义并包括节点{x, y, z, w}。在该示例中, 主节点M1以比M2高的功率传送其信标。节点{M2, a, b, c, z, w}接收主节点M1的信标, 并且节点{x, y, z, w, c}接收主节点M2的信标。节点{M2, w, z, c}接收两个主节点的信标。接收多个主节点的从属节点为特殊节点, 有时被称为代理节点。代理节点负责将管理分组从一个网络的主节点转发到另一网络的主节点。代理节点还负责保证相邻系统的正确再同步。

[0117] 图6进一步示出了在节点b和c之间存在带有包括节点w的相应 $IF(b, c)$ 606的有效链路604。节点w可能不能够以高数据率接收数据, 因为其在 $IF(b, c)$ 606中, 并因此接收到来自节点b的干扰。然而, 节点w(其是代理节点)可以请求主节点M1指示节点b减低其IF(这是可能的, 因为节点w检测到由b传送的定界符并知道SA=b, DA=c)。基于预设策略, M1可以批准或拒绝这样的请求。如果请求被批准, 则主节点M1指示b降低其传送功率以降低其IF 606。结果, 链路b→c 604可以经历吞吐量的降低。

[0118] 图7示出了图6的改进, 其中, 对链路b→c 604的功率的降低导致节点w落在 $IF(b, c)$ 700之外, 从而节点w可以高速地从网路2中的任何节点接收数据。如果b的QoS约束不允许数据率的降低, 则主节点M1还可以将链路b→c 604指引到另一时隙, 以避免干扰。

[0119] 还可以的是, 节点即使属于另一节点的IF中时也可以通信和满足其QoS约束。例如, 再次考虑图6所示的情况, 其中b和c之间的高数据率链路是有效的, 并且节点w属于 $IF(b, c)$ 606。如果主节点M2希望与节点w通信, 则它可以在不请求b降低其IF的情况下进行。事实上, 假定M2和w非常接近, 它们的链路将经历非常小的衰减。在该情况下, M2可以能够使用小传送功率来克服信道衰减和来自b的干扰两者。如果这可以的话, 则链路M2→w 800将不必请求 $IF(b, c)$ 606降低的情况下被建立。图8示出了图6的改进, 其中, 链路M2→w 800可以与干扰链路b→c 600同时存在。链路M2→w 800产生 $IF_{\min}(M2, w)$ 802。

[0120] 在前述示例中,代理节点2接收到干扰并可以直接联系另一网路的主节点M1。在一般情况下,被干扰的节点不是代理节点,节点将向它自己的主节点发送改变另一系统中的干扰节点的IF的请求。然后,该主节点将转发这样的请求给另一系统,如果该主节点在范围内将直接转发,或者如果该主节点不能直接通信,将经由代理节点转发。图9示出了图6的改进,其中,链路w→x 900干扰节点b,但节点b不能直接与M2通信。如虚线通路902所示,b发送请求给M1,M1转发该请求给代理节点c,节点c转发该请求给主节点M2。主节点M1和M2可以基于预设的策略做出本地决定,决定是否转发或批准该请求。

[0121] 类似考虑被应用于扩展该技术到超过两个网络的情况,同质的或异质的。在异质网络的情况下,存在这样的问题,即,不具有相同PHY和介质访问控制(MAC)的节点不能彼此互相通信。在该情况下,本发明提供了使用对所有PLC设备公共的通信设备、使得可以执行某些数据交换的实施例。该公共的PHY间的通信能力可以是非常初步的或较成熟的,这取决于在异质系统之间将交换什么和多少信息。

[0122] 图32示出了用于通过功率控制获取STR的方法。第一网络节点向第二网络节点通信3202信号。基于所接收信号的接收质量或在所接收信号内通信的功率控制信息,第二网络节点判定3204用于向第一网络节点通信信息的合适功率电平。此后,第二网络节点以判定的功率电平向第一网络节点传送3206信息。在接收所传送信息时,第一网络节点向第二网络节点通信3208信号指示是否正确地接收到信号。该信号可以是,例如应答/无应答(ACK/NACK)信号,并可以包括控制反馈信息。如果第二网络节点具有额外信息向第一网络节点通信,则第二网络节点基于ACK/NACK信号的质量或ACK/NACK信号的内容判定3204用于通信该额外信息的合适功率电平。对于功率电平设置的每个判定3204,第二网络节点还可以考虑3210在其网络或相邻网络中存在的其它链路的状态。

[0123] 图37A示出了具有接收从PLC节点通信的信号接收部件3702的PLC功率控制装置3700。功率判定部件3706基于所接收的信号判定向PLC节点通信信息、同时满足特定QoS所需要的功率。传送部件3708以判定的功率向PLC节点传送传送信号中的信息。

[0124] 根据由接收质量判定部件3710判定的所接收信号的接收质量,判定向PLC节点通信信息、同时满足特定QoS所需要的功率。可选地,根据在所接收的信号内通信的功率控制信息判定所需要的功率。

[0125] 接收部件3702接收来自PLC节点的应答信号用作通信信息。基于所接收的应答信号,功率判定部件3706修改向PLC节点通信后续信息所需要的功率,并且,传送部件3708以所修改的功率向PLC节点传送后续信息。可选地,功率判定部件3706基于在另一链路中通信的信息的接收质量,修改用于向PLC节点通信后续信息的特定QoS,并且通过传送部件3708以与所修改的QoS相当的功率向PLC节点传送后续信息。该另一链路可以不包括装置3700;即,该链路可以在除了装置3700以外的节点之间。如果该另一链路被PLC功率控制装置3700以外的节点接收,则通过主节点直接地或间接地经由第三节点将所修改的QoS的指示通信到PLC功率控制装置3700。

[0126] 一方面,功率判定部件3706判定其带有PLC节点的通信链路是否将有害地影响另一通信链路,如果影响,功率判定部件3706向该两个链路分配正交通信资源,使得可以在两个链路上使用正交通信资源通信信息来避免有害影响。

[0127] 图37B示出了PLC集成电路模块3750。PLC集成电路模块3750具有包括PLC功率控制

装置3700的集成电路3752。

[0128] 下面描述依赖于相邻网络之间信息的交换的额外STR协议。下面的协议不一定要设备使用功率控制来限制干扰。然而,可以将这些协议与功率控制结合使用来进一步提高预期的总体网络吞吐量。

[0129] (基于节点连接性矩阵的STR协议)

[0130] 考虑所有相邻PLC网络中的所有PLC设备都是同质的情况,即它们可互通并且可以彼此通信数据。PLC网络将被称为自主系统(AS)。

[0131] 在每个信标时段中,具有竞争窗口(CW)和非竞争窗口(CFW)。假定可以将CFW分为多个时分复用(TDM)的时间基本单元(TEU)。TEU是主节点可以分配给节点用于TDMA的最小时间量,并且CFW窗口中具有S个TEU。N表示所有AS中的总节点数。

[0132] 在该实施例中,STR协议使用:(1)节点连接性矩阵(MNC), $N \times N$ 矩阵,以及(2)时间分配矩阵(MTA), $N \times S$ 矩阵。

[0133] (节点连接性矩阵(MNC))

[0134] 如果i和j是两个节点, SNR_{ij} 表示它们可以相互接收的SNR。基于 SNR_{ij} 建立MNC。MNC可以是或者不是二元的。

[0135] 如果MNC是二元的,则 SNR_{TH} 被定义为有害干扰的阈值电平。如果MNC不是二元的,则元素 $MNC(i, j)$ 的值取决于 SNR_{ij} 的电平;这允许在两个节点可以经受的干扰电平的描述中具有更多的粒度(granularity)。

[0136] 信道衰减一般是对称的,因为电力线信道的传递函数是各向同性的。这意味着MNC是对称矩阵: $MNC(i, j) = MNC(j, i)$ 。虽然传递函数是对称的,但电力线信道也可以不对称,因为由装置产生的噪声的特点是方位性(locality)。例如,如果节点i或j处于噪声状态中(例如附近具有噪声装置),通过遵循 $MNC(i, j) \neq MNC(j, i)$ 表示这一点。例如,设置 $MNC(i, j) > MNC(j, i)$ 表示节点i处于噪声状态中(对于 $i > j$)或者反之亦然(对于 $i < j$)。

[0137] 例如,如果MNC是二元的,则元素 $MNC(i, j)$ 为如下:(1) $MNC(i, j) = 1$,节点i和j在 $SNR > SNR_{TH}$ 的状态下互相可靠地通信,以及(2) $MNC(i, j) = 0$,节点i和j互相之间几乎不干扰,并且不能可靠地互相通信,因为它们各自的SNR比 SNR_{TH} 小。

[0138] 如果MNC是三元的,则元素 $MNC(i, j)$ 可以为如下:(1) $MNC(i, j) = 0$,节点i和j在 $0 < SNR < SNR_{TH1}$ 的状态下互相接收,即,节点i和j互相之间基本不干扰,并且不能可靠地互相通信,(2) $MNC(i, j) = 1$,节点i和j在 $SNR_{TH1} < SNR < SNR_{TH2}$ 的状态下互相接收,以及(3) $MNC(i, j) = 3$,节点i和j在 $SNR > SNR_{TH2}$ 的状态下互相接收,其中, SNR_{THx} ($x=1, 2$)是不同的阈值。

[0139] 图10示出了用于具有一个主节点M和三个从属节点{x, y, z}的自主系统的网络图1000以及MNC 1002。虽然不必要,但主节点M使用功率控制,使得用于其信标的传送功率是到达所有三个节点所需要的最小值。相关联的二元MNC 1002具有以下含义:(1)主节点M可以向/从所有具有 $SNR > SNR_{TH}$ 的节点传送(TX)/接收(RX),(2)节点y可以向/从具有 $SNR > SNR_{TH}$ 的节点z传送(TX)/接收(RX),以及(3)节点x不能向/从具有 $SNR > SNR_{TH}$ 的节点y和z传送(TX)/接收(RX)。这意味着节点y和z将始终在IF(x)之外,反之亦然,x将总在IF(y)和IF(z)之外。在图10中,1表示第一链路限定符(qualifier),0表示第二链路限定符,正如这里所使用。

[0140] 图11示出了相邻自主系统AS1100和AS2102。如图11所示出:(1) $AS1 = \{M1, x, y, z, w\}$ 以及(2) $AS2 = \{M2, a, b, c, d\}$ 。自主系统AS1和AS2具有代理节点{c, d, w},并且系统AS1

和AS2中的节点数为:(1) $N_1=5$, (2) $N_2=5$, 以及(3) $N=N_1+N_2=10$ 。对该示例, 这些节点不使用功率控制(虽然如这里其它地方所指出, 该技术可以被与功率控制一起使用)。所关联的二元MNC1104具有以下含义:(1)主节点M1可以向具有 $SNR>SNR_{Th}$ 的AS1中的所有节点以及AS2的{c,d}传送(TX)/接收(RX), (2)主节点M2可以向具有 $SNR>SNR_{Th}$ 的AS2中的所有节点以及AS1的w传送(TX)/接收(RX), (3)节点x可以向具有 $SNR>SNR_{Th}$ 的AS1中除w之外的所有节点传送(TX)/接收(RX), (4)节点x将不干扰AS2中的任何节点, (5)节点y可以向具有 $SNR>SNR_{Th}$ 的AS1中除z之外的所有节点传送(TX)/接收(RX), 以及(6)节点y将仅仅干扰AS2中的节点{c,d}。

[0141] 可以以几个方法建立和更新矩阵MNC。例如, 因为电力线信道是广播信道, 由节点i向节点j传送的分组也被节点k接收。节点k可以通过“嗅(sniffing)”分组和测量接收分组的功率电平来建立MNC的一部分。更具体地:(1)节点从由其它节点传送的分组中检测源地址(SA), (2)基于该SA, 每个节点建立一行MNC, 以及(3)节点周期性地向主节点发送它们的MNC行。

[0142] MNC还可以被主动地建立。具体地, 节点可以以规则时段(interval)传送特别分组来允许其它节点建立它们的MNC行。可选地, 节点可以以规则时段向主节点发送它们的MNC行, 以使主节点能够建立完整的MNC, 然后用信标广播该完整MNC或者仅需要更新的部分, 从而网络中的每个节点都可以更新和保持该完整MNC。

[0143] 在分布实现中, 节点以广播分组的形式向范围中的所有其它节点发送它们的MNC行。范围内的所有节点然后以该信息更新它们的MNC。不在范围内的节点将接收不到该分组, 而且, 因为它们不在干扰范围内而没有关系。

[0144] 因为包括衰减的信道特征随时间变化, 并且与电源的AC周期同步, 所以, 在一个实施例中, 节点保持多个MNC, AC周期的每个相区间一个。

[0145] (时间分配矩阵(MTA))

[0146] 如果在信标时段的CFW中有S个时间TEU, 则在可用的情况下, MTA是 $N \times S$ 矩阵, 并且禁止的TEU被标注出。例如, 在二元标注{0,1}的情况下:(1) $MTA(i,j)=0$ 意味着节点i对于链路可以使用TEU#j, (2) $MTA(i,j)=1$ 意味着节点i对于链路不可以使用TEU#j, 因为节点i在该TEU上已经具有了有效的链路, 或者因为由与节点i干扰的另一节点正在使用该TEU。在四元标注{0,1,T,R}的情况下:(1) $MTA(i,j)=0$ 意味着节点i对于链路可以使用TEU#j, (2) $MTA(i,j)=1$ 意味着节点i对于链路不能使用TEU#j, (3) $MTA(i,j)=T$ 意味着节点i在TEU#j被禁止传送, 以及(4) $MTA(i,j)=R$ 意味着节点i在TEU#j被禁止接收。四元MTA在某些拓扑结构中提高了空间再用因子, 因为其区分传送和接收中的禁止。

[0147] MTA中TEU的标注取决于拓扑结构, 其由MNC表示。给定链路 $x \rightarrow y$, 存在以下规则:(1)通过在y行扫描MNC标注传送禁止, 以及(2)通过在x行扫描MNC标注接收禁止。

[0148] 图12A示出了当具有 $S=6$ 个TEU, 并且没有有效链路时、用于图10的拓扑结构的MTA。在该MTA中, 元素全为0。

[0149] 假定使用TEU#1和#2在节点y和z之间建立链路 $y \rightarrow z$ 。图12B示出了元素 $MTA(y,1)$ 、 $MTA(y,2)$ 、 $MTA(z,1)$ 和 $MTA(z,2)$ 被设置为1来表示节点y和z在TEU#1和#2中被禁止(即, 被禁止或排除)TX/RX。图12C示出了通过在目的行, 行z上扫描MNC而标注TX禁止。因为 $MNC(z,M)=1$, $MTA(M,1)=MTA(M,2)=T$ 被标注, 如图12C所示。图12D示出了通过在源行, 行y上扫描

MNC而标注RX禁止。因为 $MNC(y, M) = 1$, $MTZ(M, 1) = MTA(M, 2) = R$ 。然而, 因为这两个元素已经被标注为“T”, 所以两者都被标注为“1”来表示TX和RX两者禁止, 如图12D中所示。

[0150] 图12D示出在TEU#1和#2中已建立链路 $y \rightarrow z$ 之后的最终MTA。如果 $MTA(i, j) = 0$, 则意味着节点i可以使用TEU#j来建立有效链路。

[0151] 考虑图11中的系统, 其示出了两个AS以及它们关联的MNC 1104。假定MNC 1104已被知道, $S=4$, 以及MTA是四元的。图13A示出了用于图11的节点x请求与节点z的链路的示例的MTA。图13B示出了用于建立链路 $a \rightarrow b$ 的示例的MTA。

[0152] 在集中方式中: (1)仅主节点保持和更新MTA, (2)节点必须向主节点发送请求来获得TDMA分配, (3)主节点在信标中通告(advertise)该TDMA分配, (4)主节点在信标中通告有关其自身AS的MTA子矩阵, 以及(5)代理节点向其它主节点通知在第一主节点的信标中传送的MTA子矩阵。

[0153] 在分布方式中: (1)所有节点保持和更新MTA, (2)主节点可以在信标中通告该MTA, (3)节点自主决定TEU的分配, 并接着向主节点发送管理协议数据单元(PDU)。主节点然后向全网络广播新的TDM分配, 以及(4)代理节点通知相邻AS。

[0154] (MNC/MTA STR协议的描述)

[0155] MNC/MTA STR协议包括以下操作, 如图35A和图35B中所示(下面将参照图11详细解释这一点):

[0156] 1. 节点x从其主节点请求TEU来向y传送(步骤3502);

[0157] 2. 主节点M顺序地扫描MTA的列来搜寻可用的TEU, 直到满足以下条件中的任一个:

[0158] $MTA(x, j) = MTA(y, j) = 0$ 或者

[0159] $MTA(x, j) = R$ 以及 $MTA(y, j) = T$ (步骤3504);

[0160] 3. 如果该搜寻成功(步骤3506), 则M设置 $MTA(x, j) = 1$ 以及 $MTA(y, j) = 1$ (步骤3510); 否则, 拒绝节点x的请求(步骤3508);

[0161] 4. M在MTA中为每个节点k标注TX和RX禁止, 如下:

[0162] 如果 $MTA(k, j) = 0$, 则

[0163] $MTA(k, j) = R$, 如果 $MNC(x, k) = 1$

[0164] $MTA(k, j) = T$, 如果 $MNC(y, k) = 1$

[0165] 如果 $MTA(k, j) = T$, 则

[0166] $MTA(k, j) = 1$, 如果 $MNC(x, k) = 1$

[0167] 如果 $MTA(k, j) = R$, 则

[0168] $MTA(k, j) = 1$, 如果 $MNC(y, k) = 1$ (步骤3512)

[0169] 5. 主节点M分配TEU#j给链路 $x \rightarrow y$ (步骤3514);

[0170] 6. M在其信标上通告链路分配, 并且传送 $x \rightarrow y$ 开始(步骤3516);

[0171] 7. M以更新的MTA的列j向代理节点发送管理PDU(步骤3518);

