



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 105940601 A

(43)申请公布日 2016.09.14

(21)申请号 201580005901.2

(74)专利代理机构 中科专利商标代理有限责任

(22)申请日 2015.02.23

公司 11021

(30)优先权数据

2014-064654 2014.03.26 JP

代理人 刘慧群

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

(51)Int.Cl.

2016.07.26

H02N 11/00(2006.01)

H01L 35/28(2006.01)

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2015/054993 2015.02.23

(87)PCT国际申请的公布数据

W02015/146411 JA 2015.10.01

(71)申请人 KELK株式会社

地址 日本国神奈川县

(72)发明人 海部宏昌 八马弘邦

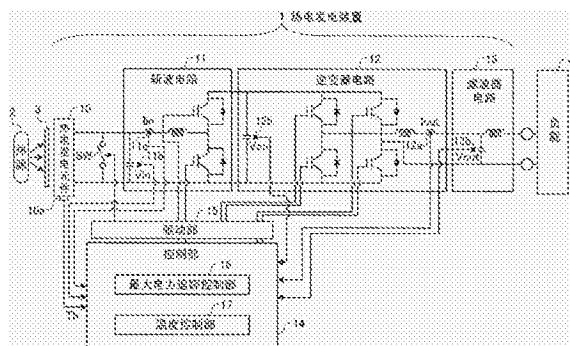
权利要求书1页 说明书6页 附图7页

(54)发明名称

热电发电装置以及热电发电方法

(57)摘要

本发明的目的在于提供一种能够通过简易的构成来延长热电发电元件的寿命的热电发电装置以及热电发电方法。因此，本发明是使用热电发电元件(10)将热能变换为电能来输出的热电发电装置(1)，具备：测量热电发电元件(10)的高温侧温度(T_h)的温度传感器(10a)；以及在高温侧温度(T_h)超过规定温度的情况下，进行使返回到热电发电元件10的电流量增大的控制的温度控制部(17)。温度控制部(7)为了使返回到该热电发电元件(10)的电流量增大，例如使开闭开关(SW)闭合(接通)。



1. 一种热电发电装置，其使用热电发电元件将热能变换为电能来输出，所述热电发电装置的特征在于，具备：

温度测量部，其测量所述热电发电元件的高温侧温度；和

温度控制部，其在所述高温侧温度超过规定温度的情况下，进行使返回到所述热电发电元件的电流量增大的控制。

2. 根据权利要求1所述的热电发电装置，其特征在于，

所述热电发电装置具备对所述热电发电元件的端子间进行开闭的开闭开关，

所述温度控制部在所述高温侧温度超过规定温度的情况下，进行使所述开闭开关闭合的控制。

3. 根据权利要求1所述的热电发电装置，其特征在于，

所述热电发电装置具备电压变换电路，该电压变换电路与所述热电发电元件连接，并使用开关元件对从所述热电发电元件输出的电能进行直流电压变换，

所述温度控制部在所述高温侧温度超过规定温度的情况下，进行增大所述开关元件的占空比来使返回到所述热电发电元件的电流量增大的控制。

4. 根据权利要求1所述的热电发电装置，其特征在于，

所述温度控制部还在从装置的起动时到装置的起动完成的期间，进行使返回到所述热电发电元件的电流量增大的控制。

5. 根据权利要求1所述的热电发电装置，其特征在于，

所述温度测量部测量从所述热电发电元件输出的电流，并根据该电流与所述高温侧温度的关系来测量所述高温侧温度。

6. 根据权利要求1所述的热电发电装置，其特征在于，

所述温度测量部测量所述热电发电元件间的电压，并根据该电压与所述高温侧温度的关系来测量所述高温侧温度。

7. 根据权利要求2所述的热电发电装置，其特征在于，

所述温度测量部、所述开闭开关以及所述温度控制部是在从所述热电发电元件输出的电流超过与所述高温侧温度对应的规定值的情况下使所述热电发电元件的端子间闭合的簧片开关。

8. 根据权利要求1所述的热电发电装置，其特征在于，

多个所述热电发电元件各自并联连接具有仅容许向各热电发电元件的电流输出侧的流动的二极管特性的旁路二极管。

9. 一种热电发电方法，使用热电发电元件将热能变换为电能来输出，所述热电发电方法的特征在于，包括：

温度测量步骤，测量所述热电发电元件的高温侧温度；和

温度控制步骤，在所述高温侧温度超过规定温度的情况下，进行使返回到所述热电发电元件的电流量增大的控制。

热电发电装置以及热电发电方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种能够通过简易的构成来延长热电发电元件的寿命的热电发电装置以及热电发电方法。

背景技术

[0002] 以往,存在通过使用了塞贝克效应的热电发电元件将热能变换为电能的热电发电装置。通过使用该热电发电装置,能够将在工厂、发电站、焚烧炉等过去曾经排出的大量的废热作为电能来进行回收。作为热电发电装置,例如如专利文献1~3所记载的那样,存在基于热电发电元件的电压电流特性在最大电力点或者最佳动作点使其输出的热电发电装置。

[0003] 在先技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1:JP特开2007-5371号公报

[0006] 专利文献2:JP特开2010-41903号公报

[0007] 专利文献3:JP特开2013-55769号公报

发明内容

[0008] 发明要解决的课题

[0009] 另外,对于热电发电元件而言,由于若负载侧成为开路,则电流不会向热电发电元件侧回流,因此不能期待基于珀尔帖效应的元件冷却,而且来自热源的热能不断输入到热电发电元件。结果,热电发电元件存在元件的高温侧温度超过发生元件的特性劣化的上限耐热温度的情况,存在热电发电元件的寿命变短这样的问题。

