



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102694512 A

(43) 申请公布日 2012. 09. 26

(21) 申请号 201210081314. X

A61B 5/055(2006. 01)

(22) 申请日 2012. 03. 26

(30) 优先权数据

102011006061. 8 2011. 03. 24 DE

(71) 申请人 西门子公司

地址 德国慕尼黑

(72) 发明人 A. 阿尔布雷克特

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

代理人 谢强

(51) Int. Cl.

H03F 3/20(2006. 01)

G01R 33/54(2006. 01)

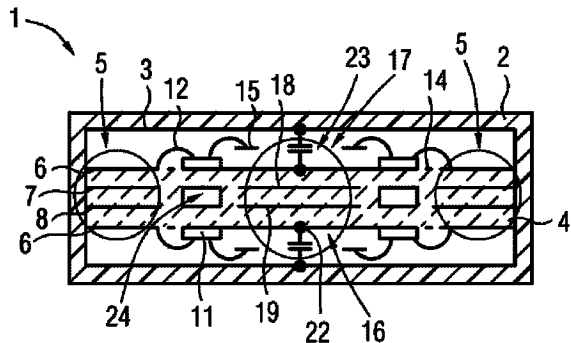
权利要求书 2 页 说明书 7 页 附图 3 页

(54) 发明名称

功率放大器的末级模块、功率放大器和磁共振装置

(57) 摘要

用于功率放大器装置 (26) 的末级模块 (1), 特别用于磁共振装置 (27) 的发送单元 (30) 的功率放大器装置 (26) 的末级模块 (1), 包括壳体 (2)、壳体 (2) 内布置的由不导电但导热的具有少量电损耗的材料组成的载体 (4), 特别是陶瓷载体 (4), 具有至少两个在其上布置的晶体管组件 (11), 其中尤其至少一个晶体管 (11) 分别对应于对称输入信号的一相, 以及在载体 (4) 之中和/或之上的将晶体管组件 (11) 的漏极输出端与输出信号尤其电感连接的第一导体结构 (17) 和两个分别传导输入信号到晶体管组件 (11) 的至少一个栅极输入端的第二导体结构 (5), 其中在载体 (4) 内设置至少一个与至少一个晶体管组件 (11) 相邻传导的冷却通道 (24)。



1. 一种用于功率放大器装置 (26) 的末级模块 (1), 特别是用于磁共振装置 (27) 的发送单元 (30) 的功率放大器装置 (26) 的末级模块 (1), 其包括壳体 (2)、在壳体 (2) 内部布置的由不导电但导热的具有少量电损耗的材料组成的载体 (4), 特别是陶瓷载体 (4), 所述载体具有至少两个在其上布置的晶体管组件 (11), 其中尤其至少一个晶体管 (11) 分别对应于对称输入信号的一相, 以及在载体 (4) 之中和 / 或之上的将晶体管组件 (11) 的漏极输出端与输出信号尤其电感地连接的第一导体结构 (17) 和两个分别传导输入信号到晶体管组件 (11) 的至少一个栅极输入端上的第二导体结构 (5), 其中在载体 (4) 内部设置至少一个与至少一个晶体管组件 (11) 相邻传导的冷却通道 (24)。

2. 根据权利要求 1 所述的末级模块, 其特征在于, 所述第二导体结构 (5) 被构造为平衡-不平衡转换器导体结构, 其中两个导体结构 (5) 产生相位偏移了 180° 的信号作为用于所述晶体管组件 (11) 的输入信号。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的末级模块, 其特征在于, 至少一个导体结构 (5, 17) 被实施为多层导体结构, 其中在所述载体 (4) 内设置至少一个承载导体线路 (7, 8, 18, 19) 的层。

4. 根据上述权利要求中任一项所述的末级模块, 其特征在于, 在起电感作用的导体结构 (5, 17) 中设置至少一对接头对 (10, 21), 以用于连接用于调节所述导体结构 (5, 17) 的导体回路的谐振频率的外部电容器 (25)。

5. 根据权利要求 4 所述的末级模块, 其特征在于, 在构造为电感性的平衡-不平衡转换器导体结构的第二导体结构 (5) 并且中央耦合控制信号的情况下设置两对彼此相对布置的接头对 (10), 以用于连接两个电容器 (25)。

6. 根据上述权利要求中任一项所述的末级模块, 其特征在于, 在所述载体 (4) 的外侧设置至少一个接地的电源导体结构 (12), 在所述电源导体结构上连接, 尤其是电线连接所述晶体管组件 (11) 的源极输入端, 和 / 或与至少一个晶体管组件 (11) 的漏极输出端相连的导体平面 (16) 尤其在中央点 (22) 上具有用于运行电压的接头并且经由电容 (23) 与地线相连。

7. 根据权利要求 6 所述的末级模块, 其特征在于, 在第一导体结构 (17) 的与漏极输出端相连的导体平面 (16) 的一侧上设置的晶体管组件 (11) 的源极输入端的情况下, 设置电源导体结构 (12) 的桥式导体元件, 特别是由科瓦铁镍钴合金组成的桥 (14), 以用于与源极输入端建立联系。

