



NORGE

(19) [NO]

[B] (12) **UTLEGNINGSSKRIFT** (11) **Nr. 157544**

STYRET FOR DET
INDUSTRIELLE RETTSVERN

(51) Int. Cl.⁴ C 25 B 1/46, 9/00

(83)

(21) Patentsøknad nr. **802140**
(22) Inngivelsesdag 16.07.80
(24) Løpedag 16.07.80
(62) Avdelt/utskilt fra søknad nr.

(86) Internasjonal søknad nr. -
(86) Internasjonal inngivelsesdag -
(85) Videreføringsdag -
(41) Alment tilgjengelig fra 04.02.81
(44) Utlegningsdag 28.12.87

(71)(73) Søker/Patenthaver **ORONZIO DE NORA IMPIANTI
ELETTROCHIMICI S.P.A.,
Via Bistolfi 35,
20134 Milano,
Italia.**

(72) Oppfinner **ORONZIO DE NORA,
Milano,
Italia.**

(74) Fullmektig Siv.ing. Arthur Øvrebø,
Bryns Patentkontor A/S, Oslo.

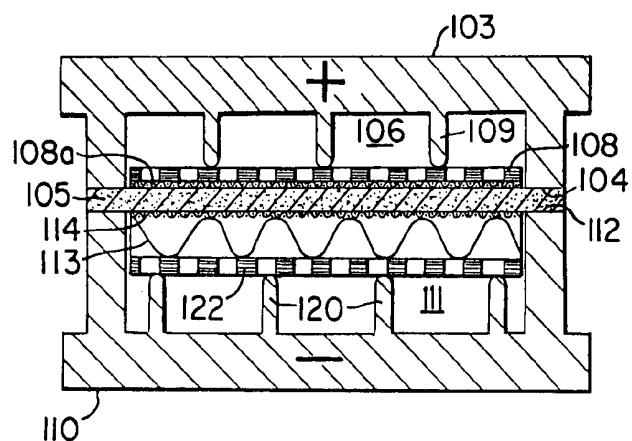
(30) Prioritet begjært 03.08.79, 28.01.80, IT,
24919 A/79, 19502 A/80.

(54) Oppfinnelsens benevnelse **FREMGANGSMÅTE FOR I EN ELEKTROLYSEANORDNING Å FORDELE DEN
ELEKTRISKE STRØMMEN OVER EN ELASTISK, PORØS OG PERMEABEL
ELEKTRODES OVERFLATE, SAMT ELEKTROLYSEANORDNING.**

(57) Sammendrag
Elektrolysecelle med en anode (7,108) og katode (14,114) adskilt av en ione-permeabel membran (5,105) eller diafragma hvor porøse elektroder (7,14,114,108) er presset i direkte kontakt med en eller begge sidene av membranen eller diafragmaet (105), hvis ene elektrode er tilknyttet en rynket elastisk sammentrykkbar vevning (113), som presser elektroden mot membranen eller diafragmaet. Vevningen (113) har i det vesentlige samme utstrekning som motsatte elektrode og/eller elektrode aktivt område av diafragmaet eller membranen (105), og er konstruert slik at når den blir sammenpresset utøver den et i det vesentlige jevnt elastisk reaksjonstrykk mot membranen (105) over hoveddelen eller dens totale område motsatt mot elektroden. Det kan være fordelaktig å ha en elastisk, porøs, elektrisk ledende, firmasket plate (114), d.v.s. skjerm, plassert mellom membranen og den elastiske sammentrykbare vevningen (113), hvor den elastiske sammentrykbare vevningen (113) har evnen til også å overføre trykket sideveis slik at tilført trykk kan bli fordelt over hele det aktive området i membranen eller diafragmaet (105), slik at tendensen til å få lokale områder med for lavt eller for høyt trykk blir minimalisert eller redusert.

(56) Anførte publikasjoner Britisk (GB) patentsøknad, publ.nr. 2009792 (C 25 B 1/26),
2010908 (C 25 B 1/24).

Klor eller andre halogener kan bli produsert ved å tilføre et vanndig alkali-metall-halogenid eller vanndig hydrogen-halogenid inn i anodekammeret (106) og alkali blir fremstilt i katodekammeret (111) og trukket ut. Et elektrolyttmellomrom er anordnet for å sikre hurtig og virksom fjerning av gass og andre reaksjonsprodukter fra overflaten til elektroden, hvis mellomrom strekker seg langs lengden (høyden) til elektroden, og elektrolytt blir bragt til å strømme igjennom nevnte rom for å føre bort reaksjonsproduktene. Dette mellomrommet kan være inne i den sammentrykbare vevningen (113) eller matten eller kan bli anordnet bak matten, men er gjerne i kommunikasjon med diafragma-elektrodens (105) grensesjikt.



Foreliggende oppfinnelse angår en fremgangsmåte for i en elektrolyseringsanordning å fordele den elektriske strømmen over en elastisk, porøs og permeabel elektrodens overflate av den art som angitt i innledningen til krav 1, samt en elektrolyseanordning av den art som angitt i innledningen til krav 13.

Klor har lenge blitt fremstilt ved slik elektrolyse i en celle hvor anoden og katoden er adskilt av et ione-permeabelt membran eller diafragma og i celler som har et væske-permeabelt diafragma, hvor alkalimetallklorid eller andre halogenider blir sirkulert gjennom analyt-kammeret og deler derav strømmen gjennom diafragmaen inn i katolytten.

Når en alkali metall klorid oppløsning blir elektrolysert, blir klor utviklet ved anoden og alkali, som kan være alkali metall carbonat eller bicarbonat, eller mer vanlig er alkali metall hydroksyd oppløsning, dannet ved katoden. Denne alkalioppløsningen inneholder også alkali metall klorid som må blir adskilt fra alkaliet ved den påfølgende operasjon og hvor oppløsningen er relativt oppspedd, i det den sjelden overskrider 12-15 vekt-% med alkali. Siden konsentrasjonen til natriumhydroksyd som vanligvis er i handelen ligger på omkring 50 vekt-% eller høyere, må vannet i den utspedde oppløsningen blir utdampet for å oppnå denne konsentrasjon.

I den senere tid har betydelige studier blitt foretatt med hensyn til bruken av ione vekslende harpikser eller polymerer som ione permeabelt diafragma, hvis polymerer er i form av tynne sjikt eller membraner. I alminnelighet er de uperforerte og tillater ikke en strøm av anolytt inn i katode kammeret, men det har også blitt foreslått at slike membraner kan være utført med noen små hull for å tillate en liten strøm av anolyt derigjennom, på tross av arbeidsmengden viser seg å ha blitt fullført av uperforerte membraner.

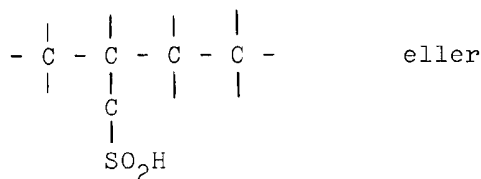
Typiske polymerer som har blitt benyttet for dette formål innebefatter fluorkarbon polymerer slik som polymerer av et umettet fluorkarbon. F.eks. blir trifluoretylen eller tetrafluoretylen eller kopolymerer herav som inneholder ione vekselende grupper benyttet for dette formålet. Ionevekslegruppene er i alminnelighet kalt ione-grupper innebefattende

157544

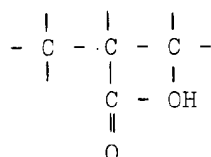
2

sulfonsyre, sulfonamid, karboksylsyre, fosforsyre og lignende, og som er festet til fluor karbon-polymerkjeden gjennom karbon og som veksler kationer. De kan imidlertid inneholde anion-utvekslingsgrupper også. De har den generelle formel:

5



10



15

Slike membraner blir fremstilt av "Du Pont Company" under handelsbetegnelsen "Nafion" og av "Asahi Glass Co." i Japan under navnet "Flemion" og slike membraner er beskrevet i f.eks. britisk patent nr. 1,184,321 og U.S. patent nr. 3,282,875 og nr. 4,075,405.

Siden disse diafragmaene er ione permeable, men ikke tillater gjennomstrømning av anolytt, lite eller ingen haløgen-ion-vandring gjennom diafragmaet til et slikt materiale i en alkalikloridcelle og derfor inneholder alkalien som er produsert således, lite eller ingen kloridioner. Det er desuten mulig å produsere mer konsentrert alkalimetall hydroksyd i hvilken den produserte katolytten kan inneholde fra 15 til 45 % NaOH (vekt-%) eller også mer. Patenter som beskriver slike prosesser er f.eks. U.S. patent nr. 4,111,779 og nr. 4,100,050 og flere andre. Anvendelsen av en ione utvekslingsmembran som et ione permeabelt diafragma har blitt foreslått for andre bruk slik som i vann-elektrolyse.

Det har også blitt foreslått å utføre en slik elektrolyse mellom en anode og katode adskilt med et diafragma, i sær en ione-utvekslings-membran hvor anoden eller katoden eller begge er i form av et tynt porøst sjikt av elektroledende materiale som er motstandsdyktig mot elektro-kjemisk angrep

og bundet eller på annen måte forbundet med diafragma-over-
flaten. Lignende elektrode-membran enheter har vært foreslått
i lengre tids bruk i brensels-celler, hvis celler er kalt
"faststoffs polymer elektrolytt"-celler. Slike celler er blitt
5 benyttet for lang tids bruk som gassholdige brennstoffs-cel-
ler, og kun i den senere tid har de med hell blitt tilpasset
elektrolytisk produksjon av klorid fra saltsyre eller alkali
metall klorid saltoppløsninger.

For produksjon av klor i en fast stoff polymer
10 elektrolytt-celle, består i alminnelighet elektrodene av et
tynt, porøst sjikt av elektrisk ledende, elektrokatalytisk
materiale permanent bundet til overflaten til en ione-utveks-
lings-membran med et bindemiddel, i alminnelighet sammensatt
av en fluor- polymer slik som polytetrafluoretylen(PTFE)
15 f.eks.

I følge en foretrukket prosedyre ved dannelselse av
en gass-permeabel elektrode som er beskrevet i U.S. patent nr.
3,297,484 blir et pulver av elektroledende og elektrokaltalyt-
isk materiale blandet med en vandig dispersjon av polytetra-
20 fluorcarbon partikler for å tilveiebringe en deig-aktig blan-
ding av 2-20 g pulver pr. gram med polytetrafluoretylen.
Blandingen, som også kan være utspedd om ønskelig, fordeles
på en metallbæreplate og tørkes etterpå, hvorpå pulversjiktet
blir dekket med aluminium folie og presset ved en temperatur
25 som er tilstrekkelig for å tilveiebringe sintring av polytet-
rafluoretylen partiklene, for således å tilveiebringe en tynn,
koherent film. Etter fjerning av aluminium folien ved kau-
stisk utluting blir den utførte elektroden anbrakt på overfla-
ten til membranen og presset ved en temperatur tilstrekkelig
30 til å sintre polytetrafluoretylen matrisen på membranen.
Etter hurtig bråkjøling, blir metallplaten fjernet og elektro-
den forblir bundet på membranen.

Da cellens elektroder er bundet nær til motsatte
flater til membranen som adskiller anode og katode kammerene,
35 og derfor ikke er adskilte båret av metall konstruksjonen, har
det blitt oppdaget at den mest effektive måten å føre og for-
dele strømmen til elektrodene består i å tilveiebringe flere
kontakter jevnt fordelt over elektrodeoverflaten ved hjelp

av strømførende konstruksjoner anbrakt med en rekke utdragninger eller ribber, som i løpet av monteringen av cellen berører elektrode-overflaten til flere jevnt fordelte punkter. Membranen, som på sine motsatte sider har sammenbundene elektroder, må så bli presset mellom to strømførende konstruksjoner eller samlere, respektiv anode og katode.

I motsetning til hva som skjer i brensel-celler hvor reaktantene er gass-holdige, strømtettheten er liten og hvor praktisk talt ingen elektrode side-reaksjon kan forekomme, gir faststoff elektrolytt cellene benyttet for elektrolyse av oppløsninger, da i det spesielle tilfelle med natrium klorid saltoppløsning, problemer som er vanskelige å løse. I en celle for elektrolyse av natrium-klorid-saltoppløsning finner følgende reaksjoner sted ved forskjellige deler av cellen:

- hoved anode reaksjon: $2 \text{Cl}^- - \text{Cl}_2 + 2\text{e}^-$
- transport over membranen: $2 \text{Na}^+ + \text{H}_2\text{O}$
- katode reaksjon: $2 \text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- - 2\text{OH}^- + \text{H}_2$
- 20 - anode-sidereaksjon: $2 \text{OH}^- - \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^-$
- hoved total reaksjon: $2 \text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O} - 2\text{NaOH} + \text{Cl}_2 + \text{H}_2$

Ved anoden forekommer også derfor ved siden av den ønskede hovedreaksjonen av klorin utladning, en viss vann-
 25 oksydasjon forekommer også med følgende oksygenutvikling selv om det blir holdt på et så lavt nivå som mulig. Denne tilbøyeligheten til oksygenutvikling blir delvis økt ved en alkalinsk omgivelse ved den aktive beliggenhet til anoden inneholdende katolytt-partikler som berører membranen. I virkeligheten har
 30 kation-utvekslingsmembranene som er egnet for elektrolyse og alkalimetallhalogenider et overføringsantall forskjellig fra enheten og under forhold med sterkt basisk miljø i katolytten, tillater noen av disse membranene vandring av hydroksyl anioner fra katolytten til anolytten over membranen. Forholdene nød-
 35 vendig for en effektiv overføring av væske-elektrolytt til en aktiv overflate til elektrodene og for gassutvikling ved de nødvendige anode og katode kammere er karakterisert ved at strømnings seksjonene for elektrolyttene og gassene er relativt

— mye større enn de som er tilpasset i brennstoff cellene.

Elektrodene må i alminnelighet ha en minimal tykkelse, vanligvis i området fra 40 - 150 μm , for å gi en effektiv masseutskiftning med væske-elektrolyten. På grunn
5 av dette kravet såvel som faktumet at elektrokatalytisk og elektrisk ledende materialer som utgjør elektroden, spesielt anoden, er ofte et blandet oksyd innebefattende en platina gruppe metall oksyd, eller et pulverisert metall bundet sammen med et bindemiddel som har liten eller ingen elektrisk
10 ledningsevne, i det elektrodene kun er ledende i deres hoveddimensjonsretning. En høy kontakttetthet med kollektoren er derfor nødvendig såvel som et jevnt kontakttrykk for å begrense det ohmske fallet gjennom cellen og for å gi en jevn strømtetthet over hele den aktive celleoverflaten.

