

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
H01M 10/50 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200510100310.1

[45] 授权公告日 2008 年 2 月 27 日

[11] 授权公告号 CN 100372169C

[22] 申请日 2005. 10. 17

[21] 申请号 200510100310.1

[73] 专利权人 李慧琪

地址 510630 广东省广州市天河区天河北
路 906 号高科大厦 706-706 室

[72] 发明人 李慧琪 邓德强

[56] 参考文献

JP11-204151A 1999. 7. 30

CN2577451Y 2003. 10. 1

CN2850003Y 2006. 12. 20

CN1231068A 1999. 10. 6

US2004/0137313A1 2004. 7. 15

JP2002-61797A 2002. 2. 28

审查员 马珊珊

[74] 专利代理机构 广州市华学知识产权代理有限公司
代理人 李卫东

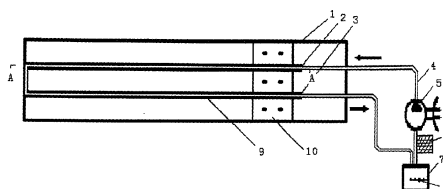
权利要求书 1 页 说明书 6 页 附图 2 页

[54] 发明名称

锂离子动力电池组热平衡处理方法及装置

[57] 摘要

本发明公开了锂离子动力电池组热平衡处理方法及装置，该方法是当冷却锂离子动力电池组时，热平衡处理液在液压泵作用下流经与锂离子动力电池组表面配合的导热体，温度升高，经散热器冷却后，再流入导热体，循环使用；当加热锂离子动力电池组时，关闭散热器，开启加热装置，加热后的热平衡处理液在液压泵作用下，流经与锂离子动力电池组表面配合的导热体，加热锂电池组后流回处理液箱，加热后再流入导热体，循环使用。该装置包括电池箱、液压泵、导热体、热平衡处理液箱、散热器和加热装置。使用该装置锂电池组在其要求的正常温度范围内工作，不因温度的剧烈变化而影响使用或损坏，提高电池组的应用效率、安全性和使用寿命。



1、锂离子动力电池组热平衡处理方法，其特征在于，热平衡处理液在位于电池箱内部并与锂电池组外表面配合的导热体和位于电池箱外部的液压泵、热平衡处理液箱、散热器和加热装置组成的循环系统中流动；当冷却锂离子动力电池组时，加热装置关闭，散热器启动，热平衡处理液在液压泵作用下流经与锂离子动力电池组表面配合的导热体通孔，温度升高，经散热器冷却后，温度降低，并继续流入导热体通孔，循环使用；当加热锂离子动力电池组时，加热装置开启，散热器关闭，通过加热装置加热后的热平衡处理液在液压泵作用下，流经与锂离子动力电池组表面配合的导热体通孔，加热锂电池组后流回加热器加热后再进入导热体通孔，循环使用；所述导热体为带有通孔的腔体；所述通孔为环形回路腔体；所述热平衡处理液为无水冷却液或者水与乙二醇的混合液。

2、采用权利要求1所述方法的锂离子动力电池组热平衡处理装置，其特征在于所述装置包括液压泵、与锂电池组外表面配合的导热体、热平衡处理液箱、散热器和加热装置；所述导热体位于电池箱内部，所述液压泵、热平衡处理液箱、散热器和加热装置位于电池箱外部，所述位于电池箱内部与锂电池组外表面配合的导热体的通孔通过导管与液压泵、热平衡处理液箱、散热器和加热装置连接构成热平衡处理液的循环流动回路；所述通孔为环形回路腔体。

3、根据权利要求2所述锂离子动力电池组热平衡处理装置，其特征在于，所述液压泵一端经导管和与锂电池组外表面配合的导热体的通孔入口端连接，另一端与散热器连接，散热器与热平衡处理液箱出口端连接，热平衡处理液箱入口端与导热体的通孔出口端连接；所述热平衡处理液加热装置位于热平衡处理液箱内。

