



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102696172 A

(43) 申请公布日 2012. 09. 26

(21) 申请号 201180005312. 6

H03F 1/42 (2006. 01)

(22) 申请日 2011. 08. 03

H03F 1/56 (2006. 01)

(30) 优先权数据

H03F 3/60 (2006. 01)

102010034067. 7 2010. 08. 12 DE

(85) PCT申请进入国家阶段日

2012. 07. 02

(86) PCT申请的申请数据

PCT/EP2011/063356 2011. 08. 03

(87) PCT申请的公布数据

W02012/019949 DE 2012. 02. 16

(71) 申请人 罗德与施瓦兹两合公司

地址 德国慕尼黑市

(72) 发明人 洛塔尔·申克

(74) 专利代理机构 北京同立钧成知识产权代理

有限公司 11205

代理人 臧建明

(51) Int. Cl.

H03F 1/02 (2006. 01)

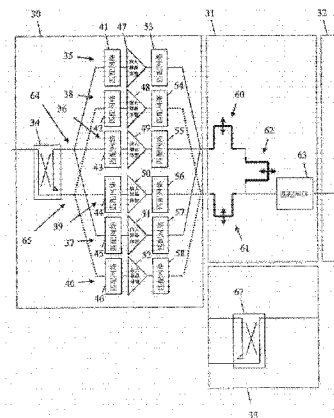
权利要求书 2 页 说明书 5 页 附图 2 页

(54) 发明名称

具有多合体扩展的高频功率放大器

(57) 摘要

一种高频功率放大器,包括宽带放大器(30)、DOHERTY扩展(31)和耦合设备(33)。所述宽带放大器(30)具有功率分配器(34)、主放大器路径(64)和辅助放大器路径(65)。所述DOHERTY扩展(32)具有第一偏置线(60)、第二偏置线(61)和阻抗转换器(62)。所述宽带放大器(30)放大输入信号并把放大后的信号提供给所述DOHERTY扩展(31)或所述耦合设备(33)。



1. 一种高频功率放大器,包括宽带放大器(30)、DOHERTY扩展(31)和/或耦合设备(33),其中:

所述宽带放大器(30)具有功率分配器(34)、主放大器路径(64)和辅助放大器路径(65);

所述DOHERTY扩展(31)具有至少一个第一偏置线(60)、第二偏置线(61)和阻抗转换器(62);以及

所述宽带放大器(30)放大输入信号并把放大后的信号提供给所述DOHERTY扩展(31)或所述耦合设备(33)。

2. 根据权利要求1所述的高频功率放大器,其特征在于:

所述宽带放大器(30)通过开关设备连接至所述DOHERTY扩展(31);

所述宽带放大器(30)通过所述开关设备进一步连接至所述耦合设备(33);以及

所述开关设备切换所述宽带放大器(30)与所述DOHERTY扩展(31)和所述耦合设备(33)之间的连接。

3. 根据权利要求1或2所述的高频功率放大器,其特征在于:

所述主放大器路径(64)包含至少一个放大器路径(35、36、37);以及

所述辅助放大器路径(65)包含至少一个放大器路径(38、39、40)。

4. 根据权利要求3所述的高频功率放大器,其特征在于:

所述主放大器路径(64)进一步包含功率分配器、功率合成器和至少两个放大器路径(35、36、37);

所述功率分配器在所述放大器路径(35、36、37)之间分配所述主放大器路径(64)的功率;以及

所述功率合成器合成所述放大器路径(35、36、37)的功率。

5. 根据权利要求3或4所述的高频功率放大器,其特征在于:

所述辅助放大器路径(65)进一步包含功率分配器、功率合成器和至少两个放大器路径(38、39、40);

所述功率分配器在所述放大器路径(38、39、40)之间分配所述辅助放大器路径(65)的功率;以及

所述功率合成器合成所述放大器路径(38、39、40)的功率。

6. 根据权利要求3至5任一所述的高频功率放大器,其特征在于:

