



1. 一种电力储藏系统,具备:

负载侧端子与负载连接的电源转换器;

与所述电源转换器的电源侧端子连接的二次电池;

通过DC/DC转换器与所述二次电池并联于所述电源转换器的电源侧端子的电容器;和

以使所述电容器优先于所述二次电池充放电的形式控制所述DC/DC转换器的控制器;

所述控制器包括:

基于与为零或接近零的规定的二次电池电流目标值相对的所述二次电池的电流的偏差生成所述电容器的电流目标值的第一控制部;和

基于与所述电容器的电流目标值相对的所述电容器的电流的偏差生成所述DC/DC转换器的传导率,并将其输出至所述DC/DC转换器的第二控制部。

2. 根据权利要求1所述的电力储藏系统,其特征在于,

所述规定的二次电池电流目标值为所述二次电池的一小时电流率以下的电流值。

3. 根据权利要求1或2所述的电力储藏系统,其特征在于,

所述规定的二次电池电流目标值为零。

4. 根据权利要求1或2所述的电力储藏系统,其特征在于,

所述第一控制部,形成为基于用于将所述二次电池的SOC维持在规定值的电流,和与所述规定的二次电池电流目标值相对的所述二次电池的电流的偏差生成所述电容器的电流目标值的结构。

5. 根据权利要求3所述的电力储藏系统,其特征在于,

所述第一控制部,形成为基于用于将所述二次电池的SOC维持在规定值的电流,和与所述规定的二次电池电流目标值相对的所述二次电池的电流的偏差生成所述电容器的电流目标值的结构。

6. 一种电力储藏系统的控制方法,

是具备负载侧端子与负载连接的电源转换器;与所述电源转换器的电源侧端子连接的二次电池;通过DC/DC转换器与所述二次电池并联于所述电源转换器的电源侧端子的电容器;和控制器的电力储藏系统的控制方法,

所述控制器基于与为零或接近零的规定的二次电池电流目标值相对的所述二次电池的电流的偏差生成所述电容器的电流目标值,并基于与所述电容器的电流目标值相对的所述电容器的电流的偏差生成所述DC/DC转换器的传导率,并将其输出至所述DC/DC转换器,并且以使所述电容器优先于所述二次电池充放电的形式控制所述DC/DC转换器。

## 电力储藏系统及其控制方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及具备二次电池以及电容器的电力储藏系统及其控制方法。

### 背景技术

[0002] 以往,作为高能量密度以及高功率密度并存的电力储藏系统,已知有将二次电池以及电容器组合的混合系统。但是,二次电池的短寿命在将混合系统装载于船舶等运送机器上成为问题。因此,作为谋求了长寿命化的混合系统,已知有例如非专利文献1的混合电源系统。

[0003] 该混合电源系统中,电池供给低频成分的电力,双电层电容器供给高频成分的电力。该高频成分由HPF(High Pass Filter)分离,基于电容器的容量以及充放电周期设定HPF的时间常数 $T_{EDLC}$ 。又,为了防止电容器的过充电以及过放电,而使用比例补偿器(compensator),且以电池能够供给电容器的损失部分的形式设定比例补偿器的比例增益 $kp$ 。

[0004] 现有技术文献:

[0005] 非专利文献:

[0006] 非专利文献1:能美雄贵,近藤圭一郎著《适合电池・电容器混合电源系统的电池长寿命化、损失降低的蓄电装置装载质量的决定法》平成25年电气学会产业应用部门大会IV-125~IV-128。

### 发明内容

[0007] 发明要解决的问题:

[0008] 上述混合电源系统中,由于控制参数(HPF的时间常数 $T_{EDLC}$ 、比例补偿器的比例增益 $kp$ )依赖于负载变动的特性(频率、大小),所以混合电源系统缺乏通用性。

[0009] 即,基于电容器的容量以及充放电周期的HPF的时间常数 $T_{EDLC}$ ,被设定为依赖于负载变动频率。例如,时间常数 $T_{EDLC}$ 被设定为大于与电容器所负担的负载变动的频率 $F1$ 对应的时间常数 $T1 (=1/F1)$ 、小于与电池所负担的负载变动的频率 $F2$ 对应的时间常数 $T2 (=1/F2)$ 的值。此时,由于充放电模式的变化、其他系统的适用等而负载变动的频率变化,则设定的时间常数 $T_{EDLC}$ 不适合变化后的负载变动的频率。 $T1 < T2 < T_{EDLC}$ 时,电容器负担全部的电力。另一方面, $T_{EDLC} < T1 < T2$ 时,电池负担全部的电力。因此,必须按照负载变动的频率调整时间常数 $T_{EDLC}$ 。

[0010] 又,比例补偿器的比例增益 $kp$ 依赖于负载变动的大小。相对于负载变动的大小而比例增益 $kp$ 过小时,不能补偿电容器的损失,电容器的电压达到下限。另一方面,相对于负载变动的大小而比例增益 $kp$ 过大时,使电容器的电压固定而做功,来自电池的电力供给增加。因此,必须按照负载变动的大小调整比例增益 $kp$ 。

[0011] 本发明是为了解决这样的问题而产生的,目的是提供一种通用性高,谋求了长寿命化的电力储藏系统及其控制方法。

[0012] 解决问题的手段：

[0013] 根据本发明某形态的电力储藏系统,具备:负载侧端子与负载连接的电源转换器;与所述电源转换器的电源侧端子连接的二次电池;通过DC/DC转换器与所述二次电池并联于所述电源转换器的电源侧端子的电容器;和以使所述电容器优先于所述二次电池充放电的形式控制所述DC/DC转换器的控制器。

[0014] 根据该结构,二次电池以及电容器的充放电不依赖于负载变动的频率以及大小,所以电力储藏系统的通用性较高。又,使电容器优先于二次电池充放电,所以与电容器不优先于二次电池的情况相比二次电池的充放电次数减少,且二次电池的寿命延长。其结果是能够谋求电力储藏系统的长寿命化。

[0015] 也可以是电力储藏系统中,所述控制器包括:基于与为零或接近零的规定的二次电池电流目标值相对的所述二次电池的电流的偏差生成所述电容器的电流目标值的第一控制部;和基于与所述电容器的电流目标值相对的所述电容器的电流的偏差生成所述DC/DC转换器的占空率(duty cycle),并将其输出至所述DC/DC转换器的第二控制部。

[0016] 根据该结构,负载变动时,二次电池的电流被抑制为规定的二次电池电流目标值。所以,按照规定的二次电池电流目标值,抑制二次电池的充放电次数,相应地,电容器优先于二次电池充放电。

[0017] 也可以是电力储藏系统中,所述规定的二次电池电流目标值为所述二次电池的一小时电流率以下的电流值。该一小时电流率,是能够在一小时内对二次电池的剩余容量SOC(充电状态State Of Charge)充电或放电的电流值。

[0018] 根据该结构,有效地控制二次电池的充放电次数,并有效地延长二次电池的寿命。其结果是能够有效地谋求电力储藏系统的长寿命化。

[0019] 也可以是电力储藏系统中,所述规定的二次电池电流目标值为零。

[0020] 根据该结构,最有效地抑制二次电池的充放电次数,并最有效地延长二次电池的寿命。其结果是能够最有效地谋求电力储藏系统的长寿命化。

[0021] 也可以是电力储藏系统中,所述第一控制部形成为基于用于将所述二次电池的SOC维持在规定值的电流,和与所述规定的二次电池电流目标值相对的所述二次电池的电流的偏差生成所述电容器的电流目标值的结构。

[0022] 根据该结构,能够将二次电池的SOC维持在规定值。

[0023] 根据本发明某形态的电力储藏系统的控制方法,是具备负载侧端子与负载连接的电源转换器;与所述电源转换器的电源侧端子连接的二次电池;通过DC/DC转换器与所述二次电池并联于所述电源转换器的电源侧端子的电容器;和控制器的电力储藏系统的控制方法,所述控制器以使所述电容器优先于所述二次电池充放电的形式控制所述DC/DC转换器。

