

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200680009330.0

[51] Int. Cl.

C10L 1/12 (2006.01)

C10L 1/182 (2006.01)

C10L 1/22 (2006.01)

[43] 公开日 2008年3月19日

[11] 公开号 CN 101146895A

[22] 申请日 2006.3.21

[21] 申请号 200680009330.0

[30] 优先权

[32] 2005.3.22 [33] US [31] 60/663,730

[86] 国际申请 PCT/US2006/010179 2006.3.21

[87] 国际公布 WO2006/102301 英 2006.9.28

[85] 进入国家阶段日期 2007.9.21

[71] 申请人 摩尔能源有限公司

地址 以色列罗德

[72] 发明人 盖纳蒂·芬克尔斯坦

亚历山大·史劳克夫 尤利·卡茨曼

马克·金克拉尔

艾利克斯·切劳克夫

[74] 专利代理机构 北京林达刘知识产权代理事务所
代理人 刘新宇 李茂家

权利要求书6页 说明书21页 附图4页

[54] 发明名称

用于燃料电池的燃料组合物

[57] 摘要

一种用于液体燃料电池的含氢化物的燃料组合物。该组合物包含碱性液相和至少两种氢化物化合物。该第一氢化物化合物在该液相中的溶解度高于该第二氢化物化合物在该液相中的溶解度，对于其阳极氧化产物则相反。

1. 一种用于液体燃料电池的含氢化物的燃料组合物，其中该组合物包含碱性液相和至少第一氢化物化合物和第二氢化物化合物，并且其中该第一氢化物化合物在液相中的溶解度高于该第二氢化物化合物在液相中的溶解度，该第一氢化物化合物的阳极氧化产物在该液相中的溶解度低于该第二氢化物化合物的阳极氧化产物在该液相中的溶解度。

2. 根据权利要求1所述的燃料组合物，其中该第一氢化物化合物和该第二氢化物化合物独立地选自碱和碱土金属、铵、Zn和Al的氢化物、硼氢化物和铝氢化物。

3. 根据权利要求1和2任一项所述的燃料组合物，其中该第一氢化物化合物和该第二氢化物化合物独立地选自 NaBH_4 、 KBH_4 、 LiBH_4 、 NH_4BH_4 、 $\text{Be}(\text{BH}_4)_2$ 、 $\text{Ca}(\text{BH}_4)_2$ 、 $\text{Mg}(\text{BH}_4)_2$ 、 $\text{Zn}(\text{BH}_4)_2$ 、 $\text{Al}(\text{BH}_4)_3$ 、多硼氢化物、 $(\text{CH}_3)_3\text{NBH}_3$ 、 NaCNBH_3 、 LiH 、 NaH 、 KH 、 CaH_2 、 BeH_2 、 MgH_2 、 NaAlH_4 、 LiAlH_4 和 KAlH_4 。

4. 根据权利要求3所述的燃料组合物，其中该第一氢化物化合物和该第二氢化物化合物独立地选自 NaBH_4 、 KBH_4 、 LiBH_4 、 NH_4BH_4 和分子式为 MB_3H_8 、 $\text{M}_2\text{B}_{10}\text{H}_{10}$ 、 $\text{MB}_{10}\text{H}_{13}$ 、 $\text{M}_2\text{B}_{12}\text{H}_{12}$ 或 $\text{M}_2\text{B}_{20}\text{H}_{18}$ ，其中 $\text{M}=\text{Li}$ 、 Na 、 K 、 NH_4 、 $\text{Be}_{1/2}$ 、 $\text{Ca}_{1/2}$ 、 $\text{Mg}_{1/2}$ 、 $\text{Zn}_{1/2}$ 或 $\text{Al}_{1/3}$ 的多硼氢化物。

5. 根据权利要求1至4任一项所述的燃料组合物，其中该第一氢化物化合物和该第二氢化物化合物的至少之一选自硼氢化物和多硼氢化物。

6. 根据权利要求5所述的燃料组合物，其中该第一氢化物化合物和该第二氢化物化合物选自碱和碱土金属的硼氢化物和多硼氢化物。

7. 根据权利要求5所述的燃料组合物，其中该第一氢化物化合物和该第二氢化物化合物的至少之一为 NaBH_4 或 KBH_4 。

8. 根据权利要求1至7任一项所述的燃料组合物，其中该第一氢化物化合物和该第二氢化物化合物的摩尔比为约95:5至约5:95。

9. 权利要求8所述的燃料组合物，其中该摩尔比为约60:40至约40:60。

10. 根据权利要求1至9任一项所述的燃料组合物，其中该组合物以至少约0.5摩尔每升组合物的总浓度包含氢化物化合物。

11. 根据权利要求10所述的燃料组合物，其中该总浓度为至少约3摩尔每升组合物。

12. 根据权利要求1至11任一项所述的燃料组合物，其中该液相包含氢氧离子。

13. 根据权利要求12所述的燃料组合物，其中该液相中的氢氧离子浓度为至少约0.01摩尔每升。

14. 根据权利要求13所述的燃料组合物，其中该氢氧离子浓度为至少约0.1摩尔每升。

15. 根据权利要求1至14任一项所述的燃料组合物，其中该液相包含至少一种溶解于其中的氢氧离子提供化合物，所述氢氧离子提供化合物选自碱和碱土金属氢氧化物和氢氧化铵。

16. 根据权利要求1至15任一项所述的燃料组合物，其中该液相包含溶解于其中的LiOH、NaOH、KOH、RbOH、CsOH、Ca(OH)₂、Mg(OH)₂、Ba(OH)₂、Zn(OH)₂、Al(OH)₃和NH₄OH的一种或多种。

17. 根据权利要求16所述的燃料组合物，其中该液相包含溶解于其中的NaOH和KOH的至少一种。

18. 根据权利要求1至17任一项所述的燃料组合物，其中该液相包含以下的至少一种：水，具有多达约6个碳原子和多达约

6个羟基的(环)脂族醇, C₂₋₄亚烷基二醇, 二(C₂₋₄亚烷基二醇), 聚(C₂₋₄亚烷基二醇), C₂₋₄亚烷基二醇、二(C₂₋₄亚烷基二醇)或聚(C₂₋₄亚烷基二醇)的单-C₁₋₄-烷基醚, C₂₋₄亚烷基二醇、二(C₂₋₄亚烷基二醇)或聚(C₂₋₄亚烷基二醇)的二-C₁₋₄-烷基醚, 环氧乙烷/环氧丙烷嵌段共聚物, 乙氧基化脂族多元醇, 丙氧基化脂族多元醇, 乙氧基化和丙氧基化脂族多元醇, 具有多达约6个碳原子的脂族醚, 具有多达约6个碳原子的脂族酮, 具有多达约6个碳原子的脂族醛, C₁₋₄链烷(脂肪)酸的C₁₋₄-烷基酯和具有总共多达约10个碳原子的伯、仲或叔脂族胺。

19. 根据权利要求18所述的燃料组合物, 其中该液相包含水和以下的至少一种: 具有多达约6个碳原子和多达约6个羟基的脂族醇, C₂₋₄亚烷基二醇, 二(C₂₋₄亚烷基二醇), 聚(C₂₋₄亚烷基二醇), C₂₋₄亚烷基二醇、二(C₂₋₄亚烷基二醇)或聚(C₂₋₄亚烷基二醇)的单-C₁₋₄-烷基醚, C₂₋₄亚烷基二醇、二(C₂₋₄亚烷基二醇)或聚(C₂₋₄亚烷基二醇)的二-C₁₋₄-烷基醚, 环氧乙烷/环氧丙烷嵌段共聚物, 乙氧基化和/或丙氧基化脂族多元醇, 具有多达约6个碳原子的脂族醚, 具有多达约6个碳原子的脂族酮和具有总共多达约10个碳原子的伯、仲或叔脂族胺。

20. 根据权利要求1至19任一项所述的燃料组合物, 其中该液相包含水和以下的至少一种: 甲醇、乙醇、丙醇、异丙醇、乙二醇、二甘醇、1,2,4-丁三醇、三羟甲基丙烷、季戊四醇、山梨醇、甘油、丙酮、甲乙酮、二乙酮、乙酸甲酯、乙酸乙酯、二噁烷、四氢呋喃、二甘醇二甲醚、三甘醇二甲醚、单乙醇胺、二乙醇胺、三乙醇胺、单丙醇胺、二丙醇胺和三丙醇胺。

21. 根据权利要求1至20任一项所述的燃料组合物, 其中该液相包含水。

22. 根据权利要求21所述的燃料组合物, 其中该组合物包

含两种氢化物化合物。

23. 一种用于液体燃料电池的含氢化物的燃料组合物，其中该组合物包含碱性液相和至少第一氢化物化合物和第二氢化物化合物，并且其中该第一氢化物化合物在液相中的溶解度高于该第二氢化物化合物在该液相中的溶解度，并且该第一氢化物化合物的阳极氧化产物在该液相中的溶解度低于该第二氢化物化合物的阳极氧化产物在该液相中的溶解度，所述碱性液相具有至少约0.5摩尔/升的氢氧离子浓度并且包含溶解于其中的LiOH、NaOH、KOH、RbOH、CsOH、Ca(OH)₂、Mg(OH)₂、Ba(OH)₂、Zn(OH)₂、Al(OH)₃和NH₄OH中的一种或多种，并且所述第一氢化物化合物和所述第二氢化物化合物独立地选自NaBH₄、KBH₄、LiBH₄、NH₄BH₄、Be(BH₄)₂、Ca(BH₄)₂、Mg(BH₄)₂、Zn(BH₄)₂、Al(BH₄)₃、多硼氢化物、(CH₃)₂NHBH₃、NaCNBH₃、LiH、NaH、KH、CaH₂、BeH₂、MgH₂、NaAlH₄、LiAlH₄和KAlH₄。

