

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

H01M 10/38

H01M 10/40



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 00122751.3

[45] 授权公告日 2004 年 10 月 20 日

[11] 授权公告号 CN 1172400C

[22] 申请日 2000.8.9 [21] 申请号 00122751.3

[30] 优先权

[32] 1999. 8. 10 [33] JP [31] 226490/1999

[32] 1999. 9. 21 [33] JP [31] 267712/1999

[71] 专利权人 三洋电机株式会社

地址 日本大阪府

[72] 发明人 中西直哉 佐藤广一 能间俊之

米津育郎

审查员 刘 颖

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

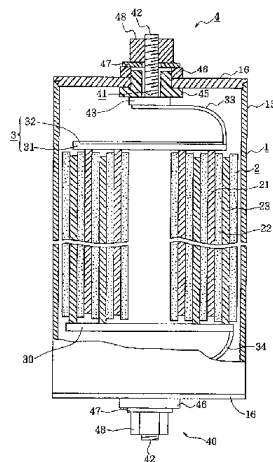
代理人 杨 勇 温大鹏

权利要求书 2 页 说明书 37 页 附图 22 页

[54] 发明名称 非水电解液二次蓄电池及其制造方法

[57] 摘要

一种非水电解液二次蓄电池，其在密封筒内，接纳有分别在正极与负极之间设置有分隔件的卷绕电极体，在卷绕电极体的两个端部接合有负极集电板和正极集电板，在电极体的两个端部的内部，在一个端部上突出有负极的端缘，在该端缘上接合有负极集电板。负极集电板具有双层结构，包括铜层部和镍层部，铜层部由铜或以铜为主体的合金形成，镍层部由镍或以镍为主体的合金形成，使该铜层部与负极的端缘相接触，通过激光方式进行焊接。



ISSN 1008-4274

1. 一种非水电解液二次蓄电池，其在密封容器内，接纳有分别在带状的正极(23)与负极(21)之间设置有分隔件(22)的电极体(2)，该电极体(2)所产生电能可从设置于密封容器中的正极端子部和负极端子部，朝向外部输出，在电极体(2)的卷轴方向的两个端部的内部，在一个端部上突出有负极(21)的端缘，在该端缘上接合有负极集电板(3)，该负极集电板(3)与负极端子部导通，其特征在于：负极集电板(3)由多层部形成，该多层部包括铜层部(31)和金属层部，该铜层部(31)由铜或以铜为主体的合金形成，该金属层部由作为不与锂形成金属化合物的金属，并且其激光反射率小于铜的金属，或以该金属为主体的合金形成，该铜层部(31)与金属层部形成两侧的表面层，铜层部(31)焊接于负极(21)的端缘上。

2. 根据权利要求1所述的电池，其特征在于形成负极集电板(3)的金属层部的金属为镍。

3. 根据权利要求1所述的电池，其特征在于形成负极集电板(3)的金属层部的金属为不锈钢。

4. 根据权利要求1~3中的任何一项所述的电池，其特征在于负极集电板(3)通过激光方式焊接于电极体(2)的负极(21)的端缘上。

5. 根据权利要求1~3中的任何一项所述的电池，其特征在于负极集电板(3)的厚度在0.10~5.00mm的范围内。

6. 根据权利要求2所述的电池，其特征在于镍层部(32)的厚度与负极集电板(3)的厚度的比率在5~45%的范围内。

7. 根据权利要求3所述的电池，其特征在于不锈钢层部(35)的厚度与负极集电板(3)的厚度的比率在5~45%的范围内。

8. 一种非水电解液二次蓄电池的制造方法，该电池在密封容器内，接纳有分别在带状的正极(23)与负极(21)之间设置有分隔件(22)的电极体(2)，该电极体(2)所产生电能可从设置于密封容器中的正极端子部和负极端子部，朝向外部输出，其特征在于该方法包括下述步骤：

通过下述方式制作电极体(2)，该方式为：按照正极(23)的端缘在其中一个端部突出，负极(21)的端缘在另一端部突出的方式，将分隔件(2)夹持于它们之间而将正极(23)与负极(21)相互叠合，将它们呈螺旋状卷绕；

5 制作由铝或以铝为主体的合金形成的正极集电板(30)；

制作由下述多层部形成的负极集电板(3)，该多层部包括铜层部(31)和金属层部，该铜层部(31)由铜或以铜为主体的合金形成，该金属层部由作为不与锂形成金属化合物的金属，并且其激光反射率小于铜的金属，或以该金属为主体的合金形成；

10 正极集电板焊接步骤，即在突出有正极(23)的端缘的电极体(2)的端部，设置正极集电板(30)，对该正极集电板(30)的表面照射激光束，将正极集电板(30)焊接于正极(23)的端缘上；

负极集电板焊接步骤，即按照铜层部(31)与负极(21)的端缘相接触的方式，在突出有负极(21)的端缘的电极体(2)的端部，
15 设置负极集电板(3)，对该负极集电板(3)的金属层部的表面照射激光束，将负极集电板(3)焊接于负极(21)的端缘上；

组装步骤，即分别使焊接于电极体(2)上的正极集电板(30)和负极集电板(3)，以导通方式与正极端子部和负极端子部连接，组装二次蓄电池。

非水电解液二次蓄电池及其制造方法

技术领域

5 本发明涉及象圆筒型锂离子二次蓄电池那样的，非水电解液二次蓄电池，及其制造方法，在该电池中，在密封容器内，接纳有形成发电元件的电极体，可从正极端子部和负极端子部，朝向外部输出该电极体所产生的电能。

背景技术

10 在这种非水电解液二次蓄电池中，带状的正极与负极分别通过分隔件相互叠合，将它们呈螺旋状卷绕，形成卷绕的电极体，该卷绕的电极体接纳于密封容器内。

作为卷绕电极体所产生的电能朝向外部输出的方法，广泛地采用下述方法，即在构成卷绕电极体的正极和负极中，分别连接多个导电性片的基端部，从正极引出的多个正极集电片的前端部与正极端子部连接，并且从负极引出的多个负极集电片的前端部与负极端子部连接。

15 但是，在采用多个集电片的集电结构中，在电流较低的小型非水电解液二次蓄电池的场合，获得足够的集电效果，但是，在电流较高的大型非水电解液二次蓄电池中，由于电极面积较大，故具有不能够获得足够的集电效果的问题。

20 另外具有下述问题，即将多个集电片与电极端子部连接的结构和步骤复杂，作业性或生产性较差。

于是，如图7所示，人们提出了下述圆筒型非水电解液二次蓄电池，其具有由负极集电板36和正极集电板30构成的集电结构。在非水电解液二次蓄电池中，盖体16，16固定于筒体15的两端开口部，构成电池筒1，卷绕电极体2接纳于该电池筒1的内部。在卷绕电极体25 2的两个端部，设置有负极集电板36和正极集电板30，其通过激光方式焊接于卷绕电极体2上。另外，负极集电板36和正极集电板30通过连接带37，34，与安装于盖体16，16上的负极端子机构4和正极端子机构40连接。

30 卷绕电极体2分别由带状的正极23，分隔件22，以及负极21构成。正极23按照在由铝箔形成的芯体的表面上涂敷正极活性物质的方式构成，负极21按照在由铜箔形成的芯体的表面上涂敷负极活性物质的方式构成。

正极 23 和负极 21 分别沿宽度方向与分隔件 22 错开的方式相互叠合，将它们呈螺旋状卷绕。由此，卷绕电极体 2 的卷轴方向的两个端部内部的，一个端部上，正极 23 的端缘朝向分隔件 22 的端缘的外方突出，并且在另一端，负极 21 的端缘朝向分隔件 22 的端缘的外方突出。此外，正极集电板 30 由铝形成，负极集电板 36 由铜制成。

如上所述，如果采用在卷绕电极体 2 的端部，通过激光方式焊接集电板 36、30 的集电结构，由于在焊接时，在集电板上不作用有压力，可以非接触的方式进行焊接，故作业性，生产性提高。

但是，在图 7 所示的非水电解液二次蓄电池的制造步骤中，由于在卷绕电极体 2 的负极 21 的端缘上，设置负极集电板 36，在进行激光焊接时，作为负极集电板 36 的材质的铜对激光束的反射率较高，故无法向焊接部提供足够的能量，焊接是不完全的，由于卷绕电极体 2 与负极集电板 36 之间的电阻增加，故具有集电效率降低的问题。此外，如果由镍形成负极集电板 36，则可改善负极集电板 36 相对卷绕电极体 2 的焊接性，但是由于镍形成的负极集电板 36 的电阻大于铜制的负极集电板 36 的电阻，故集电效率降低。

图 20 和图 23 所示的已有的非水电解液二次蓄电池按照下述方式构成，该方式为：在筒体 15 的两个端部通过焊接方式固定有盖体 16，16 的圆筒状的电池筒 1 的内部，接纳有卷绕电极体 5。在两个盖体 16，16 上，安装有正负一对的电极端子机构 110，110，卷绕电极体 5 与两个电极端子机构 110，110 通过多个电极片 6 相互连接，卷绕电极体 5 所产生的电能可从一对电极端子机构 110，110 朝向外部输出。另外，在各盖体 16 上，安装有压力开闭式气体排出阀 13。

如图 22 所示，卷绕电极体 5 按照下述方式构成，该方式为：分别在带状正极 51 与负极 53 之间设置有带状分隔件 52，将它们呈螺旋状卷绕。正极 51 按照下述方式形成，该方式为：在由铝箔形成的带状芯体 55 的两个表面上，涂敷由锂离子复合氧化物形成的正极活性物质 54，负极 53 按照下述方式形成，该方式为：在由铜箔形成的带状芯体 57 的两个表面上，涂敷包含碳素材料的负极活性物质 56。在分隔件 52 中，浸渗非水电解液。

还有，在正极 51 上，形成不涂敷正极活性物质 54 的非涂敷部，在该非涂敷部上，接合有多个电极片 6 的基端部，同样，在负极 53 上，

形成有不涂敷负极活性物质 56 的非涂敷部，在该涂敷部上，接合有多个电极片 6 的基端部。

另外，如图 23 所示，极性相同的多个电极片 6 的前端部 61 与 1 个电极端子机构 110 连接。另外，为了方便起见，图 23 仅仅示出一部分 5 的电极片的前端部与电极端子机构 110 连接的状态，对于其它的电极片，前端部与电极端子机构 110 连接的状态在图中省略。

电极端子机构 110 包括穿过电池筒 1 的盖体 16 而安装的电极端子 111，在该电极 111 的基端部，形成有凸缘部 112。在盖体 16 的通孔，安装有绝缘密封件 113，盖体 16 与紧固部件之间保持电绝缘性与密封性。在电极端子 111 上，从盖体 16 的外侧，嵌合垫片 114，并且以螺 10 纹方式嵌合有第 1 螺母 115 和第 2 螺母 116。另外，由于将第 1 螺母 115 紧固，通过电极端子 111 中的凸缘部 112 与垫片 114，夹持绝缘密封件 113，故密封性提高。上述多个电极片 6 的前端部 61 通过点焊或超声波焊接方式，固定于电极端子 111 中的凸缘部 112 上。

15 但是，锂离子二次蓄电池具有下述问题，即由于随着电池的尺寸的 增加，正极和负极的长度加大，故采用电极片的集电结构的集电性 较低，内部电阻产生误差，或放电容量降低等。

于是，人们提交了图 21 所示的集电结构的专利申请，其应在正极 和负极的整个长度范围内，具有均匀的集电性。在该集电结构中，卷 20 绕电极体 7 同样由下述正极 71，负极 73，以及分隔件 72 形成，该正 极 71 按照在芯体 75 的表面上涂敷正极活性物质 74 的方式形成，该负 极 73 按照在芯体 77 的表面上涂敷负极活性物质 76 的方式形成，该分 隔件 72 中浸渗有非水电解液，该正极 71 和负极 73 分别按照沿宽度方 向与分隔件 72 错开的方式相互叠合，将它们呈螺旋状卷绕。由此，卷 25 绕电极体 7 的卷轴方向的两个端部内的，一个端部中，正极 71 的芯 体 75 的端缘 78 朝向分隔件 72 的端缘突出，并且在另一端缘上，负极 73 的芯体 77 的端缘朝向分隔件 72 的端缘的外方突出。

此外，在卷绕电极体 7 的两个端部上，分别以形成电阻的方式焊 接圆板状的集电板 62，该集电板 62 通过引线部件 63，与上述电极端 30 子机构 110 连接。

但是，图 21 所示的具有集电结构的非水电解液二次蓄电池具有下 述问题，即由于构成卷绕电极体 7 的正极 71 和负极 73 的芯体 75，77

的端缘 78，78 的面积较小，故芯体端缘与集电板 62 之间的接触面积较小，由此，电池的內部电阻较大。

特别是在电动式汽车用的电源等所采用的锂离子二次蓄电池中，必须形成高容量，并且尽可能地减小内部电阻，以便获得高输出。此外，必须采用生产性优良的集电机构，以便减小制造成本。

于是，就生产性优良的低电阻的电池，人们提交了下述形式的专利申请（比如，参照 JP 实开昭 55-156365 号文献），在该形式中，在于集电板的整个表面上均匀地分散的状态，形成直径较小的膨胀部，使该膨胀部与芯体端缘相接触，进行电阻焊接接，由此使电流集中于该膨胀部，使焊接强度提高。

此外，如图 24 所示，人们提交了下述集电结构的专利申请（比如，参照 JP 特开平 11-31497 号文献），其采用在平板状主体 93 上形成多个弯曲部 94 的集电板 92，在将集电板 92 压靠于卷绕电极体 7 的芯体端缘 78 上的状态，将该弯曲部 94 以电阻焊接方式固定于芯体端缘 78 上。

还有，人们知道有下述的形式，在该形式中，通过将集电板划分为 2 个部分的结构，抑制对集电板进行电阻焊接时的无效电流，使焊接效率改善（JP 特开平 7-29564 号文献），另外人们知道有下述形式，在该形式中，在集电板的电阻焊接部，设置有截面呈 V 字形的突起，使电阻焊接时的电流集中于该突起部，使焊接强度改善（JP 特开平 2-8417 文献）。

再有，人们提交了下述集电结构的专利申请（JP 特开平 10-261441 号文献），作为圆板状的集电板的代换方式，如图 25 所示，将凹设有多个狭缝 96 的集电部件 95 设置于卷绕电极体 7 的端部，在将芯体端缘 78 嵌入该集电部件 95 中的狭缝的状态，对集电部件 95 的表面照射激光束，进行激光焊接。

另外，人们提交了下述集电结构的专利申请（JP 特开平 2-4102 号文献），在圆板状的集电板上，形成前端角度小于 90° ，截面呈 V 字形的多个突起部，在将该集电板压靠于芯体端缘上的状态，对上述突起部照射激光束，将集电板焊接于极板上。

但是，于集电板的整个表面上均匀地分散的状态，形成较小直径的膨胀部的上述集电结构（JP 实开昭 55-156365 号文献）具有下述问

题，即集电板与芯体之间的接触状态是不稳定的，由于该接触状态，电流不流动，产生焊接不良。

此外，在于集电板上形成截面 V 呈字形的突起与弯曲部，以对该集电板进行电阻焊接的集电结构（JP 特开平 11-31497 号文献，JP 特开平 7-29564 号文献，JP 特开平 2-8417 号文献）具有下述问题，即

5 在象锂离子二次蓄电池那样，芯体的厚度极小的场合，焊接强度较低。还有，将凹设有多个狭缝的集电部件通过激光方式焊接于芯体端缘上的集电结构（JP 特开平 10-261441 号文献）中，不仅必须采用具有复杂形状的集电部件，而且将芯体端缘插入集电部件中的各狭缝中的作业极其复杂。

再有，在圆板状的集电板上形成截面 V 呈字形的突起部，通过激光方式将该集电板焊接于极板组上的结构（JP 特开平 2-4102 号文献）具有下述问题，即由于突起部的截面形状为锐角的 V 字形，故突起部与芯体端缘之间的接触面积较小，由此，具有接触电阻较大的问题。

15 另外，由于应照射激光束的 V 字形突起部与芯体端缘之间的接合面与激光束照射方向之间的夹角为锐角，故激光束无法有效对接合面的焊接起作用，具有焊接不良的危险。

发明内容

本发明的第 1 目的提供一种非水电解液二次蓄电池的结构及其制造方法，该非水电解液二次蓄电池具有下述集电结构，在该结构中，

20 将负极集电板以焊接方式固定于集电体的端部上，负极集电板相对电极体的焊接性得以改善，可获得较高的集电效率。本发明的第 2 目的在于提供一种非水电解液二次蓄电池及其制造方法，该二次蓄电池具有下述集电结构，在该结构中，即使在构成电极体的芯体极薄的情况下，芯体端缘与集电板仍可以较大的接触面积

25 接合，并且生产性优良。

实现第 1 目的的结构

在本发明的非水电解液二次蓄电池中，在电极体（2）的卷轴方向的两个端部的内部，在一个端部上突出有负极（21）的端缘，在该端缘上接合有负极集电板（3），该负极集电板（3）与负极端子部导通。

30 在这里，负极集电板（3）由多层部形成，该多层部包括铜层部（31）和金属层部，该铜层部（31）由铜或以铜为主体的合金形成，该金属层部由作为不与锂形成金属化合物的金属，并且其激光反射率小于铜