[0024] 发明效果:

[0025] 本发明具有以上说明的结构,且能够发挥提供通用性高、谋求长寿命化的电力储藏系统及其控制方法的效果。

[0026] 本发明的上述目的、其他目的、特征、以及优点,在参照说明书附图的情况下,从以下适宜的实施形态的详细说明中明确指出。

## 附图说明

- [0027] 图1是示出根据本发明的实施形态一的电力储藏系统的结构的功能框图；
- [0028] 图2是大致示出装载了图1的电力储藏系统的船舶的图；
- [0029] 图3是示出图1的电力储藏系统的控制器的结构例的图；
- [0030] 图4是示出电力的第一充放电模式的图表；
- [0031] 图5是示出电力的第二充放电模式的图表；
- [0032] 图6是示出第一充放电模式充放电的二次电池的损失量的图表；
- [0033] 图7是示出第二充放电模式充放电的二次电池的损失量的图表；
- [0034] 图8A是示出实施例的电力储藏系统中的第二充放电模式、二次电池以及电容器的各电力的图表；图8B是示出实施例的电力储藏系统中的二次电池以及电容器的各电流的图表；
- [0035] 图9A是示出比较例的电源系统中的第二充放电模式、二次电池以及电容器的各电力的图表；图9B是示出比较例的电源系统中的二次电池以及电容器的各电流的图表；
- [0036] 图10是示出第二充放电模式充放电时的实施例的电力储藏系统的二次电池以及电容器的各剩余容量的图表；
- [0037] 图11是示出第二充放电模式充放电时的比较例的电源系统的二次电池以及电容器的各剩余容量的图表。

## 具体实施方式

[0038] 以下，参照附图具体说明本发明的实施形态。另外，以下在所有附图中对于相同或相当的要素标以相同的参考符号，并省略其重复的说明。

[0039] (实施形态一)

[0040] 图1是示出根据实施形态一的电力储藏系统100的结构的功能框图。图2是大致示出装载了电力储藏系统100的船舶300的图。图1所示的电力储藏系统100的用途没有特别限定，例如，用于车辆等移动体。该电力储藏系统100，例如，作为图2所示的电力推进船舶(船舶)300的辅助电源使用。图2中，船舶300将电力推进力(电动发电机330的驱动力)作为螺旋桨220的主驱动源使用。但是，也可以是螺旋桨220的主驱动源使用主机(未图示)，将电力推进力(电动发电机330的驱动力)作为螺旋桨220的辅助驱动源使用。另外，电动发电机330通过电动转换器320与电力储藏系统100、主电源310以及船内电力系统210连接。

[0041] 通常，航海中推进船舶300的电力以及在船舶300内使用的电力由船舶300所具备的主电源310提供。该电力的变动非常大时，由过电流截断来自主电源310的电力供给。为了避免这样的情况，电力储藏系统100与主电源310一起作为辅助电源与船舶300的负载200(例如，船内电力系统210以及螺旋桨220驱动用电动发电机330)连接。借此，电力储藏系统100，适当地协助主电源310将电力供给至负载200，又，从负载200接受电力并储藏。但是，电力储藏系统100的用途不限定于船舶300的辅助电源，例如，也可作为向机动车、家庭等供给电力的电力储藏系统使用。

[0042] 电力储藏系统100具备：二次电池10、电容器11以及控制器12。电力储藏系统100通过DC/AC逆变器13向负载200供给电力，又，从负载200接受电力并储藏于二次电池10与电容器11中的一个或两个中。

[0043] DC/AC逆变器(电源转换器)13的负载侧端子与负载200连接。DC/AC逆变器13将输入至电源侧端子的直流电力转换为交流电力,并将交流电力从负载侧端子输出。又,DC/AC逆变器13将输入至负载侧端子的交流电力转换为直流电力,并将直流电力从电源侧端子输出。

[0044] 二次电池10与电容器11相互并联于DC/AC逆变器13的电源侧端子。电容器11通过DC/DC转换器17与DC/AC逆变器13的电源侧端子连接。

[0045] 具体地,二次电池10通过由一对配线构成的DC链20连接于DC/AC逆变器13的电源侧端子,电容器11通过DC/DC转换器17与该DC链20连接。构成DC链20的一对配线间连接有DC链电容器(DC link capacitor)14。

[0046] DC链电容器14将DC链20的电压的变动平滑化。电压传感器15与DC链电容器14并联。电压传感器15检测作为DC链20的电压的DC链电压Vdc(DC链电容器14的两端电压)。

[0047] 二次电池10是通过化学反应或物理反应蓄积电荷,并通过逆反应将蓄积的电荷放出的大容量型蓄电装置。作为二次电池10,例如,使用锂离子电池、镍氢电池以及铅蓄电池。第一电流传感器16串联地与二次电池10连接。第一电流传感器16设置于二次电池10与电容器11的连接点之间,并检测从二次电池10放电或对二次电池10充电的电流Ib。

[0048] 电容器11是直接蓄积电荷(不通过反应),并将蓄积的电荷直接放出的大功率型蓄电装置。作为电容器11,例如,使用锂离子电容器、双电层电容器。电容器11通过DC/DC转换器17与DC链20连接,该连接点设置于第一电流传感器16与DC链电容器14之间。

[0049] DC/DC转换器17使占空率变化从而使电容器11的电流变化。也可以是DC/DC转换器17具有可以改变电压的升压功能或降压功能。直流电抗器18(DCL)与DC/DC转换器17串联于DC/DC转换器17与电容器11的连接点之间。直流电抗器18将从DC/DC转换器17输出或向DC/DC转换器17输入的电流平滑化。第二电流传感器19与DC/DC转换器17串联于DC/DC转换器17与DC链20之间,且第二电流传感器19检测从电容器11放电或对电容器11充电的电流Ic。

[0050] 控制器12以使电容器11优先于二次电池10充放电的形式控制DC/DC转换器17。即,控制器12包括第一控制部12a以及第二控制部12b。

[0051] 第一控制部12a,基于与二次电池10的规定的电流指令值Ib\*(二次电池电流目标值)相对的二次电池10的电流Ib的偏差,生成电容器11的电流指令值Ic\*(电容器的电流目标值)。第二控制部12b,基于与该电流指令值Ic\*相对的电容器11的电流Ic的偏差,生成DC/DC转换器17的占空率D,并将其输出至DC/DC转换器17。借此,控制器12直接控制电容器11的电流,并间接控制二次电池10的电流。因此,控制电力储藏系统100的整体的电流的流动。在此,将规定的电流指令值Ib\*设定为0(零)或接近0(零)的值。借此,负载变动时,二次电池10的电流Ib被抑制为规定的电流指令值Ib\*。所以,按照规定的电流指令值Ib\*,抑制二次电池10的充放电次数,相应地,电容器11优先于二次电池10充放电。

[0052] 第一控制部12a,基于用于将二次电池10的剩余容量SOC(State Of Charge)(%)维持在规定值的电流Ibsoc\*,和与电流指令值Ib\*相对的二次电池10的电流Ib的偏差,生成电容器11的电流指令值Ic\*。借此,抑制二次电池10的剩余容量SOC的变动,并抑制电力储藏系统100的整体的电流的流动。

[0053] 接着,参照图1以及图3,具体说明电力储藏系统100的充放电的控制方法。图3是示出电力储藏系统100的控制器12的结构例的框图。另外,以下的充放电中,内部电动势Eb(V)

在平坦的稳定阶段区域使用二次电池10。例如,对于在剩余容量SOC40%以下以及60%以上内部电动势Eb倾向二次电池10,SOC50%附近使用二次电池10。

[0054] 如图1所示,不从DC/AC逆变器13向负载200供给有效电力时,施加于DC链电容器14的DC链电压Vdc(V)与二次电池10的内部电动势Eb(V)相等。该内部电动势Eb如下述(式1)所示,依赖于二次电池10的剩余容量SOC(State Of Charge)(%),并由其函数f(SOC(t))求得。(式1)内的剩余容量SOC由下述(式2)表示。该(式2)中的Ib是二次电池10的电流(A),Qb0是电容器11的额定容量(Ah)。

