



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104330666 A

(43) 申请公布日 2015. 02. 04

(21) 申请号 201410587954. 7

(22) 申请日 2014. 10. 28

(71) 申请人 陕西千山航空电子有限责任公司

地址 710065 陕西省西安市高新区南三环辅
道 G16 号

(72) 发明人 田军

(74) 专利代理机构 中国航空专利中心 11008

代理人 张奕轩

(51) Int. Cl.

G01R 31/00 (2006. 01)

G01R 27/26 (2006. 01)

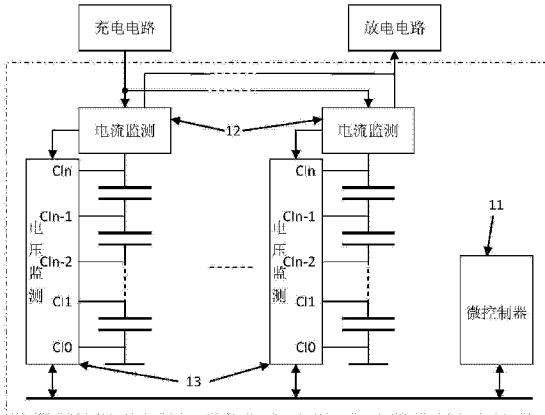
权利要求书1页 说明书3页 附图3页

(54) 发明名称

一种超级电容组中电容单体故障定位装置和
方法

(57) 摘要

本发明属于航空机载电子技术领域,应用于记录器独立电源,特别是涉及一种超级电容组中电容单体故障定位装置和方法。本发明通过微控制器控制电压监测和电流监测电路,采集流过每一组超级电容器的电流和每个电容单体的电压,通过对采集到的数据进行计算,可以进行每个超级电容容量的计算,然后将每个超级电容容量计算值与其容量额定值比对,如果超出允许的范围,则可判定该超级电容故障。本发明由于超级电容的故障检测电路和定位算法嵌入到航空机载电子设备中,实现了对超级电容在线检测和报故,相较于现有的方式,能够尽早的识别超级电容故障,并大大的提高了独立电源的维修效率。



1. 一种超级电容组中电容单体故障定位装置,包括微控制器[11]、电压监测[13]和电流监测[12],其中电流监测[12]一端接充电电路和放电电路,另一端接串联电容组正端,电流监测[12]监测输出接电压监测[13]监测输入CI0,串联电容组所有电容两端依次接入电压监测[13]的监测输入CI1~CIn,每组串联电容组配置的电压监测[13]的数据控制总线与微控制器[11]连接。

2. 一种超级电容组中电容单体故障定位方法,利用到权利要求1所述的故障定位装置,其特征在于,包括以下步骤:

步骤1:串联超级电容组充电或放电,等间隔定时 Δt 采集充电电流 I_x 以及每个超级电容的电压 U_{nx} 共m+1次,n为电容序号,x为采集序号,分别对应0、1、2、……、m;

步骤2:根据m+1次采样结果计算一段时间 $m \times \Delta t$ 后各个超级电容充入的能量的容量,公式为:

$$\Delta W_n = \sum_{x=1}^m (I_x \cdot U_{nx} \cdot \Delta t) = \sum_{x=1}^m (U_{nx}) \cdot I_x \cdot \Delta t \dots \text{公式 } ① ;$$

步骤3:根据电容能量变化与电压变化之间的关系公式:

$$\Delta W_n = W_{nm} - W_{n0} = \frac{1}{2} C_n (U_{nm}^2 - U_{n0}^2) \dots \text{公式 } ②$$

$$\text{得出每个超级电容容量为: } C_n = \frac{2 \cdot \Delta W_n}{U_{nm}^2 - U_{n0}^2} = \frac{2 \cdot \sum_{x=1}^m (U_{nx}) \cdot I_x \cdot \Delta t}{U_{nm}^2 - U_{n0}^2} \dots \text{公式 } ③ ;$$

步骤4:对所有超级电容器进行故障判断,对每个超级电容器,当该超级电容的计算容量低于额定容量允许偏差下限时,或该超级电容的计算容量高于额定容量允许偏差上限时,认为该超级电容故障。

