

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



# [12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200610006331.1

[51] Int. Cl.

H01M 2/02 (2006.01)

H01M 2/10 (2006.01)

H01M 2/14 (2006.01)

H01M 10/04 (2006.01)

H01M 10/48 (2006.01)

H01M 10/40 (2006.01)

[45] 授权公告日 2009年7月29日

[11] 授权公告号 CN 100521293C

[22] 申请日 2006.1.16

[21] 申请号 200610006331.1

[30] 优先权

[32] 2005.1.14 [33] JP [31] 007400/2005

[32] 2005.9.30 [33] JP [31] 286448/2005

[73] 专利权人 松下电器产业株式会社

地址 日本大阪府

[72] 发明人 永山雅敏 中岛琢也 村冈芳幸

[56] 参考文献

CN1300458A 2001.6.20

JP2000-133223A 2000.5.12

JP2001-155789A 2001.6.8

WO03/047013A1 2003.6.5

审查员 朱科

[74] 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司  
代理人 陈建全

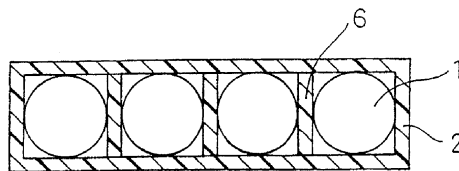
权利要求书 1 页 说明书 17 页 附图 2 页

[54] 发明名称

非水电解液二次电池组

[57] 摘要

提供一种非水电解液二次电池组，其具有测量电池电压或电池温度的测量部和基于所述测量部的测量结果而控制充放电的控制部；在电池收纳容器内收纳着多个在盖面和底面上安设了正负极端子的圆筒型非水电解液二次电池；在电池收纳容器内，使所有的圆筒型非水电解液二次电池以侧面彼此相向的方式进行排列并进行电连接；而且当设定所述圆筒型非水电解液二次电池的直径为 A、所述电池侧面彼此之间的距离为 B 时，使 B/A 为 0.02 ~ 0.2，因而作为电动工具用电源，具有适合于在室外使用的结构。



1. 一种非水电解液二次电池组，其包括：在盖面和底面上安设了正负极端子的圆筒型非水电解液二次电池，用于收纳多个所述非水电解液二次电池的电池收纳容器，测量电池电压和电池温度的测量部，和基于所述测量部的测量结果而控制充放电的控制部；其中，

在所述电池收纳容器内，所有的所述圆筒型非水电解液二次电池以侧面彼此相向的方式进行排列并进行电连接；

具有用于隔离所述非水电解液二次电池的相邻侧面的、且包含贯通孔和 / 或缺口的隔离板；

而且当设定所述圆筒型非水电解液二次电池的直径为 A、所述电池侧面彼此之间的距离为 B 时， $B/A$  为 0.02~0.2 的范围。

2. 根据权利要求 1 所述的非水电解液二次电池组，其中所述隔离板上贯通孔和 / 或缺口相对于隔离板的面积比为 10~70%。

3. 根据权利要求 2 所述的非水电解液二次电池组，其中在满充电的状态下，所述非水电解液二次电池串联时的电压为 12.6~42V。

4. 根据权利要求 2 所述的非水电解液二次电池组，其中所述控制部具有在非水电解液二次电池表面上的所述测量部达到预定温度时停止充放电的监视功能；所述预定温度在 60~80℃ 的范围内。

## 非水电解液二次电池组

### 技术领域

本发明涉及非水电解液二次电池组（battery pack）的结构，更详细地说，涉及与连接的多个电池的特性提高相适应的排列。

### 背景技术

以锂离子二次电池为代表的非水电解液二次电池，由于与其它的蓄电池相比具有较高的能量密度，所以除了便携式机器电源等民生的用途以外，其市场正在向电动工具电源等动力工具用途方面扩大。

不管电池体系如何，电动工具用二次电池为提高输出特性而扩大电极面积，所以它被设计为构成简单的圆筒型。在先于电动工具用途而实用化的混合电动汽车用途中，其构成通常是连接圆筒型电池的盖面和底面而构成细长的组件，然后将该组件以横向并排且横向堆积的方式串联连接在汽车的底盘上（例如，特开2001-155789号公报）。该结构由于在高速率充放电时容易蓄积由各电池产生的焦耳热，所以为提高电池组的散热性，在各组件之间设置一定的间隙，以便容易利用来自外部的冷却风。

在混合电动汽车用非水电解液二次电池的情况下，如果能够在启动和加速时瞬间释放出大电流，然后就可以通过内燃机驱动汽车。但是，在电动工具用非水电解液二次电池的情况下，驱动源只是电池，在单纯采用提高电池组的散热性的结构时，例如在寒冷的条件下，当电池反应的阻抗较大时，就难以连续驱动电动工具。

### 发明内容

本发明是基于上述的课题而完成的，其目的在于提供一种非水电解液二次电池组，所述电池组作为电动工具用电源，具有适合于在室

外使用的结构。

为了解决上述以前的课题,本发明的非水电解液二次电池组包括:在盖面和底面上安设了正负极端子的圆筒型非水电解液二次电池,用于收纳多个所述非水电解液二次电池的电池收纳容器,测量电池电压和电池温度的测量部,和基于所述测量部的测量结果而控制充放电的控制部;其中在电池收纳容器内,所有的圆筒型非水电解液二次电池以侧面彼此相向的方式进行排列并进行电连接,而且当设定该圆筒型非水电解液二次电池的直径为 A、电池侧面彼此之间的距离为 B 时,  $B/A$  为 0.02~0.2 的范围。

