



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113889324 B

(45) 授权公告日 2024.06.25

(21) 申请号 202110714271.3

(22) 申请日 2021.06.25

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 113889324 A

(43) 申请公布日 2022.01.04

(30) 优先权数据
2020-115342 2020.07.03 JP

(73) 专利权人 三菱电机株式会社
地址 日本东京

(72) 发明人 田边隼翔

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公
司 31100
专利代理师 俞丹 宋俊寅

(51) Int.Cl.

H01F 27/28 (2006.01)

H02M 3/335 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 102982973 A, 2013.03.20

CN 106411121 A, 2017.02.15

审查员 李宁

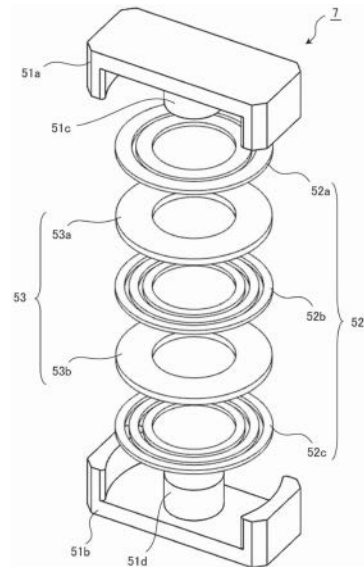
权利要求书1页 说明书7页 附图12页

(54) 发明名称

绝缘变压器及使用该绝缘变压器的功率转换装置

(57) 摘要

本发明提供一种绝缘变压器,其能够降低绝缘变压器的绕组损耗,提高效率,抑制绕组的温度上升,并且能够小型化。绝缘变压器(7)具有高压侧绕组(52)和低压侧绕组(53)两种绕组,高压侧绕组(52)和低压侧绕组(53)由绕组层形成,高压侧绕组(52)包括由多个绕组层(52a、52b、52c)形成的绕组,在由多个绕组层(52a、52b、52c)形成的绕组中,两种所述绕组中有一种以上绕组存在匝数不同的绕组层,电流沿相同方向流动的绕组层以不相邻的方式进行层叠,并且匝数最多的绕组层(52b、53c)中的至少一层(52b)配置在最外层以外的层。



1. 一种绝缘变压器,包括形成磁路的芯体部、以及卷绕在所述芯体部上的高压侧和低压侧的至少两种绕组,两种所述绕组分别由绕组层形成,其特征在于,
两种所述绕组包括由多个绕组层形成的绕组,
在由多个所述绕组层形成的绕组中,两种所述绕组中有一种以上绕组存在匝数不同的绕组层,

将电流沿相同方向流动的绕组层以不相邻的方式进行层叠,并且将匝数最多的绕组层中的至少一层配置在最外层以外的层。

2. 如权利要求1所述的绝缘变压器,其特征在于,
所述绕组的截面形成为四边形状。

3. 如权利要求2所述的绝缘变压器,其特征在于,
所述四边形状是具有长边和短边的长方形,相邻的所述绕组层相对的面成为长边。

4. 如权利要求1至3中任一项所述的绝缘变压器,其特征在于,
所述绝缘变压器是绕组被芯体部包围的外铁型。

5. 如权利要求1至3中任一项所述的绝缘变压器,其特征在于,
两种所述绕组中的至少一种由铝构成。

6. 如权利要求4所述的绝缘变压器,其特征在于,
两种所述绕组中的至少一种由铝构成。

7. 如权利要求1至3中任一项所述的绝缘变压器,其特征在于,
两种所述绕组中,高压侧由铝构成,并且低压侧由铜构成。

8. 如权利要求4所述的绝缘变压器,其特征在于,
两种所述绕组中,高压侧由铝构成,并且低压侧由铜构成。

9. 一种功率转换装置,其特征在于,包括:

如权利要求1至8中任一项所述的绝缘变压器、以及连接到所述绝缘变压器的功率转换部。

10. 如权利要求9所述的功率转换装置,其特征在于,
所述绝缘变压器和所述功率转换部构成绝缘型DC-DC转换器。

11. 如权利要求9或10所述的功率转换装置,其特征在于,
所述功率转换部包括半导体开关元件,
所述半导体开关元件是由宽带隙半导体形成的元件。

12. 如权利要求11所述的功率转换装置,其特征在于,
所述宽带隙半导体是使用了碳化硅、氮化镓类材料或者金刚石的半导体。

13. 如权利要求9、10、12中任一项所述的功率转换装置,其特征在于,
包括冷却器,并且所述绝缘变压器由具有两个低压侧绕组的中心抽头方式构成,所述低压侧绕组的中心抽头部与所述冷却器连接。

14. 如权利要求11所述的功率转换装置,其特征在于,
包括冷却器,并且所述绝缘变压器由具有两个低压侧绕组的中心抽头方式构成,所述低压侧绕组的中心抽头部与所述冷却器连接。

绝缘变压器及使用该绝缘变压器的功率转换装置

技术领域

[0001] 本申请涉及一种绝缘变压器和使用该绝缘变压器的功率转换装置。

背景技术

[0002] 在电力系统之间或电源之间等,广泛使用能够在输入和输出之间实现电隔离的绝缘型功率转换装置。例如,混合动力汽车的车载电源系统使用双电池型车辆用电源装置,高压电池的输通过降压型DC-DC转换器向低压负载供电。对于这种功率转换装置,始终要求小型化,以提高汽车的装载性。

[0003] 为了实现输入电源与负载的电隔离和电压转换,绝缘型功率转换装置采用绝缘变压器。该绝缘变压器由以铁为主要成分的变压器芯体和缠绕在变压器芯体上的初级绕组和次级绕组构成,在初级绕组和次级绕组中设定与目标变压比相对应的匝数。

[0004] 通常,为了功率转换装置的小型化,使用提高开关频率的方法。这是因为通过提高开关频率,能降低变压器芯体的磁通密度变化量和变压器芯体损耗(铁损),从而使变压器芯体小型化。

[0005] 然而,随着开关频率的增加,绕组的高频电阻值增加,从而增加绕组损耗(铜损)。由于绕组温度随着铜损的增加而升高,因此需要通过增大绕组截面积来减小绕组损耗或者需要在绕组上设置冷却结构以不超过绕组的温度上限,从而绝缘变压器变大。

[0006] 要求功率转换装置进一步小型化,作为主要部件的绝缘变压器必须小型化。在使绝缘变压器小型化时,需要增大开关频率,但是由于随着开关频率增大,绕组的电阻值和绕组损耗会增大,因而绝缘变压器的小型化受到限制。

[0007] 例如,在专利文献1中,公开了一种通过交替重叠多层高压侧绕组和低压侧绕组来降低绕组的高频电阻的薄型大电流变压器,但是没有提到每个绕组层的匝数不同的情况,也没有示出在这种情况下采用怎样的结构是最佳的。

[0008] 现有技术文献

[0009] 专利文献

[0010] 专利文献1:日本专利特开2004—303857号公报

发明内容

[0011] 发明所要解决的技术问题

[0012] 本申请公开了一种用于解决上述问题的技术,其目的在于提供一种绝缘变压器和使用该绝缘变压器的功率转换装置,能够降低绝缘变压器的绕组损耗,提高效率,并且抑制绕组的温度上升,并且能够实现小型化。