8. 根据上述权利要求中任一项所述的末级模块, 其特征在于, 在所述载体 (4) 两侧配备晶体管组件 (11), 特别是具有两侧相同的外部结构。

9. 根据上述权利要求中任一项所述的末级模块, 其特征在于, 所述晶体管组件 (11) 通过其漏极输出端焊接在所述载体 (4) 的形成部分第一导体结构 (17) 的导体平面 (16) 上, 并且其栅极输入端与相应的第二导体结构 (5) 电线连接。

10. 根据上述权利要求中任一项所述的末级模块, 其特征在于, 在所述载体 (4) 的一侧, 特别是在所述载体 (4) 的两侧设置八个晶体管组件 (11), 其中具有一个相位的两个晶体管 (11) 分别经由载体 (4) 的导体平面 (16) 与具有另一个相位的两个晶体管 (11) 耦合。

11. 根据上述权利要求中任一项所述的末级模块, 其特征在于, 所述壳体 (2) 内侧具有起接地平面作用的导体平面 (3), 特别是金属涂层 (3), 并且所述载体 (4) 构造为无需接地平面。

12. 根据上述权利要求中任一项所述的末级模块,其特征在於,至少一个冷却通道(24)在其宽度和位置方面相应于与其相邻的晶体管组件(11)。

13. 根据上述权利要求中任一项所述的末级模块,其特征在於,陶瓷载体(4)由氧化铝陶瓷和/或氮化铝陶瓷组成。

14. 一种功率放大器装置(26),特别是用于磁共振装置(27)的发送单元(30)的功率放大器装置(26),具有至少一个根据上述权利要求中任一项所述的末级模块(1)。

15. 一种磁共振装置(27),包括至少一个具有根据上述权利要求14所述的功率放大器装置(26)的发送单元(30)。

功率放大器的末级模块、功率放大器和磁共振装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于功率放大器装置,特别是用于磁共振装置的发送单元的功率放大器装置的末级模块、一种功率放大器装置以及一种磁共振装置。

背景技术

[0002] 对于临床应用主要使用常见和公知的磁共振装置。作为成像过程的一部分通过磁共振装置经过发送天线激励检查对象的对齐的核自旋,并且借助接收天线接收图像数据。为了运行发送天线需要由功率放大器装置提供高的功率,该功率放大器装置通常设置在磁共振装置的发送单元中。

[0003] 在此公知一种功率放大器装置,在该功率放大器装置中在共同的电路板上实现尽可能多的组件和/或导体结构。在此,已知的功率放大器装置具有多个功率模块,例如四个能产生 5-8kW 的输出功率的功率模块,从而在组合中能够达到例如 30kW 的功率。最终表示末级的功率模块也可以作为末级模块考察。在此通常使用推挽末级,其根据推拉原理 (Push-Pull-Prinzip) 以对称的输入信号工作。

[0004] 由于在极高的功率下工作,在末级模块中使用的晶体管需要冷却。这点在已知的功率放大器装置中这样实现,即在已经提到的电路板之下布置铜板,通过该铜板引导冷却剂通道至要冷却的位置。电路板在设置晶体管的位置处具有裂口,从而可以在那里使用设置在壳体中的晶体管单元并且可以与设置在电路板下的铜板直接接触。

[0005] 为此使用的、具有单独壳体的晶体管单元具有多个缺陷。迄今为止使用的晶体管单元通过回流焊接 (回流焊, **Wiederaufschmelzlöten**) 来固定并且仅能经受住三次回流循环。第一装配已经发生两次该循环,从而仅剩下一次回流循环以用于维修。另一方面损坏的晶体管的替换影响其它安装的晶体管的焊接质量。该技术问题基于功率放大器装置的电路板的整体结构。期望的紧凑结构要求无凸缘的晶体管单元,其必须被焊接在与电路板相连的铜板上。此外,该解决方案不仅关于制造具有壳体的晶体管单元而且也关于在铜板之上设置的电路板,在总体上是昂贵的,并且替换损坏的晶体管是极复杂的。在修理过程中必须冒着功率损耗的风险。

发明内容

[0006] 因此,本发明要解决的技术问题是,提供一种更便宜的简单设置的、却允许相适应地冷却晶体管来构造末级模块的可能性。

[0007] 为了解决上述技术问题,按照本发明设置用于功率放大器装置的末级模块,该末级模块包括壳体、在壳体内部布置的由不导电但导热的具有少量电损耗的材料组成的载体,特别是陶瓷载体,该载体具有至少两个在其上布置的晶体管组件,其中特别地至少一个晶体管分别对应于对称输入信号的一相、以及在载体之中和/或之上的将晶体管组件的漏极输出端 (Drain-Ausgang) 与输出信号尤其电感地连接的第一导体结构和两个分别将输入信号传导到晶体管组件的至少一个栅极输入端 (Gate-Eingang) 的第二导体结构,其中

