



# [12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 01112228.5

[45] 授权公告日 2005 年 3 月 2 日

[11] 授权公告号 CN 1191658C

[22] 申请日 2001.3.30 [21] 申请号 01112228.5

[30] 优先权

[32] 2000.3.31 [33] JP [31] 96946/2000

[71] 专利权人 松下电器产业株式会社

地址 日本大阪府

共同专利权人 丰田自动车株式会社

[72] 发明人 乾 究 江藤丰彦

审查员 刘 颖

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

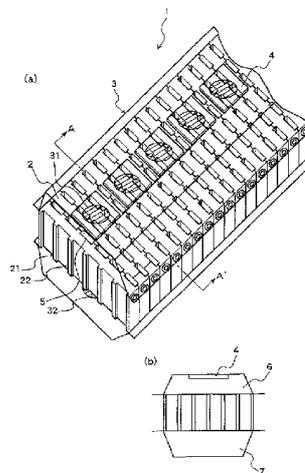
代理人 张天安 杨松龄

权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 6 页

[54] 发明名称 流体冷却式电池组系统

[57] 摘要

提供一种即使在考虑到电池模块之间的间隙偏差也可把电池组内的电池温度偏差抑制在允许温度范围内的流体冷却式电池组系统。多个电池模块(3)的每一个在至少沿相互连接方向的表面上具有多个凸部(31)和凹部(32)，当对向的凸部接触连接时，形成冷媒流过的冷媒通路(5)。将冷媒通路的预定宽度设定成，当冷媒流过这些冷媒通路时，电池模块之间的冷媒通路的预定宽度的制造偏差所造成的电池模块的预定温度偏差处于允许的规定范围之内。



1、流体冷却式电池组系统，备有：

具有至少一个冷媒入口及至少一个冷媒出口的电池组外壳；

配置于所述电池组外壳内的电池组，所述电池组是通过将具有至少一个单电池的多个电池模块串联或并联而构成的，在相对于各个电池模块邻接的电池模块或邻接的电池组结构体之间，设置有从所述冷媒入口向所述冷媒出口通过冷媒的冷媒通道，所述各电池模块在对向方向上的所述电池模块的尺寸具有规定的制造偏差，由于该制造偏差，所述冷媒通道中的各电池模块之间的间隙尺寸存在偏差；

将所述冷媒从所述电池组外壳的所述冷媒入口取入，流过所述冷媒通路，从所述冷媒出口排出的冷媒输送装置；

将所述冷媒通路的预定宽度设定成，当所述冷媒流过所述冷媒通路时，因所述冷媒通路的预定宽度的制造公差所造成的所述多个电池模块之间的温度偏差处于规定的范围内，而且全部电池模块的温度处于规定的温度以下。

2、如权利要求1所述的流体冷却式电池组系统，将所述冷媒通路的所述预定值设定成，所述冷媒通路具有所述多个电池模块间的所述温度偏差处于所述规定范围内的极限流体阻力值或小于该值的流体阻力值。

3、如权利要求1所述的流体冷却式电池组系统，附加上所述多个电池模块中的电池槽材料及电池输入输出条件中至少其中之一地设定所述冷媒通路的所述预定值。

4、如权利要求3所述的流体冷却式电池组系统，所述电池槽材料为树脂材料。

5、如权利要求1所述的流体冷却式电池组系统，它配备有夹在配置于所述电池组外壳内的所述多个电池模块的对向面之间的金属制或树脂制的隔板，将由所述隔板形成的各电池模块之间的间隙作为所述冷媒通路。

6、如权利要求1所述的流体冷却式电池组系统，配置在所述电池组外壳内的所述多个电池模块具有将各个电池模块保持在一定间隔地构成的电池保持架，将由所述电池保持架形成的各电池模块之间的间隙作为所述冷媒通路。

7、如权利要求1所述的流体冷却式电池组系统，配置在所述电池组外壳内的所述多个电池模块在各个电池模块的对向面上具有多个凹部和凸部，当相互对向的所述凸部相互接触连接时，将由所述凹部形成的各电池模块之间的间隙作为所述冷媒通路。

8、如权利要求7所述的流体冷却式电池组系统，所述多个电池模块的每一个上的所述多个凸部及所述凹部分别沿所述冷媒的流动方向并行地延伸，在所述电池模块之间形成多个流体通路。

9、如权利要求7所述的流体冷却式电池组系统，所述多个电池模块的每个上的所述多个凸部是在各个电池模块相互连接方向的所述表面上按规定间隔分布形成的。

10、如权利要求1所述的流体冷却式电池组系统，所述流体冷却式电池组系统在所述电池组外壳内具有位于所述多个电池模块上部的上侧冷媒室和位于所述多个电池模块下部的下侧冷媒室。

11、如权利要求10所述的流体冷却式电池组系统，所述冷媒借助所述上侧冷媒室与下侧冷媒室之间的压力差流过所述冷媒通路。

12、如权利要求1所述的流体冷却式电池组系统，所述流体冷却式蓄电池系统将所述冷媒通路的所述预定宽度设定成，在要求高负载时所述多个电池模块的最高温度为 $55^{\circ}\text{C}$ 以下，而且所述多个电池模块之间的温度偏差为 $10^{\circ}\text{C}$ 以下。

