



# (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101958437 A

(43) 申请公布日 2011. 01. 26

(21) 申请号 201010195823. 6

(22) 申请日 2010. 06. 09

(66) 本国优先权数据

200910250021. 8 2009. 12. 01 CN

(71) 申请人 北京汽车新能源汽车有限公司

地址 102606 北京市大兴区采育镇采和路 1 号

(72) 发明人 詹文章 俞会根 林逸 侣海

(74) 专利代理机构 北京一格知识产权代理事务所 11316

代理人 段君峰

(51) Int. Cl.

H01M 10/44 (2006. 01)

H01M 10/42 (2006. 01)

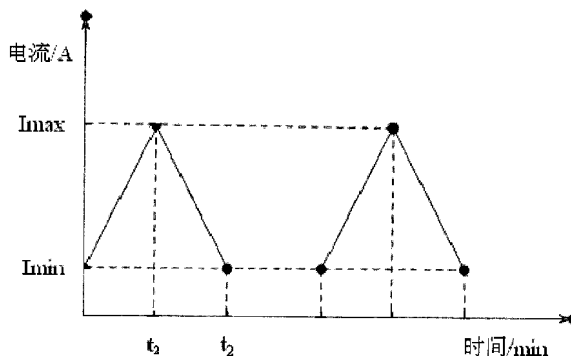
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 3 页

## (54) 发明名称

锂离子电池组的充电管理方法及充电机

## (57) 摘要

本发明锂离子电池组充电管理方法及充电机,涉及锂离子电池组在电动设备上的应用。为了解决现有技术中锂离子电池组因极化和一致性差导致的循环寿命短、安全性差以及低温充电能力差的问题,本发明提出了一种锂离子电池组充电管理方法,该方法中,锂离子电池组采用周期性充电模式,且每个周期包括充电电流递增和充电电流递减阶段。这样,电池组在电流递减充电阶段可以将电流递增充电阶段产生的浓差极化和电化极化降低或者消除,进而就可以大大提高电池组的循环寿命、安全性以及低温充电能力。本发明涉及应用在电动自行车、电动汽车、电动船、电动飞机、潜艇和鱼雷等电动设备上的锂离子电池组的充电管理方法。



www.patview.com  
CN 101958437 A

1. 一种锂离子电池组的充电管理方法,其特征在于,锂离子电池组的充电方式呈周期性,每个周期包括充电电流递增阶段和充电电流递减阶段。

2. 根据权利要求1所述的锂离子电池组的充电管理方法,其特征在于,在充电过程中,电源管理系统进行全程均衡,当电池组内电压为最高值的单体电池与电压为最低值的单体电池之间的电压差超过启动均衡充电参数  $s_1$  时,停止以所设定的充电方法充电,启动均衡功能;当电池组内电压为最高值的单体电池与电压为最低值的单体电池之间的电压差低于关闭均衡充电参数  $s_2$  时,关闭均衡功能,继续以设定的充电方法充电。

3. 根据权利要求2所述的锂离子电池组的充电管理方法,其特征在于,所述启动均衡参数  $S_1$  和所述关闭均衡参数  $S_2$  均设定成电源管理系统可检测到的最小电压精度值的倍数,所述启动均衡参数  $S_1$  必须大于所述关闭均衡参数  $S_2$ ,所述启动均衡参数  $S_1$  的值可在  $10\text{mv} \leq S_1 \leq 50\text{mv}$  的范围内选择,所述关闭均衡参数  $S_2$  的值可在  $5\text{mv} \leq S_2 \leq 30\text{mv}$  的范围内选择。

4. 根据权利要求1-3中的任意一项所述的锂离子电池组的充电管理方法,其特征在于,在所述充电电流递增阶段,充电电流可以呈阶梯波式递增、线性连续递增或者非线性连续递增中的任意一种;在所述充电电流递减阶段,充电电流可以呈阶梯波式递减、线性连续递减或者非线性连续递减中的任意一种。

