



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116830284 A

(43) 申请公布日 2023. 09. 29

(21) 申请号 202280013418.9

(22) 申请日 2022.02.11

(30) 优先权数据

102021103508.2 2021.02.15 DE

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2023.08.04

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2022/053381 2022.02.11

(87) PCT国际申请的公布数据

W02022/171803 DE 2022.08.18

(71) 申请人 宝马股份公司

地址 德国慕尼黑

(72) 发明人 荻原秀树 T·韦尔勒

(74) 专利代理机构 中国贸促会专利商标事务所
有限公司 11038

专利代理师 石延景

(51) Int.Cl.

H01M 4/04 (2006.01)

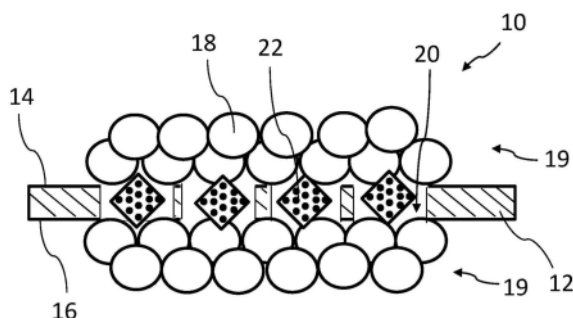
权利要求书1页 说明书6页 附图2页

(54) 发明名称

用于制造用于锂离子电池的阳极的方法以及锂离子电池

(57) 摘要

本发明涉及一种用于制造用于锂离子电池的阳极(10)的方法,所述方法包括下述步骤:提供阳极-集电器-载体箔(12)并且将包含颗粒状的辅助材料(22)的覆层物质施加到阳极-集电器-载体箔(12)的至少一个主表面(14、16)上。接着,压实所述覆层物质以在阳极-集电器-载体箔(12)上形成阳极膜,在压实覆层物质时,阳极-集电器-载体箔(12)被穿孔。此外,给出一种锂离子电池。



1. 用于制造用于锂离子电池的阳极(10)的方法,所述方法包括下述步骤:
 - 提供阳极-集电器-载体箔(12),
 - 将包含颗粒状的辅助材料(22)的覆层物质施加到阳极-集电器-载体箔(12)的至少一个主表面(14、16)上,
 - 压实所述覆层物质以在阳极-集电器-载体箔(12)上形成阳极膜,在压实覆层物质时,阳极-集电器-载体箔(12)被颗粒状的辅助材料(22)穿孔。
2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述颗粒状的辅助材料(22)选自如下组,所述组包括锂离子导体、 Al_2O_3 、 TiO_2 、 B_2O_3 、勃姆石、人造金刚石粉及其组合。
3. 根据权利要求1或2所述的方法,其特征在于,所述颗粒状的辅助材料(22)具有在2至10范围中的莫氏硬度、优选具有大于3至10的莫氏硬度。
4. 根据前述权利要求中任一项所述的方法,其特征在于,所述覆层物质包括添加物,所述添加物选自如下组,所述组包括合成石墨、天然石墨、碳纳米管、碳纤维、软碳、硬碳及其组合。
5. 根据前述权利要求中任一项所述的方法,其特征在于,所述覆层物质包括粘合剂,所述粘合剂尤其是选自如下组,所述组包括丁苯橡胶(SBR)、聚乙烯吡咯烷酮(PVP)、聚酰胺(PA)、聚偏二氟乙烯(PVdF)、聚偏二氟乙烯-六氟丙烯(PVdF-HFP)、聚丙烯酸酯、羧甲基纤维素(CMC)、聚酰亚胺(PI)、PTFE及其组合。
6. 根据前述权利要求中任一项所述的方法,其特征在于,所述覆层物质通过湿覆层、干覆层、压制、层压、层合、挤出和/或喷涂施加到阳极-集电器-载体箔(12)上。
7. 根据前述权利要求中任一项所述的方法,其特征在于,所述覆层物质包括阳极活性材料(18),和/或将活性材料覆层物质施加到阳极-集电器-载体箔(12)上。
8. 根据权利要求7所述的方法,其特征在于,在时间上在活性材料覆层物质之前将覆层物质施加到阳极-集电器-载体箔(12)上。
9. 根据权利要求7或8所述的方法,其特征在于,将覆层物质和阳极覆层物质在一个唯一的方法步骤中施加到阳极-集电器-载体箔(12)上。
10. 锂离子电池,所述锂离子电池包括至少一个阳极(10),所述阳极能按照根据前述权利要求中任一项所述的方法获得。

