

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公布说明书

[51] Int. Cl.
H02J 7/00 (2006.01)
H02J 7/10 (2006.01)

[21] 申请号 200810131918.4

[43] 公开日 2008 年 12 月 31 日

[11] 公开号 CN 101335461A

[22] 申请日 2008.6.27

[21] 申请号 200810131918.4

[30] 优先权

[32] 2007. 6. 27 [33] JP [31] 2007 - 169013

[71] 申请人 联想（新加坡）私人有限公司

地址 新加坡新技术园区

[72] 发明人 织田大原重文

[74] 专利代理机构 北京银龙知识产权代理有限公司
代理人 许 静

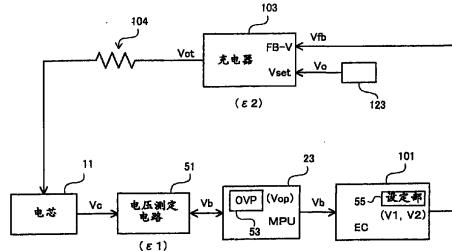
权利要求书 4 页 说明书 16 页 附图 5 页

[54] 发明名称

充电系统、电子设备以及充电方法

[57] 摘要

提供即使过电压保护电路的动作保证值降低，也可以提高充电器的设定电压的充电系统。电池组具备电池电芯(11)；测定电池电芯的电芯电压(V_c)的电压测定电路(51)；在电压测定电路测定到的读取电压(V_b)达到过电压设定值(V_{op})时停止对电池电芯充电的过电压保护电路(OVP53)。充电器(103)具备取得反馈电压的电压反馈输入(FB-V)和取得设定电压的设定值输入(Vset)。控制器(51)对充电器提供根据读取电压和设定电压生成的控制电压(Vfb)，来对充电器的输出电压进行反馈控制。结果，即使在电压测定电路中存在读取误差，在充电器中存在输出误差，也可以降低过电压设定值并且提高设定电压。



1. 一种充电系统，具有电池电芯、测定该电池电芯的电芯电压的电压测定电路、在该电压测定电路测定到的读取电压达到过电压设定值时停止对所述电池电芯充电的过电压保护电路，其特征在于，

具有：充电器，其具备取得反馈电压的电压反馈输入和取得设定电压的设定值输入，对所述电池电芯进行充电；以及

控制部，其对所述充电器提供根据所述读取电压和所述设定电压生成的控制电压，来对所述充电器的输出电压进行反馈控制。

2. 根据权利要求 1 所述的充电系统，其特征在于，

所述充电器对所述电池电芯进行恒流恒压控制，所述充电器在恒压控制期间根据所述控制电压对所述输出电压进行反馈控制。

3. 根据权利要求 2 所述的充电系统，其特征在于，

所述控制部在恒压控制期间，把使用所述读取电压和所述设定电压对所述控制电压的当前值进行修正后所得到的修正控制电压作为所述控制电压的新当前值，提供给所述充电器。

4. 根据权利要求 2 所述的充电系统，其特征在于，

所述控制部在恒流控制期间将所述充电器的额定电压作为所述控制电压提供给所述充电器。

5. 根据权利要求 3 所述的充电系统，其特征在于，

所述控制部在所述读取电压接近所述过电压设定值时，生成与不接近时相比进一步降低所述输出电压的所述修正控制电压。

6. 根据权利要求 1 或 2 所述的充电系统，其特征在于，

将所述控制电压提供给所述充电器的电压反馈输入，将基准电压源与所述设定值输入相连接。

7. 根据权利要求 1 或 2 所述的充电系统，其特征在于，

将所述控制电压提供给所述充电器的设定值输入，将所述输出电压提供给所述电压反馈输入。

8. 根据权利要求 1 或 2 所述的充电系统，其特征在于，

设定所述设定电压和所述过电压设定值，以使所述输出电压相对于所述设定电压的输出误差的范围、和读取电压与针对所述电芯电压的所述过电压设定值相对应的误差的范围具有重叠的部分。

9. 一种充电系统，其由电池组和安装该电池组的电子设备构成，其特征在于，

所述电池组具有：电池电芯；

电压测定电路，其测定所述电池电芯的电芯电压；以及

处理器，其包含当所述电压测定电路测定到的读取电压达到过电压设定值时停止对所述电池电芯充电的过电压保护部，

所述电子设备具有：充电器，其具备取得反馈电压的电压反馈输入和取得设定电压的设定值输入，对所述电池电芯进行充电；以及

控制器，其对所述充电器提供根据从所述电池组取得的所述读取电压生成的控制电压，来对所述充电器的输出电压进行反馈控制。

10. 根据权利要求9所述的充电系统，其特征在于，

所述电池组包含测定所述电池组内的温度的温度元件，根据所述温度元件测定到的温度变更所述设定电压。

11. 一种充电系统，其由电池组和安装该电池组的电子设备构成，其特征在于，

所述电池组具有：电池电芯；

电压测定电路，其测定所述电池电芯的电芯电压；以及

处理器，其包含当所述电压测定电路测定到的读取电压达到过电压设定值时停止对所述电池电芯充电的过电压保护部，根据所述读取电压生成控制电压；

所述电子设备具有：充电器，其具备取得反馈电压的电压反馈输入和取得设定电压的设定值输入，对所述电池电芯进行充电；以及

控制器，其对所述充电器提供从所述处理器取得的所述控制电压，来对所述充电器的输出电压进行反馈控制。

12. 一种电池组，其可以安装在配备有以恒流恒压方式进行动作的充电器的电子设备中，该电池组的特征在于，

具有：电池电芯；

电压测定电路，其测定所述电池电芯的电压；以及

处理器，其包含当所述电压测定电路测定到的读取电压达到过电压设定值时停止对所述电池电芯充电的过电压保护电路，对所述充电器提供根据所述读取电压生成的控制电压，来对所述充电器的输出电压进行反馈控制。

13. 一种电子设备，其可以安装电池组，所述电池组具有电池电芯；测定该电池电芯的电芯电压的电压测定电路；以及在该电压测定电路测定到的读取电压达到过电压设定值时停止对所述电池电芯充电的过电压保护电路，该电子设备的特征在于，

具有：充电器，其具备取得反馈电压的电压反馈输入和取得设定电压的设定值输入，对所述电池电芯进行充电；以及

控制器，其对所述充电器提供根据从所述电池组取得的所述读取电压生成的控制电压，来对所述充电器的输出电压进行反馈控制。

14. 一种充电方法，其使用充电器对电池组进行充电，所述充电器具备取得反馈电压的电压反馈输入和取得设定电压的设定值输入，所述电池组具有电池电芯；测定该电池电芯的电芯电压的电压测定电路；以及在该电压测定电路测定到的读取电压达到过电压设定值时停止对所述电池电芯充电的过电压保护电路，该充电方法的特征在于，

具有以下的步骤：

通过恒流控制对所述电池电芯进行充电；

在恒压控制期间对所述电压反馈输入提供根据所述读取电压生成的控制电压；以及

对所述读取电压的变化进行响应来修正所述控制电压，将修正后的所述控制电压提供给所述电压反馈输入。

15. 一种充电方法，其使用充电器对电池组进行充电，所述充电器具备取得反馈电压的电压反馈输入和取得设定电压的设定值输入，所述电池组具有电池电芯；测定该电池电芯的电芯电压的电压测定电路；以及在该电压测定电路测定到的读取电压达到过电压设定值时停止对所述电池电芯充电的过电压保护电路，该充电方法的特征在于，

具有以下的步骤：

通过恒流控制对所述电池电芯进行充电；

在恒压控制期间对所述设定值输入提供根据所述读取电压生成的控制电压；以及

对所述读取电压的变化进行响应来修正所述控制电压，将修正后的所述控制电压提供给所述设定值输入。

充电系统、电子设备以及充电方法

技术领域

本发明涉及在降低针对电池电芯的过电压保护电路的设定值的同时，将充电器的设定电压维持在较高值的充电系统。

背景技术

在作为便携式电子设备的一例的笔记本型个人计算机（以后称为笔记本 PC）中，随着 CPU 的工作频率的高速化等，消耗功率不断增加，另一方面，要求在移动的环境下可以长时间工作以及小型轻量化等。因此，笔记本 PC 配备的蓄电池很多时候采取准备多个由高能量密度的锂离子蓄电池构成的电池电芯，通过串联连接以及并联连接对它们进行组合，然后将其收容在壳体中而得到的电池组的形式。