4、根据权利要求2或3所述锂离子动力电池组热平衡处理装置，其特征在于，所述与锂电池组外表面配合的导热体位于电池的表面或上下两层锂电池组之间。

5、根据权利要求2或者3所述锂离子动力电池组热平衡处理装置，其特征在于，所述导热体采用良性导热材料，所述良性导热材料为铝合金。

6、根据权利要求2或者3所述锂离子动力电池组热平衡处理装置，其特征在于，所述导热体外表面涂布有导热涂料。

7 根据权利要求6所述锂离子动力电池组热平衡处理装置，其特征在于，所述导热体外表面涂布的导热涂料为导热橡胶或有机硅导热涂料。

8、根据权利要求2或者3所述锂离子动力电池组热平衡处理装置，其特征在于，所述加热装置为电热棒。

9、根据权利要求2或者3所述锂离子动力电池组热平衡处理装置，其特征在于，所述散热器为风冷式散热器。

锂离子动力电池组热平衡处理方法及装置

技术领域

本发明涉及电池热平衡处理领域，具体是锂离子动力电池组热平衡处理方法及装置。

现有技术

近年来世界石油供应频频告急，发展电动车成为解决这一问题的手段之一。目前，在电动车的研究进程中，动力电池组的研发成为关键。在现有的多种动力电池中，锂离子动力电池因具有比能量高、使用寿命长、基本无污染等优点而成为动力电池发展的重要方向。当前，锂离子动力电池组已初步应用在电动自行车、电动摩托车、电动汽车等车辆上，但普遍存在锂离子动力电池组热平衡处理问题。锂离子动力电池在充放电时会产生大量的热。锂离子动力电池组对热平衡有较高的要求，如不采取有效的热平衡处理技术，锂离子动力电池组则无法达到理想的使用效果。实验表明：电池组的存储温度为： $-40^{\circ}\text{C}\sim 60^{\circ}\text{C}$ ；使用环境温度为： $-25^{\circ}\text{C}\sim 50^{\circ}\text{C}$ ；当电池的温度在 $-25^{\circ}\text{C}\sim -10^{\circ}\text{C}$ 时，电池充电非常困难，放电亦只能用0.5C的速率放出50%的容量；当电池温度在 $-10^{\circ}\text{C}\sim 0^{\circ}\text{C}$ 时，电池充电能力下降；当电池温度在 $0^{\circ}\text{C}\sim 50^{\circ}\text{C}$ 时，电池处于较正常的工作状态；当电池温度在 $50^{\circ}\text{C}\sim 60^{\circ}\text{C}$ 时，电池放电能力下降；当电池温度在 60°C 以上使用时，电池可能发生不可逆转的损坏；当电池温度在 120°C 以上，电池安全阀启动，电解质喷出，电池报废。

现有技术对锂离子动力电池组热平衡处理一般是采用通风机对电池组表面进行强制风冷，这种方法虽然能在一定程度上降低电池的温度，但不能很好地解决电池箱内部的散热问题，也无法对电池组进行加热。同时该方法还存在耗能高、噪声大、易损坏等缺点，致使锂离子动力电池组的应用效率低、安全性低和使用寿命短。如何有效解决锂电池组内部的散热及加热，使之在适宜的温度范围工作，目前尚未发现有这方面的技术公开。

发明内容

本发明的目的在于针对现有技术的不足，提供一种锂离子动力电池组热平衡处理的方法及装置，以提高锂离子动力电池组的效率、安全性和使用寿命。

本发明的目的通过如下技术方案实现：

一种锂离子动力电池组热平衡处理方法：

热平衡处理液在位于电池箱内部并与锂电池外表面配合的导热体以及位于电池箱外部的液压泵、热平衡处理液箱、散热器和加热装置组成的循环系统中

流动；当冷却锂离子动力电池组时，加热装置关闭，散热器启动，热平衡处理液在液压泵作用下流经与锂离子动力电池组表面配合的导热体，处理液温度升高，经散热器冷却后，温度降低并继续流入导热体通孔，循环使用；当加热锂离子动力电池组时，加热装置开启，散热器关闭，通过加热装置加热后的热平衡处理液在液压泵作用下，流经与锂离子动力电池组表面配合的导热体，处理液温度降低，回流经加热器加热后再进入导热体通孔，循环使用。所述导热体为带有通孔的腔体。所述热平衡处理液为无水冷却液或者水与乙二醇的混合液。无水冷却液为汽车冷却通用的无水冷却液，优选采用美国杜邦公司生产的爱温无水冷却液（NPG+）。

锂离子动力电池组热平衡处理装置：

该装置包括电池箱、液压泵、导热体、热平衡处理液箱、散热器和加热装置；所述导热体位于电池箱内部及锂电池的表面或上下两层锂电池之间，所述液压泵、热平衡处理液箱、散热器和加热装置位于电池箱外部，所述位于电池箱内部与锂电池组外表面配合的导热体通过导管与液压泵、热平衡处理液箱、散热器和加热装置连接构成热平衡处理液的循环流动回路。