一种超级电容组中电容单体故障定位装置和方法

技术领域

[0001] 本发明属于航空机载电子技术领域,应用于记录器独立电源,特别是涉及一种超级电容组中电容单体故障定位装置和方法。

背景技术

[0002] 国内航空座舱音频记录器(俗称:黑匣子)独立电源上,采用超级电容作为储能介质。然而,超级电容主要面向工业领域应用,如用于新能源(风电、太阳能发电等)系统中做电能贮存,其可靠性并不如军用的钽电解电容。而且,由于超级电容属于液态电解电容器,根据其密封情况,一定时间后,其电解液会逐步挥发,导致电容器容量下降,甚至失效。

[0003] 对于超级电容器失效的检测,可以通过专用的超级电容测试仪来测试,主要是电容量的测试。由于超级电容器容量过大,其容量一般采用恒流充放电,根据电压随时间的变化量来计算,而非一般电容器采用交流激励测试等效阻抗的方式来实现,因此,其测试时间较长,效率较低。

[0004] 对于超级电容的应用,一般采用串联加并联的方式,构成一个更高耐压、更高容量的超级电容组来储存能量。如果一个超级电容损坏,则需要对所有超级电容进行检查,以定位失效电容,便于维修。对于典型的记录器独立电源应用,其内部有12只400F超级电容器,采用人工测试,每一只按标准的1A充电和放电各一次,各需要时间约18分钟,完成12只电容的测试则需要7.2小时,一般测试时,还要进行高温和低温下的测试,则耗时约3个工作日,当然,采用多通道充电,可以大幅缩减定位时间。

[0005] 目前,针对航空机载电子设备,如果在使用过程中能够定位故障电容单体,则可以大大减小地面维修时间。因此,在航空机载电子设备中内嵌超级电容的故障定位功能,能够在超级电容异常时,给出提示信息并定位,则可以避免独立电源失效对机载功能的影响,同时提高了维修效率。

发明内容

[0006] 发明目的:本发明的目的是给出一种超级电容组中电容单体故障检测装置和方法,基于该装置和方法实现超级电容单体的故障定位。

[0007] 技术方案:一种超级电容组中电容单体故障定位装置,包括微控制器11、电压监测13和电流监测12,其中电流监测12一端接充电电路和放电电路,另一端接串联电容组正端,电流监测12监测输出接电压监测13监测输入CI0,串联电容组所有电容两端依次接入电压监测13的监测输入CI1~CIn,每组串联电容组配置的电压监测13的数据控制总线与微控制器11连接。

[0008] 一种超级电容组中电容单体故障定位方法,利用上述故障定位装置,包括以下步骤:

[0009] 步骤1:串联超级电容组充电或放电,等间隔定时 Δt 采集充电电流Ix以及每个超级电容的电压Unx共m+1次,n为电容序号,x为采集序号,分别对应0、1、2、……、m;m

的值为实际充放电次数；

[0010] 步骤 2：根据 $m+1$ 次采样结果计算一段时间 $m \times \Delta t$ 后各个超级电容充入的能量的容量，公式为：

$$[0011] \Delta W_n = \sum_{x=1}^m (I_x \cdot U_{nx} \cdot \Delta t) = \sum_{x=1}^m (U_{nx}) \cdot I_x \cdot \Delta t \dots \text{公式①} ;$$

[0012] 步骤 3：根据电容能量变化与电压变化之间的关系公式：

$$[0013] \Delta W_n = W_{nm} - W_{n0} = \frac{1}{2} C_n (U_{nm}^2 - U_{n0}^2) \dots \text{公式②}$$

$$[0014] \text{得出每个超级电容容量为: } C_n = \frac{2 \cdot \Delta W_n}{U_{nm}^2 - U_{n0}^2} = \frac{2 \cdot \sum_{x=1}^m (U_{nx}) \cdot I_x \cdot \Delta t}{U_{nm}^2 - U_{n0}^2} \dots \text{公式③} ;$$