在对锂离子蓄电池进行充放电时，需要精密地控制充放电电流以及充放电电压，特别是需要周密地进行恒定电压控制期间的充电电压的控制。因此，在使用锂离子蓄电池的电池组中，一般采用在电池组的内部设置 MPU（微处理器），MPU 在充电以及放电的过程中监视电池组内部的状态，向笔记本 PC 主体发送信息或者使保护电路动作的被称为聪明电池的构造。聪明电池是基于美国英特尔（Intel）公司和美国金霸王（Duracell）公司所倡导的、被称为聪明电池系统（Smart Battery System，SBS）的标准的电池装置。基于该标准的电池组也被称为智能电池。

在智能电池中，将 MPU、电流测定电路、电压测定电路和温度传感器等安装在电路基板上所得到的电路部分和多个电池电芯被容纳在一个壳体中，MPU 可以经由数据线与笔记本 PC 主体的嵌入式控制器进行通信。在智能电池中还设有保护电路，当使用过程中在电池电芯中发生了某种异常时，可以使保护电路工作来停止充放电。作为异常的项目，包含与充放电过程中的电流、电压、温度以及电池电芯之间的电压平衡有关的事项。

在针对智能电池的现有的充电系统中，电池组和笔记本 PC 各自具有电压

测定电路。电池组中内置的电压测定电路的测定值，用于在充电过程中当电池电芯的电压超过了规定的值时停止充电。与此相对，笔记本PC中安装的电压测定电路测定充电器的输出电压，将其测定值用于充电器的反馈控制。

关于对智能电池输出准确的充电电压的技术，具有以下的文献。专利文献1记载了以下技术：在充电开始之前从智能电池取得电压信息，将其与在充电器一侧取得的电压信息进行比较，由此，对充电器一侧的电压信息进行校正，来对电池组提供更加准确的充电电压。

在充电器的输出电压中相对于设定电压产生输出误差，在电池组的电压测定电路的读取值中还产生测量误差。此外，在充电器的输出和电池电芯之间存在由配线、端子以及电路元件产生的电阻，所以输出电压和电芯电压不一致，此外，该差根据充电电流发生变化。而且，充电系统有时由于周围温度的变化或充电器的漂移，电芯电压突然发生变化。在对电池电芯进行正常的充电时，为使电池组的过电压保护电路不进行误动作，需要在充电器的设定电压的值和过电压保护电路的过电压设定值之间设置足够的余量（margin）。

目前，为了防止过电压保护电路的误动作，在设定电压值和过电压设定值之间设置余量，以使由于输出电压相对于充电器的设定电压的误差（以下称为输出误差）而变化的输出电压的上限、和电压测定电路由于测量误差而较低地读取电芯电压时的下限不发生重叠。例如，在电压测定电路具有 $\pm 0.05V$ 的读取误差时，按照过电压设定值进行动作的过电压保护电路实际上以相同误差对电芯进行动作，所以当把过电压设定值设定为4.35V时，4.30V成为动作的最低值，4.40V成为过电压保护的保证值。此外，充电器例如具有 $\pm 0.03V$ 的输出误差，在使设定电压为4.20V时，4.23V成为输出电压的上限值。从而，因为可以在过电压保护电路进行动作的最低电压（4.30V）和输出电压的最大电压（4.23V）之间取0.07V的余量，所以在充电过程中过电压保护电路不会进行误动作。

近年来，对于锂离子蓄电池的使用要求确保更高的安全性。因此，在相关的业界团体等之间，进一步强化锂离子蓄电池的安全基准。具体地说，目前以把过电压保护电路的保证值设为4.40V作为标准，但是正在研究将该标准修改为4.25V。但即使在使过电压保护电路的保证值为4.25V的情况下，也需要对

充电器进行设定，以便只要电芯电压处于正常的范围内，过电压保护电路就不会进行误动作。

此时，可以通过与保证值的降低量（0.15V）相等地降低过电压设定值和设定电压的值来进行对应。但是，当降低充电器的设定电压时满充电容量减小，或者达到满充电容量所需要的时间变长，所以并非理想。如专利文献1那样，虽然通过从电池组取得的电池电芯的电压，对用于充电器的反馈控制的电压测定电路进行了校正，但无法完全消除充电器的输出误差，此外，为了与因充电器的漂移、充电器和电池电芯之间的电阻、以及环境温度的变化等引起的电芯电压变化相对应，需要在过电压设定值和设定电压之间设置相当大的余量，无法使充电器的设定电压成为与保证值为4.40V的情况相同程度（4.20V）。

【专利文献1】特开平11-98714号公报

发明内容

因此，本发明的目的在于提供即使降低具备过电压保护电路的电池组的过电压保护的保证值，也可以维持充电器的设定电压的充电系统。而且，本发明的目的还在于提供即使降低具备过电压保护电路的电池组的过电压保护的保证值，满充电容量也不会减小的充电系统。而且，本发明的目的还在于提供即使降低具备过电压保护电路的电池组的过电压保护的保证值，到充满电为止的时间也不会变长的充电系统。而且，本发明的目的还在于提供与这样的充电系统相对应的电子设备以及电池组。而且，本发明的目的还在于提供这样的充电系统中的电池电芯的充电方法。

充电系统具备：电池电芯；电压测定电路，其测定电池电芯的电芯电压；以及过电压保护电路，其在电压测定电路测定到的读取电压接近过电压设定值时，停止对电池电芯的充电。这样的充电系统可以如下构成：包含在内部配备处理器、电压测定电路、以及过电压保护电路的被称为聪明电池的电池组，或者包含在内部没有配备这些的被称为哑电池（dumb battery）的电池组。电压测定电路对于电芯电压具有测定误差，所以过电压保护电路以过电压设定值进行动作时的电芯电压成为与过电压设定值不同的值。充电器具备取得反馈电压的电压反馈输入和取得设定电压的设定值输入。因为在充电器中存在输出误差，所以即使设定电压与反馈电压相等，通常输出电压与设定电压也不一致。

控制部对充电器提供根据读取电压和设定电压生成的控制电压，来对充电器的输出电压进行反馈控制。控制电压和提供给过电压保护电路的电压一同根据在电池电芯附近测定到的读取电压而生成，所以无需在过电压保护电路的过电压设定值和充电器的设定电压之间的余量中估计因为充电电流和电阻而发生变化的输出电压和电芯电压的差。当在要求周密的电压管理的恒流恒压控制方式的恒压控制期间采用这样的控制方式时，具有效果。

控制部在恒压控制期间，当把通过读取电压和设定电压对控制电压的当前值进行修正而得到的修正控制电压作为控制电压的新的当前值提供给充电器时，即使减小过电压设定值和设定电压之间的余量，也可控制充电器以便不会因为充电器的输出误差、环境温度的变化、充电器的漂移以及输出电压和电芯电压的差的变化等而使读取电压达到过电压设定值。当控制部在读取电压接近过电压设定值时生成与没有接近时相比进一步降低输出电压的修正控制电压时，可以更加可靠地防止过电压保护电路的误动作。

设定电压根据电池组内的温度进行变更，由此可以提高充电的安全性。在该充电系统中，可以将控制电压提供给充电器的反馈输入，将基准电压源与设定值输入连接。或者可以将控制电压提供给充电器的设定值输入，将输出电压提供给反馈输入。在本发明的充电系统中，可以对设定电压和过电压设定值进行设定，以使输出电压相对于设定电压的输出误差的范围、和读取电压与针对电芯电压的过电压设定值相对应的误差的范围具有重叠的部分。通过如此进行设定，即使过电压保护电路的动作保证的上限值降低，也可以不降低设定电压地进行充电，可以确保满充电容量以及缩短充电时间。

根据本发明，可以提供即使降低具备过电压保护电路的电池组的过电压保护的保证值，也可以维持充电器的设定电压的充电系统。而且，根据本发明，可以提供即使降低具备过电压保护电路的电池组的过电压保护的保证值，满充电容量也不会减小的充电系统。而且，根据本发明，可以提供即使降低具备过电压保护电路的电池组的过电压保护的保证值，到充满电为止的时间也不会变长的充电系统。而且，根据本发明，可以提供与这样的充电系统相对应的电子设备以及电池组。而且，根据本发明，可以提供这样的充电系统中的电池电芯的充电方法。

