



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 99806733.4

[43] 授权公告日 2003 年 6 月 18 日

[11] 授权公告号 CN 1111948C

[22] 申请日 1999.6.1 [21] 申请号 99806733.4

[30] 优先权

[32] 1998. 6. 1 [33] US [31] 09/088,356

[86] 国际申请 PCT/US99/12162 1999.6.1

[87] 国际公布 WO99/63658 英 1999.12.9

[85] 进入国家阶段日期 2000.11.28

[71] 专利权人 摩托罗拉公司

地址 美国伊利诺斯

[72] 发明人 加里·夏皮罗 格里格·布莱克

迈克尔·内威尔

审查员 张静海

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利
商标事务所

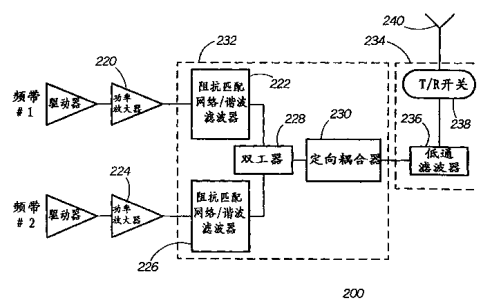
代理人 付建军

权利要求书 3 页 说明书 9 页 附图 3 页

[54] 发明名称 双频带发送器

[57] 摘要

提供了低插入损耗和自屏蔽特性的、双模式数字系统的一个功率放大器输出模块(200)。模块(200)具有一第一功率放大器驱动电路,这个第一功率放大器驱动电路包括一第一功率放大器(220)和具有高阶谐波集成抑制的一第一输出阻抗匹配网络(222)。提供了一个第二功率放大器驱动电路,这个第二功率放大器驱动电路包括一第二功率放大器(224)和具有高阶谐波集成抑制的一第二输出阻抗匹配网络(226)。模块(200)也包括连接到第一阻抗匹配网络和第二阻抗匹配网络的一个双工器(228)。模块(200)也包括一个宽带定向耦合器(230),连接到这个双工器(228),用于连接到第一功率放大器驱动电路和第二功率放大器驱动电路。模块(200)用一个更小的封装提供了具有更好性能的一个集成解决方案。



1. 双模式数字系统的一个功率放大器输出模块，具有低的插入损耗和自屏蔽特性，包括：

工作在第一数字模式的第一功率放大器驱动电路，包括第一功率放大器和具有高阶谐波集成抑制的第一输出阻抗匹配网络；

工作在第一第二数字模式的第二功率放大器驱动电路，包括第二功率放大器和具有高阶谐波集成抑制的第二输出阻抗匹配网络；

一单个双工器，连接到这个第一阻抗匹配网络和第二阻抗匹配网络，这个单个双工器在第一条件下选择性地传送从第一功率放大器驱动电路来的一个信号，而同时衰减从第二功率放大器驱动电路来的一个信号，并且在第二条件下选择性地传送从第二功率放大器驱动电路来的一个信号，而同时衰减从第一功率放大器驱动电路来的一个信号；和

一单个宽带定向耦合器，连接到这个双工器，用于耦合第一功率放大器驱动电路和第二功率放大器驱动电路。

2. 如权利要求 1 的功率放大器输出模块，进一步包括一个低通滤波器，连接到单个宽带定向耦合器，并且通过一个发送-接收开关来连接到一单个天线，用于接收从第一数字模式中的第一功率放大器驱动电路来的一个信号和从第二数字模式中的第二功率放大器驱动电路来的一个信号。

3. 如权利要求 1 的功率放大器输出模块，进一步包括一个低通滤波器，连接到单个宽带定向耦合器，并且通过一个复用器来连接到一单个天线，用于接收从第一数字模式中的第一功率放大器驱动电路来的一个信号和从第二数字模式中的第二功率放大器驱动电路来的一个信号。

4. 如权利要求 1 的功率放大器输出模块，其中第一阻抗匹配网络和第二阻抗匹配网络衰减第二和第三阶谐波。

5. 如权利要求 1 的功率放大器输出模块，其中第一阻抗匹配网络

和第二阻抗匹配网络进一步提供了谐波抑制的功能。

6. 如权利要求 1 的功率放大器输出模块, 其中第一阻抗匹配网络和第二阻抗匹配网络是分布式的, 并且包括谐波滤波能力。

7. 如权利要求 1 的功率放大器输出模块, 其中单个宽带耦合器是大约 - 20dB。

8. 如权利要求 1 的功率放大器输出模块, 被放置在一个多层陶瓷封装中, 这个多层陶瓷封装包括具有其间淀积了导电性粘贴传输线的多个介质片。

9. 如权利要求 8 的多层陶瓷封装, 其中多个输入/输出触点被放置在所述多个介质片材料中的第一个上, 并且所述多个输入/输出触点被安排成一个用键结合的结构, 以提供到一个印刷电路板或者其它衬底的准确连接。