5. 根据权利要求4所述的锂离子电池组的充电管理方法,其特征在于,在所述每个周期内,可根据  $I = C/T$  确定充电电流的平均值,其中,  $C$  为电池组的容量,  $T$  为电池组总的充电过程所需的时间,此时每个周期内充电电流递增阶段和充电电流递减阶段的时间相等。

6. 根据权利要求5所述的锂离子电池组的充电管理方法,其特征在于,所述充电电流递增阶段或充电电流递减阶段的时间可设定在0至10分钟之间。

7. 根据权利要求1至4中任意一项所述的锂离子电池组的充电管理方法,其特征在于,在所述每个周期之间设置有静置阶段。

8. 根据权利要求7所述的锂离子电池组的充电管理方法,其特征在于,所述静置阶段的时间可设定在0.5分钟至10分钟之间。

9. 根据权利要求4所述的锂离子电池组的充电管理方法,其特征在于,在所述每个周期内,充电电流的电流值可在  $0-30I_1$  内选择,  $I_1$  为1小时率充电电流,其数值等于以AH为单位的电池组的容量的数值。

10. 根据权利要求9所述的锂离子电池组的充电管理方法,其特征在于,所述充电电流递增阶段和充电电流递减阶段的时间可设定在0到10分钟之间。

11. 一种充电机,其特征在于,在该充电机内设有可编程软件,该软件根据所输入的充电函数,控制充电机输出所需要的充电电流,以完成根据权利要求1至10所述的锂离子电池组的充电管理方法。

## 锂离子电池组的充电管理方法及充电器

### 技术领域

[0001] 本发明涉及应用在电动自行车、电动汽车、电动船、电动飞机、潜艇和鱼雷等电动设备上的锂离子电池组的充电管理方法及所用到的充电器。

### 背景技术

[0002] 锂离子电池除了应用到手机、MP3、MP4 等简单手持设备外,还可以应用到很多电动设备上,但因其额定电压和这些电动设备的额定电压相差甚远,所以必须串并联成电池组工作。电池组在串并联工作条件下,单体电池内阻、容量、电压、温度、自放电等参数存在一致性差异,会极大地影响电池组的工作效率,特别在极端(如大电流,低温等)放电条件下,相对较差的单体电池会加速劣化,影响电池组的寿命,同时最终导致劣化电池反极,出现安全问题。

[0003] 循环寿命是电池组使用的一个瓶颈,钴酸锂为正极材料的锂离子单体电池,循环寿命 800 次;三元材料为正极的锂离子单体电池,循环寿命 1000 次;磷酸铁锂为正极材料的锂离子单体电池,循环寿命 3000 次;但钴酸锂电池很少做成动力电池,主要原因是安全性问题,三元材料电池组,目前循环寿命不超过 500 次,磷酸铁锂电池组,循环寿命也不超过 800 次,其主要原因是单体电池之间存在一致性差异。

[0004] 锂离子电池使用的另一个瓶颈是低温充电。由于锂离子电池组具有很高的重量比能量和体积比能量,可以应用到电动自行车、电动汽车、电动飞机等设备上。但在北方的冬天,室外温度较低,大大限制了需在室外充电的锂离子电池的使用。

[0005] 上述所有问题,都是由电池极化及其一致性差引起的。

[0006] 由于电池组是在电源管理系统 BMS(Battery Management System)的管理下工作的,且电池组工作的时候以最差的电池为标准,即电池组充电时,当最差的电池充满了但其它电池还没有充满,管理系统默认电池组已经充满;同样,当电池组放电时,最差的电池放完电但其它电池没有放完电时,管理系统默认电池组已经放完电,所以电池一致性差,将导致电池的循环寿命短。由于管理系统精度等方面的原因,电池组充电时,最差的电池极有可能过充;同样,电池组放电时,最差的电池放完电但其它电池没有时,极有可能导致最差电池过放,而过充和过放会引起电池的安全性问题,所以电池一致性差,将导致电池的安全性降低。另外,在低温条件下,分子运动降低,一致性差的电池极化差别更大,充电能力更差。

### 发明内容

[0007] 为解决上述问题,发明人提出了一种新的充电管理方法,如下所述:

