

(19)



SUOMI - FINLAND

(FI)

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS
PATENT- OCH REGISTERSTYRELSEN
FINNISH PATENT AND REGISTRATION OFFICE

(10) **FI 956338 A7**

(12) **JULKISEKSI TULLUT PATENTTIHAKEMUS
PATENTANSÖKAN SOM BLIVIT OFFENTLIG
PATENT APPLICATION MADE AVAILABLE TO THE
PUBLIC**

(21) Patentihakemus - Patentansökan - Patent application **956338**

(51) Kansainvälinen patenttiluokitus - Internationell patentklassifikation -
International patent classification
A61F 13/15
A61F 13/20

(22) Tekemispäivä - Ingivningsdag - Filing date **27.06.1994**

(23) Saapumispäivä - Ankomstdag - Reception date **29.12.1995**

(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig - Available to the public **28.02.1996**

(43) Julkaisupäivä - Publiceringsdag - Publication date **13.06.2019**

(86) Kansainvälinen hakemus - **27.06.1994 PCT/US1994/007203**
Internationell ansökan - International
application

(32) (33) (31) Etuoikeus - Prioritet - Priority

30.06.1993 EP 93305150 01.12.1993 EP 93309614

(71) Hakija - Sökande - Applicant

1 • The Procter & Gamble Company, One Procter & Gamble Plaza, Cincinnati, OH 45202, AMERIKAN YHDYSVALLAT, (US)

(72) Keksijä - Uppfinnare - Inventor

1 • Bewick-Sonntag, Christopher Phillip, Germany, SAKSA, (DE)

2 • Plischke, Manfred, Germany, SAKSA, (DE)

3 • Schmidt, Mattias, Germany, SAKSA, (DE)

(74) Asiamies - Ombud - Agent

Kolster Oy Ab, Salmisaarenaukio 1, 00180 Helsinki

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning - Title of the invention

Absorboivia tuotteita

Absorberande produkter

Absorboivia tuotteita

Keksinnön ala

Tämä keksintö koskee absorbenttikokonaisuuksia, jotka käsittävät kuitumateriaalia ja superabsorbenttimateriaalia, joiden avulla absorbenttikokonaisuudet pystyvät käsittelemään suhteellisen suuria määriä purkautuneita elimistön nesteitä, samoin kuin absorbenttituotteita, jotka sisältävät mainitunlaisia kokonaisuuksia, esimerkiksi kertakäyttövaippoja, inkontinenssituotteita ja harjoitteluhousuja.

Keksinnön tausta

Tällaiset absorbenttituotteet käsittävät yleensä nestettä läpäisevän pintakerroksen, joka sijoitetaan lähemmäksi käyttäjän kehoa, nestettä läpäisemättömän taustakerroksen, joka sijoitetaan kauemmaksi käyttäjän kehosta ja lähemmäksi käyttäjän vaatetusta, ja absorbenttiytimen tai muun kokonaisuuden, joka on nestettä läpäisevän pintakerroksen ja nestettä läpäisemättömän taustakerroksen välissä.

Vakiintunut käsitys on, että tuotteen rakenteen, ja erityisesti absorbenttikokonaisuuden rakenteen, tulisi mielellään olla sellainen, että tuote pystyy nopeasti ottamaan vastaan ja jakauttamaan suhteellisen suuria tilavuuksia pintakerrokselle ensin purkautuneita elimistön nesteitä ja varastoimaan mainitunlaisia purkauksia. On myös toivottavaa, että absorbenttikokonaisuus ei vapauta varastoimaansa nestettä paineen alaisena tai varastointiajan ollessa pitkä. Absorbenttikokonaisuuden tulisi olla esimerkiksi sellainen, että se minimoi pintakerroksen kastumisen uudelleen kokonaisuuteen varastoidulla nesteellä.

Jotta edistetään nestepurkausten jakautumista kaikkialle kokonaisuuteen, on toivottavaa konstruoida kokonaisuus siten, että purkaukset tulevat kuljetetuiksi pois al-

kuperäiseltä tuloalueelta sekä sivusuunnassa (xy-tasossa) että pystysuunnassa (z-suunnassa).

On tunnettua, että erilaiset kuitu- ja muut materiaalit edistävät erilaisia toimintakykyominaisuuksia. On
 5 esimerkiksi tunnettua, että suhteellisen pienitiheyksinen jäykkä ja/tai hydrofobinen kuiturakenne voi toimia käyttökelpoisena ylempänä vastaanottokerroksena nestepurkausten ottamiseksi vastaan ja jakauttamiseksi nopeasti, mutta mainitunlaisella materiaalilla voi olla riittämättömät va-
 10 rastointiominaisuudet.

On tunnettua, että absorbenttikokonaisuuksiin voidaan sisällyttää superabsorbenttimateriaalia (jota kutsutaan usein vaihtoehtoisesti geelin muodostavaksi polymeerimateriaaliksi, hydrogeelin muodostavaksi materiaaliksi
 15 tai superabsorbenttipolymeeriksi) varastointikapasiteetin suurentamiseksi merkittävästi. On kuitenkin myös tunnettua, että geelitukkeutumiseksi kutsutulla ilmiöllä saattaa olla taipumus liittyä merkittävien superabsorbenttimateriaalimäärien käyttöön. Geelitukkeutumista tapahtuu, kun
 20 superabsorbenttimateriaali turpoaa sillä tavalla, että absorbenttirakenteeseen tuodun nesteen tunkeutumisnopeus pienenee merkittävästi. Tämä voidaan minimoida asianmukaisilla menetelmillä superabsorbenttimateriaalin sisällyttämiseksi kuitumatriksiin (kuten kuvataan esimerkiksi US-
 25 patenttijulkaisussa 4 610 678, joka on julkaistu Weismanin ja Goldmanin nimissä 9. syyskuuta 1986), ja myös viime vuosina saatavana olleiden superabsorbenttimateriaalien parantunut laatu on vähentänyt tätä ongelmaa. Se voi silti olla vielä merkittävä ongelma, erityisesti haluttaessa
 30 sisällyttää suuri superabsorbenttimateriaalitiheys pieneen tilavuuteen, ts. kokonaan tai pääasiassa superabsorbenttimateriaalista koostuvaksi kerrokseksi.

On toivottavaa konstruoida absorbenttikokonaisuus siten, että sillä on suuri absorptiokapasiteetti tilavuus-
 35 yksikköä kohden, ja erityisesti siten, että sillä on hyvät

absorbointiominaisuudet huolimatta siitä, että se on suhteellisen ohut.

5 Kirjallisuudessa on esitetty lukuisia optimaalisten ominaisuuksien aikaansaantiin tähtääviä ehdotuksia sellaisten monikerroksisten absorbenttikokonaisuuksien valmistamiseksi, joissa hyödynnetään kuitujen ja superabsorbenttimateriaalien erilaisia yhdistelmiä.

10 Julkaisussa WO91/11 163 kuvataan esimerkiksi absorbenttikokonaisuutta, joka käsittää muun muassa määrätyn tyyppisen ylemmän nesteenvastaanotto- ja -jakautuskerroksen ja alemman superabsorbenttimateriaalia sisältävän kerroksen. Lisäksi monesti on ehdotettu vähintään kahden superabsorbenttimateriaalia sisältävän kerroksen sisällyttämistä. Joissakin tapauksessa kummassakin kerroksessa käytetään samaa materiaalia, mutta joissakin tapauksessa ehdotetaan erilaisia superabsorbenttimateriaaleja. US-patenttijulkaisussa 4 338 371, joka on julkaistu 6. heinäkuuta 1982 Dawnin nimissä, ehdotetaan absorbenttikokonaisuutta, joka käsittää muun muassa ylemmän kapillaari-imu-
20 kerroksen, kuitukerroksen, kerroksen akryylikarboksylaattisuperabsorbenttipolymeeriä ja alemman (käyttäjän kehoon nähden kauemman) kerroksen, joka käsittää hydrolysoidusta tärkkelyksestä ja akryylinitriilistä koostuvaa superabsorbenttioksaaspolymeeriä. Sanotaan, että alemman superabsorbenttimateriaalikerroksen pitäisi geeliytyä nopeammin kuin ylempi kerros ja että ylemmän kerroksen pitäisi geeliytyä hitaammin ja absorboida enemmän nestettä kuin alempi kerros.

30 Julkaisussa EP-B 401 189 ehdotetaan, että vähintään kahteen kerrokseen tulisi olla sijoitettuna keskenään erilaisia superabsorbentteja, jolloin toisella absorbenteista on suuri immunopeus ja toisella hyvä nesteenpidätyskyky paineen alaisena. Suositellaan, että nopeasti imevä superabsorbentti tulisi sijoittaa alempaan kerrokseen (kauemmas
35 käyttäjän kehosta).

Julkaisussa WO92/11 831 kuvataan monikerroksista absorbenttituotetta, joka voi sisältää vähintään yhden vastaanotto/jakautuskerroksen ja kunkin mainitunlaisen kerroksen alla superabsorbenttimateriaalia käsittävän kerroksen. Kullekin kerroksista on tunnusmerkillistä, että superabsorbenttimateriaalilla on suuri imunopeus. Tässä julkaisussa myönnetään, että useiden mainitunlaisten kerrosten käyttö voi estää elimistön nesteiden kulkua koko absorbenttikokonaisuuden läpi, koska mainitunlaista superabsorbenttimateriaalia sisältävällä kerroksella on taipumus estää nesteen virtausta. Julkaisussa WO92/11 831 ehdotetaan erityisten teiden aikaansaantia virtauksen mahdollistamiseksi mainitunlaisesta esteestä huolimatta.

Kaupallisesti on saatavana monia erilaisia superabsorbenttimateriaaleja, ja niitä on ja on ollut tarjolla monien erilailaisten tarpeiden täyttämiseksi. Saatavana on esimerkiksi erilaisia materiaaleja, joilla on esimerkiksi suuri tai pieni imunopeus, suuri tai pieni geelin lujuus, suuri tai pieni absorptio painetta vastaan jne.

Huolimatta monista erilaisista ehdotetuista superabsorbentti- ja kuitumateriaaleista ja niiden yhdistelmistä on edelleen olemassa tarve pyrkiä parantamaan sellaisten absorbenttikokonaisuuksien rakennetta, jotka on tarkoitettu sisällytettäväksi esimerkiksi vaippoihin toimintakyvyn optimoimiseksi erityisesti toivotun tavoitteen suhteen, joka on absorbenttikokonaisuuden paksuuden minimointi ja samalla vastaanotto-, varastointi- ja pidättymistulosten maksimointi takaisinkastumisen ollessa mahdollisimman vähäistä käytön aikana.

Päämääränämme on ollut saada aikaan uusia absorbenttikokonaisuuksia, joilla voitetaan olemassa olevien absorbenttikokonaisuuksien erilaiset epäkohdat ja jotka erityisesti mahdollistavat erityisen hyvien absorptio-ominaisuuksien saavuttamisen ja ovat helppoja valmistaa tavanomaisin menetelmin.

Keksinnön yhteenveto

- Tämä keksintö tarjoaa käyttöön absorbenttikokonaisuuden, joka käsittää järjestyksessä yläpinnalta (ts. käyttäjän kehoa vasten tulevalta pinnalta) lukien
- 5 ylemmän kokoonpanon, joka käsittää vastaanottokerroksen, joka on superabsorbenttimateriaalia oleellisesti sisältämätön, ja
- superabsorbenttikerroksen, joka koostuu pääasiassa ensimmäisestä superabsorbenttimateriaalista ja jonka geelikerroksen läpäisevyysarvo (GLP; Gel Layer Permeability)
- 10 on vähintään noin $4 \cdot 10^{-7}$ cm³s/g, yleensä vähintään noin $6 \cdot 10^{-7}$ cm³s/g, edullisesti vähintään noin $9 \cdot 10^{-7}$ cm³s/g ja edullisimmin vähintään noin $15 \cdot 10^{-7}$ cm³s/g ja jota on läsnä vähintään noin 20 g/m², ja
- 15 alemman kokoonpanon, joka sisältää toista superabsorbenttimateriaalia, jonka absorptio painetta vastaan (Absorption Against Pressure) on vähintään 15 g/g (edullisesti vähintään 20 g/g) paineen ollessa 50 g/cm², ja joka käsittää
- 20 ylemmän kerroksen, jossa on huokostilaa nestepurkausten (esimerkiksi virtsan tai kuukautisnesteen) varastointia ja uudelleenjakauttamista varten, ja
- alemmän kerroksen, joka sisältää toista superabsorbenttimateriaalia, jolloin vähintään 70 paino-% toisen
- 25 superabsorbenttimateriaalin kokonaismäärästä, joka on ylemmässä ja alemmassa kerroksessa, on ylemmän ja alemman kerroksen yhteispaksuuden alemmassa puoliskossa.
- Keksinnön yhden tärkeän puolen mukaisesti ensimmäinen ja toinen superabsorbenttimateriaali ovat samaa materiaalia. Tämä helpottaa valmistusta ja voi antaa tulokseksi hyvän toimintakyvyn.
- 30 Keksinnön yhden toisen tärkeän puolen mukaisesti ensimmäinen ja toinen superabsorbenttimateriaali ovat eri materiaaleja, joilla on erilaiset ominaisuudet, ja erityi-

sesti toinen superabsorbenttimateriaali turpoaa edullisesti nopeammin kuin ensimmäinen materiaali.

Keksinnön piiriin kuulu myös absorbenttituotteita, jotka käsittävät, tässä järjestyksessä, nestettä läpäisevän pintakerroksen, edellä määritellyn kaltaisen absorbenttikokonaisuuden sijoitettuna siten, että ylempi vastaanottokerros suuntautuu kohden pintakerrosta, ja nestettä läpäisemättömän taustakerroksen. Keksinnön mukaisiin edullisiin absorbenttituotteisiin kuuluvat kertakäyttövai-
 10 pat, inkontinenssituotteet ja harjoitteluhousut.

Piirustusten lyhyt kuvaus

Kuvio 1a esittää kaaviomaisesti ylhäältäpäin katsottuna yhtä tämän keksinnön mukaista absorbenttituote-esimerkkiä.

15 Kuvio 1b on kaaviomainen poikkileikkauskuva, joka esittää tuotteen kerrosrakennetta poikittaissuunnassa.

Kuvio 1c on kaaviomainen poikkileikkauskuva tuotteesta pitkittäissuunnassa.

20 Kuvio 2 on sivukuva ilmakerrostuskoneesta tyynyn valmistamiseksi, jota käytetään näytetyynyjen valmistukseen märkäkokoonturistuvuus- (Wet Compressibility) ja vuotokapasiteetti (Drip Capacity) -testejä varten.

Kuvio 3 on suurennos osasta kuviota 2.

25 Kuvio 4 on poikkileikkauskuva nesteenvastaaotto-testissä (Fluid Acquisition Test) käytetystä laitteesta.

Kuvio 5 on sivukuva, joka esittää osittain halki leikattua laitetta, jota käytettiin X,Y-tarveabsorptiokykytestissä (X,Y-Demand Absorbency Test).

Kuvio 6 on suurennos osasta kuviota 4.

30 Kuvio 7 on poikkileikkauskuva nesteestä, joka virtaa X-Y-tasossa keksinnön mukaisessa absorbenttiytimessä.

Kuvio 8 on sivukuva laitteesta, jota käytettiin geelikerroksen läpäisevyydestä testissä (Gel Layer Permeability Test).

35 Kuviot 2 - 8 liittyvät jäljempänä kuvattaviin testausmenetelmiin.

Viitaten kuvioihin 1a, b ja c, esimerkkituote 1 on vaippa tai muu absorbenttituote, joka käsittää pintakerroksen 2 (joka on kosketuksessa käyttäjän kehon kanssa), taustakerroksen 9 ja keksinnön mukaisen uudenlaisen absorbenttiytimen pintakerroksen ja taustakerroksen välissä.

Ydin käsittää ylemmän vastaanotto/jakautuskerroksen 3, ensimmäistä superabsorbenttimateriaalia olevan superabsorbenttikerroksen 5, jonka erottaa vastaanottokerroksesta 3 pehmopaperikerros 4, jossa on kaksi laskosta suunnassa Z, ylemmän kuitukerroksen 6 ja alemman, toista superabsorbenttimateriaalia käsittävän kerroksen 7 ja pehmopaperikerroksen 8. Kerrokset 6 ja 7 voivat olla erillisiä kerroksia, kuten kaaviossa esitetään, tai ne voivat sulautua yhdeksi kerrokseksi ja toimivat varastointi- ja uudelleenjakautuskokoonpanona. Kuten piirustuksista ilmennee, kerrosten ei välttämättä tarvitse olla pinta-alaltaan yhtä suuria.

Keksinnön edullisten suoritusmuotojen yksityiskoh- tainen kuvaus

Ajatellaan, että keksinnön yhteydessä määritelty materiaalien ja kerrosten yhdistelmä saa aikaan materiaalien toiminnallisten piirteiden käyttökelpoisen optimoinnin. Erityisesti sen ajatellaan mahdollistavan superabsorbenttimateriaalin kyllästymisen ensin ytimen sillä alueella, joka on kauimpana käyttäjän kehosta, ja sitten asteittain lähempänä käyttäjän kehoa, kunnes on saavutettu ytimen maksimikapasiteetti. Tämä saavutetaan keksinnön mukaisesti ylemmällä kokoonpanolla tai rakenteella, joka toimii aluksi vastaanotto/jakautusrakenteena ja on elimistöstä tulevia purkauksia suhteellisen hyvin läpäisevä. Purkaukset kulkevat siksi suhteellisen nopeasti ensimmäisen superabsorbenttikerroksen läpi ja alempaan kokoonpanoon, joka toimii varastointi- ja uudelleenjakautuskokoonpanona, johon neste voidaan varastoida. Järjestämällä toinen superabsorbenttimateriaali ensisijaisesti alemman kokoonpa-

non alempaan osaa, niin että superabsorbenttimateriaalipitoisuus on alempi tai nolla ylemmässä osassa, muodostetaan alempaan kokoonpanoon huokostilaa, joka voi lisätä tämän kokoonpanon varastointikapasiteettia. Käyttämällä toista
 5 superabsorbenttimateriaalia, jolla on määriteltä absorptio painetta vastaan -arvo, saavutetaan hyvä varastointipidätys.

Toiseen superabsorbenttimateriaaliin riittämättömästi absorboituva neste voidaan sitten absorboida ensimmäiseen superabsorbenttimateriaaliin. Sen sijoittamisesta vastaanotto/varastointikerroksen alla olevaksi kerrokseksi on etuna, että ensimmäinen superabsorbenttimateriaali toimii vastaanottokerrosta kuivaavalla tavalla uudelleenkas-
 10 tumisominauksien optimoimiseksi ja ihon kuivana pysymisen parantamiseksi.

Toivottujen toimintaominaisuuksien saavuttamiseksi on välttämätöntä valita ytimen erilaisten materiaalin samoin kuin niiden määrien sopivia yhdistelmiä. Seuraavassa kuvataan sopivia materiaaleja, ja tekemällä niistä valmis-
 20 tetuille asianomaisille testattaville tuotteille määritellyt testit ja muuntamalla tuotteita tarvittaessa, niin että saavutetaan vaadittavat testitulokset, voidaan saavuttaa keksinnön mukaisia ytimiä.

Edellä kuvattujen nesteenkäsittelyetujen saavuttamiseksi tulisi ensimmäisen kokoonpanon esimerkiksi olla riittävän avoin eli läpäisevä suhteessa toiseen rakenteeseen, jotta mahdollistetaan elimistöstä tulevien purkausten nopea kulku ensimmäisen rakenteen läpi toiseen rakenteeseen. Ensimmäinen rakenne ei kuitenkaan saisi olla
 25 liian avoin, koska se johtaisi toisessa rakenteessa olevan superabsorbenttimateriaalin suurempaan geelitukkeutumisvaaraan ja siten absorptiokapasiteetin alikäyttöön tässä rakenteessa. Tulisi löytää tasapaino.

Ylempi kokoonpano

35 Tämä käsittää vastaanottokerroksen ja kerroksen ensimmäistä superabsorbenttia.

Vastaanottokerros on absorbenttiytimen tai muun kokonaisuuden (mahdollisesti läsnä olevam pehmopaperi tai pintakerros pois luettuna) ylempi toiminnallinen kerros. Se on yleensä superabsorbenttimateriaalia oleellisesti sisältämätön. Jos siihen sisällytetään superabsorbenttimateriaalia, tulisi määrä pitää hyvin pienenä (esimerkiksi kuten julkaisussa WO91/11 163 kuvataan), mutta kerros on edullisesti superabsorbenttimateriaalia täysin sisältämätön ainakin ylemmän puoliskonsa osalta, ja yleisesti ottaen lähes koko tai koko paksuudeltaan. Kerros voi olla solumateriaalia tai muuta sopivaa huokoista tai kapillaarista materiaalia, mutta tavallisesti se muodostetaan ensimmäisestä kuitumateriaalista.

Tämän ylemmän kerroksen sopivia materiaaleja ja ominaisuuksia sekä menetelmiä sen valmistamiseksi kuvataan julkaisussa WO91/11 163.

Tämän ylemmän kerroksen märkäkokoontuuvuus on edullisesti vähintään noin $5 \text{ cm}^3/\text{g}$ ja vuotokapasiteetti vähintään 10 g/g . Kuitumateriaali, jolla on tämä määriteltä märkäkokoontuuvuus ja tämä määriteltä vuotokapasiteetti, säilyttää avoimuutensa eli huokostilavuutensa tullessaan esimerkiksi virtsan kastelemaksi. Mainitunlaisen pysyvästi avoimen, vuotokapasiteetiltaan suuren kuiturakenteen sijoittaminen ytimeen merkitsee, että ydin ei pelkästään ota nopeasti vastaan elimistöstä tulevia purkauksia, kuten virtsaa, vaan kerroksella on myös kyky siirtää suhteellisen nopeasti nämä purkaukset alla olevaan ensimmäisestä hiukkasmaisesta superabsorbenttimateriaalista koostuvaan rakenteeseen.

Ensimmäinen kuitumateriaali voi olla mikä tahansa materiaali, jolla on sopiva kuormituskestävyys märkänä, ts. kyky säilyttää tyydyttävä huokostilavuus mainitunlaisissa olosuhteissa; tämä kyky määritellään tässä märkäkokoontuuvuudeksi, joka mitataan jäljempänä kuvattavalla märkäkokoontuuvuustestillä.

Ensimmäisen kuitumateriaalin "märkäkokoonpuristuvuus" ("Wet Compressibility") eli huokostilavuus grammaa kohden kasteltua kuitumateriaalia kuormituksen 77,5 g/cm² (1,1 psi) alaisena on edullisesti vähintään 5 cm³/g, edullisesti vähintään 6 cm³/g ja edullisimmin vähintään 6,5 cm³/g, esimerkiksi 8 tai jopa 10 cm³/g tai suurempi.