所述放大器路径每个包括至少一个第一匹配网络(41、42、43、44、45、46)、放大器晶体管(47、48、49、50、51、52)和第二匹配网络(53、54、55、56、57、58);以及

所述第一匹配网络(41、42、43、44、45、46)、所述放大器晶体管(47、48、49、50、51、52)和所述第二匹配网络(53、54、55、56、57、58)各自串联连接。

7. 根据权利要求6所述的高频功率放大器,其特征在于:

所述主放大器路径(64)的放大器路径(35、36、37)的放大器晶体管(47、49、51)的工作点和所述辅助放大器路径(65)的放大器路径(38、39、40)的放大器晶体管(49、50、52)工作点可通过控制设备分别调节。

8. 根据权利要求7所述的高频功率放大器,其特征在于:

所述控制设备调节所述主放大器路径(64)的放大器路径(35、36、37)的放大器晶体管

(47、49、51) 的工作点,使其以 AB 类工作模式工作;以及

当所述宽带放大器 (31) 把放大后的信号提供给所述 DOHERTY 扩展 (31) 时,所述控制设备调节所述辅助放大器路径 (65) 的放大器路径 (38、39、40) 的放大器晶体管 (49、50、52) 的工作点,使其以 C 类工作模式工作。

9. 根据权利要求 7 或 8 所述的高频功率放大器,其特征在于:

当所述宽带放大器 (31) 把放大后的信号提供给所述耦合设备 (33) 时,所述控制设备调节所述放大器路径 (35、36、37、38、39、40) 的放大器晶体管 (47、48、49、50、51、52) 的工作点,使其以 AB 类工作模式工作。

10. 根据权利要求 1 至 9 任一所述的高频功率放大器,其特征在于:

所述偏置线 (60、61) 的长度可调;

所述偏置线 (60、61) 调节所述高频功率放大器的工作频率;以及

所述偏置线 (60、61) 使所述放大器路径 (35-40) 在所述匹配网络 (53-58) 之后的阻抗在工作频率下为实阻抗和高阻值阻抗。

11. 根据权利要求 1 至 10 任一所述的高频功率放大器,其特征在于:

所述阻抗转换器 (62) 提供可调的工作频率;以及

所述阻抗转换器 (62) 根据所要放大的信号的振幅匹配所述主放大器路径 (64) 的阻抗。

具有多合体扩展的高频功率放大器

技术领域

[0001] 本发明涉及一种高频功率放大器,尤其涉及一种作为多合体(DOHERTY)放大器工作的大功率放大器。

背景技术

[0002] 通常,高频功率放大器经常以 AB 类工作模式工作;即,例如通过串联的二极管生成基极偏置,各个晶体管在很低的电平下就已经导通了。AB 类工作模式中,小信号以 A 类工作模式放大,大信号以 B 类工作模式放大。这种放大器工作时具有特别低的失真,但是效率很差。

[0003] 此外,DOHERTY 放大器可提高效率是公知的。在移动无线电通信技术,尤其在非恒定包络和高波峰因数(例如,COFDM 信号)的调制方法中,基于 DOHERTY 原理的高频放大器在最近几年应用越来越广泛。例如,美国专利 US7,688,135B2 示出了一种此类 DOHERTY 放大器。然而,此类放大器的缺点在于只能提供非常小的带宽。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供一种大功率放大器,实现高效率并能用于宽频率范围。

[0005] 该目的通过具有独立权利要求 1 的特征的设备实现。有利的进一步改进形成了引用该独立权利要求的从属权利要求的主题。

[0006] 因而,本发明的高频功率放大器包括宽带放大器和 DOHERTY 扩展。本发明中的宽带放大器具有功率分配器、主放大器路径和辅助放大器路径。所述 DOHERTY 扩展具有至少一个第一偏置线、第二偏置线和阻抗转换器。所述宽带放大器放大输入信号并把放大后的信号提供给 DOHERTY 扩展或进一步的处理设备。