[0172] 8. 代理节点向其它网络的主节点转发该管理PDU, 并等待ACK(步骤3520); 以及

[0173] 9. 代理节点向它们各自的主节点转发其它主节点的ACK(步骤3522)。

[0174] 考虑图11中的系统, 其示出了两个AS以及他们的MNC。假定MNC已被知道, $S=4$, MTA是四元的, 并且仅考虑以上步骤1-5。初始地, 没有TDMA链路是有效的, 即, 对每个i和j, $MTA(i, j) = 0$ 。图14A示出了当节点x请求2个TEU用于图11所示出的系统中的链路 $x \rightarrow y$ 、并完成

四元STR协议的步骤3时的MTA。图14B示出了完成四元STR协议的步骤4时的、图14A的MTA。

[0175] 现在,节点a请求1个TEU用于链路a→b。图15A示出了当节点a请求1个TEU用于具有图14B所示出的MTA的系统中的链路a→b、并完成四元STR协议的步骤3时的MTA。图15B示出了完成四元STR协议的步骤4时的、图15A的MTA。因为两个链路同时在相同的TDM时隙#1中有效,因此获得了空间/时间的再用。

[0176] 现在,节点d请求1个TEU用于链路d→c。图16A示出了当节点d请求1个TEU用于具有图15B所示出的MTA的系统中的链路d→c、并完成四元STR协议的步骤3时的MTA。图16B示出了完成四元STR协议的步骤4时的、图16A的MTA。因为三个链路同时在相同的TDM时隙#1中有效,因此进一步获得了空间/时间的再用。

[0177] 现在,节点M1请求2个TEU用于链路M1→w。图17A示出了当主节点M1为具有图16B所示出的MTA的系统中的链路M1→w分配1个TEU、并完成四元STR协议的步骤3时的MTA。图17B示出了完成四元STR协议的步骤4时的、图17A的MTA。因为仅三个链路同时在相同的TDM时隙#1中有效,因此没有获得进一步的空间/时间的再用。

[0178] 如以上空间/时间再用的示例所示,当仅有S=4个TEU可用时,同时使用6个TEU的4个有效链路提供了总吞吐量50%的平均提高。

[0179] 图33示出了通过使用MNC和MTA获得STR的方法。网络节点,诸如主节点,判定(3202)在其网络中的或其网络与相邻网络两者中的节点对的QoS。基于节点对的QoS信息,主节点为该节点对分配(3304)链路限定符。主节点基于请求为节点对分配(3306)信道,但排除(3308)可能干扰所分配的信道的其它节点对访问该信道。此外,主节点可以为非干扰节点分配(3310)该信道。

[0180] 图38A示出了用于分配通信信道的STR装置3800。STR装置3800包括节点对通信判定部件3802,为网络中的多个节点对的每对,判定该节点对是否可以以特定QoS通信。链路限定符分配部件3804向被判定能够以特定QoS通信的每对节点分配第一链路限定符,否则向每对节点分配第二链路限定符。通信信道分配器3806,为被分配了第一链路限定符的第一和第二网络节点的节点对,分配通信信道用于从第一节点向第二节点的净荷信息的通信。通信信道分配器3806部分地或全部地排除另一网络节点同时被分配该信道,如果该另一节点与第一节点的对或该另一节点与第二节点的对被分配了第一链路限定符。

[0181] 图38B示出了STR集成电路模块3850。STR集成电路模块3850具有包括STR装置3800的集成电路3852。

[0182] (用于异质网络的空间/时间再用协议)

[0183] 异质网络是具有非可互通设备的网络,诸如当不是所有设备都具有相同PHY(调制、编码、带宽等)时。例如,该情况下,一个AS包含使用PHY-A的设备,第二个AS包含使用与PHY-A不同的PHY-B的设备。在该情况下,使用它们的本地通信协议不可能在使用PHY-A的AS(A)中的设备与使用PHY-B的AS(B)中的设备之间进行通信。每个AS可以仍然使用上述的STR协议,但仅可以在同质的AS之间交换信息,即,具有可互通的节点。该实施例通过为设备提供协议来使其具有几分可互通性,而提供用于提高STR增益的技术。

[0184] 该实施例提供了两种用于在异质网络中的设备之间提供有限可互通性的技术:简单的公共信令方式(S-CSS)以及增强的公共信令方式(E-CSS)。S-CSS设备除了其本地通信协议外,还装备有简单的公共信令方式,该简单的公共信令方式虽然不允许它们交换数据

分组,但能使它们交换非常基本的信息,诸如它们出现/不出现在具有特定PHY的AS网络中的信息,或具有相同PHY的特定AS组的带宽需求;该基本信息接着被STR协议开发。E-CSS设备除了其本地通信协议外,还装备有公共信令方式,该方式比S-CSS信令方式更成熟,并且能够交换包含对STR协议有用的数据的分组。

[0185] 如果设备装备有简单信令方式,仍然可以使用基于功率控制的STR协议,如上所述。虽然可能不能交换用于修改两个异质AS之间的干扰覆盖范围的请求,但经由该基本公共信令方式而传递的信息被开发来修改由每个AS产生的干扰覆盖范围。

[0186] 允许交换数据分组的、更成熟的公共信令方式的使用使异质节点能够使用基于矩阵的MNC/MTA STR协议。E-CSS的使用支持上述STR协议,其关于同质网络以一些修改做了描述。

[0187] (简单的公共信令方式(S-CSS))

[0188] 假定网络中的所有PLC设备除了它们的本地信令方式外,还具有依照简单信令方式(CSS)产生简单多载波波形的能力。通过在存储器中存储波形的抽样值,并直接从存储器中将这此值提供给数模(D/A)转换器而实现这一点。甚至可以在不具有本地多载波信令方式的设备中也可以实现该方法。假定该多载波波形被称为(designated)“S-CSS”,并且存在P个不同S-CSS,其中P是不同本地信令方式的数目。

[0189] 具有特定PHY的每个设备同时或周期性地传送S-CSS。具有特定PHY的每个系统从AC电源的零交叉(zero crossing)的固定偏移处以循环(round robin)的方式传送S-CSS。

[0190] 图18示出了具有不同本地信令方式PHY-A、PHY-B和PHY-C的三个系统的设备传送它们的S-CSS的示例。所有具有PHY-A的设备每 $P=3$ 个同步周期 T_H ,传送一次S-CSS(A)。类似地,具有PHY-B的所有设备,以从S-CSS(A)被传送的时间偏移 T_H ,每 $P=3$ 个同步周期 T_H 传送一次S-CSS(B)。类似地,所有具有PHY-C的设备,以从S-CSS(A)被传送的时间偏移 $2 \cdot T_H$ 并从S-CSS(B)被传送的时间偏移 T_H ,每 $P=3$ 个同步周期 T_H 传送一次S-CSS(C)。

[0191] 在CSS方式中,因为所有特定PHY的节点使用基带多载波波形同时传送相同的信息,所以其它节点可以检测到信号的重叠。节点通过检测哪个S-CSS波形被传送而检测网络状态,即,网络上具有不同本地信令方式的系统的数目。图19A示出了指示存在三个不同本地信令方式的三个S-CSS波形的检测。

[0192] 以从AC零交叉的固定偏移传送每个S-CSS信号。传送机会的窗口被定义,并且系统在这些窗口中传送,以发出它们在网络中出现的信号。如果没有特定PHY的设备,则没有传送发生在相应的传送机会的窗口中。图19B示出了三个S-CSS波形中仅检测到两个的示例。

[0193] 在一个实施例中,同一S-CSS传送的周期 T_H 是AC电源周期的整数倍。图20示出了连续S-CSS传送之间的时间被进一步细分为U个TDM单元(TDMU)并且每个TDMU被细分为S个TDM时隙(TDMS)的示例。基于特定因素选择U和S的值。U管理网络状态更新的频率(或延时)。S管理带宽粒度与AS的分组所经历的最小延时之间的折衷。U和S的示例值在 $3 \leq U \leq 10$ 以及S应该是P的整数倍的范围中。然而,这些值的选择取决于应用。

[0194] 对网络状态的知晓被用于判定如何基于预设的策略共享资源。基本概念是网络状态与TDMU中的特定TDMA结构关联。虽然本发明是一般性的,与这些策略无关,但是为了清晰,这里的示例假定具体的策略,并且不同本地PHY的最大数目为 $P=3$ 。实际地,市场上所出

现的设备和标准化的状态被考虑来产生P、S和U的优化值以及预设的策略。不失一般性,在以下示例中假定遵循以下策略。如果所有三个PHY都出现:(1)PHY-A设备被授权最多使用资源的50%,(2)PHY-B设备被授权最多使用资源的25%,以及(3)PHY-C设备被授权最多使用资源的25%。如果仅出现两个PHY,每个系统被授权最多使用资源的50%。如果它们的QoS约束允许,每个系统可以使用更少的资源。而且,如果另一系统放弃它的资源,则系统可以使用比上述资源更多或更少的资源。该特征被命名为动态带宽分配(DBA)。

[0195] 系统使用S-CSS信号来向所有其它设备通告它们对资源的请求。例如,图20中示出了多个S-CSS的传送机会窗口。第一传送机会窗口,域b0,通告系统出现;第二传送机会窗口,域b1,通告资源请求。如果S-CSS(A)在域b1中出现,则意味着PHY-A设备想要所有对于它可用的资源(即,策略授权);如果S-CSS(A)不在域b1中出现,则意味着PHY-A设备可以为其它系统的利益而放弃一些资源。也可以出现其它传送机会窗口,并允许几个特征,例如,实现DBA的更多带宽粒度、系统的再同步以及对频分复用(FDM)资源共享的请求。域bx(x=1, 2, 3...)的出现并不必要,但其在电力线信道中的多个系统之间允许更好的资源共享。

[0196] 作为如何将网络状态与特定TDMA结构关联的示例,假定网络中的节点检测所有三个PHY的S-CSS波形,如图19A中所示。图21示出了满足上面给出的策略对于S=12的情况的TDMA结构。

[0197] 作为如何将网络状态与特定TDMA结构关联的另一示例,假定网络中的节点检测仅PHY-A和PHY-C的S-CSS波形,如图19B中所示。图22示出了满足上面给出的策略对于S=12的情况的两个TDMA结构。这两个解决方案在可以对系统保证的最小延时方面不同。

[0198] 在这两个示例中,系统被分配了交叉(interleaved)的TDMs来减小延时。可选地,分配一块连续的TDMs。该解决方案简化了实现,但没有最小化延时。再次,基于QoS约束做出合适的选择,并且该选择取决于各个案例的具体情况。

[0199] 图23-25示出了当两个S-CSS传送机会窗口,域b0和b1,被用于通告资源需求时,对于S=12和P=3的TDMA结构。在该特定示例中,在每个TDMU开始时引入两个TDM时隙,TDMU可以被CSMA中的所有系统使用。

[0200] 对于可以被使用的具体TDMA结构,要求网络中的所有设备都知道所有可用的TDMA结构以及它们与网络状态的关联。在一个实施例中,这些TDMA结构在存储器中被预设。虽然实际情况对可以存储在存储器中的可用TDMA结构的数目具有限制,但本发明可以以任何数目的预设TDMA结构工作。

[0201] S-CSS协议还可以使用下述的功率控制操作。不是所有的节点都同时传送它们的间断泊松(Poisson)处理(IPP)波形;而是,仅计划在下一同步周期传送数据的节点同时传送IPP。如果节点不计划发送数据,它将不传送IPP波形。而且,当它不足以在D1和D2中使用CSMA传送时,该节点不需要传送IPP波形。在估计了建立期望链路所必需的最小功率之后,节点以那个功率而不是最大功率传送IPP波形。这具有降低该节点的干扰覆盖范围的影响。

[0202] (基于S-CSS的用于异质网络的STR协议)

[0203] 以下STR协议被设计来用于异质网络,并开发S-CSS的可用性以及一组明确与网络状态关联的已知TDMA结构。如前面所述,共享公共本地PHY的每个节点周期地或不定时地以与其它系统循环的方式(见图18和图19)同时传送S-CSS。

[0204] 根据它们各自的资源需求,系统的每个节点在域b0中传送,有些也在域b1中传送。

系统的每个节点检测其它系统的节点的S-CSS的重叠。基于该检测,每个节点决定它是否可以与另一PHY系统(可以获得STR增益的独立节点)同时传送/接收信号,或者它是否必须通过使用另一TDMS正交化它的操作(即,时间共享的情况)。图26示出了使用时间共享来正交化它们的通信的异质系统。

[0205] 每个节点自主建立干扰指数矢量(IIV)。当向它们各自的主节点通信时,系统的所有IIV的集合形成共存PHY列表(CPL)。IIV指示一个系统中的节点是否可以检测到来自使用不同PHY的其它系统的S-CSS。图27A示出了带有三个不同PHY的三个系统可以如何互相干扰。

[0206] 图27B示出了由使用PHY-C的系统的节点产生的CPL。图27B中所示出的CPL指示主节点Mc检测S-CSS(B)的域b0但不检测域b1,这意味着一个或多个PHY-B系统节点可以干扰主节点Mc的通信,并且,被主节点Mc检测的PHY-B节点不请求它们最大可用的资源。节点x没有检测到带有不同PHY的任何节点的出现。节点y检测S-CSS(B)和S-CSS(A)的域b0和b1,指示具有一个或多个PHY-B系统节点和一个或多个PHY-A系统节点可以干扰节点y的通信,并且这些系统中的每个的一个或多个节点正在请求最大可用的资源。节点z检测S-CSS(A)的域b0和b1,指示一个或多个PHY-A系统节点可以干扰节点z的通信,并且一个或多个被节点z检测到的PHY-A节点正在请求它们最大可用的资源。除了节点y,使用PHY-C的系统中的所有节点传送它们的存在以及它们对最大资源的请求,节点y发出它可以接受减少的资源的信号。

[0207] 如图23-25所示,每个IIV与TDMA结构关联。例如, $IIV(x)\{B,C,A\} = "001100"$ 对应于模式6,以及 $IIV(z)\{B,C,A\} = "001111"$ 对应于模式4。如果节点x希望与节点z通信,则它将通过计算可用时隙表(UST)立即知道使用什么TDMS。图27C示出了用于图27B的CPL的UST。当发送者和接收者的TDMA结构具有公共的TDMS值时,UST的每个时隙包含1,否则包含0。然后使用UST中的标注“1”的TDMS建立链路 $x \rightarrow y$ 。例如,链路 $x \rightarrow z$ 可以在TDMS3、4、7、8、11、12中通信信息,因为UST时隙3、4、7、8、11、12的值全是1。

[0208] (异质STR协议的描述)

[0209] 用于异质PHY的STR协议具有以下步骤,其在图36中被示出。

[0210] 1. 启动

[0211] 启动,与S-CSS周期的同步,等。(步骤3602);

[0212] 2. 每个节点依照资源需求传送S-CSS(步骤3604);

[0213] 3. 每个节点检测其它系统的S-CSS并如下设置IIV:

[0214] 1,如果接收到的信号强,即,大于阈值,以及

[0215] 0,如果接收到的信号弱,即,小于阈值(步骤3606);

[0216] 4. 每个节点选择对应于其IIV的TDMA结构,并且每个节点将只能够在分配给其系统的专用TDMS中传送(步骤3608);

[0217] 5. 每个节点向主节点通信其IIV,并且主节点更新CPL(步骤3610);

[0218] 6. 每个主节点向其系统中的所有节点通告其CPL,例如,使用信标(步骤3612);以及

[0219] 7. 每个节点创建UST,并且,当其希望与另一节点通信时,使用在UST中以“1”标注的TDMS(步骤3614)。

[0220] 图40更一般地示出了该新颖STR算法。如在图40中所示,每个节点检测(步骤4002)由其它节点传送的公共信号。每个节点基于所检测的信号判定(步骤4004)网络状态,并且基于所判定的网络状态选择(步骤4006)具体TDMA结构。

[0221] 图28A和图28B示出了两个AS,一个使用PHY-B,另一个使用PHY-C。每个系统具有4个节点,1个主节点和3个从属节点。系统B 2800中的所有节点传送IPP信号 $\{b_0, b_1\} = \{1, 0\}$ 。对于系统C 2802中的节点,节点a、b和c传送 $\{b_0, b_1\} = \{1, 0\}$,Mo传送 $\{1, 1\}$ 。系统B 2800中的节点接收IPP信号,并且创建它们的IIV= $\{B, C, A\}$ 。假定:(1)对于节点x和z,IIV= $\{10, 00, 00\}$ (来自系统C 2802的所有信号都弱) $\rightarrow$ 模式5,如图23和图28A所示,(2)对于主节点Mw和节点y,IIV= $\{10, 11, 00\}$ (有强的IPP信号来自系统C 2802) $\rightarrow$ 模式17,如图25和图28B所示。

[0222] 图29A示出了对于图28A和图28B的异质系统,系统B 2800中的每个节点向主节点Mw报告其IIV。图29B示出了由主节点Mw基于从节点x、y和z接收的IIV而产生的CPL。图29C示出了主节点Mw通过诸如其信标的信号向节点x、y和z广播所产生的CPL。图29D示出了依照节点Mw、x、y和z的IIV所选择的TDM模式。

[0223] 图30A和30B示出了图28的异质系统,其中节点x、y和z传送IPP $\{b_0, b_1\} = \{1, 0\}$,主节点Mw传送 $\{1, 1\}$,以及系统C 2802中的节点根据所接收的IPPs创建它们的IIV= $\{B, C, A\}$ 。假定主节点Mo的IIV= $\{10, 11, 00\}$,节点a和节点c的IIV= $\{10, 10, 00\}$,并且节点b的IIV= $\{00, 10, 00\}$ 。系统C 2802中的每个节点向主节点Mo报告其IIV。图30C示出了主节点Mo基于从节点a、b和c接收的IIV而产生的CPL。图30D示出了依照节点Mo、a、b和c的IIV所选择的TDM模式。具体地,为节点b选择模式6,为节点a和c选择模式2,并且为主节点Mo选择模式17。

