



(12) **PATENT**

(19) **NO**

(11) **333310**

(13) **B1**

NORGE

(51) **Int Cl.**

C25B 11/02 (2006.01)

C25B 9/08 (2006.01)

C25B 9/20 (2006.01)

H01M 4/86 (2006.01)

H01M 8/02 (2006.01)

Patentstyret

(21)	Søknadsnr	20015493	(86)	Int.inng.dag og søknadsnr	2000.04.28 PCT/GB2000/01645
(22)	Inng.dag	2001.11.09	(85)	Videreføringsdag	2001.11.09
(24)	Løpedag	2000.04.28	(30)	Prioritet	1999.05.10, GB, 9910714 1999.07.28, US, 146088
(41)	Alm.tilgj	2002.01.09			
(45)	Meddelt	2013.04.29			
(73)	Innehaver	Ineos Chlor Enterprises Ltd, P.O. Box 9, Runcorn Site HQ, South Parade, GB-WA74JE RUNCORN, CHESHIRE, Storbritannia			
(72)	Oppfinner	Brian Kenneth Revill, Runcorn, Cheshire, England, GB-, Storbritannia Michael Frederick Dutton, Warrington, Cheshire, England, GB-, Storbritannia Keith Albert Stanley, Near Mold, Denbighshire, Wales, GB-, Storbritannia Alan Robert Naylor, Warrington, Cheshire, England, GB-, Storbritannia			
(74)	Fullmektig	Bryn Aarflot AS, Postboks 449 Sentrum, 0104 OSLO, Norge			
(54)	Benevnelse	Elektrodestruktur, bipolar enhet, modul og apparat foranvendelse ved elektrolyse			
(56)	Anførte publikasjoner	WO 98/55670 A, US 5484514 A, US 5174878 A			
(57)	Sammendrag				

En elektrodestruktur for bruk f.eks. i et bipolart elektrolyseapparat omfatter (i) en skål med en konkav fordypning og en flens omkring dennes periferi for å understøtte pakningsanordninger for å forsegle en separator mellom flensene i tilstøtende elektrodestrukturer, hvilken separator er anordnet mellom overflaten av anoden i en første elektrodestruktur og katoden i en annen elektrodestruktur slik at anodeoverflaten er hovedsakelig parallell med og vender mot, men er isolert og atskilt fra katodeoverflaten ved hjelp av separatoren, og er hermetisk forseglet til separatoren, (ii) en elektrisk ledende plate at skilt fra skålen, (iii) et antall elektrisk ledende organer til hvilke den elektrisk ledende plate er elektroledende festet og som tilveiebringer elektrisk ledende baner mellom skålen og den elektrisk ledende plate, (iv) innløp for elektrolytt og (v) utløp for væsker og gasser, hvor, når elektrodestrukturen er en anodestruktur, den konkave fordypning er forsynt med et antall innad ragende fremspring, og når elektrodestrukturen er en katode struktur, den konkave fordypning er forsynt med et antall utad ragende fremspring slik at de innad ragende fremspring i den konkave fordypning av skålen i anodestrukturen passer sammen med de utad ragende fremspring i den konkave fordypningen til skålen i en tilstøtende katodestruktur i et bipolart elektrolyseapparat som omfatter et antall av elektrodestrukturene.

Foreliggende oppfinnelse vedrører elektrodestrukturer for bruk i f.eks. bipolare elektrolyseanordninger, spesielt en modulær bipolar elektrolyseanordning, og også i brenselceller.

Elektrolyseanordninger med monopolar membran av filterpresstypen er velkjente, f.eks. som beskrevet i GB 1,595,183. Slike elektrolyseanordninger er lette å fremstille, billige og lette å montere.

Bipolare elektrolyseanordninger er kjent på området, f.eks. som beskrevet i søkerens GB 1,581,348.