15 Disse kravene har vært hittil så vanskelig å utføre, spesielt i celler som har store overflater slik som de som industrielt anvendes i anlegg for produksjon av klorin og som har kapasitet alminnelig større enn hundre tonn klorid om dagen. Industrielle elektrolyseceller krever, av økonom-
20 iske grunner, elektrodeoverflater i området fra det minste 0,5, fortrinnsvis 1 til 3 kvadratmeter eller større og er ofte elektrisk forbundet i rekke for å danne elektrolysatorer innebefattende opptil flere tiere med bipolare celler satt sammen ved hjelp av strekkstenger eller hydrauliske
25 eller pneumatiske jekker i en filter-presse-anordning.

Celler av denne størrelsen har store teknologiske problemer med hensyn til frembringning av strømledende konstruksjoner, d.v.s. strømkollektorer, med ekstrem lav toleranse for kontaktenes planhet og for å gi et jevnt kontakt-
30 trykk over elektrodeoverflaten etter sammensetningen av cellen. Membraner benyttet i slike celler må dessuten være svært tynne for å begrense det ohmske fallet over fast-stoff-elektrolyten i cellen, hvis tykkelse ofte er mindre enn 0,2 mm og sjelden mer enn 2 mm og membranen kan være lett buet eller
35 urimelig fortynnet ved punktene hvor et overdrevet trykk blir tilført i løpet av lukkingen av cellen. Både anode og katode kollektoren må derfor, ved siden av å være nesten fullstendig plane, også være nesten nøyaktig paralelle.

Ved celler med liten størrelse kan en høy grad av planhet og paralellitet bli opprettholdt i det en gir en viss fleksibilitet til kollektorene for å utjevne den lette avbøyningen fra en eksakt planhet og paralellitet. I en U.S. søknad nr. 57,255 inngitt 12 juli 1979, er det beskrevet en fast-stoff-elektrolyt monopolar celle for elektrolyse av natriumklorid hvor både anode og katode strøm-kollektoren inneholder skjermmer eller ekspanderte plater sveiset på respektive rekker eller vertikale ribber som er forskjøvet fra hverandre hvorved en viss bøyning av skjermene i løpet av sammensetningen av cellen er tillatt for å utøve et mer jevn trykk på membran-overflatene.

I U.S. patent søknad nr. 951,984 inngitt 16 okt. 1978, er beskrevet en faststoff elektrolytt bipolar celle for elektrolyse av natriumklorid hvor bipolare adskillere er anbrakt på dens begge sider og de områder som korresponderer med elektrodene med en rekke ribber eller utdragninger. For å utligne den lette avbøyningen fra planheten og paralelliteten er innsettingen av en elastisk innretning som inneholder en eller to eller flere ventil metall skjermmer eller ekspanderte plater belagt med et ikke passivert materiale overveiet, i det den elastiske innretningen er sammenpresset mellom anodesideribbene og anoden sammenbundet med anode-siden til membranen.

Det er blitt funnet at begge disse løsningene som foreslått i de to søknadene, innebærer alvorlige begrensninger og ulemper i celler med stor elektrode overflate. I det første eksempelet tenderer det ønskede jevne kontakttrykket å avta og gir således en strømkonsentrasjon med punkter med større kontakt-trykk med det påfølgende polarisasjonsfenomen og dertil hørende avbøyninger av membranen og de katalytiske elektrodene og brudd ved membranen og mekanisk tap av katolyttmaterialet forekommer ofte i løpet av sammensetning en av cellen. I det andre tilfelle må en svært høy planhet og paralellitet til den bipolare separatorflaten bli tilveiebrakt, men dette krever nøyaktig og kostbar maskinering av ribbene og tetningsflaten til den bipolare adskilleren. Den høye stivheten til elementene medfører dessuten trykk-konsent-

rasjoner som tenderer til å bli akkumulert langs rekkene som derved begrenser antall sammensatte elementer i en enkel filterpresse anordning.

Som et resultat av disse vanskelighetene kan en
5 strømfordeler-skjerm når den blir presset mot elektroden og så etterlate noen elektrodeområdet uberørt eller med en så lett kontakt at de i det vesentlige er ueffektive. Sammenligningsprøver som har blitt utført ved å presse fordelings-skjermen mot trykk-følsomt papir som er i stand til å gi et
10 synsmessig inntrykk tilsvarende skjermen, har vist at det vesentlige område på omkring 10 % og så høyt som fra 30 til 40 % av skjermen ikke frembringer noe merke på papiret og dette indikerer at utilbørlige store områder forblir uberørt. Ved å anvende denne observasjonen på elektroder er det klart
15 at den vesentlige elektrodeoverflate er inaktiv eller i det vesentlige så.

Ovenfornevnte ulemper unngås ved hjelp av en fremgangsmåte av den innledningsvis nevnte art samt en elektrolyseanordning av den innledningsvis nevnte art hvis karakteristiske trekk fremgår av henholdsvis krav 1 og krav 13.
20

Ytterligere trekk ved oppfinnelsen fremgår av underkravene.

I følge oppfinnelsen blir virksom effektiv elektrisk kontakt mellom den porøse elektrodeoverflaten og membranen eller diafragmaen oppnådd og polaritet påtrykkes på
25 dette uten å tilføre et fordelt trykk i lokale områder ved å presse strømfordelings eller den elektriske ladningsoverflaten mot elektrodeshjiktet ved hjelp av en sammentrykkbar elastisk plate eller sjikt eller matte som strekker seg langs en hoveddel og som i alminnelighet kraftig bringer overflaten til
30 det porøse elektrodeshjikt i direkte kontakt med membranen.

Dette sammentrykkbare sjiktet har en fjærlignende karakter. Mens dette er i stand til å bli sammentrykket med en reduksjon opptil 60 % eller mer av dens ikke-sammentrykkede
35 tykkelse mot membranen som bærer elektrodeshjiktet ved tilførsel av trykk fra en bakvegg eller et trykkelement, er den også i stand til å bli fjæret tilbake til dens tilnærmede begynnelses-tykkelse uten å miste klemmetrykket. Ved dens elastiske hu-

157544

8

kommelse tilføres virkelig jevnt trykk mot membranen som bærer elektrodesjiktet siden det er i stand til å fordele trykkspenningene og til å kompensere for uregelmessigheter i overflaten med hvilken den er i kontakt. Den sammentrykkbare platen skulle også gi lett tilgang for elektrolytten til elektroden og lette tilveiebringelse av avløp for elektrolyseproduktene, enten det er gass eller væske fra elektroden.

Den er således åpen i strukturen og omhyller et stort fritt volum og den elastisk sammentrykkbare platen er elektrisk ledende, i det den i alminnelighet er fremstilt av et metall motstandsdyktig mot elektrokjemisk angrep fra elektrolytten og således fordele polariteten og strømmen over hele elektrodesjiktet. Den kan samvirke med elektrodesjiktet direkte, men alternativt og fortrinnsvis kan denne ledende, elastiske, sammentrykkbare platen ha en bøyelig elektrisk ledende skjerm av nikkel, titan, niob eller annet motstandsdyktig metall plassert mellom platen eller matten og membranen.

Skjermen er en tynn, porøs plate som lett kan bøyes og som tilpasser seg hver overflate-uregelmessighet i elektrodeoverflaten. Det kan være en skjerm av et fint nettverk eller en perforert film. Vanligvis er den finere i masken eller porestørrelsen enn det sammentrykkbare sjiktet og mindre sammentrykkelig eller i virkeligheten overhodet ikke sammentrykkelig. I begge tilfellene er et åpent maskesjikt lagret og presset mot membranen med motsatte eller motelektrode eller i det minste en gass og elektrolytt permeabel overflate, i det den blir presset mot den motsatte siden av diafragmaet. Siden det sammentrykkbare sjiktet og den finere skjermen, dersom den er tilstede, ikke er bundet sammen med membranen er den bevegelig (glidbar) langs membranens overflate og kan derfor lett tilpasses konturen til membranen og motelektroden.

Det er derfor en hensikt for denne oppfinnelse å lede elektrolysen til et alkali-metall-klorid med en elektrolysecelle som har en elektrode i direkte kontakt med en membran eller diafragma hvis elektrode eller del derav, blir lett sammentrykt og har en høy elastisitet og er i stand til virkningsfullt å fordele et klemmetrykk på cellen på en i det vesentlig jevn måte over hele elektrodeoverflaten.

Elektroden har etter samling av cellen en tykkelse som fortrinnsvis korresponderer med dybden i elektrodekammeret, men dybden til kammeret kan av bekvemmelighetsgrunner være større. I dette tilfelle kan en porøs og relativ

5 stiv skjerm eller plate plassert i avstand fra overflaten til bak-veggen til kammeret virke som sammentrykningsflaten mot den sammentrykbare elastiske kollektormatte. I dette tilfelle er rommet bak, i det minste relativt, den stive skjermen åpen og gir en elektrolyttkanal gjennom hvilke utviklet

10 gass og elektrolytt kan strømme. Matten er i stand til å bli sammenpresset til en mye mindre tykkelse og volum. F.eks. kan den bli sammentrykket til omtrent 50 til 90% eller også mindre prosenttall av den begynnelsesvolum og/eller tykkelse og den er derfor presset eller sammentrykt mellom membranen og

15 bakre lederplaten til cellen ved å klemme disse delene sammen. Den sammenpressbare platen er bevegelig, dvs. den er ikke sveiset eller sammenbundet med celle-endeplaten eller til den mellomliggende skjermen og overfører strømmen i det vesentlige ved mekanisk kontakt med samme, og på egnet måte forbundet med

20 den elektriske kilden og med elektroden.

Matten er bevegelig eller glidbar i forhold til tilliggende overflater til disse elementene som den er i kontakt med. Når klemmetrykket blir tilført, kan trådsløyfene eller spolene som utgjør den elastiske matten bli bøyet og

25 gli sideveis og fordele trykket jevnt over hele overflaten som den berører. På denne måten funksjonerer det på en måte som er overlegen ovenfor individuelle fjærer fordelt over elektrodeoverflaten siden fjærene er faste og det ikke er noen samvirkning for kompensere for overflateuregelmessigheter for

30 lagringsoverflaten.

En stor del av klemmetrykket til cellene blir elastisk lagret av hver enkelt spole eller bølge av metalltrådene som danner strømkollektoren. Da i det vesentlige ingen flere mekaniske spenninger blir frembrakt av forskjellige

35 elastiske deformerings til en eller flere enkelt spoler eller krøller til gjenstander med hensyn til tilliggende, kan den elastiske kollektoren i følge foreliggende oppfinnelse effektivt forhindre eller unngå gjennomtrengning eller utilbørlig

157544

10

fortynning av membranen ved de mer belastede punkter eller områder i løpet av sammensetningen av cellene. Heller høye avvikelser fra planheten til strømføringsstrukturen til den motsatte elektroden kan således bli tolerert såvel som avvikelser fra parallelliteten mellom strukturen og celle-bak-platen eller den bakre trykkplaten.

Den elastiske elektroden kan med fordel være katoden og er tilknyttet med eller motsatt en anode som kan være av en mer stiv type, hvilket betyr at elektroden på anodesiden kan være anbrakt mer eller mindre stivt. I cellene for elektrolyse av natriumklorid-saltoppløsning består katodemassen eller den sammenpressbare platen fortrinnsvis av en nikkel eller nikkel-legerings tråd eller rustfritt stål på grunn av den høye motstandsevnen til dette materialet mot kaustisk og hydrogen forsprødnings. Matten kan være dekket med et platin gruppe metall eller metall-oksyd, kobolt eller oksyd derav eller andre elektrokatalysatorer for å redusere hydrogen-overspenningen.

Et hvert annet metall i stand til å opprettholde sin elastisitet i løpet av bruk, innebefattende titan valgfritt belagt med et ikkepassiverende belegg slik som f.eks. platinagruppe metall eller oksyder derav, kan bli benyttet. Sistnevnte er spesielt brukbar når den benyttes i forbindelse med syre anolytter.

Som det er blitt nevnt kan et elektrodeshjikt av elektrodepartikler fra et platina gruppe metall eller et oksyd derav, eller andre motstandsdyktige elektrodematerialer bli bundet sammen med membranen. Dette sjiktet er i det minste omkring 40 til 150 mikron i tykkelse og kan frembringes i det vesentlige som beskrevet i U.S. patent nr. 3,297,484 og hvis ønsket, kan sjiktet bli tilført begge sidene av diafragmaet eller membranen. Siden sjiktet i det vesentlige er uavbrutt, på tross av at det er gass og elektrolytt permeabelt, skjermer det den sammentrykbare matten og følgelig mesteparten om dog ikke alt av elektrolysen som forekommer på sjiktet med liten, om noe i det hele tatt, elektrolyse, d.v.s. gassutvikling som finner sted på den sammentrykte matten som samvirker med bak-

siden av sjiktet. Dette er spesielt viktig hvor partiklene til sjiktet har en nedre hydrogen (klorin) overspenning enn matteoverflaten. I det tilfelle virker matten stort sett som en strømfordeler eller kollektor som fordeler strømmen over 5 mindre elektrisk ledende sjikt.

I motsetning dertil, når den sammentrykkelige matten direkte samvirker med diafragmaet eller membranen eller også når der er en inngripende porøselektrisk ledende skjerm eller annen perforert leder mellom matten og diafragmaet, sik- 10 rer en åpen maskestruktur tilstedeværelsen av uhindret bane for elektrolytten til det bakre området som er med avstand fra membranen innebefattende område som kan være på fronten, den indre og på den bakre delen av den sammentrykkelige vevningen. Den sammenpressede matten som er åpen og ikke fullstendig av- 15 skjermet kan således selv være en aktiv elektrodeoverflate som kan være 2 eller 4 eller flere ganger den totale overflaten i direkte kontakt med diafragmaet.

Erkjennelsen av økningen i overflateområdet til en multiladet elektrode har blitt foreslått i britisk patent 20 nr. 1.268,182 som beskriver en multibelagt katode innebefattende ytre sjikt med ekspandert metall og indre sjikt med tynnere og mindre masker som kan være strikkede masker med katoden berørende en kationsutvekslingsmembran med elektrode, som strømmes i en kantvis retning gjennom katoden.

25 Man har funnet at lav spenning blir oppnådd ved anvendelse av en sammentrykkelig matte som i kraft av krølling, rynking, eller andre utforminger har en viss del av trådene eller lederne som strekker seg over tykkelsen til matten i en avstand som er i det minste en del av en slik tykkelse. Vanlig- 30 vis er disse trådene kurveformet slik som matten er sammenpresset og bøyet elastisk for å fordele trykket og disse tverrtrådene gir i det vesentlige samme potensial til trådene i den bakre som finnes på trådene som berører membranen.

