

(19)



SUOMI - FINLAND

(FI)

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS

PATENT- OCH REGISTERSTYRELSEN

FINNISH PATENT AND REGISTRATION OFFICE

(10) FI 956275 A7

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

(21) Patentihakemus - Patentansökan - Patent application **956275**

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

(22) Tekemispäivä - Ingivningsdag - Filing date **26.05.1994**

(23) Saapumispäivä - Ankomstdag - Reception date **27.12.1995**

(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig - Available to the public **20.02.1996**

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

(86) Kansainvälinen hakemus - **26.05.1994 PCT/US1994/005979**
Internationell ansökan - International
application

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

25.06.1993 US 082861

(71) Hakija - Sökande - Applicant

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

(72) Keksijä - Uppfinnare - Inventor

1 • Lavon, Gary Dean, Harrison, OH 45030, AMERIKAN YHDYSVALLAT, (US)

2 • Young, Gerald Alfred, Cincinnati, OH 45231, AMERIKAN YHDYSVALLAT, (US)

3 • Taylor, Gregory Wade, Cincinnati, OH 45246, AMERIKAN YHDYSVALLAT, (US)

4 • Roe, Donald Carroll, West Chester, OH 45069, AMERIKAN YHDYSVALLAT, (US)

5 • Andes, William Scott, USA, AMERIKAN YHDYSVALLAT, (US)

(74) Asiamies - Ombud - Agent

Kolster Oy Ab, Salmisaareaukio 1, 00180 Helsinki

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

Vesipitoisia kehon nesteitä varten tarkoitettuja, laajentuvasta absorboivasta materiaalista muodostettuja, raollisia absorboivia osia

Slitsade absorberande delar formade av expanderande absorberande material och avsedda för vattenhaltiga kroppsvätskor

Vesipitoisia kehon nesteitä varten tarkoitettuja, laajentuvasta absorboivasta materiaalista muodostettuja, raollisia absorboivia osia

5 Keksinnön alue

Tämä keksintö koskee taipuisia, mikrohuokoisia absorbenttimateriaaleja, joilla on nesteenabsorbointi- ja -pidätysominaisuudet, jotka tekevät niistä erityisen sopivia vesipitoisten elimistön nesteiden, esimerkiksi virtsan, veren, kuukautisvuodon, haavanesteiden jne., absorbointiin. Tämä hakemus koskee erityisesti viilloksellisten alueiden käyttöä absorbenttiosissa, jotka on muodostettu absorboivista avosoluisista polymeerisolumateriaaleista, joilla on kyky laajeta ainakin yhteen suuntaan absorbenttiosan tasossa, kun absorboiva solumateriaali imee mainittunlaisia vesipitoisia elimistön nesteitä.

Keksinnön tausta

Hyvin imukykyisten tuotteiden kehittäminen käytettäväksi kertakäyttövaippoina, aikuisten inkontinenssivaippoina - ja vaippahousuina, kuukautistuotteina, kuten terveyssiteinä, ja kertakäyttöisinä lääketieteellisinä tuotteina, kuten siteinä ja kääreinä, on huomattavan kaupallisen kiinnostuksen kohteena. Mainitunlaisten tuotteiden yksi hyvin toivottu ominaisuus on ohuus. Ohuemmat vaipat ovat vähemmän kömpelöitä käyttää, istuvat paremmin vaatteiden alle ja ovat vähemmän näkyviä. Ohuemmat tuotteet vievät myös vähemmän tilaa pakkauksessa, mikä tekee tuotteista kuluttajalle helpommin kannettavia ja varastoitavia. Pieni tilankulutus pakkaamisen yhteydessä johtaa myös valmistajan ja jakelijan alentuneisiin jakelukustannuksiin, mukaan luettuna varastossa tarvittava pienempi hyllytilan määrä absorbenttituotetta kohden.

Kyky saada aikaan ohuempia absorbenttituotteita, kuten vaippoja, on riippunut kyvystä kehittää suhteellisen ohuita absorbenttiytimiä tai -rakenteita, jotka pystyvät

ottamaan vastaan ja varastoimaan suuria määriä elimistöstä purkautuneita nesteitä, erityisesti virtsaa. Tässä suhteessa on tiettyjen, usein "hydrogeeleiksi", "superabsorbenteiksi" tai "hydrokolloidimateriaaleiksi" kutsuttujen, hiukasmaisten absorboivien polymeerien käyttö ollut erityisen tärkeää. Katso esimerkiksi US-patenttijulkaisu 3 699 103 (Harper et al.), joka on julkaistu 13. kesäkuuta 1972, ja US-patenttijulkaisu 3 770 731 (Harmon), joka on julkaistu 20. kesäkuuta 1972, joissa julkaisuissa esitetään mainitunlaisten hiukasmaisten absorboivien polymeerien käyttöä absorbenttituotteissa. Ohuempien vaippojen kehitys on itse asiassa ollut suora seuraus ohuemmista absorbenttiytimistä, joissa hyödynnetään näiden hiukasmaisten absorboivien polymeerien kykyä imeä suuria määriä elimistöstä purkautuneita vesipitoisia nesteitä, tyypillisesti käytettyinä yhdessä kuitumatriksin kanssa. Katso esimerkiksi US-patenttijulkaisu 4 673 402 (Weisman et al.), joka on julkaistu 16. kesäkuuta 1987, ja US-patenttijulkaisu 4 935 022 (Lash et al.), joka on julkaistu 19. kesäkuuta 1990, joissa julkaisuissa esitetään kaksi-kerroksisia ydinrakenteita, jotka käsittävät kuitumatriksin ja hiukasmaisia absorboivia polymeerejä, jotka ovat käyttökelpoisia muodostettaessa ohuita, vähän tilaa vieviä vaippoja, jotka eivät ole kömpelöitä.

Näillä hiukasmaisilla absorboivilla polymeereillä on kyky pidättää suuria tilavuuksia vesipitoisia elimistön nesteitä, kuten virtsaa. Yksi tyypillinen esimerkki mainitunlaisista hiukasmaisista absorboivista polymeereistä ovat kevyesti silloitetut polyakrylaatit. Monien muiden absorboivien polymeerien tavoin nämä kevyesti silloitetut polyakrylaatit käsittävät joukon anionisia (varautuneita) karboksyyliiryhmiä sitoutuneina polymeerin runkoon. Juuri nämä varautuneet karboksyyliiryhmät tekevät polymeerin kykeneväksi absorboimaan elimistön nesteitä osmoottisten voimien seurauksena.

Osmoottisten voimien ohella on myös kapillaarivoimiin perustuva imukyky tärkeä monissa absorbenttituotteissa, vaipat mukaan luettuina. Kapillaarivoimia on havaittavissa erilaisissa arkipäivän ilmiöissä, joista on esimerkiksi kaatuneita nesteitä imevä paperipyyhe. Kapillaariset absorbentit voivat tarjota paremman toimintakyvyn sen suhteen, millainen on nesteen vastaanotto- ja kapillaari-imu- nopeus, ts. kyky siirtää vesipitoinen neste pois alkupe- räisestä kosketuskohdasta. Edellä mainituissa kaksikerrok- sisen ytimen sisältävissä absorbenttirakenteissa käytetään itse asiassa kuitumatriksia pääasiallisena kapillaarisena kuljetusvälineenä aluksi vastaanotetun vesipitoisen eli- mistön nesteen liikuttamiseen kaikkialle absorbenttiyti- meen, niin että ytimen kerroksiin tai vyöhykkeisiin sijoit- tettu hiukkasmainen absorboiva polymeeri pääsee imemään ja pidättämään sen.

Muita absorbenttimateriaaleja, jotka tarjoavat käyttöön kapillaarisia nesteenkuljetusominaisuuksia, ovat avosoluiset polymeerisolumateriaalit. Asianmukaisesti val- mistettuina avosoluiset polymeerisolumateriaalit tarjoavat käyttöön kapillaarisia nesteen vastaanotto-, kuljetus- ja varastointiominaisuuksia, joita tarvitaan absorbenttituot- teisiin, kuten vaippoihin, tarkoitetuissa hyvin tehokkais- sa absorbenttiytimissä. Absorbenttituotteilla, jotka si- sältävät mainitunlaisia solumateriaaleja, on toivottava yhtenäisyys märkänä ja niillä saadaan aikaan hyvä istuvuus tuotteen koko käyttöajan ja vältetään muodon huononeminen käytön aikana. Lisäksi mainitunlaisia solumateriaaliraken- teita sisältävät absorbenttituotteet ovat helpompia val- mistaa kaupallisessa mitassa. Esimerkiksi vaippojen absor- benttiytimiä voitaisiin yksinkertaisesti leikata jatkuvis- ta solumateriaalilevyistä ja niistä voitaisiin tehdä huo- mattavasti yhtenäisempiä kuin ilmakerrostetut kuituabsor- benttiytimet, jotka sisältävät hiukkasmaisia absorboivia polymeerejä. Mainitunlaiset solumateriaalit voitaisiin

muovata mihin tahansa haluttuun muotoon tai niistä voidaan jopa muodostaa yhtenäisiä, yhtä kappaletta olevia vaippoja.

Kirjallisuudessa ja käytännön liiketoiminnan alalla on runsaasti kuvauksia erityyppisistä polymeerisolumateriaaleista, joita voidaan käyttää erilaisten nesteiden imemiseen erilaisiin tarkoituksiin. Tietyntyypisten polymeerisolumateriaalien käyttöä absorbenttituotteiden, kuten vaippojen ja kuukautistutuotteiden, osina on itse asiassa ehdotettu aiemmin. Katso esimerkiksi US-patenttijulkaisu 4 029 100 (Karami), joka on julkaistu 14. kesäkuuta 1977, jossa esitetään muodonpitävä vaippa, jossa voidaan käyttää solumateriaalielementtiä absorbenttityynykokoonpanon haara-alueella suuren märkäkimmoisuuden aikaansaamiseksi. On myös ehdotettu, että tietyntyypiset polymeerisolumateriaalit ovat käyttökelpoisia absorbenttituotteissa vesipitoisten elimistön nesteiden varsinaiseen imemiseen, kapillaariseen kuljetukseen ja/tai pidättämiseen. Katso esimerkiksi US-patenttijulkaisu 3 563 243 (Lindquist), joka on julkaistu 6. helmikuuta 1971 (absorbenttityyny vaippoja yms. varten, jossa pääasiallinen absorbentti on hydrofiilinen polyuretaanisolumateriaalilevy); US-patenttijulkaisu 4 554 297 (Dabi), joka on julkaistu 19. marraskuuta 1985 (elimistön nesteitä absorboivia solupolymeerejä, joita voidaan käyttää vaipoissa tai kuukautistutuotteissa); US-patenttijulkaisu 4 740 528 (Garvey et al.), julkistu 26. huhtikuuta 1988 (absorboivia komposiittirakenteita, kuten vaippoja, naisten hygienia tuotteita ja vastaavia, jotka sisältävät tietyntyypisistä tehokkaasti imevistä, silloitetuista polyuretaanosolumateriaaleista valmistettuja sieniabsorbentteja). US-patenttijulkaisussa 5 147 345 (Young et al.), joka on julkaistu 15. syyskuuta 1992, valaistaan mahdollisia absorbenttituoterakenteita, jotka soveltuvat käytettäväksi mainitunlaisista polymeerisolumate-

riaaleista muodostettujen absorbenttiosien yhteydessä, ja se mainitaan täten viitteenä.

5 Vaikka on ehdotettu erilaisia polymeerisolumateriaaleja käytettäväksi absorbenttituotteissa, on kehitetty absorboivia, avosoluisia polymeerisolumateriaaleja, joilla on seuraavat toivottavat ominaisuudet:

10 (a) suhteellisesti suurempi affiniteetti elimistön nesteiden absorboinnin suhteen kuin muilla absorbenttituotteissa olevilla komponenteilla, niin että solumateriaali pystyy imemään pois (erottamaan) nesteitä näistä muista komponenteista ja pitämään nesteet polymeerisolumateriaalirakenteen sisään varastoituneina;

15 (b) suhteellisen hyvät kapillaari-imu- ja nesteenjakautusominaisuudet, jotta solumateriaali kuljettaa imeytyneen virtsan tai muun elimistön nesteen pois alkuperäiseltä osumisvyöhykkeeltä ja solumateriaalirakenteen käyttämättömään osaan ja mahdollistaa siten myöhempien nestepurkausten mahdollittamisen rakenteeseen;

20 (c) suhteellisen suuri varastointikapasiteetti ja suhteellisen suuri nestekapasiteetti kuormituksen, ts. puristusvoimien, alaisena.

Kuten aiemmin mainittiin, suhteellisen ohuiden absorbenttituotteiden, kuten vaippojen, valmistaminen vaatii yleensä ohuempaa absorbenttiydintä. Sellaisten absorboivien polymeerisolumateriaalien aikaansaanti, jotka pysyvät muodoltaan suhteellisen ohuina, kunnes vesipitoiset elimistön nesteet kastelevat ne, ei ole kuitenkaan yksinkertaista. Absorboivan solumateriaalin tulee pysyä suhteellisen ohuena normaalin varastoinnin ja käytön aikana ennen kastumistaan. Tällä suhteellisen ohuella polymeerisolumateriaalilla täytyy lisäksi olla edellä kuvatut vaadittavat imukykyominaisuudet, jos sen on määrä olla käyttökelpoinen tehokkaissa absorbenttiytimissä. Sellaisten suhteellisen ohuiden polymeerisolumateriaalien valmistus, 35 jotka ovat riittävän pehmeitä ja taipuisia ollakseen muka-

via käyttäjän kannalta, ei myöskään ole mikään vähäinen tehtävä.

On kehitetty suhteellisen ohuita, kokoonpainuneita (ts. paisuttamattomia) polymeerisolumateriaaleja, jotka joutuessaan kosketukseen vesipitoisten elimistön nesteiden kanssa paisuvat ja imevät mainitunlaisia nesteitä. Nämä absorboivat polymeerisolumateriaalit käsittävät toisiinsa yhteydessä olevista avoimista soluista muodostuvan hydrofiilisen, taipuisan, ionittoman polymeerisolumateriaalirakenteen. Mainitunlaiset kokoonpainuneet polymeerisolumateriaalit pysyvät suhteellisen ohuina normaaleissa kuljetus-, varastointi ja käyttöolosuhteissa, kunnes ne lopulta kastuvat vesipitoisista elimistön nesteistä, missä vaiheessa ne paisuvat. Koska näillä kokoonpainuneilla polymeerisolumateriaaleilla on erinomaiset absorbointiominaisuudet, mukaan luettuna kyky kuljettaa nestettä kapillarisesti, ne ovat äärimmäisen käyttökelpoisia absorbenttituotteisiin, kuten kertakäyttövaippoihin, aikuisten inkontinenssivaippoihin tai -vaippahousuihin, kuukautistuotteisiin, kuten terveyssiteisiin, lääketieteellisiin kertakäyttötuotteisiin, kuten siteisiin ja kääreisiin, yms. tarkoitetuissa tehokkaissa absorbenttiytimissä. Mainitunlaisia kokoonpainuneita polymeerisolumateriaaleja kuvataan saman oikeudenhaltijan nimissä olevassa, myös avoimessa rinnakkaishakemuksessa US-patenttihakemus sarjanro 07/989 270 (Dyer et al., jätetty 11. joulukuuta 1992), joka mainitaan täten viitteenä.

Vaikka mainitunlaisilla polymeerisolumateriaaleilla on erinomainen varastointikapasiteetti ja se edullinen piirre, että ne ovat ohuita kastumiseensa asti, ne ottavat vastaan nestettä usein hitaammin kuin muut materiaalit. Tämän seurauksena äkilliset nestepurkaukset saattavat yksinkertaisesti valua pois mainitunlaisen absorbenttiosan pinnalta, jolloin suhteellisen vähän nestettä tulee todellisuudessa absorboiduksi ja varastoiduksi. Tämä voi puo-

lestaan johtaa tuotteen ennenaikaiseen vuotamiseen, ennen kuin tuotteen absorptiokapasiteetti on kokonaan hyödynnetty. Lisäksi polymeerisolumateriaalin käyttö suhteellisesti paksumpina kappaleina tai lisäkerroksina varastointikapasiteetin suurentamiseksi lisää absorbenttituotteen tulok-

5

senä olevaa jäykkyyttä parantamatta vastaanottonopeutta. Niinpä olisi toivottavaa pystyä valmistamaan absorbenttiosia, jolla (1) on riittävät tai edullisesti erinomaiset vastaanotto-ominaisuudet, niin että se on toivottava absorbenttituotteissa, kuten kertakäyttövaipoissa, aikuisten inkontinenssivaipoissa tai -vaippahousuissa, kuukautistutuotteissa, kuten terveyssiteissä, lääketieteellisissä kertakäyttötuotteissa, kuten siteissä ja kääreissä, yms. käytettävissä tehokkaissa absorbenttiytimissä; joka (2) on riittävän taipuisa ja pehmeä tarjotakseen korkea-asteisen mukavuuden absorbenttituotteen käyttäjälle; jossa (3) hyödynnetään mekaanisten piirteiden ja materiaaliominaisuuksien yhdistelmää edullisten dynaamisten rakenteiden valmistamiseksi; ja jota (4) voidaan valmistaa kaupallisessa mitassa suhteellisen kohtuullisin tai alhaisin kustannuksin.

10

15

20

Keksinnön kuvaus

Tämä keksintö koskee viilloksellisten alueiden käyttöä absorbenttiosissa, jotka on muodostettu absorbenttimateriaaleista, joilla on kyky laajeta ainakin yhdessä suunnassa absorbenttiosan tasossa, kun ne absorboivat vesipitoisia elimistön nesteitä. Tarkemmin määriteltynä tämä keksintö koskee mainitunlaisten viilloksellisten alueiden käyttöä absorbenttiosissa, jotka on muodostettu suhteellisen ohuista, kokoonpainuneista (ts. paisuttamattomista) polymeerisolumateriaaleista, joilla on kyky laajeta ainakin yhdessä suunnassa absorbenttiosan tasossa, kun ne absorboivat vesipitoisia elimistön nesteitä. Nämä absorboivat polymeerisolumateriaalit käsittävät edullisesti toisiinsa yhteydessä olevista avoimista soluista muodostu-

25

30

35

van hydrofiilisen, taipuisan polymeerisolumateriaalirakenteen, joka joutuessaan kosketukseen vesipitoisten elimistön nesteiden kanssa laajenee ulospäin kaikissa suunnissa ja absorboi mainitunlaisia nesteitä. Tärkeää on, että näiden solumateriaalien ollessa kyseessä paisumisprosessi on palautuva, ja kun neste poistuu absorbenttiosasta haihtumisen tai muihin absorbenttiosiin kulkeutumisen vuoksi, solumateriaali painuu ainakin osittain kokoon ja on käytettävissä seuraavan mahdollisen nestepurkauksen absorbointiin.

Verrattuna absorbenttiosan viilloksettomiin alueisiin viillokselliset alueet ottavat vastaan nestettä paljon nopeammin viillosten reunojen aikaansaaman kasvaneen pinta-alan ansiosta. Kun materiaali paisuu, pinta-ala kasvaa viilloksellisella alueella dramaattisesti, ja tämä kasvanut pinta-ala johtaa vastaanottonopeuden kasvamiseen edelleen. Lisänesteen vastaanotto johtaa lisäpaisumiseen ja kasvaneeseen pinta-alaan jne., kunnes nestettä ei enää tule lisää tai solumateriaali saavuttaa täysin paisuneen tilansa, kumpi ensin tapahtuukin.

Parantuneen vastaanottonopeuden ja lisääntyneen taipuisuuden ohella nestettä vastaanottamassa olevat viillokselliset alueet yhdistettyinä viilloksettomiin ja/tai suhteellisesti kuivempiin ympäröiviin alueisiin ja solumateriaalin paisumisominaisuuksiin tasossa antavat absorbenttiosalle kyvyn reagoida dynaamisesti erilaisiin neste-kuormitusolosuhteisiin ja muodostavat suotuisia rakenteellisia piirteitä.

Yhdessä rakenteessa absorboivan polymeerisolumateriaaliosan nesteentuloalue varustetaan lukuisilla viilloksilla, niin että muodostuu viilloksellinen alue, kun taas absorbenttiosan reuna-alue jää viilloksettomaksi. Viillokseton reuna-alue saa myös aikaan absorbenttiosan suuremman rakenteellisen yhtenäisyyden käytön aikana. Kun nestettä tulee absorbenttiosan viilloksellisen alueen kautta, viil-

loksellinen alue paisuu nopeammin ja suuremmassa määrin kuin ympärillä oleva viillokseton alue. Viilloksellista aluetta rajoittaa sen reunoista hitaammin paisuva viillokseton alue, ja siten sen jatkuva paisuminen absorbenttiosan tasossa pakottaa sen muuttamaan muotoaan ja kohoamaan absorbenttiosan tason ulkopuolelle, jolloin muodostuu vähintään yksi kupumainen rakenne.

Tämä kaareutumisiilmiö aiheuttaa viillosten avautumisen ja viilloksen pintojen siirtymisen kulman ja/tai aseman suhteen, jolloin viilloksen pinnat paljastuvat ainakin osittain ja tarjoavat lisäpinta-alaa myöhempien nestepurkausten varalle. Kaareutumisiilmiö synnyttää myös absorbenttiosan alle ontelotilan, jonne neste pääsee avointen viillosten kautta. Tämä ontelotila tarjoaa tilapäistä "tulvakapasiteettia" ylimääräisen nesteen vangitsemiseksi ja eristämiseksi, kunnes absorbenttiosa pystyy absorboimaan ja varastoimaan sen.

Yhdessä toisessa rakenteessa käytetään edellä kuvattua kaltaista absorbenttiosaa virtausyhteydessä viilloksettoman absorboivan polymeerisolumateriaaliosan kanssa monikerroksisessa rakenteessa. Kun nestettä tulee viilloksellisen kerroksen tuloalueelle, viilloksellinen kerros toimii edellä kuvatulla tavalla. Viillokseton kerros alkaa sitten ottaa vastaan nestettä viilloksellisesta kerroksesta, ja tämän tapahtuessa viilloksellinen kerros alkaa palata kokoonpaineeseen tilaansa, samalla kun viillokseton kerros paisuu absorbenttiosan tasossa. Näiden kahden kerroksen välisten pidätysvoimien ansiosta, jotka estävät kerrosten liukumisen toistensa suhteen (edellyttäen, että kerrokset ovat suorassa kosketuksessa tai niitä yhdistää väliosa, joka estää niiden liikkeen suhteessa toisiinsa), paisuva viillokseton kerros aiheuttaa viilloksellisen kerroksen viillosten pysymisen avoimena ja/tai avautumisen lisäksi, kun viilloksellinen kerros painuu kokoon eli siirtää nestettä viilloksettomaan kerrokseen. Tätä ilmiötä edistää

viillosten välissä olevien yksittäisten solumateriaali-
kaistojen kutistuminen tason suunnassa.

Viillosten pinnat omaksuvat myös edullisen suppilo-
maisen muodon (verrattuna niiden tavanomaiseen suorasivui-
seen yhdensuuntaiseen asentoon), eivätkä pelkästään avau-
5 du, mikä parantaa edelleen absorbenttiosan kykyä ottaa no-
peasti vastaan myöhempi nestepurkaus sen ansiosta, että
suurempi pinta-ala on alttiina tulevalle nesteelle. Tämä
suppilomainen muoto syntyy sen ansiosta, että viilloksel-
lisen kerroksen vapaa pinta kutistuu, samalla kun viillok-
10 settoman kerroksen kanssa kosketuksessa oleva viilloksel-
lisen kerroksen pinta on paikallaan pysyessään kosketuk-
sessa viilloksettoman kerroksen kanssa, niin että viil-
lokselliseen kerrokseen syntyy jännitysero kohtisuorassa
15 suunnassa absorbenttiosan tasoon nähden.

Vielä yhdessä muussa rakenteessa edellä mainittu
suppilomainen viillosilmiö voidaan saada aikaan toteutta-
malla vedenpoisto solumateriaalista absorboivan polymeeri-
solumateriaaliosan ollessa kiinnittytynään jäykkään subst-
20 raattiin tai mikä tahansa muu prosessi, jonka ansiosta
viillokset muotoutuvat suppilomaisiksi, kun solumateriaali
on kuiva ja valmis sisällytettäväksi absorbenttituotte-
seen. Siten valmistettuja absorbenttiosia voidaan sitten
sisällyttää absorbenttituotteisiin viillosten ollessa jo
25 ennalta saatettuina avoimeen muotoon suuremman pinta-alan
tarjoamiseksi nesteen nopeaa vastaanottoa varten. Ottaes-
saan vastaan nestettä viillosten pinnat lähenevät toisiaan
ja muuttuvat yhdensuuntaisemmiksi viillosten välissä ole-
van solumateriaalin palatessa paisuneeseen tilaansa. Viil-
30 losten ennalta muodostettu suppilomainen muoto on erityi-
sen käyttökelpoinen myös kostean tai juoksevan ulosteen
pidättämisen ja kuivattamisen kannalta samoin kuin visko-
siteetiltaan korkeampien ja/tai hiukkasmaista materiaalia
suurempana pitoisuutena sisältävien nesteiden, kuten ve-

ren, kuukautisvuodon tai haavanesteiden, vastaanoton kannalta.

Piirustusten lyhyt kuvaus

5 Tämä keksintö lieenee paremmin ymmärrettävissä tustuttaessa seuraavaan yksityiskohtaiseen kuvaukseen ja liitteenä oleviin piirroskuvioihin, joissa

10 kuvio 1 on mikroskooppivalokuva (suurennussuhde 1 500) yhdestä tämän keksinnön mukaisesta tyypillisestä absorboivasta polymeerisolumateriaalista otetun leikkeen reunasta materiaalin ollessa kokoonpainuneessa tilassaan.

Kuvio 2 on mikroskooppivalokuva (suurennussuhde 1 000) yhdestä tämän keksinnön mukaisesta tyypillisestä absorboivasta polymeerisolumateriaalista otetun leikkeen reunasta materiaalin ollessa paisuneessa tilassaan.

15 Kuvio 3 on mikroskooppivalokuva (suurennussuhde 1 000) yhdestä tämän keksinnön mukaisesta, yhtä edullista lisäemulgointiainejärjestelmää sisältävästä HIPE-emulsios- ta valmistetusta absorboivasta polymeerisolumateriaalista otetusta leikkeestä.

20 Kuvio 4 esittää tämän keksinnön ensimmäisen suorit- tusmuodon mukaista absorbenttiosaa ylhäältäpäin katsottu- na.

Kuvio 5 on linjaa 5 - 5 pitkin piirretty pystyleik- kauskuva kuvion 4 absorbenttiosasta.

25 Kuvio 6 on pystyleikkausosakuva kuvion 4 absorbent- tiosasta, jossa näkyy yksittäinen viillos.

Kuviot 7 ja 8 ovat pystyleikkauskuvia (suunnassa y ja vastaavasti x katsottuna) kuvion 4 absorbenttiosasta osittain kastuneessa tilassa.

30 Kuvio 9 on perspektiivikuva kuvion 4 absorbentti- osasta osittain kastuneessa tilassa.

Kuvio 10 on linjaa 10 - 10 pitkin piirretty pysty- leikkauskuva kuvion 9 osittain kastuneesta absorbentti- osasta.

Kuvio 11 on perspektiivikuva tämän keksinnön toisen suoritusmuodon mukaisesta monikerroksisesta absorbenttiosasta.

