



(12) 发明专利申请



(10) 申请公布号 CN 117295477 A

(43) 申请公布日 2023. 12. 26

(21) 申请号 202280033438.2

(22) 申请日 2022.05.30

(30) 优先权数据

2021-091475 2021.05.31 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2023.11.07

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2022/021927 2022.05.30

(87) PCT国际申请的公布数据

W02022/255302 JA 2022.12.08

(71) 申请人 住友精化株式会社

地址 日本国兵库县

(72) 发明人 津留春香

(74) 专利代理机构 北京汇思诚业知识产权代理有限公司 11444

专利代理师 龚敏 王刚

(51) Int.Cl.

A61F 13/53 (2006.01)

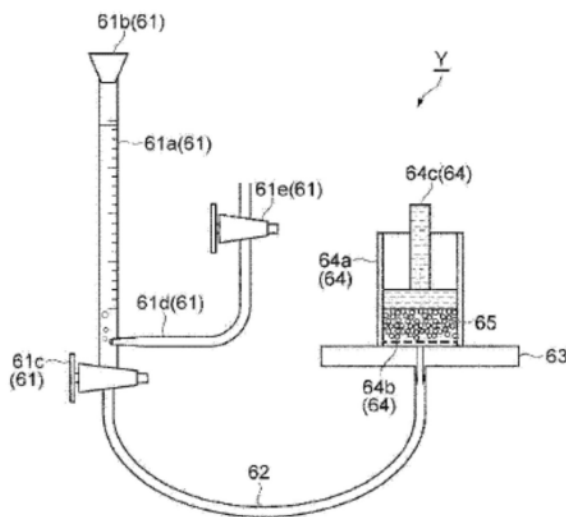
权利要求书1页 说明书22页 附图2页

(54) 发明名称

吸水片及吸收性物品

(57) 摘要

本发明提供一种吸水片,其为具备吸收层和上下夹持所述吸收层的无纺布的吸水片,所述吸收层包含吸水性树脂,所述吸水性树脂具有以下(A)~(C)的特性。(A)生理盐水保水量为45g/g以上且70g/g以下。(B)在4.14kPa载荷下的吸水量为13ml/g以上。(C)无加压DW 5分钟值为44ml/g以上且80ml/g以下。



1. 一种吸水片,其特征在于,具备吸收层和上下夹持所述吸收层的无纺布,所述吸收层包含吸水性树脂,所述吸水性树脂具有以下(A)~(C)的特性:
 - (A) 生理盐水保水量为45g/g以上且70g/g以下;
 - (B) 在4.14kPa载荷下的吸水量为13ml/g以上;
 - (C) 无加压DW 5分钟值为44ml/g以上且80ml/g以下。
2. 根据权利要求1所述的吸水片,其中,所述吸水性树脂的单位面积重量为100g/m²以上且450g/m²以下。
3. 根据权利要求1或2所述的吸水片,其中,所述吸收层经由粘接剂粘接于所述无纺布。
4. 一种吸收性物品,其特征在于,是包含权利要求1或2所述的吸水片而成的。

吸水片及吸收性物品

技术领域

[0001] 本发明涉及吸水片及吸收性物品,更详细而言,涉及适合于纸尿裤、生理用卫生巾、失禁用护垫等卫生材料的吸水片及使用吸水片的吸收性物品。

背景技术

[0002] 吸水性树脂近年来广泛用于纸尿裤、生理用卫生巾、失禁用护垫等卫生材料领域。

[0003] 作为这样的吸水性树脂,水溶性烯键式不饱和单体的聚合物的交联物、更具体而言,聚丙烯酸部分中和物的聚合物的交联物在具有优异的吸水能力的同时,作为其原料的丙烯酸在工业上容易获得,因此具有品质稳定且能够廉价制造、而且难以发生腐败、劣化等许多优点,因此被视为优选的吸水性树脂(参照例如专利文献1)。

[0004] 纸尿裤、生理用卫生巾、失禁用护垫等吸收性物品主要由配置于中心部的、吸收从身体排泄出的尿、经血等体液并持有的吸收体,在与身体接触的一侧配置的液体透过性的表面片材(顶部片材),以及在与身体接触的相反一侧配置的液体不透过性的背面片材(背部片材)构成。另外,吸收体通常由纸浆等亲水性纤维和吸水性树脂构成。

现有技术文献

专利文献

[0005] 专利文献1:日本特开平3-227301号公报

发明内容

发明要解决的技术问题

[0006] 在这样的吸收性物品中,对吸收体中包含的吸水性树脂要求高保水量。通过提高吸水性树脂的保水量,能够改善一度被吸收体吸收的液体返流的现象(即,来自吸收体的液体的返渗现象,用手触摸吸收体时感觉到令人不快的湿润)。然而,在使用吸收性物品时,在吸收性物品的吸收面倾斜的情况下,有时会产生如下不良情况:反复排泄的液体未被充分吸收,尽管吸水性树脂的保水量高,但液体会漏出到吸收性物品之外。

[0007] 在这样的状况下,本发明的主要目的在于提供一种抑制泄漏的发生的吸水片。

用于解决技术方案

[0008] 本发明人为了解决上述问题而进行了深入研究。其结果发现,在具备吸收层和上下夹持上述吸收层的无纺布的吸水片中,作为吸水性树脂,使用具有规定的生理盐水保水量、在4.14kPa载荷下的吸水量以及无加压DW的5分钟值的吸水性树脂,由此能够抑制泄漏的发生。本发明是基于这种见解进一步反复深入研究而完成的发明。

[0009] 即,本发明提供具备下述的构成的发明。

项1.一种吸水片,其具备吸收层和上下夹持上述吸收层的无纺布,其中,
上述吸收层包含吸水性树脂,
上述吸水性树脂具有以下(A)~(C)的特性。

(A)生理盐水保水量为45g/g以上且70g/g以下。

(B) 在4.14kPa载荷下的吸水量为13ml/g以上。

(C) 无加压DW 5分钟值为44ml/g以上且80ml/g以下。

项2. 根据项1所述的吸水片, 其中, 上述吸水性树脂的单位面积重量为100g/m²以上且450g/m²以下。

项3. 根据项1或2所述的吸水片, 其中, 上述吸收层经由粘接剂粘接于上述无纺布。

项4. 一种吸收性物品, 其是包含项1~3所述的吸水片而成的。

发明效果

[0010] 根据本发明, 能够提供一种能够抑制泄漏的发生的吸水片。进而, 根据本发明, 还能够提供使用了吸水片的吸收性物品。

附图说明

[0011] 图1为吸水性树脂在4.14kPa载荷下的生理盐水吸水量的测定中使用的测定装置的示意图。

图2为吸水性树脂无加压DW的测定中使用的测定装置的示意图。

图3是用于说明吸收性物品的泄漏试验(梯度吸收试验)的方法的示意图。

具体实施方式

[0012] 在本说明书中, “包含”是指也包括“本质上由…构成”和“由…构成”(The term “comprising” includes “consisting essentially of” and “consisting of”). 另外, 在本说明书中, “(甲基)丙烯酸”是指“丙烯酸或甲基丙烯酸”, “(甲基)丙烯酸酯”是指“丙烯酸酯或甲基丙烯酸酯”, “(聚)”是指“聚”的前缀存在的情况和不存在的状况。另外, 在本说明书中, “水溶性”是指在25℃在水中呈现5质量%以上的溶解性。

[0013] 在本说明书中, “~”所连接的数值是指包含“~”的前后的数值作为下限值和上限值的数值范围。在单独记载多个下限值和多个上限值的情况下, 能够选择任意的下限值和上限值并以“~”连结。

[0014] 1. 吸水片

本发明的吸水片为具备吸收层和在吸收层的上下夹持吸收层的无纺布的吸水片。本发明的吸水片的特征在于, 吸收层包含吸水性树脂, 吸水性树脂具有以下的(A)~(C)的特性。

(A) 生理盐水保水量为45g/g以上且70g/g以下。

(B) 在4.14kPa载荷下的吸水量为13ml/g以上。

(C) 无加压DW 5分钟值为44ml/g以上且80ml/g以下。

[0015] 本发明的吸水片通过具备这样的特征, 能够用于吸收性物品, 抑制泄漏的发生。以下, 对本发明的吸水片进行详述。

[0016] 在本发明的吸水片中, 吸收层除了吸水性树脂以外, 还可以包含亲水性纤维等, 但优选实质上仅由吸水性树脂构成。吸收层实质上仅由吸水性树脂构成是指吸收层中的吸水性树脂的含有率为95质量%以上, 进一步为98质量%以上, 进一步为99质量%以上, 进一步为100质量%。

[0017] 本发明的吸水片中包含的吸收层可以为一层, 也可以为两层以上。吸水片包含的

吸收层优选为一层或两层。需要说明的是,在吸水片包含两层以上的吸收层的情况下,优选在各吸收层之间配置无纺布等液体透过性基材。对于该液体透过性基材,可使用与上下夹持吸收层的后述的无纺布同样的材料。

[0018] 吸水片的构成只要是用无纺布上下夹持包含吸水性树脂的吸收层的结构即可,例如可以是在两片无纺布之间固定有吸收层的形态的片状结构体、用无纺布包裹吸收层的结构体等。

[0019] 吸水片的平面形状根据用途、或者根据吸收性物品的形状而适当确定,例如可举出大致长方形、椭圆形、沙漏形、羽毛球板形等,为了提高贴合性,也可以具有切口等。另外,也可以具有纵向配置有多个块结构的块区域,该块结构是由沿纵向延伸的多个纵槽以及沿与纵向正交的横向延伸的多个横槽所划分出的。另外,吸水片的内部结构也可根据目的适当确定。例如,除了包含单一的吸水片以外,还可举出组合多个吸水片(在平面上分割、在垂直方向上分割等),或者在吸水片内部具有吸水性树脂及其他成分的量的分布梯度(均匀分布、与液体投入部相应的量的分布等)等。另外,吸水片为了设置液体的流路,也可以在吸水片中实施压花加工。

[0020] 吸收层优选经由粘接剂粘接于无纺布。作为将吸收层粘接(固定)于无纺布的粘接剂,优选热熔粘接剂等。

[0021] 本发明的吸水片中,吸收层所含的吸水性树脂的单位面积重量没有特别限制,从更进一步适宜地发挥本发明的效果的观点出发,优选为 $100\text{g}/\text{m}^2 \sim 450\text{g}/\text{m}^2$,更优选为 $120\text{g}/\text{m}^2 \sim 350\text{g}/\text{m}^2$,进一步优选为 $150\text{g}/\text{m}^2 \sim 300\text{g}/\text{m}^2$ 。