I bipolare elektrolyseanordninger av konvensjonell type for bruk ved elektrolyse av vandige løsninger av alkalimetallklorid omfatter den bipolare enhet en anode som er i form av en plate av et filmdannende metall, vanligvis titan, idet platen bærer et elektrokatalytisk aktivt belegg, f.eks. et metalloksid av platinagruppen, og en katode som vanligvis er i form av en perforert, dvs. gjennomhullet metallplate, vanligvis av nikkel eller bløtt stål, idet anoden og katoden er elektrisk ledende forbundet med hverandre for å danne en bipolar enhet. Separatorer er anordnet mellom suksessive bipolare enheter anordnet i serie i elektrolyseanordningen slik at anoden i en bipolar enhet vender mot katoden i den tilstøtende bipolare enhet med en separator anordnet mellom disse. Elektrolyseanordningen omfatter også anode- og katode-terminalenheter.

Ved drift av en elektrolytisk celle av bipolar type er det fordelaktig å operere med så liten avstand som mulig mellom anoden og katoden (anode/katode-gapet) for å holde ohmske tap, og derved cellespenningen, på et minimum.

Separatorene er vanligvis nær eller endog i kontakt med katoden, og for å oppnå et lite anode/katode-gap uten samtidig å ødelegge separatoren, er det nødvendig å være svært forsiktig for å fremstille elektroder som har en passende flathetsgrad, og det er også nødvendig å opprettholde denne flatheten under varmebehandlingen i forbindelse med påføring på elektroden av et elektrokatalytisk aktivt belegg. Stor omhyggelighet må videre utøves når det gjelder å sette sammen enheter i en bipolar elektrolyseanordning hvis skade på separatorene skal unngås.

US 4,557,816 beskriver at jevn konsentrasjonsfordeling av elektrolytten over elektrodene i den bipolare elektrolyseanordning som beskrives der, kan forbedres ved å anordne visse vertikale kanaler på den side av elektroden som vender bort fra separatoren, for nedstrømning av væske.

US 4,643,818 beskriver at den elektriske resistansen til den der beskrevne bipolare elektrolyseanordning kan senkes, og at jevn strømtetthet kan oppnås ved bruk av visse stive elektrisk ledende multikontaktanordninger mellom enkeltceller i en bipolar elektrolyseanordning.

5 US 4,734,180 beskriver en elektrolyseanordning av bipolar type som omfatter bipolare enheter anordnet bakside-mot-bakside med en eksplosjonsforbundet titan-jernplate anordnet mellom disse, og i hvilke ledende ribber er sveiset til elektroden og til det gryteformede legeme.

10 US 5,225,060 beskriver at dannelsen av gassoner i de øvre deler av anode- og katode-strukturene i den bipolare elektrolyseanordning som er beskrevet der, kan hindres ved bruk av et ikke strømførende rom i den øvre del av strukturene.

EP 0,704,556 beskriver at tilveiebringelse av gass/væske-separatorer ved toppen av anode- og katode-strukturene i den bipolare elektrolyseanordning minimaliserer trykksvingninger, membranødeleggelse og spenningsvariasjon.

15 WO 98/55670 beskriver et element for en bipolar elektrolyseanordning, hvis to sider er forsynt med flenser og motstående fremspring. Fremspringene er fortrinnsvis i form av avkortede kjegler og er fortrinnsvis anordnet i form av sentrerte heksagoner for å forbedre lateral blanding av elektrolytt. Vertikal blanding blir imidlertid oppnådd ved nedføringskanaler som minsker det aktive arealet til elektroden og derved forsterker strømtetthetsvariasjonen over elektroden, noe som er et spesielt problem når man arbeider med høy strømtetthet og en anode/membran/katode-konfigurasjon med smalt eller intet gap og med urenhetsfølsomme ionebyttemembraner.

25 EP 0 521 386 beskriver en bipolar elektrolyseanordning som omfatter elektrolytiske celleenheter omfattende elektrodeskillevegger med sammenpassende spor og fremspring med elektrodegitre forbundet direkte, eller gjennom en fjær, til fremspringene. En stabel med slike opprettstående elektrolytiske celleenheter blir koplet i serie med en ionebyttemembran mellom tilstøtende elektrolytiske celleenheter for å danne en elektrolytisk celleanordning. Mens fordypningene og fremspringene sikrer god lateral blanding av elektrolytten, er den vertikale blanding imidlertid dårlig. For å holde konsentrasjons- og temperatur-variasjonen i celleenheten innenfor akseptable grenser, er følgelig energiintensiv pumpet, ekstern resirkulasjon nødvendig med ytterligere kostbare rør og tanker.

