(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 118553509 A
(43)申请公布日 2024.08.27

(21)申请号 202410629301.4
(22)申请日 2024.05.21
(71)申请人 南京航空航天大学
地址 213300 江苏省常州市溧阳市滨河东路29号
(72)发明人 周闯 张方华
(74)专利代理机构 南京苏高专利商标事务所(普通合伙) 32204
专利代理师 王安琪
(51)Int.Cl.
H01F 27/24(2006.01)
H01F 27/30(2006.01)
H01F 27/34(2006.01)
H01F 3/14(2006.01)
H02M 1/44(2007.01)
H02M 1/00(2007.01)

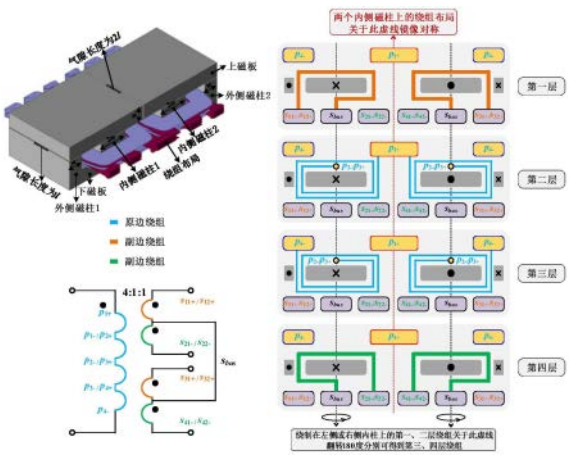
权利要求书1页 说明书2页 附图1页

(54)发明名称

一种噪声源对称的功率变换器共模噪声自然抵消的变压器

(57)摘要

本发明公开了一种噪声源对称的功率变换器共模噪声自然抵消的变压器,包括:磁芯和绕组,磁芯形状对称且环绕每一匝绕组左、右半匝的磁通相等,绕组绕制在磁芯的两个内侧磁柱上,每层绕制单匝或多匝绕组,绕组的总层数为偶数层2n,绕组布局关于磁芯镜像对称。本发明无需在变压器中添加额外的组件,在不影响变压器电气性能的基础上,使用本发明中的变压器可使变换器的共模噪声下降20dBμV以上。



CN 118553509 A

1.一种噪声源对称的功率变换器共模噪声自然抵消的变压器,其特征在于,包括:磁芯和绕组,磁芯形状对称且环绕每一匝绕组左、右半匝的磁通相等,绕组绕制在磁芯的两个内侧磁柱上,每层绕制单匝或多匝绕组,绕组的总层数为偶数层2n,绕组布局关于磁芯镜像对称。

2.如权利要求1所述的噪声源对称的功率变换器共模噪声自然抵消的变压器,其特征在于,绕组为扁平铜线绕组。

3.如权利要求1所述的噪声源对称的功率变换器共模噪声自然抵消的变压器,其特征在于,绕组为PCB走线。

4.如权利要求1所述的噪声源对称的功率变换器共模噪声自然抵消的变压器,其特征在于,磁芯形状左、右对称且磁芯中磁通关于每匝绕组的左、右半匝对称分布。

5.如权利要求1所述的噪声源对称的功率变换器共模噪声自然抵消的变压器,其特征在于,磁芯包括上磁板和连接四个磁柱的下磁板,上磁板与下磁板有着相同的长、宽和高。

6.如权利要求5所述的噪声源对称的功率变换器共模噪声自然抵消的变压器,其特征在于,四个磁柱包括两个用于绕线的内侧磁柱和两个用于分流磁通的外侧磁柱,外侧磁柱的截面积与上、下磁板的截面积相同,且为内侧磁柱截面积的一半。

7.如权利要求6所述的噪声源对称的功率变换器共模噪声自然抵消的变压器,其特征在于,上磁板与四个磁柱之间有着相同长度的气隙,上磁板中间开有一个纵向气隙,且气隙长度为上磁板与四个磁柱之间气隙长度的二倍,外侧磁柱与内侧磁柱之间的窗口面积为两个内侧磁柱之间窗口面积的一半。

8.如权利要求1所述的噪声源对称的功率变换器共模噪声自然抵消的变压器,其特征在于,绕制在同一个内侧磁柱上的原边绕组互相串联,绕制在两个内侧磁柱上的原边绕组相互并联,两个内侧磁柱上的绕组绕向相反,且关于磁芯的中间镜像对称。

一种噪声源对称的功率变换器共模噪声自然抵消的变压器

技术领域

[0001] 本发明涉及电工技术领域,尤其是一种噪声源对称的功率变换器共模噪声自然抵消的变压器。

背景技术

[0002] 推挽、全桥LLC谐振变换器以其高效率、高功率密度等优点,被广泛地应用于航空航天、电动汽车、服务器电源等各个领域。在高频化和小型化的发展趋势下,宽禁带半导体开关器件以及平面集成矩阵变压器在推挽、全桥LLC谐振变换器中的应用日益增多。然而,快速的开关动作以及较大的原、副边绕组之间寄生电容导致严重的共模噪声问题。采用共模滤波器是一种常用的噪声抑制手段,但变换器过高的原始共模噪声导致滤波器体积较大,严重限制了变换器功率密度的提升。如果从噪声的传输路径出发对变换器的原始共模噪声进行抑制,可以大大减轻滤波器的体积压力。变压器作为共模噪声传输路径上的重要组件,可以从其入手来降低原始共模噪声,减小共模滤波器的体积,提高变换器的功率密度。