13、如权利要求1所述的流体冷却式电池组系统，所述冷媒为具有电绝缘性的气体状冷媒。

14、如权利要求1所述的流体冷却式电池组系统，所述冷媒为具有电绝缘性的液体状冷媒。

15、如权利要求13所述的流体冷却式电池组系统，所述气体状冷媒为空气。

16、如权利要求15所述的流体冷却式电池组系统，所述冷媒输送装置备有冷却风扇。

17、如权利要求16所述的流体冷却式电池组系统，所述冷却风扇配置在所述冷媒入口，向所述电池组外壳内供应外气。

18、如权利要求16所述的流体冷却式电池组系统，所述冷却风扇配置在冷媒出口，向所述电池组外壳内吸入外气。

## 流体冷却式电池组系统

## 技术领域

5 本发明涉及将多个电池模块串联或并联结合的电池组的冷却技术，特别是涉及装载于复合动力车辆（HEV）或电动汽车（PEV）上的二次电池的冷却技术。

## 背景技术

10 二次电池中，有铅-酸蓄电池，镍-镉（Ni-Cd）蓄电池，镍-氢（Ni-MH）蓄电池，锂离子蓄电池等。这些蓄电池具有消耗电力时，与外部电源连接，通过流过规定的电流进行充电的性质。利用这种性质，这些蓄电池一直用于各种仪器中。例如，为了向发动机的火花塞供电，在车辆上一一直就装配有蓄电池。

15 最近，在电动汽车（PEV）或配备有发动机和电动机的所谓复合动力车辆（HEV）中，作为驱动电动机时的主电源，从高能量密度（即可紧凑地储存能量）以及高输出功率密度的角度出发，主要使用 Ni-MH 蓄电池。在这种 PEV 或 HEV 中，为能够对电动机供应足够的输出功率，将多个单电池组合起来构成一个电池模块，将多个这种电池模块串联或并联地结合起来作为一个电池组来使用。

20 在这种将多个电池模块结合起来，装载于 FEV 或 HEV 上的 Ni-MH 蓄电池中，在车辆行驶过程中，由于车辆的制动及加速等反复流过大的充电及放电电流，由 Ni-MH 蓄电池的内部电阻所产生的  $I^2R$  耗损成为蓄电池发热的主要原因。

25 同时，Ni-MH 蓄电池与重量大的铅-酸蓄电池相比，由于除了可在十分紧凑的情况下可以储存能量的高能量密度，还可将多个电池模块紧凑地结合在一起，所以其从结构上讲，散热也比铅-酸蓄电池困难。

为解决上述问题，已知在各电池模块之间的间隙内强制地通入空气等冷媒以进行电池冷却的方式，在这种场合，可通过缩小各电池模块之间的间隙，提高冷媒的流速来提高冷却性能。

30 例如美国专利第 5,879,831 号公报中，从当将各电池模块之间的间隙缩小到所需的间距以上时，由于流体阻力的增加流量反而减少，冷却性能恶化的角度出发，提出一种确定在冷却设计时最佳间隙尺寸

的方法。

但是，利用这种方法所确定的间隙尺寸在很多情况下成为不能忽视加工精度的狭窄间隙，在这种场合，由于间隙的尺寸偏差会造成在电池组内的冷却偏差。

5 同时，由于冷却的偏差会造成电池容量的偏差，会限制蓄电池的使用范围，在最差的情况下，有可能遇到使车辆在路上抛锚等重大故障。

#### 发明内容

10 本发明是鉴于上述问题而提出的，其目的在于提供一种流体冷却式电池组系统，该电池组系统即使在电池模块之间的间隙存在偏差的情况下，也能够把电池组内的电池温度偏差抑制在允许的温度范围内。

为达到上述目的，根据本发明，提供流体冷却式电池组系统，备有：具有至少一个冷媒入口及至少一个冷媒出口的电池组外壳；配置于所述电池组外壳内的电池组，所述电池组是通过将具有至少一个单  
15 电池的多个电池模块串联或并联而构成的，在相对于各个电池模块邻接的电池模块或邻接的电池组结构体之间，设置有从所述冷媒入口向所述冷媒出口通过冷媒的冷媒通道，所述各电池模块在对向方向上的所述电池模块的尺寸具有规定的制造偏差，由于该制造偏差，所述冷媒通道中的各电池模块之间的间隙尺寸存在偏差；将所述冷媒从所述  
20 电池组外壳的所述冷媒入口取入，流过所述冷媒通路，从所述冷媒出口排出的冷媒输送装置；将所述冷媒通路的预定宽度设定成，当所述冷媒流过所述冷媒通路时，因所述冷媒通路的预定宽度的制造公差所造成的所述多个电池模块之间的温度偏差处于规定的范围内，而且全  
25 部电池模块的温度处于规定的温度以下。

在前述流体冷却式电池组系统中，优选地将前述冷媒通路的前述预定宽度设定成，前述冷媒通路具有多个电池模块之间的前述温度偏差处于前述规定的温度范围内的极限流体阻力值或小于该值的流体阻力值。

30 在前述流体冷却式电池组系统中，优选地附加上前述多个电池模块中的电池槽材料及电池输入输出条件中至少其中之一地设定前述冷媒通路的前述预定宽度。在这种场合，前述电池槽材料为树脂材料等。

在前述冷却式电池组系统中，优选地备有夹在配置于前述电池组外壳内的前述多个电池模块的对向面之间的金属制或树脂制的隔板，将由前述隔板形成的各电池模块之间的间隙作为前述冷媒通路。