[0055]  $Eb=f(SOC(t))$  (式1)。

[0056] [数1]

[0057]  $SOC(t) = SOC(0) - \frac{100.0}{Q_{b0}} \int_0^t I_b dt$  (式2)。

[0058] 另一方面,产生负载变动,并从DC/AC逆变器13向负载200供给有效电力Pac(W)时,则电流Idc(A)从DC链电容器14流向DC/AC逆变器13。该电流Idc由下述(式3)表示。该(式3)中的Vdc是DC链电压(V)。

[0059]  $Idc=Pac/Vdc$  (式3)

[0060] 根据该电流Idc的流动,电流Icdc(A)从DC链电容器14流动。该电流Icdc由下述(式4)表示。(式4)中,Ic是DC/DC转换器17的一次侧(DC链电容器14侧)的电容器11的电流(一次侧电流)(A)。

[0061]  $Icdc=Idc-Ib-Ic$  (式4)

[0062] 电流Icdc在DC链电容器14中流动,以此DC链电容器14的电压(DC链电压)Vdc下降。DC链电压Vdc由下述(式5)表示。(式5)中,Cdc是DC链电容器14的静电容量(F)。

[0063]  $Vdc=(-1/Cdc) \int Icdc \cdot dt$  (式5)

[0064] 由于DC链电压Vdc的下降,产生DC链电压Vdc与内部电动势Eb的电势差,放电电流Ib(A)从二次电池10流向DC链电容器14。此时的放电电流Ib由下述(式6)表示。(式6)中,Rb是二次电池10的内阻( $\Omega$ )。

[0065]  $Ib=(Eb-Vdc)/Rb$  (式6)

[0066] 而且,放电电流Ib流动时,第一电流传感器16检测电流Ib并向控制器12输出。如图3所示,控制器12获得来自第一电流传感器16的电流Ib,并以使电容器11优先于二次电池10充放电并供给有效电力Pac的形式进行控制。

[0067] 即,有效电力Pac(t)(W)通过DC/AC逆变器13从二次电池10以及电容器11向负载200供给。因此,有效电力Pac(t)由下述(式7)表示,是二次电池10的电力Pb(t)(W)与电容器11的电力Pc(t)(W)的合计值,并大于0(W)。

[0068]  $Pac(t)=Pb(t)+Pc(t), t>0$  (式7)

[0069] 而且,将二次电池10的电流指令值Ib\*(二次电池电流目标值)设定为0(零)(A)时,则二次电池10电力Pb(t)接近0(W)。因此,构成下述(式8)的关系,电容器11优先于二次电池10被使用,且电容器11负担全部有效电力Pac(t)。另外,也可以是若电容器11优先于二次电池10被使用,将二次电池10的电流指令值Ib\*设定为接近0(零)的值(A)而不是0(A)。

[0070]  $P_{ac}(t) = P_c(t), t > 0$  (式8)

[0071] 于是,第一控制部12a由与二次电池10的电流指令值 $I_b^*$ 相对的来自第一电流传感器16的电流 $I_b$ 的偏差( $I_b^* - I_b$ )并基于下述(式9)求电容器11的输出电力指令值 $P_c^*(W)$ 。(式9)中, $C1(s)$ 是传递函数。

[0072]  $P_c^* = C1(s) \cdot (I_b^* - I_b)$  (式9)

[0073] 第一控制部12a从电压传感器15得到DC链电压 $V_{dc}$ 。而且,第一控制部12a,由DC链电压 $V_{dc}$ 与用(式9)求出的输出电力指令值 $P_c^*$ 并根据下述(式10)计算并得到电容器11的电流指令值 $I_c^*$ (电容器的电流目标值)。一次侧电流指令值 $I_c^*$ 是DC/DC转换器17的一次侧(DC链电容器14侧)的电容器11的电流指令值(A)。

[0074]  $I_c^* = P_c^* / V_{dc}$  (式10)

[0075] 接着,第二控制部12b从第二电流传感器19得到电容器11的电流 $I_c$ 。而且,第二控制部12b由与该电流 $I_c$ 的一次侧电流指令值 $I_c^*$ 相对的偏差( $I_c^* - I_c$ )并基于下述(式11)求DC/DC转换器17的占空率D。(式11)中, $C2(s)$ 是传递函数。

[0076]  $D = C2(s) \cdot (I_c^* - I_c)$  (式11)

[0077] 第二控制部12b将占空率D输出至DC/DC转换器17时,则一次侧电流 $I_c$ 的电流从电容器11流动。该电流通过DC/DC转换器17以及直流电抗器1流向DC链电容器14。被供给至该DC链电容器14的电力 $P_c(W)$ 由下述(式12)表示。

[0078]  $P_c = V_{dc} \cdot I_c$  (式12)

[0079] 如上所述,二次电池10的电流指令值 $I_b^*$ 被设定为0(零)或接近0(零)的值,所以电容器11的电力 $P_c$ 作为有效电力 $P_{ac}$ 被供给至负载200。若该电容器11的电力 $P_c$ 与有效电力 $P_{ac}$ 相等,则对于有效电力 $P_{ac}$ ,电容器11的电力 $P_c$ 足够,所以仅由电容器11向负载200供给电力。

[0080] 另一方面,若由于电容器11的剩余容量SOC的降低、输出电流的限制等电容器11的电力 $P_c$ 小于有效电力 $P_{ac}$ ,则对于有效电力 $P_{ac}$ ,电容器11的电力 $P_c$ 不够。因此,DC链电压 $V_{dc}$ 降低,产生DC链电压 $V_{dc}$ 与内部电动势 $E_b$ 的电势差。借此,放电电流 $I_b$ (A)从二次电池10流向DC链电容器14,下述(式13)的二次电池10的电力 $P_b$ 被供给至DC链电容器14。将该二次电池10的电力 $P_b$ 附加于电容器11的电力 $P_c$ 后的电力作为有效电力 $P_{ac}$ 被供给至负载200。

[0081]  $P_b = V_{dc} \cdot I_b$  (式13)

[0082] 又,二次电池10的内部电动势 $E_b$ 依赖于二次电池10的剩余容量SOC,所以除了如上所述地控制电容器11的电流以外,还需要控制二次电池10的剩余容量SOC。因此,控制器12从第一电流传感器16取得二次电池10的电流 $I_b$ ,并由上述(式2)求二次电池10的剩余容量 $SOC(t)$ 。控制器12由二次电池10的剩余容量 $SOC(t)$ 并根据下述(式14)算出用于维持SOC的电流指令值 $I_{bsoc}^*$ 。(式14)中 $C3$ 是 $SOC(t)$ 的修正项。而且,控制器12借由电流指令值 $I_{bsoc}^*$ 修正二次电池10的电流指令值 $I_b^*$ ,控制二次电池10的剩余容量SOC。

[0083]  $I_{bsoc}^* = C3 \cdot (SOC(t))$  (式14)

[0084] 另外,图3中,电流指令值 $I_{bsoc}^*$ 被相加于电流指令值 $I_b^*$ 上,但也可以是电流指令值 $I_{bsoc}^*$ 被相加于与电流指令值 $I_b^*$ 相对的电流 $I_b$ 的偏差上。

[0085] 根据上述结构,通过借由DC/DC转换器17的占空率控制电容器11的电流,也能够间接控制二次电池10的电流,并控制电力储藏系统100的整体的电流的流动。因此,控制参数

