

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
H02M 3/28 (2006.01)



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200480030763.5

[43] 公开日 2006年11月29日

[11] 公开号 CN 1871761A

[22] 申请日 2004.8.18

[21] 申请号 200480030763.5

[30] 优先权

[32] 2003.8.19 [33] US [31] 10/643,859

[86] 国际申请 PCT/CN2004/000962 2004.8.18

[87] 国际公布 WO2005/018077 英 2005.2.24

[85] 进入国家阶段日期 2006.4.19

[71] 申请人 香港大学

地址 中国香港薄扶林道

[72] 发明人 廖柱帮 潘毅杰 庞敏熙

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
代理人 杨凯 张志醒

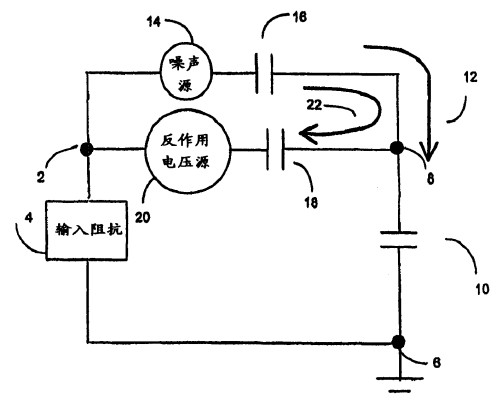
权利要求书 3 页 说明书 12 页 附图 11 页
按照条约第 19 条的修改 3 页

[54] 发明名称

用于减少功率变流器中噪声电流的装置

[57] 摘要

公开了一种用于减少由功率变流器中共模电流引起的电磁干扰的装置。流经负载一侧的高寄生电容的共模电流通常带来显著的电磁干扰。为了减少电磁干扰，通过减少驱动经过高寄生电容的电流的电压来减少共模电流。反作用电压源产生同驱动共模电流的电压异相的电压。借助于耦合到功率变流器中磁性部件的绕组或通过一个或多个有源元件可获得这样的反作用电压。反作用绕组与原、副绕组缠绕在一起以共用相同的磁核。



1. 一种共模噪声减少装置，用于减少开关功率变流器中的共模噪声，所述共模噪声减少装置包含：

用于感应至少部分由所述共模噪声产生的信号电势差的单元；

产生减少所述信号电势差的反作用电压的电压发生源；以及

耦合到所述电压发生源的串联阻抗，使得所述串联阻抗也在所述共模噪声能流过的通路中，据此所述串联阻抗借助于所述反作用电压有效地对所述共模噪声产生短路。

2. 如权利要求 1 所述的共模噪声减少装置，其中所述电压发生源是耦合到所述开关功率变流器的变压器中的原绕组和副绕组的反作用绕组。

3. 如权利要求 1 所述的共模噪声减少装置，其中所述电压发生源包括放大器件，该放大器件具有至少一个接收所述信号电势差的输入连接与至少一个耦合到所述通路、用来有效地使所述共模噪声短路的输出连接。

4. 如权利要求 1 所述的共模噪声减少装置，其中用来感应所述信号电势差的单元包括一个串联在所述通路中的阻抗，所述共模噪声可流

过该通路，该通路包括在所述开关功率变流器的所述输入与所述输出侧上的节点。

5. 如权利要求 1 所述的共模噪声减少装置，其中用来感应所述信号电势差的单元包括磁耦合到所述原绕组与所述副绕组的反作用绕组。

6. 如权利要求 5 所述的共模噪声减少装置，其中所述反作用绕组还与所述开关功率变流器的所述变压器中的所述原绕组与副绕组缠绕在一起，使得所述副绕组在所述原绕组与所述反作用绕组之间。

7. 如权利要求 6 所述的装置, 其中所述原绕组与所述反作用绕组具有基本相同的匝数。

8. 如权利要求 6 所述的装置, 其中所述副绕组被放置在所述原绕组与所述反作用绕组之间, 使得由所述原绕组与所述反作用绕组产生的开关噪声的总和在所述副绕组中基本被减少。

9. 一种具有减少的共模噪声的开关功率变流器, 所述开关功率变流器包含:

具有原绕组与副绕组的变压器;

至少一个位于输入侧的端子;

至少一个位于输出侧的端子;

至少一个耦合到所述原绕组与所述副绕组的反作用绕组, 所述至少一个反作用绕组提供反作用电压以减少与所述共模噪声相对应的信号电势差。

10. 如权利要求 9 所述的装置, 其中所述反作用绕组与所述开关功率变流器的所述变压器中的所述原、副绕组一起缠绕在线轴上, 使得所述副绕组在所述原绕组与所述反作用绕组之间。

11. 如权利要求 10 所述的装置, 其中所述原绕组与所述反作用绕组具有基本相同的匝数。

12. 如权利要求 10 所述的装置, 其中所述副绕组放置在所述原绕组与所述反作用绕组之间, 使得由所述原绕组与所述反作用绕组产生的开关噪声的总和在副绕组中基本被减少。

13. 如权利要求 9 所述的开关功率变流器还包含耦合串联在通路中的电容器, 该通路包括所述至少一个反作用绕组、所述至少一个位于所述输入侧的端子和所述至少一个位于所述输出侧的端子, 据此减少所述共模噪声。

14. 如权利要求 13 所述的开关功率变流器, 其中所述电容器耦合到通过低阻抗而与输出端子隔开的一个或多个第一节点以及通过低阻抗而与输入端子隔开的一个或多个第二节点。

15. 如权利要求 9 所述的开关功率变流器还包括一种电磁滤噪元件。

16. 如权利要求 10 中所述的用于转换功率的方法还包含耦合电磁滤噪元件到所述反作用绕组。

17. 一种用于减少共模噪声的方法，包含：

提供具有输入侧端子与输出侧端子的开关功率变流器；

提供用于感应与共模噪声相对应的信号电势差的单元；

提供放大器件，该放大器件具有至少一个接收所述信号电势差的输入连接与至少一个响应于所述信号电势差提供反作用电压的输出连接；

提供用于耦合所述放大器件的至少一个输出连接到连接所述输入端子与所述输出端子的通路，据此由所述放大器件产生的所述反作用电压减少了所述输入侧端子与所述输出侧端子间的所述电势差。

18. 如权利要求 17 所述的方法，其中用来感应信号电势差的所述单元包括产生反作用电压的反作用绕组，其中所述反作用绕组还与所述开关功率变流器的变压器中的原绕组与副绕组一起绕在线轴上，使得所述副绕组在所述原绕组与所述反作用绕组之间。

19. 如权利要求 18 所述的方法，其中所述原绕组与所述反作用绕组具有基本相同的匝数。

20. 如权利要求 18 所述的方法，其中所述副绕组放置在所述原绕组与所述反作用绕组之间，使得由所述原绕组与所述反作用绕组产生的开关噪声的总和在所述副绕组中基本被减少。

用于减少功率变流器中噪声电流的装置

相关申请的交叉引用

本申请是现已放弃的、2002年12月2日登记、序列号为10/308,994的美国专利申请的部分继续，其为2001年8月24日登记的、序列号为09/939,068并且作为美国专利No.6,490,181被颁发的美国专利申请的继续。

技术领域

本发明涉及功率变流器领域，具体涉及减少由功率变流器产生的电磁干扰所导致的噪声。

背景技术

功率变流器通过将来自电源的功率转换为一种适合于所关注负载的形式来提供功率。例如，功率变流器可以从交流电源提供直流功率。一种可接受的商业上可行的功率变流器需要确保由其运转所产生的电磁干扰(EMI)不会超过可接受的水平。有很多机制是EMI产生的原因，EMI的一个公知的分量是共模噪声。开关功率变流器产生共模噪声，是由于在低阻抗通路到地的情况下开关操作的结果。通常，由共模电流流动引起的共模噪声组成了由开关功率变流器产生的电磁干扰(EMI)的重要部分。

在开关功率变流器中，开关电路从输入端子接收输入功率，然后生成横跨主变压器的开关波形。如此产生的开关波形通过绕组间电容以及副绕组耦合至副边。这个副绕组提供功率给整流电路，该整流电路又为负载产生功率。