的金属，或以该金属为主体的合金形成，该铜层部（31）与金属层部形成两侧的表面层，铜层部（31）焊接于负极（21）的端缘上。具体来说，形成负极集电板（3）的金属层部的金属为镍，不锈钢，钛，铬，钼等。

5 按照上述本发明的非水电解液二次蓄电池，在其制造步骤中，由于在将负极集电板（3）通过激光方式焊接于集电板（2）的负极（21）的端缘上时，在负极集电板（3）的激光束受光侧，形成有激光反射率较低

的金属层部，故充分地将激光束的能量吸收，进行完全的焊接。
另外，由于负极集电板（3）的金属层部的金属由不与锂形成金属化合物的金属，或以该金属为主体的合金形成，故不产生将非水电解液中的锂离子消耗掉而形成合金的情况下，由此防止非水电解液中的锂离子浓度降低。

10 此外，由于负极集电板（3）具有包括铜层部（31）和金属层部的多层结构，故因铜层部的优良的导电性的作用，其电阻小于仅仅由金属层部形成的场合，获得较高的导电性。

15 还有，由于电极体（2）的负极（21）的端缘在整个长度范围内与负极集电板（3）的铜层部（31）接合，故即使在电池的体积较大，电极的尺寸较长的情况下，仍可从整个电极体（2），均匀地进行集电。其结果是，负极（21）的纵向的电位梯度较小，电流分布不发生偏置而保持均匀。由此，实现较高的集电效率。

20 具体来说，负极集电板（3）的厚度在 0.10 - 5.00mm 的范围内。如果负极集电板（3）的厚度小于 0.1mm，负极集电板（3）本身的电阻较大，不仅集电效率下降，而且因激光焊接，负极集电板（3）过度熔化，在焊接部，产生塌陷。与此相对，如果负极集电板（3）的厚度大于 5.00mm，则负极集电板（3）的焊接必须要求较大的能量，难于将负极集电板（3）焊接于厚度为数十微米的负极（21）的端缘。

25 另外，具体来说，金属层部的厚度与负极集电板（3）的厚度的比率在 5 - 45% 的范围内。由此，金属层部充分地发挥使激光反射率降低的性能，并且铜层部（31）充分地发挥使电阻降低的性能。即，由于当金属层部的厚度的比率小于 5% 时，在负极集电板（3）的焊接开始后，金属层部熔化而消失，呈现激光反射率较高的表面，故焊接性降低。与此相对，如果金属层部的厚度的比率大于 45%，则在与负极集电板（3）

的电阻有关的情况下，金属层处于支配地位，负极集电板（3）的整体的电阻增加。

此外，本发明的非水电解液二次蓄电池的制造方法包括下述步骤：

5 电极体（2）制作步骤，即按照正极（23）的端缘在其中一个端部突出，负极（21）的端缘在另一端部突出的方式，将分隔件（2）夹持于它们之间而将正极（23）与负极（21）叠合，将它们呈螺旋状卷绕；
制作由铝或以铝为主体的合金形成的正极集电板（30）；

10 制作由下述多层部形成的负极集电板（3），该多层部包括铜层部（31）和金属层部，该铜层部（31）由铜或以铜为主体的合金形成，
该金属层部由作为不与锂形成金属化合物的金属，并且其激光反射率小于铜的金属，或以该金属为主体的合金形成；

正极集电板焊接步骤，即在突出有正极（23）的端缘的电极体（2）的端部，设置正极集电板（30），对该正极集电板（30）的表面照射激光束，将正极集电板（30）焊接于正极（23）的端缘上；

15 负极集电板焊接步骤，即按照铜层部（31）与负极（21）的端缘相接触的方式，在突出有负极（21）的端缘的电极体（2）的端部，设置负极集电板（3），对该负极集电板（3）的金属层部的表面照射激光束，将负极集电板（3）焊接于负极（21）的端缘上；

20 组装步骤，即分别使焊接于电极体（2）上的正极集电板（30）和负极集电板（3），以导通方式与正极端子部和负极端子部连接，组装二次蓄电池。

25 按照上述本发明的制造方法，由于在通过激光方式，将负极集电板（3）焊接于电极体（2）中的负极（21）的端缘处的步骤中，激光对反射率较低的金属层部的表面进行照射，激光束的能量充分地，提供给负极集电板（3）与负极（21）的端缘的接合部，其结果是，负极集电板（3）与负极（21）的端缘相互完全焊接。

30 另外，在通过激光方式将正极集电板（30）焊接于电极体（2）的正极（23）的端缘处的步骤中，由于作为正极集电板（30）的材质的铝对激光的反射率较低，激光束的能量充分地，提供给正极集电板（30）与正极（23）的端缘的接合部，其结果是，正极集电板（30）与正极（23）的端缘相互完全焊接。

此后，在组装步骤中，正极集电板（30）与负极集电板（3）分别

以导通方式与正极端子部和负极端子部连接。

由此，从电极体（2）到两个端子部的电阻足够低，获得较高的集电效率。

5 如上所述，如果采用本发明的非水电解液二次蓄电池和其制造方法，负极集电板与电极体的焊接性提高，可获得较高的集电效率。

用于实现第2目的的结构

10 在本发明的非水电解液二次蓄电池中，密封筒（1）内部，接纳有电极体（7），该电极体（7）是分别在带状的正极（71）与负极（73）之间设置分隔件（72），之后将它们叠置而形成的，该正极（71）与负极（73）分别按照将活性物质涂敷于带状芯体的表面上的方式形成，该电极体（7）所产生电能可从一对电极端子，朝向外输出。

15 在这里，在电极体（7）中的至少任何一个端部，突出有构成正极（71）或负极（73）的带状芯体的端缘（78），在该端缘（78）上接合有集电板（3），在该集电板中的，与芯体端缘（78）相对的面上，形成有多条凸部，该多条凸部的截面呈圆弧状，或呈四边形以上的多边形突出，在各凸部与芯体端缘（78）嵌合的状态，集电板焊接于芯体端缘（78）上，并且与其中一个电极端子连接。

另外，本发明的非水电解液二次蓄电池的制造方法包括下述步骤：

20 通过下述方式制作电极体（7），该方式为：使正极（71）和负极（73）分别沿宽度方向与分隔件（72）错开，将它们叠合，将它们呈螺旋状卷绕，正极（71）和负极（73）中的各芯体的端缘（78）朝向分隔件（72）的端缘的外侧突出；

25 按照下述方式制作集电板（8），该方式为：在具有导电性的平板状主体（81）上，形成多条凸部（82），该多条凸部的截面呈圆弧状，或呈四边形以上的多边形突出；

焊接集电板的步骤，即以覆盖方式将集电板压靠于在集电板（7）的各端部突出的芯体端缘（78）上，在将集电板的凸部与芯体端缘（78）嵌合的状态，对该凸部照射激光束或电子束，将集电板焊接于芯体端缘（78）上；

30 连接步骤，即将焊接有集电板的集电体（7）接纳于电池筒（1）的内部，将各集电板与各电极端子连接。

在上述本发明的非水电解液二次蓄电池及其制造方法中，通过将

集电板(8)压靠于电极体(7)的芯体端缘(78)上,该集电板(8)中的各凸部(82)与芯体端缘(78)嵌合,在芯体端缘(78)上,形成有与凸部(82)的表面形状相对应的接合面,比如由圆筒面形成的接合面.该接合面的面积大于凸部(82)截面呈V字形的场合的面积.

5 于是,对各凸部(82)与芯体端缘(78)的接合部,照射激光束或电子束,对芯体端缘(78)焊接集电板(8),该集电板(8)通过较大的接触面积与芯体端缘(78)相接合,其结果是,接触电阻较小,获得较高的集电性.

10 另外,由于集电板(8)的凸部(82)的接合部的中间部相对激光束或电子束照射方向,形成 90° 或接近 90° 的夹角,激光束或电子束对接合面的焊接发挥有效作用,其结果是,因具有较大的接合面积而获得较高的焊接强度.

15 在具体的结构中,集电板(8)按照下述方式构成,该方式为:在平板状主体(81)中,形成有上述的多个凸部(82),并且开设有1个或多个注液孔(83),这些注液孔(83)的开孔面积为具有平板状主体(81)的平面形状所具有的面积的15%以上.如果采用该具体结构,在电池的组装步骤中,当将电解液注入电池筒(1)的内部时,由于该电解液通过集电板(8)的注液孔(83),供向集电体(7),故使电解液浸渗到分隔件(72),正极(71)和负极(73)中的时间缩短.

20 还有,如果集电板(8)的注液孔(83)的开孔率小于15%,由于集电板(8)的作用,电解液难于通过,故电解液的浸渗时间必须较长.但是,如果注液孔(83)的开孔率大于90%,由于电流的流路非常狭,集电板(8)的电阻增加,集电性降低.于是,最好集电板(8)的注液孔(83)的开孔率在15~90%的范围内.

25 在其它的具体结构中,集电板(8)上述集电板按照下述方式构成,该方式为:在平板状主体上,形成有上述的多个凸部,并且成一体形成有长方形状的引线部,该引线部的前端与电极端子连接.按照该具体的结构,将引线部(85)连接于电极端子上的作业容易实现,并且可将电极体(7)与电极端子之间的电阻抑制在较小程度.

30 在还一具体的结构中,在集电板(100)的平板状主体(101)的外周部,在凸部的附近位置,设置有芯体压靠部(106),该芯体压靠部(106)将电极体(7)的芯体(77)的前端部朝向电极体(7)的内

侧压靠。在该具体的结构中，上述芯体（77）的前端部由芯体压靠部（106）推压，朝向电极体（7）的内侧发生位移，随之，集电板的凸部（102）的接触位置也朝向电极体（7）的内侧发生位移。于是，在将集电板的凸部焊接于芯体（77）的前端部上时，无需将激光束或电子束照射到集电板的凸部的5 外周侧的端部，可将其照射到该端部的稍稍内侧，即芯体（77）的上述位移位置所接触的位置。其结果是，激光束或电子束不照射到集电板（100）的外周缘的外侧，由此，防止芯体（77）与分隔件（72）在直接接受激光束或电子束的照射后，发生熔化。

10 此外，上述芯体压靠部（106）相对芯体（77）的压靠面，与集电板（100）中的平板状主体（101）的表面之间的夹角在 $30^{\circ} \sim 45^{\circ}$ 的范围内。由于上述角度设定在该范围内，故便充分地获得下述效果，该效果指使上述芯体（77）的前端部朝向电极体（7）的内侧发生位移。

还有，在上述本发明的非水电解液二次蓄电池的制造方法中，最好集电板的凸部的宽度为激光束或电子束的点直径的 0.8 倍以上。比如，在集电板（8）的凸部（82）的截面形状为半圆形的场合，最好该半圆形的直径为激光束或电子束的点直径的 0.8 倍以上。再有，在集电板（8）的凸部（82）的截面形状为梯形状的场合，最好该梯形状的顶边（短边）的宽度为激光束或电子束的点直径的 0.8 倍以上。由此，15 由于激光束或电子束的能量集中地提供给集电板（8）的凸部（82）与芯体端缘（78）的接合部，故接合部充分地熔化，获得较大的接合面积与较高的焊接强度。

再有，最好集电板（8）的凸部（82）的突出距离在 0.5~3mm 的范围内。如果凸部（82）的突出距离小于 0.5mm，在电极体（7）的芯体端缘（78）不处于同一平面的场合，凸部（82）不能够充分地25 与全部的芯体端缘（78）嵌合，其结果是，无法获得足够的焊接强度。另外，如果凸部（82）的突出距离大于 3mm，则焊接强度的提高效果到达极限，电池筒（1）内的静区增加，体积能量密度降低。

另外，最好集电板（8）的厚度在 0.1~2mm 的范围内。如果集电板（8）的厚度小于 0.1mm，则集电板（8）的电阻增加，集电性下降。30 另外，如果集电板（8）的厚度大于 2mm，则集电性的提高效果到达极限，引线部（85）成一体形成的场合的引线部（85）的加工性产生问

题。

还有，最好集电板（8）的凸部（820）的板厚小于平板状主体（81）的板厚。在该结构中，由于平板部分的厚度较大，故集电性不会降低，然而由于激光束或电子束照射部的厚度较小，故可以较低的能量，进行焊接。

作为集电板（8）的材质，可采用 Cu, Al, Ni, SUS, Ti, 或这些金属的合金。由此，可提供对非水电解液的耐腐蚀性与导电性优良的电池。

如上所述，如果采用本发明的非水电解液二次蓄电池及其制造方法，即使在构成电极体的芯体极薄的情况下，芯体端缘与集电板仍以较大的接触面积接合，另外生产性良好。

附图说明

图 1 为本发明的圆筒型锂离子二次蓄电池的剖视图；

图 2 为负极集电板的透视图；

图 3 为表示在卷绕电极体上通过激光方式焊接负极集电板的步骤的剖视图；

图 4 为卷绕电极体的局部的展开透视图；

图 5 为具有另一结构的负极集电板的透视图；

图 6 为具有又一结构的负极集电板的透视图；

图 7 为已有的圆筒型锂离子二次蓄电池的剖视图；

图 8 为表示本发明的锂离子二次蓄电池的主要部分的局部剖开的正视图；

图 9 为卷绕集电体和集电板的分解透视图；

图 10 为集电板的平面图；

图 11 为沿图 10 中的 A—A 线的放大剖视图；

图 12 为将集电板压靠于卷绕电极体上的步骤的透视图；

图 13 为表示集电板的圆弧状凸部嵌入芯体端缘的状态的剖视图；

图 14 为表示集电板的 V 字形凸部嵌入芯体端缘的状态的剖视图；

图 15 为表示集电板的梯形状凸部嵌入芯体端缘的状态的剖视图；

图 16 为表示具有又一结构的负极集电板的透视图；

图 17 为该负极集电板的俯视图；

图 18 为用于说明激光点相对负极集电板的位置的俯视图；

图 19 为沿图 18 的 E—E 线的剖视图；

图 20 为表示已有的圆筒型锂离子二次蓄电池的外观的透视图；

图 21 为集电板与卷绕电极体的分解透视图；

图 22 为已有的锂离子二次蓄电池所采用的卷绕电极体的局部展开的透视图；

5 图 23 为表示已有的锂离子二次蓄电池的主要部分的局部剖开的正视图；

图 24 为已有的集电板与卷绕电极体的分解透视图；

图 25 为已有的集电部件与卷绕电极体的分解透视图。

具体实施方式

10 下面通过附图，对本发明的圆筒型锂离子二次蓄电池的实施例进行具体描述。

(1) 第 1 实施例

如图 1 所示，在本实施例的圆筒型锂离子二次蓄电池中，盖体 16，16 固定于筒体 15 的两端开口部，形成电池筒 1。在该电池筒 1 的内部，接纳有卷绕电极体 2。在卷绕电极体 2 的两个端部，设置有负极集电板 3 和正极集电板 30，该负极集电板 3 和正极集电板 30 由铜层部 31 与金属层部这两个层形成，该金属层部由作为不与锂形成金属化合物的金属，并且其激光反射率小于铜的金属，或以该金属为主体的合金形成，该负极集电板 3 和正极集电板 30 通过激光方式焊接于卷绕电极体 2 的两个端部。另外，该负极集电板 3 和正极集电板 30 分别通过连接带 33，34，与安装于盖体 16，16 上的负极端子机构 4 和正极端子机构 40 连接。

25 如图 4 所示，卷绕电极体 2 分别由带状的正极 23，分隔件 22 和负极 21 构成。正极 23 按照下述方式构成，该方式为：在由铝箔形成的芯体的表面上，涂敷由 LiCoO_2 形成的正极活性物质 26，负极 21 按照下述方式构成，该方式为：在由铜箔形成的芯体表面上，涂敷由天然黑铅形成的负极活性物质 24。

30 正极 23 和负极 21 分别以沿宽度方向与该分隔件 2 错开的方式，相互叠合，将它们呈螺旋状卷绕。由此，在卷绕电极体 2 的轴向的两个端部中的一个端部，呈螺旋状卷绕的负极 21 的端缘（非涂敷部 25）相对分隔件 22 的端缘，朝向外方突出，并且在另一端部，呈螺旋状卷绕的正极 23 的端缘（非涂敷部 27）相对分隔件 22 的端缘，朝向外方突出。

比如，各电极的活性物质涂敷部 24, 26 的宽度 A 为数十 mm，非涂敷部 25, 27 的宽度 B 为 10mm，相对分隔件 22 的突出距离 S 可在 1~3mm 的范围内。

如图 1 和 2 所示，负极集电板 3 呈圆盘状，其包括双层结构，该
5 双层结构由厚度为 2.40mm 的铜层部 31，以及厚度为 0.6mm 的镍层部 32 形成，该镍层部 32 由作为不与锂形成金属化合物的金属，并且其激光反射率小于铜的金属的镍形成。在该负极集电板 3 的端部，突设有铜制的连接带 33。另外，作为负极集电板 3，如图 5 所示，可采用形成有镍层部 32，以及不锈钢层部 35 的形式。另外，作为负极集电板 3，
10 如图 6 所示，还可形成 3 层结构，在 3 层结构中，铜层部 31 与镍层部 32 形成两侧表面层，在两个表面层之间，夹持有不锈钢层部 39。再有，如果采用作为不与锂形成金属化合物的金属，并且其激光反射率小于铜的金属，则除了使用镍层部 32 与不锈钢层部 35，还可采用钛层部，铬层部，或钼层部。