附图说明

图 1 是表示由本发明的实施方式的电池组以及笔记本 PC 构成的充电系统的方框图。

图 2 是用于在图 1 的充电系统中详细说明电压反馈系统的方框图。

图 3 表示图 2 的电压反馈系统中的充电器的设定电压和过电压设定值的关系。

图 4 说明充电开始后从充电器输出的充电电压以及充电电流的随时间的变化。

图 5 说明图 3 所示的充电系统的电压反馈控制系统的动作。

图 6 表示充电所需要的时间。

图 7 表示与锂离子电池的使用温度范围对应的设定电压和过电压设定值的关系。

图 8 是表示由本发明其他实施方式的电池组以及笔记本 PC 构成的充电系统的方框图。

图 9 是用于在图 8 的充电系统中详细说明电压反馈系统的方框图。

符号说明

10、201 电池组； 11、12、13、205 电池电芯； 15 感应电阻； 21 AFE； 23 MPU； 27 热敏电阻； 100 笔记本 PC； 101 嵌入式控制器 (EC)； 103 充电器； 105、107 FET； 123 基准电压源

具体实施方式

图 1 是表示由本发明实施方式的基于 SBS 标准的电池组 10 以及笔记本 PC100 构成的充电系统的方框图。但是，本发明也可适用于哑电池。在电池组 10 中，除了串联连接由锂离子蓄电池构成的三个电池电芯 11~13 之外，还设置有感应电阻 15、放电 FET17、充电 FET19、AFE (模拟前端) 21、MPU (微处理器) 23、电压调整器 25、热敏电阻 27 等电子部件。在电池组 10 和笔记本 PC100 之间通过+端子 31、C 端子 33、D 端子 35、T 端子 37 以及 - 端子 39 这 5 个端子进行连接。来自电池电芯 11~13 的放电电流以及对于电池电芯 11~13 的充电电流经由+端子 31 以及 - 端子 39 在与 PC100 之间流动。C 端子 33 和 D 端子 35 分别与 MPU23 的时钟端子以及数据端子连接，T 端子 37 与检

测电池电芯 11 周围的温度的热敏电阻 27 连接。

AFE21 以及 MPU23 是通过从电压调整器 25 提供的恒定电压进行工作的集成电路。AFE21 以及 MPU23 之间相互进行数据交换。AFE21 具有：取得电池电芯 11~13 各自的电位差的模拟输入端子 V1、V2、V3；以及取得感应电阻 15 两端的电位差的模拟输入端子 I1、I2。AFE21 还具备模拟输出端子 D-CTL 以及 C-CTL，其用于输出对放电 FET17 以及充电 FET19 进行导通/截止控制的信号。AFE21 具备电压测定电路和电流测定电路。电压测定电路测定电池电芯 11~13 各自的电压，将其转换为数字值之后发送给 MPU23。MPU23 对电池电芯 11~13 的各个电压进行合计，来计算读取电压。因为在电压测定电路中存在误差，所以读取电压成为与实际的全部电池电芯的电芯电压 V_c 不同的值，将在后面对其进行详细叙述。

电流测定电路根据感应电阻 15 检测到的电压对电池电芯 11~13 中流动的充电电流以及放电电流进行测定，将其转换为数字值之后发送给 MPU23。MPU23 是除了 8~16 位程度的 CPU 之外，在一个封装中还具备 RAM、ROM、闪速存储器以及计时器等的集成电路。MPU23 具备电压保护部以及电流保护部，根据从 AFE21 发送的电压值以及电流值，监视充放电过程中的电池组的状态，在检测到异常时经由 AFE 使放电 FET17 以及充电 FET19 截止来停止充放电。电压保护部以及电流保护部由在 MPU23 中执行的程序构成。此外，可以将 AFE21 和 MPU23 合并来构成一个集成电路。

时钟线和数据线从 MPU23 分别经由 C 端子 33 以及 D 端子 35，与笔记本 PC100 一侧的嵌入式控制器（EC）101 连接，MPU23 和 EC101 之间的通信成为可能。MPU23 经由数据线对 EC101 发送充电开始以及充电停止的控制命令，EC101 对该控制命令进行处理，开始或者停止电池电芯 11~13 的充电。而且，MPU23 经由时钟线以及数据线，按照大约 1~2 秒左右的周期定期地对 EC101 发送电池电芯 11~13 的读取电压以及电池电芯 11~13 中流动的充电电流 I_{ot} 的值。而且，EC101 检测根据电池电芯 11~13 周围的温度而发生变化的热敏电阻 27 的电阻值，然后将其通知给 MPU23，在该温度存在异常时 MPU23 使放电 FET17 以及充电 FET19 截止来停止充放电。

笔记本 PC100 的电源管理功能以 EC101 为中心，由充电器 103 以及 DC-DC

转换器 121 等构成。EC101 是除了电源之外，还对构成笔记本 PC100 的多个硬件要素进行控制的集成电路。EC101 可以通过与 MPU23 的通信而取得有关电池电芯 11~13 当前的电流值以及电压值的信息。EC101 根据来自 MPU23 的充电开始以及充电停止的控制命令，对充电器 103 进行控制来进行电池电芯 11~13 的充电。

充电器 103 具备由 FET105 以及 FET107 构成的开关电路；由电感器 109 以及电容器 111 构成的平滑电路。充电器 103 驱动开关电路，然后通过平滑电路降低输出的电流的脉动，把从 AC 适配器 151 输入的直流电压转换为适合于对电池电芯 11~13 进行充电的直流电压，然后输出给电池组 10。充电器 103 通过恒流恒压方式（CC-CV Constant Current Constant Voltage）对电池电芯 11~13 进行充电。对充电器 103 的电流设定值输入 Iset、电压设定值输入 Vset，输入来自对笔记本 PC100 内部生成的恒定电压进行分压而得的基准电压源 123 的电压。

AC 适配器 151 的初级侧通过 AC 电源线（cord）153 与工业电源连接，次级侧通过 DC 电缆 155 与笔记本 PC100 连接。DC-DC 转换器 121 把从 AC 适配器 151 输入的 DC 电压或者从电池电芯 11~13 放电时的 DC 电压转换为需要的电压，然后提供给笔记本 PC100 内的系统负载（未图示）。

笔记本 PC100 的充电器 103 具备由 FET105 以及 FET107 构成的开关电路、和由电感器 109 以及电容器 111 构成的平滑电路，但是不存在现有的用于针对电压反馈输入 FB-V 以及电流反馈输入 FB-I 生成反馈电压以及反馈电流的分压电阻以及感应电阻。取而代之，将从 EC101 输出的模拟信号输入充电器 103 的电压反馈输入 FB-V 以及电流反馈输入 FB-I。

EC101 把从 MPU23 取得的反馈电压以及反馈电流的值转换为模拟值，然后对充电器 103 的电压反馈输入 FB-V 发送反馈电压，对电流反馈输入 FB-I 发送反馈电流。此时，EC101 通过读取电压以及设定电压对反馈电压进行修正，然后将其发送给充电器 103 的电压反馈输入 FB-V，将在后面对其进行详细的叙述。充电器 103 在恒流控制期间通过在 FB-I 输入的反馈电流进行恒流动作，在恒压控制期间通过在 FB-V 输入的反馈电压进行恒压动作。在该结构中，利用在电池组 10 的内部检测到的读取电压以及充电电流 Iot，在充电过程中进行

反馈控制。

此外，图 1 只不过为了说明本实施方式而简要记载了主要的硬件结构以及连接关系。例如，为了构成电池组 10 以及笔记本 PC100，使用磁盘、光盘、键盘等很多的电气电路以及装置，但这些对于本领域的技术人员来说是公知的，所以省略记载不进行详细的记述。将图中记载的多个方框构成为 1 个集成电路，或者相反将 1 个框分割为多个集成电路，也在本领域的技术人员可以任意选择的范围内，包含在本发明的范围内。

图 2 是用于在图 1 的充电系统中详细说明电压反馈系统的方框图。在图 2 中，为了简化说明，以 1 个电池电芯的电压为例来进行说明。在充电器 103 的电压设定值输入 V_{set} ，从基准电压源 123 输入了 4.20V 的设定电压 V_o 。在充电器 103 的电压反馈输入 $FB-V$ ，从 EC101 输入了模拟的反馈电压 V_{fb} 。充电器 103 在设定电压 V_o 和反馈电压 V_{fb} 之间存在差时进行动作，以便生成使该差成为 0 的输出电压 V_{ot} 。

