



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102307805 B

(45) 授权公告日 2015. 08. 05

(21) 申请号 201080004617. 0

US 3166514 A, 1965. 01. 19,

(22) 申请日 2010. 01. 08

CN 1319850 C, 2007. 06. 06,

(30) 优先权数据

09150676. 6 2009. 01. 15 EP

M. Douglas Banus et al., .Preparation of

Quaternary Ammonium Borohydrides from

Sodium and Lithium Borohydrides. 《Journal

of the American Chemical Society》. 1952, 第

74 卷

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2011. 07. 14

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2010/000062 2010. 01. 08

审查员 周莹

(87) PCT国际申请的公布数据

W02010/081657 EN 2010. 07. 22

(73) 专利权人 VTU 控股有限公司

地址 奥地利格兰巴赫

(72) 发明人 罗兰·卡尔布

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限

公司 11227

代理人 顾晋伟 郑斌

(51) Int. Cl.

C01B 3/00(2006. 01)

C01B 3/02(2006. 01)

(56) 对比文件

US 3166514 A, 1965. 01. 19,

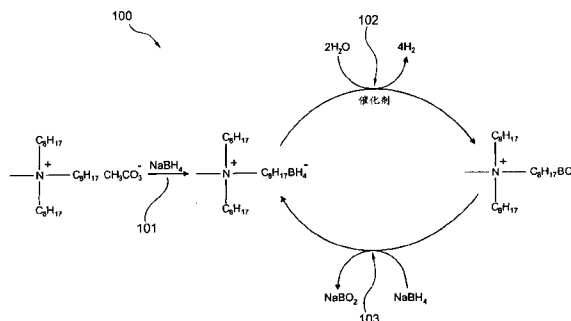
权利要求书3页 说明书7页 附图2页

(54) 发明名称

使用离子液体储氢的方法

(57) 摘要

本发明涉及一种储氢方法, 其中所述方法包括通过将硼氢化物导入包括阳离子和阴离子的第二离子液体来形成第一离子液体, 所述阴离子包括硼酸根, 尤其是偏硼酸根; 以及通过使用水和/或催化剂将氢从所述第一离子液体中释放而形成所述第二离子液体。



1. 一种储氢方法,所述方法包括:

通过将硼氢化物导入包含阳离子和阴离子的第二离子液体来形成第一离子液体,所述阴离子包括硼酸根;和

通过使用水和 / 或催化剂将所述氢释放出所述第一离子液体来形成所述第二离子液体。

2. 权利要求 1 所述的方法,其中所述阳离子是季阳离子或质子化阳离子。

3. 权利要求 2 所述的方法,

其中所述阳离子包含以下中的一到四个基团:

氢,

C1-C20- 烷基,

C1-C20- 烯基,

C1-C20- 炔基,

C1-C20- 环烷基,

C1-C20- 环烯基,

C1-C20- 芳基,和

C1-C20- 杂芳基。

4. 权利要求 3 所述的方法,

其中所述阳离子是以下之一:

吡啶鎓,

吡咯鎓,

噻唑鎓,

噁唑鎓,和

喹啉鎓,

其中所述一到四个基团中的一个结合到氮原子,和 / 或所述一到四个基团中的一个到三个结合到碳环的碳原子。

5. 权利要求 3 所述的方法,

其中所述阳离子是以下之一:

铵,

磷,和

铈。

6. 权利要求 3 所述的方法,

其中所述阳离子是以下之一:

哌啶鎓,

吡咯烷鎓,和

吗啉鎓,

其中所述一到四个基团中的一个或两个结合到氮原子,和 / 或所述一到四个基团中的

一到三个结合到碳环的碳原子。

7. 权利要求 3 所述的方法，
其中所述阳离子是以下之一：

咪唑𬀿，

苯并咪唑𬀿，

吡唑𬀿，和

苯并噻唑𬀿，

其中每个氮原子各自结合所述一到四个基团中的一个，和 / 或所述一到四个基团中的一到三个结合到碳环的碳原子。

8. 权利要求 2 所述的方法，
其中所述阳离子是以下之一：

三辛基甲基铵，

四己基铵，

四辛基铵，和

1- 辛基 -3- 甲基咪唑𬀿，

三己基甲基铵，

三乙基甲基铵，

三丁基甲基铵，

1- 乙基 -3- 甲基咪唑𬀿，

1,3- 二甲基咪唑𬀿，

1- 丁基 -3- 甲基咪唑𬀿，

1,2,3- 三甲基咪唑𬀿，

1- 乙基 -3- 甲基咪唑𬀿，

1- 乙基 -2,3- 二甲基咪唑𬀿，和

1- 丁基 -2,3- 二甲基咪唑𬀿。

9. 权利要求 1-8 之任一项所述的方法，

其中所述催化剂是过渡金属和 / 或贵金属，和 / 或

其中所述催化剂形成微晶或纳米晶结构，和 / 或

其中通过所述释放所述氢的步骤形成硼酸根。

10. 权利要求 1-8 之任一项所述的方法，

其中所述第一离子液体和 / 或所述第二离子液体具有预定的粘度值，和 / 或

其中通过添加添加剂将粘度水平设定到所述预定粘度值。

11. 权利要求 10 所述的方法，

其中所述添加剂是以下之一：

酰胺、醚、缩醛、缩酮、醇、芳香烃、脂肪烃、二丁基醚、二乙基醚、甲基叔丁基醚、乙基叔

丁基醚、1,2-二乙氧基乙烷、甲醛二甲基乙缩醛、聚乙二醇二甲基醚,以及聚乙烯醇。

12. 权利要求 10 所述的方法,

其中所述添加剂是以下之一:

环醚、聚醚,以及多元醇。

13. 权利要求 1-8 之任一项所述的方法,还包括:

添加碱性添加剂到所述第一离子液体和 / 或所述第二离子液体中。

14. 权利要求 13 所述的方法,

其中所述碱性添加剂是由以下组成的组中的至少一种:

碱金属氢氧化物,

碱土金属氢氧化物,

碱金属碳酸盐,

碱土金属碳酸盐,

四烷基季铵氢氧化物,

四烷基季铵碳酸盐,

四烷基季~~铵~~磷氢氧化物,

四烷基季~~铵~~磷碳酸盐,和

四烷基季~~铵~~磷烷基碳酸盐。

使用离子液体储氢的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于储氢的离子液体的使用方法。

[0002] 进一步,本发明涉及一种用于储氢的离子液体。

[0003] 发明背景

[0004] 氢的储存与运输可以不同方式实现。例如,氢可以压缩形式存储在适当的高压罐中,所述高压罐允许以高达 875 巴的压力储存。另外已知将液化的低温氢储存在适当的低温容器,优选在超绝热低温容器中。前述可能性具体地用氢动力交通工具来实施,而不论它们是借助于改良的内燃机还是借助于驱动电动马达的燃料电池来提供动力。

[0005] 储存体系处于实验阶段,其中氢的储存发生在能够氢化的有机化合物中,所述有机化合物能与氢化学结合。这样的储存体系称为:MPH(甲基环己烷甲苯氢)、十氢萘/萘以及正庚烷/甲苯体系。

[0006] 前文提及的体系的共同点是,氢在适当条件下被带至与这些体系反应,从而导致氢化和氢的储存。

[0007] 所有前文提及的替代方法具有特定的优势和缺点,从而是否采用一个替代方法通常由特定的应用和环境来决定。直到现在,前文所述替代方法的根本缺点在于,所用的化学反应体系具有相对高的蒸汽压,并由此是挥发性的并且使氢污染至相当大的程度。

[0008] 因此,尤其为了达到氢的高纯度,必须去除这样的反应体系,通常要付出技术和/或能量方面的巨大代价。

[0009] 本领域技术人员一直在努力创造一种针对氢的储存可能,其允许储存纯的或绝对纯形式的氢,其中存储应可以尽可能最安全且最经济的方式进行。氢需要为非常纯的形式,尤其是在燃料电池的操作中。同样在提到的改良的内燃机(其通常具有下游催化转化器)的情况下,(超)纯形式的氢的储存是努力的目的,这是因为否则的话,与氢一起夹带的烃(可能)对催化转化器的活性和寿命有负面影响。尤其是氢在所谓的移动应用(交通工具的操作等)中,安全问题是首要的;这尤其适用于加燃料过程,加燃料过程通常由驾驶员自己执行,并因此是由“技术外行”执行的。

[0010] 由此,可能存在着对于可以是高效和/或安全的替代性储氢方法的需要。

发明内容

[0011] 本发明的一个目标是提供用于储氢的方法,以及用于储氢的介质,所述方法可以是高效的,和/或可以提供安全的操作方法。

[0012] 该目标可以通过独立权利要求所述用于储氢的离子液体的使用方法以及用于储氢的离子液体来解决。另外的示例性实施方案在从属权利要求中描述。

[0013] 根据本发明的示例性方面,提供一种储氢方法,其中所述方法包括通过将硼氢化物导入包括阳离子和阴离子的第二离子液体来形成第一离子液体,所述阴离子包括硼酸根,尤其是偏硼酸根;以及通过使用水和/或催化剂将所述氢释放出所述第一离子液体来形成所述第二离子液体。即,可以形成回路过程或循环过程,其中离子液体被用于例如以硼

氢化物的形式储存氢,其中所述离子液体(或更具体为所述离子液体的阴离子)从第一种(例如硼氢化物)变成第二种(例如偏硼酸根或硼酸根或聚硼酸根)。这样的过程中,所述氢可以离子液体中特定阴离子的形式(例如硼氢化物)被储存,并随后被释放,藉此形成第二阴离子,例如偏硼酸根或硼酸根或聚硼酸根,得到第二离子液体,所述第二离子液体可以然后再次荷载以氢。特别地,所述硼氢化物可以是硼氢化钠(NaBH_4)。特别地,在引入催化剂之前,硼氢化物离子液体与水的流体可以被转化成乳液。由此,可以增加相界面的表面。特别地,所述乳液可以无需乳化剂而生成,例如通过旋转所述流体,或者通过使所述流体向折转板或挡板流动。省去乳化剂可以简化随后硼氢化物的再循环。