除上文描述的功率分配外，存在有用于造成共模噪声的共模电流的通路。开关操作产生噪声，该噪声通过变压器绕组间电容而耦合到副边。一般负载与地面是隔离的，但它具有耦合至地面的相当高的电容。该电容连同变压器绕组间电容一起通过完成该电路为共

模电流(common mode current)流过电源阻抗提供了一条通路。任何通过被检测的电源阻抗的电流都会带来传导电磁干扰。完整的共模电流通路具有与绕组间电容耦合的噪声源，该噪声源依次与电源阻抗和负载端的寄生电容构成了一个完整的环。

减少开关功率变流器中的共模噪声提出了一个难题。尤其是，带隔离变压器的开关模式功率变流器提出了许多挑战。通常这类功率变流器在原绕组与副绕组之间具有紧耦合。这样的紧耦合减少了漏感且提高了转换效率。然而，紧耦合（即高变压器耦合系数）增加了原绕组与副绕组之间的绕组间电容，并且这也增加了从原边耦合到副负载边的非期望噪声。

通常，分别连接原边与副边上的两个“非开关”节点的旁路电容器减少了共模电流。节点的惯常选择是输入端子之一和副公共节点。这减少了在负载与地面之间通过寄生电容耦合的共模电流。然而该方法有其局限性。安全标准禁止使用高电容，因为这将增加原边与副边之间的泄漏电流。

在副、原绕组之间放置一片称为“法拉第屏蔽”的屏蔽金属也可减少共模电流。这个策略以与旁路电容器相同的原理工作并且为噪声电流提供了额外的分流通路。它有效地提供了与旁路电容器并联的另一条电容通路。然而，该屏蔽使变压器非常庞大并且减少了原、副绕组间的磁耦合。依次，这降低了变流器的效率—非期望结果。

另一种公知的方法使用无源滤波，它使用大的滤波部件来抑制噪声。该方法被广泛使用，但是由于需要额外的部件以及由此导致的器件的大尺寸而使其变得逐渐不受欢迎。

在序列号为 6,137,392 的美国专利中，Edward Herbert 的发明利用两个或更多串联变压器来减少原、副绕组间的总寄生电容。该方法还需要额外的磁性部件和繁重的磁性部件结构。此外，理论上该方法不能完全消除通过隔离变压器耦合的噪声。

发明内容

本发明显著地减少了由于共模电流的流动产生的非期望共模噪声。本发明提供了反作用电压以减少甚至消除共模电流。反作用电压源和与其串联的部件有效运转以吸收、旁路或消除由功率变流器的运转而产生的噪声。

本发明优选实施例包含由主变压器中一组绕组加上通过外部无源部件进一步微调而得到的反作用电压。通常，外部无源部件包括维持变压器与副绕组之间电隔离的电容器。此外，电压源与串联部件的结合被方便地耦合到原、副边的“非开关”节点。

本发明另外的优选实施例利用缓冲放大器生成反作用电压。这样的放大器感应串联部件的噪声电压并且产生相同振幅的异相电压以便减少通路两端的噪声电压。

在本发明的优选实施例中，通过放大部件和适当的反馈可有效控制反作用源。所述放大部件响应于产生噪声的检测而提供反作用电压以阻止通过外部地面耦合的噪声电流。此外，本发明易于扩展以减少由非隔离变流器引起的电磁干扰。

本发明利用依照公知技术方便构造的变压器通过简单并且部件数目少的方法使得噪声减少。此外，本发明在无需精确调整难于控制的参数（如变压器漏感）的情况下提供噪声减少。

本发明的优选实施例包括用来减少开关功率变流器中共模噪声的共模噪声减少装置，该共模噪声减少装置包含：用来感应至少部分由共模噪声产生的信号电势差的单元；产生减少信号电势差的反作用电压的电压发生源；和耦合到电压发生源的串联阻抗，以使串联阻抗也在共模噪声能流过的通路中，据此串联阻抗借助于反作用电压有效地产生对共模噪声的短路。

在本发明的优选实施例中，电压发生源可以是耦合到开关功率变流器的变压器中的原绕组和副绕组的反作用绕组。电压发生源可

包括放大器件，该放大器件具有至少一个接收信号电势差的输入连接和至少一个耦合至通路、用来有效地使共模噪声短路的输出连接。

在本发明的优选实施例中，用于感应信号电势差的单元可包括：串联在共模噪声可流过的通路中的阻抗，该通路包括开关功率变流器输入与输出侧的节点；或磁耦合到原绕组与副绕组的反作用绕组。另外，反作用绕组优选地同开关功率变流器中变压器的原绕组与副绕组一起被绕在线轴上，以使副绕组在原绕组与反作用绕组之间。优选地，原绕组与反作用绕组具有基本相同的匝数。此外，优选地，副绕组被放置在原绕组与反作用绕组之间，以使原绕组与反作用绕组产生的开关噪声的总和在副绕组中基本被减少。

为了更好地提供输入与输出侧之间的隔离，本发明还包含在通路中串联耦合的电容器，该通路包括反作用绕组、用来减少共模噪声的输入侧端子和输出侧端子。优选地，电容器耦合到一个或多个通过低阻抗而与输出端子隔开的第一节点以及一个或多个通过低阻抗而与输入端子隔开的第二节点。另外，可选地，装置可包括一个或多个电磁滤噪元件。

本发明还包含用来减少共模噪声的方法，例如，通过提供具有输入侧端子与输出侧端子的开关功率变流器；提供用于感应与共模噪声相对应的信号电势差的单元；提供具有至少一个用于接收信号电势差的输入连接和至少一个用于响应信号电势差提供反作用电压的输出连接的放大器件；以及提供用于将放大器件的至少一个输出连接耦合至连接输入端子和输出端子的通路的单元，据此由放大器件产生的反作用电压减少了输入侧端子与输出侧端子之间的电势差。

优选地，用来感应信号电势差的单元包括产生反作用电压的反作用绕组，该绕组同开关功率变流器中变压器的原、副绕组一起被绕在线轴上，以使副绕组在原绕组与反作用绕组之间。优选地，但不是必需地，原绕组与反作用绕组具有基本相同的匝数。如前所述，

副绕组被优选地放在原绕组与反作用绕组之间，以使由原绕组与反作用绕组产生的开关噪声总和在副绕组中基本被减少。

根据以下本发明的详细描述以及附图，本发明的这些和其它方面对本领域的技术人员来说将变得显而易见。

附图说明

图 1 是与依照本发明的、用于减少或消除共模噪声的实施例相对应的电路示意图；

图 2 是说明用磁耦合绕组产生反作用电压的连接示例的简化图；

图 3 示出的是现有技术的功率变流器的原、副绕组两端的噪声电压；

图 4 说明了与图 3 的噪声电压相对应的共模电流；

图 5 示出的是具有依照本发明的共模电流减少的回扫变流器的原、副非开关节点两端的噪声电压；

图 6 说明了与图 5 的噪声电压相对应的共模电流；

图 7 是利用放大电路产生反作用电压的本发明的另一实施例。

图 8 示出的是具有依照本发明的共模电流减少的图 7 的变流器的原与副非开关节点两端的噪声电压；

图 9 说明了与图 8 的噪声电压相对应的减少的共模电流。

图 10 说明本发明另一实施例；

图 11 说明本发明又一实施例；和

图 12 示出本发明另一实施例。

图 13 说明且示出了本发明优选地通过共用相同磁核磁耦合到变压器的反作用绕组的实施例。

图 14 说明了用于在线轴上缠绕原、副和反作用绕组的优选策略。

图 15 示出了通过原、副和反作用绕组的多种可能的放置以消除共模噪声。

具体实施方式

为了减少或消除流经寄生电容的共模电流，本发明包括串联到阻抗和串联到驱动共模电流的噪声发生源的反作用电压源。其结果是串联阻抗中的有效阻抗以一种与反作用电压源的幅值和无反作用电压源时串联阻抗两端电压之间的差值成反比的方式被减少。换句话说，反作用电压工作似一个“阻抗抑制器”。在噪声电压下降中，由此导致的减少为噪声源电流提供了有效旁路。这种旁路策略比仅用旁路电容器更积极有效地吸收噪声电流。换句话说，在提供用于减少噪声的大而有效的旁路电容时，该策略提供了有效的小数值旁路电容器。