Ensimmäisen kuitumateriaalin "vuotokapasiteetti" ("Drip Capacity") on edullisesti vähintään 10 ml/g, edullisesti vähintään 15 ml/g ja edullisimmin vähintään 20 ml/g, esimerkiksi 25 ml/g tai jopa 30 ml/g. "Vuotokapasiteetilla" mitataan kuitumatriisin kykyä ottaa vastaan synteettistä virtsaa kuormituskohdassa, siirtää se pois kyseisestä kohdasta ja pitää se sitten matriisin sisällä. "Vuotokapasiteetti" mitataan jäljempänä kuvattavalla vuotokapasiteettitestillä.

Sopiva ensimmäinen kuitumateriaali voi käsittää kemiallisesti jäykistettyjä selluloosakuituja, yleensä 50 - 100 paino-% ensimmäisestä kuitumateriaalista, ja 0 - 50 paino-% muita kuituja, kuten jäykistämättömiä selluloosakuituja ja synteettisiä kuituja. Edullisia kemiallisesti jäykistettyjä selluloosakuituja ovat jäykistetyt, kierteiset, kiharretut selluloosakuidut, joita voidaan valmistaa silloittamalla selluloosakuituja sisäisesti silloitteella. Tässä kuvattavien absorbenttirakenteiden hydrofiilisenä kuitumateriaalina käyttökelpoisten jäykistettyjen, kierreteisten, kiharrettujen selluloosakuitujen tyyppejä kuvataan yksityiskohtaisemmin seuraavissa patenttijulkaisuissa: US-patenttijulkaisu 4 822 453, jonka otsikko on Absorbent Structure Containing Individualised Cross-linked Fibres, joka on julkaistu Deanin et al. nimissä 18. huhtikuuta 1989; US-patenttijulkaisu 4 888 093, jonka otsikko on Individualised, Cross-linked Fibres And Process For Making Said Fibres, joka on julkaistu Deanin et al. nimissä 19. joulukuuta 1989; US-patenttijulkaisu 4 889 595, jonka otsikko on Process For Making Individualised, Cross-

linked Fibres Having Reduced Residuals And Fibres Thereof, joka on julkaistu Herronin et al. nimissä 26. joulukuuta 1989; US-patenttijulkaisu 4 889 596, jonka otsikko on Process for Making Individualised, Cross-linked Fibres and
 5 Thereof, joka on julkaistu Schoggenin et al. nimissä 26. joulukuuta 1989; US-patenttijulkaisu 4 889 596, jonka otsikko on Process for Making Wet-Laid Structures Containing Individualised Stiffened Fibres, joka on julkaistu Bourbo-
 10 nin et al. nimissä 26. joulukuuta 1989, ja US-patenttijulkaisu 4 898 642, jonka otsikko on Twisted Chemically Stiffened Cellulosic Fibres And Absorbent Structures Made Therefrom, Mooren et al. nimissä 5. helmikuuta 1990.

Jäykistettyjen selluloosakuitujen käytön sijasta on myös mahdollista muodostaa kerros synteettisistä polymeerikuiduista, tavallisesti synteettisten ja luonnonkuitujen seoksista. Soveltuvia kuituja ovat polyeteeni-, polypropeeni-, viskoosi- ja raionkuidut ja näistä materiaaleista koostuvat kaksikomponenttikuidut seoksina puumassakuitujen (airfelt), selluloosakuitujen, muunnettujen selluloosakuitujen (kuten edellä) tai muiden luonnonkuitujen kanssa. Mainitunlainen seos sisältää tyypillisesti vähintään noin 10 % synteettisiä kuituja, edullisesti vähintään noin 10 % synteettisiä kuituja.

Ensimmäinen kuitumateriaalikerros muodostetaan yleensä ilmakerrostamalla haluttuja kuituja absorbenttitytimen valmistuksen aikana tai ennen sitä, mutta haluttaessa voidaan käyttää ennalta muodostettua kuitukangasmateriaalia tai märkä- tai ilmakerrostettua tai muuta kuitumateriaalia.

Pääasiassa ensimmäisestä superabsorbenttimateriaalista koostuva superabsorbenttikerros voidaan muodostaa vastaanottokerroksen alaosaan, mutta se on edullisesti erillinen kerros ja se voidaan erottaa vastaanottokerroksesta pehmopaperi- tai muulla kerroksella, joka toimii
 35 superabsorbenttimateriaalin paikallaan pitävänä sulkuna.

On tärkeää, että tämä pääasiassa ensimmäisestä superabsorbenttimateriaalista koostuva kerros päästää virtsan, kuukautisnesteet tai muut elimistöstä purkautuvat nesteet, jotka ensimmäinen kuitukerros ottaa vastaan ja jakauttaa nopeasti, kulkemaan nopeasti läpi ja jakautumaan ensimmäisen superabsorbenttimateriaalikerroksen toiselle puolelle ilman tämän kerroksen aiheuttamaa merkittävää estettä.

Ensimmäisen superabsorbenttimateriaalin määrän tulisi olla riittävä saamaan aikaan vähintään suurin piirtein koko pinnan peittävä kerros superabsorbenttimateriaalia turvonneena käytössä virtsan absorption vuoksi. Superabsorbenttimateriaali on tavallisesti hiukkasmaisessa muodossa ja sitä täytyy tavallisesti olla läsnä vähintään noin 20 g/m², jotta se muodostaisi suurin piirtein koko pinnan peittävän kerroksen. Määrä on usein vähintään 50 g/m².

Kerros ei yleisesti ottaen saisi olla liian paksu, ja määrä on normaalisti alle 320 g/m², usein alle 200 g/m².

20 Alempi kokoonpano

Alempi kokoonpano toimii varastointi- ja uudelleenjakautuskokoonpanona ja sisältää ylemmän, tavallisesti kuiduista koostuvan kerroksen ja kerroksen toista superabsorbenttimateriaalia.

25 Alemman kokoonpanon ylempi kerros on yleensä kuitukerros, mutta se voidaan muodostaa solumateriaalista tai muusta sopivasta kapillaarisesta tai huokoisesta materiaalista. Se tarjoaa huokostilaa nesteen varastoimiseksi. Tämän kerroksen kuitu- tai muu materiaali voi lisätä ylimääräisen kontrollointivaiheen keksinnön mukaisen absor-

30 benttikokonaisuuden absorptioprofiiliin. Se voi esimerkiksi hidastaa elimistöstä tulevien purkausten läpikulkua, kun ne poistuvat ensimmäisestä superabsorbenttikerroksesta ja ennen kuin ne saavuttavat toisen superabsorbenttikerros-

35 rosmateriaalin. Tämä voi minimoida geelitukkeutumisen ta-

pahtumismahdollisuudet toisessa superabsorbenttimateriaalissa, ja tämä voi olla erityisen hyödyllistä suoritustavoissa, joissa toinen superabsorbentti on absorptiokineetiikaltaan nopeampi ja sillä on siten taipumus olla alttiimpi tälle ilmiölle.

Toinen kuitumateriaali voi käsittää mitä tahansa tavanomaista tyyppiä olevaa kuitumateriaalia. Kuitumateriaali voi olla puumassakuitua, luonnon- ja synteettisten kuitujen seosta, kemiallisesti silloitettua selluloosakuitua tai mitä tahansa muuta tunnettua kuitumateriaalia, jota käytetään yleisesti absorbenttituotteiden absorbenttiytimissä.

Kukin kuitukerros voi lisätä absorbenttiytimen yhtenäisyyttä ja myös pehmeyttä.

Ylempi kerros voi olla superabsorbenttimateriaalia oleellisesti tai täysin sisältämätön, ja se voi siten olla puumassakuitu- tai muu kuitu- tai varastointikerros, joka on muodostettu superabsorbenttimateriaalin poissa ollessa. Alempi kerros voi sitten olla erikseen muodostettu, superabsorbenttimateriaalia käsittävä kerros. Tämä kerros voi olla kuituja sisältävää seosta tai koostua pääasiassa superabsorbenttimateriaalista.

Usein on kuitenkin toivottavaa muodostaa ylempi ja alemmi kerros julkaisussa EP-A 198 683 kuvatulla tavalla, jolloin ylemmän ja alemman kerroksen muodostaa ilmakerrostettu kuitumatriisi ja yli puolet, tavallisesti vähintään 70 paino-%, ylemmässä ja alemmassa kerroksessa olevasta superabsorbenttimateriaalista on ylemmän ja alemman kerroksen paksuussuunnassa alemmassa puoliskossa. Esimerkiksi 70 - 100 paino-%, usein 70 tai 75 - 90 tai 95 paino-% toisesta superabsorbenttimateriaalista on alemmassa 50 %:ssa ylemmän ja alemman kerroksen paksuudesta. Ylemmän ja alemman kerroksen paksuussuunnassa ylemmässä puoliskossa voi olla jokin osa, esimerkiksi 5 - 10 % tai joskus korkeintaan 30 % toisesta superabsorbenttimateriaalista.

Ylempi ja alempi kerros muodostetaan yleensä ilma-kerrostamalla sopivien puumassakuitujen tai muiden hydrofiilisten kuitujen seosta esimerkiksi tavanomaiselle ilma-kerrostussylinterille tai muulle vastaanottopinnalle. Superabsorbenttimateriaalin jakautus paksuussuunnassa ylempään ja alempaan varastointikerrokseen voidaan saada aikaan valitsemalla asianmukaisesti superabsorbenttimateriaalin jakautus kuituvirtaan, joka viedään vastaanottopinnalle, esimerkiksi julkaisussa EP 198 683 kuvatulla tavalla, tai injektoimalla tai jakauttamalla muulla tavalla superabsorbentti ilmakerrostettuun matriisiin sen muodostuessa vastaanottopinnalle.

Ilmakerrostettaessa mainitunlainen matriisi on yleensä toivottavaa muodostaa lisäksi superabsorbenttimateriaalia oleellisesti sisältämätön kuitukerros, joka ilmakerrostetaan yhdessä alemman kerroksen kanssa ja sen alle. Tämän sijasta tai lisäksi tähän asemaan voidaan sijoittaa erikseen muodostettu pehmopaperi tai muuta kuitumateriaalia.

Toisen superabsorbenttimateriaalin määrä on tyypillisesti 30 - 95 paino-%, edullisesti 45 - 75 paino-% yleimmästä ja alemmasta kerroksesta. Sen kokonaismäärä on tyypillisesti alueella 100 - 2 000 g/m².

Superabsorbenttimateriaalit

Sellaisen ensimmäisen superabsorbenttimateriaalin, jota voidaan sisällyttää käyttökelpoisia määriä kyseiseen kerrokseen, yksi sopiva määritelmä on geelikerroksen läpäisevyysarvo (GLP; Gel Layer Permeability value), joka mitataan jäljempänä testausmenetelmien yhteydessä kuvattavalla GLP-testillä. Ensimmäisen superabsorbenttimateriaalin GLP-arvon tulisi olla vähintään $6 \cdot 10^{-7}$ cm³s/g, edullisesti vähintään $9 \cdot 10^{-7}$ cm³s/g, esimerkiksi yli $15 \cdot 10^{-7}$ cm³s/g ja jopa $40 \cdot 10^{-7}$ cm³s/g tai suurempi.

Geelikerroksen läpäisevyydestin (GLP-testin) tarkoituksena on määrittää dispergoitavissa olevasta AGM:stä

muodostetun, synteettisessä Jayco-virtsassa turvotetun geelikerroksen kyky johtaa suolaliuosvirtausta ulkoisen paineen alaisena. Virtauksenjohtokyky toimii mittana turvotetusta AGM:stä muodostetun geelikerroksen kyvylle ottaa
 5 vastaan ja jakauttaa nestettä käytön aikana absorbenttira-
 kenteessa. Geelikerroksen läpäisevyyden mittaamiseen ja suolaliuosvirtauksen johtokyvyn määrittämiseen käytetään Darcyn lakia ja stationaarivirtausmenetelmiä. (Katso esi-
 merkiksi Absorbency, vol. II, toim. P. K. Chatterjee,
 10 Elsevier 1985, s. 42 - 43 ja J. M. Coulson ja J. F. Richardson, Chemical Engineering, vol. II, 3. p., Pergamon Press 1978, s. 125 - 127.)

Läpäisevyysmittauksiin käytettävä geelikerros muo-
 dostetaan turvottamalla AGM:ää synteettisessä Jayco-virt-
 15 sassa 60 min. Muodostetaan geelikerros ja sen virtauksen-
 johtokyky mitataan mäntä-sylinterilaitteessa mekaanisen
 ulkoisen paineen 2,1 kPa (0,3 psi) alaisena. Sylinterin
 pohja on verhottu verkolla (mesh-luku 400) kuivan-turvon-
 neen AGM:n pidättämiseksi ja virtsan absorption ja z-suun-
 20 taisen kuljetuksen mahdollistamiseksi. Virtauksenjohtokyky
 mitataan käyttämällä NaCl-liuosta, jonka konsentraatio on
 0,0118 mol/l. Kun on kyseessä AGM, jonka synteettisen
 Jayco-virtsan vastaanotto ajan funktiona on suurin piir-
 tein tasoittunut, tämän NaCl-konsentraation on havaittu
 25 pitävän geelikerroksen paksuuden suurin piirtein vakiona
 läpäisevyysmittauksen aikana. Joidenkin AGM:ien kohdalla
 voi tapahtua pieniä geelikerroksen paksuuden muutoksia
 AGM:n turpoamisen, AGM:n kutistumisen ja/tai geelikerrok-
 sen huokoisuuden muuttumisen seurauksena. Mittauksen yh-
 30 teydessä käytetään vakiona pidettävää hydrostaattista pai-
 netta $4\,920\text{ dyn/cm}^2$ [5 cm NaCl-liuosta (0,118 mol/l)] gee-
 likerroksen yläpuolella.

Virtausnopeus määritetään mittaamalla geelikerrok-
 sen läpi virtaava liuosmäärä ajan funktiona. Virtausnopeus
 35 voi vaihdella kokeen kestäessä. Virtausnopeuden vaihtelun

syihin kuuluvat geelikerroksen paksuusmuutokset ja huokostiloissa olevan nesteen viskositeetin muutokset, kun huokostiloissa alunperin läsnä oleva neste (joka voi sisältää esimerkiksi liuennutta uuttuvaa polymeeriä) korvautuu NaCl-liuoksella. Jos virtausnopeus on riippuvainen ajasta, käytetään virtauksenjohtokyvyn laskemiseen alkuvirtausnopeutta, joka saadaan tyypillisesti ekstrapolomalla mitatut virtausnopeudet aika-arvoon nolla. Suolaliuosvirtauksen johtokyky lasketaan alkuvirtausnopeudesta, geelikerroksen mitoista ja hydrostaattisesta paineesta. Järjestelmille, joissa virtausnopeus on suurin piirtein vakio, geelikerroksen läpäisevyysskerroin voidaan laskea suolaliuosvirtauksen johtokyvystä ja NaCl-liuoksen viskositeetista.

Yksi toinen tapa määritellä käyttökelpoisia materiaaleja on dynaaminen turpoamisnopeus (Dynamic Swelling Rate). Sopivilla materiaaleilla on suurin piirtein alenematon dynaaminen turpoamisnopeus.

Superabsorbenttimateriaalin dynaamisella turpoamisnopeudella mitataan superabsorbenttimateriaalin turpoamista yhden akselin suunnassa koeputkessa ajan funktiona lisättäessä siihen synteettistä virtsaa. Dynaamisen turpoamisnopeuden mittaamiseen käytettävää testausmenetelmää kuvataan dynaaminen virtausnopeus -testiksi ja sitä kuvataan jäljempänä. Sanonnalla, että turpoamisnopeus on suurin piirtein alenematon, tarkoitamme, että turpoamisnopeuksien suhteellisen poikkeaman tulisi, kuten selvitetään jäljempänä tämän testausmenetelmän kuvauksen yhteydessä, olla alle 50 %, edullisesti alle 25 %, edullisemmin alle 10 % ja edullisimmin korkeintaan 0 %.

Ensimmäisen superabsorbenttimateriaalin absorptio painetta vastaan -arvo on yleisesti ottaen vähintään 15 g/g ja yleensä vähintään 20 g/g paineen ollessa 50 g/cm². Toimintakyky paineen alaisena -arvo on yleisesti ottaen yli 20 g/g ja edullisesti yli 30 g/g.

Toisen superabsorbenttimateriaalin absorptio painetta vastaan -arvon tulisi olla vähintään 15 g/g ja edullisesti vähintään 20 g/g paineen ollessa 50 g/cm² (0,7 psi). Toimintakyky paineen alaisena -arvo on yleisesti
 5 ottaen yli 20 g/g ja edullisesti yli 30 g/g.

Käyttökelpoisia tuloksia voidaan saavuttaa, kun käytetään samaa materiaalia ensimmäisenä ja toisena superabsorbenttimateriaalina, missä tapauksessa ensimmäisen superabsorbenttimateriaalin absorptio painetta vastaan
 10 -arvo on sama kuin toisen materiaalin. Voidaan kuitenkin käyttää eri materiaaleja, ja toimintakyvyn optimoimiseksi joissakin suhteissa ja erityisesti virtsan ja muiden nestepurkausten virtauksen ja absorption kontrolloimiseksi paremmin ytimessä voi olla edullista, että toinen materiaali on absorptiokinetiikaltaan nopeampi kuin ensimmäi-
 15 nen superabsorbenttimateriaali. Tätä mitataan kummankin superabsorbenttimateriaalin dynaamisella turpoamisnopeudella, jolloin ensimmäisen superabsorbenttimateriaalin dynaaminen turpoamisnopeus on edullisesti korkeintaan 2/3,
 20 edullisesti korkeintaan 1/3, toisen superabsorbenttimateriaalin vastaavasta arvosta. Vaihtoehtoinen tapa määritellä tämä ero on sanoa, että toisen superabsorbenttimateriaalin dynaaminen turpoamisnopeus on edullisesti vähintään 1,5 kertaa ja edullisimmin vähintään 3 kertaa ensimmäisen superabsorbenttimateriaalin dynaaminen turpoamisnopeus.
 25

On toivottavaa, että toisen superabsorbenttimateriaalin, erityisesti sen ollessa absorptiokinetiikaltaan nopeampi, dynaaminen turpoamisnopeus on vähintään 0,2 g virtsaa sekunnissa grammaa kohden superabsorbenttimateriaalia [g/(gs)]. Toisen superabsorbenttimateriaalin dynaaminen turpoamisnopeus on edullisesti vähintään 0,3 g/(gs), ja se voi olla esimerkiksi 0,6 tai jopa 1 g/(gs).
 30

Ensimmäisellä ja toisella superabsorbenttimateriaalilla voi olla mikä tahansa sopiva fysikaalinen muoto,
 35

esimerkiksi kuitumainen, kalvomainen tai hiukkasmainen. Edullisia materiaaleja ovat hiukkaset, jotka voivat olla todellisia palloja, rakeita, aggregaatteja, agglomeraatteja tai muodoltaan epäsäännöllisiä hiukkasia, jollaisia syntyy tyypillisesti jauhatuksessa. Ne ovat tyypillisesti hydrogeelin muodostavia polymeerejä, jotka käsittävät akrylaattipolymeeriä tai -kopolymeeriä.

Yksi esimerkki superabsorbenttimateriaaleista, joilla on edellä kuvatut ominaisuudet, on Favor SX (jota myy Chemische Fabrik Stockhausen GmbH, Krefeld, Saksa). On erityisen toivottavaa käyttää ensimmäisenä superabsorbenttimateriaalina Favor SX:ää, tyyppi P, eränumero W51776, jota myy Chemische Fabrik Stockhausen ja jonka GLP-arvo on $9 \cdot 10^{-7} \text{ cm}^3/\text{s/g}$.

Hiukkasmainen superabsorbenttimateriaali voi olla suurin piirtein kokonaan polymeeristä absorboivaa hydrogeelin muodostavaa materiaalia tai käsittää hydrogeelin muodostavan superabsorbenttimateriaalin seoksen jonkin lisäaineen, kuten esimerkiksi jauhemaisen piidioksidin, kanssa.

Ensimmäinen superabsorbenttimateriaali ja joskus toinen superabsorbenttimateriaali sijoitetaan kokonaisuuteen kerroksena, joka koostuu pääasiassa asianomaisesta superabsorbenttimateriaalista. Tällä tarkoitamme, että vähintään 50 paino-% ja usein vähintään 79 tai 80 paino-% kerroksesta on superabsorbenttimateriaalia. Se koostuu edullisesti suurin piirtein pelkästään superabsorbentista, millä tarkoitamme, että superabsorbenttihiukkasten tulisi olla kosketuksessa pääasiassa toistensa kanssa. Tämä superabsorbenttikerros voidaan sitoa tukikerrokseen tai olla muuten sen tukemana. Jakautuminen kerrokseen voi olla yhtenäistä tai vaihtelevaa, esimerkiksi siten, että saadaan jotakin muotoa noudattava malli, joka voi olla kaistoittainen tai jonkin käyrän mukainen kerroksen sisällä; katso esimerkiksi julkaisut EP-A 217 666 ja US-A 4 935 022.

Kerros voi koostua tukikerrokseen, kuten selluloo-
 sapohjaiseen pehmopaperiin tai muuhun kutomattomaan mate-
 riaaliin, yhtenäisesti liitetystä tai siihen dispergoi-
 dusta superabsorbenttimateriaalista. Superabsorbenttimate-
 5 riaali voidaan liittää yhtenäisesti tukikerrokseen sito-
 malla tai mekaanisin keinoin, kuten kohokuvioimalla tai
 kalanteroimalla. Ennalta muodostettu kerros voi vaihtoeh-
 toisesti koostua suurin piirtein kokonaan läpäisevien le-
 vyjen tai kalvomaisten rakenteiden muodossa olevasta su-
 10 perabsorbenttimateriaalista. Mainitunlaisia levyjä tai
 kalvoja voidaan muodostaa superabsorbenttimateriaalin po-
 lymeroinnin aikana tai sitomalla yhteen superabsorbentti-
 materiaalihiukkasia tai -kuituja liimoilla tai muilla so-
 pivilla keinoilla. Esimerkiksi US-patenttijulkaisuissa
 15 5 102 597 ja 5 124 188 kuvataan menetelmiä sidotusta hiuk-
 kasmaisesta superabsorbenttimateriaalista koostuvien levy-
 jen valmistamiseksi.

Yhdessä suoritusmuodossa käytetään samaa superab-
 sorbenttia ensimmäisenä ja toisena superabsorbenttimate-
 20 riaalina. Niinpä kummankin materiaalin GLP-arvo on edulli-
 sesti vähintään $6 \text{ cm}^3/(\text{cm}^2\text{s})$, edullisesti vähintään $6,5$
 $\text{cm}^3/(\text{cm}^2\text{s})$ ja edullisimmin 10 tai jopa 12 tai $15 \text{ cm}^3/(\text{cm}^2\text{s})$.