[0013] 用于解决技术问题的技术手段

[0014] 本申请所公开的绝缘变压器包括:形成磁路的芯体部、以及卷绕在所述芯体部上的高压侧和低压侧的至少两种绕组,两种所述绕组分别由绕组层形成,

[0015] 两种所述绕组包括由多个绕组层形成的绕组,

[0016] 在由多个所述绕组层形成的绕组中,两种所述绕组中有一种以上绕组存在匝数不同的绕组层,

[0017] 将电流沿相同方向流动的绕组层以不相邻的方式进行层叠,并且将匝数最多的绕组层中的至少一层配置在最外层以外的层。

[0018] 发明效果

[0019] 根据本申请公开的绝缘变压器,能够得到一种绝缘变压器,其能降低绝缘变压器的绕组损耗,提高效率,并且抑制绕组的温度上升,并且能够实现小型化。

附图说明

[0020] 图1是实施方式1所涉及的使用了绝缘变压器的功率转换装置的结构图。

[0021] 图2是实施方式1的功率转换装置中的功率转换部的模式1的动作说明图。

[0022] 图3是实施方式1的功率转换装置中的功率转换部的模式2的动作说明图。

[0023] 图4是实施方式1的功率转换装置中的功率转换部的模式3的动作说明图。

[0024] 图5是实施方式1的功率转换装置中的功率转换部的模式4的动作说明图。

[0025] 图6是实施方式1的功率转换装置中的DC-DC转换器的动作说明图。

[0026] 图7是实施方式1的功率转换装置中的DC-DC转换器的动作说明图。

[0027] 图8是示出实施方式1的功率转换装置中的绝缘变压器的初级绕组中流过的电流的频谱的一个示例的说明图。

[0028] 图9是示出实施方式1的功率转换装置中的绝缘变压器的初级绕组的电阻值的频率特性的一个示例的说明图。

[0029] 图10是表示实施方式1所涉及的绝缘变压器的一个示例的分解立体图。

[0030] 图11是实施方式1的绝缘变压器的绕组部的剖视图、以及示意性地示出由于邻近效应而流过的电流的图。

[0031] 图12是示意性地示出现有的绝缘变压器的绕组部的剖视图的一个示例、以及由于邻近效应而流过的电流的图。

具体实施方式

[0032] 以下,参照附图对本申请的实施方式进行说明。此外,在各图中对相同或相当的部分标注相同标号来进行说明。

[0033] 实施方式1.

[0034] 实施方式1的功率转换装置包括用于降低高压电池的电压并将其提供给负载的DC-DC转换器、控制部和冷却器。DC-DC转换器包括由半导体开关元件构成的功率转换部、绝缘变压器以及整流二极管,绝缘变压器包括形成磁路的磁芯和由作为高压绕组的初级绕组和作为低压绕组的次级绕组构成的绕组部。绝缘变压器的初级绕组和次级绕组分别具有通过在平面方向上缠绕而形成的初级绕组层和次级绕组层,通过交替地层叠初级绕组层和次级绕组层来形成绕组部,匝数最多的绕组层配置在最外层以外的层。

[0035] 首先,基于图1说明实施方式1的功率转换装置的结构。

[0036] 在图1中,功率转换装置100从输入侧到输出侧,其主要构成要素包括作为主电源的高压电池1、DC-DC转换器2、负载3以及低压电池4,并且包括用于控制DC-DC转换器2的控

制部5。这里, V_i 表示高压电池1的电源电压, V_o 表示输出电压。

[0037] DC-DC转换器2包括由四个半导体开关元件6a~6d构成全桥的功率转换部6、绝缘变压器7、整流二极管8a、8b、滤波电抗器9和滤波电容器10。此外,DC-DC转换器2具备冷却器11,冷却功率转换部6的半导体开关元件6a~6d、绝缘变压器7、整流二极管8a、8b、滤波电抗器9等发热部件,以保护其不受热的影响。

[0038] 半导体开关元件6a的源极和半导体开关元件6b的漏极之间的连接点连接到绝缘变压器7的初级绕组的一端,该初级绕组的另一端连接到半导体开关元件6c的源极和半导体开关元件6d的漏极之间的连接点。这里,假设半导体开关元件6a~6d是例如MOSFET (Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor:金属氧化物半导体场效应晶体管)。

[0039] 为了进行次级侧整流,将整流二极管8a、8b连接到绝缘变压器7的次级绕组,并且将滤波电抗器9和滤波电容器10连接到绝缘变压器7的次级绕组。DC-DC转换器2是具有绝缘变压器7的绝缘型DC-DC转换器,其输出向负载3和低压电池4提供规定的直流电压。

[0040] 当该功率转换装置100应用于电动汽车和混合动力汽车时,高压电池1具有代表性的是镍氢或锂离子等充电电池,高压电池1的电压至少为100V以上。

[0041] 这里,用图2~图5、图6和图7来说明DC-DC转换器2的基本动作。实施方式1的DC-DC转换器2根据功率转换部6的各半导体开关元件6a~6d的状态,存在图2~图5所示的四个动作模式(模式1~模式4)。

[0042] 图2示出了模式1,处于半导体开关元件6a、6d导通,半导体开关元件6b、6c截止的状态。

[0043] 此时,在绝缘变压器7的初级绕组侧流动的电流沿着高压电池1→半导体开关元件6a→绝缘变压器7的初级绕组→半导体开关元件6d的路径进行流动。这里,绝缘变压器7将电力从初级侧传输到次级侧,在绝缘变压器7的次级绕组侧流动的电流沿着绝缘变压器7的次级绕组→整流二极管8a→滤波电抗器9→负载3的路径进行流动。

[0044] 图3示出了模式2,处于所有半导体开关元件6a~6d截止的状态。

[0045] 此时,绝缘变压器7的初级侧没有电流流过,电力未被传输至次级侧。然而,在次级侧,通过滤波电抗器9的自感应,电流沿着滤波电抗器9→负载3→绝缘变压器7的次级绕组→整流二极管8a、8b→滤波电抗器9的路径进行流动。

[0046] 图4示出了模式3,处于半导体开关元件6a、6d截止,半导体开关元件6b、6c导通的状态。

[0047] 此时,在绝缘变压器7的初级绕组侧流动的电流沿着高压电池1→半导体开关元件6c→绝缘变压器7的初级绕组→半导体开关元件6b的路径进行流动。这里,绝缘变压器7将电力从初级侧传输到次级侧,并且在绝缘变压器7的次级绕组侧流动的电流沿着绝缘变压器7的次级绕组→整流二极管8b→滤波电抗器9→负载3的路径进行流动。

[0048] 图5示出了模式4,处于所有半导体开关元件6a~6d截止的状态。

[0049] 此时,绝缘变压器7的初级侧没有电流流过,电力未被传输至次级侧。然而,在次级侧,通过滤波电抗器9的自感应,电流沿着滤波电抗器9→负载3→绝缘变压器7的次级绕组→整流二极管8a、8b→滤波电抗器9的路径进行流动。

[0050] 模式4结束后,返回至模式1,再次重复进入模式1~模式4。此外,各模式中,流过滤

波电抗器9的电流中的交流分量流过滤波电容器10。

[0051] 图6示出了在图2~5中说明的模式1~模式4中的各半导体开关元件6a~6d的导通/截止动作、绝缘变压器7的初级侧电压、滤波电抗器9的电流的时序图。此外,图7示出了在图2~图5中说明的模式1~模式4中的绝缘变压器7的初级绕组和次级绕组的电流以及滤波电抗器9的电流的时序图。在图6和图7中, T_{sw} 表示开关周期, D 表示导通占空比。

[0052] 返回到图1,控制部5在基于来自输入电压检测器12的输入电压A和来自输出电压检测器13的输出电压B,使半导体开关元件6a~6d进行导通/截止动作的同时,通过调整半导体开关元件6a~6d的导通占空比宽度,将输出电压控制为期望值。在图1中,标号a~d表示从控制部5到半导体开关元件6a~6d的信号线。

[0053] 接着,对实施方式1所涉及的绝缘变压器7进行说明。绝缘变压器7的磁芯的动作磁通密度 B_m 需要设为在磁芯材料的饱和磁通密度 B_s 的基础上考虑了设计余量的值(通常为 $2 \times B_m < B_s$ 左右)以下,以使得磁芯不发生磁饱和。此外,绝缘变压器7的磁芯的动作磁通密度 B_m 与绝缘变压器7的绕组上的施加电压和施加时间的乘积即电压时间乘积成比例,使用输出电压 V_o 如下式(1)表示。另外,在式(1)中, A_e 表示磁芯的截面积, F_{sw} 表示开关频率, N_s 表示次级侧的匝数。

[0054] 【数学式1】

$$[0055] \quad B_m = \frac{V_o}{4 \cdot F_{sw} \cdot N_s \cdot A_e} \quad \dots \dots (1)$$

