

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

H01M 2/02

B32B 15/01



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 02811687.9

[43] 公开日 2005 年 6 月 15 日

[11] 公开号 CN 1628392A

[22] 申请日 2002.6.6 [21] 申请号 02811687.9

[30] 优先权

[32] 2001.6.11 [33] US [31] 09/878,748

[86] 国际申请 PCT/US2002/017749 2002.6.6

[87] 国际公布 WO2002/101851 英 2002.12.19

[85] 进入国家阶段日期 2003.12.11

[71] 申请人 吉莱特公司

地址 美国马萨诸塞

[72] 发明人 基思·E·巴克尔 石尾正明

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商
标事务所

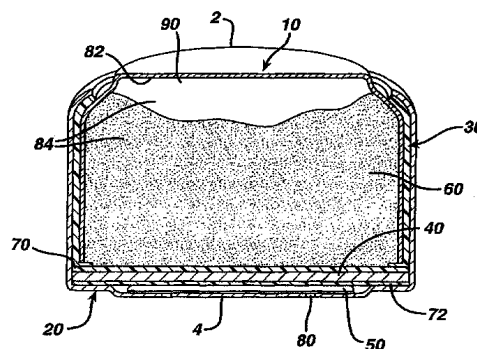
代理人 李 强

权利要求书 3 页 说明书 10 页 附图 4 页

[54] 发明名称 用于电化学电池的阳极壳体

[57] 摘要

本发明公开一种用于电化学电池的阳极壳体。阳极壳体的厚度不超过 0.0050 英寸，并且，该壳体包括铜层和不锈钢层。铜层厚度与不锈钢层厚度的比例为至少 0.10:1。



ISSN 1008-4274

1. 一种用于电化学电池的阳极壳体，该阳极壳体的厚度不超过 0.0050 英寸，其中，该阳极壳体包括铜层和不锈钢层，并且其中，铜层厚度与不锈钢层厚度的比例为至少 0.10:1。

2. 如权利要求 1 所述的壳体，其中，铜层厚度与不锈钢层厚度的比例为至少 0.12:1。

3. 如权利要求 1 所述的壳体，其中，铜层厚度与不锈钢层厚度的比例为至少 0.15:1。

4. 如权利要求 1 所述的壳体，其中，铜层厚度与不锈钢层厚度的比例为至少 0.17:1。

5. 如权利要求 1 所述的壳体，其中，铜层厚度与不锈钢层厚度的比例为至少 0.20:1。

6. 如权利要求 1 所述的壳体，其中，壳体的厚度不超过 0.0040 英寸。

7. 如权利要求 1 所述的壳体，其中，壳体的厚度不超过 0.0025 英寸。

8. 如权利要求 1 所述的壳体，其中，铜层主要包含纯铜。

9. 如权利要求 1 所述的壳体，其中，不锈钢层包含 304 不锈钢。

10. 如权利要求 9 所述的壳体，其中，不锈钢层主要包含 304 不锈钢。

11. 如权利要求 1 所述的壳体，其中，壳体包括镍层。

12. 如权利要求 11 所述的壳体，其中，(a)不锈钢层和铜层的组合厚度与(b)镍层厚度的比例为大约 49:1。

13. 如权利要求 1 所述的壳体，其中，电化学电池是金属空气电池。

14. 如权利要求 13 所述的壳体，其中，金属空气电池是锌空气电池。

15. 如权利要求 14 所述的壳体, 其中, 锌空气电池是钮扣电池。

16. 一种用于电化学电池的阳极壳体, 该阳极壳体的厚度不超过 0.0050 英寸, 其中, 该阳极壳体包括不锈钢层和铜层, 并且其中, 铜层为至少 0.010mm 厚。

17. 如权利要求 16 所述的壳体, 其中, 壳体的厚度不超过 0.0040 英寸。

18. 如权利要求 17 所述的壳体, 其中, 壳体的厚度不超过 0.0025 英寸。

19. 一种用于电化学电池的阳极壳体, 该阳极壳体的厚度不超过 0.0050 英寸, 其中, 该阳极壳体包括两个相邻的铜层以及一个不锈钢层, 并且其中, 组合铜层的厚度与不锈钢层厚度的比例为至少 0.10:1。

20. 一种制造用于电化学电池的阳极壳体的方法, 该方法包括:

(a)将铜层附加到不锈钢层上, 以形成多层板, 其中, 铜层厚度与不锈钢层厚度的比例为至少 0.10:1;