[0015] 步骤 4：对所有超级电容器进行故障判断，对每个超级电容器，当该超级电容的计算容量低于额定容量允许偏差下限时，或该超级电容的计算容量高于额定容量允许偏差上限时，认为该超级电容故障。

[0016] 有益效果：本发明由于超级电容的故障检测电路和定位算法嵌入到航空机载电子设备中，实现了对超级电容在线检测和报故，相较于现有的方式，能够尽早的识别超级电容故障，并大大的提高了独立电源的维修效率。

附图说明

[0017] 图 1 为本发明采用的超级电容单体故障检测电路原理框图；

[0018] 图 2 为本发明采用的实施例硬件电路图；

[0019] 图 3 为本发明采用的超级电容故障定位流程。

[0020] 其中：

[0021] [11] 微控制器

[0022] [12] 电流监测

[0023] [13] 电压监测

[0024] [121] Rsense

[0025] [122] Rin1

[0026] [123] Rin2

[0027] [124] LT6104

[0028] [125] Rout

具体实施方式

[0029] 本发明通过微控制器控制电压监测和电流监测电路，采集流过每一组超级电容器的电流和每个电容单体的电压，通过对采集到的数据进行计算，可以进行每个超级电容容量的计算，然后将每个超级电容容量计算值与其容量额定值比对，如果超出允许的范围，则可判定该超级电容故障。

[0030] 下面结合附图对发明的一种实施例做进一步详细描述，请参阅图 1 ~ 图 3。

[0031] 硬件实施方式如下：

[0032] 采用串联电池 / 电容监测芯片 LT6803, 构成电压监测 13 单元, 其监测端分别接到各个超级电容的两端。采用 LT6104 构成电流监测 12 单元, 电流监测 12 单元的输出接电压监测 13 单元的温度信号测试接口, 微控制器 11 通过 SPI 总线连接到电压监测 13 单元的 SPI 总线接口。如图 3 所示。电流监测 12 单元的接法按照图 2 中所示, 其中电流 I 与 Rout125 上的电压关系为 :

$$[0033] V_{Rout} = I \cdot \frac{R_{sense} \cdot R_{out}}{R_{in}}$$

[0034] 为了控制功耗, 一般将 Rsense 控制在 100 毫欧以下, 根据工作电流大小进行适当调整。

[0035] 实施方式如图 3 所示流程图。该流程图仅针对放电或充电单一模式。以下举例说明 :

[0036] 首先, 设置微控制器定时器 1s 定时中断开启, 然后在每次 1s 定时中断触发时, 按如下步骤进行 :

[0037] 第一步 : 通过 SPI 接口控制 LT6803 采集各个电容的电压, 同时采集充电 / 放电电流 ;

[0038] 第二步 : 如果当前采集是第 0 次采集, 则保存当前电压值和电流为初始值 Un0 和 In0, 并将能量变化值 ΔW_n 清零, 否则, 累计能量变化量为 $\Delta W_n = \Delta W_n + U_{nx} \times I_x \times \Delta t$;

[0039] 第三步 : 如果完成第 m 次采集, 则每个电容的容值按照 $C_n = \frac{2 \cdot \Delta W_n}{U_{nm}^2 - U_{n0}^2}$ 可以计算出来, 其中 Unm 为第 m 次采集到的电容电压, 而 Un0 为第 0 次采集到的电容电压 ;

[0040] 第四步 : 判断电容容值是否在接受的范围内, 如电容容值接受范围为 300F ~ 400F, 则计算出来的容值低于 300F 或高于 400F 则认为该超级电容故障。

