(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 119678358 A
(43)申请公布日 2025.03.21

(21)申请号 202280098742.5
(22)申请日 2022.08.02
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2025.01.27
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2022/029664 2022.08.02
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2024/028982 JA 2024.02.08
(71)申请人 三菱电机株式会社
地址 日本东京
(72)发明人 渡边章太 吉野浩行 小鹿聪士
(74)专利代理机构 北京天昊联合知识产权代理有限公司 11112
专利代理师 何立波 张天舒
(51)Int.Cl.
H02M 7/49(2006.01)
H02M 7/501(2006.01)

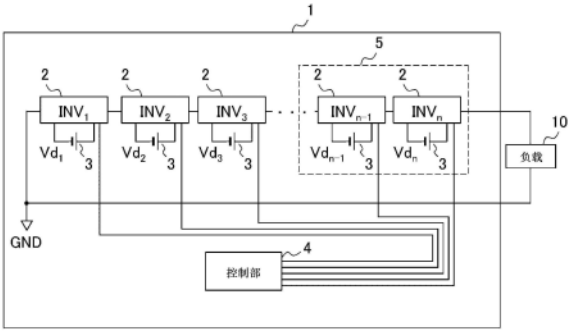
权利要求书1页 说明书9页 附图15页

(54)发明名称

电力变换装置

(57)摘要

目的在于在具有大于或等于3个单相逆变器的电力变换装置中抑制大型化、高成本化。电力变换装置(1)具有控制部(4)和大于或等于3个单相逆变器(2),该大于或等于3个单相逆变器(2)将直流电力分别变换为交流电力,该控制部(4)对单相逆变器进行控制,在将各个单相逆变器的输出电压的绝对值作为电压绝对值、将电压绝对值的最小值作为时,至少1个单相逆变器的电压绝对值被设定为最小电压值的2的乘方倍或3的乘方倍的值,至少其他1个单相逆变器的电压绝对值被设定为最小电压值的包含小数在内的实数倍的值。



CN 119678358 A

1.一种电力变换装置,其具有大于或等于3个单相逆变器和对所述单相逆变器进行控制的控制部,该大于或等于3个单相逆变器将直流电力分别变换为交流电力,

该电力变换装置的特征在于,

大于或等于3个所述单相逆变器串联连接,在将各个所述单相逆变器的输出电压的绝对值作为电压绝对值、将所述电压绝对值的最小值作为最小电压值时,至少1个所述单相逆变器的所述电压绝对值被设定为所述最小电压值的2的乘方倍或3的乘方倍的值,至少其他1个所述单相逆变器的所述电压绝对值被设定为所述最小电压值的包含小数在内的实数倍的值。

2.根据权利要求1所述的电力变换装置,其特征在于,

具有大于或等于1个由大于或等于2个所述单相逆变器的串联连接而构成的逆变器组,不包含于所述逆变器组中的所述单相逆变器的所述电压绝对值被设定为所述最小电压值的2的乘方倍或3的乘方倍的值,所述逆变器组中包含的至少1个所述单相逆变器的所述电压绝对值被设定为所述最小电压值的包含小数在内的实数倍的值。

3.根据权利要求2所述的电力变换装置,其特征在于,

所述逆变器组中包含的至少1个所述单相逆变器的所述电压绝对值为各个所述单相逆变器的所述电压绝对值的最大值。

4.根据权利要求2或3所述的电力变换装置,其特征在于,

构成所述逆变器组的所述单相逆变器的所述电压绝对值的合计值大于不包含于所述逆变器组中的所述单相逆变器的所述电压绝对值。

5.根据权利要求1至4中任一项所述的电力变换装置,其特征在于,

所述最小电压值的包含小数在内的实数倍的小数点后的值为1/3或1/2或2/3。

6.根据权利要求1所述的电力变换装置,其特征在于,

在使k为自然数、m为大于或等于0的整数时,k+m大于或等于2,所述电力变换装置具有k+m+1个所述单相逆变器,

k个所述单相逆变器的所述电压绝对值被设定为所述最小电压值的2的乘方倍或3的乘方倍的值,另1个所述单相逆变器的所述电压绝对值被设定为大于所述k个单相逆变器的所述电压绝对值的总和且小于向所述k个单相逆变器的所述电压绝对值的总和加上所述最小电压值而得到的值,其他m个所述单相逆变器的所述电压绝对值被设定为所述另1个单相逆变器的所述电压绝对值的2的乘方倍或3的乘方倍的值。

7.根据权利要求6所述的电力变换装置,其特征在于,

所述1个单相逆变器的所述电压绝对值被设定为向所述k个单相逆变器的所述电压绝对值的总和加上所述最小电压值的1/2而得到的值。

电力变换装置

技术领域

[0001] 本申请涉及电力变换装置。

背景技术

[0002] 作为电力变换装置的其中一个,已知不需要大容量的输出滤波器就能够向负载输出平滑的交流波形的分级控制型的电力变换装置。分级控制型的电力变换装置由多个单相逆变器串联连接构成。作为以往的分级控制型的电力变换装置,公开了将多个单相逆变器各自的输出电压的绝对值分别大致设为2^K(K=0、1、2、…)倍的电力变换装置,该电力变换装置对多个单相逆变器各自输出的电压的总电压进行分级控制而向负载输出(例如参照专利文献1)。

[0003] 专利文献1:日本特开2004-7941号公报

发明内容

[0004] 在以往的电力变换装置中输出接近额定值的高电压的正弦波的情况下,能够将单相逆变器的输出电压电平多个组合起来形成波形,因此能够形成接近正弦波的平滑的交流波形。然而,在以往的电力变换装置中输出低电压的正弦波的情况下,存在如下所述的问题,即,为了形成波形而组合的单相逆变器的输出电压电平的数量变少,因此不能形成平滑的交流波形。

[0005] 本申请是为了解决如上所述的课题而提出的,其目的在于提供在具有多个单相逆变器的电力变换装置中,即使在输出低电压的交流波形的情况下,也能够形成平滑的交流波形的电力变换装置。

[0006] 本申请的电力变换装置具有大于或等于3个单相逆变器和对单相逆变器进行控制的控制部,该大于或等于3个单相逆变器将直流电力分别变换为交流电力。并且,大于或等于3个单相逆变器串联连接,在将各个单相逆变器的输出电压的绝对值作为电压绝对值、将电压绝对值的最小值作为最小电压值时,至少1个单相逆变器的电压绝对值被设定为最小电压值的2的乘方倍或3的乘方倍的值,至少其他1个单相逆变器的电压绝对值被设定为最小电压值的包含小数在内的实数倍的值。

[0007] 发明的效果

[0008] 本申请的电力变换装置的大于或等于3个单相逆变器的至少1个单相逆变器的电压绝对值被设定为最小电压值的2的乘方倍或3的乘方倍的值,至少其他1个单相逆变器的电压绝对值被设定为最小电压值的包含小数在内的实数倍的值,因此即使在输出低电压的交流波形的情况下,也能够形成平滑的交流波形。

附图说明

[0009] 图1是实施方式1涉及的电力变换装置的结构图。

[0010] 图2是实施方式1涉及的电力变换装置的单相逆变器的结构图。

[0011] 图3是实施方式1涉及的电力变换装置的结构图。

[0012] 图4是表示实施方式1涉及的电力变换装置的总输出电压的说明图。

[0013] 图5是实施方式1涉及的对比例的电力变换装置的结构图。

[0014] 图6是表示实施方式1涉及的对比例的电力变换装置的总输出电压的说明图。

[0015] 图7是表示实施方式1涉及的电力变换装置的总输出电压的说明图。

[0016] 图8是实施方式1涉及的电力变换装置的结构图。

[0017] 图9是表示实施方式1涉及的电力变换装置的总输出电压的说明图。

[0018] 图10是实施方式2涉及的电力变换装置的结构图。

[0019] 图11是表示实施方式2涉及的电力变换装置的总输出电压的说明图。

[0020] 图12是实施方式3涉及的电力变换装置的结构图。

[0021] 图13是实施方式3涉及的电力变换装置的结构图。

[0022] 图14是表示实施方式3涉及的电力变换装置的总输出电压的说明图。

[0023] 图15是表示硬件结构的图,该硬件结构实现实施方式1至3涉及的电力变换装置的控制部。

具体实施方式

[0024] 以下,参照附图对用于实施本申请的实施方式所涉及的电力变换装置进行详细说明。此外,在各图中相同标号表示相同或相应的部分。

[0025] 实施方式1

[0026] 图1是实施方式1涉及的电力变换装置的结构图。在本实施方式的电力变换装置1中,大于或等于3个单相逆变器2串联连接。在图1所示的电力变换装置1中,INV_1、INV_2、INV_3、…、INV_{n-1}、INV_n这n个单相逆变器2串联连接。在此,n为自然数。单相逆变器2分别与直流电源3连接。例如,将与INV_n的单相逆变器2连接的直流电源3的输出电压记作Vd_n。各个单相逆变器2将从直流电源3供给来的直流电力变换为分级控制后的交流电力。各个单相逆变器2与控制部4连接。控制部4对各个单相逆变器2进行控制,并且将各个单相逆变器2的输出电压的总和作为总输出电压而输出至负载10。在本实施方式的电力变换装置1中,具有由大于或等于2个单相逆变器的串联连接而构成的逆变器组5。在图1所示的电力变换装置1中,由INV_{n-1}的单相逆变器和INV_n的单相逆变器构成逆变器组5。逆变器组5的详情会在后文叙述。