不依赖于负载变动的特性,电力储藏系统100的通用性良好。

[0086] 又,使电容器11优先于二次电池10充放电。借此,能够减少二次电池10的充放电次数以及充放电深度,所以能够谋求二次电池10的长寿命化。

[0087] 例如,将二次电池10的电流指令值 $Ib^*$ 设定为0或接近0的值。借此,能够使电容器11优先于二次电池10简单地充放电。

[0088] 另外,二次电池10的充放电时的电流 $Ib$ 越低,越能谋求二次电池10的长寿命化。因此,也可以是设定为二次电池10的电流指令值 $Ib^*$ 的接近0(零)的值,例如,二次电池10的一小时电流率以下的电流值。该一小时电流率为能够在一小时内将二次电池的剩余容量SOC(State Of Charge)从0%充电至100%的电流值,或,能够在一小时内将二次电池的SOC从100%放电至0%的电流值。如此,二次电池10的充放电电流 $Ib$ 被限制在一小时电流率(1C)以下。借此,能够抑制由于大于电容器11的电流流向二次电池10而促使二次电池10的劣化,并能够谋求二次电池10的长寿命化。

[0089] 又,也可以是使用有效电力 $Pac$ 以及比例系数 $k$ ,将二次电池10的电流指令值 $Ib^*$ 的接近0(零)的值在第一控制部12a中设定为 $Ib^* = k \cdot Pac$ 。借此,能够与电力储藏系统100整体的功率成比例地增减二次电池10的电流 $Ib$ 。此时,二次电池10与电容器11的负载分担率为 $k:(1-k)$ ,所以可以借由比例系数 $k$ 调整二次电池10的负载分担率。因此,放电中电容器11的SOC达到规定值以下时,或,充电中电容器11的SOC达到规定值以上时,能够降低电容器11的电流指令值 $Ic^*$ ,并使二次电池10的充放电电流 $Ib$ 增加。

[0090] (实施例)

[0091] 接着,关于上述结构的电力储藏系统100中的二次电池10的长寿命化,说明实施例的验证结果。具体地,二次电池10的寿命依赖于二次电池10的发热量。二次电池10的发热量越大,二次电池10越劣化,二次电池10的寿命越短。因此,基于按照充放电模式控制电力储藏系统100时的二次电池10的发热量评价二次电池10的寿命。

[0092] 实施例的电力储藏系统100中,如图3所示的控制例,二次电池10的电流指令值 $ib^* = 0$ ,并由基于来自各传感器16、19、15的检测值 $Ib$ 、 $Ic$ 、 $Vdc$ 求出的DC/DC转换器17的占空率 $D$ ,控制电容器11的电流。另一方面,比较例的电源系统中,与上述非专利文献1的混合电源系统同样地,使用比例补偿器,并将高频成分由HPF(High Pass Filter)分离,二次电池10供给低频成分的电力,双电层电容器11供给高频成分的电力。此处,尽量使用电容器11,将HPF的时间常数 $T_{EDLC}$ 设定为大于充放电模式的周期,并将比例补偿器的比例增益 $kp$ 设定为未达到电容器11的上限电压以及下限电压的范围中较小的值。因此,根据充放电模式的周期以及电压而时间常数 $T_{EDLC}$ 以及比例增益 $kp$ 不同。

[0093] 另外,使实施例的电力储藏系统100以及比较例的电源系统的结构(二次电池10以及电容器11的各数量、各内阻、静电容量等),以及,DC/DC转换器17的控制方法以及参数分别相同。实施例的电力储藏系统100以及比较例的电源系统中,以能够充分补偿电容器11的损失的形式,使二次电池10的二次电池10容量为155.52kWh。又,使电容器11的初期电能为2.15kWh。

[0094] 验证中,根据电力的大小以及充放电的频率不同的两种充放电模式,控制实施例的电力储藏系统100以及比较例的电源系统。而且,二次电池10的损失量(内部损失)的全部或几乎全部成为热能,所以将损失量Loss(kWh)作为发热量由下述(式15)求出。该(式15)

中,  $i$  是二次电池10的电流 (A),  $R$  是二次电池10的内阻 ( $\Omega$ )。

[0095]  $Loss = (3600/1000) \cdot \int i^2 \cdot R dt$  (式15)

[0096] 第一充放电模式中, 如图4所示, 重复5秒内放电250kW的电能 (0.347kWh), 停止1s后, 5秒内充电250kW, 再停止1s的周期12秒的充放电。第二充放电模式中, 如图5所示, 重复15秒内放电500kW的电能 (2.083kWh), 停止2后, 15秒内充电500kW, 再停止2秒的周期34秒的充放电。如此, 第一充放电模式的电能 (0.347kWh) 远比电容器11的初期电能 (2.15kWh) 小, 所以可以说第一充放电模式相对于电容器11是轻充放电。第二充放电模式的电能 (2.083kWh) 与电容器11的初期电能 (2.15kWh) 是相等的, 所以可以说第二充放电模式相对电容器11是重充放电。

[0097] 验证的结果, 如图6所示, 由第一充放电模式充放电时, 实施例以及比较例的损失量Loss随着时间而增加。又, 如图7所示, 由第二充放电模式充放电时, 实施例以及比较例的损失量Loss随着时间而增加。图6以及图7的全时间范围内实施例的损失量小于比较例的损失量, 该差值随着时间而变大。

[0098] 又, 图6的1200(sec)时刻的实施例的损失量为比较例的损失量的72.2%。图7的1200(sec)时刻的实施例的损失量是比较例的损失量的51.3%。

[0099] 如此, 因为实施例的损失量小于比较例, 所以实施例的发热量少于比较例。因此, 可以认为抑制了实施例中的二次电池10的热劣化, 并谋求了二次电池10的长寿命化。

[0100] 如此的实施例的损失量与比较例的损失量的差, 来自于二次电池10的电力 (kWh) 以及二次电池10的电流 (A)。即, 如图8A所示, 实施例由第二充放电模式充放电时, 放电开始时仅由电容器11向负载200供给电力, 借此随着电容器11的残余容量减少也从二次电池10供给电力。接着, 停止中来自二次电池10的供电终止, 充电时仅由电容器11供给电力。又, 关于图8B所示的电流, 可以说是与图8A的电力同样。即, 第二充放电模式的实施例的充放电中, 放电的初期电流仅从电容器11流动, 随着电容器11的残余容量减少电流也从二次电池10流动。而且, 停止中来自二次电池10的电流的流动终止, 充电时电流仅流入电容器11。

[0101] 另一方面, 如图9A所示, 比较例由第二充放电模式充放电时, 开始放电时, 则由HPF 仅从电容器11供给高频成分的电力, 然后从二次电池10以及电容器11供给低频成分的电力。充电终止时 (20秒附近, 50秒附近), 为了恢复电容器11的剩余容量SOC而比例补偿器做功, 并从二次电池10向电容器11供给电力。而且, 从充电终止时到放电开始时 (35秒附近, 70秒附近), 电容器11的剩余容量SOC接近上限, 所以来自负载200的电力被供给至二次电池10。又, 关于图9B所示的电流, 可以说与图9A的电力同样。即, 第二充放电模式的比较例的充放电中, 放电的初期电流仅从电容器11流动, 然后电流也从二次电池10流动。而且, 停止中以及到充电途中电流从二次电池10流动, 充电时电流流向电容器11, 充电途中开始电流也流向二次电池10。

[0102] 如此, 比较例的电源系统, 对于由HPF的功能而电容器11的剩余容量SOC急剧增减, 比例补偿器以补偿电容器11的电力指令值的形式做功。借此, 二次电池10的电流不仅在放电中而且在充电中也一直流动。与此相对, 实施例中, 通过使二次电池10的电流指令值 $ib^* = 0$  (A), 决定与电流指令值 $ib^*$ 和二次电池10的电流 $Ib$ 的偏差相当的电容器11的输出电力指令值 $Pc^*$ , 所以不从二次电池10向电容器11供给电力。如此, 实施例中电力仅被有效地充电至电容器11。因此, 由于实施例中没有进行如比较例那样的二次电池10与电容器11之间的