[0007] 本发明的高频功率放大器特别适合用于调幅信号(例如,COFDM 信号)的大型、模块化、半导体无线电发射机终端设备。使用 DOHERTY 放大器原理的同时,又能很大程度上避免现有技术的缺陷。宽带放大器,可包括几个放大器模块,覆盖具有宽带宽的宽频率范围(例如,超高频波段 IV-V470-862MHz)并无需调整平衡。宽带放大器和 DOHERTY 扩展一起构成 DOHERTY 放大器。本发明中,DOHERTY 扩展包含 DOHERTY 原理特有的带宽限制组件:(可调)阻抗转换器、一个或两个(可调)偏置线和宽带阻抗变换器。从而,将带宽限制从宽带放大器中分离出来。如需要,可以在比较短的时间内通过简单机械重调阻抗变换线和偏置线来调节出新的频率。

附图说明

[0008] 下面,将在附图的基础上结合实施例示例性说明本发明,附图示出了本发明优选的示例性实施方式。附图如下:

[0009] 图 1 为示例性高频功率放大器的示意图;

[0010] 图 2 为本发明的高频功率放大器的一个示例性实施方式的示意图。

具体实施方式

[0011] 首先,参考图 1 说明传统的 DOHERTY 放大器的结构和功能,在此基础上,提出本发明要解决的问题。然后,参考图 2 说明本发明的设备的一个示例性实施方式的结构和功能。有些情况下,不重复介绍和说明相似附图中的相同元件。

[0012] 图 1 示出了一个示例性的 DOHERTY 放大器。信号输入与功率分配器 10 相连。功率分配器 10 的第一输出与匹配网络 11 相连。匹配网络 11 与主晶体管 12 相连。然后与第二匹配网络 13 相连。第二匹配网络 13 与偏置线 14 相连,然后与阻抗转换器 15 相连。功率分配器 10 的第二输出与移相器 16 相连。然后与第三匹配网络 17 相连。这里,功率分配器 10 不产生相位旋转。输入信号在功率分配器 10 的两个输出路径之间平均分配。第三匹配网络 17 与辅助晶体管 18 相连。然后与第四匹配网络 19 相连,第四匹配网络 19 与第二偏置线 20 相连。偏置线 20 和阻抗转换器 15 与第五匹配网络 21 相连。第五匹配网络 21 把 DOHERTY 放大器的阻抗匹配成后续系统组件需要的阻抗。

[0013] 在输入信号小时,以 AB 类工作模式工作的主晶体管 12 在增加的负载阻抗下工作,从相对较低的电平,例如从 1dB 压缩点回退 6dB,它已经趋近饱和,因此效率最高。在主晶体管 12 饱和电平规定的电平门限之上,辅助晶体管 18 以 C 类工作模式工作。通过它的输出信号,它减小了主晶体管 12 的负载阻抗。因此,通过电平门限和 1dB 压缩点的比值全面控制主晶体管的负载阻抗的减小,主晶体管 12 输出相应的较大功率。在回退 6dB 的例子中,阻抗减半导致功率加倍。

[0014] 从而,电平门限之上,主晶体管 12 虽然已达到饱和,但输出功率增加,因此总是在最大效率下工作。在辅助晶体管 18 的工作相位期间,只是因为其功率消耗而降低了效率,但是与传统的 AB 放大器相比,仍保持相当高的效率。在信号峰值,全面控制辅助晶体管 18,晶体管 12 和 18 每个都提供一半的系统输出功率。

[0015] 主晶体管 12 负载阻抗的动态减少发生情况如下:在 6dB 门限、系统浪涌阻抗的一半,通常 25 欧姆时,两个晶体管 12 和 18 在相同的负载阻抗下工作,其中辅助晶体管 18 与负载直接相连,主晶体管 12 通过阻抗转换器 15 与负载相连。低电平时,辅助晶体管 18 不工作。它的输出为高电阻输出,因此不产生干扰。晶体管容量通过匹配网络 18 和偏置线 20 调制。主晶体管 12 工作于被阻抗转换器 15 增加的负载上。换言之,阻抗转换器的浪涌阻抗为 50 欧姆,因此在辅助晶体管 18 的工作门限之下获得 100 欧姆的负载。在电平门限之上,辅助晶体管 18 的输出电流在负载阻抗上与主晶体管 12 的电流叠加,通过阻抗转换器 15 降低了主晶体管 12 的有效负载阻抗。同时,辅助晶体管 18 的负载阻抗也相应地下降(理想地,从无载状态),以便开始提供一部分输出功率。

