



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104655975 B

(45)授权公告日 2018.02.16

(21)申请号 201510067979.9

(22)申请日 2015.02.09

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 104655975 A

(43)申请公布日 2015.05.27

(73)专利权人 清华大学  
地址 100084 北京市海淀区北京100084-82  
信箱

(72)发明人 张明轩 欧阳明高 卢兰光  
何向明

(74)专利代理机构 深圳市鼎言知识产权代理有  
限公司 44311  
代理人 哈达

(51)Int.Cl.  
G01R 31/02(2006.01)

(56)对比文件

US 2013/0113495 A1,2013.05.09,  
US 2011/0196633 A1,2011.08.11,  
US 2010/0188054 A1,2010.07.29,  
EP 2175515 A1,2010.04.14,  
CN 103091636 A,2013.05.08,  
CN 102347625 A,2012.02.08,  
常海涛等.碱锰电池组短路过程电压变化  
特性.《电池》.2002,第32卷(第01期),

审查员 甘雨鹭

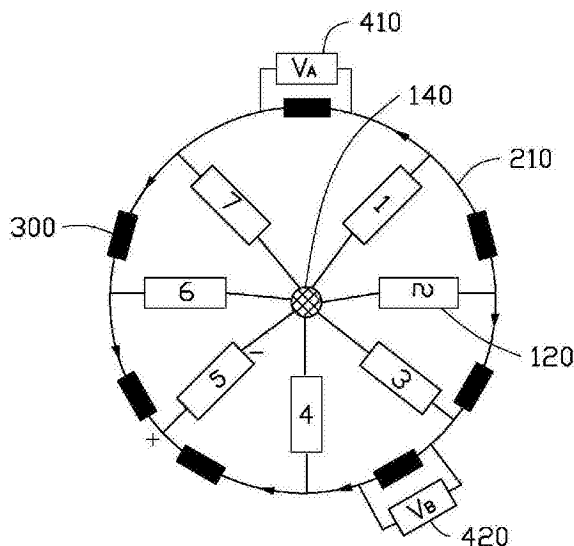
权利要求书5页 说明书15页 附图6页

(54)发明名称

电池微短路的识别方法

(57)摘要

本发明在并联电池组中布置具有自均衡作用的连接导体,并在该具有自均衡作用的连接导体中设置电阻及电压检测装置,该电阻具有一与该并联电池组自均衡电流对应的自均衡电压,通过比较该电压检测装置检测的电压与该自均衡电压的大小,就可以识别出该并联电池组是否发生了微短路;本发明还进一步提供一种判定该并联电池组中哪个电池单体发生微短路的方法。本发明提供的电池微短路的识别方法对于使用并联电池组的产品的安全性提高具有关键作用。



1. 一种电池微短路的识别方法,包括:

S1,提供一并联电池组,该并联电池组包括N个并联支路、一正极输出端以及一负极输出端,所述N个并联支路均通过所述正极输出端以及负极输出端向外输出电流,每一所述并联支路均包括一个电池单体,其中, $N>1$ ;

S2,在所述并联电池组中设置一闭环形连接导体,该闭环形连接导体与每一所述并联支路均有一连接点,该闭环形连接导体通过N个所述连接点同时与所述N个电池单体的正极或负极电连接并形成一环形通路;

S3,在每相邻两个所述电池单体之间的闭环形连接导体上均设置一电阻,在任意两个所述电阻上分别并联一第一电压检测装置和一第二电压检测装置;

S4,在该并联电池组运行过程中,该闭环形连接导体中有一自均衡电流 $I_s$ 通过,每一所述电阻均有一与该自均衡电流 $I_s$ 对应的自均衡电压 $V_s$ ,检测该自均衡电压 $V_s$ ,并设定一电压预设阈值,所述电压预设阈值为所述自均衡电压 $V_s$ 绝对值的3倍以上;

S5,在该并联电池组运行过程中,实时采集所述第一电压检测装置检测到的电压 $V_A$ 和所述第二电压检测装置检测到的电压 $V_B$ ,当检测到 $V_A$ 和 $V_B$ 中任意一个的绝对值大于所述电压预设阈值时,判定该并联电池组发生了微短路。

2. 如权利要求1所述的电池微短路的识别方法,其特征在于,在所述闭环形连接导体上,以所述第一电压检测装置为起始点,按照顺时针顺序依次对所述N个电池单体进行编号,分别编号为1、2...N-1,N号电池单体,将所述第二电压检测装置设置在y号和(y+1)号电池单体之间, $y \in [1, N]$ ,并规定所述并联电路的顺时针方向为电流参考方向。

3. 如权利要求2所述的电池微短路的识别方法,其特征在于,所述闭环形连接导体同时与所述N个电池单体的正极电连接,设定发生微短路的电池单体为x号电池单体,在判定出该并联电池组发生微短路后,进一步采用下列方法判定所述发生微短路电池单体的编号:

(1) 当N为偶数, $y \in [1, N/2]$ 时:

若 $V_B > 0$ ,或者 $V_B < 0$ 且 $V_A < 0$ ,则利用 $\frac{V_A}{V_B} = \frac{N+1-2x}{1+2y+N-2x}$ 计算x;

若 $V_B < 0$ 且 $V_A > 0$ ,则利用 $\frac{V_A}{V_B} = \frac{N+1-2x}{1+2y-N-2x}$ 计算x;

(2) 当N为偶数, $y \in (N/2, N)$ 时:

若 $V_A > 0$ ,或者 $V_A < 0$ 且 $V_B < 0$ ,则利用 $\frac{V_A}{V_B} = \frac{N+1-2x}{1+2y-N-2x}$ 计算x;

若 $V_A < 0$ 且 $V_B > 0$ ,则利用 $\frac{V_A}{V_B} = \frac{N+1-2x}{1+2y+N-2x}$ 计算x;

(3) 当N为奇数, $y \in [1, (N-1)/2]$ 时:

若 $V_A = 0$ 且 $V_B > 0$ ,则 $x = (N+1)/2$ ;

若 $V_A < 0$ 且 $V_B = 0$ ,则 $x = y + (N-1)/2$ ;

若 $V_B > 0$ ,或者 $V_B < 0$ 且 $V_A < 0$ ,则利用 $\frac{V_A}{V_B} = \frac{N+1-2x}{1+2y+N-2x}$ 计算x;

若 $V_B < 0$ 且 $V_A > 0$ ,则利用 $\frac{V_A}{V_B} = \frac{N+1-2x}{1+2y-N-2x}$ 计算 $x$ ;

(4) 当 $N$ 为奇数, $y \in [(N+1)/2, N)$ 时:

若 $V_A = 0$ 且 $V_B < 0$ ,则 $x = (N+1)/2$ ;

若 $V_A > 0$ 且 $V_B = 0$ ,则 $x = y - (N-1)/2$ ;

若 $V_A > 0$ ,或者 $V_A < 0$ 且 $V_B < 0$ ,则利用 $\frac{V_A}{V_B} = \frac{N+1-2x}{1+2y-N-2x}$ 计算 $x$ ;

若 $V_A < 0$ 且 $V_B > 0$ ,则利用 $\frac{V_A}{V_B} = \frac{N+1-2x}{1+2y+N-2x}$ 计算 $x$ 。

4. 如权利要求2所述的电池微短路的识别方法,其特征在于,所述闭环形连接导体同时与所述 $N$ 个电池单体的负极电连接,设定发生微短路的电池单体为 $x$ 号电池单体,在判定出该所述并联电池组发生微短路后,进一步采用下列方法判定所述发生微短路电池单体的编号:

(1) 当 $N$ 为偶数, $y \in [1, N/2]$ 时:

若 $V_B < 0$ ,或者 $V_B > 0$ 且 $V_A > 0$ ,则利用 $\frac{V_A}{V_B} = \frac{N+1-2x}{1+2y+N-2x}$ 计算 $x$ ;

若 $V_B > 0$ 且 $V_A < 0$ ,则利用 $\frac{V_A}{V_B} = \frac{N+1-2x}{1+2y-N-2x}$ 计算 $x$ ;

(2) 当 $N$ 为偶数, $y \in (N/2, N)$ 时:

若 $V_A < 0$ ,或者 $V_A > 0$ 且 $V_B > 0$ ,则利用 $\frac{V_A}{V_B} = \frac{N+1-2x}{1+2y-N-2x}$ 计算 $x$ ;

若 $V_A > 0$ 且 $V_B < 0$ ,则利用 $\frac{V_A}{V_B} = \frac{N+1-2x}{1+2y+N-2x}$ 计算 $x$ ;

(3) 当 $N$ 为奇数, $y \in [1, (N-1)/2]$ 时:

若 $V_A = 0$ 且 $V_B < 0$ ,则 $x = (N+1)/2$ ;

若 $V_A > 0$ 且 $V_B = 0$ ,则 $x = y + (N-1)/2$ ;

若 $V_B < 0$ ,或者 $V_B > 0$ 且 $V_A > 0$ ,则利用 $\frac{V_A}{V_B} = \frac{N+1-2x}{1+2y+N-2x}$ 计算 $x$ ;

若 $V_B > 0$ 且 $V_A < 0$ ,则利用 $\frac{V_A}{V_B} = \frac{N+1-2x}{1+2y-N-2x}$ 计算 $x$ ;

(4) 当 $N$ 为奇数, $y \in [(N+1)/2, N)$ 时:

若 $V_A = 0$ 且 $V_B > 0$ ,则 $x = (N+1)/2$ ;

若 $V_A < 0$ 且 $V_B = 0$ ,则 $x = y - (N-1)/2$ ;

若 $V_A < 0$ ,或者 $V_A > 0$ 且 $V_B > 0$ ,则利用 $\frac{V_A}{V_B} = \frac{N+1-2x}{1+2y-N-2x}$ 计算 $x$ ;

若 $V_A > 0$ 且 $V_B < 0$ ,则利用 $\frac{V_A}{V_B} = \frac{N+1-2x}{1+2y+N-2x}$ 计算 $x$ 。

5.如权利要求2所述的电池微短路的识别方法,其特征在于,在所述并联电池组中设置两个所述闭环形连接导体,一个所述闭环形连接导体同时与所述 $N$ 个电池单体的正极电连接,另一个所述闭环形连接导体同时与所述 $N$ 个电池单体的负极电连接;该两个闭环形连接导体上均设置有所述电阻,且每相邻两个所述电池单体之间,所述电阻设置该两个闭环形连接导体中的一个上;设定发生微短路的电池单体为 $x$ 号电池单体,在判定出该并联电池组发生微短路后,进一步采用下列方法判定所述发生微短路电池单体的编号:

(1)当 $N$ 为偶数, $y \in [1, N/2]$ 时:

若 $V_B < 0$ ,或者 $V_B > 0$ 且 $V_A < 0$ ,则利用 $\frac{V_A}{V_B} = \frac{2x-N-1}{1+2y+N-2x}$ 计算 $x$ ;

若 $V_B > 0$ 且 $V_A > 0$ ,则利用 $\frac{V_A}{V_B} = \frac{2x-N-1}{1+2y-N-2x}$ 计算 $x$ ;

(2)当 $N$ 为偶数, $y \in (N/2, N)$ 时:

若 $V_A > 0$ ,或者 $V_A < 0$ 且 $V_B > 0$ ,则利用 $\frac{V_A}{V_B} = \frac{2x-N-1}{1+2y-N-2x}$ 计算 $x$ ;

若 $V_A < 0$ 且 $V_B < 0$ ,则利用 $\frac{V_A}{V_B} = \frac{2x-N-1}{1+2y+N-2x}$ 计算 $x$ ;

(3)当 $N$ 为奇数, $y \in [1, (N-1)/2]$ 时:

若 $V_A = 0$ 且 $V_B < 0$ ,则 $x = (N+1)/2$ ;

若 $V_A < 0$ 且 $V_B = 0$ ,则 $x = y + (N-1)/2$ ;

若 $V_B < 0$ ,或者 $V_B > 0$ 且 $V_A < 0$ ,则利用 $\frac{V_A}{V_B} = \frac{2x-N-1}{1+2y+N-2x}$ 计算 $x$ ;

若 $V_B > 0$ 且 $V_A > 0$ ,则利用 $\frac{V_A}{V_B} = \frac{2x-N-1}{1+2y-N-2x}$ 计算 $x$ ;