具体地说，充电器 103 在反馈电压 V_{fb} 高于设定电压 V_o 时，进行动作使输出电压 V_{ot} 降低，在反馈电压 V_{fb} 低于设定电压 V_o 时，进行动作使输出电压 V_{ot} 上升。在该例子中，在反馈电压 V_{fb} 等于设定电压 V_o 时，充电器 103 的输出电压 V_{ot} 包含相对于设定电压 V_o 最大 $\pm 0.03V$ 的输出误差 ε_2 。因此，充电器 103 在反馈电压 V_{fb} 变为等于设定电压 V_o (4.20V)时，生成 4.17V~4.23V 的范围中的某个输出电压。

可以认为在充电器 103 和电池电芯 11 之间连接由配线、+端子 31、-端子 39 等带来的电阻 104。因此，对应从充电器 103 流向电池电芯 11 的充电电流，在输出电压 V_{ot} 和电芯电压 V_c 之间产生电位差。电压测定电路 51 测定电芯电压 V_c ，把转换为数字值之后的读取电压 V_b 发送给 MPU23。在该例子中，在电芯电压 V_c 和读取电压 V_b 之间具有最大 $\pm 0.03V$ 的电压测定电路的读取误差 ε_1 。在 MPU23 中通过程序构成过电压保护部（OVP）53。在 OVP53 中将过电压设定值 V_{op} 设定为 4.22V，在读取电压 V_b 达到过电压设定值 V_{op} 时，MPU23 经由 AFE21 使放电 FET17 以及充电 FET19 截止来停止充电。把 MPU23 的 OVP53、AFE21、FET17、19 以及 AFE21 的关联电路称为过电压保护电路。

在读取电压 V_b 中相对于电芯电压 V_c 具有 $\pm 0.03V$ 的误差，所以当被设定

为 4.22V 的 OVP53 进行动作时，电芯电压 V_c 成为 4.19~4.25V 的范围内的某个值。从 MPU23 向 EC101 定期地发送读取电压 V_b 。EC101 具备存储反馈电压 V_{fb} 的设定部 55。具体地说，设定部 55 是 EC101 的寄存器，将设定部 55 中设定的反馈电压 V_{fb} 转换为模拟值后提供给充电器 103 的电压反馈输入。在设定部 55 中，作为反馈电压 V_{fb} 存储当前提供给充电器 103 的当前反馈电压 V_1 。EC101 使用设定电压 V_o 以及定期从 MPU23 发送来的读取电压 V_b 修正当前反馈电压 V_1 ，生成修正反馈电压值 V_2 。

修正反馈电压 V_2 替换设定部 55 中存储的当前反馈电压 V_1 ，作为反馈电压 V_{fb} 提供给充电器 103。修正反馈电压 V_2 的计算可以由 MPU23 进行，经由 EC101 提供给充电器 103。将在后面叙述修正反馈电压 V_2 的计算方法以及反馈电压 V_{fb} 向设定部 55 的存储。

图 3 表示图 2 的电压反馈系统的充电器的设定电压 V_o 和 OVP53 的过电压设定值 V_{op} 的关系。图 3 (a) 表示在使过电压保护的保证值为 4.40V 时，从充电器 103 一侧收到反馈电压 V_{fb} 来进行控制的情况。此时，读取电压 V_b 的误差为 $\pm 0.05V$ ，在使用输出误差为 $\pm 0.03V$ 的充电器时，可以使该设定电压 V_o 为 4.20V。图 3 (b) 表示在使过电压保护的保证值为 4.25V 时，从充电器 103 一侧取得反馈电压 V_{fb} 来进行控制的情况。

把从读取误差为 $\pm 0.03V$ 的电压测定电路取得读取电压 V_b 来进行动作的 OVP53 的过电压设定值 V_{op} 设定为 4.22V，使用输出误差为 $\pm 0.03V$ 的充电器，为了在保证 4.25V 的过电压保护的同时在正常的充电过程中不使 OVP53 进行动作，需要将充电器的设定电压 V_o 设定为 4.15V，与保证 4.40V 的过电压保护的情况相比，设定电压 V_o 降低 0.05V。

降低设定电压 V_o 关系到满充电容量的降低以及充电时间延长，是不希望发生的情况。在本实施方式中，即使将过电压保护的保证值设为 4.25V，也可以像目前那样将充电器的设定电压 V_o 设为 4.20V，同时可以防止 OVP53 的误动作。图 3 (c) 表示本实施方式的设定电压 V_o 和过电压设定值 V_{op} 的关系。在该例子中，将过电压设定值 V_{op} 设定为 4.22V，将设定电压 V_o 设定为 4.20V。在 OVP53 进行动作时的电芯电压 V_c 的范围 (4.17V~4.23V) 和输出电压 V_{ot} 的范围 (4.19V~4.25V) 中具有重叠的部分，电芯电压 V_c 和输出电压 V_{ot} 在充

电电流小时成为接近的值，但本实施方式的充电系统通过以下说明的控制方法防止了 OVP53 的误动作。

图 4 说明充电开始后从充电器 103 输出的输出电压 V_{ot} 以及充电电流 I_{ot} 随时间的变化。充电器 103 通过恒流恒压充电方式对电池电芯 11~13 进行充电，充电控制电压 V_{chg} 与充电器的设定电压 V_o 相对应。当在时刻 0 开始充电时，充电器 103 为了使充电电流 I_{ot} 成为充电控制电流 I_{chg} ，使 FET105 以及 FET107 动作来控制输出电压 V_{ot} 。因为在充电器 103 的输出电压 V_{ot} 和电池电芯 11~13 之间存在电阻，所以电芯电压 V_c 成为低于输出电压 V_{ot} 的值。

从充电开始到时刻 t_1 为恒流控制期间，从时刻 t_1 到时刻 t_2 为恒压控制期间。当提供给充电器 103 的反馈电压 V_{fb} 等于设定电压 V_o 时，充电器 103 进入恒压控制期间，为了使反馈电压 V_{fb} 等于设定电压 V_o ，使 FET105 以及 FET107 进行动作来控制输出电压 V_{ot} 。在恒压控制期间当充电电流 I_{ot} 达到放电结束电流 I_{chg1} 的时刻，充电结束。在充电结束的时刻，电芯电压 V_c 变为大体等于输出电压 V_{ot} 。在从时刻 0 到时刻 t_2 之间充电的电量成为电池电芯 11~13 的满充电容量。因此，在允许范围内将充电控制电压 V_{chg} 设定得越高，满充电容量越大。

图 5 说明图 3 所示的电压反馈控制系统的动作。电压测定电路 51 的读取误差 ϵ_1 最大为 $\pm 0.03V$ ，充电器 103 的输出误差 ϵ_2 最大为 $\pm 0.03V$ 。在充电系统的构造中，通常电压测定电路 51 和充电器 103 任意地组合，所以读取误差 ϵ_1 和输出误差 ϵ_2 也任意地组合。因此，关于由各个最大误差组成的 4 个组合的情况，说明如图 3 (c) 所示将设定电压 V_o 设定为 4.20V，将过电压设定值 V_{op} 设定为 4.22V 时的动作。

#1~#5 的控制系统由读取误差 ϵ_1 为 $-0.03V$ 的电压测定电路 51；和输出误差 ϵ_2 为 $+0.03V$ 的充电器构成。读取电压 V_b 、修正反馈电压值 V_2 、充电器 103 的目标输出电压值 V_t 、以及充电器 103 实际的输出电压值 V_{ot} 分别通过以下的式 (1) ~ 式 (5) 来计算。此外，在恒压控制期间充电电流小，所以为了简化计算而忽略由电阻 104 引起的电压降。在假设不存在充电器 103 的输出误差 ϵ_2 时，目标输出电压 V_t 为根据设定电压 V_o 和反馈电压 V_{fb} 使充电器进行输出的电压。 α 是为了防止 OVP53 的误动作而计算修正反馈电压 V_2 ，对充电

器 103 的输出电压进行反馈控制的加权系数。

$$Vb=Vc+\varepsilon_1 \quad (1)$$

$$V2=V1+ (Vb - Vo) \quad (2)$$

$$V2=V1+ (Vb - Vo) * \alpha \quad (3)$$

$$Vt=Vo+ (Vo - Vfb) \quad (4)$$

$$Vot=Vt+\varepsilon_2 \quad (5)$$

在恒流控制期间，在 EC101 的设定部 55 中作为当前反馈电压 V1 而设定设定电压 Vo (4.20V)，并且作为反馈电压 Vfb 输出给充电器 103。该设定电压 Vo 相当于充电器 103 的额定电压。但是，在恒流控制期间，充电器 103 进行动作以使充电电流 Iot 等于充电控制电流值 Ichg，所以电压反馈不起作用。如#1 所示，当电芯电压 Vc 上升到 4.23V、读取电压 Vb 等于反馈电压 Vfb (4.20V) 时，充电器 103 进入恒压控制期间而进行动作，来生成如式 (4) 所示使反馈电压 Vfb 和设定电压 Vo 之间的差成为 0 的目标输出电压 Vt。在该控制系统中，如通过式 (4) 和式 (5) 计算的那样，在反馈电压 Vfb 为 4.20V 时，输出电压 Vot 和电芯电压 Vc 成为 4.23V 并稳定。此时，读取电压 Vb 低于过电压设定值 Vop (4.22V)，所以 OVP53 不进行动作。

