



FI000097504B



SUOMI-FINLAND

(FI)

Patentti- ja rekisterihallitus
Patent- och registerstyrelsen(B) (11) KUULUTUSJULKAISU
UTLAGGNINGSSKRIFT 97604
C (45) Patentti myönnetty
Patent meddelat 27 01 1997

(51) Kv.1k.6 - Int.cl.6

B 01D 69/10, 69/12, 71/38, 67/00

(21) Patentihakemus - Patentansökning	910593
(22) Hakemispäivä - Ansökningsdag	07.02.91
(24) Alkupäivä - Löpdag	07.02.91
(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig	11.08.91
(44) Nähtäväsipanon ja kuul.julkaisun pvm. - Ansökan utlagd och utl.skriften publicerad	15.10.96
(32) (33) (31) Etuoikeus - Prioritet	
10.02.90 DE 4004153 P	

(71) Hakija - Sökande

1. Metallgesellschaft Aktiengesellschaft, Reuterweg 14, 6000 Frankfurt am Main, Germany, (DE)

(72) Keksijä - Uppfinnare

1. Hänel, Peter, Iglauerweg 12, 6368 Bad Vilbel, Germany, (DE)
 2. Helmrich, Harald, Ben-Gurion-Ring 156, 6000 Frankfurt 56, Germany, (DE)
 3. Sander, Ulrich, Taunusstrasse 116, 6382 Friedrichsdorf, Germany, (DE)

(74) Asiamies - Ombud: Oy Kolster Ab

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning

Monikerroksinen membraani ja menetelmä sen valmistamiseksi
 Membran i flera skikt och förfarande för dess framställning

(56) Viitejulkaisut - Anförda publikationer

(57) Tiivistelmä - Sammandrag

Keksinnön kohteena on monikerroksinen membraani, joka koostuu kantajakerroksesta, huokoisesta tukikerroksesta ja erotuskerroksesta, jolloin kantajakerros koostuu polyamidi-, polyvinylideenidifluoridi-, polyesteri- tai lasikuiduista, tukikerros koostuu polysulfonista, polyvinylideenidifluoridista, polyeetterisulfonista, polyimidistä, polyvinyylialkoholista, polyuretaanista, polyakryylinitriilistä tai polyeetteri-imidistä ja erotuskerros koostuu polyvinyylialkoholista. Erotuskerros on huokoeton ja sen rakenteessa on suuria mikrokiteisiä osuuksia. Keksinnön kohteena on myös menetelmä tämän membraanin valmistamiseksi.

Uppfinningen avser ett av flera skikt bestående membran, vilket sammansatts av ett bärskikt, ett poröst stödsikt och ett skiljeskikt, varvid bärskiktet består av polyamid-, polyvinylidendifluorid-, polyester- eller glasfibrer, stödsiktet består av ett polysulfon, en polyvinylidendifluorid, ett polyetersulfon, en polyimid eller en polyeterimid och skiljeskiktet består av polyvinyylalkohol. Skiljeskiktet är porfritt och har en struktur med stora mikrokristallina andelar. Uppfinningen avser vidare ett förfarande för framställning av detta membran.

Monikerroksinen membraani ja menetelmä sen valmistamiseksi

Keksintö koskee monikerroksista membraania, joka koostuu kantajakerroksesta, huokoisesta tukikerroksesta ja erotuskerroksesta, sekä menetelmää sen valmistamiseksi.

Eurooppalaisesta patenttijulkaisusta EP 96 339 B1 tunnetaan jo komposiittimembraani, jossa on huokoseton erotuskerros ensimmäisestä polymeeristä ja huokoinen tukikerros toisesta polymeeristä ja jossa huokoseton erotuskerros koostuu verkkoutetusta polyvinyylialkoholista tai selluloosatriasetaatista, jolloin membraanin erotuskerros ei ole tunkeutunut tukikerroksen huokosiin. Eurooppalaisesta patenttijulkaisusta on lisäksi tunnettua, että huokoinen tukikerros on levitetty kantajakerroksena olevalle huovalle tai kudotulle kankaalle ja että huokoinen tukikerros koostuu polyakryylnitriilistä tai polysulfonista. Lopuksi eurooppalaisessa patenttijulkaisussa ehdotetaan, että verkkoutettu polyvinyylialkoholi-erotuskerros verkkoutetaan eetteröimällä, esteröimällä tai yhdistämällä näitä menetelmiä ja tehdään veteen liukenemattomaksi antamalla lämmön vaikuttaa. Edellä mainitusta eurooppalaisesta patenttijulkaisusta tunnettua monikerroksista membraania voidaan edullisesti käyttää erottamaan nesteseoksia perparaation avulla. Tosin on käynyt ilmi, että tunnettujen monikerroksisten membraanien erotuskyky - siis aineosiksi erotetun ainesekoksen määrä membraanipinnan neliometriä kohti - on vähäinen, jolloin yksittäisten membraanien erotuskyvyt ovat erilaisia ja muuttuvat jatkuvan käytön yhteydessä.

