



(12) 发明专利申请



(10) 申请公布号 CN 117120521 A

(43) 申请公布日 2023. 11. 24

(21) 申请号 202180036672.6

(22) 申请日 2021.11.17

(30) 优先权数据

10-2020-0154962 2020.11.18 KR

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2022.11.21

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/KR2021/095105 2021.11.17

(87) PCT国际申请的公布数据

W02022/108430 KO 2022.05.27

(71) 申请人 株式会社LG化学

地址 韩国首尔

(72) 发明人 元泰英 孙精敏 李惠民 柳智惠

(74) 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司 11127

专利代理师 张培源 褚瑶杨

(51) Int.Cl.

C08J 3/24 (2006.01)

权利要求书1页 说明书13页

(54) 发明名称

超吸收性聚合物的制备方法

(57) 摘要

本发明提供了一种制备超吸收性聚合物的方法,所述超吸收性聚合物保持优异的基本吸收性能,例如离心保持容量等,同时表现出改善的凝胶强度和吸收速率。

1. 一种制备超吸收性聚合物的方法,所述方法包括以下步骤:
 - a) 混合水溶性烯键式不饱和单体、内部交联剂和溶剂以制备第一单体混合物;
 - b) 在剪切混合所述第一单体混合物的同时引入宽度为3nm至50nm、长度为1 μ m至5 μ m且拉伸强度为2,000MPa以上的纳米纤维素纤维和表面活性剂,以制备第二单体混合物;
 - c) 将聚合引发剂引入所述第二单体混合物中以制备第三单体混合物;
 - d) 使所述第三单体混合物聚合以制备含水凝胶聚合物;
 - e) 切碎所述含水凝胶聚合物;
 - f) 将所述含水凝胶聚合物干燥、粉碎并尺寸分选以制备基础聚合物;和
 - g) 在表面交联剂存在下,对所述基础聚合物的表面进行额外交联以形成表面交联层。
2. 如权利要求1所述的方法,其中,步骤b)的所述剪切混合以6s⁻¹以上的剪切速率进行。
3. 如权利要求1所述的方法,其中,所述纳米纤维素纤维的拉伸强度为3,000MPa至20,000MPa。
4. 如权利要求1所述的方法,其中,基于100重量份的所述水溶性烯键式不饱和单体,所述纳米纤维素纤维的含量为0.001重量份至10重量份。
5. 如权利要求1所述的方法,其中,所述表面活性剂为具有10至30个碳原子的脂肪酸钠、磺酸盐或脱水山梨糖醇酯。
6. 如权利要求1所述的方法,其中,基于100重量份的所述水溶性烯键式不饱和单体,所述表面活性剂的含量为0.01重量份至1重量份。
7. 一种凝胶强度为10,000Pa以上的超吸收性聚合物,所述超吸收性聚合物包括:
基础聚合物颗粒,其包含通过在内部交联剂存在下使水溶性烯键式不饱和单体交联聚合而获得的交联聚合物;
表面交联层,其形成在所述基础聚合物颗粒的表面上,并且通过对所述交联聚合物经由表面交联剂进行附加交联而获得;和
与所述基础聚合物结合的纳米纤维素纤维,其具有3nm至50nm的宽度、1 μ m至5 μ m的长度和2,000MPa以上的拉伸强度。
8. 如权利要求7所述的超吸收性聚合物,其中,基于100重量%的所述超吸收性聚合物,所述纳米纤维素纤维的含量为0.0001重量%至10重量%。
9. 如权利要求7所述的超吸收性聚合物,其中,根据EDANA WSP 241.3测量的离心保留容量(CRC)为24g/g至45g/g。
10. 如权利要求7所述的超吸收性聚合物,其中,根据EDANA WSP 242.3测量的0.7psi的负载下吸收率(AUL)为23g/g至40g/g。
11. 如权利要求7所述的超吸收性聚合物,其中,根据JIS K 7224测量的吸收速率(涡旋时间)为55秒以下。
12. 如权利要求7所述的超吸收性聚合物,其中,0.3psi的吸收容量为18g/g以上。

超吸收性聚合物的制备方法

技术领域

[0001] 相关领域的交叉引用

[0002] 本申请基于分别于2020年11月18日和2021年11月17日递交的韩国专利申请10-2020-0154962和10-2021-0158413号并要求其优先权,其公开内容在此通过引用整体并入本文。

[0003] 本发明涉及一种制备超吸收性聚合物的方法,所述超吸收性聚合物具有改善的初始吸收速率,同时保持优异的吸收性能。

背景技术

[0004] 超吸收性聚合物(SAP)是能够吸收其自身重量500-1000倍的水分的合成聚合物材料。由于这种超吸收性聚合物开始实际应用于卫生产品中,现在它们不仅广泛用于卫生用品(例如用于儿童的纸尿裤等),而且还广泛用于园艺的保水土壤产品、用于土木工程和建筑的阻水材料、用于养育秧苗的片材、用于食品分配领域的保鲜剂、用于膏药的材料等。

[0005] 在大多数情况下,这些超吸收性聚合物广泛用于卫生材料领域,例如尿布、卫生垫等。对于这些应用,超吸收性聚合物需要表现出对于水的高吸收性等,并且表现出优异的吸收特性,例如即使在外部压力等下也不会释放所吸收的水。近来,超吸收性聚合物更需要具有更快速吸收和保持目标溶液(例如水等)的吸收速率。基本上,超吸收性聚合物对水溶液的吸收在聚合物的表面上发生,并且为了提高吸收速率,可考虑增加超吸收性聚合物的表面积的方法。因此,减小超吸收性聚合物的粒径的方法或形成多孔结构的方法已被认为是提高吸收速率的方法。

[0006] 例如,为了在超吸收性聚合物中形成多孔结构,提出了一种通过加入发泡剂来制备超吸收性聚合物的方法。然而,当发泡剂的含量较高时,吸收速率可改善至一定水平,但由于过量的泡沫生成而增加了超吸收性聚合物的细粉末的生成。因此,存在凝胶强度变差的问题。此外,超吸收性聚合物的基本吸收特性倾向于随着粒径的减小而降低。因此,在通过此前已知的方法保持基本吸收容量的同时提高吸收速率的方面存在限制。

发明内容

[0007] 技术问题

[0008] 为了解决现有技术的问题,提供了一种制备超吸收性聚合物的方法,所述超吸收性聚合物具有优异的基本吸收性能,例如保水容量,同时表现出改善的凝胶强度和初始吸收速率。