[0003] 对于变压器,常用的降噪措施包括采用屏蔽层,平衡或抵消绕组,添加补偿电容以及原、副边绕组等电势排布等。但这些方法都存在着一定的弊端,屏蔽层,屏蔽或抵消绕组会增大变压器的体积,导致一定的涡流损耗。补偿电容对电容的容差以及自身特性要求较高,且很难直接找到合适的容值。等电势绕组排布不适用于匝比较大的应用。

发明内容

[0004] 本发明所要解决的技术问题在于,提供一种噪声源对称的功率变换器共模噪声自然抵消的变压器,无需在变压器中添加额外的组件,在不影响变压器电气性能的基础上,使用本发明中的变压器可使变换器的共模噪声下降20dBμV以上。

[0005] 为解决上述技术问题,本发明提供一种噪声源对称的功率变换器共模噪声自然抵消的变压器,包括:磁芯和绕组,磁芯形状对称且环绕每一匝绕组左、右半匝的磁通相等,绕组绕制在磁芯的中柱上,每层绕制单匝或多匝绕组,绕组的总层数为偶数层2n,绕组布局关于磁芯镜像对称。

[0006] 优选的,绕组为扁平铜线绕组或PCB走线。

[0007] 优选的,磁芯形状左、右对称且磁芯中磁通关于每匝绕组的左、右半匝对称分布。

[0008] 优选的,磁芯包括上磁板和连接四个磁柱的下磁板,上磁板与下磁板有着相同的长、宽和高。

[0009] 优选的,四个磁柱包括两个用于绕线的内侧磁柱和两个用于分流磁通的外侧磁柱,外侧磁柱的截面积与上、下磁板的截面积相同,且为内侧磁柱截面积的一半。

[0010] 优选的,上磁板与四个磁柱之间有着相同长度的气隙,上磁板中间开有一个纵向气隙,且气隙长度为上磁板与四个磁柱之间气隙长度的二倍,外侧磁柱与内侧磁柱之间的窗口面积为两个内侧磁柱之间窗口面积的一半。

[0011] 优选的,绕制在同一个内侧磁柱上的原边绕组互相串联,绕制在两个内侧磁柱上的原边绕组相互并联,两个内侧磁柱上的绕组绕向相反,且关于磁芯的中间镜像对称。

[0012] 本发明的有益效果为:本发明无需任何额外组件,不会导致变压器体积、成本增加和性能下降;可以实现精确的对称变压器设计,有助于推挽、全桥谐振变换器共模噪声的自然抵消,降低共模滤波器的设计压力,提高变换器的功率密度;绕组结构简单,上n层翻转可得到下n层,节省制造成本;磁芯中存在多个分布式气隙,可以有效降低变压器绕组的交流损耗。

附图说明

[0013] 图1为本发明的对称集成矩阵变压器磁芯及绕组布局示意图。

[0014] 图2为全桥LLC谐振变换器使用传统集成矩阵变压器与本发明中提出的对称集成矩阵变压器的共模噪声比较图。

具体实施方式

[0015] 一种噪声源对称的功率变换器共模噪声自然抵消的变压器,包括:磁芯和绕组,磁芯形状对称且环绕每一匝绕组左、右半匝的磁通相等,绕组绕制在磁芯的两个内侧磁柱上,每层绕制单匝或多匝绕组,绕组的总层数为偶数层2n,绕组布局关于磁芯镜像对称。

[0016] 如图1所示,本发明提出的对称集成矩阵变压器磁芯形状左、右对称且磁芯中磁通关于每匝绕组的左、右半匝对称分布。磁芯包括内、外共四个磁柱,上、下共两块磁板。四个磁柱均与下磁板相连,其中上、下磁板的厚度以及两个外侧磁柱的宽度为w,两个内侧磁柱的宽度为2w。上、下磁板有着相同的长、宽和高。四个磁柱与上磁板之间存在相同长度的气隙1。上磁板中间开有一个纵向气隙,气隙长度为2l。上、下磁板的纵向截面积与外侧磁柱1、2的截面积相同,都为内侧磁柱截面积的一半。外侧磁柱与内侧磁柱之间的磁芯窗口1和窗口3面积相同,为两个内侧磁柱之间磁芯窗口2面积的一半。绕组分别绕制在磁芯的两个内侧磁柱上,每个磁柱上绕组的总层数为4层,每层可以绕制单匝或多匝绕组。每个内侧磁柱上第一、二层绕组沿黑色虚线翻转180度可以得到第三、四层绕组。绕制在同一个内侧磁柱上的原边绕组互相串联,绕制在两个内侧磁柱上的原边绕组相互并联。两个内侧磁柱上的绕组绕向相反,且关于红色虚线镜像对称。

