



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 118975110 A

(43) 申请公布日 2024. 11. 15

(21) 申请号 202280092632.8

(22) 申请日 2022.03.01

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2024.08.27

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2022/008506 2022.03.01

(87) PCT国际申请的公布数据
W02023/166544 JA 2023.09.07

(71) 申请人 三菱电机株式会社
地址 日本
申请人 三菱电机工程技术株式会社

(72) 发明人 藤田雄己 古庄泰章 长泽忍
一濑博行

(74) 专利代理机构 中国贸促会专利商标事务所
有限公司 11038

专利代理师 李今子

(51) Int.Cl.
H02M 1/12 (2006.01)
H02M 7/48 (2007.01)
H02M 7/5387 (2007.01)

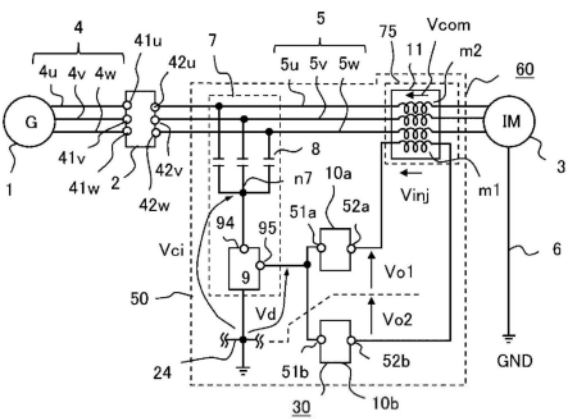
权利要求书4页 说明书33页 附图23页

(54) 发明名称

噪声滤波器

(57) 摘要

噪声滤波器(50)具备:噪声检测器(7),检测由电力变换器(2)产生的电磁噪声引起的电压,输出对该电压进行调整而得到的调整电压(Vd);补偿信号施加器(75),将极性与由电磁噪声引起的电压相反的补偿电压(Vcom)经由变压器(11)重叠到电力变换器(2)的输出或者输入;以及注入电压生成器(30),根据调整电压(Vd)生成在变压器(11)的初级侧绕组(m1)的一端以及另一端之间产生注入电压(Vinj)的第一输出电压(Vo1)以及极性与其相反的第二输出电压(Vo2),向一端、另一端分别输出第一输出电压、第二输出电压。



1. 一种噪声滤波器,降低通过半导体元件的开关动作进行电力变换的电力变换器产生的电磁噪声的电压或者电流,其中,所述噪声滤波器具备:

噪声检测器,检测基于所述电力变换器产生的所述电磁噪声的电压,输出对基于所述电磁噪声的电压进行调整而得到的调整电压;

补偿信号施加器,将极性与基于所述电磁噪声的电压相反的补偿电压经由变压器重叠到所述电力变换器的输出或者输入;以及

注入电压生成器,根据所述调整电压生成在所述变压器的初级侧绕组的一端以及另一端之间产生注入电压的第一输出电压以及极性与所述第一输出电压相反的第二输出电压,并且将所述第一输出电压输出到所述变压器的所述初级侧绕组的一端,将所述第二输出电压输出到所述变压器的所述初级侧绕组的另一端,

所述注入电压生成器生成产生利用所述补偿信号施加器重叠的所述补偿电压与基于所述电磁噪声的电压之差成为容许值以下的所述注入电压的所述第一输出电压以及所述第二输出电压。

2. 根据权利要求1所述的噪声滤波器,其中,

所述补偿信号施加器的所述变压器的次级侧绕组被插入到所述电力变换器的输出侧或者输入侧的电力线。

3. 根据权利要求1所述的噪声滤波器,其中,

所述补偿信号施加器具备作为所述变压器的信号调整变压器和包括电容器的信号施加器,

所述信号调整变压器的次级侧绕组的一端与接地布线连接,另一端经由所述信号施加器的所述电容器连接到所述电力变换器的输出侧或者输入侧的电力线。

4. 根据权利要求1至3中的任意一项所述的噪声滤波器,其中,

所述噪声检测器具备在所述电力变换器的输出侧或者输入侧的电力线与接地布线之间串联地连接的电容器以及信号调整电路,

所述信号调整电路根据经由所述电容器输入的输入电压,输出所述调整电压。

5. 根据权利要求1至3中的任意一项所述的噪声滤波器,其中,

所述噪声检测器具备在所述电力变换器的输出侧或者输入侧的电力线与接地布线之间串联地连接的电容器以及分压变压器,

所述分压变压器的初级侧绕组的一端与所述电容器中的与所述电力线相反的一侧的一端连接,另一端与所述接地布线连接,

所述分压变压器的次级侧绕组的一端与成为与所述接地布线的接地电位不同的基准电位的基准布线连接,另一端与输出所述调整电压的输出端子连接。

6. 根据权利要求1至3中的任意一项所述的噪声滤波器,其中,

所述噪声检测器具备在所述电力变换器的输出侧或者输入侧的电力线插入有初级侧绕组的检测变压器,

所述检测变压器的次级侧绕组的一端与成为基准电位的基准布线连接,另一端与输出所述调整电压的输出端子连接。

7. 根据权利要求1至5中的任意一项所述的噪声滤波器,其中,

所述注入电压生成器具备:

第一注入波形生成器,根据所述调整电压生成所述第一输出电压;以及第二注入波形生成器,根据所述调整电压生成所述第二输出电压,

或者具备:

第一注入波形生成器,根据所述调整电压生成所述第一输出电压;以及第二注入波形生成器,根据所述第一输出电压生成所述第二输出电压。

8.根据权利要求6所述的噪声滤波器,其中,

所述注入电压生成器具备:

第一注入波形生成器,根据所述调整电压生成所述第一输出电压;以及第二注入波形生成器,根据所述调整电压生成所述第二输出电压,

或者具备:

第一注入波形生成器,根据所述调整电压生成所述第一输出电压;以及第二注入波形生成器,根据所述第一输出电压生成所述第二输出电压。

9.根据权利要求1至3中的任意一项所述的噪声滤波器,其中,

所述噪声检测器具备在所述电力变换器的输出侧或者输入侧的电力线插入有初级侧绕组并且具有2个次级侧绕组的检测变压器,

作为一方的所述次级侧绕组的第一次级侧绕组的一端与成为基准电位的基准布线连接,另一端与输出作为第一所述调整电压的第一调整电压的第一输出端子连接,

作为另一方的所述次级侧绕组的第二次级侧绕组的一端与所述基准布线连接,另一端与输出作为第二所述调整电压的第二调整电压的第二输出端子连接,

所述注入电压生成器具备:

第一注入波形生成器,根据所述第一调整电压生成所述第一输出电压;以及第二注入波形生成器,根据所述第二调整电压生成所述第二输出电压。

10.根据权利要求1至3中的任意一项所述的噪声滤波器,其中,

所述噪声检测器具备在所述电力变换器的输出侧或者输入侧的电力线与接地布线之间串联地连接的电容器以及分压变压器,

所述分压变压器具有2个次级侧绕组,并且初级侧绕组的一端与所述电容器中的与所述电力线相反的一侧的一端连接,所述初级侧绕组的另一端与所述接地布线连接,

作为一方的所述次级侧绕组的第一次级侧绕组的一端与成为与所述接地布线的接地电位不同的基准电位的基准布线连接,另一端与输出作为第一所述调整电压的第一调整电压的第一输出端子连接,

作为另一方的所述次级侧绕组的第二次级侧绕组的一端与所述基准布线连接,另一端与输出作为第二所述调整电压的第二调整电压的第二输出端子连接,

所述注入电压生成器具备:

第一注入波形生成器,根据所述第一调整电压生成所述第一输出电压;以及第二注入波形生成器,根据所述第二调整电压生成所述第二输出电压。

11.根据权利要求1至3中的任意一项所述的噪声滤波器,其中,

所述噪声检测器具备在所述电力变换器的输出侧或者输入侧的电力线与接地布线之间串联地连接的电容器以及信号调整电路,

所述信号调整电路根据经由所述电容器输入的输入电压,输出作为2个所述调整电压

的第一调整电压以及第二调整电压，

所述注入电压生成器具备：

第一注入波形生成器，根据所述第一调整电压生成所述第一输出电压；以及第二注入波形生成器，根据所述第二调整电压生成所述第二输出电压。

12. 根据权利要求1至5、以及7、10、11中的任意一项所述的噪声滤波器，其中，所述噪声检测器检测所述电磁噪声的电压中的共模电压。

13. 根据权利要求6、8、9中的任意一项所述的噪声滤波器，其中，所述噪声检测器检测与所述电磁噪声的电流中的共模电流成比例的电压。

14. 根据权利要求1所述的噪声滤波器，其中，与所述电力变换器的输出侧或者输入侧的电力线的各相对应地具备所述噪声检测器、所述补偿信号施加器、所述注入电压生成器。

15. 根据权利要求1所述的噪声滤波器，其中，与所述电力变换器的直流母线的各布线对应地具备所述噪声检测器、所述补偿信号施加器、所述注入电压生成器。

16. 根据权利要求14所述的噪声滤波器，其中，与所述电力变换器的输出侧或者输入侧的电力线的各相对应的所述噪声检测器具备在对应的该电力线与接地布线之间串联地连接的电容器以及信号调整电路，所述信号调整电路根据经由所述电容器输入的输入电压，输出所述调整电压。

17. 根据权利要求14所述的噪声滤波器，其中，与所述电力变换器的输出侧或者输入侧的电力线的各相对应的所述噪声检测器具备在对应的该电力线与接地布线之间串联地连接的电容器以及分压变压器，所述分压变压器的初级侧绕组的一端与所述电容器中的与所述电力线相反的一侧的一端连接，另一端与所述接地布线连接，

所述分压变压器的次级侧绕组的一端与成为与所述接地布线的接地电位不同的基准电位的基准布线连接，另一端与输出所述调整电压的输出端子连接。

18. 根据权利要求14所述的噪声滤波器，其中，与所述电力变换器的输出侧或者输入侧的电力线的各相对应的所述噪声检测器具备在对应的该电力线插入有初级侧绕组的检测变压器，

所述检测变压器的次级侧绕组的一端与成为基准电位的基准布线连接，另一端与输出所述调整电压的输出端子连接。

19. 根据权利要求14、16、17中的任意一项所述的噪声滤波器，其中，所述补偿信号施加器具备作为所述变压器的信号调整变压器和电容器，所述信号调整变压器的次级侧绕组的一端与接地布线连接，另一端经由所述补偿信号施加器的电容器连接到所述电力线。

20. 根据权利要求18所述的噪声滤波器，其中，所述补偿信号施加器具备作为所述变压器的信号调整变压器和电容器，所述信号调整变压器的次级侧绕组的一端与接地布线连接，另一端经由所述补偿信号施加器的电容器连接到所述电力线。

21. 根据权利要求15所述的噪声滤波器，其中，

与所述电力变换器的直流母线的各布线对应的所述噪声检测器具备在对应的该布线插入有初级侧绕组的检测变压器，

所述检测变压器的次级侧绕组的一端与成为基准电位的基准布线连接，另一端与输出所述调整电压的输出端子连接。

22. 根据权利要求14至17、以及19中的任意一项所述的噪声滤波器，其中，所述噪声检测器检测所述电磁噪声的电压中的差模电压。

23. 根据权利要求18、20、21中的任意一项所述的噪声滤波器，其中，所述噪声检测器检测与所述电磁噪声的电流中的差模电流成比例的电压。

噪声滤波器

技术领域

[0001] 本申请涉及噪声滤波器。

背景技术

[0002] 近年来,在电压型PWM(Pulse width modulation,脉冲宽度调制)逆变器电力变换装置中,伴随电力用半导体元件的发展,载波频率的高频化得到发展。但是,伴随载波频率的高频化,以在电力用半导体元件的开关动作时产生的共模电压等电磁噪声的电压为原因的电磁障碍成为问题。为了应对该问题,提出了使用共模变压器重叠将电力变换装置产生的共模电压抵消的电压(抵消电压),利用共模电压抑制流入接地的泄漏电流即共模电流的方式(例如专利文献1)。

[0003] 专利文献1的传导性噪声滤波器具备:共模变压器,在连接逆变器和交流电源的三相电缆设置有次级绕组即次级侧绕组;推挽型的发射极跟随器电路,与共模变压器的初级绕组即初级侧绕组连接;3个接地电容器,检测共模电压;分压用电容器,对检测出的共模电压进行分压;运算放大器,将分压的共模电压放大并输出到推挽型的发射极跟随器电路,共模变压器在次级侧绕组感应出与检测出的共模电压相同大小的相反极性的抵消电压。专利文献1的传导性噪声滤波器通过对检测出的共模电压进行分压,根据共模变压器的初级侧绕组以及次级侧绕组的匝数比在次级侧绕组感应出抵消电压,从而降低输出到共模变压器的初级侧绕组的电压。由此,能够降低在发射极跟随器电路以及运算放大器中使用的有源元件的耐压。

[0004] 现有技术文献

[0005] 专利文献

[0006] 专利文献1:日本专利第5263663号公报

发明内容

[0007] 但是,在专利文献1的传导性噪声滤波器中,在次级侧绕组感应出比在三相电缆中产生的共模电压低的抵消电压,为了提高噪声降低效果,需要在次级侧绕组生成更大的抵消电压或者抵消电流即补偿电压或者补偿电流。为此,需要增大共模变压器的匝数比、或者增大发射极跟随器电路以及运算放大器的电压。在增大共模变压器的匝数比的情况下,增加三相的次级侧绕组的匝数,所以共模变压器变大。相对于此,在增大发射极跟随器电路以及运算放大器的电压的情况下,需要具备高的电压产生能力的发射极跟随器电路以及运算放大器、和用于驱动此的高电压电源。作为结果,导致装置整体大型化、重量增加。

[0008] 本申请说明书公开的技术的目的在于,提供一种能够实现小型以及轻量且提高噪声降低效果的噪声滤波器。

[0009] 本申请说明书公开的一个例子的噪声滤波器是降低通过半导体元件的开关动作进行电力变换的电力变换器产生的电磁噪声的电压或者电流的噪声滤波器。具备:噪声检测器,检测基于电力变换器产生的电磁噪声的电压,输出对基于电磁噪声的电压进行调整

而得到的调整电压;补偿信号施加器,将极性与基于电磁噪声的电压相反的补偿电压经由变压器重叠到电力变换器的输出或者输入;以及注入电压生成器,根据调整电压生成在变压器的初级侧绕组的一端以及另一端之间发生注入电压的第一输出电压以及极性与第一输出电压相反的第二输出电压,并且将第一输出电压输出到变压器的初级侧绕组的一端,将第二输出电压输出到变压器的初级侧绕组的另一端。注入电压生成器生成产生利用补偿信号施加器重叠的补偿电压与基于电磁噪声的电压之差成为容许值以下的注入电压的第一输出电压以及第二输出电压。

[0010] 本申请说明书公开的一个例子的噪声滤波器在补偿信号施加器的变压器中的初级侧绕组的两端分别施加第一输出电压以及极性与第一输出电压相反的第二输出电压,根据极性与第一输出电压相同且比第一输出电压大的注入电压将补偿电压重叠到电力变换器的输出或者输入,所以能够实现小型以及轻量化且提高噪声降低效果。

附图说明

- [0011] 图1是示出实施方式1所涉及的第一噪声滤波器以及电动机驱动系统的结构的图。
- [0012] 图2是示出图1的电力变换器的结构的图。
- [0013] 图3是示出图1的信号调整电路的结构的图。
- [0014] 图4是示出图1的注入波形生成器的第一例的图。
- [0015] 图5是示出图1的注入波形生成器的第二例的图。
- [0016] 图6是示出图1的注入波形生成器的第三例的图。
- [0017] 图7是示出实施方式1所涉及的第二噪声滤波器以及电动机驱动系统的结构的图。
- [0018] 图8是示出实施方式1所涉及的第三噪声滤波器以及电动机驱动系统的结构的图。
- [0019] 图9是示出实施方式1所涉及的噪声滤波器的芯的图。
- [0020] 图10是示出实施方式1所涉及的第四噪声滤波器以及电动机驱动系统的结构的图。
- [0021] 图11是示出实施方式1所涉及的第五噪声滤波器以及电动机驱动系统的结构的图。
- [0022] 图12是示出图11的信号调整电路的结构的图。
- [0023] 图13是示出实施方式2所涉及的第一噪声滤波器以及电动机驱动系统的结构的图。
- [0024] 图14是示出实施方式2所涉及的第二噪声滤波器以及电动机驱动系统的结构的图。
- [0025] 图15是示出实施方式2所涉及的第三噪声滤波器以及电动机驱动系统的结构的图。
- [0026] 图16是示出图13的注入波形生成器的第一例的图。
- [0027] 图17是示出图13的注入波形生成器的第二例的图。
- [0028] 图18是示出图13的注入波形生成器的第三例的图。
- [0029] 图19是示出实施方式3所涉及的第一噪声滤波器以及电动机驱动系统的结构的图。
- [0030] 图20是示出实施方式3所涉及的第二噪声滤波器以及电动机驱动系统的结构的图。

图。

[0031] 图21是示出实施方式3所涉及的第三噪声滤波器以及电动机驱动系统的结构的图。

[0032] 图22是示出实施方式4所涉及的第一噪声滤波器以及电动机驱动系统的结构的图。

[0033] 图23是示出实施方式4所涉及的第二噪声滤波器以及电动机驱动系统的结构的图。

[0034] 图24是示出实施方式4所涉及的第三噪声滤波器以及电动机驱动系统的结构的图。

[0035] 图25是示出实施方式5所涉及的第一噪声滤波器以及电动机驱动系统的结构的图。

[0036] 图26是示出实施方式5所涉及的第二噪声滤波器以及电动机驱动系统的结构的图。

[0037] 图27是示出实施方式5所涉及的第三噪声滤波器以及电动机驱动系统的结构的图。

[0038] 图28是示出实施方式6所涉及的第一噪声滤波器以及电动机驱动系统的结构的图。

[0039] 图29是示出实施方式6所涉及的第二噪声滤波器以及电动机驱动系统的结构的图。

[0040] 图30是示出实施方式6所涉及的第三噪声滤波器以及电动机驱动系统的结构的图。

[0041] 图31是示出实施方式7所涉及的第一噪声滤波器以及电动机驱动系统的结构的图。

[0042] 图32是示出图31的注入波形生成器的图。

[0043] 图33是示出实施方式7所涉及的第二噪声滤波器的结构的图。

[0044] 图34是示出图33的注入波形生成器的图。

[0045] 图35是示出实施方式7所涉及的第三噪声滤波器的结构的图。

[0046] 图36是示出实施方式7所涉及的第四噪声滤波器的结构的图。

[0047] 图37是示出实施方式7所涉及的第五噪声滤波器的结构的图。

[0048] 图38是示出实施方式7所涉及的第六噪声滤波器的结构的图。

[0049] 图39是示出实施方式7所涉及的第七噪声滤波器的结构的图。

[0050] (符号说明)

[0051] 2:电力变换器;4:三相电力线;5:三相电力线;7、7u、7v、7w、7p、7s:噪声检测器;8、8u、8v、8w:电容器;9、9u、9v、9w:信号调整电路;10、10a、10b:注入波形生成器;11、11u、11v、11w、11p、11s:变压器;24:布线(接地布线);25:布线(基准布线);30、30u、30v、30w:注入电压生成器;31、31a、31b:注入波形生成器;39、39u、39v、39w、39p、39s:注入电压生成器;44p:高电位侧布线;44s:低电位侧布线;45:单相电力线;50:噪声滤波器;70、70u、70v、70w:分压变压器;71、71u、71v、71w:信号调整变压器;72:信号施加器;73、73u、73v、73w:电容器;75、75u、75v、75w、75p、75s:补偿信号施加器;80、80u、80v、80w、80p、80s:检测变压器;95、95a、

95b:输出端子;m1:初级侧绕组;m2、m2a、m2b:次级侧绕组;m3:初级侧绕组;m4、m4a、m4b:次级侧绕组;m5:初级侧绕组;m6:次级侧绕组;m7、m7a、m7b:初级侧绕组;m8、m8a、m8b:次级侧绕组;Q1、Q2、Q3、Q4、Q5、Q6:半导体元件;Vci:共模电压;Vdi1、Vdi2、Vdi3:差模电压;Vd、Vd1、Vd2:调整电压;Vdo、Vdo1、Vdo2、Vdo3:调整电压;Vo:输出电压;Vo1:输出电压(第一输出电压);Vo2:输出电压(第二输出电压);Vinj、Vinj1、Vinj2、Vinj3:注入电压;Vcom:补偿电压;Vdm1、Vdm2、Vdm3:补偿电压;Vto:容许值;Vsn、Vdsn1、Vdsn2、Vdsn3:检测电压;Vss:基准电位。

具体实施方式

[0052] 参照附图,说明噪声滤波器以及电动机驱动系统。在各图中对同一或者与其相当的部分附加同一符号来说明。

[0053] 实施方式1.