Yhdessä toisessa suoritusmuodossa ensimmäisellä ja
 toisella superabsorbenttimateriaalilla on erilainen ab-
 25 sorptiokinetiikka, ja toinen superabsorbenttimateriaali on
 erityisesti absorptiokinetiikaltaan nopeampaa kuin ensim-
 mäinen superabsorbenttimateriaali, ja sen dynaaminen tur-
 poamisnopeus on esimerkiksi vähintään $0,2 \text{ g}/(\text{gs})$ ja edul-
 lisesti vähintään 1,5 kertaa ja edullisimmin vähintään 3
 30 kertaa ensimmäisen superabsorbenttimateriaalin dynaaminen
 turpoamisnopeus. Tämän alla olevan nopeasti imevän toisen
 superabsorbentin sijoittamisella kokonaisuuteen on se vai-
 kutus, että sillä on taipumus "imaista" virtsa ylemmän
 kokoonpanon läpi alempaan kokoonpanoon. Tästä on seurauk-
 35 sena, että jos valmistetaan keksinnön mukaisia absorbent-

tikokonaisuuksia, joissa kaikki muut tekijät ovat vakioita
 paitsi alemman, toisen superabsorbenttimateriaalin dynaa-
 minen turpoamisnopeus, on virtsan siirtymisnopeudella
 ylemmän kokoonpanon läpi alas alempaan kokoonpanoon taipu-
 5 mus kasvaa alemmassa kokoonpanossa olevan superabsorbentin
 dynaamisen turpoamisnopeuden kasvun myötä. Niinpä keksin-
 nön yhtenä muuna edullisena puolena ovat absorbenttikoko-
 naisuudet, joissa ensimmäisen superabsorbenttimateriaalin
 GLP-arvo on pienempi, kuin saattaisi olla optimaalista
 10 käytettäessä samaa superabsorbenttia kummassakin kerrok-
 sessa (esimerkiksi vähintään $3 \cdot 10^{-7}$ tai $4 \cdot 10^{-7}$ cm³s/g ja
 tavallisesti vähintään $6 \cdot 10^{-7}$ cm³s/g), ja toisen superabsor-
 bentin dynaaminen turpoamisnopeus on vähintään 1,5 kertaa
 ja edullisesti vähintään 3 kertaa ensimmäisen superabsor-
 15 bentin dynaaminen turpoamisnopeus ja vähintään 0,2 g/(gs).

Kun halutaan superabsorbentteja, jotka ovat absorp-
 tiokinetiikaltaan tai muilta ominaisuuksiltaan erilaisia,
 tämä saavutetaan käyttämällä ensimmäisessä ja toisessa
 kokoonpanossa erilaisia kemiallisia tyyppejä tai kummassa-
 20 kin samaa kemiallista tyyppiä olevaa mutta hiukkaskooltaan
 tai fysikaaliselta muodoltaan erilaista materiaalia. Niin-
 pä ensimmäinen superabsorbenttimateriaali voi koostua pää-
 asiassa karkeammasta materiaalista, ja sillä voi olla suu-
 rempi keskimääräinen hiukkaskoko, ja toinen superabsor-
 25 benttimateriaali voi koostua pääasiassa hienojakoisemmasta
 materiaalista ja sillä voi olla pienempi keskimääräinen
 hiukkaskoko.

Karkeiden hiukkasten käyttö ensimmäisenä superab-
 sorbenttina edistää ensimmäisen superabsorbenttikerroksen
 30 läpäisevyyttä. Hienojakoisempien hiukkasten pinta-alan
 suhde tilavuuteen on suurempi kuin karkeampien hiukkasten,
 ja niillä on siten taipumus kyetä nopeampaan absorptioon
 kuin karkeammat hiukkaset sillä edellytyksellä, ettei gee-
 litukkeutumista esiinny. Hienojakoisemman absorbenttimate-
 35 riaalin rajaamisesta alempaan rakenteeseen on myös se etu,

että vähennetään vaaraa sen karkaamisesta käyttäjän iholle ja myös rosoisuudesta, jota voi aiheuttaa läpäisemättömään taustakerrokseen tunkeutuva karkeampi hiukkasmainen superabsorbenttimateriaali.

5 Superabsorbenttimateriaalin hiukkaskoko ilmaistaan massaan perustuvana mediaanihiukkaskokona. Se mitataan jäljempänä kuvattavalla seulatestillä (Sieve Test). Kukin arvo on yleensä yli 50 μm ja tavallisesti yli 100 μm mutta alle 850 μm ja tavallisesti alle 600 μm . Kun ensimmäinen ja toinen superabsorbentti ovat kooltaan erilaisia, on ensimmäisen rakenteen ensimmäisen superabsorbenttimateriaalin massaan perustuva mediaanihiukkaskoko edullisesti yli 300 μm (50 meshiä), edullisemmin alueella 400 - 850 μm (20 - 40 meshiä) ja edullisimmin alueella 600 - 850 μm (20 - 30 meshiä). Hienojakoisemman toisen superabsorbenttimateriaalin massaan perustuva mediaanihiukkaskoko on tyypillisesti alle 300 μm (50 meshiä) mutta yli 50 μm , edullisesti alueella 100 - 250 μm (60 - 140 meshiä) ja edullisemmin alueella 150 - 250 μm (60 - 100 meshiä).

20 Vaihtoehtona hiukkaskooltaan erilaisten superabsorbenttimateriaalien käytölle mahdollisesti vaadittavan eron aikaansaamiseksi absorptiokinetiikassa on myös mahdollista käyttää kemialliselta tyypiltään erilaisia superabsorbenttimateriaaleja, joilla on luonnostaan erilainen absorbointinopeus. Superabsorbenttimateriaalit voivat olla kemialliselta koostumukseltaan erilaisia, esimerkiksi silloitettua osittain neutraloitua polyakryylihappoa tai tärkkelyspohjaista superabsorbenttimateriaalia. Ne voivat vaihtoehtoisesti olla erilaisia valmistusmenetelmänsä ansiosta, joka voi olla esimerkiksi "rikottu geeli -menetelmä" tai käänteissuspensio (tai helmi) -polymerointi.

Yksi toinen tapa, jolla superabsorbenttimateriaalit voivat erota kemiallisesti, on, että ne voivat olla erilaisilla silloitteilla tai eriasteisesti silloitettuja tai toinen superabsorbenttimateriaaleista voi olla pintasil-

loitettu tai molemmat voivat olla pintasilloitettuja, mutta eriasteisesti.

Absorbenttiytimen ominaisuudet

5 Keksinnön mukaisen absorbenttiytimen keskimääräinen teoreettinen neliökapasiteetti (Average Theoretical Basis Capacity) on edullisesti vähintään $0,7 \text{ ml/cm}^2$, edullisesti vähintään $0,8 \text{ ml/cm}^2$ ja tyypillisesti jopa 1 tai $1,2 \text{ ml/cm}^2$ tai vielä suurempi.

10 Keskimääräinen teoreettinen neliökapasiteetti lasketaan laskemalla yhteen yksittäisten komponenttien neliökapasiteetit, jolloin saadaan ytimen teoreettinen neliökapasiteetti, ja laskemalla sitten keskiarvo pinta-alayksikköä kohden. Neliökapasiteettia kutsutaan teoreettiseksi, koska sen laskeminen vaatii kokonaiskapasiteetin jakamisen
15 yksittäisiksi kapasiteeteiksi ja myös siitä syystä, että se perustuu näytteeseen suunnatun kuormituksen poissa ollessa tehtävään mittaukseen; ydin on todellisessa käytössä usein kuormituksen alaisena.

20 Laskettaessa keskimääräistä teoreettista neliökapasiteettia superabsorbenttimateriaalin neliökapasiteetti lasketaan käyttämällä "teepussipidätyskapasiteettia" ("Teabag Retention"). "Teepussikapasiteetti" mitataan jäljempänä kuvattavalla teepussipidätyskapasiteettitestillä (Teabag Retention Capacity Test).

25 Laskettaessa keskimääräistä teoreettista neliökapasiteettia kunkin kuitumateriaalin absorptiokapasiteetti mitataan jäljempänä kuvattavalla X,Y-tarveabsorptiokykytestillä (X,Y-Demand Absorbency Test). Puumassakuitu absorboi tässä testissä tyypillisesti noin 4 g synteettistä
30 virtsaa grammaa kohden kuivia kuituja, ja kemiallisesti silloitettu selluloosa, jollaista kuvataan esimerkiksi US-patenttijulkaisussa 4 898 642, absorboi tyypillisesti noin 6 g synteettistä virtsaa grammaa kohden kuivia kuituja paineen ollessa 20 g/cm^2 (0,3 psi).

Tämän keksinnön mukaisesta absorbenttiytimestä voidaan tehdä suhteellisen pieni, ohut ja kompakti, ja sillä voi silti olla suuri absorptiokyky.

5 Keksinnön mukaisen ytimen tai muun absorbenttikokonaisuuden pinokorkeus eli paksuus mitattuna jäljempänä kuvattavalla pinokorkeustestillä (Stack Height Test) kuorituksen 200 g/cm^2 (3 psi) alaisena on yleensä korkeintaan 9 mm ja edullisesti korkeintaan noin 7,5 mm ja voi olla 5 mm tai jopa pienempi.

10 Absorbenttiytimen vastaanottonopeus (Acquisition Rate) on vähintään 1,5 ml/s, kun on käytetty 50 % teoreettisesta neliökapasiteetista. Tämä arvo on edullisesti vähintään 2 ml/s. Se voi olla jopa 5 ml/s tai suurempi. Koska keksinnön mukainen absorbenttiydin voi käsittää erilaisia määriä superabsorbenttimateriaaleja eri alueilla ja sisältää erilaisia superabsorbentteja, joiden absorptio-

15 kinetiikka on erilainen, ytimen nesteenvastaanottoprofiili voi vaihdella kohdasta toiseen sekä XY-tasossa että Z-suunnassa ja se muuttuu vastaanoton aikana. Siksi pidetään realistisempänä mitata vastaanottonopeus, kun on käytetty 50 % teoreettisesta kokonaiskapasiteetista (eikä käyttämättömänä tai loppuun käytettynä). Tämä antaa mahdollisuuden arvioida ytimen keskimääräisen toimintakyky

20 käytössä vastaanottomittauksella.

25 Vastaanottonopeus mitataan jäljempänä kuvattavalla vastaanottonopeustestillä (Acquisition Rate Test). Se simuloi virtsan tuloa absorbenttirakenteeseen ja mittaa nopeutta, jolla rakenne ottaa vastaan kuorman synteettistä virtsaa.

30 Hyvien nesteenvastanotto-ominaisuuksien lisäksi keksinnön mukaisella absorbenttiytimellä on hyvät nesteentalteenotto-ominaisuudet. Ytimen nesteentalteenottonopeus (Fluid Uptake Rate) on vähintään 0,05 g virtsaa sekunnissa grammaa kohden kuivaa materiaalia $[\text{g}/(\text{gs})]$, edullisesti

35 yli 0,06 $\text{g}/(\text{gs})$. Se voi olla jopa 0,1 $\text{g}/(\text{gs})$ tai suurempi.

Nesteen talteenotolla mitataan tehoa, jolla absorbenttiydinrakenne absorboi nestettä ja jakauttaa sen sitten helposti. Se on jäljempänä kuvattavalla X,Y-tarveabsorptiokykytestillä mitattava arvo X_{go}/T_{go} .

5 Keksinnön mukaisen absorbenttiytimen tai muun kokonaisuuden nesteenkäsittely- ja absorbointiominaisuuksien yksi lisäseuraus käy ilmi sen hyvistä uudelleenkastumisoiminaisuuksista. Keksinnön mukaisen absorbenttikokonaisuuden uudelleenkastumisarvo (Rewet value) voi olla korkeintaan 0,6 g synteettistä virtsaa, edullisesti korkeintaan 0,3 g ja edullisimmin korkeintaan 0,2 g. Alhainen uudelleenkastumisarvo osoittaa, että absorbenttiydin tai absorbenttituote, johon se sisällytetään, pidättää paljon, eli tehokkaasti, virtsaa. Korkea uudelleenkastumisarvo osoittaa heikkoa virtsan pidättymistä, joka voi johtaa virtsan kerääntymiseen tuotteen ytimen pinnalle ja aiheuttaa siten käyttäjän vaatteiden ja/tai itse käyttäjän uudelleenkastumista. Uudelleenkastuminen mitataan jäljempänä kuvattavalla uudelleenkastumistestillä (Rewet Test).

20 **Absorbenttiytimen valmistus**

Keksinnön mukainen absorbenttiydin tai muu kokonaisuus voidaan valmistaa ilmakerrostamalla tai märkäkerrostamalla asianomaiset materiaalit (kuidut ja superabsorbentti) järjestyksessä tavanomaisella tavalla tai kokoomalla yhteensä ennalta muodostettuja kerroksia, esimerkiksi edellä kuvatun kaltaisia superabsorbenttimateriaaleja, tai millä tahansa näiden tapojen sopivalla yhdistelmällä. Esimerkiksi julkaisuissa GB-A 2 191 793 ja GB-A 2 191 515 kuvataan menetelmiä kuitumateriaalien ilmakerrostamiseksi käyttämällä pyörivään rumpuun perustuvaa kerrostusjärjestelmää, ja julkaisuissa GB-A 2 175 024 ja EP-A 330 675 kuvataan superabsorbenttimateriaalin sisällyttämistä absorbenttirakenteisiin. Yhdistelmämenetelmiä, joissa jotkut komponentit ilmakerrostetaan ja jotkut sisällytetään ra-

kenteeseen ennalta muodostettuina kerroksia, voidaan käyttää.

Absorbenttikokonaisuuteen voidaan sisällyttää lisäkerroksia, ja kuten edellä mainittiin, pehmopaperikerroksia voidaan sisällyttää mukaan. Pehmopaperikerros voi esimerkiksi sulkea sisäänsä ensimmäisen superabsorbenttimateriaalin ja/tai toisen superabsorbenttimateriaalin. Esimerkiksi toisista kuiduista muodostetun alemman kokoonpanon ylempään kerroksen tai sen ympärille voidaan sisällyttää pehmopaperikerros.

Absorbenttituotteet

Tämän keksinnön yhden lisäpuolen mukaisesti absorbenttituote käsittää

nestettä läpäisevä pintakerroksen,
nestettä läpäisemättömän taustakerroksen ja
edellä kuvatun kaltaisen absorbenttiytimen sijoitettuna pintakerroksen ja taustakerroksen väliin siten, että ensimmäinen rakenne suuntautuu kohden pintakerrosta ja taustakerros kohden toista rakennetta.

Tuote voi olla esimerkiksi terveysside, mutta se on edullisesti inkontinenssituote, harjoitteluhousut tai kertakäyttövaippa. Se voidaan konstruoida tavanomaisesti.

Voidaan esimerkiksi kiinnittää taustakerros absorbenttiyttimeen kiinnityskeinoihin. Näitä keinoja voivat olla yhtenäinen jatkuva liimakerros, kuvioitu liimakerros tai ryhmä erillisiä liimaviivoja, -spiraaleja tai -täpliä. Tyydyttäväksi havaittuja liimoja valmistaa H. B. Fuller Company, St. Paul, Minnesota, ja niitä markkinoidaan nimellä HL-1258. Liima käsittää edullisesti avoimen kuvion muodostavan liimafilamenttiverkoston, kuten esitetään US-patenttijulkaisussa 4 573 986, jonka otsikko on Disposable Waste-Containment Garment ja joka on julkaistu Minetolan et al. nimissä 4. maaliskuuta 1986, edullisemmin muutamia spiraalikuvioksi levitettyjä liimafilamenttiviivoja, kuten valaistaan laitteistoja ja menetelmiä kuvaavassa osassa

US-patenttijulkaisussa 3 911 173, joka on julkaistu Sprague, Jr.:n nimissä 7. lokakuuta 1975; US-patenttijulkaisussa 4 785 996, joka on julkaistu Zieckerin et al. nimissä 22. marraskuuta 1978, ja US-patenttijulkaisussa 5 4 842 666, joka on julkaistu Werenitczin et al. nimissä 27. kesäkuuta 1989. Kukin näistä patenteista mainitaan tässä viitteenä. Kiinnityskeino voi vaihtoehtoisesti käsittää kuumaliitoksia, paineliitoksia, ultraääniliitoksia, dynaamisia mekaanisia liitoksia tai mitä tahansa muita alalla tunnettuja sopivia kiinnityskeinoja tai niiden yhdistelmiä. 10

Taustakerroksen tulisi olla nesteitä (esimerkiksi virtsaa) suurin piirtein läpäisemätön, ja se valmistetaan edullisesti ohuesta muovikalvosta, vaikka muitakin taipuisia, nestettä läpäisemättömiä materiaaleja voidaan käyttää. Taustakerros kestää ytimen absorboimia ja varastoimia eritteitä kastelemasta esineitä, jotka ovat kosketuksessa absorbenttituotteen kanssa, kuten vuodevaatteita ja alusvaatteita. Taustakerros voi siten käsittää kudottua tai 15 kuitukangasmateriaalia, polymeerikalvoja, kuten polyeteeni- tai polypropeenikestomuovikalvoja tai komposiittimateriaaleja, kuten kalvopäällysteistä kuitukangasmateriaalia. Taustakerros on edullisesti kestomuovikalvo, jonka paksuus on noin 0,012 - 0,051 mm (0,5 - 2,0 mil). Erityisen edullisiin taustakerrosmateriaaleihin kuuluvat RR8220-puhalluskalvot ja RR5475-valukalvot, joita valmistaa Tredegar Industries, Inc., Terre Haute, IN. Taustakerros on edullisesti kohokuvioitu ja/tai himmeäksi viimeistelty kangas- 25 maisemman ulkonäön aikaansaamiseksi. Lisäksi taustakerros voi mahdollistaa höyryjen pääsyn ulos absorbenttiytimestä (ts. olla hengittävä) ja estää silti eritteiden kulun taustakerroksen läpi. 30

Pintakerros sijoitetaan absorbenttiytimen kehoa kohden suuntautuvan pinnan viereen ja liitetään edullisesti siihen ja taustakerrokseen esimerkiksi alalla hyvin 35

tunnetuin keinoin. Tässä käytettynä termi "liittää" kattaa rakenteet, joissa elementti liitetään suoraan toiseen kiinnittämällä elementti suoraan toiseen elementtiin, ja rakenteet, joissa elementti kiinnitetään epäsuorasti toiseen elementtiin kiinnittämällä elementti yhteen tai useampaan välisosaan, jotka puolestaan kiinnitetään toiseen elementtiin. Tämän keksinnön yhdessä edullisessa suoritusmuodossa tuote on vaippa, jossa pintakerros ja taustakerros liitetään suoraan toisiinsa vaipan reunalla ja epäsuorasti muualla liittämällä ne absorbenttiyttimeen.

Pintakerros on mukautuva, pehmeän tuntuinen ja käyttäjän ihoa ärsyttämätön. Lisäksi pintakerros on nesteitä läpäisevä ja päästää nesteet (esimerkiksi virtsan) helposti lävitseen paksuussuunnassa. Yksi sopiva pintakerros voi olla luonnon- ja synteettisistä kuiduista koostuva. Pintakerros valmistetaan edullisesti materiaalista, joka on hydrofobista, käyttäjän ihon eristämiseksi absorbenttiytimen sisältämistä nesteistä. On olemassa joukko valmistusmenetelmiä, joita voidaan käyttää pintakerroksen valmistamiseen. Pintakerros voi olla esimerkiksi kehrusidotuista (spunbonded), karstatuista, märkäkerrostetuista, sulapuhalletuista, veden avulla yhteenkiedotuista tai edellä esitettyjen tapojen yhdistelmillä toisiinsa liitetyistä kuiduista koostuva kuitukangas tms. Yksi edullinen pintakerros on kangasalan ammattimiesten hyvin tuntemilla keinoilla karstattu ja lämpösidottu kerros. Yksi edullinen pintakerros käsittää polypropeenikatkokuitukangasta, kuten Sawabond (kauppanimi), jota valmistaa Sandler GmbH & Co. KG, Schwarzenbach, Saksa.

Keksinnön mukaisen absorbenttiytimen käsittävän absorbenttituotteen paksuus on yleensä suurin piirtein sama kuin absorbenttiytimen paksuus, eikä se tavallisesti ole enempää kuin esimerkiksi noin 10 % suurempi kuin ytimen paksuus. Absorbenttituotteesta voidaan tehdä paksumpi, esimerkiksi sisällyttämällä lisää imukykyistä kuitu-, esi-

merkiksi pehmopaperi- tai muuta materiaalia ytimen toiselle tai kummallekin puolelle, mutta ellei tätä materiaalia valita huolellisesti, se voi heikentää absorbenttiytimen toimintakykyä.

5 Tämän keksinnön yhtenä erityisestuna on, että vaippa tai muu tuote voi olla ohut ja kompakti ja sillä voi silti olla hyvät absorptio-ominaisuudet. Ohut, kompakti luonne on edullinen valmistus- ja pakkaussyistä ja mukava käyttäjän kannalta.

10 Mitä tulee kuvioissa 1a - 1c esiintyviin mittoihin, tyypillisessä, 9 - 18 kg:n painoiselle lapselle tarkoitettussa vaipassa leveys c on noin 7,6 cm (3 in), leveys d noin 10,2 cm (4 in), pituus e noin 25,5 cm (10 in) ja pituus f noin 40 cm (15,7 in).

15 Vaikka absorbenttiytimen eri kerrokset voivat olla pinta-alaltaan samanlaisia, on usein kätevää, että ylempi kokoonpano peittää vain ne varastointikokoonpanon osat, joiden voidaan odottaa ottavan vastaan suurimman alkukuorman virtsaa, kuukautisnestettä tai muuta elimistöstä purkautuvaa ainesta. Niinpä ylempi kokoonpano voi olla vaipan etumaisessa puoliskossa tai alueella, joka kattaa etumaiset kaksi kolmannesta vaipasta.

Keksinnön lisäsuoritusmuodot

25 Vaikka sellaisten superabsorbenttikokonaisuuksien ja tuotteiden käytöllä, joissa ensimmäisellä superabsorbenttimateriaalilla on edellä määritellyt arvot, on hyvin suuri arvo, ovat muita arvokkaita absorbenttikokonaisuuksia sellaiset, jotka käsittävät järjestyksessä yläpinnalta lukien

30 ylemmän kokoonpanon, joka käsittää vastaanottokerroksen ja myös ensimmäistä superabsorbenttimateriaalia, jolla on suurin piirtein alenematon dynaaminen turpoamisnopeus (yleensä erillisenä kerroksena vastaanottokerroksen alla), ja

alempaan kokoonpanon, joka käsittää toista kapillaarista materiaalia ja toista superabsorbenttimateriaalia, jonka dynaaminen turpoamisnopeus on vähintään 0,2 g/(gs) ja absorptio painetta vastaan vähintään 15 g/g, edullisesti vähintään 50 g/g, paineen ollessa 50 g/cm², jolloin toisen superabsorbenttimateriaalin dynaaminen turpoamisnopeus on vähintään 1,5 kertaa toisen superabsorbenttimateriaalin dynaaminen turpoamisnopeus.

