

PATENTOVÝ SPIS

(11) Číslo dokumentu:

304 497

(13) Druh dokumentu: **B6**

(51) Int. Cl.:

C08J 5/22 (2006.01)
C08J 7/00 (2006.01)
B01J 47/12 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2013-16**
(22) Přihlášeno: **08.01.2013**
(40) Zveřejněno: **28.05.2014**
(Věstník č. 22/2014)
(47) Uděleno: **16.04.2014**
(24) Oznámení o udělení ve věstníku: **28.05.2014**
(Věstník č. 22/2014)

(56) Relevantní dokumenty:

CZ 290528 B6; 70916; 70917; 70918; 70919; 70920; 70921.

(73) Majitel patentu:

Vysoká škola chemicko-technologická v Praze,
Praha 6 Dejvice, CZ
Ústav makromolekulární chemie AV ČR, v.v.i.,
Praha 6, CZ

(72) Původce:

Ing. Jakub Mališ, Železný Brod, CZ
prof. Dr. Ing. Karel Bouzek, Kladno, CZ
Ing. Jan Schauer, CSc., Praha 5, CZ
Ing. Jan Žitka, Záměst, CZ

(74) Zástupce:

Oddělení pro vědu a výzkum VŠCHT-Praha, Ing.
Iveta Pospíšilová, Technická 1905/5, 166 28 Praha
6

(54) Název vynálezu:

**Způsob přípravy heterogenních
iontovýměnných membrán**

(57) Anotace:

Předmětem řešení je způsob přípravy heterogenních iontovýměnných membrán. Příprava membrán podle tohoto řešení spočívá v tom, že polymerní inertní pojivo na základě polypropylenu nebo kopolymeru propylenu se zhomogenizuje s malými částicemi ionexu v zařízení vhodném pro homogenizaci polymerních směsí a výsledná směs se poté následně použije pro přípravu membrány lisováním, vytlačováním nebo válcováním. Homogenizace směsi a její následné formování ve výslednou membránu se provádějí za teploty vyšší než je teplota tání polymerního inertního pojiva, ale nižší než je teplota degradace ionexových částic. Výsledná membrána se potom ponoří do vodného roztoku peroxidu vodíku, čímž pojivo na základě polypropylenu nebo kopolymeru propylenu částečně zdegraduje a v povrchové vrstvě membrány vznikají póry, které umožní zvýšený transport iontů přes membránu a tím i vyšší iontovou vodivost membrány.

CZ 304497 B6

Způsob přípravy heterogenních iontovýměnných membrán

Oblast techniky

Vynález se týká způsobu přípravy heterogenních iontovýměnných membrán vhodných jako semi-permeabilní přepážka při elektrolýze vody, jako pevný elektrolyt v palivových článcích i v jiných zařízeních využívajících iontovýměnné membrány.

Dosavadní stav techniky

Iontovýměnné (ionexové) membrány nacházejí uplatnění v laboratorním i průmyslovém měřítku. K nejvýznamnějším aplikacím patří především elektrochemické odsolování mořských a brakických vod, dělení elektrolytů od neelektrolytů, membránové palivové články a elektrolýza vodných roztoků. Iontovýměnné membrány se dělí na membrány homogenní (membrána je tvořena jenom jedním polymerem, který nese iontovýměnné skupiny) a na membrány heterogenní (tvořené matricí z polymeru bez iontovýměnných skupin, v níž jsou dispergovány malé částice iontovýměnného materiálu – ionexu). Předností heterogenních membrán je jejich výroba z komerčně dostupných a levných výchozích surovin a jejich velmi dobré mechanické vlastnosti.