在载体内部设置至少一个与至少一个晶体管组件相邻传导的冷却通道。

[0008] 也就是按照本发明建议将整个末级模块作为布置在壳体中的组件实现。在此替代通常的电路板使用由不导电但导热的具有少量电损耗的材料组成的载体,特别是陶瓷载体,其中能够没有问题地将冷却通道集成在载体结构中。能够冷却不同组件(模块)的这种载体,特别是陶瓷载体在现有技术中已经在其他应用中被提出。在此,载体尤其中央地支撑在壳体内部并且承载末级模块所需的电子器件,具体地也就是导体结构和晶体管组件。在此要强调在这种载体中也完全可以实现多层的导体结构。最终,载体如电路板那样起作用,然而所述电路板由于其特殊性能而允许同样设置能够直接沿着晶体管组件传导的冷却通道。

[0009] 在此,模块当然也具有耦合到相应的导体结构的输入接头和输出接头。此外,设置至少两个冷却剂接头以用于向冷却通道中输送和从冷却通道中引出冷却剂。

[0010] 末级模块优选地以推挽运行工作,因此作为推挽末级,其中对称的输入信号的一相分别对应同样数量的晶体管,这意味着第一组晶体管(其也可以仅包含一个晶体管)获得 0° 信号,而另一组晶体管(其仍可以仅包含一个晶体管)获得反相的 180° 信号。于是晶体管组件的漏极输出端又合并到第一导体结构中,从而尤其通过电感性的耦合可以以原则上公知的方式产生输出信号。因此第一导体结构作为变送器(Übertrager)起作用。

[0011] 因此本发明描述了一种可分开制造的紧凑的组件,该组件有利地可以在功率放大器装置,特别是磁共振装置的功率放大器装置中使用。由于不需要晶体管单元焊接于其上的铜板,末级模块和整个功率放大器装置可以以较小的重量实现。此外,末级模块的材料开销极小,其中已经存在用于制造的合适的技术。通过使用组件不再需要维修,因为末级模块可以容易地通过新的末级模块来替代。也就是说,本发明的设计实施为模块化。

[0012] 在此已经指出的是,末级模块可以视为能够级联地使用的基本单元,以便达到最终期望的输出功率。例如可以将三个末级模块彼此相连,以便最终得到三倍功率。

[0013] 运行电压最终作用于导体结构上的何处,取决于实现的末级的精确类型,其中在推挽末级中通常将运行电压与晶体管的漏极输出端相耦合,而晶体管组件的源极输入端可以置于接地。为此下面进一步介绍。

[0014] 按照本发明的另一种实施方式,可以将第二导体结构构造为平衡-不平衡转换器(Balun)导体结构,其中两个导体结构产生相位偏移了 180° 的信号作为用于晶体管组件的输入信号。也就是如果本来没有通过功率放大器装置的其它部件提供具有其两者反相的分量的对称信号,则特别是仍基于电感性的耦合的平衡-不平衡转换器也可以集成在末级模块的整个结构中,具体地也就是集成在载体之中和/或之上。由此,进一步有利地要求在作为组件实现的末级模块中的集成和紧凑的构造。这样构造的第二导体结构也可以称为“栅极平衡-不平衡转换器结构(Gate Balun Structure)”。类似地,第一导体结构一般称为“漏极组合器结构(Drain Combiner Structure)”。

[0015] 按照本发明的优选的实施方式,至少一个特别是起电感作用的导体结构实施为多层导体结构,其中在载体内设置至少一个承载导体线路的层。这种用作电路板的载体的已知技术允许,例如在陶瓷载体中也设置多层导体结构,从而进一步要求按照本发明的末级模块的紧凑的构成。由此,对于第一导体结构例如可以在载体的外部平面上设置至少一个与晶体管组件的漏极输出端相连的导体平面,该导体平面与在载体内的层中反向延伸的导

体线路相互作用,在该导体线路中感应出形成输出信号的电流;在这种情况下例如可以设置两个布置在载体内的具有导电平面,特别是导体线路的层。当然也可以在多个层中以原则上公知的方式实现平衡-不平衡转换器导体结构。

[0016] 按照本发明的特别优选的实施方式,在起电感作用的导体结构中可以设置至少一对接头对(Anschlusspaar)以用于连接用于调节导体结构的导体回路的谐振频率的外部电容器。也就是这意味着导体回路不是在组件内通过规定了特定谐振频率的电容器就已经闭合,而是这一点通过要外部连接的、但因此可自由选择电容器来实现。但这意味着由于能够通过外部部件进行调谐,则可以对于多个运行频率使用按照本发明的末级模块。通过这种方式扩展这种末级模块的应用领域,从而可以以更大的数量并由此更有利地制造。

