(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国 际 局

(43) 国际公布日
2021 年 9 月 10 日 (10.09.2021)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2021/175122 A1

(51) 国际专利分类号:
C08G 65/36 (2006.01) *H01M 10/052* (2010.01)
C09J 171/14 (2006.01) *B60L 50/64* (2019.01)
H01M 4/62 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2021/077191

(22) 国际申请日: 2021 年 2 月 22 日 (22.02.2021)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
202010139706.1 2020年3月3日 (03.03.2020) CN

(71) 申请人: 蜂巢能源科技有限公司 (SVOLT ENERGY TECHNOLOGY COMPANY LIMITED) [CN/CN]; 中国江苏省常州市金坛区鑫城大道8899号, Jiangsu 213200 (CN)。

(72) 发明人: 李小栓 (LI, Xiaoshuan); 中国江苏省常州市金坛区鑫城大道8899号, Jiangsu 213200 (CN)。 吕文彬 (LV, Wenbin); 中国江苏省常州市金坛区鑫城大道8899号, Jiangsu 213200 (CN)。 魏礼勇 (WEI, Liyong); 中国江苏省常州市金坛区鑫城大道8899号, Jiangsu 213200 (CN)。 徐赛 (XU, Sai); 中国江苏省常州市金坛区鑫城大道8899号, Jiangsu 213200 (CN)。 邓素祥 (DENG, Suxiang); 中国江苏省常州市金坛区鑫城大道8899号, Jiangsu 213200 (CN)。 马忠龙 (MA, Zhonglong); 中国江苏省常州市金坛区鑫城大道8899号, Jiangsu 213200 (CN)。

(74) 代理人: 北京品源专利代理有限公司 (BEYOND ATTORNEYS AT LAW); 中国北京市海淀区莲花池东路39号西金大厦6层, Beijing 100036 (CN)。

(81) 指定国 (除另有指明，要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国 (除另有指明，要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:
— 包括国际检索报告 (条约第21条 (3))。

WO 2021/175122 A1

(54) **Title:** COMPOSITE POLYMER, AND PREPARATION METHOD THEREFOR AND APPLICATION THEREOF

(54) 发明名称: 复合聚合物及其制备方法和应用

(57) **Abstract:** Disclosed are a composite polymer, and a preparation method therefor and an application thereof. The composite polymer is a block copolymer of polyfurfuryl alcohol and polyoxyethylene. The composite polymer has excellent bonding performance, electron conduction performance, and ion conduction performance, is beneficial for improving the quality and the peeling force of a pole piece, and improves the cycle performance, the rate capability, and the safety performance of a battery.

(57) 摘要: 本文公布了一种复合聚合物及其制备方法和应用，所述复合聚合物为聚糠醇和聚氧化乙烯的嵌段共聚物。该复合聚合物具有较优的粘结性能和导电子和离子性能，有利于提高极片的品质和剥离力，提高电池的循环性能、倍率性能和安全性能。

复合聚合物及其制备方法和应用

技术领域

本公开涉及锂电池及其应用技术领域，例如涉及复合聚合物及其制备方法和应用。

背景技术

随着社会的快速发展和进步，能源短缺及环境污染问题日益严重，人们对清洁能源变得日益重视；同时，随着新能源汽车日益普及以及能源动力发展日益扩大，促使人们开发更高能量密度的锂离子电池。目前锂离子动力电池正极大多采用磷酸铁锂和三元材料，随着对能量密度要求的不断提高，在现有电芯设计体系上继续提高能量密度越来越困难，尤其是高续航电动汽车方面。

传统的液态动力电池为了达到高电压和高能量密度，一般采用有机溶剂作为电解液，但有机电解液含有易燃物质，易造成安全隐患。随着动力电池尺寸型号的增大，可燃性有机溶剂的使用量增加，增大了热辐射，也使得电池更容易发热，增大了电池热失控的风险。新能源汽车自燃现象层出不穷，人们一直尝试开发安全可靠的新型电池。全固态电池因不含电解液成分可以更加稳定的存在，引起人们的普遍关注；但是，目前全固态电池技术尚不成熟，距离工业化还有很长的路要走。半固态电池作为液态电池与全固态电池的中间产品，可以减少电芯内部电解液的用量，在一定程度上改进了电芯的安全性能，是目前最接近也最易实现量产的过渡产品。

因此，现有锂电池有待进一步改进。

发明内容

本公开提供一种复合聚合物及其制备方法和应用。

本公开在一实施例中提供一种复合聚合物，所述复合聚合物为聚糠醇和聚氧化乙烯的嵌段共聚物。

在一些情况下，半固态电池的制作过程中，正极普遍采用的粘结剂为聚偏氟乙烯（PVDF），粘结剂 PVDF 在电极中主要存在三种相互作用：粘结剂和活性物质颗粒之间的相互作用、粘结剂和集流体之间的相互作用、粘结剂分子和粘结剂分子之间的相互作用。粘结剂的粘度是重要的工艺参数，如果粘结剂的粘度太小，则制备的浆料粘度也较小，导致浆料的流动性过强且容易发生沉降现象，存储稳定性差，因此需要额外添加增稠剂；但如果粘结剂的粘度过大，又不利于活性物质和导电剂的分散，粘结剂没有导电作用，增加了电池内阻，影响电池性能发挥。为提升动力电池的能量密度和倍率性能，常在电芯体系设计中提高活性物质含量，降低粘结剂含量。而降低粘结剂的用量会影响到匀浆工艺，使浆料的稳定性降低，制备的极片剥离强度降低，进而使得涂层易从集流体上剥离，影响电性能的发挥，对电池安全性有很大隐患。