用于制造用于锂离子电池的阳极的方法以及锂离子电池

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于制造用于锂离子电池的阳极的方法以及一种锂离子电池。

背景技术

[0002] 在下文中,术语“锂离子电池”同义地用于所有在现有技术中常用的、用于含锂的原电池和单体的名称,例如锂电池、锂单体、锂离子单体、锂聚合物单体和锂离子电池单体和锂离子蓄电池。尤其是包括可再充电电池(二次电池)。术语“电池”和“电化学单体”也同义地用于术语“锂离子电池”和“锂离子单体”。

[0003] 锂离子电池具有至少两个不同的电极,即正极(阴极)和负极(阳极)。每个电极包括至少一种活性材料,可选地含有添加物如电极粘合剂和导电添加物。

[0004] 在制造锂离子电池期间,以电解质充分润湿所使用的电极对于锂离子电池可达到的性能特征、如电流承载能力、最大充电和放电电流、循环稳定性和/或使用寿命而言至关重要。

[0005] 电极的活性材料以及存在的钝化材料分别施加在载体箔上,所述载体箔一般由金属制成并且用于相应电极的电接触。这种箔对于电解质而言是不可透过的,因此可妨碍、减少和/或减缓通过电解质对电极的完全润湿。

[0006] 为了改善润湿特性,在现有技术中已知具有预制的开口的载体箔,所述开口允许电解质穿过载体箔并且以这种方式改善润湿特性。

[0007] 然而,这种载体箔具有如下缺点:由于存在开口,所述载体箔的机械稳定性和承载能力降低,由此在制造和/或处理电极期间可能发生损伤和/或变形。可能还需要耗费的电极制造过程,以防止施加到载体箔上的覆层物质通过存在的开口滴落和避免污物积聚在开口中。此外,具有预制的开口或多孔性的载体箔如孔箔或金属板网比没有这种开口的简单的载体箔更昂贵。

发明内容

[0008] 本发明的任务是提供一种具有良好的润湿特性的用于制造阳极的可行方案。此外,本发明的任务是提供一种具有良好的性能特征的锂离子电池。

[0009] 本发明的任务通过一种用于制造用于锂离子电池的阳极的方法来解决,所述方法包括下述步骤:提供阳极-集电器-载体箔并且将包括颗粒状的辅助材料的覆层物质施加到阳极-集电器-载体箔的至少一侧上。接着,压实所述覆层物质以在阳极-集电器-载体箔上形成阳极膜,在压实覆层物质时,阳极-集电器-载体箔被颗粒状的辅助材料穿孔。

[0010] 根据本发明,阳极-集电器-载体箔在制造阳极期间在原位被设置至少一个开口,所述至少一个开口能实现以电解质对借助根据本发明的方法制造的阳极的出色的可润湿性。以这种方式可以实现:一旦阳极被安装在锂离子电池中,就以电解质快速、均匀并且完全地润湿阳极。

[0011] 同时可以使用在现有技术中已知的没有预制的开口的商业上通用的阳极-集电

器-载体箔、如轧制的铜箔,其可在世界范围内任意且成本有利地购买。

[0012] 此外产生如下优点:阳极-集电器-载体箔在制造阳极期间保持机械可承载性,从而不需要对用于制造阳极的生产线以及用于以这样的阳极组装锂离子电池的下游制造步骤进行耗费的调整。

[0013] 阳极-集电器-载体箔尤其是铜箔并且用作阳极的电流导出体。

[0014] 根据本发明,颗粒状的辅助材料必须比阳极-集电器-载体箔更硬,以便能够将阳极集电器-载体箔穿孔。

[0015] 术语“穿孔”在此和在下文中理解为产生至少一个开口,所述开口在阳极-集电器-载体箔的整个厚度上延伸。

[0016] 覆层物质的压实可以通过所有在现有技术中已知的方法进行。尤其是借助于压延机压实覆层物质。

[0017] 在横截面中(即平行于阳极-集电极-载体箔的已涂覆有覆层物质的主表面),开口可以具有每种任意形状,例如圆形、弧形和/或多边形。横截面的形状基本上与颗粒状的辅助材料的形态以及所使用的用于压实覆层物质的方法有关。

[0018] 为了简化对阳极-集电器-载体箔的穿孔,覆层物质尤其是这样施加到阳极-集电器-载体箔上,使得颗粒状的辅助材料在压实之前直接与阳极-集电器-载体箔邻接。

