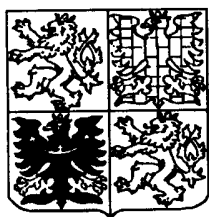


ČESKÁ
REPUBLIKA

(19)



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

ZVEŘEJNĚNÁ PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

(12)

(22) 22.06.92
(32) 22.06.91
(31) 91/4120679
(33) DE
(40) 16.11.94

(21) 2823-93

(13) A3

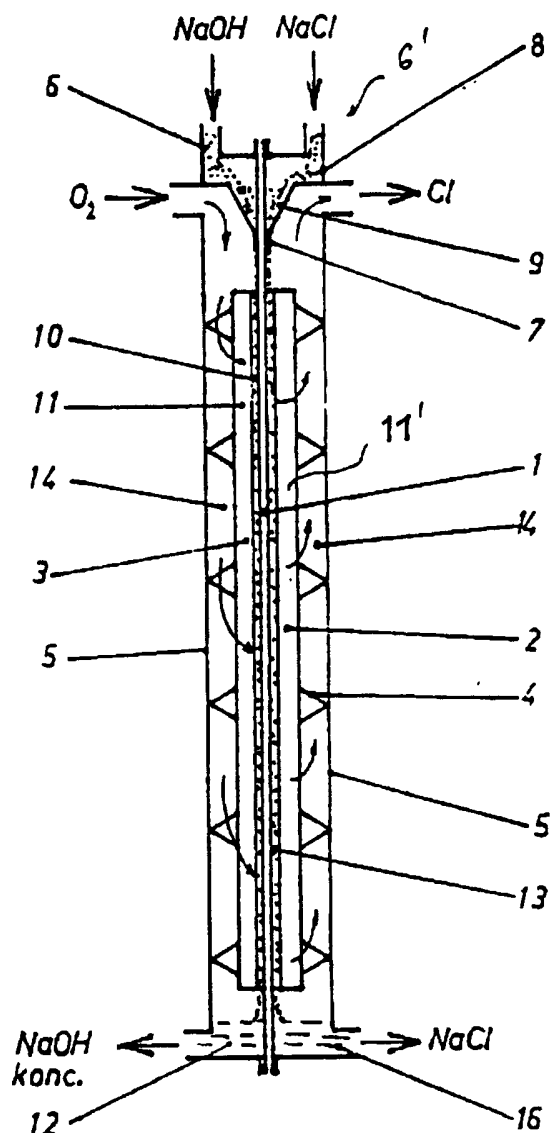
5(51)

C 25 B 9/00

C 25 B 11/00

H 01 M 4/00

- (71) Maschinen- und Anlagenbau Grimma GmbH (MAG),
Grimma, DE;
- (72) Wenske Hanno, Grimma, DE;
Matschiner Hermann, Halle/Saale, DE;
Siegel Hans, Zwickau, DE;
- (54) Způsob elektrolýzy pro reakce vyvíjející nebo
spotřebovávající plyny a elektrolyzátor pro
provádění tohoto způsobu
- (57) Způsob elektrolýzy pro procesy vyvíjející nebo spotřebová-
vající plyn, při němž elektrolyt je veden v hydrofilní oblasti
(10, 13) a plyn je veden v hydrofobní oblasti (11, 11')
elektrody (2,3) s kapilární štěrbinou (22). Elektrolyzátor pro
provádění tohoto způsobu sestává z elektrod (2, 3), jejichž
prvky (23) mají hydrofilní oblast (10, 13) a hydrofobní
oblast (11), přičemž elektrody (2, 3) jsou hydrofilní oblastí
(19, 13) přivráceny k separátoru (1).



č.j.	718	DOS	20. XII	U RA PRŮMYSL VLASTNÍ PŘÍL.
------	-----	-----	---------	-------------------------------------

Způsob elektrolýzy pro reakce vyvíjející nebo spotřebovávající plyn a elektrolýzer ~~a elektroda~~ pro ~~je~~ provádění tohoto způsobu

Oblast techniky

Vynález se týká elektrolýzeru pro elektrolytické reakce a procesy vyvíjející nebo spotřebovávající plyn, zvláště pro elektrolýzu chloridů alkalických kovů nebo vody, nebo jako palivový článek pro výrobu proudu, s elektrolytem a alespoň jedním elektrodovým párem, který je oddělen separátorem, s alespoň jednou elektrodou s kapilární štěrbinou. Vynález se dále týká elektrody s kapilární štěrbinou a také způsobu elektrolýzy pro elektrolytické procesy vyvíjející a spotřebovávající plyn.

Pro účinnost elektrolýzy, například u elektrolýzy chloridů alkalických kovů nebo vody za účelem získání sodného louhu, chlóru, vodíku nebo peroxidu vodíku, mají velký význam použité elektrody. Ty mají mít co možná nejmenší odpor a proto umožňovat rychlý odvod a přívod reakčního plynu z reakční oblasti mezi katodou a anodou.

Dosavadní stav techniky

Dosud obvyklá konstrukční provedení elektrolýzerů chloridů alkalických kovů a vody s vysoce aktivními pracovními látkami elektrod jsou v důsledku obložení elektrolytu bublinami plynu a pokrytí elektrod bublinami plynu v aktivní oblasti dosud výrazně neefektivní.

Použití elektrod s difuzí plynu pro elektrochemické procesy dosud většinou ztroskotávalo na vysokých provozních nákladech a na nedostatečné výměně látek plynem obohacených porézních elektrod, která se objevuje u komor naplněných kapalinou. Poměrně nízká pevnost kombinace elektroda/diafragma/elektroda a také částečně nehomogenní rozdělení proudu omezují dosud technické realizace na malé jednotky. Výroba a provozní použití velmi tenkých a stabilních elektrod vyžaduje nákladné technologie.

V novější době je známa pro výrobu chloru a sodného louhu stavba komor ve formě aparátu se spádovým filmem, u kterého se používá velmi tenká, kyslík odtavující, porézní katoda z Ag/PTFE (Chem.-Ing.-Tech. 60 (1988) č.7, str.563). Při tom se na jedné straně do porézní elektrody přivádí kyslík, zatímco na druhé straně prochází shora mezi elektrodou a membránou řídký louh a jakožto obohacený sodný louh u dna komoru opouští. Běžná anoda s aktivní vrstvou z válcovaného titanu je, stejně jako katoda se štěrbinou širokou například asi 0,6 mm, uspořádána směrem k membráně a je shora zaplavinována solným roztokem. Vznikající chlór vystupuje zpětně z anody a je odváděn přes sousední prostor bez kapalin.

Z WO 91/00379 je kromě toho znám elektrolyzátor pro elektrolytické procesy vyvíjející plyn, u kterého mají být vyřešeny problémy s odvodem plynu z aktivní oblasti a také s vysokým elektrickým zatížením použitím alespoň jedné elektrody s kapilární štěrbinou, přičemž při vhodném rozměru kapilární štěrbiny probíhá pohyb bublin plynu přes elektrolytem naplněné elektrody v podstatě kolmo k membráně, případně ve smě-

ru elektrického pole mezi anodou a katodou. Ani takto však nejsou uspokojujícím způsobem překonány výše uvedené obtíže.

Vynález má tedy za úkol vylepšit elektrolyzátor výše uvedeného druhu tak, že se umožní podstatné snížení ohmického odporu při současném zlepšení přenosu látek, při jednoduché výrobě a jednoduchém provozu, s velkými aktivními plochami a rozměry komor.

Vynález má dále za úkol vylepšit elektrodu s kapilární štěrbinou pro tvorbu elektrolyzátorů a pro elektrolytické procesy tak, aby měla elektroda s kapilární štěrbinou podstatně zlepšené užité vlastnosti, zvláště podstatně snížený ohmický odpor při výrazně zlepšené kapacitě transportu látek.

Vynález má dále za úkol podat způsob elektrolýzy pro elektrolytické reakce a procesy vyvíjející a spotřebovávající plyn v elektrolyzátech, kterým selepší výkonové parametry elektrolyzátorů s alespoň jednou elektrodou s kapilární štěrbinou, zvláště ohmický odpor a transport látek.

Podstata vynálezu

Uvedený úkol je pro elektrolyzátor výše uvedeného typu vyřešen podle vynálezu tak, že elektroda s kapilární štěrbinou je opatřena prostředky pro oddělené vedení elektrolytu nebo permeátu a reakčního plynu.

S výhodou je elektrolyzátor za účelem odděleného vedení elektrolytu nebo permeátu a reakčního plynu opatřen alespoň jednou tenkou hydrofilní elektrolyticky aktivní reakční oblastí sousedící se separátorem a dále širokou hydrofobní elektrolyticky neaktivní oblastí transportu plynu. Hydrofil-

ní reakční oblast sousedící se separátorem tvoří k němu přivrácenou část elektrod, zatímco oblast transportu plynu, která je od separátoru vzdálena, tvoří od něho odvrácenou část elektrod.

Z FR-PS 2308 701 je sice již známé provedení refrakčních elektrod sestávajících z oxidů kovu, kde jsou tyto elektrody vyrobeny vždy z hydrofilní, tak zvané aktivní části, a z hydrofobní, plyny a kapaliny vedoucí části, přičemž se elektrody noří do elektrolytu a jsou odděleny membránou, popřípadě diafragmou, nebo kde za použití separátoru ohraničují elektrody druhý, elektrolytem naplněný prostor, zatímco v protiležícím prostoru, ze kterého se odvádí reakční plyny, elektrolytická kapalina není. Ovšem zde se nejedná o elektrody s kapilární štěrbinou, jejichž podstatné znaky spočívají obvykle právě v rovnoměrném rozdělování elektrolytu uvnitř elektrody, vyvolaném kapilárním účinkem. Takto je výroba elektrod, které musí být opatřeny určitými póry, nákladná a odstraňování zbytkových plynů z pórů po vypnutí elektrolyzéru je složité.

Zvláště výrazného snížení ohmického odporu se dosáhne podle výhodného příkladného provedení vynálezu, kde hydrofilní reakční oblast elektrody s kapilární štěrbinou je bez mezery spojena se separátorem.

S výhodou sestává elektroda s kapilární štěrbinou z několika od sebe vzdálených a v podstatě navzájem rovnoběžně uspořádaných elektrodových prvků, které jsou uspořádány tak, že jsou v kontaktu se separátorem, tvoříce v podstatě kolmo k separátoru procházející kapilární štěrbinou, přičemž rozměr

(šířka) reakční oblasti ve směru kolmém k separátoru je menší, s výhodou podstatně menší než šířka oblasti transportu plynů u elektrodového prvku, navazující na reakční oblast.