图 1 说明了上述布置。输入节点 2 具有接地面 6 的输入阻抗 4。输出节点 8 示出了接地的寄生电容 10。由于连接到串联电容 16 的噪声源 14 所致，寄生电容 10 允许共模电流 12 流过。该共模电流经由串联阻抗 18 通过将其分流而减少，并且通过反作用电压源 20 被进一步减少。

图 2 示出了提供反作用电压以减少共模电流的本发明实施例。如图所示，包含绕组 36、38 和不可避免地出现的绕组间电容 42 的变压器 40 提供功率给具有比如二极管 50、以及连接到节点 32 和负载 30 两端的输出电容器 34 的整流器。负载 30 两端的电压通过隔离器件 64 被感应以提供反馈信号给开关控制器 62，从而通过开关 66 调节输出电压。除上所述，图 2 还说明了由跨接在分压元件 48 与 50 两端的反作用绕组 46 提供的反作用电压，分压元件 48 与 50 作为无源分压器共同作用以调节反作用电压。调节后的反作用电压通过减少串联元件 54 两端的电压来减少流经串联元件 54 的共模电流 12。换句话说，在图 2 中产生的反作用电压减少了节点 2 与节点 8 间的电势差，因此减少了到地面 6 的共模电流 12。

正如对本领域普通技术人员来说很显然，反作用电压无需仅由反作用绕组 46 提供。额外的用于提供反作用电压的机构被认定在本发明的范围内。因此，由虚线构成的方框 44 中示出的元件可以由提

供反作用电压 V 与串联阻抗 Z_1 的电压源替代以确保输入与输出间的电隔离。理论上，为消除共模电流，需要

$$V = I \times Z_1 \quad \text{Eqn.1}$$

其中 I 是出现电压源 V 时通过阻抗 Z_1 的共模电流。没有共模电流流过负载与地面间的寄生电容 10 。这意味着耦合噪声可被完全地旁路并且被绕组间寄生电容耦合通过的噪声可被抑制。实际上，由于调整 V 与 Z_1 时的误差，节点 2 与 8 两端的噪声电压不可能完全被消除。因此，与已知方法比较，至少共模电流的振幅被大大减少。另外，用于抵抗噪声所需的阻抗 Z_1 的大小被大大减小并且在节点 2 与 8 间有效地产生短路。

通过耦合到隔离变压器 40 的反作用绕组 46 可实现反作用电压源。缠绕反作用绕组 46 以产生反作用电压。隔离变压器 40 的绕组电压适合用于产生反作用电压，因为它能产生与原绕组中开关电路所产生的开关噪声的相同波形。反作用绕组 46 两端的电压被如图所示的无源部件分压。利用具有阻抗 Z_3 的分压元件 48 与具有阻抗 Z_2 的分压元件 50 ，从分压元件 50 两端的电压获得反作用电压。

方程 2 描述了在与产生噪声的共模电流相对应的频率下使节点 2 与 8 两端的电压为零而获得完全旁路的条件。

$$V = I \frac{Z_1 \times Z_2 + Z_2 \times Z_3 + Z_1 \times Z_3}{Z_2} \quad \text{Eqn.2}$$

这里 I 是经过变压器绕组 36 与 38 间的绕组间寄生电容耦合的噪声电流，且 V 是反作用绕组 46 两端的电压。当然，实际上由于调整阻抗 Z_1 、 Z_2 与 Z_3 时的误差导致失真的反作用电压 V （相对于噪声电压），噪声电压不可能完全被消除。

图 3 示出了在没有配置反作用绕组 46 并利用分压元件 48 和 50 、由 1500pF 的旁路电容器代替的串联元件 54 的情况下所测量的节点 2 与节点 8 两端的噪声电压。图 4 示出了相应的、所测量的共模电流的频谱。图 5 示出了如图 2 所说明的、利用反作用绕组 46 、分压元件 48

和 50、串联元件 54 所测得的节点 2 与 8 两端的噪声电压。绕组 36、38 和 46 的匝数比是 30:10:3，且串联元件 54、分压元件 50 和 48 的值分别约为 1500pF、470pF 和 6800pF（直接提供了各自的阻抗值）。特别地，为了清楚地对比，串联元件 54 具有与上例中使用的旁路电容器相同的值。图 3 和图 5 的比较揭示了节点 2 与 8 两端的噪声电压的大幅减少。图 6 所示的相应的共模电流频谱相对于图 4 有了改进。

图 7 示出的是借助于放大器件来放大噪声信号提供反作用电压以减少共模电流的本发明第二实施例。该实施例中的放大器件是由晶体管 76 和 78 与输入节点 86 和输出节点 84 构成的四端子放大器件。放大器件由反作用绕组 46 驱动，该绕组经由二极管 70 给上述放大器件提供功率并且跨接在平滑电容器 72 两端。输入节点 86 感应串联元件 82 两端的噪声电压。被连接以提供图腾柱驱动器缓冲电路的晶体管 76 与 78 放大被感应的噪声电压并提供输出节点 84 两端相应的反作用电压。图腾柱驱动器的输入端接收串联元件 82 两端的噪声电压，并且跨接在输出节点 84 两端的图腾柱驱动器输出端子产生所需的反作用电压。图腾柱输出具有与噪声电压相反的相位并消除节点 2 与 8 之间的噪声电压从而减少共模电流。

噪声电压的适当放大足以减少共模电流。当然，优选地，输出反作用电压基本上不应当超过噪声电压，以避免在其它方向上驱动电流。原则上，经过合适的放大与反馈，共模电流可以减少到零。应该注意的是，图 7 意在说明而非限制本发明的范围，并因此，提供结构的各种其它放大将属于本发明范围。

图 8 示出了利用图 7 的放大结构所测得的节点 2 与 8 两端的噪声电压。图 3 与图 8 的比较连同图 9 所示的相应的共模电流频谱揭示了节点 2 与 8 两端的噪声电压的明显减少，其又揭示了与图 4 相比的共模电流的减少。

图 10 是一个利用与上述第二实施例类似的放大器件的示范的实际应用。该实施例示出功率变流器具有至少一个开关电路 96 和至少

一个整流模块 94。利用缓冲器 90 可实现四端子放大器件。缓冲器输入端 84 与输出端 86 优选地共用如图所示的公共节点。输入端子 84 感应串联元件 54 两端的噪声电压，且产生如前所述的反作用电压。由于缓冲放大器 90 的增益产生的反作用电压足够消除串联元件 54 两端的噪声电压，无需进行振幅调整。然而，应该注意的是，放大器增益的规格，通常大于 1，不应该解释为是对本发明范围的限制。另一个方面，如需要，元件 92 根据缓冲器 90 在噪声频率范围外的频率响应提供频率补偿。如前所述，串联元件 54 使得反作用电压耦合。

图 11 说明了包含带有隔离变压器的功率变流器的本发明的另一实施例。由四端子器件表示的放大器 100 具有一对输入端子 104 与输出端子 106。输入端子 104 接受与如图所示的变流器原、副边之间的噪声电压相对应的信号。输出端子 106 提供相应的反作用电压。下面解释工作原理。

图 11 示出的第三实施例利用放大部件产生反作用电压以抵偿副 (secondary) 公共节点 8 和原 (primary) 开关电路输出端子 2 两端的噪声电压。有源部件 100 产生反作用电压。不同于第二实施例，本实施例直接感应原、副非开关节点的节点 2 与 8 两端的噪声电压。然后在有源部件 100 的输出端子产生反作用电压，该有源部件跨接在包含副节点 8 的输出端 106 两端，并且跨接在经由阻抗元件 108 连回到原输入节点 2 的阻抗元件 102 的两端。阻抗元件 108 还能够以到节点 2 的非常低的阻抗被连接到其它节点，这样的节点的典型例子是节点 58，因为输入电容器 60 的电容通常足够大到以噪声频率提供低阻抗通路。如需要，将元件 102 跨接在有源部件 100 两端用于频率补偿。还应当注意的是，有源部件 100 优选地以所关注的频率提供足够的增益以此最小化误差电压，该电压产生流经寄生电容 10 与电源阻抗到地面 6 的共模电流。另外，为了承受如很多安全标准要求的原、副绕组间的高隔离电压，可能需要一些额外的保护电路来保护有源部件。

