



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102308347 A

(43) 申请公布日 2012. 01. 04

(21) 申请号 200980156414. 0

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2009. 02. 13

H01F 30/00 (2006. 01)

(85) PCT申请进入国家阶段日

2011. 08. 03

(86) PCT申请的申请数据

PCT/JP2009/052381 2009. 02. 13

(87) PCT申请的公布数据

W02010/092676 JA 2010. 08. 19

(71) 申请人 三菱电机株式会社

地址 日本东京

(72) 发明人 野田敏广 松田哲也 木内浩司

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公

司 31100

代理人 侯颖嫒

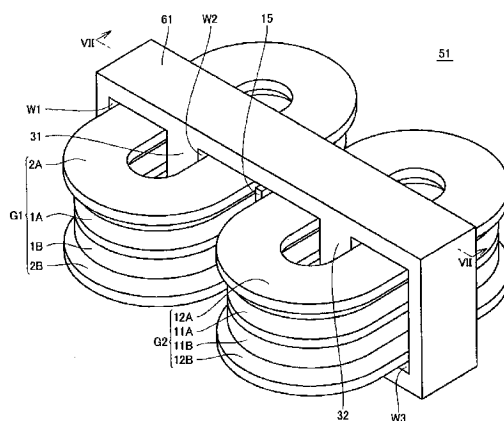
权利要求书 2 页 说明书 13 页 附图 13 页

(54) 发明名称

变压器

(57) 摘要

变压器 (51) 包括:第一铁芯 (61), 该第一铁芯 (61) 具有彼此隔开间隔排列的多个腿部 (31、32); 多个高压侧线圈 (1A、1B、11A、11B), 该多个高压侧线圈 (1A、1B、11A、11B) 分别卷绕在所述多个腿部 (31、32) 上, 并接收公共的单相交流电; 以及多个低压侧线圈 (2A、2B、12A、12B), 该多个低压侧线圈 (2A、2B、12A、12B) 与所述高压侧线圈 (1A、1B、11A、11B) 对应设置, 与对应的所述高压侧线圈 (1A、1B、11A、11B) 磁耦合, 并分别卷绕在所述多个腿部 (31、32) 上, 由所述高压侧线圈 (1A、1B、11A、11B) 及对应的所述低压侧线圈 (2A、2B、12A、12B) 构成多个线圈组 (G1、G2), 该变压器还包括设置在相邻的所述线圈组 (G1、G2) 之间的第二铁芯 (15)。



1. 一种变压器,其特征在于,包括:

第一铁芯 (61),该第一铁芯 (61) 具有彼此隔开间隔排列的多个腿部 (31、32);

多个高压侧线圈 (1A、1B、11A、11B),该多个高压侧线圈 (1A、1B、11A、11B) 分别卷绕在所述多个腿部 (31、32) 上,并接收公共的单相交流电;以及

多个低压侧线圈 (2A、2B、12A、12B),该多个低压侧线圈 (2A、2B、12A、12B) 与所述高压侧线圈 (1A、1B、11A、11B) 对应设置,与对应的所述高压侧线圈 (1A、1B、11A、11B) 磁耦合,并分别卷绕在所述多个腿部 (31、32) 上,

由所述高压侧线圈 (1A、1B、11A、11B) 及对应的所述低压侧线圈 (2A、2B、12A、12B) 构成多个线圈组 (G1、G2),

所述变压器还包括设置在相邻的所述线圈组 (G1、G2) 之间的第二铁芯 (15)。

2. 如权利要求 1 所述的变压器,其特征在于,

所述第一铁芯 (61) 及所述第二铁芯 (15) 彼此分离设置。

3. 如权利要求 1 所述的变压器,其特征在于,

将所述第一铁芯 (61) 及所述第二铁芯 (15) 一体化。

4. 如权利要求 1 所述的变压器,其特征在于,

所述铁芯具有至少三个开口部 (W1、W2、W3),

所述多个腿部 (31、32) 分别设置在所述开口部 (W1、W2、W3) 之间,

各所述线圈组 (G1、G2) 中的所述低压侧线圈 (2A、2B、12A、12B) 及所述高压侧线圈 (1A、1B、11A、11B) 通过所述腿部 (31、32) 的相邻两侧的各所述开口部 (W1、W2、W3) 而卷绕在所述腿部 (31、32) 上,并在所述腿部 (31、32) 的延伸方向上层叠。

5. 如权利要求 1 所述的变压器,其特征在于,

各所述线圈组 (G1、G2) 中的所述低压侧线圈 (2A、2B、12A、12B) 与不同的负载相耦合。

6. 如权利要求 1 所述的变压器,其特征在于,

基于与所述第二铁芯 (15) 相邻的所述线圈组 (G1、G2) 中的所述低压侧线圈 (2A、2B、12A、12B) 的匝数、流过与所述第二铁芯 (15) 相邻的所述线圈组 (G1、G2) 中的所述低压侧线圈 (2A、2B、12A、12B) 的电流、与所述第二铁芯 (15) 相邻的所述线圈组 (G1、G2) 中的所述低压侧线圈 (2A、2B、12A、12B) 及所述高压侧线圈 (1A、1B、11A、11B) 的尺寸、以及所述第二铁芯 (15) 的饱和磁通密度,来确定所述第二铁芯 (15) 在所述腿部 (31、32) 的排列方向上的长度的最小值。

7. 一种变压器,其特征在于,包括:

第一铁芯 (61),该第一铁芯 (61) 具有多个腿部 (31、32);

高压侧线圈 (1A、1B、11A、11B);以及

低压侧线圈 (2A、2B、12A、12B),

将所述低压侧线圈 (2A、2B、12A、12B) 及所述高压侧线圈 (1A、1B、11A、11B) 分割成多个线圈组 (G1、G2),

所述多个线圈组 (G1、G2) 中的所述低压侧线圈 (2A、2B、12A、12B) 及所述高压侧线圈 (1A、1B、11A、11B) 分别卷绕在所述多个腿部 (31、32) 上,

各所述线圈组 (G1、G2) 中的所述高压侧线圈 (1A、1B、11A、11B) 接收公共的单相交流电,

各所述线圈组 (G1、G2) 中的所述低压侧线圈 (2A、2B、12A、12B) 及所述高压侧线圈 (1A、1B、11A、11B) 彼此磁耦合，

所述变压器还包括设置在相邻的所述线圈组 (G1、G2) 之间的第二铁芯 (15)。

变压器

技术领域

[0001] 本发明涉及变压器,特别涉及力图降低高度的变压器。

背景技术

[0002] 一直以来,要求新干线等的铁路车辆更快且尽可能增加输送量。因此,需要使车辆主体及附属设备小型化及轻量化,但另一方面,在附属设置中质量特别大的车载变压器越来越大容量化。

[0003] 近年来,从无障碍的观点考虑,越来越要求车辆的地板较低,因此,对于装载于交流电车等车辆的地板下的车载变压器之类的地板下设备,不仅要求小型化及轻量化,为了使车辆的地板较低,迫切要求降低高度。

[0004] 例如,在日本专利特开平 9-134823(专利文献 1)中,揭示了如下那样的铁芯式车载变压器。即,在使冷却方式为强油风冷式的内铁型车载变压器中,将低压绕组卷绕于铁芯的腿部的外周,将高压绕组卷绕于低压绕组的外周,并且,在各卷绕之间形成冷却油道,从而构成内部结构。将该内部结构配置在箱体内部,以使上述冷却油道与箱体的底面平行。而且,铁芯具有两个腿部,在其各腿部上,将低压及高压的各绕组分割卷绕。即,由于将绕组一分为二,因此,各绕组的容量变成 1/2。与此同时,通过减小绕组导体的尺寸,从而使得一匝绕组的径向尺寸变小。因而,能降低整个变压器的高度,能力图小型化。

[0005] 专利文献 1:日本专利特开平 9-134823 号公报

[0006] 此处,例如,在上述那样分割卷绕的低压绕组与不同电动机相连接的结构中,若一个电动机产生故障,则电流不再流过与故障的电动机相对应的低压绕组及高压绕组。如此,在这些低压绕组及高压绕组中不再产生磁通,与未产生故障的电动机相对应的各绕组的电抗有时会下降。

[0007] 然而,在专利文献 1 记载的车载变压器中,未揭示用于解决这种问题的结构。

发明内容

[0008] 本发明是为了解决上述问题而完成的,其目的在于提供一种能降低变压器的高度并防止电抗下降的变压器。

[0009] 本发明的一个方面所涉及的变压器包括:第一铁芯,该第一铁芯具有彼此隔开间隔排列的多个腿部;多个高压侧线圈,该多个高压侧线圈分别卷绕在多个腿部上,并接收公共的单相交流电;以及多个低压侧线圈,该多个低压侧线圈与高压侧线圈对应设置,与对应的高压侧线圈磁耦合,并分别卷绕在多个腿部上,由高压侧线圈及对应的低压侧线圈构成多个线圈组,该变压器还包括设置在相邻的线圈组之间的第二铁芯。

[0010] 优选第一铁芯及第二铁芯彼此分离设置。

[0011] 优选将第一铁芯及第二铁芯一体化。

[0012] 优选铁芯具有至少三个开口部,多个腿部分别设置在开口部之间,各线圈组中的低压侧线圈及高压侧线圈通过腿部的相邻两侧的各开口部而卷绕在腿部上,并在腿部的延

伸方向上层叠。

[0013] 优选各线圈组中的低压侧线圈与不同的负载相耦合。

[0014] 优选基于与第二铁芯相邻的线圈组中的低压侧线圈的匝数、流过与第二铁芯相邻的线圈组中的低压侧线圈的电流、与第二铁芯相邻的线圈组中的低压侧线圈及高压侧线圈的尺寸、及第二铁芯的饱和磁通密度,来确定第二铁芯在腿部的排列方向上的长度的最小值。

[0015] 此外,本发明的另一方面所涉及的变压器包括:第一铁芯,该第一铁芯具有多个腿部;高压侧线圈;以及低压侧线圈,将低压侧线圈及高压侧线圈分割成多个线圈组,多个线圈组中的低压侧线圈及高压侧线圈分别卷绕在多个腿部上,各线圈组中的高压侧线圈接收公共的单相交流电,各线圈组中的低压侧线圈及高压侧线圈彼此磁耦合,该变压器还包括设置在相邻的线圈组之间的第二铁芯。

[0016] 根据本发明,能降低变压器的高度并防止电抗下降。

附图说明

[0017] 图 1 是表示本发明的实施方式 1 所涉及的交流电车的结构的电路图。

[0018] 图 2 是表示本发明的实施方式 1 所涉及的变压器的结构的立体图。

[0019] 图 3 是表示图 2 中的变压器的 III-III 剖面、及在该变压器中产生的电流和磁通的图。

[0020] 图 4(a) 是示出在变压器中产生的电流的变压器的窗部的剖视图。图 4(b) 是表示在变压器中产生于铁芯内的漏磁通的曲线图。

[0021] 图 5 是表示本发明的实施方式 1 所涉及的交流电车的结构的电路图。

[0022] 图 6 是表示本发明的实施方式 1 所涉及的变压器的结构的立体图。

[0023] 图 7 是表示图 6 中的变压器的 VII-VII 剖面、及在该变压器中产生的电流和磁通的图。

[0024] 图 8 是表示本发明的实施方式 1 所涉及的变压器中的漏磁通的图。

[0025] 图 9 是表示本发明的实施方式 1 所涉及的变压器中的单侧工作时的主磁通的图。

[0026] 图 10 是表示在假定本发明的实施方式 1 所涉及的变压器不包括副铁芯的结构中的单侧工作时的漏磁通的图。

[0027] 图 11 是表示本发明的实施方式 1 所涉及的变压器中的单侧工作时的漏磁通的图。

[0028] 图 12(a) 是示出在变压器中产生的电流的变压器的窗部的剖视图。图 12(b) 是表示在变压器中产生于铁芯内的漏磁通的曲线图。

[0029] 图 13 是表示本发明的实施方式 2 所涉及的变压器的结构的立体图。

[0030] 图 14 是表示图 13 中的变压器的 XIV-XIV 剖面、及在该变压器中产生的电流和磁通的图。

[0031] 图 15 是表示本发明的实施方式 3 所涉及的变压器的结构的图。

[0032] 图 16 是表示本发明的实施方式 4 所涉及的变压器的结构的图。

[0033] 图 17 是表示本发明的实施方式 5 所涉及的交流电车的结构的电路图。

[0034] 图 18 是表示本发明的实施方式 6 所涉及的交流电车的结构的电路图。

[0035] 标号说明

- [0036] 1、11、1A、1B、11A、11B、41A、41B 高压侧线圈
- [0037] 2、12、2A、2B、12A、12B、42A、42B 低压侧线圈
- [0038] 5A、5B、5C、5D 转换器
- [0039] 6A、6B、6C、6D 逆变器
- [0040] 15、16、17 副铁芯
- [0041] 31、32、33、34 腿部
- [0042] 50、51、53、54、55、56 变压器
- [0043] 60 铁芯
- [0044] 61、62、63 主铁芯
- [0045] 91 架空线
- [0046] 92 导电弓
- [0047] 100、101、105、106 变压装置
- [0048] 200、201、205、206 交流电车
- [0049] MA、MB、MC、MD 电动机
- [0050] W1、W2、W3、W4、W5 窗部
- [0051] G1、G2、G3、G4 线圈组

