



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 98803837.4

[43] 授权公告日 2003 年 4 月 30 日

[11] 授权公告号 CN 1107367C

[22] 申请日 1998.3.26 [21] 申请号 98803837.4

[30] 优先权

[32] 1997. 4. 7 [33] US [31] 08/833,437

[86] 国际申请 PCT/US98/05968 1998.3.26

[87] 国际公布 WO98/45924 英 1998.10.15

[85] 进入国家阶段日期 1999.9.29

[71] 专利权人 半导体元件工业有限责任公司

地址 美国亚利桑那

[72] 发明人 杰德·阿尔伯克拉克

特罗伊·L·斯托克斯塔德

审查员 李超

[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

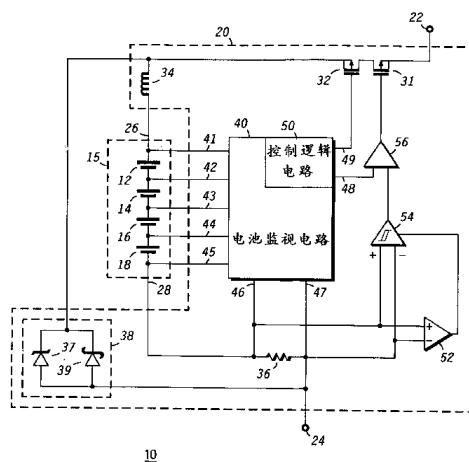
代理人 王以平

权利要求书 3 页 说明书 12 页 附图 2 页

[54] 发明名称 电池保护系统

[57] 摘要

一种电池保护系统(20)控制一种用来对一个电池组(15)充电的过程。一个磁滞比较器(54)检测流经电池组(15)的充电电流,并且当充电电流达到一个上限时,切断一个充电开关(31)以中断充电电流。一个瞬时电流然后由一个电感器(34)产生。磁滞比较器(54)检测流经电池组(15)的瞬时电流,并且当瞬时电流基本上减小到零时,接通充电开关(31)以产生充电电流。周期地,一个电池监视电路(40)切断充电开关(31),并且测量跨过电池组(15)中每个电池单元的开路电压。响应电池单元的开路电压达到全充电电压,电池监视电路(40)切断充电开关(31),以结束充电过程。



1.一种带有一个第一端子(22)、一个第二端子(24)、一个第一电池电极(26)、和一个第二电池电极(28)的电池保护系统(20),包括:

一个第一开关(31),带有一个控制电极、一个联接到电池保护系统(20)的第一端子(22)上的第一电流传导电极、及一个第二电流传导电极;

一个电感器(34),带有一个连接到第一开关(31)的第二电流传导电极上的第一电极、和一个连接到电池保护系统(20)的第一电池电极(26)上的第二电极;

一个电阻器(36),带有一个连接到电池保护系统 20 的第二电池电极(28)上的第一电极、和一个连接到电池保护系统(20)的第二端子(24)上的第二电极;

一个整流器(38),带有一个连接到电阻器(36)的第二电极上的第一电极、和一个连接到电感器(34)的第一电极上的第二电极;

一个第一比较器(54),带有一个连接到电阻器(36)的第一电极上的第一输入、一个连接到电阻器(36)的第二电极上的第二输入、及一个输出;

一个驱动器(56),带有一个连接到所述第一比较器的输出的第一输入,一个第二输入,和一个连接到第一开关(31)的控制电极上的输出;及

一个电池监视电路(40),带有多个输入和一个第一输出(48),多个输入的第一输入(41)联接到电感器(34)的第二电极上,多个输入的第二输入(45)联接到电阻器(36)的第一电极上,及第一输出(48)联接到驱动器的第二输入上。

2.根据权利要求 1 所述的电池保护系统(20),其中第一比较器(54)是一个磁滞比较器。

3.根据权利要求 1 所述的电池保护系统(20),其中第一比较器(54)进一步包括一个启动端子,并且其中电池保护系统(20)进一步包括一个第二比较器(52),第二比较器(52)带有一个联接到电阻器(36)的第一电

极上的第一输入、一个联接到电阻器(36)的第二电极上的第二输入、及一个联接到第一比较器(54)的启动端子上的输出。

4.根据权利要求 1 所述的电池保护系统(20), 其中电感器(34)的第一电极经一个第二开关(32)联接到第一开关(31)的第二电流传导电极上, 第二开关(32)带有一个控制电极、一个联接到电感器(34)的第一电极上的第一电流传导电极、及一个联接到第一开关(31)的第二电流传导电极上的第二电流传导电极, 并且其中电池监视电路(40)进一步包括一个联接到第二开关(32)的控制电极上的第二输出(49)。

5.一种可充电电池系统(10), 包括:

一个可充电电池组(15), 带有一个第一端子和一个第二端子;

一个电感器(34), 带有一个连接到可充电电池组(15)的第一端子上的第一电极、和一个第二电极;

一个第一场效应晶体管(31), 带有一个栅电极、一个源电极、及一个联接到电感器(34)的第二电极上的漏电极;

一个电流检测元件(36), 带有一个连接到可充电电池组(15)的第二端子上的第一电极、和一个第二电极;