Ylempi kokoonpano voi käsittää ylemmän vastaanotto-kerroksen, joka voi olla kuitu- tai solumateriaalia tai muuta huokoista tai kapillaarista materiaalia, mutta on edullisesti ensimmäistä kuitumateriaalia, mitä kaikkea on kuvattu edellä. Sillä on edullisesti edellä kuvatun kaltaisen märkäkokoonpuristuvuus.

Toinen kapillaarinen materiaali voi olla solumateriaali tai muu huokoinen tai kapillaarinen materiaali, mutta se on edullisesti toinen kuitumateriaali. Ensimmäinen rakenne käsittää edullisesti järjestyksessä ensimmäisestä materiaalista muodostetun ylemmän vastaanottokerroksen, jolla on määriteltä märkäkokoonpuristuvuus ja vuoto-kapasiteetti, ja ensimmäistä superabsorbenttimateriaalia käsittävän kerroksen, ja alempi kokoonpano käsittää edullisesti järjestyksessä ylemmän kerroksen toista kuitu- tai solumateriaalia tai muuta kapillaarista materiaalia ja alemman kerroksen, joka käsittää toista superabsorbenttimateriaalia. Kerrosten yleinen rakenne ja ominaisuudet, erityisiä superabsorbenttimateriaaleja lukuun ottamatta, voivat kaikki olla edellä kuvatun kaltaisia.

Vaikka ensimmäisen superabsorbenttimateriaalin GLP olisi suhteellisen alhainen, voidaan tällä rakenteella saada aikaan edullisia tuloksia ensimmäisen ja toisen superabsorbentin välisen absorptionopeuseron ja ensimmäisen superabsorbentin suurin piirtein alenemattoman dynaamisen turpoamisnopeuden yhdistelmän ansiosta.

Testausmenetelmät

Kaikki testit tehdään suunnilleen lämpötilassa 23 ± 2 °C ja suhteellisen kosteuden ollessa 50 ± 10 %.

Testausmenetelmissä käytetty synteettinen virtsa tunnetaan yleisesti nimellä Jayco SynUrine, ja sitä myy Jayco Pharmaceuticals Company, Camp Hill, Pennsylvania. Tämän synteettisen virtsan formula on seuraava: 2,0 g/l KCl:a; 2,0 g/l Na_2SO_4 :a; 0,85 g/l $(\text{NH}_4)\text{H}_2\text{PO}_4$:a; 0,15 g/l $(\text{NH}_4)\text{H}_2\text{PO}_4$:a; 0,19 g/l CaCl_2 :a ja 0,23 g/l MgCl_2 :a. Kaikki kemikaalit ovat reagenssilajiketta. Synteettisen virtsan pH on alueella 6,0 - 6,4.

Näytetyynyjen valmistus märkäkokoontuvuus- ja vuotokapasiteettitestejä varten

Näytetyyny valmistetaan käyttämällä tyynynvalmistuskonetta, kuten jäljempänä kuvattavaa, tai vastaavaa konetta, jolla saadaan aikaan yhtenäinen ja homogeeninen revinnäismassan kerrostus.

Punnitaan neljä 30 g:n annosta kuivaa revinnäismassaa (tai vastaavaa materiaalia, esimerkiksi kemiallisesti silloitettua selluloosaa). Leikataan pehmopaperikerros, joka on riittävän huokoista läpäistäkseen ilmaa pidättäen silti revinnäismassan, kokoon 36,8 x 36,8 cm (14,5 x 14,5 in) ja asetetaan se tasaisesti kuvioiden 2 ja 3 esittämän tyynynvalmistuskoneen 21 muodostusverkolle 22. Pehmopaperi (ei kuvassa) peittää koko muodostusverkon ja se saatetaan kaareutumaan ylös tämän sivuilla revinnäismassan karkaamisen estämiseksi. Pehmopaperi muodostaa tyynyn pohjan.

Käynnistetään tyynynvalmistuskoneen alipainelähde 22, kammion moottori 24 ja paineilman syöttö. Lisätään 30 g:n annos revinnäismassaa tyynynvalmistuskoneen näytekammioon 35 pieninä määrinä näytteesyöttökanavan 26 kautta haittaamatta koneen lapojen 27 toimintaa. Kammiossa kierrätetään voimakkaasti paineilmaa kuitujen erottamiseksi.

si ja kuljettamiseksi pleksilasisylinterin 28 ja prismoidisen kolonnin 29 läpi muodostusverkolle 22.

Alipainelähde 23 kytketään pois päältä ja muodostusverkko 22 vedetään ulos tyynynvalmistuskoneesta 21 ja
 5 pyöritetään sitä myötäpäivään neljänneskierroksen verran. Verkko laitetaan takaisin tyynynvalmistuskoneeseen. Lisätään toinen 30 g:n annos revinnäismassaa koneen kammioon 25 ja toistetaan edellä kuvattu menettely. Revinnäismassaa lisätään samalla tavalla, kunnes kaikki neljä annosta on
 10 siirretty muodostusverkolle. Muodostusverkko ja sille muodostunut tyyny poistetaan sitten tyynynvalmistuskoneesta ja tyyny siirretään varovasti verkolta pahvipalalle tai vastaavalle sileälle tasomaiselle pinnalle. Lisätään toinen kerros pehmopaperia tyynyn päälle ja laitetaan toinen
 15 pahvipala päällimmäiseksi. Teräspaino, jonka mitat ovat noin 35,6 x 35,6 x 2,5 cm (14 x 14 x 1 in) ja joka painaa noin 16,3 kg (36 lb), laitetaan tyynyn päälle noin 120 sekunnin ajaksi tai pidemmäksi aikaa, siihen asti kun tyynyä tarvitaan. Sitten paino poistetaan ja tyynyä puristetaan
 20 suurella Carver-puristimella noin 4 500 kg:n (10 000 lb) voimalla tyynyn yhtenäisyyden parantamiseksi. Tyyny poistetaan puristimesta ja tasataan reunat paperileikkurilla, niin että mitat ovat noin 30,5 x 30,5 cm (12 x 12 in), ja leikataan sitten edelleen kokoon, jota tarvitaan testissä,
 25 johon tyynyä on määrä käyttää.

Tyynynvalmistuskoneen käyttöä näytetyynyjen valmistukseen ei ole tarkoitettu rajoittavaksi. Voidaan käyttää mitä tahansa menetelmää sillä edellytyksellä, että saavutetaan revinnäismassan yhtenäinen ja homogeeninen kerrostuminen, joka massa puristetaan sitten edellä kuvatuissa olosuhteissa, niin että saadaan aikaan tyyny, jolla on
 30 suurin piirtein sama tiheys ja neliömassa kuin edellä.

Märkäkokoontipuristuvuustesti

Tämä testi on suunniteltu kuitumateriaalityynyn
 35 tilavuuden mittaamiseen vaihtelevissa kuormitusolosuhteis-

sa märkänä. Tavoitteena on mitata kuitumateriaalin kuormituksenkestävyys mittaamalla kyseisen kuormituksen alaisena säilyvä tilavuus.

Valmistetaan revinnäismassatestityyny edellä kuvatulla tavalla. Tyynyn pinnoilla mahdollisesti oleva pehmopaperi poistetaan. Tyynyä tiivistetään sitten yhtenäisyyden parantamiseksi kuormituksella $3,6 \text{ kg/cm}^2$ (51 psi) käyttämällä Carver-laboratoriopuristinta. Mitataan tyynyn paksuus ja lasketaan sen kuitutiheys kaavalla (tyynyn massa)/[(tyynyn paksuus)·(tyynyn pinta-ala)].

Tyynyn kuivamassa kerrotaan 10:llä ja tämä edustaa tavoitteena olevaa märkämassaa kuormituksen yhteydessä. Kuiva tyyny siirretään yläkuppivaa'alle, jonka herkkyyks on 0,01 g. Tyynylle syötetään hitaasti synteettistä virtsaa, kunnes saavutetaan tavoitteena oleva märkämassa vaa'alla mitattuna. Märkä tyyny siirretään varovasti mallia Buckeye olevan kokoonpuristuvuustestauslaitteen pinnalle, ja lasketaan tyynyn päälle hitaasti paino, jonka pinta-ala on suurin piirtein sama kuin tyynyn (noin $10,2 \times 10,2 \text{ cm}$) ja joka vastaa painetta 77 g/cm^2 (1,1 psi). Tyynyn annetaan tasapainottua 60 sekunnin ajan kuormituksen alaisena ja rekisteröidään sitten kokoonpuristuneen tyynyn paksuus työntötulkilla.

Märkäkokoonpuristuvuus on huokostilavuus grammaa kohden kuivaa revinnäismassaa, ja se lasketaan seuraavasti:

$$\text{Huokostilavuus (cm}^3\text{)} = \text{kokonaistilavuus} - \text{kuitutilavuus} = \\ \text{[tyynyn paksuus kuormituksen alaisena (cm)]} \cdot \text{[tyynyn pinta-ala (cm}^2\text{)]} - \text{[tyynyn kuivamassa (g)]} / \text{[kuitutiheys (g/cm}^3\text{)]}$$

$$\text{Märkäkokoonpuristuvuus} = \text{huokostilavuus grammaa kohden} = \\ \{ \text{[tyynyn paksuus kuormituksen alaisena (cm)]} \cdot \text{[tyynyn pinta-ala (cm}^2\text{)]} - \text{[tyynyn kuivamassa (g)]} / \text{[kuitutiheys (g/cm}^3\text{)]} \} / \text{[tyynyn kuivamassa (g)]},$$

jolloin kuitutiheys lasketaan tyynyn alkumassa- ja tiheysmittauksista (ts. kuormittamattomana).

Vuotokapasiteettitesti

5 Edellä kuvatulla tavalla valmistettu näytetyyny leikataan paperileikkurilla mittoihin 7,5 x 7,5 cm. Tyyny punnitaan ja asetetaan suurelle lankaverkolle, joka asetetaan puolestaan tippulautaselle. Koko laite sijoitetaan sitten yläkuppivaa'alle.

10 Synteettistä virtsaa syötetään pumpulla (Model 7520-00, toimittaja Cole-Parmer Instruments Company, Chicago, USA) näytetyynyn keskelle nopeudella 5 ± 25 ml/s. Rekisteröidään aika, joka kuluu siihen, että tyyny vapauttaa ensimmäisen pisaran synteettistä virtsaa tyynyn pohjan kautta tippulautaselle. Pumppu pysäytetään heti tämän tapahtuessa. Sitten lasketaan rekisteröidystä ajasta ja pumppausnopeudesta synteettisen virtsan tilavuus (ml), jonka näyte on absorboinut kyllästyspisteeseen mennessä, ts. näytteen alkaessa vuotaa. Tämä voidaan tarkistaa ajoittain vaa'alla ja minimoida siten synteettistä virtsaa syöttävän pumpun toiminnan mahdollinen vaihtelu. Tulos tunnetaan nimellä vuotokapasiteetti (Drip Capacity) ja se ilmoitetaan seuraavana suhteena:

25 [Näytetyynyn kyllästyspisteessä pidättämä virtsa (ml)]
[näytteen kuivamassa (g)].

Dynaamisen turpoamisnopeuden testaus

30 Laitetaan 0,358 g tarkkuudella 0,001 g punnittua kuivaa superabsorbenttimateriaalia tavanomaiseen koeputkeen, jonka ulkoläpimitta on 16 mm, korkeus 125 mm ja seinämän paksuus 0,8 mm ja joka on tuettu pystysuoraan, esimerkiksi sijoittamalla se koeputkitelineeseen. (Tähän testiin tulisi käyttää vain aiemmin käyttämättömiä koeputkia ja putket tulisi heittää pois käytön jälkeen.)

Koeputkeen lisätään 10 ml synteettistä Jayco-virtsaa automaattipipetillä suunnilleen nopeudella 5 ml/s. Lisättäessä synteettistä virtsaa superabsorbenttimateriaali alkaa turvota ja muodostaa rintaman, joka liikkuu ylöspäin koeputkessa. Rintaman korkeus rekisteröidään ajan funktiona joko manuaalisesti tai käyttämällä kuva-analysaattoria videotallennuksen jälkeen. Rintaman korkeus muutetaan sitten hetkelliseksi X-kuormaksi, $X(t)$ -kuormaksi, synteettistä virtsaa grammaa kohden kuivaa superabsorbenttimateriaalia, jolloin

$$X(t) = h(t) \cdot 28/H,$$

jossa $h(t)$ on turvonneen superabsorbenttimateriaalin pituus koeputkessa hetkellä t ja H on synteettisen virtsan kokonaiskorkeus putkessa, joka vastaisi kokonais-X-kuormaa 28 (10 g synteettistä virtsaa absorboituna 0,358 g:aan superabsorbenttia antaa tulokseksi X-kuorman 28); X-kuorma on synteettisen virtsan massa grammoina, jonka 1 gramma kuivaa superabsorbenttimateriaalia pystyy absorboimaan.

Sitten piirretään käyrä, joka kuvaa $X(t)$ -kuormaa ajan funktiona. Oletetaan, että tutkittavan superabsorbenttimateriaalin tasapainoabsorptiokapasiteetti on yli 28 g/g.

$X(t)$ -kuorman suhdetta sen mittausajankohtaan t kutsutaan "turpoamisnopeusfunktioksi" (SR; "Swelling Rate Function"), ja se on keskimääräinen turpoamisnopeus $X(t)$:n saavuttamisen aikana, ts.

$$SR(t) = X(T)/t.$$

"Dynaaminen turpoamisnopeus" (DSR; "Dynamic Swelling Rate") on turpoamisnopeusfunktion arvo, kun $X(t)$ on 28 g/g, ts. $DSR = (28 \text{ g/g})/t_{28}$, jossa t_{28} on aika, joka kuuluu arvon $X(t) = 28 \text{ g/g}$ saavuttamiseen.

Ellei superabsorbenttimateriaalirintaman kohdalla tapahdu geelitukkeutumista, materiaalin voidaan sanoa olevan suhteellisen läpäisevä ja käyrä, joka kuvaa $X(t)$:tä ajan funktiona, on suurin piirtein vaakasuora viiva. Tämä tarkoittaa, että funktio $SR(t)$ on suurin piirtein vakio.

Joidenkin materiaalien ollessa kyseessä läpäisevyys vaihtoehtoisesti kasvaa turpoamisen aikana, missä tapauksessa $SR(t)$ kasvaa ajan myötä eikä myöskään geelitukkeutumista esiinny. Jos geelitukkeutumista kuitenkin esiintyy, läpäisevyys laskee turpoamisen aikana ja $SR(t)$ laskee ajan myötä.

Tämän hakemuksen yhteydessä superabsorbenttimateriaalilla sanotaan olevan suurin piirtein alenematon dynaaminen turpoamisnopeus, jos turpoamisnopeusfunktio ei laske oleellisesti ajankohdan t_{14} [ajankohta, jolloin superabsorbenttimateriaali on turvonnut 50-%:isesti, ts. $X(t) = 14 \text{ g/g}$] ja edellä määritellyn ajankohdan t_{28} välissä. Tämä tarkoittaa, että hetkillä t_{14} ja t_{28} mitattujen turpoamisnopeuksien suhteellinen poikkeama $[ST(t_{14}) - SR(t_{28})]/SR(t_{28})$ on alle 50 %, edullisesti alle 25 % ja edullisemmin alle 10 % tai edullisimmin korkeintaan 0 %.

Absorptio painetta vastaan -testi

Tässä testissä mitataan ulkoista painetta 20 g/cm^2 (0,3 psi) vastaan absorboivan superabsorbenttimateriaalin absorptiokapasiteettia superabsorbenttimateriaalin uniaksiaalisella turpoamisella kyseistä painetta vastaan.

Laitetaan keraaminen suodatinlevy, jonka läpimitta on 120 mm ja huokoisuus 0 (keraaminen suodatin Duran, valmistaja Schott) petrimaljaan, jonka läpimitta on 150 mm ja korkeus 30 mm. Lisätään liuosta, joka sisältää 0,9 paino-% natriumkloridia tislatussa vedessä, petrimaljaan siten, että suodatinlevy peittyy. Asetetaan pyöreä suodatinpaperi, jonka läpimitta on 125 mm (Schwarzband 589, valmistaja Schleicher ja Schull), suodatinlevylle ja kastellaan se perusteellisesti natriumkloridiliuoksella.

Pleksilasisylinteri, jonka sisäläpimitta on $60 \pm 0,1$ mm ja korkeus 50 mm, suljetaan pohjastaan kangasverkkosuodattimella, jonka aukkojen läpimitta on $36 \mu\text{m}$ (400 meshiä). Sirotellaan huolellisesti $0,9000 \pm 0,005$ g superabsorbenttimateriaalia kuvatun kaltaisen puhtaan ja kuivan pleksilasisylinterin suodatinverkolle. On välttämätöntä saada aikaan superabsorbenttimateriaalin homogeeninen jakautuminen verkkolle.

Peitelevy, jonka ulkoläpimitta on $59 \pm 0,1$ mm, sisäläpimitta 51 mm ja korkeus 25 mm ja johon on kiinnitetty paino, jonka läpimitta on 50 mm ja korkeus 34 mm, on kokonaismassaltaan 565 g, mikä vastaa painetta 20 g/cm^2 (0,3 psi). Peitelevy painoineen laitetaan sylinteriin ja koko sylinterilaitte punnitaan vaa'alla 0,01 g:n tarkkuudella.

Koko sylinterilaitte asetetaan sitten petrimaljassa olevalle kastellulle suodatinpaperille ja annetaan sen absorboida 1 tunti. Sylinterilaitte poistetaan sitten suodatinlevyltä ja punnitaan uudelleen.

Sylinterilaitte ja suodatinlevy tulisi puhdistaa perusteellisesti mittausten välissä, ja natriumkloridiliuos ja suodatinpaperi tulisi vaihtaa uuteen kunkin mittauksen jälkeen.

Absorptio painetta vastaan (AAP) lasketaan seuraavasti:

25

$$\text{AAP} = [(\text{sylinterilaitteen massa absorboinnin jälkeen}) - (\text{sylinterilaitteen massa kuivana})] / (\text{superabsorbenttimateriaalin lähtömassa}).$$

30 Kun arvo on määrä mitata paineen 50 g/cm^2 (0,7 psi) vallitessa, suurennetaan painoa vastaavasti.

Toimintakyky paineen alaisena (PUP; Performance Under Pressure) -testi

35 PUP-testillä määritetään seuraavat toimintakykyä paineen alaisena kuvaavat parametrit AGM:lle, joka on si-

vusuunnassa rajattuna mäntä-sylinterilaitteessa suuren ulkoisen paineen alaisena:

1. Maksimiabsorptio/kuljetusnopeus [yksikkönä $\text{g}/(\text{cm}^2\text{s}^{0.5})$]

5 2. Kapasiteetti (yksikkönä g/g ; määrättyinä ajan-kohtina).

Tämän testin päämääränä on arvioida käytön aikana esiintyvän paineen vaikutus AGM-kerroksen tarveabsorptioon ja nesteenkuljetukseen käytettäessä AGM:ää suurina pitoi-
10 suuksina vaipassa.

PUP-testissä käytettävä testineste on synteettinen Jayco-virtsä. AGM absorboi tätä nestettä tarveabsorptio-olosuhteissa hydrostaattisen paineen ollessa lähellä nol-
laa.

15 Mäntä-sylinterilaitetta käytetään rajaamaan AGM:ää sivusuunnassa ja suuntaamaan määrätty staattinen ulkoinen paine. Sylinterin pohja verhotaan verkolla (meshluku 400) kuivan/turvonneen AGM:n pidättämiseksi ja virtsan absorp-
tion ja Z-suunnassa tapahtuvan kuljetuksen mahdollistami-
20 seksi. Virtisan absorptio ajan funktiona mitataan tietokoneeseen kytketyllä sorptiolaitteella.

Tähän mittaukseen käytetään mäntä-sylinterilaitet-
ta. Sylinteri valmistetaan poraamalla läpinäkyvästä Lexan-
sauvasta (tai vastaavasta), ja sen sisäläpimitta on 6,00
25 cm (pinta-ala = $28,27 \text{ cm}^2$), seinämän paksuus noin 5 mm ja korkeus noin 5 cm. Sylinterin pohja verhotaan ruostumatto-
malla teräsverkolla (mesh-luku 400), joka jännitetään
biaksiaalisesti kireäksi ennen kiinnittämistä. Mäntä koos-
tuu Teflon-"kupista" ja ruostumattomasta teräspainosta.
30 Teflon-kuppi työstetään sopimaan tiukasti sylinteriin. Sylinterimäinen ruostumaton teräspaino työstetään sopimaan
tarkasti kuppiin ja varustetaan yläpinnalla olevalla kä-
densijalla. Teflon-kupin ja ruostumattoman teräspainon
massa on yhteensä 1 390 g, mikä vastaa painetta 49 g/cm^2
35 ($0,70 \text{ psi}$) pinta-alan ollessa $28,27 \text{ cm}^2$.

Tämän laitteen komponentit on mitoitettu siten, että synteettisen virtsan virtausnopeus laitteen läpi 10 cm:n hydrostaattisen paineen vallitessa on vähintään 0,01 g/(cm²s), jolloin virtausnopeus normalisoidaan laitteessa olevan sintterikiekon pinta-alan suhteen. Järjestelmän läpäisevyyteen erityisesti vaikuttavia tekijöitä ovat sintterikiekon läpäisevyys ja lasiputkiston ja hanojen sisäläpimitat.

Laitteen säiliö laitetaan analyysivaa'alle, jonka herkkyys on 0,01 g ja ryömintä alle 0,1 g/h. Tarkempi/stabiilimpi vaaka on edullinen. Vaaka kytketään edullisesti tietokoneeseen, joka on varustettu ohjelmistolla, joka pystyy (i) seuraamaan vaa'alla tapahtuvaa massamuutosta ennalta asetetuin aikaväleihin PUP-testin alusta alkaen ja (ii) voidaan asettaa tekemään itsekäynnistys massamuutoksen ollessa 0,01 - 0,05 g vaa'an herkkyydestä riippuen.

