



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105050206 A

(43) 申请公布日 2015. 11. 11

(21) 申请号 201510490387. 8

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2010. 03. 24

H04W 88/08(2009. 01)

(30) 优先权数据

12/431, 872 2009. 04. 29 US

(62) 分案原申请数据

201080026321. 9 2010. 03. 24

(71) 申请人 康普技术有限责任公司

地址 美国北卡罗来纳州

(72) 发明人 D·M·克利里 V·汉森

S·艾森文特 M·施玛里施

T·库梅茨 D·R·麦卡里斯特

C·帕加诺 严宏菊

(74) 专利代理机构 北京市金杜律师事务所

11256

代理人 王茂华

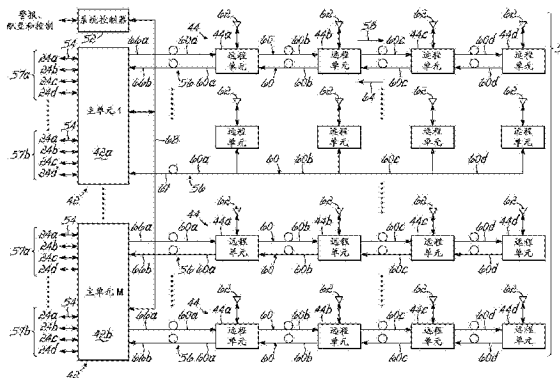
权利要求书3页 说明书11页 附图21页

(54) 发明名称

用于无线网络系统的分布式天线系统

(57) 摘要

提供了一种用于与多个基站 24 进行通信的分布式天线系统 50。该分布式天线系统 50 包括系统控制器 52 和与多个基站 24 中的至少一个进行通信的主单元 42。远程单元 44 通过高数据速率介质与主单元 42 和 / 或下游远程单元 44 进行通信。备选地, 分布式天线系统 50 包括控制器 52 和由该控制器 52 控制的数字时间 / 空间交叉点交换机 302。数字化收发器 306 与该数字时间 / 空间交叉点交换机 302 进行通信。交叉点交换机 302 被配置用于通过数字化收发器 306 发射和接收数字数据。



1. 一种分布式天线系统,包括:

第一数字转换设备,被适配为从第一数字化的信号中提供第一数字信号,所述第一数字化的信号(i)具有与所述第一数字信号不同的频率,并且(ii)对应于RF频谱的第一RF频段中的信息;

第二数字转换设备,被适配为从第二数字化的信号中提供第二数字信号,所述第二数字化的信号(i)具有与所述第二数字信号不同的频率,并且(ii)对应于所述RF频谱的第二RF频段中的信息;以及

格式化器,被适配为将所述第一数字信号和所述第二数字信号按块放入至少一帧用于传输。

2. 根据权利要求1所述的分布式天线系统,其中所述第一数字转换设备被适配为通过对所述第一数字化的信号进行数字化地下变频来提供所述第一数字信号,

其中所述第二数字转换设备被适配为通过对所述第二数字化的信号进行数字化地下变频来提供所述第二数字信号。

3. 根据权利要求1所述的分布式天线系统,还包括:

模数转换器,被适配为从所述RF频谱的所述第一RF频段中产生所述第一数字化的信号。

4. 根据权利要求3所述的分布式天线系统,还包括主单元,所述主单元与基站并置,并且通信地耦合到所述基站,所述主单元包括所述第一数字转换设备、所述第二数字转换设备、所述格式化器和所述模数转换器。

5. 根据权利要求3所述的分布式天线系统,还包括远程单元,所述远程单元通信地耦合到与基站并置的主单元,并且离所述主单元远程地放置,所述远程单元包括所述第一数字转换设备、所述第二数字转换设备、所述格式化器和所述模数转换器。

6. 根据权利要求1所述的分布式天线系统,其中所述格式化器被适配为将所述至少一帧串行化以形成用于在通信介质中传输的串行数据。

7. 根据权利要求6所述的分布式天线系统,其中所述格式化器被适配为通过对所述串行数据应用数据压缩来缩减所述串行数据中的冗余数字信息。

8. 根据权利要求1所述的分布式天线系统,其中所述格式化器被适配为将以太网信号与所述第一数字信号和所述第二数字信号一起按块放入所述至少一帧用于传输。

9. 根据权利要求1所述的分布式天线系统,还包括控制器,所述控制器被适配为基于在所述RF频谱内检测到的活动信道来自动地控制所述第一数字转换设备和所述第二数字转换设备中的滤波器配置。

10. 根据权利要求1所述的分布式天线系统,还包括:

第三数字转换设备,被适配为从第一反向路径数字信号中提供第一反向路径数字化的信号,所述第一反向路径数字化的信号包括对应于所述RF频谱的所述第一RF频段的信息;

第四数字转换设备,被适配为从第二反向路径数字信号中提供第二反向路径数字化的信号,所述第二反向路径数字化的信号包括对应于所述RF频谱的所述第二RF频段的信息,

其中所述频谱被适配为从接收自通信介质的至少一个反向路径传输帧产生所述第一反向路径数字信号和所述第二反向路径数字信号。

11. 根据权利要求 10 所述的分布式天线系统,其中所述第三数字转换设备被适配为通过对所述第一反向路径数字信号进行数字化地上变频来提供所述第一反向路径数字化的信号,

其中所述第四数字转换设备,被适配为通过对所述第二反向路径数字信号进行数字化地上变频来提供所述第二反向路径数字化的信号。

12. 根据权利要求 11 所述的分布式天线系统,还包括:

数模转换器,被适配为从所述第一反向路径数字化的信号中产生模拟 RF 信号;

上变频器,被适配为将所述模拟 RF 信号上变频到所述 RF 频谱的所述第一 RF 频段中的频率。

13. 根据权利要求 1 所述的分布式天线系统,其中所述第一数字化的信号和所述第二数字化的信号是单个数字化的信号的部分。

14. 一种分布式天线系统,包括:

第一单元,所述第一单元包括第一数字转换设备和格式化器,所述第一数字转换设备被适配为从 (i) RF 频谱的至少两个不同的 RF 频段的、(ii) 与数字信号具有不同频率的、数字化的版本中提供所述数字信号,所述格式化器被适配为将所述数字信号按块放入至少一帧用于传输到第二单元;

第二单元,所述第二单元可离所述第一单元远程地放置,并且所述第二单元包括第二数字转换设备和第二格式化器,所述第二格式化器被适配为从所述至少一帧中恢复所述数字信号,所述第二数字转换设备被适配为提供所述 RF 频谱的所述至少两个不同的 RF 频段的所述数字化的版本。

15. 根据权利要求 14 所述的分布式天线系统,其中所述第一数字转换设备被适配为从所述至少两个不同的 RF 频段中的第一 RF 频段的第一数字化的版本中提供第一数字信号,以及从所述至少两个不同的 RF 频段中的第二 RF 频段的第二数字化的版本中提供第二数字信号。

16. 根据权利要求 14 所述的分布式天线系统,其中所述第一单元是主单元,所述主单元与基站并置,并且通信地耦合到所述基站,

其中所述第二单元是远程单元,所述远程单元通信地耦合到所述主单元,并且离所述主单元远程地放置。

17. 根据权利要求 14 所述的分布式天线系统,其中所述第一数字转换设备被适配为对所述数字化的版本进行数字化地下变频以产生所述数字信号,

其中所述第二数字转换设备被适配为对所述数字信号进行数字化地上变频以产生所述数字化的版本。

18. 根据权利要求 14 所述的分布式天线系统,其中所述第一单元包括模数转换器,所述模数转换器被适配为从所述至少两个 RF 频段的 RF 信号中产生所述数字化的版本;

其中所述第二单元包括数模转换器,所述数模转换器被适配为从所述数字化的版本中产生所述 RF 信号。

19. 一种方法,包括:

从 RF 频谱中的第一 RF 频段的数字化的版本中生成第一数字信号,所述第一数字信号具有与所述 RF 频谱中的所述第一 RF 频段的所述数字化的版本不同的频率;

从所述 RF 频谱中的第二 RF 频段的数字化的版本中生成第二数字信号,所述第二数字信号具有与所述 RF 频谱中的所述第二 RF 频段的所述数字化的版本不同的频率;以及将所述第一数字信号和所述第二数字信号按块放入至少一个传输帧。

20. 根据权利要求 19 所述的方法,其中生成所述第一数字信号包括对所述 RF 频谱的所述第一 RF 频段的所述数字化的版本进行下变频,

其中生成所述第二数字信号包括对所述 RF 频谱的所述第二 RF 频段的所述数字化的版本进行下变频。

## 用于无线网络系统的分布式天线系统

[0001] 本申请是 2010 年 3 月 24 日递交的第 201080026321.9 号发明专利申请的分案申请。

### 技术领域

[0002] 本发明涉及用于无线通信系统中的无线收发器系统,并且具体地涉及用于无线收发器系统的分布式天线系统。

### 背景技术

[0003] 如图 1 所示,当代蜂窝电话系统和宽带无线大都市网络 20 通常被划分成以如下模式分布的多个小区 22,该模式用于排除同信道干扰并且提供对在系统服务区中操作的移动和固定订户单元的覆盖。每个小区 22 包括基站 24,基站 24 采用了射频 (RF) 收发器设备、天线 26 和有线线路 28 通信设备。小区站点的地理区域中的移动 / 固定订户单元 30 使用 RF 收发器设备来与基站 24 内的 RF 收发器进行通信。基站 24 对去往 / 来自订户移动单元或设备 (例如,电话) 30 以及去往 / 来自移动电话交换局 32 或接入服务网关的语音和数据流量进行中继,该移动电话交换局 32 或接入服务网关例如继而连接到中央网络 (诸如,公共交换电话网络 (PSTN) 34) 或分组交换网络 (诸如,因特网)。

[0004] 为了改善基站 24 的容量以处理更多的移动用户 30,小区 22 可以被划分成多个扇区 38 或者进一步细分成基站 24 被更低成本、降低容量的微小区或微微小区 36 取代的更小的小区。在某些配置中,可以采用分布式天线系统 (DAS) 来优化较大小区中的 RF 分布,以便以甚至比微微小区和 / 或微小区 36 更低的成本来增加容量。这些方法允许有限数目的昂贵的 RF 信道的重复使用而不需要引发一个或多个完整基站 24 的成本。此外,这些技术还可以用于将覆盖扩展到小区站点内其中 RF 传播可能被障碍物 (诸如,在建筑物和隧道中) 限制的区域,或者扩展到其中流量 (收益) 没有证明完整基站 24 所需投入是合适的区域。分布式天线系统支持 RF 覆盖以均匀的方式适配于特定环境以辅助减少引入的干扰的量。另外,保持额外流量较低,这是因为仅分布现有小区并且不需要在小区间切换。

[0005] 为了减少与其通信系统的开发相关联的成本,多个服务提供商经常将他们的基站 24 定位在相同的地理点。提供商继而可以将这种项目共享为天线、天线塔、主电源引下线 (drops)、土地成本和监管成本。这些服务提供商可以采用多个 RF 频带、相同 RF 频带中的多个信道和多个空中接口标准 (例如,CDMA、UMTS、TDMA 和 WiMax)。每个服务提供商通过部署他们自己的微小区 / 微微小区和 / 或分布式天线来扩展覆盖以增加容量的成本可能非常高。另外,在 RF 传播较差的某些区域中 (诸如体育场馆或购物中心),这种设施的所有者可能出于美学原因或者由于空间限制而不允许多个服务提供商安装这种设备。

[0006] 因此,在本领域中存在对一种可以由多个服务提供商使用来扩展覆盖和增加容量的系统的需要。

### 发明内容

[0007] 本发明的各个实施方式提供了一种分布式天线系统 (“DAS”), 该 DAS 可以由多个无线服务提供商使用来增加多个通信系统的容量和覆盖区域, 而不需要每个提供商引发部署一个或多个微小区 / 微微小区或 DAS 的成本。为此, 本发明的各个实施方式能够同时在由多个服务提供商操作的并置基站与远程或固定订户单元之间分发信号。该信号可以涵盖多个 RF 频带、这些频带中的多个信道和多个空中接口标准。本发明的实施方式可以向无线服务提供商提供一种解决方案, 该解决方案当与微小区或微微小区相比时, 允许它们以更低的成本利用类似或者甚至改进的信号质量来覆盖某些环境。

[0008] 分布式天线系统的某些实施方式包括系统控制器和与多个基站中的至少一个通信的主单元。远程单元通过高数据速率介质与主单元和 / 或另一上游或下游远程单元进行通信。在某些实施方式中, 远程单元通过数字调制光学信道与主单元和 / 或其他远程单元进行通信。

[0009] 在其他实施方式中, 分布式天线系统包括控制器和由该控制器控制的数字时间 / 空间交叉点交换机。数字化收发器与数字时间 / 空间交叉点交换机进行通信。交叉点交换机被配置用于通过数字化收发器发射和接收数字数据。

#### 附图说明

[0010] 并入本说明书并且构成其一部分的附图图示了本发明的实施方式, 并且与上文给出的本发明总体描述和下文给出的详细描述一起用于说明本发明。

[0011] 图 1 是当代蜂窝电话系统和宽带无线大都市网络的方框图。

[0012] 图 2A 是采用了本发明的实施方式的图 1 蜂窝电话系统和宽带无线大都市网络的方框图。

[0013] 图 2B 是图 2A 中一部分的详细视图。

[0014] 图 3 是本发明的一个实施方式的详细方框图。

[0015] 图 4 是在本发明的实施方式中使用的主单元的详细方框图。

[0016] 图 5 是在本发明某些实施方式中使用的 TDD 开关的方框图。

[0017] 图 6A 和图 6B 是在本发明的实施方式中利用的远程单元中的一部分的详细方框图。

[0018] 图 7A 和图 7B 是在本发明的实施方式中利用的备选的远程单元中的一部分的详细方框图。

[0019] 图 8 是包括扩展单元的本发明实施方式的详细方框图。

[0020] 图 9 是图 8 扩展单元中的一部分的详细方框图。

[0021] 图 10A 和图 10B 是与本发明的实施方式一起利用的备选主单元中的一部分的详细方框图。

[0022] 图 11 是根据本发明实施方式之一的蜂窝电话系统和宽带无线大都市网络的详细方框图。

[0023] 图 12A 和图 12B 是与和本发明实施方式一起利用的图 10A 和图 10B 的主单元类似的另一主单元中的一部分的详细方框图。

[0024] 图 13 是诸如在图 6A 至图 6B 和图 7A 至图 7B 中的利用数字交叉点交换机的远程单元的备选的示例性实施方式。

[0025] 图 14 是采用数字交叉点交换的主单元和远程 / 扩展单元的方框图。

[0026] 图 15A 至图 15C 是不同类型数字收发器的方框图。

[0027] 图 16 是具有组合 / 求和功能的数字交叉点交换机的方框图。

[0028] 应当理解,附图未必按比例,而是呈现表示用于说明本发明基本原理的某种程度上简化的各种特征。这里所公开的操作序列的特定设计特征例如包括各种所示部件的特定尺寸、定向、位置和形状,将会部分地由特定意图应用和使用环境来确定。所示实施方式的某些特征可以相对于其他特征而放大或失真,以用于促进视觉化和清楚的理解。具体地,例如为了清楚或说明起见,可以将薄的特征加厚。

