

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.  
H01M 2/20 (2006.01)



# [12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200610087906.7

[45] 授权公告日 2009年12月2日

[11] 授权公告号 CN 100565976C

[22] 申请日 2006.6.6

[21] 申请号 200610087906.7

[30] 优先权

[32] 2005.12.27 [33] JP [31] 2005-375324

[73] 专利权人 日本无公害电池研究所

地址 日本大阪

[72] 发明人 川野博志 松本功 青木启祐

广嶋义光 成泽博

审查员 艾娟

[74] 专利代理机构 北京尚诚知识产权代理有限公司

代理人 龙淳

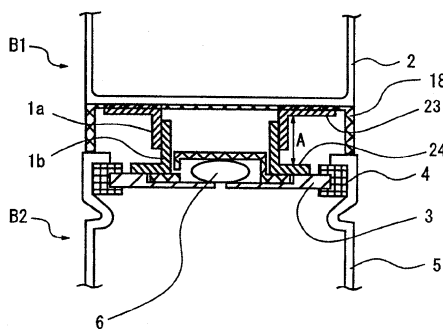
权利要求书3页 说明书10页 附图6页

[54] 发明名称

单电池间的连接结构

[57] 摘要

本发明提供一种可以大幅度降低电池间的电阻，提高机械强度的电池间连接结构。此单电池间的连接结构，串联连接多个具有兼作一个电极端子的有底圆筒状的电池外壳(2、5)和兼作另一个电极端子的封闭电池外壳(2、5)的开口部的封口板(3)的电池(B1、B2)，其特征在于，具有凸缘的第一金属制环(1a)以可导电的方式接合在一个电池(B1)的电池外壳(2)的底部上，具有凸缘的第二金属制环(1b)以可导电的方式接合在另一个电池(B2)的封口板(3)的上部，第一金属制环(1a)和第二金属制环(1b)嵌合。



1.一种单电池间的连接结构，串联连接多个电池，该电池具有兼作一个电极端子的有底圆筒状的电池外壳和兼作另一个电极端子的封闭所述电池外壳的开口部且突出部与中心部电连接的封口板，其特征在于：

具有凸缘的第一金属制环以可导电的方式接合在一个电池的电池外壳底部，具有凸缘的第二金属制环以包围所述突出部的状态且以可导电的方式接合在另一个电池的封口板的上部，

所述第一金属制环和所述第二金属制环被嵌合。

2.一种单电池间的连接结构，串联连接多个电池，该电池具有兼作一个电极端子的有底圆筒状的电池外壳和兼作另一个电极端子的封闭所述电池外壳的开口部且突出部与中心部电连接的封口板，其特征在于：

具有凸缘的第一金属制环以可导电的方式接合在一个电池的电池外壳底部，具有凸缘的第二金属制环以包围所述突出部的状态且以可导电的方式接合在另一个电池的封口板的上部，

所述第一和所述第二金属制环中，在一个环的圆筒部外侧面上和另一个环的圆筒部内侧面上刻有螺纹槽，所述第一与所述第二金属制环被螺合。

3.如权利要求1或2所述的单电池间的连接结构，其特征在于：在所述第一和所述第二金属制环中至少一个的凸缘的接合面上，具有可使环内部与大气连通的连通槽。

4.如权利要求1或2所述的单电池间的连接结构，其特征在于：所述第一金属制环和所述第二金属制环被焊接。

5.如权利要求4所述的单电池间的连接结构，其特征在于：所述焊接是激光焊接。

6.如权利要求 1 或 2 所述的单电池间的连接结构,其特征在于:所述第一金属制环的凸缘和所述第二金属制环的凸缘的距离为 3mm 以上,该连接结构包括绝缘性树脂固定框,该绝缘性树脂固定框能够将被连接的单电池间在两点以上固定,并具有不覆盖该单电池间的全部间隙、能够使该单电池间的间隙与该间隙的外侧之间的空气流通的形状。

7.如权利要求 1 或 2 所述的单电池间的连接结构,其特征在于:在已连接单电池的状态下,所述第一和所述第二金属制环的一部分或全部露出到外部。

8.一种单电池间的连接结构,串联连接多个电池,该电池具有兼作一个电极端子的有底圆筒状的电池外壳和兼作另一个电极端子的封闭所述电池外壳的开口部且突出部与中心部电连接的封口板,其特征在于:

具有凸缘的第一金属制环以可导电的方式接合在一个电池的电池外壳底部,具有凸缘的第二金属制环以包围所述突出部的状态且以可导电的方式接合在另一个电池的封口板的上部,

在中心具有螺丝孔的第一和第二金属制连接件分别被嵌合或螺合在所述第一和所述第二金属制环上,连接所述第一和所述第二金属制连接件的金属制连接板利用螺栓以可导电的方式与所述第一和所述第二金属制环连接。

