

[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 03822486.0

[51] Int. Cl.

H01M 6/08 (2006.01)

H01M 4/75 (2006.01)

H01M 6/06 (2006.01)

[45] 授权公告日 2009 年 7 月 22 日

[11] 授权公告号 CN 100517823C

[22] 申请日 2003.9.17 [21] 申请号 03822486.0

[30] 优先权

[32] 2002.9.20 [33] US [31] 10/251,002

[32] 2003.2.28 [33] US [31] 10/376,830

[86] 国际申请 PCT/US2003/029360 2003.9.17

[87] 国际公布 WO2004/027899 英 2004.4.1

[85] 进入国家阶段日期 2005.3.21

[73] 专利权人 永备电池有限公司

地址 美国俄亥俄州

[72] 发明人 W·黄 P·J·斯勒扎克

[56] 参考文献

US5489493A 1996.2.6

WO01/99214A1 2001.12.27

US2001/0028976A1 2001.10.11

US4042756A 1977.8.16

审查员 刘子晓

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 卢新华 庞立志

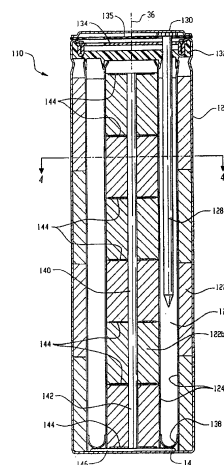
权利要求书 5 页 说明书 25 页 附图 7 页

[54] 发明名称

电极界面面积增大及活性材料增多的蓄电池

[57] 摘要

采用在一个或多个电极中增加至少一个第二阳极或阴极，减小有效最大电极厚度，及增大活性材料的密度的方法，提供了一种碱性电池组电池，改善了其在高速及高功率下的放电容量，而并不损失在低速及低功率下的容量。



1. 一种电化学原电池组电池, 包括一个容器, 一个包括氧化锰和碳的第一正电极, 一个包括锌的第一负电极, 一个被置于相邻正负电极间的隔膜, 和一种包括碱性水溶液的电解质; 其中:

该电池包括一个正负电极中至少之一的第二电极;

所有第一和第二电极都是彼此同轴排列而极性交替的, 以使各第一和第二电极具有至少一个表面, 通过隔膜与另一个同轴电极相交界; 和

按体积计, 至少第一正电极含有大于 60 % 而不大于 80 % 的固体材料。

2. 按照权利要求 1 定义的电池组电池, 其中在至少第一正电极中的固体材料含量大于 70 体积%。

3. 按照权利要求 2 定义的电池组电池, 其中在至少第一正电极中的固体材料含量至少 75 体积%。

4. 按照权利要求 3 定义的电池组电池, 其中在各同轴正电极中的固体材料含量至少 75 体积%。

5. 按照权利要求 1 定义的电池组电池, 其中该电池包括第一和第二正电极, 第一正电极是被置于第二正电极径向向外的, 而第二正电极是一个中心同轴电极。

6. 按照权利要求 5 定义的电池组电池, 其中各同轴电极具有一个环圆筒形界面的形状和一个径向厚度, 第一正电极径向厚度对第二正电极径向厚度的比例是 0.5 : 1 - 1.3 : 1。

7. 按照权利要求 6 定义的电池组电池, 其中第一正电极径向厚度对第二正电极径向厚度的比例是 0.6 : 1 - 1.0 : 1。

8. 按照权利要求 7 定义的电池组电池, 其中第一正电极径向厚度对第二正电极径向厚度的比例是 0.7 : 1 - 0.8 : 1。

9. 按照权利要求 5 定义的电池组电池, 其中第一和第二正电极各有一个理论容量, 第一正电极理论容量对第二正电极理论容量的比例是 1.5 : 1 - 4.0 : 1。

10. 按照权利要求 1 定义的电池组电池, 其中第一正电极是最外同轴

电极。

11. 按照权利要求 10 定义的电池组电池, 其中第二正电极包括氧化锰, 并具有一个集流器, 其包括具有选自栅格、丝网、穿孔金属片和金属网形式的第一导电部件。

12. 按照权利要求 11 定义的电池组电池, 其中第二正电极集流器的至少一个第一导电部件被置于第二正电极径向的外部份内。

13. 按照权利要求 11 定义的电池组电池, 其中第二正电极集流器的至少一个第一导电部件从被置于中心的第二导电部件径向地向外延伸, 第二导电部件具有一种选自线丝、细杆、钉和棒的形式。

14. 按照权利要求 1 定义的电池组电池, 其中第一负电极具有一个集流器, 包括具有选自线丝、细杆、钉和棒形式的单一导电构件。

15. 按照权利要求 1 定义的电池组电池, 其中该电池包括至少两个同轴正电极, 各同轴正电极占有一定体积, 该电池占有一总同轴正电极体积和一总同轴正电极界面面积, 总同轴正电极界面面积对总同轴正电极体积的比例是至少  $5.0 \text{ cm}^2 : 1 \text{ cm}^3$ 。

16. 按照权利要求 15 定义的电池组电池, 其中总同轴正电极界面面积对总同轴正电极体积的比例小于  $25 \text{ cm}^2 : 1 \text{ cm}^3$ 。

17. 按照权利要求 16 定义的电池组电池, 其中其最外同轴正电极的界面面积对体积的比例不超过  $8.0 \text{ cm}^2 : 1 \text{ cm}^3$ 。

18. 按照权利要求 17 定义的电池组电池, 其中总同轴正电极界面面积对总同轴正电极体积的比例为  $5.6 : 1 - 6.9 \text{ cm}^2 : 1 \text{ cm}^3$ 。

19. 按照权利要求 5 定义的电池组电池, 其中第一正电极最小径向厚度为至少 0.060 英寸。

20. 按照权利要求 1 定义的电池组电池, 其中各同轴正电极具有一个与集流器的接触表面和一个集流器接触面面积, 各同轴正电极包括电解二氧化锰, 对各同轴正电极该集流器接触面面积是至少每克电解二氧化锰  $1.8 \text{ cm}^2$ 。

21. 按照权利要求 1 定义的电池组电池, 其中各同轴正电极具有一个与集流器的接触表面和一个集流器接触面面积, 各同轴正电极具有一个电极-集流器接触电阻, 在  $21^\circ\text{C}$  测定时, 此电阻值为每平方厘米的接触面面积小于 2 毫欧。

22. 按照权利要求 1 定义的电池组电池, 其中:

至少正负电极中之一的第二电极至少是正电极;

各第一和第二正电极在 21℃ 下测定时, 具有不超过 0.5 欧姆-厘米的电阻率;

各第一和第二正电极具有一定体积;

各第一和第二正电极具有一个与集流器的接触表面和一个集流器接触面面积; 和

各第一和第二正电极的集流器接触面面积为每  $\text{cm}^3$  体积的电极至少有  $5.0 \text{ cm}^2$ 。

23. 按照权利要求 1 定义的电池组电池, 其中至少正负电极中之一的第二电极至少是正电极, 各第一和第二正电极包括氧化锰和碳, 第一正电极被置于靠近该容器侧壁, 其氧化锰 : 碳的重量比为 15 : 1 - 30 : 1。

24. 按照权利要求 23 定义的电池组电池, 其中在第一正电极中氧化锰 : 碳的重量比是 18 : 1 - 25 : 1。

25. 按照权利要求 23 定义的电池组电池, 其中在第二正电极中氧化锰 : 碳的重量比是 14 : 1 - 16 : 1。

26. 按照权利要求 1 定义的电池组电池, 其中第一正电极不是最外同轴电极, 而是与包括被置于第一正电极内的径向延伸部件的集流器接触的。

27. 按照权利要求 1 定义的电池组电池, 其中第一正电极不是最外同轴电极, 而是与包括被置于第一正电极径向外表面处的构件的集流器接触的。

28. 按照权利要求 1 定义的电池组电池, 其中至少一个同轴电极界面具有不同于圆筒的形状。

29. 按照权利要求 28 定义的电池组电池, 其中不同于圆筒的形状包括径向地延伸的叶瓣, 各叶瓣包括凸面和凹面。

30. 按照权利要求 29 定义的电池组电池, 其中所有凸面和凹面的半径均不小于 0.030 英寸。

31. 按照权利要求 30 定义的电池组电池, 其中所有凸面和凹面的半径均不小于 0.060 英寸。

32. 按照权利要求 29 定义的电池组电池, 其中各叶瓣具有垂直于该

叶瓣径向中心线的某一宽度，它不随对电池纵轴的径向距离增加而减少。

33. 按照权利要求 32 定义的电池组电池，其中各叶瓣的宽度随对电池纵轴的径向距离增加而增加。

34. 按照权利要求 1 定义的电池组电池，其中该电池还包括至少一个电极未与第一正负电极同轴排列。

35. 一种电化学原电池组电池，包括一个容器，一个包括氧化锰和碳的第一正电极，一个包括锌的第一负电极，一个被置于相邻正负电极之间的隔膜，和一种包括碱性水溶液的电解质；其中：

该电池包括至少正负电极中之一的第二电极；

其中的正负电极彼此同轴交替地排列，以使各第一和第二电极具有至少一个表面，通过隔膜与另一个同轴电极相交界；

按体积计，至少第一正电极含大于 60 % 而不大于 80 % 的固体材料；

各同轴正电极具有一个理论容量和一个界面面积；

组合同轴正电极的总理论容量对总界面面积的比例是 180 - 220 mAh : 1 cm<sup>2</sup>。

36. 按照权利要求 35 定义的电池组电池，其中在至少第一正电极中的固粒材料含量大于 70 体积%。

37. 按照权利要求 36 定义的电池组电池，其中在至少第一正电极中的固粒材料含量至少 75 体积%。

38. 按照权利要求 37 定义的电池组电池，其中在各同轴正电极中的固粒材料含量至少 75 体积%。

39. 按照权利要求 38 定义的电池组电池，其中在至少第一负电极中的锌浓度是 70 - 76 重量%。

40. 按照权利要求 35 定义的电池组电池，其中各同轴电极具有一个圆筒形的界面。

41. 按照权利要求 35 定义的电池组电池，其中各同轴正电极具有一不大于 0.5 ohm-mm 的电阻率，具有一定体积，一总界面面积，和一个不小于 5.0 cm<sup>2</sup> : 1 cm<sup>3</sup> 的总界面面积 : 体积的比例。

42. 按照权利要求 41 定义的电池组电池，其中总界面面积 : 体积的比例是至少 6.0 cm<sup>2</sup> : 1 cm<sup>3</sup>。

43. 按照权利要求 35 定义的电池组电池，其中第二电极是正电极，

第一和第二正电极组成不同。

44. 按照权利要求 35 定义的电池组电池，其中第二电极是负电极，第一和第二负电极组成不同。

45. 按照权利要求 35 定义的电池组电池，其中该电池组电池是 LR6 电池。

46. 一种电化学原电池组电池，包括一个容器，一个包括氧化锰和碳的第一正电极，一个包括锌的第一负电极，一个被置于相邻正负电极之间的隔膜，和一种包括碱性水溶液的电解质；其中：

该电池包括至少正负电极中之一的第二电极；

其中的正负电极彼此同轴交替地排列，以使各第一和第二电极具有至少一个表面通过隔膜与另一个同轴电极连接；

按体积计，至少第一正电极含大于 60 % 而不大于 80 % 的固粒材料；

各同轴正电极具有一体积和一界面面积；和

这些同轴正电极的总界面面积对总体积的比例是  $5.6 \text{ cm}^2 : 1 \text{ cm}^3 - 6.9 \text{ cm}^2 : 1 \text{ cm}^3$ 。

47. 按照权利要求 46 定义的电池组电池，其中该电池组电池是 LR6 电池。

## 电极界面面积增大及活性材料增多的蓄电池

### 发明背景

本发明涉及电化学电池组电池，尤其碱性锌-二氧化锰电池。

装有电化学电池的蓄电池用于作为电子器件的能源。理想的蓄电池应当不论其功率大小、温度、或操作条件，都是既便宜，放电容量又不受限制的。此外，它也应当具有不受限制的储存期限，在所有条件下均安全，而且对用户不可能误用或使之机械损伤的。尽管这样一种理想的蓄电池是不可能的，但蓄电池制造商们仍在努力设计和制造这种理想的蓄电池。在实际蓄电池中，仍然存在必须做出的折衷和让步。对蓄电池供电电子设备的需求是蓄电池和电池设计中的重要因素。例如，许多器件都具有蓄电池箱，这限制了蓄电池或蓄电池组的尺寸和形状，而蓄电池/蓄电池组的放电特征都必须足以在期望使用条件下能使器件运转起来。