图 12 是类似于上述第三实施例的本发明的又一实施例。通过运算放大器 110 与用来保持原、副绕组间隔离的耦合电容器 120 实现四端子放大器件。运算放大器 110 的输入端子通过耦合电容器 120 分别感应原、副非开关节点 2 与 8 两端的噪声电压。运算放大器 110 在输出端子 116 处产生反作用电压。该反作用电压经过电容器 118 连接在原、副节点 2 与 8 之间以抵偿如前所述的这两个节点两端的噪声。

根据本发明的原理和这里描述的实施例覆盖了用来减少 EMI 的器件与系统。例如，它们包括共模噪声减少装置，用于减少在带有输入端子与输出端子的开关功率变流器中的共模噪声。共模噪声减少装置包括用于感应与开关功率变流器的输出端子和开关功率变流器输入端子之间电势差相对应的电势差信号的单元。术语端子包括比如用于电功率或信号的两条导线之一。装置还包括响应电势差信号用来生成反作用电压的电压生成源。该反作用电压减少了开关功率变流器输出端子与输入端子之间的电势差。此外，在经由至少一个电容器连接至少一个输入端子和至少一个输出端子的通路中，串联阻抗耦合到电压发生源。

作为耦合到开关功率变流器的功率变压器内的原绕组和副绕组的反作用绕组，可实现上述共模噪声减少装置的电压发生源。另外，上述共模噪声减少装置的电压发生源是接收信号电势差作为输入信号并产生反作用电压的放大器件。

图 13 示出了带有控制电路 130、功率变压器 40 与整流电路 132 的功率变流器的本发明的实施例。整流电路 132 耦合到输出电容器 134，依次又被连接到负载 136。功率变压器 40 包含绕组间电容，它并非预期的部件但是不可避免地存在于变压器绕组 36 与 38 之间。图 13 还示出了耦合到功率变压器 40 的附加绕组 138。附加绕组 138，优选地作为反作用绕组，被连接到非开关输入端节点 2 或节点 58，节点 58 通过足够高的电容被连接到节点 2 以提供噪声频率下的低阻抗。负载与地面间的寄生电容 42 实现了用于通过电源阻抗 4 到地面

6 以及电容 140 的共模噪声电流的通路。在图 13 中, 用于旁路共模电流的阻抗 154 优选地为电容器, 尽管其它部件也可以被使用。

附加绕组 138 提供反作用电压以抵偿绕组 36 处的开关噪声电压, 该电压经过绕组间电容 140 在副边产生噪声电流。可以通过调节电容 144 或者调节绕组 138 与绕组 36 的匝数比来实现消除作用, 以使通过由绕组 138 与电容 144 或变压器 40 中绕组位置与次序的特定布置所产生的噪声电流来消除由绕组 36 与绕组间电容 42 产生的噪声电流。在第二种情况中, 电容器 144 通过绕组电容而实现。

图 14 说明了实际线轴中的绕组布置, 其用来实现图 13 所示布置的噪声消除。多个绕组被布置以使副绕组 38 在原绕组 36 与反作用绕组 138 之间。绕组 138 的节点 152 被置于同一侧且接近绕组 36 的开关节点 150。由于节点 152 具有同绕组 36 的开关节点 150 处的电压异相的开关噪声电压, 如果绕组 36 与反作用绕组 138 具有相同的匝数, 则在绕组 36 与反作用绕组 138 间的对称放置位置处能够发现开关噪声完全消除。此外, 如果副绕组 38 放置在绕组 36 与反作用绕组 138 之间, 原开关噪声电流将从绕组 36 流到反作用绕组 138, 而不是通过绕组间电容转向副边。

图 14 说明了通过引入反作用绕组 138 如何消除共模噪声。如果表示为绕组 166 的原绕组 36 与表示为绕组 160 的反作用绕组 138 分别沿着由 $y = -h$ 与 $y = +h$ 描述的层被放置, 那么由这两个绕组产生的开关噪声的总和将在表示为绕组 164 的副绕组 38 处沿着由 $y = 0$ 描述的对称层在预期误差内被抵偿。如图 14 所示, 绕组 160 与 166 以相反的方式缠绕。对应于图 13 中的节点 150 和 152, 绕组 160 的末端 178 与绕组 166 的末端 174 在同一侧。类似地, 对应于图 13 中的节点 58 与 2, 末端 168 与 172 在同一侧。对于绕组 164, 与副绕组 38 相对应, 其末端是图 14 中的 170 和 176。

然而, 说明性的图 14 不应当被解释为限制所要求权利的发明的范围。相反, 许多提供类似消除的其它绕组布置可在所要求权利的

本发明的预期范围内被使用。另外,可以预计,本发明的许多实施例可能始终达不到共模噪声的完全消除。其原因可能是由于设计选择乃至各种部件(例如变压器 40)的不完善结构造成的。用于旁路共模电流的阻抗 154 优选地为电容器,尽管也可使用其它部件。

图 15 示出了开关噪声(例如共模噪声)随着离节点 2 或 58 的距离而增加。通过低阻抗电容器 60,两个节点分别被短路。两个绕组 138 与 36 被缠绕以产生表现为相对相位不同的电压,优选地为异相,例如相差 $\pm 90^\circ$,由此减少共模噪声,此时绕组 36 与反作用绕组 138 被放置在互相接近的地方。

用于感应信号电势差的单元包括串联在通路中的阻抗,该通路连接开关功率变流器的输入端子与输出端子。或者,用于感应信号电势差的单元包括耦合到原绕组和副绕组的反作用绕组。

此外,除了选择性地减少对产生讨厌的 EMI 有贡献的电流之外,可以方便地使用电磁滤波元件。

用来转换具有低共模噪声的功率的典型系统包括具有耦合到感应部件的反作用绕组的输入端子和输出端子的开关功率变流器,以及串联耦合到反作用绕组以在输出端和输入端之间提供隔离的电容器。

当然,如本领域普通技术人员所理解的并且是显而易见的,许多可选用的实施例以及在此公开的内容上的变化都是可能的。具有其它特定形式、结构、布置、比例以及带有其它元件、材料和部件的这样的实施例不会背离本发明的精神或基本特征。因此,这里所描述的实施例是说明性的而非限制性的,这样的可选用实施例与变化被确定为包括在这个描述之后的权利要求的范围内并且权利要求不被以前的描述所限制。