Je výhodné vyrobit elektrodové prvky, popřípadě elektrody s kapilární štěrbinou hydrofilní a o šířce asi $1/4$ šířky elektrodových prvků, popřípadě tloušťky elektrody s kapilární štěrbinou, zatímco zbylá část elektrody s kapilární štěrbinou je vyrobena hydrofobní. K tomu může být reakční oblast opatřena hydrofilní krystalickou vrstvou, zatímco oblast transportu je opatřena hydrofobní vrstvou, například vrstvou tuku nebo vrstvou s hydrofobním plastovým polymerem.

V dalším výhodném provedení elektrolyzáru podle vynálezu je šířka pruhovitých elektrodových prvků (rozměr rovnoběžný se separátorem, případně ve směru šířky kapilární štěrbiny) asi 0,01 až 0,5 mm, šířka kapilární štěrbiny mezi elektrodovými prvky asi 0,05 až 0,25 mm a tloušťka elektrody s kapilární štěrbinou (popřípadě šířka elektrodových prvků kolmo k separátoru) je alespoň desetinásobkem šířky kapilární štěrbiny. Šířka kapilární štěrbiny je obzvláště závislá na způsobu, provozní teplotě, provozním tlaku a použitém elektrolytu, případně permeátu. Výše uvedené parametry mohou být také u elektrody s kapilární štěrbinou použity vždy nezávisle na sobě.

S výhodou jsou elektrodové prvky elektrody s kapilární štěrbinou, které mohou mít takovou stavbu, jaká je známa například z DD-PS 285 127 nebo DD-PS 285 128, rovnoběžně se separátorem hydrofilní a v navazující větší vnější postranní

oblasti hydrofobní, zvláště pokryté vrstvou, přičemž šířka části blízké k separátoru s hydrofilní charakteristikou je rovna asi $1/4$ šířky elektrodových prvků s hydrofobní vrstvou.

Výhodná konstrukční stavba elektrolyzéru se uskuteční tak, že separátorem je vodící prvek pro přívod elektrolytu, popřípadě permeátu k elektrodě s kapilární štěrbinou, zvláště k reakční oblasti přiléhající bez mezery k separátoru. Tímto způsobem může být podpořen účinek hydrofobní oblasti transportu plynu u elektrody s kapilární štěrbinou, tato větší oblast elektrody s kapilární štěrbinou může být tedy udržována prakticky prosta elektrolytu, případně permeátu a používána prakticky výlučně pro přívod nebo odvod reakčního plynu.

Výhodným způsobem může být jako separátor použita diaphragma nebo odpovídající membrána. Částečně postačuje například u elektrolýzy vody také dielektrické síťové nebo mřížové těleso pro oddělení anody a katody bez nebezpečí zkratu.

Výhodné provedení elektrolyzéru, které vede k velmi kompaktní stavbě s obzvláště malou celkovou tloušťkou elektrolyzéru, se uskuteční tak, že jako anoda a katoda je použito vždy po jedné elektrodě s kapilární štěrbinou, kde tyto přiléhají po obou stranách bez štěrbin k separátoru oddávajícímu elektrodový pár, takže anoda a katoda jsou od sebe odděleny pouze separátorem a jsou spojeny do komorového zařízení. Takovýto elektrolyzér je obzvláště vhodný pro elektrolýzu chloridů alkalických kovů a vody. Tímto je výhodněj-

ším způsobem uspořádán kapilární rozdělovač pro elektrolyt, případně permeát, procházející po celé šířce svisle uspořádaného separátoru, bezprostředně nad elektrodou, případně elektrodami s kapilární štěrbinou. To znamená, že elektrolyzér, zvláště vhodný pro elektrolýzu chloridů alkalických kovů a vody, je podle příkladného provedení předloženého vynálezu s výhodou uskutečněn tak, že separátor a k němu s výhodou bez mezery přiléhající elektroda nebo elektrody s kapilární štěrbinou jsou uspořádány svisle, a podél separátoru nad elektrodou s kapilární štěrbinou prochází rozdělovací zařízení ve tvaru nálevkovitého žlabu pro přísun elektrolytu nebo permeátu podél alspouh jedné povrchové plochy deskovitého separátoru, takže elektrolyt, popřípadě permeát (zvláště voda) vytvoří film podél hraniční plochy mezi separátorem a hydrofilní reakční oblastí elektrody, případně elektrod se štěrbinou.

V dalším příkladném provedení předloženého vynálezu s rychlým přívodem a odvodem reakčního plynu je prostor pro přívod nebo odvod reakčního plynu připojen bočně vně nebo axiálně nad hydrofobní oblastí transportu plynu elektrody s kapilární štěrbinou.

Jednoduchá stavba komor, například pro bipolární spádový filmový elektrolyzér SPE (tuhý polymerový elektrolyt) pro elektrolýzu vody, může být s výhodou uskutečněna s jedním elektrodovým párem, který je průběžně elektricky vodivý.

Výhodná stavba elektrolyzéru zvláště pro elektrolýzu chloridů alkalických kovů nebo vody může být uskutečněna tak, že separátor je vytvořen deskovitý, s párem elektrod

s kapilární štěrbinou v podstatě přiléhajícím bez mezery k němu a je spojen s elektrodami s kapilární štěrbinou do komorového zařízení, přičemž několik postranních, svisle od sebe vzdálených přívodů proudu, z vnějšku přiléhajících k elektrodám s kapilární štěrbinou tvoří opěrné a distanční kroužky mezi elektrodami s kapilární štěrbinou a pláštěm obklopujícím komorové zařízení. U takového provedení není nutné vyrobit separátor jako mechanicky samostatně nosný stavební prvek, protože elektrody s kapilární štěrbinou, samy o sobě tuhé a přesto pružně přiléhající, zvláště u provedení jak anody tak i katody jakožto elektrody s kapilární štěrbinou, po obou stranách separátoru tento mechanicky stabilizují, takže separátor může být proveden velmi tenký a relativně velmi nestabilní. Toto vede k další redukci tloušťky elektrolyzáru a umožňuje kromě toho použití jakožto materiály separátoru takových materiálů, které jsou sice elektrolyticky výhodné, ale dosud byly nepoužitelné, protože neumožňují použití separátoru vyrobeného z takového materiálu jako samostatný, mechanicky stabilní a nosný stavební prvek.

Vysoká hustota uložení elektrochemických komor uvnitř pláště může být podle dalšího příkladného provedení předloženého vynálezu, zvláště pro elektrolyzáru SPE ve vertikální konstrukci, realizována tak, že několik komorových zařízení sestávajících vždy z jednoho páru elektrod s kapilární štěrbinou se separátorem ležícím mezi nimi při planárním uspořádání je odděleno s výhodou elektricky vodivými dělicími stěnami, přičemž proti sobě navzájem ležící ostění pláště jsou

vytvořena jako elementy přívodu proudu. V tomto případě vynález výhodným způsobem umožňuje svislou konstrukci elektrolyzéru SPE v protikladu k dosavadní vodorovné konstrukci, přičemž je k dispozici vodní spádový film (permeát) a tímto způsobem může být realizována podstatně větší povrchová plocha elektrod, přičemž hydrofilní reakční oblast elektrody s kapilární štěrbinou zachycuje rozkládanou vodu ve formě filmu.

Podle dalšího příkladného provedení předloženého vynálezu pro použití elektrolyzéru jako bipolárního palivového článku je výhodné uspořádat mezi anodu a katodu elektrolytový prostor, jehož ostění tvoří pro elektrolyt propustné separátory spojené bez mezer s anodou nebo katodou, které jsou vždy vyrobeny jako elektrody s kapilární štěrbinou. S výhodou je při tom uspořádáno několik deskovitých párů elektrod v řadě za sebou a elektrolytové prostory jsou navzájem komunikačně spojeny nad a/nebo pod páry elektrod. Při tom může s výhodou jedna elektroda s kapilární štěrbinou z prvního elektrodového páru tvořit zároveň elektrodu dalšího elektrodového páru.

K tomu mohou být podle dalšího výhodného příkladného provedení vynálezu elektrody s kapilární štěrbinou ležící uvnitř uspořádání uloženy také podél svých protiležících vnějších stran vždy s jednou hydrofilní reakční oblastí, takže dané elektrody s kapilární štěrbinou jsou opatřeny okrajovými hydrofobními oblastmi transportu plynů.

Pro řešení uvedeného úkolu, to jest dodat nezávisle na určité konfiguraci, případně určitém použití, v rámci elek-

trochemických elektrolyzérů, zlepšenou elektrodu s kapilární štěrbinou pro elektrolytické reakce a procesy vyvíjející nebo spotřebovávající plyny, je elektroda s kapilární štěrbinou podle vynálezu opatřena prostředky pro oddělené vedení elektrolytu a reakčního plynu.

Elektroda s kapilární štěrbinou sestavená z několika rovnoběžně uspořádaných, od sebe vzdálených elektrodových prvků, mezi nimiž jsou vytvořeny kapilární štěrby, může mít konfiguraci, jaká je například známa z DD-PS 285 127 nebo DD-PS 285 128 a může sestávat z několika lamel, pásů, pruhů fólie nebo podobně. Podstatně zlepšený odvod, případně přívod reakčního plynu, který samotný neomezuje transport látky, se při tom uskuteční podle příkladného provedení tak, že elektrodové prvky jsou opatřeny alespoň jednou úzkou hydrofilní reakční oblastí, s výhodou uspořádanou na separátoru, ve které je pod kapilárním účinkem zachycován a ponecháván elektrolyt, případně permeát, a také na ni směrem ven navazující hydrofobní oblastí transportu plynu, která na základě své hydrofobní, tekutiny odvádějící stavby, zvláště na základě své povrchové vrstvy, zůstává prakticky prosta kapaliny elektrolytu nebo permeátu, takže se zmenší ohmický odpor elektrody s kapilární štěrbinou zamezením blokování účinné plochy elektrod bublinami plynu a zároveň je zajištěn rychlý přívod a odvod reakčního plynu do oblasti elektrolytických reakcí, aniž by byly transportem plynu rušeny.