[0014] 特别地,所述硼氢化物可以形成所述第一离子液体中的阴离子。所述第一和/或所述第二离子液体可以是纯的离子液体,即,基本上仅含有阴离子和阳离子而不含有其他组分(例如水)的液体。或者,例如,为了降低粘度,可以使用含有离子液体和溶剂或者另外的化合物的溶液。为了清楚的原因,应提到,所述离子液体当然可以包括多种阳离子和阴离子。所述离子液体可以是具有相对低的熔点(例如低于 100°C 的熔点)的有机盐。即,材料尽管在室温是固体,或者在室温具有至少高粘度,所述材料也可以被指定为离子液体。

[0015] 特别地,所述阳离子可以是疏水性阳离子,该术语可以具体地指代在 0°C 至 60°C 的温度范围中,更具体地在 0°C 至 80°C 的范围中,以及优选在 0°C 和 100°C 之间的范围中,与水具有强互溶间隙的离子液体。

[0016] 根据本发明的示例性方面,提供一种用于储氢的离子液体,其中离子液体包含阳离子和硼氢化物。特别地,所述硼氢化物可以是离子液体中的阴离子的一部分,或者可以形成离子液体中的阴离子。阳离子可以包括四元材料,或者可以由四元材料组成,所述四元材料例如三辛基甲基铵或1-辛基-3-甲基-咪唑鎓。此外,所述离子液体可以具有预定的粘度值。特别地,所述粘度值可以例如根据期望的水平(例如在室温低于100毫帕和/或在 -20°C 低于2000毫帕)来设定。

[0017] 根据本发明的示例性方面,提供一种用于储氢的离子液体,其中所述离子液体包含阳离子和阴离子,所述阴离子包括硼酸根,尤其是偏硼酸根。所述硼酸根可以包含或由以下组成:B、O,以及一些情况中H原子,并且可以由偏硼酸根或聚硼酸根形成。特别地,所述硼酸根或偏硼酸根可以是离子液体中阴离子的一部分,或者可以形成离子液体中的阴离子。阳离子可以包括四元材料或由四元材料组成,四元材料例如三辛基甲基铵。此外,离子液体可以具有预定的粘度值。特别地,粘度值可以例如根据期望的水平来设定。

[0018] 本申请中,术语“硼氢化物”可以最宽泛的可能方式使用,即,可以具体地指代包括硼和至少一个氢原子的任何分子、化合物、基团或复合物。即,可以被写成通式 $\text{BHR}'\text{R}''\text{R}'''$ 或 BH_3X^- 或 $\text{B}_2\text{H}_6\text{X}^-$ 的每个化合物均可以被称为硼氢化物,其中 X^- 是与硼或二硼形成复合物的任何阴离子。例如, R' 、 R'' 、 R''' 可以是氢原子、C1-C20的烷基、烯基、炔基、环烷基、环烯基、芳基或杂芳基,其中每个其余的R可以独立地被上述的基团的一个取代。

[0019] 通过提供硼氢化物离子液体(例如第一离子液体),有可能提供一种储氢方法,以及用于储氢的离子液体,所述方法可以是高效的和/或可以提供安全的操作方法。特别地,所述硼氢化物可以与阳离子一起形成使得能够容易且安全操作的离子液体,所述离子液体可以被用作(例如用于汽车的)能源或能量载体。特别地,由于所述离子液体也可以是像常用的汽油一样的液体,所述操作可以类似于常用的汽油。由此,可以不需要仅可以在特

定条件下形成的加压的氢或者像金属氢化物之类的额外载体。因此,由于可以不需要特定条件,或者至少可以减少严格考虑的特定条件(例如温度范围),离子液体的使用可以更安全。应注意,所述离子液体的粘度可以通过充分的措施(例如通过提高温度)来减小。这样的离子液体用于氢储存的应用还可以提供储存介质,所述储存介质可能在用于储存所述离子液体的容器等中诱发的腐蚀很低。由此,有可能省去腐蚀抑制剂。

[0020] 其次,描述了用于储氢的离子液体的方法的示例性实施方案的另外方面。然而,这些实施方案也适用于包括硼酸根或硼氢化物的用于储氢的离子液体。

[0021] 根据所述方法的示例性实施方案,所述阳离子是季阳离子或质子化阳离子。

[0022] 根据所述方法的示例性实施方案,所述阳离子包括由以下组成的组中的一到四个基团:氢、C1-C20-烷基、C1-C20-烯基、C1-C20-炔基、C1-C20-环烷基、C1-C20-环烯基、C1-C20-芳基,以及C1-C20-杂芳基。