[0054] 图1是示出实施方式1所涉及的第一噪声滤波器以及电动机驱动系统的结构的图,图2是示出图1的电力变换器的结构的图。图3是示出包含于图1的噪声检测器的信号调整电路的结构的图。图4是示出图1的注入波形生成器的第一例的图,图5是示出图1的注入波形生成器的第二例的图,图6是示出图1的注入波形生成器的第三例的图。图7是示出实施方式1所涉及的第二噪声滤波器以及电动机驱动系统的结构的图,图8是示出实施方式1所涉及的第三噪声滤波器以及电动机驱动系统的结构的图。图9是示出实施方式1所涉及的噪声滤波器的芯的图。图10是示出实施方式1所涉及的第四噪声滤波器以及电动机驱动系统的结构的图,图11是示出实施方式1所涉及的第五噪声滤波器以及电动机驱动系统的图。图12是示出图11的信号调整电路的结构的图。实施方式1的噪声滤波器50能够应用于电动机驱动系统60,该电动机驱动系统60是利用多个半导体元件进行开关动作的电压型PWM逆变器电力变换器2控制作为感应性负载的感应电动机3的系统。

[0055] 电动机驱动系统60具备:电力体系、独立型电压源等交流电源1;电力变换器2,将交流电源1的交流电力变换为直流电力,将直流电力变换为交流电力;三相电力线4,连接交流电源1与电力变换器2之间;三相电力线5,连接电力变换器2与感应电动机3之间;以及噪声滤波器50。感应电动机3利用接地线6接地。接地GND的电位即接地电位成为噪声滤波器50的基准电位。三相电力线4具备u相的三相电力线4u、v相的三相电力线4v、w相的三相电力线4w。三相电力线5具备u相的三相电力线5u、v相的三相电力线5v、w相的三相电力线5w。

[0056] 噪声滤波器50降低通过半导体元件的开关动作进行电力变换的电力变换器2产生的电磁噪声的电压或者电流。噪声滤波器50具备:噪声检测器7,检测电力变换器2产生的电磁噪声的电压,输出对电磁噪声的电压进行调整而得到的调整电压Vd;补偿信号施加器75,经由在初级侧以及次级侧分别具备初级侧绕组m1以及次级侧绕组m2的变压器11使极性与电磁噪声的电压相反的补偿电压Vcom重叠到电力变换器2的输出或者输入;以及注入电压生成器30,根据调整电压Vd生成在变压器11的初级侧绕组m1的一端以及另一端之间产生注入电压Vinj的第一输出电压Vo1以及极性与第一输出电压Vo1相反的第二输出电压Vo2,并且,将第一输出电压Vo1输出到变压器11的初级侧绕组m1的一端,将第二输出电压Vo2输出到变压器11的初级侧绕组m1的另一端。电磁噪声的电压例如是共模电压Vci。电磁噪声的电流例如是通过向共模路径施加共模电压Vci而流过的共模电流。在实施方式1中,说明噪声

检测器7作为基于电磁噪声的电压而检测电磁噪声的电压的例子。在实施方式5中,说明噪声检测器7作为基于电磁噪声的电压而检测与电磁噪声的电流即共模电流成比例的电压的例子。注入电压生成器30具备注入波形生成器10a、10b。补偿信号施加器75具备变压器11。将第一输出电压Vo1、第二输出电压Vo2适当地分别表现为第一输出电压Vo1、第二输出电压Vo2。

[0057] 电力变换器2具备由半导体元件构成的正向变换电路21、作为积蓄直流电力的蓄电元件的电容器22、由半导体元件构成且将直流电力变换为交流电力的逆变换电路23。正向变换电路21例如是整流电路,具备6个二极管D1、D2、D3、D4、D5、D6。逆变换电路23具备6个半导体元件Q1、Q2、Q3、Q4、Q5、Q6。一端与交流电源1连接的三相电力线4u、4v、4w的另一端分别与电力变换器2的交流输入端子41u、41v、41w连接。一端与感应电动机3连接的三相电力线5u、5v、5w的另一端分别与电力变换器2的交流输出端子42u、42v、42w连接。

[0058] 正向变换电路21在高电位侧布线44p与低电位侧布线44s之间配置有作为串联地连接的二极管D1、D2的第一串联体、作为串联地连接的二极管D3、D4的第二串联体、作为串联地连接的二极管D5、D6的第三串联体。二极管D1和二极管D2的连接点n1与交流输入端子41u连接。二极管D3和二极管D4的连接点n2与交流输入端子41v连接,二极管D5和二极管D6的连接点n3与交流输入端子41w连接。电容器22连接于高电位侧布线44p与低电位侧布线44s之间。逆变换电路23在高电位侧布线44p与低电位侧布线44s之间配置有作为串联地连接的半导体元件Q1、Q2的第四串联体、作为串联地连接的半导体元件Q3、Q4的第五串联体、作为串联地连接的半导体元件Q5、Q6的第六串联体。半导体元件Q1和半导体元件Q2的连接点n4与交流输出端子42u连接。半导体元件Q3和半导体元件Q4的连接点n5与交流输出端子42v连接,半导体元件Q5和半导体元件Q6的连接点n6与交流输出端子42w连接。

[0059] 在半导体元件Q1、Q2、Q3、Q4、Q5、Q6中,例如使用MOSFET (metal-oxide-semiconductor field-effect transistor,金属氧化物半导体场效应晶体管)、IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor,绝缘栅双极晶体管)等电力用半导体元件。在图2中,示出了MOSFET的例子。半导体元件Q1、Q2、Q3、Q4、Q5、Q6具备MOS晶体管M、二极管D。二极管D既可以是与MOS晶体管M独立的元件,也可以是寄生二极管。半导体元件Q1、Q3、Q5的漏极d与高电位侧布线44p连接,半导体元件Q2、Q4、Q6的源极s与低电位侧布线44s连接。半导体元件Q1的源极s和半导体元件Q2的漏极d被连接,半导体元件Q3的源极s和半导体元件Q4的漏极d被连接,半导体元件Q5的源极s和半导体元件Q6的漏极d被连接。从未图示的控制电路向半导体元件Q1、Q2、Q3、Q4、Q5、Q6的栅极g输入控制信号。逆变换电路23根据来自控制电路的控制信号,使半导体元件Q1、Q2、Q3、Q4、Q5、Q6开关,将直流电力变换为交流电力。

[0060] 检测共模电压Vci的噪声检测器7具备具有相互相等的电容的3个电容器8和信号调整电路9。各电容器8的一端与三相电力线5的各相连接。各电容器8的另一端在连接点n7处相互连接。信号调整电路9的输入端子94与连接有电容器8的另一端的连接点n7连接,输出端子95与注入波形生成器10a、10b的输入端子51a、51b连接。信号调整电路9对作为成为接地电位的接地布线的布线24与输入端子94之间的输入电压即共模电压Vci实施分压或者频带限制、或者这两方,将由此得到的调整电压Vd作为输出电压输出。噪声检测器7检测共模电压Vci,输出基于共模电压Vci的调整电压Vd。更具体而言,噪声检测器7具备在电力变换器2的输出侧的三相电力线5与作为接地布线的布线24之间串联地连接的电容器8以及信

号调整电路9,信号调整电路根据经由电容器8输入的输入电压即共模电压 V_{ci} 输出调整电压 V_d 。

[0061] 信号调整电路9如图3所示例如具备电容器91、与电容器91并联地连接的差动放大器92、频带限制器93、以及控制电源15a、15b。控制电源15a供给正侧电压,控制电源15b供给负侧电压。电容器91的一端以及差动放大器92的反转输入端子(负侧输入端子)与输入端子94连接,电容器91的另一端以及差动放大器92的非反转输入端子(正侧输入端子)与成为接地电位的布线24连接。差动放大器92的输出与频带限制器93连接,频带限制器93的输出作为调整电压 V_d 从输出端子95输出。频带限制器93能够使作为对象的频率频带通过即可,能够应用带通滤波器、低通滤波器、以及高通滤波器中的任意一个。

[0062] 调整电压 V_d 被输入到注入波形生成器10a、10b的输入端子51a、51b。注入电压生成器30具备:第一注入波形生成器10a,根据调整电压 V_d 生成第一输出电压 V_{o1} ;以及第二注入波形生成器10b,根据调整电压 V_d 生成第二输出电压 V_{o2} 。注入波形生成器10a、10b根据输入的调整电压 V_d ,从输出端子52a、52b输出频带被限制并且电压值被放大的电压即输出电压 V_{o1} 、 V_{o2} 。从注入波形生成器10a的输出端子52a输出的输出电压 V_{o1} 被输入到变压器11的初级侧绕组m1的一端。从注入波形生成器10b的输出端子52b输出的输出电压 V_{o2} 被输入到变压器11的另一端。输出电压 V_{o1} 、输出电压 V_{o2} 是大小相互相同且反相的电压。即,输出电压 V_{o1} 、输出电压 V_{o2} 是大小相互相同且极性相反的电压。对变压器11的初级侧绕组m1施加输出电压 V_{o1} 与输出电压 V_{o2} 的差分、即 V_{o1} 的2倍的大小且同相即同极性的电压。

[0063] 变压器11在初级侧以及次级侧分别具备初级侧绕组m1以及次级侧绕组m2。变压器11的次级侧绕组m2被插入到作为三相电力线5的各相的三相电力线5u、5v、5w。作为从注入波形生成器10a输出的输出电压 V_{o1} 与从注入波形生成器10b输出的输出电压 V_{o2} 的差分的电压即注入电压 V_{inj} 被施加到变压器11的初级侧绕组m1,极性与共模电压 V_{ci} 相反,在次级侧绕组m2中产生作为与初级侧绕组m1和次级侧绕组m2的匝数比对应的电压的补偿电压 V_{com} 。补偿电压 V_{com} 是重叠到三相电力线5的重叠电压。

[0064] 电力变换器2产生每当半导体元件Q1~Q6进行开关动作时阶梯状地变化的共模电压 V_{ci} 。该共模电压 V_{ci} 由噪声检测器7检测出,被调整为调整电压 V_d 。调整电压 V_d 由注入波形生成器10a、10b进行频带限制并且电压值被放大而输出的输出电压 V_{o1} 与输出电压 V_{o2} 的差分即注入电压 V_{inj} 被输入到变压器11的初级侧绕组m1。在变压器11的次级侧绕组m2中产生的电压即补偿电压 V_{com} 被设定成降低在电力变换器2中产生的共模电压 V_{ci} 。因此,实施方式1的噪声滤波器50根据利用噪声检测器7检测的共模电压 V_{ci} ,将极性与共模电压 V_{ci} 相反并且被调整的电压即注入电压 V_{inj} 输入到变压器11而在三相电力线5的各相重叠补偿电压 V_{com} ,所以能够抑制共模电压 V_{ci} 。说明实施方式1的噪声滤波器50能够小型以及轻量化并且提高噪声降低效果。

[0065] 注入波形生成器10a能够应用图4~图6所示的注入波形生成器10的第一例~第三例。另外,注入波形生成器10b应用输出电压 V_{o2} 与注入波形生成器10a的输出电压 V_{o1} 反相的注入波形生成器10。在图1所示的注入波形生成器10a中应用了这些注入波形生成器10的情况下,注入波形生成器10的输入端子51、输出端子52、输出电压 V_o 分别成为输入端子51a、输出端子52a、输出电压 V_{o1} 。在图1所示的注入波形生成器10b中应用了这些注入波形生成器10的情况下,注入波形生成器10的输入端子51、输出端子52、输出电压 V_o 分别成为输入端

子51b、输出端子52b、输出电压Vo2。适当地,将输出输出电压Vo1的注入波形生成器10a表现为第一注入波形生成器10a,将输出输出电压Vo2的注入波形生成器10b表现为第二注入波形生成器10b。

[0066] 图4所示的第一例的注入波形生成器10具备频带限制器12、放大器13、控制电源15a、15b。控制电源15a供给正侧电压,控制电源15b供给负侧电压。利用频带限制器12,能够将共模电压Vci中的仅要降低的频率频带施加到变压器11,所以能够实现变压器11的小型化。频带限制器12能够使作为对象的频率频带通过即可,能够应用带通滤波器、低通滤波器、以及高通滤波器中的任意一个。图4所示的放大器13是反转放大电路的例子。放大器13具备运算放大器19、电阻16、17、18。向运算放大器19的正侧输入端子经由电阻17输入接地电位。向运算放大器19的负侧输入端子经由电阻16输入频带限制器12的输出、并且经由电阻18输入运算放大器19的输出。

[0067] 运算放大器19的增益Gi在将电阻16以及电阻18的电阻值分别设为r1、r2时,如式(1)所示。另外,输出电压Vo如式(2)所示。

$$[0068] \quad G_i = r_2 / r_1 \cdots (1)$$

$$[0069] \quad V_o = -G_i \times V_d \cdots (2)$$

[0070] 关于第一例的注入波形生成器10,示出了放大器13为反转放大电路的例子,但放大器13也可以是非反转放大电路。图5所示的第二例的注入波形生成器10是非反转放大电路的例子。向运算放大器19的正侧输入端子经由电阻17输入频带限制器12的输出。向运算放大器19的负侧输入端子经由电阻16输入接地电位、并且经由电阻18输入运算放大器19的输出。

[0071] 非反转放大电路的运算放大器19的增益Gi在将电阻16以及电阻18的电阻值分别设为r1、r2时,如式(3)所示。另外,输出电压Vo如式(4)所示。

$$[0072] \quad G_i = 1 + r_2 / r_1 \cdots (3)$$

$$[0073] \quad V_o = G_i \times V_d \cdots (4)$$

[0074] 注入波形生成器10a、10b分别输出大小相同且反相的输出电压Vo1、输出电压Vo2,因此,例如,注入波形生成器10a由非反转放大电路构成,注入波形生成器10b由反转放大电路构成,从而满足上述。

[0075] 在第一注入波形生成器10a由非反转放大电路构成,第二注入波形生成器10b由反转放大电路构成的情况下,根据式(2)、式(4)分别计算输出电压Vo1、Vo2。注入电压Vinj是输出电压Vo1与输出电压Vo2的差分,所以如式(5)所示。

$$[0076] \quad V_{inj} = V_{o1} - V_{o2} \cdots (5)$$

[0077] 输出电压Vo1、Vo2是大小相互相同且反相,所以注入电压Vinj如式(6)所示成为具有输出电压Vo1的2倍的振幅的信号。

$$[0078] \quad V_{inj} = 2 \times V_{o1} \cdots (6)$$

[0079] 以使作为经由变压器11的次级侧绕组m2重叠到三相电力线5的u相、v相、w相的电压的补偿电压Vcom降低共模电压Vci的方式、即以使式(7)成立的方式,设定增益Gi、匝数比Rr。

$$[0080] \quad |V_{ci} - V_{com}| \leq V_{to} \cdots (7)$$

[0081] 在此,Vto是电压差的容许值。式(7)表示共模电压Vci与补偿电压Vcom的差的绝对

值为容许值 V_{to} 以下。

[0082] 变压器11的匝数比 R_r 在将初级侧绕组m1以及次级侧绕组m2的匝数分别设为 N_1 、 N_2 时,如式(8)所示。

[0083] $R_r = N_2 / N_1 \cdots (8)$

[0084] 注入波形生成器10的输出电压 V_o 的最大电压成为控制电源15a、15b的电压。在如专利文献1所示将1个注入波形生成器10连接到变压器11的情况下,注入电压 V_{inj} 的最大电压成为控制电源15a、15b的电压。但是,在实施方式1的噪声滤波器50中,具备第一注入波形生成器10a以及第二注入波形生成器10b,向变压器11的初级侧绕组m1的一端以及另一端分别输入大小相同且反相的输出电压 V_{o1} 、 V_{o2} 。因此,噪声滤波器50不增大1个注入波形生成器10输出的输出电压 V_o ,即不增大各注入波形生成器10a、10b的输出电压 V_{o1} 、 V_{o2} ,如式(6)所示得到最大电压成为控制电源15a、15b的2倍的注入电压 V_{inj} 。其结果,在实施方式1的变压器11中,为了满足式(7)而所需的匝数比 R_r 变小。

[0085] 变压器11具备1个初级侧绕组m1以及3个次级侧绕组m2。变压器11的芯例如是图9所示的环型的芯28。芯28的内径是 l ,外径是 L ,宽度(厚度)是 h 。在减小匝数比 R_r ,减少次级侧绕组m2的匝数时,安装变压器最低限所需的芯的内径 l 也变小,所以能够实现芯的小型化、变压器的小型化,能够实现噪声滤波器50的小型化、轻量化。

[0086] 在由反转放大电路构成第一注入波形生成器10a,由非反转放大电路构成第二注入波形生成器10b的情况下,如图7所示,将向变压器11的初级侧绕组m1的连接变更为逆向,以作为输出到次级侧绕组m2的电压的补偿电压 V_{com} 降低共模电压 V_{ci} 的方式设定。图7所示的第二噪声滤波器50与第一噪声滤波器50同样地,能够对变压器11的初级侧绕组m1施加式(5)、式(6)所示的注入电压 V_{inj} 。

[0087] 在实施方式1的噪声滤波器50中,不增大各注入波形生成器10a、10b输出的输出电压 V_{o1} 、 V_{o2} ,如式(6)所示得到最大电压成为控制电源15a、15b的2倍的注入电压 V_{inj} ,所以与如专利文献1所示将1个注入波形生成器10连接到变压器11的情况相比,为了得到相同的注入电压 V_{inj} 而所需的控制电源的电压成为一半。其结果,能够实现注入波形生成器10的控制电源15a、15b的小型化,能够实现噪声滤波器50的小型化、轻量化。

[0088] 说明图6所示的第三例的注入波形生成器10。第三例的注入波形生成器10与第一例的注入波形生成器10的不同点在于,在放大器13的输出端子与输出端子52之间追加有电流缓冲器14。此外,放大器13的输出端子是传送运算放大器19的输出的布线和电阻18的连接点。第三例的注入波形生成器10能够比第一例的注入波形生成器10增加表示电流供给量的电流容量。电流缓冲器14例如具备串联连接的2个晶体管BT1、BT2。晶体管BT1的集电极c与控制电源15a连接,晶体管BT1的发射极e与晶体管BT2的发射极e连接,晶体管BT2的集电极c与控制电源15b连接。晶体管BT1、BT2的基极b被输入放大器13的输出,晶体管BT1、BT2的发射极e与输出端子52连接。也可以在第二例的注入波形生成器10追加电流缓冲器14。

[0089] 此外,示出了图1所示的噪声检测器7与三相电力线5连接的例子,但如图8所示噪声检测器7还能够与三相电力线4连接。在该情况下,从三相电力线4检测出的共模电压 V_{ci} 也与从三相电力线5检测出的共模电压 V_{ci} 同等,所以满足式(7)即可。

[0090] 在图1中,示出了变压器11被插入到三相电力线5的例子,但也可以如图7所示交换变压器11和噪声检测器7的位置。图1所示的第一例的噪声滤波器50是前馈结构,但图7所示

的第二例的噪声滤波器50是反馈结构。

[0091] 作为信号调整电路9的例子,示出了具备电容器91、差动放大器92、频带限制器93的例子,但信号调整电路9不限于此。信号调整电路9还可以是仅电容器91、差动放大器92的结构、将电容器91置换为电阻的结构、进而增加电容器和电阻的数量的结构。另外,信号调整电路9在不对共模电压 V_{ci} 进行分压的情况下,也可以仅具备频带限制器93。

[0092] 另外,例如,也可以如图10所示的实施方式1的第四噪声滤波器50那样,将作为噪声检测器7的输出的调整电压 V_d 仅输入到第一注入波形生成器10a,第一注入波形生成器10a的输出端子52a与变压器11的初级侧绕组m1的一端以及第二注入波形生成器10b的输入端子51b连接,第二注入波形生成器10b的输出端子52b与变压器11的初级侧绕组m1的另一端连接。第二注入波形生成器10b被输入作为第一注入波形生成器10a的输出的输出电压 V_{o1} 。实施方式1的第四注入电压生成器30具备:第一注入波形生成器10a,根据调整电压 V_d 生成第一输出电压 V_{o1} ;以及第二注入波形生成器10b,根据第一输出电压 V_{o1} 生成第二输出电压 V_{o2} 。在该情况下,第一注入波形生成器10a的输出电压 V_{o1} 、第二注入波形生成器10b的输出电压 V_{o2} 也是大小相互相同且反相的电压。为了输出与输出电压 V_{o1} 相同大小且反相的输出电压 V_{o2} ,第二注入波形生成器10b应用以等倍增益将输入信号的相位旋转 180° 的电路。即,第二注入波形生成器10b的运算放大器19的增益 G_i 在第一注入波形生成器10a的增益 G_i 为正的情况下是 -1 ,在第一注入波形生成器10a的增益 G_i 为负的情况下是 1 。

[0093] 在实施方式1的第四噪声滤波器50中,第二注入波形生成器10b以等倍增益将输入信号的相位仅旋转 180° 即可,所以频带限制器12处于第一注入波形生成器10a即可,能够去掉第二注入波形生成器10b的频带限制器12。

[0094] 另外,例如,也可以如图11所示的实施方式1的第五噪声滤波器50那样,包含于噪声检测器7的信号调整电路9具有2个输出端子95a、95b,分别输出大小相同且反相的调整电压 V_{d1} 、 V_{d2} ,进而,将调整电压 V_{d1} 输入到第一注入波形生成器10a,将调整电压 V_{d2} 输入到第二注入波形生成器10b。在该情况下,第一注入波形生成器10a的输出电压 V_{o1} 、第二注入波形生成器10b的输出电压 V_{o2} 也是大小相互相同且反相的电压。适当地,将输出端子95a表现为第一输出端子95a,将输出端子95b表现为第二输出端子95b。另外,适当地,将调整电压 V_{d1} 表现为第一调整电压 V_{d1} ,将调整电压 V_{d2} 表现为第二调整电压 V_{d2} 。

[0095] 在实施方式1的第五噪声滤波器50中,例如能够应用图12所示的信号调整电路9。图12的信号调整电路9与图3的信号调整电路9的不同点在于,具备2个差动放大器92a、92b、2个频带限制器93a、93b、2个输出端子95a、95b。与差动放大器92a并联地连接差动放大器92b,差动放大器92a的非反转输入端子和差动放大器92b的反转输入端子被连接,差动放大器92a的反转输入端子和差动放大器92b的非反转输入端子被连接。差动放大器92a、92b的输出与相同结构的频带限制器93a、93b分别连接,从输出端子95a、95b输出调整电压 V_{d1} 、 V_{d2} 。

[0096] 调整电压 V_{d1} 、 V_{d2} 是大小相互相同且反相,所以注入波形生成器10a、10b能够由具有相同的增益且相同的相位特性的电路构成。即,能够使用共同的电路,能够减小注入波形生成器10a、10b之间的特性误差。

[0097] 另外,在实施方式1的第五噪声滤波器50中,也可以从输出端子95a、95b输出的调整电压 V_{d1} 、 V_{d2} 的大小不同,相位相同。根据调整电压 V_{d1} 、 V_{d2} ,被设定成分别输入了调整电

压 V_{d1} 、 V_{d2} 的注入波形生成器10a、10b分别输出相同大小且反相的输出电压 V_{o1} 、 V_{o2} 。其结果,实施方式1的第五噪声滤波器50与实施方式1的第一噪声滤波器50同样地,不增大1个注入波形生成器10输出的输出电压 V_o ,即不增大各注入波形生成器10a、10b的输出电压 V_{o1} 、 V_{o2} ,而得到最大电压成为控制电源15a、15b的2倍的注入电压 V_{inj} 。其结果,实施方式1的第五噪声滤波器50能够实现变压器11或者控制电源15a、15b的小型化,能够实现噪声滤波器50的小型化、轻量化。

[0098] 在实施方式1的第五噪声滤波器50中,噪声检测器7具备在电力变换器2的输出侧或者输入侧的三相电力线5、4与作为接地布线的布线24之间串联地连接的电容器8以及信号调整电路9。在实施方式1的第五噪声滤波器50中,信号调整电路9根据作为经由电容器8输入的输入电压的共模电压 V_{ci} ,输出作为2个调整电压的第一调整电压 V_{d1} 以及第二调整电压 V_{d2} ,注入电压生成器30具备:第一注入波形生成器10a,根据第一调整电压 V_{d1} 生成第一输出电压 V_{o1} ;以及第二注入波形生成器10b,根据第二调整电压 V_{d2} 生成第二输出电压 V_{o2} 。因此,实施方式1的第五噪声滤波器50能够实现变压器11或者控制电源15a、15b的小型化,能够实现噪声滤波器50的小型化、轻量化。

[0099] 在实施方式1中,示出了输出电压 V_{o1} 、输出电压 V_{o2} 的大小相同的情况,但输出电压 V_{o1} 、输出电压 V_{o2} 的大小也可以不同。即使在大小不同的情况下,对变压器11的初级侧绕组m1也施加输出电压 V_{o1} 与输出电压 V_{o2} 的差分、即作为比输出电压 V_{o1} 大且同相的电压的注入电压 V_{inj} 。其结果,实施方式1的噪声滤波器50能够实现变压器11或者控制电源15a、15b的小型化,能够实现噪声滤波器50的小型化、轻量化。

[0100] 如以上所述,实施方式1的噪声滤波器50是降低通过半导体元件Q1~Q6的开关动作进行电力变换的电力变换器2产生的电磁噪声的电压或者电流(共模电压 V_{ci})的噪声滤波器。噪声滤波器50具备:噪声检测器7,检测基于电力变换器2产生的电磁噪声的电压(共模电压 V_{ci}),输出对基于电磁噪声的电压(共模电压 V_{ci})进行调整而得到的调整电压 V_d ;补偿信号施加器75,将极性与基于电磁噪声的电压(共模电压 V_{ci})相反的补偿电压 V_{com} 经由变压器11重叠到电力变换器2的输出或者输入;以及注入电压生成器30,根据调整电压 V_d 生成在变压器11的初级侧绕组m1的一端以及另一端之间产生注入电压 V_{inj} 的第一输出电压 V_{o1} 以及极性与第一输出电压 V_{o1} 相反的第二输出电压 V_{o2} ,并且将第一输出电压 V_{o1} 输出到变压器11的初级侧绕组m1的一端,将第二输出电压 V_{o2} 输出到变压器11的初级侧绕组m1的另一端。注入电压生成器30生成产生注入电压 V_{inj} 的第一输出电压 V_{o1} 以及第二输出电压 V_{o2} ,该注入电压 V_{inj} 是利用补偿信号施加器75重叠的补偿电压 V_{com} 与基于电磁噪声的电压(共模电压 V_{ci})的差成为容许值 V_{to} 以下的注入电压。实施方式1的噪声滤波器50通过该结构,对补偿信号施加器75的变压器11中的初级侧绕组m1的两端分别施加第一输出电压 V_{o1} 以及极性与第一输出电压 V_{o1} 相反的第二输出电压 V_{o2} ,根据极性与第一输出电压 V_{o1} 相同且比第一输出电压 V_{o1} 大的注入电压 V_{inj} ,将补偿电压 V_{com} 重叠到电力变换器2的输出或者输入,所以能够实现小型以及轻量且提高噪声降低效果。

[0101] 在实施方式1的噪声滤波器50中,注入电压生成器30具备2个注入波形生成器10a、10b,通过对补偿信号施加器75的变压器11的初级侧绕组m1施加互为反相(反极性)的输出电压 V_{o1} 、 V_{o2} ,从而不增大1个注入波形生成器的输出即不增大控制电源15a、15b的电压,而得到大的注入电压 V_{inj} 。能够减小基于变压器11的匝数比 R_r 的放大,所以能够减少变压器

11的匝数,实现变压器11的小型化。即使在不改变变压器11的匝数比 R_r ,而降低每1个注入波形生成器的输出电压的情况下,也能够降低控制电源15a、15b的电压,所以能够实现控制电源15a、15b的小型化。因此,实施方式1的噪声滤波器50能够实现噪声滤波器整体的小型化。

[0102] 实施方式2.