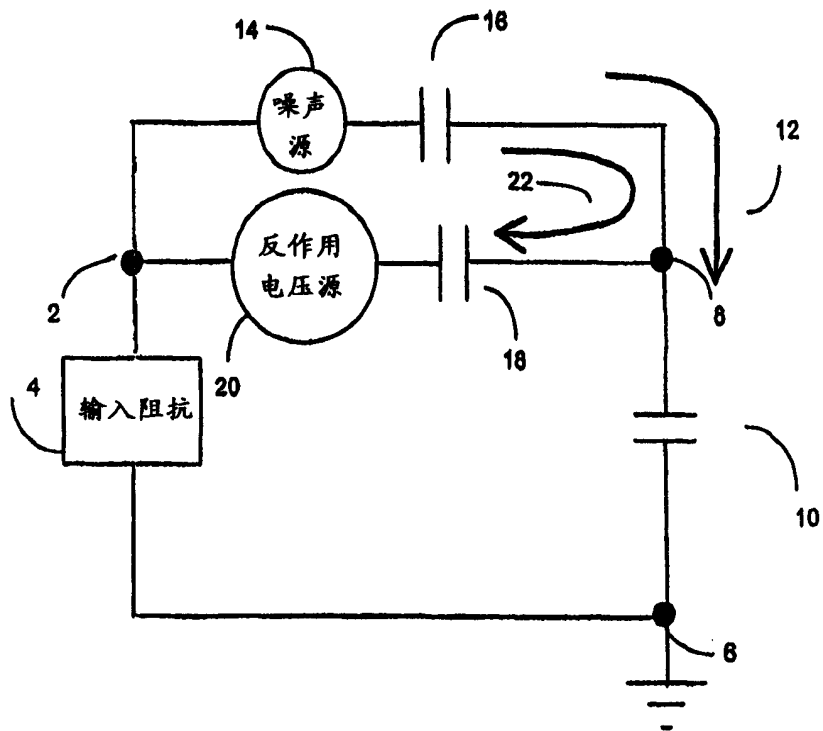


图 1

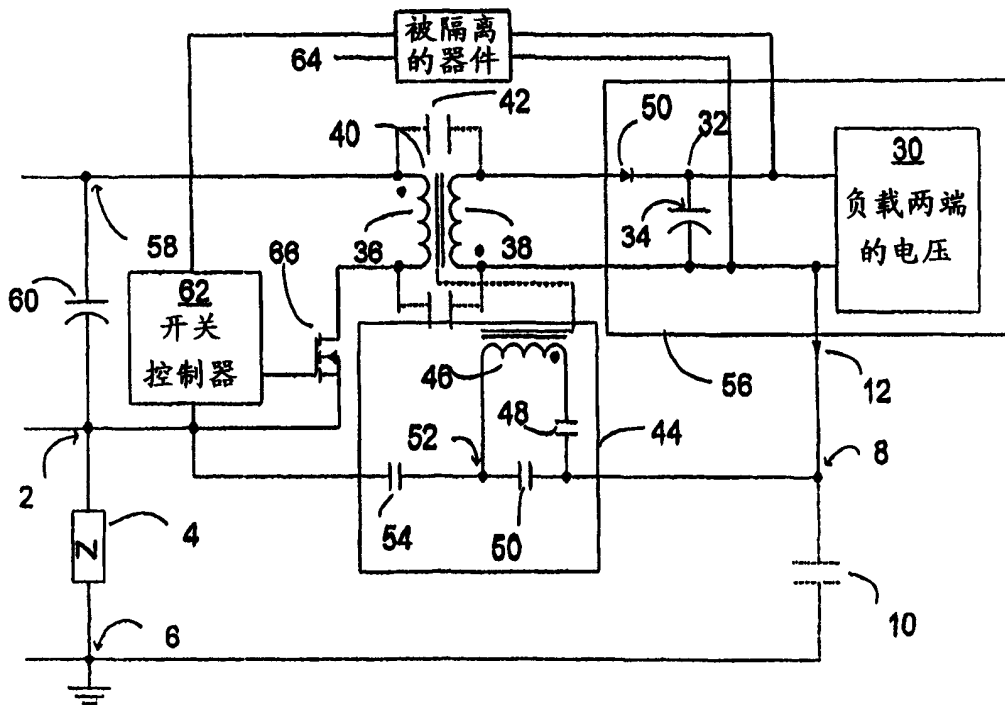


图 2

图 3 (现有技术)

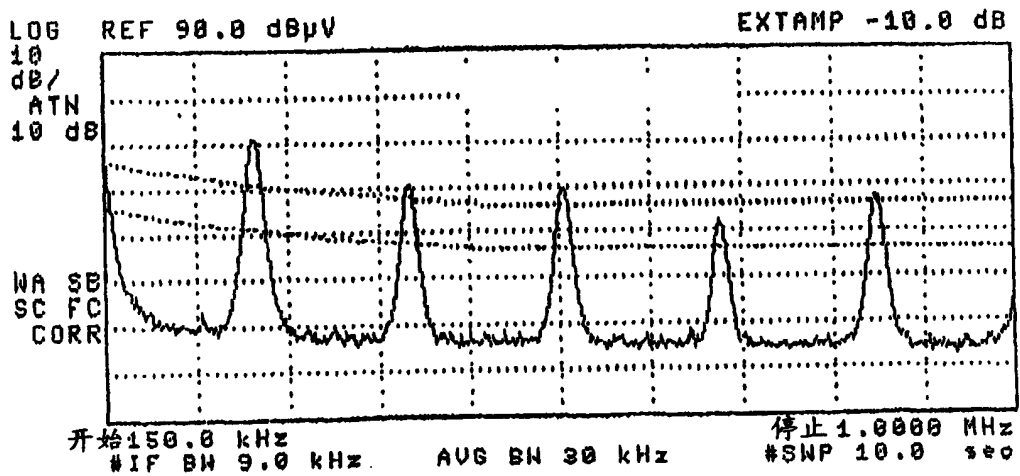
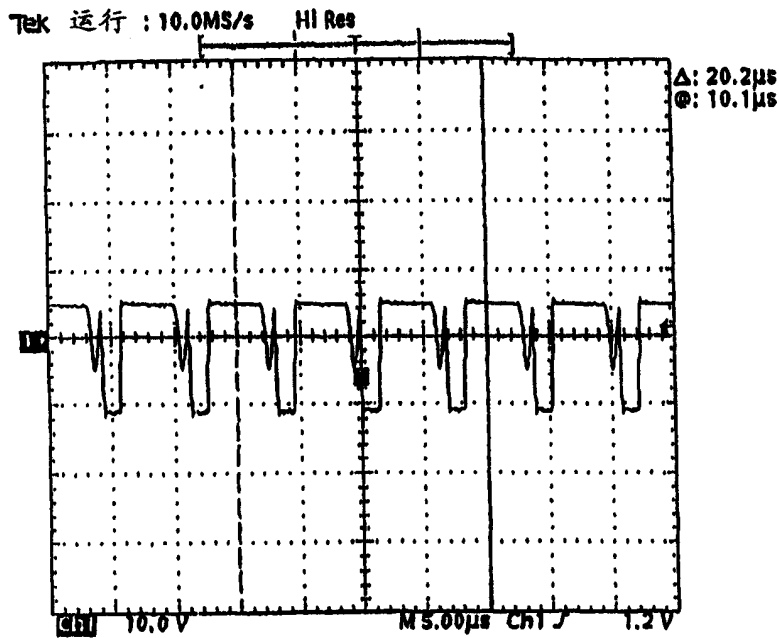


图 4 (现有技术)

图 5

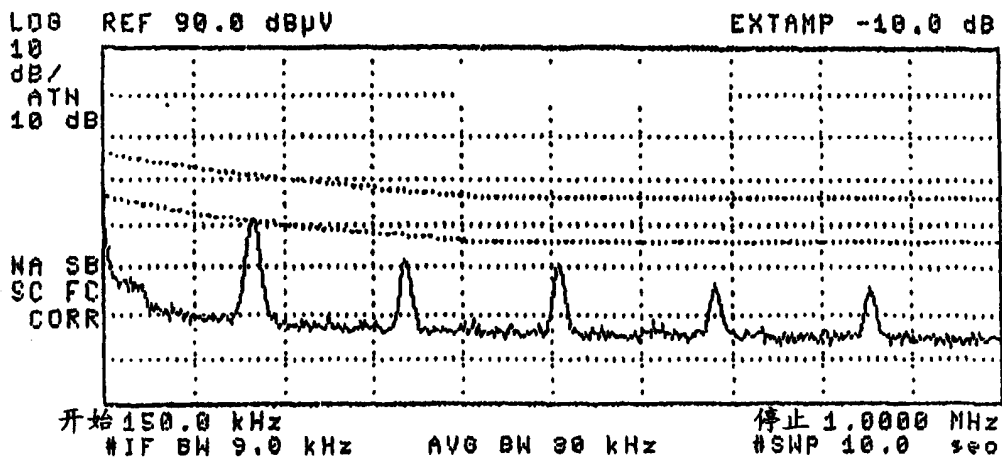
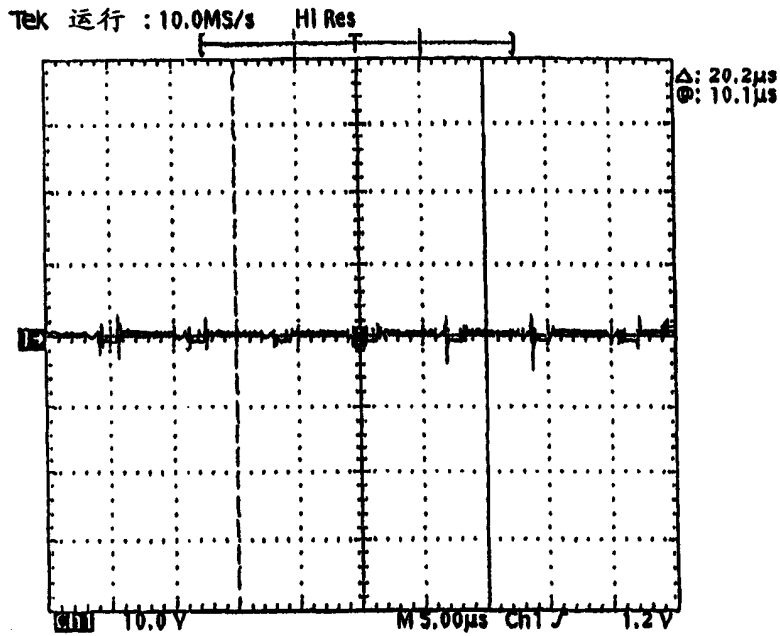


