[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
H02H 7/18 (2006.01)
H02J 7/00 (2006.01)

[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200610157582.X

[43] 公开日 2008 年 6 月 25 日

[11] 公开号 CN 101207276A

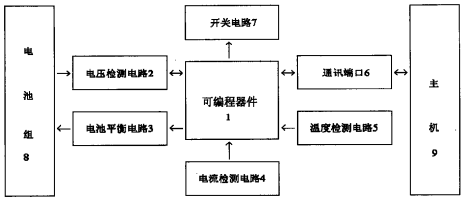
[22] 申请日 2006.12.19
[21] 申请号 200610157582.X
[71] 申请人 比亚迪股份有限公司
地址 518119 广东省深圳市龙岗区葵涌镇延安路比亚迪工业园
[72] 发明人 王海涛 刘彦和 宋海泉 皇攀学
[74] 专利代理机构 深圳创友专利商标代理有限公司
代理人 江耀纯
权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 4 页

[54] 发明名称

串联锂电池保护系统

[57] 摘要

本发明公开了一种串联锂电池保护系统，包括电压检测电路和开关电路，还包括可编程器件，可编程器件控制电压检测电路对串联锂电池的电芯电压进行检测，并根据检测到的电芯电压控制开关电路动作，当充电到大于过充保护值时，关断充电回路；当放电到小于过放保护值时，关断放电回路；所述可编程器件可对过充或过放保护值进行修改。本发明的串联锂电池保护系统通过可编程器件根据电压检测电路信号控制开关电路实现串联锂电池的过充和过放保护，可编程器件可对保护值进行修改，因而可以方便地对保护参数进行调节，保护方式灵活。



1. 一种串联锂电池保护系统，包括电压检测电路（2）和开关电路（7），其特征在于，还包括可编程器件（1），所述可编程器件（1）控制所述电压检测电路（2）对串联锂电池的电芯电压进行检测，并根据检测到的电芯电压控制所述开关电路（7）动作，当充电到大于过充保护值时，关断充电回路；当放电到小于过放保护值时，关断放电回路；所述可编程器件可对过充或过放保护值进行修改。

2. 如权利要求 1 所述的串联锂电池保护系统，其特征在于：所述电压检测电路（2）包括用于测量电压的电压测量 ADC（21）、模拟选通开关（U1）和保证检测电压在所述模拟选通开关（U1）输入范围内的分压电阻网络（22），所述可编程器件（1）控制所述模拟选通开关（U1）接收所述电压测量 ADC（21）的电压测量值。

3. 如权利要求 1 或 2 所述的串联锂电池保护系统，其特征在于，还包括电流检测电路（4），所述电流检测电路（4）包括用于检测电流的检测电阻（41），所述可编程器件（1）对所述检测电阻（41）上的电压进行检测，当检测电阻（41）上的电压超过过流保护值时，所述可编程器件（1）控制所述开关电路（7）动作，关断充电或放电回路。

4. 如权利要求 3 所述的串联锂电池保护系统，其特征在于，还包括电芯平衡电路（3），所述电芯平衡电路（3）在所述可编程器件（1）的控制下可平衡串联锂电池中电芯之间的电压差。

5. 如权利要求 4 所述的串联锂电池保护系统，其特征在于，所述电芯平衡电路（3）包括用于平衡串联锂电池中电芯之间的电压差的平衡电阻网络（31）和平衡开关电路（32），所述平衡开关电路（32）在所述可编程器件（1）的控制下开启或关断所述平衡电阻网络（31）。

6. 如权利要求 5 所述的串联锂电池保护系统，其特征在于，所述平衡开关电路（32）包括第一开关管（Q1）和第二开关管（Q2）。

7. 如权利要求 6 所述的串联锂电池保护系统，其特征在于，所述第一开关管（Q1）为 P-CHANNEL MOSFET，所述平衡电阻网络（31）并接于所述第一开关管（Q1）源极和漏极之间，所述第二开关管（Q2）为 N-CHANNEL MOSFET，门极与所述可编程器件（1）相连，漏极与所述第一开关管（Q1）门极电连接，源极接地。

8. 如权利要求 3 所述的串联锂电池保护系统，其特征在于，还包括温度检测电路（5），所述可编程器件（1）根据所述温度检测电路（5）的信号控制所述开关电路（7）动作。

9. 如权利要求 8 所述的串联锂电池保护系统，其特征在于，所述温度检测电路（5）包括温度检测 ADC（51）、温度传感器（NTC）和电阻电容网络（52）；所述温度传感器（NTC）用于检测电芯温度，所述电阻电容网络用于保证电压在所述温度检测 ADC（51）工作范围内，所述温度检测 ADC（51）用于检测电压并输入到所述可编程器件（1）。