本发明者进行了潜心的研究,结果发现:作为电池组的结构,具有适度蓄热性的一方适于在寒冷环境下进行连续高速率的放电。具体地说,使多个电池的侧面彼此相向且同时对其距离进行优化,藉此在高温下发挥适度的散热性,而且在寒冷环境下有效利用高速率放电时产生的焦耳热以提升电池本身的温度,从而通过降低电池反应的阻抗而使连续放电成为可能。

#### 附图说明

图 1 是本发明实施例的非水电解液二次电池组的示意立体图。

图 2 是图 1 的 II—II 向示意剖面图。

图 3 是图 1 的 III—III 向示意剖面图。

图 4 是图 1 的 IV—IV 向示意剖面图。

图 5 是表示在隔离板上设置的缺口形状的实例图。

#### 具体实施方式

下面采用附图就用于实施本发明的最好的方案进行说明。

图1是本发明的非水电解液二次电池组的示意立体图,图2是图1的II—II向剖面图,图3是图1的III—III向剖面图,图4是图1的IV—IV向剖面图。多个圆筒型非水电解液二次电池1在其盖面和底面设置有正负极的端子(图中未示出),在电池收纳容器2中,所有的电池以侧面彼此

相向的方式进行排列且进行电连接。此外，测量电池电压和电池温度的测量部3和进一步基于测量部的测定结果而控制充放电的控制部4，以与该圆筒型非水电解液二次电池1相邻接的方式进行设置，从而构成了本发明的非水电解液二次电池组5。

在此，非水电解液二次电池组5中的所有圆筒型非水电解液二次电池1，必须以侧面彼此相向的方式进行排列。即使在连接圆筒型非水电解液二次电池1的盖面和底面而构成如专利文献1那样的细长组件的情况下，尽管在高温下可以发挥适度的散热性，但在寒冷环境下由于散热性过高，所以不可能具有作为本发明精髓的适度的蓄热性。

在此，为了谋求散热性和蓄热性的并存，当设定圆筒型非水电解液二次电池1的直径为A、该电池侧面彼此之间的距离为B时， $B/A$ 必须为0.02~0.2的范围。当 $B/A$ 在0.02以下时，由于各电池过于接近，尽管蓄热性无可挑剔，但在高温环境下的散热性较差。相反地，当 $B/A$ 超过0.2时，由于各电池过于分开，尽管散热性无可挑剔，但在寒冷环境下的蓄热性较差。

另外，为了将 $B/A$ 设定为上述的预定值，从避免因使用产生的振动而引起尺寸（ $B/A$ 值）变化的角度考虑，优选在电池收纳容器2内配备用于隔离非水电解液二次电池1的相邻侧面的隔离板6。另外，从使产生的焦耳热在电池组5内实现均匀化的角度考虑，优选在隔离板6上具有贯通孔7。再者，从兼顾上述温度的均匀化以及隔离板6的强度确保的角度考虑，优选隔离板6中贯通孔7的面积比（以下称为空孔率）为10~70%。空孔率低于10%时，由于因贯通孔7而产生的热对流不够充分，所以导致电池组7内温度均匀性的降低。相反，在空孔率超过70%时，在热对流的作用下，电池组5内的温度容易变得均匀，但隔离板6的强度降低，从而使机械强度变得难以确保。在此，隔离板6中的贯通孔7也可以是不定形的缺口7，另外，将它们混合使用也能得到同样的效果。

在满充电的状态下，本发明的非水电解液二次电池1串联时的电压

优选为12.6~42V。虽然也取决于正极活性物质，但由于非水电解液二次电池一般在满充电时显示出约4.2V的闭路电压，所以上述的最佳范围与3~10个电池相当。在满充电的状态下，当电压低于12.6V（电池为2个或以下）时，由于焦耳热不足，致使蓄热性降低，从而本发明的效果难以发挥出来。另外，在满充电的状态下，当电压超过42V（电池为11或以上）时，由于蓄热变得过剩，所以将会产生使高温时的散热性降低这样的课题。

在本发明中，控制部4优选具有如下的监视功能，即当测量部3检测到的圆筒型非水电解液二次电池1的表面温度为60~80℃时，停止进行充放电。当停止进行充放电的温度低于60℃时，即使是电池温度稍微的上升，也会产生停止充放电这样的课题。相反，当停止充放电的温度超过80℃时，当因过充电等产生异常过热时，由于停止通电的时机延迟，所以就会产生电池组5本身过热这样的课题。

作为适用本发明的非水电解液二次电池1的负极材料中所含有的负极活性物质，可以使用能够进行锂的嵌入/脱嵌的碳材料、结晶质和非晶质金属氧化物等。作为碳材料，可列举出诸如焦炭和玻璃状碳之类的难石墨化碳材料、以及晶体结构发达的高结晶性碳材料的石墨类等，具体地说，可列举出热解碳类、焦炭类（沥青焦炭、针状焦炭、石油焦炭等）、石墨类、玻璃状碳类、有机高分子化合物烧结体（在适当的温度下烧结酚醛树脂、呋喃树脂等而碳化的材料）、碳纤维以及活性炭等。