(4)当 $N$ 为奇数, $y \in [(N+1)/2, N)$ 时:

若 $V_A = 0$ 且 $V_B > 0$ ,则 $x = (N+1)/2$ ;

若 $V_A > 0$ 且 $V_B = 0$ ,则 $x = y - (N-1)/2$ ;

若 $V_A > 0$ ,或者 $V_A < 0$ 且 $V_B > 0$ ,则利用 $\frac{V_A}{V_B} = \frac{2x-N-1}{1+2y+N-2x}$ 计算 $x$ ;

若 $V_A < 0$ 且 $V_B < 0$ ,则利用 $\frac{V_A}{V_B} = \frac{2x-N-1}{1+2y-N-2x}$ 计算 $x$ 。

6.如权利要求1所述的电池微短路的识别方法,其特征在于,所述闭环形连接导体为具有均匀电阻率的导体,所述电阻的阻值均相同。

7.一种电池微短路的识别方法,包括:

S1,提供一并联电池组,该并联电池组包括 $N$ 个并联支路、一正极输出端以及一负极输出端,所述 $N$ 个并联支路均通过所述正极输出端以及负极输出端向外输出电流,每一所述并

联支路均包括一个电池单体,其中, $N>1$ ;

S2,在所述并联电池组中设置一闭环形连接导体,该闭环形连接导体与每一所述并联支路均有一连接点,该闭环形连接导体通过 $N$ 个所述连接点同时与所述 $N$ 个电池单体的正极或负极电连接并形成一环形通路;

S3,在每相邻两个所述电池单体之间的闭环形连接导体上均设置一电阻,在任意一个所述电阻上并联一电压检测装置;

S4,在该并联电池组运行过程中,该闭环形连接导体中有一自均衡电流 $I_s$ 通过,每一所述电阻均有一与该自均衡电流 $I_s$ 对应的自均衡电压 $V_s$ ,检测该自均衡电压 $V_s$ ,并设定一电压预设阈值,所述电压预设阈值为所述自均衡电压 $V_s$ 绝对值的3倍以上;

S5,在该并联电池组运行过程中,实时采集所述电压检测装置检测到的电压,当该电压检测装置检测到的电压的绝对值大于所述电压预设阈值时,判定该并联电池组发生了微短路。

8.一种电池微短路的识别方法,包括:

S1,提供一并联电池组,该并联电池组包括 $N$ 个并联支路、一正极输出端以及一负极输出端,所述 $N$ 个并联支路均通过所述正极输出端以及负极输出端向外输出电流,每一所述并联支路均包括一个电池单体,其中, $N>1$ ;

S2,在所述并联电池组中设置一非封闭式连接导体,该非封闭式连接导体与每一所述并联支路均有一连接点,该非封闭式连接导体通过 $N$ 个所述连接点同时与所述 $N$ 个电池单体的正极或负极电连接;

S3,在每相邻两个所述电池单体之间的所述非封闭式连接导体上均设置一电阻,在任意一个所述电阻上并联一电压检测装置;

S4,在该并联电池组运行过程中,该非封闭式连接导体中有一自均衡电流 $I_s$ 通过,每一所述电阻均有一与该自均衡电流 $I_s$ 对应的自均衡电压 $V_s$ ,检测该自均衡电压 $V_s$ ,并设定一电压预设阈值,所述电压预设阈值为所述自均衡电压 $V_s$ 绝对值的3倍以上;

S5,在该并联电池组运行过程中,实时采集所述电压检测装置检测到的电压,当该电压检测装置检测到的电压的绝对值大于所述电压预设阈值时,判定该并联电池组发生了微短路。

9.一种电池微短路的识别方法,包括:

S1,提供一并联电池组,该并联电池组包括 $N$ 个并联支路、一正极输出端以及一负极输出端,所述 $N$ 个并联支路均通过所述正极输出端以及负极输出端向外输出电流,每一所述并联支路均包括 $M$ 个串联连接的电池单体,其中, $N>1, M>1$ ;

S2,将所述 $N$ 个并联支路中位于同一列的电池单体组成一组,形成 $M$ 个电池单体组,每一所述电池单体组均包括 $N$ 个所述电池单体,在所述并联电池组中设置 $M+1$ 个闭环形连接导体,所述闭环形连接导体与所述电池单体组交替设置,每一所述闭环形连接导体与每一所述并联支路均有一连接点,该闭环形连接导体通过 $N$ 个所述连接点同时与一个所述电池单体组中所述 $N$ 个电池单体的正极或负极电连接;

S3,对于每一所述闭环形连接导体,在每相邻两个所述连接点之间均设置一电阻,在任意两个所述电阻上分别并联一第一电压检测装置以及一第二电压检测装置;

S4,在该并联电池组运行过程中,每一所述闭环形连接导体中均有一自均衡电流 $I_s$ 流

过,每一所述电阻均有一与该自均衡电流 $I_s$ 对应的自均衡电压 $V_s$ ,检测该自均衡电压 $V_s$ ,并设定一电压预设阈值,所述电压预设阈值为所述自均衡电压 $V_s$ 绝对值的3倍以上;

S5,在该并联电池组运行过程中,实时采集每一所述第一电压检测装置检测到的电压 $V_A$ 和每一所述第二电压检测装置检测到的电压 $V_B$ ,当检测到相邻两个所述闭环形连接导体中,每一所述闭环形连接导体的 $V_A$ 和 $V_B$ 中任意一个的绝对值均大于所述电压预设阈值时,判定同时与该相邻两个所述闭环形连接导体电连接所述电池单体组发生了微短路。

10.一种电池微短路的识别方法,包括:

S1,提供一并联电池组,该并联电池组包括 $N$ 个并联支路、一正极输出端以及一负极输出端,所述 $N$ 个并联支路均通过所述正极输出端以及负极输出端向外输出电流,每一所述并联支路均包括 $M$ 个串联连接的电池单体,其中, $N$ 为偶数, $M>1$ ;

S2,将所述 $N$ 个并联支路中位于同一列的电池单体组成一组,形成 $M$ 个电池单体组,每一所述电池单体组均包括 $N$ 个所述电池单体,在所述并联电池组中设置 $M+1$ 个闭环形连接导体,所述闭环形连接导体与所述电池单体组交替设置,每一所述闭环形连接导体与每一所述并联支路均有一连接点,该闭环形连接导体通过 $N$ 个所述连接点同时与一个所述电池单体组中所述 $N$ 个电池单体的正极或负极电连接;

S3,对于每一所述闭环形连接导体,在每相邻两个所述连接点之间均设置一电阻,在任意一个所述电阻上并联一电压检测装置;

S4,在该并联电池组运行过程中,每一所述闭环形连接导体中均有一自均衡电流 $I_s$ 流过,每一所述电阻均有一与该自均衡电流 $I_s$ 对应的自均衡电压 $V_s$ ,检测该自均衡电压 $V_s$ ,并设定一电压预设阈值,所述电压预设阈值为所述自均衡电压 $V_s$ 绝对值的3倍以上;

S5,在该并联电池组运行过程中,实时采集每一所述电压检测装置检测到的电压,当相邻两个所述闭环形连接导体中的电压检测装置检测到的电压绝对值均大于所述电压预设阈值时,判定同时与该相邻两个所述闭环形连接导体电连接所述电池单体组发生了微短路。

## 电池微短路的识别方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于电池技术领域,具体涉及一种对并联电池组在运行过程中发生的微短路现象进行识别的方法。

### 背景技术

[0002] 近年来,锂离子动力电池的安全性事故偶有发生,锂离子动力电池的多数安全问题都可以通过电气管理或温度管理等外部措施进行控制或缓解,然而,由微短路引起的热失控是所有安全问题中最为棘手难解的课题,它并不能通过现有的电气管理或温度管理等外部措施进行有效的控制和缓解。

[0003] 所谓微短路是指电池单体内部(称为内短路)或电池单体正负接线端之间(称为外短路)发生的微小的短路现象。在电池制作过程中杂质的混入、隔膜质量不达标、组成电池组极耳焊接时的焊接气泡、电池使用过程中极片的掉料或电池的挤压变形等均可导致电池微短路的发生。在电池发生微短路初期不会直接导致电池烧坏,但会引起锂离子电池自放电大、容量低等现象,并且在电池后续使用过程中可能会发展为大规模的短路现象,从而导致电池起火爆炸。

[0004] 目前,电池微短路的发现和预测依然是电池安全问题中的一个难点。现有技术通常通过将电池搁置一段时间后测试其压降的方法来检测电池是否发生微短路,这种方法不仅耗时耗力,可靠性低,而且不能及时地对电池使用过程中的发生的微短路现象进行识别和检测,可能会使电池运行过程中发生的微短路转换为大规模的短路现象,出现严重的安全隐患。

### 发明内容

[0005] 有鉴于此,确有必要提供一种能够对电池运行过程中发生的微短路现象进行实时检测和识别的电池微短路识别方法。

[0006] 一种电池微短路的识别方法,包括:

[0007] S1,提供一并联电池组,该并联电池组包括N个并联支路、一正极输出端以及一负极输出端,所述N个并联支路均通过所述正极输出端以及负极输出端向外输出电流,每一所述并联支路均包括一个电池单体,其中, $N > 1$ ;

[0008] S2,在所述并联电池组中设置一闭环形连接导体,该闭环形连接导体与每一所述并联支路均有一连接点,该闭环形连接导体通过N个所述连接点同时与所述N个电池单体的正极或负极电连接并形成一环形通路;

[0009] S3,在每相邻两个所述电池单体之间的闭环形连接导体上均设置一电阻,在任意两个所述电阻上分别并联一第一电压检测装置和一第二电压检测装置;

[0010] S4,在该并联电池组运行过程中,该闭环形连接导体中有一自均衡电流 $I_s$ 通过,每一所述电阻均有一与该自均衡电流 $I_s$ 对应的自均衡电压 $V_s$ ,检测该自均衡电压 $V_s$ ,并设定一电压预设阈值,所述电压预设阈值为所述自均衡电压 $V_s$ 绝对值的3倍以上;

[0011] S5,在该并联电池组运行过程中,实时采集所述第一电压检测装置检测到的电压 $V_A$ 和所述第二电压检测装置检测到的电压 $V_B$ ,当检测到 $V_A$ 和 $V_B$ 中任意一个的绝对值大于所述电压预设阈值时,判定该并联电池组发生了微短路。

[0012] 一种电池微短路的识别方法,包括:

[0013] S1,提供一并联电池组,该并联电池组包括 $N$ 个并联支路、一正极输出端以及一负极输出端,所述 $N$ 个并联支路均通过所述正极输出端以及负极输出端向外输出电流,每一所述并联支路均包括一个电池单体,其中, $N$ 为偶数;

[0014] S2,在所述并联电池组中设置一闭环形连接导体,该闭环形连接导体与每一所述并联支路均有一连接点,该闭环形连接导体通过 $N$ 个所述连接点同时与所述 $N$ 个电池单体的正极或负极电连接并形成一环形通路;

[0015] S3,在每相邻两个所述电池单体之间的闭环形连接导体上均设置一电阻,在任意一个所述电阻上并联一电压检测装置;

[0016] S4,在该并联电池组运行过程中,该闭环形连接导体中有一自均衡电流 $I_s$ 通过,每一所述电阻均有一与该自均衡电流 $I_s$ 对应的自均衡电压 $V_s$ ,检测该自均衡电压 $V_s$ ,并设定一电压预设阈值,所述电压预设阈值为所述自均衡电压 $V_s$ 绝对值的3倍以上;

[0017] S5,在该并联电池组运行过程中,实时采集所述电压检测装置检测到的电压,当该电压检测装置检测到的电压的绝对值大于所述电压预设阈值时,判定该并联电池组发生了微短路。

[0018] 一种电池微短路的识别方法,包括:

[0019] S1,提供一并联电池组,该并联电池组包括 $N$ 个并联支路、一正极输出端以及一负极输出端,所述 $N$ 个并联支路均通过所述正极输出端以及负极输出端向外输出电流,每一所述并联支路均包括一个电池单体,其中, $N > 1$ ;