[0017] 在此具有优势的是,在构造为电感性的平衡-不平衡转换器导体结构的第二导体结构和控制信号的中央耦合的情况下设置两对彼此相对布置的接头对,以用于连接两个电容器。也就是如果观察穿过载体的例如矩形的电路层,则可以在边界上中央地设置用于控制信号的接头,而在相邻的边缘分别在控制信号接头的一侧设置用于电容器的接头。通过这种方式给出装置的更高的对称性。

[0018] 按照本发明的另一种实施方式,可以在载体的外侧设置至少一个接地的电源导体结构,在该电源导体结构上连接,尤其是电线连接晶体管组件的源极输入端,和/或与至少一个晶体管组件的漏极输出端相连接的导体平面可以在中央点上具有用于工作电压的接头并且经由电容与地线相连。也就是说,此外可以设置位于接地电位的电源导体结构,该电源导体结构在载体外侧优选至少部分地与晶体管组件相邻。由此可以将运行电压与第一导体结构的与至少一个晶体管组件的漏极输出端相连的导体平面的中央点相耦合。在其中经由晶体管的源极输入端控制运行电压的放大器方案中可以考虑类似的实施方式。

[0019] 在此按照合适的另一种实施方式,可以在第一导体结构的与漏极输出端相连的导体平面的一侧设置的晶体管组件源极输入端的情况下,设置电源导体结构的桥式导体元件,特别是由科瓦铁镍钴合金组成的桥,以用于与源极输入端建立联系。由于期望低阻抗地耦合到电源,通常晶体管组件具有多个源极输入端。利用这种经由第一导体结构的导体平面传导的桥式导体元件最终可以在晶体管的源极输入端的两侧之后接地连接。

[0020] 按照本发明的特别优选的扩展,可以在载体两侧配备晶体管组件,特别是具有两侧相同的外部结构。通过这种方式在两侧,特别是对称地、设置具有晶体管组件的电路结构,从而可以紧凑地制造末级模块。由此使用基于电感的相互作用的多层导线结构尤其得出特别的优点,因为可以从两侧使用在载体内部实现的部分导线结构。特别地,例如在起电感作用的、从晶体管组件的漏极输出端的信号中导出输出信号的、具有与晶体管组件的漏极输出端相连的导体平面作为“初级绕组”的结构中,可以获得可用于载体两侧的、共同的“次级绕组”,该次级绕组尤其位于载体内部的两个层中。一般在如所述的该实施方式中给出整个装置的对称性。即通过在同一共振器(“次级绕组”)的双面配置给出超紧凑的设计。

[0021] 合适地,晶体管组件通过其漏极输出端可以焊接在载体的形成第一导体结构的一部分的导体平面上,并且其栅极输入端与相应的第二导体结构电线连接。在存在电源导体结构的情况下,在这种情况下晶体管组件同样电线连接到电源导体结构。也就是载体形成如下的可能性:通过在载体外侧设置合适的导体平面,晶体管组件利用其漏极输出端直接

焊接在载体上,而无需在此出现电线连接。也就是对于漏极输出端使用直接连接,从而仅须将栅极输入端和源极输入端电线连接到相应的导体结构。

[0022] 按照本发明的具体实施方式,在载体的一侧,特别是在载体的两侧可以设置八个晶体管组件,其中具有同一个相位的两个晶体管分别经由载体的导体平面与具有另一个相位的两个晶体管耦合。通过这种方式得出紧凑并对称的结构,其将八个晶体管和附加的必要的电感性的相互作用导体结构以最紧凑的方式集成在唯一的组件中。

[0023] 按照本发明的另一种优选的实施方式,壳体内侧可以具有起接地平面作用的导体平面,特别是金属涂层,并且载体无需接地平面地构造。壳体例如可以由塑料组成。由于金属涂层的壳体可以用作接地平面并且由此不必以复杂的方式在载体内设置接地层,也就是通过这种方式允许建立特别简单的接地连接(接地 Grounding)。这点进一步简化了由于平面地布置部件而已经简化了的末级模块的结构。例如如果在载体外侧将电源导体结构设置为接地,则该电源导体结构特别是通过电线连接容易与壳体的金属涂层相连接。

[0024] 优选地,至少一个冷却通道在其宽度和位置方面可以对应于与其相邻的晶体管组件。例如如果设置两侧配置,则可以将冷却通道布置在两个设置在载体相对侧的晶体管组件之间,并且在宽度上基本上对应于晶体管组件的宽度。由此在该位置同时冷却两个晶体管组件。

[0025] 如已经提到的那样,载体优选被构造为陶瓷载体,因为陶瓷是具有期望的性能,也就是具有高导热性、稳定的电性能(较小损耗)和不导电性的合适材料。优选地,陶瓷载体由氧化铝陶瓷(氧化铝, Alumina)和/或氮化铝陶瓷组成。