(b)由多层板冲压盘; 以及

(c)将该盘拉制成壳体, 其中, 拉制的阳极壳体的厚度不超过 0.0050 英寸。

21. 如权利要求 20 所述的方法, 其中, 该方法进一步包括将第二铜层附加到拉制的阳极壳体的至少一部分上, 以形成成品阳极壳体。

22. 如权利要求 21 所述的方法, 其中, 成品阳极壳体的厚度不超过 0.0050 英寸。

23. 如权利要求 22 所述的方法, 其中, (a)第一和第二铜层的组合厚度与(b)不锈钢层厚度的比例为至少 0.10:1。

24. 如权利要求 23 所述的方法, 其中, (a)第一和第二铜层的组合厚度与(b)不锈钢层厚度的比例为至少 0.15:1。

25. 如权利要求 24 所述的方法, 其中, (a)第一和第二铜层的组合厚度与(b)不锈钢层厚度的比例为至少 0.20:1。

26. 一种制造用于电化学电池的阳极壳体的方法, 该方法包括:

(a)将铜层附加到不锈钢层上, 以形成多层板, 其中, 铜层的厚度为至少 0.010mm;

(b)由多层板冲压盘; 以及

(c)将该盘拉制成壳体, 其中, 拉制的阳极壳体的厚度不超过 0.0050 英寸。

27. 如权利要求 26 所述的方法, 其中, 拉制的阳极壳体的厚度不超过 0.0025 英寸。

28. 如权利要求 26 所述的方法, 其中, 该方法进一步包括将第二铜层附加到拉制的阳极壳体的至少一部分上, 以形成成品阳极壳体。

29. 如权利要求 28 所述的方法, 其中, 成品阳极壳体的厚度不超过 0.0050 英寸。

30. 一种制造用于电化学电池的阳极壳体的方法, 该方法包括:

a)将第一铜层附加到不锈钢层上, 以形成多层板;

(b)由多层板冲压盘;

(c)将该盘拉制成壳体; 以及

(d)将第二铜层附加到拉制的阳极壳体的至少一部分上, 以形成厚度不超过 0.0050 英寸的成品阳极壳体, 其中, (a)第一和第二铜层的组合厚度与(b)不锈钢层厚度的比例为至少 0.10:1。

用于电化学电池的阳极壳体

本发明一般涉及用于金属空气电化学电池的阳极壳体。

电池是常用的电能源。电池包含：一般称作阳极的负电极；以及一般称作阴极的正电极。阳极包含可被氧化的活性材料；阴极包含或消耗可被还原的活性材料。阳极活性材料能还原阴极活性材料。

当电池用作器件中的电能源时，对阳极和阴极进行电接触，允许电子流经器件并允许发生各自的氧化和还原反应，以便提供电力。与阳极和阴极接触的电解质包含离子，所述离子流经电极之间的隔板以便在放电过程中维持整个电池的电荷平衡。

电池的一个实例是锌空气钮扣电池。锌空气钮扣电池的外壳包括阳极壳体和阴极壳体；阳极壳体和阴极壳体压接在一起，形成电池的外壳。在使用过程中，从电池外部的大气向阴极提供的氧气在阴极被还原，并且锌在阳极被氧化。包含在阳极中的锌可与阳极壳体内的金属成分起反应，导致形成氢气。氢气的形成又会使电解质从电池泄漏。通过在阳极中包含汞可减少氢气逸出，但包含汞会增加对环境的关注。可

另外，经常希望使用薄壁阳极壳体制备电池，使得附加活性成分可添加到电池中。但当使用市售的材料制备薄壁壳体时，即使在电池中添加汞，也经常产生显著水平的氢气。

本发明的阳极壳体是薄壁壳体，即它的总厚度不超过 0.0050 英寸。壳体具有提供强度的不锈钢层和在不锈钢和阳极活性材料之间提供壁垒的铜层。

在一个方面，本发明的特征是一种用于电化学电池的阳极壳体，其中，阳极壳体的厚度不超过 0.0050 英寸。该壳体包括铜层和不锈钢层；铜层厚度与不锈钢层厚度的比例为至少 0.10:1。

铜层将不锈钢与阳极成分屏蔽开。在生产用于制作阳极壳体的

多层金属板时，来自不锈钢的一些金属可移动进入铜层中。相对较厚的铜层有助于保证：即使在发生移动时，在不锈钢的金属和阳极之间也有足够的铜壁垒。因而铜层使形成的氢气最少。

铜层相对于不锈钢层的厚度可以变化。例如，铜层厚度与不锈钢层厚度的比例可以为至少 0.12:1、至少 0.15:1、至少 0.17:1、或至少 0.20:1。所述壳体的总厚度也可变化。例如，所述壳体的厚度不超过 0.0040 英寸，或不超过 0.0025 英寸。