10. 如权利要求 3 所述的串联锂电池保护系统，其特征在于，还包括用于实现所述可编程器件（1）与外部通讯功能的通讯端口（6）。

串联锂电池保护系统

技术领域

本发明涉及一种电池保护系统，尤其是一种串联锂电池保护系统。

背景技术

现在笔记本、电动工具等便携式产品的应用越来越广泛，使用的电池电压也越来越高。为满足其要求，需要把多节电芯串联来满足要求。在这种情况下，多节电芯的电压检测、管理和保护显得日益重要。

锂电池的前期市场主要是手机和照相机等低电压设备， IC（集成电路）厂商针对这点开发出多款保护 IC。但在要求较高的输出电压而串联使用多节电芯时，由于电芯之间的差异，串联使用时会产生不均衡现象，使各节电芯电压不同,因此目前适合工业化使用的串联锂电池保护 IC 一般多为保护 1～4 节电芯。在 2006 年 2 月 1 日公开的发明专利申请 CN1728444A 中披露了一种串联锂离子电池的保护方法及其电路，实现了不少于 5 节电芯串联使用时的过充电保护和过放电保护，其采用将单体电芯分组，每组由不超过 4 节的单体电芯相互串联构成,利用多片 1～4 节串联锂离子电池保护 IC 来实现对电池的保护。但由于其保护值固化在 IC 内部，如需更换电芯或保护值，则需更改 IC，找到符合条件的 IC 更换，比较烦琐。

发明内容

本发明就是为了克服以上的不足，提出了一种可以方便地对保护参数进行调节的串联锂电池保护系统。

为实现上述目的，本发明的串联锂电池保护系统包括电压检测电路和开关电路，还包括可编程器件，可编程器件控制电压检测电路对串联锂电池的电芯电压进行检测，并根据检测到的电芯电压控制开关电路动作，当充电到大于过充保护值时，关断充电回路；当放电到小于过放保护值时，关断放电回路；可编程器件可对过充或过放保护值进行修改。

作为本发明的一种改进，本发明的串联锂电池保护系统还包括电流检测电路。

作为本发明的另一种改进，本发明的串联锂电池保护系统还包括电芯平衡电路，电芯平衡电路在可编程器件的控制下可平衡串联锂电池中电芯

之间的电压差。

作为本发明的又一种改进，本发明的串联锂电池保护系统还包括温度检测电路，可编程器件根据温度检测电路的信号控制开关电路动作。

进一步地，本发明的串联锂电池保护系统还包括用于实现可编程器件与外部通讯功能的通讯端口。

本发明的串联锂电池保护系统通过可编程器件根据电压检测电路信号控制开关电路实现串联锂电池的过充和过放保护，可编程器件可对保护值进行修改，因而可以方便地对保护参数进行调节，保护方式灵活。

尤其是本发明的串联锂电池保护系统包括电流检测电路，电芯平衡电路，温度检测电路和通讯端口；因此可以实现电流和温度保护，并具有平衡和通讯功能。

本发明的特征及优点将通过实施例结合附图进行详细说明。

附图说明

图 1 是本发明实施例的系统总体结构示意图；

图 2 是本发明实施例的 8 节电芯以下的电压检测电路结构示意图；

图 3 是本发明实施例的 8 节电芯以上的电压检测电路结构示意图；

图 4 是实发明实施例的电芯平衡控制电路结构示意图；

图 5 是本发明实施例的多点温度检测电路结构示意图；

图 6 是本发明实施例的可编程器件与主机通讯电路结构示意图；

图 7 是本发明实施例的电流检测电路结构示意图；

图 8 是本发明实施例的可编程器件内部程序流程图。

具体实施方式

本发明实施例的系统总体结构如图 1 所示，电压检测电路 2 测试电池组 8 中每节电芯的电压，在充电状态下，当电芯电压大于预设过充保护电压值时，由可编程器件 1 发出信号控制开关电路 7 动作，关断充电回路，完成对电池组 8 过充电的电压保护；在放电状态下，当电芯电压小于预设过放保护电压值时，由可编程器件 1 发出信号控制开关电路 7 动作，关断放电回路，完成对电池组 8 过放电的电压保护。

可编程器件 1 通过电流检测电路 4 测试电池组 8 中流过每节电芯的电流值，无论是充电状态还是在放电状态，当流过电芯中的电流大于预设过电流值时，由可编程器件 1 发出信号控制开关电路 7 动作，关断主回路，完成对电池组 8 过电流保护的功能。

可编程器件 1 通过温度检测电路 5 测试电芯表面温度值，无论是充电状态还是在放电状态，当检测温度大于预设温度保护值时，由可编程器件 1 发出信号控制开关电路 7 动作，关断主回路，完成对电池组 8 过温度保护的功能。为了保证温度检测的准确性，根据需要，可以实施多点温度测试，由可编程器件 1 分析判断，完成温度保护功能。

