



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101689043 B

(45) 授权公告日 2014. 05. 07

(21) 申请号 200880022899. X

(56) 对比文件

(22) 申请日 2008. 05. 01

US 7170395 B2, 2007. 01. 30,

US 7170395 B2, 2007. 01. 30,

(30) 优先权数据

US 5066939 A, 1991. 11. 19,

60/915, 481 2007. 05. 02 US

审查员 陈旭红

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2009. 12. 30

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/IL2008/000596 2008. 05. 01

(87) PCT国际申请的公布数据

W02008/135982 EN 2008. 11. 13

(73) 专利权人 西格玛设计以色列有限公司

地址 以色列特拉维夫

(72) 发明人 B·科尔

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

72002

代理人 宋献涛 王英

(51) Int. Cl.

G05B 11/01 (2006. 01)

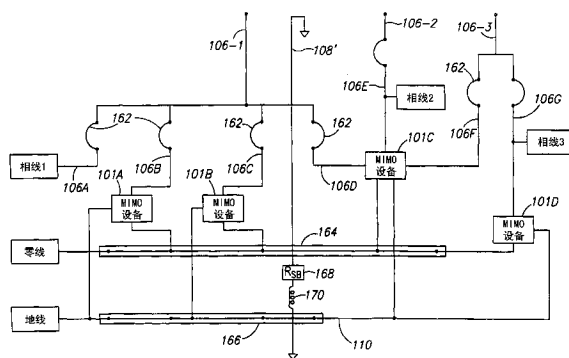
权利要求书2页 说明书9页 附图6页

(54) 发明名称

基于户内线缆的多输入多输出 (MIMO) 通信系统

(57) 摘要

一种多输入-多输出 (MIMO) 通信单元, 包括 MIMO 处理器和多个模拟前端。每个模拟前端可连接到用户户内的线缆中不同的两条线缆并处理一个信道的数据。MIMO 处理器一起处理上述信道上的数据。在一个实施例中, 所述线缆是用户户内的电力线, 包括电力线中的相线、零线和地线。在另一个实施例中, 所述线缆是电话线对。



1. 一种用于户内多点网络的多输入 - 多输出 MIMO 通信接收机,所述接收机包括:

多个模拟前端,每个所述模拟前端连接到用户户内的多条线缆中不同的两条线缆,所述多条线缆构成了所述户内多点网络的共享介质,所述多条线缆中每对不同的两条线缆构成了相应的信道,每个所述模拟前端用于接收所述相应的信道的信号数据,每个所述模拟前端包括相应的模数转换器(ADC);以及

MIMO 处理器,其用于一起处理从多个所述信道接收到的信号数据,所述 MIMO 处理器包括模式协商器,用于基于测量出的信道特性以及需要的工作速度从一组预定的模式中选择工作模式,

其中,所述一组预定的模式包括下列至少之一:

当所述多个信道相对干净时将所述信号数据作为至少两个不相关的信号来发送,以及当所述多个信道中的至少一个信道有噪声时利用空间分集发送所述信号数据。

2. 根据权利要求 1 所述的接收机,其中,所述多个模拟前端是两个模拟前端,所述多条线缆是所述户内的电力线中的相线、零线和地线。

3. 根据权利要求 2 所述的接收机,其中,一个模拟前端连接到所述相线和所述零线,另一个模拟前端连接到所述零线和所述地线。

4. 根据权利要求 2 所述的接收机,其中,一个模拟前端连接到所述相线和所述地线,另一个模拟前端连接到所述相线和所述零线。

5. 根据权利要求 2 所述的接收机,其中,一个模拟前端连接到所述相线和所述地线,另一个模拟前端连接到所述地线和所述零线。

6. 根据权利要求 1 所述的接收机,其中,所述多条线缆中的一条线缆是所述户内的电力线中的地线。

7. 根据权利要求 1 所述的接收机,其中,所述多个模拟前端是大于两个的模拟前端,所述多条线缆是所述户内的电力线中的零线、地线和多条相线。

8. 根据权利要求 1 所述的接收机,其中,所述线缆是所述户内的电话线线缆,每个所述模拟前端连接到一对所述电话线线缆。

9. 一种用于户内多点网络的多输入 - 多输出 MIMO 通信发射机,所述发射机包括:

多个模拟前端,每个所述模拟前端连接到用户户内的多条线缆中不同的两条线缆,所述多条线缆构成了所述户内多点网络的共享介质,所述多条线缆中每对不同的两条线缆构成了相应的信道,每个所述模拟前端用于发送所述相应的信道的信号数据,每个所述模拟前端包括相应的数模转换器(DAC);以及

MIMO 处理器,其用于处理要通过多个所述信道发送的信号数据,所述 MIMO 处理器包括模式协商器,所述模式协商器用于基于测量出的信道特性以及需要的工作速度从一组预定的模式中选择工作模式,

其中,所述一组预定的模式包括下列至少之一:

当所述多个信道相对干净时将所述信号数据作为至少两个不相关的信号来发送,以及当所述多个信道中的至少一个信道有噪声时利用空间分集发送所述信号数据。

10. 根据权利要求 9 所述的发射机,其中,所述多个模拟前端是两个模拟前端,所述多条线缆是所述户内的相线,零线和地线。

11. 根据权利要求 10 所述的发射机,其中,一个模拟前端连接到所述相线和所述零线,

另一个模拟前端连接到所述零线和所述地线。

12. 根据权利要求 10 所述的发射机,其中,一个模拟前端连接到所述相线和所述地线,另一个模拟前端连接到所述相线和所述零线。

13. 根据权利要求 10 所述的发射机,其中,一个模拟前端连接到所述相线和所述地线,另一个模拟前端连接到所述地线和所述零线。

14. 根据权利要求 9 所述的发射机,其中,所述多条线缆中的一条线缆是所述户内的电力线中的地线。

15. 根据权利要求 9 所述的发射机,其中,所述多个模拟前端是大于两个的模拟前端,所述多条线缆是所述户内的电力线中的零线、地线和多条相线。

16. 根据权利要求 9 所述的发射机,其中,所述多条线缆是所述户内的电话线线缆,每个所述模拟前端连接到一对所述电话线线缆。

17. 一种在多条线缆上进行通信的方法,所述方法包括:

在至少两个户内网络设备之间通过多个信道发送信号数据,每个信道由用户户内的所述多条线缆中不同的两条线缆来定义;

测量所述多个信道的信道特性;

基于所测量的信道特性以及需要的工作速度,从一组预定的模式中选择工作模式,其中,所述一组预定的模式包括下列至少之一:

当所述多个信道相对干净时将所述信号数据作为至少两个不相关的信号来发送,以及当所述多个信道中的至少一个信道有噪声时利用空间分集发送所述信号数据;以及使用多输入多输出 MIMO 处理一起接收并处理来自所述多个信道的所述信号数据。