24. 根据权利要求23所述的燃料组合物，其中该第一氢化物化合物和该第二氢化物化合物的至少之一选自NaBH₄和KBH₄。

25. 根据权利要求23和24任一项所述的燃料组合物，其中第一氢化物化合物和第二氢化物化合物的摩尔比为约95:5至约5:95。

26. 根据权利要求23至25任一项所述的燃料组合物，其中该组合物以至少约1摩尔每升组合物的总浓度包含氢化物化合物。

27. 根据权利要求23至26任一项所述的燃料组合物，其中该氢氧离子浓度为至少约1摩尔每升液相。

28. 根据权利要求23至27任一项所述的燃料组合物，其中该液相中的氢氧离子浓度为不高于约7摩尔每升液相。

29. 根据权利要求23至28任一项所述的燃料组合物，其中该液相包含溶解于其中的NaOH和KOH的一种或多种。

30. 根据权利要求23至29任一项所述的燃料组合物，其中该液相包含水和以下的至少一种：甲醇、乙醇、丙醇、异丙醇、乙二醇、二甘醇、1,2,4-丁三醇、三羟甲基丙烷、季戊四醇、山梨醇、甘油、丙酮、甲乙酮、二乙酮、乙酸甲酯、乙酸乙酯、二噁烷、四氢呋喃、二甘醇二甲醚、三甘醇二甲醚、单乙醇胺、二乙醇胺、三乙醇胺、单丙醇胺、二丙醇胺和三丙醇胺。

31. 一种用于直接液体燃料电池的含氢化物的燃料组合物，其中该组合物包含至少两种不同氢化物化合物，该至少两种不同氢化物化合物使该组合物与以等同于该至少两种不同氢化物化合物总摩尔量的摩尔量仅包含这些不同氢化物化合物之一的其它方面相同的燃料组合物相比，提供更高的效率。

32. 根据权利要求31所述的组合物，其中该至少两种不同氢化物化合物的第一氢化物化合物与该至少两种不同氢化物化合物的第二氢化物化合物相比具有更高的在液体燃料液相中的溶解度，并且其中该第一氢化物化合物的阳极氧化产物与该第二氢化物化合物的阳极氧化产物相比具有更低的在液体燃料液相中的溶解度。

33. 一种液体燃料电池，其包含根据权利要求1至32任一项所述的燃料组合物。

34. 一种用于充填液体燃料电池的燃料盒，其中该燃料盒包含权利要求1至32任一项所述的燃料组合物。

35. 一种提高用于直接液体燃料电池的含氢化物化合物的液体燃料组合物的燃料效率的方法，其中该方法包含在燃料组合物中使用至少两种不同氢化物化合物，选择该至少两种不同氢化物化合物，以使包含该至少两种不同氢化物化合物的燃料

组合物与以等同于该至少两种不同氢化物化合物总摩尔量的摩尔量仅包含该至少两种不同氢化物化合物之一的其它方面相同的燃料组合物相比，具有更高的效率。

36. 根据权利要求35所述的方法，其中该至少两种不同氢化物化合物的第一氢化物化合物与该至少两种不同氢化物化合物的第二氢化物化合物相比具有更高的在液体燃料组合物的液相中的溶解度，并且其中该第一氢化物化合物的阳极氧化产物与该第二氢化物化合物的阳极氧化产物相比，具有更低的在液体燃料组合物的液相中的溶解度。

37. 根据权利要求35与35任一项所述的方法，其中该至少两种氢化物化合物以总浓度为至少约1摩尔每升存在于该液相中。

38. 根据权利要求35至37任一项所述的方法，其中该至少两种不同氢化物化合物包含至少两种硼氢化物化合物。

39. 一种提高包括含氢化物化合物的液体燃料组合物的液体燃料电池性能的方法，其中该方法包括在液体燃料组合物中使用至少两种不同氢化物化合物，选择该至少两种不同氢化物化合物，以使包含该至少两种不同氢化物化合物的燃料组合物与以等同于该至少两种不同氢化物化合物总摩尔量的摩尔量仅包含这些氢化物化合物之一的液体燃料组合物相比，对于该燃料电池的至少一种结构组件的化学腐蚀性更低，并且显示至少相同的效率。

用于燃料电池的燃料组合物

相关申请的交叉引用

本申请要求2005年3月22日提交的美国临时申请No. 60/663,730的35 U.S.C. § 119(e)下的优先权,其全部公开在此引入以作参考。

技术领域

本发明涉及用于直接和间接液体燃料电池的含氢化物的燃料组合物。

背景技术

燃料电池是其中在阳极的燃料(例如分子氢或甲醇)电催化氧化和在阴极的氧化剂(通常为分子氧)电催化还原同时发生的电化学电源。传统的燃料如氢和甲醇引起各种贮存和运输问题,特别是对于便携式燃料电池(例如用于便携式电或电子设备如便携式电脑、手机等)。

基于硼氢化物(和其它氢化物)的燃料对于便携式燃料电池尤其有意义,这是由于它们很高的比能量容量(参见例如J. of Electrochem. Soc., 150, (3), A398-402, 2003)。这种类型的燃料可以直接用作燃料或间接用作氢(其在阳极被氧化)的发生器,例如用作便携式质子交换膜(PEM)燃料电池部件(参见例如US 20010045364 A1、US 20030207160 A1、US 20030207157 A1、US 20030099876 A1和U.S. Patent No. 6,554,877 B2与6,562,497 B2)。所有上述文献的公开以其整体特别在此引入以作参考。

在评价基于氢化物的燃料的性能时,有几个因素必须考虑。这些因素之一是燃料的效率。燃料效率可以例如通过将在给定

燃料电池中提供的实际的能量密度(Wh/体积单位燃料)与理论能量密度进行比较而确定。该能量密度的绝对值也是燃料性能的指标之一。在这点上,应该考虑尽管在燃料中高(硼)氢化物浓度可以提供所需的燃料的高能量密度,在某些情况下,在燃料的液相中的高(硼)氢化物浓度也可能是不利的。例如,相应的燃料可能化学腐蚀性过高,因此可能损害该燃料电池的一个或多个结构组件,特别是阳极。因此,必须在燃料的能量密度和该燃料与燃料电池组件间的相容性之间找到折衷,和/或寻找到尽管在燃料的液相中硼氢化物的浓度相对高但避免使燃料电池组件显著损害的方法。

可能影响基于氢化物的燃料的性能的另一因素为溶解度。例如,燃料电池阳极的硼氢化物化合物的主要氧化反应可以如下所示:



因此,在使用液体燃料电池期间,起始物例如硼氢化物化合物转化为阳极氧化产物例如偏硼酸盐。该起始物和该氧化产物在燃料的液相中的溶解度可能显著不同。这种溶解度的差异可能影响燃料效率以及由此的燃料电池的性能。通过非限定性的实例,NaBH₄具有在碱性溶液中相对高的溶解度,而其氧化产物NaBO₂在该溶液中溶解度较低。如果相对高浓度的NaBH₄存在初始燃料中,该燃料电池在放电过程开始时具有高水平的活性,而随着越来越多的NaBH₄以氧化的形式存在,活性逐渐降低。此外,氧化产物的浓度以与BH₄⁻浓度降低的相同速率增大,并且由于硼氢化钠的高初始浓度,溶解度较低的偏硼酸钠在该放电过程的相对早的阶段开始沉淀。该偏硼酸盐沉淀可能阻塞燃料电池的阳极、隔膜和其它组件,因此可能加剧由在燃料液相中的BH₄⁻浓度降低引起的燃料活性的降低。

硼氢化钾的情况与硼氢化钠相反。硼氢化钾具有在腐蚀性溶液(特别是在室温下)中相对低的溶解度,而其氧化产物偏硼酸钾在腐蚀性溶液中的溶解度比硼氢化钾高得多。由于硼氢化钾在腐蚀性溶液中相对低的溶解度,因而不能使燃料液相中的初始 BH_4^- 浓度如硼氢化钠的情况下那样高,因此更难获得高电流。另一方面,消耗的燃料(包含偏硼酸钾)不表现出任何由氧化产物沉淀引起的重大问题。

有利的是可获得用于液体燃料电池的燃料,该燃料允许在燃料液相中理想的高氢化物浓度并提供高能量密度和/或其他优点而不引起问题如所使用的氢化物的阳极氧化产物从燃料的液相中过早沉淀和/或对该燃料电池的组件损害。

发明内容

本发明提供用于液体燃料电池的含氢化物的燃料组合物。该组合物包含碱性液相和至少第一氢化物化合物和第二氢化物化合物。第一氢化物化合物在液相中的溶解度高于第二氢化物化合物在液相中的溶解度,并且第一氢化物化合物的阳极氧化产物在液相中的溶解度低于第二氢化物化合物的阳极氧化产物在液相中的溶解度。

