

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



# [12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200780034315.6

[51] Int. Cl.

H04B 5/00 (2006.01)

H04B 1/38 (2006.01)

H04M 1/00 (2006.01)

[43] 公开日 2009年8月26日

[11] 公开号 CN 101517914A

[22] 申请日 2007.7.26

[21] 申请号 200780034315.6

[30] 优先权

[32] 2006.7.29 [33] US [31] 60/833,864

[86] 国际申请 PCT/US2007/016753 2007.7.26

[87] 国际公布 WO2008/016527 英 2008.2.7

[85] 进入国家阶段日期 2009.3.16

[71] 申请人 鲍尔卡斯特公司

地址 美国宾夕法尼亚州

[72] 发明人 查尔斯·E·格林

丹尼尔·W·哈里斯特

迈克尔·T·麦克埃因尼

[74] 专利代理机构 北京律盟知识产权代理有限责  
任公司  
代理人 刘国伟

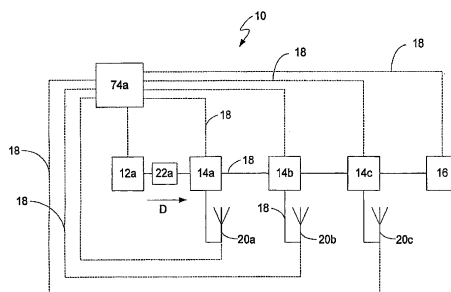
权利要求书4页 说明书14页 附图11页

## [54] 发明名称

射频功率传输网络和方法

## [57] 摘要

本发明揭示一种 RF 功率传输网络(10)。所述网络(10)包括至少一个 RF 功率传输器(12a)、至少一个功率分接组件(14a)和至少一个负载(20a)。所述至少一个 RF 功率传输器(12a)、所述至少一个功率分接组件(14a)和所述至少一个负载(20a)串联连接。所述 RF 功率传输器(12a)通过所述网络发送功率。所述功率从所述网络辐射以由待充电、再充电或直接由所述功率供电的装置接收。



1. 一种 RF 功率传输网络，其包含：
  - 第一 RF 功率传输器，其用于产生功率；
  - 至少一个功率分接组件，其以串联方式电连接到所述第一 RF 功率传输器以用于将从所述第一功率传输器接收的所述功率分成至少第一部分和第二部分；以及
  - 至少一个天线，其电连接到所述至少一个功率分接组件以用于接收所述第一部分及传输功率。
2. 根据权利要求 1 所述的网络，其中所述至少一个功率分接组件为定向耦合器。
3. 根据权利要求 1 所述的网络，其进一步包括第二 RF 功率传输器，其以串联方式电连接到所述至少一个功率分接组件。
4. 根据权利要求 3 所述的网络，其进一步包括至少一个控制器，所述控制器电连接到所述第一 RF 功率传输器、所述至少一个功率分接组件、所述至少一个天线和所述第二 RF 功率传输器中的一者或一者以上。
5. 根据权利要求 3 所述的网络，其中所述至少一个功率分接组件是双向耦合器。
6. 根据权利要求 3 所述的网络，其中所述定向耦合器是场可调节的定向耦合器。
7. 根据权利要求 3 所述的网络，其中所述至少一个功率分接组件是功率分配器。
8. 根据权利要求 3 所述的网络，其进一步包括至少一个额外的 RF 功率传输器，所述 RF 功率传输器以串联方式电连接到所述至少一个功率分接组件。
9. 根据权利要求 8 所述的网络，其进一步包括至少一个控制器，所述控制器电连接到所述第一 RF 功率传输器、所述至少一个功率分接组件、所述至少一个天线和所述至少一个额外的 RF 功率传输器中的一者或一者以上。
10. 根据权利要求 1 所述的网络，其进一步包括端接负载。
11. 根据权利要求 1 所述的网络，其进一步包括至少一个传输线路。
12. 根据权利要求 1 所述的网络，其中从所述第一 RF 功率传输器传输的功率不包括数据。
13. 根据权利要求 1 所述的网络，其进一步包括至少一个控制器，所述控制器电连接到所述第一 RF 功率传输器、所述至少一个功率分接组件和所述至少一个天线中的一者或一者以上。
14. 根据权利要求 13 所述的网络，其中所述至少一个控制器中的至少一者电连接到所述至少一个控制器中的至少一个其它控制器。

15. 根据权利要求 1 所述的网络,其中所述网络经配置以经由所述至少一个天线以脉冲形式传输所述功率。
16. 根据权利要求 1 所述的网络,其中所述至少一个功率分接组件中的至少一者是开关。
17. 根据权利要求 16 所述的网络,其中所述开关是经由控制线路来控制。
18. 根据权利要求 16 所述的网络,其中所述开关是通过感测功率来控制。
19. 根据权利要求 18 所述的网络,其中所述所感测的功率是功率脉冲。
20. 根据权利要求 19 所述的网络,其中所述功率脉冲在持续时间上有变动。
21. 根据权利要求 19 所述的网络,其中所述功率脉冲在定时上有变动。
22. 根据权利要求 16 所述的网络,其中所述开关是经由通信信号来控制。
23. 根据权利要求 22 所述的网络,其中所述通信信号是经由同轴电缆发送。
24. 根据权利要求 1 所述的网络,其中所述天线是传输线路。
25. 根据权利要求 1 所述的网络,其中从所述第一 RF 功率传输器接收的所述功率中的至少一部分被所述至少一个功率分接组件用作为操作功率。
26. 根据权利要求 1 所述的网络,其进一步包括第二功率分接组件,所述第二功率分接组件以串联方式电连接到所述至少一个功率分接组件,其中所述至少一个功率分接组件设置在所述第一 RF 功率传输器与所述第二功率分接组件之间,所述第二功率分接组件从所述至少一个功率分接组件接收所述第二部分并将其分成至少第三部分和第四部分。
27. 根据权利要求 26 所述的网络,其中所述第一 RF 传输器仅包括第一连接器,所述第一连接器将所述第一 RF 功率传输器电连接到所述至少一个功率分接组件;且所述至少一个功率分接组件包括第二连接器,所述第二连接器将所述至少一个功率分接组件电连接到所述第二功率分接组件。
28. 一种用于功率传输的系统,其包含:
  - 第一 RF 功率传输器,其用于产生功率;
  - 至少一个功率分接组件,其以串联方式电连接到所述第一 RF 功率传输器以用于将从所述第一 RF 功率传输器接收的所述功率分成至少第一部分和第二部分;
  - 至少一个天线,其电连接到所述至少一个功率分接组件以用于接收所述第一部分及传输功率;
  - 待供电的装置;以及
  - 接收天线,其电连接到所述装置且经配置以接收所述所传输的功率。

29. 根据权利要求 28 所述的系统，其进一步包括至少一个控制器，所述控制器电连接到所述 RF 功率传输器、所述至少一个功率分接组件和所述至少一个天线中的一者或一者以上。
30. 根据权利要求 28 所述的网络，其中所述至少一个功率分接组件中的至少一者是开关。
31. 根据权利要求 28 所述的网络，其中所述系统经配置以经由所述至少一个天线以脉冲方式传输所述功率。
33. 根据权利要求 28 所述的网络，其中从所述第一 RF 功率传输器接收的所述功率中的至少一部分被所述至少一个功率分接组件用作为操作功率。
34. 根据权利要求 28 所述的网络，其中从所述第一 RF 功率传输器传输的功率不包括数据。
35. 根据权利要求 28 所述的网络，其包括：第二功率分接组件，其以串联方式电连接到所述至少一个功率分接组件，其中所述至少一个功率分接组件设置在所述第一 RF 功率传输器与所述第二功率分接组件之间，所述第二功率分接组件从所述至少一个功率分接组件接收所述第二部分并将其分成至少第三部分和第四部分；以及第二天线，其电连接到所述第二功率分接组件以用于接收所述第三部分及传输功率。
36. 一种用于 RF 功率传输的方法，其包含以下步骤：
  - 用第一 RF 功率传输器产生功率；
  - 用至少一个功率分接组件将从所述第一功率传输器接收的所述功率分成至少第一部分和第二部分，所述功率分接组件以串联方式电连接到所述第一 RF 功率传输器；
  - 由至少一个天线接收所述第一部分，所述天线电连接到所述至少一个功率分接组件；以及
  - 用所述至少一个天线传输功率。
37. 根据权利要求 36 所述的方法，其包括以下步骤：在接收天线处接收以无线方式从所述至少一个天线传输的所述功率，所述接收天线电连接到装置且经配置以接收所述所传输的功率；以及用功率采集器转换由所述接收天线接收的所述功率，所述功率采集器电连接到所述装置。
38. 根据权利要求 37 所述的方法，其包括以下步骤：添加第二功率分接组件，其以串联方式电连接到所述至少一个功率分接组件，其中所述至少一个功率分接组件设置在所述第一 RF 功率传输器与所述第二功率分接组件之间，所述第二功率分接组件

从所述至少一个功率分接组件接收所述第二部分且将其分成至少第三部分和第四部分；

在第二天线处接收所述第三部分，所述第二天线电连接到所述第二功率分接组件；以及

从所述第二天线传输功率。

39. 一种用于向接收器进行无线功率传输的设备，所述接收器具有产生直流电流的无线功率采集器，所述设备包含：

组合器，其具有具第一功率的第一输入；

具有第二功率的第二输入；

具有输出功率的输出，所述输出功率是所述第一功率与所述第二功率的组合且分别大于所述第二功率和所述第一功率；以及

天线，其电连接到所述输出，所述输出功率通过所述天线传输到所述接收器。

40. 一种用于向接收器进行无线功率传输的设备，所述接收器具有产生直流电流的无线功率采集器，所述设备包含：

场可调节耦合器，其用以将功率增加或减小到所需电平，且具有主要线路和与所述主要线路相距距离  $d$  的次要线路；

可调节机构，其改变所述距离  $d$ ；以及

天线，所述功率通过所述天线传输到所述接收器。

## 射频功率传输网络和方法

### 技术领域

本发明针对一种串联射频（RF）功率传输网络。

### 背景技术

随着处理器能力扩展且功率要求降低，完全独立于电线或电源线而操作的装置持续增多。这些“无绳”装置的范围是从手机和无线键盘到建筑传感器和有源射频识别（RFID）标签。