在#1 中，在电芯电压 Vc 为 4.23V 时输出电压 Vot 也成为 4.23V 而稳定，但是由于环境温度的变化或充电器 103 的漂移等，有时如#2 所示电芯电压 Vc 下降到 4.22V。EC101 将该状态检测为读取电压 Vb 降低到 4.19V，通过式 (2) 对设定部 55 中存储的当前反馈电压 V1 (4.20V) 进行计算，由修正反馈电压 V2 (4.19V) 进行置换，并提供给充电器的电压设定值输入 Vset。充电器 103 如式 (4) 那样进行动作，为了使目标输出电压 Vt 为 4.21V 而进行动作。但是，实际上，在充电器 103 中存在输出误差 ε2，所以输出电压 Vot 如通过式 (5) 计算的那样成为 4.24V，电芯电压 Vc 上升。

#3 表示从#1 的状态，电芯电压 Vc 下降到 4.21V 时的状态，与#2 相同，EC101 计算修正反馈电压 V2 来决定输出电压 Vot。#4 表示电芯电压 Vc 变化为 4.24V 时的状态。此时，读取电压 Vb 成为 4.21V，没有达到但接近过电压设定值 Vop (4.22V)，所以 EC101 通过式 (3) 计算修正反馈电压 V2，作为反馈电压 Vfb 输出给充电器 103。在式 (3) 中，充电器 103 通过加权系数 α (1.2)

对 $V_b - V_o$ 进行加权，加大反馈的效果。 $V_b - V_o$ 是对于设定电压值 V_o 修正输出电压 V_t 的值。

结果，充电器的输出电压 V_{ot} 成为 4.218V，电芯电压 V_c 向 4.218V 降低。当通过式(2)计算出反馈电压 V_{fb} 时，输出电压 V_{ot} 成为 4.22V，可以使电芯电压 V_c 向 4.22V 降低，但是在使用式(3)时，可以以更短的时间降低电压，所以即使在电压 V_c 急剧上升的情况下，也可以更可靠地防止 OVP53 的误动作。#5 表示从#4 的状态，电芯电压 V_c 下降到 4.20V 时的状态。在设定部 55 中，作为当前反馈电压 V_1 ，存储有在#4 中计算出的修正反馈电压 V_2 (4.212V)。而且，EC101 通过式(2)计算修正反馈电压 V_2 ，作为反馈电压值 V_{fb} 发送给充电器。充电器 103 的充电器输出 V_{ot} 成为 4.248V，电芯电压 V_c 上升。

然后，对于#6~#9 进行说明。该控制系统由读取误差 ϵ_1 为 +0.03V 的电压测定电路 51 和输出误差 ϵ_2 为 -0.03V 的充电器 103 构成。该控制系统在电芯电压 V_c 成为 4.17V 时，读取电压 V_b 成为 4.2V 而转移至恒压控制，并且充电器 103 使输出电压 V_{ot} 为 4.17V 而稳定。在#7、#8 中表示由 EC101 分别通过式(2)计算从#6 的状态电芯电压 V_c 发生了变化时的修正反馈电压 V_2 ，以及通过式(4)、式(5)计算出的输出电压 V_{ot} 。在#9 中，由于从#6 的状态电芯电压 V_c 变化为 4.18V、读取电压 V_b 达到 4.21V，因此 EC101 使用式(3)计算修正反馈电压 V_2 (4.212V)，作为反馈电压 V_{fb} 提供给充电器 103。充电器 103 如通过式(4)、式(5)计算的那样，进行使输出电压 V_{ot} 下降到 4.158V，来使电芯电压 V_c 下降的动作。

然后，对#10~#15 进行说明。该控制系统由读取误差 ϵ_1 为 -0.03V 的电压测定电路 51 和输出误差 ϵ_2 为 -0.03V 的充电器 103 构成。在该控制系统中，如#10 所示，在将当前反馈电压 V_1 设定为设定电压 V_o (4.2V) 的恒流控制期间，电芯电压 V_c 和输出电压 V_{ot} 一同成为 4.17V。但是，读取电压 V_b (4.14V) 没有达到设定电压 V_o (4.20V)，所以继续进行恒流控制，并且如#11 所示在读取电压 V_b 达到 4.23V 之前电芯电压 V_c 上升。此时，读取电压 V_b 变得等于设定电压 V_o ，所以充电器 103 转移至恒压控制。

当在#11 中转移至恒压控制时，电芯电压 V_c 达到了 4.23V，但输出电压

V_{ot} 下降到 4.17V，所以充电器 103 进行动作以使电芯电压 V_c 下降，并且如#14 所示在修正反馈电压 V_2 为 4.17 时电芯电压 V_c 和输出电压 V_o 成为 4.20V 而稳定。在#14 中，表示了使当前反馈电压 V_1 为 4.2V，电芯电压 V_c 从#10 的状态转移至#14 的状态，但实际上表示电芯电压 V_c 的各种变化，计算每次的修正反馈电压 V_2 来对输出电压 V_{ot} 进行反馈控制，收敛于#14 的电芯电压 V_c (4.20V)、读取电压 V_b (4.17V)、修正反馈电压 V_2 (4.17V) 以及输出电压 V_{ot} (4.20V) 的关系。

在该控制系统中，稳定状态的读取电压 V_b 为 4.17V，与过电压设定值 V_{op} (4.22V) 相比足够低，实际上读取电压 V_b 达到 4.21V 不需要使用式(3)计算修正反馈电压，但在由于某种原因产生了那样的变化时，可以通过式(3)计算修正反馈电压 V_2 。

然后，对#16~#20 进行说明。该控制系统由读取误差 ϵ_1 为 +0.03V 的电压测定电路 51 和输出误差 ϵ_2 为 +0.03V 的充电器 103 构成。在该控制系统中，如#16 所示，在电芯电压 V_c 为 4.17V 时读取电压 V_b 达到 4.20V 转移至恒压控制。但是，在该时刻充电器输出为 4.23V，所以电芯电压 V_c 进一步上升。然后，如#19 所示，充电器 103 在修正反馈电压 V_2 为 4.23V 时进行动作，以使电芯电压 V_c 和输出电压 V_{ot} 成为 4.20V 而稳定。但是，在电芯电压 V_c 为 4.20V 时，读取电压 V_b 已经超过了过电压设定值 V_{op} (4.22V)，所以该控制系统在该状态下无法进行动作。

在该控制系统中，如#20 所示，可以在电芯电压 V_c 达到 4.18V、读取电压 V_b 成为 4.21V 时，根据式(3)计算修正反馈电压 V_2 ，使输出电压 V_{ot} 降低至比在读取电压 V_b 相同的#17 中计算出的输出电压 V_{ot} (4.22V) 低的 4.218V，来防止 OVP53 进行动作。

在图 2 所示的 4 个充电系统中，根据读取电压 ϵ_1 和输出误差 ϵ_2 的大小以及它们的组合，实际稳定的输出电压 V_{ot} 不同，但无论在哪种情况下都可以将额定电压 V_o 设定为 4.20V。在本实施方式中，在电池组的电压测定电路 51 测定到的电压接近 OVP53 进行动作的值时，EC101 对反馈电压 V_{fb} 进行修正使输出电压 V_{ot} 降低，所以可以通过根据读取电压 ϵ_1 和输出误差 ϵ_2 而在该充电系统中所允许的最大的输出电压 V_{ot} 来对电池电芯进行充电。在图 5 的例子中，

在由读取误差 ε_1 最大为 $\pm 0.03V$ 的电压测定电路和输出误差最大为 $\pm 0.03V$ 的充电器构成的充电系统中，#1~#5 的充电系统的电芯电压成为最高，#6~#9 的充电系统的电芯电压成为最低，但无论对于哪个充电系统，都可以使设定电压 V_o 为 4.20V，使 OVP53 的保证值为 4.25V。