## 具体实施方式

[0029] 本发明的实施方式提供了一种分布式天线系统 (“DAS”),该 DAS 可以供多个服务提供商使用来增加多个通信系统的容量和覆盖区域,而不需要每个提供商引发部署一个或多个微小区 / 微微小区或 DAS 的成本。为此,本发明的实施方式能够同时在由多个服务提供商操作的并置基站与远程或固定订户单元之间分发信号,该信号采用了多个 RF 频带、这些频带中的多个信道和多个空中接口标准。

[0030] 本发明的系统架构使得可以针对每个覆盖场景定制 RF 频带 / 空中接口的数目、可以适应的服务提供商的数目以及分布式天线的数目,以最小化成本。在图 2A 和图 2B 中所示的示例性实施方式中可以看到该系统的一个可能实现方式 40。该实现方式 40 包括与至少一个基站 24 并置的主单元 42。主单元 42 可以经由有线线路 28 连接而连接到移动电话交换局 32。分布式天线单元的群组 44 经由高速数字传输链路 46 互连。以数字格式传输 RF 信号可以辅助防止由于传输链路产生的任意可估量的退化。频谱滤波还可以用于允许或防止特定无线电信号的分发。另外,频谱分量的各个群组延迟可以单独进行调节而不需要硬件修改。因此,可以避免重叠的同播小区之间的质量退化延迟差异。

[0031] 本发明的实施方式中采用的数字传输机制支持传输链路上可用带宽的灵活使用。这些链路的主要用途通常用于 RF 频谱。链路的时分多路复用格式允许传输多个信号,这些信号甚至可以处于相同的 RF 频率。此外,来自数据通信链路(诸如以太网)的数据还可以插入数字传输链路中以用于系统监测、配置、控制以及其他用户应用。

[0032] 在图 3 所示的分布式天线系统 50 的第一实施方式中,一个或多个主单元 42a、42b 和系统控制器 52 与一个或多个运营商的基站 24a-d 并置。在此实施方式中,每个主单元 42a、42b 能够处理多达六个 RF 频带,其中对于频分双工 (FDD) 空中接口而言,其能够处理多达每频带四个服务提供商,以及对于时分双工 (TDD) 空中接口而言,其能够处理多达每频带一个运营商,尽管本领域普通技术人员将理解其他主单元能够处理更多或更少的 RF 频带、服务提供商或运营商。主单元 42a、42b 经由引导的耦合接口 54 连接到基站 24a-24d。主单元 42a、42b 还经由 1 到 4 个宽带数字调制光学接口 56 连接到一系列分布式天线单元 44(以下称为远程单元),尽管本领域普通技术人员将理解其他主单元可以具有多于四个光学接口。多达四个远程单元 44 可以沿每个光学接口 56 进行菊花链 (daisy chain) 排列。使用多个光学接口 56 允许定位远程单元 44a-44d 以便优化覆盖。远程单元 44a-44d 还可以每个都被配置用于处理多达六个 RF 频带。可以采用多个主单元 42a、42b 以提供多个扇区和附加的服务提供商。本领域普通技术人员将认识到,可以使用多于四个远程单元 44。

类似地,本领域普通技术人员将认识到,还可以使用多于六个 RF 频带。

[0033] 针对每个 RF 频带 57a、57b,主单元 42a、42b 基于每个频带对来自多达四个基站 24a-24d 中的下行链路信号 58 进行组合,并且对该经组合的信号进行数字化。本领域普通技术人员将认识到,可以存在与主单元 42a、42b 进行通信的更多或更少的基站 24。来自每个 RF 频带 57a、57b 的数字化并且经组合的信号然后可以被时分多路复用成帧并且被转换成单个串行流。成帧的串行数据经由数字调制光学信道 (DMOC) 60a-60d 发射到远程单元 44a-44d。远程单元 44a-44d 将数字调制光信号转换成电信号;将各种时隙进行解帧以从每个频带分离信号;将它们解串行化;以及经由本地天线 62 以 RF 频率向订户单元 30 重新发射每个频带。

[0034] 远程单元 44a-44d 还经由本地天线 62 从客户或订户单元 / 设备 30 接收 RF 语音和 / 或数据信号 (被称为上行链路信号 64)。每个 RF 上行链路频带被单独地数字化。远程单元 44a-44c 还可以从在菊花链中位于其之前的远程单元 44b-44d 中接收串行数字信号。该数字信号包含由之前远程单元 44b-44d 接收的上行链路信号。该后者信号被转换成电格式,并且针对每个频带的上行链路信号被分离并且添加到从正在使用的每个 RF 频带本地接收的上行链路信号。将针对每个频带经求和的上行链路信号组合成单个串行数字协议,并且经由数字调制光学链路 60a-60d 发射到下一远程单元 44a-44c 或主单元 42a。该主单元 42a 将该光学上行链路信号转换成电信号;从每个频带分离信号;将它们转换成模拟信号;将每个都转化到适当的无线电频率;以及将它们发送到适当的基站 24a-24d。

[0035] 在某些实施方式中,远程单元 44a-44d 可以允许在相同频率上实现若干个 RF 信号,正如发射和接收分集所需。这通常实现为针对分集路径的专用硬件,并且数字化的信号可以与主信号多路复用在相同的高速串行链路 60 上。该实现方式不限于分集。例如,还可以使用 MIMO (多输入多输出) 配置,诸如具有 N 个发射器和 M 个接收器的配置  $N \times M$ 。此外,可以在相同的远程单元位置上发送可能占用相同频带的多个扇区的信号。针对该特征,在某些实施方式中可能需要专用的远程单元硬件。

[0036] 每个 DMOC 60a-60d 都是全双工信道,该全双工信道在某些实施方式中可以使用两个光纤 66a、66b 实现为两个半双工信道,一个用于上行链路数据并且一个用于下行链路数据,或者在其他实施方式中可以使用如图 3 中所示的单个光纤 67。在单个光纤 67 的实现方式中,上行链路 64 信号和下行链路 58 信号被承载在不同的波长上,并且采用波分多路复用器 (WDM) 来组合或分裂两个光信号。单个光纤 67 的实现方式还可以使用双向光学收发器来实现。在某些实施方式中,可以使用高链路裕量的光纤收发器来允许使用现有的较老光纤电缆 (其可能具有较差质量或者具有多个接头) 以便进一步降低安装成本。光纤可以是单模光纤或者是多模光纤,并且还可以用于传输链路。包括光学收发器 108 的 DMOC 60 还可以由用于高数据速率介质的不同收发器代替,该高数据速率介质诸如同轴电缆、双绞铜线、自由空间 RF 或光、或者诸如以太网 68、SONET、SDH、ATM、PDH 等的共享网络。

[0037] 除了来自每个频带的数字化的信号之外,上行链路和下行链路数字调制光学链路 60 还包含操作和维护 (O&M) 以太网数据和四个用户以太网 10Mb/s、100Mb/s、1Gb/s 或更高的数据速率信号之一。前者信号用于配置和控制系统并且监测系统状态。当服务提供商认为合适时,用户以太网信号可以供他们使用。控制器 52 提供对主单元 42 和远程单元 44 的整体监督和控制以及警报转发。



[0038] 现在关注主单元 42, 图 4 包含主单元 42 的详细方框图。每个主单元 42 可以包含 1 到 6 个无线电信道 (以下被称为“路径”) 70、1 到 4 个数字调制光学信道 72、控制器 74、时钟生成器 76 和以太网交换机 78。

[0039] 在一个实施方式中, 每个无线电路径 (诸如 70a) 可以被配置用于例如处理去往以及来自基站 24a-24d 的单个 RF 频带。针对 FDD 空中接口, 无线电信道 70a 采用组合器和双工器 80 来处理上行链路信号 (从订户 30 到基站 24) 和下行链路信号 (从基站 24 到订户 30)。RF 下变频器 82 对从组合器 / 双工器 80 接收的信号 (下行链路信号) 进行放大以确保 A/D 转换器 84 完全加载。RF 下变频器 82 将频带的中心频率设置在 A/D 转换器的通带内。宽带 A/D 84 对空中接口的整个下行链路频带进行数字化以确保所有下行链路信道均被数字化。重采样器 86 将信号转换成复杂格式; 在某些情况下数字地下变频器频带; 对信号进行抽取和滤波; 以及对其进行重采样。这减少了与必须在光学线路上传送的下行链路信号 (诸如 88a) 相关联的数据量, 并且将数字化的数据的速率与光学网络比特速率同步。

[0040] 无线电信道 70a 的上行链路部分针对其从远程单元 44 分配的频带在上行链路信号被转换成电信号之后将它们进行求和 90。求和 90 在某些情况下被重采样、内插, 以改变成不同的数据速率, 以及由重采样器 92 上变频, 并且然后由 D/A 转换器 94 转换成模拟形式。RF 上变频器 96 将模拟信号的中心频率转化到用于空中接口的适当频率并且对其进行放大。该经放大的信号被施加到组合器 / 双工器 80 并且被路由回到基站 24a-24d。

[0041] 在利用 TDD 空中接口的实施方式中, 组合器和双工器由图 4 中所示例如在无线电信道 70b 中的开关功能 98 代替并在图 5 中进行了详细描述。当主单元 42 正接收来自基站 24 的下行链路信号时, RF 上变频器中的 RF 放大器被禁用, 并且分流开关 100 将 RF 放大器分流到接地从而进一步减少泄漏。在当主单元 42 向基站 24 发送上行链路信号时的间隔期间, RF 放大器被启用, 分流开关 100 断开并且串行开关 102 断开以保护 RF 下变频器免受由于高功率电平造成的损坏。开关控制时序 104 由主单元控制器 74 根据下行链路信号 88b 确定。另外, 格式化器 106 可以应用数据压缩以在串行数据流被发送到电光收发器 108 中的发射器之前减少包括在该串行数据流中的冗余数字信息。该压缩可以支持节省带宽或者使用具有较低比特速率的较低成本的收发器。该经压缩的串行数据在被 108 的光学接收器的相对端接收之后, 可以由接收器侧的格式化器 106 将其转换成未压缩的数据流。

[0042] 每个数字调制光学信道 72a、72b 都包括格式化器 106 和电光收发器 108。在传出侧, 格式化器 106 将来自每个 RF 频带的数字下行链路信号 88a-88b 连同以精简介质独立接口 (RMII) 格式的客户以太网 110a-110b、O&M 数据 112a-112c 和同步信息按块放入时分多路复用帧中。在其他实施方式中, 其他接口 (诸如, MII、RMII、GMII、SGMII、XGMII 等) 可以用于代替 RMII 接口。成帧的数据可以通过将其与线性反馈移位寄存器的输出进行异或 (XOR) 来随机化, 以移除逻辑 1 或 0 的长串。还可以使用其他已知的编码格式 (诸如 8 比特 / 10 比特或 64 比特 / 66 比特编码), 但是在使用数字串行链路中可能导致效率降低。该数字数据继而转换成串行流, 该串行流用于调制电光收发器 108 内的光发射器。在单个光纤 67 实现方式中, 采用波分多路复用器 (WDM) 109 (诸如在 DMOC 72b 中) 来组合或分裂两个光信号。

[0043] 对于来自远程单元 44 的传入信号, 电光收发器 108 将光信号转换成电信号。格式化器 106 锁相到传入比特流, 并且生成锁相到数据速率并且与串行数据流对齐的比特时

钟。格式化器 106 然后将串行流转换成并行数字数据流,将其解随机化以及执行帧同步。然后其针对每个频带分解数字化的上行链路信号,缓冲每个频带并且将频带路由到适当的无线电信道 70a、70b。最终,格式化器 106 分解、缓冲 O&M 以太网数据 112a-112c 和用户以太网数据 110a-110b,并且分别将它们路由到控制器 74 和以太网交换机 78。

[0044] 主单元控制器 74 使用本地存储的信息和来自 O&M 以太网 68 的信息来配置和控制主单元 42 中的其他块。主单元控制器 74 还将此信息传送到远程单元 44,并且经由 O&M 以太网 68 将远程单元 44 和主单元 42 的状态报告给主控制器 52。当无线电信道(诸如 70b)被分配给 TDD 空中接口时,控制器 74 还使用对应的下行链路信号 88b 来导出 TDD 开关控制时序 104。

[0045] 系统控制器 52 通常具有对整体系统的控制。主单元控制器 74 用于配置各个模块以及监督各个模块。作为配置和监督功能的一部分,主单元控制器 74 可操作用于通过对下行链路信令进行解码或者从不同源获取它(诸如时变 UL RSSI 或者提供自外部源的某些基站时钟信号),来确定 TDD 系统中的上行链路/下行链路开关时序。可以通过对下行链路信令进行解码来确定和分发 TDMA 系统中的下行链路帧时钟以支持基于时隙的功能,诸如上行链路或下行链路静音(muting)、在时隙内的上行链路或下行链路接收信号强度指示(“RSSI”)测量、上行链路或下行链路流量分析等。主单元控制器 74 可以检测 RF 频谱中的活动信道,以辅助或自动配置重采样器 86、92 中的滤波器配置。重采样器中的各个信号的优化电平测量还可以由下行链路 RF 频带中各种信号的 RSSI 的测量来确定。远程单元控制器 124 可以在远程单元 44 的上行链路中执行类似的任务。

[0046] 另外,主单元控制器 74 可以测量 CDMA 或正交频分多路复用(“OFDM”)信号的导频信号强度以适当地设置下行链路信号的电平,这是由于 RSSI 可以在基站小区的不同容量负载下变化。导频信号通常与导频电平与用于满负载最大复合之间的配置比率保持一致,可以保留针对信号所需的净空(headroom)。主单元控制器 74 还可以测量和监督所提供的下行链路信道的信号质量。如果来自基站的信号退化,则可以设置警报并且运营商可以关注于基站而不需要对 DAS 系统进行故障查找。