[0010] 另外,以往,为了防止因超过耐热温度而引起的元件寿命的缩短化,在超过会发生元件的特性劣化的上限耐热温度的情况下,以物理的方式使热电发电元件从热源隔离开,通过自然散热来降低热电发电元件的温度。因此,现有的热电发电装置需要追加用于以物理的方式将热电发电元件热源隔离开的机械结构,装置复杂并且不得不大型化。

[0011] 本发明鉴于上述问题而作,其目的在于,提供一种能够通过简易的构成来延长热电发电元件的寿命的热电发电装置以及热电发电方法。

[0012] 用于解决课题的手段

[0013] 为了解决上述课题,并达成目的,本发明所涉及的热电发电装置是使用热电发电元件将热能变换为电能来输出的热电发电装置,其特征在于,具备:温度测量部,其对所述热电发电元件的高温侧温度;和温度控制部,其在所述高温侧温度超过规定温度的情况下,进行使返回到所述热电发电元件的电流量增大的控制。

[0014] 此外,本发明所涉及的热电发电装置的特征在于,在上述的发明中,具备对所述热电发电元件的端子间进行开闭的开闭开关,所述温度控制部在所述高温侧温度超过规定温度的情况下,进行使所述开闭开关闭合的控制。

[0015] 此外,本发明所涉及的热电发电装置的特征在于,在上述的发明中,具备电压变换

电路，该电压变换电路与所述热电发电元件连接，并使用开关元件对从所述热电发电元件输出的电能进行直流电压变换，所述温度控制部在所述高温侧温度超过规定温度的情况下，进行增大所述开关元件的占空比来使返回到所述热电发电元件的电流量增大的控制。

[0016] 此外，本发明所涉及的热电发电装置的特征在于，在上述的发明中，所述温度控制部还在从装置的起动时到装置的起动完成的期间，进行使返回到所述热电发电元件的电流量增大的控制。

[0017] 此外，本发明所涉及的热电发电装置的特征在于，在上述的发明中，所述温度测量部测量从所述热电发电元件输出的电流，并根据该电流与所述高温侧温度的关系来测量所述高温侧温度。

[0018] 此外，本发明所涉及的热电发电装置的特征在于，在上述的发明中，所述温度测量部测量所述热电发电元件间的电压，并根据该电压与所述高温侧温度的关系来测量所述高温侧温度。

[0019] 此外，本发明所涉及的热电发电装置的特征在于，在上述的发明中，所述温度测量部、所述开闭开关以及所述温度控制部是在从所述热电发电元件输出的电流超过与所述高温侧温度对应的规定值的情况下使所述热电发电元件的端子间闭合的簧片开关。

[0020] 此外，本发明所涉及的热电发电装置的特征在于，在上述的发明中，多个所述热电发电元件各自并联连接具有仅容许向各热电发电元件的电流输出侧的流动的二极管特性的旁路二极管。

[0021] 此外，本发明所涉及的热电发电方法是使用热电发电元件将热能变换为电能来输出的热电发电方法，其特征在于，包括：温度测量步骤，测量所述热电发电元件的高温侧温度；和温度控制步骤，在所述高温侧温度超过规定温度的情况下，进行使返回到所述热电发电元件的电流量增大的控制。

[0022] 根据本发明，温度控制部在高温侧温度超过规定温度的情况下，进行使返回到热电发电元件的电流量增大的控制，因此能够通过简易的构成来延长热电发电元件的寿命。

附图说明

[0023] 图1是表示作为本发明的实施方式1的热电发电装置的构成的框图。

[0024] 图2是表示图1所示的热电发电元件的详细构成的电路图。

[0025] 图3是表示图1所示的温度控制部的温度控制处理的一例的时序图。

[0026] 图4是表示从起动时到起动完成的开闭开关的开闭控制的时序图。

[0027] 图5是表示温度控制部的温度控制处理步骤的流程图。

[0028] 图6是表示高温侧温度与电流的关系的图。

[0029] 图7是表示高温侧温度与电压的关系的图。

[0030] 图8是表示测量热电发电元件的端子间电压的电路的一例的图。

[0031] 图9是表示作为本发明的实施方式2的簧片开关的构成的图。

[0032] 图10是表示作为本发明的实施方式3的热电发电装置的构成的框图。

具体实施方式

[0033] 以下，参照附图来说明用于实施本发明的方式。

[0034] (实施方式1)

[0035] [整体构成]

[0036] 图1是表示作为本发明的实施方式1的热电发电装置的构成的框图。如图1所示，热电发电装置1具有热电发电元件10。热电发电元件10例如由BiTe系热电材料形成，在高温侧温度280°C、低温侧温度30°C的温度差下具有约1W/cm²的输出密度。在热电发电元件10的高温侧，连接暂时蓄积从热源2提供的热能的热传导体3，热能经由该热传导体3被传导到热电发电元件10。

[0037] 如图2所示，热电发电元件10由多个热电发电元件SU1～SU3串联连接而输出所希望的电压。此外，在各热电发电元件SU1～SU3，分别并联连接仅容许热电发电元件的电流输出方向的通电的旁路二极管D1～D3。旁路二极管D1～D3在各自并联连接的热电发电元件SU1～SU3出现了发电能力的下降、损伤的情况下使电流旁通。例如，在热电发电元件SU2出现了发电能力的下降、损伤的情况下，该热电发电元件SU2成为电阻而消耗其他热电发电元件SU1、SU3所输出的电能，在最差的情况下，会不流动输出电流。在该情况下，其他热电发电元件SU1、SU3所输出的电能会经由旁路二极管D2而输出。即，即使在热电发电元件SU1～SU3出现了发电能力的下降、损伤，也能够通过旁路二极管D1～D3使电流旁通，能够担保健全的其他热电发电元件SU1～SU3所执行的动作。