[0023] 优选地,所述一到四个(即,一个、两个、三个或四个基团)可以选自以下组成的组:氢、C1-C10-烷基、C1-C10-烯基、C1-C10-炔基、C1-C10-环烷基、C1-C10-环烯基、C1-C10-芳基,以及C1-C10-杂芳基。更优选地,所述一到四个基团可以选自以下组成的组:氢、C1-C8-烷基、C1-C8-烯基、C1-C8-炔基、C1-C8-环烷基、C1-C8-环烯基、C1-C8-芳基,以及C1-C8-杂芳基。

[0024] 为了清楚的原因,应提及,该申请中术语C1-C20-烷基或类似术语是C1-烷基、C2-烷基、……、直到C20-烷基或类似项的缩略符号。

[0025] 根据所述方法的示例性实施方案,所述阳离子是以下之一:吡啶𬝰、吡咯𬝰、噻唑𬝰、咪唑𬝰,以及喹啉𬝰,其中一个基团结合到氮原子,和/或一个到三个基团结合到碳环的碳原子。

[0026] 根据所述方法的示例性实施方案,所述阳离子是以下之一:铵、磷,以及铈。

[0027] 根据所述方法的示例性实施方案,所述阳离子是以下之一:哌啶𬝰、吡咯烷𬝰,以及吗啉𬝰,其中所述一到四个基团中的一个或两个结合到氮原子,和/或所述一到四个基团中的一到三个结合到所述碳环的碳原子。

[0028] 根据所述方法的示例性实施方案,所述阳离子是以下之一:咪唑𬝰、苯并咪唑𬝰、吡啶𬝰,以及苯并噻唑𬝰,其中氮原子各自结合所述一到四个基团中的一个,和/或所述一到四个基团中的一到三个结合到所述碳环的碳原子。为了清楚的原因,应注意,在有多于一个氮原子的情况,第一基团可以结合到第一氮原子,并且第二基团可以结合到第二氮原子。

[0029] 根据所述方法的示例性实施方案,所述阳离子是以下之一:三辛基甲基铵、三己基甲基铵、四己基铵、四辛基铵,以及1-辛基-3-甲基咪唑𬝰。特别地,三辛基甲基铵可以形成所述离子液体中的所述阳离子。

[0030] 特别地,所述阳离子可以不包含碱金属和/或碱土金属。即,离子液体可以不包含碱金属阳离子和/或碱土金属阳离子。

[0031] 根据所述方法的示例性实施方案,所述催化剂是过渡金属和/或贵金属。特别地,所述贵金属可以是铂、钯、铑等等,并且所述过渡金属可以是钴、镍、铜或镧系等等。此外,应注意,所述催化剂可以由合金、金属间化合物、化合物、复合物或者陶瓷形成,所述合金、金属间化合物、化合物、复合物或者陶瓷由上文提及的贵金属和或过渡金属组成或包括上文

提及的贵金属和或过渡金属中的一个。另外,所述催化剂可以以化学和 / 或物理方式固定化在介质上或介质中,所述介质例如活性炭、陶瓷、沸石、纳米管、富勒烯、塑料、膜等等。

[0032] 根据所述方法的示例性实施方案,所述催化剂形成微晶或纳米晶结构。

[0033] 术语“微晶结构”可以具体地指代具有在微米量级尺寸的单元的结晶结构。以类似定义,术语“纳米晶结构”可以具体地指代具有在纳米量级尺寸的单元的结晶结构。例如,催化剂结构可以通过烧结粒度分别在微米和纳米范围(例如 0.2 微米到 1.6 微米,或者约 10 纳米)的金属粉未来形成。这些粉末颗粒可以被烧结成具有直径为毫米范围(例如在 0.1mm 和 20mm 之间,具体地在 1mm 和 2mm 之间)的球体。烧结之后,催化剂球体可以被烧结,以形成晶状结构,例如以形成六方球堆积,具体为最密六方球堆积或最高密度六方球堆积。这样的结构可以尤其用于提供大的表面,以使得能够进行反应,例如可以促进氢的释放。特别地,最密球堆积可以驱使粘性的离子液体接触催化剂的整个表面。

[0034] 根据所述方法的示例性实施方案,通过释放氢,形成了硼酸根,例如偏硼酸根,或对应于通式 BOR 或 BORR' 的任何化合物。

[0035] 特别地,所述偏硼酸根可以形成离子液体中的阴离子。

[0036] 根据所述方法的示例性实施方案,所述第一离子液体和 / 或所述第二离子液体具有预定的粘度值。特别地,所述第一离子液体和所述第二离子液体可以具有相同或不同的粘度。例如,第一预定粘度值可以与所述第一离子液体相关联,而第二预定粘度水平可以与所述第二离子液体相关联。特别地,所述粘度值可以例如,根据期望的水平(例如在室温低于 100 毫帕和 / 或在 -20℃ 低于 2000 毫帕)来设定。