[0047] 在某些实施方式中,主单元控制器 74 确定针对窄带基站标准(诸如全球移动通信系统(“GSM”))的信道的量。与功率恒定的广播控制信道(“BCCH”)的测量一起,可以确定针对多信道子频带所需的适当净空,并且可以避免过驱动或驱动不足的情况。在其他实施方式中,主单元控制器 74 监测存在多信道时的发射频谱的波峰因子。该波峰因子可以向发射功率的电平测量或者向系统的特定增益阶段的功率回退(back-off)提供输入。配置的净空通常高于测量的波峰因子以避免由于削波或失真而产生的信号退化。另外,在某些实施方式中可以在重采样器中采用波峰因子降低机制,以降低波峰因子并且更有效地使用远程单元 44 中的 RF 功率放大器或者辅助减少需要经由链路发射的每采样上所需比特的数目。

[0048] 时钟生成器 76 可以使用稳定的温度补偿压控晶体(TCVXO)来生成针对所有主单元 42 功能块的参考信号 114 和稳定时钟。尽管,本领域普通技术人员将理解还可以使用其他设备或晶体来生成钟控信号,只要它们能够产生系统所需的稳定时钟。

[0049] 现在关注于远程单元 44,图 6A 和图 6B 包含远程单元 44 的详细方框图。每个单元 44 可以包含 1 到 6 个无线电信道 120、一个或两个 DMOC 122、远程单元控制器 124 和以

以太网交换机 126。

[0050] DMOC 122 可以被称为下游信道 128 和上游信道 130。下游信道 128 连接到在菊花链中位于该远程单元之前的远程单元 44。上游信道 130 连接到主单元 42 或者另一远程单元 44。DMOC 122 功能块与主单元 42 中的功能块非常类似。两者均包括格式化器 132 和电光收发器 134。传出数据被缓冲、格式化成帧、被随机化、并行到串行转换以及用于对电光收发器 134 中的光学发射器调制。传入数据从光格式转换成电格式、比特同步化、解随机化、帧同步化以及被转换成并行格式。各种数据类型继而分解并分发到远程单元 44 中的其他功能块。在某些实施方式中，格式化器 132 可以实现压缩和解压缩机制以用于降低在数字光学链路上的带宽。

[0051] 远程单元 44 中的无线电信道与主单元 42 中的无线电信道功能上类似。每个无线电信道配置用于处理单个 RF 频带。与主单元 42 无线电信道 70 不同，远程单元 44 无线电信道 120 经由交叉频带耦合器 136 连接到天线 62。对于 FDD 空中接口，无线电信道（诸如无线电信道 120a）采用双工器 138 来分裂上行链路（订户 30 到基站 24）和下行链路信号（基站 24 到订户 30）。对于主单元 42 或远程单元 44 的某些实施方式而言，双工器、交叉频带组合器和耦合器可以是可选的。在这些实施方式中，附加的天线可以代替远程单元 44 中的双工器 138 和交叉耦合器 136。主单元 42 中将需要额外的电缆。RF 下变频器 140 将从天线 62 接收的上行链路信号进行放大以确保 A/D 转换器 142 满负载并且将频带的中心频率设置在 A/D 转换器通带内。宽带 A/D 142 将空中接口的整个上行链路频带进行数字化，以确保所有上行链路信道都被数字化。重采样器 144 将上行链路信号转换成复杂格式；在某些情况下数字下变频该信号、对信号进行抽取和滤波；以及通过多速率滤波器组对其进行重采样。这减少了需要在光学线路上传送的数据量，并且将数字化的数据的速率与光学网络比特速率同步。在加法器 147 中，将重采样器 144 的输出添加到来自下游远程单元 44 的上行链路信号 146a。针对每个频带的经求和的上行链路信号 148a 然后向 DMOC 122 中的上游信道 130 中的格式化器 132 发送。

[0052] 针对每个频带（150a、150b）的下行链路信号 150 在重采样器 152 中被内插并且在其中频移。各个频谱分量的群组延迟可以经由重采样器 152 中的滤波器或延迟元件进行调节。该信号然后由 D/A 转换器 154 转换成模拟形式。RF 上变频器 156 将模拟下行链路频带的中心频率转化到针对空中接口的适当频率并且对其进行放大。该经放大的信号然后被施加到天线 62 并且被发射给订户单元 30。

[0053] 对于 TDD 空中接口，双工器 138 由无线电信道 120b 和图 5 中所示的开关功能 98 代替。当远程单元 44 正在接收上行链路时，RF 上变频器 156 中的 RF 功率放大器被禁用并且分流开关 100 将 RF 功率放大器分流到接地从而进一步减少泄漏。当远程单元 44 发射下行链路信号时，RF 功率放大器被启用，分流开关 100 断开以允许下行链路信号到达天线 62 并且串行开关 102 断开以保护 RF 下变频器 140 免受由于高功率电平造成的损坏。至于主单元 42，开关控制时序 104 由控制器 124 根据下行链路信号 150a、150b 确定。

[0054] 时钟生成器 158 包括压控晶体振荡器（VCXO），该压控晶体振荡器经由窄带锁相环（PLL）被锁相到传入串行数据流比特速率。VCXO 输出被分裂并且用作针对每个无线电信道 120a、120b 中的本地振荡器、针对 A/D 142 和 D/A 154 转换器的采样时钟、以及针对远程单元 44 中其他块的时钟的频率参考 160。本领域普通技术人员将认识到，长期频率准确性

应当良好,以确保本地振荡器处于一定频率,并且短期抖动电平也应当较低,以确保抖动不会损坏 A/D 和 D/A 转换过程。通过锁相到光学链路的数据速率(来自主单元 42 中的稳定 TCVCX0),远程单元 44 不需要昂贵的恒温补偿振荡器或 GPS 驯服方案来维持长期频率准确性,借此使得更多的远程单元 44 不太昂贵。使用窄带 PLL 和晶控振荡器可以辅助减少针对 A/D 和 D/A 转换器时钟的短期抖动。使用恢复的、抖动减少的时钟 162 重新钟控在每个远程单元 44 处的光学链路中的发射数据减少了抖动累积,而这可以辅助改进下游远程单元 44 中的 A/D 和 D/A 转换器时钟,并且可以辅助减少光学通信信道 122 的比特误码率(BER)。

[0055] 远程单元控制器(RUC)124 使用本地存储的信息和来自 O&M 以太网 68 的信息来配置和控制远程单元 44 中的其他块。还可以向格式化器 132 提供下游 RMI 112d 和上游 RMI 112e。另外,本地 O&M 数据 166 可以被配置在本地 O&M 终端 164 处。远程单元 44 还将此信息传到上游远程单元 44 和下游远程单元 44 和 / 或主单元 42。RUC 124 另外使用适当的下行链路信号来在需要时导出 TDD 开关控制时序 104。

[0056] 在用于远程单元 44 的无线电信道 120c 的备选实施方式中,无线电信道 120c 还可以采用数字预失真来将功率放大器线性化。图 7A 和图 7B 的方框图中示出了远程单元 44 中的无线电信道 120c 的此实施方式。在此实施方式中,可以向一个或多个无线电信道 120c 添加第三信号路径。该第三路径在功率放大之后与下行链路信号去耦并且将其数字化。在 RF 下变频器 168 中接收来自天线 62 的信号,该 RF 下变频器 168 对接收的信号进行放大以确保 A/D 转换器 170 满负载并且将频带的中心频率设置在 A/D 转换器通带内。宽带 A/D 170 将空中接口的整个上行链路频带进行数字化,以确保所有上行链路信道都被数字化。将数字化的信号与数字预失真单元 172 中的下行链路信号的延迟版本进行比较,并且将此差异用于在 D/A 转换之前适应性地调节信号的相位和增益以校正功率放大器中的非线性。

[0057] 在分布式天线系统 180 的备选实施方式中,主单元 42a、42b 没有与基站 24 并置。在此实施方式中,主单元 42a、42b 连接到天线 182,并且到基站的有线线路接口由多频带 RF 链路代替,如图 8 所示,包括组合器 184 和交叉频带耦合器 186。组合器 184 和交叉频带耦合器 186 用于组合和划分来自多个服务提供商的每个基站 24 的信号。该配置仍允许多个服务提供商使用该系统,由此保留仅部署一个系统的成本效益而同时与具有并置系统的实施方式相比能够将覆盖扩展的更远。另外,在此实施方式中,主单元 42 中的组合器 / 双工器 80 可以被双工器代替。至于其他实施方式,每个主单元 42 可以支持多达六个 RF 频带,尽管在其他实施方式中 RF 频带的数目可以多于六个。

[0058] 分布式天线系统的另一实施方式中,并且如在图 8 所示,来自主单元 42 的光学链路之一可以连接到扩展单元 192。在此实施方式中,主单元 42 可以与基站 24 并置,如图 3 所示,或者主单元 42 可以不与基站 24 并置,如图 8 所示。扩展单元 192 向多达九个远程单元 44 提供用于语音和数据流量、命令和控制以及用户数据分发的数字调制光学链路,借此增加了单个主单元 42 能够处理的远程单元 44 的数目。扩展单元 192 可以使用两个光纤 66a、66b 的方法来与远程单元 44 通信,该方法在两个方向上使用相同的波长,或者扩展单元 192 可以使用单个光纤 67 进行通信,该单个光纤 67 使用两个波长和 WDM(图 9 中的 204)。

[0059] 图 9 是扩展单元 192 的详细方框图。扩展单元包括 DMOC 194、控制器 196、时钟生成器 198、以太网交换机 200 和加法器 202。一个 DMOC 194a 连接到主单元 42,而剩下的 DMOC 194b-194c 每个都连接到不同的远程单元 44。连接到主单元 42 的 DMOC 194a 将来自主单

元 42 的数据扇出到其他 DMOC 194b-194c。来自每个远程单元 44 的数据由 DMOC 194b-194c 转换成电格式,并且被组合成单个成帧光学流并向主单元 44 发送。至于其他单元,DMOC 可以采用两个光纤 66a、66b 或者使用两个波长和 WDM 204 的单个光纤 67。时钟生成器 198 通过以与上文远程单元 44 中采用的相同方式将 VCX0 锁相到来自主单元 42 的串行比特流速率,来生成针对所有扩展单元 192 功能的时钟。

[0060] 针对每个频带的加法器 202a、202b 为来自每个远程单元 44 的频带组合数字化的上行链路数据 206a-206b 或 208a-208b 以用于向主单元 42 传输。该经组合的上行链路数据 210a、210b 可以辅助减少在去往主单元 42 的光学链路上的比特速率。

[0061] 向扩展单元控制器 196 和所有远程单元 44 发射主单元 42 O&M 数据 112。还向所有远程单元 44 和扩展单元以太网交换机 200 发送针对每个远程单元的用户数据(用户 RMTI 数据 212a、212b)。将 O&M 数据(包括本地 O&M 数据 216 和来自远程单元 44 的 O&M 数据 214a、214b)和来自远程单元 44 和扩展单元 192 的用户数据 212a、212b 成帧并向主单元 42 发送。

[0062] 以太网交换机 200 将用户以太网数据 110(包括图 4 中的 110a、110b)从主单元 42 路由到远程单元 44 或者从远程单元 44 路由。扩展单元控制器 196 使用本地存储的信息和来自 O&M 以太网的信息来配置和控制扩展单元 196 中的其他块。

[0063] 在分布式天线系统 220 的另一实施方式中,与基站 24 对接的一个或多个模拟 RF 接口可以由以时分多路复用帧数字格式承载上行链路信号和下行链路信号的接口代替,诸如通用公共无线接口(CPRI)或开放式基站架构发起组织(OBSAI)链路。对于 FDD 空中接口而言,该接口是全双工,因此每个接口的物理层可以采用两个引导的耦合接口或者两个光纤信道或者使用了 WDM 的单个光纤信道。对于 TDD 空中接口而言,该接口是半双工,因此物理层可以采用引导的耦合接口或者采用 TDM 的单个光纤或两个光纤。可以采用单模光纤或多模光纤。

[0064] 在此实施方式中,主单元 42 的无线电信道 70c 被修改为如图 10A 和图 10B 所示,以允许利用数字或模拟的 RF 信号的操作。图 10A 描绘了一个具有四个模拟 RF 基站接口 24a-24d 的无线电信道 70a 和一个具有三个模拟 RF 接口 24e-24g 和一个数字 RF 接口 24h 的无线电信道 70c。对于 FDD 空中接口标准而言,每个 RF 频带可以被配置用于适应多达总共四个数字和模拟 RF 接口的任意组合。对于 TDD 接口而言,只能适应单个接口(或者数字或者模拟)。

[0065] 针对数字 RF 基站接口 24h,收发器 222 将信号从接口物理层格式(例如,光学、以太网、低压差分信号传输(LVDS))转换成标准逻辑电平。格式化器 224 对信号进行解帧并且比特同步,对信号进行解码,执行并行到串行转换以及速率缓冲该信号。如果需要,则重采样器 226 将该信号转换成复杂格式,对信号进行抽取和滤波以及对其进行重采样。这减少了需要在光学链路 60 上传送的数据量,并且将数字化的数据速率与光学网络比特速率同步。重采样的数字化的 RF 信号在加法器 228 中与来自任意模拟 RF 信道的复合数字化的 RF 信号相加,并且将所得的和 88a 发射给远程单元 44。

[0066] 针对来自远程单元 44 的每个群组的给定频带的上行链路信号在加法器 90 中求和并且在重采样器 230 中重采样。重采样将经求和的信号转换成数字化的 RF 链路中的采样速率和带宽。格式化器 224 然后将数据成帧,对数据进行编码,将其转换成串行格式并且如

果需要的话则将其划分成分组。收发器 222 将其转换成针对接口的适当的物理层。

[0067] 在分布式天线系统 240 的另一实施方式中,如图 11 所示,并未与基站并置的主单元 42 除了可以与那些基站交换广播模拟 RF 信号还可以与它们交换数字化的 RF 信号 242。在本发明的这一变体中,通过添加数字 RF 信道来将主单元无线电信道 70 修改为如图 12A 和图 12B 所示。数字信道的操作与在图 10A 和图 10B 中相同。针对每个频带可以采用多个数字无线电信道。

[0068] 在分布式天线系统的备选配置中,数字收发器可以创建数据流。在此配置中,格式化和电/光链路可以由如在图 13 的示例性方框图中所示的数字交叉点交换机 250 代替。例如图 13 中所示,可以实现数字系统,从而使得信号流的分发可以采用数字时间/空间交叉点交换机来配置。

[0069] 图 14 是针对基站及其对应远程单元的示例性数字 RF 分发和交换架构 300 的方框图。使用交叉点交换机 302,可以在单个数字链路之上组合多个基站。头端与远程单元之间的所有信号可以通过允许任意输入连接到任意输出的交换机 302 进行路由。该架构还可以具有多个可以用于实现更复杂分发方案的交换矩阵。交换机中会议桥类型的功能可以用于将来自不同移动单元 30 的上行链路信号 64 组合到一个信道上。