18. 根据权利要求 17 所述的方法,其中,所述多条线缆是用户户内的相线、零线和地线。

19. 根据权利要求 17 所述的方法,其中,所述多条线缆是用户户内的多条相线、零线和地线。

20. 根据权利要求 17 所述的方法,其中,所述多条线缆是用户户内的一对电话线线缆。

基于户内线缆的多输入多输出 (MIMO) 通信系统

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求于 2007 年 5 月 2 日提交的美国临时专利申请 No. 60/915, 481 的权益, 将其全部内容以引用的方式并入本申请。

技术领域

[0003] 概括地说, 本发明涉及高速户内网络, 例如电力线网络和其他类型的网络。

背景技术

[0004] 户内网络在例如电话线线缆、电力线、有线电视线和数据网络线之类的户内电缆上运行, 其可以为每个例如房屋、公寓或者办公室之类的独立单位而敷设。

[0005] 电力线通信 (Power Line Communication, PLC) 网络可以是用于实现局端和用户户内之间的链路的接入网, 或者也可以是家庭网络。接入网可以用来提供到户的宽带接入, 还可以用来由电力公司完成自动抄表 (AMR) 和其他的网络诊断。

[0006] 家庭电力线网络有两种基本类型: 低速的和高速的。低速电力线网络被设计用来传输命令和控制信号, 建立所谓的“智能住宅”, 在智能住宅中可以远程控制 and 监视电器和其他装置。这种低速网络通常工作在范围为 0-500kHz 的低频带上。

[0007] 高速电力线网络用来在住宅内分配宽带服务。此类应用包括网页浏览、IPTV (Internet Protocol Television: 网络电视)、高质量的音视频等等。其所使用的频带可以根据不同国家的现行规定而不同。

[0008] 全球范围内, 有许多公司和组织正在开发 PLC 标准和技术。其中主要的一个是 HomePlug 联盟, 其在 2005 年 12 月发布了它的高速家庭联网规范 HomePlug AV。另一个是环球电力线联盟 (UPA), 其推广由 DS2 (Digital Systems on Silicon) 开发的技术。松下 (Panasonic) 开发了一项专有的 PLC 技术, 叫做高清 (High-Definition) PLC (HD-PLC); 两个标准委员会: IEEE P1901 和 ITU-T Q4/15 (从属于 G. HN 项目), 都致力于电力线通信的标准化工作。

[0009] 现有网络被设计以高速 (大约 200Mbps) 进行通信。然而, 由于住宅电力线的特性, 它们的应用很少能成功。

发明内容

[0010] 根据本发明的优选实施例, 提供了一种用于户内多点网络的多输入-多输出 (MIMO) 通信接收机。该接收机包括 MIMO 处理器和多个模拟前端。每个模拟前端可以连接到用户户内的线缆中不同的两条线缆。这些线缆构成了网络的共享介质, 并且每个前端用于接收一个信道的数据。MIMO 处理器一起处理从上述信道接收到的数据。

[0011] 另外, 根据本发明的一个优选实施例, 存在两个模拟前端, 并且所述线缆是户内电力线中的相线、零线和地线。

[0012] 根据本发明的一个优选实施例, 一个模拟前端可连接到相线和零线, 另一个模拟

前端可连接到零线和地线。

[0013] 或者,根据本发明的一个优选实施例,一个模拟前端可连接到相线和地线,另一个模拟前端可连接到相线和零线。

[0014] 再或者,根据本发明的一个优选实施例,一个模拟前端可连接到相线和地线,另一个模拟前端可连接到地线和零线。

[0015] 进一步地,根据本发明的一个优选实施例,所述线缆中的一条线缆是户内电力线中的地线。

[0016] 或者,根据本发明的一个优选实施例,存在多于两个模拟前端,并且所述线缆是户内电力线中的零线、地线和多条相线。

[0017] 再或者,所述线缆可以是户内的电话线线缆,并且在其中,每个模拟前端可连接到一对电话线线缆。

[0018] 根据本发明的一个优选实施例,还提供了一种用于户内多点网络的 MIMO 电力线通信发射机。该发射机包括 MIMO 处理器和多个模拟前端。每个模拟前端可连接到用户户内的线缆中不同的两条线缆。这些线缆构成了网络的共享介质,并且每个前端用于接收一个信道的数据。该 MIMO 处理器用于处理要通过上述信道来发送的数据。

[0019] 此外,根据本发明的一个优选实施例,所述发射机包括模式协商器,该模式协商器用于确定所述信道上的传输质量并据此从一组预定的模式中选择工作模式。

[0020] 进一步地,根据本发明的一个优选实施例,存在两个模拟前端,并且所述线缆是户内的相线、零线和地线。所述预定的模式至少包括下列之一:空间分集、多信号、仅在地线上发送、在零线和地线上发送时降低功率。

[0021] 更进一步地,根据本发明的一个优选实施例,一个模拟前端可连接到相线和零线,另一个模拟前端可连接到零线和地线。

[0022] 或者,根据本发明的一个优选实施例,一个模拟前端可连接到相线和地线,另一个模拟前端可连接到相线和零线。

[0023] 再或者,根据本发明的一个优选实施例,一个模拟前端可连接到相线和地线,另一个模拟前端可连接到地线和零线。

[0024] 此外,根据本发明的一个优选实施例,所述线缆中的一条线缆是户内电力线中的地线。

[0025] 或者,根据本发明的一个优选实施例,存在多于两个模拟前端,并且在其中,所述线缆是户内电力线中的零线、地线和多条相线。

[0026] 在本发明的另一个优选实施例中,所述线缆是户内的电话线线缆,并且每个模拟前端可连接到一对电话线。

[0027] 根据本发明的一个优选实施例,还提供了一种在电力线上进行通信的方法。该方法包括在至少两个户内网络装置之间通过多于一个信道来传输数据,每个信道通过用户户内的线缆中不同的两条线缆来定义。

[0028] 此外,根据本发明的一个优选实施例,包括对经所述线缆接收到的数据的多输入-多输出处理。

[0029] 此外,根据本发明的一个优选实施例,所述线缆是用户户内的相线、零线和地线。

[0030] 或者,根据本发明的一个优选实施例,所述线缆是用户户内的零线、地线和多条相

线。

[0031] 最后,根据本发明的一个优选实施例,所述线缆是用户户内的一对电话线线缆。

附图说明

[0032] 本发明的要点内容在本申请文件的权利要求书部分特别指明并明确地请求保护。然而,当结合附图来阅读时,通过参照文中以下具体实施方式部分,可以最佳地理解本发明中的结构和操作方法以及对象、特征及其优点,其中:

[0033] 图 1 是住宅内电力线的示例性连接原理图;

[0034] 图 2 是根据本发明的优选实施例而设计和工作的新型户内电力线通信系统的原理图;