Sen vuoksi keksinnön perustana on tehtävä saada käyttöön monikerroksinen membraani, jolla on suuri, vakiona pysyvä erotuskyky ja jonka erotuskyky ei muutu haitallisesti jatkuvan käytön yhteydessä. Lisäksi keksinnön perustana on tehtävä saada käyttöön menetelmä tämän monikerroksisen membraanin valmistamiseksi.

Keksinnön perustana oleva tehtävä ratkaistaan siten, että membraanin kantajakerros koostuu polyamidi-, polyvinylideenidifluoridi-, polyesteri- tai lasikuiduista, että huokoinen tukikerros koostuu polysulfonista, polyvinylideenidifluoridista, polyeetterisulfonista, polyimidistä, polyvinyylialkoholista, polyuretaanista, polyakryli-nitriilistä tai polyeetteri-imidistä ja että erotuskerros koostuu polyvinyylialkoholista, jolloin erotuskerros on huokoseton sekä sillä on järjestynyt rakenne, jossa on suuret mikrokiteiset osuudet, joiden kiteillä on röntgen-diffraktiospektrissä kulman 2θ arvoilla $19,6^\circ - 20^\circ$ heijastus, jonka leveys on $1,2^\circ - 1,5^\circ$. Diffraktometrisistä rakennetutkimuksista on käynyt ilmi, että heijastuskulman 2θ ollessa $19,6^\circ - 20^\circ$ heijastavat polyvinyylialkoholiki-teiden tasot ovat edullisesti järjestyneet tasoyhdensuun- taisesti huokoisen tukikerroksen pintaan nähden ja muodos- tavat siten mikrokiteisen kerrosrakenteen huokosettomaan erotuskerrokseen. Lisää näyttöä suurten mikrokiteisten osuuk- sien mukana olosta huokosettoman erotuskerroksen ra- kenteessa saadaan "Differential Scanning Calorimetry -ana- lyysin" (DSC) avulla, josta saadaan terävä endoterminen piikki lämpötilavälillä $160 - 200^\circ\text{C}$, kuten polyvinyyli- al- koholimikrokiteille on odotettavissa. Lopuksi vielä IR- spektroskooppisessa analyysissä alueella $1142 - 1146\text{ cm}^{-1}$ olevan voimakkaan piikin avulla voidaan osoittaa suuri mikrokiteinen osuus huokosettoman erotuskerroksen raken- teessa. Yllättävällä tavalla on käynyt ilmi, että polyvi- nyylialkoholista koostuvalla erotuskerroksella on silloin suuri ja vakiona pysyvä erotuskyky, kun sillä on keksinnön mukainen mikrokiteinen järjestynyt rakenne ja se on liit- tynyt keksinnön mukaiseen kantajakerrokseen ja keksinnön mukaiseen huokoiseen tukikerrokseen.

Keksinnön mukaisesti laaditulla monikerroksisella membraanilla on erityisen hyvät käyttöominaisuudet (suuri mekaaninen lujuus, lähes vakiona pysyvä erotuskyky jatku-

van käytön yhteydessä), jos kantajakerroksen paksuus on 30 - 500 µm, huokoisen tukikerroksen paksuus on 30 - 200 µm ja erotuskerroksen paksuus on 0,5 - 5 µm.

