



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 114097170 B

(45) 授权公告日 2024.01.12

(21) 申请号 202080049453.7

(22) 申请日 2020.07.07

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 114097170 A

(43) 申请公布日 2022.02.25

(30) 优先权数据
2019-127581 2019.07.09 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2022.01.06

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2020/026578 2020.07.07

(87) PCT国际申请的公布数据
W02021/006275 JA 2021.01.14

(73) 专利权人 株式会社电装
地址 日本爱知县

(72) 发明人 小林尚斗 仓内修司 半田祐一

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公
司 31100

专利代理师 胡曼

(51) Int.Cl.
H02M 3/335 (2006.01)
B60L 58/27 (2019.01)

(56) 对比文件
JP 2014026814 A, 2014.02.06
JP 2016146252 A, 2016.08.12
CN 108470964 A, 2018.08.31
JP 2009298190 A, 2009.12.24
US 2010100266 A1, 2010.04.22
US 2016023532 A1, 2016.01.28
US 2016318499 A1, 2016.11.03
WO 2012084547 A1, 2012.06.28

审查员 张自童

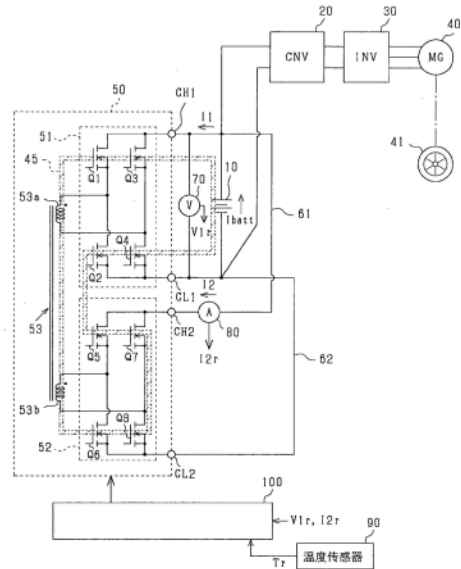
权利要求书4页 说明书17页 附图22页

(54) 发明名称

电源系统

(57) 摘要

电源系统包括与蓄电部(10、11)连接的电力转换电路(20、50)。电源系统包括:控制部(100), 所述控制部通过对构成电力转换电路的开关(Q1~Q16、QA1~QA4)进行接通断开控制,从而使电流在蓄电部与电力转换电路之间流动;以及热传递部(45),所述热传递部对伴随开关的接通断开控制而在电力转换电路中产生的热量进行吸收,并将其传递至升温对象元件。控制部在存在升温对象元件的升温请求的情况下,实施对开关进行接通断开控制的升温模式控制,从而与不存在升温请求的情况相比,能使在电力转换电路中产生的热量增大。



1. 一种电源系统,包括与蓄电部连接的电力转换电路,其特征在于,

所述电源系统包括:

控制部,所述控制部通过对构成所述电力转换电路的开关进行接通断开控制,从而使电流在所述蓄电部与所述电力转换电路之间流动;以及

热传递部,所述热传递部对伴随所述开关的接通断开控制而在所述电力转换电路中产生的热量进行吸收,并将热量传递至升温对象元件,

所述控制部在存在所述升温对象元件的升温请求的情况下,实施对所述开关进行接通断开控制的升温模式控制,从而与不存在所述升温请求的情况相比,能使在所述电力转换电路中产生的热量,

所述电力转换电路包括:

第一端子和第二端子;

电气路径,所述电气路径将所述第一端子与所述第二端子连接,并且与所述蓄电部连接;

变压器,所述变压器具有彼此磁耦合的第一线圈和第二线圈;

第一转换电路,所述第一转换电路连接到所述第一线圈和所述第一端子,并具有第一转换开关以作为所述开关;以及

第二转换电路,所述第二转换电路连接到所述第二线圈和所述第二端子,并具有第二转换开关以作为所述开关,

所述控制部在所述升温模式控制中对所述第一转换开关和所述第二转换开关进行接通断开控制,从而将来自所述蓄电部的电力输入所述第一端子和所述第二端子中的一个端子,并且将电力从所述第一端子和所述第二端子中的另一个端子向所述蓄电部输出。

2. 如权利要求1所述的电源系统,其特征在于,

所述变压器具有与所述第一线圈及所述第二线圈磁耦合的第三线圈,

所述电力转换电路包括:

第三端子;以及

第三转换电路,所述第三转换电路连接到所述第三线圈和所述第三端子,并具有第三转换开关以作为所述开关。

3. 一种电源系统,包括与蓄电部连接的电力转换电路,其特征在于,

所述电源系统包括:

控制部,所述控制部通过对构成所述电力转换电路的开关进行接通断开控制,从而使电流在所述蓄电部与所述电力转换电路之间流动;以及

热传递部,所述热传递部对伴随所述开关的接通断开控制而在所述电力转换电路中产生的热量进行吸收,并将热量传递至升温对象元件,

所述控制部在存在所述升温对象元件的升温请求的情况下,实施对所述开关进行接通断开控制的升温模式控制,从而与不存在所述升温请求的情况相比,能使在所述电力转换电路中产生的热量,

所述蓄电部包括第一蓄电部和第二蓄电部,

所述电力转换电路包括:

第一端子,所述第一端子与所述第一蓄电部连接;

第二端子,所述第二端子与所述第二蓄电部连接;

变压器,所述变压器具有彼此磁耦合的第一线圈和第二线圈;

第一转换电路,所述第一转换电路连接到所述第一线圈和所述第一端子,并具有第一转换开关以作为所述开关;以及

第二转换电路,所述第二转换电路连接到所述第二线圈和所述第二端子,并具有第二转换开关以作为所述开关,

所述控制部在所述升温模式控制中对所述第一转换开关和所述第二转换开关进行接通断开控制,以交替实施第一处理和第二处理,在所述第一处理中,将所述第一蓄电部的输出电力经由所述第一端子、所述第一转换电路、所述变压器、所述第二转换电路和所述第二端子供给至所述第二蓄电部,在所述第二处理中,将所述第二蓄电部的输出电力经由所述第二端子、所述第二转换电路、所述变压器、所述第一转换电路和所述第一端子供给至所述第一蓄电部。

4.如权利要求3所述的电源系统,其特征在于,

所述控制部将在所述第一处理中从所述第一蓄电部向所述第二蓄电部供给的电力和在所述第二处理中从所述第二蓄电部向所述第一蓄电部供给的电力设定为不同的值。

5.一种电源系统,包括与蓄电部连接的电力转换电路,其特征在于,

所述电源系统包括:

控制部,所述控制部通过对构成所述电力转换电路的开关进行接通断开控制,从而使电流在所述蓄电部与所述电力转换电路之间流动;以及

热传递部,所述热传递部对伴随所述开关的接通断开控制而在所述电力转换电路中产生的热量进行吸收,并将热量传递至升温对象元件,

所述控制部在存在所述升温对象元件的升温请求的情况下,实施对所述开关进行接通断开控制的升温模式控制,从而与不存在所述升温请求的情况相比,能使在所述电力转换电路中产生的热量,

所述电力转换电路包括:

第一端子、第二端子、第三端子和第四端子;

第一电气路径,所述第一电气路径将所述第一端子与所述第二端子连接,并且与所述蓄电部连接;

第二电气路径,所述第二电气路径将所述第三端子与所述第四端子连接;

第一变压器,所述第一变压器具有彼此磁耦合的第一线圈和第二线圈;

第二变压器,所述第二变压器具有彼此磁耦合的第三线圈和第四线圈;

第一转换电路,所述第一转换电路连接到所述第一线圈和所述第一端子,并具有第一转换开关以作为所述开关;

第二转换电路,所述第二转换电路连接到所述第三线圈和所述第二端子,并具有第二转换开关以作为所述开关;

第三转换电路,所述第三转换电路连接到所述第二线圈和所述第三端子,并具有第三转换开关以作为所述开关;以及

第四转换电路,所述第四转换电路连接到所述第四线圈和所述第四端子,并具有第四转换开关以作为所述开关,

所述控制部在所述升温模式控制中对所述第一转换开关、所述第二转换开关、所述第三转换开关和所述第四转换开关进行接通断开控制,以使所述蓄电部的输出电力在包括所述第一端子、所述第一转换电路、所述第一变压器、所述第三转换电路、所述第三端子、所述第二电气路径、所述第四端子、所述第四转换电路、所述第二变压器、所述第二转换电路、所述第二端子和所述第一电气路径的路径中循环。

6. 一种电源系统,包括与蓄电部连接的电力转换电路,其特征在于,

所述电源系统包括:

控制部,所述控制部通过对构成所述电力转换电路的开关进行接通断开控制,从而使电流在所述蓄电部与所述电力转换电路之间流动;以及

热传递部,所述热传递部对伴随所述开关的接通断开控制而在所述电力转换电路中产生的热量进行吸收,并将热量传递至升温对象元件,

所述控制部在存在所述升温对象元件的升温请求的情况下,实施对所述开关进行接通断开控制的升温模式控制,从而与不存在所述升温请求的情况相比,能使在所述电力转换电路中产生的热量,

所述电力转换电路包括:

第一端子、第二端子、第三端子和第四端子;

第一电气路径,所述第一电气路径将所述第一端子与所述第二端子连接,并与所述蓄电部连接;

第二电气路径,所述第二电气路径将所述第三端子与所述第四端子连接;

变压器,所述变压器具有彼此磁耦合的第一线圈、第二线圈、第三线圈和第四线圈;

第一转换电路,所述第一转换电路连接到所述第一线圈和所述第一端子,并具有第一转换开关以作为所述开关;

第二转换电路,所述第二转换电路连接到所述第四线圈和所述第二端子,并具有第二转换开关以作为所述开关;

第三转换电路,所述第三转换电路连接到所述第二线圈和所述第三端子,并具有第三转换开关以作为所述开关;以及

第四转换电路,所述第四转换电路连接到所述第三线圈和所述第四端子,并具有第四转换开关以作为所述开关,

所述控制部在所述升温模式控制中对所述第一转换开关、所述第二转换开关、所述第三转换开关和所述第四转换开关进行接通断开控制,以使所述蓄电部的输出电力在包括所述第一端子、所述第一转换电路、所述第一线圈、所述第二线圈、所述第三转换电路、所述第三端子、所述第二电气路径、所述第四端子、所述第四转换电路、所述第三线圈、所述第四线圈、所述第二转换电路、所述第二端子和所述第一电气路径的路径中循环。

7. 一种电源系统,包括与蓄电部连接的电力转换电路,其特征在于,

所述电源系统包括:

控制部,所述控制部通过对构成所述电力转换电路的开关进行接通断开控制,从而使电流在所述蓄电部与所述电力转换电路之间流动;以及

热传递部,所述热传递部对伴随所述开关的接通断开控制而在所述电力转换电路中产生的热量进行吸收,并将热量传递至升温对象元件,

所述控制部在存在所述升温对象元件的升温请求的情况下,实施对所述开关进行接通断开控制的升温模式控制,从而与不存在所述升温请求的情况相比,能使在所述电力转换电路中产生的热量,

所述电力转换电路包括:

第一端子,所述第一端子与所述蓄电部的正极端子连接;

第二端子,所述第二端子与所述蓄电部的负极端子连接;

第一电抗器,所述第一电抗器的第一端与所述第一端子连接;

第二电抗器,所述第二电抗器的第一端与所述第二端子连接;

第一桥接电路,所述第一桥接电路具有作为所述开关的第一上臂开关和第一下臂开关的串联连接体,在所述第一上臂开关与所述第一下臂开关的连接点处连接有所述第一电抗器的第二端;以及

第二桥接电路,所述第二桥接电路具有作为所述开关的第二上臂开关和第二下臂开关的串联连接体,在所述第二上臂开关与所述第二下臂开关的连接点处连接有所述第二电抗器的第二端,

所述控制部在所述升温模式控制中对所述第一上臂开关、所述第一下臂开关、所述第二上臂开关和所述第二下臂开关进行接通断开控制,从而所述蓄电部的输出电力在包括所述第一端子、所述第一电抗器、所述第一上臂开关、所述第二上臂开关、所述第二电抗器和所述第二端子的路径中循环。

电源系统

技术领域

[0001] 本公开涉及一种包括与蓄电池等蓄电部连接的电力转换电路的电源系统。

背景技术

[0002] 以往,如专利文献1所示,已知有一种装设于电动汽车并包括蓄电池的电源系统,所述蓄电池与作为电动汽车的行驶动力源的电动机电连接。在上述系统中,形成为冷却水在蓄电池附近流过的结构,上述冷却水被电加热器加热。电源系统通过根据蓄电池的温度对电加热器的输出进行控制,从而使冷却水升温,以使蓄电池的温度收敛在规定温度范围内。

[0003] 现有技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1:日本专利特许第3451141号公报

发明内容

[0006] 若为了使蓄电池升温而设置电加热器,则有可能使电源系统大型化。因此,关于使蓄电池升温的电源系统的体格小型化,尚有改善的余地。另外,作为电源系统,不限于包括蓄电池作为升温对象元件的电源系统。

[0007] 本公开的主要目的在于提供一种能够实现小型化的电源系统。

[0008] 本公开是一种电源系统,包括与蓄电部连接的电力转换电路,其中,

[0009] 所述电源系统包括:

[0010] 控制部,所述控制部通过对构成所述电力转换电路的开关进行接通断开控制,从而使电流在所述蓄电部和所述电力转换电路之间流动;以及

[0011] 热传递部,所述热传递部对伴随所述开关的接通断开控制而在所述电力转换电路中产生的热量进行吸收,并将热量传递至升温对象元件,

[0012] 所述控制部在存在所述升温对象元件的升温请求的情况下,实施对所述开关进行接通断开控制的升温模式控制,从而与不存在所述升温请求的情况相比,能使在所述电力转换电路中产生的热量增大。

[0013] 在本公开中,使用与蓄电部连接的电力转换电路使升温对象元件升温。为此,本公开包括:控制部,所述控制部通过对构成电力转换电路的开关进行接通断开控制,从而使电流在蓄电部和电力转换电路之间流动;以及热传递部,所述热传递部对伴随开关的接通断开控制而在电力转换电路中产生的热量进行吸收,并将热量传递至升温对象元件。

[0014] 在此,控制部在存在升温对象元件的升温请求的情况下,对开关进行接通断开控制,从而与不存在升温请求的情况相比,能使在电力转换电路中产生的热量增大。因此,能使用在电力转换电路中产生的热量来使升温对象元件升温。

[0015] 根据以上说明的本公开,能不需要用于使加热对象元件升温的发热装置,或是即使在设置有发热装置的情况下也能使该装置小型化。因此,根据本公开,能够实现电源系统的

小型化。

附图说明

[0016] 参照附图和以下详细的记述,可以更明确本公开的上述目的、其他目的、特征和优点。附图如下所述。

[0017] 图1是第一实施方式的车载电源系统的整体结构图。

[0018] 图2是表示控制部的处理的功能框图。

[0019] 图3是表示各开关的驱动状态等的转变的时序图。

[0020] 图4是表示第一期间中的电流流通过程的图。

[0021] 图5是表示第二期间中的电流流通过程的图。

[0022] 图6是表示第三期间中的电流流通过程的图。

[0023] 图7是表示第四期间中的电流流通过程的图。

[0024] 图8是表示升温模式控制的处理顺序的流程图。

[0025] 图9是第二实施方式的电源系统的结构图。

[0026] 图10是表示实施升温模式控制的情况下的各开关的驱动状态等的转变的时序图。

[0027] 图11是表示未实施升温模式控制的情况下的各开关的驱动状态等的转变的时序图。

[0028] 图12是第三实施方式的电源系统的结构图。

[0029] 图13是表示控制部的处理的功能框图。

[0030] 图14是表示各开关的驱动状态等的转变的时序图。

[0031] 图15是第四实施方式的电源系统的结构图。

[0032] 图16是表示控制部的处理的功能框图。

[0033] 图17是表示各开关的驱动状态等的转变的时序图。

[0034] 图18是第五实施方式的电源系统的结构图。

[0035] 图19是表示各开关的驱动状态等的转变的时序图。

[0036] 图20是第六实施方式的电源系统的结构图。

[0037] 图21是表示升温模式控制的处理顺序的流程图。

[0038] 图22是第七实施方式的电源系统的结构图。

[0039] 图23是表示第八实施方式的升温模式控制的处理顺序的流程图。

具体实施方式

[0040] <第一实施方式>

[0041] 以下,参照附图对本公开的电源系统具体化的第一实施方式进行说明。本实施方式的电源系统装设于插电式混合动力汽车(PHEV)、电动汽车(EV)等电动化车辆。

[0042] 如图1所示,装设于车辆的电源系统包括:蓄电池10(相当于蓄电部);DCDC转换器20;逆变器30;以及作为车辆的行驶动力源的旋转电机40。蓄电池10是可充放电的二次电池,例如是锂离子蓄电池或镍氢蓄电池。

[0043] 在蓄电池10处连接有DCDC转换器20。DCDC转换器20经由逆变器30电连接有旋转电机40的电枢绕组。DCDC转换器20具有:将从蓄电池10输入的直流电压升压并输出到逆变器

30的升压功能;以及将从逆变器30输入的直流电压降压并输出到蓄电池10的降压功能。

[0044] 逆变器30执行动力运行动作,在所述动力运行动作中,将从DCDC转换器20输出的直流电力转换成交流电力并供给至旋转电机40的电枢绕组。由此,旋转电机40的转子被驱动而旋转,从而使车辆的驱动轮41旋转。另一方面,逆变器30实施再生动作,在所述再生动作中,将通过旋转电机40发电的交流电力转换成直流电力并供给至DCDC转换器20。