具体实施方式

[0052] 以下,利用附图,说明本发明的实施方式。另外,对图中相同或相当的部分附加相同的标号,不重复其说明。

[0053] <实施方式 1>

[0054] 首先,说明未对变压器中的各线圈进行分割的结构,之后,说明对变压器中的各线圈进行分割的结构。

[0055] 图 1 是表示本发明的实施方式 1 所涉及的交流电车的结构的电路图。

[0056] 参照图 1,交流电车 200 包括导电弓 92、变压装置 100、及电动机 MA、MB。变压装置 100 包含变压器 50、转换器 5A、5B、逆变器 6A、6B。变压器 50 包含高压侧线圈 1、11 和低压侧线圈 2、12。

[0057] 导电弓 92 与架空线 91 相连接。高压侧线圈 1 具有与导电弓 92 相连接的第一端、和与提供接地电压的接地节点相连接的第二端。高压侧线圈 11 具有与导电弓 92 相连接的第一端、和与提供接地电压的接地节点相连接的第二端。

[0058] 低压侧线圈 2 与高压侧线圈 1 磁耦合,具有与转换器 5A 的第一输入端子相连接的第一端、和与转换器 5A 的第二输入端子相连接的第二端。低压侧线圈 12 与高压侧线圈 11 磁耦合,具有与转换器 5B 的第一输入端子相连接的第一端、和与转换器 5B 的第二输入端子相连接的第二端。

[0059] 从架空线 91 提供的单相交流电压经由导电弓 92 提供给高压侧线圈 1 及 11。

[0060] 通过提供给高压侧线圈 1 及 11 的交流电压,使得分别在低压侧线圈 2 及 12 中感应出交流电压。

[0061] 转换器 5A 将在低压侧线圈 2 中感应出的交流电压转换成直流电压。转换器 5B 将在低压侧线圈 12 中感应出的交流电压转换成直流电压。

[0062] 逆变器 6A 将从转换器 5A 接收到的直流电压转换成三相交流电压,并输出到电动机 MA。逆变器 6B 将从转换器 5B 接收到的直流电压转换成三相交流电压,并输出到电动机 MB。

[0063] 基于从逆变器 6A 接收到的三相交流电压,驱动电动机 MA。基于从逆变器 6B 接收到的三相交流电压,驱动电动机 MB。

[0064] 图 2 是表示本发明的实施方式 1 所涉及的变压器的结构的立体图。

[0065] 参照图 2,变压器 50 例如是外铁型 (Shell-Type) 的变压器。变压器 50 还包含铁芯 60。铁芯 60 具有彼此相对的第一侧面及第二侧面、和从第一侧面贯通至第二侧面的窗部 W1 及 W2。

[0066] 高压侧线圈 1、11 以及低压侧线圈 2、12 卷绕成通过窗部 W1 及 W2。

[0067] 高压侧线圈 1、11 以及低压侧线圈 2、12 各自包含例如层叠而成的圆盘状的多个圆盘绕组。相邻层的圆盘绕组电连接。高压侧线圈 1、11 以及低压侧线圈 2、12 中的各圆盘绕组由卷绕成大致椭圆状的矩形状导电路径所形成。

[0068] 高压侧线圈 1 设置在低压侧线圈 2 和低压侧线圈 12 之间的、与低压侧线圈 2 相对的位置,并与低压侧线圈 2 磁耦合。

[0069] 高压侧线圈 11 与高压侧线圈 1 并联连接,且设置在低压侧线圈 2 和低压侧线圈 12 之间的、与低压侧线圈 12 相对的位置,并与低压侧线圈 12 磁耦合。

[0070] 图 3 是表示图 2 中的变压器的 III-III 剖面、及在该变压器中产生的电流和磁通的图。

[0071] 首先,从架空线 91 向导电弓 92 提供交流电压。从架空线 91 提供的交流电压经由导电弓 92 施加到高压侧线圈 1 及 11。如此,在高压侧线圈 1 及 11 中分别流过交流电流 I_H 。

[0072] 通过交流电流 I_H ,使得在铁芯 60 内产生主磁通 F_H 。如此,通过主磁通 F_H ,使得在低压侧线圈 2 中产生对应于低压侧线圈 2 的匝数与高压侧线圈 1 的匝数之比的交流电流 I_L 及交流电压。此外,通过主磁通 F_H ,使得在低压侧线圈 12 中产生对应于低压侧线圈 12 的匝数与高压侧线圈 11 的匝数之比的交流电流 I_L 及交流电压。

[0073] 此处,由于低压侧线圈 2 及 12 的匝数分别小于高压侧线圈 1 及 11 的匝数,因此,在低压侧线圈 2 及 12 中分别感应出将施加到高压侧线圈 1 及 11 的交流电压降压后的交流电压。

[0074] 在低压侧线圈 2 中感应出的交流电压被提供给转换器 5A。此外,在低压侧线圈 12 中感应出的交流电压被提供给转换器 5B。

[0075] 图 4(a) 是示出在变压器中产生的电流的变压器的窗部的剖视图。图 4(b) 是表示在变压器中产生于铁芯内的漏磁通的曲线图。在图 4(b) 中,纵轴表示漏磁通 F 的大小。

[0076] 变压器 50 包含不同的高压侧线圈 1 及 11。而且,在变压器 50 中,低压侧线圈 2 及 12 配置在高压侧线圈 1 及 11 的两侧。利用这种结构,能使低压侧线圈 2 及 12 处于在磁性上弱耦合的状态。

[0077] 即,如图 4(b) 所示,由于在低压侧线圈 2 及 12 中分别产生的漏磁通彼此没有重叠,因此,能减少低压侧线圈 2 及 12 的磁干扰,从而能稳定变压器 50 的输出。

[0078] 然而,在变压器 50 中,若线圈的功率容量及匝数增加,则堆叠的圆盘绕组的数量增加,因此变压器的高度即变压器在圆盘绕组的层叠方向上的尺寸变大。此外,为了降低变

压器的高度,虽然也可以考虑使线圈的导电路径变细,但线圈中的功耗会增大。

[0079] 因而,在下面说明的变压器 51 中,通过对线圈进行分割,从而来解决上述问题。另外,除下面说明的内容以外,变压器 51 的结构及动作与变压器 50 相同。

[0080] 图 5 是表示本发明的实施方式 1 所涉及的交流电车的结构的电路图。

[0081] 参照图 5,交流电车 201 包括导电弓 92、变压装置 101、及电动机 MA、MB。变压装置 101 包含变压器 51、转换器 5A、5B、逆变器 6A、6B。变压器 51 包含线圈组 G1、G2。线圈组 G1 包含高压侧线圈 1A、1B 和低压侧线圈 2A、2B。线圈组 G2 包含高压侧线圈 11A、11B 和低压侧线圈 12A、12B。

[0082] 在变压器 51 中,将变压器 50 中的各线圈分割成线圈组 G1、G2。即,高压侧线圈 1A、1B 是对高压侧线圈 1 进行分割后得到的,低压侧线圈 2A、2B 是对低压侧线圈 2 进行分割后得到的,高压侧线圈 11A、11B 是对高压侧线圈 11 进行分割后得到的,低压侧线圈 12A、12B 是对低压侧线圈 12 进行分割后得到的。

[0083] 导电弓 92 与架空线 91 相连接。高压侧线圈 1A 具有与导电弓 92 相连接的第一端、和第二端。高压侧线圈 1B 具有与高压侧线圈 1A 的第二端相连接的第一端、和与提供接地电压的接地节点相连接的第二端。高压侧线圈 11A 具有与导电弓 92 相连接的第一端、和第二端。高压侧线圈 11B 具有与高压侧线圈 11A 的第二端相连接的第一端、和与提供接地电压的接地节点相连接的第二端。

[0084] 低压侧线圈与高压侧线圈对应设置,并与对应的高压侧线圈磁耦合。即,低压侧线圈 2A 与高压侧线圈 1A 磁耦合,具有与转换器 5A 的第一输入端子相连接的第一端、和第二端。低压侧线圈 2B 与高压侧线圈 1B 磁耦合,具有与低压侧线圈 2A 的第二端相连接的第一端、和与转换器 5A 的第二输入端子相连接的第二端。低压侧线圈 12A 与高压侧线圈 11A 磁耦合,具有与转换器 5B 的第一输入端子相连接的第一端、和第二端。低压侧线圈 12B 与高压侧线圈 11B 磁耦合,具有与低压侧线圈 12A 的第二端相连接的第一端、和与转换器 5B 的第二输入端子相连接的第二端。

[0085] 从架空线 91 提供的单相交流电压经由导电弓 92 提供给高压侧线圈 1A、1B、11A、11B。

[0086] 通过提供给高压侧线圈 1A 及 11A 的交流电压,使得分别在低压侧线圈 2A 及 12A 中感应出交流电压。通过提供给高压侧线圈 1B 及 11B 的交流电压,使得分别在低压侧线圈 2B 及 12B 中感应出交流电压。

[0087] 转换器 5A 将在低压侧线圈 2A 及 2B 中感应出的交流电压转换成直流电压。转换器 5B 将在低压侧线圈 12A 及 12B 中感应出的交流电压转换成直流电压。

[0088] 逆变器 6A 将从转换器 5A 接收到的直流电压转换成三相交流电压,并输出到电动机 MA。逆变器 6B 将从转换器 5B 接收到的直流电压转换成三相交流电压,并输出到电动机 MB。

[0089] 基于从逆变器 6A 接收到的三相交流电压,驱动电动机 MA。基于从逆变器 6B 接收到的三相交流电压,驱动电动机 MB。

[0090] 图 6 是表示本发明的实施方式 1 所涉及的变压器的结构的立体图。

[0091] 参照图 6,变压器 51 例如是外铁型 (Shell-Type) 的变压器。变压器 51 还包含主铁芯 61 和副铁芯 15。主铁芯 61 具有彼此相对的第一侧面及第二侧面、和从第一侧面贯通

至第二侧面的窗部 W1 ~ W3。此外,主铁芯 61 具有彼此隔开间隔而排列的腿部 31、32。腿部 31 设置在窗部 W1 与 W2 之间。腿部 32 设置在窗部 W2 与 W3 之间。

[0092] 高压侧线圈 1A、1B、11A、11B 以及低压侧线圈 2A、2B、12A、12B 各自包含例如层叠而成的圆盘状的多个圆盘绕组。相邻层的圆盘绕组电连接。高压侧线圈 1A、1B、11A、11B 以及低压侧线圈 2A、2B、12A、12B 中的各圆盘绕组由卷绕成大致椭圆状的矩形状导电路径所形成。

[0093] 高压侧线圈 1A 设置在低压侧线圈 2A 和低压侧线圈 2B 之间的、与低压侧线圈 2A 相对的位置,并与低压侧线圈 2A 磁耦合。

[0094] 高压侧线圈 1B 与高压侧线圈 1A 并联连接,且设置在低压侧线圈 2A 和低压侧线圈 2B 之间的、与低压侧线圈 2B 相对的位置,并与低压侧线圈 2B 磁耦合。

[0095] 高压侧线圈 11A 设置在低压侧线圈 12A 和低压侧线圈 12B 之间的、与低压侧线圈 12A 相对的位置,并与低压侧线圈 12A 磁耦合。

[0096] 高压侧线圈 11B 与高压侧线圈 11A 并联连接,且设置在低压侧线圈 12A 和低压侧线圈 12B 之间的、与低压侧线圈 12B 相对的位置,并与低压侧线圈 12B 磁耦合。

[0097] 各线圈组中的高压侧线圈及低压侧线圈通过腿部相邻两侧的各窗部而卷绕在该腿部上,并在该腿部的延伸方向上层叠。即,高压侧线圈 1A 和 1B、以及低压侧线圈 2A 和 2B 通过窗部 W1、W2 而卷绕成被窗部 W1、W2 之间的腿部 31 贯通,并在腿部 31 的贯通方向上层叠。高压侧线圈 11A 和 11B、以及低压侧线圈 12A 和 12B 通过窗部 W2、W3 而卷绕成被窗部 W2、W3 之间的腿部 32 贯通,并在腿部 32 的贯通方向上层叠。