[0103] 图13是示出实施方式2所涉及的第一噪声滤波器以及电动机驱动系统的结构的图,图14是示出实施方式2所涉及的第二噪声滤波器以及电动机驱动系统的结构的图。图15是示出实施方式2所涉及的第三噪声滤波器以及电动机驱动系统的结构的图。图16是示出实施方式2的注入波形生成器的第一例的图,图17是示出实施方式2的注入波形生成器的第二例的图,图18是示出实施方式2的注入波形生成器的第三例的图。实施方式2的噪声滤波器50与实施方式1同样地能够应用于电动机驱动系统60,该电动机驱动系统60是利用多个半导体元件进行开关动作的电压型PWM逆变器等电力变换器2控制感应电动机3的系统。

[0104] 实施方式2的噪声滤波器50与实施方式1的噪声滤波器50的不同点在于,噪声检测器7代替信号调整电路9而具备分压变压器70,以接地GND的电位即接地电位为基准的注入波形生成器10a、10b被变更为以作为与接地GND分离的电位的基准电位 V_{ss} 为基准的注入波形生成器31a、31b。主要说明与实施方式1的噪声滤波器50不同的部分。分压变压器70与变压器11同样地,在初级侧以及次级侧分别具备初级侧绕组m3以及次级侧绕组m4,输入端子94与初级侧绕组m3的一端连接,输出端子95与次级侧绕组m4的一端连接。噪声检测器7具备具有相互相等的电容的3个电容器8和分压变压器70,各电容器8的一端与三相电力线5的各相连接。各电容器8的另一端在连接点n7处相互连接。关于分压变压器70,连接有初级侧绕组m3的一端的输入端子94与连接点n7连接,初级侧绕组m3的另一端与作为接地电位的布线24连接。另外,关于分压变压器70,次级侧绕组m4的一端与输出端子95连接,次级侧绕组m4的另一端与成为注入电压生成器30等的基准电位 V_{ss} 的布线25连接。布线25是成为基准电位 V_{ss} 的基准布线。

[0105] 实施方式2的噪声检测器7具备在电力变换器2的输出侧或者输入侧的三相电力线5、4与作为接地布线的布线24之间串联地连接的电容器8以及分压变压器70。分压变压器70的初级侧绕组m3的一端与电容器8中的与三相电力线5、4相反的一侧的一端连接,另一端与作为接地布线的布线24连接。分压变压器70的次级侧绕组m4的一端与布线25连接,另一端与输出调整电压 V_d 的输出端子95连接,该布线25是成为与接地布线即布线24的接地电位不同的基准电位 V_{ss} 的基准布线。在噪声检测器7中,分压变压器70根据经由电容器8输入的输入电压即共模电压 V_{ci} 输出调整电压 V_d 。在图13中,示出噪声检测器7与三相电力线5连接的例子。

[0106] 关于分压变压器70,初级侧绕组m3中的与输入端子94相反的一侧的一端与作为接地电位的布线24连接,次级侧绕组m4中的与输出端子95相反的一侧的一端与成为基准电位 V_{ss} 的布线25连接,所以能够将检测操作大的电力的电力变换器2的噪声的噪声检测器7和用控制电源15a、15b驱动的注入波形生成器31a、31b绝缘。

[0107] 通过各电容器8的合成阻抗和串联地连接的分压变压器70的阻抗分压的电压即分压的共模电压 V_{ci} 被施加到分压变压器70的初级侧绕组m3,与分压变压器70的初级侧绕组m3和次级侧绕组m4的匝数比对应的调整电压 V_d 被输入到注入波形生成器31a、31b。在实施

方式2的噪声检测器7中,成为接地电位的布线24与输入端子94之间的输入电压即共模电压 V_{ci} 成为通过分压变压器70的阻抗分压的电压。

[0108] 如在实施方式1中说明那样,注入波形生成器31a输出的输出电压 V_{o1} 和注入波形生成器31b输出的输出电压 V_{o2} 是大小相互相同且反相的电压,通过分别施加到变压器11的初级侧绕组m1的一端以及另一端,从而施加作为差分的注入电压 V_{inj} 。变压器11根据匝数比 R_r 在次级侧绕组m2的两端产生补偿电压 V_{com} ,对三相电力线5的各相施加补偿电压 V_{com} 。实施方式2的噪声滤波器50与实施方式1的噪声滤波器50同样地,不增大1个注入波形生成器31输出的输出电压 V_o ,即不增大各注入波形生成器31a、31b的输出电压 V_{o1} 、 V_{o2} ,而得到最大电压成为控制电源15a、15b的2倍的注入电压 V_{inj} 。其结果,实施方式2的噪声滤波器50能够实现变压器11或者控制电源15a、15b的小型化,能够实现噪声滤波器50的小型化、轻量化。因此,实施方式2的噪声滤波器50能够实现小型以及轻量化并且抑制共模电压 V_{ci} ,即能够实现小型以及轻量化并且提高噪声降低效果。适当地,将输出输出电压 V_{o1} 的注入波形生成器31a表现为第一注入波形生成器31a,将输出输出电压 V_{o2} 的注入波形生成器31b表现为第二注入波形生成器31b。

[0109] 注入波形生成器31a能够应用图16~图18所示的注入波形生成器31的第一例~第三例。另外,注入波形生成器31b应用输出电压 V_{o2} 成为与注入波形生成器31a的输出电压 V_{o1} 反相的注入波形生成器31。图16所示的注入波形生成器31的第一例与图4所示的注入波形生成器10的第一例相比,基准电位不同。更具体而言,不同点在于,在图4中成为接地电位的布线24成为在图16中成为基准电位 V_{ss} 的布线25。图17所示的注入波形生成器31的第二例与图5所示的注入波形生成器10的第二例相比,基准电位不同。图18所示的注入波形生成器31的第三例与图6所示的注入波形生成器10的第三例相比,基准电位不同。更具体而言,不同点在于,在图5、图6中成为接地电位的布线24成为在图17、图18中成为基准电位 V_{ss} 的布线25。另外,也可以在第二例的注入波形生成器31追加电流缓冲器14。在图13所示的注入波形生成器31a中应用了这些注入波形生成器31的情况下,注入波形生成器31的输入端子51、输出端子52、输出电压 V_o 分别成为输入端子51a、输出端子52a、输出电压 V_{o1} 。在图13所示的注入波形生成器31b中应用了这些注入波形生成器31的情况下,注入波形生成器31的输入端子51、输出端子52、输出电压 V_o 分别成为输入端子51b、输出端子52b、输出电压 V_{o2} 。

[0110] 另外,例如,也可以如图14所示的实施方式2的第二噪声滤波器50那样,将作为噪声检测器7的输出的调整电压 V_d 仅输入到第一注入波形生成器31a,第一注入波形生成器31a的输出端子52a与变压器11的初级侧绕组m1的一端以及第二注入波形生成器31b的输入端子51b连接,第二注入波形生成器31b的输出端子52b与变压器11的初级侧绕组m1的另一端连接。在该情况下,第一注入波形生成器31a的输出电压 V_{o1} 、第二注入波形生成器31b的输出电压 V_{o2} 也是大小相互相同且反相的电压。

[0111] 实施方式2的第二噪声滤波器50与实施方式1的第四噪声滤波器50同样地,第二注入波形生成器31b被输入作为第一注入波形生成器31a的输出的 V_{o1} 。为了输出与输出电压 V_{o1} 相同大小且反相的输出电压 V_{o2} ,第二注入波形生成器31b应用以等倍增益将输入信号的相位旋转 180° 的电路。即,第二注入波形生成器31b的运算放大器19的增益 G_i 在第一注入波形生成器31a的增益 G_i 为正的情况下是 -1 ,在第一注入波形生成器31a的增益 G_i 为负的情况下是 1 。

[0112] 在实施方式2的第二噪声滤波器50中,第二注入波形生成器31b以等倍增益将输入信号的相位仅旋转 180° 即可,所以频带限制器12处于第一注入波形生成器31a即可,能够去掉第二注入波形生成器31b的频带限制器12。

[0113] 另外,例如,也可以如图15所示的实施方式2的第三噪声滤波器50那样,包含于噪声检测器7的分压变压器70具有2个次级侧绕组m4a、m4b,从与各次级侧绕组m4a、m4b连接的输出端子95a、95b输出大小相同且反相的调整电压Vd1、Vd2,进而,将调整电压Vd1输入到第一注入波形生成器31a,将调整电压Vd2输入到第二注入波形生成器31b。详细说明图15所示的分压变压器70。分压变压器70具有第一次级侧绕组m4a以及第二次级侧绕组m4b,第一次级侧绕组m4a由与初级侧绕组m3相同的极性构成,第二次级侧绕组m4b由与初级侧绕组m3相反的极性构成。进而,第一次级侧绕组m4a的一端与输出端子95a连接,另一端与成为基准电位Vss的布线25连接。第二次级侧绕组m4b的一端与输出端子95b连接,另一端与成为基准电位Vss的布线25连接。分压变压器70的输出端子95a与第一注入波形生成器31a的输入端子51a连接,分压变压器70的输出端子95b与第二注入波形生成器31b的输入端子51b连接。

[0114] 调整电压Vd1、Vd2是大小相互相同且反相,所以注入波形生成器31a、31b能够由具有相同的增益且相同的相位特性的电路构成。即,能够使用共同的电路,能够减小注入波形生成器31a、31b之间的特性误差。

[0115] 另外,在实施方式2的第三噪声滤波器50中,分压变压器70的第一次级侧绕组m4a和第二次级侧绕组m4b的极性既可以与初级侧绕组m3相同也可以不同,匝数也可以不同。即,也可以从分压变压器70的输出端子95a、95b输出的调整电压Vd1、Vd2的大小不同,相位相同。根据调整电压Vd1、Vd2,被设定成分别输入调整电压Vd1、Vd2的注入波形生成器31a、31b输出相同大小且反相的输出电压Vo1、Vo2。其结果,实施方式2的第三噪声滤波器50与实施方式2的第一噪声滤波器50同样地,不增大1个注入波形生成器31输出的输出电压Vo,即不增大各注入波形生成器31a、31b的输出电压Vo1、Vo2,而得到最大电压成为控制电源15a、15b的2倍的注入电压Vinj。其结果,实施方式2的第三噪声滤波器50能够实现变压器11或者控制电源15a、15b的小型化,能够实现噪声滤波器50的小型化、轻量化。

[0116] 在实施方式2的第三噪声滤波器50中,噪声检测器7具备在电力变换器2的输出侧或者输入侧的三相电力线5、4与作为接地布线的布线24之间串联地连接的电容器8以及分压变压器70。在实施方式2的第三噪声滤波器50中,分压变压器70具有2个次级侧绕组m4a、m4b,并且初级侧绕组m3的一端与电容器8中的作为与三相电力线5、4相反的一侧的一端的连接点n7连接,初级侧绕组m3的另一端与作为接地布线的布线24连接。另外,在分压变压器70中,作为一方的次级侧绕组的第一次级侧绕组m4a的一端与成为与接地布线的接地电位不同的基准电位Vss的基准布线即布线25连接,另一端与输出作为第一调整电压的第一调整电压Vd1的第一输出端子95a连接。作为另一方的次级侧绕组的第二次级侧绕组m4b的一端与基准布线连接,另一端与输出作为第二调整电压的第二调整电压Vd2的第二输出端子95b连接。另外,在实施方式2的第三噪声滤波器50中,注入电压生成器30具备:第一注入波形生成器31a,根据第一调整电压Vd1生成第一输出电压Vo1;以及第二注入波形生成器31b,根据第二调整电压Vd2生成第二输出电压Vo2。因此,实施方式2的第三噪声滤波器50能够实现变压器11或者控制电源15a、15b的小型化,能够实现噪声滤波器50的小型化、轻量化。

[0117] 在实施方式2中,示出了输出电压Vo1、输出电压Vo2的大小相同的情况,但与实施

方式1同样地,输出电压 V_{o1} 、输出电压 V_{o2} 的大小也可以不同。即使在大小不同的情况下,对变压器11的初级侧绕组m1也施加输出电压 V_{o1} 与输出电压 V_{o2} 的差分、即作为比输出电压 V_{o1} 大且同相的电压的注入电压 V_{inj} 。其结果,实施方式2的噪声滤波器50能够实现变压器11或者控制电源15a、15b的小型化,能够实现噪声滤波器50的小型化、轻量化。此外,图13~15所示的实施方式2的噪声滤波器50是前馈结构,但还能够交换变压器11和噪声检测器7的位置,设成反馈结构。

[0118] 实施方式3.

[0119] 图19是示出实施方式3所涉及的第一噪声滤波器以及电动机驱动系统的结构的图,图20是示出实施方式3所涉及的第二噪声滤波器以及电动机驱动系统的结构的图。图21是示出实施方式3所涉及的第三噪声滤波器以及电动机驱动系统的结构的图。实施方式3的噪声滤波器50与实施方式1同样地能够应用于电动机驱动系统60,该电动机驱动系统60是利用多个半导体元件进行开关动作的电压型PWM逆变器2等电力变换器2控制感应电动机3的系统。

[0120] 实施方式3的噪声滤波器50与实施方式1的噪声滤波器50的不同点在于,补偿信号施加器75代替变压器11而具备信号调整变压器71以及信号施加器72。实施方式3的补偿信号施加器75具备:信号调整变压器71,是在初级侧以及次级侧分别具备初级侧绕组m5以及次级侧绕组m6的变压器;以及信号施加器72,包括电容器73。信号调整变压器71的次级侧绕组m6的一端与作为接地布线的布线24连接,另一端经由信号施加器72的电容器73与电力变换器2的输出侧或者输入侧的三相电力线5、4连接。在图19中,示出了补偿信号施加器75与三相电力线5连接的例子。例如,在信号施加器72中,电容相互相等的3个电容器73的一端与三相电力线5的各相连接,3个电容器73的另一端在连接点n8处相互连接。在信号调整变压器71中,在初级侧绕组m5的两端分别连接注入波形生成器10a、注入波形生成器10b的输出端子52a、52b,次级侧绕组m6的一端与成为接地电位的布线24连接,另一端与连接点n8连接。主要说明与实施方式1的噪声滤波器50不同的部分。

[0121] 从注入波形生成器10a的输出端子52a输出的输出电压 V_{o1} 被输入到信号调整变压器71的初级侧绕组m5的一端。从注入波形生成器10b的输出端子52b输出的输出电压 V_{o2} 被输入到信号调整变压器71的另一端。输出电压 V_{o1} 、输出电压 V_{o2} 是大小相互相同且反相的电压。即,输出电压 V_{o1} 、输出电压 V_{o2} 是大小相互相同且反极性的电压。对信号调整变压器71的初级侧绕组m5施加输出电压 V_{o1} 与输出电压 V_{o2} 的差分、即作为 V_{o1} 的2倍的大小且同相即同极性的电压的注入电压 V_{inj} 。对三相电力线5的各相经由信号施加器72的电容器73以抑制共模电压 V_{ci} 的方式重叠补偿电压 V_{com} 。此外,在三相电力线5的各相中,经由信号施加器72的电容器73流过抑制共模电压 V_{ci} 的电流。

[0122] 在实施方式3的第一噪声滤波器50中,注入波形生成器10a、注入波形生成器10b输出相同大小且反相的输出电压 V_{o1} 、 V_{o2} ,所以对信号调整变压器71的初级侧绕组m5施加输出电压 V_{o1} 与输出电压 V_{o2} 的差分、即 V_{o1} 的2倍的大小且同相的注入电压 V_{inj} 。即,实施方式3的第一噪声滤波器50不增大1个注入波形生成器10输出的输出电压 V_o ,即不增大各注入波形生成器10a、10b的输出电压 V_{o1} 、 V_{o2} ,而如式(6)所示得到最大电压为控制电源15a、15b的2倍的注入电压 V_{inj} 。其结果,能够实现信号调整变压器71或者控制电源15a、15b的小型化。因此,实施方式3的第一噪声滤波器50能够实现小型以及轻量化并且抑制共模电压 V_{ci} ,即

能够实现小型以及轻量化并且提高噪声降低效果。

[0123] 另外,例如,也可以如图20所示的实施方式3的第二噪声滤波器50那样,将作为噪声检测器7的输出的调整电压Vd仅输入到第一注入波形生成器10a,第一注入波形生成器10a的输出端子52a与信号调整变压器71的初级侧绕组m5的一端以及第二注入波形生成器10b的输入端子51b连接,第二注入波形生成器10b的输出端子52b与信号调整变压器71的初级侧绕组m5的另一端连接。在该情况下,第一注入波形生成器10a的输出电压Vo1、第二注入波形生成器10b的输出电压Vo2也是大小相互相同且反相的电压。

[0124] 实施方式3的第二噪声滤波器50与实施方式1的第四噪声滤波器50同样地,第二注入波形生成器10b被输入作为第一注入波形生成器10a的输出的Vo1。为了输出与输出电压Vo1相同大小且反相的输出电压Vo2,第二注入波形生成器10b应用以等倍增益将输入信号的相位旋转 180° 的电路。即,第二注入波形生成器10b的运算放大器19的增益Gi在第一注入波形生成器10a的增益Gi为正的情况下是 -1 ,在第一注入波形生成器10a的增益Gi为负的情况下是 1 。

[0125] 在实施方式3的第二噪声滤波器50中,第二注入波形生成器10b以等倍增益将输入信号的相位旋转 180° 即可,所以如果频带限制器12与第一注入波形生成器10a连接,则能够去掉第二注入波形生成器10b的频带限制器12。

[0126] 另外,例如,也可以如图21所示的实施方式3的第三噪声滤波器50那样,包含于噪声检测器7的信号调整电路9具有2个输出端子95a、95b,分别输出大小相同且反相的调整电压Vd1、Vd2,进而,将调整电压Vd1输入到第一注入波形生成器10a,将调整电压Vd2输入到第二注入波形生成器10b。在该情况下,第一注入波形生成器10a的输出电压Vo1、第二注入波形生成器10b的输出电压Vo2也是大小相互相同且反相的电压。

[0127] 调整电压Vd1、Vd2是大小相互相同且反相,所以注入波形生成器10a、10b能够由具有相同的增益且相同的相位特性的电路构成。即,能够使用共同的电路,能够减小注入波形生成器10a、10b之间的特性误差。

[0128] 另外,实施方式3的第三噪声滤波器50与实施方式1的第五噪声滤波器50同样地,也可以从输出端子95a、95b输出的调整电压Vd1、Vd2的大小不同,相位相同。根据调整电压Vd1、Vd2,被设定成分别输入了调整电压Vd1、Vd2的注入波形生成器10a、10b输出相同大小且反相的输出电压Vo1、Vo2。其结果,实施方式3的第三噪声滤波器50不增大1个注入波形生成器10输出的输出电压Vo,即不增大各注入波形生成器10a、10b的输出电压Vo1、Vo2,而得到最大电压成为控制电源15a、15b的2倍的注入电压Vinj。其结果,实施方式3的第三噪声滤波器50能够实现信号调整变压器71或者控制电源15a、15b的小型化,能够实现噪声滤波器50的小型化、轻量化。

[0129] 在实施方式3中,示出了输出电压Vo1、输出电压Vo2的大小相同的情况,但与实施方式1同样地,输出电压Vo1、输出电压Vo2的大小也可以不同。即使在大小不同的情况下,对信号调整变压器71的初级侧绕组m5也施加输出电压Vo1与输出电压Vo2的差分、即比Vo1大且同相的注入电压Vinj。其结果,实施方式3的噪声滤波器50能够实现信号调整变压器71或者控制电源15a、15b的小型化,能够实现噪声滤波器50的小型化、轻量化。此外,图19~21所示的实施方式3的噪声滤波器50是前馈结构,但还能够交换信号施加器72以及信号调整变压器71即补偿信号施加器75和噪声检测器7的位置,设成反馈结构。

[0130] 实施方式4.

[0131] 图22是示出实施方式4所涉及的第一噪声滤波器以及电动机驱动系统的结构的图,图23是示出实施方式4所涉及的第二噪声滤波器以及电动机驱动系统的结构的图。图24是示出实施方式4所涉及的第三噪声滤波器以及电动机驱动系统的结构的图。实施方式4的噪声滤波器50与实施方式1同样地能够应用于电动机驱动系统60,该电动机驱动系统60是利用多个半导体元件进行开关动作的电压型PWM逆变器2控制感应电动机3的系统。

[0132] 实施方式4的噪声滤波器50与实施方式1的噪声滤波器50的不同点在于,噪声检测器7代替信号调整电路9而具备分压变压器70,并且代替变压器11而具备信号调整变压器71以及信号施加器72。实施方式4的噪声滤波器50与实施方式2的噪声滤波器50的不同点在于,代替变压器11而具备信号调整变压器71以及信号施加器72。主要说明与实施方式2的噪声滤波器50不同的部分。在图22中示出了噪声检测器7以及信号施加器72与三相电力线5连接的例子。

[0133] 从注入波形生成器31a的输出端子52a输出的输出电压 V_{o1} 被输入到信号调整变压器71的初级侧绕组m5的一端。从注入波形生成器31b的输出端子52b输出的输出电压 V_{o2} 被输入到信号调整变压器71的初级侧绕组m5的另一端。输出电压 V_{o1} 、输出电压 V_{o2} 是大小相互相同且反相的电压。即,输出电压 V_{o1} 、输出电压 V_{o2} 是大小相互相同且反极性的电压。对信号调整变压器71的初级侧绕组m5施加输出电压 V_{o1} 与输出电压 V_{o2} 的差分、即作为 V_{o1} 的2倍的大小且同相即同极性的电压的注入电压 V_{inj} 。对三相电力线5的各相经由信号施加器72的电容器73以抑制共模电压 V_{ci} 的方式重叠补偿电压 V_{com} 。此外,在三相电力线5的各相中,经由信号施加器72的电容器73流过抑制共模电压 V_{ci} 的电流。

[0134] 在实施方式4的第一噪声滤波器50中,注入波形生成器31a、注入波形生成器31b输出相同大小且反相的输出电压 V_{o1} 、 V_{o2} ,所以对信号调整变压器71的初级侧绕组m5施加输出电压 V_{o1} 与输出电压 V_{o2} 的差分、即 V_{o1} 的2倍的大小且同相的注入电压 V_{inj} 。即,实施方式4的第一噪声滤波器50不增大1个注入波形生成器31输出的输出电压 V_o ,即不增大各注入波形生成器31a、31b的输出电压 V_{o1} 、 V_{o2} ,而如式(6)所示得到最大电压为控制电源15a、15b的2倍的注入电压 V_{inj} 。其结果,能够实现信号调整变压器71或者控制电源15a、15b的小型化。因此,实施方式4的第一噪声滤波器50能够实现小型以及轻量化并且抑制共模电压 V_{ci} ,即能够实现小型以及轻量化并且提高噪声降低效果。

[0135] 另外,例如,也可以如图23所示的实施方式4的第二噪声滤波器50那样,将作为噪声检测器7的输出的调整电压 V_d 仅输入到第一注入波形生成器31a,第一注入波形生成器31a的输出端子52a与信号调整变压器71的初级侧绕组m5的一端以及第二注入波形生成器31b的输入端子51b连接,第二注入波形生成器31b的输出端子52b与信号调整变压器71的初级侧绕组m5的另一端连接。在该情况下,第一注入波形生成器31a的输出电压 V_{o1} 、第二注入波形生成器31b的输出电压 V_{o2} 也是大小相互相同且反相的电压。

[0136] 实施方式4的第二噪声滤波器50与实施方式2的第二噪声滤波器50同样地,第二注入波形生成器31b被输入作为第一注入波形生成器31a的输出的 V_{o1} 。为了输出与输出电压 V_{o1} 相同大小且反相的输出电压 V_{o2} ,第二注入波形生成器31b应用以等倍增益将输入信号的相位旋转 180° 的电路。即,第二注入波形生成器31b的运算放大器19的增益 G_i 在第一注入

波形生成器31a的增益 G_i 为正的情况下是 -1 ,在第一注入波形生成器31a的增益 G_i 为负的情况下是 1 。

[0137] 在实施方式4的第二噪声滤波器50中,第二注入波形生成器31b以等倍增益将输入信号的相位旋转 180° 即可,所以如果频带限制器12与第一注入波形生成器31a连接,则能够去掉第二注入波形生成器31b的频带限制器12。

[0138] 另外,例如,也可以如图24所示的实施方式4的第三噪声滤波器50那样,包含于噪声检测器7的分压变压器70具有2个次级侧绕组m4a、m4b,从与各次级侧绕组m4a、m4b连接的输出端子95a、95b输出相同大小且反相的调整电压 V_{d1} 、 V_{d2} ,进而,将调整电压 V_{d1} 输入到第一注入波形生成器31a,将调整电压 V_{d2} 输入到第二注入波形生成器31b。实施方式4的第三噪声滤波器50中的分压变压器70、注入波形生成器31a、31b与实施方式2的第三噪声滤波器50中的分压变压器70、注入波形生成器31a、31b相同。第一注入波形生成器31a的输出电压 V_{o1} 、第二注入波形生成器31b的输出电压 V_{o2} 是大小相互相同且反相的电压。

[0139] 调整电压 V_{d1} 、 V_{d2} 是大小相互相同且反相,所以注入波形生成器31a、31b能够由具有相同的增益且相同的相位特性的电路构成。即,能够使用共同的电路,能够减小注入波形生成器31a、31b之间的特性误差。

[0140] 另外,在实施方式4的第三噪声滤波器50中,分压变压器70的第一次级侧绕组m4a和第二次级侧绕组m4b的极性既可以与初级侧绕组m3相同,也可以不同,匝数也可以不同。即,也可以调整电压 V_{d1} 、 V_{d2} 的大小不同,相位相同。根据调整电压 V_{d1} 、 V_{d2} ,被设定成分别输入了调整电压 V_{d1} 、 V_{d2} 的注入波形生成器31a、31b输出相同大小且反相的输出电压 V_{o1} 、 V_{o2} 。其结果,与实施方式4的第一噪声滤波器50同样地,实施方式4的第三噪声滤波器50不增大1个注入波形生成器31输出的输出电压 V_o ,即不增大各注入波形生成器31a、31b的输出电压 V_{o1} 、 V_{o2} ,而得到最大电压成为控制电源15a、15b的2倍的注入电压 V_{inj} 。其结果,实施方式4的第三噪声滤波器50能够实现信号调整变压器71或者控制电源15a、15b的小型化,能够实现噪声滤波器50的小型化、轻量化。

[0141] 在实施方式4中,示出了输出电压 V_{o1} 、输出电压 V_{o2} 的大小相同的情况,但与实施方式1同样地,输出电压 V_{o1} 、输出电压 V_{o2} 的大小也可以不同。即使在大小不同的情况下,对信号调整变压器71的初级侧绕组m5也施加输出电压 V_{o1} 与输出电压 V_{o2} 的差分、即比 V_{o1} 大且同相的注入电压 V_{inj} 。其结果,实施方式4的噪声滤波器50能够实现信号调整变压器71或者控制电源15a、15b的小型化,能够实现噪声滤波器50的小型化、轻量化。此外,图22~24所示的实施方式4的噪声滤波器50是前馈结构,但还能够交换信号施加器72以及信号调整变压器71即补偿信号施加器75和噪声检测器7的位置,设成反馈结构。

[0142] 实施方式5.