[0037] 根据示例性实施方案,粘度水平通过添加添加剂而被设定到预定粘度值。特别地,添加剂可以适合于降低粘度,例如可以是具有比离子液体(即储氢液体)更低粘度的试剂。此外,添加剂可以不与离子液体和 / 或所用的催化剂反应。由此,一般地,除了立体受阻的那些以外,不可以使用酯、醛、酮、羧酸,即,例如,可以使用因立体受阻而不与离子液体和 / 或催化剂反应的醛、酮或羧酸。

[0038] 一般地,添加剂可以是保护性添加剂(例如对腐蚀、磨损、高压、氧化和 / 或还原过程的保护)、缓冲物质(例如用于 pH 水平缓冲和 / 或酸捕集试剂)、络合剂、乳化剂、分散介质、洗涤剂、润滑剂、摩擦改性剂、粘度改性剂、胶凝剂、密封剂、防腐剂、所谓的降倾点添加剂、抑泡剂、自由基拦截剂,以及水调节剂。

[0039] 特别地,可以使用具有低蒸汽压、高沸点和低凝固点的添加剂。另外,可使用可以容易地从氢气中(例如作为气相)去除的添加剂。去除可以通过吸附剂例如活性炭来实现。此外,所用的添加剂可以不溶于水或不可与水混合,以使其在再循环过程中可以不被去除。

[0040] 根据示例性实施方案,所述添加剂是以下之一:酰胺、醚(包括环醚或聚醚)、缩醛、缩酮、醇(包括多元醇)、芳香烃、脂肪烃(例如丁醇戊醇、己醇、庚醇、辛醇、脂肪醇)、二丁基醚、二乙基醚、甲基叔丁基醚、乙基叔丁基醚、1,2-二乙氧基乙烷、甲醛二甲基乙缩醛、不同链长的聚乙烯甘油二甲醚,以及不同链长的聚乙烯醇。

[0041] 根据示例性实施方案,所述方法还包括向第一离子液体和 / 或第二离子液体中添加碱性添加剂。亦即,可以使用具有大于 7 的 pH 值的添加剂。特别地,碱性添加剂可以具有稳定作用,并且也可以被称作稳定剂。

[0042] 根据所述方法的示例性实施方案,碱性添加剂是由以下组成的组中的至少一种:

碱金属氢氧化物、碱土金属氢氧化物、碱金属碳酸盐、碱土金属碳酸盐、四烷基季铵氢氧化物、四烷基季铵碳酸盐、四烷基季**𪗇**氢氧化物、四烷基季**𪗇**碳酸盐，四烷基季**𪗇**以及烷基碳酸盐。特别地，可以使用多于一种所提及的碱性添加剂的混合物。

[0043] 总之，根据本发明的示例性方面，可以提供一种用于储氢的方法。所述方法可以形成闭合回路，并且可以基于液体载体材料如离子液体。特别地，所述液体载体可以包含阳离子（例如三辛基甲基铵）和阴离子，所述阴离子可以由硼氢化物形成，并且所述阴离子可以载有储存的氢。所述阳离子和阴离子可以形成离子液体，所述离子液体即使当与水接触时仍可以是稳定的。然而，储存的氢可以通过使用水以及相应的催化剂（例如过渡金属或贵金属如铂、钯或铑）而被释放。这些环境下，离子液体可以释放氢，同时可以形成包含三辛基甲基铵和硼酸根（例如偏硼酸根）的新的离子液体。该新的离子液体可以然后被再次荷载以氢，例如通过将硼氢化钠引入到所述离子液体中。

[0044] 通过使用离子液体进行的相应储氢方法可以提供有效且安全的储氢方式。特别地，所述储氢方法可以无需使用高压或低温而储存足够的量。例如，包括三辛基甲基铵作为阳离子以及偏硼酸根或硼氢化物作为阴离子的离子液体的使用，可以使得能够提供液体储存介质，其中离子液体可以在循环或再循环过程中被荷载或卸载以氢，例如通过使用液体离子交换过程。该离子液体可以提供足够高储存密度的氢，所述氢可以通过使用催化剂以可控的方式被释放。一般地，可以提供例如确保用于汽车的充足范围的储存介质。通过使用离子液体作为储存介质，可以确保单位质量的高储存容量，和 / 或单位体积的高储存容量。另外，可以达到能导致高储存安全性的低泄露。此外，所描述的离子液体可以具有随时间在化学和 / 或热影响方面的高稳定性，和 / 或可以是耐燃的。

[0045] 其他可能的阳离子可包括四甲基铵、四乙基铵、三乙基甲基铵、四丁基铵、三丁基甲基铵、1,3-二甲基咪唑**𪗇**、1-丁基-3-甲基咪唑**𪗇**、1,2,3-三甲基咪唑**𪗇**、1-乙基-3-甲基咪唑**𪗇**、1-乙基-2,3-二甲基咪唑**𪗇**，以及 1-丁基-2,3-二甲基咪唑**𪗇**，这些阳离子均可与作为阴离子的 BH_4^- 一起使用。