[0016] 通常用尺寸为四分之一工作波长的线作为阻抗转换器 15。由此产生的主晶体管 12 的分支的延迟由辅助晶体管 18 的输入来补偿。本示例性实施方式中,也可以通过 $\lambda/4$ 线用作移相器来实现。90° 功率分配器可为替代性选择。

[0017] 通常提供两个偏置线 14 和 20 以确保主晶体管 12 和辅助晶体管 18 分别在匹配网络 13 和 19 之后的输出阻抗为实阻抗和高阻值阻抗。因此,匹配网络 14 和 19 可自由确定大小。相反地,对于主晶体管 12,偏置线 14 也要确保,在工作频率,从主晶体管看的阻抗转换器 15 输入阻抗的动态变化在漏极得到实质的转换;在 6dB 例子中从 100 欧姆到 50 欧姆。

[0018] DOHERTY 放大器的主要缺陷在于：需要 $\lambda/4$ 线作为移相器 15 和阻抗转换器 16，而且，偏置线 14 和 20 只在一个频率能准确工作。因此，带宽限制在不超过所确定的频率的 $\pm 10\%$ 范围。迄今为止，覆盖更大带宽所需的变体形式意味着 DOHERTY 原理的使用似乎毫无意义，尤其是在电视广播范围。

[0019] 图 2 示出了本发明的放大器的一个示例性实施方式。该高频功率放大器包括宽带放大器 30、DOHERTY 扩展 31 和可选的耦合设备 33。本发明中，宽带放大器 30 包含 90° 耦合器 34，该 90° 耦合器 34 在不同情况下都把输入信号在两个耦合路径中以 50% 分配。如图 1 所示， 0° 功率分配器和移相器可为替代性选择。然而，这将严重限制带宽。

[0020] 耦合器 34 的第一耦合路径与主放大器路径 64 相连。耦合器 34 的第二耦合路径与辅助放大器路径 65 相连。此处主放大器路径 64 和辅助放大器路径 65 各自被功率分配器（未示出）以 0° 相移分成若干放大器路径 35、36、37、38、39、40。

[0021] 本示例性实施方式中，主放大器路径 64 包含三个放大器路径 35、36 和 37，而辅助放大器路径 65 也包含三个放大器路径 38、39 和 40。此处每个放大器路径 35-40 包含匹配网络 41-46、放大器晶体管 47-52 和第二匹配网络 53-58。此处主放大器路径 64 的每个独立的放大器路径 35、36、37 实现图 1 中匹配网络 11、13 和主晶体管 12 的功能。此处辅助放大器路径 65 的每个独立的放大器路径 38、39、40 实现图 1 中匹配网络 17、19 和辅助晶体管 18 的功能。放大器路径 35-40 的输出信号被分成主放大器路径 64 和辅助放大器路径 65，由功率合成器（未示出）重新合成。换言之，放大器路径 35、36、37 的输出信号被合成在一起，而放大器路径 38、39、40 的输出信号被合成在一起。

[0022] 区别于此处示出的示例性实施方式，也可以使用不同数量的放大器路径。因此，即使在主放大器路径 64 和辅助放大器路径 65 中分别只使用一个放大器路径也是可行的。在主放大器路径 64 和辅助放大器路径 65 中使用不同数量的放大器路径也是可以的。例如，对于最大振幅和最小振幅间的幅差小的信号，在主放大器路径 64 中可提供较多的放大器路径。相反地，对于最大振幅和最小振幅间的幅差很大的信号，辅助放大器路径 65 中可提供相对较多的放大器路径。