[0022] 作为吸水片中的吸水性树脂的含量,优选为5质量%~100质量%,更优选为10质量%~95质量%,进一步优选为20质量%~90质量%,更进一步优选为30质量%~80质量%。

[0023] 通过将吸水片保持在液体能够通过的液体透过性的表面片材(顶部片材)与液体不能通过的液体不透过性的背面片材(背部片材)之间,能够制成本发明的吸收性物品。液体透过性片材配置在与身体接触的一侧,液体不透过性片材配置在与身体接触的相反一侧。

[0024] 作为液体透过性片材,可举出包含聚乙烯、聚丙烯、聚酯等纤维的热风型、纺粘型、化学粘合(Chemical bond)型、针刺型等无纺布以及多孔质的合成树脂片材等。另外,作为液体不透过性片材,可列举由聚乙烯、聚丙烯、聚氯乙烯等树脂构成的合成树脂膜等。液体透过性片材优选为选自热粘合无纺布、热风无纺布、纺粘无纺布、以及纺粘/熔喷/纺粘无纺布组成的组中的至少一种。

[0025] 液体透过性片材的单位面积重量优选为 $5\text{g}/\text{m}^2$ 以上且 $100\text{g}/\text{m}^2$ 以下,更优选为 $10\text{g}/\text{m}^2$ 以上且 $60\text{g}/\text{m}^2$ 以下。另外,为了提高液体的扩散性,在液体透过性片材中可以对表面实施压花加工、穿孔加工。在实施上述压花加工、穿孔加工时,能够通过公知的方法实施。

[0026] 作为液体不透过性片材,可举出:包含聚乙烯、聚丙烯、聚氯乙烯等合成树脂的片材、包含利用高强度的纺粘无纺布夹持耐水性的熔喷无纺布而成的纺粘/熔喷/纺粘(SMS)无纺布等的无纺布的片材、包含这些合成树脂与无纺布(例如,纺粘无纺布、水刺无纺布)的复合材料的片材等。从能够减少穿戴时的闷热、减轻给穿着者带来的不适感等观点出发,液体不透过性片材可以具有透气性。作为液体不透过性片材,也可以使用包含以低密度聚乙

烯(LDPE)树脂为主体的合成树脂的片材。液体不透过性片材,例如可以是包含单位面积重量为 $10\text{g/m}^2 \sim 50\text{g/m}^2$ 的合成树脂的片材。另外,为了对液体不透过性片材赋予透气性,例如也可在树脂片材中配合填料、或对液体不透过性片材实施压花加工。需要说明的是,作为填料,使用碳酸钙等。

[0027] 吸收性物品优选具有配置于吸水片的上表面的液体透过性片材、以及配置于与上述液体透过性片材侧相反侧的面上的液体不透过性片材。另外,在吸收性物品中,也可以在吸水片的上表面和/或下表面组合由吸水性树脂和亲水性纤维构成的吸收体。

[0028] 在吸收性物品中,除了前述的液体透过性片材、吸水片、液体不透过性片材之外,也可以根据用途、功能而适当地存在构件。例如可举出芯包材、液体获得扩散片材、外罩无纺布、腿部褶裥等。

[0029] 芯包材例如以覆盖吸水片的外周的方式配置。吸水片配置于芯包材中。作为芯包材,可举出薄纸、无纺布等。芯包材例如具有与吸水片同等大小的主面。吸水片通过封入芯包材中而保形。利用芯包材对吸水片进行保形的方法并不限于此,例如,既可以上下独立地利用两张芯包材夹持吸水片,也可以由芯包材形成袋体并在其内部配置吸水片。

[0030] (液体获得扩散片材)

吸收性物品也可以包含液体获得扩散片材。液体获得扩散片材例如可以配置于液体透过性片材的下表面。由此,能够使透过了液体透过性片材的液体迅速地向吸水片侧移动,或者进一步减少返流。液体获得扩散片材及液体透过性片材之间的粘接可以使用热熔粘接剂,也能够使用热压花或超声波熔接。作为液体获得扩散片材,除了使用无纺布以外,也能够使用具有多个穿透孔的树脂膜。作为无纺布,能够使用与液体透过性片材的项中记载的原材料同样的原材料,但与液体透过性片材相比亲水性高、纤维密度高时液体向吸水片方向的移动特性优异,因此优选。

[0031] 液体获得扩散片材通常以比吸水片短的宽度配置于中央部,但也可以在整个宽度范围配置。液体获得扩散片材的前后方向长度,可以与吸收性物品的全长大致相同,也可以与吸水片的全长大致相同,还可以是设想了投入液体的部分的范围的长度。

[0032] (外罩无纺布)

另外,外罩无纺布也可以配置于液体不透过性片材的吸水片相对侧。外罩无纺布例如能够使用粘接剂粘接于液体不透过性片材。外罩无纺布可以由一层以上形成,也可以是软质材料。外罩无纺布可以以能够诉求消费者的购买意愿的方式、或者也可以根据其他理由而被赋予柔软的触感,也可以印刷图案,还可以形成多个结合部、压花加工、或者三维的形态。

[0033] (腿部褶裥)

本发明的吸收性物品也可以具有腿部褶裥,该腿部褶裥配置于比吸水片中的宽度方向的两端部靠外侧的位置,与吸水片的长度方向大致平行地设置,具备具有伸缩性的弹性构件。腿部褶裥的长度设定在穿戴者的腿围或其以上的程度。从防止排出的液体的泄漏且长时间穿戴时的压迫感少等观点出发,适当设定腿部褶裥的伸长率。

[0034] (前面/背面褶裥)

本发明的吸收性物品也可以具有前面/背面褶裥,该前面/背面褶裥配置于吸收性物品的长度方向的两端部附近,具备沿宽度方向伸缩的弹性构件。

[0035] 本发明的吸收性物品具备能够向吸水片的宽度方向的侧缘部上方立起的前面/背面褶裥。即,在吸收性物品的长度方向的两侧分别配置具有褶裥弹性构件的前面/背面褶裥的片材用构件,构成前面/背面褶裥。

[0036] 前面/背面褶裥用的构件通常为液体不透过性或拒水性的原材料,优选使用透湿性的原材料。例如,可举出液体不透过性或拒水性的多孔质片材、液体不透过性或拒水性的无纺布、或者前述多孔质片材与该无纺布的层叠体等。作为前述无纺布,例如可举出热粘合无纺布、纺粘无纺布、熔喷无纺布、水刺无纺布、纺粘/熔喷/纺粘无纺布等。前述构件的单位面积重量可以为 $5\text{g/m}^2 \sim 100\text{g/m}^2$ 、 $8\text{g/m}^2 \sim 70\text{g/m}^2$ 、 $10\text{g/m}^2 \sim 40\text{g/m}^2$ 。

[0037] 构成本发明的吸收性物品的各构件也可以被粘接。例如,通过将吸水片与液体透过性片材粘接,液体被更顺畅地引导至吸水片,容易得到防漏优异的吸收性物品。在吸水片被芯包材20覆盖或夹持的情况下,优选至少芯包材20与液体透过性片材30粘接,进一步更优选芯包材20与吸水片粘接。作为粘接方法,可举出粘接剂、热封、超声波密封等的公知的方法。例如可举出:将热熔粘接剂对于液体透过性片材向其宽度方向以规定间隔涂布成纵向条纹状、螺旋状等形状的方法;使用选自淀粉、羧甲基纤维素、聚乙烯醇、聚乙烯基吡咯烷酮以及其他水溶性高分子中的水溶性粘接剂的方法等。另外,在吸水片包含热熔接性合成纤维的情况下,也可以采用基于该热熔接的方法。

[0038] 本发明的吸水片中使用的吸水性树脂的特征在于,具有以下的(A)~(C)的特性。使用了具备这样的特征的吸水性树脂的本发明的吸水片,能够抑制泄漏的发生。以下,对吸水性树脂进行详述。

[0039] (A)生理盐水保水量为 45g/g 以上且 70g/g 以下。

(B)在 4.14kPa 载荷下的吸水量为 13ml/g 以上。

(C)无加压DW的5分钟值为 44ml/g 以上且 80ml/g 以下。

[0040] 从更进一步适宜地发挥本发明的效果的观点出发,吸水片中使用的吸水性树脂中,具有(A)~(C)的特性的吸水性树脂的含有率优选为30质量%以上,更优选为50质量%以上,进一步优选为70质量%以上,更进一步优选为90质量%以上。

[0041] 在本发明的吸水片中包含的吸收层为两层以上的情况下,只要至少一层中包含具有(A)~(C)的特性的吸水性树脂即可,各吸收层中所包含的吸水性树脂可以相同也可以不同。另外,从更进一步适宜地发挥本发明的效果的观点出发,优选在吸水片中全部吸收层的50%以上包含具有(A)~(C)的特性的吸水性树脂,更优选在全部层中包含具有(A)~(C)的特性的吸水性树脂。

[0042] 从更进一步适宜地发挥本发明的效果的观点出发,吸水性树脂的生理盐水保水量优选为 46g/g 以上,更优选为 47g/g 以上,进一步优选为 48g/g 以上,另外,优选为 70g/g 以下,更优选为 68g/g 以下,进一步优选为 65g/g 以下。

[0043] 另外,从更进一步适宜地发挥本发明的效果的观点出发,吸水性树脂的在 4.14kPa 载荷下的吸水量优选为 14ml/g 以上,更优选为 15ml/g 以上,进一步优选为 16ml/g 以上,另外,优选为 33ml/g 以下,更优选为 27ml/g 以下,进一步优选为 23ml/g 以下。

[0044] 另外,从更进一步适宜地发挥本发明的效果的观点出发,吸水性树脂的无加压DW的5分钟值优选为 46ml/g 以上,更优选为 48ml/g 以上,进一步优选为 50ml/g 以上,另外,优选为 70ml/g 以下,更优选为 60ml/g 以下,进一步优选为 54ml/g 以下。

[0045] 另外,吸水性树脂通过梯度吸收试验测定的直至发生泄漏为止的液体的吸收量,在吸水片中包含的吸收层为一层的情况下优选为185g以上,更优选为190g以上。另外,直至发生泄漏为止的液体的吸收量例如为560g以下,更优选为555g以下、550g以下。吸水片中包含的吸收层为两层时,优选为172g以上,更优选为176g以上。另外,直至发生泄漏为止的液体的吸收量例如为560g以下,更优选为555g以下、550g以下。