[0026] 除了末级模块本发明还涉及一种功率放大器装置,特别是用于磁共振装置的发送单元的功率放大器装置,按照本发明该功率放大器装置具有至少一个末级模块,特别是推挽末级模块。关于末级模块的所有实施方式可以类似地实施在功率放大器装置上,因此该功率放大器装置可以制造为更有利、更紧凑以及更容易维修。由于不再需要铜板,同样可以实现更容易的功率放大器装置。在放大器装置中可以以特别简单的方式级联地使用末级模块,以便达到功率放大器的期望的总功率(输出功率)。

[0027] 最后,本发明还涉及一种磁共振装置,其包括至少一个具有按照本发明的功率放大器装置的发送单元。同样在磁共振装置上可以实施提到的实施方式。恰好在磁共振装置的领域中特别紧凑并容易构造的装置是具有优势的并且因此可以有益地使用。

附图说明

[0028] 本发明的其它优点和细节由下面示出的实施例以及根据附图给出。附图中:

[0029] 图 1 示出了按照本发明的末级模块的横截面,

[0030] 图 2 示出了按照本发明的末级模块的电路结构和导线结构,

[0031] 图 3 示出了单个末级模块的使用

[0032] 图 4 示出了在按照本发明的功率放大器装置中具有三个末级模块的级联应用,并且

[0033] 图 5 示出了按照本发明的磁共振装置。

具体实施方式

[0034] 图 1 示出了按照本发明的实现为组件的末级模块 1 的横截面,而图 2 详细示出了具有不同的导体结构,特别是具有关于导体走向的构成的电路结构。

[0035] 末级模块 1 包括由塑料组成的壳体 2,该壳体在其内侧具有既用作屏蔽也用作接地面(Massefläche)的金属涂层 3。在壳体 2 中支撑有由陶瓷,此处是氧化铝陶瓷组成的载体 4,其以紧凑的形式承载图 2 中所示的电路结构。

[0036] 在载体 4 之上和 / 或其中实现的结构基本上对称地构造。由此首先设置两个第二导体结构 5,此处为平衡 - 不平衡转换器结构,其在两侧产生正好反相的,也就是偏移了 180° 的输入信号。由于末级模块被构造为推挽末级,需要该反相的输入信号。

[0037] 从图 2 最佳地看出,通过第二导体结构 5 实现的平衡 - 不平衡转换器电感性地工作,其中作为“次级绕组”在载体 4 的外侧上安装的导体平面 6 与在载体 4 的两个内部层中实现的导体线路 7、8 共同作用,以便由经由接头对 9 输入的信号产生期望的输入信号。

[0038] 可以看出,多层的第二导体结构 5 的导体线路 7、8 在两侧具有其它外部接头对 10,其用于连接外部电容器,经由该外部电容器以合适的固有频率形成两个导体线路 7、8 的振荡电路,这意味着,末级模块 1 可以通过外部组件调谐。

[0039] 在此要指出的是,如果已经提供足够好的对称信号作为控制信号,则也可以放弃构造第二导体结构 5 作为平衡 - 不平衡转换器导体结构。

[0040] 因此,期望的输入信号施加在第二导体结构 5 的导体平面 6 上并且从那里传输到在载体 4 上配备的 16 个晶体管组件 11 的栅极接头。如根据附图显而易见的那样,这点通过借助电线 12 的电线连接(Draht-Bonding)来实现。在此,每八个晶体管组件 11 对应于对称的输入信号的一相,其中要注意的是,如从图 1 显而易见的那样,在载体 4 两侧进行配置以用于获得尽可能紧凑的构造方式,其中由于特殊的多层构造可以在两个外部平面上使用不同导体结构的位于内部的层,因此在第二导体结构 5 的情况下导体线路 7、8 可以通过在载体 4 的外部平面两侧上安装的导体平面 6 来使用。

[0041] 此外,在载体 4 的相对布置的外部平面上分别设置电源导体结构 13,该电源导体结构除了载体 4 表面上安装的导体平面 14 之外在每一侧上布置四个科瓦铁镍钴合金桥(Kovar-Brücke)15,这些科瓦铁镍钴合金桥张开下面进一步说明的导体平面 16。晶体管组件 11 的五个源极输入端与电源导体结构 13 电线连接地相连,该电源导体结构又是接地,也就是经由在此没有详细示出的连接与金属涂层 3 相连。

[0042] 晶体管组件 11 的下侧构成晶体管组件 11 的漏极输出端,从而在晶体管组件 11 中漏极输出端通过将晶体管组件 11 安装在导体平面 16 上直接地与导体平面 16 相连。导体平面 16 构成第一导体结构 17 的部件,该第一导体结构 17 应当将晶体管组件 11 的施加在漏极输出端的信号以电感性的方式综合为共同的放大的输出信号。此外可以看出也多层地构造第一导体结构 17,这意味着在载体 4 的外部平面上布置的导体平面 16 之间导体线路 18、19 位于两个其它层中,其对于作为“初级绕组”起作用的导体平面 16 构成“次级绕组”,这意味着,无论何时电流流过导体平面 16,都感应出电流。如已经示出的那样在第二导体结构 5 中导体线路 18、19 不仅具有用于量取输出信号的接头对 20,而且还具有另一个接头对 21,在该接头对上在此还可以连接外部电容器以用于调谐到末级模块 1 的正确工作频率。在此,在导体平面 16 的中心 22 处提供末级模块 1 的运行电压,更确切地说经由在另一侧接地的、也即与金属涂层 3 相连的耦合电容器 23 连接。