10. 如权利要求 8 的多层陶瓷封装, 其中一个隐埋网状对地平面被提供在所述多个介质片材料中的第二个上。

11. 如权利要求 8 的多层陶瓷封装, 进一步包括连接到多个介质片中一个的一个半导体集成电路。

12. 如权利要求 8 的多层陶瓷封装, 进一步包括被放置在这个功率放大器输出模块的多个介质片中的一个的一个腔中的一个半导体集成电路。

13. 如权利要求 8 的多层陶瓷封装, 进一步包括被放置在功率放大器输出模块的一个倒装片半导体集成电路。

14. 如权利要求 8 的多层陶瓷封装, 进一步包括具有集成在其中的激活匹配调谐的一个功率放大器。

15. 一个双模式通信设备, 具有第一数字频带和第二数字频带, 这个通信设备包括:

工作在第一数字模式的第一功率放大器驱动电路, 包括第一功率放大器和具有高阶谐波集成抑制的第一输出阻抗匹配网络;

工作在第二数字模式的第二功率放大器驱动电路, 包括第二功率

放大器和具有高阶谐波集成抑制的第二输出阻抗匹配网络;

一单个双工器, 连接到这个第一阻抗匹配网络和第二阻抗匹配网络, 这个单个双工器在第一条件下选择性地传送从第一功率放大器驱动电路来的一个信号, 而同时衰减从第二功率放大器驱动电路来的一个信号, 并且在第二条件下, 选择性地传送从第二功率放大器驱动电路来的一个信号, 而同时衰减从第一功率放大器驱动电路来的一个信号; 和

一单个宽带定向耦合器, 连接到这个双工器, 用于连接到第一功率放大器驱动电路和第二功率放大器驱动电路。

16. 如权利要求 15 的双模式通信设备, 进一步包括一个低通滤波器, 连接到单个宽带定向耦合器, 并且通过一个发送-接收开关来连接到一单个天线, 用于接收从第一数字模式中的第一功率放大器驱动电路来的一个信号和从第二数字模式中的第二功率放大器驱动电路来的一个信号。

17. 如权利要求 15 的双模式通信设备, 进一步包括一个低通滤波器, 连接到单个宽带定向耦合器, 并且通过一个复用器来连接到一单个天线, 用于接收从第一数字模式中的第一功率放大器驱动电路来的一个信号和从第二数字模式中的第二功率放大器驱动电路来的一个信号。

18. 如权利要求 15 的双模式通信设备, 其中第一数字频带是 GSM, 和第二数字频带是 DCS。

19. 如权利要求 15 的双模式通信设备, 其中第一数字频带是 DCS, 和第二数字频带是 IDEN。

20. 如权利要求 15 的双模式通信设备, 其中第一阻抗匹配网络和第二阻抗匹配网络是分布式的, 并且包括谐波滤波能力。

双频带发送器

本发明涉及电信设备的内部无线结构，更特别地，涉及双频带数字系统的一个功率放大器输出模块。

因为在不同的场所同时使用许多不同的通信系统为蜂窝电话的用户提供了更大的灵活性，它也向这个蜂窝电话的内部结构设计者提出了很多挑战性的问题。除了传统的技术趋势，例如更小的尺寸，更轻的重量，和更少的部件数，现在，设计者还需要考虑在蜂窝电话中包括更多的能力，例如在电磁频谱的两个或者更多不同频带中进行工作的能力。

将双模式/双边带能力包括在这个无线结构设计中并不是一个很普通的过程，并且可能会涉及对早期设计过程中的想法的重大改变。

图 1 显示了根据现有技术 100 被提供的一个双边带蜂窝电话的一个无线结构的一个框图。参考图 1，从一第一频带（频带 # 1）发送的一个无线发送信号将通过一个驱动器 102，一个功率放大器 104，一个阻抗匹配网络 106，一个定向耦合器 108，一个谐波滤波器 110。在这点，这个信号将通过一个双工器 112，并且最后发送出天线 114。类似地，从一第二频带（频带 # 2）发送的一个无线发送信号将通过另一个驱动器 202，另一个功率放大器 204，另一个阻抗匹配网络 206，另一个定向耦合器 208，和另一个谐波滤波器 210。然后，这第二个信号将通过这个双工器 112，并且最后发送出天线 114。

对这个设计，每一个频带有它们自己专用的部件。每一个频带具有其自己的阻抗匹配网络，定向耦合器，和谐波滤波器。部件的这种重复可能使一个蜂窝电话具有附加的电路，一个高的部件数目，增加开关和电源功率消耗，并且其体积，重量和尺寸增加。