5 在前述流体冷却电池组系统中，配置在前述电池组外壳内的前述多个电池模块优选地具有将各个电池模块保持在一定间隔地构成的电池保持架，将由前述电池保持架形成的各电池模块之间的间隙作为前述冷媒通路。

10 在前述流体冷却式电池组系统中，配置在前述电池组外壳内的前述多个电池模块，优选地具有在各个电池模块的对向面上具有多个凹部和凸部，当相互对向的前述凸部接触连接时，将由前述凹部形成的各电池模块之间的间隙作为前述冷媒通路。

在前述流体冷却式电池组系统中，优选地前述多个电池模块的每个上的前述多个凸部及前述凹部分别沿前述冷媒的流动方向并行地延伸，在前述电池模块之间形成多个流体通路。

15 优选地前述多个电池模块的每个上的前述多个凸部是在各个电池模块相互连接方向的前述表面上以规定间隔分布形成的。

前述流体冷却式电池组系统优选地在前述电池组外壳内具有位于前述多个电池模块上部的上侧冷媒室和位于前述多个电池模块下部的下侧冷媒室。

20 优选地利用前述上侧冷媒室与前述下侧冷媒室之间的压力差使前述冷媒流过前述冷媒通路。

前述流体冷却式电池组系统优选地将前述冷媒通路的预定宽度设定成，在要求高负载时前述多个电池模块的最高温度为 55℃ 以下，而且前述多个电池模块之间的温度偏差为 10℃ 以下。

25 在前述流体冷却式电池组系统中，前述冷媒优选地为具有电绝缘性的气体状冷媒。

在这种情况下，前述气体状冷媒优选地为空气。

或者，前述冷媒优选地为具有电绝缘性的液状冷媒。

30 在前述流体冷却式电池组系统中，前述冷媒输送装置优选地备有冷却风扇。

在这种情况下，前述冷却风扇优选地配置在前述冷媒的入口处，向前述电池组外壳内供应外气。

或者，前述冷却风扇优选地配置在前述冷媒的出口处，向前述电池组外壳内吸入外气。

利用上述结构，即使考虑到在制造时作为冷媒通路偏差的电池模块之间或电池结构体之间的间隙偏差的情况下，也可将电池组内的电池温度偏差抑制在允许的温度范围内，可有利于电池间容量的偏差，可充分发挥电池的性能。

同时，由于可进行考虑到冷媒通路宽度的尺寸公差的设计，可大大地压低制造成本。

进而，预先根据电池模块中电池槽材料或电池输入输出条件等，推算出各电池之间的内压差及电池槽材料的膨胀量，通过对考虑到这些因素的冷媒通路的尺寸进行设计，不仅对制造时的加工精度、同时在制造电池组后的实际使用时的各种偏差也可进行有效的的设计。

#### 附图说明

图 1A 为部分地表示根据本发明的第一个实施例的流体冷却式电池组系统的结构的简略透视图。

图 1B 为沿图 1A 的 A-A' 方向的剖视图。

图 2A 为表示根据本发明的第一个实施例的电池模块组装方法的透视图。

图 2B 为表示图 2A 中圆圈“B”所示的局部放大图。

图 3 为表示相对于电池模块的冷却间隙的宽度热传导率与通风阻力之间的关系的曲线图。

图 4A 为表示根据本发明的第二个实施例的电池模块组装方法的透视图。

图 4B 为图 4A 中圆圈“B”所示部分的放大图。

图 5 是表示根据本发明的第三个实施例的电池模块组装方法的透视图。

图 6、缩减表示根据本发明的第四个实施例的电池模块的结构透视图。

#### 具体实施方式

下面参照附图对本发明的实施例进行说明。

#### 第一个实施例

图 1A 是部分地表示根据本发明的第一实施例的流体冷却式电池组

系统的结构的简略透视图，图 1B 是沿图 1A 的 A-A' 线方向的剖视图。同时，在图 1A 中，为了更清楚地说明流体冷却式电池组系统的构成要素，以透明的方式画出构件 3（电池组外壳）。

在图 1 中，1 为根据本实施例的流体冷却式电池组系统。2 为内部含有串联连接的多个 Ni-MH 单电池的电池模块，由多个这种电池模块 2 串联地电连接构成电池组。所需的 Ni-MH 单电池的个数以能够获得相对于装载在 HEV/PEV 上的电动机所规定的输出功率来决定。

电池模块 2 在相互连接方向的表面上具有多个凸部 21 和多个凹部 22，在电池模块 2 彼此之间，相互对向的凸部接触相互连接。当这种凸部 21 彼此接触连接时，由电池模块 2 之间的凹部 22 形成冷却间隙 5（冷媒通路）。

3 为在容纳多个电池模块连接起来的电池组的同时还具有对该电池组进行强制冷却的功能的电池组外壳，在电池组外壳 3 上，于上部表面上设置用于吸入外气作为冷媒的吸入口 31（冷媒入口），同时在其下部表面上设置用于将内部的空气排出用的排出口 32（冷媒出口）。

同时，在电池组外壳 3 的吸入口 31 附近安装有冷却风扇 4。由冷却风扇 4 从吸入口 31 被强制地吸入的外气如图 1(b) 所示，进入位于电池模块 2 的上部的上侧空气室 6（上侧冷媒室），经过在电池模块之间形成的冷却间隙 5 流动，进入位于电池模块 2 下部的下侧空气室 7（下侧冷媒室），从电池组外壳 3 的排出口 32 排出。即，通过在上侧空气室 6 与下侧空气室 7 之间产生压力差，使空气流过冷却间隙 5 内，对电池模块 2 进行冷却。