[0046] 从下文要描述的实施方案的实施例，以上定义的方面以及本发明的另外方面将是明显的，并且参考这些实施方案的实施例来解释。应注意，联系示例性实施方案或示例性方面描述的特征可以与其他示例性实施方案以及其他示例性方面组合。

附图说明

[0047] 下文将参考实施方案的实施例来更详细描述本发明，然而本发明不限于所述实施方案。

[0048] 图 1 示意性阐述基于离子液体的氢储存的循环过程。

[0049] 图 2 示意性示出包含催化剂材料的催化转化器。

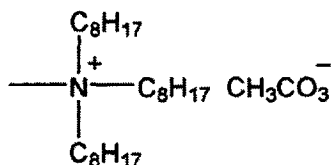
[0050] 图 3 示意性示出用于储存氢储存介质的容器。

具体实施方式

[0051] 附图中的阐述是示意性的。

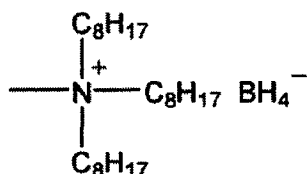
[0052] 图 1 示意性示出用于氢储存的循环过程或再循环过程 100，该过程基于离子液体。过程开始时，离子液体可以由三辛基甲基铵甲基碳酸盐

[0053]



[0054] 与硼氢化钠 (NaBH_4) 来制造, 该步骤在图 1 中由箭头 101 示意性描绘。得到的离子液体是硼氢化三辛基甲基铵 (TOMA-BH_4)

[0055]

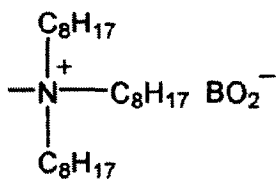


[0056] 其中三辛基甲基铵形成阳离子, 硼氢化物形成阴离子, 其还包括可以在后面被释放的氢。TOMA- BH_4 不溶于水, 但当与水和催化剂接触时可以释放氢, 该步骤由箭头 102 示意性指示。

[0057] 相比 NaBH_4 , TOMA- BH_4 的使用可以呈现若干优点。例如, TOMA- BH_4 可以是稳定的, 而 NaBH_4 即使在碱性环境也可能快速分解。此外, TOMA- BH_4 可以不与水反应, 并且可以不溶解于水, 即可以形成浮在水相上的分离的相, 而 NaBH_4 可与水反应, 并且可溶于水。另外, TOMA- BH_4 可能呈现相比 NaBH_4 更低的结晶倾向, 尤其是在低温下。

[0058] 过渡金属例如铂或钯可用作催化剂。作为释放氢的结果, 形成了包含三辛基甲基铵作为阳离子, 同时包括偏硼酸根作为阴离子的第二离子液体, 并且其可以写成如下形式:

[0059]



[0060] 亦即, 形成了三辛基甲基铵 - 偏硼酸盐 (TOMA-BO_2), 其也显示与水的显著互溶间隙。偏硼酸根阴离子可以特别地在升高的温度下部分或完全地反应成硼酸根或聚硼酸根阴离子; 无论怎样, 该硼酸根或聚硼酸根阴离子均不干扰所述过程, 并且显示与偏硼酸根阴离子几乎相同的性质。因此术语“偏硼酸根”在本文中可以更一般地被视为偏硼酸根和 / 或硼酸根和 / 或聚硼酸根的混合物。循环过程的下一步骤中, TOMA- BO_2 可以与硼氢化钠 (NaBH_4) 的水溶液接触, 该步骤由箭头 103 指示, 导致 TOMA- BH_4 和偏硼酸钠 (NaBO_2) 水溶液的形成, 其中 TOMA- BH_4 和 NaBO_2 形成所得液体的两相。这两相可以被分离, 产生再循环的 TOMA- BH_4 。应提到, TOMA- BH_4 中少量的水可能没有负面影响, 因为 TOMA- BH_4 在没有催化剂存在时不与水反应。

[0061] 然后可以使用常用方法将 NaBO_2 转化成 NaBH_4 , 该 NaBH_4 可以然后在再循环过程 (箭头 103) 中再次使用。

[0062] 图 2 示意性示出包含催化剂材料的催化转化器的可能形式。一般地, 催化转化器

200 包括贵金属,或基本上由贵金属组成,所述贵金属例如铂或钯,并且具有大的表面以促进反应,例如氢的释放。特别地,催化转化器是具有约 1mm 到 2mm 直径的多个小球或球体 201 形式。这些球体形成为具有球体的六方、立方或面心立方排布的结构。特别地,所述排布应尽可能地密实,以增加催化剂的表面并使离子液体接触。可以烧结多个球体以形成催化转化器 200。单个球体 201 可以通过烧结金属粉末来形成,其中所述粉末颗粒具有在微米或纳米范围的尺寸,例如 1nm 至 50 微米,更具体在 10nm 至 5 微米的范围。由于催化转化器包括多个球或球体的事实,催化转化器可以采用几乎任何期望的形式,例如可以被切成期望的形式。