[0070] 数字架构 300 可以受控于系统控制器 304,该系统控制器 304 控制、协调和操作数字时间/空间交叉点交换机 302。该交换器 302 通过数字化收发器 306 发射和接收数字数据,该收发器 306 可以代替上文所述实施方式的无线电信道 120。数字化收发器 306 中的某些将基站 24 的模拟下行链路信号转换成数字信号并且向交换机 302 发射这些数字信号。其他数字化收发器 308 将数字下行链路信号转换成模拟信号并且发射给移动单元 30。类似地,对于上行链路信号而言,数字化收发器 308 将来自移动单元的模拟信号转换成数字信号并且向交换机发射这些信号。数字化收发器 306 将数字上行链路信号转换成模拟的以向基站 24 发送。附加的交叉点交换机还可以用于扩展覆盖,诸如利用作为通过数字化收发器 308 连接到附加移动单元 30 的扩展单元的交换机 310。还可以从交换机 302 添加附加的交换机(诸如交换机 312)以扩展附加基站 24 与移动单元 30 之间的覆盖。

[0071] 当没有活动的移动单元时,使用上行链路静噪可以辅助减少耦合到基站输入的上行链路信号中的噪声。在某些实施方式中,这可以使用 RSSI 基础检测以及甚至 CDMA 上行链路信号的复杂检测来实现。在上行链路信号到达多个远程单元并被所述多个远程单元接收的情况下,可以使用最大比率组合机制。该组合机制针对宽带信号而言可以更好地适于窄带信号,这是由于宽带信号的增加的去相关性及其增加的抗衰落性。

[0072] 图 15A 至图 15C 图示了可以与上文所述数字架构 300 的实施方式一起使用的若干类型的数字收发器 306、308。例如在图 15A 中,数字收发器 320 可以配置用于直接模数转换,而功率放大器 322 对传入的下行链路信号进行放大。经放大的下行链路信号利用 A/D 转换器 324 转换成数字信号,并且被放在总线接口 326 上以准备将它们在数字总线 328 上发送到交叉点交换机,诸如交换机 302。数字总线可以是光纤、同轴电缆、双绞铜线、光学的自由空间 RF,或者在某些实施方式中甚至可以共享现有网络(诸如以太网)。上行链路信号在总线接口 326 处接收,通过 D/A 转换器 330 从数字转换成模数并且在发射之前由功率放大器 332 进行放大。在某些实施方式中,具有可选控制器总线 336 的控制器 334 可以用于控制总线 328 上传入和传出的信号。

[0073] 图 15B 图示了在频率转换之后具有双工模数转换的数字收发器 340。在某些实施方式中,收发器 340 中的双工器 342 可以将全双工信道实现为两个半双工信道,一个用于上行链路数据而一个用于下行链路数据,或者在其他实施方式中可以使用单个信道。在单个信道实现方式中,上行链路信号和下行链路信号可以承载在不同的波长上,并且波分多路复用器(WDM)(未示出)可以用于组合或分裂信号。在此实施方式中,信号在双工器 342 处接收并且在由功率放大器 322 放大之前被分裂为下行链路信号。经放大的信号在利用 A/D 转换器 324 被转换成数字信号之前在块 344 处进行频率转换和滤波。数字信号然后类似于上文实施方式被放置在总线接口 326 上并且通过总线 328 发射。上行链路信号在总线接口 326 上接收并且利用 D/A 转换器 330 从数字转换成模拟。模拟信号然后在由功率放大器 322 放大之前在块 346 处进行频率转换和滤波。例如,经放大的上行链路信号然后在发射回到基站 24 之前通过双工器 342 发送。图 15C 中的数字收发器 360 的实施方式类似于此实施方式,尽管图 15C 中的数字收发器 360 不包含双工器。如果仅发射 RF 频带的选定部分,则数字滤波可以用于节省光学链路上的带宽。滤波和抽取还辅助减少针对 RF 频带的采样速率。

[0074] 图 16 图示了具有组合功能的备选的数字时间/空间交叉点交换机 370 的方框图。该实施方式包含受控于控制器 374 的交叉点交换机 372,其类似于图 14 中的系统控制器 304。控制器 374 可以通过可选的专用控制总线 378 与其他控制器或系统控件 304 进行通信。交换机 372 接收信号,诸如来自图 6A、图 6B、图 7A 和图 7B 中所示实施方式的信号 148 和信号 150。另外,加法器/组合器 376 可以用于上行链路信号,从而智能地对信号而不对噪声求和以用于发射。可以使用静噪技术以针对其中没有来自移动单元 30 的上行链路发射的信道而减少上行链路噪声。交换机可以被配置成点到多点的配置,在该配置中单个下行链路信号可以被重复并且通过多个输出发射到其他交换机、远程单元或移动单元 30。

[0075] 虽然已经通过本发明的一个或多个实施方式的描述说明了本发明,并且尽管这些实施方式进行了相当详细的说明,但是它们并不旨在约束或以任意方式限制所附权利要求书的范围到上述细节。本领域技术人员将容易理解附加的优势和修改。因此,本发明在其更广泛的方面不限于特定细节、相应的装置和方法以及示出和描述的说明性示例。因此,可以偏离上述细节而不偏离总的发明构思的范围。