[0027] 图2是本实施方式涉及的电力变换装置的单相逆变器的结构图。各个单相逆变器2具有由4个开关元件11、12、21、22和电容器23构成的全桥电路。4个开关元件11、12、21、22分别与二极管反向并联连接。开关元件11、12、21、22例如是IGBT(Insulated Gate BipolarTransistor)、MOSFET(Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor)等。在4个开关元件11、12、21、22使用了MOSFET的情况下,也可以去除前述的反向并联连接的二极管而以MOSFET的体二极管替代。电容器23的两端分别与输入端子6a以及6b连接。在输入端子6a和6b之间连接直流电源。在构成一个桥电路的开关元件11和开关元件12之间连接有输出端子7a,在构成另一个桥电路的开关元件21和开关元件22之间连接有输出端子7b。在输出端子7a和7b之间连接另一个单相逆变器2或负载10。

[0028] 此外,图2所示的单相逆变器具有4个开关元件,但不限于此。例如,也可以为了高

耐压化而通过多个开关元件的串联连接构成各个开关元件,也可以为了大电流化而通过多个开关元件的并联连接构成各个开关元件。

[0029] 各个单相逆变器2能够在输出端子7a和7b之间输出正电压、负电压以及零电压。在此,对于输出端子7a和7b之间的电压的朝向,将输出端子7b的电位高于7a的电位的情况定义为正电压。例如,直流电源的正极端子与输入端子6b侧连接,负极端子与输入端子6a侧连接。通过将开关元件11以及22设定为接通、将开关元件12以及21设定为断开,从而单相逆变器2在输出端子7a和7b之间输出正电压。另外,通过将开关元件11以及22设定为断开、将开关元件12以及21设定为接通,从而单相逆变器2在输出端子7a和7b之间输出负电压。进一步地,通过将开关元件11以及21设定为接通、或将开关元件12以及22设定为接通,从而单相逆变器2在输出端子7a和7b之间输出零电压。

[0030] 此外,通过假设存在于单相逆变器2的从输入端子6a、6b至输出端子7a、7b之间的开关元件、配线等的电阻成分处于能够忽略的水平,从而设为单相逆变器的输出电压与直流电源的电压相同。因而,此后将单相逆变器的输出电压作为直流电源的电压进行说明。

[0031] 另外,在针对单相逆变器2的输出电压的比率进行说明的情况下,设为是单相逆变器2的输出电压的绝对值的比率。

[0032] 在本实施方式的电力变换装置中,考虑将逆变器组5视为1个单相逆变器的情况,即,将与逆变器组5连接的直流电源的合计电压视为与1个单相逆变器连接的直流电源的电压的情况。在该情况下,在将最小电压值的比率设为1时,与各个单相逆变器连接的直流电源的电压被设定为最小电压值的2的乘方倍或3的乘方倍的比率。此外,在本实施方式中,针对与各个单相逆变器连接的直流电源的电压被设定为3的乘方倍的比率的电力变换装置进行说明。

[0033] 在图1所示的电力变换装置中,对于与各个单相逆变器连接的直流电源的电压,如下所述的关系成立。

[0034] $Vd_1:Vd_2:Vd_3:\cdots:Vd_{n-1}+Vd_n=3^0:3^1:3^2:\cdots:3^{n-2}$

[0035] 在此,$Vd_{n-1}+Vd_n$是与构成逆变器组5的INV_{n-1}、INV_n的单相逆变器分别连接的直流电源的电压的合计值。另外,Vd_{n-1}以及Vd_n的至少一者被设定为例如4.5等包含比所述最小电压值的比率1更低的位的比率。以后为方便起见,将包含比所述最小电压值的比率1更低的位的比率称为最小电压值的包含小数在内的实数倍的值。在此,包含小数在内的实数是指在小数点后存在0以外的数值的实数,例如1.5、2.6、3.65等值。

[0036] 此后,以由4个单相逆变器构成的电力变换装置为例进行说明。

[0037] 图3是本实施方式涉及的由4个单相逆变器构成的电力变换装置的结构图。图3所示的电力变换装置1具有INV_1、INV_2、INV_3、INV_4这4个单相逆变器2和与单相逆变器2分别连接的4个直流电源3。并且,如果将4个直流电源3的电压分别设为Vd_1、Vd_2、Vd_3、Vd_4,则设定为$Vd_1=V_0$、$Vd_2=3V_0$、$Vd_3=4.5V_0$、$Vd_4=4.5V_0$。在此,V_0是与单相逆变器连接的直流电源的最小电压值。即,$Vd_1:Vd_2:Vd_3:Vd_4=1:3:4.5:4.5$。因而,在图3所示的电力变换装置1中,由$INV_3$的单相逆变器和$INV_4$的单相逆变器构成逆变器组5。并且,在该电力变换装置1中,$Vd_1:Vd_2:Vd_3+Vd_4=3^0:3^1:3^2$(=1:3:9)成立。另外,$Vd_3$以及$Vd_4$被设定为最小电压值的包含小数在内的实数倍的值。

[0038] 图4是表示本实施方式的电力变换装置的总输出电压的说明图。图4示出了由各个

单相逆变器输出的电压相对于总输出电压的组合。在图4中,电压比率表示4个直流电源的电压比率,总输出电压表示总输出电压相对于所述电压比率的最小比率1的比。另外,在图4中,“+”表示从相应的单相逆变器输出正电压,“-”表示输出负电压,空栏表示输出零电压。例如,示出了在总输出电压为2.5的情况下,电压比率1的INV_1单相逆变器输出正电压,电压比率3的INV_2单相逆变器输出负电压,电压比率4.5的INV_3单相逆变器输出正电压,电压比率4.5的INV_4单相逆变器输出零电压(1-3+4.5+0=2.5)。

[0039] 图5是本实施方式涉及的对比例的电力变换装置的结构图。在将逆变器组视为1个单相逆变器的情况下,图3所示的本实施方式的电力变换装置由3个单相逆变器构成。因此,图5所示的对比例的电力变换装置1具有INV_1、INV_2、INV_3这3个单相逆变器2和与单相逆变器2分别连接的3个直流电源3。并且,如果将3个直流电源3的电压分别设为Vd_1、Vd_2、Vd_3,则设定为$Vd_1=V_0$、$Vd_2=3V_0$、$Vd_3=9V_0$。即,在对比例的电力变换装置1中,$Vd_1:Vd_2:Vd_3=3^0:3^1:3^2$(=1:3:9)成立。图6是表示本实施方式涉及的对比例的电力变换装置的总输出电压的说明图。

[0040] 对图4所示的本实施方式的电力变换装置的总输出电压与图6所示的对比例的电力变换装置的总输出电压进行比较。总输出电压的最大值在本实施方式的电力变换装置和对比例的电力变换装置中同为13。然而,如果以分级等级进行比较,则在本实施方式的电力变换装置中能够以总输出电压在0至13之间进行22分割的分级等级输出,与此相对,在对比例的电力变换装置中仅能以总输出电压在0至13之间进行13分割的分级等级输出。即,在对比例的电力变换装置中,仅能以最小电压值的整数倍的分级等级输出总输出电压。与此相对,在本实施方式的电力变换装置中,只要总输出电压在0至9的范围内,就能够以最小电压值的0.5倍的分级等级输出总输出电压。

[0041] 例如,在本实施方式的电力变换装置和对比例的电力变换装置中,对输出以$3V_0$为峰值的正弦波的情况进行比较。在本实施方式的电力变换装置中,能够以总输出电压为0、$\pm0.5V_0$、$\pm1V_0$、$\pm1.5V_0$、$\pm2V_0$、$\pm2.5V_0$、$\pm3V_0$合计13个分级等级形成正弦波。与此相对,在对比例的方式的电力变换装置中,仅能以总输出电压为0、$\pm1V_0$、$\pm2V_0$、$\pm3V_0$合计7个分级等级形成正弦波。

[0042] 本实施方式的电力变换装置具有将直流电力分别变换为交流电力的大于或等于3个单相逆变器和向单相逆变器分别发送分级控制信号的控制部,在将各个单相逆变器的输出电压的最小值作为最小电压值时,至少1个单相逆变器的输出电压被设定为最小电压值的3的乘方倍的值,至少其他1个单相逆变器的输出电压被设定为最小电压值的包含小数在内的实数倍的值。因此,本实施方式的电力变换装置即使在输出低电压的交流波形的情况下,也能够形成平滑的交流波形。

[0043] 另外,在本实施方式的电力变换装置中具有由大于或等于2个单相逆变器的串联连接构成的逆变器组,因此能够缩小向构成逆变器组的各个单相逆变器施加的直流电压。因此,作为构成单相逆变器的开关元件以及电容器能够使用耐压小的电子元件。通常,对于电子部件而言,耐压越小的部件,电力损耗就越低,响应速度就越快。通过使用耐压小的电子部件,从而能够实现电力变换装置的小型化、低损耗化、高速化等。

[0044] 此外,在本实施方式的电力变换装置中,在输出电压最大的单相逆变器的位置设置有逆变器组,但设置逆变器组的位置不限于该位置。例如,在图3所示的本实施方式的电

力变换装置中,在图5所示的对比例的电力变换装置中的电压比率为9的单相逆变器的位置设置有逆变器组,但也可以在对比例的电力变换装置中的电压比率为3的单相逆变器的位置设置逆变器组。但是,从缩小向构成上述逆变器组的各个单相逆变器施加的直流电压这一观点出发,逆变器组优选设置于输出电压最大的单相逆变器的位置。另外,本实施方式的电力变换装置具有1个逆变器组,但也可以具有多个逆变器组。例如,在图3所示的本实施方式的电力变换装置中,也可以将电压比率为3的单相逆变器替换为逆变器组。