[0063] 图 3 示意性示出用于储存氢储存介质的容器 300。特别地,容器 300 包括入口 301、出口 302 以及可移动的弹性或柔性膜 303,膜 303 将容器的两个腔或部分彼此分隔开。通过使用入口 301,富氢离子液体(例如 TOMA-BH_4) 可以被供应到容器中,填充图 3 中的左腔 304,而出口 302 可以用来从图 3 中的右腔 305 排放贫氢离子液体,例如 TOMA-BO_2 。此外,容器 300 包括布置在腔 304 中的输出连接 306,输出连接 306 连接到其中布置有催化转化器的外部壳体 307。即在壳中,氢从富氢离子液体被释放,并且生成贫氢离子液体。此外,壳体连接到容器 301 的输入连接 308,该输入连接布置在腔 305 中。

[0064] 最后,应注意,以上提及的实施方案举例说明而非限制本发明,并且本领域技术人员将能够设计多种替换实施方案而不偏离由所附权利要求书定义的本发明的范围。权利要求书中,置于括号中的任何参考标记不应被解读为对权利要求的限制。词语“包括”和“包含”等,不排除除了任何权利要求或者说明书作为整体中列出的那些以外的要素或步骤的存在。单数引用的要素不排除这样的要素的复数引用,反之亦然。列举若干装置的设备权利要求中,若干这些装置可以由一个以及同款软件或硬件来实施。在彼此不同的从属权利要求中叙述的某些措施的起码事实不表明这些措施的组合不能被加以利用。