在该组合物的一个方面中,第一氢化物化合物和第二氢化物化合物可以独立地选自金属优选碱和碱土金属、Zn和Al、铵、的氢化物、硼氢化物(包括多硼氢化物和氰基硼氢化物)和铝氢化物,以及烷基胺- BH_3 配合物,例如选自 NaBH_4 、 KBH_4 、 LiBH_4 、 NH_4BH_4 、 $\text{Be}(\text{BH}_4)_2$ 、 $\text{Ca}(\text{BH}_4)_2$ 、 $\text{Mg}(\text{BH}_4)_2$ 、 $\text{Zn}(\text{BH}_4)_2$ 、 $\text{Al}(\text{BH}_4)_3$ 和多硼氢化物例如分子式为 MB_3H_8 、 $\text{M}_2\text{B}_{10}\text{H}_{10}$ 、 $\text{MB}_{10}\text{H}_{13}$ 、 $\text{M}_2\text{B}_{12}\text{H}_{12}$ 或 $\text{M}_2\text{B}_{20}\text{H}_{18}$,其中 $\text{M}=\text{Li}$ 、 Na 、 K 、 NH_4 、 $\text{Be}_{1/2}$ 、 $\text{Ca}_{1/2}$ 、 $\text{Mg}_{1/2}$ 、 $\text{Zn}_{1/2}$ 或 $\text{Al}_{1/3}$ 的化合物、 $(\text{CH}_3)_2\text{NHBH}_3$ 、 NaCNBH_3 、 LiH 、

NaH、KH、CaH₂、BeH₂、MgH₂、NaAlH₄、LiAlH₄和KAlH₄。

另一方面中，第一氢化物化合物和/或第二氢化物化合物可以选自硼氢化物，例如选自碱和碱土金属的硼氢化物。例如，第一氢化物化合物和/或第二氢化物化合物可以选自NaBH₄和KBH₄。

在该组合物的另一方面中，第一氢化物化合物和第二氢化物化合物的摩尔比可以为约95:5至约5:95，例如约90:10至约10:90、约80:20至约20:80、约75:25至约25:75或约60:40至约40:60。

在又一方面中，该组合物可以包含氢化物化合物，其总浓度为至少约0.5摩尔每升组合物，例如总浓度为至少约1摩尔每升组合物、至少约2摩尔每升组合物、至少3摩尔每升组合物、至少约4摩尔每升组合物或至少约5摩尔每升组合物。当然，如果要提供浓缩物，该氢化物化合物的浓度可以高达例如至少约6摩尔每升组合物、至少约8摩尔每升组合物或至少约10摩尔每升组合物。

在再一方面中，该组合物的液相可以包含氢氧离子。通过非限定性的实例，该氢氧离子可以以至少约0.01摩尔每升，例如至少约0.05摩尔每升、至少约0.1摩尔每升、至少约0.5摩尔每升、至少约1摩尔每升、至少约1.5摩尔每升、至少约2摩尔每升、至少约3摩尔每升、至少约4摩尔每升或至少约5摩尔每升的浓度和/或以不高于约7摩尔每升液相的浓度存在。尤其，如果要提供浓缩物，该氢氧离子浓度甚至可以更高，例如高达约14摩尔每升，例如约12摩尔每升。

在另一方面，该液相可以包含溶于其中的至少一种氢氧离子提供化合物，所述氢氧离子提供化合物选自碱金属、碱土金属、Zn和Al的氢氧化物以及选自氢氧化铵，例如选自LiOH、

NaOH、KOH、RbOH、CsOH、Ca(OH)₂、Mg(OH)₂、Ba(OH)₂、Zn(OH)₂、Al(OH)₃和NH₄OH中的一种或多种。例如，该液相可以包含溶解于其中的NaOH和/或KOH。

在本发明组合物的另一方面中，该液相可以包含至少一种溶剂，例如至少两种溶剂，其选自水和(优选水可混溶和/或水可溶)物质，例如选自具有多达约6个碳原子和多达约6个羟基的(环)脂族醇，C₂₋₄亚烷基二醇，二(C₂₋₄亚烷基二醇)，聚(C₂₋₄亚烷基二醇)，C₂₋₄亚烷基二醇、二(C₂₋₄亚烷基二醇)和聚(C₂₋₄亚烷基二醇)的单-C₁₋₄-烷基醚，C₂₋₄亚烷基二醇、二(C₂₋₄亚烷基二醇)和聚(C₂₋₄亚烷基二醇)的二-C₁₋₄-烷基醚，环氧乙烷/环氧丙烷嵌段共聚物，乙氧基化脂族多元醇，丙氧基化脂族多元醇，乙氧基化和丙氧基化脂族多元醇，具有多达约6个碳原子的脂族醚，具有多达约6个碳原子的脂族酮，具有多达约6个碳原子的脂族醛，C₁₋₄链烷(脂肪)酸的C₁₋₄-烷基酯和具有总共多达约10个碳原子的伯、仲和叔脂族胺。通过非限定性的实例，该液相可以包含水、甲醇、乙醇、丙醇、异丙醇、乙二醇、二甘醇、1,2,4-丁三醇、三羟甲基丙烷、季戊四醇、山梨醇(或其它任何糖醇)、甘油、丙酮、甲乙酮、二乙酮、乙酸甲酯、乙酸乙酯、二噁烷、四氢呋喃、二甘醇二甲醚、三甘醇二甲醚、单乙醇胺、二乙醇胺、三乙醇胺、单丙醇胺、二丙醇胺和三丙醇胺的一种或多种。

在另一方面，该液相可以单独包含水，或包含水与一种或多种选自以下的物质的组合：具有多达约6个碳原子和多达约6个羟基的(环)脂族醇，C₂₋₄亚烷基二醇，二(C₂₋₄亚烷基二醇)，聚(C₂₋₄亚烷基二醇)，C₂₋₄亚烷基二醇、二(C₂₋₄亚烷基二醇)和聚(C₂₋₄亚烷基二醇)的单-C₁₋₄-烷基醚，C₂₋₄亚烷基二醇、二(C₂₋₄亚烷基二醇)和聚(C₂₋₄亚烷基二醇)的二-C₁₋₄-烷基醚，环氧乙烷/环氧丙烷嵌段共聚物，乙氧基化脂族多元醇，丙氧基化脂族多

元醇，乙氧基化和丙氧基化脂族多元醇，具有多达约6个碳原子的脂族醚，具有多达约6个碳原子的脂族酮，具有多达约6个碳原子的脂族醛， C_{1-4} 链烷(脂肪)酸的 C_{1-4} -烷基酯和具有总共多达约10个碳原子的伯、仲和叔脂族胺。

在另一方面中，本发明的组合物可以包含两种氢化物化合物。在再一方面中，其可以包含至少三种氢化物化合物。

本发明还提供用于液体燃料电池的含氢化物的燃料组合物，该组合物包含碱性液相和至少第一氢化物化合物和第二氢化物化合物。第一氢化物化合物在液相中的溶解度高于第二氢化物化合物在液相中的溶解度，并且第一氢化物化合物的阳极氧化产物在液相中的溶解度低于第二氢化物化合物的阳极氧化产物在液相中的溶解度。该碱性液相进一步具有至少0.5摩尔每升的氢氧离子浓度并且包含溶于其中的下列物质的一种或多种： $LiOH$ 、 $NaOH$ 、 KOH 、 $RbOH$ 、 $CsOH$ 、 $Ca(OH)_2$ 、 $Mg(OH)_2$ 、 $Ba(OH)_2$ 、 $Zn(OH)_2$ 、 $Al(OH)_3$ 和 NH_4OH 。该第一氢化物化合物和第二氢化物化合物独立地选自 $NaBH_4$ 、 KBH_4 、 $LiBH_4$ 、 NH_4BH_4 、 $Be(BH_4)_2$ 、 $Ca(BH_4)_2$ 、 $Mg(BH_4)_2$ 、 $Zn(BH_4)_2$ 、 $Al(BH_4)_3$ 、多硼氢化物、 $(CH_3)_2NHBH_3$ 、 $NaCNBH_3$ 、 LiH 、 NaH 、 KH 、 CaH_2 、 BeH_2 、 MgH_2 、 $NaAlH_4$ 、 $LiAlH_4$ 和 $KAlH_4$ 。

在该组合物的一个方面中，第一氢化物化合物和第二氢化物化合物可以独立地选自 $NaBH_4$ 、 KBH_4 、 $LiBH_4$ 、 $Be(BH_4)_2$ 、 NH_4BH_4 、多硼氢化物、 $Ca(BH_4)_2$ 、 $Mg(BH_4)_2$ 、 $Zn(BH_4)_2$ 、 $Al(BH_4)_3$ 、 $(CH_3)_2NHBH_3$ 和 $NaCNBH_3$ 。例如，第一氢化物化合物和第二氢化物化合物可以为 $NaBH_4$ 和 KBH_4 。