Når en slik matte blir sammentrykket mot diafragmaet innbefattende eller uten enhver mellomliggende skjerm, 35 kan en spenning som er 5 til 150 millivolt lavere bli oppnådd ved den samme strømmen som kan bli oppnådd når matten eller

dens mellomliggende skjerm ganske enkelt berører diafragmaet. Dette utgjør en vesentlig reduksjon i kilowatt-time forbruket pr. tonn utviklet klorid. Når matten er sammentrykket, øker virkelig omfanget av elektrolysen på dens deler som er plassert i avstand fra membranens nærhet, men forblir med avstand fra membranen og lignende og denne økningen i overflateområdet tillater en større elektrolysemengde uten overdreven spenningsøkning.

Det er også en ytterligere fordel, selv hvor liten virkelig elektrolyse finner sted og de bakre delene av matten p.g.a. at matten er bedre polarisert mot korrosjon. F.eks. når en nikkelsammentrykkbar matte er lagt an mot f.eks. et ubrukt sjikt med høyt ledende elektrodepartikler bundet sammen med diafragmaet, kan elektrisk skjerming være så stor at lite eller ingen elektrolyse finner sted på matten. I et slikt tilfelle har man observert at nikkelmatten tenderer å korrodere og spesielt når alkalimetallhydroksyd overskrider 15 vekt-% og noen klorider er til stede. Med en åpen porøs struktur direkte i kontakt med diafragmaet er det tilveiebrakt bane til de mest avstands anordnede deler og også til den bakre matten, slik at dens utsatte overflate blir i det minste negativt polarisert eller katodemessig beskyttet mot korrosjon. Dette er også tilfelle ved overflater hvor ingen gassutvikling eller andre elektrolyser finner sted. Denne fordelene er spesielt merkbar med strømtettheter over 1000 amperepr. kvadratmeter elektrodeoverflate målt ved det totale område med elektrodene ender.

Den elastiske matten blir fortrinnsvis sammentrykket til omkring 80 til 30 % av dens originale usammentrykkede tykkelsen under et sammentrykningstrykk mellom 50 og 2000 gram pr. kvadrat cm utdraget område. Også i den sammenpressede tilstand hvor den elastiske massen er høyt porøst da forholdet mellom tomt-volumet og fullt-volumet til den sammenpressede matten uttrykt i % er fordelaktig i det minste 75 % (sjelden under 50 %) og fortrinnsvis mellom 85 og 96 %. Dette kan bli beregnet ved å måle volumet opptatt av den sammenpressede matten i forhold til ønsket grad og vekt av matten. Ved å kjenne tettheten til metallet i matten, kan dens

fast-stoff volum bli beregnet ved å dele volumet med tettheten som gir volumet til fast-stoff-matte-strukturen og volumet til tomrommene blir så funnet ved å subtrahere dette uttrykket fra det totale volumet.

- 5 Det er funnet at når dette forholdet blir ytterst lavt, f.eks. ved overskridende sammentrykning av den elastiske matten under 30 % av dens ikke sammentrykkede tykkelse, begynner celledspenningen å øke sannsynlig p.g.a. en delvis minskning i mengden av massetransporten til de aktive overflater
- 10 til elektroden og/eller evnen til elektrodesystemet å tillate adekvat bortføring av utviklet gass. En typisk karakteristikk for celle-spenningen som funksjon av sammentrykningsgraden og det tomromsforholdet til den sammentrykbare matten er beskrevet senere i eksemplene.

- 15 Den benyttede tråd-diameteren kan variere innenfor et vidt område avhengig av utformingstypen eller vevningen, men er lav nok i et hvert tilfelle for å oppnå ønskede karakteristikk angående elastisiteten og deformasjonen ved celledsammensetningstrykket. Et sammensetningstrykk som tilsvarer
- 20 en last på 50 til 500 g/cm² til elektrode overflaten er alminnelig nødvendig for å oppnå en god elektrisk kontakt mellom de membran-sammensatte elektrodene og de respektive strømførende strukturene eller kollektorene skjønt høyere trykk kan benyttes vanligvis opp til 2000 g/cm².

- 25 Det er funnet at ved å gi den elastiske elektroden en deformasjon på omtrent 1,5 til 3 millimeter (mm) som korresponderer med en sammenpressing ikke større en 60 % av tykkelsen til den ikke-sammenpressede gjenstanden til et trykk på omkring 400 g/m² til den utragende
- 30 overflaten, kan også et kontakt trykk med elektrodene bli oppnådd innenfor de ovenfor nevnte begrensninger i cellen med en høy overflateutvikling og med avvik fra planheten opp til 2 mm pr. meter (mm/m).

- Metalltråddiameteren er fortrinnsvis mellom 0,1
- 35 eller også mindre enn 0,7 mm mens tykkelsen til den ikke sammenpressede artikkelen, d.v.s. enten spolens diameter eller amplituden til krøllingen, er 5 eller flere ganger tråd-diameteren, fortrinnsvis i området 4 og 20 millimeter. Det er så-

- ledes innlysende at sammentrykkbare deler omhyller et større fritt volum, d.v.s. deler av opptatt volum som er fritt og åpent mot elektrolytstrømmen og gass-strømmen. Ved rynkede vevninger beskrevet ovenfor, som innebefatter disse sammen-
- 5 tryknings-skrueformede tråder, er denne frie volum-% over 75 % av totalvolumet opptatt av vevningen. Denne prosenten med fritt volum skulle sjelden være mindre enn 25 % og fortrinnsvis ikke være mindre enn 50 % da trykkfallet i gass-strømmen og elektrolytten gjennom en slik vevning er neglisjerbar.
- 10 Når bruken av spesielle elektroder eller andre porøse elektroder direkte sammenbundet med membranens overflate ikke er overveiet, samvirker den elastiske matten eller vevningen direkte med membranen og virker som elektrode. Som det nå overraskende er funnet, er kun en vesentlig neglisjer-
- 15 bar cellespenningstap med hensyn til bruken av sammenbundete porøse elektrodeshjikt er oppnådd ved å tilveiebringe en tilstrekkelig tetthet til de elastiske etablerte kontaktpunkter mellom elektrodeoverflaten og membranen. Tettheten til kontaktpunktene er i det minste 30 punkt pr. cm^2 og fortrinnsvis
- 20 omkring 50 punkter eller fler pr cm^2 . Motsatt skulle kontaktområdet til enkelt kontaktpunktene være så små som mulig og forholdet til totale kontaktområdet i forholdt til korresponderende samvirkende membran-område skulle være mindre enn 0,6 og fortrinnsvis 0,4.
- 25 I praksis har man funnet at det er bekvemt å bruke en bøyelig metallskjerm som har et maskeantall på minst 10, fortrinnsvis over 20 og vanligvis mellom 20 og 200 eller en fin maske med utvidet metall med lignende karakteristikk avsatt mellom den elastiske sammenpressede matten og membranen.
- 30 Maskeantallet antyder antall tråder pr. inch.
- Det er blitt vist at under disse betingelsene med små og tette kontakter med ettergivende anbringelse mellom elektrodeshjerm og membranoverflaten finner en hoveddel av elektrodereaksjonen sted ved kontaktgrensesjiktet mellom elektroden og ione-utvekslingsfruppene inneholdt i membranmaterialet, i det størstedelen av ione-ledningen finner sted i eller over membranen og lite eller ingen finner sted i væske-elektrolyten i kontakt med elektroden. F.eks. ved elektrolyse av

ren, to ganger destillert vann som har en motstandsevne på over 2,000,000Ω cm har med hell blitt ledet i en celle med denne typen utstyrt med en kationutvekslingsmembran ved en overraskende lav celle-spenning.

- 5 Når elektrolysen av alkali-metall-saltoppløsning blir utført i samme celle, blir dessuten ingen merkbar forandring av cellespenningen merket ved endring av orienteringen til cellen fra horisontal til vertikal, som indikerer at bidraget til cellespenningsfallet, kjent som det såkalte "bubble effect" er neglisjerbar. Dette er i samsvar med det at 10 en faststoff-elektrolyt celle som har spesiell elektrode bundet sammen med membranen som er i kontrast med de vanlige membrancellene utstyrt med grove porøse elektroder enten i kontakt eller lett med avstand fra membranen, hvor boble- 15 effekten utgjør et større bidrag til cellespenningen som i alminnelighet er lavere når de gassutviklende porøse elektrodene blir holdt horisontalt under et bestemt elektrolythode og er maksimal når elektroden er vertikal på grunn av en reduksjon i gass mengden som ikke bindes og på grunn av en økning i gassboble mengden langs høyden av elektroden på grunn 20 av akkumulasjon.

- En forklaring på denne uventede oppførsel er i virkeligheten en del av det faktumet at cellen oppfører seg i det vesentlige som en fast-stoff elektrolyt celle siden hoveddelen av ione-ledning finner sted i membranen og også på 25 grunn av de etablerte elastiske kontaktene med ekstremt små individuelle kontaktområder mellom det finmaskede skjermelektrode sjiktet og membranen er i stand til lett å frigjøre uendelig små mengder med gass som dannes ved kontaktgrensesjikt- 30 et og øyeblikkelig å gjenetablere kontakten med en gang gass-trykket blir lettet. Den elastisk sammentrykkede elektrode matte sikrer et i det vesentlige jevnt kontakttrykk og et jevnt og i det vesentlige fullstendig dekning av høy-tetthet ved små kontaktpunkter mellom elektrodeoverflaten og membranen, 35 og den virker virksomt som en gassfrigjøringsfjær for å opprettholde en vesentlig konstant kontakt mellom elektrodeoverflaten og de funksjonelle ione-utvekslingsgruppene på overflaten til membranen som virker som elektrolyt til cellen.

Begge elektrodene til cellen kan innebefatte en elastisk sammentrykkbar matte og en fin masket skjerm som er anbrakt for et antall kontakter på minst 30 kontaktpunkter pr. cm^2 , henholdsvis fremstilt av materialer motstandsdyktig mot analyten og katalyten. Kun en elektrode til cellen innebefatter fortrinnsvis elastisk sammentrykkbar matte i følge oppfinnelsen tilknyttet den finmaskede elektrodeskjermen, mens den andre elektroden til cellen er i det vesentlige stiv, porøs struktur, fortrinnsvis som også har en fin masket skjerm plassert mellom den grove stive strukturen og membranen.

Oppfinnelsen skal beskrives nærmere ved hjelp av utførelsesformer av oppfinnelsen og med henvisning til tegningene hvor:

Fig. 1 viser en fotografisk reproduksjon av en utførelsesform av en typisk elastisk sammentrekkbar matte benyttet ved foreliggende oppfinnelse.

Fig. 2 viser en fotografisk reproduksjon av en annen utførelsesform av den elastiske sammentrykkbare matten som kan bli benyttet i følge foreliggende oppfinnelse.

Fig. 3 viser en fotografisk reproduksjon av en ytterligere utførelsesform av den elastiske sammentrykkbare matten benyttet i følge foreliggende oppfinnelse.

Fig. 4 viser et utfoldet horisontalriss av en faststoff elektrolyt celle i følge foreliggende oppfinnelse som har et typisk sammentrykkbart elektrode system i følge foreliggende oppfinnelse hvor de sammentrykkbare delene innebefatter skruelignende spiraltråder.

Fig. 5 viser et horisontalriss av den sammensatte cellen på fig. 4.

Fig. 6 viser et riss av de forskjellige delene i en annen foretrukket utførelsesform av strømkollektoren til cellen på fig. 4.

Fig. 7 viser i riss delen til en annen foretrukket utførelsesform av strømkollektoren til cellen på fig. 4.

Fig. 8 viser et riss i snitt av delen til en annen foretrukket utførelsesform av elektrolyt cellen i følge foreliggende oppfinnelse.

Fig. 9 viser et horisontal riss av den sammensatte cellen på fig. 8.

Fig. 10 viser et horisontaltverrsnitt av en annen foretrukket utførelsesform av cellen i følge foreliggende oppfinnelse.

Fig. 11 viser et diagrammessig delverrsnitt av cellen på fig. 10.

Fig. 12 viser et skjematisk diagram som viser elektrolyttsirkulasjonssystemet benyttet i forbindelse med den heri beskrevne cellen.

Fig. 13 viser en grafisk fremvisning av spenningsreduksjonen oppnådd når trykket på elektroden og diafragmaet blir øket.

Den sammentrykkbare elektroden eller en del derav er vist på fig. 1 innebefattende en rekke sammensluttete skrueformete sylindriske spiraler som består av en 0,6 mm (eller mindre) diameter nikkeltråd med deres spoler innbyrdes viklet, henholdsvis en på innsiden tilliggende en og som har en spolediameter på 15 mm.

En typisk utførelsesform av strukturen på fig. 2 innebefatter i det vesentlige skrueformete spiraler 2 som har avflatede eller elipse-formete deler fremstillet av 0,5 mm diameter nikkeltråder med deres spoler innbyrdes bundet, henholdsvis en innside tilliggende en og i det den mindre aksens til spiralen er 8 mm.

En typisk utførelsesform av strukturen på fig. 3 inneholder en 0,15 mm diameter nikkeltråd-strikket maske, krøllet ved fremstillingen og hvor amplituden eller høyden eller dybden til krøllen er 5 mm med en stigning melleom bølgene på 5 mm. Krøllingen kan være i form av innbyrdes skjærende parallele krympningsbanker i form av sildebensmønster som vist på fig. 3.

Fig. 4 viser faststoff-elektrolyttcellen som er spesielt brukbar ved natriumklorid-saltoppløsnings elektrolyse og som har en av strømkollektorene i følge foreliggende oppfinnelse, som i det vesentlige består av en vertikal anode-endeplate 3, utført med en forseglet overflate 4 langs hele dens omkrets for å gi tett kontakt med omkretskantene til membranen

5 ved innsettingen, og om ønskelig med en væske ugjennomtrengelig isolerende pakning (ikke vist). Anode-endeplaten 3 er også utført med en sentral utsparet område 6 i forhold til tetningsoverflaten med en overflate som korresponderer med området

5 til anoden 7 sammenbundet med membranoverflaten. Endeplaten kan være fremstilt av stål med den sideberørende anolyten belagt med titan eller andre passiverende ventilmetaller eller den kan være fremstilt av grafit eller støpbar blanding av grafit og et kjemisk motstandsdyktig harpiks bindemiddel.

10 Anodekollektoren har fortrinnsvis et titan, niob eller annet ventil metall skjerm eller er ekspandert plate 8 belagt med et ikke passiverende og elektrolysemotstandsdyktig materiale slik som edle metaller og/eller oksyder og blandede oksyder fra platinagruppe-metallene. Skjer-

15 men eller den ekspanderte platen 8, sveises eller enklere hviler på en rekke ribber eller utdragninger 9 av titan eller annet ventil metall sveiset til den sentralt utsparede sonen 6 til celle endeplaten slik at skjermplanet er parallelt og fortrinnsvis koplant med planet til tetningsflaten 4 til ende-

20 platen.