电力的交换,所以实施例的损失量(发热量)与比较例相比较小。

[0103] 另外,由图10所示的第二充放电模式在1200秒内、充放电时的实施例的二次电池10的剩余容量SOC(%)为38.9%。又,由图11所示的第二充放电模式在1200秒内,充放电时的比较例的二次电池10的剩余容量SOC(%)是37.5%。因此,实施例的二次电池10的剩余容量SOC与比较例等同。另外,充放电开始时的实施例以及比较例的各二次电池10的剩余容量SOC为50%。

[0104] (其他实施形态)

[0105] 另外,也可以是上述实施形态中,向负载200供给直流电力时,作为电源转换器,使用DC/DC转换器取代DC/AC逆变器13。

[0106] 由上述说明,对于本领域技术人员,本发明的很多的改良或其他实施形态等是明确的。所以,上述说明,仅作为示例解释,并以将实施本发明的最优的形态教给本领域技术人员的目的提供的。在不脱离本发明的主旨的情况下,能够实质性变更其结构以及/或功能的详细内容。

[0107] 工业应用性:

[0108] 本发明的电力储藏系统及其控制方法,作为通用性高、能够谋求长寿命化的电力储藏系统及其控制方法等有用。

[0109] 符号说明:

[0110] 10 二次电池;

[0111] 11 电容器;

[0112] 12 控制器;

[0113] 12a 第一控制部;

[0114] 12b 第二控制部;

[0115] 13 DC/AC逆变器;

[0116] 14 DC链电容器;

[0117] 17 DC/DC转换器;

[0118] 20 DC链;

[0119] 100 电力储藏系统;