[0045] 电源系统包括电力转换电路50。电力转换电路50包括第一全桥电路51(相当于第一转换电路)和第二全桥电路52(相当于第二转换电路)。

[0046] 第一全桥电路51包括第一开关Q1~第四开关Q4(相当于第一转换开关)。在本实施方式中,第一开关Q1~第四开关Q4是N沟道MOSFET。在第一开关Q1和第三开关Q3的漏极处连接有电力转换电路50的第一高电位侧端子CH1。在第一开关Q1的源极处连接有第二开关Q2的漏极,在第三开关Q3的源极处连接有第四开关Q4的漏极。在第二开关Q2和第四开关Q4的源极处连接有电力转换电路50的第一低电位侧端子CL1。第一全桥电路51是输入直流电力和交流电力中的一种电力并将另一种电力输出的电路。另外,在本实施方式中,第一高电位侧端子CH1和第一低电位侧端子CL1相当于第一端子。

[0047] 第二全桥电路52包括第五开关Q5~第八开关Q8(相当于第二转换开关)。在本实施方式中,第五开关Q5~第八开关Q8是N沟道MOSFET。在第五开关Q5和第七开关Q7的漏极处连接有电力转换电路50的第二高电位侧端子CH2。在第五开关Q5的源极处连接有第六开关Q6的漏极,在第七开关Q7的源极处连接有第八开关Q8的漏极。在第六开关Q6和第八开关Q8的源极处连接有电力转换电路50的第二低电位侧端子CL2。另外,在本实施方式中,第二高电位侧端子CH2和第二低电位侧端子CL2相当于第二端子。

[0048] 电力转换电路50包括变压器53,所述变压器53具有第一线圈53a和第二线圈53b。在第一线圈53a的第一端处连接有第一开关Q1的源极和第二开关Q2的漏极,在第一线圈53a的第二端处连接有第三开关Q3的源极和第四开关Q4的漏极。在第二线圈53b的第一端处连接有第五开关Q5的源极和第六开关Q6的漏极,在第二线圈53b的第二端处连接有第七开关Q7的源极和第八开关Q8的漏极。

[0049] 第一线圈53a和第二线圈53b彼此磁耦合。在第一线圈53a的第一端的电位相对于第二端的电位变高的情况下,在第二线圈53b处产生使其第一端的电位比第二端的电位高的感应电压。另一方面,在第一线圈53a的第二端的电位相对于第一端的电位变高的情况下,在第二线圈53b处产生使其第二端的电位比第一端的电位高的感应电压。

[0050] 电力转换电路50包括高电位侧电气路径61和低电位侧电气路径62。高电位侧电气路径61将第一高电位侧端子CH1与第二高电位侧端子CH2连接,低电位侧电气路径62将第一低电位侧端子CL1与第二低电位侧端子CL2连接。在高电位侧电气路径61上连接有蓄电池10的正极端子,在低电位侧电气路径62上连接有蓄电池10的负极端子。

[0051] 电源系统包括热传递部45。在本实施方式中,热传递部45构成为将第一开关Q1~第八开关Q8、变压器53和蓄电池10作为热交换对象元件,能将在热交换对象元件中产生的热量吸收。热传递部45将所吸收的热量传递到升温对象元件,使升温对象元件升温。升温对象元件例如是旋转电机40和蓄电池10中的至少一个。

[0052] 作为热传递部45,例如,也可以包括使冷却水在热交换对象元件与升温对象元件之间循环的循环路径,经由该冷却水使升温对象元件升温。另外,作为热传递部45,除此之

外,例如也可以使用气体(空气)作为冷却流体。此外,作为热传递部45,例如,也可以不使用冷却流体,而是与热交换对象元件及升温对象元件抵接的散热器等构成构件。

[0053] 电源系统包括电压传感器70、电流传感器80和温度传感器90。电压传感器70对蓄电池10的端子间电压进行检测,电流传感器80对在高电位侧电气路径61中流动的电流进行检测。温度传感器90对升温对象元件的温度进行检测。电压传感器70、电流传感器80和温度传感器90的检测值输入到电源系统所包括的控制部100。

[0054] 控制部100对DCDC转换器20、逆变器30和电力转换电路50的各开关Q1~Q8进行控制。

[0055] 接着,使用图2对控制部100实施的升温模式控制进行说明。

[0056] 控制部100包括指令电流设定部110。指令电流设定部110包括指令电力限制部111、电流计算部112和最小值选择部113。指令电力限制部111基于温度传感器90的检测温度 T_r ,利用上限限制值 P_{lim} 来限制所输入的指令电力 $P2^*$ 。在本实施方式中,在指令电力 $P2^*$ 为正的情况下,实施使蓄电池10的输出电力经由第一全桥电路51、变压器53、第二全桥电路52和各电气路径61、62再次返回到蓄电池10的控制。另一方面,在指令电力 $P2^*$ 为负的情况下,实施使蓄电池10的输出电力经由各电气路径61、62、第二全桥电路52、变压器53和第一全桥电路51再次返回到蓄电池10的控制。

[0057] 指令电力限制部111在所输入的指令电力 $P2^*$ 超过上限限制值 P_{lim} 的情况下,输出与上限限制值 P_{lim} 相同的值作为指令电力 $P2^*$ 。另一方面,指令电力限制部111在所输入的指令电力 $P2^*$ 为上限限制值 P_{lim} 以下的情况下,直接输出所输入的指令电力 $P2^*$ 。

[0058] 检测温度 T_r 越低,则指令电力限制部111将上限限制值 P_{lim} 设定得越大。也就是说,若检测温度 T_r 低,则电源系统周围的环境温度低,因此,认为热交换对象元件的冷却能力足够。在这种情况下,认为即使增大指令电力 $P2^*$,电力转换电路50等的温度也不会过度上升。

[0059] 电流计算部112通过将指令电力限制部111输出的指令电力 $P2^*$ 除以作为电压传感器70的检测电压的电源电压 V_{1r} ,从而计算出在第二高电位侧端子CH2中流动的指令电流 I_{2f} 。指令电流 I_{2f} 表示在其符号为正的情况下,电流沿从高电位侧电气路径61朝向第二高电位侧端子CH2的方向流动,在其符号为负的情况下,电流沿从第二高电位侧端子CH2朝向高电位侧电气路径61的方向流动。

[0060] 最小值选择部113选择由电流计算部112计算出的指令电流 I_{2f} 和电流限制值 I_{2lim} 中较小的值作为最终的指令电流 I_{ref2} 。电流限制值 I_{2lim} 设定成保护电源系统免受过大电流。

[0061] 从最小值选择部113输出的指令电流 I_{ref2} 通过限制器114来限制上限值或下限值。

[0062] 控制部100包括电流控制器120。电流控制器120包括电流偏差计算部121、反馈控制部122和限制器123。电流偏差计算部121通过将限制器114输出的指令电流 I_{ref2} 减去电流传感器80的检测电流 I_{2r} ,从而计算出电流偏差 ΔI_2 。

[0063] 反馈控制部122计算出指令相位 ϕ ,以作为用于将计算出的电流偏差 ΔI_2 反馈控制为0的操作量。在本实施方式中,使用比例积分控制作为该反馈控制。稍后描述指令相位 ϕ 。

[0064] 另外,在反馈控制部122中使用的反馈控制不限于比例积分控制,例如也可以是比例积分微分控制。

[0065] 由反馈控制部122计算出的指令相位 ϕ 通过限制器123来限制上限值或下限值,并输入到PWM生成部130。

[0066] PWM生成单元130基于指令相位 ϕ 生成各开关Q1~Q8的驱动信号,并将驱动信号输出到各开关Q1~Q8的栅极。以下,使用图3对各开关Q1~Q8的驱动方式进行说明。图3的(a)表示第一开关Q1~第四开关Q4的驱动状态的转变,图3的(b)表示第五开关Q5~第八开关Q8的驱动状态的转变。

[0067] 第一开关Q1和第四开关Q4的、向接通切换的切换时刻和向断开切换的切换时刻是同步的。此外,第二开关Q2和第三开关Q3向接通切换的切换时刻和向断开切换的切换时刻是同步的。第一开关Q1和第四开关Q4的组与第二开关Q2和第三开关Q3的组交替接通。

[0068] 第五开关Q5和第八开关Q8的、向接通切换的切换时刻和向断开切换的切换时刻是同步的。此外,第六开关Q6和第七开关Q7的、向接通切换的切换时刻和向断开切换的切换时刻是同步的。第五开关Q5和第八开关Q8的组与第六开关Q6和第七开关Q7的组交替接通。

[0069] 各开关Q1~Q8的一个开关周期 T_{sw} 彼此相同。第一开关Q1和第四开关Q4的、向接通切换的切换时刻与第六开关Q6和第七开关Q7的、向接通切换的切换时刻的相位差设为指令相位 ϕ 。在本实施方式中,指令相位 ϕ 在第六开关Q6和第七开关Q7的、向接通切换的切换时刻相对于第一开关Q1和第四开关Q4的、向接通切换的切换时刻延迟的情况下为负,在提前的情况下为正。

[0070] 顺便提及,在图3中,在将一个开关周期 T_{sw} 设为 360° 的情况下,各开关Q1~Q8的接通期间设为 180° ,但不限于此,接通期间也可以设为大于 0° 且小于 180° 。

[0071] 在本实施方式中,在一个开关周期 T_{sw} 中,出现第一期间T1~第四期间T4。第一期间T1是第二开关Q2、第三开关Q3、第六开关Q6、第七开关Q7接通且第一开关Q1、第四开关Q4、第五开关Q5、第八开关Q8断开的期间。第二期间T2是第一开关Q1、第四开关Q4、第六开关Q6、第七开关Q7接通且第二开关Q2、第三开关Q3、第五开关Q5、第八开关Q8断开的期间。

[0072] 第三期间T3是第一开关Q1、第四开关Q4、第五开关Q5、第八开关Q8接通且第二开关Q2、第三开关Q3、第六开关Q6、第七开关Q7断开的期间。第四期间T4是第二开关Q2、第三开关Q3、第五开关Q5、第八开关Q8接通且第一开关Q1、第四开关Q4、第六开关Q6、第七开关Q7断开的期间。

[0073] 以下,使用图3~图7,对各期间T1~T4进行说明。在此,图3的(c)表示第一电流I1、第二电流I2和作为在蓄电池10中流动的电流的电池电流 I_{batt} 的转变。第一电流I1是在第一高电位侧端子CH1中流动的电流,第二电流I2是在第二高电位侧端子CH2中流动的电流。第一电流I1在沿从高电位侧电气路径61朝向第一高电位侧端子CH1的方向流动的情况下为正,第二电流I2在沿从高电位侧电气路径61朝向第二高电位侧端子CH2的方向流动的情况下为正。电池电流 I_{batt} 在沿从蓄电池10的负极端子朝向正极端子的方向流动的情况下为正。另外,在图3的(c)中,用虚线表示第一电流I1的时间平均值 $I1_{ave}$ 和第二电流I2的时间平均值 $I2_{ave}$ 。

[0074] 图3的(d)表示第一电力P1、第二电力P2和电池电力 P_{batt} 的转变。第一电力P1是从蓄电池10向第一全桥电路51供给的电力的时间平均值,第二电力P2是从第二全桥电路52经

由各电气路径61、62向蓄电池10供给的电力的时间平均值。电池电力 P_{batt} 是第一电力 $P1$ 和第二电力 $P2$ 的合计值。

[0075] 首先,使用图4对第一期间 $T1$ 进行说明。

[0076] 在第一期间 $T1$ 内,形成包括蓄电池10、第一高电位侧端子 $CH1$ 、第三开关 $Q3$ 、第一线圈53a、第二开关 $Q2$ 和第一低电位侧端子 $CL1$ 的闭合电路。由此,第一电流 $I1$ 为正的恒定值。

[0077] 另一方面,在第一期间 $T1$ 内,形成包括第二线圈53b、第七开关 $Q7$ 、第二高电位侧端子 $CH2$ 、高电位侧电气路径61、蓄电池10、低电位侧电气路径62、第二低电位侧端子 $CL2$ 和第六开关 $Q6$ 的闭合电路。由此,第二电流 $I2$ 为负,其绝对值与第一电流 $I1$ 的绝对值相同。因此,电池电流 I_{batt} 为0。

[0078] 接着,使用图5对第二期间 $T2$ 进行说明。另外,图5表示第二期间 $T2$ 的后半段的电流流通路径。

[0079] 当第一开关 $Q1$ 和第四开关 $Q4$ 切换为接通且第二开关 $Q2$ 和第三开关 $Q3$ 切换为断开时,在变压器53的泄漏电感的作用下,电流将沿与第一期间 $T1$ 内在第一线圈53a中流动的电流流通方向相同的方向流过第一线圈53a。所述电流流过第一开关 $Q1$ 的体二极管并流向第一高电位侧端子 $CH1$,因此,第一电流 $I1$ 为负值。然后,第一电流 $I1$ 递增而成为正值。在这种情况下,如图5所示,电流在包括蓄电池10、第一高电位侧端子 $CH1$ 、第一开关 $Q1$ 、第一线圈53a、第四开关 $Q4$ 和第一低电位侧端子 $CL1$ 的闭合电路中流动。

[0080] 另一方面,形成包括第二线圈53b、第六开关 $Q6$ 、第二低电位侧端子 $CL2$ 、低电位侧电气路径62、蓄电池10、高电位侧电气路径61、第二高电位侧端子 $CH2$ 和第七开关 $Q7$ 的闭合电路。在第二期间 $T2$ 内,第二电流 $I2$ 为与第一电流 $I1$ 相同的值。其结果是,在第二期间 $T2$ 内,电池电流 I_{batt} 从负值递增,随后成为正值。

[0081] 接着,使用图6对第三期间 $T3$ 进行说明。

[0082] 当第五开关 $Q5$ 和第八开关 $Q8$ 切换为接通且第六开关 $Q6$ 和第七开关 $Q7$ 切换为断开时,第一电流 $I1$ 为正的恒定值。

[0083] 另一方面,形成包括第二线圈53b、第五开关 $Q5$ 、第二高电位侧端子 $CH2$ 、高电位侧电气路径61、蓄电池10、低电位侧电气路径62、第二低电位侧端子 $CL2$ 和第八开关 $Q8$ 的闭合电路。由此,第二电流 $I2$ 为负,其绝对值与第一电流 $I1$ 的绝对值相同。因此,电池电流 I_{batt} 为0。

[0084] 接着,使用图7对第四期间 $T4$ 进行说明。另外,图7表示第四期间 $T4$ 的后半段的电流流通路径。

[0085] 当第二开关 $Q2$ 和第三开关 $Q3$ 切换为接通且第一开关 $Q1$ 和第四开关 $Q4$ 切换为断开时,电流在包括蓄电池10、第一高电位侧端子 $CH1$ 、第三开关 $Q3$ 、第一线圈53a、第二开关 $Q2$ 和第一低电位侧端子 $CL1$ 的闭合电路中流动。在第四期间 $T4$ 内的第一电流 $I1$ 、第二电流 $I2$ 及电池电流 I_{batt} 的转变与在第二期间 $T2$ 内的转变相同。

[0086] 如图3的(d)所示,电池电力 P_{batt} 为正值。这表示在第一期间 $T1$ ~第四期间 $T4$ 内,在电力转换电路50和蓄电池10等中产生电力损失。所述电力损失主要在蓄电池10、各开关 $Q1$ ~ $Q8$ 和变压器53中产生。所产生的热量被热传递部45吸收,用于升温对象元件的升温。

[0087] 在图8中表示出由控制部100执行的处理的顺序。所述处理例如以规定的控制周期反复执行。

[0088] 在步骤S10中,对是否存在升温请求进行判断。具体而言,例如,在判断为环境温度规定温度以下的情况下,判断为存在升温请求即可。环境温度例如是温度传感器90的检测温度 T_r 、热传递部45的温度或电源系统的周围温度等,能对是否为应当实施升温模式控制的状态进行判断的温度。

[0089] 在步骤S10中作出否定判断的情况下,前进到步骤S11,实施通常模式控制。在这种情况下,在步骤S12中,将指令电力 $P2^*$ 设定为0。因此,停止第二全桥电路52的各开关 $Q5\sim Q8$ 的驱动。

[0090] 另一方面,在步骤S10中作出肯定判断的情况下,前进到步骤S13,实施升温模式控制。在这种情况下,在步骤S14中,将指令电力 $P2^*$ 设定为小于0的值。由此,与实施通常模式控制的情况相比,在电力转换电路50等中产生的热量增加。

[0091] 根据以上详述的本实施方式,能获得以下效果。

[0092] 控制部100在存在升温对象元件的升温请求的情况下,实施升温模式控制。在这种情况下,与不存在升温请求的情况相比,在电力转换电路50等中产生的热量增大。因此,能使用在电力转换电路50等中产生的热量使升温对象元件升温。因此,根据本实施方式,不需要在电源系统中新配备用于使升温对象元件升温的发热装置。由此,能实现电源系统的小型化。

[0093] 使用与作为行驶动力源的旋转电机40连接的逆变器30以外的电力转换电路50实施升温模式控制。因此,通过实施升温模式控制,能防止停车时旋转电机40产生扭矩而使车辆运动、或是车辆行驶时扭矩发生变动等情况的发生。

[0094] <第一实施方式的变形例>

[0095] • 在实施升温模式控制的情况下,也可以每隔恒定周期切换指令电力 $P2^*$ 的符号。

[0096] • 在升温模式控制中,也可以使电力沿从蓄电池10经由各电气路径61、62朝向第二全桥电路52的方向循环,而不是沿从蓄电池10朝向第一全桥电路51的方向循环。这能通过将指令电力 $P2^*$ 设定为正值来实现。