[0035] 图 3 是构成图 2 系统一部分的设备中的元件的方框图;

[0036] 图 4 是用于图 2 中的设备的巴伦连接 (balun connection) 的原理图;

[0037] 图 5 是本发明的另一个实施例的原理图;

[0038] 图 6 是本发明的另一个实施例的原理图;

[0039] 图 7 是根据本发明的优选实施例而设计和工作在多条电话线上的新型通信系统的原理图,其中,这些电话线就是家中或办公户内所能找到的电话线。

[0040] 应该理解的是,为了附图的简单和清晰,图中显示的元件不一定是按比例绘制的。例如,为了清晰,一些元件的尺寸相对应其他元件可能被夸大了。此外,在合适时,多附图中的一些参考标记是重复的,以表示相同的或类似的元件。

具体实施方式

[0041] 在下面的描述中,阐述了许多具体细节以提供对本发明的全面了解。然而,熟悉本领域的专业人士能理解的是,本发明可以在不使用这些细节的情况下实施。在其他的情况中,没有描述公知的方法、程序和组件以免得使本发明变得模糊。

[0042] 电力线通信 (PLC) 网络会受到强噪声环境的影响。电力线上的电流很少是干净的且常常有尖脉冲、浪涌和低电压。加之,例如空调和加热器等的有大功率需求的电器也经常会给电力信号带来噪声。

[0043] 这种噪声环境会影响网络提供具有高服务质量水平的高速联网能力。申请人已经认识到:当前的一组标准没有达到消费者已在其他的通信技术中所习惯的速度和质量的水平。申请人还认识到:多信道可以提供足够的冗余和/或更大的带宽来提升速度和质量的水平;而且,由于家庭电力线通常具有至少三条电力线(一条相线、一条零线和一条地线),所以这样的多信道可以通过家庭电力线进行传送而不要任何额外的线缆。当存在多于三条电力线时,比如当一个电路有多条相线时,则可以传输更多的信道。

[0044] 申请人还认识到,通过多条信道获得的增加值可以克服当使用地线时由于将地线作为住宅电力系统的一部分的要求所导致的困难。

[0045] 参在参考图 1,其说明了在例如住宅、办公室、公寓等等地建筑物户内的标准电力线布线结构。图 1 示出了来自电力公司的输入相线 106-x、输入零线 108' 和地线 110。在该示例性的布线中,相线 1 的输入线缆 106' 被分流到由相线 1 的内部线缆 106A、106B、106C 和 106D 所确定的四个电路。相线 2 的输入线缆 106-2 有一个电路,其由相线 2 的内部线缆

106E 确定。同样地,相线 3 的输入线 103-3 有两个电路,其由相线 3 内部线缆 106F 和 106G 确定。每个电路通过断路器 162A-162G 来保护,其确保电路中的电流不超过某一预定的限额,通常这一限额的数量级为安培。断路器 162 保护网络以防止短路和触电。还有一个主断路器(图中没有显示)用于确保在所有相线上传送入户的总电流不超过某一限额。可以注意到,户内大部分电路只使用单相电(图中显示的是三相电,而有些国家只有两相),并且在各个相位上可能有多个电路。也可能存在多相电路,特别是像例如空调和烤箱这样的大功率电器。

[0046] 零线 108 连接到任何负载,比如负载 L1、L2、L3 和 L4,这些负载可以位于由相线 106 确定的电路上。负载 L1、L2 和 L3 是单相负载,负载 L4 则是多相负载。断路器 162D、162E 和 162F 可以构成一个多相断路器。

[0047] 零线 108 经由第一接线盒 164 回到最初线缆 108'。地线 110 经由第二接线盒 166 接地。不是所有的负载都接地,可是多数电器是接地的。低阻值的分流电阻 168 可以将地线 110 和零线 108 “捆绑”在一起。

[0048] 现在参照图 2,其说明了多信道电力线通信系统 100 的实施例。系统 100 包括多个连接到各种电路的 MIMO(多输入-多输出)设备 101。因此,MIMO 设备 101A 可以连接到相线 106B 的电路,MIMO 设备 101B 可以连接到相线 106C 的电路,MIMO 设备 101C 可以连接到相线 106D、106E 和 106F 的多相电路,MIMO 设备 101D 可以连接到相线 106G 的电路。

[0049] MIMO 设备 101 可以是电力线通信(PLC)设备,其可以将户内电力线作为共享介质使用,以进行多点网络通信。根据本发明的一个优选实施例,MIMO 设备 101 分别在户内的相线 106、零线 108 和地线 110 上进行通信。

[0050] 如图所示的 MIMO 设备 101C,当在电路中出现多于三条线缆时,例如在单相电路中,所有线缆可以连接到设备 101,然后该设备能通过多于两个信道进行发送。信道的最大数目可以小于线缆的数目。

[0051] 现在参考图 3,其详述了图 2 中的 MIMO 设备 101 的元件。每个 MIMO 设备 101 可以包括发射机 102 和接收机 104,其在图 3 中作为分离元件示出。因此,一个 MIMO 设备 101 的发射机 102 可以分别通过相线 106、零线 108 和地线 110 与第二个 MIMO 设备 101 的接收机 104 进行通信。

[0052] 在这个实施例中,发射机 102 可以包括 MIMO 发送处理器 120 和多个模拟前端(AFE)122,在其中示出了两个 AFE,即 122A 和 122B。AFE 122A 可以连接到相线 106 和零线 108,AFE 122B 可以连接到零线 108 和地线 110。三线的其他组合是也可能的,并且可以包括在本发明中。例如,AFE 122A 可以连接到相线 106 和地线 110,AFE 122B 可以连接到相线 106 和零线 108。AFE 122A 可以连接到相线 106 和地线 110,AFE 122B 可以连接到地线 110 和零线 108。对于本说明书的其余部分,将讨论在图 3 中示出的组合,可以理解的是,本发明中的讨论适用于其他的做出适当变动的组合。

[0053] 接收机 104 可以包括 MIMO 接收处理器 130 和多个模拟前端(AFE),其中,同样示出了两个 AFE 132A 和 132B。与发射机 102 类似,AFE 132A 可以连接到相线 106 和零线 108,AFE 132B 可以连接到零线 108 和地线 110。每个 AFE 122 可以包括数模转换器(DAC),每个 AFE 132 可以包括模数转换器(ADC)。另外,每个 AFE 122 或 132 可以包括模拟和/或数字滤波器、混频器和放大器。

[0054] 现在参考图 4,其示出了巴伦 (balun,balanced-to-unbalanced transformer) 连接 111,其可用于将单相 MIMO 设备 101(例如设备 101A、101B 和 101D) 连接到线缆 106、108 和 110。巴伦连接 111 可以包括一个三叉电插头 112、两个高通滤波器 113、两个变压器 114、两个带通滤波器 116 和两个数据连接器 118。