一个整流器(38), 带有一个连接到电流检测元件(36)的第二电极上的第一电极、和一个连接到电感器(34)的第二电极上的第二电极;

一个磁滞比较器(54), 带有一个连接到电流检测元件(36)的第一电极上的第一输入、一个连接到电流检测元件(36)的第二电极上的第二输入、及一个输出;

一个电池监视电路(40), 带有多个输入和一个第一输出(48), 多个输入的第一输入(41)联接到可充电电池组(15)的第一端子上, 多个输入的第二输入(45)联接到可充电电池组(15)的第二端子上, 及;

一个晶体管驱动器(56), 带有一个联接到磁滞比较器(54)的输出上的第一输入、一个联接到电池监视电路(40)的第一输出(48)上的第二输入、及一个联接到第一场效应晶体管(31)的栅电极上的输出。

6.根据权利要求 5 所述的可充电电池系统(10), 其中:

可充电电池系统(10)进一步包括包括一个比较器(52), 比较器(52)

带有一个联接到电流检测元件(36)的第一电极上的第一输入、一个联接到电流检测元件(36)的第二电极上的第二输入、及一个输出；及

磁滞比较器(54)进一步包括联接到比较器(52)的输出上的启动端子。

7.根据权利要求 5 所述的可充电电池系统(10), 可充电电池组(15)包括多个可充电电池单元(12、14、16、18), 其中:

多个可充电电池单元(12、14、16、18)的第一可充电电池单元(12)带有一个联接到可充电电池组(15)的第一端子上的第一电极、和一个联接到电池监视电路(40)的多个输入的第三输入(42)上的第二电极；及

多个可充电电池单元(12、14、16、18)的第二可充电电池单元(14)带有一个联接到第一可充电电池单元(12)的第二电极上的第一电极、和一个联接到可充电电池组(15)的第二端子上的第二电极。

电池保护系统

本发明一般涉及电池系统，更具体地说，涉及监视和保护可充电电池。

对于可携带电子装置，锂离子电池优于诸如镍镉电池和镍金属氢化物电池之类的其他类型的可充电电池，因为锂离子电池重量轻、能量密度高。然而，锂离子电池对过充电非常敏感，并且安全性是对其使用的主要担心。例如，对于锂离子电池的安全性的担心在于，在过充电时金属锂可能电镀到电池单元内的电极之一上。电镀的锂因为金属锂的易燃本质造成易燃。另一种安全的担心在于，当电池单元的温度太高时有害气体的排出。而且，在过充电状态下，跨过锂离子电池单元的电压降到负电压极限以下，导致电池单元内电解液化学成分的变化。因此，电池单元的寿命可能显著缩短。所以，重要的是具有一种准确监视锂离子电池、且保证他们在其安全工作区域内工作的电池保护系统。

按常规，对锂离子电池充电需要一个专用锂电池充电器。当充电的锂离子电池的电压显著小于电池的全充电电压时，专用锂电池充电器在恒流模式中工作，并且以恒定的充电电流对电池充电。当电池电压接近电池的全充电电压时，专用锂电池充电器切换到恒压模式。在恒压模式下，流入电池的充电电流随着电池电压接近全充电电压而指数地减小，由此防止电池过充电。专用锂电池充电器包括一个充电控制电路，该电路确定：专用锂电池充电器何时从恒流模式切换到恒压模式；在恒压模式期间多大的充电电流流经电池；及电池何时充分充电。为了把电池充电到其最大容量并有效地避免过充电，把充电控制电路设计成高精度的。典型地，充电控制电路的电压波动小于百分之一(%)。

高精度的充电控制电路显著增加了专用锂电池充电器的成本，并因此增加了使用锂离子电池的成本。而且，因为在恒压模式中，流入电池的充电电流随着电池电压接近全充电电压而指数地减小，所以充电过程

的时间效率较低。例如，在恒流模式工作期间在一和两小时之间的时间间隔范围内，锂电池通常充电到其容量的 80%。然后，专用锂电池充电器切换到恒压模式，并且花费至少三个小时把锂电池充电到其全容量。

因而，便利的是具有一种电池保护系统和一个用来对电池充电的方法。希望该系统和该充电方法是节省成本的。还希望该充电方法是方便的和节省时间的。

根据本发明的一方面，提供一种带有一个第一端子、一个第二端子、一个第一电池电极、和一个第二电池电极的电池保护系统，包括：一个第一开关，带有一个控制电极、一个联接到电池保护系统的第一端子上的第一电流传导电极、及一个第二电流传导电极；一个电感器，带有一个连接到第一开关的第二电流传导电极上的第一电极、和一个连接到电池保护系统的第一电池电极上的第二电极；一个电阻器，带有一个连接到电池保护系统的第二电池电极上的第一电极、和一个连接到电池保护系统的第二端子上的第二电极；一个整流器，带有一个连接到电阻器的第二电极上的第一电极、和一个连接到电感器的第一电极上的第二电极；一个第一比较器，带有一个连接到电阻器的第一电极上的第一输入、一个连接到电阻器的第二电极上的第二输入、及一个输出；一个驱动器，带有一个连接到所述第一比较器的输出的第一输入，一个第二输入，和一个连接到第一开关的控制电极上的输出；及一个电池监视电路，带有多个输入和一个第一输出，多个输入的第一输入联接到电感器的第二电极上，多个输入的第二输入联接到电阻器的第一电极上，及第一输出联接到驱动器的第二输入上。