这些无绳装置的工程师和设计者仍旧必须处理便携式电源的限制，其中主要使用电池作为关键设计参数。尽管处理器和便携式装置的性能以每 18 到 24 个月的周期加倍（由摩尔定律驱动），但容量方面的电池技术仅以每年 6% 的速度增加。

即使具有特别注意功率的设计和最新的电池技术，许多装置也没有满足针对需要大量无绳装置的应用（例如后勤和建筑自动化）的使用寿命成本和维护要求。当今需要双向通信的装置需要每 3 到 18 个月进行定期维护以对装置的电源（通常是电池）进行更换或再充电。仅广播其状态而不接收任何信号的单向装置（例如自动需给电表读取器）具有较佳电池寿命，其通常需要在 10 年内进行更换。对于所述两种装置类型，定期电源维护是昂贵的且可能对装置希望监视和/或控制的整个系统具有破坏性。不定期维护行程更为昂贵且更具破坏性。在宏观层级上，与内部电池相关联的相对较高的成本还降低了可部署的装置的实际或经济上可行的数目。

对无绳装置的功率问题的理想解决方案是可从外界收集并利用足够能量的装置或系统。所利用的能量将接着直接对无绳装置供电或增强电源。然而，这种理想的解决方案由于外界中能量较低以及限制使用专用能源的能力的场所约束而可能并非总是可以实施。

需要一种考虑这些因素且向所述理想情形以及更多限制性情况提供解决方案的系统。

先前发明集中于用于功率分配的并联网络，例如第 60/683,991 号和第 60/763,582 号美国临时专利申请案，其标题均为“功率传输网络（Power Transmission Network）”且以引用的方式并入本文中。这些发明未利用串联的网络，因为对于许多利用此技术的应用来说，来自传输线路、串联开关、定向耦合器（DC）和连接器的损耗是不可接受的。

然而，在某些应用中，这些损耗是可接受的或可减到最小，例如具有同轴电缆基础设施的小型网络（例如桌域）或在建筑中使用新型或现有低损耗同轴电缆基础设施来分配 RF 功率。

## **发明内容**

本发明的目的是提供一种串联的 RF 功率网络，其中所述 RF 功率网络适合实施作为向装置提供 RF 功率以便对所述装置进行充电或再充电或直接对所述装置供电的系统的一部分。

当与并联网络相比时，串联网络对于某些应用具有若干优点。举例来说，可通过使用串联网络来减少传输线路的量。在并联网络中，传输线路通常从 RF 功率传输器连接到每一天线。在串联网络中，每一天线从串联连接的传输线路中移除一定量的功率。串联 RF 功率传输网络的另一优点是所述网络可易于缩放。举例来说，可通过在所述串联网络中添加额外功率分接组件或通过额外功率分接组件添加到网络末端（因而增加串联的长度）来向所述网络添加额外天线。

已在第 60/729,792 号美国临时专利申请案（其以引用的方式并入本文中）中详细论述了一种用于针对各种负载进行高效整流的方法和装置，其适用于接收通过本发明分配的 RF 功率。

本发明关于一种 RF 功率传输网络。所述网络包含第一 RF 功率传输器以用于产生功率。所述网络包含至少一个功率分接组件，其以串联方式电连接到所述第一 RF 功率传输器以用于将从第一功率传输器接收的功率分成至少第一部分和第二部分。所述网络包含至少一个天线，其电连接到所述至少一个功率分接组件以用于接收所述第一部分和传输功率。

本发明关于一种用于功率传输的系统。所述系统包含第一 RF 功率传输器以用于产生功率。所述系统包含至少一个功率分接组件，其以串联方式电连接到所述第一 RF 功率传输器以用于将从第一 RF 功率传输器接收的功率分成至少第一部分和第二部分。所述系统包含至少一个天线，其电连接到所述至少一个功率分接组件以用于接收所述第一部分和传输功率。所述系统包含待供电的装置。所述系统包含接收天线，其电连接到所述装置且经配置以接收所传输的功率。

本发明关于一种用于 RF 功率传输的方法。所述方法包含用第一 RF 功率传输器产生功率的步骤。存在用至少一个功率分接组件将从第一功率传输器接收的功率分成至少第一部分和第二部分的步骤，所述功率分接组件以串联方式电连接到第一 RF 功率传输

器。存在通过至少一个天线接收所述第一部分的步骤，所述天线电连接到所述至少一个功率分接组件。存在用所述至少一个天线传输功率的步骤。

本发明关于一种用于向接收器进行无线功率传输的设备，所述接收器具有产生直流电流的无线功率采集器。所述设备包含组合器，其具有具第一功率的第一输入。所述设备包含具有第二功率的第二输入。所述设备包含具有输出功率的输出，所述输出功率是第一功率与第二功率的组合且分别大于第一功率和第二功率。所述设备包含天线，其电连接到所述输出，输出功率通过所述输出传输到接收器。

本发明关于一种用于向接收器进行无线功率传输的设备，所述接收器具有产生直流电流的无线功率采集器。所述设备包含场可调节耦合器以将功率增加或减少到所需电平，所述耦合器具有主要线路和与所述主要线路相距距离  $d$  的次要线路。所述设备包含可调节机构，其改变所述距离  $d$ 。所述设备包含将功率传输到接收器所通过的天线。

## **附图说明**

- 图 1 是对根据本发明的简单串联网路的说明；
- 图 2 是对根据本发明的多输入串联网路的说明；
- 图 3 是对可与本发明一起使用的耦合器的说明；
- 图 4 是对根据本发明的三传输器网络的说明；
- 图 5 是对用于与本发明一起使用的功率分配器的说明；
- 图 6 是对可与本发明一起使用的可调节定向耦合器的说明；
- 图 7 和 8 是对根据本发明的多路径网络的说明；
- 图 9 是对根据本发明的开关网络的说明；
- 图 10 是对根据本发明的第二开关网络的说明；以及
- 图 11 是对本发明的桌面型安装的说明。

## **具体实施方式**

将结合附图从以下描述内容中获得对本发明的完整理解，其中相同参考字符始终识别相同部分。

出于下文描述的目的，术语“上部”、“下部”、“右”、“左”、“垂直”、“水平”、“顶部”、“底部”和其衍生物应指代本发明在附图中的定向。然而，应了解，本发明可采用各种替代变型和步骤顺序，除了在明确指定相反情况的地方以外。还应了解，附图中所说明和以下说明书中所描述的特定装置和过程仅仅是本发明的示范性实施例。因此，与本文所揭示的实施例相关的特定尺寸和其它物理特性不应视为限制性的。

本发明关于一种 RF 功率传输网络 10，如图 1 所示。所述网络 10 包含第一 RF 功率传输器 12a 以用于产生功率。所述网络 10 包含至少一个功率分接组件 14a，其以串联方式电连接到第一 RF 功率传输器 12a 以用于将从第一功率传输器 12a 接收的功率分成至少第一部分和第二部分。所述网络包含至少一个天线 20a，其电连接到所述至少一个功率分接组件 14a 以用于接收所述第一部分和传输功率。

所述至少一个功率分接组件 14a 可为定向耦合器 36，如图 3 所示。网络 10 可包括第二 RF 功率传输器 12b，其以串联方式电连接到所述至少一个功率分接组件 14a，如图 2 所示。网络 10 可包括至少一个控制器 74a，其电连接到所述第一 RF 功率传输器 12a、所述至少一个功率分接组件 14a、所述至少一个天线 20a 和所述第二 RF 功率传输器 12b 中的一者或一者以上。所述至少一个功率分接组件 14a 可为双向耦合器 36。或者，所述至少一个功率分接组件可为功率分配器 52，如图 4 所示。

网络 10 可包括至少一个额外 RF 功率传输器 12b，其以串联方式电连接到所述至少一个功率分接组件 14a，如图 2 所示。网络 10 可包括至少一个控制器 74a，其电连接到所述第一 RF 功率传输器 12a、所述至少一个功率分接组件 14a、所述至少一个天线 20a 和所述至少一个额外 RF 功率传输器 12b 中的一者或一者以上。网络 10 可包括端接负载 16。网络 10 可包括至少一个传输线路 18。在一个实施例中，从第一 RF 功率传输器 12a 传输的功率不包括数据。

网络 10 可包括至少一个控制器 74a，其电连接到所述第一 RF 功率传输器 12a、所述至少一个功率分接组件 14a 和所述至少一个天线 20a 中的一者或一者以上。所述至少一个控制器中的至少一个控制器 74a 可电连接到所述至少一个控制器中的至少一个其它控制器 74b。网络 10 可经配置以经由所述至少一个天线 20a 以脉冲方式传输功率。

所述至少一个功率分接组件 14 中的至少一者可为开关 82a，如图 9 所示。开关 82a 可经由控制线路来控制。开关 82a 可通过感测功率来控制。所感测的功率可为功率脉冲。功率脉冲可在持续时间方面不同。功率脉冲可在定时方面不同。开关 82a 可经由通信信号来控制。通信信号可经由同轴电缆来发送。

天线 20a 可为传输线路 18，如图 1 所示。从第一 RF 功率传输器 12a 接收的功率中的至少一部分可由所述至少一个功率分接组件 14a 用作为操作功率。网络 10 可包括第二功率分接组件 14b，其以串联方式电连接到所述至少一个功率分接组件 14a，其中所述至少一个功率分接组件 14a 设置在第一 RF 功率传输器 12a 与第二功率分接组件 14b 之间。第二功率分接组件 14b 从所述至少一个功率分接组件 14a 接收所述第二部分，且将其分成至少第三部分和第四部分。

第一 RF 传输器 12a 可仅包括第一连接器, 其将第一 RF 功率传输器 12a 电连接到所述至少一个功率分接组件 14a; 且所述至少一个功率分接组件 14a 包括第二连接器, 其将所述至少一个功率分接组件电连接到第二功率分接组件 14b。

本发明关于一种用于功率传输的系统 100, 如图 11 所示。所述系统包含第一 RF 功率传输器 12a 以用于产生功率。所述系统包含至少一个功率分接组件 14a, 其以串联方式电连接到所述第一 RF 功率传输器 12a 以用于将从所述第一 RF 功率传输器 12a 接收的功率分成至少第一部分和第二部分。所述系统包含至少一个天线 20a, 其电连接到所述至少一个功率分接组件 14a 以用于接收所述第一部分和传输功率。所述系统包含待供电的装置 94。所述系统包含接收天线 92, 其电连接到所述装置 94 且经配置以接收所传输的功率。