[0008] 一种锂离子电池组的充电管理方法,锂离子电池组的充电方式呈周期性,即每个周期都包括充电电流递增阶段和充电电流递减阶段。

[0009] 所述的每个周期内的充电电流可以先递增,然后再递减,也可以是先递减,然后再递增。

[0010] 在现有技术中,先用恒流充电,等到了截止电压后改为恒压充电,等电流降低到截

止电流后,电池充满电。但在本发明中,每个周期内的电流都有一个递增和递减的阶段,而电池组在充电电流递增阶段所产生的浓差极化大多都能在其后充电电流递减阶段因分子运动而降低或者消除。

[0011] 在现有技术中,电池低温充电性能差,主要是因为电池在低温条件下离子迁移较慢,充电极化增大,采用本发明的充电方法,可以降低或消除电池的极化,进而提高了电池低温充电能力。在电池安全性方面,采用本发明的充电方法,可以减小电池极化,从而降低电池充电时负极表面形成锂枝晶的可能性,进而降低电池内部短路的可能性,提高安全性。在循环寿命方面,实施数据显示,循环寿命大都可得到很大改善。

[0012] 优化地,在充电过程中,电源管理系统进行全程均衡,当电池组内电压为最高值的单体电池与电压为最低值的单体电池之间的电压差超过启动均衡充电参数  $s_1$  时,停止以所设定的充电方法充电,启动均衡功能;当电池组内电压为最高值的单体电池与电压为最低值的单体电池之间的电压差低于关闭均衡充电参数  $s_2$  时,关闭均衡功能,继续以设定的充电方法充电。

[0013] 全程均衡充电,能够有效地解决电池一致性差的问题。这样,在解决电池极化的同时又解决了一致性差的问题,进而在延长电池组的循环寿命的同时也提高了其低温充电的能力。

[0014] 优选地,所述启动均衡参数  $S_1$  和所述关闭均衡参数  $S_2$  均设定成电源管理系统可检测到的最小电压精度值的倍数,所述启动均衡参数  $S_1$  必须大于所述关闭均衡参数  $S_2$ ,所述启动均衡参数  $S_1$  的值可在  $10\text{mv} \leq S_1 \leq 50\text{mv}$  的范围内选择,所述关闭均衡参数  $S_2$  的值可在  $5\text{mv} \leq S_2 \leq 30\text{mv}$  的范围内选择。

[0015] 进一步地,在所述充电电流递增阶段,充电电流可以呈阶梯波式递增、线性连续递增或者非线性连续递增中的任意一种;在所述充电电流递减阶段,充电电流可以呈阶梯波式递减、线性连续递减或者非线性连续递减中的任意一种。这样,每个周期为阶梯波式递增和阶梯波式递减,或者线性连续递增和线性连续递减或者非线性连续递增和非线性连续递减中的任意一种,也可以是阶梯波式递增和线性连续递减,阶梯波式递增和非线性连续递减,阶梯波式递减和线性连续递增,阶梯波式递减和非线性连续递增,线性连续递增和非线性连续递减,线性连续递减和非线性连续递增等混合搭配。

[0016] 针对上述充电模式,在所述每个周期内,可根据  $I = C/T$  确定充电电流的平均值,其中,  $C$  为电池组的容量,  $T$  为电池组总的充电过程所需的时间,此时每个周期内充电电流递增阶段和充电电流递减阶段的时间相等,所述充电电流递增阶段或充电电流递减阶段的时间可优选设定在 0 到 10 分钟之间。

[0017] 针对上述充电模式,在所述每个周期之间设置有静置阶段。所述的静置阶段可以设置在充电周期前也可以设置在充电周期后。所述静置阶段的时间可优选设定在 0.5 分钟至 10 分钟之间。

[0018] 或者,对于上述充电模式,在所述每个周期内,充电电流的电流值可在  $0-30I_1$  内选择,  $I_1$  为 1 小时率充电电流,其数值等于以 AH 为单位的电池组的容量的数值。此时,所述充电电流递增阶段和充电电流递减阶段的时间可优选设定在 0 到 10 分钟之间。

