

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101860066 A

(43) 申请公布日 2010. 10. 13

(21) 申请号 201010140459. 3

(22) 申请日 2010. 03. 26

(30) 优先权数据

2009-090983 2009. 04. 03 JP

(71) 申请人 索尼公司

地址 日本东京

(72) 发明人 高桥司 佐藤文哉

(74) 专利代理机构 北京康信知识产权代理有限

责任公司 11240

代理人 余刚 吴孟秋

(51) Int. Cl.

H02J 7/04 (2006. 01)

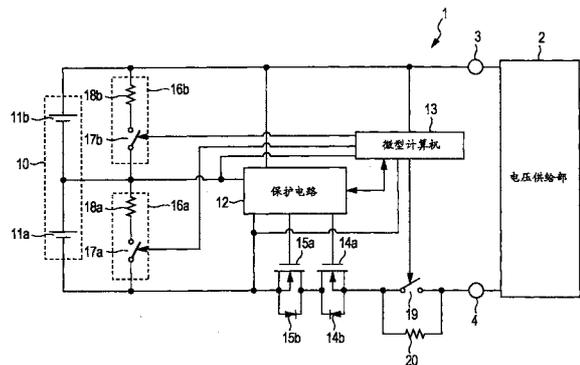
权利要求书 3 页 说明书 26 页 附图 40 页

(54) 发明名称

电池组以及充电方法

(57) 摘要

本发明提供了一种电池组以及充电方法, 该电池组包括一个或相互连接的多个二次电池; 正极端子和负极端子, 连接外部设备; 可变电阻部, 连接在二次电池的正极和正极端子之间或二次电池的负极和负极端子之间并且其电阻值可变; 电池电压测量部, 用于测量二次电池电压; 以及控制部, 用于基于电池电压测量部的测量结果控制可变电阻部的电阻值。



1. 一种电池组,包括:

一个或互相连接的多个二次电池;

正极端子和负极端子,连接外部设备;

可变电阻部,连接在所述二次电池的正极和所述正极端子之间或所述二次电池的负极和所述负极端子之间,并且电阻值可变;

电池电压测量部,用于测量所述二次电池的电压;以及控制部,用于基于所述电池电压测量部的测量结果控制所述可变电阻部的电阻值。

2. 一种电池组,包括:

一个或互相连接的多个二次电池;

正极端子和负极端子,连接外部设备;

第一开关,连接在所述二次电池的正极和所述正极端子之间或所述二次电池的负极和所述负极端子之间;

第一电阻部,与所述第一开关并联连接;

电池电压测量部,用于测量所述二次电池的电压;以及控制部,用于基于所述电池电压测量部的测量结果控制所述第一开关的断开状态和接通状态。

3. 一种电池组,包括:

一个或互相连接的多个二次电池;

正极端子和负极端子,连接外部设备;

第一开关,连接在所述二次电池的正极和所述正极端子之间或所述二次电池的负极和所述负极端子之间;

第一电阻部,与所述第一开关并联连接;

电池电压测量部,用于测量所述二次电池的电压;以及控制部,用于基于所述电池电压测量部的测量结果控制所述第一开关的断开状态和接通状态;

其中,当所述一个或多个二次电池的至少一个的电压大于等于预定的第一充电上限电池电压的时候,所述控制部将所述第一开关切换至断开状态以使充电电流经由所述第一电阻部而流至所述二次电池,所述充电电流是从连接到所述正极端子和所述负极端子的外部电压供给部提供的。

4. 根据权利要求 1、2 或 3 所述的电池组,还包括:

电流检测电阻部,连接在所述二次电池的正极和所述正极端子之间或所述二次电池的负极和所述负极端子之间;以及电压测量部,用于测量所述电流检测电阻部两端的电压以检测电流;

其中,在所述电流检测电阻部连接在所述二次电池的正极和所述正极端子之间的情况下,用于检测电流的所述电压测量部将所述电流检测电阻部中的所述二次电池的正极侧的端子的电压设定为基准电位;

其中,在所述电流检测电阻部连接在所述二次电池的负极和所述负极端子之间的情况下,用于检测电流的所述电压测量部将所述电流检测电阻部中的所述负极端子侧的端子的电压设定为基准电位;

其中,在所述电流检测电阻部两端的电压大于等于预定的充电判断电压的情况下,用于检测电流的所述电压测量部判断正在充电;

其中,在所述电流检测电阻部两端的电压小于预定的充电判断电压的情况下,用于检测电流的所述电压测量部判断未进行充电;以及

其中,作为判断的结果,在充电的情况下,执行所述控制部的控制。

5. 根据权利要求 1、2 或 3 所述的电池组,其中

所述电池电压测量部在每个预定周期测量所述一个或多个二次电池的电压两次以上;

在从在预定时间测量的所述二次电池的电压中减去一个周期前测量的所述二次电池的电压而计算出的值为正值的情况下,所述电池电压测量部判断正在充电;

在从在预定时间测量的所述二次电池的电压中减去一个周期前测量的所述二次电池的电压而计算出的值为负值的情况下,所述电池电压测量部判断未进行充电;以及在充电的情况下,执行所述控制部的控制。

6. 根据权利要求 1、2 或 3 所述的电池组,其中

所述电池电压测量部在每个预定周期测量所述一个或多个二次电池的电压三次;

在从在预定时间测量的所述二次电池的电压中减去一个周期前测量的所述二次电池的电压而计算出的值大于等于预定的判断差值,或者从在一个周期前测量的所述二次电池的电压中减去两个周期前测量的所述二次电池的电压而计算出的值大于等于预定的判断差值的情况下,所述电池电压测量部判断正在充电;

在从在预定时间测量的所述二次电池的电压中减去一个周期前测量的所述二次电池的电压而计算出的值小于等于预定的判断差值,或者从在一个周期前测量的所述二次电池的电压中减去两个周期前测量的所述二次电池的电压而计算出的值等于或小于预定的判断差值的情况下,所述电池电压测量部判断未进行充电;以及

在充电期间的情况下,执行所述控制部的控制。

7. 根据权利要求 1、2 或 3 所述的电池组,还包括:

一个或多个第一放电控制部,包括串联连接的第二开关和第二电阻部;

其中,所述第一放电控制部各自与所述一个或多个二次电池并联连接;以及

其中,在充电时所述电池电压测量部测量的所述一个或多个二次电池的任意一个的电压大于等于预定的第二充电上限电池电压的情况下,所述控制部将相应的所述第二开关切换至接通状态,从而经由所述第二电阻部进行放电。

8. 根据权利要求 1、2 或 3 所述的电池组,还包括:多个第一放电控制部,包括串联连接的第二开关和第二电阻部;

其中,所述第一放电控制部各自与所述多个二次电池并联连接;以及

其中,在充电时所述电池电压测量部测量的所述多个二次电池的电压差大于等于预定的上限电池电压差的情况下,所述控制部将所述第二开关切换至接通状态,从而经由所述第二电阻部进行放电。

9. 根据权利要求 1、2 或 3 所述的电池组,还包括:

第二放电控制部,包括串联连接的第三开关和第三电阻部;

其中,所述多个二次电池相互串联连接;

其中,所述第二放电控制部与相互串联连接的所述多个二次电池并联连接;

其中,在所述电池电压测量部测量的所述多个二次电池的任意一个的电压大于等于预

定的第三充电上限电池电压情况下,所述控制部将所述第三开关切换至接通状态,从而经由所述第三电阻部进行放电。

10. 根据权利要求 2 或 3 所述的电池组,还包括:

温度传感器,设置在所述电池组内部并测量所述电池组的内部温度;

其中,所述控制部基于所述温度传感器测量的温度而控制所述第一开关。

11. 根据权利要求 3、7 或 9 所述的电池组,还包括:

温度传感器,设置在所述电池组内部并且测量所述电池组的内部温度;

其中,所述第一充电上限电池电压、所述第二充电上限电池电压或所述第三充电上限电池电压的值根据所述温度传感器测量的温度而改变。

12. 根据权利要求 7 或 8 所述的电池组,还包括:

温度传感器,设置在所述电池组内部并且测量所述电池组的内部温度;

其中,在所述温度传感器测量的所述电池组内部的温度超过预定的充电上限温度的情况下,所述控制部将所述第二开关切换至断开状态,以切断所述第二电阻部的电流。

13. 根据权利要求 1、2 或 3 所述的电池组,还包括:

温度传感器,设置在所述电池组内部并且测量所述电池组内部的温度;

第四开关,串联连接至所述可变电阻部或所述第一电阻部;

其中,在所述温度传感器测量的温度超过预定的充电上限温度的情况下,或者在所述温度低于预定的充电下限温度的情况下,所述控制部将所述第四开关切换至断开状态,以切断所述充电电流。

14. 根据权利要求 2 或 3 所述的电池组,还包括:

温度传感器,设置于所述二次电池附近并测量所述二次电池的温度;

其中,在充电时所述温度传感器测量的温度超过预定的充电上限温度的情况下,或者所述温度低于预定的充电下限温度的情况下,或者在所述二次电池的电压大于等于所述第一充电上限电池电压的情况下,所述控制部将所述第一开关切换至断开状态,以使所述充电电流流过所述第一电阻部。

15. 根据权利要求 2、3、7、8 或 9 所述的电池组,其中,相对于所述第一电阻部、所述第二电阻部和所述第三电阻部,在预定温度从接通状态切换至断开状态的温度开关元件是串联连接的。

16. 根据权利要求 2、3、7、8 或 9 所述的电池组,其中,所述第一电阻部、所述第二电阻部和所述第三电阻部是由于温度变动而导致的电阻值变动小的元件。

17. 根据权利要求 2、3、7、8 或 9 所述的电池组,其中,所述第一电阻部、所述第二电阻部和所述第三电阻部是电阻值随温度升高而增大的元件。

18. 一种充电方法,包括以下步骤:

测量一个或相互连接的多个二次电池的电压;以及在充电时所述二次电池的电压大于等于预定的第一充电上限电池电压的情况下,将安装在所述二次电池中充电电流流过的电流通路中的第一开关切换至断开状态,从而使所述充电电流流过与所述第一开关并联连接的第一电阻部。

## 电池组以及充电方法

[0001] 相关申请的参考

[0002] 本发明包含于 2009 年 4 月 3 日向日本专利局提交的日本优先权专利申请 JP 2009-090983 所公开的主题的相关内容,其全部内容结合于此作为参考。

### 技术领域

[0003] 本发明涉及一种能够检测过充电状态的电池组以及充电方法。

### 背景技术

[0004] 近年来,具有高输出、高能量密度、小型和轻量化等优点的锂离子二次电池被广泛用作各种电子设备的电源。与其他的诸如使用镍-镉、镍-氢的二次电池相比,由于锂离子二次电池具有高的能量密度,因此充分确保电池的安全性是非常重要的。由于这个原因,在使用锂离子二次电池的电池组中,通常安装有检测过充电和过放电的保护电路和保护 IC(集成电路)等,以防止过充电和过放电。

[0005] 图 45 示出了现有电池组 100 的一个实例的结构。电池组 100 包括二次电池(以下简称为电池)101、保护电路 102、微型计算机 103、充电控制 FET 104、放电控制 FET 105 以及电池平衡电路 106。作为一个实例,两个电池 101 相互串联。充电时电池组 100 被安装至电压供给部 200,正极端子 109 和负极端子 110 分别和电压供给部的正极端子和负极端子相连,由此进行充电。

[0006] 保护电路 102 检测电池 101 的各个电压,基于测量结果检测过充电状态及过放电状态,并基于检测结果控制充电控制 FET 104 和放电控制 FET 105。当电池电压达到过充电检测电压时,充电控制 FET 104 截止,从而确保充电电流不流动。当电池电压达到过放电检测电压时,放电控制 FET 105 断开,从而确保放电电流不流动。

[0007] 进一步,保护电路 102 将电池 101 的测量电压提供给微型计算机 103。微型计算机 103 通过所提供的电池 101 的电压判断电池平衡是否被破坏。如果其判断电池平衡被破坏,则控制与电池 101 并联的电池平衡电路 106 的开关 107,并且电池电压较高侧的电池 101 就会经由电阻 108 放电。

[0008] 上述这种测量电池电压、基于测量结果检测过充电状态以及根据检测结果控制充电和放电控制 FET 的技术,已经记载在日本专利申请公开第 2008-295250 号中。

[0009] 一般地,使用锂离子二次电池的电池组进行充电,从而使电池电压变为 4.2V(伏特)。例如,图 45 所示的实例,当从电压供给部提供的充电电压是  $8.4V \pm 0.1V$  时,施加至电池 101 的电压最大值是 4.25V。实际上,在电压平衡电路 106 的校正下,微型计算机 103 的电压测量精度存在偏差,使得难以使电池 101 的电压都相等。因此,即使充电电压是  $8.4V \pm 0.1V$ ,施加到每个电池上的电压也有可能高于 4.25V。因此,很难执行对于每个电池所施加的最大电压为 4.25V 的控制。

## 发明内容

[0010] 在不久的将来,将会颁布电气设备和材料安全法的修订版。在电气设备和材料安全法的修订版中,为了更充分确保电池的安全性,规定对每个电池施加的充电电压必须小于等于 4.25V。从现在起,就必须采取对策以保证每个电池的电压不超过 4.25V。

[0011] 作为其中一种对策,已经公开了一种产生充电电压的充电的新的设计方法,使得施加至电池的电压不超过 4.25V。然而,在使用现有技术的充电进行充电的情况下,如上所述,由于施加至电池的电压超过 4.25V,因此难以再使用现有技术的充电。

[0012] 作为另一种对策,则考虑提高电池组中的保护电路的度,使得将过充电检测电压设置为小于等于 4.25V。即使当使用了具有高

[0013] 度的 IC 时,4.24V±0.01V 的过充电保护也被控制。在该情况下,当施加至电池的电压为 4.23V 时,会判断为是过充电状态。因此,存在尽处于正常充电状态,也进行过充电保护的问。当充电控制 FET 104 由于过充电保护而止时,通常都会有作为充电异常的

[0014] 报产生。如上所述,在正常充电状态下不需要产生充电报。

[0015] 因此,期望提供一种电池组及其充电方法,其中,执行充电,从而使得施加至电池的电压小于等于过充电检测电压。

[0016] 根据本发明的实施方式,提供了一种电池组,包括一个或相互连接的多个二次电池;正极端子和负极端子,连接外部设备;可变电阻部,连接在二次电池的正极与正极端子之间或二次电池的负极与负极端子之间,且其电阻值是可变的;电池电压测量部,用于测量二次电池的电压;以及控制部,用于基于电池电压测量部的测量结果控制可变电阻部的电阻值。

[0017] 根据本发明的实施方式,提供了一种电池组,包括一个或相互连接的多个二次电池;正极端子和负极端子,连接外部设备;第一开关,连接在二次电池的正极和正极端子之间或二次电池的负极和负极端子之间;第一电阻部与第一开关并联连接;电池电压测量部,用于测量二次电池的电压;以及控制部,用于基于电池电压测量部的测量结果控制第一开关的断开状态和接通状态。

[0018] 根据本发明的实施方式,提供了一种电池组,包括一个或互相连接的多个二次电池;正极端子和负极端子,连接外部设备;第一开关,连接在二次电池的正极和正极端子之间或二次电池的负极和负极端子之间;第一电阻部,与第一开关并联连接;电池电压测量部,用于测量二次电池的电压;以及控制部,用于基于电池电压测量部的测量结果控制第一开关的断开状态和接通状态,其中,在一个或多个二次电池中的至少一个的电压大于等于预定的第一充电上限电池电压的情况下,控制部将第一开关切换至断开状态,并且使充电电流经由第一电阻部而流至二次电池,该充电电流是从连接至正极端子和负极端子的外部电压供给部提供的。

[0019] 根据本发明的实施方式,提供了一种充电方法,包括测量一个或相互连接的多个二次电池的电压;以及在充电期间二次电池的电压大于等于预定的第一充电上限电池电压的情况下,将安装在二次电池中充电电流流过的电流通路中的第一开关切换至断开状态,以使充电电流流过与第一开关并联连接的第一电阻部。

[0020] 如上所述,在本发明的实施方式中,测量一个或相互连接的多个二次电池的电压,并且基于该测量结果控制可变电阻部的电阻值。因而,可以减小充电时施加至二次电池的电压。

[0021] 此外,在本发明的实施方式中,测量一个或相互连接的多个二次电池的电压,在充电时二次电池的电压大于等于预定的第一充电上限电池电压的情况下,安装在二次电池中充电电流流过的电流通路中的第一开关断开,由此使得充电电流流过与第一开关并联连接的第一电阻部。因而,可以减小充电时施加至二次电池的电压。

[0022] 根据本发明的实施方式,可变电阻部安装在至二次电池的电流通路中,并且基于二次电池的电压测量结果控制可变电阻部的电阻值。因此,具有这样的效果:在充电时减小施加至二次电池的电压,从而使得在进行充电时施加至二次电池的电压不会超过过充电检测电压。

[0023] 此外,根据本发明的实施方式,相互并联连接的第一开关和第一电阻部被安装在至二次电池的电流通路中,当充电时二次电池的电压大于等于第一充电上限电池电压时,第一开关断开,由此使充电电流流过第一电阻部。因此,具有这样的效果:在充电时减小施加至二次电池的电压,从而使得在进行充电时施加至二次电池的电压不会超过过充电检测电压。

#### 附图说明

[0024] 图 1 是示出了根据本发明的第一实施方式的电池组的一个实例的结构的框图;

[0025] 图 2 是示出了如何控制开关的框图;

[0026] 图 3 是示出了控制 IC 的一个实例的结构的框图;

[0027] 图 4 是示出了第一判断方法的示意图;

[0028] 图 5 是示出了在无负载时应用第一判断方法的情况的示意图;

[0029] 图 6 是示出了第四判断方法的示意图;

[0030] 图 7 是示出了第五判断方法的示意图;

[0031] 图 8 是示出了第六判断方法的示意图;

[0032] 图 9 是示出了第七判断方法的示意图;

[0033] 图 10 是示出了如何控制电池平衡的框图;

[0034] 图 11A 和图 11B 是示出了电阻部的结构的示意图;

[0035] 图 12 是示出了温度和电阻部的电阻值的关系的一个实例的示意图;

[0036] 图 13 是示出了温度和电阻部的电阻值的关系的一个实例的示意图;

[0037] 图 14 是示出了根据第一实施方式的电池组的充电控制处理的流程的流程图;

[0038] 图 15 是示出了开关的控制处理的流程的流程图;

[0039] 图 16 是示出了开关的控制处理的流程的流程图;

[0040] 图 17 是示出了根据本发明的第一实施方式的电池组的另一实例的结构的框图;

[0041] 图 18 是示出了根据本发明的第一实施方式的电池组的另一实例的结构的框图;

[0042] 图 19 是示出了根据本发明的第二实施方式的电池组的一个实例的结构的框图;

[0043] 图 20 是示出了根据本发明的第三实施方式的电池组的一个实例的结构的框图;

[0044] 图 21 是示出了在电路基板上安装温度传的情况的一个实例的结构的示意图;

[0045] 图 22 是示出了在电池附近安装温度传的情况的一个实例的结构的示意图;

[0046] 图 23 是示出了在电阻部附近安装温度传的情况下如何控制开关的框图;

[0047] 图 24 是示出了在电池附近安装温度传的情况下如何控制开关的框图;

- [0048] 图 25 是示出了第一充电上限电池电压的一个实例的示意图；
- [0049] 图 26A 和图 26B 是示出了第二充电上限电池电压的一个实例的示意图；
- [0050] 图 27 是示出了根据第三实施方式的电池组的充电控制处理的流程的流程图；
- [0051] 图 28 是示出了开关的控制处理的流程的流程图；
- [0052] 图 29 是示出了开关的控制处理的流程的流程图；
- [0053] 图 30 是示出了根据本发明的第三实施方式的电池组的另一结构的框图；
- [0054] 图 31 是示出了根据本发明的第四实施方式的电池组的一个实例的结构的框图；
- [0055] 图 32 是示出了在使用可变电阻部的情况下电池组的充电控制实例的示意图；
- [0056] 图 33 是示出了其内部安装有固定电阻部的电池组的一个实例的结构的框图；
- [0057] 图 34 是示出了在使用固定电阻部的情况下电池组的充电控制实例的示意图；
- [0058] 图 35 是示出了根据本发明的第四实施方式的电池组的另一实例的结构的框图；
- [0059] 图 36 是示出了根据本发明的第五实施方式的电池组的一个实例的结构的框图；
- [0060] 图 37 是示出了第一实施例的测量结果的示意图；
- [0061] 图 38 是示出了第一实施例的测量结果的示意图；
- [0062] 图 39 是示出了第二实施例的测量结果的示意图；
- [0063] 图 40 是示出了第二实施例的测量结果的示意图；
- [0064] 图 41 是示出了第一比较例的测量结果的示意图；
- [0065] 图 42 是示出了第一比较例的测量结果的示意图；
- [0066] 图 43 是示出了第二比较例的测量结果的示意图；
- [0067] 图 44 是示出了第二比较例的测量结果的示意图；
- [0068] 图 45 是示出了现有技术的电池组的一个实例的结构的框图。

## 具体实施方式

[0069] 以下描述本发明的实施方式，并且按照下列顺序进行描述：

[0070] 1. 第一实施方式（在电流通路上安装开关和电阻部的实例）

[0071] 2. 第二实施方式（强制控制充电控制 FET 的实例）

[0072] 3. 第三实施方式（安装温度传感器的实例）

[0073] 4. 第四实施方式（在电流通路上安装可变电阻部的实例）

[0074] 5. 第五实施方式（在外部电极端子之间安装开关和电阻部的实例）

[0075] 此外，下文所描述的实施方式是本发明的优选实施方式。尽管在下文的描述中，会有多种技术上的优选限制，但是本发明的范围并不局限于这些实施方式，除非对限制发明的目的另有说明。

[0076] 1. 第一实施方式

[0077] 以下将介绍本发明的第一实施方式。在本发明的第一实施方式中，在至二次电池的充电电流通路上安装了并联连接的开关和电阻部。当二次电池的电压超过预定的充电上限电池电压时，开关断开以使充电电流流过电阻部。因此，施加至二次电池的充电电压减小，在二次电池的电压不超过预定的电压的范围内进行充电。

[0078] 电池组的结构

[0079] 图 1 示出了根据本发明第一实施方式的电池组 1 的一个实例的结构。电池组 1 具

有组装电池 10、保护电路 12 和微型计算机 13。

[0080] 此外,电池组 1 还具有由保护电路所控制的充电控制 FET 14a(场效应体)和放电控制 FET 15a。电池平衡电路 16a、16b 以及开关 19 由型计机 13 控制。电阻部 20 与开关 19 并联连接。开关 19 包括 FET 和继电器等。

[0081] 组装电池 10 包括互相串联连接的电池 11a 和 11b。作为电池 11a 和 11b,例如,可以使用锂离子二次电池。在使用锂离子二次电池的情况下,电池组甚至通过组合了恒流充电和恒压充电的 CC·CV(恒定电流恒定电压)方式充电。在充电开始时,使用恒定电流进行恒流充电,且当电池电压达到预定的电压值时,可以从恒流充电切换为恒压充电,从而使二次电池以恒定电压进行充电。此外,在下文的描述中,如果不需要特别区分电池 11a 和 11b,则称为“电池 11”。

[0082] 保护电路 12 测量电池 11 的电压(下文适当地称为“电池电压”),通过测量的结果检测过充电状态或过放电状态,并且通过检测结果控制充电控制 FET 14a 和放电控制 FET 15a。当电池电压达到过充电检测电压时,充电控制 FET 14a 止使得充电电流停止。在充电控制 FET 14a 止后,仅可通过寄生二极管 14b 进行放电。当电池电压变为过放电检测电压时,放电控制 FET 15a 止使得放电电流停止。在放电控制 FET 15a 止后,仅可通过寄生二极管 15b 进行充电。此外,保护电路 12 为型计机 13 提供了电池 11 的测量电压。

[0083] 开关 19 由型计机 13 控制。开关 19 插入在电池 11 的充电电流的通路中。在放电的时候,开关 19 接通。当电池 11 的电池电压超过了预定的电压值时,型计机 13 将开关 19 从接通切换为断开。当开关 19 断开时,充电电流从与开关 19 并联的电阻部 20 中流过,从而在电阻部 20 上产生了电压降。由于电阻部 20 的电压降,电池 11 的充电电流减小。

[0084] 电池平衡电路 16a 包括由开关 17a 和电阻部 18a 组成的串联连接,该串联连接与电池 11a 并联连接。电池平衡电路 16b 包括由开关 17b 和电阻部 18b 组成的串联连接,该串联连接与电池 11b 并联连接。微型计算机 13 判断电池平衡是否被破坏。如果电池 11a 和 11b 的电压不一致,则判断电池平衡被破坏。

[0085] 如果判断出电池平衡被破坏,则控制与电池 11a 和 11b 并联连接的电池平衡电路 16a 和 16b,并且在电池 11a 和 11b 中,具有较高电池电压的电池 11 被放电。例如,当电池 11a 的电池电压高于 11b 的电池电压时,开关 17a 接通,从而电池 11a 放电。相反地,当电池 11b 的电池电压高于 11a 的电池电压时,开关 17b 接通,从而电池 11b 放电。另外,在下文的描述中,如果没有必要特别区分开关 17a 和 17b,以及电阻部 18a 和 18b,将其分别适当地简称为“开关 17”和“电阻部 18”。

[0086] 此外,虽然没有图示,但是微型计算机 13 包括用于存储各种数据(例如测量的电池电压)的存储部,以及用于和连接的主机设备通信的通信端子。

[0087] 充电控制方法

[0088] 在第一实施方式中,依据电池 11 的电池电压而控制开关 19,从而控制在充电时的最大电池电压,因而其不超过预定的电压值,例如 4.25V(伏特)。

[0089] 以下将描述开关 19 的控制方法。为了便于说明开关 19 的控制方法,图 2 示出的电路图中除了一些对于说明必须的结构外,其他部件从图 1 所示的结构中省略了。即,在图 2 所示的电池组 1 中,图 1 中的电池平衡电路 16a 和 16b,以及充电控制 FET 14a 和放电控制 FET 15a 被省略了。控制 IC 30 是具有图 1 中的保护电路 12 和微型计算机 13 的功能的

IC, 测量电池 11 的电池电压并且基于测量结果控制开关 19。

[0090] 在此, 关于电池 11 的电池电压建立预定的条件, 在控制 IC 30 的控制下, 开关 19 断开, 从而充电电流流经电阻部 20。充电电流在电阻部 20 中流过, 会在电阻部 20 上产生电压降, 由于电压降, 施加至电池 11 的电压下降, 因此在充电时的最大电池电压可以被已知在设定电压以下 (例如 4.25V)。电阻部 20 的值如下进行设置。(偏差地施加至单个电池的最大电压 -4.25V) / 充电终止电流

[0091] 在这里, 充电终止电流指的是充电器预先设置的用于检测充电完成的充电电流值。

[0092] 开关 19 的第一控制方法

[0093] 以下将介绍开关 19 的第一控制方法。在第一控制方法中, 预先设定了第一充电上限电池电压 VBCA, 表示充电时电池 11 的上限电压。控制 IC 30 将电池 11a 和 11b 的电池电压 VB1 和 VB2 与第一充电上限电池电压 VBCA 比较。当至少一个电池电压等于或者大于第一充电上限电池电压 VBCA 时, 开关 19 断开。换句话说, 在下式 (1) 所表示的条件成立时, 控制 IC 30 使开关 19 断开。

[0094]  $VB1 \geq VBCA$  或  $VB2 \geq VBCA \cdots (1)$

[0095] 在开关 19 断开的情况下, 充电电流 IC 流经电阻部 20, 从而在电阻部 20 上产生了电压降 VRA。假设电阻部 20 的电阻值是 RA, 则电阻部 20 上的电压降 VRA 可由式 (2) 计算:

[0096]  $VRA = RA \times IC \cdots (2)$

[0097] 由于在电阻部 20 上产生了电压降, 所以可以控制电池 11 的最大电池电压小于等于设定的电压值。例如, 在设定的电压值是 4.25V 的情况下, 第一充电上限电池电压 VBCA 设为 4.19V, 而电阻部 20 的电阻值 RA 设为 0.8Ω (欧姆), 从而可以使得电池 11 的最大电池电压小于 4.25V。

[0098] 例如, 在通过充电电压为 4.24V 的电压供给部 2 进行充电的情况下, 如果开关 19 断开, 则在电阻部 20 上的电压降变为 40mV。即, 电池 11 的充电电压是 4.2V (这是通过从电压供给部 2 的充电电压减去 40mV 而计算的)。这是一的锂离子二次电池的定充电电压。因此, 通过这种方式控制充电, 可以使电池 11 在合适的充电电压下进行充电。

[0099] 第一充电上限电池电压 VBCA 设置为低于过充电检测电压。因此, 在充电时, 在电池电压大使得充电控制 FET 14a 断开之前, 充电电压减小, 从而可以防止充电停止。此外, 在开关 19 断开后, 当电池 11a 和 11b 上的电池电压 VB1 和 VB2 都小于第一充电上限电池电压时, 通过将开关 19 接通, 其返回至充电状态。

[0100] 如图 3 所示, 控制 IC 30 包括电压比较 31a 和 31b 以及逻辑和运算 32。电压比较 31a 比较电池 11a 的电池电压 VB1 和第一充电上限电池电压 VBCA, 并把根据比较结果的值出给逻辑和运算 32。例如, 在电池电压 VB1 大于等于第一充电上限电池电压 VBCA 的情况下, 出值“1”, 而在电池电压 VB1 小于第一充电上限电池电压 VBCA 的情况下, 出值“0”。

[0101] 和电压比较 31a 同样地, 电压比较 31b 比较电池 11b 的电池电压 VB2 和第一充电上限电池电压 VBCA, 并把根据比较结果的值出给逻辑和运算 32。例如, 在电池电压 VB2 大于等于第一充电上限电池电压 VBCA 的情况下, 输出值“1”, 而在电池电压 VB2 小于第一充电上限电池电压 VBCA 的情况下, 输出值“0”。