该领域内一个无线结构设计的改进是这个无线结构设计能够向一个单片集成部件中的双模式数字系统提供一个功率放大器输出模块，

并且这个无线结构设计能够将谐波滤波器需求集成到一个阻抗匹配网络中，并且能够使用一高度集成多层陶瓷封装的一单个耦合器和一单个天线来处理两个离散功率放大器驱动电路，并且也能够提供改善的插入损耗和自屏蔽特性。

图 1 显示了根据现有技术的一个双频带前端无线设计的一个框图。

图 2 显示了根据本发明的双模式数字系统的一个功率放大器输出模块的一个框图。

图 3 显示了形成根据本发明的双模式数字系统的功率放大器输出模块的一个多层封装的一个剖视图。

图 4 显示了根据本发明的集成阻抗匹配网络/谐波滤波器的一个电路图。

图 5 显示了包括现有技术设计（虚线）的一个频率响应曲线和根据本发明的双模式数字系统的功率放大器输出模块的一个频率响应曲线。

每个新型号的出现都伴随着蜂窝电话的尺寸减小，这样将更多的部件和功能集成到更少的离散部件中就变得更有必要了。通过使用根据本发明双模式数字系统的功率放大器输出模块的设计，通过将在现有技术中是很多的部件集成到一单片部件模块中，就可以实现更多的优点。

除了能够实现一些明显的优点，例如一较低的部件数目，更小的尺寸和更轻的重量和更少的制造步骤外，也可以实现其它工程方面的优点。首先，与包括带被安装在传统基片上的离散部分（例如，FR-4）的一个电路的现有技术制造技术相比，根据本发明的功率放大器输出模块在高频的损耗更低。本发明设计的集成模块也提供了更少的互联，这将使一个最终产品更可靠。集成很多电路部件的另一个优点是能够减少操作这个无线设备所需要的开关的数目。在无线结构设计中，双工操作一般是开关操作，因为当采用了低损耗的材料时双工器的损耗很低。另外，双工操作很容易用单片部件，例如本发明的输出模块

来实现。换句话说，双工操作需要与在传统多层陶瓷封装过程中所使用的部件相同的部件。开关操作的减少，电路和耦合器的数目减少可以使功率消耗更少，电池使用寿命更长，并且通话时间更长。

本发明有很多优点。最重要的是，双模式数字系统的功率放大器输出模块实际上降低了双频带功率放大器电路的尺寸，增加了其功能，并且改善了其性能。这是通过集成了一个无线或者蜂窝电话的各种前端功能的一个多层陶瓷封装的设计和实现来实现的。

通过将各种部件集成到一个模块中而实现的优点不能够被轻视。通过集成而实现的协作优点是显著的。例如，在集成模块中的电路的损耗没有在一个印刷电路板，例如 FR-4 材料上的离散部件高。另外，这个电路路径也不一样长，所以，需要较少的功率，并且其重量可以更轻，并且也更可靠。

许多现有设计采用在一个印刷电路板或者类似部件上的离散器件。因为带传输线的印刷电路板是有损耗的并且会降低电路性能时，这就产生了一个问题。本发明的集成方法提供了一个更可靠的电路，而同时也不需要再在印刷电路板上原来很宝贵的不动产。使用多层陶瓷材料允许实现比使用传统印刷电路板技术的损耗更低的传输线部件。多层陶瓷材料理想地是适合于提供某些电气特性，例如高的介电常数，高的电 Q 值，和无线频率（RF）应用所需要的低损耗。一般，高 Q 值材料在无线频率（RF）应用中具有低损耗特性。换句话说，集成陶瓷多层器件可以实现更多的功能，并且其体积比传统的印刷电路板方法更小。

本发明的一个重要方面包括集成功率放大器输出模块有效地衰减了第二和第三阶谐波，这第二和第三阶谐波是在无线设计中的一个固有难题。参考图 5，实线公开了第二和第三阶谐波的衰减比现有技术低通滤波器设计的第二和第三阶谐波衰减大得多（见虚线）。这是通过有效地将阻抗匹配网络和谐波滤波器一起集成到一个紧凑的、集成设计中的电路设计来实现的。重要地，高阶谐波的有效损耗不会对“带内”损耗产生负作用提供了另一个结构性的优点。

本发明允许在一第一频带中的一个信号与在一第二频带中的一个信号进行有效的耦合, 滤波, 和输出阻抗匹配。在一个实施方式中, 这第一频带将是一个数字信号, 并且这第二频带将是一个数字信号。例如, 一第一数字频带可以是 GSM (880 - 960MHz), 并且第二数字频带可以是 DCS (1710 - 1880MHz)。当然, 这个设计可以被调节成适合任何两个电磁频谱的频带。当通信系统现在被希望能够对用户或者客户透明的一个方法处理和应付各种频率的信号时, 这个能力就变得更重要了。