[0009] 技术方案

[0010] 为了实现上述目的,提供了一种制备超吸收性聚合物的方法,所述方法包括以下步骤:

[0011] a) 混合水溶性烯键式不饱和单体、内部交联剂和溶剂以制备第一单体混合物;

[0012] b) 在剪切混合第一单体混合物的同时引入宽度为3nm至50nm、长度为1 μ m至5 μ m且

拉伸强度为2,000MPa以上的纳米纤维素纤维和表面活性剂,以制备第二单体混合物;

[0013] c) 将聚合引发剂引入第二单体混合物中以制备第三单体混合物;

[0014] d) 使所述第三单体混合物聚合以制备含水凝胶聚合物;

[0015] e) 切碎含水凝胶聚合物;

[0016] f) 将含水凝胶聚合物干燥、粉碎并尺寸分选以制备基础聚合物;和

[0017] g) 在表面交联剂存在下,对所述基础聚合物的表面进行额外交联以形成表面交联层。

[0018] 此外,提供了一种凝胶强度为10,000Pa以上的超吸收性聚合物,所述超吸收性聚合物包括:

[0019] 基础聚合物颗粒,其包含通过在内部交联剂存在下使水溶性烯键式不饱和单体交联聚合而获得的交联聚合物;

[0020] 表面交联层,其形成在基础聚合物颗粒的表面上,并且通过对交联聚合物经由表面交联剂进行附加交联而获得;和

[0021] 与基础聚合物结合的纳米纤维素纤维,其具有3nm至50nm的宽度、1 μ m至5 μ m的长度和2,000MPa以上的拉伸强度。

[0022] 发明效果

[0023] 根据本发明的制备超吸收性聚合物的方法,可以提供一种超吸收性聚合物,其具有优异的基本吸收性能,例如离心保持容量等,同时表现出改善的凝胶强度和初始吸收速率。

具体实施方式

[0024] 本说明书中使用的术语仅用于解释示例性实施例,并且不旨在限制本发明。单数形式可以包括复数表达,除非其在上下文上被不同地表达。必须理解的是,本说明书中的术语“包括”、“配备”或“具有”仅用于指定所采用的特性、步骤、部件或其组合的存在,并且不排除预先存在或可能添加一个或多个不同特性、步骤、部件或其组合。

[0025] 本发明可以进行各种修改并且具有各种形式,并且下面详细示出和说明了具体的实例。然而,并不旨在将本发明限制于具体实例,并且必须理解的是,本发明包括本发明的精神和技术范围内所含的各种修改、等同物或替换物。

[0026] 如本文所用,对于通过使水溶性烯键式不饱和单体聚合而获得的聚合物,进行干燥并粉碎而以颗粒或粉末的形式制备的“基础聚合物”或“基础聚合物粉末”是指没有表面改性或表面交联的聚合物。

[0027] 在下文中,将更详细地描述本发明的制备超吸收性聚合物的方法。

[0028] 根据本发明的一个实施方式的制备超吸收性聚合物的方法可以包括以下步骤:

[0029] a) 混合水溶性烯键式不饱和单体、内部交联剂和溶剂以制备第一单体混合物;

[0030] b) 在剪切混合所述第一单体混合物的同时引入宽度为3nm至50nm、长度为1 μ m至5 μ m且拉伸强度为2,000MPa以上的纳米纤维素纤维和表面活性剂,以制备第二单体混合物;

[0031] c) 将聚合引发剂引入所述第二单体混合物中以制备第三单体混合物;

[0032] d) 使所述第三单体混合物聚合以制备含水凝胶聚合物;

[0033] e) 切碎所述含水凝胶聚合物;

[0034] f) 将所述含水凝胶聚合物干燥、粉碎并尺寸分选以制备基础聚合物;和

[0035] g) 在表面交联剂存在下进行基础聚合物表面的额外交联以形成表面交联层。

[0036] 在下文中,将更详细地描述本发明的各步骤。

[0037] 首先,a) 通过混合水溶性烯键式不饱和单体、内部交联剂和溶剂来制备第一单体混合物。

[0038] 水溶性烯键式不饱和单体可以是通常用于制备超吸收性聚合物任何单体而没有特别限制。在此,可使用选自自由阴离子单体及其盐、非离子亲水性单体和含有氨基的不饱和单体及其季铵化合物组成的组中的任一种或多种单体。

[0039] 具体地,可以使用选自自由以下组成的组中的一种或多种:诸如(甲基)丙烯酸、马来酸酐、富马酸、巴豆酸、衣康酸、2-丙烯酰乙磺酸、2-甲基丙烯酰乙磺酸、2-(甲基)丙烯酰丙磺酸或2-(甲基)丙烯酰胺-2-甲基丙磺酸及其盐等阴离子单体;诸如(甲基)丙烯酰胺、N-取代(甲基)丙烯酸酯、(甲基)丙烯酸2-羟乙酯、(甲基)丙烯酸2-羟丙酯、甲氧基聚乙二醇(甲基)丙烯酸酯或聚乙二醇(甲基)丙烯酸酯等非离子亲水性单体;和诸如(N,N)-二甲基氨基乙基(甲基)丙烯酸酯或(N,N)-二甲基氨基丙基(甲基)丙烯酰胺及其季铵化合物等含氨基的不饱和单体。

[0040] 更优选地,可以使用丙烯酸或其盐,例如丙烯酸或其碱金属盐,例如其钠盐,并且可以使用这些单体制备具有优异的物理性质的超吸收性聚合物。当使用丙烯酸的碱金属盐作为单体时,丙烯酸可在用诸如苛性钠(NaOH)等碱性化合物中和后使用。

[0041] 基于包含超吸收性聚合物的原料和溶剂的第三单体混合物,水溶性烯键式不饱和单体的浓度可以为约20重量%至约60重量%,优选约40重量%至约50重量%,并且可以考虑聚合时间和反应条件而适当地控制浓度。然而,当单体浓度太低时,超吸收性聚合物的产率可能变低并且可能发生经济问题。相反,当浓度太高时,存在如下的工艺问题:在粉碎聚合的含水凝胶聚合物时,单体的一部分沉淀或粉碎效率降低,并且超吸收性聚合物的物理性质可能劣化。