[0045] 如图4所示,在本实施方式的电力变换装置中将总输出电压从1切换至1.5、从1.5切换至2的情况下,逆变器组5中包含的INV_3的单相逆变器的输出被从零输出切换至正电压输出,从正电压输出切换至零电压输出。如上所述,在本实施方式的电力变换装置中,有可能导致逆变器组5中包含的单相逆变器的通断次数增加,通断损耗增加。在通断损耗成为问题的情况下,例如在负载电流或负载电力变大的重负载动作时,也能够通过不使用逆变器组中包含的单相逆变器而仅使用被设定为最小电压值的3的乘方倍的输出电压的单相逆变器,从而降低通断损耗。如上所述,也能够根据负载状况而考虑输出波形的平滑度和低通断损耗的优先级,切换动作模式而做出应对。

[0046] 此外,在本实施方式的电力变换装置中,使逆变器组中包含的多个单相逆变器的输出电压相同。在该情况下,也可以在逆变器组5中更换进行通断的单相逆变器。例如在图4所示的本实施方式的电力变换装置中,在输出以$13V_0$为峰值的正弦波的情况下,输出4.5V的INV_3的单相逆变器的通断次数比同样输出4.5V的INV_4的单相逆变器的通断次数多。在该情况下,也可以将总输出电压为$0V_0$至$5V_0$之间的INV_3的单相逆变器的通断在下一周期的正弦波中替换为INV_4的单相逆变器的通断。或者,也可以在相同周期的正弦波中使INV_3和INV_4的单相逆变器交替地通断。通过如上所述地动作,从而能够防止通断损耗集中于1个单相逆变器。

[0047] 在本实施方式的电力变换装置中,逆变器组中包含的多个单相逆变器的输出电压也可以不同。例如,在图3所示的本实施方式的电力变换装置中,也可以将被设定为$Vd_1:Vd_2:Vd_3:Vd_4=1:3:4.5:4.5$者设定为$Vd_1:Vd_2:Vd_3:Vd_4=1:3:4.33:4.66$。图7是表示如上所述地设定的本实施方式的电力变换装置的总输出电压的说明图。如图7所示,通过将逆变器组5中包含的多个单相逆变器的输出电压设定为不同的值,从而在本实施方式的电力变换装置中,总输出电压能够以在0至13之间进行32分割的分级等级输出。如上所述,将逆变器组中包含的多个单相逆变器的输出电压设定为不同的值的电力变换装置与将逆变器组中包含的多个单相逆变器的输出电压设定为相同的值的电力变换装置相比,能够增加分级等级的分割数。此外,输出电压优选能够等间隔地输出。例如,通过将最小电压值的包含小数在内的实数倍的小数点后的值如图3所示地设为1/2,从而能够输出1/2刻度的电压,通过如图7所示地设定为1/3或2/3,从而能够输出1/3刻度的电压。

[0048] 到此为止说明过的本实施方式的电力变换装置是由2个单相逆变器构成逆变器组的电力变换装置。构成逆变器组的单相逆变器的个数也可以大于或等于3个。图8是本实施方式涉及的电力变换装置的结构图。图8所示的本实施方式的电力变换装置1具有INV_1、INV_2、INV_3、INV_4、INV_5这5个单相逆变器2和与单相逆变器2分别连接的5个直流电源3。并且,如果将5个直流电源3的电压分别设为Vd_1、Vd_2、Vd_3、Vd_4、Vd_5,则设定为$Vd_1=V_0$、$Vd_2=3V_0$、$Vd_3=2.5V_0$、$Vd_4=3V_0$、$Vd_5=3.5V_0$。即,在图8所示的电力变换装置1中,逆变器组5由INV_3、INV_4

和INV_5这3个单相逆变器构成。并且,在该电力变换装置1中,$Vd_1:Vd_2:Vd_3+Vd_4+Vd_5=3^0:3^1:3^2$(=1:3:9)成立。另外,$Vd_3$以及$Vd_5$被设定为最小电压值的包含小数在内的实数倍的值。

[0049] 图9是表示如上所述地设定的本实施方式的电力变换装置的总输出电压的说明图。如图9所示,通过增加逆变器组5中包含的单相逆变器的个数,从而在本实施方式的电力变换装置中,总输出电压能够以在0至13之间进行24分割的分级等级输出。此外,如图4所示,逆变器组5中包含的单相逆变器的个数为2个的电力变换装置中的分级等级是22分割。像这样将逆变器组中包含的单相逆变器的个数设定为3个的电力变换装置与将逆变器组中包含的单相逆变器的个数设定为2个的电力变换装置相比,能够增加分级等级的分割数。

[0050] 此外,在图8所示的本实施方式的电力变换装置中,将与逆变器组中包含的3个单相逆变器分别连接的直流电源的电压设定为$2.5V_0$、$3V_0$、$3.5V_0$。如上所述,在图8所示的电力变换装置中,将逆变器组中包含的3个直流电源中的1个设定为最小电压值的整数倍的电压。在本实施方式的电力变换装置中,不需要将与逆变器组中包含的单相逆变器分别连接的所有直流电源的电压都设定为最小电压值的包含小数在内的实数倍的值。

[0051] 如上所述,在具有将直流电力分别变换为交流电力的大于或等于3个单相逆变器和向单相逆变器分别发送分级控制信号的控制部的电力变换装置中,构成由多个单相逆变器构成的逆变器组,逆变器组中包含的单相逆变器的输出电压的合计值与不包含于逆变器组中的单相逆变器的输出电压之比被设定为3的乘方倍。并且,逆变器组中包含的至少1个单相逆变器的输出电压被设定为单相逆变器的输出电压的最小电压值的包含小数在内的实数倍的值。这样构成的电力变换装置即使在输出低电压的交流波形的情况下,也能够形成平滑的交流波形。

[0052] 另外,这样构成的电力变换装置能够使向逆变器组中包含的单相逆变器施加的直流电压缩小。因此,作为构成单相逆变器的开关元件以及电容器能够使用耐压小的电子元件,能够实现电力变换装置的小型化、低损耗化、高速化等。

[0053] 实施方式2

[0054] 在实施方式1中,针对将与各个单相逆变器连接的直流电源的电压设定为3的乘方倍的值的电力变换装置进行了说明。在实施方式2中,针对将与各个单相逆变器连接的直流电源的电压设定为2的乘方倍的值的电力变换装置进行说明。

[0055] 本实施方式的电力变换装置的结构与实施方式1的图1所示的电力变换装置的结构相同。但是,本实施方式的电力变换装置在图1所示的电力变换装置中,对于与各个单相逆变器连接的直流电源的电压,如下所述的关系成立。

[0056] $Vd_1:Vd_2:Vd_3:\cdots:Vd_{n-1}+Vd_n=2^0:2^1:2^2:\cdots:2^{n-2}$

[0057] 在此,$Vd_{n-1}+Vd_n$是与构成逆变器组5的INV_{n-1}、INV_n的单相逆变器分别连接的直流电源的电压的合计值。另外,Vd_{n-1}以及Vd_n的至少一者被设定为最小电压值的包含小数在内的实数倍的值。

[0058] 此后,以由4个单相逆变器构成的电力变换装置为例进行说明。

[0059] 图10是本实施方式涉及的由4个单相逆变器构成的电力变换装置的结构图。图10所示的电力变换装置1具有INV_1、INV_2、INV_3、INV_4这4个单相逆变器2和与单相逆变器2分别连接的4个直流电源3。并且,如果将4个直流电源3的电压分别设为Vd_1、Vd_2、Vd_3、Vd_4,则设定为$Vd_1=V_0$、$Vd_2=2V_0$、$Vd_3=1.5V_0$、$Vd_4=2.5V_0$。在此,V_0是与单相逆变器连接的直流电源的最

小电压值。即，$Vd_1:Vd_2:Vd_3:Vd_4=1:2:1.5:2.5$。因而，在图10所示的电力变换装置1中，由$INV_3$和$INV_4$构成逆变器组5。并且，在该电力变换装置1中，$Vd_1:Vd_2:Vd_3+Vd_4=2^0:2^1:2^2$(=1:2:4)成立。另外，$Vd_3$以及$Vd_4$被设定为最小电压值的包含小数在内的实数倍的值。

[0060] 图11是表示本实施方式的电力变换装置的总输出电压的说明图。图11示出了由各个单相逆变器输出的电压相对于总输出电压的组合。如图11所示，可知在本实施方式的电力变换装置中，直至总输出电压达到6为止，总输出电压能够以最小电压值的一半的电压值对分级等级进行调整。因此，在将与各个单相逆变器连接的直流电源的电压设定为2的乘方倍的值的电力变换装置中，通过设置逆变器组，从而即使在输出低电压的交流波形的情况下，也能够形成平滑的交流波形。

[0061] 如上所述，在具有将直流电力分别变换为交流电力的大于或等于3个单相逆变器和向单相逆变器分别发送分级控制信号的控制部的电力变换装置中，构成由多个单相逆变器构成的逆变器组，逆变器组中包含的单相逆变器的输出电压的合计值与不包含于逆变器组中的单相逆变器的输出电压之比被设定为2的乘方倍。并且，逆变器组中包含的至少1个单相逆变器的输出电压被设定为单相逆变器的输出电压的最小电压值的包含小数在内的实数倍的值。这样构成的电力变换装置即使在输出低电压的交流波形的情况下，也能够形成平滑的交流波形。