本公开提供的一实施例中，该复合聚合物自身具有电子和离子传输的特性，相比于传统的粘结剂材料，锂离子可以实现在其内部的自由传输；相比于普通离子聚合物，由于π*C=C 化学键形成电子云，增加了导电性。同时该复合聚合

物因其含有与粘结剂类似的结构部分，更易与正极活性物质充分混合，形成均匀相，提高极片粘结力和剥离力。进一步地，该复合聚合物可以在加入电解液后迅速凝胶化，促进电子和离子在极片内部的传输，同时也可以避免电芯内部太多电解液的存在，进而提高电池的安全性能。

在一实施例中，所述复合聚合物为链状聚合物或星型聚合物或树枝状聚合物。

在一实施例中，所述复合聚合物的平均分子量为 45000-55000，例如 46000、48000、50000、52000、54000 等。

在一实施例中，所述复合聚合物的固含量为 1.2wt%-18wt%，例如 2wt%、4wt%、6wt%、8wt%、10wt%、12wt%、14wt%、16wt%等。

本公开在一实施例中提供一种所述的复合聚合物的制备方法，所述方法包括以下步骤:

将引发剂、溶剂、聚氧化乙烯和糠醇混合搅拌，得到复合聚合物。

本公开在一实施例中，在引发剂和溶剂的作用下，可使得糠醇发生聚合反应，并可使得聚合后的糠醇与聚氧化乙烯反应得到聚糠醇与聚氧化乙烯的嵌段聚合物。在聚糠醇和聚氧化乙烯的共同作用下，该复合聚合物自身具有电子和离子传输的特性，相比于传统的粘结剂材料，锂离子可以实现在其内部的自由传输; 相比于普通离子聚合物，由于π*C=C 化学键形成电子云，增加了导电性。同时该复合聚合物因其含有与粘结剂类似的结构部分，更易与正极活性物质充分混合，形成均匀相，提高极片粘结力和剥离力。进一步地，该复合聚合物可以在加入电解液后迅速凝胶化，促进电子和离子在极片内部的传输，同时也可以避免电芯内部太多电解液的存在，进而提高电池的安全性能。

在一实施例中，所述引发剂选自草酸、盐酸中的至少之一，例如引发剂可以是草酸，也可以是盐酸，还可以是草酸和盐酸的混合物。

在一实施例中，所述引发剂选自草酸。

在一实施例中，所述溶剂选自 N-甲基吡咯烷酮（NMP）、二甲基亚砜中的至少之一，例如溶剂可以是 N-甲基吡咯烷酮，也可以是二甲基亚砜，还可以是 N-甲基吡咯烷酮和二甲基亚砜的混合物。

在一实施例中，所述引发剂与所述溶剂的质量比为（2-4）:（90-98），其中，2-4 可以为 2.5、3.0、3.5 等，90-98 可以为 91、92、93、94、95、96、97 等。

本公开在一实施例中提供一种正极浆料，所述正极浆料由正极活性物质和胶液组成，所述胶液为本公开一实施例中所述的复合聚合物或采用本公开一实施例中所述的方法制备所得的复合聚合物。

本公开一实施例提供的正极浆料，因其具有上述复合聚合物，该复合聚合物既具有粘结剂的粘结性能，可提高其与正极活性物质的相容性，使得正极活性物质均匀分散于极片内，提高极片的粘结力和剥离力，提升电池的倍率循环性能，同时也具有导电和导离子的性能，可作为锂离子传输的载体，承担电解

液内溶剂的作用协同促进锂离子在极片内的传输，提升电池的倍率性能。由此可使得正极浆料无需另外添加粘结剂和导电剂，而浆料中物质组分的减少也有利于提升浆料的一致性，进而提升电池的品质。进一步地，复合聚合物还可以改进极片的机械性能，赋予极片柔韧性，可以有效缓解极片在充放电过程中的体积膨胀，保持电极的稳定性，进而进一步提高锂离子在极片内的传输速度，提升倍率性能。

在一实施例中，所述正极浆料的固含量为 50wt%-80wt%，例如 55wt%、60wt%、65wt%、70wt%、75wt%等。

在一实施例中，所述正极浆料的粘度为 3000-20000 cP，例如 4000 cP、8000 cP、12000 cP、16000 cP 等。

在一实施例中，所述正极活性物质选自镍钴锰（NCM）、镍钴铝酸锂（NCA）中的至少之一，例如正极活性物质可以是 NCM，也可以是 NCA，还可以是 NCM 和 NCA 的混合物。

本公开在一实施例中提供一种锂电池，所述锂电池具有由本公开一实施例所述的正极浆料制备得到的正极片。

本公开一实施例提供的锂电池，该锂电池具有由正极活性物质和上述复合聚合物组成的正极浆料制备的正极片，因其具有上述复合聚合物，该复合聚合物既具有粘结剂的粘结性能，可提高其与正极活性物质的相容性，使得正极活性物质均匀分散于极片内，提高极片的粘结力和剥离力，提升电池的倍率循环性能，同时也具有导电和导离子的性能，可作为锂离子传输的载体，承担电解液内溶剂的作用协同促进锂离子在极片内的传输，提升电池的倍率性能。同时因正极浆料无需另外添加粘结剂和导电剂，浆料中物质组分的减少也有利于提升浆料的一致性，进而提升电池的品质。进一步地，复合聚合物还可以改进极片的机械性能，赋予极片柔韧性，可以有效缓解极片在充放电过程中的体积膨胀，保持电极的稳定性，进而进一步提高锂离子在极片内的传输速度，提升倍率性能。