[0042] 作为内部交联剂,可使用具有能够与水溶性烯键式不饱和单体的水溶性取代基反应并具有一个或多个烯键式不饱和基团的一个或多个官能团的交联剂;或具有能够与单体的水溶性取代基和/或通过单体的水解形成的水溶性取代基反应的两个以上官能团的交联剂。

[0043] 内部交联剂的具体实例可包括具有8至12个碳原子的双丙烯酰胺、双甲基丙烯酰胺、具有2至10个碳原子的多元醇的聚(甲基)丙烯酸酯、具有2至10个碳原子的多元醇的聚(甲基)烯丙基醚等。更具体地,可以使用选自自由N,N'-亚甲基双(甲基)丙烯酸酯、亚乙基氧基(甲基)丙烯酸酯、聚亚乙基氧基(甲基)丙烯酸酯、亚丙基氧基(甲基)丙烯酸酯、甘油二丙烯酸酯、甘油三丙烯酸酯、三羟甲基三丙烯酸酯、三烯丙基胺、三芳基氰脲酸酯、三烯丙基异氰酸酯、聚乙二醇、二乙二醇和丙二醇组成的组中的一种或多种。

[0044] 此外,作为内部交联剂,可以使用包含一个或多个环氧基团的环氧化合物。在这方面,除了环氧基团之外,环氧化合物还可包含能够与水溶性烯键式不饱和单体反应的一个或多个官能团。其具体实例可包括多价环氧化合物,例如乙二醇二缩水甘油醚、聚乙二醇二缩水甘油醚、甘油聚缩水甘油醚、丙二醇二缩水甘油醚、聚丙二醇二缩水甘油醚等。

[0045] 这些内部交联剂可以以其中两种以上的组合使用,并且基于100重量%的水溶性

烯键式不饱和单体可以以约0.01重量%至约0.5重量%的浓度被包含在内,从而使聚合的聚合物交联。

[0046] 溶剂就构成而言可在没有限制的情况下使用,只要其能够溶解上述组分就行。例如,可组合使用选自水、乙醇、乙二醇、二乙二醇、三乙二醇、1,4-丁二醇、丙二醇、乙二醇单丁醚、丙二醇单甲醚、丙二醇单甲醚乙酸酯、甲基乙基酮、丙酮、甲基戊基酮、环己酮、环戊酮、二乙二醇单甲醚、二乙二醇乙醚、甲苯、二甲苯、丁内酯、卡必醇、甲基溶纤剂乙酸酯和N,N-二甲基乙酰胺中的一种或多种。优选地,可使用水作为溶剂。

[0047] 可另外在步骤b)和c)中引入溶剂以制备第二和第三单体混合物,也可以在步骤a)中引入。添加到第一至第三单体混合物的原料,即,水溶性烯键式不饱和单体、内部交联剂、纳米纤维素纤维、表面活性剂、聚合引发剂和其他添加剂可以以溶液的形式制备,其中它们与溶剂混合,并且可以在制备第一至第三单体混合物期间引入溶液形式的原料。可以以除原料之外的余量包含最终制备的第三单体混合物中的溶剂。

[0048] 接下来,b)通过在剪切混合第一单体混合物的同时引入表面活性剂和纳米纤维素纤维来制备第二单体混合物。

[0049] 在超吸收性聚合物的制备期间引入纳米纤维素纤维,以提高超吸收性聚合物颗粒的机械强度并在颗粒中形成多孔结构。此外,在制备超吸收性聚合物期间引入的纳米纤维素纤维均匀地结合在超吸收性聚合物颗粒中所含的交联聚合物的交联结构内部和外部,从而通过毛细管作用快速吸收周围的水并将水输送到超吸收性聚合物颗粒的内部。由于多孔结构和结合的纳米纤维素纤维,根据本发明制备的超吸收性聚合物可具有优异的基本吸收性质,例如保水容量,并且还可表现出改善的初始吸收速率。

[0050] 纳米纤维素纤维是指其中纤维素链紧密组合以形成束的纳米尺寸的棒状纤维。在这点上,“纳米尺寸”的纤维可表示其宽度满足约100nm以下。

[0051] 在本发明中,宽度为50nm以下的纳米纤维素纤维用作纳米纤维素纤维。优选地,使用宽度为3nm至50nm且长度为1 μ m至5 μ m的纳米纤维素纤维。

[0052] 当纳米纤维素纤维的宽度小于3nm或其长度小于1 μ m时,可能存在如下问题:纳米纤维素纤维在粉碎过程期间与超吸收性聚合物分开或脱离。

[0053] 此外,当纳米纤维素纤维的宽度大于50nm或其长度大于5 μ m时,其在超吸收性聚合物中难以均匀分散,并且可能发生其聚集。因此,优选满足上述范围。可以使用光学或电子显微镜测量纤维素纤维的宽度和长度。具体地,随机选择100个纤维,通过光学或电子显微镜测量单个纤维的宽度和长度,并且计算其平均值以确认纳米纤维素纤维的宽度和长度。

[0054] 具体地,纳米纤维素纤维的宽度可以为5nm以上,且40nm以下或35nm以下。此外,纳米纤维素纤维的长度可以为1.2 μ m以上或1.5 μ m以上,且4.5 μ m以下或4.0 μ m以下。

[0055] 由于纳米纤维素纤维具有优异的机械强度,因此提高超吸收性聚合物的颗粒强度和凝胶强度。具体地,纳米纤维素纤维的拉伸强度可以为2,000MPa以上、或3,000MPa以上、或4,000MPa以上或6,000MPa以上,且20,000MPa以下、17,000MPa以下或15,000MPa以下。当纳米纤维素纤维的拉伸强度小于2,000MPa时,难以确保改善颗粒强度和凝胶强度的效果。当拉伸强度大于20,000MPa时,在超吸收性聚合物的制备过程中可能存在处理上的困难。纳米纤维素纤维的拉伸强度可以根据ASTM C1557-14 (纤维的拉伸强度和杨氏模量的标准测试方法)测量。

[0056] 基于100重量份的水溶性烯键式不饱和单体,引入的纳米纤维素纤维的量可以为0.001重量份以上、0.01重量份以上或0.1重量份以上,且10重量份以下、或5重量份以下或1重量份以下。