[0143] 图25是示出实施方式5所涉及的第一噪声滤波器以及电动机驱动系统的结构的图,图26是示出实施方式5所涉及的第二噪声滤波器以及电动机驱动系统的结构的图。图27是示出实施方式5所涉及的第三噪声滤波器以及电动机驱动系统的结构的图。实施方式5的噪声滤波器50与实施方式1同样地,能够应用于电动机驱动系统60,该电动机驱动系统60是利用多个半导体元件进行开关动作的电压型PWM逆变器2控制感应电动机3的系统。

[0144] 实施方式5的噪声滤波器50与实施方式1的噪声滤波器50的不同点在于,噪声检测

器7具备检测变压器80,注入波形生成器是与实施方式2相同的图16~18的注入波形生成器31a、注入波形生成器31b。主要说明与实施方式1的噪声滤波器50不同的部分。噪声检测器7具备在电力变换器2的输出侧或者输入侧的三相电力线5、4插入有初级侧绕组m7的检测变压器80。检测变压器80的次级侧绕组m8的一端与成为基准电位Vss的基准布线即布线25连接,另一端与输出调整电压Vd的输出端子95连接。检测变压器80与变压器11同样地具备初级侧的初级侧绕组m7和次级侧的次级侧绕组m8,检测与作为电力变换器2产生的电磁噪声的电流的共模电流成比例的电压、即检测电压Vsn。在图25中,示出了检测变压器80的初级侧绕组m7被插入到作为三相电力线5的各相的三相电力线5u、5v、5w的例子。次级侧绕组m8的一端与成为基准电位Vss的布线25连接,次级侧绕组m8的另一端与输出端子95连接。检测变压器80将在初级侧绕组m7的两端施加的检测电压Vsn根据检测变压器80的初级侧绕组m7以及次级侧绕组m8的匝数比Rr输出到次级侧绕组m8的两端,将该电压从输出端子95作为噪声检测器7的输出即调整电压Vd输出到注入波形生成器31a、31b。

[0145] 详细说明利用检测变压器80检测的检测电压Vsn。在实施方式1~4中说明的共模电压Vci是三相电力线5、4中的电磁噪声中的共模分量的电压。该共模电压Vci是通过利用电力变换器2进行电力变换而在路径中原理上产生的噪声电压本身。该共模电压Vci不依赖于以什么样的形式进行检测而存在。在实施方式1~4中,示出了利用理想的电容器型的噪声检测器7检测共模电压Vci的例子。在用理想的电容器型的噪声检测器检测以接地GND为基准的对地共模电压的情况下,检测电压与共模电压Vci相同。进而,在由于处理电压的上限等的原因而对检测电路下工夫的情况下,还能够得到与共模电压Vci不同的检测值。在实施方式1~4中,示出了对检测电路下工夫,从共模电压Vci调整为调整电压Vd的例子。检测电路的工夫例如是通过用高通滤波器结构检测而使大振幅的低频频带有意地截止等。

[0146] 在用线圈型的噪声检测器检测电磁噪声中的共模分量的情况下,与电容器型的情况不同,产生与通过对共模路径施加共模电压Vci而在包括线圈的共模路径中流过的噪声电流(未图示)的值成比例的电压下降。与该噪声电流的值成比例的初级侧绕组m7引起的电压下降是检测电压Vsn。在检测变压器80的次级侧绕组m8中,产生将初级侧绕组m7和次级侧绕组m8的匝数比相乘而得到的值的电压,该电压成为作为线圈型的噪声检测器的噪声检测器7输出的调整电压Vd。在检测变压器80的次级侧绕组m8中产生的电压是与共模电压Vci不同的物理量,是基于与噪声电流的值成比例的检测电压Vsn的电压。

[0147] 注入波形生成器31a输出的输出电压Vo1和注入波形生成器31b输出的输出电压Vo2是大小相互相同且反相的电压,通过分别施加到变压器11的初级侧绕组m1的一端以及另一端,施加作为差分的注入电压Vinj。变压器11根据匝数比Rr在次级侧绕组m2的两端产生补偿电压Vcom,对三相电力线5的各相施加补偿电压Vcom。实施方式5的噪声滤波器50以使作为经由变压器11的次级侧绕组m2重叠到三相电力线5的u相、v相、w相的电压的补偿电压Vcom降低检测电压Vsn的方式,即以式(9)成立的方式,设定增益Gi、匝数比Rr。

$$[0148] \quad |V_{sn} - V_{com}| \leq V_{to} \cdots (9)$$

[0149] 如上所述,Vto是电压差的容许值。式(9)表示检测电压Vsn与补偿电压Vcom的差的绝对值为容许值Vto以下。

[0150] 与实施方式1的噪声滤波器50同样地,实施方式5的噪声滤波器50不增大1个注入波形生成器31输出的输出电压Vo,即不增大各注入波形生成器31a、31b的输出电压Vo1、

Vo2,而得到最大电压为控制电源15a、15b的2倍的注入电压 V_{inj} 。其结果,实施方式5的噪声滤波器50能够实现变压器11或者控制电源15a、15b的小型化,能够实现噪声滤波器50的小型化、轻量化。因此,实施方式5的第一噪声滤波器50能够实现小型以及轻量化并且抑制作为电磁噪声的电流的共模电流,即能够实现小型以及轻量化并且提高噪声降低效果。

[0151] 另外,例如,也可以如图26所示的实施方式5的第二噪声滤波器50那样,将作为噪声检测器7的输出的调整电压Vd仅输入到第一注入波形生成器31a,第一注入波形生成器31a的输出端子52a与变压器11的初级侧绕组m1的一端以及第二注入波形生成器31b的输入端子51b连接,第二注入波形生成器31b的输出端子52b与变压器11的初级侧绕组m1的另一端连接。在该情况下,第一注入波形生成器31a的输出电压Vo1、第二注入波形生成器31b的输出电压Vo2也是大小相互相同且反相的电压。

[0152] 实施方式5的第二噪声滤波器50与实施方式1的第四噪声滤波器50同样地,第二注入波形生成器31b被输入作为第一注入波形生成器31a的输出的Vo1。为了输出与输出电压Vo1相同大小且反相的输出电压Vo2,第二注入波形生成器31b应用以等倍增益将输入信号的相位旋转 180° 的电路。即,第二注入波形生成器31b的运算放大器19的增益Gi在第一注入波形生成器31a的增益Gi为正的情况下是 -1 ,在第一注入波形生成器31a的增益Gi为负的情况下是 1 。

[0153] 在实施方式5的第二噪声滤波器50中,第二注入波形生成器31b以等倍增益将输入信号的相位旋转 180° 即可,所以如果频带限制器12与第一注入波形生成器31a连接,则能够去掉第二注入波形生成器31b的频带限制器12。

[0154] 另外,例如,也可以如图27所示的实施方式5的第三噪声滤波器50那样,包含于噪声检测器7的检测变压器80具有2个次级侧绕组m8a、m8b,从与各次级侧绕组m8a、m8b连接的输出端子95a、95b输出相同大小且反相的调整电压Vd1、Vd2,进而,将调整电压Vd1输入到第一注入波形生成器31a,将调整电压Vd2输入到第二注入波形生成器31b。在该情况下,第一注入波形生成器31a的输出电压Vo1、第二注入波形生成器31b的输出电压Vo2也是大小相互相同且反相的电压。

[0155] 调整电压Vd1、Vd2是大小相互相同且反相,所以注入波形生成器31a、31b能够由具有相同的增益且相同的相位特性的电路构成。即,能够使用共同的电路,能够减小注入波形生成器31a、31b之间的特性误差。

[0156] 在实施方式5的第三噪声滤波器50中,噪声检测器7具备在电力变换器2的输出侧或者输入侧的三相电力线5、4插入有初级侧绕组m7并且具有2个次级侧绕组m8a、m8b的检测变压器80。作为一方的次级侧绕组的第一次级侧绕组m8a的一端与成为基准电位Vss的基准布线即布线25连接,另一端与输出作为第一调整电压的第一调整电压Vd1的第一输出端子95a连接。作为另一方的次级侧绕组的第二次级侧绕组m8b的一端与作为基准布线的布线25连接,另一端与输出作为第二调整电压的第二调整电压Vd2的第二输出端子95b连接。在实施方式5的第三噪声滤波器50中,注入电压生成器30具备:第一注入波形生成器31a,根据第一调整电压Vd1生成第一输出电压Vo1;以及第二注入波形生成器31b,根据第二调整电压Vd2生成第二输出电压Vo2。其结果,实施方式5的第三噪声滤波器50能够实现变压器11或者控制电源15a、15b的小型化,能够实现噪声滤波器50的小型化、轻量化。

[0157] 另外,在实施方式5的第三噪声滤波器50中,检测变压器80的第一次级侧绕组m8a

和第二次级侧绕组m8b的极性既可以与初级侧绕组m7相同,也可以不同,匝数也可以不同。即,也可以调整电压Vd1、Vd2的大小不同,相位相同。根据调整电压Vd1、Vd2,被设定成分别输入了调整电压Vd1、Vd2的注入波形生成器31a、31b输出相同大小且反相的输出电压Vo1、Vo2。其结果,与实施方式5的第一噪声滤波器50同样地,实施方式5的第三噪声滤波器50不增大1个注入波形生成器31输出的输出电压Vo,即不增大各注入波形生成器31a、31b的输出电压Vo1、Vo2,而得到最大电压成为控制电源15a、15b的2倍的注入电压Vinj。其结果,实施方式5的第三噪声滤波器50能够实现变压器11或者控制电源15a、15b的小型化,能够实现噪声滤波器50的小型化、轻量化。

[0158] 在实施方式5中,示出了输出电压Vo1、输出电压Vo2的大小相同的情况,但与实施方式1同样地,输出电压Vo1、输出电压Vo2的大小也可以不同。即使在大小不同的情况下,对变压器11的初级侧绕组m1也施加输出电压Vo1与输出电压Vo2的差分、即作为比输出电压Vo1大且同相的电压的注入电压Vinj。其结果,实施方式5的噪声滤波器50能够实现变压器11或者控制电源15a、15b的小型化,能够实现噪声滤波器50的小型化、轻量化。此外,图25~27所示的实施方式5的噪声滤波器50是前馈结构,但还能够交换变压器11和噪声检测器7的位置,设成反馈结构。

[0159] 如以上所述,实施方式5的噪声滤波器50是降低通过半导体元件Q1~Q6的开关动作进行电力变换的电力变换器2产生的电磁噪声的电压或者电流的噪声滤波器。噪声滤波器50具备:噪声检测器7,检测基于电力变换器2产生的电磁噪声的电压(检测电压Vsn),输出对基于电磁噪声的电压(检测电压Vsn)进行调整而得到的调整电压Vd;补偿信号施加器75,将极性与基于电磁噪声的电压(检测电压Vsn)相反的补偿电压Vcom经由变压器11重叠到电力变换器2的输出或者输入;以及注入电压生成器30,根据调整电压Vd生成在变压器11的初级侧绕组m1的一端以及另一端之间产生注入电压Vinj的第一输出电压Vo1以及极性与第一输出电压Vo1相反的第二输出电压Vo2,并且将第一输出电压Vo1输出到变压器11的初级侧绕组m1的一端,将第二输出电压Vo2输出到变压器11的初级侧绕组m1的另一端。注入电压生成器30生成产生注入电压Vinj的第一输出电压Vo1以及第二输出电压Vo2,该注入电压Vinj是利用补偿信号施加器75重叠的补偿电压Vcom与基于电磁噪声的电压(检测电压Vsn)的差成为容许值Vto以下的注入电压。噪声检测器7具备在电力变换器2的输出侧或者输入侧的电力线(三相电力线5、4)插入有初级侧绕组m7的检测变压器80,检测变压器80的次级侧绕组m8的一端与成为基准电位Vss的基准布线(布线25)连接,另一端与输出调整电压Vd的输出端子95连接。实施方式5的噪声滤波器50通过该结构,对补偿信号施加器75的变压器11中的初级侧绕组m1的两端分别施加第一输出电压Vo1以及极性与第一输出电压Vo1相反的第二输出电压Vo2,根据极性与第一输出电压Vo1相同且比第一输出电压Vo1大的注入电压Vinj,将补偿电压Vcom重叠到电力变换器2的输出或者输入,所以能够实现小型以及轻量并且提高噪声降低效果。

[0160] 实施方式6.

[0161] 图28是示出实施方式6所涉及的第一噪声滤波器以及电动机驱动系统的结构的图,图29是示出实施方式6所涉及的第二噪声滤波器以及电动机驱动系统的结构的图。图30是示出实施方式6所涉及的第三噪声滤波器以及电动机驱动系统的结构的图。实施方式6的噪声滤波器50与实施方式1同样地能够应用于电动机驱动系统60,该电动机驱动系统60是

利用多个半导体元件进行开关动作的电压型PWM逆变器2等电力变换器2控制感应电动机3的系统。

[0162] 实施方式6的噪声滤波器50与实施方式1的噪声滤波器50的不同点在于,噪声检测器7具备检测变压器80,注入波形生成器是与实施方式2相同的图16~18的注入波形生成器31a、注入波形生成器31b,并且代替变压器11而具备信号调整变压器71以及信号施加器72。实施方式6的噪声滤波器50与实施方式5的噪声滤波器50的不同点在于,代替变压器11而具备信号调整变压器71以及信号施加器72。主要说明与实施方式5的噪声滤波器50不同的部分。在图28中,示出了噪声检测器7以及信号施加器72与三相电力线5连接的例子。

[0163] 从注入波形生成器31a的输出端子52a输出的输出电压 V_{o1} 被输入到信号调整变压器71的初级侧绕组m5的一端。从注入波形生成器31b的输出端子52b输出的输出电压 V_{o2} 被输入到信号调整变压器71的初级侧绕组m5的另一端。输出电压 V_{o1} 、输出电压 V_{o2} 是大小相互相同且反相的电压。即,输出电压 V_{o1} 、输出电压 V_{o2} 是大小相互相同且反极性的电压。对信号调整变压器71的初级侧绕组m5施加输出电压 V_{o1} 与输出电压 V_{o2} 的差分、即作为 V_{o1} 的2倍的大小且同相即同极性的电压的注入电压 V_{inj} 。对三相电力线5的各相经由信号施加器72的电容器73以抑制作为电磁噪声的电流的共模电流的方式、即以抑制作为基于电磁噪声的电压的检测电压 V_{sn} 的方式,重叠补偿电压 V_{com} 。此外,在三相电力线5的各相经由信号施加器72的电容器73流过抑制作为基于电磁噪声的电压的检测电压 V_{sn} 的电流。

[0164] 实施方式6的第一噪声滤波器50具备注入波形生成器31a、注入波形生成器31b,注入波形生成器31a、注入波形生成器31b输出大小相同且反相的输出电压 V_{o1} 和输出电压 V_{o2} ,所以对信号调整变压器71的初级侧绕组m5施加输出电压 V_{o1} 与输出电压 V_{o2} 的差分、即 V_{o1} 的2倍的大小且同相的注入电压 V_{inj} 。即,实施方式6的第一噪声滤波器50不增大1个注入波形生成器31输出的输出电压 V_o ,即不增大各注入波形生成器31a、31b的输出电压 V_{o1} 、 V_{o2} ,而如式(6)所示得到最大电压为控制电源15a、15b的2倍的注入电压 V_{inj} 。其结果,实施方式6的第一噪声滤波器50能够实现信号调整变压器71或者控制电源15a、15b的小型化,能够利用小型化、轻量化的噪声滤波器50抑制作为电磁噪声的电流的共模电流。因此,实施方式6的第一噪声滤波器50能够实现小型以及轻量化并且抑制作为电磁噪声的电流的共模电流,即能够实现小型以及轻量化并且提高噪声降低效果。

[0165] 另外,例如,也可以如图29所示的实施方式6的第二噪声滤波器50那样,将作为噪声检测器7的输出的调整电压 V_d 仅输入到第一注入波形生成器31a,第一注入波形生成器31a的输出端子52a与信号调整变压器71的初级侧绕组m5的一端以及第二注入波形生成器31b的输入端子51b连接,第二注入波形生成器31b的输出端子52b与信号调整变压器71的初级侧绕组m5的另一端连接。在该情况下,第一注入波形生成器31a的输出电压 V_{o1} 、第二注入波形生成器31b的输出电压 V_{o2} 也是大小相互相同且反相的电压。

[0166] 实施方式6的第二噪声滤波器50与实施方式5的第二噪声滤波器50同样地,第二注入波形生成器31b被输入作为第一注入波形生成器31a的输出的 V_{o1} 。为了输出与输出电压 V_{o1} 相同大小且反相的输出电压 V_{o2} ,第二注入波形生成器31b应用以等倍增益将输入信号的相位旋转 180° 的电路。即,第二注入波形生成器31b的运算放大器19的增益 G_i 在第一注入波形生成器31a的增益 G_i 为正的情况下是 -1 ,在第一注入波形生成器10a的增益 G_i 为负的情况下是 1 。

[0167] 在实施方式6的第二噪声滤波器50中,第二注入波形生成器31b以等倍增益将输入信号的相位旋转 180° 即可,所以如果频带限制器12与第一注入波形生成器31a连接,则能够去掉第二注入波形生成器31b的频带限制器12。

[0168] 另外,例如,也可以如图30所示的实施方式6的第三噪声滤波器50那样,包含于噪声检测器7的检测变压器80具有2个次级侧绕组m8a、m8b,从与各次级侧绕组m8a、m8b连接的输出端子95a、95b输出相同大小且反相的调整电压Vd1、Vd2,进而,将调整电压Vd1输入到第一注入波形生成器31a,将调整电压Vd2输入到第二注入波形生成器31b。实施方式6的第三噪声滤波器50中的检测变压器80、注入波形生成器31a、31b与实施方式5的第三噪声滤波器50中的检测变压器80、注入波形生成器31a、31b相同。第一注入波形生成器31a的输出电压Vo1、第二注入波形生成器31b的输出电压Vo2是大小相互相同且反相的电压。

[0169] 调整电压Vd1、Vd2是大小相互相同且反相,所以注入波形生成器31a、31b能够由具有相同的增益且相同的相位特性的电路构成。即,能够使用共同的电路,能够减小注入波形生成器31a、31b之间的特性误差。

[0170] 另外,在实施方式6的第三噪声滤波器50中,检测变压器80的第一次级侧绕组m8a和第二次级侧绕组m8b的极性既可以与初级侧绕组m7相同,也可以不同,匝数也可以不同。即,也可以调整电压Vd1、Vd2的大小不同,相位相同。根据调整电压Vd1、Vd2,被设定成分别输入了调整电压Vd1、Vd2的注入波形生成器31a、31b输出相同大小且反相的输出电压Vo1、Vo2。其结果,与实施方式6的第一噪声滤波器50同样地,实施方式6的第三噪声滤波器50不增大1个注入波形生成器31输出的输出电压Vo,即不增大各注入波形生成器31a、31b的输出电压Vo1、Vo2,而得到最大电压成为控制电源15a、15b的2倍的注入电压Vinj。其结果,实施方式6的第三噪声滤波器50能够实现信号调整变压器71或者控制电源15a、15b的小型化,能够实现噪声滤波器50的小型化、轻量化。

[0171] 在实施方式6中,示出了输出电压Vo1、输出电压Vo2的大小相同的情况,但与实施方式1同样地,输出电压Vo1、输出电压Vo2的大小也可以不同。即使在大小不同的情况下,对信号调整变压器71的初级侧绕组m5也施加输出电压Vo1与输出电压Vo2的差分、即比Vo1大且同相的注入电压Vinj。其结果,实施方式6的噪声滤波器50能够实现信号调整变压器71或者控制电源15a、15b的小型化,能够实现噪声滤波器50的小型化、轻量化。此外,图28~30所示的实施方式6的噪声滤波器50是前馈结构,但还能够交换信号施加器72以及信号调整变压器71即补偿信号施加器75和噪声检测器7的位置,设成反馈结构。

[0172] 实施方式7.