此外，在图 2 所示的充电系统中，还具有缩短充电所需要的时间的次要效果。在电池组一侧对提供给充电器 103 的电压反馈输入 FB-V 的反馈电压 V_{fb} 进行测定的情况和在笔记本 PC 一侧进行测定的情况下，由于其间存在由多个电子部件、配线以及连接器等的电阻 104 导致的电压下降，所以与前者的测定值相比，后者的测定值为略高的电压。因此，在读取电压 V_b 达到设定电压 V_o 时将充电器 103 从恒流控制切换为恒压控制的情况下，如目前那样当在笔记本 PC 一侧测定反馈电压 V_{fb} 时，与在电池组一侧进行测定相比更早地切换为恒压控制。这样，由于通过恒流控制进行充电的时间变短，所以到满充电容量为止进行充电的时间变长。在这一点上，本实施方式的充电系统与现有方式相比可以缩短充电时间。

图 6 针对现有方式和本实施方式的充电系统，表示了关于充电需要时间的实验结果。线 71、73 表示在图 3 (a) 所示的现有的充电系统中对电池电芯进行充电时的充电电流和充电容量，线 75、77 表示在图 2 所示的充电系统中对相同的电池电芯进行充电时的充电电流和充电容量。如线 71 所示，在现有方式中，在时刻 t_{1b} 充电器 103 的动作从恒流控制切换为恒压控制，如线 73 所示在时刻 t_{2b} 达到满充电容量。与此相对，在本实施方式中，如线 75 所示在比时刻 t_{1b} 经过更长时间的时刻 t_{1a} ，充电器 103 的动作从恒流控制切换为恒压控制，如线 77 所示，在时间上比时刻 t_{2b} 更早达到的时刻 t_{2a} ，达到满充电容量。在图 2 的充电系统中，到充满电为止所需要的时间与现有方式相比缩短了约 20 分钟。

图 7 表示由社团法人电池工业会以及社团法人电子信息技术产业协会所推荐的锂离子蓄电池的安全基准中的，与使用温度范围对应的设定电压和过电压设定值。将 T2~T3 (10~45°C) 的温度范围作为标准温度区，是可以使锂离子蓄电池安全地发挥最佳性能的温度区。上述的设定电压 V_o (4.20V) 以及过电压设定值 V_{op} (4.25V) 的值基于该标准温度区中的充电条件。

在标准温度区以外的温度下使用锂离子蓄电池时，从安全性的角度出发希望通过与标准温度区相比低的充电电压进行充电。具体地说，设 T1~T2 (0~10°C) 为低温区，此外设 T3~T4 (45~50°C) 为高温区，在低温区以及高温区中，都推荐将设定电压 V_o 设为 4.10V，将过电压设定值 V_{op} 设为 4.15V。在标准温度区、低温区、高温区以外的 0°C 以下以及 50°C 以上的温度区中，禁止对锂离子蓄电池进行充电。此外，在此所示的 T1~T4 的各个温度值以及各个温度区中的设定电压 V_o 以及过电压设定值 V_{op} 没有进行限定的意思，在推荐其他值的情况下可以由该推荐值进行替换。

因此，在本实施方式的充电系统中，可以根据电池组 10 的使用环境的温度切换设定电压 V_o 和过电压设定值 V_{op} 。在图 7 中，实线表示设定电压 V_o ，虚线表示过电压设定值 V_{op} 。根据环境温度，EC101 变更基准电压源 123 的输出来切换电压设定值输入 V_{set} 的设定电压 V_o ，MPU23 通过程序变更过电压设定值 V_{op} 。

EC101 在电池组 10 的内部通过在电池电芯 11~13 的附近配置的热敏电阻 27 检测电池电芯 11~13 周围的温度。EC101 如果将热敏电阻 27 检测到的温度判断为高温区或者低温区的温度，则首先，EC101 变更基准电压源 123 的输出来切换电压设定值输入 V_{set} 的设定电压 V_o 。然后，EC101 将设定部 55 中存储的当前反馈电压 V_1 变更为切换后的设定电压 V_o 来降低从恒流控制转移至恒压控制的电压。MPU23 当从 EC101 取得温度的数据时，将过电压设定值 V_{op} 变更为与切换后的设定电压 V_o 对应的值。如图 7 所示，在标准温度区中成为 $V_{op}=4.25V$ 、 $V_o=4.20V$ 的设定，在低温区以及高温区中成为 $V_{op}=4.15V$ 、 $V_o=4.10V$ 的设定。

在对锂离子蓄电池进行充电时需要以高精度管理充电控制电压 V_{chg} ，另一方面，不需要以充电控制电压 V_{chg} 那样的精度控制充电控制电流 I_{chg} ，无论在笔记本 PC100 一侧进行测定还是在电池组 10 一侧进行测定都成为几乎相同的值。因此，在图 1 中从电池组 10 提供电压反馈输入 V_{set} 和电流反馈输入 I_{set} 双方，但也可以如同现有结构那样，在笔记本 PC100 一侧设置感应电阻，从此对充电器 103 反馈针对电流反馈输入 I_{set} 的充电电流 I_{ot} 。

图 8 是表示本发明其他实施方式的基于 SBS 标准的电池组 10 以及笔记本

PC100 的概要结构的方框图。图 9 是用于在图 8 的充电系统中详细说明电压反馈系统的方框图。在图 8、图 9 中，对于与图 1 相同的构成要素赋予相同的参照符号并省略说明。在该充电系统中，EC101 把从电池组 10 收到的充电电流和读取电压 V_b 发送给充电器 103 的电流设定值输入 I_{set} 以及电压设定值输入 V_{set} 。对充电器 103 的电压反馈输入 $FB-V$ 以及电流反馈输入 $FB-I$ 连接来自在笔记本 PC100 一侧准备的分压电阻 113、115 和感应电阻 117 的输出。对电压反馈输入 $FB-V$ 输入反馈电压 V_{fb} 。

在该充电系统中，在 EC101 的设定部 55 中存储当前设定电压 V_3 或修正设定电压 V_4 。修正设定电压 V_4 由 EC101 通过基于式（2）、式（3）的式子进行计算。修正设定电压 V_4 一旦被存储到设定部 55 中时，成为当前设定电压 V_3 ，从设定部 55 将当前设定电压 V_3 作为设定电压 V_o 提供给充电器 103 的电压设定值输入 V_{set} 。在恒流控制期间进行设定使当前设定电压 V_3 成为额定电压 4.20V，在反馈电压 V_{fb} 达到 4.20V 时充电器 103 切换为恒压控制。在恒压控制期间，充电器 103 进行动作以使反馈电压 V_{fb} 的值和设定电压 V_o 的值相等。

EC101 与图 2 的充电系统的情况相反地，当读取电压 V_b 的值变大时，进行修正使修正设定电压 V_2 变大来降低输出电压 V_{ot} ，当读取电压 V_b 的值变小时，进行修正使修正设定电压 V_2 变小来提高输出电压 V_{ot} 。并且，在读取电压 V_b 接近过电压设定值 V_{op} 时，对充电器 103 发送修正设定电压 V_4 ，防止 VOP53 的误动作，所述修正设定电压 V_4 是通过基于式（3）的式子使用加权系数对当前设定电压 V_3 进行修正后而得到的。