Jedna metoda přípravy heterogenních membrán spočívá v dispergaci malých částic iontovýměnného materiálu v roztoku polymeru, odlitím disperze ve formě tenkého filmu a odstraněním rozpouštědla (J. Membr. Sci. 240, 211 až 219, 2004; J. Membr. Sci. 243, 327 až 333, 2004; J. Appl. Polym. Sci. 98, 494 až 499, 2005; Desalination 172, 257 až 265, 2005; J. Membr. Sci. 269, 177 až 186, 2006). Druhá metoda přípravy heterogenních membrán probíhá tepelným zpracováním bez přítomnosti rozpouštědel. Příprava heterogenních iontovýměnných membrán tohoto typu spočívá v tom, že se polymerní inertní pojivo zhomogenizuje s malými částicemi iontovýměnného materiálu v zařízení vhodném pro homogenizaci polymerních směsí jako jsou např. kalandry, hnětače nebo extrudery při teplotě vyšší než je teplota tání polyolefinického inertního pojiva, ale nižší než je teplota degradace ionexových částic. Tato směs se potom použije pro výrobu membrány, obecně o tloušťce 100 až 600 μm a více, lisováním, vytlačováním nebo válcováním opět za teploty vyšší než je teplota tání polymerního inertního pojiva, ale nižší než je teplota degradace ionexových částic.

Polymerním inertním pojivem může být kterýkoliv polymer, který má termoplastické a filmotvorné vlastnosti nebo směs takových polymerů. Polymer musí mít teplotu tání nižší než je teplota degradace iontovýměnného materiálu, tzn. musí mít teplotu tání nižší než 200 $^{\circ}\text{C}$ při zpracování materiálu s kationaktivními skupinami a 150 $^{\circ}\text{C}$ při zpracování materiálu, který obsahuje částečně nebo úplně anionaktivní skupiny. Těmito polymery jsou s výhodou lineární polyethylen, nízkohustotní polyethylen a kopolymery ethylenu s propylenem. Tyto polyolefiny mají v závislosti na jejich typu při teplotách 90 až 120 $^{\circ}\text{C}$.

Iontovýměnným materiálem (částicemi ionexu) může být jakákoliv kyselá kationaktivní pryskyřice nebo bazická anionaktivní iontovýměnná pryskyřice. S výhodou se používají kationaktivní pryskyřice se sulfoskupinami na zesíťovaném kopolyměru styrenu s divinylbenzenem nebo anionaktivní pryskyřice s kvartérními amoniiovými skupinami na témže kopolyměru. Částice musí být menší než je výsledná tloušťka membrány, ale s výhodou se používají částice o rozměru 10 až 80 μm . Heterogenní membrány tohoto typu obsahují v typickém případě 45 až 75 % hmotn. iontovýměnných částic, přičemž spodní hranice je dána propojeností částic (perkolačním prahem) a horní hranice mechanickou pevností membrány. Čím vyšší je koncentrace částic, tím vyšší je iontová vodivost výsledné membrány.

Směsi s částicemi s kationaktivními skupinami se tak obecně zpracovávají při teplotách 90 až 200 °C, směsi s částicemi s anionaktivními skupinami se obecně zpracovávají při teplotách 90 až 150 °C, avšak záleží vždy na teplotách tání a degradace použitých komponent.

- 5 Heterogenní iontovýměnné membrány se před použitím kondicionují střídavým ponořením do vodných alkalických a kyselých roztoků. Nejčastěji se anionaktivní membrány před použitím kondicionují střídavým ponořením do přebytku 1M vodného roztoku NaOH, 1M vodného roztoku HCl a 1M vodného roztoku NaOH a kationaktivní membrány se před použitím kondicionují střídavým ponořením do přebytku 1M vodného roztoku HCl, 1M vodného roztoku NaOH a 1M
10 vodného roztoku HCl. V každém roztoku je membrána optimálně 24 h a po každém roztoku následuje praní demineralizovanou vodou.

- Příprava heterogenních iontovýměnných membrán tepelným zpracováním je popsána v řadě publikací a patentů: Encyclopedia of Polymer Science and Technology, Vol. 8, John Wiley, New York, 1968, str. 63; J. Membr. Sci. 250, 151 až 157 (2005); J. Membr. Sci. 401 až 402, 83
15 až 88 (2012); čs. autorská osvědčení čísla CS 235 484 a CS 247 833; patent US 5 346 924; US 5 948 826; US 6 632 948 B2; US 6 830 671 B2; WO 00/78 849 A1.