有些设备制造商仍在不断设法增大电器的容量和特点，同时减小尺寸。这就导致了越来越需要能提供较高功率的蓄电池，而不致损害蓄电池其它工作特性诸如对长放电使用期(高容量)、长储存期、耐渗漏和易制造和成本低，达到不可接受的程度。对于用户可替换蓄电池式的便携器件，这种增大功率需求的趋势是显而易见的。尽管这种趋势针对的是高速(即电流)和高功率放电性能较好的蓄电池，但并非所有器件都有这种高速/高功率的要求，而且对蓄电池也有在低至中等放电速率和功率下容量大的要求。

实现高蓄电池容量尤其是对高速和高功率放电的挑战。蓄电池是能够仅输送一部分其理论容量的(只要蓄电池中活性材料的放电反应 100 % 有效，就会达到最大容量)，而这部分(放电效率)又随放电速率和功率的增大而降低。

有许多因素影响蓄电池和它们所含电池的放电效率。一个因素是电极间的界面面积。增大界面面积一般对电流密度、内阻、浓差极化、及其它能够影响放电效率的特征都有好的影响。在过去，已采用各种方式

增加了电极界面面积,包括采用不规则界面的电极表面,和使被装在另一电极内的电极有多个空腔。对于这种电池设计的实例,可参见美国专利 US 6,410,187、6,342,317、6,261,717、6,235,422、5,869,205、及国际专利公告 WO 02/17414。螺旋卷绕电极设计也已用于电池中,以增大电极界面面积,提高在高速放电时的效率和容量。

能影响放电效率的另一个因素是电极孔隙率(即,未被固体材料占据电极体积的百分比)。用这种方法增大电解质溶液量,可改善电极内的离子迁移,从而减小电极极化,尤其在高速和高功率放电过程中。通过增大电极孔隙率,使其中放电效率提高的电池的实例,披露于美国专利 US 6,207,322 和国际专利公告 WO 01/99214 中。

电极导电率是另一个能够影响放电效率的因素。电极越导电,电池的内阻越低。增大电极中高导电材料的比例,能够提高电极的导电率,诸如增大在碱性  $\text{Zn/MnO}_2$  电池中的石墨对  $\text{MnO}_2$  的比例。通过增大电极和其集流器间的接触面积,也可以降低电池内阻达到某一程度。通过改变集流器的尺寸和形状能够实现这一点。这种方法的实例,在国际专利公告 WO 01/97302 和 WO 01/97298 中可以找到。

尽管制造商们通常提供了不同类型的蓄电池,其不同电化体系、结构特点和配方,均符合蓄电池供电的器件的不同要求,但最好要尽可能地用单一类型的蓄电池满足宽范围器件的要求。这样做易于保持较低的费用,避免用户在具体器件运用中混淆蓄电池类型。但是,上述改善高速和高功率放电性能的方法,通常是以消耗能放进固定外形尺寸的电池中的活性材料数量而因此损耗其理论容量为条件的。例如,增大电极界面面积,要求电极间有更多的隔膜;增大电极孔隙率或高导电材料的比例,却降低了电极中活性材料的密度;和增大集流器体积,却保留了较小的电极体积。所有这些都倾向于减少电池中活性材料的数量,从而减小了电池能释放的最大容量。

除在较低放电速率和功率下影响容量不利外,上述提高放电效率的方法还可能有另外的一个或多个缺点,诸如电池设计更复杂,制造工艺更困难,制造易变性增大,废料较多,对质量问题更敏感和生产成本增大。上述方法也难以适应现有的电池设计、工艺和设备,而要求巨大商业投资。

装有含锌负电极(阳极),二氧化锰正电极(阴极)和碱性电解液(如含

氢氧化钾水溶液)的碱性蓄电池,尤其原生(primary)蓄电池,是通过用户可替换蓄电池对电子器件供电的通用能源。尽管以上的原理一般适用于电化学电池,但它们是和用户可替换原生碱性电池和蓄电池尤其相关的,对其实行外观表示尺寸和形状的工业标准。

由上述看来,本发明目的在于提供一种电化学电池组电池,尤其原生碱性  $\text{Zn/MnO}_2$  电池组电池,其高速和高功率放电特征优异,而且对中、低速及功率放电的容量也极佳。

本发明另一目的在于提供一种原生碱性  $\text{Zn/MnO}_2$  电化学电池组电池,它便宜又易于制造,容量高,在要求温度和操作条件下运行良好,储存期长,安全可靠,而且不易于因用户误用或机械损伤而发生故障。

提供一种经济的电池组电池,其电极界面面积大,活性材料密度高,使之商业化基建费用最少,也是本发明的目的。

### 发明综述

采用本发明电化学电池组电池,达到了上述目的,克服了已有技术的上述缺点。本发明一方面涉及电化学原电池组电池,包括一个容器,一个包括氧化锰和碳的第一正电极,一个包括锌的第一负电极,一个被置于相邻正负电极间的隔膜和一种包括碱性水溶液的电解质。该电池包括至少正负电极中之一的第二电极,所有第一和第二正负电极均被彼此同轴、极性交替地排列,以使各第一和第二电极具有至少一个表面通过隔膜与另一同轴电极连接。在至少第一正电极中固体材料含量高于 60%,而不超过 80 体积%。

在另一方面,本发明涉及一种电化学原电池组电池,包括一个容器,一个包括氧化锰和碳的第一正电极,一个包括锌的第一负电极,一个被置于相邻正负电极间的隔膜和一种包括碱性水溶液的电解质。该电池包括至少正负电极中之一的第二电极,所有第一和第二正负电极均被彼此极性交替地同轴排列,以使各第一和第二电极具有至少一个表面通过隔膜与另一同轴电极相交界。在至少第一正电极中固体材料含量大于 60-80 体积%,同轴正电极的总理论容量对总界面面积的比例是  $150 \text{ mAh} : 1 \text{ cm}^2$  至  $220 \text{ mAh} : 1 \text{ cm}^2$ 。

在又另一方面,本发明涉及一种电化学原电池组电池,包括一个容器,一个包括氧化锰和碳的第一正电极,一个包括锌的第一负电极,一个被置于相邻正负电极间的隔膜和一种包括碱性水溶液的电解质。该电

池包括至少正负电极中之一的第二电极,所有第一和第二正负电极均被彼此同轴极性交替地排列,以使各第一和第二电极具有至少一个表面通过隔膜与另一同轴电极相交界。在至少第一正电极中固体材料含量大于60-80 体积%,其界面面积对各同轴正电极的体积比例是  $5.6 \text{ cm}^2 : 1 \text{ cm}^3$  至  $6.9 \text{ cm}^2 : 1 \text{ cm}^3$ 。

参考以下说明书、权利要求项和附图,将会对本发明的这些及其它特征、优点和目的有进一步理解和认识。

除非另作说明,这里采用以下定义和方法:

(1) "彼此同轴排列的电极"指的是同轴电极被置于使在外的电极直接径向完全环绕各内电极;同轴电极可以但不一定都有一个公共纵轴;螺旋卷绕的电极不被认为是彼此同轴排列的。

(2) "极性交替地同轴排列的电极"指的是同轴电极的径向排序是要使相邻同轴电极极性相反更迭于正负之间(如负-正-负、正负-正、负-正-负-正和正-负-正-负)。

(3) "固体材料"指的是在 20 - 50 重量% KOH 范围的任何 KOH 水溶液中溶解度不大的材料(即按水的重量计,溶解度小于 1 %的)。

(4) 固体材料含量(即固粒百分数和固粒充填百分数),其确定可采用电极中所有固体材料体积的总合除以电极总体积并对其得数乘以 100 %的方法。

(5) 电极中固体物料的体积,可以通过材料重量除以其真密度的方法确定,如通过氦 pycnometry 或可比方法确定。

(6) "电极孔隙率"指的是电极中非固体材料的体积百分数,可采用非固体材料(液体、溶于该液体的材料和捕集气体)的体积总合除以电极总体积的方法确定。当以%表示时,电极孔隙率等于 100%减去电极固粒体积百分数。

(7) "电极体积"指的是在电极外表面以内的容量。

(8) "电极界面"指的是相邻于异极性电极的电极表面。尽管相邻电极的界面形状和尺寸通常彼此非常相似,以便最有效地利用电池内体积,但一个电极可以略微延伸越过另一个电极,以防止制造中的内部短路和适应易变性。界面面积是整个界面的表面面积,包括其可延伸越过相邻电极的对应界面的任何部分。

(9) 电极的"有效厚度"指的是从电极中任何活性材料至该电极最靠近

界面间的最大距离。

(10) 电极的理论容量是，假定所有活性材料均按照标称放电反应发生反应，以电极中活性材料的比容量(以 Ah/g(每克安培小时)计)为基准的一种计算容量。除非另有陈述的或明显的，这里所用的对电解二氧化锰的比容量是 0.379 Ah/g，假定所有参加反应的锰为  $Mn^{+2.67}$  (平均值为约每克 Mn 原子 1.33 电子)，锌的比容量是 0.820 Ah/g。

(11) 圆筒形状的物体包括其表面偏差微小的物体，诸如由于表面正常不均匀性的(如凹凸不平)和微小逐渐变细的那些(如是共同有利于电极成型过程或组装过程中两相邻电极表面的配合偏差的)。环电池外筒的形状不包括故意形成的叶瓣、结节(nodules)、脊(ridges)、凸出(protrusions)、凹槽(grooves)、排屑槽(flutes)、通道(channels)、凹痕(notches)、凹座(dimples)、起皱(corrugations)、涟波(ripples)等形状。

除非这里另作说明，所有披露的特征和范围都是在室温下(20 - 25 °C)下确定的。

#### 附图简要说明

在附图中：

图 1 是沿电池纵轴所取的常规电池组电池横断面视图；

图 2 是对图 1 中的电池组电池在 II - II 线段处所取的垂直于该电池纵轴的横断面视图；

图 3 是对本发明第一实施方案电池组电池沿电池纵轴所取的横断面视图；

图 4 是对图 3 中实施方案的电池组电池，沿垂直于电池纵轴但不包括中心电极集流器和阳极集流器所取的横断面视图；

图 5 是对本发明第二实施方案电池组电池，沿电池纵轴所取的横断面视图；

图 6 是对本发明第三实施方案电池组电池，沿电池纵轴所取的横断面视图； 和

图 7 是对本发明第四实施方案电池组电池，沿电池纵轴所取的横断面视图。

#### 详细说明

本发明的碱性电池组电池是一种大电极界面面积的电池，是由于将

如图 1 所示常规电池的一个电极的电极材料分开，变成两个独立的电极的结果，如图 3 所示电池。

参照图 1，说明一种常规原生碱性电化学电池组电池 10。电池 10 包括一个外壳，包括一个带有侧壁的电池外筒 12，封闭底端 14 和开口顶端 16。正极接线柱盖 18 被焊接或搭接在电池外筒底部 14 上。另外，可以把电池外筒底部 14 制成包括正极接线柱盖 18 的形状，以便起正极接线柱作用并免去了单独盖的必要。对电池外筒开口顶端 16 装配的是一个盖和密封组件和一个负极接线柱盖 30。可沿电池外筒侧壁 12 的外表面，形成塑料膜标签 20 或其它护套。标签 20 可以沿正负极接线柱盖 18 和 30 的圆周外边缘延伸。沿电池外筒内表面形成正电极(阴极)22。使阴极 22 与电池外筒一部分直接接触，该电池外筒起阴极集流器作用，构成阴极 22 和正极接线柱盖 18 之间的电连接。负电极(阳极)26 被置于阴极 22 中的空腔内，在阴极 22 和阳极 26 之间有一个隔膜 24。一层隔膜 38 也被置于阳极 26 和电池外筒底部 14 之间。阳极集流器 28 从负极接线柱盖 30 延伸进入阳极 26，以构成阳极 26 和盖 30 之间的电连接。密封环 32 被置于电池外筒开口端 16 内，使电极材料和电解质包含在该电池外筒内。内盖 34 对密封 32 提供压缩支撑，以达到阻止材料从电池 10 渗漏所需的水平。密封 32 也使负极接线柱盖 30 与该电池外筒侧壁 12 电绝缘。阴极 22 和阳极 26 被彼此同轴排列，以分享电池 10 的纵轴 36 作为共轴。

图 2 是对图 1 电池 10 在 II - II 线段处所取的横断面视图。阴极 22 为中空圆筒形状，其内表面一般平滑。阴极 22 外表面一般与该电池外筒侧壁 12 的内表面形状一致。阴极 22 的外表面可以是与该电池外筒侧壁 12 直接接触的。阴极 22 也有限定一个空腔的内表面，阳极 26 被置于由此阴极 22 内表面所限定的圆筒形空腔内。隔膜 24 被置于阴极 22 和阳极 26 之间。