[0056] 由式(1)可知,通过增加开关频率 F_{sw} ,能减小绝缘变压器7的磁芯的截面积 A_e ,结果,能使绝缘变压器7的磁芯小型化。

[0057] 绝缘变压器7的磁芯的损耗密度 P_{cv} 由下式(2)表示。 k 、 α 、 β 各系数是由磁芯的材料决定的损耗系数。

[0058] 【数学式2】

$$[0059] \quad P_{cv} = k \cdot F_{sw}^{\alpha} \cdot B_m^{\beta} \cdot \dots \dots (2)$$

[0060] 在式(2)中,一般磁性材料的损耗系数 α 小于 β 。因此,由式(1)可知,通过增加开关频率 F_{sw} ,能降低动作磁通密度 B_m ,使磁芯小型化,并且,在磁芯小型化的同时,能降低磁芯的损耗密度 P_{cv} ,并且还能实现磁芯损耗(铁损)的降低。

[0061] 接下来,参照图8说明绝缘变压器7的初级绕组中流过的电流的频谱 I_{tr1} 。图8是示出图7所示的绝缘变压器7的初级绕组中流过的电流的频谱 I_{tr1} 的一个示例的说明图。

[0062] 在图8中,标号F表示频率,在绝缘变压器7的初级绕组中产生以开关频率 F_{sw} 作为基频并用整数倍的频率来表示的电流频谱。因此,当使开关频率 F_{sw} 增大时,流过绝缘变压器7的绕组的电流的频谱 I_{tr1} 向高频方向移动。

[0063] 下面参照图9说明绝缘变压器7的初级绕组的电阻值 R_{tr1} 的频率特性。图9是示出图1的绝缘变压器7的初级绕组的电阻值 R_{tr1} 的频率特性的一个示例的说明图。

[0064] 如图9所示,绝缘变压器7的初级绕组的电阻值 R_{tr1} 随着频率F的增大而变大。这里,假设绝缘变压器7的初级绕组的损耗为 W_{coil1} ,则 W_{coil1} 为绝缘变压器7的初级绕组的电阻值 R_{tr1} 与电流的频谱 I_{tr1} 的乘积,由下式(3)表示。

[0065] 【数学式3】

[0066] $W_{\text{coil1}} = \sum R_{\text{tr1}}(F) \cdot I_{\text{tr1}}(F)^2 \dots (3)$

[0067] 由式(3)可知,当流过绝缘变压器7的初级绕组的电流的频谱 I_{tr1} 向高频方向移动时,由于绝缘变压器7的初级绕组的电阻值 R_{tr1} 增大,所以绝缘变压器7的初级绕组的损耗 W_{coil1} 增大。绝缘变压器7的次级绕组也具有与初级绕组相同的特性。

[0068] 当绝缘变压器7的初级绕组和次级绕组的损耗增加时,绕组的温度升高。当绕组的温度超过由绕组、绕组的绝缘构件等决定的温度上限时,绕组将受损。因此,需要采用通过增大绕组的直径来降低绕组的电阻值以减少损耗的方法,或者采用单独设置冷却机构来冷却绕组的方法。然而,当增大绕组的直径或增加冷却机构时,会使绝缘变压器7大型化。

[0069] 上述问题涉及半导体开关元件的开关频率高频化,开关频率高频化所带来的绝缘变压器小型化的效果被大大降低。

[0070] 实施方式1中,着眼于上述问题,使用能够降低初级绕组和次级绕组的电阻值的绝缘变压器7。在实施方式1的绝缘变压器7中,通过交替地层叠初级绕组层和次级绕组层,从而减小了由分别流过初级绕组和次级绕组的电流产生的磁通。因此,使初级绕组和次级绕组之间的磁干扰缓和,并且具有如下特征:当初级绕组层的各层的匝数不恒定时,将匝数最多的绕组层配置在除最外层以外的层。

[0071] 如下所述,通过具有绝缘变压器7的上述技术特征,即使在使半导体开关元件6a~6d的开关频率增大时,也能抑制绕组的大型化而实现绝缘变压器7的小型化,并且能实现功率转换装置100的高效化。

[0072] 首先,参照图10说明绝缘变压器7的结构。图10是表示实施方式1所涉及的绝缘变压器7的一个示例的结构图。在图10中,通过分解立体图来示出绝缘变压器7。

[0073] 在图10中,应用于功率转换装置100的绝缘变压器7具有由彼此相对配置的一对E型芯体部51a、51b构成的磁芯、以及由初级绕组52和次级绕组53构成的绕组部,该初级绕组52和次级绕组53分别由一层以上的绕组层构成。

[0074] 初级绕组52和次级绕组53插入到芯体部51a和芯体部51b各自的从中央突出的突出部51c、51d中,并且芯体部51a和芯体部51b的端面彼此连接。由此得到将初级绕组52、次级绕组53容纳在磁芯中的外铁型变压器。

[0075] 通过形成外铁型变压器,能提高初级绕组52和次级绕组53之间的耦合率,并且能减小漏电感。因此,能减小在高频驱动时成为问题的由漏电感引起的半导体开关元件中产生的开关浪涌。此外,通常绕组部冷却困难的外铁型变压器通过降低绕组损耗获得的效果更大。

[0076] 在图10中,初级绕组52由三个绕组层52a、52b、52c构成,次级绕组53由两个绕组层53a、53b构成,通过交替层叠使同一绕组的绕组层不相邻,来构成绕组部。构成绕组层52a、52b、52c和绕组层53a、53b的绕组的截面形成为具有长边和短边的长方形的四边形状。

[0077] 此外,在构成初级绕组52的绕组层52a、52b、52c中,存在匝数分别为2匝、3匝、3匝这样不同匝数的绕组层,其中匝数最多的3匝绕组层52b配置在最外层以外的层。

[0078] 此外,将绕组的截面形成为四边形状是因为通过增大绕组的体积占有率,能使整个绕组部小型化,能有助于降低绕组电阻,此外通过减小绕组部,能使磁芯的窗框变小,从而能降低磁芯的损耗或使整个绝缘变压器小型化。

[0079] 此外,优选的是具有长边和短边的截面形成为长方形的四边形状的绕组层配置成

绕组层的层叠方向成为长边。如后文所述,这是因为虽然由于邻近效应的影响导致绕组内部的电流有偏倚,但是通过该结构使电流在大面积内流动。

[0080] 接下来,说明图10所示的绝缘变压器7中的初级绕组52和次级绕组53的电阻值减小的原理。

[0081] 在图10所示的绝缘变压器7中,当初级绕组52和次级绕组53处于导通状态时,由流过初级绕组52的电流产生的磁通与次级绕组53发生交链,由流过次级绕组53的电流产生的磁通与初级绕组52发生交链。

[0082] 在导体中产生与进行交链的磁通的变化量相对应的感应电压,流过涡电流,从而在导体内流动的电流发生偏倚。这种磁干扰被称为邻近效应,例如在绝缘变压器7的初级绕组52和次级绕组53中,电流在初级绕组52和次级绕组53中相对地流动,从而在相互流动的电流互相吸引的方向上,在绕组内部产生电流的偏倚。此外,由于初级绕组52各自的电流在初级绕组层52a、52b、52c内部沿相同方向流动,所以在相互流动的电流互相排斥的方向上,在绕组内部产生电流的偏倚。

[0083] 图11是绝缘变压器7的绕组部的剖视图以及是示意性地示出了邻近效应使电流如何流动的图。在图11中,黑色表示绕组层的电流流过的部分,白色表示绕组层的电流没有流过的部分。

[0084] 关于配置在最外层的绕组层52a、52c,在与绕组层53a、53b的邻近效应的影响下,电流分别向一侧即绕组层53a、53b侧发生偏倚。关于配置在最外层以外的绕组层53a、53b、52b,由于它们的两侧分别存在电流相对地流动的绕组,所以电流被吸引到两侧,结果,电流分布相对均匀。

[0085] 当考虑初级绕组52时,关于绕组层52a、52c,在各个绕组内部产生电流的偏倚,等同于绕组的截面减小的情况,结果,绕组的电阻值增大。与此相对地,关于绕组层52b,由于具有均匀的电流分布,所以相比于绕组层52a、52c,绕组的电阻值的增大被抑制。