[0102] 逻辑和运算器 32 输出电压比较器 31a 和 31b 提供的值的逻辑和作为控制开关 19

的控制信号。即,逻辑和运算器 32 会对电压比较器 31a 和 31b 提供的值进行加法操作,当至少有一个值为“1”的情况下,输出控制信号使开关 19 断开。

[0103] 开关 19 的第二控制方法

[0104] 以下将描述开关 19 的第二控制方法。在第二控制方法中,除了上述的第一控制方法外,控制 IC 30 还判断是否正在充电。在充电时,开关 19 可以是断开的。即,当式 (3) 所表示的条件成立时,控制 IC 30 使开关 19 断开,并且当条件不成立时,控制 IC 30 使开关 19 接通。

[0105] “正在充电”且  $(VB1 \geq VBCA \text{ 或 } VB2 \geq VBCA) \cdots (3)$

[0106] 当开关 19 断开时,和上述第一控制方法相同,在电阻部 20 上产生了由式 (2) 所描述的电压降,因此可以控制电池 11 的最大电池电压小于等于设定的电压值。

[0107] 在第二控制方法中,在开关 19 断开后,断开状态会一直维持到充电结束,并且开关 19 在充电结束时接通。在该情况下,判断是否正在充电,使得可以避免在放电时由于电阻部 20 的接入所导致的电力消耗。

[0108] 这里,将描述如何判断是否正在充电的方法。可以使用下文所述的第一至第七判断方法中的任何一种来判断是否正在充电。

[0109] 第一判断方法

[0110] 以下将描述第一判断方法。在第一判断方法中,在每个预定的取样周期测量组装电池 10 的电压 VBT (以下适当地简称为“电池电压”)。另外,计算两个连续的电池电压 VBT 的差值 DV,并且将差值 DV 与预定的设定差值 SDV 进行比较,由此判断是否正在充电。

[0111] 如图 4 所示,控制 IC 30 在每个取样周期测量并存储电池电压 VBT1、VBT2、VBT3 和 VBT4。另外,在电池电压 VBT1 至 VBT4 的基础上,计算连续电池电压的差值 DV1、DV2 和 DV3。通过以下式 (4) 至式 (6) 计算差值 DV1 至 DV3。

[0112]  $DV1 = VBT2 - VBT1 \cdots (4)$

[0113]  $DV2 = VBT3 - VBT2 \cdots (5)$

[0114]  $DV3 = VBT4 - VBT3 \cdots (6)$

[0115] 此后,控制 IC 30 将计算的差值 DV1 至 DV3 与预定的设定差值 SDV 进行比较。在式 (7) 所表示的条件中,如果有两个以上的条件成立,则判断正在充电,否则判断为未进行充电。

[0116]  $DV1 \geq SDV, DV2 \geq SDV, DV3 \geq SDV \cdots (7)$

[0117] 如上所述,可以判断是否正在充电。例如,考虑取样周期为 10 秒时,设定差值 SDV 为 0.01V,每个取样周期测量的电池电压 VBT1 至 VBT4 分别是 8.00V、8.10V、7.95V 和 7.98V。

[0118] 对于每种情况,根据式 (4) 至 (6) 计算的差值 DV1 至 DV3 分别为 0.1V、-0.15V 和 0.03V。因此,DV1 至 DV3 都大于等于设定差值 SDV,因此检测到了充电状态。

[0119] 另一方面,如图 5 所示,在充电和主机设备没有连接到电池组 1 的空闲状态下,没有充电电流或放电电流流动,因此电池电压 VBT1' 至 VBT4' 不变。因此,基于上述式 (4) 至 (6) 计算得出的电池电压 VBT1' 至 VBT4' 的差值 DV1' 至 DV3' 均为 0V。因此,上述式 (7) 中的条件不成立,可以判断未进行充电。

[0120] 另外,电池电压的测量次数优选为大约 4 次。考虑了将电池电压的测量次数设定为 2 次的情况。当开关 19 在初始电压测量和下次电压测量之间断开的情况下,电阻部 20

的电压降导致电池 11 的充电电压和充电电流减小,并且导致电池电压 VBT 减小。因此,当进行上述的判断时,产生了以下问题:差值 DV 小于设定差值 SDV,并且即使正在充电,却判断出未进行充电。

#### [0121] 第二判断方法

[0122] 以下将描述第二判断方法。在第二判断方法中,通过电阻部 20 两端的电压来判断是否正在充电。控制 IC 30 测量电阻部 20 两端的电压,并且当测量的电压值大于等于预定为充电方向的电压值的固定值时,控制 IC 30 判断正在充电。

#### [0123] 第三判断方法

[0124] 以下将描述第三判断方法。在第三判断方法中,基于组装电池 10 的电池电压 VBT 以及与电压供给部 2 连接的正极端子 3 和负极端子 4 之间的电压 VBE (以下适当地称为“端子电压”)来判断是否正在充电。

[0125] 在充电时,认为组装电池 10 的电池电压 VBT 小于电压供给部 2 提供的充电电压 VBE。因此,可以通过比较电池电压 VBT 和端子电压 VBE,来判断是否正在充电。

[0126] 控制 IC 30 基于电池 11 的电池电压计算组装电池 10 的电池电压 VBT。另外,控制 IC 30 基于电池组 1 的正极端子 3 和负极端子 4 的电压计算端子电压 VBE。电池电压 VBT 和端子电压 VBE 进行比较,当下式 (8) 所表示的条件成立时,判断正在充电,当该条件不成立时,判断未进行充电。

[0127] 电池电压 VBT < 端子电压 VBE... (8)

#### [0128] 第四判断方法

[0129] 以下将描述第四判断方法。如图 6 所示,为了判断待充电的电池组是否正常,在电池组 1 中安装了识别端子 5,并且在负极端子 4 和识别端子 5 之间连接了识别电阻 7。当电压供给部 2 连接至电池组 1 的时候,预定的电流会从识别电阻 7 流过。基于流过识别电阻 7 的电流和在识别电阻 7 上出现的电压降,可以判断是否正在充电。例如,当识别电阻 7 上产生电压降时,判断正在充电。

#### [0130] 第五判断方法

[0131] 以下将描述第五判断方法。如图 7 所示,电池组 1 中安装了一个通信端子 6 并且将其与微型计算机 13 相连。通过微型计算机 13,使得电池组 1 和主机设备 111' 的微型计算机通信。基于通过电池组 1 中安装的通信端子 6 与主机设备 111' 的通信是否在进行,可以判断是否正在充电。例如,在微型计算机 13 经由通信端子 6 与主机设备 111' 通信的情况下,判断正在放电。另一方面,在微型计算机 13 不与主机设备 111' 通信的情况下,判断正在充电。

#### [0132] 第六判断方法

[0133] 以下将描述第六判断方法。在第六判断方法中,测量充电电流并根据测量结果来判断是否正在充电。如图 8 所示,在电流通路上安装了一个电流检测部 21。电流检测部 21 测量电流通路上流过的电流大小和方向,并把测量结果提供给控制 IC 30。当电流流动方向是充电方向时,控制 IC 30 基于测量的结果判断正在充电。另一方面,当电流流动方向是放电方向或者当没有电流流动时,控制 IC30 判断未进行充电。

[0134] 例如,电流检测部 21 可以在每个预定的取样周期以预定次数来测量电流值,并且基于所测量的预定次数的电流值来计算平均电流值,以用于判断。在第六判断方法中,由于

直接测量了充电电流,所以与基于电池电压的判断方法相比,可以更确定判断是否正在充电。

#### [0135] 第七判断方法

[0136] 以下将描述第七判断方法。在第七判断方法中,测量安装在电流通路中的电流检测电阻的电压,并基于测量结果判断是否正在充电。如图 9 所示,电流检测部 21 包括电流检测电阻 22 和电流检测器 23。电流检测器 23 测量电流检测电阻 22 两端的电压并且把测量结果提供给控制 IC 30。

[0137] 控制 IC 30 将所提供的电压 VRB 与预定的充电判断电压进行比较,并且当电压 VRB 大于等于充电判断电压时,判断正在充电。即,当由下式 (9) 所表示的条件成立时,控制 IC 30 判断正在充电,而当由下式 (9) 所表示的条件不成立时,控制 IC 30 判断未进行充电。

[0138] 电压  $VRB \geq$  充电判断电压... (9)

[0139] 电流检测器 23 可以在每个预定的取样周期内,以指定次数测量电流检测电阻 22 的电压,并且根据以指定次数测量的电压值,计算平均电压值,并且将其用于进行判断。

#### [0140] 电池平衡的控制方法

[0141] 以下将参考图 10 描述电池平衡的控制方法。在本发明的第一实施方式中,控制每个电池的电压,以使得电池 11a 和 11b 的电池电压 VB1 和 VB2 近似彼此相等。

[0142] 此外,图 10 只示出了描述电池平衡的控制方法所需的结构部分。即,在图 10 所示的电池组 1 中,省略了充电控制 FET 14a 和放电控制 FET 15a。控制 IC 30 具有保护电路 12 和微型计算机 13 的功能。

[0143] 电池平衡电路 16a 和 16b 各自与电池 11a 和 11b 并联连接。在安装在电池平衡电路 16a 和 16b 上的开关 17a 和 17b 断开的情况下,电流不流经电池平衡电路 16a 和 16b。当关于电池 11a 和 11b 的电池电压的指定条件成立时,控制 IC 30 控制开关 17a 和 17b 接通。

[0144] 当安装在电池平衡电路 16a 的开关 17a 接通的情况下,电池 11a 的放电电流流经电阻部 18a,从而导致电池 11a 的电池电压下降。在充电的时候,来自电压供给部 2 的充电电流的一部分流经电阻部 18a,从而抑制了电池 11a 的电压的增加。相同地,当安装在电池平衡电路 16b 上的开关 17b 接通的情况下,电池 11b 的放电电流流经电阻部 18b,从而导致电池 11b 的电池电压下降。在充电的时候,来自电压供给部 2 的充电电流的一部分流经电阻部 18b,从而抑制了电池 11b 的电压的增加。

[0145] 作为开关 17a 和 17b 的控制方法,可以使用下文描述的第一至第三控制方法。

#### [0146] 开关 17a 和 17b 的第一控制方法

[0147] 第一控制方法预先设置了第二充电上限电池电压 VBCB 和上限电池电压差值 VB DL,以用于控制电池平衡。当正在充电并且电池 11a 的电池电压 VB1 大于等于第二充电上限电池电压 VBCB 时,控制 IC 30 将开关 17a 变为接通状态。即使当正在充电并且电池 11a 和 11b 的电池电压 VB1 和 VB2 的差值 (VB1-VB2) 大于等于上限电池电压差值 VB DL 时,控制 IC 30 也将开关 17a 变为接通状态。

[0148] 即,当由下式 (10) 所表示的条件成立时,控制 IC 30 将开关 17a 变为接通状态,当条件不成立时,控制 IC 30 将开关 17a 变为断开状态。

[0149] “正在充电”且  $(VB1 \geq VBCB$  或  $VB1-VB2 \geq VB DL)$ ... (10)

[0150] 与上面类似地,控制 IC 30 控制开关 17b。当由下式 (11) 所表示的条件成立时,

控制 IC 30 将开关 17b 变为接通状态,当条件不成立时,控制 IC 30 将开关 17b 变为断开状态。

[0151] “正在充电”且  $(VB2 \geq VBCB$  或  $VB2-VB1 \geq VBDL)$ … (11)

[0152] 这里,准备第二充电上限电池电压 VBCB 作为设定值,其与上述的第一充电上限电池电压 VBCA 是不同的。优选第二充电上限电池电压 VBCB 小于等于第一充电上限电池电压 VBCA。

[0153] 优选第二充电上限电池电压 VBCB 设置为小于过充电检测电压的值。以这种方式,在充电时检测到过充电而截止充电控制 FET14a 之前,由于电池平电路 16a 和 16b 导致的放电使得电池电压下降,从而免了充电停止。

[0154] 在上述开关 17a 和 17b 的第一控制方法中,配置为使得在每个控制周期都测量电池电压 VB1 和 VB2 并且控制开关 17a 和 17b。在开关 17a 和 17b 基于第一控制方法而接通后,放电电流流经电阻部 18a 和 18b,由此电池电压 VB1 和 VB2 下降。

[0155] 此时,在开关 17a 和 17b 接通以后,当在经过控制周期时间后执行第一控制方法所表示的处理时,由于电池电压的下降而导致式 (10) 和 (11) 所表示的条件不成立,从而使得开关 17a 和 17b 再度断开。当开关 17a 和 17b 再度断开的情况下,因为电池电压没有充分下降,所以电池电压 VB1 和 VB2 立刻上升,并且在经过下一个控制周期时间之后,式 (10) 和 (11) 所表示的条件成立。即,如果在每个控制周期都控制开关 17a 和 17b,那么在每个控制周期都重复开关 17a 和 17b 的接通与断开的动作。

[0156] 因此,在第一控制方法中,预先设置了维持开关 17a 和 17b 的状态的维持时间,并且当开关 17a 和 / 或 17b 接通时,优选在维持时间内维持开关 17a 和 17b 的状态。具体地,例如,当控制周期时间设置为大约 10 秒时,维持时间为大约 60 秒。

[0157] 开关 17a 和 17b 的第二控制方法

[0158] 在第二控制方法中,当正在充电并且电池 11a 和 11b 的电池电压 VB1 和 VB2 的差值  $(VB1-VB2)$  大于等于上限电池电压差 VBDL 时,开关 17a 接通。即,当由下式 (12) 所表示的条件成立时,控制 IC 30 将开关 17a 接通,当条件不成立时,控制 IC 30 将开关 17a 断开。

[0159] “正在充电”且  $VB1-VB2 \geq VBDL$ … (12)

[0160] 与以上相同,下式 (13) 所表示的条件成立时,控制 IC 30 将开关 17b 接通,而当条件不成立时,控制 IC 30 将开关 17b 断开。

[0161] “正在充电”且  $VB2-VB1 \geq VBDL$ … (13)

[0162] 另外,和第一控制方法相同,第二控制方法在每个控制周期控制开关 17a 和 17b,并且在开关 17a 和 17b 接通以后,在维持时间内维持接通状态。

[0163] 开关 17a 和 17b 的第三控制方法

[0164] 在第三控制方法中,当正在充电并且电池 11a 的电池电压 VB1 大于等于第二充电上限电池电压 VBCB 时,开关 17a 接通。即,当由下式 (14) 所表示的条件成立时,控制 IC 30 将开关 17a 接通,而当条件不成立时,控制 IC 30 将开关 17a 断开。

[0165] “正在充电”且  $VB1 \geq VBCB$ … (14)

[0166] 与以上相同,当正在充电并且电池 11b 的电池电压 VB2 大于等于第二充电上限电池电压 VBCB 时,开关 17b 接通。即,当由下列式 (15) 所表示的条件成立时,控制 IC 30 将开关 17b 接通,当条件不成立时,控制 IC 30 将开关 17b 断开。

[0167] “正在充电”且  $VB2 \geq VBCB \dots$  (15)

[0168] 与第一及第二控制方法相同,在每个控制周期控制开关 17a 和 17b,并且在开关 17a 和 17b 接通以后,在维持时间内维持接通状态。

[0169] 电阻部 20 和 18 的结构实例

[0170] 以下将描述适合用作电阻部 20 和 18 的元件。图 11A 示出了电阻部 20 和 18 包括一个电阻元件 35 的情况。作为电阻元件 35,可以使用固定电阻、正特性热敏电阻 (positive property thermistor)、正温度系数热敏电阻 (posistor)、PTC (正温度系数)、保险丝电阻等。固定电阻是电阻值受温度影响很小的元件。正性热敏电阻时随着温度升高而电阻值增大的元件。按照电阻值,正性热敏电阻分类为正温度系数热敏电阻和 PTC。

[0171] 正温度系数热敏电阻是一种正特性热敏电阻,其与后面所描述的 PTC 相比,电阻值大,典型值约为  $10 \Omega$  以上。在正温度系数热敏电阻中,通常电阻值在指定的温度区域内迅速增大。当使用正温度系数热敏电阻作为电阻元件 35 时,过电压施加至电阻元件 35,并且当过电流流过而使得温度上升时,电阻值迅速增大,从而流过的电流减小。

[0172] PTC 是一种正特性热敏电阻,其与正温度系数热敏电阻相比,电阻值小,典型值约为  $1 \Omega$  以下。与正温度系数热敏电阻相同地,在 PTC 中,通常电阻值在指定的温度区域内迅速增大。当使用 PTC 作为电阻元件 35 时,例如,过电压施加至电阻元件 35,并且当过电流流过而使得温度上升时,电阻值迅速增大,从而导致流过的电流减小。

[0173] 保险丝电阻被配置为使得在向其施加过电压以及过电流流过,从而温度上升时,元件的电流通路被熔化和切断从而断开电流。

[0174] 作为电阻部 20,例如,如图 11B 所示,可以使用与温度开关元件 36 串联的电阻元件 35。作为温度开关元件 36,例如可以使用恒温器和温度保险丝。

[0175] 当元件温度高于特定温度时,恒温器使开关断开。此外,当元件温度低于预设的温度时,恒温器使开关接通。通常,开关断开时的设定温度 (断开温度) 和开关接通时的设定温度 (恢复温度) 设置为不同,断开温度高于恢复温度,温度差值大约为  $1^\circ\text{C}$  到  $20^\circ\text{C}$ 。

[0176] 在元件的温度变为高温的情况下,温度保险丝熔化并切断保险丝元件,从而阻止电流流过。当保险丝元件断开时,难以再使电流流过。通常使用熔点约为  $100^\circ\text{C}$  到  $200^\circ\text{C}$  的低熔点金属作为温度保险丝的保险丝元件。

[0177] 图 12 示出了电阻部 20 的温度和电阻值关系的一个实例。作为用于电阻部 20 的电阻元件 35,通常,使用电阻值约为  $10\text{m}\Omega$  到  $90 \Omega$  的电阻元件 35,更合适地是使用电阻值约为  $100\text{m}\Omega$  到  $5 \Omega$  的电阻元件。在这个实例中,示出了作为用于电阻部 20 的电阻元件 35,使用固定电阻、热敏电阻和正温度系数热敏电阻 (其中,当环境温度为  $23^\circ\text{C}$  时,它们的电阻值约为  $0.8 \Omega$ ) 的情况的特性。

[0178] 如图 12 所示,在固定电阻中,电阻值随温度的变化小,其电阻值约为  $0.8 \Omega$ 。热敏电阻的电阻值根据温度的升高而增大。正温度系数热敏电阻的电阻值根据温度的升高而增大,然而,特别地,当温度变为约  $100^\circ\text{C}$  时,其电阻值迅速增大。

[0179] 在此,例如,考虑这样的电池组 1 充电的情况,该电池组中,充电上限电压为  $4.25\text{V}$  的两个电池 11 相互串联连接,并且使用包括电阻值为  $90\text{m}\Omega$  的固定电阻的电阻部 20。在对于电池组 1,连接充电电压为  $8.4\text{V}$ 、充电电流为  $100\text{mA}$  的电压供给部 2 以进行充电的情况下,电阻部 20 的电压变为  $9\text{mV}$ 。

[0180] 此时,例如假设一个电池 11 的电池电压为 4.10V,另一个电池 11 的电池电压为 4.291V 并且超过了作为充电上限电压的 4.25V。

[0181] 以这种方式,当电阻部 20 的电阻值小时,在电阻部 20 上的电压降也小,从而使得难以充分降低电池 11 的电池电压。

[0182] 例如,考虑这样的电池组 1 充电的情况,该电池组使用电阻值为  $100\ \Omega$  的固定电阻构成的电阻部 20,以及电阻值为  $0.02\ \Omega$  的开关 19。在该情况下,假设当开关 19 断开时,电阻部 20 的电压是 0.02V,流经电阻部 20 的电流变为 0.2mA。另一方面,假设当开关 19 接通时开关 19 两端的电压是 0.02V,流经开关 19 的电流是 1A。

[0183] 因此,开关 19 断开的情况下,与开关 19 接通的情况相比电流减小,所以充电时间会延长大约两倍以上。

[0184] 例如,考虑使用正温度系数热敏电阻作为电阻部 20 的情况。如图 12 所示,当使用正温度系数热敏电阻作为电阻部 20 时,在温度为  $23^{\circ}\text{C}$  时电阻值约为  $0.8\ \Omega$ 。假设当开关 19 断开时,电阻部 20 的电压是 0.1V,流过电阻部 20 的电流变为约 125mA。

[0185] 此外,当由于电流流经电阻部 20 使得温度变为  $90^{\circ}\text{C}$  时,电阻部 20 的电阻值变成约为  $2\ \Omega$ 。结果,流经电阻部 18 的电流减小为约 50mA。

[0186] 以这种方式,当使用正温度系数热敏电阻作为电阻部 20 时,在高温时电阻值大,从而可以抑制流经电阻部 20 的电流并且防止温度的升高。

[0187] 电阻部 20 所使用的电阻元件 35 取决于电池组 1 的使用条件和电池 11 的性质来确定。例如,优选地,考虑电池 11 的电池容量,最大充电电流值和充电完成条件的充电电流值,来确定用于电阻部 20 的电阻元件 35。

[0188] 图 13 示出了电阻部 18 的温度和电阻值关系的一个实例。作为电阻部 18 所使用的电阻元件 35,通常使用电阻值为  $1\ \Omega$  到  $9\text{k}\ \Omega$  的电阻元件,更合适地,使用电阻值  $10\ \Omega$  到  $1\text{k}\ \Omega$  的电阻元件。这个实例示出了作为用于电阻部 18 的电阻元件 35,使用固定电阻、热敏电阻和正温度系数热敏电阻(其中,当环境温度为  $23^{\circ}\text{C}$  时,电阻值约为  $120\ \Omega$ )的情况的特性。

[0189] 如图 13 所示,固定电阻表现出电阻值随温度的变化小,并且电阻值约为  $120\ \Omega$ 。热敏电阻的电阻值根据温度的升高而增大。正温度系数热敏电阻的电阻值根据温度的升高而增大,然而,特别地,当温度约为  $100^{\circ}\text{C}$  时,其电阻值迅速增大。

[0190] 这里,例如考虑这样的电池组 1 的充电情况,该电池组使用额定放电容量是 1500mAh、电池电压为 4.25V 的电池 11,以及包括电阻值为  $10\text{k}\ \Omega$  的固定电阻的电阻部 18。在该情况下,当开关 17 接通的时候,流经电阻部 18 的电流变为 0.425mA,因此当该状态持续一个小时的时候,由电阻部 18 导致的放电电流容量变为 0.425mAh。相对于电池 11 的额定放电容量,由电阻部 18 导致的放电电流容量约为 0.03%,从而难以充分调节电池电压。

[0191] 每种情况下由电阻部 18 所导致的发热值约为 1.8mW,并且发热值可以减小。由此,可以减小由电阻部 18 的发热值所导致的温度升高的量。

[0192] 如上所述,当电阻部 18 的电阻值大的时候,可以使温度升高的量变小,但难以充分地调节电池电压。

[0193] 例如,考虑这样的电池组 1 的充电情况,该电池组使用额定放电容量为 1500mAh、电池电压为 4.25V 的电池 11,以及包括阻值为  $9\ \Omega$  的固定电阻的电阻部 18。在该情况下,

当开关 17 接通时,流经电阻部 18 的电流变为约 472mA,因此当这个状态持续一小时的时候,由电阻部 18 导致的放电电流容量约为 472mAh。相对于电池 11 的额定放电容量,由电阻部 18 导致的放电电流容量约为 31%,从而可以充分调节电池电压。

[0194] 另一方面,在该情况下,由电阻部 18 导致的发热值约为 2W,因此发热值增加了。结果,由电阻部 18 的发热导致的温度升高的量增加。

[0195] 如上所述,当电阻部 18 的电阻值小的时候,电池电压可以得到充分调节,但温度升高的量增加。

[0196] 因此,当抑制温度升高的量的时候,例如可以使用正温度系数热敏电阻作为电阻部 18。如图 13 所示,当使用正温度系数热敏电阻作为电阻部 18 时,在温度为 23℃时,电阻值约为 120Ω。当开关 17 接通并且例如向电阻部 18 施加 4.2V 的电压的时候,流经电阻部 18 的电流值变为约 35mA,并且由电阻部 18 导致的发热值变为约 147mW。

[0197] 此外,当由于电流流经电阻部 18 而温度变为 90℃时,电阻部 18 的电阻值变为 200Ω。结果,流经电阻部 18 的电流值减小到约 21mA 并且由电阻部 18 所导致的发热值变为约 88.2mW。

[0198] 以这种方式,当使用正温度系数热敏电阻作为电阻部 18 时,由于在高温时电阻值增大,所以可以抑制由于温度升高而导致的发热值的增加,并且防止了温度的升高。

[0199] 电阻部 18 所使用的电阻元件 35 可以根据电池组 1 的使用条件和电池 11 的性质来确定。例如,优选地,考虑电池 11 的电池容量、最大充电电流值以及充电完成条件,来确定电阻部 18 所使用的电阻元件 35。此外,当电池 11 的额定放电容量大时,电阻部 18 的电阻值可以设为小的值,并且当电池 11 的额定放电容量小时,电阻部 18 的电阻值可以设为大的值。

[0200] 充电控制处理

[0201] 以下,将参考图 14 至图 16 所述的流程图来说明根据本发明的第一实施方式的电池组 1 的充电控制处理。此外,除非特别说明,否则假设下列处理都是在微型计算机 13 的控制下进行的。

[0202] 在本发明的第一实施方式中,控制开关 19 和 17 并且控制电池 11a 和 11b 的充电。如图 14 所示,在电池组 1 的充电控制处理中,开关 19 的控制(步骤 S1)和开关 17 的控制(步骤 S2)是同时进行的。下文中,将会分步介绍在步骤 S1 和 S2 进行的各个开关的控制处理。

[0203] 首先,将参考图 15 说明步骤 S1 示出的开关 19 的控制处理。在此,将说明上述开关 19 的第二控制方法。在步骤 S11,等待预定的控制周期时间,在到达控制周期时间的时刻,转入步骤 S12 之后的处理。

[0204] 在步骤 S12,判断是否正在充电。通过使用前述第一至第七判断方法中的任何一种判断是否正在充电。当判断正在充电时,处理转入步骤 S13。另一方面,当判断未进行充电时,在步骤 S17,将开关 19 接通。

[0205] 在步骤 S13,将电池 11a 和 11b 的电池电压 VB1 和 VB2 与第一充电上限电池电压 VBCA 比较。作为比较的结果,当电池电压 VB1 大于等于第一充电上限电池电压 VBCA 或当电池电压 VB2 大于等于第一充电上限电池电压 VBCA 时,在步骤 S14,将开关 19 断开。

[0206] 在下一步骤 S15,判断是否正在充电。当判断正在充电时,处理回到步骤 S15,并且

再次判断是否正在充电。当判断未进行充电时,在步骤 S16,将开关 19 接通。此外,处理回到步骤 S11。

[0207] 此外,如果在步骤 S13 表示的条件不成立,则在步骤 S17,将开关 19 接通。

[0208] 接下来,将参考图 16 说明步骤 S2 示出的开关 17 的控制处理。在此,使用了上述开关 17a 和 17b 的第一控制方法。在步骤 S21,等待预定的控制周期时间,在到达控制周期时间的时刻,转入步骤 S22 之后的处理。

[0209] 在步骤 S22,将开关 17a 和 17b 断开,并且在步骤 S23 判断是否正在充电。通过使用前述第一至第七判断方法中的任何一种来判断是否正在充电。当判断正在充电时,处理转入步骤 S24。另一方面,当判断未进行充电时,处理返回步骤 S21,并且等待控制周期时间。

[0210] 在步骤 S24,将电池 11a 和 11b 的电池电压 VB1 和 VB2 与第二充电上限电池电压比较。作为比较的结果,当电池电压 VB1 大于等于第二充电上限电池电压 VBCB 并且电池电压 VB2 大于等于第二充电上限电池电压 VBCB 时,处理转入步骤 S25。

[0211] 在步骤 S25,开关 17a 和 17b 接通,通过电池平衡电路 16a 和 16b 进行电池 11a 和 11b 的放电处理。此外,在下一步骤 S26,将开关 17a 和 17b 的接通状态维持预定的维持时间,并且在经过维持时间之后,处理回到步骤 S21。

[0212] 另一方面,如果步骤 S24 表示的条件不成立,则处理转入步骤 S27。在步骤 S27,将电池 11a 的电池电压 VB1 与第二充电上限电池电压 VBCB 进行比较。此外,将电池电压 VB1 和 VB2 的差值 (VB1-VB2) 与上限电池电压差值 VBDL 进行比较。作为比较的结果,当电池电压 VB1 大于等于第二充电上限电池电压 VBCB,或者差值 (VB1-VB2) 大于等于上限电池电压差值 VBDL 时,电池平衡被破坏,并且判断电池电压 VB1 为高。此外,处理转入步骤 S28。

[0213] 在步骤 S28,将开关 17a 接通并且开关 17b 断开,并且通过电池平衡电路 16a 进行电池 11a 的放电处理。此外,在下一步骤 S29,将开关 17a 的接通状态和开关 17b 的断开状态维持所述维持时间,并且在经过维持时间后,处理回到步骤 S21。

[0214] 另一方面,如果步骤 S27 所表示的条件不成立,则处理转入步骤 S30。在步骤 S30,将电池 11b 的电池电压 VB2 与第二充电上限电池电压 VBCB 进行比较。此外,将电池电压 VB2 和 VB1 的差值 (VB2-VB1) 与上限电池电压差值 VBDL 进行比较。作为比较的结果,当电池电压 VB2 大于等于第二充电上限电池电压 VBCB,或者当差值 (VB2-VB1) 大于等于上限电池电压差值 VBDL 时,电池 11a 和 11b 的电池平衡被破坏,并且判断电池电压 VB2 为高。此外,处理转入步骤 S31。

[0215] 在步骤 S31,将开关 17a 断开同时将开关 17b 接通,通过电池平衡电路 16b 进行电池 11b 的放电处理。在下一步骤 S32,将开关 17a 的断开状态和开关 17b 的接通状态维持所述维持时间,并且在经过维持时间后,处理回到步骤 S21。

[0216] 另一方面,如果步骤 S30 所表示的条件不成立,则判断电池 11a 和 11b 的电池平衡没有被破坏,并且处理回到步骤 S21。

[0217] 以这种方式,通过控制开关 19 与开关 17a 和 17b,可以进行充电以使得电池 11a 和 11b 的电池电压 VB1 和 VB2 不超过预定的电压,例如过充电检测电压。