图 6

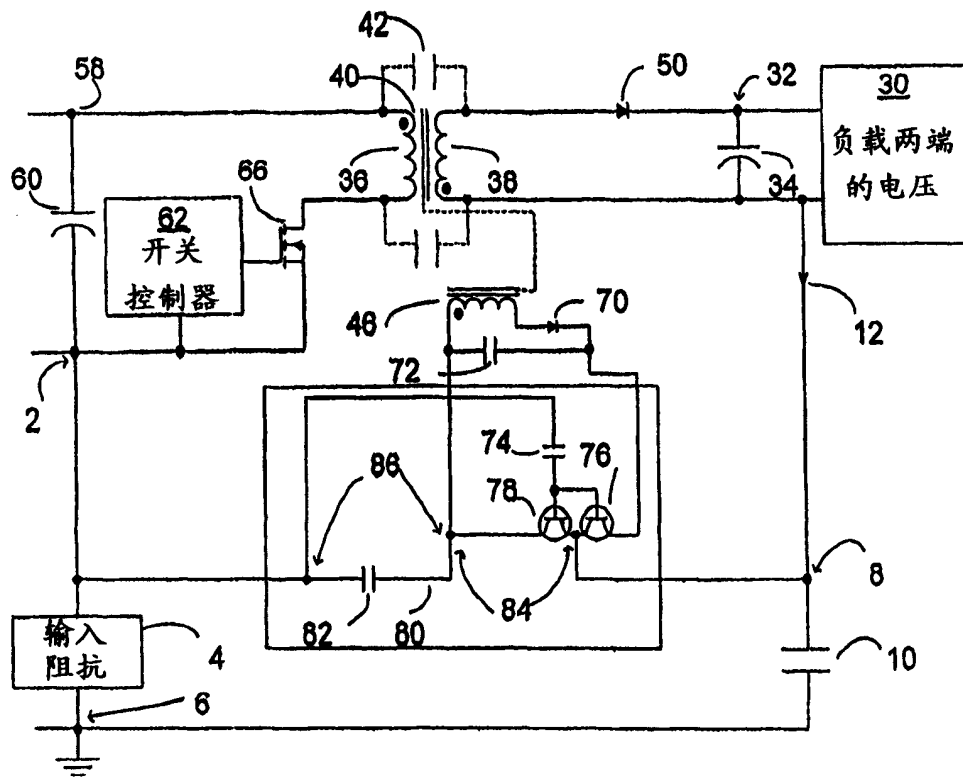


图 7

图 8

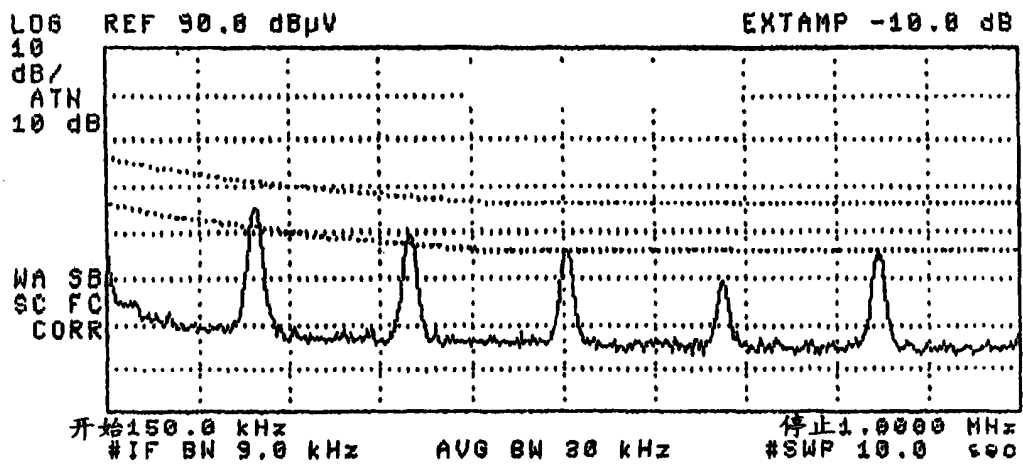
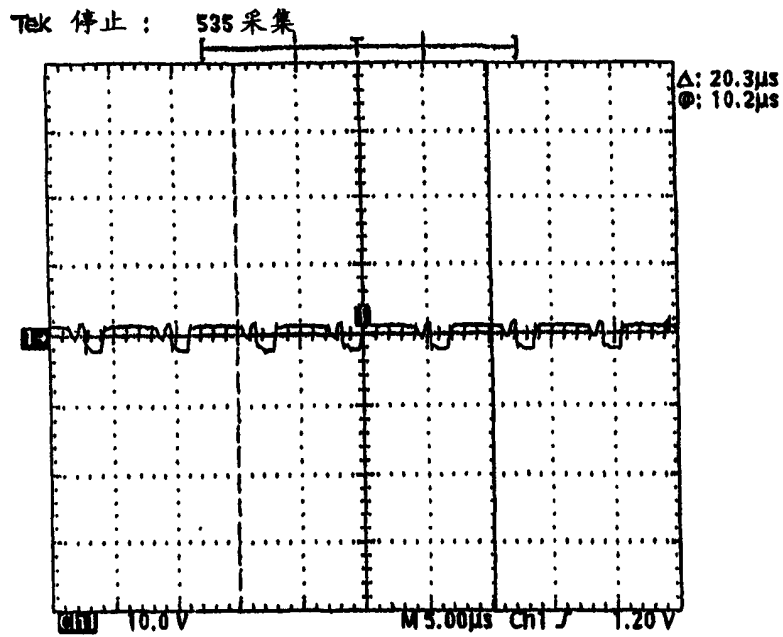