Den vertikale katode-endeplaten 10 har på dens indre side en sentral utspart sone 11 i forhold til omkretstetningsflaten 12 og den utsparte sonen 11 er i det vesentlige plan, d.v.s. ribbeløs og parallell med tetningsoverflateplanet.

25 På innsiden av den utsparte sonen til katode-endeplaten er det plassert en elastisk sammentrykkbar strømkollektor i form av et sammentrykkbart sjikt 13 ifølge foreliggende oppfinnelse, fortrinnsvis fremstilt av nikkellegering.

Tykkelsen til den ikke sammenpressede elastiske

30 kollektoren er fortrinnsvis fra 10 til 60 % større enn dybden til den utsparede sentrale sonen 11 i forhold til planet til tetningsoverflaten, og i løpet av sammensetningen av cellen blir kollektoren presset sammen fra 10 til 60 % i forhold til dens originale tykkelse, og utøver derved en elastisk reaksjons-

35 kraft, fortrinnsvis i området på 80 til 600 g/cm² på den utdragede overflate. Katode-endeplaten 10 kan være fremstilt av stål eller et annet elektrisk material motstandsdyktig mot kaustisk og hydrogen.

Membranen 5 er fortrinnsvis en fludium-tett og kation-permselektiv ione-utvekslingsmembran slik som f.eks. en membran som har en 0,3 mm tykt polymerisk film av kopolymer av tetrafluoretylen og perfluorsulfonyletoksyvinyl eter som har ione-utvekslingsgrupper slik som sulfon, carboksyl eller sulfonamid-grupper. På grunn av dets tynnhet er membranen relativt fleksibel og tenderer mot å sige, krype eller på annen måte bøye seg dersom det ikke er oppstøttet. Slike membraner er fremstilt av E.I. DuPont de Nemours under handelsbetegnelsen "Nafion".

Anode siden til membranen har bundet sammen dertil anoden 7 som har et 20-150 μm tykt porøst sjikt av partikler som er elektrisk ledende og av elektrokatalytisk materiale, fortrinnsvis har de oksyder og blandede oksyder av minst et av platinagruppe-metallene. Katodesiden til membranen har sammenbundet dertil katoden 14 som har et 20-150 μm tykt porøst sjikt av partikler av et ledende materiale med en lav hydrogenoverspenning, fortrinnsvis bestående av grafitt og platina-svart i et vektforhold på 1:1 til 5:1.

Bindemiddelet benyttet for å binde sammen partiklene til membranoverflaten er fortrinnsvis polytetrafluoretylen (PTFE) og elektrodene er fremstilt ved sintring av en blanding av PTFE og de ledende katalytmateriale partiklene for å forme blandingen til en porøs film og pressing av filmen på membranen ved en høy nok temperatur for å utføre sammenbindingen. Denne sammenbindingen blir utført ved sammensetningen som en "sandwich" av elektrode plater med membranet mellom dem og pressing av enheten sammen for å innleire elektrode partiklene i membranen.

Vanligvis har membranen blitt hydratisert ved koking i en vandig elektrolytt slik som en saltoppløsning, en syre eller en alkali metall hydroksyd oppløsning og er derfor sterkt hydratisert og inneholdende en betraktelig mengde, 10 til 20 vekt-% eller mer, med vann enten kombinert som hydrat eller ganske enkelt absorbert. I dette tilfellet må forsiktighet bli utøvet for å forhindre overdrevent tap av vann i løpet av lamineringsprosessen.

Siden denne lamineringen blir oppnådd ved tilførsel av varme såvel som trykk til laminatet, tenderer vann til å fordampe og dette kan blir holdt til et minimum ved en eller flere av følgende:

- 5 (1) Omhylling av laminatet i en ugjennomtrengelig omhylling, d.v.s. mellom metallfolie presset eller forseglet ved deres kanter for å bibeholde vannmettet atmosfære omkring laminatet;
- 10 (2) riktig konstruksjon av formen for hurtig å tilbakeføre vannet til laminatet; og
- (3) støping i en damp atmosfære.

Elektroder sammenbundet på membranoverflaten har et utdraget område som praktisk talt tilsvarer de sentralt
15 utsparte områdene 6 og 11 på de to ende-platene.

Fig. 5 viser cellen på fig. 4 i en sammensatt tilstand hvor delene som er de samme på begge tegningene har de samme henvisningstall. Som vist på denne figuren har ende-platene 3 og 10 blitt klemt sammen og sammenpresser derved de
20 skruelignende formede plater av spolelignende viklinger ellermatter, som utgjør tidligere nevnte sjikt 13, mot elektroden 14. I løpet av celleoperasjonen inneholder anolytten f.eks. en mettet natrium klorid saltoppløsning som blir sirkulert gjennom anodekammeret, mer ønskelig som som mater frisk anolytt gjennom et innløpsrør (ikke vist) inn i umiddelbar nærhet av kammerets bunn og uttømmer den brukte anolytten gjennom et utløpsrør (ikke vist) i nærheten av toppen til kammeret sammen med utviklet klorin.

Katode-kammeret blir matet med vann eller utspedd kaustisk gjennom et innløpsrør (ikke vist) ved bunnen av
30 kammeret, mens det kaustiske middelet som er produsert blir gjenvunnet som en konsentrert oppløsning gjennom et utløpsrør (ikke vist) i den øvre enden av katodekammeret. Hydrogenet utviklet ved katoden kan bli gjenvunnet fra katodekammeret enten sammen med konsentrert kaustisk oppløsning eller gjennom
35 et annet utløpsrør ved toppen av kammeret.

På grunn av masken til den elastiske kollektoren er åpen er det liten eller ingen motstandsevne mot gassen eller elektrolytstrømmen gjennom den sammenpressede kollektoren.

Anode- og katode-endeplatene er begge riktig forbundet med en ytre strømkilde og strømmen passerer gjennom rekkene med ribber 9 til anode strømkollektoren 8 fra hvilken den så blir fordelt til anoden 7 gjennom flere kontaktpunkter mellom den ekspanderte platen 8 og anoden 7. Ione-ledning forekommer i det vesentlige over ione-utvekslingsmembranen 5 med strømmen som i det vesentlige blir ledet med natrium ioner som vandrer over kation membranen 5 fra anoden 7 til katoden 14 til cellen. Strømkollektoren 13 samler strømmen fra katoden 14 gjennom flere kontaktpunkter mellom nikkeltråden og katoden og overfører den til katode-endeplaten 10 gjennom flere kontaktpunkter.

Etter sammensettingen av cellen utøver strømkollektoren 13 i dens sammentrykkede tilstand, som medfører en deformasjon fortrinnsvis mellom 10 og 60 % av dens originale tykkelse, d.v.s. til dens enkle spoler eller krøller, en elastisk reaksjonskraft mot katoden 14's overflate og derfor mot den innspente overflaten representert av den i det vesentlige ikke deformerbare anodestrøm-kollektoren 8. Slik reaksjonskraft opprettholder det ønskede trykket på kontaktpunktene mellom katode-kollektoren og anode-kollektoren med katoden 14 og anoden 7 henholdsvis.

Fraværet av mekanisk innspenning ved de forskjellige elastiske deformasjoner mellom tilliggende spiraler og mellom tilliggende krøller til den elastiske strømkollektoren tillater den samme til å justere uunngåelige lette avvik fra planheten eller parallelliteten mellom samvirkende plan, representert av anode-kollektoren 8 og overflaten 11 til katode-delen henholdsvis. Slike lette avvikelser som i alminnelighet forekommer ved standard fremstillingsprosesser kan derfor bli kompensert for i en vesentlig grad.

På figurene 6 og 7 er det skjematisk vist to foretrukne utførelsesformer av den elastiske sammentrykbare strømkollektormatte 13 til cellen vist på figurene 4 og 5. For enkelthetens skyld er kun relevante deler vist og de er betegnet med samme henvisningstall som på figurene 4 og 5. Den elastiske sammentrykbare matten på fig. 6 består av en rekke skrueformede sylindriske spiraler på 0,6 mm diameter nikkeltråder 13 hvis spoler fortrinnsvis er innebyrdes viklet,

- en inne i den andre som klarere fremgår av fotoreproduksjonen på fig. 1, og hvor diameteren til spolen er 10 mm. Mellom den elastiske vevningen eller platen 13a og membranen 5 som på sin overflate har katodesjiktet 14, er der anordnet en
- 5 tynn porøs plate 13b som fordelaktig kan være en ekspandert 0,3 mm-tykk nikkel plate. Den porøse platen 13 er gjerne fleksibel eller bøyelig og gir neglisjerbar motstand mot bøyningen utøvnet av de elastiske reaksjonskreftene av trådsløyfene eller platen 13a ved sammenpressingen mot membranen 5. Fig. 7
- 10 viser en utførelsesform beskrevet i sammenheng med fig. 6, men hvor den elastiske sammentrykkelige vevningen eller sjiktet 13a er en krøllet strikket vevning av 0,15 mm-diameter stor nikkeltråd slik som den vist på den fotografiske reproduksjonen i fig. 3.
- 15 Fig. 8 viser en annen utførelsesform av oppfinnelsen hvor cellen, som er spesielt nyttig ved natriumklorinsaltoppløsning elektrolyse, utgjør en sammentrykkelig elektrode eller strømkollektor i følge oppfinnelsen, tilknyttet en vertikal anode-endeplate 3 utført med en forseglet overflate 4
- 20 langs dens hele omkrets, for å gi en tettende kontakt med omkretskantene til diafragmaet eller membranen 5 med valgfri innsetting av en væske ugjennomtrengelig, isolerende omkretspakning (ikke vist). Anode ende-platen 3 er også utført med et sentralt utsparet område 6 med hensyn til tetningsoverflaten
- 25 en med en overflate som strekker seg fra et nedre område når saltoppløsningen blir innført til et toppområde hvor forbrukt eller delvis forbrukt saltoppløsning og utviklet klor blir uttømt, i det områdene i alminnelighet er i klar kommunikasjon ved toppen og bunnen. Ende-platen kan være fremstilt av stål
- 30 og dens sider som berører anolytten belagt med titan eller andre passiverende ventilmetall eller den kan være av grafit eller en støpbar blanding av grafit og et kjemisk motstandsdyktig harpiksbindemiddel eller av andre anodisk motstandsdyktige materialer.
- 35 Anoden har fortrinnsvis en gass og elektrolytt gjennomtrengelig titan, niob eller annen ventil-metall skjerm eller ekspandert plate 8, belagt med et ikke passiverende og elektrolyse motstandsdyktig materiale, slik som edle metaller

og/eller oksyder og blandete oksyder av platina-gruppe metaller eller andre elektrokatalytisk belegning som virker som en anode overflate når den er anbrakt på et elektrisk ledende substrat. Anoden er i det vesentlige stiv og skjermen er til-
5 strekkelig tykk til å føre elektrolysestrømmen fra ribbene ned uten urimelig omsk tap. En finmasket bøyelig skjerm som fortrinnsvis kan være av samme materiale som den grovmaskede skjermen 8, for å gi fin kontakt med membranen med en tetthet på 30 eller mer, fortrinnsvis 60 til 100, kontaktpunkter pr.
10 cm² på membranoverflaten. Den fin maskede skjermen kan være punktsveiset til den grovmaskede skjermen eller kan være anbrakt i "sandwiched"-form mellom skjermen 8 og membranen. Den finmaskede skjermen er belagt med edle metaller eller ledende oksyder motstandsdyktig mot anolyten.

15 Den vertikale katode-endeplaten 10 har på dens indre side en sentral utsparet sone 11, med hensyn til omkretsetningsoverflaten 12 og den utsparete sonen 11 er i det vesentlige plan, d.v.s. ribbeløs og er parallell med tetningsoverflatens plan. Det elastiske sammentrykkbare elektrode-
20 elementet 13 i følge foreliggende oppfinnelse, er med fordel fremstilt av nikkel-legering, er plassert på innsiden av den utsparede sonen til katode-endeplaten. Ved utførelsesformen vist på tegningene er elektroden en spiraltråd eller flere sammenflettede spiraler og disse spiralene kan samvirke direkte med membranen. En skjerm 15 er imidlertid fortrinnsvis
25 plassert som vist mellom trådspiralen og membranen slik at spiralen og skjermen samvirker glidbart med hverandre og membranen.

Mellomrommet mellom tiliggende spiraler til
30 skruelinjen skulle være store nok til å sikre klar strøm eller bevegelse av gass og elektrolyt mellom spiralene, f.eks., inn og ut av de sentrale områdene omlukket av skruelinjen. Disse mellomrommene er svært store, ofte 3 til 5 ganger eller større enn diameteren til tråden. Tykkelsen til den ikke sam-
35 menpressede skruvinge-formede trådspolen er fortrinnsvis fra 10 til 60 % større enn dybden til den utsparede sentrale sonen 11 i forhold til planet til tetningsoverflaten. I løpet av sammensetningen av cellen blir spolen sammenpresset fra

10 til 60 % av dens originale tykkelse og utøver derved en elastisk reaksjonskraft, fortrinnsvis i området 80 til 100 g/cm² av projekttert overflate.

Katode-endeplaten 10 kan være fremstilt av

5 stål eller andre elektrisk ledende materialer motstandsdyktig mot kaustisk middel og hydrogen. Membranen 5 er fortrinnsvis en fluid-ugjennomtrengelig og kation-permselektiv ione utvekslings membran som nevnt ovenfor. Skjermen 15 er fremstilt av nikkel tråd eller andre materialer som er i stand til å mot-

10 stå korrosjon under katodiske betingelser. Mens skjermen kan være stiv skulle den fortrinnsvis være fleksibel og i det vesentlige ikke stiv, slik at den lett kan bøyes for å tilpasse seg uregelmessigheter til membran katode-overflaten. Disse uregelmessighetene kan være i selve membranoverflaten, men mer

15 vanlig på grunn av uregelmessigheter i den mer stive anoden mot hvilken membranen hviler. I alminnelighet er skjermen mer fleksibel enn skruelinjen. For de fleste formål skulle maske-størrelsen til skjermen være mindre enn størrelsen til åpningene mellom spiralene til skruelinjen og skjermene med

20 åpninger på 0,5 til 3 mm i bredde og lengde er passende, skjønt finere maskeskjermer er spesielle foretrukne utførelsesformer av oppfinnelsen. Inngripende skjerm kan utgjøre flere funksjoner. Først, siden den er elektrisk ledende, og således en aktiv elektrodeoverflate. For det andre tjener den til å for-

25 hindre skruelinjen eller andre sammentrykbare elektrode-elementer fra lokal avsliping, gjennomtrenging eller fortynning av membranen og når den sammenpressede elektroden presses mot skjermen i et lokalt område hjelper skjermen til å fordele trykket langs membranoverflaten mellom tilliggende trykkpunkter

30 og forhindrer også en ødelagt spiraldel fra å trenge inn eller avslipe membranen.