[0038] 在热电发电元件10的两端连接开闭开关SW，并且在其后段依次连接斩波电路11、逆变器电路12、滤波器电路13。如后所述，在热电发电元件10的高温侧温度超过上限规定温度的情况下或者在热电发电装置1的起动时到起动完成的期间中，开闭开关SW成为接通(ON)状态，使电流回流至热电发电元件10，通过珀尔帖效应来降低热电发电元件10的温度。

[0039] 斩波电路11是将从热电发电元件10提供的电压变换为希望电压的DC-DC转换器。逆变器电路12是将从斩波电路11输入的直流电压变换为交流电压的DC-AC逆变器。滤波器电路13是将从逆变器电路12输入的交流电压通过LC滤波器波形整形为正弦波来输出到电动机等负载4。另外，图1所示的逆变器电路12从直流电压生成了2相交流电压。

[0040] 此外，控制部14基于温度传感器10a所检测的高温侧温度Th、斩波电路11的电流检测传感器11a所检测的输入电流Iin、斩波电路11的电压检测传感器11b所检测的输入电压Vin、逆变器电路12的电压检测传感器12b所检测的输入电压Vco、逆变器电路12的电流检测传感器12a所检测的输出电流Iout、滤波器电路13的电压检测传感器13b所检测的输出电压Vout，经由驱动部15，来进行开闭开关SW、斩波电路11以及逆变器电路12内的开关元件的接通/断开(ON/OFF)控制。

[0041] 控制部14内的最大电力追踪控制部16进行追踪控制，使得在使热电发电元件10输出的电动势最大化的最大电力点进行动作。

[0042] [温度控制的概要]

[0043] 另一方面，控制部14内的温度控制部17在温度传感器10a所检测的高温侧温度Th超过上限规定温度的情况下，进行使开闭开关SW接通的控制。具体而言，在从超过上限规定温度Ta起到成为下限规定温度Tc为止的期间，接通开闭开关SW。

[0044] 如图3所示，在时间点t1之前的期间，输入热量Q固定在值Q1，这期间的电流Iin也在值I1成为恒流。此外，此时的高温侧温度Th也维持固定的高温侧温度Th1。在该时间点t1之前的期间，由于高温侧温度Th1为上限规定温度Ta以下，因此开闭开关SW成为断开状态。

[0045] 若在时间点t1输入热量Q从值Q1增大至值Q2，则电流I_{in}以及高温侧温度Th也根据输入热量Q的增大而增大。在此，若高温侧温度Th在时间点t2超过上限规定温度Ta，则温度控制部17优先于最大电力追踪控制部16的控制，使开闭开关SW接通。由此，电流I_{in}通过经由开闭开关SW的电流的回流而一下增大至电流I₂，由于该电流I_{in}的电流增大，从而热电发电元件10中的珀尔帖效应也一下增大，高温侧温度Th逐渐下降。然后，高温侧温度Th在温度Tb固定。在图3中，在时间点t3开闭开关SW也保持接通的状态。

[0046] 然后，若在时间点t3输入热量Q从值Q2减少至值Q3，则电流I_{in}以及高温侧温度Th也逐渐减少。然后，若在时间点t4高温侧温度Th成为下限规定温度Tc以下，则温度控制部17使开闭开关SW从接通成为断开。

[0047] 以此方式，温度控制部17进行如下控制：在高温侧温度Th超过上限规定温度Ta的情况下使开闭开关SW接通，然后在成为下限规定温度Tc以下的情况下使开闭开关SW断开。

[0048] 在该实施方式1中，通过温度控制部17进行上述的温度控制，从而能够将超过使热电发电元件10发生特性劣化的上限耐热温度例如图3所示的高温侧温度Th2的情况下防患于未然，因此能够通过简易的构成来延长热电发电元件10的寿命。

[0049] 另外，上述温度控制部17的温度控制是以处于热电发电装置1进行起动后稳定动作的状态为前提的。在热电发电装置1起动到起动完成的期间，斩波电路11、逆变器电路12的开关元件为断开状态，从热电发电元件10侧看向斩波电路11侧的电路成为开路(open)。此时，若在热电发电元件10存在输入热量Q，则看向斩波电路11侧的电路为开路，没有向热电发电元件10侧的回流电流，因而在热电发电元件10不发生珀尔帖效应，热电发电元件10得不到冷却而持续温度上升。在该情况下，由于温度控制部17也处于起动中，因此在输入热量Q非常大的情况下，有时在起动完成之前的期间高温侧温度Th会超过上限规定温度Ta。

[0050] 因此，在该实施方式1中，温度控制部17在从起动到起动完成的期间，进行使开闭开关SW接通的控制。即，如图4所示，在从起动的时间点t0到起动完成的时间点t11的期间(At1)，使开闭开关SW接通。然后，经过时间点t11后，控制部14由于使斩波电路11、逆变器电路12的开关元件接通/断开，因此使开闭开关SW断开。然后，在时间点t2，高温侧温度Th超过上限规定温度Ta的情况下，使开闭开关SW接通。具体而言，温度控制部17在电源断开后使开闭开关SW接通，并维持该状态。

[0051] [温度控制处理]

[0052] 在此，参照图5所示的流程图来说明温度控制部17的温度控制处理。如图5所示，将控制部14接通电源，首先温度控制部17判断是否已经起动完成(步骤S101)。在未起动完成的情况下(步骤S101，“否”)下，使开闭开关SW维持接通不变(步骤S102)，反复进行步骤S101的判断处理。另一方面，在起动完成的情况下(步骤S101，“是”)下，使开闭开关SW断开(步骤S103)。