根据本发明的另一方面，提供一种可充电电池系统，包括：一个可充电电池组，带有一个第一端子和一个第二端子；一个电感器，带有一个连接到可充电电池组的第一端子上的第一电极、和一个第二电极；一个第一场效应晶体管，带有一个栅电极、一个源电极、及一个联接到电感器的第二电极上的漏电极；一个电流检测元件，带有一个连接到可充电电池组的第二端子上的第一电极、和一个第二电极；一个整流器，带

有一个连接到电流检测元件的第二电极上的第一电极、和一个连接到电感器的第二电极上的第二电极；一个磁滞比较器，带有一个连接到电流检测元件的第一电极上的第一输入、一个连接到电流检测元件的第二电极上的第二输入、及一个输出；一个电池监视电路，带有多个输入和一个第一输出，多个输入的第一输入联接到可充电电池组的第一端子上，多个输入的第二输入联接到可充电电池组的第二端子上，及；一个晶体管驱动器，带有一个联接到磁滞比较器的输出上的第一输入、一个联接到电池监视电路的第一输出上的第二输入、及一个联接到第一场效应晶体管的栅电极上的输出。

图 1 是根据本发明的一种电池系统的方块图；及

图 2 是根据本发明用来对电池充电的方法的流程图。

一般地说，本发明提供了一种电池保护系统和一种用来对电池充电的方法。根据本发明，电池保护系统包括一个用来控制电池充电过程以及保护电池的精确控制电路。因而，本发明消除了对专用电池充电器的需要，并因此降低了使用电池的成本。而且，本发明的充电方法与先有技术的恒流/恒压充电方法相比是节省时间的。

图 1 是根据本发明的一种电池系统 10 的方块图。电池系统 10 包括一个由四个串联联接的可充电锂离子电池单元 12、14、16、和 18 组成的电池组 15。因此，电池系统 10 也称作可充电电池系统，并且电池组 15 也称作可充电电池组。电池系统 10 还包括一个监视电池组 15 且进行适当操作以保证电池组 15 在其安全工作区域工作的电池保护系统 20。电池保护系统 20 带有一个正端子 22 和一个负端子 24，这些端子分别用作电池系统 10 的正和负端子。电池保护系统 20 还带有一个正电池电极 26 和一个负电池电极 28，这些电极分别连接到电池组 15 的正和负端子上。最好，电池系统 10 是一个集成电池组件，并且电池组 15 和电池保护系统 20 装在该集成电池组件中。

电池保护系统 20 包括 p 沟道绝缘栅场效应晶体管(FET)31 和 32、一个电感器 34、一个电流检测电阻器 36、及一个由齐纳二极管 37 和一个肖特基二极管 39 组成的整流器 38。齐纳二极管 37 的阳极和肖特

基二极管 39 的阳极连接在一起，形成整流器 38 的阳电极。齐纳二极管 37 的阴极和肖特基二极管 39 的阴极连接在一起，形成整流器 38 的阴电极。FET 31 带有一个连接到电池保护系统 20 的正端子 22 上的源电极、和一个连接到 FET 32 的漏电极上的漏电极。电感器 34 带有一个连接到 FET 32 的源电极和整流器 38 的阴电极上的第一电极、和一个连接到电池保护系统 20 的正电池电极 26 上的第二电极。电流检测电阻器 36 带有一个连接到电池保护系统 20 的负电池电极 28 上的第一电极、和一个连接到整流器 38 的阳电极和电池保护系统 20 的负端子 24 上的第二电极。

电池保护系统 20 还包括一个带有电压检测输入 41、42、43、44、和 45，电流检测输入 46 和 47，及输出 48 和 49 的电池监视电路 40。电压检测输入 41 连接到电池单元 12 的正电极上。电压检测输入 42 连接到电池单元 12 的负电极上，并且连接到电池单元 14 的正电极上。电压检测输入 43 连接到电池单元 14 的负电极上，并且连接到电池单元 16 的正电极上。电压检测输入 44 连接到电池单元 16 的负电极上，并且连接到电池单元 18 的正电极上。电压检测输入 45 连接到电池单元 18 的负电极上。电流检测输入 46 和 47 分别连接到电流检测电阻器 36 的第一和第二电极上。输出 49 连接到 FET 32 的栅电极上。

电池保护系统 20 进一步包括一个比较器 52、一个磁滞比较器 54、及一个 FET 驱动器 56。比较器 52 带有一个同相输入和一个分别连接到电流检测电阻器 36 的第一和第二电极上的反相输入。磁滞比较器 54 带有一个同相输入和一个分别连接到电流检测电阻器 36 的第一和第二电极上的反相输入。比较器 52 的输出连接到磁滞比较器 54 的启动端子上。磁滞比较器 54 的输出连接到 FET 驱动器 56 的第一输入上。FET 驱动器 56 的第二输入连接到电池监视电路 40 的输出 48 上。FET 驱动器 56 的输出连接到 FET 31 的栅电极上。