[0098] 副铁芯 15 设置在线圈组 G1 与 G2 之间。主铁芯 61 及副铁芯 15 彼此分离设置。

[0099] 这样,通过使副铁芯 15 成为独立的结构体,并在主铁芯 61 与副铁芯 15 之间设置间隙,从而可容易地制造副铁芯 15。此外,能使副铁芯 15 减轻间隙部分的重量。

[0100] 图 7 是表示图 6 中的变压器的 VII-VII 剖面、及在该变压器中产生的电流和磁通的图。

[0101] 首先,从架空线 91 向导电弓 92 提供单相交流电压。从架空线 91 提供的交流电压经由导电弓 92 施加到高压侧线圈 1A、1B、11A、11B。即,各线圈组中的高压侧线圈接收公共的单相交流电。如此,交流电流 I_H 流过高压侧线圈 1A、1B、11A、11B。

[0102] 通过流过高压侧线圈 1A、1B 的交流电流 I_H ,使得在主铁芯 61 内产生主磁通 FH_1 。如此,通过主磁通 FH_1 ,使得在低压侧线圈 2A 中产生对应于低压侧线圈 2A 的匝数与高压侧线圈 1A 的匝数之比的交流电流 I_{L1} 及交流电压。此外,通过主磁通 FH_1 ,使得在低压侧线圈 2B 中产生对应于低压侧线圈 2B 的匝数与高压侧线圈 1B 的匝数之比的交流电流 I_{L1} 及交流电压。

[0103] 此处,由于低压侧线圈 2A 及 2B 的匝数分别小于高压侧线圈 1A 及 1B 的匝数,因此,在低压侧线圈 2A 及 2B 中分别感应出将施加到高压侧线圈 1A 及 1B 的交流电压降压后的交流电压。

[0104] 同样地,通过流过高压侧线圈 11A、11B 的交流电流 I_H ,使得产生主磁通 FH_{11} 。如此,通过主磁通 FH_{11} ,使得在低压侧线圈 12A 中产生对应于低压侧线圈 12A 的匝数与高压侧线圈 11A 的匝数之比的交流电流 I_{L11} 及交流电压。此外,通过主磁通 FH_{11} ,使得在低压侧线圈 12B 中产生对应于低压侧线圈 12B 的匝数与高压侧线圈 11B 的匝数之比的交流电流

IL11 及交流电压。

[0105] 此处,由于低压侧线圈 12A 及 12B 的匝数分别小于高压侧线圈 11A 及 11B 的匝数,因此,在低压侧线圈 12A 及 12B 中分别感应出将施加到高压侧线圈 11A 及 11B 的交流电压降压后的交流电压。

[0106] 在低压侧线圈 2A 及 2B 中感应出的交流电压提供给转换器 5A。此外,在低压侧线圈 12A 及 12B 中感应出的交流电压提供给转换器 5B。

[0107] 转换器 5A 将从低压侧线圈 2A 及 2B 提供的交流电压转换成直流电压,并输出到逆变器 6A。此外,转换器 5B 将从低压侧线圈 12A 及 12B 提供的交流电压转换成直流电压,并输出到逆变器 6B。

[0108] 逆变器 6A 将从转换器 5A 接收到的直流电压转换成三相交流电压,并输出到电动机 MA。此外,逆变器 6B 将从转换器 5B 接收到的直流电压转换成三相交流电压,并输出到电动机 MB。

[0109] 基于从逆变器 6A 接收到的三相交流电压,使电动机 MA 旋转。此外,基于从逆变器 6B 接收到的三相交流电压,使电动机 MB 旋转。

[0110] 这样,在变压器 51 中,将低压侧线圈及高压侧线圈分割成多个线圈组,并对每一线圈组设置腿部。而且,将多个线圈组中的低压侧线圈及高压侧线圈分别卷绕在多个腿部上。利用这种结构,能降低变压器的高度即变压器在腿部的延伸方向上的长度。此外,无需增大线圈的导体线路的截面积,能防止线圈中的功耗增大。

[0111] 即,在变压器 51 中,由于将变压器 50 中的低压侧线圈 2、12 及高压侧线圈 1、11 分割成两个线圈组,因此,各线圈组的功率容量变成 $1/2$ 。此处,由于供给电压是固定的,功率容量=电压 $\times$ 电流,因此,若各线圈组的功率容量变成 $1/2$,则流过各线圈的电流变成 $1/2$ 。由此,由于能减少在各线圈中堆叠的圆盘绕组的数量,因此,能降低变压器的高度。或者,通过减小高压侧线圈 1A、1B、11A、11B 以及低压侧线圈 2A、2B、12A、12B 的导体线路的截面积,来代替减少圆盘绕组的数量,从而各线圈组的高度下降,能降低整个变压器的高度。

[0112] 接下来,说明变压器中的电抗下降的问题及其解决方法。图 8 是表示本发明的实施方式 1 所涉及的变压器中的漏磁通的图。

[0113] 参照图 8,在变压器 51 中,除了因流过高压侧线圈的交流电流 I_H 而产生的主磁通 F_{H1} 及 F_{H11} 之外,还产生不流过主铁芯 61 的漏磁通 F_{KH1} 及 F_{KH11} 。此外,由于流过低压侧线圈的交流电流 I_{L1} 及 I_{L11} ,使得产生不流过主铁芯 61 的漏磁通 F_{KL1} 及 F_{KL11} 。

[0114] 图 9 是表示本发明的实施方式 1 所涉及的变压器中的单侧工作时的主磁通的图。

[0115] 在变压器 51 中,例如,即使在电动机 MB 产生故障的情况下,也能利用线圈组 G1 来使电动机 MA 单独工作。在这种单侧工作时,由于高压侧线圈 11A、11B 以及低压侧线圈 12A、12B 不起作用,即电流不流过高压侧线圈 11A、11B 以及低压侧线圈 12A、12B,因此,不产生主磁通 F_{H11} 。

[0116] 图 10 是表示在假定本发明的实施方式 1 所涉及的变压器不包括副铁芯的结构中的单侧工作时的漏磁通的图。

[0117] 参照图 10,例如,若电动机 MB 产生故障、电流不再流过高压侧线圈 11A、11B 以及低压侧线圈 12A、12B,则不再产生漏磁通 F_{KH11} 及 F_{KL11} 。

[0118] 此处,由于图 10 所示的变压器不包括副铁芯 15,因此,漏磁通 F_{KH1} 及 F_{KL1} 在窗

部 W2 内扩展,磁路长度变长。因此,与图 8 所示的状态相比,由于窗部 W2 中的磁通势变成 $1/2$,即窗部 W2 中的漏磁通的大小变成 $1/2$,因此,低压侧线圈 2A、2B 以及高压侧线圈 1A、1B 的电抗下降。

[0119] 此处,根据安培定律,磁场的强度与磁路长度成反比。磁场变弱是指磁通密度变小、线圈的自感变小。此外,电抗受到漏磁场所引起的漏电感的影响较大。因而,由于磁路长度变长,从而磁场变弱,线圈的自感下降。如此,漏电感下降,从而电抗下降。

[0120] 另外,在图 8 所示的正常工作时,将漏磁通 FKH1 及 FKH11 合成,并将漏磁通 FKL1 及 FKL11 合成,窗部 W2 中的磁通势成为图 10 所示的状态的两倍。因此,即使漏磁通 FKH1 和 FKH11、以及漏磁通 FKL1 和 FKL11 的磁路长度是与图 10 所示的状态相同的长度,高压侧线圈 1A、1B、11A、11B 以及低压侧线圈 2A、2B、12A、12B 的电抗也不会下降。

[0121] 图 11 是表示本发明的实施方式 1 所涉及的变压器中的单侧工作时的漏磁通的图。

[0122] 参照图 11,例如,若电动机 MB 产生故障、电流不再流过高压侧线圈 11A、11B 以及低压侧线圈 12A、12B,则不再产生漏磁通 FKH11 及 FKL11。

[0123] 因此,窗部 W2 中的磁通势成为图 8 所示的状态的 $1/2$ 。然而,在变压器 51 中,漏磁通 FKH1 及 FKL1 流过副铁芯 15。由此,由于漏磁通 FKH1 及 FKL1 不在窗部 W2 内扩展,因此,能使漏磁通 FKH1 及 FKL1 的磁路长度成为图 10 所示的状态的 $1/2$ 。因而,低压侧线圈 2A、2B 及高压侧线圈 1A、1B 的电抗与图 8 所示的状态相同。因而,在变压器 51 中,即使在单侧工作时,也能防止低压侧线圈 2A、2B 及高压侧线圈 1A、1B 的电抗下降,能得到稳定的电抗。

[0124] 此处,在三相变压器中,例如,为了使主磁通通过,在各相的线圈之间设置有铁芯(相间铁芯)。与此不同的是,本发明的实施方式 1 所涉及的变压器是单相变压器。在单相变压器中,通常无需三相变压器那样的相间铁芯。然而,在本发明的实施方式 1 所涉及的变压器中,除主铁芯之外还设置副铁芯,从而例如在一个电动机产生故障而仅使另一个电动机进行工作的情况下,防止磁路长度变长,从而防止电抗下降。

[0125] 接下来,说明本发明的实施方式 1 所涉及的变压器中的副铁芯的宽度的计算方法。

[0126] 若副铁芯 15 的宽度过小,则会发生磁饱和,从而不再起到作为铁芯的作用。另一方面,若副铁芯 15 的宽度过大,则变压器变得大型化。因此,优选将副铁芯 15 的宽度设定为在漏磁通中不发生饱和的最小值。

[0127] 在本发明的实施方式 1 所涉及的变压器中,基于与副铁芯 15 相邻的线圈组中的低压侧线圈的匝数、流过与副铁芯 15 相邻的线圈组中的低压侧线圈的电流、与副铁芯 15 相邻的线圈组中的低压侧线圈及高压侧线圈的尺寸、及副铁芯 15 的饱和磁通密度,来确定副铁芯 15 的宽度、即副铁芯 15 在腿部的排列方向上的长度的最小值。

[0128] 图 12(a) 是示出在变压器中产生的电流的变压器的窗部的剖视图。图 12(b) 是表示在变压器中产生于铁芯内的漏磁通的曲线图。在图 12(b) 中,纵轴表示漏磁通密度 FK。

[0129] 参照图 12(a) 及图 12(b),副铁芯的宽度的计算例如下所示。

[0130] 首先,设低压侧线圈 2A、12A 的匝数 M 为 150,流过低压侧线圈 2A、12A 的电流 I 为 500A(安培),窗部 W1 的宽度 W 为 0.3m,低压侧线圈 2A、12A 的高度 HL 为 50mm,低压侧线圈 2A 与高压侧线圈 1A 之间的距离、以及低压侧线圈 12A 与高压侧线圈 11A 之间的距离 D 为 15mm,高压侧线圈 1A、11A 的高度 HH 为 100mm。

[0131] 另外,线圈的匝数与流过线圈的电流具有成反比的关系。在低压侧线圈的匝数及电流是上述那样的数值的情况下,例如,高压侧线圈 1A、11A 的匝数 M 为 500,流过高压侧线圈 1A、11A 的电流 I 为 150A(安培)。因此,若将低压侧线圈的匝数及电流值用于下面的式 (1),则也可得到高压侧线圈 1A、11A 的磁通密度。

[0132] 若设真空的磁导率为 μ ,则单侧工作时即仅使电动机 MA、MB 一方进行工作时的漏磁通密度 BDL 由以下的式 (1) 来表示。

$$[0133] \quad BDL = \mu \times \sqrt{2} \times M \times I / W \cdots (1)$$

$$[0134] \quad \mu = 4 \times \pi \times 10^{-7},$$

[0135] 若将上述各数值代入式 (1),则

$$[0136] \quad BDL = 4 \times \pi \times 10^{-7} \times \sqrt{2} \times 150 \times 500 / 0.3 = 0.444 \text{ (T)}。$$

[0137] 进入到副铁芯的磁通 BS 是由低压侧线圈 2A 及高压侧线圈 1A 所产生的磁通,相当于图 12(b) 的曲线图的左侧的梯形的面积。另外,进入到副铁芯的磁通变得最强是在由低压侧线圈 2A 及高压侧线圈 1A 产生的磁通在副铁芯中被合成的部位。进入到副铁芯的磁通 BS 由下式来表示。

$$[0138] \quad BS = 0.444 \times (15 + (50 + 15 + 100)) / 2 = 39.96 \text{ (T} \cdot \text{mm)}。$$