[0055] 插头 112 可以插入户内的插座(未示出),从而将设备 101 连接到户内电线。三叉插头 112 可以连接相线 106、零线 108 和地线 110。在图 4 的实施例中,可以将三条线缆以类似于图 3 所示的方式进行组合,即,相线 106 和零线 108 构成一个信道(“A”信道),零线 108 和地线 110 构成一个第二信道(“B”信道)。

[0056] 每个信道可以通过高通滤波器 113、变压器 114 和带通滤波器 116 来处理。每个高通滤波器 113 可以仅对高频信号(例如,构成由 MIMO 设备 101 发送的信号)进行滤波。因此,可以将每个高通滤波器 113 调节到只让被 MIMO 设备 101 使用的那些频率通过,从而把通常由电力线 106、108 和 110 提供的有功信号排斥在外。

[0057] 变压器 114 可以进一步用于将数据信号与功率信号隔离和去除恒定的直流偏置。任何电力线 106、108 或 110 上的尖脉冲将不会传入到变压器 114 的另一侧。然而,相对平滑的高频数据信号则可以通过。

[0058] 带通滤波器 116 可以过滤任何其他噪声,并仅保留分配给数据网络的那些频率。

[0059] 最终,数据连接器 118 可以将每个信道连接到它合适的 AFE。因此连接器 118A 可以将信道 A 提供到 AFE 122A 或 AFE 132A(取决于它是发射机 102 还是接收机 104 的一部分),同时连接器 118B 可以将信道 B 提供到 AFE 122B 或 AFE 132B。

[0060] 应该理解的是,如上文所讨论的,三条线缆的其他组合也是可能的,并且可以包括在本发明中。因此,巴伦连接器 111 可以组合不同组的线缆以形成信道 A 和 B。然而,处理可以如图所示来进行。同样地,对于多相巴伦连接器,可能有一个多相插头,但是可以处理两条以上的信道。

[0061] 发送处理器 120 可以对输入的数据输入 (data_in) 数据流进行处理,该数据流可以包括要被发送的数据(通常以分组的形式)。发送处理器 120 可以产生两个不相关的信号 x_1 和 x_2 ,其中信号 x_1 可以在相线 106 和零线 108 之间由 AFE 122A 发送,信号 x_2 可以在零线 108 和地线 110 之间由 AFE 122B 发送。

[0062] 接收机 104 可以与发射机 102 具有反向的结构。AFE 132 可以接收和处理来自线缆的信号,产生接受信号 y_1 和 y_2 。应该理解的是,接受信号 y_1 和 y_2 可以包括来自“直接通路”(即其所连接信道)和来自“交叉通路”(即其未连接信道)的信号。在频域中这个关系式可以表示为:

$$[0063] \quad Y_1(f) = H_{1,1}(f)X_1(f) + H_{1,2}(f)X_2(f)$$

$$[0064] \quad Y_2(f) = H_{2,1}(f)X_1(f) + H_{2,2}(f)X_2(f) \quad \text{公式 1}$$

[0065] 其中 $H_{i,j}(f)$ (其中, $i, j = 1, 2$) 是两个信道的频率响应。这两个公式通常以矩阵的形式写出: $Y = HX$ 。该矩阵形式对多于两个信道也是有效的。通常,发送信道的数目不必等于接收信道的数目,而在这样情况下,矩阵 H 不是方阵。而最好接收信道多于发送信道。

[0066] 接收处理器 130 可以利用公式 1 来产生信号 x_1 和 x_2 ,并且可以处理信号 x_1 和 x_2 以

产生数据输出 (data_out) 数据流。在一个实施例中,关于数据输出 (data_out) 数据流的公式可以是:

$$[0067] \quad \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \end{bmatrix} = \frac{1}{\Delta} \begin{bmatrix} H_{2,2}(f) & -H_{1,2}(f) \\ -H_{2,1}(f) & H_{1,1}(f) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \end{bmatrix} \text{公式 2}$$

[0068] 其中,

$$[0069] \quad \Delta = H_{1,1}(f)H_{2,2}(f) - H_{1,2}(f)H_{2,1}(f)。$$

[0070] 公式 1 和 2 提供了适合于两输入和两输出信道的运算。然而,如同在上文提到的,这一矩阵形式对于更多个信道也是有效的。

[0071] 可以理解的是,其他的 MIMO 检测方法也可以用来产生数据输出 (data_out) 数据流。

[0072] 此外应该理解的是,通过发送两个信号,系统的最大数据速率可以增加多达 2 倍。这一点可以通过根据输入的数据输入 (data_in) 数据流产生两个独立信号来实现。例如,发送处理器 120 可以将每个奇数比特置入到信号 x_1 并将每个偶数比特置入到信号 x_2 中。划分输入数据流的其他方法也是可能的,并且可以包括在本发明中。例如,可以通过将每隔一个 QAM 符号的比特置入一个信号并将另外的比特置入另一个信号的方式来分配输入数据流。

[0073] 或者,可以使用两个信道来增强信道分集从而增加冗余并增加每个数据分组被正确地接收到的机会。针对这种实施例,发送处理器 120 可以包括空间-时间编码器 140,而接收处理器 130 可以包括空间-时间解码器 142,通过信道分集可以以整体上高率的方式将同样的信息编码到两条路径上。一种示例性的空时编码方法是使用 Alamouti 编码,该编码一般用于无线通讯中并在作者为 S. M. Alamouti 的论文“A simple transmit diversity technique for wireless communications”中进行了介绍,该论文发表于 1998 年 10 月的《IEEE 通讯选题杂志 (IEEE J. Select. Areas Commun.)》第 16 卷第 1451-1458 中。

[0074] 使用空时编码,可以恢复那些本可能会丢失的数据。例如,如果相线 106 和零线 108 之间的连接遭受到脉冲噪声,从而导致数据被破坏,则可以通过零线 108 和地线 110 之间的连接所传送的信号来重获数据(这点在当第二信道遭受脉冲影响较弱时尤其有效)。

[0075] 发射机 102 和接收机 104 可以分别包括模式协商器 150 和 152,以便在以下两种情况之间做出选择,即如上所述:(1) 当信道相对干净时,发送两个不相关的信号,(2) 当信道中的一个或两者有噪声时,使用空间分集来进行发送。

[0076] 应该理解本的是,本发明可以使用网络的全部线缆。在各种组合中这点会比现有技术具有明显的优势,因为现有技术只利用两根线缆。

[0077] 回到图 2,将属于相同相线的电路通过电路断路器 162 连接在一起。然而,属于不同相线的电路(例如,内部相线 106B 和 106G 上的电路)之间不存在电流连接。因此,连接到内部相线 106B 的 MIMO 设备 101A 和连接到内部相线 106G 的 MIMO 设备 101D 之间可能会有通信问题,即使这两者都连接到内部相线上。