尽管图 1 表示了带有四个电池单元的电池组 15，但应该理解，这不是对本发明的限制。根据本发明，电池组 15 可以包括任何数量的电池单元，如一个、两个、三个、五个、六个等。最好，电池监视电路

40 的电压检测输入的数量是这样的,从而能测量电池组 15 中每个电池单元的电压。还应该理解,电池单元 12、14、16、和 18 不限于锂离子电池单元。他们能由诸如例如镍镉电池单元、镍金属氢化物电池单元等之类的其他类型电池单元代替。

在电池保护系统 20 中, FET 31 和 FET 32 用作当相应过充电和过放电条件出现时用来分别中断流经电池组 15 的充电和放电电流的开关。因为其体二极管, FET 31 当断开时仅中断充电电流, 而 FET 32 当断开时仅中断放电电流。充电电流是经电池组 15 从其正端子流到其负端子的电流。放电电流是从电池组 15 的负端子流到其正端子的电流。应该理解, FET 31 和 FET 32 不限于绝缘栅 FET。带有一个控制电极和两个电流传导电极的任何切换装置都能代替 FET 31 或 FET 32。如熟悉本专业的技术人员所知道的那样, 当 FET 起开关的作用时, FET 的栅电极起开关的控制电极的作用, 并且 FET 的源和漏电极起开关的电流传导电极的作用。

还应该理解, 电池保护系统 20 不限于采用诸如 FET 31 或 FET 32 之类的高侧开关来保护电池组 15。在一个可选择实施例中, 电池保护系统 20 包括两个低侧开关(未表示), 这两个开关联接在电流检测电阻器 36 与负端子 24 之间, 当相应过充电和过放电条件出现时用来分别中断流经电池组 15 的充电和放电电流。在另一个可选择实施例中, 电池保护系统 20 包括: 一个诸如 FET 31 之类的高侧开关, 用来中断充电电流; 和一个低侧开关(未表示), 联接在电流检测电阻器 36 与负端子 24 之间, 当相应过充电和过放电条件出现时, 用来中断流经电池组 15 的放电电流。在又一个可选择实施例中, 电池保护系统 20 包括: 一个诸如 FET 32 之类的高侧开关, 用来中断放电电流; 和一个低侧开关(未表示), 联接在电流检测电阻器 36 与负端子 24 之间, 当相应过充电和过放电条件出现时, 用来中断流经电池组 15 的充电电流。最好, 一个诸如 FET 31 或 FET 32 之类的高侧开关包括一个 p 沟道绝缘栅 FET, 而一个低侧开关包括一个 n 沟道绝缘栅 FET。

电流检测电阻器 36 当电流流经它时产生跨过其两个电极的电压。

它能由其他类型的电流检测元件，例如细丝代替。为了使当电池系统 10 向跨过端子 22 和 24 联接的负载(未表示)供给能量时的功率损失最小，电流检测电阻器 36 最好具有小电阻，例如小于约一欧姆(Ω)。在本发明的一个最佳实施例中，电流检测电阻器 36 约为十毫欧(Ω)。

在整流器 38 中，当中断流入电池组 15 的大放电电流时，齐纳二极管 37 防止跨过 FET 31 出现大的瞬时电压降，而肖特基二极管 39 当正向偏置时提供一个低电阻传导路径，并因此使整流器 38 的功率消耗最小。最好，齐纳二极管 37 具有大于电池组 15 的全充电电压的击穿电压。应该理解，整流器 38 能由其他类型的整流装置和电路元件代替。例如，整流器 38 可以包括一个击穿电压大于电池组 15 的全充电电压的单个二极管。

仅当充电电流流经电池组 15 时，比较器 52 接通磁滞比较器 54，并且启动充电控制电路。当有流经电池组 15 的放电电流时，或当电池组 15 闲置时，比较器 52 在其输出处产生一个逻辑低电压电平。逻辑低电压电平传送到磁滞比较器 54 的启动端子，并且切断磁滞比较器 54，由此禁止充电控制电路，并且使电池系统 10 的电流泄漏最小。应该理解，尽管是较佳的，但比较器 52 是本发明的一个可选择特征。

当流入电池组 15 的充电电流超过上限时，磁滞比较器 54 经 FET 驱动器 56 切断 FET 31。磁滞比较器 54 通过检测跨过电流检测电阻器 36 的电压降，检测流入电池组 15 的充电电流。如上文讨论的那样，电流检测电阻器 36 最好具有小电阻。因而，磁滞比较器 54 最好能够响应在磁滞比较器 54 的输入处的小输入信号，例如电压在十毫伏特(mV)量级上的输入信号，经 FET 驱动器 56 切断 FET 31。此外，磁滞比较器 54 可以包括一个温度补偿电路(未表示)，由此在电池系统 10 内的温度变化范围上为充电电流提供一个稳定的上限。

FET 驱动器 56 用作一个响应从电池监视电路 40 和磁滞比较器 54 传送到 FET 驱动器 56 的两个输入的信号而接通和断开 FET 31 的缓冲器。最好，FET 驱动器 56 能够以高频，象例如约 100 千赫兹(kHz)或更高，接通和断开 FET 31。应该理解，FET 驱动器 56 在电池保护系

