

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102195333 A

(43) 申请公布日 2011.09.21

(21) 申请号 201110053717.9

(22) 申请日 2011.03.07

(30) 优先权数据

2010-061184 2010.03.17 JP

2011-027574 2011.02.10 JP

2011-029003 2011.02.14 JP

(71) 申请人 新神户电机株式会社

地址 日本东京

(72) 发明人 加纳光益 天野雅彦 饭田幸雄

滨良树 山田惠造

(74) 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专
利商标事务所 11038

代理人 吕林红

(51) Int. Cl.

H02J 7/34 (2006.01)

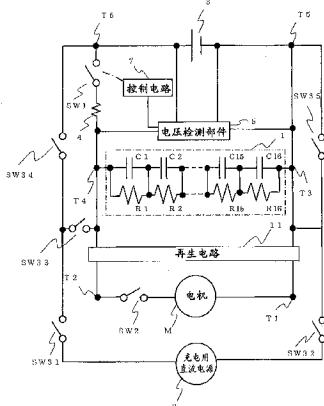
权利要求书 3 页 说明书 12 页 附图 7 页

(54) 发明名称

直流电源装置

(57) 摘要

本发明提供一种直流电源装置，在使用锂离子电容器单元作为蓄电部件的情况下，能够最大限度地利用锂离子电容器单元，并且维持对负载的供电。蓄电部件具备与负载并联连接的锂离子电容器单元(1)、铅蓄电池(3)和检测锂离子电容器单元(1)的电压的电压检测部件(5)。在电压检测部件(5)检测出锂离子电容器单元(1)的电压达到单元下限电压时，控制电路(7)输出使开关电路(SW1)成为导通状态的导通信号。当开关电路(SW1)成为导通状态时，从二次电池(3)向电机(M)供给电力。此时，进行从二次电池(3)对锂离子电容器单元(1)的充电。



1. 一种直流电源装置，具备能够进行充放电的蓄电部件，通过来自所述蓄电部件的放电而向负载供给直流电力，其特征在于，所述蓄电部件具备：

锂离子电容器单元，与所述负载并联连接；

二次电池，与所述负载并联连接；

电压检测部件，检测所述锂离子电容器单元的电压；和

切换电路，将所述二次电池从所述负载电气断开，直到所述电压检测部件检测到所述锂离子电容器单元的单元下限电压，当所述电压检测部件检测到所述单元下限电压时，将所述二次电池与所述负载和所述锂离子电容器单元并联连接。

2. 如权利要求 1 所述的直流电源装置，其特征在于，

与所述负载的一对输入部连接的所述锂离子电容器单元的一对输入输出部中的一个与所述二次电池的一对输入输出部中的一个电连接，

所述切换电路由开关电路构成，所述开关电路配置在所述锂离子电容器单元的所述一对输入输出部中的另一个与所述二次电池的所述一对输入输出部中的另一个之间，并且所述开关电路可控制为当所述电压检测部件检测到所述单元下限电压时成为导通状态。

3. 如权利要求 2 所述的直流电源装置，其特征在于，

所述蓄电部件具备二极管，该二极管的正极与所述锂离子电容器单元的一对输入输出部中的一个连接，负极与所述二次电池的作为正极端子的所述输入输出部连接。

4. 如权利要求 1 所述的直流电源装置，其特征在于，

所述电压检测部件的电源为所述二次电池。

5. 如权利要求 1 所述的直流电源装置，其特征在于，

与所述负载的一对输入部连接的所述锂离子电容器单元的一对输入输出部中的一个与所述二次电池的一对输入输出部中的一个电连接，

在所述锂离子电容器单元的所述一对输入输出部中的另一个与所述二次电池的所述一对输入输出部中的另一个之间，配置有单向导通元件，当所述锂离子电容器单元的电压变为所述单元下限电压以下时，所述单向导通元件成为导通状态，

所述单向导通元件构成所述电压检测部件和所述切换电路。

6. 如权利要求 5 所述的直流电源装置，其特征在于，

所述单向导通元件为一个以上的稳压二极管。

7. 如权利要求 1 所述的直流电源装置，其特征在于，所述锂离子电容器单元由串联连接的多个锂离子电容器和分别相对于所述多个锂离子电容器并联连接的多个电压均匀化电路构成。

8. 如权利要求 1 所述的直流电源装置，其特征在于，

所述直流电源装置具备再生电路，所述再生电路在所述负载处于再生状态的情况下，利用所述负载产生的再生电流进行所述蓄电部件的所述锂离子电容器单元和 / 或所述二次电池的充电。

9. 如权利要求 1 所述的直流电源装置，其特征在于，

所述切换电路在所述二次电池与所述负载和所述锂离子电容器单元并联连接时，首先形成第 1 电路结构，然后形成第 2 电路结构，在所述第 1 电路结构中，经由包括限流部件的第 1 放电电路将所述二次电池与所述负载和所述锂离子电容器单元并联连接，在所述第 2

电路结构中,当检测出所述锂离子电容器单元的电压上升到高于所述单元下限电压的第一设定电压,或者检测出所述锂离子电容器单元的电压降低到低于所述单元下限电压的第二设定电压时,经由不包括所述限流部件的第二放电电路将所述二次电池与所述负载和所述锂离子电容器单元并联连接。

10. 如权利要求 9 所述的直流电源装置,其特征在于,

所述第二放电电路由将所述第一放电电路的所述限流部件短路的短路电路构成。

11. 如权利要求 9 所述的直流电源装置,其特征在于,所述直流电源装置还具备:

充电电路,当从外部充电器对所述锂离子电容器单元施加了充电电压时,变为动作状态而对所述二次电池进行充电。

12. 如权利要求 11 所述的直流电源装置,其特征在于,

所述充电电路包括开关电路,在所述开关电路变为导通状态的情况下,进行所述二次电池的充电。

13. 如权利要求 11 所述的直流电源装置,其特征在于,

所述充电电路中包括 DC/DC 转换器,所述 DC/DC 转换器将所述充电电压降低到适合所述二次电池的充电的电压。

14. 如权利要求 13 所述的直流电源装置,其特征在于,所述直流电源装置还具备:

检测环境温度的温度检测部件,

其中,当所述温度检测部件检测的检测温度高于预定的基准上限温度时,所述 DC/DC 转换器使适合所述二次电池的充电的电压降低,当所述温度检测部件检测的检测温度低于预定的基准下限温度时,所述 DC/DC 转换器使适合所述二次电池的充电的电压升高。

15. 如权利要求 9 所述的直流电源装置,其特征在于,所述直流电源装置还具备:

充电电路,包括一个以上的二极管而构成,并且当从外部充电器对所述锂离子电容器单元施加了充电电压时,将所述充电电压降低到适合所述二次电池的充电的电压,并施加到所述二次电池上。

16. 如权利要求 15 所述的直流电源装置,其特征在于,

所述充电电路中包括开关电路,在所述开关电路变为导通状态的情况下,进行所述二次电池的充电。

17. 如权利要求 9 所述的直流电源装置,其特征在于,

所述第一设定电压是从所述二次电池的一对输入输出部之间的电压减去允许差电压而得到的电压,所述允许差电压允许阻止来自所述二次电池的放电电流成为过电流。

18. 如权利要求 17 所述的直流电源装置,其特征在于,

所述允许差电压由所述锂离子电容器单元的内部电阻和所述二次电池的内部电阻的合计值与所述二次电池的最大放电电流之积来决定。

19. 一种搬运装置,其特征在于,

将权利要求 1 ~ 18 中任意一项所述的直流电源装置作为电源而搭载。

20. 一种直流电源装置的充电方法,使用共用的充电用直流电源对权利要求 1 ~ 18 中任意一项所述的直流电源装置的所述锂离子电容器单元和所述二次电池进行充电,其特征在于,

在将所述二次电池从所述充电用直流电源电气断开的状态下对所述锂离子电容器单

元进行充电，在所述锂离子电容器单元的充电完成后，在将所述锂离子电容器单元从所述充电用直流电源电气断开的状态下对所述二次电池进行充电。

直流电源装置

技术领域

[0001] 本发明涉及通过从蓄电部件放电而向负载供给直流电力的直流电源装置。

背景技术

[0002] 以往,在用于向电车的电机等负载供给直流电力的直流电源装置中,有时会使用电容较大的电容器(例如日本实开平3-104002号公报[专利文献1])。另外,由于电容器在电荷消失后无法供给电力,因此还有通过并用二次电池而致力于延长直流电源的使用时间的直流电源装置(例如日本特开平6-270695号公报[专利文献2]、日本特开2009-112122号公报[专利文献3]、日本特开2004-266888号公报[专利文献4]以及日本特开2010-4587号公报[专利文献5])。特别是,在专利文献3和5中公开了如下技术:作为大电容的电容器而使用锂离子电容器,供给需要的最大电力而减少二次电池的必要最大电力。

[0003] 现有技术文献:

- [0004] [专利文献1] 日本实开平3-104002号公报
- [0005] [专利文献2] 日本特开平6-270695号公报
- [0006] [专利文献3] 日本特开2009-112122号公报
- [0007] [专利文献4] 日本特开2004-266888号公报
- [0008] [专利文献5] 日本特开2010-4587号公报

发明内容

[0009] 但是,锂离子电容器具有如下性质:如果低于在特性上必然规定的下限电压而成为过放电状态,则即使再次充电,也无法得到原来的特性。因此,在现有的具有锂离子电容器的直流电源装置中,存在难以最大限度地利用锂离子电容器的问题。