作为负极中所含有的粘结剂，具体地说，可以考虑聚乙烯、聚丙烯、聚四氟乙烯、聚偏二氟乙烯、丁苯橡胶等。通常可以采用这种电池的负极合剂所使用的公知的粘结剂。另外，在负极合剂中，也可以根照需要添加公知的添加剂等。

作为适用本发明的非水电解液二次电池1的正极活性物质，只要是能够进行锂的嵌入/脱嵌且含有足量锂的以前公知的正极材料，则任何材料都可以。具体地说，优选使用以通式 $\text{LiM}_x\text{O}_y$ （其中， $1 < x \leq 2$ ， $2$

$<y \leq 4$ , M含有Co、Ni、Mn、Fe、Al、V以及Ti之中的至少1种或以上)表示的由锂和过渡金属构成的复合金属氧化物、或含有锂的嵌入化合物等。

作为正极所含有的粘结剂,通常可以使用这种电池的正极合剂所采用的公知的粘结剂。具体地说,可以考虑聚乙烯、聚丙烯、聚四氟乙烯、聚偏二氟乙烯、丁苯橡胶等。另外,在正极合剂中,也可以根据需要添加公知的添加剂等。具体地说,可以添加碳黑等。

非水电解液是将电解质溶解在非水溶剂中而成的。

在非水溶剂中,可以使用介电常数比较高、难以被构成负极的石墨所分解的碳酸乙烯酯(以下称为EC)等作为主溶剂。特别是在负极使用石墨材料的情况下,作为主溶剂,优选使用EC,但也可以使用以卤族元素取代EC中的氢原子所得到的化合物。

另外,对于作为主溶剂的EC和以卤族元素取代EC中的氢原子所得到的化合物等,通过用第2成分溶剂取代如碳酸丙烯酯(以下称为PC)那样与石墨发生反应的材料的一部分,则可以得到更加良好的特性。

作为该第2成分溶剂,可列举出碳酸丙烯酯、碳酸丁烯酯、亚乙烯基碳酸酯、1,2-二甲氧基乙烷、二乙氧基甲烷、 $\gamma$ -丁内酯、戊内酯、四氢呋喃、2-甲基四氢呋喃、1,3-二氧戊环、4-甲基-1,3-二氧戊环、环丁砜、甲基环丁砜等。

再者,优选在非水溶剂中并用低粘度溶剂,以提高导电率来改善电流特性,降低与锂金属的反应能力来改善安全性。

作为低粘度溶剂,可以使用二乙基碳酸酯、二甲基碳酸酯、甲基乙基碳酸酯、甲基丙基碳酸酯等对称或不对称的链状碳酸酯,丙酸甲酯、丙酸乙酯等羧酸酯,以及磷酸三甲酯、磷酸三乙酯等磷酸酯等。这些低粘度溶剂既可以单独使用1种,也可以混合2种或更多种加以使用。

作为电解质,只要是溶解在非水溶剂中且表现出离子传导性的锂

盐就没有特别的限定，例如，可以使用 $\text{LiPF}_6$ 、 $\text{LiClO}_4$ 、 $\text{LiAsF}_6$ 、 $\text{LiBF}_4$ 、 $\text{LiB}(\text{C}_6\text{H}_5)_4$ 、 $\text{LiCH}_3\text{SO}_3$ 、 $\text{CF}_3\text{SO}_3\text{Li}$ 、 $\text{LiCl}$ 以及 $\text{LiBr}$ 等。作为电解质，特别优选使用 $\text{LiPF}_6$ 。这些电解质既可以单独使用1种，也可以混合2种或更多种加以使用。

此外，本发明的非水电解液二次电池1并不限定为上述的锂离子二次电池，即便是使用了固体电解质和凝胶状电解质的电池体系，也可以得到同样的效果。另外，本发明的非水电解液二次电池1的形状可以是圆筒型，关于其直径和长度并没有进行限定。

作为电池罐的材质，可以使用Fe、Ni、不锈钢、Al以及Ti等。随着电池充放电的进行，为了防止因非水电解液引起的电化学腐蚀，也可以对电池罐施行电镀等处理。

#### (实施例1)

##### (i) 正极的制作

关于正极的制作，以 $\text{LiCoO}_2$ 为正极活性物质。正极材料可以通过下述方法而得到，即以预定的摩尔数混合作为原材料的碳酸锂( $\text{Li}_2\text{CO}_3$ )和氧化钴( $\text{Co}_3\text{O}_4$ )，然后在 $900^\circ\text{C}$ 的空气气氛下烧结10小时。

在100重量份的正极活性物质中，添加3重量份的乙炔黑作为导电材料，并调配聚偏二氟乙烯的N-甲基吡咯烷酮溶液，使其含有5重量份的聚偏二氟乙烯作为粘结剂，然后进行搅拌与混合，从而得到糊状的正极合剂。其次，以厚度为 $20\ \mu\text{m}$ 的铝箔为集电体，在其两面涂布上述的糊状正极合剂，干燥后用轧辊进行轧制，裁切成预定尺寸后，将其作为正极。