统 20 中是可选择的。在本发明的一个可选择实施例中，磁滞比较器 54 的输出和电池监视电路 40 的输出 48 直接到 FET 31 的栅电极上。在电池组 15 的充电过程期间接通和断开 FET 31 的频率由电感器 34 的电感确定。较大电感允许 FET 31 以低频切换，但增大了电感器 34 的尺寸、重量、和成本。最好，电感器 34 的电感在约一微亨利(μH)与 $100 \mu\text{H}$ 之间的范围内。用于电感器 34 的电感的标称值约为 $10 \mu\text{H}$ 。

电池监视电路 40 周期地对电池组 15 进行安全监视操作。通过电压检测输入 41、42、43、44、和 45，电池监视电路 40 测量在电池组 15 中的电池单元 12、14、16、和 18 每一个的电压。通过电流检测输出 46 和 47，电池监视电路 40 通过测量跨过电流检测电阻器 36 的电压，测量流入电池组 15 中的电流。根据这些测量，在电池监视电路 40 中的一个控制逻辑电路 50 进行适当的操作，以保证电池组 15 在其安全工作区域工作。

安全工作区域包括用于跨过电池组 15 中的电池单元 12、14、16、和 18 每一个的电压的上和下限。它也包括用于流经电池组 15 的充电和放电电流的上限。如果超过了安全工作界限的任何一个，则控制逻辑电路 50 把对应参数调节到其界限内，或者结束引起对应参数超过其安全工作界限的状态。例如，如果检测到过电压状态，则控制逻辑电路 50 切断 FET 31，并且如有必要，对电池组 15 进行电池单元平衡操作。如果检测到欠压状态，则切断 FET 32，并且电池保护系统 20 进入特征在于极低功率消耗的休眠状态。当检测到流入正端子 22 的电流时，电池保护系统 20 醒来，即离开休眠状态，并且返回其正常工作状态。如果检测到过电流状态，则控制逻辑电路 50 切断 FET 31 或 FET 32，以终止过电流状态。应该注意，如果过电流在电池组 15 中正在从正电池电极 26 至负电池电极 28 的方向上流动则切断 FET 31，而如果过电流在电池组 15 中正在从负电池电极 28 至正电池电极 26 的方向上流动则切断 FET 32。为了保证安全工作和实现电池组 15 的最大能量效率，在电池监视电路 40 中的控制逻辑电路 50 设计成高精度的。典型地，控制逻辑电路 50 的电压波动最好小于约百分之一(%)。

应该理解, 电池监视电路 40 不限于监视每个电池单元的电压和流入电池组 15 的电流。在本发明的一个可选择实施例中, 电池监视电路 40 还监视电池组 15 的环境温度。在本发明的另一个可选择实施例中, 电池监视电路 40 包括一个检测电池组 15 中的电池单元的数量的电池单元检测电路(未表示)。诸如电池监视电路 40 之类的电池控制电路的操作在共同待决美国专利申请 08/398,255 中描述, 代理人卷号为 No.SC09078C, 标题为“用于电池充电控制的电路和方法(CIRCUIT AND METHOD FOR BATTERY CHARGE CONTROL)”, 发明者为 Troy L.Stockstad 等, 并且转让给摩托罗拉公司。美国专利申请 08/398,255 在此引入作为参考。

图 2 是根据本发明用来对电池充电的过程的流程图 60。举例来说, 表示在图 1 中的电池作为联接到电池保护系统 20 上的电池组 15。

为了对在图 1 的电池系统 10 中的电池组 15 充电, 电压源(未表示)的正和负端子分别联接到电池系统 10 的正端子 22 和负端子 24 上。FET 31 由在其栅电极处的逻辑低电压电平接通。产生一个充电电流(图 2 中的标号 61), 并且从电压源的正端子(未表示)经导通的 FET 31、FET 32、电感器 34、电池组 15、和电流检测电阻器 36 流到电压源的负端子(未表示)。整流器 38 反向偏置并且是非导通的。因为电感器 34, 充电电流从零逐渐增大。而且, 充电电流中的一部分电能转换成电磁能量。换句话说, 使用充电电流产生电磁能量(图 2 中的标号 62), 并且存储在电感器 34 中。

充电电流跨过电流检测电阻器 36 产生一个电压差。比较器 52 检测跨过电流检测电阻器 36 的电压差。借助于其同相输入处于比其反相输入的较高电压电平, 比较器 52 在其输出处产生一个逻辑高电压电平。该逻辑高电压电平传送到磁滞比较器 54 的启动端子。磁滞比较器 54 被启动, 并且检测跨过其两个输入的电压差, 由此检测流入电池组 15 和电流检测电阻器 36 中的充电电流(图 2 中的标号 63)。