9.如权利要求 1、2、8 中任一项所述的单电池间的连接结构,其特征在于:所述第一金属制环和所述第二金属制环,隔着金属箔,被嵌合或螺合。

10.如权利要求 9 所述的单电池间的连接结构,其特征在于:所述金属箔材料是铝、铜、镍、或以它们为主要材料的合金。

11.一种单电池的制造方法,其特征在于:将具有凸缘的第一金属

制环以可导电的方式接合在兼作一个电极端子的有底圆筒状的电池外壳的底部，并且，

在兼作另一个电极端子的封闭所述电池外壳的开口部且突出部与中心部电连接的封口板的上部，以包围所述突出部的状态且以可导电的方式接合具有凸缘的第二金属制环，

将包括电极、隔离板、电解液的发电要素填装在所述电池外壳内，将所述电极与所述电池外壳和所述封口板电连接，利用所述封口板封闭所述电池外壳的开口部。

## 单电池间的连接结构

### 技术领域

本发明涉及将多个圆筒形电池串联连接构成模块电池的连接结构，涉及可大幅度降低单电池间的电阻，提高机械强度的单电池间的连接结构。

### 背景技术

迄今，在将多个单电池串联连接，形成可以得到所希望的输出电压的蓄电池模块的情况下，使用用于连接单电池间的接合体。一般的电池除了圆柱状的一个端面以外，将整体包装的金属外壳兼作电池的负极端子，电池外壳的一个端面的开口部，利用成为正极端子的封口板，隔着绝缘性垫片而被封闭。作为电连接两个该单电池的方法，现在适用的方法是通过点焊，隔着连接体连接一个单电池的正极端子和另一个单电池的负极端子的方法。

点焊方法在将两个金属板从上下连接的情况下可以容易地焊接，但在焊接上述单电池的情况下，是将一个金属板和非金属板状的电池端子焊接起来，基本上难以从上下焊接。因此，采用使两根焊条从一方接近，通过流过焊接电流，使金属板发热直至熔融，将金属板焊接在电池端子上的方法。在该方法中，需要使温度上升到使金属板熔融的温度，在连接的金属板的厚度较厚的情况下，进行可靠的焊接非常困难，即使能进行焊接，也会由于焊接电流使单电池的温度上升过大，造成电池特性的劣化。

该方法只限于连接件呈薄板（约 300 $\mu\text{m}$  以下）的情况下，发热少，易于焊接，和在使用比较小的电流的用途中，不会有问题，所以被广泛地采用。但是，在存在单电池间的电阻值的问题的谋求大电流放电的用途中，上述的点焊方法，使得焊接部间的距离变长、电阻变大，结果造成放电电压降低、输出特性降低。此外，由于单电池的连接部中的机械强度弱，所以在存在振动问题的汽车用的用途中，必须要另

外寻求提高机械强度的措施。

在此情况下，在专利文献 1 及 2 中公开的电池中，公开了凸焊法。在这些方法中的任何一种方法中，都需要设法在平面连接的部分上设置突起，使得焊接电流集中流过。

[专利文献 1]日本特开平 10-106533 号公报

[专利文献 2]日本特开 2000-149907 号公报

专利文献 1 及 2 等都是在完成了单电池后，将单电池间焊接起来的方法。为了降低电阻、提高机械强度，有必要增大焊接电流，牢固地焊接连接体。此外，在焊接单电池的连接所必要的连接体和单电池的封口板时，或者在焊接上述连接体和电池外壳时，如果焊接电流流过的地方的厚度不同，则存在无法牢固焊接的问题。换句话说，使电池的封口板、电池外壳和连接体的焊接部分呈相同程度的厚度，才能牢固地焊接。因此，存在使用只有连接体的厚度厚而电阻小的材料，无法进行牢固的焊接的问题。

再者，为了牢固地进行焊接，虽然容易设想到采用增大焊接电流的方法改善，但由于焊接电流增大导致焊接部的发热增大，由于热传导使得电池的温度上升是不可避免的。在发生电池的温度上升的情况下，电池内的压力异常上升时，引起使气体放出到外部的橡胶阀体的变形、或从外部密封电池的垫片的变形。这些情况造成电池特性下降，所以只增大焊接电流，牢固地进行焊接是有限的。

因此，本发明有必要形成一种单电池间的连接结构：可以焊接连接单电池的连接体、特别是电阻小而厚度厚的材料，虽然在焊接的时刻伴随温度上升，但对上述电池特性不会产生不良影响，可以牢固地进行焊接，结果可以大幅度降低电阻。

此外，由于这种电池要求大电流的充放电，所以工作中电池的温度上升增大。一般说来，在考虑到在电池中使用的材料的耐热性等电池特性的情况下，期望电池温度接近常温，因此在高温时需要采用某种冷却方法。但是，在现有例之一例的专利文献 1 中，为了降低单电池间的电阻，采用尽量缩短单电池间的距离的方法，所以可期待从单电池间散热的效果的构造是必要的。

## 发明内容

本发明涉及一种单电池间的连接结构，串联连接多个具有兼作一个电极端子的有底圆筒状的电池外壳，和兼作另一个电极端子的封闭上述电池外壳的开口部的封口板的电池，其特征在于：

具有凸缘的第一金属制环以可导电的方式接合在一个电池的电池外壳底部，具有凸缘的第二金属制环以可导电的方式接合在另一个电池的封口板上部，

上述第一金属制环和上述第二金属制环被嵌合。

本发明还涉及一种单电池间的连接结构，串联连接多个具有兼作一个电极端子的有底圆筒状的电池外壳，和兼作另一个电极端子的封闭上述电池外壳的开口部的封口板的电池，其特征在于：

具有凸缘的第一金属制环以可导电的方式接合在一个电池的电池外壳底部，具有凸缘的第二金属制环以可导电的方式接合在另一个电池的封口板的上部，

上述第一和第二金属制环中，在一个环的圆筒部外侧面和另一个环的圆筒部内侧面上刻有螺纹槽，上述第一与上述第二金属制环被螺纹嵌合。

焊接用于连接单电池的金属制环时，伴随温度上升，在制造电池之前的阶段，金属制环被接合在电池外壳和封口板上。其结果，可提供一种对如上所述的上述电池特性不会产生不良影响，可以牢固焊接的方法。