S výhodou mají od sebe vzdálené elektrodové prvky tloušťku asi 0,01 až 0,05 mm a/nebo je v závislosti na použití elektrody s kapilární štěrbinou v rámci elektrochemic-

kého procesu, to je v závislosti na elektrochemickém postupu, provozní teplotě, provozním tlaku a elektrolytu, šířka kapilární štěrbiny mezi sousedními elektrodovými prvky asi 0,05 až 0,25 mm a/nebo má elektroda s kapilární štěrbinou tloušťku (s ohledem na šířku elektrodových prvků), která odpovídá alespoň desetinásobku šířky kapilární štěrbiny. Hydrofilní reakční oblast, která je vytvořena ve tvaru pruhů alespoň na jedné straně elektrodových prvků, odpovídá s výhodou šířkou asi $1/4$ celkové šířky elektrodových prvků (s ohledem na tloušťku elektrody s kapilární štěrbinou), zatímco zbylá část elektrody s kapilární štěrbinou je k dispozici jako oblast transportu plynů prakticky prostá elektrolytu (nebo permeátu), a vytvořením hydrofobní vrstvy, například z tuku nebo hydrofobních plastových polymerů je udržována prostá elektrolytu, případně permeátu. Hydrofilní oblast je tvořena například krystalickou vrstvou přitahující odpovídajícím způsobem elektrolyt.

Pro vyřešení uvedeného úkolu navrhnout zlepšený způsob elektrolýzy, který vede ke snížení ohmického odporu při zlepšeném transportu látek a k výhodnějším výkonovým parametrům a provozním podmínkám pro postup elektrolýzy, se postup výše uvedeného druhu provede podle vynálezu tak, že elektrolyt, popřípadě permeát a vznikající nebo spotřebovávaný reakční plyn jsou alespoň v podstatě uvnitř elektrody s kapilární štěrbinou vedeny odděleně a transport plynu v podstatě prakticky neovlivňuje elektrolytické reakce, v každém případě je neovlivňuje významně.

S výhodou je uvnitř elektrody s kapilární štěrbinou vytvořena uvnitř ležící reakční oblast, přivrácená k separátoru a naplněná elektrolytem, případně permeátem, a také oblast transportu plynu, zaujímající větší část elektrody s kapilární štěrbinou, v podstatě prostá kapalin, přičemž reakční plyn je s výhodou přiváděn kolmo k separátoru přes prostor bez kapalin v kapilární štěrbině elektrody s kapilární štěrbinou k její reakční oblasti naplněné elektrolytem nebo odváděn z reakční oblasti naplněné elektrolytem přes oblast transportu plynů elektrody s kapilární štěrbinou.

Podle dalšího výhodného provedení postupu podle vynálezu je elektrolyt, případně permeát, přiváděn k vnitřní hydrofilní reakční oblasti přiléhající k separátoru a tam tvoří tenký film z kapaliny, který se v této reakční oblasti kapilárně rozšíří, zatímco hydrofobní oblast elektrody s kapilární štěrbinou, odvrácená od separátoru, to je kapilární štěrbina v této oblasti, je udržována prakticky prosta elektrolytu nebo permeátu.

Dále je výhodné, jestliže je elektrolyt, případně permeát, přiváděn do elektrody s kapilární štěrbinou přes separátor.

Podle dalšího výhodného provedení vynálezu je elektrolyt, případně permeát, veden v podstatě kolmo ke směru transportu plynů přes elektrodu s kapilární štěrbinou podél separátoru, případně podél hraniční plochy mezi separátorem a elektrolyt, případně permeát přijímající hydrofilní reakční oblastí elektrody s kapilární štěrbinou.

Další výhodná provedení předmětu vynálezu, zvláště postupu podle vynálezu, jsou uvedena ve zbývajících podnárocích.

Pro předložený vynález je tedy podstatné to, že je k dispozici elektroda s kapilární štěrbinou, u které jsou elektrolyt a reakční plyny, které vznikají a jsou spotřebovávány při elektrolytickém procesu, vedeny odděleně, takže elektrolyt nebo permeát neomezuje transport reakčního plynu a reakční plyn neovlivňuje elektrolytické reakce. K tomu je použita elektroda s kapilární štěrbinou, do které je přiváděn elektrolyt, případně permeát, s výhodou pouze v jedné hydrofilní reakční oblasti, přivrácené k sousednímu separátoru, s výhodou k němu přiléhající, zatímco oblast elektrody s kapilární štěrbinou odvrácená od separátoru má hydrofobní charakter a proto zůstávají kapilární štěrby v této oblasti prosty elektrolytu, případně permeátu. Přívod elektrolytu do elektrody s kapilární štěrbinou se může provádět přes separátor, i za penetračního prostupování skrze něj, například když stěny elektrolytového prostoru tvoří separátor, případně separátory nebo při elektrolýze SPE s vodou. Přívod elektrolytu/permeátu (zvláště vody) může být uskutečňován také ve formě spádového filmu podél povrchové plochy separátoru na straně přivrácené k elektrodě s kapilární štěrbinou, zvláště shora, blízko horní strany elektrody s kapilární štěrbinou. Reakční plyn je odváděn, případně přiváděn přes oblasti, které jsou prosty elektrolytu nebo permeátu, s výhodou na straně elektrody s kapilární štěrbinou odvrácené od separátoru.

Zvláště výhodný způsob postupu spočívá v tom, že spádový film elektrolytu nebo permeátu, přiváděný shora k elektrodě s kapilární štěrbinou pomocí separátoru, se v ní rozprostře po celé, k separátoru přivrácené straně (hydrofilní oblast) elektrody s kapilární štěrbinou a v této formě je zafixován, a že reakční plyn je odváděn, případně přiváděn přes hydrofobní oblasti kapilárních štěrbin elektrod s kapilární štěrbinou, které jsou prosty elektrolytu nebo permeátu, v podstatě kolmo k separátoru, přičemž toto se může uskutečňovat také přes sběrný prostor pro plyn, případně průvodní prostor, který se nachází nad hydrofobní oblastí transportu plynu elektrody s kapilární štěrbinou. Separátor je vytvořen s výhodou ve formě diafragmy nebo membrány, přičemž alespoň jedna z obou elektrod je vytvořena jakožto elektroda s kapilární štěrbinou, která alespoň v podstatě přiléhá k separátoru, přičemž elektroda s kapilární štěrbinou sestává z několika vedle sebe a navzájem rovnoběžně uspořádaných elektrodových prvků, jejichž vzájemná vzdálenost je taková, že vyvolává kapilární účinek.

Vodící porstředky elektrody s kapilární štěrbinou pro oddělené vedení elektrolytu nebo permeátu a reakčního plynu sestávají s výhodou z úzké, elektrolyticky aktivní reakční oblasti, která přiléhá k separátoru a je hydrofilní, zatímco zbylá oblast elektrody s kapilární štěrbinou, která je odvrácena od separátoru, má hydrofobní charakter a je s výhodou opatřena odpovídající povrchovou vrstvou. Optimálních výkonových parametrů elektrolyzéru, případně elektrody s kapilární štěrbinou, je dosaženo tehdy, jestliže elektroda

s kapilární štěrbinou přiléhá skutečně bez mezery k uzavřenému filmu elektrolytu na dělicím elementu. Přiložení bez mezer způsobuje skokové snížení elektrického odporu a skokové zlepšení reakce a vede k výraznému zvýšení stupně účinnosti elektrody s kapilární štěrbinou, případně elektrolyzéru a elektrolýzy. Toho se dosáhne v tomto případě zmenšením dutých prostor, případně meziprostor mezi elektrodou s kapilární štěrbinou a separátorem a tak zabráněním seskupování plynu a koagulace bublin plynu mezi separátorem a elektrodou s kapilární štěrbinou, které mohou vést ke tvorbě plynového filmu, který jakožto elektrický izolátor omezuje elektrolýzu. Kromě toho má přiložení dvou elektrod s kapilární štěrbinou z obou stran separátoru bez mezer za následek vysokou mechanickou pevnost.

V účelném provedení elektrolyzéru prochází po celé šířce svisle uspořádaného separátoru bezprostředně nad elektrodou s kapilární štěrbinou kapilární rozdělovač pro elektrolyt. Na stranu elektrody s kapilární štěrbinou odvrácenou od separátoru může navazovat prostor pro přívod, případně odvod plynu.

Ukázalo se jako výhodné, jestliže jsou elektrodové prvky tlusté s výhodou 0,01 až 0,05 mm a jestliže šířka kapilární štěrbiny v závislosti na způsobu elektrolýzy, provozní teplotě, provozním tlaku a druhu elektrolytu nebo permeátu leží v rozmezí 0,05 až 0,25. Šířka elektrodových prvků, která zároveň tvoří tloušťku elektrody s kapilární štěrbinou, je s výhodou alespoň rovna desetinásobku šířky kapilární štěrbiny.

Zvláště malé tloušťky elektrolyzéru se dosáhne, jestliže anoda a katoda jsou odděleny pouze separátorem a jsou spojeny do komorového zařízení. Takovýto elektrolyzér je obzvláště vhodný pro elektrolýzu chloridů alkalických kovů a vody. Jestliže má být ovšem elektrolyt přiváděn přes elektrolytový prostor mezi elektrodami, pak je účelné vyrobit stěny elektrolytového prostoru jakožto separátory propustné pro elektrolyt, přičemž se elektrolyt nachází pouze uvnitř elektrolytového prostoru, separátoru a k tomu připojené hydrofilní hraniční vrstvě, v aktivní reakční oblasti elektrody s kapilární štěrbinou. Také u tohoto provedení elektrolyzéru je možné spojit několik anod a katod mezi nimi ležícími elektrolytovými prostory do komorového zařízení, přičemž elektrolytové prostory jsou také navzájem proudově spojeny.

Dále bude účinek předloženého vynálezu ještě jednou stručně vysvětlen.

U dosavadních elektrod s kapilární štěrbinou jsou obvykle vodorovné kapiláry mezi elektrodami naplněny elektrolytem. To znamená, že elektroda s kapilární štěrbinou v dosavadním provedení způsobuje úplné naplnění kapilární štěrbiny elektrolytem nebo permeátem, podmíněné kapilárním účinkem. I při nerovnoměrném přívodu elektrolytu, případně permeátu, zvláště při přívodu ve formě spádového filmu, umožňuje proto elektroda s kapilární štěrbinou rovnoměrné rozložení elektrolytu, případně permeátu po celé ploše elektrody a po celé její tloušťce. Zatímco to první, tedy velký aktivní povrch elektrod napuštěný elektrolytem nebo permeátem, je žádoucí, omezuje to druhé, tedy úplné naplnění elektrody

s kapilární štěrbinou elektrolytem nebo permeátem, odvod, případně přívod reakčního plynu přes elektrodu s kapilární štěrbinou s tím důsledkem, že bubliny plynu významně snižují intenzitu elektrolytických reakcí v aktivní oblasti elektrody. Plyn vznikající nebo potřebný při elektrolýze tvoří bubliny, které se musí pohybovat ven z kapilárních štěrbin. Při elektrolytické reakci vytvářející plyn jsou bubliny plynu, vznikající v reakční oblasti elektrod, velmi silně vytlačovány povrchovým napětím elektrolytu, případně permeátu, z pevné fáze ve středech štěrbin elektrodových prvků směrem ven. Tím dochází k velkému látkovému pohybu ve fázi kapalina-tuhá látka a tak k velké látkové výměně zmenšením tloušťky Nernstovy vrstvy.