本公开在一实施例中提供一种汽车，所述汽车具有由本公开一实施例所述的锂电池。

本公开一实施例提供的汽车，因该汽车具有上述锂电池，而该锂电池因具有由上述正极浆料制备得到的正极片，使得锂电池具有较优的循环性能和倍率性能，且安全性能和一致性较好。由此，有利于提高该汽车的续航能力和安全性能。

本公开的附加方面和优点将在下面的描述中部分给出，部分将从下面的描述中变得明显，或通过本公开的实践了解到。

附图说明

附图用来提供对本公开技术方案的进一步理解，并且构成说明书的一部分，与本申请的实施例一起用于解释本公开的技术方案，并不构成对本公开技术方案的限制。

图 1 是实施例所得正极片的涂覆层的 SEM 图;

图 2 是实施例所得正极片的充放电性能测试曲线;

图 3 是实施例和对比例所得正极片在 0.5C 下的循环性能测试曲线;

图 4 是实施例和对比例所得正极片在 0.1C、0.33C、0.5C、1C 和 2C 下的倍率性能测试曲线;

图 5 是对比例所得正极片的涂覆层的 SEM 图。

具体实施例

下面结合附图并通过具体实施方式来进一步说明本公开的技术方案。

在本公开的一个方面，本公开提出了一种复合聚合物，根据本公开的实施例，该复合聚合物为聚糠醇和聚氧化乙烯的嵌段共聚物。该复合聚合物自身具有电子和离子传输的特性，相比于传统的粘结剂材料，锂离子可以实现在其内部的自由传输；相比于普通离子聚合物，由于π*C=C 化学键形成电子云，增加了导电性。同时该复合聚合物因其含有与粘结剂类似的结构部分，更易与正极活性物质充分混合，形成均匀相，提高极片粘结力和剥离力。进一步地，该复合聚合物可以在加入电解液后迅速凝胶化，促进电子和离子在极片内部的传输，同时也可以避免电芯内部太多电解液的存在，进而提高电池的安全性能。

根据本公开的一个实施例，复合聚合物可以为链状聚合物或星型聚合物或树枝状聚合物，本领域技术人员可以根据需要和制备工艺进行选择。进一步地，复合聚合物的平均分子量并不受特别限制，本领域技术人员可以根据实际需要进行选择，如可以为 45000-55000，本公开一实施例的平均分子量为 50000。需要说明的是，受反应温度影响，高温时可以生成平均分子量更高的聚合物，增大聚合物的粘度，由此，可以通过提高反应温度提高复合聚合物的粘度，如可以将反应温度提高至 55℃。进一步地，复合聚合物的固含量也不受特别限制，如可以为 1.2wt%-18wt%，提高固含量可以提高聚合物浆料粘度。

根据本公开实施例的复合聚合物，该复合聚合物自身具有电子和离子传输的特性，相比于传统的粘结剂材料，锂离子可以实现在其内部的自由传输；相比于普通离子聚合物，由于π*C=C 化学键形成电子云，增加了导电性。同时该复合聚合物因其含有与粘结剂类似的结构部分，更易与正极活性物质充分混合，形成均匀相，提高极片粘结力和剥离力。进一步地，该复合聚合物可以在加入电解液后迅速凝胶化，促进电子和离子在极片内部的传输，同时也可以避免电芯内部太多电解液的存在，进而提高电池的安全性能。

在本公开的再一个方面，本公开提出了一种制备复合聚合物的方法，根据本公开的实施例，该方法包括：将引发剂、溶剂、聚氧化乙烯和糠醇混合搅拌，以便得到复合聚合物。在引发剂和溶剂的作用下，可使得糠醇发生聚合反应，并可使得聚合后的糠醇与聚氧化乙烯反应得到聚糠醇与聚氧化乙烯的嵌段聚合物。具体地，可以先将引发剂和溶剂混合搅拌，之后再加入聚氧化乙烯和糠醇搅拌混合反应，以便得到复合聚合物。

根据本公开的一个实施例，引发剂和溶剂的具体类型并不受特别限制，本领域技术人员可以根据实际需要进行选择，如引发剂可以选自草酸、盐酸中的至少之一，可以选自草酸；溶剂可以选自 N-甲基吡咯烷酮、二甲基亚砜中的至少之一。采用上述引发剂和溶剂有利于降低成本，同时使得反应速度易控制。在一些实施方式中，引发剂和溶剂的质量比也不受特别限制，如可以为 2-4：90-98，本公开的一实施例中引发剂和溶剂的质量比为 1：30，质量比过高会增加浆料的粘度。

根据本公开实施例的制备方法，在引发剂和溶剂的作用下，可使得糠醇发生聚合反应，并可使得聚合后的糠醇与聚氧化乙烯反应得到聚糠醇与聚氧化乙烯的嵌段聚合物。在聚糠醇和聚氧化乙烯的共同作用下，该复合聚合物自身具有电子和离子传输的特性，相比于传统的粘结剂材料，锂离子可以实现在其内部的自由传输；相比于普通离子聚合物，由于π*C=C 化学键形成电子云，增加了导电性。同时该复合聚合物因其含有与粘结剂类似的结构部分，更易与正极活性物质充分混合，形成均匀相，提高极片粘结力和剥离力。进一步地，该复合聚合物可以在加入电解液后迅速凝胶化，促进电子和离子在极片内部的传输，同时也可以避免电芯内部太多电解液的存在，进而提高电池的安全性能。