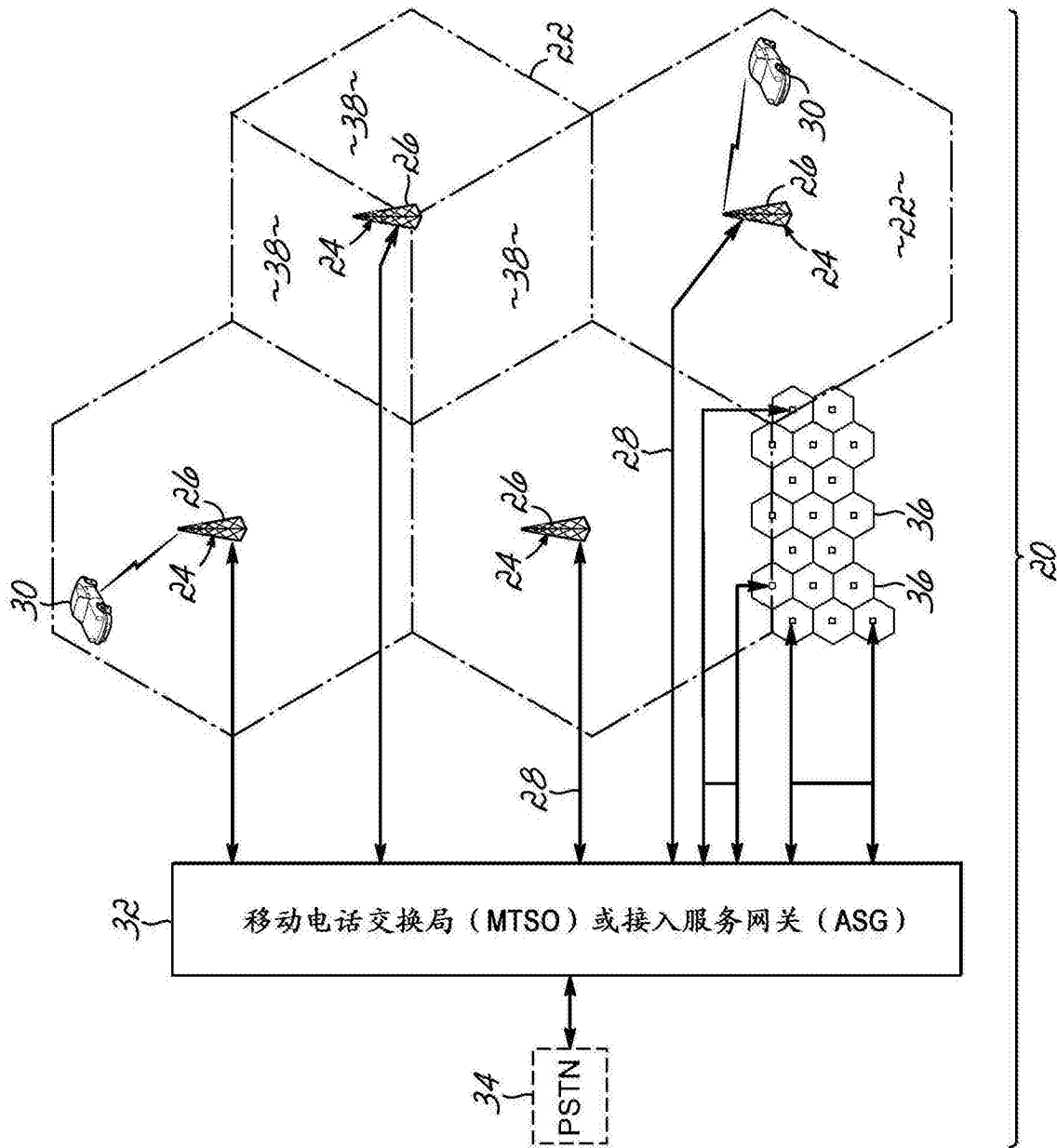


图 1





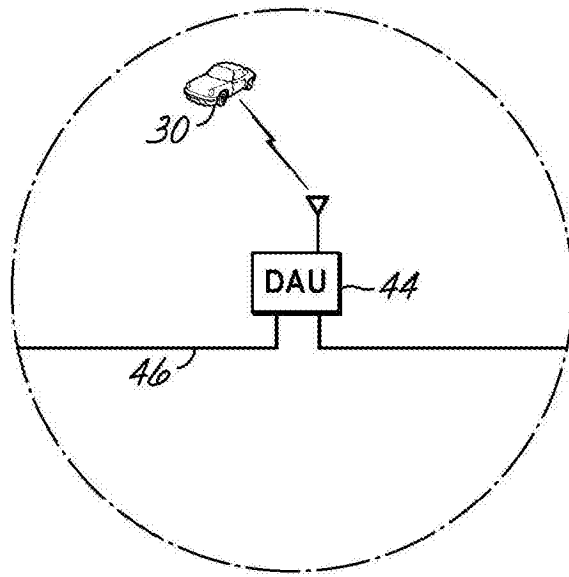


图 2B



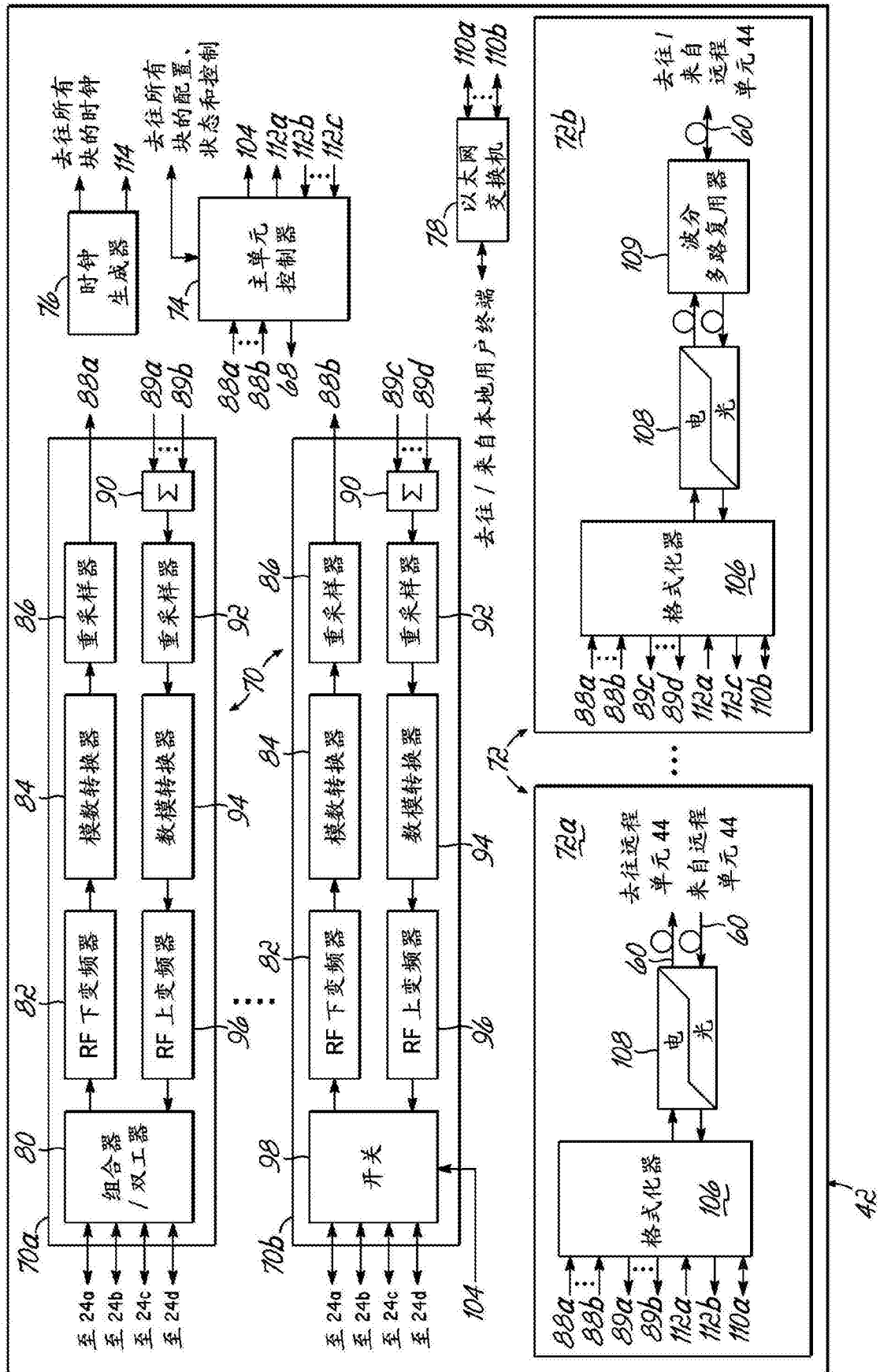


图 4

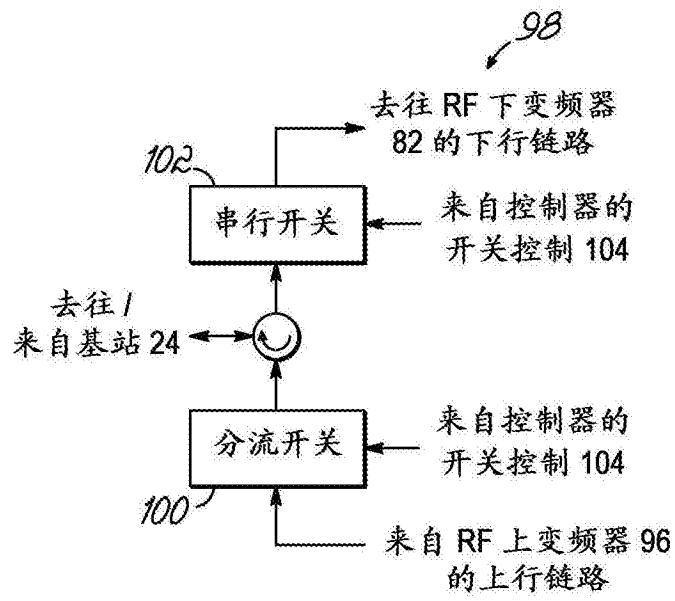


图 5

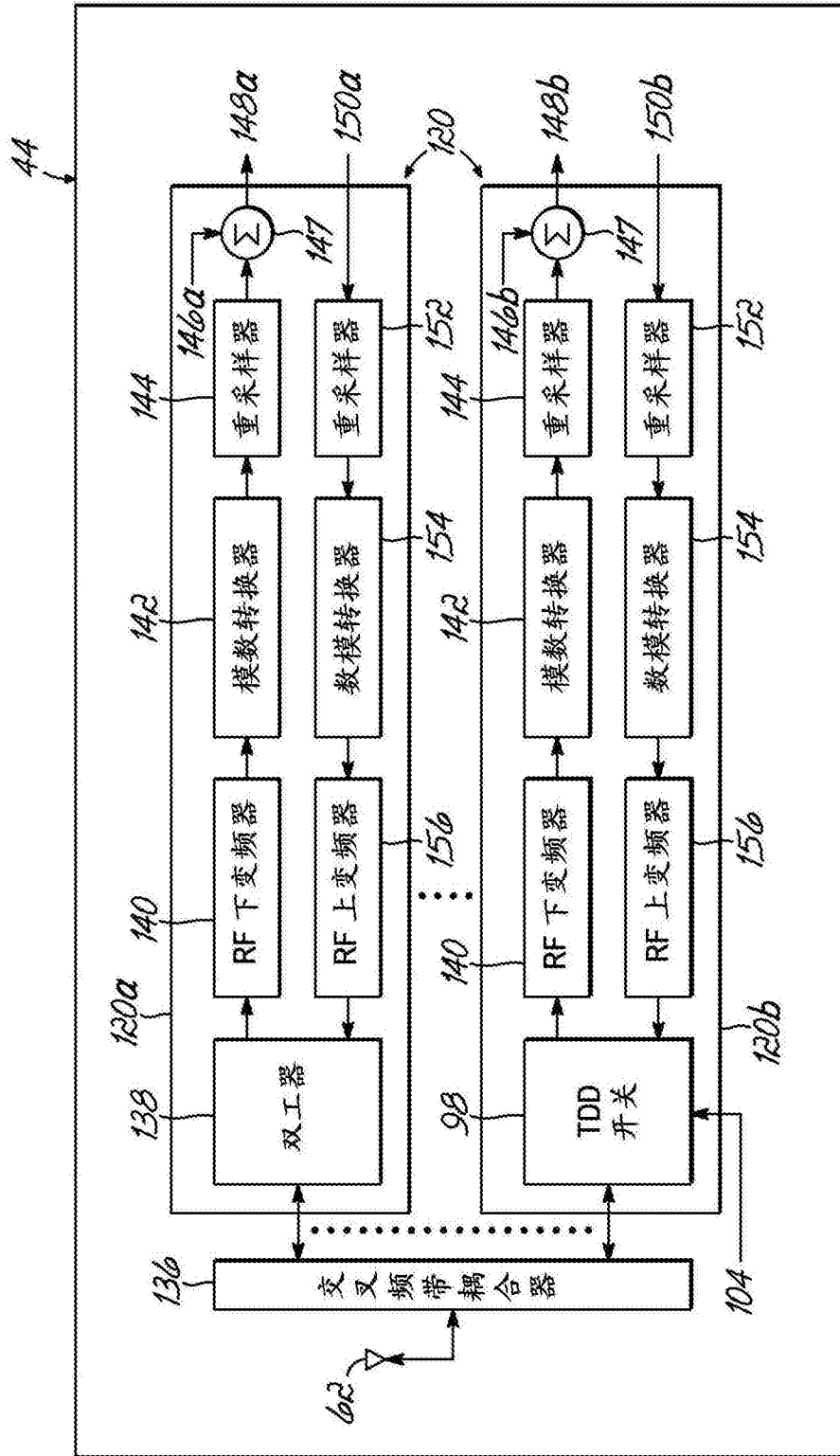


图 6A