- Typickou vlastností heterogenních membrán připravených tepelným zpracováním je přítomnost
20 tenké povrchové vrstvy o tloušťce menší než 1 µm na obou stranách membrány (tzv. „skin“), kde je koncentrace iontovýměnných částic mnohem nižší než uvnitř membrány (někdy neměřitelně malá) J. Colloid Interface Sci. 285, 247 až 258, 2005 a J. Appl. Electrochem. 2009, publikováno online 4. 9. 2009). Existence povrchové vrstvy a nízká koncentrace částic v této vrstvě jsou obecnou vlastností všech polymerních fólií plněných malými částicemi jiného materiálu (Encyclopedia of Polymer Science and Technology. Polymer Blends, Wiley – Interscience, New York, 2005; Macromol. Symp. 214, 115 až 134, 2004; Macromol. Mater. Eng. 286, 719 až 730, 2001; Polym. Eng. Sci. 44, 528 až 540, 2004), přičemž morfologie této vrstvy závisí do jisté míry na
25 rheologických vlastnostech polymeru matrice a podmínkách přípravy fólie. Povrchová vrstva u heterogenních iontovýměnných membrán zlepšuje mechanické vlastnosti membrány, ale současně podstatně zhoršuje (důsledkem bariérových vlastností v ní převládajícího inertního polymeru matrice) iontovou vodivost membrány. Je proto žádoucí zvýšit propustnost této vrstvy pro ionty, aniž by byla podstatně omezena mechanická pevnost membrány. Současný způsob přípravy heterogenních membrán využívá k rozrušení povrchové vrstvy inertního pojiva objemové změny ionexových částic při botnání membrány ve vodě, jež má za následek popraskání kompaktní povrchové vrstvy a vzniku pórů v této vrstvě. Kompaktní povrchová vrstva však může být rozrušena
30 pouze částicemi ionexu, jejichž průměr je větší než poloviční tloušťka membrány. Vzhledem k široké distribuci velikosti částic tak nedochází k rozrušení povrchové vrstvy v celé ploše a část ionexových částic, tak zůstává nepřístupná. Takto připravené membrány jsou málo iontově vodivé (J. Colloid Interface Sci. 285, 247 až 258, 2005).

40

Podstata vynálezu

- Předmětem vynálezu je způsob přípravy heterogenních iontovýměnných membrán. Příprava
45 membrán podle tohoto vynálezu se sestává z následujících kroků: (1) homogenizace polymerního inertního plniva obsahujícího propylenové polymerní jednotky s malými částicemi iontovýměnného materiálu za teploty vyšší než teplota tání polymerního inertního plniva, ale nižší než je teplota degradace malých částic iontovýměnného materiálu, (2) vytvarování připravené homogenizované směsi do tvaru membrány opět za teploty vyšší než je teplota tání polymerního inertního
50 pojiva, ale nižší než je teplota degradace malých částic iontovýměnného materiálu, (3) – zavedením kroku č. 3 se odlišuje způsob přípravy podle tohoto vynálezu od dříve popsaných způsobů přípravy heterogenních membrán – ponoření membrány do vodného roztoku peroxidu vodíku za takových podmínek, že část polymerního inertního pojiva obsahujícího propylenové polymerní jednotky zejména v povrchové vrstvě membrány zdegraduje, produkty degradace se vymyjí do

vodného roztoku peroxidu a v povrchové vrstvě membrány vzniknou póry v celé ploše membrány a (4) kondicionace střídavým praním membrány ve vodných alkalických a kyselých roztocích.

Póry v povrchové vrstvě ukazují přiložené obrázky 1b a 1c.