在本公开的又一个方面，本公开提出了一种正极浆料，根据本公开的实施例，该正极浆料由正极活性物质和胶液组成，胶液为上述复合聚合物或采用上述制备复合聚合物的方法制备所得的复合聚合物。因其具有上述复合聚合物，该复合聚合物既具有粘结剂的粘结性能，可提高其与正极活性物质的相容性，使得正极活性物质均匀分散于极片内，提高极片的粘结力和剥离力，提升电池的倍率循环性能，同时也具有导电和导离子的性能，可作为锂离子传输的载体，承担电解液内溶剂的作用协同促进锂离子在极片内的传输，提升电池的倍率性能。由此可使得正极浆料无需另外添加粘结剂和导电剂，而浆料中物质组分的减少也有利于提升浆料的一致性，进而提升电池的品质。进一步地，复合聚合物还可以改进极片的机械性能，赋予极片柔韧性，可以有效缓解极片在充放电过程中的体积膨胀，保持电极的稳定性，进而进一步提高锂离子在极片内的传输速度，提升倍率性能。

根据公开的一个实施例，正极浆料的固含量和粘度并不受特别限制，本领域技术人员可以根据实际需要进行选择，如固含量可以为 50wt%-80wt%，粘度可以为 3000-20000cP。浆料固含量和粘度过高会导致浆料一致性降低。进一步地，正极活性物质的具体类型也不受特别限制，如可以为 NCM、NCA 中的至少之一。

根据本公开实施例的正极浆料，因其具有上述复合聚合物，该复合聚合物既具有粘结剂的粘结性能，可提高其与正极活性物质的相容性，使得正极活性物质均匀分散于极片内，提高极片的粘结力和剥离力，提升电池的倍率循环性能，同时也具有导电和导离子的性能，可作为锂离子传输的载体，承担电解液内溶剂的作用协同促进锂离子在极片内的传输，提升电池的倍率性能。由此可

使得正极浆料无需另外添加粘结剂和导电剂，而浆料中物质组分的减少也有利于提升浆料的一致性，进而提升电池的品质。进一步地，复合聚合物还可以改进极片的机械性能，赋予极片柔韧性，可以有效缓解极片在充放电过程中的体积膨胀，保持电极的稳定性，进而进一步提高锂离子在极片内的传输速度，提升倍率性能。

在本公开的又一个方面，本公开提出了一种锂电池，根据本公开的实施例，该锂电池具有由上述正极浆料制备得到的正极片。根据本公开实施例的锂电池，该锂电池具有由正极活性物质和上述复合聚合物组成的正极浆料制备的正极片，因其具有上述复合聚合物，该复合聚合物既具有粘结剂的粘结性能，可提高其与正极活性物质的相容性，使得正极活性物质均匀分散于极片内，提高极片的粘结力和剥离力，提升电池的倍率循环性能，同时也具有导电和导离子的性能，可作为锂离子传输的载体，承担电解液内溶剂的作用协同促进锂离子在极片内的传输，提升电池的倍率性能。同时因正极浆料无需另外添加粘结剂和导电剂，浆料中物质组分的减少也有利于提升浆料的一致性，进而提升电池的品质。进一步地，复合聚合物还可以改进极片的机械性能，赋予极片柔韧性，可以有效缓解极片在充放电过程中的体积膨胀，保持电极的稳定性，进而进一步提高锂离子在极片内的传输速度，提升倍率性能。

在本公开的又一个方面，本公开提出了一种汽车，根据本公开的实施例，该汽车具有上述锂电池。根据本公开实施例的汽车，因该汽车具有上述锂电池，而该锂电池因具有由上述正极浆料制备得到的正极片，使得锂电池具有较优的循环性能和倍率性能，且安全性能和一致性较好。由此，有利于提高该汽车的续航能力和安全性能。

下面参考具体实施例，对本公开进行描述，需要说明的是，这些实施例仅仅是描述性的，而不以任何方式限制本公开。

实施例 1

本实施例提供一种复合聚合物，所述复合聚合物为聚糠醇和聚氧化乙烯的嵌段共聚物。

上述复合聚合物的制备方法包括如下步骤:

将草酸与 NMP 按照质量比 1: 30 送至匀浆搅拌机搅拌，然后加入聚氧化乙烯（购于 Acmec，牌号为 P39860）搅拌，最后加入糠醇搅拌，得到固含量为 1.2%的棕色胶液，该棕色胶液为链状的聚糠醇和聚氧化乙烯的嵌段共聚物，其中该聚糠醇和聚氧化乙烯的嵌段共聚物的平均分子量为 50000。

本实施例提供一种正极浆料，所述正极浆料由所述复合聚合物和三元材料 NCM 组成。

上述正极浆料的制备方法包括如下步骤:

往上述胶液中，即聚糠醇和聚氧化乙烯的嵌段共聚物中，加入三元材料 NCM，搅拌得到固含量为 50%、粘度为 3000cP 的正极浆料。

本实施例提供一种正极片，所述正极片由所述正极浆料和铝箔组成。

上述正极片的制备方法包括如下步骤:

采用自动涂布机涂布，调整涂布刮刀间隙，目标面密度为 15mg/cm^2，把上述正极浆料涂到铝箔上，形成涂覆层，涂好的极片在 120℃下烘烤 10min，得到正极活性物质含量为 80%的正极片。

实施例 2

本实施例提供一种复合聚合物，所述复合聚合物为聚糠醇和聚氧化乙烯的嵌段共聚物。

上述复合聚合物的制备方法包括如下步骤:

将盐酸与二甲基亚砜按照质量比 1: 49 送至匀浆搅拌机搅拌，然后加入聚氧化乙烯（购于 Acmec，牌号为 P39860）搅拌，最后加入糠醇搅拌，得到固含量为 8%的棕色胶液，该棕色胶液为链状的聚糠醇和聚氧化乙烯的嵌段共聚物，其中该聚糠醇和聚氧化乙烯的嵌段共聚物的平均分子量为 45000。

本实施例提供一种正极浆料，所述正极浆料由所述复合聚合物和三元材料 NCA 组成。

上述正极浆料的制备方法包括如下步骤:

往上述胶液中，即聚糠醇和聚氧化乙烯的嵌段共聚物中，加入三元材料 NCM，搅拌得到固含量为 80%、粘度为 20000cP 的正极浆料。

本实施例提供一种正极片，所述正极片由所述正极浆料和铝箔组成。

上述正极片的制备方法包括如下步骤:

采用自动涂布机涂布，调整涂布刮刀间隙，目标面密度为 15mg/cm^2，把上述正极浆料涂到铝箔上，形成涂覆层，涂好的极片在 120℃下烘烤 10min，得到正极活性物质含量为 80%的正极片。

实施例 3

本实施例提供一种复合聚合物，所述复合聚合物为聚糠醇和聚氧化乙烯的嵌段共聚物。

上述复合聚合物的制备方法包括如下步骤:

将草酸与 NMP 按照质量比 2: 45 送至匀浆搅拌机搅拌，然后加入聚氧化乙烯（购于 Acmec，牌号为 P39860）搅拌，最后加入糠醇搅拌，得到固含量为 18%的棕色胶液，该棕色胶液为链状的聚糠醇和聚氧化乙烯的嵌段共聚物，其中该聚糠醇和聚氧化乙烯的嵌段共聚物的平均分子量为 55000。

本实施例提供一种正极浆料，所述正极浆料由所述复合聚合物和三元材料 NCM 组成。

上述正极浆料的制备方法包括如下步骤:

往上述胶液中，即聚糠醇和聚氧化乙烯的嵌段共聚物中，加入三元材料 NCM，搅拌得到固含量为 65%、粘度为 4500cP 的正极浆料。

本实施例提供一种正极片，所述正极片由所述正极浆料和铝箔组成。

上述正极片的制备方法包括如下步骤:

采用自动涂布机涂布，调整涂布刮刀间隙，目标面密度为 15mg/cm^2，把上

述正极浆料涂到铝箔上，形成涂覆层，涂好的极片在120℃下烘烤10min，得到正极活性物质含量为80%的正极片。

对比例1

本对比例以粘结剂聚偏氟乙烯（购于 Sigma，牌号为 SIG-182702）作为正极材料的原料。

本对比例提供一种正极浆料，所述正极浆料由所述聚偏氟乙烯和三元材料NCM组成。

上述正极浆料的制备方法包括如下步骤:

将粘结剂聚偏氟乙烯与溶剂NMP混合搅拌，然后加入导电剂SP混合搅拌，之后再加入三元材料NCM，并采用NMP调节浆料粘度，搅拌均匀后得到固含量为50%、粘度为3000cP的正极浆料。其中聚偏氟乙烯与NMP、SP、NCM的质量比为1.5：65：1：96。

本对比例提供一种正极片，所述正极片由所述正极浆料和铝箔组成。

上述正极片的制备方法包括如下步骤:

采用自动涂布机涂布，调整涂布刮刀间隙，目标面密度为15mg/cm^2，把上述正极浆料涂到铝箔上，形成涂覆层，涂好的极片在120℃下烘烤10min，得到正极活性物质含量为80%的正极片。

性能测试

将实施例1和对比例1进行如下测试:

（1）扫描电子显微镜（SEM）：将正极片涂覆层的形貌进行SEM测试。

测试结果汇总于图1（实施例1）和图5中（对比例1）。

（2）电池测试:

充放电性能：将所述正极片进行电池测试，测试方法：0.33C恒流恒压充电至4.25V，截止电流0.05C，0.33C放电至2.5V，得到其充放电性能;

测试结果汇总于图2中;

循环性能：将所述正极片进行电池测试，测试方法：0.5C 恒流恒压充电至4.25V，截止电流0.05C，0.5C放电至2.5V。重复上述充电和放电工步，当放电容量是初始放电容量的80%时，停止测试，得到其在0.5C下的循环性能，并计算其容量保持率;

测试结果汇总于表1和图3中;

倍率性能：将所述正极片进行电池测试，测试方法：0.33C恒流恒压充电至4.25V，截止电流0.05C，不同倍率放电：0.1C，0.33C，0.5C，1C，2C，放电至2.5V，可得到其在0.1C、0.33C、0.5C、1C和2C下的倍率性能;