[0097] <第二实施方式>

[0098] 以下,参照附图,以与第一实施方式的不同点为中心对第二实施方式进行说明。在本实施方式中,如图9所示,电力转换电路50具有第三全桥电路54(相当于第三转换电路)。另外,在图9中,为了方便,对与先前的图1所示的结构相同的结构标注相同的符号。另外,在图9中省略了DCDC转换器20等的图示。

[0099] 第三全桥电路54包括第九开关 $Q9\sim$ 第十二开关 $Q12$ (相当于第三转换开关)。在本实施方式中,第九开关 $Q9\sim$ 第十二开关 $Q12$ 是N沟道MOSFET。在第九开关 $Q9$ 和第十一开关 $Q11$ 的漏极处连接有电力转换电路50的第三高电位侧端子CH3。在第九开关 $Q9$ 的源极处连接有第十开关 $Q10$ 的漏极,在第十一开关 $Q11$ 的源极处连接有第十二开关 $Q12$ 的漏极。在第十开关 $Q10$ 和第十二开关 $Q12$ 的源极处连接有电力转换电路50的第三低电位侧端子CL3。另外,在本实施方式中,第三高电位侧端子CH3和第三低电位侧端子CL3相当于第三端子。

[0100] 变压器53包括第三线圈53c。在第三线圈53c的第一端处连接有第九开关 $Q9$ 的源极和第十开关 $Q10$ 的漏极,在第三线圈53c的第二端处连接有第十一开关 $Q11$ 的源极和第十二开关 $Q12$ 的漏极。

[0101] 第一线圈53a、第二线圈53b和第三线圈53c彼此磁耦合。在第一线圈53a的第一端

的电位相对于第二端的电位变高的情况下,在第三线圈53c处产生使其第一端的电位比第二端的电位高的感应电压。另一方面,在第一线圈53a的第二端的电位相对于第一端的电位变高的情况下,在第三线圈53c处产生使其第二端的电位比第一端的电位高的感应电压。

[0102] 热传递部45还将第九开关Q9~第十二开关Q12作为热交换对象元件。

[0103] 电源系统包括电容器46和转换器47。电容器46将第三高电位侧端子CH3与第三低电位侧端子CL3连接。转换器47具有将从外部电源48供给的交流电力转换成直流电力并且改善功率因数的功能。外部电源48的输出电力经由转换器47和/或第三全桥电路54及变压器53和/或第一全桥电路51及第二全桥电路52中的至少一方供给到蓄电池10。由此,蓄电池10被充电。

[0104] 如图10的(c)所示,控制部100对第九开关Q9~第十二开关Q12进行接通断开控制。

[0105] 第九开关Q9和第十二开关Q12的、向接通切换的切换时刻和向断开切换的切换时刻是同步的。此外,第十开关Q10和第十一开关Q11的、向接通切换的切换时刻和向断开切换的切换时刻是同步的。第九开关Q9和第十二开关Q12的组与第十开关Q10和第十一开关Q11的组交替接通。在本实施方式中,第九开关Q9~第十二开关Q12的一个开关周期与第一开关Q1~第八开关Q8的一个开关周期 T_{sw} 相同。

[0106] 通过对第九开关Q9和第十二开关Q12的、向接通切换的切换时刻相对于第一开关Q1和第四开关Q4的、向接通切换的切换时刻的相位差进行调节,从而能对从外部电源48朝向蓄电池10的充电电力进行调节。

[0107] 在此,图10的(d)表示第一电流 I_1 、第二电流 I_2 、电池电流 I_{batt} 和第三电流 I_3 的转变。第三电流 I_3 是在第三高电位侧端子CH3中流动的电流。第三电流 I_3 在沿从转换器47朝向第三高电位侧端子CH3的方向流动的情况下为正。另外,在图10的(d)中,用虚线表示第三电流 I_3 的时间平均值 I_{3ave} 。另外,在实施使用了外部电源48的输出电力的蓄电池10的充电的情况下,充电电力的指令值为正(即,第三电流 I_3 为正)。

[0108] 图10的(e)表示第一电力 P_1 、第二电力 P_2 、第三电力 P_3 和合计电力(= $P_1+P_2+P_3$)的转变。第三电力 P_3 是从外部电源48朝向蓄电池10的充电电力的时间平均值。

[0109] 如图10的(e)所示,在本实施方式中,合计电力为正值。因此,能一边实施从外部电源48向蓄电池10的充电,一边实施升温模式控制。

[0110] 另外,图11表示不实施升温模式控制而仅实施从外部电源48向蓄电池10的充电的情况。在图11所示的例子中,由第一全桥电路51和第二全桥电路52两者接收外部电源48的输出电力并供给至蓄电池10。由于未实施升温模式控制,因此,仅为由充电造成的损失,合计电力与图10的(e)的情况相比更接近0。

[0111] 根据以上说明的本实施方式,能在不受从外部电源48经由第三全桥电路54向蓄电池10充电的动作影响的情况下实施升温模式控制。

[0112] <第三实施方式>

[0113] 以下,参照附图,以与第二实施方式的不同点为中心对第三实施方式进行说明。在本实施方式中,如图12所示,电力转换电路50包括第四全桥电路55(相当于第四转换电路)。另外,在图12中,为了方便,对与先前的图9所示的结构相同的结构或对应的结构标注相同的符号。

[0114] 第四全桥电路55包括第十三开关Q13~第十六开关Q16(相当于第四转换开关)。在

本实施方式中,第十三开关Q13~第十六开关Q16是N沟道MOSFET。在第十三开关Q13和第十五开关Q15的漏极处连接有电力转换电路50的第四高电位侧端子CH4。在第十三开关Q13的源极处连接有第十四开关Q14的漏极,在第十五开关Q15的源极处连接有第十六开关Q16的漏极。在第十四开关Q14和第十六开关Q16的源极处连接有电力转换电路50的第四低电位侧端子CL4。另外,在本实施方式中,第四高电位侧端子CH4和第四低电位侧端子CL4相当于第四端子。

[0115] 电力转换电路50包括第一变压器56和第二变压器57。第一变压器56包括第一线圈56a和第二线圈56b。在第一线圈56a的第一端处连接有第一开关Q1的源极和第二开关Q2的漏极,在第一线圈56a的第二端处连接有第三开关Q3的源极和第四开关Q4的漏极。在第二线圈56b的第一端处连接有第九开关Q9的源极和第十开关Q10的漏极,在第二线圈56b的第二端处连接有第十一开关Q11的源极和第十二开关Q12的漏极。

[0116] 第一线圈56a和第二线圈56b彼此磁耦合。在第一线圈56a的第一端的电位相对于第二端的电位变高的情况下,在第二线圈56b处产生使其第一端的电位比第二端的电位高的感应电压。

[0117] 第二变压器57包括第三线圈57a和第四线圈57b。在第三线圈57a的第一端处连接有第五开关Q5的源极和第六开关Q6的漏极,在第三线圈57a的第二端处连接有第七开关Q7的源极和第八开关Q8的漏极。在第四线圈57b的第一端处连接有第十三开关Q13的源极和第十四开关Q14的漏极,在第四线圈57b的第二端处连接有第十五开关Q15的源极和第十六开关Q16的漏极。

[0118] 第三线圈57a和第四线圈57b彼此磁耦合。在第三线圈57a的第一端的电位相对于第二端的电位变高的情况下,在第四线圈57b处产生使其第一端的电位比第二端的电位高的感应电压。

[0119] 在本实施方式中,将高电位侧电气路径61称为第一高电位侧电气路径,将低电位侧电气路径62称为第一低电位侧电气路径。电力转换电路50包括第二高电位侧电气路径63和第二低电位侧电气路径64。第二高电位侧电气路径63将第三高电位侧端子CH3与第四高电位侧端子CH4连接,第二低电位侧电气路径64将第三低电位侧端子CL3与第四低电位侧端子CL4连接。第二高电位侧电气路径63与第二低电位侧电气路径64通过电容器46连接。另外,在本实施方式中,第一高电位侧电气路径61和第一低电位侧电气路径62相当于第一电气路径,第二高电位侧电气路径63和第二低电位侧电气路径64相当于第二电气路径。

[0120] 热传递部45还将第十三开关Q13~第十六开关Q16、第一变压器56和第二变压器57作为热交换对象元件。

[0121] 在本实施方式中,将电压传感器70称为第一电压传感器70,将电流传感器80称为第一电流传感器80。电源系统包括第二电压传感器71、第二电流传感器81和第三电流传感器82。第二电压传感器71对电容器46的端子间电压进行检测。第二电流传感器81对在第二高电位侧端子CH1中流动的电流进行检测,第三电流传感器82对在第二高电位侧电气路径63中流动的电流进行检测。第二电压传感器71、第二电流传感器81和第三电流传感器82的检测值输入到控制部100。

[0122] 接着,使用图13对控制部100实施的升温模式控制进行说明。另外,在图13中省略了指令电力限制部111的图示。

[0123] 控制部100计算出第一指令相位 $\phi 1$ 、第二指令相位 $\phi 2$ 和第四指令相位 $\phi 4$ 。使用图14对各指令相位 $\phi 1$ 、 $\phi 2$ 、 $\phi 4$ 进行说明。图14的(a)~(c)对应于先前的图10的(a)~(c)，图14的(d)表示第十三开关Q13~第十六开关Q16的驱动状态的转变。

[0124] 第十三开关Q13和第十六开关Q16的、向接通切换的切换时刻和向断开切换的切换时刻是同步的。此外，第十四开关Q14和第十五开关Q15的、向接通切换的切换时刻和向断开切换的切换时刻是同步的。第十三开关Q13和第十六开关Q16的组与第十四开关Q14和第十五开关Q15的组交替接通。在本实施方式中，各开关Q1~Q16的一个开关周期 T_{sw} 彼此相同。

[0125] 第一指令相位 $\phi 1$ 是第九开关Q9、第十二开关Q12的向接通切换的切换时刻与第一开关Q1、第四开关Q4的向接通切换的切换时刻的相位差的指令值。第一指令相位 $\phi 1$ 在第一开关Q1、第四开关Q4的向接通切换的切换时刻相对于第九开关Q9、第十二开关Q12的向接通切换的切换时刻延迟的情况下为负，在提前的情况下为正。

[0126] 第二指令相位 $\phi 2$ 是第九开关Q9、第十二开关Q12的向接通切换的切换时刻与第五开关Q5、第八开关Q8的向接通切换的切换时刻的相位差的指令值。第四指令相位 $\phi 4$ 是第九开关Q9、第十二开关Q12的向接通切换的切换时刻与第十三开关Q13、第十六开关Q16的向接通切换的切换时刻的相位差的指令值。第二指令相位 $\phi 2$ 、第四指令相位 $\phi 4$ 的符号的定义与第一指令相位 $\phi 1$ 的符号的定义相同。

[0127] 返回到图3的说明，控制部100包括第一指令电流设定部140和第一电流控制器150，以作为用于计算出第一指令相位 $\phi 1$ 的结构。

[0128] 第一指令电流设定部140包括第一电流计算部142和第一最小值选择部143。第一电流计算部142通过将所输入的第一指令电力 $P1^*$ 除以作为第一电压传感器70的检测电压的第一电源电压 $V1r$ ，从而计算出在第一高电位侧端子CH1中流动的第一指令电流 $I1f$ 。第一指令电力 $P1^*$ 是在第一全桥电路51与第一变压器56之间传递的电力的指令值。在第一指令电力 $P1^*$ 为正的情况下，电力从第一全桥电路51传递到第一变压器56。

[0129] 第一最小值选择部143选择由第一电流计算部142计算出的第一指令电流 $I1f$ 和用于过电流保护的第一电流限制值 $I1lim$ 中的较小的值作为最终的第一指令电流 $Iref1$ 。从第一最小值选择部143输出的第一指令电流 $Iref1$ 通过限制器144来限制上限值或下限值。

[0130] 第一电流控制器150包括第一电流偏差计算部151、第一反馈控制部152和第一限制器153。第一电流偏差计算部151通过将从限制器144输出的第一指令电流 $Iref1$ 减去第二电流传感器81的检测电流 $I1r$ ，从而计算出第一电流偏差 $\Delta I1$ 。

[0131] 第一反馈控制部152计算出第一指令相位 $\phi 1$ ，以作为用于将计算出的第一电流偏差 $\Delta I1$ 反馈控制为0的操作量。计算出的第一指令相位 $\phi 1$ 通过第一限制器153来限制上限值或下限值，并输入到PWM生成部200。

[0132] 控制器100包括第二指令电流设定部160和第二电流控制器170，以作为用于计算出第二指令相位 $\phi 2$ 的结构。

[0133] 第二指令电流设定部160包括第二电流计算部162和第二最小值选择部163。第二电流计算部162通过将所输入的第二指令电力 $P2^*$ 除以由第一电压传感器70检测到的第一电源电压 $V1r$ ，从而计算出在第二高电位侧端子CH2中流动的第二指令电流 $I2f$ 。第二指令电力 $P2^*$ 是在第二全桥电路52与第二变压器57之间传递的电力的指令值。在第二指令电力 $P2^*$ 为负的情况下，电力从第二变压器57传递到第二全桥电路52。

[0134] 第二最小值选择部163选择由第二电流计算部162计算出的第二指令电流 I_{2f} 和用于过电流保护的第二电流限制值 I_{2lim} 中的较小的值作为最终的第二指令电流 I_{ref2} 。从第二最小值选择部163输出的第二指令电流 I_{ref2} 通过限制器164来限制上限值或下限值。

[0135] 第二电流控制器170包括第二电流偏差计算部171、第二反馈控制部172和第二限制器173。第二电流偏差计算部171通过将从限制器164输出的第二指令电流 I_{ref2} 减去第一电流传感器80的检测电流 I_{2r} ，从而计算出第二电流偏差 ΔI_2 。

[0136] 第二反馈控制部172计算出第二指令相位 ϕ_2 ，以作为用于将计算出的第二电流偏差 ΔI_2 反馈控制为0的操作量。计算出的第二指令相位 ϕ_2 通过第二限制器173来限制上限值或下限值，并输入到PWM生成部200。

[0137] 控制器100包括第四指令电流设定部180和第四电流控制器190，以作为用于计算出第四指令相位 ϕ_4 的结构。

[0138] 第四指令电流设定部180包括第四电流计算部182和第四最小值选择部183。第四电流计算部182通过将所输入的第四指令电力 P_{4*} 除以由第二电压传感器71检测到的第三电源电压 V_{3r} ，从而计算出在第四高电位侧端子CH4中流动的第四指令电流 I_{4f} 。第四指令电力 P_{4*} 是在第四全桥电路55与第二变压器57之间传递的电力的指令值。在第四指令电力 P_{4*} 为正的情况下，电力从第四全桥电路55传递到第二变压器57。

[0139] 第四最小值选择部183选择由第四电流计算部182计算出的第四指令电流 I_{4f} 和用于过电流保护的第四电流限制值 I_{4lim} 中的较小的值作为最终的第四指令电流 I_{ref4} 。从第四最小值选择部183输出的第四指令电流 I_{ref4} 通过限制器184来限制上限值或下限值。

[0140] 第四电流控制器190包括第四电流偏差计算部191、第四反馈控制部192和第四限制器193。第四电流偏差计算部191通过将从限制器184输出的第四指令电流 I_{ref4} 减去第三电流传感器82的检测电流 I_{4r} ，从而计算出第四电流偏差 ΔI_4 。

[0141] 第四反馈控制部192计算出第四指令相位 ϕ_4 ，以作为用于将计算出的第四电流偏差 ΔI_4 反馈控制为0的操作量。计算出的第四指令相位 ϕ_4 通过第四限制器193来限制上限值或下限值，并输入到PWM生成部200。

[0142] PWM生成部200生成各开关Q1~Q16的驱动信号并将其输出到各开关Q1~Q16的栅极，从而能实现第一指令相位 ϕ_1 、第二指令相位 ϕ_2 和第四指令相位 ϕ_4 。

[0143] 在本实施方式中，实施对各开关Q1~Q16进行接通断开控制的升温模式控制，以使蓄电池10的输出电力在包括第一全桥电路51、第一变压器56、第三全桥电路54、各电路63、64、第四全桥电路55、第二变压器57、第二全桥电路52和各电气路径61、62的路径中循环。为此，第一指令电力 P_{1*} 、第二指令电力 P_{2*} 和第四指令电力 P_{4*} 各自的绝对值被设定为彼此相同的值。此外，第一指令电力 P_{1*} 和第四指令电力 P_{4*} 被设定为正值，第二指令电力 P_{2*} 被设定为负值。

[0144] 当实施本实施方式的升温模式控制时，各电流值等如图14的(e)、(f)所示那样转变。图14的(e)表示第一电流 I_1 ~第四电流 I_4 的转变。第四电流 I_4 是在第四高电位侧端子CH4中流动的电流。第四电流 I_4 在沿从第二高电位侧电气路径63朝向第四高电位侧端子CH4的方向流动的情况下为正。

[0145] 图14的(f)表示第一电力 P_1 ~第四电力 P_4 和合计电力(= $P_1+P_2+P_3+P_4$)的转变。第一电力 P_1 是在第一全桥电路51与第一变压器56之间传递的电力的时间平均值，第二电力 P_2

是在第二全桥电路52与第二变压器57之间传递的电力时间平均值。第三电力P3是在第三全桥电路54与第一变压器56之间传递的电力时间平均值，第四电力P4是在第四全桥电路55与第二变压器57之间传递的电力时间平均值。由于合计电力大于0，因此，通过实施升温模式控制，在电力转换电路50中产生损失，因该损失而产生热量。所产生的热量被热传递部45吸收。