[0086] 这里,考虑在图10所示的绝缘变压器7中,匝数最多的绕组层并不配置在最外层以外的层的情况。图12示出了当构成初级绕组52'的绕组层52a'、52b'和52c'的匝数为3匝、2匝、3匝时的绕组部的剖视图、以及示意性地示出了邻近效应使得电流如何流动的图。在图12中,标号53'表示次级绕组,标号53a'、53b'表示构成次级绕组53'的绕组层。

[0087] 与图11的情况同样,配置在最外层的绕组层52a'、52c'的电流在绕组内部偏向一侧,而最外层以外的绕组层53a'、53b'、52b'的电流分布相对均匀。

[0088] 这里,将图11的情况与图12的情况进行比较,从整个初级绕组52来看时,图11的情况下的电阻值较小。这是因为在电流发生偏倚时和电流均匀流动时的电阻值改善率对于直流电阻值原本就大的3匝绕组层来说,要高于2匝绕组层的电阻值改善率。

[0089] 因此,能够抑制高频时的绕组的电阻值的增大,并且能够实现小型化且高效的绝缘变压器7。此外,若是具有实施方式1的绝缘变压器7的绝缘型DC-DC转换器2,则通过使绝缘型DC-DC转换器2中作为形状相对较大且发热量较大的构成部件的绝缘变压器7小型化,从而能提供非常小型的绝缘型DC-DC转换器2。

[0090] 作为DC-DC转换器2的构成部件的半导体开关元件6a~6d优选为由例如硅半导体、宽带隙半导体等形成的元件。宽带隙半导体是使用碳化硅、氮化镓类材料或金刚石的半导体。由宽禁带半导体形成的半导体开关元件可用于硅半导体难以进行单极动作的高压区

域,并且由于适用于高速开关和超高载波频率动作,因此能提高开关频率。因此,通过应用具有由宽带隙半导体形成的半导体开关元件的DC-DC转换器2,能获得更好的效果,并且能实现绝缘变压器7的进一步小型化。

[0091] 此外,优选的是DC-DC转换器2的绝缘变压器7的次级绕组53采用中心抽头方式,并且中心抽头部和功率转换装置100的冷却器11具有相等的电位并且彼此热连接。一般来说,绝缘型DC-DC转换器由于在作为低压侧的次级绕组中流过大电流,所以次级绕组的截面积较大。因此,通过将次级绕组的中心抽头部与冷却器热连接,能减小次级绕组的热阻。

[0092] 在实施方式1的绝缘变压器7中,由于构成初级绕组52的绕组层52a、52b、52c和构成次级绕组53的绕组层53a、53b交替层叠,因此具有较小热阻的次级绕组53分散在绕组部中,能经由次级绕组53有效地冷却通常难以冷却的高压侧的初级绕组52。因此,通过实施方式1的绝缘变压器7采用中心抽头方式并且中心抽头部热连接到功率转换装置100的冷却器11,从而能获得更好的效果,并且能实现绝缘变压器7的进一步小型化。

[0093] 此外,更优选的是构成绝缘变压器7的初级绕组52和次级绕组53中的一方或双方由铝构成。作为导致绕组的高频电阻增加的因素,可列举由于涡电流引起的集肤效应或邻近效应。通常,作为绝缘变压器的绕组,一般常用铜,但通过使用与铜相比电阻率更高的铝,从而能抑制涡电流的产生,缓和由于高频驱动引起的电阻值的增加。此外,铝相对于铜的价格较低且比重较小。因此,如实施方式1所示,通过将铝用于在高频下使用的绝缘变压器7的绕组,从而能抑制高频驱动引起的绕组电阻的增加并且实现重量轻且成本低的绝缘变压器7。

[0094] 此外,当绝缘变压器7的次级绕组53是中心抽头方式时,最优选的是初级绕组52由铝构成,次级绕组53由铜构成。若观察图7所示的流向变压器绕组的电流时序图,则可知,在中心抽头方式的情况下,初级绕组电流只有交流分量,而次级绕组电流是直流分量上叠加了交流分量。因此,通过将能够抑制高频电阻增大的铝用于仅有交流电流流过的初级绕组52,并且将能够减小直流电阻的铜用于直流电流上叠加了交流电流而流过的次级绕组53,从而能获得最佳的结构。

[0095] 本申请记载了例示性的实施方式,但实施方式所记载的各种特征、形态及功能并不限于特定的实施方式的适用,能单独或以各种组合适用于实施方式。

[0096] 因此,在本申请所公开的技术范围内可以设想无数未举例示出的变形例。例如,设为包含有对至少一个结构要素进行变形的情况、追加的情况或省略的情况。

[0097] 标号说明

[0098] 1高压电池、2DC-DC转换器、3负载、4低压电池、5控制部、6功率转换部、6a~6d半导体开关元件、7绝缘变压器、8a、8b整流二极管、9滤波电抗器、10滤波电容器、11冷却器、12输入电压检测器、13输出电压检测器、51a、51b芯体部、51c、51d突出部、52、52' 初级绕组、53、53' 次级绕组、52a、52b、52c、53a、53b绕组层、52a'、52b'、52c'、53a'、53b' 绕组层、100功率转换装置、 T_{sw} 开关周期、 D 导通占空比、 B_m 动作磁通密度、 B_s 饱和磁通密度、 V_i 电源电压、 V_o 输出电压、 A_e 磁芯的截面积、 F_{sw} 开关频率、 N_s 次级侧的匝数、 P_{cv} 磁芯的损耗密度、 I_{tr1} 频谱、 F 频率、 R_{tr1} 初级绕组的电阻值、 W_{coil1} 初级绕组的损耗。