Aby se na jedné straně zabránilo účinku plynové izolace uvnitř elektrody s následnou zvýšenou spotřebou proudu a omezením elektrolytické reakce bublinami plynu, je elektroda s kapilární štěrbinou podle vynálezu opatřena vodicími prostředky, které zajišťují oddělené vedení elektrolytu nebo permeátu a reakčního plynu uvnitř elektrody. S výhodou jsou tyto vodicí prostředky vytvořeny rozdělením elektrody na hydrofilní reakční oblast a hydrofobní oblast transportu plynů, nejlépe vytvořením odpovídající hydrofilní, případně hydrofobní povrchové vrstvy, přičemž hydrofilní provedení elektrody s kapilární štěrbinou zesiluje kapilární účinek pouze v úzké oblasti, která s výhodou těsně přiléhá k separátoru, a zajišťuje rozšíření elektrolytu, případně permeátu v této oblasti. Hydrofobní provedení zbylé větší oblasti elektrody s kapilární štěrbinou ruší kapilární účinek a udr-

žuje proto tuto oblast transportu plynu prostou elektrolytu, případně permeátu, takže zde může bez překážek probíhat transport plynu mezi elektrolytickou aktivní oblastí a od separátoru odvrácenou stranou elektrody s kapilární štěrbinou. Možnost přiložení elektrody s kapilární štěrbinou k separátoru, s výhodou bez mezer, umožňuje zase kompaktnější konstrukci. Kromě toho toto odstranění nutnosti provedení separátoru jako mechanicky samostatného stavebního prvku, protože elektroda s kapilární štěrbinou, sama o sobě tuhá a přesto přiléhající, zvláště při přiložení jak anody tak katody po obou stranách separátoru, jehož mechanickou stabilizaci přebírá, vede k postačující mechanické stabilitě komorového zařízení, takže separátor samotný může být proveden tenký a relativně nestabilní. Toto způsobuje další snížení tloušťky takovýmto způsobem konstruovaného elektrolyzéru a kromě toho umožňuje optimální volbu materiálu pro separátor z hlediska elektrochemického, aniž musí být brána v úvahu vlastní mechanická stabilita.

Aby bylo možno lépe odvádět tvořící se bubliny plynu uvnitř elektrody s kapilární štěrbinou, případně je přivádět do hydrofilní reakční oblasti elektrody s kapilární štěrbinou, má mít tato asi $1/4$ šířky elektrodových prvků, popřípadě tloušťky elektrody s kapilární štěrbinou, přičemž elektrolyt, případně permeát může být s výhodou zachycen a zafixován v této hydrofilní reakční oblasti. S výhodou má být elektrolyt, případně permeát, ve formě filmu podél separátoru, to je, má mít ve směru proudu a elektrického pole kolmo k separátoru minimální rozměr. V důsledku elektrolytového

filmu mají být kapilární štěrbinové elektrody s kapilární štěrbinou prostory elektrolytu. Tímto způsobem může reakční plyn vznikající ve filmu elektrolytu (nebo permeátu) bez překážek proudit pryč z elektrody s kapilární štěrbinou, případně být bez překážek přiváděn z okolí do filmu elektrolytu. Odděleného vedení reakčního plynu a elektrolytu, případně permeátu, je tedy dosaženo tak, že je vytvořena, příkladně pokrytím povrchu určitou vrstvou, úzká hydrofilní oblast elektrody s kapilární štěrbinou, a ta nasaje elektrolyt, případně permeát, a ve spojení se separátorem způsobí rozprostření elektrolytu, případně permeátu, do filmu, kryjícího povrchovou plochu, zatímco široká oblast elektrody s kapilární štěrbinou je vytvořena hydrofobní, příkladně pokrytím určitou vrstvou, takže nedochází ke vstupu elektrolytu nebo permeátu do této oblasti elektrody s kapilární štěrbinou a ta proto zůstává volná pro transport plynů.

Přehled obrázků na výkresech

Vynález bude dále podrobněji popsán na příkladných provedeních a pomocí obrázků, kde obr. 1 schematicky znázorňuje průřez elektrolyzérem se spádovým filmem, zvláště pro elektrolýzu chloridů alkalických kovů s katodou odtavující kyslík podle prvního příkladného provedení vynálezu, obr. 2 schematicky znázorňuje bipolární elektrolyzér SPE se spádovým filmem pro elektrolýzu vody podle dalšího příkladného provedení vynálezu, obr. 3 schematicky znázorňuje průřez bipolárním palivovým článkem s prostory pro elektrolyt podle dalšího příkladného provedení vynálezu a obr. 4 zvětšený de-

tail uspořádání elektrod s kapilární štěrbinou pro elektrolyzér podle obr. 1 až 3.

Příklady provedení vynálezu

Obr. 1 schematicky znázorňuje příčný průřez elektrolyzérem jako přístrojem se spádovým filmem pro elektrolyzu chloridů alkalických kovů s katodou *pohlcující* kyslík. Tento elektrolyzér, jehož detailní konstrukce je příkladně schematicky s perspektivou znázorněna na obr. 4, má uprostřed deskovitý separátor 1 nepropustný pro elektrolyt a propustný pro plyn, ke kterému přiléhají bez štěrbin po obou stranách svou konfigurací také deskovité elektrody 2, 3 s kapilární štěrbinou jako anoda a jako katoda. Elektrody 2, 3 s kapilární štěrbinou jsou pomocí svisle od sebe vzdálených lišt 4 pro přívod proudu opřeny o ostění pláště 5 elektrolyzéru. Přísun zředěného louhu se provádí shora skrz kapilární rozdělovač 6 přivádějící jej ve spádovém filmu na povrchu separátoru 1, přičemž kapilární rozdělovač 6 sestává z prostoru 6 rozdělovače a ze dna 8 rozdělovače, na který navazuje klínovitý kanálek 9 rozdělovače pro řízení hladiny přiváděného elektrolytu po celé šířce elektrod, popřípadě po šířce separátoru 1, a také z kapilárního rozdělovače 7. Ten zabezpečuje rovnoměrnou tloušťku spádového filmu elektrolytu podél plochy separátoru 1. Rozměr štěrbin kapilárního rozdělovače 7 se určuje v závislosti na požadovaném množství elektrolytu.

Konstrukce elektrod 2, 3 užitých jako anoda a katoda, která je více zřejmá z obr. 4, je provedena tak, že pásovitá

část nacházející se uvnitř, v kontaktu se separátorem 1, tvoří hydrofilní reakční oblast 10, popřípadě 13, ve kterém je spádový film elektrolytu pod kapilárním vlivem elektrod s kapilární štěrbinou zachycen a zadržen v jejich kapilárních štěrbinách 22 (viz obr. 4), zatímco zbylá oblast nava-
zující směrem ven na hydrofilní reakční oblast 10, 13 tvoří hydrofobní oblast 11, 11' pro transport plynů, jejíž hydrofobní vlastnosti, zvláště hydrofobní vrstva, převyšuje kapilární vliv kapilární štěrbiny 22 elektrody 2, popřípadě elektrody 3 s kapilární štěrbinou, takže hydrofobní části elektrod jakožto oblasti 11, 11' transportu plynu zůstanou prosty elektrolytu a spádový film elektrolytu se rozšíří do úzkého, pokud možno tenkého filmu podél separátoru 1 uvnitř hydrofilní reakční oblasti 10, 13 elektrod 2, 3 s kapilární štěrbinou. Takto vytvořený spádový film elektrolytu přijde proto v hydrofilní reakční oblasti 10, 13 kapilární struktury ve svislém směru propustné pro elektrolyt u anody 2, popřípadě katody 3 do kontaktu se separátorem 1, kterým je membrána nebo diafragma. Zvenku se do elektrolyzáru přivádí pod nízkým tlakem kyslík, který prochází přes prostor 14 přívodu plynu a kapilární štěrbinu 22 hydrofobní oblasti 11 transportu plynu katody 3. Zkoncentrovaný elektrolyt teče jako spádový film dolů a je odváděn ze sběrného prostoru 12 na dně elektrolyzáru. Ta část anody, která je na obr. 1 na pravé straně, má tomu odpovídající funkci. Konstrukce obou elektrod 2, 3 s kapilární štěrbinou je po obou stranách separátoru 1 stejná. Přes rozdělovač 6 se přivádí roztok chloridu sodného. Z hydrofilní reakční oblasti 13 anody 2 se

plynný chlor získaný elektrolytickou reakcí dostává přes kapilární štěrbinu 22 anody 2 do sousedního prostoru 14 pro přívod plynu a odtud ven. Zředěný solný roztok se odvádí ze sběrného prostoru 16 na dně elektrolyzéro.

Samotná konfigurace elektrod s kapilární štěrbinou může být dosažena různým způsobem, jak je to například známo z DD-PS 285 127, DD-PS 285 128. Elektroda 2, 3 s kapilární štěrbinou sestává vždy z planparalelních elektrodových prvků 23, které tvoří úzké proužky, které jsou za účelem vytvoření kapilární štěrbiny 22 vždy ve směru hlavní roviny separátoru 1 vzdáleny zvlněným distančním elektrodovým prvkem 23a. Uvnitř hydrofilní reakční oblasti 10, 13 může být elektrolyt přepravován také vertikálně přes elektrody 2, 3 s kapilární štěrbinou, protože zvlněné distanční elektrodové prvky 23a prakticky nezamezují kapilární účinek ve vertikálním, vzhledem k separátoru 1 planparalelním směru uvnitř hydrofilní reakční oblasti 10, 13.