[0053] 然后，判断温度传感器10a所检测的高温侧温度Th是否超过了上限规定温度Ta(步骤S104)。在高温侧温度Th未超过上限规定温度Ta的情况下(步骤S104，“否”)下，反复步骤S104的判断处理。另一方面，在高温侧温度Th超过了上限规定温度Ta的情况下(步骤S104，“是”)下，使开闭开关SW接通(步骤S105)，增加向热电发电元件10侧的回流电流来进行基于珀尔帖效应的热电发电元件10的冷却。

[0054] 然后，判断高温侧温度Th是否成为下限规定温度Tc以下(步骤S106)。在高温侧温

度 T_h 未成为下限规定温度 T_c 以下的情况(步骤S106,“否”)下,反复该步骤S106的判断处理。另一方面,在高温侧温度 T_h 成为了下限规定温度 T_c 以下的情况(步骤S106,“是”)下,使开闭开关SW断开(步骤S107),减少向热电发电元件10侧的回流电流来抑制基于珀尔帖效应的热电发电元件10的冷却,使最大电力追踪控制部16进行有效的最大电力追踪控制。

[0055] 然后,判断是否电源断开(步骤S108)。在并非电源断开的情况(步骤S108,“否”)下,转移至步骤S104,进行上述的稳态时的温度控制处理。另一方面,在电源断开的情况(步骤S108,“是”)下,使开闭开关SW接通(步骤S109),结束本处理。通过该步骤S109的开闭开关SW的接通,从而在下次起动时,开闭开关SW会维持接通状态。

[0056] [温度传感器的代替方法]

[0057] 另外,在上述实施方式1中,温度控制部17基于温度传感器10a所检测出的高温侧温度 T_h 来进行了开闭开关SW的接通/断开控制。在此,如图6所示,高温侧温度 T_h 与电流 I_{in} 具有线性关系。因此,能够基于该关系,通过计测电流 I_{in} 来获知高温侧温度 T_h 。因此,在该情况下,能够不设置温度传感器10a而对电流检测传感器11a所检测的输入电流 I_{in} 进行计测来求取高温侧温度 T_h 。

[0058] 同样地,如图7所示,高温侧温度 T_h 与电压 V_{in} 具有线性关系。因此,能够基于该关系,通过计测电压 V_{in} 来获知高温侧温度 T_h 。因此,在该情况下,能够不设置温度传感器10a而对电压检测传感器11b所检测的输入电压 V_{in} 进行计测来求取高温侧温度 T_h 。

[0059] 另外,也可以不计测电压检测传感器11b所检测的输入电压 V_{in} ,而如图8所示,使用电压计10b来直接计测电压 V_{in} 。在该情况下,优选为将电阻R1设为较大的值例如数100k Ω 并将电阻R2设为较小的值例如数k Ω 来进行分压,将电压计10b的位置处的电压进行降压来计测。

[0060] 此外,在上述实施方式1中,在超过了上限规定温度 T_a 之后变为下限规定温度 T_c 之前进行使开闭开关SW接通的具有磁滞特性的开关动作控制来防止了开闭开关SW的震动,但并不限于此,也可以仅在超过了上限规定温度 T_a 时,进行使开闭开关SW接通的温度控制。

[0061] (实施方式2)

[0062] 在上述实施方式1中,基于温度传感器10a所检测出的高温侧温度 T_h ,由温度控制部17对开闭开关SW进行开闭控制。相对于此,在该实施方式2中,使用了将温度传感器10a和温度控制部17以及开闭开关SW一体化的簧片开关SW1。

[0063] 如图9所示,簧片开关SW1在与线圈5中流动的电流强度相应的磁场超过了规定值的情况下接通开关6。如图6所示,开关6变为接通时的线圈5中流动的电流值是与实施方式1中的上限规定温度 T_a 对应的电流值即可。另外,该情况下的温度控制仅在超过了上限规定温度 T_a 时簧片开关SW1会接通。

[0064] (实施方式3)

[0065] 在上述实施方式1中,通过使用开闭开关SW来控制向热电发电元件10的回流电流的增减,从而进行了热电发电元件10的温度控制。相对于此,在该实施方式3中,如图10所示,不使用开闭开关SW,温度控制部27在温度传感器10a所检测出的高温侧温度 T_h 超过了上限规定温度 T_a 的情况下,将斩波电路11、逆变器电路12的开关元件的占空比设得比最大电力追踪控制部16的通常控制时的占空比大,增大向热电发电元件10侧的回流电流来冷却热电发电元件10。即,在本实施方式3中,将热电发电元件10的冷却包含在斩波电路11、逆变器

电路12的开关元件的PWM(Pulse Width Modulation,脉冲宽度调制)控制内来进行。

[0066] 此外,在从起动时到起动完成的期间,优选为将各开关元件设定为导通状态或者设定为较大的占空比。

[0067] 另外,在上述实施方式1~3中,将使用交流电源的设备作为负载4,设置了逆变器电路12以及滤波器电路13,但并不限于此,也可以将使用直流电源的设备作为负载4。在该情况下,不需要逆变器电路12以及滤波器电路13。此外,在该情况下,也可以将负载4设为蓄电池。

[0068] 此外,该实施方式1~3,换言之,所有实施方式均在从起动时到起动完成为止以及稳态运转时,从热电发电元件10观察负载4侧的电路始终不成为开路。即,将因电路成为开路而引起的热电发电元件10的超过上限规定温度Ta的温度上升防患于未然。