[0057] 当纳米纤维素纤维的输入量满足上述范围时,基于100重量%的要制备的超吸收性聚合物,纳米纤维素纤维的含量可以为0.0001重量%至10重量%。

[0058] 基于100%重量的超吸收性聚合物,当纳米纤维素纤维的含量小于0.0001重量%时,几乎不会形成多孔结构,并且超吸收性聚合物的凝胶强度和颗粒强度不足,难以确保提高吸收速率的效果。此外,基于100%重量的超吸收性聚合物,当纳米纤维素纤维的含量大于10重量%时,发生纳米纤维素纤维的聚集,并且在超吸收性聚合物内几乎不会形成多孔结构,这是不优选的。

[0059] 同时,当将纳米纤维素纤维引入到第一单体混合物中时,表面活性剂被一起引入,使得纳米纤维素纤维均匀地分散。

[0060] 作为表面活性剂,具有10个以上碳原子、优选10至50个碳原子的阴离子、阳离子、两性或非离子表面活性剂可单独或组合使用。作为表面活性剂,可以优选使用具有10至30个碳原子的非离子表面活性剂,例如脂肪酸钠、磺酸酯或脱水山梨糖醇酯,并且可以更优选地使用脱水山梨糖醇酯化合物,例如Span[®] 20(脱水山梨糖醇单月桂酸酯)或Span[®] 80(脱水山梨糖醇单油酸酯)。这些非离子表面活性剂由于其高分散性且易于在使用上述溶剂的单体混合物中使用而是优选的。

[0061] 为了确保上述效果,基于100重量份的水溶性烯键式不饱和单体,使用的表面活性剂的量可以为0.01重量份至1重量份,或0.05重量份至0.5重量份。

[0062] 在本发明的一个实施方式中,当引入纳米纤维素纤维和表面活性剂时,进行高剪切混合,使得纳米纤维素可更均匀地分散。

[0063] 高剪切混合装置通过以 $6s^{-1}$ 以上、 $7s^{-1}$ 以上或 $10s^{-1}$ 以上且 $30s^{-1}$ 以下或 $20s^{-1}$ 以下的剪切速率施加机械力来混合。高剪切混合可通过利用搅拌轴的旋转或通过压力差混合的方法,或者通过流速混合的方法等混合的方法来实现。根据本发明的一个实施方式,高剪切混合可通过使用均化器的高速搅拌来实现,但高剪切混合方法和所用设备不限于此。

[0064] 如上所述,当纳米纤维素纤维在高剪切混合过程中被引入和分散时,纳米纤维素纤维可以在没有聚集的情况下均匀地分布在单体混合物中,并且因此,可以在聚合期间在聚合物中形成微孔,并且待制备的超吸收性聚合物可以表现出均匀的物理性质。

[0065] 接下来,c)通过将聚合引发剂引入到第二单体混合物中来制备第三单体混合物。

[0066] 在本发明的制备超吸收性聚合物的方法中,聚合反应中所用的聚合引发剂没有特别限制,只要其通常用于制备超吸收性聚合物即可。

[0067] 具体地,取决于聚合方法,聚合引发剂可以是热聚合引发剂或通过UV辐射的光聚合引发剂。然而,即使在光聚合方法的情况下,通过紫外线辐射等产生一定量的热量,并且根据作为放热反应的聚合反应的进展产生一定量的热量,因此还可以包含热聚合引发剂。

[0068] 作为光聚合引发剂,从就构成而言可在没有限制的情况下使用能够通过诸如UV等光形成自由基的化合物。

[0069] 例如,可使用选自安息香醚、二烷基苯乙酮、羟基烷基酮、乙醛酸苯酯、苄基二甲基缩酮、酰基膦和 α -氨基酮组成的组中的一种或多种作为光聚合引发剂。同时,作为酰基膦

的具体实例,可以使用市售lucirin TP0,即2,4,6-三甲基-苯甲酰基-三甲基氧化膦。更多各种光聚合引发剂在Reinhold Schwalm撰写的“UV Coatings:Basics,Recent Developments and New Application(Elsevier 2007)”第115页中充分公开,然而它们不限于上述实例。

[0070] 光聚合引发剂可以以约0.01重量%至约1.0重量%的量包含在第三单体混合物中。当光聚合引发剂的浓度过低时,聚合速率可能变慢。当光聚合引发剂的浓度过高时,超吸收性聚合物的分子量可能变低,并且其物理性质可能不均匀。

[0071] 此外,可使用选自过硫酸盐类引发剂、偶氮类引发剂、过氧化氢和抗坏血酸组成的中的一种或多种作为热聚合引发剂。过硫酸盐类引发剂的实例可以包括过硫酸钠($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$)、过硫酸钾($\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$)、过硫酸铵($(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$)等。偶氮类引发剂的实例可包括2,2-偶氮双(2-脒基丙烷)二盐酸盐、2,2-偶氮双-(N,N-二亚甲基)异丁脒二盐酸盐、2-(氨基甲酰基偶氮)异丁脒、2,2-偶氮双[2-(2-咪唑啉-2-基)丙烷]二盐酸盐、4,4-偶氮双-(4-氰基戊酸)等。更多的各种热聚合引发剂在Odian撰写的‘Principle of Polymerization(Wiley, 1981)’第203页中充分公开,然后它们不限于上述实例。

[0072] 热聚合引发剂可以以约0.001重量%至约0.5重量%的量包含在第三单体混合物中。当热聚合引发剂的浓度过低时,几乎不会发生额外的热聚合,因此热聚合引发剂的添加效果可能不明显。当热聚合引发剂的浓度过高时,超吸收性聚合物的分子量可能变低,并且其物理性质可能变得不均匀。

[0073] 同时,在第一至第三单体混合物的制备期间,必要时还可以包含添加剂,例如增稠剂、增塑剂、储存稳定剂、抗氧化剂等。

[0074] 接下来,d)通过将第三单体混合物聚合而制备含水凝胶聚合物。

[0075] 就构成而言,第三单体混合物的聚合可通过任何常见的聚合方法进行而没有特别限制。

[0076] 具体地,根据聚合能量来源,聚合方法大致分类为热聚合和光聚合。热聚合通常可在诸如配备有搅拌轴的捏合机等反应器中进行,而光聚合物可在配备有可移动式传送带的反应器中进行。上述聚合方法仅是示例,本发明不限于上述聚合方法。

[0077] 例如,根据反应器中配备的搅拌轴的类型,通过进行热聚合同时对上述反应器(如配备有搅拌轴的捏合机)提供热空气或加热反应器而获得的含水凝胶聚合物在从反应器出口排出时可具有几厘米或几毫米的尺寸。具体地,所得含水凝胶聚合物的尺寸可取决于对其供给的混合物的浓度、进料速度等而变化,并且一般可获得重均粒径为2mm至50mm的含水凝胶聚合物。