网络 10 可包括至少一个控制器 74a, 其电连接到所述 RF 功率传输器、所述至少一个功率分接组件 14a 和所述至少一个天线 20a 中的一者或一者以上, 如图 1 所示。所述至少一个功率分接组件中的至少一者可为开关 82a, 如图 9 所示。所述系统 100 可经配置以经由所述至少一个天线 20a 以脉冲方式传输功率。从第一 RF 功率传输器 12a 接收的功率中的至少一部分可由所述至少一个功率分接组件 14a 用作为操作功率。在一个实施例中, 从第一 RF 功率传输器 12a 传输的功率不包括数据。

网络 10 可包括第二功率分接组件 14b, 其以串联方式电连接到所述至少一个功率分接组件 14a, 其中所述至少一个功率分接组件 14a 设置在第一 RF 功率传输器 12a 与第二功率分接组件 14b 之间, 如图 11 所示。第二功率分接组件 14b 从所述至少一个功率分接组件 14a 接收所述第二部分, 且将其分成至少第三部分和第四部分; 以及第二天线 20b, 其电连接到第二功率分接组件 14b 以用于接收第三部分和传输功率。

如图 3 所示, 存在一种用于向接收器进行无线功率传输的设备, 所述接收器具有产生直流电流的无线功率采集器。所述设备包含组合器 38, 其具有具第一功率的第一输入 40a。所述设备包含具有第二功率的第二输入 40b。所述设备包含具有输出功率的输出, 所述输出功率是第一功率与第二功率的组合且分别大于第一功率和第二功率。所述设备包含天线 20a, 其电连接到将输出功率传输到接收器所通过的输出。

如图 6 所示, 存在一种用于向接收器进行无线功率传输的设备, 所述接收器具有产生直流电流的无线功率采集器。所述设备包含场可调节耦合器 60 以将功率增加或减少到所需电平, 所述耦合器具有主要线路 62 和与主要线路 62 相距距离  $d$  的次要线路 64。所述设备包含可调节机构, 其改变所述距离  $d$ 。所述设备包含将功率传输到接收器所通过的天线 20a。

本发明关于一种用于 RF 功率传输的方法。所述方法包含用第一 RF 功率传输器 12a 产生功率的步骤，如图 11 所示。存在用至少一个功率分接组件 14a 将从第一功率传输器 12a 接收的功率分成至少第一部分和第二部分的步骤，所述功率分接组件 14a 以串联方式电连接到第一 RF 功率传输器 12a。存在通过至少一个天线 20a 接收所述第一部分的步骤，所述天线 20a 电连接到所述至少一个功率分接组件 14a。存在用所述至少一个天线 20a 传输功率的步骤。

所述方法可包括以下步骤：在接收天线 92 处接收以无线方式从所述至少一个天线 20a 传输的功率，所述接收天线 92 电连接到装置 94 且经配置以接收所传输的功率；以及用设置在装置 94 中的功率采集器转换接收天线 92 所接收的功率，所述功率采集器电连接到装置 94。所述方法可包括以下步骤：添加第二功率分接组件 14b，其以串联方式电连接到所述至少一个功率分接组件，其中所述至少一个功率分接组件 14a 设置在第一 RF 功率传输器 12a 与第二功率分接组件 14b 之间。第二功率分接组件 14b 从所述至少一个功率分接组件 14a 接收第二部分并将其分成至少第三部分和第四部分。可存在以下步骤：在第二天线 20b 处接收第三部分，所述第二天线 20b 电连接到第二功率分接组件 14b。可存在从第二天线 20b 传输功率的步骤。

#### 单输入串联网路

大体上参看图 1，根据本发明的单输入（“简单”）串联功率分配/传输网络 10 包括单个 RF 功率传输器 12a 和至少一个功率分接组件（PTC）14a。单输入串联网路 10 以负载 16 端接。PTC 14a-c 串联连接。

功率在方向 D 上从 RF 功率传输器 12a 行进。因此，在单输入串联网路 10 中，存在单个功率方向。如图 1 所说明，功率从左向右行进。

网络 10 中的连接 18（本文中大体上称为传输线路）经由同轴电缆、传输线路、波导或其它合适构件来制作。负载 16 可包括但不限于天线、端接器、耦合器、定向耦合器、双向耦合器、分裂器、组合器、功率分配器、循环器、衰减器或充当负载的任何其它组件。传输线路 18 或最后一个 PTC 14c 应使用负载 16 来端接以消除反射。应注意，循环器以及分裂器和组合器还可将所反射的功率反馈到串联连接中。

PTC 14a 从传输线路 18（或其它连接）移除功率，并将所移除的功率供应到另一组件，例如负载 16、天线 20a 或其它传输线路 18。优选地，PTC 14a 将任何剩余功率传递到所述串联中的下一组件，例如负载 16、天线 20a、另一 PTC 14b 或其它传输线路 18。

优选地，PTC 14a 具有三个或三个以上输入/输出（连接器），其中输入、输出（接受）和/或输出（传递）功率。举例来说，PTC 14a 具有输入、用于所接受功率的第一输

出和用于所传递功率的第二输出。PTC 14a 在所述输入处接收功率。PTC 14a 将所述功率分成第一部分和第二部分。所述第一部分被“接受”并发送到第一输出，例如发送到天线 20a（下文论述）。第二部分被“传递”并发送到所述串联中的下一组件，例如另一 PTC 14b。

PTC 14a 可为定向耦合器，如图 1 所说明。定向耦合器可用分裂器或组合器来实施。

每一 PTC 14ac 的一个输出优选地分别连接到天线 20ac。每一天线 20ac 将功率辐射到覆盖区域（或容积）中。覆盖区域由最小电场和/或磁场强度界定。举例来说，覆盖区域可经界定为其中所辐射的电场强度高于每米两伏（2 V/m）的区域（或空间）。来自给定天线 20a 的覆盖区域可以重叠或可以不重叠来自其它天线 20b、20c 的其它覆盖区域。每一 PTC 14ac 的其它输出可连接到负载 16 和其它传输线路 18。

当 PTC 14ac 实施为定向耦合器时，定向耦合器可经设计以从传输线路 18 分接（或移除）某一百分比（dB）。举例来说，-20 dB 耦合器和 1000 瓦（W）输入导致将 10 W 输出到端接负载 16。网络 10 中的定向耦合器可全部具有相同耦合（例如，-20 dB）或可基于各种情况而设计以使用标准耦合（例如，-3、-6、-10 dB）或非标准耦合（例如，-3.4、-8、-9.8 dB）。

循环器 22a 或隔离器可连接在所述串联中的 RF 功率传输器 12 与第一 PTC 14a 之间，以便防止将对 RF 功率传输器 12a 造成破坏的反射功率。

图 1 说明单输入串联网络 10，其具有 RF 功率传输器 12a、循环器 22a、三个 PTC 14ac（实施为定向耦合器）和端接负载 16，所述三个 PTC 14ac 每一者分别连接到天线 20ac。

在使用中，RF 功率传输器 12a 沿传输线路 18 将功率供应到网络 10 中的每一 PTC 14ac。每一 PTC 14ac 从线路分接功率并将所述功率发送到相应连接的天线 20ac、负载 16。天线 20ac、负载 16 将功率辐射到对应于每一天线 20ac、负载 16 的覆盖区域。当在覆盖区域中时，待供电的装置接收所辐射的功率。所接收的功率用于对所述装置进行充电或再充电或者直接对所述装置供电。

#### 双输入串联网络

大体上参看图 2，根据本发明的双输入串联功率分配/传输网络 10 包括位于网络 30 的第一末端 32 处的第一 RF 功率传输器 12a 和位于网络 10 的第二末端 34 处的第二 RF 功率传输器 12b。一个或一个以上 PTC 14 串联定位于第一 RF 功率传输器 12a 与第二 RF 功率传输器 12b 之间。

优选地，每一 PTC 14 还连接到相应的天线 20ac。每一天线 20ac 将功率辐射到覆盖区域中。来自给定天线 20a 的覆盖区域可以重叠或可以不重叠来自其它天线 20b、20c

的其它覆盖区域。

PTC 14ac 可为双向耦合器，其在两个方向上耦合波。这允许双重功率方向——起源于第一 RF 功率传输器 12a 的第一功率方向 A 和起源于第二 RF 功率传输器 12b 的第二功率方向 B。

第一循环器 22a 可紧邻地连接到第一 RF 功率传输器 12a 以介于所述串联中的第一 RF 功率传输器 12a 与在线路中紧邻的 PTC 14a 之间，以便防止将对第一 RF 功率传输器 12a 造成破坏的反射功率。同样，第二循环器 22b 可定位于所述串联中的第二 RF 功率传输器 12b 与在线路中紧邻的对应 PTC 14b 之间。

第一 RF 功率传输器 12a 和第二 RF 功率传输器 12b 可处于相同频率。然而，由于组件容限，其将实际上处于略微不同的频率，且将同相和异相地移位，平均达到一有限值。此问题在第 11/699,148 号美国专利申请案和第 60/763,582 号美国临时专利申请案中详细论述，所述两个申请案的标题均为“功率传输网络 (Power Transmission Network)”且以引用的方式并入本文中。第一 RF 功率传输器 12a 和第二 RF 功率传输器 12b 还可经设计为处于不同频率或处于单独信道。

具有双重（或多个，下文论述）RF 功率传输器 12a、12b 的网络 10 的优点是网络 10 沿传输线路 18 分配损耗而非将损耗集中于一个末端（如同单输入串联网络 10）。另一优点是对于每一 RF 功率传输器 12a、12b 需要较少功率。举例来说，单个传输器 12a 可输入 1000 W，或两个传输器 12a、12b 可每一者输入 500 W。所述两个为 500 W 的输入将在功率和组件成本方面实现较便宜的网络 10。RF 功率传输器 12a、12b 可具有不同的功率电平（如果发现为有利的话）。

图 2 说明双输入串联网络 10，其具有第一 RF 功率传输器 12a、第一循环器 22a、三个 PTC 14ac（实施为双向耦合器）、第二循环器 22b 和第二 RF 功率传输器 12b，所述三个 PTC 14ac 每一者均连接到天线 20a。

在使用中，RF 功率传输器 12a 和 12b 沿传输线路 18 将功率供应到网络 10 中的每一 PTC 14ac。每一 PTC 14ac 分别从线路分接功率并将所述功率发送到所连接的天线 20ac。天线 20ac 将功率辐射到对应于每一天线 20ac 的覆盖区域。当在覆盖区域中时，待供电的装置接收所辐射的功率。所接收的功率用于对所述装置进行充电或再充电或者直接对所述装置供电。