15 正极集电板 30 也同样呈圆盘状，其由厚度为 1.00mm 的铝板形成，如图 1 所示，在其端部突设有铝制的连接带 34。

如图 3 所示，负极集电板 3 按照下述方式，设置于卷绕电极体 2 的端部，该方式为：铜层部 31 与卷绕电极体 2 的负极 21 的端缘（非涂敷部 25）相接触，该板 3 通过对镍层部 32 的表面照射激光束，焊接于
20 于负极 21 的端缘处。

另外，同样，正极集电板 30 也设置于卷绕电极体 2 的端部，该板 30 通过对其表面照射激光束，焊接于正极 23 的端缘处。

如图 1 所示，负极端子机构 4 包括端子部件 41，在该端子部件 41 的螺纹轴部的底端部，突设有凸缘部 43。该端子部件 41 中的螺纹轴部
25 42 穿过盖体 16，在端子部件 41 的周围，设置有第 1 绝缘部件 45 和第 2 绝缘部件 46，从而确保盖体 16 与端子部件 41 之间的绝缘性和气密性。另外，在端子部件 41 的前端部，嵌合有垫片 47，并且以螺纹方式嵌合有螺母 48。正极端子机构 40 也具有相同的结构。

从负极集电板 3 伸出的连接带 33 的前端部，与负极端子机构 4 的
30 端子部件 41 的凸缘部 43 焊接，并且从正极集电板 30 伸出的连接带 34 的前端部，与正极端子机构 40 的端子部件 41 的凸缘部 43 焊接。由此，可从负极端子机构 4 和正极端子机构 40，输出卷绕电极体 2 发生的电

能。

下面对上述的本发明的锂离子二次蓄电池的制造步骤进行描述。

卷绕电极体 2 的制作

5 将由 LiCoO_2 形成的正极活性物质，由碳形成的导电促进剂，以及由聚偏二氟乙烯 (PVdF) 形成的粘接剂混合，调制成正极混合剂，按照图 4 所示的方式，将该正极混合剂，涂敷于由铝箔形成的带状的正极芯体的两个表面上，制成正极 23。另外，在正极芯体中的一个端部，形成不涂敷正极活性物质层的，宽度为 10mm 的非涂敷部 27。

10 将由天然黑铅形成的负极活性物质，由聚偏二氟乙烯 (PVdF) 形成的粘接剂混合，调制成负极混合剂，将该负极混合剂，涂敷于由铜箔形成的带状的负极芯体的两个表面上，制成负极 21。另外，在负极芯体中的一个端部上，形成不涂敷负极活性物质的，宽度为 10mm 的非涂敷部 25。

15 此外，制备下述分隔件 22，其宽度稍稍大于正极活性物质涂敷部和负极活性物质涂敷部的宽度 A。还有，该分隔件 22 由多孔性的聚乙烯和聚丙烯形成。

20 此后，如图 4 所示，将正极 23，分隔件 22 和负极 21 相互叠合，将它们呈螺旋状卷绕，制成卷绕电极体 2。此时，正极 23 的活性物质非涂敷部 27 与负极 21 的活性物质非涂敷部 25 的端缘按照从分隔件 22 的端缘，朝向外侧突出的方式叠合。

正极集电板 30 和负极集电板 3 的制作

25 如图 2 所示，制作由厚度为 2.40mm 的铜层部 31 与厚度为 0.60mm 的镍层部 32 形成的双层结构的负极集电板 3，如图 5 所示，制作由不锈钢层部 35 形成的双层结构的负极集电板 3，或如图 6 所示，制作在厚度为 2.40mm 的铜层部 31 与厚度为 0.30mm 的镍层部 32 之间形成有厚度为 0.30mm 的不锈钢的钢层部 39 的 3 层结构的负极集电板 3，将铜制的连接带 33 的基端部与该负极集电板 3 的端部连接。另外，制作由厚度为 1.00mm 的铝板形成的正极集电板 30，将铝制的连接带 34 的基端部与该正极集电板 30 的端部连接。

电池的组装

30 按照铜层部 31 与卷绕电极体 2 中的负极 21 的端缘相接触的方式，设置负极集电板 3，对该负极集电板 3 中的镍层部 32 的表面照射激光

束，将负极集电板 3 焊接于负极 2 的端缘处。另外，将正极集电板 30 设置于卷绕电极体 2 中的正极 23 的端缘处，对该正极集电板 30 的表面照射激光束，将正极集电板 30 焊接于正极 23 的端缘处。

此后，将从负极集电板 3 伸出的连接带 33 的前端部，通过超声波方式焊接于负极端子机构 4 的端子部件 41 的凸缘部 43 上，并且将从正极集电板 30 伸出的连接带 34 的前端部，通过超声波方式焊接于正极端子机构 40 的端子部件 41 的凸缘部 43 上。还有，将负极端子机构 4 和正极端子机构 40 装配于两个盖体 16，16 上。

接着，将卷绕电极体 2 插入筒体 15 的内部，将盖体 16，16 以焊接方式固定于筒体 15 的两个开口部，之后，从图中省略的电解液注入口，注入电解液。另外，该电解液是这样形成的，按照 1:1 的体积比，将乙烯碳酸酯与碳酸二乙酯混合，按照 1mole / litre 的比例，将 LiPF_6 溶解于该混合溶剂中。最后，将电解液注入口密封。由此，形成图 1 所示的圆筒型锂离子二次蓄电池。

还有，作为正极活性物质，不限于上述的 LiCoO_2 ，其可采用 LiNiO_2 ， LiMn_2O_4 等。此外，作为负极活性物质，不限于上述的天然黑铅，其可采用人造黑铅，焦炭等的其它碳素材料，可吸收放出锂的材料。再有，作为电解液，不限于上述的成分，其可采用下述溶液等，该溶液是这样形成的，按照 0.7~1.5mole / litre 的比例，将 LiClO_4 ， LiCF_3SO_4 等溶解于下述溶剂中，该溶剂指 vinylene 碳酸酯，丙撑 (propylene) 碳酸酯等的有机溶剂，这些有机溶剂与异丙 (isopro) 碳酸酯，碳酸二乙酯，1, 2-二甲氧 (dimethoxy) 乙烷 (ethane)，ethoxymethoxy ethane 等的低沸点溶剂的混合溶剂。

试验

在上述本发明的圆筒型锂离子二次蓄电池中，如图 2 所示，制作下述本发明的电池 1~11，这些电池中的负极集电板由 2 层形成，对镍层部 32 的厚度与铜层部 31 的厚度进行了各种变更。另外，如图 5 所示，制作本发明的电池 12~22，这些电池中的负极集电板由 2 层形成，对不锈钢层部 35 的厚度和铜层部 31 的厚度进行了各种变更。还有，如图 6 所示，制作本发明的电池 23，该电池 23 中的负极集电板 3 由镍层部 32，不锈钢层部 39 和铜层部 31 的 3 层结构形成。如图 7 所示，除了下述方面以外，按照与本发明的电池相同的方式，制作比较电池 1

和 2, 该下述方面指具有由镍板或铜板形成的单层结构的负极集电板。之后, 计算各电池的输出密度。另外, 作为上述的不锈钢, 采用奥氏体不锈钢。

表 1~6 表示各电池的结构

5 表 1

电池序号	Ni 层的厚度 (mm)	Cu 层的厚度 (mm)	负极集电板 的厚度(mm)	Ni 层的厚度与集电 板厚度的比率 (%)
本发明电池 1	0.02	0.07	0.09	22
本发明电池 2	0.02	0.08	0.10	20
本发明电池 3	0.20	0.80	1.00	20
本发明电池 4	0.60	2.40	3.00	20
本发明电池 5	1.00	4.00	5.00	20
本发明电池 6	1.10	4.40	5.50	20

表 2

电池序号	Ni 层的厚度 (mm)	Cu 层的厚度 (mm)	负极集电板 的厚度(mm)	Ni 层的厚度与集电 板厚度的比率 (%)
本发明电池 7	0.12	2.88	3.00	4
本发明电池 8	0.15	2.85	3.00	5
本发明电池 9	0.30	2.70	3.00	10
本发明电池 4	0.60	2.40	3.00	20
本发明电池 10	1.35	1.65	3.00	45
本发明电池 11	1.40	1.60	3.00	47

表 3

电池序号	不锈钢层的厚 度 (mm)	Cu 层的厚度 (mm)	负极集电板的 厚度 (mm)	不锈钢层的厚 度与集电板厚 度的比率 (%)
本发明电池 12	0.02	0.07	0.09	22
本发明电池 13	0.02	0.08	0.10	20

本发明电池 14	0.20	0.80	1.00	20
本发明电池 15	0.60	2.40	3.00	20
本发明电池 16	1.00	4.00	5.00	20
本发明电池 17	1.10	4.40	5.50	20

表 4

电池序号	不锈钢层的厚度 (mm)	Cu 层的厚度 (mm)	负极集电板的厚度 (mm)	不锈钢层的厚度与集电板厚度的比率 (%)
本发明电池 18	0.12	2.88	3.00	4
本发明电池 19	0.15	2.85	3.00	5
本发明电池 20	0.30	2.70	3.00	10
本发明电池 15	0.60	2.40	3.00	20
本发明电池 21	1.35	1.65	3.00	45
本发明电池 22	1.40	1.60	3.00	47

表 5

电池序号	Ni 层的厚度 (mm) (最外层)	不锈钢层的厚度 (mm) (中间层)	Cu 层的厚度 (mm) (最外层)	负极集电板的厚度 (mm)	不锈钢层 + Ni 层的厚度与集电板厚度的比率 (%)
本发明电池 23	0.30	0.30	2.40	3.00	20

5

表 6

电池序号	Ni 的厚度 (mm)	Cu 层的厚度 (mm)	负极集电板的厚度 (mm)
比较电池 1	0.00	3.00	3.00
比较电池 2	3.00	0.00	3.00

对于各电池，按照放电深度为 50%，以不同的电流值，进行 10 秒的放电，根据该 10 秒后的电池电压与此时的电流值之间的关系，计算各电池的输出密度。表 7-9 表示其结果。

表 7

电池序号	输出密度 (W / kg)
本发明电池 1	802
本发明电池 2	912
本发明电池 3	947
本发明电池 4	973
本发明电池 5	935
本发明电池 6	871
本发明电池 7	832
本发明电池 8	909
本发明电池 9	927
本发明电池 10	934
本发明电池 11	853
比较电池 1	735
比较电池 2	786

表 8

电池序号	输出密度 (W / kg)
本发明电池 12	800
本发明电池 13	895
本发明电池 14	914
本发明电池 15	927
本发明电池 16	899
本发明电池 17	843
本发明电池 18	810

本发明电池 19	894
本发明电池 20	900
本发明电池 21	899
本发明电池 22	831
比较电池 1	735
比较电池 2	786

表 9

电池序号	输出密度 (W / kg)
本发明电池 23	931
比较电池 1	735
比较电池 2	786

从表 7 和表 8 显然知道, 在本发明电池 1~11 和 12~22 中, 获得
5 大于比较电池 1 和 2 的输出密度。其原因在于: 在本发明电池中, 由于设置有双层结构的负极集电板 3, 该双层结构由铜层部 31, 与镍层部 32 或不锈钢层部 35 形成, 故通过激光方式将负极集电板 3 焊接于卷绕电极体 2 上时的激光反射受到抑制, 由于确实将负极集电板 3 焊接于负极的端缘上, 故集电效率提高。

10 与此相对, 在比较电池 1 中, 激光为钢制的负极集电板的表面反射, 焊接不充分, 集电效率降低, 在比较电池 2 中, 由于镍制的负极集电板的电阻较大, 故集电效率降低。

另外, 负极集电板 3 的总体厚度在 0.10~5.00mm 的范围内的本发明
15 电池 2~5 和 13~16 中, 其输出密度大于在上述范围之外的本发明电池 1 和 6, 12 及 17。这是因为: 如果负极集电板 3 的厚度小于 0.10mm, 则负极集电板 3 本身的电阻增加, 集电效率降低, 另外如果负极集电板 3 的厚度大于 5.00mm, 则焊接不充分, 集电效率降低。

20 此外, 在镍层部 32 的厚度与负极集电板 3 的厚度的比率在 5~45% 的范围内的本发明电池 4 和 8~10 中, 其输出密度大于在该范围之外的本发明电池 7 和 11。同样, 不锈钢层部 35 的厚度与负极集电板 3 的

厚度的比率在 5-45%的范围内的本发明电池 15 和 19-21 中, 其输出密度大于在该范围之外的本发明电池 18 和 22。这是因为: 当镍层部 32 或不锈钢层部 35 的厚度的比率小于 5%时, 在负极集电板 3 的焊接开始后, 铜层部 31 的表面马上呈现, 激光反射率增加, 焊接不充分, 集电效率降低, 此外, 如果镍层部 32 或不锈钢层部 35 的厚度的比率大于 45%, 则负极集电板 3 的电阻增加, 集电效率降低。

再有, 从表 9 显然知道, 在本发明电池 23 中, 获得大于比较电池 1 和 2 的输出密度。该情况表明, 在下述场合, 也获得相同的效果, 该场合指采用在镍层部 32 与铜层部 31 之间, 形成不锈钢层部 39 的 3 层结构的负极集电板 3。

根据上面的结果可知道, 由于设置有下述负极集电板 3, 该负极集电板 3 具有铜层部 31, 与镍层部 32 或不锈钢层部 35, 故集电效率可提高, 输出密度可增加。此外, 最好负极集电板 3 的厚度在 0.10-5.00mm 的范围内, 最好镍层部 32 或不锈钢层部 35 的厚度与负极集电板 3 的总体厚度的比率在 5-45%的范围内。如果在该范围内, 则负极集电板 3 可为 2 层以上的结构。

(2) 第 2 实施例

如图 8 所示, 本实施例的圆筒型锂离子二次蓄电池按照下述方式构成, 该方式为: 在于筒体 15 的两个端部以焊接方式固定有盖体 16, 16 的圆筒状的电池筒 1 的内部, 接纳有卷绕电极体 7。在两个盖体 16, 16 上, 安装有正负一对电极端子机构 110, 110。另外, 电极端子机构 110 具有与已有技术相同的结构。还有, 在各盖体 16 上, 安装有压力开闭式的排气阀 13。

在卷绕电极体 7 的两个端部上, 分别设置有集电板 8, 该集电板 8 通过激光方式焊接于芯体端缘 78 上。突设于该集电板 8 的端部上的引线部 85 的前端通过点焊, 超声波焊接或激光焊接的方式, 连接于构成电极端子机构 110 的电极端子 111 的凸缘部 112。

卷绕电极体 7

如图 9 所示, 卷绕电极体 7 按照下述方式构成, 该方式为: 在带状的正极 71 与负极 73 之间, 分别设置带状的分隔件 72, 将它们卷绕成螺旋状。正极 71 按照下述方式构成, 该方式为: 由铝箔形成的带状芯体(75)的两个表面上, 涂敷由锂复合氧化物形成的正极活性物质 74,

负极 73 按照下述方式形成，该方式为：在由铜箔形成的带状芯体 77 的两个表面上，涂敷包括碳素材料的负极活性物质（76）。将非水电解液浸渗于该分隔件 72 中。

5 在正极 71 上，形成涂敷有正极活性物质 74 的涂敷部，以及没有涂敷有正极活性物质的非涂敷部。另外，在负极 73 上，也形成涂敷有负极活性物质 76 的涂敷部，以及没有涂敷有负极活性物质的非涂敷部。

10 正极 71 和负极 73 分别以沿宽度方向与该分隔件 2 错开的方式，相互叠合，分别从分隔件 72 的两个端缘，朝向外侧突出有正极 71 和负极 73 中的非涂敷部。接着，通过将它们卷绕成螺旋状，构成卷绕电极体 7。在卷绕电极体 2 的轴向的两个端部中的一个端部，正极 71 的非涂敷部的芯体端缘 78 相对分隔件 72 中的一个端缘，朝向外方突出，并且在另一端部，负极 73 的非涂敷部的芯体端缘 78 相对分隔件 72 的另一端缘，朝向外方突出。

集电结构

15 如图 9 和 10 所示，集电板 8 包括圆形的平板状主体 81，在该平板状主体 81 上，成整体形成有呈放射状延伸的多个圆弧状凸部 82，该凸部 82 朝向卷绕电极体 7 一侧突出。另外，在平板状主体 81 上，开设有中间孔 84，并且在中间孔 84 的周围，开设有多个注液孔 83。另外，在平板状主体 81 的端部，成整体形成有长方形状的引线部 85。

20 此外，如图 11 所示，在集电板 8 中的圆弧状凸部 82 中，平板状主体 81 中的与半径垂直的截面形状呈半圆的圆弧状。

另一集电结构

25 图 16 和 17 表示具有另一结构的集电板 100。该集电板 100 包括圆形的平板状主体 101，在该平板状主体 101 上，成整体形成有呈放射状延伸的多个梯形凸部 102，该凸部朝向卷绕电极体 7 一侧突出。另外，在该平板状主体 101 上，开设有中间孔 104，并且在中间孔 104 的周围，开设有多个注液孔 103。另外，在平板状主体 101 的端部，成整体形成有长方形状的引线部 105。

30 此外，在平板状主体 101 的外周部，在各凸部 102 的两侧附近位置，朝向下方向突设有下述芯体压靠部 106，该芯体压靠部 106 将上述卷绕电极体 7 中的芯体 77 的前端部，朝向卷绕电极体 7 的内侧按压。芯体压靠部 106 通过对平板状主体 101 的外周部，进行切断和弯曲加工，