[0078] 此外,如上所述,当在配备有可移动式传送带的反应器中进行光聚合时,所得含水凝胶物一般可以是具有所述带的宽度的片状含水凝胶聚合物。在此情况下,聚合物片的厚度可取决于对其供给的单体混合物的浓度和进料速度而变化。通常,优选的是供应单体混合物以便可以获得厚度为约0.5cm至约5cm的片状聚合物。当供应单体混合物以使片状聚合物的厚度变得过薄时,这是不期望的,因为生产效率较低,而当片状聚合物的厚度超过5cm时,由于过厚,聚合反应可能不会在整个厚度上均匀地发生。

[0079] 通过上述方法获得的水凝胶聚合物的含水量可以为约40重量%至约80重量%。同时,本文所用的术语“含水量”是指水分相对于含水凝胶聚合物的总重量所占的重量,其可

以是通过从含水凝胶聚合物的重量中减去干燥的聚合物的重量而获得的值。具体地,含水量可定义为通过测量在通过红外加热提高聚合物温度的干燥过程期间聚合物中水分蒸发引起的重量损失而算出的值。此时,在如下确定的干燥条件下测量含水量:干燥温度从室温升至约180℃,然后温度保持在180℃,总干燥时间设定为20分钟,包括5分钟的升温步骤。

[0080] 接下来,进行e)将所制备的含水凝胶聚合物切碎的步骤。

[0081] 就此而言,在此使用的粉碎机不受其构造限制,特别地,其可以包括选自由立式粉碎机、涡轮切割机、涡轮研磨机、旋转切割式粉碎机、切磨机、盘磨机、碎片破碎机、破碎机、切碎机和圆盘切割机组成的组中的任一种,但不限于上述实例。

[0082] 就此而言,可进行步骤e),使得含水凝胶聚合物的粒径变为约2mm至约20mm。

[0083] 由于含水凝胶聚合物的高含水量,粗粉碎成小于2mm的粒径在技术上不容易,并且在粉碎的颗粒之间可能发生聚集现象。同时,当聚合物粗粉碎成大于20mm的粒径时,后续干燥步骤中提高效率的效果可能不明显。

[0084] 优选地,可以进行步骤e)使得含水凝胶聚合物的粒径为1mm至15mm。在此粒径范围内,可以提高干燥步骤的效率。由于含水凝胶聚合物的高含水量,将含水凝胶聚合物粉碎成小于1mm的粒径在技术上不容易,并且可能发生粉碎颗粒之间的聚集现象。当含水凝胶聚合物的粒径大于15mm时,干燥步骤的效率可能降低。

[0085] 接下来,f)通过将混合物干燥、粉碎并尺寸分选来制备基础聚合物。

[0086] 在这方面,干燥步骤的干燥温度可以是约150℃至约200℃。当干燥温度低于150℃时,可以理解的是,干燥时间变得太长并且最终超吸收性聚合物的物理性质可能恶化。当干燥温度高于200℃时,可以理解的是,只有聚合物表面被过度干燥,因此可能在随后的粉碎过程中产生细粉末,并且最终形成的超吸收性聚合物的物理性质可能劣化。因此,干燥可优选在约150℃至约200℃的温度下进行,更优选在约160℃至约180℃的温度下进行。

[0087] 同时,考虑到工艺效率,干燥步骤可以进行约20分钟至约1小时,但不限于此。

[0088] 在干燥步骤中,就构成而言,可以没有限制地选择和使用任何干燥方法,只要其通常用于干燥含水凝胶聚合物的过程中即可。具体地,干燥步骤可以通过诸如热空气供应、红外线辐射、微波辐射或紫外线辐射的方法进行。当完成如上所述的干燥步骤时,聚合物的含水量可以为约0.1重量%至约10重量%。

[0089] 接下来,将通过干燥步骤获得的干燥混合物粉碎。

[0090] 通过粉碎步骤获得的聚合物粉末的粒径可以为约150μm至约850μm。可用于实现上述粒径的粉碎机的具体实例可包括销式磨机、锤磨机、螺杆磨机、辊磨机、盘磨机、点动式磨机等,但本发明不限于上述实例。

[0091] 为了管理在粉碎步骤之后最终商业化的超吸收性聚合物粉末的物理性质,在粉碎之后获得的聚合物粉末通常可以根据粒径进行尺寸分选。优选地,聚合物粉末可被分选成粒径小于150μm的颗粒、粒径为约150μm至约850μm的颗粒和粒径大于约850μm的颗粒。

[0092] 接下来,g)进行通过在表面交联剂存在下通过对基础聚合物的表面进行额外交联而形成表面交联层的表面交联步骤。

[0093] 表面交联步骤是通过在表面交联剂存在下在基础聚合物颗粒表面上引起交联反应而制备具有改善更多的物理性质的超吸收性聚合物的步骤。通过表面交联,在粉碎的聚合物颗粒的表面上形成表面交联层(表面改性层)。

[0094] 通常,表面交联剂被施加在超吸收性聚合物颗粒的表面上,使得表面交联反应发生在超吸收性聚合物颗粒的表面上,这改善了颗粒表面上的可交联性,且基本上不影响颗粒的内部。因此,表面交联的超吸收性聚合物颗粒在表面附近具有比在内部更高的交联度。

[0095] 作为表面交联剂,可使用已用于制备超吸收性聚合物的表面交联剂而没有特别限制。其更具体的实例可以包括:选自由乙二醇、丙二醇、1,3-丙二醇、1,4-丁二醇、1,6-己二醇、1,2-己二醇、1,3-己二醇、2-甲基-1,3-丙二醇、2,5-己二醇、2-甲基-1,3-戊二醇、2-甲基-2,4-戊二醇、三丙二醇和甘油组成的组中的一种或多种多元醇;选自由碳酸亚乙酯和碳酸亚丙酯组成的组中的一种或多种碳酸酯类化合物;环氧化合物,例如乙二醇二缩水甘油醚等;噁唑啉化合物,例如噁唑烷酮等;聚胺化合物;噁唑啉化合物;一、二或聚噁唑烷酮化合物;或环状脲化合物等。

[0096] 基于100重量份的基础聚合物,使用的这种表面交联剂的量可以为约0.01重量份至约5重量份。通过将表面交联剂的含量控制在上述范围内,可以提供表现出优异的吸收性质的超吸收性聚合物。