本发明涉及一种单电池间的连接结构，其特征在于：上述第一和上述第二金属制环中至少一个的凸缘的接合面上，具有可使环内部与大气连通的连通槽。

本发明的单电池间的连接结构，呈由金属制环包围封口板的结构。但是，由于在凸缘的接合面上，具有可使环内部与大气连通的连通槽，所以电池的内压即使上升，也能释放该压力。

本发明涉及一种单电池间的连接结构，其特征在于，上述第一金属制环和上述第二金属制环被焊接，此外，焊接是激光焊接。此外，单电池间的连接结构的特征还在于：上述第一金属制环的凸缘和上述第二金属制环的凸缘的距离为 3mm 以上，被连接的单电池间可在两点

以上固定，具有空气可流通的绝缘性树脂固定框。

此外，金属制环通过嵌合或螺纹嵌合被固定后，为了提高机械强度、降低连接部的电阻，可构成向周边进行热传导少的激光焊接等的结构。

本发明的单电池连接结构，与现有的连接结构相比较，可获得牢固的机械强度，所以能使相邻的单电池间的距离比现有的长。其结果，可以期待从单电池间散热的效果，可抑制是电池特性下降主要原因的温度上升。

本发明涉及一种单电池的制造方法，其特征在于：具有凸缘的第一金属制环以可导电的方式接合在兼作一个电极端子的有底圆筒状的电池外壳的底部，和/或

具有凸缘的第二金属制环以可导电的方式接合在兼作另一个电极端子的封闭上述电池外壳的开口部的封口板的上部，

将包括电极、隔离板、电解液的发电要素装填在上述电池外壳内，将上述电极与上述电池外壳和上述封口板电连接，用上述封口板封闭上述电池外壳的开口部。

目前，将电池的发电要素插入电池外壳内后，在已密封电池的状态下，电连接单电池。根据本发明，在将作为发电要素的电极和隔离板插入有底圆筒状外壳之前，或者隔着垫片用封口板密封电池之前，可以进行具有凸缘的金属制环与有底圆筒状外壳或封口板的焊接。利用该结构，由于在焊接时，不存在由耐热性低于金属的合成树脂构成的隔离板或垫片，所以能提高焊接功率，能进行牢固的焊接。其结果，能增强焊接部的机械强度，在伴随有移动或振动等的用途中，可以说是一种有效的方法。此外，由于连接部的电阻变小，所以在需要大电流的充放电的用途中，也可以说是一种有效的方法。

本发明是用具有凸缘的金属制环连接单电池的结构，与现有的连接结构相比较，得到了即使单电池间的距离变长，连接部的电阻也不增大的结构。利用该结构，单电池间的焊接可以采用激光焊接等不接触焊接部、功率密度大的焊接方法。此外，由于能进行功率密度大的焊接，所以能提高焊接强度，使焊接部分集中化，抑制焊接部周边的温度。在使用现有的单电池间的连接方法产生焊接不良的情况下，至

少造成两个以上的单电池不良，但在本发明中只造成电池的零件不良。在焊接不良率相同的情况下，不良的损失金额少，工业上价值大。

### 附图说明

图 1 是表示本发明的单电池间的连接结构的连接前的状态的概略截面图。

图 2 是表示具有凸缘的第一和第二金属制环的立体图。

图 3 是表示本发明的单电池间的连接结构的连接状态的概略截面图。

图 4 是表示采用螺纹嵌合进行连接时单电池间的连接结构的连接前的状态的概略截面图。

图 5 是表示相邻的单电池的连接结构的概略截面图。

图 6 是表示固定框的立体图。

### 符号说明

1a 第一金属制环；1b 第二金属制环；2 有底圆筒状外壳（单电池的下部）；3 封口板；4 垫片；5 有底圆筒状外壳（单电池的上部）；6 橡胶阀体；7 连通口；8 内螺纹槽；9 外螺纹槽；11、12 连接用螺栓；13、14 内螺纹加工部；15 连接板；1c 第一连接件；1d 第二连接件；17 连通孔；18 固定框；A 连接状态中的凸缘间距离

### 具体实施方式

以下，参照附图说明本发明的一个实施方式。图 1 是表示本发明的单电池间的连接结构的连接前的状态的概略截面图。在上部所示的电池 B1 中，具有凸缘的第一金属制环 1a 预先以可导电的方式接合在有底圆筒状外壳 2 的底面上。在下部所示的电池 B2 中，具有凸缘的第二金属制环 1b 预先以可导电的方式接合在封口板 3 的上部。优选采用焊接等方法进行接合。

被接合为一体的封口板 3 和第二金属制环 1b 形成隔着垫片 4，密闭电池的结构。在该图中，第一金属制环 1a 的内径和第二金属制环 1b 的外径设计成大致相同的尺寸。通过这样设计，第一金属制环 1a 和第

二金属制环 1b 可以无间隙地嵌合。利用该结构，单电池 B1 和单电池 B2 可以电连接和机械连接。其中，第一金属制环 1a 和第二金属制环 1b 的间隙中夹有金属箔（未图示），由此嵌合，可以进一步抑制电阻。金属箔材料优选是铝（Al）、铜（Cu）、镍（Ni）、或以它们为主要材料的合金。