5 Kuviot 12 ja 13 ovat linjaa 12 - 12 ja vastaavasti 13 - 13 pitkin piirrettyjä pystyleikkauskuvia kuvion 11 absorbenttiosasta osittain kastuneessa tilassa.

Kuvio 14 esittää tämän keksinnön kolmannen suoritusmuodon mukaista absorbenttiosaa ylhäältäpäin katsottuna.

10 Kuvio 15 on kuvion 5 kaltainen pystyleikkauskuva kuvion 14 absorbenttiosasta.

Kuvio 16 esittää osaa kuvion 14 absorbenttiosasta ylhäältäpäin katsottuna, ja siinä näkyy suurennettuna yksi yksittäinen viillos ennalta muotoillussa tilassaan.

15 Kuviot 17 ja 18 valaisevat kaaviomaisesti kahta mahdollista menetelmää viilloksellisten alueiden muodostamiseksi tämän keksinnön mukaisiin absorbenttiosiin.

Keksinnön yksityiskohtainen kuvaus

20 Vaikka tämän keksinnön periaatteet ovat sovellettavissa absorbenttiosiin, jotka on muodostettu mistä tahansa absorbenttimateriaalista, jossa on toisiinsa yhteydessä olevista avoimista tiloista koostuva verkosto, jolla on kyky kuljettaa vesipitoisia elimistön nesteitä absorbenttiosassa ja joka turpoaa ottaessa vastaan mainitunlaisia
25 nesteitä, on yksi tämän keksinnön mukaiseen käyttöön tällä hetkellä edullinen materiaali polymeerisolumateriaali.

Polymeerisolumateriaaleja, jotka ovat tässä tarkoitettua tyyppiä, voidaan luonnehtia rakenteiksi, joita on tuloksena dispergoitaessa suhteellisen monomeeritonta nestettä pisaroiksi tai "kupliksi" polymeroitavissa olevaan
30 monomeeripitoiseen nesteeseen, minkä jälkeen pisaroita ympäröivässä monomeeripitoisessa nesteessä olevat monomeerit polymeroidaan. Tuloksena oleva polymeroitu dispersio voi olla huokoisen kiinteytyneen rakenteen muodossa, joka on
35 solukokonaisuus, jonka solujen rajat eli seinämät käsittä-

vät kiinteää polymeroitunutta materiaalia. Itse solut sisältävät suhteellisen monomeeritonta nestettä, joka ennen polymerointia muodosti nestemäisessä dispersiossa olevat pisarat.

5 Polymeerisolumateriaalit, mukaan luettuina vesi öljyssä -emulsioista valmistetut solumateriaalit, voivat olla luonteeltaan suhteellisen umpisoluisia tai suhteellisen avosoluisia sen mukaan, ovatko solujen seinämät eli rajat, ts. soluikkunat, ja/tai missä määrin ne ovat polymeerimateriaalin täyttämiä tai ilman sitä. Tämän keksinnön mukaisissa absorbenttituotteissa ja -rakenteissa käyttökelpoiset polymeerisolumateriaalit ovat materiaaleja, jotka ovat suhteellisen avosoluisia siinä mielessä, että solumateriaalin yksittäiset solut eivät pääosiltaan ole täysin soluseinämien polymeerimateriaalin toisistaan eristämiä. Niinpä mainitunlaisissa oleellisesti avosoluisissa solurakenteissa olevissa soluissa on solujen välisiä aukkoja eli "ikkunoita", jotka ovat kyllin suuria mahdollistaakseen nesteen helpon siirtymisen solusta toiseen solurakenteen sisällä.

20 Tässä yhteydessä käyttökelpoista tyyppiä olevissa oleellisesti avosoluisissa rakenteissa solumateriaalilla on yleensä verkkomainen luonne ja yksittäisiä soluja rajaa joukko toisiinsa liittyviä, kolmiulotteisesti haarautuneita verkkoja. Polymeerimateriaalisäikeitä, jotka muodostavat avosoluisen solurakenteen haarautuneet verkot, voidaan kutsua "tukirakenteiksi". Avosoluisista solumateriaaleista, joilla on tyypillinen tukirakennetyyppinen rakenne, esitetään esimerkkinä kuviona 2 oleva mikroskooppivalokuva. Tämän keksinnön tarkoituksiin solumateriaali on "avosuolainen" jos vähintään 80 % solurakenteessa olevista soluista, jotka ovat kooltaan vähintään 1 μm , on virtausyhteydessä vähintään yhden vieressä olevan solun kanssa. Vaihtoehtoisesti solumateriaalia voidaan pitää oleellisesti avosoluisena, jos sen mitattu käytettävissä oleva huo-

kostilavuus on vähintään 80 % teoreettisesti käytettävissä olevasta huokostilavuudesta määritettynä esimerkiksi solumateriaalin muodostukseen käytetyn emulsion veden ja öljyn välisen massasuhteen kautta.

5 Sen lisäksi että tämän keksinnön yhteydessä käyttökelpoiset polymeerisolumateriaalit ovat avosoluisia, ne ovat luonteeltaan hydrofiilisiä. Tässä yhteydessä kuvattavien solumateriaalien täytyy olla riittävän hydrofiilisiä antaakseen solumateriaalille mahdollisuuden absorboida
10 tässä määritellyt määrät vesipitoisia elimistön nesteitä. Kuten käsitellään jäljempänä edullisten solumateriaalityyppien ja solumateriaalien valmistusmenetelmien suhteen, tässä kuvattavien solumateriaalirakenteiden sisäpinnoista voidaan tehdä hydrofiilisiä hydrofilisointiainejäännöksil-
15 lä, joita jää solumateriaalirakenteeseen polymeroinnin jälkeen sellaisten solumateriaalin käsittelyyn valittujen jälkipolymerointimenettelyjen ansiosta, joita voidaan käyttää muuttamaan solurakenteen muodostavan materiaalin pintaenergiaa.

20 Se missä määrin polymeerisolumateriaalirakenteet, kuten tämän keksinnön yhteydessä käyttökelpoiset rakenteet, ovat "hydrofiilisiä", voidaan määrittää kvantitatiivisesti "adheesiojännityksellä", joka mainitunlaisilla solumateriaaleilla on kosketuksessa absorboitavissa olevaan
25 testinesteeseen. Adheesiojännitys määritellään yhtälöllä

$$AT = \gamma \cos \theta,$$

jossa

30 AT on adheesiojännitys (dyn/cm);
 γ on solumateriaalin absorboiman testinesteen pintajännitys (dyn/cm);

θ on kosketuskulma (asteina) polymeerisolumateriaalin pinnan ja sellaisen vektorin välillä, joka on testi-

nesteen tangentti pisteessä, jossa testineste koskettaa solumateriaalin pintaa.

Minkä tahansa määrätyn hydrofiilisen solumateriaalin ollessa kyseessä voidaan solumateriaalin adheesiojännitys määrittää kokeellisesti käyttämällä menettelyä, jossa mitataan testinesteen, esimerkiksi synteettisen virtsan tai propanolin, massa, jonka mitoiltaan ja kapillaari-imuominaispinta-alaltaan tunnettu solumateriaalinäyte ottaa vastaan. Mainitunlaista menettelyä kuvataan yksityiskohtaisemmin kappaleessa Test Methods saman oikeudenhaltijan nimissä olevassa, myös avoimessa rinnakkaishakemuksessa US-patenttihakemus sarjanro 07/989 270 (Dyer et al., jätetty 11. joulukuuta 1992), joka mainitaan täten viitteenä. Tämän keksinnön yhteydessä absorbentteina käyttökelpoiset solumateriaalit ovat yleensä materiaaleja, joista on tehty siinä määrin hydrofiilisiä, että niiden adheesiojännitys on noin 15 - 65 dyn/cm, edullisemmin noin 20 - 65 dyn/cm, määritettynä sellaisen synteettisen virtsan kapillaari-imuvastaanoton kautta, jonka pintajännitys on 65 ± 5 dyn/cm.

Tämän keksinnön yhteydessä käyttökelpoisten polymerisolumateriaalien ominaisuudet, piirteet ja/tai tunnusmerkit ovat jossakin määrin sukua toisilleen ja toisistaan riippuvaisia, mutta voidaan luokitella olennaisesti seuraavasti: (I) materiaalin kokoonpaineen tilan kannalta erityisen merkitykselliset ominaisuudet; (II) materiaalin paisuneen tilan kannalta erityisen merkitykselliset ominaisuudet; (III) materiaalin kokoonpaineen ja paisuneen tilan kannalta yhtä merkitykselliset ominaisuudet ja (IV) ominaisuudet, joilla on erityisesti merkitystä materiaalin imukyvyille tämän ollessa kosketuksessa vesipitoisten elimistön nesteiden kanssa.

Seuraavassa esitetään vastaavasti numeroidut kappaleet I - IV, joissa selvitetään yksityiskohtaisemmin edellä mainittuja ominaisuuksia, piirteitä ja/tai tunnusmerk-

kejä. Kappaleessa V esitetään piirteet ja tunnusmerkit, joita antavat mainitunlaisissa absorbenttiosissa olevat viillokselliset alueet, ja kappaleessa VI kuvataan tällä hetkellä edullisen polymeerisolumateriaalityypin valmis-

5 tuksessa käyttökelpoisia menetelmiä. Lopuksi esitetään esimerkkejä, joissa tuodaan esille erityisiä polymeerisolumateriaaleja, jotka on havaittu erityisen käyttökelpoiksi tämän keksinnön mukaisesti.

Seuraavat kappaleet koskevat erityisesti tällä het-

10 kellä edullista polymeerisolumateriaalilajia; niissä yksityiskohtaisesti esitettävät periaatteet ovat tosin sovellettavissa muihinkin solumateriaalilajeihin ja muihin absorbenttimateriaaleihin, joilla on samankaltaiset paisu-

15 I. Kokoonpainunut tila

Tämän keksinnön yhteydessä käyttökelpoisia polymeerisolumateriaaleja valmistetaan tavallisesti polymeroimalla HIPE-tyyppistä emulsiota jäljempänä kuvattavalla tavalla. Ne ovat vesi öljyssä -emulsioita, joissa öljyfaasin

20 määrä on suhteellisen pieni ja vesifaasin määrä suhteessa suurempi. Niinpä polymeroinnin jälkeen tuloksena oleva solumateriaali sisältää olennaisen määrän vettä. Tätä vettä voidaan poistaa solumateriaalista puristusvoimilla ja/tai lämpökuivauksella, kuten kuumentamalla uunissa, tai ali-

25 painevedenpoistolla yhdistettynä puristusvoimiin. Puristuksen ja/tai kuivauksen jälkeen polymeerisolumateriaali on kolmiulotteisesti kokoonpainuneessa (eli paisuttamattomassa) tilassa.

Kuvion 1 esittämässä mikroskooppivalokuvassa näkyy

30 sellaisen tyyppillisen kokoonpainuneen HIPE-solumateriaalin solurakenne, josta on poistettu vettä puristamalla. Kuten kuviosta 1 näkyy, solumateriaalin solurakenne on vääristynyt, erityisesti verrattuna kuvion 2 esittämään HIPE-solurakenteeseen. (Kuvion 2 esittämä solumateriaalirakenne on

35 paisuneessa tilassaan). Kuten on myös nähtävissä kuvios-

ta 1, solumateriaalirakenteessa olevat ontelot eli huokokset (tummat alueet) ovat litistyneet tai pidentyneet. Solumateriaalirakenteen rinnakkaisten tukirakenteiden välillä ei myöskään ole kosketusta tai se on hyvin vähäistä.

5 Kokoonpuristunut polymeerisolumateriaali voi puristuksen ja/tai kuivauksen jälkeen mahdollisesti laajeta uudelleen, erityisesti kastuessaan vesipitoisista elimistön nesteistä. (Katso kuvio 2, joka esittää yhtä tämän keksinnön yhteydessä käyttökelpoista tyypillistä HIPE-solumateriaalirakennetta paisuneessa tilassaan). Nämä polymeerisolumateriaalit säilyvät yllättävästi tässä kokoonpaineuneessa eli paisuttamattomassa tilassa merkittäviä aikoja, esimerkiksi jopa vähintään noin vuoden ajan. Näiden polymeerisolumateriaalien kyvyn säilyä tässä kokoonpaineuneessa/paisuttamattomassa tilassa otaksutaan johtuvan kapillaarivoimista ja erityisesti solumateriaalirakenteen sisällä kehittyvistä kapillaaripaineista. Tässä käytettynä "kapillaaripaine" tarkoittaa neste-ilmarajapinnalla vallitsevaa paine-eroa, joka johtuu meniskin kaareutumisesta solumateriaalissa olevien huokosten kapeissa osissa. [Katso Chatterjee, Absorbency, Textile Science and Technology 7 (1985) 36.] Kastelevien nesteiden kannalta tämä on käytännöllisesti katsoen paine-ero ilmanpaineeseen nähden.

Tämän keksinnön yhteydessä käyttökelpoisessa polymeerisolumateriaalissa on puristuksen ja/tai kuivauksen jälkeen jäännösvettä, joka sisältää sekä hydraattivettä, joka liittyy materiaaliin (jäljempänä kuvattavalla tavalla) sisällytettynä hygroskooppiseen, hydratoituneeseen suolaan, että solumateriaaliin absorboitunutta vapaata vettä. Juuri tämän jäännösveden otaksutaan (hydratoituneiden suolojen avustuksella) aiheuttavan tuloksena olevaan kokoonpaineuneeseen solumateriaalirakenteeseen kohdistuvia kapillaarivoimia. Tämän keksinnön yhteydessä käyttökelpoisten kokoonpaineuneiden polymeerisolumateriaalien jäännösvesipitoisuus voi olla vähintään noin 4 %, tyypillises-

ti noin 4 - 30 % solumateriaalin painosta varastoitaessa materiaalia ympäristön olosuhteissa, lämpötilassa 22 °C (72 °F) suhteellisen kosteuden ollessa 50 %. Edullisten tämän keksinnön yhteydessä käytettäväksi soveltuvien koonpaineiden polymeerisolumateriaalien jäännösvesipitoisuus on noin 5 - 15 paino-% solumateriaalista.

Kokoonpainuneessa tilassaan olevassa solumateriaalirakenteessa kehittyvät kapillaarivoimat ovat ainakin yhtä suuria kuin kokoonpainuneen polymeerin kimmoisen palautumisen eli moduulin aiheuttamat voimat. Toisin sanoen kapillaaripaineen, joka tarvitaan pitämään kokoonpainunut solumateriaali suhteellisen ohuena, määrää vastavoima, jonka kokoonpainunut polymeerisolumateriaali aiheuttaa pyrkiessään "ponnahtamaan takaisin". Polymeerisolumateriaalien taipumus kimmoiseen palautumiseen voidaan määrittää venytys-jännityskokeilla, joissa paisutettu solumateriaali puristetaan non 25 %:iin alkuperäisestä, paisuneesta paksuudestaan ja pidetään sitten tässä kokoonpuristuksessa tilassa, kunnes mittauksessa saadaan tasapaino- eli relaksaatiotilaa vastaava jännitysarvo. Relaksaatiotilaa vastaava tasapainoarvo määritetään vaihtoehtoisesti mittauksista, jotka tehdään kokoonpainuneessa tilassaan olevalle polymeerisolumateriaalille sen ollessa kosketuksessa vesipitoisten nesteiden, esimerkiksi veden kanssa. Tästä vaihtoehtoisesta relaksaatiotilaa vastaavasta jännitysarvosta käytetään jäljempänä nimitystä solumateriaalin "paisumispaine". Menettelyä solumateriaalien paisumispaineen määrittämiseksi kuvataan yksityiskohtaisesti kappaleessa Test Methods saman oikeudenhaltijan nimissä olevassa, myös avoimessa rinnakkaishakemuksessa US-patenttihakemus sarjainro 07/989 270 (Dyer et al., jätetty 11. joulukuuta 1992), joka mainitaan täten viitteenä.

Tämän keksinnön yhteydessä käyttökelpoisten polymeerisolumateriaalien paisumispaine on korkeintaan noin 30 kPa ja tyypillisesti noin 7 - 20 kPa, ts. paisumispaine

on suhteellisen kapealla alueella. Tämä tarkoittaa, että tämän keksinnön yhteydessä käyttökelpoisten tyypillisten polymeerisolumateriaalien taipumus kimmoiseen palautumiseen on suhteellisen vakio. Niinpä kapillaaripaineet, joita tarvitaan tämän keksinnön yhteydessä käyttökelpoisten kokoonpainuneiden, paisuttamattomien polymeerisolumateriaalien aikaansaamiseksi, ovat myös tyypillisesti vakioalueella.

On havaittu, että tämän keksinnön tarkoituksiin on ominaispinta-ala solumateriaalin tilavuutta kohden erityisen käyttökelpoinen tämän keksinnön yhteydessä käyttökelpoisten, kokoonpainuneessa tilassa pysyvien solumateriaalirakenteiden määrittämiseksi empiirisesti. Ominaispinta-alaa solumateriaalin tilavuutta kohden käsitellään yksityiskohtaisemmin saman oikeudenhaltijan nimissä olevassa, myös avoimessa rinnakkaishakemuksessa US-patenttihakemus sarjanro 07/989 270 (Dyer et al., jätetty 11. joulukuuta 1992), joka mainitaan täten viitteenä. Tässä käytettynä "ominaispinta-ala solumateriaalin tilavuutta kohden" tarkoittaa solumateriaalirakenteen kapillaari-imuominaispinta-alaa kerrottuna solumateriaalin tiheydellä. Tätä ominaispinta-alaa solumateriaalin tilavuutta kohden karakterisoidaan "empiiriseksi", koska se johdetaan (a) kapillaari-imuominaispinta-alasta, joka mitataan kuivatun solumateriaalirakenteen kastumisen aikana, ja (b) paisuneen solumateriaalirakenteen tiheydestä kyllästyspisteeseen kastumisen jälkeen eikä kuivatulle, kokoonpainuneelle solumateriaalirakenteelle tehdystä suorasta mittauksesta. Joka tapauksessa on havaittu, että tietyt minimiominaispinta-alan arvot solumateriaalin tilavuutta kohden ovat korreloitavissa solumateriaalirakenteen kykyyn pysyä kokoonpainuneessa tilassa. Kokeellisesti on havaittu, että tämän keksinnön yhteydessä käyttökelpoiset polymeerisolumateriaalit, joiden ominaispinta-ala-arvot solumateriaalin tilavuutta kohden ovat vähintään noin $0,0025 \text{ m}^2/\text{cm}^3$, edul-

lisesti vähintään noin $0,05 \text{ m}^2/\text{cm}^3$ ja edullisimmin vähintään noin $0,07 \text{ m}^2/\text{cm}^3$, pysyvät kokoonpainuneessa tilassa.

5 Kapillaari-imuominaispinta-alaan, solumateriaalin tiheyteen ja solujen kokoon liittyviä tekijöitä, jotka ovat merkityksellisiä polymeerisolumateriaalin kapillaari-
paineen ja/tai paisumispaineen kannalta, käsitellään yksityiskohtaisemmin seuraavassa.

A) Kapillaari-imuominaispinta-ala

10 Kapillaari-imuominaispinta-alalla mitataan yleisesti esitettynä jonkin määrätyn solumateriaalin muodostavan polymeeriverkoston pinta-alaa, joka on testinesteen saavutettavissa, massayksikköä kohden koko solumateriaalia (polymeerirakennemateriaali ynnä kiinteä jäännösmateriaali).
15 Kapillaari-imuominaispinta-alan määräävät sekä solumateriaalissa olevien soluyksiköiden mitat että polymeerin tiheys. Kapillaari-imuominaispinta-ala on siten yksi tapa määrittää kvantitatiivisesti solumateriaaliverkoston tarjoaman kiinteän pinnan määrä siinä määrin kuin mainittu-
lainen pinta osallistuu absorptioon.

20 Kapillaari-imuominaispinta-ala on erityisen tärkeä sen kannalta, kehittykö solumateriaalirakenteessa riittäviä kapillaaripaineita sen pitämiseksi kokoonpainuneessa tilassa, kunnes se kastuu vesipitoisista elimistön nesteistä. Kuten käsitellään yksityiskohtaisemmin edellä mainitussa, saman oikeudenhaltijan nimissä olevassa, myös
25 avoimessa rinnakkaishakemuksessa US-patenttihakemus sarjainro 07/989 270 (Dyer et al., jätetty 11. joulukuuta 1992), joka mainitaan täten viitteenä, solumateriaalirakenteessa kehittyvä kapillaaripaine on verrannollinen kapillaari-
30 imuominaispinta-alaan. Kun oletetaan, että muut tekijät, kuten solumateriaalin tiheys ja nesteen adheesiojännitys, ovat vakioita, tämä tarkoittaa, että kapillaari-imuominaispinta-alan kasvaessa (tai pienetessä) myös solumateriaalirakenteen sisällä vallitseva kapillaaripaine kasvaa
35 (tai pienenee) verrannollisesti.

Tämän keksinnön tarkoituksia varten kapillaari-imuominaispinta-ala määritetään mittaamalla pintajännitykseltään alhaisen nesteen (esimerkiksi etanolin) kapillaarisen vastaanoton määrä, joka tapahtuu solumateriaalinäytteessä, jonka massa ja mitat tunnetaan. Mainitunlaista menettelyä solumateriaalin ominaispinta-alan määrittämiseksi kapillaari-imumenetelmällä kuvataan yksityiskohtaisesti kappaleessa Test Methods saman oikeudenhaltijan nimissä olevassa, myös avoimessa rinnakkaishakemuksessa US-patenttihakemus sarjanro 07/989 270 (Dyer et al., jätetty 11. joulukuuta 1992), joka mainitaan täten viitteenä. Mitä tahansa järkevää vaihtoehtoista menetelmää kapillaari-imuominaispinta-alan määrittämiseksi voidaan myös käyttää.

Tämän keksinnön yhteydessä käyttökelpoisia kokoonpainuneita, avosoluisia, absorboivia polymeerisolumateriaaleja ovat sellaiset, joiden kapillaari-imuominaispinta-ala on vähintään noin $0,3 \text{ m}^2/\text{g}$. Kapillaari-imuominaispinta-ala on tyypillisesti suunnilleen alueella $0,7 - 8 \text{ m}^2/\text{g}$, edullisesti noin $1 - 7 \text{ m}^2/\text{g}$ ja edullisimmin noin $1,5 - 6 \text{ m}^2/\text{g}$. Mitä jäljempänä määriteltäviin huokostilavuuksiin tulee, hydrofiilillä solumateriaaleilla, joilla on mainitunlaiset kapillaari-imuominaispinta-alan arvot, on absorptiokapasiteetti-, nesteenpidätys- ja nesteenkuljetus- eli -jakautusominaisuuksien tasapaino yleensä erityisen toivottava vesipitoisten nesteiden, kuten virtsan, ollessa kyseessä. Lisäksi solumateriaalit, joilla on mainitunlaiset kapillaari-imuominaispinta-alat, pystyvät kehittämään riittävän kapillaaripaineen solumateriaalin pitämiseksi kokoonpainuneessa, paisuttamattomassa tilassa, kunnes ne tulevat mainitunlaisten vesipitoisten elimistön nesteiden kastelemiksi.

B) Solumateriaalin tiheys

Solumateriaalin tiheys grammoina kuutiosenttimetriä kohden solumateriaalin tilavuutta määritellään tässä yhteydessä kuivaan materiaaliin perustuvaksi. Niinpä absor-

boituneen vesipitoisen nesteen, esimerkiksi solumateriaaliin HIPE-emulsion polymeroinnin, pesun ja/tai hydrofilisoinnin jälkeen jääneiden suolajäännösten ja nesteen, määrää jätetään ottamatta huomioon laskettaessa ja ilmoitettaessa solumateriaalin tiheys. Tässä määriteltä solumateriaalin tiheys sisältää kuitenkin muut jäännösmateriaalit, kuten polymeroidussa solumateriaalissa läsnä olevat emulgointiaineet. Mainitunlaiset jäännösmateriaalit saattavat itse asiassa lisätä merkittävästi solumateriaalin massaa.

Mitä tahansa sopivaa gravimetristä menetelmää, jolla voidaan määrittää kiinteän solumateriaalin massa tiilavuusyksikköä kohden solumateriaalirakennetta, voidaan käyttää solumateriaalin tiheyden mittaamiseen. Esimerkiksi gravimetrisen ASTM-menettely, jota kuvataan yksityiskohdaisemmin kappaleessa Test Methods saman oikeudenhaltijan nimissä olevassa, myös avoimessa rinnakkaishakemuksessa US-patenttihakemus sarjanro 07/989 270 (Dyer et al., jätetty 11. joulukuuta 1992 ja mainitaan täten viitteenä), on yksi menetelmä, jota voidaan käyttää tiheyden määrittämiseen. Tilanteissa, joissa solumateriaalinäytteen preparointimenettelyt (kuivaus, vanhennus, esitaivutus jne.) voivat tahattomasti muuttaa saatuja tiheysmittaustuloksia, voidaan käyttää myös vaihtoehtoisia tiheydenmäärittäystestejä. Tällaisiin vaihtoehtoisin menetelmiin voivat kuulua esimerkiksi gravimetriset tiheysmittaukset, joissa käytetään solumateriaaliin absorboitua testinestettä. Tämän-tyyppinen menetelmä tiheyden määrittämiseksi voi olla käyttökelpoinen hyvin pienitiheyksisten solumateriaalien, kuten tässä yhteydessä sellaisten solumateriaalien karakterisointiin, joiden kuivatiheys on lähellä solumateriaalin huokostilavuuden käänteislukua. [Katso Chatterjee, Absorbency, Textile Science and Technology 7 (1985) 41.] Samoin kuin kapillaari-imuominaispinta-alan yhteydessä jäljempänä esitettävät solumateriaalin tiheysalueet on tarkoitettu kaikki sisältäviksi, ts. niiden on tarkoitus

kattaa tiheysalueet, jotka voidaan määrittää millä tahansa järkevällä kokeellisella testimenetelmällä.

Tämän keksinnön yhteydessä käyttökelpoisten kokoonpainuneiden, absorboivien polymeerisolumateriaalien kuiva-
 5 tiheysarvot ovat suunnilleen alueella $0,05 - 0,4 \text{ g/cm}^3$, edullisesti noin $0,07 - 0,25 \text{ g/cm}^3$ ja edullisimmin noin $0,1 - 0,2 \text{ g/cm}^3$. Solumateriaalien tiheys voidaan säätää mainitunlaisille alueille säätelemällä erityisesti HIPE-emulsion vesi-öljysuhdetta.

10 C) Solukoko

Yksi vaihtoehtoinen piirre, joka voi olla käyttökelpoinen määriteltäessä edullisia, tämän keksinnön yhteydessä käyttökelpoisia kokoonpainuneita polymeerisolumateriaaleja, on solukoko. Solumateriaalin solut, ja erityi-
 15 sesti solut, joita muodostetaan polymeroimalla monomeeripitoinen öljyfaasi, joka ympäröi suhteellisen monomeerittomia vesifaasipisaroita, ovat usein suurin piirtein pallomaisia muodoltaan. Mainitunlaisten suurin piirtein pallomaisten solujen koko eli "läpimitta" on siten vielä yksi
 20 parametri, jota käytetään yleisesti karakterisoitaessa solumateriaaleja yleensä samoin kuin tiettyjä edullisia, tämän keksinnön yhteydessä käyttökelpoisia absorboivia solumateriaalirakenteita. Koska tarkasteltavan polymeerisolumateriaalinäytteen solut eivät välttämättä ole suunnil-
 25 leen samankokoisia, usein ilmoitetaan keskimääräinen solukoko, ts. keskimääräinen soluläpimitta.