[0097] 表面交联剂可以以干燥方式与基础聚合物混合,或者可以以表面交联溶液的形式添加。作为用于表面交联溶液的溶剂,可使用水、甲醇、乙醇、丙二醇或其组合,但不限于此。

[0098] 同时,在表面交联步骤中,除了上述表面交联剂之外,还可以根据需要进一步包含多价金属盐、无机填料、增稠剂等。这些添加剂可以以干式与基础聚合物混合,或者可以以添加到表面交联溶液中的形式混合。

[0099] 多价金属盐可以包括例如选自由铝盐(更具体为硫酸盐)、钾盐、铵盐、钠盐和铝的盐酸盐组成的组中的一种或多种。

[0100] 当另外使用多价金属盐时,可进一步改善通过一个实施方式的方法制备的超吸收性聚合物的液体渗透性。多价金属盐可以与表面交联剂一起添加到表面交联溶液中,并且基于100重量份的基础聚合物的用量可以为0.01重量份至4重量份。

[0101] 无机填料可包括二氧化硅、氧化铝或硅酸盐。基于100重量份的基础聚合物粉末,无机填料的含量可以为0.01重量份至0.5重量份。这些无机填料可用作润滑剂以提高表面交联溶液在超吸收性聚合物表面上的应用效率,并进一步改善所制备的超吸收性聚合物的液体渗透性。

[0102] 此外,表面交联步骤中还可包含增稠剂。当基础聚合物粉末表面在增稠剂的存在下进一步交联时,即使在粉碎后也可以将物理性质的劣化最小化。具体地,可以使用选自多糖和含有羟基的聚合物中的一种或多种作为增稠剂。多糖可以包括胶型增稠剂、纤维素型增稠剂等。胶型增稠剂的具体实例包括黄原胶、阿拉伯胶、刺梧桐胶、黄蓍胶、印度树胶、瓜尔胶、刺槐豆胶、车前子胶等。纤维素型增稠剂的具体实例可包括羟丙基甲基纤维素、羧甲基纤维素、甲基纤维素、羟甲基纤维素、羟乙基纤维素、羟丙基纤维素、羟乙基甲基纤维素、羟甲基丙基纤维素、羟乙基羟丙基纤维素、乙基羟乙基纤维素、甲基羟丙基纤维素等。同时,含有羟基的聚合物的具体实例可包括聚乙二醇、聚乙烯醇等。

[0103] 表面交联反应可以通过加热经粉碎的含水凝胶聚合物、表面交联剂和纤维的混合物来进行。

[0104] 表面交联反应可以通过在185℃以上的温度下加热、优选在约185℃至约230℃的温度下加热约10分钟至约90分钟、优选约20分钟至约70分钟来进行。当交联反应温度低于

185℃或反应时间太短时,可能存在表面交联剂不与含水凝胶聚合物充分反应的问题,并且当交联反应温度高于230℃或反应时间过长时,可能存在含水凝胶聚合物降解并且因此其物理性质可能劣化的问题。

[0105] 提高表面交联反应温度的手段没有特别限制。加热可以通过提供加热介质或通过直接提供热源来进行。在这方面,适用的加热介质的种类可以是蒸汽、热空气、热流体(例如热油)等,但是本发明不限于此。考虑到加热介质的手段、加热速率和目标温度,可以适当地控制要提供的加热介质的温度。同时,作为直接提供的热源,可以使用电加热器或气体加热器,但是本发明不限于这些实例。

[0106] 通过上述表面交联步骤,可在聚合物的表面上形成表面改性层。

[0107] 通过本发明的制备方法制备的超吸收性聚合物可表现出高凝胶强度,同时具有多孔结构。因此,根据本发明制备的超吸收性聚合物具有优异的基本吸收容量和优异的凝胶强度和颗粒强度,并且表现出显著改善的初始吸收速率。

[0108] 因此,根据本发明的一个实施方式,提供了一种超吸收性聚合物,其包括:基础聚合物颗粒,其包含通过在内部交联剂存在下使水溶性烯键式不饱和单体交联聚合而获得的交联聚合物;表面交联层,其形成在基础聚合物颗粒的表面上,并且通过对交联聚合物经由表面交联剂进行附加交联而获得;和与基础聚合物结合的纳米纤维素纤维,其具有50nm以下的宽度。

[0109] 由于与基础聚合物结合的纳米纤维素纤维,与现有超吸收性聚合物相比,超吸收性聚合物表现出改善的凝胶强度。具体地,超吸收性聚合物的凝胶强度可以为10,000Pa以上或10,200Pa以上,且20,000Pa以下。超吸收性聚合物的凝胶强度的测量方法将在下面的实施例中详细描述。

[0110] 基于100重量%的超吸收性聚合物,纳米纤维素纤维的含量可以为0.0001重量%以上、0.0005重量%以上或0.001重量%以上,且10重量%以下、5重量%以下或1重量%以下。

[0111] 根据EDANA WSP 241.3测量,超吸收性聚合物的离心保留容量(CRC)可以为约25g/g以上、约28g/g以上或约30g/g以上,且约45g/g以下、约40g/g以下或约35g/g以下。

[0112] 根据EDANA WSP 242.3测量,超吸收性聚合物的0.7psi下的负载下吸收率(AUL)可以为20g/g以上或23g/g以上,且40g/g以下或30g/g以下。

[0113] 根据日本标准方法(JIS K 7224)测量,超吸收性聚合物的吸收速率(涡旋时间)可以为45秒以下、40秒以下或35秒以下。较小的吸收速率意味着超吸收性聚合物更优异。因此,下限没有限制,但例如为10秒以上或20秒以上。

[0114] 超吸收性聚合物在0.3psi下的吸收容量可以为18g/g以上、20g/g以上或21g/g以上且30g/g以下。下述实施例中将详细描述0.3psi下的吸收容量的测量方法。

[0115] 在下文中,将参照示例性实施方式更详细地描述本发明。然而,以下示例性实施方式仅用于说明本发明,并且本发明的内容不限于以下示例性实施方式。此外,在以下实施例和比较例中,除非另有说明,否则指示内容的“%”和“重量份”是基于重量的。

[0116] 实施例

[0117] 实施例1

[0118] 使用丙烯酸、苛性钠和作为交联剂的0.5重量%的聚乙二醇二丙烯酸酯($M_w=523$)