图 9

图 10

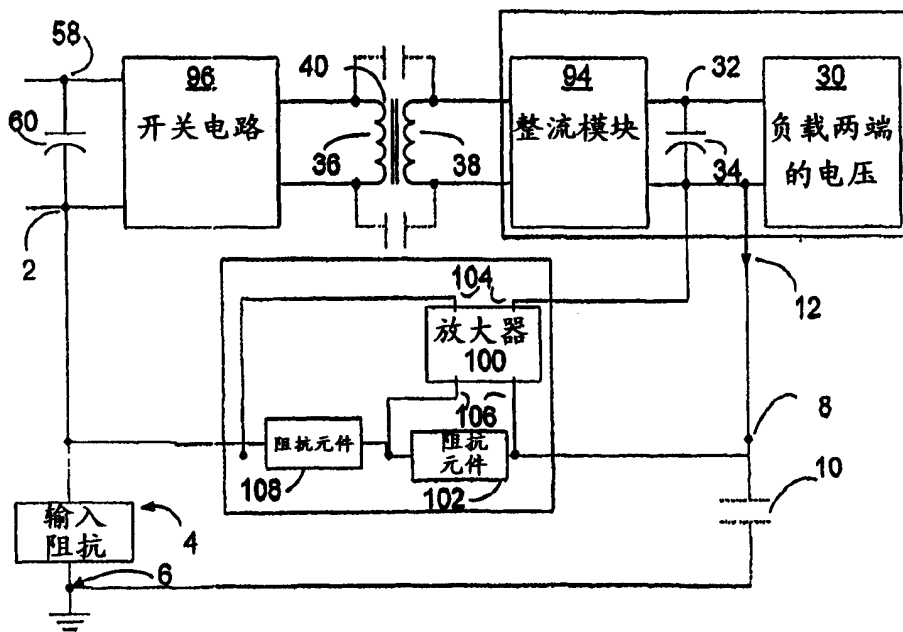
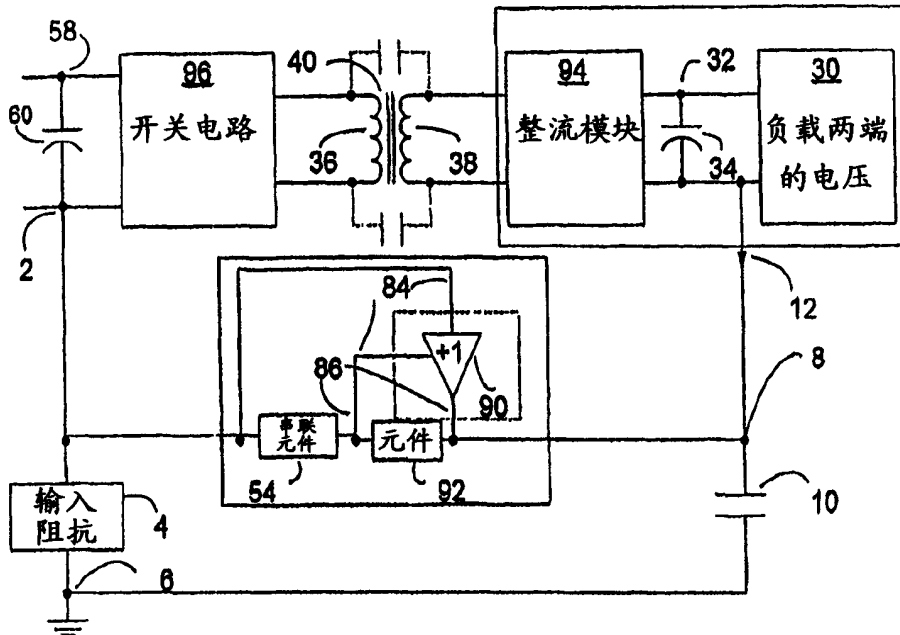