[0146] 根据以上说明的本实施方式，能起到与第一实施方式相同的效果。

[0147] <第三实施方式的变形例>

[0148] 在图12所示的各全桥电路51、52、54、55中，电力处于输入状态的全桥电路也可以由二极管等桥接电路构成。

[0149] <第四实施方式>

[0150] 以下，参照附图，以与第一实施方式的不同点为中心对第四实施方式进行说明。在本实施方式中，将升温模式控制应用于图15所示的DCDC转换器20。在图15中，为了方便，对与先前的图1所示的结构相同的结构或对应的结构标注相同的符号。

[0151] 在DCDC转换器20的第一端子C1和第二端子C2处连接有蓄电池10的正极端子，在第三端子C3处连接有蓄电池10的负极端子。

[0152] DCDC转换器20包括第一电抗器21、第二电抗器22、第一桥接电路23、第二桥接电路24和电容器25。第一桥接电路23包括第一上臂开关QA1和第一下臂开关QA2的串联连接体。第二桥接电路24包括第二上臂开关QA3和第二下臂开关QA4的串联连接体。在本实施方式中，各开关QA1~QA4是IGBT。

[0153] 在第一电抗器21的第一端处连接有第一端子C1，在第一电抗器21的第二端处连接有第一上臂开关QA1的发射极和第一下臂开关QA2的集电极。在第二电抗器22的第一端处连接有第二端子C2，在第二电抗器22的第二端处连接有第二上臂开关QA3的发射极和第二下臂开关QA4的集电极。

[0154] 在第一上臂开关QA1和第二上臂开关QA3的集电极处连接有电容器25的第一端。在第一下臂开关QA2和第二下臂开关QA4的发射极处连接有电容器25的第二端和第三端子C3。

[0155] 热传递部45还将第一电抗器21、第二电抗器22和各开关QA1~QA4作为热交换对象元件。

[0156] 电源系统包括输入侧电压传感器91、输出侧电压传感器92、第一电抗器电流传感器93和第二电抗器电流传感器94。输入侧电压传感器91对第一端子C1和第二端子C2相对于第三端子C3的电位差进行检测。输出侧电压传感器92对电容器25的端子间电压进行检测。第一电抗器电流传感器93对在第一电抗器21中流动的电流进行检测，第二电抗器电流传感器94对在第二电抗器22中流动的电流进行检测。在本实施方式中，将在第一电抗器21中沿从第一端侧朝向第二端侧的方向流动的电流IA设为正，将在第二电抗器22中沿从第一端侧朝向第二端侧的方向流动的电流IB设为正。输入侧电压传感器91、输出侧电压传感器92、第一电抗器电流传感器93和第二电抗器电流传感器94的检测值输入到控制部100。

[0157] 接着，使用图16对控制部100实施的升温模式控制进行说明。另外，在图16中省略了指令电力限制部111的图示。

[0158] 控制部100包括第一指令电流设定部210和第一电流控制器220。第一指令电流设定部210包括第一电流计算部212和第一最小值选择部213。第一电流计算部212通过将所输

入的第一指令电力 PA^* 除以输入侧电压传感器91的检测电压 VLr ,从而计算出在第一电抗器21中流动的第一指令电流 Iaf 。第一指令电力 PA^* 是在第一端子C1与第一桥接电路23之间传递的电力的指令值。在第一指令电力 PA^* 为正的情况下,电力从第一端子C1传递到第一桥接电路23。

[0159] 另外,在第一电流计算部212中,也可以使用电压传感器70的检测电压 $V1r$ 来替代输入侧电压传感器91的检测电压 VLr 。

[0160] 第一最小值选择部213选择由第一电流计算部212计算出的第一指令电流 Iaf 和用于过电流保护的第一电流限制值 $IAlim$ 中的较小的值作为最终的第一指令电流 $IrefA$ 。从第一最小值选择部213输出的第一指令电流 $IrefA$ 通过限制器214来限制上限值或下限值。

[0161] 第一电流控制器220包括第一电流偏差计算部221、第一反馈控制部222、第一限制器223、第一加法部224和第一占空比计算部225。第一电流偏差计算部221通过将从限制器214输出的第一指令电流 $IrefA$ 减去第一电抗器电流传感器93的检测电流 IAr ,从而计算出第一电流偏差 ΔIA 。

[0162] 第一反馈控制部222计算出第一电压 $V1$,以作为用于将计算出的第一电流偏差 ΔIA 反馈控制为0的操作量。计算出的第一电压 $V1$ 通过第一限制器223来限制上限值或下限值,并输入到第一加法部224。第一加法部224在从第一限制器223输出的第一电压 $V1$ 上加上输入侧电压传感器91的检测电压 VLr 。

[0163] 第一占空比计算部225通过将由第一加法部224计算出的“ $V1+VLr$ ”除以输出侧电压传感器92的检测电压 VHr ,从而计算出第一占空比 $Duty1$ 。第一占空比 $Duty1$ 是确定第一上臂开关QA1的接通期间 $Ton1$ 相对于一个开关周期 $Tcsw$ 的比率(= $Ton1/Tcsw$)的值。

[0164] PWM生成部250基于第一占空比 $Duty1$ 与载波信号 Sg (三角波信号)的大小比较,生成第一上臂开关QA1、第一下臂开关QA2的驱动信号,并将第一上臂开关QA1、第一下臂开关QA2的驱动信号输出到第一上臂开关QA1、第一下臂开关QA2的栅极。在此,第一上臂开关QA1和第一下臂开关QA2交替地接通。

[0165] 控制部100包括第二指令电流设定部230和第二电流控制器240。第二指令电流设定部230包括第二电流计算部232和第二最小值选择部233。第二电流计算部232通过将从所输入的第二指令电力 PB^* 除以输入侧电压传感器91的检测电压 VLr ,从而计算出在第二电抗器22中流动的第二指令电流 IBf 。第二指令电力 PB^* 是在第二端子C2与第二桥接电路24之间传递的电力的指令值。在第二指令电力 PB^* 为正的情况下,电力从第二端子C2传递到第二桥接电路24。

[0166] 第二最小值选择部233选择由第二电流计算部232计算出的第二指令电流 IBf 和用于过电流保护的第二电流限制值 $IBlim$ 中的较小的值作为最终的第二指令电流 $IrefB$ 。从第二最小值选择部233输出的第二指令电流 $IrefB$ 通过限制器234来限制上限值或下限值。

[0167] 第二电流控制器240包括第二电流偏差计算部241、第二反馈控制部242、第二限制器243、第二加法部244和第二占空比计算部245。第二电流偏差计算部241通过将从限制器234输出的第二指令电流 $IrefB$ 减去第二电抗器电流传感器94的检测电流 IBr ,从而计算出第二电流偏差 ΔIB 。

[0168] 第二反馈控制部242计算出第二电压 $V2$,以作为用于将计算出的第二电流偏差 ΔIB 反馈控制为0的操作量。计算出的第二电压 $V2$ 通过第二限制器243来限制上限值或下限

值,并输入到第二加法部244。第二加法部244在从第二限制器243输出的第二电压V2上加上输入侧电压传感器91的检测电压VLr。

[0169] 第二占空比计算部245通过将由第二加法部244计算出的“V2+VLr”除以输出侧电压传感器92的检测电压VHr,从而计算出第二占空比Duty2。第二占空比Duty2是确定第二上臂开关QA3的接通期间Ton2相对于一个开关周期Tcsw的比率(=Ton2/Tcsw)的值。

[0170] PWM生成部250基于第二占空比Duty2与载波信号Sg的大小比较,生成第二上臂开关QA3、第二下臂开关QA4的驱动信号,并将第二上臂开关QA3、第二下臂开关QA4的驱动信号输出到第二上臂开关QA3、第二下臂开关QA4的栅极。在此,第二上臂开关QA3和第二下臂开关QA4交替地接通。

[0171] 在本实施方式中,第一指令电力PA*和第二指令电力PB*中的一个被设定为正值,另一个被设定为负值。此外,第一指令电力PA*和第二指令电力PB*各自的绝对值被设定为相同值。由此,蓄电池10的输出电力在包括第一电抗器21、第一上臂开关QA1、第二上臂开关QA3、第二电抗器22的路径中循环。

[0172] 使用图17对本实施方式的升温模式控制进行说明。图17的(a)表示第一上臂开关QA1、第一下臂开关QA2的驱动状态的转变,图17的(b)表示第二上臂开关QA3、第二下臂开关QA4的驱动状态的转变。图17的(c)表示第一占空比Duty1、第二占空比Duty2和载波信号Sg的转变。图17的(d)表示在第一电抗器21、第二电抗器22中流动的电流IA、IB、从蓄电池10流至DCDC转换器20的电流IL以及从DCDC转换器20输出的电流IH的转变。图17的(e)表示各电流IA、IB、IL、IH的时间平均值IAave、IBave、ILave、IHave的转变。

[0173] 图17的(f)表示第一电力PA、第二电力PB和合计电力PA(=PA+PB)的转变。第一电力PA是在第一端子C1与第一桥接电路23之间传递的电力的时间平均值,第二电力PB是在第二端子C2与第二桥接电路24之间传递的电力的时间平均值。

[0174] 图17的(f)所示的PH是由升温模式控制产生的损失量。根据该损失量,能生成由热传递部45吸收的热量,进而能使升温对象元件升温。

[0175] <第五实施方式>

[0176] 以下,参照附图,以与第三实施方式的不同点为中心对第五实施方式进行说明。在本实施方式中,如图18所示,电力转换电路50包括一个变压器58来替代两个变压器。另外,在图18中,为了方便,对与先前的图12所示的结构相同的结构或对应的结构标注相同的符号。

[0177] 变压器58包括第一线圈58a~第四线圈58d。在第一线圈58a的第一端处连接有第一开关Q1的源极和第二开关Q2的漏极,在第一线圈58a的第二端处连接有第三开关Q3的源极和第四开关Q4的漏极。在第二线圈58b的第一端处连接有第九开关Q9的源极和第十开关Q10的漏极,在第二线圈58b的第二端处连接有第十一开关Q11的源极和第十二开关Q12的漏极。

[0178] 在第三线圈58c的第一端处连接有第十三开关Q13的源极和第十四开关Q14的漏极,在第三线圈58c的第二端处连接有第十五开关Q15的源极和第十六开关Q16的漏极。在第四线圈58d的第一端处连接有第五开关Q5的源极和第六开关Q6的漏极,在第四线圈58d的第二端处连接有第七开关Q7的源极和第八开关Q8的漏极。

[0179] 第一线圈58a~第四线圈58d彼此磁耦合。在第一线圈58a的第一端相对于第二端

的电位变高的情况下,在第二线圈58b~第四线圈58d处产生使其第一端的电位比第二端的电位高的感应电压。

[0180] 另外,在本实施方式中,控制部100的升温模式控制的功能框图与图13所示的相同。

[0181] 使用图19对本实施方式的升温模式控制进行说明。图19的(a)~(f)对应于先前的图14的(a)~(f)。

[0182] 在本实施方式中,在欲使由升温模式控制产生的热量为规定量以上的情况下,实施上述控制。另一方面,在欲使产生的热量小于规定量的情况下,例如能实施在第一实施方式中说明的升温模式控制。因此,根据本实施方式,能提高产生的热量的自由度。

[0183] <第六实施方式>

[0184] 以下,参照附图,以与第一实施方式的不同点为中心对第六实施方式进行说明。在本实施方式中,如图20所示,除了第一蓄电池10之外,车辆还装设有第二蓄电池11。在图20中,为了方便,对与先前的图1所示的结构相同的结构或对应的结构标注相同的符号。

[0185] 第二蓄电池11是可充放电的二次电池,例如是锂离子蓄电池或镍氢蓄电池。

[0186] 在第二高电位侧端子CH2处连接有第二蓄电池11的正极端子,在第二低电位侧端子CL2处连接有第二蓄电池11的负极端子。

[0187] 电源系统包括电压传感器72。电压传感器72对第二蓄电池11的端子间电压进行检测。电压传感器72的检测值输入到控制部100。

[0188] 在图21中表示出控制部100所实施的升温模式控制的流程图。该处理例如以规定的控制周期反复执行。

[0189] 在步骤S20中,将指令电力 $P2^*$ 设定为正值。指令电力 $P2^*$ 是经由变压器53在第一全桥电路51与第二全桥电路52之间传递的电力的指令值。在指令电力 $P2^*$ 为正的情况下,电力从第一全桥电路51经由变压器53传递到第二全桥电路52。对各开关Q1~Q8进行接通断开控制,以使电压传感器72的检测电压 $V2r$ 和电流传感器80的检测电流 $I2r$ 的乘积值追随指令电力 $P2^*$ 。

[0190] 在步骤S21中,对在将指令电力 $P2^*$ 切换为正值之后是否经过了规定时间进行判断。在步骤S21中判断为经过了规定时间的情况下,前进到步骤S22,将指令电力 $P2^*$ 切换为负值。在本实施方式中,在步骤S22中设定的指令电力 $P2^*$ 的绝对值与在步骤S20中设定的指令电力 $P2^*$ 的绝对值是相同的值。

[0191] 在步骤S23中,对在将指令电力 $P2^*$ 切换为负值之后是否经过了规定时间进行判断。在步骤S23中判断为经过了规定时间的情况下,转移到步骤S20,将指令电力 $P2^*$ 切换为正值。然后,对各开关Q1~Q8进行接通断开控制,以使电压传感器72的检测电压 $V2r$ 和电流传感器80的检测电流 $I2r$ 的乘积值追随指令电力 $P2^*$ 。

[0192] 根据以上说明的本实施方式,各开关Q1~Q8被接通断开控制,以交替实施第一蓄电池10的充电和第二蓄电池11的充电。由此,能对发热量进行控制。

[0193] <第六实施方式的变形例>

[0194] • 替代每经过规定时间切换指令电力 $P2^*$ 的符号的结构,例如,也可以基于第一高电位侧端子CH1相对于第一低电位侧端子CL1的电位差、第二低电位侧端子CL2相对于第二高电位侧端子CH2的电位差来切换符号,或是根据各蓄电池10、11的充电程度(例如SOC)来

切换符号。

[0195] • 在图21的步骤S20中设定的指令电力 $P2^*$ 的绝对值与在步骤S22中设定的指令电力 $P2^*$ 的绝对值也可以不同。在步骤S20中设定的指令电力 $P2^*$ 的绝对值大于在步骤S22中设定的指令电力 $P2^*$ 的绝对值的情况下,通过第一蓄电池10的输出电力对第二蓄电池11进行充电。另一方面,在步骤S20中设定的指令电力 $P2^*$ 的绝对值小于在步骤S22中设定的指令电力 $P2^*$ 的绝对值的情况下,通过第二蓄电池11的输出电力对第一蓄电池10进行充电。根据以上说明的结构,能一边实施升温模式控制,一边实施从第一蓄电池10和第二蓄电池11中的一方向另一方的充电。

[0196] • 例如也可以使用电容器等能量缓冲元件、能进行双向电力输出输入的外部电源等来替代各蓄电池10、11。

[0197] <第七实施方式>

[0198] 以下,参照附图,以与第二实施方式的不同点为中心对第七实施方式进行说明。在本实施方式中,如图22所示,电源系统包括发热装置300。在图22中,为了方便,对与先前的图9、图12所示的结构相同的结构标注相同的符号。

[0199] 发热装置300包括电阻器301和电容器302。在电阻器301和电容器302各自的第一端处连接有第三高电位侧端子CH3,在第二端处连接有第三低电位侧端子CL3。

[0200] 发热装置300根据环境温度来对发热量进行控制,并将产生的热量传递至热传递部45。在本实施方式中,第三全桥电路54用于向发热装置300的供电。由此,能在不追加新零件的情况下实现发热装置300的通电控制。

[0201] 根据以上说明的本实施方式,除了由升温模式控制产生的热量之外,还能将由发热装置300产生的热量传递至热传递部45。

[0202] 另外,若各开关 $Q1 \sim Q12$ 等热交换对象元件与热传递部45的温度差小,则从热交换对象元件向热传递部45传递的热量变小。即使在这种情况下,也能根据发热装置300,在不受上述温度差的影响的情况下将足够的热量传递至热传递部45。

[0203] <第八实施方式>

[0204] 以下,参照附图,以与第一实施方式的不同点为中心对第八实施方式进行说明。在本实施方式中,在存在升温请求的情况下,与不存在升温请求的情况相比,使将各开关 $Q1 \sim Q8$ 接通时的栅极电压降低而处于半接通状态。

[0205] 在图23中表示出控制部100所实施的升温模式控制的流程图。在图23中,为了方便,对与先前的图8所示的处理相同的处理标注相同的符号。

[0206] 在步骤S13的处理完成后,前进到步骤S15,在各开关 $Q1 \sim Q8$ 中,在接通开关的情况下,处于半接通状态而不是完全接通状态。半接通状态是指将开关接通的情况下的栅极电压设定为在饱和区域内驱动开关的电压的状态。饱和区域是指在开关的漏极和源极间电压与漏极电流相关联的输出特性中,无论漏极和源极间电压的大小如何,漏极电流均处于大致恒定的区域。

[0207] 根据以上说明的本实施方式,与全接通状态的接通电阻相比,能使在升温模式控制中接通的开关的接通电阻增加。因此,能适当地增加由升温模式控制产生的热量。

[0208] <其他实施方式>

[0209] 另外,上述各实施方式也可进行以下变更来实施。

[0210] • 作为蓄电部,不限于蓄电池,例如也可以是电容器。

[0211] • 本公开所记载的控制部及其方法也可以通过专用计算机来实现,该专用计算机通过构成处理器和存储器而提供,上述处理器被编程为执行由计算机程序具体化的一个至多个功能。或者,也可以是,本公开所记载的控制部及其方法通过专用计算机来实现,该专用计算机是通过由一个以上的专用硬件逻辑电路构成处理器而提供的。或者,本公开所记载的控制部及其方法也可以由一个以上的专用计算机来实现,该专用计算机通过被编程为执行一个至多个功能的处理器及存储器与由一个以上硬件逻辑电路构成的处理器的组合构成。而且,计算机程序也可以被存储于计算机可读的非暂时性有形存储介质,以作为由计算机执行的指令。