Käytettävissä on joukko menetelmiä solumateriaalien keskimääräisen solukoon määrittämiseksi. Näihin menetelmiin kuuluvat alalla hyvin tunnetut elohopeaporosimetria-
 30 menetelmät. Käyttökelpoisin menetelmä solumateriaalien solukoon määrittämiseksi käsittää kuitenkin yksinkertaisen, solumateriaalinäytteen pyyhkäisyelektronimikroskooppikuvaan perustuvan mittauksen. Esimerkiksi kuvio 2 esittää tyypillistä tämän keksinnön yhteydessä käyttökelpoista
 35 HIPE-solumateriaalirakennetta paisuneessa tilassaan. Mik-

roskooppivalokuvan päälle asetetaan asteikko, joka edustaa mittaa 20 μm . Mainitunlaista asteikkoa voidaan käyttää keskimääräisen solukoon määrittämiseen kuva-analyysimenetelyn kautta. Solumateriaalinäytteiden mikroskooppivalokuvien analysointi on itse asiassa yleisesti käytetty analyysikeino, jota voidaan käyttää tässä esitettävien solumateriaalirakenteiden keskimääräisen solukoon määrittämiseen. Mainitunlaista menetelmää kuvataan yksityiskohtaisemmin US-patenttijulkaisussa 4 788 225 (Edwards et al.), joka on julkaistu 29. marraskuuta 1988 ja mainitaan tässä viittena.

Tässä esitettävät solukokoa koskevat mittaustulokset perustuvat paisuneessa, esimerkiksi kuvion 2 esittämän kaltaisessa, tilassaan olevan solumateriaalin lukukeskimääräiseen solukokoon. Vesipitoisten elimistön nesteiden absorbentteina tämän keksinnön mukaisesti käyttökelpoisten solumateriaalien lukukeskimääräinen solukoko on edullisesti korkeintaan noin 50 μm ja tyypillisesti suunnilleen alueella 5 - 50 μm . Lukukeskimääräinen solukoko on edullisemmin suunnilleen alueella 5 - 40 μm ja edullisimmin noin 5 - 35 μm .

II. Paisunut tila

A) Tiheys synteettisellä virtsalla kyllästämisen jälkeen

Tämän keksinnön yhteydessä käyttökelpoisten absorboivien solumateriaalien yksi erityisen tärkeä ominaisuus niiden ollessa paisuneessa tilassaan on tiheys vesipitoisilla elimistön nesteillä kyllästymisen jälkeen suhteessa kokoonpainuneessa tilassaan olevan absorboivan solumateriaalin kuivatiheyteen. Vesipitoisilla elimistön nesteillä kyllästyneen, paisuneen solumateriaalin tiheyden suhde sen kuivatiheyteen kokoonpainuneessa (puristetussa) tilassaan toimii paisuneessa tilassaan olevan solumateriaalin suhteellisen paksuuden mittana. Tämä toimii erityisen relevanttina mittana sille, miten ohut solumateriaali on pai-

suessaan ja kyllästyessään vesipitoisilla elimistön nesteillä.

Tämän keksinnön tarkoituksia varten paisuneessa tilassaan olevien absorboivien solumateriaalien tiheys mitataan materiaalin ollessa lämpötilassa 31,3 °C (88 °F) kyl-
 5 lästettynä vapaaseen absorptiokapasiteettinsa synteettisellä virtsalla, jonka pintajännitys on 65 ± 5 dyn/cm. Paisuneessa tilassaan olevan, synteettisellä virtsalla kyllästetyn solumateriaalin tiheys voidaan mitata menettelyllä, jota kuvataan yksityiskohtaisemmin kappaleessa Test
 10 Methods saman oikeudenhaltijan nimissä olevassa, myös avoimessa rinnakkaishakemuksessa US-patenttihakemus sarjainro 07/989 270 (Dyer et al., jätetty 11. joulukuuta 1992), joka mainitaan täten viitteenä. Solumateriaalin tiheys mitattuna materiaalin paisuneessa, kyllästetyssä tilassa
 15 suhteutetaan sitten, prosenttilukuna ilmoitettuna, kokoonpainuneessa tilassaan olevan solumateriaalin kuivatiheyteen. Tämän keksinnön tarkoituksiin voi tämän keksinnön yhteydessä käyttökelpoisten solumateriaalien tiheys niiden paisuneessa tilassa, kyllästettyinä synteettisellä virtsalla vapaaseen absorptiokapasiteettiin, olla suunnilleen
 20 alueella 10 - 50 % niiden kuivatiheydestä kokoonpainuneessa tilassa, ja se on edullisesti suunnilleen alueella 10 - 30 %, edullisimmin noin 15 - 25 %.

25 B) Huokostilavuus

Huokostilavuudella mitataan huokoisessa solumateriaalirakenteessa olevien aukkojen tai solujen tilavuutta massayksikköä kohden solumateriaalirakenteen muodostavaa
 kiinteää materiaalia (polymeerirakenne ynnä mahdolliset
 30 jäännöskiintoainekset). Huokostilavuus voi vaikuttaa merkittävästi tässä kuvattavien absorboivien solumateriaalien moniin toimintakyky- ja mekaanisiin piirteisiin, erityisesti materiaalien ollessa paisuneessa tilassaan. Mainittunlaisiin toimintakyky- ja mekaanisiin piirteisiin kuuluvat solumateriaalien absorptiokapasiteetti vesipitoisten
 35

elimistön nesteiden suhteen, solumateriaalin taipuisuus ja solumateriaalin puristuspainumisominaisuudet.

Huokostilavuus voidaan määrittää millä tahansa sopivalla kokeellisella menetelmällä, joka osoittaa tarkasti rakenteen todellisen huokostilavuuden. Mainitunlaisten kokeellisten menetelmien yhteydessä mitataan yleensä solumateriaalirakenteeseen vietävissä olevan testinesteen tilavuus ja/tai massa, joka edustaa siten solumateriaalin avointen solujen tilavuutta. Tästä syystä tässä kuvattavien solumateriaalien huokostilavuusparametria voidaan kutsua myös "käytettävissä olevaksi huokostilavuudeksi".

Yksi perinteinen tapa mitata käytettävissä oleva huokostilavuus kokeellisesti on viedä pintajännitykseltään alhaista, polymeeriä paisuttamatonta nestettä, kuten 2-propanolia, solumateriaalirakenteeseen. Yksi menettely käytettävissä olevan huokostilavuuden määrittämiseksi käyttämällä 2-propanolia esitetään kappaleessa Test Methods saman oikeudenhaltijan nimissä olevassa, myös avoimessa rinnakkaishakemuksessa US-patenttihakemus sarjainro 07/989 270 (Dyer et al., jätetty 11. joulukuuta 1992), joka mainitaan täten viitteenä. Tulisi kuitenkin ymmärtää, että vaihtoehtoisia testinesteitä ja -menettelyjä voidaan myös käyttää käytettävissä olevan huokostilavuuden määrittämiseen.

Tämän keksinnön yhteydessä käyttökelpoisten solumateriaalien huokostilavuus on yleensä noin 12 - 100 cm³/g, edullisemmin noin 20 - 70 cm³/g ja edullisimmin noin 25 - 50 cm³/g.

C) Puristuspainumiskestävyys

Tämän keksinnön yhteydessä käyttökelpoisten polymeerisolumateriaalien yksi tärkeä mekaaninen ominaisuus on paisuneessa tilassaan olevan absorboivan solumateriaalin lujuus määritettynä sen puristuspainumiskestävyyden kautta. Tässä kuvattavien solumateriaalien puristuspainumiskestävyys riippuu polymeerin kimmomoduulista ja solumate-

riaaliverkoston tiheydestä. Polymeerin kimmomoduulin määräävät puolestaan a) polymeerin koostumus; b) se, missä määrin jäännösmateriaali, esimerkiksi emulgointiaineet, jota jää solumateriaalirakenteeseen valmistuksen jälkeen, pehmittää polymeerisolumateriaalia; c) olosuhteet, joissa solumateriaali on polymeroitu.

Jotta absorboivat solumateriaalit olisivat käyttökelpoisia absorbenttirakenteina absorbenttituotteissa, kuten vaipoissa, sen täytyy pystyä sopivasti vastustamaan muodonmuutosta tai puristumista sellaisten voimien vaikutuksesta, joita kohdataan käytettäessä mainitunlaisia absorbenttimateriaaleja nesteiden absorbointiin ja pidättämiseen. Solumateriaalit, joilla ei ole riittävää lujuutta puristuspainumiskestävyys suhteen, saattavat pystyä ottamaan vastaan ja varastoimaan hyväksyttäviä määriä elimistön nestettä kuormituksettomissa olosuhteissa, mutta luovuttavat liian helposti mainitunlaisen nesteen solumateriaalia sisältävien absorbenttituotteiden käyttäjän liikkumisen ja toiminnan aiheuttaman puristusjännityksen alaisena.

Tämän keksinnön yhteydessä käyttökelpoisten polymeerisolumateriaalien puristuspainumiskestävyys voidaan mitata kvantitatiivisesti määrittämällä deformaatio, joka kehittyy kyllästettyyn solumateriaalinäytteeseen, jota pidetään määrätyn puristuspaineen alaisena määrätty aika. Tämän keksinnön tarkoituksia varten mainitunlaisia mittauksia voidaan tehdä standardikokoisesta solumateriaalinäytteestä (lieriöitä, joiden paksuus on 0,25 cm ja ympyrän muotoisen poikkileikkauksen pinta-ala 6,5 cm²). Mainitunlaiset näytteet kyllästetään synteettisellä virtsalla, jonka pintajännitys on 65 ± 5 dyn/cm, ja niitä pidetään sitten puristuspaineen 5,1 kPa alaisina 15 min lämpötilassa 31,3 °C (88 °F). Mainitunlaisessa testissä syntyneen deformaation määrä ilmoitetaan puristetun näytteen paksuuden prosentuaalisena osuutena kyllästetyn ja täysin paisu-

neen näytteen paksuudesta. Menetelmää tätä nimenomaista tyyppiä olevan kvantitatiivisen puristuspainumiskestävyystestin toteuttamiseksi kuvataan yksityiskohtaisemmin kapaleessa Test Methods saman oikeudenhaltijan nimissä olevassa, myös avoimessa rinnakkaishakemuksessa US-patenttihakemus sarjanro 07/989 270 (Dyer et al., jätetty 11. joulukuuta 1992), joka mainitaan täten viitteenä.

Tässä yhteydessä käyttökelpoisia absorboivia solumateriaaleja ovat sellaiset, joilla on sellainen puristuspainumiskestävyys, että puristusaine 5,1 kPa saa aikaan deformaation, joka vastaa tyypillisesti solumateriaalirakenteen suunnilleen 2 - 80-prosenttista kokoonpuristumista, kun se on kyllästetty vapaaseen absorptiokapasiteettiinsa synteettisellä virtsalla, jonka pintajännitys on 65 ± 5 dyn/cm. Mainitunlaisissa olosuhteissa syntynyt deformaatio on edullisesti suunnilleen alueella 5 - 40 %, edullisimmin noin 5 - 25 %. Tämän keksinnön mukaisten edullisten HIPE-solumateriaalien ollessa kyseessä puristuspainumiskestävyys voidaan säätää vastaamaan edellä mainituilla alueilla olevia deformaatioarvoja monomeerin, komonomeerin ja silloitteen tyyppien ja pitoisuuksien asianmukaisella valinnalla yhdistettynä asianmukaisten emulsionmuodostus- ja emulsiopolymerointiolosuhteiden ja -menetelmien valintaan. Mainitunlaisia edullisia solumateriaaleja voidaan siten muodostaa materiaaleista, joiden kimmomoduulit ovat kyllin suuria riittävän puristuspainumiskestävyuden aikaansaamiseksi, vaikka mainitunlaiset solumateriaalit ovat pienitiheyksisiä ja niiden tukirakenteet ovat hyvin ohuita.

D) Palautuminen puristuspainumisesta

Palautuminen puristuspainumisesta liittyy solumateriaalipalan taipumukseen tai alttiuteen palata alkuperäisiin mittoihinsa deformatioiduttuaan tai puristuttuaan kokoon valmistuksessa, varastoinnissa tai käytössä kohdattavien voimien alaisena. Tämän keksinnön tarkoituksia varten

edullisten absorboivien solumateriaalien palautuminen puristuspainumisesta määritetään solumateriaaleista, jotka ovat paisuneessa tilassaan ja sisältävät absorboitunutta elimistön nestettä. Niinpä palautuminen puristuspainumisesta mitataan paisuneista vaahdoista, jotka on kyllästetty synteettisellä virtsalla.

Yksi sopiva menetelmä puristuspainumisesta palautumisen määrittämiseksi esitetään kappaleessa Test Methods saman oikeudenhaltijan nimissä olevassa, myös avoimessa rinnakkaishakemuksessa US-patenttihakemus sarjanro 07/989 270 (Dyer et al., jätetty 11. joulukuuta 1992), joka mainitaan täten viitteenä. Mainitunlainen menettely käsittää yleisesti esitettynä vapaaseen absorptiokapasiteettiinsa synteettisellä virtsalla kyllästetyn standardikoisen solumateriaalinäytteen kokoonpuristamisen ja vapauttamisen. Näytteitä pidetään 50-%:isen puristuksen alaisina määrätty aika ja vapautetaan ne sitten puristuksesta. Sillä, missä määrin näytteen paksuus palautuu käytettävissä olevan vapaan nesteen läsnä ollessa yhdessä minuutissa puristusvoiman vapauttamisen jälkeen, mitataan näytteen alttiutta palautua puristuspainumisesta (puristuskimmoisuutta).

Tämän keksinnön yhteydessä käyttökelpoisten edullisten absorboivien solumateriaalien palautuminen on minuutin kuluttua märkänä vähintään 75 % paisuneen näytteen paksuudesta. Mainitunlaisten edullisten solumateriaalien palautuminen puristuspainumisesta on märkänä edullisemmin vähintään 80 %.

III. Kokoonpainunut tai paisunut tila

A) Taipuisuus

Tämän keksinnön yhteydessä käyttökelpoisten absorboivien solumateriaalien tulisi olla riittävän taipuisia, jotta niitä voidaan hyödyntää absorbenttituotteissa, jotka mukautuvat käyttäjän kehon muotoon. Siksi tässä kuvattavien absorboivien solumateriaalien karakterisointi tai-

puisiksi tarkoittaa, että näitä solumateriaaleja voidaan vääntää tai taivuttaa tarvittavassa määrin mainitunlaisissa absorbenttituotteissa käyttämisen kannalta ilman niiden rakenteellisen yhtenäisyyden tai absorbointiominaisuuksien merkittävää heikkenemistä.

Edullisten absorboivien solumateriaalien tämän keksinnön yhteydessä käytettäväksi tulisi olla myös riittävän taipuisia kestääkseen puristus- tai deformaatiovoimia, joita kohdataan mainitunlaisia solumateriaaleja sisältävien absorbenttituotteiden valmistuksen, työstön, pakkaamisen, kuljetuksen ja varastoinnin aikana. Esimerkiksi kertakäyttövaipat pakataan ja myydään yleensä taitellussa tilassa, jolloin vaipan ydin on taitettu sekä pituus- että poikkisuunnassa. Kertakäyttövaipat myydään yleensä myös pinoina taiteltuina vaippoina, jotka pinot ovat niitä ympäröivän pakkauksen sisällä ja kokoonpuristamina. Niinpä puristus- ja deformaatiovoimat, joiden kohteiksi tässä kuvattavat solumateriaaliabsorbentit voivat joutua, voivat olla vielä suurempia kuin solumateriaaleihin käytössä kohdistuvat.

IV. Nesteenkäsittely- ja -absorbointiominaisuudet

Absorboivilla solumateriaaleilla, joilla on edellä kuvatun kaltaiset sopivat polymeerikoostumukset ja rakenteelliset ja mekaaniset ominaisuudet, on yleensä erityisen toivottavat ja käyttökelpoiset käsittely- ja absorbointiominaisuudet elimistön nesteiden suhteen. Mainitunlaiset nesteenkäsittely- ja -absorbointiominaisuudet ovat puolestaan tässä kuvattavien edullisten solumateriaalien niitä ominaisuuksia, jotka tekevät mainitunlaisista solumateriaaleista erityisen sopivia käytettäväksi absorbenttirakenteina absorbenttituotteissa, jotka on suunniteltu vesipitoisten elimistön nesteiden vastaanottoon ja pidättämiseen.

Nesteenkäsittely- ja -absorbointiominaisuudet, jotka ovat merkityksellisimpiä sopivien absorboivien soluma-

5 teriaalien toteutumisen kannalta, ovat A) solumateriaalin vapaa absorptiokapasiteetti; B) nesteen kapillaari-imuopeus pystysuoraan solumateriaalirakenteen läpi ja C) solumateriaalin absorptiokapasiteetti määrätyillä kapillaari-imureferenssikorkeuksilla. Kutakin näistä ominaisuuksista kuvataan seuraavassa yksityiskohtaisemmin.

A) Vapaa absorptiokapasiteetti

10 Vapaa absorptiokapasiteetti on testinesteen (synteettinen virtsa) kokonaismäärä, jonka solumateriaalinäyte absorboi solurakenteeseensa, massayksikköä kohden näytteessä olevaa kiintoainesta. Mainitunlaiset vapaata absorptiokapasiteettia koskevat mittaustulokset lasketaan tässä yhteydessä tasapainotilassa, ts. kun solumateriaalinäytteen on annettu ottaa vastaan ja/tai pidättää niin
15 paljon nestettä, kuin se pystyy, riippumatta siitä, miten pitkä aika tarvitaan testinesteellä täysin kyllästyneen solumateriaalinäytteen muodostamiseen. Solumateriaaleilla, jotka ovat erityisen käyttökelpoisia absorbenttituotteiden, kuten vaippojen, absorbenttirakenteina, on vähintään
20 minimiarvon täyttävä vapaa absorptiokapasiteetti.

Käyttämällä menettelyä, jota kuvataan yksityiskohtaisemmin kappaleessa Test Methods saman oikeudenhaltijan nimissä olevassa, myös avoimessa rinnakkaishakemuksessa US-patenttihakemus sarjanro 07/989 270 (Dyer et al., jätetty 11. joulukuuta 1992), joka mainitaan täten viitteenä, voidaan määrittää minkä tahansa solumateriaalinäytteen vapaa absorptiokapasiteetti gravimetrisellä analyysimenetelmällä. Mainitunlaisen menetelmän ollessa kyseessä kooltaan ja massaltaan määrätty ja tunnettu solumateriaalinäyte
30 te laitetaan testinestettä (synteettinen virtsa) sisältävään maljaan ja annetaan sen absorboida testinestettä tasapainotilaan asti. Kun kyllästynyt näyte on poistettu nesteestä, lasketaan pidättynyt nestemäärä grammaa kohden solumateriaalia, ts. mitattu vapaa kapasiteetti. Jotta
35 absorboivat solumateriaalit olisivat erityisen käyttökelpoisia

poisia virtsan absorbointiin tämän keksinnön mukaisissa
absorbenttituotteissa, niiden vapaan kapasiteetin tulisi
olla vähintään noin 12 cm³ ja edullisesti vähintään noin
20 cm³ synteettistä virtsaa grammaa kohden kuivaa solumate-
5 riaalia.

B) Pystysuora kapillaari-imukyky

Tässä yhteydessä käyttökelpoisten absorboivien so-
lumateliaalien yksi muu tunnusmerkillinen nesteenkäsitte-
lyominaisuus liittyy niiden kykyyn siirtää eli "kapillaari-
10 ri-imeä" nopeasti hyväksyttäviä määriä elimistön nesteitä
solumateriaalirakenteensa läpi. Pystysuora kapillaari-imu,
ts. nesteen imeminen kapillaarisesti vastakkaiseen suun-
taan painovoimaan nähden, on yksi tässä kuvattavien absor-
boivien solumateriaalien erityisen toivottava toimintakyky-
15 ominaisuus. Tämä johtuu siitä, että mainitunlaisia mate-
riaaleja käytetään absorbenttituotteissa sillä tavalla,
että absorboitavaa nestettä täytyy siirtää tuotteen sisäl-
lä suhteellisesti alemmasta asemasta suhteellisesti ylem-
pään asemaan tuotteen absorbenttiytimen sisällä.

Pystysuora kapillaari-imukyky liittyy nestettä so-
lumateliaalin läpi kuljettavan ja sen solumateriaaliraken-
teessa pitävän kapillaari-imuvoiman suuruuteen. Solumate-
20 riaalia karakterisoivat parametrit, jotka koskevat taipu-
musta pystysuoraan kapillaari-imuun, osoittavat siten, mi-
ten hyvin tässä kuvattavat edulliset solumateriaalit toi-
mivat absorbenttirakenteina absorbenttituotteissa. Tämän
keksinnön yhteydessä käyttökelpoisten solumateriaaliabsor-
benttien ollessa kyseessä taipumus nesteen kapillaari-
imuun voidaan määrittää kvantitatiivisesti testaamalla
25 sekä pystysuora kapillaari-imunopeus että pystysuora ka-
pillaari-imuabsorptiokapasiteetti.

1) Pystysuora kapillaari-imunopeus

Testissä pystysuoran kapillaari-imunopeuden määrit-
tämiseksi mitataan aika, jossa värjätty testineste (esi-
35 merkiksi synteettinen virtsa) imeytyy kapillaarisesti säi-

liöstä pystysuunnassa 5 cm:n etäisyydelle määrätyn kokoi-
 sen solumateriaalitestiliuskan läpi, kun testi tehdään
 lämpötilassa 37 °C. Mainitunlaista testiä pystysuoran ka-
 pillaaari-imunopeuden määrittämiseksi kuvataan yksityiskoh-
 taisemmin kappaleessa Test Methods saman oikeudenhaltijan
 nimissä olevassa, myös avoimessa rinnakkaishakemuksessa
 US-patenttihakemus sarjanro 07/989 270 (Dyer et al., jä-
 tetty 11. joulukuuta 1992), joka mainitaan täten viittee-
 nä. Jotta solumateriaaliabsorbentit olisivat erityisen
 käyttökelpoisia virtsan absorbointiin tarkoitetuissa
 absorbenttituotteissa, niiden pystysuora kapillaari-imuno-
 peus on edullisesti sellainen, ettei 5 cm:n matkaan kulu
 enempää kuin noin 30 min imeytettäessä kapillaarisesti
 synteettistä virtsaa (65 ± 5 dyn/cm). Tämän keksinnön yh-
 teydessä käytettäväksi edullisten solumateriaaliabsorbent-
 tien pystysuora kapillaari-imunopeus on edullisemmin sel-
 lainen, ettei 5 cm:n matkaan kulu enempää kuin noin 5 min
 imeytettäessä kapillaarisesti synteettistä virtsaa.

2) Pystysuora kapillaari-imuabsorptiokapasiteetti

Pystysuora kapillaari-imuabsorptiokapasiteetti tes-
 tataan pystysuoran kapillaari-imunopeuden testaamisen yh-
 teydessä. Pystysuoralla kapillaari-imuabsorptiokapasitee-
 tilla mitataan testinestemäärää grammaa kohden absorboivaa
 solumateriaalia, joka tulee imetyksi kapillaarisesti pys-
 tysuunnassa mitattuna kuhunkin 2,54 cm:n (1 in) korkuiseen
 osaan samaa standardikokoista solumateriaalinäytettä, kuin
 mitä käytettiin testattaessa pystysuora kapillaari-imuno-
 peus. Mainitunlainen mittaus tehdään yleensä, kun näytteen
 on annettu imeä pystysuunnassa kapillaarisesti testines-
 tettä tasapainotilan saavuttamiseen asti (esimerkiksi noin
 18 tunnin kuluttua). Samoin kuin pystysuoran kapillaari-
 imunopeuden testaamista kuvataan testiä pystysuoran kapil-
 laari-imuabsorptiokapasiteetin määrittämiseksi yksityis-
 kohtaisemmin kappaleessa Test Methods saman oikeudenhalti-
 jan nimissä olevassa, myös avoimessa rinnakkaishakemukses-

sa US-patenttihakemus sarjanro 07/989 270 (Dyer et al., jätetty 11. joulukuuta 1992), joka mainitaan täten viitteenä.

Jotta tämän keksinnön yhteydessä käytettäväksi edulliset absorboivat solumateriaalit olisivat erityisen käyttökelpoisia virtsan absorbointiin tarkoitetuissa absorbenttituotteissa, niiden pystysuora kapillaari-imuabsorptiokapasiteetti on yleensä sellainen, että pystysuoran kapillaari-imukorkeuden ollessa 11,4 cm (4,5 in) solumateriaalitestiliuskaan kapillaarisesti imeytyvä määrä on vähintään noin 50 %, edullisimmin noin 75 % näytteen vapaasta absorptiokapasiteetista.

V. Viillokselliset alueet

Tämän keksinnön kannalta erityisen tärkeää on viilloksellisten alueiden sisällyttäminen polymeerisolumateriaaliabsorbenttiosaan.

Tämän keksinnön mukaisiin parannettuihin polymeerisolumateriaaliabsorbenttiosiin sisältyy joukko viilloksia, jotka ulottuvat paksuussuunnassa ainakin osittain absorbenttiosan läpi ja muodostavat viilloksellisen alueen. Yhdessä edullisessa rakenteessa, kuten esitetään kuviossa 4 kertakäyttövaippoihin liittyen, viilloksellinen alue sijaitsee pääasiassa tyypillisellä nesteentulo (haara)-alueella, samalla kun rakenteessa on jäljellä viillokseton solumateriaalireunus, joka ympäröi tätä aluetta. Viillokset voidaan muodostaa solumateriaalin ollessa kuivassa, kokoonpaineudessa tilassaan, tai vielä paisuneessa tilassaan ennen vedenpoistoa, ja ne ulottuvat edullisesti kokonaan materiaalin läpi paksuussuunnassa. Viilloksellisen alueen kokoa voidaan vaihdella halutulla tavalla, ja viillokset voivat noudattaa mitä tahansa haluttua kuviota, vaikkakin kuvion 4 esittämä vuorotteleva "tiilimuurauskuvio" on edullinen.

Viillosten orientaatiolla on merkitystä nesteen kulle absorbenttiosan sisällä. Kuvion 4 esittämä tällä

hetkellä edullisena pidetty kuvio pitää yllä suhteellisen suoran virtaustien, joka johtaa suunnassa x tuloalueelta absorbenttiosan kummallekin päätyalueelle ja edistää siten nesteen yhtenäisempää jakautumista ja solumateriaalin va-

5

10

Kuvio 4 esittää absorbenttiosaa 10, joka on muodostettu suurin piirtein vedettömässä, kokoonpainuneessa tilassa olevasta polymeerisolumateriaalista ja joka on varustettu tämän keksinnön mukaisella viilloksellisella alueella 20. Viilloksellinen alue 20 sisältää edullisesti

15 joukon yksittäisiä viilloksia 30, ja sitä ympäröi edullisesti, ainakin osittain, viillokseton reunusalue 40. Myös päätyalueet 50 ja 60 ovat edullisesti viilloksettomia. Viilloksellinen alue 20 rajataan edullisesti suurin piirtein sille alueelle, jolle neste tyypillisesti tulee, kun

20 absorbenttiosa 10 on sijoitettuna absorbenttituotteeseen ja yksilö käyttää tätä, vaikka on keksinnön piiriin kuuluvaa, että ainakin osa viilloksellisesta alueesta voi olla tyypillisen nesteentuloalueen ulkopuolella tai osa nesteentuloalueesta voi jäädä viilloksettomaksi.