在图 2 中, 提供了功率放大器输出模块 200 的一个框图。参考图 2, 双模式数字系统的模块 200 具有低插入损耗和自屏蔽特性, 并且包括用于在一第一数字模式 (频带 # 1) 中进行工作的一第一功率放大器驱动电路。这包括一第一功率放大器 220 和具有集成抑制高阶谐波的一第一输出阻抗匹配网络 222。

用于在一第二数字模式 (频带 # 2) 中进行工作的一第二 2 功率放大器驱动电路包括一第二功率放大器 224 和具有集成抑制高阶谐波的一第二输出阻抗匹配网络 226。并且也提供了耦合到第一阻抗匹配网络 222 和第二阻抗匹配网络 226 的一个双工器 228。在一第一条件下, 单个双工器 228 选择性地传递从第一功率放大器驱动电路 (频带 # 1) 来的一个信号, 而同时衰减从第二功率放大器驱动电路 (频带 # 2) 来的一个信号。在一第二条件下, 单个双工器 228 选择性地传递从第二 2 功率放大器驱动电路 (频带 # 2) 来的一个信号, 而同时衰减从第一功率放大器驱动电路 (频带 # 1) 来的一个信号。

在一个优选实施方式中, 双工器 228 具有对低频带的一个低通响应特性, 这样进一步衰减了低频带信号的谐波。类似地, 双工器 228 具有对高频带的一个高通响应特性。这个特征是集成根据本发明的功率放大器输出模块而实现的另一个优点。

在一个优选实施方式中, 双工器 228 可能包括一个低通滤波器和一个高通滤波器。当频带 # 1 是低频带, 而频带 # 2 是高频带时, 到双工器 228 的频带 # 1 输入是一个低通响应, 而到双工器 228 的频带 # 2

输入是一个高通响应。

在图 2 中的这个框图也显示了一个宽带定向耦合器 230，这个宽带定向耦合器 230 连接到双工器 228，以连接第一功率放大器驱动电路（频带 # 1）和第二功率放大器驱动电路（频带 # 2）。在一个优选实施方式中，单个宽带定向耦合器将大约是 -20dB。但是，使用其它应用所需要的其它设计，这个定向耦合器可能具有其它所希望的值。

图 2 的另一个有趣的方面是包括虚线 234 所包围的模块。参考图 2，它有时可以被设计成进一步将一个低通滤波器 236 包括到模块 200 中以处理高频带信号的谐波。另外，一个 T/R（发送/接收）开关 238 可以被放置在低通滤波器 236 和天线 240 之间的线中。在另一个实施方式中，可以使用一个复用器来替代 T/R 开关 238。对所有无线设备，在输出模块 200 和天线 240 之间需要一个 T/R 开关或者一个复用器（例如，一个双工器）。另外，一个 T/R 开关可以被直接包括在输出模块 200 中，或者它可以被离散地放置在无线电路板上。

在功率放大器输出模块 200 的其它实施方式中，可以在这个模块中包括一个单个天线，这个天线被连接到定向耦合器，并且用于接收在第一数字模式和第二数字模式中的一个信号。类似地，在其它实施方式中，也可以包括连接到或者直接被包括在模块 200 中的一个功率放大器。在这种情形下，这个多层封装包括在其中集成了一个激活匹配调谐功能（active match tuning function）的一个功率放大器。但是，在图 2 中，一个虚线 232 包括了在图 3 所显示功率放大器输出模块的一个最优选实施方式中所发现的框图部件。

图 3 显示了一起提供了本发明功率放大器输出模块 300 的各种多层介质陶瓷的一个剖视图。参考图 3，提供了一组陶瓷介质片 302，每一个陶瓷介质片在其上淀积了导电性粘贴印刷图形（paste print pattern）304。一组通孔 306 也可以被冲压在每一片上。在输出模块 300 中，通孔 306 被在垂直方向上对准，并且充满了一个导电性粘贴材料（paste material）。为了清晰，这没有被显示在图 3 中。另外，在每一个介质片上的印刷图案的准确位置也被夸大了。

图 3 仅仅是功率放大器输出模块的内部层的一个代表性示例，并且不是进行制造的一个示意图。但是，图 3 也显示了各种印刷传输线 308，隐埋网状地平面 310 和用键结合的互联结构（keyed interconnect configuration）312。也应注意，模块 300 内部的介质层并没有被全部使用，以使可以在其上包括更多的各种部件和电路。

图 4 显示了本发明的阻抗匹配网络/谐波滤波器的一个电路示意图。这与图 3 中所显示的模块 222 或者 226 中的一个相应。功率放大器输出模块 300 的阻抗匹配和谐波滤波功能的集成是本发明的一个重要方面。这通过图 4 所显示的一个新电路来实现。