本发明人认为在无间隙嵌合的状态下，固定使用时或低电流的充放电等时，由嵌合部的松弛引起的机械强度的下降或接触电阻的增大不会成为大问题。可是，在汽车等移动的用途中，由于振动不可避免，所以要充分考虑嵌合部的松弛引起的危险性。由此，要考虑到发生机械强度下降或接触电阻增大的问题，使用电池时会发生故障。因此，优选在嵌合的状态下，对金属制环的圆筒部外周进行激光焊接，例如大致以 90 度间隔焊接 4 点，或者以 60 度间隔焊接 6 点，由此可以提高嵌合部的机械强度，降低电阻。本发明嵌合后能适用激光焊接或电弧焊接等，能实现可以提高连接强度的结构。在利用该方法进行焊接接合的情况下，只就嵌合后的接合部电阻来说，确认了电阻的实际测量值下降为 0.2~0.3mΩ 的电阻。例如，在混合电动汽车等中使用的电池中，电流值有时瞬间达到 150A。在以这样大的电流使用的情况下，根据上述电阻值能测算出电池电压下降 30~45mV，混合电动汽车用的电池中，本发明的此连接部的电阻下降成为重要的因素。

图 2 表示第一金属制环 1a 和第二金属制环 1b 的立体图，嵌合部分呈圆筒形状，根据嵌合情况下的强度和电阻，其厚度必须为 1.5mm 以上，优选为 2~3mm，由强度和电阻的测定结果可知，厚度的下限在上述的范围内。如果使其更大，则强度或电阻虽然能进一步提高，但电池的重量增大，后面所述的嵌合部的焊接需要大的功率，与其相伴的焊接时的温度上升会产生不良影响，所以作为圆筒部的厚度，上述的指定范围是适当的。

本发明能充分确保嵌合强度，优选对嵌合部进行激光焊接，因此有必要将金属制环 1a、1b 的圆筒部分 21、22 的长度设定为一定长度以上。从这样的观点出发，确认圆筒部分 21、22 的长度和嵌合部强度的关系、和实际上激光焊接时能否焊接，结果可以确认其长度最低需要 3mm 以上。因此，在本发明中凸缘状连接体的管状部分的长度在嵌

合的状态下，必须要达到 3mm 以上。但是，长到必要长度以上，会导致连接部的电阻增大，所以必须有上限。利用该结构，能抑制后述的电池的发热。

已知一体化时，直接接触兼作一个电极端子的有底圆筒状电池外壳 2 或兼作另一个电极端子的封口板 3 的金属制环 1a、1b 的凸缘 23、24 的厚度，在通过点焊进行一体化的情况下，厚度为 0.5mm 左右，具有提高焊接强度的效果。由于该厚度与构成有底圆筒状电池外壳 2、封口板 3 的材料的厚度几乎相同，所以为了确保焊接强度，优选凸缘 23、24 的厚度与焊接部分的厚度呈大致相同的尺寸。因此，凸缘 23、24 的厚度的最佳值随着构成电池的零件的不同而不同，所以有必要根据有底圆筒状电池外壳 2、封口板 3 的厚度设定。

此外，在本发明中，不仅可以采用点焊方法，也可以采用逆变直流电源的所谓逆变焊接法进行焊接。在此情况下，在凸缘 23、24 的焊接面上且在同一半径上设置突起部，能构成使电流集中流过该部分的结构，更牢固地进行焊接。

虽然有关于第一金属制环 1a 的内径和第二金属制环 1b 的外径在嵌合部分呈一定尺寸情况的记载，但通过形成增大第一金属制环 1a 的嵌合部分前端内径，减小接近凸缘 23 的部分的内径的形状，并与其对应的减小第二金属制环 1b 的外径的前端部，增大接近凸缘 24 的部分的外径，可以有效的进行牢固的固定。当然，也可以采用使第二金属制环 1b 嵌合在第一金属制环 1a 的外侧的结构。

如上所述，根据本发明的结构，与以往有很大不同的的特征是，在将电池的发电要素和电解液收容在电池外壳 2 内之前的阶段，将第一金属制环 1a 直接焊接在有底圆筒状外壳 2 上。同样，第二金属制环 1b 可焊接在封口板 3 上。即，在作为电池组装前，能将金属接合体作为零件制作，与现有例相比较，能使焊接部分牢固。其结果，能提高第一金属制环 1a 与有底圆筒状外壳 2 的焊接强度、和第二金属制环 1b 与封口板 3 的焊接强度，所以能期待降低电阻。

其次，在图 2 中，说明连通槽 7。一般来说，这种电池如图 1 所示，橡胶阀体 6 安装在封口板 3 中。在电池内的压力异常上升时，橡胶阀体 6 变形，气体可从内部放出。但是，在本发明中，第一金属制环 1a

和第二金属制环 1b 进行嵌合，环 1a、1b 的内部呈气密状态，所以异常时所产生的气体无法排放。因此，优选在凸缘 23、24 的接合面的至少一个面上，刻有气体能排放到外部的连通槽 7。

与以往相比较，在本发明中通过将第一金属制环 1a 和第二金属制环 1b 的圆筒部 21、22 的厚度加厚，可以降低电阻。其结果，在图 3 所示的嵌合状态下，即使凸缘 23、24 之间的距离 A 增长，电阻增大的比例也很小。由此，如上所述，除了能对嵌合部进行激光焊接等以外，还能使第一金属制环 1a 和第二金属制环 1b 的至少一部分露出，附加了散热性优异的功能。因此，在由于充放电而伴随温度上升的电池系统中，能抑制温度的上升。此外，将固定框 18 插入单电池间，能提高模块电池相对弯曲的机械强度。这时，形成固定框 18 完全覆盖单电池间的间隙的结构，则不能进行嵌合部和螺纹嵌合部的焊接，散热性下降。因此，如图 6 所示，固定框 18 优选具有可支撑两点以上的支撑部 18a，形成可进行嵌合部和螺纹嵌合部的焊接、空气可流通的结构。