[0069] 符号说明

[0070]	1	热电发电装置
[0071]	2	热源
[0072]	3	热传导体
[0073]	4	负载
[0074]	5	线圈
[0075]	6	开关
[0076]	10	热电发电元件
[0077]	10a	温度传感器
[0078]	10b	电压计
[0079]	11	斩波电路
[0080]	11a、12a	电流检测传感器
[0081]	11b、12b、13b	电压检测传感器
[0082]	12	逆变器电路
[0083]	13	滤波器电路
[0084]	14	控制部
[0085]	15	驱动部
[0086]	16	最大电力追踪控制部
[0087]	17、27	温度控制部
[0088]	D1~D3	旁路二极管
[0089]	Iin	电流
[0090]	Vin	电压
[0091]	R1、R2	电阻
[0092]	SW	开闭开关
[0093]	SW1	簧片开关
[0094]	Ta	上限规定温度
[0095]	Tc	下限规定温度
[0096]	Th	高温侧温度

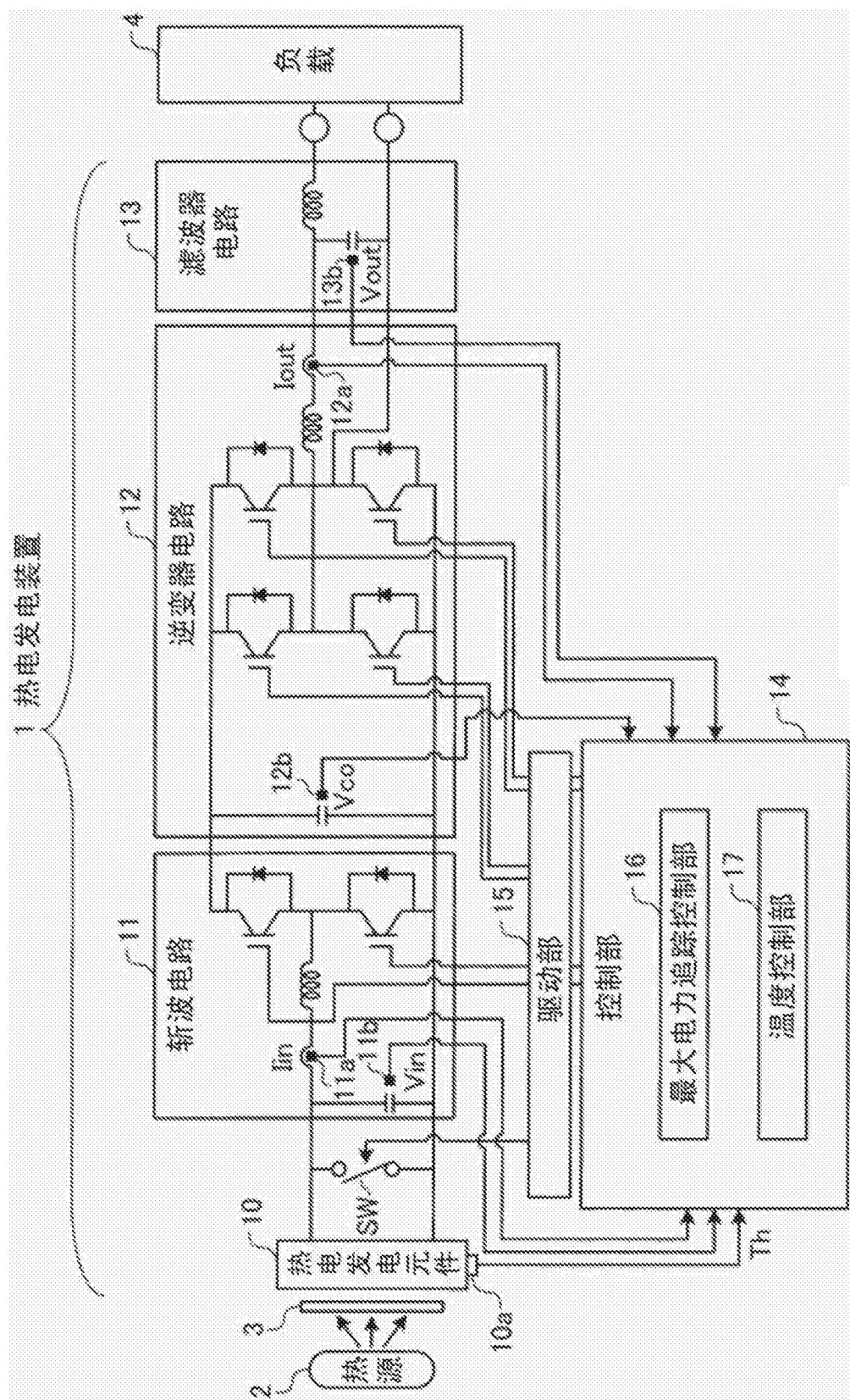


图1

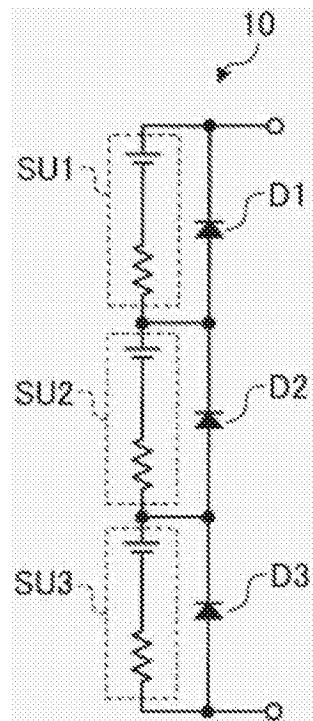


图2

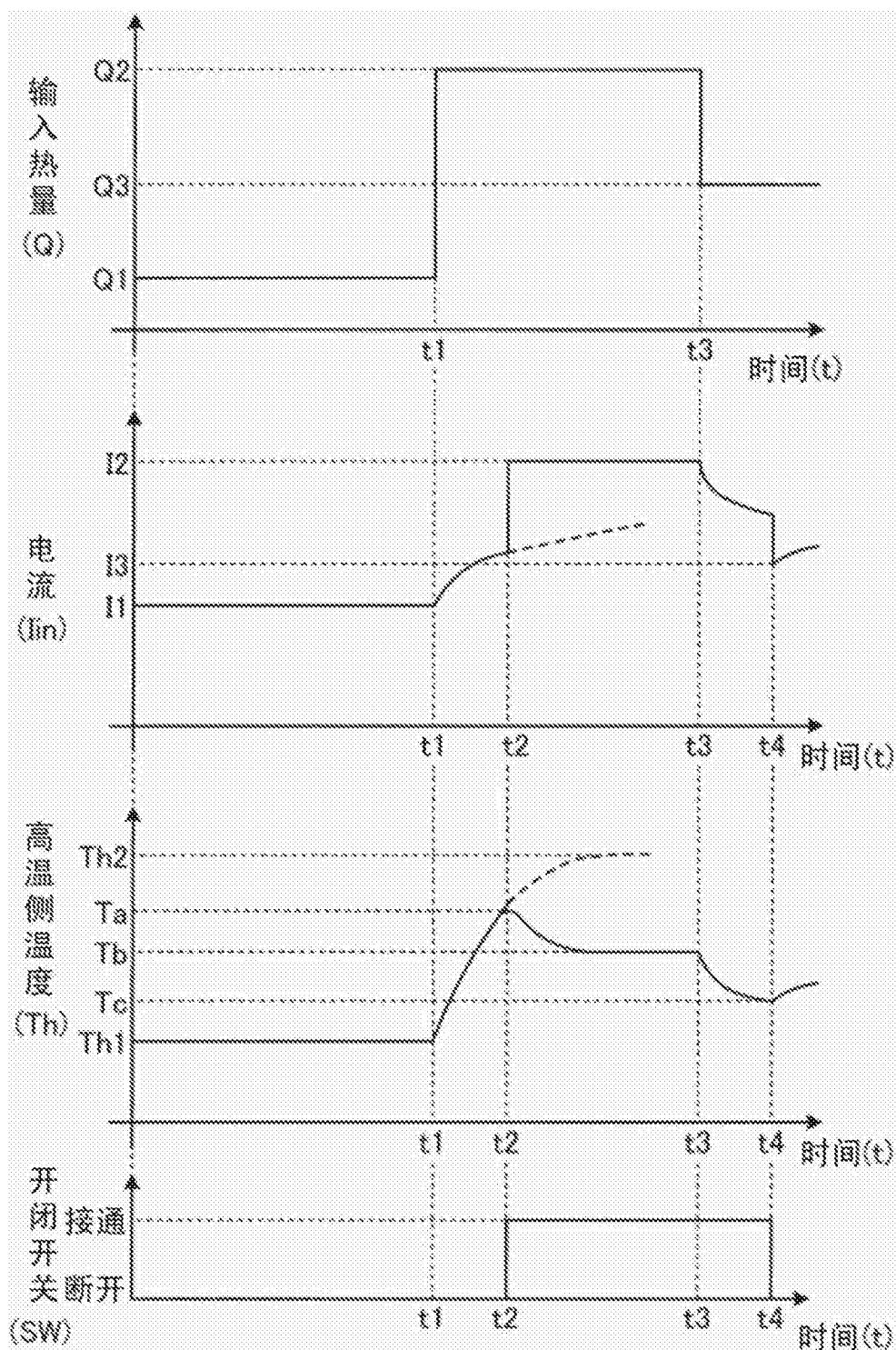


图3

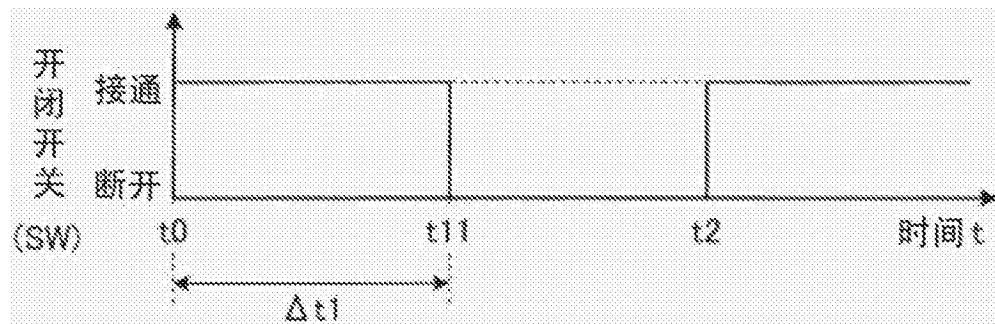


图4

