



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106936320 A

(43)申请公布日 2017. 07. 07

(21)申请号 201710329118.2

(22)申请日 2017.05.11

(71)申请人 辽宁工程技术大学

地址 125105 辽宁省葫芦岛市龙湾南大街
188号

(72)发明人 杨玉岗

(74)专利代理机构 沈阳东大知识产权代理有限
公司 21109

代理人 梁焱

(51) Int. Cl.

H02M 3/335(2006.01)

H02M 3/158(2006.01)

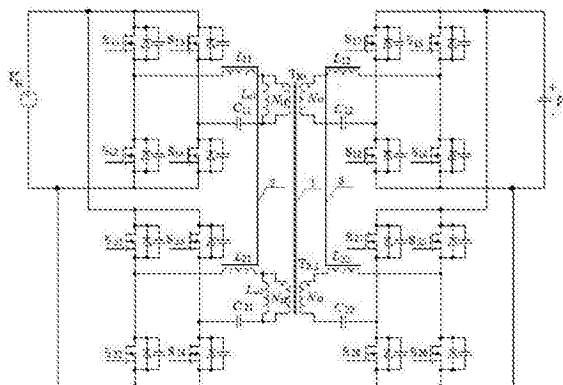
权利要求书4页 说明书10页 附图6页

(54)发明名称

一种交错并联磁集成双向全桥LLC谐振变换器

(57)摘要

本发明提供一种交错并联磁集成双向全桥LLC谐振变换器,涉及电力电子应用技术领域。包括两路交错并联的双向全桥LLC谐振变换器;第一路双向全桥LLC谐振变换器包括第一原边电路、第一副边电路和谐振变压器及其励磁电感;第二路双向全桥LLC谐振变换器包括第二原边电路、第二副边电路和谐振变压器及其励磁电感;每路双向全桥LLC谐振变换器的原边电路和副边电路均采用全桥式LLC谐振电路,用于实现能量的双向流通;两路交错并联的双向全桥LLC谐振变换器中的两个谐振变压器及其励磁电感和四个谐振电感采用集成磁件实现磁集成。本发明能实现电能的大功率、高变比、小体积和双向高效率运行。



1. 一种交错并联磁集成双向全桥LLC谐振变换器,其特征在于:包括两路交错并联的双向全桥LLC谐振变换器,两路交错并联的双向全桥LLC谐振变换器中的谐振变压器和谐振电感采用集成磁件实现磁集成;第一路双向全桥LLC谐振变换器包括第一原边电路、第一副边电路和谐振变压器 T_{R1} 及其励磁电感 L_{m1} ;第一原边电路包括功率开关管 $S_{11} \sim S_{14}$ 、谐振电感 L_{11} 和谐振电容 C_{11} ;第一副边电路包括功率开关管 $S_{15} \sim S_{18}$ 、谐振电感 L_{12} 和谐振电容 C_{12} ;第二路双向全桥LLC谐振变换器包括第二原边电路、第二副边电路和谐振变压器 T_{R2} 及其励磁电感 L_{m2} ;第二原边电路包括功率开关管 $S_{21} \sim S_{24}$ 、谐振电感 L_{21} 和谐振电容 C_{21} ;第二副边电路包括功率开关管 $S_{25} \sim S_{28}$ 、谐振电感 L_{22} 和谐振电容 C_{22} ;每路双向全桥LLC谐振变换器的原边电路和副边电路均采用全桥式LLC谐振电路,实现能量的双向流通。

2. 根据权利要求1所述的交错并联磁集成双向全桥LLC谐振变换器,其特征在于:所述交错并联磁集成双向全桥LLC谐振变换器还包括两个输入电容 C_1 和 C_2 ,输入电容 C_1 和 C_2 串联,串联后的输入电容 C_1 连接在第一路双向全桥LLC谐振变换器的两个输入端,输入电容 C_2 连接在第二路双向全桥LLC谐振变换器的两个输入端。

3. 根据权利要求1所述的交错并联磁集成双向全桥LLC谐振变换器,其特征在于:所述交错并联磁集成双向全桥LLC谐振变换器还包括中间电容 C 和两路交错并联磁集成的双向Buck/Boost变换器;第一路双向Buck/Boost变换器的电感 L_1 和第二路双向Buck/Boost变换器的电感 L_2 进行反向磁耦合,形成磁集成耦合电感;交错并联后的双向Buck/Boost变换器的输出端与中间电容 C 并联,所述两路交错并联的双向全桥LLC谐振变换器的输入端均连接在中间电容 C 的两端。

4. 根据权利要求1所述的交错并联磁集成双向全桥LLC谐振变换器,其特征在于:所述交错并联磁集成双向全桥LLC谐振变换器还包括中间电容 C 和两路交错并联磁集成的双向Buck/Boost变换器;第一路双向Buck/Boost变换器的电感 L_1 和第二路双向Buck/Boost变换器的电感 L_2 进行反向磁耦合,形成磁集成耦合电感;交错并联后的双向Buck/Boost变换器的输入端与中间电容 C 并联,所述两路交错并联的双向全桥LLC谐振变换器的输出端均连接在中间电容 C 的两端。

5. 根据权利要求1-4中的任一项所述的交错并联磁集成双向全桥LLC谐振变换器,其特征在于:实现所述两路交错并联的双向全桥LLC谐振变换器中的谐振变压器磁集成的集成磁件为谐振变压器集成磁件,用于两路交错并联的双向全桥LLC谐振变换器中的谐振变压器 T_{R1} 及其励磁电感 L_{m1} 和谐振变压器 T_{R2} 及其励磁电感 L_{m2} 的磁集成;实现所述两路交错并联的双向全桥LLC谐振变换器中的谐振电感磁集成的集成磁件为谐振电感集成磁件,用于两路交错并联的双向全桥LLC谐振变换器中谐振电感 L_{11} 、 L_{21} 的磁集成,以及谐振电感 L_{12} 、 L_{22} 的磁集成;

所述谐振变压器集成磁件的铁心为“EE”形铁心结构,包括两片磁柱相对的“E”形铁心,两片“E”形铁心的中柱之间没有气隙,上侧磁柱之间和下侧磁柱之间均设有气隙;所述“EE”形铁心结构中两片“E”形铁心的上侧磁柱上分别绕制 N_{11} 、 N_{12} 绕组以形成谐振变压器 T_{R1} 及其励磁电感 L_{m1} ,下侧磁柱上分别绕制 N_{21} 、 N_{22} 绕组以形成谐振变压器 T_{R2} 及其励磁电感 L_{m2} ;

所述谐振电感集成磁件的铁心为“EI”形铁心结构,包括一片“E”形铁心和一片“I”形铁心,“I”形铁心放置于“E”形铁心的开口侧,“E”形铁心的三个磁柱与“I”形铁心之间均设有气隙;所述谐振电感集成磁件的“E”形铁心的上侧磁柱上绕制绕组以形成谐振电感 L_{11} 或

L_{12} , 下侧磁柱上绕制绕组以形成谐振电感 L_{21} 或 L_{22} 。

6. 根据权利要求1-4中的任一项所述的交错并联磁集成双向全桥LLC谐振变换器, 其特征在于: 实现所述两路交错并联的双向全桥LLC谐振变换器中的谐振变压器磁集成的集成磁件为谐振变压器集成磁件, 用于两路交错并联的双向全桥LLC谐振变换器中的谐振变压器 T_{R1} 及其励磁电感 L_{m1} 和谐振变压器 T_{R2} 及其励磁电感 L_{m2} 的磁集成; 实现所述两路交错并联的双向全桥LLC谐振变换器中的谐振电感磁集成的集成磁件为谐振电感集成磁件, 用于两路交错并联的双向全桥LLC谐振变换器中谐振电感 L_{11} 、 L_{21} 的磁集成, 以及谐振电感 L_{12} 、 L_{22} 的磁集成;

所述谐振变压器集成磁件的铁心和谐振电感集成磁件的铁心均为包括一片“十”字形铁心和两片“E”形铁心的铁心结构, “十”字形铁心放置在两片磁柱相对的“E”形铁心中间;

所述谐振变压器集成磁件的两片“E”形铁心的中柱与其“十”字形铁心的左右两个横轭之间没有气隙, 所述谐振变压器集成磁件的两片“E”形铁心的上或下侧磁柱与其“十”字形铁心的上或下侧磁柱之间设有气隙; 所述谐振变压器集成磁件的“十”字形铁心的上侧磁柱上分别绕制 N_{11} 、 N_{12} 绕组以形成谐振变压器 T_{R1} 及其励磁电感 L_{m1} , 下侧磁柱上分别绕制 N_{21} 、 N_{22} 绕组以形成谐振变压器 T_{R2} 及其励磁电感 L_{m2} ;

所述谐振电感集成磁件的两片“E”形铁心的中柱与其“十”字形铁心的左右两个横轭之间设有气隙, 所述谐振电感集成磁件的两片“E”形铁心的上或下侧磁柱与其“十”字形铁心的上或下侧磁柱之间设有气隙; 所述谐振电感集成磁件的“十”字形铁心的上侧磁柱上绕制绕组以形成谐振电感 L_{11} 或 L_{12} , 下侧磁柱上绕制绕组以形成谐振电感 L_{21} 或 L_{22} 。

7. 根据权利要求1-4中的任一项所述的交错并联磁集成双向全桥LLC谐振变换器, 其特征在于: 实现所述两路交错并联的双向全桥LLC谐振变换器中的谐振变压器磁集成的集成磁件为谐振变压器集成磁件, 用于两路交错并联的双向全桥LLC谐振变换器中的谐振变压器 T_{R1} 及其励磁电感 L_{m1} 和谐振变压器 T_{R2} 及其励磁电感 L_{m2} 的磁集成; 实现所述两路交错并联的双向全桥LLC谐振变换器中的谐振电感磁集成的集成磁件为谐振电感集成磁件, 用于两路交错并联的双向全桥LLC谐振变换器中谐振电感 L_{11} 、 L_{21} 的磁集成, 以及谐振电感 L_{12} 、 L_{22} 的磁集成;