[0010] 另外,与锂离子电容器相比,二次电池容易由于急剧的充放电或过放电/过充电而劣化,通过现有的控制方法,存在二次电池劣化的问题。例如,在专利文献4记载的结构中,二次电池经由继电器与主电源并联连接。因此在充放电时,对二次电池也连接了无限大的负载。在专利文献5记载的结构中,二次电池的使用频度高。另外还存在的问题是,由于经常使用DC/DC转换器,因此始终消耗电力。

[0011] 本发明的目的是提供一种直流电源装置,在使用通过串联连接多个锂离子电容器而构成的锂离子电容器单元作为蓄电部件的情况下,能够最大限度地利用锂离子电容器,维持对负载的供电。

[0012] 本发明的另一目的是,在使用锂离子电容器单元作为主电源并且使用二次电池作为备用电源的直流电源装置中,减少二次电池的负担,抑制二次电池的劣化,延长寿命。另外,提供一种能够稳定地供给电力的直流电源装置。

[0013] 本发明的另一目的是提供一种直流电源装置,在使用锂离子电容器的情况下,能够延长对负载的供电时间。

[0014] 本发明的进一步的目的是提供一种充电方法,能够对具备锂离子电容器单元和二次电池的直流电源装置高效地充电。

[0015] 本发明的进一步的目的是提供一种直流电源装置,能够在适合使用直流电源装置的环境温度的条件下对二次电池进行充电。

[0016] 本发明的直流电源装置具备:锂离子电容器单元,与负载并联连接;二次电池,能够与负载和锂离子电容器单元并联连接;电压检测部件,检测锂离子电容器单元的电压;和切换电路,用于将二次电池与负载和锂离子电容器单元并联连接。

[0017] 一般的锂离子电容器单个为3.8V左右,因此按照用途将多个锂离子电容器串联连接来构成锂离子电容器单元,得到所需的输出电压。另外,二次电池例如可以是铅蓄电池或锂离子电池等可进行充放电的电池,其种类不限。

[0018] 在本发明中,为了避免构成锂离子电容器单元的各锂离子电容器的电压低于前述的下限电压,通过电压检测部件检测出锂离子电容器单元的电压,当锂离子电容器单元的电压达到单元下限电压时,切换电路将二次电池与锂离子电容器单元并联连接,从而防止锂离子电容器单元内的多个锂离子电容器降低到下限电压以下。同时,切换电路将二次电池与负载连接,继续向负载供电。结果,根据本发明,能够在不降低锂离子电容器的寿命的情况下,最大限度地利用锂离子电容器,维持对负载的供电。并且,由于平常不使用二次电池,因此小容量的二次电池就足够了,能够使直流电源装置小型化。另外,由于反复进行二次电池的充放电的情况变少,因此还具有能够延长二次电池的寿命的效果。

[0019] 在本说明书中,“单元下限电压”是指高于串联连接的多个锂离子电容器的下限电压的合计值、而低于二次电池的额定电压的电压值。是能够防止锂离子电容器的电压下降到下限电压以下的值。

[0020] 本发明的直流电源装置适合如由电机驱动的自动搬运车(AGV)等那样在动作途中停止会对作业带来障碍的用途。一般情况下,在锂离子电容器的电压降低的情况下,如果是自动搬运车,则可以在自动搬运车返回到待机位置的时刻,通过充电装置(外部充电器)对锂离子电容器单元进行充电。当锂离子电容器单元的电压达到单元下限电压以下时,即使在附近不存在待机位置的情况下,由于二次电池与锂离子电容器单元并联连接,而继续向电机供电,因此自动搬运车能够返回到待机位置。另外,二次电池成为负载的电源并且还成为锂离子电容器单元的充电用电源。

[0021] 切换电路只要能够进行前述的切换动作,则其结构是任意的。例如,可以使用半导体开关或电磁开关等可以控制的开关电路来构成切换电路。在使用这样的开关电路的情况下,可以将与负载的一对输入部连接的锂离子电容器单元的一对输入输出部中的一个与二次电池的一对输入输出部中的一个电连接,将开关电路配置在锂离子电容器单元的一对输入输出部中的另一个与二次电池的一对输入输出部中的另一个之间。开关电路当电压检测部件检测出单元下限电压时成为导通状态。通过这样构成,在开关电路的控制下,能够可靠地进行如下动作:在锂离子电容器单元的电压没有达到单元下限电压的情况下,从锂离子电容器单元对负载供电,在锂离子电容器单元的电压达到单元下限电压的时刻,二次电池对锂离子电容器单元进行充电。

[0022] 这种情况下,可以设置二极管,该二极管的正极与锂离子电容器单元的一对输入输出部连接,负极与二次电池的作为正极端子的输入输出部连接。通过这样构成,在开关电

路不导通的情况下,防止从二次电池放电,并且即使不另外准备二次电池用的充电器,在使用外部电源对锂离子电容器单元进行充电时,也能够同时对二次电池充电。

[0023] 另外,作为电压检测部件的电源,优选使用二次电池。由此能够将锂离子电容器单元的容量最大限度地用于负载。

[0024] 另外,可以利用稳压二极管等单向导通元件来构成切换电路。这种情况下,可以将与负载的一对输入部连接的锂离子电容器单元的一对输入输出部中的一个与二次电池的一对输入输出部中的一个电连接,在锂离子电容器单元的一对输入输出部中的另一个与二次电池的一对输入输出部中的另一个之间,电连接单向导通元件,当锂离子电容器单元的电压成为单元下限电压以下时,该单向导通元件成为导通状态。这样,单向导通元件兼用作电压检测部件和切换电路。在使用稳压二极管作为单向导通元件的情况下,只要使用具有单元下限电压以下的齐纳电压的稳压二极管即可。通过这样构成,能够在不需要必须控制才会动作的切换电路的情况下构成切换电路。在锂离子电容器单元的电压没有达到单元下限电压的情况下,能够从锂离子电容器单元对负载供电,在达到单元下限电压的时刻,二次电池能够对锂离子电容器单元进行充电。

[0025] 另外,在本发明中,切换电路也可以构成为切换两种电路结构。首先,切换电路在二次电池与负载和锂离子电容器单元并联连接时,首先形成第1电路结构,在第1电路结构中,经由包括限流部件的第1放电电路将二次电池与负载和锂离子电容器单元并联连接。然后形成第2电路结构,在第2电路结构中,当检测出锂离子电容器单元的电压上升到高于单元下限电压的第1设定电压,或者检测出锂离子电容器单元的电压降低到低于单元下限电压的第2设定电压时,切换电路经由不包括限流部件的第2放电电路将二次电池与负载和锂离子电容器单元并联连接。

[0026] “检测出锂离子电容器单元的电压上升到高于单元下限电压的第1设定电压”的情况是如下情况:在切换电路形成第1电路结构后,能够在不流动过电流的情况下使用二次电池对负载供给所需的电力,并且锂离子电容器单元也能够由二次电池充电。因此,电压上升到高于单元下限电压的第1设定电压。第1设定电压是能够阻止从二次电池向负载的放电电流成为过电流的电压。因而,在该状态下,限流部件的存在成为产生电力损失的原因,防止产生过电流的功能没有实现。因此,通过切换成第2电路结构,断开限流部件,阻止限流部件中的损失的产生,减少二次电池的负载。结果是,能够使二次电池的容量降低速度变慢。

[0027] 而“检测出锂离子电容器单元的电压降低到低于单元下限电压的第2设定电压”的情况是如下情况:切换电路形成第1电路结构的时刻的负载过大,因此经由限流部件向负载供给电流,而不能供给充足的电力,并且锂离子电容器单元的放电继续进行。因此,在该情况下,使限流部件存在于放电电路中的做法存在如下的危险性:从锂离子电容器单元的放电继续进行,各锂离子电容器的电压降低到下限电压。因此,通过切换成第2电路结构,将限流部件断开,对负载供给所需的电力,防止锂离子电容器单元的电压降低。从该观点看,第2设定电压是能够阻止锂离子电容器的电压成为下限电压以下的电压。

[0028] 如上所述,如果将切换电路构成为切换两种电路结构,则通过在特定条件下从第1电路结构切换成第2电路结构,能够阻止来自二次电池的过电流放电,抑制二次电池的劣化并且抑制电力损失。而且能够向负载供给所需的电力。

[0029] 第2放电电路具体而言可以由将第1放电电路的限流部件短路的短路电路构成。通过这样构成，能够使切换电路的结构简单。

[0030] 如上所述，本发明的直流电源装置适合由电机驱动的自动搬运车(AGV)等，一般情况下，在锂离子电容器单元的电压降低的情况下，如果是自动搬运车，则可以在自动搬运车返回到待机位置的时刻，通过充电装置(外部充电器)进行充电。此时，可以还具备充电电路，当从外部充电器对锂离子电容器单元施加了充电电压时，充电电路变为动作状态而对二次电池进行充电，从而可以同时也对二次电池进行充电。但是，由于锂离子电容器单元与二次电池的充电特性和充电时间大不相同，因此如果同时进行充电，则锂离子电容器单元的充电时间受到充电时间长的二次电池的充电时间的约束，而延长到不必要的程度。因此产生不能有效利用锂离子电容器单元的问题。另外，如果使充电电路始终处于连接的状态，则可能形成锂离子电容器单元始终对二次电池充电的动作，产生电力损失。因此，优选充电电路包括开关电路，在开关电路成为导通状态的情况下，进行二次电池的充电。或者，优选在本发明的直流电源装置的充电方法中，在将二次电池从充电用直流电源电气断开的状态下对锂离子电容器单元进行充电，在锂离子电容器单元的充电完成后，将锂离子电容器单元从充电用直流电源电气断开，对二次电池进行充电。能够在对充电时间短的锂离子电容器单元进行充电后，利用待机时间等对充电时间长的二次电池进行充电。因此可以根据需要使直流电源装置立刻成为能够使用的状态。另外，能够随意停止从锂离子电容器单元对二次电池进行充电的动作。另外，锂离子电容器单元的充电电压比二次电池的充电电压高。因此，充电电路中可以包括DC/DC转换器，该DC/DC转换器将充电电压降低到适合二次电池的充电的电压。由于DC/DC转换器能够任意地进行电压控制，因此能够以适当的充电电压对二次电池进行充电，从而能够抑制二次电池的寿命降低。