形成图 17 所示的长方形状，其宽度 X 为 2mm，其长度 Y 为 5mm。

制造方法

在分别制作图 8 所示的电池筒 1，电极端子机构 110，图 9 所示的卷绕电极体 7，以及集电板 8 之后，如图 12 所示，将集电板 8 压靠在
5 形成于卷绕电极体 7 的每个端部处的芯体端缘 78 上。

由此，如图 13 所示，集电板 8 的圆弧状凸部 82 嵌入卷绕电极体 7 的芯体端缘 78，在圆弧状凸部 82 与芯体端缘 78 之间，形成由圆筒面形成的接合面。

在此状态，如图中的箭头所示，向集电板 8 的圆弧状凸部 82 的内
10 周面，照射激光束，进行激光焊接。其结果是，集电板 8 的圆弧状凸部 82 与卷绕电极体 7 的芯体端缘在较大的接触面积，相互接合。

另外，在采用图 18 和图 19 所示的集电板 100 的场合，通过将集电板 100 压靠于卷绕电极体 7 的端部，芯体 77 的前端部受到芯体压靠部 106 按压，朝向卷绕电极体 7 的内侧发生位移，随之，该前端部与
15 集电板 100 的凸部 102 之间的接触位置也朝向卷绕电极体 7 的内侧发生位移。在将集电板 100 通过激光方式焊接于卷绕电极体 7 的端部时，激光束按照图 18 中的双点划线所示的点 107 的轨迹，沿集电板 100 的凸部 102，比如，从集电板 100 的内周侧，朝向外周侧移动，但是最外周侧的凸部 107a 的位置随着上述芯体 77 的前端部的位移，可停止于
20 集电板 100 的凸部 102 的外周侧的端部 102 的稍内侧。如果最外周侧的点 107a 的位置移动到集电板 100 的凸部 102 的外周侧的端部 102，则其激光束的一部分朝向集电板 100 的外周侧照射，具有下述危险，即使位于卷绕电极体 7 的最外周部的芯体 77 与分隔件 72 熔化。与此相对，在图 18 和图 19 所示的结构中，由于最外周侧的点 107a 不会从
25 集电板 100 的外周缘的外侧看到，故不具有芯体 77 与分隔件 72 因照射激光束而熔化的危险。因此，同样对于位于卷绕电极体 7 的最外周部的芯体 77，确实对集电板 100 进行焊接，其结果是，卷绕电极体 7 与集电板 100 之间的接合面积增加，集电效率上升。

电池的组装

按照下述方式，制造本发明电池 A，B，C，D，E 和比较电池 F，G，
30 H，I。

对于本发明电池 A，如图 9 所示，将正极 71，负极 73 与分隔件 72

叠置，将它们呈螺旋状卷绕，制作卷绕电极体 7，该正极 71 这样形成，即在厚度为 $20\mu\text{m}$ 的铝制芯体 75 上，涂敷由钴酸锂形成的正极活性物质 74，上述负极 73 这样形成，即在厚度为 $20\mu\text{m}$ 的铜制芯体 77 上，涂敷由黑铅形成的负极活性物质 76，上述分隔件 72 由离子渗透性的聚丙烯制的多微孔膜形成。此外，在正极 71 和负极 73 的宽度方向的端部，设置具有一定宽度的非涂敷部。

另外，在厚度为 1mm 的平板状主体 81 上，呈放射状形成多个圆弧状凸部 82，并且制作下述铝制集电板 8，在该板上，按照 50% 的开孔率，开设有多个注液孔 83，将该集电板 8 覆盖于卷绕电极体 7 的正极侧的芯体端缘 78 上，从顶部，通过夹具将其压住。还有，集电板 8 的圆弧状凸部 82 的厚度 T 为 1mm ，内径为 1.2mm 。

如图 13 所示，在此状态，向集电板 8 中的圆弧状凸部 82 的内周面，照射激光束，将集电板 8 的圆弧状凸部 82 的外周面焊接于芯体端缘 78 上。此后，将厚度为 1mm 的铝制引线片的基础部通过激光方式焊接于集电板 8 的表面上，将其前端部通过激光方式焊接于铝制电极端子的内面上，构成正极侧的集电结构。再有，除了电极端子，引线片由镍形成以外，按照与正极侧的集电结构相同的方式，构成负极侧的集电结构。

此后，将卷绕电极体 7 接纳于筒体 15 的内部，以焊接方式将组装有电极端子机构 110 的盖体 16，固定于筒体 15 的两个开口部，之后，注入作为支承电解质的，包含 1M/L 的六氟磷酸锂的酯系有机电解液，装配成作为纯电池的容量为 180Wh 级的电池。

对于本发明电池 B，如图 15 所示，除了采用形成有其截面为梯形凸部 121 的集电板 120 以外，按照与本发明电池 A 相同的方式，进行电池的组装。但是，作为本发明电池 B，制作注液孔的开孔率为 10%，15%，30%，50%，70%，90%，以及 93% 的 7 种本发明电池 B1~B7。形成梯形凸部 12 的槽的深度为 1.2mm ，该槽的底面的槽宽度为 1.6mm 。

对于本发明电池 C，除了在平板状主体上成一体形成具有相同板厚的引线部以外，按照与本发明电池 B 相同的方式，组装电池。多个注液孔的开孔率为 50%。另外，引线部的前端通过激光方式焊接于电极端子的内面上。

对于本发明电池 D，基本上按照与本发明电池 C 的相同的方式，组

装电池，但是按照下述方式，制成下述 23 种本发明电池 D1~D23，这些电池中的形成梯形凸部的槽的形状尺寸是不同的。开孔部的面积为整体面积的 50%。

5 即，本发明电池 D1~D5 中的激光点直径分别为槽底面的槽宽度 B 的 0.6 倍，0.8 倍，1.0 倍，1.2 倍，1.6 倍。本发明电池 D6~D14 中的槽深度 H 分别为 0.3mm，0.5mm，0.8mm，1.2mm，1.6mm，2.0mm，2.5mm，3.0mm，3.5mm。此外，本发明电池 D15~D23 中的集电板的厚度分别为 0.05mm，0.10mm，0.20mm，0.50mm，1.00mm，1.50mm，2.00mm，2.50mm，3.00mm。

10 但是，对于本发明电池 D1~D5，集电板的厚度 T 为 1mm，凸部的槽深度 H 为 1.2mm，凸部的板厚 S 为 1mm，对于本发明电池 D6~D14，集电板的厚度 T 为 1mm，凸部的槽宽度 B 为 1.6mm，凸部的板厚 S 为 1mm，对于本发明电池 D15~D23，凸部的板厚 S 与集电板的厚度 T 相同，凸部的槽宽度 B 为 1.6mm，凸部的槽深度 H 为 1.2mm。

15 对于本发明电池 E，除了图 15 所示的集电板 120 的厚度 T 为 1mm，梯形凸部 121 的板厚 S 为 0.5mm 以外，按照与本发明电池 D 相同的方式，组装电池。注液孔的开孔率为 50%。此外，凸部的槽深度 H 为 1.2mm，凸部的槽底面的槽宽度 B 为 1.6mm。

20 对于比较电池 F，如图 24 所示，制作下述集电板 92，在该板中，在厚度为 1mm 的平板状主体 93 上，形成 4 个弯曲部 94，将该集电板 92 设置于卷绕电极体 7 的芯体端缘 78 上，通过两个电极杆进行点焊。此后，将引线中的两个端子以点焊方式固定于集电板 92 和电极端子上，形成集电板结构，按照与上述电池相同的方法，组装电池。

25 对于比较电池 G，如图 25 所示，制作具有多个狭缝 96 的集电部件 95，将卷绕电极体 7 中的芯体端缘 78 插入该集电部件 95 中的狭缝 96 中，将集电部件 95 通过激光方式焊接于芯体端缘 78 上。之后，将引线的两个端部通过激光方式焊接于集电部件 95 和电极端子上，形成集电结构，按照与上述电池相同的方法，组装电池。

30 再有，对于比较电池 H，如图 14 所示，将下述集电板 9 压靠于具有厚度为 20 μ m 的铝制芯体的卷绕电极体的正极侧的芯体端缘 78 上，该集电板 9 具有前端夹角为 45°，截面呈 V 字形的凸部 91 的，厚度为 1mm 的铝制板形成，在此状态，对 V 字形的凸部 91 照射激光束，进行

激光焊接。之后，通过激光方式将厚度为 1mm 的铝制引线的两端，焊接于集电板 9 和电极端子上，形成正极侧的集电结构。

此外，除了电极端子，引线和集电板由镍形成以外，按照与正极侧的集电结构相同的方式，形成负极侧的集电结构。

- 5 对于本发明电池 I，如图 16 和 17 所示，采用形成有其截面呈梯形的凸部 102 的集电板 100，该集电板 100 的厚度 T 为 1mm，凸部的槽深度 H 为 1.2mm，凸部的板厚 S 为 0.5mm，凸部的槽宽度 B 为 1.6mm，注液孔 103 的开孔率为 50%，芯体压靠部 106 的宽度 X 为 2mm，长度 Y 为 5mm，按照与本发明电池 D 相同的方式，组装电池。
- 10 另外，作为本发明电池 I，如图 19 所示，形成下述 6 种本发明电池 I1~I6，这些电池中的芯体压靠部 106 对芯体 77 的压靠面，与集电板 100 的平板状主体 101 的表面之间的夹角 θ 分别为 15° ， 30° ， 40° ， 45° ， 60° 和 80° 。

试验

- 15 下面采用上述多个电池，进行下述性能的确认证验，对输出特性进行比较。

图 10~12 表示各电池的结构和输出的测定结果。

表 10

	凸部	开孔率 (%)	引线体	凸部截面	槽宽度 B (mm)	槽深度 H (mm)	集电板厚度 (mm)	凸部板厚 (mm)	输出密度 (W/kg)
电池 A	○	50	×	半圆状	—	1.2	1.00	1.00	590
电池 B1	○	10	×	梯形状	1.6	1.2	1.00	1.00	599
B2	○	15	×	梯形状	1.6	1.2	1.00	1.00	599
B3	○	30	×	梯形状	1.6	1.2	1.00	1.00	598
B4	○	50	×	梯形状	1.6	1.2	1.00	1.00	598

B5	○	70	×	梯形状	1.6	1.2	1.00	1.00	595
B6	○	90	×	梯形状	1.6	1.2	1.00	1.00	593
B7	○	93	×	梯形状	1.6	1.2	1.00	1.00	590
电池 C	○	50	○	梯形状	1.6	1.2	1.00	1.00	611
电池 D1	○	50	○	梯形状	0.6	1.2	1.00	1.00	600
D2	○	50	○	梯形状	0.8	1.2	1.00	1.00	606
D3	○	50	○	梯形状	1.0	1.2	1.00	1.00	608
D4	○	50	○	梯形状	1.2	1.2	1.00	1.00	610
D5	○	50	○	梯形状	1.6	1.2	1.00	1.00	611
D6	○	50	○	梯形状	1.6	0.3	1.00	1.00	601
D7	○	50	○	梯形状	1.6	0.5	1.00	1.00	607
D8	○	50	○	梯形状	1.6	0.8	1.00	1.00	609
D9	○	50	○	梯形状	1.6	1.2	1.00	1.00	611
D10	○	50	○	梯形状	1.6	1.6	1.00	1.00	613
D11	○	50	○	梯形状	1.6	2.0	1.00	1.00	615

D12	○	50	○	梯形状	1.6	2.5	1.00	1.00	616
D13	○	50	○	梯形状	1.6	3.0	1.00	1.00	616
D14	○	50	○	梯形状	1.6	3.5	1.00	1.00	616

表 11

	凸部	开孔率 (%)	引线体	凸部截面	槽宽度 B (mm)	槽深度 H (mm)	集电板厚度 (mm)	凸部板厚 (mm)	输出密度 (W/kg)
D15	○	50	○	梯形状	1.6	1.2	0.05	0.05	590
D16	○	50	○	梯形状	1.6	1.2	0.10	0.10	597
D17	○	50	○	梯形状	1.6	1.2	0.20	0.20	602
D18	○	50	○	梯形状	1.6	1.2	0.50	0.50	608
D19	○	50	○	梯形状	1.6	1.2	1.00	1.00	611
D20	○	50	○	梯形状	1.6	1.2	1.50	1.50	614
D21	○	50	○	梯形状	1.6	1.2	2.00	2.00	616
D22	○	50	○	梯形状	1.6	1.2	2.50	2.50	616
D23	○	50	○	梯形状	1.6	1.2	3.00	3.00	616
电池									

E	○	50	○	梯形状	1.6	1.2	1.00	0.50	620
电池 F	比较								540
电池 G	比较								560
电池 H	比较	无	×	V字形	—	1.2	1.00	1.00	570

表 12

	凸部	开孔率 (%)	引线体	凸部截面	槽宽度 B (mm)	槽深度 H (mm)	集电板厚度 (mm)	凸部板厚 (mm)	角度 θ ($^{\circ}$)	输出密度 (W/kg)
I1	○	50	○	梯形状	1.6	1.2	1.00	0.50	15	622
I2	○	50	○	梯形状	1.6	1.2	1.00	0.50	30	634
I3	○	50	○	梯形状	1.6	1.2	1.00	0.50	40	638
I4	○	50	○	梯形状	1.6	1.2	1.00	0.50	45	636
I5	○	50	○	梯形状	1.6	1.2	1.00	0.50	60	625

I6	○	50	○	梯 形 状	1.6	1.2	1.00	0.50	80	623
电 池 E	○	50	○	梯 形 状	1.6	1.2	1.00	0.50	— (0)	620

本发明电池 A 与比较电池 F, G, H 的输出特性的比较

对于本发明电池 A 与比较电池 F, G, H, 以 0.125C 充电到 4.1V 之后, 以 0.5C 对电池进行放电, 直至到达 40% 的放电深度, 然后, 在电流值: 4C, 放电时间: 10 秒的条件下, 进行输出特性试验。表 13 表示其结果。在计算输出密度时, 以上述条件下的电压与电流特性, 计算输出值, 将其结果除以电池的重量, 得到输出密度。

另外, 本发明电池 A 的激光焊接条件是: 激光输出: 400W, 脉冲频率: 15Hz, 激光束的光点直径 D: 1mm。

表 13

10

电池 A (本发明电池)	590
电池 F (比较电池)	540
电池 G (比较电池)	560
电池 H (比较电池)	570

根据表 13 知道, 本发明电池 A 的输出特性高于比较电池 F。可认为其原因在于: 由于比较电池 F 的芯体非常薄, 其厚度为 20 μm, 故点焊的焊接面积较小, 其结果是, 内部电阻增加。

在比较电池 G 中, 其输出大于比较电池 F, 但是, 小于本发明电池 A 的输出。可认为其原因在于: 在本发明电池 A 中, 由于通过呈放射状延伸的 4 个圆弧状凸部 82 进行集电, 故放电时的电位分布较小, 与此相对, 在比较电池 G 中, 尽管芯体与集电部件之间的接触面积大于本发明电池 A, 但是采用沿圆周方向的局部进行集电的结构, 故其高效率放电时的电位分布大于本发明电池 A。

20 还有, 在比较电池 G 中, 将多个芯体插入集电部件中的狭缝中的作业是必需的, 步骤较复杂, 但是在本发明电池中, 仅仅通过将集电

板压靠于芯体端缘上，便可实现焊接，从而使步骤简化。

5 在比较电池 H 中，其输出相对比较电池 G 提高，但是小于本发明电池 A 的输出。可认为其原因在于：在比较电池 H 中，按照与本发明 A 电池相同的方式，从卷绕电极体的整个芯体，进行集电，但是如图 14 所示，由于凸部 91 的截面形状呈 V 字形，凸部 91 与芯体端缘 78 之间的接合面的宽度 W，小于具有相同深度和宽度的圆弧状凸部 82 与芯体端缘 78 之间的接合面的宽度 W'，接触面积变窄。

本发明电池 A 与本发明电池 B4 的输出特性的比较

10 对于本发明电池 A 与本发明电池 B4，在激光输出：400W，脉冲频率：15Hz 的同一条件下，对焊接集电板的场合的输出特性进行比较。图 14 表示其结果。作为输出特性的试验方法，以 0.125C，进行充电，直至 4.1V，之后以 0.5C，对电池进行放电，直至放电深度达到 40%，然后，在电流值：4C，放电时间：10 秒的条件下，测定输出。

表 14

15

	输出密度 (W/kg)
电池 A (本发明电池)	590
电池 B4 (本发明电 池)	598

20 从表 14 可知，本发明电池 B4 的输出特性优于本发明电池 A。可认为其原因在于：本发明电池 B4 的梯形凸部 102 与芯体端缘 78 之间的接触面积，大于本发明电池 A 的圆弧状凸部 82 与该端缘 78 之间的接触面积，另外由于本发明电池 B4 在激光束的照射部较宽的范围内是平齐的，故激光束的能量有效地发挥作用，实现充分的接合面积造成的焊接。

本发明电池 B1 ~ B7 的电解液浸渗时间的比较

25 下面对本发明电池 B1 ~ B7，进行下述的电解液浸渗试验，进行在卷绕电极体中浸渗电解液所需的时间的测定。

对于本发明电池 B1 ~ B7，测定安装有集电板的卷绕电极体的重量，之后，在氢气气氛的干燥箱内，将卷绕电极体接纳于 SUS 制的容器中，在该容器内，盛满电解液，以 5kg/cm² 施加压力。接着，每隔 10 分钟，