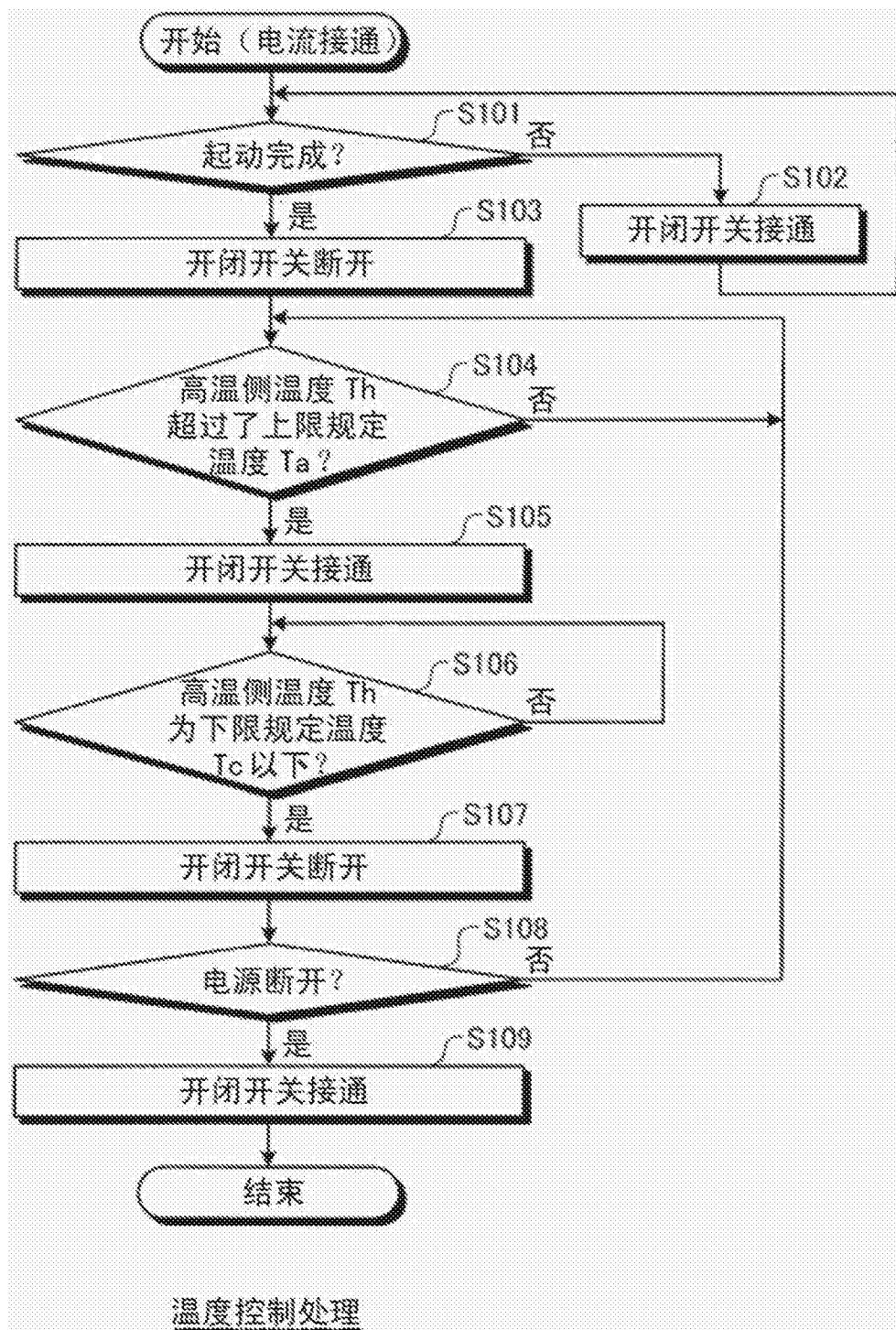


图5

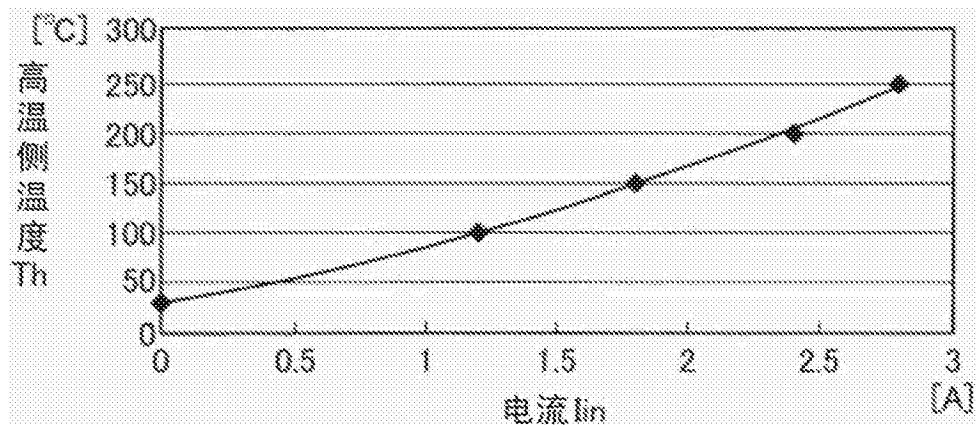


图6

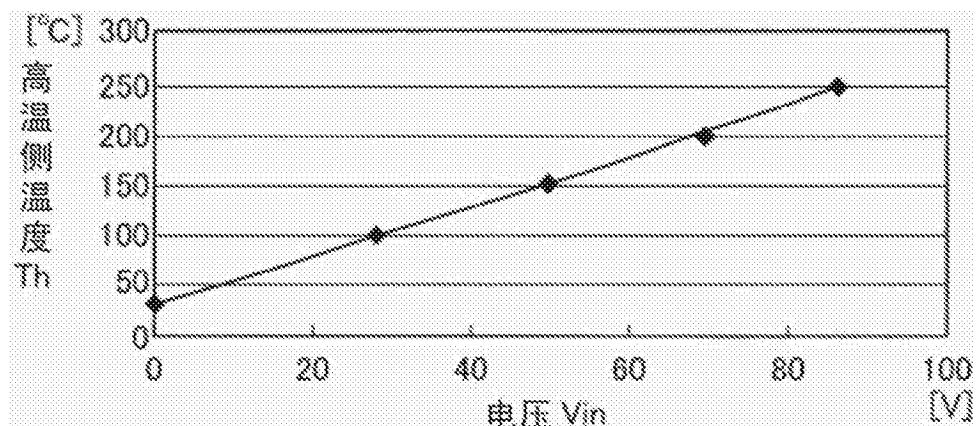


图7

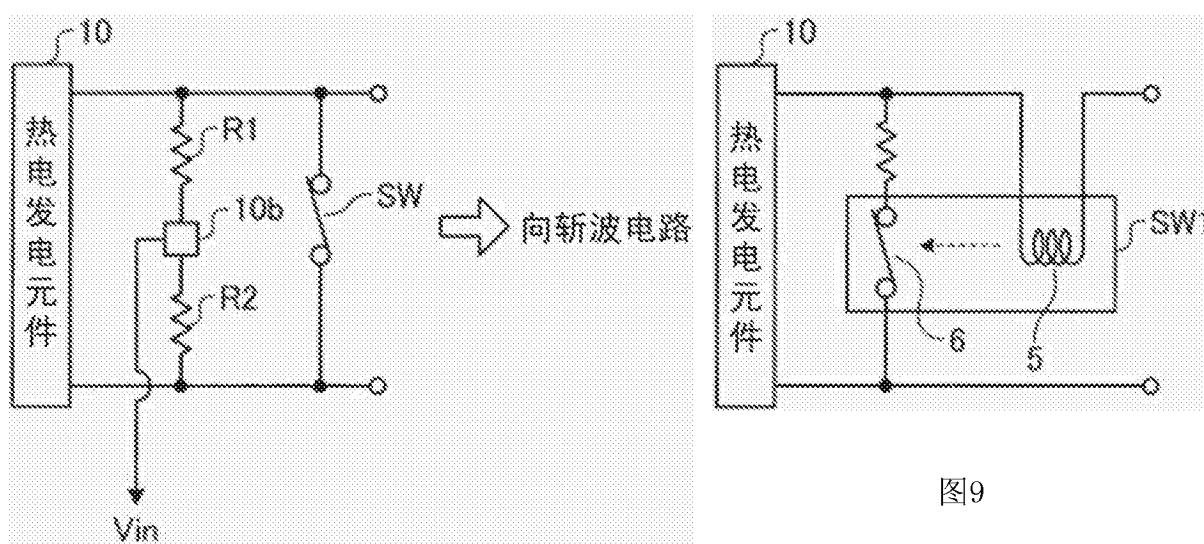


图8

图9

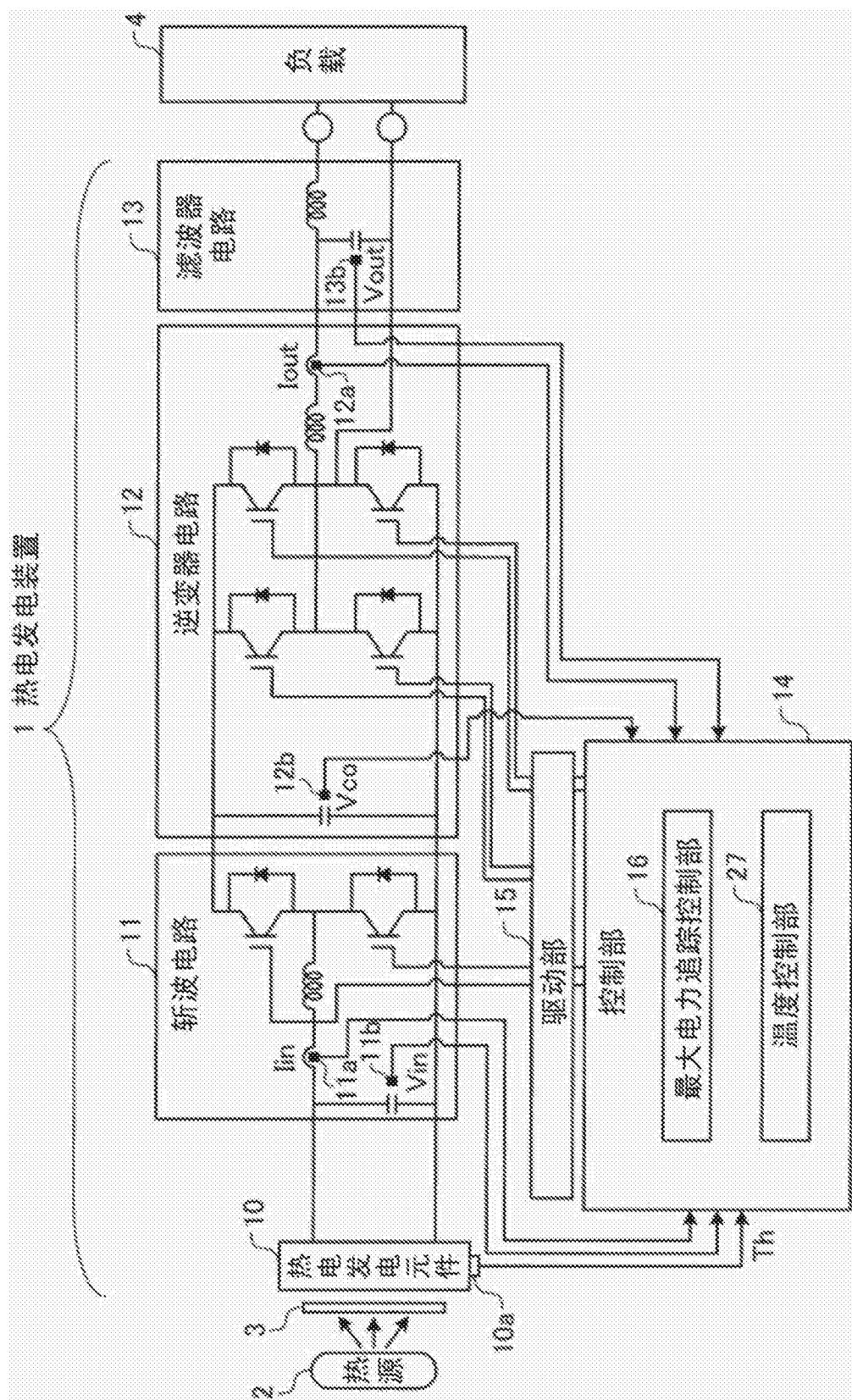


图10