本发明电池的一个实施例示于图 3 中。电池 110 类似于电池 10，但它有两个阴极，外阴极 122a 被置于靠近电池外筒侧壁 12 的内表面处，中心阴极 122b 被置于该电池的中心。单个阳极 126 被置于由阴极 122a 和 122b 所限定的空腔内。隔膜 124 被置于阳极 126 与各阴极 122a 及 122b 之间。

因为阳极 126 未被置于电池中心处，阳极集流器 128 位置被改变，从纵轴 36 延伸进入位置改变了的阳极 126 中。电池 110 有一个对中心阴

极 122b 单独的集流器 140。中心集流器 140 处于与电池外筒底部 14 电连接中。该集流器 140 包括导电中心细杆(pin)142 和几个导电水平挡版 144, 处于与导电中心细杆 142 电连接, 以提供与阴极 122b 的附加接触面积。集流器 140 也有一个导电基底 146, 以利于集流器 140 连接至电池外筒底部 14。底部绝缘体 138 被置于中心阴极和外阴极 122a 及 122b 之间形成的空腔的底部, 以使阳极 126 与电池外筒底部 14 及集流器基底 146 电绝缘。

电池 110 也有一个环形密封 132、内电池盖 134 和负极接线柱盖 130, 起着与电池 10 相应部件的同样作用。因为电池盖 134 处于与电池外筒的向内翻边的顶边缘电接触中, 绝缘垫圈 135 被置于电池盖 134 和负极接线柱盖 130 之间。末端盖 130 被焊接在阳极集流器 128 的顶部, 以保持它处于电池 110 之上的位置。在图 3 说明的实施方案中, 也可包括一个护套和正极接线柱盖, 图 3 未示出。

图 4 是对图 3 电池 110(不包括集流器 128 和 140)垂直于电池纵轴所取的横断面视图。阴极 122a 及 122b 和阳极 126 是沿纵轴 36 被同轴地放置的。

将阴极材料分割为两个同轴电极, 如电池 110 中的, 减小电极界面处的电流密度, 从而与电池 10 相比提高了放电效率。随放电速率或功率的提高, 也增加了对效率的提高。因为电极界面面积增大, 需要有更多的隔膜材料, 以隔离阳极和阴极。隔膜的附加体积使电池中可提供给电极材料的体积减小, 部分抵消了由于界面面积增大而对放电容量产生的任何好影响。电极体积减小对低速和低功率放电是尤其明显的, 此刻效率增加对放电容量影响小。

本发明的另一特征是有有效电极厚度低。减小电极厚度, 也使放电过程中电极极化效应减弱, 因为缩短了放电反应所涉及的离子必须移动的最大距离。只要另外没有什么改变, 减小的电极厚度应当进一步有助于电池放电效率提高, 但随电极界面面积增大, 电池的理论容量却因电极体积较小仍然会降低。

减小电极厚度, 构成了以几种方式对电极总体积减小至少部分补偿的机会。因为电极极化效应在较薄的电极中较小, 高电极孔隙率就不如高速和高功率放电的高效率那样重要。因此, 可以增加电极的固粒含量, 来增大电池中活性材料的数量。较薄的电极也减小了为达到电极所需的

低电阻率对电极中惰性导电材料的需求,所以可以减少导电材料(如石墨)的数量,而增加活性材料(如二氧化锰)的数量。在这些方式中,通过增加阴极和阳极二者之一或二者中的活性材料百分比的影响,可以至少部分地抵消增加隔膜体积以减少电池理论容量的影响。

由于以上原因,在按照本发明制造的电池中,伴随电极界面面积增加而理论容量的减小可被降低到最小,但与单个阳极和单个阴极的常规电池相比,却实际上可能被增加了。由此,本发明不仅提供了一种在强电流和高功率放电下放电容量提高的电池,而且它至少也使极低速和低功率放电下电池容量的任何降低被减至最小。

图3和4所示和上述的电池是本发明的一个实施方案。它有两个阴极和一个阳极,一个阴极被置于靠着该电池外筒侧壁的内表面,另一个阴极被置于电池的中心,而阳极被置于这两个阴极之间的空腔内。在另一实施方案中,该电池可以有两个同轴阳极和一个在这两个阳极之间的阴极。在又一个实施方案中,此电池可以有两对交替的阳极和阴极,所有都同轴地被排列,其一个阴极或阳极被置于靠着该电池外筒侧壁。一个电池甚至带有更多个同轴电极的也是可能的,只要电池的宽度足够大。

在本发明一些实施方案中,所有阴极都有同样的组成,所有阳极有同样的组成。在其它实施方案中,同样电极(阴极及/或阳极)的组成可以是不同的。例如,在电池110中,阴极122a可以有不同于阴极122b的组成。组成中的差异可以是一个特征或若干特征的任何组合,包括但不限于:活性材料的类型(如电解级 $\text{MnO}_2$ 对化学品级的 $\text{MnO}_2$ )、活性材料的形式(如大颗粒对细颗粒)、活性材料对惰性导电材料的比例、电极孔隙率、粘合剂的数量和类型、和添加剂的数量和类型。在其它实施例中,在电池中的两个阳极之间可以存在同样类型的差异。

可利用普通型的容器、密封、减压孔等,制造本发明的电池。例如,一种原生碱性锌/ $\text{MnO}_2$ 电池,可以有一个包括钢制电池外筒的容器,其外表面镀有镍。此电池的开口端可以用由聚合材料诸如耐纶、聚乙烯、聚丙烯等制成的密封,使之封闭。此电池也可以有一个或多个金属盖被置于电池开口端,以便在使电池外筒的顶部边缘向内翻边及/或缩小直径时盖子(几个盖子)与密封和电池外筒结合在一起,以压缩密封这些电极和电解质于电池中。制造可暴露于电极或电解质中的电池部件,应采用对

在电池预期存储和使用条件下接触这些材料是稳定的材料。电池外筒有一个可处于密封下的减压孔，一个电池盖或一个电池外筒壁。每个电极均有一个集流器，以构成电极和适宜电池接线柱间的电连接。该电池外筒对靠着该电池外筒内表面所形成的电极可以起集流器作用，在这种情况下，可以对该电池外筒表面涂布含碳(如石墨)的涂料，以改善与电极的电接触。适宜石墨涂料包括 LB1000 和 LB1090 (TIMCAL America, Ltd., Westlake, OH, USA 公司的)、Eccocoat 257 (W. R. Grace & Co. 公司的)和 ELECTRODAG® 109 和 112 (Acheson Colloids Company, Port Huron, MI, USA 公司的)。另外，外电极可以是与该电池外筒电绝缘的，并有一个单独的集流器。此电池也可以有一个或多个起电池接线柱作用的盖子。当此电池外筒与电极处于电连接时，可以把电池外筒底部制成接线柱形状的，从而免去为此目的单独盖的必要。

本发明的电池至少一个阴极含有氧化锰作为正极活性材料。氧化锰可以是适宜作为碱性锌-氧化锰电池中活性材料的任何氧化锰。适合于本发明使用的氧化锰一般具有接近于  $MnO_2$  的分子式，因此，可以被认为是二氧化锰，不过它们一般含有少量锰原子价不是+4 的锰氧化物。可以使用的锰氧化物的实例是天然二氧化锰(NMD)、化学品二氧化锰(CMD)和电解二氧化锰(EMD)。EMD 一般具有最大的理论容量，因为其纯度较高和密度较大。适宜的 EMD 可以由 Kerr-McGee Chemical Corp 有限公司获得(Oklahoma City, OK, USA)，或由 Erachem Comilog, Inc. (Baltimore, MD, USA)有限公司获得。对于 EMD，可能最好的是具有高电势(如 pH-电压至少 0.86)和低含钾量(如小于 200 ppm)的，如国际专利公告 WO 01/11703 所披露的。除氧化锰之外，此电池也可以含有另一种正极活性材料，或处于如氧化锰的同样阴极中，或处于单独的阴极中。适宜共阴极材料是与电池中所用的氧化锰相匹配的，可以选择其使电池达到某一所需电压或放电特征。可以与锰氧化物结合使用的活性材料的实例包括，但不局限于，其它锰氧化物，银氧化物、镍氢氧化物等。

因为锰氧化物具有较高的电阻率，本发明的含锰氧化物的阴极一般将包括一种非活性的高导电材料。通常使用碳材料，诸如石墨和石墨化碳。适宜的石墨包括天然的和人造的石墨，而且可以是各种形态的，包括粉末、碎片、纤维等。适宜的石墨粉可以由 Timcal America (Westlake, OH, USA)公司和 Lonza, Ltd. (Switzerland)有限公司获得。国际专利公

告 WO 99/00270 披露了一种适宜的膨胀石墨, 可从 Superior Graphite Co. (Chicago, IL, USA) 公司获得。一般, 当石墨是碎片和纤维型时, 对石墨的需要量比对当这些颗粒是更球形时的需要量小一些, 不过石墨片和纤维一般费用都比石墨粉的更高一些。也可以使用不同类型石墨的混合物。

本发明电池中所用阴极可以包括少量强度粘合剂。随电极厚度减小, 这一点显得更为重要。适宜粘合剂材料包括聚四氟乙烯、聚乙烯、二嵌段苯乙烯、乙烯和丙烯的共聚物、聚丙烯酸、和聚(丙烯酸-共钠-4-苯乙烯磺酸盐)。可以单独地或组合地使用粘合剂材料, 诸如聚四氟乙烯和聚丙烯酸(按 3: 1 重量比)的一种混合物。一般最好要保持粘合剂数量最少, 但在任何给定电极中使用量将会不同, 这要根据需要多少才能达到所用制造工艺所必须的强度。如果需要粘合剂, 其数量一般在约 0.1 - 6.0 重量%的范围, 更一般在 0.2 - 2.0 重量%。

也可以在阴极中包括少量添加剂, 诸如硫酸钡、二氧化钛、和 n-型二氧化钛, 例如用以改善放电性能。可以采用掺杂铌的二氧化钛, 作为使高速放电性能最大化的添加剂, 其电阻率小于 10 ohm-cm(欧姆-厘米), 如国际专利公告 WO 00/79622 所披露的。

根据其成形工艺, 通常使少量水(按固体阴极材料重量计, 如 1.5-8.0 %), 其中溶解有或无电解质盐, 与干燥阴极成分混合一起, 以达到阴极成形所需的稠度。例如, 对于冲压成型法, 可采用 6-8%的水, 对于环成型法, 可采用 1.5-6%的水, 更一般为 2-4%的水。

为使电池理论容量降低减到最小, 同时又增大电极界面面积, 在至少一个阴极中的固粒体积百分数应大于 60 体积%。如果固粒含量是 60 体积%或以下, 低电流和低功率放电的容量会受损失。更高的固粒含量, 如 70 体积%以上, 将导致甚至更好的低速放电容量。至少 75%的固粒充填率是优选的, 在 76-78 体积%之间的固粒对于一般在用设备是实际的。在 78%以上的固粒含量, 限于阴极材料颗粒的正常尺寸和形状, 更难于达到, 但通过小心地选择固粒形状和尺寸, 可以实现高达约 80 体积%固粒含量。

对于带有含 BMD 和石墨的阴极的电池, 其 BMD 对石墨比例可以变化很大, 如低到约 8 : 1 至 30 : 1 或更高。较高的比例趋向于有利低电流和低功率放电, 此刻, 理论电池容量更重要, 而较低的比例倾向于有利高电流和高功率放电, 此刻内阻更为重要。在本发明中, 在对放电谱图

两端需要优异性能の場合，可以采用 BMD 对石墨的重量比为约 12 : 1 - 30 : 1。在某些情況下，比例至少 15 : 1 或至少 18 : 1 是所希望的。利用碎片形状颗粒的石墨，诸如膨胀石墨，可以降低阴极内良好导电基质所需的石墨量。一般需要这种石墨达到较高的 BMD 对石墨的比例。

除促进电池理论容量外，阴极中高固粒含量也可以是有利的，因为一般随固粒百分数增加，阴极强度也提高。这易于抵消随阴极厚度降低阴极强度趋向较低的趋势。通过增加固粒含量，可降低或避免阴极中对粘合剂的要求，较低粘合剂含量意味着可把更多活性材料放入阴极混合物中。

碱性  $\text{Zn/MnO}_2$  电池的阳极可以包括一种胶凝化的锌颗粒混合物。锌可以是粉末或碎片型的，或两种类型的组合。包括铋、镉和铝的未汞齐化锌合金可以是有利的。锌粉，优选地是  $d_{50}$  约 110 微米的，可以由 Umicore (Brussels, Belgium) 公司获得，锌碎片(如 5454.3 级)可由 Transmet Corp. (Columbus, OH, USA) 公司获得。阳极也包括水、氢氧化钾电解质和一种胶凝剂。100%酸型的丙烯酸，诸如 CARBOPOL® 940，由 Noveon, Inc. (Cleveland, OH, USA) 公司提供，是一种通用胶凝剂。也可以对阳极混合物及/或电解质加入少量其它材料，以使电池中的气体发生减到最小及/或提高放电性能。这些材料的实例包括  $\text{In}(\text{OH})_3$ 、 $\text{ZnO}$  和硅酸钠。