参考图 4，阻抗匹配网络/谐波滤波器电路 400 包含一个串联到第一节点 406 的一个输入 402。从第一节点 406 延伸的是一个谐振传输线 408 和到地的电容 410。电路的这个支线提供了谐波滤波功能。另外，从第一节点 406 延伸的，在一个 π 形网络设计中的是一个对地的旁路电容 412 和一个串联电容 414。电容 414 与一系列传输线 416 串联，传输线 416 又与第二节点 418 串联。

应注意，是对地的旁路电容 412 与串联电容 414 和串联传输线 416 提供了从低阻抗（1-5 欧姆，例如）到高阻抗（50 欧姆，例如）的阻抗变换。另外，从第二节点 418 延伸的是包括一个谐振传输线 420 和对地电容 422 的第二支线。第二节点 418 也与一个输出 424 串联。当然，然后这个电路就必须连接到功率放大器输出模块中的剩余电路。

尽管，本发明的一个最优选实施方式所期望的是一个双模式数字系统，但是，介质片上的选择性传输线图案可以轻易地将无线结构改变成在一个电子设备中包括一个数字频带和一个模拟频带。但是，这样一个设计将在频谱上需要两个独立的和不同的宽带耦合器，每一个耦合器用于一个频带。但是，无论如何，集成的其它优点，例如对谐波抑制的改进和自屏蔽特性的改进，将仍然可以实现。这样的示例将是一个数字频带，例如 PCS（1850-1930MHz）和一个模拟频带，例如 AMPS（824-894MHz）。相应地，这也可以用于其它相关的频率。

在本发明的一个实施方式中，可以使用一个多层陶瓷封装来制造功率放大器输出模块。这样一个多层陶瓷封装可以包括具有其间淀积了导电性粘贴（paste）传输线的多个介质材料片。多层陶瓷封装进一步可以包括连接到多个介质片中的一个的一个半导体集成电路。

这个半导体集成电路的形式可以是很多种。可以采用的典型技术包括倒装片，BGA 器件，线连接器件，塑料或者陶瓷封装，或者任何其它工业标准技术。在一个优选实施方式中，使用了具有一个砷化镓材料的一个半导体倒装片集成电路。在其它实施方式中，这个半导体材料可以是硅，硅-锗，或者任何其它合适的材料。

假如在一个半导体集成电路（IC）被包括在输出模块 200 中，能提供很多优点的一个设计策略是将 IC 放置在模块 200 的一个腔中。而且腔可以轻易地在多层封装，例如模块 200 中实现，一个“板子上的高度”可以被减到最小，这样进一步给模块 200 提供了部件尺寸的优点。

本发明功率放大器输出模块所提供的集成程度向无线频率（RF）设计者提供了一个重要的解决方法。提供将发送（Tx）电路功能集成到一单个模块中，就比使用一个离散的方法需要更少的电路板空间。所制造的模块也在一个标准的部件中执行多个功能。

功率放大器输出模块所执行的多个功能是不同的，但是对蜂窝电话或者无线电话的有效性能均很重要。20dB 定向耦合器被需要，以有效地将这个信号耦合到自动输出控制器（AOC）。这个 AOC 是接收这个耦合信号的一个电路，并且随后调节功率放大器（PA）的功率输出来保留在一个所需的规范内。双工器执行两个滤波器的功能，以有效地分离/组合高和低频带的信号。阻抗匹配网络提供了从功率放大器（PA）输出的低阻抗到 50 欧姆（ Ω ）或者任何所需要的阻抗的一个阻抗匹配。这维持了一个有效工作的放大器，并且给这个放大器提供了稳定性。本发明巧妙地提供了谐波滤波功能和相应的阻抗匹配网络。

另外，本发明的阻抗匹配网络是一个分布式匹配网络。这不仅仅是一组集总电感和/或者电容，而是更多。换句话说，这个匹配网络分

布在各种介质片上。

本发明的功率放大器输出模块最优选地是被实现为一个高 Q，低损耗，多层陶瓷封装的形式。这样一个多层封装可以用介质材料的层或者片，例如一个钛酸钡，钛酸钕材料，或者带玻璃的氧化铝材料，例如。使用工业标准的多层制造过程和技术来形成介质片。导电粘贴材料随后被淀积在片状材料上，典型地是用丝网印刷技术。可以对片状材料来进行冲压，以提供过孔或者层之间的互联，最后，片状材料在压强和温度下来进行层压。层的确切数目和在每一层上的设计或者印刷图案对每一个应用是不同的，并且随着应用不同而不同。在一个优选实施方式中，功率放大器输出模块将被淀积在包括片状介质材料的一个多层陶瓷封装中，介质材料被淀积在其间的具有导电性粘贴传输线和部件。