[0062] 另外，这样构成的电力变换装置能够使向逆变器组中包含的单相逆变器施加的直流电压缩小。因此，作为构成单相逆变器的开关元件以及电容器能够使用耐压小的电子元件，能够实现电力变换装置的小型化、低损耗化、高速化等。

[0063] 实施方式3

[0064] 图12是实施方式3涉及的电力变换装置的结构图。在本实施方式的电力变换装置1中，k+m+1个单相逆变器2串联连接。在此，k为自然数，m为大于或等于0的整数。但是，k+m大于或等于2。单相逆变器2分别与直流电源3连接。例如，将与INV_n的单相逆变器2连接的直流电源3的输出电压记作Vd_n。各个单相逆变器2将从直流电源3供给来的直流电力变换为分级控制后的交流电力。各个单相逆变器2与控制部4连接。控制部4对各个单相逆变器2进行控制，并且将各个单相逆变器2的输出电压的总和作为总输出电压而输出至负载10。

[0065] 此外，在本实施方式的电力变换装置中，与实施方式1相同地，单相逆变器的输出电压与直流电源的电压相同。因而，此后将单相逆变器的输出电压作为直流电源的电压进行说明。在本实施方式的电力变换装置中，将单相逆变器的输出电压的最小值设为V_0。并且，$Vd_1=V_0$。

[0066] 对于与INV_1至INV_k的单相逆变器连接的直流电源的电压，如下所述的关系成立。

[0067] $Vd_1:Vd_2:Vd_3:\cdots:Vd_k=3^0:3^1:3^2:\cdots:3^{K-1}$

[0068] 并且，与INV_{k+1}的单相逆变器2连接的直流电源3的输出电压Vd_{k+1}被设定于以下的范围。

[0069] $Vd_1+Vd_2+Vd_3+\cdots+Vd_k<Vd_{k+1}<Vd_1+Vd_2+Vd_3+\cdots+Vd_k+Vd_1$

[0070] 进一步地，对于与INV_{k+1}至INV_{k+m+1}的单相逆变器连接的直流电源的电压，如下所述的关系成立。

[0071] $Vd_{k+1}:Vd_{k+2}:Vd_{k+3}:\cdots:Vd_{k+m+1}=3^0:3^1:3^2:\cdots:3^m$

[0072] 此外，m为大于或等于0的整数，也可以使m为0。在该情况下，上述的INV_{k+1}的单相逆

变器成为输出最大的输出电压的单相逆变器。

[0073] 此后,以由4个单相逆变器构成的电力变换装置为例进行说明。

[0074] 图13是本实施方式涉及的由4个单相逆变器构成的电力变换装置的结构图。图13所示的电力变换装置1是在图12所示的电力变换装置中k=2、m=1的结构。图13所示的电力变换装置1具有INV_1、INV_2、INV_3、INV_4这4个单相逆变器2和与单相逆变器2分别连接的4个直流电源3。并且,如果将4个直流电源3的电压分别设为Vd_1、Vd_2、Vd_3、Vd_4,则设定为$Vd_1=V_0$、$Vd_2=3V_0$、$Vd_3=4.5V_0$、$Vd_4=13.5V_0$。在此,V_0是与单相逆变器连接的直流电源的最小电压值。即,$Vd_1:Vd_2=3^0:3^1(=1:3)$。并且,Vd_3为大于$Vd_1+Vd_2=4V_0$且小于$Vd_1+Vd_2+Vd_1=5V_0$的$4.5V_0$。即,Vd_3被设定为最小电压值的包含小数在内的实数倍的值。进一步地,设定为$Vd_3:Vd_4=3^0:3^1(=1:3)$。

[0075] 图14是表示本实施方式的电力变换装置的总输出电压的说明图。图14示出了由各个单相逆变器输出的电压相对于总输出电压的组合。如图14所示,可知在本实施方式的电力变换装置中,直至总输出电压达到18为止,能够以最小电压值的一半的电压值对分级等级进行调整。因此,本实施方式的电力变换装置即使在输出低电压的交流波形的情况下,也能够形成平滑的交流波形。

[0076] 此外,在本实施方式的电力变换装置中,将Vd_3设定为最小电压值的4.5倍的值。因此,总输出电压的分级等级为最小电压值的0.5倍的间隔。包含小数在内的实数倍的值的小数点后的值不限于0.5。例如,也可以将Vd_3设定为最小电压值的4.3倍的值或4.7倍的值。但是,如图14所示,优选总输出电压的分级等级的间隔是恒定的,因此将包含小数在内的实数倍的值的小数点后的值设为0.5。

[0077] 如图14所示,在本实施方式的电力变换装置中将总输出电压从4.5切换至5、从5切换至5.5的情况下,输出最大电压的INV_4的单相逆变器的输出被从零输出切换至正电压输出,从正电压输出切换至零输出。如上所述,在本实施方式的电力变换装置中,有可能导致输出最大电压的单相逆变器的通断次数增加,通断损耗增加。在通断损耗成为问题的情况下,例如在负载电流或负载电力变大的重负载动作时,也能够通过不使用输出最大电压的单相逆变器而仅使用被设定为最小电压值的3的乘方倍的输出电压的单相逆变器,从而降低通断损耗。如上所述,也能够根据负载状况而考虑输出波形的平滑度和低通断损耗的优先级,切换动作模式而做出应对。

[0078] 到此为止说明过的本实施方式的电力变换装置是单相逆变器的输出电压的比为3的乘方倍的结构。在本实施方式的电力变换装置中,单相逆变器的输出电压的比也可以是2的乘方倍。在该情况下,在图12所示的本实施方式的电力变换装置中,如下所述的关系成立。此外,在该情况下也将单相逆变器的输出电压的最小值设为V_0。并且,$Vd_1=V_0$。

[0079] 对于与INV_1至INV_k的单相逆变器连接的直流电源的电压,如下所述的关系成立。

[0080] $Vd_1:Vd_2:Vd_3:\cdots:Vd_k=2^0:2^1:2^2:\cdots:2^{k-1}$

[0081] 并且,与INV_{k+1}的单相逆变器2连接的直流电源3的输出电压Vd_{k+1}被设定于以下的范围。

[0082] $Vd_1+Vd_2+Vd_3+\cdots+Vd_k<Vd_{k+1}<Vd_1+Vd_2+Vd_3+\cdots+Vd_k+Vd_1$

[0083] 进一步地,对于与INV_{k+1}至INV_{k+m+1}的单相逆变器连接的直流电源的电压,如下所述的关系成立。

[0084] $Vd_{k+1}:Vd_{k+2}:Vd_{k+3}:\cdots:Vd_{k+m+1}=2^0:2^1:2^2:\cdots:2^m$

[0085] 在如上所述构成的电力变换装置中,即使在输出低电压的交流波形的情况下,也能够形成平滑的交流波形。

[0086] 此外,控制部4的硬件的一个例子如图15所示,由处理器100和存储装置101构成。虽然未图示,但存储装置具备随机存取存储器等易失性存储装置和闪存等非易失性辅助存储装置。另外,也可以取代闪存而具备硬盘的辅助存储装置。处理器100执行从存储装置101输入的程序。在该情况下,从辅助存储装置经由易失性存储装置向处理器100输入程序。另外,处理器100可以将运算结果等数据输出至存储装置101的易失性存储装置,也可以经由易失性存储装置将数据保存于辅助存储装置。

[0087] 另外,控制部4也可以是FPGA(Field Programmable Gate Array)、MCU(Micro Controller Unit)等数字控制器。或者,控制部4也可以是模拟电路与数字控制器混合存在的结构。

[0088] 本申请记载了各种示例性的实施方式,但在1个或多个实施方式中记载的各种特征、方案以及功能不限于向特定的实施方式的应用,能够单独或以各种组合应用于实施方式。

[0089] 因而,在本申请公开的技术范围内,可以设想到未例示的无数的变形例。例如,包含将至少1个结构要素变形的情况、追加的情况或省略的情况,以及提取至少1个结构要素而与其它实施方式的结构要素相组合的情况。

[0090] 标号的说明

[0091] 1电力变换装置,2单相逆变器,3直流电源,4控制部,5逆变器组,6a、6b输入端子,7a、7b输出端子,10负载,11、12、21、22开关元件,23电容器,100处理器,101存储装置。