下面对电池模块之间的冷却间隙的形成方法进行说明。

图 2A 是表示电池模块的组装方法的透视图，图 2B 为图 1A 中用圆圈“B”表示的局部放大图。

在图 2 中，电池模块 2 在相互连接的方向的表面上备有向空气流动方向 A 并行连接的凸部 21 与凹部 22。一个电池模块 2 连接成当连接到已经组装好的另外的电池模块 2' 上时，电池模块 2 的凸部 21 与电池模块 2' 中对向的凸部 21' 相接触。凸部 21 的突出量 1 等于凹部 22 的塌陷量，从而，形成于电池模块 2 之间的冷却间隙 5 的宽度 W 为 21。

此外，在本实施例中，由于相对凸部 21 的突出量 1 的设计预定值的制造公差设定为  $\pm 0.05\text{mm}$ ，所以冷却间隙的宽度 W 的制造公差为

±0.1mm。

下面对具有这种制造公差的冷却间隙 5 的冷却性能进行说明。

图 3 为表示相对于电池模块 2 的冷却间隙的宽度的设计预定值热传导率与通风阻力的关系的曲线图。在图 3 中，电池模块 2 的冷却性能用热传导率表示。

曲线 HTc 表示冷却间隙宽度制造公差为零时，即，冷却间隙的宽度等于设计预定值时的热传导率，曲线 HTmax 表示冷却间隙宽度制造公差为最大，即，冷却间隙的宽度为设计预定值 + 0.1mm 时的热传导率，此外，曲线 HTmin 表示冷却间隙的宽度制造公差为最小，即，冷却间隙的宽度为设计预定值 - 0.1mm 时的热传导率。

如曲线 HTc 所示，随着冷却间隙的宽度变小，空气流速变大，从而热传导率增大，即，冷却性能提高，但当冷却间隙的宽度过小时，如曲线 FR 所示的通风阻力增大，热传导率降低，即冷却性能降低。

同时，如曲线 HTmax 和曲线 HTmin 所示，随着冷却间隙宽度的减小，受制造公差的影响加大，冷却性能的偏差范围加大。

这里，在上述现有技术例子中，是考虑了通风阻力来决定最佳冷却间隙的宽度，即，把曲线 HTc 处于峰值上的冷却间隙的宽度 1.0mm 作为最佳宽度。但是，假定冷却间隙的预定值为 1.0mm，制造公差以 ±0.1mm 的精度进行加工时，如曲线 HTmax 和 HTmin 所示，冷却性能的偏差范围大，从而造成电池模块的温度偏差。

与此相反，在本实施例中，如图 3 所示，将冷却性能（热传导率）的预定值设在  $30\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$  以上，即，把高负载时的蓄电池温度设定在  $55^\circ\text{C}$  以下，而且把冷却偏差（HTmaxY 与 HTmin 之差）的预定值设定在  $4\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$  以下，即把高负载时电池的温度偏差设定在  $10^\circ\text{C}$  以下，从而使冷却间隙宽度的设计预定值在 1.6mm 至 1.9mm 的范围内的话，即使以 ±0.1mm 的精度来加工冷却间隙的宽度，也可把对冷却性能的影响抑制得足够小，消除电池模块的温度偏差问题。

此外，上述高负载时的电池温度在  $55^\circ\text{C}$  以下是可以发挥电池的额定性能的 80% 以上的温度，而上述高负载时的电池的温度偏差在  $10^\circ\text{C}$  以下则意味着作为电池组可以发挥其最佳性能的温度范围。

同时，在本实施例中，将冷却间隙的宽度设计预定值设定在上述从 1.6mm 至 1.9mm 的范围内的 1.8mm。

### 第二个实施例

图 4A 是表示根据本发明的第二个实施例的电池模块组装方法的透视图，图 4B 为图 4A 中用圆圈“B”所表示的局部放大图。

在图 4 中，电池模块 40 在相互连接方向的表面上具有以规定间隔分布的凸部 41，凸部 41 以外的剩余的表面构成凹部 42。一个电池模块 40 连接成当连接到已经组装好的另一个电池模块 40' 上时，蓄电池 40 组件的凸部 41 与电池模块 40' 中对向的凸部 41' 相接触。

### 第三个实施例

图 5 是表示根据本发明的第三个实施例的电池模块组装方法的透视图。

在图 5 中，本系统在电池模块 40 的相互连接的对向面之间配备有金属制或树脂制的波纹状板隔板 43，由这种隔板 43 与电池模块 40 之间的间隙形成冷媒通路。

此外，隔板 43 的形状不限于波纹状，只要是可在电池模块 40 之间形成冷媒通路即可。

### 第四个实施例

图 6 为表示根据本发明的第四个实施例的电池模块结构的透视图。

在图 6 中，电池模块 40 由六个圆筒状的单电池相互连接构成，各个电池模块 40 由蓄电池保持架 44 保持的同时，对电池模块 40 之间的位置进行定位。由蓄电池保持架 40 所划分的电池模块 40 之间的间隙，以及/或者由蓄电池保持架 44 的上表面和下表面与电池模块 40 之间的间隙形成冷媒通路。

此外，在本实施例中，表示出圆筒状电池模块用的电池保持架的一个例子，但只要是保持电池模块，划定冷媒通路的部件，则可根据电池模块的形状采用各种电池保持架或电池组结构体。