[0019] 当然,覆层物质可以仅在一侧或在两侧施加到阳极-集电器-载体箔上。

[0020] 颗粒状的辅助材料可以选自如下组,所述组包括锂离子导体、 Al_2O_3 、 TiO_2 、 B_2O_3 、勃姆石、人造金刚石粉及其组合。

[0021] “锂离子导体”在此理解为如下化合物,其能够传导锂离子,但并非是锂离子电池的阳极活性材料。

[0022] 锂离子导体可以包括具有钙钛矿结构的材料、具有石榴石结构的材料、具有源自LISICON的结构的材料、硫化物、氧化物和/或聚合物。

[0023] 具有石榴石结构的适合的材料例如是 $\text{Li}_7\text{La}_3\text{Zr}_2\text{O}_{12}$ 。

[0024] 作为其结构源自LISICON(锂超离子导体)的材料,除了LISICON本身之外,例如可以考虑硫-LISICON $\text{Li}_{4-x}\text{M}_{1-y}\text{M}'_y\text{S}_4$,其中 $\text{M}=\text{Si}, \text{Ge}, \text{P}$ 且 $\text{M}'=\text{P}, \text{Al}, \text{Zn}, \text{Ga}, \text{Sb}$,和/或通式为 $\text{AMM}'\text{P}_3\text{O}_{12}$ 的NASICON(钠超离子导体),其中 $\text{A}=\text{Li}^+, \text{Na}^+, \text{K}^+, \text{Rb}^+, \text{Cs}^+, \text{Mg}^{2+}, \text{Ca}^{2+}, \text{Sr}^{2+}, \text{Ba}^{2+}, \text{H}^+, \text{H}_3\text{O}^+, \text{NH}_4^+, \text{Cu}^+, \text{Ag}^+, \text{Pb}^{2+}, \text{Cd}^{2+}, \text{Mn}^{2+}, \text{Co}^{2+}, \text{Mn}^{2+}, \text{Co}^{2+}, \text{Ni}^{2+}, \text{Zn}^{2+}, \text{Al}^{3+}, \text{Ln}^{3+}, \text{Ge}^{4+}, \text{Zr}^{4+}, \text{Hf}^{4+}$ 或未被占据, M 和 M' =二价、三价、四价或五价过渡金属离子,其选自 $\text{Zn}^{2+}, \text{Cd}^{2+}, \text{Ni}^{2+}, \text{Mn}^{2+}, \text{Co}^{2+}, \text{Fe}^{3+}, \text{Sc}^{3+}, \text{Ti}^{3+}, \text{V}^{3+}, \text{Al}^{3+}, \text{In}^{3+}, \text{Ga}^{3+}, \text{Y}^{3+}, \text{Lu}^{3+}, \text{Ti}^{4+}, \text{Zr}^{4+}, \text{Hf}^{4+}, \text{Sn}^{4+}, \text{Si}^{4+}, \text{Ge}^{4+}, \text{V}^{5+}, \text{Nb}^{5+}, \text{Ta}^{5+}, \text{Sb}^{5+}, \text{As}^{5+}$,其中磷也可以部分被硅或砷取代。

[0025] 为了能够可靠地将阳极-集电器-载体箔穿孔,颗粒状的辅助材料尤其是具有在2至10范围中的莫氏硬度、优选大于3至10、例如在3.2至10范围中的莫氏硬度。

[0026] 颗粒状的辅助材料的硬度可以根据DIN EN ISO 14577按照纳米压痕法来确定。纳米压痕法(也被描述为仪器化侵入测试)是一种用于在具有纳米范围的数量级的小的长度尺度上确定材料硬度的材料测试的测量方法。

[0027] 颗粒状的辅助材料优选具有如下形态,所述形态有利于在压实覆层物质时将阳极-集电器-载体箔穿孔。例如,颗粒状的辅助材料具有至少一个棱边、角、尖端、刺和/或凸起。

[0028] 如果颗粒状的辅助材料以由多个团聚颗粒构成的团聚体的形式存在,则团聚颗粒之中的一个团聚颗粒可以承担尖端、刺和/或凸起的功能。

[0029] 颗粒状的辅助材料的平均颗粒尺寸 D_{50} 尤其是至少为阳极-集电器-载体箔的厚度的0.5倍、优选至少为阳极-集电器-载体箔的厚度的0.8倍。

[0030] 例如当阳极-集电极-载体箔的厚度为 $10\mu\text{m}$ 时,颗粒状的辅助材料的平均颗粒尺寸 D_{50} 在 $5\mu\text{m}$ 至 $10\mu\text{m}$ 、优选 $7\mu\text{m}$ 至 $8.5\mu\text{m}$ 的范围内。