[0218] 此外,在本发明的第一实施方式中,以包括多个电池 11a 和 11b 的电池组 1 作为实例进行了描述,但并不局限于此实例。例如,如图 17 所示,即使对于只包括一个电池 11 的

电池组 1'，也可以通过应用上述的开关 19 的第一和第二控制方法来进行充电控制。

[0219] 在图 17 中，控制 IC 30 包括电池电压测量部 33 和控制部 34。基于电池电压测量部 33 所测量的电池 11 的电池电压 VBT，按照上述的开关 19 的第一和第二控制方法，由控制部 34 来控制开关 19。

[0220] 此外，相互并联连接的开关 19 和电阻部 20 并不局限于安装在电池 11 的负端子和负极端子 4 之间，它们也可以安装在电池 11 的正端子和正极端子 3 之间，例如，与图 18 所示的电池组 1'' 相同。

## [0221] 2. 第二实施方式

[0222] 以下将描述本发明的第二实施方式。在本发明的第二实施方式中，相互串联连接的开关和电阻并联连接在充电控制 FET 的漏极端子和源极端子之间，并且同时，另一个开关连接在充电控制 FET 的栅极端子和源极端子之间。当二次电池的电压超过了预定的充电上限电池电压时，控制开关，并且通过使充电电流流过电阻，降低了二次电池的充电电压，由此进行充电，使得二次电池的电压不超过预定的电压

## [0223] 电池组的结构

[0224] 图 19 示出了根据本发明的第二实施方式的电池组 40 的结构。此外，在图 19 中，与图 1 中相同的部件将使用相同的数字来表示，并且省略了对它们的具体描述。在根据第二实施方式的电池组 40 中，代替第一实施方式中的开关 19 和电阻部 20，安装了开关 41、电阻部 42 和开关 43。

[0225] 开关 41 和电阻部 42 相互串联连接，并且并联连接在充电控制 FET 14a 的漏极端子和源极端子之间。通过微型计算机 13' 的控制，控制开关 41，使其在正常操作时断开，而当电池 11 的电池电压超过第一充电上限电池电压时接通。

[0226] 开关 43 并联连接在充电控制 FET 14a 的栅极端子和源极端子之间。通过微型计算机 13' 的控制，控制开关 43，使其在正常操作时断开，而当电池 11 的电池电压超过第一充电上限电池电压时接通。

## [0227] 电池组的操作

[0228] 在正常操作的情况下，开关 41 和 43 均断开，从而充电电流流经充电控制 FET 14a 并且充电控制电流不经过电阻部 42。在充电时，当电池 11 的电压超过第一充电上限电池电压时，通过微型计算机 13' 的控制而将开关 41 接通，从而充电电流流经开关 41 和电阻部 42。通过微型计算机 13' 的控制，将开关 41 接通同时将开关 43 也接通，从而将充电控制 FET 14a 截止。

[0229] 以这种方式，通过控制开关 41 和 43，充电控制电流不流过充电控制 FET 14a，而是流过开关 41 和电阻部 42。充电控制电流流经电阻部 42，从而在电阻部 42 上产生了电压降，并且施加至电池 11 的电压由于电压降而减小，从而可以将充电时的最大电压抑制为低于设定的电压。

[0230] 如上所述，在本发明的第二实施方式中，通过控制开关 41 和 43，有可能在电池 11a 和 11b 的电池电压都不超过预定的电压值的情况下进行充电。

[0231] 根据前述的第一实施方式，在电池组 1 中，由于第一开关安装在电流通路中，在开关 19 上会产生损耗。另一方面，在电池组 40 中，由于在正在操作的情况下，加载的元件如开关并不安装在电流通路上，有可能在正常操作时采用类似于第一实施方式的控制方法进

行充电控制而不降低输出功率。

### [0232] 3. 第三实施方式

[0233] 以下将介绍本发明的第三实施方式。本发明的第三实施方式是安装温度传感器，基于温度控制充电电压，并且同时防止由于高温所造成的元件的损坏以及二次电池的劣化。

#### [0234] 电池组的结构

[0235] 图 20 示出了根据本发明的第三实施方式的电池组 50 的结构。此外，在图 20 中，与图 1 相同的部件使用同样的数字来表示并且省略了对其的具体描述。在电池组 50 中，除了第一实施方式的电池组 1 外，还安装了开关 51、二极管 52 以及温度传感器 53。

[0236] 开关 51 和电阻部 20 串联连接。开关 51 在正常操作时接通，并基于控制 IC 30' 的控制来控制其操作。二极管 52 与开关 19 以及与相互串联连接的电阻部 20 和开关 51 并联连接。连接二极管 52 使得即使在开关 19 和开关 51 断开时，也可以流过放电电流。

[0237] 温度传感器 53 设置在其上安装有电子元件的基板上或电池 11 的附近，并基于环境温度将温度信息输出给控制 IC 30'。作为温度传感器 53，可以使用电阻值在高温时增大的正特性热敏电阻，电阻值在高温时减小的负特性热敏电阻以及电阻值随着温度变化的金属电阻等。

[0238] 控制 IC 30' 是具有图 1 中所示的保护电路 12 以及微型计算机 13 的功能的 IC。与上述第一实施方式相同，控制 IC 30' 测量电池 11 的电池电压，根据测量结果检测过充电状态和过放电状态，并且控制充电控制 FET 14a 和放电控制 FET 15a。控制 IC 30' 根据测量的电池电压判断电池平衡是否被破坏，并且根据判断结果控制电池平衡电路 16a 和 16b，以使预定的电池放电。

[0239] 此外，控制 IC 30' 基于从温度传感器 53 提供的温度信息来控制开关 19 和开关 51。例如，当电阻部 20 和电池 11 的温度达到预定的温度时，开关 19 和开关 51 断开。

[0240] 图 21 示出了温度传感器 53 设置在电路基板上的情况的一个实例的结构。电池 11a 和 11b 以及电路基板都设置在电池组 50 的壳体中。电池 11a 的正端子和电池 11b 的负端子通过一个电极片相连，这样电池 11a 和电池 11b 连接在一起。此外，电池 11a 的负端子通过导线和电路基板相连，同时电池 11b 的正端子也经由配线与电路端子相连。

[0241] 电路基板包括正极端子 3 和负极端子 4，并且安装为向壳体外暴露。在电路基板上，安装了各种电子组件，例如控制 IC 30' 和电阻部 20。在这个实例中，还对电路基板安装了温度传感器 53。

[0242] 温度传感器 53 主要是测量安装在电路基板上的电子组件的温度。例如，当温度传感器 53 设置在电路基板上的电阻部 20 的附近时，可以测量电阻部 20 导致的发热。当温度传感器 53 设置在与电阻部 20 分离的位置时，由于电阻部 20 所导致的发热的影响减小，并且电路基板的温度和电池 11 的温度差异在大约 10°C 以内，因此可以间接测量电池 11 的温度。

[0243] 图 22 示出了温度传感器 53 设置在电池 11 附近的情况的一个实例的结构。在图 22 所示的实例中，温度传感器 53 设置在电池 11 的附近并且经由配线和电路基板相连。在该情况下，温度传感器 53 主要测量电池 11 的温度，并且与图 21 所示的实例比较，可以更精确地测量电池 11 的温度。

#### [0244] 充电控制方法

[0245] 以下将介绍根据本发明的第三实施方式的电池组 50 的充电控制方法。在第三实施方式中,基于温度传感器 53 的温度信息,控制开关 19、开关 17 和第三开关 51,并且执行充电,使得充电时的最大电池电压不超过预定的设定电压值。此外,因为开关 17 的控制方法和第一实施方式相同,这里省略了对其的描述。

[0246] 以下将参考图 23 和图 24 来描述开关 19 和开关 51 的控制方法。在图 23 和图 24 中,为了便于说明开关 19 和开关 51 的控制方法,省去了图 20 中对于说明非必要的结构部分。即,图 20 中的电池平衡电路 16a 和 16b、充电控制 FET 14a 和放电控制 FET 15a 被省略了。图 23 示出了温度传感器 53 设置在电阻部 20 附近的实例,并且图 24 示出了温度传感器 53 设置在电池 11 附近的实例。

[0247] 如图 23 和图 24 所示,在根据第三实施方式的电池组 50 中,开关 19 与相互串联连接的电阻部 20 和开关 51 相互并联连接,并且设置在对于电池 11 的电流通路上。在正常操作的时候,因为开关 19 和开关 51 均接通,电流流经开关 19 而不流经电阻部 20 和开关 51。

[0248] 如果关于电池 11 的电池电压或者温度传感器 53 的温度的预定条件成立,则开关 19 基于控制 IC 30' 的控制而断开,从而充电电流 IC 流经电阻部 20。充电电流流经电阻部 20,这在电阻部 20 上产生了电压降,从而导致施加至电池 11 的电压减小,从而可以将充电时的最大电池电压抑制为低于设定的电压。

[0249] 当关于温度传感器 53 的温度的另一个条件成立时,开关 51 基于控制 IC 30' 的控制而断开,并且电池 11 的充电停止。从而,在图 23 所示的实例中,可以防止由于异常发热而造成的电阻部 20 的损坏。在图 24 所示的实例中,可以防止由于异常发热而造成的电池 11 的劣化。

[0250] 参考图 23,以下将描述温度传感器 53 设置在电阻部 20 附近的情况下开关 19 的控制方法。作为开关 19 的控制方法,可以使用以下描述的第一和第二控制方法。

#### [0251] 开关 19 的第一控制方法

[0252] 在开关 19 的第一控制方法中,预先设定电阻部上限温度 RULC,其表明了电阻部 20 的上限温度。控制 IC 30' 将温度传感器 53 的温度 TA 与电阻部上限温度 RULC 进行比较。此外,控制 IC 30' 将电池 11a 和 11b 的电池电压 VB1 和 VB2 与第一充电上限电池电压 VBCA 进行比较。作为比较的结果,当温度 TA 大于电阻部上限温度 RULC 时,开关 19 断开。此外,当电池电压 VB1 和 VB2 的至少任何一个的电池电压大于等于第一充电上限电池电压 VBCA 时,开关 19 断开。

[0253] 当由下式 (16) 所表示的条件成立时,控制 IC 30' 使开关 19 断开,当条件不成立时,控制 IC 30' 使开关 19 接通。

$$[0254] \quad TA > RULC \text{ 或 } VB1 \geq VBCA \text{ 或 } VB2 \geq VBCA \cdots (16)$$

[0255] 在开关 19 的第一控制方法中,在开关 19 断开后,断开状态一直维持到充电结束,并且在充电结束时,开关 19 接通。

#### [0256] 开关 19 的第二控制方法

[0257] 以下将描述在温度传感器 53 设置在电阻部 20 的附近的情况下,开关 19 的第二控制方法。在开关 19 的第二控制方法中,将温度传感器 53 的温度 TA 与电阻部上限温度 RULC 进行比较。此外,将电池电压 VB1 和 VB2 与第一充电上限电池电压 VBCA 进行比较。作为比

较的结果,当温度 TA 大于电阻部上限温度 RULC,或者当电池电压 VB1 和 VB2 都大于等于第一充电上限电池电压 VBCA 时,开关 19 断开。

[0258] 当由下列式 (17) 所表示的条件成立时,控制 IC 30' 使开关 19 断开,当条件不成立时,控制 IC 30' 使开关 19 接通。

[0259]  $TA > RULC$  或  $(VB1 \geq VBCA \text{ 且 } VB2 \geq VBCA) \dots (17)$

[0260] 此外,在开关 19 的第二控制方法中,在开关 19 断开后,断开状态一直维持到充电结束,并且在充电结束时,开关 19 接通。开关 51 的第一控制方法

[0261] 以下将描述在温度传感器 53 设置在电阻部 20 附近的情况下,开关 51 的第一控制方法。开关 51 的第一控制方法将温度传感器 53 的温度 TA 与电阻部上限温度 RULC 进行比较。作为比较的结果,当温度 TA 大于电阻部上限温度 RULC 时,开关 51 断开。

[0262] 当由下式 (18) 所表示的条件成立时,控制 IC 30' 使开关 51 断开,当条件不成立时,控制 IC 30' 使开关 51 接通。

[0263]  $TA > RULC \dots (18)$

[0264] 如上所述,当电阻部 20 的温度变得高于电阻部上限温度 RULC 时,开关 19 和 51 均断开以停止充电,从而防止电阻部 20 由于异常发热而损坏。在此,例如可以设置电阻部上限温度 RULC 为约 80°C。

[0265] 如图 24 所示,以下将描述在温度传感器 53 设置在电池 11 附近的情况下开关 19 的控制方法。作为开关 19 的控制方法,可以使用下文描述的开关 19 的第三控制方法。

[0266] 开关 19 的第三控制方法

[0267] 以下将描述当温度传感器 53 设置在电池 11 附近的情况下开关 19 的第三控制方法。在开关 19 的第三控制方法中,预先设置表示电池 11 的上限温度的充电上限温度 CULT 和表示电池 11 的下限温度的充电下限温度 CLLT。控制 IC 30' 将温度传感器 53 的温度 TB 与充电上限温度 CULT 和充电下限温度 CLLT 进行比较。此外,控制 IC 30' 将电池 11a 和 11b 的电池电压 VB1 和 VB2 与第一充电上限电池电压 VBCA 进行比较。作为比较的结果,在正在充电并且温度 TB 高于充电上限温度 CULT 或温度 TB 低于充电下限温度 CLLT 的情况下,开关 19 断开。此外,在电池电压 VB1 和 VB2 中的至少一个电池电压大于等于第一充电上限电池电压 VBCA 的情况下,开关 19 断开。

[0268] 当由下式 (19) 所表示的条件成立时,控制 IC 30' 使开关 19 断开,当条件不成立时,控制 IC 30' 使开关 19 接通。

[0269] “正在充电”且  $(TB > CULT \text{ 或 } TB < CLLT \text{ 或 } VB1 \geq VBCA \text{ 或 } VB2 \geq VBCA) \dots (19)$

[0270] 此外,在开关 19 的第三控制方法中,在开关 19 断开后,断开状态一直维持到充电结束,并且在充电结束时,开关 19 接通。

[0271] 另外,作为判断是否正在充电的方法,可以使用前述第一实施方式中的第一至第七判断方法。

[0272] 开关 51 的第二控制方法

[0273] 以下将描述在温度传感器 53 设置在电池 11 附近的情况下,开关 51 的第二控制方法。开关 51 的第二控制方法将温度传感器 53 的温度 TB 与充电上限温度 CULT 和充电下限温度 CLLT 进行比较。作为比较的结果,当温度 TB 高于充电上限温度 CULT 或温度 TB 低于充电下限温度 CLLT 时,开关 51 断开。当由下式 (20) 所表示的条件成立时,控制 IC 30' 使

开关 51 断开,并且当条件不成立时,控制 IC 30' 使开关 51 接通。

[0274]  $TB > CULT$  或  $TB < CLLT$ ... (20)

[0275] 如上所述,当电池 11 的温度变得高于充电上限温度 CULT 或电池 11 的温度变得低于充电下限温度 CLLT 时,开关 19 和开关 51 均断开以停止充电。因此,可以免由于异常发热而导致的电池 11 的劣化。例如,充电上限温度 CULT 可以设为约  $60^{\circ}\text{C}$ ,充电下限温度 CLLT 可以设为约  $0^{\circ}\text{C}$ 。

[0276] 此外,在控制开关 19 时所使用的的第一充电上限电池电压 VBCA 可以根据温度传 53 的温度而改变。例如,如图 25 所示,在室温 ( $11^{\circ}\text{C}$  至  $44^{\circ}\text{C}$ ) 下,第一充电上限电池电压 VBCA 设为约  $4.19\text{V}$ 。当温度传 53 的温度小于等于  $0^{\circ}\text{C}$  时,第一充电上限电池电压 VBCA 设为约  $4.0\text{V}$ 。当温度传 53 的温度在  $1^{\circ}\text{C}$  和  $10^{\circ}\text{C}$  之间时,第一充电上限电池电压 VBCA 设为约  $4.1\text{V}$ 。当温度传 53 的温度在  $45^{\circ}\text{C}$  和  $59^{\circ}\text{C}$  之间时,第一充电上限电池电压 VBCA 设为约  $4.0\text{V}$ 。当温度传 53 的温度大于等于  $60^{\circ}\text{C}$  时,第一充电上限电池电压 VBCA 设为约  $3.9\text{V}$ 。

[0277] 与第一充电上限电池电压 VBCA 类似,在控制开关 17 时所使用的的第二充电上限电池电压 VBCB 也可以根据温度传 53 的温度而改变。例如,如图 26A 所示,在使第二充电上限电池电压 VBCB 与第一充电上限电池电压 VBCA 相等的情况下,在室温 ( $11^{\circ}\text{C}$  至  $44^{\circ}\text{C}$ ) 下,第二充电上限电池电压 VBCB 设为约  $4.19\text{V}$ 。当温度传 53 的温度小于等于  $0^{\circ}\text{C}$  时,第二充电上限电池电压 VBCB 设为约  $4.0\text{V}$ 。当温度传 53 的温度在  $1^{\circ}\text{C}$  和  $10^{\circ}\text{C}$  之间时,第二充电上限电池电压 VBCB 设为约  $4.1\text{V}$ 。当温度传 53 的温度在  $45^{\circ}\text{C}$  和  $59^{\circ}\text{C}$  之间时,第二充电上限电池电压 VBCB 设为约  $4.0\text{V}$ 。当温度传 53 的温度大于等于  $60^{\circ}\text{C}$  时,第二充电上限电池电压 VBCB 设为约  $3.9\text{V}$ 。

[0278] 此外,如图 26B 所示,在第二充电上限电池电压 VBCB 设为低于第一充电上限电池电压 VBCA 的情况下,在室温 ( $11^{\circ}\text{C}$  至  $44^{\circ}\text{C}$ ) 时的第二充电上限电池电压 VBCB 设为约  $4.18\text{V}$ 。当温度传 53 的温度小于等于  $0^{\circ}\text{C}$  时,第二充电上限电池电压 VBCB 设为约  $3.9\text{V}$ 。当温度传 53 的温度在  $1^{\circ}\text{C}$  和  $10^{\circ}\text{C}$  之间时,第二充电上限电池电压 VBCB 设为约  $4.0\text{V}$ 。当温度传 53 的温度在  $45^{\circ}\text{C}$  和  $59^{\circ}\text{C}$  之间时,第二充电上限电池电压 VBCB 设为约  $3.9\text{V}$ 。当温度传 53 的温度大于等于  $60^{\circ}\text{C}$  时,第二充电上限电池电压 VBCB 设为约  $3.8\text{V}$ 。

[0279] 如上所述,基于在室温时的充电上限电池电压,可以根据高温或者低温而将第一充电上限电池电压 VBCA 和第二充电上限电池电压 VBCB 设定为减小。

[0280] 充电控制处理

[0281] 接下来,将参考图 27 至图 29 所示的流程图,描述基于本发明第三实施方式的电池组 50 的充电控制处理。此外,除非特别描述,否则假设以下的控制处理是在型计算机 13 的控制下进行的。

[0282] 在本发明的第三实施方式中,控制开关 17、开关 19 和开关 51,并且控制电池 11a 和 11b 的充电。如图 27 所示,在电池组 50 的充电控制处理中,开关 19 的控制 (步 S41)、开关 51 的控制 (步 S42) 以及开关 17 的控制 (步 S2) 是同时进行的。

[0283] 以下,将分步介绍步 S41 和 S42 所执行的各开关的控制处理。此外,由于步 S2 的开关 17 的控制处理和图 16 所示的处理相同,所以省略对其的描述。

[0284] 首先,以下将参考图 28 描述步 S41 所示出的开关 19 的控制处理。在此,将描述例如使用上述开关 19 的第三控制方法的情况。在步 S51,等待预定的控制周期时间,并且在到

达控制周期时间的时刻,处理转入步 S52 之后的步。

[0285] 在步 S52,判断是否正在充电。通过使用上述第一至第七判断方法中的任何一种方法来判断是否正在充电。如果判断正在充电,则处理转入步 S53。另一方面,如果判断未进行充电,则处理转入步 S58,并且将开关 19 接通。

[0286] 在步 S53,将电池 11a 和 11b 的电压 VB1 和 VB2 与第一充电上限电池电压 VBCA 进行比较。作为比较的结果,当电池电压 VB1 大于等于第一充电上限电池电压 VBCA 或当电池电压 VB2 大于等于第一充电上限电池电压 VBCA 时,处理转入步 S55。

[0287] 另一方面,如果步 S53 所表示的条件不成立,则处理转入步 S54。在步 S54,将温度传温度 TB 与充电上限温度 CULT 和充电下限温度 CLLT 进行比较。作为比较的结果,当温度传温度 TB 高于充电上限温度 CULT 或温度传温度 TB 低于充电下限温度 CLLT 时,处理转入步 S55。

[0288] 在步 S55,将开关 19 断开,并且在步 S56,判断是否正在充电。如果判断正在充电,则处理回到步 S56 并且再次判断是否正在充电。如果判断未进行充电,则处理转入步 S57,并且将开关 19 接通。此外,处理回到步 S51。

[0289] 另一方面,如果在步 S54 的条件不成立,则处理转入步 S58 并且将开关 19 接通。

[0290] 接下来,将参考图 29 描述步 S42 所示的开关 51 的控制处理。在此,将描述使用上述开关 51 的第二控制方法的情况。在步 S61,等待预定的控制周期时间,并且在到达控制周期时间的时刻,处理转入步 S62 之后的步。

[0291] 在步 S62,将传温度 TB 与充电上限温度 CULT 和充电下限温度 CLLT 进行比较。作为比较的结果,当温度传温度 TB 高于充电上限温度 CULT 或温度传温度 TB 低于充电下限温度 CLLT 时,处理转入步 S64,将开关 51 断开,结束一系列的处理。

[0292] 另外,如果步 S62 的条件不成立,则处理转入步 S63,将开关 51 接通。此外,处理回到步 S61。

[0293] 如上所述,在本发明的第三实施方式中,通过根据温度控制开关 19、开关 17 和开关 51,可以进行充电以使得电池 11a 和 11b 的电池电压 VB1 和 VB2 不超过预定的电压,例如过充电检测电压。

[0294] 此外,通过根据温度断开开关 51 以停止充电,可以防止由于异常高温而导致的电池 11 的劣化和诸如电阻部 20 的元件的损坏。

[0295] 此外,在根据本发明的第三实施方式的电池组 50 中,例如可以使用如图 30 所示的 FET 作为开关 19'、开关 17' 和开关 51' 来代替开关 19、开关 17 和开关 51。此外,类似地,对于其他的开关如第一和第二实施方式中使用的开关 41,也可以使用 FET。

[0296] 4. 第四实施方式

[0297] 以下说明本发明的第四实施方式。在第四实施方式中,安装可变电阻部以代替上述第一实施方式中安装在充电电流通路中的开关 19 和电阻部 20。此外,当二次电池的电压超过预定的充电上限电池电压时,可变电阻部的电阻值变化,从而使施加至二次电池的充电电压降低,由此使得二次电池在不超过预定电压的范围内进行充电。

[0298] 电池组的结构

[0299] 图 31 示出了根据本发明的第四实施方式的电池组 60 的一个实例的结构。在电池组 60 中,安装了可变电阻部 61 以代替图 2 所示的与根据第一实施方式的电池组 1 并联安

装并且相互连接的开关 19 和电阻部 20。此外,控制 IC 30 包括电池电压测量部 33 和控制部 34。此外,用相同的数字表示与图 2 相同的部件,并且省略关于它们的详细描述。

[0300] 电池电压测量部 33 测量电池 11 的电池电压,并将其提供给控制部 34。控制部 34 基于所测量的电池 11 的电池电压控制可变电阻部 61 的电阻值。可变电阻部 61 安装在电池 11 的负端子和负极端子 4 之间。通过控制部 34 的控制,可变电阻部 61 在正常操作的时候被设置为低电阻值,而当电池 11 的电池电压超过第一充电上限电池电压时,可变电阻部 61 设置为高于正常操作时的电阻值。

[0301] 充电控制方法

[0302] 以下将描述根据本发明的第四实施方式的电池组 60 的充电控制方法。在第四实施方式中,基于电池 11 的电池电压控制可变电阻部 61 的电阻值,并且进行充电以使充电时最大电池电压不超过预定的某个设定电压。

[0303] 在正常操作的时候,可变电阻部 61 设置为低电阻值。在充电时,如果对于电池 11 的电池电压的预定条件成立,则通过控制部 34 的控制将可变电阻部 61 的电阻值设定为高于正常操作时的值。作为可变电阻部 61 的电阻值设定条件,可以应用与上文所述的开关 19 的第一和第二控制方法中指出条件相同的条件。即,当电池 11 的电池电压 VBT 超过第一充电上限电池电压 VBCA 时,可变电阻部 61 设置为高电阻值。

[0304] 当电压供给部 2 连接至电池组 60 进行充电时,电池 11 的电池电压 VBT 基于可变电阻部 61 的电阻值 RA 和充电电流 IC 按照下式 (21) 进行计算。

[0305]  $VBT = VBE - RA \times IC \dots (21)$

[0306] 通过设置可变电阻部 61 为高电阻值,可变电阻部 61 的电压降的量增加,从而使得施加至电池 11 的电压降低,并且能够将充电时的最大电池电压抑制为低于设定的电压。

[0307] 例如,考虑这样的情况,其中作为电压供给部 2 并且具有 4.3V 的最大电压和 500mA 的最大电流的直流电源连接至具有约 530mAh 的放电容量和 3.1V 的开路电压的电池组 60。在该实例中,第一充电上限电池电压 VBCA 设置为 4.21V,并且设置为当充电电流变为低于约 100mA 的时刻充电结束。此外,作为可变电阻部 61,可使用电阻值可以在约 270mΩ 和约 1.1Ω 之间进行变化的电阻。

[0308] 对于各种情况,如图 32 所示,在充电开始起约 65 分钟后,电池电压 VBT 达到作为第一充电上限电池电压 VBCA 的 4.21V,可变电阻部 61 的电阻值 RA 可以从约 270mΩ 变化至约 1.1Ω,并且该状态维持到充电结束。此外,在充电开始起约 74 分钟后,充电电流 IC 变为低于约 100mA,并且充电结束,并且此时可变电阻部 61 的电压降 VRA 的量为 0.11V。结果,通过将端子电压 VBE 减去由于可变电阻部 61 所导致的电压降 VRA 的量计算出电池 11 的电池电压 VBT 为 4.19V。因此,通过基于电池电压控制可变电阻部 61 的电阻值,可以将最大电池电压控制为低于设定电压 (4.25V)。

[0309] 在此,为了便于理解本发明的第四实施方式,如图 33 所示,将描述这样的电池组 60',其中安装了具有固定电阻值的固定电阻部 62 以代替可变电阻部 61。在该实例中,与上述第四实施方式类似地,作为电压供给部 2 并且具有 4.3V 的最大电压和 500mA 的最大电流的直流电源连接至具有约 530mAh 的放电容量和 3.1V 的开路电压的电池组 60'。此外,设置为使得当充电电流变为低于约 100mA 的时刻充电结束。此外,作为固定电阻部 62,可使用具有约 190mΩ 的电阻值的电阻。

[0310] 对于各种情况,如图 34 所示,在充电开始起约 75 分钟后,充电电流 IC 变为低于约 100mA,并且充电结束。此时固定电阻部 62 的电压降 VRA 的量变为 19mV。结果,通过将端子电压 VBE 减去固定电阻部 62 的电压降 VRA 的量计算出电池 11 的电池电压 VBT 为 4.281V,该值超出了作为设定电压的 4.25V。因此,在充电电流通路上安装固定电阻部 62 时,难以将电池 11 的电池电压控制为低于设定电压。

[0311] 如上所述,在本发明的第四实施方式中,通过控制可变电阻部 61,可以进行充电以使得电池 11 的电池电压不超过预定的设定电压。另外,也可以将第四实施方式的结构与上文所述的第一至第三实施方式相结合来应用。

[0312] 此外,在本实例中,描述了可变电阻部 61 安装在电池 11 的负端子和负极端子 4 之间的情况,但并不局限于此实例,例如,如图 35 所示,可变电阻部 61 可以安装在电池 11 的正端子和正极端子 3 之间。此外,在本实例中,描述了使用一个电池 11 的情况,但类似地,也可以适用于使用多个电池的情况。

[0313] 5. 第五实施方式

[0314] 以下将描述本发明的第五实施方式。在本发明的第五实施方式中,相互串联连接的开关和电阻部安装在外部电极端子之间。另外,当二次电池的电压超过预定的充电上限电池电压时,开关接通,以使充电电流流过电阻部,从而在二次电池的电压不超过预定电压的范围内进行充电。

[0315] 电池组的结构

[0316] 图 36 示出了根据本发明的第五实施方式的电池组 70 的一个实例的结构。在电池组 70 中,电阻部 73 安装在电池 11a 的负端子和负极端子 4 之间,并且开关 71 和电阻部 72 串联连接并且安装在电阻部 73 中电池 11a 的负端子侧和正极端子 3 之间。另外,与第四实施方式类似地,控制 IC 30 包括电池电压测量部 33 和控制部 34。此外,与图 2 和图 31 相同的部件用相同的数字来表示,并且省略了它们的具体说明。

[0317] 开关 71 由控制部 34 控制,并且当电池 11a 和 11b 的电池电压小于等于预定电压时,开关 71 断开。当电池 11a 和 11b 的任何一个的电池电压超过预定电压时,控制部 34 将开关 71 从断开切换为接通。

[0318] 充电控制方法

[0319] 以下将描述根据本发明的第五实施方式的电池组 70 的充电控制方法。在第五实施方式中,基于电池 11a 和 11b 的电池电压控制开关 71,并且进行充电以使得在充电时的最大电池电压不超过预定的某个设定电压。

[0320] 在正常操作的时候,开关 71 断开。在充电时,如果电池 11a 和 11b 的任何一个的电池电压超过预定电压,则通过控制部 34 的控制将开关 71 接通。作为将开关 71 接通的条件,可以应用如上文所述的第一实施方式中开关 19 的第一和第二控制方法中所指出的相同的条件。即,当电池 11a 和 11b 的电池电压 VB1 和 VB2 中的任何一个超过第一充电上限电池电压 VBCA 时,开关 71 接通。开关 71 接通,从而使充电电流流过与开关 71 串联连接的电阻部 72,由此可以降低电池 11a 和 11b 的电压。