### 其它实施例

作为本发明的其它实施例，在采用树脂等作为 Ni-MH 蓄电池的电池槽材料的情况下，电池模块内的各电池之间的内压差会使电池槽产生膨胀，有可能造成冷却间隙宽度的偏差。因此，除了前面所述的实施例之外，也可预先由电池槽材料或电池输入输出条件等推算出内压差及电池槽膨胀率，在设定冷却间隙宽度时把这些因素考虑进去。采

用这种结构，不仅对制造时的加工精度而且对于在电池组制成后，在使用时的各种偏差也可以有效地进行设计。

此外，在本发明的实施例中，是采用将冷却风扇 4 安装在电池组外壳 3 的吸入口 31 附近的结构，但本发明并不仅限于这种结构，例如，  
5 可将冷却风扇 4 安装到排出口 32 附近，通过用冷却风扇 4 从排出口 32 强制地排出空气，在上侧空气室 6 及下侧空气室 7 之间产生压力差，在冷却间隙 5 内产生空气流，同时也可以安装在吸入口 31 及排出口 32 两处安装冷却风扇 4。

同时，在本发明的实施例中，是采用在电池组外壳 3 的上部表面上设置外气的吸入口 31，在下部表面上设置从电池组的内部排出空气的空气排出口 32，用上下方向的空气流对电池模块进行冷却的结构，  
10 但也可以采用在电池组外壳 3 的侧面上设置吸入口和排出口的结构。

此外，在本发明的实施例中，是采用冷却风扇 4 由空气对电池模块 2 进行冷却的结构，但是也可以利用除空气之外的气体状冷媒或液体冷媒，  
15 由另外的冷媒输送装置对电池模块 2 进行冷却的结构。