[0020] S2,在所述并联电池组中设置一非封闭式连接导体,该非封闭式连接导体与每一所述并联支路均有一连接点,该非封闭式连接导体通过 $N$ 个所述连接点同时与所述 $N$ 个电池单体的正极或负极电连接;

[0021] S3,在每相邻两个所述电池单体之间的所述非封闭式连接导体上均设置一电阻 $300$ ,在任意一个所述电阻上并联一电压检测装置;

[0022] S4,在该并联电池组运行过程中,该非封闭式连接导体中有一自均衡电流 $I_s$ 通过,每一所述电阻均有一与该自均衡电流 $I_s$ 对应的自均衡电压 $V_s$ ,检测该自均衡电压 $V_s$ ,并设定一电压预设阈值,所述电压预设阈值为所述自均衡电压 $V_s$ 绝对值的3倍以上;

[0023] S5,在该并联电池组运行过程中,实时采集所述电压检测装置检测到的电压,当该电压检测装置检测到的电压的绝对值大于所述电压预设阈值时,判定该并联电池组发生了微短路。

[0024] 一种电池微短路的识别方法,包括:

[0025] S1,提供一并联电池组,该并联电池组包括 $N$ 个并联支路、一正极输出端以及一负极输出端,所述 $N$ 个并联支路均通过所述正极输出端以及负极输出端向外输出电流,每一所述并联支路均包括 $M$ 个串联连接的电池单体,其中, $N > 1, M > 1$ ;

[0026] S2,将所述 $N$ 个并联支路中位于同一列的电池单体组成一组,形成 $M$ 个电池单体组,每一所述电池单体组均包括 $N$ 个所述电池单体,在所述并联电池组中设置 $M+1$ 个闭环形连接



导体,所述闭环形连接导体与所述电池单体组交替设置,每一所述闭环形连接导体与每一所述并联支路均有一连接点,该闭环形连接导体通过N个所述连接点同时与一个所述电池单体组中所述N个电池单体的正极或负极电连接;

[0027] S3,对于每一所述闭环形连接导体,在每相邻两个所述连接点之间均设置一电阻,在任意两个所述电阻上分别并联一第一电压检测装置以及一第二电压检测装置;

[0028] S4,在该并联电池组运行过程中,每一所述闭环形连接导体中均有一自均衡电流 $I_s$ 流过,每一所述电阻均有一与该自均衡电流 $I_s$ 对应的自均衡电压 $V_s$ ,检测该自均衡电压 $V_s$ ,并设定一电压预设阈值,所述电压预设阈值为所述自均衡电压 $V_s$ 绝对值的3倍以上;

[0029] S5,在该并联电池组运行过程中,实时采集每一所述第一电压检测装置检测到的电压 $V_A$ 和每一所述第二电压检测装置检测到的电压 $V_B$ ,当检测到相邻两个所述闭环形连接导体中,每一所述闭环形连接导体的 $V_A$ 和 $V_B$ 中任意一个的绝对值均大于所述电压预设阈值时,判定同时与该相邻两个所述闭环形连接导体电连接所述电池单体组发生了微短路。

[0030] 一种电池微短路的识别方法,包括:

[0031] S1,提供一并联电池组,该并联电池组包括N个并联支路、一正极输出端以及一负极输出端,所述N个并联支路均通过所述正极输出端以及负极输出端向外输出电流,每一所述并联支路均包括M个串联连接的电池单体,其中,N为偶数, $M > 1$ ;

[0032] S2,将所述N个并联支路中位于同一列的电池单体组成一组,形成M个电池单体组,每一所述电池单体组均包括N个所述电池单体,在所述并联电池组中设置M+1个闭环形连接导体,所述闭环形连接导体与所述电池单体组交替设置,每一所述闭环形连接导体与每一所述并联支路均有一连接点,该闭环形连接导体通过N个所述连接点同时与一个所述电池单体组中所述N个电池单体的正极或负极电连接;

[0033] S3,对于每一所述闭环形连接导体,在每相邻两个所述连接点之间均设置一电阻,在任意一个所述电阻上并联一电压检测装置;

[0034] S4,在该并联电池组运行过程中,每一所述闭环形连接导体中均有一自均衡电流 $I_s$ 流过,每一所述电阻均有一与该自均衡电流 $I_s$ 对应的自均衡电压 $V_s$ ,检测该自均衡电压 $V_s$ ,并设定一电压预设阈值,所述电压预设阈值为所述自均衡电压 $V_s$ 绝对值的3倍以上;

[0035] S5,在该并联电池组运行过程中,实时采集每一所述电压检测装置检测到的电压,当相邻两个所述闭环形连接导体中的电压检测装置检测到的电压绝对值均大于所述电压预设阈值时,判定同时与该相邻两个所述闭环形连接导体电连接所述电池单体组发生了微短路。

[0036] 本发明在并联电池组中布置具有自均衡作用的连接导体,并在该具有自均衡作用的连接导体中设置电阻及电压检测装置,该电阻具有一与该并联电池组自均衡电流对应的自均衡电压,通过比较该电压检测装置检测的电压与该自均衡电压的大小,就可以识别出该并联电池组是否发生了微短路。本发明提供的电池微短路的识别方法对于使用并联电池组的产品的安全性提高具有关键作用。

## 附图说明

[0037] 图1a为本发明第一实施例提供的在并联电池组中设置闭环形连接导体、电阻与电压检测装置的示意图;图1b为图1a虚线框中元件连接关系的拓扑结构图。

- [0038] 图2为本发明第一实施例反推哪个电池单体120发生微短路的原理说明示意图。
- [0039] 图3a、3b、3c、3d为本发明第一实施例实施例1当N为偶数且 $y \in [1, N/2)$ 时,反推发生微短路电池单体编号方法的说明示意图。
- [0040] 图4a、4b、4c、4d为本发明第一实施例实施例1当N为偶数且 $y \in (N/2, N)$ 时,反推发生微短路电池单体编号方法的说明示意图。
- [0041] 图5a、5b为本发明第一实施例实施例1当N为偶数且 $y = N/2$ 时,反推发生微短路电池单体编号方法的说明示意图。
- [0042] 图6a为本发明第二实施例提供的在并联电池组中设置闭环形连接导体、电阻与电压检测装置的示意图;图6b为图6a虚线框中元件连接关系的拓扑结构图。
- [0043] 图7为本发明第三实施例提供的在并联电池组中设置闭环形连接导体、电阻与电压检测装置的示意图。
- [0044] 图8为本发明第四实施例提供的在并联电池组中设置非封闭式连接导体、电阻与电压检测装置的示意图。
- [0045] 图9为本发明第五实施例提供的在并联电池组中设置封闭式连接导体、电阻与电压检测装置的示意图。
- [0046] 主要元件符号说明
- |        |          |                 |
|--------|----------|-----------------|
| [0047] | 并联电池组    | 100,500         |
| [0048] | 并联支路     | 110,510         |
| [0049] | 电池单体     | 120             |
| [0050] | 电池单体组    | 520             |
| [0051] | 正极输出端    | 130             |
| [0052] | 负极输出端    | 140             |
| [0053] | 闭环形连接导体  | 210,220,230     |
| [0054] | 非封闭式连接导体 | 240             |
| [0055] | 连接点      | 211,221,231,241 |
| [0056] | 电阻       | 300             |
| [0057] | 电流检测装置   | 400,410,420     |
- [0058] 如下具体实施方式将结合上述附图进一步说明本发明。

### 具体实施方式

- [0059] 以下将结合附图及具体实施例对本发明提供的电池微短路的识别方法作进一步的详细说明。
- [0060] 请参阅图1,本发明第一实施例提供一种电池微短路的识别方法,包括:
- [0061] S11,提供一并联电池组100,该并联电池组100包括N个并联支路110、一正极输出端130以及一负极输出端140,所述N个并联支路110均通过所述正极输出端130以及负极输出端140向外输出电流,每一所述并联支路110均包括一个电池单体120,其中, $N > 1$ ;
- [0062] S12,在所述并联电池组100中设置一闭环形连接导体210,该闭环形连接导体210与每一所述并联支路110均有一第一连接点211,该闭环形连接导体210通过N个所述第一连接点211同时与所述N个电池单体120的正极或负极电连接并形成一环形通路;

[0063] S13, 在每相邻两个所述电池单体120之间的闭环形连接导体210上均设置一电阻300, 在任意两个所述电阻300上分别并联一第一电压检测装置410和一第二电压检测装置420;

[0064] S14, 在该并联电池组100运行过程中, 该闭环形连接导体210中有一自均衡电流 $I_s$ 通过, 每一所述电阻300均有一与该自均衡电流 $I_s$ 对应的自均衡电压 $V_s$ , 检测该自均衡电压 $V_s$ , 并设定一电压预设阈值, 所述电压预设阈值为所述自均衡电压 $V_s$ 绝对值的3倍以上;

[0065] S15, 在该并联电池组100运行过程中, 实时采集所述第一电压检测装置410检测到的电压 $V_A$ 和所述第二电压检测装置420检测到的电压 $V_B$ , 当检测到 $V_A$ 和 $V_B$ 中任意一个的绝对值大于所述电压预设阈值时, 判定该并联电池组100发生了微短路。

[0066] 在步骤S11中, 所述N个并联支路110并联连接。所述正极输出端130和所述负极输出端140分别为所述N个并联支路110的两个共用端点, 所述N个并联支路110均通过所述正极输出端130以及负极输出端140向外输出功率电流, 该并联电池组100输出的功率电流为所述N个并联支路110的输出的功率电流之和。所述电池单体120可以是但不限于锂离子电池、镍镉电池、镍氢电池、碱锰充电电池或铅蓄电池。在该并联电池组100运行过程中, 每一所述电池单体120均通过与其对应的并联支路110向外输出功率电流。

[0067] 在步骤S12中, 所述闭环形连接导体210为一具有均匀电阻率的导体。在本发明实施例中, 所述闭环形连接导体210由一根直导线首尾相连形成。所述闭环形连接导体210可同时与所述N个电池单体120的正极电连接, 也可同时与所述N个电池单体120的负极电连接。所述闭环形连接导体210与每一所述并联支路110有且仅有一个所述第一连接点211。N个所述第一连接点211间隔不重叠设置。

[0068] 该N个电池单体120可通过所述闭环形连接导体210实现自均衡, 即所述闭环形连接导体210可使流过每个电池单体120的功率电流均衡化, 从而提高了所述并联电池组100的可靠性与稳定性。在正常情况下, 即该并联电池组100未发生微短路时, 所述闭环形连接导体210中只有自均衡电流 $I_s$ 通过, 该自均衡电流 $I_s$ 很小, 一般为1~2mA, 每一所述电阻300均具有一与该自均衡电流 $I_s$ 对应的自均衡电压 $V_s$ 。若该并联电池组100中有一个所述电池单体120发生了微短路, 则该并联电池组100中其他所有的电池单体120都会有电流通过所述闭环形连接导体210流向短路位置, 本发明将这种情形所产生的电流称为短路电流, 当所述电阻300中有短路电流流过时, 该电阻300具有一与该短路电流对应的短路电压。每一所述电池单体120产生的短路电流可为几百毫安至上千安, 该短路电流远大于该自均衡电流 $I_s$ , 因此所述短路电压也远大于所述自均衡电压 $V_s$ , 由此可以判定所述并联电池组100中是否有微短路现象发生。

[0069] 在步骤S13中, 所述电阻300设置在相邻两个所述第一连接点211之间, 所述并联电池组100中共设置有N个所述电阻300, 所述N个电阻300的阻值基本相同。在设置好所述第一电压检测装置410及第二电压检测装置420后, 可进一步对所述N个电池单体120进行编号。具体地, 以所述第一电压检测装置410为起始点, 按照顺时针顺序依次对所述N个电池单体120进行编号, 分别为1、2...N-1, N号电池单体, 则所述第一电压检测装置410设置在N号和1号电池单体之间。设定所述第二电压检测装置420设置在y号和(y+1)号电池单体之间,  $y \in [1, N]$ , 在步骤S12之后, y是一个已知的数值。还可进一步对所述N个电阻300进行编号, 每一所述电阻300的编号与其逆时针方向第一个电池单体120的编号相同, 例如将位于1号电池