为更好实现本发明的目的，锂离子动力电池组热平衡处理装置的液压泵一端经导管和与锂电池组外表面配合的导热体的通孔入口端连接，另一端与散热器连接，散热器与热平衡处理液箱出口端连接，热平衡处理液箱入口端与通孔出口端连接；所述热平衡处理液加热装置位于热平衡处理液箱内。所述与锂电池组外表面配合的导热体位于锂电池的外表面或上下两层锂电池之间。所述导热体由良性导热材料制作，良性导热材料优选铝合金。所述导热体外表面涂布的导热涂料优选导热橡胶或有机硅导热涂料。所述加热装置优选电热棒。所述导热体优选形状中空的腔体或管状的良性导热材料。所述散热器优选风冷式散热器。所述美国杜邦公司生产的爱温无水冷却液（NPG+）凝点为-40℃，沸点为189℃，市面可购买。所述水与乙二醇的混合液优选乙二醇含量在50~70%，凝点为-37℃，沸点为129℃的水与乙二醇的混合液。

工作原理：

锂离子动力电池组在不同温度下工作，热平衡处理液需提供热量可通过如下公式计算：

$$Q_d = K \cdot Q_g$$

Q_d ：冷却液带走或提供的热量

Q_g ：电池放出或吸收的热量

K ：效率系数，一般 $K=2\sim3$

例：经试验，锂电池的使用环境温度为 $-25^{\circ}\text{C}\sim 50^{\circ}\text{C}$ 。对于 80Ah 锂离子动力电池，发热速率为 $60\text{J}/^{\circ}\text{C}\cdot\text{min}$ ，在使用中引起电池发热，破坏热平衡。根据锂离子动力电池的这一特性，要使其达到最佳的使用效果，可以通过热平衡处理液流动的循环回路系统经过锂离子动力电池外表面，当电池组放电时，循环回路系统中的热平衡处理液带走电池表面的部分热量；当环境温度在 0°C 以下而充电时，利用加热装置对热平衡处理液加热，使电池温度升高到理想值，从而使电池组能够与外界进行热量交换，达到热平衡，保证电池组在一定的温度范围内正常工作。

本发明的优点：

- (1) 可提高锂离子动力电池组的应用效率、安全性和使用寿命；
- (2) 确保锂电池组不因温度剧烈变化而影响使用或损坏；
- (3) 结构简单实用，容易加工；
- (4) 所用材料为铝合金，成本低，环保和使用寿命长。

附图说明

图 1 是本发明的工作原理图。

图 2 是图 1 沿 A-A 面的水平剖视图。

图 3 是本发明实施例 2 的结构示意图。

图 4 是图 3 沿 B-B 面的剖视图。

图 5 是本发明实施例 3 的结构示意图

图 6 是图 5 沿 C-C 面的剖视图。

图中示出：电池箱—1；导热体通孔入口端—2；导热体通孔出口端—3；导管—4；液压泵—5；散热器—6；处理液箱—7；加热装置—8；导热体—9；动力电池—10。

具体实施方式

下面结合附图和实施例对本发明作进一步详细的说明，但本发明要求保护的范围并不限于实施例表示的范围。

本发明用于需要提供单体电池容量大于 30Ah，电池组功率大于 1kw 的动力配置场合，如电动汽车、电动飞机、电动潜水艇、电动机器人和大功率电动工具等。

实施例 1

用于欧洲 SAM 电动汽车。锂离子动力电池组：额定容量为 7.8 kWh，额定电压为 97.2 V。电池箱的外壳采用铝合金材料，内置额定容量为 80Ah 锂离子动

力电池 27 块，电池管理系统一套，250A 直流断路器一组，热平衡处理装置一套。导热体通孔内处理液储存容量为 3L。电池组箱体采用全封闭设计，以防潮、防湿、防尘，在电池正负极连接电缆与电池箱之间留有出气孔，以防热胀冷缩对电池的影响。电池箱内置 250A 直流断路器，外接电缆与直流断路器连接，连接电缆应能承受 300A 以上电流。电池管理系统（BMS）通过前端插口与外部系统连接。直流断路器一端与电池连接，另一端与汽车上的电气系统连接；热平衡处理装置与汽车上的控制系统连接，电源采用车载电源或外部电源，如电池组放电时，冷却装置与液压泵采用车载电源供电；电池组 0℃ 以下充电时，加热装置与液压泵采用外部的电源供电。