5 Keksinnön perustana oleva tehtävä ratkaistaan lisäksi luomalla menetelmä monikerroksisen membraanin valmistamiseksi, jolla menetelmällä valmistetaan ensin kanta- ja-aineesta ja huokoisesta tukikerroksesta yhdistelmäateriaali, jolla menetelmällä sen jälkeen yhdistelmäateriaalin tukikerrokselle levitetään liuos, joka sisältää 1 -
10 10 paino-% polyvinyylialkoholia ja loput vettä ja jota varastoidaan ennen sen käyttöä 3 - 20 päivän ajan lämpötilassa -10 - +10 °C, edullisesti 0 - +5 °C, ja jolla lopuksi käsitellään vesipitoisella polyvinyylialkoholilla päällystetty yhdistelmäateriaali lämpötiloissa 100 - 180 °C
15 1-60 minuutin aikana. Yllättävällä tavalla on käynyt ilmi, että polyvinyylialkoholista koostuvalla erotuskerroksella on silloin suuri ja vakiona pysyvä erotuskyky, jos se valmistetaan edellä kuvatulla menetelmällä, jolloin sen mikrokiteisesti järjestynyt rakenne saadaan aikaan varas-
20 toimalla liuosta keksinnön mukaisesti matalissa lämpötiloissa ja käsittelemällä päällystettyä yhdistelmäateriaalia keksinnön mukaisesti korkeahkoissa lämpötiloissa.

Keksinnön toisessa suoritusmuodossa on huolehdittu siitä, että vesipitoisen polyvinyylialkoholiliuoksen saippuoitusaste on ennen varastointia 98 - 100 % ja molekyy-
25 lipaino 10 000 - 250 000 Daltonia. Koska keksinnön mukaisesti käytettävää polyvinyylialkoholiliuosta valmistetaan saippuoimalla polyvinyyliasetaattia, keksinnön mukainen saippuoitusaste varmistaa sen, että mahdollisimman monet
30 polyvinyyliasetaatin esteriryhmistä tulevat esteröidyiksi.

Keksinnön mukaisesti on myös huolehdittu siitä, että yhdistelmäateriaalille levitetty polyvinyylialkoholiliuos valmistetaan laimentamalla vedellä väkevää polyvinyylialkoholiliuosta, joka sisältää 8 - 20 paino-% poly-
35 vinyylialkoholia ja loput vettä ja jota varastoidaan ennen

laimentamista 3 - 20 päivää lämpötilassa -10 - +10 °C, edullisesti 0 - +5 °C. Yllättävästi todettiin, että pitkäaikaisvarastoinnin positiivinen vaikutus erotuskerroksen ominaisuuksiin saavutetaan myös silloin, kun väkevää polyvinyylialkoholin vesiliuosta varastoidaan 3 - 20 päivää lämpötilassa -10 - +10 °C ja laimennetaan pitoisuuteen 1 - 10 paino-% polyvinyylialkoholia vasta välittömästi ennen levittämistä yhdistelmämaterialille.

Keksinnön mukaisella membraanilla on erityisen hyvät erotusominaisuudet, jos polyvinyylialkoholin vesiliuos suodatetaan välittömästi ennen levittämistä yhdistelmämaterialille, jolloin suodattimen huokosten halkaisija on 40 - 100 µm. Tällä toimenpiteellä päästään siihen, että saadaan erotetuksi suurehkot kiinteät aglomeraatit, joita muodostuu mahdollisesti pitkäaikaisvarastoinnin yhteydessä, mikä vaikuttaa edullisesti erotuskerroksen homogeenisuuteen, koska keksinnön mukaisesti suoritettun suodatuksen avulla häiriökohdat mikrokiteisesti järjestyneessä rakenteessa ovat vältettävissä.

Keksinnön mukaisesti on tarkoituksenmukaista, jos polyvinyylialkoholin vesiliuokseen lisätään välittömästi ennen levittämistä yhdistelmämaterialille 0,01 - 0,1 paino-% kostutusainetta. Täten saadaan aikaan hyvä, tasainen huokoisen tukikerroksen kostutus.

Keksinnön mukaista on myös se, että polyvinyylialkoholin vesiliuokseen lisätään välittömästi ennen yhdistelmämaterialille levittämistä liuoksen polyvinyylialkoholipitoisuuden suhteen 1 - 10 paino-% silloittajaa. Tämän sinänsä tunnetun toimenpiteen avulla saadaan aikaan se, että erotuskerroksen ominaisuuksia voidaan muuttaa ja sovitaa erityisiin erotusongelmiin. Silloittajina voidaan käyttää esimerkiksi di- tai monifunktionaalisia karboksyylihappoja, aldehydejä tai halogeenihiilivetyjä.