在另一个方面，本发明的特征是一种用于电化学电池的阳极壳体，其中，阳极壳体的厚度不超过 0.0050 英寸。该壳体包括不锈钢层和至少 0.010mm 厚的铜层。

在另一个方面，本发明的特征是一种用于电化学电池的阳极壳体，其中，阳极壳体的厚度不超过 0.0050 英寸。该壳体具有两个相邻的铜层以及一个不锈钢层，并且，组合铜层的厚度与不锈钢层厚度的比例为至少 0.10:1。

在再一个方面，本发明的特征是一种制造用于电化学电池的阳极壳体的方法。该方法包括：(a)将铜层附加到不锈钢层上，以形成多层板，其中，铜层厚度与不锈钢层厚度的比例为至少 0.10:1；(b)由多层板冲压盘；以及(c)将盘拉制成厚度不超过 0.0050 英寸的壳体。在一些实施例中，所述方法进一步包括将第二铜层附加到拉制的阳极壳体的至少一部分上，以形成成品阳极壳体。

在又一个方面，本发明的特征是一种制造用于电化学电池的阳极壳体的方法。该方法包括：(a)将铜层附加到不锈钢层上，以形成多层板，其中，铜层的厚度为至少 0.010mm；(b)由多层板冲压盘；以及(c)将盘拉制成厚度不超过 0.0050 英寸的壳体。

在另一个方面，本发明的特征是一种制造用于电化学电池的阳极壳体的方法。该方法包括：(a)将第一铜层附加到不锈钢层上，以形成多层板；(b)由多层板冲压盘；(c)将该盘拉制成壳体；以及(d)将第二铜层附加到拉制的阳极壳体的至少一部分上，以形成厚度不超过 0.0050 英寸的成品阳极壳体。(i)第一和第二铜层的组合厚度与(ii)不

锈钢层厚度的比例为至少 0.10:1。

在以下附图和描述中提出本发明一个或多个实施例的细节。从以下描述和附图并从权利要求中，将会清楚本发明的其它特征、目的和优点。

附图说明

图 1 为钮扣电池的侧剖视图。

图 2 和 3 为多层复合金属板的剖视图。

图 4 为示出不同铜表面的产气率的曲线图。

图 5 为示出时效过的锌空气电池内部的气体压力的图形。

锌空气电池例如为钮扣电池。参照图 1，钮扣电池包括阳极侧 2 和阴极侧 4。阳极 2 包括阳极壳体 10 和阳极凝胶 60。阴极 4 包括阴极壳体 20 和阴极装置 40。绝缘体 30 位于阳极壳体 10 和阴极壳体 20 之间。隔板 70 位于阴极装置 40 和阳极凝胶 60 之间，防止这两个部分之间的电接触。隔膜 72 有助于防止电解质泄漏到电池外面。位于阴极壳体 20 中的空气出入口 80 允许空气在电池内外进行交换。空气分散剂 50 位于空气出入口 80 和阴极装置 40 之间。

阳极壳体 10 和阴极壳体 20 压接在一起，形成具有内容积或电池容积的电池外壳。阳极壳体 10 的内表面 82 和隔板 70 一起形成阳极容积 84。阳极容积 84 包含阳极凝胶 60。阳极容积 84 的剩余部分是空隙容积 90。

阳极壳体的总厚度不超过 0.0050 英寸（0.13mm）。例如，总厚度可以是不超过 0.0040 英寸（0.10mm）、或不超过 0.0025 英寸（0.064mm）。在使用相对较薄的阳极壳体时，可在电池中放置更多的活性材料，同时还保持相同的电池外部尺寸。附加的活性材料允许有更长的电池寿命。所述壳体可以比在此描述的实例更薄；例如，壳体可以薄至 0.0020 英寸（0.051mm）。通常，所述壳体不应这样薄，以致在电池制造过程中作用在壳体上的结构应力会导致壳体毁坏。

阳极壳体可由双层复合材料、三层复合材料或多层复合材料制成。双层复合材料一般是具有铜内表面的不锈钢。不锈钢提供在电池制造过程中保持结构完整性所必需的强度。不锈钢可以是能高速形成阳极壳体适当形状的任何不锈钢。通常，使用可作为薄箔的不锈钢。例如，可使用 ASTM A167 中描述的 304 不锈钢。可替换地，可使用 Japanese Institute of Standards 中描述的 SUS15-14 不锈钢。通常，不锈钢层构成阳极壳体总厚度的大约 70-90%。