现在实用化的镍·氢电池由于电池温度的上升，造成充电效率降低和循环寿命降低等电池特性的劣化。在本发明中，如上所述，能形成散热性优异的电池结构，所以在可能由于温度上升产生不良影响的电池系统中，能预料电池特性的下降少。此外，如图 3 所示，虽然说明了第一金属制环 1a 和第二金属制环 1b 可嵌合的结构，但如图 4 所示，也可以在第一金属制环 1a 的圆筒部内侧刻出螺纹槽（内螺纹槽）8，在第二金属制环 1b 的圆筒部外侧刻出对应的螺纹槽（外螺纹槽）9，螺纹连接第一金属制环 1a 和第二金属制环 1b 而构成。

图 4 中，即使在金属制环 1a、1b 上分别设有螺纹槽 8、9 的情况下，也与上述的嵌合方式相同，螺纹嵌合连接后，通过对螺纹嵌合部进行激光焊接或电弧焊接，也可牢固地固定，也可以是露出连接部的结构。此外，在用嵌合方式或螺纹嵌合方式进行连接的情况下，使金属箔（未图示）介于第一金属制环 1a 和第二金属制环 1b 之间，通过嵌合或螺纹嵌合进行固定，可以进一步提高其强度。金属箔材料优选是铝（Al）、铜（Cu）、镍（Ni）、或以它们为主要材料的合金。

以上的发明方式，说明了直线式连接单电池的方法。为了获得所希望的电压，有必要将直线式连接的多个电池弯折成 180 度的状态进

行连接。在此情况下，如图 5 所示，在直线式连接时使用的第一金属制环 1a 和第二金属制环 1b 被固定在电池上的状态下，第一和第二金属制连接件 1c 和 1d 分别嵌合或螺纹嵌合在第一金属制环 1a 和第二金属制环 1b 上。在第一和第二金属制连接件 1c 和 1d 的中心设有螺孔 13、14，利用螺栓 11、12 以可导电的方式与连接板 15 连接，所以可以电固定和机械固定。其中，为了避免密闭状态，优选在具有封口板 3 的一侧，在嵌合或螺纹嵌合的第二金属制连接件 1d 上设置连通孔 17。

#### [实施例]

对于本发明的单电池间的连接结构，测定了连接部的电阻。供测定的电池是 D 尺寸的（单一尺寸，外径 32mm、高 56mm 的圆筒密闭型电池）。如图 2 所示，将第一金属制环 1a 焊接在作为正极端子的封口板 3 上。此时使用的第一金属制环 1a 的凸缘 23 的厚度为 0.5mm，外径为 23mm，圆筒部 21 的外径为 17mm，内径为 13.8mm。第二金属制环 1b 焊接在作为电池的负极端子的电池外壳 2 的底部上。第二金属制连接环 1b 的凸缘 24 的厚度为 0.5mm，外径为 20mm，圆筒部 22 的外径为 13.7mm，内径为 10mm。

表 1 中示有有无铜箔、有无激光焊接。嵌合方式是图 1 所示的连接方式，螺纹嵌合方式是图 4 所示的连接方式。基于降低嵌合部或螺纹嵌合部的接触电阻的目的，所使用的金属箔是厚度为 20 $\mu$ m 的铜箔。此外，使用激光焊接机（ミヤチテクノス株式会社制，型号 ML-2550A），照射直径为 0.6mm $\phi$ ，功率为 5.4kW，照射了 0.1 秒。在通过螺纹嵌合进行连接的情况下，在第一金属制环 1a 的圆筒部内侧面上刻有 M16 的内螺纹，在第二金属制环 1b 的圆筒部外侧面上刻有 M16 的外螺纹，形成螺纹嵌合的结构。

表 1. 连接方式和连接部的电阻测定结果

| 连接方式   | 连接部有无铜箔 | 激光焊接 |      | 连接部的电阻<br>(mΩ) |
|--------|---------|------|------|----------------|
|        |         | 有无   | 激光点数 |                |
| 嵌合方式   | 无       | 无    | ---  | 1.31           |
|        | 有       |      | ---  | 0.81           |
|        | 无       | 有    | 4    | 0.56           |
|        |         |      | 6    | 0.51           |
|        |         |      | 8    | 0.49           |
| 螺纹嵌合方式 | 无       | 无    | ---  | 1.55           |
|        | 有       |      | ---  | 0.82           |
|        | 无       | 有    | 4    | 0.58           |
|        |         |      | 6    | 0.52           |
|        |         |      | 8    | 0.50           |

从表 1 的电阻测定结果可知，在只进行嵌合的情况下，与只进行螺纹嵌合的情况相比，由于使铜箔介于接合部中，所以可降低接触电阻。此外，可知通过激光进行焊接，确认其效果更显著。由于激光焊接的点数多，所以接触电阻下降，但在将点数增加到必要以上的情况下，有机械强度下降的危险，因此，6~8 个点最佳。

只进行嵌合或螺纹嵌合情况下的电阻值为 1.31~1.55mΩ。在作为大电流用的电池实用化的镍·镉电池或镍·氢电池中，假设流过 50 安培的电流时，电压下降为 65.5~77.5mV，由于电池的工作电压为 1.2V，所以电压下降 5%有余，在实用上没有障碍。