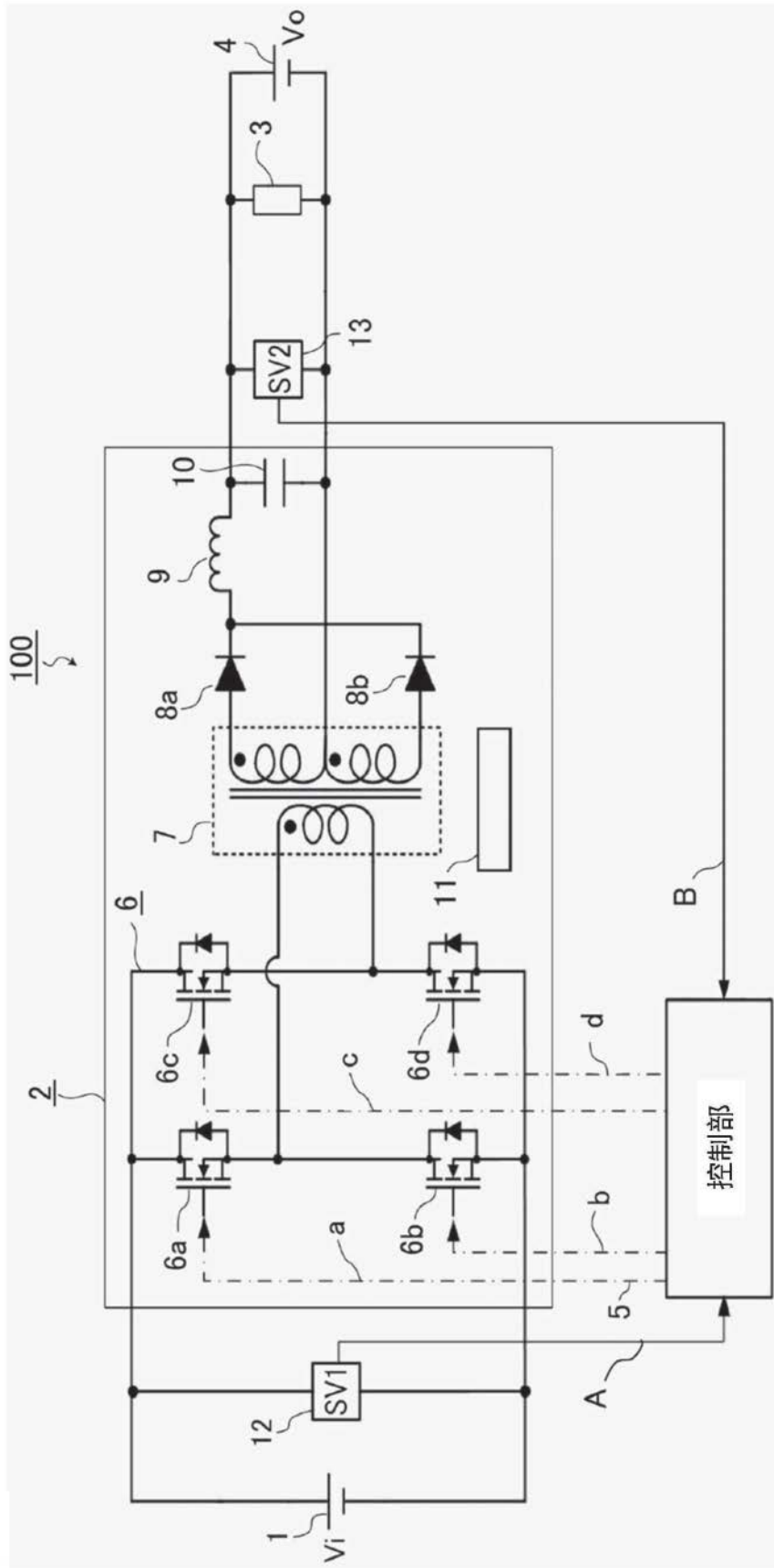


图1

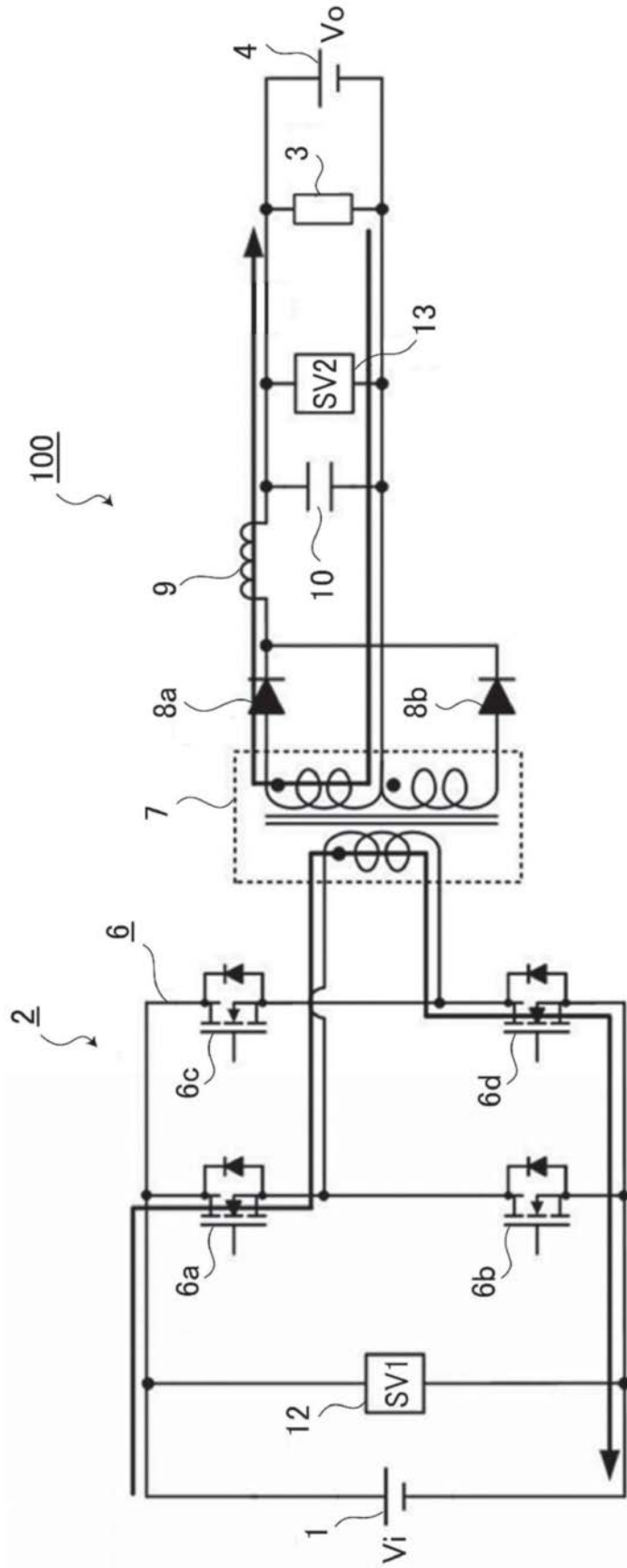


图2

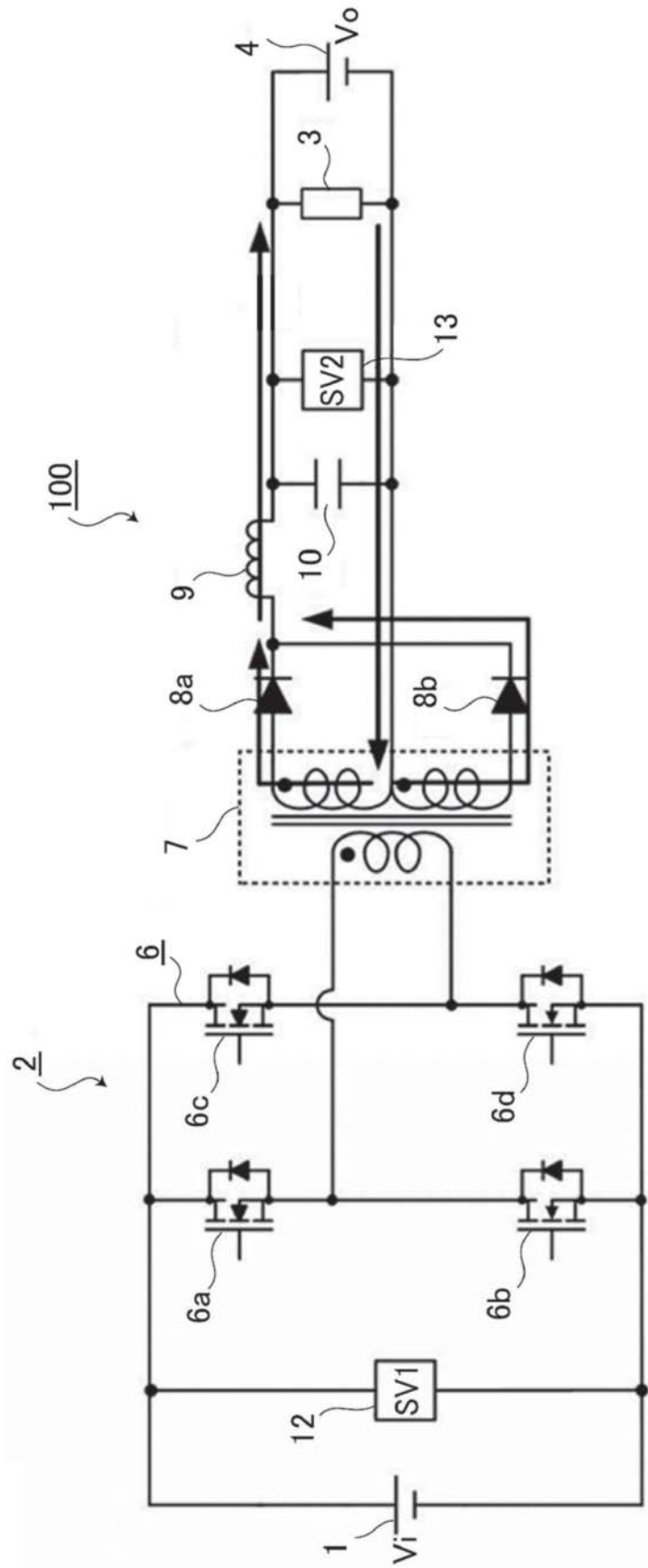