电池组箱外壳与车体接地连接，以消除静电。电池箱可从车后推入车梁上，在前端连接正负极电缆和 BMS 连线，车梁腔体放置电池箱的下面应有滑动或滚动装置，前端应有定位装置，后端应有锁紧装置，电池箱与车梁之间应考虑防震。单体电池置于电池箱中一个唯一的位置，并有定位装置，BMS 也一样，系统连接后盖上盖板封闭，故更换电池或 BMS 时，只须将电池箱从车梁中抽出，打开盖板即可。

如图 1、2 所示，锂电池组分三层放置，箱体外壳 1 的前端开设有导热体通孔入口端 2 和导热体通孔出口端 3，导热体 9 为带有通孔的腔体。锂离子动力电池组热平衡处理装置包括导管 4、液压泵 5、散热器 6、热平衡处理液箱 7 以及加热装置 8、与锂电池组外表面配合的导热体 9；液压泵 5 一端经导管 4 和与锂电池组外表面配合的导热体 9 的通孔入口端 2 连接，另一端与散热器 6 连接，散热器 6 与热平衡处理液箱 7 连接，热平衡处理液箱 7 与导热体通孔出口端 3 连接，所述热平衡处理液加热装置 8 位于热平衡处理液箱 7 内。导热体 9 分为上下两个部分，上部分导热体位于顶部电池组与中间电池组之间，下部导热体位于中间电池组与底部电池组之间，上部导热体内通孔与下部导热体内通孔连通，上下导热体都与锂电池组底部或顶部外表面配合；其接触总面积为 501250mm^2 ，占锂电池组总表面积的 35.3%。热平衡处理液为水与乙二醇混合液，其中乙二醇含量为 50%。液压泵 5 为直流电动 DP 微型隔膜泵。散热器 6 为标准 SF 系列风冷散热器，型号为 SF14。导热体 9 由铝合金制作，其外表面涂布导热涂料为 FR60 型有机硅导热涂料。热平衡处理液箱 7 为聚氯乙烯塑料材料，容量为 5L。加热装置 8 为电热棒，安装在热平衡处理液箱 7 的一个侧面。

电池组放电时启动液压泵 5 和散热器 6，关闭加热装置 8。处理液在液压泵 5 的作用下，由导管 4、散热器 6、热平衡处理液箱 7 以及与锂电池组外表面配合的导热体 9 组成的循环系统中流动，带出锂电池组表面的部分热量，实现锂

电池组的热平衡。

锂电池组在 0°C 以下充电而须加热时，启动加热装置 8，关闭散热器 6。处理液在热平衡处理液箱 7 的加热装置 8 加热后，在液压泵 5 的作用下，处理液流经与锂离子动力电池组表面配合的导热体 9，流回热平衡处理液箱 7 加热，然后再流过导热体 9，循环使用，实现为锂电池组加热。使电池组保持在 $15^{\circ}\text{C} \sim 20^{\circ}\text{C}$ 。

经检测，对于 80Ah 锂离子动力电池，发热速率为 $60\text{J}/^{\circ}\text{C}\cdot\text{min}$ ，在 1C 的正常速率下放电，引起电池组发热，每分钟温度升高 0.18°C ，产生的热量为 297J。使用上述热平衡处理装置后，循环回路系统中的热处理液流速为 72mL/s ，经散热器后处理液的温度每分钟降低 0.03°C ，电池表面温度可降低 0.18°C ，电池组达到热平衡；当环境温度在 -25°C 而充电时，利用加热装置对热平衡处理液加热，每分钟送入电池组的热量为 25.9kJ，热平衡处理液的流速为 48mL/s ，处理液每分钟温度升高 2.14°C ，电池表面温度可升高 8°C ，在 $5 \sim 10$ 分钟达到 $15^{\circ}\text{C} \sim 20^{\circ}\text{C}$ 的温度范围内正常工作。