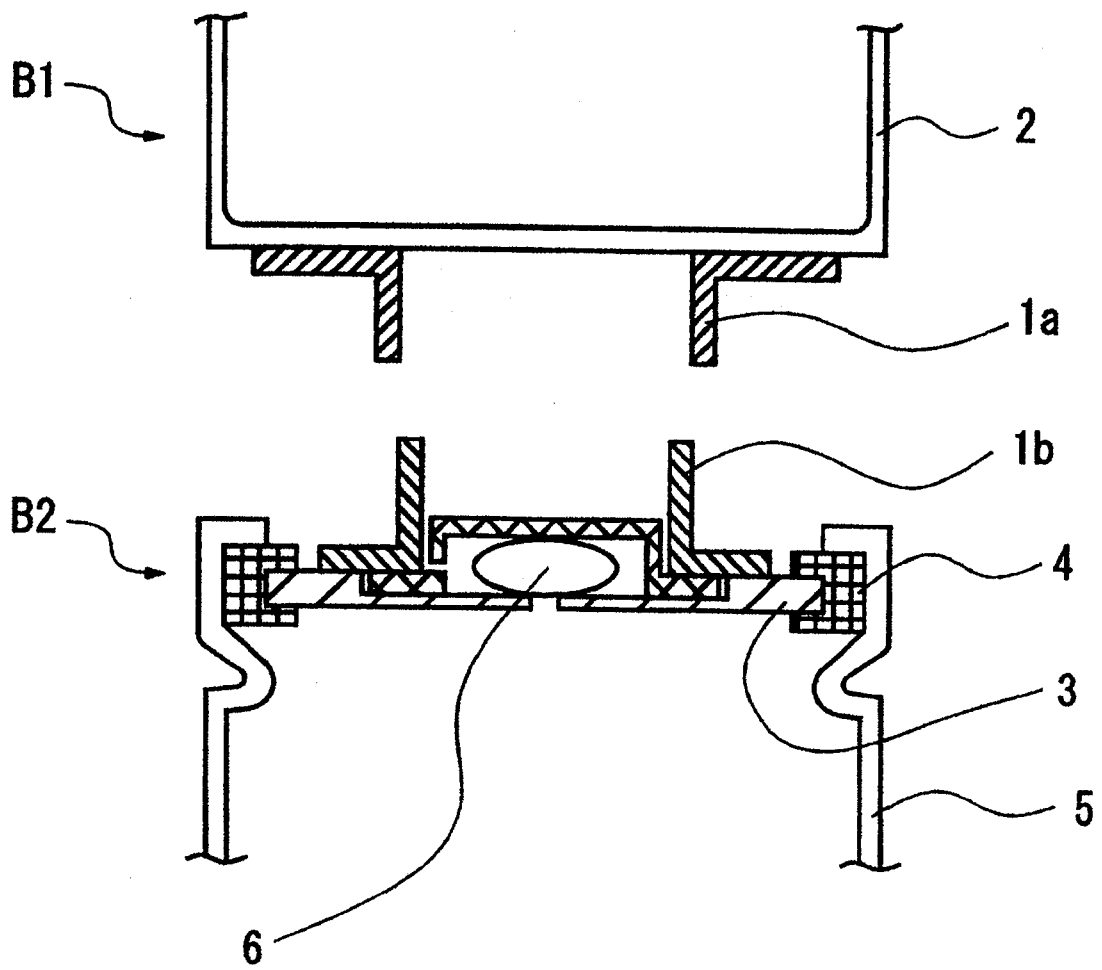


图1

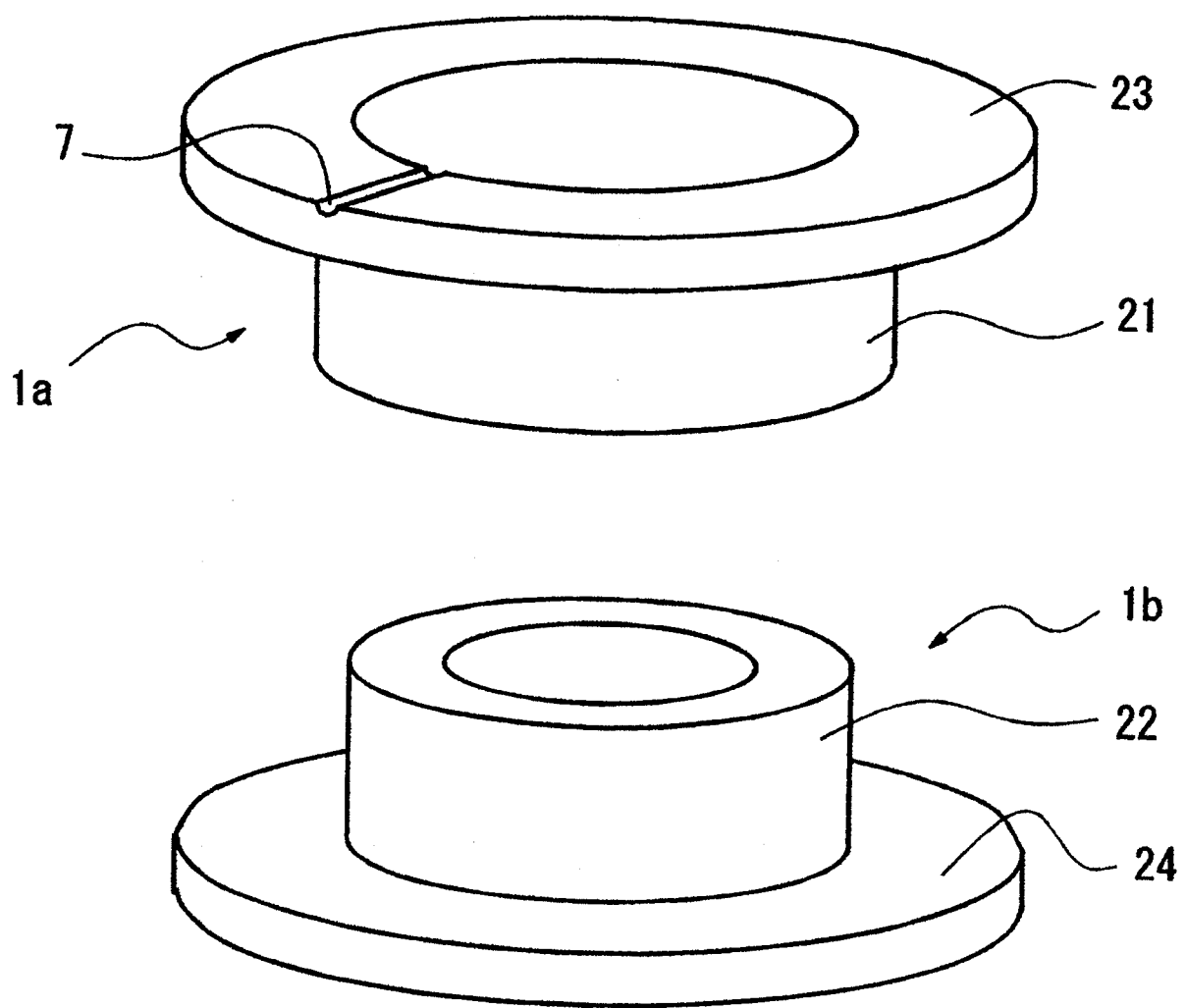


图2