[0321] 电池 11a 和 11b 的电池电压 VBT 由于将开关 71 接通而降低的电压降低量  $\Delta VBT$  基于电阻部 73 的电阻值 RA 和电阻部 72 的电阻值 RB、按照下式 (22) 来进行计算。

[0322] 
$$\Delta VBT = \{(VB1+VB2)/RB\} \times RA \cdots (22)$$

[0323] 例如,考虑这样的情况,其中第一充电上限电池电压设置为 4.21V,电阻部 72 的电阻值 RA 为 100m $\Omega$  并且电阻部 73 的电阻值 RB 为 100 $\Omega$ 。在该情况下,当电池 11a 和 11b 的电池电压 VB1 和 VB2 变为 4.21V 时,开关 71 接通,并且电池电压 VBT 降低。此时,基于式 (22),电池电压 VBT 的电压降低量  $\Delta$  VBT 变为 8.42mV。

[0324] 以此方式,在本发明的第五实施方式中,通过控制开关 71,可以进行充电而使得电池 11a 和 11b 的电池电压不超过预定的设定电压。另外,可以将根据第五实施方式的结构与上文所述的第一至第四实施方式相结合来应用。

[0325] 实施例

[0326] 以下,根据本发明的第一实施方式的电池组将以实施例的方式进行具体说明,但是第一实施方式不仅仅局限于这些实施例。

[0327] 第一实施例

[0328] 首先,如下所述,制造具有 10%的剩余放电容量的电池 11a。具有 1500mAh 的放电容量的电池 11a 与负载连接,并且以 150mA 的电流进行放电直到电压变为 2.3V。如此重复放电直到电池 11a 的开路电压变得低于 3.0V。此外,电池 11a 连接至直流电源并且以 150mA 的充电电流充电 60 分钟,以使最大电压变为 4.2V。以这种方式,制造了具有 150mAh 的放电容量、即具有 10%的剩余放电容量的电池 11a。

[0329] 其次,如下所述,制造具有 0%的剩余放电容量的电池 11b。具有 1500mAh 的放电容量的电池 11b 与负载连接,并且以 150mA 的电流进行放电直到电压变为 2.3V。如此重复放电直到电池 11b 的开路电压变得低于 3.0V。以这种方式,制造了具有 0mAh 的放电容量、即具有 0%的剩余放电容量的电池 11b。

[0330] 将如此制造的电池 11a 和 11b 相互串联连接以制造图 2 所示的电池组。在此,假设电阻部 20 的电阻值为 0.8 $\Omega$ 。

[0331] 第二实施例

[0332] 与第一实施例类似地,制造具有 10%的剩余放电容量的电池 11a 和具有 0%的剩余放电容量的电池 11b。此外,将如此制造的电池 11a 和电池 11b 相互串联连接以制造图 10 所示的电池组。在此,假设电阻部 20 的电阻值为 0.8 $\Omega$  并且电阻部 18a 和 18b 的电阻值为 120 $\Omega$ 。

[0333] 第一比较例

[0334] 与第一实施例类似地,制造具有 10%的剩余放电容量的电池 11a 和具有 0%的剩余放电容量的电池 11b。此外,将如此制造的电池 11a 和电池 11b 相互串联连接。

[0335] 第二比较例

[0336] 与第一实施例中电池 11b 的制造方法类似地,制造具有 0%的剩余放电容量的电池 11a 和 11b。此外,制造电池组,其中如此制造的电池 11a 和电池 11b 相互串联连接。

[0337] 充电特性的测量

[0338] 对于按照上述方法制造的第一实施例、第二实施例、第一比较例和第二比较例中的电池组,连接了最大电压和最大电流限制在 8.4V 和 1.2A 的直流电源,以执行恒定电流和恒定电压的充电。此外,当充电电流变为约 42mA 时,充电结束。

[0339] 在第一和第二实施例中,当电池 11a 和 11b 的电池电压 VB1 和 VB2 变得大于等于第一充电上限电池电压 VBCA 时,开关 19 断开并且断开状态维持到充电结束。在此,在第一

和第二实施例中,假设第一充电上限电池电压  $V_{BCA}$  为 4.19V。

[0340] 在第二实施例中,当电池电压  $V_{B1}$  大于等于第二充电上限电池电压  $V_{BCB}$  时,或者电池电压  $V_{B1}$  和  $V_{B2}$  的电压差  $V_{B1}-V_{B2}$  大于等于上限电池电压差  $V_{BDL}$  时,开关 17a 接通,并且以维持时间来维持接通状态。此外,当电池电压  $V_{B2}$  大于等于第二充电上限电池电压  $V_{BCB}$  时,或者电池电压  $V_{B2}$  和  $V_{B1}$  的电压差  $V_{B2}-V_{B1}$  大于等于上限电池电压差  $V_{BDL}$  时,开关 17b 接通,并且以维持时间来维持接通状态。在此,在第二实施例中,假设第二充电上限电池电压  $V_{BCB}$  为 4.19V,上限电池电压差  $V_{BDL}$  为 20mV,并且开关 17a 和 17b 的维持时间为 60 秒。

[0341] 在电池组充电时,在预定的时刻 A 到 E 测量电池 11a 和 11b 的电池电压  $V_{B1}$  和  $V_{B2}$ 、电池电压差  $V_{B1}-V_{B2}$  和  $V_{B2}-V_{B1}$ 、充电电流  $I_C$  以及电阻部 20 的电压  $V_{RA}$ 。在此,时刻 A 为开关 19 即将断开前的时刻。时刻 B 为开关 19 断开后经过了 3 分钟的时刻。时刻 C 为充电即将结束前的时刻。时刻 D 为充电已经结束的时刻。时刻 E 为充电结束后经过了 20 分钟的时刻。此时,小于等于 4.25V 的电池 11a 和 11b 的电池电压  $V_{B1}$  和  $V_{B2}$  用作判断是否经过了 20 分钟的基准。

[0342] 关于如上所述制造的第一实施例、第二实施例、第一比较例和第二比较例,在各个时刻 A 到 E 的测量结果示出于图 37 至图 44 和表 1 中。此外,由于在第二实施例中,电池电压  $V_{B2}$  低于电池电压  $V_{B1}$  并且不操作开关 17b,因而开关 17b 的操作没有在测量结果中说明。此外,由于第一和第二比较例中未安装电阻部 20,因而没有描述电阻部 20 的电压  $V_{RA}$ 。此外,由于第一和第二比较例中未安装开关 19,因而没有进行在时刻 A 和 B 的测量。

[0343]

表 1

|       | 时刻 A       |            |             |          |        | 时刻 B       |            |             |           |           | 时刻 C       |            |             |          |            | 时刻 D       |            |             |    |     |            |            |             |    |     |
|-------|------------|------------|-------------|----------|--------|------------|------------|-------------|-----------|-----------|------------|------------|-------------|----------|------------|------------|------------|-------------|----|-----|------------|------------|-------------|----|-----|
|       | VB1        | VB2        | VB1-<br>VB2 | IC       | VRA    | VB1        | VB2        | VB1-<br>VB2 | IC        | VRA       | VB1        | VB2        | VB1-<br>VB2 | IC       | VRA        | VB1        | VB2        | VB1-<br>VB2 | IC | VRA | VB1        | VB2        | VB1-<br>VB2 | IC | VRA |
| 第一实施例 | 4.190<br>V | 4.115<br>V | 75<br>mV    | 1.2<br>A | 0<br>V | 4.065<br>V | 3.995<br>V | 70<br>mV    | 348<br>mA | 278<br>mV | 4.238<br>V | 4.121<br>V | 117<br>mV   | 42<br>mA | 33.6<br>mV | 4.224<br>V | 4.112<br>V | 112<br>mV   | -  | -   | 4.185<br>V | 4.187<br>V | 2<br>mV     | -  | -   |
| 第二实施例 | 4.190<br>V | 4.122<br>V | 68<br>mV    | 1.2<br>A | 0<br>V | 4.065<br>V | 4.002<br>V | 63<br>mV    | 341<br>mA | 273<br>mV | 4.220<br>V | 4.141<br>V | 79<br>mV    | 42<br>mA | 33.6<br>mV | 4.213<br>V | 4.134<br>V | 79<br>mV    | -  | -   | 4.185<br>V | 4.187<br>V | 2<br>mV     | -  | -   |
| 第一比较例 | -          | -          | -           | -        | /      | -          | -          | -           | -         | /         | 4.261<br>V | 4.137<br>V | 124<br>mV   | 42<br>mA | -          | 4.234<br>V | 4.126<br>V | 117<br>mV   | -  | -   | 4.185<br>V | 4.187<br>V | 2<br>mV     | -  | /   |
| 第二比较例 | -          | -          | -           | -        | /      | -          | -          | -           | -         | /         | 4.197<br>V | 4.199<br>V | 2<br>mV     | 42<br>mA | -          | 4.185<br>V | 4.187<br>V | 2<br>mV     | -  | -   | 4.185<br>V | 4.187<br>V | 2<br>mV     | -  | /   |

[0344] 从结果可知,在第一实施例中,电池 11a 和 11b 的电池电压 VB1 和 VB2 在充电即将结束之前的时刻 C 变成最大电池电压。以此方式,通过断开开关 19 使得电流流过电阻部

20,可以使电池电压 VB1 和 VB2 低于 4.25V。

[0345] 在此,充电电流 IC 在开关 19 断开后经过了 3 分钟的时刻 B 为 348mV,并且电阻部 20 的电压 VRA 为 278mV。即,通过断开开关 19,由于电阻部 20 导致的电压降是 278mV,从而施加至电池 11a 和 11b 的电压能够减小 278mV。

[0346] 在第二实施例中,如同第一实施例一样,电池 11a 和 11b 的电池电压 VB1 和 VB2 在充电即将结束之前的时刻 C 达到最大电池电压。

[0347] 如上所述,开关 19 断开使得电流流经电阻部 20,并且同时开关 17a 和 17b 接通使得电流流经电池平衡电路 16a 和 16b,使得电池电压 VB1 和 VB2 可小于等于 4.25V。

[0348] 此外,如图 40 所示,电阻部 18a 的放电容量为 119mAh,相对于充电前的放电容量差 150mAh,可以将差减小约 79%。

[0349] 在此,充电电流 IC 在开关 19 断开后经过了 3 分钟的时刻 B 为 341mV,并且电阻部 20 的电压 VRA 为 273mV。即,通过断开开关 19,由于电阻部 20 所导致的电压降为 273mV,从而施加至电池 11a 和 11b 的电压能够减小 273mV。

[0350] 此外,在第二实施例中,通过使开关 17a 和 17b 接通,相比第一实施例,可以将最大电池电压减小 18mV,从而能够更有效地控制电池电压。

[0351] 另一方面,在第一比较例中,电池 11a 的电池电压 VB 1 在充电即将结束之前的时刻 C 达到最大电池电压 (4.261V),因此电池电压超过了 4.25V。此外,在第二比较例中,电池 11a 和 11b 的电池电压 VB1 和 VB2 在充电即将结束之前的时刻 C 达到最大电池电压。以此方式,当电池 11a 和 11b 的剩余放电容量无差异时,电池电压 VB1 和 VB2 能够小于等于 4.25V。

[0352] 从上述结果可知,为了在剩余充电容量存在差异时的电池电压低于 4.25V,需要控制开关 19。此外,通过控制开关 17a 和 17b 并且减小电池的剩余放电容量的差异,能够更有效地控制电池电压。

[0353] 尽管以上描述了本发明的第一至第五实施方式,但本发明并不局限于上述本发明的第一至第五实施方式,可以在不背离本发明主旨的范围内进行各种修改和应用。例如,在上述实例中,描述了电阻部 20 安装在电池 11 的负端子和负极端子 4 之间,但并不局限于此,例如,电阻部 20 也可以安装在电池 11 的正端子和正极端子 3 之间。