在另一方面中，第一氢化物化合物和第二氢化物化合物的摩尔比可以为约95:5至约5:95，例如约75:25至约25:75。

在又一方面中，该组合物可以包含氢化物化合物，其总浓

度为至少约0.5摩尔每升组合物，例如总浓度为至少约1摩尔每升组合物、至少约2摩尔每升组合物或至少约3摩尔每升组合物。

在该组合物的再一方面中，该液相中的氢氧离子浓度可以为至少约1摩尔每升，例如至少约1.5摩尔每升、至少约2摩尔每升、至少约3摩尔每升、至少约4摩尔每升或至少约5摩尔每升和/或可以不高超过约7摩尔每升。

在该组合物的另一方面，该液相可以包含溶于其中的NaOH和/或KOH。

在另一方面，该液相可以包含至少一种，例如至少两种选自下列的溶剂：水，具有多达约6个碳原子和多达约6个羟基的(环)脂族醇， C_{2-4} 亚烷基二醇，二(C_{2-4} 亚烷基二醇)，聚(C_{2-4} 亚烷基二醇)， C_{2-4} 亚烷基二醇、二(C_{2-4} 亚烷基二醇)和聚(C_{2-4} 亚烷基二醇)的单- C_{1-4} -烷基醚， C_{2-4} 亚烷基二醇、二(C_{2-4} 亚烷基二醇)和聚(C_{2-4} 亚烷基二醇)的二- C_{1-4} -烷基醚，环氧乙烷/环氧丙烷嵌段共聚物，乙氧基化脂族多元醇，丙氧基化脂族多元醇，乙氧基化和丙氧基化脂族多元醇，具有多达约6个碳原子的脂族醚，具有多达约6个碳原子的脂族酮，具有多达约6个碳原子的脂族醛， C_{1-4} 链烷(脂肪)酸的 C_{1-4} -烷基酯和具有总共多达约10个碳原子的伯、仲和叔脂族胺。例如，该液相可以包含水、甲醇、乙醇、丙醇、异丙醇、乙二醇、二甘醇、1,2,4-丁三醇、三羟甲基丙烷、季戊四醇、山梨醇、甘油、丙酮、甲乙酮、二乙酮、乙酸甲酯、乙酸乙酯、二噁烷、四氢呋喃、二甘醇二甲醚、三甘醇二甲醚、单乙醇胺、二乙醇胺、三乙醇胺、单丙醇胺、二丙醇胺和三丙醇胺的一种或多种。

在另一方面中，该液相可以包含水。例如，该液相可以包含水和以下物质的一种或多种：甲醇、乙醇、丙醇、异丙醇、乙二醇、二甘醇、1,2,4-丁三醇、三羟甲基丙烷、季戊四醇、山

梨醇、甘油、丙酮、甲乙酮、二乙酮、乙酸甲酯、乙酸乙酯、二噁烷、四氢呋喃、二甘醇二甲醚、三甘醇二甲醚、单乙醇胺、二乙醇胺、三乙醇胺、单丙醇胺、二丙醇胺和三丙醇胺。

本发明还提供在用于液体燃料电池的燃料中使用的含氢化物的混合物，该混合物包含至少第一氢化物化合物和第二氢化物化合物，其化合物独立地选自碱和碱土金属、Zn、Al、铵和二烷基胺的氢化物、硼氢化物(包括多硼氢化物和氰基硼氢化物)和铝氢化物，并且其中第一氢化物化合物和第二氢化物化合物的比例为约95:5至约5:95。

在该混合物的一个方面中，氢化物化合物的摩尔比可以为约80:20至约20:80。

在该混合物的另一方面中，第一氢化物化合物和第二氢化物化合物可以独立地选自 NaBH_4 、 KBH_4 、 LiBH_4 、 $\text{Be}(\text{BH}_4)_2$ 、 NH_4BH_4 、多硼氢化物、 $\text{Ca}(\text{BH}_4)_2$ 、 $\text{Mg}(\text{BH}_4)_2$ 、 $\text{Zn}(\text{BH}_4)_2$ 、 $\text{Al}(\text{BH}_4)_3$ 、 $(\text{CH}_3)_2\text{NHBH}_3$ 和 NaCNBH_3 。例如，第一氢化物化合物和/或第二氢化物化合物可以选自硼氢化物，如碱和碱土金属的硼氢化物。特别是，第一氢化物化合物和/或第二氢化物化合物可以为 NaBH_4 和 KBH_4 。

本发明还提供用于直接液体燃料电池的含氢化物的燃料组合物，该组合物包含至少两种不同的氢化物化合物。选择该至少两种不同的氢化物化合物，以致在其它方面相同的条件下，与以等同于该至少两种不同氢化物化合物总摩尔量的摩尔量仅包含这些不同氢化物化合物之一的其它方面相同的燃料组合物相比，该组合物提供更高的燃料效率。换句话说，存在协同作用。

在该组合物的一方面，该至少两种不同氢化物化合物的第一氢化物化合物与该至少两种不同氢化物化合物的第二氢化物

化合物相比，可以具有更高的在该液体燃料液相中的溶解度，并且第一氢化物化合物的阳极氧化产物与第二氢化物化合物的阳极氧化产物相比，可以具有较低的在该液体燃料液相中的溶解度。

在另一方面中，第一氢化物化合物和第二氢化物化合物可以独立地选自碱和碱土金属、Zn、Al、铵和二烷基胺的氢化物、硼氢化物(包括多硼氢化物)和铝氢化物，例如选自 NaBH_4 、 KBH_4 、 LiBH_4 、 $\text{Be}(\text{BH}_4)_2$ 、 NH_4BH_4 、多硼氢化物、 $\text{Ca}(\text{BH}_4)_2$ 、 $\text{Mg}(\text{BH}_4)_2$ 、 $\text{Zn}(\text{BH}_4)_2$ 、 $\text{Al}(\text{BH}_4)_3$ 、 $(\text{CH}_3)_2\text{NHBH}_3$ 和 NaCNBH_3 。例如，第一氢化物化合物和/或第二氢化物化合物可以选自硼氢化物，如选自碱和碱土金属的硼氢化物。特别是，第一氢化物化合物和第二氢化物化合物的至少之一可以为 NaBH_4 和 KBH_4 。

在又一方面中，第一氢化物化合物和第二氢化物化合物的摩尔比可以为约95:5至约5:95，例如约90:10至约10:90、约80:20至约20:80、约75:25至约25:75或约60:40至约40:60。

本发明还提供提高用于直接液体燃料电池的含氢化物化合物的液体燃料组合物的燃料效率的方法，其中该方法包含在液体燃料中采用至少两种不同氢化物化合物，选择该至少两种不同氢化物化合物，以致包含这些不同氢化物化合物的燃料与以等同于该至少两种不同氢化物化合物总摩尔量的摩尔量仅包含这些氢化物化合物之一的燃料可获得的效率相比，具有更高的效率。

在该方法的一个方面中，该至少两种不同氢化物化合物的第一氢化物化合物与该至少两种不同氢化物化合物的第二氢化物化合物相比，可以具有更高的在燃料组合物液相中的溶解度，并且第一氢化物化合物的阳极氧化产物与第二氢化物化合物的阳极氧化产物相比可以具有更低的在燃料组合物液相中的溶解

度。

在该方法的另一方面，第一氢化物化合物和第二氢化物化合物可以独立地选自碱和碱土金属、Zn、Al、铵和二烷基胺的氢化物、硼氢化物和铝氢化物，例如选自 NaBH_4 、 KBH_4 、 LiBH_4 、 $\text{Be}(\text{BH}_4)_2$ 、 NH_4BH_4 、多硼氢化物、 $\text{Ca}(\text{BH}_4)_2$ 、 $\text{Mg}(\text{BH}_4)_2$ 、 $\text{Zn}(\text{BH}_4)_2$ 、 $\text{Al}(\text{BH}_4)_3$ 、 $(\text{CH}_3)_2\text{NHBH}_3$ 和 NaCNBH_3 。例如，该第一氢化物化合物和/或第二氢化物化合物可以独立地选自硼氢化物，例如选自碱和碱土金属的硼氢化物。特别是，第一氢化物化合物和/或第二氢化物化合物可以为 NaBH_4 或 KBH_4 。

在本发明的又一方面中，第一氢化物化合物和第二氢化物化合物的摩尔比可以为约95:5至约5:95，例如约90:10至约10:90、约80:20至约20:80、约75:25至约25:75或约60:40至约40:60。

本发明还提供用于液体燃料电池的含氢化物的燃料组合物，该组合物包含碱性液相和一种或多种氢化物化合物。该一种或多种氢化物化合物以至少约0.5摩尔每升液相的总浓度溶解在该液相中(例如在约室温下)，并且该一种或多种氢化物化合物的阳极氧化产物在液相中在约室温(例如在 25°C)下的溶解度使得约80摩尔%的一种或多种氢化物化合物阳极氧化后基本无氧化产物沉淀(在约室温下)。此处和所附的权利要求中使用的“基本无沉淀”意指少于约10%，优选少于约5%，例如少于约1%的形成的阳极氧化产物以不溶形式存在。

在该组合物的一个方面中，在该一种或多种氢化物化合物的约90摩尔%阳极氧化后，甚至约95摩尔%阳极氧化后基本无氧化产物沉淀和/或该一种或多种氢化物化合物可以以总浓度至少约1摩尔每升，例如以总浓度至少约2摩尔每升或至少约3摩尔每升溶解在该液相中。