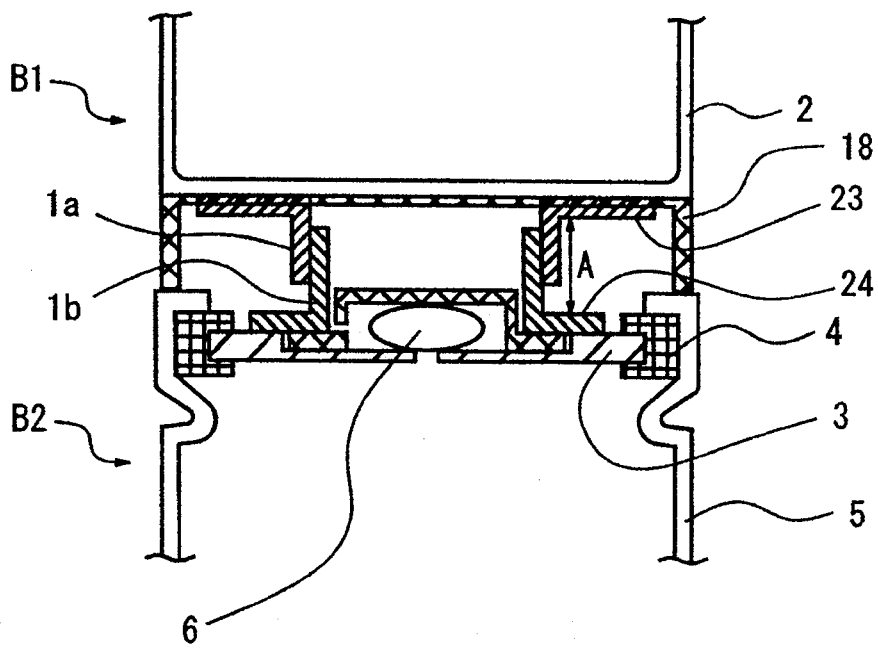


图3

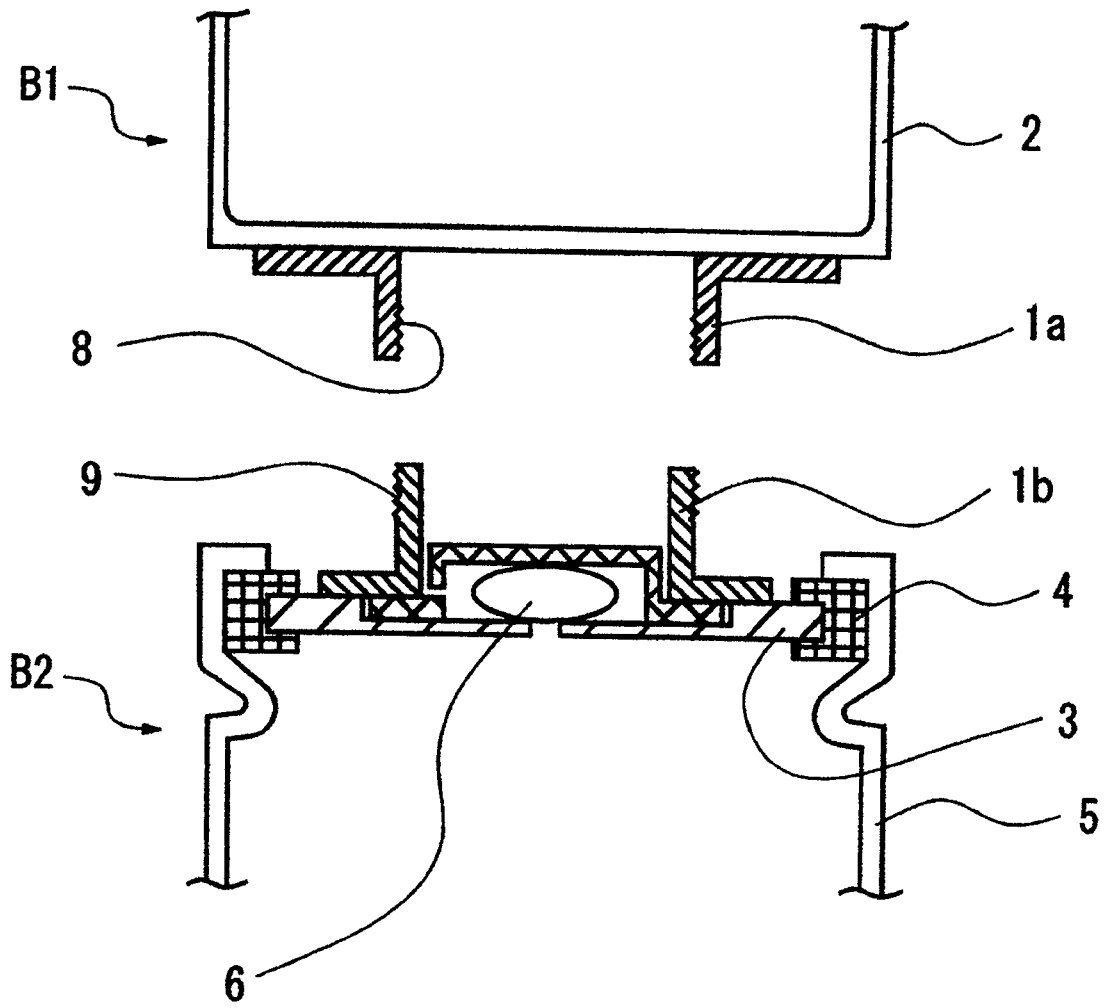


图4