参看图 3，给定双向耦合器 36 可能需要组合器 38 以组合来自每一功率方向 A、B 的功率。具有第一初始功率的第一输入 40a 从第一功率方向 A 进入双向耦合器 36。具有第二初始功率的第二输入 40b 从第二功率方向 B 进入双向耦合器 36。第一输入的分

接（例如，-20 dB）和第二输入的分接（例如，-20 dB）在组合器 38 中组合以将经组合的功率 42 输出到天线 22a 或另一传输线路 18（或所述两者的组合）。

离开双向耦合器 36 的第一输入（其可为对另一双向耦合器 36 的输入）已减少了所分接的功率量和来自耦合器 36 自身的损耗量（插入损耗）。对于离开双向耦合器 36 的第二输入也是如此。换句话说，当第一输入 40a 离开双向耦合器 36 时，现在所存在的功率量等于初始功率减去分接量减去耦合器 36 内损耗的功率（插入损耗）。

或者，双向耦合器 36 可经设计以不感测功率的方向，因此不需要组合器 38。因此，PTC 14a（此情况下为双向耦合器）可简单地命名为耦合器。

### 多输入串联网络

大体上参看图 4，根据本发明的多输入串联功率分配/传输网络 10 包括第一 RF 功率传输器 12a、第二 RF 功率传输器 12b 和至少一第三 RF 功率传输器 12c，其经由功率分配器 52（例如）以星形或群集图案连接。一个或一个以上 PTC 14ac 可串联定位于第一、第二和/或第三 RF 功率传输器 12a-c 与功率分配器 52 之间。

优选地，每一 PTC 14ac 还分别连接到天线 20ac。每一天线 20ac 将功率辐射到覆盖区域中。来自给定天线 20a 的覆盖区域可以重叠或可以不重叠来自其它天线 20b、20c 的其它覆盖区域。

PTC 14ac 可为双向耦合器，其在两个方向上耦合波。功率分配器 52 在多个方向上耦合波（或路由功率）。这允许多个功率方向——起源于第一 RF 功率传输器 12a 的第一功率方向 A、起源于第二 RF 功率传输器 12b 的第二功率方向 B 和起源于第三 RF 功率传输器 12c 的第三功率方向 C。功率分配器 52 可为组合器或分裂器。与双输入串联网络 10（图 2 中说明）相比，在多输入串联网络 10 中，网络 10 不仅包括来自第一 RF 功率传输器 12a 的第一输入 40a 和来自第二 RF 功率传输器 12b 的第二输入 40b，而且包括至少一来自第三 RF 功率传输器 12c 的第三输入 40c。

参看图 5，功率分配器 52 上的端口数目可通过使用 1 到 N 个分裂器来增加，从而在功率分配器 52 上给出 N+1 个端口。一个分裂器 54a 上的每一输出连接到另一分裂器 54b 的一个输出。举例来说，如图 5 所说明，三端口功率分配器 52 包括三个 1 到 2 分裂器 54a-c。来自方向 A 的功率进入第一端口 56a，由分裂器 54a 分裂，且引导到分裂器 54b 和 54c。来自方向 B 的功率进入第二端口 56b，由分裂器 54b 分裂，且引导到分裂器 54a 和 54c。来自方向 C 的功率进入第三端口 56c，由分裂器 54c 分裂，且引导到分裂器 54a 和 54b。

图 4 所示的多输入串联网络 10 可包括以各种配置连接的额外的 RF 功率传输器和/

或额外的功率分配器。换句话说,网络 10 可经扩展以使得一个以上功率分配器 52 连接多个 RF 功率传输器 12ac。因此,网络 10 可包括多个星形图案或群集。

图 4 说明多输入串联网络 10,其具有第一 RF 功率传输器 12a、第二 RF 功率传输器 12b、第三 RF 功率传输器 12c 和功率分配器 52。第一 PTC 14a (实施为双向耦合器)连接在第一 RF 功率传输器 12a 与功率分配器 52 之间。第二 PTC 14b 连接在第二 RF 功率传输器 12b 与功率分配器 52 之间。第三 PTC 14c 连接在第三 RF 功率传输器 12c 与功率分配器 52 之间。每一 PTC 14ac 还连接到天线 20a。

在使用中,RF 功率传输器 12a-c 沿传输线路 18 将功率供应到网络 10 中的每一 PTC 14。每一 PTC 14ac 分别从线路分接功率并将所述功率发送到所连接的天线 20ac。天线 20ac 将功率辐射到对应于每一天线 20ac 的覆盖区域。当在覆盖区域中时,待供电的装置接收所辐射的功率。所接收的功率用于对所述装置进行充电或再充电或者直接对所述装置供电。

#### 可调节 PTC

一般来说,离开 PTC 14a 的功率量等于进入 PTC 14a 的功率量减去由 PTC 14a 分接的功率量。因此,来自 RF 功率传输器 12a 的初始功率量在每次通过 PTC 14ac 时均减少。

举例来说,一网络包括两个 PTC,其实施为-20 dB 耦合器。如果至第一耦合器的输入为 100 W,那么分接量将为 1 W (即,  $100 \text{ W}/100 = 1 \text{ W}$ ),且离开的功率量将为 99 W (即,  $100 \text{ W} - 1 \text{ W} = 99 \text{ W}$ )。当该 99 W 到达第二-20 dB 耦合器时,分接量将为 0.99 W ( $99 \text{ W}/100 = 0.99 \text{ W}$ ),且离开第二耦合器的量将为 98.01 W。

大体上参看图 6,为了使得所有输出相等或处于所需电平,可将场可调节 PTC 60 用于本发明。场可调节 PTC 60 通过改变耦合因数而使功率增加或减少到所需电平。

举例来说,PTC 60 为双向耦合器。为了使得双向耦合器可调节,引入调节机构(例如但不限于螺旋型或电控制器)以改变距离或电学性质。耦合因数取决于双向耦合器的主要线路 62 与次要线路 64 之间的距离 d 或耦合器的电学性质。应注意,改变耦合器的长度也将改变所述性质。

通过在网络 10 中纳入场可调节 PTC 60,可将整个网络 10 中耦合到每一天的功率维持在近似恒定的电平。

参看图 7 和 8,网络中可存在多个路径。举例来说,参看图 7,网络 10 包括 RF 功率传输器 12a,其与第一 PTC 14a (实施为双向耦合器)和功率分裂器 54 (1 到 2) 串联连接。功率分裂器 54 的第一输出连接到第二 PTC 14b 且与第一端接天线(负载) 16b 端接。功率分裂器 54 的第二输出连接到与第四 PTC 14d 串联的第三 PTC 14c 且与第二

端接天线（负载）16d 端接。第一、第二、第三和第四 PTC 14a-d 各自连接到天线（分别为第一天线 20a、第二天线 20b、第三天线 20c 和第四天线 20d）且将功率耦合到相应天线 20a-d，以便将功率辐射到各覆盖区域中。当在覆盖区域中时，待供电的装置接收所辐射的功率。所接收的功率用于对所述装置进行充电或再充电或者直接对所述装置供电。

对于另一实例，参看图 8，网络 10 包括 RF 功率传输器 12a，其与连接到第一 PTC 14a（实施为定向耦合器）的循环器 22 串联连接。第一 PTC 14a 串联连接到第二 PTC 14b 和第三 PTC 14c，且以第一端接天线（负载）16c 端接。第一 PTC 14a 还串联连接到第四 PTC 14d 和第五 PTC 14e，且以第二端接天线（负载）16e 端接。第四 PTC 14d 还连接到第六 PTC 14f，且以第三端接负载 16f 端接。第二、第三、第五和第六 PTC 14b、14c、14e 和 14f 每一者连接到天线（分别为第二天线 20b、第三天线 20c、第五天线 20e 和第六天线 20f）以用于将功率辐射到各种覆盖区域中。应注意，给定 PTC 可能不具有相关联天线来辐射功率。当在覆盖区域中时，待供电的装置接收所辐射的功率。所接收的功率用于对所述装置进行充电或再充电或者直接对所述装置供电。

#### 其它实施例

大体上参看图 9，根据任何实施例，本发明可实施为开关网络 10（含有至少一个开关 82 的网络）。在开关网络 10 中，PTC 14a 或所述 PTC 中的至少一者是开关 82a 或含有开关 82a。所述组件串联连接。

开关 82a 可为但不限于机电或固态的，例如分别为中继器或 PIN 二极管。开关 82a 可具有任何适合于网络 10 的配置，例如但不限于 SPST、DPDT、SP3T 等。

优选地，开关 82a 还连接到天线 20a。天线 20a 将功率辐射到覆盖区域中。来自给定天线 20a 的覆盖区域可以重叠或可以不重叠来自其它天线 20b、20c 的其它覆盖区域。

优选地，开关 82a 接受或传递所述功率。当功率被接受时，将功率供应到网络 10 的特定组件，例如天线 20a。当功率被传递时，将功率供应到串联的下一组件。应注意，对于不具有直接天线连接的 PTC 14，开关 82a 可循序地或同时地将功率传递到一个或一个以上组件。

由于每一开关 82a、82b 接受或传递功率，所以网络 10 可经设计以脉冲传输功率。换句话说，连接到开关 82a、82b 的任何天线 20a、20b 可根据需要来接通和断开。举例来说，可一次接通所述网络的一个天线 20a。脉冲网络在第 11/356,892 号美国专利申请案和第 60/758,018 号美国临时专利申请案中描述，所述两个申请案的标题均为“脉冲传输网络（Pulsing Transmission Network）”且以引用的方式并入本文中。

开关 82a 可通过任何合适方式来控制。开关 82a 可通过 RF 功率传输器 12a 使用控制线路 18 来控制。控制线路可将通信和/或功率发送到开关 82a。开关 82a 可具有定时器或时钟（例如，“智能开关”）。通信信号可经由同轴电缆 18 以相同频率或单独频率发送，以便告诉开关 82a 何时进行开关。DC 功率可经由传输线路发送以对 PTC 14a（在此情况下为开关 82a）或网络中的任何其它组件供电。另外，任何 PTC 或功率分配组件可通过消耗一些 RF 功率（优选地通过将 RF 功率整流为 DC 功率）来从传输线路得到功率。