跨过磁滞比较器 54 的两个输入的电压差与流入电池组 15 的电流成比例。当流经电池组 15 的充电电流小于一个预定电流值, 例如约 3 安

培(A)时, 跨过磁滞比较器 54 的两个输入的电压差小于磁滞比较器 54 的第一阈值电压值, 例如约 30 mV。磁滞比较器 54 在其输出处产生一个逻辑低电压电平。该逻辑低电压电平经 FET 驱动器 56 传送到 FET 31 的栅电极。FET 31 保持导通, 并且充电电流继续流经电池组 15。当充电电流升高超过预定电流值, 例如约 3 A 时, 在磁滞比较器 54 的同相输入处的电压电平高于在磁滞比较器 54 的反相输入处的电平, 并且电压差大于第一阈值电压值, 例如约 30 mV。磁滞比较器 54 在其输出处产生一个逻辑高电压电平。FET 驱动器 56 将该逻辑高电压电平传送到 FET 31 的栅电极, FET 31 被切断以中断充电电流从电压源(未表示)流到电池组 15(图 2 中的标号 64)。

响应 FET 31 被切断和充电电流被中断, 存储在电感器 34 中的电磁能量被释放, 以产生流经电池组 15、电流检测电阻器 36、和正向偏置的整流器 38 的瞬时电流(图 2 中的标号 65)。磁滞比较器 54 继续检测跨过其两个输入的电压差, 并因此检测流入电池组 15 中的瞬时电流(图 2 中的标号 66)。当瞬时电流减小到另一个预定电流值, 例如基本上等于零的电流值时, 跨过磁滞比较器 54 的两个输入的电压差下降到一个对应电压值, 例如基本上等于零的电压值, 该值小于磁滞比较器 54 的第二阈值电压。在磁滞比较器 54 的输出处的电压电平切换回逻辑低电压电平。该逻辑低电压电平经 FET 驱动器 56 传送到 FET 31 的栅电极, 由此接通 FET 31, 并且再产生经导通的 FET 31 从电压源(未表示)流到电池组 15 的充电电流(图 2 中的标号 67)。然后, 电感器 34 重复产生使用充电电流的电磁能量的步骤(图 2 中的标号 62), 并且磁滞比较器 54 重复检测流入电池组 15 中的充电电流的步骤(图 2 中的标号 63)。

如上文所述, 在充电过程期间流入电池组 15 中的充电电流是由 FET 31、电感器 34、和磁滞比较器 54 调制的脉冲电流。中断和再产生充电电流的频率取决于电感器 34 的电感、由联接到正端子 22 和负端子 24 上的电压源(未表示)供给的充电电压、电池组 15 的电压、及磁滞比较器 54 切换其输出电压电平的阈值电压。一般地说, 小电感和/或在充电电压与电池组 15 的电压之间的大电压差, 将导致中断和再产

生充电电流的频率较高。典型地，该频率在约 50 kHz 与约 200 kHz 之间。标称频率约为 100 kHz。

在充电过程期间，在电池监视电路 40 中的控制逻辑电路 50 在输出 48 处周期地产生一个逻辑高电压电平。在输出 48 处的逻辑高电压电平经 FET 驱动器 56 传送到 FET 31 的栅电极，并且切断 FET 31，由此中断流入电池组 15 中的充电电流。最好，FET 31 在足够长使流入电池组 15 中的瞬时电流基本上减小到零的时间间隔内保持非导通。电池监视电路 40 然后检测跨过电池组 15 中的电池单元 12、14、16、和 18 的每一个的电压(图 2 中的标号 68)。因为流入电池组 15 中的电流基本上为零，所以由电池监视电路 40 检测的电池单元 12、14、16、和 18 的每一个的电压，基本上等于相应电池单元的开路电压。把电池单元 12、14、16、和 18 的每一个的检测电压与控制逻辑电路 50 中的基准电压相比较(图 2 中的标号 69)。最好，该基准电压等于电池单元 12、14、16、和 18 的每一个的全充电电压。

如果电池单元 12、14、16、和 18 的每一个的检测电压低于基准电压，则控制逻辑电路 50 在输出 48 处产生一个逻辑低电压电平。该逻辑低电压电平经 FET 驱动器 56 传送到 FET 31 的栅电极。接通 FET 31，并且重复产生充电电流、产生电磁能量、检测充电电流、及检测跨过电池单元 12、14、16、和 18 的每一个的电压的步骤(在图 2 中分别为标号 61、62、63、和 68)。

如果在电池组 15 中的电池单元的检测电压基本上等于或高于基准电压，则在电池监视电路 40 的输出 48 处的电压电平保持在逻辑高电压电平。锁闭 FET 31，并且结束充电过程(图 2 中的标号 70)。如有必要，电池监视电路 40 通过放电具有最高电压的电池单元对电池组 15 进行电池单元平衡操作。在电池单元平衡操作之后，如果在电池组 15 中的电池单元 12、14、16、和 18 的每一个的电压低于控制逻辑电路 50 中的基准电压，则电池监视电路 40 通过接通 FET 31 可以重新启动充电过程。