[0023] 主放大器路径 64 和辅助放大器路径 65 的合成信号接着提供给 DOHERTY 扩展 31。本发明中，主放大器路径 64 的信号提供给第一偏置线 60，而辅助放大器路径 65 的信号提供给第二偏置线 61。正如参考图 1 描述过的，偏置线 60 和 61 使放大器路径 35-40 在匹配网络 53-58 之后的阻抗在工作频率下为实阻抗和高阻值阻抗。因此，在工作频率下，实现了主放大器路径 64 和辅助放大器路径 65 的晶体管中功率阻抗比的真实映像。

[0024] 第一偏置线 60 与主放大器路径 64 相连，所述第一偏置线 60 的输出与阻抗转换器 62 相连。这实现了与图 1 中阻抗转换器 15 相同的功能。阻抗转换器 62 和第二偏置线 61 的输出与输出匹配网络 63 相连。这将阻抗转换成进一步连接的处理设备所需要的阻抗。

[0025] 可选地，此处宽带放大器 30 和 DOHERTY 扩展 31 均为模块结构。这样，宽带放大器 30 不用匹配偏置线 60、61 和阻抗变换器 62 就可以具有宽的带宽。

[0026] 可选地，高频功率放大器还包含耦合设备 33。耦合设备 33 包含 90° 耦合器 67。从而，耦合设备 33 可通过开关设备（未示出）直接耦合到宽带放大器 30，来代替 DOHERTY 扩展 31。然后， 90° 耦合器 67 把宽带放大器 30 的两路输出信号耦合到公用线并把输出信号提供给输出匹配网络 68。如果辅助晶体管 48、50、52 也以 AB 类工作模式工作，本电路中

可以得到完全以 AB 类工作模式工作的高频功率放大器。如果偏置线 60、61 和阻抗变换器 62 不能匹配,例如,由于时间关系,那么这种选择会特别有意义。然而,这种情况下,必须考虑到高频功率放大器降低的效率。

[0027] 因而,终端设备细分成两组,每组具有 n 个晶体管。使用 DOHERTY 扩展 31,一组形成主放大器,而另一组形成辅助放大器。如果使用耦合设备 33,相同状态的两组可构成传统的终端设备。

[0028] 两个晶体管组的每个晶体管都通过 0° 功率分配器来控制,并且它们的功率通过 0° 功率合成器求和后提供给各自的输出。这种方法确保,一组中所有的终端设备晶体管根据模量和相位具有相同的负载阻抗。

[0029] 终端设备组的工作点可通过控制设备(未示出)分别控制。从而,主放大器路径 64 的放大器晶体管 47、49、51 调节为 AB 类工作模式,辅助放大器路径 65 的放大器晶体管 48、50、52 调节为 C 类工作模式。如果选择使用耦合设备 33 代替 DOHERTY 扩展 31,所有的放大器晶体管 47-52 均调节为 AB 类工作模式。

[0030] 如果使用 DOHERTY 扩展 31, 90° 耦合器 34 要确保必要的相位偏移,该相位偏移由阻抗转换器 62 产生。匹配网络 63 产生 DOHERTY 系统需要的 25 欧姆的系统负载。此外,它为进一步的组件 32 提供了 50 欧姆的宽带负载。可选地,根据需要,传统大功率功率合成器可将数个具有 DOHERTY 扩展的放大器模块结合在一起,以形成甚至更大的放大器单元。

[0031] 为了减少匹配元件的数量,偏置线 60 可与阻抗转换器 62 结合形成公用匹配元件。这样,在 DOHERTY 扩展 31 中,只有两个匹配元件需要匹配成使用的频率。也可以在每种情况下通过独立的 0° 功率合成器再一次把几个放大器模块的组输出结合在一起,例如四个宽带放大器与一个 DOHERTY 扩展结合工作。缺陷在于,随着 DOHERTY 扩展和放大器晶体管间延时的增加,带宽变窄一些。

[0032] 输出匹配网络 63 或 68 可分别选择性地包含雷电保护功能。通过可选的 DOHERTY 扩展 31 和耦合设备 33 的模块化结构,宽带放大器 30 和进一步的组件 32,例如天线和 / 或滤波器也可为宽带的而不需要将组件匹配到使用的频率范围。