从容器中取出卷绕电极体，测定其重量，测定浸渗规定量的电解液的时间。表 15 表示其结果。

表 15

电池种类	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7
开孔率 (%)	10	15	30	50	70	90	93
到浸渗的时间 (分钟)	60	40	30	20	20	20	20

- 5 根据表 15 知道，如果开孔部的面积小于 15%，则完全使电解液浸渗所需要的时间大幅度地增加。

- 下面采用具有与这些卷绕电极体相同式样的另一卷绕电极体，制造电池，进行输出特性比较。表 6 表示其结果。作为输出特性的试验方法，以 0.125C，充电到 4.1V，之后以 0.5C 对电池进行放电，直至放电深度达到 40%，在电流值：4C，放电时间：10 秒的条件下，测定输出。
- 10

表 16

电池种类	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7
开孔率 (%)	10	15	30	50	70	90	93
输出密度 (W/ kg)	599	599	598	598	595	593	590

- 15 从表 16 的结果知道，如果集电板的注液孔的开孔率大于 90%，则输出特性大大下降。可认为其原因在于：除了集电板的凸部区域以外的几乎所有的区域为开口部，故集电性降低。

根据上面的结果，最好集电板的注液孔的开孔率在 15~90% 的范围内。

本发明电池 B4 与本发明电池的输出特性的比较

对于本发明电池 B4 与本发明电池 C，以 0.125C 进行充电，直至到达 4.1V，之后以 0.5C 对电池进行放电，直至放电深度达到 40%，然后在电流值：4C，放电时间：10 秒的条件下，测定输出。

表 17

5

	输出密度 (W/ kg)
电池 B4 (本发明电池)	598
电池 C (本发明电池)	611

从表 17 的结果知道，本发明电池 C 的输出特性优于本发明电池 B4。可认为其原因在于：在本发明电池 C 中，集电板的引线成一体形成，与此相对，在本发明电池 B4 中，由于引线焊接于集电板上，故接触电阻增加，输出特性产生差别。

10 本发明电池 D1 ~ D5 的输出特性的比较

对于本发明电池 D1 ~ D5，在激光输出：400W，脉冲频率：15Hz 的同一条件下，对焊接了集电板的场合的输出特性进行比较。表 18 表示其结果。激光束光点直径 D 为 1mm。作为输出特性的试验方法，以 0.125C 进行充电，直至到达 4.1V，之后以 0.5C 对电池进行放电，直至放电深度达到 40%，然后在电流值：4C，放电时间：10 秒的条件下，测定输出特性。

15

表 18

电池种类	D1	D2	D3	D4	D5
槽宽度/光点直径	0.6	0.8	1.0	1.2	1.6
输出密度 (W/kg)	600	606	608	610	611

从表 18 的结果知道，如果形成集电板的凸部的槽的底面上的槽宽度小于激光束光点直径 D 的 0.8 倍，则输出降低。可认为其原因在于：如果凸部的槽宽度小于激光束光点直径 D 的 0.8 倍，则激光束照射到

20

未焊接于凸部的两个端部，即芯体端缘上的区域，为了焊接而有效利用的激光束的能量减少，被焊接部的熔化不充分，其结果是，集电板与芯体端缘之间的接触面积减小，集电性降低。

于是，最好集电板的凸部的槽宽度为激光束光点直径 D 的 0.8 倍以上。

本发明电池 D6 ~ D14 的输出特性比较

对于本发明电池 D6 ~ D14，在激光输出：400W，脉冲频率：15Hz 的同一条件下，对焊接了集电板的场合的输出特性进行比较。表 19 表示其结果。另外，激光束光点直径 D 为 1mm。作为输出特性的试验方法，以 0.125C 进行充电，直至到达 4.1V，之后以 0.5C 对电池进行放电，直至放电深度达到 40%，然后在电流值：4C，放电时间：10 秒的条件下，测定输出特性。

表 19

电池种类	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D13	D14
槽深度 (mm)	0.3	0.5	0.8	1.2	1.6	2.0	2.5	3.0	3.5
输出密度 (W/kg)	601	607	609	611	613	615	616	616	616

根据表 19 知道，如果凸部的槽深度小于 0.5，则输出大大降低。可认为其原因在于：如果凸部的槽深度小于 0.5mm，在卷绕电极体中的芯体端缘处于同一平面的场合，凸部未充分地嵌入全部的芯体，其结果是，接触面积减少，集电性降低。

另外，可认为即使在凸部的槽深度大于 3mm 的情况下，输出特性仍不变化的原因在于：由于卷绕电极体的芯体端缘的偏差通常在 2mm 以下，故即使在槽深度大于 3mm 的情况下，接触面积增加的效果不产生变化。但是，如果集电板中的凸部的槽深度过大，则在电池筒内，集电板占据的容积增加，电池的体积能量密度减小。

于是，最好集电板的凸部的槽深度在 0.5 ~ 3mm 的范围内。

本发明电池 D15 ~ D23 的输出特性的比较

对于本发明电池 D15 - D23, 在激光输出: 400W, 脉冲频率: 15Hz 的同一条件下, 对焊接了集电板的场合的输出特性进行比较。表 20 表示其结果。作为输出特性的试验方法, 以 0.125C 进行充电, 直至到达 4.1V, 之后以 0.5C 对电池进行放电, 直至放电深度达到 40%, 然后在

5 电流值: 4C, 放电时间: 10 秒的条件下, 测定输出特性。

表 20

电池种类	D15	D16	D17	D18	D19	D29	D21	D22	D23
厚度 (mm)	0.05	0.1	0.2	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
输出密度 (W/kg)	590	597	602	608	611	614	616	616	616

从表 20 的结果知道, 如果集电板的厚度小于 0.1mm, 则输出大大降低。可认为其原因在于: 如果集电板的厚度小于 0.1mm, 则集电板的

10 电阻增加, 集电性降低。

但是, 即使在使集电板的厚度大于 2mm 的情况下, 集电性提高效率达到最高极限, 突设于集电板上的引线部的弯曲等的加工性变差。

于是, 最好集电板的厚度在 0.1 - 2mm 的范围内。

本发明电池 D5 与本发明电池 E 的输出特性的比较

15 对于本发明电池 D5 与本发明电池 E, 在激光输出: 350W, 脉冲频率: 15Hz 的同一条件下, 对焊接了集电板的场合的输出特性进行测定。表 21 表示其结果。作为输出特性的试验方法, 以 0.125C 进行充电, 直至到达 4.1V, 之后以 0.5C 对电池进行放电, 直至放电深度达到 40%, 然后在电流值: 4C, 放电时间: 10 秒的条件下, 测定输出特性。

20 表 21

	输出密度 (W/ kg)
电池 D5 (本发明电 池)	611

电池 E (本发明电 池)	620
------------------	-----

根据表 21 的结果知道, 本发明电池 E 的输出特性优于本发明电池 D5。可认为其原因在于: 本发明电池 E 中的集电板的厚度与本发明电池 D5 的相同, 集电板本身的电阻与本发明电池 D5 的不同, 而由于激光束所照射的凸部的板厚较薄, 故可通过更小的激光能量, 使被焊接部熔化, 其结果是, 实现较大接触面积的焊接, 集电性较高。

本发明电池 A 中的圆弧状凸部的半径 R 的分析

另外, 对于本发明电池 A, 制造 6 种电池, 这些电池中的, 集电板 8 的圆弧状凸部 82 的内周面的半径 R 分别为 0.2mm, 0.4mm, 0.6mm, 1.0mm, 1.2mm, 1.6mm, 进行输出特性试验。但是, 各电池中的集电板的平板状主体 81 的厚度为 1mm, 圆弧状的凸部 82 的板厚为 1mm, 圆弧状凸部 82 的槽深度为 1.2mm。另外, 对于上述的任何一种电池, 集电板 8 的激光焊接的条件为: 激光输出: 400W, 脉冲频率: 15Hz。作为输出特性的试验方法, 以 0.125C 进行充电, 直至到达 4.1V, 之后以 0.5C 对电池进行放电, 直至放电深度达到 40%, 然后在电流值: 4C, 放电时间: 10 秒的条件下, 测定输出特性。表 22 表示其结果。

表 22

槽半径 (mm)	0.2	0.4	0.6	1.0	1.2	1.6
(半径 / 激光 束光点直径)	(0.2)	(0.4)	(0.6)	(1.0)	(1.2)	(1.6)
输出密度 (W/kg)	580	585	586	588	590	591

根据表 22 的结果知道, 在集电板 8 的圆弧状的凸部 82 的半径 R 为激光束光点直径 D 的 0.4 倍の場合, 获得优良的输出特性。可认为其原因在于: 如果圆弧状的凸部 82 的半径 R 小于激光束光点直径 D 的 0.4 倍, 激光束照射到未与圆弧状的凸部 82 的两个端部, 即芯体端缘 78 焊接的区域, 实现焊接而有效利用的激光束的能量减小, 被焊接部的熔化不充分, 其结果是, 集电板与芯体端缘之间的接触面积减小, 集电性降低。

于是，最好集电板 8 中的圆弧状的凸部 82 的半径 R 为激光束光点直径 D 的 0.4 倍以上。

本发明电池 I 的芯体压靠面与集电板主体表面之间的夹角 θ 的分析

- 5 对于本发明电池 I1~6 与本发明电池 E (上述角度 θ 为 0° 的场合)，进行输出特性试验。对于任何一种电池，集电板 100 的激光焊接的条件是：激光输出：400W，脉冲频率：15Hz。作为输出特性的试验方法，以 0.125C 进行充电，直至到达 4.1V，之后以 0.5C 对电池进行放电，直至放电深度达到 40%，然后在电流值：4C，放电时间：10
- 10 秒的条件下，测定输出特性。表 23 表示其结果。

表 23

电池种类	E	I1	I2	I3	I4	I5	I6
角度 θ ($^\circ$) - (0)		15	30	40	45	60	80
输出密度(W/kg)	620	622	634	638	636	625	623

- 15 根据表 23 的结果知道，形成有芯体压靠部 106 的本发明电池 I1~6 的任何一种的输出密度均大于本发明电池 E (上述角度 θ 为 0° 的场合)。可认为其原因在于：由于芯体压靠部 106 按压芯体 77 的前端部，该前端部朝向卷绕电极体 7 的内侧发生位移，与集电板的凸部 102 的接触位置也朝向内侧发生位移，其结果是，还将位于卷绕电极体 7 的外周部的芯体焊接，由此获得较大的接合面积，集电效率提高。

- 20 另外，可知道，在上述角度 θ 在 $30^\circ - 45^\circ$ 的范围内的场合，获得更加优良的输出特性。可认为其原因在于：如果上述角度 θ 小于 30° ，则卷绕电极体 7 的芯体 77 的前端部不充分地朝向内侧发生位移，如果上述角度 θ 大于 45° ，则芯体压靠部 106 嵌入卷绕电极体 7 的端部，芯体 77 的前端部不充分地朝向内侧发生位移，由于在任何一种场合，根据卷绕电极体 7 的芯体 77 的前端部与集电板的凸部 102 之间的

接触位置朝向内侧的位移量较小，故无法获得足够大的接合面积。因此，最好芯体压靠部 106 相对芯体 77 的压靠部，与集电板 100 的平板状主体 101 的表面之间的夹角 θ 在 $30^\circ \sim 45^\circ$ 的范围内。

此外，本发明的各部分的结构不限于上述的实施例，其可在权利要求 5 要求的请求保护范围所定义的技术方案的范围内，进行各种变换。比如，作为负极集电板 3 的金属层部的材质，还可采用铁氧体不锈钢，或马氏体不锈钢。另外，在上述实施例中，集电板的焊接采用激光焊接方式，但是并不限于此，还可采用借助电子束的焊接。此外，本发明不限于锂离子二次蓄电池，其可扩展到非水电解液二次蓄电池中来实现。