单体与2号电池单体之间的电阻300编号为1号电阻。可以理解,也可以采用其他方法对所述N个电池单体120和电阻300进行编号,例如可以按照逆时针顺序对所述N个电池单体120进行编号。

[0070] 在步骤S14中,可预先模拟该并联电池组100的实际运行过程,来检测所述自均衡电压 $V_s$ 。也可在该并联电池组100实际运行刚开始进行时,将所述第一电压检测装置410或所述第二电压检测装置420检测到的电压设定为所述自均衡电压 $V_s$ 。本领域技术人员也可以根据需要对所述电压预设阈值进行调整,例如可调整为所述自均衡电压 $V_s$ 绝对值的5倍以上、10倍以上、20倍以上等等。优选地,所述电压预设阈值为所述自均衡电压 $V_s$ 绝对值的5~1000倍。

[0071] 在步骤S15中,设定x号电池单体在所述并联电池组100运行过程中发生了微短路现象,由于所述闭环形连接导体210为封闭式环形通路,每一所述电池单体120产生的短路电流均有两条路径可以流向x号电池单体,此时,该电池单体120产生的短路电流会选择最短的路径流向x号电池单体,本发明称之为最短路径原则。当N为奇数时,依据上述编号原则,在拓扑结构中与所述发生微短路的电池单体120对称设置的电阻300中不会有短路电流通过,其他电阻300中均会有短路电流通过,例如图1b所示当(N+1)/2号电池单体发生微短路时,N号电阻中不会有短路电流通过,故所述第一电压检测装置410检测不到所述短路电压,但y号电阻中会有短路电流通过,故所述第二电压检测装置420能够检测到所述短路电压。当N为偶数时,不管哪一个电池单体120发生了微短路,所有电阻300中均会有短路电流通过,所述第一电压检测装置410和第二电压检测装置420均能检测到所述短路电压。因此,只需在任意两个电阻300上分别并联两个电压检测装置,当任意一个电压检测装置检测到远大于所述自均衡电压 $V_s$ 的短路电压时,即可判定该并联电池组100发生了微短路。

[0072] 可以理解,也可在多个电阻300上分别并联多个电压检测装置,当任意一个电压检测装置检测到远大于所述自均衡电压 $V_s$ 的短路电压时,即可判定该并联电池组100发生了微短路。可以理解,当该并联电池组100包括偶数个所述电池单体120时,只需在一个所述电阻300上并联一个电压检测装置,此时,任一所述电池单体120发生微短路,该电压检测装置均能检测到远大于所述自均衡电压 $V_s$ 的短路电压。

[0073] 在判定出该并联电池组100发生了微短路后,还可进一步判定具体哪个电池单体120发生了微短路。以下以反推的方式举例对本发明第一实施例判定哪个电池单体120发生了微短路的方法进行说明。请参阅图2,当5号电池单体发生微短路时,根据最短路径原理,1号、7号及6号电池单体产生的短路电流将沿逆时针方向流向5号电池单体,而2号、3号及4号电池单体产生的短路电流将沿顺时针方向流向5号电池单体,可知7号电阻的电压方向为逆时针方向,3号电阻的电压方向为顺时针方向;根据并联电路分流原理,可知只有1号电池单体产生的短路电流流过7号电阻,而2号、3号电池单体产生的短路电流均流过3号电阻,由于现有技术通常会选择一致性好的电池单体来组成电池组,因此每一个电池单体120产生的短路电流基本一致,且每个电阻300的阻值也基本相同,则可知第一电压检测装置410与第二电压检测装置420检测到的电压比值为-2/1。根据以上分析可知,对于N、y已知的所述并联电池组100,可以根据 $V_A$ 和 $V_B$ 的电压方向及比值来反推x值,即可判定具体哪个电池单体120发生了微短路。以下将根据上述分析对本发明第一实施例判定哪个电池单体120发生微短路的方法进行进一步地详细说明。

[0074] 本发明第一实施例将所述闭环形连接导体210的顺时针方向设定为参考电压方向。本发明还将每一所述电池单体120产生的短路电流的大小值设定为*i*,将每一电阻300的阻值设定为*R*。

[0075] 在实施例1中,所述闭环形连接导体210同时与所述*N*个电池单体120的正极电连接。

[0076] 一、请参阅图3至图5,当*N*为偶数时,若*x*号电池单体发生了微短路,则与*x*号电池单体对称设置的电池单体120产生的短路电流流向*x*号电池单体的两条路径长短相同,故该短路电流将平均分为两份分别沿顺时针方向和逆时针方向流向*x*号电池单体。

[0077] 1.当*y* ∈ [1, *N*/2] 时:

[0078] (1) 请参阅图3a,若*x* ∈ [1, *y*], 则*V<sub>A</sub>* > 0, *V<sub>B</sub>* < 0, 且*V<sub>A</sub>* = [*N* - (*x* + *N*/2) + 1/2] • *iR*, *V<sub>B</sub>* = - [*x* + *N*/2 - (*y* + 1) + 1/2] • *iR*, 可得出:

$$[0079] \quad \frac{V_A}{V_B} = \frac{N+1-2x}{1+2y-N-2x} \dots\dots \text{公式 1}$$

[0080] (2) 请参阅图3b,若*x* ∈ (*y*, *N*/2], 则*V<sub>A</sub>* > 0, *V<sub>B</sub>* > 0, 且*V<sub>A</sub>* = [*N* - (*x* + *N*/2) + 1/2] • *iR*, *V<sub>B</sub>* = [*N* - (*x* + *N*/2) + 1/2 + *y*] • *iR*, 可得出:

$$[0081] \quad \frac{V_A}{V_B} = \frac{N+1-2x}{1+2y+N-2x} \dots\dots \text{公式 2}$$

[0082] (3) 请参阅图3c,若*x* ∈ (*N*/2, *y* + *N*/2], 则*V<sub>A</sub>* < 0, *V<sub>B</sub>* < 0, 且*V<sub>A</sub>* = - [*x* - *N*/2 - 1 + 1/2] • *iR*, *V<sub>B</sub>* = [*y* - (*x* - *N*/2) + 1/2] • *iR*, 可得出:

$$[0083] \quad \frac{V_A}{V_B} = \frac{N+1-2x}{1+2y+N-2x} \dots\dots \text{公式 2}$$

[0084] (4) 请参阅图3d,若*x* ∈ (*y* + *N*/2, *N*], 则*V<sub>A</sub>* < 0, *V<sub>B</sub>* < 0, 且*V<sub>A</sub>* = - [*x* - *N*/2 - 1 + 1/2] • *iR*, *V<sub>B</sub>* = - [*x* - *N*/2 - (*y* + 1) + 1/2] • *iR*, 可得出:

$$[0085] \quad \frac{V_A}{V_B} = \frac{N+1-2x}{1+2y+N-2x} \dots\dots \text{公式 2}$$

[0086] 2.当*y* ∈ (*N*/2, *N*) 时:

[0087] (1) 请参阅图4a,若*x* ∈ [1, *y* - *N*/2], 则*V<sub>A</sub>* > 0, *V<sub>B</sub>* > 0, 且*V<sub>A</sub>* = [*N* - (*x* + *N*/2) + 1/2] • *iR*, *V<sub>B</sub>* = [*y* - (*x* + *N*/2) + 1/2] • *iR*, 可得出:

$$[0088] \quad \frac{V_A}{V_B} = \frac{N+1-2x}{1+2y-N-2x} \dots\dots \text{公式 1}$$

[0089] (2) 请参阅图4b,若*x* ∈ (*y* - *N*/2, *N*/2], 则*V<sub>A</sub>* > 0, *V<sub>B</sub>* < 0, 且*V<sub>A</sub>* = [*N* - (*x* + *N*/2) + 1/2] • *iR*, *V<sub>B</sub>* = - [*x* + *N*/2 - (*y* + 1) + 1/2] • *iR*, 可得出:

$$[0090] \quad \frac{V_A}{V_B} = \frac{N+1-2x}{1+2y-N-2x} \dots\dots \text{公式 1}$$

[0091] (3) 请参阅图4c,若*x* ∈ (*N*/2, *y*], 则*V<sub>A</sub>* < 0, *V<sub>B</sub>* < 0, 且*V<sub>A</sub>* = - [*x* - *N*/2 - 1 + 1/2] • *iR*, *V<sub>B</sub>* = - [*x* - *N*/2 - 1 + 1/2 + *N* - *y*] • *iR*, 可得出:

$$[0092] \quad \frac{V_A}{V_B} = \frac{N+1-2x}{1+2y-N-2x} \dots\dots\dots \text{公式 1}$$

[0093] (4) 请参阅图4d,若  $x \in (y, N]$ , 则  $V_A < 0, V_B > 0$ , 且  $V_A = -[(x-N/2) - 1 + 1/2] \cdot iR, V_B = [y - (x-N/2) + 1/2] \cdot iR$ , 可得出:

$$[0094] \quad \frac{V_A}{V_B} = \frac{N+1-2x}{1+2y+N-2x} \dots\dots\dots \text{公式 2}$$

[0095] 3. 当  $y = N/2$  时:

[0096] (1) 请参阅5a,若  $x \in [1, N/2]$ , 则  $V_A > 0, V_B < 0$ , 且  $V_A = [N - (x+N/2) + 1/2] \cdot iR, V_B = [(x+N/2) - (N/2+1) + 1/2] \cdot i = -[(x+N/2) - (y+1) + 1/2] \cdot iR$ , 可得出:

$$[0097] \quad \frac{V_A}{V_B} = \frac{N+1-2x}{1+2y-N-2x} \dots\dots\dots \text{公式 1}$$

[0098] (2) 请参阅5b,若  $x \in [N/2, N]$ , 则  $V_A < 0, V_B > 0$ , 且  $V_A = -[(x-N/2) - 1 + 1/2] \cdot iR, V_B = [N/2 - (x-N/2) + 1/2] \cdot i = [y - (x-N/2) + 1/2] \cdot iR$ , 可得出:

$$[0099] \quad \frac{V_A}{V_B} = \frac{N+1-2x}{1+2y+N-2x} \dots\dots\dots \text{公式 2}$$

[0100] 结合以上分析,由于在步骤S14之后,  $N, y, I_A, I_B$  的值是已知的,故在步骤S14之后,采用下列方法计算  $x$ :

[0101] 当  $y \in [1, N/2]$  时:

[0102] (1) 若  $V_B > 0$ , 或者  $V_B < 0$  且  $V_A < 0$ , 则利用公式2计算  $x$ ;

[0103] (2) 若  $V_B < 0$  且  $V_A > 0$ , 则利用公式1计算  $x$ 。

[0104] 当  $y \in (N/2, N)$  时:

[0105] (1) 若  $V_A > 0$ , 或者  $V_A < 0$  且  $V_B < 0$ , 则利用公式1计算  $x$ ;

[0106] (2) 若  $V_A < 0$  且  $V_B > 0$ , 则利用公式2计算  $x$ 。

[0107] 二、当  $N$  为奇数时,参考上述  $N$  为偶数时的推导过程,有:

[0108] 1. 当  $y \in [1, (N-1)/2]$  时:

[0109] (1) 若  $x \in [1, y]$ , 则  $V_A > 0, V_B < 0$ , 且

$$[0110] \quad \frac{V_A}{V_B} = \frac{N+1-2x}{1+2y-N-2x} \dots\dots\dots \text{公式 1}$$

[0111] (2) 若  $x \in (y, (N-1)/2]$ , 则  $V_A > 0, V_B > 0$ , 且

$$[0112] \quad \frac{V_A}{V_B} = \frac{N+1-2x}{1+2y+N-2x} \dots\dots\dots \text{公式 2}$$

[0113] (3) 若  $x = (N+1)/2$ , 则  $V_A = 0, V_B > 0$ ;

[0114] (4) 若  $x \in ((N+1)/2, y + (N-1)/2)$ , 则  $V_A < 0, V_B > 0$ , 且

$$[0115] \quad \frac{V_A}{V_B} = \frac{N+1-2x}{1+2y+N-2x} \dots\dots\dots \text{公式 2}$$

[0116] (5) 若  $x = y + (N-1)/2$ , 则  $V_A < 0$  且  $V_B = 0$ ;