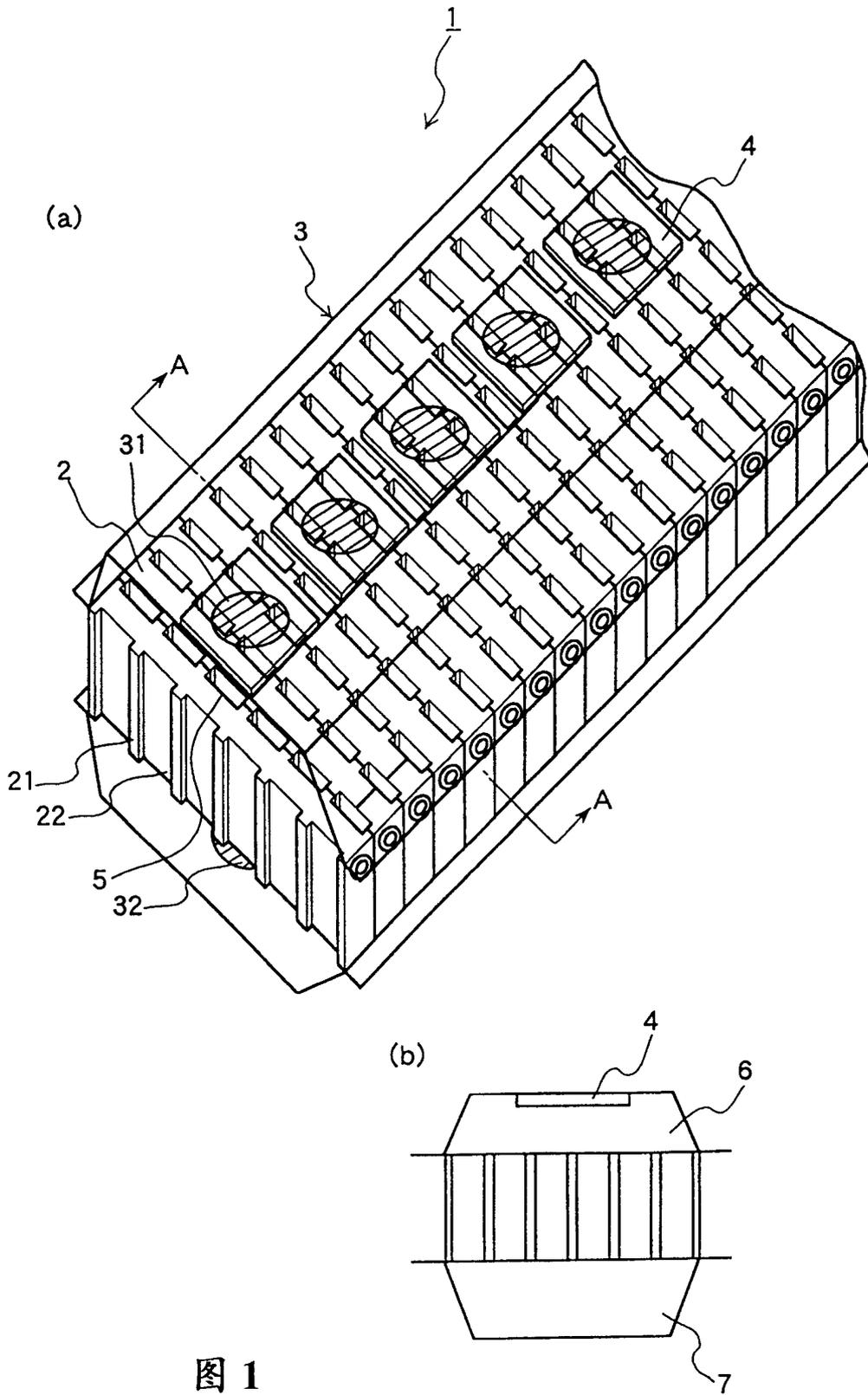


图 1

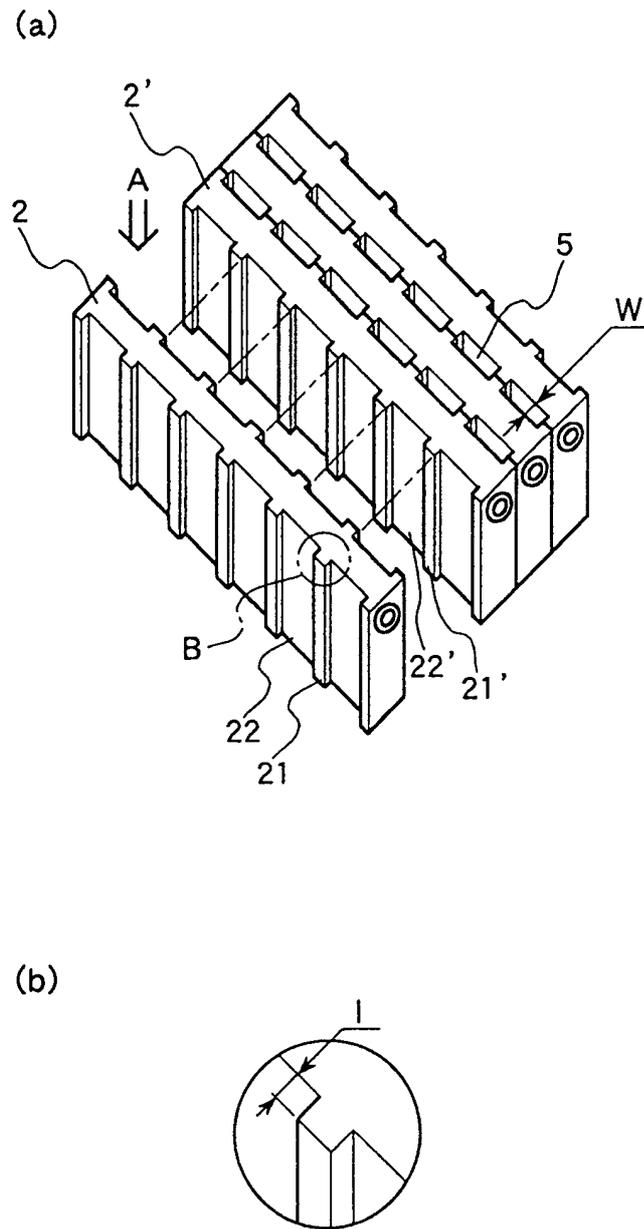


图 2