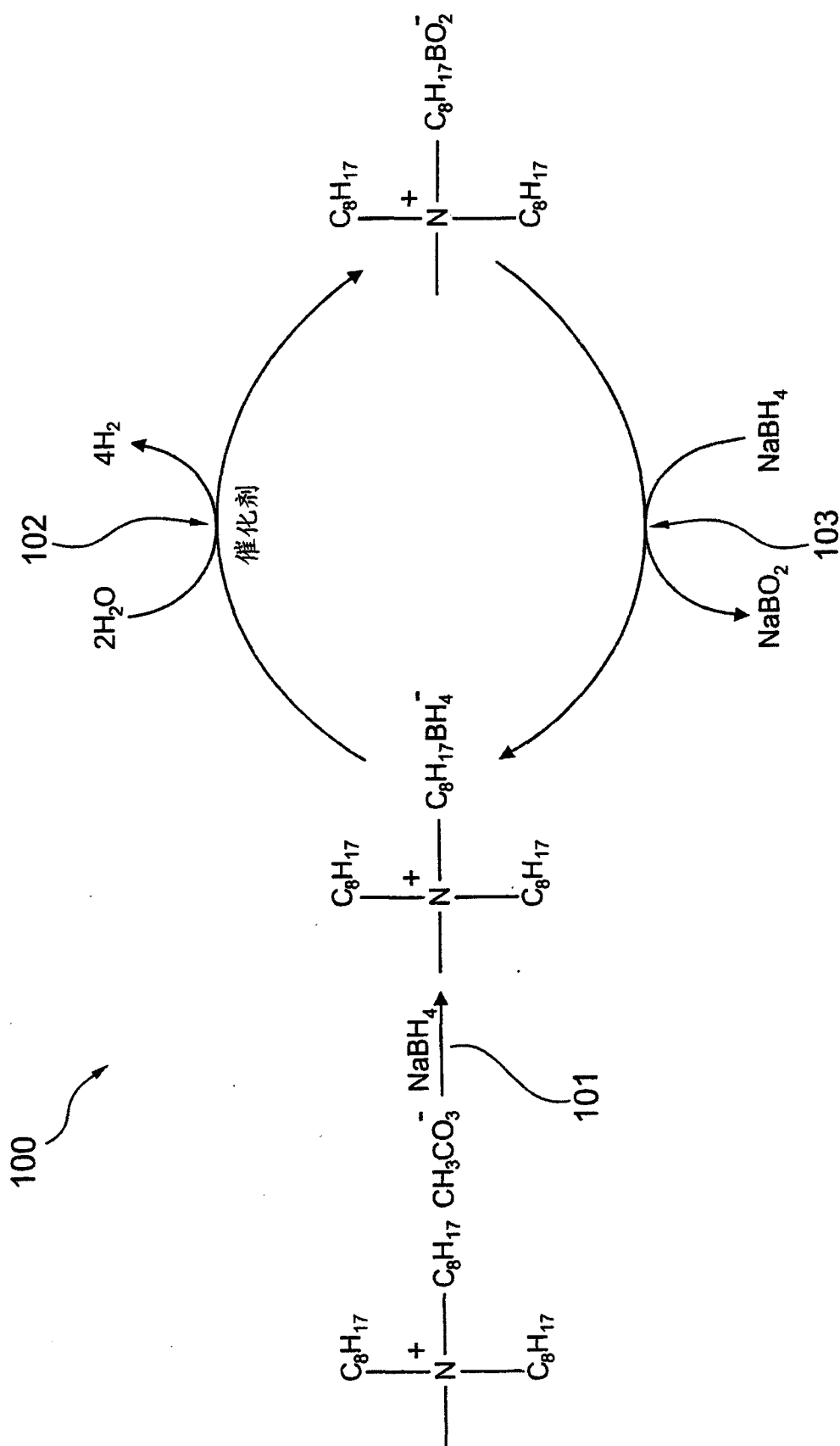


图 1

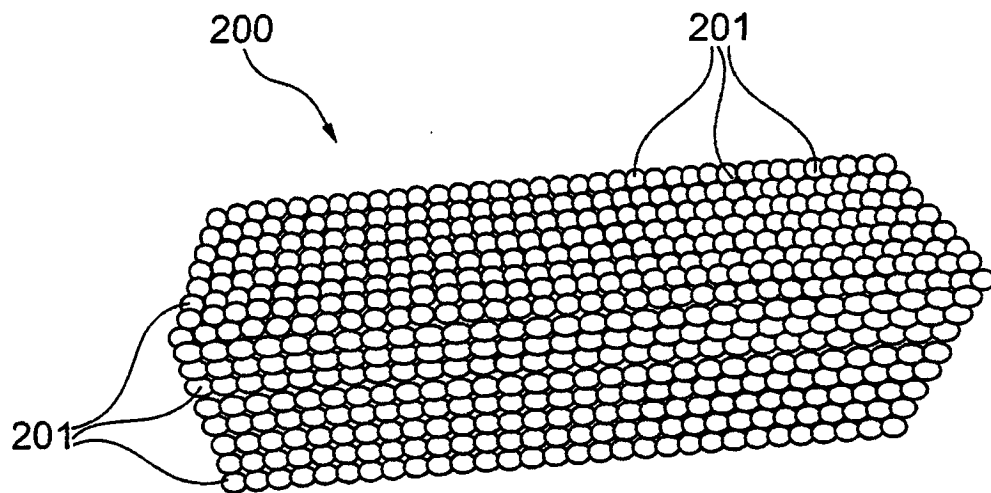


图 2

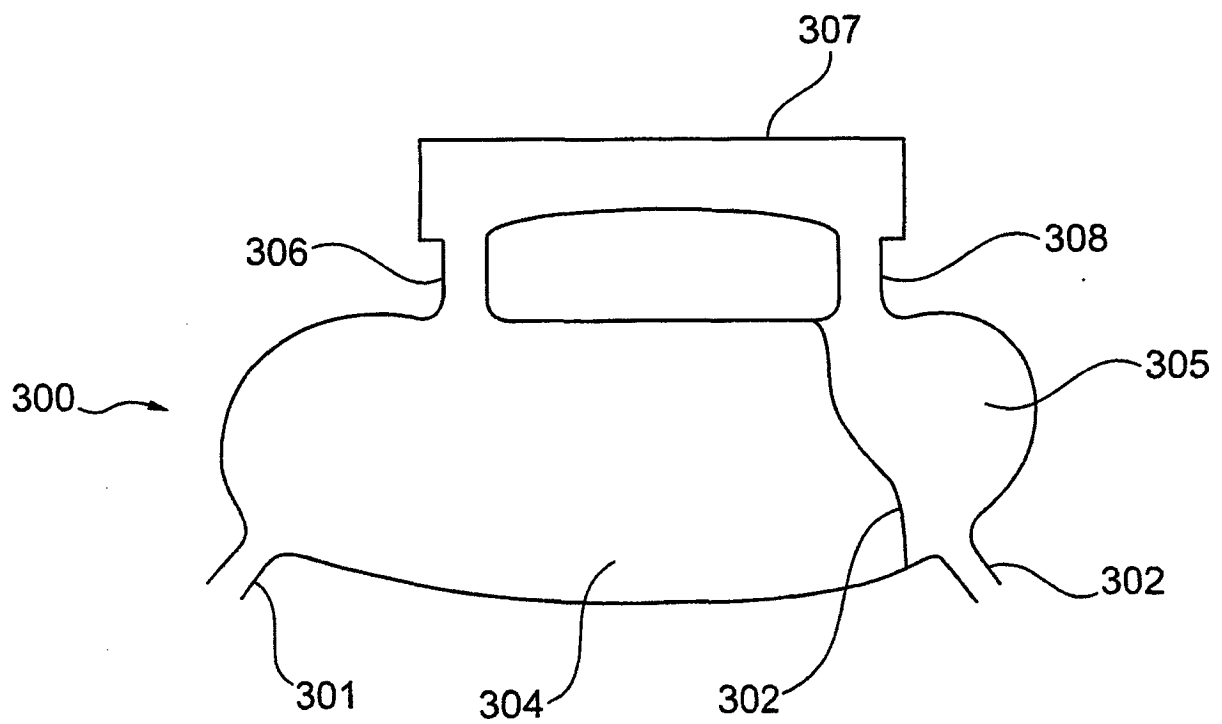


图 3