##### (ii) 负极的制作

负极按以下的方法制造。首先，相对于100重量份的经粉碎、分级使平均粒径约为 $20\ \mu\text{m}$ 的鳞片状石墨，混合3重量份的作为粘结剂的丁苯橡胶后，添加羧甲基纤维素水溶液使其固体成分为1重量份，继而进



行搅拌混合,将其作为糊状负极合剂。以厚度为 $15\mu\text{m}$ 的铜箔为集电体,在其两面涂布糊状的负极合剂,干燥后用轧辊进行轧制,裁切成预定尺寸后,将其作为负极。

#### (iii) 非水电解液的制作

所使用的非水电解液是:在以30:70的比例由EC和甲基乙基碳酸酯调配而成的溶剂中,溶解 $\text{LiPF}_6$ 所得到的 $1.0\text{mol/l}$ 的溶液。

#### (iv) 非水电解液二次电池的制作

使用上述的正极、负极和非水电解液,制造直径为 $26\text{mm}$ 、高度为 $65\text{mm}$ 的圆筒型非水电解液二次电池1。以下详述其工艺步骤。

将上述带状的正负极隔着由微孔性聚乙烯薄膜构成的隔膜而进行层叠之后,沿长度方向卷绕多次,从而制作出螺旋形电极体。其次,在底部插入绝缘板,并将电极体收纳在内侧实施了镀镍的铁制电池罐内。继而使由铜构成的负极导线的一端压焊在负极上,另一端焊接在电池罐上,由此使电池罐成为负极的外部端子。另一方面,把由铝构成的正极导线的一端安装在正极上,通过根据电池内压而断开电流的电流断开用薄板的分隔,把另一端与电池盖进行电连接,由此使电池盖成为正极的外部端子。

在电池罐中注入将电解质溶解于非水溶剂中而调制的非水电解液后,通过涂布了氧化沥青的绝缘封口垫圈的分隔对电池罐进行敛缝封口。最后使以聚对苯二甲酸乙二醇酯为主要成分的绝缘管产生热收缩,由此与外装罐实现一体化,从而制作出圆筒型非水电解液二次电池1。

#### (v) 非水电解液二次电池组的制作

以电池间距离为 $2.6\text{mm}$ 的间隔( $B/A=0.1$ )沿横向将4个上述的非水电解液二次电池1串联连接起来。这里不使用隔离板,关于电池间的连接,使用镍制的连接板并通过电阻焊进行连接。再者,在中央配置的非水电解液二次电池中,为了在充放电中进行温度的测量,将温度监视用测量部3(热电偶)紧贴在电解液二次电池1的绝缘管上,就控制部4而言,将停止充放电的温度(以下称为监视温度)设定为 $60^\circ\text{C}$ 。

最后，连接非水电解液二次电池1的正负极端子，再用ABS（丙烯腈-苯乙烯-丁二烯）树脂制的外壳覆盖该电池组，从而制作出如图1所示的非水电解液二次电池组。将其设定为实施例1的非水电解液二次电池组。

#### （比较例1）

对于实施例1的非水电解液二次电池组，沿纵向将4个非水电解液二次电池1串联连接起来，除此以外，与上述实施例1一样制作出非水电解液二次电池组。将其设定为比较例1的非水电解液二次电池组。

#### （实施例2~3，比较例2~3）

对于实施例1的非水电解液二次电池组，分别将非水电解液二次电池1之间的距离设定为0.26mm（ $B/A=0.01$ ）、0.52mm（ $B/A=0.02$ ）、5.2mm（ $B/A=0.2$ ）以及7.8mm（ $B/A=0.3$ ），除此以外，与实施例1一样制作出非水电解液二次电池组。将其分别设定为比较例2、实施例2~3、比较例3的非水电解液二次电池组。

#### （vi-a）活化充放电

对于以上的各非水电解液二次电池组，在25℃的环境下控制每个单电池的充电电压，以2A的充电电流进行恒电流充电，直到最快的一个单电池达到4.2V为止，然后进行恒电压充电，直到充电电流减少为200mA为止。休息20分钟后，以25A的电流值放电至2.5V。

对于活化充放电后的各非水电解液二次电池组，进行了以下的评价。

#### （低温放电试验）

在与上述活化充放电同样的条件下进行充电后，将各非水电解液二次电池组在0℃的环境下放置5小时，接着在0℃的环境下以25A的电流值放电至2.5V。其放电容量如表1所示。

#### （高温充电试验）

除环境温度设定为40℃以外，其它在与上述活化充放电同样的条件下进行充电，在电池温度达到监视温度的时候停止充电。其充电容

量如表1所示。

(振动稳定性试验)

在25℃的环境下，使各非水电解液二次电池组以10~30Hz的振动频率、3mm的振幅振动30分钟。使非水电解液二次电池组在纵向和横向的振动分别重复进行3次。然后分解电池组，确认振动试验前后的电池间距离的变化。其结果如表1所示，出现肉眼能观察到的变化者，表示为“移动大”；肉眼没有观察到变化但以游标卡尺测量出现0.1mm或以上的变化者，表示为“移动小”；变化低于0.1mm者，表示为“没有移动”。