10

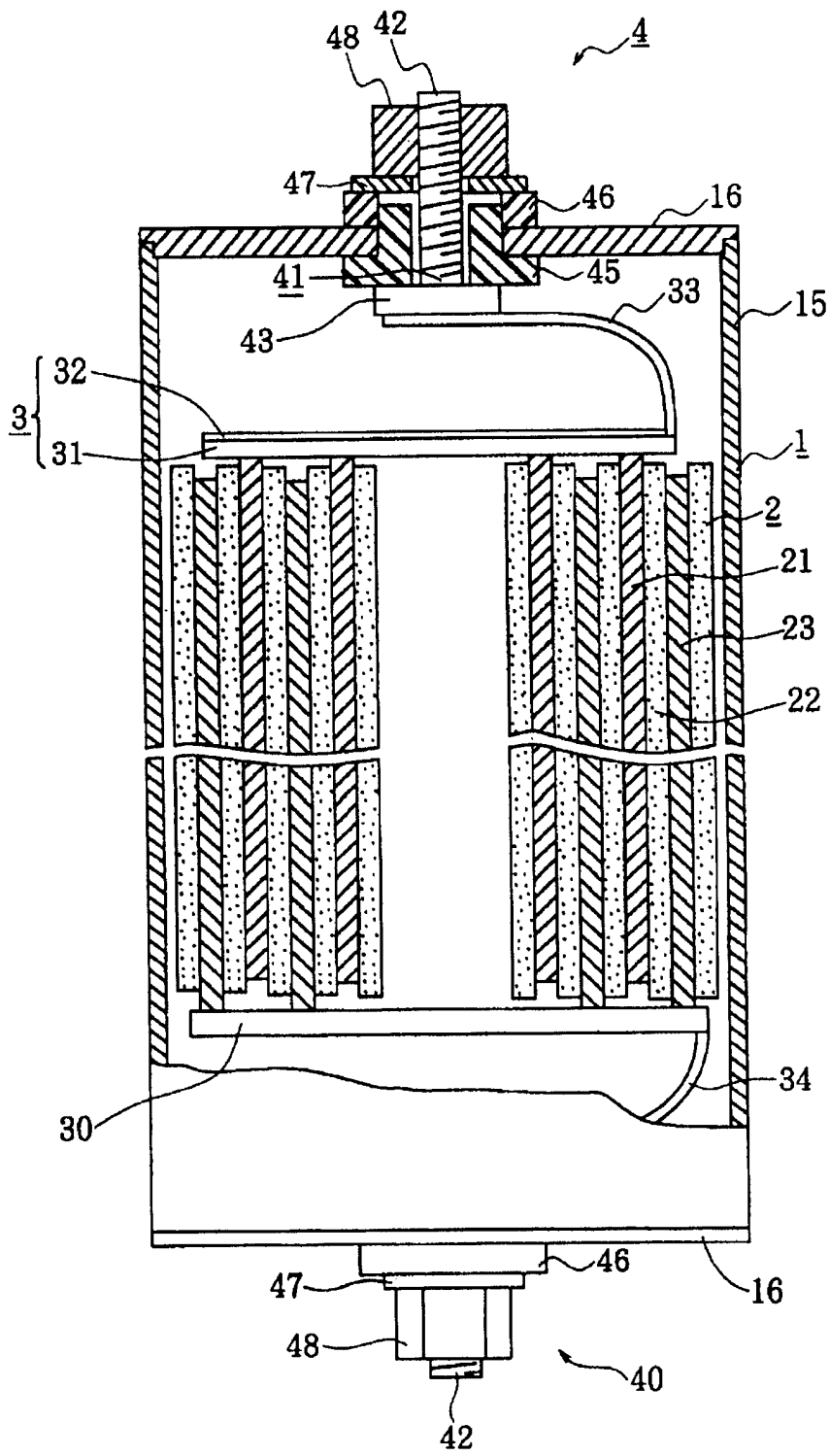


图 1

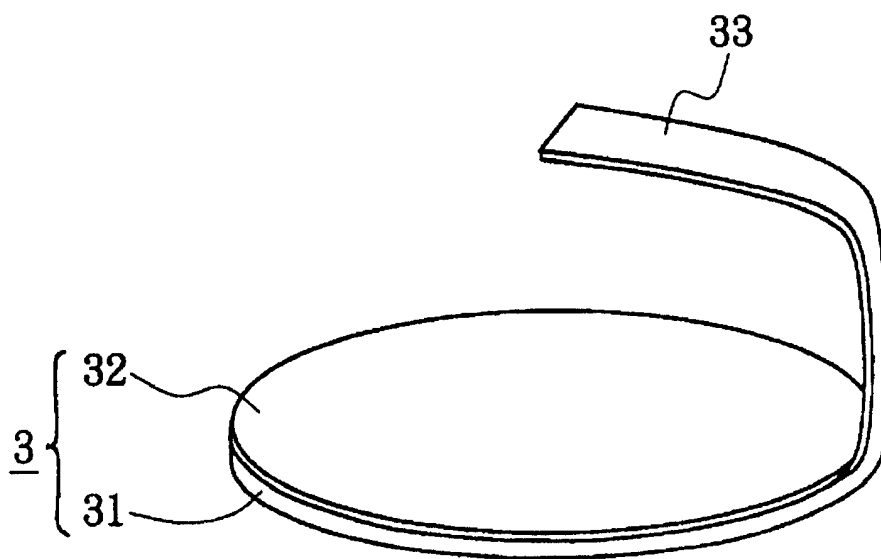


图 2

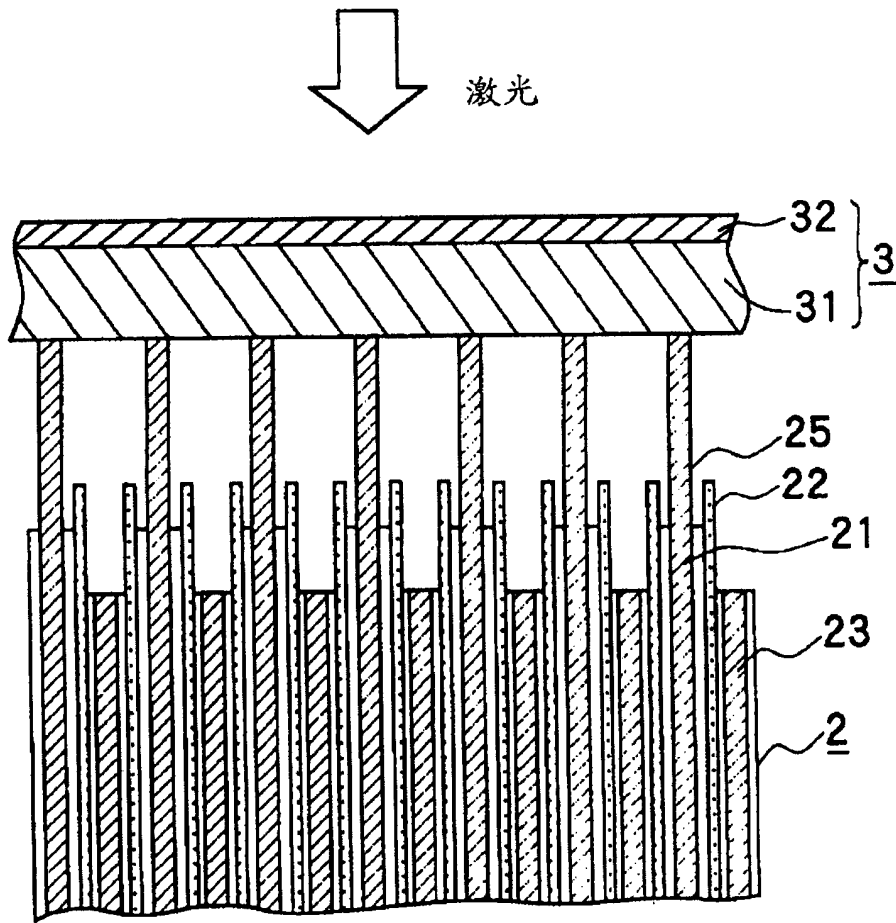


图 3

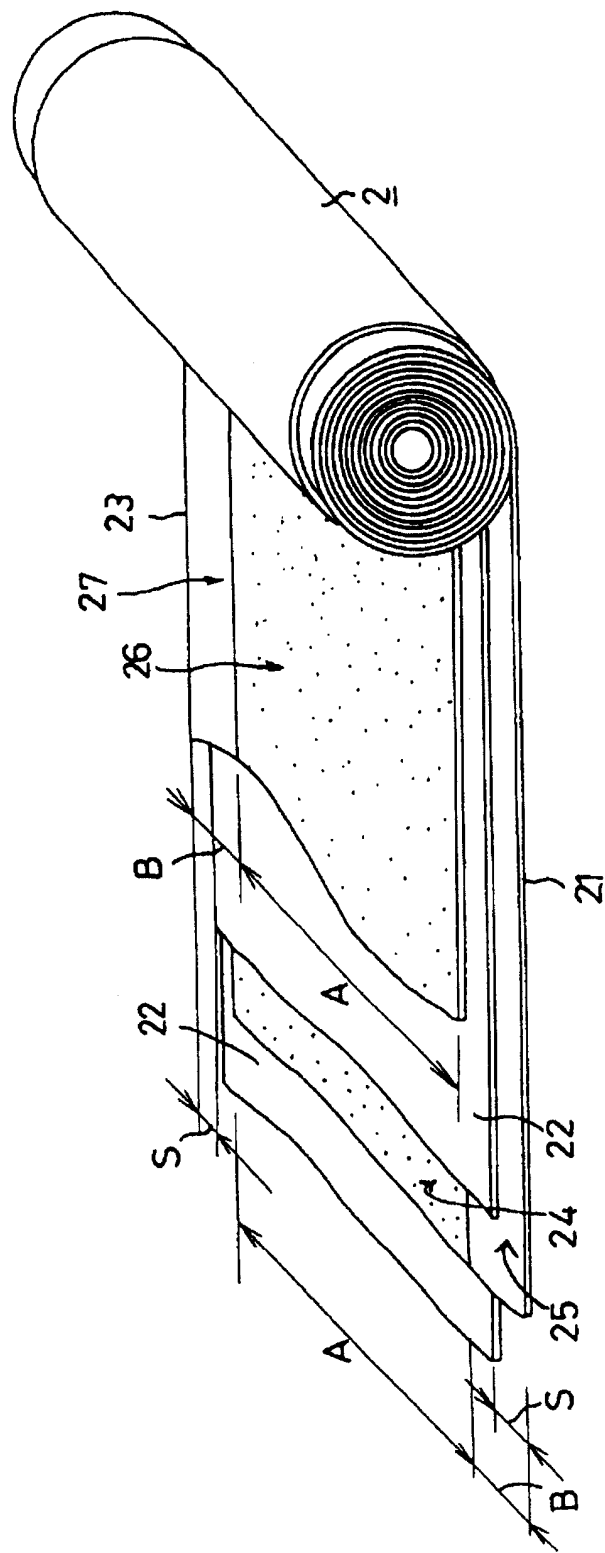


图 4

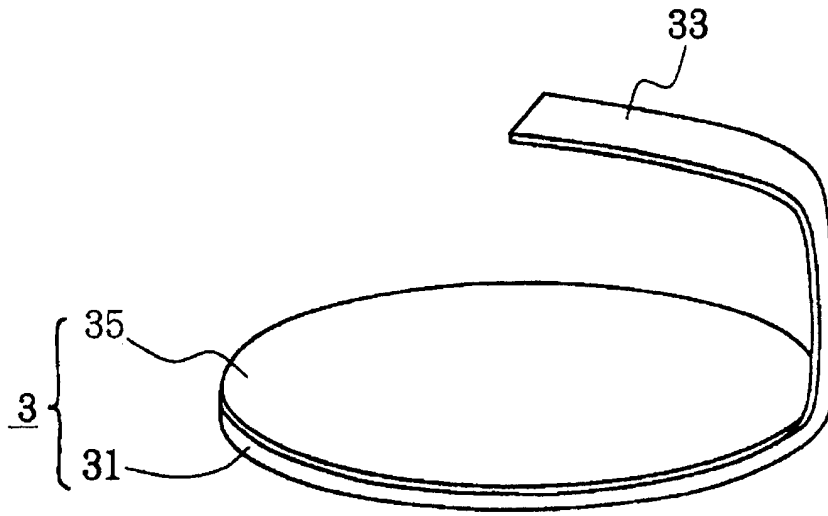


图 5

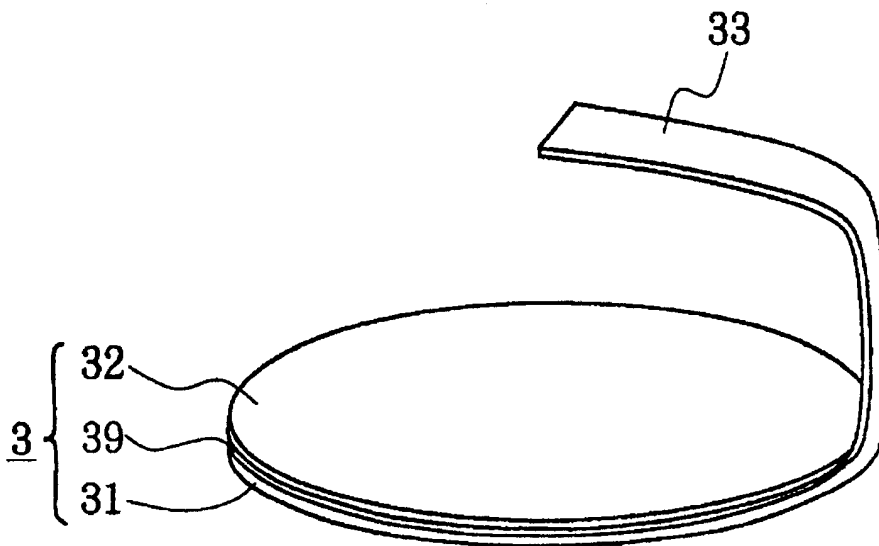


图 6

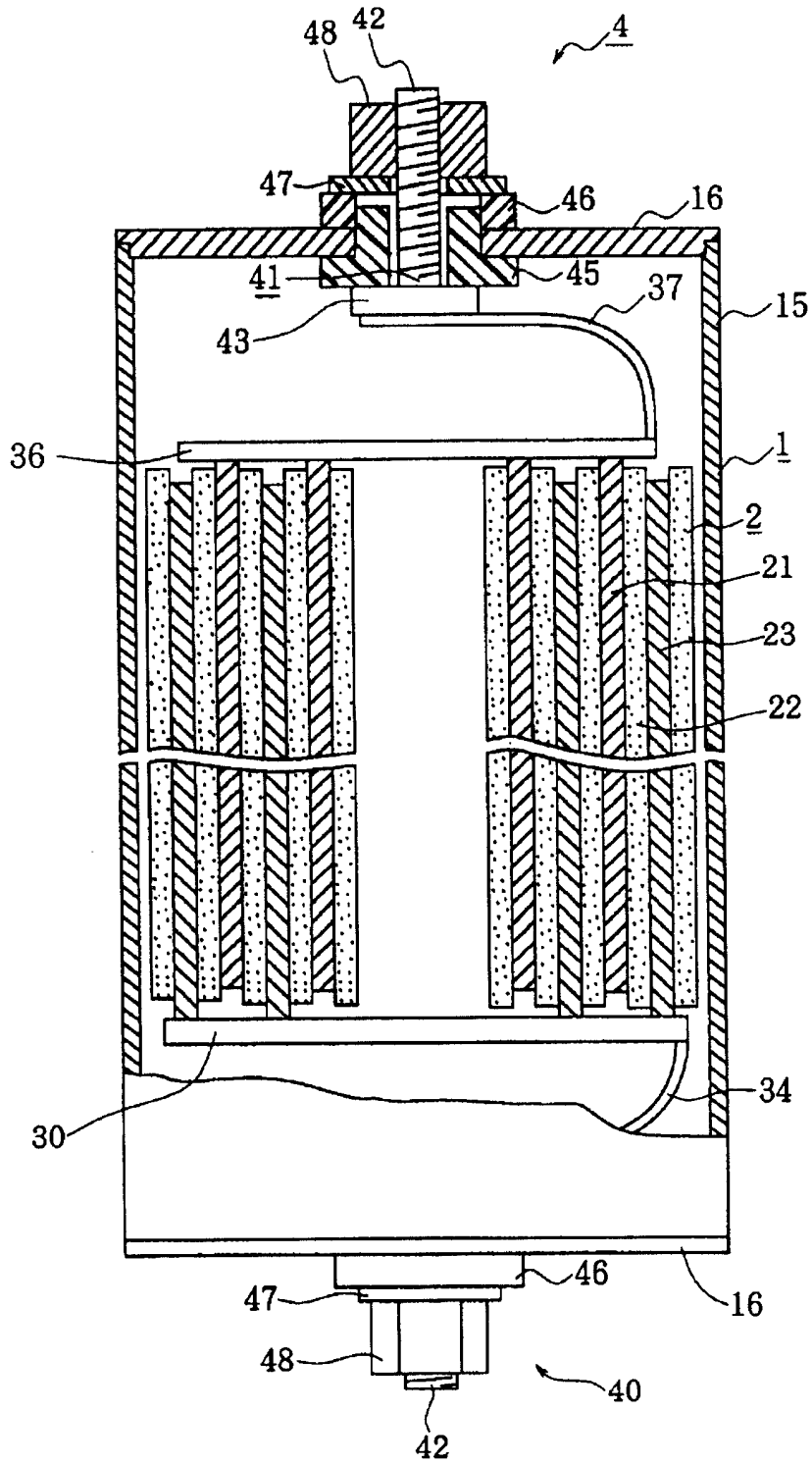


图 7

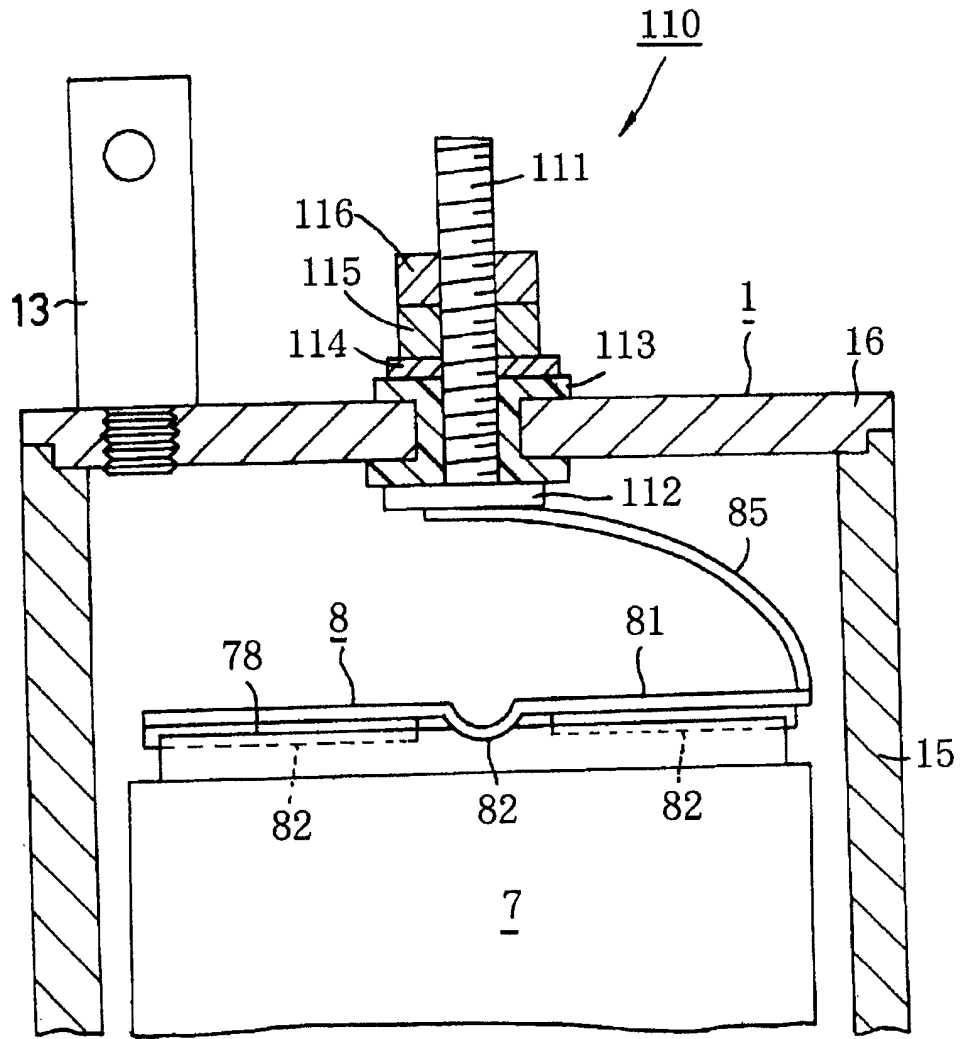


图 8