[0031] 已知适合二次电池的充电的电压随着放置二次电池的环境温度而改变。因此，为了以防止过充电和充电不足的方式进行二次电池的充电，优选地，直流电源装置还具备检测环境温度的温度检测部件，根据环境温度使充电电路中包括的DC/DC转换器的输出电压改变。具体而言，当温度检测部件检测的检测温度高于预定的基准上限温度时，使适合二次电池的充电的电压降低，当温度检测部件检测的检测温度低于预定的基准下限温度时，使适合二次电池的充电的电压升高即可。

[0032] 另外，还可以将充电电路构成为，包括一个以上的二极管，并且当从外部充电器对锂离子电容器单元施加了充电电压时，将充电电压降低到适合二次电池的充电的电压，并施加到二次电池上。具体而言，将一个以上的二极管串联连接，将其正极侧与锂离子电容器单元的正极端子连接，将负极与二次电池的正极端子连接。通过这样构成，仅通过根据要使用的二次电池的额定电压来决定二极管的个数，就可以容易地调整二次电池的充电电压。因此不需要开关电路或DC/DC转换器等复杂电路。这种情况下也优选地在充电电路中包括开关电路，仅在开关电路成为导通状态的情况下，进行二次电池的充电。

[0033] 如上所述，第1设定电压是能够阻止从二次电池向负载的放电电流成为过电流的电压。这样规定第1设定电压的原因是，在通过切换电路从第1电路结构切换成第2电路结构的时刻，如果二次电池的电压比锂离子电容器单元的电压大，并且两电压的电压差成为规定值以上，则存在超过二次电池的最大放电电流的电流流动的可能性。“二次电池的最大放电电流”是指，在不缩短二次电池的寿命的情况下能够释放的最大电流，根据二次电池

的规格而规定。根据二次电池的性能和二次电池的使用环境,也可以使用固定值作为第1设定电压。但是,在将第1设定电压设为固定值的情况下,如果放电时的二次电池的电压变化率由于二次电池的劣化、个体差异、环境温度等条件而变大,则当将第1放电电路的限流部件短路时,可能发生放电电流大于最大放电电流的状况。因此,可以将第1设定电压设为从二次电池的电压值(端子间电压)减去允许差电压而得到的电压,该允许差电压允许阻止放电电流成为过电流。通过这样设定第1设定电压,在从第1电路结构切换成第2电路结构时,二次电池与锂离子电容器单元之间的电压差足够小,从而不会流过超过二次电池的最大放电电流的放电电流。

[0034] 在形成第2电路结构的情况下,锂离子电容器单元与二次电池成为直接连接的状态,包括锂离子电容器单元和二次电池的放电电路中的电阻分量仅为锂离子电容器单元的内部电阻(R_c)和二次电池的内部电阻(R_b)。在该放电电路中,为了使放电电流不超过二次电池的最大放电电流,只要设定成使通过将二次电池与锂离子电容器单元的电压差(V_{dif})除以内部电阻的合计值(R_c+R_b)而得到的电流值(I)成为二次电池的最大放电电流(I_{ref})以下即可。因此,作为允许差电压,只要使用通过锂离子电容器单元的内部电阻和二次电池的内部电阻的合计值(R_c+R_b)与二次电池的最大放电电流(I_{ref})之积求出的电压值,就能够防止二次电池的劣化,并且使由限流部件导致的电力损失最小。

[0035] 另外,在构成锂离子电容器单元的各锂离子电容器中,由于电容值的差异、初始电压、包含端子电阻的内部电阻等,电压会产生偏差。如果在有偏差的情况下原样进行充电,则例如电容值小的锂离子电容器比电容值大的锂离子电容器更快地达到额定电压。并且,如果原样继续充电,则达到了额定电压的锂离子电容器会过充电,从而存在锂离子电容器的寿命缩短的可能性。在放电时也同样,尽管一部分锂离子电容器达到下限电压,但作为整体没有到达单元下限电压,因此一部分锂离子电容器会过放电,从而存在锂离子电容器的寿命缩短的可能性。因此,在本发明中,优选地将锂离子电容器单元由串联连接的多个锂离子电容器和分别相对于所述多个锂离子电容器并联连接的多个电压均匀化电路构成。通过这样构成,将由于电容值的偏差等原因而导致的电压的偏差均匀化,从而能够防止锂离子电容器的寿命缩短。

[0036] 当然,如果负载是在减速时产生再生电力的电机,则可以具备再生电路,所述再生电路在电机处于再生状态的情况下,利用电机产生的再生电流进行蓄电部件的锂离子电容器单元和/或二次电池的充电。如果具备再生电路,则可以利用在使电机减速时或将电机作为驱动源而卸下货物时产生的再生电流,对蓄电部件进行充电,因此不会浪费能量。另外,如果二次电池频繁地反复充电则寿命会缩短,并且不能以小电流充电,因此优选地主要利用再生电流对锂离子电容器单元进行充电。

[0037] 本发明的直流电源装置可以用作搬运装置(自动搬运车)的电源。如上所述,在本发明的直流电源装置中,能够将锂离子电容器单元用作主电源,辅助使用二次电池,因此,可以减小二次电池的容量,使直流电源装置小型化,适合安装在搬运装置上。

附图说明

[0038] 图1是示出本发明的直流电源装置的第1实施方式的一例的结构的电路图。

[0039] 图2是示出本发明的直流电源装置的第2实施方式的一例的结构的电路图。

- [0040] 图3是示出本发明的直流电源装置的第3实施方式的一例的结构的电路图。
- [0041] 图4是示出本发明的直流电源装置的第4实施方式的一例的结构的电路图。
- [0042] 图5(A)和(B)是示出本发明的直流电源装置的第4实施方式中的切换电路的切换定时的时间图。
- [0043] 图6是示出本发明的直流电源装置的第4实施方式中的控制切换电路的控制电路进行的处理的流程图。
- [0044] 图7是示出本发明的直流电源装置的第5实施方式的一例的结构的电路图。
- [0045] 符号说明
- [0046] 1:锂离子电容器单元
- [0047] 3:二次电池
- [0048] 4:限流电阻
- [0049] 5:电压检测部件
- [0050] 7:控制电路
- [0051] 9:充电用直流电源
- [0052] 11:再生电路
- [0053] C1~C16:锂离子电容器
- [0054] R1~R16:电阻元件
- [0055] M:电机
- [0056] D1:二极管
- [0057] SW1:开关电路

具体实施方式

- [0058] 以下参照附图对本发明的直流电源装置的实施方式进行详细说明。
- [0059] [第1实施方式]
- [0060] 图1是示出将本发明的直流电源装置应用于自动搬运车的第1实施方式的结构的电路图。本实施方式的直流电源装置具备锂离子电容器单元1、铅蓄电池等二次电池3、电压检测部件5、控制电路7和开关电路SW1。锂离子电容器单元1和二次电池3相对于作为负载的电机M并联连接。电机M与动作时成为接通状态的电源开关SW2串联连接。具体而言，与电机M的一对输入输出部T1和T2中的一个(输入输出部T1)连接的锂离子电容器单元1的一对输入输出部(T3和T4)中的一个(输入输出部T3)与二次电池3的一对输入输出部(T5和T6)中的一个(输入输出部T5)电连接。并且，构成切换电路的开关电路SW1配置在锂离子电容器单元1的另一个输入输出部T4和二次电池3的另一个输入输出部T6之间。为了防止在开关电路SW1导通时流动过电流的目的而设置限流电阻4。电压检测部件5与锂离子电容器单元1的一对输入输出部T3和T4并联连接，从而能够检测出锂离子电容器单元1的电压。电压检测部件5例如可以使用电阻分压电路来构成。另外，锂离子电容器单元1与二次电池3经由开关电路SW1连接。构成由控制电路7控制导通的切换电路的开关电路SW1配置在锂离子电容器单元1的输入输出部T4和二次电池3的输入输出部T6之间。如果电压检测部件5检测出锂离子电容器单元1的单元下限电压，则控制电路7输出使开关电路SW1成为导通状态的信号。并且，如果将开关SW31和SW32闭合而连接充

电用直流电源 9，则控制电路 7 使开关电路 SW1 成为断开（不导通）状态。连接了充电用直流电源 9 的情况能够使用未图示的限位开关等而简单地检测出。另外，电机 M 在本实施方式中是用于驱动自动搬运车（AGV）的电机。自动搬运车定期地返回待机位置，因此此时利用设置在待机位置处的充电用直流电源 9 对锂离子电容器单元 1 进行充电。