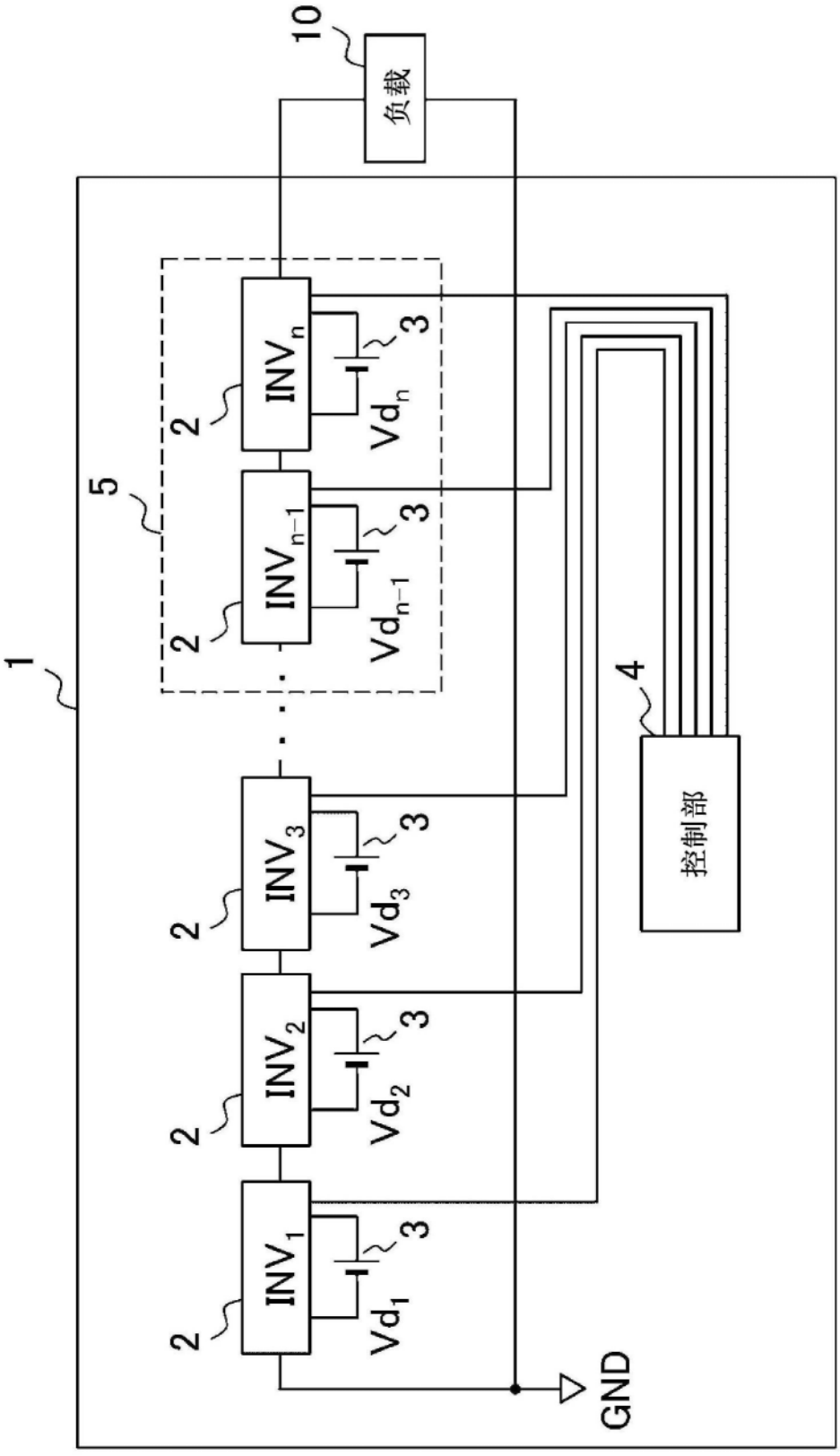

10
负载
1
5
2
3
4
INV_n
Vd_n
INV_{n-1}
Vd_{n-1}
INV_3
Vd_3
INV_2
Vd_2
INV_1
Vd_1
控制部
GND

图1

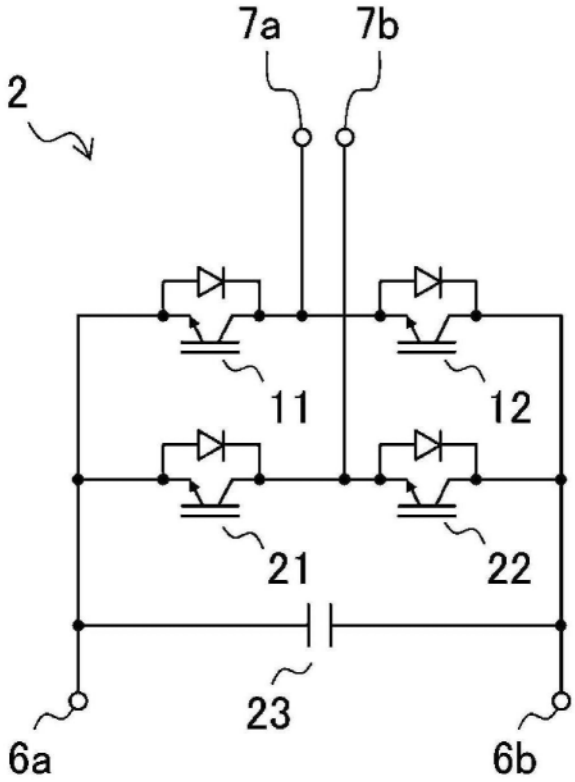


图2

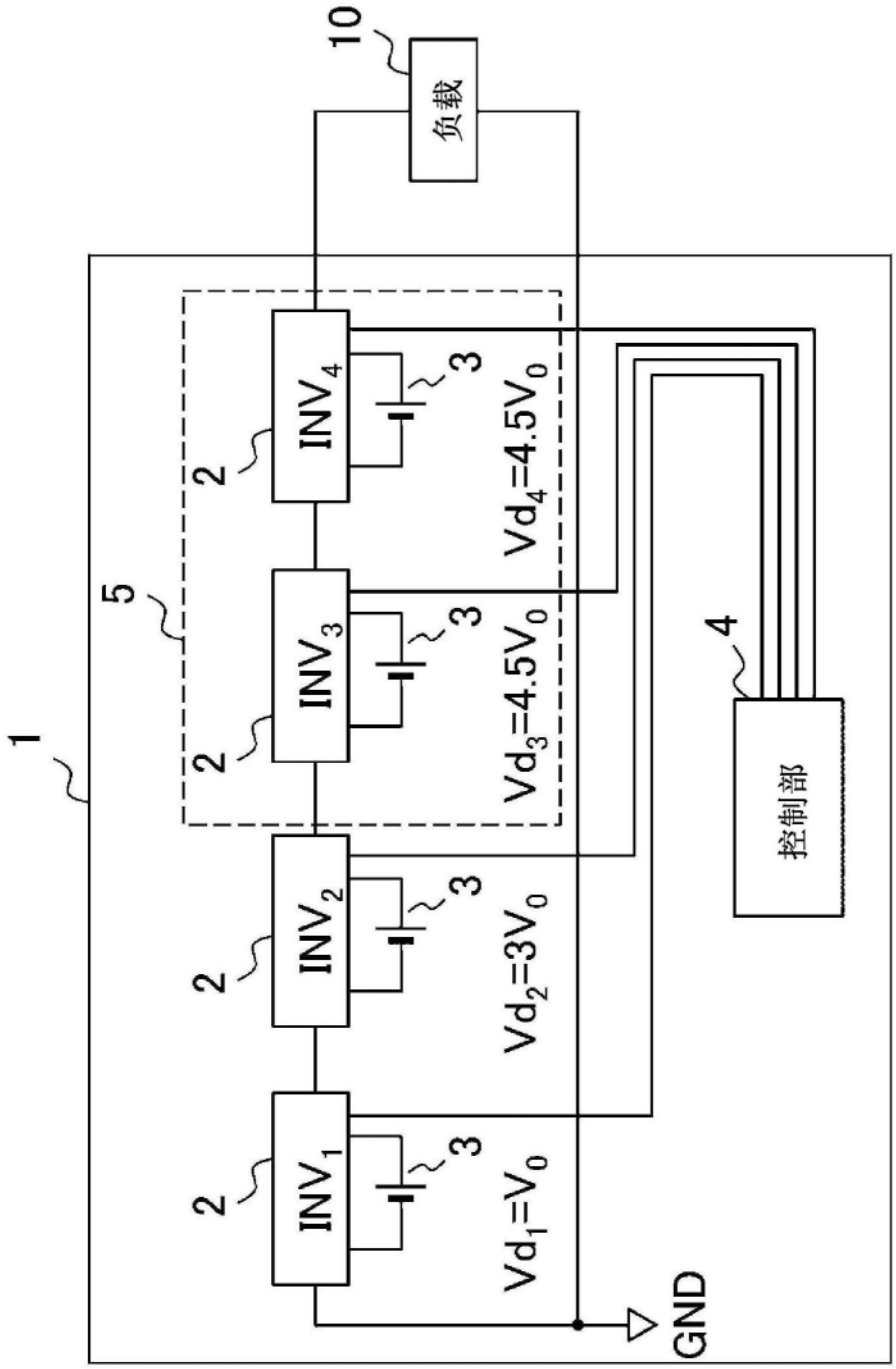

10
负载
1
5
2
INV4
3
Vd4=4.5V0
INV3
Vd3=4.5V0
INV2
Vd2=3V0
INV1
Vd1=V0
4
控制部
GND

图3

分级等级	总输出电压	电压比率			
		1	3	4.5	4.5
0	0				
1	0.5	−	−	+	
2	1	+			
3	1.5		−	+	
4	2	−	+		
5	2.5	+	−	+	
6	3		+		
7	3.5	−		+	
8	4	+	+		
9	4.5			+	
10	5	−	−	+	+
11	5.5	+		+	
12	6		−	+	+
13	6.5	−	+	+	
14	7	+	−	+	+
15	7.5		+	+	
16	8	−		+	+
17	8.5	+	+	+	
18	9			+	+
19	10	+		+	+
20	11	−	+	+	+
21	12		+	+	+
22	13	+	+	+	+