(基于100重量%的丙烯酸)制备具有72%的中和度和43重量%的单体浓度的第一单体混合物。

[0119] 在使用均化器(IKA, 1500rpm, 10s^{-1} 的剪切速率)混合1kg的第一单体混合物时,向其中加入30g的包含0.3g的Span 20作为非离子表面活性剂的水性分散体和0.3%浓度的纳米纤维素纤维(宽度为5nm,长度为 $3\mu\text{m}$,拉伸强度为10,000MPa),混合5分钟以制备第二单体混合物。

[0120] 在连续搅拌第二单体混合物时,依次引入31.0g的0.20%抗坏血酸溶液、33g的1.1%过硫酸钠溶液、32g的0.16%过氧化氢溶液并混合以制备第三单体混合物。

[0121] 通过引入能够同时捏合和聚合的聚合反应器的进料区,使第三单体混合物进行聚合。此时,聚合反应器的温度保持在 900°C 。总聚合时间为30分钟,最后制备的聚合物的含水量为51%。

[0122] 随后,将含水凝胶聚合物在 190°C 的温度下在热空气干燥器中干燥30分钟,并使用销式磨机将干燥的含水凝胶聚合物粉碎。之后,使用筛子将聚合物分选为平均粒径小于 $150\mu\text{m}$ 的聚合物和平均粒径为 $150\mu\text{m}$ 至 $850\mu\text{m}$ 的聚合物。由此分选的平均粒径为 $150\mu\text{m}$ 至 $850\mu\text{m}$ 的聚合物被视为基础聚合物。

[0123] 然后,将表面处理溶液(1.0重量%的碳酸亚乙酯、3.5重量%的水和0.8重量%的丙二醇,基于100重量%的基础聚合物)喷洒到基础聚合物上以在 190°C 至 210°C 的温度下进行基础聚合物的表面处理反应40分钟。

[0124] 然后,将聚合物自然冷却至 55°C ,干燥,然后用筛子获得平均粒径为 $150\mu\text{m}$ 至 $850\mu\text{m}$ 的表面处理过的超吸收性聚合物。超吸收性聚合物中粒径为 $150\mu\text{m}$ 以下的颗粒的含量小于2%。

[0125] 实施例2

[0126] 以与实施例1相同的方式制备超吸收性聚合物,不同之处在于将包含0.3%浓度的纳米纤维素纤维的水分散体的输入量增加至60g。

[0127] 实施例3

[0128] 以与实施例1相同的方式制备超吸收性聚合物,不同之处在于当将纳米纤维素纤维和表面活性剂引入第一单体混合物时,均化器的剪切速率为 20s^{-1} 。

[0129] 比较例1

[0130] 使用丙烯酸、苛性钠和作为交联剂的0.5重量%的聚乙二醇二丙烯酸酯($M_w=523$)(基于100重量%的丙烯酸)制备具有72%的中和度和43重量%的单体浓度的第一单体混合物。

[0131] 向1kg的第一单体混合物中依次引入31.0g的0.20%抗坏血酸溶液、33g的1.1%过硫酸钠溶液、32g的0.16%过氧化氢溶液并混合以制备第二单体混合物。通过引入能够同时捏合和聚合的聚合反应器的进料区,使第二单体混合物进行聚合。此时,聚合反应器的温度保持在 900°C 。总聚合时间为30分钟,最后制备的聚合物的含水量为51%。

[0132] 随后,将含水凝胶聚合物在 190°C 的温度下在热空气干燥器中干燥30分钟,并使用销式磨机将干燥的含水凝胶聚合物粉碎。之后,使用筛子将聚合物分选为平均粒径小于 $150\mu\text{m}$ 的聚合物和平均粒径为 $150\mu\text{m}$ 至 $850\mu\text{m}$ 的聚合物。由此分选的平均粒径为 $150\mu\text{m}$ 至 $850\mu\text{m}$ 的聚合物被视为基础聚合物。

[0133] 然后,将表面处理溶液(1.0重量%的碳酸亚乙酯、3.5重量%的水和0.8重量%的丙二醇,基于100重量%的基础聚合物)喷洒到基础聚合物上以在190℃至210℃的温度下进行基础聚合物的表面处理反应40分钟。

[0134] 然后,将聚合物自然冷却至55℃,干燥,然后用筛子获得平均粒径为150μm至850μm的表面处理过的超吸收性聚合物。超吸收性聚合物中粒径为150μm以下的颗粒的含量小于2%。

[0135] 比较例2

[0136] 以与实施例1相同的方式制备超吸收性聚合物,不同之处在于当将纳米纤维素纤维和表面活性剂引入第一单体混合物时,不进行使用均化器的高剪切混合。

[0137] 比较例3

[0138] 以与实施例1相同的方式制备超吸收性聚合物,不同之处在于使用宽度为100nm、长度为3μm且拉伸强度为10,000MPa的纳米纤维素纤维。

[0139] 比较例4

[0140] 以与实施例1相同的方式制备超吸收性聚合物,不同之处在于使用宽度为5nm、长度为7μm且拉伸强度为10,000MPa的纳米纤维素纤维。

[0141] 比较例5

[0142] 以与实施例1相同的方式制备超吸收性聚合物,不同之处在于使用宽度为5nm、长度为3μm且拉伸强度为10,000MPa的纳米纤维素纤维。

[0143] 实验例:超吸收性聚合物的物理性质的评价

[0144] 通过下述方法测量实施例和比较例的各超吸收性聚合物的物理性质,结果在表1中示出。

[0145] (1) 离心保留容量 (CRC)

[0146] 根据EDANA WSP 241.3测量各聚合物的非加压吸收容量的水保持能力。

[0147] 具体地,由实施例和比较例的聚合物获得使用#40-50筛对各聚合物进行尺寸分选。将各聚合物W0(g) (约2.0g) 均匀放置于无纺布制成的袋子中,然后密封。然后,将袋子在室温下浸入生理盐水溶液(0.9重量%)中。30分钟后,用离心机以250G排空袋子3分钟,然后测量袋子的重量W2(g)。此外,不使用聚合物进行相同的程序,并且测量所得的重量W1(g)。因此,根据下述等式由所得重量计算CRC(g/g):

[0148] [等式1]

[0149]
$$CRC(g/g) = \{[W2(g) - W1(g)] / W0(g)\} - 1$$

[0150] (2) 0.7psi 下的负载下吸收率 (0.7AUL)