[0354] 本领域的普通技术人员应当理解,根据设计要求和因素,可以进行各种变更、组合、子组合以及改变,只要它们在所附权利要求或其等同物的范围内。

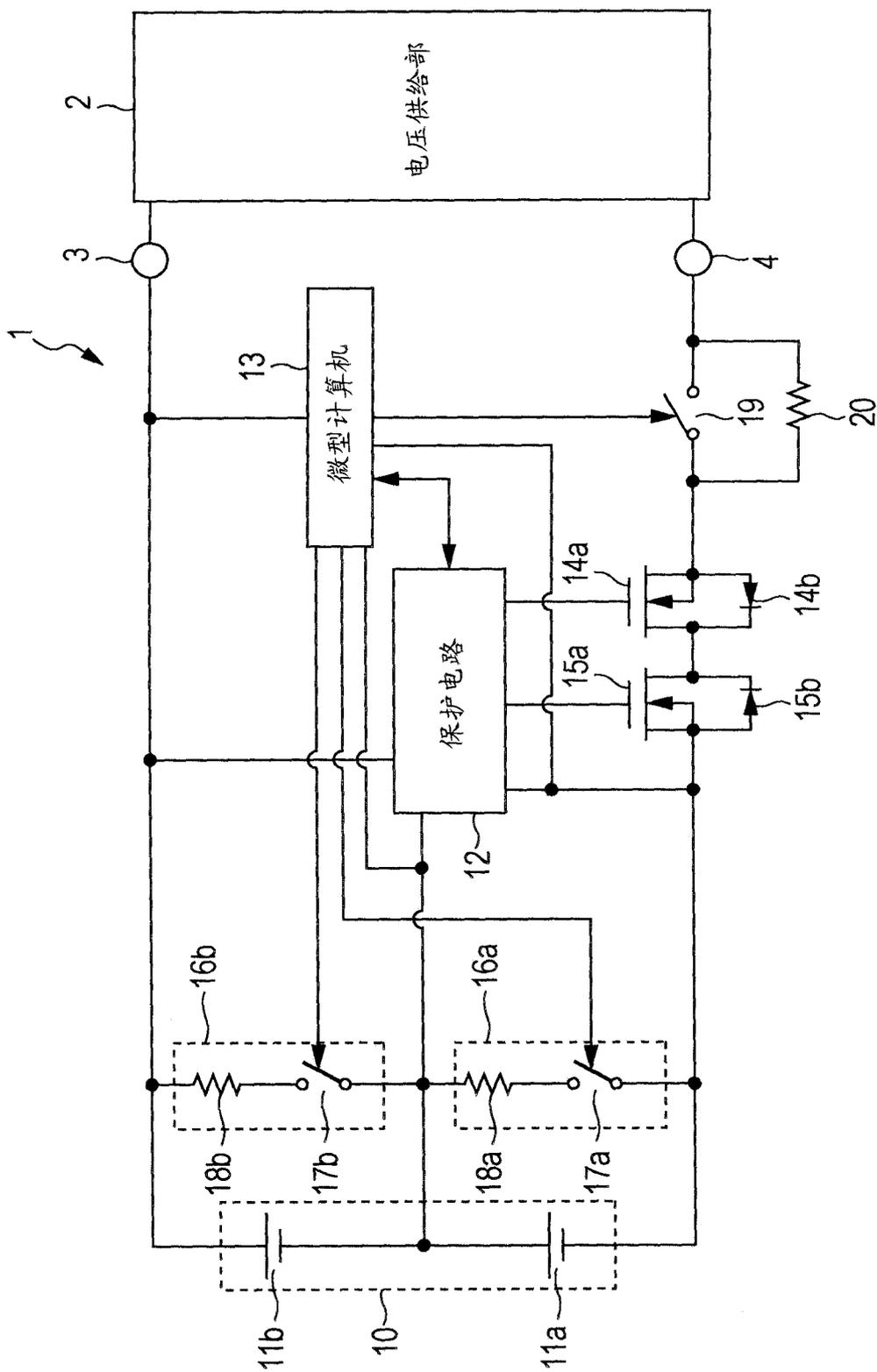


图 1

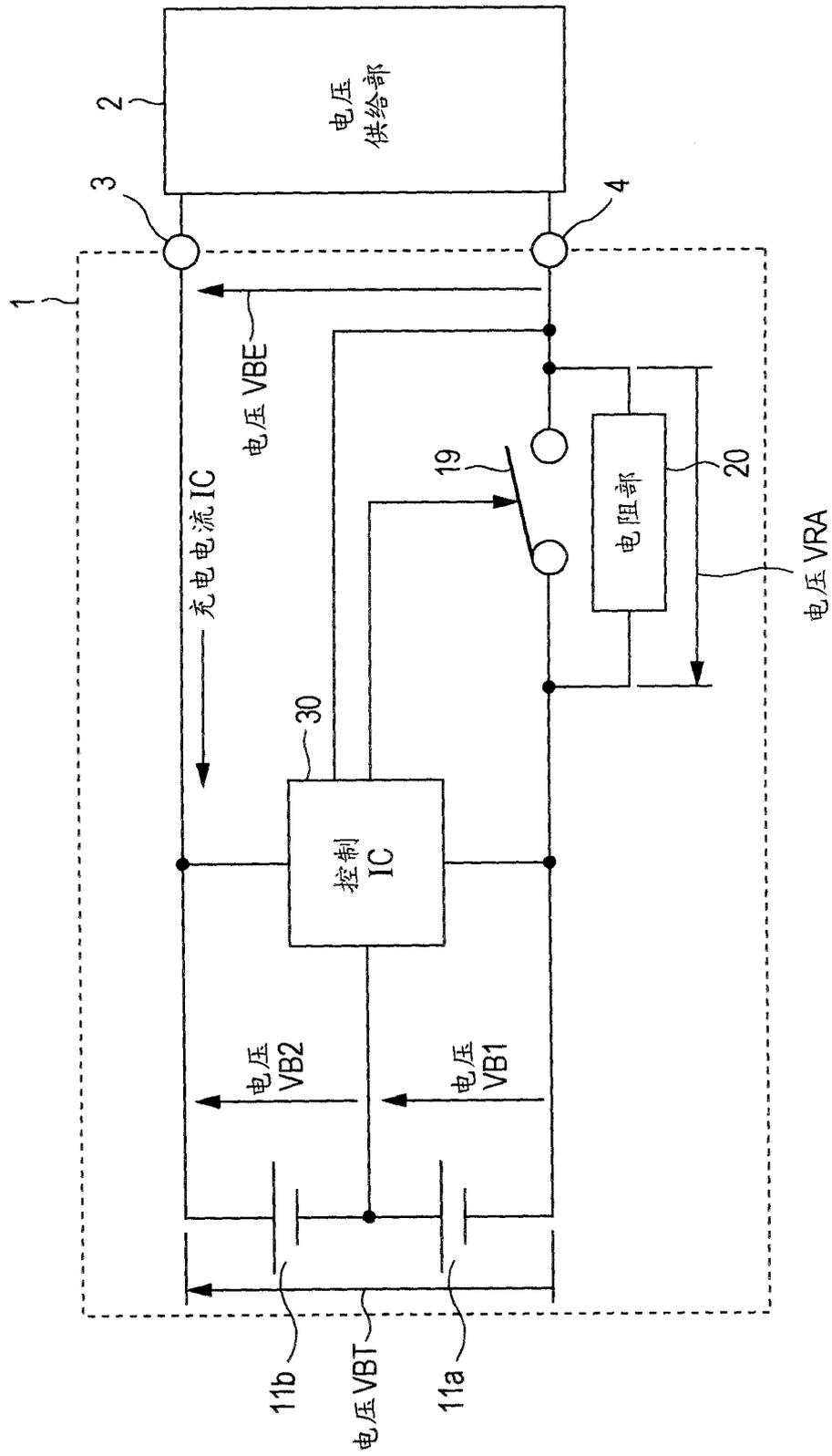


图 2

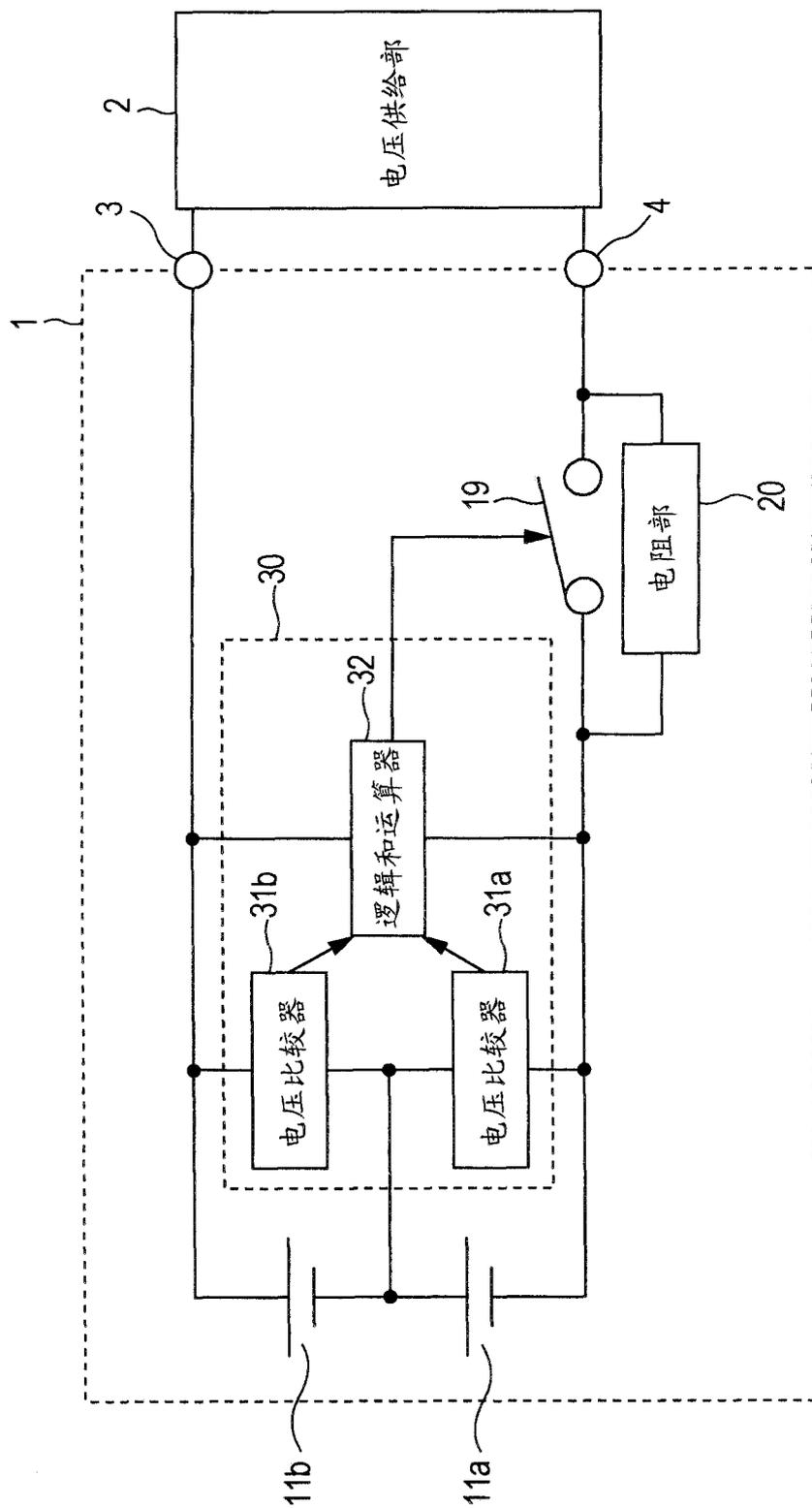


图 3

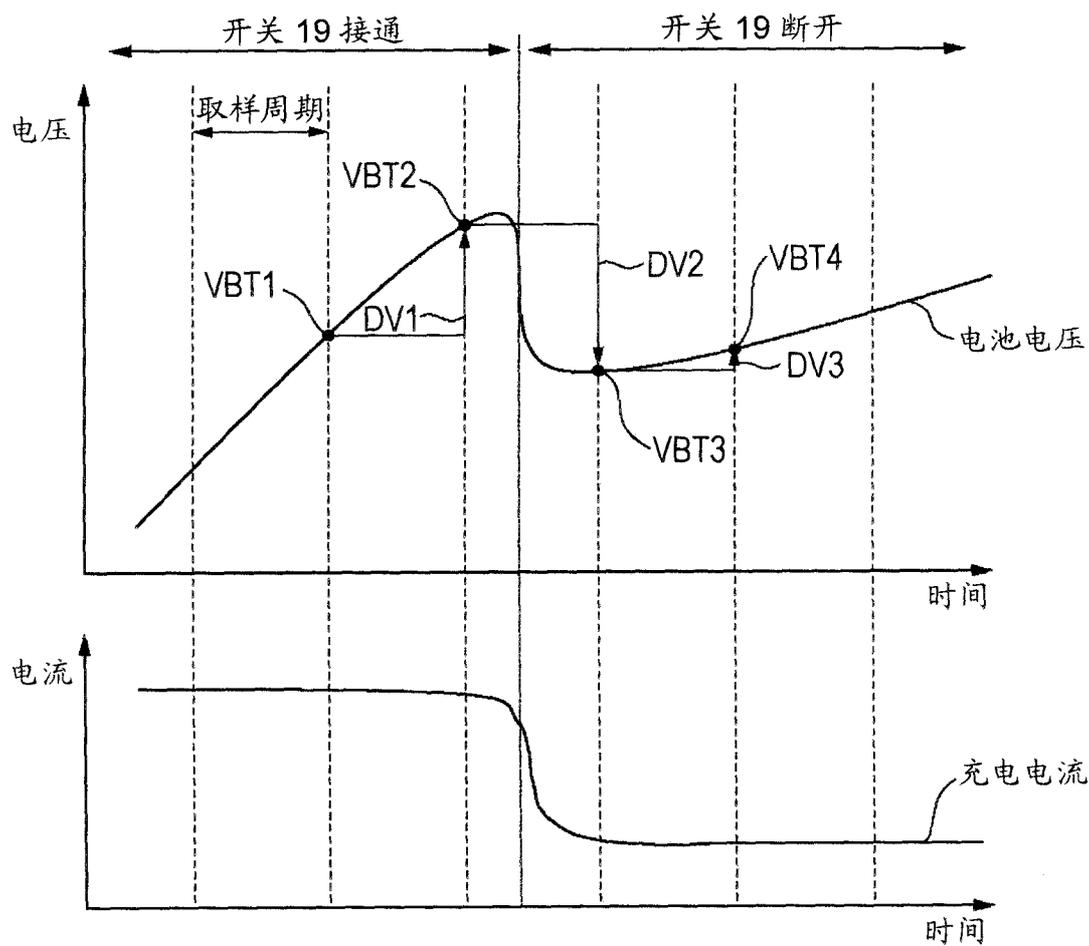


图 4

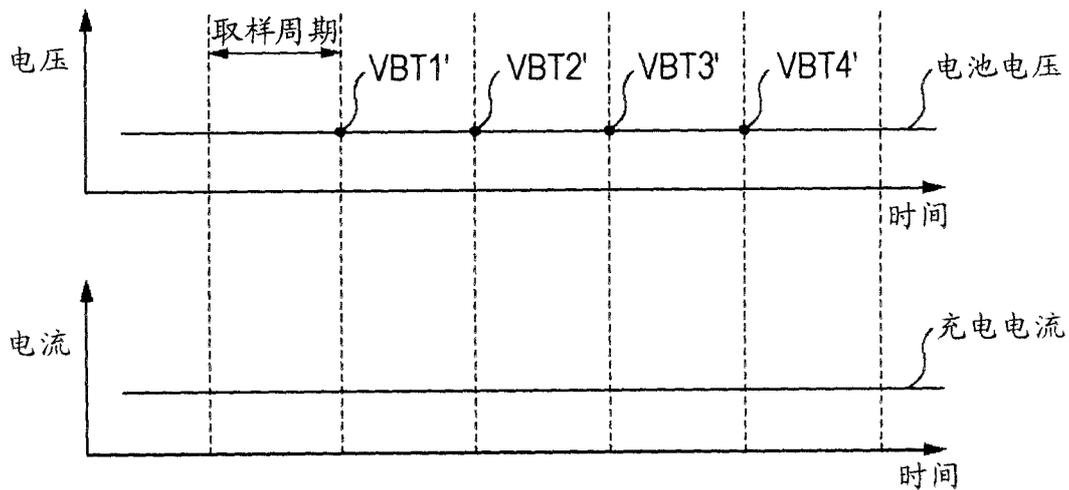


图 5

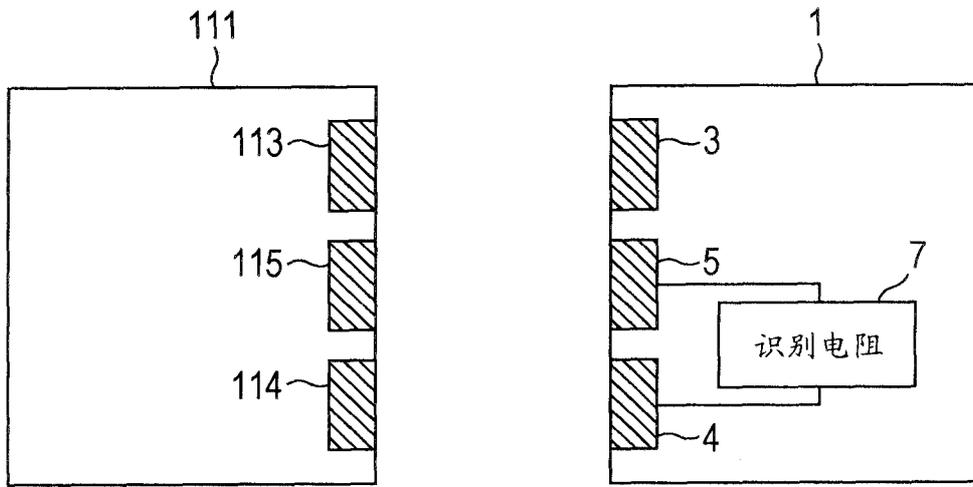


图 6

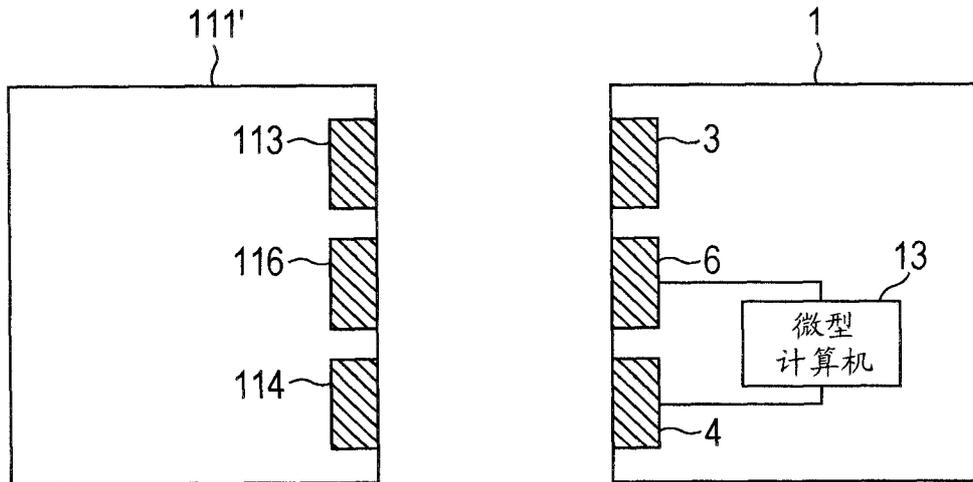


图 7

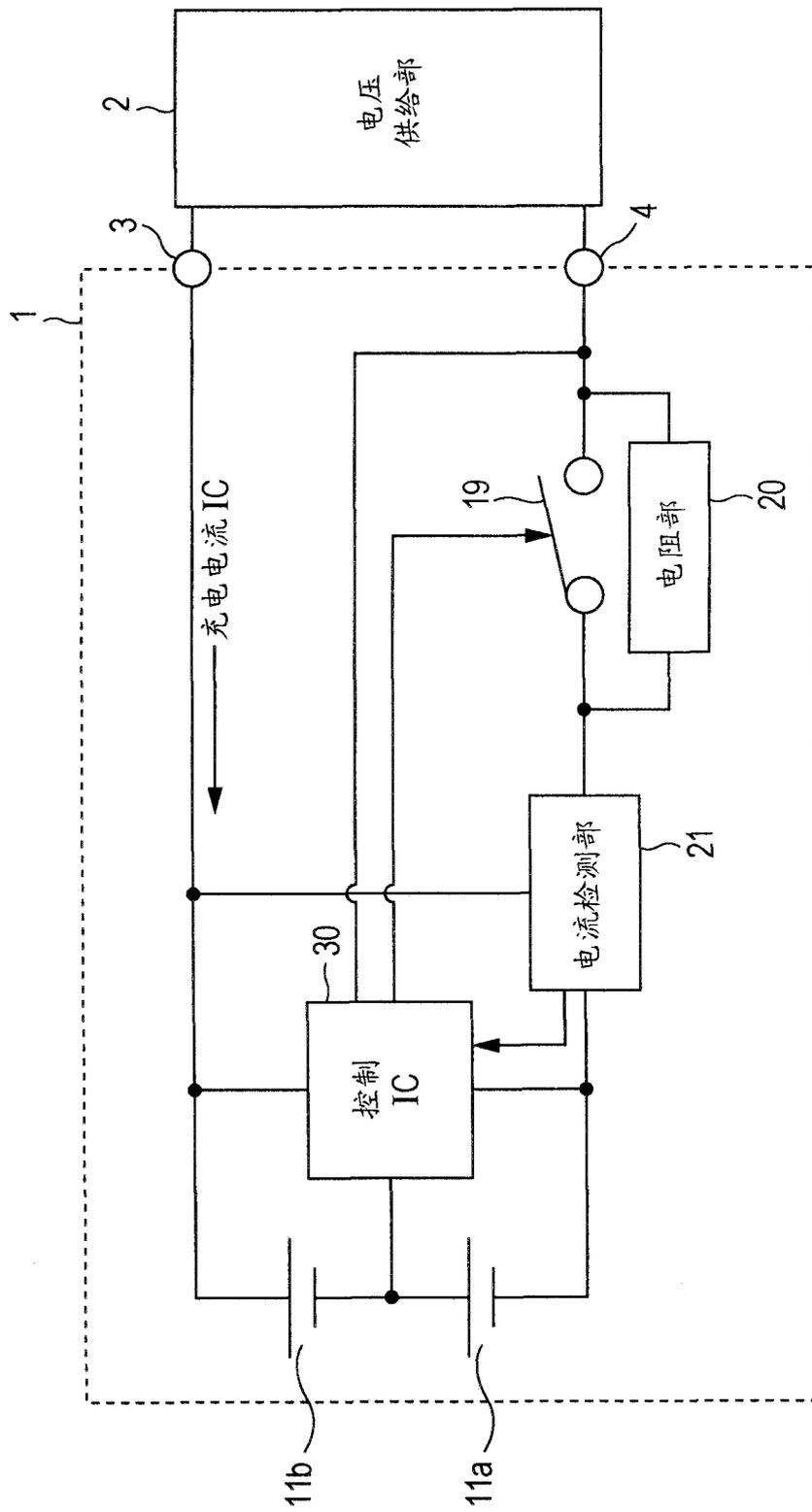


图 8

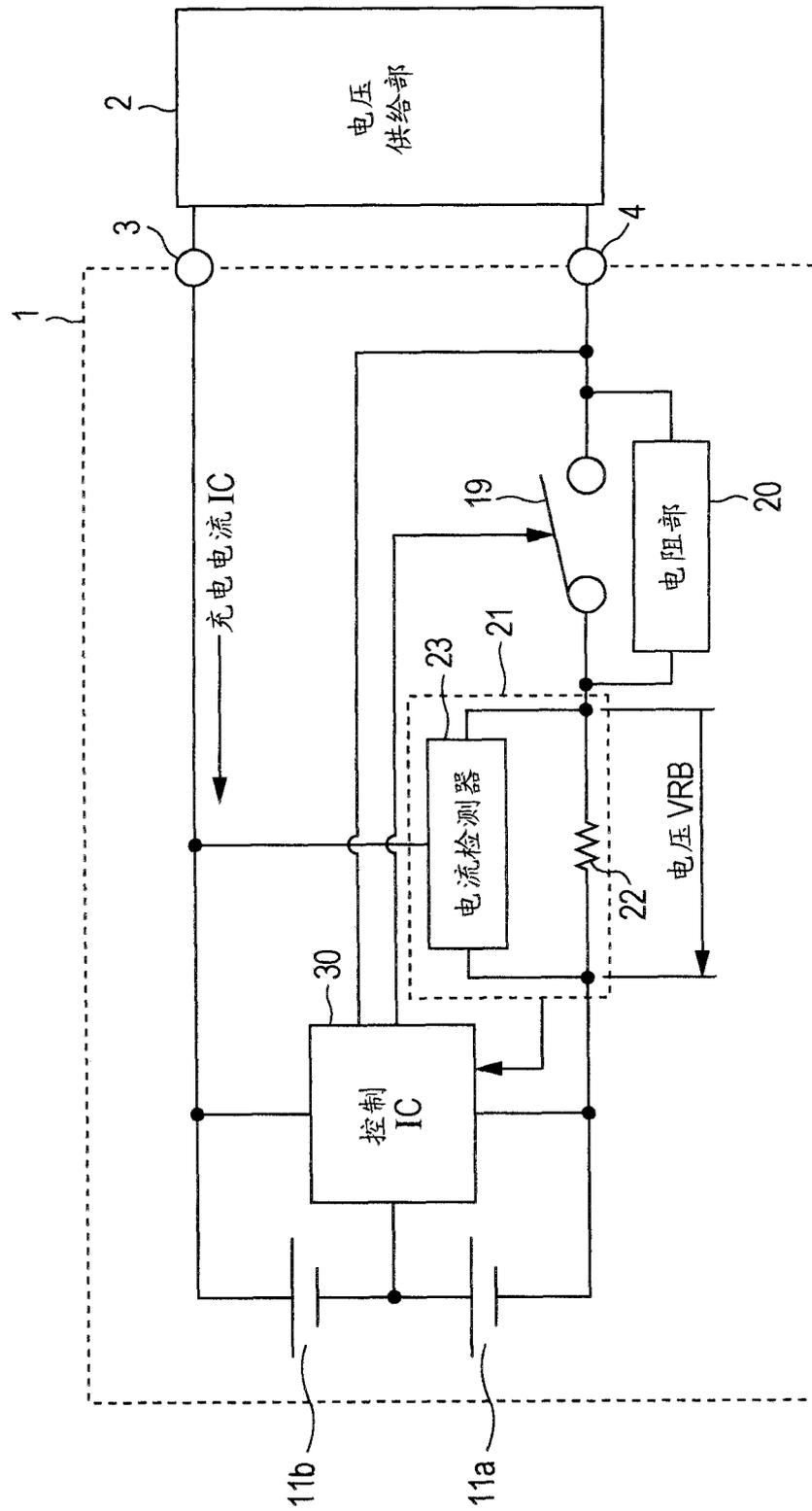


图 9

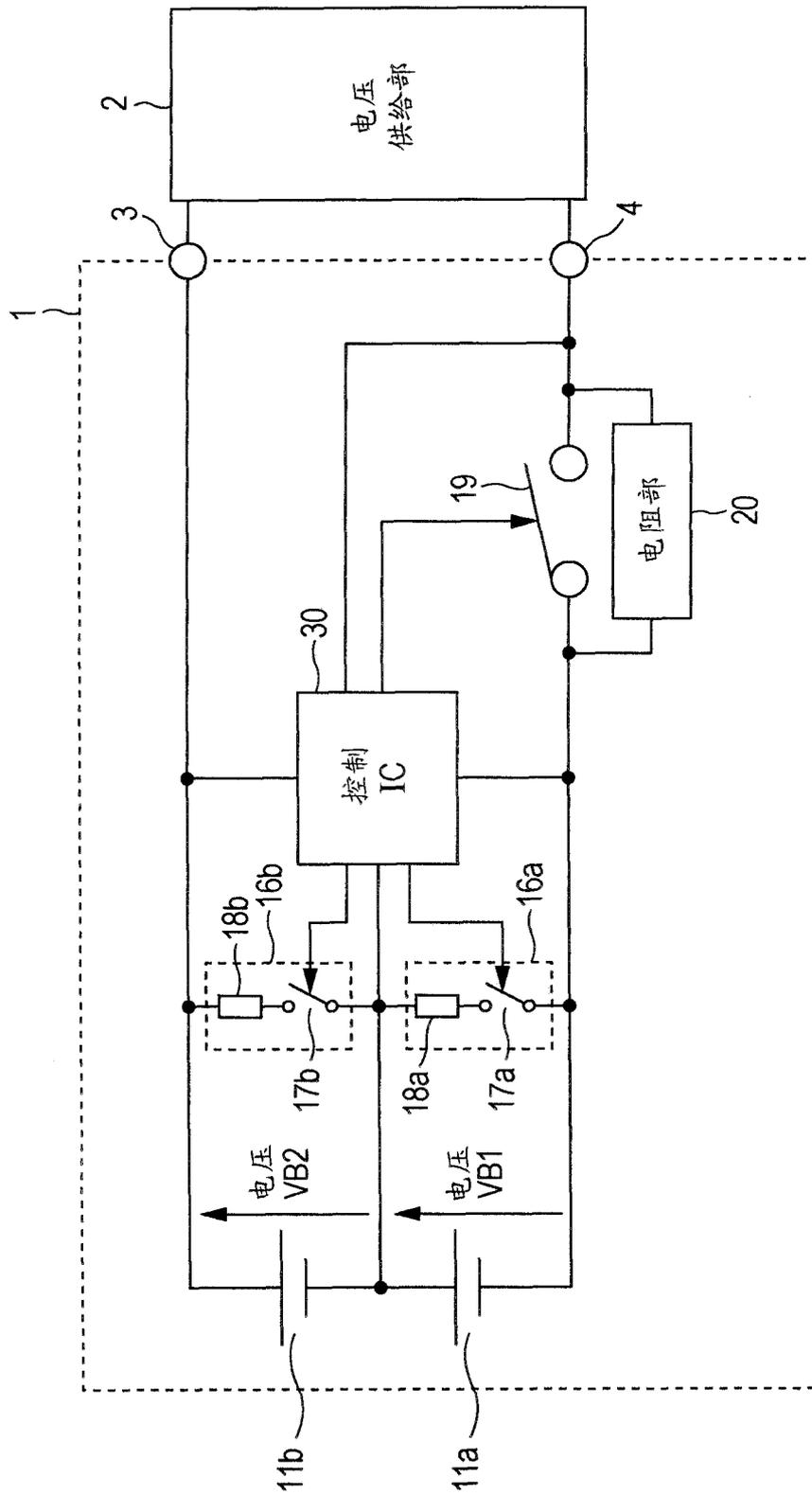


图 10

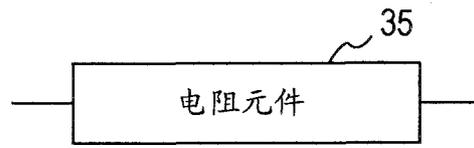


图 11A

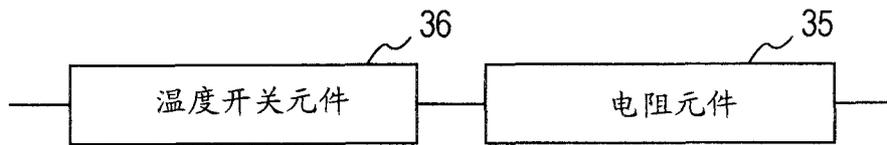


图 11B

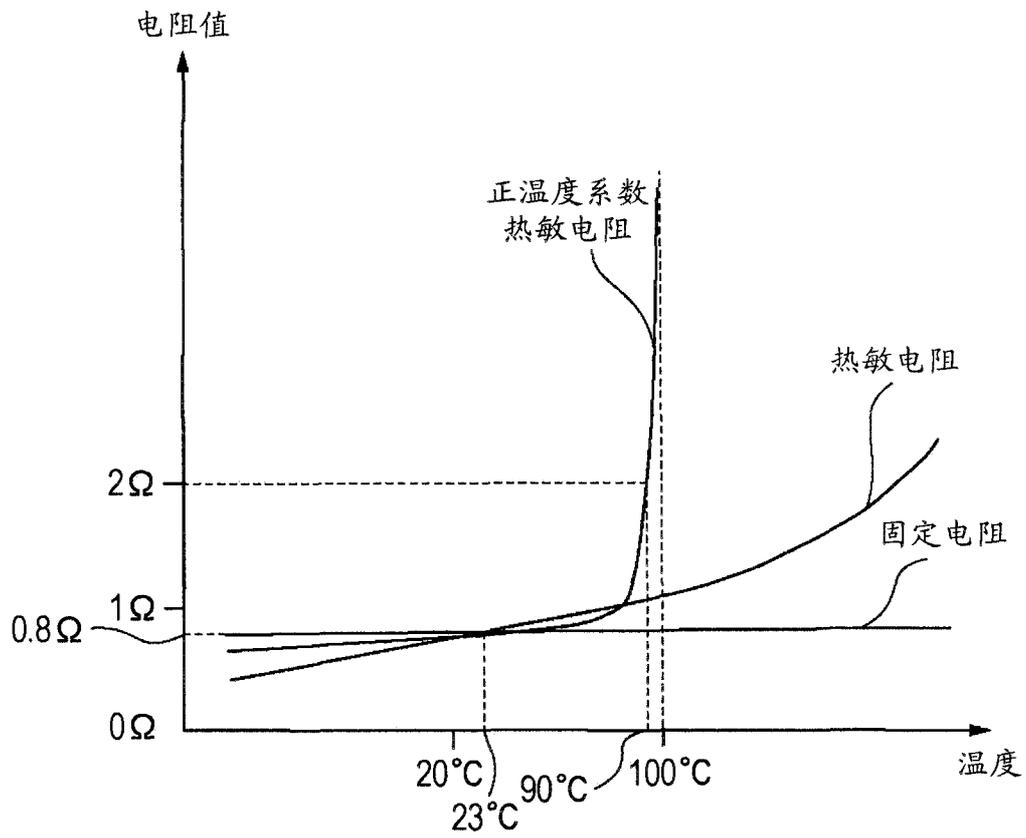


图 12

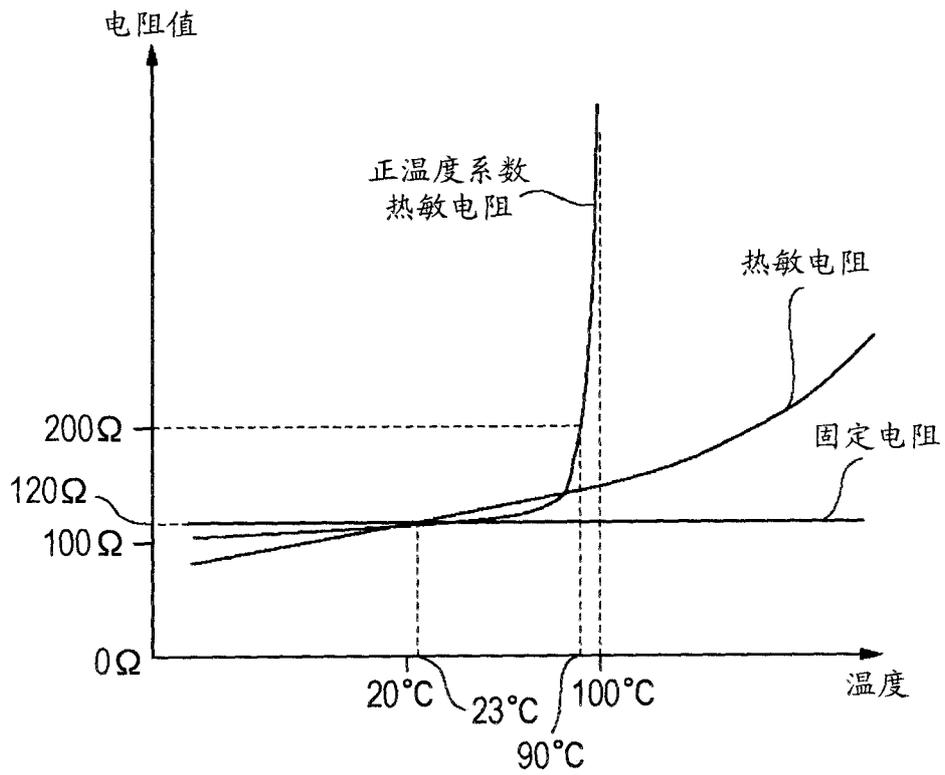


图 13

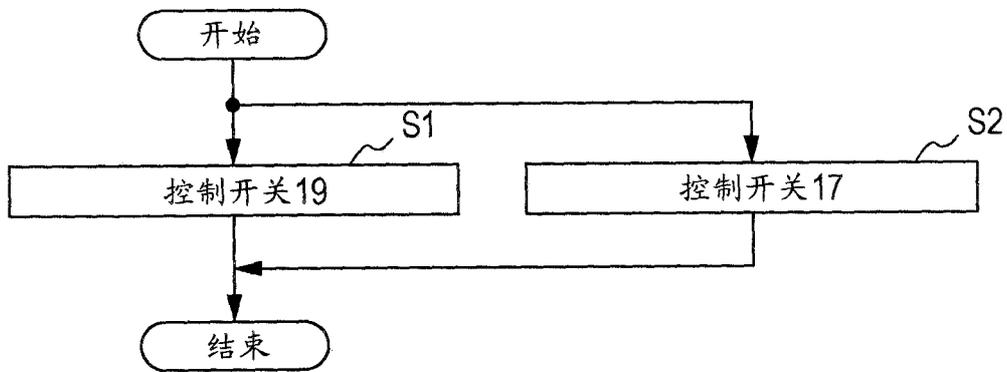


图 14

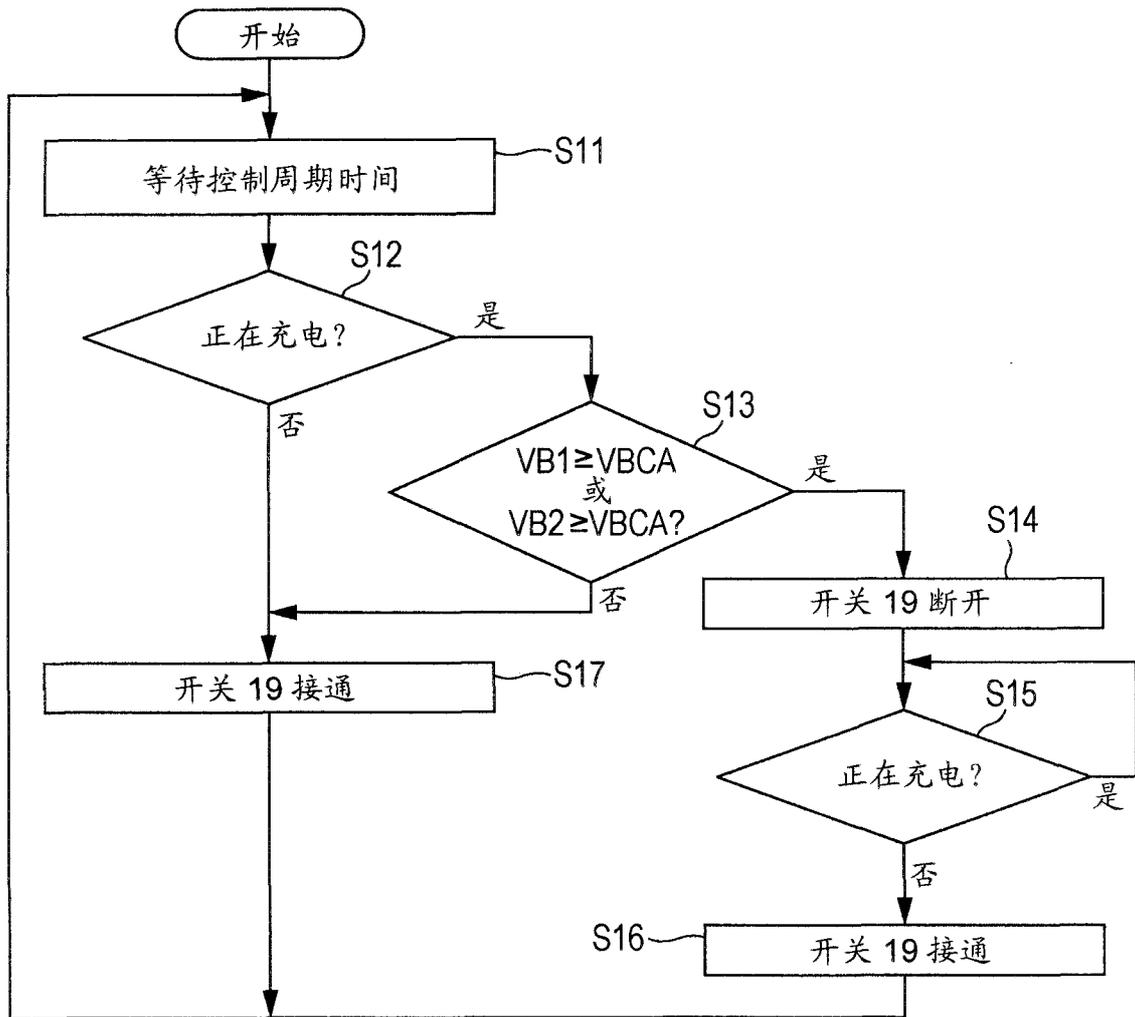


图 15

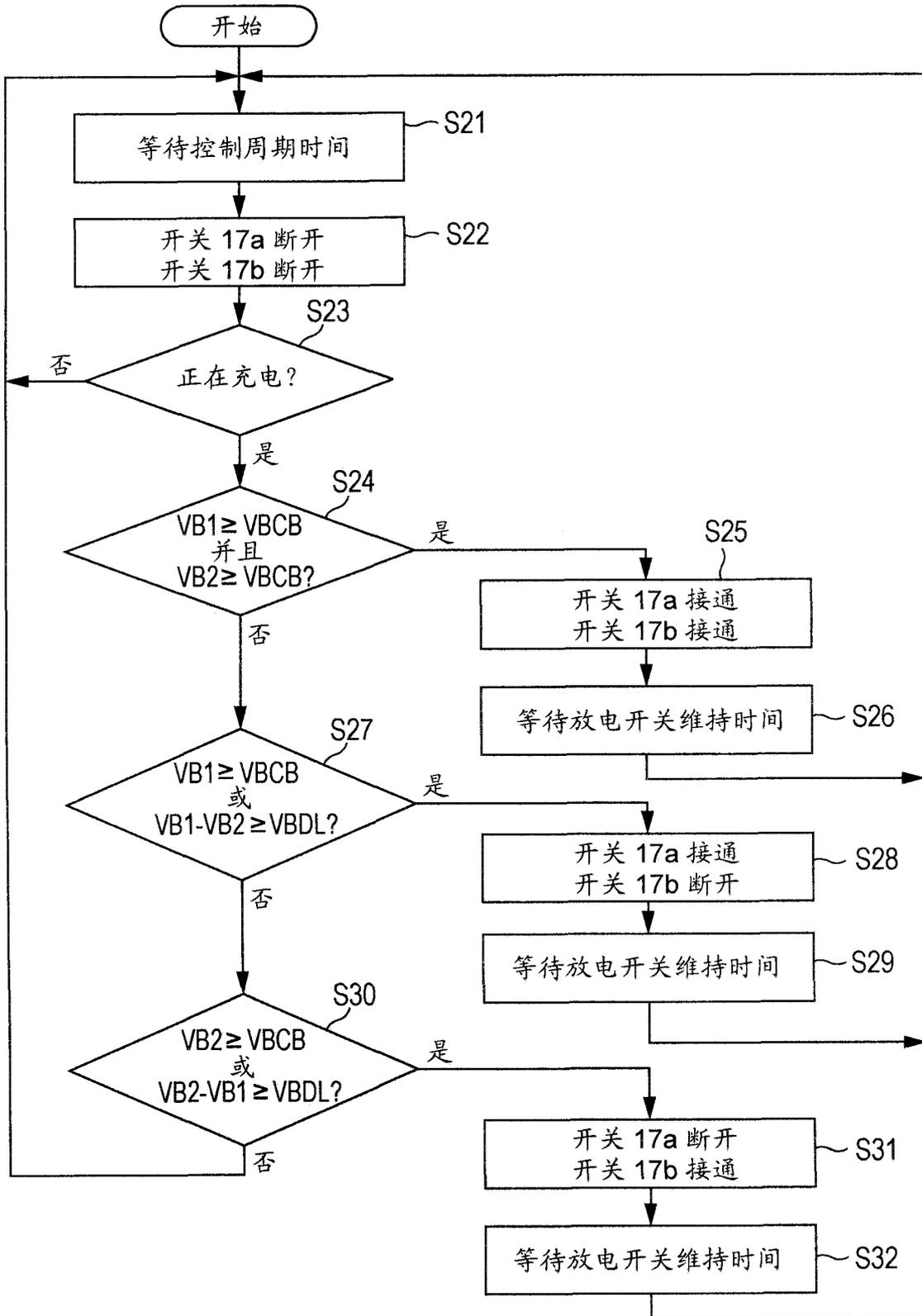


图 16

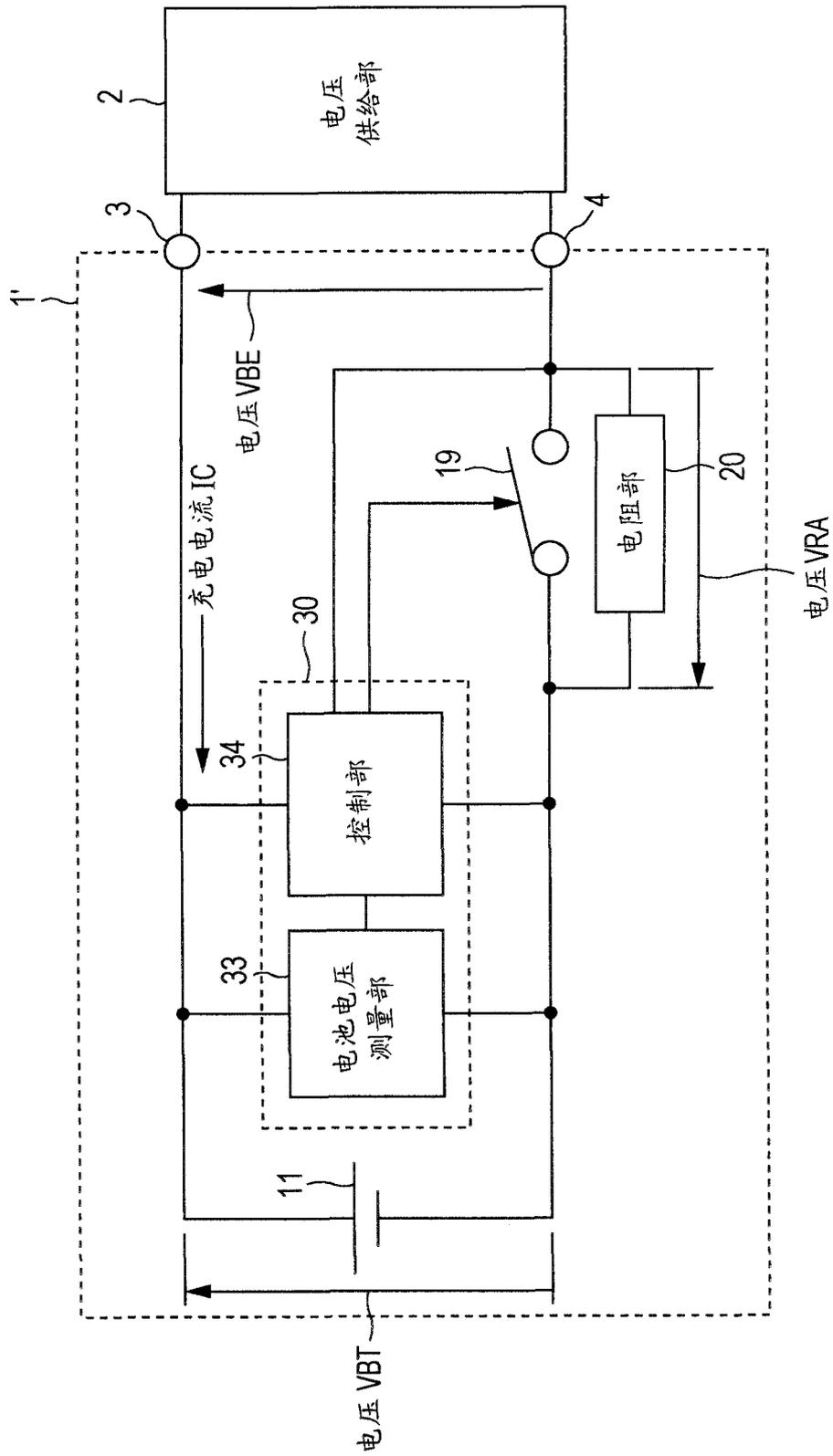


图 17

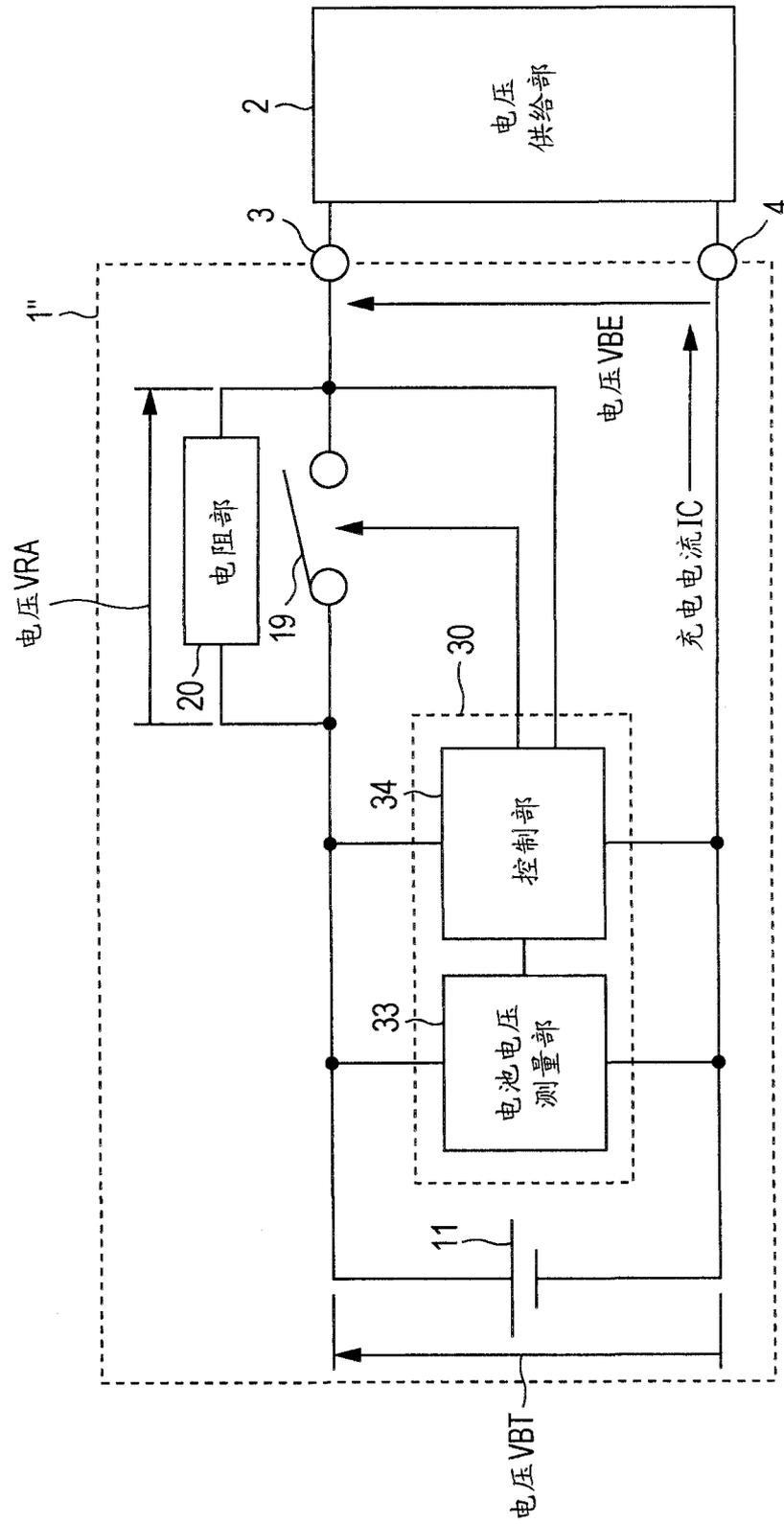