30 US 5,484,514 beskriver en elektrolyseenhet med en oppdelt eller partisjonsplate laget ved å dannes av tynne plater. Elektrolyseenheten omfatter en vertikal elektrolyse-

innretning som har en oppdelt eller partisjonsplate dannet ved å superponere et par anode- og katode-partisjoner eller -deler anordnet med gjensidig tilpassede fordypninger og fremspringer, og en elektrodeplate knyttet til fremspringene på hver side av partisjonsplaten for å definere et elektrolytisk kammer. Et gass/væske-separasjons-

5 kammer som har en utløpsåpning, er anordnet i den øvre delen av elektrolyseenheten, slik at tverrsnittet av gass/væske-separasjonskammeret er større ved en del nærmere utløpsåpningen enn ved en annen del fjernt fra utløpsåpningen, for dermed å hindre trykksvingninger i elektrolysekammeret forårsaket av pulsering eller pulsasjon som oppstår i gass/væske-separasjonskammeret.

10 US 5,174,878 angir bipolare celler i en elektrolyseenhet, hvilke celler er arrangert eller anordnet i en rad og hver består av to metalliske partisjoner eller deler, fjærelastiske elektroder som bærer på partisjonene, og en membran anordnet mellom elektrodene og er adskilt fra elektrodene ved hjelp av avstandsstykker, idet kontakt mellom de fjær-

15 elastiske elektroder og membranen blir forhindret ved å anordne avstandsstykkene til hver celle direkte i motsatt retning til hverandre og rettet i samme retning med avstandsstykkene til de andre cellene.

I elektrolyseceller hvor anode/katode-gapet er null, er det en tendens til at trykk som påføres separatoren gjennom anoden og katoden som den er i kontakt med, fører til avvik fra uniformitet, slitasje og endog brudd i separatoren. Dette er spesielt tilfelle når

20 separatoren er en ionebyttemembran hvor det er ønskelig å påføre et jevnt trykk på membranen gjennom anoden og katoden.

Vi har nå kommet fram til en elektrodestruktur for en bipolar elektrolyseanordning som gjør det mulig å benytte meget små eller endog null anode/katode-gap i slike elektrolyseanordninger uten å skade separatoren, noe som minimaliserer elektrisk

25 resistans ved å bruke en kort perpendikulær strømførende banelengde mellom elektrodene og lavresistansmaterialer for nesten hele den perpendikulære strømførende banelengde, og som gir utmerket strømfordeling gjennom elektrodearealet. Elektrodestrukturen tillater både horisontal og vertikal strømning av væsker for å bidra til sirkulasjon og blanding av disse, og har forbedret stivhet og styrke som tillater oppnåelse av

30 tettere toleranse i cellekonstruksjonen. Elektrodestrukturen er av en enkel konstruksjon og lett å fremstille.

Hovedtrekkene ved oppfinnelsen fremgår av de selvstendige patentkrav. Ytterligere trekk og funksjoner ved oppfinnelsen er angitt i de uselvstendige patentkrav.

Ifølge det første aspekt ved foreliggende oppfinnelse er det tilveiebrakt en elektrodestruktur for bruk, f.eks., i en bipolar elektrolyseanordning, omfattende:

(i) en skål med en konkav fordypning og en flens omkring omkretsen for å understøtte pakningsanordninger for forsegling av en separator mellom flensene i tilstøtende elektrodestrukturer, hvilken separator er anbrakt mellom overflaten til en anode i en første elektrodestruktur og overflaten til katoden i en annen elektrodestruktur slik at anodeflaten er hovedsakelig parallell med og vender mot, men er isolert og anordnet i avstand fra katodeflaten ved hjelp av separatoren og er hermetisk forseglet til separatoren;