图 5 以图形的形式显示了通过将各种前端无线功能集成到一个多层陶瓷封装中而实现的改进插入损耗值。参考图 5，插入损耗的图形，其单位是分贝 (dB)，在 y 轴，而频率的单位是兆赫兹 (MHz)，在 x 轴上。在所感兴趣的区域中，大家都能理解这指的是第二和第三阶谐波，现有无线结构仅提供边际损耗 (见虚线)。通过将电路集成到一个功率放大器输出模块中，就可以实现基本上较好的性能 (见实线)。除了尺寸和体积上会减小外，本发明的输出模块也以在第二和第三阶谐波上具有更大的谐波抑制的形式，改进了性能。

对特定的应用，所希望的是将输入/输出连接策略性地放置为一个预安排的条件，以提供一个“用键结合的”结构，以使这个封装仅能够以一个也仅能够以一个非常特定的方式连接到印刷电路板上。对其它的应用，优选的是，使用工业标准的间隔，尺寸和台面形状。

本发明另一个有兴趣的方面包括一个隐埋网状接地平面。尽管，使用隐埋接地平面在部件制造工业中所众所周知的，但是本发明的功率放大器输出模块采用了一个隐埋网状接地平面，这个隐埋网状接地平面被印刷在介质片中的一个上。这样一个网状接地平面提供了足够数量的金属来提供充分的接地功能，但是，也留下了足够的、没有金

属化的区域，以允许陶瓷片能够在相互之间进行足够的连接。

尽管本发明的功率放大器输出模块特定地在一个蜂窝电话提供了一个小尺寸部件，例如，无论如何，它也为其它半导体部件提供了一个基础衬底。在本发明的一个实施方式中，功率放大器输出模块进一步被与其它集成电路（IC）芯片等安装在一起。例如，在本发明的另一个实施方式中，这个输出模块进一步包括连接到多个介质片中 一个的一个半导体倒装片集成电路。这样，可以实现更大的整合和节省空间。

尽管已经显示和描述了本发明的各种实施方式，但是应理解，各种修改和替代，和前面的实施方式的重新安排和组合可以被该领域内的技术人员来实现，而不会偏离本发明的新的精神和范围。