图4

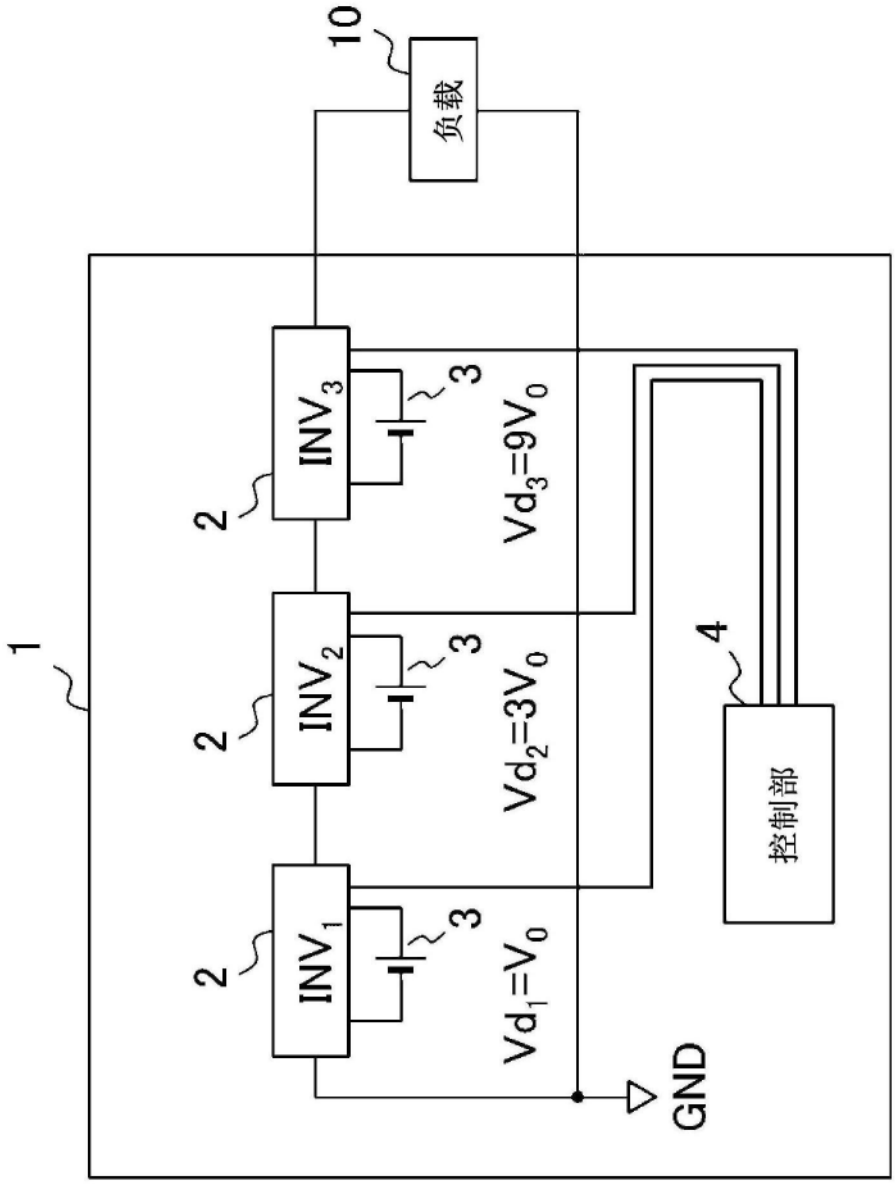


图5

分级等级	总输出电压	电压比率		
		1	3	9
0	0			
1	1	+		
2	2	−	+	
3	3		+	
4	4	+	+	
5	5	−	−	+
6	6		−	+
7	7	+	−	+
8	8	−		+
9	9			+
10	10	+		+
11	11	−	+	+
12	12		+	+
13	13	+	+	+

图6

分级等级	总输出电压	电压比率			
		1	3	4.33	4.66
0	0				
1	0.33	−	−	+	
2	0.66	−	−		+
3	1	+			
4	1.33		−	+	
5	1.66		−		+
6	2	−	+		
7	2.33	+	−	+	
8	2.66	+	−		+
9	3		+		
10	3.33	−		+	
11	3.66	−			+
12	4	+	+		
13	4.33			+	
14	4.66				+
15	5	−	−	+	+
16	5.33	+		+	
17	5.66	+			+
18	6		−	+	+
19	6.33	−	+	+	
20	6.66	−	+		+
21	7	+	−	+	+
22	7.33		+	+	
23	7.66		+		+
24	8	−		+	+
25	8.33	+	+	+	
26	8.66	+	+		+
27	9			+	+
28	10	+		+	+
29	11	−	+	+	+
30	12		+	+	+
32	13	+	+	+	+

图7

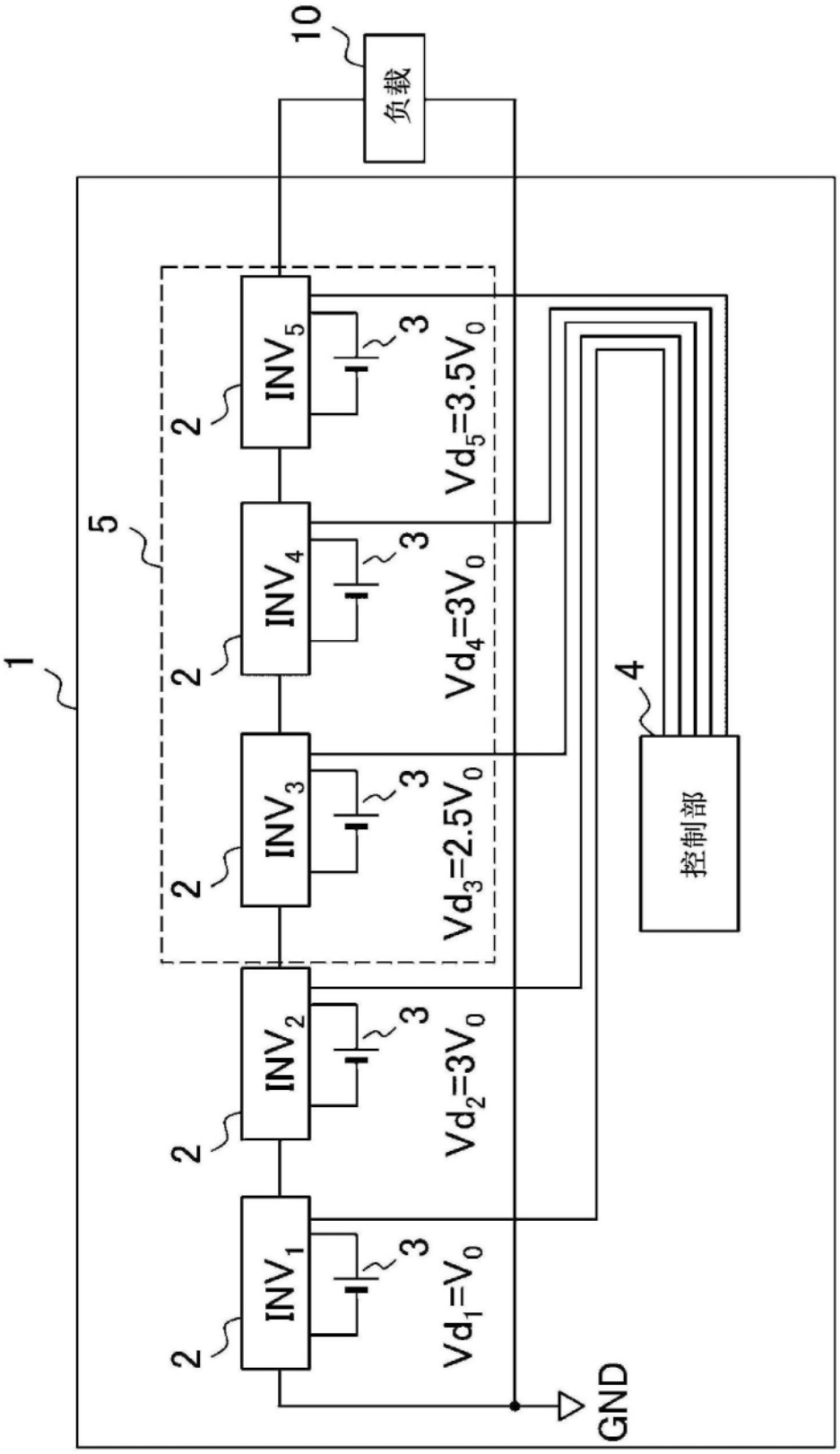

10
负载
1
5
2
3
INV5
INV4
INV3
INV2
INV1
Vd5=3.5V0
Vd4=3V0
Vd3=2.5V0
Vd2=3V0
Vd1=V0
4
控制部
GND

图8

分级等级	总输出电压	电压比率				
		1	3	2.5	3	3.5
0	0					
1	0.5		−			+
2	1	+				
3	1.5	−		+		
4	2	−	+			
5	2.5			+		
6	3		+			
7	3.5					+
8	4	+	+			
9	4.5	+				+
10	5	−	+		+	
11	5.5		+	+		
12	6		−	+	+	
13	6.5		+			+
14	7	+	+		+	
15	7.5	+	+			+
16	8	−		+	+	+
17	8.5	−	+		+	+
18	9			+	+	+
19	9.5		+		+	+
20	10	+		+	+	+
21	10.5	+	+		+	+
22	11	−	+	+	+	+
23	12		+	+	+	+
24	13	+	+	+	+	+