[0139] 而且,若设副铁芯的饱和磁通密度(在对磁性体施加外部磁场时,磁化几乎不再增加,此时的磁性体的磁通密度)为 BSD,则副铁芯的宽度的最小值 WS 由下式来表示。

$$[0140] \quad WS = BS / BSD$$

[0141] 此处,若设 $BSD = 1.5 \text{ (T)}$,则副铁芯的宽度 WS 成为

$$[0142] \quad WS = 39.96 / 1.5 = 26.64 \text{ (mm)}。$$

[0143] 即,通过将副铁芯的宽度设定为 26.64(mm) 以上的尽可能小的值,从而能防止单侧工作时的线圈的电抗下降,且可力图使变压器小型化。

[0144] 另外,饱和磁通密度是由副铁芯的材质决定的值。作为上式的 BSD,例如设定对饱和磁通密度具有一定程度余裕的较小值。

[0145] 如上所述,在本发明的实施方式所涉及的变压器中,包括:主铁芯 61,该主铁芯 61 具有彼此隔开间隔排列的多个腿部;高压侧线圈 1A、1B、11A、11B,该高压侧线圈 1A、1B、11A、11B 分别卷绕在多个腿部上,并接收公共的单相交流电;以及多个低压侧线圈 2A、12A、2B、12B,该多个低压侧线圈 2A、12A、2B、12B 与高压侧线圈对应设置,与对应的高压侧线圈磁耦合,并分别卷绕在多个腿部上,由高压侧线圈及对应的低压侧线圈构成线圈组 G1、G2。而且,还包括设置在相邻的多个线圈组之间的副铁芯 15。利用这种结构,能降低变压器的高度,且能防止因漏磁通的磁路长度变长而导致的电抗下降。

[0146] 接下来,利用附图说明本发明的其他实施方式。另外,对图中相同或相当的部分附加相同的标号,不重复其说明。

[0147] <实施方式 2>

[0148] 本实施方式涉及与实施方式 1 所涉及的变压器相比、对副铁芯的结构进行了变更的变压器。除了下面说明的内容以外,都与实施方式 1 所涉及的变压器相同。

[0149] 图 13 是表示本发明的实施方式 2 所涉及的变压器的结构的立体图。图 14 是表示图 13 中的变压器的 XIV-XIV 剖面、及在该变压器中产生的电流和磁通的图。

[0150] 参照图 13 及图 14,与本发明的实施方式 1 所涉及的变压器相比,变压器 52 包括副

铁芯 14, 以替代副铁芯 15。副铁芯 14 设置在线圈组 G1 与 G2 之间, 具有与主铁芯 61 相连接的两端部。即, 副铁芯 14 与主铁芯 61 一体化。

[0151] 这样, 通过将主铁芯与副铁芯一体化, 从而消除了主铁芯与副铁芯之间的间隙。由此, 能进一步防止单侧工作时的漏磁通的磁路长度变长, 从而能进一步防止电抗下降。

[0152] 另外, 虽然副铁芯 14 采用具有与主铁芯 61 相连接的两端部的结构, 但并不限于此, 也可以是副铁芯的一端与主铁芯相连接、另一端开放的结构。

[0153] 由于其他结构及动作都与实施方式 1 所涉及的变压器相同, 因此, 此处不再重复详细的说明。

[0154] 接下来, 利用附图说明本发明的其他实施方式。另外, 对图中相同或相当的部分附加相同的标号, 不重复其说明。

[0155] <实施方式 3>

[0156] 本实施方式涉及与实施方式 1 所涉及的变压器相比、增加了线圈的分割数的变压器。除了下面说明的内容以外, 都与实施方式 1 所涉及的变压器相同。

[0157] 图 15 是表示本发明的实施方式 3 所涉及的变压器的结构的图。

[0158] 参照图 15, 变压器 53 包含线圈组 G1、G2、G3。线圈组 G1 包含高压侧线圈 1A、1B 和低压侧线圈 2A、2B。线圈组 G2 包含高压侧线圈 11A、11B 和低压侧线圈 12A、12B。线圈组 G3 包含高压侧线圈 41A、41B 和低压侧线圈 42A、42B。

[0159] 变压器 53 例如是外铁型 (Shell-Type) 的变压器。变压器 53 还包含主铁芯 62 和副铁芯 15、16。主铁芯 62 具有彼此相对的第一侧面及第二侧面、和从第一侧面贯通至第二侧面的窗部 W1 ~ W4。此外, 主铁芯 62 具有腿部 31、32、33。腿部 31 设置在窗部 W1 与 W2 之间。腿部 32 设置在窗部 W2 与 W3 之间。腿部 33 设置在窗部 W3 与 W4 之间。

[0160] 高压侧线圈 41A、41B 以及低压侧线圈 42A、42B 各自包含例如层叠而成的圆盘状的多个圆盘绕组。相邻层的圆盘绕组电连接。高压侧线圈 41A、41B 以及低压侧线圈 42A、42B 中的各圆盘绕组由卷绕成大致椭圆状的矩形状导电路所形成。

[0161] 高压侧线圈 41A 设置在低压侧线圈 42A 和低压侧线圈 42B 之间的、与低压侧线圈 42A 相对的位置, 并与低压侧线圈 42A 磁耦合。

[0162] 高压侧线圈 41B 与高压侧线圈 41A 并联连接, 设置在低压侧线圈 42A 和低压侧线圈 42B 之间的、与低压侧线圈 42B 相对的位置, 并与低压侧线圈 42B 磁耦合。

[0163] 高压侧线圈 41A 和 41B、以及低压侧线圈 42A 和 42B 通过窗部 W3、W4 而卷绕成被窗部 W3、W4 之间的腿部 33 贯通, 并在腿部 33 的贯通方向上层叠。

[0164] 副铁芯 15 及 16 设置在相邻的多个线圈组之间。即, 副铁芯 15 设置在线圈组 G1 与 G2 之间。副铁芯 16 设置在线圈组 G2 与 G3 之间。

[0165] 这样, 在本发明的实施方式 3 所涉及的变压器中, 由于将低压侧线圈及高压侧线圈分割成三个线圈组, 因此, 各线圈组的功率容量变成 $1/3$ 。此处, 由于功率容量 = 电压 $\times$ 电流, 供给电压是固定的, 因此, 流过各线圈的电流变成 $1/3$ 。由此, 与本发明的实施方式 1 所涉及的变压器相比, 能进一步降低各线圈组的高度, 并降低整个变压器的高度。

[0166] 由于其他结构及动作都与实施方式 1 所涉及的变压器相同, 因此, 此处不再重复详细的说明。

[0167] 接下来, 利用附图说明本发明的其他实施方式。另外, 对图中相同或相当的部分附

加相同的标号,不重复其说明。

[0168] <实施方式 4>

[0169] 本实施方式涉及与实施方式 3 所涉及的变压器相比、增加了线圈的分割数的变压器。除了下面说明的内容以外,都与实施方式 3 所涉及的变压器相同。

[0170] 图 16 是表示本发明的实施方式 4 所涉及的变压器的结构的图。

[0171] 参照图 16,变压器 54 包含线圈组 G1、G2、G3、G4。线圈组 G1 包含高压侧线圈 1A、1B 和低压侧线圈 2A、2B。线圈组 G2 包含高压侧线圈 11A、11B 和低压侧线圈 12A、12B。线圈组 G3 包含高压侧线圈 41A、41B 和低压侧线圈 42A、42B。线圈组 G4 包含高压侧线圈 43A、43B 和低压侧线圈 44A、44B。

[0172] 变压器 54 例如是外铁型 (Shell-Type) 的变压器。变压器 54 还包含主铁芯 63 和副铁芯 15、16、17。主铁芯 63 具有彼此相对的第一侧面及第二侧面、和从第一侧面贯通至第二侧面的窗部 W1 ~ W5。此外,主铁芯 63 具有腿部 31、32、33、34。腿部 34 设置在窗部 W4 与 W5 之间。

[0173] 高压侧线圈 43A、43B 以及低压侧线圈 44A、44B 各自包含例如层叠而成的圆盘状的多个圆盘绕组。相邻层的圆盘绕组电连接。高压侧线圈 43A、43B 以及低压侧线圈 44A、44B 中的各圆盘绕组由卷绕成大致椭圆状的矩形状导电路所形成。

[0174] 高压侧线圈 43A 设置在低压侧线圈 44A 和低压侧线圈 44B 之间的、与低压侧线圈 44A 相对的位置,并与低压侧线圈 44A 磁耦合。

[0175] 高压侧线圈 43B 与高压侧线圈 43A 并联连接,设置在低压侧线圈 44A 和低压侧线圈 44B 之间的、与低压侧线圈 44B 相对的位置,并与低压侧线圈 44B 磁耦合。

[0176] 高压侧线圈 43A 和 43B、以及低压侧线圈 44A 和 44B 通过窗部 W4、W5 而卷绕成被窗部 W4、W5 之间的腿部 34 贯通,并在腿部 34 的贯通方向上层叠。此外,副铁芯 17 设置在线圈组 G3 与 G4 之间。

[0177] 这样,在本发明的实施方式 4 所涉及的变压器中,由于将低压侧线圈及高压侧线圈分割成四个线圈组,因此,各线圈组的功率容量变成 $1/4$ 。此处,由于功率容量 = 电压 $\times$ 电流,供给电压是固定的,因此,流过各线圈的电流变成 $1/4$ 。由此,与本发明的实施方式 3 所涉及的变压器相比,能进一步降低各线圈组的高度,并降低整个变压器的高度。

[0178] 由于其他结构及动作都与实施方式 3 所涉及的变压器相同,因此,此处不再重复详细的说明。

[0179] 接下来,利用附图说明本发明的其他实施方式。另外,对图中相同或相当的部分附加相同的标号,不重复其说明。

[0180] <实施方式 5>

[0181] 本实施方式涉及与实施方式 1 所涉及的变压器相比、对线圈组的结构进行了变更的变压器。除了下面说明的内容以外,都与实施方式 1 所涉及的变压器相同。

[0182] 图 17 是表示本发明的实施方式 5 所涉及的交流电车的结构的电路图。

[0183] 参照图 17,交流电车 205 包括导电弓 92、变压装置 105、及电动机 MA、MB、MC、MD。变压装置 105 包含变压器 55、转换器 5A、5B、5C、5D、逆变器 6A、6B、6C、6D。变压器 55 包含线圈组 G1、G2。线圈组 G1 包含高压侧线圈 1A、1B 和低压侧线圈 2A、2B。线圈组 G2 包含高压侧线圈 11A、11B 和低压侧线圈 12A、12B。

[0184] 在变压装置 105 中, 低压侧线圈 2A、2B、12A、12B 与不同的负载相耦合。即, 低压侧线圈 2A 与高压侧线圈 1A 磁耦合, 具有与转换器 5A 的第一输入端子相连接的第一端、和与转换器 5A 的第二输入端子相连接的第二端。低压侧线圈 2B 与高压侧线圈 1B 磁耦合, 具有与转换器 5C 的第一输入端子相连接的第一端、和与转换器 5C 的第二输入端子相连接的第二端。低压侧线圈 12A 与高压侧线圈 11A 磁耦合, 具有与转换器 5B 的第一输入端子相连接的第一端、和与转换器 5B 的第二输入端子相连接的第二端。低压侧线圈 12B 与高压侧线圈 11B 磁耦合, 具有与转换器 5D 的第一输入端子相连接的第一端、和与转换器 5D 的第二输入端子相连接的第二端。

[0185] 从架空线 91 提供的单相交流电压经由导电弓 92 提供给高压侧线圈 1A、1B、11A、11B。

[0186] 通过提供给高压侧线圈 1A 及 11A 的交流电压, 使得分别在低压侧线圈 2A 及 12A 中感应出交流电压。通过提供给高压侧线圈 1B 及 11B 的交流电压, 使得分别在低压侧线圈 2B 及 12B 中感应出交流电压。

[0187] 转换器 5A 将在低压侧线圈 2A 中感应出的交流电压转换成直流电压。转换器 5B 将在低压侧线圈 12A 中感应出的交流电压转换成直流电压。转换器 5C 将在低压侧线圈 2B 中感应出的交流电压转换成直流电压。转换器 5D 将在低压侧线圈 12B 中感应出的交流电压转换成直流电压。