[0120] 200 负载。

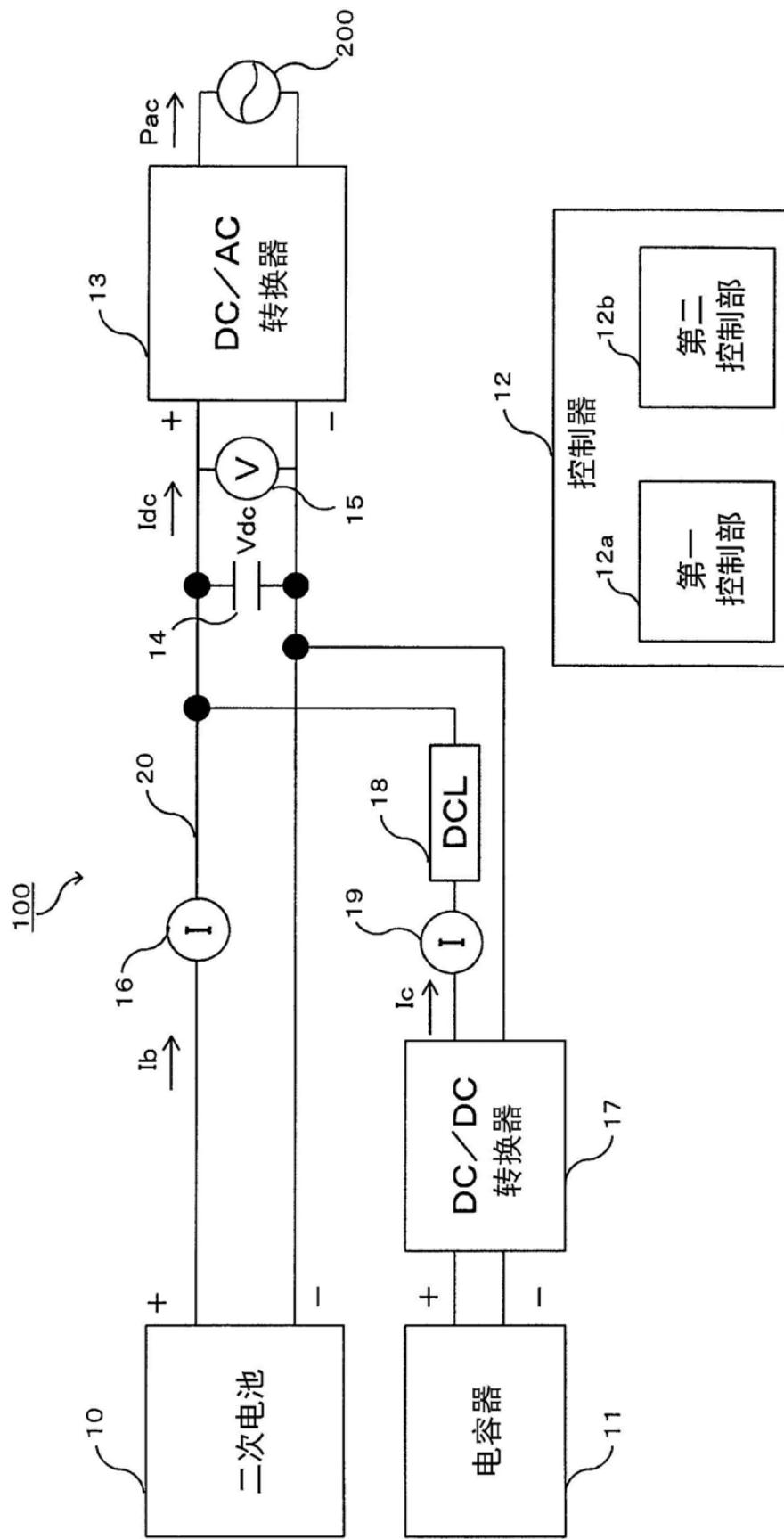


图 1

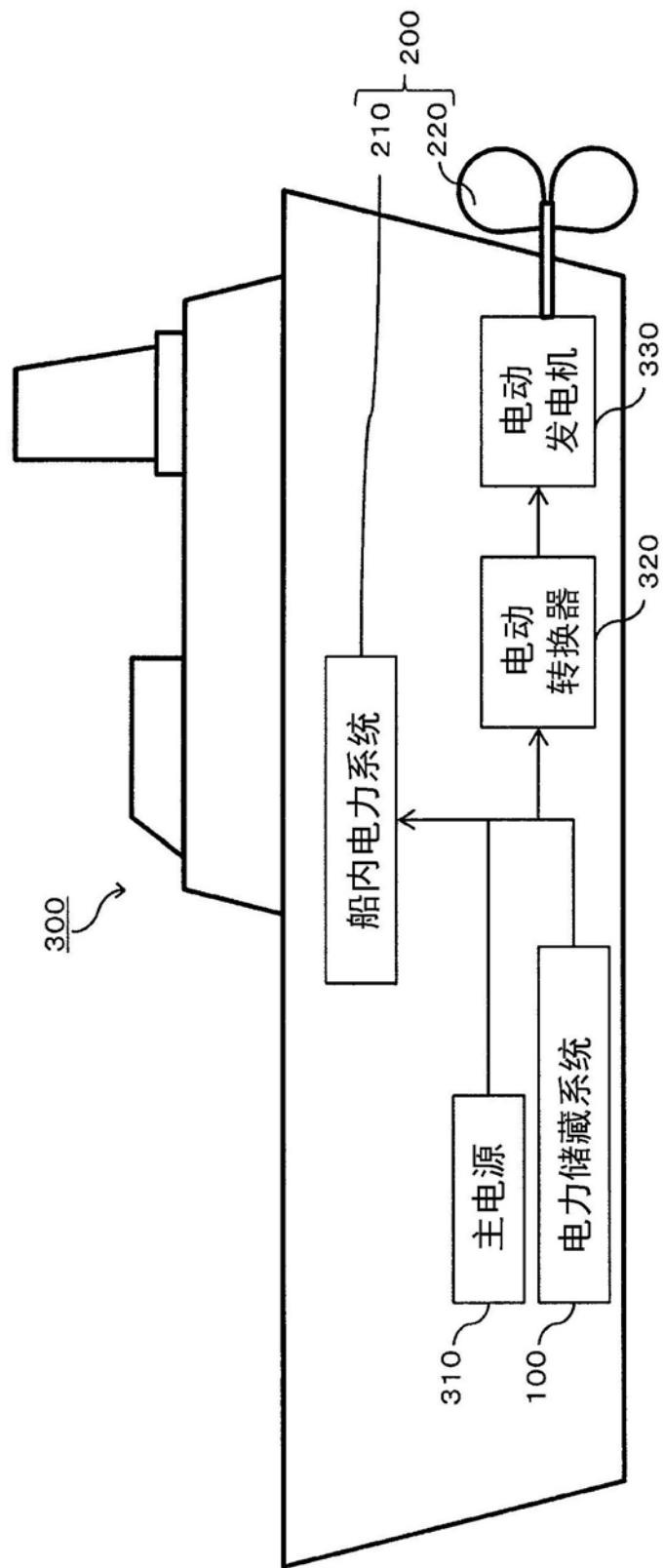


图 2

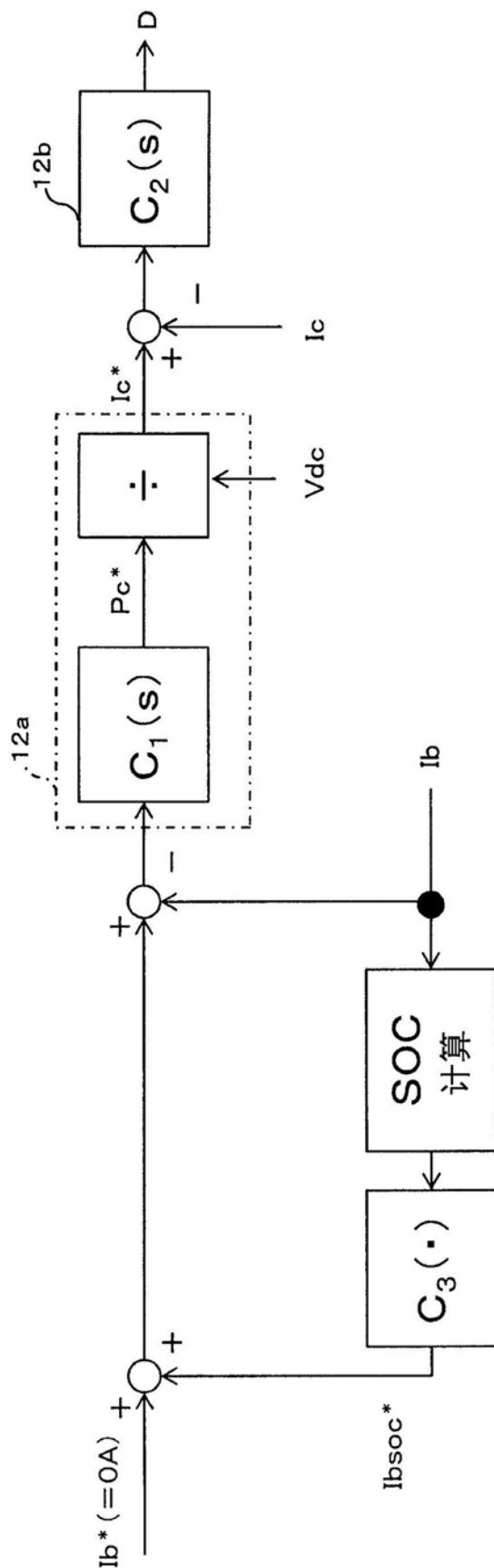


图 3