在充电过程期间电池监视电路 40 切断 FET 31 和检测跨过电池组

15 中的电池单元 12、14、16、和 18 的每一个的电压的频率，由控制逻辑电路 50 中的一个计时器(未表示)确定。该计时器还确定每当 FET 31 由电池监视电路 40 切断时 FET 31 保持非导通多长。举例来说，电池监视电路 40 在充电过程期间在约一秒的时间段内切断 FET 31 一次。而且，FET 31 每当它由电池监视电路 40 切断时保持非导通约二十毫秒(ms)的时间间隔。然而，应该理解，在充电过程期间 FET 31 由电池监视电路 40 切断的频率和时间间隔不限于这些值。在本发明的可选择实施例中，在对电池系统 10 充电的过程期间在 0.5 秒、1.5 秒、或 2 秒的时间段内，FET 31 可以由电池监视电路 40 一次切断 10 毫秒、15 毫秒、或 25 毫秒的时间段。通过以高频和在较长的时间段内切断 FET 31，能更密切和准确地监视电池单元 12、14、16、和 18 的每一个的电压，保证电池组 15 在安全工作区域中工作。然而，充电过程的时间效率会较低。

因而，FET 31、电感器 34、电流检测电阻器 36、整流器 38、电池监视电路 40、比较器 52、磁滞比较器 54、和 FET 驱动器 56，合作控制在电池系统 10 中的电池组 15 的充电过程期间流入电池组 15 中的充电电流。换句话说，在电池监视电路 40 中的控制逻辑电路 50 用来控制充电过程以及保护电池组 15。因而，消除了对包括高精度充电控制电路的专用锂电池充电器的需要。电池系统 10 能联接到对电池组 15 充电的非调节电压源上。换句话说，消除了在先有技术充电过程中所要求的具有两个精确控制电路的冗余，一个在电池保护系统中而另一个在专用锂电池充电器中。与使用联接到先有技术保护系统上的锂离子电池组的成本相比，显著减小了使用联接到电池保护系统 20 上且装在电池系统 10 中的锂离子电池组的成本。而且，在充电过程期间流入电池组 15 中的电流是脉冲电流。流入电池组 15 中的平均充电电流大于在先有技术的恒流/恒压充电过程中的平均充电电流。因此，根据本发明的充电电池系统 10 的过程比先有技术的恒流/恒压充电过程的时间效率更高。

至此应该认识到，已经提供了一种电池保护系统和一种用来对电池

充电的过程。根据本发明，在电池保护系统中的精确控制电路控制电池充电过程，以及保护电池组，由此消除了对专用电池充电器的需要。使用一个便宜、广泛适用、和易于使用的非调节电压源，能对电池充电。因而，根据本发明充电电池是方便和成本低的。而且，本发明的充电过程比先有技术的恒流/恒压充电过程的时间效率更高。