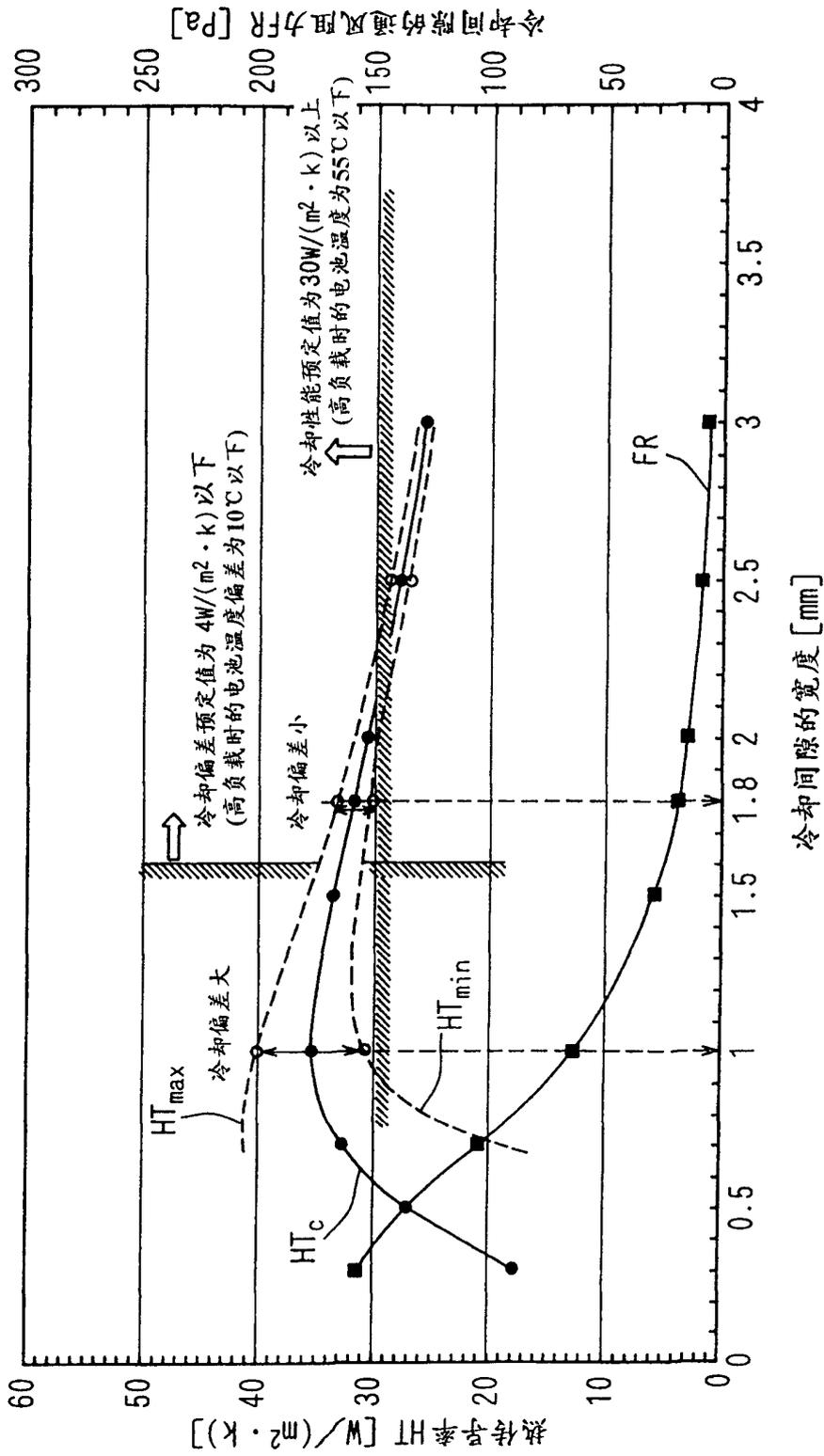


图 3

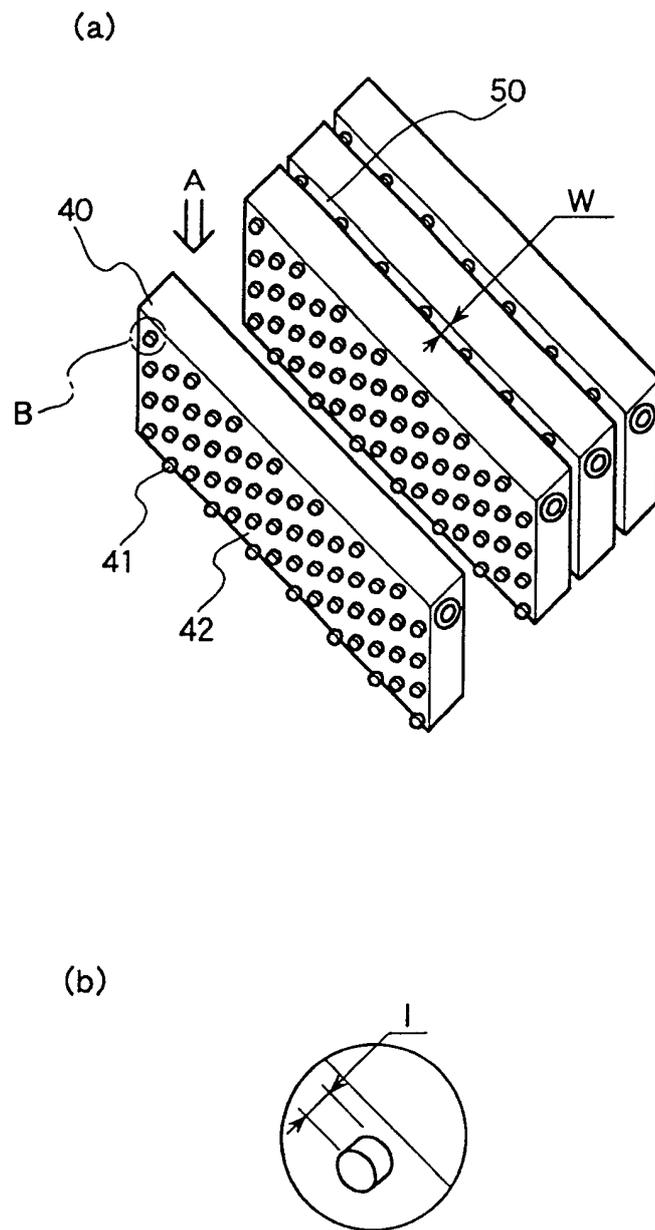


图 4