[0188] 逆变器 6A 将从转换器 5A 接收到的直流电压转换成三相交流电压, 并输出到电动机 MA。逆变器 6B 将从转换器 5B 接收到的直流电压转换成三相交流电压, 并输出到电动机 MB。逆变器 6C 将从转换器 5C 接收到的直流电压转换成三相交流电压, 并输出到电动机 MC。逆变器 6D 将从转换器 5D 接收到的直流电压转换成三相交流电压, 并输出到电动机 MD。

[0189] 基于从逆变器 6A 接收到的三相交流电压, 驱动电动机 MA。基于从逆变器 6B 接收到的三相交流电压, 驱动电动机 MB。基于从逆变器 6C 接收到的三相交流电压, 驱动电动机 MC。基于从逆变器 6D 接收到的三相交流电压, 驱动电动机 MD。

[0190] 由于其他结构及动作都与实施方式 1 所涉及的变压器相同, 因此, 此处不再重复详细的说明。

[0191] 因而, 在本发明的实施方式 5 所涉及的变压器中, 与本发明的实施方式 1 所涉及的变压器相同, 能降低变压器的高度并防止电抗下降。

[0192] 接下来, 利用附图说明本发明的其他实施方式。另外, 对图中相同或相当的部分附加相同的标号, 不重复其说明。

[0193] <实施方式 6>

[0194] 本实施方式涉及与实施方式 1 所涉及的变压器相比、对线圈组的结构进行了变更的变压器。除了下面说明的内容以外, 都与实施方式 1 所涉及的变压器相同。

[0195] 图 18 是表示本发明的实施方式 6 所涉及的交流电车的结构的电路图。

[0196] 参照图 18, 交流电车 206 包括导电弓 92、变压装置 106、及电动机 MA、MB、MC、MD。变压装置 106 包含变压器 56、转换器 5A、5B、5C、5D、逆变器 6A、6B、6C、6D。变压器 56 包含线圈组 G1、G2。线圈组 G1 包含高压侧线圈 1A、1B 和低压侧线圈 2A、2B。线圈组 G2 包含高压侧线圈 11A、11B 和低压侧线圈 12A、12B。

[0197] 在变压装置 106 中, 高压侧线圈 1A、1B、11A、11B 彼此并联连接, 低压侧线圈 2A、2B、

12A、12B 与不同的负载相耦合。即,高压侧线圈 1A 具有与导电弓 92 相连接的第一端、和与提供接地电压的接地节点相连接的第二端。高压侧线圈 1B 具有与导电弓 92 相连接的第一端、和与提供接地电压的接地节点相连接的第二端。高压侧线圈 11A 具有与导电弓 92 相连接的第一端、和与提供接地电压的接地节点相连接的第二端。高压侧线圈 11B 具有与导电弓 92 相连接的第一端、和与提供接地电压的接地节点相连接的第二端。

[0198] 低压侧线圈 2A 与高压侧线圈 1A 磁耦合,具有与转换器 5A 的第一输入端子相连接的第一端、和与转换器 5A 的第二输入端子相连接的第二端。低压侧线圈 2B 与高压侧线圈 1B 磁耦合,具有与转换器 5C 的第一输入端子相连接的第一端、和与转换器 5C 的第二输入端子相连接的第二端。低压侧线圈 12A 与高压侧线圈 11A 磁耦合,具有与转换器 5B 的第一输入端子相连接的第一端、和与转换器 5B 的第二输入端子相连接的第二端。低压侧线圈 12B 与高压侧线圈 11B 磁耦合,具有与转换器 5D 的第一输入端子相连接的第一端、和与转换器 5D 的第二输入端子相连接的第二端。

[0199] 从架空线 91 提供的单相交流电压经由导电弓 92 提供给高压侧线圈 1A、1B、11A、11B。

[0200] 通过提供给高压侧线圈 1A 及 11A 的交流电压,使得分别在低压侧线圈 2A 及 12A 中感应出交流电压。通过提供给高压侧线圈 1B 及 11B 的交流电压,使得分别在低压侧线圈 2B 及 12B 中感应出交流电压。

[0201] 转换器 5A 将在低压侧线圈 2A 中感应出的交流电压转换成直流电压。转换器 5B 将在低压侧线圈 12A 中感应出的交流电压转换成直流电压。转换器 5C 将在低压侧线圈 2B 中感应出的交流电压转换成直流电压。转换器 5D 将在低压侧线圈 12B 中感应出的交流电压转换成直流电压。

[0202] 逆变器 6A 将从转换器 5A 接收到的直流电压转换成三相交流电压,并输出到电动机 MA。逆变器 6B 将从转换器 5B 接收到的直流电压转换成三相交流电压,并输出到电动机 MB。逆变器 6C 将从转换器 5C 接收到的直流电压转换成三相交流电压,并输出到电动机 MC。逆变器 6D 将从转换器 5D 接收到的直流电压转换成三相交流电压,并输出到电动机 MD。

[0203] 基于从逆变器 6A 接收到的三相交流电压,驱动电动机 MA。基于从逆变器 6B 接收到的三相交流电压,驱动电动机 MB。基于从逆变器 6C 接收到的三相交流电压,驱动电动机 MC。基于从逆变器 6D 接收到的三相交流电压,驱动电动机 MD。

[0204] 由于其他结构及动作都与实施方式 1 所涉及的变压器相同,因此,此处不再重复详细的说明。

[0205] 因而,在本发明的实施方式 6 所涉及的变压器中,与本发明的实施方式 1 所涉及的变压器相同,能降低变压器的高度并防止电抗下降。

[0206] 应该认为这里所揭示的实施方式在所有方面都是举例表示,而不是限制性的。可认为本发明的范围并不是由上述说明来示出,而是由权利要求的范围来示出,且包含与权利要求的范围同等的含义及范围内的所有变更。