Säiliöön tuleva nousuputki ei saisi koskettaa säiliön pohjaa eikä sen kantta. Säiliössä olevan nestetilavuuden tulisi olla sellainen, että kokeen aikana voidaan poistaa vähintään 40 ml nestettä vetämättä mukaan ilmaa. Nesteen pinnan tulisi olla säiliössä kokeen alkaessa noin 2 mm sintterikiekon yläpinnan alapuolella. Tämä voidaan varmistaa laittamalla kiekolle pieni nestepisara ja seuraamalla gravimetrisesti sen hidasta virtausta takaisin säiliöön. Tämä taso ei saisi muuttua merkittävästi, kun mäntä-sylinterilaitte sijoitetaan sintterille. Säiliön tulisi olla läpimitaltaan riittävä (esimerkiksi noin 14 cm), niin että poistettaessa noin 40 ml nestettä seurauksena on vain pieni nestekorkeuden muutos (esimerkiksi <3 mm).

Synteettinen Jayco-virtsä valmistetaan liuottamalla seos, joka käsittää 2,0 g KCl:a, 2,0 g Na₂SO₄:a, 0,85 g (NH₄)H₂PO₄:a, 0,15 g (NH₄)₂HPO₄:a, 0,19 g CaCl₂:a ja 0,23 g MgCl₂:a, 1,0 litraan tislattua vettä. Tätä suolaseosta myy Endovations, Reading, Pa (luettelonumero JA-00131-01).

Laite täytetään ennen mittausta synteettisellä virtsalla. Sintterikiekko huuhdotaan ennalta virtsalla, niin että se täyttyy tuoreella liuoksella. Ilmakuplat poistetaan mahdollisimman tarkkaan sintterin alapinnalta ja kaikista putkista, jotka yhdistävät sintterin säiliöön. Toteutetaan seuraavat menettelyt käyttämällä peräkkäin kolmitieventtiilejä:

1. Ylimääräinen neste poistetaan (esimerkiksi kaadetaan) sintterillä varustetusta suppilosta.

2. Liuoksen korkeus / säiliön massa säädetään asianmukaiselle tasolle / asianmukaiseen arvoon.

3. Sintteri sijoitetaan sopivalle korkeudelle suhteessa säiliöön.

4. Suppilo peitetään.

5. Säiliö ja sintteri tasapainotetaan niitä yhdistävien venttiilien ollessa auki.

6. Kaikki venttiilit suljetaan.

7. Kolmitieventtiili, joka yhdistää sintterillä varustetun suppilon tyhjennysputkeen, asetetaan sellaiseen asentoon, että suppilo aukeaa tyhjennysputkeen.

8. Järjestelmän annetaan tasapainottua tässä asennossa 5 minuuttia.

9. Kolmitieventtiili palautetaan kiinni-asentoonsa.

Vaiheet 7 - 9 "kuivaavat" tilapäisesti sintterin pinnan saattamalla sen heikon hydrostaattisen imun kohteeksi. Järjestelmästä valuu tyypillisesti pois noin 0,2 g nestettä tämän menettelyn aikana. Tämä menettely estää ennenaikaisen absorption, kun mäntä-sylinteri sijoitetaan sintterille. Sintteristä tässä menettelyssä pois valuvan nesteen määrä (jota kutsutaan sintterikorjausmassaksi) mitataan tekemällä 15 minuuttia kestävä PUP-koe (katso jäljempänä) ilman mäntä-sylinterilaitetta. Käytännöllisesti kaikki neste, joka valuu pois sintteristä tässä menettelyssä, absorboituu hyvin nopeasti takaisin sintteriin, kun koe käynnistetään. Niinpä on välttämätön vähentää

tämä sintterikorjausmassa säiliöstä PUP-testin (katso jäljempänä) aikana poistuneista nestemassoista.

Lisätään 0,9 g AGM:ää (vastaa neliömassaa 0,032 g/cm²) sylinteriin ja levitetään se tasaisesti verkolle ravistamalla ja/tai naputtelemalla sylinteriä varovasti.

5 Useimpien AGM:ien kosteuspitoisuus on tyypillisesti alle 5 %. Näiden AGM:ien ollessa kyseessä lisätty AGM-massa voidaan määrittää märkämässana (sellaisenaan). Sellaisten AGM:ien ollessa kyseessä, joiden kosteuspitoisuus on suurempi kuin noin 5 %, tulisi lisätylle AGM-massalle tehdä

10 kosteuskorjaus (ts. lisättyä AGM:ää tulisi olla kuivamassaa 0,9 g vastaava määrä). Huolehditaan siitä, että estetään AGM:n tarttuminen sylinterin seinämiin. Teflon-sisäkappale työnnetään sylinteriin ja sijoitetaan AGM:n päälle.

15 Sisäkappaletta voidaan kiertää kevyesti AGM:n jakautumisen edistämiseksi. Mäntä-sylinteri asetetaan sintterin päälle, työnnetään sopiva ruostumaton teräspaino Teflon-sisäkappaleeseen ja peitetään suppilo. Kun on tarkistettu vaa'an lukeman stabiilius, koe käynnistetään avaamalla

20 sintterin ja säiliön väliset venttiilit. Tietojen keruu alkaa itsekäynnistyksellä välittömästi, ja sintterikiekko alkaa absorboida nestettä takaisin. Tietoja rekisteröidään vähintään 60 minuuttia. Lukemia tulisi tulla tiheämmin varhaisvaiheessa (esimerkiksi välillä 0 - 10 min), kun

25 nestettä absorboituu nopeasti. Vaikka tietojen rekisteröinti pitempiaikaisesti kuin 60 minuuttia ei ole tarpeen, se paljastaa usein kiinnostavia ilmiöitä, kun AGM lähenee tasapainotilaa.

AGM:n kosteuspitoisuus määritetään erikseen käyttämällä P&G:n standardimenetelmää (prosentuaalinen massahäviö 3 tunnin kuluttua lämpötilassa 105 °C). Kaikki kapasiteetti-arvot (g/g) ilmoitetaan AGM:n kuivamassan mukaan laskettuina.

30

PUP-kapasiteetti (PUP Capacity) ilmoitetaan käyttämällä yksikköä g/g. PUP-kapasiteetti minä tahansa ajankohdana määräytyy seuraavasti:

35

$$\text{PUP-kapasiteetti (t)} = [W_r(t=0) - W_r(t) - W_{fc}]/W_{\text{AGM:kuiva}},$$

jossa t on aloituksesta kulunut aika, $W_r(t=0)$ on säiliön massa grammoina ennen aloitusta, $W_r(t)$ on säiliön massa grammoina ajan t kuluttua, W_{fc} on sintterikorjausmassa grammoina (mitattu erikseen) ja $W_{\text{AGM:kuiva}}$ on EGM:n kuivamassa grammoina. PUP-kapasiteetti ilmoitetaan ajoille 5, 10, 30 ja 60 minuuttia aloituksesta.

PUP-absorptio/kuljetusnopeus (PUP Absorption/Transport Rate) ilmoitetaan käyttämällä yksikköä $\text{g}/(\text{cm}^2\text{s}^{0.5})$. PUP-nopeus minä tahansa ajankohtana määräytyy seuraavasti:

$$\text{PUP-absorptio-/kuljetusnopeus (t)} = (1/A_c) \cdot [W_r(t) - W_r(t+dt)] / [(t+dt)^{0.5} - t^{0.5}],$$

jossa t on kulunut aika sekunteina, $W_r(t)$ on säiliön massa grammoina ajan t kuluttua, $W_r(t+\delta t)$ on säiliön massa grammoina ajan $t+\delta t$ kuluttua ja A_c on sylinterin pinta-ala neliösenttimetreinä. Graafisesti määritettynä PUP-talteenottonopeus (PUP Uptake Rate) on talteenottokäyrän tangentti, kun y-akselina on nesteen talteenotto (g/cm^2) ja x-akselina ajan neliöjuuri, jolloin ajan yksikkönä on sekunti. Riippumatta siitä, tehdäänkö määrittäminen numeerisesti vai graafisesti, nopeus minä tahansa talteenoton/ajan kohdalla määritetään edullisesti tulostustietojen "tasoituksen" jälkeen.

PUP-absorptio/kuljetusnopeus lähtee tyypillisesti maksimiarvostaan tai sen läheltä, pysyy suhteellisen vakiona pitkän talteenottojakson ajan ja laskee sitten saavutettaessa maksimikapasiteetti. Vain "maksimi-PUP-absorptio/kuljetusnopeus" ("Maximum PUP Absorption/Transport Rate") ilmoitetaan. Tämä maksiminopeus esiintyy tyypillisesti absorptioprosessin varhaisvaiheessa. Joidenkin AGM:ien kohdalla saattaa kuitenkin esiintyä joko viivettä kuivien hiukkasten hitaan kastumisen vuoksi tai hyvin suu-

ri alkunopeus kuivien hiukkasten hyvin nopean kastumisen vuoksi. Näiden molempien ilmiöiden vaikutuksen minimoimiseksi ja sen takaamiseksi, että ilmoitettu maksimi-PUP-nopeus heijastaa kuljetusta riittävän paksun turvonneesta AGM:stä koostuvan kerroksen läpi, otetaan maksiminopeutta määritettäessä huomioon vain ne absorptio/kuljetusnopeusarvot, joita esiintyy, kun talteenotto kerrokseen on ollut noin $0,14 \text{ g/cm}^2$ (noin 4 g nestettä).

Seulatesti

Superabsorbenttimateriaalin hiukkaskoko määritetään sijoittamalla massaltaan tunnettu näyte mekaaniseen seulontalaitteeseen Retsch ja ravistelemalla määrätty aika määrätyissä olosuhteissa. Kullekin seulalle ja pohja-astiaan jääneet näytteen jakeet punnitaan ja ilmoitetaan prosentteina alkuperäisen näytteen massasta.

Punnitaan $100 \text{ g} \pm 0,5 \text{ g}$ kuivaa superabsorbenttipolymeerimateriaalia näytekuppiin, joka suljetaan sitten kannella. Kootaan seulasarja seuraavasti alhaalta ylöspäin: ruostumattomasta teräksestä valmistettu pohja-astia, nro 325, nro 100, nro 50 ja nro 20; nämä ovat US-seulasarjan (ASTM-E-11-61) numeroita. Näyte siirretään ylimpään sarjan seuloista ja jauhe levitetään tasaisesti verkolle. Laitetaan ruostumattomasta teräksestä valmistettu kansi seulalle nro 20.

Seulasarja asetetaan paikalleen ajastimella varustettuun Retsch-testiseularavistimeen Vibotronic Type VE1. Varmistetaan, että Retsch-kansi sopii mahdollisimman tiukasti ravistimen yläpäättä vasten. Ajastin asetetaan 10 minuuttiin ja käynnistetään testin aloittamiseksi. Kun ravistin on pysähtynyt, seulasarja poistetaan ravistimesta.

Kukin seulalle pidähtynyt fraktio punnitaan sitten, esimerkiksi erotusmittauksin 0,1:n tarkkuudella.

Tämän testin yhteydessä on tärkeää toimia nopeasti, jotta vältetään kosteuden kerääntyminen superabsorbenttimateriaaliin.

Massaan perustuva mediaanihiukkaskoko määritetään piirtämällä kumulatiivista hiukkaskokojakautumaa kuvaava käyrä (ts. aukkojen läpi kulkemattoman materiaalin massa-prosenttinen osuus seulan aukon läpimitan funktiona) ja
 5 interpoloimalla seulan aukkoon, joka vastaa 50 %:a kumulatiivisesta jakautumasta

Teepussipidätyskapasiteettitesti

Superabsorbenttimateriaali laitetaan "teepussiin", joka upotetaan synteettiseen virtsaan 20 minuutiksi ja
 10 jota sentrifugoidaan sitten 3 minuuttia. Pidättyneen nesteen massan suhde kuivan superabsorbenttimateriaalin lähtömassaan on superabsorbenttimateriaalin absorptiokapasiteetti.

Kaadetaan 2 l liuosta, joka sisältää 0,9 paino-% natriumkloridia tislatussa vedessä, kaukaloön, jonka mitat
 15 ovat 24 x 30 x 5 cm. Nesteen täyttökorkeuden tulisi olla noin 3 cm.

Teepussin mitat ovat 6,5 x 6,5 cm, ja sitä myy Teekanne, Düsseldorf, Saksa. Pussi on kuumasaumattavissa tavanomaisella muovisten keittiöpussien sulkemislaitteella
 20 (esimerkiksi VACUPACK, PLUS, Krups, Saksa).

Teepussi avataan leikkaamalla se varovasti osittain auki ja punnitaan sitten. Laitetaan teepussiin $0,200 \pm 0,005$ g superabsorbenttimateriaalinäytettä. Sitten teepussi suljetaan kuumasaumaimella. Tätä kutsutaan näyteteepus-
 25 siksi.

Suljetaan tyhjä teepussi ja käytetään sitä nollanäytteenä.

Kutakin teepussia pidetään sitten vaakasuorassa ja
 30 näyteteepussia ravistellaan superabsorbenttimateriaalin jakauttamiseksi tasaisesti kaikkialle pussiin. Näyteteepussi ja nollanäyteteepussi laitetaan sitten synteettisen virtsan pinnalle ja upotetaan noin 5 sekunniksi käyttämällä spaattelia, niin että mahdollistetaan täydellinen kas-
 35 tuminen (teepussit kelluvat synteettisen virtsan pinnalla,

mutta kastuvat kokonaan). Käynnistetään ajastin välittömästi.

Kun on liotettu 20 minuuttia, näyteteepussi ja nollanäyteteepussi poistetaan synteettisestä virtsasta ja
 5 laitetaan Bauknecht WS130 tai Bosch 772 NZK096 -sentrifugiin tai vastaavaan (läpimitta 230 mm), niin että kukin pussi tarttuu sentrifugin korin ulkoseinämäänsä. (Tämä voidaan järjestää esimerkiksi taittamalla teepussin pää sentrifugin pyörimissuuntaan lähtövoiman vaimentamiseksi?)
 10 Sentrifugin kansi suljetaan, sentrifugi käynnistetään ja pyörimisnopeus nostetaan nopeasti arvoon $1\,400\text{ min}^{-1}$. Kun sentrifugin pyörimisnopeus on stabiloitunut arvoon $1\,400\text{ min}^{-1}$, käynnistetään ajastin. Sentrifugi pysäytetään 3 minuutin kuluttua.

15 Näyteteepussi ja nollanäyteteepussi poistetaan ja punnitaan erikseen.

Absorptiokapasiteetti (AC) lasketaan näytteelle hydrogeelin muodostavaa superabsorbenttimateriaalia seuraavasti:

20

$$AC = \frac{[(\text{näyteteepussin massa sentrifugoinnin jälkeen}) - (\text{nollanäyteteepussin massa sentrifugoinnin jälkeen}) / (\text{kuivan hydrogeelin muodostavan superabsorbenttimateriaalin massa})]}{(\text{kuivan superabsorbenttimateriaalin massa})}.$$

25

Pinokorkeustesti

Pinokorkeustesti on suunniteltu 10 absorbenttituotteen, esimerkiksi vaipan, pinon pakkausmahdollisuuksien testaamiseen, niin että simuloidaan pakkauksessa vallitsevia ominaisuuksia.
 30

Kymmenen absorbenttituotetta tai tämän keksinnön mukaista superabsorbenttiydintä, joista on koottu pinta-kerroksen (edellä kuvatun kaltainen) ja taustakerroksen (edellä kuvatun kaltainen) sisältävä runko markkinointivalmiin tuotteen simuloimiseksi, taitetaan tyypillisesti
 35

keskeltä (kaksinkerroin), niin että ne mukautuvat pakkauksen leveys- ja pituusmittoihin. Pinoa, jossa on 10 tuotetta, esipuristetaan hydraulisessa puristimessa (Thwing-Albert Instrument Company, Model TA 240-10, Alpha Hydraulic Press/Sample Cutter, Philadelphia, USA) 800 kg:n kuorman alla 3 sekuntia. Esipuristetut rakenteet laitetaan sitten Instron Series 6000 -veto-puristustestauslaitteeseen, jota myy Instron Ltd. (Bucks, Englanti), ja rekisteröidään puristuskäyrä. Puristuskäyrä esittää pinon korkeutta eli näytepinon paksuutta siihen suunnatun puristusvoiman funktiona. Voima on helppo muuttaa siten, että saadaan määritetyksi määrätyn paksuuden saavuttamiseksi tarvittava paine.

"Pinokorkeus" on yhden tuotteen korkeus eli paksuus (määrätyn paineen alaisena), ja se määritetään laskemalla keskiarvo pinokorkeustestissä mitatusta korkeudesta ja pinossa olleiden tuotteiden lukumäärästä.

Vastaanottonopeustesti

Viitaten kuvioon 4 superabsorbenttirakenteeseen 10 syötetään 50 ml:n purkaus synteettistä virtsaa nopeudella 10 ml/s käyttämällä pumppua (Model 7520-00, Cole Parmer Instruments Co., Chicago, USA) näytteen pinnan yläpuolelta 5 cm:n korkeudelta. Virtsan absorbointiin kuluva aika rekisteröidään ajanottokellolla. Purkaus toistetaan 5 minuutin välein, niin että purkausten väli on tarkasti 5 minuuttia, kunnes saavutetaan teoreettinen kapasiteetti.

Tutkittava näyte, joka käsittää ytimen ja sisältää pintakerroksen (edellä kuvatun kaltainen) ja taustakerroksen (edellä kuvatun kaltainen), asetetaan litteästi solumateriaalialustalle 11 Perspex-laatikkoon (josta näkyy vain pohja 12). Perspex-levy 13, jossa on aukko, jonka läpimitta on 5 cm, suunnilleen keskellä, asetetaan näytteen päälle. Synteettistä virtsaa syötetään näytteen aukkoon istutetun ja liimatun sylinterin 14 kautta. Levyn alapinnalle sijoitetaan elektrodit 15 kosketukseen super-

absorbenttirakenteen 10 pinnan kanssa. Elektrodit kytetään ajanottokelloon. Levyn päälle laitetaan painoja 16 esimerkiksi lapsen painon simuloimiseksi. Tässä testissä käytetään tyypillisesti painetta 50 g/cm^2 (0,7 psi).

5 Kun sylinteriin syötetään virtsaa, se kerääntyy tyypillisesti absorbenttirakenteen päälle ja täydentää siten elektrodien välisen sähköisen piirin. Ajanottokello pysähtyy, kun superabsorbenttirakenne on absorboinut virtsapurkauksen ja elektrodien välinen sähköinen yhteys katkeaa.

Vastaanottonopeus määritellään absorboiduksi purkaustilavuudeksi (ml) aikayksikköä (s) kohden. Vastaanottonopeus lasketaan kullekin näytteeseen syötetylle purkaukselle.

15 Kuten edellä mainittiin, keksinnön mukaisen absorbenttiytimen suhteen pidetään edullisena määrittää vastaanottonopeus kuormituksen ollessa 50 % teoreettisesta kapasiteetista. Tämän pisteen määrittämiseksi voidaan joko piirtää käyrä, joka kuvaa vastaanottonopeutta lisätyn synteettisen virtsan kokonaistilavuuden funktiona, ja määrittää sitten absorptiionopeus absorptiolle, joka tapahtuu 50 %:iin teoreettisesta kapasiteetista. Vaihtoehtoisesti se voidaan määrittää suoraan lähimmän purkauksen vastaanottonopeutena, jos tämä purkaus poikkeaa korkeintaan 15 ml keskiarvosta.

X,Y-tarveabsorptiokykytesti

X,Y-tarveabsorptiokykytestimenetelmä koostuu tavanomaisen tarvekastuvuustestin yhdestä versiosta. Viittauksena mainittakoon, että tavanomaisia tarveabsorptiokykytestejä kuvataan julkaisussa Absorbency, toim. P. K. Chatterjee, Elsevier Science Publisher B.V., Amsterdam, Alankomaat 1985, luku II, s. 60 - 62.

35 Kuviot 5 ja 6 esittävät tämän testin tekemiseen käytettävää laitetta. Laite 100 koostuu nelikulmaisesta näytekorista 102, joka on ripustettu telineelle 104. Korin

sisämitat ovat 10,2 x 7,6 cm (4 x 3 in). Korin 102 korkeutta voidaan säätää käyttöpyörämekanismilla 106. Nestesäiliö 108 sijoitetaan sähköiselle vaa'alle 110, joka on kytketty tietokoneeseen.

5 Kuvio 7 esittää kaaviomaisesti x-y-tasossa tehtävää testiä. Tässä x-y-tasotestissä verkko 114 on läsnä vain alueella 118, jonka mitat ovat 2,54 x 7,62 cm (1 x 3 in) näytekorin pohjan yhdellä reunalla. Loppuosa näytekorin pohjasta, jota merkitään numerolla 112, on valmistettu
10 pleksilasista ja on nesteitä läpäisemätön. Näytekorin reunat, jotka ovat kosketuksessa näytteen kanssa, on myös valmistettu pleksilasista ja ovat nesteitä läpäisemättömät. Kuten esitetään kuviossa 7, tämä testi vaatii, että näyte 116, joka käsittää ytimen ja sisältää pintakerroksen
15 (edellä kuvatus kaltainen) ja taustakerroksen (edellä kuvatus kaltainen), vetää ensin nesteen z-suunnassa ja kuljettaa sitä sitten korkeintaan 7,62 cm (3 in) vaakasuorassa tasossa (x-y). Tämän x-y-tasotestin tulokset toimivat mittana näytteen kyvylle jakauttaa nestettä potentiaalisissa käyttöolosuhteissa. x-y-tasotesti toteutetaan superabsorbenttirakennenäytteen 116 ollessa rajoitettuna näytteen 116 yläpintaan tasaisesti kohdistuvan kuorman 20 g/cm²
20 (0,3 psi) alla.

Testausmenettely on seuraava. Ensin valmistetaan
25 keksinnön mukainen superabsorbenttiydinnäyte, jonka mitat ovat 10,2 x 7,6 cm (4 x 3 in). Nestesäiliö 108 täytetään noin 6 800 ml:lla synteettistä virtsaa ja asetetaan testauslaitteen 100 alla olevalle sähköiselle vaa'alle 110. Näytekoria 102 lasketaan sitten, kunnes nestepinta on aivan lähellä lankaverkon 114 yläpintaa. Korin 102 pohjalla
30 olevalle lankaverkolle 114 asetetaan pala kaupallisesti saatavissa olevaa kaksinkertaista BOUNTY[®]-paperipyyhettä 124. BOUNTY[®]-pyyhe 124 takaa, että yhtenäinen nestekosketus ydinnäytteen 116 alapinnan kanssa säilyy koko testin ajan.

Paino 126 kiinnitetään nelikulmaiseen metallilevyyn 128, jonka mitat ovat hieman pienemmät kuin näytekorin 102 sisämitat. Ydinnäytteen 116 yläpinta kiinnitetään edellä mainitun levyn 128 pohjaan kaksipuolisella teipillä 130 tai suihkeliimalla. Näyte 116 laitetaan näytekoriin 102 ajanhetkellä 0.