5

Polymerní inertní pojivo použité v přípravě membrán podle tohoto vynálezu musí být degradovatelné ve vodném roztoku peroxidu vodíku. Tuto podmínku splňuje polypropylen a kterýkoliv kopolymer propylenů s jiným olefinem nebo olefiny např. s ethylenem, 1-butenem, 1-hexenem, 1-oktenem nebo 5-methylen-2-norbornem, neboť je známo, že propylenové polymerní jednotky jsou oxidačně nestálé (J. Appl. Polym. Sci. 122, 2071 až 2080, 2011). Omezující podmínka spočívá v tom, že teplota tání použitého polypropylenů nebo kopolymeru propylenů musí být nižší než 200 °C, pokud se zpracovávají směsi s kationaktivními skupinami a nižší než 150 °C, pokud se zpracovávají směsi s anionaktivními skupinami.

10

Homogenizace polymerního inertního pojiva a malých částic ionexu podle tohoto vynálezu se provádí v zařízení vhodném pro homogenizaci polymerních směsí, jako jsou např. kalandry, hnětače nebo extrudery. Homogenizace se provádí při teplotě vyšší než je teplota tání polymerního inertního pojiva, ale nižší než je teplota degradace ionexových částic. Koncentrace částic ionexu ve výchozí směsi je 45 až 75 % hmotn., s výhodou 60 až 70 % hmotn., vztaženo k hmotnosti celé směsi. Koncentrace polymerního inertního pojiva ve výchozí směsi je 25 až 55 % hmotn., vztaženo k hmotnosti celé směsi. Homogenizovaná směs se potom použije pro výrobu membrány o tloušťce 100 až 800 µm lisováním, vytlačováním nebo válcováním, což se provádí opět za teploty vyšší než je teplota tání polymerního inertního pojiva, ale nižší než je teplota degradace ionexových částic. Směsi s částicemi s kationaktivními skupinami se zpracovávají při teplotách nižších než 200 °C a směsi s částicemi s anionaktivními skupinami se zpracovávají při teplotách nižších než 150 °C, což jsou teploty degradace použitých ionexů. U ionexových částic s kationaktivními skupinami při teplotách nad 200 °C dochází k degradaci aromatických jader na kterých jsou navázány funkční skupiny. U ionexových částic s anionaktivními skupinami dochází při teplotách nad 150 °C k degradaci funkční skupiny, jenž je tvořena kvartérní amoniovou solí.

20

25

30

Pro přípravu heterogenních ionexových membrán s kationaktivními skupinami se nejčastěji používají silně kyselé ionexy se funkční sulfoskupinou navázanou na styren-divinylbenzenový nosič. Použití těchto ionexů při přípravě heterogenních membrán je popsáno v celé řadě článků a patentů (F. Helfferich, Ion Exchange, McGraw-Hill, New York, 1962; J. Membr. Sci. 49, 121, 1990; JP 11181119(A)(1999)).

35

Pro přípravu heterogenních ionexových membrán s anionaktivními skupinami se nejčastěji používají silně bazické ionexy typu I s kvartérní amoniovou funkční skupinou navázanou na styren-divinylbenzenový nosič. Použití těchto ionexů při přípravě heterogenních membrán je popsáno v celé řadě článků a patentů (J. Membr. Sci. 167, 1, 2000; PV 2007-723; US 5 346 924 (B1) (1994)).

40

Připravené membrány se před kondicionováním ponoří do 2 až 30 % vodného roztoku peroxidu vodíku při teplotě 20 až 45 °C na 20 min až 48 h. S výhodou se pracuje při pokojové teplotě kdy se membrána ponoří do 5 až 30% roztoku na 24 až 48 h. Pokud se pracuje při zvýšené teplotě 35 až 45 °C, membrána se s výhodou ponoří do 5 až 10% roztoku na 0,5 až 1 h. Membrány se před použitím kondicionují.

45

Membrány podle tohoto předmětu vynálezu jsou vhodné jako semipermeabilní přepážka při elektrolýze vody, jako iontově vodivá membrána v palivových membránových článcích a i v jiných zařízeních využívajících iontovýměnné membrány.