所述谐振变压器集成磁件的铁心和谐振电感集成磁件的铁心均为包括一片“十”字形铁心和两片“[]”形铁心的铁心结构, “十”字形铁心放置在两片开口相对的“[]”形铁心中间;

所述谐振变压器集成磁件的两片“[]”形铁心的中部与其“十”字形铁心的左右两个横轭之间没有气隙, 所述谐振变压器集成磁件的两片“[]”形铁心的上或下侧磁柱与其“十”字形铁心的上或下侧磁柱之间设有气隙; 所述谐振变压器集成磁件的“十”字形铁心的上侧磁柱上绕制 N_{11} 、 N_{12} 绕组以形成谐振变压器 T_{R1} 及其励磁电感 L_{m1} , 下侧磁柱上绕制 N_{21} 、 N_{22} 绕组以形成谐振变压器 T_{R2} 及其励磁电感 L_{m2} ;

所述谐振电感集成磁件的两片“[]”形铁心的中部与其“十”字形铁心的左右两个横轭之间设有气隙, 所述谐振电感集成磁件的两片“[]”形铁心的上或下侧磁柱与其“十”字形铁心的上或下侧磁柱之间设有气隙; 所述谐振电感集成磁件的“十”字形铁心的上侧磁柱上绕制绕组以形成谐振电感 L_{11} 或 L_{12} , 下侧磁柱上绕制绕组以形成谐振电感 L_{21} 或 L_{22} 。

8. 根据权利要求1-4中的任一项所述的交错并联磁集成双向全桥LLC谐振变换器, 其特征在于: 实现所述两路交错并联的双向全桥LLC谐振变换器中的谐振变压器和

集成的集成磁件为交错并联全集成磁件,用于两路交错并联的双向全桥LLC谐振变换器中的谐振变压器 T_{R1} 及其励磁电感 L_{m1} 、谐振变压器 T_{R2} 及其励磁电感 L_{m2} 和四个谐振电感 L_{11} 、 L_{12} 、 L_{21} 、 L_{22} 的磁集成;

所述交错并联全集成磁件的铁心包括两片“E”形铁心和两片“I”形铁心,两片“E”形铁心的磁柱相对放置,形成“EE”形铁心结构,该两片“E”形铁心的中柱之间没有气隙,上侧磁柱之间和下侧磁柱之间均设有气隙;两片“I”形铁心分别竖置于所述“EE”形铁心结构的上下两个窗口中间;所述“EE”形铁心结构的两片“E”形铁心的上侧磁柱上分别绕制 N_{11} 、 N_{12} 绕组以形成谐振变压器 T_{R1} 及其励磁电感 L_{m1} ,下侧磁柱上分别绕制 N_{21} 、 N_{22} 绕组以形成谐振变压器 T_{R2} 及其励磁电感 L_{m2} ; N_{11} 和 N_{12} 绕组或 N_{21} 和 N_{22} 绕组产生的磁场不能互相全部通过对方,各自有一部分磁场通过放置在所述“EE”形铁心结构上部或下部窗口中的“I”形铁心返回,形成漏磁通 Φ_{11} 和 Φ_{12} 或漏磁通 Φ_{21} 和 Φ_{22} ,各自形成漏感作为谐振电感,分别形成谐振电感 L_{11} 和 L_{12} 或谐振电感 L_{21} 和 L_{22} 。

9. 根据权利要求1-4中的任一项所述的交错并联磁集成双向全桥LLC谐振变换器,其特征在于:实现所述两路交错并联的双向全桥LLC谐振变换器中的谐振变压器和谐振电感磁集成的集成磁件为交错并联全集成磁件,用于两路交错并联的双向全桥LLC谐振变换器中的谐振变压器 T_{R1} 及其励磁电感 L_{m1} 、谐振变压器 T_{R2} 及其励磁电感 L_{m2} 和四个谐振电感 L_{11} 、 L_{12} 、 L_{21} 、 L_{22} 的磁集成;

所述交错并联全集成磁件的铁心包括四片“E”形铁心,其中两片“E”形铁心的磁柱相对放置,形成“EE”形铁心结构,该两片“E”形铁心的中柱之间没有气隙,上侧磁柱之间和下侧磁柱之间均设有气隙;所述“EE”形铁心结构的两片“E”形铁心的上侧磁柱上分别绕制 N_{11} 、 N_{12} 绕组以形成谐振变压器 T_{R1} 及其励磁电感 L_{m1} ,下侧磁柱上分别绕制 N_{21} 、 N_{22} 绕组以形成谐振变压器 T_{R2} 及其励磁电感 L_{m2} ;第三片“E”形铁心的开口方向朝向“EE”形铁心绕制 N_{11} 、 N_{12} 绕组的一侧放置,该“E”形铁心的三个磁柱与所述“EE”形铁心的两片“E”形铁心的上侧磁柱之间均设有气隙; N_{11} 绕组和 N_{12} 绕组产生的磁场不能互相全部通过对方,各自有一部分磁场通过第三片“E”形铁心的磁柱返回,形成漏磁通 Φ_{11} 和 Φ_{12} ,各自形成漏感作为谐振电感,分别形成谐振电感 L_{11} 和 L_{12} ;第四片“E”字形铁心的开口方向朝向“EE”形铁心绕制 N_{21} 、 N_{22} 绕组的一侧放置,该“E”形铁心的三个磁柱与所述“EE”形铁心的两片“E”形铁心的下侧磁柱之间均设有气隙; N_{21} 绕组和 N_{22} 绕组产生的磁场不能互相全部通过对方,各自有一部分磁场通过第四片“E”形铁心的磁柱返回,形成漏磁通 Φ_{21} 和 Φ_{22} ,各自形成漏感作为谐振电感,分别形成谐振电感 L_{21} 和 L_{22} 。

10. 根据权利要求1-4中的任一项所述的交错并联磁集成双向全桥LLC谐振变换器,其特征在于:实现所述两路交错并联的双向全桥LLC谐振变换器中的谐振变压器和谐振电感磁集成的集成磁件为交错并联全集成磁件,用于两路交错并联的双向全桥LLC谐振变换器中的谐振变压器 T_{R1} 及其励磁电感 L_{m1} 、谐振变压器 T_{R2} 及其励磁电感 L_{m2} 和四个谐振电感 L_{11} 、 L_{12} 、 L_{21} 、 L_{22} 的磁集成;

所述交错并联全集成磁件的铁心包括三组前后依次排列的“EE”形铁心,每组“EE”形铁心中的两片“E”形铁心上下放置,上下放置的两片“E”形铁心的三个磁柱间均设有气隙;三组“EE”形铁心从前至后依次为第一组“EE”形铁心、第二组“EE”形铁心和第三组“EE”形铁心;所述第一组“EE”形铁心的上片铁心和第二组“EE”形铁心的上片铁心的同一侧磁柱上共

同绕制 N_{11} 绕组,第二组“EE”形铁心下片铁心和第三组“EE”形铁心的下片铁心的同一侧磁柱上共同绕制 N_{12} 绕组, N_{11} 绕组和 N_{12} 绕组位于同一侧,第二组“EE”形铁心的上片铁心上的 N_{11} 绕组和下片铁心上的 N_{12} 绕组形成谐振变压器 T_{R1} 及其励磁电感 L_{m1} ,第一组“EE”形铁心的上片铁心上的 N_{11} 绕组形成谐振电感 L_{11} ,第三组“EE”形铁心的下片铁心上的 N_{12} 绕组形成谐振电感 L_{12} ;第一组“EE”形铁心上片铁心和第二组“EE”形铁心的上片铁心的另一侧磁柱上共同绕制 N_{21} 绕组,第二组“EE”形铁心下片铁心和第三组“EE”形铁心的下片铁心的另一侧磁柱上共同绕制 N_{22} 绕组, N_{21} 绕组和 N_{22} 绕组位于同一侧,第二组“EE”形铁心的上片铁心上的 N_{21} 绕组和下片铁心上的 N_{22} 绕组形成谐振变压器 T_{R2} 及其励磁电感 L_{m2} ,第一组“EE”形铁心的上片铁心上的 N_{21} 绕组形成谐振电感 L_{21} ,第三组“EE”形铁心的下片铁心上的 N_{22} 绕组形成谐振电感 L_{22} 。

一种交错并联磁集成双向全桥LLC谐振变换器

技术领域

[0001] 本发明涉及电力电子应用技术领域,尤其涉及一种交错并联磁集成双向全桥LLC谐振变换器。

背景技术

[0002] 近年来,为各种用电设备提供电能的开关电源正朝着低电压、大电流、体积小、重量轻、效率高、薄型化和集成化方向发展,包括为计算机的中央处理器(Central Processing Unit,CPU)和数字信号处理器(Digital Signal Processing,DSP)等高精度、高速度微处理器提供精密电源的电压调整模块,以及近年来兴起的广泛应用于电动汽车、混合动力车、不间断电源、电能质量调节电源、航空电源、新能源发电及超导储能等需要能量双向流动场合的双向开关电源,这些开关电源通过采用LLC变换器的拓扑结构,使得开关管可以在全负载范围内实现ZVS,由于该变换器副边没有滤波电感,因此如果采用全桥整流,整流二极管的电压应力仅为输出电压,而且可以实现ZCS,从而减小开关损耗。此外,为了减小LLC谐振变换器的体积,需要将其谐振变压器和谐振电感进行集成化设计。

[0003] 现有技术下的LLC变换器大多采用半桥结构,只能单向运行,磁集成也只是实现了单个变压器和单个电感的集成,难以实现LLC谐振变换器的大功率、高变比、小体积和双向高效率运行。