[0033] 可选地,DOHERTY 扩展 31 可装有固定尺寸的偏置线 60、61 和固定尺寸的阻抗转换器 62。这种情况下,DOHERTY 扩展被限制在固定的频率范围内。然而,这种 DOHERTY 扩展对于经常使用的频率范围尤其有意义。

[0034] 此外,设置宽带放大器 30 时应考虑热状况。因为主放大器路径 64 的放大器晶体管 47、49、51 不间断工作并承载大部分的系统负载,他们也会产生大部分系统废热。因此,建议在公用冷却元件上,交替放置主放大器路径 64 的放大器晶体管 47、49、51,和辅助放大器路径的晶体管 48、50、52。这将在冷却元件上均匀分配系统的热负载。

[0035] 如果高频功率放大器只与 DOHERTY 扩展 31 一起工作,主放大器路径 64 的功率合成器(图 2 未示出)实际上抽拉整个平均输出功率,则应使用带状线技术构成所述功率合成器,即,沿着冷却元件的或安装板的相应轧齿纹导引以空气作为电介质的弯曲金属条。辅助放大器路径 65 的功率合成器(图 2 也未示出)只产生非常低的热功率,因而可毫不费力地容纳于印刷电路板,所述印刷电路板均匀覆盖主放大器路径 64 的功率合成器。

[0036] 如果高频功率放大器必须还要以传统方式工作,即,与耦合设备 33 一起工作,那么两个功率合成器都应使用带状线技术构成,即,沿着冷却元件的或安装板的相应轧齿纹

导引以空气作为电介质的弯曲金属条。这种情况下,在传统工作模式中,主放大器路径 64 的功率合成器也要必须适合于功率加倍,辅助放大器路径 65 的功率合成器适合于正常功率。

[0037] 有利地,90° 耦合器 34 由三个 $\lambda/4$ 长的耦合器结构建成。主放大器的开关型衰减元件上游可确保,具有 DOHERTY 扩展的工作模式中必要的不对称功率分配。单纯 DOHERTY 工作模式情况下,显然耦合器应以不对称的方式构成。