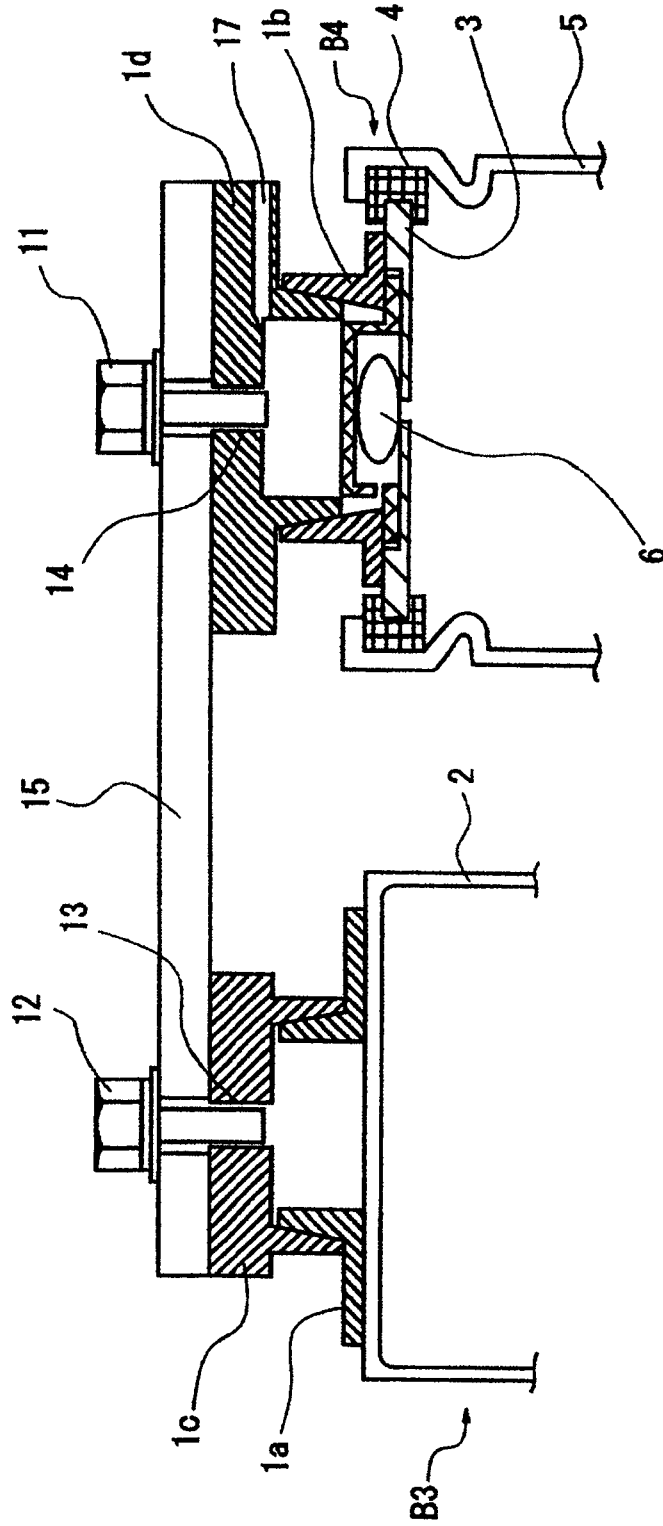


图5

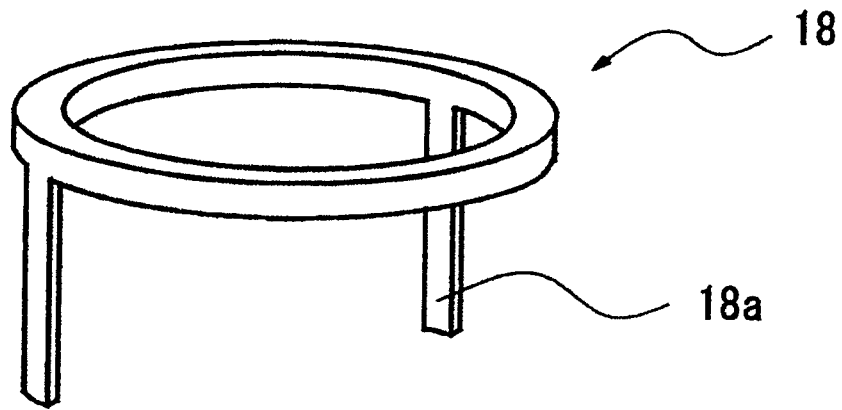


图6