铜层提供不锈钢层和阳极之间的壁垒，并因而使形成的氢气最少。所述铜可以是纯铜。“纯铜”指符合 ASTM F68 中所述要求的铜。通常，“纯铜”为至少 99.99% 的铜。例如，可使用日本东京 Hitachi Cable Ltd. 的 Ultrapure OFC 级铜。

铜层的厚度足以将产气减少到可接受的限度之内。通常，铜层为至少 0.010mm 厚。当形成双层复合材料时，它有时在 1000-1050℃ 温度下退火，此温度刚好在铜的熔点之下。这些高温使得诸如铁和铬的重金属从不锈钢移到铜层中间。因而，如果铜层太薄，重金属就会与阳极活性材料接触。

铜层可以比在此的实例所述层更厚。例如，铜层可为至少 0.015mm 厚，或至少 0.020mm 厚。相似地，铜层厚度与不锈钢层厚度的比例可以比在此所述实例更高。但铜层一般不这么厚，以致阳极容积变得太小而不能包含足够数量的阳极活性材料。另外，铜层一般不这么厚，以致不锈钢层相应地变得太薄而不能在成品电池和阳极壳体制造过程中保持阳极壳体的结构完整性。

阳极壳体也可由三层复合材料制成。由三层复合材料制成的壳体具有不锈钢层、以及在壳体的内表面上的铜层和在壳体的外表面上的镍层。镍提供美观的外表面。镍层一般只占壳体总厚度的小部分。例如，不锈钢和铜的组合厚度与镍层厚度的比例为大约 49:1。与双层复合材料的情形相同，不锈钢通常占壳体厚度的大约 70-90%。另外，铜层厚度与不锈钢层厚度的比例为至少 0.10:1。

参照图 2，示出阳极壳体 102 的横截面。铜层 106 在阳极空腔

104 和不锈钢层 108 之间提供壁垒。壳体的外部涂敷有镍层 110。

阳极壳体按如下制备。使用标准制造技术制备双层或三层复合材料。接着，由双层或三层复合材料冲压盘。“盘”指具有相对光滑边缘的一片金属。盘的形状取决于所想要的电池形状。例如，如果阳极壳体用于钮扣电池，所述盘就一般为圆形。如果阳极壳体用于棱柱电池，所述盘可能为矩形。

所述盘被拉制成阳极壳体。在一些实施例中，拉制阳极壳体的至少一部分表面被涂敷附加铜层。该附加层例如为约 0.0010-0.015mm 厚。阳极壳体可以用浸液涂敷（无电镀）技术、真空技术或电解滚镀技术来后镀附加铜层，这些技术例如在 F.A Lowenheim 的现代电镀（John Wiley and Sons, New York, 1974）和金属表面精整指南和手册（金属表面精整，Elsevier Publishing, New York, 1992）中叙述。此镀工艺还在 2001 年 4 月 10 日提交的 U.S.S.N.09/829710 中更加详细地叙述。在镀步骤之后，已镀阳极壳体进行热处理，如，在石英炉中在 500℃ 下在阳极壳体上方吹过还原气体，长达 20 分钟。

当阳极壳体后镀铜时，因为附加铜层的缘故，壳体内部上的铜层明显变得更厚。在这些情况下，由原始铜层和后镀层组成的最后铜层的厚度可为至少 0.010mm。可替换地，最后铜层的厚度与不锈钢层厚度的比例可为至少 0.10:1。

在一些实施例中，使用市售的三层复合材料，其中，铜层厚度小于 0.010mm，或者铜层厚度与不锈钢层厚度的比例。此材料成形为阳极壳体，并且阳极壳体被后镀铜，使得壳体内部上的最后铜层为至少 0.010mm 厚，或者，最后铜层的厚度与不锈钢层厚度的比例为至少 0.10:1。这些实施例应包括在在此所述的本发明中。

参照图 3，示出被后镀的阳极壳体 102 的横截面。铜层包括层 106 和后镀层 112。层 106 和层 112 总共为至少 0.010mm 厚。可替换地，层 106 和 112 的组合厚度与不锈钢层 108 的厚度之间的比例为至少 0.10:1。铜层 106 和 112 在阳极空腔 104 和不锈钢层 108 之间提供