在完成未放电的电池中，电解质内 KOH 总浓度可以在约 25 - 50 重量%范围，一般约 36 - 40 重量%范围。这个范围的较低部分对于良好强电流和高功率放电性能可能是最希望的。

与阴极固粒含量一样，阳极中固粒量是最佳化电池放电性能中的一个考虑因素，不过程度较弱，因为碱性  $\text{Zn/MnO}_2$  中的阳极可能是比阴极对极化的敏感性低一些。如同阴极一样，高孔隙阳极(即固粒体积含量百分数低)对于高电流和功率放电的效率优异不是主要的，而是对低电流和功率下的放电容量最大化有害的，因为电极薄。因此，可以采用带有较高体积百分数固粒的阳极，诸如至少 27 体积%的固粒的阳极。有时，可以采用具有 31.5 体积%或以上固粒的阳极。高固粒含量通常相当于高锌含量。由于这个原因，66 重量%或以上的锌的浓度，甚至高达 70 - 76 重量%，在本发明电池中通常是可能的，导致高电流和功率放电下以及低速率及低功率放电下优异的放电容量。

电池中阳极及阴极的相对数量，可以与常规电池中的不相上下。按

理论容量计, 阳极 : 阴极的比例, 通常是根据诸如性能优化及电池安全等因素确定的。在碱性  $\text{Zn}/\text{MnO}_2$  电池中, 阳极: 阴极的比例通常在  $0.90 : 1 - 0.99 : 1$  的范围, 假定 EMD 的电子放电为 1.33。因为按照本发明制造的电池易于更有效地利用活性阴极材料, 有时扩展此范围也是可能的, 诸如扩展至  $0.85 : 1 - 0.99 : 1$ 。

当在所有电极中的活性材料被均匀地利用时, 放电效率一般被均匀提高。均匀有效的电极厚度可以有助于这一点, 能使一种电极有效厚度与另一(另一些)电极的匹配, 从而使一个电极中的活性材料在其它电极中的活性材料消耗掉之前基本上不被用尽。对此的一种例外是, 在需要过量的正或负极活性材料(阳极: 阴极比例不等于 1)的情况下。因此, 圆筒形的形状, 其有效电极厚度均匀, 对于圆柱形电池的电极可以有利, 如图 3 及 4 电池 110 中的。对于圆柱形碱性电池, 诸如电池 110, 它有外阴极及中心阴极和一个被置于此二阴极之间的阳极, 外阴极对中心阴极的径向厚度比例可以在  $0.15 : 1$  及  $6.0 : 1$  之间。当外阴极对中心阴极的径向厚度比例在  $0.5 : 1$  和  $1.3 : 1$  之间时, 电池中的活性材料可能被利用得更有效。比例在  $0.6 : 1$  和  $1.0 : 1$  之间时, 它们甚至可以被利用得更为有效, 比例在  $0.7 : 1$  和  $0.8 : 1$  之间时, 甚至仍然更为有效, 因为中心阴极的活性材料可能趋向于比外阴极的活性材料更有效地被利用。

同样地, 外阴极中理论容量对中心阴极中的理论容量之比例可以在  $0.38 : 1$  和  $40 : 1$  之间, 但这些活性材料在此比例为  $1.5 : 1 - 4.0 : 1$  (即  $60 : 40$  至  $80 : 20$ ) 时, 一般利用得更有效, 并且在此比例为  $2.0 : 1 - 2.8 : 1$  (即  $50 : 50 - 74 : 26$ ), 诸如  $2.3 : 1$  (即约  $70 : 30$ ) 时, 利用得甚至更为有效。

一般, 相对于电极体积电极界面面积越大, 高速和高速放电效率将越好, 但隔膜体积越大和理论容量越低。对于在高、低速率和功率放电两种情况下, 具有优异放电容量的碱性  $\text{Zn}/\text{MnO}_2$  电池, 同轴阴极总阴极界面面积(即所有同轴阴极的所有界面面积总合)对总体积(即在有一个以上的同轴阴极时所有同轴阴极体积总合)的比例, 可以是在由  $4.0\text{cm}^2 : 1\text{cm}^3$  或以上。当这个比例小于  $5.0\text{cm}^2 : 1\text{cm}^3$  时, 可能对高速和高功率放电性能的改进较小, 随此比例的增加, 其性能一般应当更好。当同轴阴极的阴极总界面面积对总体积的比例大于  $8.0\text{cm}^2 : 1\text{cm}^3$  时, 利用常规碱

性电池阴极成型工艺，尤其环成型工艺，外阴极可能难以制造。当这个比例接近  $25 \text{ cm}^2 : 1 \text{ cm}^3$  时，高速和高功率的放电性能特别好，但理论容量损失接近于带有螺旋卷绕电极的电池的理论容量损失。因此，同轴阴极总界面面积：体积的比例在  $5.6 \text{ cm}^2 : 1 \text{ cm}^3 - 6.9 \text{ cm}^2 : 1 \text{ cm}^3$  能对用常规制造外电极工艺可制造的电池提供良好性能。各同轴阴极能够达到在此范围的界面面积：体积的比例。

界面面积和阴极数量之间的关系也可以用术语阴极容量表示。因此，对于组合同轴阴极，其理论容量：界面面积的比例可以在  $180 \text{ mAh} : 1 \text{ cm}^2$  至  $220 \text{ mAh} : 1 \text{ cm}^2$ 。对于外阴极这个比例(如  $80 \text{ mAh} : 1 \text{ cm}^2$  至  $200 \text{ mAh} : 1 \text{ cm}^2$ )可能比内阴极的更低(如  $100 \text{ mAh} : 1 \text{ cm}^2$  至  $240 \text{ mAh} : 1 \text{ cm}^2$ )。

对于至少其中最外的同轴电极外径是 0.5 英寸 (12.7 mm) 或更大的圆柱形碱性电池，至少 0.030 英寸 (0.76 mm) 的外阴极径向厚度可以构成强度更大的阴极。在利用环造型工艺制造的一些阴极中，至少 0.060 英寸 (1.52 mm) 的径向厚度可能是所需要的，不过其它因素，诸如粘合剂和阴极中固体材料的粒度分布，也可影响阴极强度。

电池 110 (图 3 和 4) 电极一般为环圆筒形状的，其界面一般平滑。本发明另一实施方案具有至少一种不规则形状的界面，诸如带叶瓣由其径向延伸的表面。这样增加了界面面积，从而增加较高速和功率的放电容量，甚至有些活性材料在低电流/功率放电下不可能完全被消耗。这种不规则表面可能具有径向地延伸的叶瓣，诸如波纹。这样的电极设计被披露于登记日期 2002 年 9 月 20 日的共同未决美国专利申请序列 No. 10/251,002 中。此径向延伸叶瓣具有凸和凹表面。可使成形叶瓣和其间的凹面区，以有利于放置隔膜，保证隔膜和相邻界面的电极表面之间的密切接触，或有利于电池制造和改善电池质量。例如，凸面和凹面两者都可能具有比较大的半径，如不小于 0.030 英寸 (0.76 mm)，或尤其不小于 0.060 英寸 (1.52 mm)。有时，各叶瓣可垂直于叶瓣的径向中心线具有某一宽度，随对电池纵轴径向距离的增加不减小，甚至可能增大。

在按照本发明制造的电池中，各电极均可以有一个集流器，与电极实体连接和电连接，并处于与相应蓄电池接线柱电连接中。集流器导电率高，具有足够经得住电池制造工艺的强度，而且在内电池环境中在预期储存和运用条件下在物理和化学上是稳定的。

适用于本发明电池中集流器的材料，一般适用于具有相同类型电化

学的其它电池。例如，在碱性  $\text{Zn}/\text{MnO}_2$  电池中，对于阴极集流器的适宜材料可以包括金属，诸如钢，不锈钢、镍和其合金。除金属之外的其它导电材料，诸如导电塑料，也可以使用。可以对阴极集流器的表面涂布一种导电材料，诸如含石墨涂料，以改善集流器和阴极间的接触，尤其在集流器表面是比较平滑的时候。阴极集流器可以是各种形式的，包括固体、穿孔和发泡的片材、栅格、孔网、线丝、细杆、棒等。形状也可以根据阴极的诸如尺寸、形状和位置、阴极中集流器的位置、所需接触面面积、电池制造工艺等而变化。因为阴极可以具有较高的电阻率，阴极和集流器之间的接触面面积通常比含高导电锌合金阳极的集流器的接触面面积更大。

对于碱性  $\text{Zn}/\text{MnO}_2$  电池中的阳极集流器的适宜材料，可以包括铜、黄铜和其合金。阳极集流器一般是合金的及/或涂有具有高氢超电压的金属，诸如锌、镉或锡、以便降低在电池存储和放电过程中形成氢气，尤其在阳极中的锌是未汞齐化的时候。如同阴极集流器一样，阳极集流器也可以具有各种形式和形状。因为阳极可以具有较高的导电率，使集流器与阳极的接触面积大，通常不如阴极中的那样重要，较小表面积有助于减少气体生成。因此，单个的，低表面积的集流器，诸如线丝、细杆、钉或棒作为各阳极的集流器可以是适宜的。

通常采用电池的容器作为相邻电极的集流器，如图 1 中电池 10 中的。这样可以有利，因为不需要占据电池内附加体积的另外部件，作为集流器。在相邻电极是阴极而非阳极时，利用该电池外筒作为集流器尤其有利。大接触面积对于阴极是更重要的，而且对气体生成不如阳极集流器的那样敏感。

当未将阴极靠近电池外筒内表面形成时，例如，在使阴极处于电池中心时，需要有单独的集流器，不过可以使这个集流器固定或至少电连接在该电池外筒上。最好设计此集流器使之具有同实际一样大的与阴极接触的面积，同时使集流器体积减到最小。为此目的，诸如金属网和薄金属箔的形式可以是有用的。

必须保持电极和集流器之间整个放电接触。有些电极，诸如含  $\text{MnO}_2$  作为活性材料的阴极，在放电过程中可以膨胀。当  $\text{MnO}_2$  阴极是外电极时，以电池外筒作为集流器，这不成问题，因为其膨胀迫使阴极的外部靠着电池外筒更紧。但是，当  $\text{MnO}_2$  阴极的集流器在阴极内又平行于电池纵轴

延伸时,此阴极随膨胀而远离集流器。由于这个原因,被置于阴极径向更外部的集流器,随电池放电有助于保持阴极和集流器之间的接触。例如,此集流器可能具有一种金属网状的部件,它一般平行于和处于(在上或刚在下)该电极径向外表面或在该阴极径向外一半的部分以内。集流器也可以具有径向延伸的节段,以便保持放电过程中的接触。这样的集流器也可以具有一个或更多的其它部件,诸如中心细杆,以形成与该电池负接线柱的部分电连接,及/或电连接集流器的其它部件一起。

最好的是,与其集流器组合的阴极的电阻率应当低,以达到高的放电效率。由于阴极的电阻率和阴极与集流器之间的电阻构成了总电阻率,对这两个参数可以单独加以考虑。一般,阴极电阻率不超过  $0.5 \text{ ohm} \cdot \text{cm}$  是所希望的,不过也必须考虑其对理论容量影响。每克 EMD 小于 3 毫欧的阴极集流器电阻和每平方厘米小于 2 毫欧的接触面面积的电阻,两者都表示阴极与集流器间电连接良好。阴极和阴极集流器两者的电阻可以根据阻抗光谱学,按 R. Barnard 等人 (Journal of Applied Electrochemistry(应用电化学杂志), 17, 165 - 183 (1987))所述,采用以下方法加以确定:

(1) 在待测电池的容器侧壁上钻孔。

(2) 插入滴管型锌参比电极,穿过该电池容器中的这个孔至对该电池预定的位置,根据所需做的测定:

(a) 确定电池外筒和阴极间的电阻,定位该参比电极尖端在该外阴极的外表面处;

(b) 确定内阴极和其集流器间的电阻,定位该参比电极尖端在该内阴极集流器的表面上;

(c) 确定阴极的体电阻,将该参比电极尖端定位在连接隔膜的阴极的表面上;阴极体电阻是在该点上所得电阻的测定值与由步骤 (2) (a) 或 (2) (b) 所得电阻测定值间的差值,这取决于所测定的阴极电阻。

(3) 将频率特性分析仪(如 SOLARTRON™ FRA 型 1250)与电势恒定器(如 SOLARTRON™电势恒定器/Galvonostat 型 1286)耦合连接至参比电极和该电池正极接线柱二者上。