可编程器件 1 通过电压检测电路 2 测试电池组 8 中每节电芯的电压值，在充电状态时，当电芯电压大于预设平衡启动电压，且有两节以上（包括两节）电芯的电压值之差超过预设平衡电压时，由可编程器件 1 发出信号控制电池平衡电路 3 动作，完成对电芯电压不平衡的校正。

可编程器件 1 可以监控电池组 8 的工作状态，并通过通讯端口 6 向主机 9 提供电芯的参数。根据外设的要求不同，可以采用不同的数据传输协议。

本发明实施例的电压检测电路 2 如图 2 和图 3 所示。电压检测电路 2 包括电压测量 ADC（模一数转换）21、分压电阻网络 22，模拟选通开关 U1。其中，电压测量 ADC21 负责电压的测量；分压电阻网络 22 由一组电阻和电容组成，其保证检测电压在模拟选通开关 U1 的输入范围内；模拟选通开关 U1 采用一片 ADG708（如图 2 所示，用于 8 节以下电芯串联）或两片 ADG708（如图 3 所示，用于 8 节以上电芯串联，也可采用一片 ADG426）选通分压电阻网络 22，输出选通的电压给电压测量 ADC21 检测；可编程器件 1 通过 ADG708 的 EN、A0、A1、A2 管脚控制模拟选通开关 U1，接收电压测量 ADC21 的数据，控制开关电路 7，实现锂电池的过充、过放保护，同时可编程器件 1 记录、更新电池组 8 每节电芯电压，为电池平衡和通讯做准备。

通过调整电芯 Bn 和 B(n+1)上的电阻 R1、R2、R3、R4 的阻值，使得电芯分压的电压在模拟选通开关的输入范围 VCC 内。根据电阻分配，有 $\frac{R2}{R1+R2}*Bn\le VCC$，推出 $\frac{R1}{R2}\ge\frac{Bn}{VCC}-1$，同理可以推出 $\frac{R3}{R4}\ge\frac{B(n+1)}{VCC}-1$。R2 上的电流 I 为 I≈Bn/(R1+R2)。

Bn 为第 n 串的电芯电压，根据电池的过充电压设置可以计算出 Bn 最大值为 Bn＝n*（过充电压）；

VCC 为模拟选通开关 ADG708 的供电电压。

由上述公式可以选择电阻 R1、R2、R3、R4 的阻值。

例如：过充电压设置为 4.2V，则 B14＝14*4.2＝58.8V。ADG708 的供电电压 VCC 为 3.3V，则 R1/R2≥16.82,I≈58.8/(R1+R2)。设 R2＝100K，则 R1≥1.7M，此时流经 R1、R2 的电流为 I≈0.03mA。同理可以计算出 R3、R4 的阻值。在保证分压精度的情况下，R1 与 R2 的阻值要尽可能的大，才能使得流经 R1、R2 的电流尽可能的小，减小线路板的功耗。

本发明实施例的电芯平衡电路 3 如图 4 所示，包括平衡电阻网络 31 和平衡开关电路 32。平衡开关电路 32 包括第一开关管 Q1 和第二开关管 Q2。第一开关管 Q1 为 P-CHANNEL MOSFET（P 沟道金属氧化物半导体场效应管），第二开关管 Q2 为 N-CHANNEL MOSFET（N 沟道金属氧化物半导体场效应管）。可编程器件 1 控制第二开关管 Q2 是否导通，第二开关管 Q2 控制第一开关管 Q1 是否导通，第一开关管 Q1 用来开关平衡电路。

在充电过程中，可编程器件 1 通过电压检测电路 2 检测并记录电芯电压。当电芯电压达到平衡比较值（一般锂离子电池的平衡比较值为 4.0V，此值可以根据需要更改）之后，可编程器件 1 开始比较达到平衡比较值的每节电芯电压，当电芯电压差达到预设的电压值（一般锂离子电池的平衡启动电压为 0.1V，此值可以根据需要更改）后，可编程器件对电压比较高的电芯平衡电路输出高电平，第二开关管 Q2 打开，第一分压电阻 R6 上产生压降，第一开关管 Q1 打开，电流经第二开关管 Q2 和限流电阻 R5 形成回路。平衡电流为 I＝(B(n+1)-Bn)/R5，通过调整电阻 R5 的阻值，可以修改平衡电流的大小；根据电阻分配，有 $\frac{R7}{R6+R7}*B(n+1)\geq Bn$，推出 $\frac{R6}{R7}\leq\frac{B(n+1)}{Bn}-1$，第二分压电阻 R7 上的电流为 I≈B(n+1)/(R6+R7)。