Ved grovmasket elektrolyse blir hydrogen og alkalimetall hydroksyd utviklet på skjermen og i alminnelighet på en del eller også hele skruelinjen. Når de skruelinjeform-

35 ede spiralene blir sammentrykket vil deres bakre overflater, d.v.s. de fjerntliggende eller med avstand fra membranoverflaten, nærme seg skjermen og membranen og naturligvis jo større graden av sammentrykning er, jo mindre blir gjennomshittlig

mellomrommet til spiralene fra membranen, og jo større elektrolyse på eller i det minste katodisk polarisasjon på spiraloverflaten. Virkningen av sammentrykningen er således å øke det totale virksomme overflateområde til katoden.

- 5 Sammentrykning av elektroden er funnet å virksomt redusere den totale spenningen nødvendig for å understøtte en strøm på 1000 amper pr. m^2 med aktiv membranoverflate eller mer. Til samme tid, skulle sammentrykningen bli begrenset slik at den sammentrykbare elektroden forblir åpen for
- 10 elektrolyttog gass strøm. Som vist på fig. 9 forblir således spiralene åpne for å gi sentrale vertikale kanaler gjennom hvilke elektrolyt og gass kan stige opp. Mellomrommene mellom spiralene forblir dessuten plassert med avstand for å tillate tilgang med katolyt til membranen og spiralenes sider.
- 15 Trådene til spiralene er i alminnelighet i små områder fra 0,05 til 0,5 mm i diameter. Skjønt større tråder er mulige, tenderer de til å bli mer stive og mindre sammentrykbare slik at tråden skjelden overskrider 1.5 mm.

Fig. 9 viser cellen på fig. 4 i en sammensatt

20 tilstand hvor deler som er lik på begge tegningene er blitt gitt samme henvisningstall. Som vist på dette risset har endeplatene 3 og 10 blitt klemt sammen, og derved sammenpreses den skruelinjeformede spoleplaten eller matten 13 mot elektroden 15.

- 25 I løpet av celle operasjonen blir anolyten som består f.eks. av en mettet natrium-klorid saltoppløsning sirkulert gjennom anodekammeret, mer ønskelig matet frisk gjennom et innløpsrør (ikke vist) i nærheten av kammerets bunn og uttømmning av forbrukt anolytt gjennom utløpsrør (ikke vist) i
- 30 nærheten av toppen av kammeret sammen med utviklet klorid.

Katode kammeret blir matet med vann eller oppspedd vandig alkali gjennom et innløpsrør (ikke vist) ved kammerets bunn, mens det frembrakte alkali blir gjenvunnet som en konsentrert oppløsning gjennom et utløpsrør i den øvre ende

35 en til katodekammeret. Hydrogen utviklet ved katoden kan bli gjenvunnet fra katodekammeret enten sammen med konsentrert kaustisk oppløsning eller gjennom et annet utløpsrør ved toppen av kammeret.

Anode og katode-endeplatene er begge på egnet måte forbundet med en ytre strømkilde og strømmen går så gjennom rekkene med ribber 9 til anoden 8. Ione-ledingen forekommer hovedsakelig over ione-utvekslingsmembranen 5, i det støm-

5 men hovedsakelig blir ledet av natrium ioner som vandrer over kation membranen 5 fra anoden 8 til katoden 14 til cellen. Elektrodene tilveiebringer flere kontaktpunkter til membranen med strømmen til slutt strømmende til katode-endeplaten 10 gjennom flere kontaktpunkter.

10 Etter sammensetningen av cellen utøver strømsamleren 13 i dens sammentrykkede tilstand, som medfører en deformasjon fortrinnsvis mellom 10 og 60 % av den originale tykkelsen til gjenstanden, d.v.s. dens enkelte spoler eller krøller, en elastisk reaksjonskraft mot katode-overflaten 14

15 og derfor mot den tilbakeholdende overflaten representert med den mer stive, i hovedsaken ikke deformerbare anoden eller anode strømkollektoren 8. Slik reaksjonskraft opprettholder det ønskede trykket på kontaktpunktene mellom katoden og membranen såvel som skjerm delen og den skrueformede delen

20 til katoden 14.

På grunn av at de skrueformede spiralene og skjermen er glidbare i forhold til hverandre, og i forhold til membranen såvel som den bakre opplagringsveggen, tillater fravær av mekanisk tilbakeholdelse ved differensial elastisk de-

25 formasjon mellom tilliggende spiraler eller tilliggende krøller til den elastiske elektroden en sideveis justering til en uunngåelig lett avvikelse fra planheten eller parallelliteten mellom samvirkende plan representert av anoden 8 og lagringsoverflaten 11 til katode-delen henholdsvis. Slik lett avvik-

30 ning forekommer i alminnelighet ved standart fremstillingsprosesser og blir derfor kompensert for i vesentlig grad.

Man innser fordelene med elastisk elektrode i følge foreliggende oppfinnelse ved industrielle filter elektrolysatorer av press-typen som innebefatter et stort antall

35 elementær celler klemt sammen i en serieanordning for å danne moduler med høy produksjonskapasitet. I dette tilfellet er endeplatene til mellomliggende celler representert av overflater til bipolare separatorer som lagrer anode- og katode-

strømkollektoren på hver respektive overflate. De bipolare separatorene forbinder derfor, ved siden av å virke som definerende vegger til de respektive elektrode kammere, elektrisk bundet til anoden av en celle til katoden til tilliggende
5 celle i seriene.

På grunn av deres høynede deformabilitet gir de elastiske sammentrykkbare elektrodene i følge oppfinnelsen en mer jevn fordeling av klemme-trykket til filter-press modulen på hver enkelt celle og dette er spesielt tilfelle når den mot-
10 satte siden av hvert membran er stivt oppstøttet av en relativt stiv anode 8. I slike serieceller er bruken av elastiske pakninger på tetningsoverflatene til de enkelte cellene anbefalt for å unngå begrensning av elastisiteten til den sammenpressede filter-press modulen på membran-elastisiteten. En
15 større fordel kan således bli oppnådd ved hjelp av de elastiske deformasjonsegenskaper til de elastiske kollektorene inne i hver celle i serien.

Fig. 10 viser diagrammessig en ytterligere utførelsesform hvor en krøllet vevning av sammenflettede tråder
20 er benyttet som sammentrykkbart element til elektroden i stedet for skrueformede spiraler, og en ytterligere elektrolyttkanal er anbrakt for elektrolytt sirkulasjon. Som vist innebefatter cellen en anode endeplate 103 og en katode endeplate 110, begge anordnet i et vertikalt plan med hver endeplate i form av
25 en kanal som har sidevegger omhyllende et anode mellomrom 106 og et katode mellomrom 111. Hver endeplate har også en omkretstetningsoverflate på en sidevegg utdragning fra planet til den respektive endeplate 104, i det anodetetningsflaten 112 er katode tetningsoverflaten. Disse overflatene ligger an
30 mot en membran eller diafragma 105 som strekker seg over det innelukkede mellomrommet mellom sideveggene.

Anoden 108 innebefatter en relativ stiv usammen-trykket plate av ekspandert titan metall eller et annet perforert, anodisk motstandsdyktig substrat, som fortrinnsvis har et
35 ikke passiverende belegg slik som et metall eller oksyd eller blandet oksyd av et platina-gruppe metall. Denne platen er dimensjonert til å passe inn i sideveggene til anode platen og er båret heller stivt ved hjelp av med avstand anbrakte elektroledende metall eller grafit ribber 109 som er festet til og

rager ut fra veven eller basen til anode endeplaten 103. Mellomrommet mellom ribbene tilveiebringer strøm av anolytt som blir matet inn til bunnen og trukket fra toppen av slike mellomrom. Hele endeplaten og ribbene kan være av grafit, og alternativt kan den være fremstilt av titan belagt stål eller andre egnede materialer. Ribbe endene som ligger an mot anode platen 108 kan være eller ikke være belagt, d.v.s. med platina, for å gi elektrisk kontakt og anode platen 108 kan også være sveiset til ribbene 109. Anoden av stiv porøs plate 108 blir holdt fast i en opprett stilling. Denne platen kan være av ekspandert metall som har oppoverhellede åpninger rettet bort fra membranen (se fig. 11) for å avbøye stigende gassbobler mot mellomrommet 105.

En finmasket bøyelig skjerm 108a av titan eller annet ventilmetall belagt med et ikke passiverende sjikt, som fordelaktig består av edel metall eller ledende oksyder som har en lav overspenning for anode reaksjon (d.v.s. klorin utvikling), er fortrinnsvis plassert mellom den stive porøse platen 108 og membranen 105. Den finmaskede skjermen 108a gir en tetthet til kontaktene med ekstremt lavt området med membranen utover minst 30 kontakter pr. cm^2 . Den kan bli punkt-sveiset til grovmaske-skjermen 108 eller ikke.

På katode siden strekker ribber 120 seg utover fra basen til katode endeplaten 110 med en avstand som er en del av hele dybden til katode rommet 111. Disse ribbene er plassert med avstand over cellen for å gi parallele mellomrom for elektrolytstrømning. Som i utførelsesformene beskrevet ovenfor, kan katode endeplaten og ribbene være fremstilt av stål eller en nikkel-jern-legering eller annet katodemessig motstandsdyktig materiale. På lederibbene 120 er det sveiset en relativ stiv trykkplate 122 som er perforert og som tillater sirkulasjon av elektrolyt fra dens ene side til dens andre. Disse åningene, eller sjalusier, er hellet oppover og bort fra membranen eller sammentrykkbar elektrode mot mellomrommet 111 (se fig. 11). Trykkplaten er elektrisk ledende og tjener til å gi polaritet til elektroden og å tilføre trykk mot denne og den kan være fremstilt av ekspandert metall eller være en tung skjerm av stål, nikkel, kobber eller legeringer derav.

En relativt fin fleksibel skjerm 114 ligger an mot katode siden til det aktive området av diafragmaen 105 som på grunn av dens fleksibilitet og relative tynnhet antar konturen av diafragmaen og derfor den til anoden 108. Denne skjermen virker i hovedsaken som katoden og er således elektrisk ledende, d.v.s. skjerm av nikkel tråd eller annen katodemessig motstandsdyktig tråd og kan ha en overflate med lav hydrogenoverspenning. Skjermen gir fortrinnsvis en tetthet til kontakter med ekstremt lite område med membranen utover minst 30 10 kontakter pr. cm^2 . En sammentrykkbar matte 113 er plasert mellom katodeskjermen 114 og katode-trykkplaten 122.

Som vist på fig. 10 er matten krøllet eller rynket trådmaskevevning, i det vevningen med fordel er en åpen maskestrikket trådmaske av den typen vist på fig. 3 hvor trådstrengene er strikket i en relativt flat vevning med innebyrdes låsende sløyfer. Denne vevningen er så krøllet eller rynket til en bølge eller bølgende form, med bølgene tett sammen f.eks. 0,3 til 2 cm fra hverandre, og hvor den totale tykkelsen til den sammentrykkbare vevningen er 5 til 10 mm. Krøllingen 20 kan være i en sik-sak eller et sildebens-mønster som vist på fig. 3 og masken til vevningen er grovere, d.v.s. den har større porestørrelser enn hos skjermen 114.

Som vist på fig. 10 er denne krøllede vevningen 113 plasert i et rom mellom den finere maskeskjermen 114 og 25 den mer stive ekspanderte metall trykk platen 122. Bølgene strekker seg over mellomrommet og tomromsforholdet til den sammenpressede vevningen er fremdeles fortrinnsvis høyere enn 75 %, fortrinnsvis mellom 85 og 96 %, til det tilsynelatende volumet opptatt av vevningen. Som vist strekker bølgene 30 seg i en vertikal eller hellet retning slik at kanaler for oppover frittstrømmende gass og elektrolyter er tilveiebrakt, i det kanalene i hovedsaken ikke er hindret av vevningens tråd. Dette er også tilfellet når bølgene strekker seg over cellen fra en side til den andre på grunn av at maskeåpningene i sidene 35 ene til bølgene tillater fri fluidium-strømning.

Som beskrevet i forbindelse med andte utførelsesformer er endeplatene 110 og 103 sammenklemt og lagt an mot membranen 105 eller en pakning, som skjerner membranen

fra atmosfæren utenfor, er anbrakt mellom endeveggene. Det klemmende trykket sammenpresser den krøllede vevningen 113 mot den finmaskede skjermen 114 som på sin side presser membranen mot den motsatte anoden 108a og denne sammenpressingen fører
5 til at det er tillatt med en lavere total spenning. En prøve ble utført hvor usammenpresset vevning 113 hadde en total tykkelse på 6 mm og det ble funnet at ved en strømtetthet på 3000 amper pr. m² av projektert elektrode område, ble det oppnådd en spenningsreduksjon på omtrent 150 millivolt når den
10 sammenpressbare platen ble sammenpresset til en tykkelse på 4 mm og altså til 2,0 mm over den observert for samme strømtetthet ved ingen sammenpressing.

Mellom 0 og en sammenpressing på 4 millimeter ble det observert et sammenlignbart spenningsfall på 5 til
15 150 millivolt. Celle-spenningen forble således praktisk talt konstant ned til en sammentrykning på omkring 2 mm og starter så å stige lett når sammenpressingen gikk under 2 mm, d.v.s. omkring 30 % av den originale vevningstykkelsen. Dette representerer en hovedsakelig innsparing som kan bli 5 % eller mer
20 for salt oppløsnings elektrolyse prosesser.

Ved driften av denne utførelsesformen blir hovedsakelig mettet natrium klorid vanndig oppløsning matet inn i bunnen av cellen og strømmer oppover gjennom kanaler eller mellomrom 105 mellom ribber 109, og utstrømt saltopp-
25 løsnings og utviklet klorin unnslipper fra toppen av cellen. Vann eller utspedd natriumhydroksyd blir matet inn i bunnen av katodekamrene og stiger gjennom kanalene 111 såvel som gjennom tomrommene til den sammenpressede maskeplaten 113 og utviklet hydrogenalkali blir trukket fra toppen av cellen.
30 Elektrolysen blir forårsaket ved å tilføre et likestrøms elektrisk potential mellom anode- og katode-endeplatene.

Fig. 11 er et vertikalt delriss, som viser strømmingsmønster til cellen hvor minst de øvre åpningene i trykkplaten 122 er gitt en sjalusi-form for å tilveiebringe et hel-
35 let utløp rettet oppover bort fra den sammenpressede vevning 113, hvorved en del av det utviklede hydrogenet og/eller elektrolyten unnslipper fra det bakre elektrolytkammer 111 (fig.10). De vertikale mellomrommene ved den bakre trykkplaten 122 og

mellomrommene opptatt av sammentrykket maske 113, er derfor anbrakt for en oppover-strømning av katolyt og gass.