[0043] 由于通过末级模块 1 应当产生极高的功率,需要对晶体管组件 11 进行冷却。为此在载体 4 内部设置冷却通道 24,其以如晶体管组件 11 的自身宽度设置在两个相对配备的晶体管组件 11 之间。由于载体 4 的陶瓷不导电并且关于损耗功率具有稳定电性能,而且是导热的,通过这种方式有效冷却是可能的。为了在冷却通道 24 中输送和引出冷却剂设置相应的在此没有详细示出的在末级模块 1 上的接头以用于冷却剂进入和冷却剂排出。

[0044] 总而言之得出极紧凑的结构,其总体上可以由低成本的材料制成。此外其重量是相当轻的并且可以在使用中在功率放大器装置中容易地更换。

[0045] 在此还要指出的是,代替接头对 10 和 21 也可以将电容器设置在末级模块 1 内部,规定该末级模块以特定的工作频率工作。

[0046] 图 3 现在示出了具有接头对 9、10、20 和 21 的末级模块 1,其中显而易见地在接头 10 和 21 上设置外部电容器 25 以用于将末级模块 1 调谐到特定的频率。通过相应的频率此时在图 3 左侧将具有 0° 相位的对称控制信号传输到接头 9,在右侧将具有 180° 相位的对称控制信号同样传输到接头对 9。在输出端上获得具有例如 8kW 功率的对称输出信号。

[0047] 图 4 示出了在仅示意性表示的按照本发明的功率放大器 26 中的三个末级模块 1 的级联应用。显而易见地,两个外部末级模块 1 的接头 9 短接,仅在中间的末级模块 1 上输入具有 0° 和 180° 的控制信号。经由接头对 10、20 和 21,末级模块彼此耦合,而在外部的末级模块上仍使用外部电容器 25 以用于调谐。通过该电路可以获得三倍的输出功率,具体例如为 24kW。

[0048] 最后,图 5 示出了按照本发明的磁共振装置 27 的原理,该磁共振装置以公知的方式包括除了别的之外具有用于产生主磁场的线圈、具有患者容纳空间 29 的主磁体单元 28。在主磁体单元 28 的外部明显布置具有壳体 31 的发送单元 30,该发送单元包含按照本发明的功率放大器装置 26。

[0049] 磁共振装置 27 的其它组件在现有技术中大部分已知并且不必在此详细说明。

[0050] 附图标记清单

- [0051] 1 末级模块
- [0052] 2 壳体
- [0053] 3 涂层
- [0054] 4 载体
- [0055] 5 导体结构
- [0056] 6 导体平面
- [0057] 7 导体线路
- [0058] 8 导体线路
- [0059] 9 接头对
- [0060] 10 接头对
- [0061] 11 晶体管组件
- [0062] 12 电线连接
- [0063] 13 电源导体结构
- [0064] 14 导体平面
- [0065] 15 科瓦铁镍钴合金桥

[0066]	16	导体平面
[0067]	17	导体结构
[0068]	18	导体线路
[0069]	19	导体线路
[0070]	20	接头对
[0071]	21	接头对
[0072]	22	中心
[0073]	23	耦合电容器
[0074]	24	冷却通道
[0075]	25	电容器
[0076]	26	功率放大器
[0077]	27	磁共振装置
[0078]	28	主磁体单元
[0079]	29	患者容纳空间
[0080]	30	发送单元
[0081]	31	壳体