发明内容

[0004] 针对现有技术的缺陷,本发明提供一种交错并联磁集成双向全桥LLC谐振变换器,实现全桥LLC谐振变换器的交错并联,以及交错并联之后的双向运行和磁集成,实现LLC谐振变换器的大功率、高变比、小体积和双向高效率运行。

[0005] 一种交错并联磁集成双向全桥LLC谐振变换器,包括两路交错并联的双向全桥LLC谐振变换器,两路交错并联的双向全桥LLC谐振变换器中的谐振变压器和谐振电感采用集成磁件实现磁集成;第一路双向全桥LLC谐振变换器包括第一原边电路、第一副边电路和谐振变压器 T_{R1} 及其励磁电感 L_{m1} ;第一原边电路包括功率开关管 $S_{11} \sim S_{14}$ 、谐振电感 L_{11} 和谐振电容 C_{11} ;第一副边电路包括功率开关管 $S_{15} \sim S_{18}$ 、谐振电感 L_{12} 和谐振电容 C_{12} ;第二路双向全桥LLC谐振变换器包括第二原边电路、第二副边电路和谐振变压器 T_{R2} 及其励磁电感 L_{m2} ;第二原边电路包括功率开关管 $S_{21} \sim S_{24}$ 、谐振电感 L_{21} 和谐振电容 C_{21} ;第二副边电路包括功率开关管 $S_{25} \sim S_{28}$ 、谐振电感 L_{22} 和谐振电容 C_{22} ;每路双向全桥LLC谐振变换器的原边电路和副边电路均采用全桥式LLC谐振电路,用于实现能量的双向流通。

[0006] 进一步地,一种方案是,交错并联磁集成双向全桥LLC谐振变换器还包括两个输入电容 C_1 和 C_2 ,输入电容 C_1 和 C_2 串联,串联后的输入电容 C_1 连接在第一路双向全桥LLC谐振变换器的两个输入端,输入电容 C_2 连接在第二路双向全桥LLC谐振变换器的两个输入端。

[0007] 另一种方案是,交错并联磁集成双向全桥LLC谐振变换器还包括中间电容 C 和两路交错并联磁集成的双向Buck/Boost变换器;第一路双向Buck/Boost变换器包括功率开关管

S_1 、 S_2 和电感 L_1 ，第二路双向Buck/Boost变换器包括功率开关管 S_3 、 S_4 和电感 L_2 ；第一路双向Buck/Boost变换器的电感 L_1 和第二路双向Buck/Boost变换器的电感 L_2 进行反向磁耦合，形成磁集成耦合电感；交错并联后的两路双向Buck/Boost变换器的输出端与中间电容C并联，所述两路交错并联的双向全桥LLC谐振变换器的输入端均连接在中间电容C的两端。

[0008] 或者，交错并联磁集成双向全桥LLC谐振变换器还包括中间电容C和两路交错并联磁集成的双向Buck/Boost变换器，第一路双向Buck/Boost变换器包括功率开关管 S_1 、 S_2 和电感 L_1 ，第二路双向Buck/Boost变换器包括功率开关管 S_3 、 S_4 和电感 L_1 ；第一路双向Buck/Boost变换器的电感 L_1 和第二路双向Buck/Boost变换器的电感 L_2 进行反向磁耦合，形成磁集成耦合电感；交错并联后的两路双向Buck/Boost变换器的输入端与中间电容C并联，所述两路交错并联的双向全桥LLC谐振变换器的输出端均连接在中间电容C的两端。

[0009] 进一步地，实现所述两路交错并联的双向全桥LLC谐振变换器中的谐振变压器磁集成的集成磁件为谐振变压器集成磁件，用于两路交错并联的双向全桥LLC谐振变换器中的谐振变压器 T_{R1} 及其励磁电感 L_{m1} 和谐振变压器 T_{R2} 及其励磁电感 L_{m2} 的磁集成；实现所述两路交错并联的双向全桥LLC谐振变换器中的谐振电感磁集成的集成磁件为谐振电感集成磁件，用于两路交错并联的双向全桥LLC谐振变换器中的谐振电感 L_{11} 、 L_{21} 的磁集成及谐振电感 L_{12} 、 L_{22} 的磁集成；

[0010] 所述谐振变压器集成磁件的铁心为“EE”形铁心结构，包括两片磁柱相对的“E”形铁心，两片“E”形铁心的中柱之间没有气隙，上侧磁柱之间和下侧磁柱之间均设有气隙；所述“EE”形铁心结构的两片“E”形铁心的上侧磁柱上分别绕制 N_{11} 、 N_{12} 绕组以形成谐振变压器 T_{R1} 及其励磁电感 L_{m1} ，下侧磁柱上分别绕制 N_{21} 、 N_{22} 绕组以形成谐振变压器 T_{R2} 及其励磁电感 L_{m2} ；

[0011] 所述谐振电感集成磁件的铁心为“EI”形铁心结构，包括一片“E”形铁心和一片“I”形铁心，“I”形铁心放置于“E”形铁心的开口侧，“E”形铁心的三个磁柱与“I”形铁心之间均设有气隙；所述谐振电感集成磁件的“E”形铁心的上侧磁柱上绕制绕组以形成谐振电感 L_{11} 或 L_{12} ，下侧磁柱上绕制绕组以形成谐振电感 L_{21} 或 L_{22} 。

[0012] 进一步地，实现所述两路交错并联的双向全桥LLC谐振变换器中的谐振变压器磁集成的集成磁件为谐振变压器集成磁件，用于两路交错并联的双向全桥LLC谐振变换器中的谐振变压器 T_{R1} 及其励磁电感 L_{m1} 和谐振变压器 T_{R2} 及其励磁电感 L_{m2} 的磁集成；实现所述两路交错并联的双向全桥LLC谐振变换器中的谐振电感磁集成的集成磁件为谐振电感集成磁件，用于两路交错并联的双向全桥LLC谐振变换器中的谐振电感 L_{11} 、 L_{21} 的磁集成及谐振电感 L_{12} 、 L_{22} 的磁集成；

[0013] 所述谐振变压器集成磁件的铁心和谐振电感集成磁件的铁心均为包括一片“十”字形铁心和两片“E”形铁心的铁心结构，“十”字形铁心放置在两片磁柱相对的“E”形铁心中间；

[0014] 所述谐振变压器集成磁件的两片“E”形铁心的中柱与其“十”字形铁心的左右两个横轭之间没有气隙，所述谐振变压器集成磁件的两片“E”形铁心的上或下侧磁柱与其“十”字形铁心的上或下侧磁柱之间设有气隙；所述谐振变压器集成磁件的“十”字形铁心的上侧磁柱上分别绕制 N_{11} 、 N_{12} 绕组以形成谐振变压器 T_{R1} 及其励磁电感 L_{m1} ，下侧磁柱上分别绕制 N_{21} 、 N_{22} 绕组以形成谐振变压器 T_{R2} 及其励磁电感 L_{m2} ；

[0015] 所述谐振电感集成磁件的两片“E”形铁心的中柱与其“十”字形铁心的左右两个横轭之间设有气隙,所述谐振电感集成磁件的两片“E”形铁心的上或下侧磁柱与其“十”字形铁心的上或下侧磁柱之间设有气隙;所述谐振电感集成磁件的“十”字形铁心的上侧磁柱上绕制绕组以形成谐振电感 L_{11} 或 L_{12} ,下侧磁柱上绕制绕组以形成谐振电感 L_{21} 或 L_{22} 。

[0016] 进一步地,实现所述两路交错并联的双向全桥LLC谐振变换器中的谐振变压器磁集成的集成磁件为谐振变压器集成磁件,用于两路交错并联的双向全桥LLC谐振变换器中的谐振变压器 T_{R1} 及其励磁电感 L_{m1} 和谐振变压器 T_{R2} 及其励磁电感 L_{m2} 的磁集成;实现所述两路交错并联的双向全桥LLC谐振变换器中的谐振电感磁集成的集成磁件为谐振电感集成磁件,用于两路交错并联的双向全桥LLC谐振变换器中的谐振电感 L_{11} 、 L_{21} 的磁集成及谐振电感 L_{12} 、 L_{22} 的磁集成;

[0017] 所述谐振变压器集成磁件的铁心和谐振电感集成磁件的铁心均为包括一片“十”字形铁心和两片“[]”形铁心的铁心结构,“十”字形铁心放置在两片开口相对的“[]”形铁心中间;

[0018] 所述谐振变压器集成磁件的两片“[]”形铁心的中部与其“十”字形铁心的左右两个横轭之间没有气隙,所述谐振变压器集成磁件的两片“[]”形铁心的上或下侧磁柱与其“十”字形铁心的上或下侧磁柱之间设有气隙;所述谐振变压器集成磁件的“十”字形铁心的上侧磁柱上绕制 N_{11} 、 N_{12} 绕组以形成谐振变压器 T_{R1} 及其励磁电感 L_{m1} ,下侧磁柱上绕制 N_{21} 、 N_{22} 绕组以形成谐振变压器 T_{R2} 及其励磁电感 L_{m2} ;

[0019] 所述谐振电感集成磁件的两片“[]”形铁心的中部与其“十”字形铁心的左右两个横轭之间设有气隙,所述谐振电感集成磁件的两片“[]”形铁心的上或下侧磁柱与其“十”字形铁心的上或下侧磁柱之间设有气隙;所述谐振电感集成磁件的“十”字形铁心的上侧磁柱上绕制绕组以形成谐振电感 L_{11} 或 L_{12} ,下侧磁柱上绕制绕组以形成谐振电感 L_{21} 或 L_{22} 。

[0020] 进一步地,实现所述两路交错并联的双向全桥LLC谐振变换器中的谐振变压器和谐振电感磁集成的集成磁件为交错并联全集成磁件,用于两路交错并联的双向全桥LLC谐振变换器中的谐振变压器 T_{R1} 及其励磁电感 L_{m1} 、谐振变压器 T_{R2} 及其励磁电感 L_{m2} 和四个谐振电感 L_{11} 、 L_{12} 、 L_{21} 、 L_{22} 的磁集成;