[0046] 吸水性树脂的生理盐水保水量、在4.14kPa载荷下的吸水量以及无加压DW5分钟值的测定方法、梯度吸收试验的方法分别如实施例记载的那样。

[0047] 吸水性树脂由将水溶性烯键式不饱和单体的聚合物交联而成的物质、即具有源自水溶性烯键式不饱和单体的结构单元的交联聚合物构成。

[0048] 本发明中使用的吸水性树脂可以具有各种形状。作为吸水性树脂的形状,例如可举出颗粒状、大致球状、不规则形状的破碎状、板状、纤维状、薄片状、或这些树脂凝聚而成的形状等。吸水性树脂优选为颗粒状、大致球状、不规则形状的破碎状、纤维状、或这些树脂凝聚而成的形状等。

[0049] 需要说明的是,吸水性树脂除了各自包含单一的颗粒的形态以外,也可以是微细的颗粒(一次颗粒)凝聚的形态(二次颗粒)。作为一次颗粒的形状,可举出大致球状、不规则形状的破碎状、板状等。在为通过反相悬浮聚合制造的一次颗粒的情况下,可举出正球状、椭圆球状等具有圆滑的表面形状的大致球状的单颗粒形状,这样形状的一次颗粒,表面形状圆滑,由此作为粉末的流动性变高,而且凝聚的颗粒容易被致密地填充,因此即使受到冲击,也不易被破坏,成为颗粒强度高的吸水性树脂颗粒。

[0050] 从更适宜地发挥本发明的效果的观点出发,吸水性树脂的中值粒径优选为200 μm 以上、250 μm 以上、280 μm 以上、300 μm 以上或320 μm 以上。另外,从同样的观点出发,中值粒径优选为700 μm 以下、600 μm 以下、550 μm 以下、500 μm 以下、450 μm 以下或400 μm 以下。即,中值粒径优选为200 μm ~700 μm ,优选为200 μm ~600 μm ,更优选为250 μm ~500 μm ,进一步优选为300 μm ~450 μm ,更进一步优选为320 μm ~400 μm 。

[0051] 吸水性树脂的中值粒径可以使用JIS标准筛进行测定,具体而言,是通过实施例中记载的方法测定的值。

[0052] 水溶性烯键式不饱和单体的聚合方法可以使用作为代表性聚合法的水溶液聚合法、乳液聚合法、反相悬浮聚合法等。在水溶液聚合法中,将水溶性烯键式不饱和单体水溶液根据需要一边搅拌,一边加热,由此进行聚合。另外,在反相悬浮聚合法中,将水溶性烯键式不饱和单体在烃分散介质中,在搅拌下加热,由此进行聚合。从能够进行精密的聚合反应控制和广泛的粒径控制的观点出发,优选使用反相悬浮聚合法。

[0053] 以下以反相悬浮聚合法为例对吸水性树脂的制造方法的具体实施方式进行说明。

[0054] 作为吸水性树脂的制造方法的具体例,可举出,在使水溶性烯键式不饱和单体在烃分散介质中进行反相悬浮聚合而制造吸水性树脂的方法中,具有在自由基聚合引发剂存在下进行聚合的工序、以及对聚合得到的含水凝胶状物在后交联剂存在下进行后交联的工序的制造方法。需要说明的是,在吸水性树脂的制造方法中,可以根据需要,在水溶性烯键式不饱和单体中添加内部交联剂,形成具有内部交联结构的含水凝胶状物。

[0055] <聚合工序>

[水溶性烯键式不饱和单体]

作为水溶性烯键式不饱和单体,例如可举出(甲基)丙烯酸及其盐;2-(甲基)丙烯酰胺-2-甲基丙磺酸及其盐;(甲基)丙烯酰胺、N,N-二甲基(甲基)丙烯酰胺、(甲基)丙烯酸-2-羟乙酯、N-羟甲基(甲基)丙烯酰胺、聚乙二醇单(甲基)丙烯酸酯等非离子性单体;N,N-二乙基氨基乙基(甲基)丙烯酸酯、N,N-二乙基氨基丙基(甲基)丙烯酸酯、二乙基氨基丙基(甲基)丙烯酰胺等含氨基不饱和单体及其季铵化物等。这些水溶性烯键式不饱和单体中,从工业上容易获得等观点考虑,优选(甲基)丙烯酸或其盐、(甲基)丙烯酰胺、N,N-二甲基丙烯酰胺,更优选(甲基)丙烯酸及其盐。需要说明的是,这些水溶性烯键式不饱和单体可以单独使用,也可以将两种以上组合使用。

[0056] 其中,丙烯酸及其盐已被广泛用作吸水性树脂的原材料,这些丙烯酸和/或其盐中,也有时共聚上述其他水溶性烯键式不饱和单体而使用。此时,丙烯酸和/或其盐相对于总水溶性烯键式不饱和单体,优选使用70摩尔%~100摩尔%作为主要的水溶性烯键式不饱和单体。

[0057] 水溶性烯键式不饱和单体优选以水溶液的状态分散于烃分散介质中,供给反相悬浮聚合。水溶性烯键式不饱和单体通过形成水溶液,可以提高在烃分散介质中的分散效率。作为该水溶液中的水溶性烯键式不饱和单体的浓度,优选为20质量%~饱和浓度以下的范围。另外,从容易得到本发明的吸水特性的观点出发,作为水溶性烯键式不饱和单体的浓度,更优选为38质量%以上,进一步优选为40质量%以上,更进一步优选为42质量%以上。另一方面,作为水溶性烯键式不饱和单体的浓度,更优选为55质量%以下,进一步优选为50质量%以下,更进一步优选为46质量%以下。

[0058] 水溶性烯键式不饱和单体在如(甲基)丙烯酸、2-(甲基)丙烯酰胺-2-甲基丙磺酸等那样具有酸基的情况下,也可以根据需要使用其酸基预先被碱性中和剂中和的单体。作为这样的碱性中和剂,可列举氢氧化钠、碳酸钠、碳酸氢钠、氢氧化钾、碳酸钾等碱金属盐;氨等。另外,为了简便中和操作,这些碱性中和剂可以制成水溶液的状态使用。需要说明的是,上述的碱性中和剂可以单独使用,也可以将两种以上组合使用。

[0059] 作为利用碱性中和剂的水溶性烯键式不饱和单体的中和度,作为相对于水溶性烯键式不饱和单体所具有的全部酸基的中和度,优选为10摩尔%~100摩尔%,更优选为30摩尔%~90摩尔%,进一步优选为40摩尔%~85摩尔%,更进一步优选为50摩尔%~80摩尔%。

[0060] [自由基聚合引发剂]

作为该聚合工序中添加的自由基聚合引发剂,例如可举出:过硫酸钾、过硫酸铵、过硫酸钠等过硫酸盐类,过氧化甲基乙基酮、过氧化甲基异丁基酮、过氧化二叔丁基、过氧化叔丁基异丙苯、过氧化乙酸叔丁酯、过氧化异丁酸叔丁酯、过氧化新戊酸叔丁酯、过氧化氢等过氧化物类,以及2,2'-偶氮双(2-脒基丙烷)二盐酸盐、2,2'-偶氮双[2-(N-苯基脒基)丙烷]二盐酸盐、2,2'-偶氮双[2-(N-烯丙基脒基)丙烷]二盐酸盐、2,2'-偶氮双{2-[1-(2-羟基乙基)-2-咪唑啉-2-基]丙烷}二盐酸盐、2,2'-偶氮双{2-甲基-N-[1,1-双(羟基甲基)-2-羟基乙基]丙酰胺}、2,2'-偶氮双[2-甲基-N-(2-羟基乙基)-丙酰胺]、4,4'-偶氮双(4-氰基戊酸)等偶氮化合物等。这些自由基聚合引发剂中,从获得容易且容易操作的观点出发,优选列举过硫酸钾、过硫酸铵、过硫酸钠和2,2'-偶氮双(2-脒基丙烷)二盐酸盐。这些自由基聚合引发剂可以单独使用,也可以将两种以上组合使用。另外,上述自由基聚合引发剂也

可与亚硫酸钠、亚硫酸氢钠、硫酸亚铁、及L-抗坏血酸等还原剂并用,作为氧化还原聚合引发剂使用。

[0061] 从得到更进一步适宜地发挥本发明的效果的吸水性树脂的观点考虑,在聚合工序中混合的自由基聚合引发剂优选包含偶氮系化合物以及过氧化物。需要说明的是,相对于偶氮系化合物的过氧化物的摩尔比(过氧化物/偶氮系化合物)优选为0.1~1.0的范围,更优选为0.2~0.8的范围,进一步优选为0.3~0.6的范围。

[0062] 作为自由基聚合引发剂的使用量,例如,相对于水溶性烯键式不饱和单体1摩尔,可举出0.00005摩尔~0.01摩尔。通过满足这种使用量,可避免急剧的聚合反应发生,并可使聚合反应在适当的时间终止。

[0063] [内部交联剂]

作为内部交联剂,可举出能够将所使用的水溶性烯键式不饱和单体的聚合物交联的内部交联剂,例如可举出:使(聚)乙二醇、(聚)丙二醇、1,4-丁二醇、三羟甲基丙烷,(聚)甘油等二元醇、三元醇等多元醇类与(甲基)丙烯酸、马来酸、富马酸等不饱和酸反应而得到的不饱和聚酯类;N,N'-亚甲基双丙烯酰胺等双丙烯酰胺类;使聚环氧化物与(甲基)丙烯酸反应而得到的二(甲基)丙烯酸酯类或三(甲基)丙烯酸酯类;使甲苯二异氰酸酯、六亚甲基二异氰酸酯等多异氰酸酯与(甲基)丙烯酸羟基乙酯反应而得到的二(甲基)丙烯酸氨基甲酸酯类;烯丙基化淀粉、烯丙基化纤维素、邻苯二甲酸二烯丙酯、N,N',N''-三烯丙基异氰尿酸酯、二乙烯基苯等具有两个以上聚合性不饱和基团的化合物;(聚)乙二醇二缩水甘油醚,(聚)丙二醇二缩水甘油醚、(聚)甘油二缩水甘油醚等二缩水甘油基化合物、三缩水甘油基化合物等多缩水甘油基化合物;表氯醇、表溴醇、 α -甲基表氯醇等表卤醇化合物;2,4-甲苯二异氰酸酯、六亚甲基二异氰酸酯等异氰酸酯化合物等具有两个以上反应性官能团的化合物;3-甲基-3-氧杂环丁烷甲醇、3-乙基-3-氧杂环丁烷甲醇、3-丁基-3-氧杂环丁烷甲醇、3-甲基-3-氧杂环丁烷乙醇、3-乙基-3-氧杂环丁烷乙醇、3-丁基-3-氧杂环丁烷乙醇等氧杂环丁烷化合物等。这些内部交联剂中,优选使用不饱和聚酯类或多缩水甘油基化合物,更优选使用二缩水甘油醚化合物,优选使用(聚)乙二醇二缩水甘油醚、(聚)丙二醇二缩水甘油醚、(聚)甘油二缩水甘油醚。这些内部交联剂可以单独使用,也可以将两种以上组合使用。