20

25

Kuviossa 4 näkyy myös kertakäyttövaipassa tai aikuisten inkontinenssituotteessa käytettäväksi soveltuvan absorbenttiosan 10 yhteydessä määritelty koordinaatisto. Kuvioon merkitty suunta x on pitkittäissuunta, joka kulkee käyttäjän jalkojen välitse päätyalueelta 50 (lähellä käyttäjän vyötärön vatsapuolella) päätyalueelle 60 (lähellä käyttäjän vyötärön selkäpuolella). Kuvioon merkitty suunta y on poikittaissuunta, joka kulkee käyttäjän jalkojen välissä toiselta sivureunalta 40 toiselle. Suunta z on koh-

30 tisuorassa sekä suuntaa x että suuntaa y vastaan ja yle-

sä absorbenttiosan 10 ylä- ja alapinnan 11 ja vastaavasti 12 normaali.

Kuten esitetään selvemmin kuviossa 5, joka on lin-
 jaa 5 - 5 pitkin piirretty poikittaisleikkauskuva kuviosta
 5 4, kukin yksittäinen viillos 30 muodostaa kaksi viillos-
 pintaa 31 ja 32. Yhdessä edullisessa rakenteessa viillok-
 set 30 ulottuvat kokonaan absorbenttiosan 10 läpi suunnas-
 sa, joka on yleisesti ottaen sen 10 ylä- ja alapinnan 11
 ja vastaavasti 12 normaali. Yleisesti ottaen tasomaisen,
 10 kuten kuviossa 4 esitetyn, absorbenttiosan ollessa kysees-
 sä viillosten pinnat 31 ja 32 ovat muodoltaan yleisesti
 ottaen suorakulmaisia, ja niitä rajaavat kummassakin pääs-
 sä viilloksen päät ja kummassakin reunassa absorbenttiosan
 10 ylä- ja alapinta 11 ja vastaavasti 12. Kuvio 6 on pys-
 15 tyleikkausosakuva kuvion 4 absorbenttiosasta läheltä yk-
 sittäistä viillosta ja valaisee viilloksen pintaa 31, jota
 rajaavat viilloksen päät 33 ja 34 ja ylä- ja alapinta 11
 ja vastaavasti 12. Kun absorbenttiosa on kokoonpainunees-
 sa, suhteellisen vedettömässä tilassaan, kunkin yksittäi-
 20 sen viilloksen viillospinnat ovat hyvin lähellä toisiaan
 ja yleensä yhdensuuntaiset. Koska absorbenttiosasta ei
 edullisesti poisteta materiaalia muodostettaessa viillok-
 sia, absorbenttiosaan suuntautuvien voimien poissa ollessa
 viillospinnat ovat tyypillisesti kosketuksessa toistensa
 25 kanssa suunnilleen koko pinta-alaltaan.

Mainitunlaisen absorbenttiosan nesteentuloalue vas-
 taa tyypillisesti käyttäjän haara-aluetta käytön aikana.
 Samalla kun taittelemattomassa ja deformatumattomassa ti-
 lassa olevan absorbenttiosan reunan yleinen muoto suun-
 30 nitellaan mukautumaan ainakin osittain tyypillisen käyttä-
 jän anatomisiin piirteisiin, mahdollistaa viillosten käyt-
 tö määrättyissä kohdissa absorbenttiosan paremman mukautu-
 misen käyttäjän anatomisiin piirteisiin näillä alueilla,
 erityisesti käyttäjän liikkeessa. Tämä johtaa tuotteen is-

tumiseen käyttäjän ylle mukavammin samoin kuin pienempiin vuotomahdollisuuksiin minimoimalla "istuvuusaukot".

Samalla kun viillosten käyttö parantaa absorbenttiosien taipuisuutta, nämä viillokset myös suurentavat absorbenttiosan tehollista pinta-alaa. Kunkin viilloksen pinnat myötävaikuttavat pinta-alan kasvuun, erityisesti viillosten pintojen korkeuden kasvaessa sen ansiosta, että absorbenttiosa paisuu suunnassa z. Tämä puolestaan suurentaa nopeutta, jolla absorbenttiosa pystyy ottamaan vastaan ja varastoimaan nesteitä. Tämä vastaanottonopeuden kasvu voi olla eriasteista ja riippuu voimakkaasti solumateriaaliabsorbenttiosaan ja muihin absorbenttikomponentteihin, erityisesti nesteen alkuvastaanottoon osallistuviiin komponentteihin, käytetystä materiaalista (ts. selluloosakuidut, geelin muodostavat absorbenttimateriaalit jne.). Vastaanottonopeus riippuu voimakkaasti myös puristuspaineesta (ts. ulkopuolisesta paineesta), joka kohdistuu absorbenttiosaan, kun se on käyttäjän yllä todellisissa käyttöolosuhteissa. Pinta-alan kasvaessa tulee otetuksi vastaan enemmän nestettä, mikä johtaa lisäpaisumiseen jne., kunnes solumateriaalin koko varastointikapasiteetti on hyödynnetty.

Suurin piirtein vedettömässä tilassa solumateriaalin avosoluinen rakenne on kokoonpainuneessa tilassa, ja kun siihen syötetään nestettä, solurakenne palaa paisuneeseen tilaansa ja varastoi suhteellisen suuren määrän nestettä sisällä oleviin ontelotiloihin. Tämä paisuminen liittyy suoraan nesteen vastaanottoon, joten alueet, jotka ottavat nopeammin vastaan nestettä, paisuvat nopeammin kuin alueet, jotka ottavat vastaan nestettä hitaammin.

Parantuneen vastaanottonopeuden ja lisääntyneen taipuisuuden ohella viillokselliset alueet yhdistettyinä viilloksettomiin ja/tai suhteellisesti kuivempiin ympäröiviin alueisiin mahdollistavat absorbenttiosan dynaamisen reagoinnin erilaisiin nestekuormitusolosuhteisiin. Tämän

keksinnön yhteydessä käytettäväksi edullisten solumateriaaliabsorbenttiosien taipumus laajeta tason suunnassa yhdistettynä viilloksellisen alueen käyttöön tarjoaa siten odottamattoman lisäedun sellaisten dynaamisten rakenteiden aikaansaannissa, jotka parantavat edelleen absorbenttiosien nesteenvastaanottokykyä.

Kuviot 7, 8 ja 9 esittävät kuvion 4 mukaista absorbenttiosaa nesteellä osittain kuormitetussa tilassaan. Kun nestettä syötetään tuloalueelle, viilloksellinen alue paisuu kaikissa kolmessa pääsuunnassa paljon nopeammin ja suuremmassa määrin kuin ympäröivä viillokseton alue. Eri-tyisen tärkeä on edullisten solumateriaalien kyky laajeta vähintään yhteen suuntaan absorbenttiosan tasossa ja tässä tapauksessa kaikkiin suuntiin absorbenttiosan tasossa ja myös sen normaalin suuntaan. Yläpinta 11 ja alapinta 12 ovat yhdessä edullisessa rakenteessa suurin piirtein yhden suuntaiset, ja mainitunlaisessa tilassa tason suunta voidaan määritellä viittaamalla jomman kumman pinnan määrittelemään yleiseen tasoon. Jos nämä kaksi pintaa eivät kuitenkaan ole suurin piirtein yhdensuuntaiset, voidaan tason suunta tämän keksinnön tarkoituksiin määritellä tasolla, joka voidaan konstruoida kyseisten kahden pinnan yleisten tasojen väliin. Kun tason suunta on määritelty jommalla kummalla menetelmällä, on myös tason normaali suunta, joka on kohtisuorassa tason suuntaan nähden, tullut vastaavasti määritellyksi.

Viilloksellista aluetta rajoittaa sen reunoilla hitaammin paisuva viillokseton alue, ja siten sen paisumisen jatkuminen pakottaa sen vääristymään ja kohoamaan absorbenttiosan tason ulkopuolelle, niin että muodostuu yksi tai useampia kupumaisia rakenteita. Tämä kaareutumisilmiö aiheuttaa viillosten avautumisen ja viilloksen pintojen siirtymisen kulman ja/tai aseman suhteen, jolloin viilloksen pinnat paljastuvat lisää ja tarjoavat käyttöön suuremman pinta-alan myöhempien nestepurkausten varalle. Kaareu-

tumisilmiö synnyttää myös absorbenttiosan alle ontelotilan, jonne neste pääsee avointen viillosten kautta. Tämä ontelotila tarjoaa tilapäistä "tulvakapasiteettia" ylimääräisen nesteen vangitsemiseksi ja eristämiseksi, kunnes
 5 absorbenttiosa pystyy absorboimaan ja varastoimaan sen.

Kuvattaessa viilloksen pintojen liikkumista "kulmasiirtymäksi" tämän keksinnön yhteydessä, on ilmiö, jota on tarkoitus kuvata, viilloksen pintojen kääntyminen yleisesti ottaen yhdensuuntaisesta alkuorientaatiostaan oleellisesti erisuuntaiseen orientaatioon, jolloin syntyy karkeasti ottaen suppilomainen "V":n tai kupin muoto. Tämä
 10 suppilomainen muoto saa aikaan ylöspäin suuntautuvan paljaan alueen kunkin viillospinnan kohdalla ja parantuneen nesteenvastaanottokyvyn. Tämä viilloksen pintojen aikaansaama muoto parantaa viillosten tehoa sen estämisessä, että nesteet juoksevat absorbenttiosan pinnan poikki, ja viillosten reunat hidastavat siten nestettä ja antavat so-
 15 lumateriaalille mahdollisuuden siepata sen.

Vastaavasti ilmiö, jota on tarkoitus kuvata käyttämällä termiä "asemasiirtymä", on minkä tahansa yksittäisen viilloksen kahden viillospinnan suhteellista liikkumista alkuperäisestä orientaatiostaan (jossa yläreunat ovat yleisesti ottaen yhtenevät ja alareunat yleisesti yhtenevät) orientaatioon, jossa yhden viilloksen toinen yläreuna on jonkin verran korkeammalla kuin toinen yläreuna
 25 ja vastaavasti yhden viilloksen toinen alareuna on jonkin verran korkeammalla kuin toinen alareuna. Tämä tuottaa orientaation, jota voidaan karkeasti kuvata "koripunos-tyyppiseksi", ja saa aikaan sivusuunnassa ulkonevan paljaan alueen kummankin viillospinnan kohdalla ja parantaa siten puolestaan nesteenvastaanottokykyä.
 30

Koska neste kulkeutuu absorbenttiosan ympäröiville alueille ja näillä suhteellisesti kuivemmilla alueilla on taipumus vetää puoleensa nestettä pois viillokselliselta ja alunperin kastuneelta alueelta, on kaareutumisella ja
 35

viillosspintojen siirtymällä taipumus pienentyä, kun ympäröivien alueiden paisuminen lähenee viilloksellisen alueen paisumista. Kun koko absorbenttiosan vesipitoisuus on suhteellisen yhtenäinen, absorbenttiosa itse asiassa palaa yleisesti ottaen kuvion 4 esittämäään muotoon, tosin kaikkiin suuntiin paisuneena.

Tämän keksinnön mukaisissa absorbenttiosissa voi itse asiassa olla useampi kuin yksi viilloksellinen alue, tai ne voivat olla viilloksellisia suurin piirtein koko pinnaltaan. Tällä tavalla viilloksia voidaan hyödyntää muiden suotuisien ominaisuuksiensa, kuten parantuneen taipuisuuden aikaansaannin, suhteen.

Lisäksi voidaan, viillosten järjestelyn mukaan, synnyttää useampi kuin yksi vääristynyt eli kupumainen rakenne jopa yhden viilloksellisen alueen sisälle (kuten esitetään kuviossa 9, jossa näkyy kaksi tällaista rakennetta), niin että absorbenttiosalla on aaltoileva muoto, joka paljastaa täydellisemmin viillospinnat.

Polymeerisolumateriaalien ratkaiseva ominaisuus tämän dynaamisen rakenteen suhteen on solumateriaalin kyky laajeta vähintään yhdessä suunnassa absorbenttiosan tasossa. Tätä voidaan kuvata termillä paisumispotentiaali, sillä kokoonpainuneella polymeerisolumateriaalilla on mahdollisuus laajeta tietyn prosenttimäärän verran koostaan kokoonpainuneena, kun sitä kuormitetaan nesteellä. Tällä hetkellä tämän keksinnön yhteydessä käytettäväksi edullista tyyppiä olevien absorbenttimateriaalien paisumispotentiaali täyden nestekuormituksen ollessa kyseessä on vähintään noin 5 %, jos paisumispotentiaalia on vain yhdessä suunnassa x-y-tasossa, ja vähintään noin 3 %, jos materiaalilla on paisumispotentiaali kahdessa tai useammassa suunnassa x-y-tasossa. Mainitunlaisten materiaalien paisumispotentiaali z-suunnassa on vähintään 200 %. Mainitunlaisten materiaalien paisumispotentiaalit ovat edullisemmin vähintään noin 10 % x-y-tasossa olevissa suunnissa ja

vähintään noin 300 % z-suunnassa täyden nestekuormituksen ollessa kyseessä. Tällä hetkellä edullinen HIPE-polymeeri-solumateriaali paisuu noin 12 % x-suunnassa (konesuunta valmistuksen aikana), noin 15 % y-suunnassa (poikkisuunta valmistuksen aikana) ja noin 500 % z (paksuus) -suunnassa kuormitettaessa se täysin nesteellä.

Kuvio on pystyleikkauskuva kuvion 9 absorbentti-osasta osittain nesteellä kuormitettuna. Katsomiskulma on kuviossa 10 suuri piirtein sama kuin kuviossa 7, ja leikkausviiva 10-10 leikkaa yhden kuviossa 9 näkyvän kupumaisen rakenteen (muttei yhtään yksittäistä viillosta). Tämä kuvio valaisee selvästi solumateriaalin paisumista ja kaareutumista, jota tapahtuu viilloksellisella alueella nesteen vastaanottoalueella. Juuri kuviossa 10 esitetyn kaltaisen paisuminen ja kaareutuminen saa aikaan tämän keksinnön mukaisten viillospintojen avatumisen ja siirtymisen.

Yleisesti esitettynä paisumispotentiaali viillosten suunnan kanssa samassa suunnassa saa päävaikutuksenaan aikaan asemasiirtymäilmiön ja voi toissijaisesti aiheuttaa jonkin verran kulmasiirtymää, kun taas paisumispotentiaali viillosten suuntaan nähden kohtisuorassa suunnassa saa päävaikutuksenaan aikaan kulmasiirtymäilmiön ja voi toissijaisesti aiheuttaa jonkin verran asemasiirtymää. Tällä hetkellä edullisina pidetyissä solumateriaaleissa paisumispotentiaali kaikissa suunnissa, erityisesti sekä yhden-suuntaisesti että kohtisuorasti viillosten suuntaan nähden, saa aikaan viillospintojen sekä kulma- että asemasiirtymää alueilla, joilla tapahtuu paisumista vesipitoisen elimistön nesteen absorption aikana. Tämä sekä kulma- että asemasiirtymän yhdistelmä saa aikaan optimaalisen rakenteen vastaanottonopeuden kannalta, sillä se maksimoi pinnan epäsäännöllisyyden ja vastaanottopinta-alan.

Samoin kuin vastaanottonopeus, myös tämän keksinnön mukaisten absorbenttiosien deformaatioaste riippuu voimak-

kaasti sellaisista tekijöistä, kuin viilloksen pituus, viilloskuvio, viilloskuvion tiheys, kerroksen paksuus ja itse solumateriaalin laajemisominaisuudet ja vastaanottonopeus. Nesteenvastaanottopinta-ala ja viilloksettoman reunuksen läsnä- tai poissolo voivat myös vaikuttaa esiin-

5 tyvien deformaatioiden määrään.

Kuvio 11 esittää tämän keksinnön mukaisen viilloksellisen absorbenttiosan monikerroksista suoritusmuotoa, jossa vähintään yksi kerros käsittää polymeerisolumateriaalikerroksen ja sisältää viilloksellisen alueen. Tässä

10 kuvassa ylempi kerros 110 on varustettu edellä kuvatun kaltaisilla viilloksellisilla ja viilloksettomilla alueilla. Vähintään yksi alemmista kerroksesta, tässä kuvassa kerrokset 120 ja 130, on edullisesti ilman viilloksellisia

15 alueita, jotta saadaan jatkuva pinta yhden tai useamman ylemmän kerroksen yhden tai useamman viilloksellisen alueen alle ja parannetaan absorbenttiosan rakenteellista yhtenäisyyttä kokonaisuutena tarkasteltuna. Vaikka kuviossa 11 esitetään kolme kerrosta, joilla on suurin piirtein sama koko ja muoto, kerroksia voi olla enemmän tai vähemmän kuin kolme ja kerrokset voivat olla erikokoisia ja/tai -muotoisia.

Monikerroksisissa rakenteissa ylempi viilloksellinen kerros toimii suurin piirtein edellä kuvatulla tavalla nesteen alkuvastaanoton suhteen. Monikerroksisissa rakenteissa, jotka sisältävät useita vierekkäisiä kerroksia polymeerisolumateriaalia, ylemmän kerroksen otettua vastaan nestettä ylempi kerros ja vieruskerrokset ovat keskenään vuorovaikutuksessa ja saavat aikaan ainutlaatuisen ja

25 edullisen rakenteen. Monikerroksisissa rakenteissa, joissa vain yksi kerros on solumateriaalia eikä muilla kerroksilla ole sellaisia paisumisominaisuuksia, solumateriaalikerros käyttäytyy oleellisesti samalla tavalla kuin edellä kuvattu yksi kerros.

30

Kuten useimmissa monikerroksisissa absorbenttiosissa, joissa kullakin kerroksella on itsellään taipumus ottaa vastaan ja varastoida nestettä, on kerroksilla, joiden kosteuspitoisuus on pienempi, taipumus vetää nestettä kerroksista, joiden kosteuspitoisuus on suurempi (ilmiö, jota kutsutaan yleisesti "jakauttamiseksi"). Absorbenttiosassa, jonka kerroksilla on suunnilleen samanlaiset absorbointiominaisuudet, nesteellä olisi taipumus kulkeutua kaikkialle absorbenttiosa kerrokseen, kunnes saavutetaan nesteen suunnilleen yhtenäinen jakautuminen kaikkialle absorbenttiosaan.

Ylimmän kerroksen (tai elimistön nesteen lähteen välittömässä läheisyydessä sijatsevan minkä tahansa kerroksen) kosteuspitoisuus on tyypillisesti suurempi, ainakin aluksi, kuin seuraavan alemman kerroksen, niin että muodostuu alaspäin absorbenttiosan läpi kulkeva kosteusgradientti. Seuraavalla alemmalla kerroksella on siten taipumus imeä nestettä ylimmästä kerroksesta kerrosten keskenään kosketuksessa olevien pintojen kautta, jotta saavutetaan kerrosten välinen tasapaino kosteuspitoisuuden suhteen.

Tämän keksinnön mukaisesti edullisten polymeerisolumateriaalien ainutlaatuisten ominaisuuksien ansiosta nestettä vastaanottamassa olevissa kerroksissa oleva solumateriaali laajenee, samalla kun nestettä luovuttamassa olevissa kerroksissa oleva solumateriaali kutistuu. Lisäksi polymeerisolumateriaalin pinnoilla on taipumus verrattain suureen kitkakertoimeen märkinä, ja kapillaarivoimat pyrkivät vetämään pintoja yhteen. Siten vierekkäisten kerrosten vierekkäisten pintojen kostuessa kerrosten välinen liukuminen suhteessa toisiinsa vähenee suuresti.

Kuten esitetään kuviossa 12, joka on poikkileikkauskuva kuvion 11 absorbenttiosasta, polymeerisolumateriaalin ominaisuudet synnyttävät edullisen rakenteen käytettäessä useita kerroksia kokoonpainunutta polymeerisolu-

materiaalia. Solumateriaalin eri alueisiin suuntautuvia voimia esitetään pienemmin nuolin kuviossa 12, ja alemmilla kerroksilla 120 ja 130 on esitetyllä tavalla taipumus laajeta ulospäin (itse asiassa kaikkiin kolmeen suuntaan),
 5 kun taas ylin kerros 110 kutistuu menettäessään vastaavasti nestettä seuraavaan alempaan kerrokseen 120. Koska kerroksen 110 alapinta ja kerroksen 120 yläpinta eivät pääse liikkumaan suhteessa toisiinsa edellä kuvatun kitka/kapillaari-imuilmion vuoksi, ulospäin laajeneva kerros 120 pyrkii pitämään auki tai avaamaan lisää ylimmän kerroksen 110
 10 viilloksia, kuten esitetään kuviossa 12. Tätä ilmiötä edistää viillosten välissä olevien yksittäisten solumateriaaliliuskujen 115 ja ylimmän kerroksen reunojen kutistuminen. Suppilomainen muoto syntyy siitä syystä, että viilloksellisen kerroksen vapaa pinta kutistuu, samalla kun
 15 viilloksellisen kerroksen se pinta, joka on kosketuksessa viilloksettoman kerroksen kanssa, on pidätysvoimien kohteena pidettäessä se kosketuksessa viilloksettoman kerroksen kanssa, jolloin viillokselliseen kerrokseen muodostuu
 20 muodonmuutosero absorbenttiosan tason normaalin suunnassa.

Kun ylimmän kerroksen 110 solumateriaali jatkaa kutistumistaan suhteessa seuraavaan alempaan kerrokseen 120, on viillosten sivuseinillä itse asiassa taipumus kaareutua lisää kuppimaiseen muotoon, kuten esitetään kuviossa 13.
 25 Tämä kuppimainen rakenne on erityisen edullinen, koska viillosten pinnat pysyvät esillä myöhempiä nestepurkauksia varten ja toimivat suppiloina nesteen ohjaamiseksi viilloksiin ja alaspäin kohden alempia kerroksia. Tämä rakenne on myös edullinen kostean tai juoksevan ulosteen pidättämisen ja kuivattamisen yhteydessä, koska myös tällainen
 30 materiaali tulee ohjatuksi alaspäin viilloksiin eikä sen anneta juosta sivusuunnassa absorbenttiosan pinnan yli.

Tämä edullinen kuppimainen muoto voidaan itse asiassa muodostaa absorbenttiosan valmistusprosessin aikana, niin että yksittäisillä solumateriaalikerroksilla voi
 35

olla tämä rakenne jopa ennen nesteen vastaanottoa. Kuvio 15 on samankaltainen poikkileikkauskuva kuin kuvio 5 ja valaisee mainitunlaista ennalta muodostettua yksittäistä polymeerisolumateriaalikerrosta, jossa on rakenteeltaan
 5 avoimiksi, kuppimaisiksi muodostettuja viilloksia, joita merkitään numerolla 210. Kuvio 14 esittää mainitunlaista absorbenttiosaa ylhäältäpäin katsottuna, ja kuvio 16 on osakuva kuvion 14 absorbenttiosasta ylhäältäpäin katsottuna, joka esittää suurennettuna yhtä yksittäistä viillosta
 10 ennalta muodostetussa tilassaan.

Valmistettaessa mainitunlainen absorbenttiosa viillokset leikataan solumateriaaliin edullisesti ennen vedenpoistomenettelyä. Sitten solumateriaalille tehdään vedenpoisto, edullisesti ilma- ja/tai lämpökuivauksella, alemman kerroksen ollessa kiinnitettynä tasaiseen, huokosetto-
 15 maan alustaan. Vaihtoehtoisesti voitaisiin poistaa materiaalista vettä, muodostaa viillokset suurin piirtein vedettömään solumateriaaliin ja kostuttaa materiaali sitten uudelleen, minkä jälkeen tehtäisiin samalla tavalla vedenpoisto alustaan liitettynä. Kastellussa tilassa alempi
 20 pinta ei liu'u alustalla märän solumateriaalin suuren kitkakertoimen ja kapillaari-imun vuoksi. Kun solumateriaali kuivuu ja kutistuu, alempi pinta säilyttää orientaationsa, jossa viillokset ovat kiinni, koska tämä pinta ei pääse
 25 kutistumaan ollessa kosketuksessa alustan kanssa. Ylempi pinta sen sijaan kutistuu vapaasti nesteen poistuessa, ja viillosten välissä olevat yksittäiset solumateriaalikais-
 30 tat kutistuvat. Tuloksena oleva kutistumisero absorbenttiosan ylä- ja alapinnan välillä jää "lukituksi" solumateriaalin kuivuttua perusteellisesti, ja absorbenttiosa voidaan vetää irti alustasta jatkokäsittelyä varten.

Ennalta muodostettu kuppimainen muoto tarjoaa siten ennalta avattujen viillosten pinnat käyttöön ensimmäistä nestepurkausta ja/tai ulosteen tuloa vasten, ja suurentunut pinta-ala tavanomaisesti viilloksilla varustettuihin
 35

absorbenttiosiin verrattuna saa aikaan parantuneen vastaanottonopeuden. Kun absorbenttiosa ottaa vastaan nestettä ja kosteusjakautuma absorbenttiosassa tasoittuu (yhden kerroksen ollessa kyseessä), viilloksilla on taipumus me-

5 nettää kuppimainen muotonsa ja palautua yleisesti ottaen kuviossa 4 esitettyyn muotoon.

Nämä ennalta muodostetut viillosrakenteet ovat erityisen käyttökelpoisia kostean tai juoksevan ulosteen pidättämisen ja kuivattamisen kannalta samoin kuin viskositeettiltaan korkeampien ja/tai hiukkasmaista materiaalia suurempana pitoisuutena sisältävien nesteiden, kuten veren, kuukautisvuodon tai haavanesteiden, vastaanoton kannalta. Avoimet kuppimaiset alueet toimivat "vastaanottoastioina" mainitunlaisten materiaalien sieppaamiseksi ja pi-

10 dättämiseksi, samalla kun niiden sisältämä kosteus imeytyy solumateriaaliin. Nämä ennalta muodostetut viillokset vähentävät myös nesteiden taipumusta juosta pois solumateriaalin pinnalta tarjoamalla käyttöön pinnan, jossa on

15 suuria aukkoja, joihin neste tunkeutuu ylemmän aukon kautta.

20 ta.

Monikerroksisessa rakenteessa mainitunlaiset ennalta muodostetut viillokset voivat tarjota myös nesteen välittömän pääsyn seuraavaan alla olevaan kerrokseen (rakenteissa, joissa viillokset ovat suurin piirtein auki ylä-

25 pinnasta alapintaan) jättäen silti samalla verrattain paljon vapaata pintaa tulevaa nestettä varten. Tämä antaa alla olevalle kerrokselle mahdollisuuden aloittaa nesteen vastaanotto välittömästi ja suoraan eikä jakautustoiminnan kautta ylemmästä kerroksesta ja parantaa siten edelleen

30 absorbenttiosan kokonaisvastaanottonopeutta.

Monikerroksisissa suoritusmuodoissa yksi tai useampi absorbenttiosien kerroksista voi käsittää jotakin muuta materiaalia kuin polymeerisolumateriaalia, kuten jotakin tavanomaisempaa absorbenttimateriaalia. Mainitunlaisia

35 muista materiaaleista koostuvia kerroksia voidaan käyttää

vastaanottokerroksena yhden tai useamman viilloksellisen alueen sisältävän yhden tai useamman solumateriaalikerroksen päällä ja/tai varastointikerroksena, joka on yhden tai useaman mainitunlaisen viilloksellisen solumateriaalikerroksen alla. Mainitunlaisia materiaaleja voidaan käyttää myös solumateriaalikerrosten välissä. Joitakin materiaaleja, jotka saattavat olla sopivia, ovat selluloosakuidut, muunnetut selluloosakuidut, raion, polyesterikuidut, kuten polyeteenitereftalaattikuidut (DACRON), hydrofobinen nailon (HYDROFIL) yms. Lämpösidotuista, ilmakerrostetuista selluloosakuitumateriaaleista muodostettuja absorbenttira-kenteita voidaan myös käyttää. Mainitunlaisten kuitumate-riaalien ohella saattavat myös hiukkasten tai levyn muo-dossa olevat geelin muodostavat absorbenttimateriaalit ol-la toivottavia. Viillosten käyttö saattaa olla edullista myös levyn muodossa olevien geelin muodostavien absorbent-timateriaalien yhteydessä parantuneen nesteenvastaanoton vuoksi.