[0173] 图31是示出实施方式7所涉及的第一噪声滤波器以及电动机驱动系统的结构的图,图32是示出图31的注入波形生成器的图。图33是示出实施方式7所涉及的第二噪声滤波器的结构的图,图34是示出图33的注入波形生成器的图。图35是示出实施方式7所涉及的第三噪声滤波器的结构的图,图36是示出实施方式7所涉及的第四噪声滤波器的结构的图。图37是示出实施方式7所涉及的第五噪声滤波器的结构的图。图38是示出实施方式7所涉及的第六噪声滤波器的结构的图,图39是示出实施方式7所涉及的第七噪声滤波器的结构的图。实施方式7的噪声滤波器50与实施方式1同样地,能够应用于电动机驱动系统60,该电动机驱动系统60是利用多个半导体元件进行开关动作的电压型PWM逆变器等电力变换器2控制感应电动机3的系统。

[0174] 在实施方式1~6的噪声滤波器50中,示出了抑制电磁噪声的电压或者电流的噪声滤波器50的例子,但不限于该例子。由于半导体元件的开关动作产生的电磁噪声有时包含与共模分量不同的差模分量。电磁噪声的差模分量在三相电力线5的各相、三相电力线4的各相、电力变换器2的直流母线的各布线中独立地产生。此外,电力变换器2的直流母线是高电位侧布线44p、低电位侧布线44s。在图31、图33、图35、图36中,示出了针对三相电力线5的各相抑制电磁噪声的例子。在图37、图39中,示出了针对电力变换器2的直流母线的各布线抑制电磁噪声的例子。在图38中,示出了针对单相电力线45的2线抑制电磁噪声的例子。在实施方式7中,说明检测电磁噪声中的差模分量的电压或者电流,并抑制它们的噪声滤波器50的例子。

[0175] 实施方式7的第一噪声滤波器50与实施方式1的噪声滤波器50的不同点在于,针对三相电力线5的各相具备噪声检测器7u、7v、7w、注入电压生成器30u、30v、30w、以及补偿信号施加器75u、75v、75w。主要说明与实施方式1的噪声滤波器50不同的部分。抑制三相电力线5的u相即三相电力线5u的差模电压Vdi1的结构、抑制三相电力线5的v相即三相电力线5v的差模电压Vdi2的结构、抑制三相电力线5的w相即三相电力线5w的差模电压Vdi3的结构相同。注入电压生成器30u、30v、30w能够应用图32所示的注入电压生成器30。注入电压生成器30具备在实施方式1中说明的注入波形生成器10a、10b。以抑制三相电力线5的u相即三相电力线5u的差模电压Vdi1的结构为代表进行说明。

[0176] 检测差模电压Vdi1的噪声检测器7u具备在电力变换器2的输出侧的三相电力线5u与作为接地布线的布线24之间串联地连接的电容器8u以及信号调整电路9u。信号调整电路9u针对成为接地电位的布线24与输入端子94之间的输入电压即差模电压Vdi1实施分压或者频带限制、或者这两方,将由此得到的调整电压Vdo1作为输出电压输出。噪声检测器7u检测差模电压Vdi1,输出基于差模电压Vdi1的调整电压Vdo1。更具体而言,噪声检测器7u具备在电力变换器2的输出侧的三相电力线5u与作为接地布线的布线24之间串联地连接的电容器8u以及信号调整电路9u,信号调整电路9u根据经由电容器8u输入的输入电压即差模电压Vdi1输出调整电压Vdo1。

[0177] 注入电压生成器30u的输入端子51a、51b通过输入布线33u与信号调整电路9u的输出端子95连接。注入电压生成器30u的输出端子52a通过输出布线34u与补偿信号施加器75u的变压器11u的初级侧绕组m1的一端连接,注入电压生成器30u的输出端子52b通过输出布线35u与补偿信号施加器75u的变压器11u的初级侧绕组m1的另一端连接。调整电压Vdo1被输入到注入电压生成器30u的输入端子51a、51b即注入波形生成器10a、10b的输入端子51a、51b。注入电压生成器30具备:第一注入波形生成器10a,根据调整电压Vdo1生成第一输出电压Vo1;以及第二注入波形生成器10b,根据调整电压Vdo1生成第二输出电压Vo2。

[0178] 注入波形生成器10a、10b根据输入的调整电压Vdo1,从输出端子52a、52b输出频带被限制并且电压值被放大的电压即输出电压Vo1、Vo2。从注入波形生成器10a的输出端子52a输出的输出电压Vo1通过输出布线34u被输入到变压器11u的初级侧绕组m1的一端。从注入波形生成器10b的输出端子52b输出的输出电压Vo2通过输出布线35u被输入到变压器11u的初级侧绕组m1的另一端。输出电压Vo1、输出电压Vo2是大小相互相同且反相的电压。即,输出电压Vo1、输出电压Vo2是大小相互相同且反极性的电压。对变压器11u的初级侧绕组m1施加输出电压Vo1与输出电压Vo2的差分、即Vo1的2倍的大小且同相即同极性的电压。此外,

在图32中,示出了输入布线33、与变压器的初级侧绕组m1的一端连接的输出布线34、与变压器的初级侧绕组m1的另一端连接的输出布线35。在u相的注入电压生成器30u中,注入电压生成器30的输入布线33、输出布线34、35被附加符号u,表述为输入布线33u、输出布线34u、35u。同样地,在v相的注入电压生成器30v中,注入电压生成器30的输入布线33、输出布线34、35被附加符号v,表述为输入布线33v、输出布线34v、35v。在w相的注入电压生成器30w中,注入电压生成器30的输入布线33、输出布线34、35被附加符号w,表述为输入布线33w、输出布线34w、35w。

[0179] 变压器11u在初级侧以及次级侧分别具备初级侧绕组m1以及次级侧绕组m2。变压器11u的次级侧绕组m2被插入到三相电力线5u。作为从注入电压生成器30u的注入波形生成器10a输出的输出电压Vo1与从注入电压生成器30u的注入波形生成器10b输出的输出电压Vo2的差分的电压即注入电压Vinj1被施加到变压器11u的初级侧绕组m1,在次级侧绕组m2中产生极性与差模电压Vdi1相反、且作为与初级侧绕组m1和次级侧绕组m2的匝数比Rr对应的电压的补偿电压Vdm1。补偿电压Vdm1是重叠到三相电力线5u的重叠电压。

[0180] 注入波形生成器10a输出的输出电压Vo1和注入波形生成器10b输出的输出电压Vo2是大小相互相同且反相的电压,通过分别施加到变压器11u的初级侧绕组m1的一端以及另一端,施加作为差分的注入电压Vinj1。变压器11u根据匝数比Rr在次级侧绕组m2的两端产生补偿电压Vdm1,对三相电力线5的u相施加补偿电压Vdm1。实施方式7的第一噪声滤波器50以使作为经由变压器11u的次级侧绕组m2重叠到三相电力线5的u相的电压的补偿电压Vdm1降低差模电压Vdi1的方式,即以式(10)成立的方式,设定增益Gi、匝数比Rr。

[0181] $|Vdi1 - Vdm1| \leq Vto \cdots (10)$

[0182] 如上所述,Vto是电压差的容许值。式(10)表示差模电压Vdi1与补偿电压Vdm1的差的绝对值为容许值Vto以下。

[0183] 抑制三相电力线5的v相即三相电力线5v的差模电压Vdi2的结构与抑制三相电力线5u的差模电压Vdi1的结构相同。因此,将各结构物的符号7u、8u、9u、30u、33u、34u、35u、75u、11u分别替换为7v、8v、9v、30v、33v、34v、35v、75v、11v。另外,将各电压的符号Vdi1、Vdo1、Vinj1、Vdm1分别替换为Vdi2、Vdo2、Vinj2、Vdm2。

[0184] 抑制三相电力线5的w相即三相电力线5w的差模电压Vdi3的结构与抑制三相电力线5u的差模电压Vdi1的结构相同。因此,将各结构物的符号7u、8u、9u、30u、33u、34u、35u、75u、11u分别替换为7w、8w、9w、30w、33w、34w、35w、75w、11w。另外,将各电压的符号Vdi1、Vdo1、Vinj1、Vdm1分别替换为Vdi3、Vdo3、Vinj3、Vdm3。

[0185] 如在实施方式1中说明那样,与三相电力线5的各相对应的注入电压生成器30u、30v、30w的注入波形生成器10a输出的输出电压Vo1和注入电压生成器30u、30v、30w的注入波形生成器10b输出的输出电压Vo2是大小相互相同且反相的电压,通过分别施加到变压器11u、11v、11w的初级侧绕组m1的一端以及另一端,施加作为差分的注入电压Vinj1、Vinj2、Vinj3。变压器11u、11v、11w根据匝数比Rr在次级侧绕组m2的两端产生补偿电压Vdm1、Vdm2、Vdm3,对三相电力线5的各相施加补偿电压Vdm1、Vdm2、Vdm3。实施方式7的第一噪声滤波器50与实施方式1的噪声滤波器50同样地,不增大1个注入波形生成器10输出的输出电压Vo,即不增大各注入波形生成器10a、10b的输出电压Vo1、Vo2,而得到最大电压成为控制电源15a、15b的2倍的注入电压Vinj1、Vinj2、Vinj3。其结果,实施方式7的第一噪声滤波器50能

够实现变压器11u、11v、11w或者控制电源15a、15b的小型化,能够实现噪声滤波器50的小型化、轻量化。因此,实施方式7的第一噪声滤波器50能够实现小型以及轻量化并且抑制差模电压Vdi1、Vdi2、Vdi3,即能够实现小型以及轻量化并且提高噪声降低效果。

[0186] 另外,例如,也可以如图33所示的实施方式7的第二噪声滤波器50那样,噪声检测器7u、7v、7w代替信号调整电路9u、9v、9w而具备分压变压器70u、70v、70w,代替以接地GND的电位即接地电位为基准的注入电压生成器30u、30v、30w而具备以作为与接地GND分离的电位的基准电位Vss为基准的注入电压生成器39u、39v、39w。实施方式7的第二噪声滤波器50与实施方式2的噪声滤波器50的不同点在于,针对三相电力线5的各相具备噪声检测器7u、7v、7w、注入电压生成器39u、39v、39w、以及补偿信号施加器75u、75v、75w。此外,在图33中,省略补偿信号施加器75u、75v、75w。主要说明与实施方式2的噪声滤波器50、实施方式7的第一噪声滤波器50不同的部分。

[0187] 抑制三相电力线5的u相即三相电力线5u的差模电压Vdi1的结构、抑制三相电力线5的v相即三相电力线5v的差模电压Vdi2的结构、抑制三相电力线5的w相即三相电力线5w的差模电压Vdi3的结构相同。注入电压生成器39u、39v、39w能够应用图34所示的注入电压生成器39。注入电压生成器39具备在实施方式2中说明的注入波形生成器31a、31b。以抑制三相电力线5的u相即三相电力线5u的差模电压Vdi1的结构为代表进行说明。

[0188] 检测差模电压Vdi1的噪声检测器7u具备在电力变换器2的输出侧的三相电力线5u与作为接地布线的布线24之间串联地连接的电容器8u以及分压变压器70u。分压变压器70u的初级侧绕组m3的一端经由输入端子94与电容器8u中的与三相电力线5u相反的一侧的一端连接,另一端与作为接地布线的布线24连接。分压变压器70u的次级侧绕组m4的一端与成为与作为接地布线的布线24的接地电位不同的基准电位Vss的基准布线即布线25连接,另一端与输出调整电压Vdo1的输出端子95连接。在噪声检测器7u中,分压变压器70u根据经由电容器8u输入的输入电压即差模电压Vdi1输出调整电压Vdo1。

[0189] 注入电压生成器39u的输入端子51a、51b通过输入布线33u与信号调整电路9u的输出端子95连接。注入电压生成器39u的输出端子52a通过输出布线34u与补偿信号施加器75u的变压器11u的初级侧绕组m1的一端连接,注入电压生成器39u的输出端子52b通过输出布线35u与补偿信号施加器75u的变压器11u的初级侧绕组m1的另一端连接。调整电压Vdo1被输入到注入电压生成器39u的输入端子51a、51b即注入波形生成器31a、31b的输入端子51a、51b。注入电压生成器39具备:第一注入波形生成器31a,根据调整电压Vdo1生成第一输出电压Vo1;以及第二注入波形生成器31b,根据调整电压Vdo1生成第二输出电压Vo2。

[0190] 注入波形生成器31a、31b根据输入的调整电压Vdo1,从输出端子52a、52b输出频带被限制并且电压值被放大的电压即输出电压Vo1、Vo2。从注入波形生成器31a的输出端子52a输出的输出电压Vo1通过输出布线34u被输入到变压器11u的初级侧绕组m1的一端。从注入波形生成器31b的输出端子52b输出的输出电压Vo2通过输出布线35u被输入到变压器11u的初级侧绕组m1的另一端。输出电压Vo1、输出电压Vo2是大小相互相同且反相的电压。即,输出电压Vo1、输出电压Vo2是大小相互相同且反极性的电压。对变压器11u的初级侧绕组m1施加输出电压Vo1与输出电压Vo2的差分、即Vo1的2倍的大小且同相即同极性的电压。此外,在图34中,示出了输入布线33、与变压器的初级侧绕组m1的一端连接的输出布线34、与变压器的初级侧绕组m1的另一端连接的输出布线35。在u相的注入电压生成器39u中,注入电压

生成器39的输入布线33、输出布线34、35被附加符号u,表述为输入布线33u、输出布线34u、35u。同样地,在v相的注入电压生成器39v中,注入电压生成器39的输入布线33、输出布线34、35被附加符号v,表述为输入布线33v、输出布线34v、35v。在w相的注入电压生成器39w中,注入电压生成器39的输入布线33、输出布线34、35被附加符号w,表述为输入布线33w、输出布线34w、35w。

[0191] 作为从注入电压生成器39u的注入波形生成器31a输出的输出电压Vo1和从注入电压生成器39u的注入波形生成器31b输出的输出电压Vo2的差分的电压即注入电压Vinj1被施加到变压器11u的初级侧绕组m1,在次级侧绕组m2中产生极性与差模电压Vdi1相反、且作为与初级侧绕组m1和次级侧绕组m2的匝数比对应的电压的补偿电压Vdm1。补偿电压Vdm1是重叠到三相电力线5u的重叠电压。

[0192] 抑制三相电力线5的v相即三相电力线5v的差模电压Vdi2的结构与抑制三相电力线5u的差模电压Vdi1的结构相同。因此,将各结构物的符号7u、8u、70u、39u、33u、34u、35u、75u、11u分别替换为7v、8v、70v、39v、33v、34v、35v、75v、11v。另外,将各电压的符号Vdi1、Vdo1、Vinj1、Vdm1分别替换为Vdi2、Vdo2、Vinj2、Vdm2。另外,抑制三相电力线5的w相即三相电力线5w的差模电压Vdi3的结构与抑制三相电力线5u的差模电压Vdi1的结构相同。因此,将各结构物的符号7u、8u、70u、39u、33u、34u、35u、75u、11u分别替换为7w、8w、70w、39w、33w、34w、35w、75w、11w。另外,将各电压的符号Vdi1、Vdo1、Vinj1、Vdm1分别替换为Vdi3、Vdo3、Vinj3、Vdm3。

[0193] 如在实施方式2中说明那样,与三相电力线5的各相对应的注入电压生成器39u、39v、39w的注入波形生成器31a输出的输出电压Vo1和注入电压生成器39u、39v、39w的注入波形生成器31b输出的输出电压Vo2是大小相互相同且反相的电压,通过分别施加到变压器11u、11v、11w的初级侧绕组m1的一端以及另一端,施加作为差分的注入电压Vinj1、Vinj2、Vinj3。变压器11u、11v、11w根据匝数比Rr在次级侧绕组m2的两端产生补偿电压Vdm1、Vdm2、Vdm3,对三相电力线5的各相施加补偿电压Vdm1、Vdm2、Vdm3。实施方式7的第二噪声滤波器50与实施方式2的噪声滤波器50同样地,不增大1个注入波形生成器31输出的输出电压Vo,即不增大各注入波形生成器31a、31b的输出电压Vo1、Vo2,而得到最大电压成为控制电源15a、15b的2倍的注入电压Vinj1、Vinj2、Vinj3。其结果,实施方式7的第二噪声滤波器50能够实现变压器11u、11v、11w或者控制电源15a、15b的小型化,能够实现噪声滤波器50的小型化、轻量化。因此,实施方式7的第二噪声滤波器50能够实现小型以及轻量化并且抑制差模电压Vdi1、Vdi2、Vdi3,即能够实现小型以及轻量化并且提高噪声降低效果。

[0194] 另外,例如,也可以如图35所示的实施方式7的第三噪声滤波器50那样,噪声检测器7u、7v、7w具备检测变压器80u、80v、80w。实施方式7的第三噪声滤波器50与实施方式5的噪声滤波器50的不同点在于,针对三相电力线5的各相具备噪声检测器7u、7v、7w、注入电压生成器39u、39v、39w、以及补偿信号施加器75u、75v、75w。此外,在图35中,省略补偿信号施加器75u、75v、75w。主要说明与实施方式5的噪声滤波器50、实施方式7的第二噪声滤波器50不同的部分。

[0195] 抑制三相电力线5的u相即三相电力线5u中的电磁噪声的电流中的差模电流的结构、抑制三相电力线5的v相即三相电力线5v中的电磁噪声的电流中的差模电流的结构、抑制三相电力线5的w相即三相电力线5w中的电磁噪声的电流中的差模电流的结构相同。注入

电压生成器39u、39v、39w能够应用图34所示的注入电压生成器39。以抑制三相电力线5的u相即三相电力线5u中的电磁噪声的电流中的差模电流的结构为代表进行说明。

[0196] 噪声检测器7u与实施方式5的噪声滤波器50同样地检测电磁噪声的电流。具体而言,噪声检测器7u检测电磁噪声中的差模分量的电流。噪声检测器7u具备在电力变换器2的输出侧的三相电力线5u插入有初级侧绕组m7的检测变压器80u。检测变压器80u的次级侧绕组m8的一端与成为基准电位Vss的基准布线即布线25连接,另一端与输出调整电压Vdo1的输出端子95连接。检测变压器80u与变压器11u同样地具备初级侧的初级侧绕组m7和次级侧的次级侧绕组m8,检测与电力变换器2产生的电磁噪声的电流中的差模电流成比例的电压、即检测电压Vdsn1。检测电压Vdsn1是基于电磁噪声的电压。因此,噪声检测器7u检测作为基于三相电力线5的u相即三相电力线5u的电磁噪声的电压的检测电压Vdsn1。在图35中,示出了检测变压器80u的初级侧绕组m7被插入到三相电力线5u的例子。检测变压器80u将在初级侧绕组m7的两端施加的检测电压Vdsn1根据检测变压器80u的初级侧绕组m7以及次级侧绕组m8的匝数比Rr输出到次级侧绕组m8的两端,将该电压从输出端子95作为噪声检测器7u的输出即调整电压Vdo1输出到注入电压生成器39u的注入波形生成器31a、31b。

[0197] 在注入电压生成器39u中,注入波形生成器31a输出的输出电压Vo1和注入波形生成器31b输出的输出电压Vo2是大小相互相同且反相的电压,通过分别施加到变压器11u的初级侧绕组m1的一端以及另一端,施加作为差分的注入电压Vinj1。变压器11u根据匝数比Rr在次级侧绕组m2的两端产生补偿电压Vdm1,对三相电力线5的u相施加补偿电压Vdm1。实施方式7的第三噪声滤波器50以使作为经由变压器11u的次级侧绕组m2重叠到三相电力线5的u相的电压的补偿电压Vdm1降低检测电压Vdsn1的方式,即以使式(11)成立的方式,设定增益Gi、匝数比Rr。

[0198] $|Vdsn1 - Vdm1| \leq Vto \cdots (11)$

[0199] 如上所述,Vto是电压差的容许值。式(11)表示检测电压Vdsn1与补偿电压Vdm1的差的绝对值为容许值Vto以下。

[0200] 抑制三相电力线5的v相即三相电力线5v中的电磁噪声的电流中的差模电流的结构与抑制三相电力线5u中的电磁噪声的电流中的差模电流的结构相同。因此,将各结构物的符号7u、80u、39u、33u、34u、35u、75u、11u分别替换为7v、80v、39v、33v、34v、35v、75v、11v。另外,将各电压的符号Vdsn1、Vdo1、Vinj1、Vdm1分别替换为Vdsn2、Vdo2、Vinj2、Vdm2。另外,抑制三相电力线5的w相即三相电力线5w中的电磁噪声的电流中的差模电流的结构与抑制三相电力线5u中的电磁噪声的电流中的差模电流的结构相同。因此,将各结构物的符号7u、80u、39u、33u、34u、35u、75u、11u分别替换为7w、80w、39w、33w、34w、35w、75w、11w。另外,将各电压的符号Vdsn1、Vdo1、Vinj1、Vdm1分别替换为Vdsn3、Vdo3、Vinj3、Vdm3。

[0201] 如在实施方式5中说明那样,不增大1个注入波形生成器31输出的输出电压Vo,即不增大各注入波形生成器31a、31b的输出电压Vo1、Vo2,而得到最大电压为控制电源15a、15b的2倍的注入电压Vinj1、Vinj2、Vinj3。其结果,实施方式7的第三噪声滤波器50能够实现变压器11u、11v、11w或者控制电源15a、15b的小型化,能够实现噪声滤波器50的小型化、轻量化。因此,实施方式7的第三噪声滤波器50能够实现小型以及轻量化并且抑制电磁噪声的电流中的差动电流,即能够实现小型以及轻量化并且提高噪声降低效果。

[0202] 另外,例如,也可以如图36所示的实施方式7的第四噪声滤波器50那样,补偿信号

施加器75u、75v、75w代替变压器11u、11v、11w而具备信号调整变压器71u、71v、71w以及电容器73u、73v、73w。实施方式7的第四噪声滤波器50与实施方式3的噪声滤波器50的不同点在于,针对三相电力线5的各相具备噪声检测器7u、7v、7w、注入电压生成器30u、30v、30w或者注入电压生成器39u、39v、39w、以及补偿信号施加器75u、75v、75w。在图36中,省略噪声检测器7u、7v、7w,但能够应用实施方式7的第一噪声滤波器50~第三噪声滤波器50中的噪声检测器7u、7v、7w。此外,在图36中,记载了应用实施方式7的第一噪声滤波器50中的噪声检测器7u、7v、7w的注入电压生成器30u、30v、30w。在应用实施方式7的第二或者第三噪声滤波器50中的噪声检测器7u、7v、7w的情况下,实施方式7的第四噪声滤波器50代替注入电压生成器30u、30v、30w而具备注入电压生成器39u、39v、39w。主要说明与实施方式3或者4的噪声滤波器50、实施方式7的第一噪声滤波器50不同的部分。

[0203] 抑制三相电力线5的u相即三相电力线5u的差模电压Vdi1或者差模电流的结构、抑制三相电力线5的v相即三相电力线5v的差模电压Vdi2或者差模电流的结构、抑制三相电力线5的w相即三相电力线5w的差模电压Vdi3或者差模电流的结构相同。此外,抑制差模电流的结构是应用实施方式7的第三噪声滤波器50中的噪声检测器7u、7v、7w的情况。以抑制三相电力线5的u相即三相电力线5u的差模电压Vdi1或者差模电流的结构为代表进行说明。

[0204] 补偿信号施加器75u具备作为在初级侧以及次级侧分别具备初级侧绕组m5以及次级侧绕组m6的变压器的信号调整变压器71u、和电容器73u。电容器73u与在实施方式3中说明的三相电力线5u中的信号施加器72对应。信号调整变压器71u的次级侧绕组m6的一端与作为接地布线的布线24连接,另一端经由电容器73u与电力变换器2的输出侧的三相电力线5u连接。在图36中,示出了补偿信号施加器75u与三相电力线5u连接的例子。在信号调整变压器71u中,在初级侧绕组m5的两端分别连接注入电压生成器30u的输出端子52a、52b,次级侧绕组m6的一端与成为接地电位的布线24连接,另一端与电容器73u中的与三相电力线5u相反的一侧连接。

[0205] 从注入电压生成器30u的注入波形生成器10a的输出端子52a输出的输出电压Vo1被输入到信号调整变压器71u的初级侧绕组m5的一端。从注入电压生成器30u的注入波形生成器10b的输出端子52b输出的输出电压Vo2被输入到信号调整变压器71u的初级侧绕组m5的另一端。输出电压Vo1、输出电压Vo2是大小相互相同且反相的电压。即,输出电压Vo1、输出电压Vo2是大小相互相同且反极性的电压。对信号调整变压器71u的初级侧绕组m5施加输出电压Vo1与输出电压Vo2的差分、即作为Vo1的2倍的大小且同相即同极性的电压的注入电压Vinj1。对三相电力线5u经由电容器73u以抑制差模电压Vdi1的方式重叠补偿电压Vdm1。另外,在抑制差模电流的情况下,对三相电力线5u经由电容器73u以抑制作为与差模电流成比例的电压的检测电压Vdsn1的方式重叠补偿电压Vdm1。此外,在三相电力线5u中,经由电容器73u流过抑制差模电压Vdi1或者差模电流的电流。

[0206] 抑制三相电力线5的v相即三相电力线5v的差模电压Vdi2或者差模电流的结构与抑制三相电力线5的u相即三相电力线5u的差模电压Vdi1或者差模电流的结构相同。在抑制三相电力线5v的差模电压Vdi2的结构中,将抑制三相电力线5u的差模电压Vdi1的结构中的、各结构物的符号7u、8u、9u或者70u、30u或者39u、33u、34u、35u、75u、71u、73u分别替换为7v、8v、9v或者70v、30v或者39v、33v、34v、35v、75v、71v、73v。在抑制三相电力线5v的差模电流的结构中,将抑制三相电力线5u的差模电流的结构中的、各结构物的符号7u、80u、39u、

33u、34u、35u、75u、71u、73u分别替换为7v、80v、39v、33v、34v、35v、75v、71v、73v。另外,将各电压的符号Vdi1或者Vdsn1、Vdo1、Vinj1、Vdm1分别替换为Vdi2或者Vdsn2、Vdo2、Vinj2、Vdm2。