表 1

	电池 个数	排列 方向	B/A	隔板	孔形状 空孔率	监视温度 (℃)	低温放电 容量(Ah)	高温充电 容量(Ah)	振动稳 定性
实施例1	4	横向	0.1	没有	没有孔	60	1.88	2.43	移动大
实施例2	4	横向	0.02	没有	没有孔	60	1.88	2.22	移动大
实施例3	4	横向	0.2	没有	没有孔	60	1.03	2.43	移动大
比较例1	4	纵向	—	—	—	60	0.55	2.50	移动大
比较例2	4	横向	0.01	没有	没有孔	60	1.88	2.05	移动大
比较例3	4	横向	0.3	没有	没有孔	60	0.87	2.45	移动大

从比较例1可知，由于纵向排列非水电解液二次电池1，致使低温放电容量大大降低。尽管这种结构的散热性较高，但一般认为在寒冷环境下的蓄热性差，所以导致了这样的结果。与此相同的是，尽管横向排列非水电解液二次电池1，但就电池间距离过大的比较例3而言，虽然达不到比较例1那样的程度，然而低温放电特性还是降低了。

与这些比较例相对照，使非水电解液二次电池1横向排列且使电池间距离得以优化的各实施例，表现出优良的低温放电特性。但像比较例2那样，如果过于缩短电池间的距离，则蓄热性就会变得过剩，由于很快达到监视温度，所以高温充电容量具有下降的倾向。由此可知，

为达到本发明的效果，当在电池收纳容器内使圆筒型非水电解液二次电池1横向排列、进而设定圆筒型非水电解液二次电池1的直径为A、电池侧面彼此之间的距离为B时， $B/A$ 必须为0.02~0.2的范围，其中还可知：当 $B/A$ 为0.1时，可以得到较高数值的低温放电容量和高温充电容量。

#### （实施例 4）

在上述的实施例中，对于可以得到良好结果的实施例1的非水电解液二次电池组，为了保持电池间距离为2.6mm（ $B/A=0.1$ ），配置了ABS树脂制隔板6，除此以外，与上述实施例1一样制作出非水电解液二次电池组。将其设定为实施例4的非水电解液二次电池组。

#### （实施例 5~9）

对于实施例4的非水电解液二次电池组，在隔板6上形成贯通孔7，使其空孔率分别为5、10、40、70、80%，除此以外，与上述实施例4一样制作出非水电解液二次电池组。将其分别设定为实施例5~9的非水电解液二次电池组。

#### （实施例 10）

对于实施例4的非水电解液二次电池组，除在隔板6上设置缺口使其空孔率为40%以外，其它与上述实施例4一样制作出非水电解液二次电池组。将其设定为实施例10的非水电解液二次电池组。

#### （实施例 11~14）

对实施例7的非水电解液二次电池组，除分别将2、3、10、12个电池沿横向串联排列以外，其它与上述实施例7一样制作出非水电解液二次电池组。将其分别设定为实施例11~14的非水电解液二次电池组。

#### （实施例 15~18）

对于实施例7的非水电解液二次电池组，除将停止充放电的温度分别设定为50、70、80、85℃以外，其它与上述实施例7一样制作出非水电解液二次电池组。将其分别设定为实施例15~18的非水电解液二次电池组。

### (vi-b) 活化充放电

对于实施例4~18的电池组，在25℃的环境下控制每个单电池的充电电压，以2A的充电电流进行恒电流充电，直到最快的一个单电池达到4.2V为止，然后进行恒电压充电，直到充电电流减少为200mA为止。休息20分钟后，以25A的电流值放电至2.5V。

对于活化充放电后的各非水电解液二次电池组，进行了以下的评价。

#### (低温放电试验)

在与上述活化充放电同样的条件下进行充电后，将各非水电解液二次电池组在0℃的环境下放置5小时，接着在0℃的环境下以25A的电流值放电至2.5V。其放电容量如表2所示。

#### (高温充电试验)

除环境温度设定为40℃以外，其它在与上述活化充放电同样的条件下进行充电，在电池温度达到监视温度的时候停止充电。其充电容量如表2所示。

#### (振动稳定性试验)

在25℃的环境下，使各非水电解液二次电池组以10~30Hz的振动频率、3mm的振幅振动30分钟。使非水电解液二次电池组在纵向和横向的振动分别重复进行3次。然后分解各非水电解液二次电池组，确认振动试验前后的电池间距离的变化。其结果如表2所示，出现肉眼能观察到的变化者，表示为“移动大”；肉眼没有观察到变化但以游标卡尺测量出现0.1mm或以上的变化者，表示为“移动小”；变化低于0.1mm者，表示为“没有移动”。

#### (过充电稳定性试验)

对于实施例5~9及15~18的非水电解液二次电池组，在25℃的环境下进行8A的充电试验，在达到每个非水电解液二次电池组所设定的充放电停止温度时停止充电。测量部3显示的停止后的最高到达温度如表2所示。