实施例 2

用于 E-CUV 电动轿车。锂离子动力电池组：额定容量为 24.2 kWh，额定电压为 302.4 V。内置 80Ah 锂离子动力电池 84 块，分为两组，每组 42 块，每组又分为上下两层，每层各 21 块。如图 3、4 所示，锂离子动力电池组热平衡处理装置包括导管 4、液压泵 5、散热器 6、热平衡处理液箱 7 以及加热装置 8、与锂电池组外表面配合的导热体 9；液压泵 5 一端经导管 4 和与锂电池组外表面配合的导热体 9 的流入端 2 连接，另一端与散热器 6 连接，散热器 6 与热平衡处理液箱 7 连接，热平衡处理液箱 7 与导热体通孔出口端 3 连接，所述热平衡处理液加热装置 8 位于热平衡处理液箱 7 内。导热体在同一水平面分为前后两部份，前后导热体内通孔连通，形成环形回路，后部导热体接通孔入口端 2，前部导热体接通孔出口端 3，导热体 9 与电池组表面总接触面积为 1155000mm^2 ，占电池组总表面积的 26.7%。热平衡处理液选用市面可购买到的美国杜邦公司生产的爱温无水冷却液 (NPG+)。液压泵 5 为直流电动 DP 微型隔膜泵。散热器 6 为标准 SF 系列风冷散热器，型号为 SF15。导热体 9 为带有通孔的铝合金腔体，其外表面涂布的导热涂料选用 HT-89 高导热绝缘硅橡胶。热平衡处理液箱 7 为聚氯乙烯塑料材料，容量为 7L。加热装置 8 为电热棒，安装在处理液箱体里的一个侧面。

经检测，对于 80Ah 锂离子动力电池，发热速率为 $60\text{J}/^{\circ}\text{C}\cdot\text{min}$ ，在 1C 的正常速率下放电，引起电池组发热，每分钟温度升高 0.18°C ，产生的热量为 907.2J。

使用上述热平衡处理装置后,循环回路系统中的热处理液流速为 144mL/s,经散热器后处理液的温度每分钟降低 0.05℃,电池表面温度每分钟可降低 0.18℃,电池组达到热平衡;当环境温度在-25℃而充电时,利用加热装置对热平衡处理液加热,每分钟送入电池组的热量为 80.64kJ,热平衡处理液的流速为 64mL/s 时,处理液每分钟温度升高 5℃,电池表面温度可升高 8℃,在 5~10 分钟达到 15℃~20℃的温度范围内正常工作。

实施例 3

用于电动机器人。锂离子动力电池组:额定容量为 1.3kWh,额定电压为 21.6V。内置 60Ah 锂离子动力电池 6 块,同一层面放置。

如图 5、6 所示,锂离子动力电池组热平衡处理装置包括导管 4、液压泵 5、散热器 6、热平衡处理液箱 7 以及加热装置 8、与锂电池组外表面配合的导热体 9,导热体 9 为带有通孔的腔体;液压泵 5 一端经导管 4 和与锂电池组外表面配合的导热体 9 的流入端 2 连接,另一端与散热器 6 连接,散热器 6 与热平衡处理液箱 7 连接,热平衡处理液箱 7 与导热体通孔出口端 3 连接,所述热平衡处理液加热装置 8 位于热平衡处理液箱 7 内。导热体的结构同实施例 1,上下部导热体中间通孔连通,形成回路。上部导热体接通孔入口端 2,下部导热体接通孔出口端 3。导热体与锂电池组的接触面积为 88750mm²,占电池组总表面积的 45.0%。热平衡处理液选用乙二醇含量为 50%的水与乙二醇混合液。液压泵 5 为直流电动 DP 微型隔膜泵。散热器 6 为标准 SF 系列风冷散热器,型号为 SF12。导热体 9 由铝合金制作,其外表面涂布的导热涂料为以聚硅氧烷为主,辅以高导热填料的深圳 AP-505 导热硅脂。热平衡处理液箱 7 为聚氯乙烯塑料材料,容量为 4L。加热装置 8 为电热棒,安装在处理液箱体里的一个侧面。

经检测,对于 60Ah 锂离子动力电池,发热速率为 54J/℃·min,在 1C 的正常速率下放电,引起电池组发热,每分钟温度升高 0.18℃,产生的热量为 58.32J。使用上述热平衡处理装置后,循环回路系统中的热处理液流速为 46mL/s,处理液的温度每分钟降低 0.01℃,电池表面温度可降低 0.18℃,从而达到热平衡;当环境温度在-25℃而充电时,利用加热装置对热平衡处理液加热,每分钟送入电池组的热量为 5184J,设计热平衡处理液的流速为 48mL/s,处理液每分钟温度升高 0.4℃,在 5~10 分钟达到 15℃~20℃的温度范围内正常工作。