- (ii) en elektrisk ledende plate atskilt fra skålen;
- (iii) et innløp for væske; og
- (iv) et utløp for fluid;

hvor platen er elektrisk koplet til skålen ved hjelp av et antall elektrisk ledende organer til hvilke den elektriske ledende flate er elektrisk ledende festet og som tilveiebringer elektrisk ledende baner mellom skålen og den elektrisk ledende plate under den forutsetning at når platen er en anodeplate, kan den valgfritt være direkte elektrisk forbundet med skålen; og hvor, når elektrodestrukturen er en anodestruktur, den konkave fordypningen er forsynt med et antall innad utragende fremspring, og når elektrodestrukturen er en katodestruktur, er den konkave fordypning forsynt med et antall utad ragende fremspring slik at de innad ragende fremspring i den konkave fordypning i skålen til anodestrukturen passer sammen med de utad ragende fremspring i den konkave fordypning i pannen til en tilstøtende katodestruktur i en enhet som omfatter et antall elektrodestrukturer.

Den elektrisk ledende plate er fortrinnsvis av metall eller en legering som nærmere beskrevet i det etterfølgende. Den vil generelt være av samme materiale som skålen. Når elektrodestrukturen skal brukes som en anode ved elektrolyse av et alkalimetallhalid, kan således den elektrisk ledende plate være laget av et ventilmetall eller en legering hovedsakelig bestående av et ventilmetall. Når elektrodestrukturen skal brukes som katode ved elektrolyse av et alkalimetallhalid, kan den elektrisk ledende plate f.eks. være av rustfritt stål, bløtt stål, nikkel eller kobber.

Man vil forstå at når den elektrisk ledende plate er en anode for bruk ved elektrolyse av saltvann, vil den bære et elektrokatalytisk aktivt belegg.

Den elektrisk ledende plate kan ha en hvilken som helst passende struktur som nærmere beskrevet i det følgende. Den nøyaktige struktur er ikke kritisk.

For at det trykk som påføres separatorene som er anbrakt mellom de elektrisk ledende plater i tilstøtende elektrodestrukturer i en modul i henhold til foreliggende oppfinnelse, blir påtrykt jevnt, er den elektrisk ledende plate fortrinnsvis fleksibel.

Hvert fremspring i den konkave fordypning er fortrinnsvis elektrisk koplet til et elektrisk ledende organ slik at fremspringene utgjør mange strømmatningspunkter og dermed forbedrer strømfordeling over skålen, noe som fører til lavere spenning, lavere kraftforbruk og lenger levetid for separator og elektrodebelegg.

Fremspringene i den konkave fordypning er fortrinnsvis atskilt fra hverandre i en første retning og i en retning på tvers av den første retning. Helst er fremspringene symmetrisk atskilt fra hverandre. De kan f.eks. være atskilt med lik avstand i en første retning, og atskilt med en lik avstand, som kan være den samme, i en retning på tvers, f.eks. hovedsakelig rettvinklet til den første retning. Avstanden mellom fremspringene er fortrinnsvis den samme i begge retninger.

Fremspringene i den konkave fordypning kan ha en lang rekke former, f.eks. kuppelformet, bolleformet, konisk eller formet som avkortede kjegler. Som eksempler på fremgangsmåter for fremstilling av fremspringene kan det blant annet nevnes vakuumforming, eksplosjonsforming, pressing eller fortrinnsvis ved påføring av et passende formet verktøy på den motsatte overflate av fordypningen.

Det er typisk omkring 20-200, fortrinnsvis 40-100 fremspring/kvadratmeter på den konkave fordypning i skålen i elektrodestrukturen.

Høyden av fremspringene fra planet til den konkave fordypning kan f.eks. være i området 0,5-8 cm, fortrinnsvis 1-4 cm, avhengig av skålens dybde. Avstanden mellom tilstøtende fremspring på den konkave fordypning kan f.eks. være 1-30 cm fra sentrum til sentrum, fortrinnsvis 5-20 cm. Dimensjonene til elektrodestrukturen i strømreringen er fortrinnsvis i området 1-6 cm målt fra den elektriske ledende plate til bunnen av skålen for å gi korte strømbaner som sikrer lavt spenningsfall i elektrodestrukturen uten bruk av innviklede strømføringsanordninger.