[0019] 为了完成本发明所提出的充电管理方法,发明人同时还提供了一种充电器,在该充电器内设有可编程软件,该软件可根据所输入的充电函数,控制充电器输出所需要的充

电电流。

### 附图说明

[0020] 图 1 本发明的第一实施方案充电电流为阶梯波式递增和阶梯波式递减为一个充电周期的充电方法；

[0021] 图 2 本发明的第二实施方案充电电流为线性连续递增和线性连续递减为一个充电周期的充电方法，其中图 2a 为充电电流先进行线性连续递增后进行线性连续递减的充电方法，图 2b 为充电电流先进行线性连续递减再进行线性连续递增的充电方法；

[0022] 图 3 本发明的第三实施方案充电电流为非线性连续递增和非线性连续递减为一个充电周期的充电方法，图 3a 为充电电流非线性连续递增后递减充电方法，图 3b 为充电电流非线性连续递减后再进行非线性连续递增的充电方法。

### 具体实施方式

[0023] 根据本发明的精神，可以采用每个充电周期紧接着下一个充电周期的方法。也可以采用在每个充电周期之间设置一个静置阶段，以更好地降低或消除电池的极化。

[0024] 为了简化，下面仅说明设置有静置阶段的方案。

[0025] 实施方案一、充电电流为阶梯波式递增和阶梯波式递减为一个充电周期的充电方法

[0026] 实施例 1、电动自行车用锂离子蓄电池组充电方法

[0027] 采用如图 1 所示的充电电流为阶梯波式递增和阶梯波式递减为一个充电周期的充电方法，电池组采用锰酸锂电池，电压 48V，容量 12Ah，充电电流 I 最大为 12A，分成 10 个等高阶梯， $t_1$  为 10min， $t_2-t_1$  为 10min，静置 10min，然后重复继续下一个充电电流阶梯波式递增后再递减的充电周期。若同时配合全程均衡充电，要求电池组内单体电池最高和最低电压差超过 50mV 即开始均衡，电池组内单体电池最高和最低电压差低于 10mV 时停止均衡，继续阶梯波充电。电池组在新出厂条件下一致性较好，采用一定电流 3 小时充满电，电池组循环寿命达到 1200 次（容量为初始容量的 81%）后，需要 6.5 小时才能充满电。

[0028] 比较例一、电动自行车用锂离子电池组充电方法

[0029] 采用恒流 12A 转恒压充电方法，电池组采用锰酸锂正极材料，标称电压 48V，容量 12Ah，电池组充电时间 1.5 小时充满，循环寿命为 300 次。

[0030] 实施方案二、充电电流为线性连续递增和线性连续递减为一个充电周期的充电方法

[0031] 实施例 2、电动汽车用锂离子蓄电池组充电电流线性连续递增后再进行线性连续递减的充电方法

[0032] 如图 2a 所示，电池组为 NCM（镍钴锰）三元材料锂离子电池，充电环境温度 26℃，电池组电压 360V，容量 120Ah，线性连续递增充电电流从 30A-120A，时间 3min，线性连续递减充电电流从 120A-30A，时间 3min，静置 5min，然后重复继续下一个充电电流线性连续递增后递减的充电周期。若同时配合全程均衡充电，要求电池组内单体电池最高和最低电压差超过 50mV 即开始均衡，电池组内单体电池最高和最低电压差低于 10mV 时停止均衡，继续充电电流线性连续递增后递减充电，直到电池组充满电。电池组循环寿命 2120 次（容量为

初始容量的 80.1%)。

[0033] 实施例 3、如图 2a 所示,采用充电电流线性连续递增后再进行线性连续递减的充电方法,电池组为 LFP(磷酸铁锂)电池,充电环境温度 26℃,电池组电压 360V,容量 120Ah,充电电流线性连续递增图形符合  $y = 2x$  方程,线性连续递减图形符合  $y = -2x+2$  方程,其中  $y$  为充电电流,最小电流取值 30A,最大电流取值 1800A,  $x$  为充电时间,取值区间为 0 ~ 5min,静置 0.5min 后,重复继续下一个充电电流线性连续递增后递减的充电周期。若同时配合全程均衡充电,要求电池组内单体电池最高和最低电压差超过 30mV 即开始均衡,电池组内单体电池最高和最低电压差低于 10mV 时停止均衡,继续充电电流线性连续递增后递减充电,直到电池组充满电。电池组循环寿命 2333 次(容量为初始容量的 80.2%)。