Kuviot 17 ja 18 valaisevat kaaviomaisesti kahta mahdollista menetelmää viilloksellisten alueiden muodosta-miseksi polymeerisolumateriaalilevyihin. Kuviossa 13 solu-materiaalilevy 300 johdetaan leikkuritelan 310 ja alasin-telan 320 välitse. Leikkuritela 310 sisältää joukon pieniä teräviä teriä halutun kuvion muotoon ja halutulle etäisyy-delle järjestettyinä, ja nämä terät leikkautuvat solumate-riaalin läpi, kun se puristetaan kyseisten kahden telan väliin, jolloin muodostuu viilloksellinen alue. Kuvio 18 esittää lävistystoimenpidettä, jossa leikkain 410, joka sisältää joukon pieniä teräviä teriä halutun kuvion muo-toon ja halutulle etäisyydelle järjestettyinä, ja alasin 420 viedään yhteen, niin että ne tarttuvat kiinni soluma-teriaalilevyyn 400 ja puristavat sitä. Leikkaimen terät leikkautuvat siten solumateriaalin läpi, jolloin muodostuu viilloksellinen alue. Muitakin menetelmiä, joissa hyödyn-

netään esimerkiksi yksittäisiä tai peräkkäisiä teriä tai vastaavia välineitä, voidaan käyttää.

Mitä tulee kaikkiin edellä esitettyihin suoritusmuotoihin, tällä hetkellä pidetään edullisena, että viillokset ulottuvat kokonaan absorbenttiosan läpi, vaikka ainakin joitakin tämän keksinnön eduista voidaan saavuttaa, jos viillokset ulottuvat vain osittain absorbenttiosan läpi paksuussuunnassa.

On myös mahdollista muodostaa absorbenttiosaan uria tai kanavia viillosten sijasta, mutta viillosten käyttöä pidetään tällä hetkellä edullisena, jotta minimoidaan uritusmenettelyyn mahdollisesti liittyvä materiaalihäviö ja säilytetään koko absorptiokapasiteetti.

Absorbenttiosan yleinen muoto ja/tai koko voidaan tehdä erityiskäyttötarkoitusten kannalta toivotuksi ja yhden tai useamman viilloksellisen alueen yleistä muotoa ja/tai kokoa voidaan myös säätää halutulla tavalla.

Viilloksellisen alueen suunnittelussa voidaan ottaa huomioon muita toimintakyvynäkökohtia, kuten absorbenttiosan yhtenäisyys käytössä, taipuisuus ja kimmoisuus/joustavuusnäkökohdat. Viilloksen pituus, kuvion tiheys ja viillosten orientaatio ovat kaikki piirteitä, joita voidaan säätää absorbenttiosan yleisen toimintakyvyn optimoimiseksi vastaanottonopeuden ja mekaanisten ominaisuuksien suhteen.

Deformaatioaste yhden ja useamman kerroksen yhteydessä ja kupinmuodostusaste valmistettaessa ennalta muodostettuja voimia viilloksia ovat kaikki tekijöitä, joihin vaikuttavat viilloksen pituus, viilloskuvion tiheys, levyn paksuus ja materiaalin ominaisuudet. Yleisesti ottaen otaksutaan, että pienemmät levyn paksuudet alentavat dynaamisten vaikutusten tasoa, koska solumateriaalin määrä pinta-alayksikköä kohden ja ylemmän ja alemman pinnan välinen deformaatioero pienenevät vastaavasti. Tiheydeltään suurempien kuvioiden otaksutaan yleisesti ottaen pienentä-

vän siirtymän määrää ja kupinmuodostusastetta. Viillosten pienempien pituuksien otaksutaan myös pienentävän siirtymiä ja kupinmuodostusta. Materiaalit, joiden paisumisnopeus on pienempi, johtavat yleisesti ottaen hitaampiin dynaamisiin reaktioihin, ja materiaaleilla, joilla on vähemmän paisumispotentialiaalia rakenteen tasossa, dynaaminen reagointi on yleisesti ottaen vähäisempää kuin materiaaleilla, joiden paisumispotentialiaali on suurempi.

Otaksutaan, että rakenteeltaan avointen viillosten esimuodostuksen yhteydessä myös lämpötila, jossa vedenpoistotoimenpide tehdään, on yksi tärkeä tekijä. Jos se tehdään ympäristön lämpötilassa tai sen alapuolella, näyttää tuloksena oleva rakenne olevan yleisesti ottaen jäykempi, eikä se siten painu yhtä helposti kokoon ja muodosta rakenteeltaan kuppimaisia ennalta avattuja viilloksia. Jos toimenpide tehdään korkeammassa lämpötilassa, esimerkiksi lämpötilassa 38 °C (100 °F), polymeerirakenne pysyy tyypillisesti pehmeämpänä ja mukautuvampana ja muodostaa siten helpommin rakenteeltaan kuppimaisia ennalta avattuja viilloksia.

Vaikka tämän keksinnön mukaisia absorbenttiosia voidaan käyttää erikseen, ts. ilman oheisrakenteita, käytettäessä mainitunlaisia absorbenttiosia vesipitoisten elimistön nesteiden absorbointiin ne sisällytetään edullisesti jonkinlaiseen absorbenttituotteeseen. Absorbenttituote käsittää yleensä yhden tai useamman keksinnön mukaisen absorbenttiosan ja jonkinlaisen taustakerroksen, jossa on välineet absorbenttituotteen kiinnittämiseksi käyttäjän ylle absorbenttiosan nesteentuloalueen pitämiseksi vesipitoisen elimistön nesteen lähteen lähellä. Yhdessä edullisessa absorbenttituotetyypissä taustakerros on luonteeltaan nestettä läpäisemätön vaatteiden, vuodevaatteiden jne. suojaamiseksi kosketukselta kastuneen absorbenttiosan kanssa.

Tämän keksinnön mukaisten absorbenttiosien on havaittu sopivan erityisen hyvin käytettäväksi kertakäyttötuotteiden ja aikuisten inkontinenssivaatekappaleiden muodossa olevissa absorbenttituotteissa. Tähän liittyen yksi erityisen edullinen absorbenttituotemuoto käytettäväksi yhdessä tämän keksinnön mukaisten absorbenttiosien kanssa esitetään edellä mainitussa US-patenttijulkaisussa 5 147 345 (Young et al.), joka on julkaistu 15. syyskuuta 1992 ja mainitaan tässä viittenä.

VI. Kokoonpainuneiden polymeerisolumateriaalien valmistus

Kuten edellä mainittiin, tämän keksinnön yhteydessä käyttökelpoisia polymeerisolumateriaaleja voidaan valmistaa polymeroimalla tiettyjä vesi öljyssä -emulsioita, joissa vesifaasin suhde öljyfaasiin on suhteellisen suuri. Tämänätyyppiset emulsiot, joissa veden suhde öljyyn on suhteellisen suuri, tunnetaan alalla yleisesti "HIPE-emulsioina" ("HIPE:t; high internal phase emulsions; paljon sisäistä faasia sisältävät emulsiot). Polymeerisolumateriaaleja, jotka ovat seurausta mainitunlaisten emulsioiden polymeroinnista, kutsutaan tässä "HIPE-solumateriaaleiksi".

HIPE-emulsioiden muodostukseen käytettävien vesi- ja öljyfaasien suhteelliset määrät ovat monien muiden parametrien ohella tärkeitä tuloksena olevien polymeerisolumateriaalien rakenteellisten, mekaanisten ja toimintaominaisuuksien määrittämisessä. Veden suhde öljyyn solumateriaalin muodostukseen käytettävässä emulsiossa voi vaikuttaa erityisesti solumateriaalin tiheyteen, solukokoon, solumateriaalin kapillaari-omuominaispinta-alaan ja vaahdon muodostavien tukirakenteiden mittoihin. Näiden tällä hetkellä edullisten HIPE-solumateriaalien valmistukseen käytettävien emulsioiden vesifaasin suhde öljyfaasiin on yleensä suunnilleen alueella 12:1 - 100:1, edullisemmin noin 20:1 - 70:1 ja edullisimmin noin 25:1 - 50:1.

A. Öljyfaasin komponentit

HIPE-emulsioiden jatkuva öljyfaasi käsittää mono-
meereja, jotka polymeroidaan kiinteäksi solumateriaalira-
kenteeksi. Tämä monomeerikomponentti sisältää "lasimaista"
5 monomeeria, "kumimaista" komonomeeria ja silloitetta. Yh-
den tai useamman monofunktionaalisen monomeerin, komo-
nomeerin ja polyfunktionaalisen silloitteen määrättyjen
tyyppien ja määrien valinta voi olla tärkeää sellaisten
absorboivien HIPE-solumateriaalien toteutumiselle, joilla
10 on rakenteellisen, mekaanisten ja nesteenkäsittelyominai-
suuksien toivottu yhdistelmä, joka tekee mainitunlaisista
materiaaleista soveltuvia käytettäviksi tämän keksinnön
yhteydessä.

HIPE-emulsioiden öljyfaasissa käytettävä monomeeri-
15 komponentti käsittää yhtä tai useampaa monofunktionaalista
monomeeria, joilla on taipumus antaa lasimaisia ominai-
suuksia tuloksena olevalle polymeerisolumateriaaliraken-
teelle. Mainitunlaisia monomeereja kutsutaan "lasimaisik-
si" monomeereiksi ja ne määritellään tämän keksinnön tar-
20 koituksia varten monomeerimateriaaleiksi, jotka tuottaisi-
vat moolimassaltaan suuria (yli 6 000) homopolymeerejä,
joiden lasittumislämpötila T_g on korkeampi kuin noin 40 °C.
Näihin monofunktionaalisiin lasimaisiin monomeerityyppei-
hin kuuluu metakrylaattipohjaisia monomeereja (esimerkiksi
25 metyyli-metakrylaatti) ja styreenipohjaisia monomeereja
(esimerkiksi styreeni). Edullinen monofunktionaalinen la-
simainen monomeerityyppi on styreenipohjainen monomeeri,
ja itse styreeni on edullisin tällainen monomeeri. Substi-
tuoitua, esimerkiksi monosubstituoitua, styreeniä, kuten
30 p-metyylistyreeniä, voidaan myös käyttää. Monofunktionaa-
lisen lasimaisen monomeerin osuus on normaalisti noin 5 -
40 paino-%, edullisemmin noin 10 - 30 paino-%, edullisem-
min noin 15 - 25 paino-% ja edullisimmin noin 20 paino-%
monomeerikomponentista.

Monomeerikomponentti käsittää myös yhtä tai useampaa monofunktionaalista komonomeeria, joilla on taipumus antaa kumimaisia ominaisuuksia tuloksena olevalle polymeerisolumateriaalirakenteelle. Mainitunlaisia komonomeereja kutsutaan "kumimaisiksi" komonomeereiksi ja ne määritellään tämän keksinnön tarkoituksia varten monomeerimateriaaleiksi, jotka tuottaisivat moolimassaltaan suuria (yli 10 000) homopolymeerejä, joiden lasittumislämpötila T_g on korkeintaan noin 40 °C. Tämän tyyppisiin monofunktionaalisiiin kumimaisiin komonomeereihin kuuluvat esimerkiksi C_{4-12} -alkyyliakrylaatit, C_{6-14} -alkyyliakrylaatit ja mainitunlaisten komonomeerien yhdistelmät. Näistä komonomeereista ovat edullisimpia n-butyliakrylaatti ja 2-etyyliheksyyliakrylaatti. Monofunktionaalisen kumimaisen monomeerin osuus on yleensä noin 30 - 80 paino-%, edullisemmin noin 50 - 70 paino-% ja edullisimmin noin 55 - 65 paino-% monomeerikomponentista.

Koska yhdestä tai useammasta lasimaisesta monomeerista ja kumimaisesta komonomeerista muodostettavat polymeeriketjut on määrä silloittaa, monomeerikomponentti sisältää myös polyfunktionaalista silloitetta. Samoin kuin monofunktionaalisten monomeerien ja komonomeerien kohdalla, silloitteen tietyn tyyppin ja määrän valinta on hyvin tärkeää sellaisten edullisten polymeerisolumateriaalien edulliselle toteutumiselle, joilla on rakenteellisen, mekaanisten ja nesteenkäsittelyominaisuuksien toivottu yhdistelmä.

Polyfunktionaalinen silloite voidaan käytettävien monofunktionaalisten monomeerien ja komonomeerien tyyppin ja määrien ja lisäksi tuloksena olevien polymeerisolumateriaalien toivottujen ominaisuuksien mukaan valita laajasta valikoimasta polyfunktionaalisia, edullisesti difunktionaalisia, monomeereja. Niinpä silloite voi olla aromaattinen divinyylibentseeni, kuten divinyylibentseeni, divinyylibentseeni tai diallylibentseeni. Vaihtoehtoisesti

voidaan käyttää alifaattisia divinyylisilloitteita, kuten mitä tahansa polyolien, kuten 1,6-heksaanidiolin ja sen homologien, diakryyli- tai dimetyyliakryylihappoesteriä. Silloite, joka on havaittu sopivan tässä yhteydessä edullisten HIPE-emulsioiden valmistukseen, on divinyylibentseeni. Mitä tahansa tyyppiä olevaa silloitetta käytetään solumateriaalin muodostavien emulsioiden öljyfaasissa tässä yhteydessä yleensä noin 10 - 40 paino-%, edullisemmin noin 15 - 25 paino-% ja edullisimmin noin 20 paino-% monomeerikomponentista.

Öljyfaasin yksi muu edullinen komponentti on emulgointiaine, joka mahdollistaa stabiilien HIPE-emulsioiden muodostuksen. Mainitunlaiset emulgointiaineet ovat sellaisia, jotka liukenevat emulsion muodostukseen käytettävään öljyfaasiin. Käytettävät emulgointiaineet ovat tyypillisesti ionittomia, ja niihin kuuluvat sorbitaanirasvahappoesterit, polyglyserolirasvahappoesterit ja niiden yhdistelmät. Edullisiin emulgointiaineisiin kuuluvat sorbitaanilauraatti (esimerkiksi SPAN^R 20), sorbitaanioleaatti (esimerkiksi SPAN^R 80), sorbitaanilauraatin ja sorbitaanipalmitaatin (esimerkiksi SPAN^R 40) yhdistelmät suunnilleen massasuhteessa 1:1 - 3:1 ja erityisesti sorbitaanilauraatin yhdistelmät tiettyjen polyglyserolirasvahappoestereiden kanssa, joita kuvataan jäljempänä.

HIPE-emulsioiden muodostukseen käytettävä öljyfaasi käsittää yleensä noin 67 - 98 paino-% monomeerikomponenttia ja noin 2 - 33 paino-% emulgointiainekomponenttia. Öljyfaasi käsittää edullisesti noin 80 - 95 paino-% monomeerikomponenttia ja noin 5 - 20 paino-% emulgointiainekomponenttia.

Monomeeri- ja emulgointiainekomponenttien lisäksi öljyfaasi voi sisältää muita mahdollisia komponentteja. Yksi tällainen mahdollinen öljyfaasin komponentti on öljyliukoinen polymerointikäynniste, joka on jäljempänä kuvattavaa yleistä tyyppiä. Yksi toinen mahdollinen öljyfaasin

komponentti on veteen suurin piirtein liukenematon liuote monomeeri- ja emulgointiainekomponentteja varten. Tämän-
 tyyppinen liuote ei saa tietenkään kyetä liuottamaan tu-
 loksena olevaa polymeerisolumateriaalia. Mainitunlaisen
 5 liuotteen käyttö ei ole edullista, mutta jos sellaista
 käytetään, sen osuus on yleensä korkeintaan noin 10 pai-
 no-% öljyfaasista.

B. Vesifaasin komponentit

HIPE-emulsioiden epäjatkuva sisäinen faasi on vesi-
 10 faasi, joka on yleensä vesipitoinen liuos, joka sisältää
 yhtä tai useampaa liuennutta komponenttia. Yksi vesifaasin
 olennainen liuennut komponentti on vesiliukoinen elektro-
 lyytti. HIPE-emulsioiden vesifaasiin liuotetun elektrolyy-
 tin tehtävänä on minimoida pääasiassa öljyliukoisten mono-
 15 meerien ja silloitteiden taipumus liueta myös vesifaasiin.
 Tämän otaksutaan puolestaan minimoivan sen, missä määrin
 polymeerimateriaali täyttää emulsion polymeroinnin aikana
 soluikkunoita vesifaasipisaroiden muodostamalla öljy-vesi-
 rajapinnoilla. Niinpä elektrolyytin läsnäolon ja tuloksena
 20 olevan vesifaasin ionivahvuuden otaksutaan määräävän, voi-
 vatko tuloksena olevat edulliset polymeerisolumateriaalit
 olla avosoluisia ja missä määrin ne voivat olla sellaisia.

Mitä tahansa elektrolyyttiä, joka tarjoaa käyttöön
 vesifaasille ionivahvutta antavia ionilajikkeita, voidaan
 25 käyttää. Edullisia elektrolyyttejä ovat mono-, di- tai
 trivalenttiset epäorgaaniset suolat, kuten vesiliukoiset
 halogenidit, esimerkiksi alkalimetallien ja maa-alkalime-
 tallien kloridit, nitraatit ja sulfaatit. Esimerkkeihin
 kuuluvat natriumkloridi, kalsiumkloridi, natriumsulfaatti
 30 ja magnesiumsulfaatti. Kalsiumkloridi on edullisin käytet-
 täväksi solumateriaaleissa, jotka ovat tällä hetkellä
 edullisia tämän keksinnön yhteydessä käytettäväksi. Elekt-
 rolyyttiä käytetään HIPE-emulsioiden vesifaasissa yleensä
 pitoisuutena, joka on suunnilleen alueella 0,2 - 20 pai-

no-% vesifaasista. Elektrolyytin osuus on edullisemmin noin 1 - 10 paino-% vesifaasista.

HIPE-emulsiot sisältävät tyypillisesti myös polymeroitukäynnistettä. Mainitunlainen käynnistekomponentti lisätään yleensä HIPE-emulsioiden vesifaasiin, ja se voi olla mikä tahansa tavanomainen vesiliukoinen vapaa radikaali -käynniste. Tämän tyyppisiin materiaaleihin kuuluu perhappiyhdisteitä, kuten natrium-, kalsium- ja ammoniumpersulfaatit, vetyperoksidi, natriumperasetaatti, natriumperkarbonaatti yms. Tavanomaisia redoksikäynnistejärjestelmiä voidaan myös käyttää. Mainitunlaisia järjestelmiä muodostetaan yhdistämällä edellä mainittuja perhappiyhdisteitä pelkisteiden, kuten natriumvetysulfiitin, L-askorbiinihapon tai rauta(II)suolojen, kanssa.

Käynnistemateriaalin osuus voi olla korkeintaan noin 5 mol-% öljyfaasissa läsnä olevien polymeroituvien monomeerien kokonaismoolimäärästä. Käynnisteen osuus on edullisemmin noin 0,001 - 0,5 mol-% öljyfaasissa olevien polymeroituvien monomeerien kokonaismoolimäärästä. Kun mainitunlaisia käynnisteitä käytetään vesifaasissa, mainitunlaiset käynnistepitoisuudet voidaan toteuttaa lisäämällä käynnistettä vesifaasiin noin 0,02 - 0,4 paino-%, edullisemmin noin 0,1 - 0,2 paino-% vesifaasista.

C. Hydrofilisointiaineet ja hydratoituvat suolat

Silloitettu polymeerimateriaali, joka muodostaa tässä yhteydessä edullisia kokoonpaineita absorboivia solumateriaalirakenteita, on edullisesti polaarisia funktionaalisia ryhmiä polymeerirakenteessaan suurin piirtein sisältämätön. Niinpä polymeerimateriaali, joka muodostaa mainitunlaisten edullisten absorboivien solumateriaalien solumateriaalirakenteen pinnat, on välittömästi polymerointivaiheen jälkeen normaalisti luonteeltaan suhteellisen hydrofobinen. Niinpä edulliset juuri polymeroidut solumateriaalit voivat vaatia jatkokäsittelyä solumateriaalirakenteen pintojen tekemiseksi suhteellisesti hydrofii-

lisemmiksi, niin että mainitunlaisia solumateriaaleja voidaan käyttää vesipitoisten elimistön nesteiden absorbentteina. Solumateriaalin pintojen hydrofilisointi, jos se on tarpeen, voidaan tehdä yleisesti esitettynä käsittelemällä
 5 polymeroidut HIPE-solumateriaalirakenteet hydrofilisointiaineella jäljempänä tarkemmin kuvattavalla tavalla.

Hydrofilisointiaineet ovat mitä tahansa materiaaleja, jotka edistävät sellaisten polymeeripintojen kostuvuutta vedellä, joiden kanssa ne saatetaan kosketukseen ja
 10 joille niitä sijoitetaan. Hydrofilisointiaineet ovat alalla hyvin tunnettuja, ja niihin voi kuulua pinta-aktiivisuusaineita, edullisesti ionitonta tyyppiä olevia. Hydrofilisointiaineita käytetään yleensä nestemuodossa, ja ne voidaan liuottaa tai dispergoida hydrofilisointiliuokseen,
 15 jota levitetään HIPE-solumateriaalin pinnoille. Tällä tavalla hydrofilisointiaineita voidaan adsorboida edullisten HIPE-solumateriaalirakenteiden polymeeripinnoille sopivia määriä mainitunlaisten pintojen tekemiseksi oleellisesti hydrofiiliseksi muuttamatta kuitenkaan solumateriaalin
 20 toivottuja taipuisuus- ja puristuspainumisominaisuuksia. Edullisissa solumateriaaleissa, jotka on käsitelty hydrofilisointiaineilla, hydrofilisointiainetta on sisällytettynä solumateriaalirakenteeseen siten, että solumateriaalirakenteeseen jääneet ainejäännösmäärät ovat alueella
 25 0,5 - 20 paino-%, edullisesti noin 5 - 12 paino-% solumateriaalista.

Yksi sopivan hydrofilisointiaineen tyyppi on ärsyttämätön öljyliukoinen pinta-aktiivisuusaine. Mainitunlaisiin pinta-aktiivisuusaineisiin voivat kuulua kaikki
 30 aineet, joita kuvattiin edellä käytettävän emulgointiaineina HIPE-emulsioöljyfaasille, kuten sorbitaanilauraatti (esimerkiksi SPAN[®] 20) ja sorbitaanilauraatin yhdistelmät tiettyjen polyglyserolirasvahappoestereiden kanssa, joita kuvataan jäljempänä. Mainitunlaisia hydrofilisoivia pinta-
 35 aktiivisuusaineita voidaan sisällyttää solumateriaaliin

HIPE-emulsioon muodostuksen ja polymeroinnin aikana tai käsittelemällä polymeerisolumateriaali sopivaan kantajaan tai liuotteeseen liuotetun tai dispergoidun pinta-aktiivisuusaineen liuoksella tai suspensiolla.

5 Yksi muu aine, jota tulee sisällyttää HIPE-solumateriaalirakenteeseen, on hydratoituva, ja edullisesti hygroσκοoppinen tai vetistytvä, vesiliukoinen epäorgaaninen suola. Mainitunlaisiin suoloihin kuuluvat esimerkiksi toksikologisesti hyväksyttävät maa-alkalimetallisuolat. Tä-
 10 määntyyppisiä materiaaleja ja niiden käyttöä öljyliukoisten pinta-aktiivisuusaineiden yhteydessä solumateriaalin hydrofilisointiaineina kuvataan yksityiskohtaisemmin julkais-
 tussa PCT-hakemuksessa WO 93/04 113, joka on julkaistu 4. maaliskuuta 1993. Tämä hakemus on jätetty The Procter &
 15 Gamble Companyn nimissä ja se mainitaan täten viitteenä. Edullisiin tämääntyyppisiin suoloihin kuuluvat kalsiumhalogenidit, kuten kalsiumkloridi, jota voidaan, kuten edellä mainittiin, käyttää myös elektrolyyttinä polymeerisolumateriaalien valmistukseen käytettävien HIPE-emulsioiden ve-
 20 sifaasissa.

Hydratoituvia epäorgaanisia suoloja voidaan helposti sisällyttää tässä kuvattaviin polymeerisolumateriaaleihin käsittelemällä solumateriaaleja mainitunlaisten suolojen vesiliuoksilla. Hydratoituvien epäorgaanisten suolojen
 25 liuoksia voidaan yleensä ottaen käyttää solumateriaalien käsittelyyn sen jälkeen, kun menettely jäännösvesifaasin poistamiseksi juuri polymeroiduista solumateriaaleista on saatettu loppuun tai osana tätä menettelyä. Solumateriaalin saattamista kosketukseen mainitunlaisten liuosten
 30 kanssa käytetään edullisesti hydratoituvien epäorgaanisten suolojen, kuten kalsiumkloridin, saostamiseen siten, että jäännöksen määrä on vähintään noin 0,1 paino-% solumateriaalista ja tyypillisesti suunnilleen alueella 0,1 - 8 paino-%, edullisesti noin 3 - 6 paino-% solumateriaalista.

Polymeroituina suhteellisen hydrofobisia edullisia solumateriaalirakenteita käsitellään hydrofilisointiaineilla (yhdessä hydratoituvien suolojen kanssa tai ilman niitä) tyypillisesti sellaisessa määrin, joka on tarpeen ja riittää antamaan sopivan hydrofiilisyyden tämän keksinnön mukaisille edullisille HIPE-solumateriaaleille. Jotkut edullista HIPE-emulsiotyyppiä olevat solumateriaalit voivat olla sopivan hydrofiilisiä suoraan valmistettuina ja sisältää riittäviä määriä hydratoituvia suoloja, niin etteivät ne vaadi lisäkäsittelyä hydrofilisointiaineilla tai hydratoituvilla suoloilla. Tarkemmin esitettynä mainitunlaiset HIPE-solumateriaalit voivat olla materiaaleja, joissa käytetään sorbitaanirasvahappestereitä, kuten sorbitaanilauraattia (esimerkiksi SPAN^R 20) tai sorbitaanilauratin yhdistelmiä tiettyjen polyglyserolirasvahappestereiden kanssa, joita kuvataan jäljempänä, öljyfaasiin li-sättävinä emulgointiaineina ja kalsiumkloridia elektrolyyttinä HIPE-emulsion vesifaasissa. Kyseisessä tapauksessa polymeroidun solumateriaalin sisäiset emulgointiainejäännöksiä sisältävät pinnat ovat sopivan hydrofiilisiä, ja vesifaasista jäävä neste sisältää tai siitä saostuu riittäviä määriä kalsiumkloridia jopa polymeerisolumateriaalien vedenpoiston jälkeen.