[0224] 图31A示出了图28A的异质系统,其中建立链路 $x \leftrightarrow z$ 3100和链路 $a \leftrightarrow b$ 3102。图31B示出了由节点x和z选择的用于通信的TDM模式。因为节点x和z使用相同的TDM模式,并且该模式为系统B 2800通信分配所有时隙,所以节点x和z可以在所有时隙中通信。图31C示出了由节点a和b选择的用于通信的TDM模式。因为节点a和b的TDM在时隙4、5、8、9和12中共享公共资源(即,系统C 2802的资源),所以节点a和b可以在TDM时隙4、5、8、9和12中通信。

[0225] 图31D示出了图28A的异质系统,其中建立链路 $x \leftrightarrow y$ 3104和链路 $a \leftrightarrow c$ 3106。图31E示出由节点x和y选择的用于通信的TDM模式。因为节点x和y的TDM在时隙3、7、10和11中共享公共资源(即,系统B 2800的资源),所以节点x和y可以在TDM时隙3、7、10和11中通信。图31F示出由节点a和c选择的用于通信的TDM模式。因为节点a和c的TDM在时隙4、5、8、9和12中共享公共资源(即,系统C 2802的资源),所以节点a和c可以在TDM时隙4、5、8、9和12中通信。

[0226] 即使链路 $x \leftrightarrow z$ 3100和链路 $a \leftrightarrow b$ 3102同时通信信息,节点x和z的IIV也指示这些节点没有接收到来自节点a和b的显著干扰,反之亦然。因此,为图31A所示出的链路获得了系统B 2800和系统C 2802共用的通信资源的空间正交性以及50%的STR增益。

[0227] 并且,即使链路 $x \leftrightarrow y$ 3104和链路 $a \leftrightarrow c$ 3106可能互相产生显著的干扰,如图31D所示,图31E和31F示出了如何为图31D所示的链路获得系统B 2800和系统C 2802共用的通信资源的时间正交性。更具体地,链路 $x \leftrightarrow y$ 3104在TDM时隙3、7、10和11中通信,链路 $a \leftrightarrow c$ 3106在TDM时隙4、5、8、9和12中通信。

[0228] 图34示出了以异质网络获得STR的方法。根据该方法,如果第一时间周期内以特定

QoS接收到第一信号,网络节点给第一网络分配(3402)第一链路限定符,否则分配(3402)第二链路限定符。如果在第二时间周期内接收到该第一信号,则给该第一网络分配(3404)第三链路限定符,否则分配(3404)第四链路限定符。如果在第三时间周期内以特定QoS接收到第二信号,则给第二网络分配(3406)第五链路限定符,否则分配(3406)第六链路限定符。如果在第四时间周期内接收到该第二信号,则给该第二网络分配(3408)第七链路限定符,否则分配(3408)第八链路限定符。根据分配给第一网络和第二网络的第一至第八链路限定符选择(3410)多个正交通信资源方式之一,并用于与其它网络节点通信。第一、第二、第三和第四时间周期是非重叠的时间周期。网络节点从其它网络节点接收(3412)正交通信资源方式,并仅用对于所选择和接收的正交通信资源方式公共的资源向其它网络节点通信(3414)信息。

[0229] 图39A示出STR装置3900,其为网络节点分配通信信道。STR装置包括接收通信信号的接收部件3902。分配部件3904:(1)如果在第一时间周期以特定QoS接收到第一信号,则为第一网络分配第一链路限定符,如果在没有特定QoS的情况下接收到第一信号,则为第一网络分配第二链路限定符;(2)如果在第二时间周期接收到第一信号,则为第一网络分配第三链路限定符,如果在没有特定QoS的情况下接收到第一信号,则为第一网络分配第四链路限定符;(3)如果在第三时间周期以特定QoS接收到第二信号,则为第二网络分配第五链路限定符,如果在没有特定QoS的情况下接收到第二信号,则为第二网络分配第六链路限定符;(4)如果在第四时间周期接收到第二信号,则为第二网络分配第七链路限定符,如果在没有特定QoS的情况下接收到第二信号,则为第二网络分配第八链路限定符。第一、第二、第三和第四时间周期是非重叠的时间周期。选择部件3906根据分配给第一和第二网络的第一至第八链路限定符,选择多个正交通信资源方式之一,并且传送部件3908使用所选择的正交通信资源方式与另一网络节点通信。

[0230] 图39B示出了STR集成电路模块3950,其为网络节点分配通信信道。STR集成电路模块3950具有包括STR装置3900的集成电路3952。

[0231] 前面的描述示出和描述了本发明。然而,该公开仅示出和描述了本发明的优选实施例,但它应被理解为,本发明能够使用在各种其它组合、修改和环境中。而且,本发明能够在如这里所表达的本发明概念的范围(即,具有以上教导以及相关领域技术人员的技术和知识的等效物)内改变或修改。例如,每个实施例的一个或多个元素可以被省略或合并到其它实施例中。

[0232] 已经以非限定的示出和描述为目的呈现了前面的本发明的实施例和实现的描述。虽然这里已经参照特定结构、材料和实施例描述了本发明,但本发明并不试图被限定于这里所公开的特定特征和细节上。而是,本发明扩展到所附权利要求范围内的、所有功能上等效的结构、方法和应用。这里所提供的描述不是穷尽的,并不将本发明限定于所公开的精确形式。前面的实施例示例仅被提供来作为解释的目的,而绝非被构造来限制本发明的范围。这里所用的词语是描述和示出的词语,而不是限制的词语。本教导可以被容易地实现和应用到其它类型的装置中。此外,在如当前所述和以后补充的所附权利要求及其等价物的范围(purview)、范围(scope)和精神内的修改和变化可以根据上述教导进行,或者可以从实践本发明中获得。另外,虽然可以以单个的形式描述或请求保护本发明的元素,但除非明确声明限于单个形式,也可以考虑多个的形式。被讨论用于突出本发明的优势的可选结构不

构成现有技术,除非明确如此指出。本发明没有一个或多个特征是必须的或关键的,除非特别指出。

[0233] 工业应用性

[0234] 根据本发明,可以提供协议,这些协议,以提高总体网络的吞吐量为最终目的,允许单个网络或多个相邻网络降低互相干扰并提高它们的总吞吐量,以及保持优化的性能,甚至在存在大量节点或多个网络时也是如此。