图9

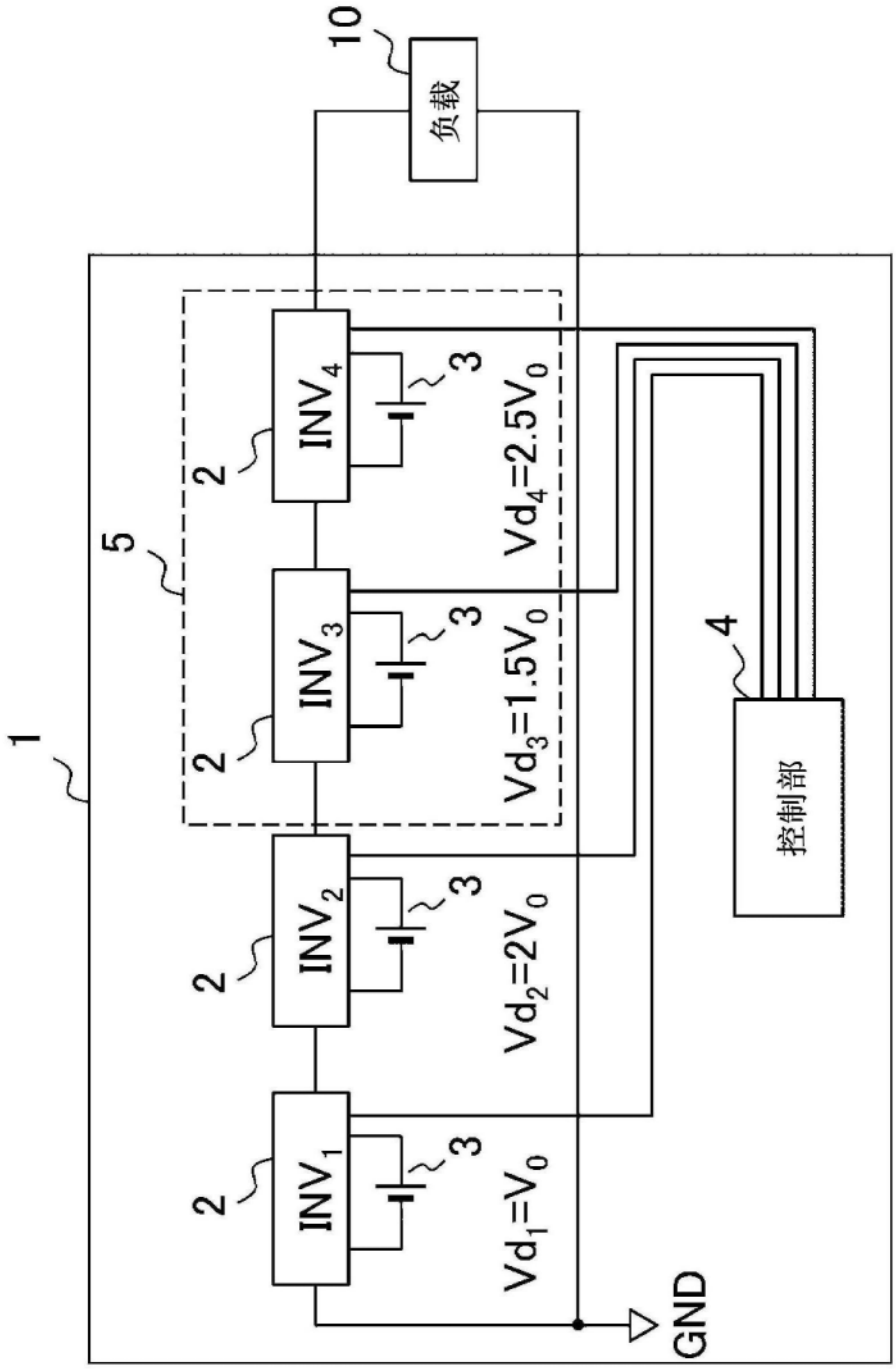

10
负载
1
5
2
INV4
3
Vd4=2.5V0
INV3
Vd3=1.5V0
INV2
Vd2=2V0
INV1
Vd1=V0
4
控制部
GND

图10

分级等级	总输出电压	电压比率			
		1	2	1.5	2.5
0	0				
1	0.5	−		+	
2	1	+			
3	1.5			+	
4	2		+		
5	2.5				+
6	3	+	+		
7	3.5		+	+	
8	4			+	+
9	4.5		+		+
10	5	+		+	+
11	5.5	+	+		+
12	6		+	+	+
13	7	+	+	+	+

图11

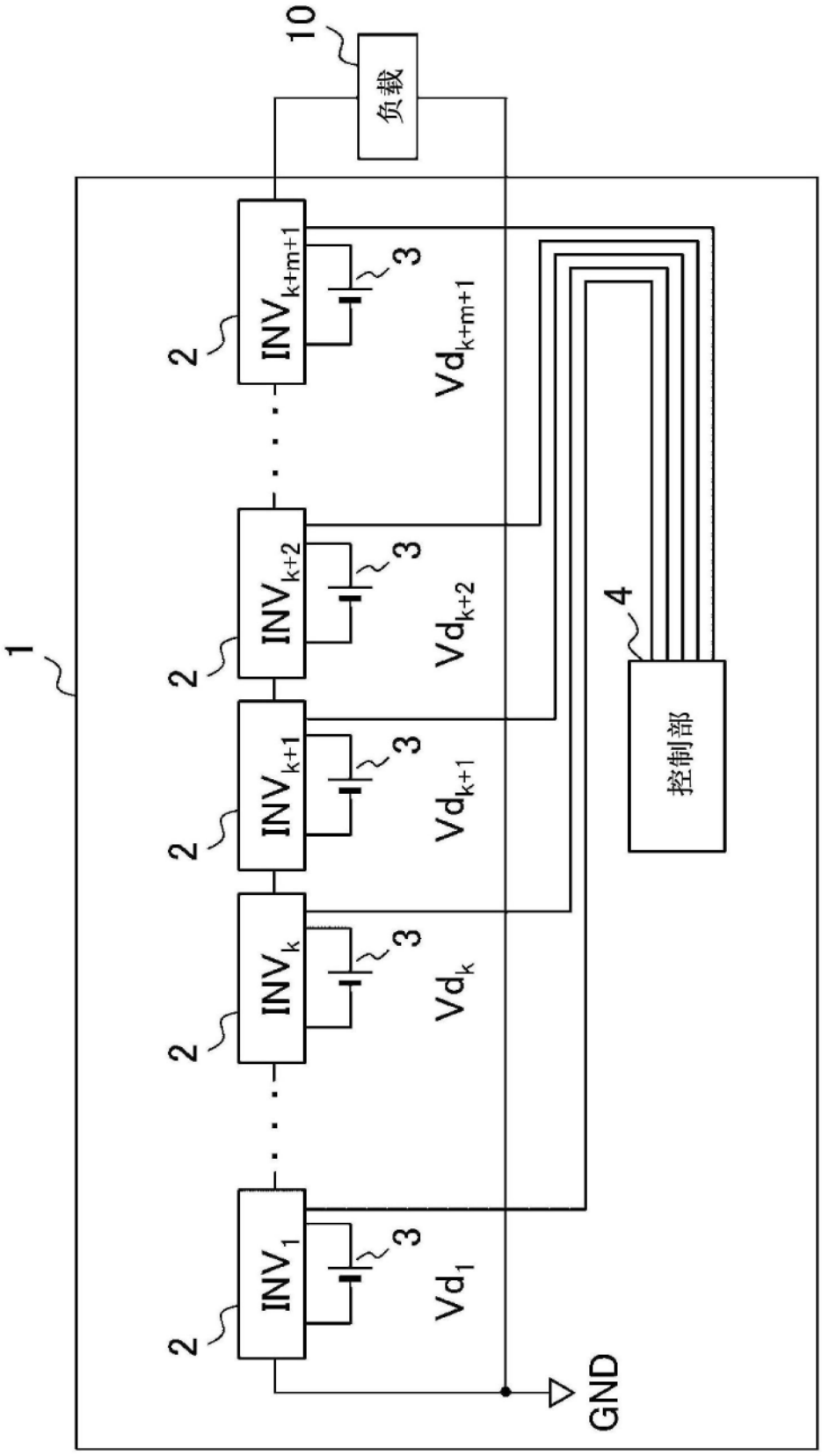

10
负载
1
2
3
4
INV_{k+m+1}
INV_{k+2}
INV_{k+1}
INV_k
INV_1
Vd_{k+m+1}
Vd_{k+2}
Vd_{k+1}
Vd_k
Vd_1
控制部
GND