[0064] 作为内部交联剂的使用量,相对于水溶性烯键式不饱和单体1摩尔,优选为0.02摩尔以下,更优选为0.000001摩尔~0.01摩尔,进一步优选为0.00001摩尔~0.005摩尔,更进一步优选为0.00005摩尔~0.002摩尔。

[0065] [烃分散介质]

作为烃分散介质,例如可举出:正己烷、正庚烷、2-甲基己烷、3-甲基己烷、2,3-二甲基戊烷、3-乙基戊烷、正辛烷等碳原子数6~8的脂肪族烃;环己烷、甲基环己烷、环戊烷、甲基环戊烷、反式-1,2-二甲基环戊烷、顺式-1,3-二甲基环戊烷、反式-1,3-二甲基环戊烷等脂环族烃;苯、甲苯、二甲苯等芳香族烃等。这些烃分散介质中,从工业上容易获得、品质稳定且廉价的方面考虑,适宜使用正己烷、正庚烷、环己烷。这些烃分散介质可以单独使用,也可以将两种以上组合使用。需要说明的是,作为烃分散介质的混合物的例子,使用Exxsol庚烷(Exxon Mobil公司制造:含有庚烷及其异构体的烃75质量%~85质量%)等市售品,也可以得到适宜的结果。

[0066] 作为烃分散介质的使用量,从均匀地分散水溶性烯键式不饱和单体、容易控制聚

合温度的观点出发,相对于第一阶段的水溶性烯键式不饱和单体100质量份,优选为100质量份~1500质量份,更优选为200质量份~1400质量份。需要说明的是,如后所述,反相悬浮聚合是以1阶段(单阶段)或2阶段以上的多阶段进行的,上述的第一阶段的聚合是指单阶段聚合或多阶段聚合中的第一阶段的聚合反应(以下也同样)。

[0067] [分散稳定剂]

(表面活性剂)

在反相悬浮聚合中,为了提高水溶性烯键式不饱和单体在烃分散介质中的分散稳定性,也可以使用分散稳定剂。作为该分散稳定剂,可以使用表面活性剂。

[0068] 作为表面活性剂,可使用例如:蔗糖脂肪酸酯、聚甘油脂肪酸酯、脱水山梨醇脂肪酸酯、聚氧乙烯脱水山梨醇脂肪酸酯、聚氧乙烯甘油脂肪酸酯、山梨醇脂肪酸酯、聚氧乙烯山梨醇脂肪酸酯、聚氧乙烯烷基醚、聚氧乙烯烷基苯基醚、聚氧乙烯蓖麻油、聚氧乙烯氢化蓖麻油、烷基烯丙基甲醛缩合聚氧乙烯醚、聚氧乙烯聚氧丙烯嵌段共聚物、聚氧乙烯聚氧丙烯烷基醚、聚乙二醇脂肪酸酯、烷基葡萄糖苷、N-烷基葡萄糖酰胺、聚氧乙烯脂肪酸酰胺、聚氧乙烯烷基胺、聚氧乙烯烷基醚的磷酸酯、聚氧乙烯烷基烯丙基醚的磷酸酯等。这些表面活性剂中,从单体的分散稳定性方面考虑,特别优选使用脱水山梨醇脂肪酸酯、聚甘油脂肪酸酯、蔗糖脂肪酸酯。这些表面活性剂可以单独使用,也可以将两种以上组合使用。

[0069] 作为表面活性剂的使用量,相对于第一阶段的水溶性烯键式不饱和单体100质量份,优选地,优选为0.1质量份~30质量份,更优选为0.3质量份~20质量份。

[0070] (高分子系分散剂)

另外,作为反相悬浮聚合中使用的分散稳定剂,可以与上述表面活性剂一起,并用高分子系分散剂。

[0071] 作为高分子系分散剂,例如可举出:马来酸酐改性聚乙烯、马来酸酐改性聚丙烯、马来酸酐改性乙烯-丙烯共聚物、马来酸酐改性EPDM(乙烯-丙烯-二烯三元共聚物)、马来酸酐改性聚丁二烯、马来酸酐-乙烯共聚物、马来酸酐-丙烯共聚物、马来酸酐-乙烯-丙烯共聚物、马来酸酐-丁二烯共聚物、聚乙烯、聚丙烯、乙烯-丙烯共聚物、氧化型聚乙烯、氧化型聚丙烯、氧化型乙烯-丙烯共聚物、乙烯-丙烯酸共聚物、乙基纤维素、乙基羟乙基纤维素等。这些高分子系分散剂中,从单体分散稳定性方面考虑,特别优选使用马来酸酐改性聚乙烯、马来酸酐改性聚丙烯、马来酸酐改性乙烯-丙烯共聚物、马来酸酐-乙烯共聚物、马来酸酐-丙烯共聚物、马来酸酐-乙烯-丙烯共聚物、聚乙烯、聚丙烯、乙烯-丙烯共聚物、氧化型聚乙烯、氧化型聚丙烯、氧化型乙烯-丙烯共聚物。这些高分子系分散剂可以单独使用,也可以将两种以上组合使用。

[0072] 作为高分子系分散剂的使用量,相对于第一阶段的水溶性烯键式不饱和单体100质量份,优选为0.1质量份~30质量份,更优选为0.3质量份~20质量份。

[0073] [其他成分]

在吸水性树脂的制造方法中,可以向包含水溶性烯键式不饱和单体的水溶液中根据需要添加其他成分并进行反相悬浮聚合。作为其他成分,可以添加增稠剂、链转移剂等各种添加剂。

[0074] 作为一例,可以对包含水溶性烯键式不饱和单体的水溶液添加增稠剂,进行反相悬浮聚合。通过这样添加增稠剂,调节水溶液的粘度,可以控制反相悬浮聚合中得到的中值

粒径。

[0075] 作为增稠剂,可以使用例如,羟乙基纤维素、羟丙基纤维素、甲基纤维素、羧甲基纤维素、聚丙烯酸、聚丙烯酸(部分)中和物、聚乙二醇、聚丙烯酰胺、聚乙烯亚胺、糊精、海藻酸钠、聚乙烯醇、聚乙烯基吡咯烷酮、聚环氧乙烷等。需要说明的是,如果聚合时的搅拌速度相同,则存在水溶性烯键式不饱和单体水溶液的粘度越高,所得到的颗粒的一次颗粒和/或二次颗粒越大的趋势。

[0076] [反相悬浮聚合]

在进行反相悬浮聚合时,例如,使包含水溶性烯键式不饱和单体的单体水溶液在分散稳定剂存在下分散在烃分散介质中。此时,如果是开始聚合反应之前,则分散稳定剂(表面活性剂或高分子系分散剂)的添加时期在单体水溶液添加之前或之后都可以。

[0077] 其中,从容易降低所得到的吸水性树脂中残留的烃分散介质的观点出发,优选在分散有高分子系分散剂的烃分散介质中,使单体水溶液分散后,进而分散表面活性剂,然后进行聚合。

[0078] 这样的反相悬浮聚合可以1阶段或2阶段以上的多阶段进行。另外,从提高生产率的观点出发,优选以2~3阶段进行。

[0079] 当以2阶段以上的多阶段进行反相悬浮聚合时,在进行第一阶段反相悬浮聚合之后,在由第一阶段聚合反应得到的反应混合物中添加水溶性烯键式不饱和单体并进行混合,以与第一阶段相同的方法进行第二阶段以后的反相悬浮聚合即可。在第二阶段以后的各阶段中的反相悬浮聚合中,除了水溶性烯键式不饱和单体之外,能够将自由基聚合引发剂、以及根据需要的内部交联剂,以在第二阶段以后的各阶段的反相悬浮聚合时添加的水溶性烯键式不饱和单体的量作为基准,在各成分相对于上述水溶性烯键式不饱和单体的摩尔比的范围内添加,进行反相悬浮聚合。需要说明的是,水溶性烯键式不饱和单体的量与相对于水溶性烯键式不饱和单体的聚合引发剂、内部交联剂等的比率只要在前述范围内,则第一阶段与第二阶段以后的各阶段可以相同,也可以不同。

[0080] 作为聚合反应的反应温度,从使聚合迅速地进行、缩短聚合时间,从而提高经济性,并且容易地除去聚合热而使反应顺利进行的观点出发,优选为20℃~110℃、更优选为40℃~90℃。

[0081] <后交联工序>

接着,吸水性树脂通过对具有将水溶性烯键式不饱和单体聚合而得到的内部交联结构的含水凝胶状物,添加后交联剂进行交联(后交联反应)而得到。该后交联反应在水溶性烯键式不饱和单体的聚合后之后,在后交联剂的存在下进行。通过实施这样的后交联反应,能够适当地提高吸水性树脂的表面附近的交联密度,得到提高了载荷下的吸水量、无加压DW等各种性能的吸水性树脂。

[0082] 作为后交联剂,可举出具有两个以上反应性官能团的化合物。例如可举出:乙二醇、丙二醇、1,4-丁二醇、三羟甲基丙烷、甘油、聚氧乙二醇、聚氧丙二醇、聚甘油等多元醇类;(聚)乙二醇二缩水甘油醚、(聚)甘油二缩水甘油醚、(聚)甘油三缩水甘油醚、三羟甲基丙烷三缩水甘油醚、(聚)丙二醇聚缩水甘油醚、(聚)甘油聚缩水甘油醚等多缩水甘油基化合物;表氯醇、表溴醇、 α -甲基表氯醇等卤代环氧化合物;2,4-甲苯二异氰酸酯、六亚甲基二异氰酸酯等异氰酸酯化合物;3-甲基-3-氧杂环丁烷甲醇、3-乙基-3-氧杂环丁烷甲醇、3-丁