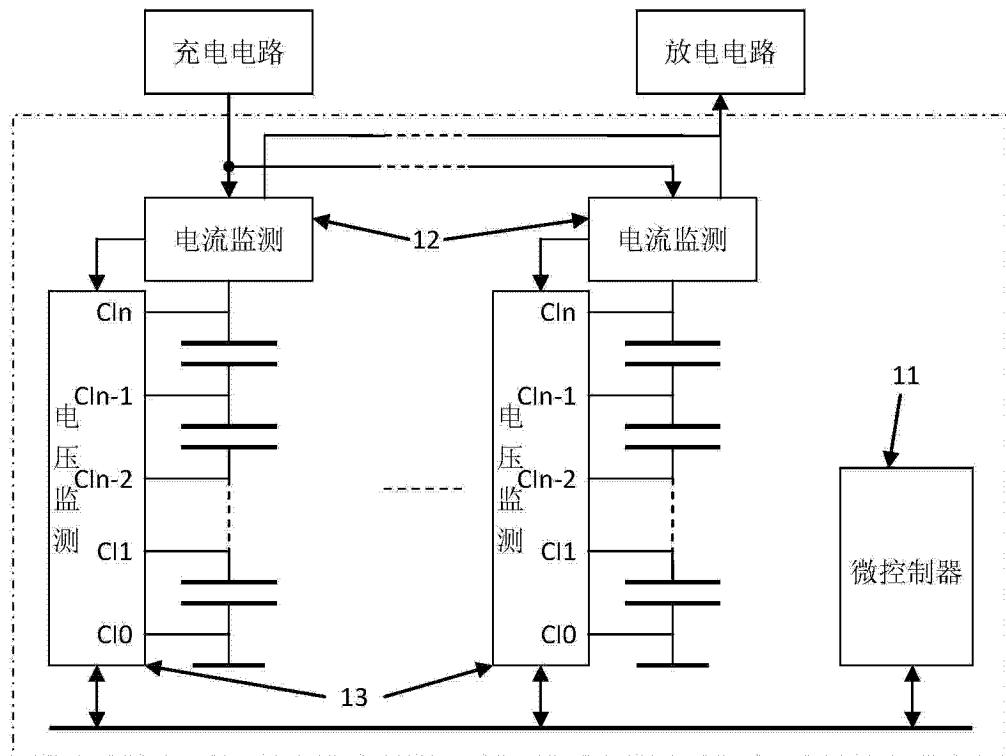


图 1

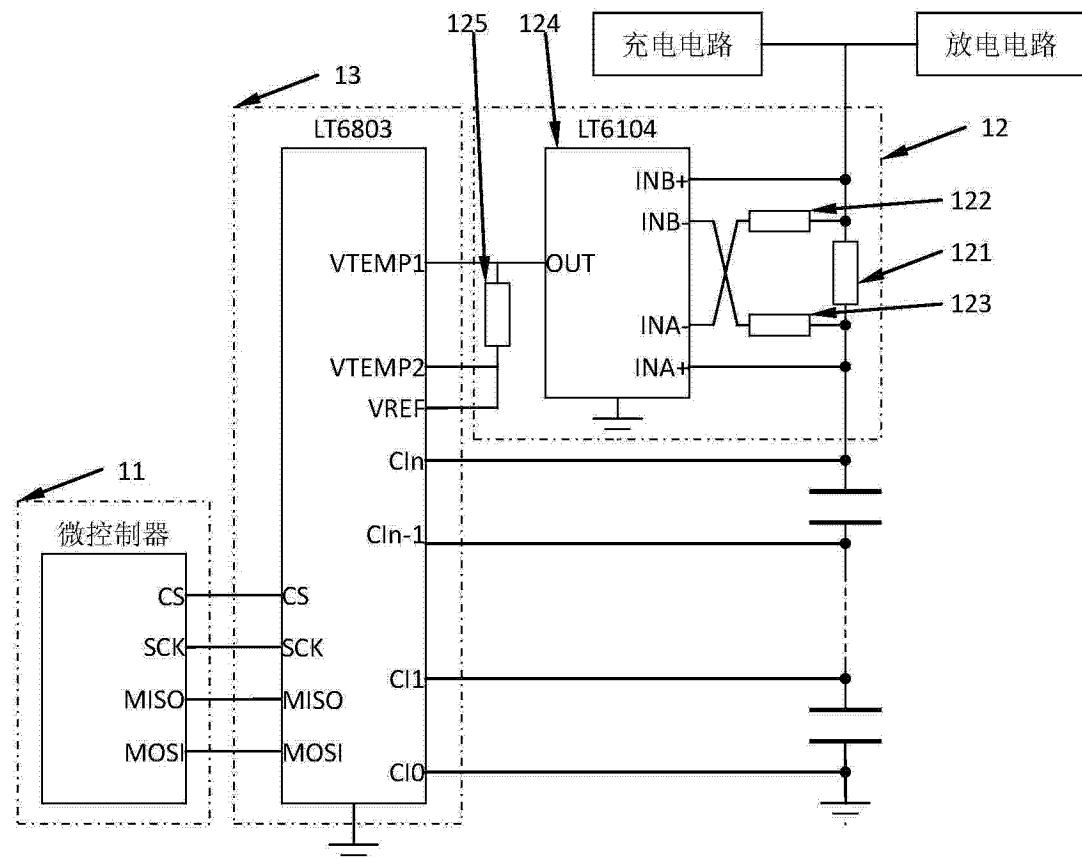