[0031] 覆层物质可以包括添加物,所述添加物选自如下组,所述组包括合成石墨、天然石墨、碳纳米管、碳纤维、软碳、硬碳及其组合。添加物可以提高覆层物质的可传导性并因此改善所制造的阳极的性能特征。此外,添加物可以改善覆层物质的可加工性和/或可涂覆性。

[0032] 如果添加物本身具有比阳极-集电器-载体箔更高的硬度,则添加物可以附加于颗粒状的辅助材料将阳极-集电器-载体箔穿孔。

[0033] 为了改善对覆层物质的处理和/或提高覆层物质与阳极的其它组成部分的相容性,覆层物质可以包括粘合剂,所述粘合剂尤其是选自如下组,所述组包括丁苯橡胶(SBR)、聚乙烯吡咯烷酮(PVP)、聚酰胺(PA)、聚偏二氟乙烯(PVdF)、聚偏二氟乙烯-六氟丙烯(PVdF-HFP)、聚丙烯酸酯、羧甲基纤维素(CMC)、聚酰亚胺(PI)、PTFE及其组合。

[0034] 所述粘合剂尤其是与设置在阳极中的活性材料以及与电极的其它组分相协调。例如如果应使用水基的覆层物质或活性材料覆层物质来施加阳极的活性材料,则粘合剂应该是亲水的。

[0035] 通过选择粘合剂和粘合剂在覆层物质中的含量,可以有针对性地调节覆层物质的粘度。以这种方式,可以在相应使用的覆层方法中有针对性地影响覆层物质的特性。

[0036] 所述覆层物质可以通过湿覆层、干覆层、压制、层压、层合、挤出和/或喷涂来施加到阳极-集电器-载体箔上。

[0037] 覆层物质可以包括阳极活性材料和/或可以附加地将活性材料覆层物质施加到阳极-集电器-载体箔上。

[0038] 所述活性材料覆层物质包括阳极活性材料并且可选地包括活性材料粘合剂、溶剂和/或添加物,尤其是可传导添加物。

[0039] 阳极活性材料可以选自如下组,所述组包括含碳材料、硅、硅复合材料、亚氧化硅、硅合金、锂、锂合金、铝合金、钢、钢合金、锡、锡合金、钴合金、五氧化二铌、二氧化钛、钛酸盐、如钛酸锂($\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$)、二氧化锡及其混合物。

[0040] 优选地,阳极活性材料选自如下组,所述组包括合成石墨、天然石墨、石墨烯、介孔碳、掺杂碳、硬碳、软碳、富勒烯、硅碳复合材料、硅、表面覆层硅、亚氧化硅、硅合金、锂、铝合金、钢、锡合金、钴合金及其混合物。

[0041] 如果阳极活性材料具有比阳极-集电器-载体箔更高的硬度并且是颗粒状的,例如如果阳极活性材料包括颗粒状硅,则阳极活性材料可以至少部分地承担颗粒状的辅助材料的功能。

[0042] 根据本发明,覆层物质和活性材料覆层物质的组分彼此相协调,以获得尽可能高性能的阳极。

[0043] 在一种变型方案中,在时间上在活性材料覆层物质之前将覆层物质施加到阳极-集电器-载体箔上。

[0044] 例如,首先将覆层物质在第一层中施加到阳极-集电器-载体箔上,然后在第一层之上的第二层中施加活性材料覆层物质。第一层与第二层的厚度比尤其是在1:2至1:100的范围内、优选在1:3至1:40的范围内。

[0045] 在一种变型方案中,覆层物质在涂覆活性材料覆层物质之前已经被压实并且以这种方式通过辅助材料在阳极-集电器-载体箔中产生所述至少一个开口。在该变型方案中,优选在随后的第二压实步骤中将在压实覆层物质之后施加的活性材料覆层物质压实,其中,辅助材料可以附加地在第二压实步骤中将阳极-集电器-载体箔穿孔和/或切开。

[0046] 如果借助具有至少两个喷嘴的覆层设备来涂覆覆层物质和活性材料覆层物质,其中,覆层物质和活性材料覆层物质通过不同的喷嘴来配给,则可以借助相同的覆层设备——优选以最高几秒的时间偏移——来涂覆第一层和第二层。