在本发明组合物的另一方面中，该一种或多种氢化物化合物可以独立地选自碱和碱土金属、Zn、Al、铵和二烷基胺的氢化物、硼氢化物和铝氢化物，例如选自 NaBH_4 、 KBH_4 、 LiBH_4 、 $\text{Be}(\text{BH}_4)_2$ 、 NH_4BH_4 、多硼氢化物、 $\text{Ca}(\text{BH}_4)_2$ 、 $\text{Mg}(\text{BH}_4)_2$ 、 $\text{Zn}(\text{BH}_4)_2$ 、 $\text{Al}(\text{BH}_4)_3$ 、 $(\text{CH}_3)_2\text{NHBH}_3$ 和 NaCNCBH_3 。特别是，该一种或多种氢化物可以选自(多)硼氢化物，例如选自碱和碱土金属的硼氢化物。例如，该一种或多种氢化物化合物的至少一种可以选自 NaBH_4 和 KBH_4 。

在本发明组合物的又一方面中，该一种或多种氢化物化合物可以至少包含第一氢化物化合物和第二氢化物化合物，并且该第一氢化物化合物在液相中的溶解度可以高于该第二氢化物化合物在该液相中的溶解度，该第一氢化物化合物的阳极氧化产物在该液相中的溶解度可以低于该第二氢化物化合物的阳极氧化产物在该液相中的溶解度。

在一方面中，第一氢化物化合物和第二氢化物化合物的摩尔比可以为约95:5至约5:95，例如约90:10至约10:90、约80:20至约20:80、约75:25至约25:75或约60:40至约40:60。

在该组合物的再一方面中，该液相可以以浓度为至少约1摩尔每升，例如以浓度至少约1.5摩尔每升、至少约2摩尔每升和/或以浓度不高于约7摩尔每升包含氢氧离子。

在又一方面，该液相可以包含溶于其中的至少一种氢氧离子提供化合物，所述氢氧离子提供化合物选自碱金属、碱土金属、Al和Zn的氢氧化物以及选自氢氧化铵，例如 LiOH 、 NaOH 、 KOH 、 RbOH 、 CsOH 、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Zn}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 和 NH_4OH 。特别是，该液相可以包含溶解于其中的 NaOH 和/或 KOH 。

在该组合物的再一方面，该液相可以包含下列的至少之一

(例如, 至少之二): 水, 具有多达约6个碳原子和多达约6个羟基的(环)脂族醇, C_{2-4} 亚烷基二醇, 二(C_{2-4} 亚烷基二醇), 聚(C_{2-4} 亚烷基二醇), C_{2-4} 亚烷基二醇、二(C_{2-4} 亚烷基二醇)和聚(C_{2-4} 亚烷基二醇)的单- C_{1-4} -烷基醚, C_{2-4} 亚烷基二醇、二(C_{2-4} 亚烷基二醇)和聚(C_{2-4} 亚烷基二醇)的二- C_{1-4} -烷基醚, 环氧乙烷/环氧丙烷嵌段共聚物, 乙氧基化脂族多元醇, 丙氧基化脂族多元醇, 乙氧基化和丙氧基化脂族多元醇, 具有多达约6个碳原子的脂族醚, 具有多达约6个碳原子的脂族酮, 具有多达约6个碳原子的脂族醛, C_{1-4} 链烷(脂肪)酸的 C_{1-4} -烷基酯和具有总共多达约10个碳原子的伯、仲和叔脂族胺, 例如下列的至少之一: 水、甲醇、乙醇、丙醇、异丙醇、乙二醇、二甘醇、1,2,4-丁三醇、三羟甲基丙烷、季戊四醇、山梨醇、甘油、丙酮、甲乙酮、二乙酮、乙酸甲酯、乙酸乙酯、二噁烷、四氢呋喃、二甘醇二甲醚、三甘醇二甲醚、单乙醇胺、二乙醇胺、三乙醇胺、单丙醇胺、二丙醇胺和三丙醇胺。

在另一方面中, 该液相可以单独包含水, 或包含水与一种或多种选自以下的溶剂的组合: 具有多达约6个碳原子和多达约6个羟基的(环)脂族醇, C_{2-4} 亚烷基二醇, 二(C_{2-4} 亚烷基二醇), 聚(C_{2-4} 亚烷基二醇), C_{2-4} 亚烷基二醇、二(C_{2-4} 亚烷基二醇)和聚(C_{2-4} 亚烷基二醇)的单- C_{1-4} -烷基醚, C_{2-4} 亚烷基二醇、二(C_{2-4} 亚烷基二醇)和聚(C_{2-4} 亚烷基二醇)的二- C_{1-4} -烷基醚, 环氧乙烷/环氧丙烷嵌段共聚物, 乙氧基化脂族多元醇, 丙氧基化脂族多元醇, 乙氧基化和丙氧基化脂族多元醇, 具有多达约6个碳原子的脂族醚, 具有多达约6个碳原子的脂族酮, 具有多达约6个碳原子的脂族醛, C_{1-4} 链烷(脂肪)酸的 C_{1-4} -烷基酯和具有总共多达约10个碳原子的伯、仲和叔脂族胺。通过非限定性实例, 该液相可以包含水和下列的一种或多种(如两种): 甲醇、乙醇、丙

醇、异丙醇、乙二醇、二甘醇、1,2,4-丁三醇、三羟甲基丙烷、季戊四醇、山梨醇、甘油、丙酮、甲乙酮、二乙酮、乙酸甲酯、乙酸乙酯、二噁烷、四氢呋喃、二甘醇二甲醚、三甘醇二甲醚、单乙醇胺、二乙醇胺、三乙醇胺、单丙醇胺、二丙醇胺和三丙醇胺，例如水和下列的至少一种：甲醇、乙醇、丙醇、异丙醇和乙二醇。

本发明还提供包含本发明的燃料组合物的液体燃料电池，包括其各个方面。

本发明还提供用于(再)充填液体燃料电池的燃料盒，该燃料盒包含本发明的燃料组合物，包括其各个方面。

本发明还提供提高用于直接液体燃料电池的含氢化物化合物的液体燃料组合物的燃料效率的方法。该方法包含选择一种或多种氢化物化合物和一种或多种溶剂，以使该一种或多种氢化物化合物在该一种或多种溶剂中以浓度至少约0.5摩尔每升(约室温下)可溶，并且在约80摩尔%该一种或多种氢化物化合物阳极氧化后，基本上所有形成的阳极氧化产物在该一种或多种溶剂中可溶(约室温下)。

在该方法的一个方面中，该一种或多种氢化物化合物可以至少包含第一氢化物化合物和第二氢化物化合物，并且该第一氢化物化合物在该一种或多种溶剂中的溶解度可以高于该第二氢化物化合物在该一种或多种溶剂中的溶解度，并且第一氢化物化合物的阳极氧化产物在该一种或多种溶剂中的溶解度可以低于该第二氢化物化合物的阳极氧化产物在该一种或多种溶剂中的溶解度低。

本发明还提供提高用于直接液体燃料电池的含氢化物化合物的液体燃料组合物的燃料效率的方法，该方法包含在燃料组合物中使用至少两种不同氢化物化合物(例如至少两种不同的

硼氢化物化合物)。选择该至少两种(例如两种、三种或四种)不同的氢化物化合物,以使包含这些不同的氢化物化合物的燃料组合物在其它方面相同的条件下,与以等同于该至少两种不同氢化物化合物总摩尔量的摩尔量仅包含该至少两种不同氢化物化合物之一的其它方面相同的燃料组合物相比,具有更高的效率。

在该方法的一个方面,该至少两种不同氢化物化合物中的第一氢化物化合物可以具有比该至少两种不同氢化物化合物中的第二氢化物化合物更高的在液体燃料组合物液相中的溶解度,并且第一氢化物化合物的阳极氧化产物可以具有比第二氢化物化合物的阳极氧化产物更低的在该液体燃料组合物液相中的溶解度。

在该方法的另一方面中,该至少两种氢化物化合物可以以总浓度至少约1摩尔每升,例如至少约2摩尔每升存在于燃料组合物的液相中。

本发明还提供提高包括含氢化物化合物的液体燃料组合物的液体燃料电池性能的方法。该方法包含在液体燃料组合物中使用至少两种不同氢化物化合物(例如两种或多种不同的硼氢化物化合物),选择该至少两种不同氢化物化合物,以使包含该至少两种不同氢化物化合物的燃料组合物在其它方面相同的条件下,与以等同于该至少两种不同氢化物化合物总摩尔量的摩尔量仅包含这些氢化物化合物之一的液体燃料组合物相比,对于该燃料电池的至少一种结构组件(例如阳极)的化学腐蚀性更低,并且显示至少相同的效率。

根据本发明的一个方面,用于液体燃料电池的燃料的性能可以通过提供溶解的(硼)氢化物化合物的相对高的初始浓度并同时防止大量阳极氧化产物的沉淀,和/或同时防止由过度化学