Keksinnön mukaisesti on joissakin tapauksissa osoittautunut edulliseksi, jos päällystettyä yhdistelmä-

materiaalia säteilytetään mikroaalloilla ennen lämpökäsittelyä. Näin tapahtuu erotuskerroksen verrattain nopea kuivuminen, niin että seuraavaan lämpökäsittelyyn, joka tapahtuu erityisesti mikrokiteisesti järjestyneen rakenteen tasaisessa muodostumisessa, ei vaikuta haitallisesti erotuskerroksesta höyrystyvä vesi.

Huokosten muodostumisen estämiseksi erotuskerrokseen on edullista valmistaa se useissa vaiheissa (liuoksen levitys ja terminen käsittely ovat aina vaiheita). Yllättävästi on käynyt ilmi, että eri vaiheissa tuotetuilla erotuskerroksilla ei ole sisäisiä rajapintoja.

Keksinnön mukaista monikerroksista membraania voidaan käyttää erityisen edullisesti nestemäisten, höyrymäisten ja kaasumaisten ainesosien erottamiseen. Tämän membraanin pitkäaikaiskäytön yhteydessä ei tapahdu erotuskyvyn haitallista laskemista, ja membraanin mekaaniset ominaisuudet säilyvät myös jatkuvassa käytössä. Membraani on osoittautunut erityisen hyväksi pervaporaatiomenetelmässä.

Keksinnön kohdetta on seuraavassa selvennetty lähemmin suoritus-esimerkin avulla.

Täysin saippuoitua polyvinyylialkoholia liuotettiin 3 - 5 tunnin ajan lämpötilassa 90 - 95 °C tislattuun veteen, niin että syntyi liuos, joka sisälsi 10 paino-% polyvinyylialkoholia, jonka saippuoitumisaste oli 99 % ja molekyyli-paino 100 000 Daltonia. Tätä liuosta varastoitiin 72 tuntia lämpötilassa 0 °C, varastoinnin aikana tapahtui samenumista sekä liuoksen viskositeetin kohoamista, mikä johtuu polyvinyylialkoholien makromolekyylien liittymisestä. Matalissa lämpötiloissa varastoitu liuos lämmitettiin huoneenlämpötilaan ja lisäämällä vettä laimennettiin polyvinyylialkoholipitoisuuteen 5 paino-%. Sen jälkeen laimennettu liuos suodatettiin, johon tarkoitukseen käytettiin suodatinta, jonka huokoskoko oli 80 µm. Suodatuksen jälkeen liuokseen lisättiin 0,1 paino-% kostutusainetta.

Tämä liuos levitettiin raakelointimenetelmällä yhdistelmämaterialille, joka rakentui polyamidikuiduista koostuvasta kantajakerroksesta ja polyvinylideenidifluoridista koostuvasta huokoisesta tukikerroksesta. Kantajakerroksen paksuus oli 300 μm ja huokoisen tukikerroksen paksuus oli 100 μm . Polyvinyylialkoholiliuoksella päällystettyä yhdistelmämaterialia käsiteltiin 45 min lämpötilassa 130 °C. Erotuskerroksen paksuus termisen käsittelyn jälkeen oli 1,5 μm .

Röntgendiffraktioanalyysissä todettiin, että erotuskerroksen heijastuksen leveys oli 1,25° heijastuskulman 2 arvolla 19,82°. Keksinnön mukaisen membraanin erotuskerroksen heijastuksen intensiteetti sai arvon 100. Tunnettujen monikerroksisten polyvinyylialkoholimembraanien röntgendiffraktioanalyysissä todettiin, että erotuskerroksen heijastuksen leveys on 1,65° ja että heijastus on heijastuskulman 2 arvolla 19,63°, jolloin heijastuksen intensiteetti on alle 50 % keksinnön mukaisen membraanin heijastuksesta.

Röntgendiffraktioanalyysi suoritettiin tietokoneohjatulla diffraktometrillä käyttämällä CoK α - ja CuK α -säteilyä. Kaikki näytteet preparoitiin käyttämällä alumiinipeltiä kantajana, koska alumiinilla ei ole polymeereille tärkeällä pienten heijastuskulmien alueella röntgenheijastuksia. Erotuskerroksen paksuus määritettiin rasterielektro-nimikroskoopilla, jolloin vertailunäytteen paksuus oli 1,6 μm . Röntgentutkimuksen tulokset osoittavat, että keksinnön mukaisella membraanilla on tunnettuun membraaniin verrattuna suuri järjestymisaste ja rakenne, jossa on suuret mikrokiteiset osuudet, joista johtuvat membraanin edulliset suorituskyky- ja käyttöominaisuudet.