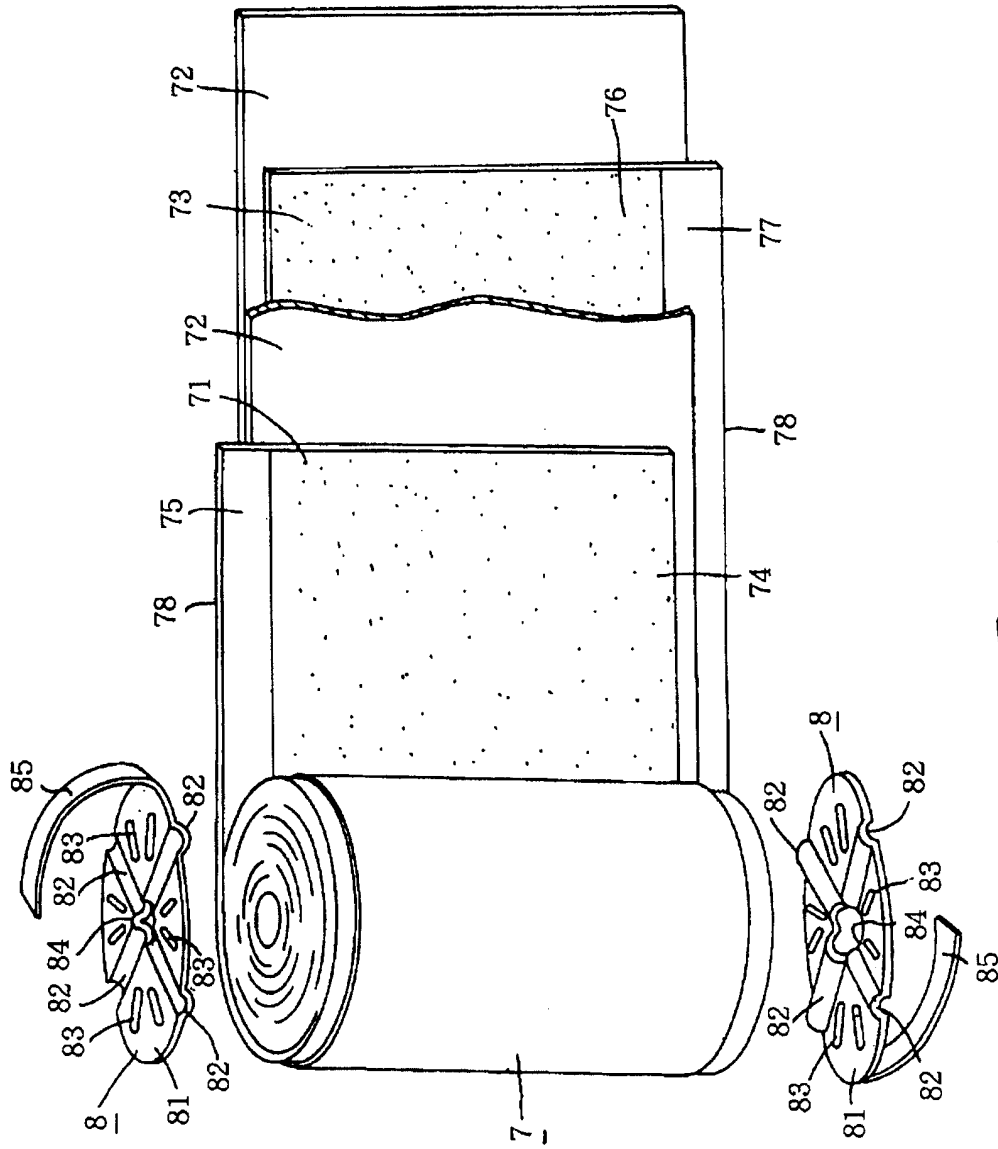


图 9

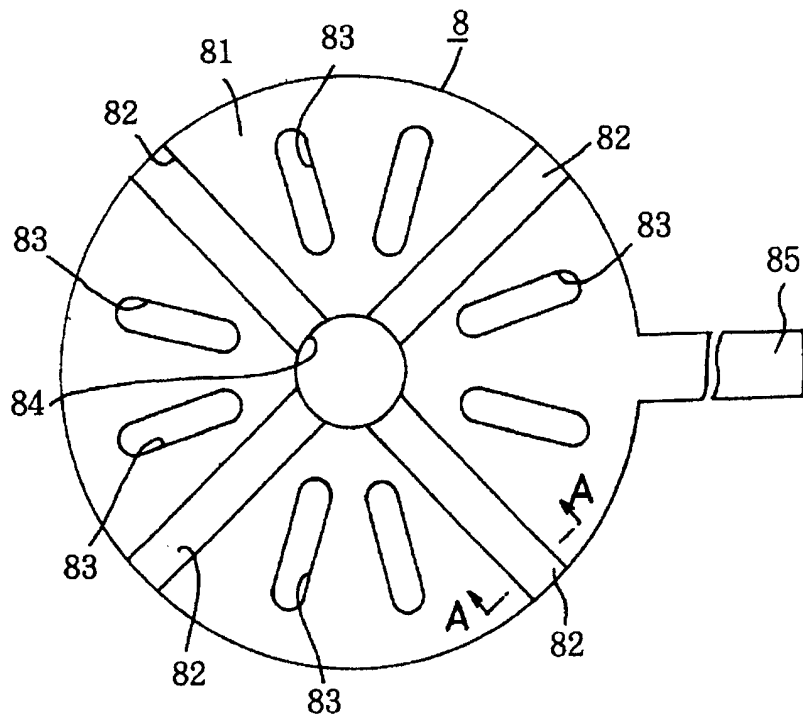


图 10

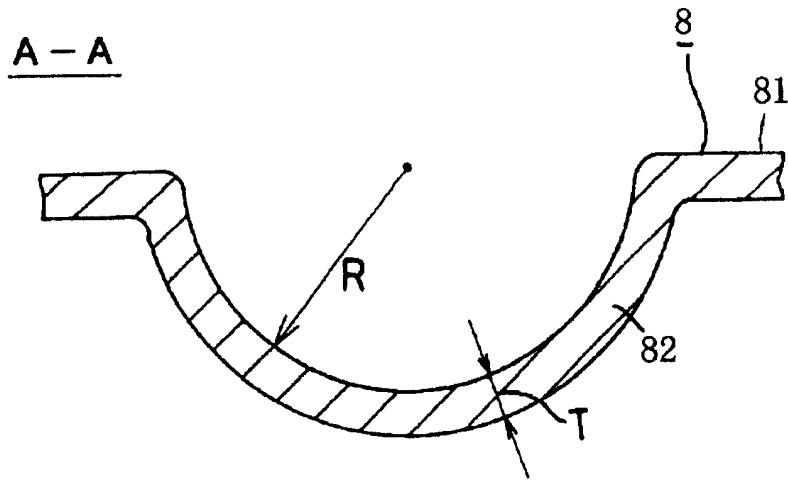


图 11

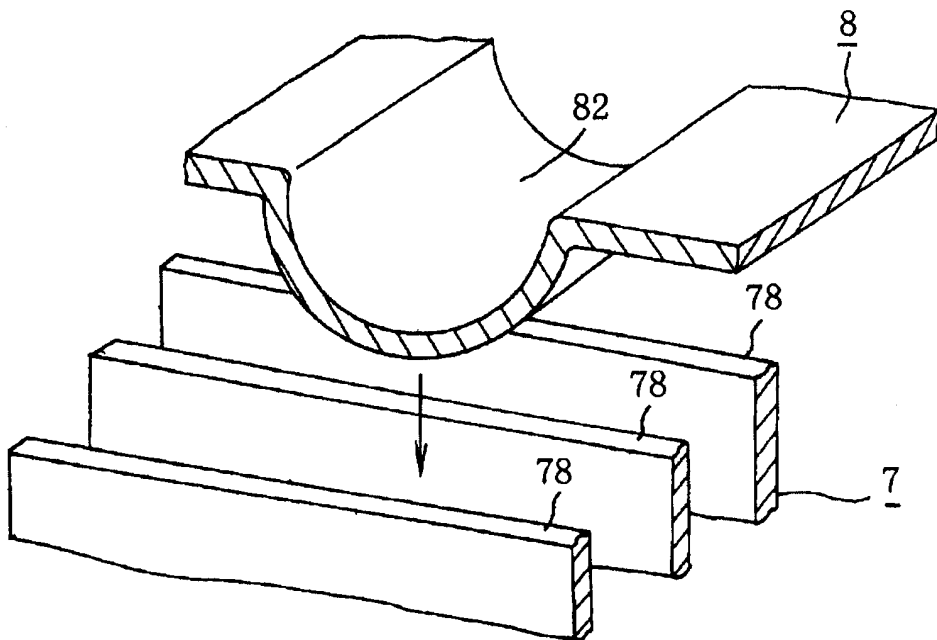


图 12

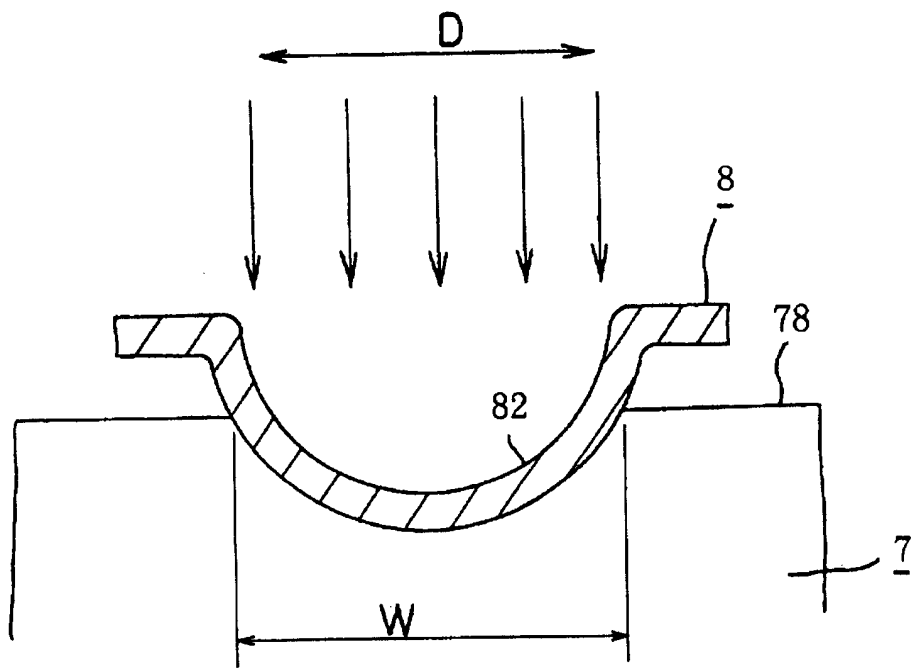


图 13

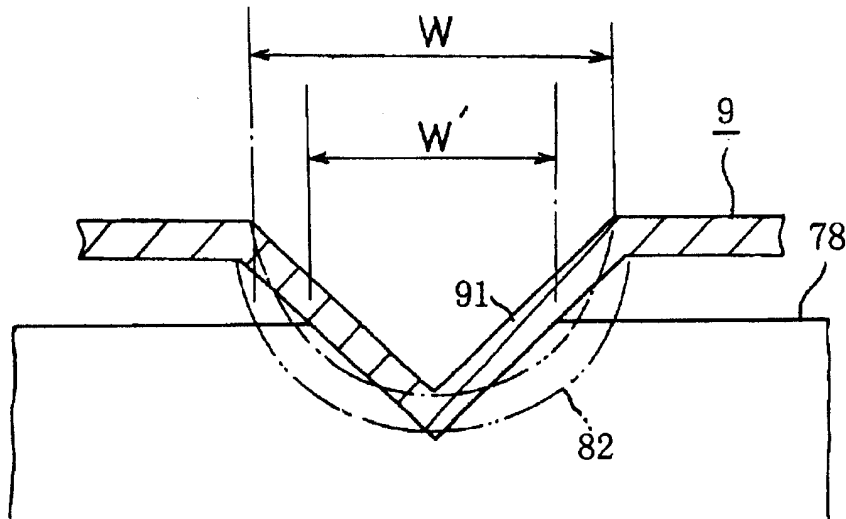


图 14

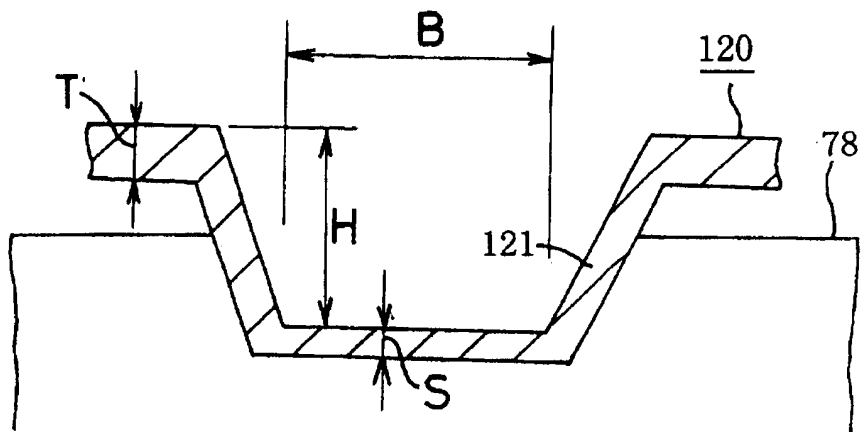


图 15

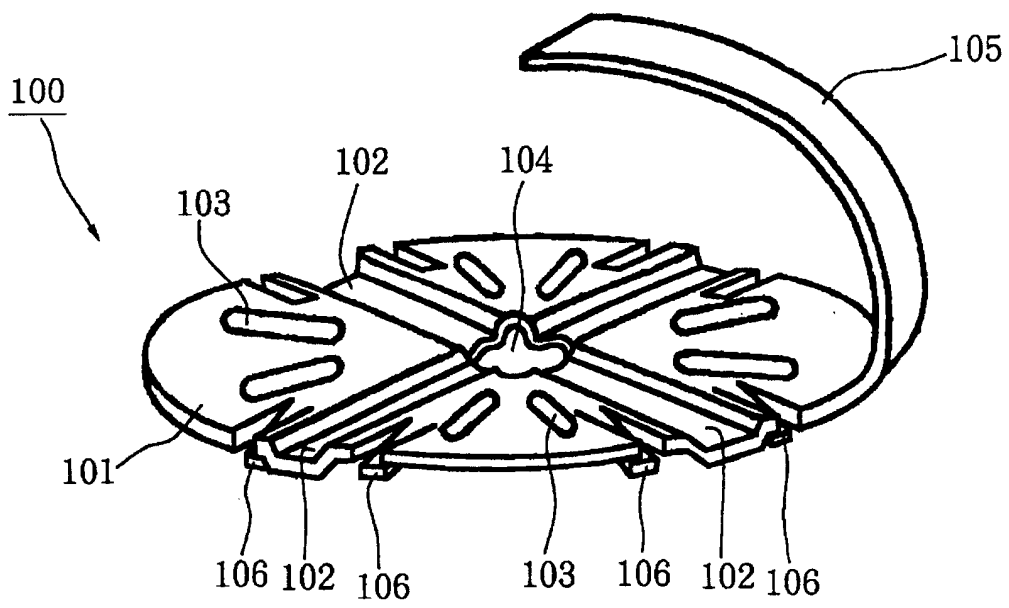


图 16

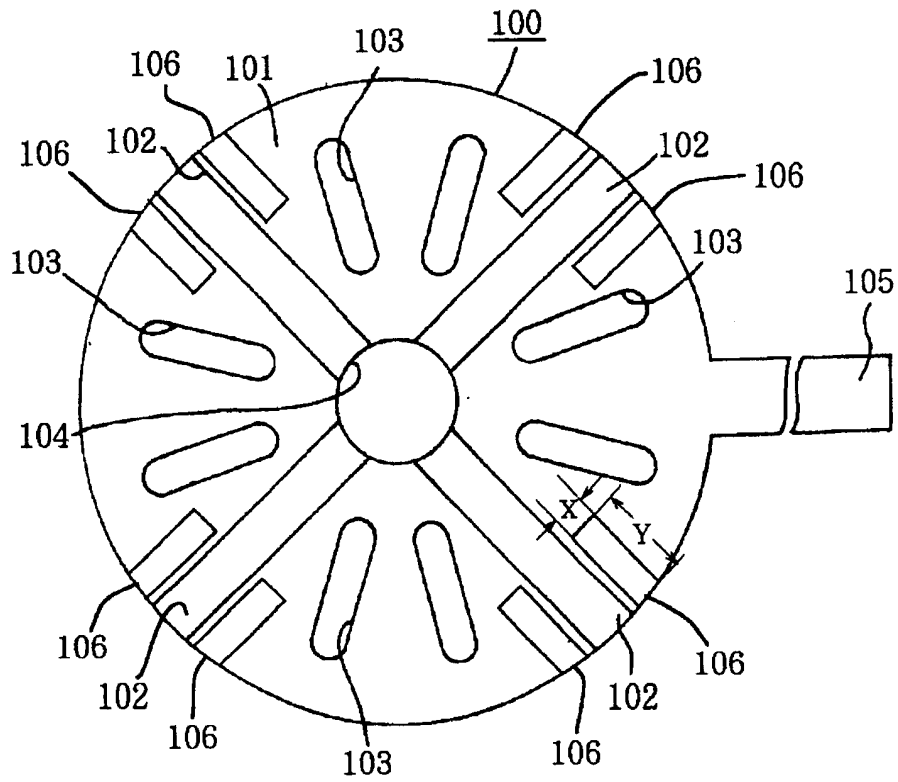