图3

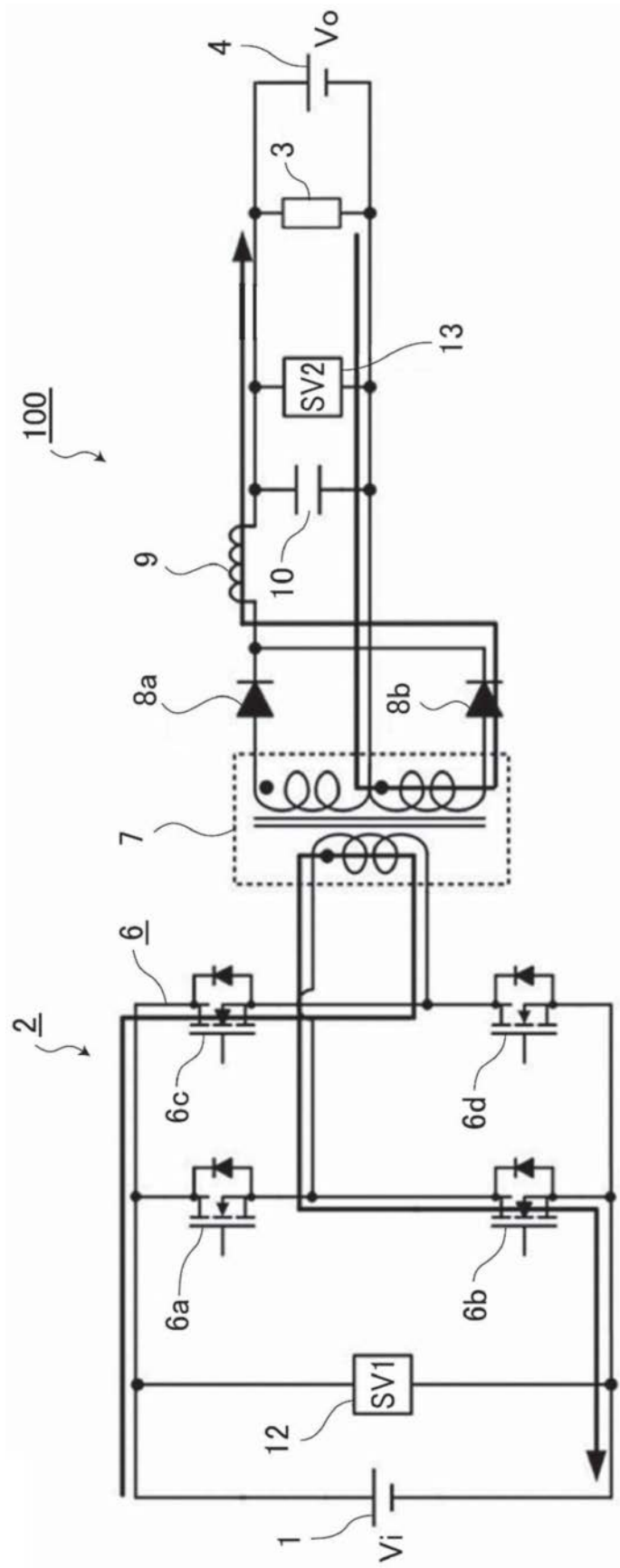


图4

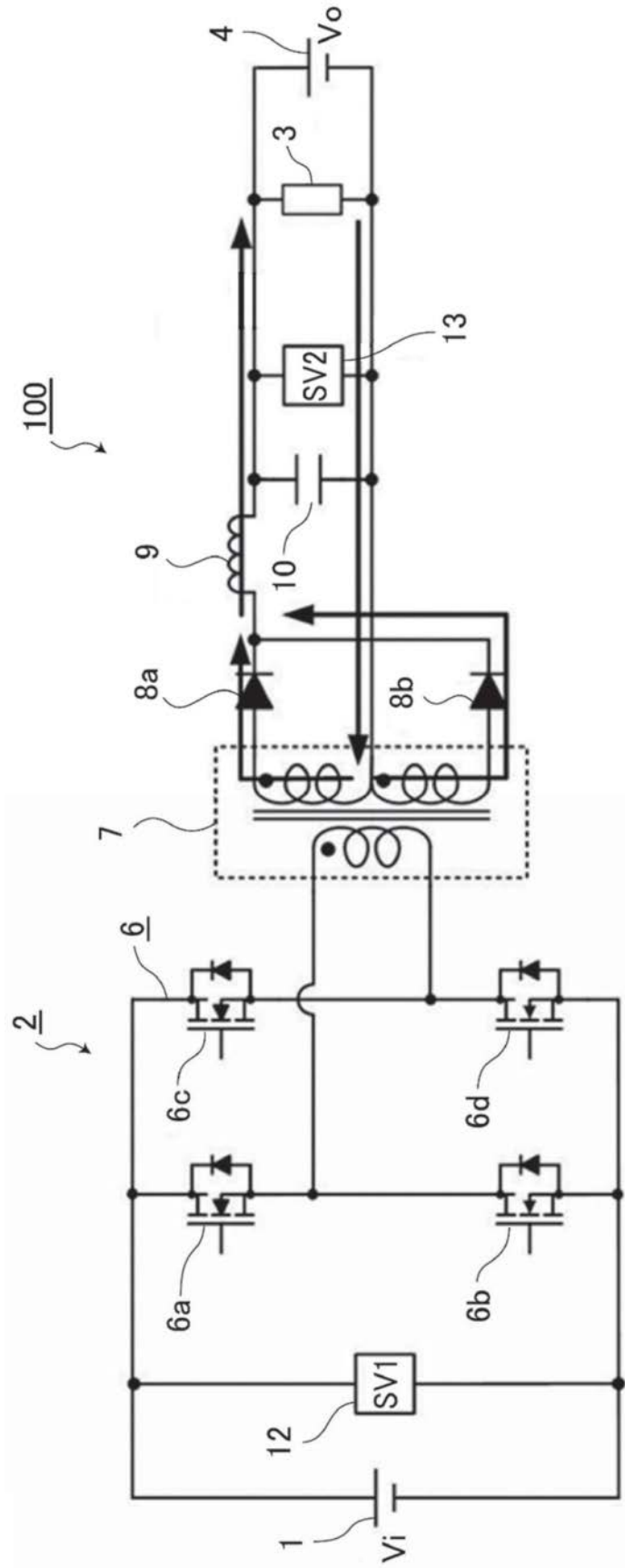


图5