[0061] 本实施方式的锂离子电容器单元 1 具有串联连接的 16 个锂离子电容器 C1 ~ C16（但在图中省略了一部分）。锂离子电容器单元 1 的电容为 50F（单个锂离子电容器为 800F）。如果设锂离子电容器 C1 ~ C16 的上限电压为 3.8[V]，则锂离子电容器单元 1 的电压为 60.8[V]。构成用于使各个锂离子电容器的电压均匀化的电压均匀化电路的电阻元件 R1 ~ R16 与锂离子电容器 C1 ~ C16 分别并联连接（但在图中省略了一部分）。R1 ~ R16 例如使用 1kΩ 的电阻。

[0062] 充电用直流电源 9 以比前述的上限电压 60.8V 低一些的电压，对锂离子电容器单元 1 进行充电。作为二次电池 3，使用额定 48[V]（额定 2V 的单个电池串联连接 24 个）、80Ah 的控制阀式铅蓄电池。充电用直流电源 9 构成为可以用共用的充电用直流电源 9 对锂离子电容器单元 1 和二次电池 3 这两者进行充电。在本实施方式中，在将二次电池 3 从充电用直流电源 9 电断开的状态下，对锂离子电容器单元 1 进行充电，在锂离子电容器单元 1 的充电完成后，在将锂离子电容器单元 1 从充电用直流电源 9 电气断开的状态下，进行二次电池 3 的充电。这是因为，锂离子电容器单元 1 的充电时间为数十秒左右，而二次电池 3 的充电时间从几十分钟到几个小时，因此在同时进行充电的情况下，锂离子电容器单元 1 的充电时间延长，有损于锂离子电容器单元能够在短时间内充电的优点。具体而言，如果将开关 SW31 和 SW32 闭合而连接充电用直流电源 9，则首先将开关 SW33 闭合，断开开关 SW34 和 SW35。由此，仅对锂离子电容器单元 1 进行充电，从而在短时间内对锂离子电容器单元 1 进行充电。锂离子电容器单元 1 的充电完成后，接着断开开关 SW33，闭合开关 SW34 和 SW35，对二次电池 3 进行充电。但是，由于在自动搬运车的通常运转时，无法确保对二次电池 3 进行充电所需的足够的时间，因此当然可以设定成不闭合开关 SW34 和 SW35，仅在自动搬运车待机时或不运转时等，才使开关 SW34 和 SW35 闭合。另外，由于铅蓄电池的充电花费时间，因此可以将其更换为从直流电源装置取下而进行充电并且已经充电完毕的铅蓄电池，或者在待机位置准备在不使用电机的时间段内通过适合铅蓄电池的快速充电的电压 / 电流控制对铅蓄电池进行充电的其它充电电路来进行充电。

[0063] 在本实施方式中，采用在减速时变成发电机而产生再生电力的电机来作为电机 M，因此利用在制动再生时或卸下货物时产生的再生电力。具体而言，在本实施方式中，经由再生电路 11 将在电机 M 处于再生状态的情况下产生的交流电流转换成直流，从而对锂离子电容器单元 1 进行充电。再生电路 11 当然也具有作为电机 M 的驱动电路的功能。在本实施方式中，使用铅蓄电池作为二次电池，但铅蓄电池虽然放电特性好但充电特性差，只能以小电流进行充电。因此，优选在锂离子电容器单元的充电中利用再生电流。这样，如果将本实施方式的直流电源装置用于使用搬运装置（自动搬运车）的 AGV 系统，则会提高 AGV 系统的能量效率。

[0064] 在本实施方式中，锂离子电容器 C1 ~ C16 的下限电压为 2.2[V]，因此需要控制开关电路 SW1 的导通定时，以使锂离子电容器单元 1 的电压不低于 35.2[V]。因此，在本实施方式中，将单元下限电压设定为高于 35.2V 的 36.0[V]。如果电压检测部件 5 检测出单元

下限电压，则控制电路 7 输出使开关电路 SW1 成为导通状态的信号。开关电路 SW1 成为导通状态后，驱动电流从电压高于电压下降后的锂离子电容器单元 1 的电压的二次电池 3 流向电机 M。在本实施方式中，同时进行锂离子电容器单元 1 的部分充电。但是，由于二次电池 3 的电压低于锂离子电容器单元 1 的上限电压，因此利用从二次电池 3 的电力供给而使自动搬运车返回到待机位置时，需要利用充电用直流电源 9 使锂离子电容器单元 1 成为满充电状态。在本实施方式中，在长期间不返回待机位置的情况下或充电用直流电源停止的情况下，为了防止电容器过放电，作为控制电路和电压检测部件的电源，不是使用锂离子电容器单元 1，而是使用二次电池 3，并且利用二次电池 3 对锂离子电容器单元 1 供电。

[0065] 另外，在本实施方式中，锂离子电容器单元 1 是主电源，二次电池 3 是锂离子电容器单元 1 的电压降低的情况下的备用电源。因此，在电压检测部件 5 检测到单元下限电压的情况下，优选地早一点返回到充电用直流电源 9 而进行充电。因此，也可以进行编程，以在电压检测部件 5 检测到单元下限电压而开关电路 SW1 导通的情况下，产生警报信号，中断作业而自动地返回到充电用直流电源 9。

[0066] [第 2 实施方式]

[0067] 在使用充电时间短的二次电池的情况下，还考虑在对锂离子电容器单元进行充电的同时进行对二次电池的充电。图 2 是示出将二极管 D1 与开关电路 SW1 并联地布线的第 2 实施方式的结构的电路图。在图 2 中，对于与图 1 所示的实施方式相同的部件，附加在图 1 所附的符号的数字上加上数字 100 而得到的数字的符号并省略详细说明。具体而言，将二极管 D1 的正极侧与锂离子电容器单元 101 的输入输出部 T4 连接，将负极侧与二次电池 103 的正极侧的输入输出部 T6 连接，因此当开关电路 SW1 打开（处于不导通状态）时，不流动来自二次电池 103 的电流。因此，当开关电路 SW1 打开时，向电机 M 只供给来自锂离子电容器单元 101 的直流电力。并且，因为有该二极管 D1，所以即使不另外准备二次电池用的充电器，在待机位置当充电用直流电源 109 对锂离子电容器单元 101 进行充电时，也能够同时对二次电池充电。

[0068] [第 3 实施方式]

[0069] 在上述实施方式中，使用开关电路 SW1 作为切换电路，但在锂离子电容器单元的电压降低的情况下，用于并联连接二次电池的切换电路的结构不限于此。图 3 是示出使用单向导通元件作为电压检测部件和切换电路的本发明的直流电源装置的第 3 实施方式的结构的电路图。在图 3 中，对于与图 1 所示的实施方式相同的部件，附加在图 1 所附的符号的数字上加上数字 200 而得到的数字的符号并省略说明。在本实施方式中，作为单向导通元件的齐纳二极管 ZD1 起到电压检测部件和切换电路的作用。即，齐纳二极管 ZD1 的正极与锂离子电容器单元 201 的输入输出部 T4 连接，负极与二次电池 203 的正极侧的输入输出部 T6 连接。在本实施方式中，由电机 M 消耗锂离子电容器单元 201 的电荷，如果二次电池 203 的电压与锂离子电容器单元 201 的电压之间的差电压达到击穿电压（齐纳电压），则来自二次电池 203 的电流导通，从二次电池 203 向电机 M 供给电力。并且同时，充电电流从二次电池流向锂离子电容器单元 201。但是，如果差电压变得小于齐纳电压，则充电电流停止，因此在该情况下也优选地在开始从二次电池 203 向负载供给电力后，自动搬运车尽早地返回到设置了充电用直流电源 209 的待机位置，对锂离子电容器单元 201 进行充电。根据本实施方式，不使用检测锂离子电容器单元的电压的电压检测部件和控制电路，能够用简单

的电路防止锂离子电容器单元的电压低于单元下限电压,从而可以继续向电机供给电力。

[0070] [第 4 实施方式]

[0071] 图 4 是示出由第 1 放电电路和第 2 放电电路构成切换电路的第 4 实施方式的结构的电路图。在图 4 中,对于与图 1 所示的实施方式相同的部件,附加在图 1 所附的符号的数字上加上数字 300 而得到的数字的符号并省略说明。

[0072] 本实施方式的锂离子电容器单元 301 由将 4 个电容器阵列并联连接的模块构成,每个电容器阵列是将 16 个锂离子电容器串联连接而形成的(但在图中省略了电容器的图示的一部分)。锂离子电容器单元 301 的电容为 450F(单个锂离子电容器为 1800F)。如果设锂离子电容器 C1 ~ C16 的上限电压为 3.8[V],则锂离子电容器单元 301 的电压为 60.8[V]。由于锂离子电容器 C1 ~ C16 的下限电压为 2.2[V],因此通过不低于 35.2[V] 和负载侧的系统不会停机的电压设定,将本实施方式的单元下限电压 (V_1) 设定为 40.0[V]。构成用于使各个锂离子电容器的电压均匀化的电压均匀化电路的电阻元件与各个锂离子电容器并联连接(但在图中省略)。电压均匀化电阻元件例如使用 $1k\Omega$ 的电阻。作为二次电池 303,使用额定 48.0[V](额定 2V 的单个电池串联连接 24 个)、80Ah 的控制阀式铅蓄电池。