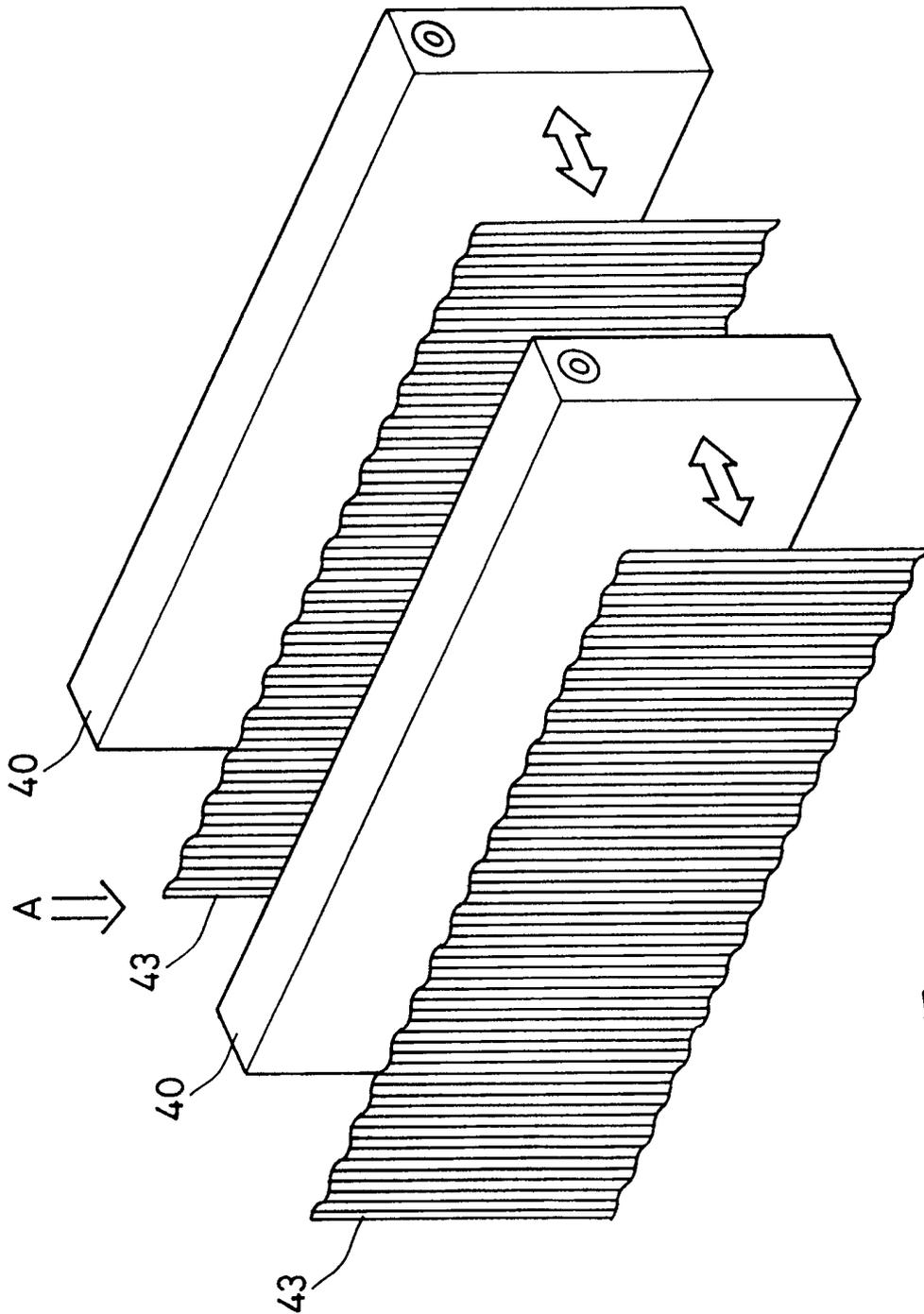


图 5

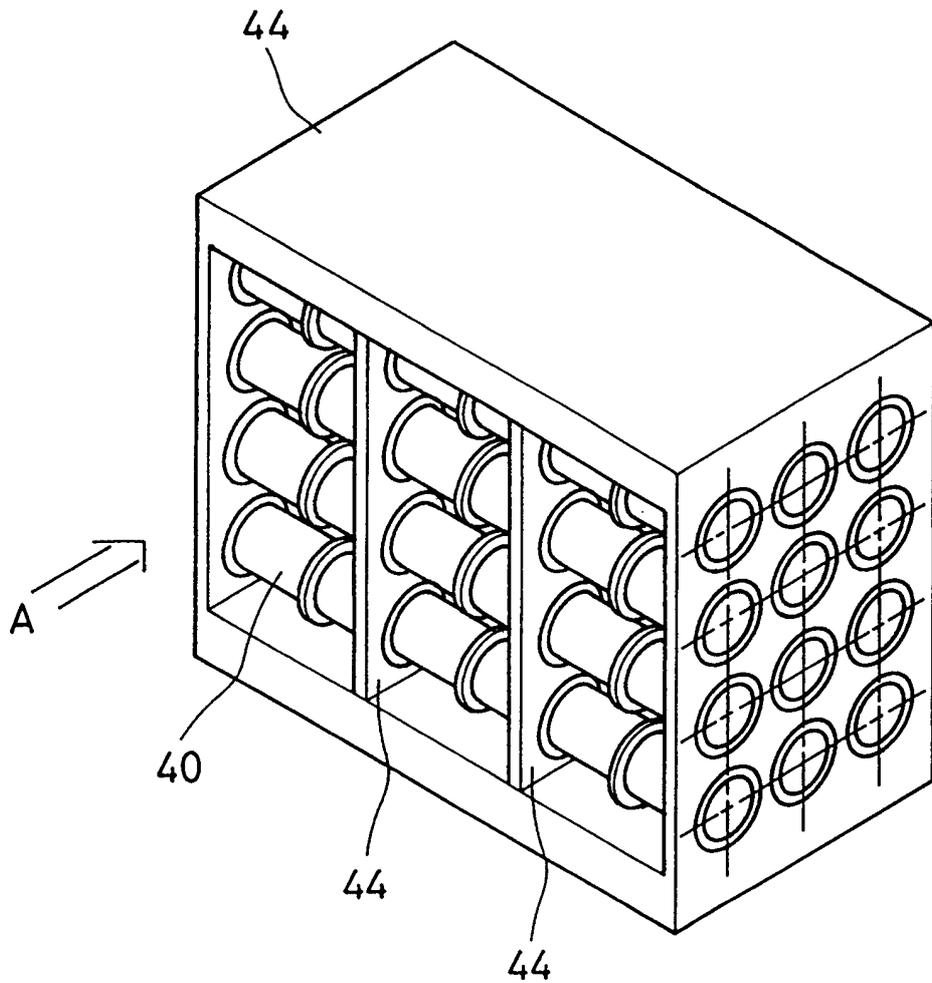


图 6