壁垒。壳体外部涂敷镍层 110 和铜层 114。

已完成诸如冲压和成形的金属加工以及镀步骤的壳体在此称作“成品”壳体。应该理解，“成品”壳体可能还需要在装入电化学电池之前进行清洁和/或抛光。

阴极壳体由具有内、外镍层的冷轧钢构成。在阳极壳体和阴极壳体之间有压力配合的绝缘体，如绝缘垫圈。垫圈可被削薄以增加电池容量。

阳极壳体和阴极壳体一起形成电池外壳。电池的总电池高度和直径尺寸由国际电工技术委员会(IEC)规定。钮扣电池具有各种规格：直径在大约 11.25 和 11.60 毫米之间并且高度在大约 5.0 和 5.4 毫米之间的 675 电池（IEC 编号“PR44”）；直径在大约 7.55 和 7.9 毫米之间并且高度在大约 5.0 和 5.4 毫米之间的 13 电池（IEC 编号“PR48”）；直径在大约 7.55 和 7.9 毫米之间并且高度在大约 3.3 和 3.6 毫米之间的 312 电池（IEC 编号“PR41”）；以及直径在大约 5.55 和 5.80 毫米之间并且高度在大约 3.30 和 3.60 毫米之间的 10 电池（IEC 编号“PR70”）。一种 5 电池的直径在大约 5.55 和 5.80 毫米之间并且高度在大约 2.03 和 2.16 毫米之间。

阴极装置具有面向阳极凝胶的侧面和面向空气出入口的侧面。阴极装置面向阳极凝胶的侧面被隔板覆盖。隔板可以是多孔的电绝缘聚合物，如聚丙烯，所述隔板允许电解质接触空气阴极。阴极装置面向空气出入口的侧面通常用聚四氟乙烯（PTFE）隔膜覆盖，此隔膜有助于防止阳极凝胶干燥，并防止电解质从电池泄漏。电池还可以在 PTFE 隔膜和空气出入口之间包括空气分散剂或吸墨材料。空气分散剂是多孔的或纤维状的材料，此材料有助于保持 PTFE 隔膜和阴极壳体之间的空气扩散空间。

阴极装置包括集电器，如金属丝网，在集电器上淀积阴极混合物。金属丝网与阴极壳体电接触。阴极混合物包括用于还原氧气的催化剂，如锰化合物。催化剂混合物由粘合料（如 PTFE 颗粒）、碳颗粒和锰化合物的混合物组成。例如，通过加热硝酸锰或通过还原高锰

酸钾产生锰氧化物如 Mn_2O_3 、 Mn_3O_4 和 MnO_2 ，而制备催化剂混合物。

催化剂混合物可包括占大约 15-45%重量 (wt) 的聚四氟乙烯。例如，阴极装置可包括大约 40% 的 PTFE，这可使该结构更加防潮，减小电解质从电池泄漏的可能性。在没有隔板并且在丝网上层叠一层 PTFE 膜时，对于 10 立方厘米的空气，阴极装置可具有在大约 300 到 600 sec/in^2 之间的透气性，优选大约 400 sec/in^2 。透气性可用 Gurley Model 4150 测量。阴极装置的透气性可控制电池内氢气的排放、释放压力、提高电池性能并减少泄漏。

阳极由阳极凝胶和电解质形成。阳极凝胶包含锌材料和胶凝剂。锌材料可以是包含小于 3% 的汞的锌合金粉末，优选不添加汞。锌材料可以与铅、镉或铝形成合金。例如，锌可以与在大约 400 至 600ppm 之间（如 500ppm）的铅、在 400 至 600ppm 之间（如 500ppm）的镉或在大约 50 至 90ppm 之间（如 70ppm）的铝形成合金。优选地，锌材料包含铅、镉和铝、或包含铅和镉、或包含铅和铋。可替换地，锌可包含铅，而不包含其它金属添加剂。锌材料可以是空气吹制的或旋制的锌。合适的锌颗粒例如在 1998 年 9 月 18 日提交的 U.S.S.N. 09/156915、1997 年 8 月 1 日提交的 U.S.S.N.08/905254、和 1998 年 7 月 15 日提交的 U.S.S.N.09/115867 中描述，所述每一个文献的全部内容在此引作参考。锌可以是粉末。锌的颗粒可以是球形或非球形的。例如，锌颗粒的形状可以是针状的（具有至少 2 的纵横比）。

锌材料包括的大部分颗粒具有在 60 目至 325 目之间的尺寸。例如，锌材料具有以下颗粒尺寸分布：

在 60 目丝网上，0-3wt%；

在 100 目丝网上，40-60wt%；

在 200 目丝网上，30-50wt%；

在 325 目丝网上，0-3wt%；以及

在平板上，0-0.5wt%。

合适的锌材料包括 Union Miniere(Overpelt, 比利时)、Duracell(美国)、Noranda(美国)、Grillo(德国)或 Toho Zinc(日本)可提供的锌。