测试结果汇总于表1和图4中。

表1

		实施例1	实施例2	实施例3	对比例1
循环性能	容量保持率（%）	96.7%	94.3%	90.2%	74.66%

倍率性能	0.1C	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
	0.33C	97.9%	95.6%	92.5%	99.0%
	0.5C	96.9%	94.5%	91.8%	97.3%
	1C	94.6%	92.3%	89.6%	87.0%
	2C	89.0%	85.5%	80.6%	62.5%

分析表 1 数据可知，本公开所述复合聚合物所得的正极片容量保持率在90.2%以上，在不同倍率下进行放电，本公开所述复合聚合物所得的正极片随着倍率的提升，放电效率下降幅度较小，在 1C 倍率下，放电效率在 89.6%以上，在 2C 倍率下，放电效率在 80.6%以上，本公开所述复合聚合物所得的正极片兼具优异的循环性能和倍率性能。

分析对比例 1 与实施例 1 可以发现，对比例 1 的综合性能不如实施例 1，采用本公开所述复合聚合物所得的正极片比采用聚偏氟乙烯所得的正极片性能优异。

分析图 1 和图 5 可知，与图 5 相比，图 1 在活性物质之间明显形成更加均匀的导电支状网络。

由图 2 可知，本公开所述复合聚合物所得的正极片充电和放电极化小，充放电性能好。

由图 3 可知，实施例 1 的容量保持率为 96.7%，对比例 1 的容量保持率为 74.66%，采用本公开所述复合聚合物所得的正极片循环性能更好。

由图 4 可知，实施例 1 相对于对比例 1 来说，在相同倍率下的放电量更高，且随着倍率的提升放电量的变化更小，性能更稳定，采用本公开所述复合聚合物所得的正极片倍率性能更好。

1、一种复合聚合物，所述复合聚合物为聚糠醇和聚氧化乙烯的嵌段共聚物。

2、根据权利要求 1 所述的复合聚合物，其中，所述复合聚合物为链状聚合物或星型聚合物或树枝状聚合物。

3、根据权利要求 1 或 2 所述的复合聚合物，其中，所述复合聚合物的平均分子量为 45000-55000。

4、根据权利要求 1-3 任一项所述的复合聚合物，其中，所述复合聚合物的固含量为 1.2wt%-18wt%。

5、一种根据权利要求 1-4 任一项所述的复合聚合物的制备方法，所述制备方法包括如下步骤:

将引发剂、溶剂、聚氧化乙烯和糠醇混合搅拌，得到所述复合聚合物。

6、根据权利要求 5 所述的制备方法，其中，所述引发剂选自草酸、盐酸中的至少之一。

7、根据权利要求 5 或 6 所述的制备方法，其中，所述引发剂选自草酸。

8、根据权利要求 5-7 任一项所述的制备方法，其中，所述溶剂选自 N-甲基吡咯烷酮、二甲基亚砜中的至少之一。

9、根据权利要求 5-8 任一项所述的制备方法，其中，所述引发剂与所述溶剂的质量比为（2-4）:（90-98）。

10、一种正极浆料，所述正极浆料由正极活性物质和胶液组成，所述胶液为权利要求 1-4 中任一项所述的复合聚合物或采用权利要求 5-9 中任一项所述的方法制备所得的复合聚合物。