基-3-氧杂环丁烷甲醇、3-甲基-3-氧杂环丁烷乙醇、3-乙基-3-氧杂环丁烷乙醇、3-丁基-3-氧杂环丁烷乙醇等氧杂环丁烷化合物；1,2-亚乙基双噁唑啉等噁唑啉化合物；碳酸亚乙酯等碳酸酯化合物；双[N,N-二(β-羟乙基)]己二酰胺等羟烷基酰胺化合物。这些后交联剂中，优选(聚)乙二醇二缩水甘油醚、(聚)甘油二缩水甘油醚、(聚)甘油三缩水甘油醚、三羟甲基丙烷三缩水甘油醚、(聚)丙二醇聚缩水甘油醚、(聚)甘油聚缩水甘油醚等多缩水甘油基化合物。这些后交联剂可以单独使用，也可以将两种以上组合使用。

[0083] 作为后交联剂的使用量，相对于聚合中使用的水溶性烯键式不饱和单体的总量1摩尔，优选为0.00001摩尔~0.01摩尔，更优选为0.00005摩尔~0.005摩尔，进一步优选为0.00001摩尔~0.001摩尔。

[0084] 作为后交联剂的添加方法，可将后交联剂以原样添加或作为水溶液添加，也可根据需要作为用亲水性有机溶剂作溶剂的溶液而添加。作为亲水性有机溶剂，例如可举出甲醇、乙醇、正丙醇、异丙醇等低级醇类；丙酮、甲基乙基酮等酮类；二乙醚、二氧杂环乙烷、四氢呋喃等醚类；N,N-二甲基甲酰胺等酰胺类；二甲亚砜等亚砜类等。这些亲水性有机溶剂可以单独使用，也可以将两种以上组合使用，或者与水形成混合溶剂使用。

[0085] 作为后交联剂的添加时期，只要是水溶性烯键式不饱和单体的聚合后即可，相对于水溶性烯键式不饱和单体100质量份，优选在5质量份~140质量份的范围的水分存在下添加，更优选在15质量份~100质量份的范围的水分存在下添加，进一步优选在20质量份~50质量份的范围的水分存在下添加，更进一步优选在22质量份~28质量份的范围的水分存在下添加。需要说明的是，水分的量是指反应体系中含有的水分和添加后交联剂时根据需要使用的水分的合计量。若在水分的量高于140质量份的状态下添加后交联剂，则存在保水量变低的趋势。另外，若在水分的量低于5质量份的状态下添加后交联剂，则存在后交联剂的反应变得不充分的趋势。

[0086] 作为后交联反应中的反应温度，优选为50℃~250℃，更优选为60℃~180℃，进一步优选为60℃~140℃，更进一步优选为70℃~120℃。另外，作为后交联反应的反应时间，优选为1分钟~300分钟，更优选为5分钟~200分钟。

[0087] <干燥工序>

进行上述反相悬浮聚合后，可以包含通过从外部施加热等能量，利用蒸馏除去水、烃分散介质等的干燥工序。当从反相悬浮聚合后的含水凝胶中进行脱水时，将烃分散介质中分散有含水凝胶的体系加热，由此将水和烃分散介质利用共沸蒸馏暂时蒸馏除去到体系外。此时，如果仅将蒸馏除去的水分散介质返回体系内，则可以进行连续共沸蒸馏。这种情况下，干燥中的体系内的温度维持在与烃分散介质共沸的温度以下，因此从不易使树脂劣化等观点出发是优选的。接着，通过蒸馏除去水和烃分散介质，得到吸水性树脂。通过控制该聚合后的干燥工序的处理条件而调节脱水量，可以控制所得的吸水性树脂的各种性能。

[0088] 在干燥工序中，利用蒸馏的干燥处理可以在常压下进行，也可以在减压下进行。另外，从提高干燥效率的观点出发，也可以在氮气等气流下进行。在常压下进行干燥处理的情况下，作为干燥温度，优选为70℃~250℃，更优选为80℃~180℃，进一步优选为80℃~140℃，更进一步优选为90℃~130℃。另外，在减压下进行干燥处理的情况下，作为干燥温度，优选为40℃~160℃，更优选为50℃~110℃。

[0089] 需要说明的是,在进行上述的利用后交联剂的后交联工序的情况下,在其后交联工序结束后,进行上述的利用蒸馏的干燥工序。或者,也可以同时进行后交联工序和干燥工序。

[0090] 吸水性树脂,根据目的可以含有添加剂。作为这样的添加剂,可举出无机粉末、表面活性剂、氧化剂、还原剂、金属螯合剂、自由基链反应抑制剂、抗氧化剂、抗菌剂等。例如,相对于吸水性树脂100质量份,添加0.05质量份~5质量份的非晶态二氧化硅作为无机粉末,由此能够进一步提高吸水性树脂的流动性。

实施例

[0091] 以下示出实施例及比较例对本发明进行详细说明。但是本发明并不限于实施例。

[0092] 实施例及比较例中所得到的吸水性树脂,通过以下各种试验进行评价。在没有特别说明的情况下,测定在温度 $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ 、湿度 $50\pm 10\%$ 的环境下实施。以下,对各评价试验方法进行说明。

[0093] <生理盐水保水量>

将称取了2.0g吸水性树脂颗粒的棉袋(阔幅棉布(Cotton Broad)60号,宽100mm×长200mm)设置于500mL容量的烧杯内。在装有吸水性树脂颗粒的棉袋中,将0.9质量%氯化钠水溶液(生理盐水)500g以不形成团的方式一次性注入,用橡皮圈将棉袋的上部捆绑,静置30分钟,由此使吸水性树脂颗粒溶胀。将经过30分钟后的棉袋使用以离心力成为167G的方式设定的脱水机(株式会社Kokusen制造,产品编号:H-122)进行1分钟脱水,测定包含脱水后的溶胀凝胶的棉袋的质量 W_a (g)。不添加吸水性树脂颗粒地进行相同的操作,测定棉袋湿润时的空质量 W_b (g),并且根据下式算出生理盐水保水量。

$$\text{生理盐水保水量 (g/g)} = [W_a - W_b] / 2.0$$

[0094] <在4.14kPa载荷下的生理盐水吸水量>

使用图1所示的测定装置Y测定吸水性树脂颗粒的载荷下的生理盐水的吸水量(室温, $25^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$)。测定装置Y由滴定管部61、导管62、测定台63及放置在测定台63上的测定部64构成。滴定管部61具有:沿铅垂方向延伸的滴定管61a、配置于滴定管61a的上端的橡胶栓61b、配置于滴定管61a的下端的旋塞61c、在旋塞61c的附近一端延伸至滴定管61a内的空气导入管61d、及配置于空气导入管61d的另一端侧的旋塞61e。导管62安装于滴定管部61与测定台63之间。导管62的内径为6mm。在测定台63的中央部开有直径2mm的孔,并连接导管62。测定部64具有圆筒64a(丙烯酸树脂(Plexiglas)制)、粘接到圆筒64a的底部的尼龙网64b、以及重物64c。圆筒64a的内径为20mm。尼龙网64b的网眼为 $75\mu\text{m}$ (200目)。而且,在测定时,测定对象的吸水性树脂颗粒65均匀地散布在尼龙网64b上。重物64c的直径为19mm,重物64c的质量为120g。重物64c置于吸水性树脂颗粒65上,能够对吸水性树脂颗粒65施加4.14kPa的载荷。

[0095] 在测定装置Y的圆筒64a中加入0.100g的吸水性树脂颗粒65后,放置重物64c开始测定。与吸水性树脂颗粒65所吸水的生理盐水相同容积的空气从空气导入管迅速且顺畅地供给至滴定管61a的内部,因此滴定管61a的内部生理盐水的水位的减量成为吸水性树脂颗粒65所吸水的生理盐水量。滴定管61a的刻度在从上至下方向从0mL每隔0.5mL刻印,作为生理盐水的水位,读取吸水开始前的滴定管61a的刻度 V_a 和吸水开始60分钟后的滴定管61a

的刻度Vb,通过下述式算出在4.14kPa载荷下的生理盐水吸水量。

在4.14kPa载荷下的生理盐水吸水量[mL/g] = (Vb - Va) / 0.100

[0096] <无加压DW(需求浸润性(Demand Wettability))的5分钟值>

吸水性树脂颗粒的无加压DW使用图2所示的测定装置进行测定。测定是对一种吸水性树脂颗粒实施5次,求出除去最低值和最高值后的3个测定值的平均值。该测定装置具有滴定管部1、导管5、测定台13、尼龙网片15、架台11及夹具3。滴定管部1具有:记载有刻度的滴定管21、将滴定管21上部的开口盖紧的橡胶塞23、连结于滴定管21下部前端的旋塞22、连结于滴定管21下部的空气导入管25及旋塞24。滴定管部1由夹具3固定。平板状的测定台13具有形成于其中央部的直径2mm的贯通孔13a,由高度可变的架台11支撑。测定台13的贯通孔13a与滴定管部1的旋塞22通过导管5连结。导管5的内径为6mm。

[0097] 测定在温度25℃、湿度60±10%的环境下进行。首先,关闭滴定管部1的旋塞22及旋塞24,将调节为25℃的0.9质量%盐水50由滴定管21上部的开口注入滴定管21内。盐水的浓度0.9质量%是以盐水的质量为基准的浓度。用橡胶塞23盖紧滴定管21的开口后,打开旋塞22及旋塞24。以不进入气泡的方式,用0.9质量%盐水50充满导管5内部。以使到达贯通孔13a内的0.9质量%盐水的水面的高度与测定台13的上表面的高度相同的方式,调整测定台13的高度。调整后,用滴定管21的刻度读取滴定管21内的0.9质量%盐水50的水面的高度,将其位置作为零点(0秒时刻的读取值)。

[0098] 在测定台13上的贯通孔13a的附近铺设尼龙网片15(100mm×100mm,250目,厚度约50μm),在其中央部放置了内径30mm、高度20mm的圆筒。在该圆筒中均匀地散布了1.00g的吸水性树脂颗粒10a。然后,小心地取下圆筒,得到在尼龙网片15的中央部呈圆状分散有吸水性树脂颗粒10a的样品。接着,使载置有吸水性树脂颗粒10a的尼龙网片15,以其中心成为贯通孔13a的位置的方式迅速地移动至吸水性树脂颗粒10a不散逸的程度,并开始测定。将气泡最初从空气导入管25导入到滴定管21内的时刻设为吸水开始(0秒)。