锌-空气阳极材料按以下方式装入到电池中。混合胶凝剂和锌粉末, 形成干燥的阳极混合物。接着, 混合物分配到阳极壳体中, 并且添加电解质, 形成阳极凝胶。

胶凝剂是吸收性聚丙烯酸酯。吸收性聚丙烯酸酯具有小于每克胶凝剂吸收大约 30 克盐的吸收范围, 按美国专利 4541871 中所述测量, 此专利在此引作参考。阳极凝胶包含小于阳极混合物中锌干重 1% 的胶凝剂。胶凝剂含量优选在大约 0.2 和 0.8wt% 之间, 更优选地在大约 0.3 和 0.6wt% 之间, 并且最优选地为大约 0.33wt%。吸收性聚丙烯酸酯可以是通过悬浮聚合而制成的聚丙烯酸钠。合适的聚丙烯酸钠的平均颗粒直径在大约 105 和 180 微米之间, 并且 pH 为约 7.5。合适的胶凝剂例如在美国专利 4541871、美国专利 4590227 或美国专利 4507438 中描述。

在一些实施例中, 阳极凝胶可包含非离子表面活性剂、以及铟或铅化合物, 如氢氧化铟或乙酸铅。阳极凝胶可包含大约 50 至 500ppm 之间的、优选 50 至 200ppm 之间的铟或铅化合物。表面活性剂可以是非离子磷酸盐表面活性剂, 如涂敷在锌表面上的非离子磷酸烷基酯或非离子磷酸芳基酯(如, Rohm & Hass 的 RA600 或 RM510)。阳极凝胶可包含涂敷在锌材料表面上的大约 20 至 100ppm 之间的表面活性剂。表面活性剂可用作产气抑制剂。

电解质可以是氢氧化钾水溶液。电解质可包含大约 30-40% 之间的、优选在大约 35-40% 之间的氢氧化钾。电解质还可包含在大约 1-2% 之间的氧化锌。

在存放时, 空气出入口一般被可拆卸片覆盖, 如众所周知的密封片, 所述可拆卸片设置在阴极壳体的底部上, 覆盖空气出入口, 以限制空气在纽扣电池内部和外部之间的流动。用户在使用之前从阴极壳体剥离密封片, 允许空气中的氧气从外部环境进入到纽扣电池内

部。

本发明进一步在以下实例中描述，这些实例不限制在权利要求中描述的本发明范围。

实例 1: 气体产生的实验确定

在模拟电池设施内测试具有不同厚度铜层的三层复合板，以确定产生的氢气量，如果所述板用于制备电池的阳极壳体的话。测试两个 0.0040 英寸的板，并且测试一个 0.0025 英寸的板。第一个 0.0040 英寸板的镍:不锈钢:铜比例为 1:91:7，第二个 0.0040 英寸板具有 2:88:10 的比例。0.0025 英寸板的镍:不锈钢:铜比例为 2:82:16。在图 4 中，测量到的电流与产生的气体量成正比。因而，电流越高，就产生越多的气体。

如图 4 所示，铜层最薄的板具有最高的产气水平曲线，表示用此材料制成的电池会产生最多的氢气。铜层较厚的板具有较低的产气率。这些结果表明甚至在阳极壳体的总厚度减小时，重要的是保持至少最小厚度的铜层。

实例 2: 在存放电池中的气体产生

使用两个不同的三层复合材料形成阳极壳体。接着，阳极壳体用于形成锌空气纽扣电池。第一材料具有 0.007mm 厚的铜层，并且第二材料具有 0.010mm 厚的铜层。在电池制造后 7 天测量气压。

锌空气纽扣电池在存放一段时间之后经常具有负气压，因为在电池内部收集的氧气在自身放电反应中被消耗。因而，稍微是负的气压或者正气压表示正在以与氧气消耗速率相当的速率产生氢气。

如图 5 所示，用具有 0.007mm 厚铜层的三层复合材料制成的电池具有较小的负量，它表示产生显著数量的氢气。用具有 0.010mm 厚铜层的三层复合材料制成的电池具有较大的负量，它表示产生很少的氢气，如果有的话。