[0021] 所述交错并联全集成磁件的铁心包括两片“E”形铁心和两片“I”形铁心,两片“E”形铁心的磁柱相对放置,形成“EE”形铁心结构,该两片“E”形铁心的中柱之间没有气隙,上侧磁柱之间和下侧磁柱之间均设有气隙;两片“I”形铁心分别竖置于所述“EE”形铁心结构的上下两个窗口中间;所述“EE”形铁心结构的两片“E”形铁心的上侧磁柱上分别绕制 N_{11} 、 N_{12} 绕组以形成谐振变压器 T_{R1} 及其励磁电感 L_{m1} ,下侧磁柱上分别绕制 N_{21} 、 N_{22} 绕组以形成谐振变压器 T_{R2} 及其励磁电感 L_{m2} 。 N_{11} 和 N_{12} 绕组或 N_{21} 和 N_{22} 绕组产生的磁场不能互相全部通过对方,各自有一部分磁场通过放置在所述“EE”形铁心结构上部或下部窗口中的“I”形铁心返回,形成漏磁通 Φ_{11} 和 Φ_{12} 或漏磁通 Φ_{21} 和 Φ_{22} ,各自形成漏感作为谐振电感,分别形成谐振电感 L_{11} 和 L_{12} 或谐振电感 L_{21} 和 L_{22} 。

[0022] 进一步地,实现所述两路交错并联的双向全桥LLC谐振变换器中的谐振变压器和谐振电感磁集成的集成磁件为交错并联全集成磁件,用于两路交错并联的双向全桥LLC谐振变换器中的谐振变压器 T_{R1} 及其励磁电感 L_{m1} 、谐振变压器 T_{R2} 及其励磁电感 L_{m2} 和四个谐振电感 L_{11} 、 L_{12} 、 L_{21} 、 L_{22} 的磁集成;

[0023] 所述交错并联全集成磁件的铁心包括四片“E”形铁心,其中两片“E”形铁心的磁柱相对放置,形成“EE”形铁心结构,该两片“E”形铁心的中柱之间没有气隙,上侧磁柱之间和下侧磁柱之间均设有气隙;所述“EE”形铁心结构的两片“E”形铁心的上侧磁柱上分别绕制 N_{11} 、 N_{12} 绕组以形成谐振变压器 T_{R1} 及其励磁电感 L_{m1} ,下侧磁柱上分别绕制 N_{21} 、 N_{22} 绕组以形成谐振变压器 T_{R2} 及其励磁电感 L_{m2} ;第三片“E”形铁心的开口方向朝向“EE”形铁心绕制 N_{11} 、 N_{12} 绕组的一侧放置,该“E”形铁心的三个磁柱与所述“EE”形铁心的两片“E”形铁心的上侧磁柱之间均设有气隙; N_{11} 绕组和 N_{12} 绕组产生的磁场不能互相全部通过对方,各自有一部分磁场通过第三片“E”形铁心的磁柱返回,形成漏磁通 Φ_{11} 和 Φ_{12} ,各自形成漏感作为谐振电感,分别形成谐振电感 L_{11} 和 L_{12} ;第四片“E”字形铁心的开口方向朝向“EE”形铁心绕制 N_{21} 、 N_{22} 绕组的一侧放置,该“E”形铁心的三个磁柱与所述“EE”形铁心的两片“E”形铁心的下侧磁柱之间均设有气隙; N_{21} 绕组和 N_{22} 绕组产生的磁场不能互相全部通过对方,各自有一部分磁场通过第四片“E”形铁心的磁柱返回,形成漏磁通 Φ_{21} 和 Φ_{22} ,各自形成漏感作为谐振电感,分别形成谐振电感 L_{21} 和 L_{22} 。

[0024] 进一步地,实现所述两路交错并联的双向全桥LLC谐振变换器中的谐振变压器和谐振电感磁集成的集成磁件为交错并联全集成磁件,用于两路交错并联的双向全桥LLC谐振变换器中的谐振变压器 T_{R1} 及其励磁电感 L_{m1} 、谐振变压器 T_{R2} 及其励磁电感 L_{m2} 和四个谐振电感 L_{11} 、 L_{12} 、 L_{21} 、 L_{22} 的磁集成;

[0025] 所述交错并联全集成磁件的铁心包括三组前后依次排列的“EE”形铁心,每组“EE”形铁心中的两片“E”形铁心上下放置,上下放置的两片“E”形铁心的三个磁柱间均设有气隙;三组“EE”形铁心从前至后依次为第一组“EE”形铁心、第二组“EE”形铁心和第三组“EE”形铁心;所述第一组“EE”形铁心的上片铁心和第二组“EE”形铁心的上片铁心的同一侧磁柱上共同绕制 N_{11} 绕组,第二组“EE”形铁心下片铁心和第三组“EE”形铁心的下片铁心的同一侧磁柱上共同绕制 N_{12} 绕组, N_{11} 绕组和 N_{12} 绕组位于同一侧,第二组“EE”形铁心的上片铁心上的 N_{11} 绕组和下片铁心上的 N_{12} 绕组形成谐振变压器 T_{R1} 及其励磁电感 L_{m1} ,第一组“EE”形铁心的上片铁心上的 N_{11} 绕组形成谐振电感 L_{11} ,第三组“EE”形铁心的下片铁心上的 N_{12} 绕组形成谐振电感 L_{12} ;第一组“EE”形铁心上片铁心和第二组“EE”形铁心的上片铁心的另一侧磁柱上共同绕制 N_{21} 绕组,第二组“EE”形铁心下片铁心和第三组“EE”形铁心的下片铁心的另一侧磁柱上共同绕制 N_{22} 绕组, N_{21} 绕组和 N_{22} 绕组位于同一侧,第二组“EE”形铁心的上片铁心上的 N_{21} 绕组和下片铁心上的 N_{22} 绕组形成谐振变压器 T_{R2} 及其励磁电感 L_{m2} ,第一组“EE”形铁心的上片铁心上的 N_{21} 绕组形成谐振电感 L_{21} ,第三组“EE”形铁心的下片铁心上的 N_{22} 绕组形成谐振电感 L_{22} 。

[0026] 由上述技术方案可知,本发明的有益效果在于:本发明提供了一种交错并联磁集成双向全桥LLC谐振变换器,通过两路全桥LLC谐振变换器的交错并联,以及交错并联之后的双向运行和磁集成,实现LLC谐振变换器的大功率、高变比、小体积和双向高效率运行。

[0027] 两路或多路全桥LLC谐振变换器双向并联运行,变换器的功率和容量成倍扩充,实现电能的高电压正反向传输;通过对多路并联的变换器进行交错控制和路屏蔽控制,负载要求大功率时,多路变换器同时投入运行,负载要求小功率时,减少变换器工作的路数,提高变换器的效率尤其是轻载效率;交错并联磁集成双向全桥LLC谐振变换器的输入端并联两个串联的输入电容,变换器的高压侧输入电压较高时,降低功率开关管的耐压,并在全负

载范围内实现LLC谐振变换,从而减小开关损耗,提高效率;变换器的高压输入侧电压较高且变化范围较宽的情况下,交错并联磁集成双向全桥LLC谐振变换器的的输入端并联一个交错并联磁集成双向Buck/Boost变换器,或变换器的低压输出侧电压较低且变化范围较宽的情况下,交错并联磁集成双向全桥LLC谐振变换器的的输出端并联一个交错并联磁集成双向Buck/Boost变换器,能降低功率开关管的耐压,全负载范围内实现LLC谐振变换,实现功率开关管的零电压开关(ZVS)。磁集成技术,将交错并联双向全桥LLC谐振变换器中的谐振变压器和谐振电感实现磁集成,减小变换器的体积和损耗。

附图说明

[0028] 图1是本发明实施例一提供的交错并联磁集成双向全桥LLC谐振变换器的电路拓扑图;

[0029] 图2是本发明实施例二提供的交错串并联磁集成双向全桥LLC谐振变换器的电路拓扑图;

[0030] 图3是本发明实施例三提供的复合型交错并联磁集成双向全桥LLC谐振变换器的电路拓扑图;

[0031] 图4是本发明实施例四提供的复合型交错并联磁集成双向全桥LLC谐振变换器电路拓扑图;

[0032] 图5是本发明实施例一提供的谐振变压器集成磁件的结构示意图;

[0033] 图6是本发明实施例一提供的谐振电感集成磁件的结构示意图;

[0034] 图7是本发明实施例二提供的谐振变压器集成磁件的结构示意图;

[0035] 图8是本发明实施例二提供的谐振电感集成磁件的结构示意图;

[0036] 图9是本发明实施例三提供的谐振变压器集成磁件的结构示意图;

[0037] 图10是本发明实施例三提供的谐振电感集成磁件的结构示意图;

[0038] 图11是本发明实施例四提供的谐振变压器和谐振电感全集成磁件的结构示意图;

[0039] 图12是本发明实施例五提供的谐振变压器和谐振电感全集成磁件的结构示意图;

[0040] 图13是本发明实施例六提供的谐振变压器和谐振电感全集成磁件的结构示意图。

[0041] 图中:1、构成谐振变压器 T_{R1} 及其励磁电感 L_{m1} 和谐振变压器 T_{R2} 及其励磁电感 L_{m2} 的集成磁件的铁心;2、构成谐振电感 L_{11} 和 L_{21} 的集成磁件的铁心;3、构成谐振电感 L_{12} 和 L_{22} 的集成磁件的铁心;4、“E”形铁心;5、“I”形铁心;6、“十”字形铁心;7、“L”形铁心;8、“EE”形铁心的窗口。

具体实施方式

[0042] 下面结合附图和实施例,对本发明的具体实施方式作进一步详细描述。以下实施例用于说明本发明,但不用来限制本发明的范围。

[0043] 实施例一:

[0044] 一种交错并联磁集成双向全桥LLC谐振变换器,如图1所示,包括两路交错并联的LLC谐振变换器,两路交错并联的双向全桥LLC谐振变换器中的谐振变压器和谐振电感分别采用集成磁件实现磁集成;第一路双向全桥LLC谐振变换器包括第一原边电路、第一副边电路和谐振变压器 T_{R1} 及其励磁电感 L_{m1} ;第一原边电路包括功率开关管 $S_{11} \sim S_{14}$ 、谐振电感 L_{11}

和谐振电容 C_{11} ；第一副边电路包括功率开关管 $S_{15} \sim S_{18}$ 、谐振电感 L_{12} 和谐振电容 C_{12} ；第二路双向全桥LLC谐振变换器包括第二原边电路、第二副边电路和谐振变压器 T_{R2} 及其励磁电感 L_{m2} ；第二原边电路包括功率开关管 $S_{21} \sim S_{24}$ 、谐振电感 L_{21} 和谐振电容 C_{21} ；第二副边电路包括功率开关管 $S_{25} \sim S_{28}$ 、谐振电感 L_{22} 和谐振电容 C_{22} ；每路双向全桥LLC谐振变换器的原边电路和副边电路均采用了全桥式LLC谐振电路,实现能量的双向流通;将这两路双向全桥LLC谐振变换器进行交错并联,交错并联后的双向全桥LLC谐振变换器的输入端连接高压直流电源 V_H ,输出端连接低压直流电源 V_L 。谐振变压器 T_{R1} 及其励磁电感 L_{m1} 和谐振变压器 T_{R2} 及其励磁电感 L_{m2} 集成在铁心1上,谐振电感 L_{11} 、 L_{21} 集成在铁心2上,谐振电感 L_{12} 、 L_{22} 集成在铁心3上。由此构成一种交错并联磁集成双向全桥LLC谐振变换器,对两路并联的双向全桥LLC谐振变换器进行交错控制。所述交错控制指的是对两路全桥LLC谐振变换器的交错控制,即两路LLC谐振变换器的功率开关管的控制信号的相位相差90度,或者说相差1/4周期。本实施例的两路交错并联磁集成双向全桥LLC谐振变换器可以扩展到三路或三路以上。

[0045] 实现所述两路交错并联的双向全桥LLC谐振变换器中的谐振变压器磁集成的集成磁件为谐振变压器集成磁件,用于两路交错并联的双向全桥LLC谐振变换器中的谐振变压器 T_{R1} 及其励磁电感 L_{m1} 和谐振变压器 T_{R2} 及其励磁电感 L_{m2} 的磁集成。谐振变压器集成磁件的铁心,即图1中所示谐振变压器 T_{R1} 及其励磁电感 L_{m1} 和谐振变压器 T_{R2} 及其励磁电感 L_{m2} 的集成磁件的铁心1,为“EE”形铁心结构,如图5所示,包括两片磁柱相对的“E”形铁心4,两片“E”形铁心4的中柱之间没有气隙,上侧磁柱之间和下侧磁柱之间均设有气隙。所述“EE”形铁心结构中两片“E”形铁心4的上侧磁柱上分别绕制 N_{11} 、 N_{12} 绕组以形成谐振变压器 T_{R1} 及其励磁电感 L_{m1} ,下侧磁柱上分别绕制 N_{21} 、 N_{22} 绕组以形成谐振变压器 T_{R2} 及其励磁电感 L_{m2} 。

[0046] 实现所述两路交错并联的双向全桥LLC谐振变换器中的谐振电感磁集成的集成磁件为谐振电感集成磁件,用于两路交错并联的双向全桥LLC谐振变换器中的谐振电感 L_{11} 、 L_{21} 的磁集成及谐振电感 L_{12} 、 L_{22} 的磁集成。谐振电感集成磁件的铁心,即图1中所示谐振电感 L_{11} 、 L_{21} 的集成磁件的铁心2或谐振电感 L_{12} 、 L_{22} 的集成磁件的铁心3,为“EI”形铁心结构,如图6所示,包括一片“E”形铁心4和一片“I”形铁心5,“I”形铁心5放置于“E”形铁心4的开口侧,“E”形铁心4的三个磁柱与“I”形铁心5之间均设有气隙。谐振电感集成磁件的“E”形铁心4的上侧磁柱上绕制绕组以形成谐振电感 L_{11} 或 L_{12} ,下侧磁柱上绕制绕组以形成谐振电感 L_{21} 或 L_{22} 。

[0047] 在具体实施中,谐振变压器的集成磁件的铁心1也可以采用图6所示的“EI”形铁心结构,谐振电感的集成磁件的铁心2或3也可以采用图5所示的“EE”形铁心结构。

[0048] 实施例二:

[0049] 一种交错并联磁集成双向全桥LLC谐振变换器,如图2所示,在图1的基础上还包括两个输入电容 C_1 和 C_2 ,输入电容 C_1 和 C_2 串联,串联后的输入电容 C_1 连接在第一路双向全桥LLC谐振变换器的两个输入端,输入电容 C_2 连接在第二路双向全桥LLC谐振变换器的两个输入端;连接了两路交错并联的双向全桥LLC谐振变换器的两个串联的输入电容 C_1 和 C_2 连接在高压直流电源 V_H 两端,两路交错并联的双向全桥LLC谐振变换器的输出端连接在低压直流电源 V_L 的两端。谐振变压器 T_{R1} 及其励磁电感 L_{m1} 和谐振变压器 T_{R2} 及其励磁电感 L_{m2} 集成在铁心1上,谐振电感 L_{11} 、 L_{21} 集成在铁心2上,谐振电感 L_{12} 、 L_{22} 集成在铁心3上。由此构成一种交错串并联磁集成双向全桥LLC谐振变换器。

[0050] 实现所述两路交错并联的双向全桥LLC谐振变换器中的谐振变压器磁集成的集成磁件为谐振变压器集成磁件,用于两路交错并联的双向全桥LLC谐振变换器中的谐振变压器 T_{R1} 及其励磁电感 L_{m1} 和谐振变压器 T_{R2} 及其励磁电感 L_{m2} 的磁集成。谐振变压器集成磁件的铁心,即图2中所示谐振变压器 T_{R1} 及其励磁电感 L_{m1} 和谐振变压器 T_{R2} 及其励磁电感 L_{m2} 的集成磁件的铁心1,如图7所示,包括一片“十”字形铁心6和两片“E”形铁心4,“十”字形铁心6放置于两片磁柱相对放置的“E”形铁心4中间,两片“E”形铁心4的中柱与“十”字形铁心的左右两个横轭之间没有气隙。谐振变压器集成磁件的“十”字形铁心6的上侧磁柱上绕制 N_{11} 、 N_{12} 绕组以形成谐振变压器 T_{R1} 及其励磁电感 L_{m1} ,下侧磁柱上绕制 N_{21} 、 N_{22} 绕组以形成谐振变压器 T_{R2} 及其励磁电感 L_{m2} 。

[0051] 实现所述两路交错并联的双向全桥LLC谐振变换器中的谐振电感磁集成的集成磁件为谐振电感集成磁件,用于两路交错并联的双向全桥LLC谐振变换器中谐振电感 L_{11} 、 L_{21} 的磁集成及谐振电感 L_{12} 、 L_{22} 的磁集成。谐振电感集成磁件的铁心,即图2中所示谐振电感 L_{11} 、 L_{21} 的集成磁件的铁心2或谐振电感 L_{12} 、 L_{22} 的集成磁件的铁心3,也包括一片“十”字形铁心6和两片“E”形铁心4,如图8所示,“十”字形铁心6放置于两片磁柱相对放置的“E”形铁心4中间,两片“E”形铁心的中柱与其“十”字形铁心的左右两个横轭之间有气隙,两片“E”形铁心的上或下侧磁柱与其“十”字形铁心的上或下侧磁柱之间设有气隙。谐振电感集成磁件“十”字形铁心6的上侧磁柱上绕制绕组以形成谐振电感 L_{11} 或 L_{12} ,下侧磁柱上绕制绕组以形成谐振电感 L_{21} 或 L_{22} 。

[0052] 实施例三:

[0053] 一种交错并联磁集成双向全桥LLC谐振变换器,如图3所示,在图1的基础上还包括中间电容C和两路交错并联磁集成的双向Buck/Boost变换器;第一路双向Buck/Boost变换器包括功率开关管 S_1 、 S_2 和电感 L_1 ,第二路双向Buck/Boost变换器包括功率开关管 S_3 、 S_4 和电感 L_1 ;第一路双向Buck/Boost变换器的电感和第二路双向Buck/Boost变换器的电感进行反向磁耦合,形成磁集成耦合电感;交错并联磁集成后的两路双向Buck/Boost变换器的输入端连接在高压直流电源 V_H 的两端,输出端连接中间电容C,两路交错并联的双向全桥LLC谐振变换器的输入端连接在中间电容C的两端,输出端连接在低压直流电源 V_L 的两端。谐振变压器 T_{R1} 及其励磁电感 L_{m1} 和谐振变压器 T_{R2} 及其励磁电感 L_{m2} 集成在铁心1上,谐振电感 L_{11} 、 L_{21} 集成在铁心2上,谐振电感 L_{12} 、 L_{22} 集成在铁心3上。由此构成一种复合型交错串并联磁集成双向全桥LLC谐振变换器。