开关 82a 可感测从 RF 功率传输器 12a 供应的功率脉冲，以确定何时进行开关。脉冲可经设计以创建发信号通知开关 82a 进行开关的节点识别。所述脉冲可具有不同频率（时序）或由变动的持续时间构成（长和短脉冲）。

开关 82a 可感测功率。当在输入处检测到功率时，开关 82a 可引起功率脉冲且接着在再次脉冲之前使功率通过达一段时间。

优选地，开关 82a 可通过从传输线路 18 分接功率的一部分且将 RF 功率整流为 DC 功率来感测所供应的脉冲、形成节点识别的脉冲、或功率，以便将开关信息供应到开关 82a 或开关控制器 74a（下文论述）。经整流的 DC 功率告知开关 82a 或开关控制器 74a，RF 功率传输器 12a 正供应脉冲、发送节点识别或发送功率。

另外，开关 82a 可感测 DC 功率是否在传输线路 18 上连同 RF 功率一起可用。DC 功率可用于直接对开关 82a 或开关控制器 74 供电，或可用作对开关控制器 74 的输入。如果 DC 功率用于直接对开关 82a 供电，那么 RF 功率传输器 12a 中的控制器可通过以脉冲方式放置 DC 功率和从传输线路 18 移除 DC 功率来控制开关 82a、82b。

应注意，开关 82a 的不活动（即，连接到天线或网络的其它组件）的任何输出可为开路的或可连接到负载 16，以确保非活动天线不会显著影响来自活动天线的辐射。

如图 9 所说明，举例来说，单输入串联开关网络 10 包括 RF 功率传输器 12a、第一开关 82a、第二开关 82b 和端接天线 16。第一开关 82a 连接到第一天线 20a。第二开关 82b 连接到第二天线 20b。

第一开关 82a 可接受来自 RF 功率传输器 12a 的功率且将所述功率发送到第一天线 20a。或者，第一开关 82a 可将功率传递到第二开关 82b。第二开关 82b 可接受功率且将功率发送到第二天线 20b。或者，第二开关 82b 可将功率传递到端接天线 16。在此配置中，在任何给定时间，第一天线 20a、第二天线 20b 或端接天线 16 辐射 RF 能量。网络 10 可设计为从第一天线 20a、第二天线 20a 和端接天线 16 中的每一者脉冲传输功率。可将网络 10 设计为使得在给定的一段时间中没有天线传输功率。这可通过调低或断开 RF 功率传输器 12a 功率或通过功率端接到负载中来完成。

网络 10 可经配置以在任何给定时间从一个或一个以上天线辐射 RF 能量。如图 10 中所说明, 举例来说, 单输入串联开关网络 10 包括 RF 功率传输器 12a、第一 PTC 14a、第二 PTC 14b、第三 PTC 14c。第一开关 82a 连接到第一 PTC 14a 和第一天线 20a。第二开关 82b 连接到第二 PTC 14b 和第二天线 20b。第三开关 82c 连接到第三 PTC 14c 和第三天线 20c。第四开关 82d 也连接到第三 PTC 14c。第四开关连接到第四天线 20d 和端接天线 16。

第一 PTC 14a 将功率供应到第一开关 82a 和第二 PTC 14b。第一开关 82a 可接受功率且将功率供应到第一天线 20a。或者, 第一开关 82a 可将功率传递到端接负载(未图示)或开路。

第二 PTC 14b 将功率供应到第二开关 82b 和第三 PTC 14c。第二开关 82b 可接受功率且将功率供应到第二天线 20b。或者, 第二开关 82b 可将功率传递到端接负载(未图示)或开路。

第三 PTC 14b 将功率供应到第三开关 82c 和第四开关 82d。第三开关 82c 可接受功率且将功率供应到第三天线 20c。或者, 第三开关 82c 可将功率传递到端接负载(未图示)或开路。第四开关 82d 可接受功率且将功率供应到第四天线 20d 或将功率传递到端接天线 16。

在此配置中, 一个以上天线 20a-d 可在任何所需时间为活动的。在网络 10 的给定安装中, PTC 和开关的配置应由待从自天线辐射的 RF 能量获得的所需覆盖区域确定。

大体上参看图 1、2、4 和 7 到 11, 根据所述实施例中的任一者, 本发明可包括控制器 74a 以控制网络的操作。参看图 1, 控制器 74a 连接到网络 10 的组件中的一者或一者以上。控制器 74a 可用于改变天线 20ac 的频率、极化或辐射模式。控制器 74a 可用于从网络 10 创建功率脉冲。

参看图 2, 利用一个以上控制器 74a 以控制网络 10 的组件。控制器 74a 可与网络 10 的一个或一个以上其它控制器 74a 通信。

参看图 10, 控制器 74a 连接到开关网络 10。利用控制器 74a 以控制(或辅助控制)开关 82a-d 的开关。

参看图 11, 说明串联功率分配/传输网络 10 的实施方案。网络包括 RF 功率传输器 12a, 其连接到第一 PTC 14a、第二 PTC 14b、第三 PTC 14c 和端接天线 16。RF 功率传输器 12a 以及第一、第二和第三 PTC 14a-c 串联连接。第一、第二和第三 PTC 14a-c 中的每一者分别连接到天线 20a-c(说明为偶极, 但此处任何天线或辐射装置均可与此或任何实施例一起使用)。天线 20a-c 和 16 将功率辐射到待供电的装置 94 的接收天线 92

(说明为偶极)。装置 94 优选地包括功率采集器，其将 RF 功率转换为装置 94 可使用的形式。

本发明的小型版本(例如，如图 11 所示)有助于减小由单个天线传输的平均功率，进而减少安全性顾虑。这在桌面型应用中可能是重要的。举例来说，装置 94 可从多个天线 20a-c、16 接收功率贡献。天线 20a-c、16 可定位成 U 形状或安装在柔性单元上，使得用户可将其粘附到桌域。

分接耦合器可在本发明中用于消除连接器损耗。此问题在第 6,771,143 号美国专利中详细论述，所述专利以引用的方式并入本文中。

根据本发明的网络优选地使用低损耗同轴电缆、传输线路或波导 18。

如果网络中使用泄漏同轴电缆 16，那么天线可能是不必要的。在此配置中，同轴电缆 16 将辐射功率。

上文论述和预期由本发明涵盖的各种实施例可单独地或彼此组合(整体或部分)来实施。

本发明不应与通过电感耦合的功率传送混淆，通过电感耦合的功率传送需要装置相对较靠近功率传输源。作者克劳斯·芬肯才勒(Klaus Finkenzeller)的 RFID 手册(RFID Handbook) 将电感耦合区界定为小于 0.16 倍  $\lambda$  的传输器与接收器之间的距离，其中  $\lambda$  为 RF 波的波长。本发明可在近场(有时称为感应)区以及远场区中实施。远场区是大于 0.16 倍  $\lambda$  的距离。

在本发明的任何实施例中，所传输的 RF 功率可限于仅包括功率，也就是说，在信号中不存在数据。如果应用需要数据，那么数据优选地在单独频带中传输且/或具有单独的接收器。