Testi kestää 2 000 sekuntia. 2 000 sekunnin kuluttua määritetään X-Y-loppukuormitus, X_{end} , kaavalla [punnitustulos (korjattu tänä aikana mahdollisesti tapahtuneen haihtumishäviön suhteen)]/(näytteen kuivamassa). Arvosta X_{end} lasketaan X-Y-kuormitus, joka vastaa 90 %:a tästä arvosta, X_{90} , ja määritetään vastaava aika t_{90} . Nesteentalteenottonopeus määritellään suhteeksi X_{90}/t_{90} .

Kuitumateriaalin absorptiokapasiteetti määritettynä X,Y-tarveabsorptiokykytestillä

Tämä testi toteutetaan edellä kuvatulla tavalla, paitsi että näyte koostuu pelkästään kuitumateriaalista. Tässä tapauksessa kuidun kapasiteetti on X_{end} eikä X_{90} .

Uudelleenkastumistesti

Tämä testi on erityisen tärkeä superabsorbenttiytimen tai mainitunlaisen ytimen sisältävän superabsorbentti-tuotteen käytännön toimintakyvyn määrittämiseksi. Testi perustuu synteettisellä virtsalla kuormitetun ja sitten painon alle sijoitetun superabsorbenttiytimen päälle asetetun suodatinpaperipinon kastumisen mittaamiseen.

Absorbenttiydin, joka sisältää pintakerroksen (edellä kuvatun kaltainen) ja taustakerroksen (edellä kuvatun kaltainen), asetetaan litteästi sileälle pinnalle pintakerros ylöspäin. Lisätään sellainen tilavuus synteettistä virtsaa, joka vastaa 75 %:a edellä kuvatulla tavalla lasketusta teoreettisesta neliökapasiteetista, nopeudella 7 ml/s absorbenttiyttimeen kuormituskohtaan, joka on keskellä ydintä leveyssuunnassa ja noin 11 cm:n etäisyydellä ytimen etureunasta.

Paino, jonka mitat ovat 10,2 x 10,2 cm ja joka vastaa kuormaa 50 g/cm² (0,7 psi), asetetaan siten, että kuormituskohta osuu sen keskipisteeseen, ja ytimen annetaan tasapainottua 15 minuuttia tämän painon alla. Sitten paino poistetaan ja asetetaan 5 kerrosta ennalta punnittua suodatinpaperia (Eaton Dikeman 939, nro 7), jonka mitat ovat 10,2 x 10,2 cm, karkea puoli alaspäin siten, että kuormituskohta osuu paperin keskipisteeseen, ja asetetaan paino takaisin 30 sekunniksi. Sitten paino poistetaan ja punnitaan suodatinpaperit. Suodatinpaperin massaero on ensimmäinen uudelleenkastumisarvo.

Sitten asetetaan 5 uutta ennalta punnittua suodatinpaperia absorbenttiytimelle samalla tavalla ja laitetään niiden päälle paino 30 sekunniksi kuten edellä. Paino poistetaan ja punnitaan toinen suodatinpaperierä. Suodatinpaperin massaero on toinen uudelleenkastumisarvo.

Menettely toistetaan vielä kerran kolmannen uudelleenkastumisarvon määrittämiseksi.

Kokonaisuudelleenkastuminen on näiden kolmen yksittäisen uudelleenkastumisarvon summa, ts.:

Kokonaisuudelleenkastuminen = ensimmäinen uudelleenkastuminen + toinen uudelleenkastuminen + kolmas uudelleenkastuminen.

25

Geelikerroksen läpäisevyystesti

GLP-arvo tunnetaan vaihtoehtoisesti suolaliuosvirtauksen johtokykyarvona (Saline Flow Conductivity value).

Tähän testiin soveltuva laite esitetään kuviossa 8, jossa 31 on laboratorionostin, 32 on hydrostaattisen vakioapaineen aikaansaava säiliö, 33 on poistettavissa olevalla korkilla varustettu ilmanpoistoaukko, 34 on putki, 35 on sulkuhana sylinteriin 37 johtavassa syöttöputkessa 36. Sylinteri sisältää testinestettä 38 ja huokoisen Teflon[®]-männän 39, jossa on paljon pieniä reikiä ja jonka poh-

ja 40 on muodostettu karkeasta lasisintteristä. Männällä on paino 41. Hiukkasmaista superabsorbenttimateriaalinäytettä merkitään numerolla 42, ja se on tuettuna lankaverkolle 43. Laboratoriovaa'alla 45 on talteenottosäiliö 44.

- 5 Seuraavassa kuvattavassa menettelyssä käytettävässä nimenomaisessa laitteessa sylinteri on valmistettu poraamalla läpinäkyvästä Lexan-sauvasta tai vastaavasta, ja sen sisäläpimitta on 6,00 cm (pinta-ala = 28,27 cm²), seinämän paksuus noin 0,5 cm ja korkeus noin 6,0 cm. Sylinterin
- 10 pohja verhotaan ruostumattomalla teräsverkolla (mesh-luku 400), joka jännitetään biaksiaalisesti kireäksi ennen kiinnittämistä. Mäntä koostuu lasisintterikiekosta, Teflonista valmistetusta rei'itetystä männän päästä, ontosta Lexan-männänvarresta ja yhdestä tai useammasta ruostumattomasta teräksestä valmistetusta rengasmaisesta painosta
- 15 tai vastaavasta. Rei'itetty männän pää työstetään yhtenäisestä Teflon-sauvasta. Sen korkeus on 15,88 mm (0,625 in) ja läpimitta hieman pienempi kuin sylinterin, niin että se sopii sylinteriin mahdollisimman pienellä välyksellä seinä-
- 20 niin nähden mutta liukuu silti vapaasti. Männän pään pohjassa on syvennys, jonka läpimitta on noin 56 mm ja syvyys 4 mm ja joka on suunniteltu ottamaan vastaan lasisintterikiekko. Männän pään keskellä on kierteitetty [7,1 kierrettä/cm (18/in)] 15,88 mm:n (0,625 in) aukko männänvartta
- 25 varten. Männänvarren aukon ja männän pään reunan välissä on neljä kehän suuntaisesti järjestettyä aukkorengasta, joissa on 24 aukkoa rengasta kohden. Aukkojen väli on kussakin renkaassa noin 15 astetta ja aukkojen sivuttaissiirtymä viereisten renkaiden aukkoihin nähden on noin 7,5 astetta.
- 30 Aukkojen läpimitta on sisäriivin 2,82 mm:stä (0,111 in) ulkorivin 5,18 mm:iin (0,204 in). Aukot kulkevat pystysuunnassa männän pään läpi ja mahdollistavat nesteen suoran pääsyn sintterikiekkoon. Sintterilasikiekoksi valitaan hyvin läpäisevä lajike (esimerkiksi Chemglass, luet-
- 35 telonumero CG-201-40, läpimitta 60 mm, X-Coarse Porosity)

ja se hiotaan siten, että se sopii tiukasti männän päähän ja kiekon pohja on samassa tasossa sylinterin alapään kanssa. Ontto männänvarsi työstetään Lexan-sauvasta. Sen ulkoläpimitta on 22,23 mm (0,875 in) ja sisäläpimitta 6,35 mm (0,250 in). Alapää varustetaan noin 13 mm:n (0,5 in) matkalta kierteillä siten, että se sopii männän päässä olevaan aukkoon. Ylin 25 mm (1,0 in) on läpimitaltaan 15,82 mm (0,623 in) ja muodostaa yhtä tai useampaa ruostumattomasta teräksestä valmistettua painoa kannattavan kauluksen. Varren läpi kulkevalla nesteellä on suora pääsy sintterikiekolle. Yhden tai useamman ruostumattomasta teräksestä valmistetun rengasmaisen painon sisäläpimitta on 15,88 mm (0,625 in), niin että ne menevät männänvarren päälle ja lepäävät kauluksella. Sintterilasikiekon, männän

15 päään, männänvarren ja ruostumattomien teräspainojen massa on yhteensä 596 g, mikä vastaa kuormitusta 21,1 g (0,30 psi) pinta-alan ollessa 28,27 cm². Sylinterin kansi työstetään Lexanista tai vastaavasta materiaalista ja mitoite-
taan sylinterin peittäväksi. Sen keskellä on 22,27 mm:n
20 (0,877 in) pystysuorasti kulkeva männänvarren suuntainen aukko ja toinen aukko reunan lähellä nesteen syöttämiseksi sylinteriin.

Läpäisevyyden mittaamiseen käytettävä kokoonpano riippuu geelikerroksen läpi kulkevan suolaliuoksen vir-
25 tausnopeudesta. Virtausnopeuksien ollessa suurempia kuin noin 0,02 g/s voidaan käyttää läpäisevyydmittauskokoonpanoa, joka koostuu (i) renkaalle tuetusta jäykästä ruostumattomasta teräsverkosta (16 meshiä tai karkeampi) sylinterin tukemiseksi vaakasuunnassa, (ii) verkosta ilmaraolla erotetusta säiliöstä, joka on sijoitettu analyysivaa'alle,
30 männän, geelikerroksen, sylinterin verkon ja tukiverkon läpi kulkevan nesteen ottamiseksi talteen ja (iii) lappojärjestelmästä NaCl-liuoksen pitämiseksi sylinterissä vakiotasolla, tai vastaavaa kokoonpanoa. Virtausnopeuksien
35 ollessa pienempiä kuin noin 0,02 g/s on edullista, että

lähteen ja talteenottosäiliöiden välillä on jatkuva virtaustie. Tämä voidaan saada aikaan PUP-testausmenetelmän yhteydessä käytetyllä sorptiolaitteella tai vastaavalla, jolloin sylinteri sijoitetaan sorptiolaitteen lasisintterikiekolle ja laite varustetaan välineillä hydrostaattisen paineen pitämiseksi suunnilleen arvossa $4\,920\text{ dyn/cm}^2$.

Synteettinen virtsa Jayco valmistetaan liuottamalla seos, joka käsittää $2,0\text{ g KCl:a}$, $2,0\text{ g Na}_2\text{SO}_4\text{:a}$, $0,85\text{ g (NH}_4\text{)H}_2\text{PO}_4\text{:a}$, $0,15\text{ g (NH}_4\text{)}_2\text{HPO}_4\text{:a}$, $0,19\text{ g CaCl}_2\text{:a}$ ja $0,23\text{ g MgCl}_2\text{:a}$, $1,0$ litraan tislattua vettä. Tätä suolaseosta myy Endovations, Reading, Pa (luettelonumero JA-00131-01).

NaCl-liuos, jonka konsentraatio on $0,118\text{ mol/l}$, valmistetaan liuottamalla $6,896\text{ g NaCl:a}$ (Baker Analysed Reagent tai vastaava) $1,0$ litraan tislattua vettä.

Analyysivaakaa, jonka tarkkuus on $0,01\text{ g}$ (esimerkiksi Mettler PM400 tai vastaava), käytetään tyypillisesti geelikerroksen läpi virtaavan nesteen määrän mittaamiseen, kun virtausnopeus on vähintään noin $0,02\text{ g/s}$. Heikommin läpäisevien geelikerrosten ollessa kyseessä, jolloin virtausnopeudet ovat pienempiä, voidaan tarvita tarkempaa vaakaa (esimerkiksi Mettler AE200 tai vastaava). Vaaka kytketään edullisesti tietokoneeseen nestemäärän seuraamiseksi ajan funktiona.

Geelikerroksen paksuus mitataan $0,1\text{ mm:n}$ tarkkuudella. Voidaan käyttää mitä tahansa menetelmää, jolla päästään vaadittavaan paksuuteen, kunhan painoja ei poisteta eikä geelikerrosta puristeta lisää eikä sekoiteta mittauksen aikana. Työntötulkkia (esimerkiksi Manostat 15-100-500 tai vastaava) voidaan käyttää ruostumattoman teräspainon pohjan ja sylinterin kannen yläpinnan välin mittaamiseen suhteessa tähän väliin, kun sylinterissä ei ole AGM:ää. Voidaan myös käyttää syvyysmittaria (esimerkiksi Ono Sokki EG-225 tai vastaava) männän korkeuden mittaamiseen minkä tahansa kiinteän pinnan suhteen suhteessa korkeuteen, kun sylinterissä ei ole AGM:ää.

Koe tehdään ympäristön lämpötilassa. Seuraavaksi kuvataan menetelmää.

Lisätään 0,9 g:n annos AGM:ää (vastaa neliömassaa 0,032 g/cm²) sylinteriin ja levitetään se tasaisesti verk-
 5 kolle ravistamalla ja/tai naputtelemalla sylinteriä varo-
 vasti. Kun otetaan huomioon virtauksenläpäisykyvyn poten-
 tiaalinen herkkyys hiukkaskoolle ja hiukkaskoko/muotoja-
 kautumille, tulisi huolehtia siitä, että näyte edustaa
 kohtuullisen hyvin analysoitavaa materiaalia. Useimpien
 10 AGM:ien kosteuspitoisuus on tyypillisesti alle 5 %. Näiden
 AGM:ien ollessa kyseessä lisättävä AGM-määrä voidaan mää-
 rittää märkämässana (sellaisenaan). Sellaisten AGM:ien
 ollessa kyseessä, joiden kosteuspitoisuus on suurempi kuin
 noin 5 %, tulisi lisätylle AGM-massalle tehdä kosteuskor-
 15 jaus (ts. lisättyä AGM:ää tulisi olla kuivamassaa 0,9 g
 vastaava määrä). Huolehditaan siitä, että estetään AGM:n
 tarttuminen sylinterin seinämiin. Mäntä (ilman mitään pai-
 noa) työnnetään sylinteriin ja asetetaan kuivan AGM:n
 päälle. Mäntää voidaan tarvittaessa kiertää kevyesti AGM:n
 20 jakauttamiseksi yhtenäisemmin sylinterin verkolle. Sylin-
 teri peitetään sylinterin kannella ja yksi tai useampi
 ruostumaton paino asetetaan männänvarrelle.

Sintterikiekko (karkea tai hyvin karkea), jonka
 läpimitta on suurempi kuin sylinterin, asetetaan leveään
 25 ja matalaan tasapohjaiseen säiliöön, joka täytetään sint-
 terikiekon yläpintaan synteettisellä Jayco-virtsalla. Män-
 tä-sylinterilaitte asetetaan sintterilasikiekon päälle.
 Säiliöstä tuleva neste kulkee sintterikiekon läpi, ja AGM
 absorboi sen. AGM:n absorboidessa nestettä sylinteriin
 30 muodostuu geelikerros. Geelikerroksen paksuus määritetään
 60 minuutin kuluttua. Huolehditaan siitä, ettei geeliker-
 ros menetä nestettä eikä siihen pääse ilmaa tämän menette-
 lyn aikana.

Mäntä-sylinterilaitte siirretään sitten läpäisevyys-
 35 kokoonpanoon. Jos sylinterin tukemiseen käytetään verkkoa,

verkko ja sen ja mäntä-sylinterilaitteen välissä mahdollisesti oleva aukko kyllästetään ennalta suolaliuoksella. Jos käytetään PUP-liuoslaitetta, tulisi sintterillä varustetun suppilon pinnan olla hyvin vähän koholla säiliöön
 5 nähden sintterillä varustetun suppilon ja säiliön välisten venttiilien ollessa auki. (Sintterillä varustettua suppi-
 loa tulisi nostaa riittävästi, niin että geelikerroksen läpi kulkeva neste ei keräänny suppiloon.)

Läpäisevyysmittaus käynnistetään lisäämällä NaCl-
 10 liuosta männänvarren kautta ilman poistamiseksi rei'ite-
 tystä Teflon-kiekosta ja avaamalla sitten lappojärjestelmä
 (tai vastaava) sylinterin täyttämiseksi korkeuteen, joka
 on 5,0 cm geelikerroksen pohjan yläpuolella. Vaikka kokeen
 ajatellaan alkaneen hetkellä (t_0), jolloin NaCl-liuos li-
 15 sätään alussa, rekisteröidään aika (t_s), jolloin saavute-
 taan stabiili hydrostaattinen paine, joka vastaa 5,0 cm:ä
 suolaliuosta, ja stabiili virtausnopeus. Geelikerroksen
 läpi ajan funktiona kulkevaa nestemäärää määritetään gra-
 vimetrisesti 10 minuutin ajan. Tämän ajan kuluttua mäntä-
 20 sylinterilaitte poistetaan ja mitataan geelikerroksen pak-
 suus. Geelikerroksen paksuuden muutos on yleensä pienempi
 kuin noin 10 %.

Virtausnopeuden ei yleisesti ottaen tarvitse olla vakio. Ajasta riippuva virtausnopeus järjestelmän läpi,
 25 $F_s(t)$, jonka yksikkö on g/s, määritetään jakamalla järjes-
 telmän läpi virtaavan nesteen massan (g) differentiaali
 ajan (s) differentiaalilla. Virtausnopeuslaskelmiin käyte-
 tään vain tuloksia, jotka on kerätty ajankohtien t_s ja
 10 min välissä. Aikavälillä $t_s - 10$ min välistä saaduista
 30 virtausnopeustuloksista lasketaan $F_s(t=0)$:n arvo, alkuvir-
 tausnopeus geelikerroksen läpi. $F_s(t=0)$ lasketaan ekstra-
 poloimalla $F_s(t)$ -arvoa ajan funktiona kuvaavan käyrän pie-
 nimmän neliösumman menetelmällä saatu tulosjoukko ajankoh-
 taan $t = 0$.

Virtausnopeus läpäisevyytestetikoonpanon ja mäntä-sylinterilaitteen läpi (F_a) määritetään erillisellä mitauksella edellä kuvatulla tavalla, paitsi ettei läsnä ole geelikerrosta. Jos F_a on paljon suurempi kuin virtausnopeus järjestelmän läpi geelikerroksen läsnä ollessa, F_s , ei tarvita korjausta läpäisevyytestetikoonpanon ja mäntä-sylinterilaitteen virtausvastuksen suhteen. Tällä rajalla $F_g = F_s$, jossa F_g on geelikerroksen vaikutus virtausnopeuteen järjestelmässä. Ellei tätä vaatimusta kuitenkaan täytetä, käytetään seuraavaa korjausta F_g :n arvon laskemiseen F_s :n ja F_a :n arvoista:

$$F_g = (F_a \cdot F_s) / (F_a - F_s)$$

Geelikerroksen suolaliuosvirtauksen johtokyky K (eli GLP-arvo) lasketaan F_g :stä käyttämällä seuraavaa yhtälöä:

$$K = [F_g(t=0) \cdot t_0] / (p \cdot A \cdot \Delta P),$$

jossa $F_g(t=0)$ on virtausnopeus (g/s), joka on määritetty tekemällä regressioanalyysi virtaustuloksista ja mahdollinen korjaus kokoonpanon/laitteen virtausvastuksen suhteen, T_0 on geelikerroksen paksuus (cm), p on NaCl-liuoksen tiheys (g/cm³), A on geelikerroksen pinta-ala (cm²), ΔP on geelikerroksen hydrostaattinen paine (dyn/cm²), ja suolaliuosvirtauksen johtokyvyn K yksikkönä on cm³s/g.

Tulisi ilmoittaa kolmen määrittelyn keskiarvo.

Sellaisten geelikerrosten ollessa kyseessä, joissa virtausnopeus on suurin piirtein vakio, läpäisevyysskerroin (k) voidaan laskea suolaliuosvirtauksen johtokyvystä käyttämällä seuraavaa yhtälöä:

$$k = K\eta,$$

jossa η on NaCl-liuoksen viskositeetti poiseina ja läpäisevyyskertoimen k yksikkönä on cm^2 .

Seuraava on yhdelle näytteelle tehty laskelma:

Mitattu arvo $F_s(t=0)$ on $250 \text{ g/min} = 0,093 \text{ g/s}$. Kun
 5 on kyseessä yksi SX-P:lle (kokonaisnäyte) tehty mittaus, ekstrapoloitu $F_s(T=0)$:n arvo on $5,6 \text{ g/min} = 0,093 \text{ g/s}$, ja kulmakerroin lähellä nollaa on $0,09 \text{ g/min}^2$. Kun tehdään korjaus laitteen aiheuttaman vastuksen suhteen, saadaan

$$10 \quad F_g = (4,2 \cdot 0,093) / (4,2 - 0,093) = 0,095.$$

Kun oletetaan, että suolaliuoksen ($0,118 \text{ mol/l}$) tiheys on $1,003 \text{ g/cm}^3$ (CRC Handbook of Chemistry and Physics, 61. p.), geelikerroksen paksuus $1,24 \text{ cm}$, geelikerroksen pinta-
 15 ala $28,27 \text{ cm}^2$ ja hydrostaattinen paine 4920 dyn/cm ,

$$K = (0,095 \cdot 1,24) / (1,003 \cdot 28,27 \cdot 4920) = 8,4 \cdot 10^{-7} \text{ cm}^3 \text{ s/g}.$$

Kun katsotaan virtausnopeuden olevan suurin piirtein vakio ja oletetaan, että suolaliuoksen ($0,118 \text{ mol/l}$) viskositeetti on $0,01015$ poisia (CRC Handbook of Chemistry and Physics, 61. p.),
 20

$$x = K\eta = (8,4 \cdot 10^{-7}) \cdot 0,01015 = 8,6 \cdot 10^{-9} \text{ cm}^2.$$

25

Esimerkit

Esimerkit 1 - 4 ovat esimerkkejä erilaisista absorbenttituotteista, jotka sisältävät absorbenttikokonaisuuksia (ytimiä), jotka käsittävät järjestyksessä ylemmän kokoonpanon, joka sisältää ylemmän vastaanottokerroksen ja superabsorbenttikerroksen, ja alemman kokoonpanon, joka sisältää ylemmän kerroksen, jossa on huokostilaa nestepurkausten varastointia varten, ja alemman kerroksen, joka sisältää toista superabsorbenttimateriaalia. Esimerkit 1 -
 30 3 ovat rakenteeltaan suurin piirtein kuvioissa 1a - 1c
 35

kaaviomaisesti valaistun kaltaisia; kukin superabsorbentteista on läsnä ohuena ennalta muodostettuna kerroksena.

Esimerkissä 4 alempi kokoonpano käsittää ilmakerrostetun kuitumatriisin, vähintään 70 paino-% toisesta
 5 superabsorbenttimateriaalista on tämän matriisin alemmassa puoliskossa, ja matriisin alapinnalla on pölyämiskerros, jossa superabsorbenttipitoisuus on hyvin pieni.