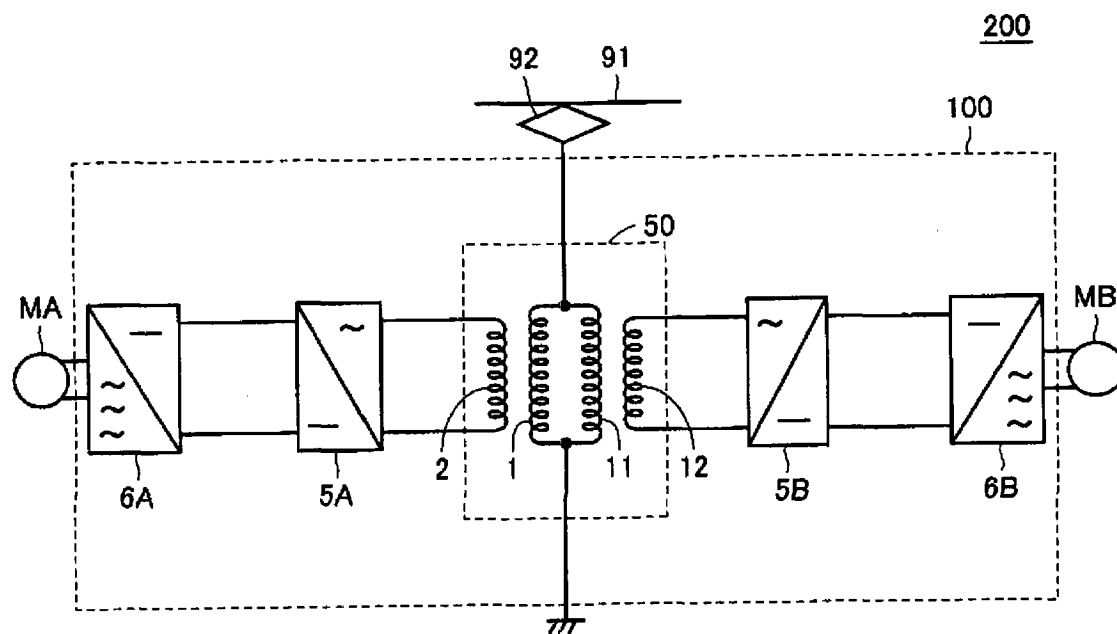


图 1

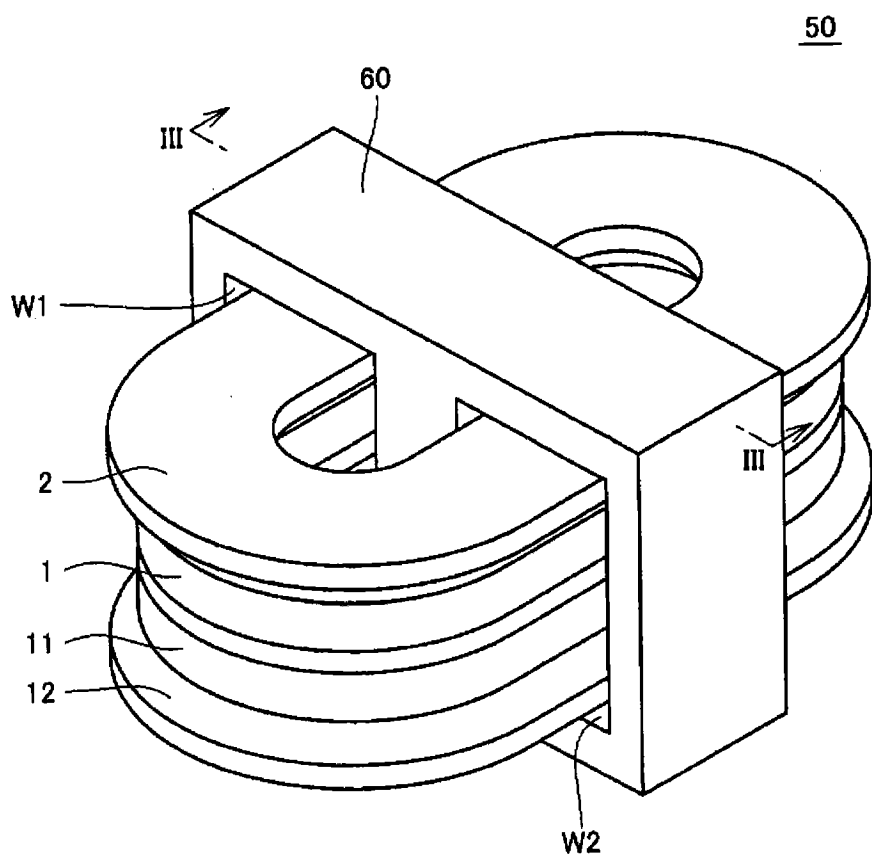


图 2

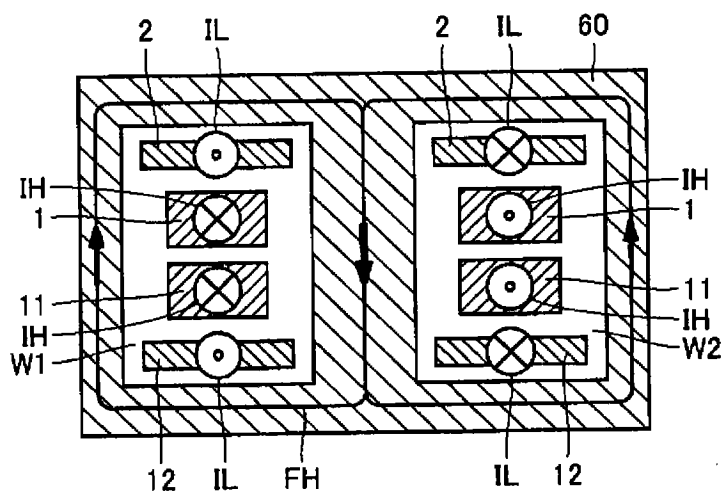


图 3

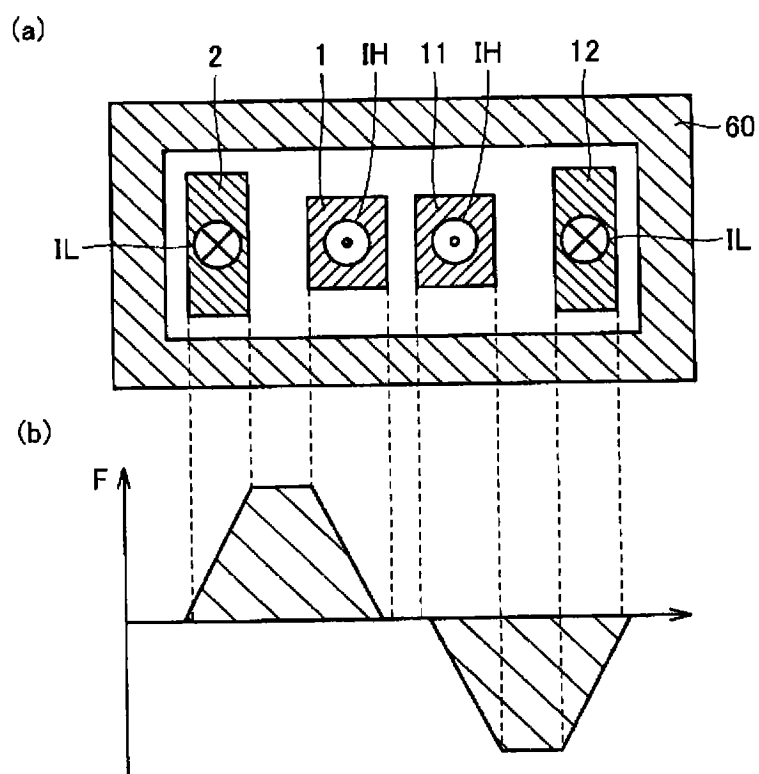


图 4

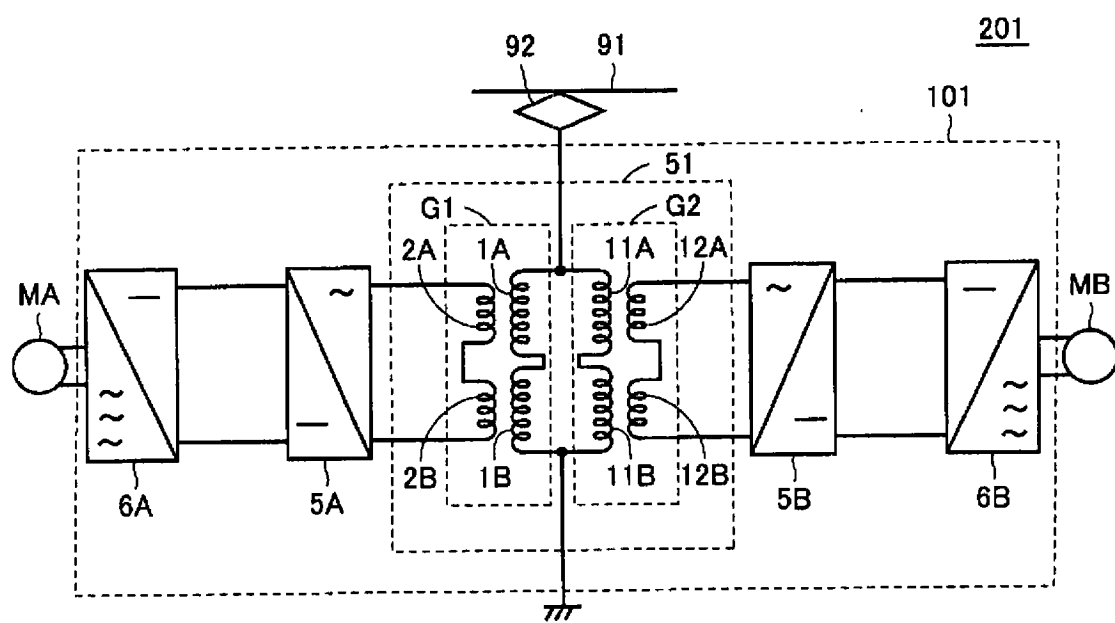


图 5

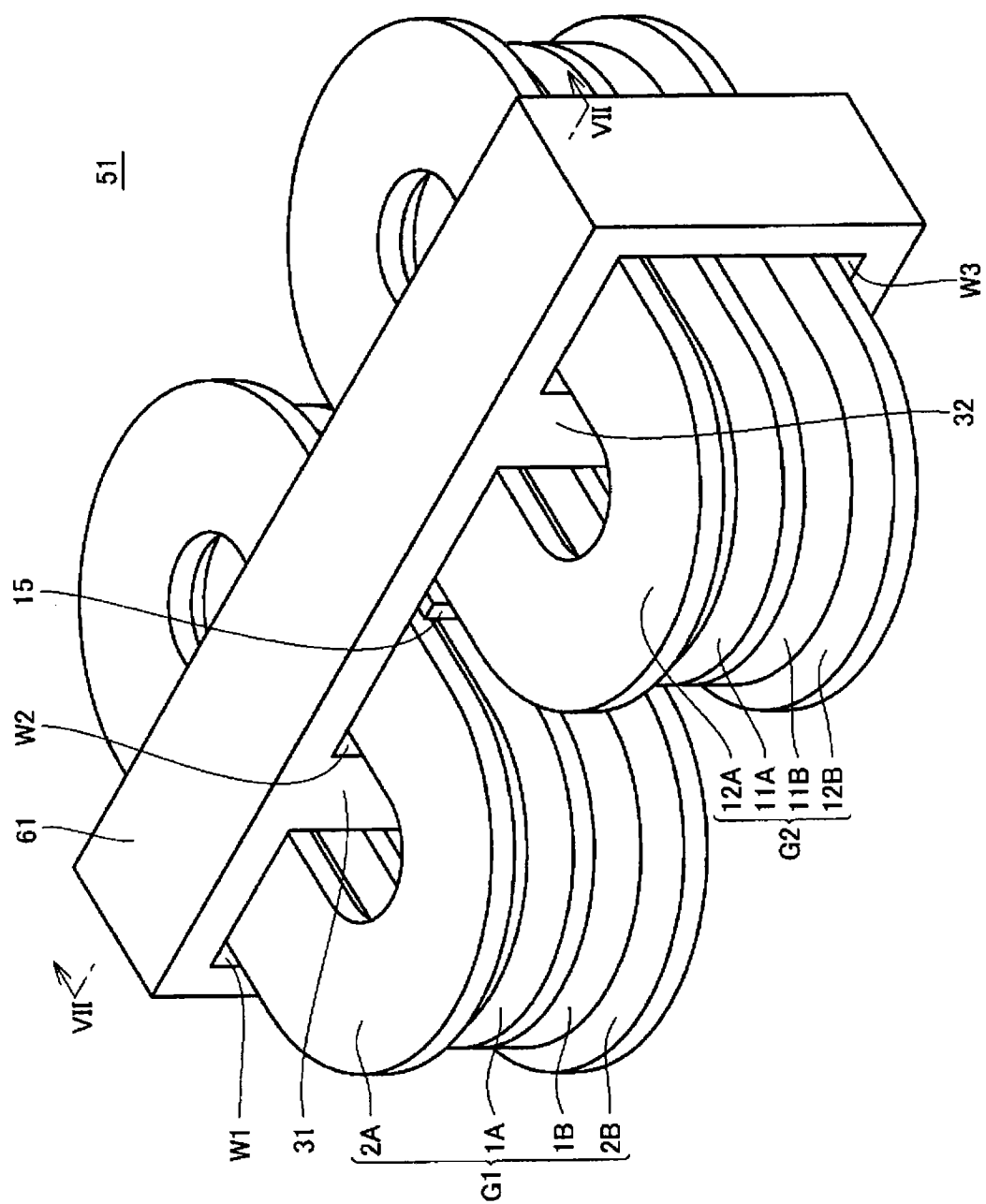


图 6