(4) 施加频率范围在  $1\text{--}65000\text{Hz}$  的低幅交变电流( $10 \text{ mV}$ , 以保持与该体系的高信噪比的线性响应)。

(5) 根据来自对步骤(2)中各参比电极定位步骤(4)数据的尼奎斯特图(Nyquist plot)(阻抗虚数部分对实数部分),以图形与高频(通常 1000 Hz 以上)实轴交点确定电阻数值。

为提高放电效率,可以降低在阴极集流器接触面处的电流密度。当接触面大时,诸如在阴极靠近该电池外筒侧壁和该电池外筒起集流器作用时,可以实现这一点。但是,当阴极不是电池中的外电极时,接触面积大的集流器可有大的体积。作为另一方面,可以采用带有较小体积和较低集流器接触面面积的集流器,并例如通过降低 EMD 对碳比例,可降低阴极的电阻率,以补偿较高的电流密度。例如,可以采用 EMD : 碳的比例不大于 18 : 1,而且低到 12 : 1。14 : 1 - 16 : 1 的范围可能是一种适用的折衷。

另一种使放电效率最大化的方法是,使电极与其集流器之间的接触电阻减到最小。较大的集流器表面积是所希望的;电极材料导电越弱,这一点就越重要。例如,阴极中每克 EMD 至少约  $1.8\text{cm}^2$  的集流器接触面积通常对各阴极是所希望的。但是,一般最好是,使集流器的体积减到最小,以尽可能留下更多空间给活性材料。已经发现,较小一点的接触面积可以是几乎如电极足够薄的一样好。电极厚度一般直接与电池直径有关。因此,在按照本发明制造的电池中,每克  $1.5\text{cm}^2$  的 EMD 可以是几乎如 C(LR14)和 D(LR20)尺寸的电池一样好,并如较小直径 AA (LR6)号电池的每克  $1.26\text{cm}^2$  的一样小。这是因为其有效电极厚度小于在带单阴极和阳极的常规线轴设计的碱性电池的厚度。

形成碱性电池阴极的两种通用方法,可用于形成靠电池外筒侧壁的外阴极的,是环成型法和冲压成型法。在环成型法中,先形成一个或多个(通常 3 - 5)环,后将其堆叠插入(一个环在另一环的顶上)电池外筒中。电池外筒和阴极间的良好实体和电连接是所希望的,所以可以使这些环的外径制成略大于电池外筒的内径,以构成紧配合。另一方面,这些环也可略小于电池外筒,以利于插入,此后对内侧及/或顶表面施加作用力,略使这些环整形,从而迫使阴极混合物紧靠电池外筒。在冲压成型法中,将所需数量的阴极混合物放进电池外筒的底部,利用插到电池外筒中心的冲头,使之成型至所需尺寸。两种方法均各有优点和缺点。

环成型的阴极通常产生比冲击成型的阴极更好的高速放电容量。但是,必须在成型和插进电池外筒之间传送这些阴极环,一般要求成型阴

极强度比冲压成型法所要求的更高。这一点在按照本发明制造电池中更为明显，因为这些电极比同样尺寸的常规电池中的更薄，而且具有圆筒形状。

冲击成型阴极在电池外筒内形成，不必单独地处理，所以所需强度一般比环成型的阴极的低得多。这样就能够给与电池设计师在选择形状使之电极界面面积最大化方面有更大的自由度。也可减小或排除为增强阴极采用对电池放电容量影响不利的方法的需求。

环成型和冲击成型法也可适用于制造不靠近电池外筒侧壁的阴极。但是，由于形成这些阴极是不靠着电池外筒壁的，冲击成型工艺可能更困难。最好的是，在将其插到电池之前形成这种阴极。可以采用各种方法装配阴极和集流器，这取决于如何形成阴极、阴极和集流器二者的形状、和阴极和集流器的相对位置。例如，可以沿集流器形成阴极，可将集流器插入已形成的集流器中，可沿阴极外部形成集流器，可将集流器板插在阴极环之间，或可以采用这些方法的组合。用于制造和装配在加衬糊剂碳(paste-lined carbon)-锌电池中的阴极和集流器的工艺，也可以适应于本发明。

离子传导的电绝缘隔膜被用于分隔电池中阳极和阴极。可以采用任何适宜的隔膜类型和装配工艺。以下是在选择材料、形式和工艺方面的一般考虑。材料类型必须是一种适合于对其中待用电化体系电池实现所设想隔膜的功能的。使隔膜材料量减到最小，将会使对活性材料可提供的体积最大。可以通过许多途径，诸如保持隔膜中卷折和重叠最少，使增加一定量的电极界面面积所要求的附加隔膜量减到最小。

在选择隔膜材料和将隔膜装配至电池内的工艺方面，可能还必须考虑其它因素。例如，降低电极厚度可造成使隔膜片材卷折为恰当形状更为困难。如果隔膜太薄，可能出现跨越隔膜的短路电路。隔膜插入或操作余隙(Clearances)一般总是小于仅有一个阳极和一个阴极的电池中的余隙。尽管本发明不要求特殊的隔膜材料、形式或用于组装、操作、或插入电池中(以下指隔膜组装)的工艺，但都必须考虑上述因素及其它优点和缺点。例如，只要隔膜材料是片型的，对于预形成隔膜，使之与阴极内空腔形状匹配更紧密，和减小将隔膜插入电池之前的隔膜卷折体积，就会有一些优点和缺点。形成厚度十分均匀的隔膜(如通过热成型)，与阴极空腔形状十分匹配，是另一种选择。在将阴极放进电池外筒之前、

或之后，将涂料喷涂至阴极内表面上，又是另一种选择。也可能最好的是，在装配工艺不同时间在某些位置插入隔膜，或在将阴极插进电池之前，把隔膜加到一个或多个阴极上。

可以任何适宜方式，将阳极插进电池中。如果阳极在将其插进电池时是可流动的，则可通过重力将其按液体分布流出，充填阳极空腔。也可在压力下如通过挤出方法将阳极分布到电池中。如果阳极是固体，诸如大量金属锌，可以将其成型为所需形状，然后插进电池中。

可以改变将电极、隔膜和电解质插入电池中的顺序，以使最适应这些部件的组成和形状。在一组实施方案中，可将外阴极插入电池并加衬隔膜，将可流动阳极分布到中心腔内，而将其内装集流器而且其界面覆盖有隔膜的中心阴极插进电池中心，迫使阳极材料向上并环绕该中心阴极。在另一实施方案中，可靠着电池外筒侧壁形成外阴极，沿连接在电池外筒底部的中心集流器形成中心阴极，用隔膜加衬两阴极界面，和将可流动阳极分布到阴极间空腔中。

### 实施例 1

按如下所述制造对照 LR6 (圆柱形碱性  $\text{Zn/MnO}_2$ ) 电池，它具有类似于图 1 所示的常规设计。所披露的数量和尺寸均为标称值。

将其重量比例为 25 : 1 的 BMD 和膨胀天然石墨、4.45 重量% (按总阴极混合物计) 的 45 重量% KOH 水溶液、和 0.65 重量% (按总阴极混合物计) 的聚乙烯粘合剂混合一起，制造一种阴极混合物。

取若干其外表面镀有镍和内表面镀有镍和钴的钢制电池外筒，在欲使其制成为与阴极接触的内表面的部分上，涂布一种石墨涂料。此电池外筒侧壁厚度 0.010 英寸 (0.25mm)，其内径 0.526 英寸 (13.36mm)。

用工业压片机，将阴极混合物成型为若干个环，各环高 0.421 英寸 (10.69 mm)，外径 0.522 英寸 (13.26 mm)，内径 0.343 英寸 (8.71mm)。这些环的平均重量和密度分别为 2.71 克和  $3.23\text{g/cm}^3$ 。将四个阴极环插进各电池外筒中，使形成其高 1.667 英寸 (42.34 mm) 及内径 0.350 英寸 (8.89 mm) 的阴极。所形成的阴极平均密度为  $3.26\text{g/cm}^3$ ，达到固粒充填率 (固体材料体积百分数) 74.1%。

将一片长 2.244 英寸 (57.00 mm)，宽 2.087 英寸 (53.00mm) 的隔膜纸沿 0.320 英寸 (8.13 mm) 直径的一个圆心轴卷动，形成一个高 1.772 英寸 (45.01mm) 的卷绕管。将此管底部的纸向内卷折，使形成筐形，以覆盖并

符合该阴极和电池外筒底部的内表面。挤压并加热此隔膜纸,以密封隔膜各层并保持筐形。将所形成的隔膜筐插进阴极内的空腔中,加入 1.3 克的在去离子水中的 37 重量% KOH,使浸透该隔膜。

按如下比例(所有百分率均按重量计): 70.00 %的锌合金粉末、0.42% 的胶凝剂、28.39%的电解质溶液、0.02 重量%的  $\text{In}(\text{OH})_3$ 、和 1.17%的 0.1N KOH 混合一起,制备阳极凝胶混合物。此电解质溶液含 KOH (38.7%)、 $\text{ZnO}$  (3.0 %)、硅酸钠 (0.11%) 和去离子水 (58.19%)。

将阳极混合物 (6.42 克) 分布到各电池隔膜内的空腔中。电池的阳极: 阴极的理论容量比例是 0.989: 1, 按 1.33 电子放电的 BMD 计。

把一个阳极集流器组件放入电池外筒开口端中,然后放上一个负极接线柱盖,封闭各电池。将电池外筒顶部边缘向内翻边,越过密封和接线柱盖的顶部,使各电池密封。

将正极接线柱盖焊接至电池外筒底部,并在电池外筒外面放置一个标签,延伸越过电池各端,完成各个电池。

## 实施例 2

制备类似于实施例 1 中的电池对照 LR6 电池。密封组件设计是一种要求体积较小的设计,以便能够增加阳极和阴极的高度,并采用更薄的电池外筒。

将 93.48 重量%的 EMD、4.17 重量%的膨胀天然石墨(按 22: 1 的重量比)、41.5 重量%的 40 重量%KOH 水溶液,和 0.65 重量%(按总阴极混合物计)的聚乙烯粘合剂混合一起,制造一种阴极混合物。

取若干其外表面镀有镍和内表面镀有镍和钴的钢制电池外筒,在欲使其制成为与阴极接触的内表面的部分上,涂布一种石墨涂料。此电池外筒侧壁厚度 0.008 英寸 (0.20mm), 其内径 0.530 英寸 (13.46mm)。

用工业压片机,将阴极混合物成型为若干环,各环高 0.435 英寸 (11.05 mm), 其外径 0.526 英寸 (13.36 mm), 内径 0.345 英寸 (8.76mm)。各环具有一平均重量和平均密度,分别为 2.78 克和  $3.18\text{g}/\text{cm}^3$ 。

将四个阴极环插到各电池外筒中,形成阴极。所形成的阴极高 1.700 英寸 (43.18 mm), 内径 0.350 英寸 (8.89 mm), 阴极密度为  $3.19\text{g}/\text{cm}^3$ , 达到 74.6 % 固粒充填率(固体材料体积百分数)。

按实施例 1 所述构成一个隔膜筐,插入并浸透 KOH 溶液。

按如下比例(所有百分率按重量计): 70%的锌合金粉末、0.42%的胶

凝剂、28.39%的电解质溶液、0.02重量%的  $\text{In}(\text{OH})_3$  和 1.17%的 0.1N KOH 混合一起,制备阳极凝胶混合物。此电解质溶液含 KOH (35.8%)、 $\text{ZnO}$  (3.0%)、和硅酸钠 (0.11%)。

将阳极混合物 (6.62 克) 分布到各电池隔膜内的空腔中。电池的阳极: 阴极理论容量比例是 0.966: 1, 按 1.33 电子放电的 BMD 计。

将一个阳极集流器组件, 包括塑料密封、金属内盖和阳极集流器, 放入电池外筒开口端, 封闭各电池。将阳极集流器被置于密封的中心孔内, 延伸进入电池中的阳极混合物中。将负极接线柱盖放置在该阳极集流器组合件的顶部, 从而此阳极集流器的顶端处于接线柱盖牢固接触状态, 将电池外筒的顶部边缘向内翻边并越过该密封和接线柱盖的顶部, 密封该电池。