图12

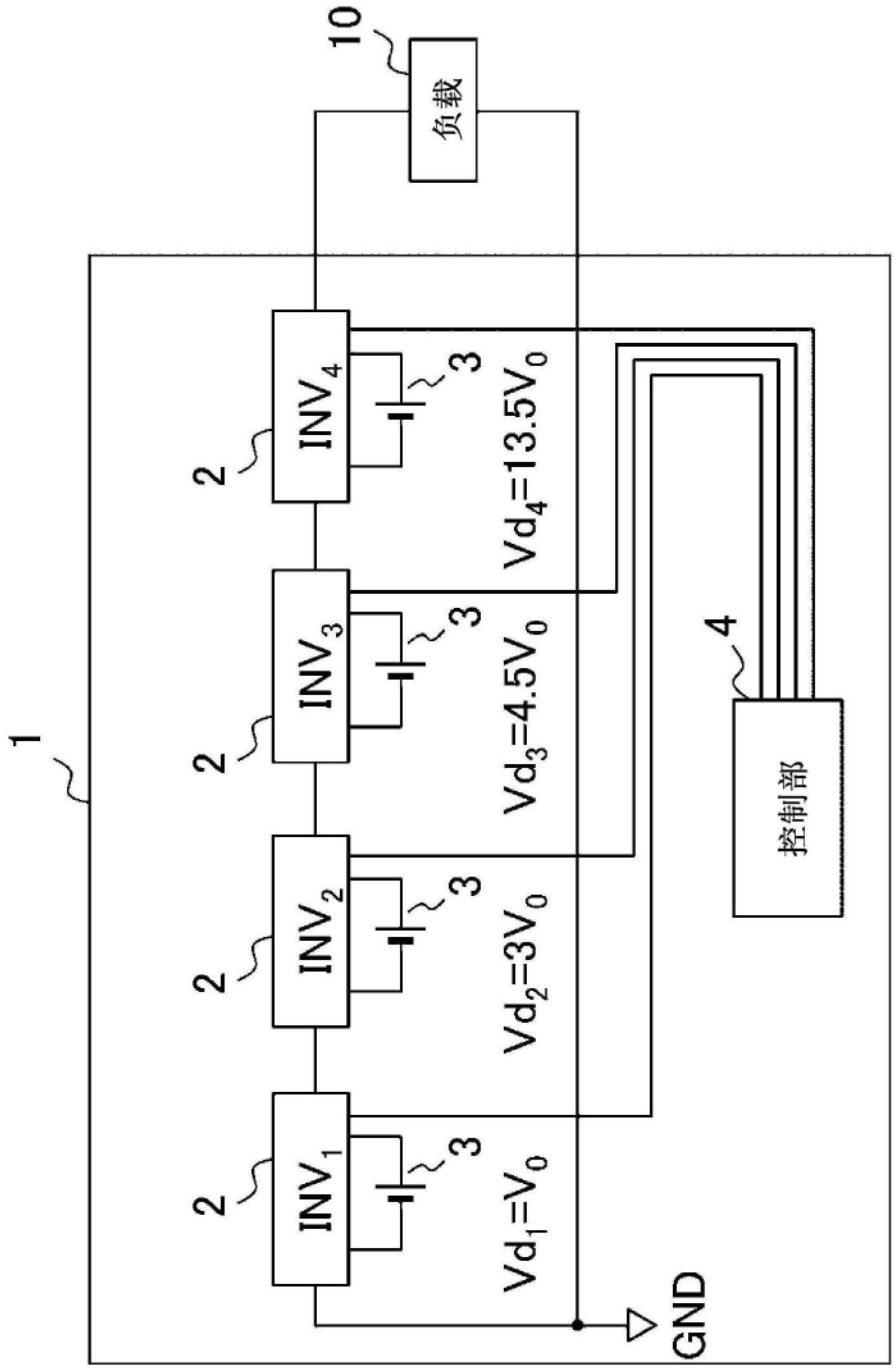
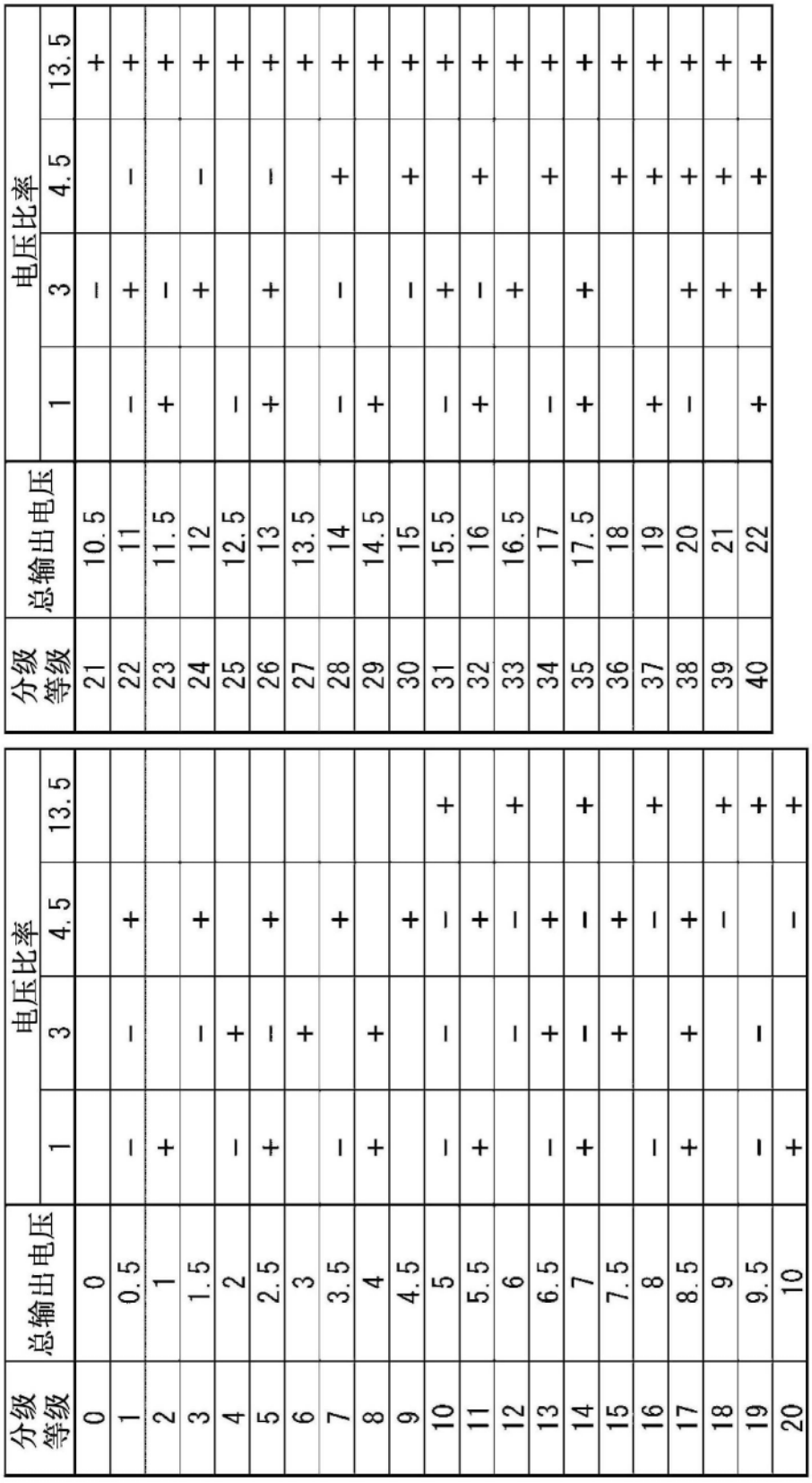

10
负载
1
2
INV4
3
Vd4=13.5V0
INV3
Vd3=4.5V0
INV2
Vd2=3V0
INV1
Vd1=V0
4
控制部
GND

图13



分级等级	总输出电压	电压比率			
		1	3	4.5	13.5
0	0				
1	0.5	−	−	+	
2	1	+			
3	1.5		−	+	
4	2	−	+		
5	2.5	+	−	+	
6	3		+		
7	3.5	−		+	
8	4	+	+		
9	4.5			+	
10	5	−	−	−	+
11	5.5	+		+	
12	6		−	−	+
13	6.5	−	+	+	
14	7	+	−	−	+
15	7.5		+	+	
16	8	−		−	+
17	8.5	+	+	+	
18	9			−	+
19	9.5	−	−		+
20	10	+		−	+
21	10.5		−		+
22	11	−	+	−	+
23	11.5	+	−		+
24	12		+	−	+
25	12.5	−			+
26	13	+	+	−	+
27	13.5				+
28	14	−	−	+	+
29	14.5	+			+
30	15		−	+	+
31	15.5	−	+		+
32	16	+	−	+	+
33	16.5		+		+
34	17	−		+	+
35	17.5	+	+		+
36	18			+	+
37	19	+		+	+
38	20	−	+	+	+
39	21		+	+	+
40	22	+	+	+	+

图14

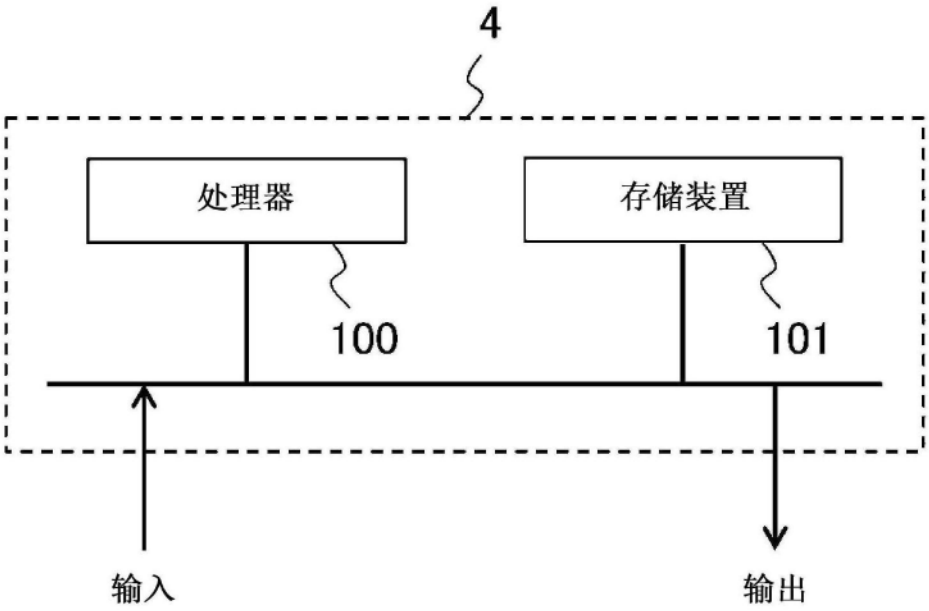


图15