[0078] 一种现有技术方案(在 Dorset 所著的《电力线通信》这本书中有描述),普伦蒂斯霍尔出版社 (Prentice Hall), N. J. 2001 年)在相线之间增加了高通耦合器(例如电容器),以便仅在家庭网络所工作的高频中耦合相线。

[0079] 然而,在本发明中除零线和地线之外还具有第二信道。由于零线 108 和地线 110 一般为建筑物每户内的所有电路所共有,所以在线缆 108 和 110 上的通信应该不会受缺乏电流连接的困扰。因此,当信源和目的方网络设备连接到不同相线的电路时,模式协商器 150 和 152 可以选择利用空间分集(以求至少在第二信道上干净的信号),而不是通过不相关的信号来提供更快的速度。

[0080] 在另一个例子中,一些国家要求户内的地线 110 和零线 108 通过分流电阻 168 进行短接。可惜的是,这种连接可以导致很高的衰减,因此,对于任何与主配电盘交叉的支路而言,零线 108 和地线 110 之间通信质量会很差。因此只有当信源和目的方网络设备都距主配电盘相当的距离并且处于同一电路上时,地线 110 和零线 108 之间的通信才可以实现。

[0081] 本发明可以则解决这个问题,即对于接近于主配电盘的站点可以通过空间分集编码器 140 和空间分集解码器 142 来进行通信。或者或作为补充,就如同 Dostert 所建议的,可以将电感器 170 添加到主配电盘,将其与分流电阻器串联。电感器 170 可以在网络所使用的高频中消除地线 110 和零线 108 之间的耦合,因此即使站点接近于主配电盘,也可以提供地线 110 和零线 108 之间的通信。

[0082] 应该注意到的是,一般存在针对户内的进一步保护。多数户内会包括漏电保护装置(residual current device, RCD),每当检测到电流不平衡时其将被激活,也就是说,当进入到屋子所有相线上的总电流和在零线上流出屋子的总电流之间存在差异时其将被激活。这用来防止触电,触电时人会将电流从相线传导到地面。最大电流不平衡在美国设定为 5mA,在欧洲设定为 10-30mA。

[0083] 在零线-地线信道上通过的网络信号可以导致在主配电盘入口处在零线和相线之间的不平衡。由于 RCD 的出现,可以将这种不平衡限制在相对低的门限。根据本发明的一个优选实施例,AFE 122B 的可以在零线 108 和地线 110 上发送的功率电平可以明显小于 AFE 122A 的可以在相线 106 和零线 108 上发送的功率电平。

[0084] 应该理解的是,模式协商器 150 和 152 可以根据所测量出的信道特性和所需要的工作速度,来选择适合于每个信道的本发明中所讨论的一种工作模式。

[0085] 根据本发明的另一个优选实施例,现在参考如图 5 所示,MIMO 设备 180 可以包括单个信道发射机 182 和 MIMO 接收机 104。同样,以分立设备的一部分示出了各个元件。发射机 182 可以分别连接相线 106 和零线 108,同时接收机 104 可以连接所有的三条线缆 106、108 和 110。

[0086] 由于在上文中所论述的零线-相线不平衡,通过相应的相线 106 和零线 108 所传送的发送信号可以在地线 110 中感生电流,其可以被接收机 104 测量到。举例而言,MIMO 接收处理器 130 可以利用最大比合并(MRC)来将两个信号组合成一个信号,该组合定义为:

$$[0087] \quad s = \frac{h_1^* y_1 + h_2^* y_2}{h_1^* h_1 + h_2^* h_2} \text{公式 3}$$

[0088] 其中, y_i 和 h_i 分别表示在频域中接收的信号和信道系数,对于 AFE, $i = 1$ 和 2 ,其中, x^* 表示 x 的复共轭。

[0089] 对解码来说,信号 s 可以被视为是“充分统计量”,MIMO 接收处理器 130 可以利用信号 s 来解码输入信号。因为信号 s 是充分统计量,所以没有必要独立地考虑信号 y_1 和 y_2 。而且如果需要的话,信号 s 可以不使用上述分母来产生和/或乘以不取决于信号 y_1 和 y_2 的

常数。

[0090] 可以理解的是,发射机 182 可以连接到任何电力线的组合,而同时在那些线缆上的传输会在其它线缆中感生电流。

[0091] 现在参考图 6,其示出了本发明的另一个实施例。在图 6 中使用了空分复用算法 (SDMA),这种技术是本领域技术人员所公知的(可以在 Wikipedia 的“多用户 MIMO(Multi-User MIMO)”词条中找到对其的解释),其中标记为 200 的单个收发机可以使用重叠的频带,同时向两个不同的目的方(收发机 202 和 204)传输两个不相关的信息流 Z_{a0} 和 Z_{a1} 。在图 6 中,可以将一对线缆(例如,相线 106 和零线 108)分配给收发机 202,将另一对线缆(如零线 108 和地线 110)分配给收发机 204。通信可以在收发机 200 和 202 之间和在收发机 200 和 204 之间双向进行。因此,建立两个独立的并使用相同频带的并行通信信道是可能的。相反地,收发机 202 和 204 可以作为两个分离的发射机使用不同的一对线缆并同时使用同一频带,向同样的目的方(收发机 200)进行发送。收发机 200 可以有两个独立的接收处理器,其中的每个处理器对应一个信道。

[0092] 可以理解的是,利用本发明概念的网络设备可以根据需要而具有发射机、接收机或两者都有。

[0093] 申请者已经认识到了本发明可以应用于用户住宅内的其他类型的线缆,以改进户内局域网中所提供的通信服务的质量。例如,本发明也可以应用到电话线中,其中,户内电话线线缆可以携带两对或更多对线缆。

[0094] 申请者还认识到,邻近的电话线路对可能存在串话(即每对线路还可以接收到由线缆中的另一对线路传送的信号)。这种串话会妨碍单个接收机正确解码其自身信道上的信号的能力。然而,申请人已经发现,MIMO 接收机 130(图 5)可以经由等式 1 中的矩阵形式来处理这种串话,如上文所述,这种处理可以处理来自“直接通路”和来自“交叉通路”的信号成分(即串话)。在这种实施例中,可以存在两个或更多个信道。

[0095] 现在参考图 7,其说明了在例如电缆 300 之类的多对线路、电话线缆上的本发明的另一个实施例。线缆 300 可以是可以在用户住宅内找到的任何合适的电话线缆,例如 CAT5 电缆(具有五对电话线路线缆)、电话线(具有两对电话线路线缆)、CAT3、四芯线、双绞线或扁平线对。在图 7 中,线缆 300 有至少两对电话线路线缆 301 和 303。