Bn 为第 n 串的电芯电压，根据电池的过充电压设置可以计算出 Bn 最大值为 Bn＝n*（过充电压）；

B(n+1)为第(n+1)串的电芯电压，根据电池的过充电压设置可以计算出 B(n+1)最大值为 B(n+1)＝(n+1)*（过充电压）；

可编程器件 1 输出低电平时，第二开关管 Q2 关断，但仍有漏电 Idss，所以第一分压电阻 R6 上的漏电压 Vr6＝Idss*R6，Vr6 不可超过第一开关管 Q1 的开启电压 Vgs。所以 R6＜Vgs/Idss。

由上述公式可以选择电阻 R5、R6、R7 的阻值。第二开关管 Q2 关断时 VDS 上的电压为 B(n+1)，所以第二开关管 Q2 选择时 VDS 至少为

B(n+1)。

本发明实施例的温度检测电路 5 如图 5 所示，包括温度检测 ADC51、温度传感器 NTC、电阻电容网络 52。显然可以在需要进行温度检测的点上加入上述温度检测电路以便实现多点温度检测。图 5 中示出两个温度检测电路，其中两个电阻电容网络 52 分别为 R9、C3 和 R10、C4。两个温度传感器 NTC1、NTC2 需要紧贴在被检测的物体表面，当温度变化的时候，阻值会跟随变化；电阻电容网络 52 与温度传感器 NTC 构成分压，保证电压在温度检测 ADC51 工作范围内；温度检测 ADC51 负责检测电压，把模拟量转换为数字量，输入可编程器件 1，可编程器件 1 控制开关电路 7，保证温度过高或过低的时候锂电池是否可以充放电。

电阻电容网络 52 与温度传感器 NTC 的分压 $V=\frac{VCC}{R9+NTC1}\le V_{ADC}$，推出 $R9\ge\frac{VCC}{V_{ADC}}-NTC1$。R9 上的电流 I≈VCC/(R9+NTC1)。R10 可以依此类推。

以上各式中，V_{ADC} 为 ADC 的最大输入电压。

NTC1 为 NTC 在电池最低工作温度点时的 NTC 的阻值。

由上述公式可以选择电阻 R9、R10 的阻值。

本发明实施例的通讯电路如图 6 所示。可编程器件 1 的通讯功能是由预留的通讯端口 6 完成的。根据外设的要求不同，可以选择不同的通讯方式，采用不同的通讯协议。

本发明实施例的电流检测电路如图 7 所示。当充电时，电流从 B-流向 P-，检测电阻 41 上形成一定的压差。可编程器件 1 检测压差，与电路中电阻 41 相除后算出充电电流，若电流大于预设过电流值，由可编程器件 1 发出信号控制开关电路 7 动作，关断充电回路，实现在充电过程中对电芯的保护。当放电时，电流从 P-流向 B-，检测电阻 41 上形成一定的压差。可编程器件 1 检测压差，与电路中电阻 41 相除后算出放电电流，若电流大于预设过电流值，由可编程器件 1 发出信号控制开关电路 7 动作，关断放电回路，实现在放电过程中对电芯的保护。需要根据控制的电流大小选取合适的电阻值，检测电阻 41 上的压降 V=I*R。电阻太大，会造成电阻的功率很大，在充放电时，造成较大的损耗；电阻太小，在充放电的时候检测电阻上形成的压降太小，不利于检测。

本发明实施例的可编程器件 1 可以是单片机，也可以是 FPGA（现场可

编程门阵列)、CPLD（复杂可编程逻辑器件）等其他可编程器件；主机 9 为系统控制部分，例如可在计算机上运行管理软件，包括发出指令通知可编程器件 1 修改电芯保护参数，将可编程器件 1 传来的数据输入数据库以便对电芯保护进行管理等。

可编程器件 1 的内部固化程序流程图如图 8。可编程器件 1 的固化程序主要根据 ADC 采集的电压、温度、电流值进行处理，控制开关电路 7 和电芯平衡电路 3，并通过通讯端口 6 和主机 9 通讯，把电池的工作状态传输给主机 9。当电芯接上可编程器件 1 后，可编程器件程序启动，先检测一下环境（电压和温度）是否符合单片机工作（与内部设定值比较），如果不符合单片机工作，则单片机进入休眠状态；如果符合，则根据检测到的温度判断（此处的温度判断与系统的温度判断不同。系统温度判断的范围比较广，如-20℃到 60℃系统均可工作；但充放电的温度范围较小，如-10℃到 50℃才能充放电）是否可以打开开关进行充放电。如果电芯的电压比较低（与程序预设的值比较），则充电的时候以小电流进行充电（这种充电方式称为预充电，有利于电芯的恢复，若以大电流直接充电，会对电芯造成损坏）。打开开关电路之后，可编程器件对电流进行采样，并判断电流的流向（充电或放电）。一般而言，在充电的过流保护值比较低，而放电的过流保护值比较高。其中，电流判断是指电流流向的判断，电流保护判断是指在电流判断的基础上根据电流的大小再判断是否保护。