表 2

	电池 个数	排列 方式	B/A	隔离板	孔形状 空孔率	监视温 度 (°C)	低温放 电容量 (Ah)	高温充 电容量 (Ah)	振 动 稳定性	最高 到达 温度
实施例4	4	横向	0.1	ABS	没有孔	60	1.85	2.45	没有移动	
实施例5	4	横向	0.1	ABS	孔 5%	60	1.90	2.44	没有移动	77
实施例6	4	横向	0.1	ABS	孔10%	60	2.04	2.43	没有移动	70
实施例7	4	横向	0.1	ABS	孔40%	60	2.05	2.40	没有移动	62
实施例8	4	横向	0.1	ABS	孔70%	60	2.05	2.38	移动小	61
实施例9	4	横向	0.1	ABS	孔80%	60	2.04	2.39	移动大	62
实施例10	4	横向	0.1	ABS	缺口 40%	60	2.04	2.44	没有移动	
实施例11	2	横向	0.1	ABS	孔40%	60	1.07	2.52	没有移动	
实施例12	3	横向	0.1	ABS	孔40%	60	1.90	2.52	没有移动	
实施例13	10	横向	0.1	ABS	孔40%	60	2.05	2.44	没有移动	
实施例14	12	横向	0.1	ABS	孔40%	60	2.04	2.22	没有移动	
实施例15	4	横向	0.1	ABS	孔40%	50	2.05	2.23	没有移动	52
实施例16	4	横向	0.1	ABS	孔40%	70	2.06	2.51	没有移动	73
实施例17	4	横向	0.1	ABS	孔40%	80	2.04	2.52	没有移动	85
实施例18	4	横向	0.1	ABS	孔40%	85	2.05	2.52	没有移动	97

关于隔离板6的有无，即使在电池间距离相同的情况下，与实施例1相比较，实施例4也表现出优良的耐振动性。因此，在搭载本发明的非水电解液二次电池组的机器要求耐振动性的情况下，优选在电池收纳容器2中配备用于隔离电池相邻侧面的隔离板6。另外，当在隔离板6上设置如实施例5~9那样的贯通孔7和实施例10那样的缺口7（参照图5A）时，其低温放电特性得以提高。一般认为其原因在于，通过在隔离板6设置贯通孔7或缺口7，则在电池收纳容器2内容易使产生的焦耳热变得均匀。但是，空孔率为5%的实施例5，上述的效果并不太大。另

外，空孔率为80%的实施例9，由于机械强度下降，因而耐振动性不会太高。由此可知，优选的是在各电池间设置隔板6，在隔板6上设置贯通孔7和 / 或缺口7，进而将空孔率设定为10~70%。

关于串联的电池的数量，在非水电解液二次电池1的数量为2个的实施例11中，散热性变得过剩，从而低温放电特性具有稍微降低的倾向。另一方面，在非水电解液二次电池1的数量为12个的实施例14中，蓄热性变得过剩，高温充电容量具有稍微降低的倾向。由此可知，为明显提高本发明的效果，优选在满充电的状态下，将非水电解液二次电池1串联时的电压设定为12.6~42V（电池数量3~10个）。

锂离子电池在充电时，伴随着焦耳热的产生，导致电池温度的上升，但如果超过90℃，就会因正极活性物质的结构破坏而产生异常的过热。因此，作为电池温度，有必要不超过达到异常的90℃而在正常的升温可以忽视的范围内进行充电，所以对实施5~9例和15~18的电池组进行了过充电稳定性试验。对于将监视温度设定为85℃的实施例18，其最高到达温度为97℃，从而过充电稳定性低下。相反，对于将监视温度设定为50℃的实施例15，充电停止后的最高到达温度为52℃，从而过充电稳定性较高，然而，在达到满充电状态之前，因微小的升温而停止充电，因而高温充电容量低下。由此可知，作为本发明的非水电解液二次电池组的监视温度，优选为60~80℃。

从以上结果可知：使机械强度、低温放电特性、高温充电特性以及过充电稳定性都得到满足的电池，具有空孔率为10~70%的隔板6，监视温度设定为60~80℃，而且电池数量为3~10个，但其中可以得到良好结果的是实施例7的构成。

#### （实施例7A~7F）

于是，对于实施例7的非水电解液二次电池组，在隔板6上形成贯通孔7，使其空孔率分别为25、30、35、45、50、55%，除此以外，与上述实施例7一样制作出非水电解液二次电池组。将其分别设定为实施例7A~7F的非水电解液二次电池组。

### （实施例 7G~7J）

对于实施例7的非水电解液二次电池组，将由非水电解液二次电池1的直径A和非水电解液二次电池1之间的距离B所确定的B/A分别设定为0.02、0.05、0.15、0.2，除此以外，与上述实施例7一样制作出非水电解液二次电池组。将其分别设定为实施例7G~7J的非水电解液二次电池组。

### （实施例 7K~7L）

对于实施例7的非水电解液二次电池组，除隔板6的材质为UNILATE（聚对苯二甲酸乙二醇酯、玻璃纤维和云母的混合物，Kyodo株式会社的商品名）和PPO（聚苯醚）以外，其它与实施例7一样制作出非水电解液二次电池组。将其分别设定为实施例7K~7L的非水电解液二次电池组。

### （vi-c）活化充放电

对于实施例7A~7L的非水电解液二次电池组，在25℃的环境下控制每个单电池的充电电压，以2A的充电电流进行恒电流充电，直到最快的一个单电池达到4.2V为止，然后进行恒电压充电，直到充电电流减少为200mA为止。休息20分钟后，以25A的电流值放电至2.5V。