[0117] (6) 若  $x \in (y + (N-1)/2, N]$ , 则  $V_A < 0, V_B < 0$ , 且

[0118] 
$$\frac{V_A}{V_B} = \frac{N+1-2x}{1+2y+N-2x} \dots\dots\dots \text{公式 2}$$

[0119] 2. 当  $y \in [(N+1)/2, N)$  时:

[0120] (1) 若  $x \in [1, y - (N-1)/2)$ , 则  $V_A > 0, V_B > 0$ , 且

[0121] 
$$\frac{V_A}{V_B} = \frac{N+1-2x}{1+2y-N-2x} \dots\dots\dots \text{公式 1}$$

[0122] (2) 若  $x = y - (N-1)/2$ , 则  $V_A > 0, V_B = 0$ ;

[0123] (3) 若  $x \in (y - (N-1)/2, (N+1)/2)$ , 则  $V_A > 0, V_B < 0$ , 且

[0124] 
$$\frac{V_A}{V_B} = \frac{N+1-2x}{1+2y-N-2x} \dots\dots\dots \text{公式 1}$$

[0125] (4) 若  $x = (N+1)/2$ , 则  $V_A = 0, V_B < 0$ ;

[0126] (5) 若  $x \in ((N+1)/2, y]$ , 则  $V_A < 0, V_B < 0$ , 且

[0127] 
$$\frac{V_A}{V_B} = \frac{N+1-2x}{1+2y-N-2x} \dots\dots\dots \text{公式 1}$$

[0128] (6) 若  $x \in (y, N]$ , 则  $V_A < 0, V_B > 0$ , 且

[0129] 
$$\frac{V_A}{V_B} = \frac{N+1-2x}{1+2y+N-2x} \dots\dots\dots \text{公式 2}$$

[0130] 结合以上分析, 在步骤S14之后, 采用下列方法计算  $x$ :

[0131] 当  $y \in [1, (N-1)/2]$  时:

[0132] (1) 若  $V_A = 0$  且  $V_B > 0$ , 则  $x = (N+1)/2$ ;

[0133] (2) 若  $V_A < 0$  且  $V_B = 0$ , 则  $x = y + (N-1)/2$ ;

[0134] (3) 若  $V_B > 0$ , 或者  $V_B < 0$  且  $V_A < 0$ , 则利用公式2计算  $x$ ;

[0135] (4) 若  $V_B < 0$  且  $V_A > 0$ , 则利用公式1计算  $x$ 。

[0136] 当  $y \in [(N+1)/2, N)$  时:

[0137] (1) 若  $V_A = 0$  且  $V_B < 0$ , 则  $x = (N+1)/2$ ;

[0138] (2) 若  $V_A > 0$  且  $V_B = 0$ , 则  $x = y - (N-1)/2$ ;

[0139] (3) 若  $V_A > 0$ , 或者  $V_A < 0$  且  $V_B < 0$ , 则利用公式1计算  $x$ ;

[0140] (4) 若  $V_A < 0$  且  $V_B > 0$ , 则利用公式2计算  $x$ 。

[0141] 在实施例2中, 所述环形连接导体210同时与所述  $N$  个电池单体120的负极电连接。

[0142] 当  $N, y, x$  均已知时, 与实施例1将所述环形连接导体210同时与所述  $N$  个电池单体120的正极电连接相比, 实施例2检测到的  $V_A$  与实施例1检测到的  $V_A$  电压方向相反而电压绝对值大小相等, 实施例2检测到的  $V_B$  与实施例1检测到的  $V_B$  电压方向相反而电压绝对值大小相等, 一并参考实施例1的推导过程, 则有:

[0143] 一、当  $N$  为偶数时, 在步骤S14之后, 采用下列方法计算  $x$ :

[0144] 当  $y \in [1, N/2]$  时:

[0145] (1) 若  $V_B < 0$ , 或者  $V_B > 0$  且  $V_A > 0$ , 则利用公式2计算  $x$ ;

[0146] (2) 若  $V_B > 0$  且  $V_A < 0$ , 则利用公式1计算  $x$ 。

- [0147] 当 $y \in (N/2, N)$ 时:
- [0148] (1) 若 $V_A < 0$ , 或者 $V_A > 0$ 且 $V_B > 0$ , 则利用公式1计算 $x$ ;
- [0149] (2) 若 $V_A > 0$ 且 $V_B < 0$ , 则利用公式2计算 $x$ 。
- [0150] 二、当 $N$ 为奇数时, 在步骤S14之后, 采用下列方法计算 $x$ :
- [0151] 当 $y \in [1, (N-1)/2]$ 时:
- [0152] (1) 若 $V_A = 0$ 且 $V_B < 0$ , 则 $x = (N+1)/2$ ;
- [0153] (2) 若 $V_A > 0$ 且 $V_B = 0$ , 则 $x = y + (N-1)/2$ ;
- [0154] (3) 若 $V_B < 0$ , 或者 $V_B > 0$ 且 $V_A > 0$ , 则利用公式2计算 $x$ ;
- [0155] (4) 若 $V_B > 0$ 且 $V_A < 0$ , 则利用公式1计算 $x$ 。
- [0156] 当 $y \in [(N+1)/2, N)$ 时:
- [0157] (1) 若 $V_A = 0$ 且 $V_B > 0$ , 则 $x = (N+1)/2$ ;
- [0158] (2) 若 $V_A < 0$ 且 $V_B = 0$ , 则 $x = y - (N-1)/2$ ;
- [0159] (3) 若 $V_A < 0$ , 或者 $V_A > 0$ 且 $V_B > 0$ , 则利用公式1计算 $x$ ;
- [0160] (4) 若 $V_A > 0$ 且 $V_B < 0$ , 则利用公式2计算 $x$ 。
- [0161] 请参阅图6, 本发明第二实施例提供一种电池微短路的识别方法, 包括:
- [0162] S21, 提供所述并联电池组100, 其中,  $N > 1$ ;
- [0163] S22, 在所述并联电池组100中设置一正极闭环形连接导体220和一负极闭环形连接导体230, 该正极闭环形连接导体220与每一所述并联支路110均有一第二连接点221, 该正极闭环形连接导体220通过 $N$ 个所述第二连接点221同时与所述 $N$ 个电池单体120的正极电连接并形成一正极环形通路, 该负极闭环形连接导体230与每一所述并联支路110均有一第三连接点231, 该负极闭环形连接导体230通过 $N$ 个所述第三连接点231同时与所述 $N$ 个电池单体120的负极电连接并形成一负极环形通路;
- [0164] S23, 在每相邻两个所述电池单体120之间均设置一电阻300, 每一所述电阻300均设置在所述正极闭环形连接导体220上或所述负极闭环形连接导体230上, 且所述正极闭环形连接导体220和负极闭环形连接导体230上均设置有所述电阻300, 在所述正极闭环形连接导体220上的一个所述电阻300上并联一第一电压检测装置410, 在负极闭环形连接导体220上的一个所述电阻300上并联一第二电压检测装置420;
- [0165] S24, 在该并联电池组100运行过程中, 该正极闭环形连接导体220和该负极闭环形连接导体230中均有一自均衡电流 $I_s$ 流过, 每一所述电阻300均有一与该自均衡电流 $I_s$ 对应的自均衡电压 $V_s$ , 检测该自均衡电压 $V_s$ , 并设定一电压预设阈值, 所述电压预设阈值为所述自均衡电压 $V_s$ 绝对值的3倍以上;
- [0166] S25, 在该并联电池组100运行过程中, 实时采集所述第一电压检测装置410检测到的电压 $V_A$ 和所述第二电压检测装置420检测到的电压 $V_B$ , 当检测到 $V_A$ 和 $V_B$ 中任意一个的绝对值大于所述电压预设阈值时, 判定该并联电池组100发生了微短路。
- [0167] 本发明第二实施例与本发明第一实施例基本相同, 其不同之处主要在于, 在所述并联电池组100中设置了两个闭环形连接导体, 该两个闭环形连接导体分别与所述 $N$ 个电池单体120的正极和负极电连接, 两个电压检测装置分别设置在该两个闭环形连接导体上。所述闭环形连接导体210、正极闭环形连接导体220以及负极闭环形连接导体230标号不同但功能相同。在本发明实施例中, 所述闭环形连接导体210、正极闭环形连接导体220以及负极



闭环形连接导体230均由一根直导线首尾相连形成。

[0168] 在步骤S23中,只要在每相邻两个所述电池单体120之间布置数量相同的电阻300,即可使所述N个电池单体120通过所述正极闭环形连接导体220和所述负极闭环形连接导体230实现自均衡。可以理解,也可以在每相邻两个所述电池单体120之间的所述正极闭环形连接导体220和所述负极闭环形连接导体230上均布置一个所述电阻300,但此时注意所述第一电压检测装置410和所述第二电压检测装置420需并联在不同相邻两个电池单体120之间,以保证当N为奇数时,任意一个电池单体120发生微短路,所述第一电压检测装置410和所述第二电压检测装置420中任意一个能够检测到所述短路电压。

[0169] 在判定出该并联电池组100发生了微短路后,还可进一步判定哪个电池单体120发生了微短路。与本发明第一实施例中的实施例1相比,当N、y、x均已知时,本发明第二实施例的检测到的 $V_A$ 与本发明第一实施例实施例1检测到的 $V_A$ 电压方向与电压绝对值大小均相等,本发明第二实施例的检测到的 $V_B$ 与本发明第一实施例实施例1检测到的 $V_B$ 电压方向相反而电压绝对值大小相等,一并参考实施例1的推导过程,则有:

[0170] 一、当N为偶数时,参考本发明第一实施例实施例1,可以推导出:

[0171] 1. 当 $y \in [1, N/2]$ 时:

[0172] (1) 若 $x \in [1, y]$ , 则 $V_A > 0, V_B > 0$ , 且

$$[0173] \quad \frac{V_A}{V_B} = \frac{2x - N - 1}{1 + 2y - N - 2x} \dots\dots\dots \text{公式 3}$$

[0174] (2) 若 $x \in (y, N/2]$ , 则 $V_A > 0, V_B < 0$ , 且

$$[0175] \quad \frac{V_A}{V_B} = \frac{2x - N - 1}{1 + 2y + N - 2x} \dots\dots\dots \text{公式 4}$$

[0176] (3) 若 $x \in (N/2, y + N/2]$ , 则 $V_A < 0, V_B < 0$ , 且

$$[0177] \quad \frac{V_A}{V_B} = \frac{2x - N - 1}{1 + 2y + N - 2x} \dots\dots\dots \text{公式 4}$$

[0178] (4) 若 $x \in (y + N/2, N]$ , 则 $V_A < 0, V_B > 0$ , 且

$$[0179] \quad \frac{V_A}{V_B} = \frac{2x - N - 1}{1 + 2y + N - 2x} \dots\dots\dots \text{公式 4}$$

[0180] 2. 当 $y \in (N/2, N)$ 时:

[0181] (1) 若 $x \in [1, y - N/2]$ , 则 $V_A > 0, V_B < 0$ , 且

$$[0182] \quad \frac{V_A}{V_B} = \frac{2x - N - 1}{1 + 2y - N - 2x} \dots\dots\dots \text{公式 3}$$

[0183] (2) 若 $x \in (y - N/2, N/2]$ , 则 $V_A > 0, V_B > 0$ , 且

$$[0184] \quad \frac{V_A}{V_B} = \frac{2x - N - 1}{1 + 2y - N - 2x} \dots\dots\dots \text{公式 3}$$

[0185] (3) 若 $x \in (N/2, y]$ , 则 $V_A < 0, V_B > 0$ , 且

$$[0186] \quad \frac{V_A}{V_B} = \frac{2x - N - 1}{1 + 2y - N - 2x} \dots\dots\dots \text{公式 3}$$

[0187] (4) 若  $x \in (y, N]$ , 则  $V_A < 0, V_B < 0$ , 且

$$[0188] \quad \frac{V_A}{V_B} = \frac{2x - N - 1}{1 + 2y + N - 2x} \dots\dots\dots \text{公式 4}$$

[0189] 3. 当  $y = N/2$  时:

[0190] (1) 若  $x \in [1, N/2]$ , 则  $V_A > 0, V_B > 0$ , 且

$$[0191] \quad \frac{V_A}{V_B} = \frac{2x - N - 1}{1 + 2y - N - 2x} \dots\dots\dots \text{公式 3}$$