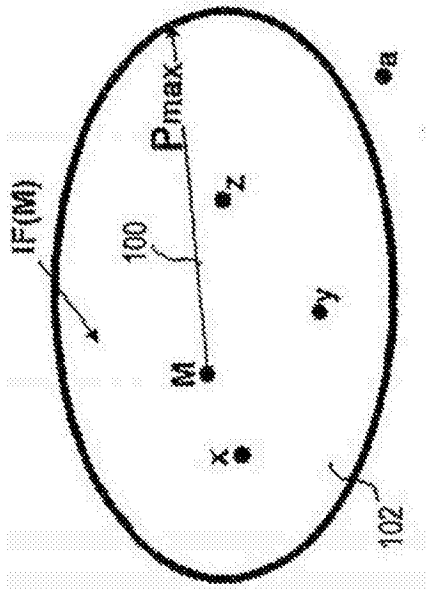


图1A

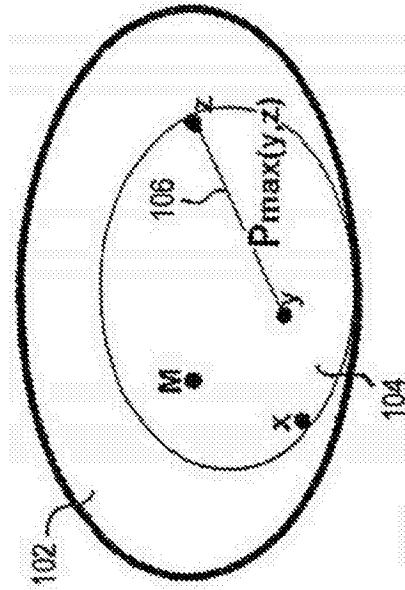


图1B

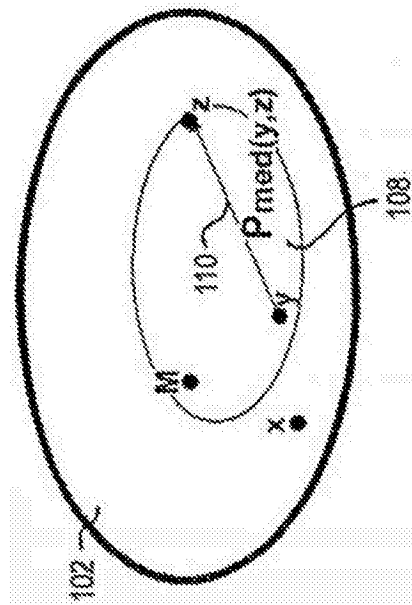


图1C

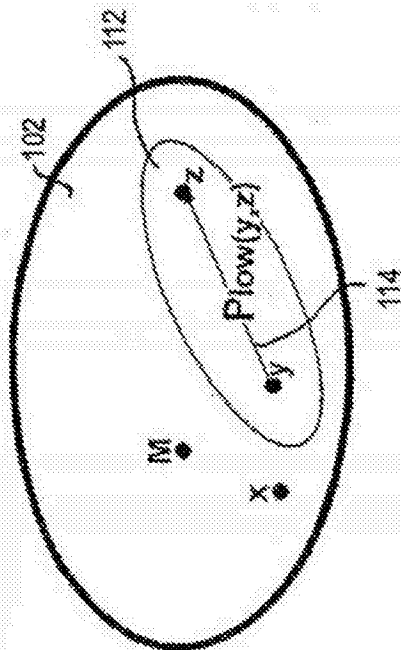


图1D

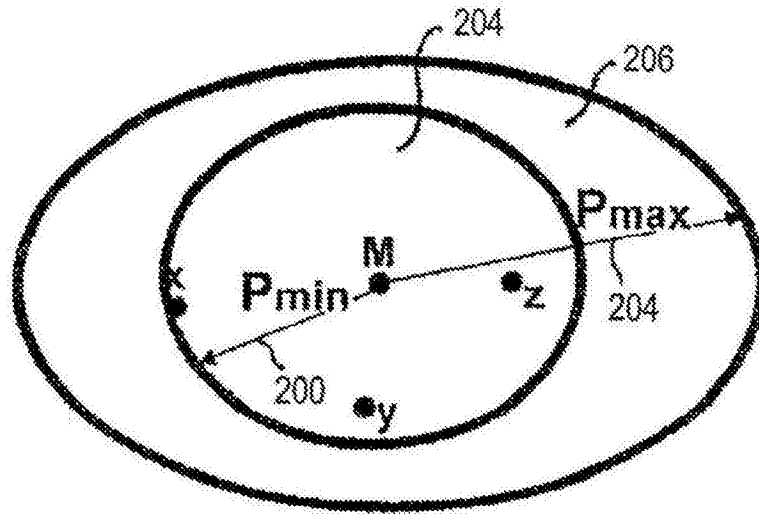


图2

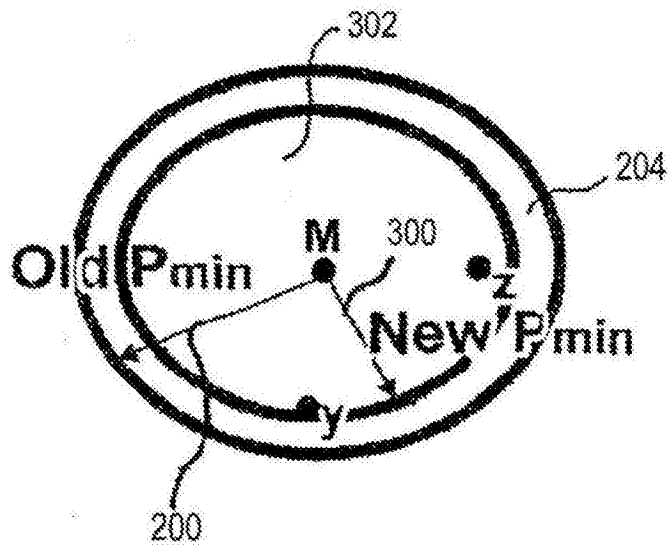


图3

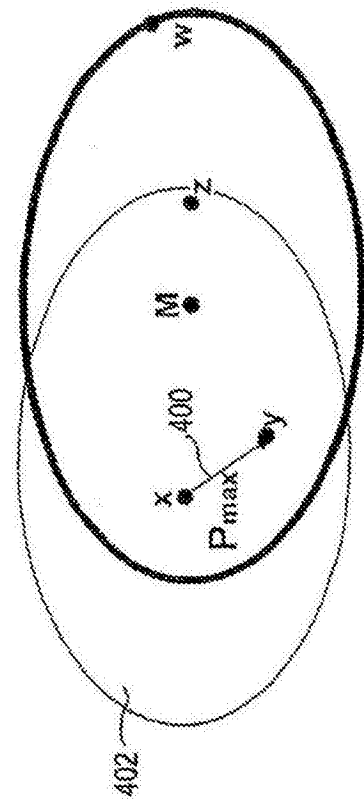


图4A

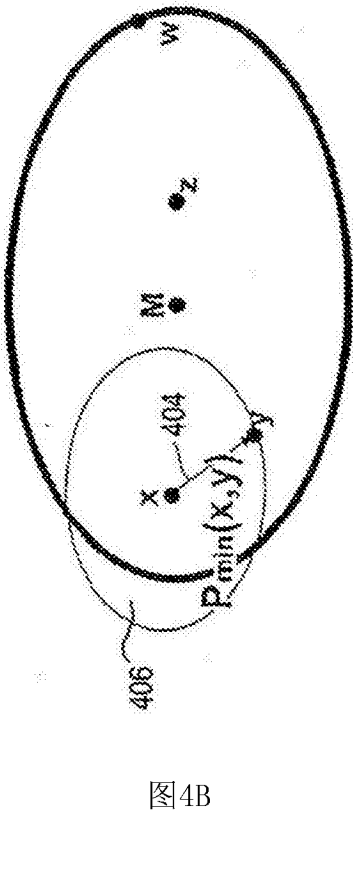


图4B

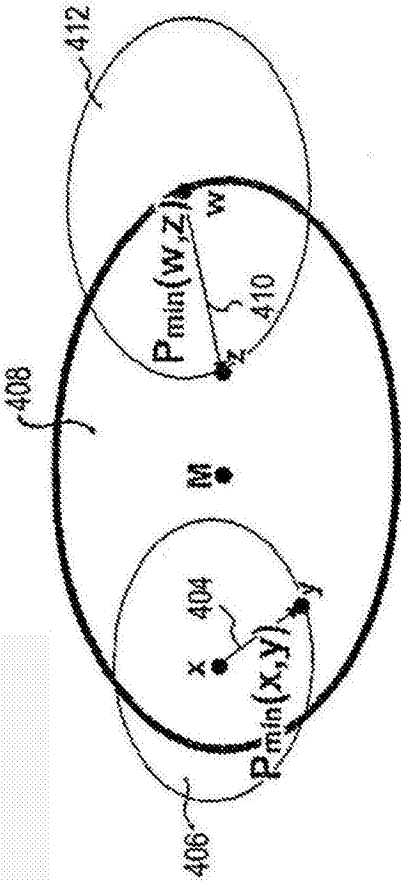


图4C

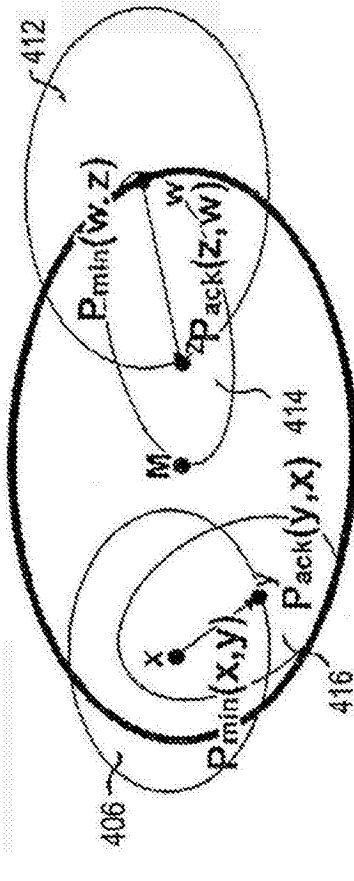


图4D

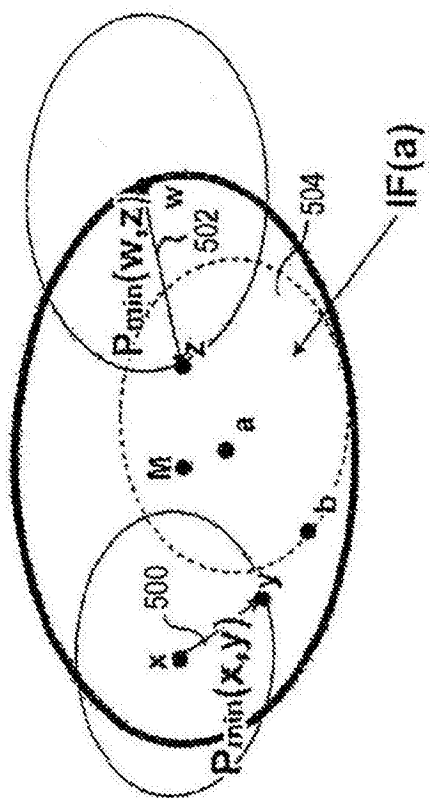


图5A

在 TS (1) 中有效的链路

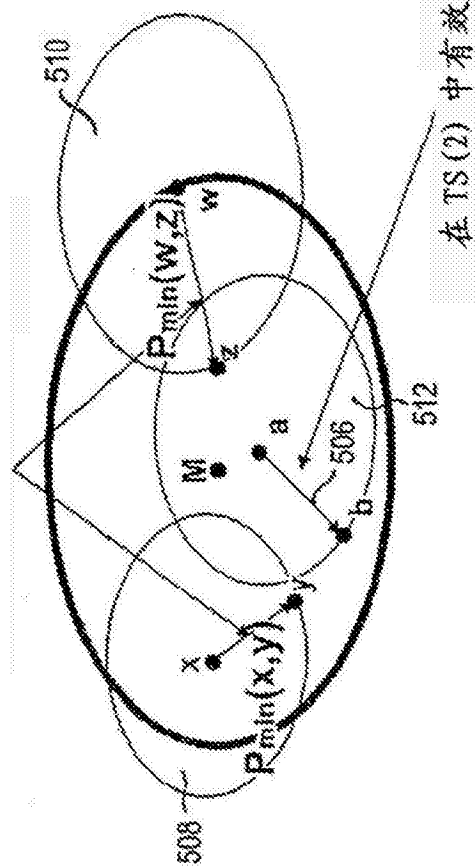


图5B

在 TS (2) 中有效的链路

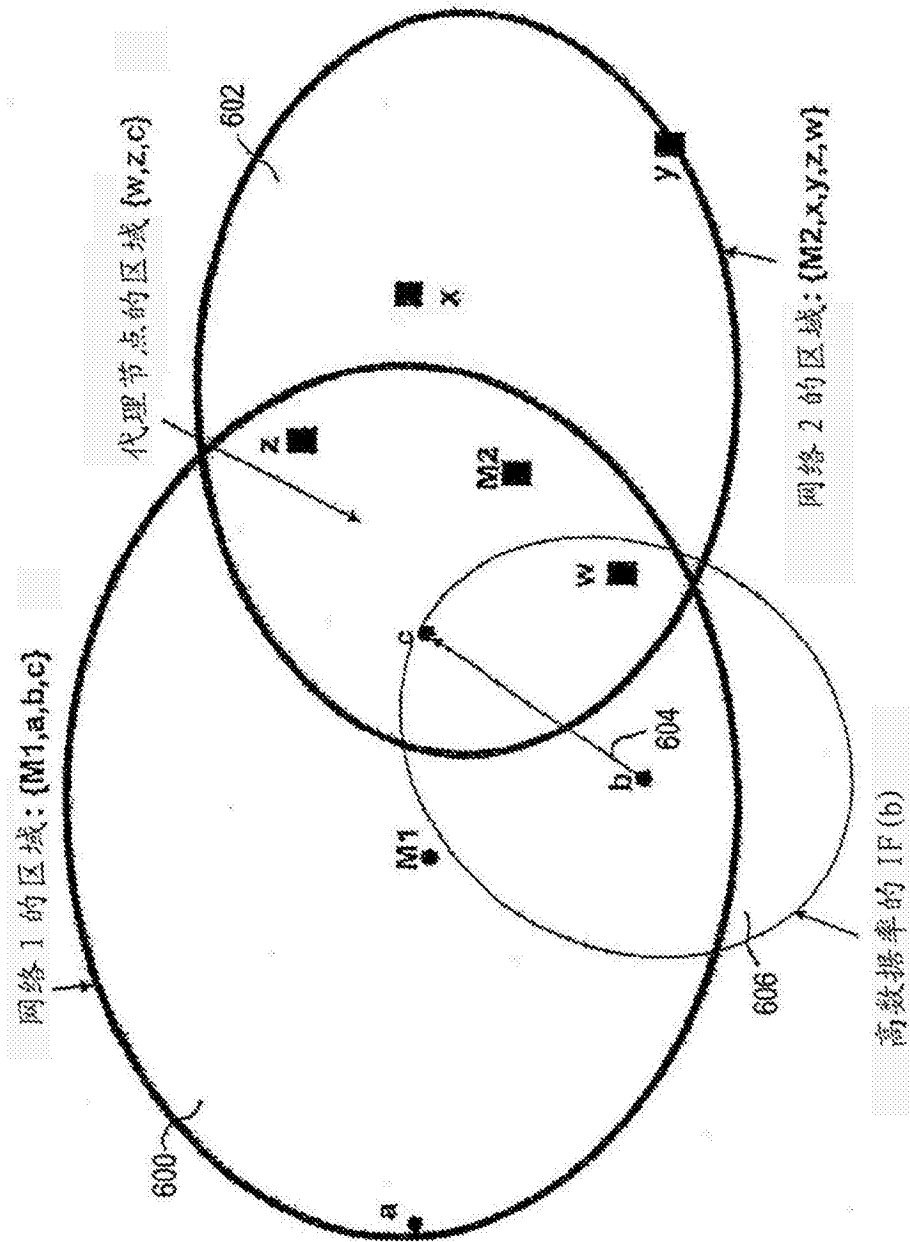


图6

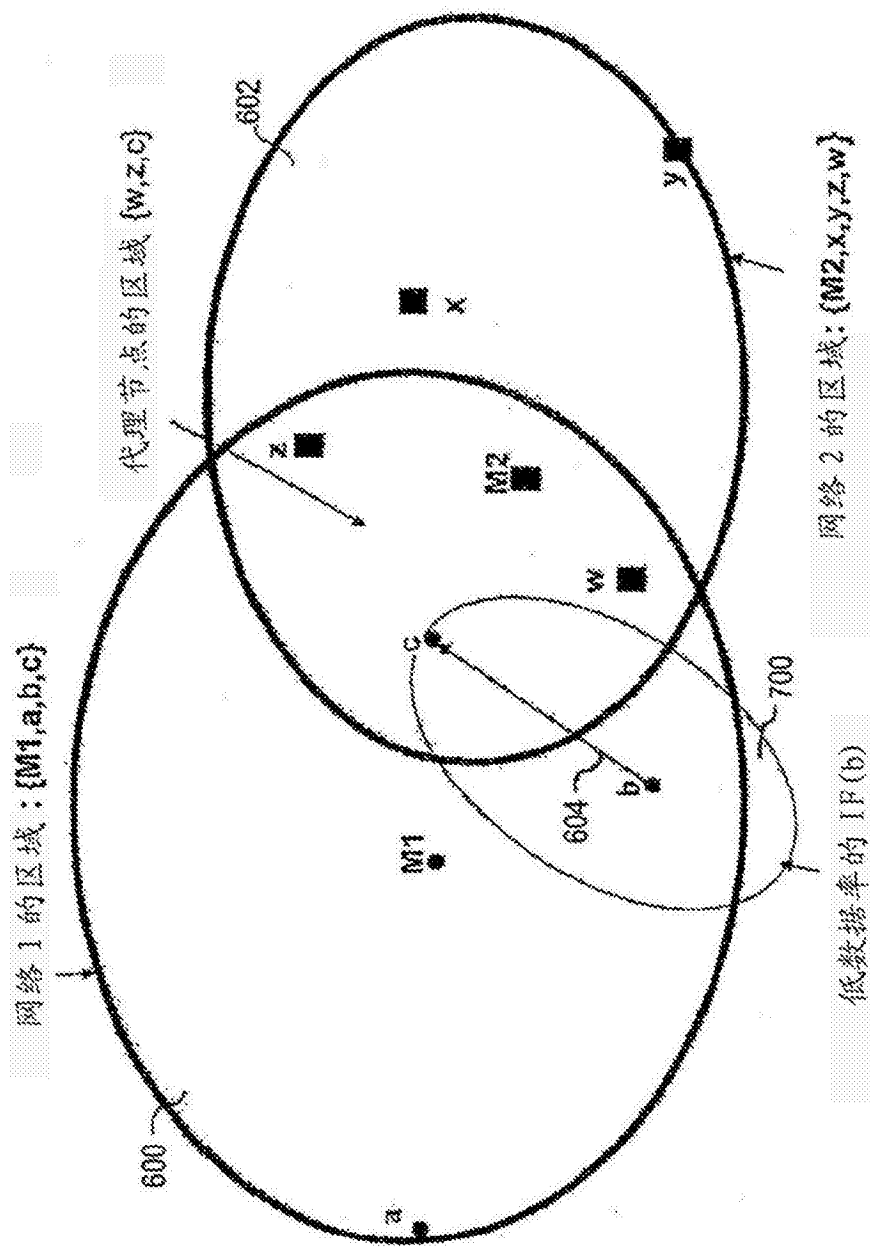


图7

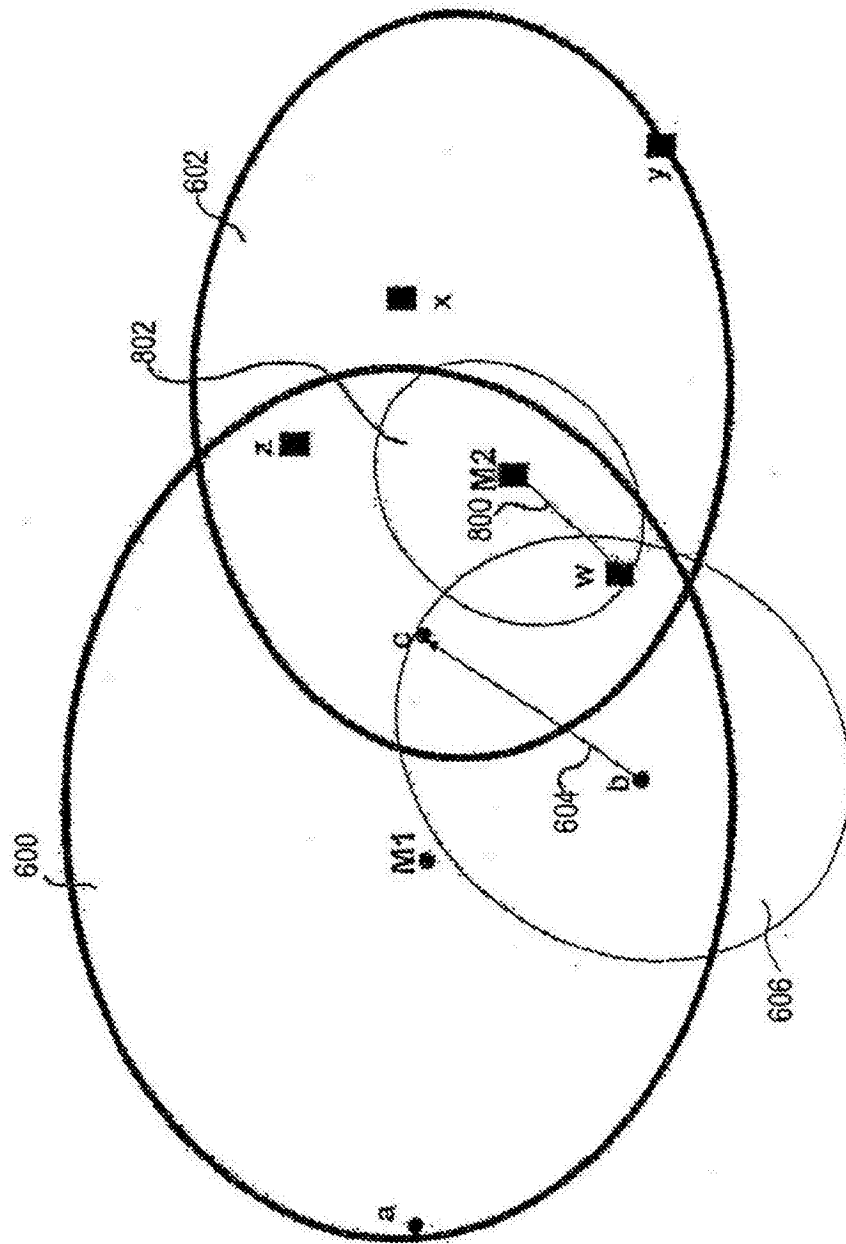


图8

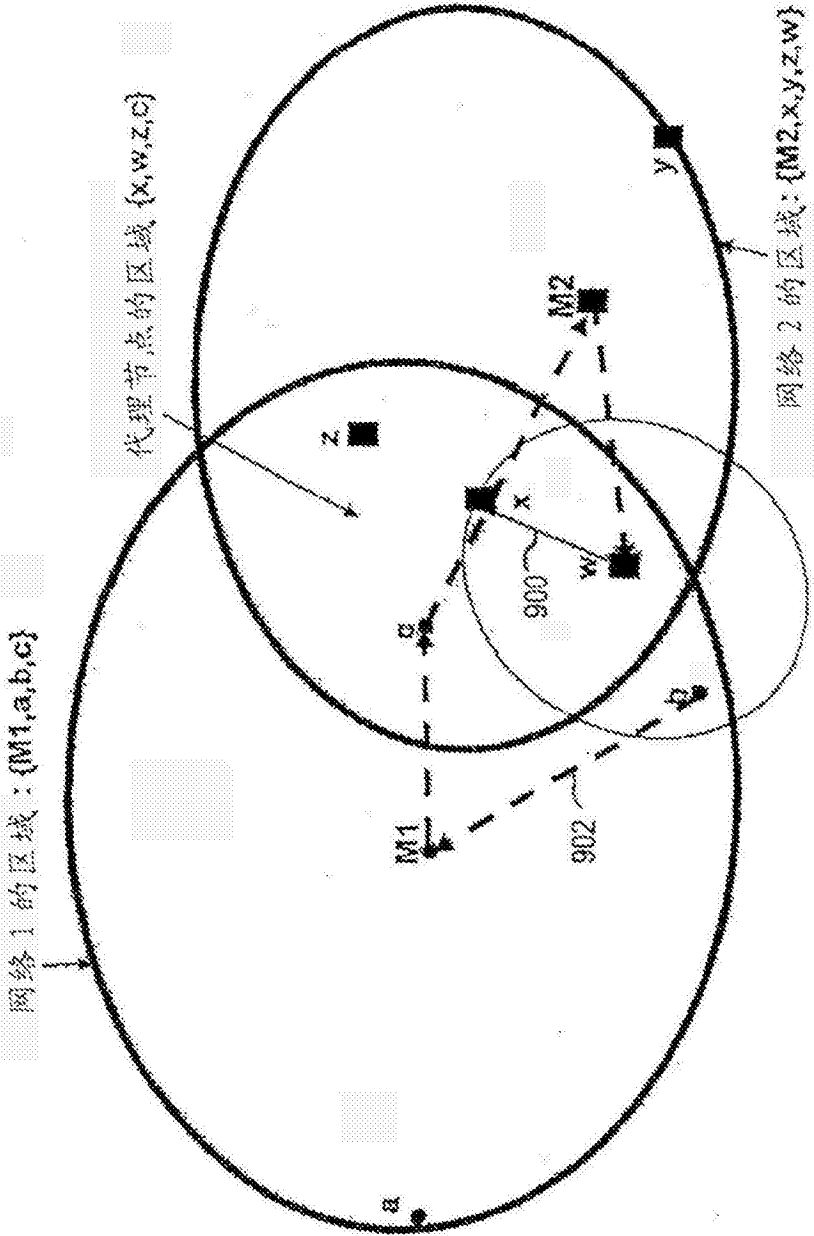


图9

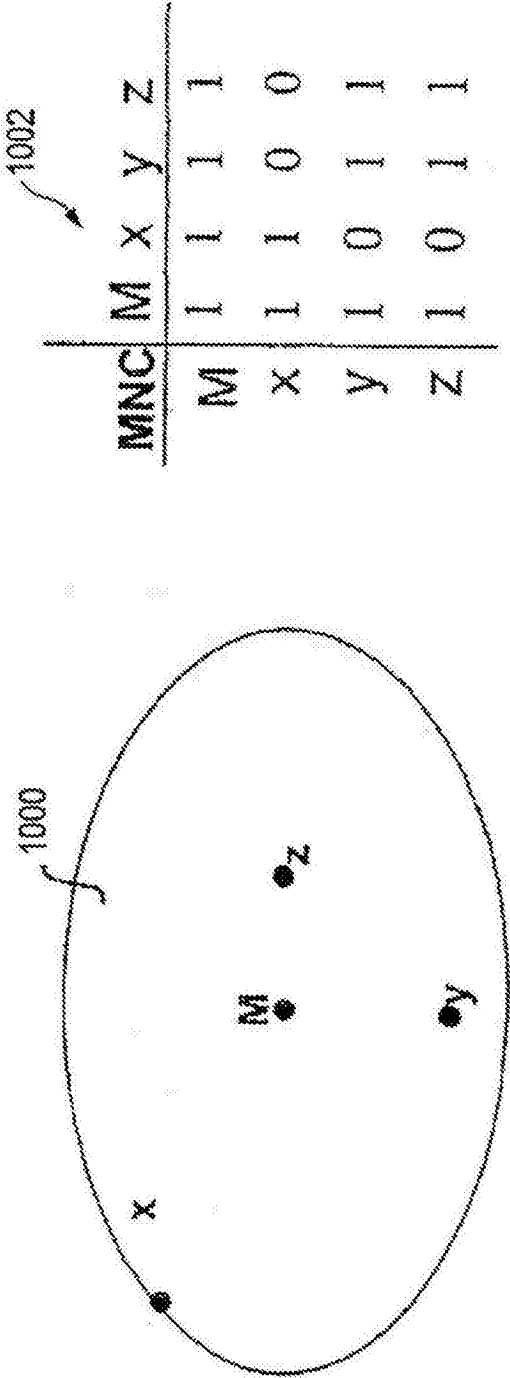


图10

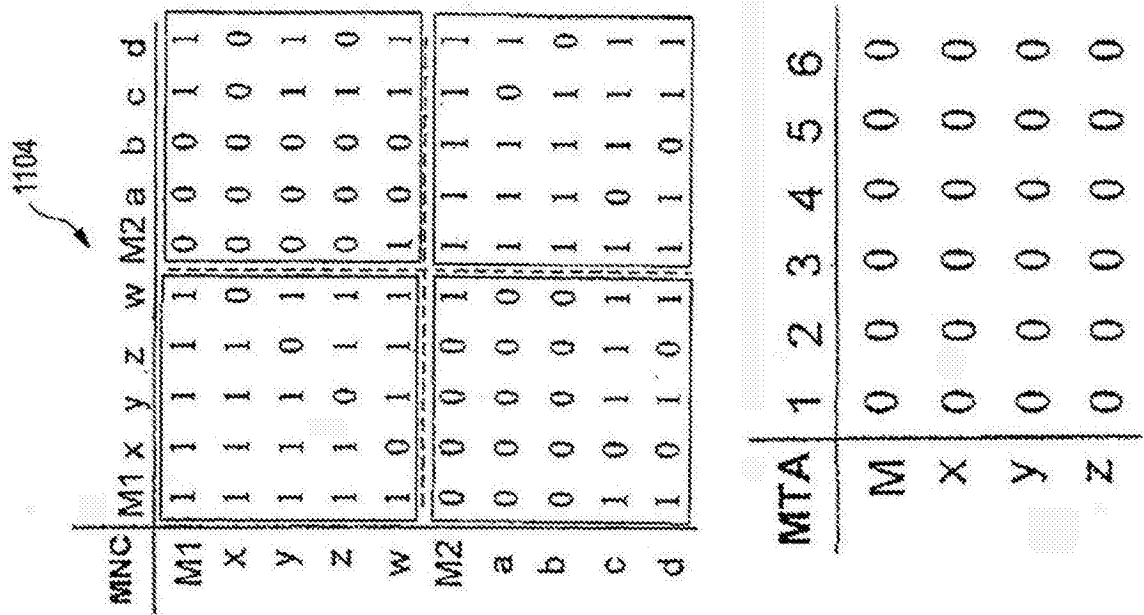


图12A

图11

MTA	1	2	3	4	5	6
M	0	0	0	0	0	0
X	0	0	0	0	0	0
Y	1	1	0	0	0	0
Z	1	1	0	0	0	0

图12B

MTA	1	2	3	4	5	6
M	T	T	0	0	0	0
X	0	0	0	0	0	0
Y	1	1	0	0	0	0
Z	1	1	0	0	0	0

图12C

MTA	1	2	3	4	5	6
M	1	1	0	0	0	0
X	0	0	0	0	0	0
Y	1	1	0	0	0	0
Z	1	1	0	0	0	0

图12D

MTA	1	2	3	4
M1	1	0	0	0
x	1	0	0	0
y	R	0	0	0
z	1	0	0	0
w	T	0	0	0
M2	0	0	0	0
a	0	0	0	0
b	0	0	0	0
c	T	0	0	0
d	0	0	0	0

x→z 链路

图13A

MTA	1	2	3	4
M1	0	0	0	0
x	0	0	0	0
y	0	0	0	0
z	0	0	0	0
w	0	0	0	0
M2	1	0	0	0
a	1	0	0	0
b	1	0	0	0
c	T	0	0	0
d	R	0	0	0

a→b 链路

图13B

步骤 3 结束

MTA	1	2	3	4
M1	0	0	0	0
x	1	1	0	0
y	0	0	0	0
z	1	1	0	0
w	0	0	0	0
M2	0	0	0	0
a	0	0	0	0
b	0	0	0	0
c	0	0	0	0
d	0	0	0	0