本发明保证了高电压的串联锂电池组工作的安全可靠，其保护参数由可编程器件通过程序进行控制，可根据客户要求调节电芯的保护参数，保护方式灵活。同时增加了电流和温度保护、平衡、通讯功能。

以上内容是结合具体的优选实施方式对本发明所作的进一步详细说明，不能认定本发明的具体实施只局限于这些说明。对于本发明所属技术领域的普通技术人员来说，在不脱离本发明构思的前提下，还可以做出若干简单推演或替换，都应当视为属于本发明的保护范围。

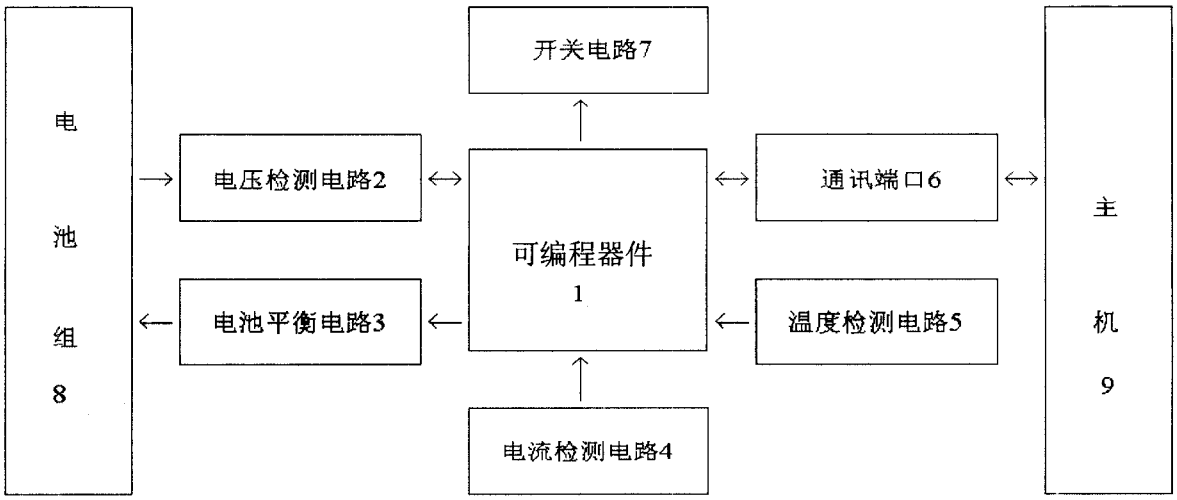

电
池
组
8
电压检测电路2
电池平衡电路3
开关电路7
可编程器件
1
电流检测电路4
通讯端口6
温度检测电路5
主
机
9

图 1

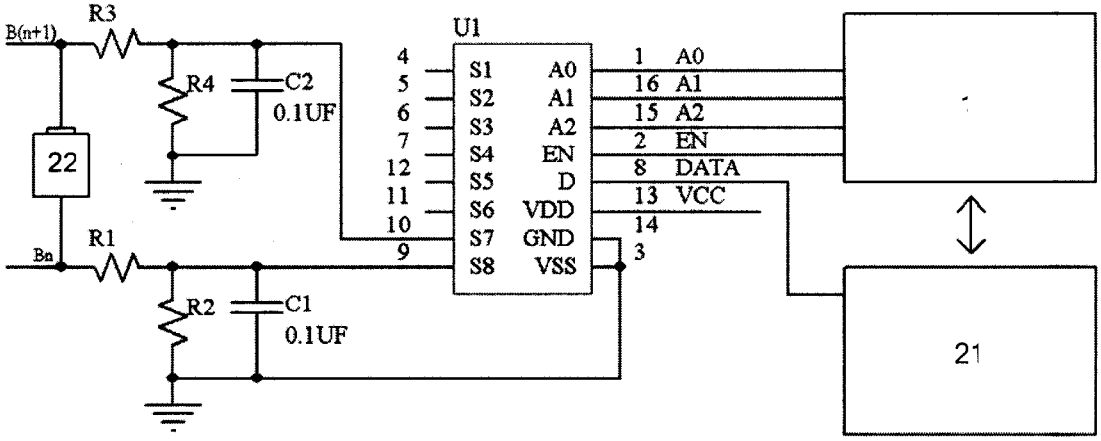

B(n+1)
R3
R4
C2
0.1UF
22
Bn
R1
R2
C1
0.1UF
U1
4
5
6
7
12
11
10
9
S1
S2
S3
S4
S5
S6
S7
S8
A0
A1
A2
EN
D
VDD
GND
VSS
1 A0
16 A1
15 A2
2 EN
8 DATA
13 VCC
14
3
21