[0073] 切换电路 308 由第 1 放电电路 381 和第 2 放电电路 383 构成。第 1 放电电路 381 由开关 SW1 和与开关 SW1 串联连接的限流电阻 304 构成。第 2 放电电路 383 包括开关 SW3 而构成。如后所述,限流电阻 304 是为了防止当开关 SW1 导通时从二次电池 303 释放过电流的目的而设置的。虽然没有图示,但在包括作为负载的电机的电机电路 M 上连接有包括响应于控制指令而动作的逆变器电路的电机驱动电路。

[0074] 在本实施方式中,锂离子电容器单元 301 的一对端子 T3 和 T4 分别与电机电路 M 的一对端子 T1 和 T2 电连接。电机电路 M 的端子 T1、锂离子电容器单元 301 的端子 T3 和二次电池 303 的端子 T5 为正极端子,电机电路 M 的端子 T2、锂离子电容器单元 301 的端子 T4 和二次电池 303 的端子 T6 是分别与充电器 309 的接地端子共同连接的负极端子。第 1 放电电路 381 配置在锂离子电容器单元 301 的正极端子 T3 与二次电池 303 的正极端子 T5 之间。第 2 放电电路 383 相对于第 1 放电电路 381 并联连接。从而,锂离子电容器单元 301 与二次电池 303 经由由第 1 放电电路 381 和第 2 放电电路 383 构成的切换电路 308 而并联连接。

[0075] 充电器(充电用直流电源)309 是设置在自动搬运车的待机位置处的充电器。每当自动搬运车返回到待机位置时,端子 T1 和 T2 与充电器 309 的输出端子 T7 和 T8 连接,进行充电动作。如果自动搬运车的直流电源装置与充电器 309 连接,则充电器 309 以略低于锂离子电容器单元 301 的上限电压的充电电压对锂离子电容器单元 301 进行充电。在本实施方式中,在端子 T1 与二次电池 303 的端子 T5 之间连接有二次电池 303 的充电电路 313。充电电路 313 通过将开关 SW5 与 DC/DC 转换器 315 串联连接而构成。当充电器 309 与直流电源装置连接时,开关 SW5 响应于来自控制电路 307 的导通信号而处于导通状态,从而开始二次电池 303 的充电。如果电压检测部件 305 检测出要检测的二次电池 303 的电压降低到预定的充电开始电压以下,则当充电器 309 与直流电源装置连接时,控制电路 307 输出使开关 SW5 处于导通状态的导通信号。开关 SW5 在该接通指令被输出的期间维持导通状态。DC/DC 转换器 315 对二次电池 303 施加通过将锂离子电容器单元 301 的充电电压降低到适合二次电池 303 的充电的电压而得到的充电电压。如果来自 DC/DC 转换器 315 的充电电流变得

过大，则会导致二次电池 303 的劣化，因此 DC/DC 转换器 315 构成为例如以 1 ~ 7A 左右的电流对二次电池 303 进行充电。如果电压检测部件 305 检测出二次电池 303 的端子 T5 与 T6 之间的电压被充电到预定的设定电压（充电完成电压），则控制电路 307 停止接通指令的输出而断开开关 SW5，充电结束。在本实施方式中，由于在对二次电池 303 进行充电的时间以外的时间断开开关 SW5，因此不消耗待机电力。因此能够使锂离子电容器单元 301 不受二次电池 303 的充电的影响而迅速地进行充电。

[0076] 另外，在本实施方式中，还具有检测二次电池 303 的环境温度的温度检测部件 306。温度检测部件 306 的输出被输入到 DC/DC 转换器 315 的未图示的控制部。未图示的控制部根据由温度检测部件 306 检测出的放置了二次电池 303 的环境温度，调整 DC/DC 转换器 315 的输出电压。具体而言，未图示的控制部调整 DC/DC 转换器 315 的输出电压，从而如果环境温度变高，则降低对二次电池的充电电压，如果环境温度变低，则提高对二次电池的充电电压。由此，通过以适应环境温度的变化的充电电压对二次电池进行充电，能够减轻由于过充电或充电不足而使二次电池受到的压力，延长二次电池 303 的寿命。

[0077] [切换电路的控制]

[0078] 以下参照图 5 和图 6 说明由控制电路 307 控制的切换电路 308 的切换动作。

[0079] 在本实施方式的直流电源装置中，当锂离子电容器单元 301 的充电电压高于单元下限电压 V_1 (40.0[V]) 时，仅从锂离子电容器单元 301 向电机电路 M 进行供电。此时，切换电路 308 中的开关 SW1 和开关 SW3 两者都处于被断开的状态。如果电压检测部件 305 检测出锂离子电容器单元 301 的端子间电压 V_{LiC} 降低到单元下限电压 V_1 (40.0[V]) (步骤 ST301)，则控制电路 307 输出使开关 SW1 变成导通状态的导通信号 (步骤 ST302)。在该状态下，切换电路 308 形成第 1 电路结构。当开关 SW1 成为导通状态时，电压下降，从被充电到比电压下降后的锂离子电容器单元 301 的电压高的电压的二次电池 303 向电机电路 M 供给驱动电流，同时向锂离子电容器单元 301 供给充电电流。

[0080] 如果此时二次电池 303 的电压为 48.0[V]，则二次电池 303 的电压与降低到单元下限电压 V_1 (40.0[V]) 的锂离子电容器单元 301 的电压之间的电压差为 8.0[V]。例如，如果设锂离子电容器单元 301 的内部电阻为 $10[m\Omega]$ 、二次电池的内部电阻也为 $10[m\Omega]$ ，则在不存在限流电阻 304 的情况下，二次电池 303 释放出计算上的瞬间最大电流为 400[A] 的大电流。从而，为了限制来自二次电池 303 的放电电流，经由包括限流电阻 304 的第 1 放电电路 381，从二次电池 303 对锂离子电容器单元 301 进行充电。对于限流电阻 304 的阻值，例如当二次电池 303 与锂离子电容器单元 301 的电位差为 8.0[V] 时将放电限制为最大 3[A] 左右的情况下，优选地选择 $3.0\Omega 50W$ 左右的电阻。但是，实际上需要考虑到对负载的供给电力不会不足的电力值，来决定限流电阻 304 的值。

[0081] 开关 SW1 成为导通状态后，如果电压检测部件 305 检测出锂离子电容器单元 301 的电压变为高于单元下限电压 V_1 的第 1 设定电压 V_2 (42.5[V]) 或低于单元下限电压 V_1 的第 2 设定电压 V_3 (37.5[V]) (步骤 ST303)，则控制电路 307 输出使开关 SW3 变成导通状态的导通信号 (步骤 ST304)。开关 SW3 成为导通状态后，切换电路 308 形成第 2 电路结构。另外，在接通了开关 SW3 后，可以断开开关 SW1。

[0082] 开关 SW3 成为导通状态后，第 1 放电电路 381 成为被第 2 放电电路 383 短路的状态，之后，来自二次电池 303 的放电电流从第 2 放电电路 383 被供给至电机电路 M 和锂离子

电容器单元 301。锂离子电容器单元 301 的电压上升到第 1 设定电压 V_2 的情况是如下情况：在切换电路 308 形成第 1 电路结构后，能够在不流动过电流的情况下使用二次电池 303 对电机电路（负载）M 供给所需的电力，并且锂离子电容器单元 301 也能够由二次电池 303 充电（图 5(A)）。第 1 设定电压 V_2 是能够阻止从二次电池 303 向负载 M 的放电电流成为过电流的电压。因此，在该状态下，限流电阻 304 成为产生电力损失的原因，所以防止产生过电流的功能没有实现。因此，通过切换成第 2 电路结构，断开限流电阻 304，阻止限流电阻 304 中的电力损失的产生，减少二次电池 303 的负载。结果是，能够使二次电池 303 的容量降低速度变慢。

[0083] 另外，需要将第 1 设定电压 V_2 设定成使得当从第 1 电路结构切换成第 2 电路结构时，从二次电池 303 向负载的放电电流不会超过最大放电电流。作为第 1 设定电压 V_2 ，也可以如上所述使用固定值。但是将第 1 设定电压 V_2 设为固定值的情况下，如果二次电池放电时的电压变化率由于二次电池的劣化、个体差异、环境温度等条件而变大，则当将第 1 放电电路的限流部件短路时，可能发生放电电流变得大于最大放电电流的状况。因此，在这种情况下，优选如（1）式所示，将从二次电池的电压值（端子间电压） V_B 减去了允许阻止放电电流成为过电流的允许差电压 V_{dif} 的电压值作为第 1 设定电压 V_2 。

[0084] $V_2 = V_B - V_{dif} \dots (1)$

[0085] 允许差电压 V_{dif} 可以根据（2）式计算。

[0086] $V_{dif} = I_{ref} \cdot (R_C + R_B) \dots (2)$

[0087] 其中， I_{ref} 为二次电池 303 的最大放电电流， R_C 为锂离子电容器单元 301 的内部电阻， R_B 为二次电池 303 的内部电阻。例如， $I_{ref} = 10[A]$ 、 $R_C = 10[m\Omega]$ 、 $R_B = 10[m\Omega]$ 的情况下， $V_{dif} = 200[mV]$ 。控制电路 307 存储通过（2）式预先算出的允许差电压 V_{dif} ，并且控制电路 307 根据（1）式决定第 1 设定电压 V_2 。然后，如果电压检测部件 305 检测出锂离子电容器单元的电压上升到第 1 设定电压 V_2 ，则控制电路 307 向切换电路 308 输出切换指令。