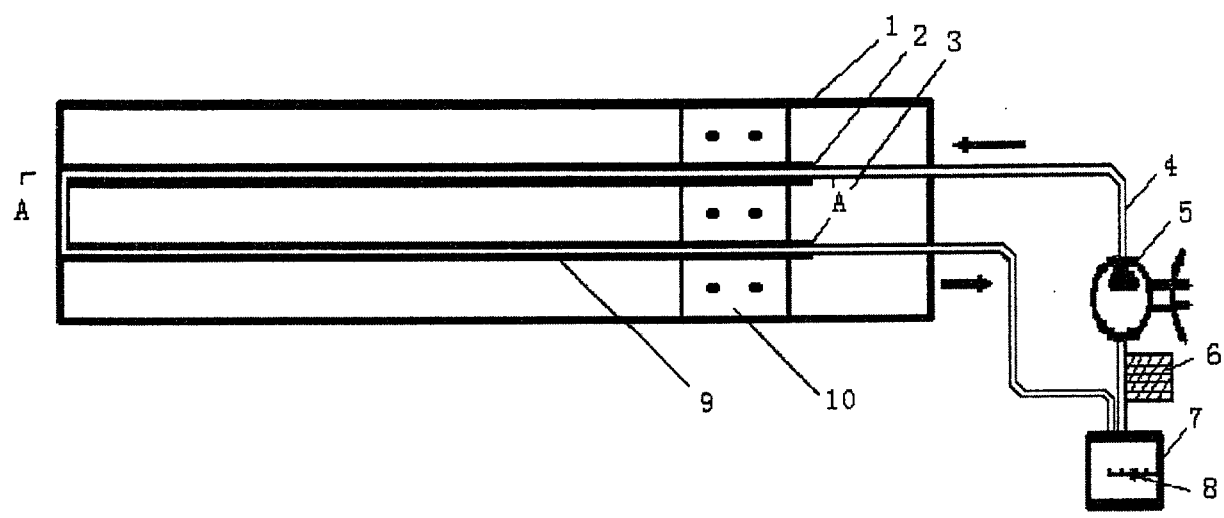


图 1

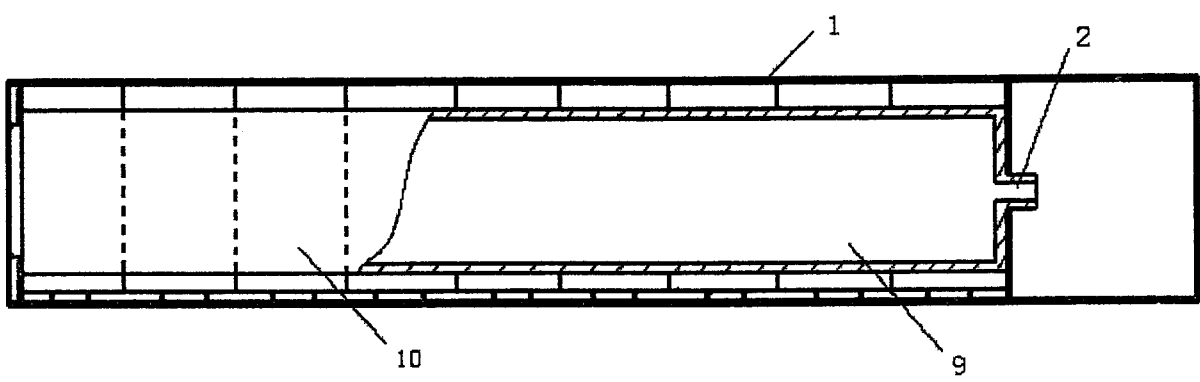


图 2

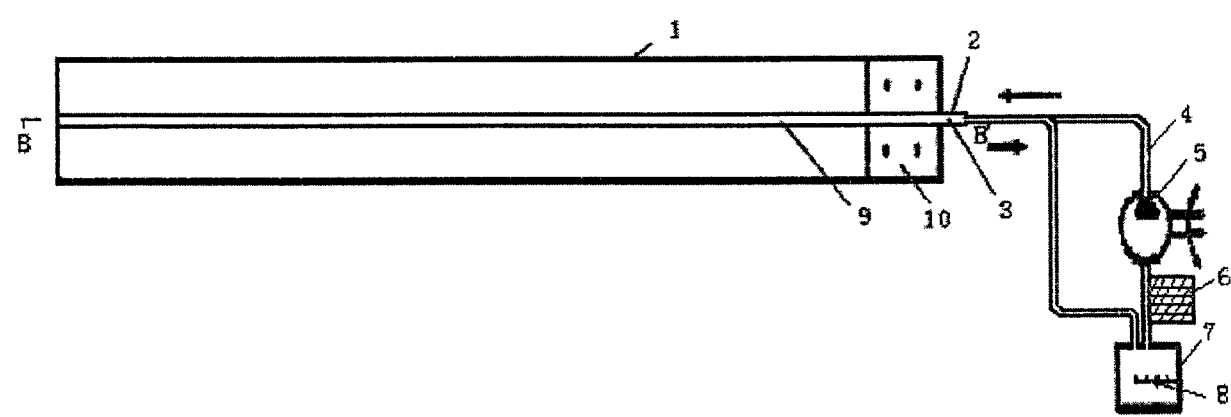


图 3