[0096] 因为在上述的实施例中,可以有发射机 302 和接收机 304,其分别被设计用于或当作同一设备的一部分。发射机 302 可以包括 MIMO 发送处理器 120 和多个模拟前端(AFE)322。虽然在图 7 中示出了两个 AFE,即 322A 和 322B,但是如椭圆形所示,更多个 AFE 也是可能的。在图 7 中,AFE 322A 连接到电话线对 301,AFE 322B 连接到电话线对 303。发射机 302 还可以包括空时编码器 340 和模式协商器 350。

[0097] 接收机 304 可以包括 MIMO 接收处理器 130 和多个模拟前端(AFE)332。虽然示出了两个 AFE 332A 和 332B,但是更多个也是可能的。AFE 332A 连接到电话线对 301,AFE 332B 连接到电话线对 303。接收机 304 还可以包括空时解码器 342 和模式协商器 352。

[0098] 空时编码器 340 和解码器 342 可以与上述实施例中的空时编码器 140 和解码器 142 类似。然而,还可以存在更多个信道。通常,此类实施例中 MIMO 信道的数目可以与电话线对的数目相等,其可以大于 2。

[0099] 虽然本申请中已经示出并描述了本发明的某些特征,但本领域普通技术人员可以

实现对本发明的多种改进、替换、变换及其等价物。因此,应该理解的是,所附权利要求的保护范围旨在涵盖在本发明实质精神范围内进行的所有改进和变换。