D. Käsittelyolosuhteet HIPE-solumateriaalien valmistamiseksi

Tämän keksinnön yhteydessä tällä hetkellä käytettäviksi edullisten solumateriaalien valmistus käsittää tyypillisesti seuraavat vaiheet: 1) stabiilin, paljon sisältä faasia sisältävän emulsion (HIPE) valmistus; 2) Tämän stabiilin emulsion polymerointi/kovetus kiinteään polymeerisolumateriaalirakenteen muodostukseen sopivissa olosuhteissa; 3) kiinteään polymeerisolumateriaalirakenteen pesu alkuperäisen jäännösvesifaasin poistamiseksi polymeerisolumateriaalirakenteesta ja polymeerisolumateriaalirakenteen käsittely tarvittaessa hydrofilisointiaineella ja/tai

hydratoituvalle suolalla mahdollisesti tarvittavan hydrofilisointiaineen/hydratoituvan suolan sisällyttämiseksi ja sen jälkeen 4) veden poistaminen tästä polymeerisolumateriaalirakenteesta (joka sisältää edullisesti puristuksen z-suunnassa) tarvittavassa määrin sellaisen kokoonpainuneen, paisuttamattoman polymeerisolumateriaalin aikaansaamiseksi, joka on käyttökelpoinen vesipitoisten elimistön nesteiden absorbenttina.

On havaittu, että tämän keksinnön yhteydessä käyttökelpoisten suhteellisen ohuiden, kokoonpainuneiden polymeerisolumateriaalien aikaansaamiseksi johdonmukaisesti on erityisen tärkeää toteuttaa emulsion muodostus- ja polymeroitivaiheet sillä tavalla, että vesipisaroiden yhteensulautuminen HIPE-emulsiossa vähenee tai minimoituu. HIPE-emulsiot eivät ole aina stabiileja, erityisesti saatettaessa ne korkeahkojen lämpötilojen alaisiksi polymeroitumisen ja kovettumisen aikaansaamiseksi. Kun HIPE-emulsio destabiloituu, siinä olevat vesipisarat voivat aggregoitua ja sulautua yhteen, niin että muodostuu paljon suurempia vesipisaroita. Emulsion polymeroinnin ja kovetuksen aikana vallitsee itse asiassa kilpailutilanne solumateriaalirakenteen kiinteytymisen ja vesipisaroiden yhteensulautumisen välillä. On saavutettava sopiva tasapaino, niin että vesipisaroiden yhteensulautuminen vähenee ja solumateriaalirakenteen polymerointi ja kovetus on kuitenkin toteutettavissa kohtuullisessa ajassa. (Vaikka voidaan sietää jonkinasteista yhteensulautumista, jos jäljelle jäävät vesipisarat ovat kooltaan hyvin pieniä, tällaiset tuloksena olevassa solumateriaalissa esiintyvät epäyhtenäiset solukoot voivat vaikuttaa haitallisesti solumateriaalin nesteenkuljetusominaisuuksiin, erityisesti sen kapillaari-imunopeuteen).

Vesipisaroiden yhteensulautumisen vähentäminen HIPE-emulsiossa johtaa pienempään keskimääräiseen solukoon polymeroinnin ja kovetuksen jälkeen tuloksena olevas-

sa solumateriaalirakenteessa. Otaksutaan, että tämä tulok-
 sena oleva pienempi keskimääräinen solukoko polymeerisol-
 materiaalissa on ratkaiseva taustamekanismi tämän keksin-
 nön yhteydessä tällä hetkellä edullisten suhteellisen
 5 ohuiden, kokoonpainuneiden polymeerisolumateriaalien joh-
 donmukaisen muodostumisen kannalta. (Tuloksena olevassa
 solumateriaalissa esiintyvien yhtenäisesti pienten soluko-
 kien otaksutaan myös johtavan hyvään imukykyyn ja erityi-
 sesti hyviin nesteenkuljetus (esimerkiksi kapillaari-imu)
 10 -ominaisuuksiin. Polymeerisolumateriaalien lukukeskimää-
 räinen solukoko on korkeintaan noin 50 μm ja tyypillisesti
 suunnilleen alueella 5 - 50 μm , edullisesti noin 5 - 40 μm
 ja edullisimmin noin 5 - 35 μm , kun ne valmistetaan olo-
 suhteissa, jotka vähentävät vesipisaroiden yhteensulautu-
 15 mista HIPE-emulsiossa. Menetelmiä vesipisaroiden yhteen-
 sulautumisen vähentämiseksi johdonmukaisesti HIPE-emul-
 siossa käsitellään yksityiskohtaisemmin seuraavaksi kuvat-
 taessa emulsion muodostus- ja polymerointi/kovetusvaiheita
 kokoonpainuneiden polymeerisolumateriaalien aikaansaami-
 20 seksi.

1. HIPE-emulsion muodostus

HIPE-emulsio muodostetaan yhdistämällä öljyfaasi-
 komponentit vesifaasikomponenttien kanssa edellä määritel-
 lyissä massasuhteissa. Öljyfaasi sisältää edellä määritel-
 25 tyjä olennaisia komponentteja, kuten tarvittavia monomee-
 reja, komonomeereja, silloitteita ja emulgointiaineita, ja
 se voi sisältää myös mahdollisia komponentteja, kuten
 liuotteita ja polymerointikäynnisteitä. Käytettävä vesi-
 faasi sisältää edellä määriteltäviä elektrolyyttejä olen-
 30 naisena komponenttinaan ja voi sisältää myös mahdollisia
 komponentteja, kuten vesiliukoisia emulgointiaineita ja/
 tai polymerointikäynnisteitä.

HIPE-emulsio voidaan muodostaa yhdistetyistä öljy-
 ja vesifaaseista saattamalla nämä yhdistetyt faasit leik-
 35 kaavan sekoituksen alaisiksi. Leikkaavaa sekoitusta käyte-

tään yleisesti ottaen siinä määrin ja niin pitkään, kuin tarvitaan stabiilin emulsion muodostamiseksi yhdistetyistä öljy- ja vesifaaseista. Mainitunlainen menettely voidaan toteuttaa joko panoksittain tai jatkuvasti ja se toteutetaan yleensä olosuhteissa, jotka ovat sopivat sellaisen emulsion muodostamiseksi, jossa vesifaasipisarat ovat siinä määrin dispergoituneina, että tuloksena olevalla polymerisolumateriaalilla on vaaditut huokostilavuus ja muut rakenteelliset ominaisuudet. Öljy- ja vesifaasien yhdistelmänä emulgoinnissa käytetään usein sekoituslaitetta, kuten tappijuoksupyörää.

Yksi edullinen menetelmä HIPE-emulsioiden valmistamiseksi, jota voidaan käyttää tässä yhteydessä, käsittää jatkuvan prosessin tarvittavien öljy- ja vesifaasien yhdistämiseksi ja emulgoimiseksi. Mainitunlaisessa prosessissa muodostetaan öljyfaasin käsittävä nestevirta ja syötetään sitä suunnilleen virtausnopeudella 0,08 - 1,5 ml/s. Samanaikaisesti muodostetaan myös vesifaasin käsittävä nestevirta ja syötetään sitä suunnilleen virtausnopeudella 4 - 50 ml/s. Nämä kaksi virtaa yhdistetään sitten virtausnopeuksien ollessa mainituilla alueilla sopivassa sekoituskammiossa tai sopivalla sekoitusvyöhykkeellä sillä tavalla, että lähestytään edellä määritettyjä tarvittavia vesifaasin massasuhteita öljyfaasiin ja saavutetaan ja ylläpidetään ne.

Sekoituskammiossa tai sekoitusvyöhykkeellä yhdistetyt virrat saatetaan yleensä leikkaavan sekoituksen alaisiksi, joka saadaan aikaan esimerkiksi rakenteeltaan ja mitoiltaan sopivalla tappijuoksupyörällä. Leikkausnopeus on tyypillisesti suunnilleen alueella 1 000 - 2 500 s⁻¹. Viipymisaika sekoituskammiossa on usein suunnilleen alueella 5 - 30 s. Kun on muodostettu nestemäisessä muodossa oleva stabiili HIPE-emulsio, se voidaan poistaa sekoituskammioista tai -vyöhykkeeltä suunnilleen virtausnopeudella 4 - 52 ml/s. Tätä edullista menetelmää HIPE-emul-

sioiden muodostamiseksi jatkuvalla prosessilla kuvataan yksityiskohtaisemmin US-patenttijulkaisussa 5 149 729 (DesMarais et al.), joka on julkaistu 22. syyskuuta 1992 ja mainitaan tässä viitteenä.

5 HIPE-emulsiossa läsnä olevien vesipisaroiden yhteensulautumisen johdonmukaisessa vähentämisessä on erityisen edullista käyttää tiettyntyyppisiä emulgointiainejärjestelmiä öljyfaassissa, erityisesti jos HIPE-emulsio on määrä polymeroida tai kovettaa suunnilleen lämpötilan
10 50 °C yläpuolella. Nämä edulliset emulgointiainejärjestelmät käsittävät sorbitaanilauraatin (esimerkiksi SPAN[®] 20) ja tiettyjen, lisäemulgointiaineina toimivien polyglyserolirasvahappestereiden (PGE) yhdistelmän. Sorbitaanilauraatin massasuhte PGE:iin on tavallisesti suunnilleen
15 alueella 10:1 - 1:10. Tämä massasuhte on edullisesti suunnilleen alueella 4:1 - 1:4.

Sorbitaanilauraatin yhteydessä lisäemulgointiaineina erityisen käyttökelpoisia PGE:itä valmistetaan tavallisesti polyglyseroleista, joille ovat tunnusmerkillisiä lineaaristen (ts. asyklisten) diglyserolien suuret pitoisuudet, tri- tai ylempien polyglyserolien alennetut pitoisuudet ja syklisten diglyserolien alennetut pitoisuudet. So-
20 veltuvat reagoivat polyglyserolit sisältävät (painon mukaan laskettuna) tavallisesti vähintään noin 60 % lineaarisia diglyseroleja (tyypillinen alue on noin 60 - 90 %), korkeintaan noin 40 % tri- tai ylempiä polyglyseroleja (tyypillinen alue on noin 10 - 40 %) ja korkeintaan noin 10 % syklisiä diglyseroleja (tyypillinen alue on 0 - noin 10 %). Nämä polyglyserolit sisältävät edullisesti noin
25 60 - 80 % lineaarisia diglyseroleja, noin 20 - 40 % tri- tai ylempiä polyglyseroleja ja korkeintaan noin 10 % syklisiä diglyseroleja. [Yksi menetelmä polyglyserolijakautuman määrittämiseksi esitetään kappaleessa PGE Analytical Methods saman oikeudenhaltijan nimissä olevassa, myös
35 avoimessa rinnakkaishakemuksessa US-patenttihakemus sarja-

nro 07/989 270 (Dyer et al., jätetty 11. joulukuuta 1992), joka mainitaan täten viitteenä.]

Sorbitaanilauraatin yhteydessä lisäemulgointiaineina erityisen käyttökelpoisia PGE:itä valmistetaan myös reagoivista rasvahapoista, joille ovat tunnusmerkillisiä sellaiset rasvahappokoostumukset, jotka sisältävät suurina pitoisuuksina tyydyttyneiden C_{12} - ja C_{14} -rasvahappojen yhdistelmää ja alennettuina pitoisuuksina muita rasvahappoja. Soveltuvien reagoivien rasvahappojen rasvahappokoostumus on sellainen, että tyydyttyneiden C_{12} - ja C_{14} -rasvahappojen osuus on yhteensä vähintään noin 40 % (tyypillinen alue on noin 40 - 85 %), tyydyttyneiden C_{16} -rasvahappojen osuus korkeintaan noin 25 % (tyypillinen alue on noin 5 - 25 %), tyydyttyneiden C_{18} - tai ylempien rasvahappojen osuus yhteensä korkeintaan noin 10 % (tyypillinen alue on noin 2 - 10 %) ja C_{10} - tai alempien rasvahappojen osuus yhteensä korkeintaan noin 10 % (tyypillinen alue on noin 0,3 - 10 %) loppuosan rasvahapoista ollessa pääasiassa monotyydyttymättömiä C_{18} -rasvahappoja. Näiden reagoivien rasvahappojen rasvahappokoostumus on edullisesti sellainen, että tyydyttyneiden C_{12} - ja C_{14} -rasvahappojen osuus on yhteensä vähintään noin 65 % (tyypillinen alue on noin 65 - 75 %), tyydyttyneiden C_{16} -rasvahappojen osuus korkeintaan noin 15 % (tyypillinen alue on noin 10 - 15 %), tyydyttyneiden C_{18} - tai ylempien rasvahappojen osuus yhteensä korkeintaan noin 4 % (tyypillinen alue on noin 2 - 4 %) ja C_{10} - tai alempien rasvahappojen osuus korkeintaan noin 3 % (tyypillinen alue on noin 0,3 - 3 %). [Yksi menetelmä rasvahappokoostumuksen määrittämiseksi esitetään kappaleessa PGE Analytical Methods saman oikeudenhaltijan nimissä olevassa, myös avoimessa rinnakkaishakemuksessa US-patenttihakemus sarjanro 07/989 270 (Dyer et al., jätetty 11. joulukuuta 1992), joka mainitaan täten viitteenä.]

Sorbitaanilauraatin yhteydessä lisäemulgointiaineina käyttökelpoisia PGE:itä karakterisoidaan tavallisesti

myös sellaisiksi, että ne antavat tulokseksi öljy-vesirajapintajännityksen (IFT; interfacial tension) jonkin minimiarvon, kun öljyfaasi sisältää HIPE-emulsiossa käytettäviä monomeereja ja vesifaasi kalsiumkloridia. Soveltuvat

5 PGE-lisäemulgointiaineet antavat tulokseksi öljy-vesi-IFT:n minimiarvon, joka on vähintään noin 0,06 dyn/cm, tyypillisesti noin 0,06 - 1,0 dyn/cm. Erityisen edulliset PGE-lisäemulgointiaineet antavat tulokseksi öljy-vesi-IFT:n minimiarvon, joka on vähintään noin 0,09 dyn/cm,

10 tyypillisesti noin 0,09 - 0,3 dyn/cm. [Yksi menetelmä näiden PGE:iden IFT:n määrittämiseksi esitetään kappaleessa PGE Analytical Methods saman oikeudenhaltijan nimissä olevassa, myös avoimessa rinnakkaishakemuksessa US-patenttihakemus sarjanro 07/989 270 (Dyer et al., jätetty 11. joulukuuta 1992), joka mainitaan täten viitteenä].

15

Sorbitaanilauraatin yhteydessä lisäemulgointiaineina käyttökelpoisia PGE:itä voidaan valmistaa alalla hyvin tunnetuin menetelmin. Katso esimerkiksi US-patenttijulkaisu 3 637 774 (Babayan et al.), joka on julkaistu 25. tammi-

20 kuuta 1972, ja McIntyre, Polyglycerol Esters, J. Am. Oil Chem. Soc. 56, nro 11 (1979) 835A - 840A, jotka julkaisut mainitaan tässä viitteinä ja joissa julkaisuissa kuvataan menetelmiä polyglyserolien valmistamiseksi ja niiden muuttamiseksi PGE:iksi. PGE:itä valmistetaan tyypillisesti esteröimällä polyglyseroleja rasvahapoilla. Sopivia polyglyseroliyhdistelmiä voidaan valmistaa sekoittamalla kaupallisista lähteistä saatuja tai tunnetuin, kuten US-patenttijulkaisussa 3 637 774 kuvatuin, menetelmin syntetisoituja polyglyseroleja. Sopivia rasvahappoyhdistelmiä voi-

25 daan valmistaa sekoittamalla kaupallisista lähteistä saatuja rasvahappoja ja/tai rasvahapposeoksia. Valmistettaessa lisäemulgointiaineina käyttökelpoisia PGE:itä polyglyserolin massasuhde rasvahappoon on tavallisesti noin 50:50 - 70:30, edullisesti noin 60:40 - 70:30.

30

Tyypillisissä reaktio-olosuhteissa sopivien PGE-lisäemulgointiaineiden valmistamiseksi esteröidään polyglyserolit rasvahapoilla esteröintikatalyyttinä toimivan natriumhydroksidin ollessa läsnä pitoisuutena 0,1 - 0,2 %.

5 Reaktio käynnistetään normaalipaineessa suunnilleen lämpötilassa 210 - 220 °C mekaanisesti sekoittaen ja puhaltaen seokseen tyypeä. Reaktion edetessä vapaat rasvahapot vähenyvät ja alipainetta lisätään vähitellen suunnilleen arvoon 1,1 kPa (8 mmHg) asti. Kun vapaiden rasvahappojen

10 osuus laskee pienemmäksi kuin noin 0,5 %, katalyytti neutraloidaan fosforihappoliuoksella ja reaktioseos jäähdytetään nopeasti suunnilleen lämpötilaan 60 °C. Tälle epäpuhtaalle reaktioseokselle voidaan sitten tehdä laskeutus tai muita tavanomaisia puhdistustoimenpiteitä (esimerkiksi

15 reagoimattoman polyglyserolin pitoisuuden alentamiseksi), niin että saadaan haluttuja PGE:itä.

2. HIPE-emulsion polymerointi/kovetus

Muodostettu HIPE-emulsio kerätään tai kaadetaan yleensä sopivaan reaktioastiaan, säiliöön tai sopivalle

20 alueelle polymeroitavaksi tai kovetettavaksi. Yhdessä tässä yhteydessä käytettävässä suoritusmuodossa reaktioastia käsittää polyeteenialtaan, josta lopullisesti polymeroitunut/kovettunut kiinteä solumateriaali voidaan poistaa helposti jatkokäsittelyä varten, kun on toteutettu halutunasteinen polymerointi/kovetus. Yleensä on edullista, että

25 lämpötila, jossa HIPE-emulsio kaadetaan astiaan on suunnilleen sama kuin polymerointi/kovetuslämpötila.

Polymerointi/kovetusolosuhteet, joiden alaiseksi HIPE-emulsio saatetaan, vaihtelevat monomeerin ja emulsion

30 öljy- ja vesifaasien muun koostumuksen ja käytettävien polymerointikäynnisteiden tyyppin ja määrän mukaan. Polymerointi/kovetusolosuhteet käsittävät kuitenkin usein HIPE-emulsion pitämisen korotetussa lämpötilassa, joka on korkeampi kuin noin 30 °C, edullisemmin korkeampi kuin noin

35 °C, noin 4 - 24 tunnin, edullisemmin noin 4 - 18 tunnin, ajan.

Vähennettäessä HIPE-emulsiossa olevien vesipisaroiden yhteensulautumista on erityisen edullista toteuttaa polymerointi/kovetus suhteellisen alhaisessa lämpötilassa, erityisesti ellei käytetä edullista sorbitaanilauraatin ja PGE-lisäemulgointiaineiden yhdistelmää valmistettaessa HIPE-emulsiota. Näissä tilanteissa sopivat alemmat polymerointi/kovetuslämpötilat ovat suunnilleen alueella 30 - 50 °C, edullisesti noin 35 - 45 °C ja edullisimmin noin 40 °C. Jos polymerointi/kovetus tehdään paljon 50 °C:n yläpuolella olevissa lämpötiloissa, emulsioon kohdistuva lämpörasitus voi aiheuttaa läsnä olevien vesipisaroiden aggregoitumisen ja yhteensulautumisen, jolloin tuloksena olevaan polymeerisolumateriaaliin muodostuu paljon suurempia soluja, erityisesti ellei HIPE-emulsion valmistukseen käytetä edullista sorbitaanilauraatin ja PGE-lisäemulgointiaineiden yhdistelmää. Tämä voi johtaa polymeerisolumateriaaleihin, jotka eivät pysty pysymään kokoonpaineudessa, paisuttamattomassa tilassa vedenpoiston jälkeen.

Polymeroitaessa/kovetettaessa HIPE-emulsio reaktioastiassa, kuten altaassa, saadaan tyypillisesti kiinteä massapolymeerisolumateriaali. Tämä massapolymeeroitu HIPE-solumateriaali leikataan tai viipaloidaan tyypillisesti levymäiseen muotoon. Polymeroidusta HIPE-solumateriaalista koostuvia levyjä on helpompi käsitellä seuraavien käsittely-/pesu- ja vedenpoistovaiheiden aikana samoin kuin muuttaa HIPE-solumateriaaliksi käytettäväksi absorbenttituotteissa. Massapolymeeroitu HIPE-solumateriaali leikataan/viipaloidaan tyypillisesti siten, että paksuus leikattuna on suunnilleen alueella 0,08 - 2,5 cm. Myöhemmän vedenpoiston aikana tämä johtaa tyypillisesti kokoonpaineisiin HIPE-solumateriaaleihin, joiden paksuus on suunnilleen alueella 0,008 - 1,25 cm.

3. HIPE-solumateriaalin käsittely/pesu

Muodostuva kiinteä polymeroitu HIPE-solumateriaali on yleensä taipuisa, avosoluinen huokoinen rakenne, jonka solut ovat täyttyneet HIPE-emulsion valmistukseen käytetystä jäännösvesifaasimateriaalista. Tämä jäännösvesifaasimateriaali, joka yleensä käsittää elektrolyytin, emulgointiainejäännöksen ja polymerointikäynnisteen vesiliuoksen, tulisi poistaa ainakin osittain solumateriaalirakenteesta tässä vaiheessa ennen solumateriaalin jatkokäsittelyä ja käyttöä. Alkuperäisen vesifaasimateriaalin poisto tehdään yleensä puristamalla kokoon solumateriaalirakennetta jäännösnesteen pusertamiseksi ulos ja/tai pesemällä solumateriaalirakenne vedellä tai muilla vesipitoisilla pesuliuoksilla. Usein käytetään muutamaa puristus- ja pesuvaihetta, esimerkiksi kahta - neljää sykliä.

Kun alkuperäistä vesifaasimateriaalia on poistettu solumateriaalirakenteesta tarvittavassa määrin, voidaan HIPE-solumateriaali tarvittaessa käsitellä, esimerkiksi jatkamalla pesua, sopivan hydrofilisointiaineen ja/tai hydratoituvan suolan vesipitoisella liuoksella. Hydrofilisointiaineita ja hydratoituvia suoloja, joita voidaan käyttää, on kuvattu edellä, ja niihin kuuluvat natriumlauraatti (esimerkiksi SPAN 20) ja kalsiumkloridi. Kuten mainittiin, HIPE-solumateriaalirakenteen käsittelyä tarvittaessa hydrofilisointiaineen/hydratoituvan suolan liuoksella jatketaan, kunnes on sisällytetty haluttu määrä hydrofilisointiainetta/hydratoituvaa suolaa ja solumateriaalilla on haluttu adheesiojännitysarvo valitun testinesteen suhteen.

4. Veden poistaminen solumateriaalista

Kun HIPE-solumateriaalia on käsitelty/pesty riittävästi lopullisen kuivatun solumateriaalin tekemiseksi sopivan hydrofiiliseksi ja mahdollisesti riittävän määrän hydratoituvaa suolaa, edullisesti kalsiumkloridia, sisällyttämiseksi siihen, solumateriaalille tehdään yleensä ve-

denpoisto. Vedenpoisto voidaan saada aikaan puristamalla kokoon solumateriaalia (edullisesti z-suunnassa) jäännösveden pusertamiseksi ulos, saattamalla solumateriaali tai siinä oleva vesi korotettujen lämpötilojen kohteiksi, esimerkiksi tekemällä lämpökuivaus suunnilleen lämpötilassa 60 - 200 °C tai mikroaaltokäsittely, alipainevedenpoistolla tai puristus- ja lämpökuivaus/mikroaalto/alipainevedenpoistomenetelmien yhdistelmällä. HIPE-solumateriaalin käsittelyn vedenpoistovaihetta jatketaan yleensä, kunnes HIPE-solumateriaali on käyttövalmista ja niin kuivaa, kuin on käytännöllistä. Mainitunlaisten puristusvedenpoistokäsitteltyjen solumateriaalien vesi (kosteus) -pitoisuus on usein suunnilleen noin 50 - 500 paino-%, edullisemmin noin 50 - 200 paino-% kuivapainosta. Kokoonpuristetut solumateriaalit voidaan sitten kuivata termisesti (esimerkiksi kuumentamalla) kosteuspitoisuuteen noin 5 - 40 %, edullisemmin noin 5 - 15 % kuivapainosta. Tuloksena oleva puristettu/kuivattu solumateriaali on kokoonpainuneessa, paisuttamattomassa tilassa.

20 **Esimerkit**

Sellaisten kokoonpainuneiden absorboivien HIPE-solumateriaalien valmistusta, jotka ovat tällä hetkellä edullisena pidettyä tyyppiä käytettäväksi tämän keksinnön mukaisissa absorbenttiosissa, ja mainitunlaisten kokoonpainuneiden solumateriaalien tunnusmerkillisiä ominaisuuksia valaistaan seuraavin esimerkein, joista esimerkki II A on tällä hetkellä edullisena pidetty materiaali.

Esimerkki I

Tämä esimerkki valaisee tämän keksinnön suoja-alan piiriin kuuluvan kokoonpainuneen HIPE-solumateriaalin valmistusta.

Emulsion valmistus

Vedetön kalsiumkloridi (36,32 kg) ja kaliumpersulfaatti (568 g) liuotetaan veteen (378 l). Tämä muodostaa

vesifaasivirran käytettäväksi jatkuvassa menettelyssä HIPE-emulsion muodostamiseksi.

Monomeeriyhdistelmään, joka käsittää styreeniä (1 600 g), 55-%:ista teknistä divinyylibentseeniä (1 600 g) ja 2-etyyliheksyyliakrylaattia (4 800 g), lisätään sorbitaanilauraattia (SPAN^R 20, 960 g). Tämän materiaaliyhdistelmän annetaan sekoituksen jälkeen laskeutua yön yli. Supernatantti poistetaan ja käytetään öljyfaasina jatkuvassa menettelyssä HIPE-emulsion muodostamiseksi. (Noin 75 g tahmeaa jäännöstä heitetään pois.)

Vesifaasin lämpötilan ollessa 48 - 50 °C ja öljyfaasin lämpötilan ollessa 22 °C syötetään erilliset öljy- ja vesifaasivirrat dynaamiseen sekoittimeen. Perusteellinen sekoitus saadaan aikaan tappijuoksupyörän avulla. Toimittaessa tässä mitassa sopiva tappijuoksypyörä käsittää sylinterimäisen varren, jonka pituus on noin 21,6 cm ja läpimitta noin 1,9 cm. Varrella on 4 riviä tappeja, 2 riviä, jossa 17 tappia, ja 2 riviä, jossa on 16 tappia, joista kukin on läpimitaltaan 0,5 cm ja ulottuu varren keskiakselista ulospäin 1,6 cm:n etäisyydelle. Tappijuoksupyörä asennetaan sylinterimäiseen muhviin, jolloin muodostuu dynaaminen sekoituslaite, ja tappien etäisyys sylinterimäisen muhvin seinästä on 0,8 mm.

Dynaamisen sekoituslaitteen jälkeen sijoitetaan staattinen spiraalisekoitin vastapaineen aikaansaamiseksi dynaamisessa sekoittimessa ja komponenttien sisällyttämiseksi paremmin lopulliseen muodostettavaan emulsioon. Mainitunlaisen staattisen sekoittimen pituus on 35,6 cm (14 in) ja ulkoläpimitta 1,3 cm (0,5 in). Staattinen sekoitin on TAH Industries Model 070-821, jota on muunnettu leikkaamalla pois 6,1 cm (2,4 in).

Tämä sekoitinyhdistelmäkokoonpano täytetään öljyfaasilla ja vesifaasilla suhteessa 2 osaa vettä yhtä osaa kohden öljyä. Dynaamisesta sekoittimesta päästetään ulos ilmaa, samalla kun laite täytetään kokonaan. Virtausnopeu-

det ovat täytön aikana 1,127 g/s öljyfaasia ja 2,19 cm³/s vesifaasia.