腐蚀性的燃料引起的任何对该燃料电池的结构组件，特别是阳极的显著损害而优化。至此，本发明利用可以单独或组合使用的几个基本概念。第一个概念包含两种或多种氢化物化合物的混合物的使用，该两种或多种氢化物化合物在燃料的液态组分中它们的溶解度不同并且它们的阳极氧化产物的溶解度也不同，更高可溶性的氢化物化合物提供更小可溶性的氧化产物。第二个概念包含至少两种不同溶剂的混合物的使用，选择该至少两种不同溶剂以提供一种或多种氢化物化合物的理想的高溶解度以及还提供这些一种或多种氢化物化合物的阳极氧化产物理想的高溶解度。在这种情况下，如果使用超过一种的氢化物化合物，该氢化物化合物和阳极氧化产物的溶解度可以近似或不同，只要该溶剂混合物可以在理想的高程度上溶解氢化物化合物和其阳极氧化产物两者。第三个概念平衡不同(金属)阳离子在燃料(可以是悬浊液)的液相中的浓度，以实现理想的在燃料的液相中的高(硼)氢化物浓度，同时将燃料的化学腐蚀性保持在可接受的水平。

上述概念的使用也便于燃料浆和/或浓缩液的制备。关于对应的产物，参考2004年1月16日提交的同时待审的美国专利申请No. 10/757,849(美国专利申请公报No. 2005/0155279 A1)，其全部公开在此引入以作参考。关于生产相应的产物的方法，参考与此同时提交的标题为“生产用于燃料电池的燃料分散体的方法(Method of Producing Fuel Dispersion for a Fuel Cell)”的美国临时申请(Attorney Docket No. P28866)，其全部公开在此加入以作参考。

如上所述，燃料“效率”可以通过使用各种参数，例如可以获得的初始电流或每体积单位的电输出进行评价，每一参数在燃料电池中测定。

用于本发明的氢化物化合物优选可以同样在燃料电池的阳极被氧化以提供电子的化合物。需要理解的是用于本说明书和所附的权利要求中的术语“氢化物化合物”广义地使用并包括特别是“简单”氢化物如NaH、KH等的化合物，以及包含氢化物复合离子的化合物如硼氢化物、铝氢化物等。本发明中使用的金属氢化物的非限定性实例包括碱金属如Li、Na、K、Rb和Cs以及碱土金属如Be、Mg、Ca、Sr和Ba以及其它金属如Al和Zn、铵的氢化物、包括氰基硼氢化物和多硼氢化物的硼氢化物以及铝氢化物和 BH_3 与单、二、三烷基胺的配合物。相应的具体化合物包括，但不限于： $LiBH_4$ 、 $NaBH_4$ 、 KBH_4 、 NH_4BH_4 、 $Be(BH_4)_2$ 、 $Ca(BH_4)_2$ 、 $Mg(BH_4)_2$ 、 $(CH_3)_3NHBH_3$ 、 $NaCNBH_3$ 、 LiH 、 NaH 、 KH 、 CaH_2 、 BeH_2 、 MgH_2 、 $NaAlH_4$ 、 $LiAlH_4$ 和 $KAlH_4$ 。也可以使用多硼氢化物。多硼氢化物的非限定性实例是分子式为 MB_3H_8 、 $M_2B_{10}H_{10}$ 、 $MB_{10}H_{13}$ 、 $M_2B_{12}H_{12}$ 和 $M_2B_{20}H_{18}$ ，其中M可以为Li、Na、K、 NH_4 、 $Be_{1/2}$ 、 $Ca_{1/2}$ 、 $Mg_{1/2}$ 、 $Zn_{1/2}$ 或 $Al_{1/3}$ (要考虑到与Ca、Mg、Zn和Al缔合的分数，这些金属为二价或三价)的那些。适用于本发明中的多硼氢化物化合物的进一步的实例公开于例如美国专利申请公报2005/0132640 A1，其全部公开在此引入以作参考。硼氢化物，特别是 $NaBH_4$ 和 KBH_4 是为了本发明的目的优选的氢化物的实例。

本发明组合物的液相优选包含一种或多种极性(质子的和/或非质子的)溶剂组分。如果该溶剂为纯溶剂，即只有一种溶剂，该溶剂优选为极性的。如果该溶剂为溶剂混合物，即包含一种或多种(例如两种、三种、四种或甚至更多)单独的溶剂，混合物组分的至少一种优选为极性的。例如，所有或至少基本上所有的溶剂组分可以为极性的。本发明中使用的溶剂和溶剂混合物优选在室温下为液态，并且优选以足以溶解氢化物化合物和

氢氧离子提供化合物的量存在。合适的溶剂组分的非限定性实例包括：水、一元和多元醇(例如甲醇、乙醇、丙醇、异丙醇、丁醇、甘油、1,2,4-丁三醇、三羟甲基丙烷和季戊四醇)和单-和聚亚烷基二醇(例如乙二醇、二甘醇、丙二醇和二丙二醇)、一元和多元羧酸的脂族酯(例如乙酸乙酯、乙酸甲酯、甲酸乙酯和草酸二乙酯)、脂族酮(例如丙酮、甲乙酮和二乙酮)、脂族醛(例如乙醛和丙醛)和(环)脂族醚(例如四氢呋喃、二噁烷和一元和多元醇以及单-和聚亚烷基二醇的部分或全部烷基酯)。优选溶剂组分为水。其它优选溶剂组分的实例包括一元和多元脂族醇和(环)脂族醇，例如甲醇和乙醇。如果水存在，其浓度将经常为至少约10体积%，例如至少约30体积%、至少约50体积%或至少约70体积%，基于组合溶剂的总体积。

用于本发明的组合物中的氢氧离子提供化合物可以是在该组合物中能够例如通过离解、分解或通过可以存在于该组合物中的任何其它化合物(原位)反应或相互作用来提供氢氧离子的任何化合物。当然，这些化合物必须不在任何显著的程度干扰燃料电池的运行，特别是其中发生的电化学反应。通常，氢氧离子提供化合物将包括至少一种碱金属或碱土金属氢氧化物和/或氢氧化铵。适当化合物的非限定性具体实例为LiOH、NaOH、KOH、RbOH、CsOH、Ca(OH)₂、Mg(OH)₂、Ba(OH)₂、Zn(OH)₂、Al(OH)₃和NH₄OH。相应的氧化物、碳酸盐和碳酸氢盐是可用作氢氧离子提供化合物的另外化合物的非限定性实例。经常使用NaOH和/或KOH。该氢氧离子提供化合物的量明显依赖于浓缩物中所需的氢氧离子浓度。

如果在本发明中使用两种不同的氢化物化合物，这些氢化物化合物的摩尔比通常在约99:1至约1:99的范围内，特别是在约95:5至约5:95的范围内。该摩尔比经常不高于约90:10，例如

不高于约80:20, 不高于约75:25或不高于约60:40, 并且不低于约10:90, 例如不低于约20:80, 不低于约25:75或不低于约40:60。通过非限定性实例, 在例如腐蚀性水溶液的情况下, NaBH_4 和 KBH_4 的摩尔比为约25:75可以提供特别有利的结果。

本领域熟练技术人员将认识到当两种不同的氢化物化合物例如 NaBH_4 和 KBH_4 以一定的摩尔比使用时, 该摩尔比不一定为这两种化合物存在于燃料液相中的摩尔比, 即使两种化合物以完全溶解的形式存在。这是由于在液相中这些化合物通常以离解的形式存在的事实。例如, 如果在使用氢氧离子提供化合物例如 NaOH 的同时, 该化合物还以离解的形式存在于液相中, 因此提高液相中相对于钾阳离子的钠阳离子浓度, 从而提高相对于 KBH_4 浓度的 NaBH_4 浓度。同理, 如果 NaBH_4 用作唯一的硼氢化物化合物, KOH 用作唯一的氢氧离子提供化合物, 相应的溶液不仅包含 NaBH_4 , 还包含 KBH_4 。换句话说, 如果只使用一种类型的氢化物化合物(例如只有两种或多种硼氢化物), 相应溶液(燃料)的性质特别通过存在于溶液中的所有(金属)阳离子的相对于比例, 即不仅是这些阳离子存在于所使用的氢化物化合物中的相对比例而确定。

优选的, 本发明的燃料组合物包含一种或多种氢化物化合物, 其总浓度为至少约0.5摩尔每升组合物(该组合物包括液相和任选存在的不溶材料的固相), 例如总浓度为至少约1摩尔每升、至少约2摩尔每升、至少约3摩尔每升、至少约4摩尔每升或至少约5摩尔每升液相。该浓度甚至可以更高, 特别是在燃料浓缩物的情况下。

而且, 本发明的燃料组合物的液相优选包含氢氧离子, 其浓度为至少约0.01摩尔每升, 例如约0.05摩尔每升、约0.1摩尔每升、约0.5摩尔每升、至少约1摩尔每升、至少约1.5摩尔每升、

至少约2摩尔每升、至少约3摩尔每升或甚至约6摩尔每升。另一方面，该氢氧离子浓度优选不高于约8摩尔每升，例如不高于约7摩尔每升。特别是在燃料浓缩物的情况下，该氢氧离子浓度将经常高于约7摩尔每升，例如高达约14摩尔每升，或高达约12摩尔每升。

本领域的熟练技术人员将认识到本发明的组合物可以任选包含各种其它组分，其它组分在燃料中的存在可以是需要的，至少只要这些其它组分不显著干扰该燃料组合物的预期用途。通过非限定性实例，该组合物可以包含添加剂，例如稳定剂。优选的稳定剂包括脂族和芳族胺。