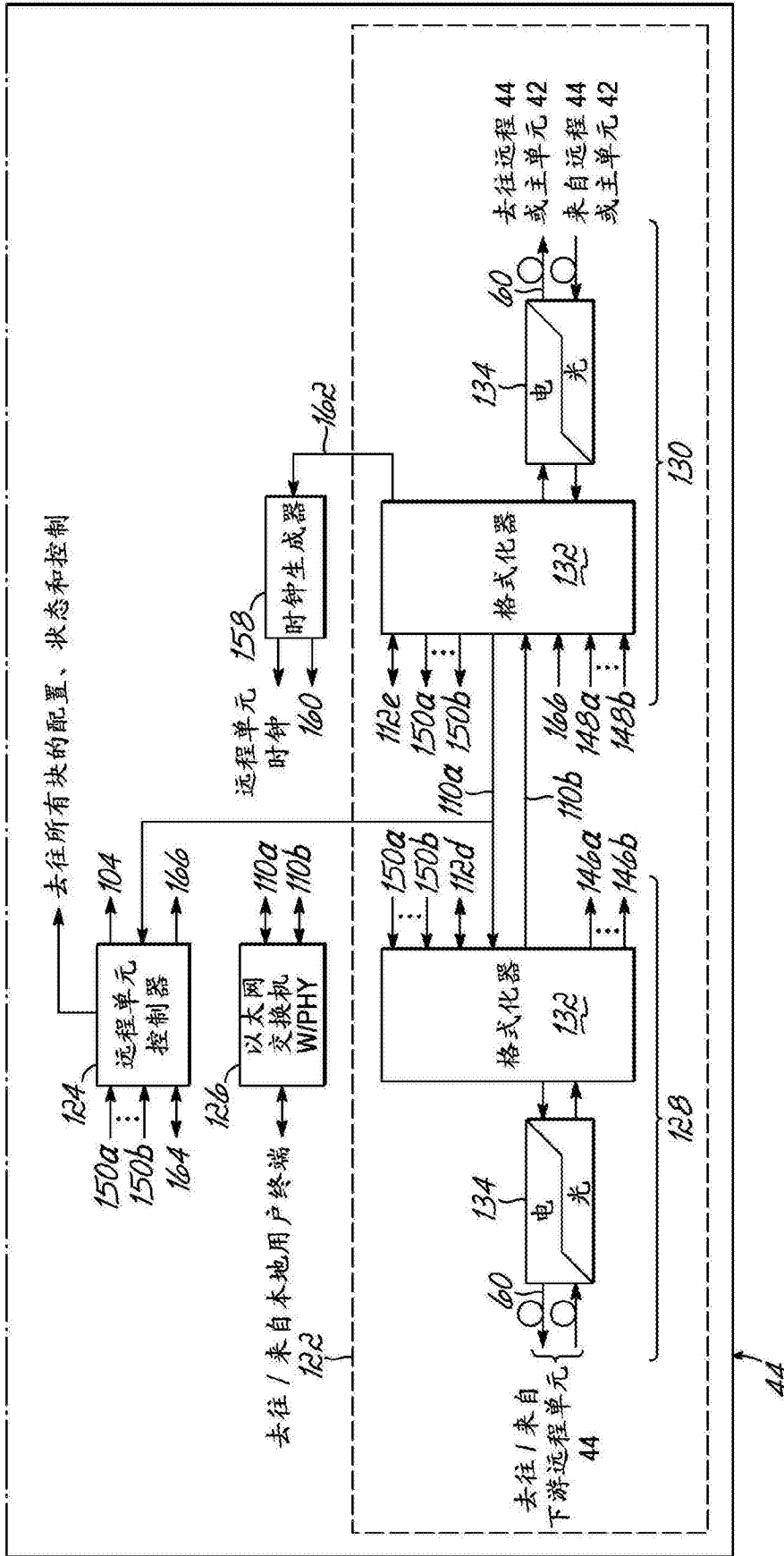


图 6B

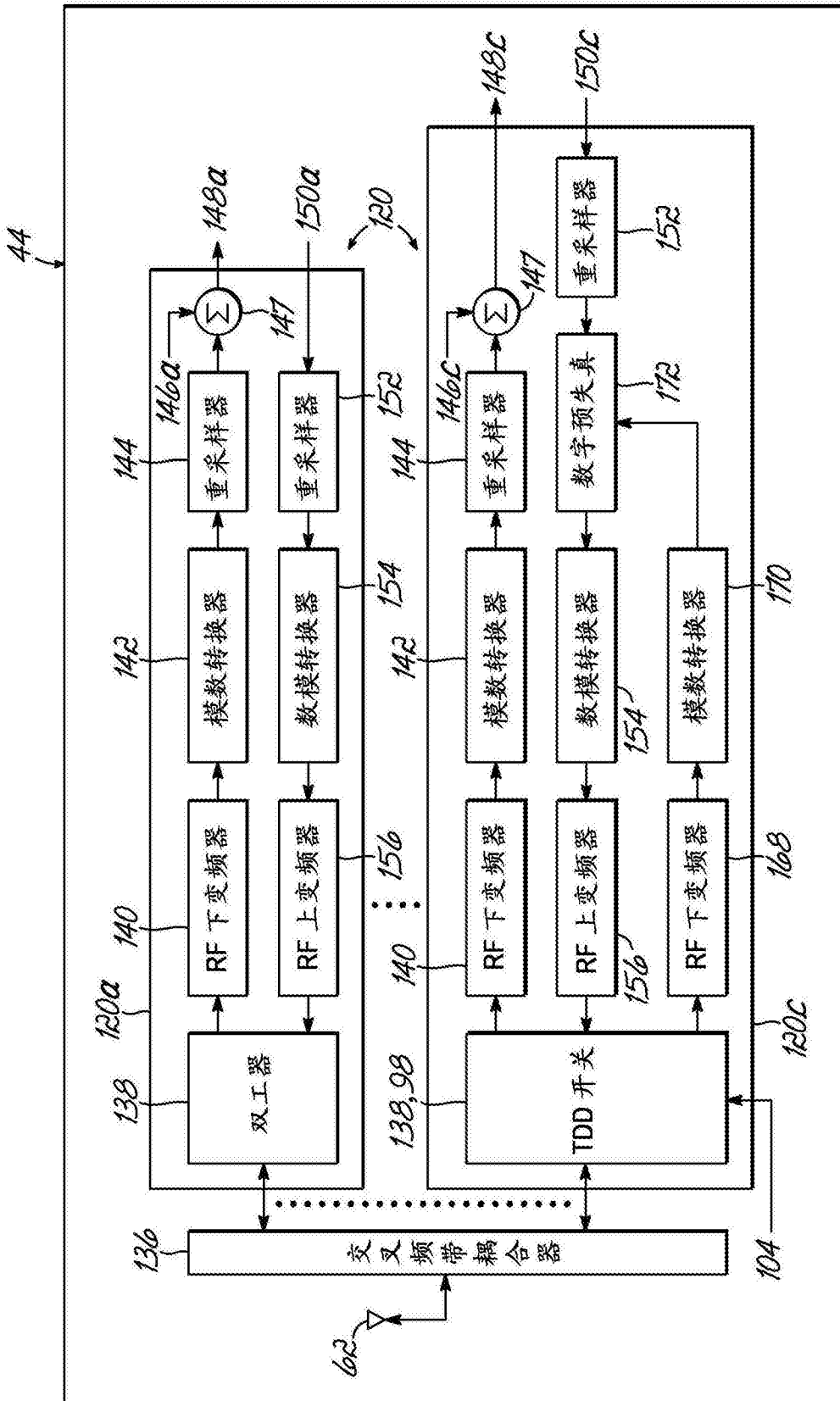


图 7A



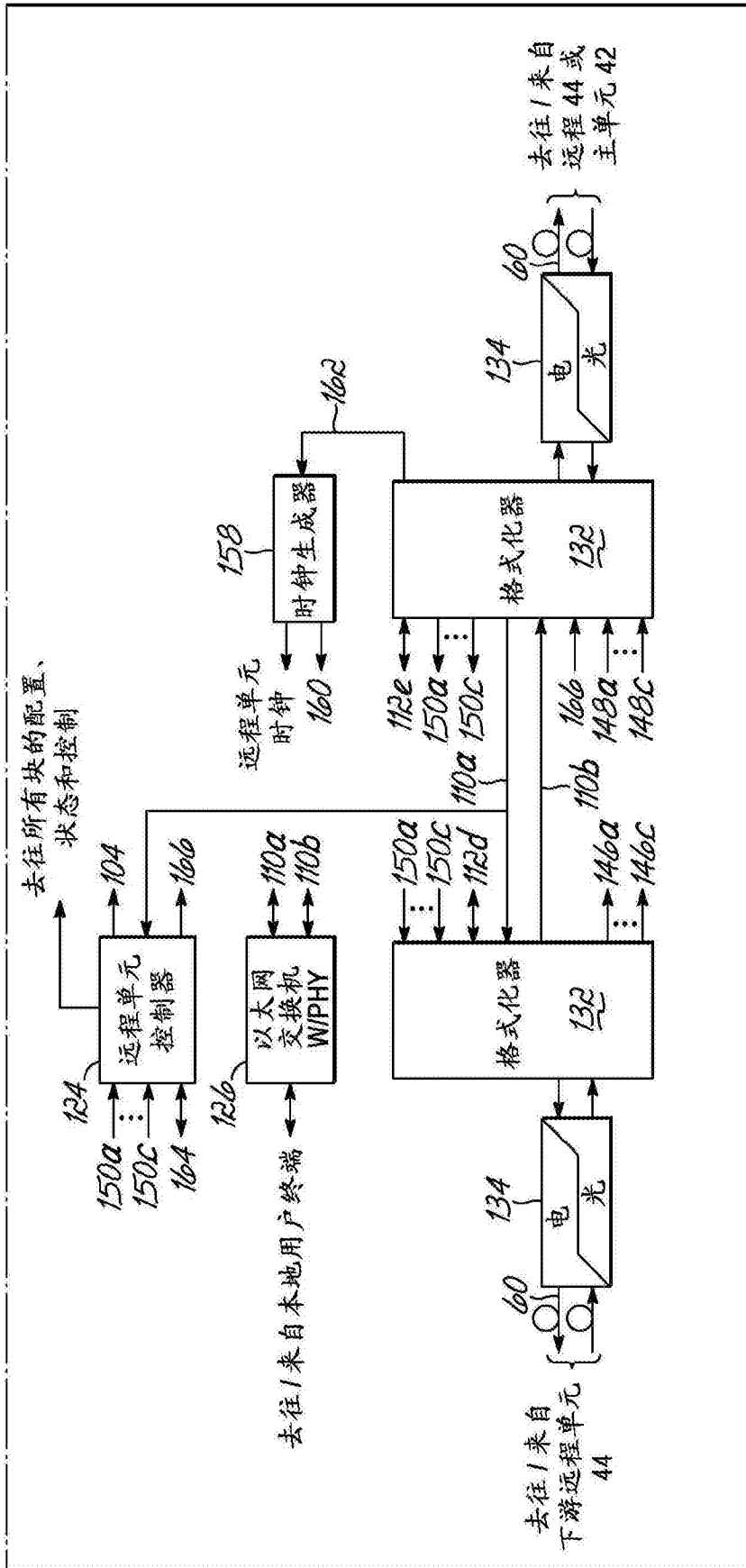


图 7B

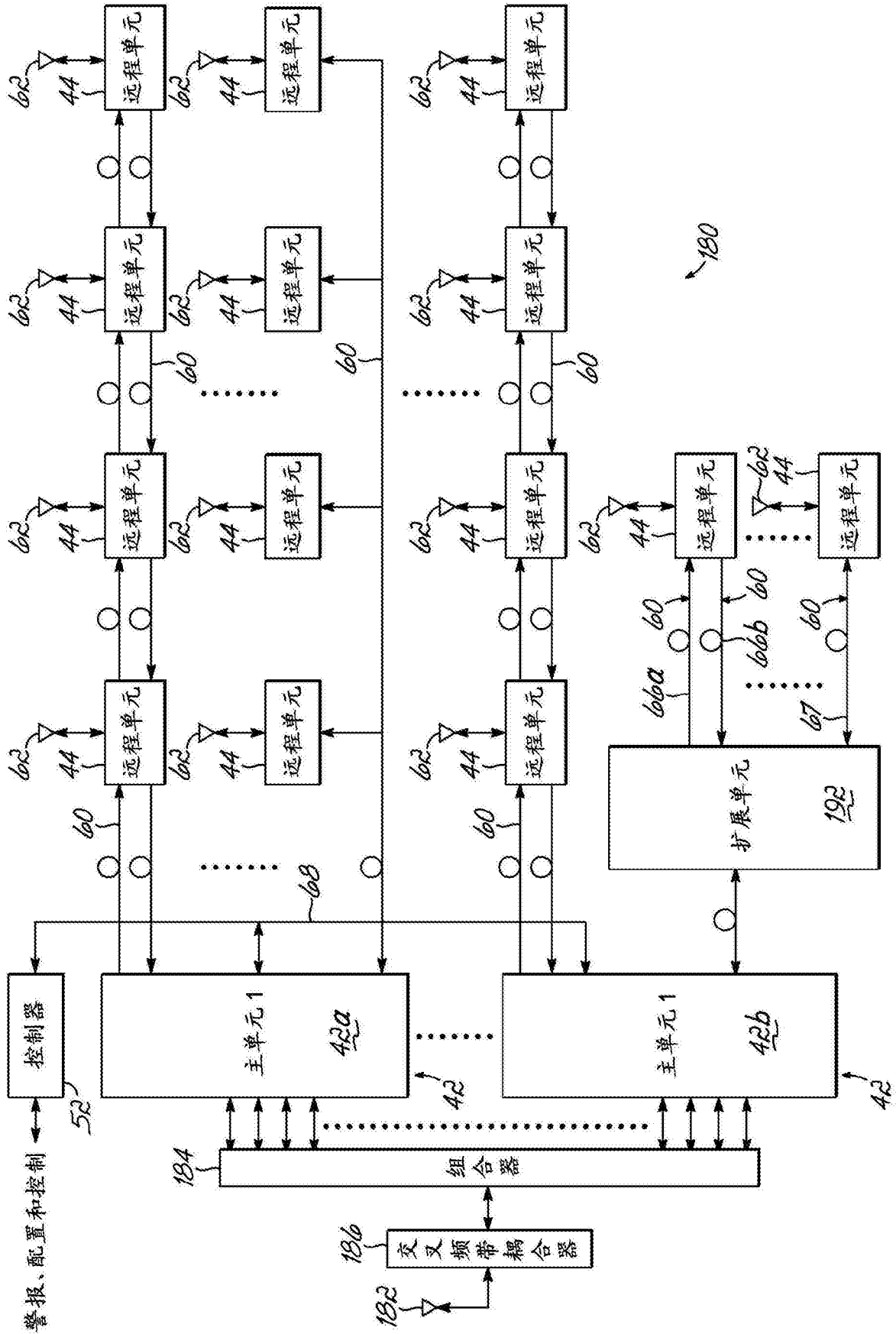


图 8

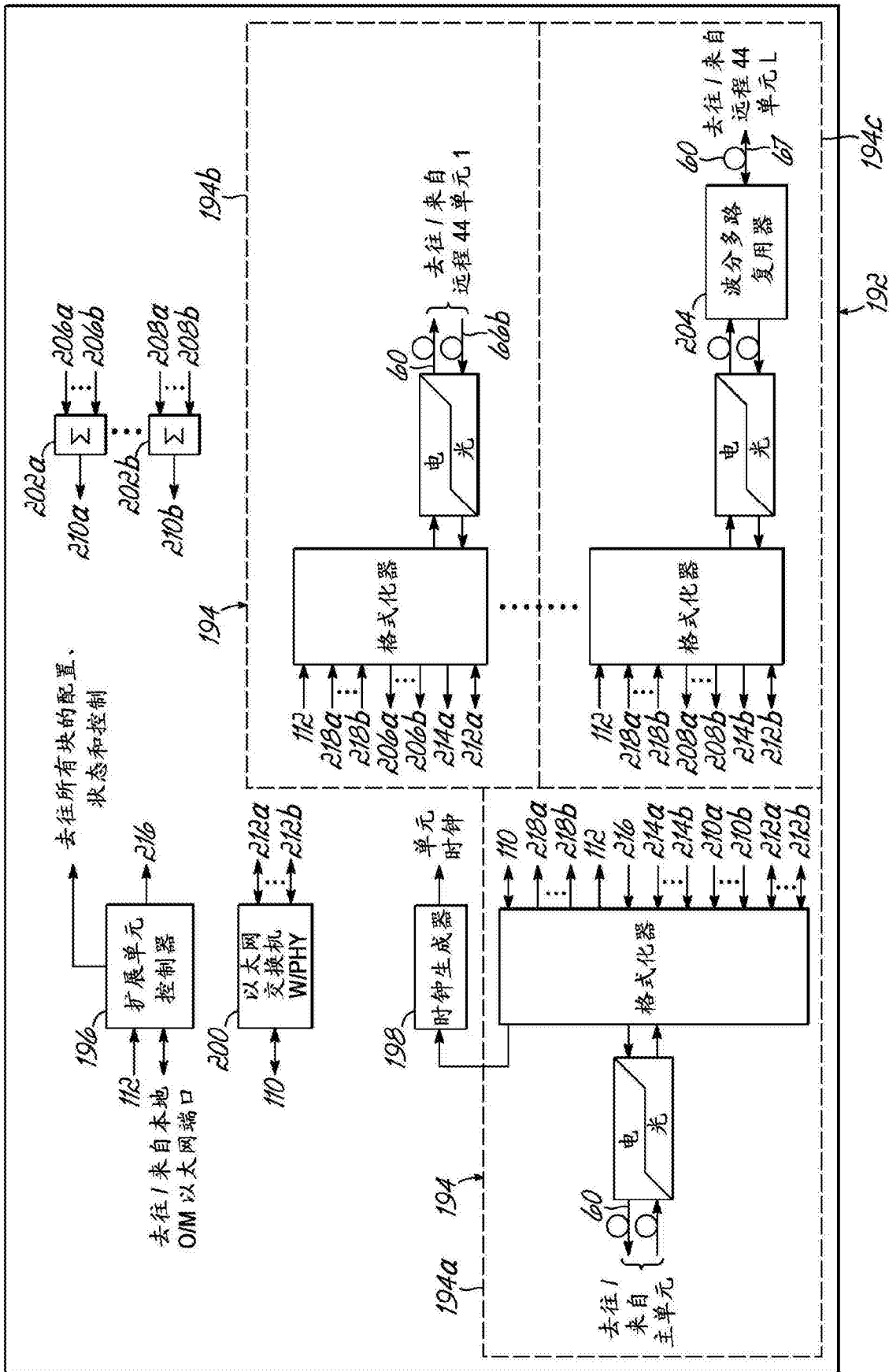


图 9

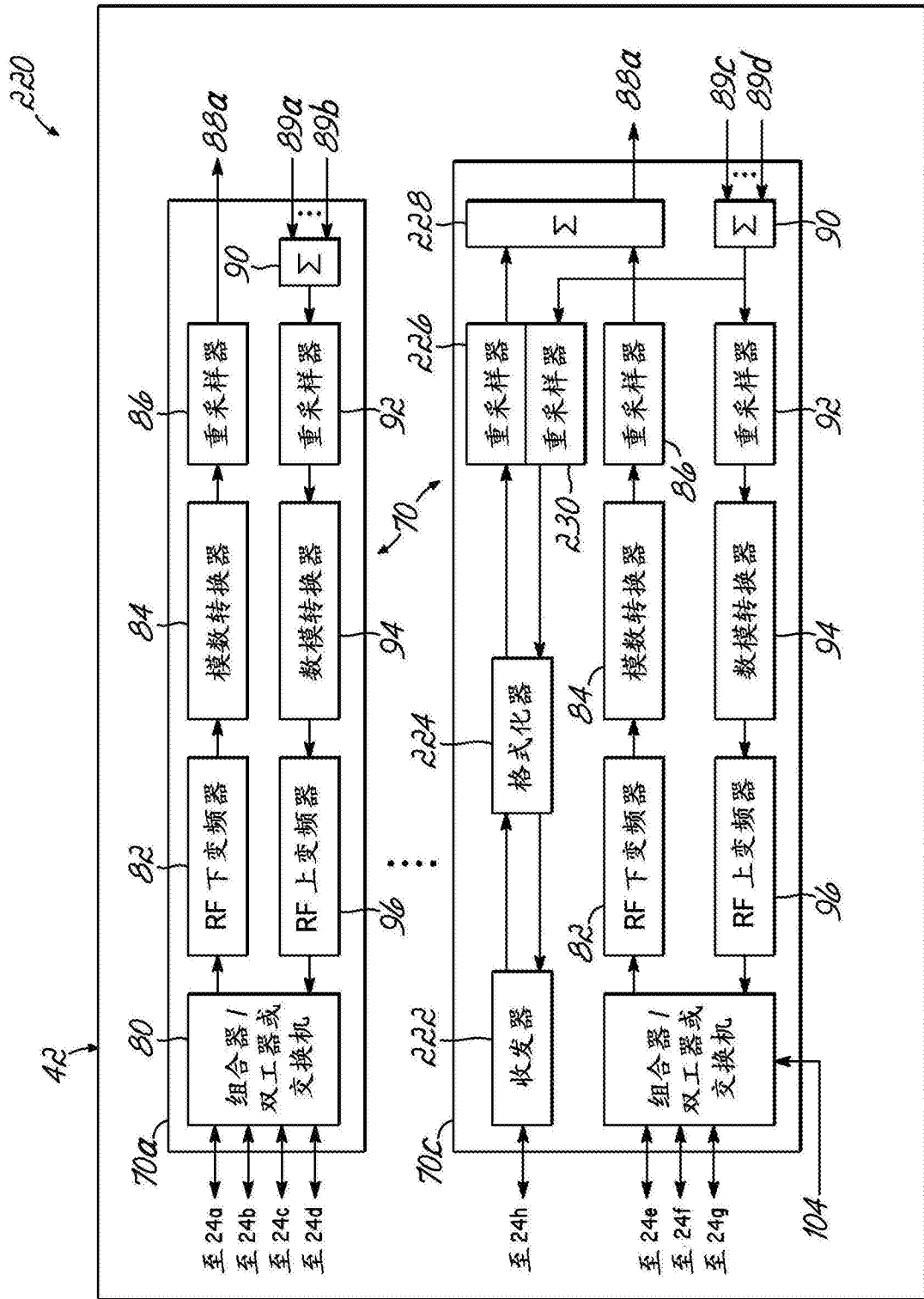