图14A

步骤 4 结束				
MTA	1	2	3	4
M1	1	1	0	0
x	1	1	0	0
y	R	R	0	0
z	1	1	0	0
w	T	T	0	0
M2	0	0	0	0
a	0	0	0	0
b	0	0	0	0
c	T	T	0	0
d	0	0	0	0

图14B

步骤 3 之后

MTA	1	2	3	4
M1	1	1	0	0
x	1	1	0	0
y	R	R	0	0
z	1	1	0	0
w	T	T	0	0
M2	0	0	0	0
a	1	0	0	0
b	1	0	0	0
c	T	T	0	0
d	0	0	0	0

步骤 4 之后

MTA	1	2	3	4
M1	1	1	0	0
x	1	1	0	0
y	R	R	0	0
z	1	1	0	0
w	T	T	0	0
M2	1	0	0	0
a	1	0	0	0
b	1	0	0	0
c	T	T	0	0
d	R	0	0	0

已经获得 STR：在相同 TDMA 时隙 # 1 上的两个链路

图 15A

图 15B

步骤 4

MTA	1	2	3	4
M1	1	1	0	0
x	1	1	0	0
y	1	R	0	0
z	1	1	0	0
w	1	T	0	0
M2	1	0	0	0
a	1	0	0	0
b	1	0	0	0
c	1	T	0	0
d	1	0	0	0

步骤 3

MTA	1	2	3	4
M1	1	1	0	0
x	1	1	0	0
y	R	0	0	0
z	1	1	0	0
w	T	0	0	0
M2	1	0	0	0
a	1	0	0	0
b	1	0	0	0
c	1	T	0	0
d	1	0	0	0

步骤 3

MTA	1	2	3	4
M1	1	1	1	1
x	1	1	0	0
y	1	R	0	0
z	1	1	0	0
w	1	T	1	1
M2	1	0	0	0
a	1	0	0	0
b	1	0	0	0
c	1	T	0	0
d	1	0	0	0