[0054] 实现所述两路交错并联的双向全桥LLC谐振变换器中的谐振变压器磁集成的集成磁件为谐振变压器集成磁件,用于两路交错并联的双向全桥LLC谐振变换器中的谐振变压器 T_{R1} 及其励磁电感 L_{m1} 和谐振变压器 T_{R2} 及其励磁电感 L_{m2} 的磁集成。谐振变压器集成磁件的铁心,即图3中所示谐振变压器 T_{R1} 及其励磁电感 L_{m1} 和谐振变压器 T_{R2} 及其励磁电感 L_{m2} 的集成磁件的铁心1,如图9所示,包括一片“十”字形铁心6和两片“[]”形铁心7,“十”字形铁心6放置于两片相对放置的“[]”形铁心7中间,两片“[]”形铁心7的中部与“十”字形铁心6的左右两个横轭之间没有气隙,两片“[]”形铁心7的上或下侧磁柱与“十”字形铁心6的上或下侧磁柱之间设有气隙。所述谐振变压器集成磁件的“十”字形铁心6的上侧磁柱上绕制 N_{11} 、 N_{12} 绕组以形成谐振变压器 T_{R1} 及其励磁电感 L_{m1} ,下侧磁柱上绕制 N_{21} 、 N_{22} 绕组以形成谐振变压器 T_{R2} 及其励磁电感 L_{m2} ;

[0055] 实现所述两路交错并联的双向全桥LLC谐振变换器中的谐振电感磁集成的集成磁件为谐振电感集成磁件,用于两路交错并联的双向全桥LLC谐振变换器中谐振电感 L_{11} 、 L_{21} 的磁集成及谐振电感 L_{12} 、 L_{22} 的磁集成。谐振电感集成磁件的铁心,即图3中所示谐振电感 L_{11} 、 L_{21} 的集成磁件的铁心2或谐振电感 L_{12} 、 L_{22} 的集成磁件的铁心3,如图10所示,也包括一片“十”字形铁心6和两片“[]”形铁心7,“十”字形铁心6放置于两片相对放置的“[]”形铁心7中间,两片“[]”形铁心的中部与“十”字形铁心的左右两个横轭之间有气隙,两片“[]”形铁心7的上或下侧磁柱与“十”字形铁心6的上或下侧磁柱之间都有气隙。谐振电感集成磁件的“十”字形铁心6的上部磁柱上绕制绕组以形成谐振电感 L_{11} 或 L_{12} ,下部磁柱上绕制绕组以形成谐振电感 L_{21} 或 L_{22} 。

[0056] 实施例四:

[0057] 一种交错并联磁集成双向全桥LLC谐振变换器,如图4所示,在图1的基础上还包括中间电容C和两路交错并联磁集成的双向Buck/Boost变换器;第一路双向Buck/Boost变换器包括功率开关管 S_1 、 S_2 和电感 L_1 ,第二路双向Buck/Boost变换器包括功率开关管 S_3 、 S_4 和电感 L_1 ;第一路双向Buck/Boost变换器的电感和第二路双向Buck/Boost变换器的电感进行反向磁耦合,形成磁集成耦合电感;交错并联后的两路双向Buck/Boost变换器的输入端与中间电容C并联,输出端连接在低压直流电源 V_L 的两端,两路交错并联的双向全桥LLC谐振变换器的输出端均连接在中间电容C的两端,输入端连接在高压直流电源 V_H 的两端。谐振变压器 T_{R1} 及其励磁电感 L_{m1} 和谐振变压器 T_{R2} 及其励磁电感 L_{m2} 集成在铁心1上,谐振电感 L_{11} 、 L_{21} 集成在铁心2上,谐振电感 L_{12} 、 L_{22} 集成在铁心3上。由此构成另一种复合型交错串并联磁集成双向全桥LLC谐振变换器。

[0058] 实现所述两路交错并联的双向全桥LLC谐振变换器中的谐振变压器和谐振电感磁集成的集成磁件为交错并联全集成磁件,用于两路交错并联的双向全桥LLC谐振变换器中的谐振变压器 T_{R1} 及其励磁电感 L_{m1} 、谐振变压器 T_{R2} 及其励磁电感 L_{m2} 和四个谐振电感 L_{11} 、 L_{12} 、 L_{21} 、 L_{22} 的磁集成。交错并联全集成磁件的铁心,如图11所示,包括两片“E”形铁心4和两片“I”形铁心5,两片“E”形铁心4的磁柱相对放置,形成“EE”形铁心结构,两片“E”形铁心4的中柱之间没有气隙,上侧磁柱之间和下侧磁柱之间均设有气隙;两片“I”形铁心5分别竖置于所述“EE”形铁心结构的上下两个窗口8中间。两片“E”形铁心4构成图4中所示谐振变压器 T_{R1} 及其励磁电感 L_{m1} 和谐振变压器 T_{R2} 及其励磁电感 L_{m2} 的集成磁件的铁心1,两片“I”形铁心5分别构成图4中所示谐振电感 L_{11} 、 L_{21} 的集成磁件的铁心2和谐振电感 L_{12} 、 L_{22} 的集成磁件的铁心3。“EE”形铁心结构的两片“E”形铁心4的上侧磁柱上分别绕制 N_{11} 、 N_{12} 绕组以形成谐振变压器 T_{R1} 及其励磁电感 L_{m1} ,下侧磁柱上分别绕制 N_{21} 、 N_{22} 绕组以形成谐振变压器 T_{R2} 及其励磁电感 L_{m2} 。 N_{11} 和 N_{12} 绕组或 N_{21} 和 N_{22} 产生的磁场不能互相全部通过对方,各自有一部分磁场通过放置在“EE”形铁心结构的上部或下部窗口8中的“I”形铁心5返回,形成漏磁通 Φ_{11} 和 Φ_{12} 或漏磁通 Φ_{21} 和 Φ_{22} ,各自形成漏感,作为谐振电感,分别形成谐振电感 L_{11} 、 L_{12} 或谐振电感 L_{12} 、 L_{22} 。

[0059] 实施例五:

[0060] 一种交错并联磁集成双向全桥LLC谐振变换器,如图1所示,包括两路交错并联的LLC谐振变换器,两路交错并联的双向全桥LLC谐振变换器中的谐振变压器和谐振电感采用集成磁件实现磁集成;实现所述两路交错并联的双向全桥LLC谐振变换器中的谐振变压器和谐振电感磁集成的集成磁件为交错并联全集成磁件,用于两路交错并联的双向全桥LLC

谐振变换器中谐振变压器 T_{R1} 及其励磁电感 L_{m1} 、谐振变压器 T_{R2} 及其励磁电感 L_{m2} 和四个谐振电感 L_{11} 、 L_{12} 、 L_{21} 、 L_{22} 的磁集成；其他结构同实施例一。

[0061] 交错并联全集成磁件的铁心,如图12所示,包括两片“E”形铁心4-1和两片“E”形铁心4-2。两片“E”形铁心4-1构成图1中所示谐振变压器 T_{R1} 及其励磁电感 L_{m1} 和谐振变压器 T_{R2} 及其励磁电感 L_{m2} 的集成磁件的铁心1,两片“E”形铁心4-2分别构成图1中所示谐振电感 L_{11} 、 L_{21} 的集成磁件的铁心2和谐振电感 L_{12} 、 L_{22} 的集成磁件的铁心3。两片“E”形铁心4-1的磁柱相对放置,形成“EE”形铁心结构,该两片“E”形铁心4-1的中柱之间没有气隙,上侧磁柱之间和下侧磁柱之间均设有气隙;“EE”形铁心结构的两片“E”形铁心4-1的上侧磁柱上分别绕制 N_{11} 、 N_{12} 绕组以形成谐振变压器 T_{R1} 及其励磁电感 L_{m1} ,下侧磁柱上分别绕制 N_{21} 、 N_{22} 绕组以形成谐振变压器 T_{R2} 及其励磁电感 L_{m2} 。一片“E”形铁心4-2的开口方向朝向“EE”形铁心绕制 N_{11} 、 N_{12} 绕组的一侧放置,该“E”形铁心4-2的三个磁柱与“EE”形铁心结构的两片“E”形铁心4-1的上侧磁柱之间均设有气隙; N_{11} 和 N_{12} 绕组产生的磁场不能互相全部通过对方,各自有一部分磁场通过上部“E”形铁心4-2返回,形成漏磁通 Φ_{11} 和 Φ_{12} ,所以各自形成漏感作为谐振电感,分别形成谐振电感 L_{11} 、 L_{12} ;另一片“E”形铁心4-2的开口方向朝向“EE”形铁心绕制 N_{21} 、 N_{22} 绕组的一侧放置,该“E”形铁心4-2的三个磁柱与“EE”形铁心结构的两片“E”形铁心4-1的下侧磁柱之间均设有气隙; N_{21} 和 N_{22} 绕组产生的磁场不能互相全部通过对方,各自有一部分磁场通过下部“E”形铁心4-2返回,形成漏磁通 Φ_{21} 和 Φ_{22} ,所以各自形成漏感作为谐振电感,分别形成谐振电感 L_{21} 、 L_{22} 。

[0062] 实施例六:

[0063] 一种交错并联磁集成双向全桥LLC谐振变换器,如图2所示,还包括两个串联的输入电容 C_1 、 C_2 和两路交错并联的LLC谐振变换器,两路交错并联的双向全桥LLC谐振变换器中的谐振变压器和电感采用集成磁件实现磁集成;实现所述两路交错并联的双向全桥LLC谐振变换器中的谐振变压器和电感磁集成的集成磁件为交错并联全集成磁件,用于两路交错并联的双向全桥LLC谐振变换器中谐振变压器 T_{R1} 及其励磁电感 L_{m1} 、谐振变压器 T_{R2} 及其励磁电感 L_{m2} 和四个谐振电感 L_{11} 、 L_{12} 、 L_{21} 、 L_{22} 的磁集成;其他结构同实施例二。