图 2

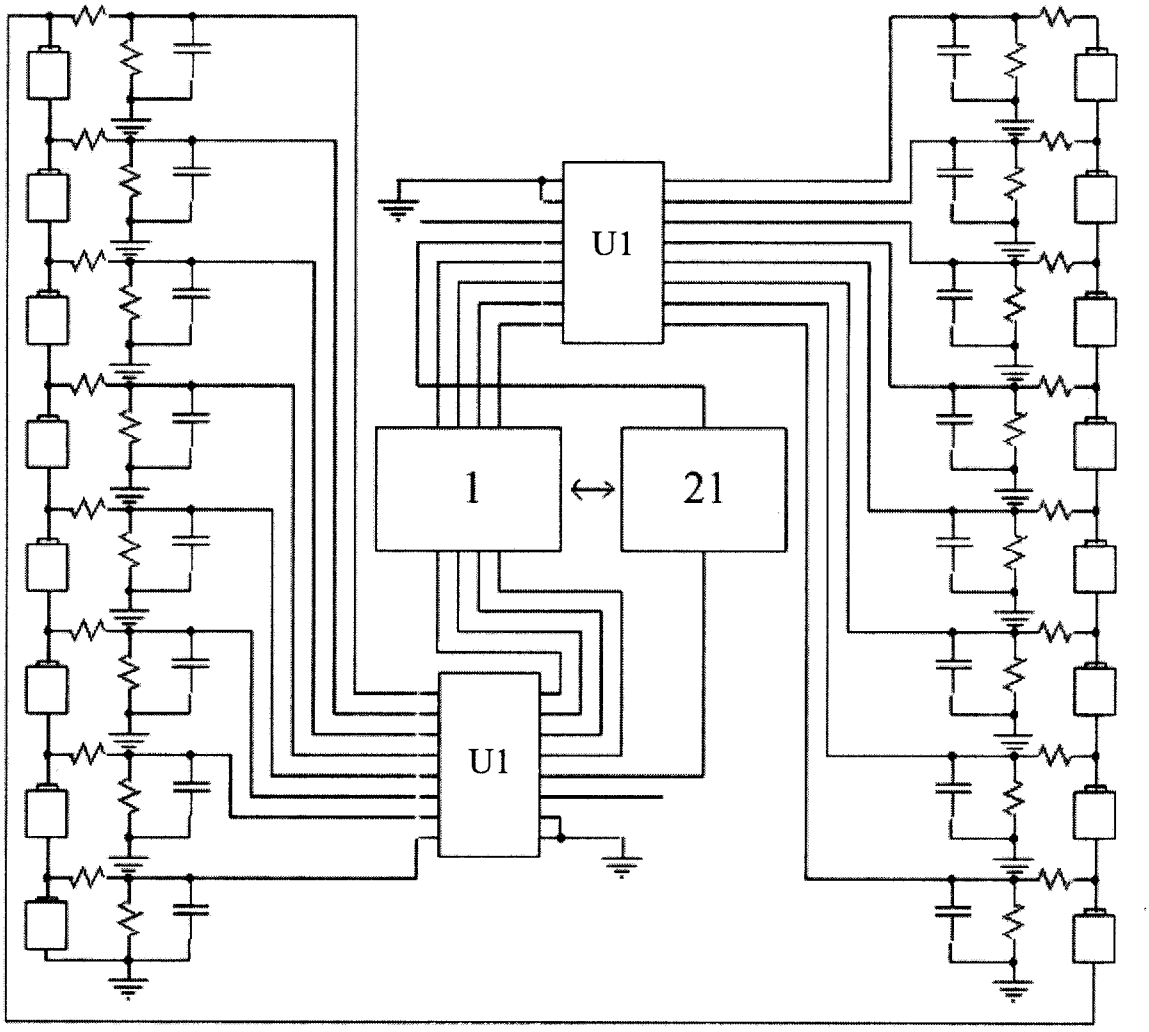


图 3

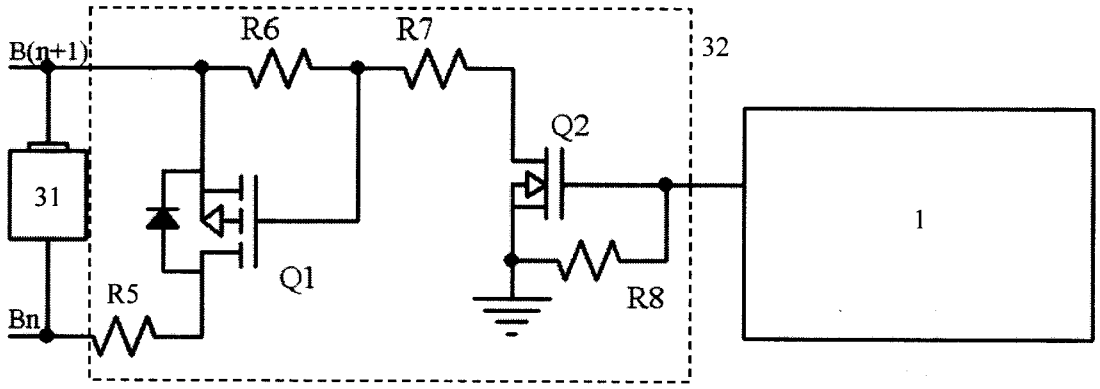


图 4

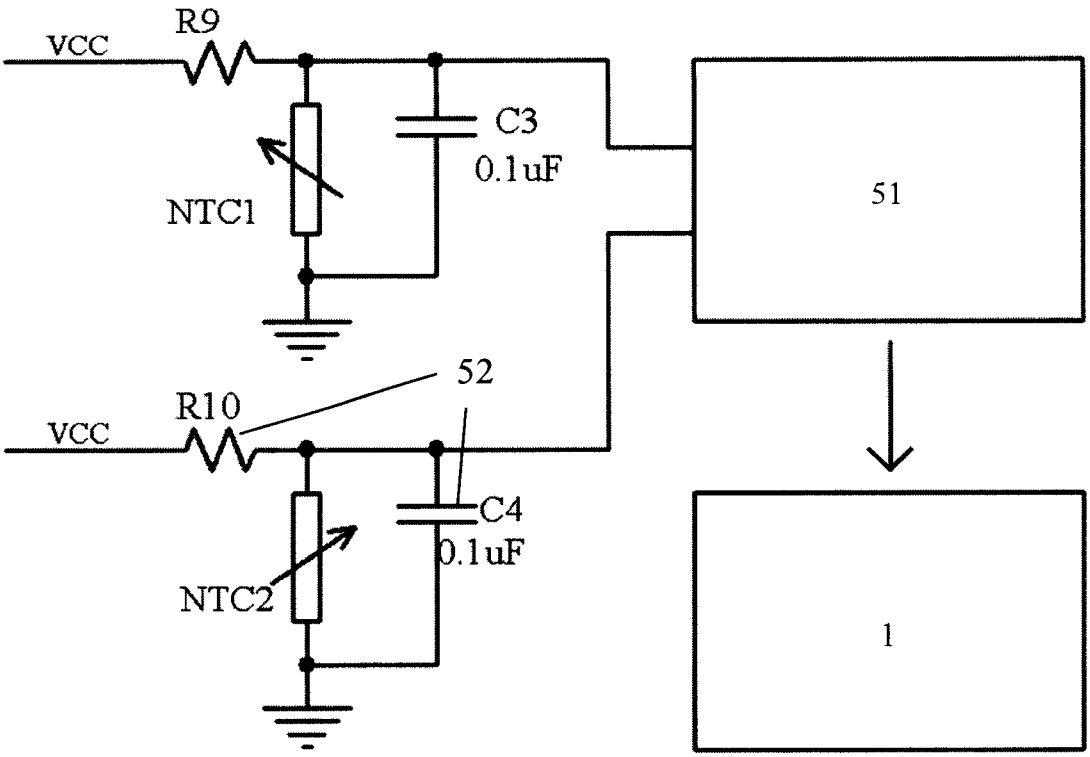

VCC
R9
C3
0.1uF
NTC1