对于活化充放电后的各非水电解液二次电池组，进行了以下的评价。

### （低温放电试验）

在与上述活化充放电同样的条件下进行充电后，将各非水电解液二次电池组在0℃的环境下放置5小时，接着在0℃的环境下以25A的电流值放电至2.5V。其放电容量如表3所示。

### （高温充电试验）

除环境温度设定为40℃以外，其它在与上述活化充放电同样的条件下进行充电，在电池温度达到监视温度的时候停止充电。其充电容量如表3所示。

### （振动稳定性试验）



在25℃的环境下，使各非水电解液二次电池组以10~30Hz的振动频率、3mm的振幅振动30分钟。使非水电解液二次电池组在纵向和横向的振动分别重复进行3次。然后分解各非水电解液二次电池组，确认振动试验前后的电池间距离的变化。其结果如表3所示，出现肉眼能观察到的变化者，表示为“移动大”；肉眼没有观察到变化但以游标卡尺测量出现0.1mm或以上的变化者，表示为“移动小”；变化低于0.1mm者，表示为“没有移动”。

（过充电稳定性试验）

对于实施例7A~7F的非水电解液二次电池组，在25℃的环境下进行8A的充电试验，在达到每个非水电解液二次电池组所设定的充放电停止温度时停止充电。测量部3显示的停止后的最高到达温度如表3所示。

表 3

	电池 个数	排列 方式	B/A	隔离板	孔形状 空孔率	监视温 度(℃)	低温放 电容量 (Ah)	高温充 电容量 (Ah)	振 动 稳定性	最高 到达 温度
实施例7A	4	横向	0.1	ABS	孔25%	60	2.04	2.41	没有移动	66
实施例7B	4	横向	0.1	ABS	孔30%	60	2.04	2.40	没有移动	63
实施例7C	4	横向	0.1	ABS	孔35%	60	2.05	2.41	没有移动	63
实施例7D	4	横向	0.1	ABS	孔45%	60	2.05	2.40	没有移动	62
实施例7E	4	横向	0.1	ABS	孔50%	60	2.05	2.40	没有移动	61
实施例7F	4	横向	0.1	ABS	孔55%	60	2.04	2.39	移动小	62
实施例7G	4	横向	0.02	ABS	孔40%	60	2.07	2.32	没有移动	
实施例7H	4	横向	0.05	ABS	孔40%	60	2.05	2.37	没有移动	
实施例7I	4	横向	0.15	ABS	孔40%	60	2.03	2.41	没有移动	
实施例7J	4	横向	0.2	ABS	孔40%	60	1.97	2.42	没有移动	
实施例7K	4	横向	0.1	UNLATE	孔40%	60	2.08	2.40	没有移动	
实施例7L	4	横向	0.1	PPO	孔40%	60	2.07	2.39	没有移动	

由实施例7A~7F得到了如下的结果：即使将隔板6上的贯通孔7的面积比设定为25~55%，其低温放电容量、高温充电容量与实施例7相比，也都没有明显的差别。但是，对于空孔率为55%的实施例7F，因为其机械强度有些降低，所以与实施例7A~7E相比，其振动稳定性不是太好。由此可知，更优选将空孔率设定为25~50%。

从实施例7G~7J得到了如下的结果：当设定圆筒型非水电解液二次电池1的直径为A、电池侧面彼此之间的距离为B时，即使将B/A的关系设定为0.02~0.2，其低温放电容量、高温充电容量与实施例7相比，也都没有明显的差别。但是，在稍微扩大电池间距离而将B/A设定为0.15的实施例7H及将B/A设定为0.2的实施例7I中，低温放电容量出现少许的降低，另外，在稍微缩短电池间距离而将B/A设定为0.02的实施例7G及将B/A设定为0.05的实施例7H中，高温充电容量出现少许的降低。由此可知：当设定圆筒型非水电解液二次电池的直径为A、电池侧面彼此之间的距离为B时，B/A的关系更优选设定为0.1。

在上述的实施例中，电池收纳容器2使用ABS树脂制造，隔板6也同样地使用ABS树脂制造，但是，为了使电池收纳容器2内的焦耳热实现均匀化，且不使过量的焦耳热散失在电池收纳容器2之外，隔板6优选的是比电池收纳容器2的材质具有较高热传导率的材质。ABS树脂的热传导率为0.1~0.18W/mK，与此相对照，作为实施例7K的隔板6的材质的UNILATE及作为实施例7L的隔板6的材质的PPO，其热传导率为0.25W/mK或以上，因而在实施例7K~7L中，电池收纳容器2内的焦耳热具有优良的均匀性，所以与实施例7相比，低温放电容量要稍微高些。由此可知：更优选将隔板6的材料设定为UNILATE和PPO。

另外，对实施例7A~7F的非水电解液二次电池组实施了过充电稳定性试验，结果在任何电池组中，充电停止后的最高到达温度均不超过90℃，可以获得较高的过充电稳定性。

此外，如图5A~图5C所示，作为隔板6，其包含形状多种多样的缺口7，并在电池收纳容器2内具有容易使焦耳热均匀化的空孔

率，这样的隔板 6 也可以用于替换如图 3 所示的设置许多圆形贯通孔 7 的隔板 6。

正如以上所说明那样，本发明的非水电解液二次电池组因冷却路径的减少而具有较高的体积效率，而且在蓄热和散热之间保持着良好的平衡，所以不管环境如何，本发明的非水电解液二次电池组可用作室外使用的机器例如电动工具、电动助力自行车、电动儿童踏板车、机器人等的电源。