De elektrisk ledende organer som den elektrisk ledende plate er koplet til i elektrodestrukturen, omfatter fortrinnsvis stolper eller tapper.

Når det elektrisk ledende organ som den elektrisk ledende platen er festet til, er i form av en stolpe eller tapp, og er elektrisk forbundet med et innad ragende fremspring i

skålens konkave fordypning, kan lengden av strømbanen mellom den elektrisk ledende platen og skålen minimaliseres.

Når anodestolpen er laget av titan eller en titanlegering og katodestolpen er laget av nikkel eller en nikkellegering, er lengden av den elektrisk ledende bane gjennom katodestolpen fortrinnsvis større enn lengden av den elektrisk ledende bane gjennom anodestolpen. Forholdet mellom lengden av den elektrisk ledende bane gjennom katodestolpen og lengden av den elektrisk ledende bane gjennom anodestolpen er minst 2:1, fortrinnsvis minst 4:1, og helst minst 7:1. Vanligvis er forholdet minst 10:1.

Lengden av de to stolpene avhenger av utformingen av elektrolyseanordningen og av om stolpen er tilknyttet en anodeplate eller en katodeplate. Vanligvis kan stolpe-
lengden være i området 0 til 10 cm, fortrinnsvis 0 til 4 cm. Når lengden er null, vil man forstå at oppfinnelsen angår et modifisert arrangement hvor den elektrisk ledende plate, når den er ment å fungere som en anodeplate, kan være direkte elektrisk forbundet med den tilhørende skål eller alternativt koplet til denne gjennom en strømbærer som
definert nedenfor.

Når de elektrisk ledende organer som de elektrisk ledende plater er festet til, er i form av stolper, er hver stolpe fortrinnsvis forsynt med en strømbærer, f.eks. en ring, et gitter eller stålull ved den elektrisk ledende plate for å danne flerpunkts elektrisk kontakt med denne. Fortrinnsvis er strømbæreren en strømbærer med flere ben, heretter
hensiktsmessig kalt en "edderkopp". I visse tilfeller er det tenkt at de elektriske forbindelser kan gjøres uten å bruke en stolpe, f.eks. i tilfelle med en anodestruktur hvor topppunktet til hvert innad rettet fremspring kan være elektrisk koplet til anodeplaten ved hjelp av en strømbærer som nevnt foran, f.eks. en edderkopp.

Tilveiebringelsen av edderkopper øker antallet og fordelingen av strømmatingspunkter til den elektrisk ledende plate, og forbedrer derved strømfordelingen, noe som fører til lavere spenningstap og kraftforbruk, og lenger levetid for separatorer og elektrodebelegg.

Lengden av bena og deres antall på edderkoppen, hvor en edderkopp er til stede, kan variere innenfor vide grenser. Vanligvis inneholder edderkoppen mellom 2 og 100 ben, fortrinnsvis mellom 2 og 8 ben. Hvert ben er vanligvis mellom 1 mm og 200 mm langt, fortrinnsvis mellom 5 mm og 100 mm langt. En fagkyndige vil ved hjelp av enkle forsøk være i stand til å bestemme passende lengder og antall edderkoppben for en spesiell anvendelse.

En edderkopp kan være fleksibel eller stiv. Formen og de mekaniske egenskapene til edderkoppene i anodestrukturen, kan være den samme som eller forskjellig fra formen og de mekaniske egenskapene til edderkoppene i katodestrukturen. For eksempel blir forholdsvis ikke-fjærende edderkopper med korte ben ofte foretrukket i anodestrukturen, og forholdsvis fjærende edderkopper med lange ben blir foretrukket i katodestrukturen.