50

Přehled obrázků na výkresech

Na obr. 1 jsou snímky povrchů membrán pořízené elektronovou rastrovací mikroskopií: a) heterogenní membrána, při jejíž přípravě nebyla použita peroxidová lázeň připravená podle příkladu 1 tohoto vynálezu; b) heterogenní membrána praná 24 h v 5% vodném roztoku peroxidu vodíku připravená podle příkladu 2 tohoto vynálezu; c) heterogenní membrána praná 24 h v 30% vodném roztoku peroxidu vodíku připravená podle příkladu 3 tohoto vynálezu.

Příklady provedení vynálezu

Příklad 1 (srovnávací)

Směs 18,7 g kopolymeru poly(ethylen-co-propylen) (ExxonMobil, Vistalon 722) a 36,3 g částic anionaktivní pryskyřice na základě kopolymeru poly(styren-co-divinylbenzen) nesoucího sulfoskupiny v sodné formě (průměrná velikost částic 40 μm , iontovýměnná kapacita 8,2 mekv/g suchého polymeru) byla míchána na hnětacím zařízení při teplotě 150 °C, dokud směs nebyla opticky homogenní a krouticí moment nedosáhl konstantní hodnoty (12 minut). Z připravené homogenní směsi byla při teplotě 150 °C a tlaku 10 MPa vylisována membrána o tloušťce 250 μm . Membrána byla kondicionována střídavým ponořením do přebytku 1M vodného roztoku HCl, 1M vodného roztoku NaOH a 1M vodného roztoku HCl. (V každém roztoku byla 24 h a po každém roztoku následovalo praní vodou (1 hodina)). Iontová vodivost membrány při teplotě 35 °C činila 3,8 S/m. Laboratorní kyslíko-vodíkový palivový článek s touto membránou dosáhl při teplotě 35 °C maximální výkon 0,05 W/cm².

Příklad 2

Membrána byla připravena podle postupu a s materiály podle příkladu 1, ale před kondicionováním byla ponořena do 5% vodného roztoku peroxidu vodíku na 24 h při 25 °C. Iontová vodivost membrány při teplotě 35 °C činila 4,9 S/m. Laboratorní kyslíko-vodíkový palivový článek s touto membránou dosáhl při teplotě 35 °C maximální výkon 0,10 W/cm².

Příklad 3

Membrána byla připravena podle postupu a s materiály podle příkladu 1, ale před kondicionováním byla ponořena do 30% vodného roztoku peroxidu vodíku na 24 h při 25 °C. Iontová vodivost membrány při teplotě 35 °C činila 5,4 S/m. Laboratorní kyslíko-vodíkový palivový článek s touto membránou dosáhl při teplotě 35 °C maximální výkon 0,14 W/cm².

Příklad 4

Membrána byla připravena podle postupu a s materiály podle příkladu 1, ale před kondicionováním byla ponořena do 5% vodného roztoku peroxidu vodíku na 1 h při 40 °C. Iontová vodivost membrány při teplotě 35 °C činila 5,2 S/m. Laboratorní kyslíko-vodíkový palivový článek s touto membránou dosáhl při teplotě 35 °C maximální výkon 0,12 W/cm².

Příklad 5

5 Membrána byla připravena podle postupu a s materiály podle příkladu 1, ale před kondicionováním byla ponořena do 30% vodného roztoku peroxidu vodíku na 0,5 h při 40 °C. Iontová vodivost membrány při teplotě 35 °C činila 5,1 S/m. Laboratorní kyslíko–vodíkový palivový článek s touto membránou dosáhl při teplotě 35 °C maximální výkon 0,11 W/cm².

10 Příklad 6 (srovnávací)

15 Membrána byla připravena podle postupu a s materiály podle příkladu 1, ale místo poly(ethylen–co–propylen) byl použit poly(ethylen–co–propylen–co–5–methylen–2–norbornen) (Aldrich, 25 % hmotn. propylenových jednotek, 70 % hmotn. ethylenových jednotek na 5 % hmotn. norbornenových jednotek). Iontová vodivost membrány při teplotě 35 °C činila 3,9 S/m. Laboratorní kyslíko–vodíkový palivový článek s touto membránou dosáhl při teplotě 35 °C maximální výkon 0,07 W/cm².