Samozřejmě mohou být zvoleny také jiné konfigurace elektrodových prvků ve tvaru lamel, pásů a pruhů fólie, s integrálním vroubkováním a profilací a podobně, jak je to známo z dosavadního stavu techniky (srovnej např. také WO 91/00379). V tomto příkladném provedení se vnitřním přiložením vždy uvnitř ležící hydrofilní reakční oblasti 10, 13 k separátoru 1 vytvoří v této elektrodové oblasti souvislý elektrolytický film. Hydrofobní provedení oblastí 11, 11' transportu plynů elektrod 2, 3 s kapilární štěrbinou vede ovšem k tomu, že v těchto částech elektrod 2, 3 s kapilární štěrbinou je účinek odvádění tekutiny vyrovnáván kapilárním

účinkem, takže elektrody zůstávají v oblastech 11, 11' transportu plynu prosty elektrolytu.

Ve výhodném provedení je tloušťka d elektrodových elementů 23, popřípadě distančních elektrodových elementů 23a rovna 0,01 až 0,05 mm a délka W kapilární štěrbiny 22 v závislosti na způsobu elektrolýzy, na provozní teplotě, provozním tlaku a druhu elektrolytu je v rozmezí 0,05 až 0,25 mm. Šířka b, která zároveň představuje tloušťku elektrod 2, 3 s kapilární štěrbinou odpovídá alespoň desetinásobku délky W kapilární štěrbiny 22.

Elektrolyt má být v hydrofilních reakčních oblastech 10, 13 anodové a katodové elektrody 2, 3 s kapilární štěrbinou pokud možno řídký. S výhodou odpovídá šířka B hydrofilní reakční oblasti 10, popřípadě 13, asi 1/4 šířky b elektrodových prvků 23, případně 23a, to jest asi 1/4 tloušťky elektrod.

Hydrofilní reakční oblastí, která je tvořena hydrofilní, nejlépe krystalickou, elektrolyt nasávající vrstvou, je uskutečněno vodící zařízení oddělující elektrolyt a reakční plyn uvnitř elektrody 2, 3 s kapilární štěrbinou. Zároveň se v této oblasti zesílí kapilární účinek a při malé tloušťce filmu elektrolytu se vytvoří možnost větších stavebních jednotek elektrolyzéru s příslušně velkým průtokem za časovou jednotku. Hydrofobní část elektrodových prvků 23, 23a, která slouží jako úsek transportu plynu pro plyný kyslík u katody a plyný chlor u anody, je také tvořena odpovídající, kapalinu odpuzující vrstvou na povrchu tohoto úseku elektrodových prvků 23, 23a, například polymerovou vrstvou odvádějící

kapalinu a mastnotu. Přívod proudu se zde uskutečňuje pomocí proudových lišt 4 bezprostředně přiléhajících k hydrofobní vnější straně elektrod 2, 3 s kapilární štěrbinou. Transport plynu skrz elektrodu se s výhodou provádí svisle k separátoru 1, to je, ve směru elektrického pole mezi anodou 2 a katodou 3 ve spojení s vnějšími sběrnými komorami 14 pro plyn. Ty mohou být ovšem také vynechány, jak ukazuje následující, ještě vysvětlené příkladné provedení vynálezu, přičemž v tomto případě je odvod reakčního plynu z hydrofobních částí kapilární štěrbiny 22 prováděn nahoru čelně k elektrodám 2, 3 s kapilární štěrbinou, to je, v podstatě rovnoběžně se separátorem 1.

Obr. 2 znázorňuje elektrolyzér SPE (tuhý polymerní elektrolyt), to je blok komor, sestávající z několika komorových zařízení s tuhým elektrolytem, která zase sestává z páru elektrod s kapilární štěrbinou, jako anody 2 a katody 3, oddělených například membránou s elektrolytickými vlastnostmi.

Dosavadní komory SPE pro elektrolýzu vody mají obecně jako separátor membránu s tenkou porézní elektrodou jako oboustrannou vrstvou pro vytvoření anody a katody. Pro rozklad se komorové zařízení obecně uspořádá vodorovně a pouze na horní straně se zaplaví vodou. Toto zařízení vykazuje přitom kvůli malým plochám poměrně malé výkony.

V uvedeném příkladném provedení může být elektrolyzér pomocí uspořádání elektrod s kapilární štěrbinou, které je vysvětleno už v popisu obr. 1 a 4, a vodního spádového filmu s výhodou sestaven vertikálně a velmi kompaktně. Předpokla-

dem pro takovouto jednoduchou, kompaktní stavbu je, že elektrodové prvky 23 (srovnej obr. 4), které tvoří elektrody 2, 3 s kapilární štěrbinou, přiléhající jako anoda a katoda bez mezery k separátoru 1, jsou průběžně elektricky vodivé, přičemž se zase uskuteční rozdělení elektrod 2, 3 s kapilární štěrbinou na hydrofilní reakční oblast 10, popřípadě 13 a větší, hydrofobní oblast 11, 11' transportu plynu (jak bylo vysvětleno výše).

V tomto případě slouží hydrofilní reakční oblast 10, 13 elektrod 2, 3 s kapilární štěrbinou k uložení a zachycení vody jako rozkládané permeační kapaliny ve formě filmu a pevně drží tento vodní film, zatímco hydrofobní oblasti 11, 11' elektrod 2, 3 s kapilární štěrbinou jsou prosty vody a slouží k oddělenému odvodu kyslíku a vodíku. Tímto způsobem lze uskutečnit podstatně větší rozměry komor při zmenšeném ohmickém odporu komory a tím podstatně zvětšit stupeň účinnosti elektrolyzáru, čemuž napomáhá přiložení elektrod s kapilární štěrbinou bez mezer k membránovitému separátoru 1. Elektrolyzáru SPE podle obr. 2 má v uvedeném případě tři rovnoběžná, po řadě sestavená komorová zařízení, sestávající vždy z anody a katody se štěrbinou a z membránovitého separátoru 1 ležícího mezi nimi, kde tato komorová zařízení jsou uvnitř bipolárního bloku komor spojena vždy jednou tenkou, elektricky vodivou dělicí stěnou 15.

V tomto příkladném provedení mohou zcela odpadnout bezprostřední přívody proudu do elektrod 2, 3 s kapilární štěrbinou a prostory pro elektrolyt a bočně vně ležící prostory pro odvod plynů, takže základní plocha elektrolyzáru může

být podstatně zmenšena, a tak se získá velmi kompaktní blok komor. Také v tomto případě se použitá čistá voda přivádí na stěny anody kapilárním rozdělovačem 7. Tímto způsobem jsou komory SPE provozuschopné i se svislým uspořádáním elektrod. Přebytková voda se přes sběrač 18 dostává z elektrolyzéru. Stěny 19, 20 pláště slouží zároveň jako anodový, popřípadě katodový přívod proudu.

Obr. 3 znázorňuje příčný průřez dalším příkladným provedením ve formě bipolárního palivového článku pro výrobu proudu, přičemž s ohledem na detaily konstrukce elektrod s kapilární štěrbinou, které jsou použity jako anoda 2, popřípadě katoda 3, je znovu odkazováno na předcházející obr. a obr. 4. V tomto případě jsou tři komorová zařízení, sestávající vždy z anody 2, katody 3 a alespoň jednoho separátoru 1 a také příslušného přívodu elektrolytu, tvořeny celkem dvěma páry elektrod, to je, elektrodou s kapilární štěrbinou s hydrofilní reakční oblastí ležící uvnitř a přivrácenou k elektrolytu a separátoru 1, a se zbylou hydrofobní oblastí transportu plynu. Elektrody ležící uvnitř, tedy katoda 3A s kapilární štěrbinou a uvnitř ležící anoda 2A s kapilární štěrbinou tvoří další elektrodový pár a článek, takže uvnitř ležící elektrody 2A, 3A patří vždy dvěma článkům. Za tímto účelem jsou anoda 2A a katoda 3A vždy po obou stranách opatřeny v okrajové oblasti hydrofilní vrstvou a mají podél obou svých planoparalelních vnějších ploch hydrofilní reakční oblast 10, 13, zatímco vnitřní středová oblast 11 anody 2A a katody 3A je vytvořena pro vertikální transport plynů hydrofobní. V tomto případě jsou ve spojení s každou vnější

stranou hydrofilní reakční oblasti 10 elektrod 2, 3, 2A, 3A vždy uspořádány separátory 1 takže jsou elektrodové páry 2, 3A, 3, 2A, 2A, 3A vždy odděleny dvěma separátory 1, které zase vždy uzavírají jeden elektrolytový prostor. Tímto způsobem vytvořené tři elektrolytové prostory 21 jsou navzájem proti proudu a po proudu anod 2, 2A s kapilární štěrbinou, popřípadě katod 3, 3A s kapilární štěrbinou propojeny a s výhodou jimi zdola nahoru proudí elektrolyt, popřípadě tvořící se voda (na obr. 3 ve směru šipky). Hydrofilní reakční oblasti 10, 13 anod 2, 2A a katod 3, 3A jsou smáčivé a tvoří místo elektrolytické reakce, zatímco zbylé hydrofobní oblasti 11 slouží k přívodu a odvodu reakčních plynů vodíku a kyslíku k palivovému článku.

Palivo, například vodík, se pod tlakem přivádí ke katodám 3, 3A, a kyslík, případně vzduch, k anodám 2, 2A. Zde blíže neznázorněné, elektricky vodivé stěny 19, 20 pláště spojené s vnější katodou 3, případně anodou 2, slouží jako proudové čidlo. Podle pracovních teplot a použitých elektrolytů se hydrofilní reakční oblasti 10 elektrod 2, 2A, 3, 3A, s kapilární štěrbinou vybaví odpovídajícími katalyzátory, u alkalické nízkoteplotní komory například anodicky z niklu dotovaného titanem nebo katodicky ze stříbra dotovaného niklem. U jiného provedení mohou být katalyzátory také uspořádány na separátorech 1 a elektrody 2, 2A, 3, 3A s kapilární štěrbinou mohou samotné sloužit k transportu látky i vyrovnanému proudovému vedení.

Ve srovnání s příkladným provedením pro vodní elektrolyzér podle obr. 2 zde odpadají elektricky vodivé dělicí

stěny 15, takže mohou být tímto zmenšeny články palivových článků ve spojení s vícevalentním využitím vnitřních elektrod 2A, 3A o asi 50% jejich tloušťky.