Bruken av fjærbelastede edderkopper, i det minste ved katodeplaten, gjør det mulig for elektrodestrukturene å være fjærbelastet for å oppnå operasjon med null gap ved optimalt trykk for å minimalisere risikoen for separator/elektrode-skade. Med "null gap" mener vi at det er hovedsakelig intet gap mellom den elektrisk ledende plate i hver elektrodestruktur og den tilstøtende separator, dvs. slik at tilstøtende elektrisk ledende plater under bruk bare er atskilt av separatorens tykkelse.

Når separatoren er en membran, tilveiebringer de fjærbelastede edderkopper mer jevn understøttelse for membranen over et større areal for derved å redusere bevegelse som kan føre til skade på membranen av f.eks. folding, sliping eller begynnende skrukker.

En edderkopp er fortrinnsvis laget av det samme metall som den elektrisk ledende plate som den er i elektrisk kontakt med.

Vanligvis er en edderkopp sveiset til den elektrisk ledende plate som den er i elektrisk kontakt med.

En edderkopp kan være festet til stolpen ved hjelp av fremgangsmåter som er kjent på området, f.eks. ved sveising, skruefesting eller presspasnings-kontakter.

Bena til hver edderkopp kan stråle ut fra en sentral del for bruk til å feste edderkoppen til en stolpe, eller i noen tilfeller, direkte til et toppunkt på det tilhørende frem-spring. Edderkoppbena kan være atskilt med like vinkler.

Ifølge et ytterligere aspekt ved foreliggende oppfinnelse er det tilveiebrakt en edderkopp for bruk i en elektrodestruktur, hvor edderkoppen er elektrisk ledende festet til et elektrisk ledende organ og til en elektrisk ledende plate slik at strømfordeling til den elektrisk ledende plate blir forbedret.

Ifølge nok et ytterligere aspekt ved oppfinnelsen er det tilveiebrakt en anode- eller katode-anordning omfattende en elektrisk ledende plate til hvis ene flate det er festet et antall strømfordelende edderkopper som hver omfatter en del for å feste den, under bruk, til en skål og et antall ben som stråler ut fra festedelen slik at elektrisk strøm-

forsyning til platen finner sted gjennom disse ben. Et slikt arrangement gjør det lett mulig å sveise eller på annen måte feste anode- eller katode-anordningen i et cellekammer eller en modul, og å fjerne den, f.eks. for reparasjon av den elektrisk ledende plate eller utskifting av et eventuell elektrokatalytisk belegg på denne.

5 Når stolpen er forsynt med en strømbærer, kan den videre være forsynt med en isolerende hette på den ende som er i nærheten av separatorene.

Når elektrodestrukturen er en anodestruktur, kan dennes skål være forbundet bakside-mot-bakside til skålen i en elektrodestruktur som er en katodestruktur, slik at de innad ragende fremspring i skålen i anodestrukturen passer sammen med de utad
10 ragende fremspring på skålen i katodestrukturen for å danne en bipolar enhet.

I henhold til et ytterligere aspekt ved foreliggende oppfinnelse er det tilveiebrakt en bipolar enhet hvor skålen i en elektrodestruktur i henhold til foreliggende oppfinnelse, som er en anodestruktur, er forbundet med skålen i en elektrodestruktur i henhold til foreliggende oppfinnelse, som er en katodestruktur, slik at de innad ragende fremspring
15 på skålen i anodestrukturen passer sammen med de utad ragende fremspring på skålen i katodestrukturen for å danne en bipolar enhet.

I den bipolare enhet i henhold til foreliggende oppfinnelse, er elektrodestrukturene presset eller forbundet med hverandre, fortrinnsvis ved sveising, helst ved eksplosjons-sveising, slik at elektrisk kontakt blir opprettet mellom de konkave fordypninger i skålene.

20 Et antall slik bipolare enheter sammen med passende separatorene, pakninger og pressanordninger kan sammenstilles for å danne en bipolar filterpresse-elektrolyse-anordning.