Ved anvendelsen av to slike kamre, er det mulig å redusere gapet mellom trykk platen 122 og membranen og øke sammentrykningen av platen 113 mens man fremdeles lar platen bli åpen for fluid-strøm og dette fører til en økning av det totale virksomme overflateområde til de aktive delene av katoden.

Fig. 12 viser diagrammessig operasjonsmåten til cellen her beskrevet. Som vist her, er en vertikal celle 20 av den typen vist i riss på figurene 5, 9 eller 10 utført med anolyt innløp ledning 22, som går inn i bunnen av anolyt-kammeret (anode område) til cellen og anolyt utløp ledningen 24, som går ut fra toppen av anode området. Katolyt innløp ledningen 26 munner inn i bunnen av katolyt-kammeret til cellen 20 og katode området har på samme måte en utløp ledning 28 plassert ved toppen av katode-området. Anode-området er adskilt fra katode-området med membranen 5 som har en anode 8, presset på anodesiden av katodesiden 14 presset på katode siden. Membran-elektroden strekker seg i en oppovervendt retning og i alminnelighet er dens høyde fra omkring 0,4 til 1 meter eller høyere.

Anode kammeret eller området er sammenbundet av membranen og anoden på ene siden og anode-endeveggen 6 (se fig. 5,9 eller 10) på den andre siden, mens katodeområdet er sammenbundet av membranen og katoden på en side og den opprett katode-endeveggen på den andre. Ved drift av systemet blir vanndig saltoppløsning matet fra en mate tank 30 til ledning 22 gjennom en ventil-ledning 32 som går fra tanken 30 til ledningen 22 og en resirkulasjonstank 34 er anbrakt for å tømme saltoppløsning fra en nedre del gjennom ledningen 5. Saltoppløsningskonsentrasjonen til oppløsningen, som går inn i bunnen av anode-området, blir styrt således for å bli i det minste tett opptil metningen ved oppdeling av de relative strømninger gjennom ledningen 32 og saltoppløsningen som går inn i bunnen av anode-området strømmer oppover og inn i kontakt med anoden. Klor blir følgelig utviklet og stiger sammen med anolyten og begge blir ført ut gjennom ledningen 24 til tanken

34. Klor blir så adskilt og unnslipper som antydnet gjennom utløps porten 36, og saltoppløsningen blir samlet i tank 34 og blir resirkulert. En del av denne saltoppløsningen er trukket ut som uttømt saltoppløsning gjennom overstrømningsledningen 5 40 og blir sendt til en kilde med faststoffsalkali-metall halogenid for restaurering og rensing. Alkaline jord-metall i form av halogenid eller andre sammensetninger blir holdt lav, vel under en del pr. million deler av alkali-metall halogenid og ofte så lavt som 50 til 100 deler av alkalin jord-metall 10 pr. billiard vekt-deler med alkali-halogenid.

På katode siden blir vann ført til ledning 26 fra en tank eller annen kilde 42, gjennom ledning 44 som uttømmes inn i resirkulasjons ledningen 26 og den blir blandet med resirkulerende alkali-metall hydroksyd (NaOH) som kommer 15 gjennom ledningen 26 fra resirkulasjonstanken. Vann-alkali metall hydroksydblandingen går inn i bunnen av katodeområdet og stiger oppover mot toppen gjennom den sammenpressede gass-permeable matten 13 (fig. 5, 9 eller 10) eller strøm kollektoren. I løpet av strømmingen berører den katoden og hydrogen 20 gass så vel som alkalimetall hydroksyd blir dannet. Katolyt væske uttømmes gjennom ledningen 28 inn i tanken 46 hvor hydrogen blir adskilt gjennom porten 48. Alkali metall hydroksydogpløsning blir trukket gjennom ledningen 50 og vann tilført gjennom ledningen 44 blir styrt for å holde konsentrasjonen 25 til NaOH eller annet alkali på et ønsket nivå. Denne konsentrasjonen kan være så lav som 5 eller 10 vekt-% alkalimetallhydroksyd, men i alminnelighet er konsentrasjonen over omkring 15 vekt-%, fortrinnsvis i området 15 til 40 vekt-%.

Siden gass blir utviklet ved begge elektrodene 30 er det mulig og i virkeligheten fordelaktig å benytte seg av gassløfte-egenskapen til utviklet gass, som blir utført ved å kjøre cellen i en flømmet tilstand og ved å holde anode og katode elektrolyt kamrene relativt tett, f.eks. 0.5 til 8 cm bredde. Under slike omstendigheter stiger utviklet gass hurtig og derved medførende elektrolyten og proppansamlinger med 35 elektrolyt og gass blir tømt ut gjennom uttømningsrørene inn i resirkulasjonstankene, og denne sirkulasjonen kan bli supplementert av pumper om ønskelig.

Strikket metall-vevning som er egnet for bruk som strømkollektor for oppfinnelsen er fremstilt av "Knitmesh Limited", og den strikkede vevningen kan variere i størrelse og finhetsgrad. Passende trådstørrelse er fra 0,1 til 0,7 mm, selv om større og mindre tråder kan bli benyttet og disse trådene blir strikket for å gi omkring 2,5 til 20 masker pr tomme (1 til 4 masker pr. cm), fortrinnsvis i området på omkring 8 til 20 maskeåpninger pr. tomme, (2 til 4 åpninger pr. cm). Det er naturligvis klart at forskjellige variasjoner er mulige og således kan en krøllet trådskjerm som har en finhet på fra 5 til 100 masker bli benyttet.

De inne i hverandre, sammenflettede eller strikkede metall platene blir krympet for å gi en gjentakende bølgelignende kontur eller er løst vevet eller på annen måte anordnet for å gi en tykkelse til vevningen som er 5 til 100 ganger eller mer ganger diameteren til tråden slik at platen er sammentrykkbar. På grunn av strukturen er sammenflettet og bevegelsen begrenset av strukturen, er imidlertid elastisiteten til vevningen bevart. Dette er spesielt tilfelle når den er krøllet eller korrodert i en ordnet anordning med med avstand plaserte bølger slik som i et sildebensmønster. Flere sjikt av denne strikkede vevningen kan bli lagt ytterligere på om ønskelig.

Hvor skruelinjekonstruksjonen vist på fig. 3 er brukt, skulle trådskruelinjene være elastisk sammentrykkbare. Diameteren til tråden og diameteren til skruelinjene er av en slik art at de gir nødvendig sammentrykkbarhet og elastisitet. Diameteren til skruelinjen er i alminnelighet 10 eller flere ganger diameteren til tråden i dens usammenpressede tilstand. F.eks. har en 0,6 mm diameter nikkel-tråd viklet i en spiral på omkring 10 mm diameter, vært funnet å være tilfredsstillende.

Nikkel-tråd er egnet når tråden er katodisk som beskrevet ovenfor og vist i sammenheng med tegningene. Et hvert annet metall i stand til å motstå katodeangrep eller korrosjon av elektrolyten eller hydrogen-sprøhet kan imidlertid bli benyttet og disse kan innebefatte rustfritt stål, kobber, sølv belagt med kobber eller lignende.

157544

34

Mens utførelsesformene ovenfor beskrevet, hvor den sammenpressbare kollektoren er vist som katode, er det klart at polariteten til cellene kan bli reversert slik at den sammenpressbare kollektoren er anodisk. I det tilfelle
5 hvor elektrodetråden naturligvis må være motstandsdyktig mot klorin og anodisk angrep og trådene må være av ventil metall slik som titan eller niob, fortrinnsvis belagt med en elektrisk ledende, ikke-passiverende sjikt motstandsdyktig mot anodeangrep slik som platina-gruppe metaller eller oksyder,
10 bimetallisk spinel, perovskite, etc.

I noen tilfeller kan anvendelsen av sammenpressbare deler for anode-siden skape et problem på grunn av halogenid til elektrodemembranets grensesjikt kan bli hindret. Når anodisk område ikke har tilstrekkelig tilgang til anolyt
15 som strømmer gjennom cellen, kan halogenid-konsentrasjonen bli redusert i lokale områder på grunn av elektrolyse, og når den blir redusert i en for stor grad, tenderer oksygen fremfor halogen til å bli utviklet som resultat av vann elektrolyse. Dette blir unngått ved å opprettholde områder med pun-
20 kter av elektrode-membran kontakt lite, d.v.s. sjelden mer enn 1 mm og ofte mindre enn en halv mm i bredde og overnevnte kan også bli virksomt unngått ved å opprettholde en skjerm med relativt fine masker, som har 10 masker eller større, mellom den sammenpressbare matten og membranoverflaten.

Selv om disse problemene også er viktige ved katoden, blir mindre vanskeligheter møtt her siden katode-reaksjonen er å utvikle hydrogen, og det er ingen forekomst av sidereaksjon, da produktene blir frembrakt også selv om kontaktpunktene er relativt store på grunn av at vann og alkali metall
30 ionevandring gjennom membranen, slik at også dersom katoden utgjør noen hindring så er det mindre sannsynlig at noen mengde av biproduktformasjon skal forekomme. Det er derfor fordelaktig å anbringe den sammenpressbare matten på katodesiden.

I de følgende eksempler er det beskrevet flere
35 foretrukne utførelsesformer for å illustrere oppfinnelsen. Det er naturligvis klart at foreliggende oppfinnelse ikke er tenkt å være begrenset til disse spesielle utførelsesformene.

Eksempel 1

En første celle (A) ble konstruert i følge den skjematisk fremstillingen vist på figurene 10 og 11. Elektroden var 500 mm bred og 500 mm høy, og katode endeplaten 110, katode ribbene 120 og den porøse katode-pressplaten 122 var fremstilt av stål, galvanisk belagt med nikkelsjikt. Den porøse trykkplaten ble fremstilt ved tilskjæring av en 1,5 mm tykk stålplate, utformende rombeformede åpninger, hvis hovedstørrelse er 12 og 6 mm. Anode endeplaten 103 ble fremstilt av titanbelagt stål og anode ribbene 109 ble fremstilt av titan.

Anoden besto av en ru, hovedsakelig stiv ekspandert metallskjerm av titan 108, fremstilt ved tilskjæring av en 1,5 mm tykk titan-plate tilforende rombeformede åpninger, hvis hovedstørrelse er 10 og 5 mm, og en finmasket skjerm 108a av titan, fremstilt ved tilskjæring av en 0,20 mm tykk titan plate utformende rombeformede åpninger, hvis hovedstørrelse er 1,75 og 3 mm punktsveiset på den indre overflaten til den grovmaskede skjermen. Begge skjermene ble belagt med et lag av blandet oksyd av ruthenium og titan som tilsvarer en last på 12 gram ruthenium (som metall) pr. m^2 projestert overflate.

Katoden besto av tre sjikt med krøllet strikket nikkelvevning som danner den elastiske matten 113, og vevningen ble strikket med nikkeltråder med en diameter på 0,15 mm. Krympingen hadde et sildebensmønster, hvis bølgeamplituder var 4,5 mm og stigningen mellom tilliggende bølgekam var 5 mm. Etter en for-pakking av de tre sjikt med krympet vevning utformet ved pålegging av ytterligere sjikt og tilførsel av et moderat trykk, i størrelsesorden av 100 til 200 g/cm^2 , antok matten en usammentrykket tykkelse på omkring 5,6 mm. Etter ettergivning av trykket returnerte matten på grunn av elastisiteten til en tykkelse på omkring 5,6 mm. Katoden inneholdt også en 20 masket nikkel skjerm 114 fremstilt med en nikkeltråd som har en diameter på 0,15 mm, hvorved skjermen var utført med omkring 64 kontaktpunkter pr. cm^2 med overflaten til membranen 105 bekreftet ved hjelp av pregninger på et ark av trykkfølsomt papir. Membranen var en hydratisert film, 0,6

157544

36

mm tykk, av typen "Nafion 315" kation utvekslingsmembran fremstilt av Du Pont de Nemours, d.v.s. en membran av typen perfluorcarbon-sulfonsyre.

- En referanse-prøvecelle (B) av samme dimensjon
- 5 ble konstruert og elektroden ble dannet i følge alminnelig konversiell praksis med to grovmaskede stive skjerm 108 og 122 beskrevet ovenfor, direkte liggende an mot motsatte overflater til membranen 105, uten bruk av noen av de finmaskede skjermene 108a og 114, og uten å være jevnt elastisk sammen-
- 10 presset mot membranen (d.v.s. sammenpressbare matten 113). Prøve kretsene var lignende de vist på fig. 8.

Operasjonsbetingelsene var som følgende:

- innløps saltoppløsningskonsentrasjon 300 g/l NaCl
- utløps saltoppløsningskonsentrasjon 180 g/l NaCl
- 15 - temperaturen til anolyten 80°C
- pH-verdien til anolyten 4
- kaustisk konsentrasjon i katolyten 18 vekt-% NaOH
- strøm tetthet 3000 A/m²

- Prøvecellen A ble satt i drift og den elastiske
- 20 massen ble stadig mer sammentrykket for å relatere drifts-karakteristikkene til cellen, nemlig celle-spenningen og strømvirkningen, i forhold til sammenpressningsgraden. På fig. 13 viser kurve 1 forholdet mellom cellespenningen og kompressjonsgraden eller det tilsvarende tilførte trykket.
- 25 Det ble observert at cellespenningen minsker med økning av sammentrykningen av den elastiske matten ned til en tykkelse som tilsvarende omkring 30 % av den originale ikke sammenpressede tykkelsen til matten. Ved siden av sammenpressningsgraden tenderer cellespenningen å stige lett.

- 30 Ved å redusere sammentrykningsgraden til en mattetykkelse på 3 mm, viser drift av cellen A sammenlignet med den til den parallele drevne referansecelle B følgende resultater:

35	Cellespenning V	Katodestrøm virkningsgrad %	O ₂ i Cl ₂ volum-%
Prøvecelle A	3.3	85	4.5
Prøvecelle B	3.7	85	4.5

For å få en vurdering av bidraget til boblevirkningen på celle-spenningen, ble cellene først dreiet 45° og til slutt 90° fra den vertikale ved anoden forblivende horisontalt på toppen av membranen. Driftskaraktistikkene til cellene er da som tabellen nedenfor viser:

	Helling ($^{\circ}$)	Cellespenning V	Katodestrøm virkningsgrad %	O ₂ i Cl ₂ volum-%
10 Prøvecelle A	45	3.3	85	4.4
Referansecelle B	45	3.65	85	4.4
Prøvecelle A	horisontal	3.3 (x)	86	4.3
15 Referansecelle B	"	3.6 (xx)	85	4.5

(x) Cellespenningen øket sakte og stabiliserte seg ved ca. 3.6 V.

(xx) Cellespenningen steg brått til godt over 12 V og elektrolysen ble derfor avbrutt.