Jäljempänä esitettävistä GLP-arvoista nähtäneen, että ainakin esimerkit 3 ja 4 ovat edellä kuvatun keksin-
 10 nön mukaisia esimerkkejä, joissa ensimmäisen superabsorbenttin GLP-arvo on vähintään 4, ja dynaaminen turpoamisnopeus -arvoista nähtäneen, että ainakin esimerkit 1 - 3 ovat esimerkkejä absorbenttikokonaisuuksista, joissa toisella superabsorbenttimateriaalilla on suurempi turpoamis-
 15 nopeus ja ensimmäisellä superabsorbenttimateriaalilla on suurin piirtein vakiona pysyvä dynaaminen turpoamisnopeus.

Taulukossa 1 esitetään erilaisia tuotetta koskevia kvantitatiivisia arvoja. Tässä tuotteen massa sisältää pintakerroksen, suojaavan pehmopaperin, absorbenttiytimen
 20 ja läpäisemättömän taustakerroksen massan. Kuitumassa on ytimen kaikkien kuitujen massa pehmopaperia lukuun ottamatta.

Taulukossa 2 esitetään ylemmässä kokoonpanossa olevien ensimmäisen vastaanottokerroksen ja ensimmäisen su-
 25 perabsorbenttikerroksen sekä alemmassa kokoonpanossa olevien toisen kuitukerroksen ja toisen superabsorbenttikerroksen sisältö. Kussakin tapauksessa esitetään, tässä järjestyksessä, materiaalin luonne, neliömassa (g/m^2) ja mitat.

Taulukko 1

	Tuotteen massa (g)	Ytimen pinta- (cm ²)	Kuidun massa (g)	Kuidun kapasi- teetti (ml)	Super- absor- bentin massa (g)	Superab- sorbentin kapasi- teetti (ml)	Tuotteen kokonais- kapasi- teetti (ml)	Teoreetti- nen neliö- kapasi- teetti (ml/cm ²)	
5									
	Esim.								
10	1	31	213	10,5	33,00	15,00	465,00	498,00	2,34
	2	27	213	12,5	37,50	9,80	295,00	332,50	1,56
	3	31	337	14,3	34,00	8,50	264,00	298,00	0,89
	4		25	188	10,2	32	275	307	1,63

Taulukko 2

	Esi- merkki	1. vastaanotto- kerros	1. superabsorbentti- kerros	2. kultukerros	2. superabsorbentti- kerros
20	1	CCLC 294 25 cm x 7,5 cm	SX-MW 20/30 267 25 cm x 7,5 cm	CCLC 294 25 cm x 7,5 cm	SX-MW 60/100 533 25 cm x 7,5 cm
25	2	CCLC 294 25 cm x 8,5 cm	SMX 300 ⁽⁵⁾ 160 25 cm x 7,5 cm	CCLC 294 25 cm x 7,5 cm	SXM-W 60/100 320 25 cm x 7,5 cm
30	3	CCLC 280 25 cm x 7,5 cm	L761f 20/30 ⁽⁶⁾ 100 25 cm x 7,5 cm	CCLC 280 25 cm x 7,5 cm	L761f 60/100 240 25 cm x 7,5 cm
35	4	CCLC 272 25 cm x 7,5 cm	SX-P 160 25 cm x 7,5 cm	CCLC 272 25 cm x 7,5 cm	SX-P 362 25 cm x 7,5 cm

CCLC on kemiallisesti silloitettu, esimerkiksi jul-
kaisussa US-A 4 898 642 kuvatun kaltainen, selluloosa.

SX-MW 20/30 on Favor SX/MW, jota myy Stockhausen
GmbH ja jonka hiukkaskokojakautuma on 20/30 meshiä (600 -
40 850 µm) ja AAP-arvo 20 g/g paineen ollessa 50 g/cm² (0,7
psi) ja jonka dynaaminen turpoamisnopeus, joka on lineaarinen ja suurin piirtein alenematon, on 0,16 g/s.

SX/MW/ 60/100 on samaa yleistä tyyppiä oleva 60/100
meshin (hiukkaskokofraktio 150 - 250 µm) tuote, jonka AAP

on 20 g/g paineen ollessa 50 g/cm² (0,7 psi) ja DSR 0,24 g/(gs).

5 SXM 300 on Stockhausen GmbH:n Favor SXM, joka on seulomaton ja jonka AAP on 20 g/g paineen ollessa 50 g/cm² (0,7 psi) ja jonka dynaaminen turpoamisnopeus, joka on lineaarinen ja suurin piirtein alenematon, on alle 0,1 g/(gs).

10 L761f on Aqualic CA L761f, eränumero 2G18, jota myy Shokuba Ultrasorb. Fraktion 20/30 mesh-koko on 20/30 (600 - 850 µm), AAP 22 g/g, GLP 4,5·10⁻⁷ cm³s/g ja dynaaminen turpoamisnopeus, joka on lineaarinen ja suurin piirtein alenematon, 0,17 g/(gs). Fraktio 60/100 AAP on 20 g/g paineen ollessa 50 g/cm² (0,7 psi), GLP alhainen ja dynaaminen turpoamisnopeus 0,35 g/(gs).

15 Näiden neljän esimerkkituotteen toimintakykyä verrattiin joukkoon erilaisia rakenteita, mukaan luettuina kaksi hakijan kaupallista rakennetta ja yhden toisen suuren absorbenttituotteiden valmistajan kaupallinen rakenne. Tuloksia valaistaan taulukossa 2.

20 Vertailuesimerkki 1 on absorbenttituote, jonka ydin käsittää pelkästään puumassakuitua ja sisältää pintakerroksen ja taustakerroksen. Vertailuesimerkki 2 on absorbenttituote, jonka ydin käsittää pelkästään edellä kuvatun kaltaista kemiallisesti silloitettua selluloosaa ja sisältää pintakerroksen ja taustakerroksen.

25 Vertailuesimerkki 2 on absorbenttituote, jota markkinoidaan kauppanimellä Pampers Baby Dry [Boy Maxi Size (8 - 18 kg)]. Tämä tuote käsittää puumassakuitu-superabsorbenttiseosytimen, jonka päälle on sijoitettu pala samaa kemiallisesti silloitettua selluloosaa kuin vertailuesimerkissä 2.

30 Vertailuesimerkki 4 on absorbenttituote, jota markkinoidaan kauppanimellä Pampers Phases. Tässä tuotteessa on puumassakuitu-superabsorbenttiseosydin.

Vertailuesimerkki 5 on absorbenttituote, jota markkinoi Kimberley Clark Corporation kauppanimellä Ultratrim [Boy Size 4 (10 - 16 kg)]. Tässä tuotteessa on puumassakuitu-superabsorbenttiseosydin.

5 Vertailuesimerkki 6 on absorbenttituote, joka on valmistettu julkaisun W092/11 831 mukaisesti ja jolla on muuten suurin piirtein samanlainen rakenne kuin esimerkin 2 mukaisella tuotteella, mutta sisältää eri superabsorbenttimateriaalia. Ensimmäinen ja toinen (neliömassa kaksinkertainen ensimmäiseen nähden) superabsorbenttimateriaali ovat hyvin "suurinopeuksisia" geeliiytyviä materiaaleja ja käsittävät Norsolor X50 -superabsorbenttimateriaalia (myyjä ELF ATOCHEM, Cedex, Ranska). Ensimmäisen superabsorbenttikerroksen leveys on 7,5 cm ja sen kummallakin
10 pitkittäisillä on 0,5 cm leveä superabsorbentiton kaista, kuten kuvataan julkaisussa W092/11 831.

Vertailuesimerkki 7 on absorbenttituote, joka on valmistettu julkaisun W090/14 815 mukaisesti ja jolla on muuten samanlainen rakenne kuin esimerkin 2 mukaisella
20 tuotteella, mutta siinä on pehmopaperia, jonka neliömassa on 60 g/m², CCLC:n sijasta toisena vastaanottokerroksena ja se sisältää eri superabsorbenttimateriaaleja. Ensimmäisellä ja toisella (neliömassa kaksinkertainen ensimmäiseen nähden) superabsorbenttimateriaalilla on erilainen absorp-
25 tionopeus ja nesteenpidätyskyky ja ne käsittävät Aqualic CA W-4:ää (toimittaja Nippon Shokubai Co. Ltd., Osaka, Japani) ja Sanwet IM 5600S:ää (toimittaja Hoechst-Casella GmbH, Frankfurt, Saksa).

30 Ellei toisin mainita, kukin esimerkeissä ja vertailuesimerkeissä käytetty pintakerros ja taustakerros on edellä kuvattua tyyppiä.

Taulukko 3

5

	Tuotteen massa (g)	Ytimen pinta- ala (cm ²)	Rakenne Teoreettinen pelis- kapasiteetti (ml/cm ²)	Pinokorkeuden 9.0 mm saavut- tamiseen tarvittava paine [g/cm ² (psi)]		
	Esimerkki					
	1	31	213	2.34	≤200 (3)	
10	2	27	213	1.54	≤200 (3)	
	3	21	337	0.89	≤200 (3)	
	4	25	188	1.63	≤200 (3)	
	Vertailu- esimerkki					
15	1	44	800	0.20	≥350 (5)	
	2	11	270	0.28	≤200 (3)	
	3	37	750	0.45	≥350 (5)	
	4	50	800	0.40	≥350 (5)	
	5	40	600	0.67	≤200 (3)	
20	6	27	213	1.54	≤200 (3)	
	7	22	213		≤200 (3)	
	Toimintakyky					
25	Vastanottonopeus paineen 50 g/cm ² (0.7 psi) alaisena kohdalla 50 % teo- reettisesta kapasi- teetista (ml/s)	X,Y-tarveabsorptiokyky X ₉₀ t ₉₀ X ₉₀ /t ₉₀ (g/g) (s) [g/(gs)]			Uudelleenkastuminen paineen 50 g/cm ² (0.7 psi) alaisena kohdalla 75 % teo- reettisesta kapasi-	
30						
	Esimerkki					
	1	1.0	17.0	300	0.060	0.25
	2	1.8	13.0	94	0.140	0.15
	3	1.5	14.5	270	0.054	0.50
35	4	1.1	17.7	395	0.045	0.1
	Vertailu- esimerkki					
	1	1.2*	4.0	35	0.120	10
	2	6.9	6.7	15	0.045	17
40	3	1.3	14.2	410	0.035	0.20
	4	0.82*	12.8	610	0.022	0.70
	5	0.46*	15.6	820	0.019	0.80
	6	1.3	16.7	225	0.075	0.70
	7	0.62	18.6	1014	0.018	10.2

*paineen ollessa 25 g/cm² (0,35 psi)

Hyvässä ytimessä yhdistyvät ihanteellisella tavalla hyvä toimintakyky ja hyvä rakenne. Yleensä ei ole hyväksyttävää tarjota käyttöön ydin, jolla on erinomainen toi-

mintakyky, mutta joka on hyvin suurikokoinen eikä siten esteettisesti miellyttävä ja on myös kallis valmistaa ja/tai pakata.

Taulukkoon 2 on koottu tärkeät parametrit, jotka heijastavat tämän keksinnön etuja tekniikan tasoon nähden, jota edustavat vertailuesimerkit. Kukin mainitussa taulukossa lueteltu parametri edustaa vain yhtä keksinnön mukaisen ytimen erityisetua ytimen sisältävän tuotteen käyttäjän kannalta joko koko tuotteen käyttöiän ajan tai sen jossakin määrätyssä vaiheessa. Keksinnön mukaisen ytimen toimintakyky on hyvä pääosassa luetelluista parametreista vertailuesimerkkeihin verrattuna. Tarkemmin määriteltynä keksinnön mukaisella ytimellä on yleisesti ottaen seuraavat ominaisuudet:

1) hyvä vastaanottonopeus (vähintään 1,0 ml/s) vaiheessa, jolloin on käytetty 50 % keskimääräisestä teoreettisesta neliökapasiteetista, mikä heijastaa hyvää nesteen vastaanottoa koko ytimen ja siten tuotteen käyttöiän ajan;

2) suuri nesteentalteenottoarvo (X_{90}/t_{90}), joka on vähintään 0,05 g/(gs) mitattuna X,Y-tarveabsorptiokykyestillä, mikä on osoitus ytimessä toimivasta tehokkaasta jakautusmekanismista, joka johtaa varastointikapasiteetin tehokkaaseen hyödyntämiseen;

3) vähäinen uudelleenkastuminen (korkeintaan 0,6 g synteettistä virtsaa), joka heijastaa käyttäjän kannalta erinomaisia kuivuusetuja ihon suhteen;

4) suuri kapasiteetti ja keskimääräinen teoreettinen neliömassa (vähintään 0,8 g g/cm²) yhdistyneenä alhaiseen pinokorkeuteen (korkeintaan 9 mm), mikä mahdollistaa pienempien ja ohuempien tehokkaiden superabsorbenttiytimien ja siten tuotteiden valmistuksen, jotka ovat huomattomasti käytössä ja tuovat myös säästöjä pakkaus- ja kuljetuskulujen suhteen.

Vain esimerkki 6 vertailuesimerkeistä on tyydyttävä suurimmassa osassa parametrien aluetta. Esimerkki 2 on

kuitenkin rakenteeltaan suurin piirtein identtinen tämän vertailuesimerkin kanssa, ja sillä on parempi toimintakyky sekä vastaanottonopeus-, uudelleenkastumis- että X,Y-tarveabsorptiokykyominaisuuksien suhteen ilman valmistukseen

5 liittettyjä monimutkaisuuksia, joita vertailuesimerkin 6 mukaisella rakenteella on taipumus vaatia (esimerkkinä ydinrakenteessa olevat ylemmistä varastointikerroksista

10 alempiin kerroksiin johtavat kanavat tai tiet). Tämän keksinnön mukaisen ytimen paremmuuden näiden parametrien suhteen ajatellaan olevan seurausta superabsorbenttimateriaalien erilaisten nesteentalteenottonopeuksien yhdistelmästä

liittyneenä niiden sisällyttämiseen keksinnön mukaisen ytimen määrätynlaiseen rakenteeseen.

Patenttivaatimukset

1. Absorbenttikokonaisuus, t u n n e t t u siitä, että se käsittää järjestyksessä yläpinnasta lukien
 5 ylemmän kokoonpanon (3, 4, 5), joka sisältää ylemmän vastaanottokerroksen (3), joka on superabsorbenttimateriaalia oleellisesti sisältämätön, ja superabsorbenttikerroksen (5), joka koostuu pääasiassa ensimmäisestä superabsorbenttimateriaalista, jonka
 10 geelikerroksen läpäisevyysarvo (GLP; Gel Layer Permeability) on vähintään noin $4 \cdot 10^{-7}$ cm³/s/g ja jota on läsnä vähintään noin 20 g/m², ja alemman kokoonpanon (6, 7, 8), joka sisältää toista superabsorbenttimateriaalia, jonka absorptio painetta vastaan (Absorption Against Pressure) on vähintään 15 g/g
 15 paineen ollessa 50 g/cm², ja joka käsittää ylemmän kerroksen (6), jossa on huokostilaa neste-
 purkausten varastointia varten, ja alemman kerroksen (7), joka sisältää toista superabsorbenttimateriaalia, jolloin vähintään 70 paino-% toisen superabsorbenttimateriaalin kokonaismäärästä, joka on
 20 ylemmässä ja alemmassa kerroksessa, on ylemmän ja alemman kerroksen yhteispaksuuden alemmassa puoliskossa.
2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen absorbenttikokonaisuus, t u n n e t t u siitä, että ensimmäisen superabsorbenttimateriaalin GLP on vähintään $6 \cdot 10^{-7}$ cm³/s/g.
3. Patenttivaatimuksen 1 mukainen absorbenttikokonaisuus, t u n n e t t u siitä, että ensimmäisen superabsorbenttimateriaalin GLP on vähintään $9 \cdot 10^{-7}$ cm³/s/g.
- 30 4. Patenttivaatimuksen 1 mukainen absorbenttikokonaisuus, t u n n e t t u siitä, että ensimmäinen ja toinen superabsorbenttimateriaali ovat sama materiaali.
5. Minkä tahansa patenttivaatimuksista 1 - 3 mukainen absorbenttikokonaisuus t u n n e t t u siitä, että
 35 toisen superabsorbenttimateriaalin dynaaminen turpoamisno-

peus (Dynamic Swelling Rate) on suurempi kuin ensimmäisen superabsorbenttimateriaalin.

5 6. Patenttivaatimuksen 5 mukainen absorbenttikokonaisuus, t u n n e t t u siitä, että toisen superabsorbenttimateriaalin dynaaminen turpoamisnopeus on vähintään 0,2 g/(gs).

10 7. Patenttivaatimuksen 5 tai 6 mukainen absorbenttikokonaisuus, t u n n e t t u siitä, että toisen superabsorbenttimateriaalin dynaaminen turpoamisnopeus on vähintään 1,5 kertaa ensimmäisen superabsorbenttimateriaalin dynaaminen turpoamisnopeus.

15 8. Minkä tahansa edeltävistä patenttivaatimuksista mukainen absorbenttikokonaisuus, t u n n e t t u siitä, että alemman kokoonpanon ylemmän ja alemman kerroksen muodostaa ilmakerrostettu kuitumatriisi, jolloin vähintään 70 paino-% toisesta superabsorbenttimateriaalista on matriisin paksuuden alemmassa puoliskossa.

20 9. Patenttivaatimuksen 8 mukainen absorbenttikokonaisuus, t u n n e t t u siitä, että vähintään 5 % toisesta superabsorbenttimateriaalista on ylemmän ja alemman kerroksen paksuuden ylemmässä puoliskossa.

25 10. Patenttivaatimuksen 8 tai 9 mukainen absorbenttikokonaisuus, t u n n e t t u siitä, että alemman kokoonpanon ylempi ja alempi kerros muodostetaan ilmakerrostamalla hydrofiilisten kuitujen ja superabsorbenttimateriaalin seosta.

30 11. Minkä tahansa patenttivaatimuksista 8 - 10 mukainen absorbenttikokonaisuus, t u n n e t t u siitä, että ilmakerrostettu matriisi käsittää lisäksi superabsorbenttimateriaalia oleellisesti sisältämättömän kuitukerroksen, joka on ilmakerrostettu yhdessä alemman kerroksen kanssa ja sen alle.

35 12. Minkä tahansa patenttivaatimuksista 1 - 7 mukainen absorbenttikokonaisuus, t u n n e t t u siitä, alemman kokoonpanon ylempi kerros on superabsorbenttimate-

riaalia oleellisesti sisältämätön ja alempi kerros on ennalta muodostettu superabsorbenttimateriaalia käsittävä kerros.

5 13. Patenttivaatimuksen 12 mukainen absorbenttikokonaisuus, t u n n e t t u siitä, että toista superabsorbenttimateriaalia käsittävä kerros on ohut kerros, joka koostuu lähes yksinomaan toisesta superabsorbenttimateriaalista.

10 14. Minkä tahansa edeltävistä patenttivaatimuksista mukainen absorbenttikokonaisuus, t u n n e t t u siitä, toisen superabsorbenttimateriaalin määrä alemmassa kokoonpanossa on vähintään 30 - 95 paino-% (edullisesti 45 - 70 paino-%) ylemmän ja alemman varastointikerroksen kokonaisuudesta ja ensimmäisen superabsorbenttimateriaalin määrä
15 on 30 - 70 paino-% ylemmästä kokoonpanosta.

15 15. Minkä tahansa edeltävistä patenttivaatimuksista mukainen absorbenttikokonaisuus, t u n n e t t u siitä, ylemmän vastaanottokerroksen märkäkokoonpuristuvuus on vähintään 5 cm³/g ja vuotokapasiteetti 10 g/g.

20 16. Minkä tahansa edeltävistä patenttivaatimuksista mukainen absorbenttikokonaisuus, t u n n e t t u siitä, vastaanottokerros muodostetaan ensimmäisestä kuitumateriaalista, joka käsittää vähintään 50 paino-% kemiallisesti silloitettuja selluloosakuituja.

25 17. Minkä tahansa edeltävistä patenttivaatimuksista mukainen absorbenttikokonaisuus, t u n n e t t u siitä, sen keskimääräinen teoreettinen neliökapasiteetti on vähintään 0,8 ml/cm² ja pinokorkeus korkeintaan 9 mm kuormituksen ollessa 200 g/cm².

30 18. Minkä tahansa edeltävistä patenttivaatimuksista mukainen absorbenttikokonaisuus, t u n n e t t u siitä, ensimmäinen superabsorbenttimateriaali on läsnä ennalta muodostettuna ohuena kerroksena, joka koostuu lähes yksinomaan superabsorbenttimateriaalista.

19. Patenttivaatimuksen 1 mukainen absorbenttikokonaisuus, t u n n e t t u siitä, että se käsittää

ylemmän kokoonpanon, joka käsittää ylemmän kerroksen, joka käsittää ensimmäistä huokoista materiaalia (3),
 5 jonka märkäkokoonturistuvuus on vähintään $5 \text{ cm}^3/\text{g}$ ja vuotokapasiteetti vähintään 10 g/g , ja joka kokoonpano käsittää myös ensimmäistä superabsorbenttimateriaalia (5), jolla on oleellisesti alenematon dynaaminen turpoamisnopeus, ja

10 alemman kokoonpanon, joka käsittää toista huokoista materiaalia (6) ja toista superabsorbenttimateriaalia (7), jonka dynaaminen turpoamisnopeus on vähintään $0,2 \text{ g/(gs)}$ ja absorptio painetta vastaan vähintään 15 g/g paineen ollessa 50 g/cm^2 ($0,7 \text{ psi}$),

15 jolloin toisen superabsorbenttimateriaalin dynaaminen turpoamisnopeus on vähintään 1,5 kertaa toisen superabsorbenttimateriaalin dynaaminen turpoamisnopeus.

20. Absorbenttituote, t u n n e t t u siitä, että se käsittää, tässä järjestyksessä, nestettä läpäisevän pintakerroksen (2), minkä tahansa patenttivaatimuksista 1 - 17 mukaisen absorbenttikokonaisuuden järjestettynä siten, että ylempi vastaanottokerros (3) suuntautuu kohden pintakerrosta (2), ja nestettä läpäisemättömän taustakerroksen (9).

25 21. Patenttivaatimuksen 20 mukainen absorbenttituote, t u n n e t t u siitä, että se on kertakäyttövaippa, inkontinenssituote tai harjoitteluhousut.

30 22. Absorbenttikokonaisuus, t u n n e t t u siitä, että se käsittää järjestyksessä paksuussuunnassa yläpinnasta lukien

ylemmän kokoonpanon, joka käsittää ylemmän kerroksen, joka käsittää ensimmäistä huokoista materiaalia (3), jonka märkäkokoonturistuvuus on vähintään $5 \text{ cm}^3/\text{g}$ ja vuotokapasiteetti vähintään 10 g/g , ja joka kokoonpano käsittää myös ensimmäistä superabsorbenttimateriaalia (5), jol-

la on oleellisesti alenematon dynaaminen turpoamisnopeus, ja

5 alemman kokoonpanon, joka käsittää toista huokoista materiaalia (6) ja toista superabsorbenttimateriaalia (7), jonka dynaaminen turpoamisnopeus on vähintään 0,2 g/(gs) ja absorptio painetta vastaan vähintään 15 g/g paineen ollessa 50 g/cm² (0,7 psi),

10 jolloin toisen superabsorbenttimateriaalin dynaaminen turpoamisnopeus on vähintään 1,5 kertaa toisen superabsorbenttimateriaalin dynaaminen turpoamisnopeus.