[0047] 备选地,可以在涂覆活性材料覆层物质之前、尤其是在即将涂覆活性材料覆层物质之前,通过喷射喷嘴将覆层物质喷到阳极-集电器-载体箔上。

[0048] 在另一种变型方案中,将所述覆层物质和阳极覆层物质在一个唯一的方法步骤中施加到阳极-集电器-载体箔上。

[0049] 例如在施加之前将覆层物质与活性材料覆层物质混合成总物质并且例如借助喷嘴将总物质施加到阳极-集电器-载体箔上。

[0050] 包含在覆层物质中的颗粒状的辅助材料可以在施加总物质之后借助重力沉积,从而即使在使用总物质时也可以在压实之前确保在阳极-集电器-载体箔和颗粒状的辅助材料之间的直接接触。

[0051] 为了调节颗粒状的辅助材料在总物质中的沉积速率,即辅助材料在总物质中由重力引起的沉积速度,可以调整总物质、覆层物质和/或活性材料覆层物质的粘度。这可以通过选择粘合剂和/或通过添加适合的溶剂来实现。

[0052] 本发明的任务还通过一种包括至少一个阳极的锂离子电池来解决,所述阳极能根据如上所述的方法获得。

[0053] 通过在阳极的制造方法中在阳极-集电器-载体箔中产生的开口,根据本发明的锂离子电池实现以电解质对所述至少一个阳极的均匀且完全的润湿,由此根据本发明的锂离子电池可以具有高的电流承载能力、高的最大充电和放电速率、良好的循环稳定性以及长的使用寿命。

[0054] 电解质尤其是包括溶剂和至少一种溶解在溶剂中的锂导电盐。

[0055] 所述溶剂优选是惰性的。适合的溶剂例如为有机溶剂、如碳酸乙烯酯、碳酸丙烯酯、碳酸丁酯、碳酸二甲酯、碳酸二乙酯、碳酸乙基甲酯、氟代碳酸乙烯酯(FEC)、环丁砜、2-甲基四氢呋喃和1,3-二氧戊烷。

[0056] 作为溶剂也可以使用离子液体。这种离子液体仅包含离子。优选的阳离子(所述阳离子尤其是可以是被烷基化的)是咪唑鎓-、吡啶鎓-、吡咯烷鎓-、胍鎓-、脲鎓-、硫脲鎓-、哌啶鎓-、吗啉鎓-、铈-、铵-和磷阳离子。针对可使用的阴离子的示例是卤化物-、四氟硼酸盐-、三氟乙酸盐-、三氟甲磺酸盐-、六氟磷酸盐-、亚磷酸盐-和甲苯磺酸盐阴离子。

[0057] 作为示例性的离子液体可以提到:N-甲基-N-丙基-哌啶基-双(三氟甲基磺酰基)酰亚胺、N-甲基-N-丁基-吡咯烷鎓-双(三氟甲基磺酰基)酰亚胺、N-丁基-N-三甲基-铵-双(三氟甲基磺酰基)酰亚胺、三乙基磺酰基-双(三氟甲基磺酰基)酰亚胺和N,N-二乙基-N-甲

基-N-(2-甲氧基乙基)-铵-双(三氟甲基磺酰基)酰亚胺。

[0058] 在一种变型方案中,可以使用两种或更多种上面提及的液体。

[0059] 优选的锂导电盐是具有惰性阴离子并且优选无毒的锂盐。适合的锂盐尤其是六氟磷酸锂(LiPF_6)、四氟硼酸锂(LiBF_4)和这些盐的混合物。

[0060] 锂离子电池可以是车辆中的牵引电池。锂离子电池也可以用在可穿戴设备、电动自行车(E-Bike)、智能手机、电动工具、笔记本电脑、电子书阅读器、移动电源或固定的能量存储器中。

附图说明

[0061] 本发明的其它优点和特征由下面对优选实施方式的说明以及附图得出,所述实施方式不应在限制性的意义上被理解。图中:

[0062] 图1示意性地示出在现有技术中已知的阳极的剖视图;

[0063] 图2示意性地示出能通过根据本发明的方法制造的阳极的剖视图;