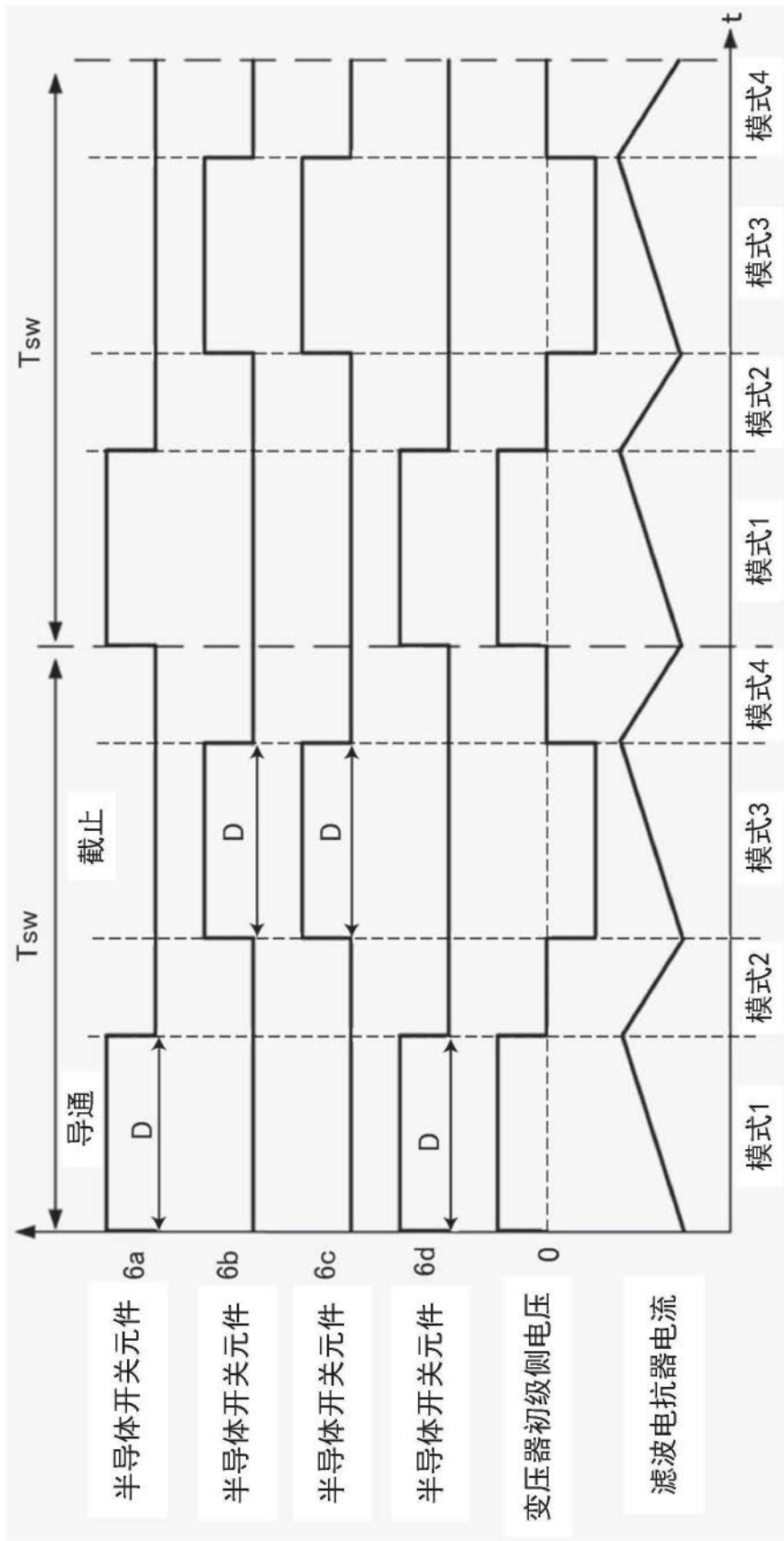


图6

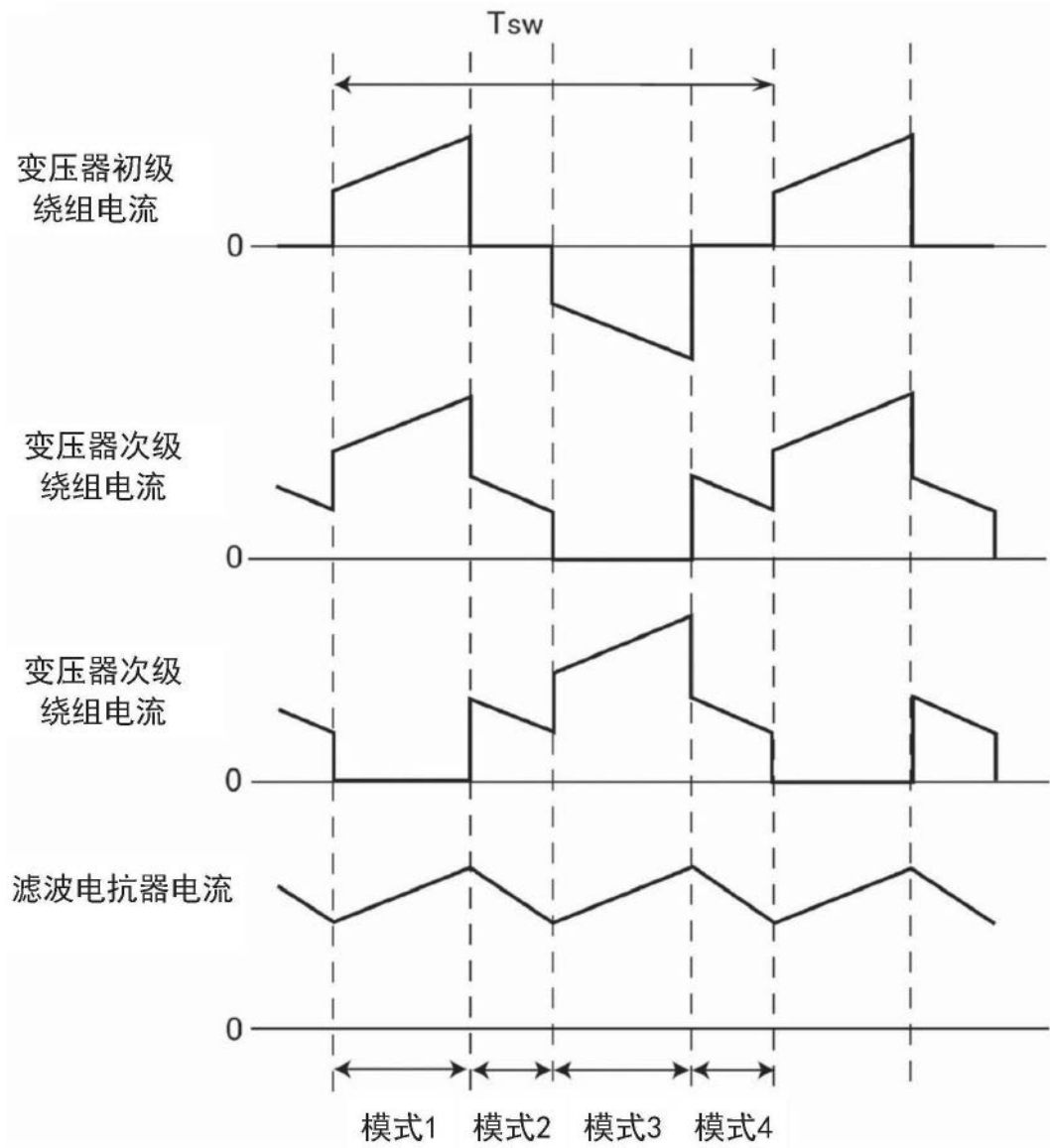


图7

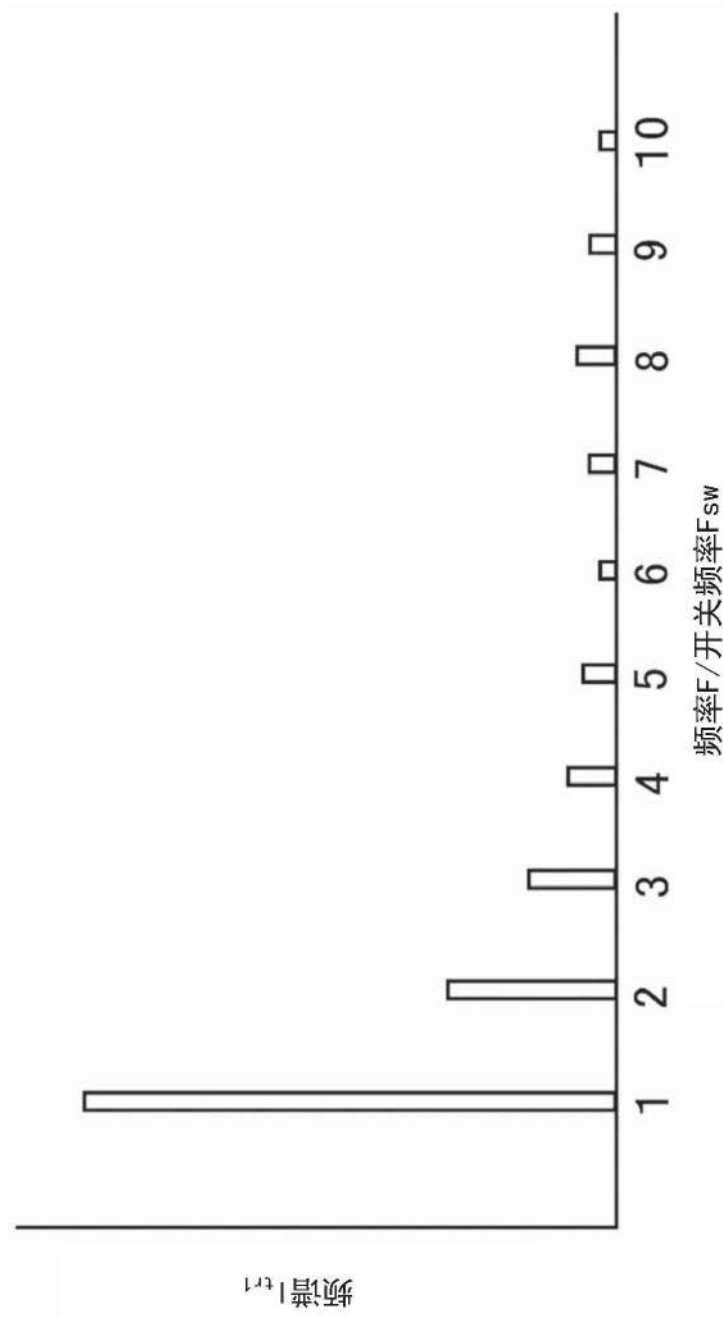