[0088] （2）式根据下述理由而规定。即，在形成第 2 电路结构的情况下，成为锂离子电容器单元 301 与二次电池 303 直接连接的状态。并且，此时的包括锂离子电容器单元 301 和二次电池 303 的放电电路中的电阻仅为锂离子电容器单元的内部电阻 (R_C) 和二次电池的内部电阻 (R_B)。在该电路结构中，为了使放电电流不超过二次电池 303 的最大放电电流，只要设定成使通过将二次电池 303 与锂离子电容器单元 301 的电压差除以内部电阻的合计值 ($R_C + R_B$) 而得到的电流值 (I) 在二次电池的最大放电电流 (I_{ref}) 以下即可。即，只要在允许差电压 V_{dif} 与最大放电电流 (I_{ref}) 之间成立下面的（3）式即可。

[0089] $V_{dif} / (R_C + R_B) = I \leq I_{ref} \dots (3)$

[0090] 因此，作为允许差电压 V_{dif} ，只要使用通过锂离子电容器单元 301 的内部电阻和二次电池 303 的内部电阻的合计值 ($R_C + R_B$) 与二次电池的最大放电电流 (I_{ref}) 之积 [上述（2）式] 求出的电压值，就能够防止二次电池的劣化，使由限流电阻 304 导致的电力损失最小。

[0091] 锂离子电容器单元 301 的电压降低到第 2 设定电压 V_3 的情况是如下情况：切换电路 308 形成第 1 电路结构（开关 SW1 成为导通状态）的时刻的负载过大，因此经由限流电阻 304 向负载供给电流，不能供给足够的电力，并且锂离子电容器单元 301 的放电继续进行（图 5(B)）。因此，在该情况下，使限流电阻 304 存在于放电电路中的做法存在如下的危险性：从锂离子电容器单元 301 的放电继续进行，各锂离子电容器的电压降低到下限电压。因

此,通过切换成第2电路结构(开关SW3成为导通状态),将限流电阻304从放电电路断开,对电机电路(负载)M供给所需的电力,防止锂离子电容器单元301的电压降低。从该观点看,第2设定电压V₃是能够阻止锂离子电容器的电压成为下限电压以下的电压。

[0092] [第5实施方式]

[0093] 如图7所示,在二次电池的充电电路中,作为对充电电压进行降压的部件,也可以使用串联连接的多个二极管来代替DC/DC转换器。图7示出在充电电路413中使用二极管的第5实施方式的结构。在图7中,对于与图4所示的实施方式相同的部件,附加在图4所附的符号的数字上加上数字100而得到的数字的符号并省略说明。在本实施方式中,将多个二极管串联连接而构成二极管阵列417,将二极管阵列417的正极侧与锂离子电容器单元401的端子T3连接,将其负极与二次电池403的正极端子T5连接。通过这样构成,可以不使用DC/DC转换器,仅通过根据要使用的二次电池403的额定电压来决定二极管的个数,就可以容易地调整二次电池403的充电电压。

[0094] [产业上的可利用性]

[0095] 根据本发明,在使用锂离子电容器单元作为蓄电部件的情况下,能够最大限度地利用锂离子电容器单元。并且能够延长锂离子电容器单元的寿命。另外,即使在锂离子电容器单元的电压降低的情况下,也能够继续向负载供电。进而,能够提供如下的直流电源装置:能够减轻二次电池的负担,从而抑制二次电池的劣化,延长寿命并且稳定地供给电力。