20 Příklad 7

25 Membrána byla připravena podle příkladu 6, ale před kondicionováním byla ponořena do 30% vodného roztoku peroxidu vodíku na 24 h při 25 °C. Iontová vodivost membrány při teplotě 35 °C činila 5,4 S/m. Laboratorní kyslíko–vodíkový palivový článek s touto membránou dosáhl při teplotě 35 °C maximální výkon 0,14 W/cm².

Příklad 8 (srovnávací)

30 Membrána byla připravena podle postupu a s materiály podle příkladu 1, ale místo poly(ethylen–co–propylen) byl použit poly(propylen–co–1–buten) (Aldrich, 12 % hmotn. 1–butenových jednotek). Iontová vodivost membrány při teplotě 35 °C činila 4,1 S/m. Laboratorní kyslíko–vodíkový palivový článek s touto membránou dosáhl při teplotě 35 °C maximální výkon 0,08 W/cm².

35 Příklad 9

40 Membrána byla připravena podle příkladu 8, ale před kondicionováním byla ponořena do 30% vodného roztoku peroxidu vodíku na 24 h při 25 °C. Iontová vodivost membrány při teplotě 35 °C činila 5,5 S/m. Laboratorní kyslíko–vodíkový palivový článek s touto membránou dosáhl při teplotě 35 °C maximální výkon 0,15 W/cm².

45 Příklad 10 (srovnávací)

50 Membrána byla připravena podle postupu a s materiály podle příkladu 1, ale místo poly(ethylen–co–propylen) byl použit poly(propylen) (ExxonMobil ACHIEVE 1605, teplota tání 149 °C). Iontová vodivost membrány při teplotě 35 °C činila 3,7 S/m. Laboratorní kyslíko–vodíkový palivový článek s touto membránou dosáhl při teplotě 35 °C maximální výkon 0,06 W/cm².

Příklad 11

55 Membrána byla připravena podle příkladu 10, ale před kondicionováním byla ponořena do 30% vodného roztoku peroxidu vodíku na 24 h při 25 °C. Iontová vodivost membrány při teplotě

35 °C činila 5,2 S/m. Laboratorní kyslíko–vodíkový palivový článek s touto membránou dosáhl při teplotě 35 °C maximální výkon 0,12 W/cm².

5 Příklad 12 (srovnávací)

Směs 18,7 g poly(ethylenu–*co*–propylen) s obsahem propylenových jednotek 27,5 % (tavný index 6 g/10 min při 230 °C/2,16 kg) a 36,3 g částic anionaktivní pryskyřice na základě kopolymeru poly(styren–*co*–divinylbenzen) nesoucího trimethylbenzylamoniové skupiny v chloridové formě (průměrná velikost částic 40 μm, iontovýměnná kapacita 3,5 mekv/g suchého polymeru) byla míchána na hnětacím zařízení při teplotě 140 °C, dokud směs nebyla opticky homogenní a krouticí moment nedosáhl konstantní hodnoty (12 minut). Z připravené homogenní směsi byla při teplotě 140 °C a tlaku 10 MPa vylisována membrána o tloušťce 350 μm. Membrána byla kondicionována střídavým ponořením do přebytku 1M vodného roztoku NaOH, 1M vodného roztoku HCl a 1M vodného roztoku NaOH. (V každém roztoku byla 24 h a po každém roztoku následovalo praní vodou (1 hodina)). Iontová vodivost membrány při teplotě 30 °C činila 1,38 S/m. Membrána byla zabudována do laboratorního elektrolyzáru s elektrodami z niklové pěny a s elektrolytem tvořeným 10% vodným roztokem hydroxidu draselného. Při teplotě 30 °C a vloženém napětí 2,5 V se dosáhlo proudové hustoty 0,28 A/cm².

Příklad 13

Membrána byla připravena podle příkladu 12, ale před kondicionováním byla ponořena do 10% vodného roztoku peroxidu vodíku na 24 h při 25 °C. Iontová vodivost membrány při teplotě 30 °C činila 3,60 S/m. Membrána byla zabudována do laboratorního elektrolyzáru s elektrodami z niklové pěny a s elektrolytem tvořeným 10% vodným roztokem hydroxidu draselného. Při teplotě 30 °C a vloženém napětí 2,5 V se dosáhlo proudové hustoty 0,40 A/cm².