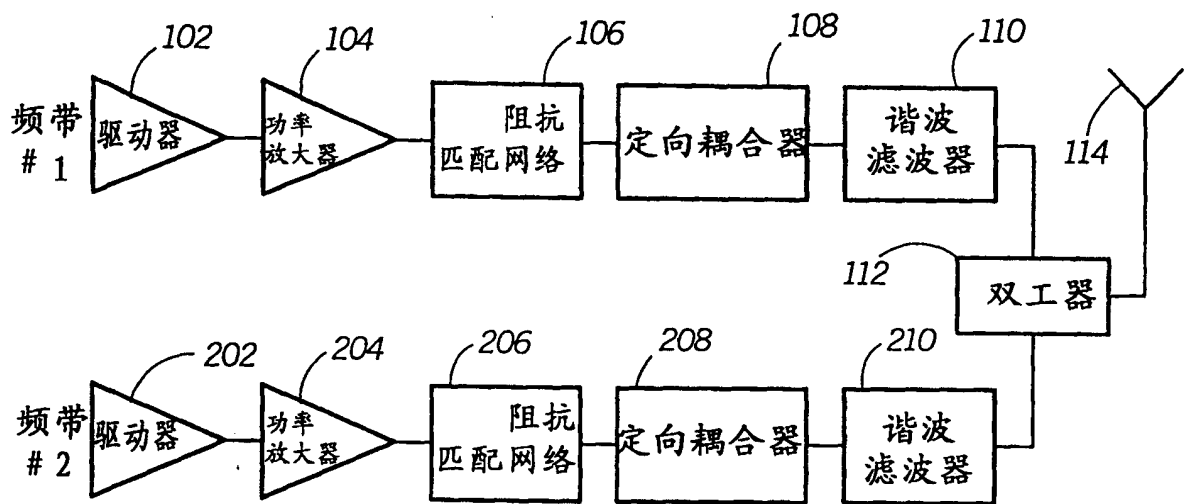


图1
现有技术

100

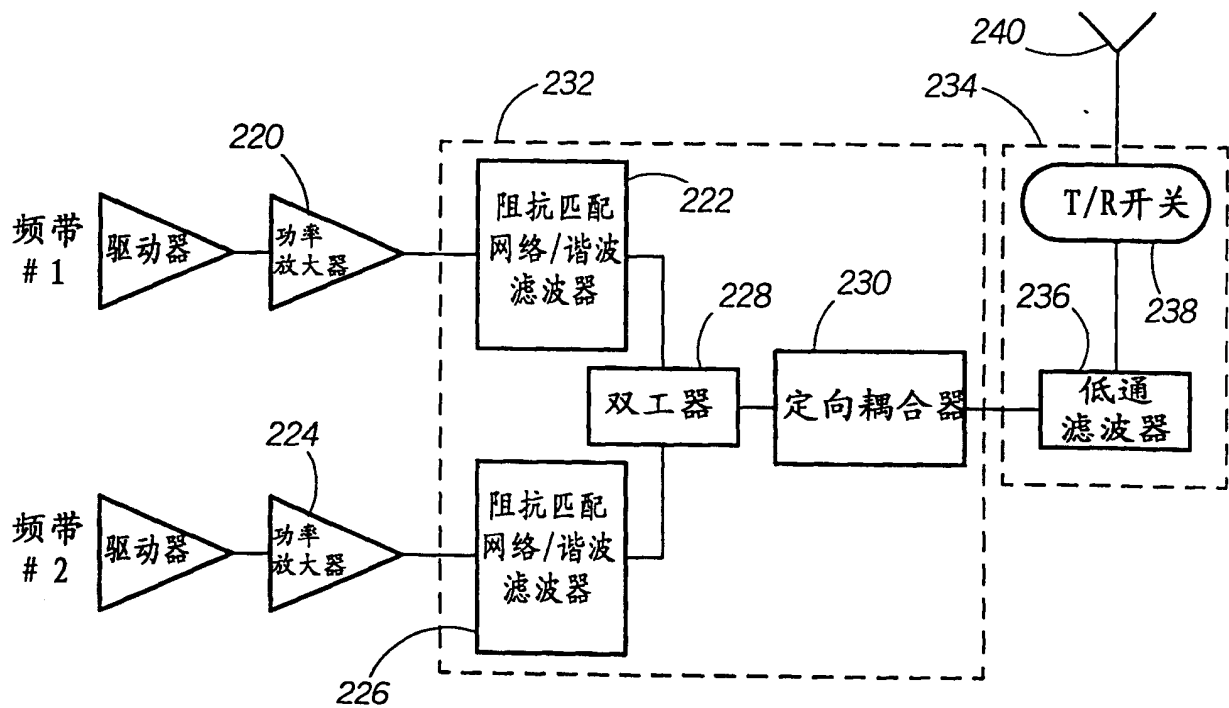
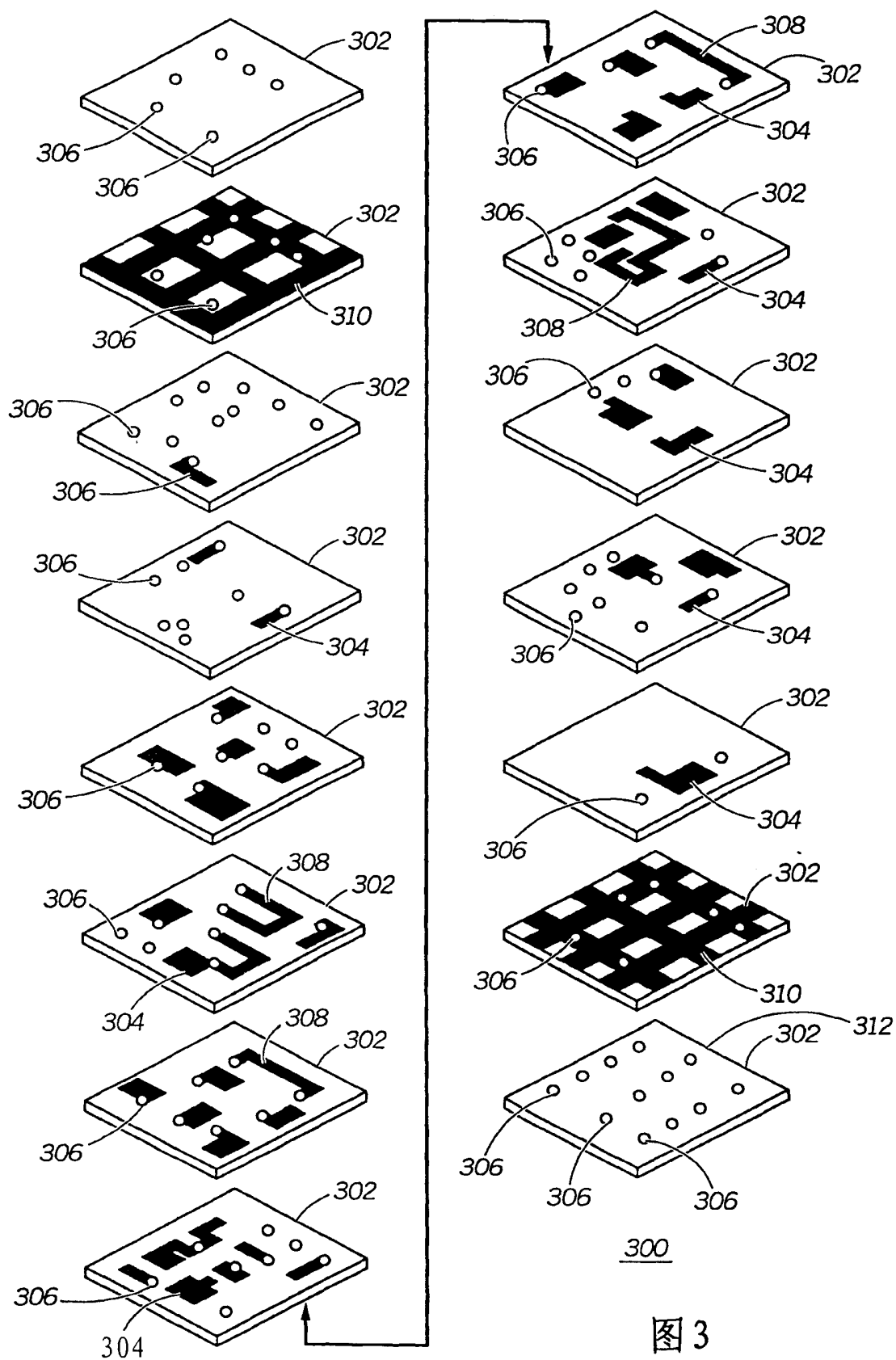