Podle tohoto postupu lze u těchto elektrod s kapilární štěrbinou a u elektrolyzérů sestavených z takovýchto elektrod s kapilární štěrbinou realizovat velmi těsně uspořádané, velkoplošné reaktory pro elektrolýzu. Vedle své kompaktnosti mají ještě další výhodu, a to, že mají podstatně nižší ohmický odpor než známé elektrolyzéry, takže mohou pracovat s vyšším proudem, popřípadě s nižší proudovou spotřebou a také může být zlepšen průtok látky za jednotku času i stupeň účinnosti daného elektrolyzéru.

Dalšího zvýšení průtoku se dosáhne tím, že elektrolyzéry mohou pracovat s vyššími tlaky. Výroba elektrod s kapilární štěrbinou může být prováděna strojně a tedy velmi efektivně. Jejich trvanlivost je velmi vysoká, takže tyto elektrody s kapilární štěrbinou a tedy i elektrolyzéry mají dlouhou životnost.

P A T E N T O V Ě N Á R O K Y

č.j.	0 0 9 1 2 2
DOŠLO	1 6 . 1 1 . 9 4
UŘAD PRŮMYSL. ÚVĚHO VLASTNICTVÍ	PŘÍL.

1. Elektrolyzář pro elektrolytické reakce vyvíjející nebo spotřebovávající plyn, zvláště pro elektrolýzu chloridů alkalických kovů nebo vody, nebo jako palivový článek pro výrobu proudu, s elektrolytem a alespoň jedním elektrodovým párem odděleným separátorem, s alespoň jednou elektrodou s kapilární štěrbinou, v y z n a č u j í c í s e t í m , že elektroda (2, 3, 2A, 3A) s kapilární štěrbinou je opatřena alespoň jednou hydrofilní, elektrolyticky aktivní reakční oblastí (10, 13) a jednou hydrofobní, elektrolyticky neaktivní oblastí (11, 11') transportu plynu pro oddělené vedení elektrolytu nebo permeátu a reakčního plynu.

2. Elektrolyzář podle nároku 1, v y z n a č u j í c í s e t í m , že hydrofilní reakční oblast (10, 13) sousedící se separátorem (1) tvoří k němu přivrácenou elektrodovou část a oblast (11, 11') transportu plynu tvoří od separátoru (1) vzdálenou a odvrácenou elektrodovou část.

3. Elektrolyzář podle nároku 1 nebo 2, v y z n a č u j í c í s e t í m , že hydrofilní reakční oblast (10, 13) elektrody (2, 2A, 3, 3A) s kapilární štěrbinou je bez mezery spojena se separátorem (1).

4. Elektrolyzář podle alespoň jednoho z nároků 1 až 3, v y z n a č u j í c í s e t í m , že elektroda (2, 2A,

3, 3A) s kapilární štěrbinou sestává z několika elektrodových prvků (23, 23A), které jsou uspořádány v kontaktu se separátorem (1) a tvoří v podstatě ortogonálně k separátoru (1) procházející kapilární štěrby (22), přičemž šířka (B) hydrofilní reakční oblasti (10, 13) ve směru ortogonálním k separátoru (1) je menší, s výhodou podstatně menší než šířka oblasti (11, 11') transportu plynu navazující na hydrofilní reakční oblast (10, 13) u elektrodových prvků (23, 23a).

5. Elektrolyzátor podle nároku 4, v y z n a č u j í c í s e t í m , že šířka (B) hydrofilní reakční oblasti (10, 13) je rovna maximálně třetině, s výhodou asi čtvrtině šířky (B) elektrody (2, 2A, 3, 3A) s kapilární štěrbinou ve směru ortogonálním k separátoru (1).

6. Elektrolyzátor podle nároku 5, v y z n a č u j í c í s e t í m , že elektroda (2A, 2B) s kapilární štěrbinou je podél navzájem proti sobě ležících vnějších stran opatřena dvěma hydrofilními reakčními oblastmi (10, 13), oddělenými hydrofobní oblastí (11) transportu plynu ve středové části elektrody (2A, 2B) s kapilární štěrbinou.

7. Elektrolyzátor podle alespoň jednoho z nároků 4 až 6, v y z n a č u j í c í s e t í m , že tloušťka (D) elektrodových prvků (23, 23a) je v rozmezí asi 0,01 až 0,05 mm, délka (W) kapilární štěrby (22) je asi 0,05 až 0,25 mm, zatímco tloušťka (D) elektrody (2, 2A, 3, 3A)

s kapilární štěrbinou kolmo k separátoru (1) je rovna alespoň desetinasobku délky (W) kapilární štěrbiny (22).

8. Elektrolyzér podle alespoň jednoho z nároků 1 až 7, v y z n a č u j í c í s e t í m , že elektrodové prvky (23, 23a) jsou ve formě pruhů rovnoběžně se separátorem (1) opatřeny hydrofilní a hydrofobní vrstvou, přičemž šířka (B) separátoru blízké elektrodové části hydrofilní vrstvy odpovídá asi čtvrtině šířky elektrodových prvků (23, 23a) opatřených ve zbylé části hydrofobní vrstvou.

9. Elektrolyzér podle alespoň jednoho z nároků 1 až 8, v y z n a č u j í c í s e t í m , že separátor (1) je prvkem pro přívod elektrolytu nebo permeátu k elektrodě (2, 2A, 3, 3A) s kapilární štěrbinou, zvláště k její hydrofilní reakční oblasti (10, 13) bez mezery přiléhající k separátoru (1), přičemž separátorem (1) je diafragma nebo membrána.

10. Elektrolyzér podle alespoň jednoho z nároků 1 až 9, v y z n a č u j í c í s e t í m , že jako anoda a katoda je vždy k dispozici elektroda (2, 2A, 3, 3A) s kapilární štěrbinou přiléhající po obou stranách bez mezer k separátoru (1) oddělujícímu elektrodový pár (2, 2A, 3, 3A).

11. Elektrolyzér podle alespoň jednoho z nároků 1 až 10, v y z n a č u j í c í s e t í m , že elektrolyt nebo permeát tvoří podél hraniční plochy elektrody (2, 2A, 3,

3A) s kapilární štěrbinou podél separátoru (1) v hydrofilní reakční oblasti (10, 13) elektrody (2, 2A, 3, 3A) s kapilární štěrbinou film, přičemž separátor (1) a elektroda (2, 2A, 3, 3A) s kapilární štěrbinou jsou uspořádány svisle, zatímco podél separátoru (1) nad elektrodou (2, 2A, 3, 3A) s kapilární štěrbinou prochází rozdělovací zařízení (6', 6, 7, 8, 9) pro přívod elektrolytu nebo permeátu spádovým filmem do elektrody (2, 2A, 3, 3A) s kapilární štěrbinou podél separátoru (1).

12. Elektrolyzátor podle alespoň jednoho z nároků 1 až 11, v y z n a č u j í c í s e t í m , že prostor (14) pro přívod nebo odvod plynu navazuje laterálně vně a/nebo axiálně nad hydrofobní oblast (11, 11') transportu plynu elektrody (2, 2A, 3, 3A) s kapilární štěrbinou.

13. Elektrolyzátor podle alespoň jednoho z nároků 1 až 12, v y z n a č u j í c í s e t í m , že elektrodový pár je průběžně elektricky vodivý.

14. Elektrolyzátor podle alespoň jednoho z nároků 1 až 13, v y z n a č u j í c í s e t í m , že separátor (1) s elektrodami (2, 3) přiléhajícími k němu jako anoda a katoda, je vyroben deskovitý a je spojen do článku, přičemž několik lišt (4) pro přívod proudu, přiléhajících zvenku bočně a svisle a se vzájemným odstupem k elektrodám (2, 3) s kapilární štěrbinou, tvoří opěrné a distanční prvky vůči plášti (5) obklopujícímu komorové zařízení.

15. Elektrolyzér podle nároku 14, v y z n a č u j í c í s e t í m , že je k dispozici několik sestav článků, sestávajících vždy z jednoho elektrodového páru (2, 3) s kapilární štěrbinou a separátoru ležícího mezi nimi, v planárním uspořádání, oddělených s výhodou elektricky vodivými dělicími stěnami (15), přičemž navzájem proti sobě ležící vnější ostění (19, 20) pláště tvoří prvky pro přívod proudu.

16. Elektrolyzér podle alespoň jednoho z nároků 1 až 15, v y z n a č u j í c í s e t í m , že mezi anodou (2, 2A) a katodou (3, 3A) je uspořádán elektrolytový prostor (21), jehož ostění tvoří pro elektrolyt propustné separátory (1) spojené bez mezer s katodou (3, 3A) nebo s anodou (2, 2A), vyrobenou jako elektroda s kapilární štěrbinou.

17. Elektrolyzér podle nároku 16, v y z n a č u j í c í s e t í m , že několik deskovitých elektrodových párů (2, 2A, 3, 3A) je uspořádáno za sebou a elektrolytové prostory (21) jsou po proudu a/nebo proti proudu elektrodových párů (2, 2A, 3, 3A) nad a/nebo pod nimi propojeny.

18. Elektrolyzér podle nároku 17, v y z n a č u j í c í s e t í m , že elektroda (2A, 3A) s kapilární štěrbinou prvního elektrodového páru (2, 2A, 3, 3A) tvoří zároveň elektrodu dalšího elektrodového páru (2A, 3A) a tato

elektroda (2A, 3A) s kapilární štěrbinou je podél svých separátoru blízkých, protilehlých vnějších stran opatřena dvěma hydrofilními reakčními oblastmi (10, 13).

19. Elektroda s kapilární štěrbinou pro elektrolytické reakce vyvíjející nebo spotřebovávající plyn, zvláště pro elektrolýzu chloridů alkalických kovů nebo vody, nebo jako palivový článek pro výrobu proudu s několika od sebe vzdálenými elektrodovými prvky, mezi kterými jsou vytvořeny kapilární štěrbinny, v y z n a č u j í c í s e t í m , že elektroda (2, 2A, 3, 3A) s kapilární štěrbinou je opatřena alespoň jednou hydrofilní, elektrolyticky aktivní reakční oblastí (10, 13) a jednou hydrofobní, elektrolyticky neaktivní oblastí (11, 11') transportu plynu pro oddělené vedení elektrolytu nebo permeátu a reakčního plynu.

20. Elektroda s kapilární štěrbinou podle nároku 19, v y z n a č u j í c í s e t í m , že s hydrofilní reakční oblastí (10, 13) je spojen separátor.