[0192] (2) 若  $x \in [N/2, N]$ , 则  $V_A < 0, V_B < 0$ , 且

$$[0193] \quad \frac{V_A}{V_B} = \frac{2x - N - 1}{1 + 2y + N - 2x} \dots\dots\dots \text{公式 4}$$

[0194] 在步骤S14之后, 采用下列方法计算  $x$ :

[0195] 当  $y \in [1, N/2]$  时:

[0196] (1) 若  $V_B < 0$ , 或者  $V_B > 0$  且  $V_A < 0$ , 则利用公式4计算  $x$ ;

[0197] (2) 若  $V_B > 0$  且  $V_A > 0$ , 则利用公式3计算  $x$ 。

[0198] 当  $y \in (N/2, N)$  时:

[0199] (1) 若  $V_A > 0$ , 或者  $V_A < 0$  且  $V_B > 0$ , 则利用公式3计算  $x$ ;

[0200] (2) 若  $V_A < 0$  且  $V_B < 0$ , 则利用公式4计算  $x$ 。

[0201] 二、当  $N$  为奇数时, 在步骤S14之后, 采用下列方法计算  $x$ :

[0202] 当  $y \in [1, (N-1)/2]$  时:

[0203] (1) 若  $V_A = 0$  且  $V_B < 0$ , 则  $x = (N+1)/2$ ;

[0204] (2) 若  $V_A < 0$  且  $V_B = 0$ , 则  $x = y + (N-1)/2$ ;

[0205] (3) 若  $V_B < 0$ , 或者  $V_B > 0$  且  $V_A < 0$ , 则利用公式4计算  $x$ ;

[0206] (4) 若  $V_B > 0$  且  $V_A > 0$ , 则利用公式3计算  $x$ 。

[0207] 当  $y \in [(N+1)/2, N]$  时:

[0208] (1) 若  $V_A = 0$  且  $V_B > 0$ , 则  $x = (N+1)/2$ ;

[0209] (2) 若  $V_A > 0$  且  $V_B = 0$ , 则  $x = y - (N-1)/2$ ;

[0210] (3) 若  $V_A > 0$ , 或者  $V_A < 0$  且  $V_B > 0$ , 则利用公式4计算  $x$ ;

[0211] (4) 若  $V_A < 0$  且  $V_B < 0$ , 则利用公式3计算  $x$ 。

[0212] 请参阅图7, 本发明第三实施例提供一种电池微短路的识别方法, 包括:

[0213] S31, 提供所述并联电池组100, 其中,  $N$  为偶数;

[0214] S32, 在所述并联电池组100中设置所述闭环形连接导体210;

[0215] S33, 在每相邻两个所述电池单体120之间的闭环形连接导体210上均设置一电阻300, 在任意一个所述电阻300上并联一电压检测装置400;

[0216] S34, 在该并联电池组100运行过程中, 该闭环形连接导体210中有一自均衡电流  $I_s$  通过, 每一所述电阻300均有一与该自均衡电流  $I_s$  对应的自均衡电压  $V_s$ , 检测该自均衡电压  $V_s$ , 并设定一电压预设阈值, 所述电压预设阈值为所述自均衡电压  $V_s$  绝对值的3倍以上;

[0217] S35, 在该并联电池组100运行过程中, 实时采集所述电压检测装置400检测到的电压, 当该电压检测装置400检测到的电压的绝对值大于所述电压预设阈值时, 判定该并联电

池组100发生了微短路。

[0218] 本发明第三实施例与第一实施例基本相同,其不同之处在于,所述电池单体120的数量为偶数,因此,只需在一个所述电阻300上并联一个电压检测装置,不管哪个所述电池单体120发生了微短路,该电压检测装置均能检测到远大于所述自均衡电压 $V_s$ 的短路电压。所述电压检测装置400、第一电压检测装置410以及第二电压检测装置420标号不同但功能相同,均用于测量所述电阻300上的电压方向与电压大小

[0219] 请参阅图8,本发明第四实施例提供一种电池微短路的识别方法,包括:

[0220] S41,提供所述并联电池组100,其中, $N>1$ ;

[0221] S42,在所述并联电池组100中设置一非封闭式连接导体240,该非封闭式连接导体240与每一所述并联支路110均有一第四连接点241,该非封闭式连接导体240通过N个所述第四连接点241同时与所述N个电池单体120的正极或负极电连接;

[0222] S43,在每相邻两个所述电池单体120之间的所述非封闭式连接导体240上均设置一电阻300,在任意一个电阻300上并联一电压检测装置400;

[0223] S44,在该并联电池组100运行过程中,该非封闭式连接导体240中有一自均衡电流 $I_s$ 通过,每一所述电阻300均有一与该自均衡电流 $I_s$ 对应的自均衡电压 $V_s$ ,检测该自均衡电压 $V_s$ ,并设定一电压预设阈值,所述电压预设阈值为所述自均衡电压 $V_s$ 绝对值的3倍以上;

[0224] S45,在该并联电池组100运行过程中,实时采集所述电压检测装置400检测到的电压,当该电压检测装置400检测到的电压的绝对值大于所述电压预设阈值时,判定该并联电池组100发生了微短路。

[0225] 本发明第四实施例与第一实施例基本相同,其不同之处在于,所述连接导体为非封闭式而非闭环形,且只需在一个所述电阻300上设置一个电压检测装置400,不管哪个所述电池单体120发生了微短路,该电压检测装置均能检测到远大于所述自均衡电压 $I_s$ 的短路电压。该非封闭式连接导体240可为具有均匀电阻率的导体。在本发明实施例中,该非封闭式连接导体240为一根直导线。

[0226] 请参阅图9,本发明第五实施例提供一种电池微短路的识别方法,包括:

[0227] S51,提供一并联电池组500,该并联电池组500包括N个并联支路510、所述正极输出端130以及所述负极输出端140,所述N个并联支路510均通过所述正极输出端130以及负极输出端140向外输出电流,每一所述并联支路510均包括M个串联连接的电池单体120,其中, $N>1, M>1$ ;

[0228] S52,将所述N个并联支路510中位于同一列的电池单体120组成一组,形成M个电池单体组520,每一所述电池单体组520均包括N个所述电池单体120,在所述并联电池组500中设置M+1个闭环形连接导体210,所述闭环形连接导体210与所述电池单体组520交替设置,每一所述闭环形连接导体210与每一所述并联支路510均有一第一连接点211,该闭环形连接导体210通过N个所述第一连接点211同时与一个所述电池单体组中所述N个电池单体120的正极或负极电连接;

[0229] S53,对于每一所述闭环形连接导体210,在每相邻两个所述第一连接点211之间均设置一电阻300,在任意两个电阻300上分别并联一第一电压检测装置410以及一第二电压检测装置420;

[0230] S54,在该并联电池组500运行过程中,每一所述闭环形连接导体210中均有一自均

衡电流 $I_s$ 流过,每一所述电阻300均有一与该自均衡电流 $I_s$ 对应的自均衡电压 $V_s$ ,检测该自均衡电压 $V_s$ ,并设定一电压预设阈值,所述电压预设阈值为所述自均衡电压 $V_s$ 绝对值的3倍以上;

[0231] S55,在该并联电池组500运行过程中,实时采集每一所述第一电压检测装置510检测到的电压 $V_A$ 和每一所述第二电压检测装置520检测到的电压 $V_B$ ,当检测到相邻两个所述闭环形连接导体210中,每一所述闭环形连接导体210的 $V_A$ 和 $V_B$ 中任意一个的绝对值均大于所述电压预设阈值时,判定同时与该相邻两个所述闭环形连接导体210电连接所述电池单体组520发生了微短路。

[0232] 在步骤S51中,所述并联电池组500与所述并联电池组100基本相同,其不同之处在于,所述并联电池组500的每一所述并联支路510上均设置有M个串联连接的电池单体120。

[0233] 在步骤S52中,本发明按照串联连接的顺序依次对所述M个电池单体组520进行编号,分别为1号、2号...M-1号、M号电池单体组,按照同样的顺序对所述M+1个闭环形连接导体210进行编号,分别为1号、2号...M号、M+1号闭环形连接导体。

[0234] 对于每一所述电池单体组520,该电池单体组520同时与相邻的两个所述闭环形连接导体210电连接,例如对于图9所示的2号电池单体组,所述N个电池单体120的正极同时与2号闭环形连接导体电连接,所述N个电池单体120的负极同时与3号闭环形连接导体电连接。相邻两个所述电池单体组520共用一个闭环形连接导体210,例如对于图9所示的2号闭环形连接导体,该2号闭环形连接导体同时与1号电池单体组的N个电池单体120的负极电连接,又同时与2号电池单体组的N个电池单体120的正极电连接。

[0235] 对于每一所述电池单体组520,请参阅第一实施例和第二实施例,当该电池单体组520中任意一个电池单体120发生微短路时,分别与该电池单体组520电连接的两个闭环形连接导体210中均有短路电流通过,该两个闭环形连接导体210中,每一所述闭环形连接导体210设置的两个电压检测装置必有一个能够检测到远大于所述自均衡电压 $V_s$ 的短路电压。例如当图9所示的2号电池单体组发生微短路时,设置在2号闭环形连接导体上的第一电压检测装置410和第二电压检测装置420中必有一个能够检测到所述短路电压,设置在3号闭环形连接导体上的第一电压检测装置410和第二电压检测装置420中同样必有一个能够检测到所述短路电压。因此,当在相邻两个闭环形连接导体210中均检测到短路电压时,即可判定同时与该相邻两个闭环形连接导体210电连接的电池单体组520发生了微短路。

[0236] 在判定出哪个电池单体组520发生微短路之后,还可进一步判定该电池单体组520中哪个电池单体120发生了微短路,具体判定方法请参阅本发明第一实施例和第二实施例,在此不再赘述。

[0237] 本发明第六实施例提供一种电池微短路的识别方法,包括:

[0238] S61,提供所述并联电池组500,其中,N为偶数, $M>1$ ;

[0239] S62,将所述N个并联支路510中位于同一列的电池单体120组成一组,形成M个电池单体组520,每一所述电池单体组520均包括N个所述电池单体120,在所述并联电池组500中设置M+1个闭环形连接导体210,所述闭环形连接导体210与所述电池单体组520交替设置,每一所述闭环形连接导体210与每一所述并联支路510均有一第一连接点211,该闭环形连接导体210通过N个所述第一连接点211同时与一个所述电池单体组中所述N个电池单体120的正极或负极电连接;

[0240] S63,对于每一所述闭环形连接导体210,在每相邻两个所述第一连接点211之间均设置一电阻300,在任意一个所述电阻300上并联一电压检测装置400;

[0241] S64,在该并联电池组500运行过程中,每一所述闭环形连接导体210中均有一自均衡电流 $I_s$ 流过,每一所述电阻300均有一与该自均衡电流 $I_s$ 对应的自均衡电压 $V_s$ ,检测该自均衡电压 $V_s$ ,并设定一电压预设阈值,所述电压预设阈值为所述自均衡电压 $V_s$ 绝对值的3倍以上;

[0242] S65,在该并联电池组500运行过程中,实时采集每一所述电压检测装置400检测到的电压,当相邻两个所述闭环形连接导体210中的电压检测装置400检测到的电压绝对值均大于所述电压预设阈值时,判定同时与该相邻两个所述闭环形连接导体210电连接所述电池单体组520发生了微短路。

[0243] 本发明第六实施例与第五实施例基本相同,不同之处在于,所述电池单体组520具有偶数个电池单体120。由于每一电池单体组520均包括偶数个电池单体120,因此只需在每一闭环形连接导体210上设置一个电压检测装置,即可判定所述电池单体组520是否发生了微短路。

[0244] 当相邻两个闭环形连接导体210上设置的两个电压检测装置400分别设置在不同的并联支路510之间时,在判定出哪个电池单体组520发生微短路之后,还可进一步判定该电池单体组520中哪个电池单体120发生了微短路,具体判定方法请参阅本发明第二实施例,在此不再赘述。