51
52
VCC
R10
C4
0.1uF
NTC2
1

图 5

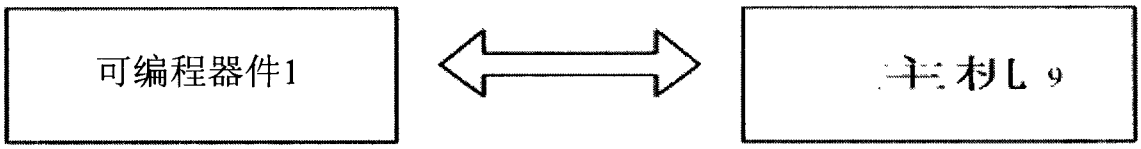

可编程器件1

图 6

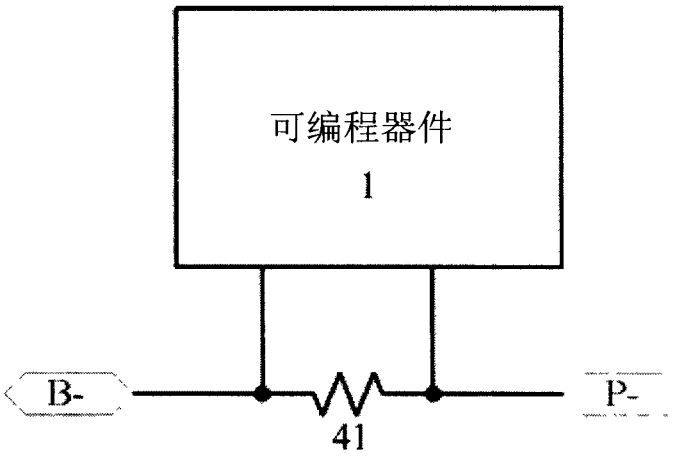

可编程器件
1
B-
P-
41

图 7