图 10A

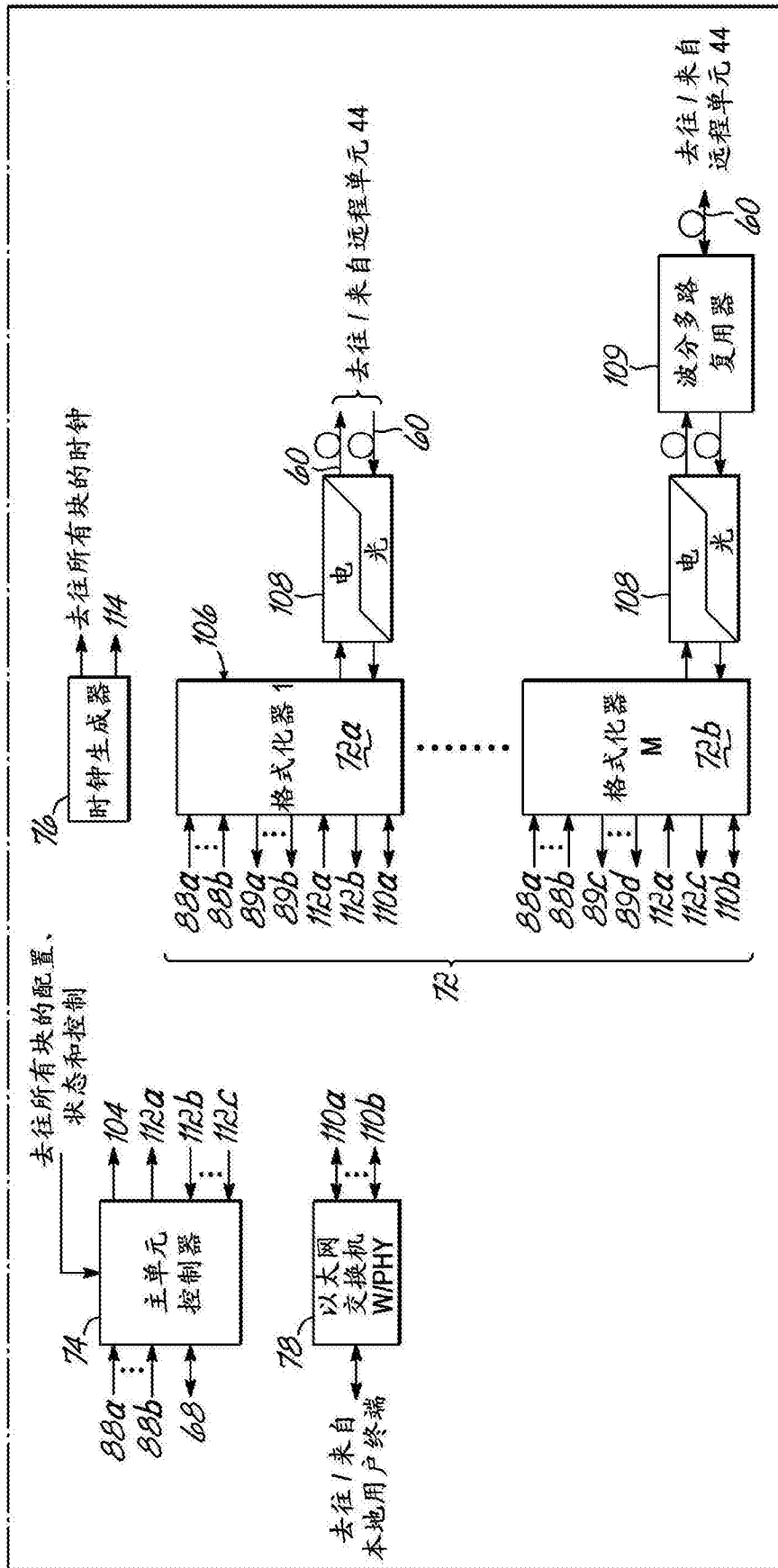


图 10B

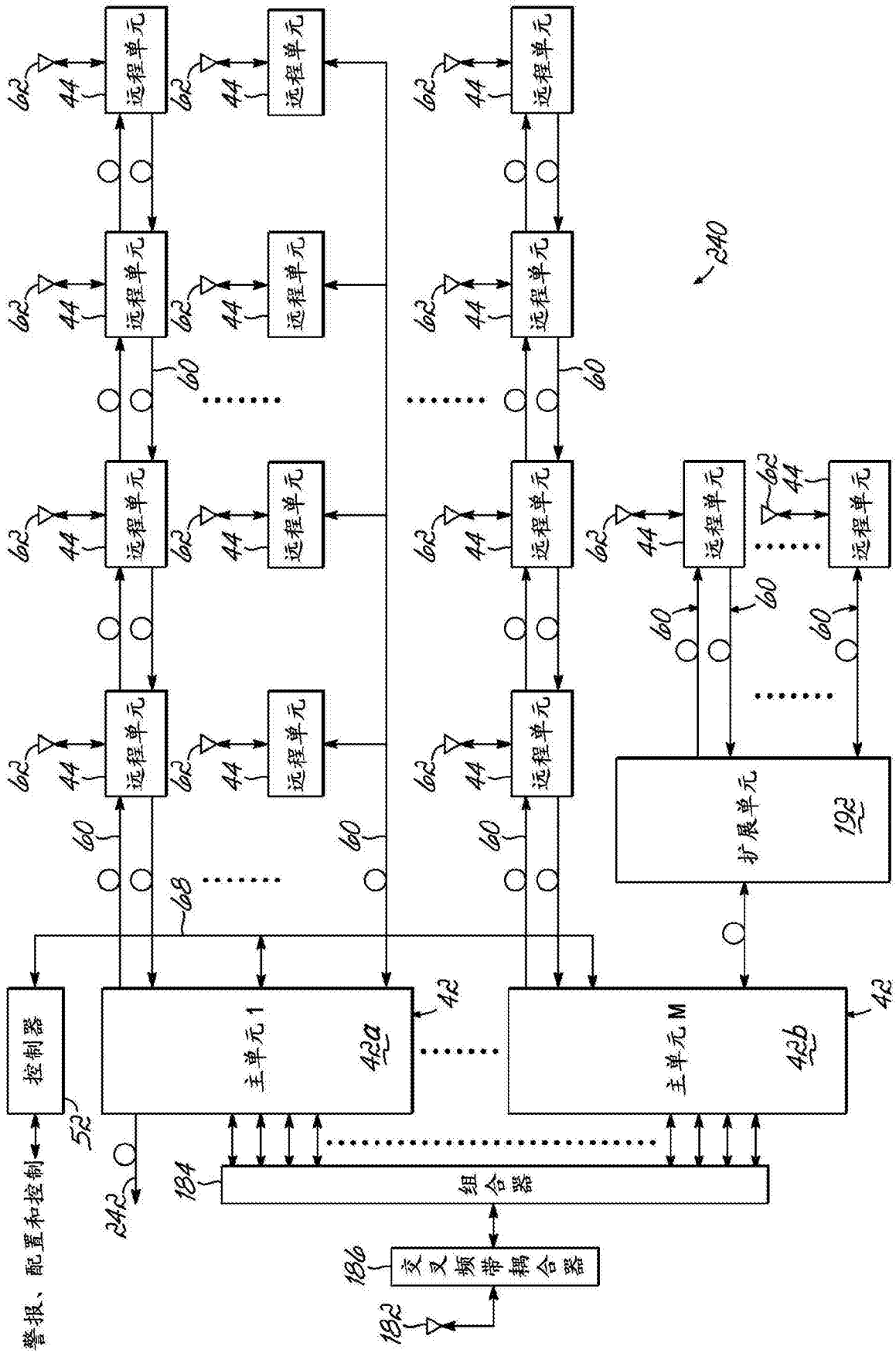


图 11

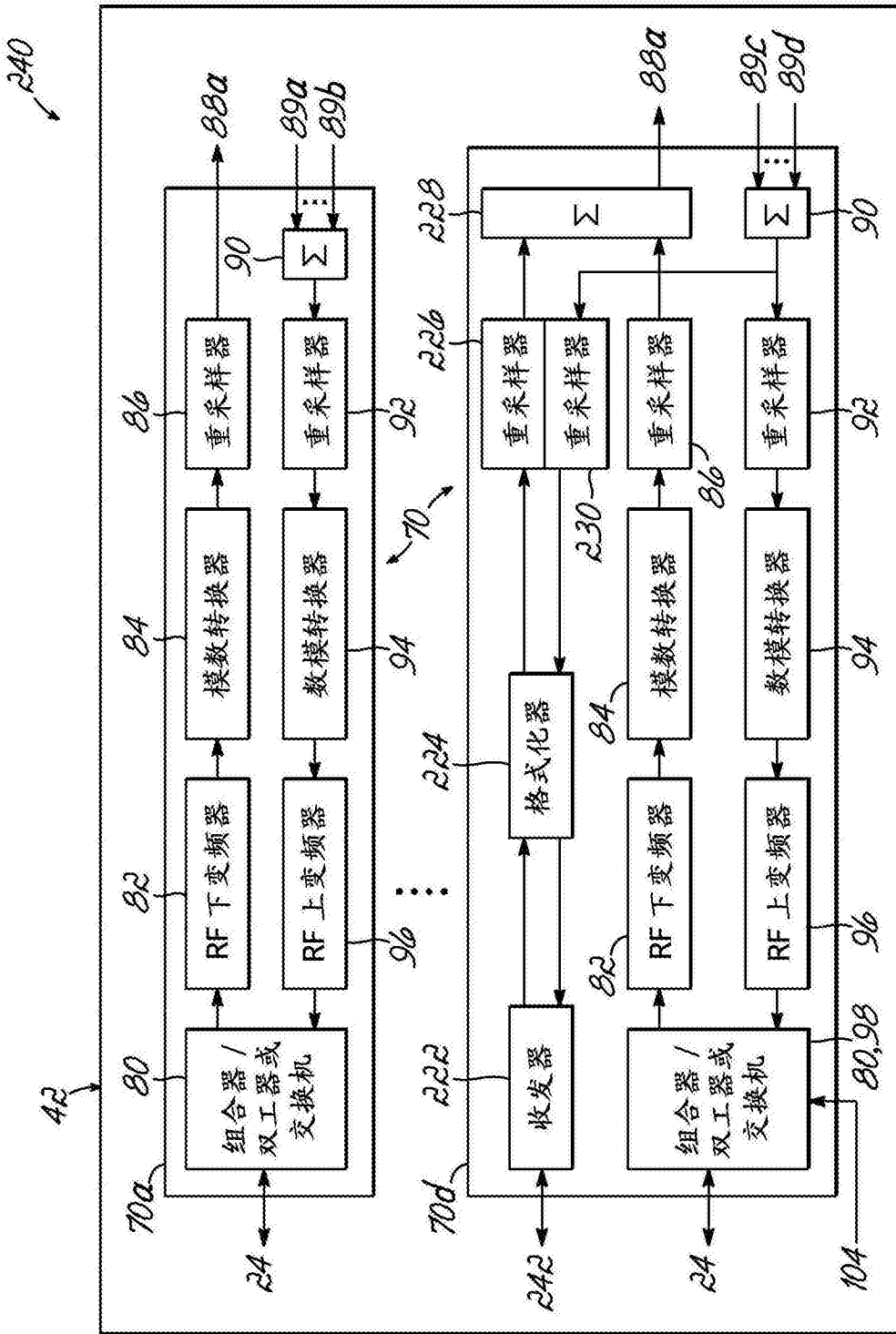


图 12A

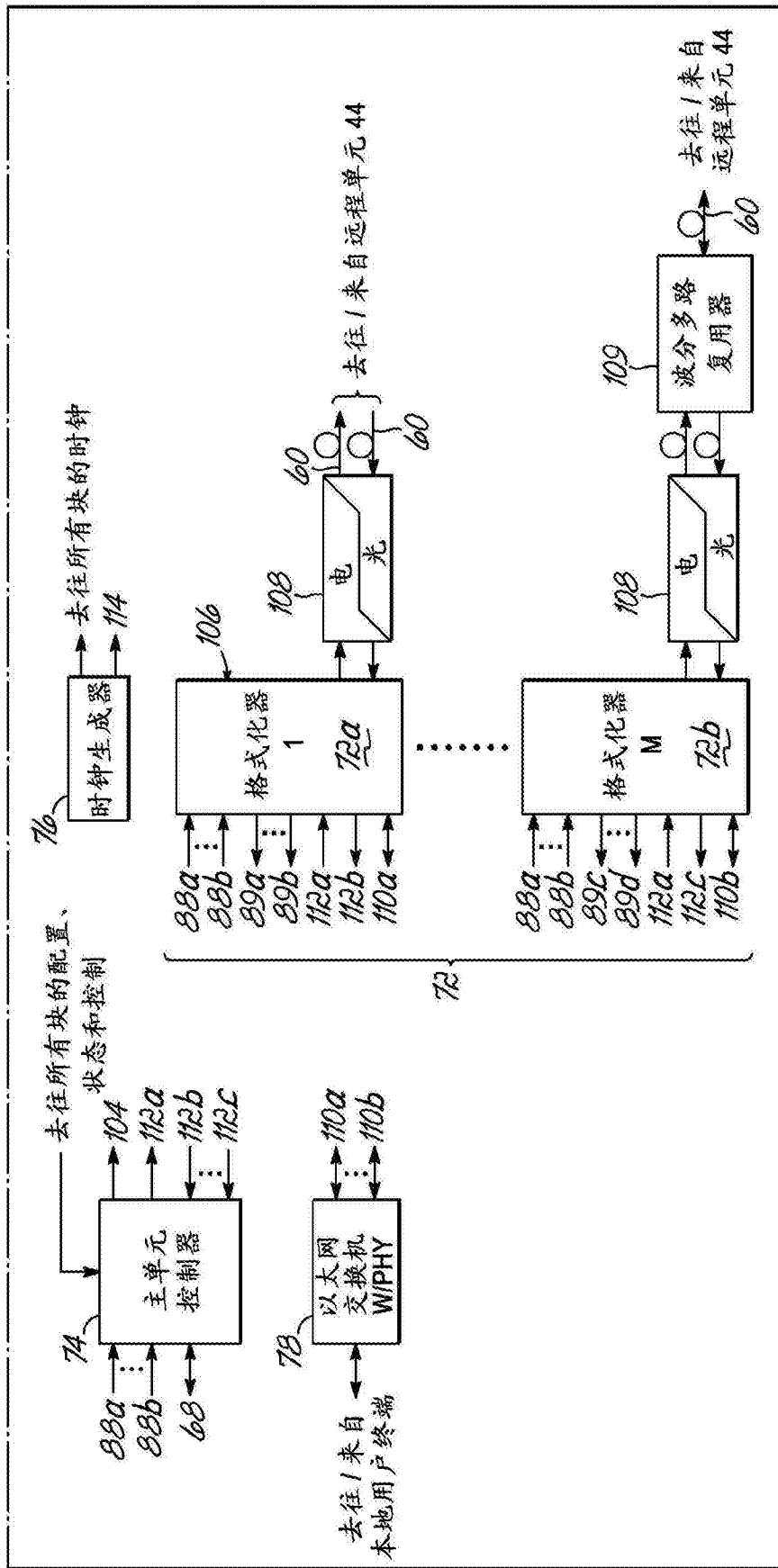


图 12B



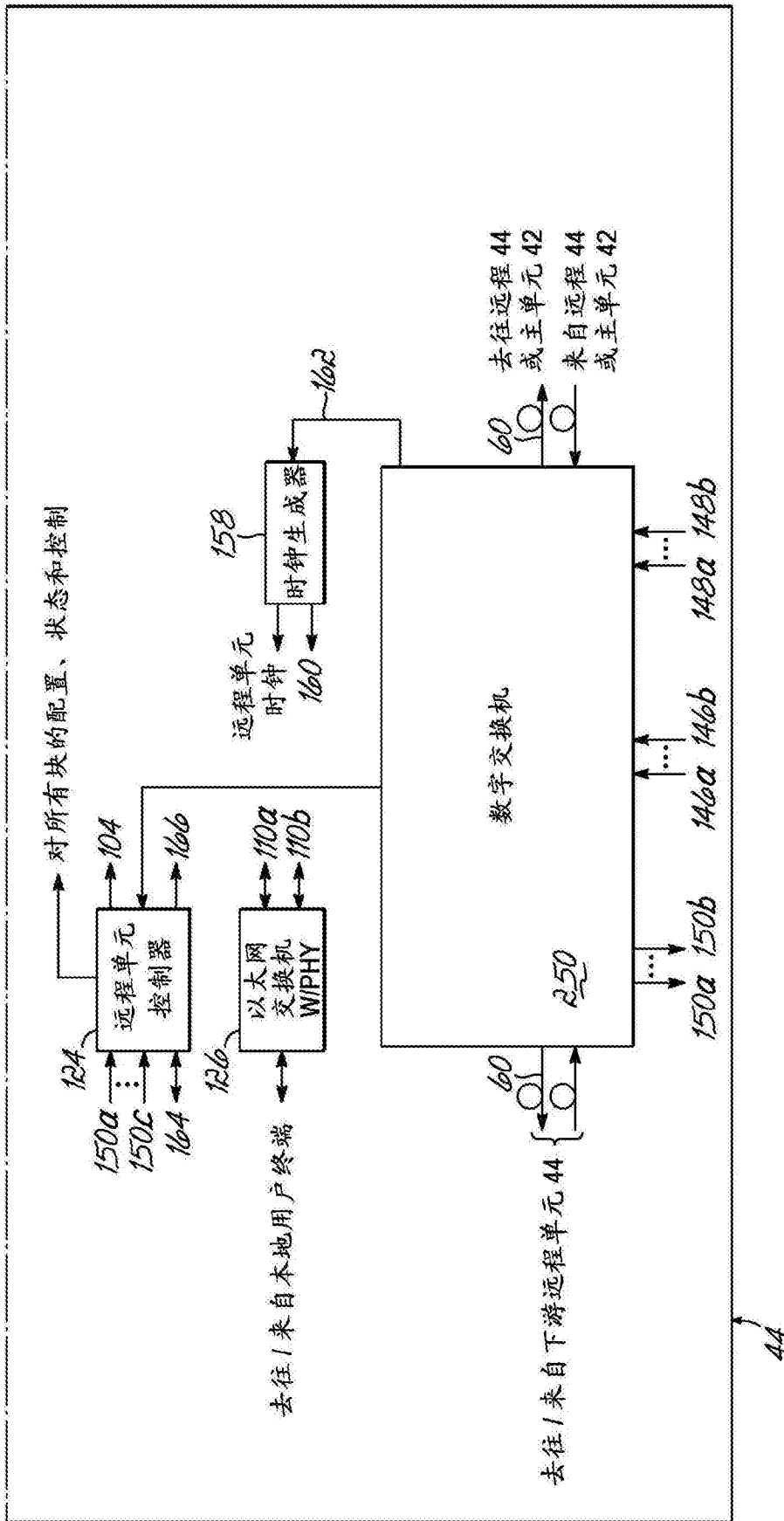