至此，通过图示的特定的实施方式对本发明进行了说明，但本发明并不限于图示的实施方式。只要起到本发明的效果，可以采用任何目前已知的结构。

本发明可用于对哑电池或聪明电池等电池组进行充电的蓄电池的充电系统。

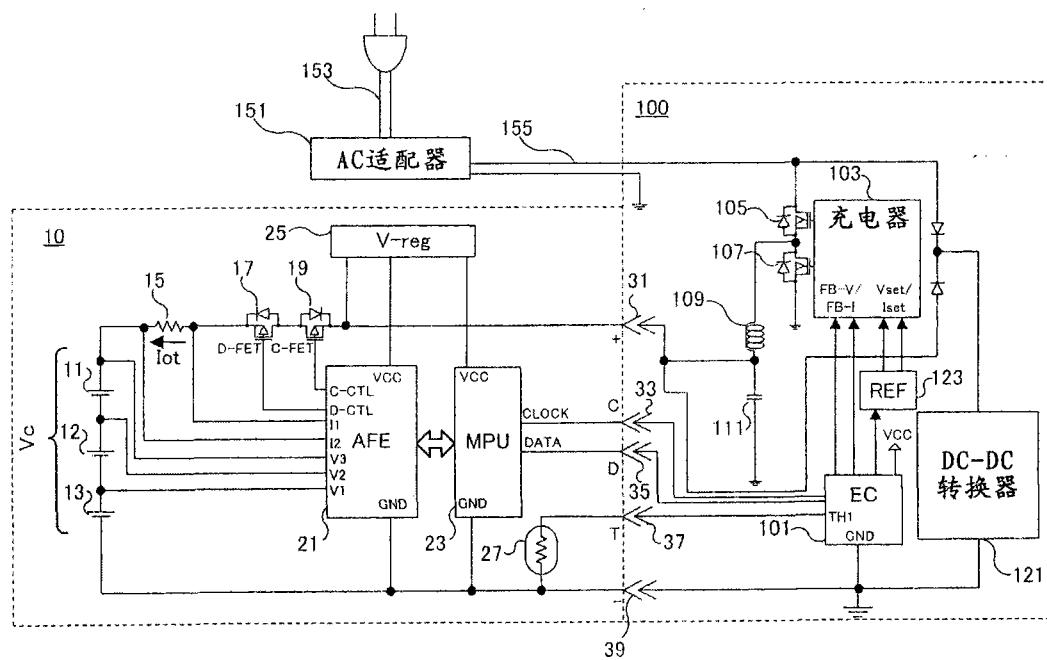


图 1

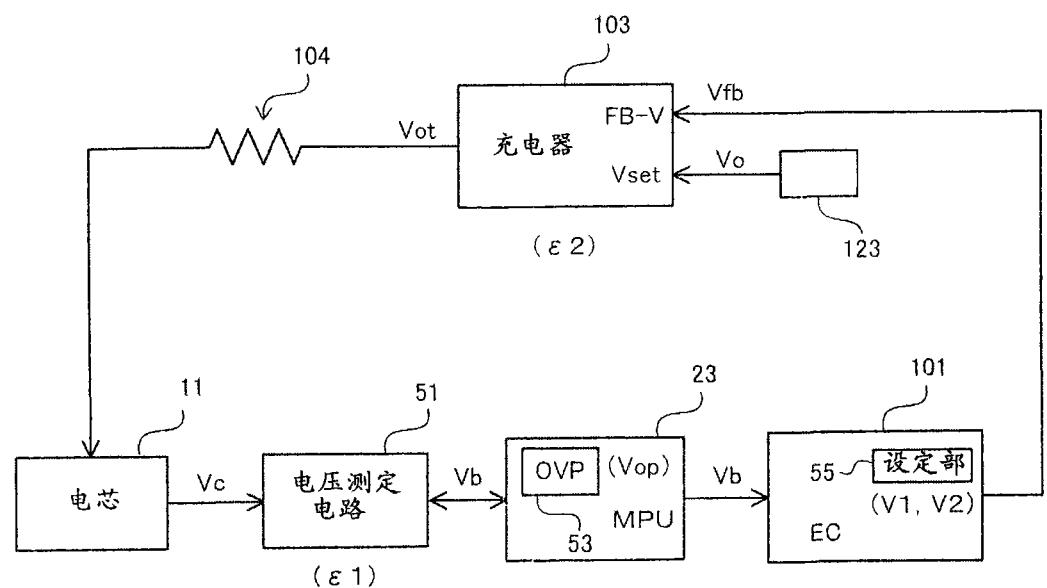


图 2

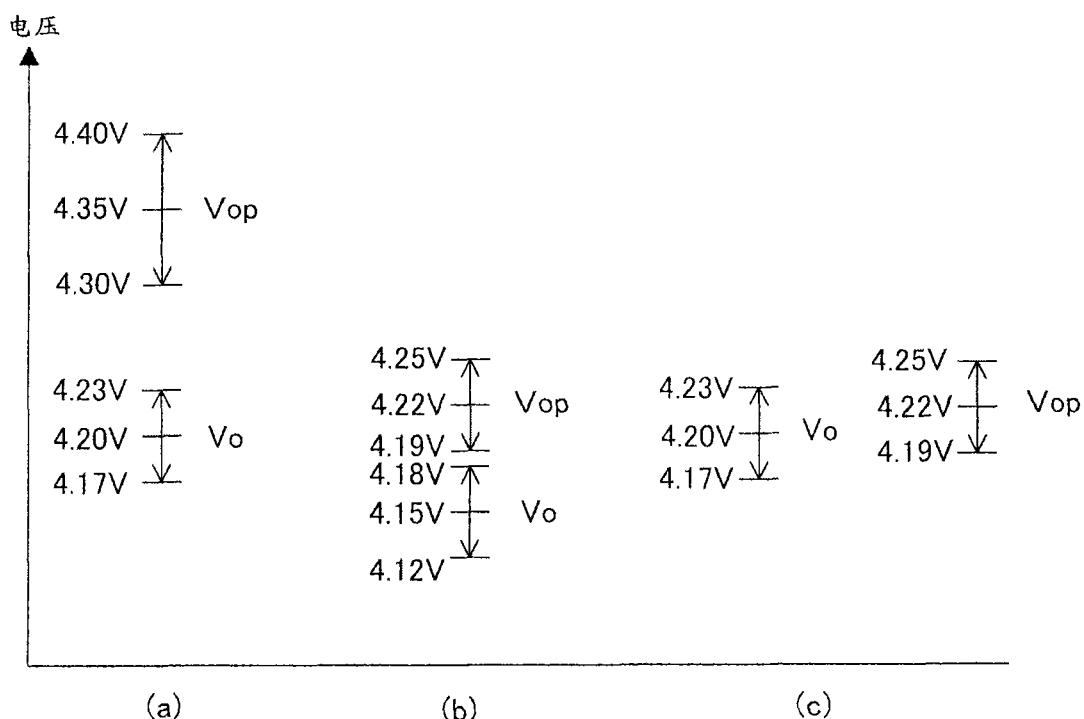


图 3

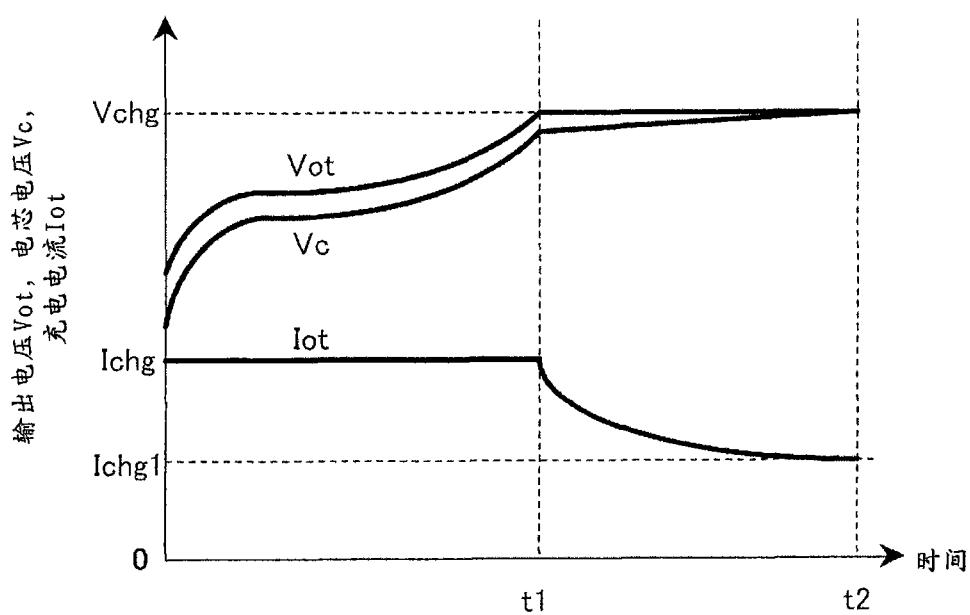


图 4

编号	读取误差 ε_1 (V)	输出误差 ε_2 (V)	设定电压 V_o (V)	过电压设定值 V_{op} (V)	电芯电压 V_c (V)	读取电压 V_b (V)	反馈电压 V_{fb}		目标输出电压 V_t (V)	输出电压 V_{ot} (V)
							当前值 V_1 (V)	修正值 V_2 (V)		
#1	-0.03	+0.03	4.200	4.220	4.230	4.200	4.200		4.200	4.230
#2					4.220	4.190	4.200	4.190	4.210	4.240
#3					4.210	4.180	4.200	4.180	4.220	4.250
#4					4.240	4.210	4.200	4.212	4.188	4.218
#5					4.200	4.170	4.212	4.182	4.218	4.248
#6	+0.03	-0.03	4.200	4.220	4.170	4.200	4.200		4.200	4.170
#7					4.160	4.190	4.200	4.190	4.210	4.180
#8					4.150	4.180	4.200	4.180	4.220	4.190
#9					4.180	4.210	4.200	4.212	4.188	4.158
#10	-0.03	-0.03	4.200	4.220	4.170	4.140	4.200		4.200	4.170
#11					4.230	4.200	4.200		4.200	4.170
#12					4.220	4.190	4.200	4.190	4.210	4.180
#13					4.210	4.180	4.200	4.180	4.220	4.190
#14					4.200	4.170	4.200	4.170	4.230	4.200
#15					4.190	4.160	4.200	4.160	4.240	4.210
#16	+0.03	+0.03	4.200	4.220	4.170	4.200	4.200		4.200	4.230
#17					4.180	4.210	4.200	4.210	4.190	4.220
#18					4.190	4.220	4.200	4.220	4.180	4.210
#19					4.200	4.230	4.200	4.230	4.170	4.200
#20					4.180	4.210	4.200	4.212	4.188	4.218