[0207] 抑制三相电力线5的w相即三相电力线5w的差模电压Vdi3或者差模电流的结构与抑制三相电力线5的u相即三相电力线5u的差模电压Vdi1或者差模电流的结构相同。在抑制三相电力线5w的差模电压Vdi3的结构中,将抑制三相电力线5u的差模电压Vdi1的结构中的、各结构物的符号7u、8u、9u或者70u、30u或者39u、33u、34u、35u、75u、71u、73u分别替换为7w、8w、9w或者70w、30w或者39w、33w、34w、35w、75w、71w、73w。在抑制三相电力线5w的差模电流的结构中,将抑制三相电力线5u的差模电流的结构中的、各结构物的符号7u、80u、39u、33u、34u、35u、75u、71u、73u分别替换为7w、80w、39w、33w、34w、35w、75w、71w、73w。另外,将各电压的符号Vdi1或者Vdsn1、Vdo1、Vinj1、Vdm1分别替换为Vdi3或者Vdsn3、Vdo3、Vinj3、Vdm3。

[0208] 在实施方式7的第四噪声滤波器50中,与三相电力线5的各相对应的注入电压生成器30u、30v、30w的注入波形生成器10a、注入波形生成器10b、或者注入电压生成器39u、39v、39w的注入波形生成器31a、注入波形生成器31b输出相同大小且反相的输出电压Vo1、Vo2。因此,对信号调整变压器71u、71v、71w的初级侧绕组m5施加输出电压Vo1与输出电压Vo2的差分、即Vo1的2倍的大小且同相的注入电压Vinj1、Vinj2、Vinj3。即,实施方式7的第四噪声滤波器50与实施方式3或者4的噪声滤波器50同样地,不增大1个注入波形生成器10或者注入波形生成器31输出的输出电压Vo,即不增大各注入波形生成器10a、10b或者注入波形生成器31a、31b的输出电压Vo1、Vo2,而得到最大电压为控制电源15a、15b的2倍的注入电压Vinj1。其结果,能够实现信号调整变压器71u、71v、71w或者控制电源15a、15b的小型化。因此,实施方式7的第四噪声滤波器50能够实现小型以及轻量化并且抑制差模电压Vdi1、Vdi2、Vdi3或者差模电流,即能够实现小型以及轻量化并且提高噪声降低效果。

[0209] 另外,例如,也可以如图37所示的实施方式7的第五噪声滤波器50那样,在电力变换器2的直流母线的各布线即高电位侧布线44p、低电位侧布线44s连接抑制电磁噪声中的差模分量的结构。实施方式7的第五噪声滤波器50与实施方式1的噪声滤波器50的不同点在于,针对电力变换器2的直流母线的各布线具备噪声检测器7p、7s、注入电压生成器39p、39s、以及补偿信号施加器75p、75s。主要说明与实施方式1的噪声滤波器50、实施方式7的第三噪声滤波器50不同的部分。

[0210] 图37所示的实施方式7的第五噪声滤波器50与实施方式7的第三噪声滤波器50同样地是抑制高电位侧布线44p、低电位侧布线44s的电磁噪声的电流中的差模电流的例子。抑制高电位侧布线44p的电磁噪声的电流中的差模电流的结构、抑制低电位侧布线44s的电磁噪声的电流中的差模电流的结构相同。注入电压生成器39p、39s能够应用图34所示的注入电压生成器39。以抑制作为电力变换器2的直流母线的高电位侧布线44p的电磁噪声的电流中的差模电流的结构为代表进行说明。

[0211] 噪声检测器7p与实施方式7的第三噪声滤波器50同样地检测电磁噪声中的差模分量的电流。噪声检测器7p具备在电力变换器2的高电位侧布线44p插入有初级侧绕组m7的检测变压器80p。检测变压器80p的次级侧绕组m8的一端与成为基准电位Vss的基准布线即布线25连接,另一端与输出调整电压Vdo1的输出端子95连接。检测变压器80p与检测变压器

80u同样地具备初级侧的初级侧绕组m7和次级侧的次级侧绕组m8,检测与电力变换器2产生的电磁噪声的电流中的差模电流成比例的电压、即检测电压 V_{dsn1} 。检测电压 V_{dsn1} 是基于电磁噪声的电压。因此,噪声检测器7p检测作为基于电力变换器2的高电位侧布线44p的电磁噪声的电压的检测电压 V_{dsn1} 。检测变压器80p将在初级侧绕组m7的两端施加的检测电压 V_{dsn1} 根据检测变压器80p的初级侧绕组m7以及次级侧绕组m8的匝数比 R_r 输出到次级侧绕组m8的两端,将该电压从输出端子95作为噪声检测器7p的输出即调整电压 V_{do1} 输出到注入电压生成器39u的注入波形生成器31a、31b。

[0212] 注入电压生成器39p的输入端子51a、51b通过输入布线33p与检测变压器80p的输出端子95连接。注入电压生成器39p的输出端子52a通过输出布线34p与补偿信号施加器75p的变压器11p的初级侧绕组m1的一端连接,注入电压生成器39p的输出端子52b通过输出布线35p与补偿信号施加器75p的变压器11p的初级侧绕组m1的另一端连接。调整电压 V_{do1} 被输入到注入电压生成器39p的输入端子51a、51b即注入波形生成器31a、31b的输入端子51a、51b。

[0213] 在注入电压生成器39p中,注入波形生成器31a输出的输出电压 V_{o1} 和注入波形生成器31b输出的输出电压 V_{o2} 是大小相互相同且反相的电压,通过分别施加到补偿信号施加器75p的变压器11p的初级侧绕组m1的一端以及另一端,施加作为差分的注入电压 V_{inj1} 。变压器11p根据匝数比 R_r 在次级侧绕组m2的两端产生补偿电压 V_{dm1} ,对高电位侧布线44p施加补偿电压 V_{dm1} 。实施方式7的第五噪声滤波器50以使作为经由变压器11p的次级侧绕组m2重叠到高电位侧布线44p的电压的补偿电压 V_{dm1} 降低检测电压 V_{dsn1} 的方式,即以式(11)成立的方式,设定增益 G_i 、匝数比 R_r 。

[0214] 抑制作为电力变换器2的直流母线的低电位侧布线44s的电磁噪声的电流中的差模电流的结构与抑制作为电力变换器2的直流母线的高电位侧布线44p的电磁噪声的电流中的差模电流的结构相同。因此,将各结构物的符号7p、80p、39p、33p、34p、35p、75p、11p分别替换为7s、80s、39s、33s、34s、35s、75s、11s。另外,将各电压的符号 V_{dsn1} 、 V_{do1} 、 V_{inj1} 、 V_{dm1} 分别替换为 V_{dsn2} 、 V_{do2} 、 V_{inj2} 、 V_{dm2} 。

[0215] 如在实施方式7的第三噪声滤波器50中说明那样,不增大1个注入波形生成器31输出的输出电压 V_o ,即不增大各注入波形生成器31a、31b的输出电压 V_{o1} 、 V_{o2} ,而得到最大电压为控制电源15a、15b的2倍的注入电压 V_{inj1} 、 V_{inj2} 。其结果,实施方式7的第五噪声滤波器50能够实现变压器11p、11s或者控制电源15a、15b的小型化,能够实现噪声滤波器50的小型化、轻量化。因此,实施方式7的第五噪声滤波器50能够实现小型以及轻量化并且抑制电磁噪声的电流中的差动电流,即能够实现小型以及轻量化并且提高噪声降低效果。

[0216] 另外,例如,也可以如图38所示的实施方式7的第六噪声滤波器50那样,在单相电力线45连接抑制电磁噪声的电流中的差模分量即差模电流的结构。实施方式7的第六噪声滤波器50与实施方式7的第三噪声滤波器50的不同点在于,具有具备与单相电力线45的2线即单相电力线45a、45b分别连接的初级侧绕组m7a、m7b的1个噪声检测器7、1个注入电压生成器39、具备与单相电力线45a、45b分别连接的次级侧绕组m2a、m2b的1个补偿信号施加器75。在该情况下,单相电力线45是电力变换器2的输出侧的单相电力线的例子。主要说明与实施方式7的第三噪声滤波器50不同的部分。

[0217] 噪声检测器7成为在单相电力线45的2线即单相电力线45a和单相电力线45b中不

检测共模分量而仅能够检测差模分量即仅能够检测电磁噪声中的差模分量的电流的结构。在图38中,作为噪声检测器7的例子示出了检测变压器80。与单相电力线45a连接的初级侧绕组m7a和与单相电力线45b连接的初级侧绕组m7b的卷绕方向成为相反的朝向。检测变压器80的次级侧绕组m8的一端与成为基准电位Vss的基准布线即布线25连接,另一端与输出调整电压Vdo的输出端子95连接。检测电压Vdsn1、Vdsn2是基于电磁噪声的电压。在检测变压器80的次级侧绕组m8中,产生将在初级侧绕组m7a检测出的检测电压Vdsn1和在初级侧绕组m7b检测出的检测电压Vdsn2相加的电压。噪声检测器7从输出端子95输出以基准电位Vss为基准的调整电压Vdo。噪声检测器7输出的调整电压Vdo成为在初级侧绕组m7a检测出的检测电压Vdsn1与在初级侧绕组m7b检测出的检测电压Vdsn2之和。

[0218] 补偿信号施加器75成为在单相电力线45的2线即单相电力线45a和单相电力线45b中不施加基于共模分量的电流的电压而能够仅施加基于差模分量的电流的电压的结构。在图38中,作为补偿信号施加器75的例子示出了变压器11。与单相电力线45a连接的次级侧绕组m2a和与单相电力线45b连接的次级侧绕组m2b的卷绕方向成为相反的朝向。对变压器11的初级侧绕组m1施加注入电压Vinj。在变压器11的绕组比为1:1的情况下,根据注入电压Vinj,将电压与注入电压Vinj相同的补偿电压Vdm1、Vdm2分别重叠到单相电力线45a、45b。在该情况下,基于重叠到单相电力线45的2线即单相电力线45a和单相电力线45b的差模分量的电流的电压成为补偿电压Vdm1与补偿电压Vdm2之和。

[0219] 实施方式7的第六噪声滤波器50与实施方式7的第三噪声滤波器50同样地,能够实现小型以及轻量化并且抑制在单相电力线45的2线中产生的电磁噪声的电流中的差动电流,即能够实现小型以及轻量化并且提高噪声降低效果。

[0220] 另外,例如,也可以如图39所示的实施方式7的第七噪声滤波器50那样,在电力变换器2的直流母线的各布线即高电位侧布线44p、低电位侧布线44s连接抑制电磁噪声中的差模分量的结构。实施方式7的第七噪声滤波器50与实施方式7的第五噪声滤波器50的不同点在于,具有具备与高电位侧布线44p、低电位侧布线44s分别连接的初级侧绕组m7a、m7b的1个噪声检测器7、1个注入电压生成器39、具备与高电位侧布线44p、低电位侧布线44s分别连接的次级侧绕组m2a、m2b的1个补偿信号施加器75。主要说明与实施方式7的第五噪声滤波器50不同的部分。

[0221] 噪声检测器7成为在高电位侧布线44p和低电位侧布线44s中不检测共模分量而仅能够检测差模分量即仅能够检测电磁噪声中的差模分量的电流的结构。在图39中,作为噪声检测器7的例子示出了检测变压器80。与高电位侧布线44p连接的初级侧绕组m7a和与低电位侧布线44s连接的初级侧绕组m7b的卷绕方向成为相反的朝向。检测变压器80的次级侧绕组m8的一端与成为基准电位Vss的基准布线即布线25连接,另一端与输出调整电压Vdo的输出端子95连接。检测电压Vdsn1、Vdsn2是基于电磁噪声的电压。在检测变压器80的次级侧绕组m8中,产生将在初级侧绕组m7a检测出的检测电压Vdsn1和在初级侧绕组m7b检测出的检测电压Vdsn2相加的电压。噪声检测器7从输出端子95输出以基准电位Vss为基准的调整电压Vdo。噪声检测器7输出的调整电压Vdo成为在初级侧绕组m7a检测出的检测电压Vdsn1与在初级侧绕组m7b检测出的检测电压Vdsn2之和。

[0222] 补偿信号施加器75成为在高电位侧布线44p和低电位侧布线44s中不施加基于共模分量的电流的电压而能够仅施加基于差模分量的电流的电压的结构。在图39中,作为补

偿信号施加器75的例子示出了变压器11。与高电位侧布线44p连接的次级侧绕组m2a和与低电位侧布线44s连接的次级侧绕组m2b的卷绕方向成为相反的朝向。对变压器11的初级侧绕组m1施加注入电压 V_{inj} 。在变压器11的绕组比为1:1的情况下,根据注入电压 V_{inj} ,将电压与注入电压 V_{inj} 相同的补偿电压 V_{dm1} 、 V_{dm2} 分别重叠到高电位侧布线44p、低电位侧布线44s。在该情况下,基于重叠到电力变换器2的直流母线的2线即高电位侧布线44p和低电位侧布线44s的差模分量的电流的电压成为补偿电压 V_{dm1} 与补偿电压 V_{dm2} 之和。

[0223] 实施方式7的第七噪声滤波器50与实施方式7的第五噪声滤波器50同样地,能够实现小型以及轻量化并且抑制在电力变换器2的直流母线的2线中产生的电磁噪声的电流中的差动电流,即能够实现小型以及轻量化并且提高噪声降低效果。

[0224] 在实施方式7中,说明了检测电磁噪声中的差模分量的电压或者电流,并抑制它们的例子。实施方式7的噪声滤波器50针对三相电力线5的各相、三相电力线4的各相、单相电力线45的各电力线、电力变换器2的直流母线的各布线具备噪声检测器7、7u、7v、7w、7p、7s、补偿信号施加器75、75u、75v、75w、75p、75s、以及注入电压生成器30u、30v、30w(或者39u、39v、39w)、39、39p、39s,所以在实施方式1~6中说明的电磁噪声中的共模分量的电压或者电流也能够抑制。

[0225] 在实施方式7中,示出了输出电压 V_{o1} 、输出电压 V_{o2} 的大小相同的情况,但与实施方式1同样地,输出电压 V_{o1} 、输出电压 V_{o2} 的大小也可以不同。即使在大小不同的情况下,对补偿信号施加器75、75u、75v、75w中的变压器11u、11v、11w的初级侧绕组m1或者信号调整变压器71u、71v、71w的初级侧绕组m5也施加输出电压 V_{o1} 与输出电压 V_{o2} 的差分、即作为比输出电压 V_{o1} 大且同相的电压的注入电压 V_{inj1} 、 V_{inj2} 、 V_{inj3} 、 V_{inj} 。其结果,实施方式7的第一~第四以及第六噪声滤波器50能够实现变压器11、11u、11v、11w、信号调整变压器71u、71v、71w或者控制电源15a、15b的小型化,能够实现噪声滤波器50的小型化、轻量化。另外,在实施方式7的第五以及第七噪声滤波器50中也同样,即使在输出电压 V_{o1} 、输出电压 V_{o2} 的大小不同的情况下,对补偿信号施加器75、75p、75s中的变压器11、11p、11s的初级侧绕组m1也施加输出电压 V_{o1} 与输出电压 V_{o2} 的差分、即作为比输出电压 V_{o1} 大且同相的电压的注入电压 V_{inj1} 、 V_{inj2} 、 V_{inj} 。其结果,实施方式7的第五以及第七噪声滤波器50能够实现变压器11、11p、11s或者控制电源15a、15b的小型化,能够实现噪声滤波器50的小型化、轻量化。

[0226] 此外,图31、图33、图35~图36、图38所示的实施方式7的噪声滤波器50是前馈结构,但还能够交换补偿信号施加器75、75u、75v、75w和噪声检测器7、7u、7v、7w的位置,设成反馈结构。另外,图37、图39所示的实施方式7的噪声滤波器50是前馈结构,但还能够交换补偿信号施加器75、75p、75s和噪声检测器7、7p、7s的位置,设成反馈结构。另外,噪声检测器7u、7v、7w、补偿信号施加器75u、75v、75w也可以与电力变换器2的输入侧的三相电力线4连接。图38所示的噪声检测器7、补偿信号施加器75既可以与电力变换器2的输出侧的单相电力线45连接,也可以与电力变换器2的输入侧的单相电力线45连接。

[0227] 此外,示出了将实施方式1~7的噪声滤波器50应用于搭载有从三相交流电力或者单相交流经由直流电力变换为三相交流电力或者单相交流的电力变换器2的电动机驱动系统60的例子,但限定于该例子。实施方式1~7的噪声滤波器50还能够应用于搭载有通过半导体元件的开关动作产生电磁噪声的电压或者电流的电力变换器的系统。例如,电力变换器2也可以是绝缘型DC-DC转换器。在该情况下,交流电源1成为直流电源,感应电动机3成

为直流电动机。

[0228] 另外,本申请记载各种例示性的实施方式以及实施例,但1个或者多个实施方式记载的各种特征、样式、以及功能不限于特定的实施方式的应用,能够单独或者以各种组合应用于实施方式。因此,在本申请说明书公开的技术范围内,设想未例示的无数的变形例。例如,包括将至少1个构成要素变形的情况、追加的情况或者省略的情况、进而抽出至少1个构成要素并与其他实施方式的构成要素组合的情况。