Iontová vodivost membrány při teplotě 35 °C činila 2,4 S/m. Laboratorní kyslíko–vodíkový palivový článek s touto membránou dosáhl při teplotě 35 °C maximální výkon 0,32 W/cm².

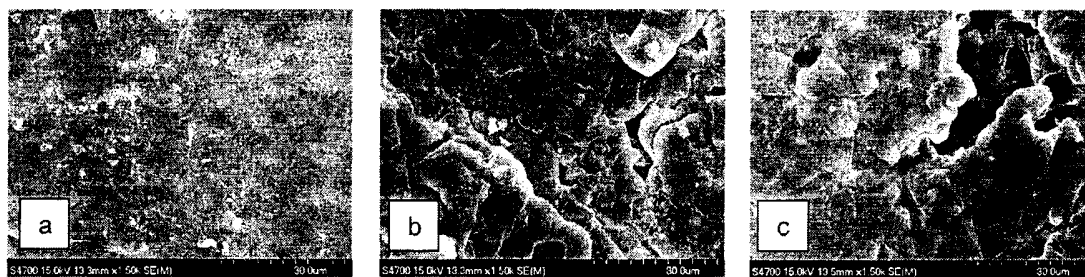
Průmyslová využitelnost

Heterogenní iontovýměnné membrány podle tohoto vynálezu jsou vhodné jako semipermeabilní přepážka při elektrolýze vody, jako iontově vodivá membrána v palivových membránových článcích a i v jiných zařízeních využívajících iontovýměnné membrány.

PATENTOVÉ NÁROKY

- 5 1. Způsob přípravy heterogenních iontovýměnných membrán obsahujících 25 až 55 % hmotn. polymerního inertního pojiva, jež je představováno polypropylenem nebo kopolymerem polypropylenu, který je degradovatelný vodným roztokem peroxidu v rozmezí koncentrací 2 až 30 %, a 45 až 75 % hmotn. částic ionexu, přičemž tyto membrány se připraví tepelným zpracováním a před jejich použitím se kondiciují ponořením do vodných kyselých a alkalických roztoků,
10 **vyznačující se tím**, že se membrány před jejich kondicionací ponoří do vodného roztoku peroxidu vodíku o koncentraci 2 až 30 % při teplotě 20 až 45 °C na dobu 20 min. až 48 h.
- 15 2. Způsob přípravy heterogenních iontovýměnných membrán podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že se membrána ponoří do roztoku peroxidu vodíku o koncentraci 5 až 30 % po dobu 24 až 48 h za teploty 25 °C.
- 20 3. Způsob přípravy heterogenních iontovýměnných membrán podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že se membrána ponoří do roztoku peroxidu vodíku o koncentraci 5 až 10 % po dobu 0,5 až 1 h za teploty 45 °C.
- 25 4. Způsob přípravy heterogenních iontovýměnných membrán podle nároků 1 a 3, **vyznačující se tím**, že teplota při tepelném zpracování směsi inertního pojiva a ionexu, v průběhu homogenizace a následného formování, je vyšší než teplota tání polymerního inertního pojiva, ale nižší než teplota degradace vlastních ionexových částic.
- 30 5. Způsob přípravy heterogenních iontovýměnných membrán podle nároku 4, **vyznačující se tím**, že teplota tání použitého polypropylenu nebo kopolymeru propylenu je nižší než 200 °C, pokud se zpracovávají směsi obsahující částice ionexu s kationaktivními skupinami.
- 35 6. Způsob přípravy heterogenních iontovýměnných membrán podle nároku 4, **vyznačující se tím**, že teplota tání použitého polypropylenu nebo kopolymeru propylenu je nižší než 150 °C, pokud se zpracovávají směsi obsahující částice ionexu s anionaktivními skupinami.

1 výkres



Obr. 1

Konec dokumentu