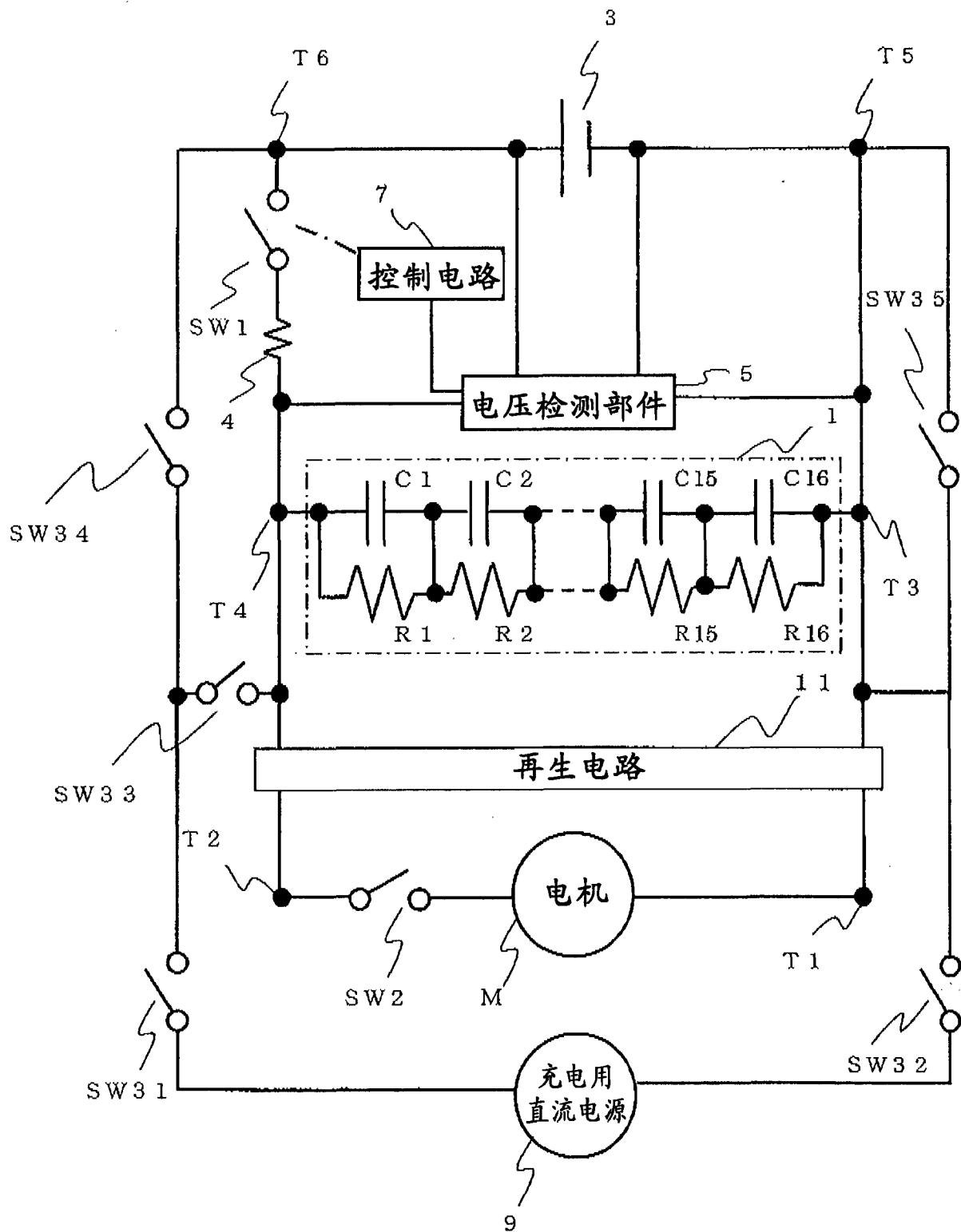


图 1

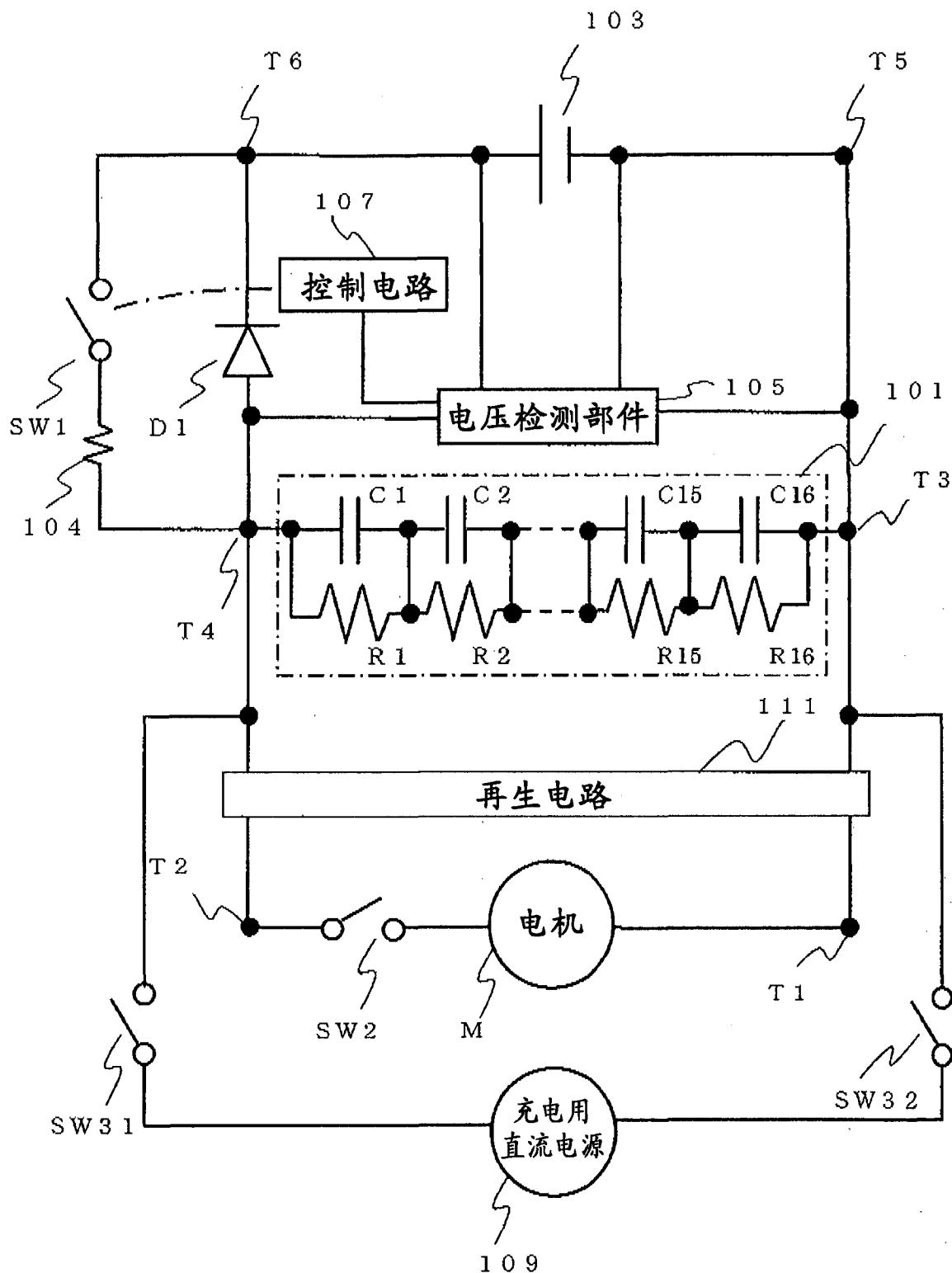


图 2

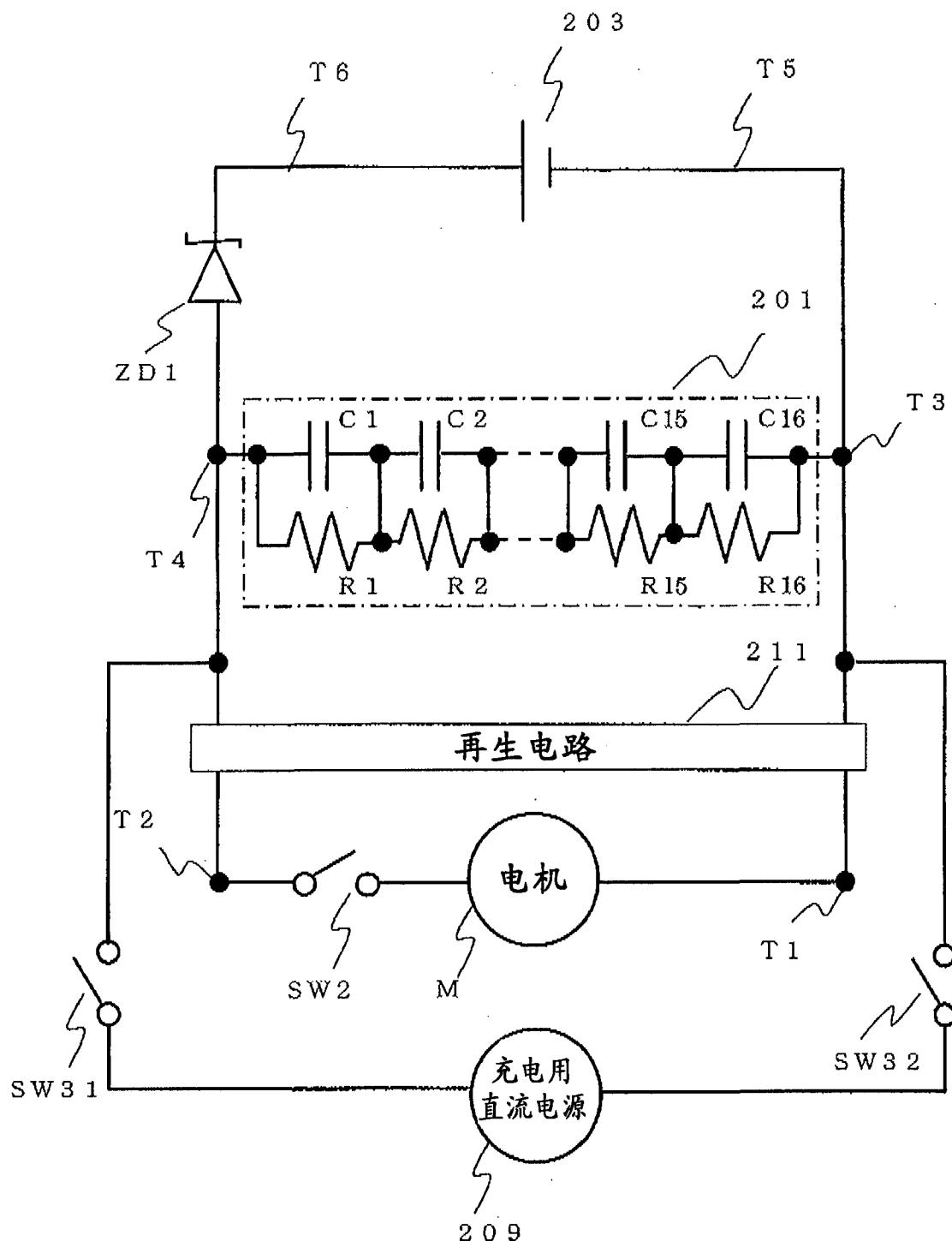


图 3

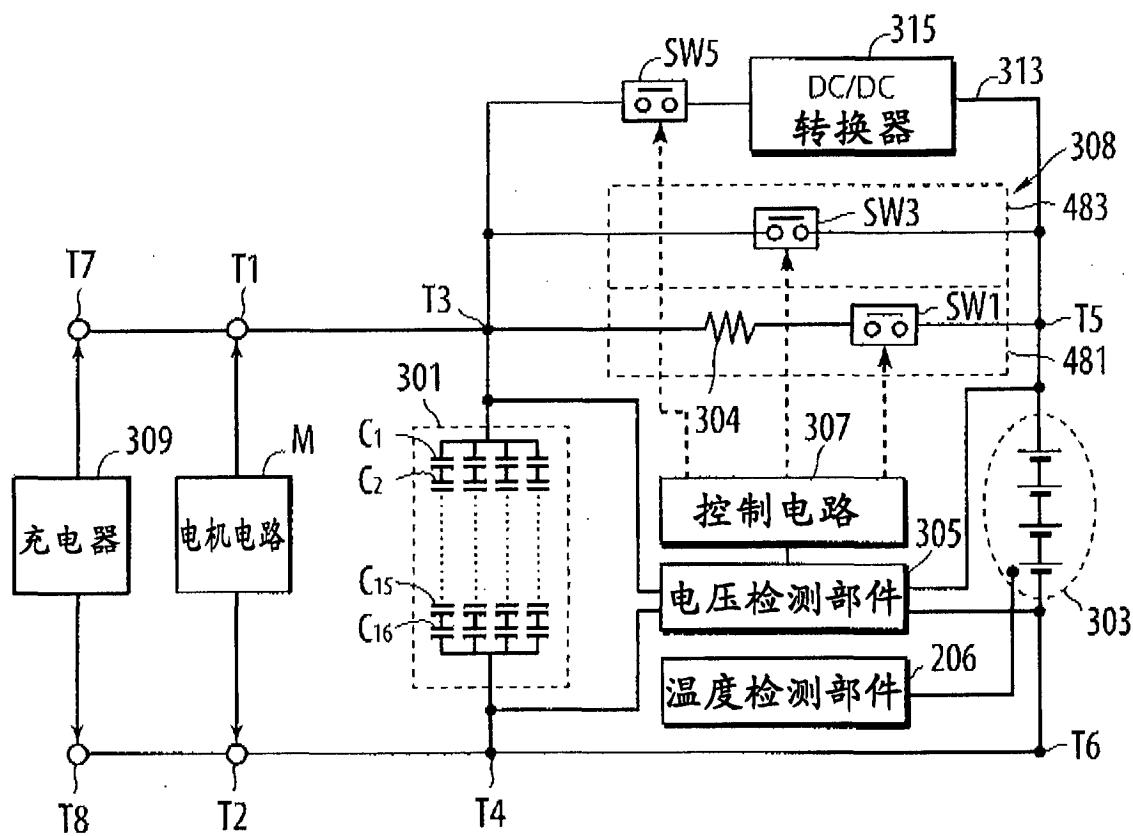
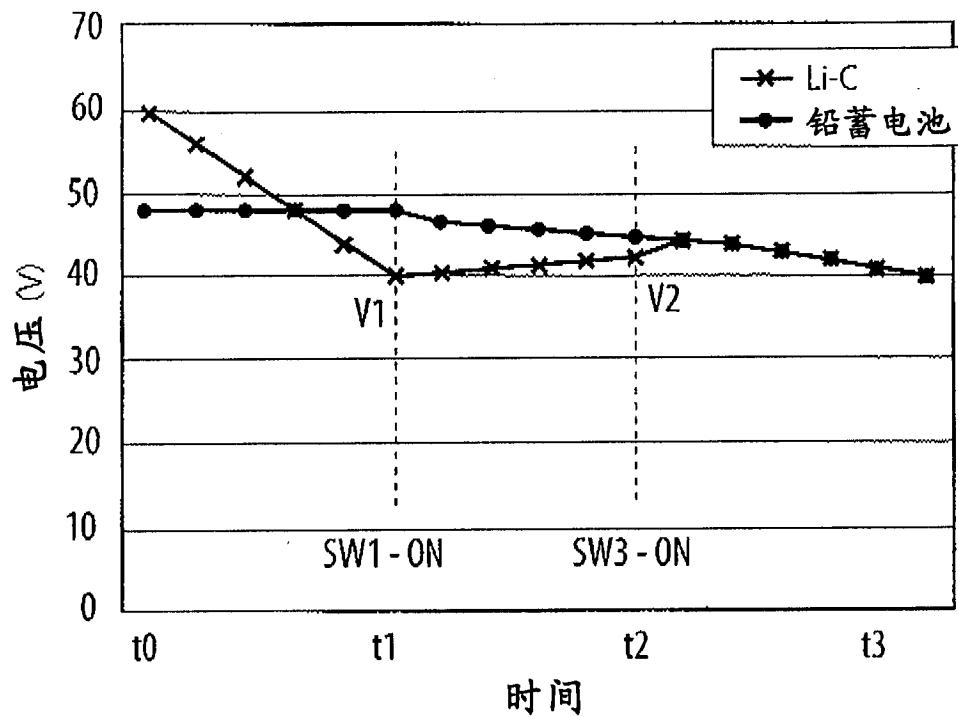