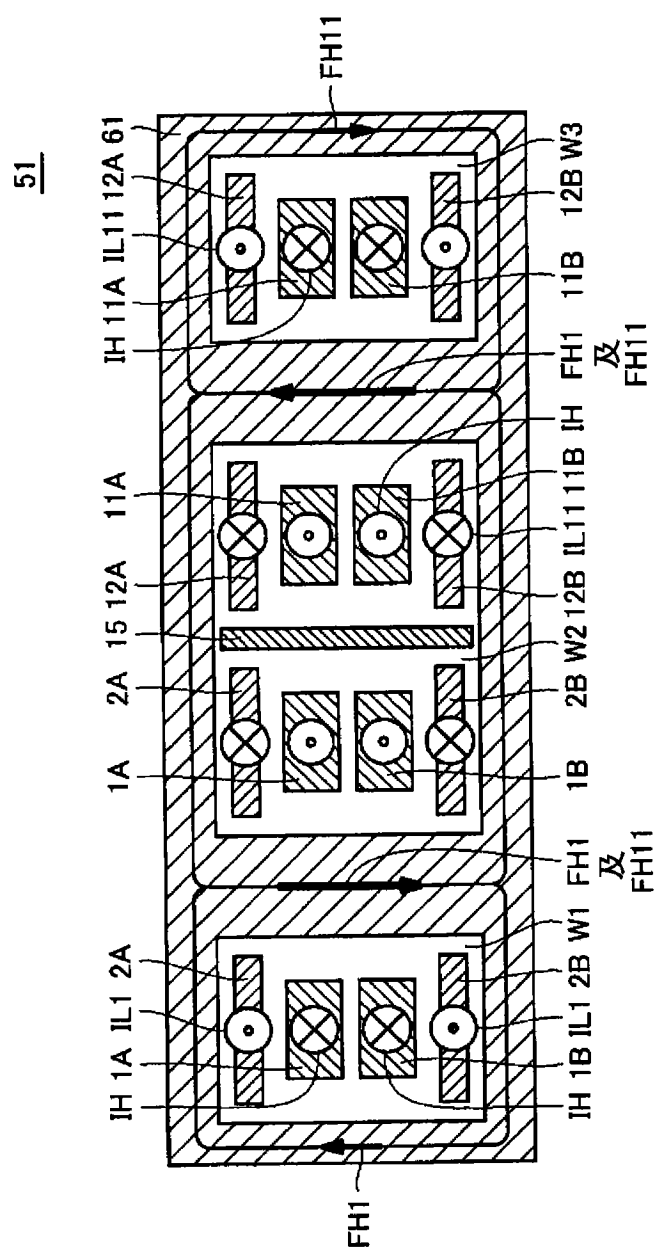


图 7

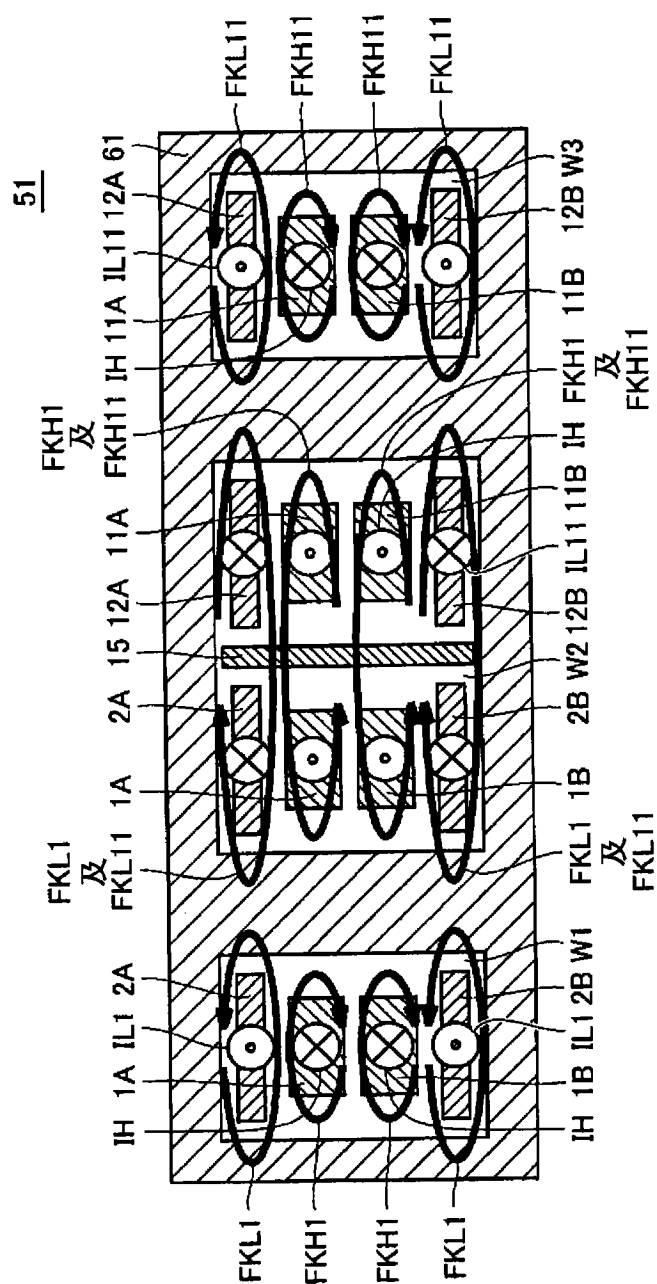


图 8

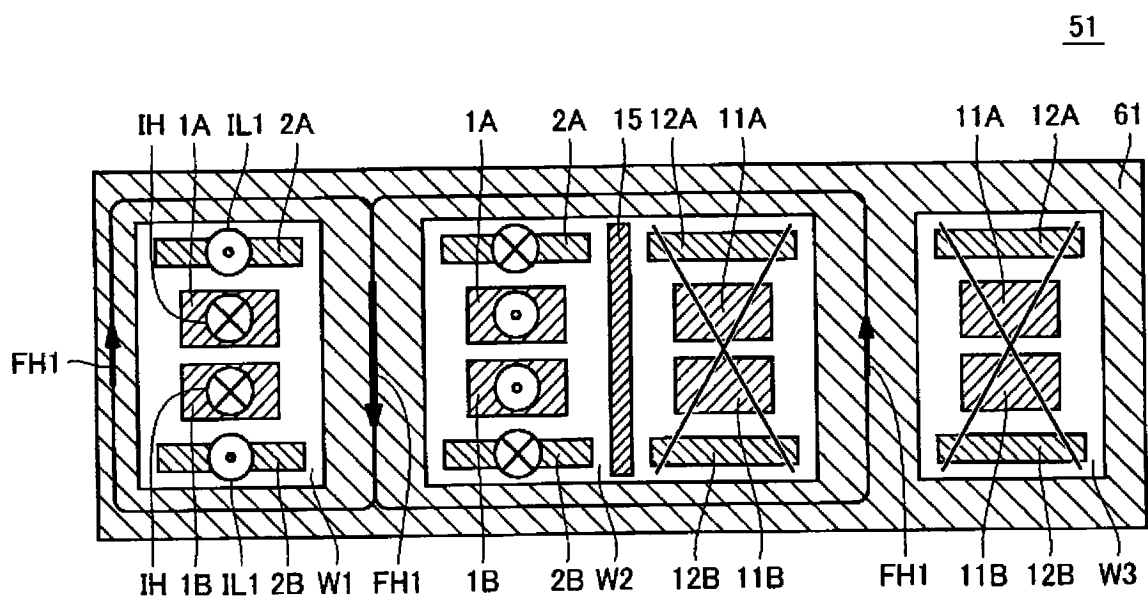


图 9

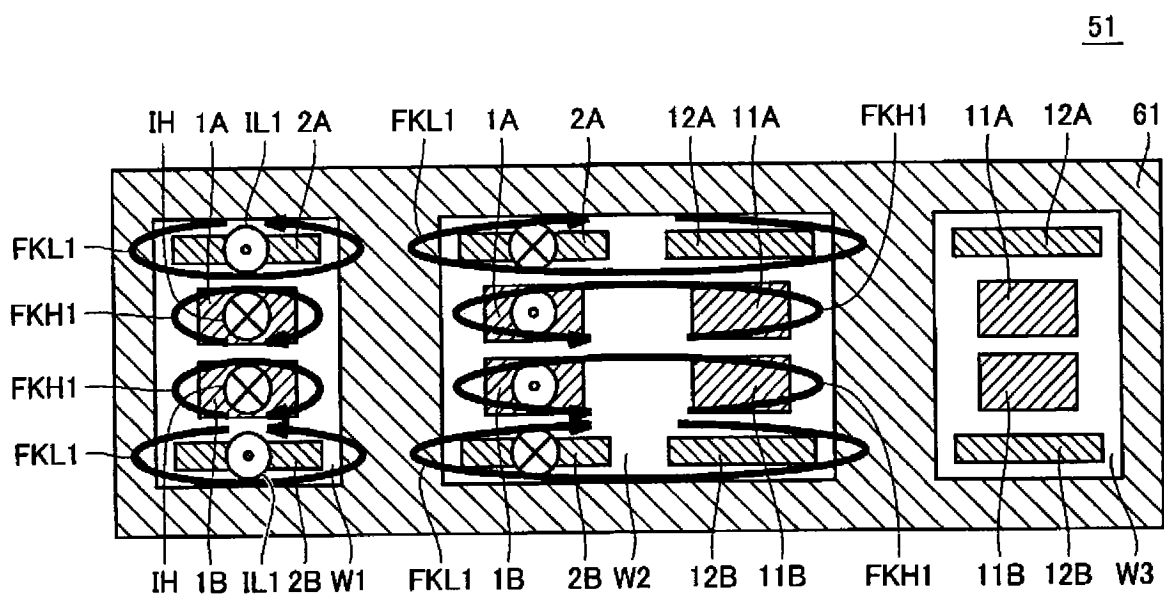


图 10

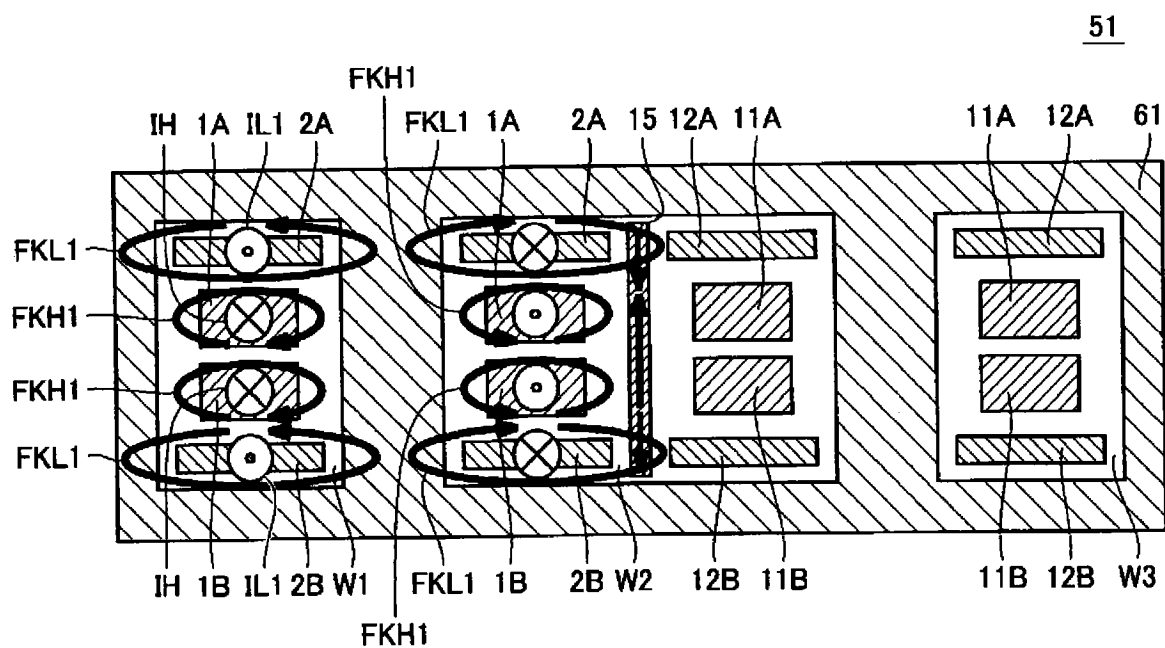


图 11

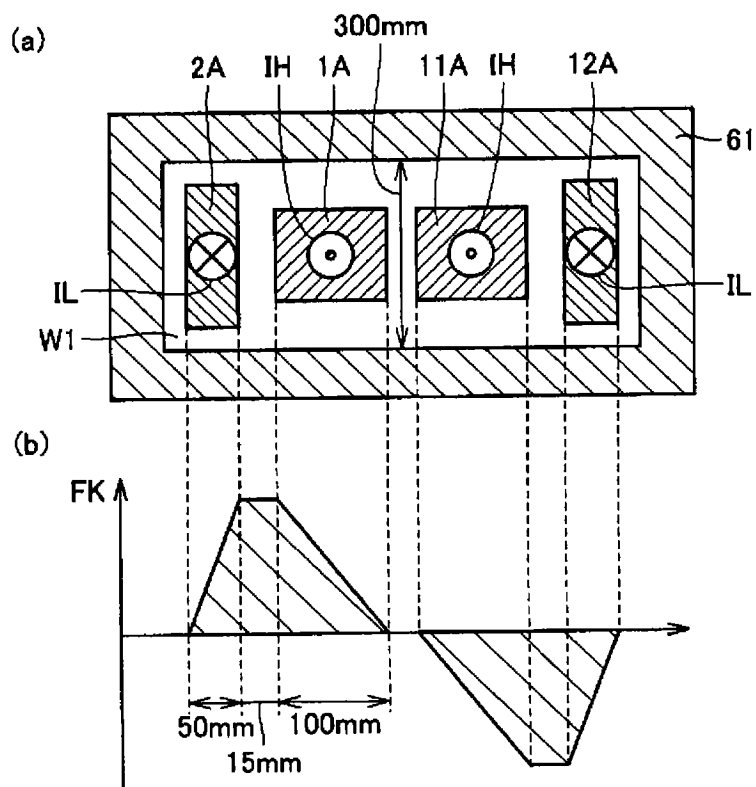


图 12