图 17

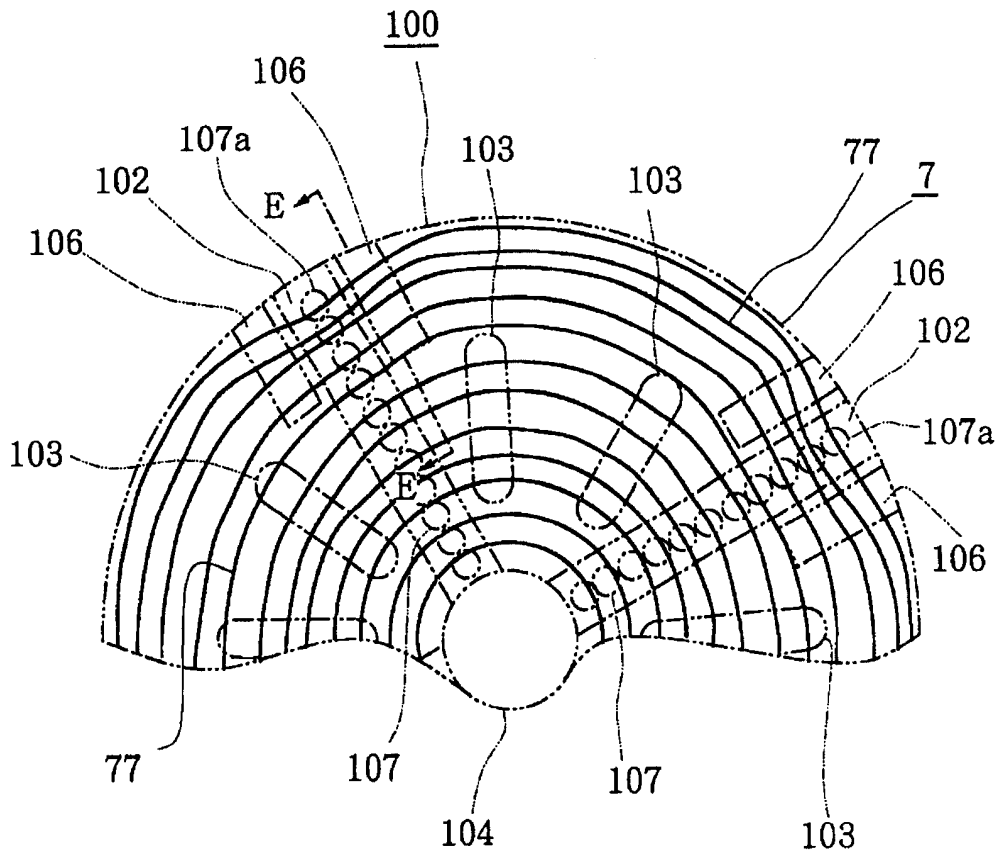


图 18

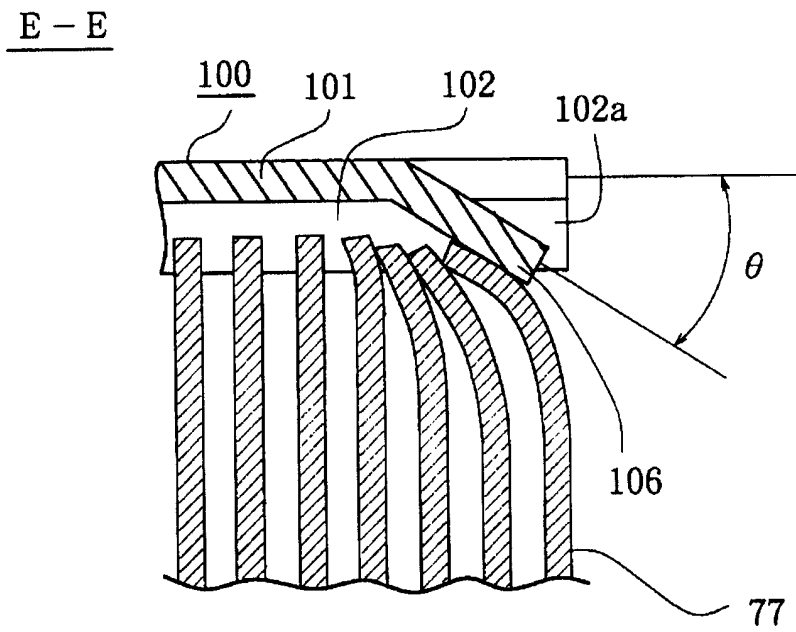


图 19

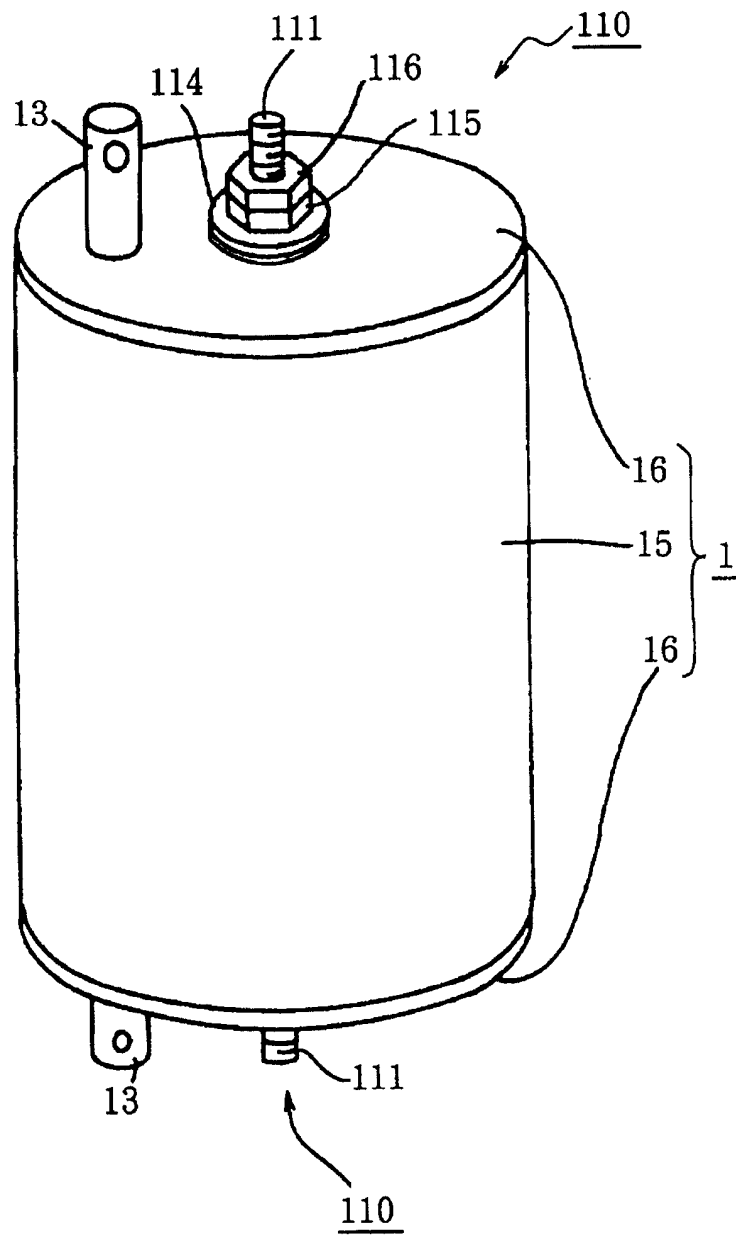


图 20

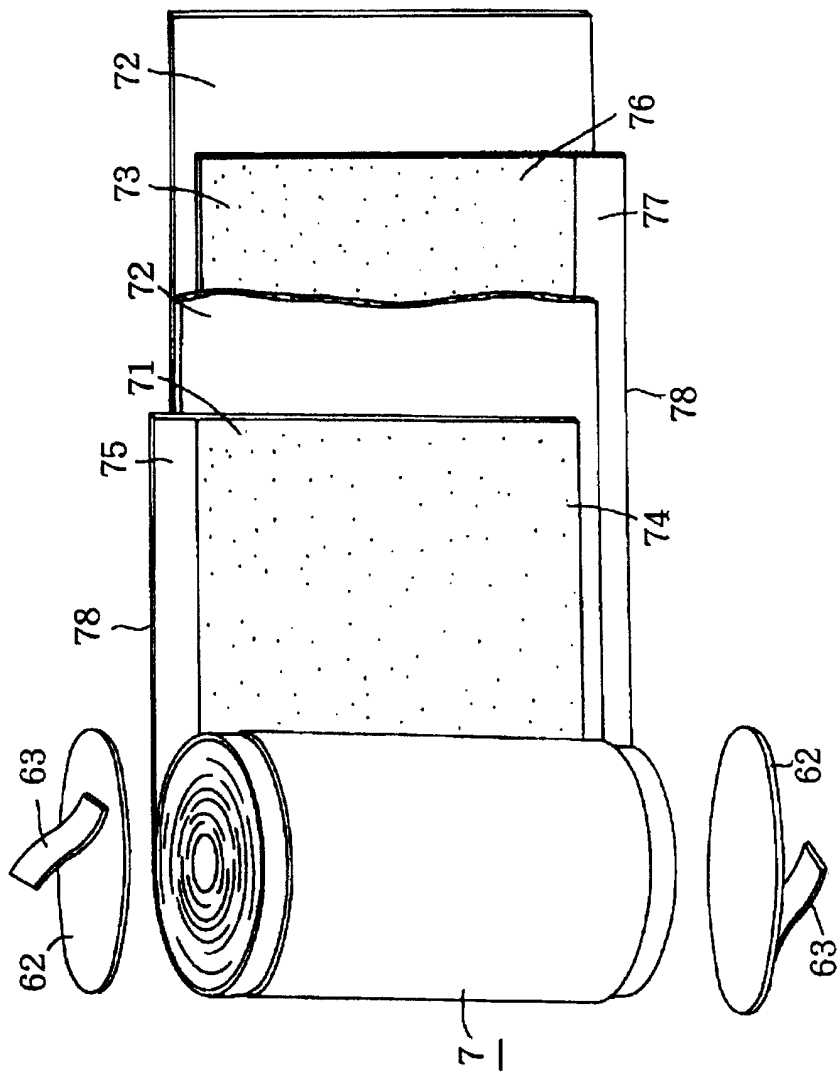


图 21

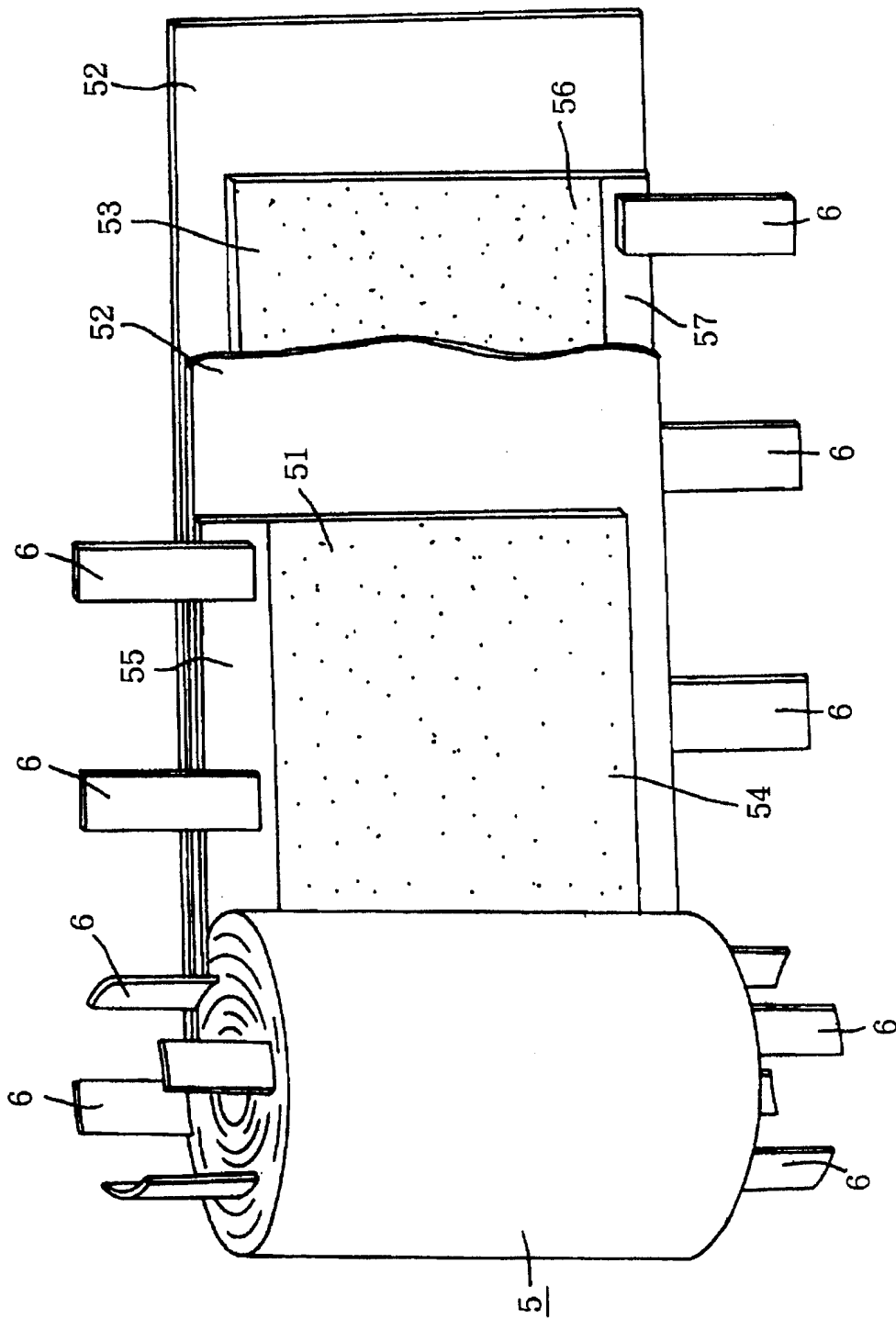


图 22

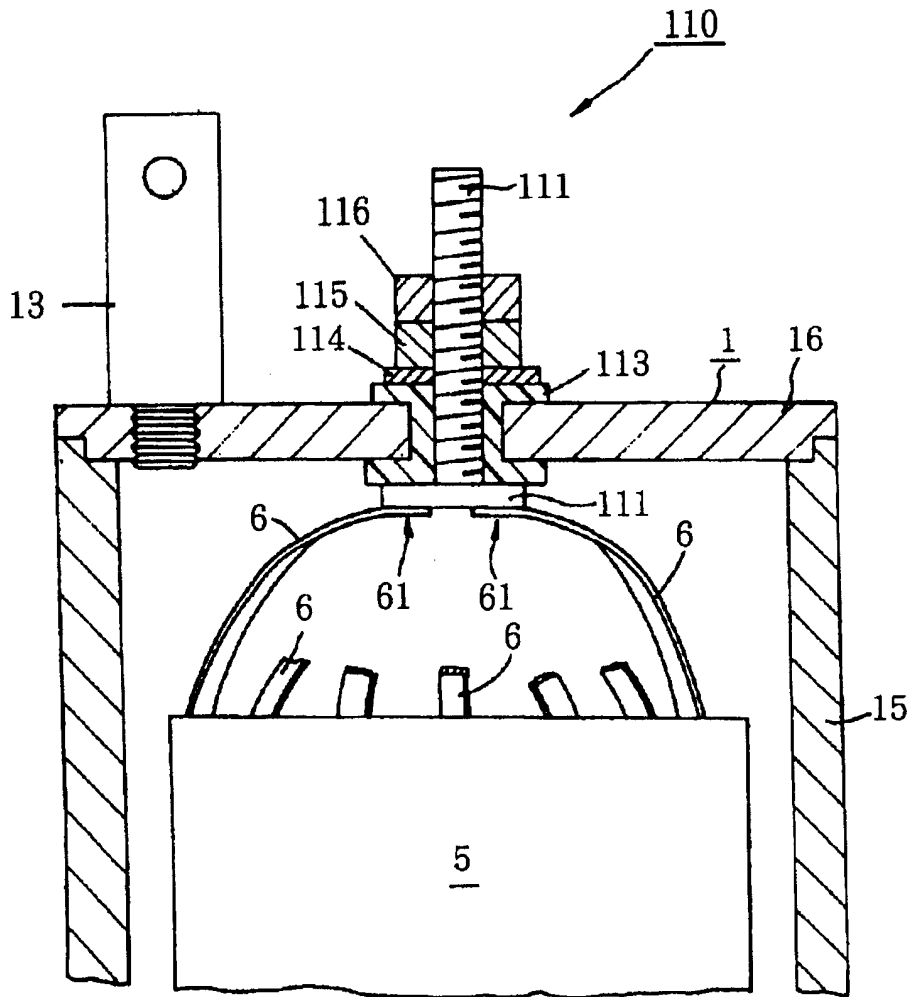


图 23

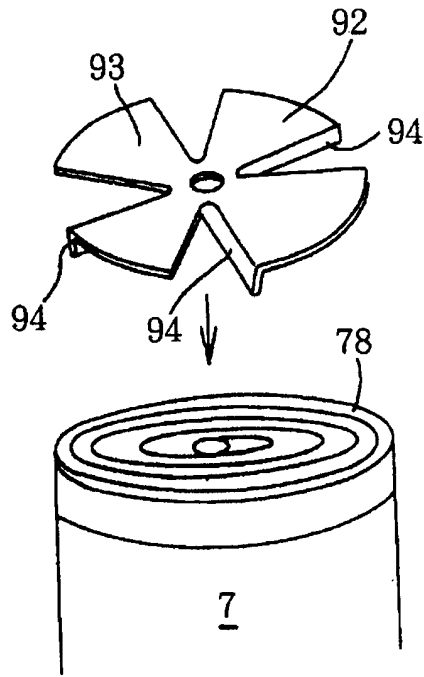


图 24

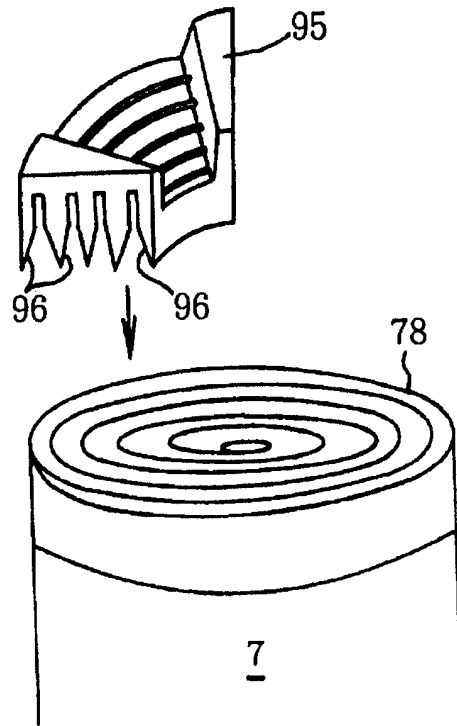


图 25