附图说明

在以下的详细描述中，参考值得注意的多张附图，通过本发明的示例性实施方案的非限定性实例，进一步描述本发明，其中：

图1示出根据实施例1制备的直接硼氢化物-空气燃料电池的放电曲线；

图2示出根据实施例2制备的直接硼氢化物-空气燃料电池的放电曲线；

图3示出根据实施例3制备的直接硼氢化物-空气燃料电池的放电曲线；和

图4示出根据实施例4制备的直接硼氢化物-空气燃料电池的放电曲线。

具体实施方式

此处所示的细节借助实施例并且仅为了本发明实施方案的说明性讨论，其为了提供认为是最有用和最易于理解本发明原

则和概念方面的描述而展现。在这方面，没有试图显示比基本理解本发明所必需的内容更详细的本发明的细节，该描述对于本领域的熟练技术人员如何可在实践中将本发明的几种形式具体化是显而易见的。

实施例1(比较)

制备以下组合物(以重量%表示)的燃料:

水 58%

KOH 23%

KBH₄ 19%

图1示出该燃料在0.6V恒压下在直接硼氢化物-空气燃料电池(阳极面积=17cm²，燃料体积55cc)中的放电曲线。该燃料的放电能量为13.8Wh/24h。

实施例2

制备以下组合物(以重量%)的燃料:

水 71%

KOH 10%

NaOH 7%

KBH₄ 7%

NaBH₄ 5%

图2示出该燃料在0.6V恒压下在直接硼氢化物-空气燃料电池(阳极面积=17cm²，燃料体积55cc)中的放电曲线。该燃料的放电能量为16.2Wh/24h。

实施例3

制备以下组合物(以重量%)的燃料:

水 67%

KOH 10%

NaOH 7%

KBH₄ 9.5%

NaBH₄ 6.5%

图3示出该燃料在0.6V恒压下在直接硼氢化物-空气燃料电池(阳极面积=17cm², 燃料体积55cc)中的放电曲线。该燃料的放电能量为18Wh/24h。

实施例4

制备以下组合物(以重量%)的燃料:

水	64.9%
KOH	14.6%
NaOH	3.5%
KBH ₄	14%
NaBH ₄	3%

图4示出该燃料在0.6V恒压下在直接硼氢化物-空气燃料电池(阳极面积=17cm², 燃料体积55cc)中的放电曲线。该燃料的放电能量为19.2Wh/24h。

注意前述实施例仅为了说明的目的而提供, 绝不解释为限制本发明。尽管本发明已参考示例性的实施方案来描述, 应理解此处已使用的词汇是描述和说明的词汇, 不是限制的词汇。在如目前记载的和修改的所附权利要求书的范围内, 可以作出改变而不脱离本发明在其各方面的范围和精神。尽管本发明已参考特定的方法、材料和实施方案在此描述, 本发明并不意欲限于此处公开的细节; 相反, 本发明扩展至所有功能等同的结构、方法和用途, 如在所附的权利要求书的范围内。