11、根据权利要求 10 所述的正极浆料，其中，所述正极浆料的固含量为 50wt%-80wt%。

12、根据权利要求 10 或 11 所述的正极浆料，其中，所述正极浆料的粘度为 3000-20000 cP。

13、根据权利要求 10-12 任一项所述的正极浆料，其中，所述正极活性物质选自 NCM、NCA 中的至少之一。

14、一种锂电池，所述锂电池具有由权利要求 10-13 任一项所述的正极浆料制备得到的正极片。

15、一种汽车，所述汽车具有权利要求 14 所述的锂电池。

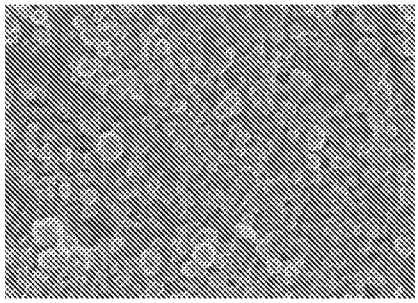


图 1

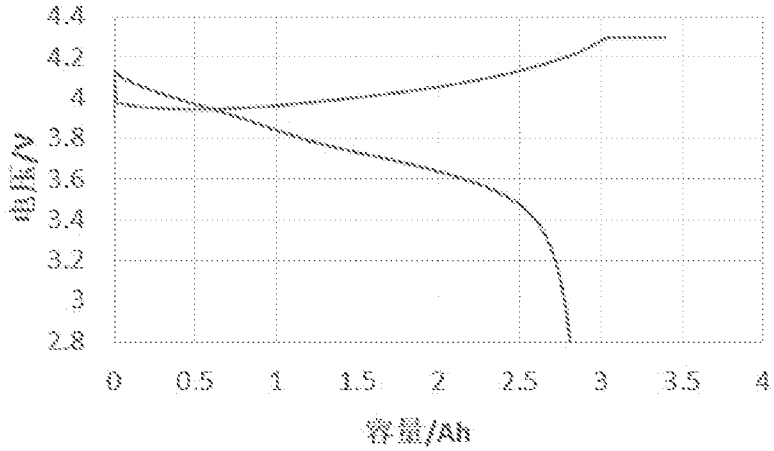

4.4
4.2
4
3.8
3.6
3.4
3.2
3
2.8
电压/V
0
0.5
1
1.5
2
2.5
3
3.5
4
容量/Ah

图 2

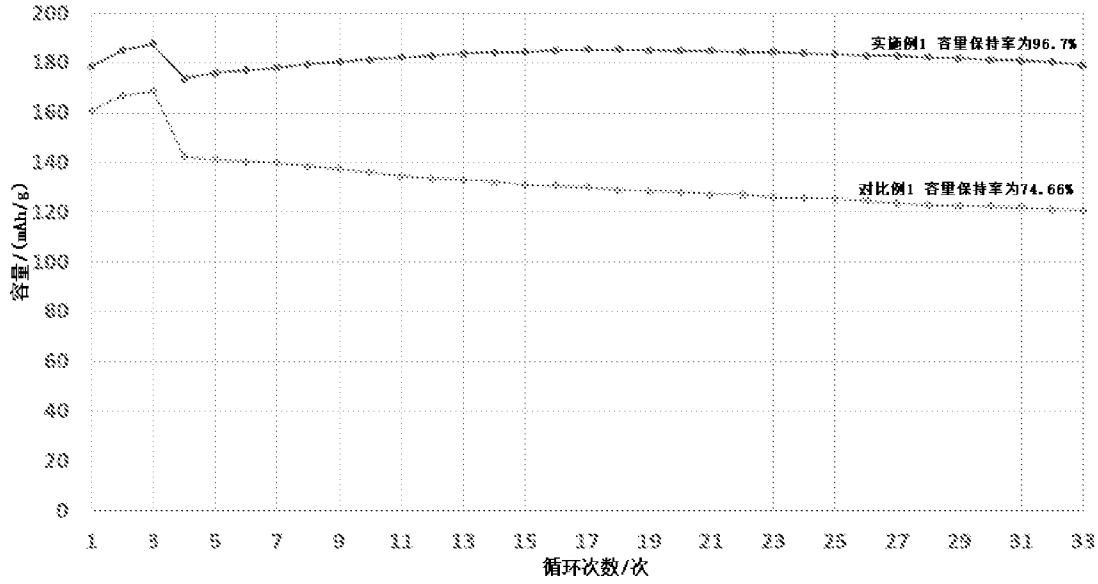

200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
容量/(mAh/g)
1
3
5
7
9
11
13
15
17
19
21
23
25
27
29
31
33
循环次数/次
实施例1 容量保持率为96.7%
对比例1 容量保持率为74.66%

图 3

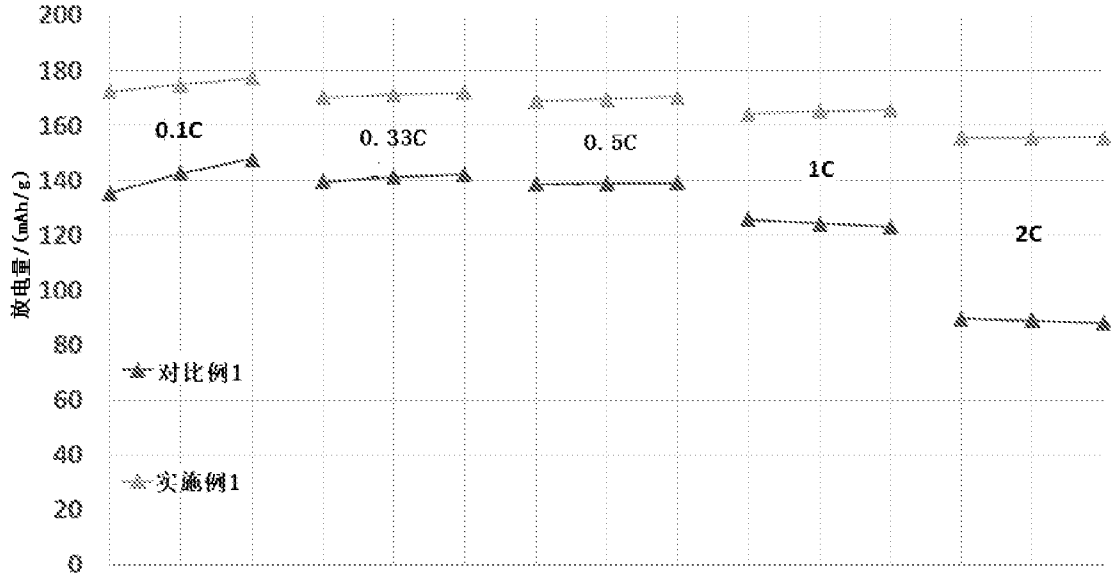

200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
放电量/(mAh/g)
0.1C
0.33C
0.5C
1C
2C
对比例1
实施例1

图 4

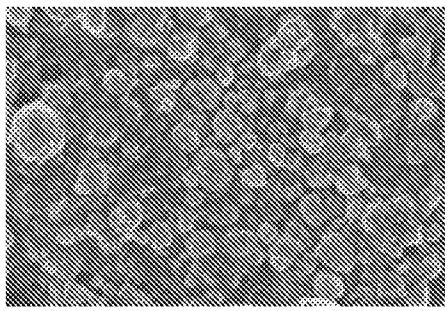


图 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2021/077191

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C08G 65/36(2006.01)i; C09J 171/14(2006.01)i; H01M 4/62(2006.01)i; H01M 10/052(2010.01)i; B60L 50/64(2019.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