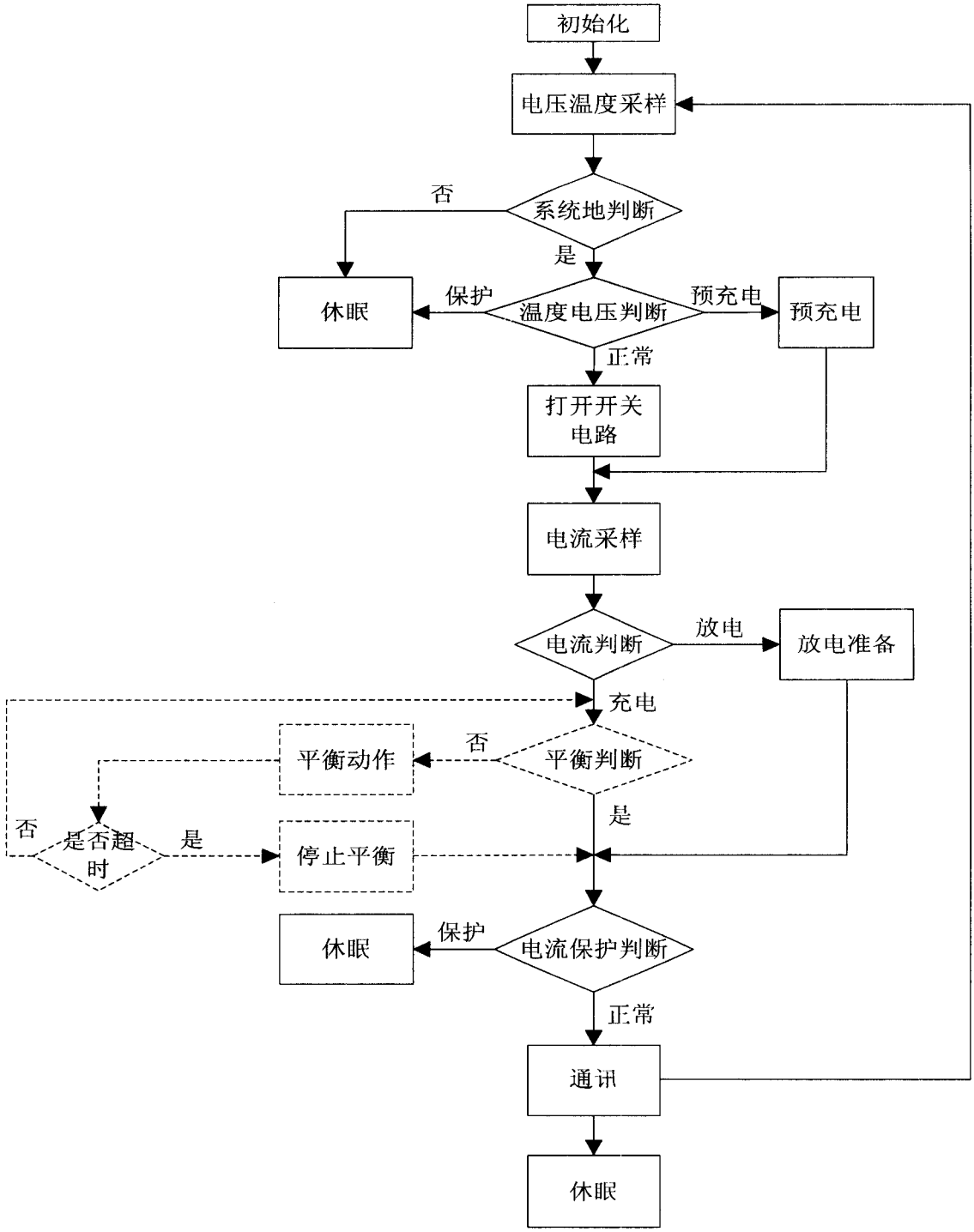

初始化
电压温度采样
否
系统地判断
是
休眠
保护
温度电压判断
预充电
预充电
正常
打开开关电路
电流采样
电流判断
放电
放电准备
充电
平衡动作
否
平衡判断
是
否
是否超时
是
停止平衡
休眠
保护
电流保护判断
正常
通讯
休眠

图 8