[0034] 实施例 4、如图 2b 所示,也可以采用充电电流先进行线性连续递减再进行线性连续递增的充电方法。

[0035] 实施方案三、充电电流为非线性连续递增和非线性连续递减为一个充电周期的充电方法

[0036] 实施例 5、电动汽车用锂离子蓄电池组充电电流非线性连续递增后再进行非线性连续递减的充电方法

[0037] 如图 3a 所示,电池组为锰酸锂电池,充电环境温度 26.5℃,电池组电压 360V,容量 120Ah,非线性连续递增充电电流从 30A-120A,充电时间 3min,非线性连续递减充电电流从 120A-30A,充电时间 3min,静置 5min,然后重复继续下一个充电电流非线性连续递增后递减的充电周期。若同时配合全程均衡充电,要求电池组内单体电池最高和最低电压差超过 50mV 即开始均衡,电池组内单体电池最高和最低电压差低于 10mV 时停止均衡,继续充电电流非线性连续递增后递减充电,直到电池组充满电。电池组循环寿命 1522 次(容量为初始容量的 80.3%)。

[0038] 实施例 6

[0039] 如图 3b 所示,对于充电电流为非线性连续递减后再进行非线性连续递增的充电方法,效果也是很好的。

[0040] 本发明的实验数据不限于上述实施例,例如充电电流的最大值可达到  $30I_1$ ,其中  $I_1$  为 1 小时率充电电流,其数值等于以 Ah 为单位的电池组的容量的数值。另外,所述启动均衡参数  $S_1$  和所述关闭均衡参数  $S_2$  均设定成电源管理系统可检测到的最小电压精度值的倍数,所述启动均衡参数  $S_1$  必须大于所述关闭均衡参数  $S_2$ ,所述启动均衡参数  $S_1$  可在 10mv 至 50mv 之间选择,所述关闭均衡参数  $S_2$  可在 5mv 至 30mv 之间选择。