所属领域的技术人员将了解，尽管前述描述内容详细地陈述了本发明的优选实施例，但可在不脱离本发明的精神和范围的情况下对其做出修改、添加和改变。

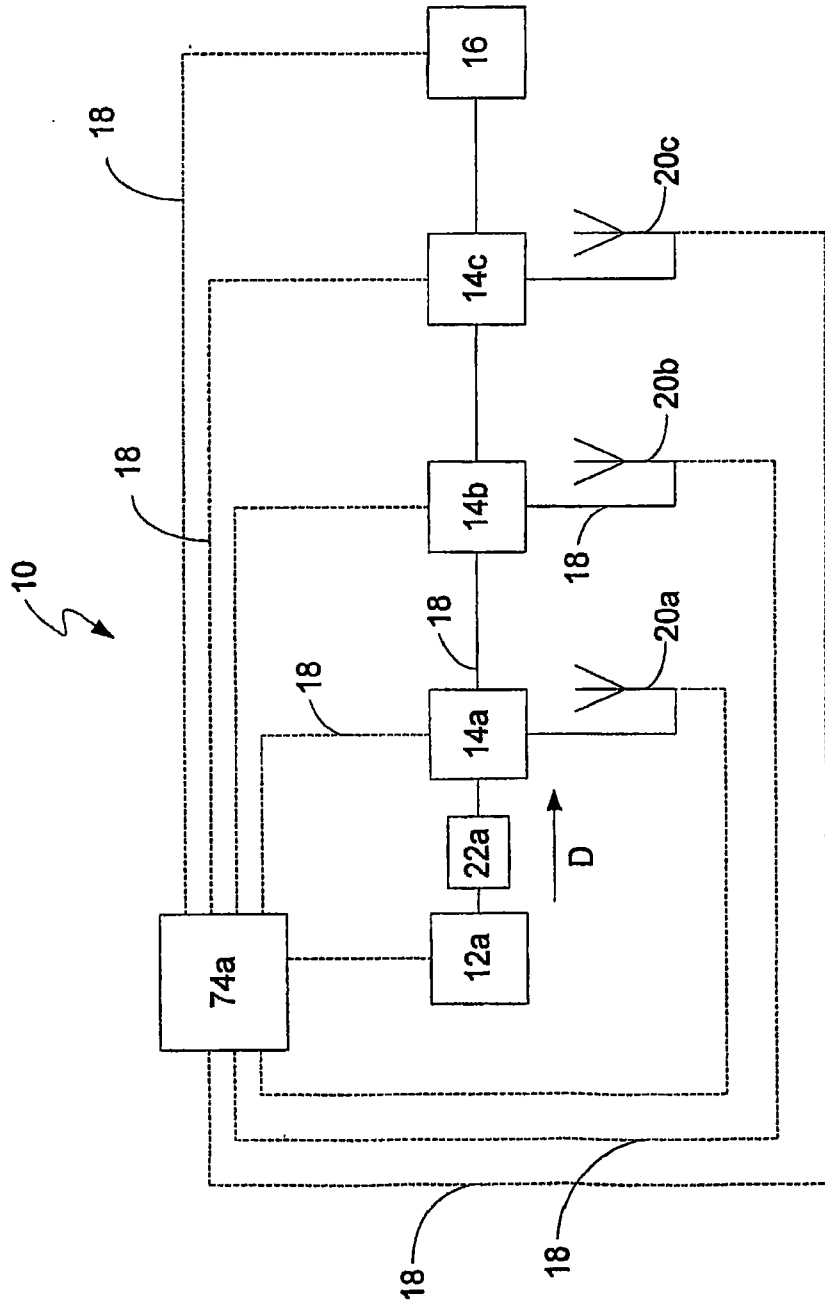


图1

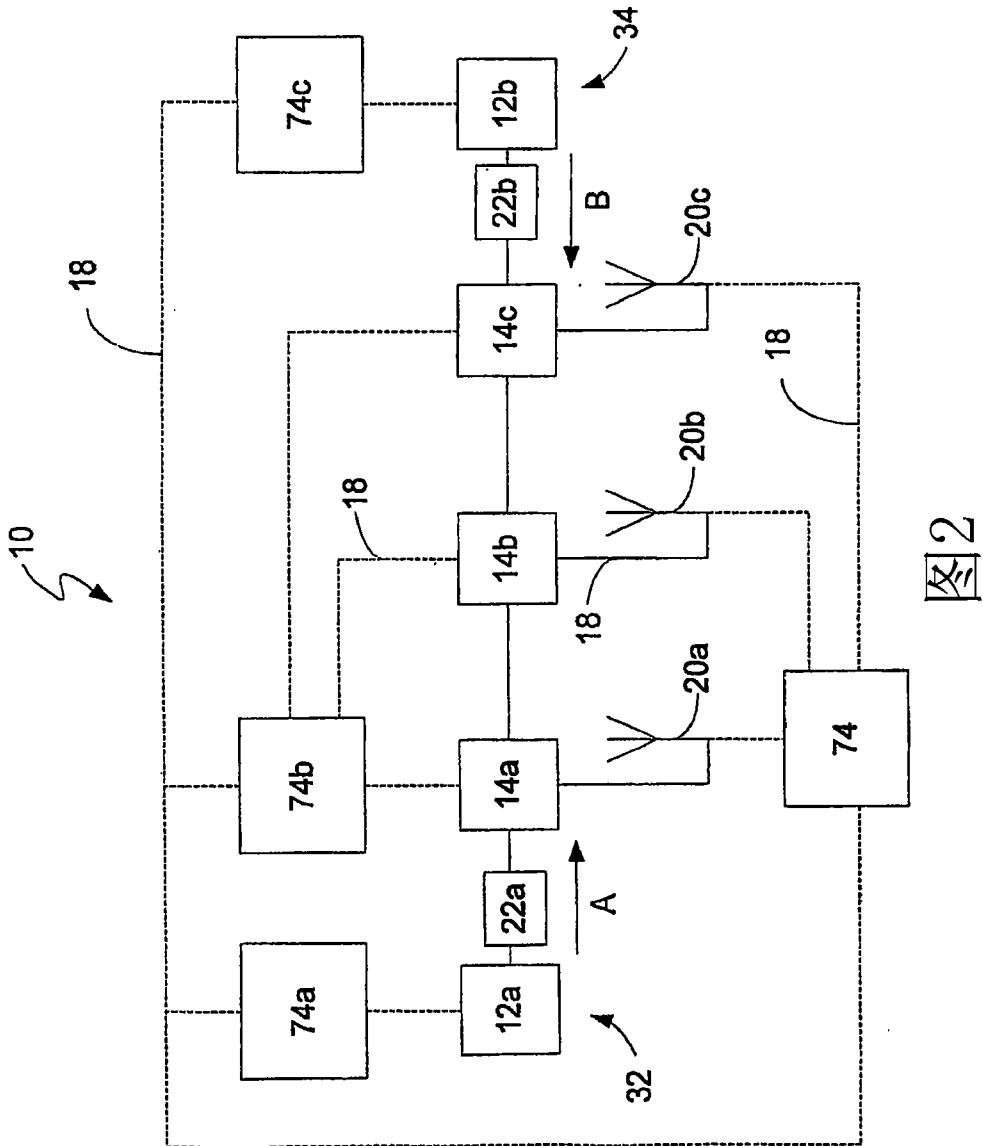
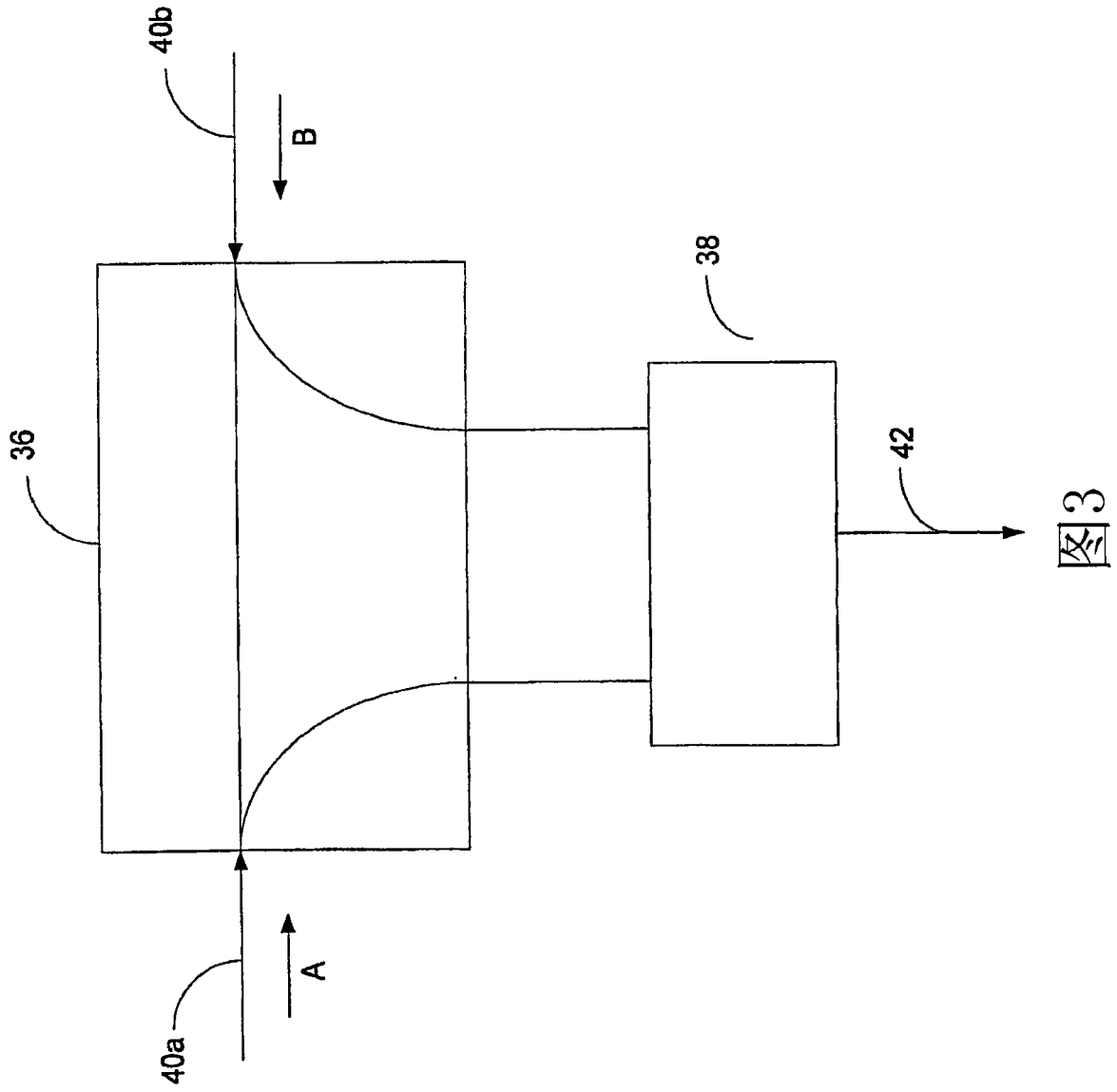