[0212] 虽然基于实施例对本公开进行了记述,但是应当理解为本公开并不限于上述实施例、结构。本公开也包括各种各样的变形例、等同范围内的变形。除此之外,各种各样的组合、方式、进一步在此基础上包括有仅单个要素、其以上或以下的其他组合、方式也属于本公开的范畴、思想范围。

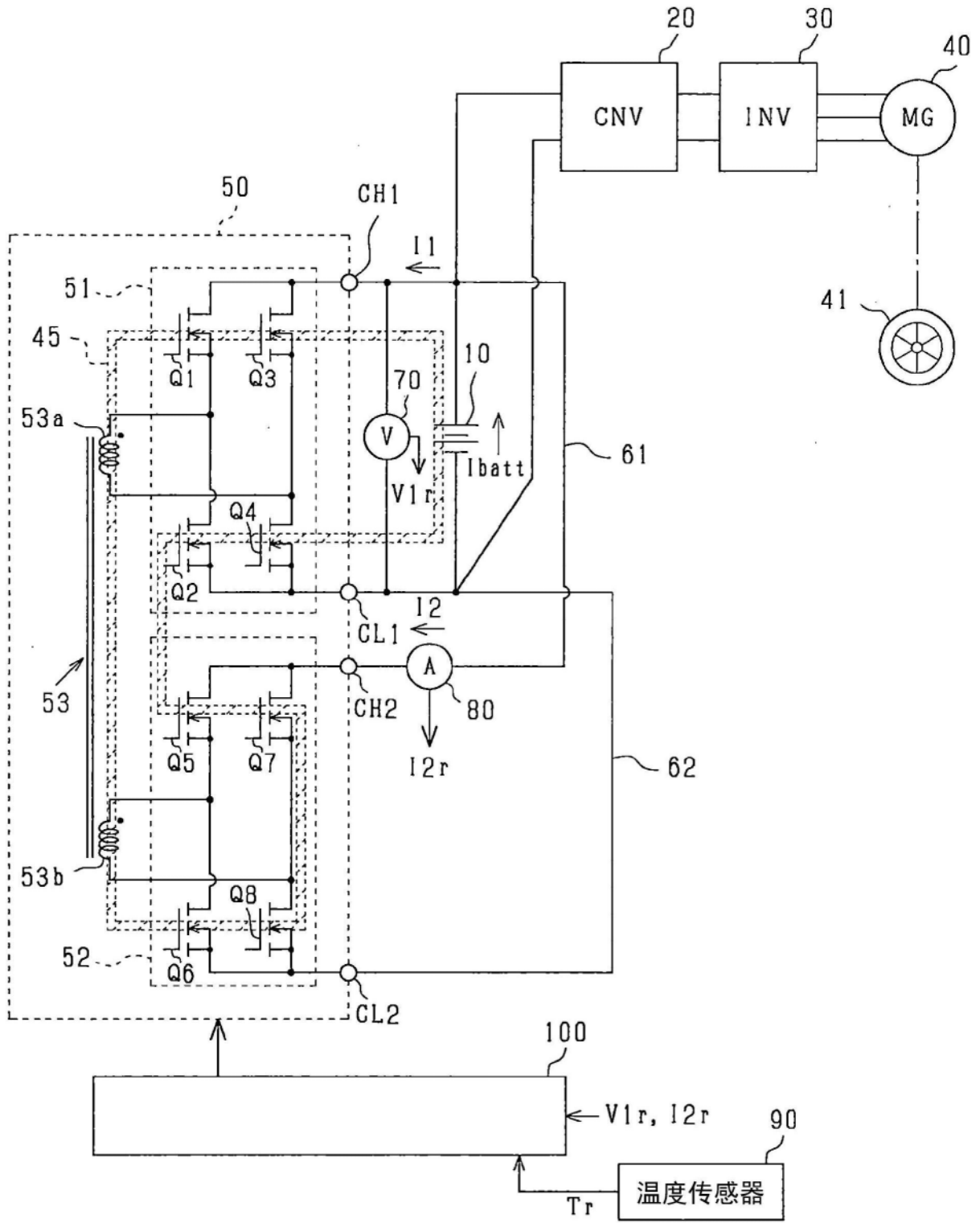


图1

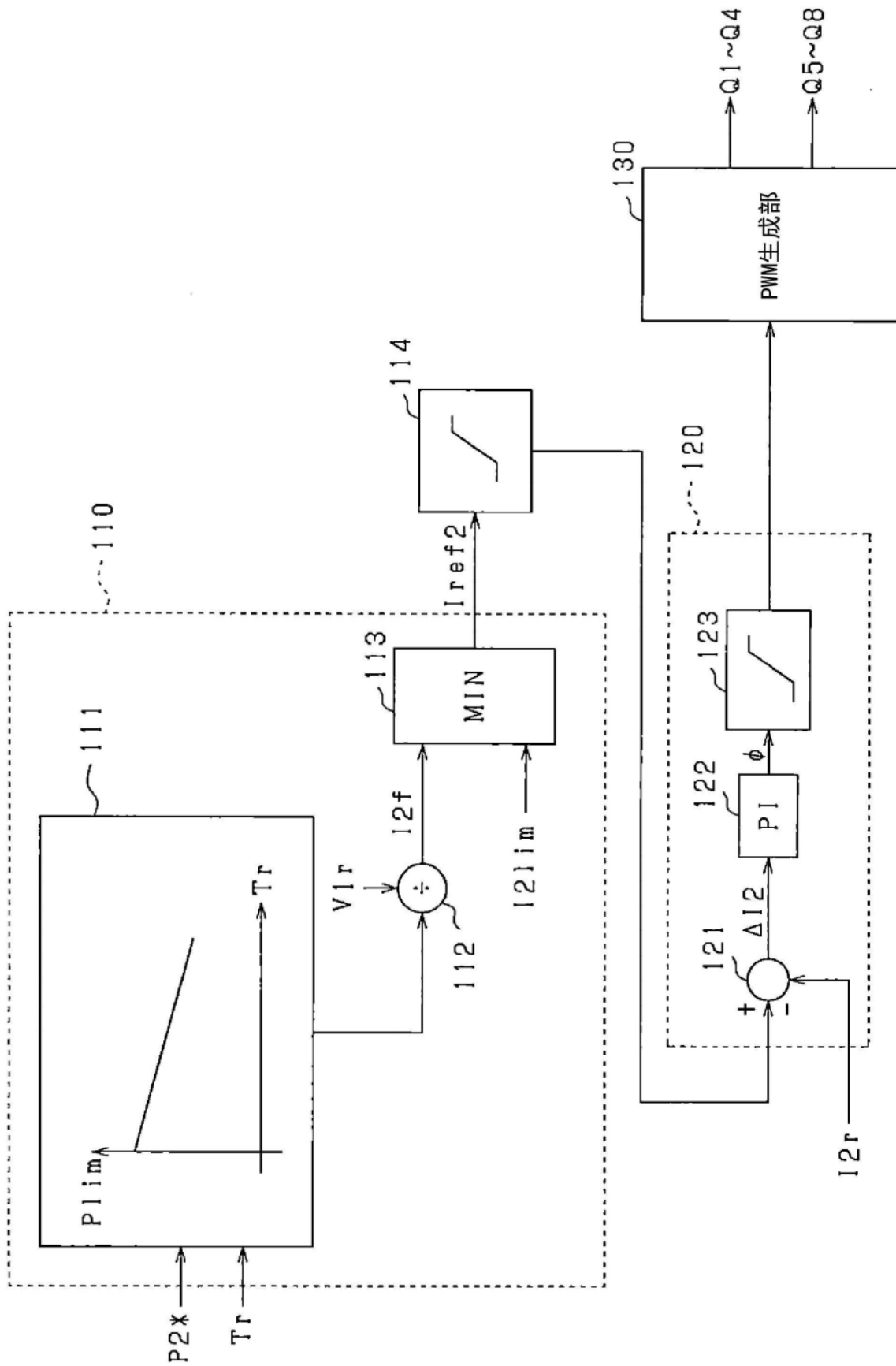


图2

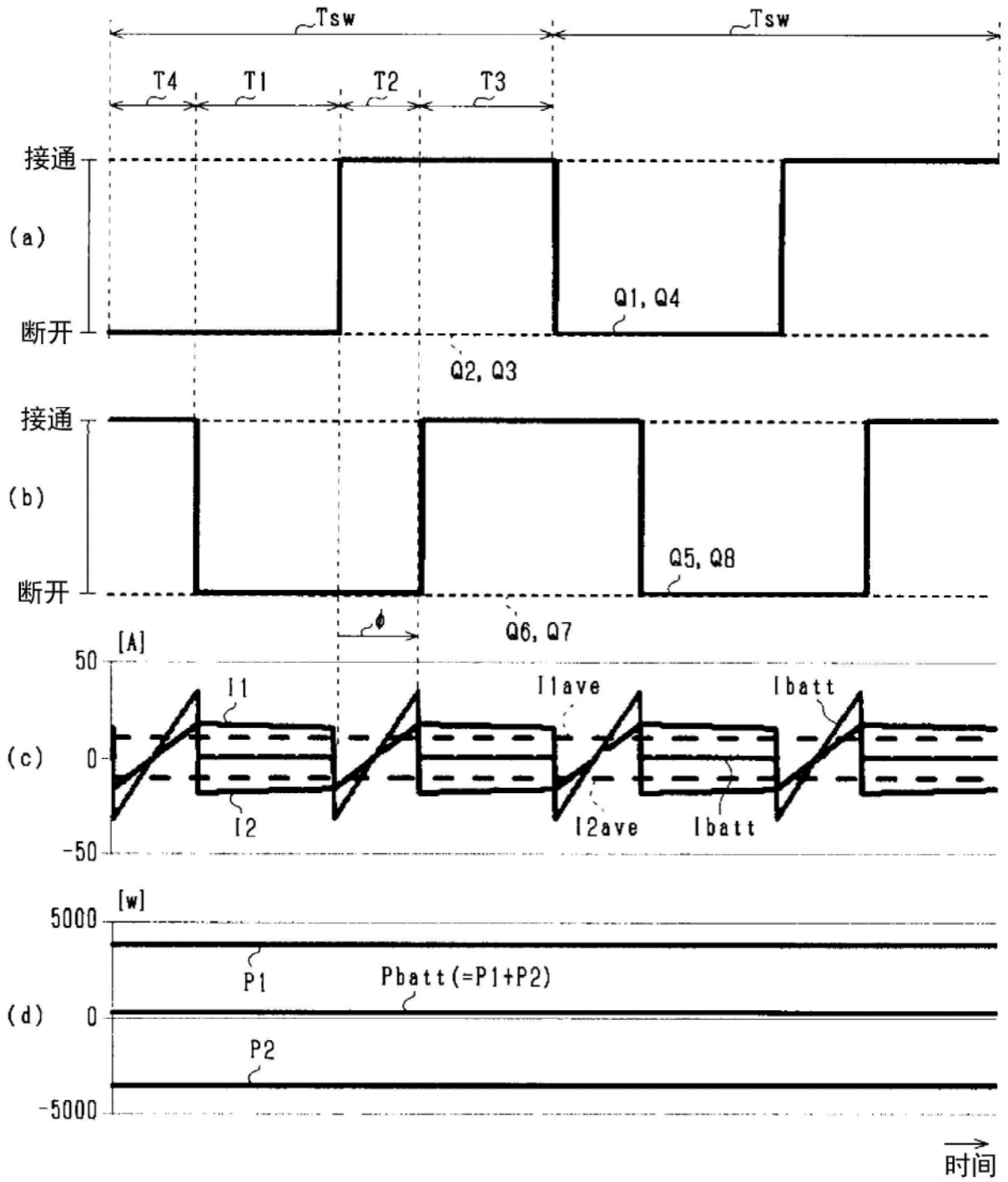


图3

<T1>