[0064] 交错并联全集成磁件的铁心,如图13所示,包括三组前后依次排列的“EE”形铁心,每组“EE”形铁心中的两片“E”形铁心上下放置,上下放置的两片“E”形铁心的三个磁柱间均设有气隙;三组“EE”形铁心从前至后依次为第一组“EE”形铁心、第二组“EE”形铁心和第三组“EE”形铁心。第二组铁心构成图1中所示谐振变压器 T_{R1} 、 T_{R2} 的集成磁件的铁心1,第一组铁心构成图1中所示谐振电感 L_{11} 、 L_{21} 的集成磁件的铁心2,第三组铁心构成图1中所示谐振电感 L_{12} 、 L_{22} 的集成磁件的铁心3。第一组铁心的上片铁心4-3和第二组铁心的上片铁心4-4的同一侧磁柱上共同绕制 N_{11} 绕组,第二组铁心的下片铁心4-4和第三组铁心的下片铁心4-5的同一侧磁柱上共同绕制 N_{12} 绕组, N_{11} 绕组和 N_{12} 绕组位于同一侧,第二组“EE”形铁心的上片铁心4-4上的 N_{11} 绕组和下片铁心4-4上的 N_{12} 绕组形成谐振变压器 T_{R1} 及其励磁电感 L_{m1} ,第一组“EE”形铁心的上片铁心4-3上的 N_{11} 绕组形成谐振电感 L_{11} ,第三组“EE”形铁心的下片铁心4-5上的 N_{12} 绕组形成谐振电感 L_{12} ;第一组铁心的上片铁心4-3和第二组铁心的上片铁心4-4的另一侧磁柱上共同绕制 N_{21} 绕组,第二组铁心的下片铁心4-4和第三组铁心的下片铁心4-5的另一侧磁柱上共同绕制 N_{22} 绕组, N_{21} 绕组和 N_{22} 绕组位于同一侧,第二组“EE”形铁心的上片铁心4-4上的 N_{21} 绕组和下片铁心4-4上的 N_{22} 绕组形成谐振变压器 T_{R2} 及其励磁电感 L_{m2} ,第一

组“EE”形铁心的上片铁心4-3上的 N_{21} 绕组形成谐振电感 L_{21} ,第三组“EE”形铁心的下片铁心4-5上的 N_{22} 绕组形成谐振电感 L_{22} 。

[0065] 在具体实施中,以上各实施例中各集成磁件并不局限于其所应用的实施例,可以应用到其他实施例中交错并联磁集成双向全桥LLC谐振变换器中的谐振变压器和谐振电感的磁集成。各集成磁件中的“E”形铁心、“I”形铁心、“十”字形铁心和“[]”形铁心,通常采用铁氧体、硅钢片、铁硅、金属磁粉芯、非晶、超微晶等磁性材料,所述构成谐振变压器的 N_{11} 、 N_{12} 、 N_{21} 、 N_{22} 绕组及构成谐振电感 L_{11} 、 L_{12} 、 L_{21} 、 L_{22} 的绕组通常采用外包绝缘层的铜导线、铜箔、铝导线或铝箔。

[0066] 最后应说明的是:以上各实施例仅用以说明本发明的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述各实施例对本发明进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分或者全部技术特征进行等同替换;而这些修改或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本发明权利要求所限定的范围。