Keksinnön mukaisesti kehitettyä ja valmistettua membraania kokeiltiin 2-propanoli-vesi -seosten erottamiseen jatkuvassa käytössä 6 viikon ajan. Tällöin suorituskyvystä kävi ilmi seuraavaa:

Käytettäessä erotettavan seoksen koostumusta 90 paino-% 2-propanolia ja 10 paino-% vettä sekä erotuslämpötilaa 93 °C saatiin permeaatin 2-propanolipitoisuudeksi alle 1 paino-% permeaattivirtauksen ollessa 1,8 kg/m² 5 membraanipintaa tunnissa. Permeaatti sisältää yli 99 paino-% vettä.

Patenttivaatimukset

1. Monikerroksinen membraani, joka koostuu kantajakerroksesta, huokoisesta tukikerroksesta ja erotuskerroksesta, t u n n e t t u siitä, että kantajakerros koostuu polyamidi-, polyvinylideenidifluoridi-, polyesteri- tai lasikuiduista, että huokoinen tukikerros koostuu polysulfonista, polyimidistä, polyvinyylialkoholista, polyuretaanista, polyvinylideenidifluoridista, polyeetterisulfonista, polyakryylnitriilistä tai polyeetteri-imidistä ja että erotuskerros koostuu polyvinyylialkoholista, jolloin erotuskerros on huokoseton sekä sillä on järjestynyt rakenne, jossa on suuret mikrokiteiset osuudet, joiden kiteillä on röntgendiffraktiospektrissä kulman 2 arvoilla 19,6° - 20° heijastus, jonka leveys on 1,2° - 1,5°.

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen monikerroksinen membraani, t u n n e t t u siitä, että kantajakerroksen paksuus on 30 - 500 µm, huokoisen tukikerroksen paksuus on 30 - 200 µm ja erotuskerroksen paksuus on 0,5 - 5 µm.

3. Menetelmä patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukaisen monikerroksisen membraanin valmistamiseksi, t u n n e t t u siitä, että valmistetaan kantajakerroksesta ja huokoisesta tukikerroksesta yhdistelmäateriaali, että yhdistelmäateriaalin tukikerrokselle levitetään liuos, joka sisältää 1 - 10 paino-% polyvinyylialkoholia ja loput vettä ja jota varastoidaan ennen sen käyttöä 3 - 20 päivän ajan lämpötilassa -10 - +10 °C, edullisesti 0 - +5 °C, ja että polyvinyylialkoholin vesiliuoksella päällystetty yhdistelmäateriaalia käsitellään lämpötiloissa 100 - 180 °C 1 - 60 minuutin ajan.

4. Patenttivaatimuksen 3 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että polyvinyylialkoholin vesiliuoksen saippuoitumisaste ennen varastointia on 98 - 100 % ja molekyylipaino on 10 000 - 250 000 Daltonia.

5. Jonkin patenttivaatimuksen 3 - 4 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että yhdistelmä-

5 materiaalille levitetty polyvinyylialkoholiliuos valmistetaan laimentamalla vedellä väkevää polyvinyylialkoholiliuosta, joka sisältää 8 - 20 paino-% polyvinyylialkoholia ja loput vettä ja jota varastoidaan ennen laimennusta 3 - 20 päivää lämpötilassa -10 - +10 °C, edullisesti 0 - +5 °C.

6. Jonkin patenttivaatimuksen 3 - 5 mukainen

10 menetelmä, tunnettu siitä, että polyvinyylialkoholilioksen vesiliuos suodatetaan välittömästi ennen levittämistä yhdistelmä-

materiaalille, jolloin suodattimen huokosten halkaisija on 40 - 100 µm.

7. Jonkin patenttivaatimuksen 3 - 6 mukainen

15 menetelmä, tunnettu siitä, että polyvinyylialkoholilioksen vesiliuokseen lisätään välittömästi ennen levittämistä yhdistelmä-

materiaalille 0,01 - 0,1 paino-% kostutusainetta.

8. Jonkin patenttivaatimuksen 3 - 7 mukainen

20 menetelmä, tunnettu siitä, että polyvinyylialkoholilioksen vesiliuokseen lisätään välittömästi ennen levittämistä yhdistelmä-

materiaalille liuoksen polyvinyylialkoholipitoisuuden suhteen 1 - 10 paino-% silloittajaa.

9. Jonkin patenttivaatimuksen 3 - 8 mukainen

25 menetelmä, tunnettu siitä, että päällystettyä yhdistelmä-

materiaalia säteilytetään mikroaalloilla ennen lämpökäsittelyä.