[0151] 根据EDANA WSP 242.3测量各聚合物在0.7psi下的负载下吸收率(AUL)。当测量负载下吸收率时,使用在上述CRC测量中使用的分级的聚合物。

[0152] 具体而言,将400目不锈钢筛网安装在内径为25mm的塑料圆筒的底部。在室温和50%湿度的条件下将超吸收性聚合物W3(g) (0.16g) 均匀地散布在不锈钢网上。在其上放置可均匀提供0.7psi负载的活塞,其中活塞的外径略小于25mm,在机筒内壁和活塞之间没有间隙,并且机筒的往复运动(jig-jog)不被中断。此时,测量装置的重量W4(g)。

[0153] 将直径为90mm且厚度为5mm的玻璃过滤器放入直径为150mm的培养皿中后,倒入0.9重量%的氯化钠水溶液直至溶液表面水平变得等于玻璃过滤器的上表面。在玻璃过滤

器上放置一片直径为90mm的滤纸。在滤纸上安装测量装置,从而使液体在负载下被吸收1小时。1小时后,在向上提起测量装置后测量重量W5(g)。

[0154] 根据下述等式由所得重量计算负载下吸收率。

[0155] [等式2]

[0156] $0.7AUP(g/g) = [W5(g) - W4(g)] / W3(g)$

[0157] (3) 吸收速率(涡旋时间,秒)

[0158] 根据JISK 7224标准测量吸收速率。更具体地,将2g的超吸收性聚合物在25℃下加入到50mL生理盐水中,并用磁力棒(直径8mm,长度31.8mm)以600rpm以搅拌,并且以秒测量涡旋消失所花费的时间。

[0159] (4) 0.3psi负载下的吸收容量

[0160] 使用韩国专利申请10-2016-0147283的图1中所示的测量装置X,通过修改EDANA方法WSP 242.3而由下述方法测量实施例和比较例的0.3psi负载下的吸收容量。

[0161] 测量装置X由滴定管段1、管2、测量平台3和置于测量平台3上的测量段4组成。滴定管段1连接至滴定管10顶部的橡胶塞14以及在其底部的进气管11和旋塞12,并且旋塞13安装在进气管11的顶部上。管2附接在滴定管段1和测量平台3之间。管2具有10mm的直径。在测量平台3的中心段处形成3mm直径的孔,并将管2连接到其上。测量段4具有机筒40、附接至机筒40底部的尼龙网41和砝码42。机筒40的内径为2.46cm。尼龙网41具有325目(筛开口:45μm),并且给定量的超吸收性聚合物5均匀散布在尼龙网41上。砝码42置于超吸收性聚合物5上,使得0.3psi的负载可均匀地施加至超吸收性聚合物5上。

[0162] 0.16g(±0.02g)的超吸收性聚合物5在机筒40中均匀散布在尼龙网41上,并且砝码42置于超吸收性聚合物5上。放置测量段4使得其中心与测量平台3的中心段中的管端口对准。

[0163] 另一方面,滴定管段1处的旋塞12和旋塞13关闭,从滴定管10的顶部倾倒调节至25℃的盐水溶液(0.9%氯化钠水溶液),并调整测量平台3的高度,使得进气管11的位置(高度)比测量平台3的顶部低5cm。

[0164] 旋塞12和旋塞13同时打开,使超吸收性聚合物5的吸收开始。从开始吸收的时间点起60分钟后,由下述等式计算其在0.3psi的负载下的盐水溶液吸收容量。

[0165] [等式3]

[0166] $0.3psi \text{ 下的吸收容量}(g/g) = (W7(g) - W6(g)) / \text{超吸收性聚合物的重量}(0.16(g))$

[0167] 在等式3中,

[0168] W6表示开始吸收后的测量段4的重量(即超吸收性聚合物(0.16g)+机筒40+尼龙网41+砝码42的总重量),

[0169] W7表示从开始吸收的时间点起60分钟后的测量段4的重量。

[0170] (5) 凝胶强度

[0171] 测量实施例和比较例的各超吸收性聚合物的水平方向上的凝胶强度。

[0172] 首先,对实施例和比较例的各超吸收性聚合物进行筛分(30~50目),并称量其0.5g。将称量的样品在50g生理盐水溶液中充分溶胀1小时。之后,通过使用抽吸器4分钟取出未在其中吸收的溶剂,并且将留在其表面上的溶剂均匀地分布并且用滤纸擦拭一次。

[0173] 将2.5g溶胀的超吸收性聚合物置于流变仪的两个板(直径为25mm,在底部具有约

2mm的壁以防止样品泄漏)之间,并且将两个板之间的间隙调节到1mm。此时,通过用约3N的力压制板来适当地调节板之间的间隙,使得溶胀的超吸收性聚合物样品在板的表面均匀接触。

[0174] 通过使用流变仪同时增加10rad/s的振荡频率下的应变而发现了应变的线性粘弹状态段,其中储能模量和损耗模量是稳定的。通常,在溶胀的超吸收性聚合物的情况下,在线性状态段中赋予0.1%的应变。

[0175] 使用分别在10rad/s的恒定振荡频率下的线性状态段的应变值测量溶胀聚合物的储能模量和损耗模量。此时,对获得的储能模量值进行平均以获得水平方向上的凝胶强度。作为参考,与储能模量相比,损耗模量被测量为非常小的值。

[0176] 表1

[0177]

	比较例 1	比较例 2	比较例 3	比较例 4	比较例 5	实施例 1	实施例 2	实施例 3
CRC(g/g)	32	33	32	32.5	33.5	33	32.5	33.1
0.7 psi AUL (g/g)	21	22	22.5	22.8	20.6	23.5	24.6	24.2
吸收速率(sec)	53	51	51	55	60	35	36	33
0.3 psi 下的 吸收容量(g/g)	14	17	15	17	13	21	23	22.5
凝胶强度(Pa)	8,200	8,700	8,500	9,100	7,900	10,200	12,000	11,200

[0178] 参见表1,证实了与比较例相比,实施例1至3的超吸收性聚合物具有优异的基本吸收性质,例如离心保留容量和负载下吸收率,同时展现出显著改善的吸收速率和负载下吸收容量。这可能是由于纳米纤维素纤维形成的多孔结构和毛细管现象的吸收改善的结果。还证实了,实施例1至3的超吸收性聚合物由于在基础聚合物中结合的纳米纤维素纤维而具有改善的机械强度,从而表现出优异的凝胶强度。