Kun laitekokoonpano on täytetty, aloitetaan sekoitus dynaamisessa sekoittimessa juoksypyörän pyöriessä 5 kierrostaajuudella 1 800 min⁻¹. Vesifaasin virtausnopeus suurennetaan sitten tasaisesti arvoon 35,56 cm³/s 130 s:n aikana. Dynaamisen ja staattisen sekoittimen synnyttämä vastapaine on tässä vaiheessa 51,75 kPa (7,5 psi). Juoksupyörän 10 kierrostaajuus lasketaan sitten tasaisesti arvoon 1 200 min⁻¹ 60 s:n aikana. Vastapaine laskee arvoon 31,05 kPa (4,5 psi). Tässä vaiheessa juoksupyörän kierrostaajuus nostetaan äkillisesti arvoon 1 800 min⁻¹. Järjestelmän vastapaine pysyy sen jälkeen vakioarvossa 31,05 kPa (4,5 psi).

15 Emulsion polymerointi

Staattisesta sekoittimesta tässä vaiheessa virtaava muodostettu emulsio kerätään laatikoihin (Rubbermaid Economy Cold Food Storage Boxes, Model 3500). Nämä laatikot on tehty elintarvikelajiketta olevasta polyeteenistä, ja niiden nimellismitat ovat 45,7 cm x 66 cm x 22,9 cm 20 (18 in x 26 in x 9 in). Laatikoiden todelliset sisämitat ovat 38,1 cm x 58,4 cm x 22,9 cm (15 in x 23 in x 9 in). Nämä laatikot esikäsitellään liuoskalvolla, joka käsittää 20 % SPAN^R 20:ä liuotettuna liuoteseokseen, joka sisältää 25 ksyleeniä ja 2-propanolia massasuhteessa 1:1. Liuoteseoksen annetaan haihtua, jolloin jäljelle jää vain SPAN^R 20:ä. Kuhunkin laatikkoon kerätään 47 l emulsiota.

Emulsiota sisältäviä laatikoita pidetään 18 tuntia huoneessa, joka pidetään lämpötilassa 65 °C laatikoissa 30 olevan emulsion polymeroitumisen aikaansaamiseksi ja siten polymeerisolumatériau muodostamiseksi.

Solumateriaalin pesu ja vedenpoisto

Kun kovettuminen on mennyt loppuun, märkä kovettunut solumateriaali poistetaan kovetuslaatikoista. Solumateriaali 35 sisältää tässä vaiheessa noin 30 - 40-kertaisen

määrän (30 - 40 X) liuenneita emulgointiaineita, elektrolyyttiä ja käynnistettä sisältävää jäännösvesifaasia polymeroidun materiaalin massaan nähden. Solumateriaali viipaloidaan terävällä edestakaisin liikkuvalla sahanterällä

5 levyiksi, joiden paksuus on 0,89 cm (0,350 in). Nämä levyt puristetaan sitten 3 telapuristimen ryhmässä, mikä pienentää asteittain solumateriaalin jäännösvesipitoisuuden noin 6-kertaiseksi (6 X) polymeroidun materiaalin massaan nähden. Tässä vaiheessa levyt kyllästetään sitten uudelleen

10 1-%:isella CaCl_2 -liuoksella lämpötilassa 60 °C ja puserretaan telaraossa suunnilleen vesifaasipitoisuuteen 10 X, kyllästetään uudelleen 1-%:isella CaCl_2 -liuoksella lämpötilassa 60 °C ja puserretaan jälleen telaraossa suunnilleen vesifaasipitoisuuteen 10 X.

15 Solumateriaalilevyt, jotka nyt sisältävät suunnilleen pitoisuutena 10 X nestettä, joka on käytännöllisesti katsoen 1-%:ista CaCl_2 -liuosta, johdetaan viimeisen, alipaineraolla varustetun telaraon läpi. Viimeinen telarako pienentää CaCl_2 -liuosipitoisuuden suunnilleen 5-kertaiseksi

20 (5 X) polymeerin massaan nähden. Solumateriaali pysyy viimeisen telaraon jälkeen kokoonpuristettuna suunnilleen paksuuteen 0,2 cm (0,080 in). Solumateriaalia kuivataan sitten noin 3 tuntia suunnilleen lämpötilaan 60 °C säädetyssä kiertoilmauunissa. Tällainen kuivaus pienentää kosteuspitoisuuden suunnilleen arvoon 5 - 7 paino-% polyme-

25 roidusta materiaalista. Tässä vaiheessa solumateriaalilevyjen paksuus on noin 0,19 cm (0,075 in), ja ne ovat hyvin taipuisia. Solumateriaali sisältää myös noin 11 paino-% jäljelle jäänyttä sorbitaanilauraattiemulgointiainetta ja

30 noin 5 paino-% (vedettömästä materiaalista laskettuna) jäljelle jäänyttä hydratoitunutta kalsiumkloridia. Kokoonpainuneessa tilassa olevan solumateriaalin tiheys on noin 0,17 g/cm³. Paisutettuna synteettisessä virtsassa (Jayco) sen absorptiokapasiteetti on noin 30,2 ml/g. Paisuneen

35 solumateriaalin kapillaari-imuominaispinta-ala on noin

2,24 m²/g, huokostilavuus noin 31 ml/g, lukukeskimääräinen solukoko noin 15 µm, adheesiojännitys noin 35 dyn/cm ja pystysuora kapillaari-imuabsorptiokapasiteetti noin 26,7 ml/g eli noin 88 % sen vapaasta absorptiokapasiteetista.

5 **Esimerkki II**

Seuraavissa esimerkeissä valaistaan HIPE-solumateriaalien valmistusta käyttämällä sorbitaanilauraattista (SPAN^R 20) ja polyglyserolirasvahappoesteri (PGE) tai sorbitaanipalmitaatti (SPAN^R 40) -lisäemulgointiaineesta koostuvia järjestelmiä.

Esimerkki II A

15 Vedetön kalsiumkloridi (36,32 kg) ja kaliumpersulfaatti (568 g) liuotetaan veteen (378 l). Tämä muodostaa vesifaasivirran käytettäväksi HIPE-emulsion muodostuksessa.

20 Monomeeriseokseen, joka käsittää styreeniä (1 600 g), 55-%:ista teknistä divinyylibentseeniä (1 600 g) ja 2-etyyliheksyyliakrylaattia (4 800 g), lisätään sorbitaanilauraattia (SPAN^R 20, 960 g). Toiseen, puolikkaaseen erään samaa monomeeriseosta lisätään PGE-emulgointiainetta (480 g), joka antaa tulokseksi öljy-vesi-IFT:n minimiarvon 0,09 dyn/cm. Tämä PGE valmistetaan esteröimällä polyglyseroleja rasvahapoilla massasuhteessa 64:36 käyttämällä natriumhydroksidia katalyyttinä lämpötilassa 210 °C mekaanisesti sekoittaen, puhaltamalla seokseen typpeä ja lisäten alipainetta asteittain, neutraloimalla sitten fosforihapolla, jäädyttämällä suunnilleen lämpötilaan 60 °C ja laskeuttamalla reagoimattoman polyglyserolin määrän vähentämiseksi. PGE:n valmistukseen käytettyjen polyglyserolien ja rasvahappojen koostumus esitetään seuraavassa taulukossa:

Polyglyserolit		paino-%
Lineaariset diglyserolit		63,5
Tri- tai ylemmät glyserolit		36,0
5	Sykliset diglyserolit	0,4
Rasvahapot		paino-%
C ₈		-
10	C ₁₀	-
	C ₁₂	31,7
	C ₁₄	37,2
	C ₁₆	11,5
	C _{18:0}	3,2
15	C _{18:1}	13,8
	C _{18:2}	1,5

20 Kummankin öljyfaasierän annetaan sekoituksen jälkeen laskeutua yön yli. Poistetaan supernatantti kummastakin erästä ja ne sekoitetaan suhteessa 2 osaa SPAN^R 20:ä sisältävää öljyfaasia 1 osaa kohden PGE:ä sisältävää öljyfaasia. (Kummastakin erästä heitetään pois noin 75 g tahmeaa jäännöstä).

25 Vesifaasin lämpötilan ollessa 43 - 45 °C ja öljyfaasin lämpötilan ollessa 22 °C syötetään erilliset öljy- ja vesifaasivirrat tappijuoksupyörämuodossa olevaan dynaamiseen sekoittimeen. Tässä tappijuoksupyörässä on sylinterimäinen varsi, jonka pituus on noin 21,6 cm ja läpimitta noin 1,9 cm. Varrella on 4 riviä tappeja, 2 riviä, jossa 30 17 tappia, ja 2 riviä, jossa on 16 tappia, joista kukin on läpimitaltaan 0,5 cm ja ulottuu varren keskiakselista ulospäin 1,6 cm:n etäisyydelle. Tappijuoksupyörä asennetaan sylinterimäiseen muhviin, ja tappien etäisyys sisäseinämästä on 0,8 mm.

Dynaamisen sekoituslaitteen jälkeen sijoitetaan staattinen spiraalisekoitin [pituus on 35,6 cm (14 in), ulkoläpimitta 1,3 cm (0,5 in), TAH Industries Model 070-821, muunnettu leikkaamalla pois 6,1 cm (2,4 in)] vastapaineen aikaansaamiseksi dynaamisessa sekoittimessa ja HIPE-emulsion yhtenäisyyden aikaansaamiseksi. Yhdistetty dynaaminen ja staattinen sekoituslaite täytetään öljyfaasilla ja vesifaasilla suhteessa 2 osaa vettä yhtä osaa kohden öljyä. Laitteesta päästetään ulos ilmaa, kunnes laitteen täyttyminen on mennyt loppuun. Virtausnopeudet ovat täytön aikana 3,0 g/s öljyfaasia ja 4,5 cm³/s vesifaasia.

Kun laite on täytetty, aloitetaan sekoitus juoksupyörän pyöriessä kierrostaajuudella 1 100 min⁻¹. Vesifaasin virtausnopeus suurennetaan sitten tasaisesti arvoon 46,5 cm³/s ja öljyfaasin virtausnopeus lasketaan tasaisesti arvoon 1,77 g/s 120 s:n aikana. Dynaamisen ja staattisen sekoittimen synnyttämä vastapaine on tässä vaiheessa 33,8 kPa (4,9 psi). Juoksupyörän kierrostaajuus lasketaan sitten arvoon 1 000 min⁻¹ 30 s:n aikana. Kun vastapaine laskee suunnilleen arvoon 20,7 kPa (3 psi), juoksupyörän kierrostaajuus nostetaan äkillisesti arvoon 1 800 min⁻¹ ja vastapaine arvoon 37,9 kPa (5,5 psi). Veden ja öljyn virtausnopeudet säädetään sitten arvoon 47,8 cm³/s ja vastaavasti 1,66 g/s.

HIPE-emulsio kerätään muotteihin (pyöreitä altaita, joissa on keskellä oleva ydin). Muotit esikäsitellään liuoskalvolla, joka käsittää 20 % SPAN^R 20:ä ksyleenissä; liuoksen on annettu laskeutua yön yli liukenemattomien aineosien poistamiseksi. Muotit esikuumennetaan ksyleenin haihtumisen helpottamiseksi ja vain SPAN^R 20:n jättämiseksi jäljelle. Täytettyjä muotteja pidetään 18 tuntia huoneessa, joka pidetään lämpötilassa 65 °C, jotta kovettuminen pääsee tapahtumaan. Kun solumateriaalit ovat kovettuneet, ne leikataan haluttuun paksuuteen kuten esimerkissä I. Ko-

vetetut solumateriaaliverkostot pestään sitten 1-%:isella kalsiumkloridiliuoksella. Solumateriaalissa on ennen kuivausta jäljellä liuosta 5 kertaa solumateriaalin massa.

Kuvio 3 on mikroskooppivalokuva (suurennus 1 000-kertainen), joka esittää yhtä tyypillistä polymeerisolumateriaalia, joka on valmistettu HIPE-emulsiosta käyttämällä tässä esimerkissä käytetyn kaltaista SPAN^R 20/PGE-lisäemulgointiainejärjestelmää. Kuvion 3 esittämä solumateriaalirakenne on paisuneessa tilassaan. Kuten on nähtävissä, tässä solumateriaalirakenteessa on suhteellisen pieniä huokosia, joiden koko on suhteellisen yhtenäinen, ts. solumateriaalirakenne on suhteellisen homogeeninen. Tämä viittaa vesipsaroiden vähentyneeseen yhteensulautumiseen HIPE-emulsion kovetuksen aikana.

15 **Esimerkki II B**

Valmistetaan vesifaasi, joka sisältää kalsiumkloridia/kaliumpersulfaattia, ja SPAN^R 20:ä sisältävä öljyfaasimonomeeriseos, kuten esimerkissä II A. Monomeeriseokseen lisätään sorbitaanilauraattia (SPAN^R 20, 480 g) ja sorbitaanilauraatin (240 g) ja sorbitaanipalmitaatin (SPAN^R 40, 240 g) seosta. Öljyfaasin annetaan sekoituksen jälkeen seistä yön yli ja poistetaan supernatantti käytettäväksi HIPE-emulsion muodostukseen.

Vesifaasi (48 - 50 °C) ja öljyfaasi syötetään sitten yhdistettyyn dynaamiseen ja staattiseen sekoittimeen kuten esimerkissä II A. Yhdistelmälaite täytetään öljy- ja vesifaasilla suhteessa 2 osaa vettä 1 osaa kohden öljyä päästään ulos ilmaa, kunnes laitteen täyttyminen on mennyt loppuun. Virtausnopeudet ovat täytön aikana 3,0 g/s öljyfaasia ja 6 cm³/s vesifaasia.

Kun laite on täytetty, aloitetaan sekoitus juoksupyörän pyöriessä kierrostaajuudella 1 800 min⁻¹. Vesifaasin virtausnopeus suurennetaan sitten tasaisesti arvoon 42,3 cm³/s ja öljyfaasin virtausnopeus lasketaan tasaisesti arvoon 1,5 g/s 60 s:n aikana. Vastapaine on 31,0 kPa

(4,5 psi). HIPE-emulsio kerätään muotteihin (pyöreitä al-
taita, joissa on keskellä oleva ydin) ja pidetään sitten
18 tuntia huoneessa, joka pidetään lämpötilassa 65 °C,
jotta kovettuminen pääsee tapahtumaan, kuten esimerkissä
5 II A. Kun solumateriaalit ovat kovettuneet, ne leikataan
haluttuun paksuuteen kuten esimerkissä I. Kovetetut solu-
materiaaliverkostot pestään sitten 1-%:isella kalsiumklo-
ridiliuoksella. Solumateriaalissa on ennen kuivausta jäl-
jellä liuosta 5 kertaa solumateriaalin massa.

10 Vaikka tässä on valaistu ja kuvattu tämän keksinnön
erityisiä suoritusmuotoja, ammattimiehille lienee ilmeis-
tä, että voidaan tehdä erilaisia muita muutoksia ja muun-
noksia poikkeamatta keksinnön hengestä ja sen suoja-alan
piiristä. Liitteenä olevilla patenttivaatimuksilla on sik-
15 si tarkoitus kattaa kaikki tällaiset muutokset ja muunnok-
set, jotka ovat tämän keksinnön suoja-alan piirissä.

Patenttivaatimukset

1. Absorbenttiosa, jossa on reuna-alue ja mainitun reuna-alueen kanssa samaa kappaletta oleva ja sivusuunnassa mainitun reuna-alueen ympäröimä tuloalue, t u n -
5 n e t t u siitä, että mainittu absorbenttiosa käsittää

(a) vähintään yhden kerroksen absorbenttimateriaalia, joka jouduttuaan kosketukseen vesipitoisten elimistön nesteiden kanssa paisuu ja absorboi mainittuja vesipitoisia elimistön nesteitä ja joka mainittu absorbenttimateriaali käsittää hydrofiilisen, taipuisan, toisiinsa yhteydessä olevista avoimista tiloista koostuvan rakenteen, jolla mainitulla vähintään yhdellä kerroksella on yläpinta ja alapinta, jotka mainitut yläpinta ja alapinta määrittelevät tason suunnan ja mainittuun tason suuntaan nähden
10 kohtisuoran normaalin suunnan, joka mainittu absorbenttimateriaali on paisumiskykyistä vähintään yhteen suuntaan mainitun tason suunnassa; ja

(b) vähintään yhden viilloksellisen alueen, joka
20 käsittää vähintään yhden viilloksen, joka ulottuu ainakin osittain mainitun ensimmäisen kerroksen läpi ja joka mainittu vähintään yksi viillos käsittää vähintään kaksi viillospintaa, jotka pystyvät siirtymään suhteessa toisiinsa, kun mainitulle tuloalueelle tuodaan mainittua vesipitoista elimistön nestettä;
25

jolloin tuotaessa mainittua vesipitoista elimistön nestettä mainitulle tuloalueelle ainakin osa mainitusta vähintään yhdestä viilloksellisesta alueesta paisuu nopeammin ja suuremmassa määrin kuin mainitun vähintään yhden kerroksen ympäröivät alueet ja vähintään osa mainitusta vähintään yhdestä viilloksellisesta alueesta deforma-
30 tuu ja kohoaa mainitun normaalin suunnassa ja saa siten mainitun vähintään yhden viilloksen aukeamaan ja paljastamaan vähintään kaksi viillospintaa mainitulle vesipitoi-

selle elimistön nesteelle nopeamman vastaanoton aikaansaamiseksi.

2. Monikerroksinen absorbenttiosa, jossa on reuna-
 alue ja mainitun reuna-alueen kanssa samaa kappaletta ole-
 5 va ja sivusuunnassa mainitun reuna-alueen ympäröimä tulo-
 alue, t u n n e t t u siitä, että mainittu absorbentti-
 osa käsittää

(a) vähintään kaksi kerrosta absorbenttimateriaa-
 lia, joka jouduttuaan kosketukseen vesipitoisten elimistön
 10 nesteiden kanssa paisuu ja absorboi mainittuja vesipitoi-
 sia elimistön nesteitä ja joka mainittu absorbenttimate-
 riaali käsittää hydrofiilisen, taipuisan, toisiinsa yhtey-
 dessä olevista avoimista tiloista koostuvan rakenteen,
 joilla mainituilla vähintään kahdella kerroksella on kul-
 15 lakin yläpinta ja alapinta, jotka määrittelevät tason
 suunnan ja mainittuun tason suuntaan nähden kohtisuoran
 normaalin suunnan, joka mainittu absorbenttimateriaali on
 paisumiskykyistä vähintään yhteen suuntaan mainitun tason
 suunnassa; ja

(b) vähintään yhden viilloksellisen alueen, joka
 käsittää vähintään yhden viilloksen, joka ulottuu ainakin
 osittain ainakin yhden läpi mainituista vähintään kahdesta
 kerroksesta, ja joka mainittu vähintään yksi viillos kä-
 25 sittää vähintään kaksi viillospintaa, jotka pystyvät siir-
 tymään suhteessa toisiinsa, kun mainitulle tuloalueelle
 tuodaan mainittua vesipitoista elimistön nestettä;

jolloin tuotaessa mainittua vesipitoista elimistön
 nestettä mainitulle tuloalueelle ainakin osa mainitusta
 vähintään yhdestä viilloksellisestä alueesta paisuu no-
 30 peammin ja suuremmassa määrin kuin ympäröivät alueet mai-
 nitussa vähintään yhdessä vähintään kahdesta kerroksesta
 ja vähintään osa mainitusta vähintään yhdestä viilloksel-
 lisestä alueesta deformatuu ja kohoaa mainitun normaalin
 suunnassa ja saa siten mainitun vähintään yhden viilloksen
 35 aukeamaan ja paljastamaan vähintään kaksi viillospintaa

mainitulle vesipitoiselle elimistön nesteelle nopeamman vastaanoton aikaansaamiseksi.

3. Absorbenttiosa, jossa on reuna-alue ja mainitun reuna-alueen kanssa samaa kappaletta oleva ja sivusuunnassa mainitun reuna-alueen ympäröimä tuloalue, t u n n e t t u siitä, että mainittu absorbenttiosa käsittää

(a) vähintään yhden kerroksen absorbenttimateriaalia, joka jouduttuaan kosketukseen vesipitoisten elimistön nesteiden kanssa paisuu ja absorboi mainittuja vesipitoisia elimistön nesteitä ja joka mainittu absorbenttimateriaali käsittää hydrofiilisen, taipuisan, toisiinsa yhteydessä olevista avoimista tiloista koostuvan rakenteen, jolla mainitulla vähintään yhdellä kerroksella on yläpinta ja alapinta, jotka mainitut yläpinta ja alapinta määrittelevät tason suunnan ja mainittuun tason suuntaan nähden kohtisuoran normaalin suunnan, joka mainittu absorbenttimateriaali on paisumiskykyistä vähintään yhteen suuntaan mainitun tason suunnassa; ja

(b) vähintään yhden viilloksellisen alueen, joka käsittää vähintään yhden viilloksen, joka ulottuu ainakin osittain mainitun ensimmäisen kerroksen läpi ja joka mainittu vähintään yksi viillos käsittää vähintään kaksi viillospintaa, jotka pystyvät siirtymään suhteessa toisiinsa, kun mainitulle tuloalueelle tuodaan mainittua vesipitoista elimistön nestettä, joilla mainituilla vähintään kahdella viillospinnalla on sellainen alkuorientaatio ennen mainitun vesipitoisen elimistön nesteen tuomista, jossa mainitut vähintään kaksi viillospintaa ovat oleellisesti erisuuntaiset, ja jotka mainitut vähintään kaksi viillospintaa pystyvät siirtymään suhteessa toisiinsa sillä tavalla, että mainitut vähintään kaksi viillospintaa omaksuvat oleellisesti yhdensuuntaisemman orientaation mainitun vesipitoisen elimistön nesteen tuonnin jälkeen;

jolloin tuotaessa mainittua vesipitoista elimistön nestettä mainitulle tuloalueelle mainittu ainakin yksi

viillos muodostaa avoimen vastaanottokanavan mainitun vesipitoisen elimistön nesteen ottamiseksi nopeammin vastaan ja mainitut kaksi viillospintaa liikkuvat mainitun vesipitoisen elimistön nesteen vastaanoton jälkeen kohden toisiaan ja palautuvat yhdensuuntaisempaan orientaatioon ja sulkevat siten ainakin osittain mainitun vähintään yhden viilloksen.

4. Minkä tahansa patenttivaatimuksista 1 - 3 mukainen absorbenttiosa, t u n n e t t u siitä, että mainittu absorbenttiosa käsittää viilloksettoman alueen, joka ympäröi sivusuunnassa ainakin osittain mainittua vähintään yhtä viilloksellista aluetta ja suuntautuu ulospäin mainitusta vähintään yhdestä viilloksellisesta alueesta.

5. Minkä tahansa patenttivaatimuksista 1 - 4 mukainen absorbenttiosa, t u n n e t t u lisäksi siitä, että mainittu absorbenttimateriaali käsittää kokoonpainunutta polymeerisolumateriaalia, ja vielä lisäksi siitä, että mainittu polymeerisolumateriaali käsittää hydrofiilisen, taipuisan, toisiinsa yhteydessä olevista avoimista soluista koostuvan rakenteen.

6. Patenttivaatimuksen 5 mukainen absorbenttiosa, t u n n e t t u lisäksi siitä, että mainitun polymeerisolumateriaalin paisumispotentiaali vähintään yhteen mainitun tason suunnassa olevaan suuntaan on vähintään 5 %.

7. Patenttivaatimuksen 5 mukainen absorbenttiosa, t u n n e t t u lisäksi siitä, että mainitun polymeerisolumateriaalin paisumispotentiaali vähintään kahteen mainitun tason suunnassa olevaan keskenään kohtisuoraan suuntaan on vähintään 3 %.

8. Patenttivaatimuksen 5 mukainen absorbenttiosa, t u n n e t t u lisäksi siitä, että mainitulla polymeerisolumateriaalilla on paisumispotentiaalia mainitun vähintään yhden viilloksen kanssa yhdensuuntaiseen suuntaan ja edullisesti paisumispotentiaalia myös mainitun vähintään yhden viilloksen suuntaan nähden kohtisuoraan suuntaan.

9. Patenttivaatimuksen 5 mukainen absorbenttiosa, tunnettu lisäksi siitä, että mainitulla polymeerisolumateriaalilla on seuraavat ominaisuudet:

5 (a) ominaispinta-ala solumateriaalin tilavuutta kohden on vähintään noin $0,025 \text{ m}^2/\text{cm}^3$;

(b) siihen on sisällytetty vähintään noin 0,1 paino-% toksikologisesti hyväksyttävää, hygroskooppista, hydratoitunutta suolaa;

10 (c) materiaalin ollessa kokoonpainuneessa tilassaan sen paisumispaine on korkeintaan noin 30 kPa;

15 (d) materiaalin ollessa paisutetussa tilassaan sen tiheys kyllästettynä lämpötilassa $31,1^\circ\text{C}$ (88°F) vapaaseen absorptiokapasiteettiinsa synteettisellä virtsalla, jonka pintajännitys on $65 \pm 5 \text{ dyn/cm}$, on noin 10 - 50 % materiaalin kuivatiheydestä kokoonpainuneessa tilassaan.

10. Vesipitoisten elimistön nesteiden absorbointiin ja pidättämiseen erityisen sopiva absorbenttituote, tunnettu siitä, että mainittu absorbenttituote käsittää

20 (a) taustakerroksen ja

25 (b) absorbenttiosan, joka on liitetty mainittuun taustakerrokseen siten, että mainittu absorbenttiosa sijoittuu mainitun taustakerroksen ja tuotteen käyttäjän nesteenpurkautumisalueen väliin, ja joka mainittu absorbenttiosa käsittää patenttivaatimuksen 1 mukaisen absorbenttiosan.