图2



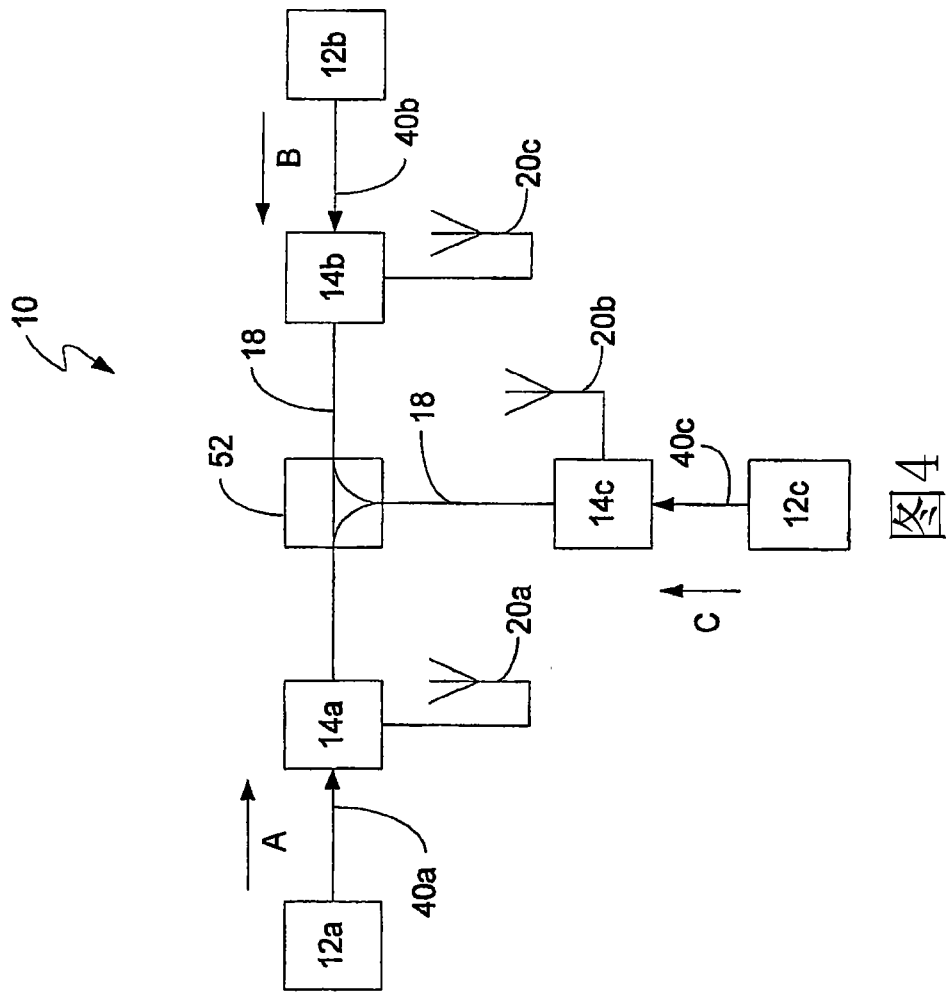


图4

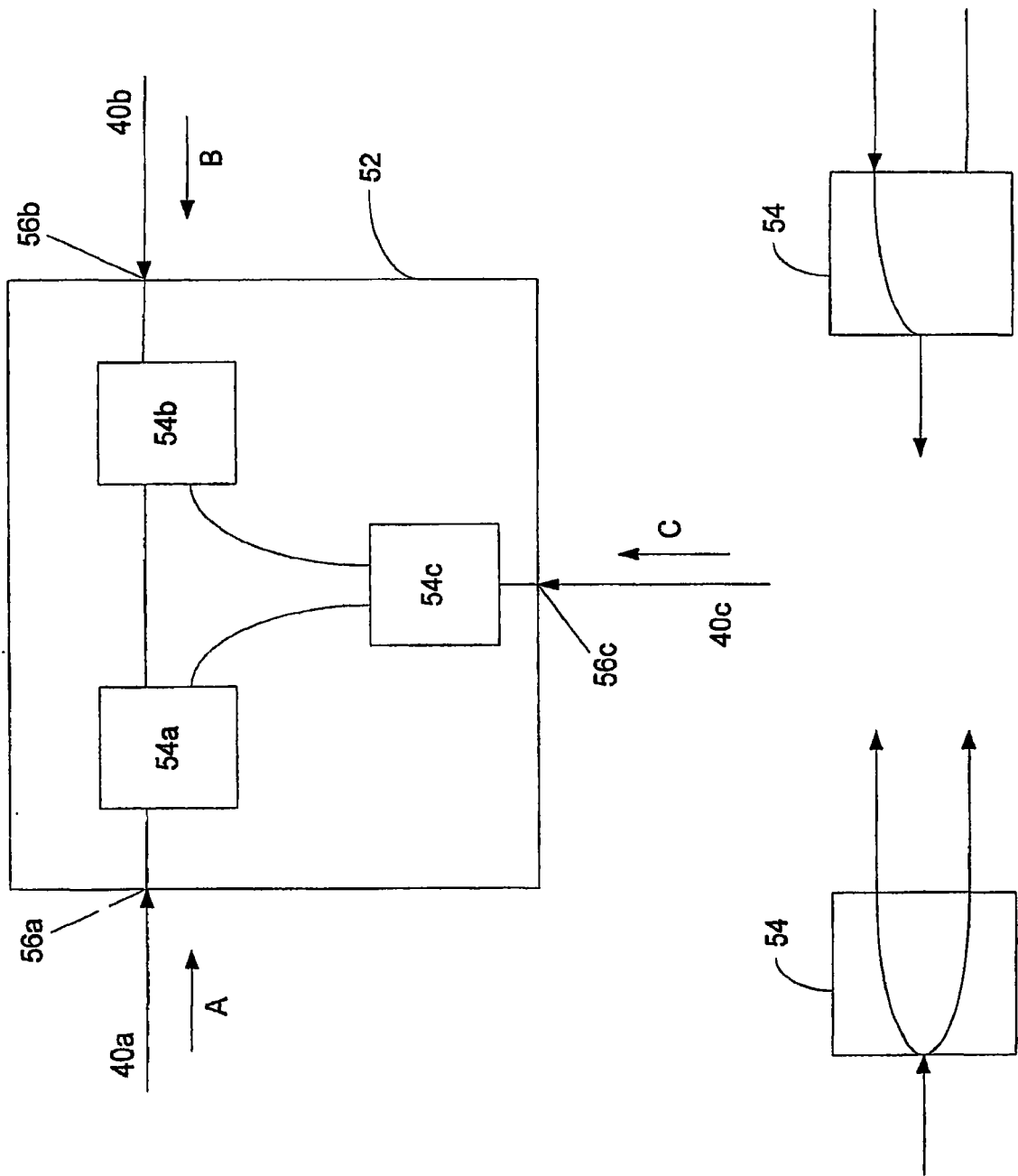
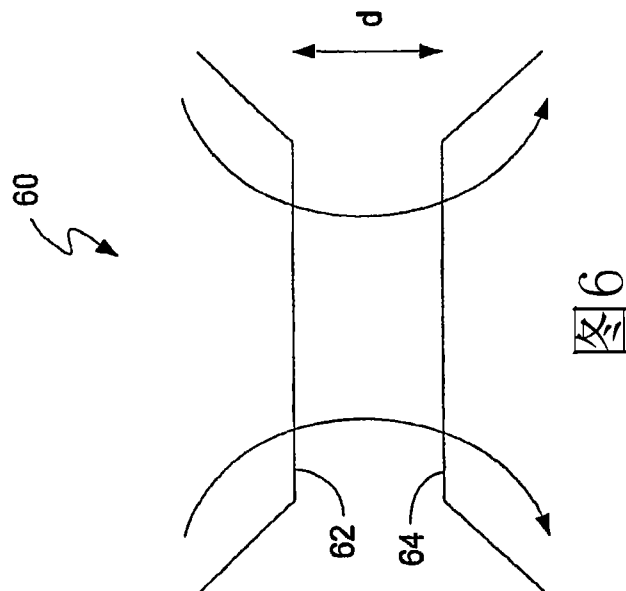


图5



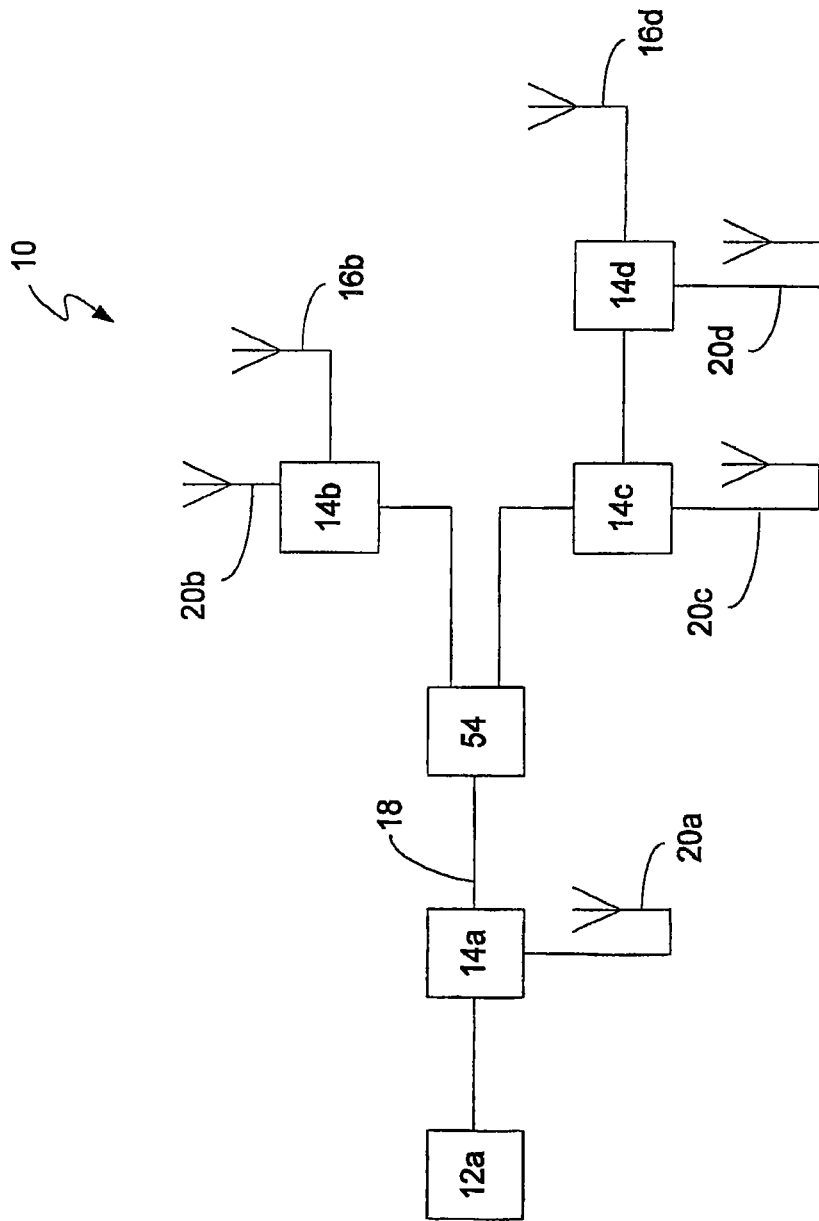
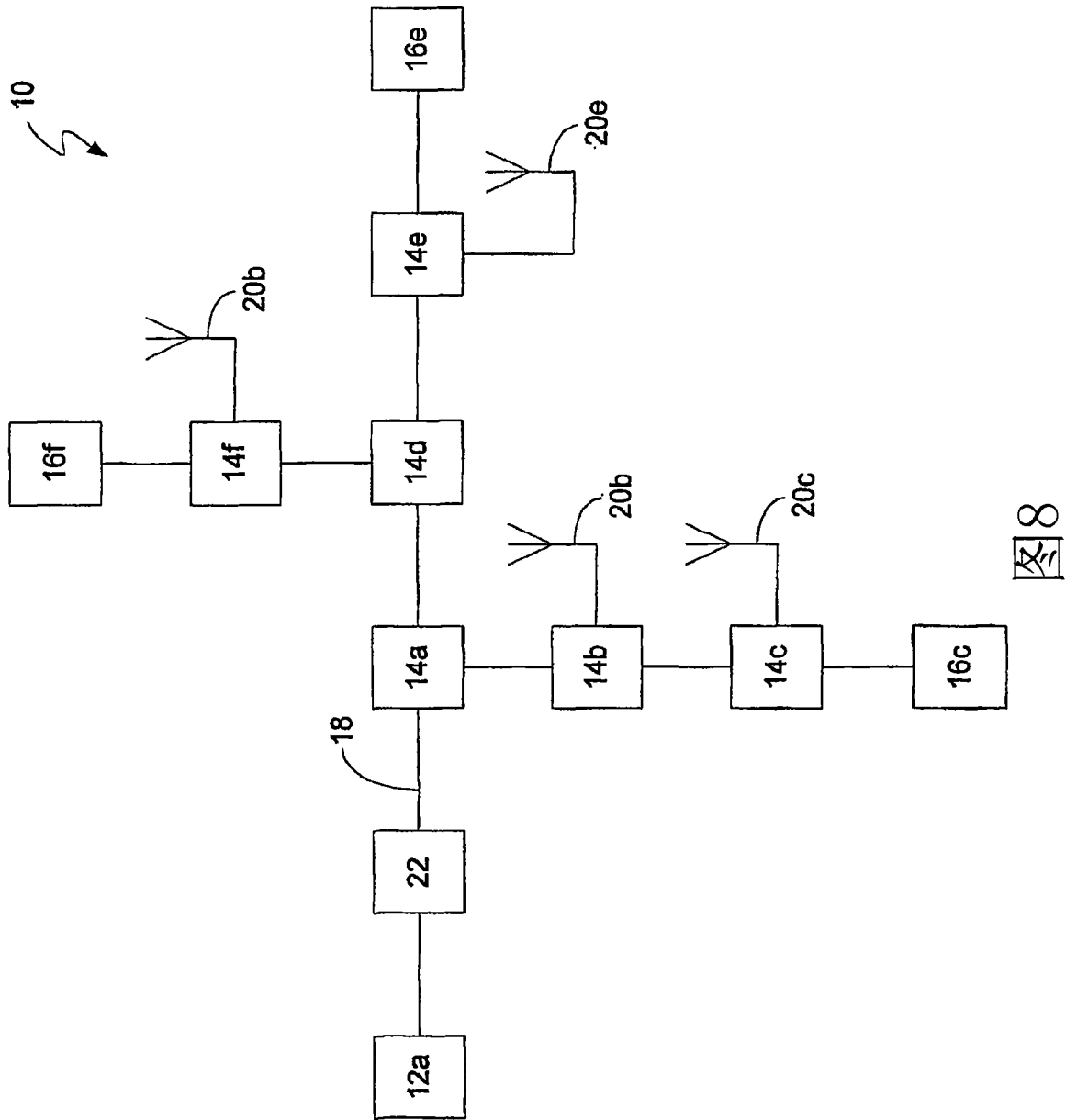