[0064] 图3示出用于制造图2中的阳极的根据本发明的方法的框图;和

[0065] 图4示意性地示出在制造图2中的阳极时的中间阶段的剖视图。

具体实施方式

[0066] 图1示出非根据本发明的在现有技术中已知的锂离子电池的阳极10的示意性剖视图。

[0067] 阳极10包括阳极-集电器-载体箔12,该阳极-集电器-载体箔同时用作阳极10的电流导出体。

[0068] 阳极-集电器-载体箔12尤其是铜箔。

[0069] 在阳极-集电器-载体箔12的第一主表面14上以及在与第一主表面14相反的第二主表面16上施加有以阳极膜19形式的阳极活性材料18。

[0070] 阳极活性材料18可以是任何现有技术中常用的材料,所述材料能够可逆地接收或释放锂离子。

[0071] 如在图1中可见,阳极-集电器-载体箔12没有开口。相应地,阳极-集电器-载体箔12对于电解质而言是不可透过的,由此在锂离子电池中以电解质对阳极10的润湿仅缓慢地和/或不完全地进行。

[0072] 在图2中示出能通过根据本发明的用于制造阳极的方法获得的阳极10。

[0073] 对于与现有技术基本上类似的构件使用相同的附图标记并参考上述说明,从而在下面仅更详细地阐述不同的特征和构件。

[0074] 在图2中示出的阳极10包括具有多个开口20的阳极-集电器-载体箔12,所述开口分别在阳极-集电器-载体箔12的整个厚度上延伸穿过,也就是说,从第一主表面14延伸直至第二主表面16。

[0075] 当然,也可以存在与图2所示的实施方式不同的开口20数量,只要存在至少一个用于供电解质穿过阳极-集电器-载体箔12的开口20。

[0076] 此外,阳极10包括至少部分地设置在开口20中的颗粒状的辅助材料22。

[0077] 颗粒状的辅助材料22选自如下组,所述组包括锂离子导体、 Al_2O_3 、 TiO_2 、 B_2O_3 、勃姆

石、人造金刚石粉及其组合,并且颗粒状的辅助材料具有阳极-集电器-载体箔12厚度的数量级的平均颗粒尺寸 D_{50} 以及在2至10范围内的莫氏硬度、尤其是大于3至10、例如3.2至10范围内的莫氏硬度。

[0078] 开口20能够实现电解质从第一主表面14朝向第二主表面16的方向穿过以及从第二主表面16朝向第一主表面14的方向穿过,从而与图1中所示的由现有技术已知的阳极10的情况相比,如图2中所示的阳极可以更快且更均匀地被电解质润湿。

[0079] 下面更详细阐述根据本发明的用于制造如图2中所示的阳极10的方法。

[0080] 首先,提供阳极-集电器-载体箔12(参见图3中的步骤S1),其中,阳极-集电器-载体箔12相应于图1中的、即还不具有开口20(参见图2)的阳极-集电器-载体箔。

[0081] 接着,将覆层物质施加到阳极-集电器-载体箔12的第一主表面14上(参见图3中的步骤S2以及图4)。

[0082] 如图4中更详细示出的,覆层物质的涂覆在所示实施方式中通过将总物质24涂覆到第一主表面14上来进行,所述总物质24包括覆层物质以及活性材料覆层物质。

[0083] 覆层物质包含颗粒状的辅助材料22以及未详细示出的粘合剂。所述粘合剂选自如下组,所述组包括丁苯橡胶(SBR)、聚乙烯吡咯烷酮(PVP)、聚酰胺(PA)、聚偏二氟乙烯(PVdF)、聚偏二氟乙烯-六氟丙烯(PVdF-HFP)、聚丙烯酸酯、羧甲基纤维素(CMC)、聚酰亚胺(PI)、PTFE及其组合。

[0084] 此外,覆层物质可以包括添加物,所述添加物选自如下组,所述组包括合成石墨、天然石墨、碳纳米管、碳纤维、软碳、硬碳及其组合。添加物可以提高覆层物质的可传导性并且可以改善覆层物质的可加工性和/或可涂覆性。

[0085] 活性材料覆层物质包括阳极活性材料18以及未详细示出的活性材料粘合剂或电极粘合剂。

[0086] 在涂覆总物质24之后,颗粒状的辅助材料22因重力而沉积,从而颗粒状的辅助材料直接与阳极-集电器-载体箔12邻接,如图4所示。

[0087] 原则上,具有颗粒状的辅助材料22的覆层物质和活性材料覆层物质也可以单个地依次施加在阳极-集电器-载体箔12上。

[0088] 覆层物质、活性材料覆层物质和/或总物质24可以通过湿覆层、干覆层、压制、层压、层合、挤出和/或喷涂施加到阳极-集电器-载体箔12上。

[0089] 如图4所示,在第二主表面16上仅施加活性材料覆层物质。原则上,当然也可以在第二主表面16上使用总物质24或覆层物质。

[0090] 从图4中所示的中间阶段出发,将覆层物质——更准确地说在所示实施方式中将总物质24——压实、例如借助于压延机压实(参见图3中的步骤S3)以形成阳极膜19(参见图2)。