[0245] 本发明第一至第六实施例在并联电池组中布置具有自均衡作用的连接导体,并在该具有自均衡作用的连接导体中设置电阻及电压检测装置,该电阻具有一与该并联电池组自均衡电流对应的自均衡电压,通过比较该电压检测装置检测的电压与该自均衡电压的大小,就可以识别出该并联电池组是否发生了微短路。本发明还进一步提供一种判定该并联电池组中哪个电池单体发生微短路的方法。本发明提供的电池微短路的识别方法对于使用并联电池组的产品的安全性提高具有关键作用。

[0246] 另外,本领域技术人员还可以在本发明精神内做其他变化,这些依据本发明精神所做的变化,都应包含在本发明所要求保护的范围内。

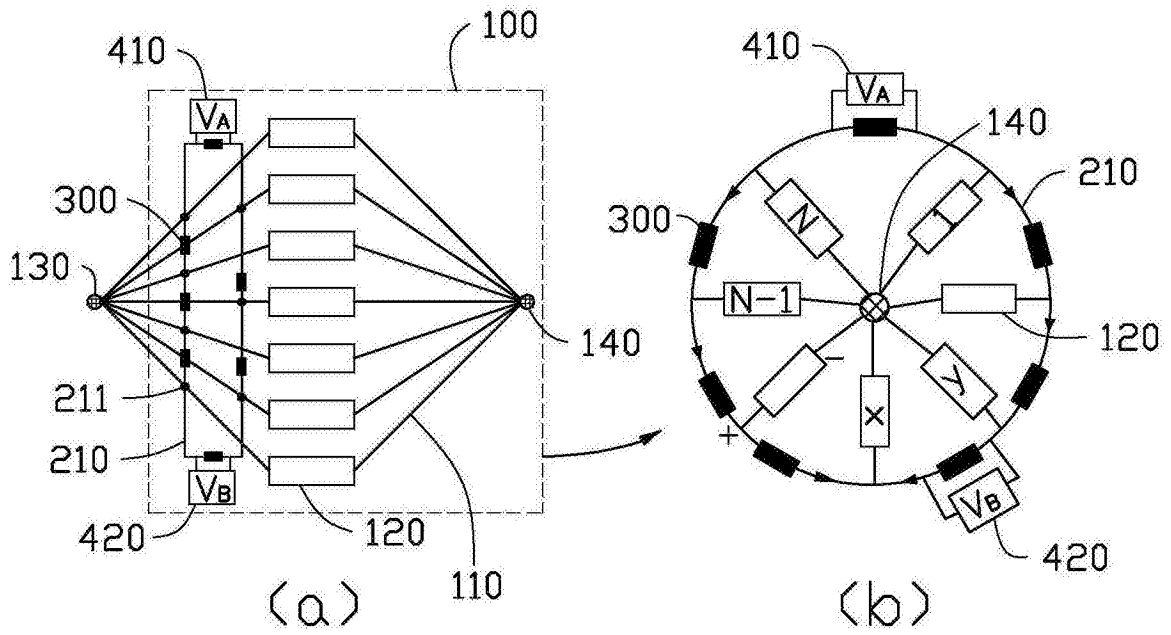


图1