[0099] 依次读取滴定管21内的0.9质量%盐水50的减少量(即,吸水性树脂颗粒10a所吸收的0.9质量%盐水的量),读取从吸水性树脂颗粒10a的吸水开始起算5分钟后的0.9质量%盐水50的减量份Wc(g)。根据Wc,通过下述式求出无加压DW的5分钟值。无加压DW为每1.00g吸水性树脂颗粒10a的吸水量。

无加压DW(mL/g) = Wc / 1.00

[0100] <中值粒径>

使用连续全自动声波振动式筛分测定器(Robot Shifter RPS-205,株式会社Seishin企业制造)、JIS标准的网眼850μm、710μm、600μm、500μm、425μm、300μm、250μm及150μm的筛和接盘,筛分吸水性树脂颗粒10g。算出残留于各筛上的颗粒的质量相对于总量的质量百分率。将残留于各筛上的颗粒的质量百分率从粒径大的颗粒开始依次进行累计,将筛的网眼和残留于筛上的颗粒的质量百分率的累计值的关系标绘在对数概率纸上。通过用直线连接概率纸上的标绘,求出相当于累计质量百分率50质量%的粒径,将其作为中值粒径。

[0101] <试验液的制备>

试验液是在离子交换水中以如下所述存在无机盐的方式配合并溶解而成的物质中,进一步配合少量的蓝色1号而制备的。

试验液组成

- 去离子水5919.6g
- NaCl 60.0g
- $\text{CaCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 1.8g
- $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 3.6g
- 食用蓝色1号(着色用)
- 1%-Triton X-100 15.0g

[0102] <泄漏试验(梯度吸收试验)>

图3是示出评价吸收性物品的泄漏性的方法的示意图。将具有平坦的主面的长度45cm的支撑板40(在此为丙烯酸树脂板,以下也称为倾斜面 S_1)以相对于水平面 S_0 倾斜 45 ± 2 度的状态通过架台41固定。在温度 $25 \pm 2^\circ\text{C}$ 的室内,将试验用的吸收性物品100以其长度方向沿着支撑板40的长度方向的朝向粘贴在被固定的支撑板40的倾斜面 S_1 上。接着,从配置于吸收性物品的铅垂上方的滴液漏斗42向吸收性物品100中的距吸水片的中央为上方8cm的位置滴加调整为 $25 \pm 1^\circ\text{C}$ 的试验液50。对于吸收性物品的尺寸为 $42\text{cm} \times 14\text{cm}$ 的评价对象,每一次以8mL/秒的速度滴加80mL的试验液;对于 $32\text{cm} \times 12\text{cm}$ 的评价对象,每一次以8mL/秒的速度滴加30mL的试验液。滴液漏斗42的前端与吸收性物品的距离为 $10 \pm 1\text{mm}$ 。从第一次的试验液投入开始以10分钟间隔,在同样的条件下投入试验液共计7次。

[0103] 在未被吸收性物品100吸收的试验液从支撑板40的下部漏出的情况下,将漏出的试验液回收到配置于支撑板40的下方的金属制托盘44内。利用天平43测定被回收的试验液的质量(g),将该值记录为泄漏量。通过从试验液的总投入量减去泄漏量,算出吸收量。另外,关于吸收率,根据下述式算出。判断这些数值越大,穿着时的液体的泄漏越难以发生。需要说明的是,试验液的密度为 1.0g/mL 。

$$\text{吸收率}(\%) = \text{吸收量}(\text{g}) / \text{试验液的投入量}(\text{g}) \times 100$$

[0104] <吸水性树脂的制造>

(制造例1)

准备具备回流冷凝器、滴液漏斗、氮气导入管及搅拌器的内径11cm、内容积2L的圆底圆筒型可分离式烧瓶。作为搅拌器,使用具有以2段具有翼径为5cm的4片倾斜桨翼的搅拌翼的搅拌器。在上述烧瓶中投入作为烃分散介质的正庚烷252g以及作为分散剂的马来酸酐改性乙烯-丙烯共聚物(三井化学株式会社制造,HI-WAX 1105A)0.736g并混合。一边将搅拌器的转速设为300rpm搅拌烧瓶内的混合物,一边升温至 80°C ,由此使分散剂溶解于正庚烷中。将形成的溶液冷却至 50°C 。

[0105] 在内容积300mL的烧杯中,加入作为水溶性烯键式不饱和单体的80.5质量%的丙烯酸水溶液92.0g(1.03摩尔),一边从外部冷却,一边将30质量%的氢氧化钠水溶液102.8g滴加到烧杯内,由此进行75摩尔%的中和。然后,加入作为增稠剂的羟乙基纤维素0.092g(住友精化株式会社,HEC AW-15F)、作为偶氮系化合物的2,2'-偶氮双(2-脒基丙烷)二盐酸盐0.0460g(0.170微摩尔)、作为过氧化物的过硫酸钾的添加量0.0276g(0.102毫摩尔)、以及作为内部交联剂的乙二醇二缩水甘油醚0.00184g(0.0106毫摩尔)、离子交换水9.47g并溶解,由此制备第一阶段的单体水溶液。

[0106] 将制备的第一阶段的单体水溶液添加到上述可分离式烧瓶内的反应液中,搅拌10分钟。接着,将在正庚烷6.62g中加热溶解有作为表面活性剂的蔗糖硬脂酸酯(HLB:3,三菱

化学FOODS株式会社,RYOTO Sugar Ester S-370) 0.736g的表面活性剂溶液,进一步添加到反应液中,将搅拌器的转速设为600rpm进行搅拌的同时,将体系内用氮气充分置换。然后,通过将烧瓶浸渍于70℃的水浴中升温,进行聚合60分钟,从而得到了第一阶段的聚合浆料液。

[0107] 接着,在另一内容积500ml的烧杯中取作为烯键式不饱和单体的80.5质量%的丙烯酸水溶液128.8g (1.44摩尔),一边从外部冷却,一边滴加30质量%的氢氧化钠水溶液143.89g,进行75摩尔%的中和。然后,加入作为偶氮系化合物的2,2'-偶氮双(2-脒基丙烷)二盐酸盐0.129g (0.475毫摩尔)、作为过氧化物的过硫酸钾0.0386g (0.143毫摩尔)、作为内部交联剂的乙二醇二缩水甘油醚0.0116g (0.0665毫摩尔)、以及离子交换水11.2g并溶解,制备第二阶段的单体水溶液。

[0108] 将搅拌器的转速设为1000rpm进行搅拌的同时,将上述的可分离式烧瓶体系内冷却至25℃。接着,将上述第二阶段的单体水溶液的总量添加到上述可分离式烧瓶内的第一阶段的聚合浆料液中,将体系内用氮气置换30分钟。然后,再次将烧瓶浸渍在70℃的水浴中升温,进行聚合反应60分钟。

[0109] 在搅拌下向包含第二阶段的聚合后的含水凝胶状聚合物的反应液中,添加45质量%的二亚乙基三胺五乙酸五钠水溶液0.393g。然后,将烧瓶浸渍于设定为125℃的油浴中,通过正庚烷与水的共沸蒸馏,将221.82g的水排出到体系外。然后,向烧瓶中添加2质量%的乙二醇二缩水甘油醚水溶液4.42g (0.507毫摩尔),将可分离式烧瓶内温在83℃保持2小时。

[0110] 然后,通过使可分离式烧瓶浸渍于设定为125℃的油浴中而去除正庚烷,获得聚合物颗粒(干燥品)。使该聚合物颗粒通过网眼850 μ m的筛,将相对于聚合物颗粒的质量为0.2质量%的非晶态二氧化硅(Oriental Silicas Corporation,TOKUSIL NP-S,亲水性)与聚合物颗粒混合,得到包含非晶态二氧化硅的吸水性树脂颗粒A 216.4g。该吸水性树脂颗粒的性能如表1所示。

[0111] (制造例2)

将用作烃分散介质的正庚烷设为293g,不添加溶解于第一阶段单体水溶液中的偶氮系化合物2,2'-偶氮双(2-脒基丙烷)二盐酸盐,将过硫酸钾设为0.0736g (0.272毫摩尔)、内部交联剂乙二醇二缩水甘油醚的添加量设为0.0101g (0.0579毫摩尔)、离子交换水设为39.9g,将第一阶段聚合时的转速设为550rpm,不添加溶解于第二阶段单体水溶液中的偶氮系化合物2,2'-偶氮双(2-脒基丙烷)二盐酸盐,添加过硫酸钾0.103g (0.381毫摩尔)、离子交换水10.6g,将通过共沸蒸馏向体系外排出水的量变更为247.9g,以及将相对于聚合物颗粒(干燥品)的非晶态二氧化硅的混合量变更为0.5质量%,除此以外,以与制造例1同样的方式,得到吸水性树脂颗粒B228.0g。该吸水性树脂颗粒的性能如表1所示。

[0112] (制造例3)

将溶解于第一阶段单体水溶液的内部交联剂乙二醇二缩水甘油醚的添加量设为0.00276g (0.0158毫摩尔)、离子交换水设为40.7g,将通过共沸蒸馏向体系外排出水时的量变更为266.4g,除此以外,以与制造例2同样的方式,获得吸水性树脂颗粒C 229.0g。该吸水性树脂颗粒的性能如表1所示。

[0113] (制造例4)

将用作烃分散介质的正庚烷设为293g,将溶解于第一阶段单体水溶液的偶氮系化合物2,2'-偶氮双(2-脒基丙烷)二盐酸盐的添加量设为0.0920g(0.339毫摩尔),将内部交联剂乙二醇二缩水甘油醚的添加量设为0.00460g(0.0264毫摩尔),将离子交换水设为40.9g,将第一阶段聚合时的转速设为550rpm,将通过共沸蒸馏向体系外排出水时的量变更为234.2g,除此以外,以与制造例1同样的方式,得到吸水性树脂颗粒D 229.0g。该吸水性树脂颗粒的性能如表1所示。

[0114] (制造例5)

将通过共沸蒸馏向体系外排出水时的量变更为294.3g,将作为后交联剂的乙二醇二缩水甘油醚水溶液的量变更为13.25g(1.52毫摩尔),除此以外,以与制造例3同样的方式,得到吸水性树脂颗粒E 228.8g。该吸水性树脂颗粒的性能如表1所示。