图 18

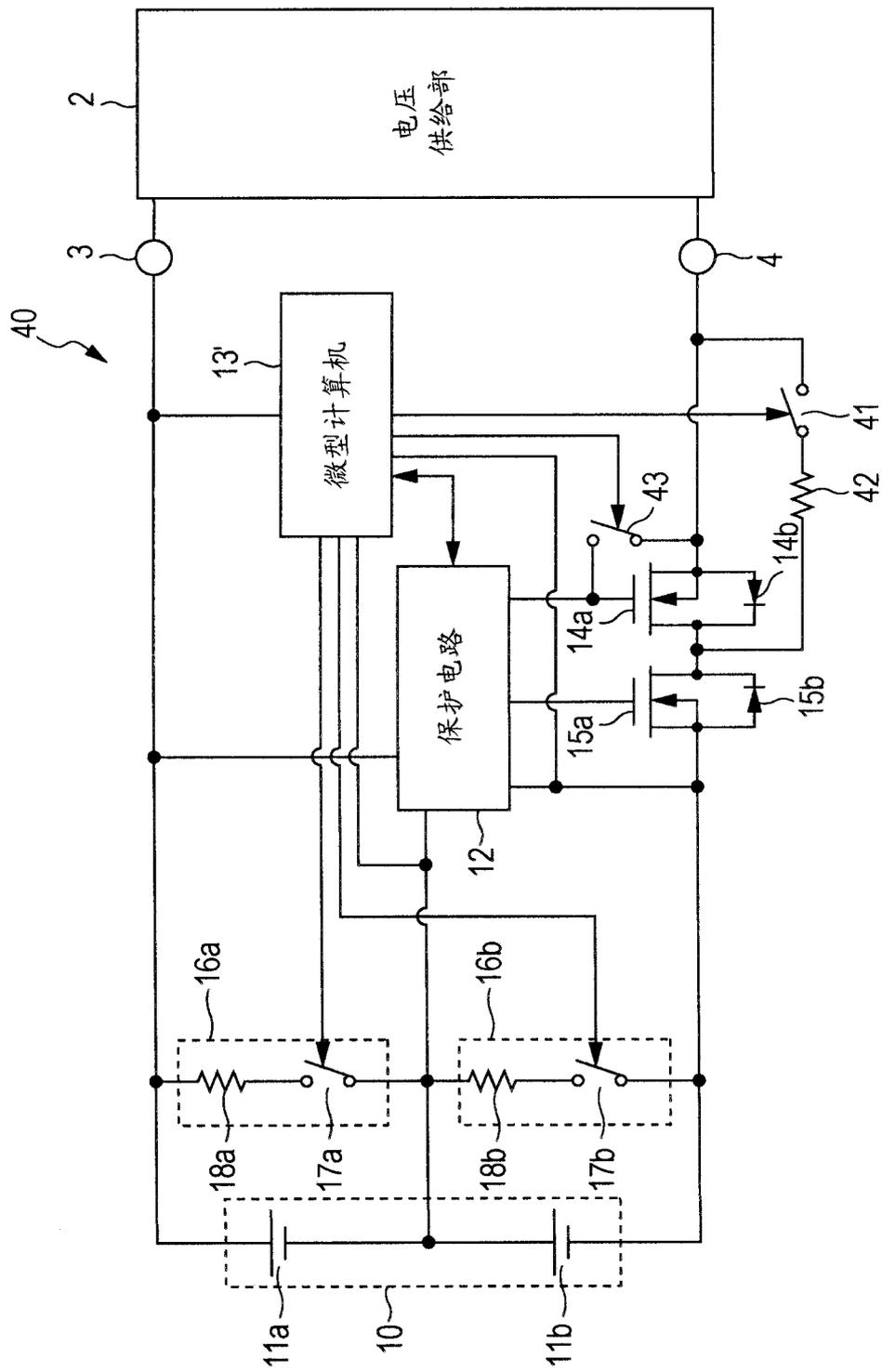


图 19

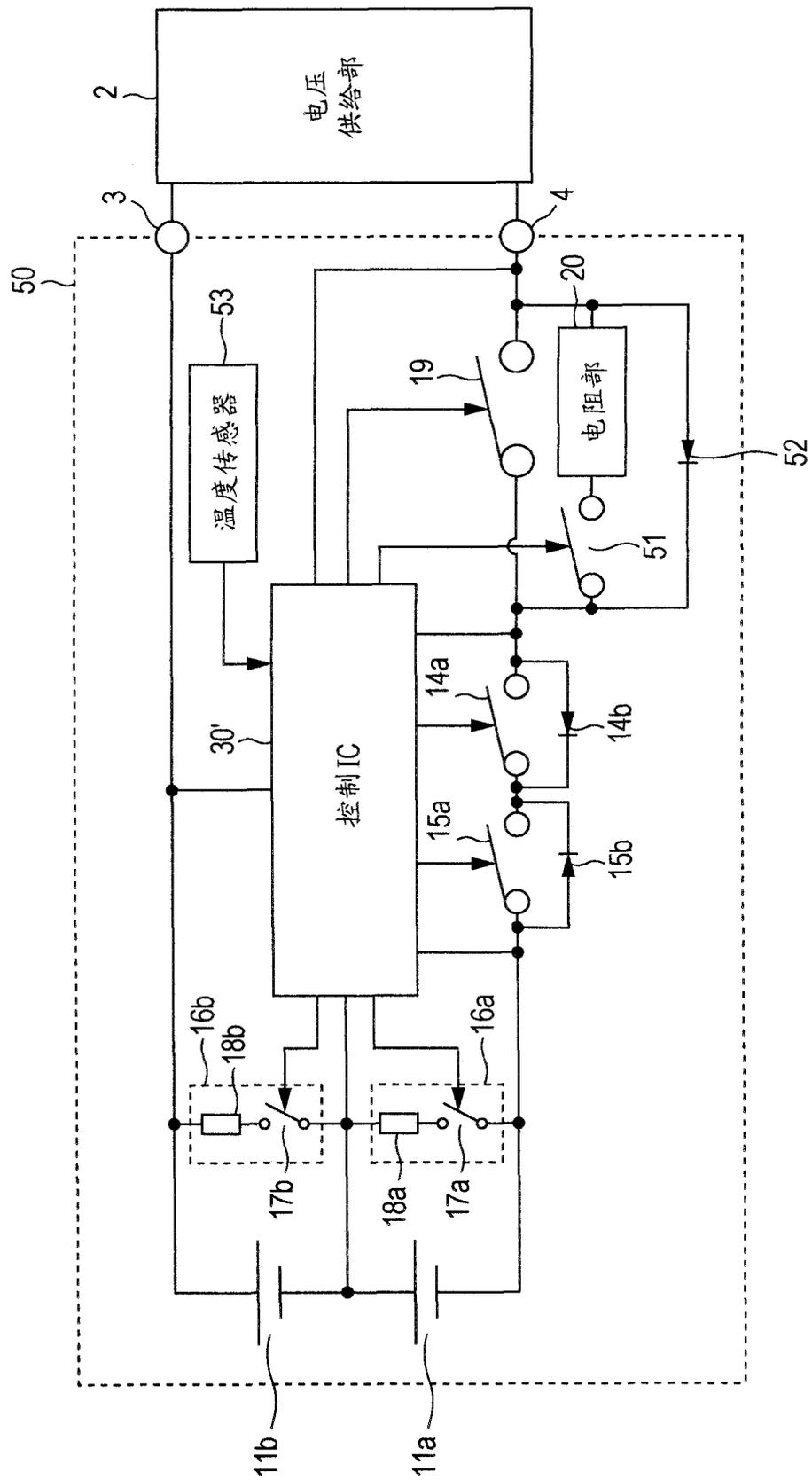


图 20

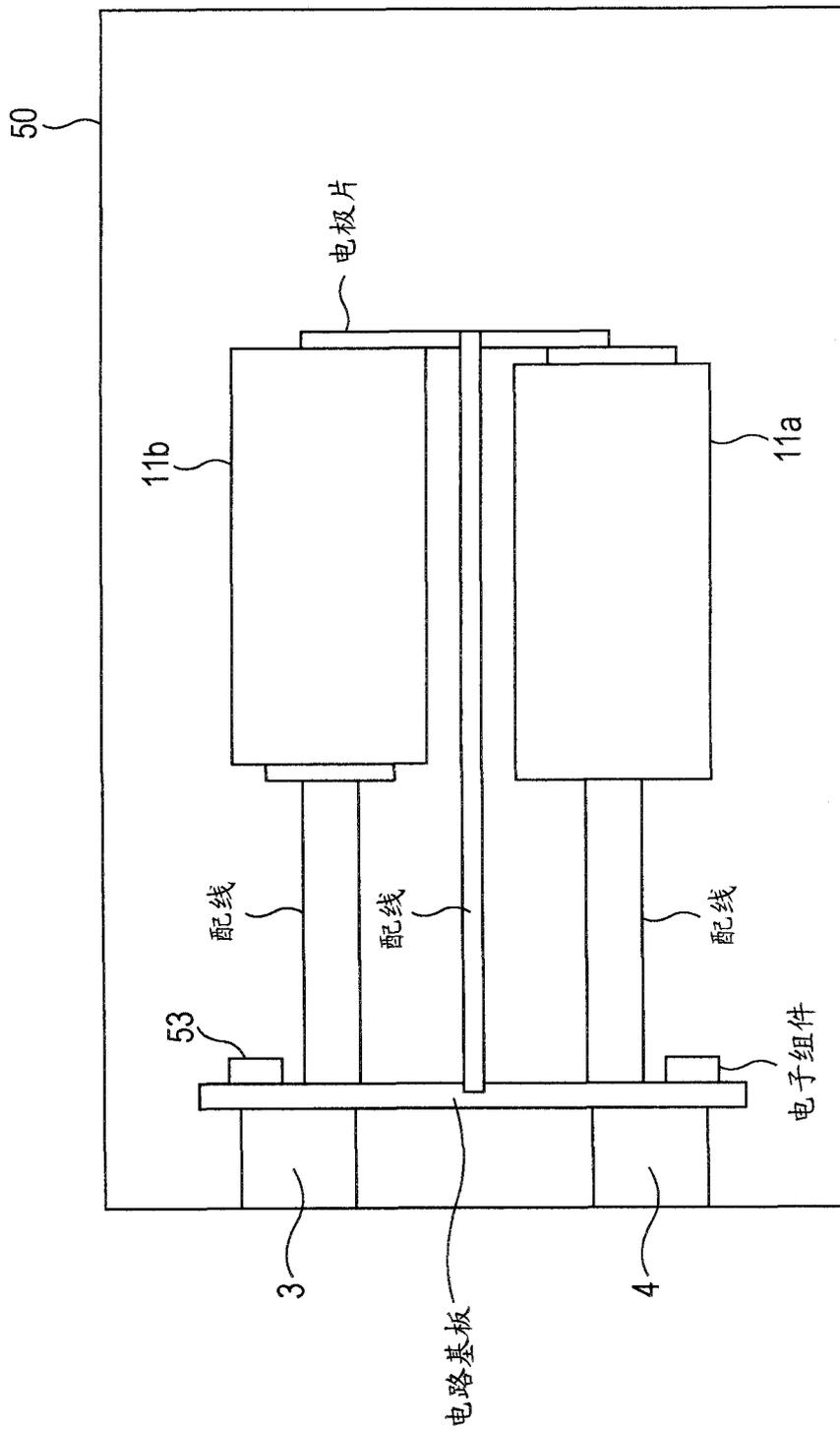


图 21

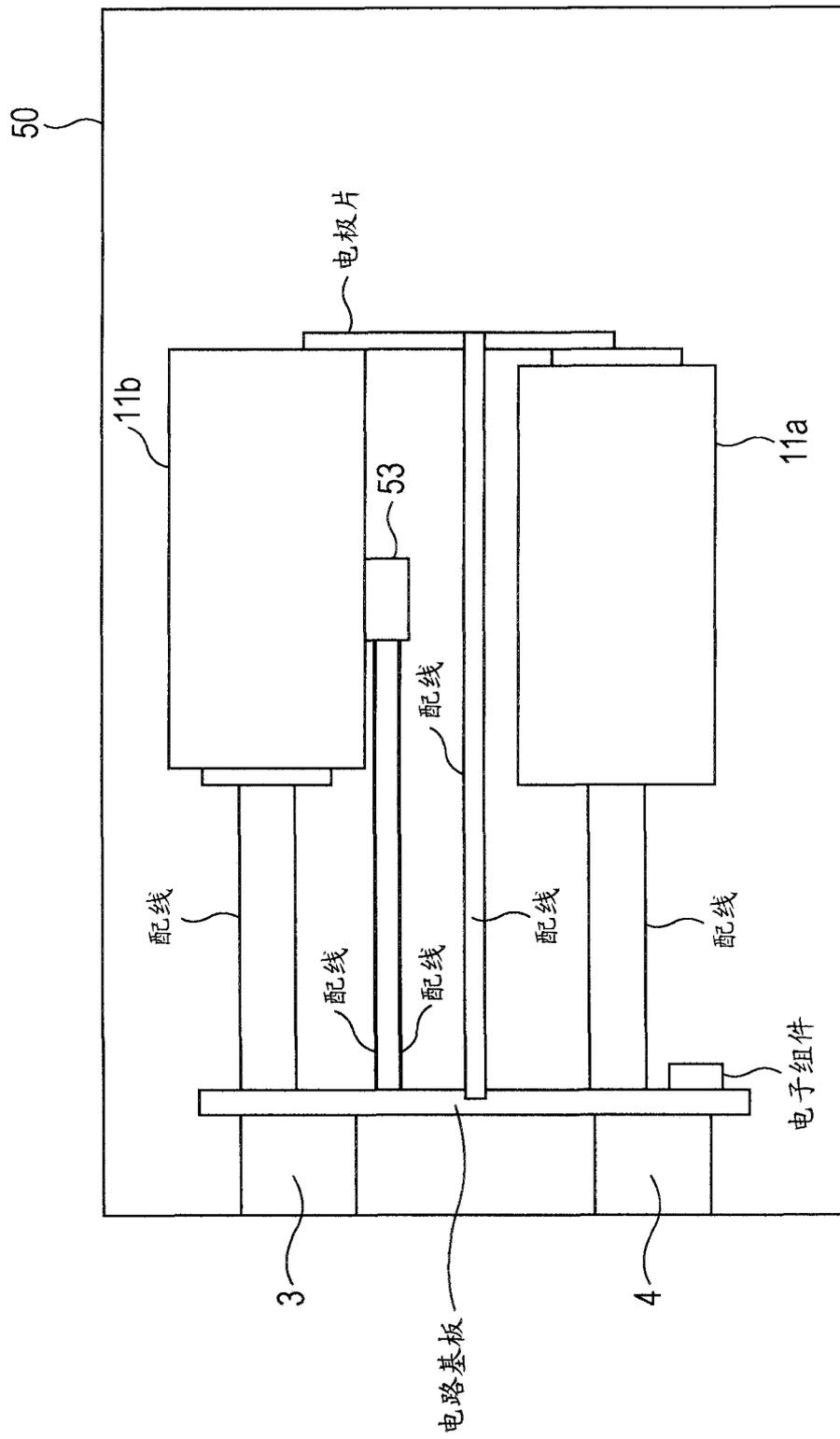


图 22

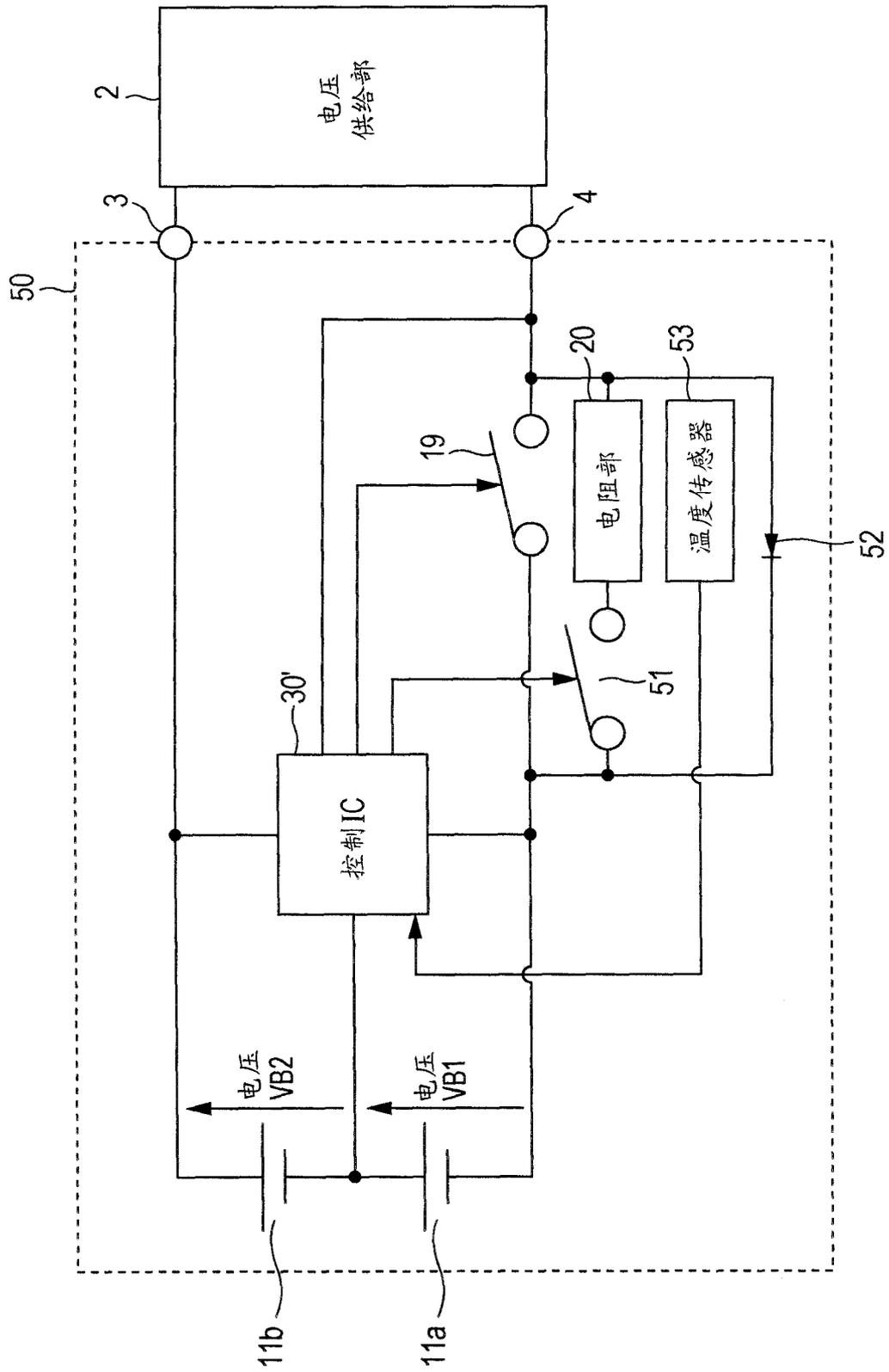


图 23

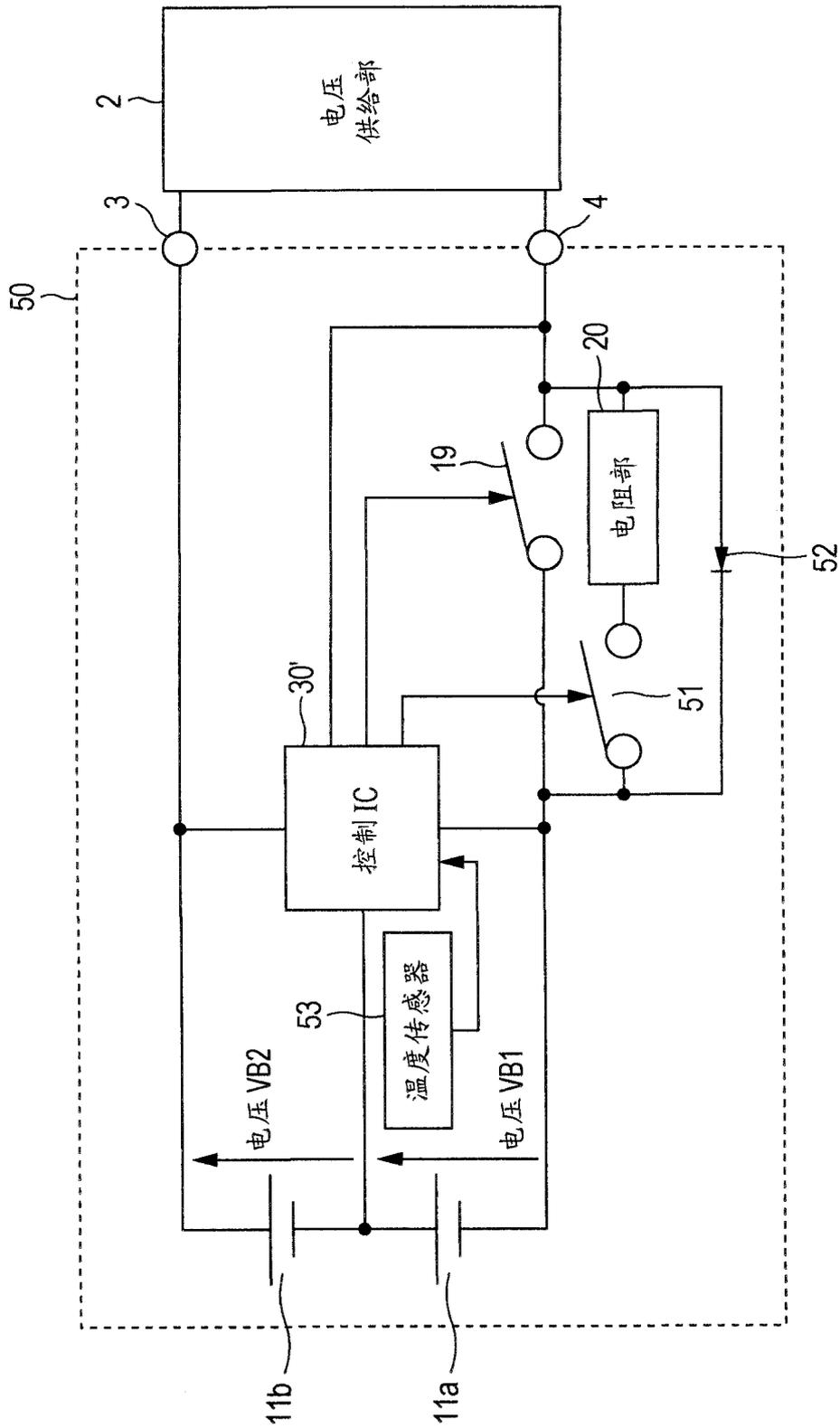


图 24

| 检测温度        | 充电上限电池电压 VBCA |
|-------------|---------------|
| 0°C 以下      | 4.0V          |
| 1°C - 10°C  | 4.1V          |
| 11°C - 44°C | 4.19V         |
| 45°C - 59°C | 4.0V          |
| 60°C 以上     | 3.9V          |

图 25

| 检测温度        | 充电上限电池电压 VBCA |
|-------------|---------------|
| 0°C 以下      | 4.0V          |
| 1°C - 10°C  | 4.1V          |
| 11°C - 44°C | 4.19V         |
| 45°C - 59°C | 4.0V          |
| 60°C 以上     | 3.9V          |

图 26A

| 检测温度        | 充电上限电池电压 VBCA |
|-------------|---------------|
| 0°C 以下      | 3.9V          |
| 1°C - 10°C  | 4.0V          |
| 11°C - 44°C | 4.18V         |
| 45°C - 59°C | 3.9V          |
| 60°C 以上     | 3.8V          |