图 13

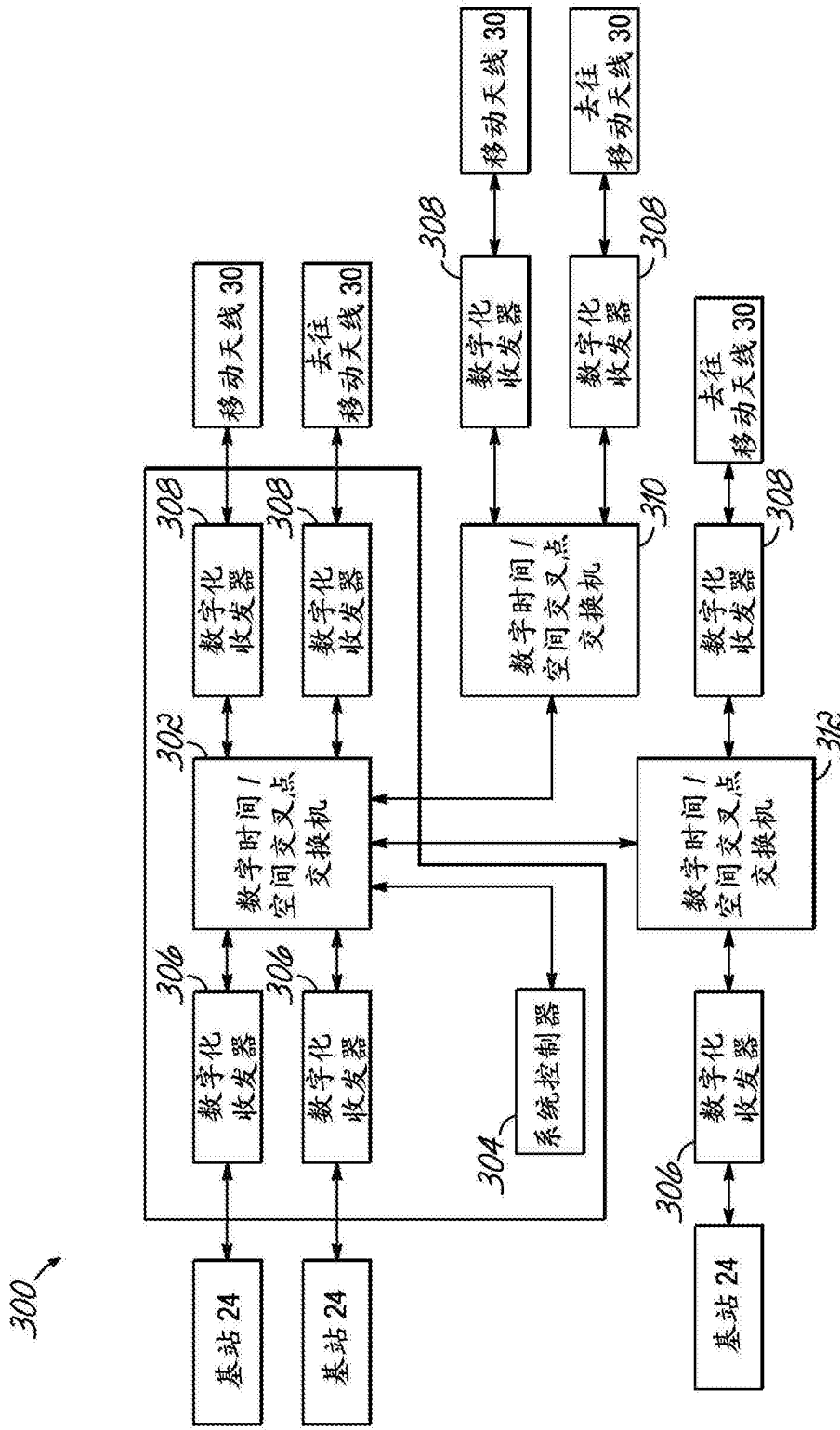


图 14

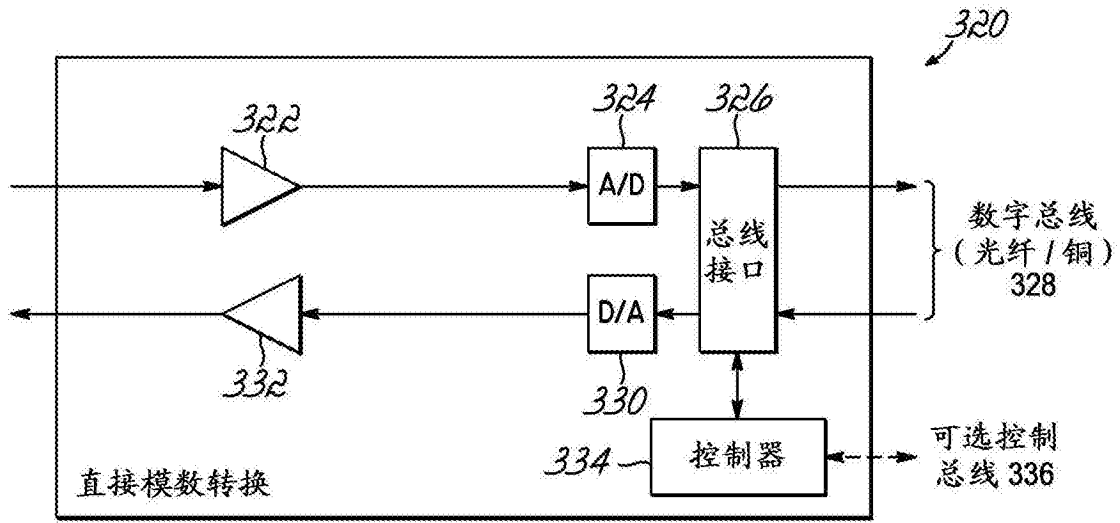


图 15A

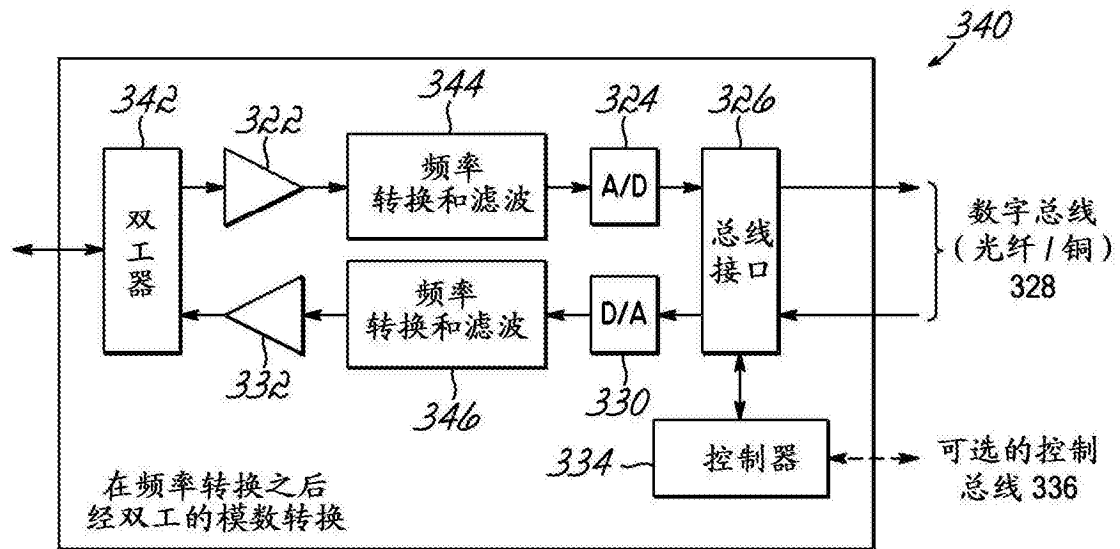


图 15B

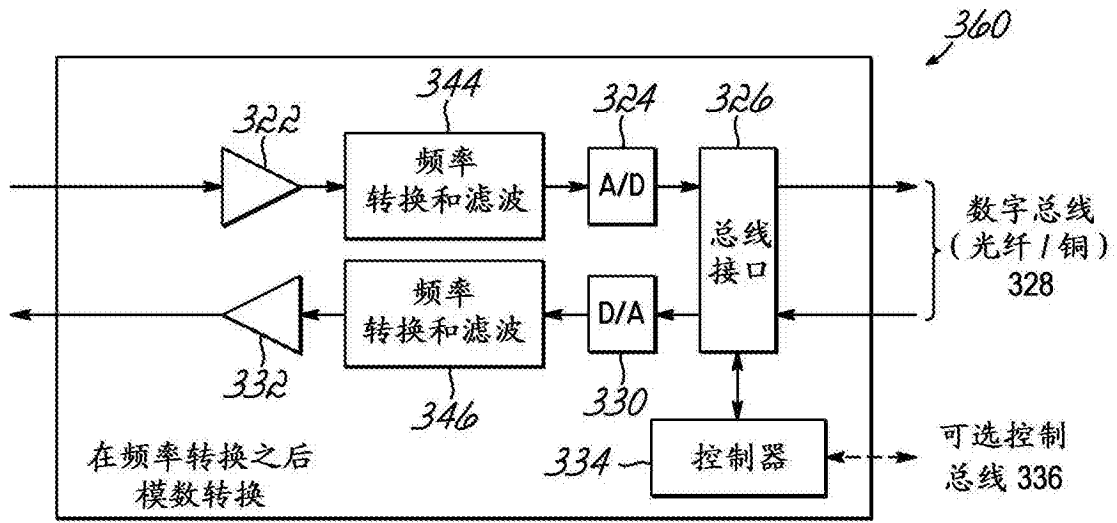


图 15C

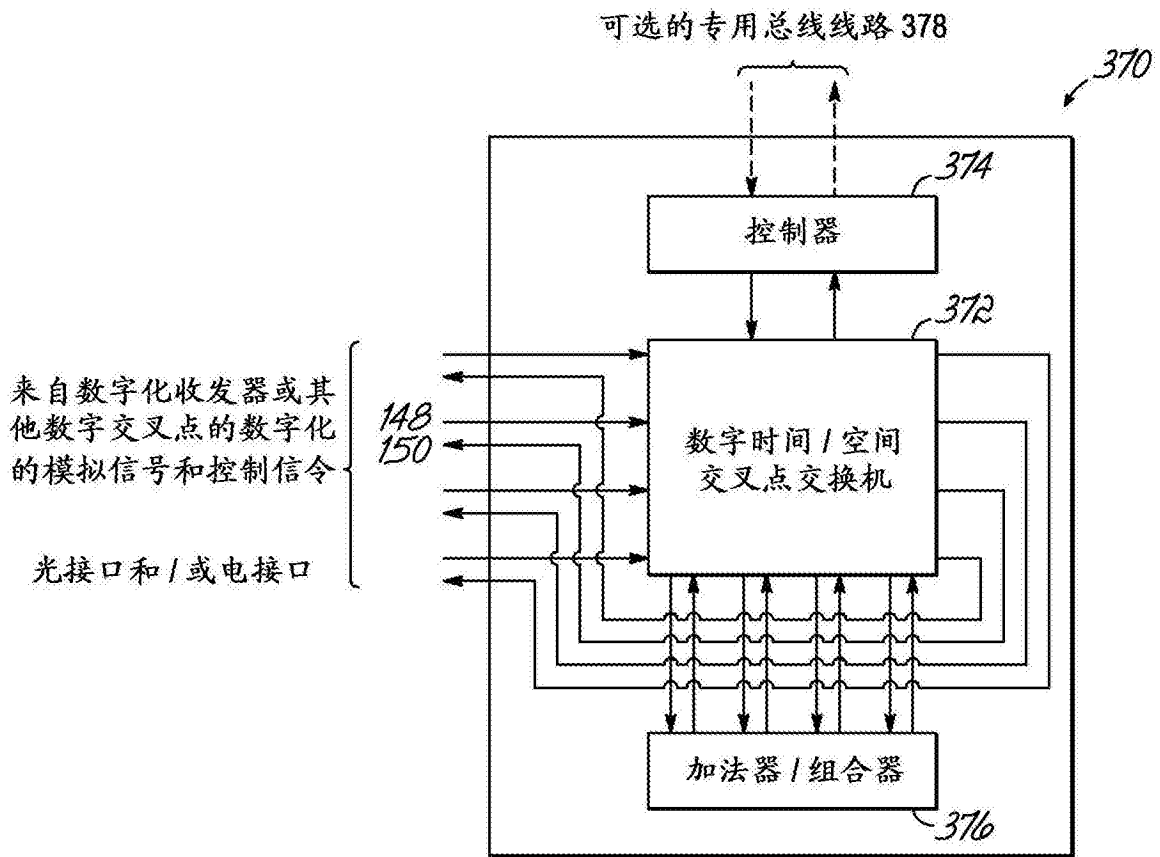


图 16