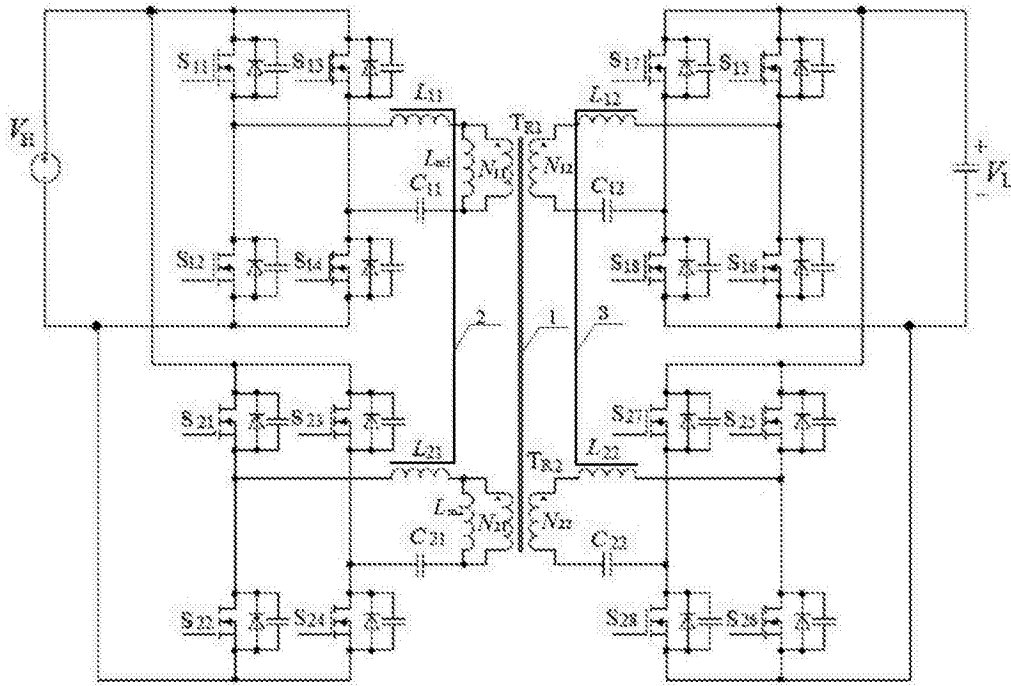


图1

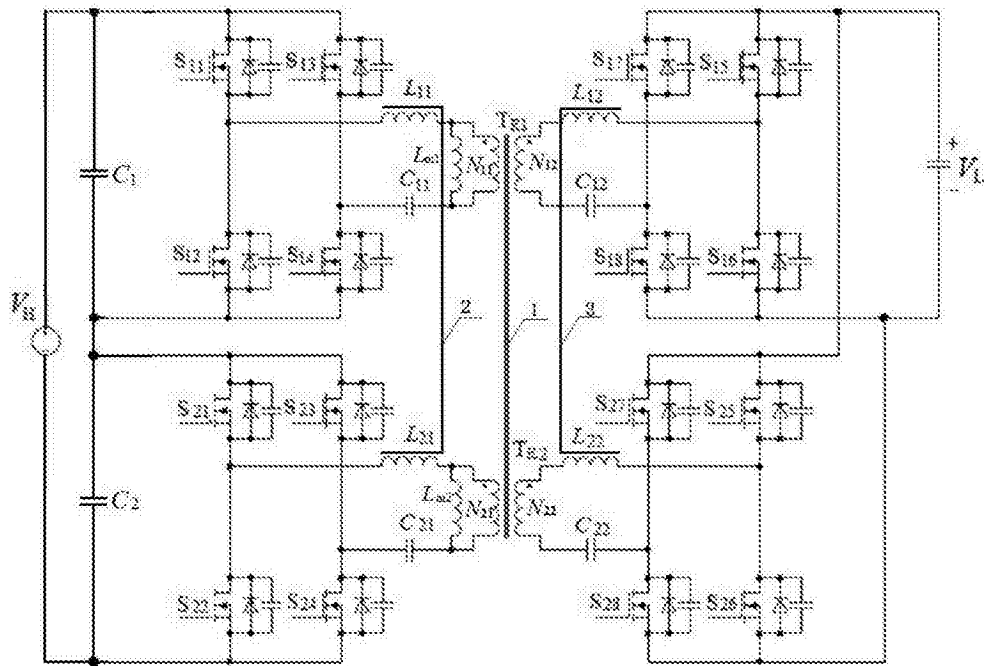


图2

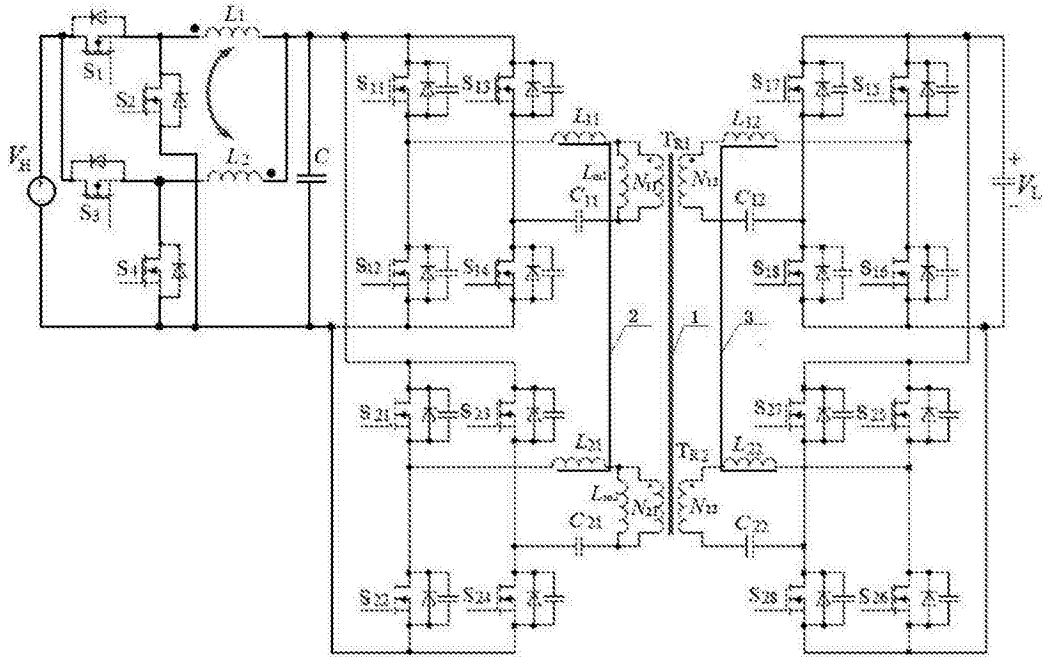


图3

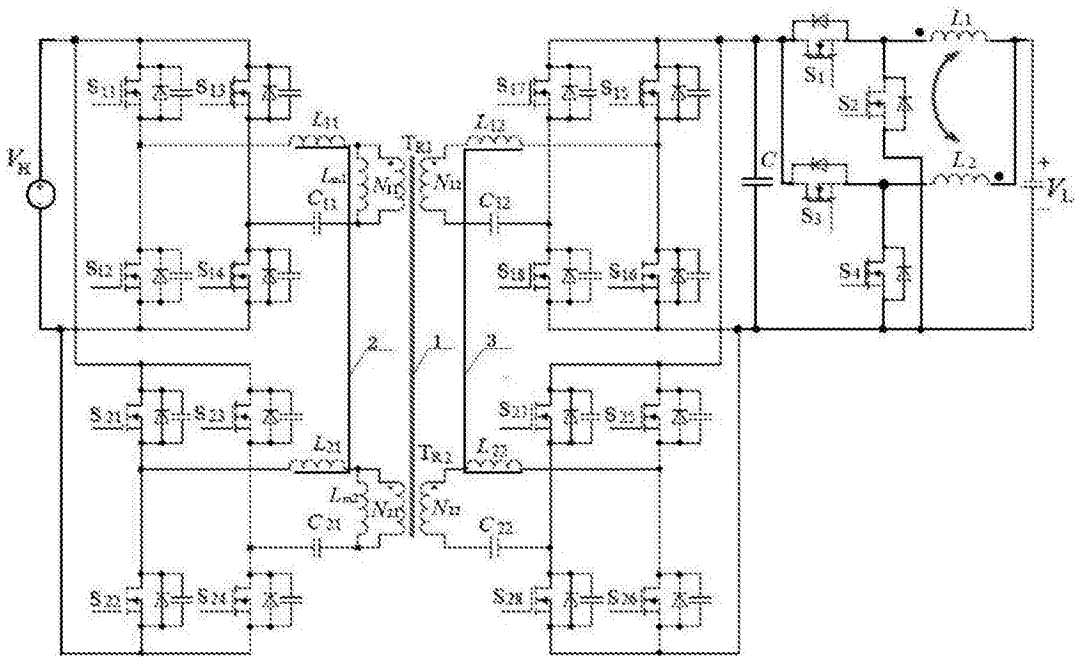


图4

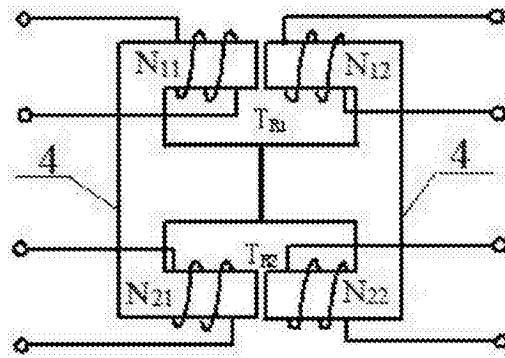


图5

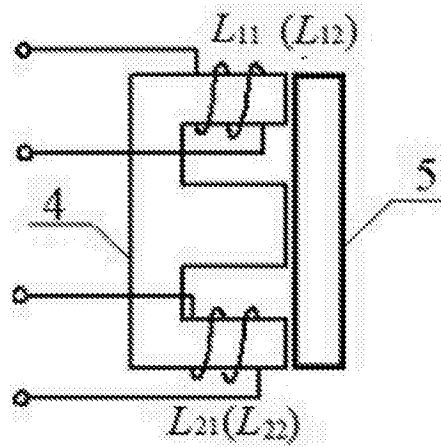


图6

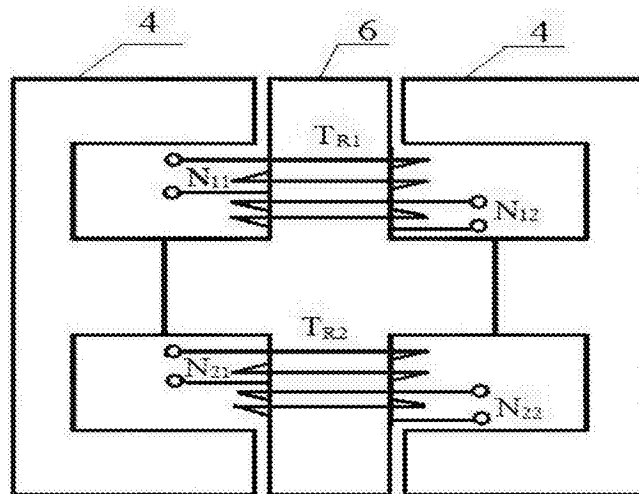


图7

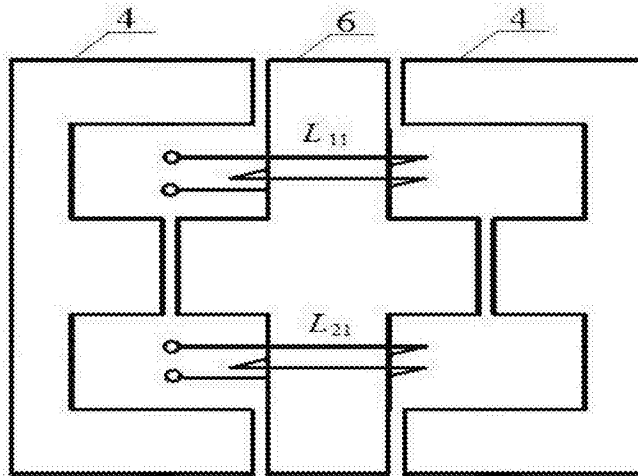


图8

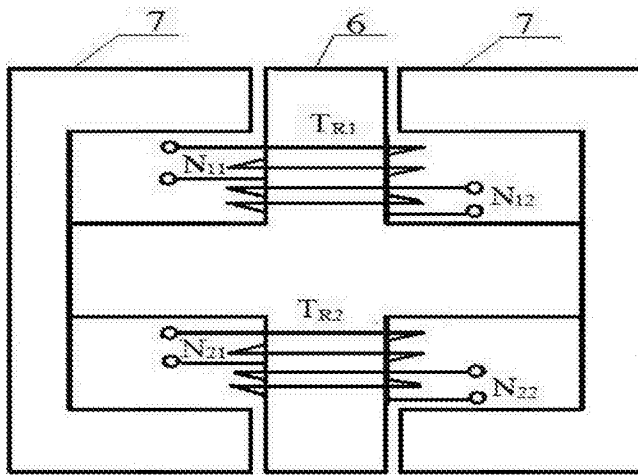


图9

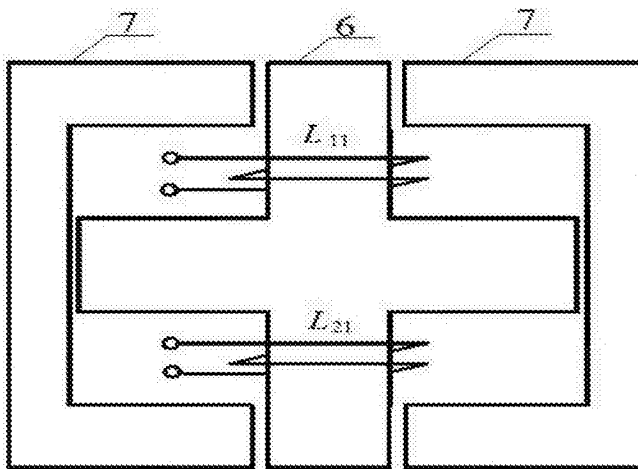


图10

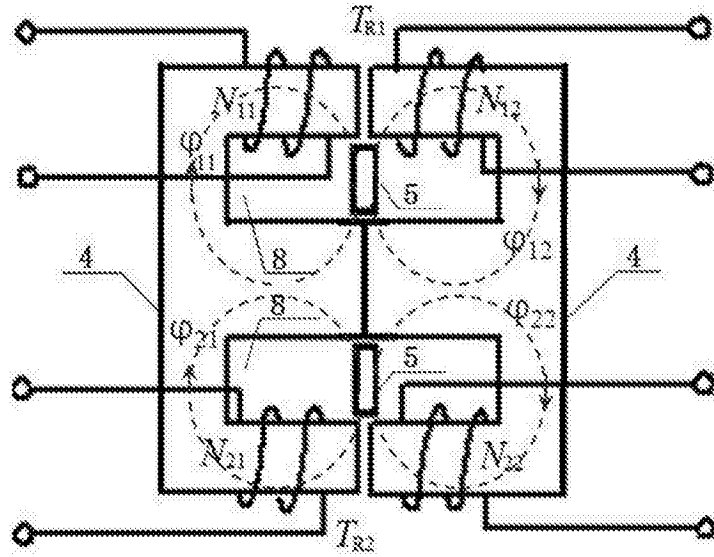


图11

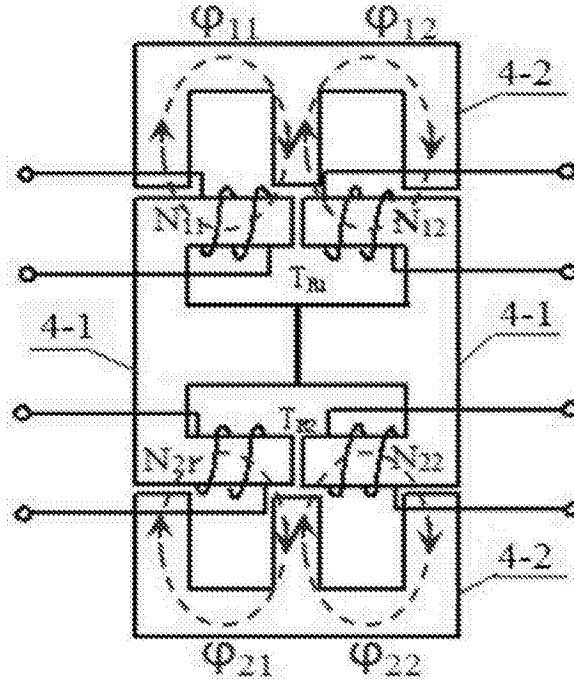


图12