图 26B

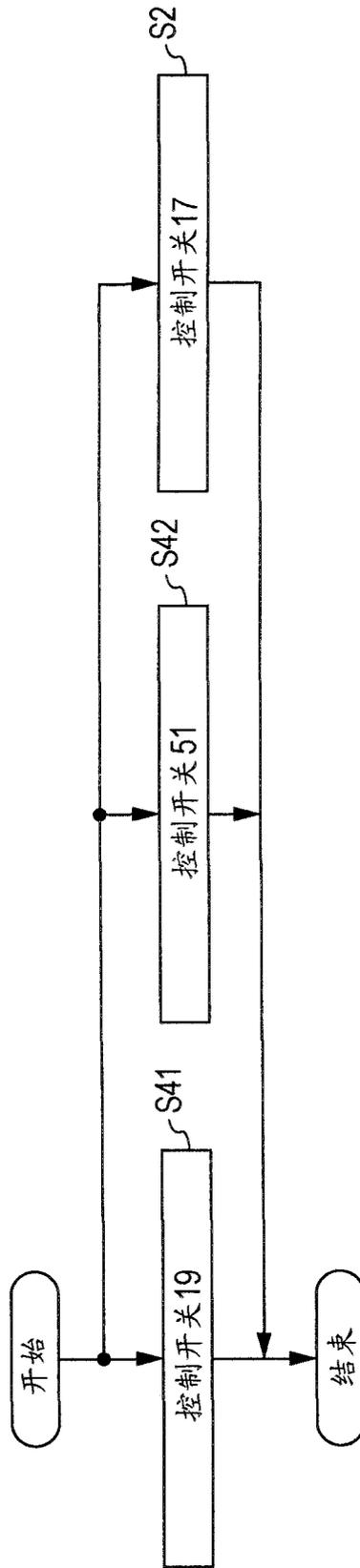


图 27

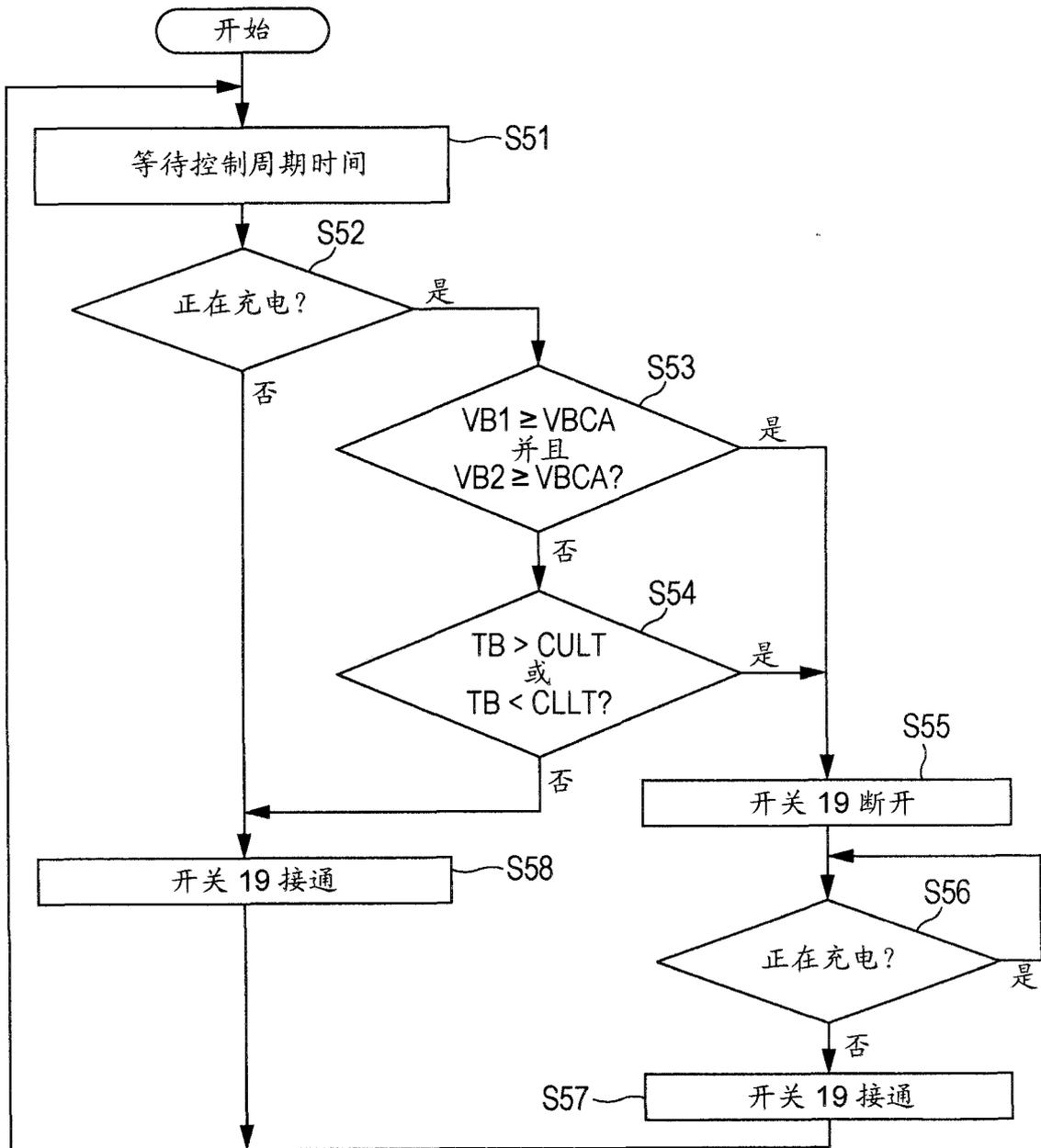


图 28

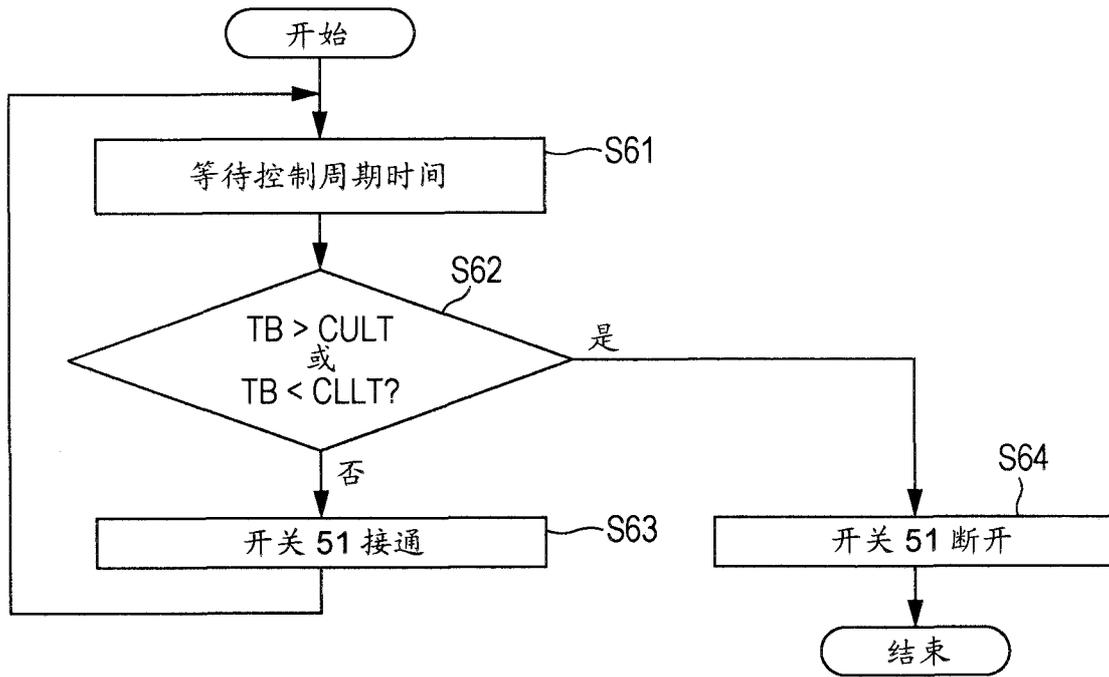


图 29

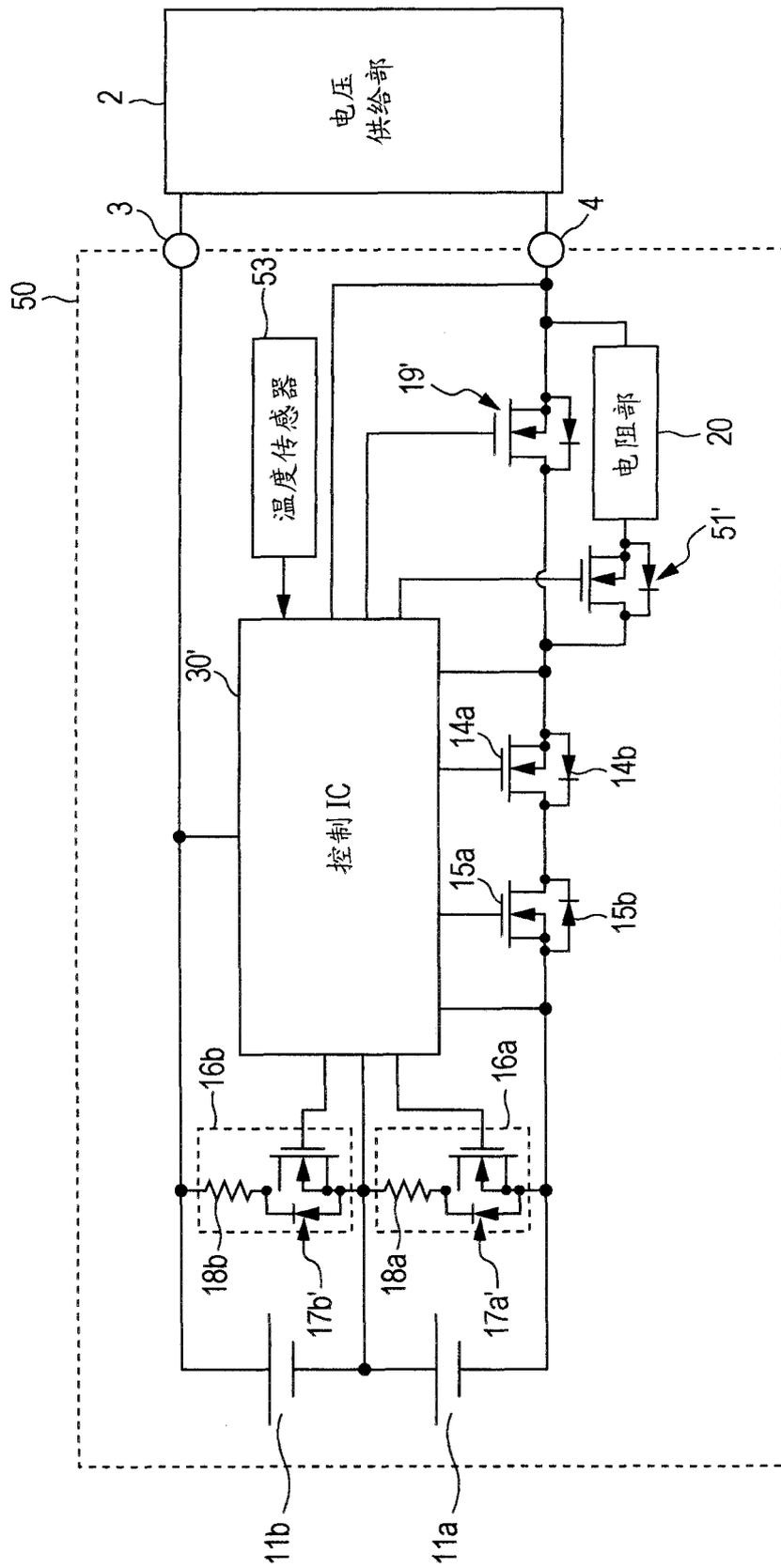


图 30

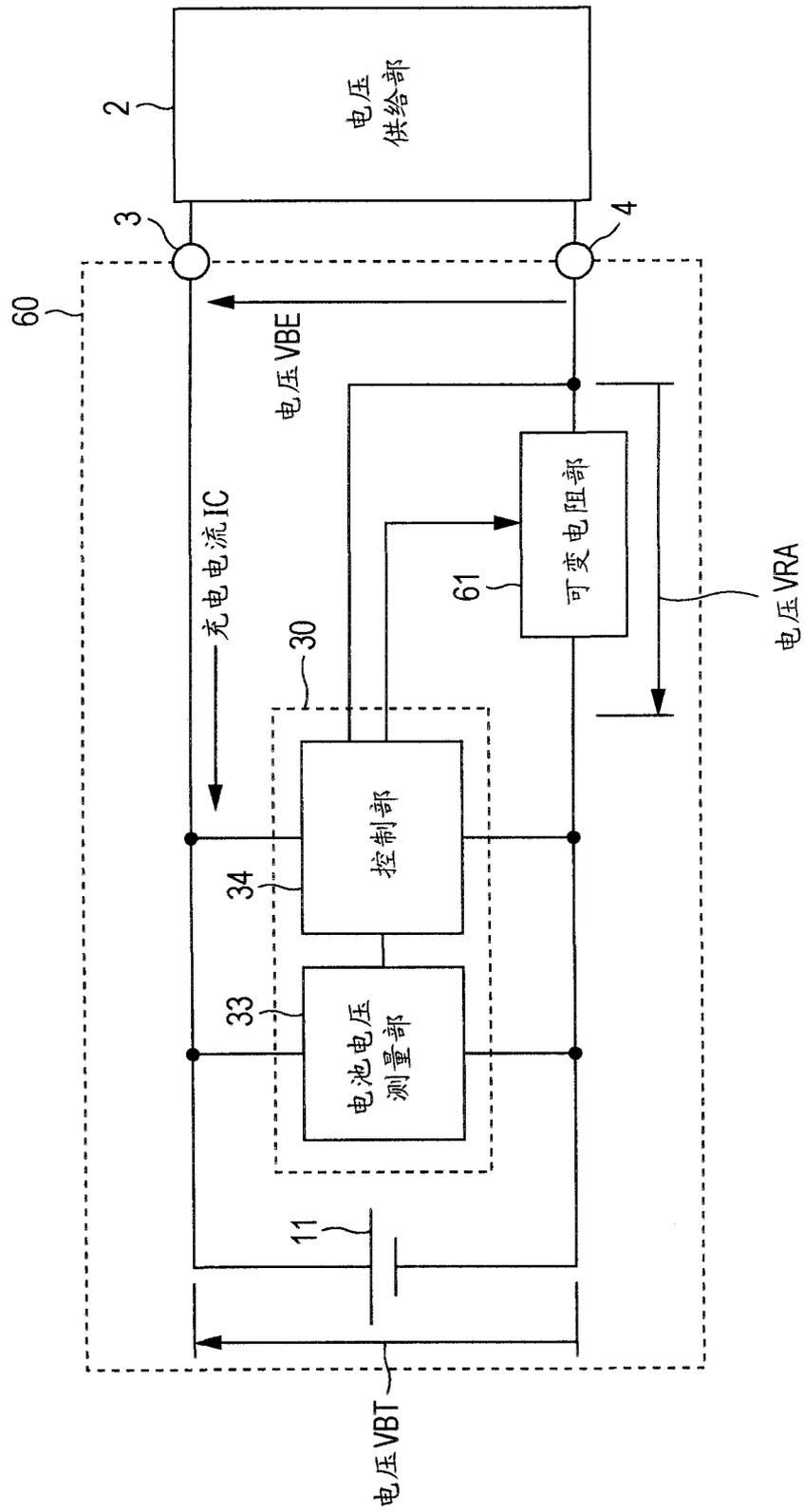


图 31

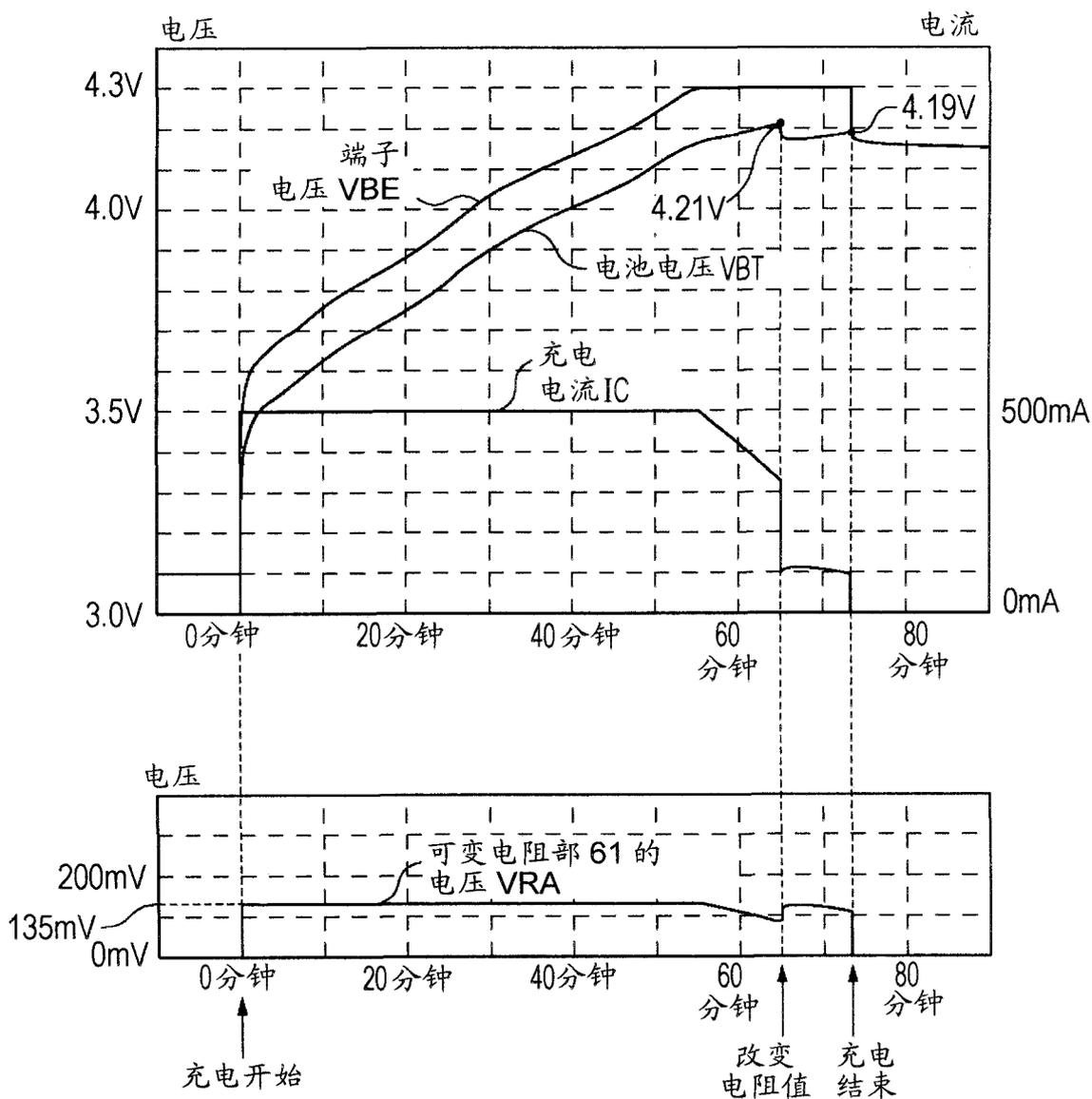


图 32

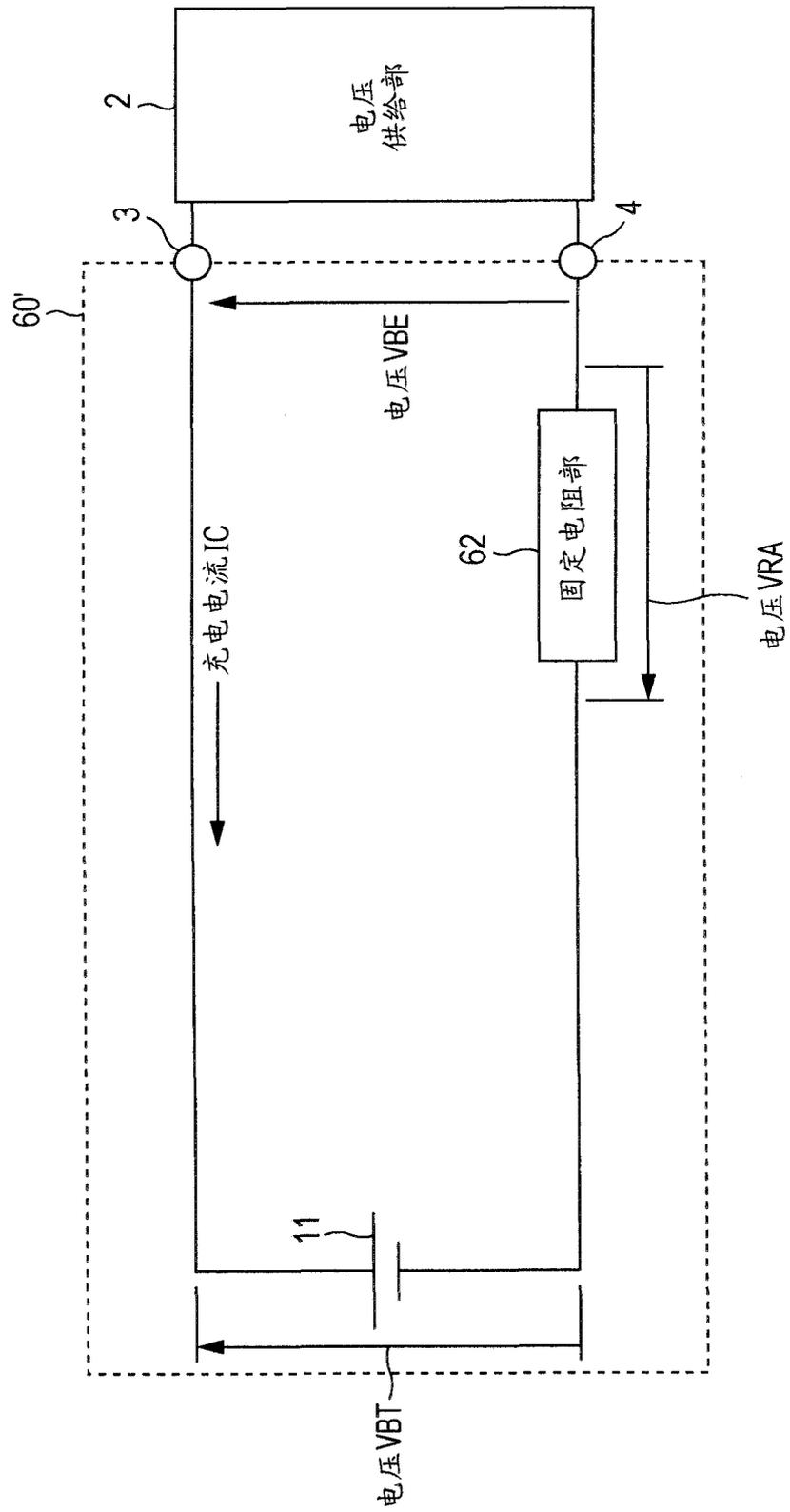


图 33

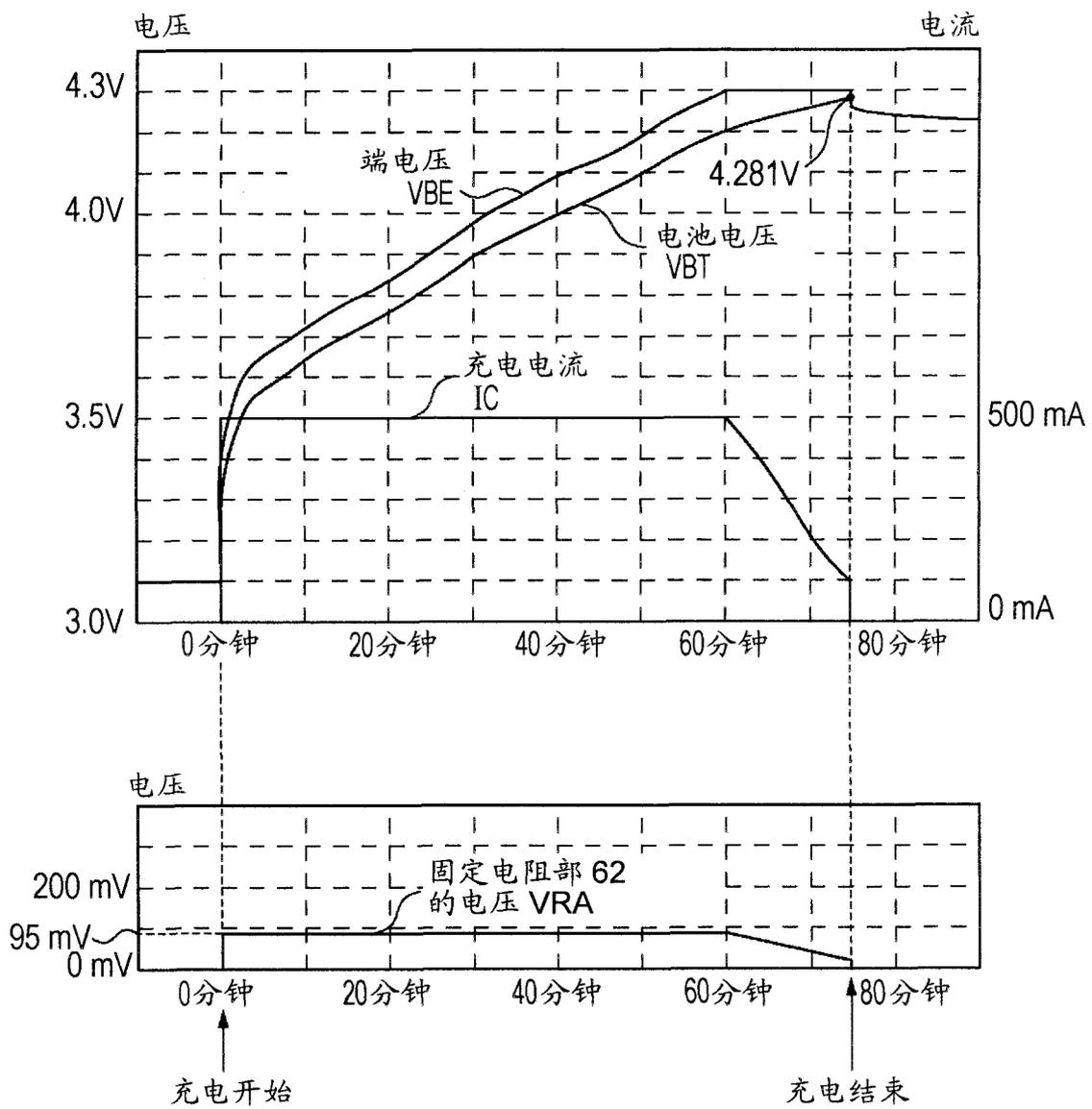


图 34

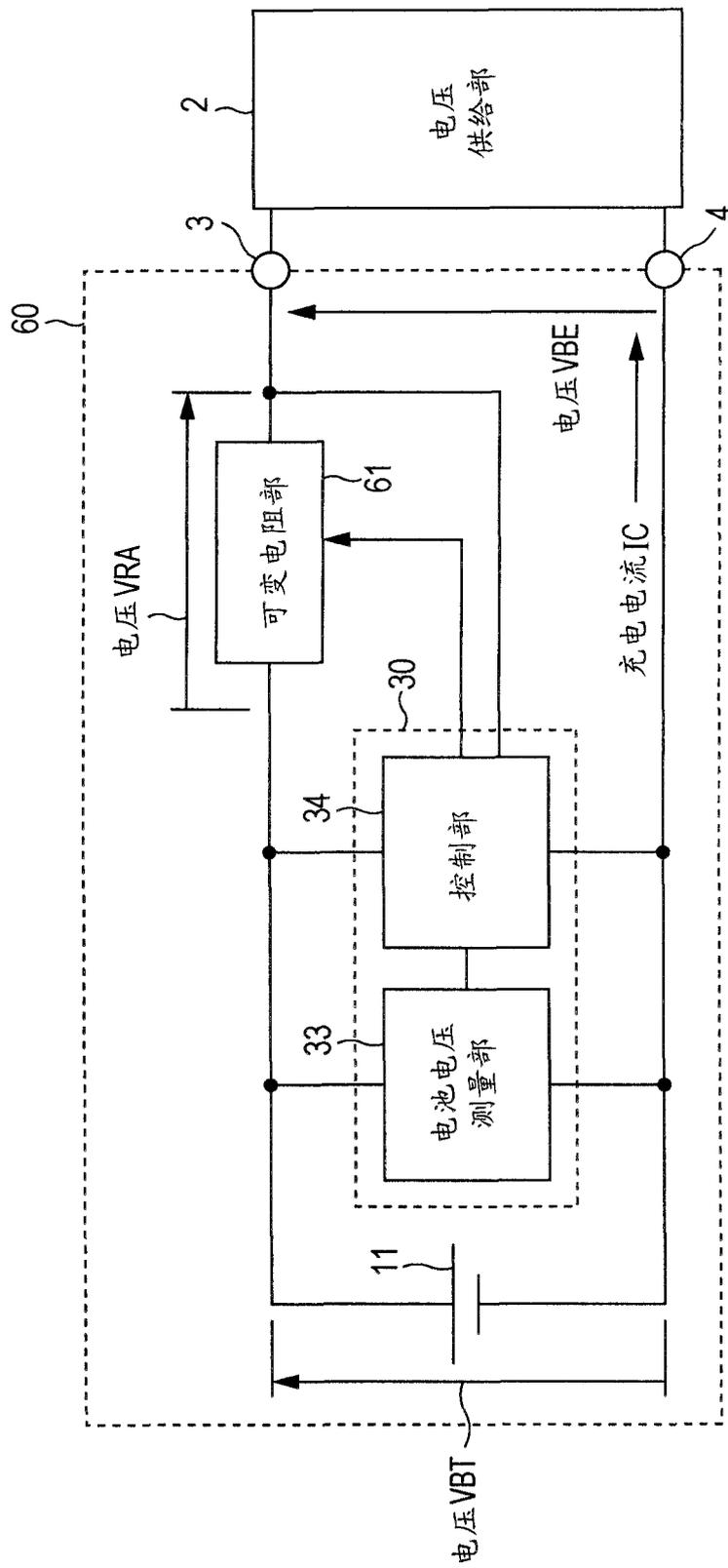


图 35