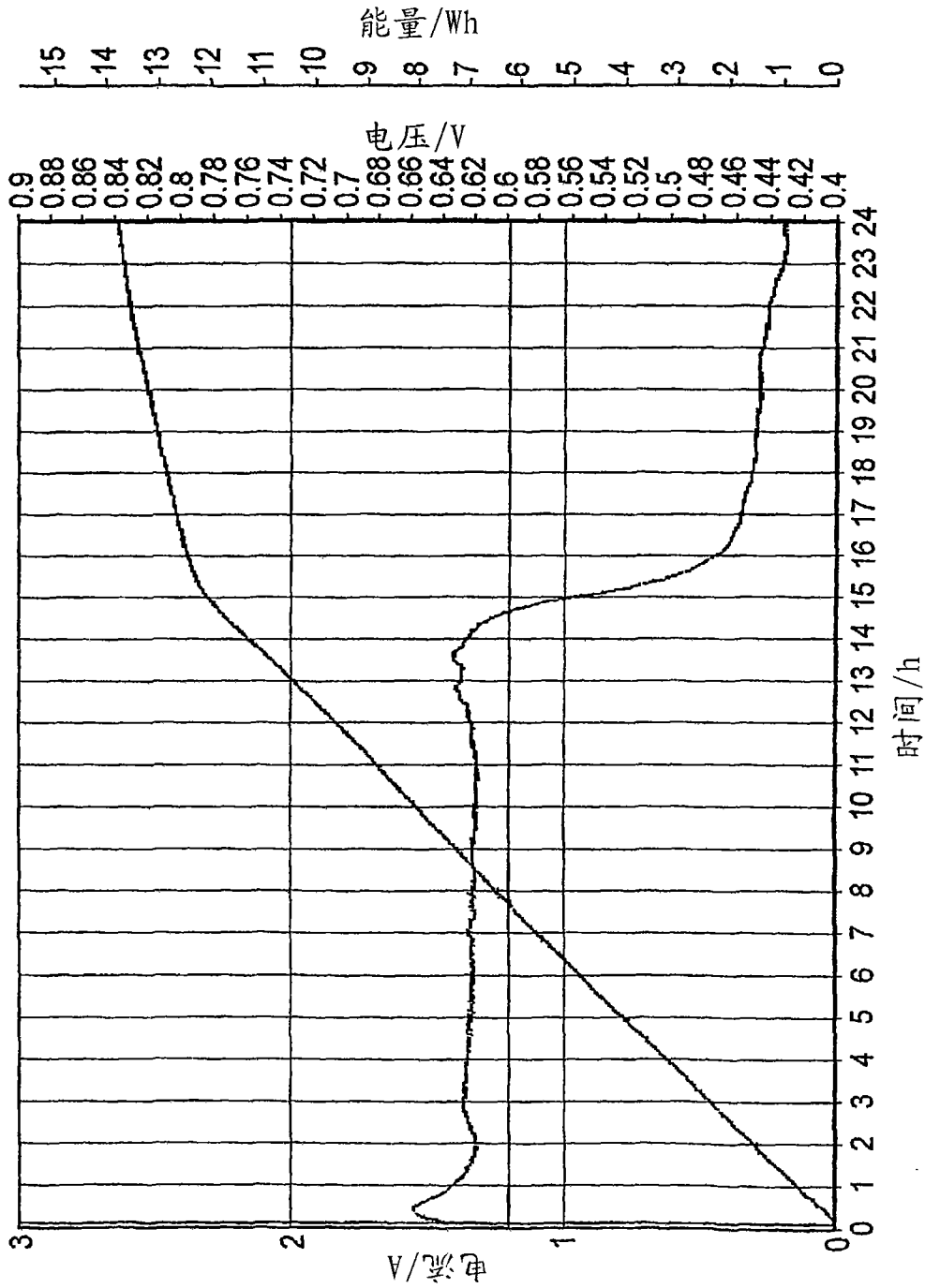


图 1

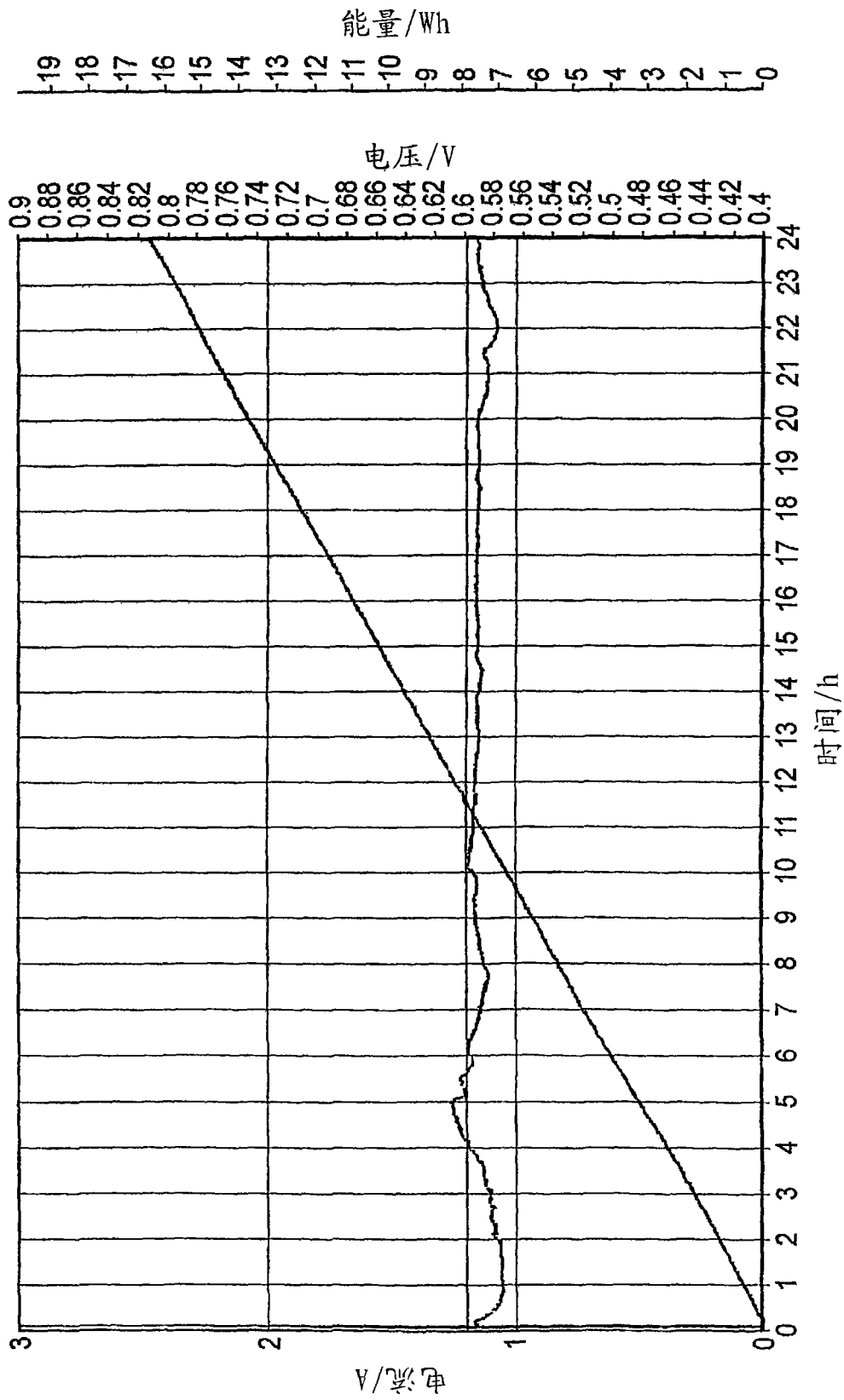


图 2

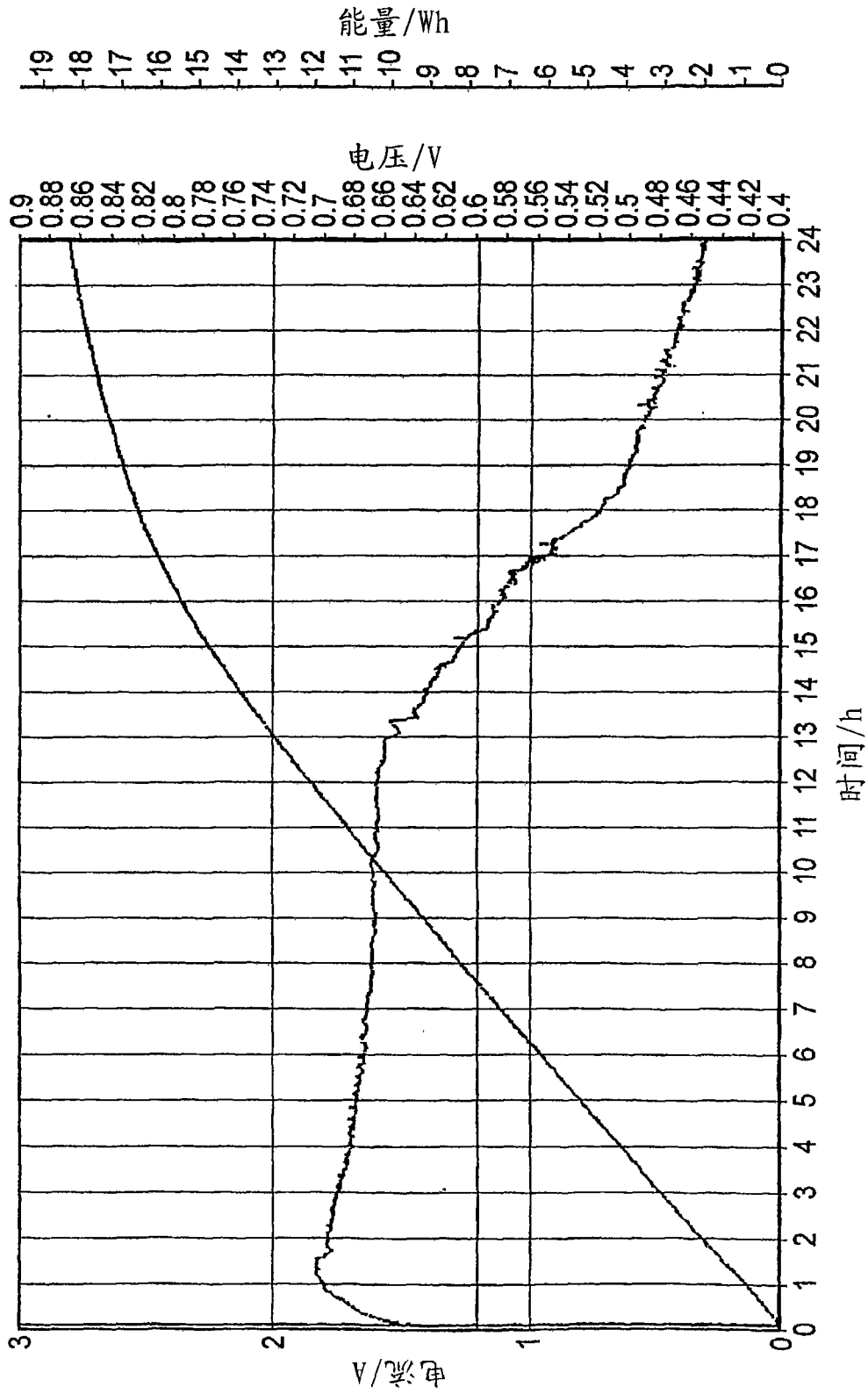


图 3

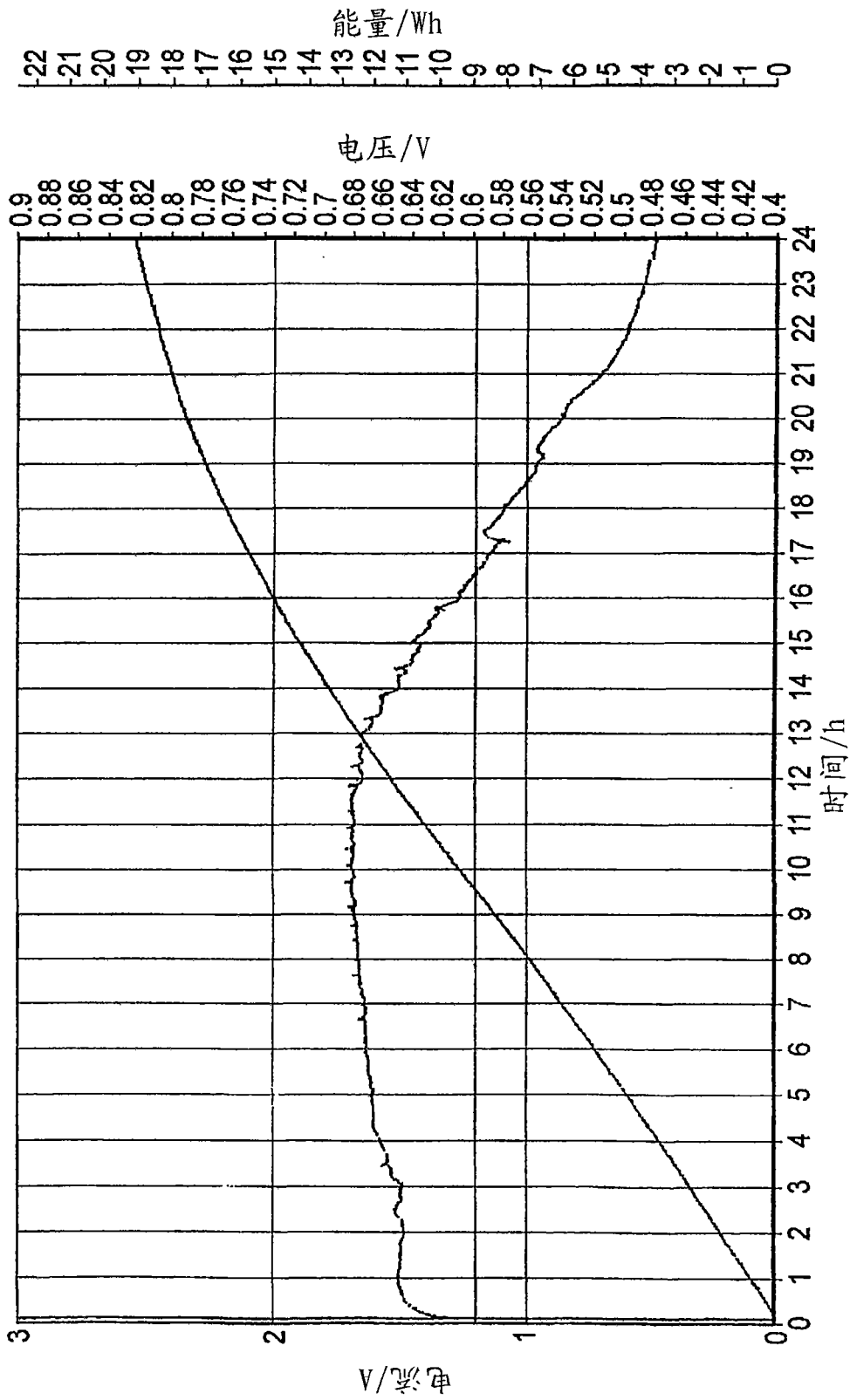


图 4