在本专利申请中提及的所有出版物、专利和专利申请在此被相同程度地引作参考，就好象表示各个出版物、专利和专利申请中的每一个都特定地和单独地引作参考。

已经描述许多本发明实施例。然而，应该理解，只要不偏离本发明的精神和范围，就可作出各种修改。相应地，其它实施例也在后附权利要求的范围之内。

图1

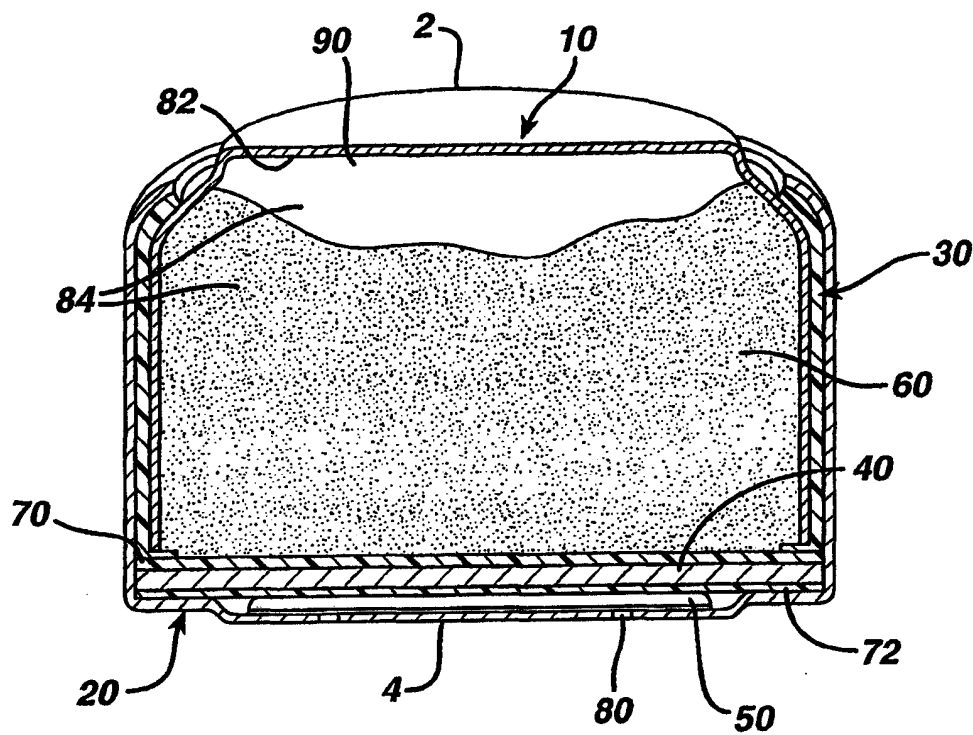


图 2