[0115] (吸水片以及吸收性物品的制作)

准备以下的无纺布。

- 气流成网(Air laid)无纺布(KNH Enterprise Co.,Ltd.,单位面积重量40g/m²)
- 亲水性热风无纺布(Rengo Nonwoven Products Co.,Ltd.,单位面积重量21g/m²)
- 热风无纺布(广州市锦汉无纺布有限公司,单位面积重量40g/m²)
- 纺粘无纺布(TORAY POLYTECH NANTONG,单位面积重量17g/m²)
- 水刺无纺布(株式会社kuraray,单位面积重量35g/m²)
- 液体不透过性片材(聚乙烯制,单位面积重量40g/m²)

[0116] (实施例1)

作为第一片材以及第二片材,准备裁剪成42cm×14cm的气流成网无纺布,使用热熔涂布机(株式会社Hallys,泵:Marshall 150,表:XA-DT,罐设定温度:150℃,软管内设定温度:165℃,枪头设定温度:170℃),将0.15g的热熔粘接剂(Henkel Japan株式会社,ME-765E)相对于第二片材的气流成网无纺布沿着长度方向以10mm间隔的方式涂布13条。粘接剂的涂布图案是螺旋状条纹。然后,在第二片材的涂布有粘接剂的面除了短边方向以及长边方向两端的外周1cm的范围以外的部分,均匀地散布14.4g的吸水性树脂颗粒A。吸收性物品中,吸水性树脂颗粒的单位面积重量为300g/m²。

[0117] 在第一片材上也通过与上述同样的操作涂布热熔粘接剂。将第一片材的涂布有热熔粘接剂的面与第二片材的散布有吸水性树脂颗粒的面的两端对齐后,用剥离纸从上下夹持,使用层压机(株式会社Hashima,Straight Linear Fusing Press,型号HP-600LFS),在110℃、0.1MPa的条件下进行加压贴合,取下剥离纸而得到吸水片。进而,在吸水片的上表面配置与吸水片相同尺寸的亲水性热风无纺布,在吸水片的下表面配置单位面积重量40g/m²的聚乙烯制液体不透过性片材,由此制作试验用的吸收性物品。所得到的吸收性物品,依次配置有亲水性热风无纺布、第一片材、热熔粘接剂、包含吸水性树脂颗粒A的吸收层、热熔粘接剂、以及第二片材、液体不透过性片材。

[0118] (比较例1)

将吸水性树脂颗粒变更为吸水性树脂颗粒B,除此以外,以与实施例1同样的方式制作比较例1的吸收性物品。

[0119] (比较例2)

将吸水性树脂颗粒变更为吸水性树脂颗粒C,除此以外,以与实施例1同样的方式制作比较例2的吸收性物品。

[0120] (比较例3)

将吸水性树脂颗粒变更为吸水性树脂颗粒D,除此以外,以与实施例1同样的方式制作比较例3的吸收性物品。

[0121] (比较例4)

将吸水性树脂颗粒变更为吸水性树脂颗粒E,除此以外,以与实施例1同样的方式制作比较例4的吸收性物品。

[0122] (实施例2)

将吸收性物品变更为 $32\text{cm} \times 12\text{cm}$,将热熔粘接剂的量以及条数变更为 0.1g 以及11条,将吸水性树脂颗粒A的量变更为 4.5g ,除此以外,以与实施例1同样的方式制作实施例2的吸收性物品。吸收性物品中,吸水性树脂颗粒的单位面积重量为 $150\text{g}/\text{m}^2$ 。

[0123] (比较例5)

将吸水性树脂颗粒变更为吸水性树脂颗粒B,除此以外,以与实施例2同样的方式制作比较例5的吸收性物品。

[0124] (比较例6)

将吸水性树脂颗粒变更为吸水性树脂颗粒C,除此以外,以与实施例2同样的方式制作比较例6的吸收性物品。

[0125] (比较例7)

将吸水性树脂颗粒变更为吸水性树脂颗粒D,除此以外,以与实施例2同样的方式制作比较例7的吸收性物品。

[0126] (比较例8)

将吸水性树脂颗粒变更为吸水性树脂颗粒E,除此以外,以与实施例2同样的方式制作比较例8的吸收性物品。

[0127] (实施例3)

通过与实施例1同样的操作对第一片材涂布热熔胶后,在第一片材的除短边方向及长边方向两端的外周 1cm 的范围以外的部分,均匀地散布 7.2g 的吸水性树脂颗粒A。在散布有吸水性树脂颗粒A的面上载置裁切成 $40\text{cm} \times 12\text{cm}$ 的热风无纺布后,用剥离纸从上下夹持,通过与实施例1同样的操作,使用层压机进行加压贴合,取下剥离纸,得到依次配置有热风无纺布、包含吸水性树脂颗粒A的吸收体(上层吸收层)、热熔粘接剂以及第一片材的层叠体。

[0128] 接着,通过与实施例1同样的操作在第二片材上涂布热熔粘接剂,将 7.2g 的吸水性树脂颗粒A均匀地散布在第二片材上。将层叠体的热风无纺布面与第二片材的散布有吸水性树脂颗粒的面对齐两端后的层叠体,用剥离纸从上下夹持住,通过与上述同样的操作,使用层压机进行加压贴合,取下剥离纸,制作吸水片。进而,在吸水片的上表面配置与吸水片相同尺寸的亲水性热风无纺布,在吸水片的下表面配置单位面积重量 $40\text{g}/\text{m}^2$ 的聚乙烯制液体不透过性片材,由此制作试验用的吸收性物品。所得到的吸收性物品依次配置有亲水性热风无纺布、第一片材、热熔粘接剂、包含吸水性树脂颗粒a的吸收体(上层吸收层)、热风无

纺织布、包含吸水性树脂颗粒a的吸收体(下层吸收层)、热熔粘接剂、第二片材、液体不透过性片材。吸收性物品中,吸水性树脂颗粒的单位面积重量为,上层吸收层 $150\text{g}/\text{m}^2$,下层吸收层 $150\text{g}/\text{m}^2$ 。

[0129] (实施例4)

将用于下层吸收层的吸水性树脂颗粒变更为吸水性树脂颗粒D,除此以外,以与实施例3同样的方式制作实施例4的吸收性物品。

[0130] (实施例5)

将用于上层吸收层的吸水性树脂颗粒变更为吸水性树脂颗粒D,除此以外,以与实施例3同样的方式制作实施例5的吸收性物品。

[0131] (比较例9)

将用于上层吸收层以及下层吸收层的吸水性树脂颗粒变更为吸水性树脂颗粒B,除此以外,以与实施例3同样的方式制作比较例9的吸收性物品。

[0132] (比较例10)

将用于上层吸收层以及下层吸收层的吸水性树脂颗粒变更为吸水性树脂颗粒C,除此以外,以与实施例3同样的方式制作比较例10的吸收性物品。

[0133] (比较例11)

将用于上层吸收层以及下层吸收层的吸水性树脂颗粒变更为吸水性树脂颗粒D,除此以外,以与实施例3同样的方式制作比较例11的吸收性物品。

[0134] (比较例12)

将用于上层吸收层以及下层吸收层的吸水性树脂颗粒变更为吸水性树脂颗粒E,除此以外,以与实施例3同样的方式制作比较例12的吸收性物品。

[0135] (实施例6)

将第一片材以及第二片材变更为 $32\text{cm} \times 12\text{cm}$,将热熔粘接剂的量以及条数变更为 0.1g 和11条、将热风无纺布变更为 $30\text{cm} \times 10\text{cm}$ 、将吸水性树脂颗粒A的量变更为上层吸收层 2.3g 、下层吸收层 2.3g ,除此以外,以与实施例3同样的方式制作吸收性物品。吸收性物品中,吸水性树脂颗粒的单位面积重量为上层吸收层 $75\text{g}/\text{m}^2$ 、下层吸收层 $75\text{g}/\text{m}^2$ 。

[0136] (实施例7)

将用于下层吸收层的吸水性树脂颗粒变更为吸水性树脂颗粒D,除此以外,以与实施例6同样的方式制作实施例7的吸收性物品。

[0137] (实施例8)

将用于上层吸收层的吸水性树脂颗粒变更为吸水性树脂颗粒D,除此以外,以与实施例6同样的方式制作实施例8的吸收性物品。

[0138] (比较例13)

将用于上层吸收层以及下层吸收层的吸水性树脂颗粒变更为吸水性树脂颗粒B,除此以外,以与实施例6同样的方式制作比较例13的吸收性物品。

[0139] (比较例14)

将用于上层吸收层以及下层吸收层的吸水性树脂颗粒变更为吸水性树脂颗粒D,除此以外,以与实施例6同样的方式制作比较例14的吸收性物品。

[0140] (实施例9)

将第一片材以及第二片材的无纺布变更为纺粘无纺布,除此以外,以与实施例1同样的方式制作实施例9的吸收性物品。

[0141] (比较例15)

将吸水性树脂颗粒变更为吸水性树脂颗粒B,除此以外,以与实施例9同样的方式制作比较例15的吸收性物品。

[0142] (比较例16)

将吸水性树脂颗粒变更为吸水性树脂颗粒D,除此以外,以与实施例9同样的方式制作比较例16的吸收性物品。

[0143] (实施例10)

将第一片材以及第二片材的无纺布变更为水刺无纺布,除此以外,以与实施例1同样的方式制作实施例10的吸收性物品。

[0144] (比较例17)

将吸水性树脂颗粒变更为吸水性树脂颗粒B,除此以外,以与实施例10同样的方式制作比较例17的吸收性物品。

[0145] (比较例18)

将吸水性树脂颗粒变更为吸水性树脂颗粒D,除此以外,以与实施例10同样的方式制作比较例18的吸收性物品。

[0146] 对使用了吸水片的吸收性物品进行以下的评价。将结果示于表2~6。

[0147] [表1]

表 1	吸水性树脂颗粒	生理盐水保水量 (g/g)	载荷下的吸水量 (mL/g)	无加压 DW (mL/g)	中值粒径 (μm)
制造例 1	A	49	16	51	334
制造例 2	B	35	25	55	382
制造例 3	C	50	12	60	382
制造例 4	D	49	18	36	348
制造例 5	E	48	9	41	385

[0148] [表2]