以上说明的本发明的具体实施方案意在阐明本发明的技术内容，并不是对技术范围的限定，本发明可以在以下的权利要求书所述的范围内，变更各种方式加以实施。

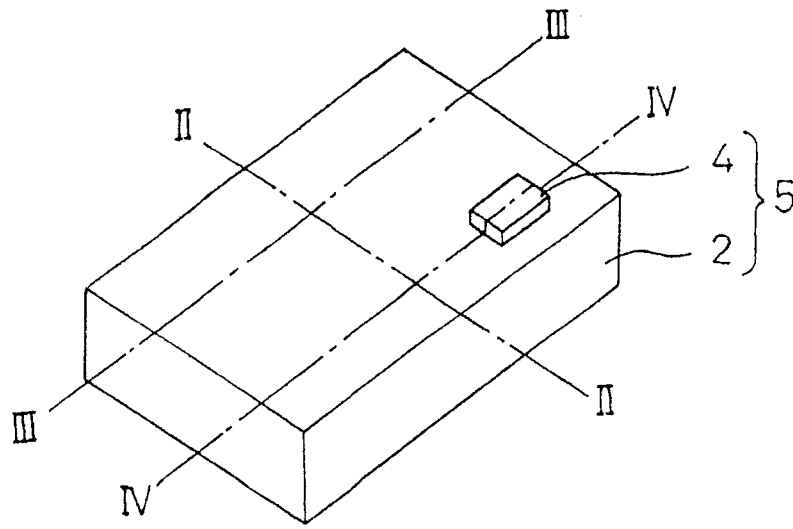


图1

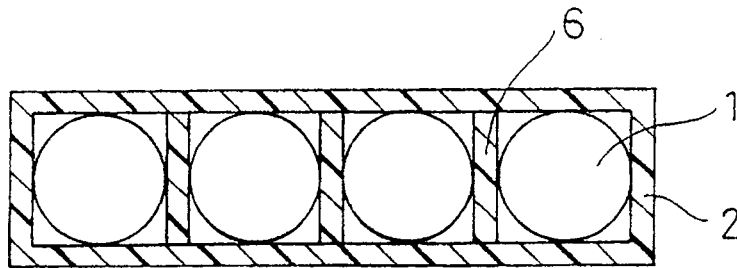


图2

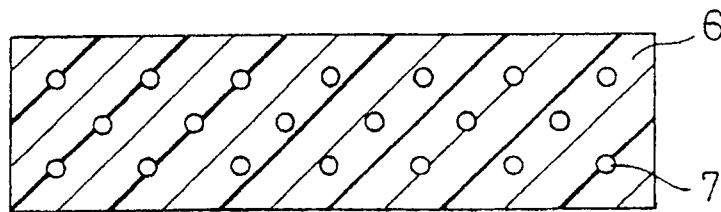


图3

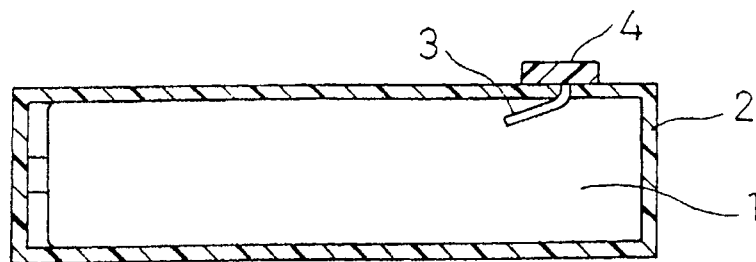


图4

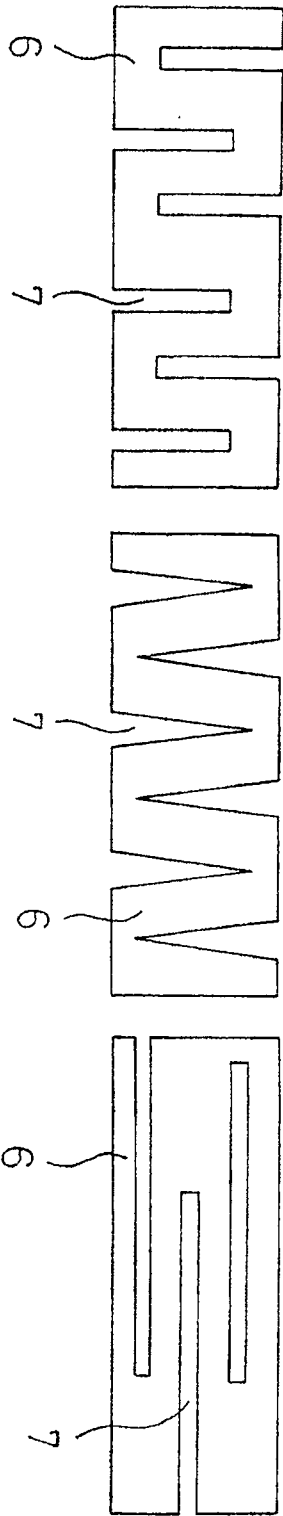


图5A

图5B

图5C