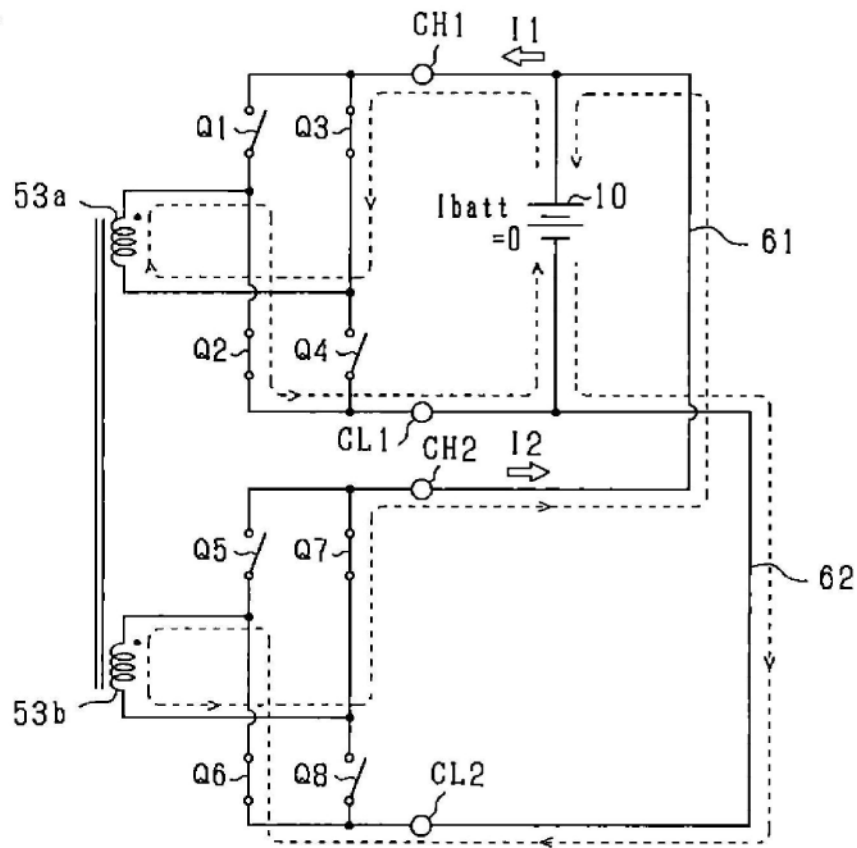


图4

<T2>

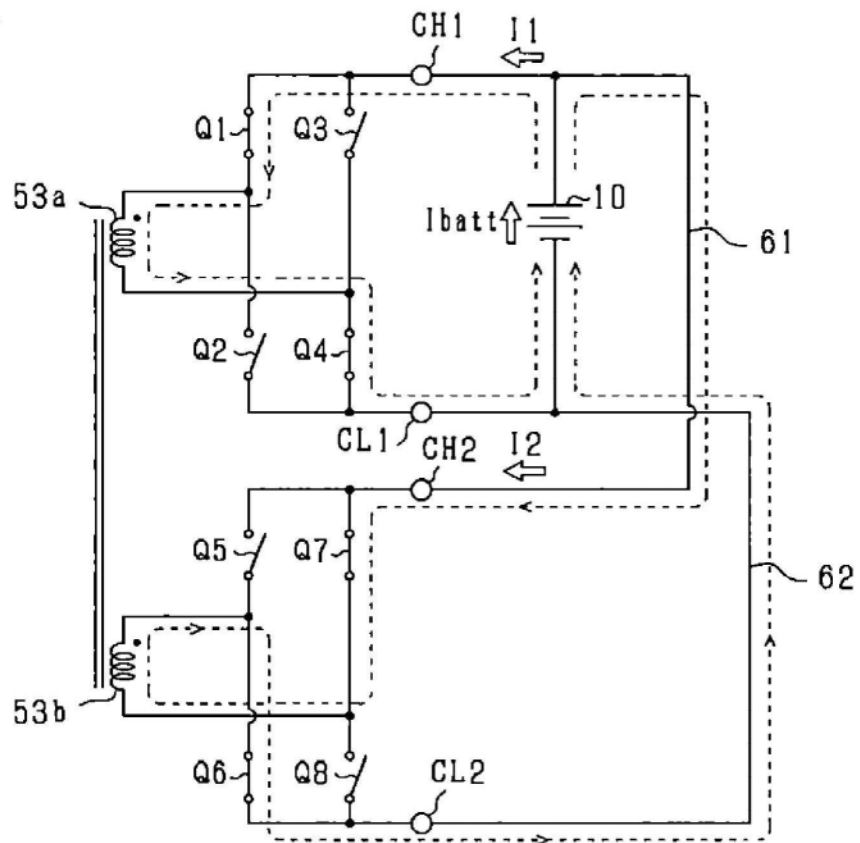


图5

<T3>

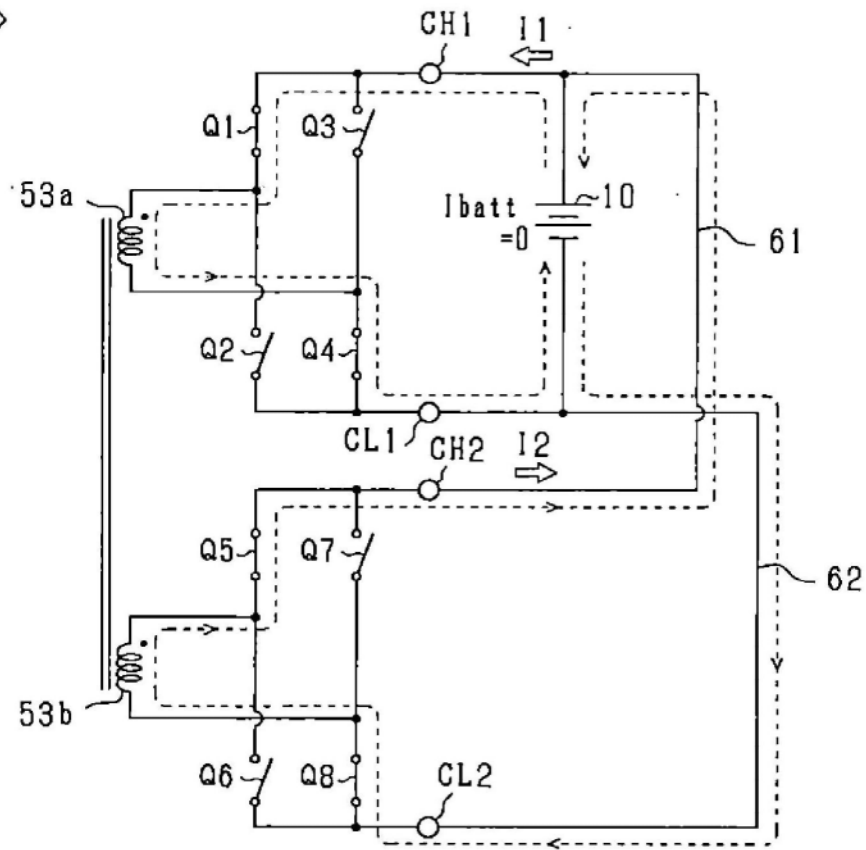


图6

<T4>

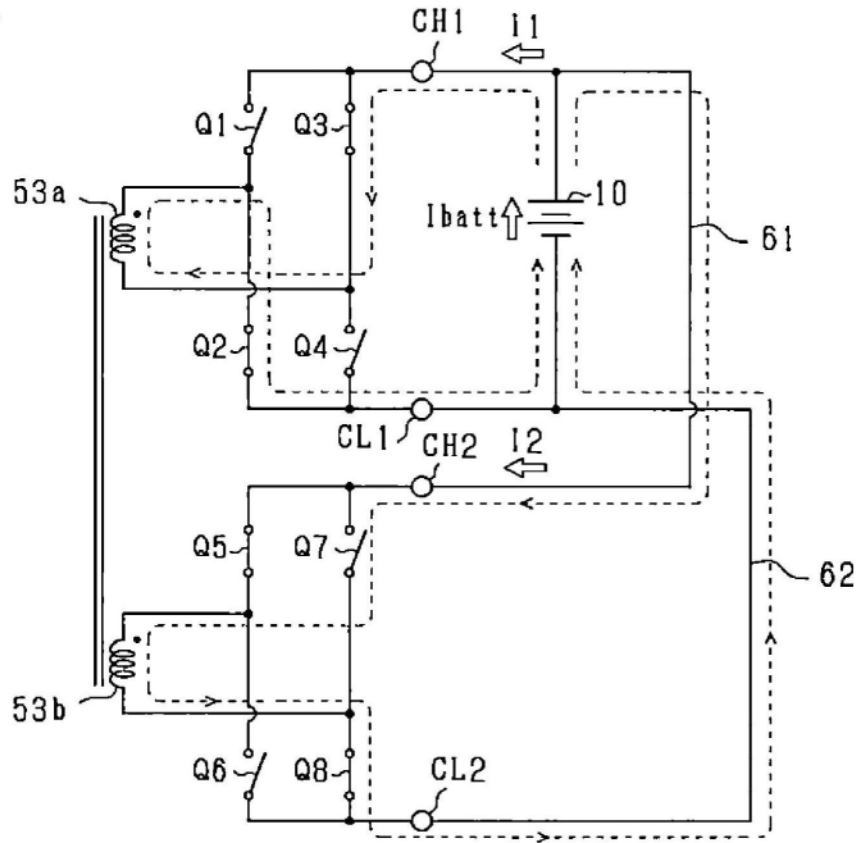


图7

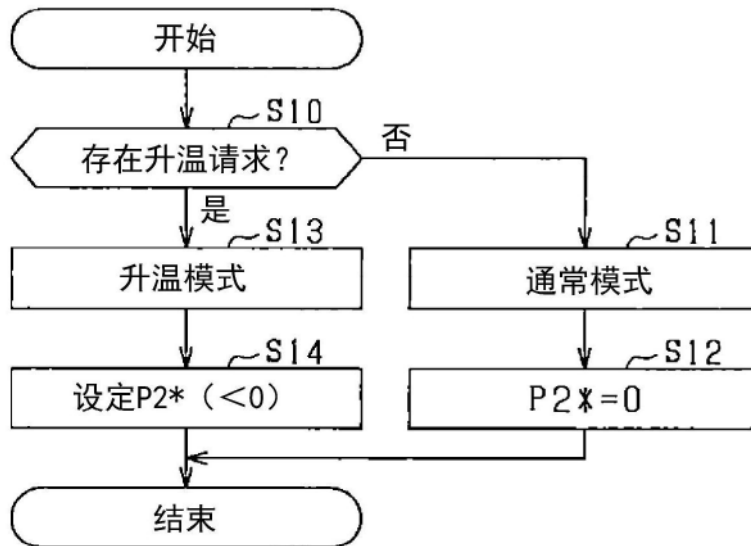


图8

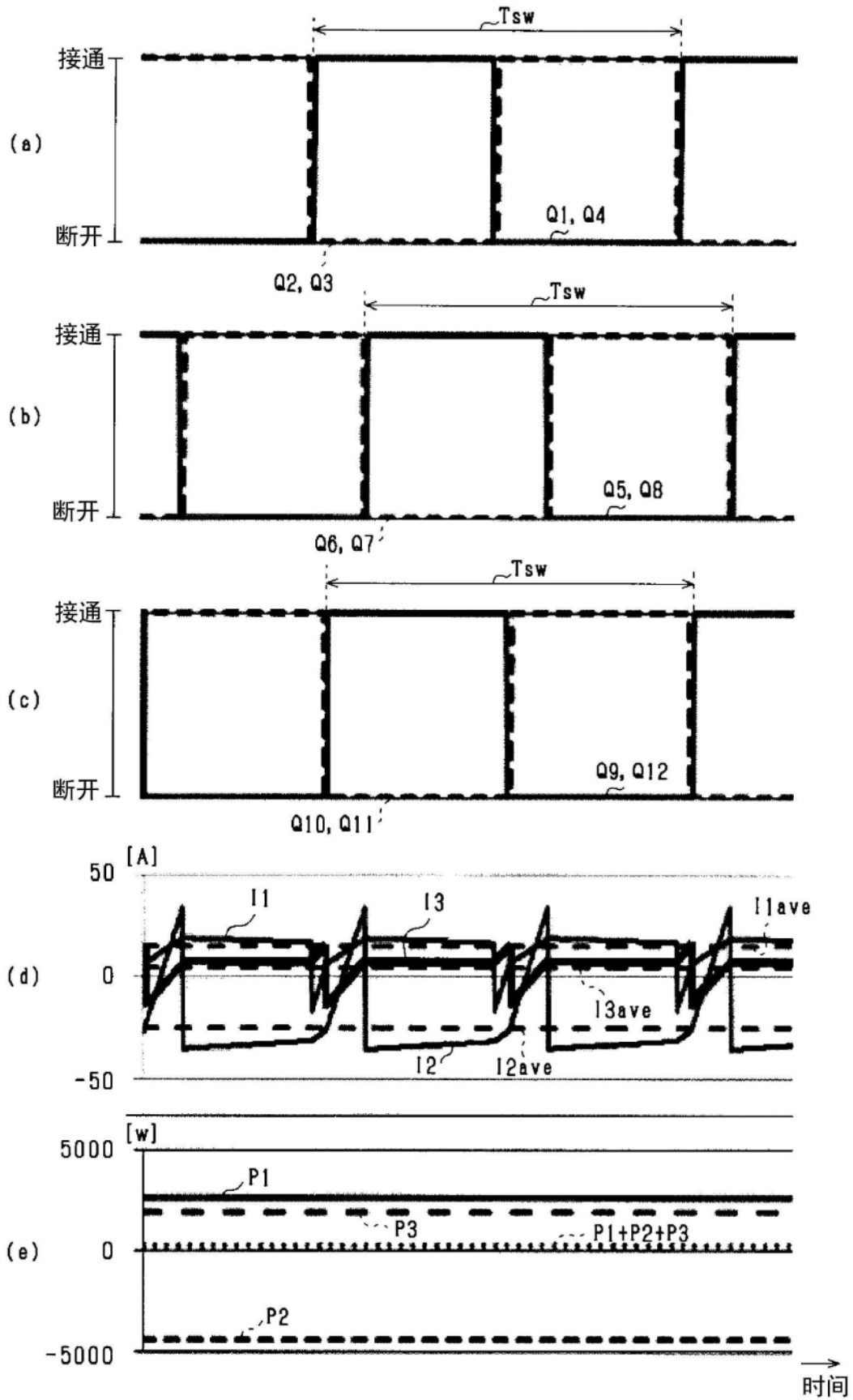


图10