图 5

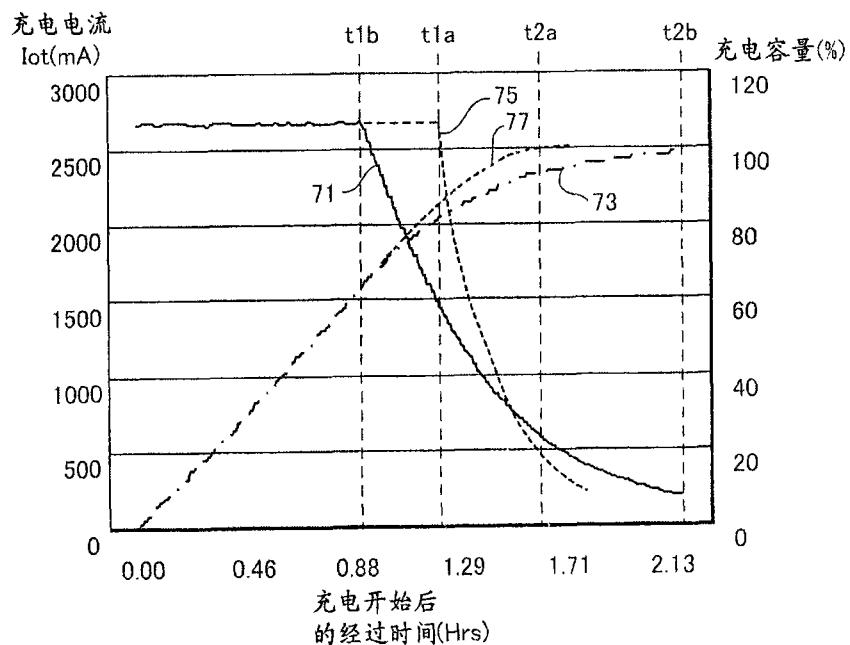


图 6

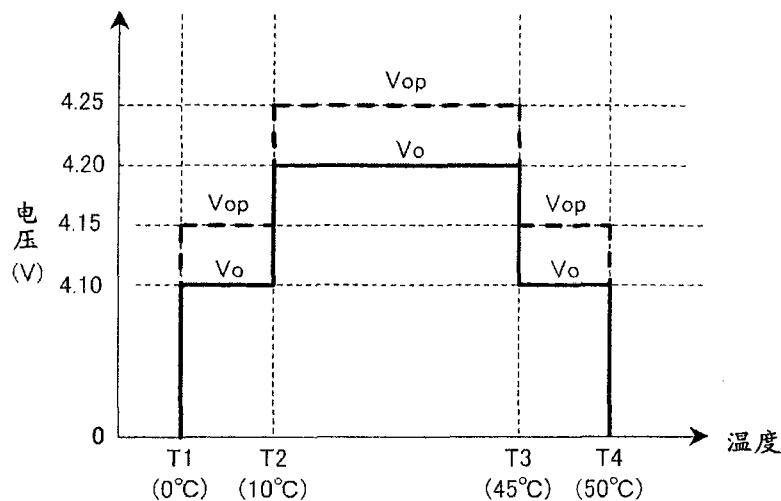


图 7

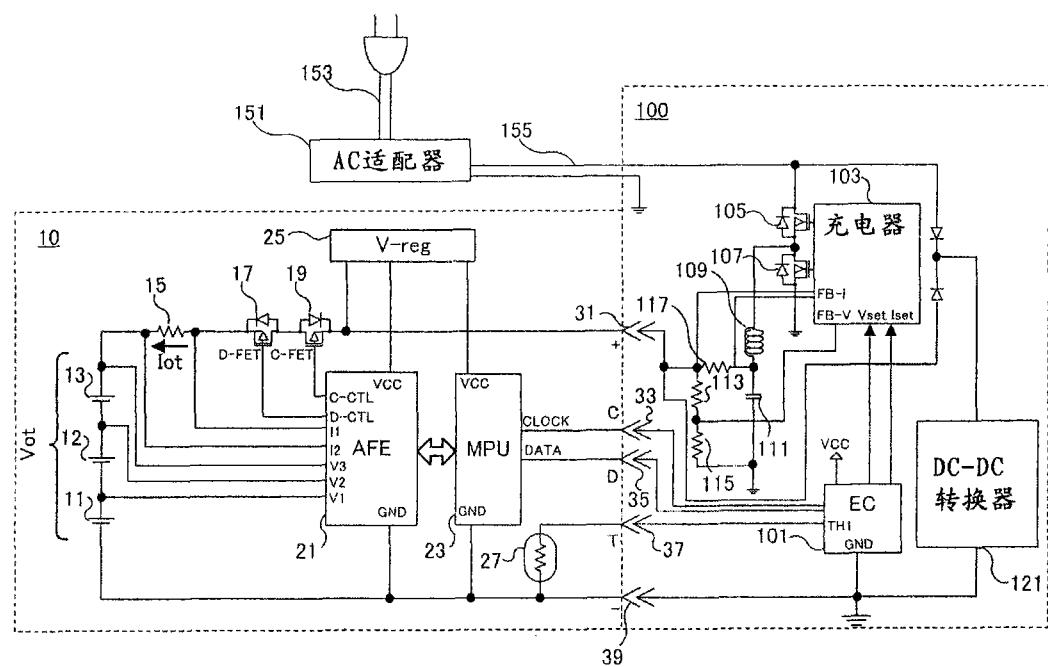


图 8

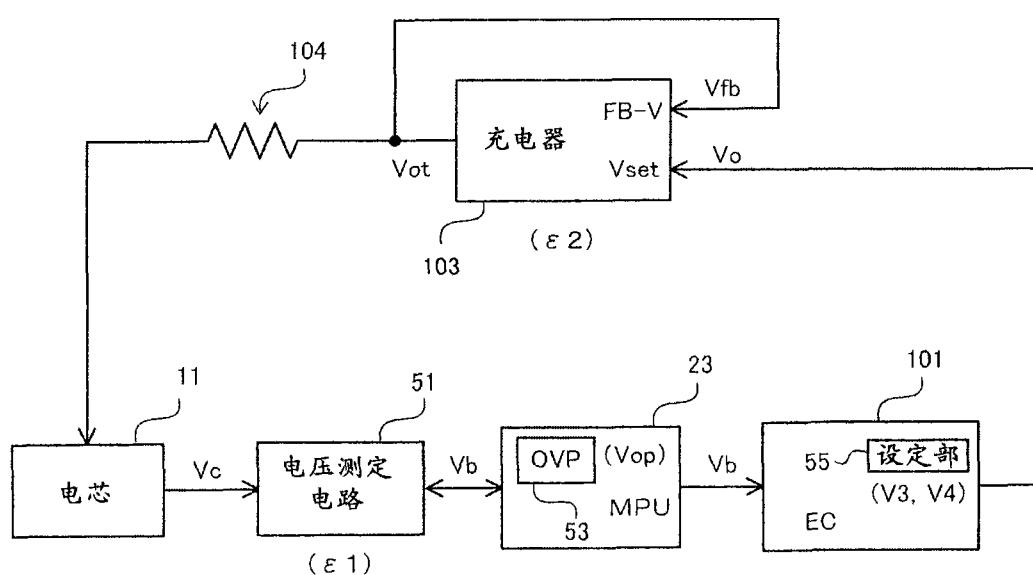


图 9