[0038] 本发明不限于给出的示例性实施方式。应在本发明的范围内,有利地互相结合上述指定的或附图中示出的所有特征。

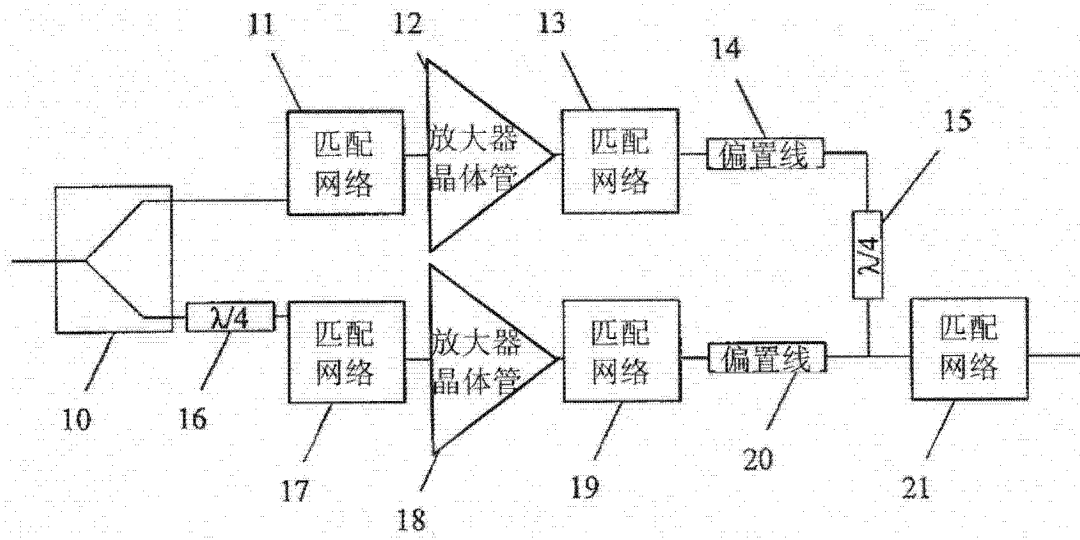


图 1

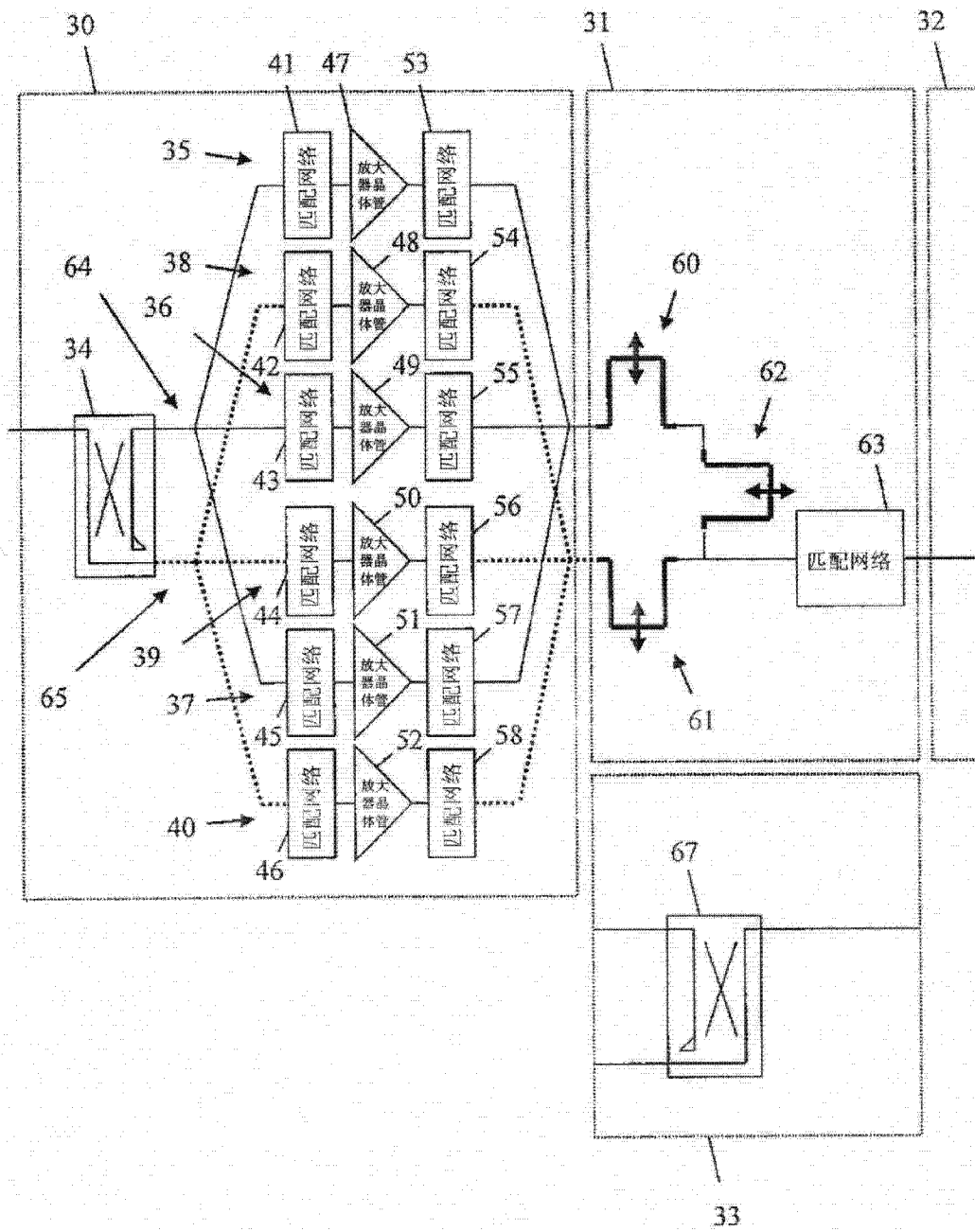


图 2