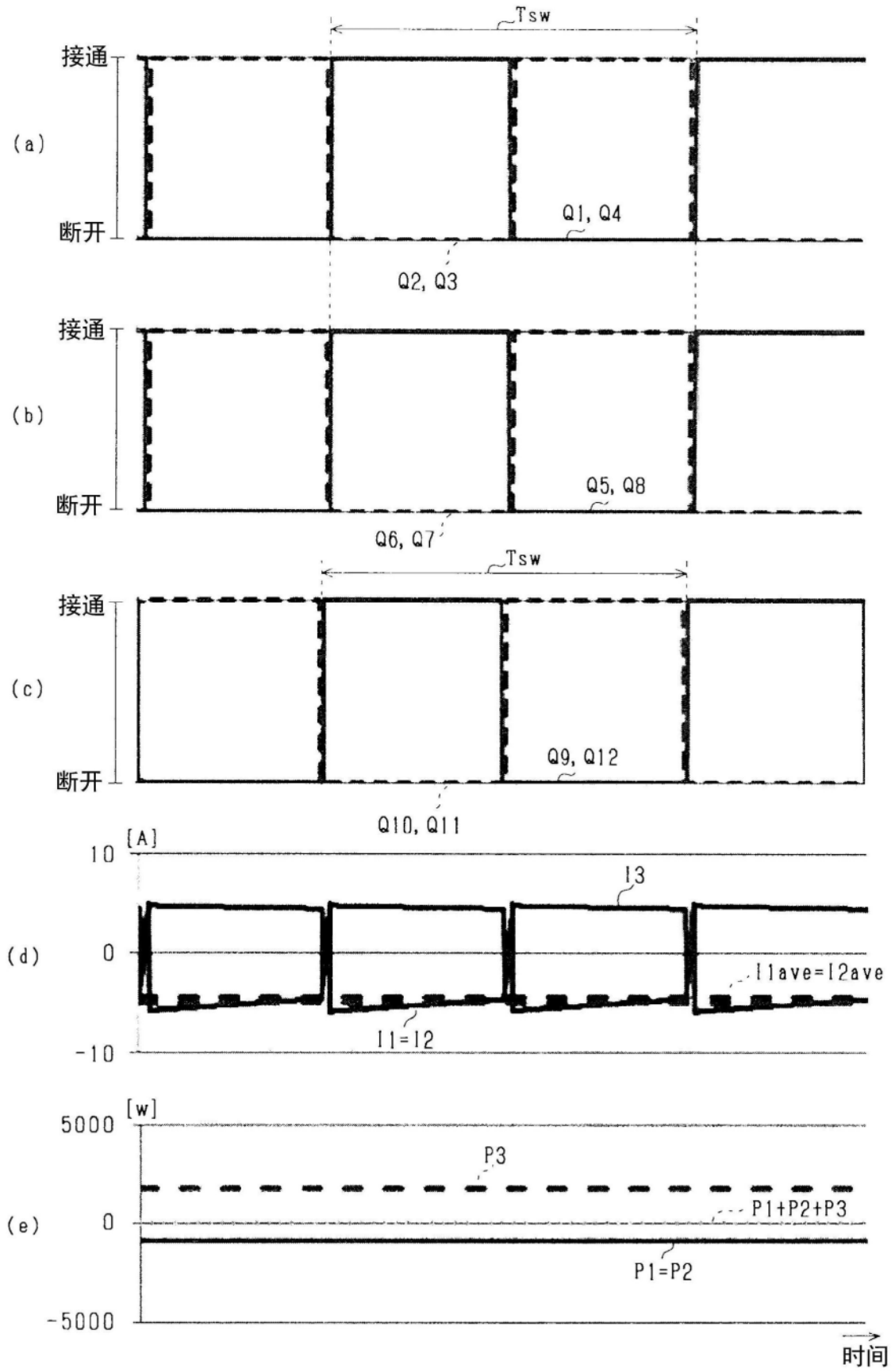


图11

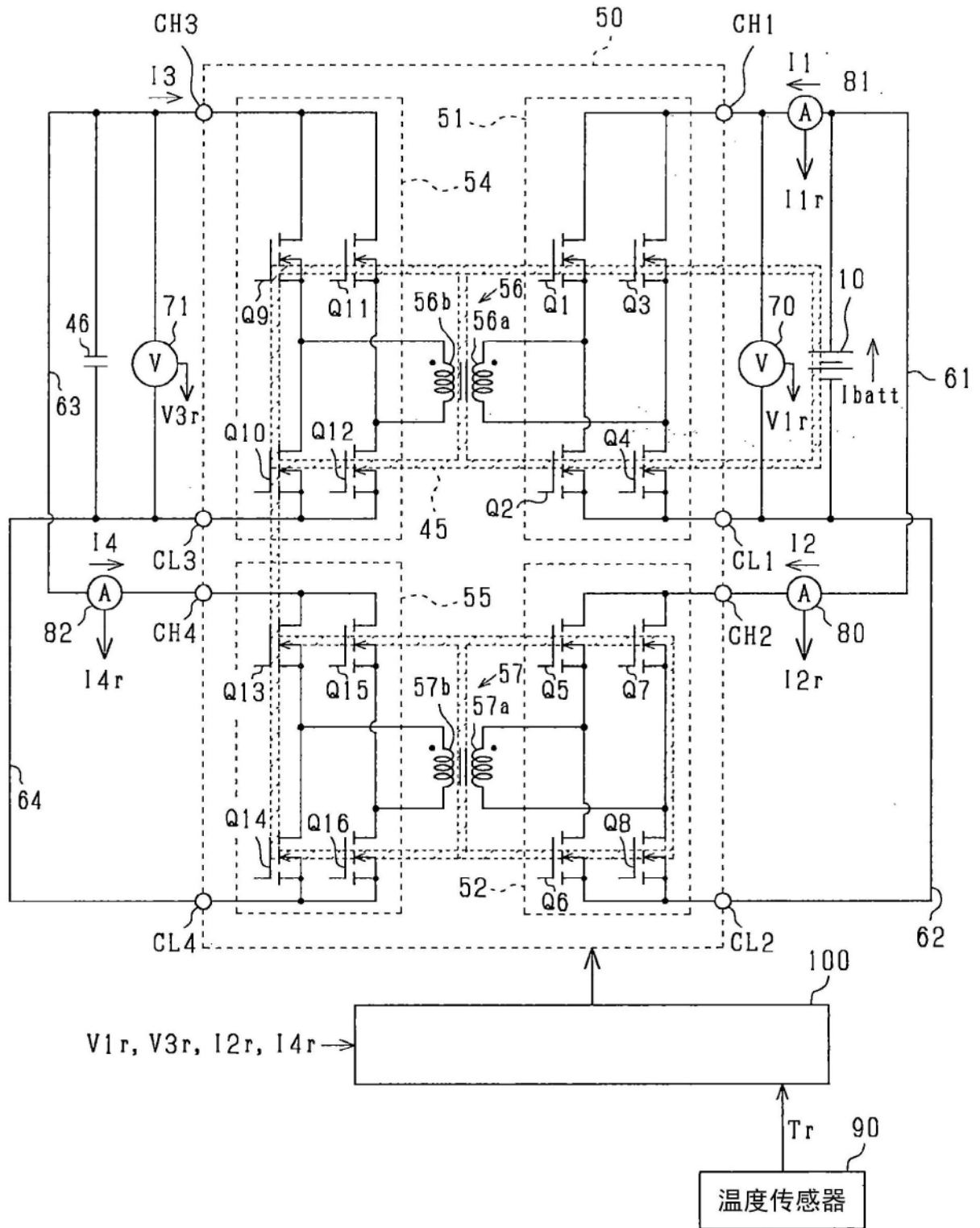


图12

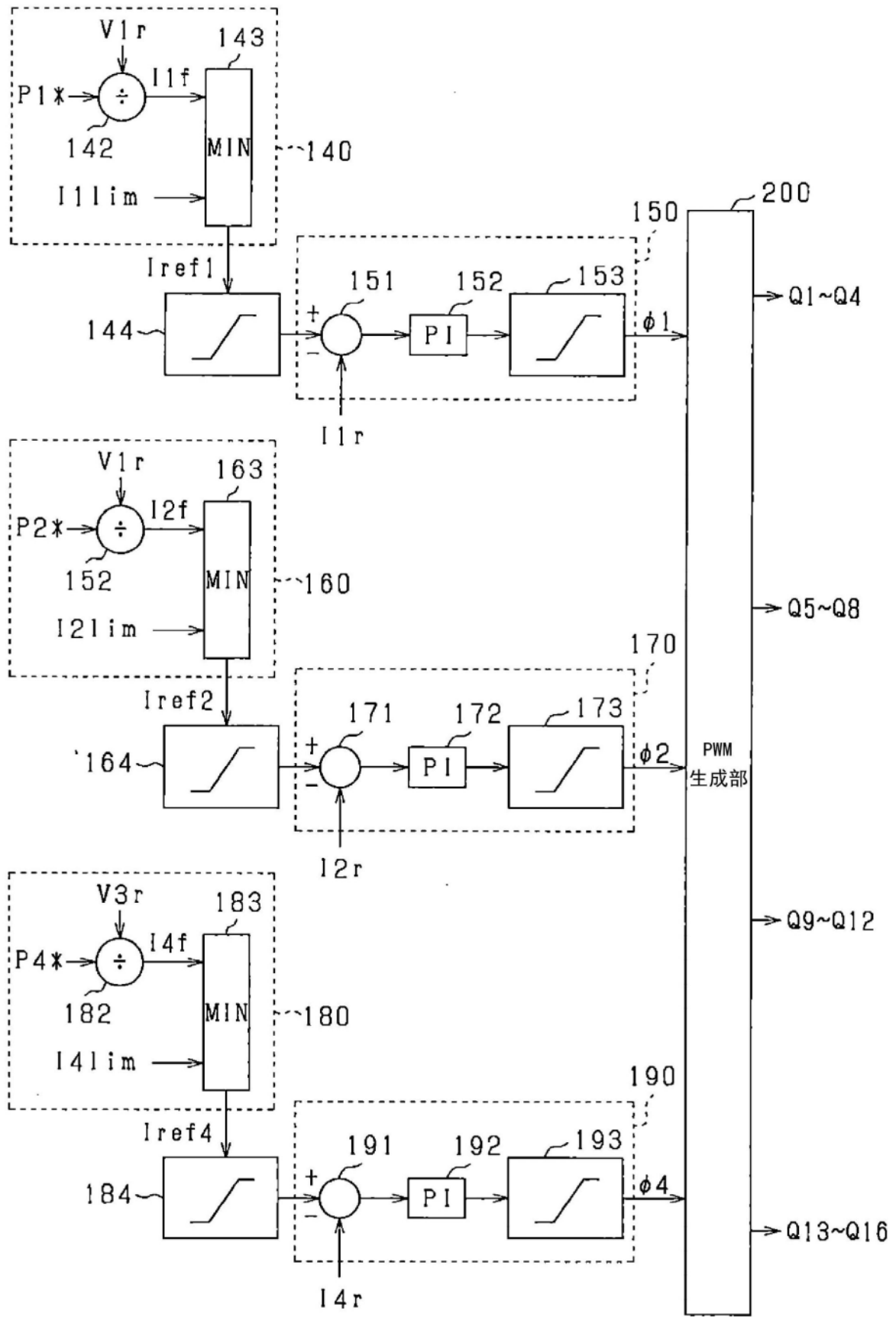


图13

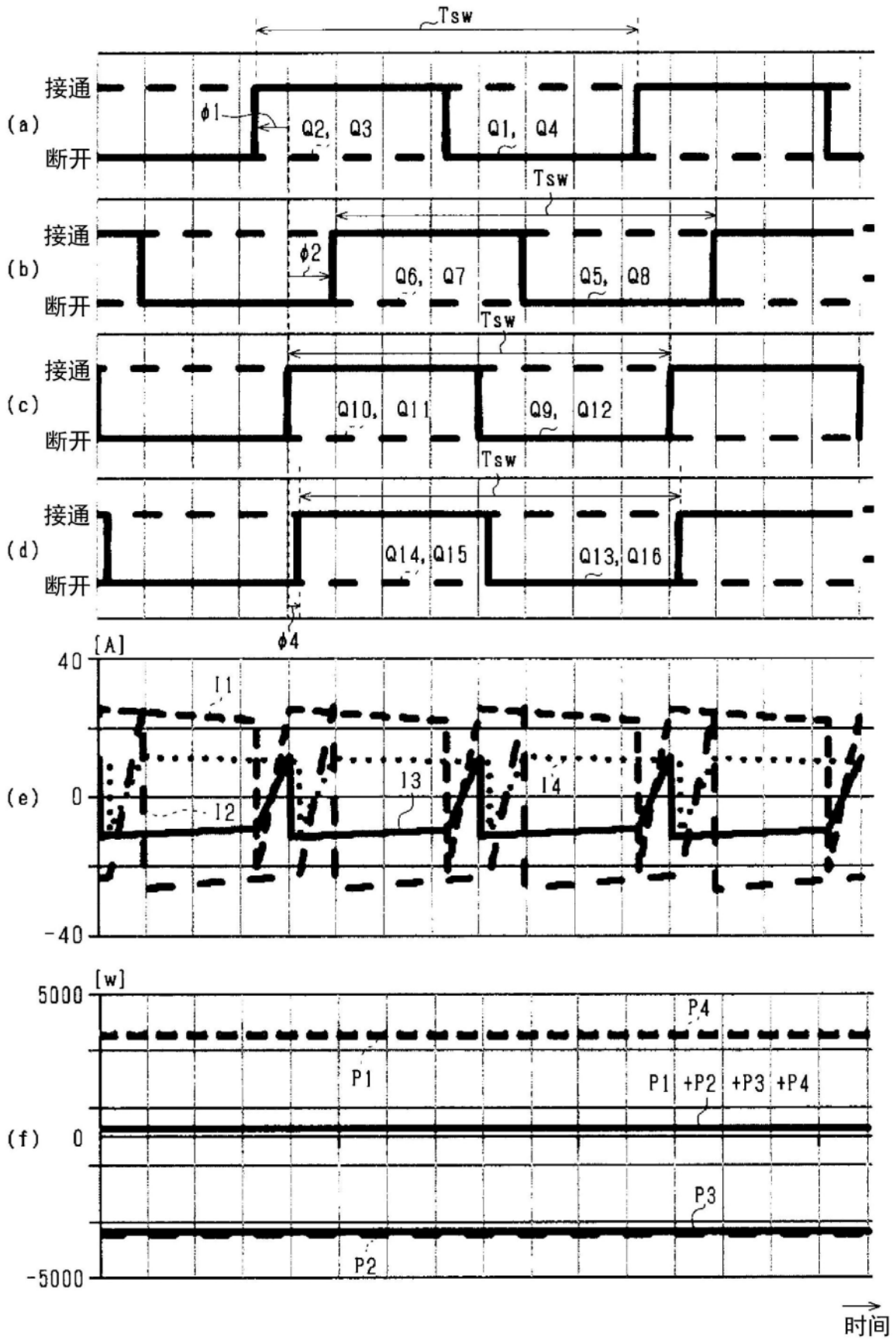


图14

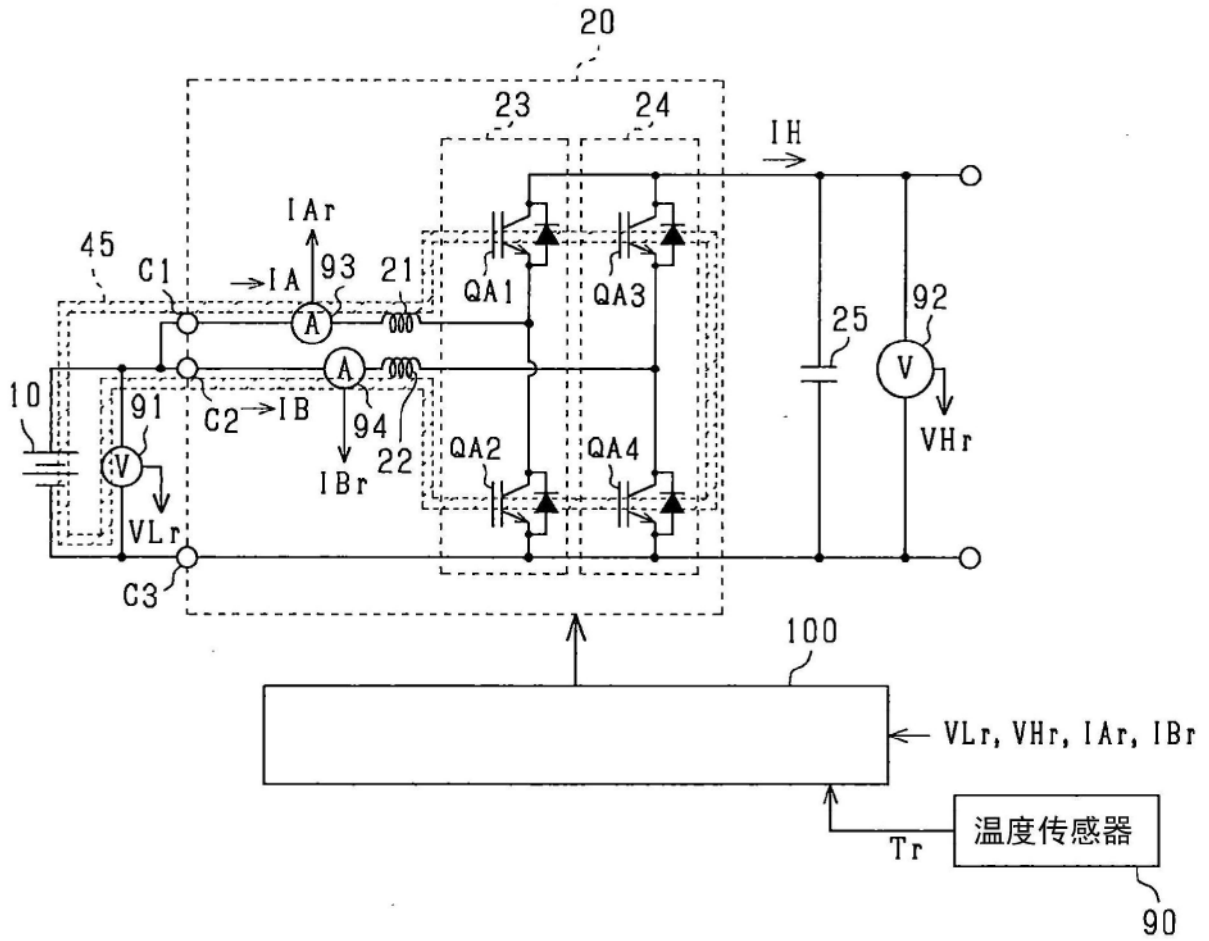


图15

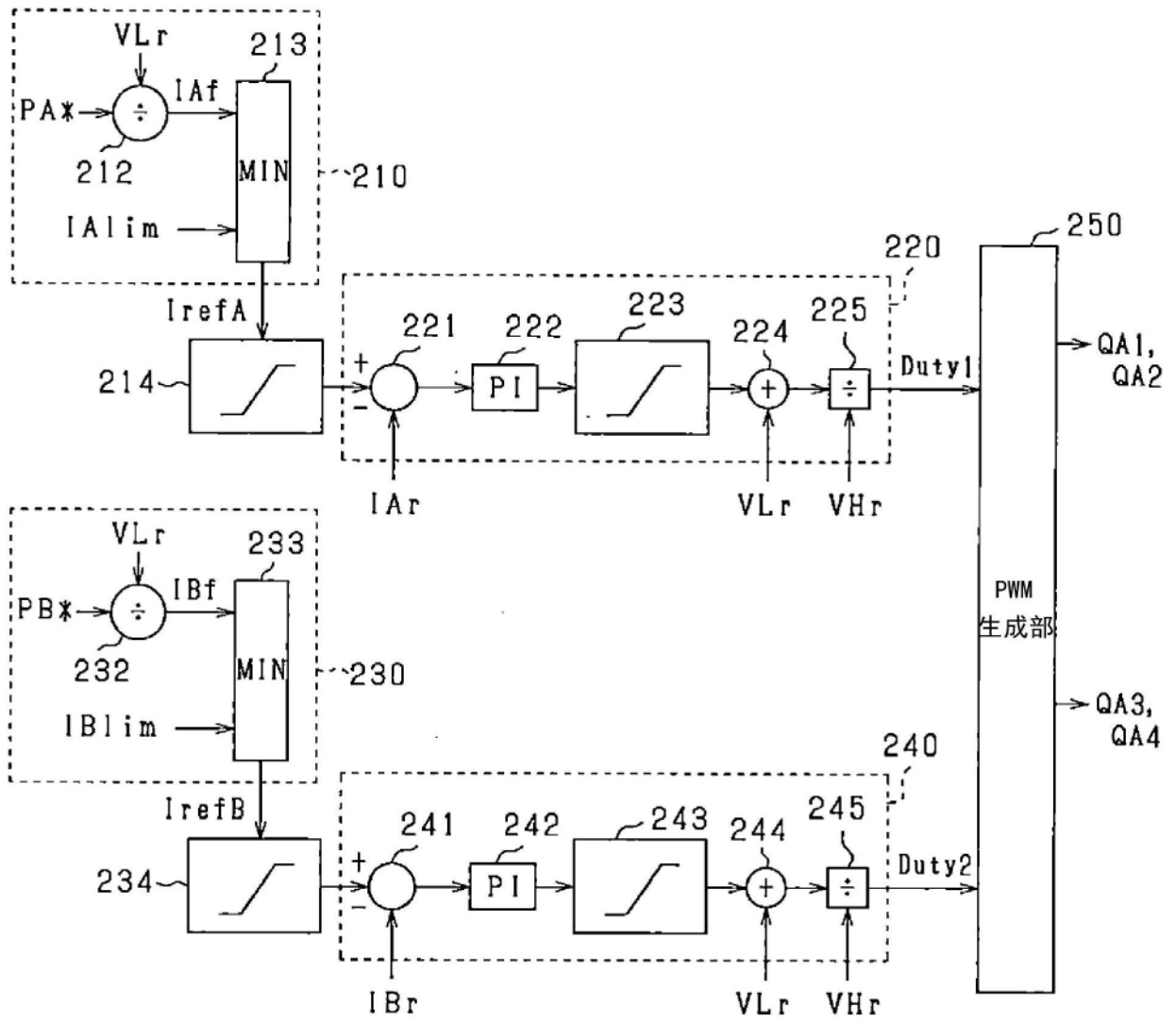


图16

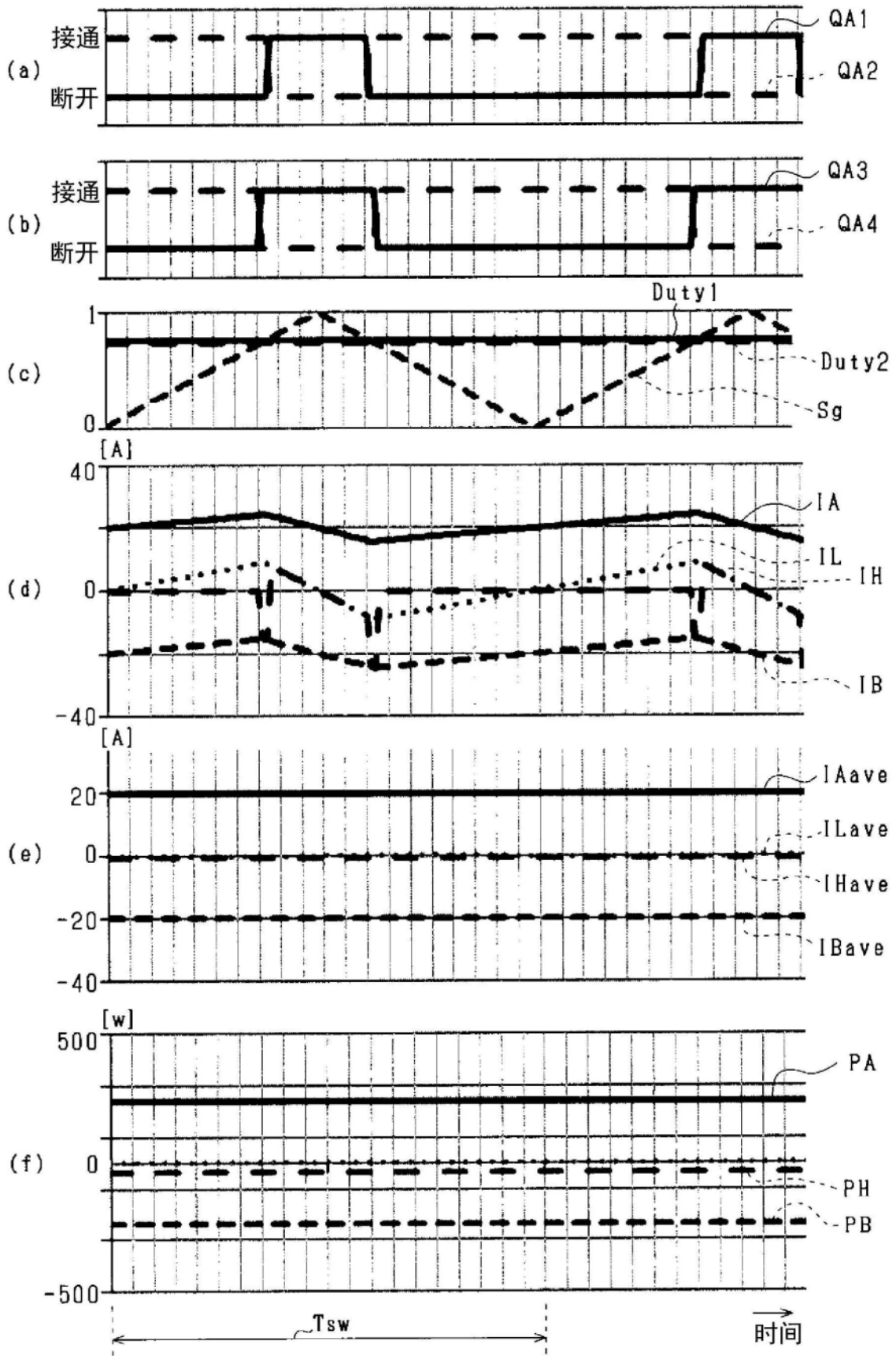