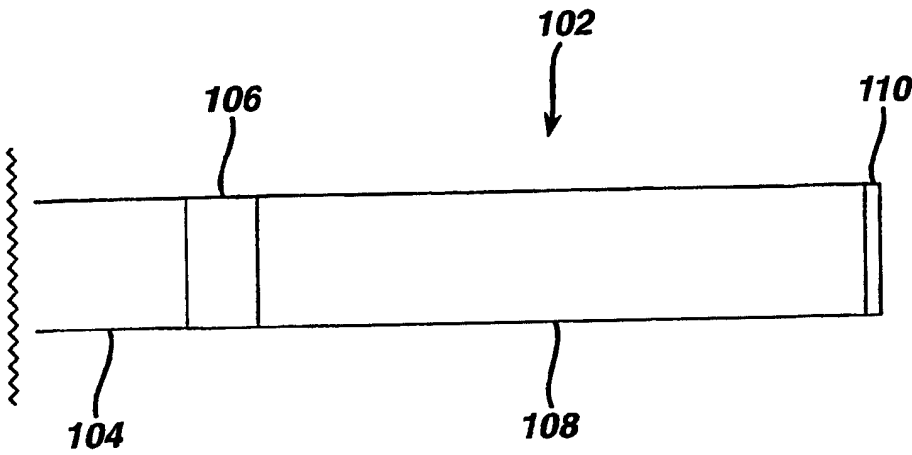


图 3

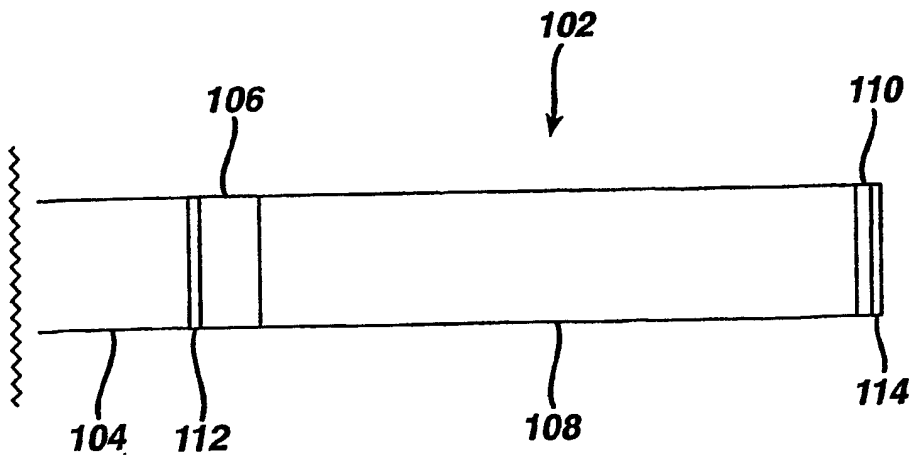


图 4

三层复合板：采用5欧姆电路的铜表面产气测试
T = 22C, 样片面积 = 12.16cm²

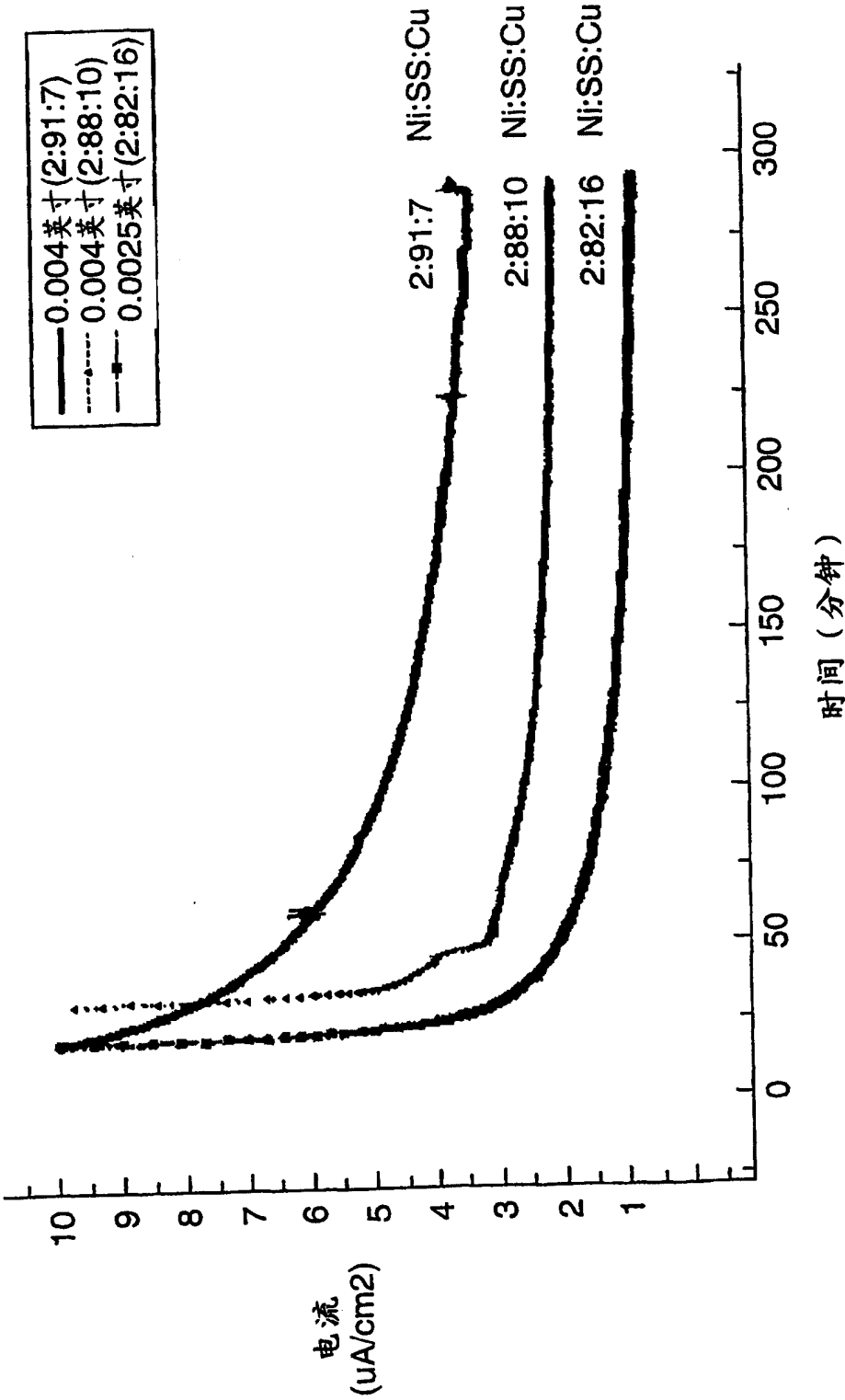


图5

在锌空气钮扣电池内部的平均气压