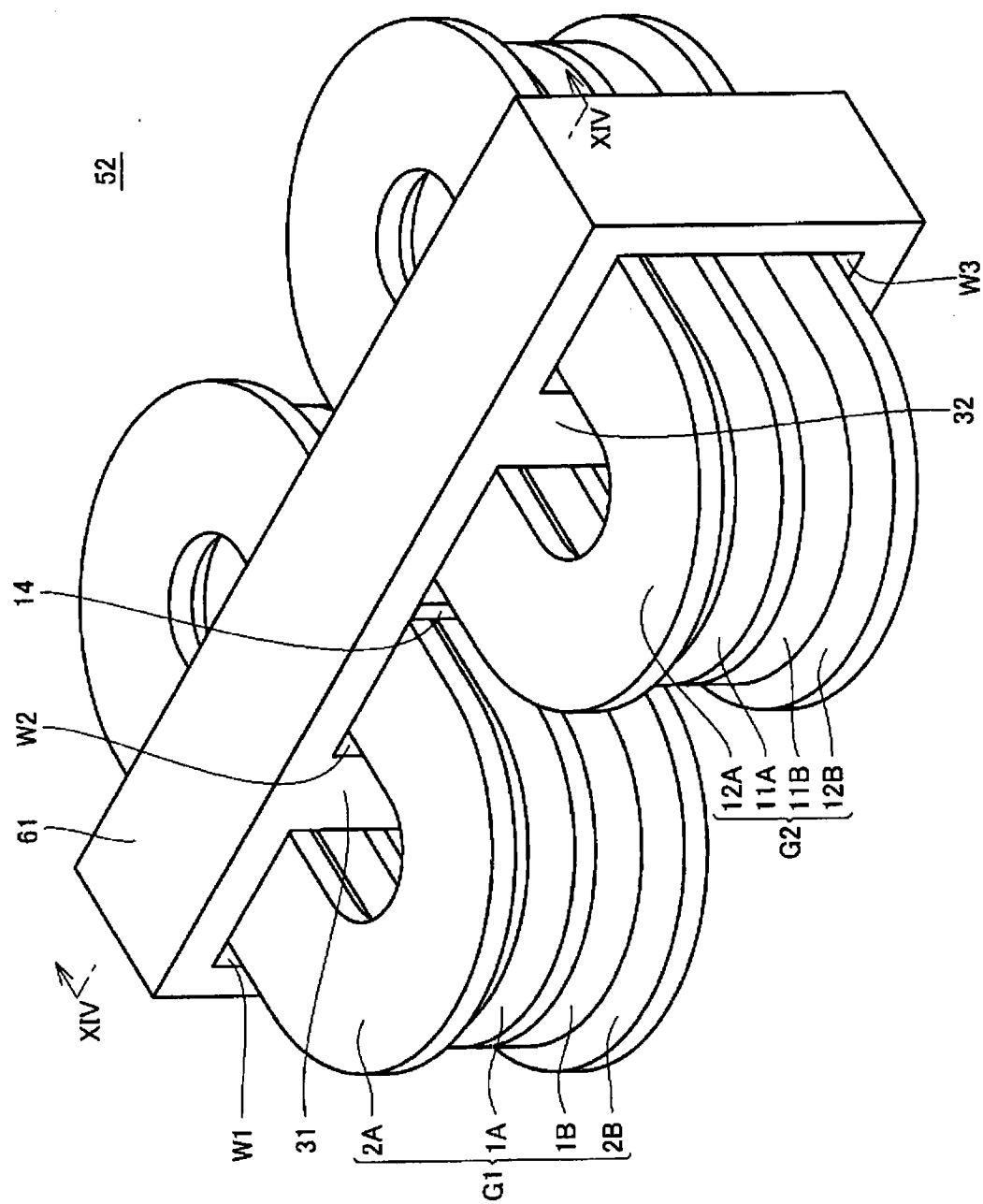


图 13

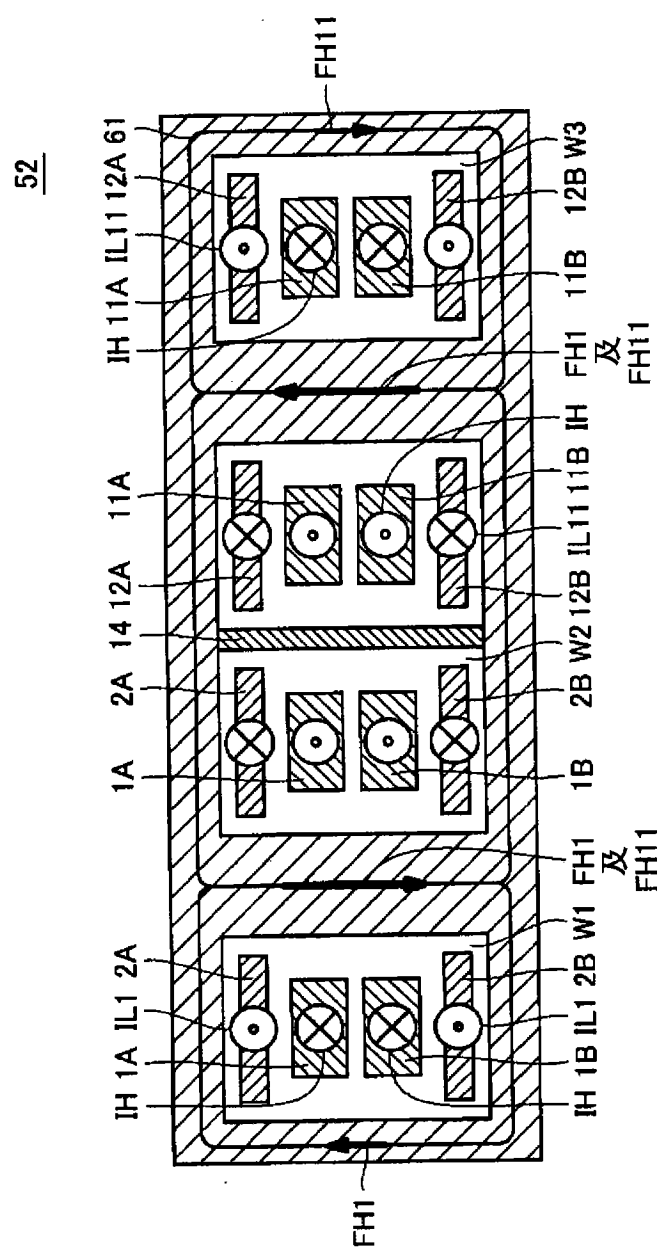


图 14

53/

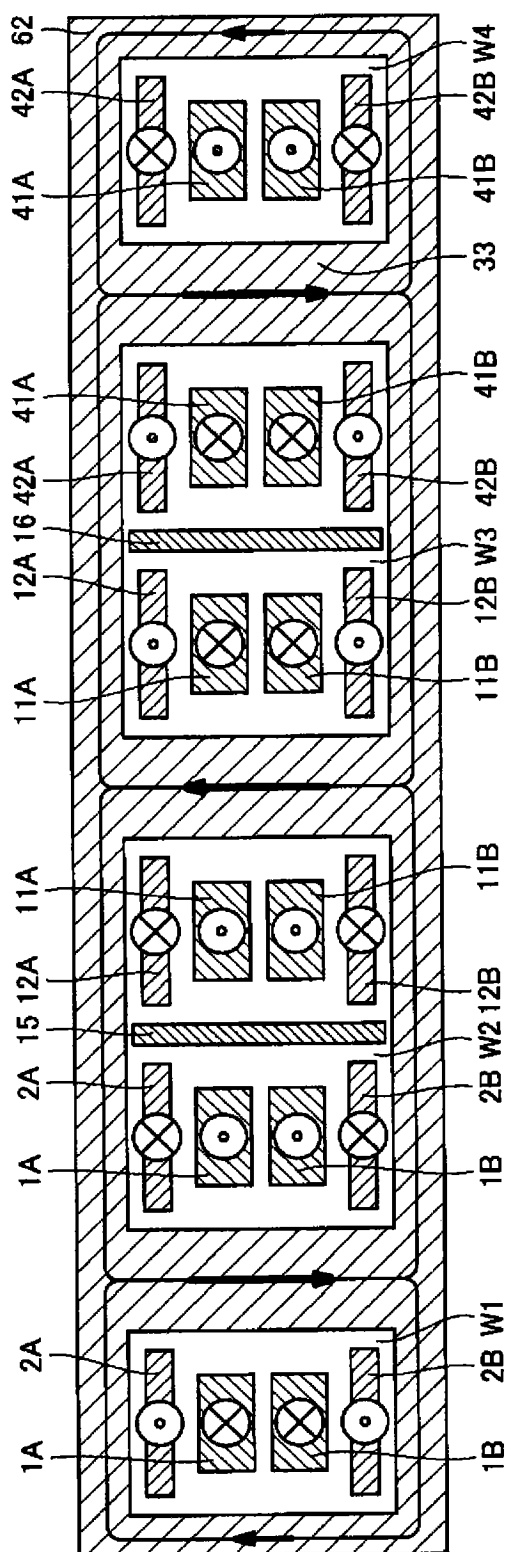


图 15

54

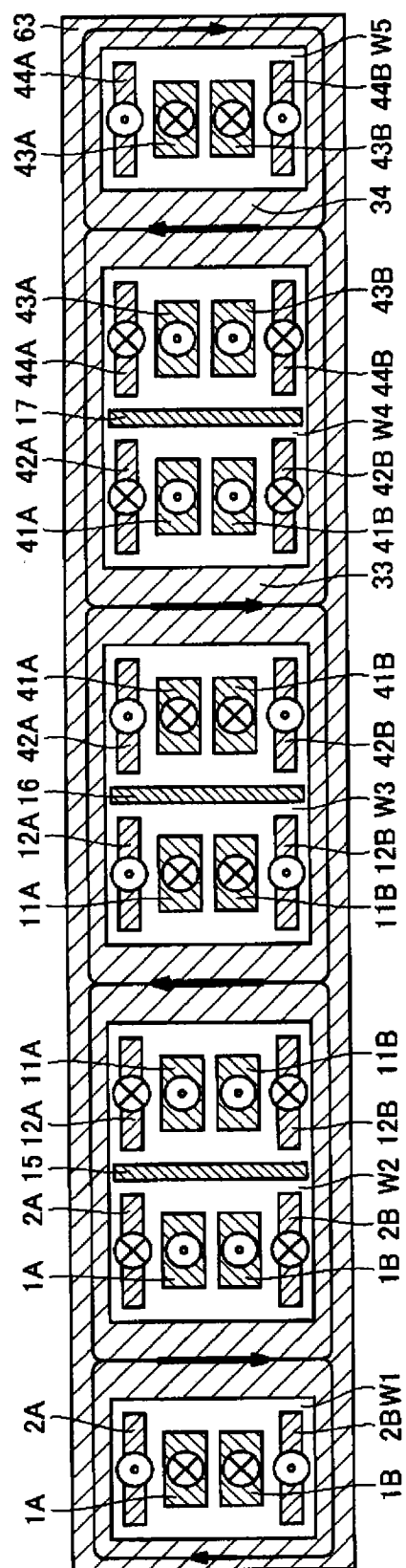


图 16

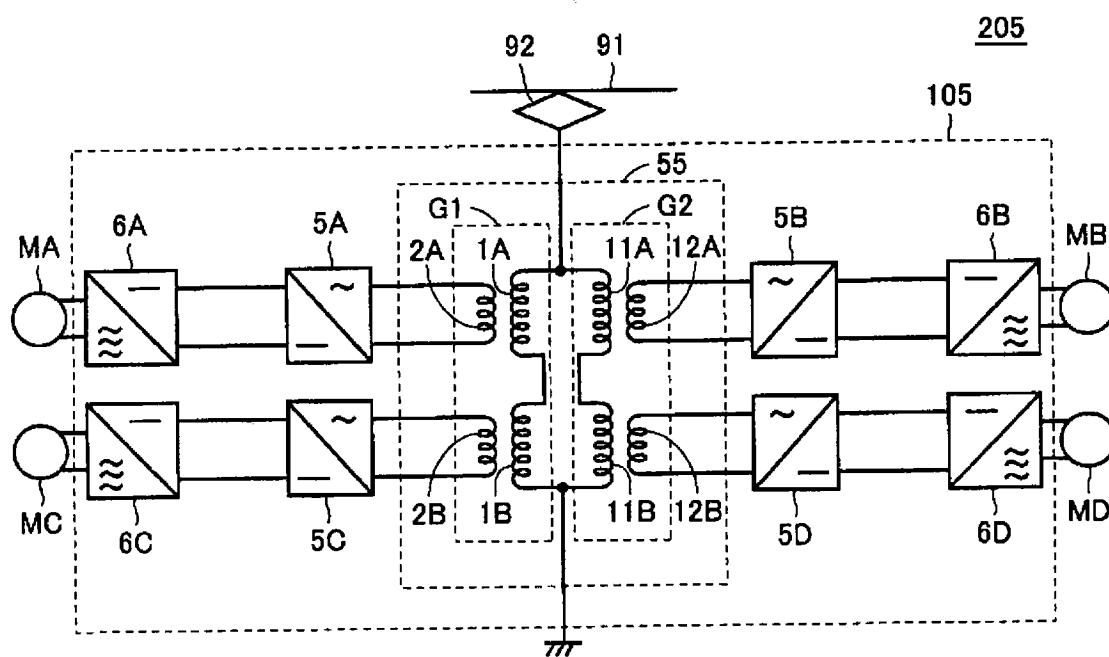


图 17

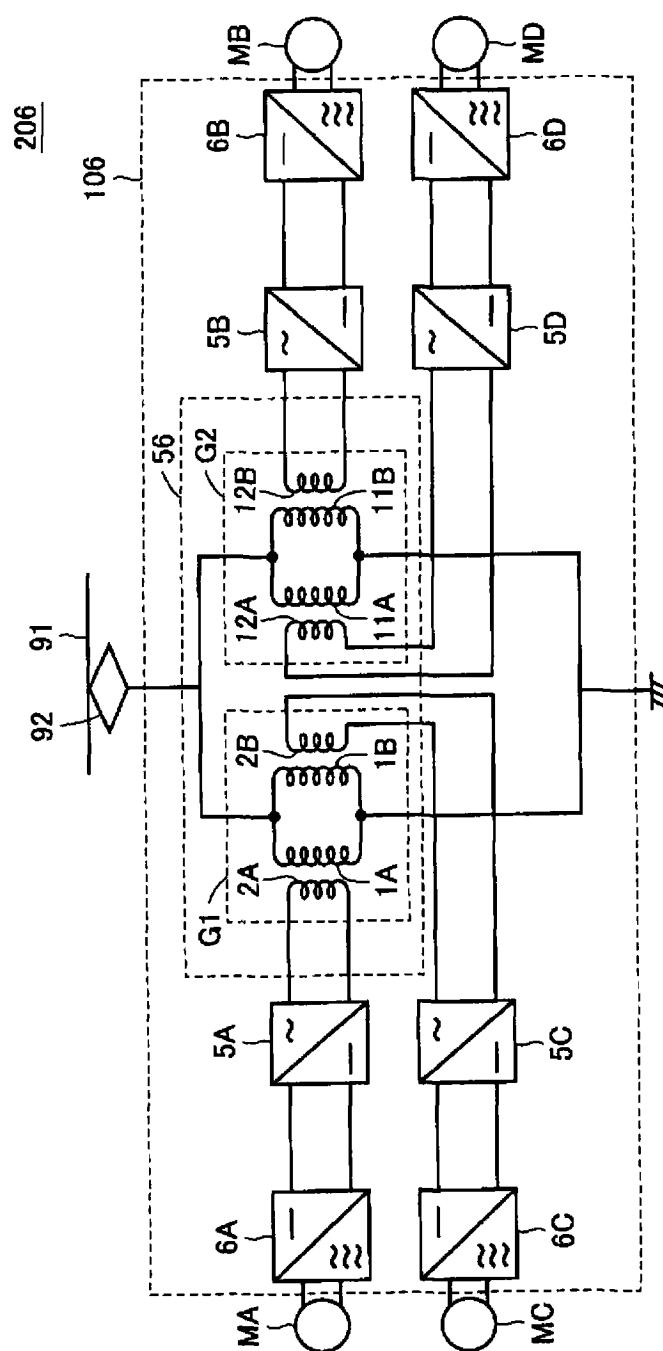


图 18