21. Elektroda s kapilární štěrbinou podle nároku 19 nebo 20, v y z n a č u j í c í s e t í m , že tloušťka (d) elektrodových prvků (23, 23a) leží v rozmezí asi 0,01 až 0,05 mm, šířka (W) kapilární štěrbinny (22) mezi alespoň v podstatě rovnoběžně navzájem uspořádanými elektrodovými prvky (22) je rovna asi 0,05 až 0,25 mm, přičemž šířka (B) hydrofilní reakční oblasti (10, 13) elektrodových prvků

(23, 23a) odpovídá asi jedné čtvrtině šířky (B) elektrodových prvků (23, 23a).

22. Elektroda s kapilární štěrbinou podle alespoň jednoho z nároků 19 až 21, v y z n a č u j í c í s e t í m , že elektroda (2A, 2B) s kapilární štěrbinou je podél navzájem proti sobě ležících vnějších stran opatřena dvěma hydrofilními reakčními oblastmi (10, 13), oddělenými hydrofobní oblastí (11) transportu plynu ve středové části elektrody (2A, 2B) s kapilární štěrbinou.

23. Způsob elektrolýzy pro procesy vyvíjející nebo spotřebovávající plyn v elektrolyzérech s alespoň jedním elektrodovým párem, kde alespoň jedna z elektrod je elektroda s kapilární štěrbinou, která je od další elektrody oddělena alespoň jedním separátorem, s elektrolyzérem podle nároku 1, v y z n a č u j í c í s e t í m , že tento elektrolyt nebo permeát a vznikající nebo spotřebovávány reakční plyn jsou vedeny odděleně alespoň v podstatě uvnitř elektrody s kapilární štěrbinou a elektrolyt v podstatě neovlivňuje transport plynu a transport plynu v podstatě neovlivňuje elektrolytické reakce.

24. Způsob podle nároku 23, v y z n a č u j í c í s e t í m , že v elektrodě s kapilární štěrbinou je vytvořena hydrofilní reakční oblast přivracená k separátoru a naplněná elektrolytem, a také oblast transportu plynu zahrnující největší část elektrody s kapilární štěrbinou, v podstatě

prostá elektrolytu, a reakční plyn je veden v podstatě kolmo k separátoru a/nebo rovnoběžně se separátorem přes v podstatě elektrolytu prostou hydrofobní oblast transportu plynu kapilární štěrbinou elektrody s kapilární štěrbinou k její elektrolytem naplněné, hydrofilní reakční oblasti nebo je tímto odváděna z elektrolytem naplněné, hydrofilní reakční oblasti.

25. Způsob podle nároku 23 nebo 24, v y z n a č u j í c í s e t í m , že elektrolyt nebo permeát je přiváděn jen do jedné vnitřní hydrofilní reakční oblasti přiléhající k separátoru a pak se v hydrofilní reakční oblasti kapilárně šíří, zatímco hydrofobní oblast transportu plynu odvrácená od separátoru je udržována v podstatě prosta elektrolytu.

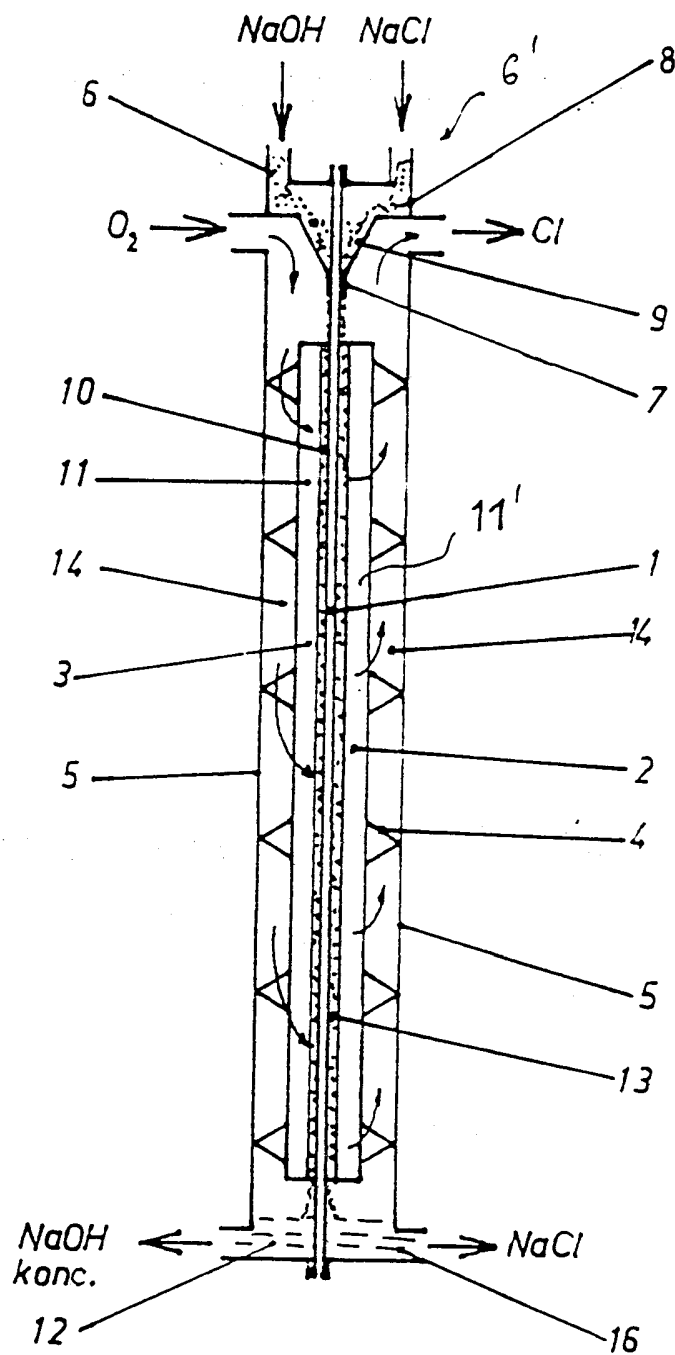
26. Způsob podle alespoň jednoho z nároků 23 až 25, v y z n a č u j í c í s e t í m , že elektrolyt nebo permeát je přiváděn do elektrody s kapilární štěrbinou přes separátor, v podstatě kolmo ke směru transportu reakčního plynu podél separátoru, s výhodou jako spádový film, do hydrofilní reakční oblasti elektrody s kapilární štěrbinou, zachycující elektrolyt.

27. Způsob podle alespoň jednoho z nároků 23 až 26, v y z n a č u j í c í s e t í m , že elektrolyt je veden v elektrolytovém prostoru nacházejícím se mezi anodou a katodou a je přiváděn přes stěnu elektrolytového prostoru, vytvořenou jako elektrolyt propouštějící separátor

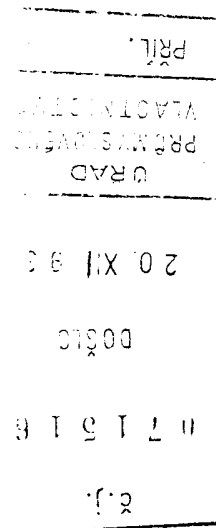
k elektrodě s kapilární štěrbinou vytvořené jako anoda a/nebo katoda.

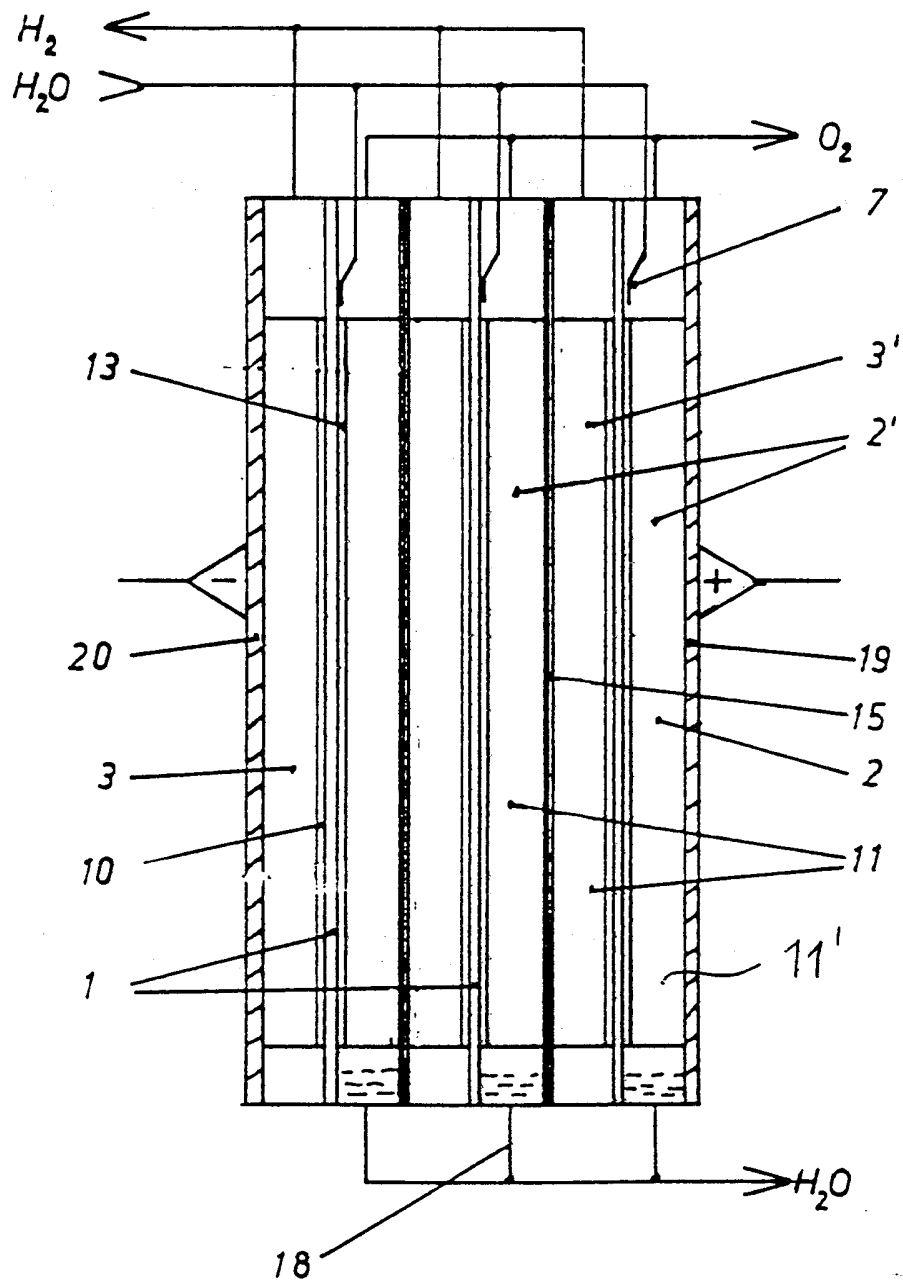
28. Způsob podle nároku 27, v y z n a č u j í c í s e t í m , že elektrolyt je přiváděn ze dvou stran vždy přes jeden separátor do elektrod s kapilární štěrbinou, opatřených vždy jednou hydrofilní reakční oblastí podél protilehlých vnějších stran a tento elektrolyt nebo permeát, obzvláště voda, je přiváděn do elektrody s kapilární štěrbinou ve formě spádového filmu po povrchu separátoru, zatímco tento elektrolyt nebo permeát je přiváděn k povrchu separátoru shora, blízko horní strany elektrody s kapilární štěrbinou, přičemž reakční plyn je odváděn, případně přiváděn, přes oblasti v elektrodě s kapilární štěrbinou, které jsou prosty elektrolytu, především na její straně odvrácené od separátoru.