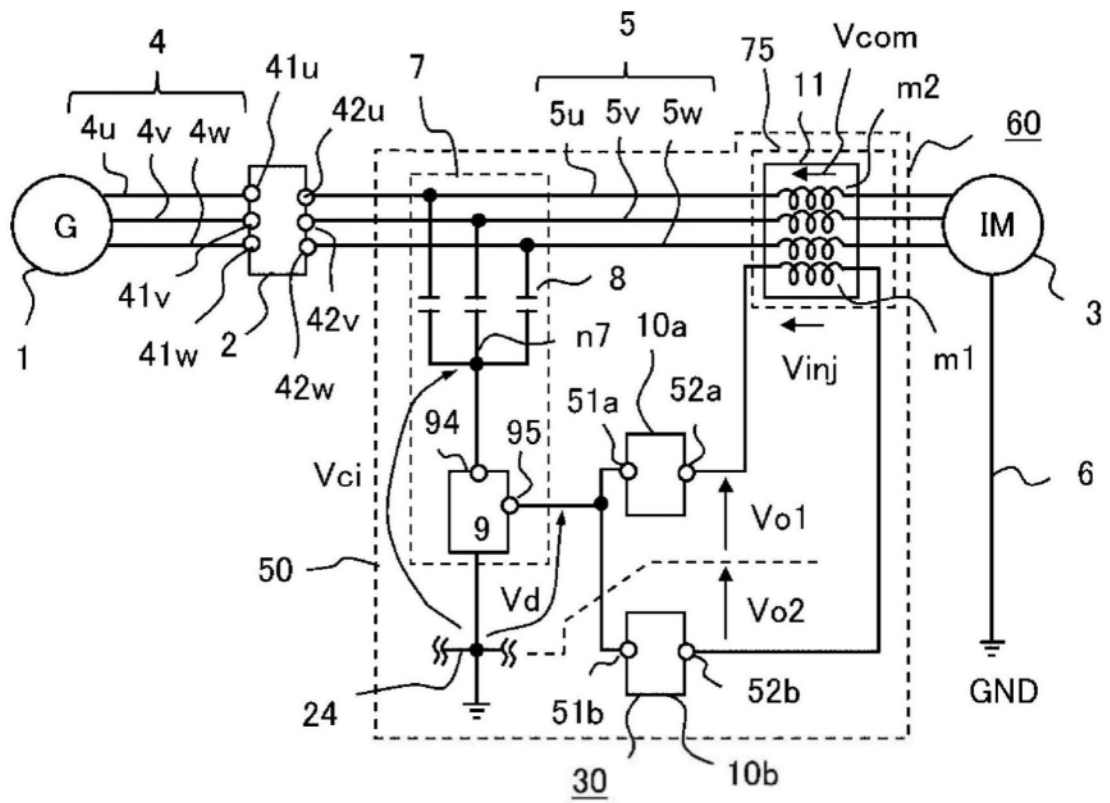


图1

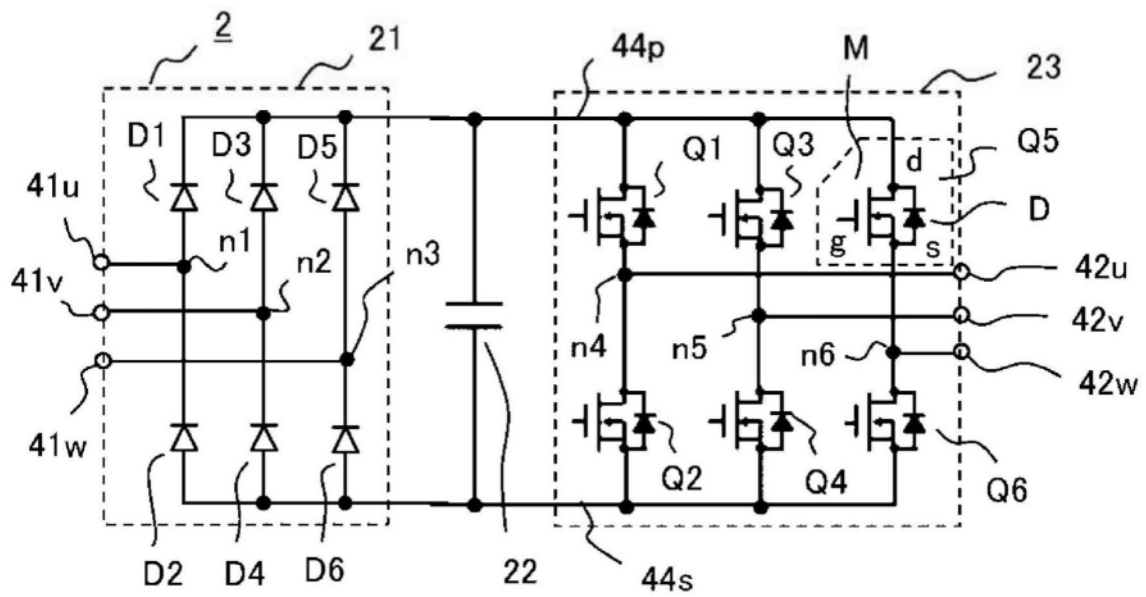


图2

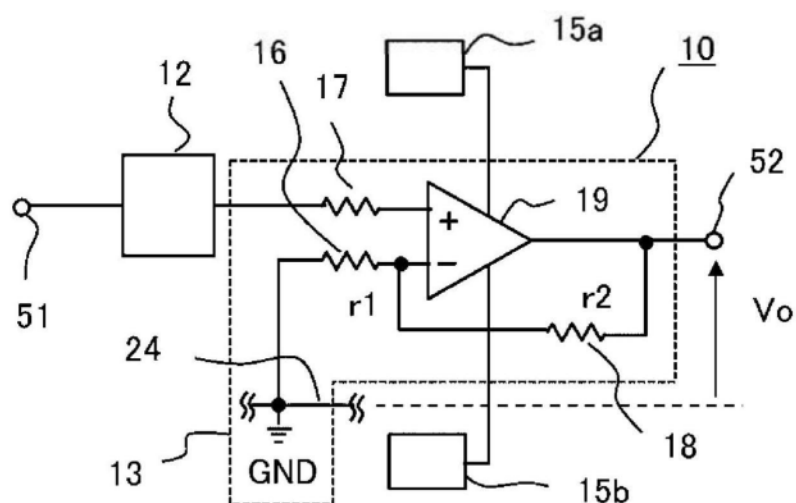


图5

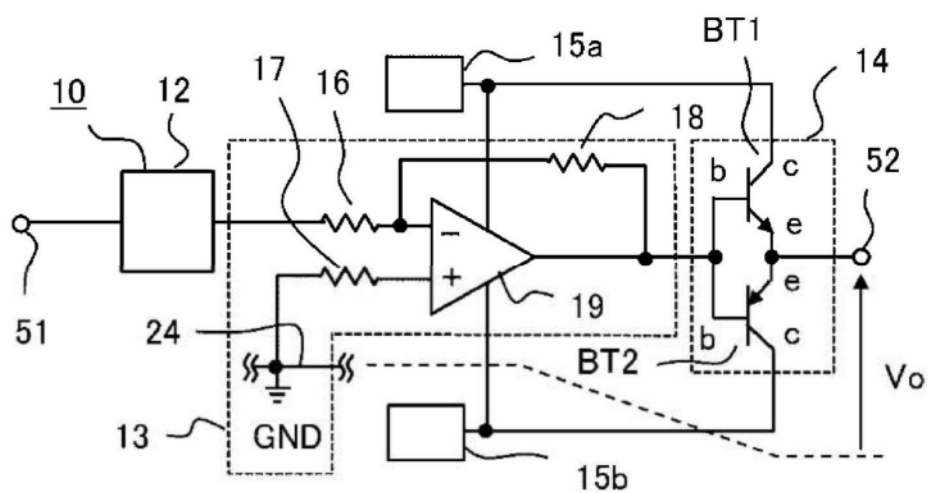


图6

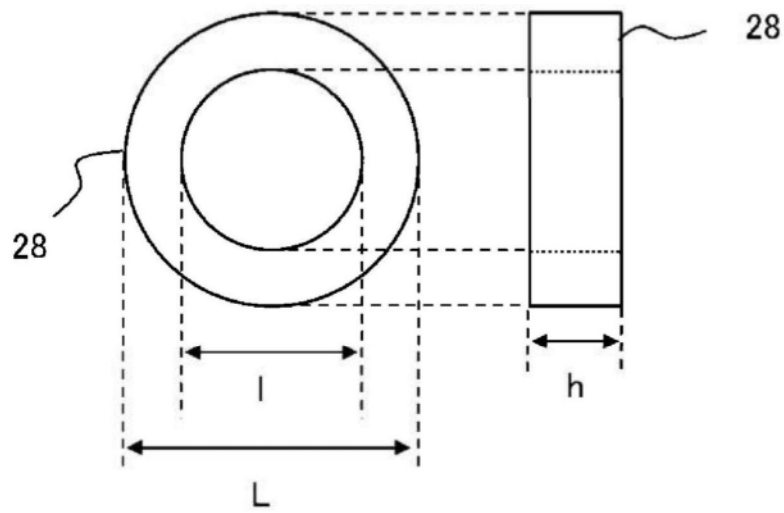


图9

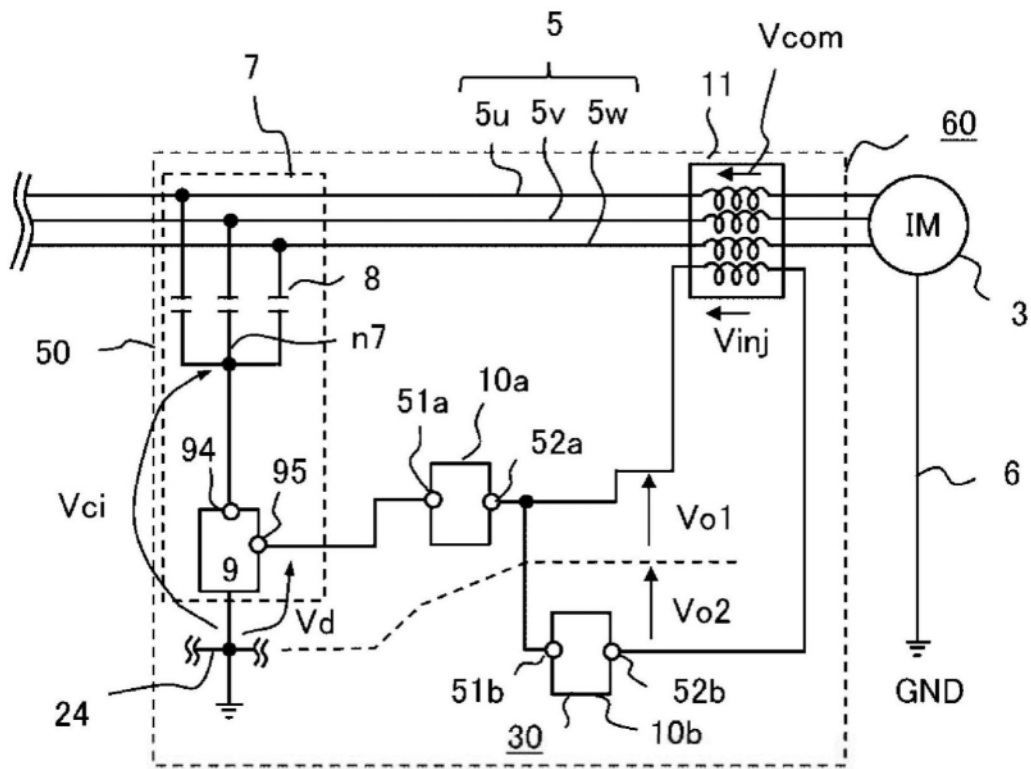


图10

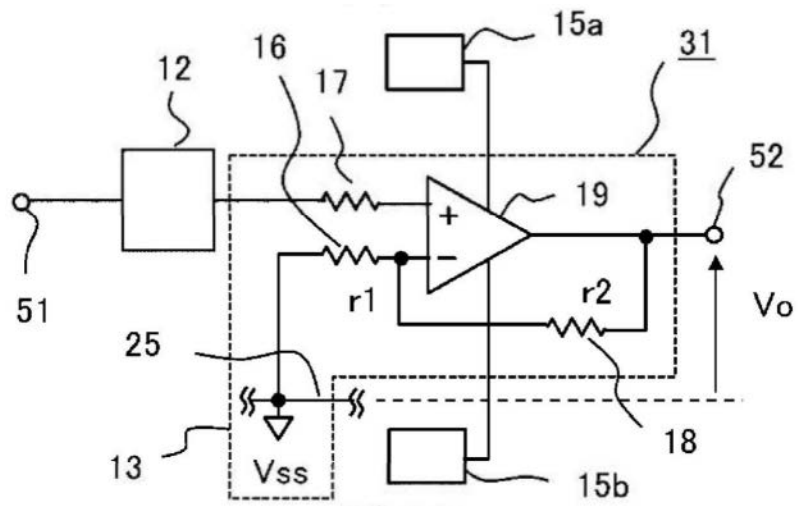


图17

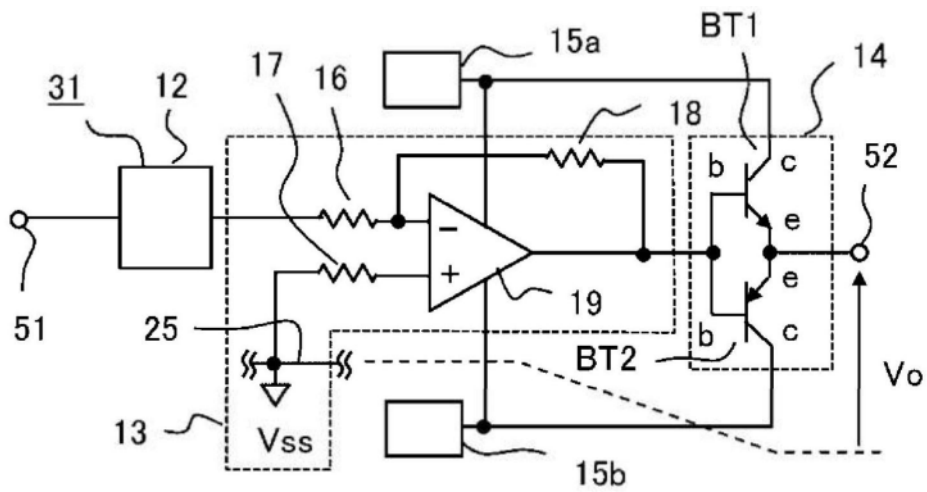


图18

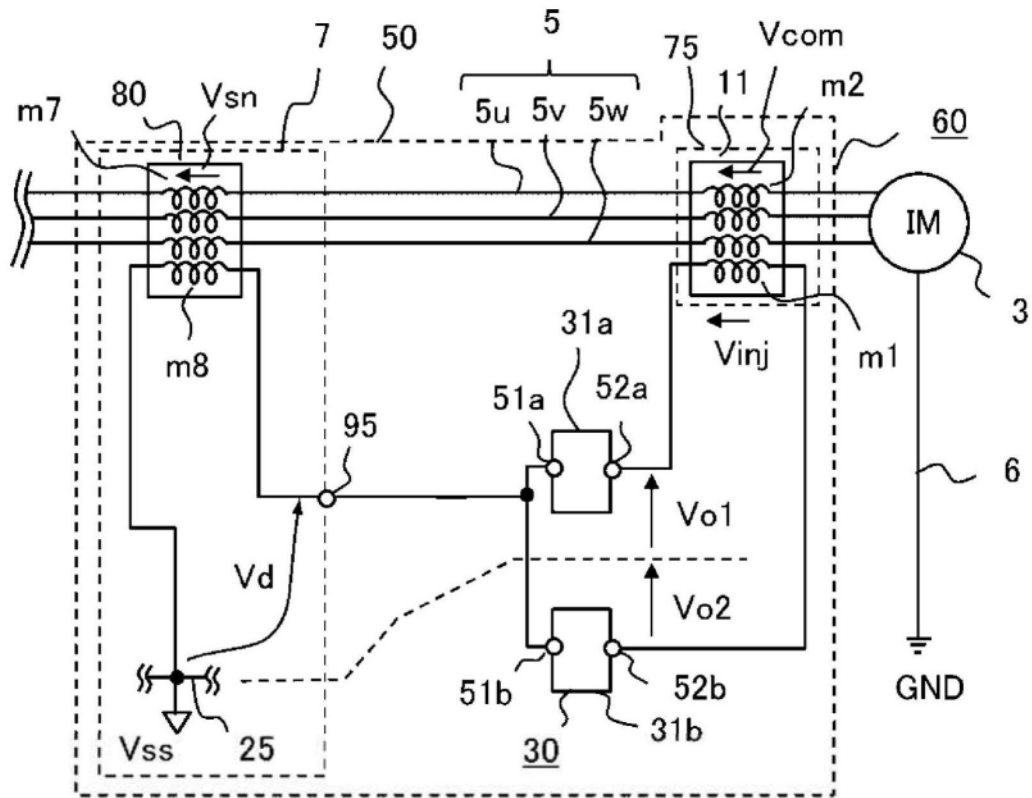


图25

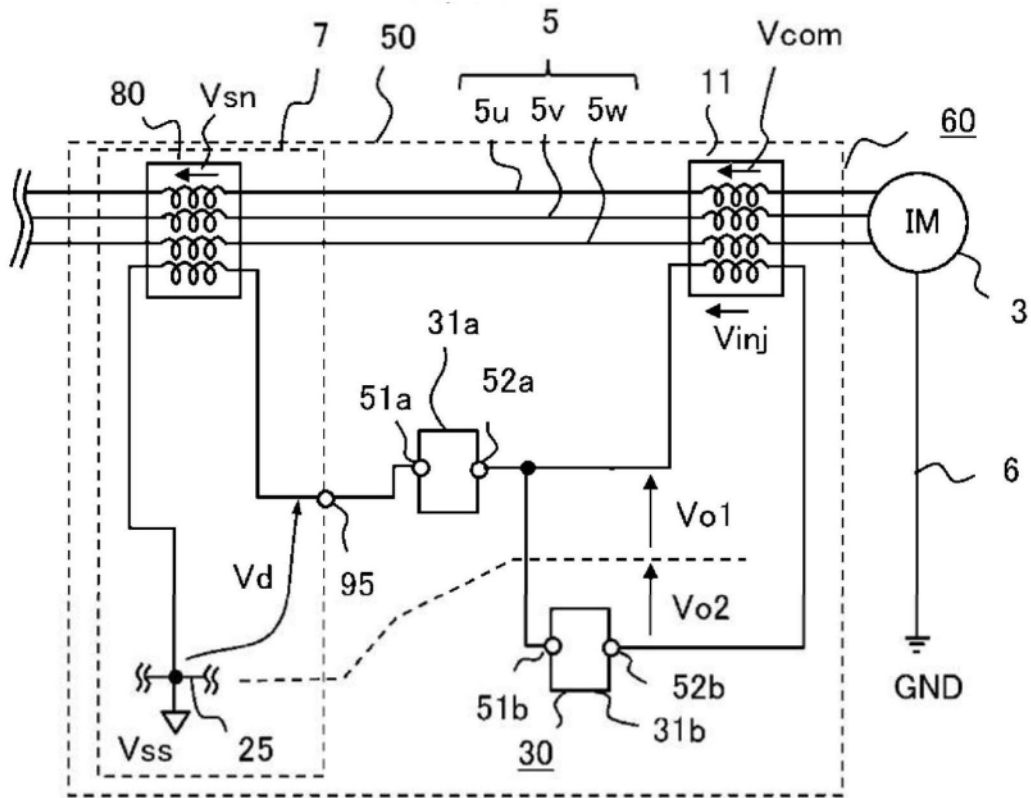


图26

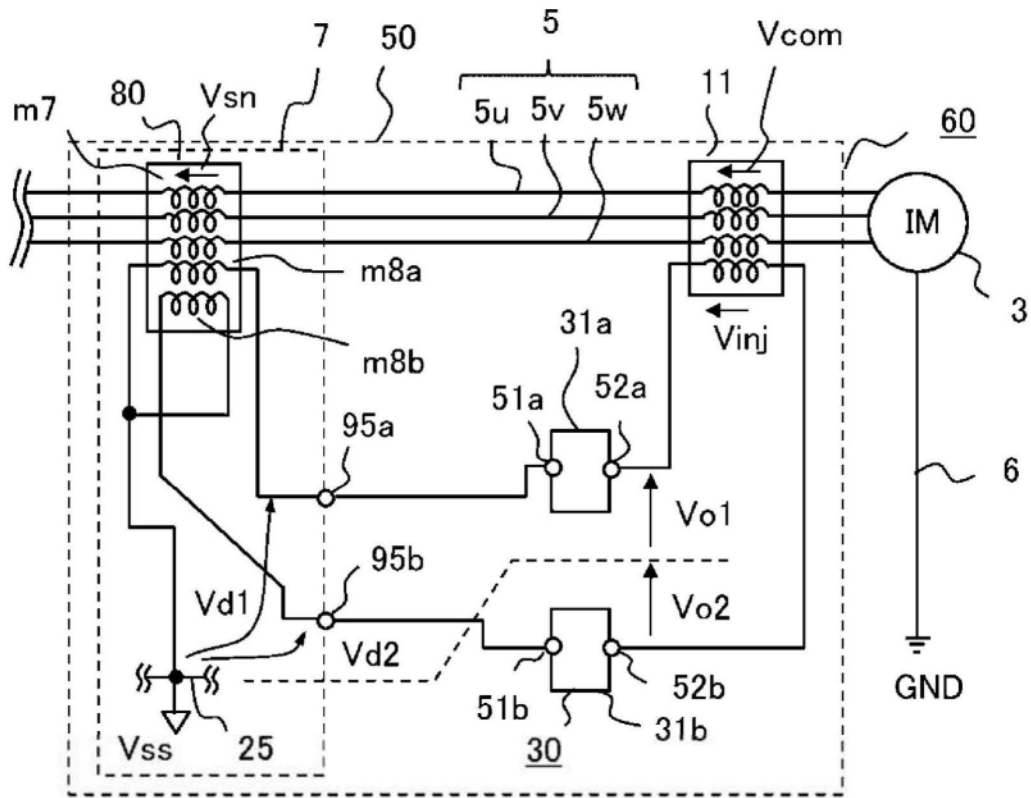


图27

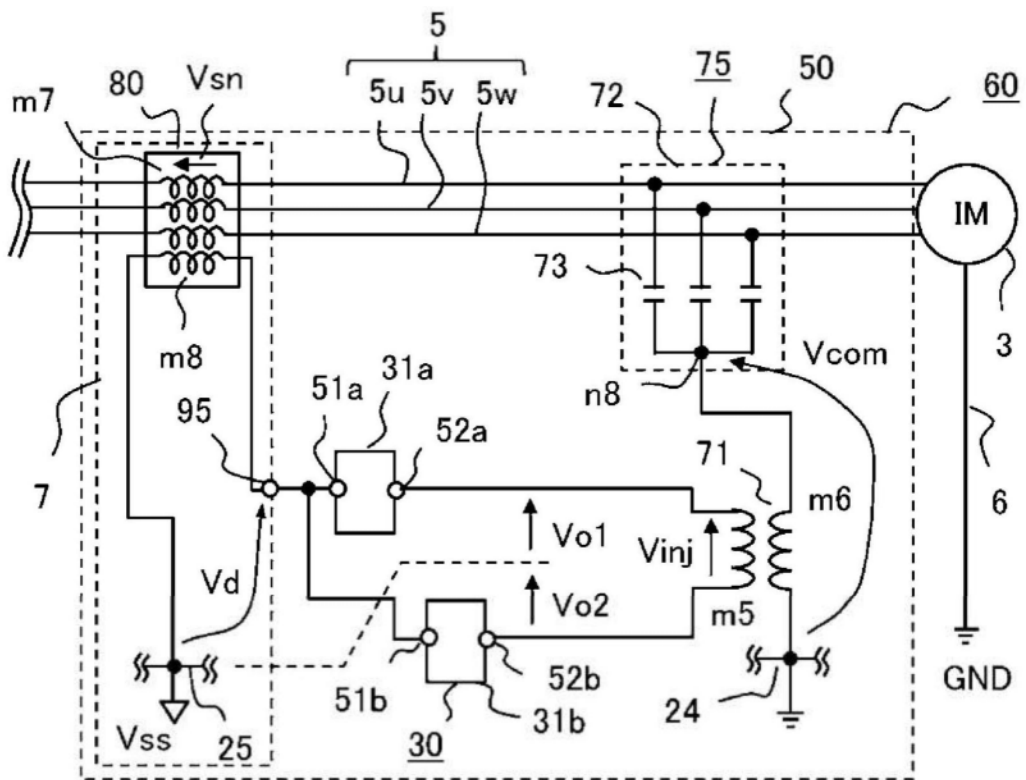