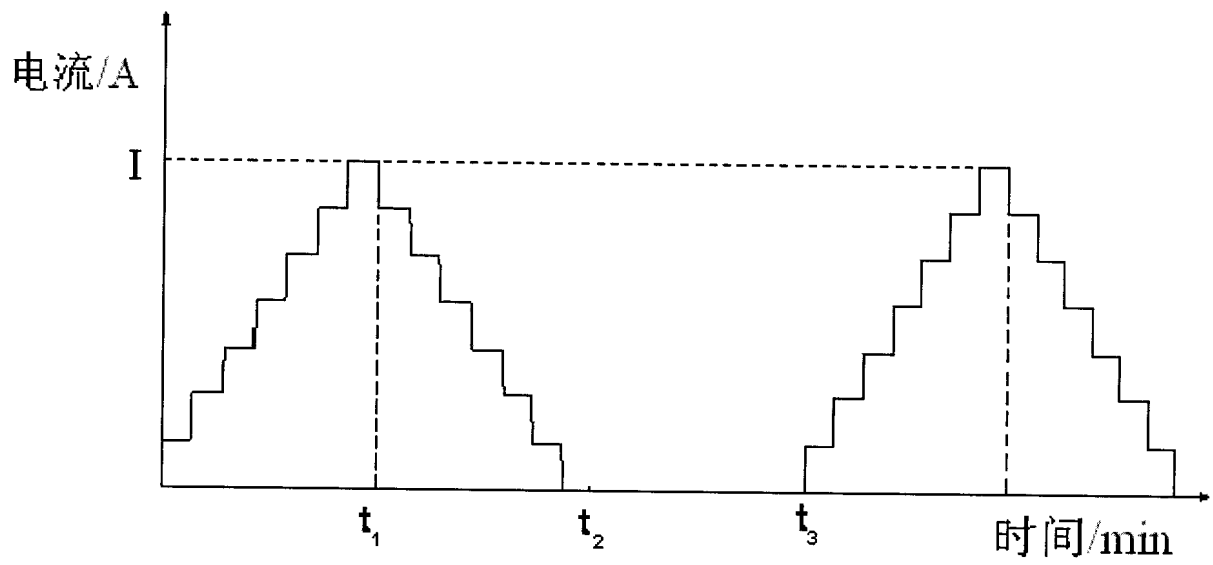
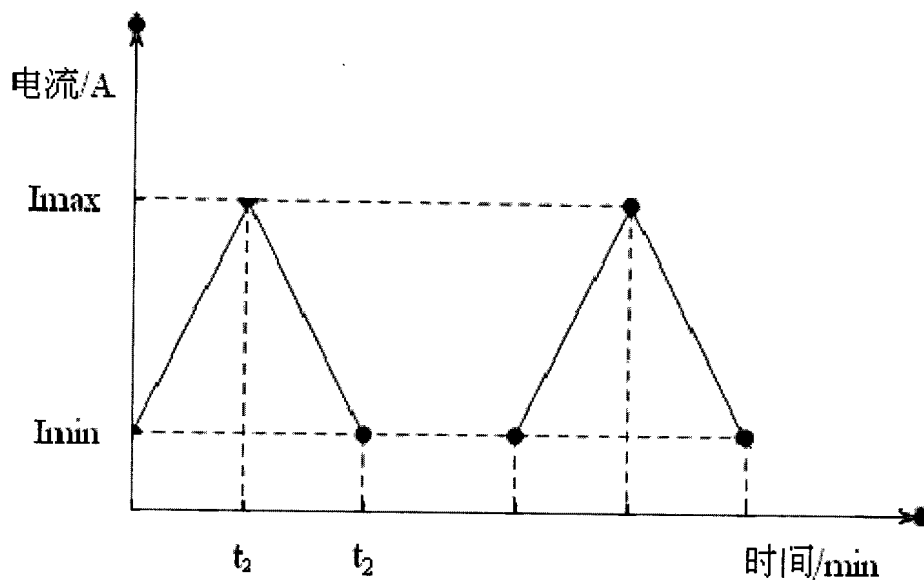
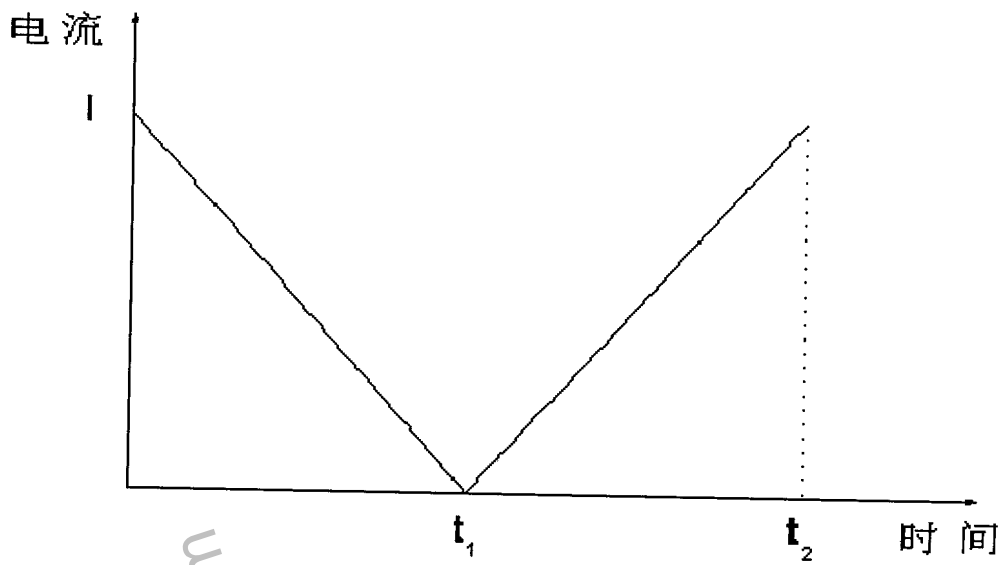