图7



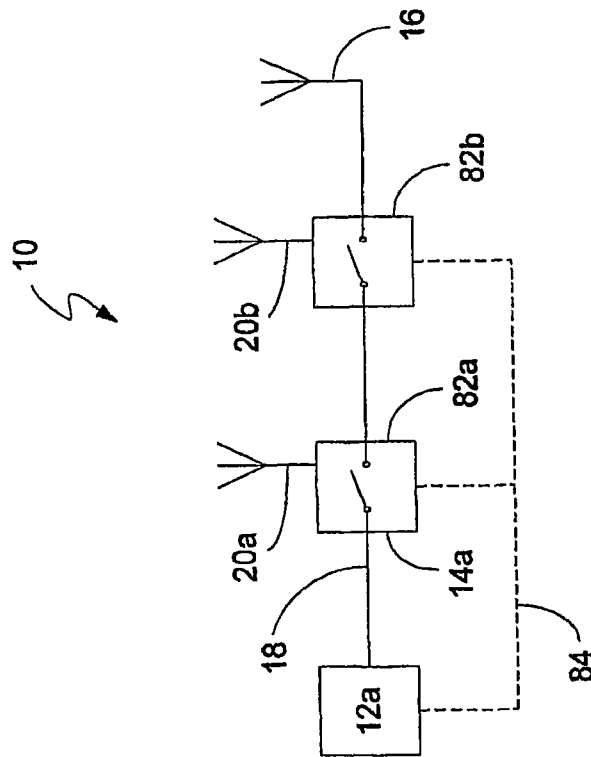


图9

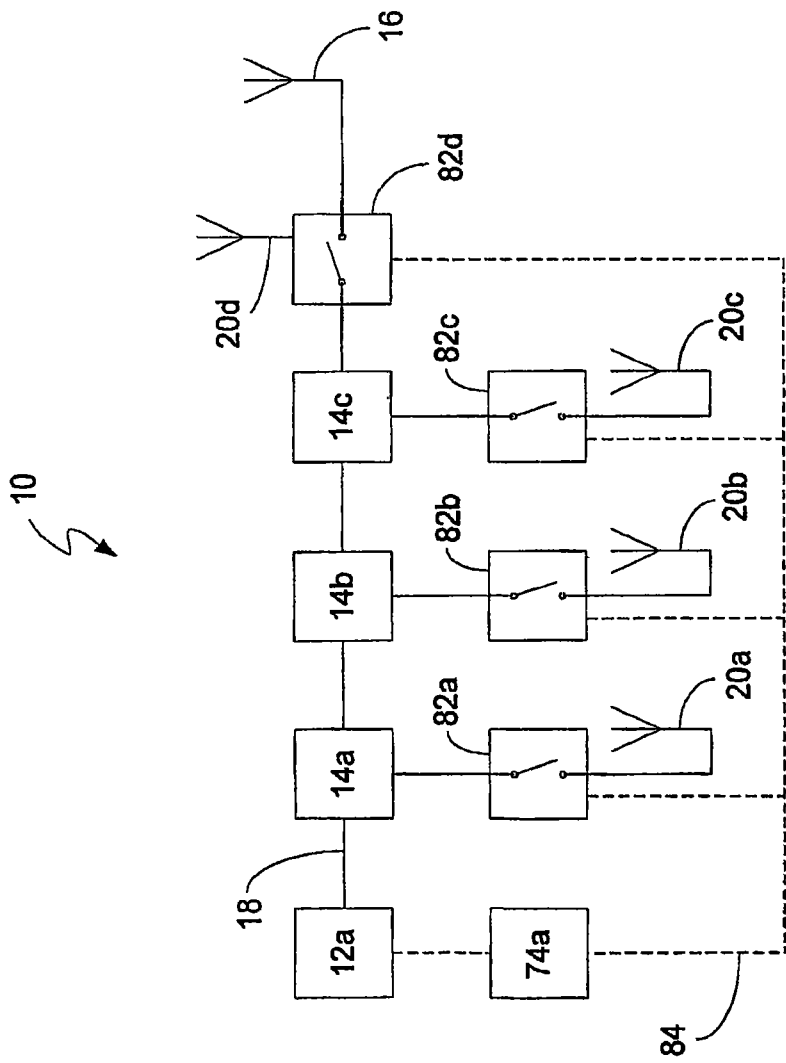


图10

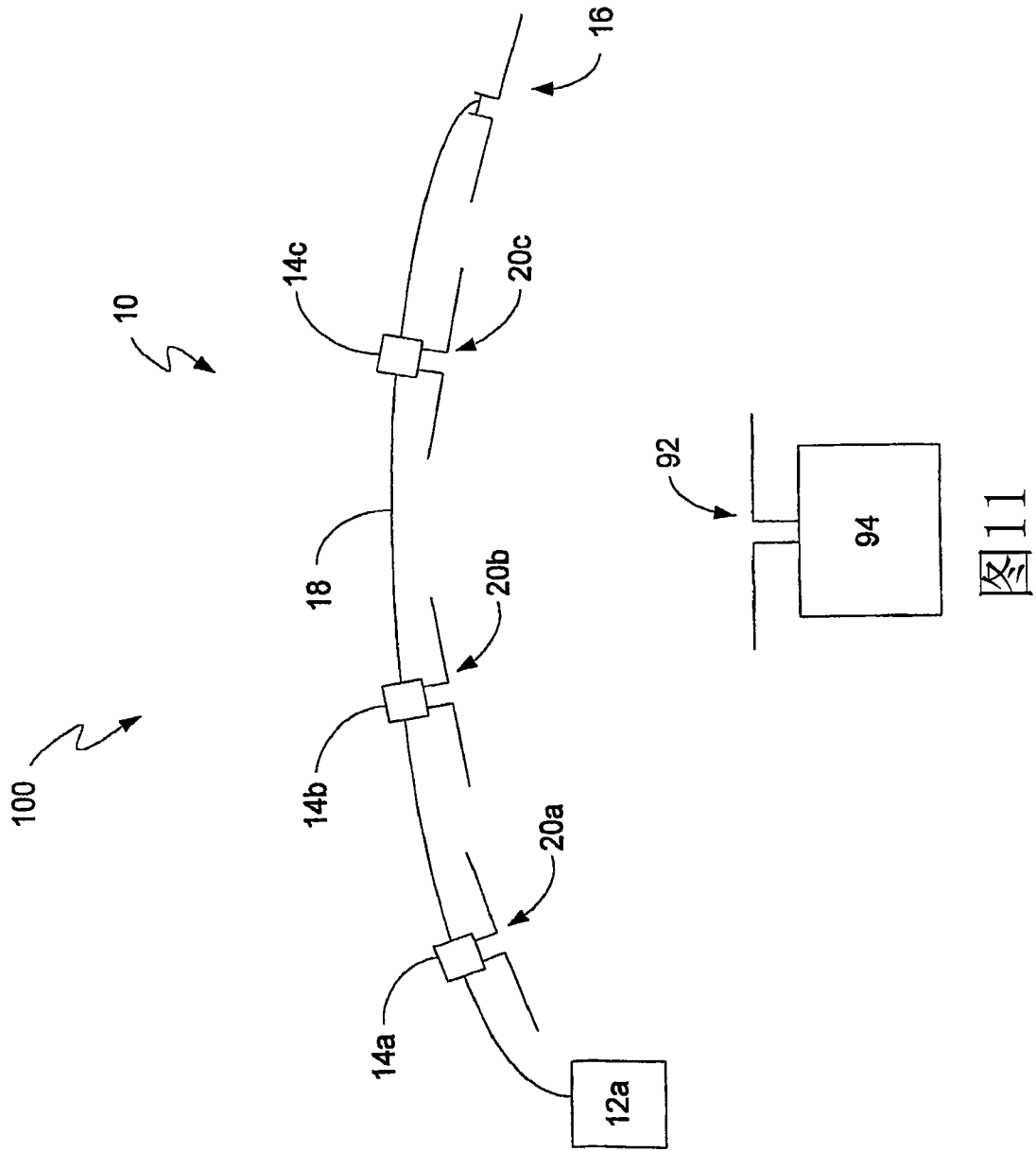


图11