23. Patenttivaatimuksen 22 mukainen absorbenttikokonaisuus, t u n n e t t u siitä, että ensimmäinen huokoinen materiaali on kuitumateriaali, joka käsittää vähintään 50 paino-% kemiallisesti silloitettuja selluloosakuituja.

24. Patenttivaatimuksen 22 tai 23 mukainen absorbenttikokonaisuus, t u n n e t t u siitä, että sen keskimääräinen teoreettinen neliökapasiteetti on vähintään 0,8 ml/cm² ja pinokorkeus korkeintaan 9 mm kuormituksen ollessa 200 g/cm².

25. Absorbenttituote, t u n n e t t u siitä, että se käsittää, tässä järjestyksessä, nestettä läpäisevän pintakerroksen (2), minkä tahansa patenttivaatimuksista 22 - 24 mukaisen absorbenttikokonaisuuden järjestettynä siten, että ylempi kerros (3) suuntautuu kohden pintakerrosta (2), ja nestettä läpäisemättömän taustakerroksen (9).

26. Patenttivaatimuksen 25 mukainen absorbenttituote, t u n n e t t u siitä, että se on kertakäyttövaippa, inkontinenssituote tai harjoitteluhousut.

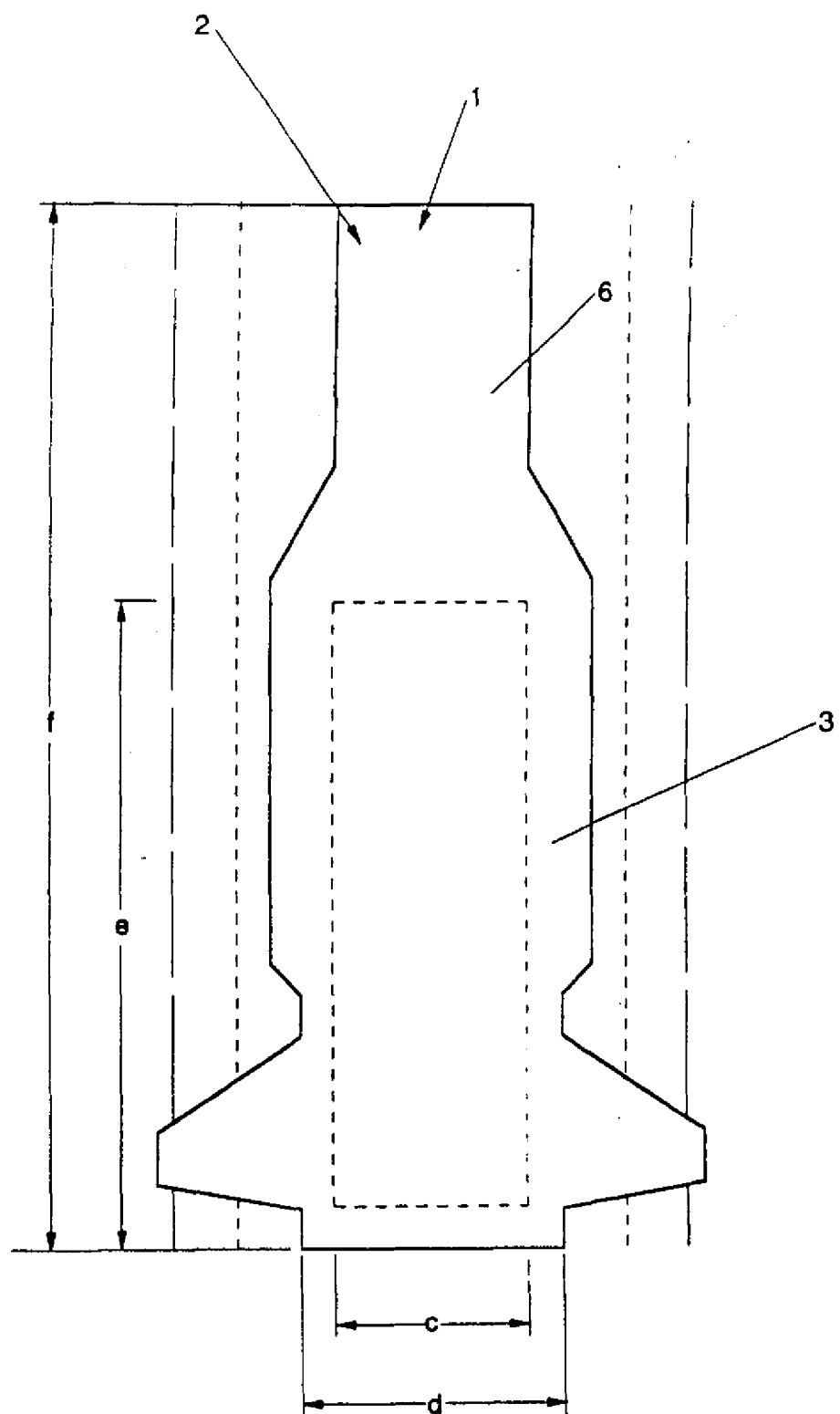


Fig. 1a

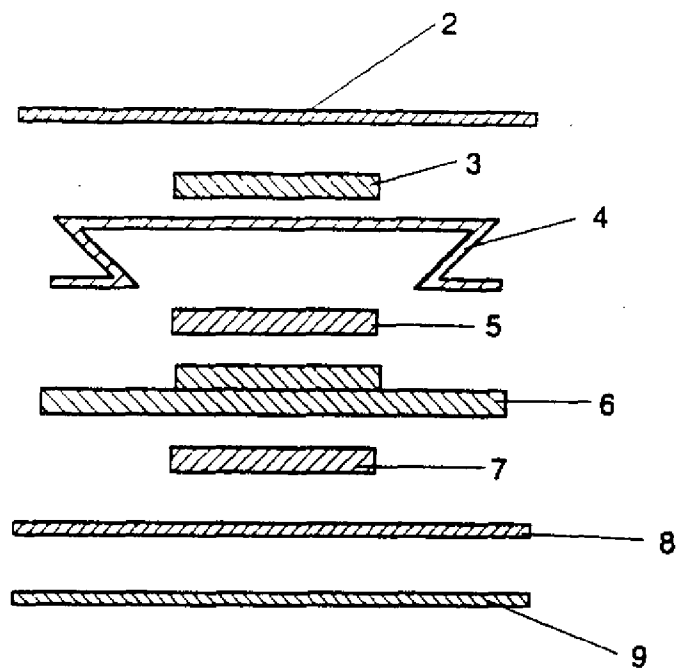


Fig. 1b

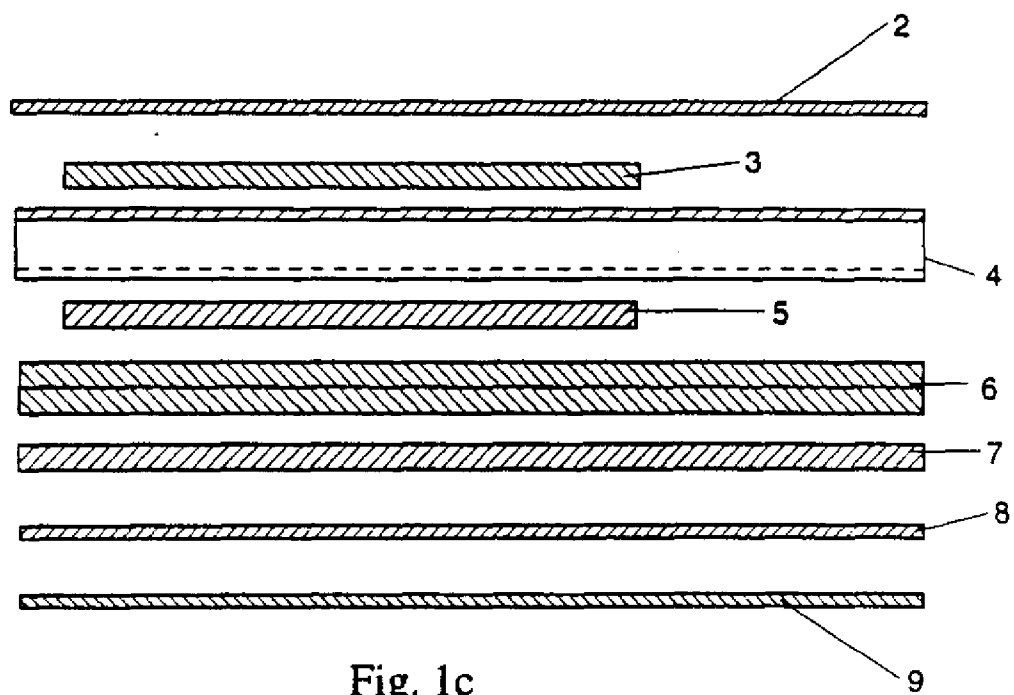


Fig. 1c

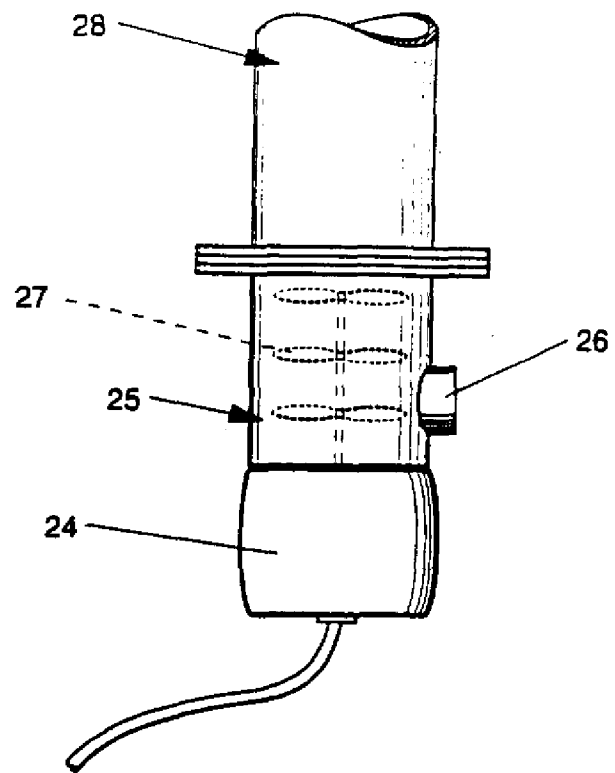


Fig. 3

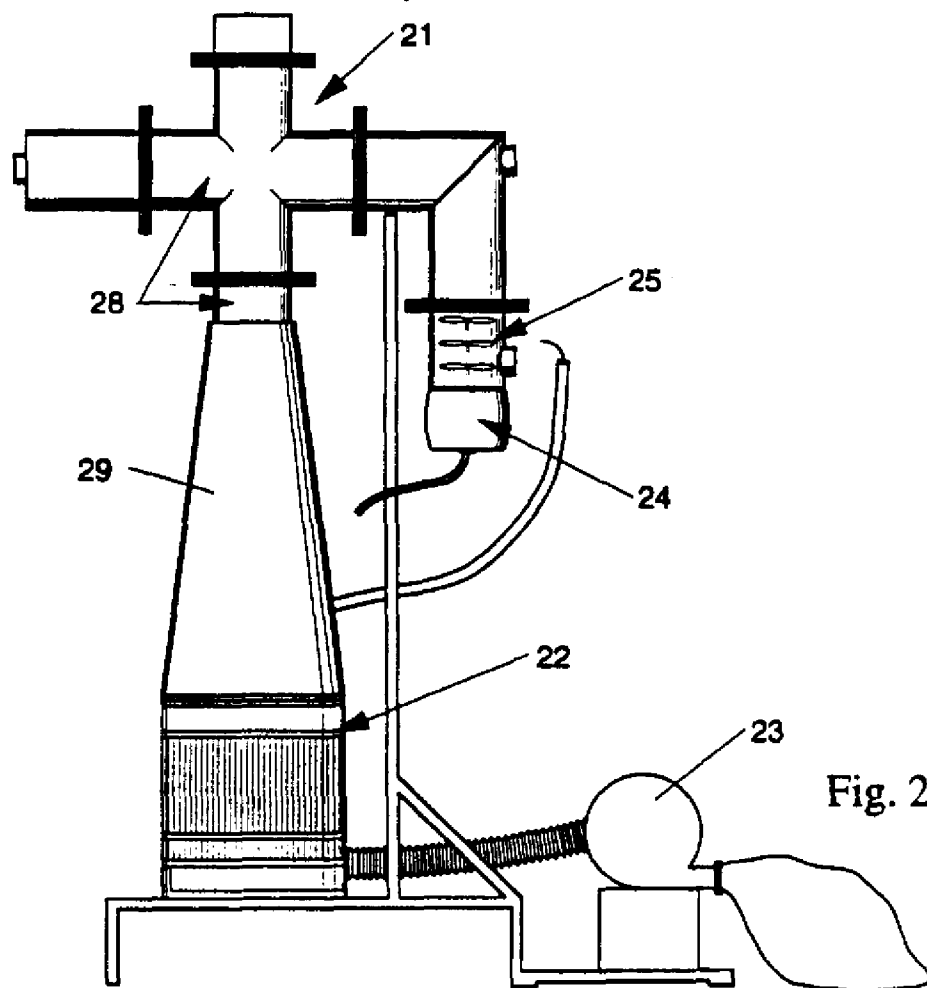


Fig. 2

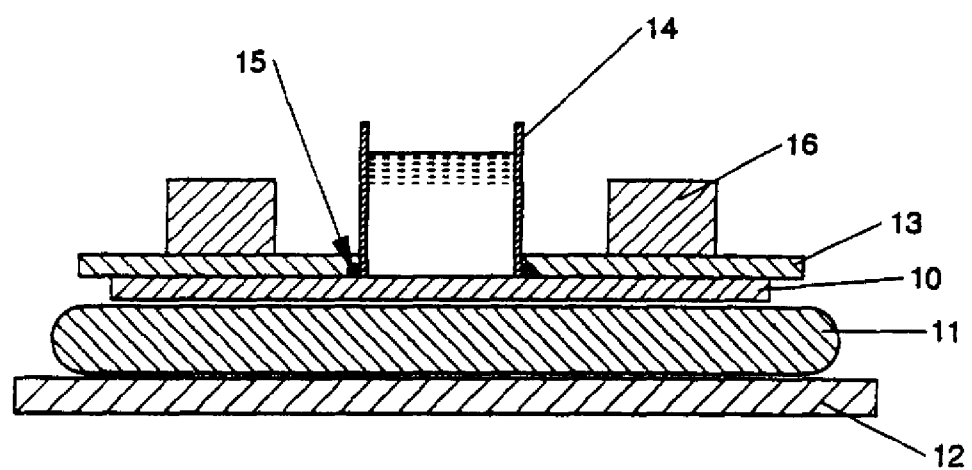
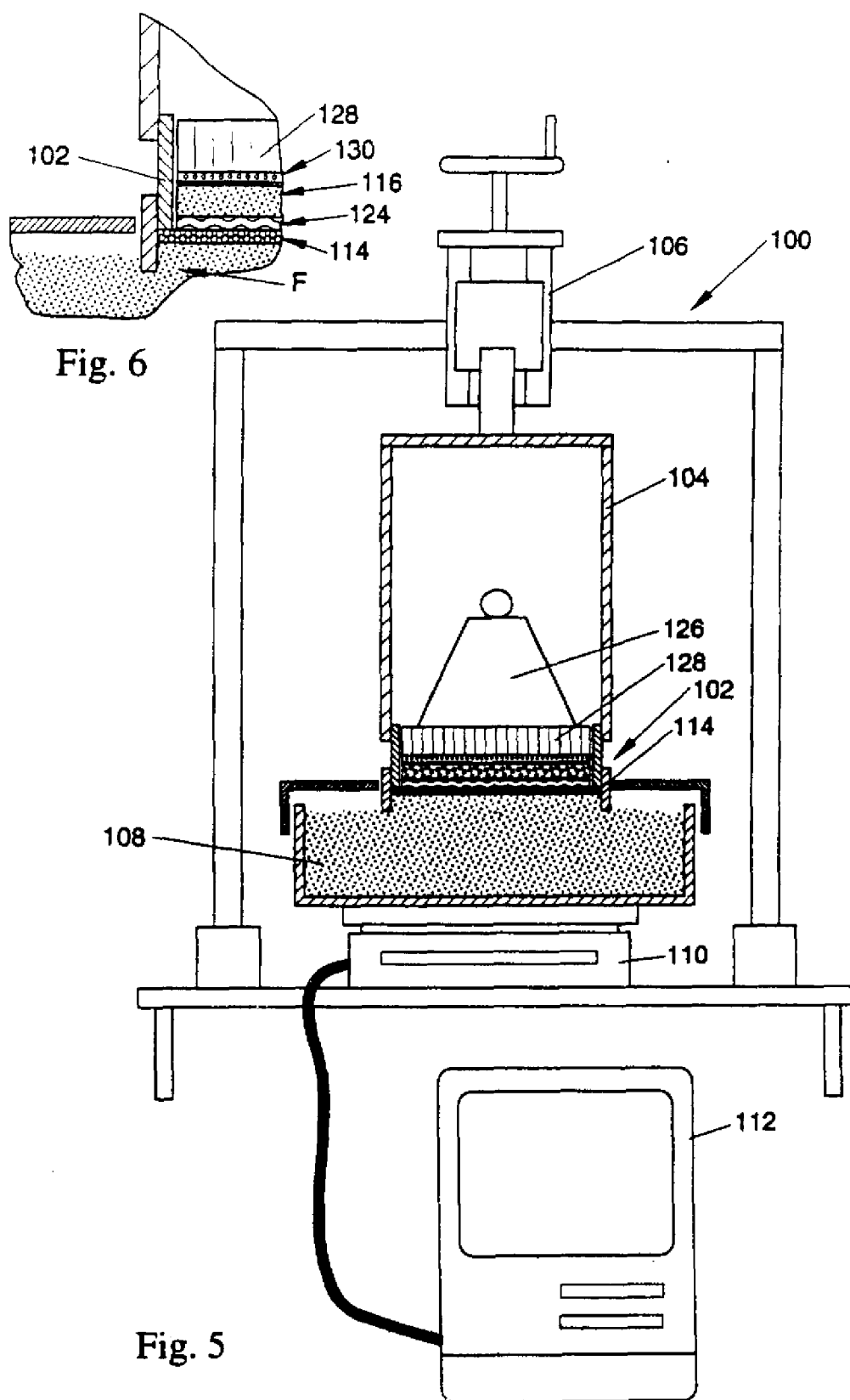


Fig. 4



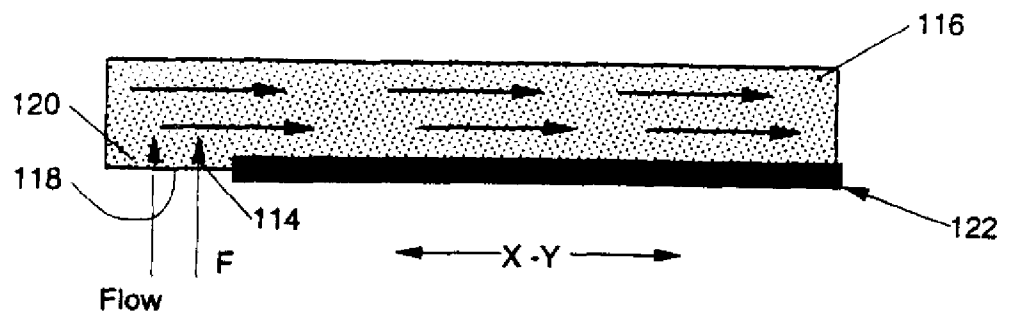


Fig. 7

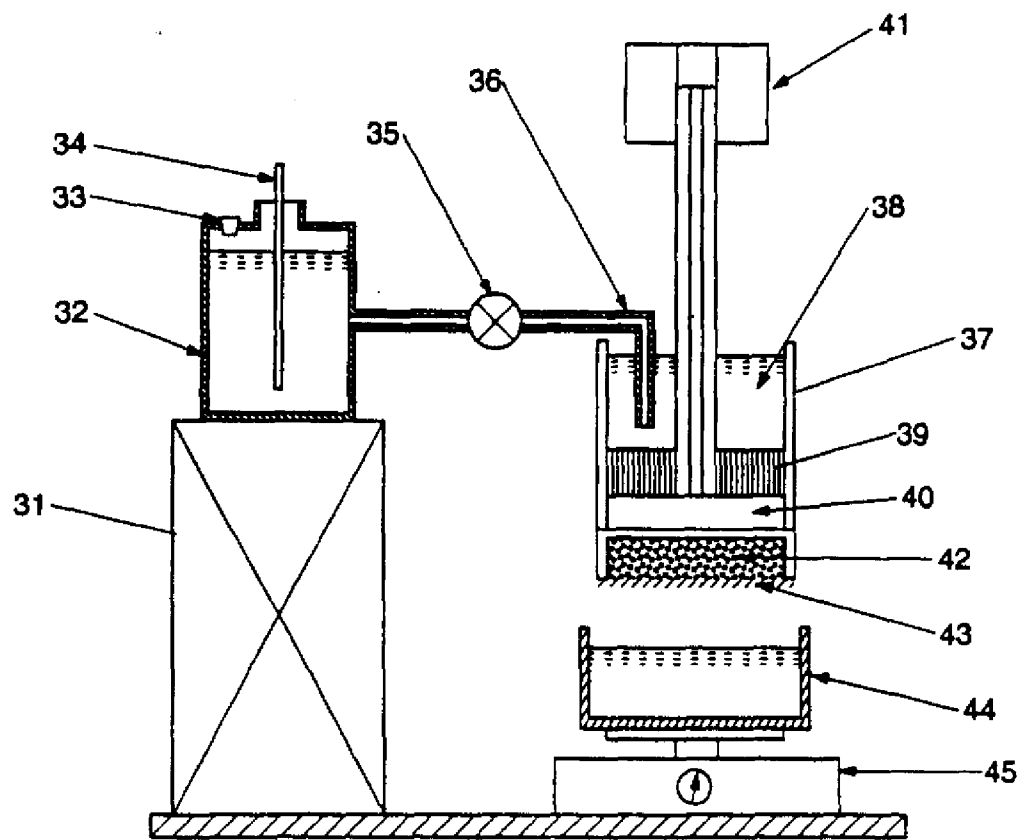


Fig. 8