图 4

(A)



(B)

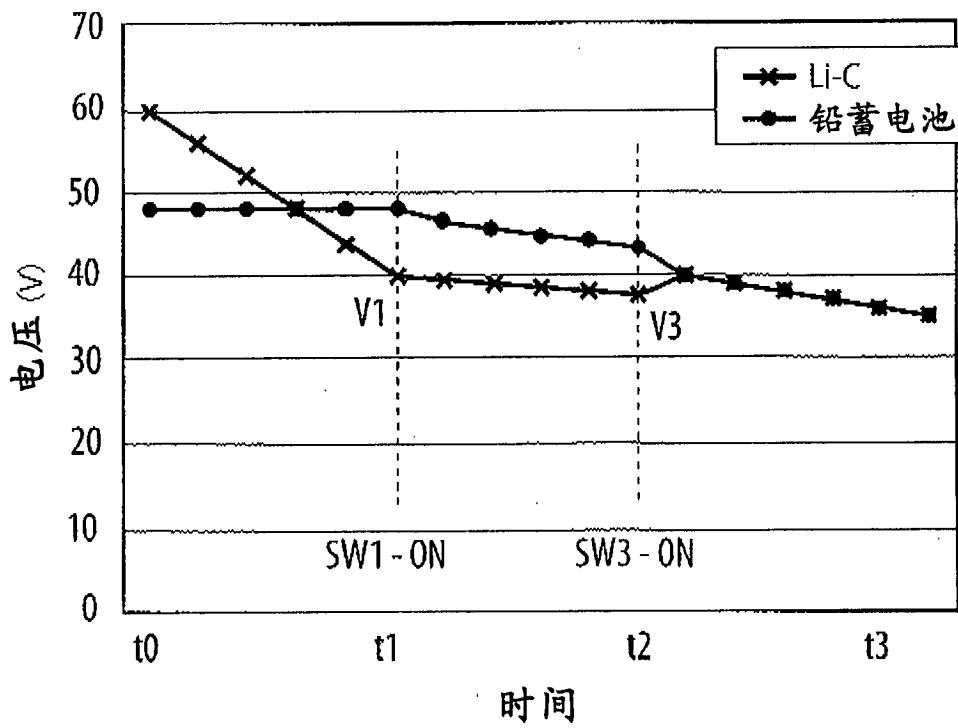


图 5

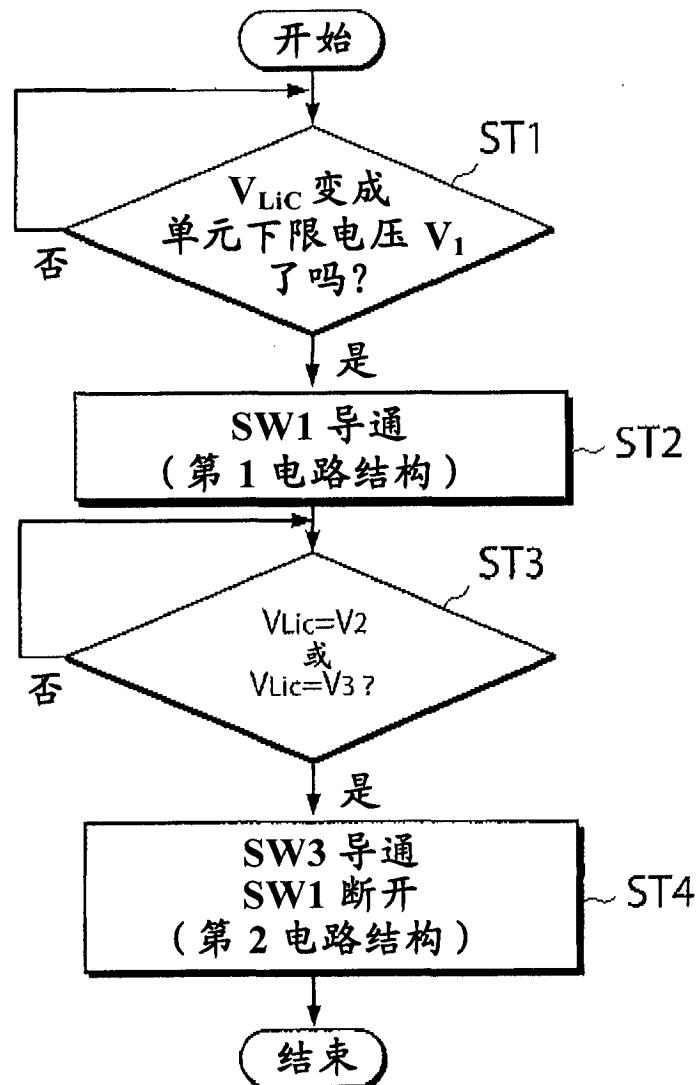


图 6

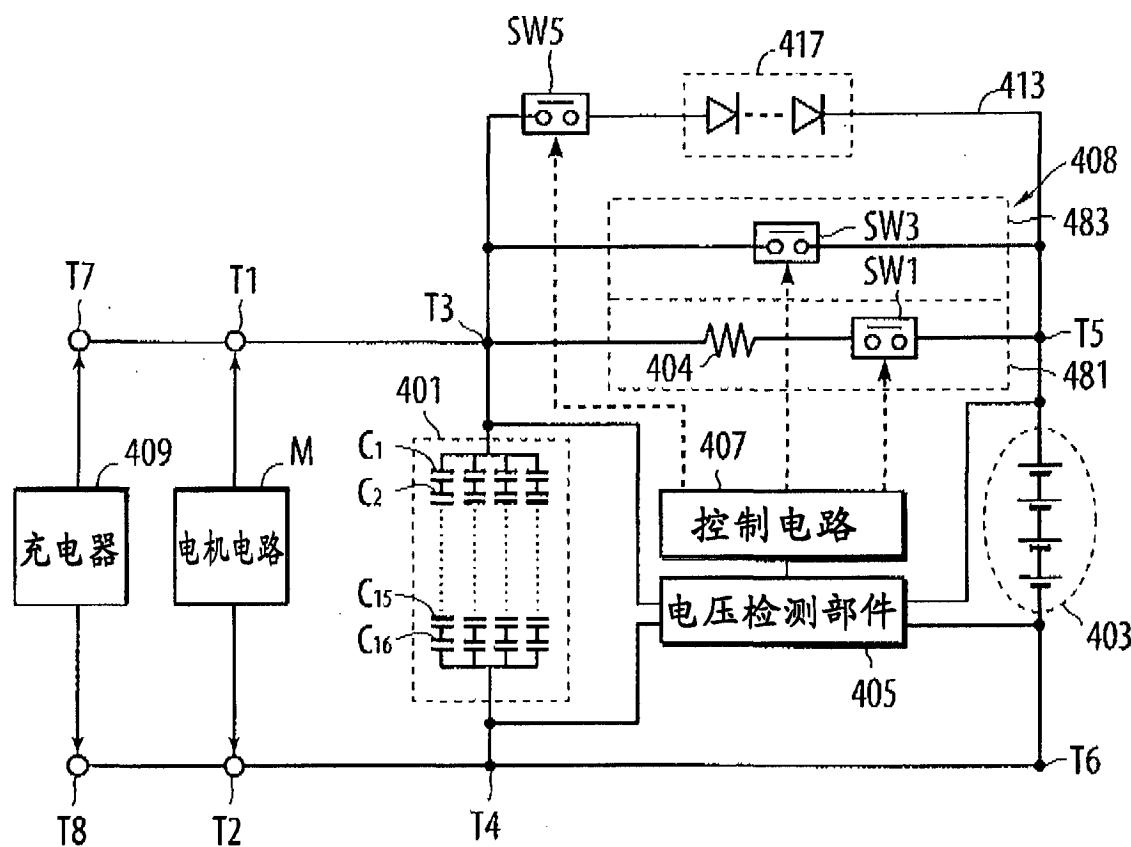


图 7