Disse resultater er tolket som følgende:

- a) ved dreining av cellene fra den vertikale og mot den horisontale orienteringen, øket boblevirkningsbidraget til celledspenningen til celle B, mens den relative ufølsomhet til cellen A oppstår på grunn av en vesentlig neglisjerbar boblevirkning som vil delvis forklare den mye lavere celledspenning til cellen A med hensyn til cellen B.
- b) ved oppnåelse av den horisontale stillingen begynner hydrogengassen å samle seg under membranen og tendere til å isolere mer og mer av den aktive overflaten til katodeskjermen fra ione strøm ledning gjennom katolytten inn i referansecellen B, mens den samme virkningen er mye lavere i prøvecellen A.

Dette kan kun bli forklart med det faktum at en hoveddel av ione ledningen er begrenset av tykkelsen til membranen og katoden gir tilstrekkelig kontaktpunkter med ione utvekslings-gruppene på membran-overflaten for virkningsfullt å føre elektrolyse-strømmen.

Det er funnet at ved økende redusering av tetheten og finheten til kontaktpunktene mellom elektroden og membranen ved å erstatte de finmaskede skjermene 108a og 114 med grovmaskede skjermmer, nærmet oppførselen seg til prøve-
5 cellen A mer og mer den til referansecellen B. Det elastiske sammenpressbare elektrodeshiktet 113 sikrer en dekning av membranoverflaten fastfordelte fine kontaktpunkter inneholdende 90 % og mer ofte over 98 % av hele overflaten også i tilstedeværelse av hovedsakelig avvik fra planhet og paralellitet til
10 sammentrykningsplatene 108 og 122.

Eksempel 2

For sammenligningsformålet blir prøvesellen A åpnet og membranen 105 ble erstattet av et lignende membran
15 som bærer en sammenbundet anode og en sammenbundet katode. Anoden var en porøs, 80 µm - tykk sjikt med partikler av blandede oksyder av ruthenium og titan med et Ru/Ti forhold på 45/55, som er bundet til overflaten av membranen med polytetrafluoretylen. Katoden var et porøst, 50 µm tykt sjikt
20 med partikler av svart platina og grafit i et vektforhold på 1/1 som er sammenbundet med polytetrafluoretylen til den motsatte membranoverflaten.

Cellen ble drevet under nøyaktig samme forhold som i eksempel 1, og forholdet mellom cellespenningen og
25 graden av sammentrykning av det elastiske katode strømkollektor-sjikt 113 er vist ved kurve 2 på diagrammet på fig. 13. Det er viktig at cellespenningen til denne virkelige faststoff-elektrolytcellen er kun tilnærmet 100 til 200 mV lavere enn den til prøvecellen A under samme driftsforhold.

30

Eksempel 3

For å verifisere uventede resultater, ble cellen A modifisert ved å erstatte alle anode-strukturene fremstilt av titan med sammenlignbare strukturer fremstilt av nikkelbelagt stål (anode endeplaten 103 og anode ribbene 109) og
35 ren nikkel (den grovmaskede skjermen 108 og finmasket skjerm 108a). Membranen som benyttes var en 0,3 mm tykk kation-utvekslingsmembran "Nafion 120" fremstilt av Du Pont de Nemours.

Rent to ganger destillert vann som hadde en motstandsevne på mer enn 200,000 Ωcm ble sirkulert i både anode og katode kammerene. En økende forskjell i potensialet ble gitt de to endeplatene til cellen og en elektrolysestrøm startet for å passere i det oksygen ble utviklet på nikkel skjerm anoden 108a og hydrogen blir utviklet ved nikkel skjerm anoden 114. Etter et par timers drift, ble følgende spenning- strøm-karakteristikk observert:

10 Strømtetthet	Celle-spenning	Temperatur ved drift
A/m^2	V	$^{\circ}\text{C}$
3000	2.7	65
5000	3.5	65
10.000	5.1	65

15

Dele-evnen til elektrolytene som er ubetydelig og cellen beviste at den drives som et sant faststoff elektrolyt-system.

Ved å erstatte de finmaskede elektrodskjerner 108a og 114 med grovmaskede skjerner, og derved redusere tettheten av kontaktene mellom elektrodene og membranoverflaten fra 100 punkter/ cm^2 til 16 punkter/ cm^2 , ble en dramatisk økning i cellespenningen observert som vist nedenfor:

25 Strømtetthet	Celle-spenning	Temperatur ved drift
A/m^2	V	$^{\circ}\text{C}$
3000	8.8	65
5000	12.2	65
10.000	-	-

30

Det er klart for fagmannen på området at det er mulig å øke tettheten til kontaktpunktene mellom elektrodene og membranen på forskjellige måter. F.eks. kan den finmaskede elektrode skjermen bli sprayet med metall partikler ved hjelp av plasmapåsprøyting, eller metalltrådene som danner overflaten i kontakt med membranen kan bli fremstilt av grovere masker ved et styrt kjemisk angrep for å øke tettheten til kontaktpunktene. Ikke desto mindre må strukturen

være tilstrekkelig bøyelig for å gi en jevn fordeling av kontakter over hele overflaten til membranen slik at elastiske reaksjonstrykk utøvet av den elastiske matten på elektrodene er jevnt fordelt til alle kontakt punktene.

- 5 Den elektriske kontakten ved mellomsjiktet mellom elektrodene og membranen kan bli forbedret ved å øke tettheten til funksjons ione-utvekslings-gruppene, eller ved å redusere ekvivalent vekt av kopolymer på overflaten til membranen i kontakt med den elastiske matten eller den inngripende skjermen eller spesielle elektrode. På denne måten forblir utvekslingsegenskapene til diafragma-matrixen uendret, og det er mulig å øke kontaktpunktens tetthet til elektrodene med plasseringen av ione-transporten til membranen. F.eks. kan membranen bli fremstilt ved laminering av et eller to tynne
10 filmer som har tykkelse i området på 0,05 til 0,15 mm av kopolymer som har en lav ekvivalent vekt, over overflaten eller overflatene til en tykkere film i området på 0,15 til 0,6 mm, til et kopolymer som har en høyere ekvivalent vekt eller en vekt tilbøyelig til å optimisere det ohmske fallet
15 og selektiviteten til membranen.

20 Forskjellige andre modifikasjoner av fremgangsmåten og apparatet i følge foreliggende oppfinnelse kan bli gjort uten å avvike fra hensikten eller tanken med oppfinnelsen og det er klart at oppfinnelsen kun skal bli begrenset som
25 definert i kravene.

P a t e n t k r a v

1.

5 Fremgangsmåte for i en elektrolyseanordning å fordele den elektriske strømmen over en elastisk, porøs og permeabel elektrodens overflate, hvilken elektrode er i direkte kontakt med en membran, som er gjennomtrengelig for elektrolyse- cellenes ioner, k a r a k t e r i s e r t v e d at den elastiske, porøse og permeable elektroden (7, 8, 108a; 14, 10 114) presses på den av ioner gjennomtrengelige membrans (5, 105) overflate med hjelp av et elektrisk ledende, elastisk sammenpressbart og elektrolytt- og gassgjennomslippelig sjikt (13, 113) som virker på elektroden (7, 8, 108a; 14, 114) ved hjelp av elastiske krefter ved et antall jevnt fordelte 15 kontaktpunkter og overfor de i de enkelte kontaktpunktene virkende krefter transferselt i forhold til de tilliggende kontaktpunktene i retning av en rett linje i den elastiske overflates plan.

20 2.

Fremgangsmåte ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d at det som elastisk sammenpressbart sjikt (13, 113) anvendes en permeabel, gjennomslippelig metallvev.

25 3.

Fremgangsmåte ifølge krav 1 eller 2, k a r a k t e r i s e r t v e d at det som elektrode (7, 8, 108a; 14, 114) anvendes et fyllsjikt fremstilt av elektrisk ledende og korrosjonsbestandige partikler, som er bundet i membranen (5, 30 105) eller i kontakt med membranen (5, 105).

4.

Fremgangsmåte ifølge krav 1, 2 og 3, k a r a k t e r i s e r t v e d at overflaten til elektroden (7, 8, 108a; 35 14, 114) bringes i kontakt med membranens (5, 105) overflate og forsynes med en tynn, fleksibel skjerm fremstilt av elektrisk ledende, korrosjonsbestandig materiale bevegelig i

157544

42

forhold til membranens (5, 105) overflate og det elastisk sammentrykkbare sjiktet (13, 113) og er mindre sammentrykkbart enn nevnte sjikt (13, 113).

5 5.

Fremgangsmåte ifølge kravene 1, 2, 3 og 4, k a r a k t e r i s e r t v e d at det som elektrode (7, 8, 108a; 14, 114), som er elastisk komprimerbar mot membranen (5, 105), anvendes katoden til elektrolysecellen.

10

6.

Fremgangsmåte ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d at begge elektrodene (8, 108a; 14, 114) til elektrolysecellen er av tilsvarende konstruksjon og forsynes med en overflate som er i elastisk, direkte kontakt med membranen (5, 105) ved et antall punkter og presses jevnt mot membranens (5, 105) overflate.

15

7.

20 Fremgangsmåte ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d at det som motstående elektroder (8, 108a) til cellen anvendes slike som er stive og at de forsynes med en overflate som ved et antall punkter er i direkte kontakt med membranen (5, 105).

25

8.

Fremgangsmåte ifølge krav 4, k a r a k t e r i s e r t v e d at det som elektrodeoverflate, som er i direkte kontakt med membranen (5, 105) ved et antall punkter, anvendes en som har en tetthet med slike punkter i størrelsesorden av 30 punkter pr. cm² med forholdet mellom hele elektrodegrenseflaten med membranen (5, 105) i forhold til membranens areal lik maksimalt 75%.

30

35 9.

Fremgangsmåte ifølge krav 8, k a r a k t e r i s e r t v e d at det som forhold mellom den totale elektrode-

grenseflaten med membranen i forhold til membranens areal anvendes et forhold på mellom 25 til 40%.

10.

5 Fremgangsmåte ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t
v e d at det som elastisk sammentrykkbart sjikt (13, 113)
som er permeabelt i forhold til elektrolytten, anvendes ett
som har et forhold mellom fritt mellomrom i forhold til det
totale mellomrommet tatt opp av det sammenpressede, elastiske
10 sjiktet på minst 50%.

11.

Fremgangsmåte ifølge krav 10, k a r a k t e r i s e r t
v e d at det anvendes et forhold på 85-96%.

15

12.

Fremgangsmåte ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t
v e d at på det elastiske sjiktet rettede trykk er 5kPa-
0,2MPa.

20

13.

Elektrolyseanordning med et hus inneholdende minst ett sett
elektroder bestående av en anode (7, 8, 108a), en katode (14,
114) adskilt av en membran (5, 105) gjennomtrengelig av
25 ioner, samt innretning for tilførsel av den elektrolyserbare
elektrolytten, innretning for fjerning av elektrolyseproduk-
tene, innretning for tilførsel av elektrolysestrømmen,
k a r a k t e r i s e r t v e d at i det minste en av
elektrodene (7, 8, 108a; 14, 114) med hjelp av et bevegelig,
30 glidbart, elastisk sammenpressbart sjikt (13, 113) hvis
størrelse tilsvarer arealet til elektrodene (7, 8, 108a; 14,
114) er presset mot membranen (5, 105) mens det elastisk
sammenpressbare sjiktet (13, 113) er i kontakt med elektroden
(7, 8, 108a; 14, 114) ved et antall jevnt fordelte punkter i
35 fordelingsflaten og er av en konstruksjon gjennomtrengelig
for gass og elektrolytt.

157544

44

14.

Anordning ifølge krav 13, k a r a k t e r i s e r t
v e d at det elastisk sammenpressbare sjiktet (13, 113) er
av metall.

5

15.

Anordning ifølge krav 13, k a r a k t e r i s e r t
v e d at det elastisk sammenpressbare sjiktet (13, 113) er
en vev av metalltråder formet ved krymping.

10

16.

Anordning ifølge krav 13, k a r a k t e r i s e r t
v e d at det elastisk sammenpressbare sjiktet (13, 113)
består av en rekke skrueformede vindinger (131) av metall-
tråd.

15

17.

Anordning ifølge krav 13, k a r a k t e r i s e r t
v e d at i det minste en av celleelektrodene (7, 8, 108a;
14, 114) har en porøs struktur, som slipper gjennom elektro-
lytt og gass og har en elektrisk ledende overflate, som i
flere punkter har kontakt med membranens overflate (5, 105).

20

18.

Anordning ifølge krav 13, k a r a k t e r i s e r t
v e d at elektroden (7, 14) med en overflate som er i
kontakt ved et antall punkter med overflaten til membranen
(5, 105) er dannet av et porøst og permeabelt sjikt av
partikler elektrisk ledende og korrosjonsbestandig materiale,
hvilke partikler er avsatt på membranens (5, 105) overflate.

30

19.

Anordning ifølge krav 13, k a r a k t e r i s e r t v e d
at elektrodeoverflaten (8, 108a; 14, 114), som ved mange
punkter er i kontakt med overflaten til membranen (5, 105)
ligger i kontakt mot en bøyelig (fleksibel) skjerm, som
fremstilles av elektrisk ledende materiale og hvilken skjerm

35

er anbragt på elektrodens (8, 108a; 14, 114) overflate slik at nevnte skjerm kan gli.

20.

5 Anordning ifølge krav 13, k a r a k t e r i s e r t
v e d at begge elektrodene (8, 108a; 14, 114) tilsvarer i
sin konstruksjon og sin form de overflater, som i flere
punkter står i kontakt med membranens (5, 105) overflate, mot
hvilken de er presset elastisk og jevnt.

10

21.

Anordning ifølge krav 13, k a r a k t e r i s e r t
v e d at cellens motelektrode (8, 108a) er stiv og dens
overflate er ved et antall punkter i kontakt med membranens
15 (5, 105) overflate.