已经获得额外 STR: 此时在相同 TDMA 时隙 # 1 上的三个链路

图 16A

图 16B

图17A

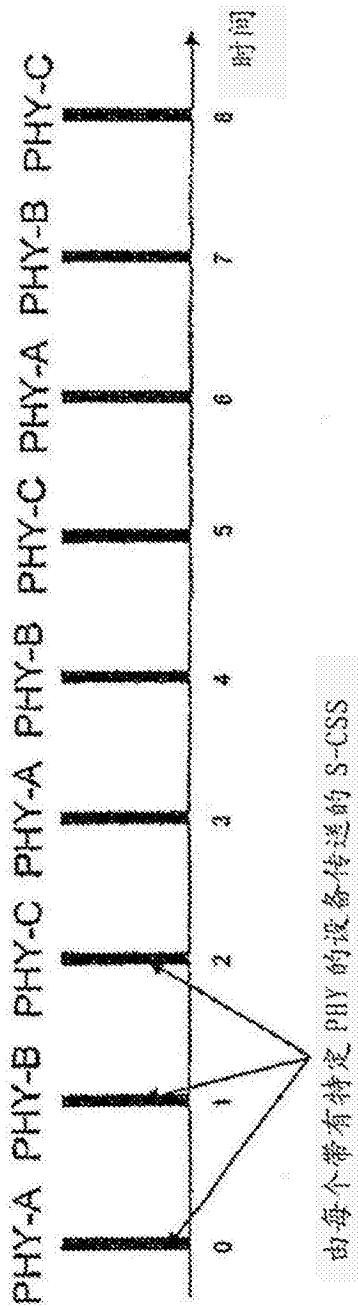


图19A

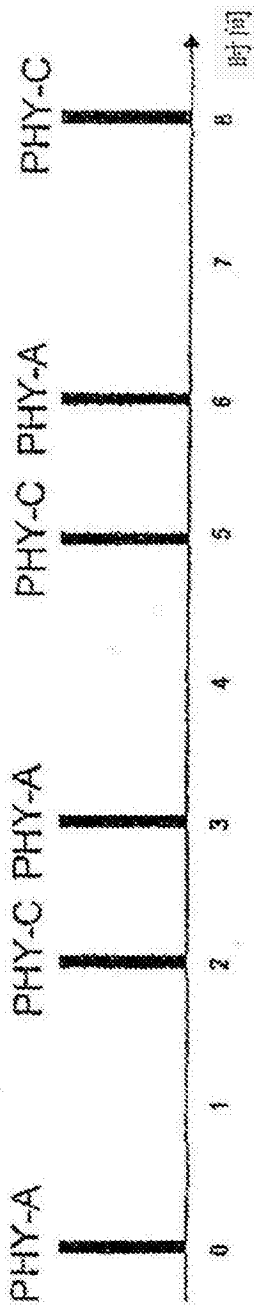


图19B

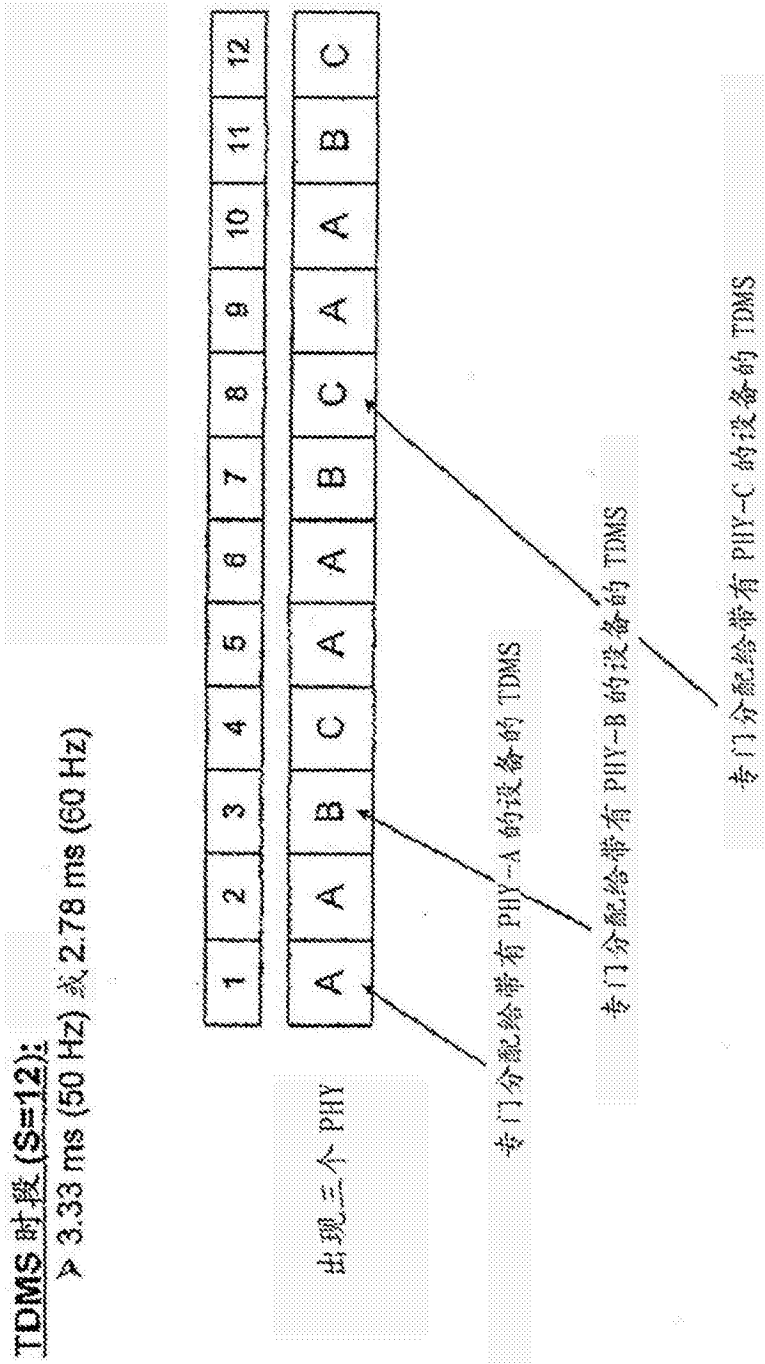


图21

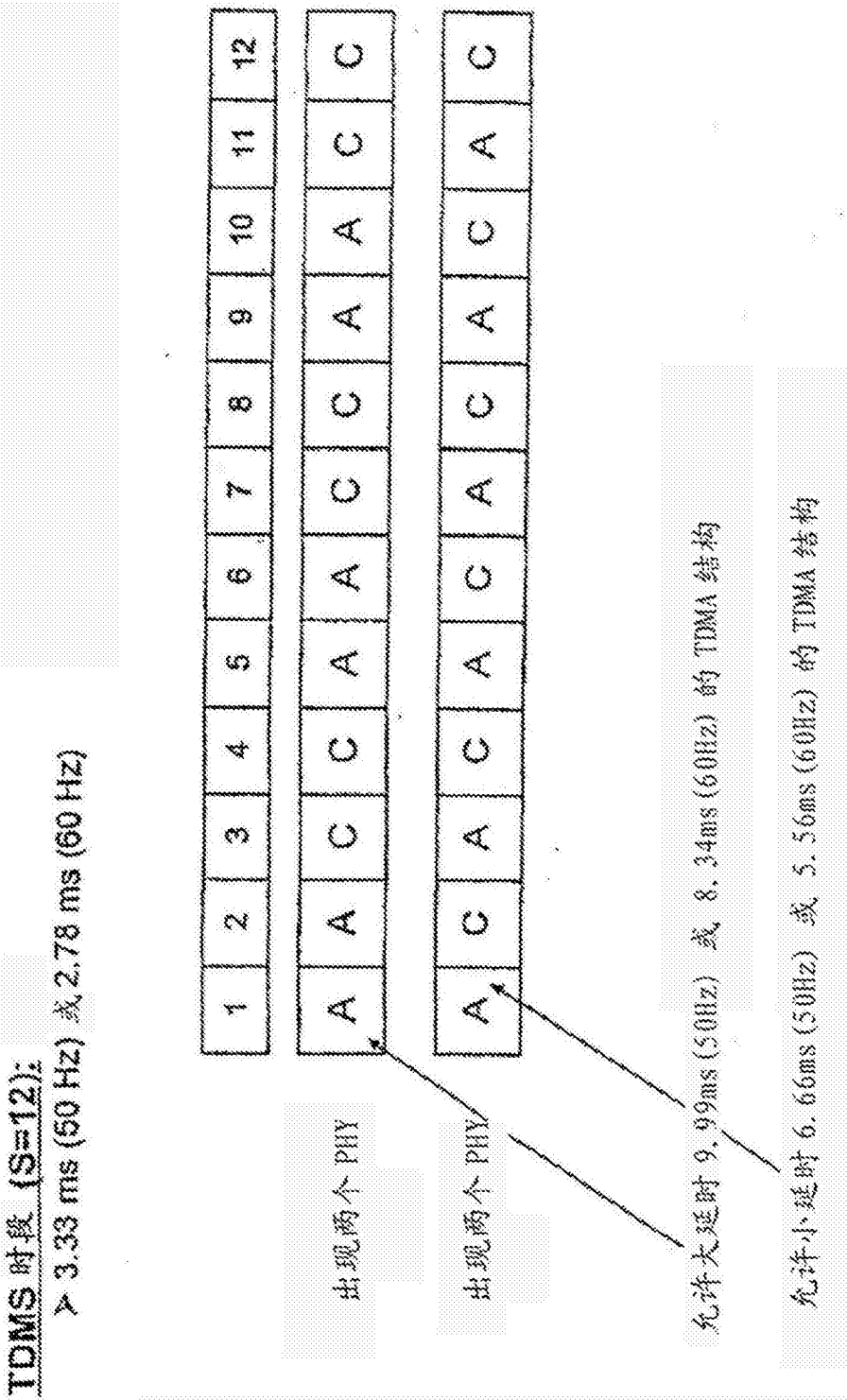


图22

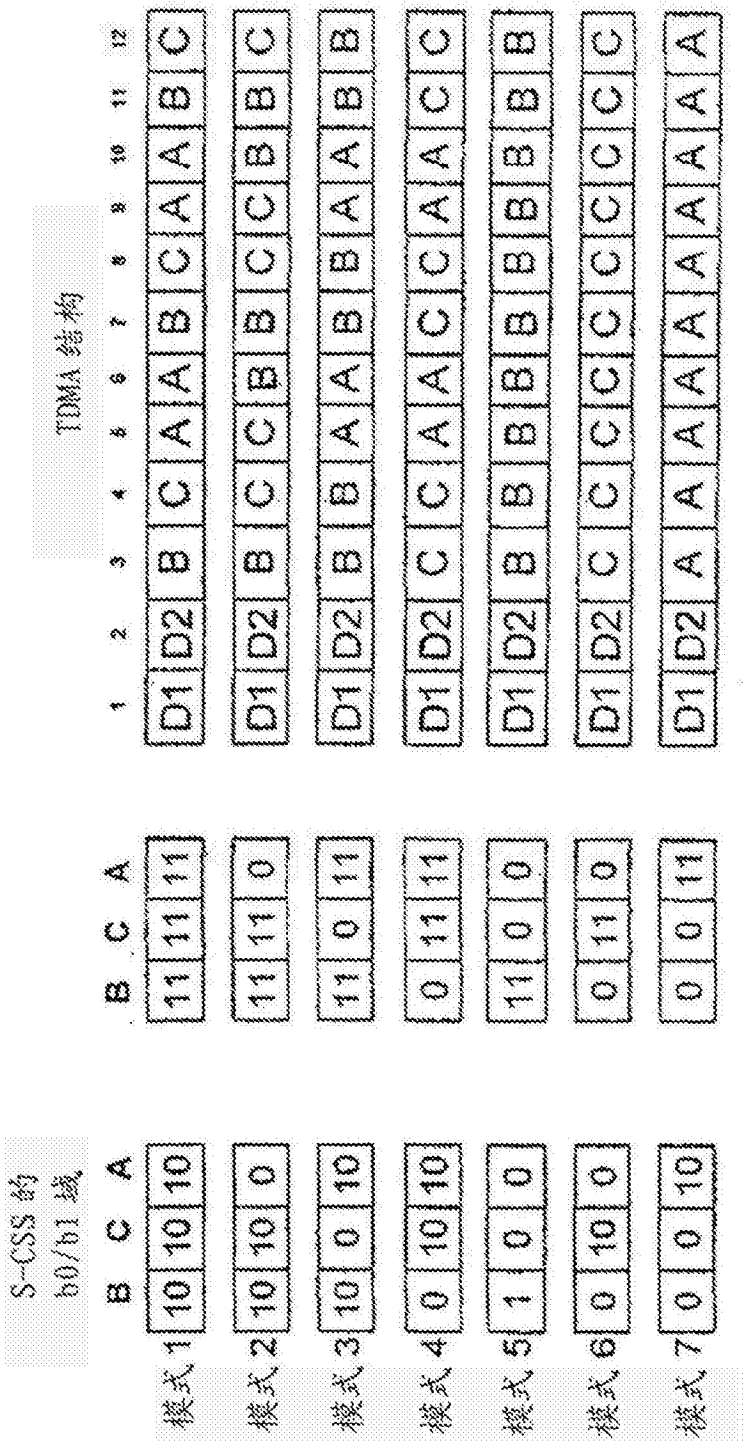


图23

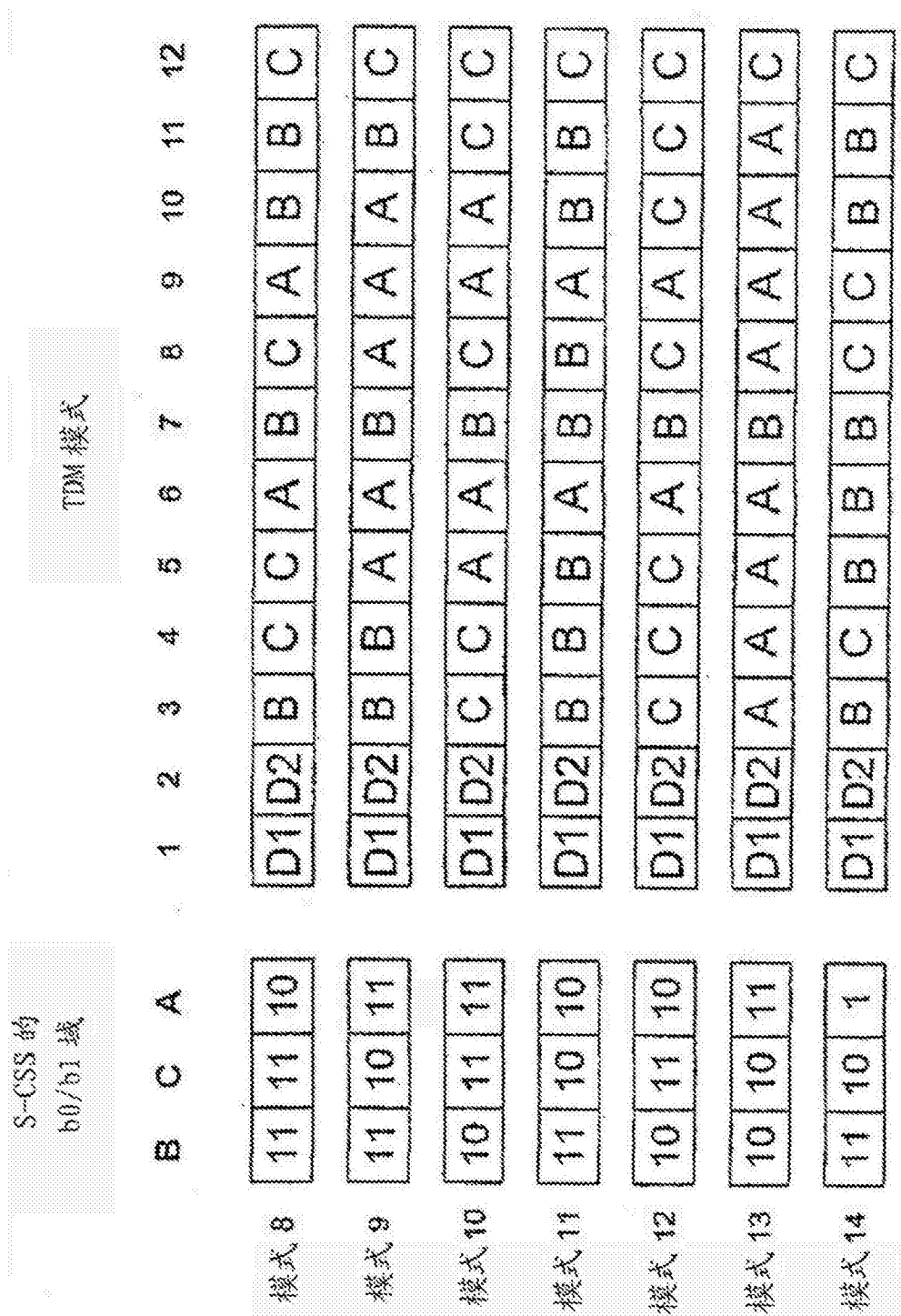


图24

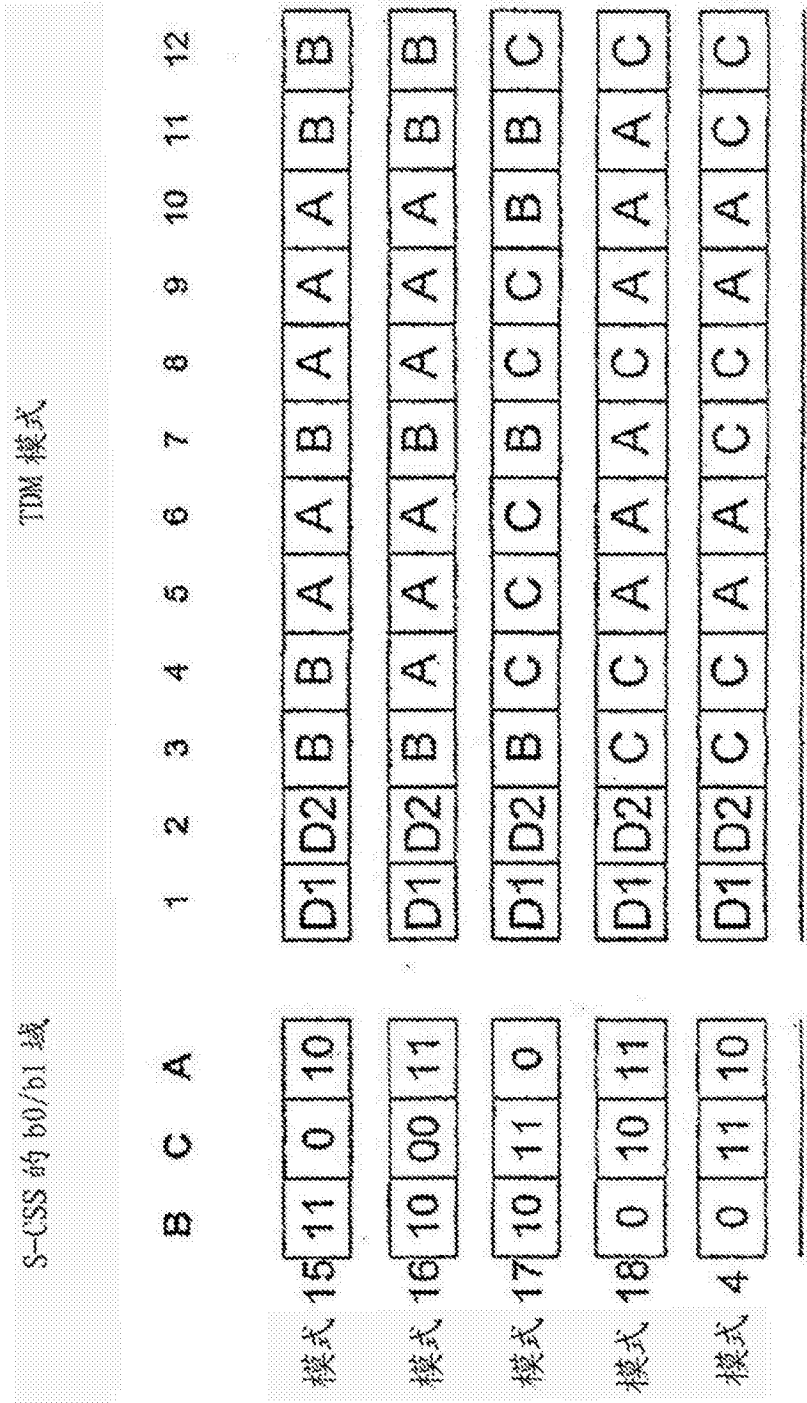


图25

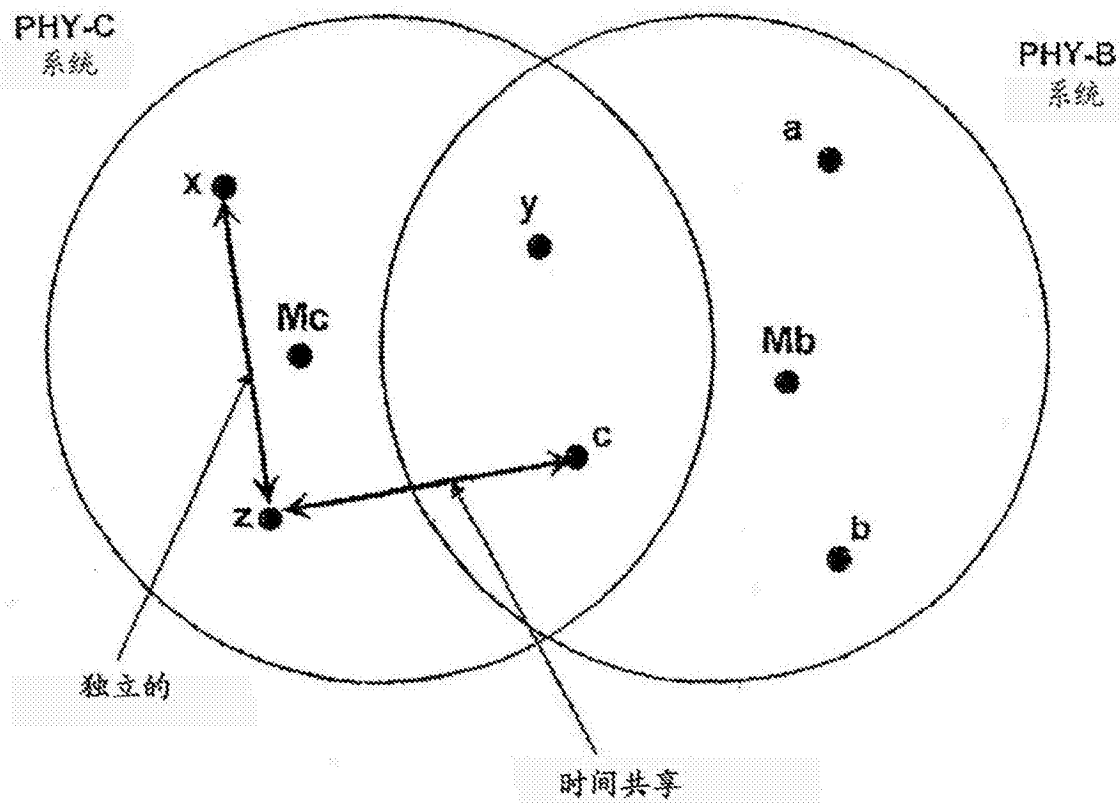


图26

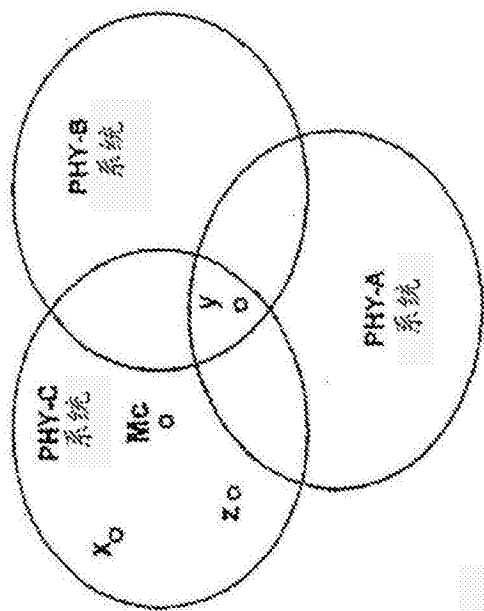


图27A

共存 PHY 列表 (CPL)

节点	B	C	A
Mc	10	11	00
x	00	11	00
y	11	10	11
z	00	11	11

干扰指数向量 (IIV)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
节点 x (源)	D1	D2	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
节点 z (目标)	D1	D2	C	C	C	A	A	C	C	A	A	C
UST	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1

图27B

图27C

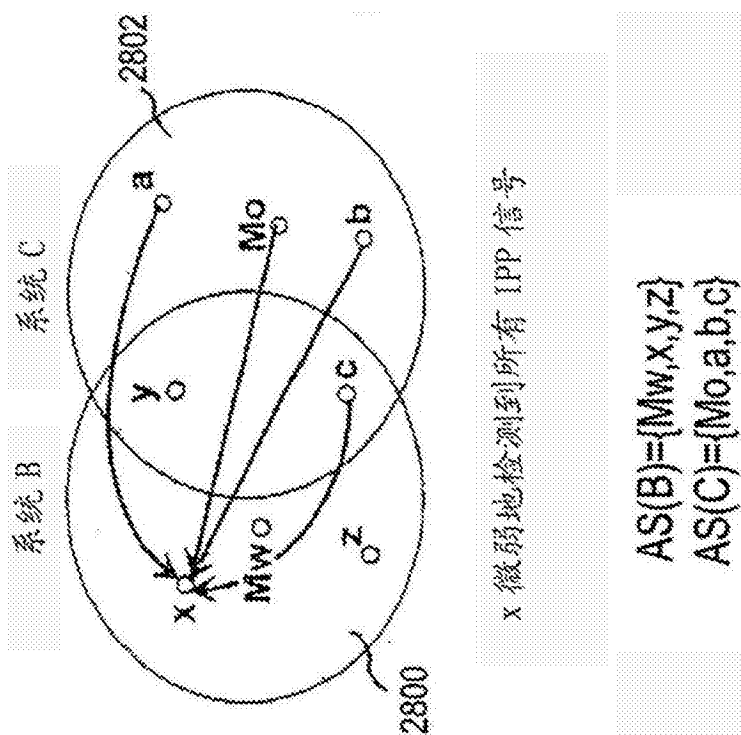


图28A

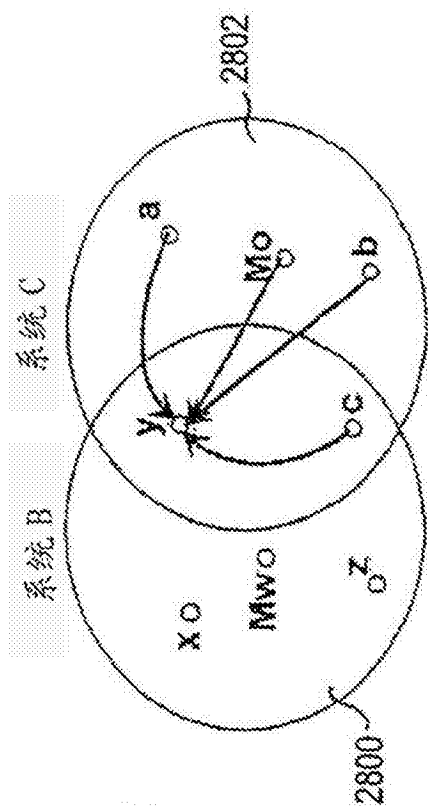


图28B

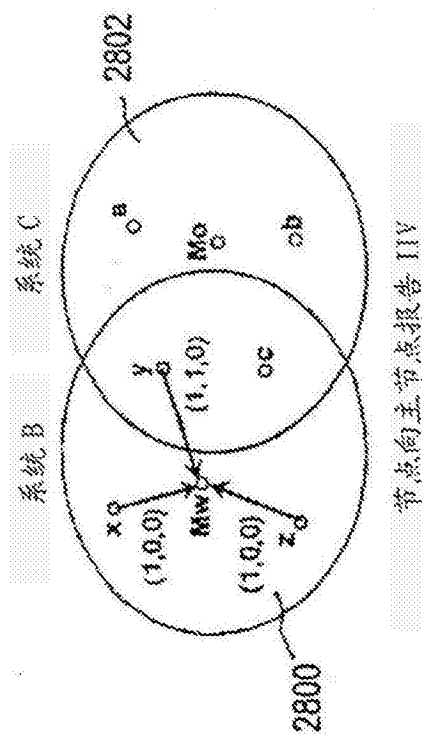


图29A

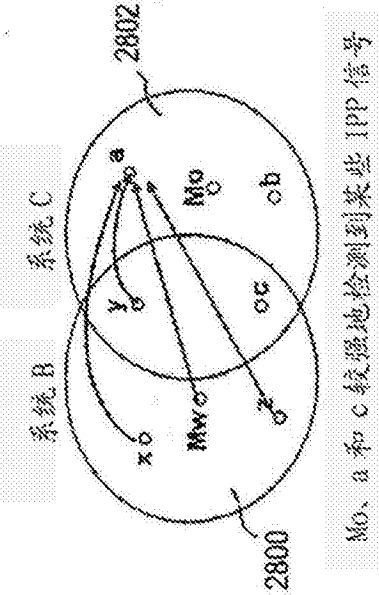


图30A

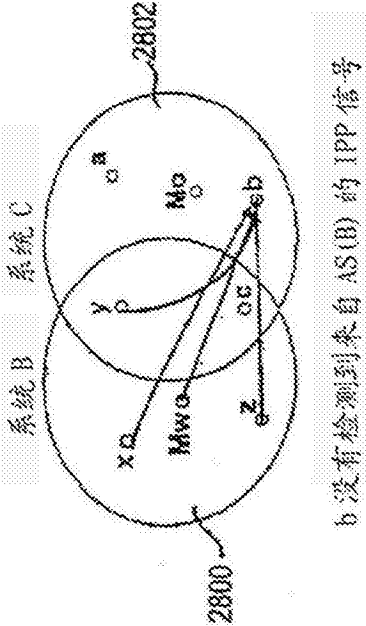


图30B

AS(C) 的共存 PHY 列表 (CPL)

节点	B	C	A
Mo	10	11	0
a	10	10	0
b	0	10	0
c	10	10	0

图30C

$IIV=\{00,10,00\} \rightarrow$ 模式 6:
 $IIV=\{10,10,00\} \rightarrow$ 模式 2:
 $IIV=\{10,11,00\} \rightarrow$ 模式 17:

图30D

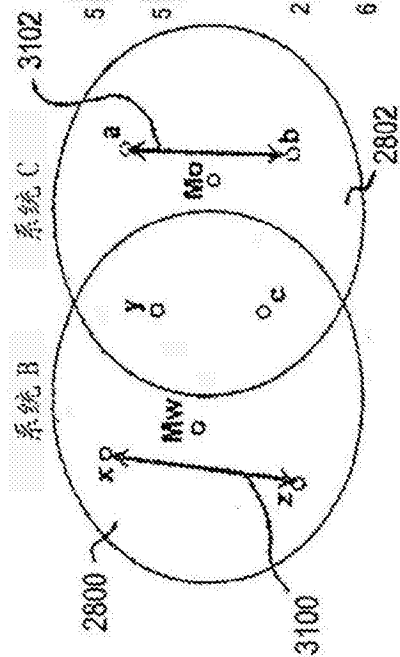


图 31A

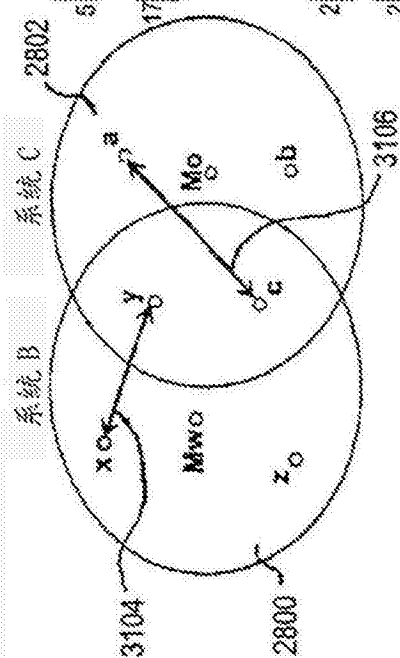


图 31D

D1	D2	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
D1	D2	B	C	C	B	B	C	C	C	B	B	C
D1	D2	B	C	C	C	B	C	C	C	B	B	C