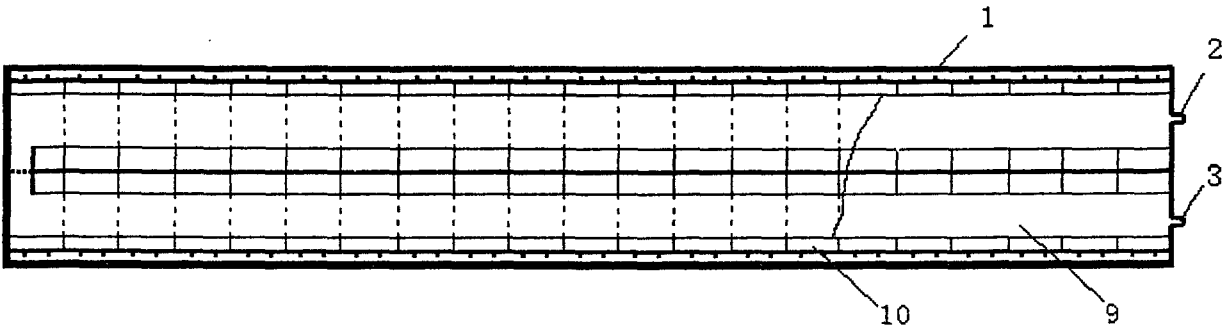


图 4

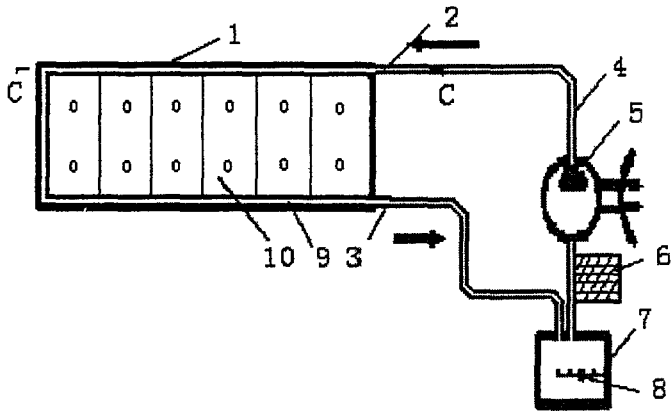


图 5

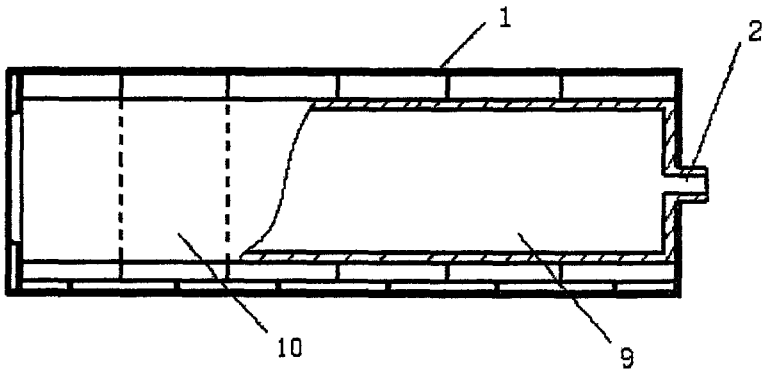


图 6