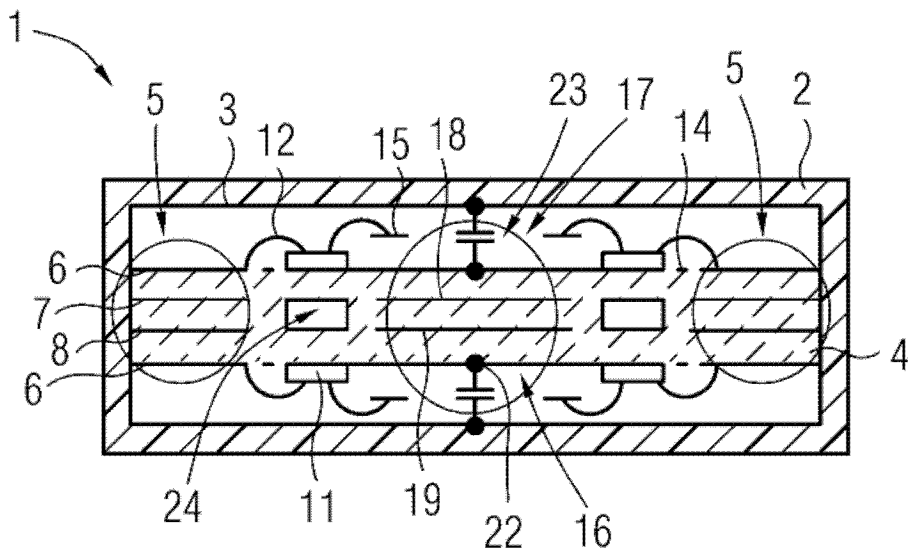


图 1

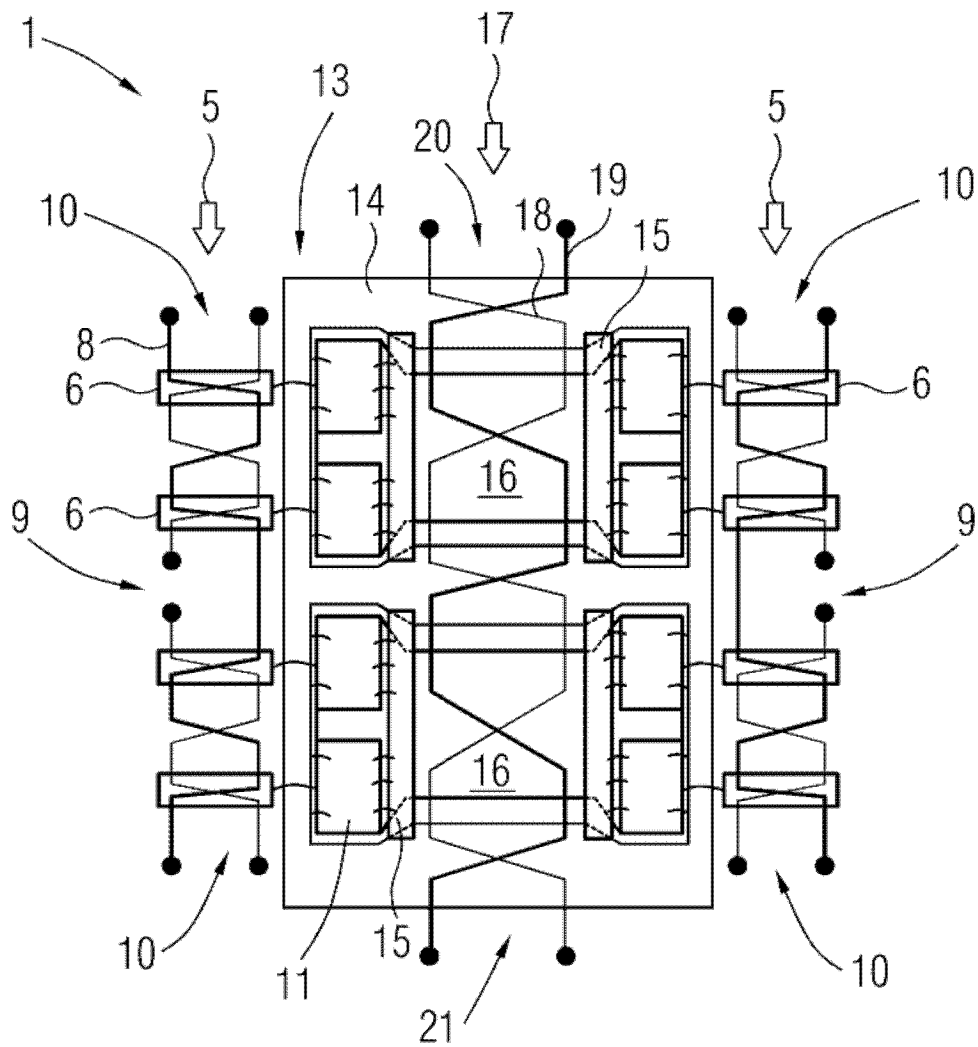


图 2

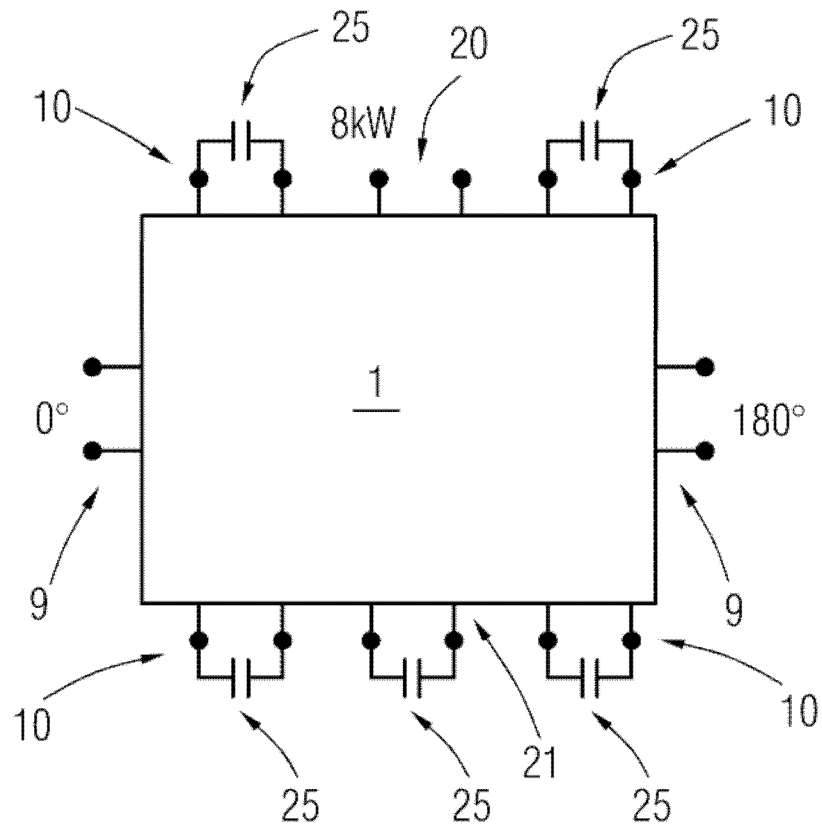