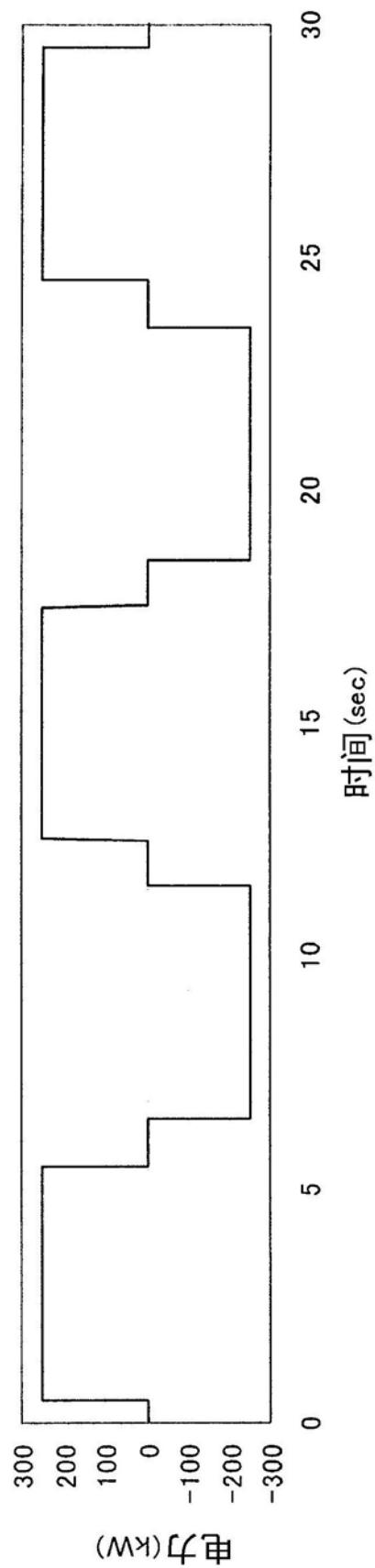


图 4

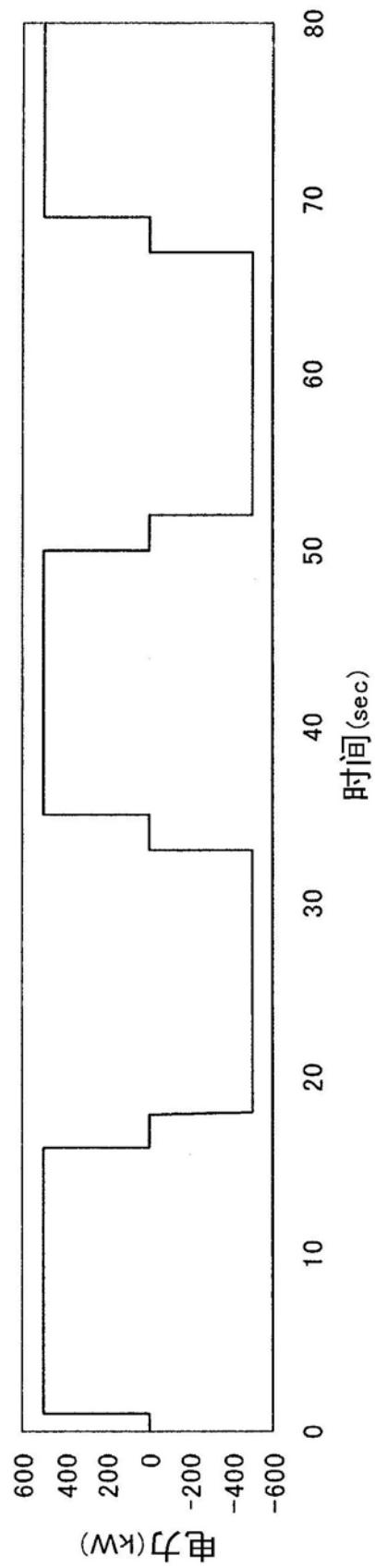


图 5

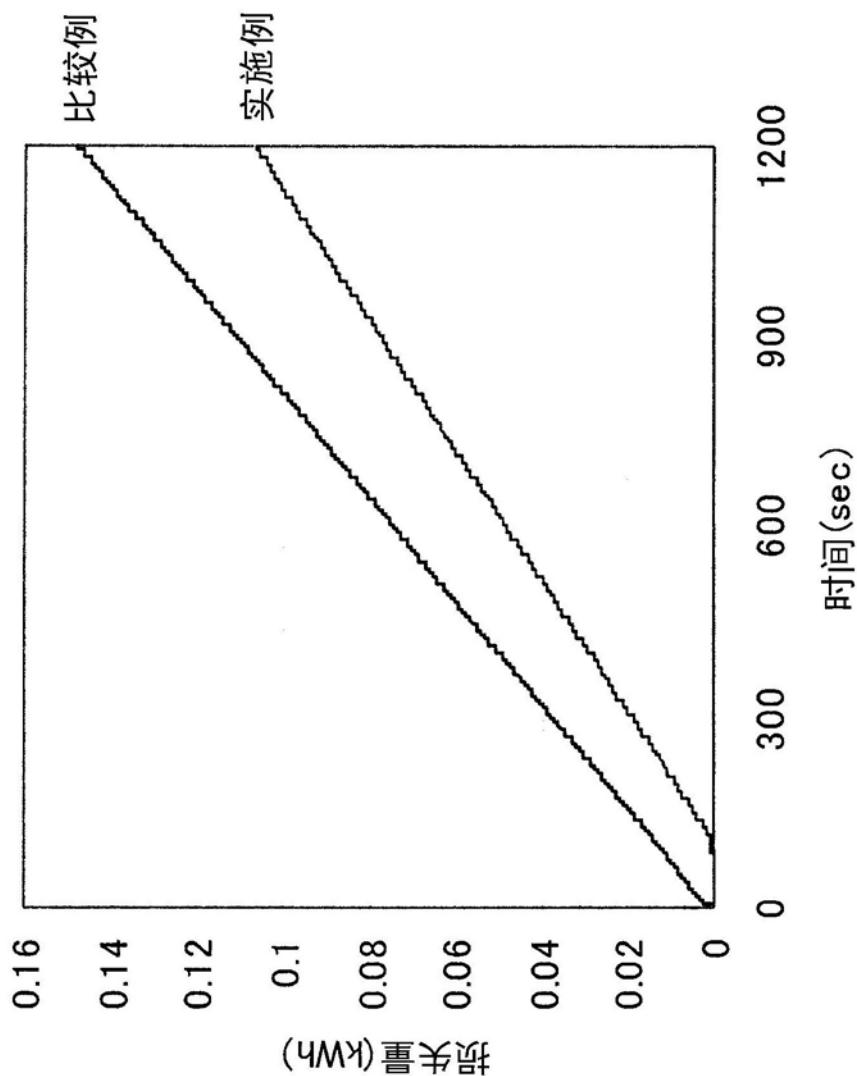


图 6

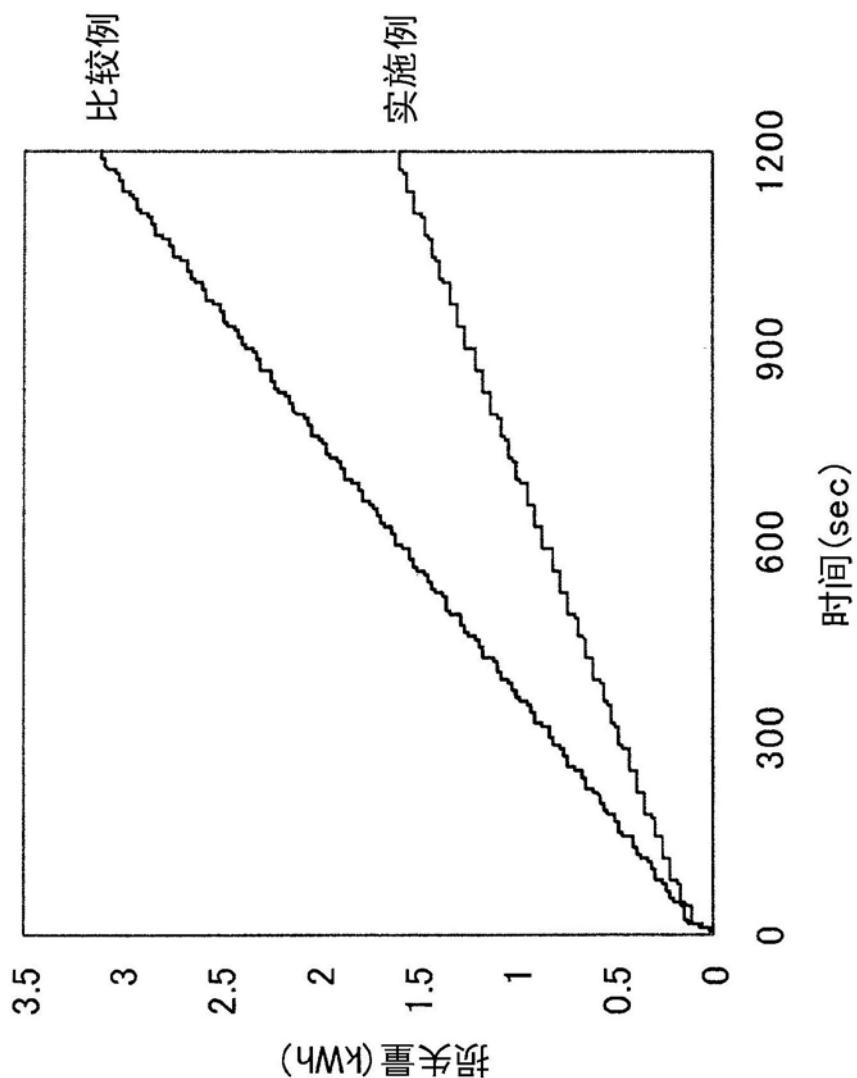