图 2

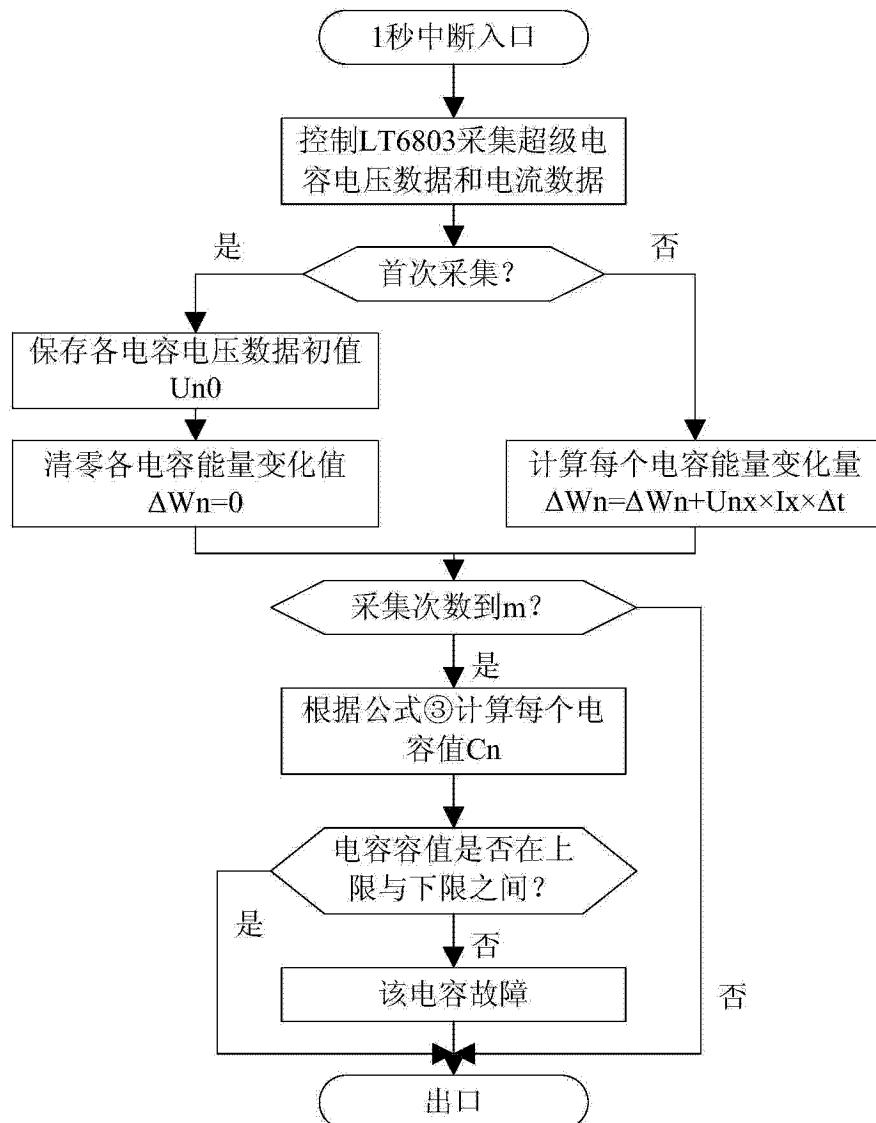


图 3