29. Způsob podle alespoň jednoho z nároků 23 až 28, v y z n a č u j í c í s e t í m , že spádový film elektrolytu nebo permeátu, přiváděný shora k elektrodě s kapilární štěrbinou se rozšíří v elektrodě s kapilární štěrbinou po celé, k separátoru přiléhající straně elektrody s kapilární štěrbinou a je zachován v této formě, a že reakční plyn je odváděn, případně přiváděn přes kapilární štěrbinu prostou elektrolytu nebo permeátu, zvláště vody, v elektrodě s kapilární štěrbinou v podstatě kolmo k separátoru.

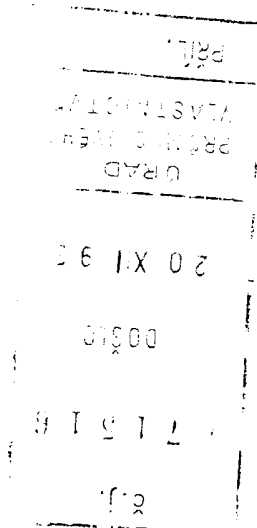


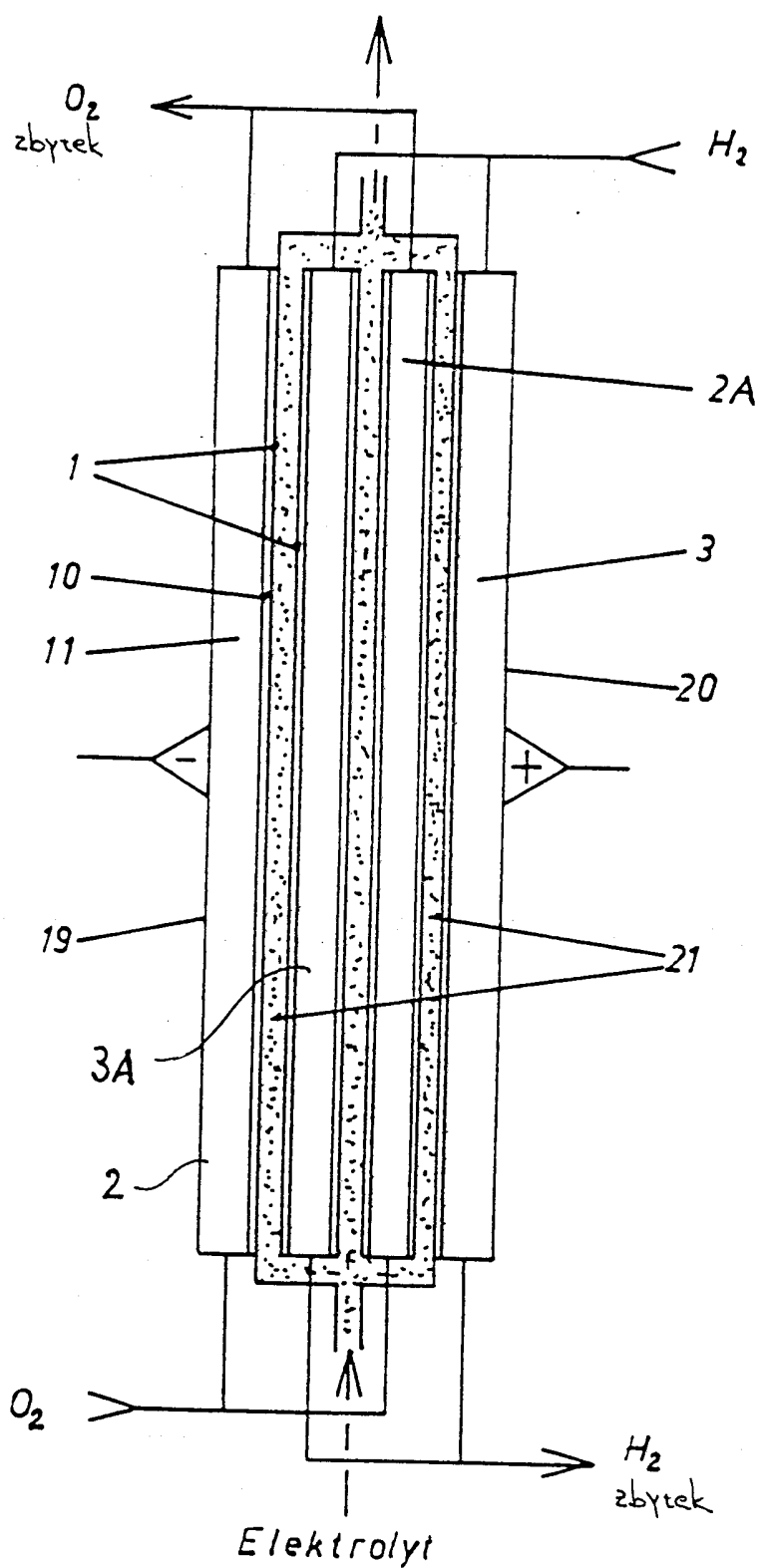
Obr. 1



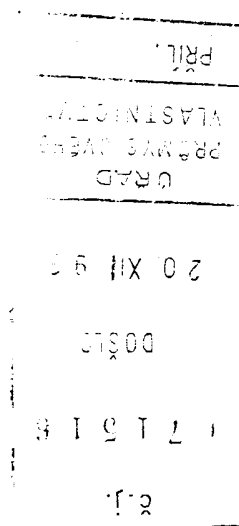


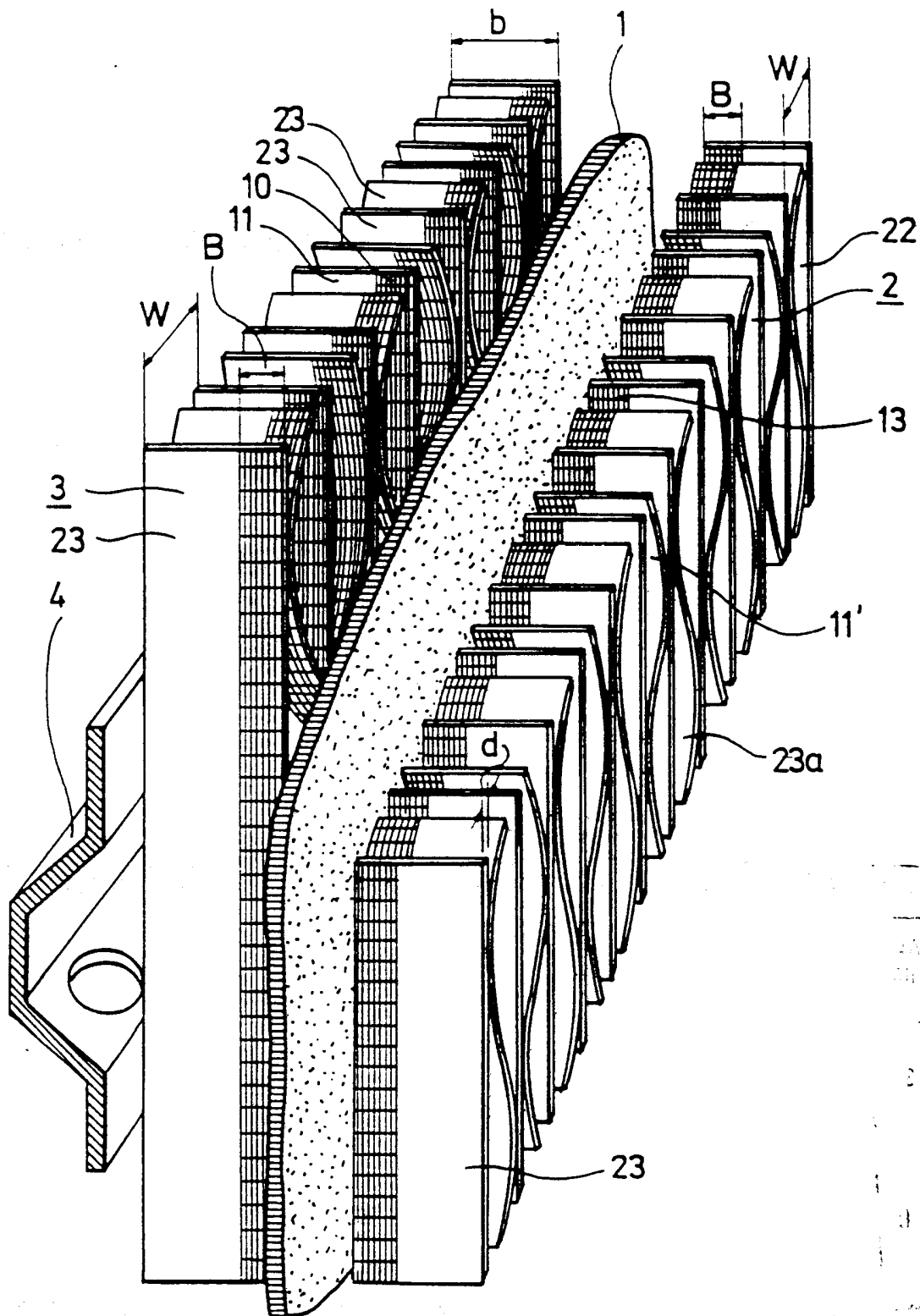
obr. 2





obr. 3





Obr. 4

Pril.
PRAMENY VLASTIVOSTI
VRAD
20 XII 93
00510
71510
6.1.