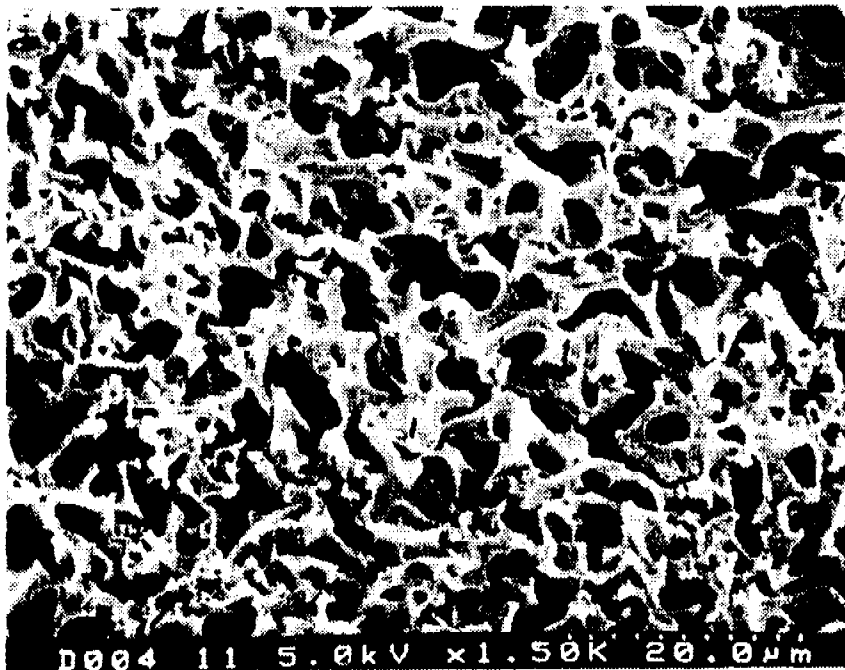


Fig. 1

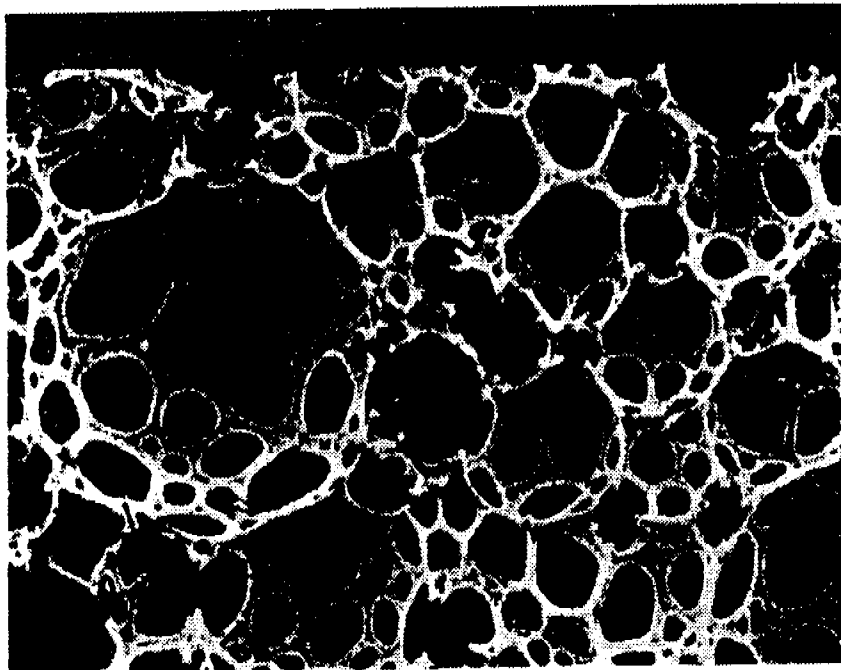


Fig. 2

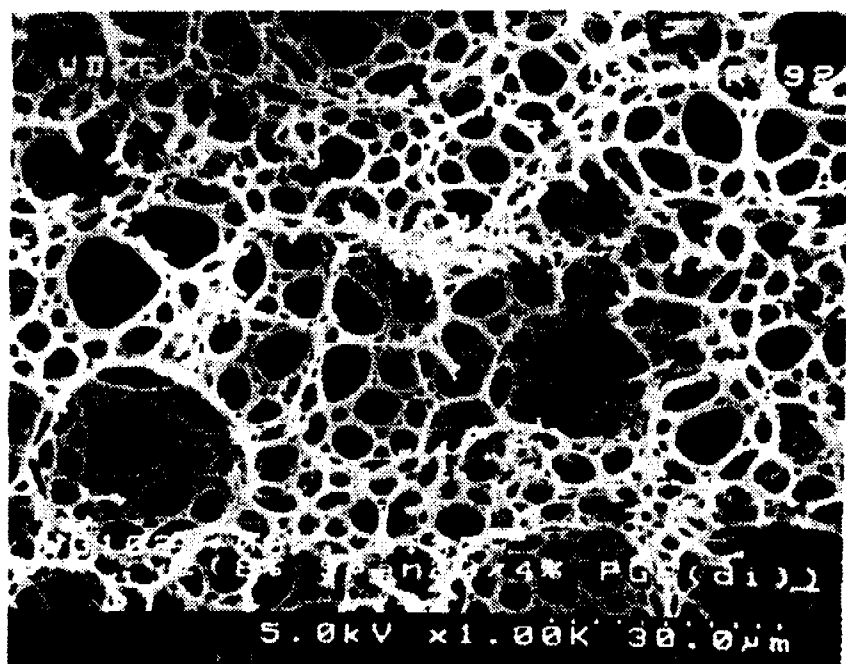


Fig. 3

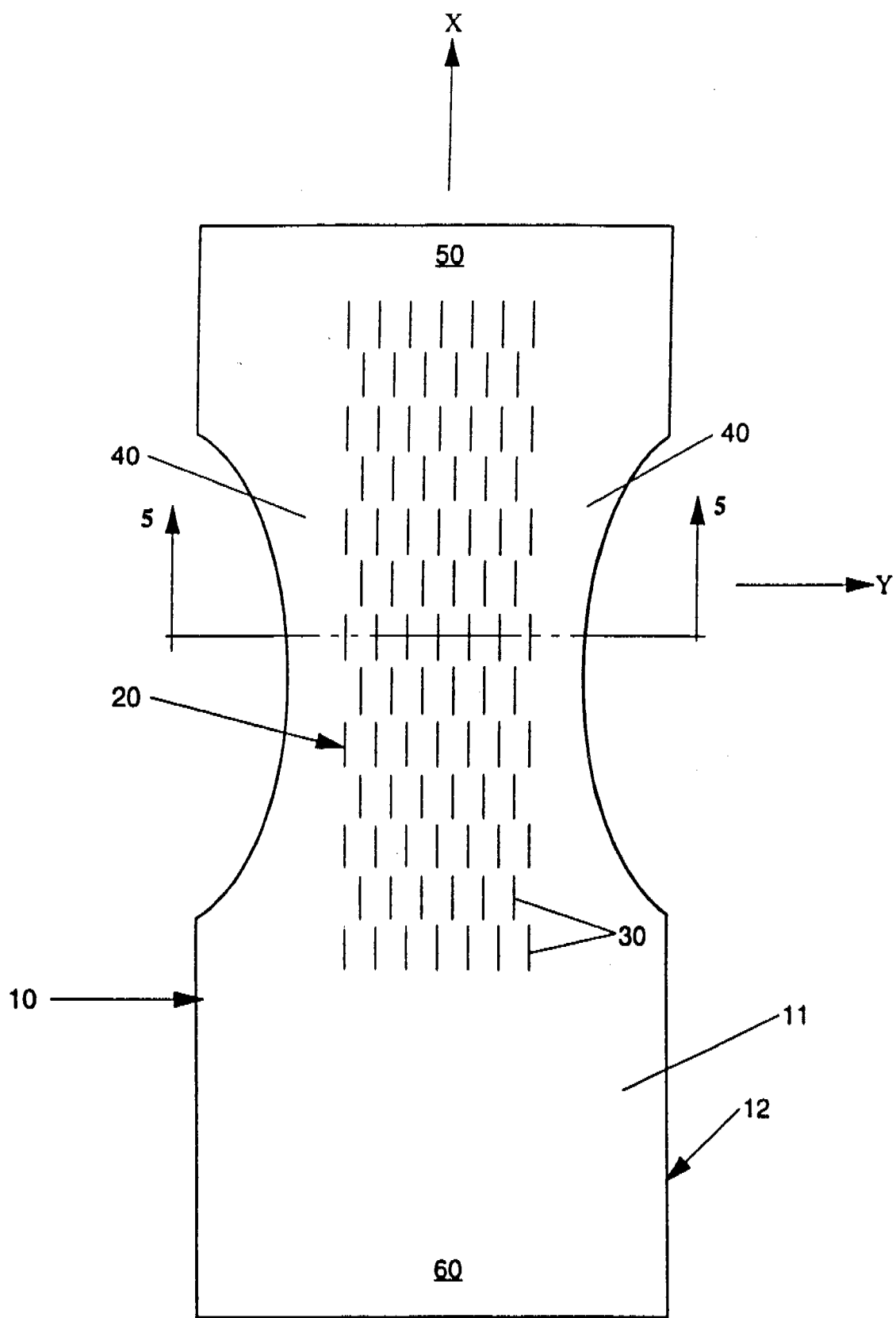


Fig. 4

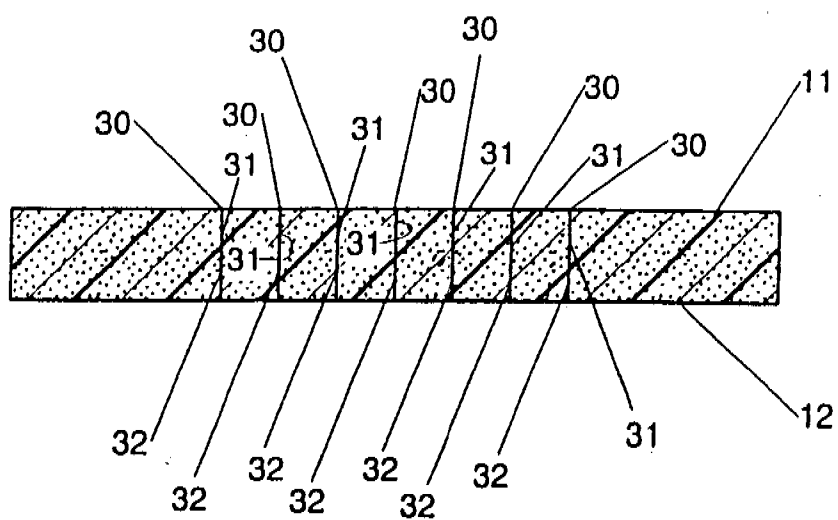


Fig. 5

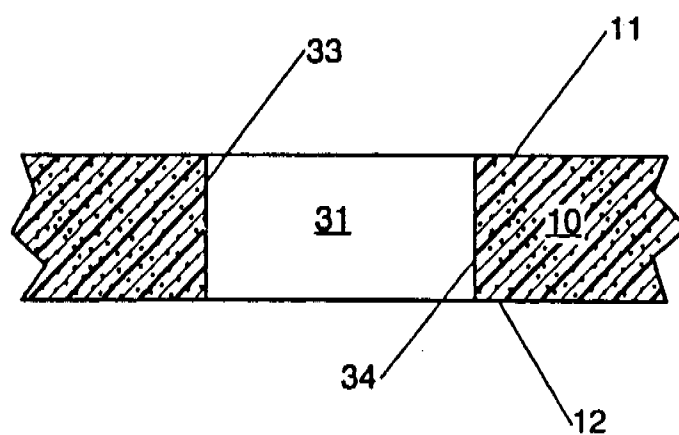


Fig. 6



Fig. 7



Fig. 8

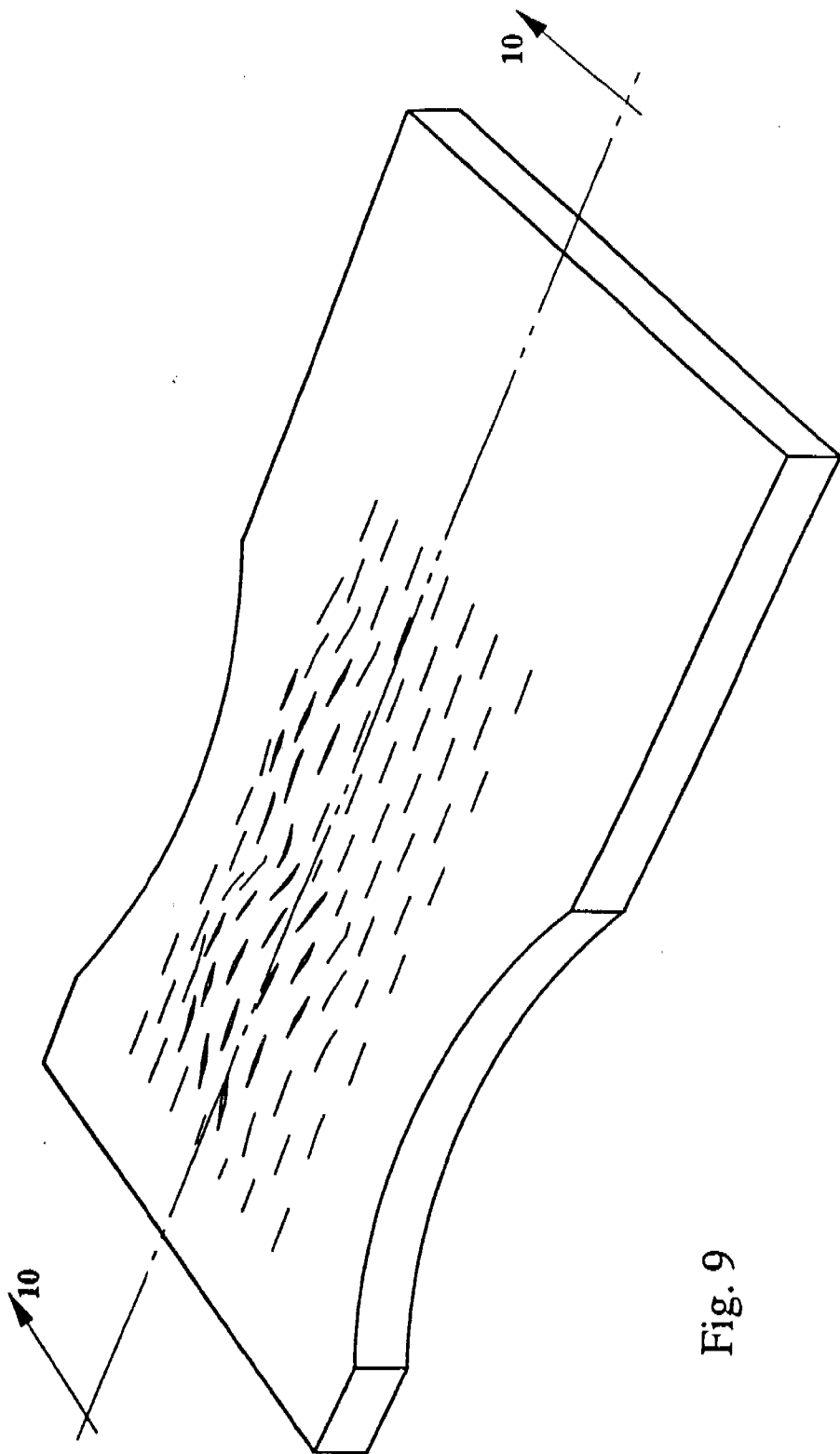


Fig. 9



Fig. 10

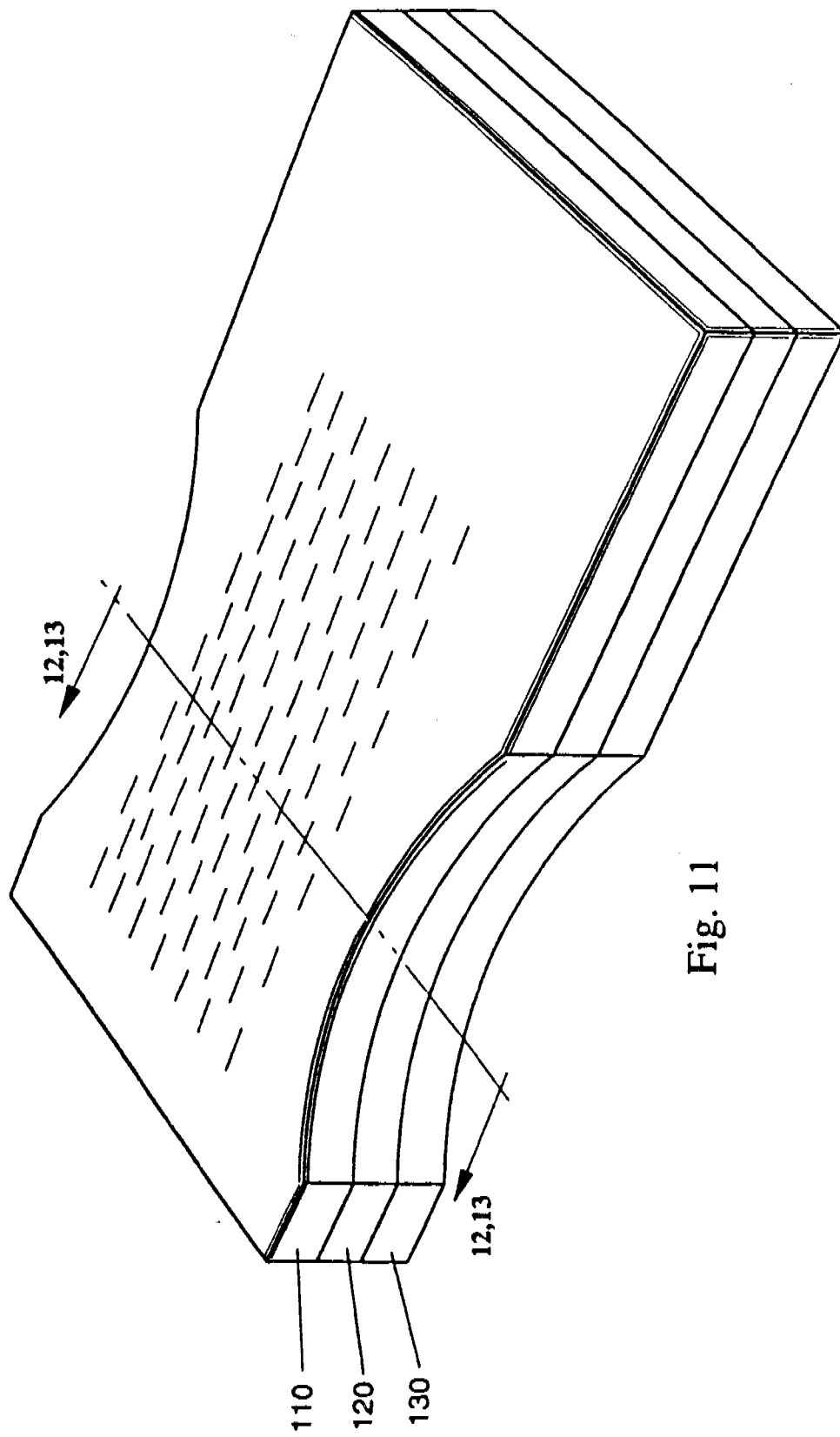


Fig. 11

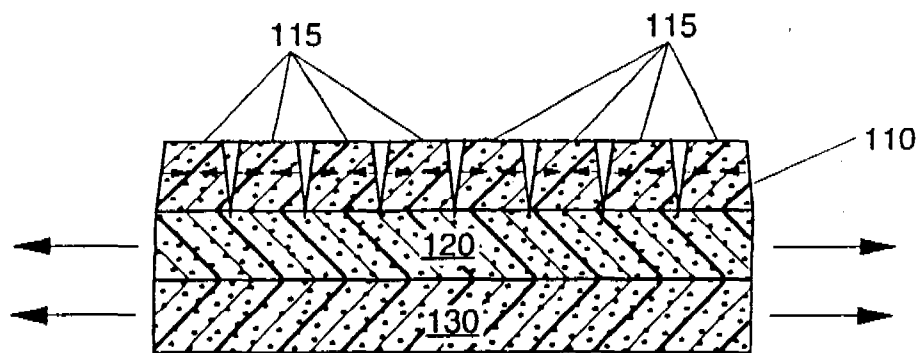


Fig. 12

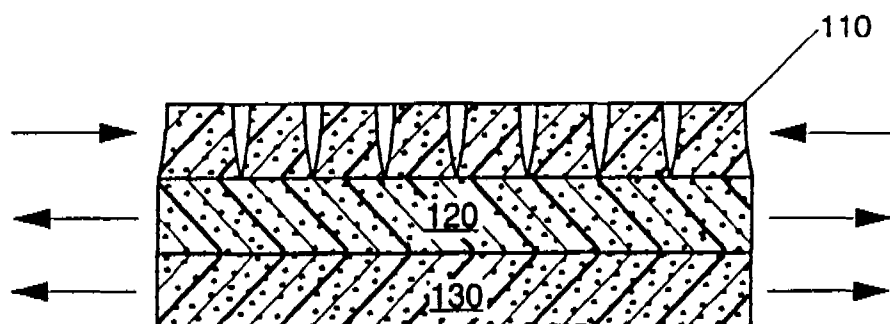


Fig. 13

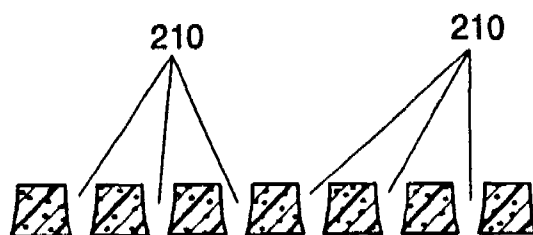


Fig. 15

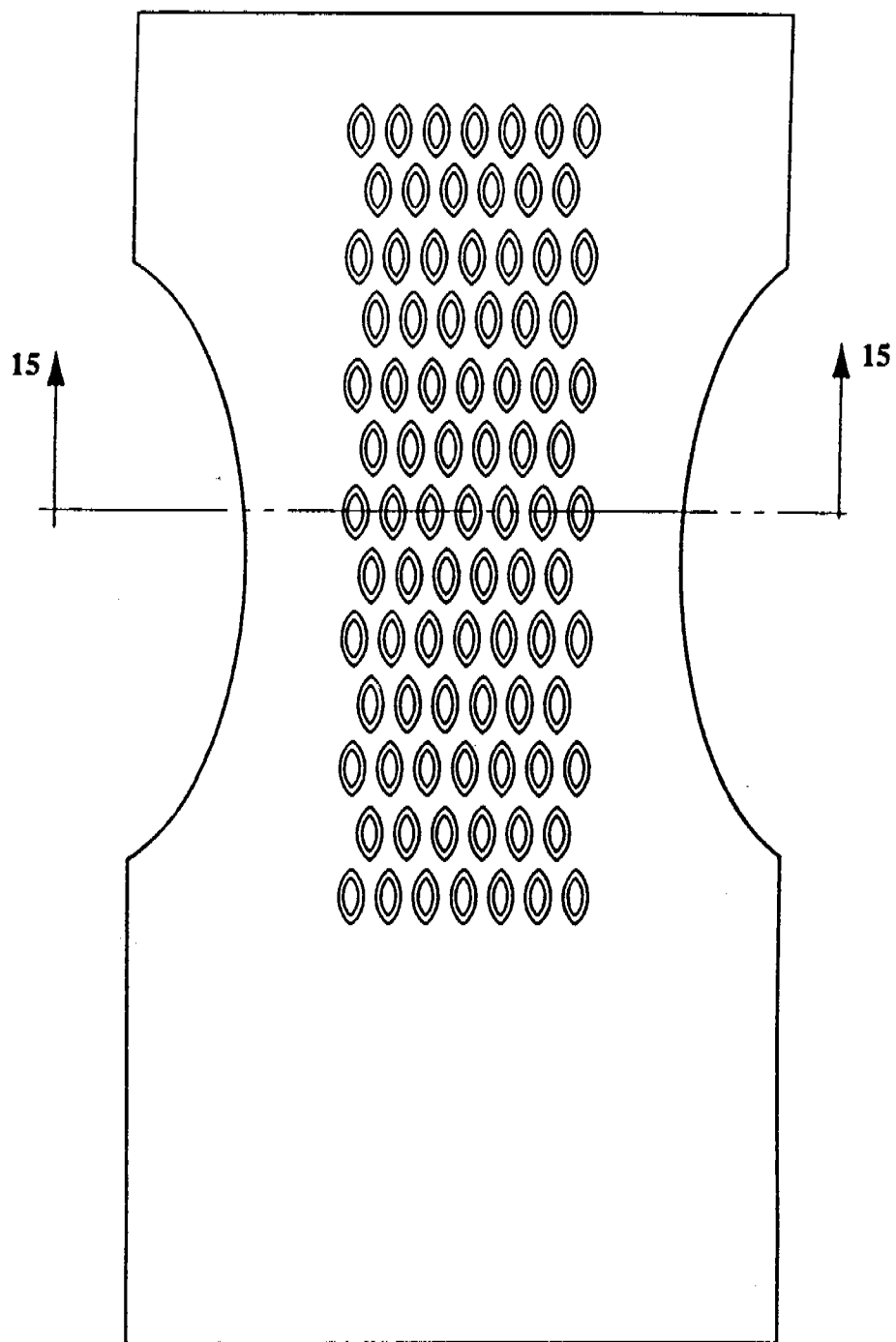


Fig. 14

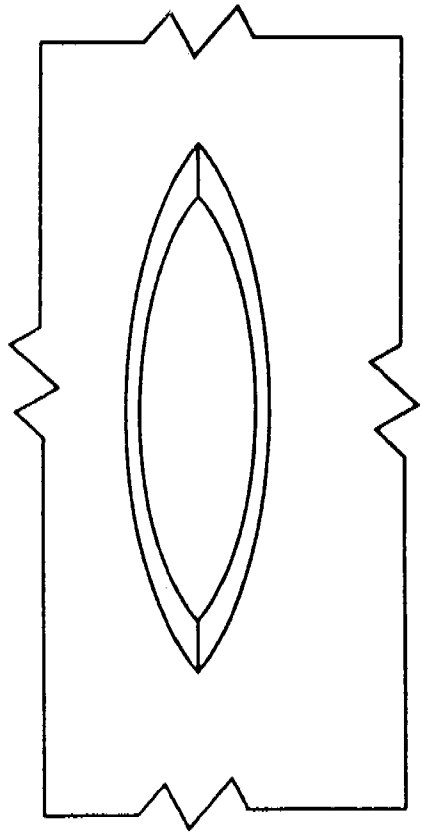


Fig. 16

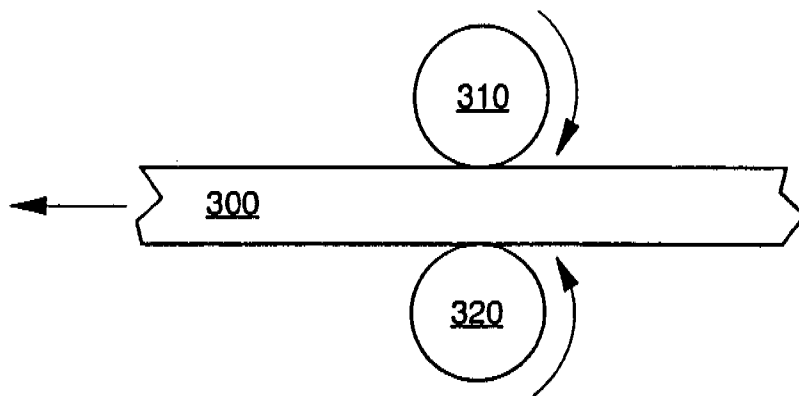


Fig. 17

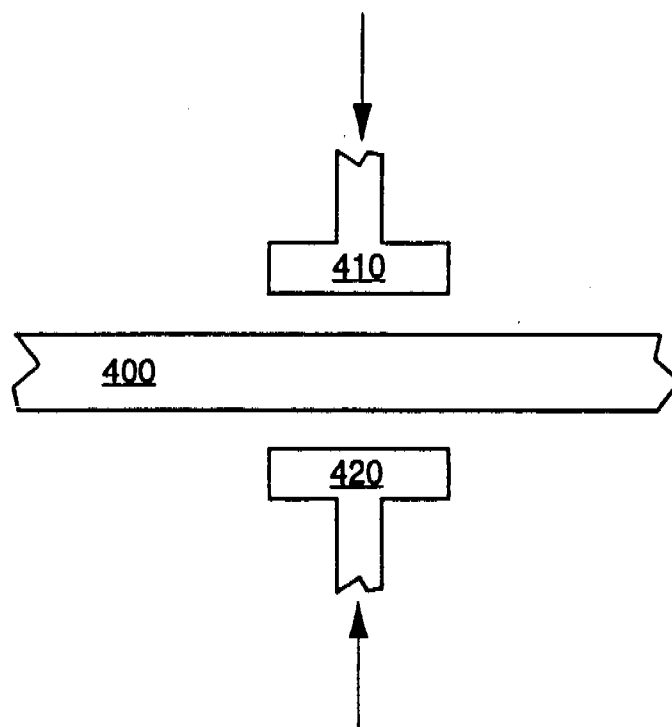


Fig. 18