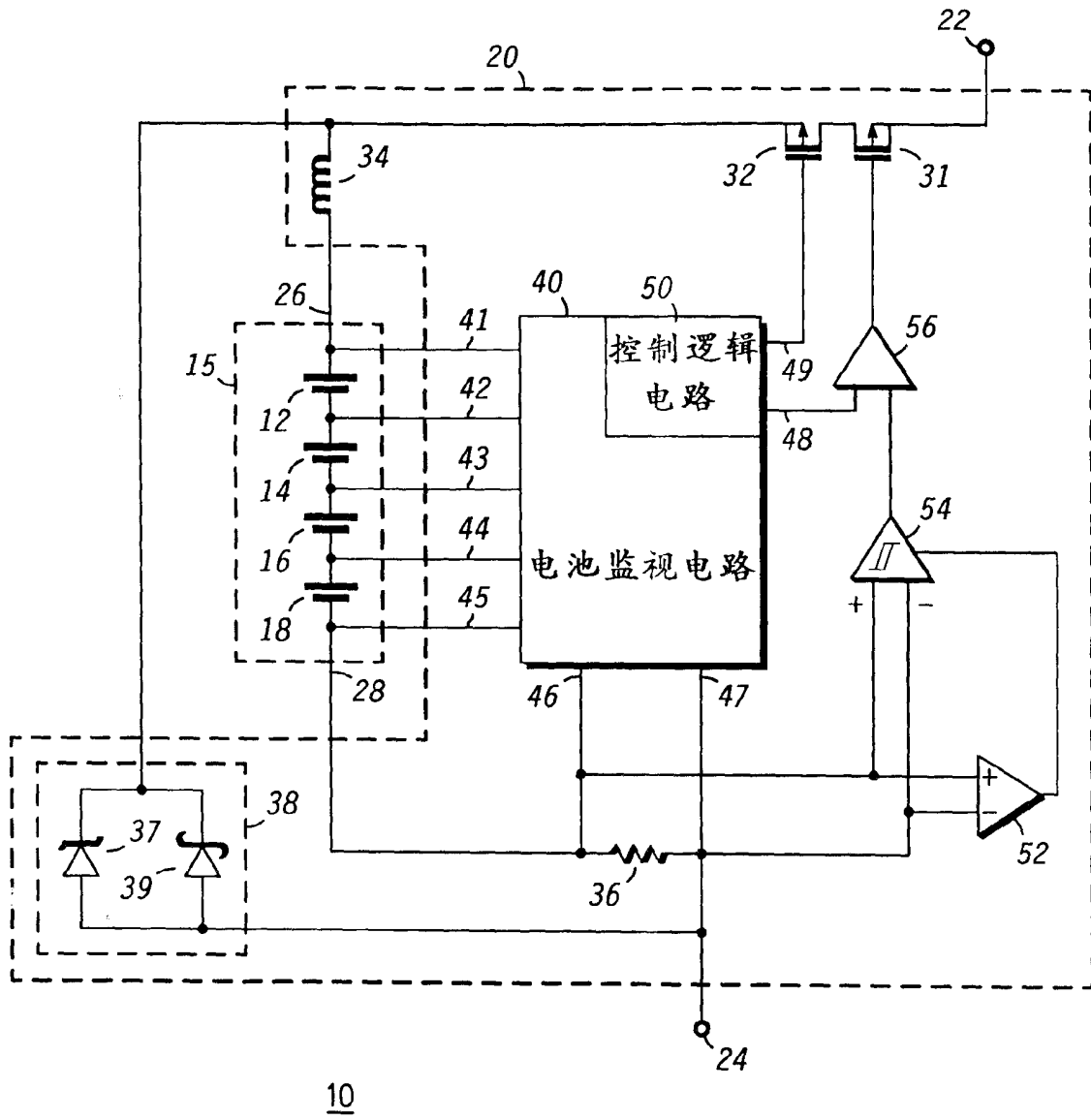


图 1

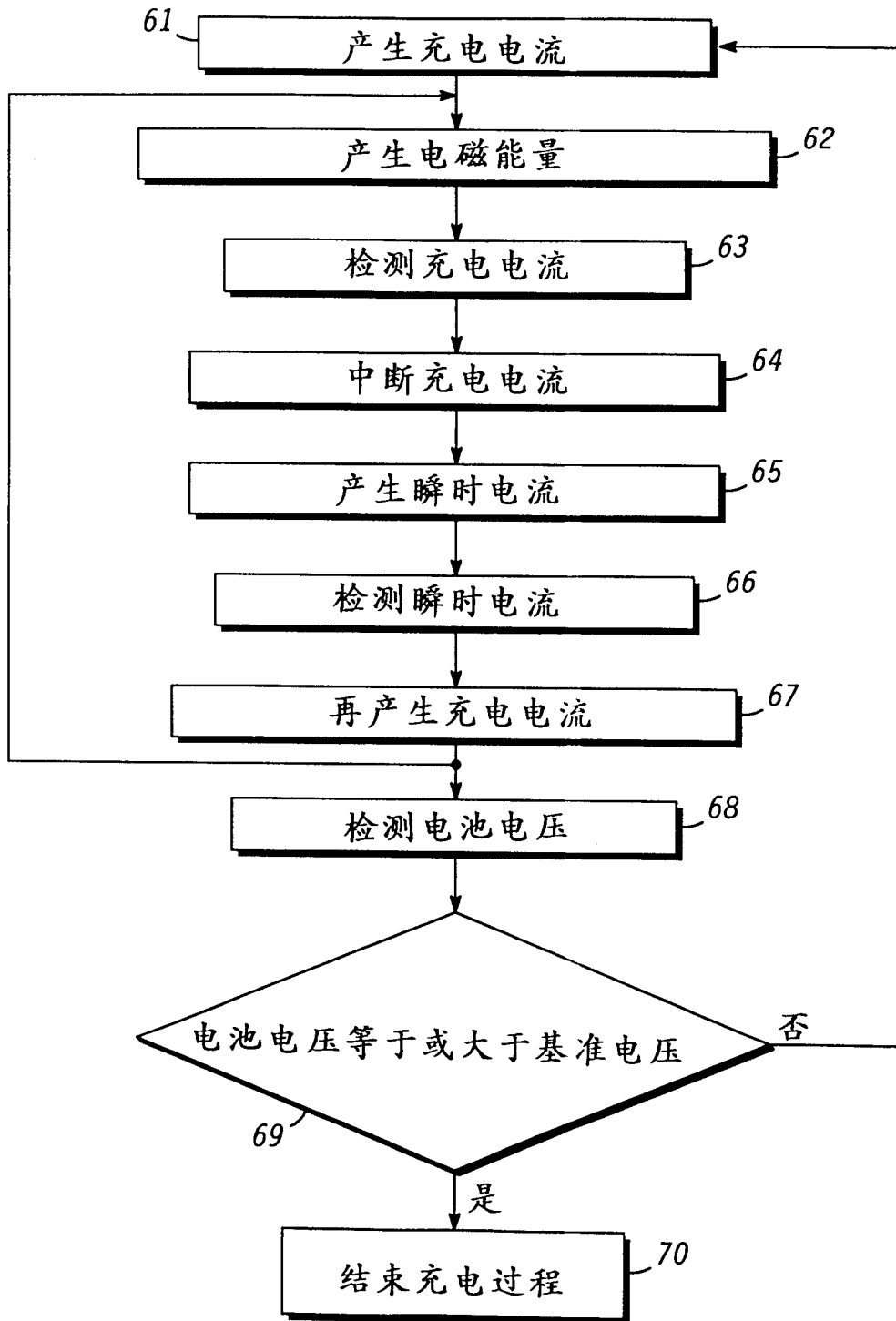


图 2 60