图2

200



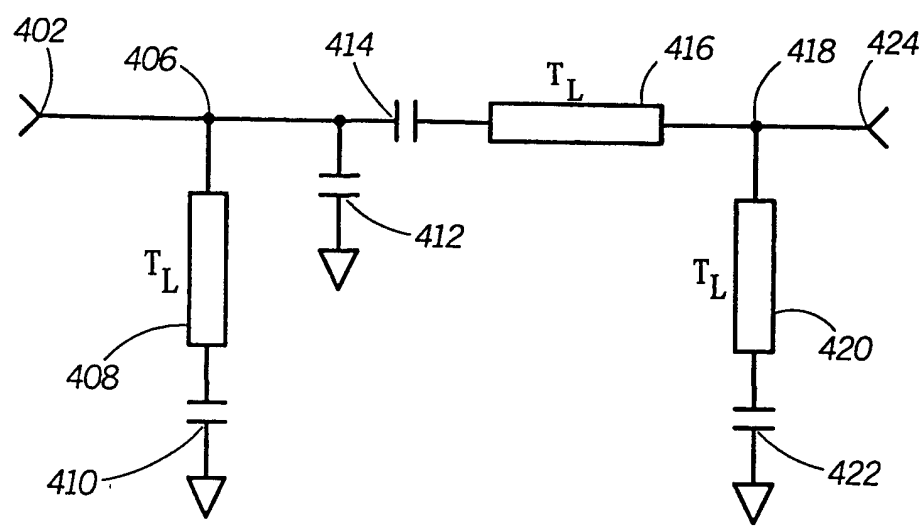


图 4

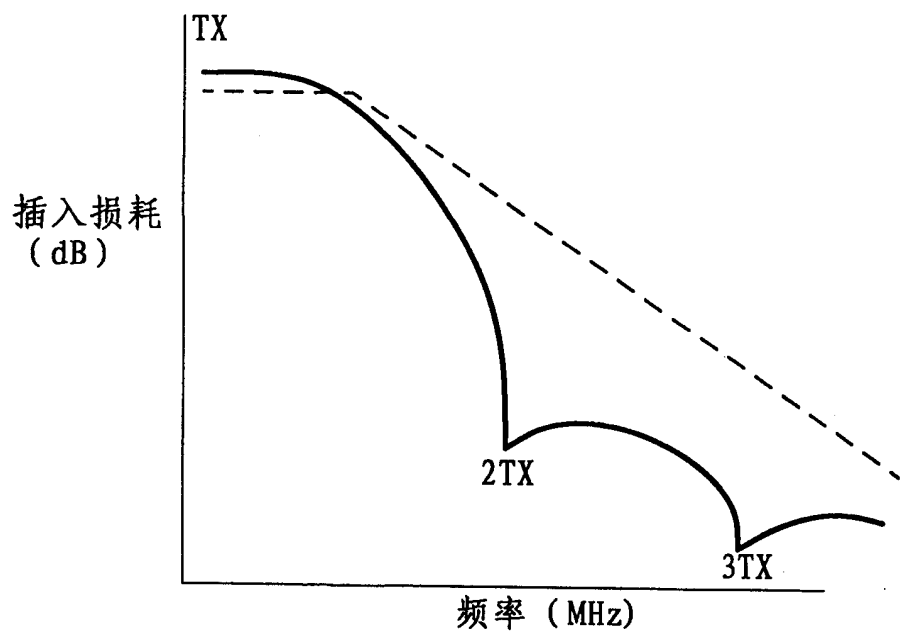


图 5