C08G,C09J,H01M,B60L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

WPI; EPODOC; CNTXT; CNABS; CNKI: 糠醇, 呋喃, 麸醇, 羟甲基呋喃, 呋喃树脂, 聚糠醇, 聚乙二醇, +氧化乙烯, +氧乙烯, 聚乙二醇, 乙二醇, 电池, 正极, FURANMETHANOL, FURFURY ALCOHOL, FURANYL METHANO, FURANYLMETHANOL, FURAN METHANOL, HYDROXYMETHYL FURANE, HYDROXYMETHYLFURAN, FURAN RESIN, PEG OR POLYOXYETHYLENE, BATTER+, CELL

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 111423577 A (SVOLT ENERGY TECHNOLOGY CO., LTD.) 17 July 2020 (2020-07-17) claims 1-10	1-15
X	郑本培 等 (ZHENG, Benpei et al.). "聚乙二醇化学改性增韧呋喃树脂的研究 (Study on toughened furan resin chemically modified by poly（ethylene glycol)" *安徽工程大学学报 (Journal of Anhui Polytechnic University),* Vol. 30, No. 1, 28 February 2015 (2015-02-28), pp. 40-43	1-9
X	JP 54155118 A (KAO QUAKER CO.,) 06 December 1979 (1979-12-06) claim 1	1-9
A	US 2005006096 A1 (HALLIBURTON ENERGY SERVICES, INC.) 13 January 2005 (2005-01-13) entire document	1-15
A	CN 101440158 A (CHANGCHUN INSTITUTE OF APPLIED CHEMISTRY, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES) 27 May 2009 (2009-05-27) entire document	1-15

☑ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☑ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
18 May 2021	**03 June 2021**
Name and mailing address of the ISA/CN **China National Intellectual Property Administration (ISA/CN)** **No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing 100088** **China** Facsimile No. **(86-10)62019451**	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2021/077191

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 112142936 A (SICHUAN DONGSHU NEW MATERIAL CO., LTD.) 29 December 2020 (2020-12-29) entire document	1-15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2021/077191

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN 111423577 A	17 July 2020	None	
JP 54155118 A	06 December 1979	JP S5524985 B2	02 July 1980
US 2005006096 A1	13 January 2005	US 2005282973 A1	22 December 2005
		US 7104325 B2	12 September 2006
CN 101440158 A	27 May 2009	None	
CN 112142936 A	29 December 2020	None	

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2021/077191

A. 主题的分类

C08G 65/36(2006.01)i; C09J 171/14(2006.01)i; H01M 4/62(2006.01)i; H01M 10/052(2010.01)i; B60L 50/64(2019.01)i

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

C08G,C09J,H01M,B60L

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称，和使用的检索词（如使用））

WPI;EPODOC;CNTXT;CNABS;CNKI: 糠醇，呋喃，麸醇，羟甲基呋喃，呋喃树脂，聚糠醇，聚乙二醇，+氧化乙烯，+氧乙烯，聚乙二醇，乙二醇，电池，正极，FURANMETHANOL, FURFURY ALCOHOL, FURANYL METHANO, FURANYLMETHANOL, FURAN METHANOL, HYDROXYMETHYL FURANE, HYDROXYMETHYLFURAN, FURAN RESIN, PEG OR POLYOXYETHYLENE, BATTER+, CELL

C. 相关文件

类 型*	引用文件，必要时，指明相关段落	相关的权利要求
PX	CN 111423577 A (蜂巢能源科技有限公司) 2020年 7月 17日 (2020-07-17) 权利要求1-10	1-15
X	郑本培，等. "聚乙二醇化学改性增韧呋喃树脂的研究" 安徽工程大学学报, 第30卷，第1期，2015年 2月 28日 (2015-02-28)， 第40-43页	1-9
X	JP 54155118 A (KAO QUAKER CO) 1979年 12月 6日 (1979-12-06) 权利要求1	1-9
A	US 2005006096 A1 (HALLIBURTON ENERGY SERVICES INC) 2005年 1月 13日 (2005-01-13) 全文	1-15
A	CN 101440158 A (中国科学院长春应用化学研究所) 2009年 5月 27日 (2009-05-27) 全文	1-15
A	CN 112142936 A (四川东树新材料有限公司) 2020年 12月 29日 (2020-12-29) 全文	1-15

☐ 其余文件在C栏的续页中列出。

☑ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型：

"A" 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

"E" 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

"L" 可能对优先权要求构成怀疑的文件，或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件（如具体说明的）

"O" 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

"P" 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

"T" 在申请日或优先权日之后公布，与申请不相抵触，但为了理解发明之理论或原理的在后文件

"X" 特别相关的文件，单独考虑该文件，认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

"Y" 特别相关的文件，当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时，要求保护的发明不具有创造性

"&" 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期	国际检索报告邮寄日期
2021年 5月 18日	2021年 6月 3日
ISA/CN的名称和邮寄地址 中国国家知识产权局(ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号 (86-10)62019451	受权官员 李开扬 电话号码 62084429

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2021/077191

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	111423577	A	2020年 7月 17日		无		
JP	54155118	A	1979年 12月 6日	JP	S5524985	B2	1980年 7月 2日
US	2005006096	A1	2005年 1月 13日	US	2005282973	A1	2005年 12月 22日
				US	7104325	B2	2006年 9月 12日
CN	101440158	A	2009年 5月 27日		无		
CN	112142936	A	2020年 12月 29日		无		