10. Jonkin patenttivaatimuksen 3 - 9 mukainen

30 menetelmä, tunnettu siitä, että erotuskerros valmistetaan useissa vaiheissa.

11. Patenttivaatimusten 1 tai 2 mukaisen monikerroksisen membraanin käyttö nestemäisten, höyry-

mäisten ja kaasumaisten aineseosten erottamiseen.

Patentkrav

1. Flerskiktig membran, som består av ett bärarskikt, ett poröst stödsikt och ett skiljeskikt, k ä n n e t e c k n a d av att bärarskiktet består av polyamid-, polyvinylidendifluorid-, polyester- eller glasfibrer, att det porösa stödsiktet består av polysulfon, polyimid, polyvinylalkohol, polyuretan, polyvinylidendifluorid, polyetersulfon, polyakrylnitril eller polyeterimid och att skiljeskiktet består av polyvinylalkohol, varvid skiljeskiktet saknar porer och har en strukturerad uppbyggnad med stora mikrokristallina andelar, vari kristallerna i röntgendiffraktionsspektrum vid värden $19,6^\circ - 20^\circ$ för vinkeln 2θ har en reflektion vars bredd är $1,2^\circ - 1,5^\circ$.

2. Flerskiktig membran enligt patentkrav 1, k ä n n e t e c k n a d av att bärarskiktets tjocklek är $30 - 500 \mu\text{m}$, det porösa stödsiktets tjocklek är $30 - 200 \mu\text{m}$ och skiljeskiktets tjocklek är $0,5 - 5 \mu\text{m}$.

3. Förfarande för framställning av en flerskiktig membran enligt patentkrav 1 eller 2, k ä n n e t e c k n a t av att ett komponentmaterial framställs av bärarskiktet och det porösa stödsiktet, att en lösning, som innehåller $1 - 10$ vikt-% polyvinylalkohol och resten vatten och som lagras vid $-10 - +10^\circ\text{C}$, företrädesvis $0 - +5^\circ\text{C}$, i $3 - 20$ dygn före användningen, appliceras på komponentmaterialets stödsikt, och att det med vattenlösningen av polyvinylalkohol överdragna komponentmaterialet behandlas vid $100 - 180^\circ\text{C}$ i $1 - 60$ minuter.

4. Förfarande enligt patentkrav 3, k ä n n e t e c k n a t av att polyvinylalkoholens vattenlösning har en förtvålninggrad av $98 - 100\%$ och en molekylvikt på $10\,000 - 250\,000$ Dalton före lagringen.

5. Förfarande enligt något av patentkraven 3 - 4, k ä n n e t e c k n a t av att den på komponentmaterialet

applicerade polyvinylalkohollösningen framställs genom att en koncentrerad polyvinylalkohollösning späds ut med vatten, vilken lösning innehåller 8 - 20 vikt-% polyvinylalkohol och resten vatten och som före utspädningen lagras i 3 - 20 dygn vid -10 - +10 °C, företrädesvis 0 - +5 °C.

5

6. Förfarande enligt något av patentkraven 3 - 5, k ä n n e t e c k n a t av att polyvinylalkoholens vattenlösning filtreras omedelbart innan den appliceras på komponentmaterialet, varvid filtret har en pordiameter på 40 - 100 µm.

10

7. Förfarande enligt något av patentkraven 3 - 6, k ä n n e t e c k n a t av att 0,01 - 0,1 vikt-% av ett fuktningsmedel sätts till polyvinylalkoholens vattenlösning omedelbart innan den appliceras på komponentmaterialet.

15

8. Förfarande enligt något av patentkraven 3 - 7, k ä n n e t e c k n a t av att 1 - 10 vikt-% av ett tvärbindningsmedel sätts till polyvinylalkoholens vattenlösning omedelbart innan den appliceras på komponentmaterialet.

20

9. Förfarande enligt något av patentkraven 3 - 8, k ä n n e t e c k n a t av att det överdragna komponentmaterialet bestrålas med mikrovågor före värmebehandlingen.

25

10. Förfarande enligt något av patentkraven 3 - 9, k ä n n e t e c k n a t av att skiljeskiktet framställs i flera steg.

11. Användning av en flerskiktig membran enligt patentkrav 1 eller 2 vid avskiljning av flytande, ång- och gasformiga materialblandningar.

30