图8

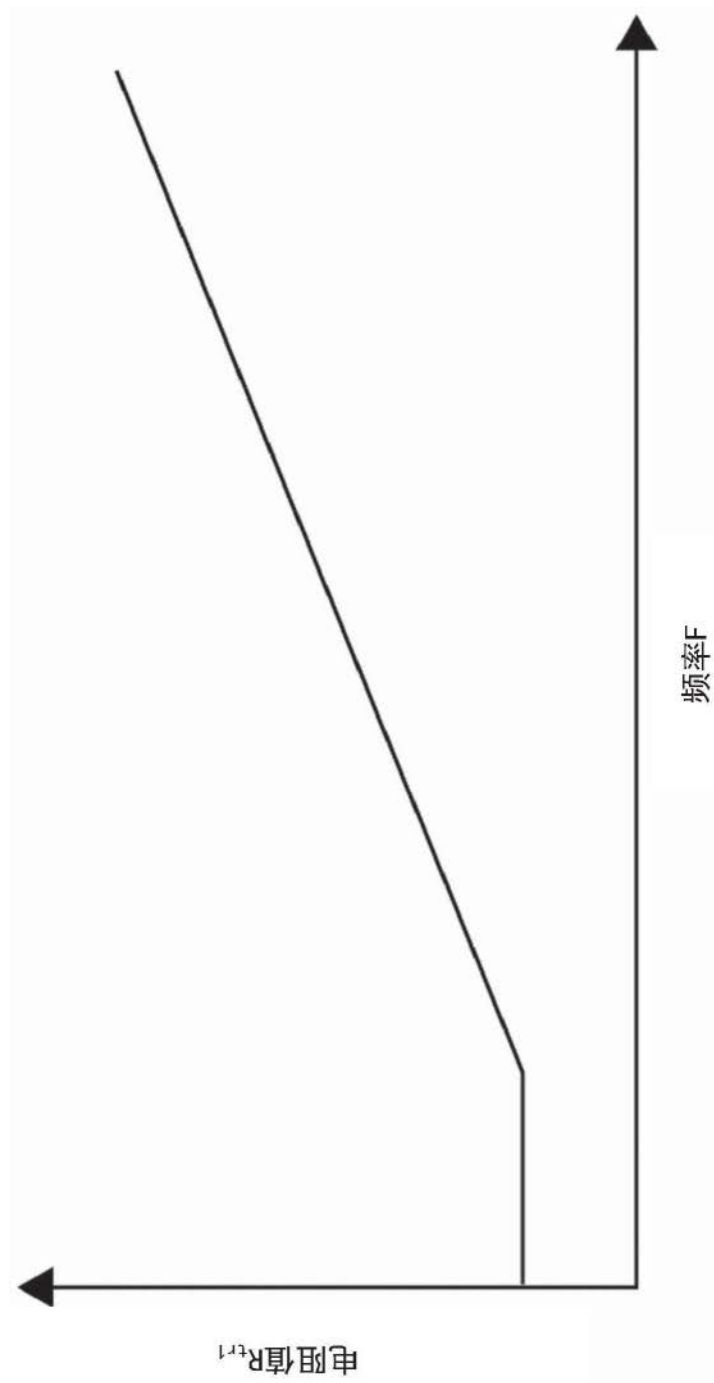


图9

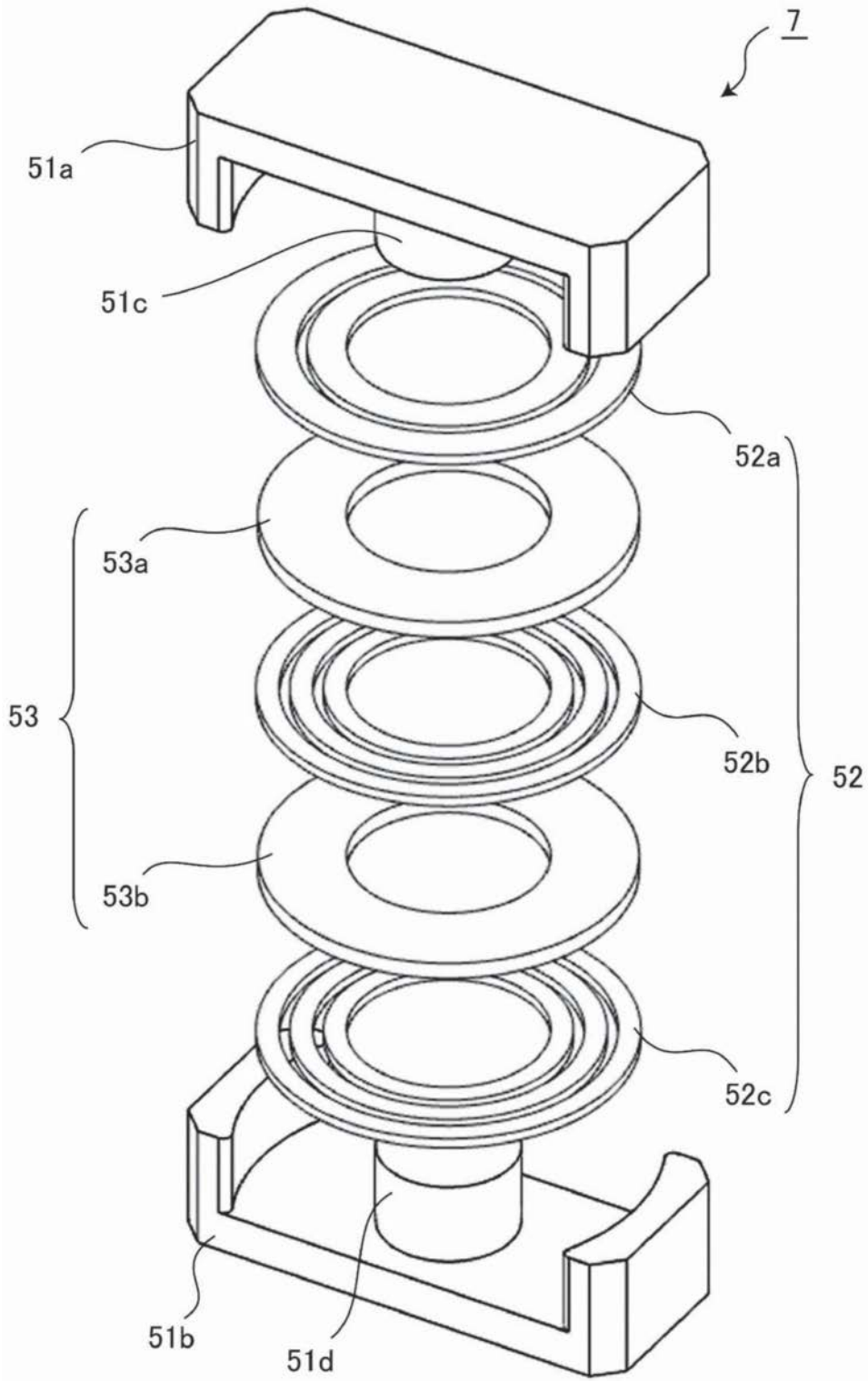


图10



图11



图12