将正极接线柱盖焊接至电池外筒的底部, 并在电池外筒外面放一个标签, 延伸越过的各尾端, 完成各个电池。

### 实施例 3

除以下的外, 均以类似于实施例 1 的方法制造如图 5 所示的按照本发明一个实施方案的电池。

此电池外筒侧壁厚度 0.008 英寸 (0.20mm), 其内径 0.530 英寸 (13.46 mm)。各电池均有两个阴极、一个外阴极和一个中心阴极。对于外阴极, 阴极环各高 0.426 英寸 (10.82mm), 外径 0.525 英寸 (13.34 mm)、内径 0.402 英寸 (10.21mm), 平均重量 2.10 克和密度  $3.33\text{g}/\text{cm}^3$ 。所形成的外阴极高 1.675 英寸 (43.55mm), 内径 0.407 英寸 (10.34mm)、密度  $3.35\text{g}/\text{cm}^3$  和 76.3% 固粒充填率。采用在模具中使 3.253 克与外阴极所用同样的阴极混合物成型的方法, 形成中心阴极。将由镍丝网 (品级 3Ni 5-077, 由 Delker Corporation, Branford, CN, USA 公司提供) 制成的集流器放置于该阴极内并在该阴极上延伸, 如图 5 所示。所形成的中心阴极含有 3.253 克的阴极混合物, 高 1.626 英寸 (41.30 mm), 直径 0.218 英寸 (5.54 mm), 充填至 75.2 % 的固粒。

将在阴极上延伸的集流器部分穿过中心孔插入塑料密封中, 并延伸于该塑料密封上。用环氧树脂密封此孔。

对各电池形成两个隔膜---一个插入靠着外阴极内表面, 一个插入环绕中心阴极外表面。将一片 2.638 英寸 (67.01mm) x 2.087 英寸 (53.01mm) 的隔膜纸, 环绕着直径 0.398 英寸 (10.11 mm) 的圆形心轴卷绕, 形成一

个高 1.800 英寸 (45.72 mm) 的卷绕隔膜管, 构成此外隔膜。将此成卷形的外隔膜在底部向内卷折, 并加热密封, 以形成一个筐, 类似于实施例 1 中形成的隔膜。切割此第二隔膜为 1.590 英寸 (40.39 mm) x 1.900 英寸 (48.26 mm), 并使之环绕 0.224 英寸 (5.69mm) 直径的圆形心轴卷动, 以形成一个长 1.900 英寸 (48.26 毫米) 的卷绕隔膜管, 将其卷折并加热, 以形成一个筐。

将此外隔膜筐插入由外阴极形成的空腔内, 对此电池加入 1.2 克的 37 重量% KOH 的溶液, 使之浸透该隔膜。将该中心阴极插进其隔膜筐中。

将阳极凝胶混合物 (6.6 克) 分布到该外阴极隔膜筐内的空腔中。

将中心阴极, 与其原位环绕它放置的隔膜一起, 插入该阳极混合物中。将固定在集流器上并延伸在中心阴极顶部的密封放置在该电池顶部。卷折该延伸在密封之上的中心阴极集流器部分, 越过该密封顶部, 并将其焊接至电池外筒侧壁的外顶部。将阳极钉 (nail) 集流器穿越密封中的孔插进电池中, 延伸进入该阳极混合物中。用环氧树脂覆盖电池顶部, 使电池密封, 留下露出的顶部阳极集流器。

因为对于放电测试仅采用实施例 3 中的电池, 对它们不按对 LR6 电池的常规方法精加工, 而采用接线柱盖和护套。

#### 实施例 4

按五组试验, 对实施例 1, 2 和 3 的电池进行放电, 其结果概述于表 1 中。表 1 说明, 实施例 2 和实施例 3 的电池放电持续时间, 按对实施例 1 电池相同测试的放电持续时间百分率计。各组测试所示的百分率是对该组各次测试归一化结果的平均值。根据各次测试, 将实施例 1 的电池平均放电持续时间设定为 100, 各按比例表示实施例 2 和 3 各电池的相应放电持续时间。因此, 实施例 2 和 3 各电池的归一化平均放电持续时间等于实施例 1 电池平均值的百分率。包括在各组中的试验是:

##### (1) 高功率:

- 1000 mW 连续放电至 1.0 伏特;
- 1000 mW 间歇放电 (持续 3 秒、停 7 秒, 每日 1 小时) 至 1.0 伏特; 和
- 1000 mW 间歇放电 (每日连续 30 分钟) 至 1.0 伏特。

##### (2) 中功率:

- 250 mW 间歇放电 (每日 1 小时) 至 0.9 伏特; 和

- 500 mW 间歇放电(每日 1 小时)至 0.9 伏特。
- (3) 高速: 1000 mA 连续至 1.0 伏特。
- (4) 高技术(High tech):
- 1000 mA 连续放电至 1.0 伏特;
  - 1000 mA 间歇放电(持续 10 秒、停 50 秒, 每日 1 小时)至 0.9 伏特; 和
  - 250 mA 间歇放电(每日 1 小时)至 0.9 伏特。
- (5) ANSI(美国国家标准, 干电池和电池-技术规范, ANSI C18. 1):
- 43 欧姆间歇放电(每日 4 小时)至 0.9V;
  - 24 欧姆间歇放电(持续 15 秒、停 45 秒、每日 8 小时)至 1.0 伏特;
  - 10 欧姆间歇放电(每日 1 小时)至 0.9 伏特;
  - 3.9 欧姆间歇放电(每日 1 小时)至 0.8 伏特;
  - 1000 mA 连续放电至 1.0 伏特;
  - 1000 mA 间歇放电(持续 10 秒、停 50 秒, 每日 1 小时)至 0.9 伏特; 和
  - 250 mA 间歇放电(每日 1 小时)至 0.9 伏特。

表 1

| 试验组  | 平均放电持续时间, 与实施例 1 比较 |       |
|------|---------------------|-------|
|      | 实施例 2               | 实施例 3 |
| 高功率  | 112%                | 212%  |
| 中功率  | 106%                | 130 % |
| 高速   | 108%                | 198%  |
| 高技术  | 111%                | 146%  |
| ANSI | 109%                | 122%  |

实施例 2 的电池运行比实施例 1 的好, 部分是因为电池理论容量增加(等于阳极的理论容量, 由于阳极理论容量比阴极的低), 部分是因为阴极体积和电极界面面积增加。高功率和高速率试验组属于其中放电过程中电极界面处电流密度最高的组, 所以应当预期电池放电效率提高, 对这些试验影响最大。实施例 3 的电池, 其电极界面面积增加, 已知电

流密度减小和放电效率提高,对于高功率和高速率的试验,它们运行得比实施例1电池好很多(分别212%和198%)。但是,其改进值大大高于按电极界面面积增加所预期的改进值。实施例3的电池界面面积为约实施例1中电池的178%。根据预期的放电持续时间等于约 $1 + \log$ (较实施例1界面面积的增加值),对于高速和高功率试验,预期实施例3的电池放电持续时间约125%倍于实施例1电池的放电持续时间。

其它电池设计也已有发展。在一组实施方案中,示于图6,电池310有一个外阴极322a,一个中心阴极322b和被置于阴极322a和322b之间的单个阳极326。该中心阴极322b被表示为单个成型体,不过它可用许多成型环制成。中心阴极集流器340包括一个细杆或棒342,被置于中心阴极322b的纵轴。这个细杆342延伸在中心阴极322b之上,穿过密封332上的一个孔至金属电池盖334。将电池外筒顶部边缘向内卷折,使接触电池盖334,以便电池外筒处于与中心阴极集流器340的电连接。在被置于阴极322b内的细杆340末端,焊接一个水平金属盘334。此盘子344增加了与阴极322b的接触面面积,保持了放电过程中与阴极322b的良好接触。细杆342可有一个如图6所示的平滑圆筒形状,或可以改变其形状使之表面积增加及/或与阴极322b的接触改善。例如,细杆342可以被纵向、水平、或螺旋形地开槽(grooved),或可以被绕成圈,如呈弹簧样。细杆342可延伸完全穿过阴极322b,如图6所示,或可仅部分地延伸进入阴极322b。盘子344可以是固体薄片或穿孔金属片或金属筛网。可将附加盘344连接在细杆342上。可将盘344放在阴极322b的顶表面和底表面的一面上或两面上。可对所有的或部分的集流器340涂布石墨涂料,类似于涂在电池外筒内表面上的。

阳极集流器328延伸在阳极混合物326之上,穿过密封332和电池盖334中配合孔(matching holes)。负极接线柱盖330被焊接在阳极集流器328的顶部。绝缘垫圈335被置于电池310顶部之上,以使负极接线柱盖330与电池外筒边缘上的卷边绝缘。

双片的隔膜324以类似于实施例2所述和图5所示方式被置于电池中。

尽管未说明,但图6中的电池310也可具有类似于图1中所示的正极接线柱盖和护套。

电池410(图7)属于另一种实施方案,类似于电池310。但是,在电

池410中,中心阴极422b被表示为堆叠六个成型阴极环的,各环高度0.270英寸(6.86mm),外径0.215英寸(5.46mm),内径0.046英寸(1.17mm)。中心阴极集流器440包括中心细杆442和七个薄的(如0.004-0.006英寸(0.10-0.15mm))固体水平盘444。盘444平直表面可涂布石墨。中心阴极422b的装配方法,是在细杆442上交替放置中心阴极422b环和集流器盘444,在堆叠的各底部和顶部有一个盘444,并轻微压紧该堆叠层。盘444是用如紧配合或焊接的方法,使之与细杆442电连接。细杆442可以略微小于环内径以便于组装,或可以是一种弱紧配合以改善电连接。

上述和图3、5、6与7所示的各实施方案均有一些优点。表2说明与对照实施例1比较的这些实施方案的示范特征。

表2

| 参<br>考<br>号 | 特 征                               | 电池 10<br>图 1<br>实施例<br>1 | 电池 10<br>图 1<br>实施例 2 | 电池<br>110<br>图 3 | 电池 210<br>图 5<br>实施例 3 | 电池<br>310<br>图 6 | 电池<br>410<br>图 7 |
|-------------|-----------------------------------|--------------------------|-----------------------|------------------|------------------------|------------------|------------------|
| A           | 外阴极界面面积 (cm <sup>2</sup> )        | 11.83                    | 12.06                 | 13.82            | 13.82                  | 13.82            | 13.82            |
| B           | 中心阴极界面面积 (cm <sup>2</sup> )       | ---                      | ---                   | 7.14             | 7.14                   | 7.14             | 7.14             |
| C           | 总阴极界面面积 (cm <sup>2</sup> )        | 11.83                    | 12.06                 | 21.0             | 21.0                   | 21.0             | 21.0             |
| D           | 外阴极体积 (cm <sup>3</sup> )          | 3.31                     | 3.47                  | 2.48             | 2.48                   | 2.48             | 2.48             |
| E           | 中心阴极体积 (cm <sup>3</sup> )         | ---                      | ---                   | 0.92             | 0.98                   | 0.94             | 0.92             |
| F           | 总阴极体积 (cm <sup>3</sup> )          | 3.31                     | 3.47                  | 3.4              | 3.46                   | 3.42             | 3.4              |
| G           | 外阴极集流器接触面积 (cm <sup>2</sup> )     | 17.77                    | 18.26                 | 17.99            | 17.99                  | 17.99            | 17.99            |
| H           | 中心阴极集流器接触面积<br>(cm <sup>2</sup> ) | ---                      | ---                   | 3.94             | 4.4                    | 1.54             | 3.94             |
| I           | 外阴极有效径向厚度 (mm)                    | 2.29                     | 2.29                  | 1.56             | 1.56                   | 1.56             | 1.56             |
| J           | 中心阴极有效径向厚度 (mm)                   | ---                      | ---                   | 2.17             | 2.77                   | 2.17             | 2.17             |
| K           | 外阴极理论容量 (mAh)                     | 3730                     | 3937                  | 2901             | 2901                   | 2901             | 2901             |
| L           | 中心阴极理论容量 (mAh)                    | ---                      | ---                   | 1002             | 1065                   | 1024             | 1002             |
| M           | 总阴极理论容量 (mAh)                     | 3730                     | 3937                  | 3903             | 3966                   | 3925             | 3903             |
| N           | 阳极有效径向厚度 (mm)                     | 3.7                      | 3.7                   | 2.2              | 2.2                    | 2.2              | 2.2              |

|   |                                             |       |       |      |       |      |      |
|---|---------------------------------------------|-------|-------|------|-------|------|------|
| O | 阳极理论容量 (mAh)                                | 3685  | 3800  |      | 3788  |      |      |
| P | 同轴电极外径 (mm)                                 | 13.36 | 13.46 |      | 13.46 |      |      |
|   | 比例 A: D (cm/cm)                             | 3.57  | 3.48  | 5.57 | 5.57  | 5.57 | 5.57 |
|   | 比例 B: E (cm <sup>2</sup> /cm <sup>3</sup> ) | ---   | ---   | 8.04 | 7.55  | 7.87 | 8.04 |
|   | 比例 C: F (cm <sup>2</sup> /cm <sup>3</sup> ) | 3.57  | 3.48  | 6.16 | 6.06  | 6.13 | 6.16 |
|   | 比例 G: D (cm <sup>2</sup> /cm <sup>3</sup> ) | 5.37  | 5.26  | 7.25 | 7.25  | 7.25 | 7.25 |
|   | 比例 H: E (cm <sup>2</sup> /cm <sup>3</sup> ) | ---   | ---   | 4.28 | 4.49  | 1.64 | 4.28 |
|   | 比例 I: J                                     | ---   | ---   | 0.72 | 0.56  | 0.72 | 0.72 |
|   | 比例 K: L                                     | ---   | ---   | 2.90 | 2.72  | 2.83 | 2.90 |
|   | 比例 K: A (mAh/cm <sup>2</sup> )              | 315   | 326   | 210  | 210   | 210  | 210  |
|   | 比例 L: B (mAh/cm <sup>2</sup> )              | ---   | ---   | 140  | 149   | 143  | 140  |
|   | 比例 M: C (mAh/cm <sup>2</sup> )              | 315   | 326   | 186  | 189   | 187  | 186  |