图 1



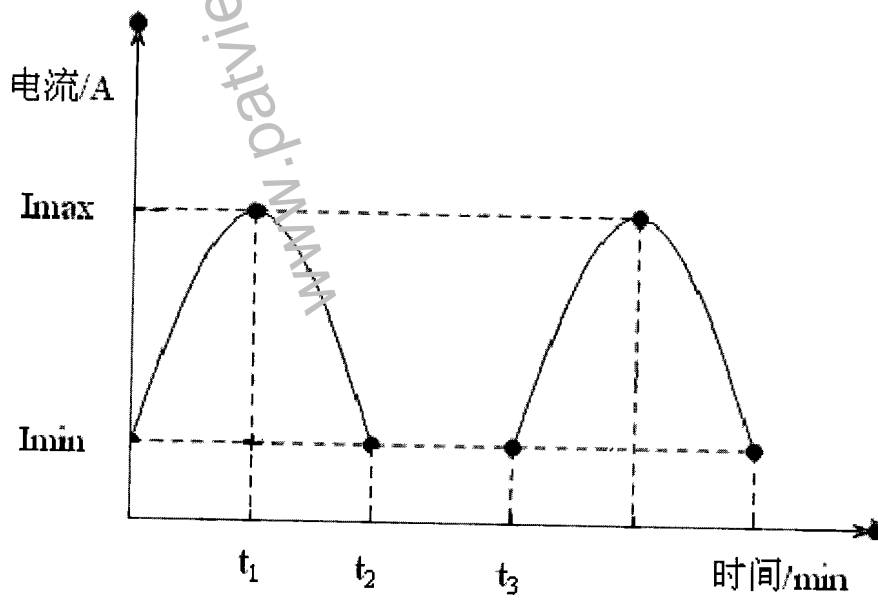
2a

www.patviewer.com



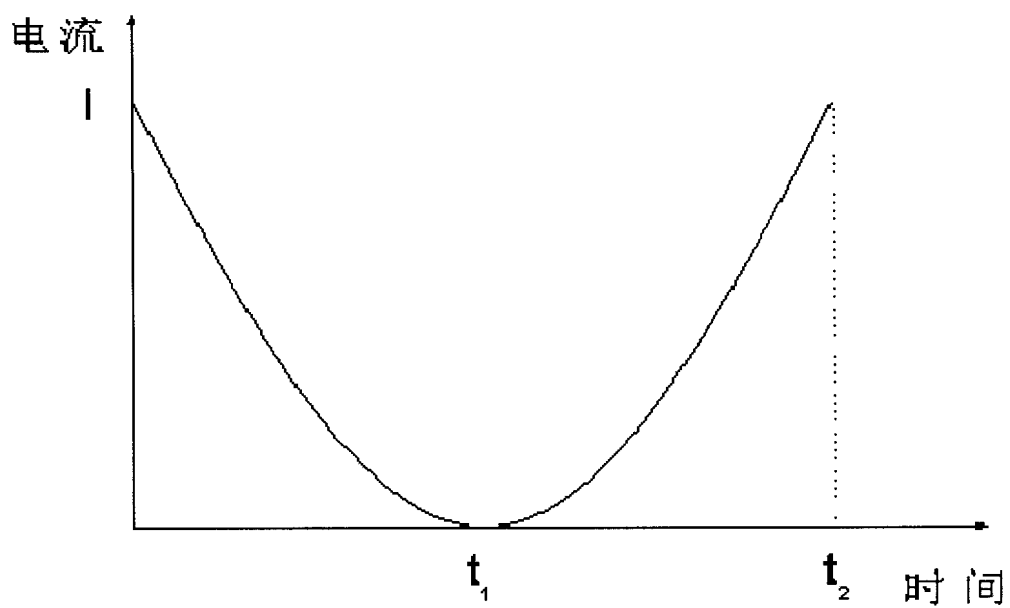
2b

图 2



3a





3b

图3

www.patviewer.com