图 11

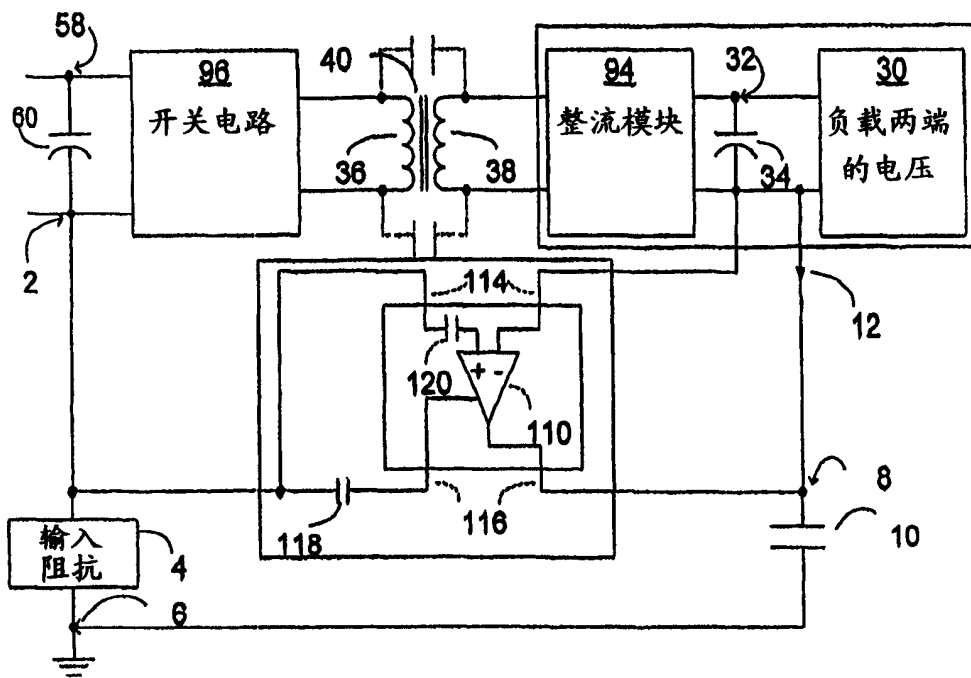


图 12

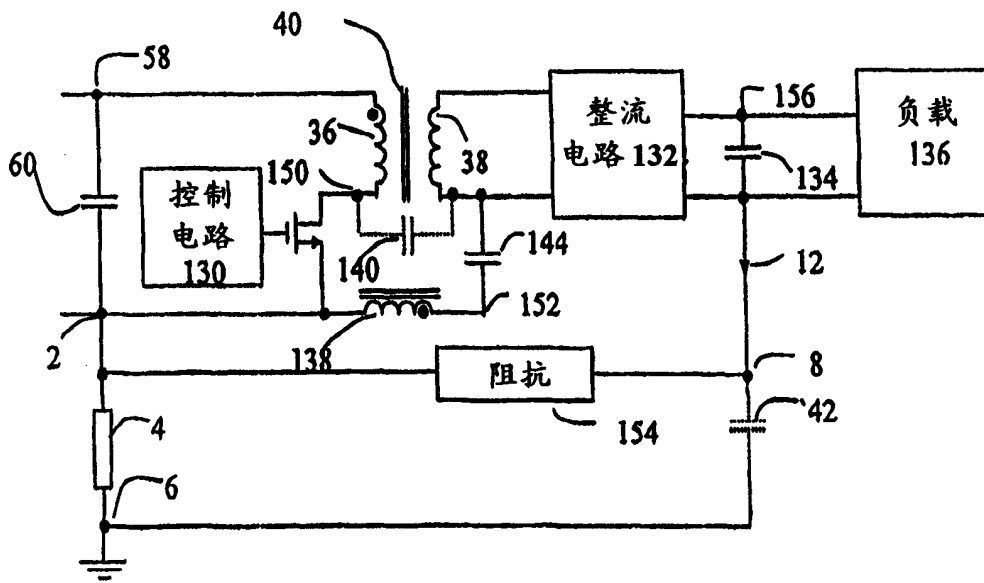


图 13

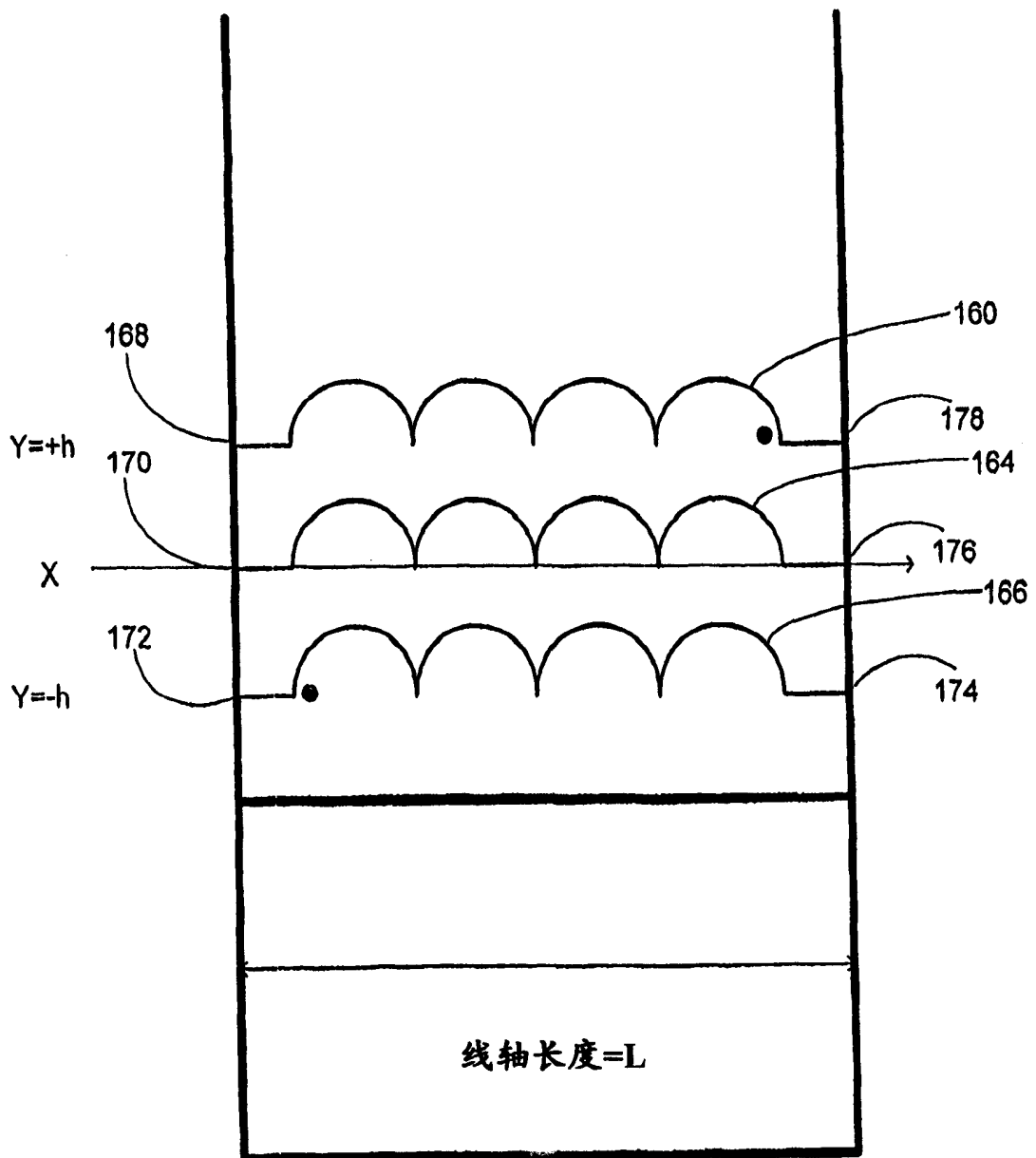


图 14

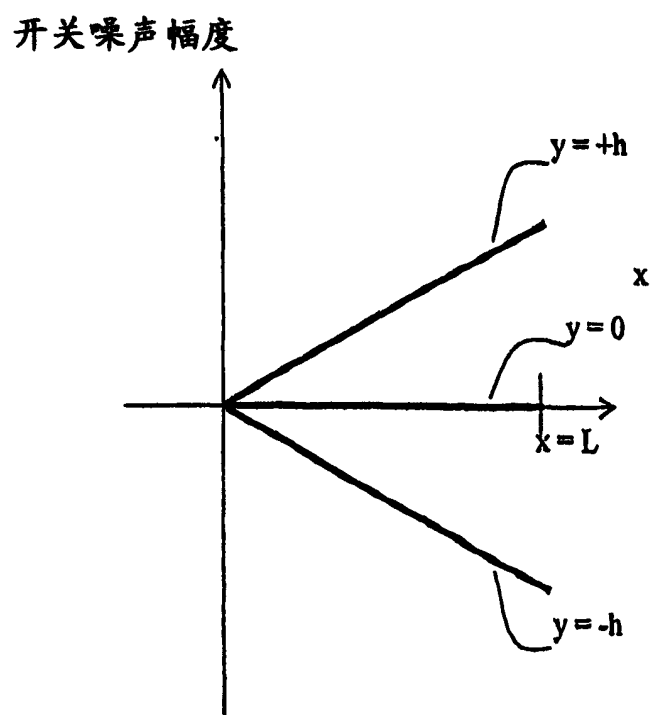


图 15

[2005年1月11日由国际局接收(11.01.05): 原权利要求1-20由修正后的/新的权利要求1-18代替; (4页)]

1. 一种共模噪声减少装置, 用于减少开关功率变流器中的共模噪声, 所述共模噪声减少装置包含:

用于感应至少部分由所述共模噪声产生的信号电势差的单元;

产生减少所述信号电势差的反作用电压的电压发生源;

耦合到所述电压发生源的串联阻抗, 使得所述串联阻抗也在所述共模噪声能流过的通路中, 据此所述串联阻抗借助于所述反作用电压有效地对所述共模噪声产生短路。

2. 如权利要求1所述的共模噪声减少装置, 其中所述电压发生源是耦合到所述开关功率变流器的变压器中的原绕组与副绕组的反作用绕组。

3. 如权利要求1所述的共模噪声减少装置, 其中所述电压发生源包括放大器件, 该放大器件具有至少一个接收所述信号电势差的输入连接与至少一个耦合到所述通路、用来有效地使所述共模噪声短路的输出连接。

4. 如权利要求1所述的共模噪声减少装置, 其中用于感应所述信号电势差的单元包括串联在所述通路中的阻抗, 所述共模噪声可流过所述通路, 该通路包括所述开关功率变流器输入与输出侧上的节点。

5. 如权利要求1所述的共模噪声减少装置, 其中用于感应所述信号电势差的单元包括磁耦合到所述原绕组与副绕组的所述反作用绕组。

6. 一种在开关功率变流器中的共模噪声减少装置, 包含带有反作用绕组的变压器, 其中所述反作用绕组与所述开关功率变流器的

变压器中的所述原、副绕组绕在一起,使得所述副绕组在所述原绕组与所述反作用绕组之间。

7. 如权利要求 6 所述的装置,其中所述原绕组与所述反作用绕组具有基本相同的匝数。

8. 如权利要求 6 所述的装置,其中所述副绕组放置在所述原绕组与所述反作用绕组之间,使得由所述原绕组与所述反作用绕组产生的开关噪声的总和在所述副绕组中基本被减少。

9. 一种带有减少的共模噪声的开关功率变流器,所述开关功率变流器包含:

带有原绕组与副绕组的变压器;

至少一个位于输入侧的端子;

至少一个位于输出侧的端子;

至少一个耦合到所述原绕组和所述副绕组的反作用绕组,所述至少一个反作用绕组提供反作用电压以减少与所述共模噪声相对应的信号电势差,

其中所述反作用绕组与所述开关功率变流器的变压器中的所述原、副绕组一起缠绕在线轴上,使得所述副绕组在所述原绕组与所述反作用绕组之间。

10. 如权利要求 9 所述的开关功率变流器,其中所述原绕组与所述反作用绕组具有基本相同的匝数。

11. 如权利要求 9 所述的开关功率变流器,其中所述副绕组放置在所述原绕组与所述反作用绕组之间,使得由所述原绕组与所述反作用绕组产生的开关噪声的总和在副绕组中基本被减少。

12. 如权利要求 9 所述的开关功率变流器还包含耦合串联在通路中的电容器,所述通路包括所述至少一个反作用绕组、所述至少一个在所述输入侧的端子与所述至少一个在输出侧的端子,据此减少所述共模噪声。

13. 如权利要求 12 所述的开关功率变流器, 其中所述电容器耦合到通过低阻抗而与输出端子隔开的一个或多个第一节点以及通过低阻抗而与输入端子隔开的一个或多个第二节点。

14. 如权利要求 9 所述的开关功率变流器还包括电磁滤噪元件。

15. 如权利要求 9 所述的用于转换功率的方法还包含到所述反作用绕组的电磁滤噪元件。

16. 一种减少共模噪声的方法, 包含:

提供具有输入侧端子与输出侧端子的开关功率变流器;

提供用于感应与共模噪声相对应的信号电势差的单元;

提供放大器件, 该放大器件具有至少一个接收所述信号电势差的输入连接以及至少一个响应于所述信号电势差提供反作用电压的输出连接;

提供用于将所述放大器件的所述至少一个输出连接耦合到将所述输入端子与所述输出端子连接的通路, 据此由所述放大器件产生的所述反作用电压减少了所述输入侧端子与所述输出侧端子之间的所述电势差,

用于感应信号电势差的所述单元包括产生反作用电压的反作用绕组, 其中该反作用绕组与所述开关功率变流器的变压器中的原、副绕组绕在一起, 使得所述副绕组在所述原绕组与所述反作用绕组之间。

17. 如权利要求 16 所述的方法, 其中所述原绕组与所述反作用绕组具有基本相同的匝数。

18. 如权利要求 16 所述的方法, 其中所述副绕组被放置在所述原绕组与所述反作用绕组之间, 使得由所述原绕组与所述反作用绕组产生的开关噪声的总和在所述副绕组中基本被减少。