图 7

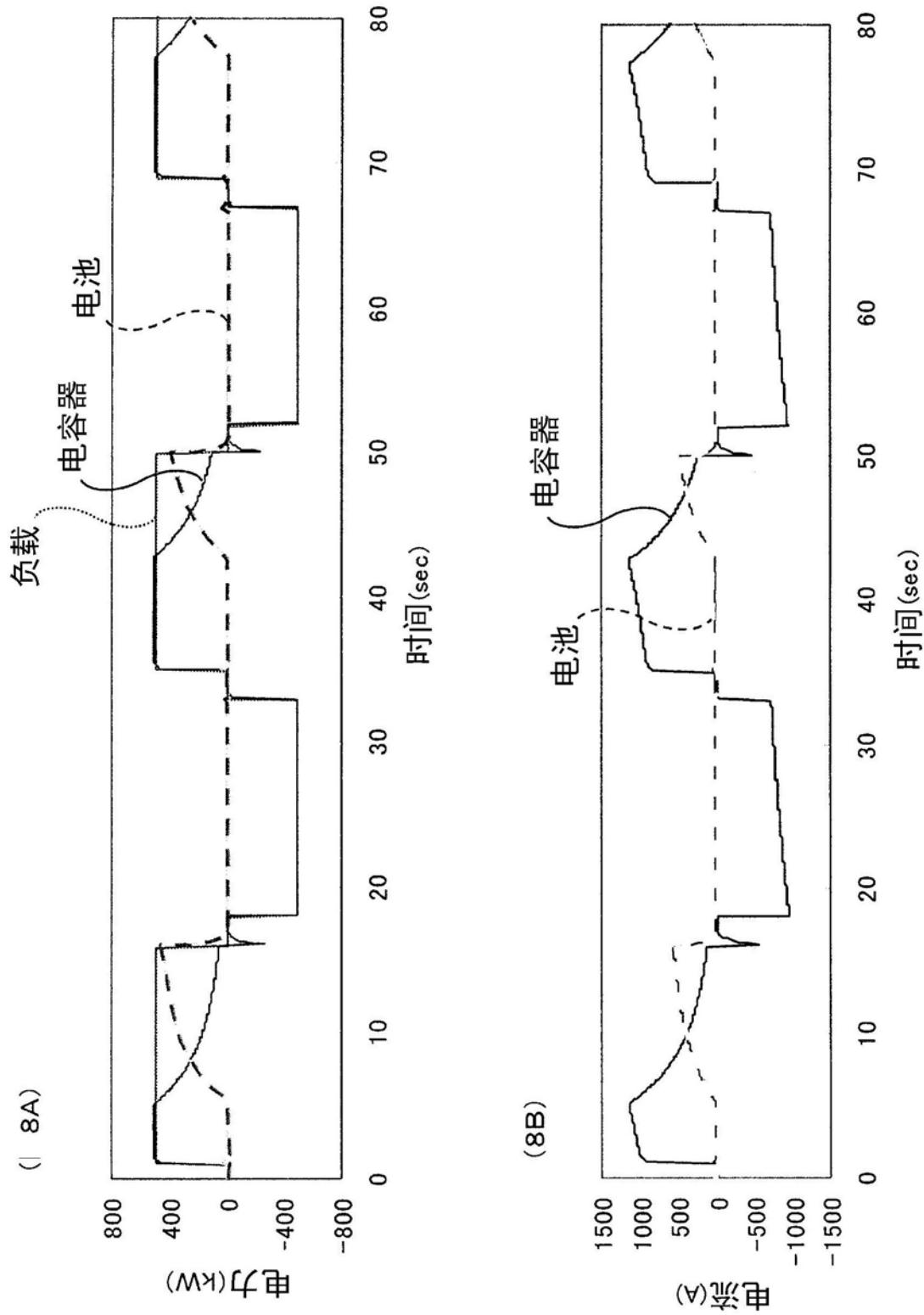


图 8

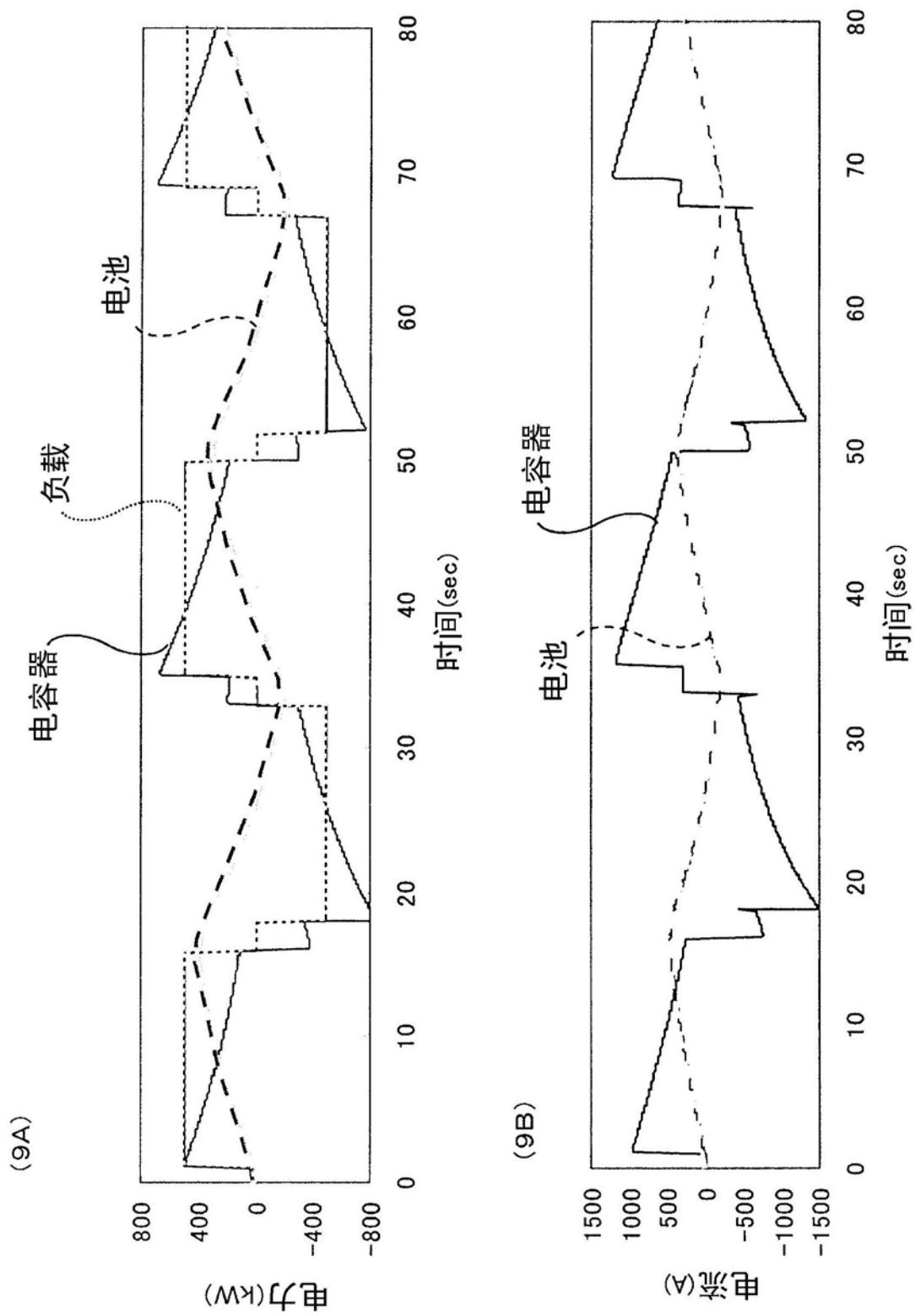


图 9

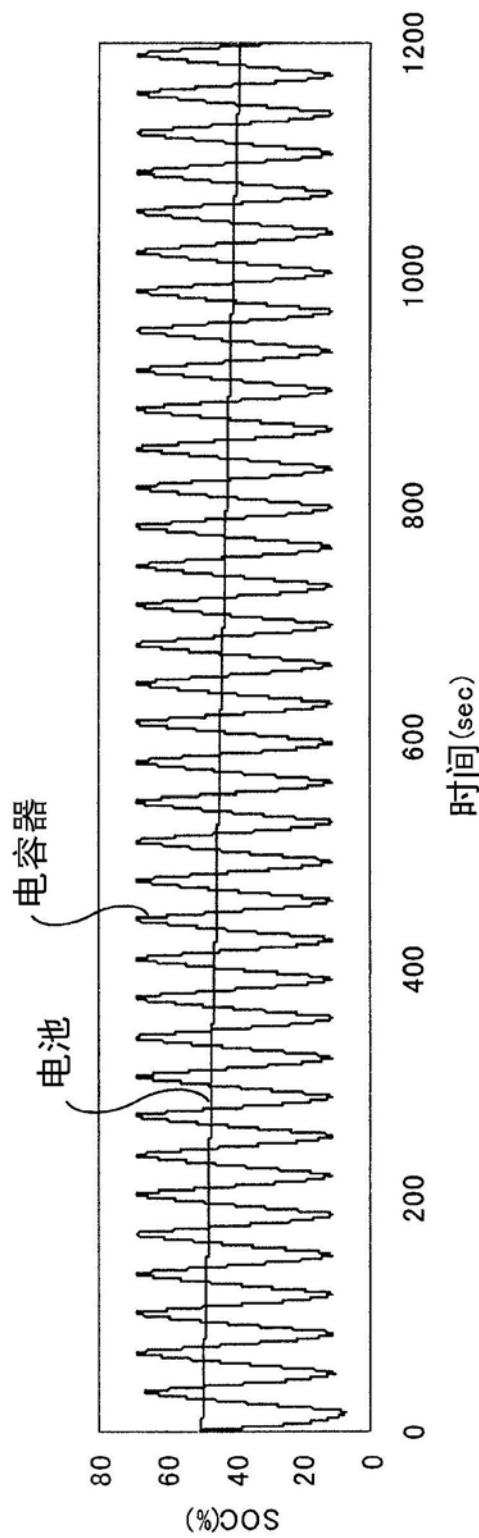


图 10