图 3

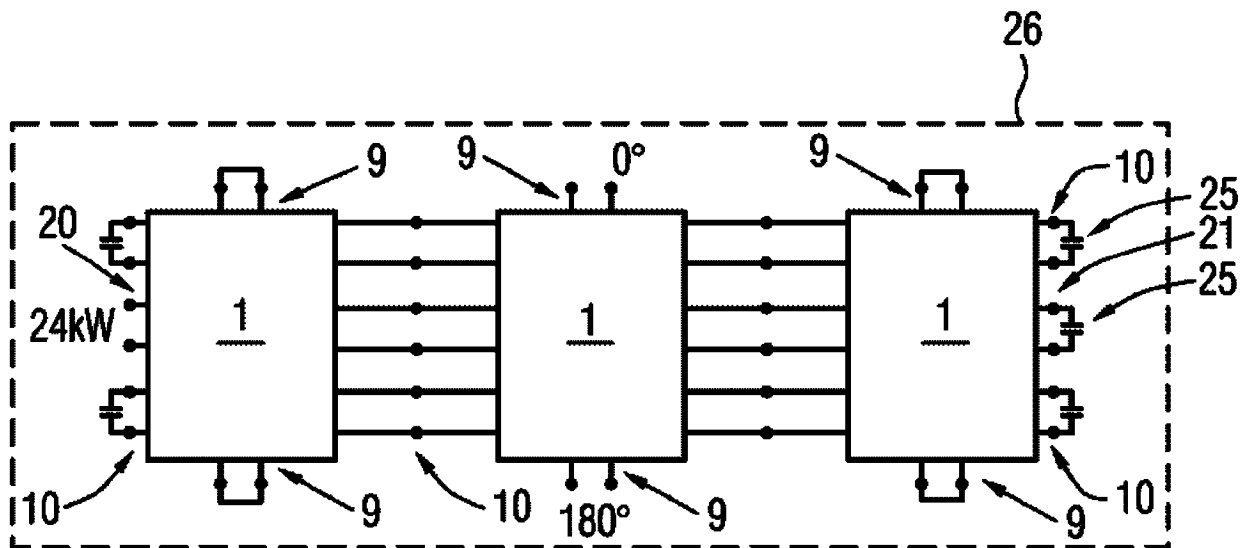


图 4

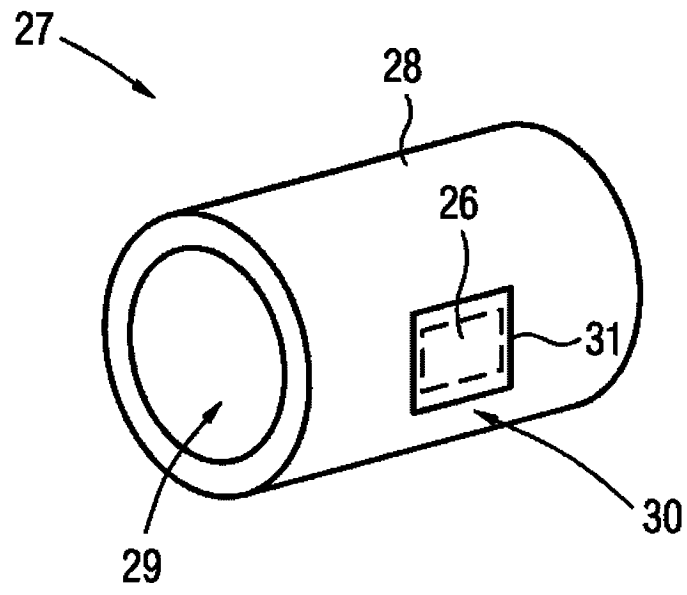


图 5