图28

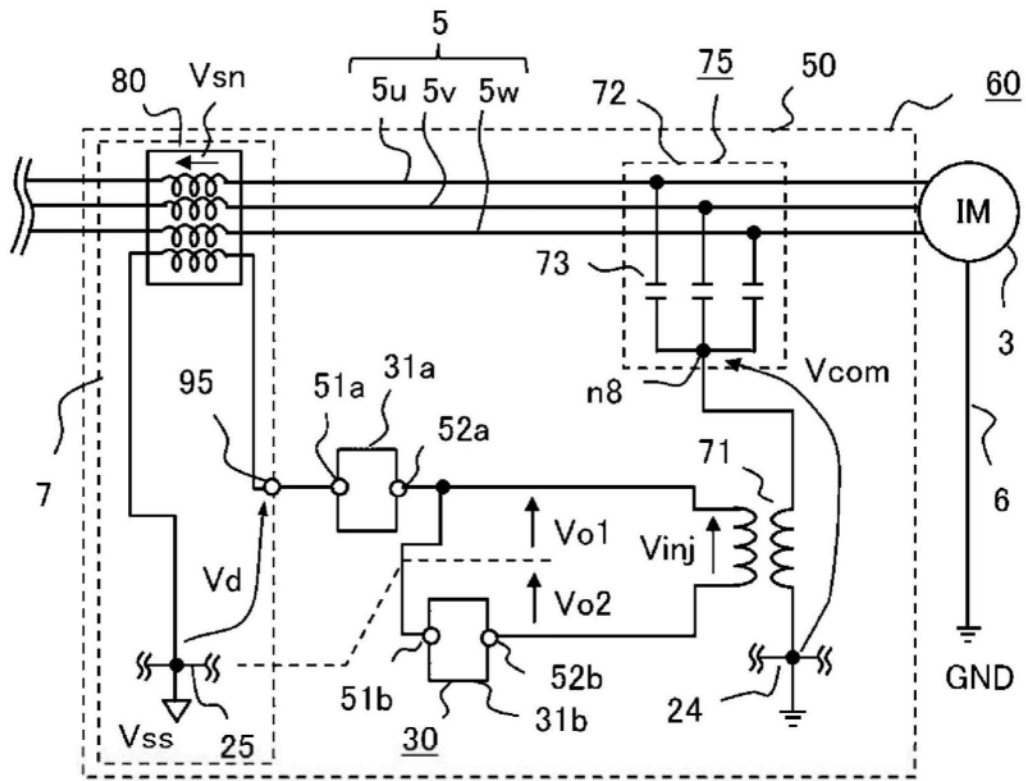


图29

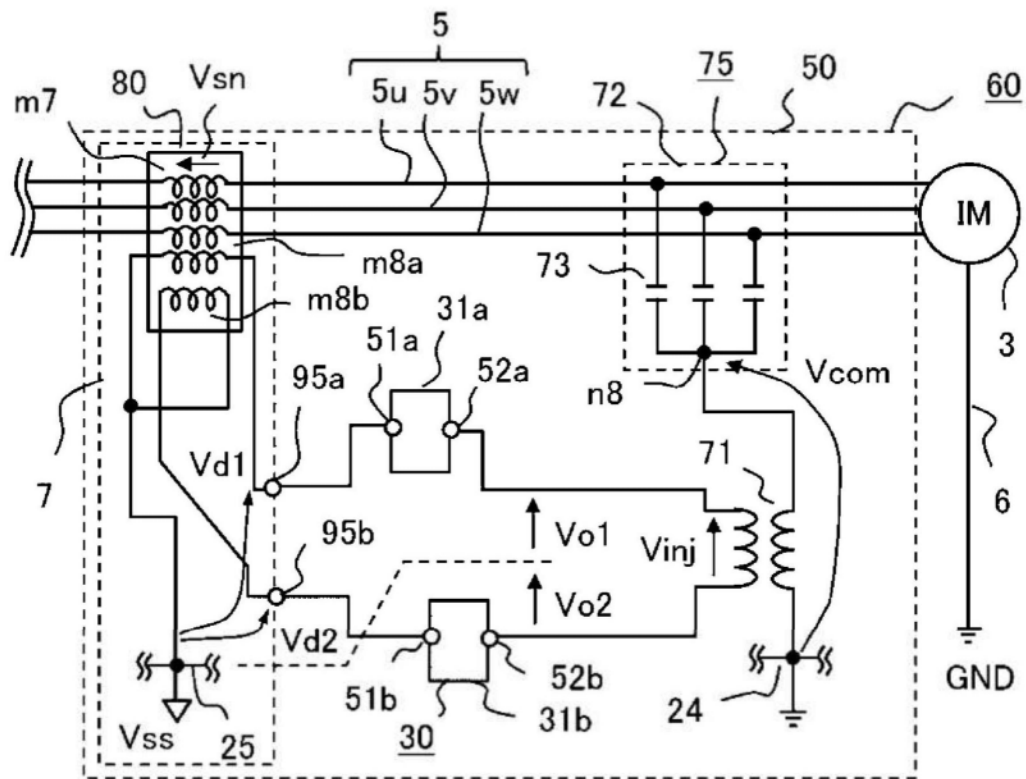


图30

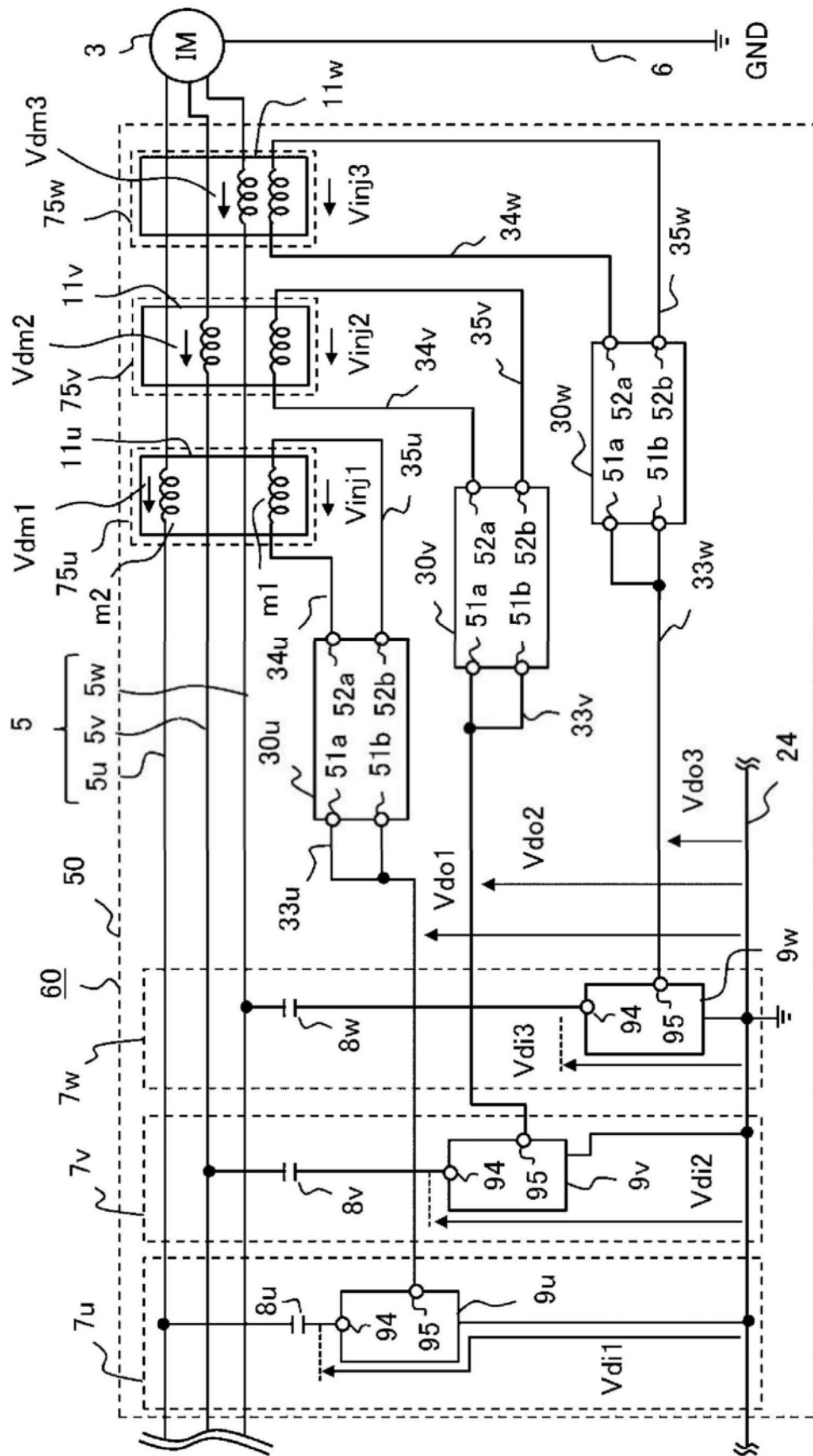


图31

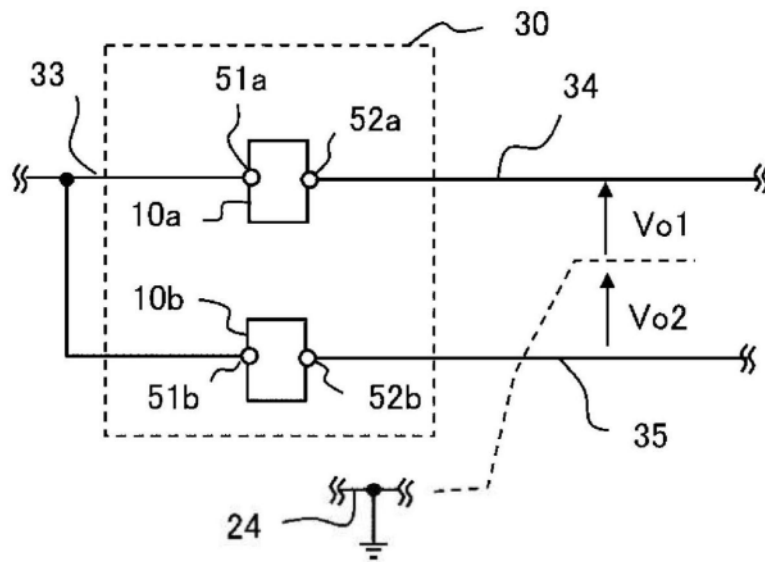


图32

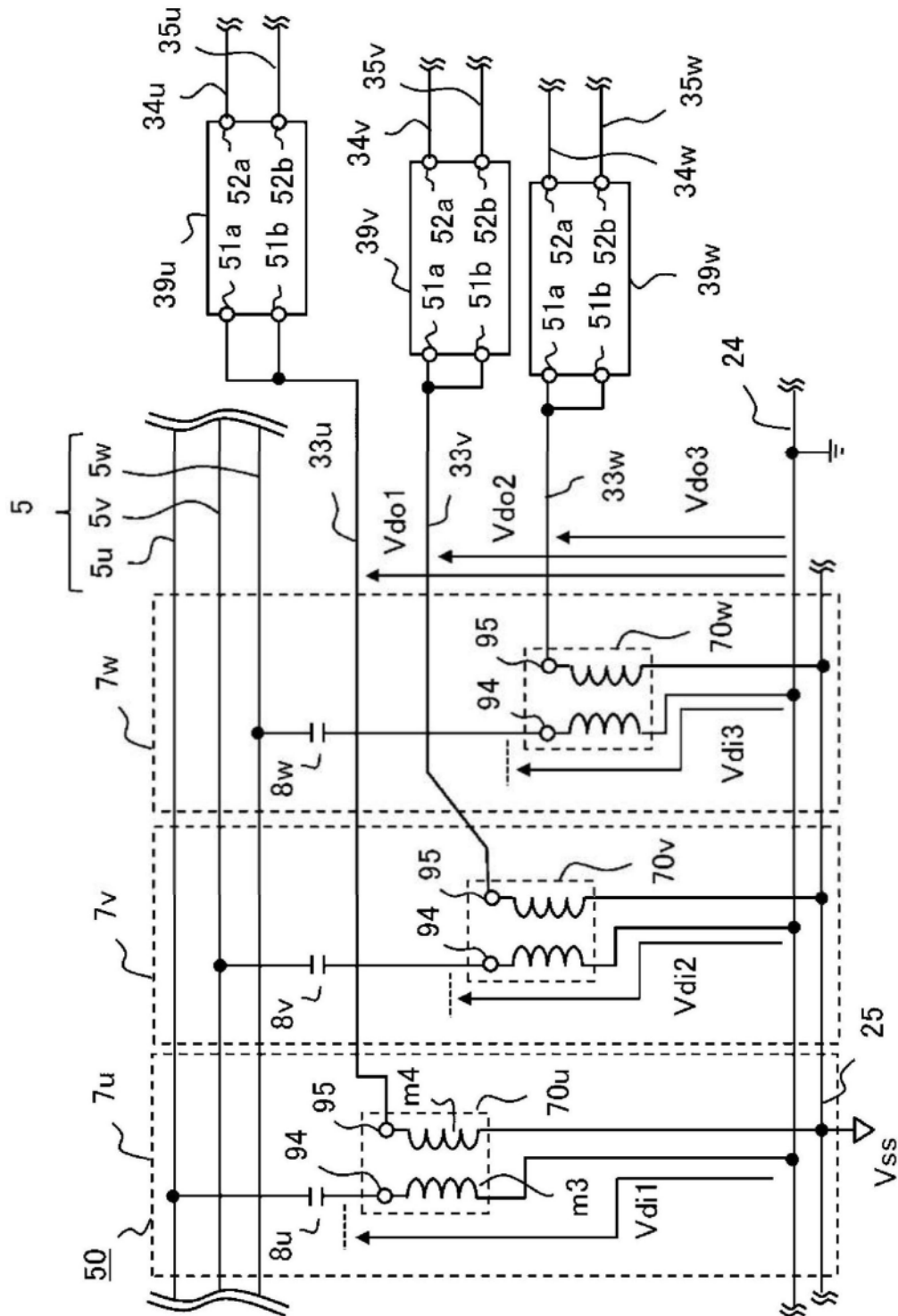


图33

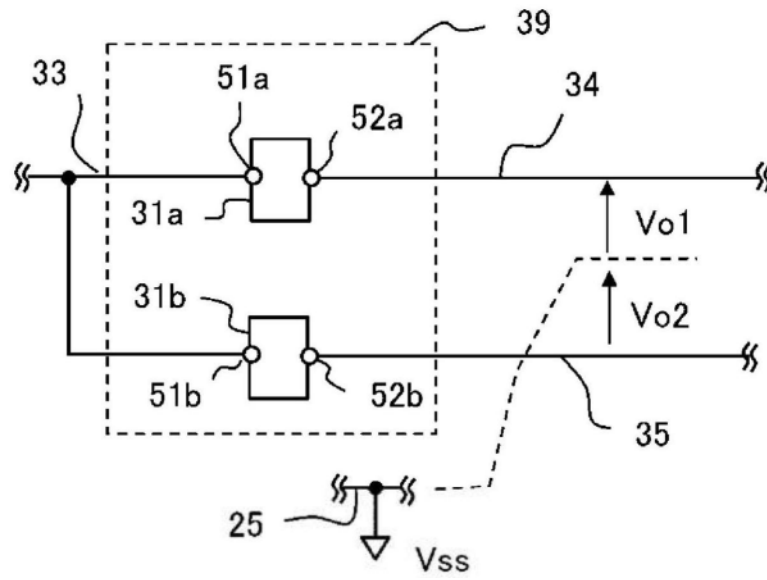


图34

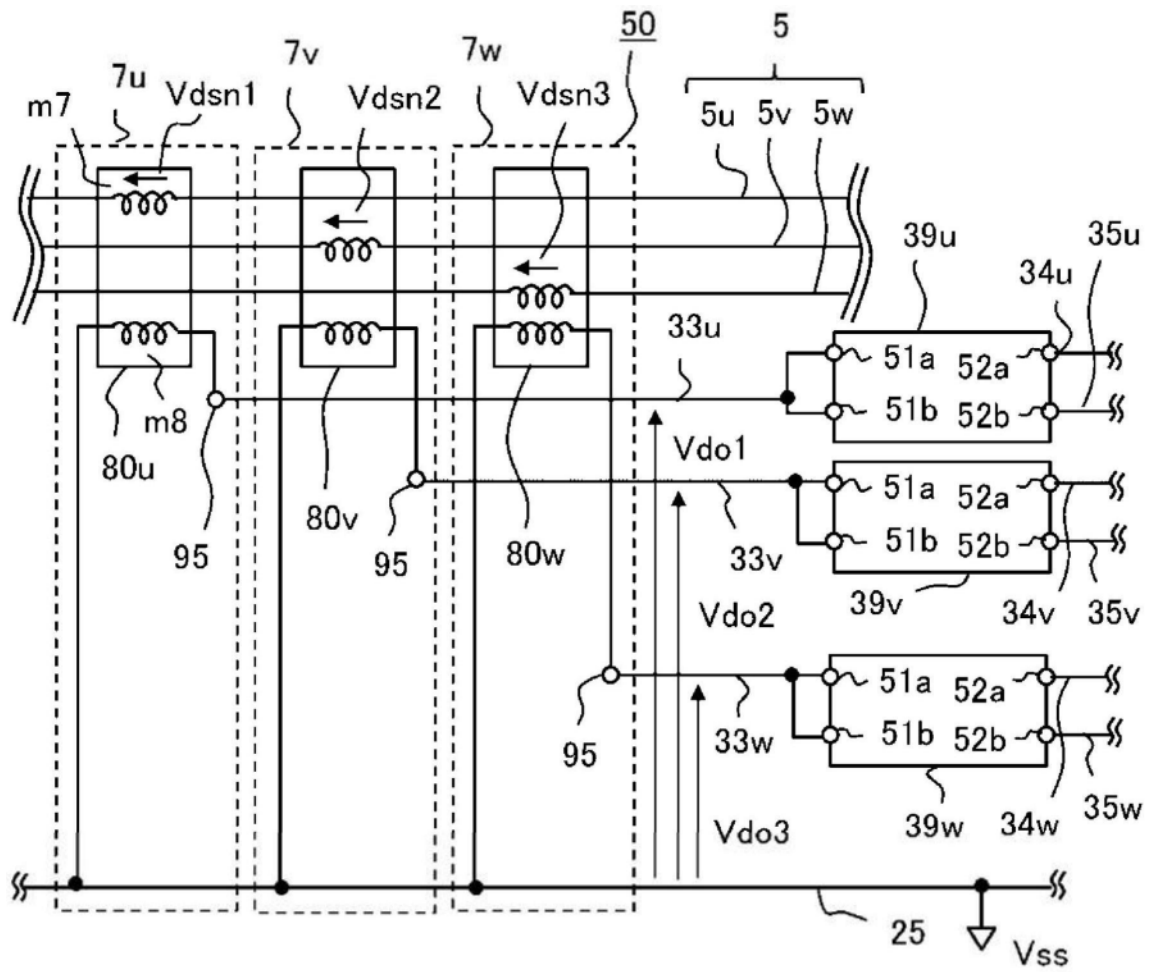


图35

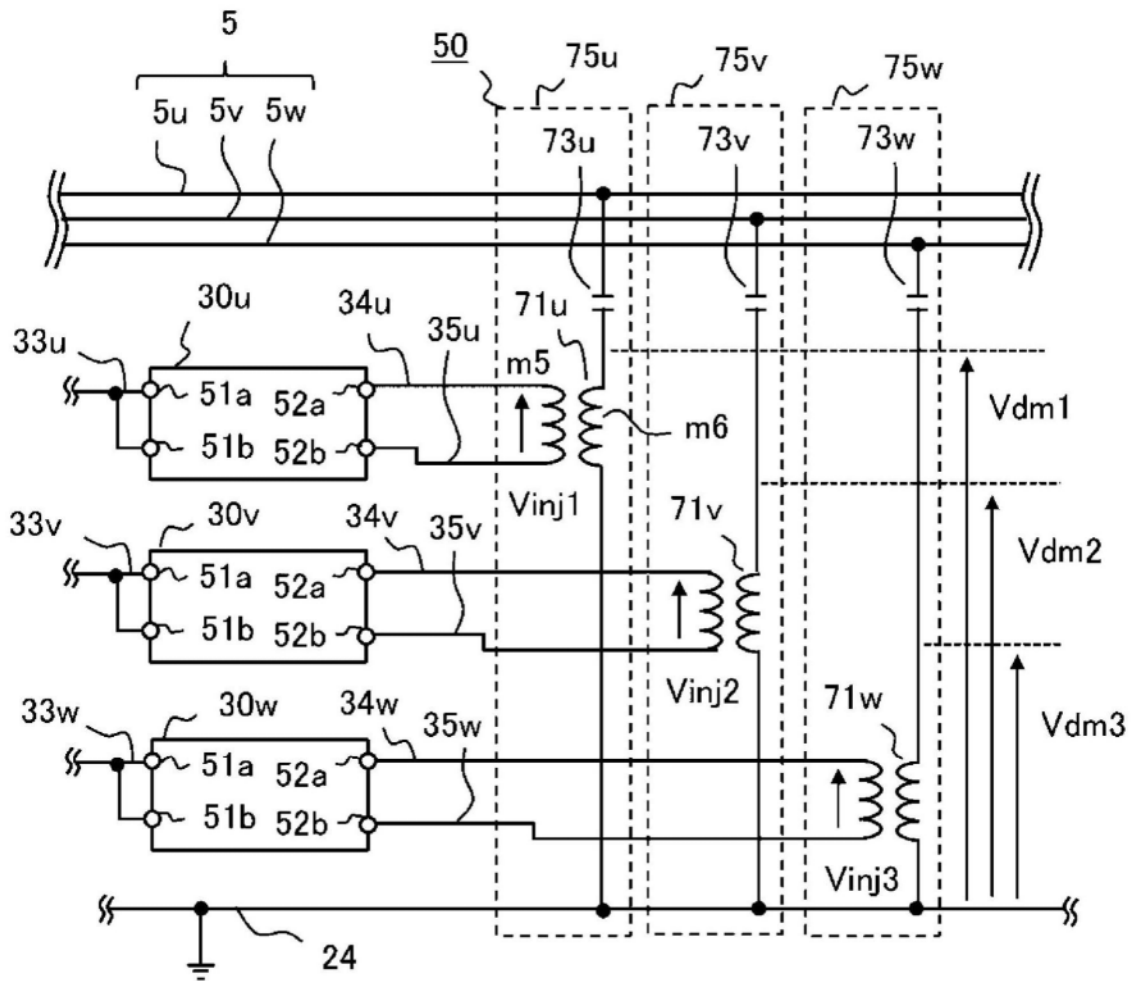


图36

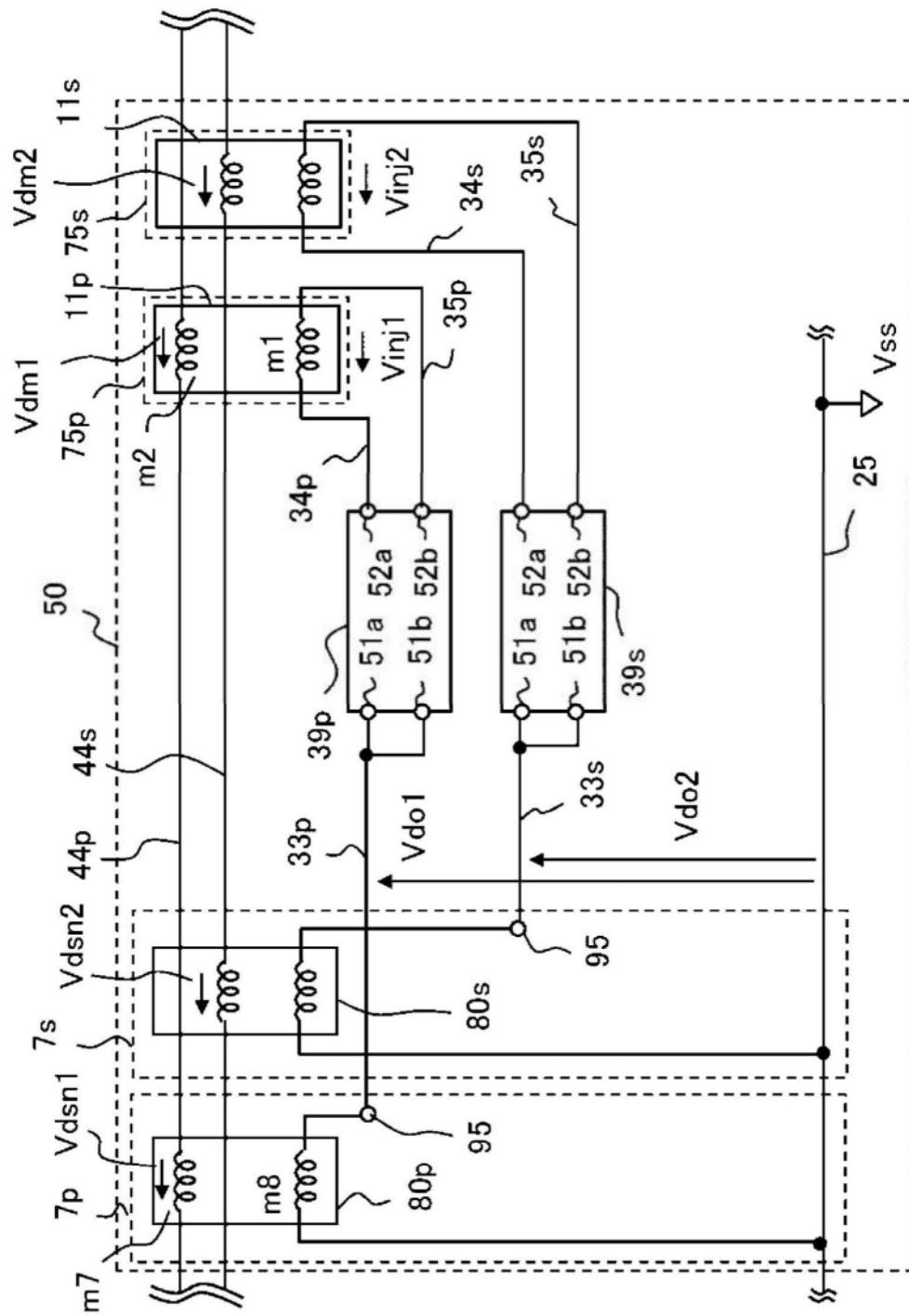


图37

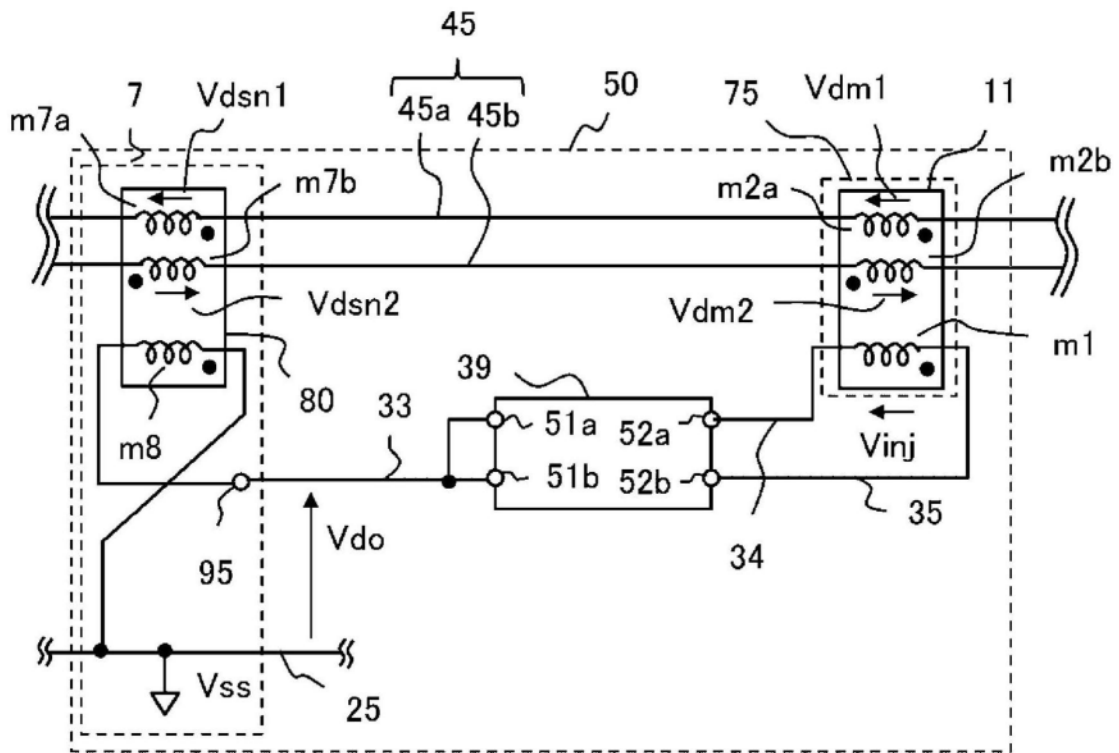


图38

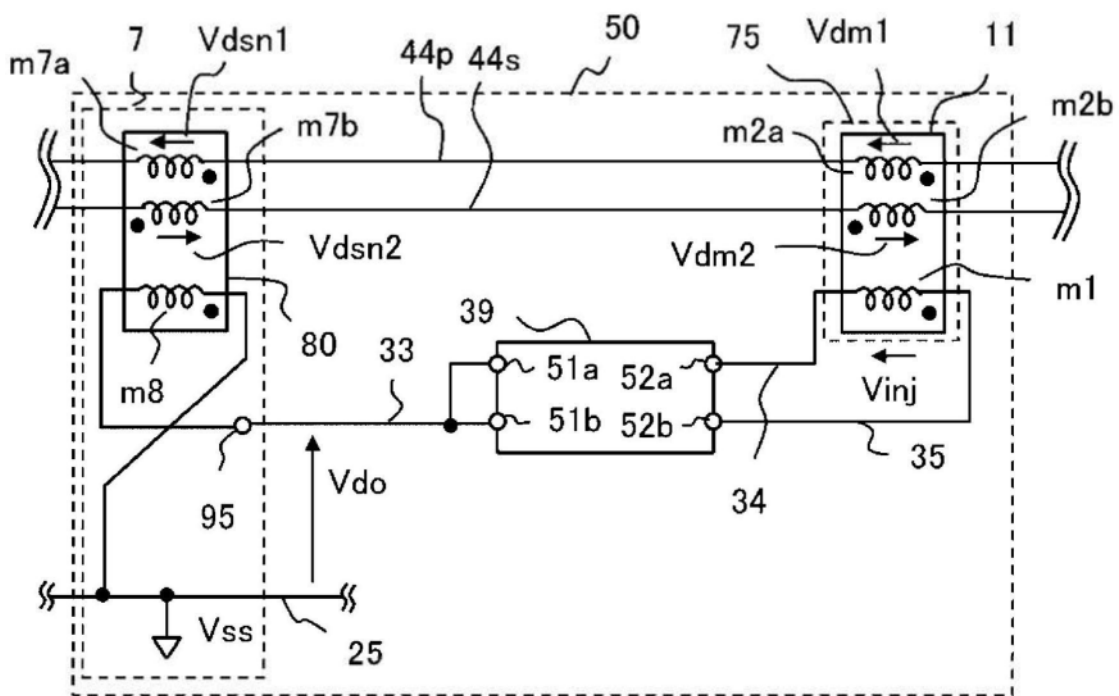


图39