图17

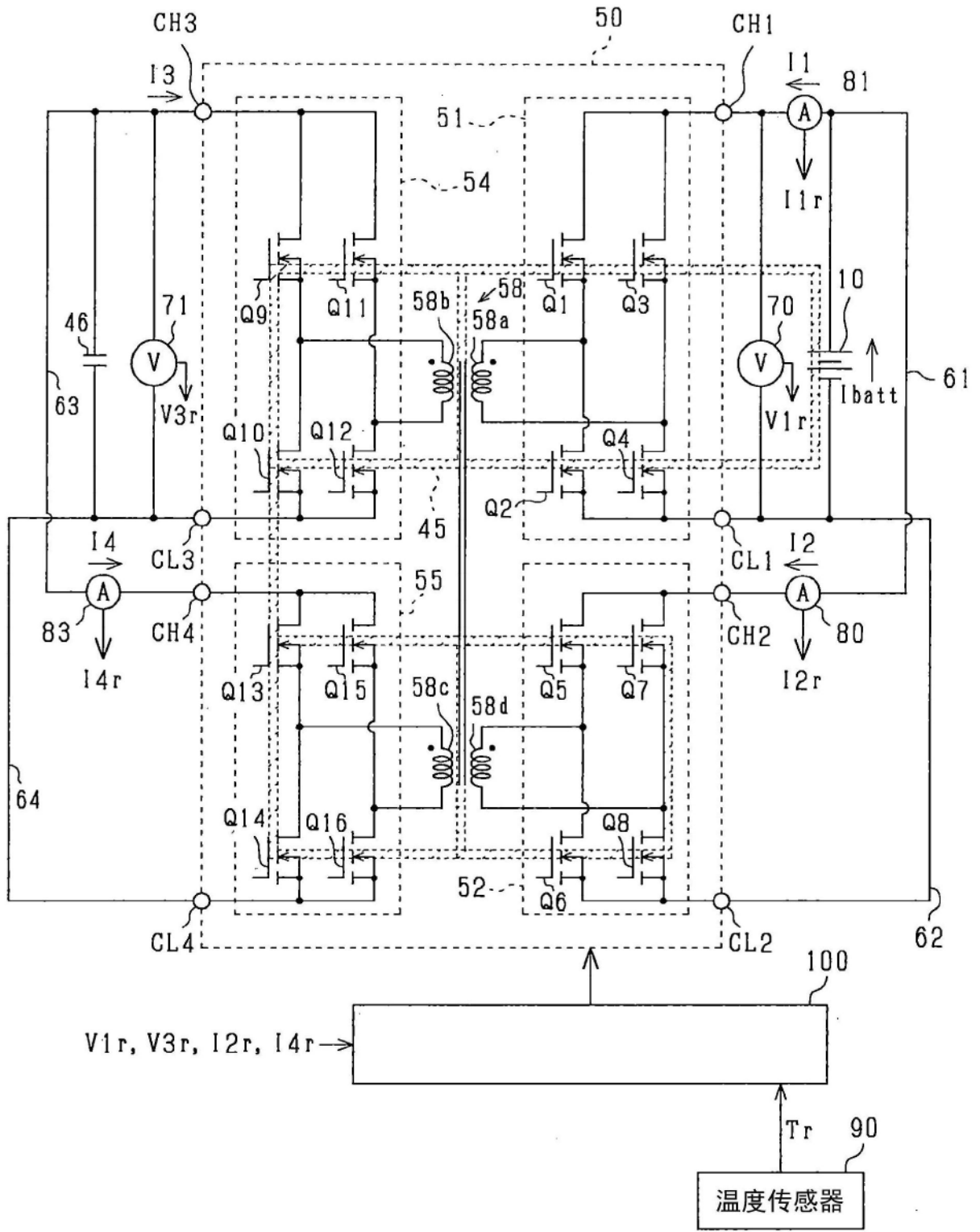


图18

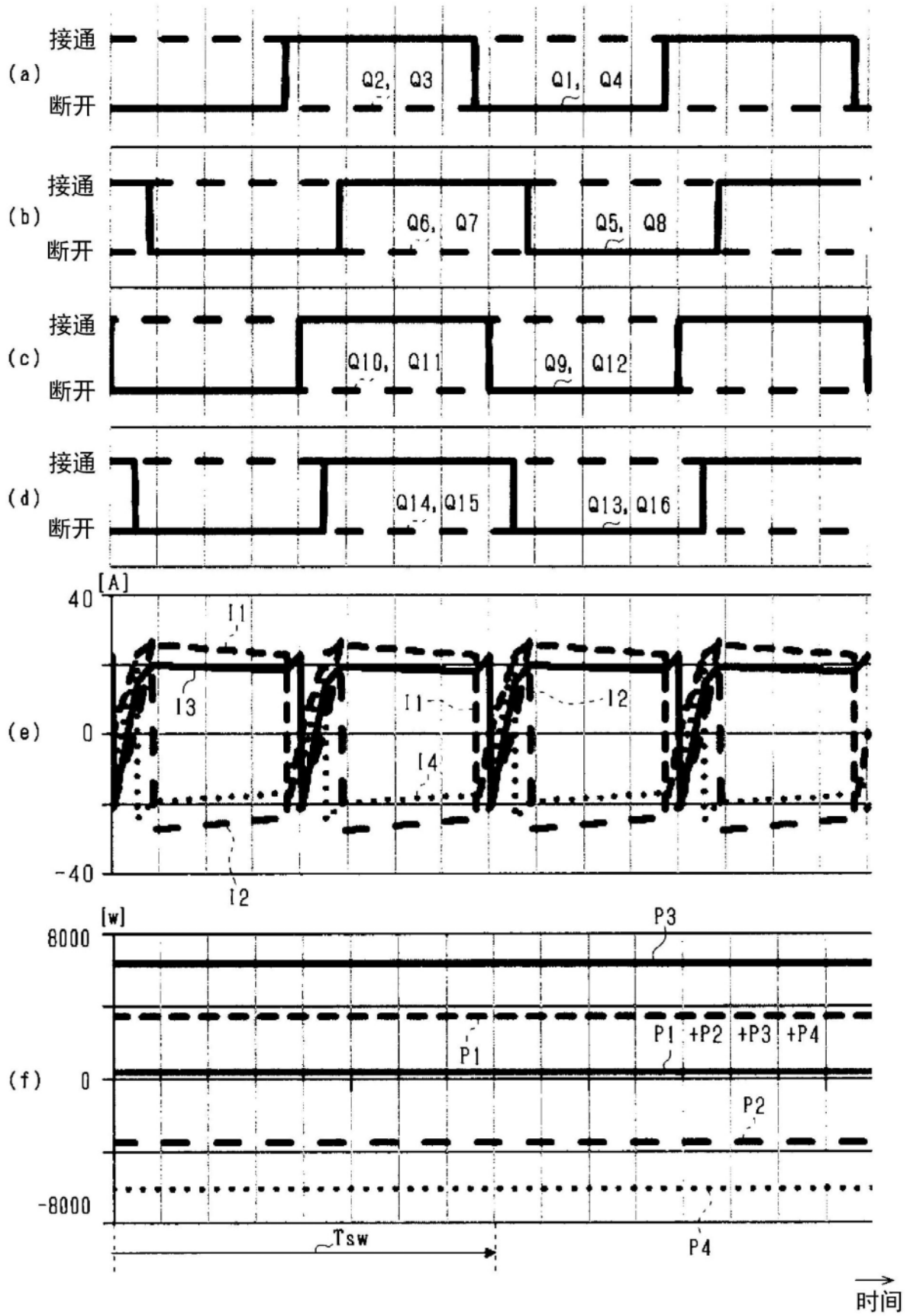


图19

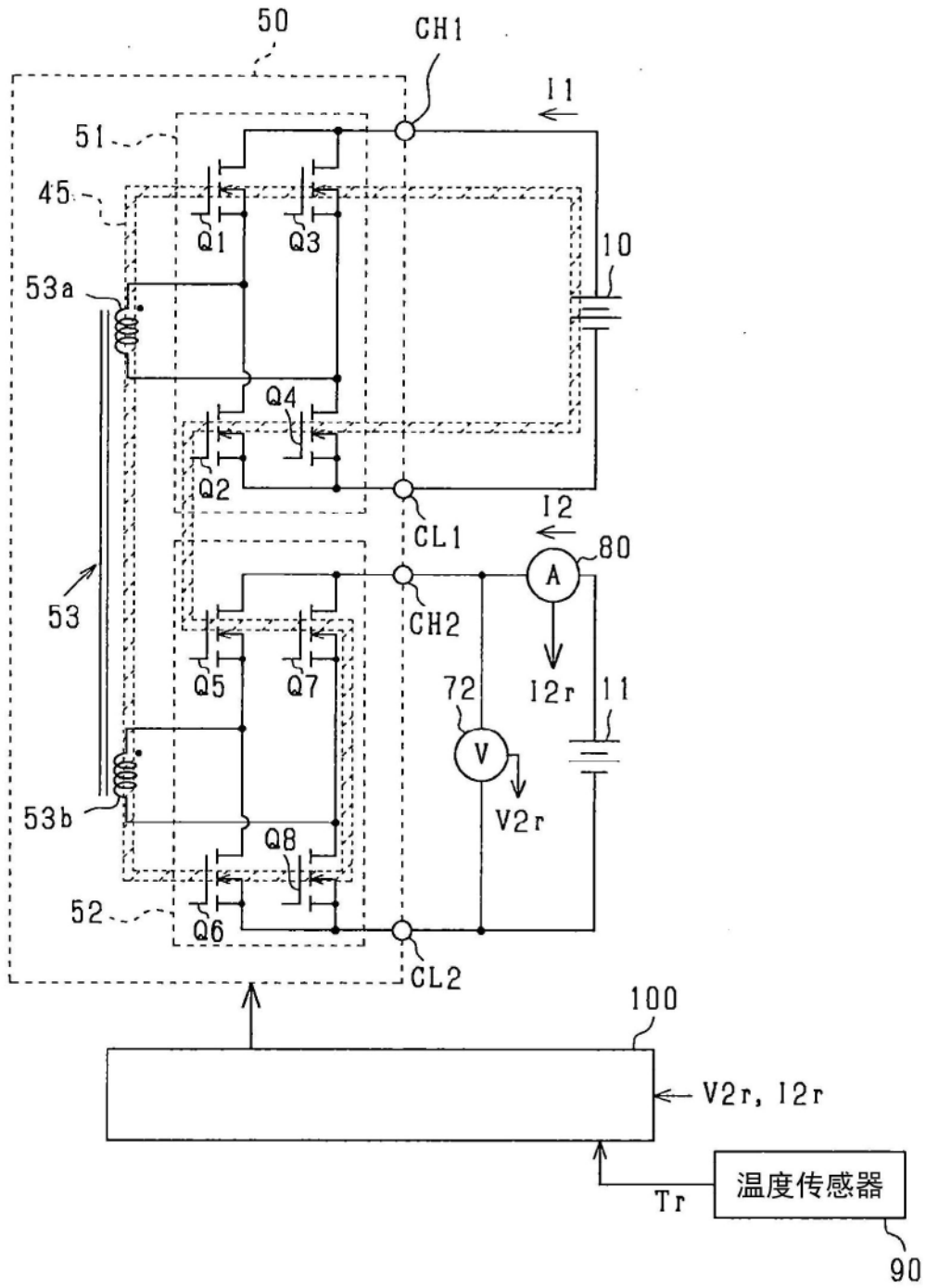


图20

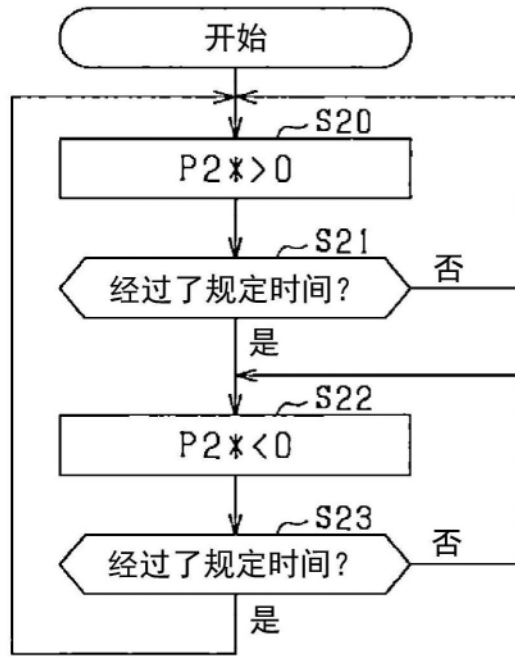


图21

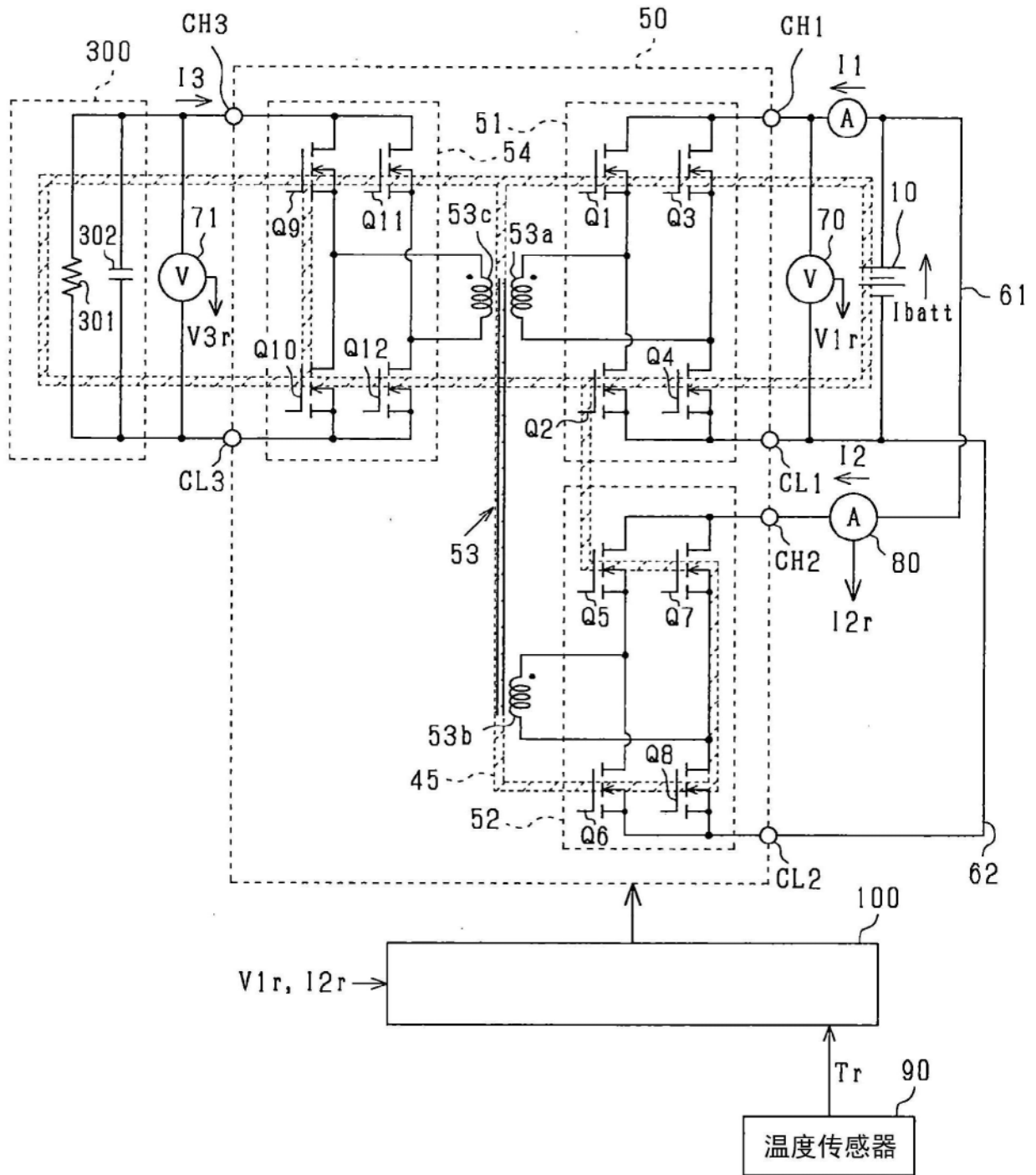


图22

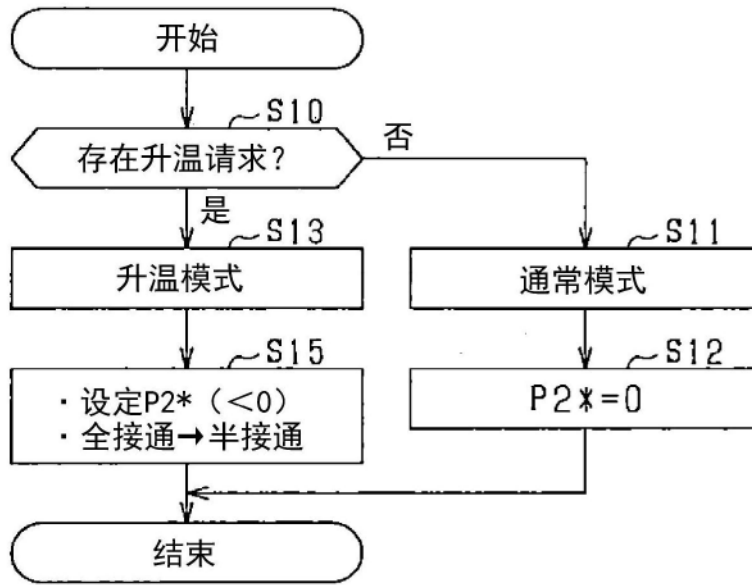


图23