[0017] 如图2所示,与传统的集成矩阵变压器相比,全桥LLC谐振变换器使用本发明中提出的对称集成矩阵变压器的共模噪声在低频段有超过20dBμV的下降,在高频段也有3～6dBμV的下降。

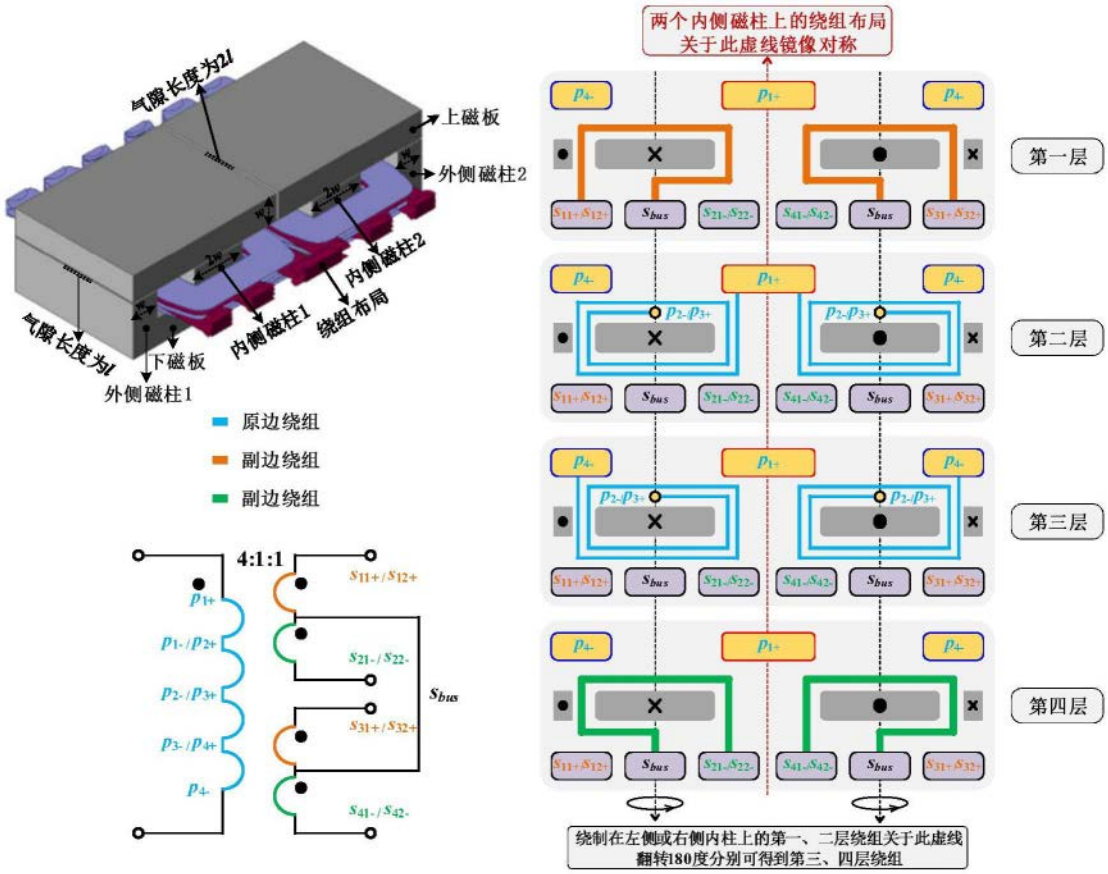

气隙长度为2l
上磁板
外侧磁柱2
内侧磁柱2
内侧磁柱1
绕组布局
气隙长度为l
下磁板
外侧磁柱1
原边绕组
副边绕组
副边绕组
4:1:1
两个内侧磁柱上的绕组布局
关于此虚线镜像对称
第一层
第二层
第三层
第四层
绕制在左侧或右侧内柱上的第一、二层绕组关于此虚线
翻转180度分别可得到第三、四层绕组

图1

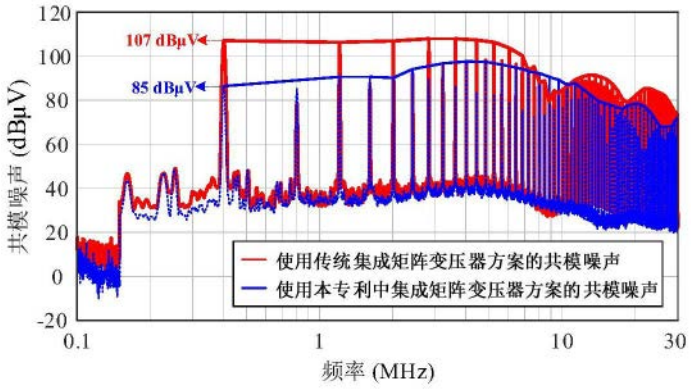

107 dBμV
85 dBμV
共模噪声 (dBμV)
频率 (MHz)
使用传统集成矩阵变压器方案的共模噪声
使用本专利中集成矩阵变压器方案的共模噪声

图2