[0091] 在此如图4中借助于箭头所示,力F被施加到总物质24上,由此,颗粒状的辅助材料22被压到阳极-集电器-载体箔12中并且阳极-集电器-载体箔由于颗粒状的辅助材料22与阳极-集电器-载体箔12相比更高的硬度而被穿孔,以制造开口20。

[0092] 因此,根据本发明的方法能实现在制造阳极10期间在原位产生开口20,所述开口可以用于改善润湿。

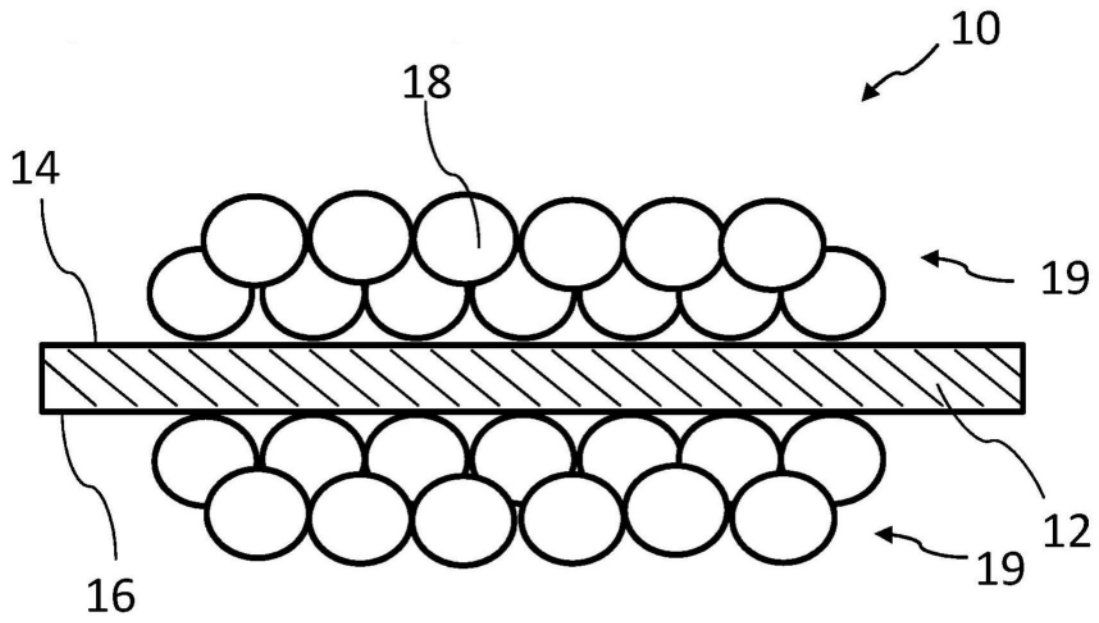


图1(现有技术)