20

25

30

35

157544

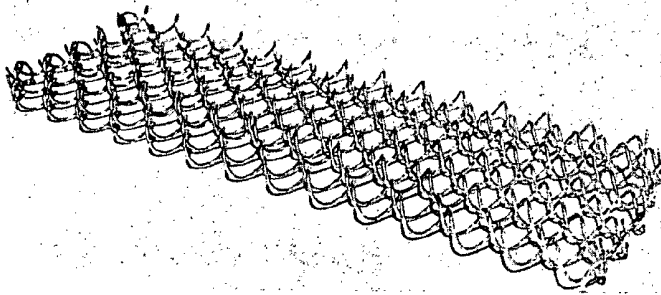


FIG. 1

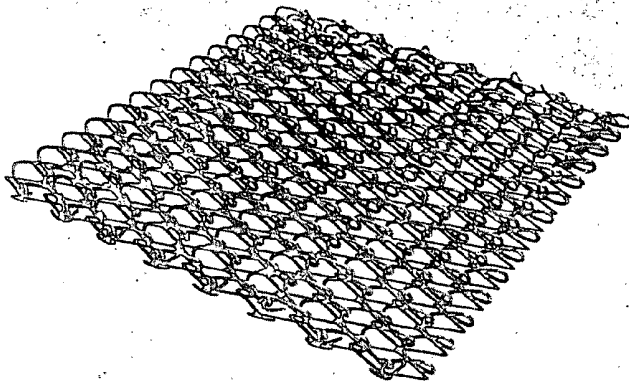


FIG. 2

157544

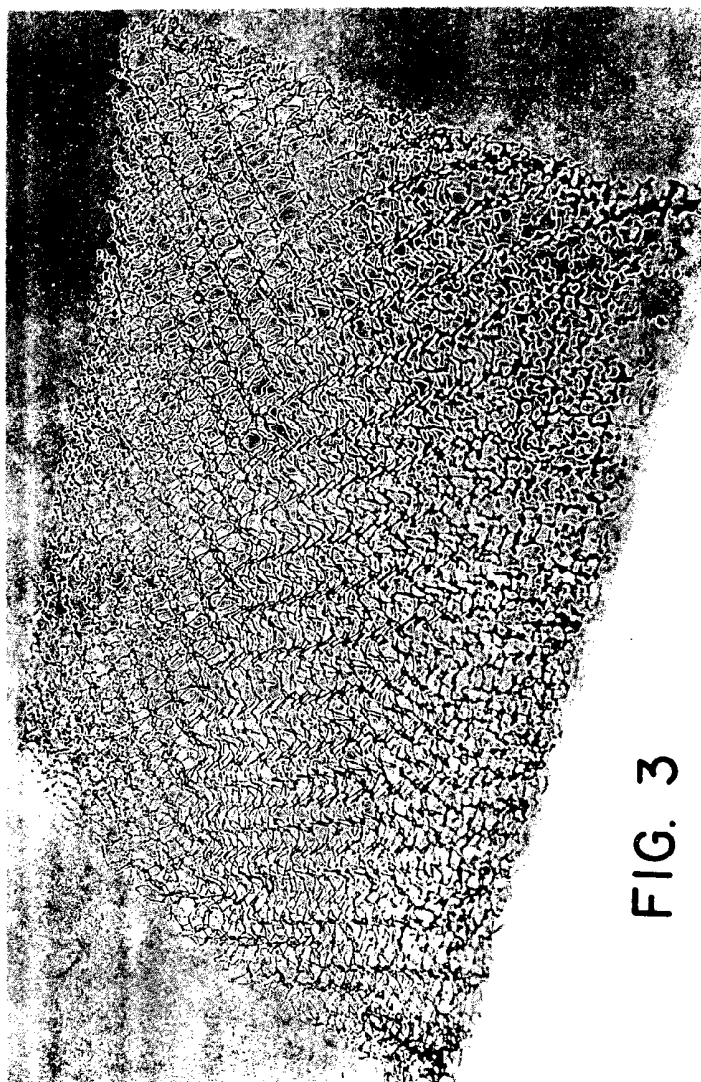


FIG. 3

157544

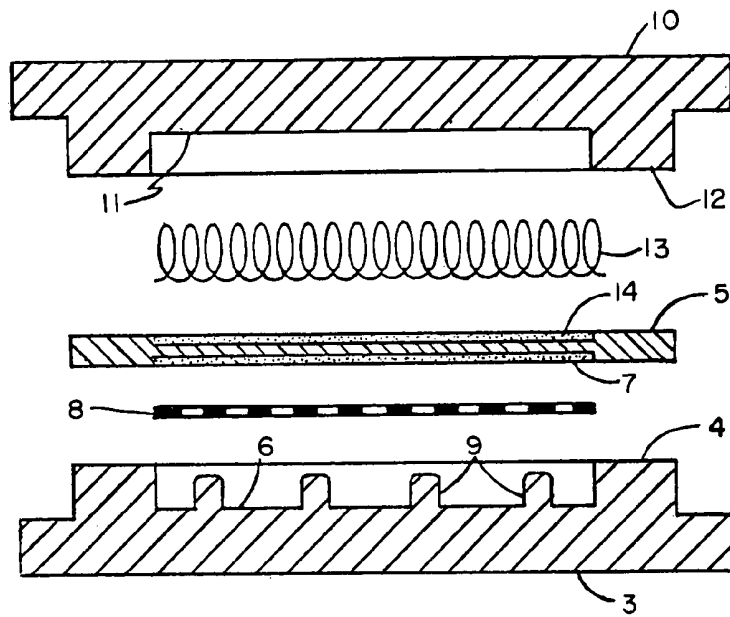


FIG. 4

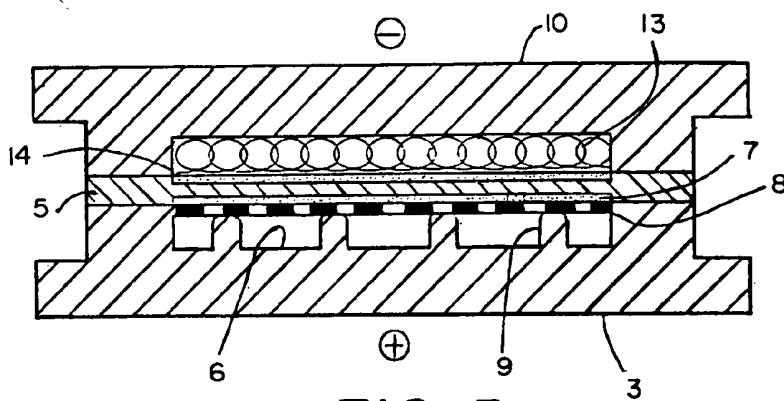


FIG. 5

157544

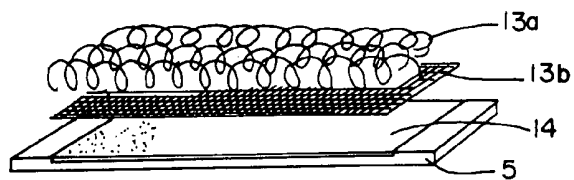


FIG. 6

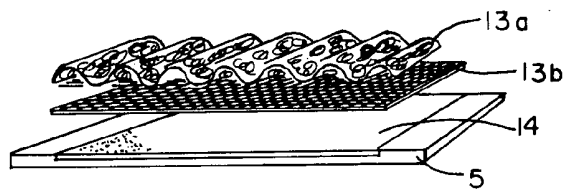


FIG. 7

FIG. 8

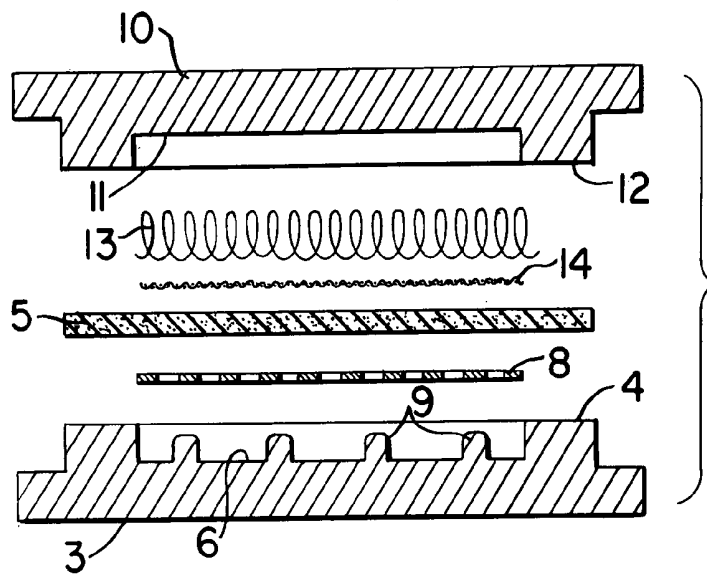
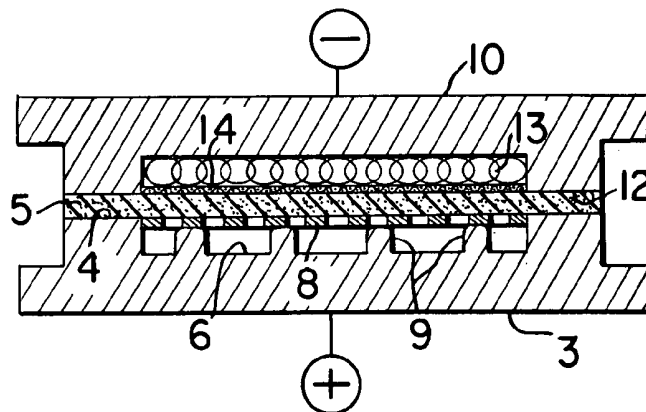


FIG. 9



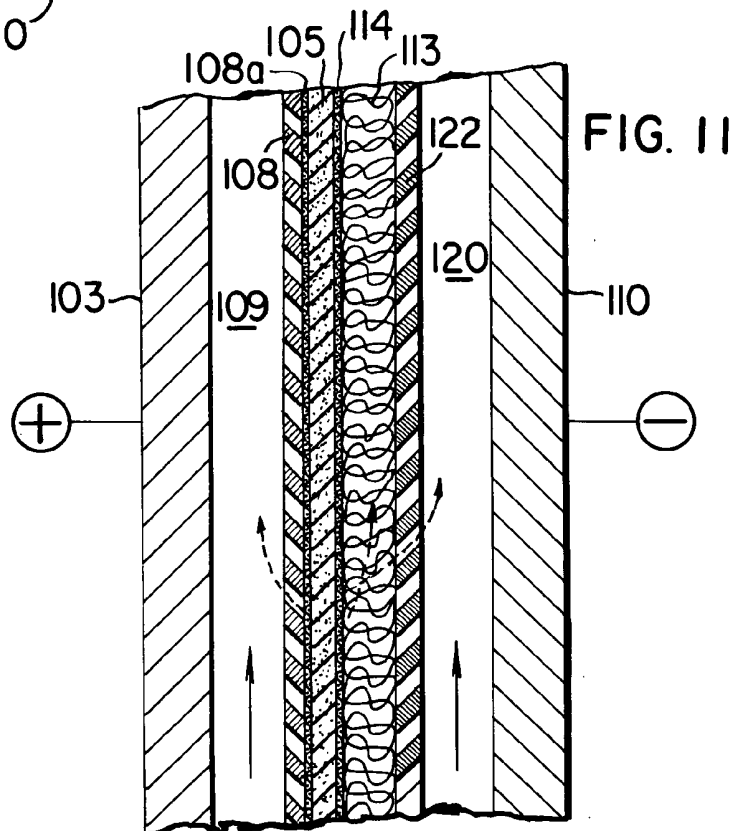
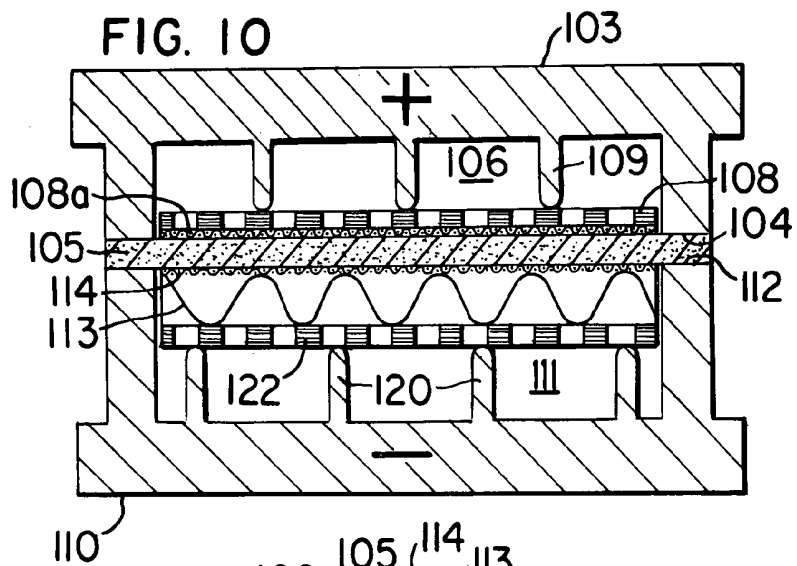


FIG. 12

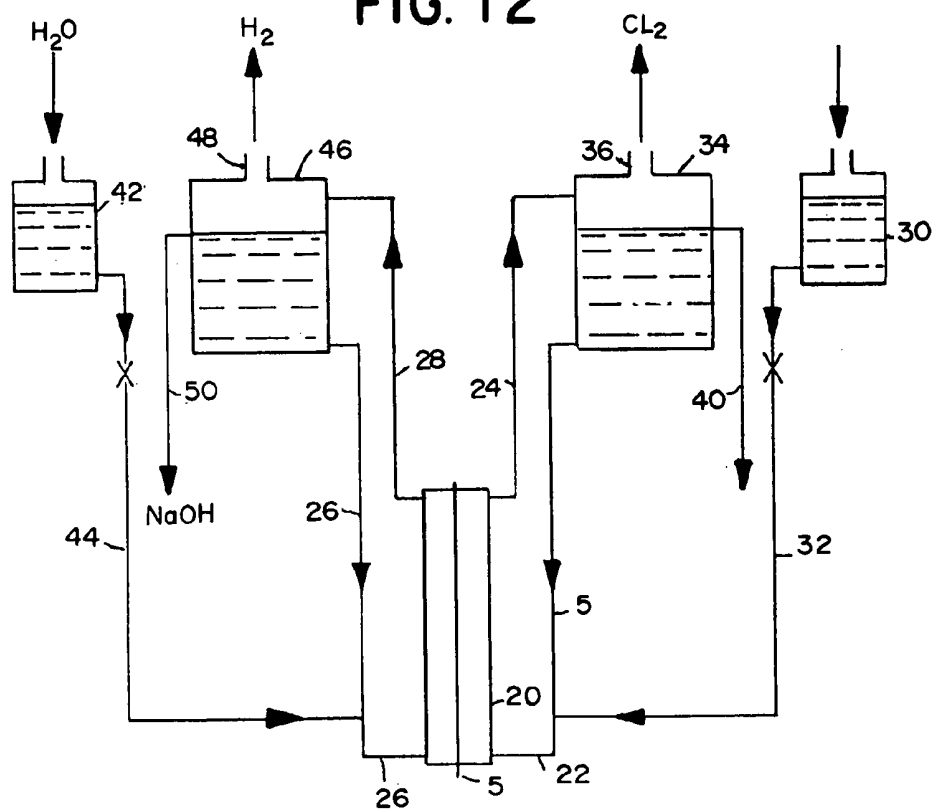


FIG. 13