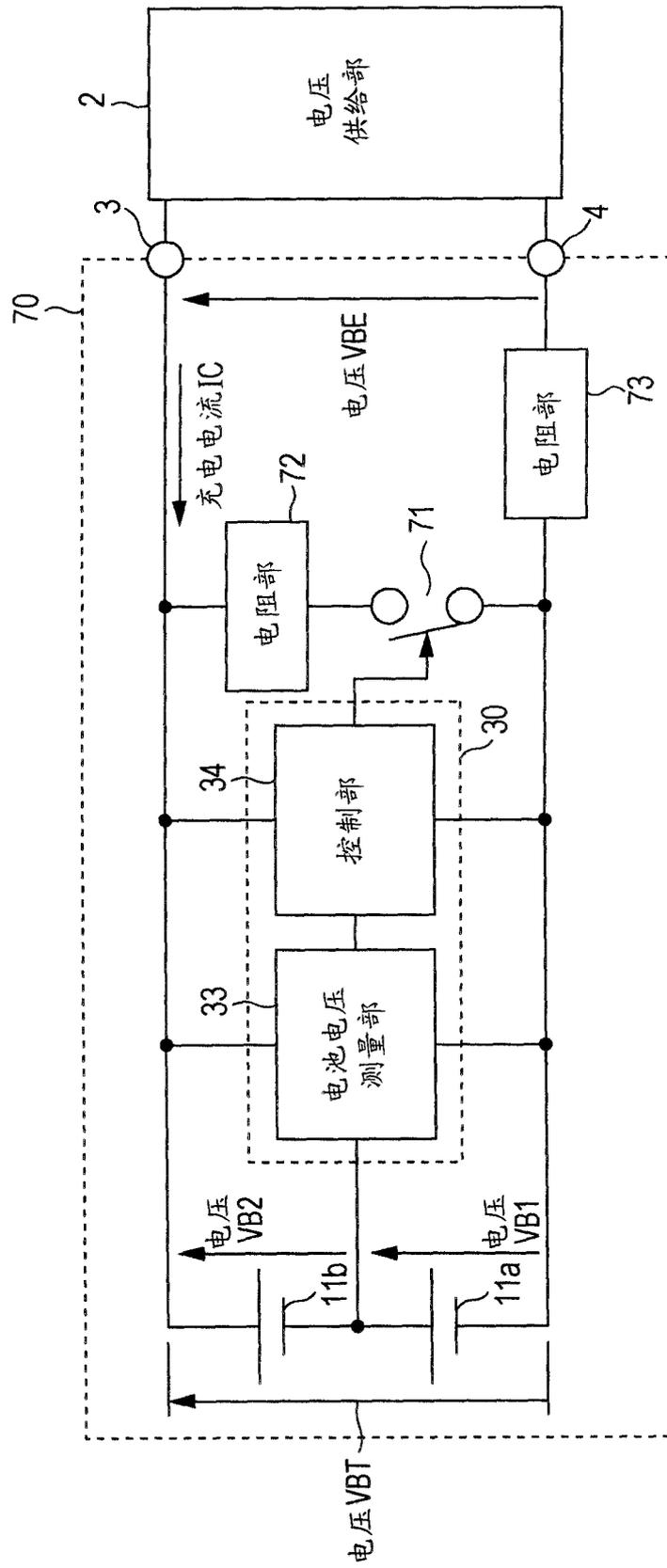


图 36

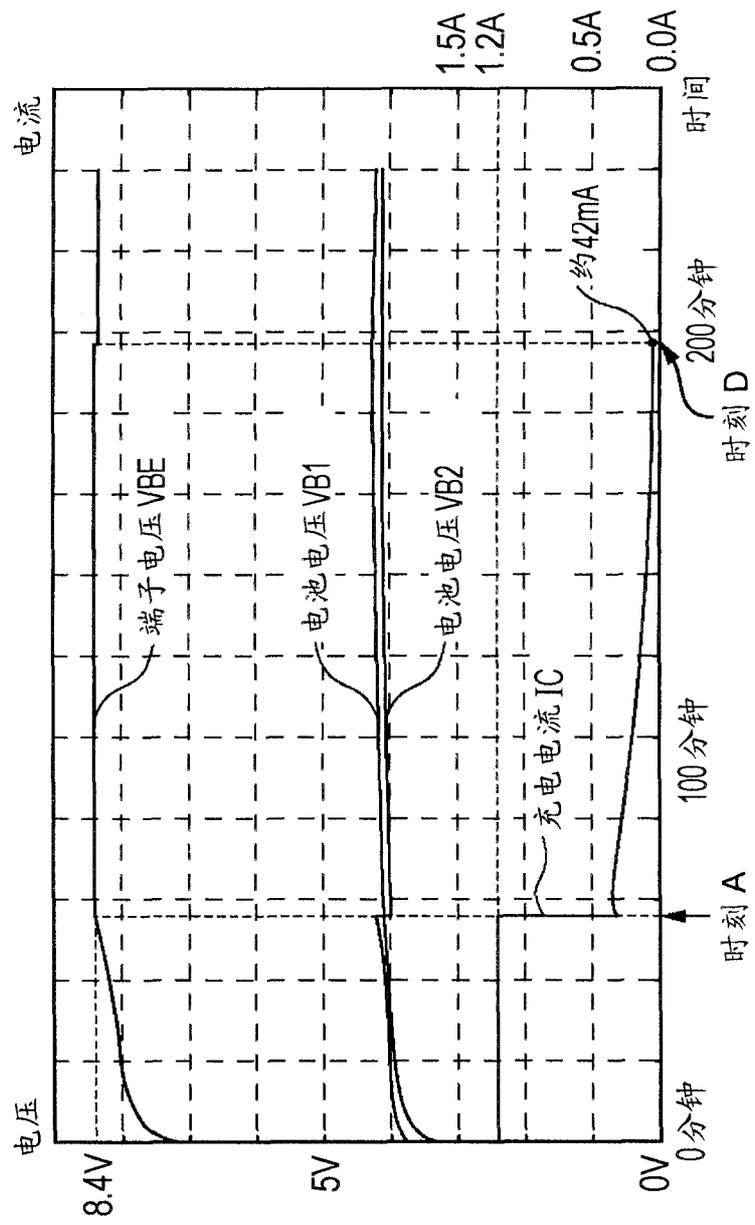


图 37

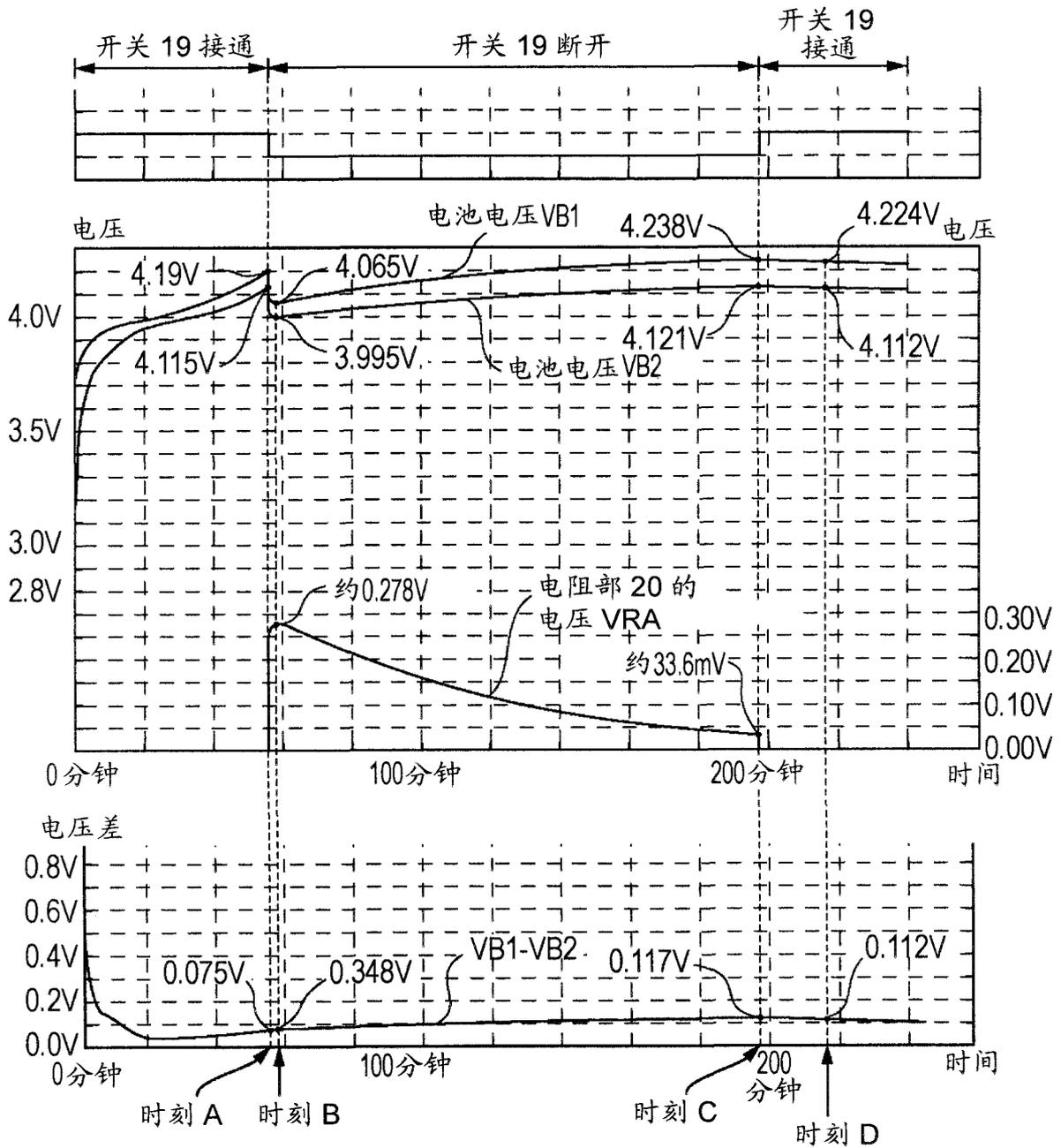


图 38

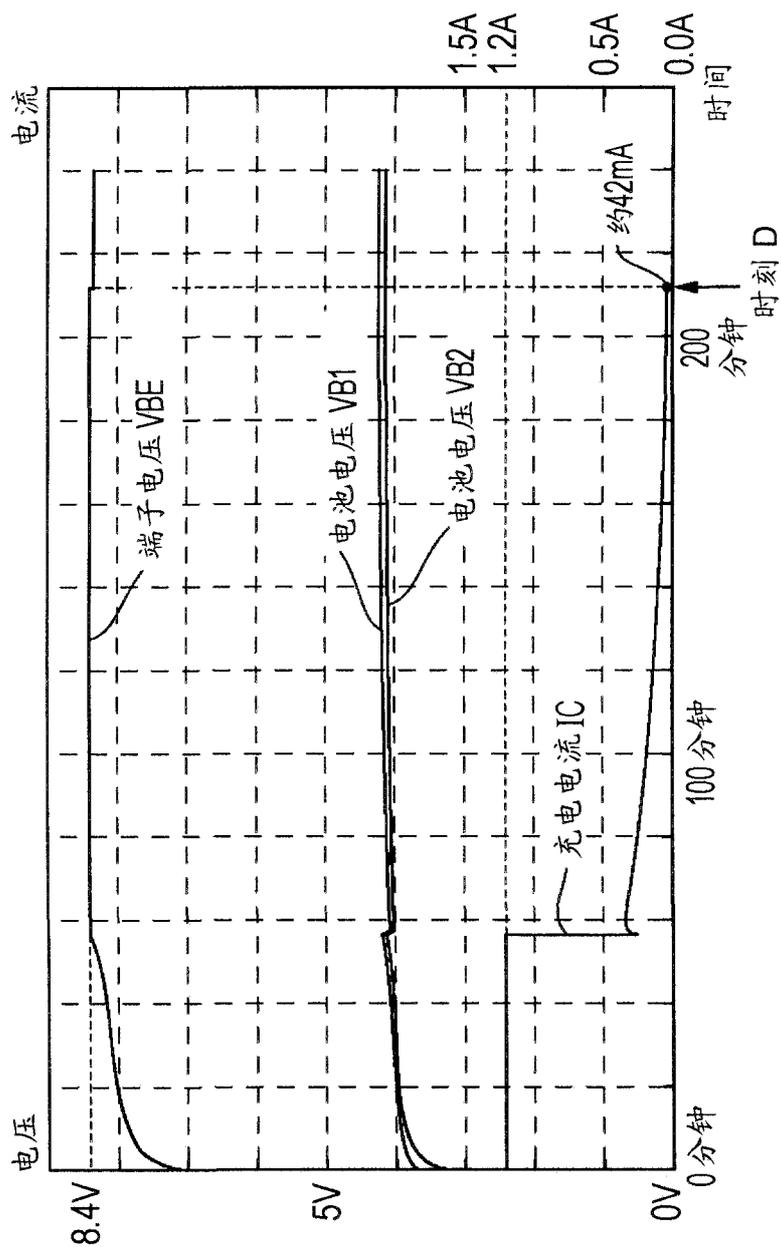


图 39

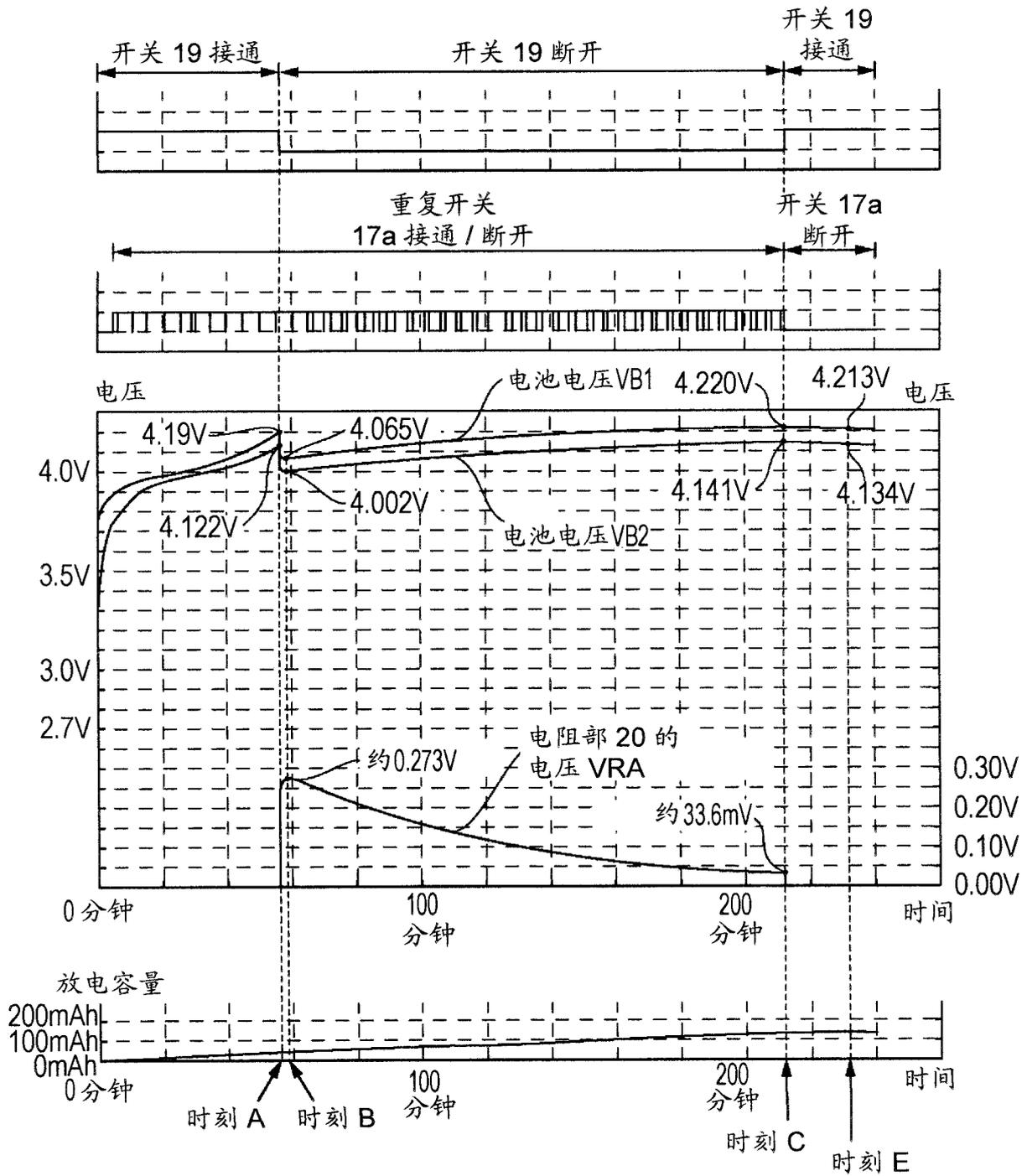


图 40

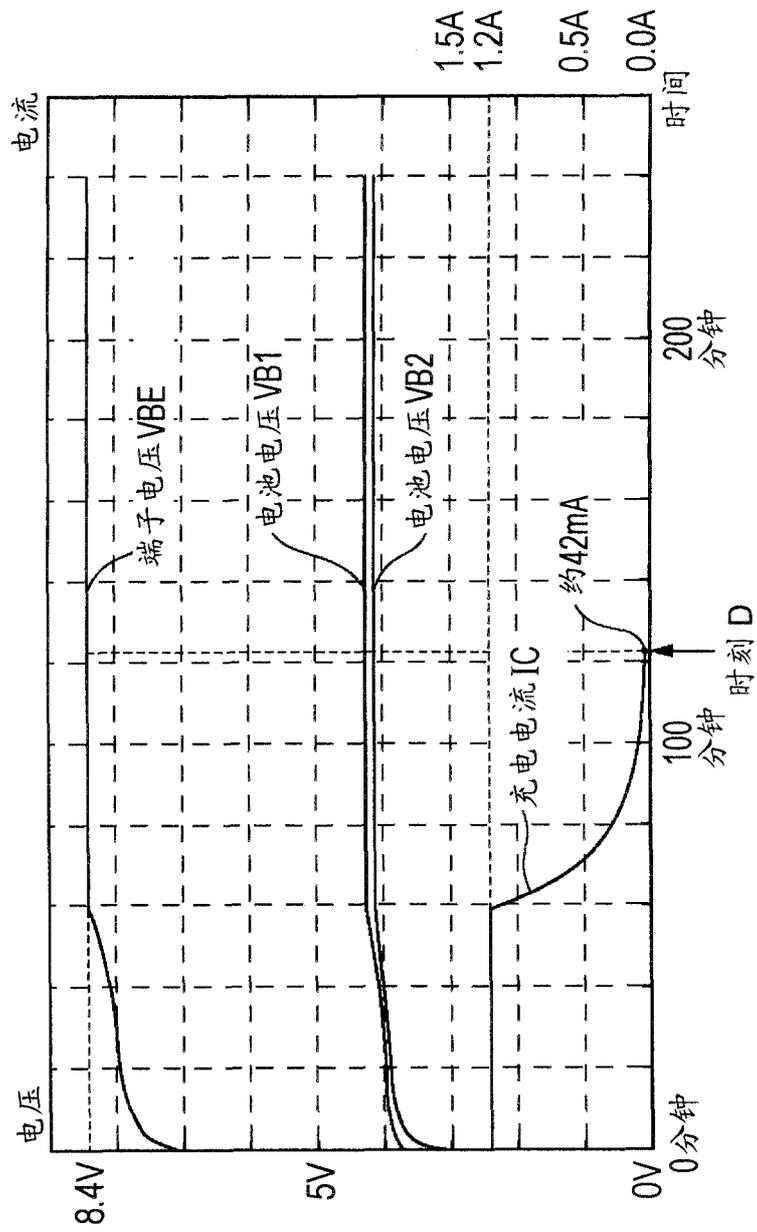


图 41

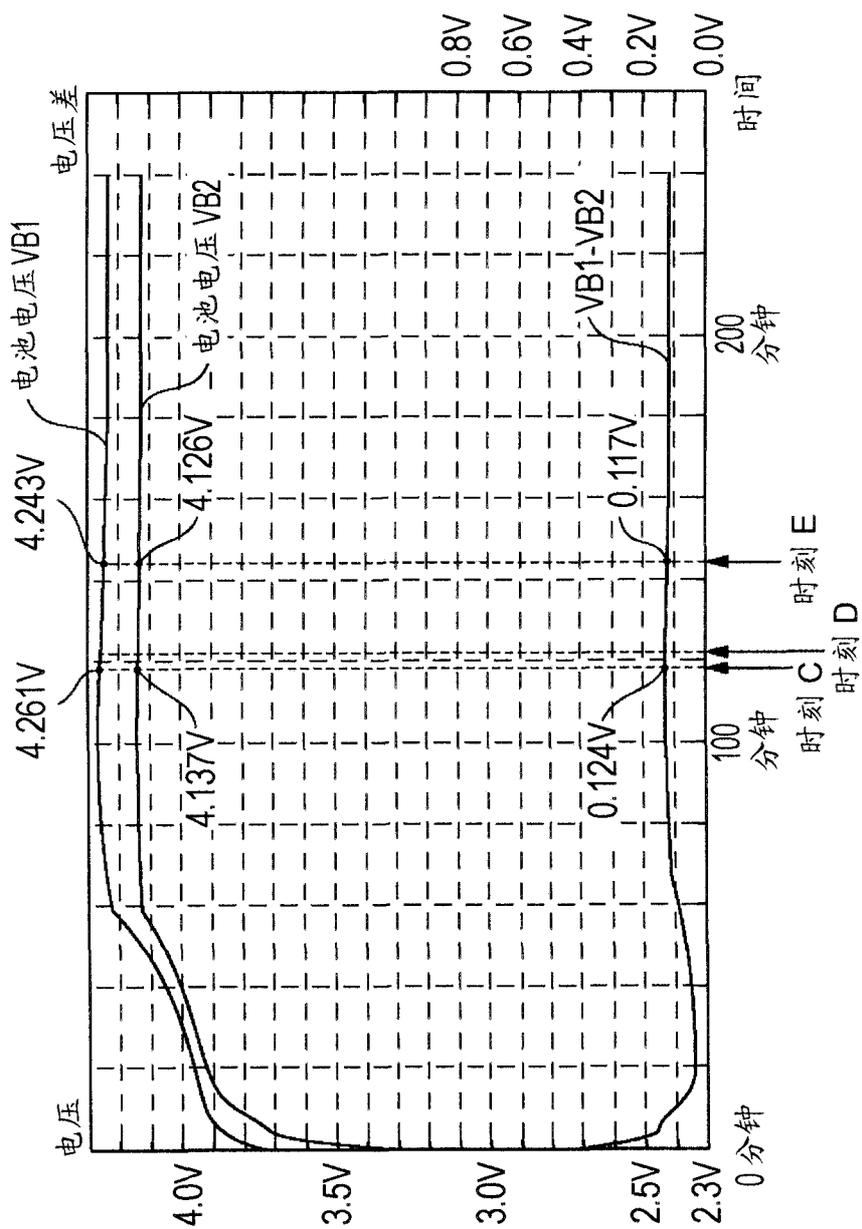


图 42

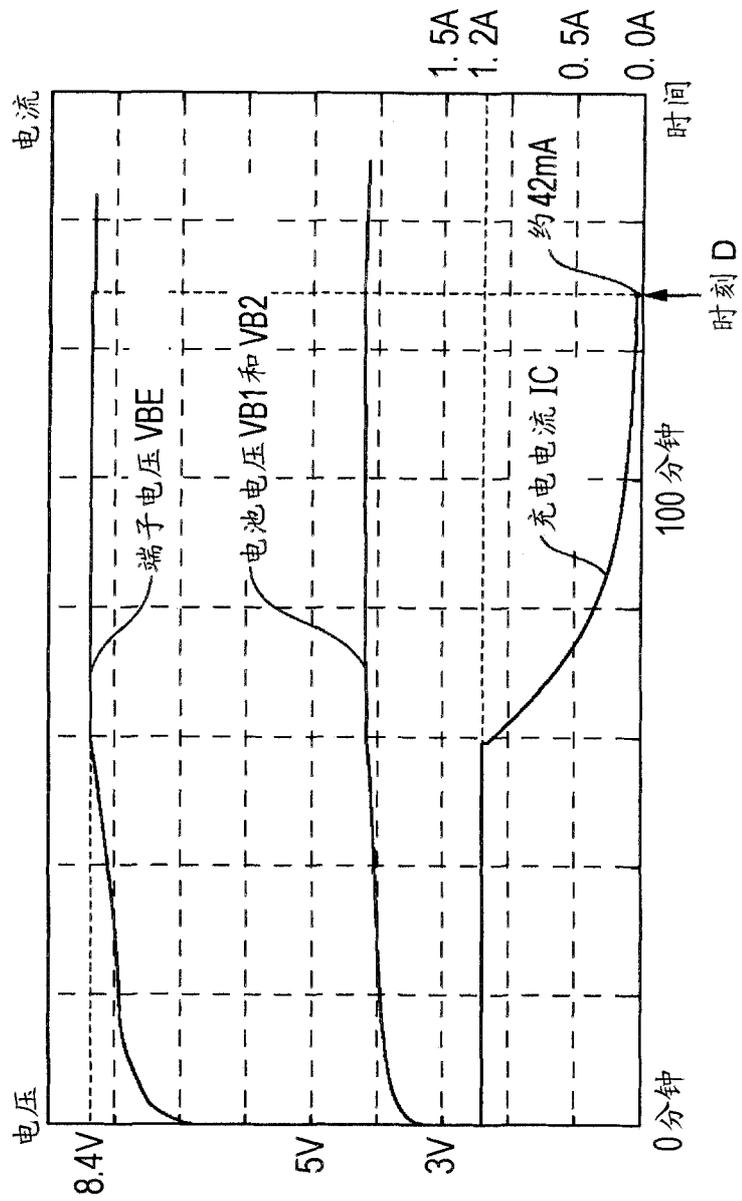


图 43

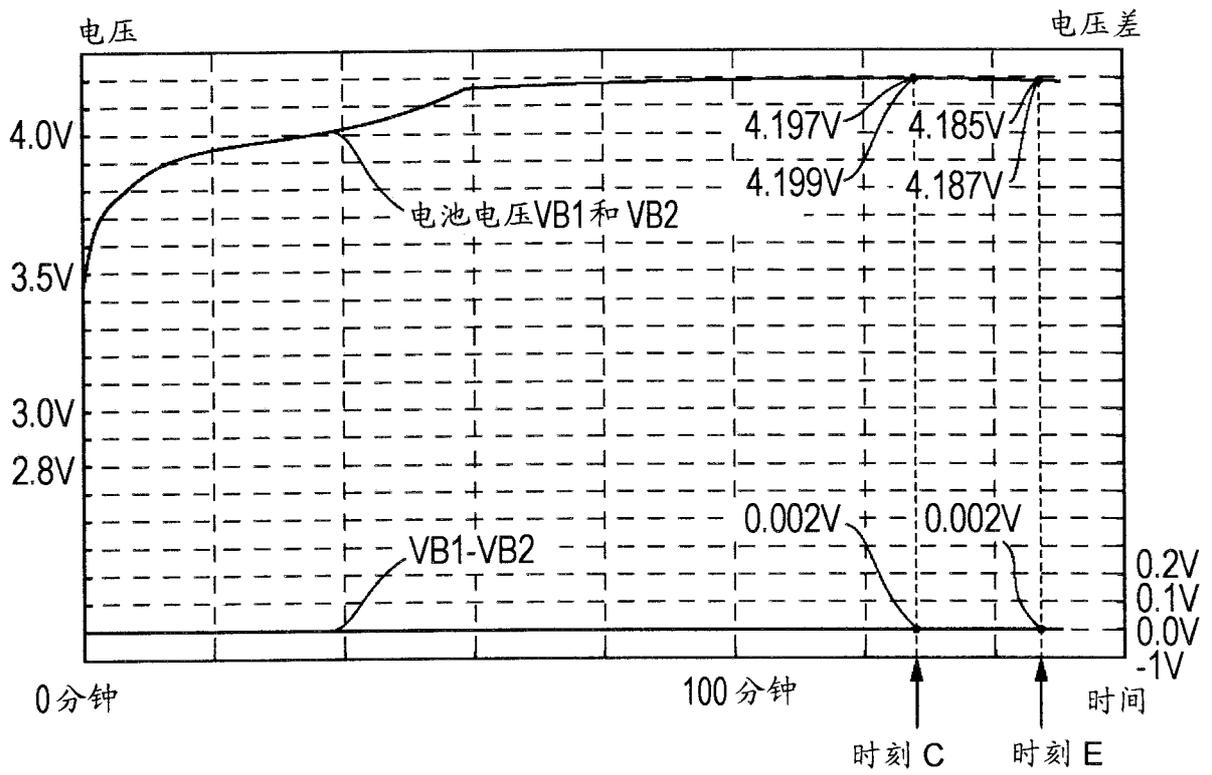


图 44

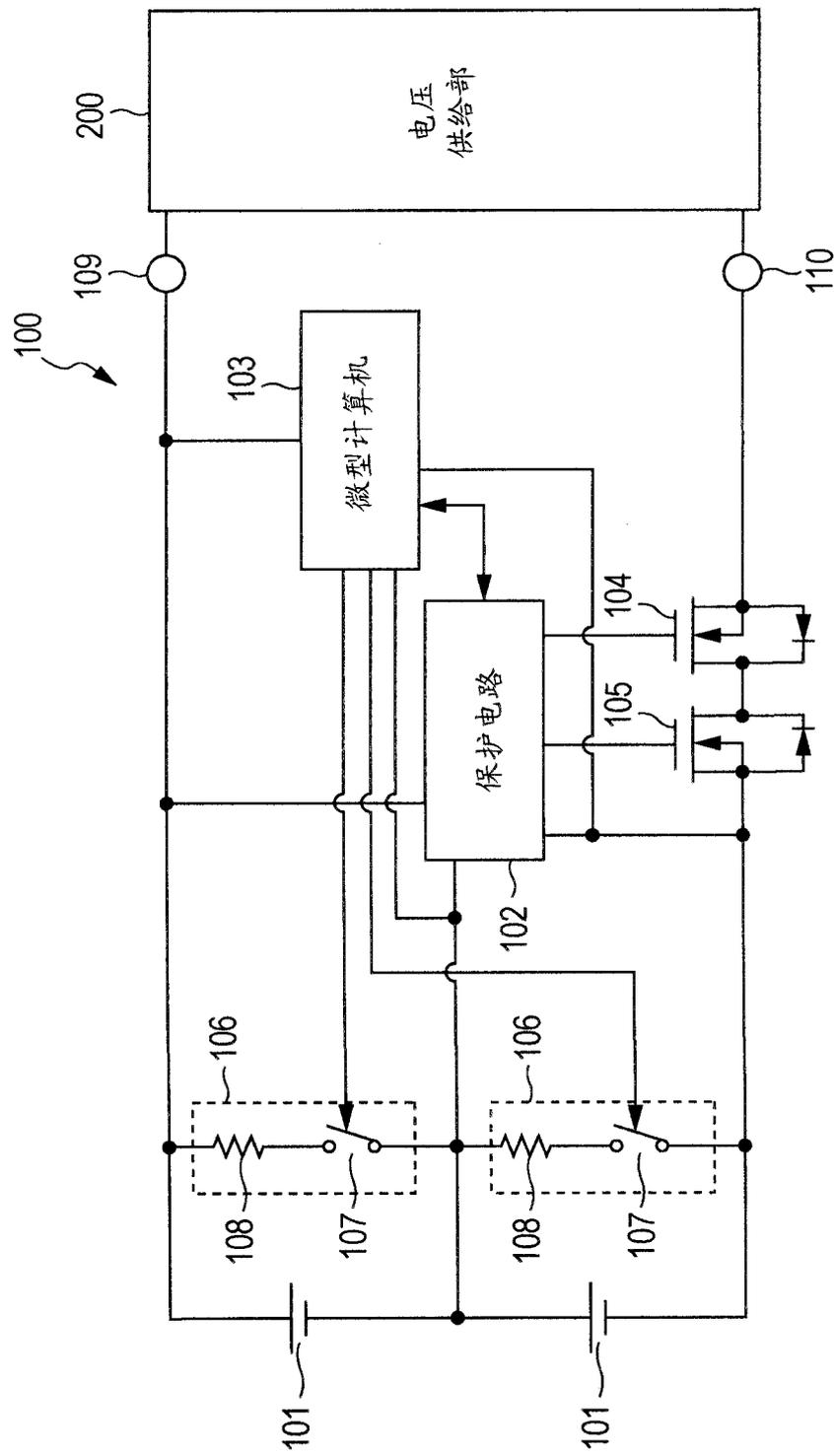


图 45