表 2 说明, 所有电池 110、210、310 与 410 均比电池 10 的电极界面面积有明显增加, 电极厚度降低, 同时仍然保持可比的或略较高的理论容量。尽管电池 110、210、310 和 410 间存在差异, 但这些电池都是在电极界面面积和电极厚度方面相同的。

图 3、5、6 和 7 所示本发明实施方案都是圆柱形电池, 它们通常用于单个单元蓄电池。但是, 带有其它形状电池的实施方案(如棱形的电池)也是所预期的, 如包括一个以上电池的蓄电池。

本发明其它实施方案可以是若干有一个或多个未与同轴排列电极同轴地排列的附加电极的电池。

本发明也可适应于其它类型电池, 原电池和可再充电电池二种, 包括具有其它电化体系的电池, 诸如可再充电的镍镉和镍-金属氢化物电池, 和原生和可再充电的锂-二氧化锰和锂-二硫化铁电池。

实施本发明的技术人员和本领域技术人员都应当理解, 对本发明可以构成各种改进和改良而不致偏离这里所披露概念的精神。所提供的保护范围是要通过权利要求项和法律所允许的阐明广度加以判定的。

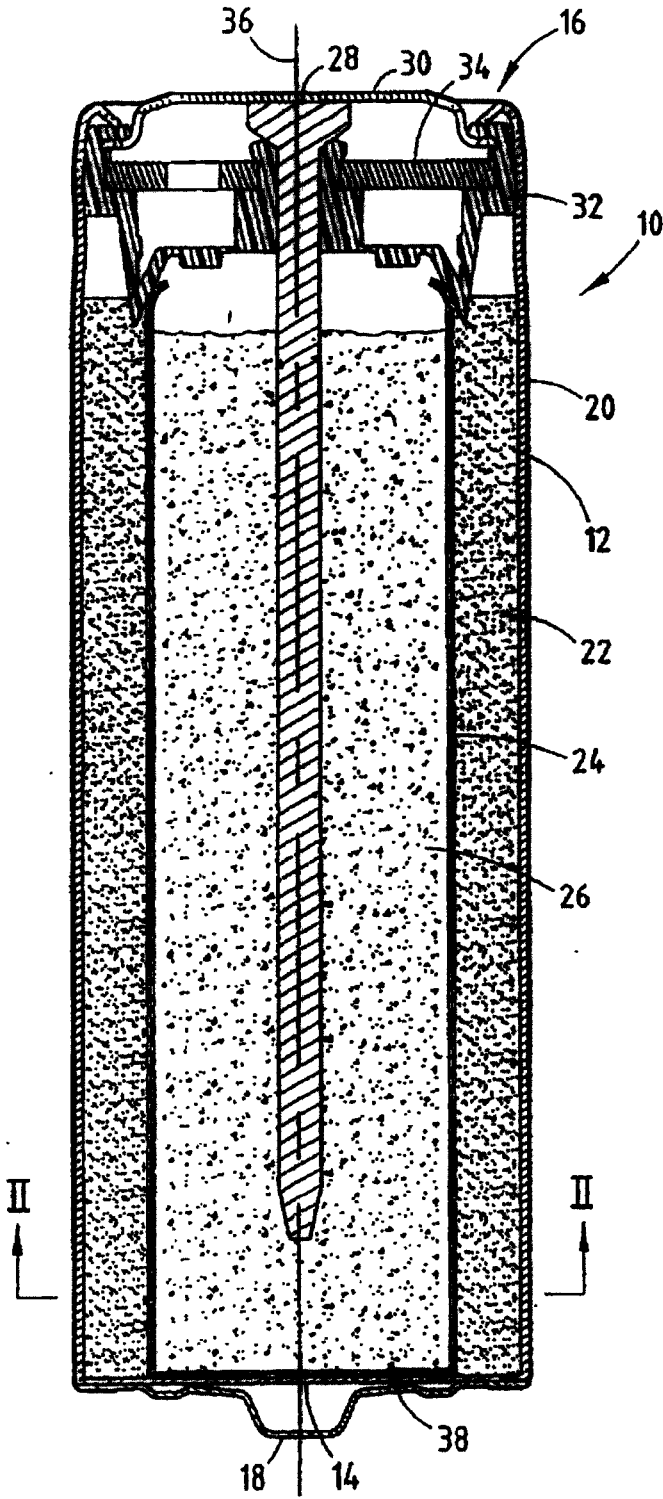


图 1  
现有技术

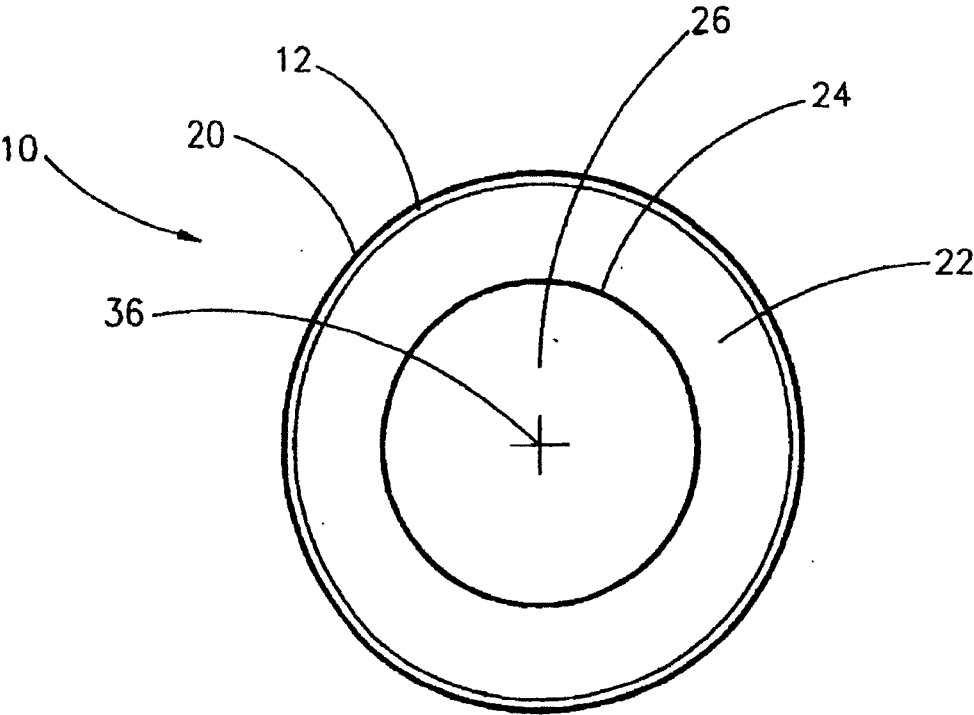


图 2  
现有技术

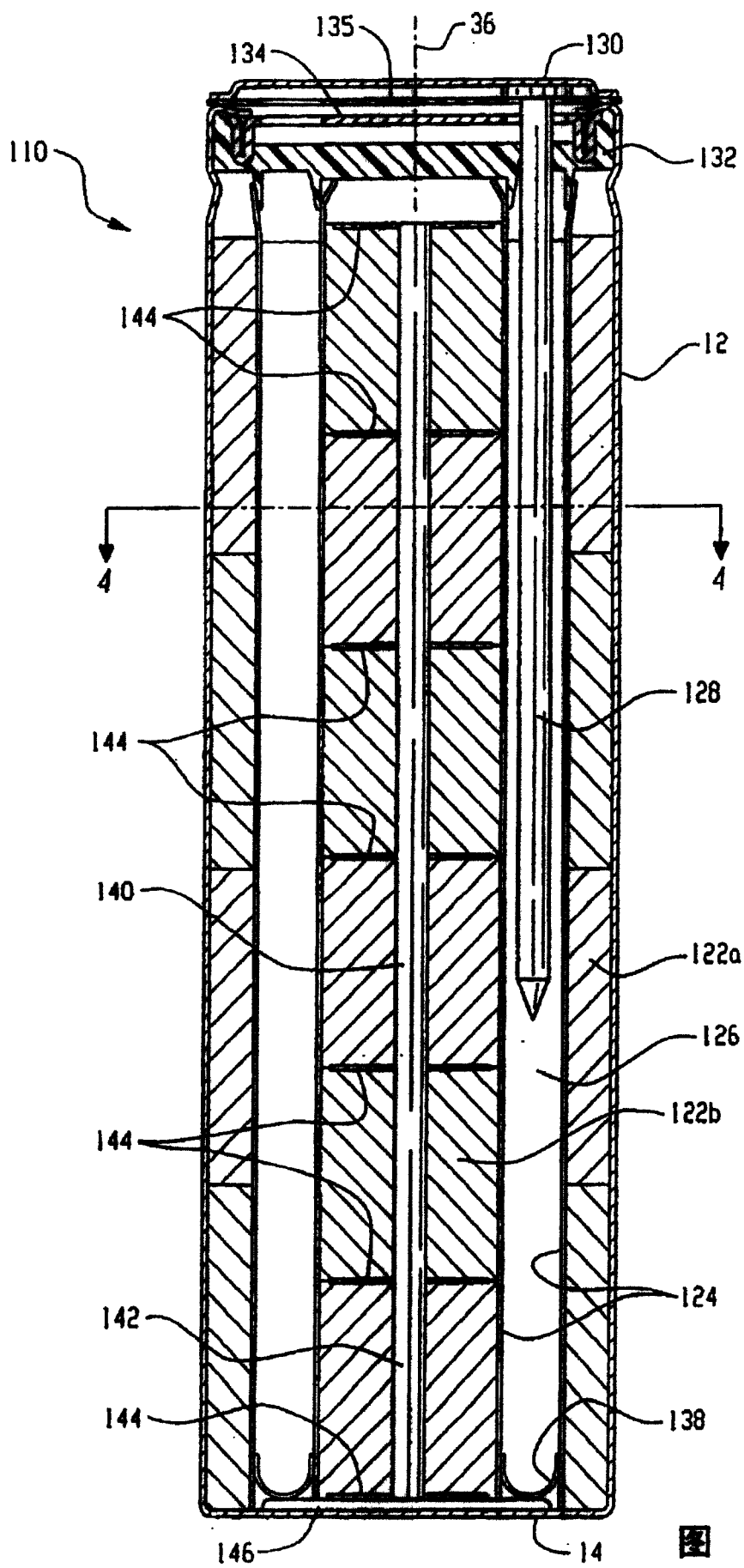


图 3

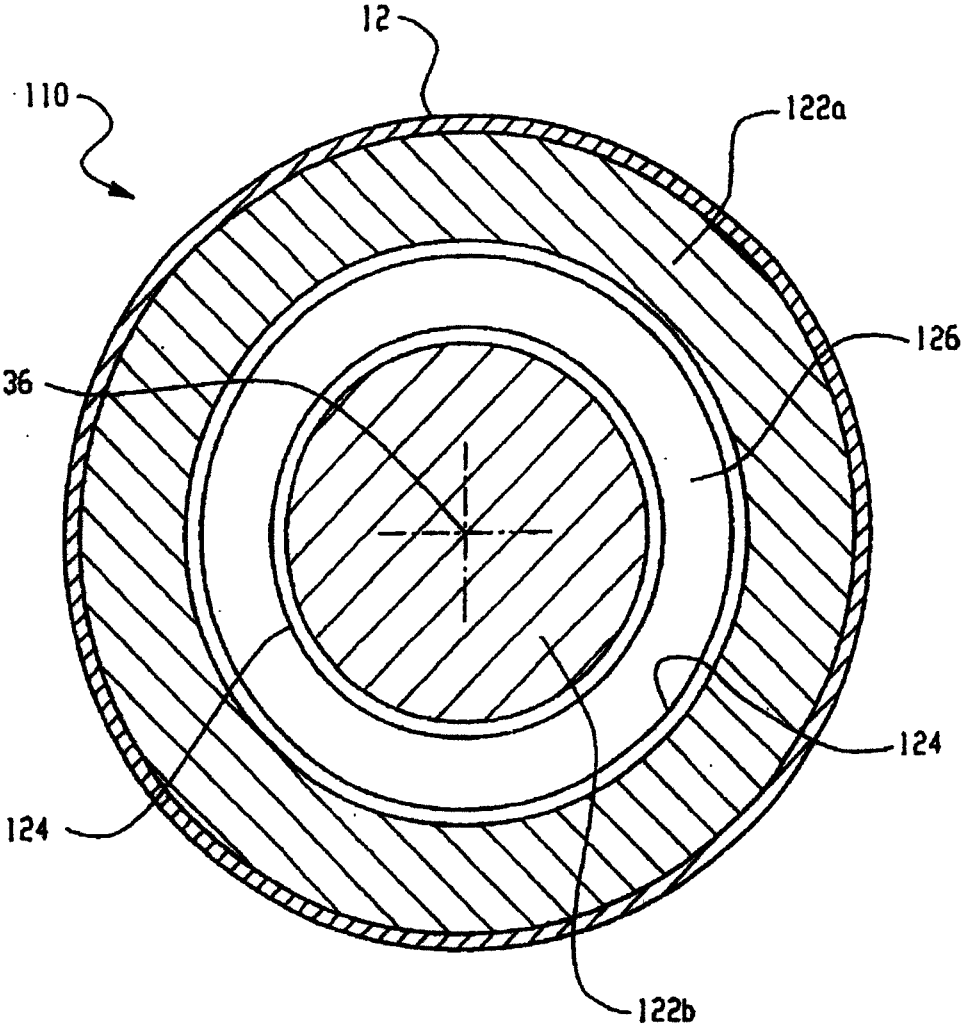


图 4

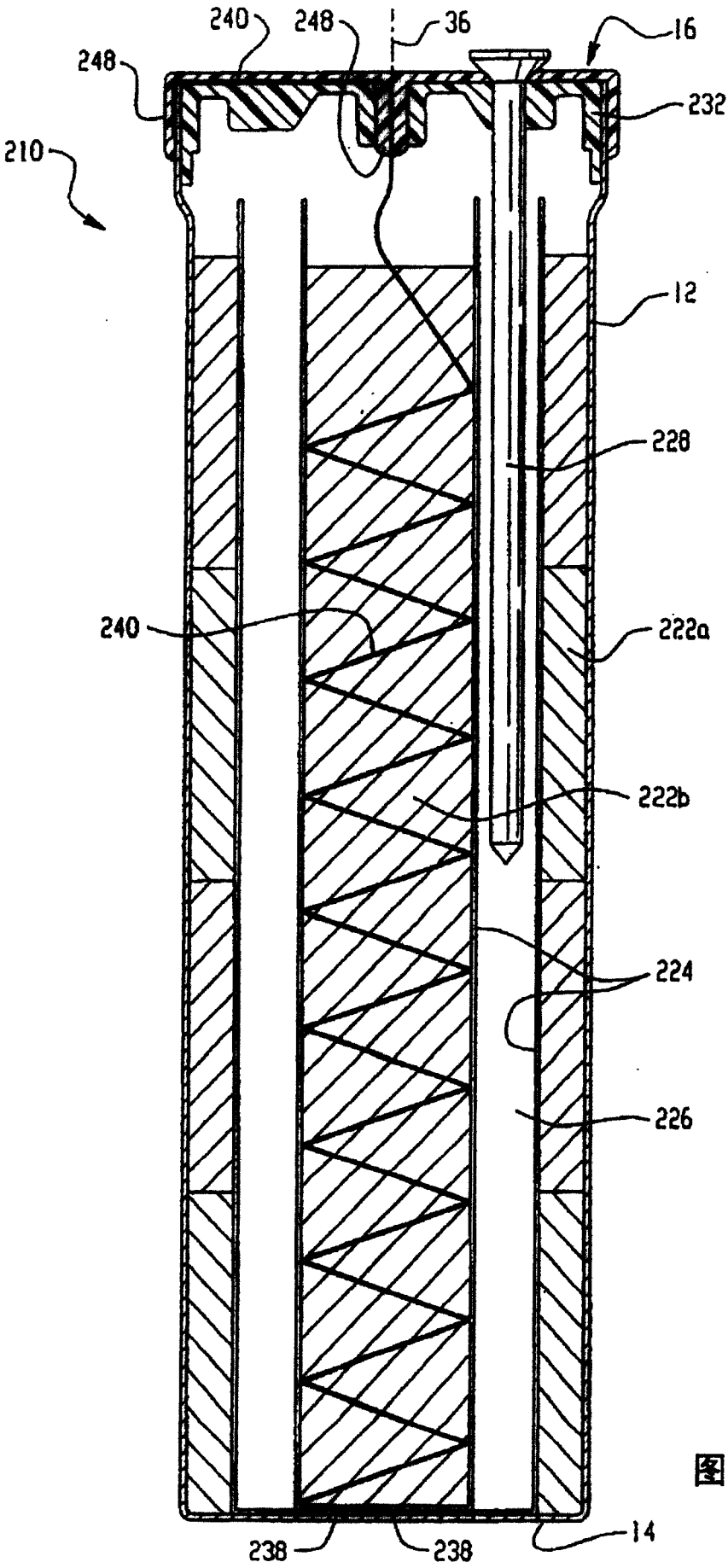


图 5

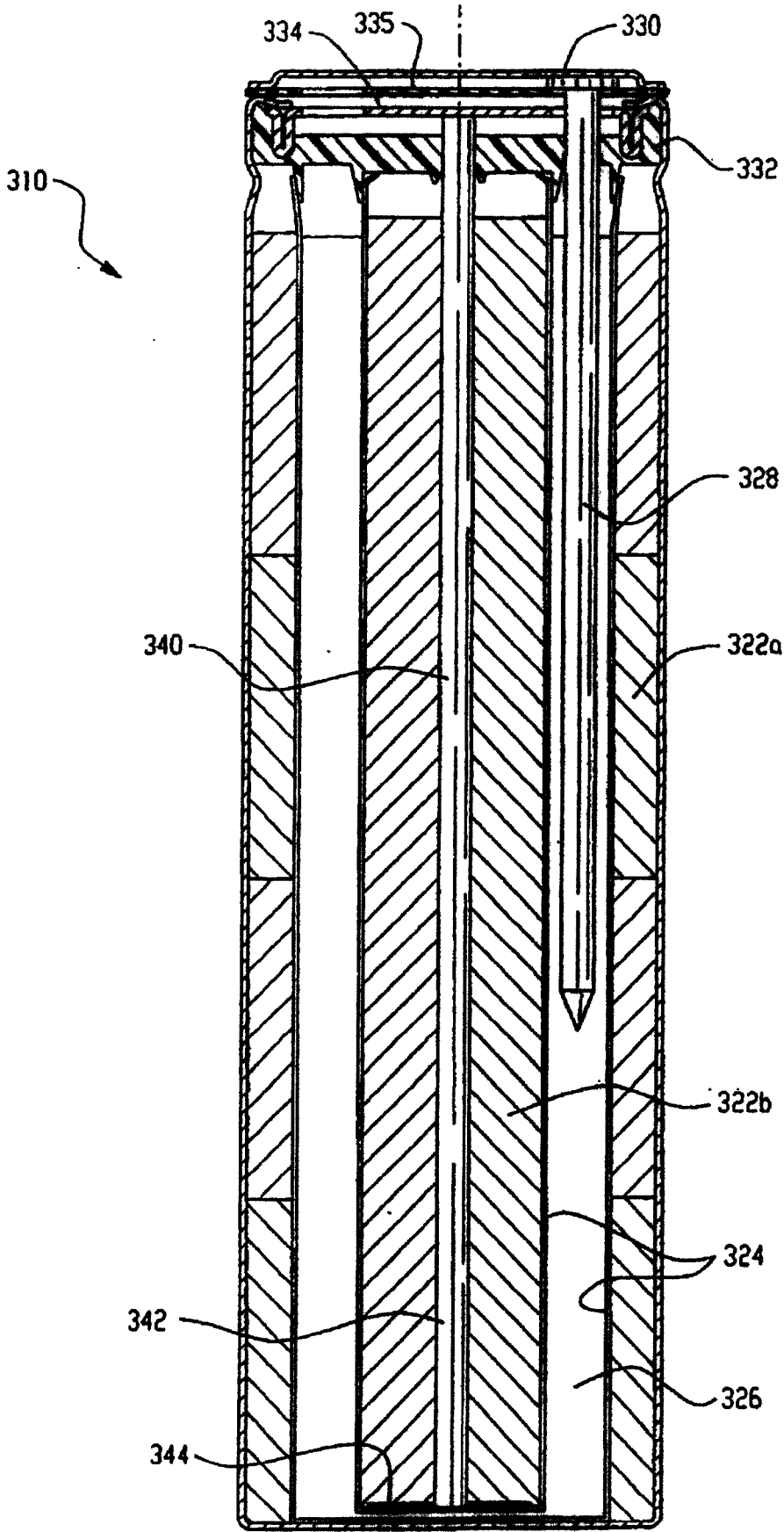


图 6

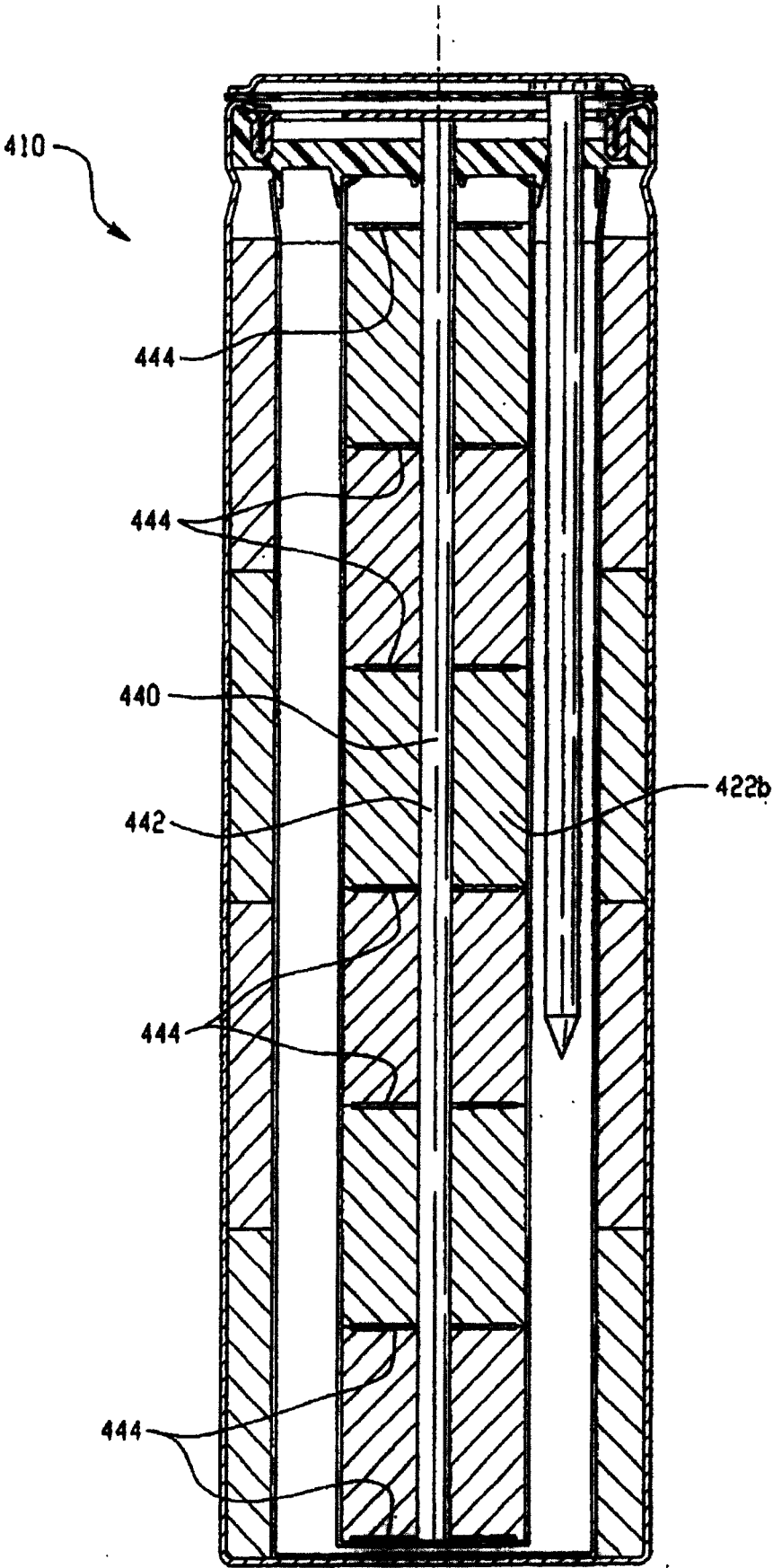


图 7