表 2	吸水性树脂颗粒	吸收性物品的尺寸 (cm^2)	吸水性树脂颗粒的 单位面积重量 (g/m^2)	泄漏试验	
				吸收量 (g)	吸收率 (%)
实施例 1	A	42×14	300	550	98
比较例 1	B			461	82
比较例 2	C			515	92
比较例 3	D			494	88
比较例 4	E			452	81

[0149] [表3]

表 3	吸水性树脂颗粒	吸收性物品的尺寸 (cm ²)	吸水性树脂颗粒的 单位面积重量 (g/m ²)	泄漏试验	
				吸收量 (g)	吸收率 (%)
实施例 2	A	32×12	150	195	93
比较例 5	B			169	80
比较例 6	C			182	87
比较例 7	D			180	86
比较例 8	E			136	65

[0150] [表4]

表 4	吸水性树脂颗粒		吸收性物品的 尺寸 (cm ²)	吸水性树脂颗粒 的单位面积重量 上层/下层 (g/m ²)	泄漏试验	
	上层	下层			吸收量 (g)	吸收率 (%)
实施例 3	A	A	42×14	150/150	489	87
实施例 4	A	D			483	86
实施例 5	D	A			487	87
比较例 9	B	B			376	67
比较例 10	C	C			452	81
比较例 11	D	D			463	83
比较例 12	E	E			434	77

[0151] [表5]

表 5	吸水性树脂颗粒		吸收性物品 的尺寸 (cm ²)	吸水性树脂颗粒 的单位面积重量 上层/下层 (g/m ²)	泄漏试验	
	上层	下层			吸收量 (g)	吸收率 (%)
实施例 6	A	A	32×12	75/75	186	89
实施例 7	A	D			178	85
实施例 8	D	A			178	85
比较例 13	B	B			148	71
比较例 14	D	D			170	81

[0152] [表6]

表 6	吸水性 树脂颗 粒	吸收性物 品的尺寸 (cm ²)	吸水性树脂颗 粒的单位面积 重量 (g/m ²)	第一片材以 及第二片材 的无纺布	泄漏试验	
					吸收量 (g)	吸收率 (%)
实施例 9	A	42×14	300	纺粘无纺布	491	88
比较例 15	B				407	73
比较例 16	D				430	77
实施例 10	A			水刺无纺布	540	97
比较例 17	B				452	81
比较例 18	D				466	83

由表1至表6的结果可知,根据本发明,能够提供能够抑制泄漏的发生的吸水片及使用了吸水片的吸收性物品。需要说明的是,在制造具备本发明的构成的吸收体以及吸收性物品的情况下,即使减少吸水性树脂的使用量,也能够期待提供各种性能相同的吸收体以及吸收性物品,存在能够削减制造方面的成本的可能性。

附图标记说明

- [0153]
- 1 滴定管部
 - 3 夹具
 - 5 导管
 - 10 吸收体
 - 10a 吸水性树脂颗粒
 - 10b 亲水性纤维
 - 11 架台
 - 13 测定台
 - 13a 贯通孔
 - 15 尼龙网片
 - 20 芯包材
 - 21 滴定管
 - 22 旋塞
 - 23 橡胶塞
 - 24 旋塞
 - 25 空气导入管
 - 30 表面片材
 - 31 背面片材
 - 40 支撑板
 - 41 架台
 - 42 滴液漏斗
 - 43 天平
 - 44 金属制托盘
 - 50 盐水
 - 51 试验液
 - 61 滴定管部
 - 61a 滴定管
 - 61b 橡胶栓
 - 61c 旋塞
 - 61d 空气导入管
 - 61e 旋塞
 - 62 导管
 - 63 测定台
 - 64 测定部
 - 64a 圆筒
 - 64b 尼龙网
 - 64c 重物
 - 100 吸收性物品

S_0 水平面

S_1 倾斜面

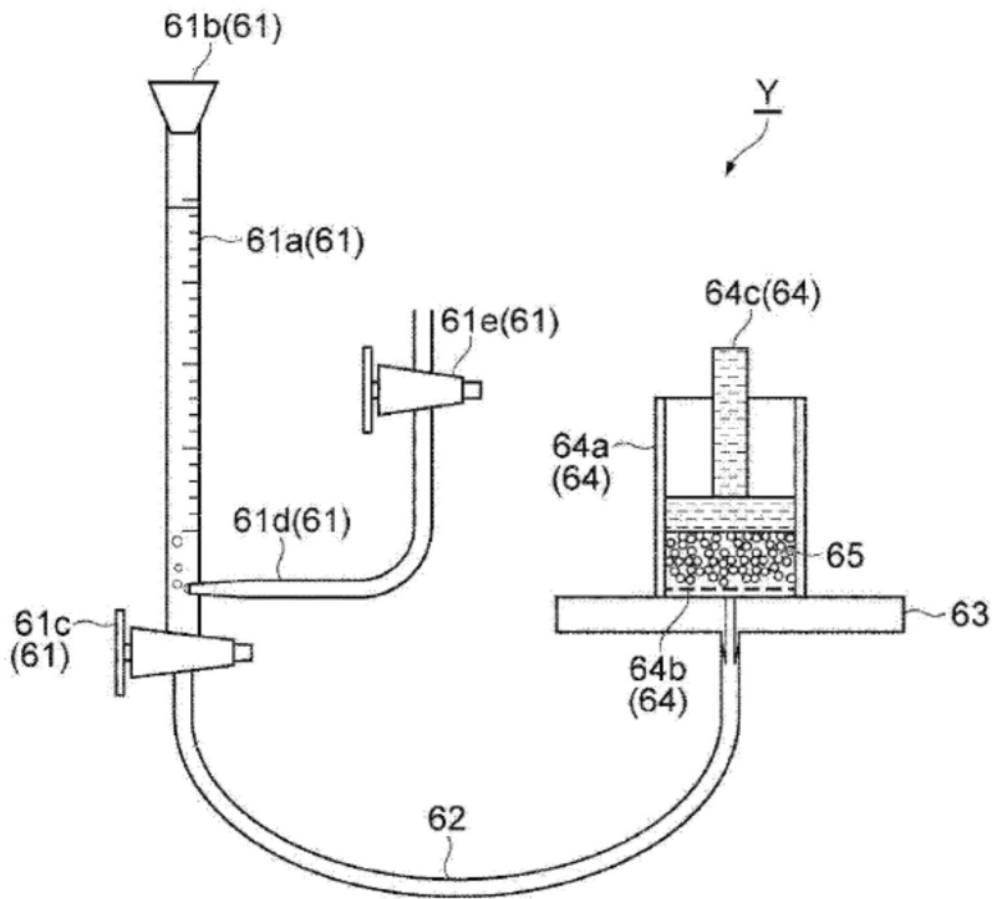


图1

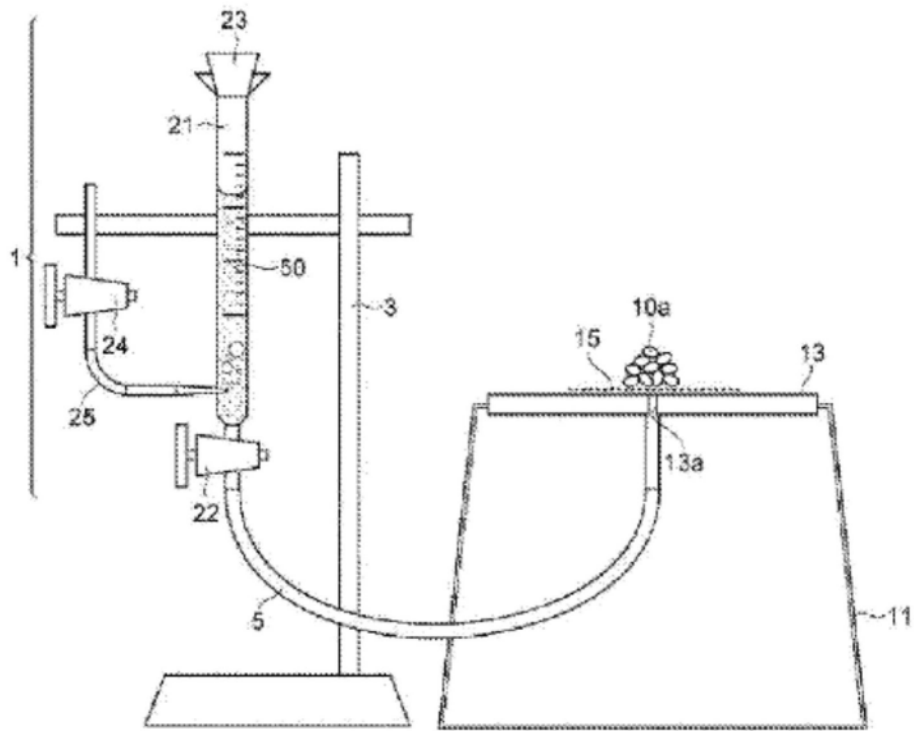


图2

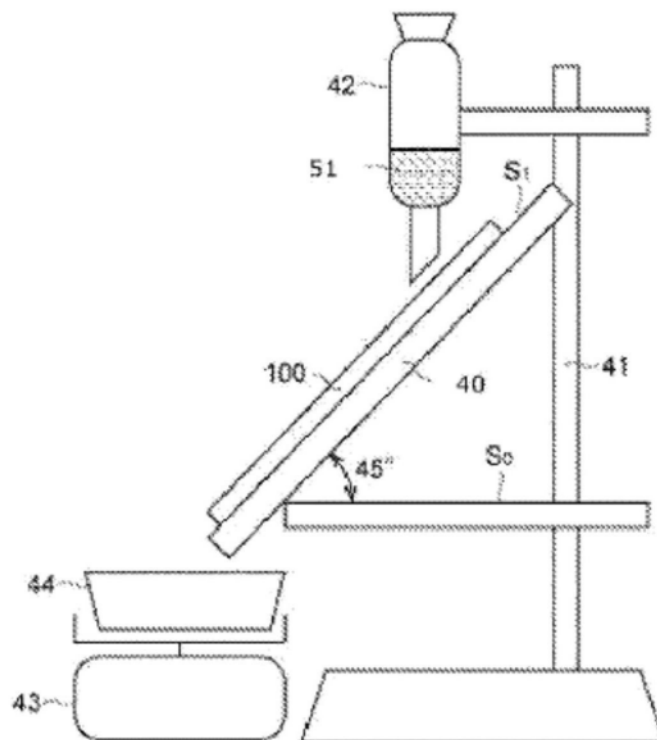


图3