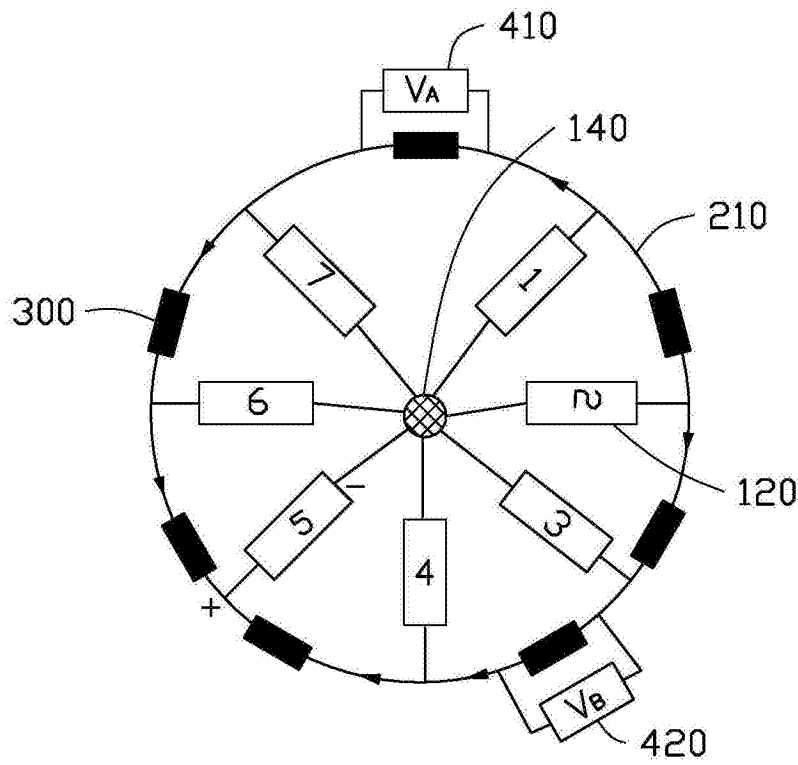


图2

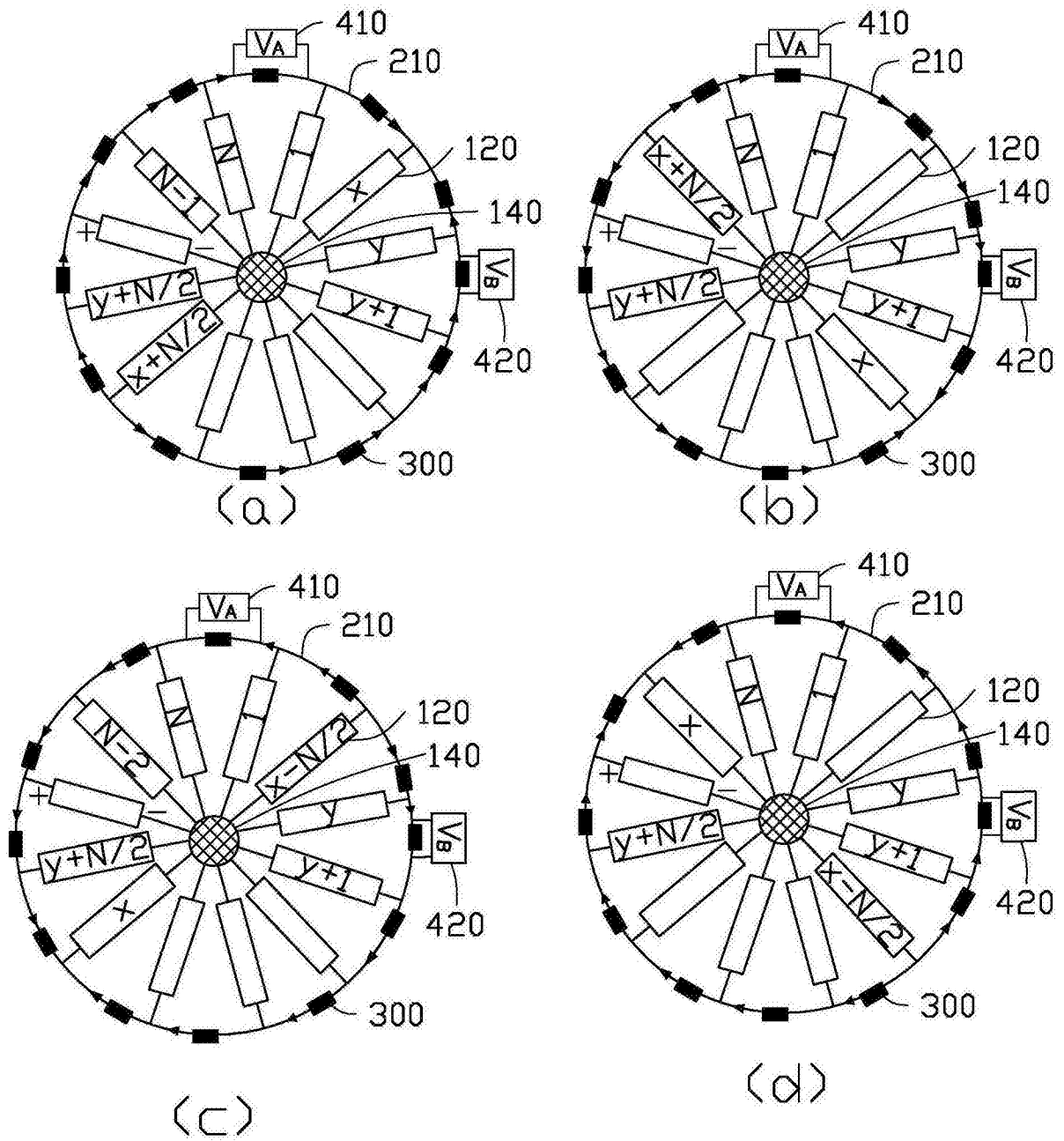


图3

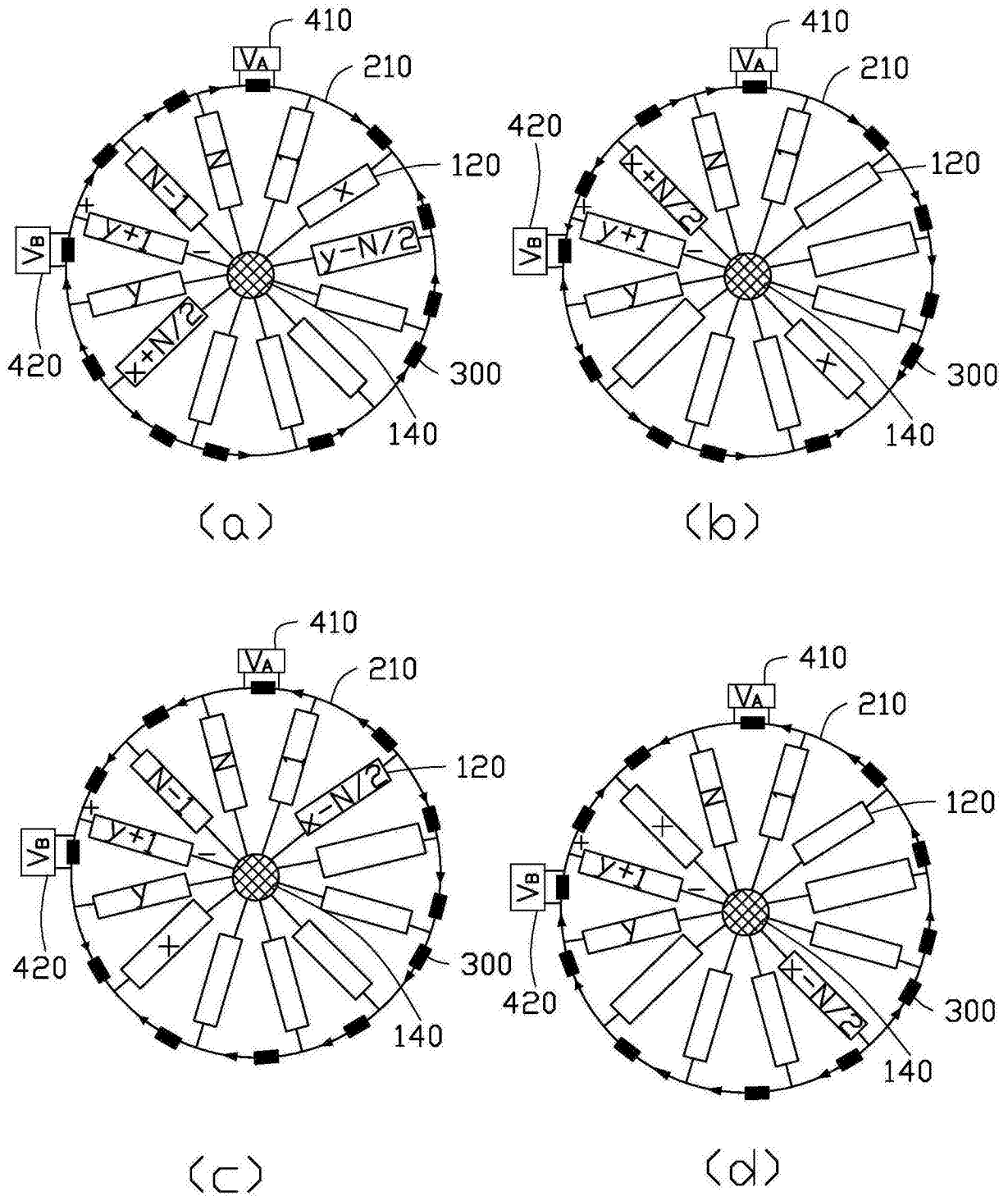


图4



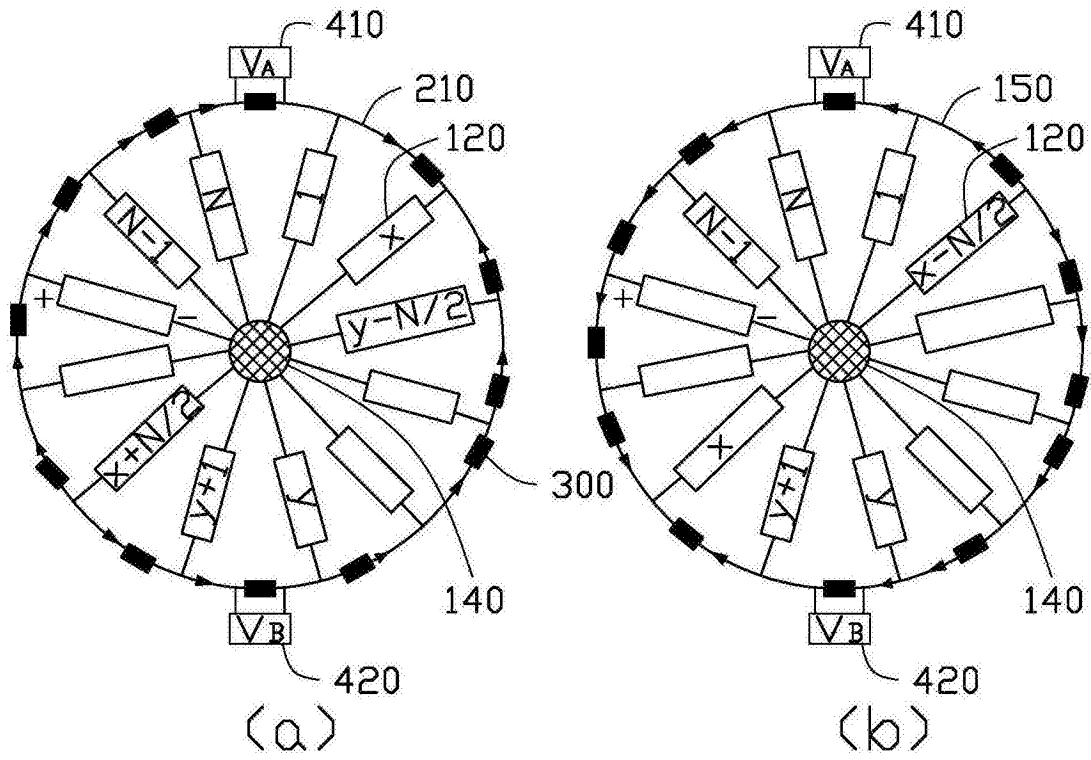


图5

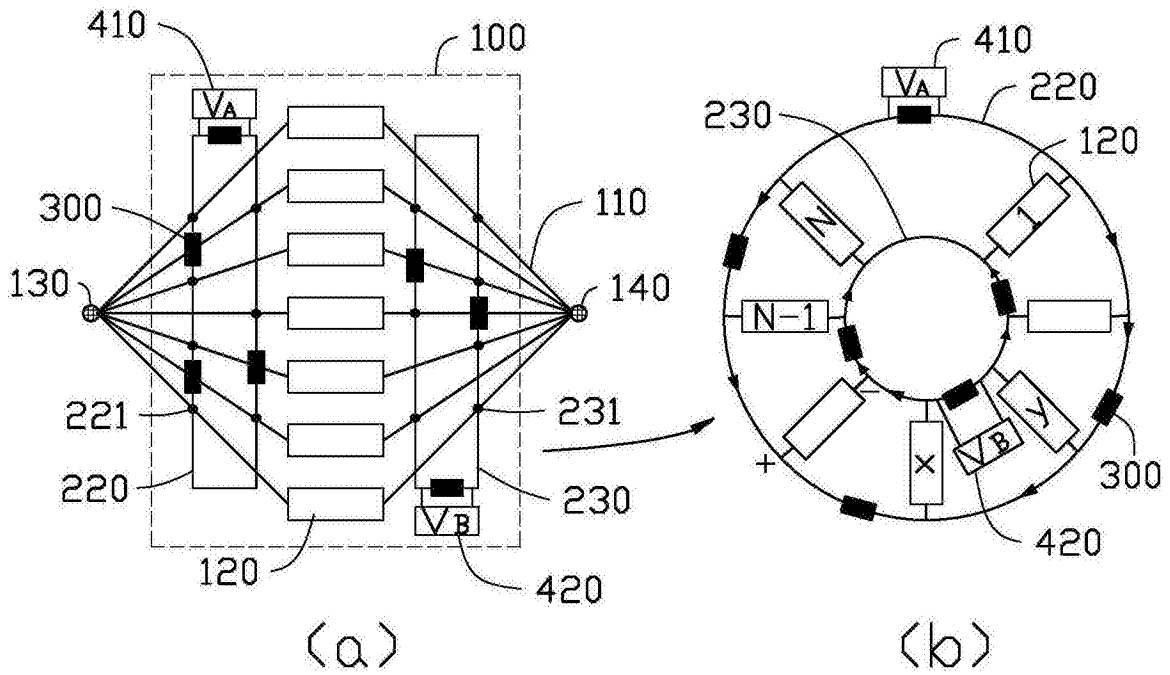


图6

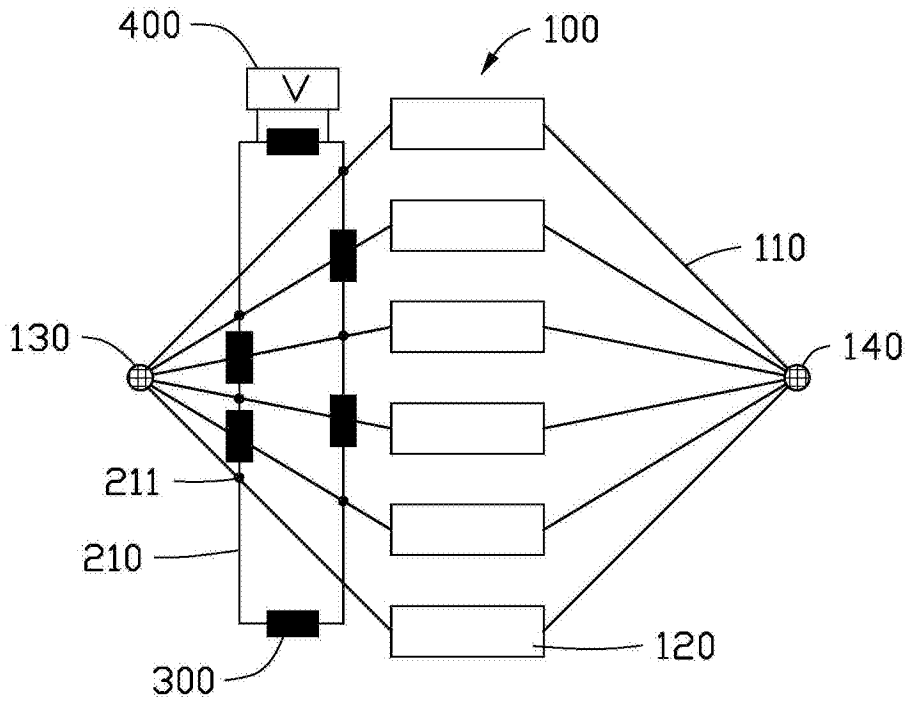


图7

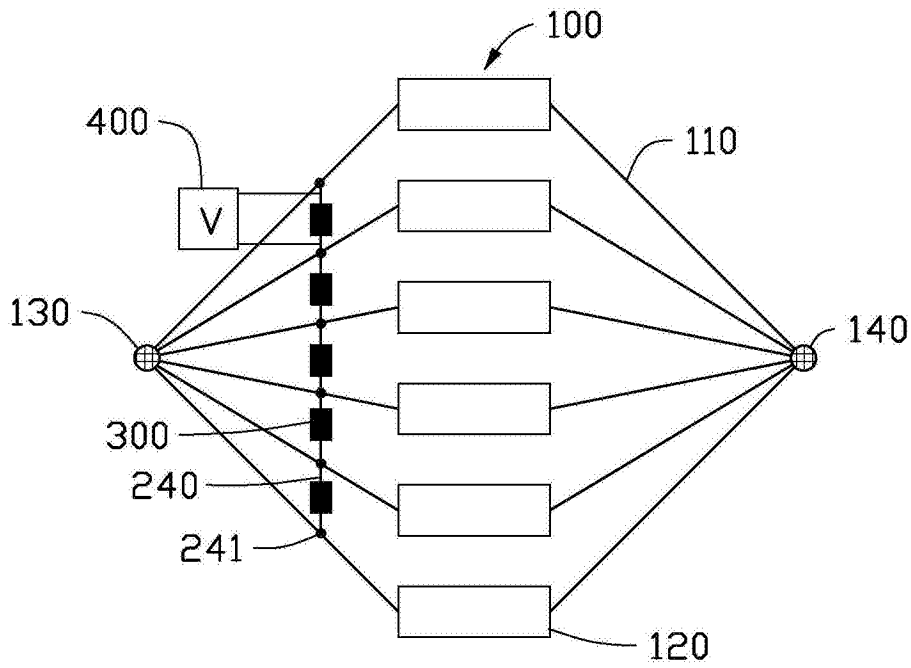


图8

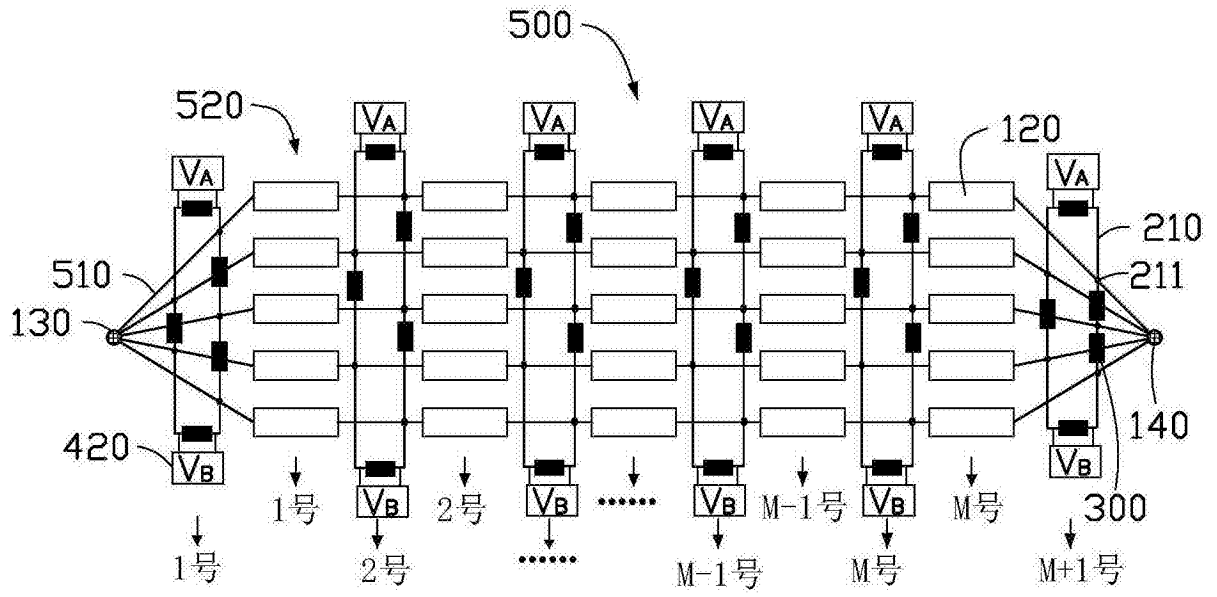


图9