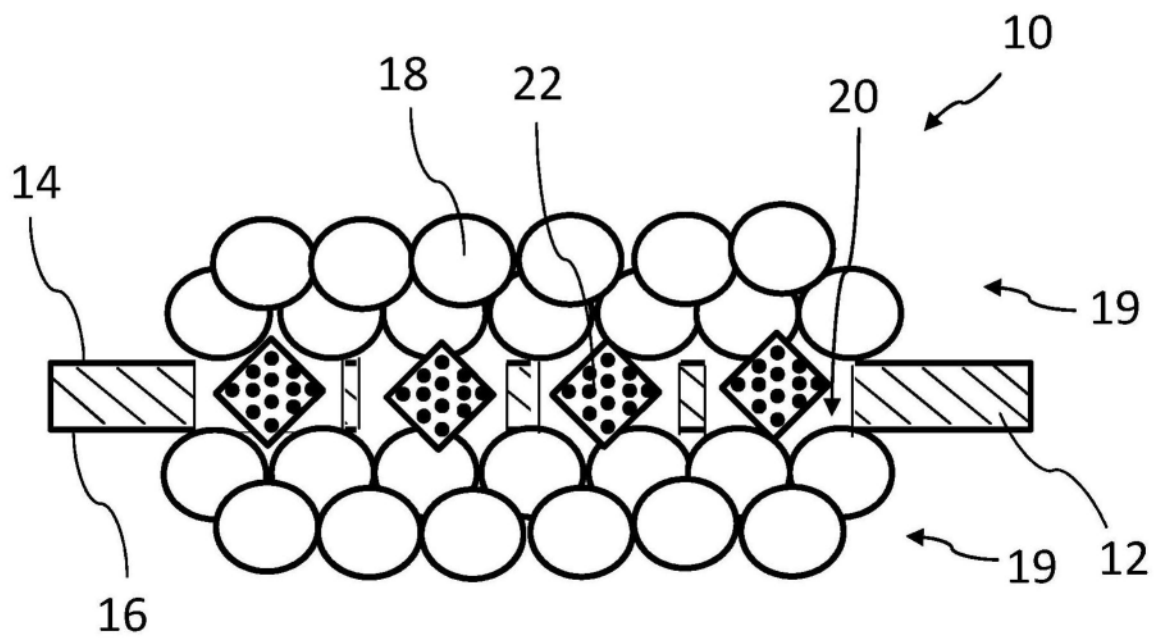


图2

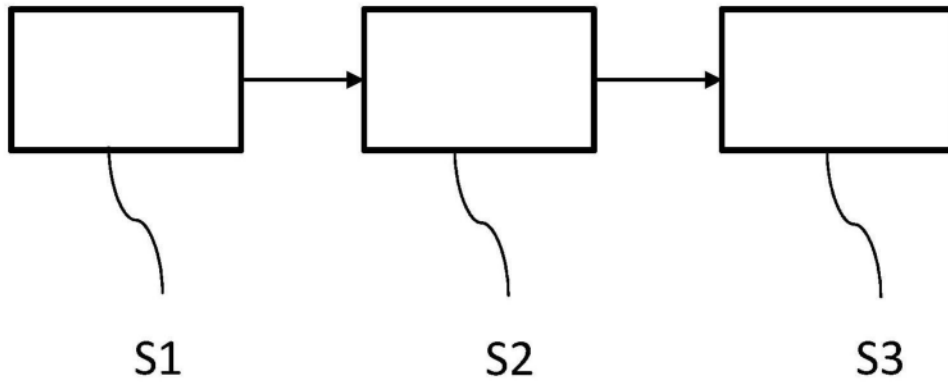


图3

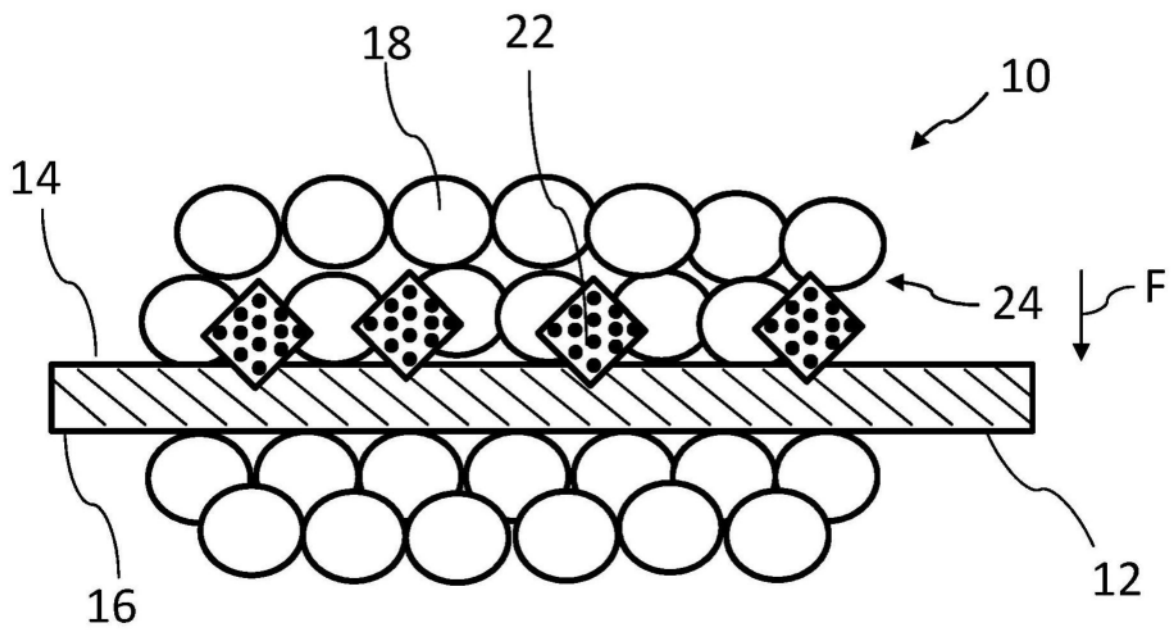


图4