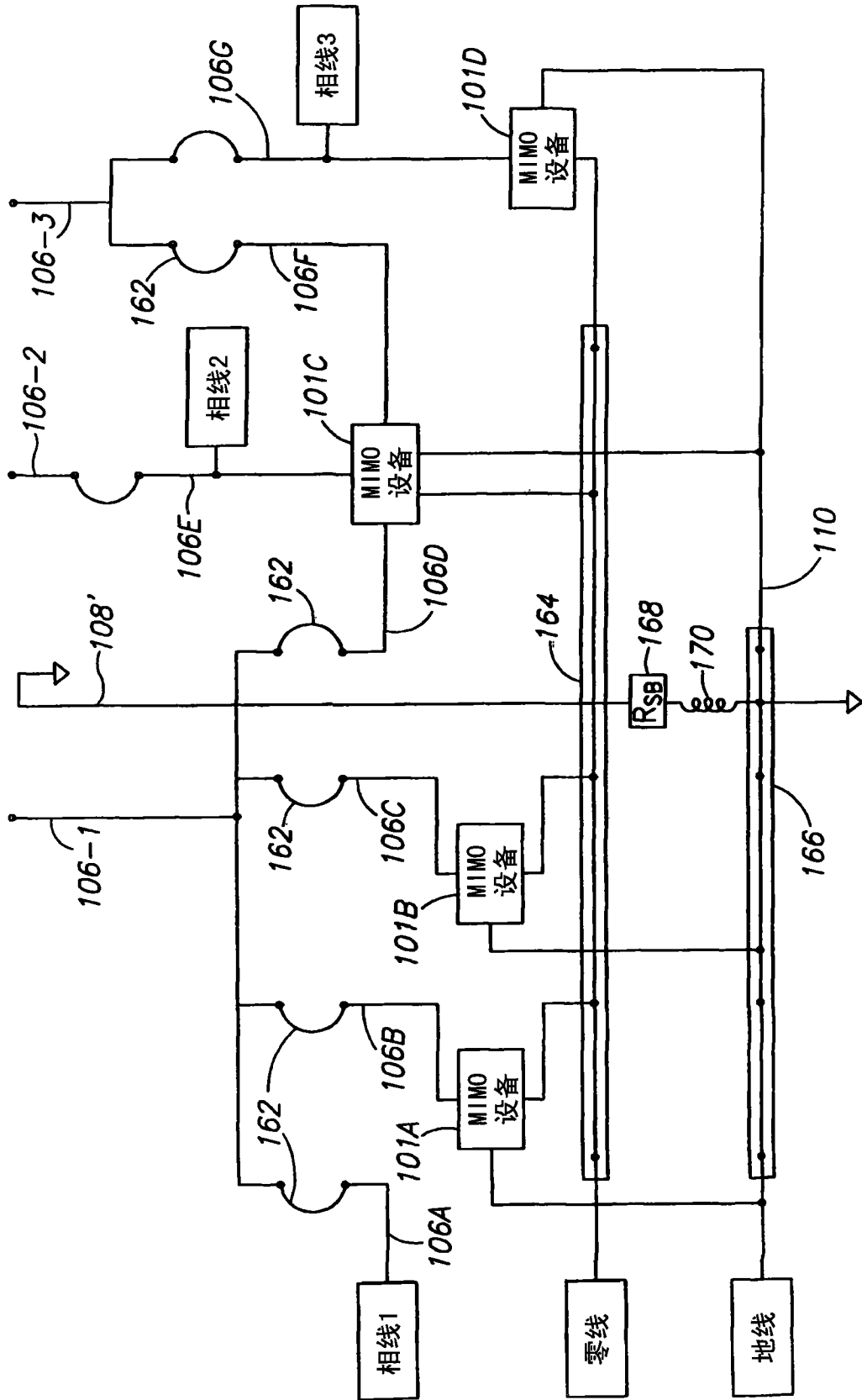


图 2

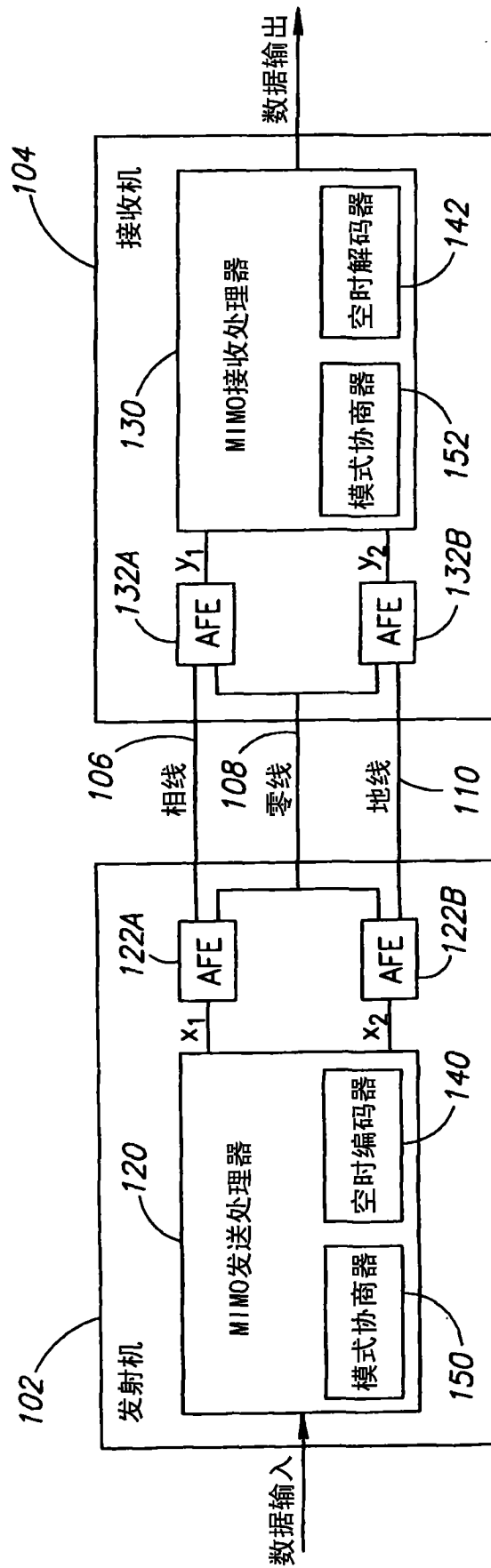


图 3

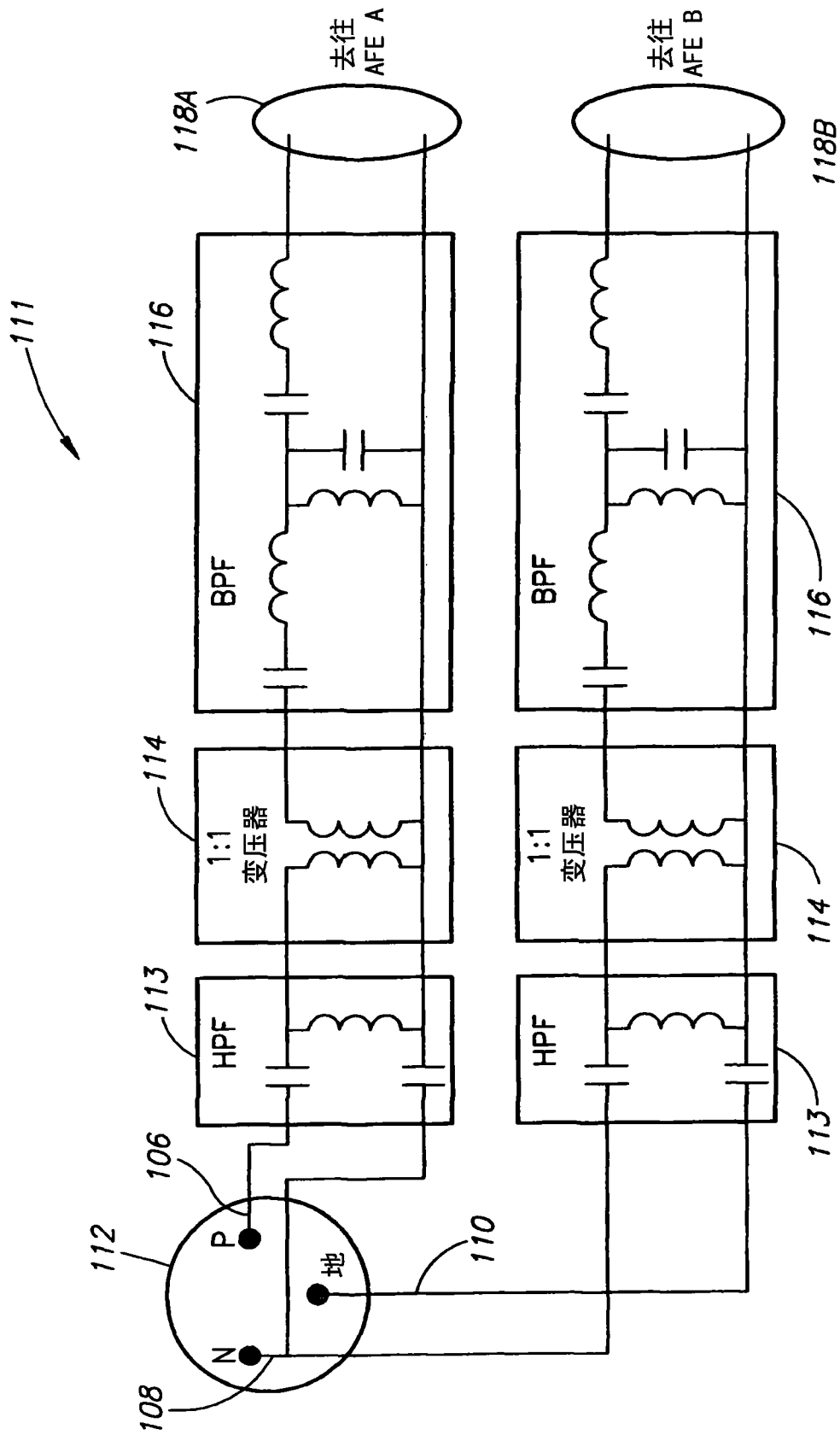


图 4

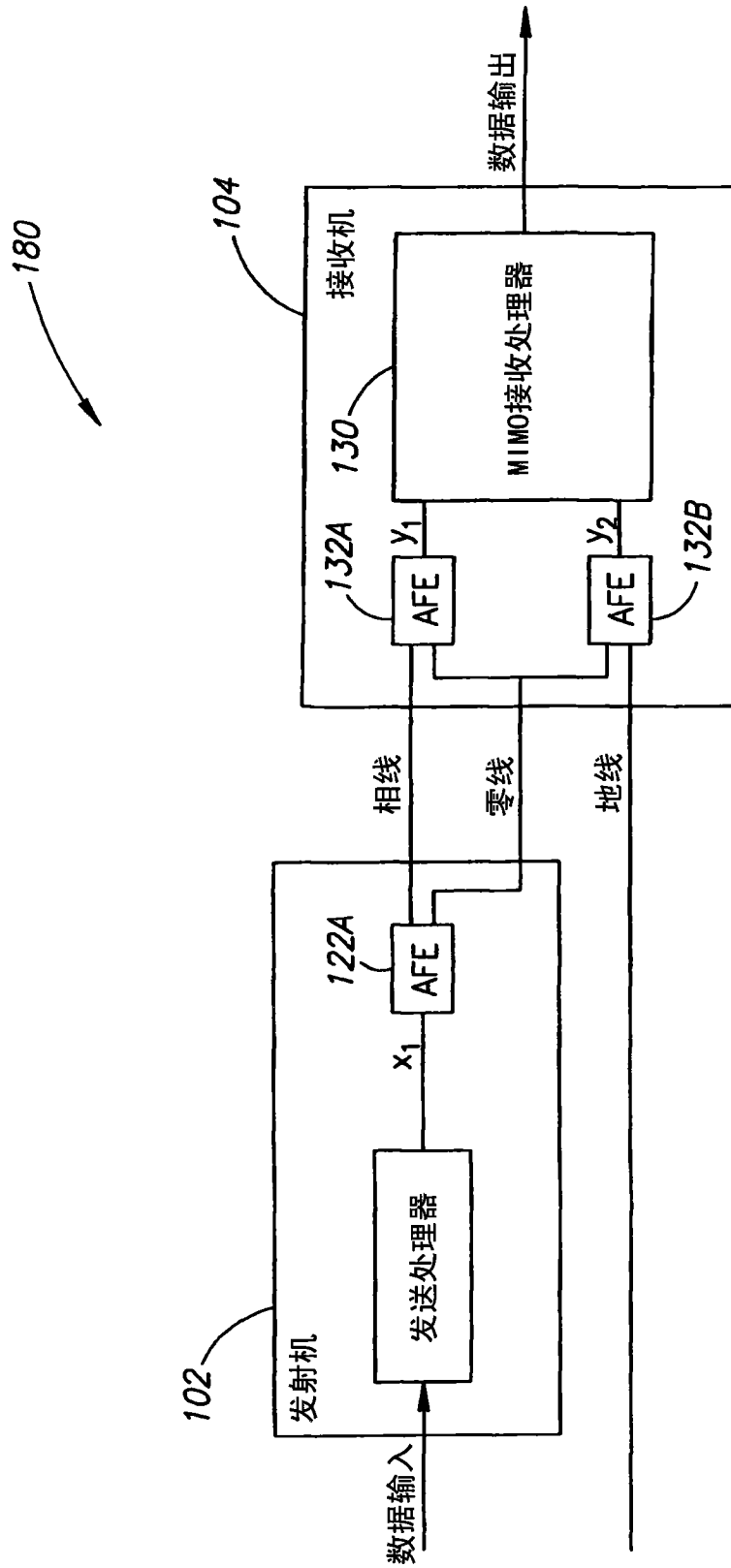


图 5

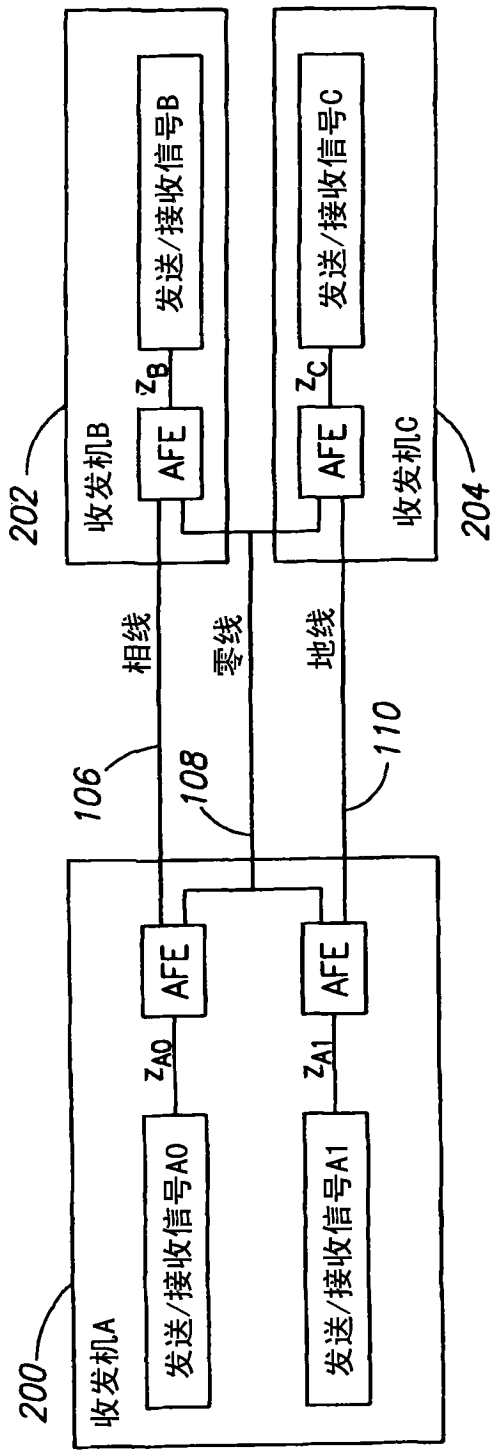


图 6

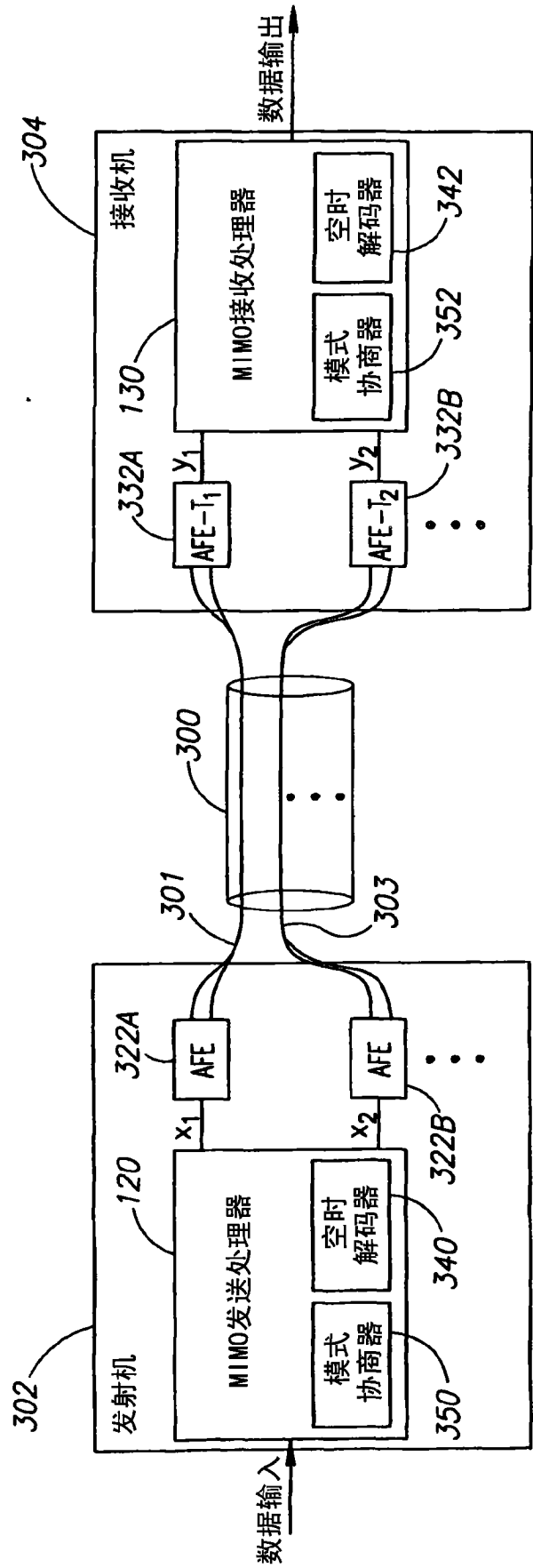


图 7