可用的 TDMSS: $x \leftrightarrow z$

5	D1	D2	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
5	D1	D2	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	

图 31B

可用的 TDMSS: $a \leftrightarrow b$

2	D1	D2	B	C	C	B	B	C	C	B	B	C
6	D1	D2	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	

图 31C

可用的 TDMSS: $x \leftrightarrow y$

5	D1	D2	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
17	D1	D2	B	C	C	C	B	C	C	B	B	C
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	

图 31E

可用的 TDMSS: $a \leftrightarrow c$

2	D1	D2	B	C	C	B	B	C	C	B	B	C
2	D1	D2	B	C	C	B	B	C	C	B	B	C
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	

图 31F

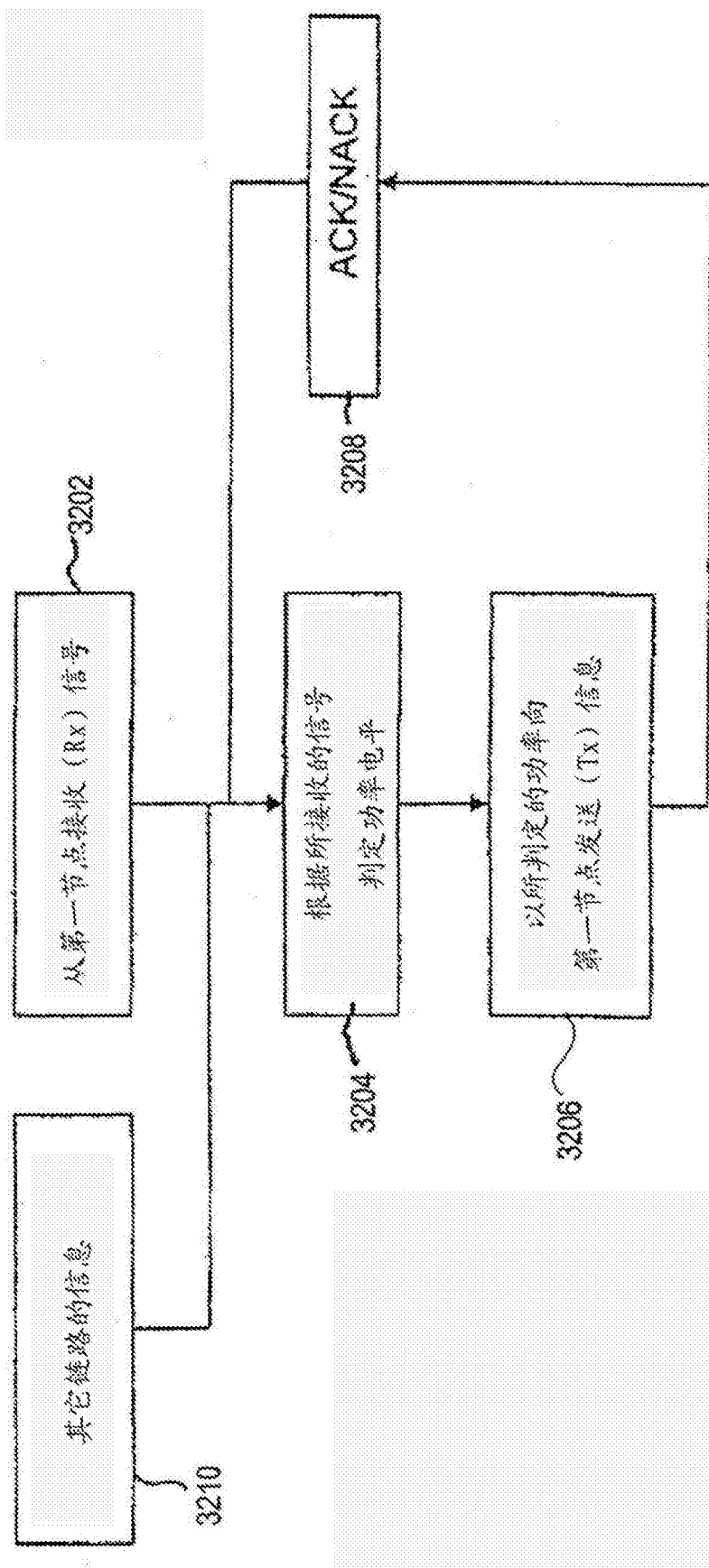


图32

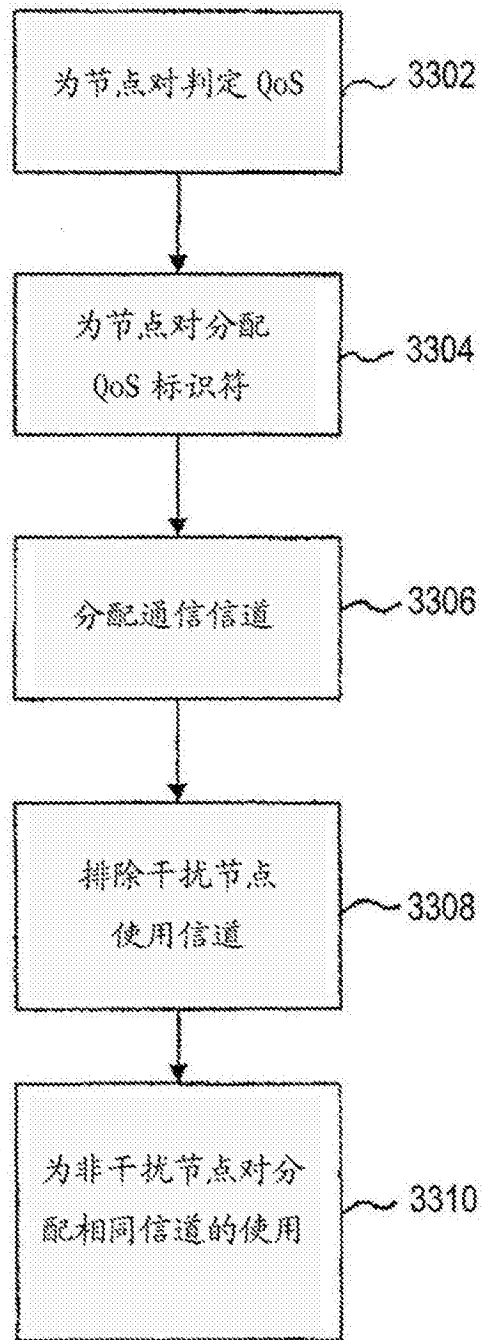


图33

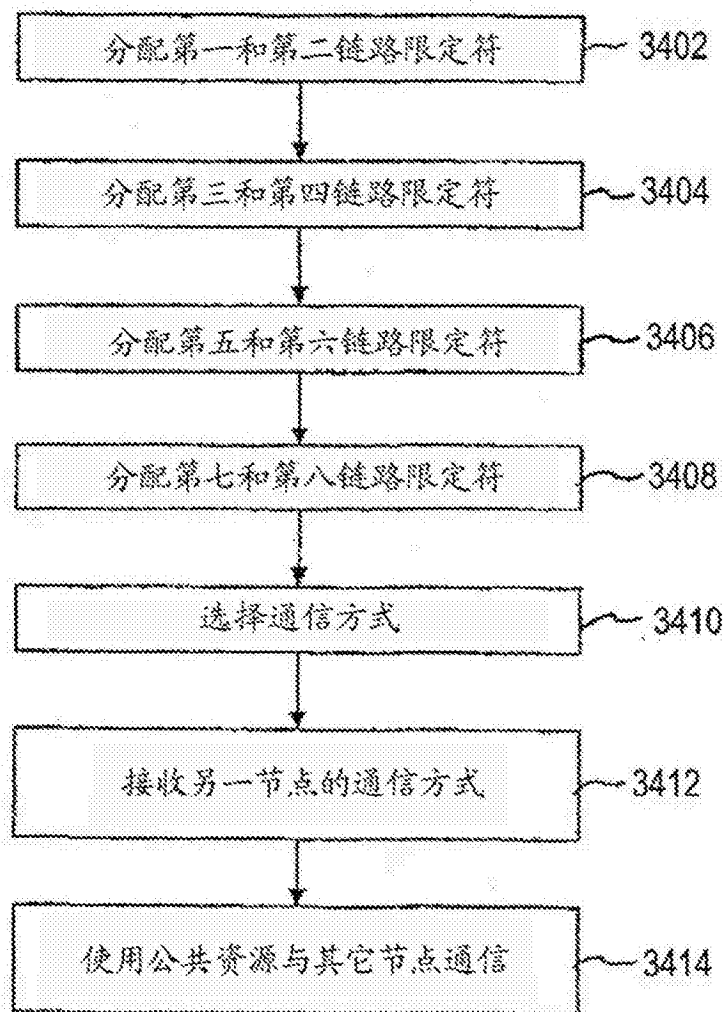


图34

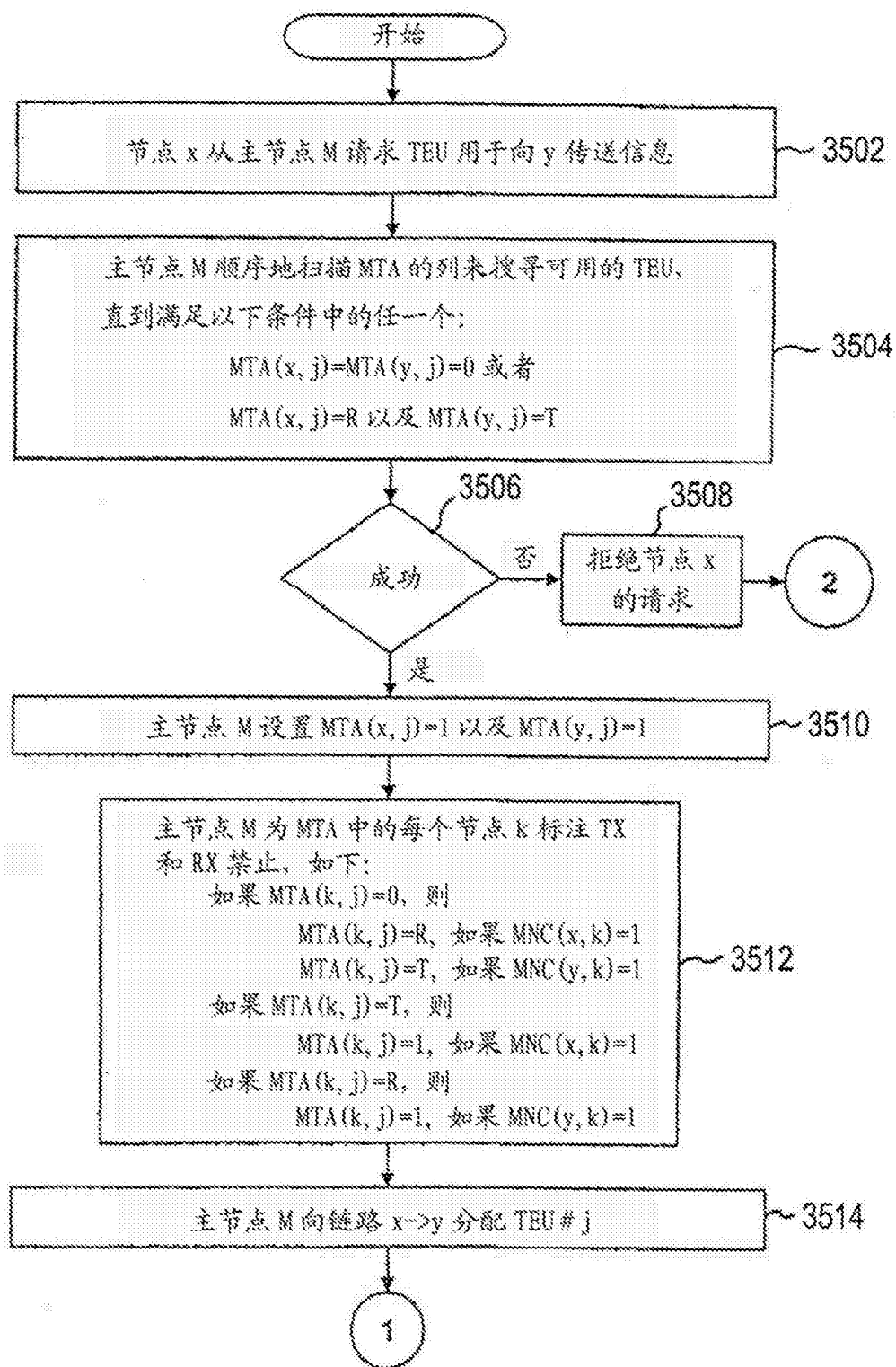


图35A

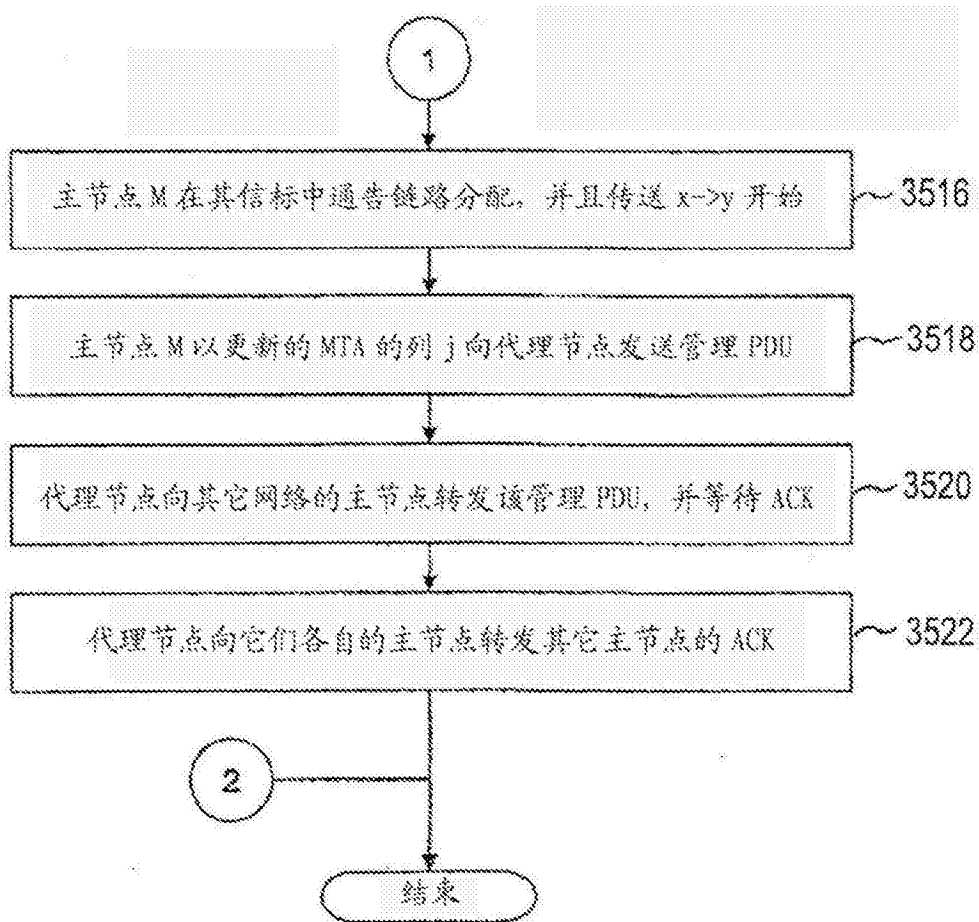


图35B

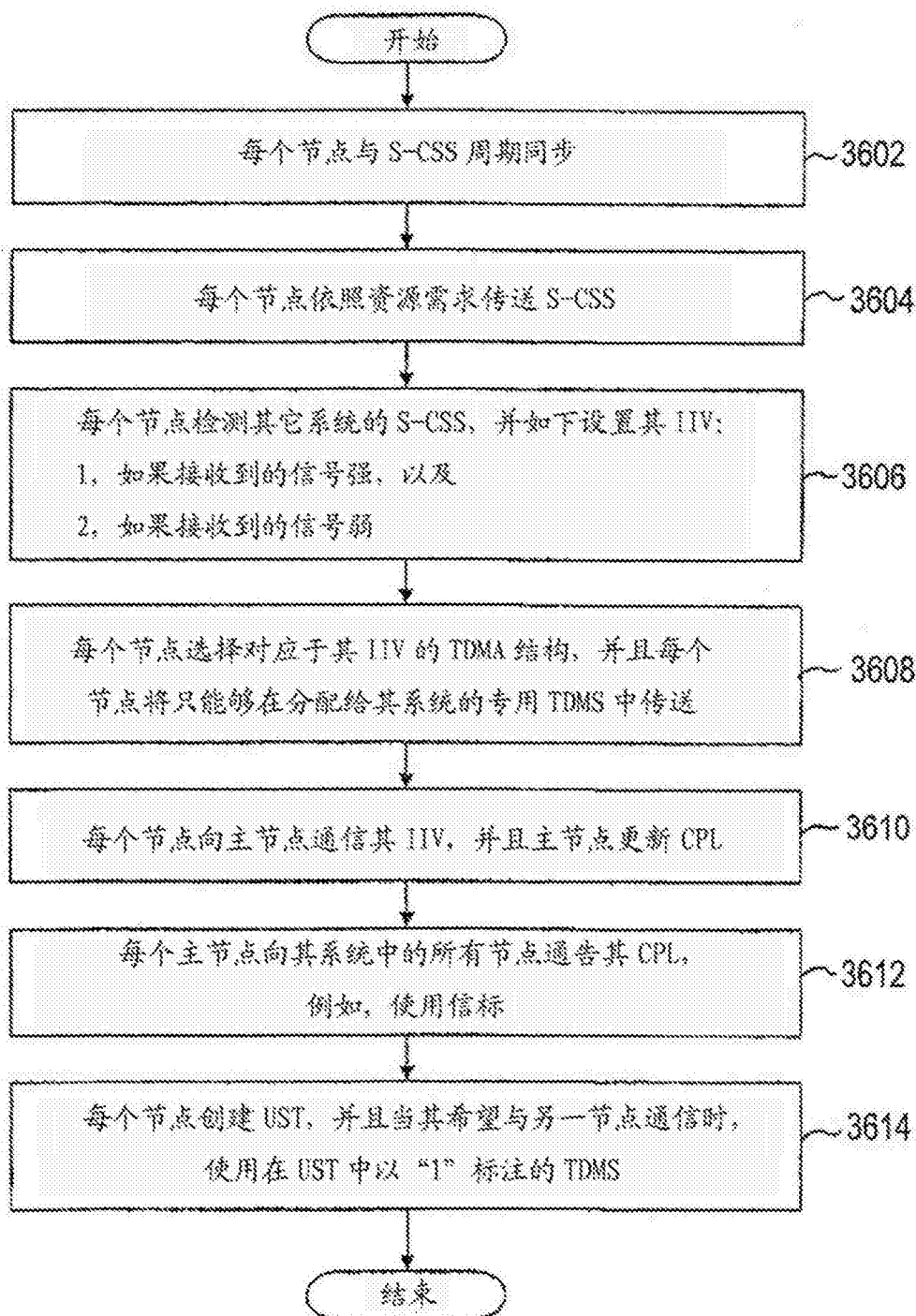


图36

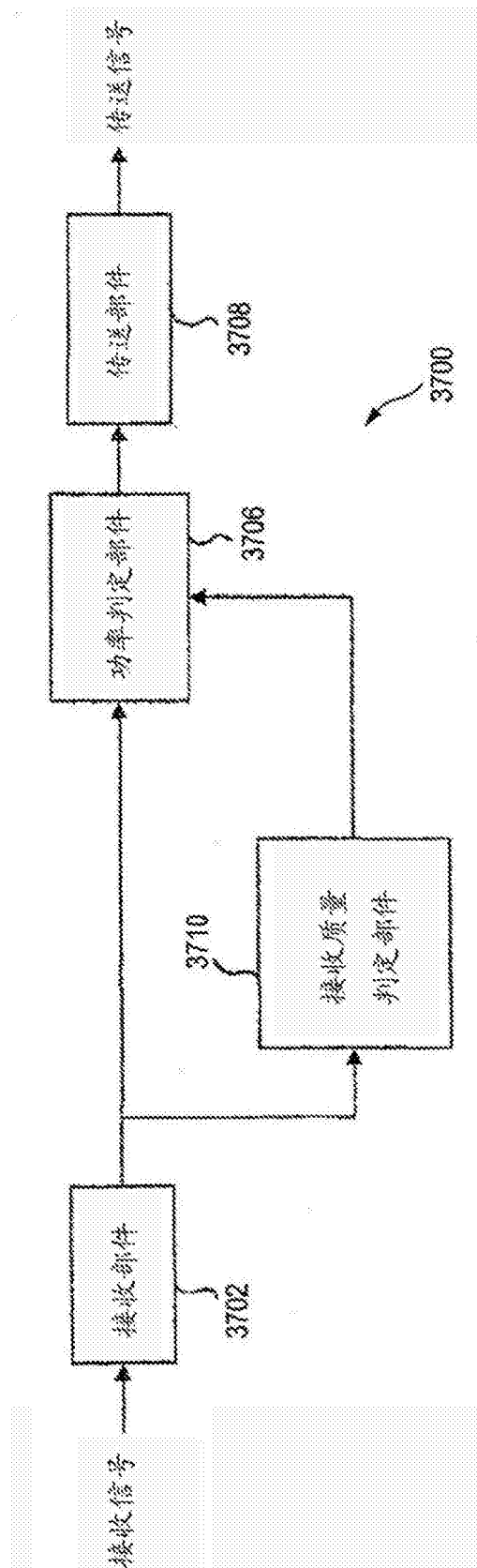


图37A

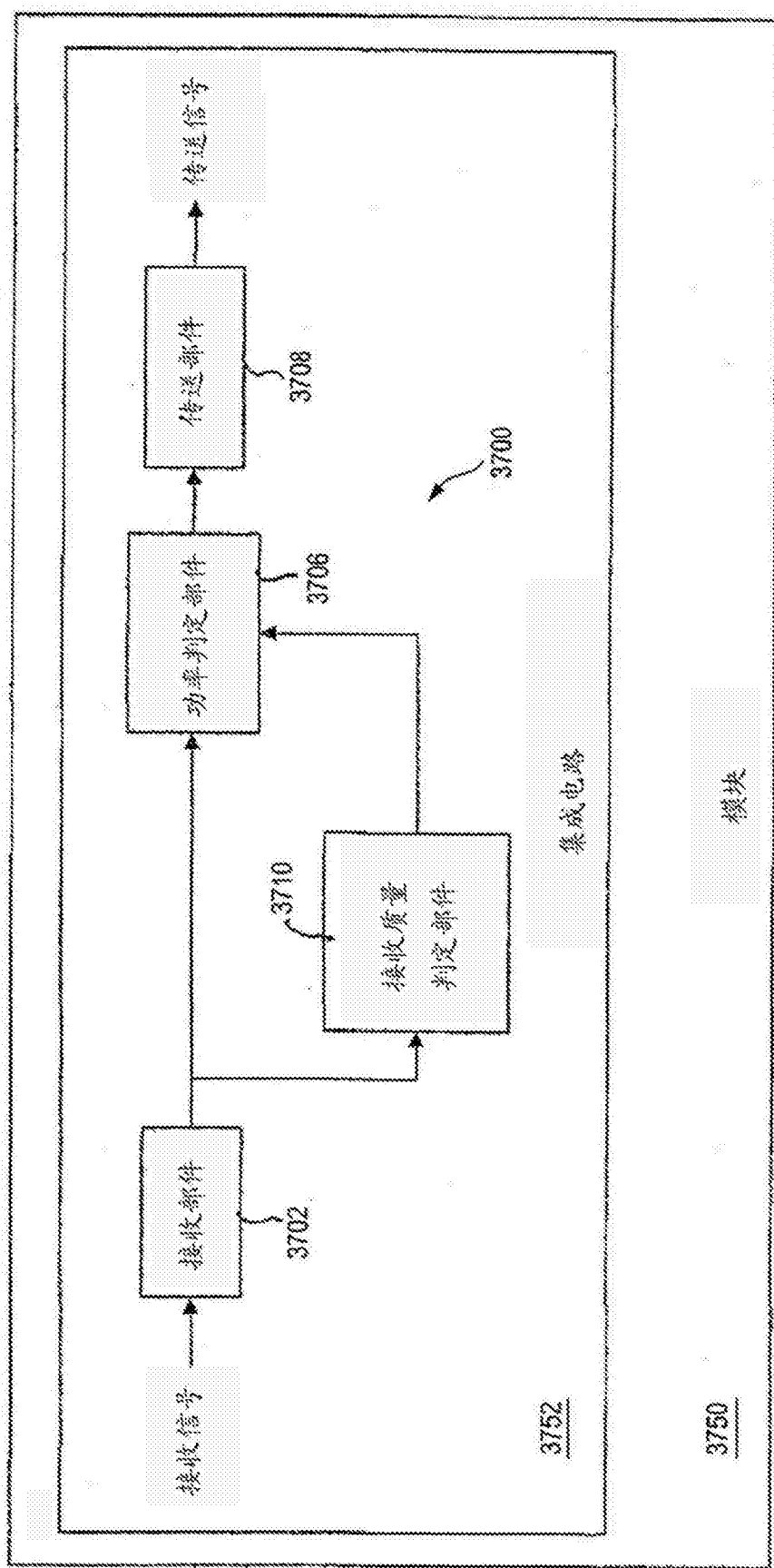


图37B

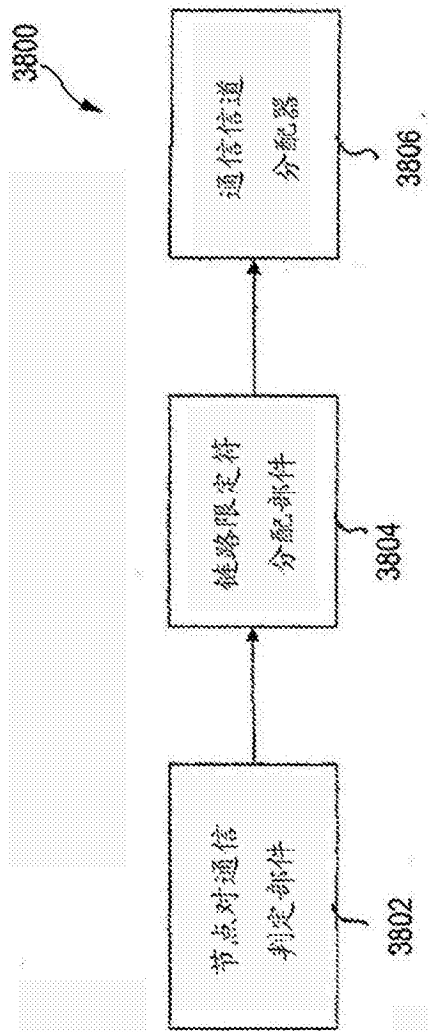


图38A

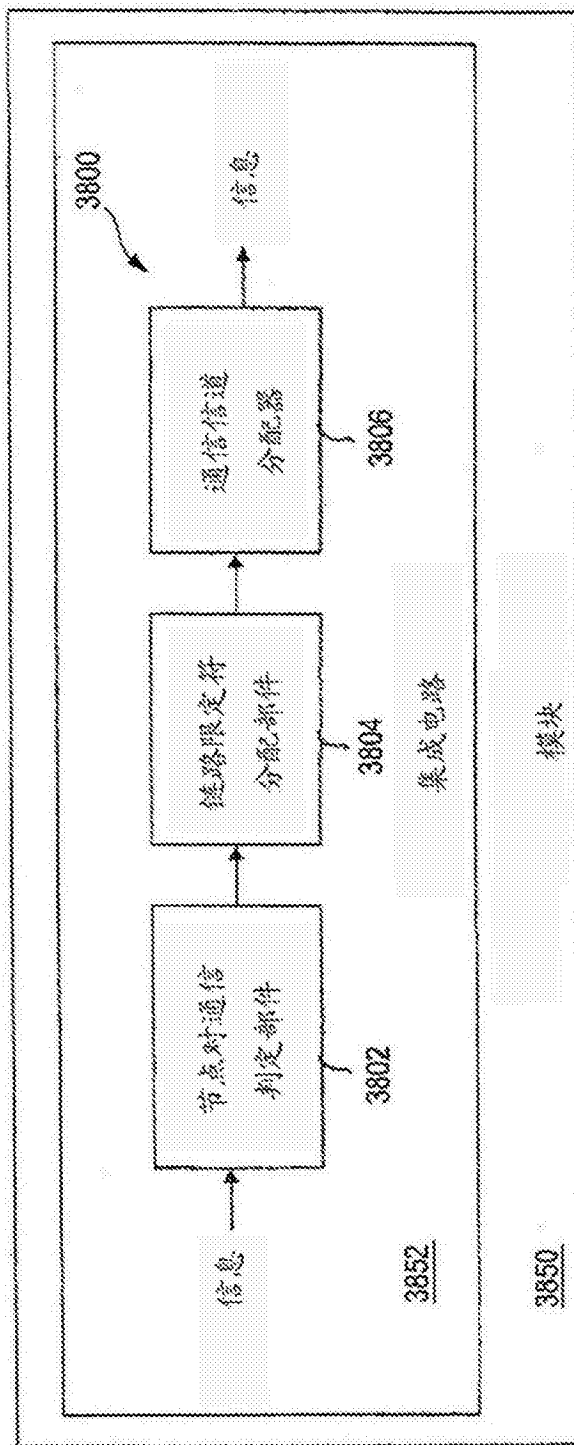


图38B

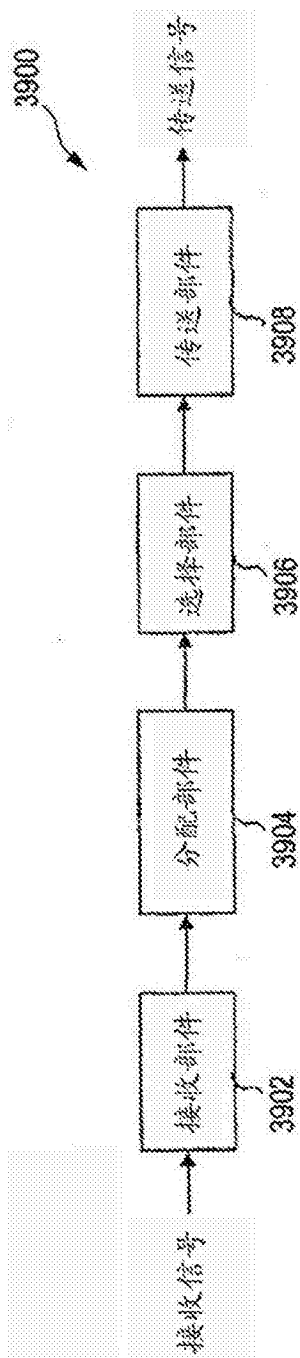


图39A

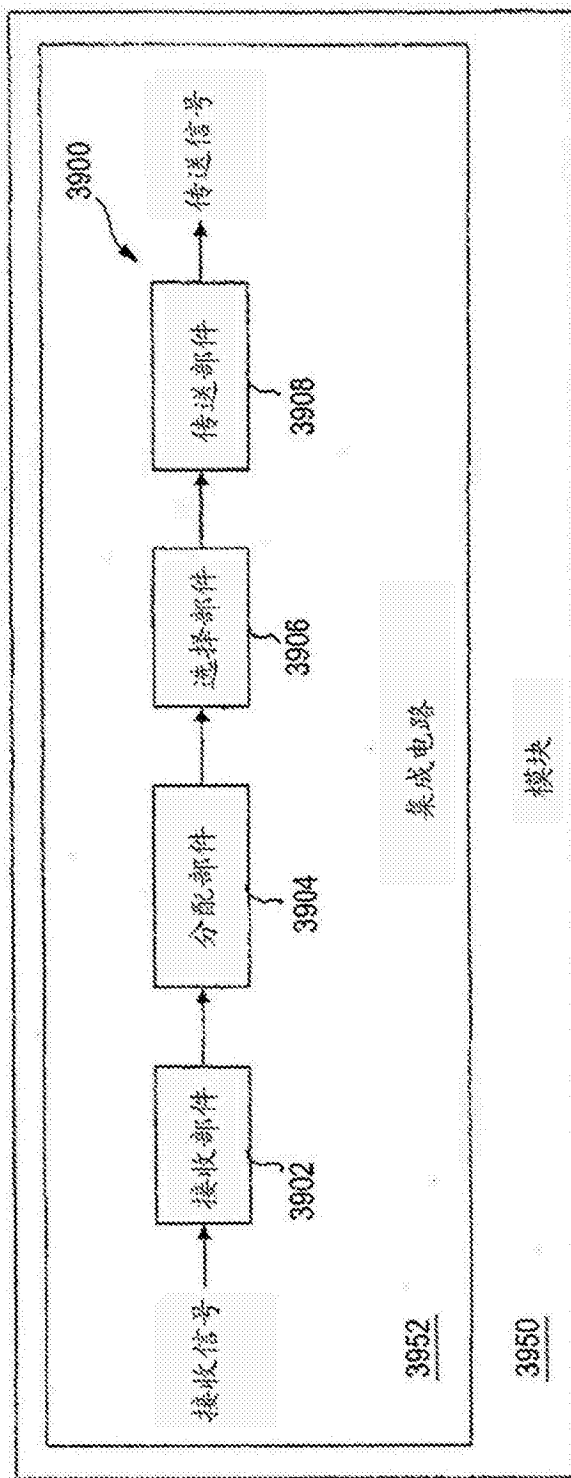


图39B

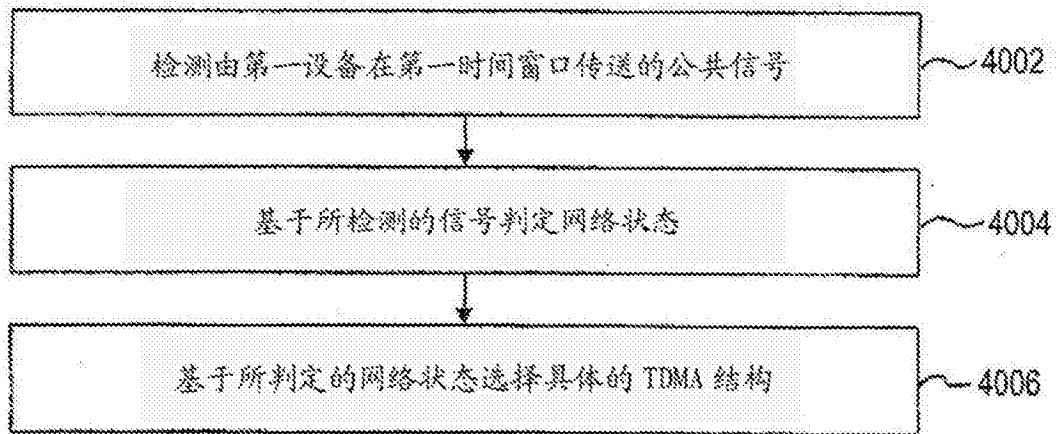


图40