I henhold til nok et ytterligere aspekt ved foreliggende oppfinnelse er det tilveiebrakt en bipolar filterpresse-elektrolyseanordning som omfatter:

- 25 a) strømfordelingsanordninger; og
- b) minst én bipolar enhet montert på en monteringsramme og sammenstilt i serie både mekanisk og elektrisk,

karakterisert ved at de bipolare enheter er bipolare enheter i henhold til det ytterligere aspekt ved foreliggende oppfinnelse.

30 Med "strømfordelingsanordninger" er ment systemer, vanligvis festet til innsiden av enderammene til elektrolyseanordningens monteringsramme, utformet for å føre strøm fra en kraftkilde slik som krafttilførselskabler eller samleskinner fra et cellerom til skålene i terminalelektrodene i en filterpresse-elektrolyseanordning eller de ytre skåler i

endemodulene til den modulære elektrolyseanordning, slik at strømmatingen blir jevnt fordelt over alle de elektriske kontaktpunkter på disse skålene. Strømfordelingsanordninger kan vanligvis være enkelte plater eller systemer av plater, kabler eller tråder laget av ledende metaller. Etter valg kan de være utstyrt med ledningsforbedrende belegg, festanordninger eller innretninger for å forbedre den elektriske forbindelse mellom strømfordelingsanordningene og endeelektroden. Alternativt, spesielt i en filterpresse-elektrolyseanordning, kan terminalelektrodene være permanent festet til strømfordelingsanordningene, f.eks. ved sveising.

En foretrukket form for strømfordelingsanordning som er spesielt nyttig i elektrolyseanordningen ifølge oppfinnelsen, innebærer en rekke kopperplater som løper vertikalt fra bunnen til toppen av elektrolyseanordningens enderamme, idet kopperplatene er elektrisk forbundet ved at alle ved bunnen er koplet til en enkel, horisontal koppersamleskinne. Ved én ende av elektrolyseanordningens ramme hvor kopperplatene er innrettet for tilkopling til en skål som er en del av en anodestruktur, kan de være forsynt med ledende, utad ragende fremspring eller ledende stolper som passer sammen med de innad ragende fremspring på anoden. Ved den annen ende av elektrolyseanordningen, hvor kopperplatene er innrettet for tilkopling til en skål som er en del av en katodestruktur, kan de være flate, eller de kan være utstyrt med innad ragende fremspring som passer sammen med de utad ragende fremspring på katoden. Etter valg kan kopperplatene i strømfordelingsanordningene være utstyrt med ledningsforbedrende belegg eller anordninger for å forbedre elektrisk kontakt med skålen i elektrodestrukturen.

Endeelektrodene i den bipolare filterpresse-elektrolyseanordning i henhold til foreliggende oppfinnelse, omfatter fortrinnsvis elektrodestrukturer i henhold til foreliggende oppfinnelse.

Når elektrodestrukturen i henhold til foreliggende oppfinnelse utgjør endene av en bipolar elektrolyseanordning, kan den være forsynt med anordninger for å mate elektrisk kraft til denne. For eksempel kan denne anordningen omfatte et fremspring som er passende utformet for feste til en samleskinne når elektrodestrukturen er montert i en elektrolyseanordning.

Den bipolare filterpresse-elektrolyseanordning i henhold til foreliggende oppfinnelse omfatter typisk opp til 300 bipolare enheter.

Anordninger for å tilveiebringe en last til en hermetisk tett, bipolar filterpresse-elektrolyseanordning i henhold til foreliggende oppfinnelse, er kjent for fagkyndige.

Modulære bipolare elektrolyseanordninger er kjent, for eksempel som beskrevet i US 4,108,752 og US 4,664,770.

5 Modulære bipolare elektrolyseanordninger har de fordeler at en lavere kompresjonsbelastning blir påført disse enn konvensjonelle bipolare elektrolyseanordninger, siden belastningen er nødvendig for å frembringe bare elektrisk kontakt mellom tilstøtende moduler og ikke tetningen av hver celle i elektrolyseanordningen. Bruk av lavere kompresjonsbelastninger eliminerer behovet for massive endeplater og tilhørende kompresjonssystemer. Bruken av moduler letter videre både fremstillingen/monteringen
10 og vedlikeholdet av en bipolar elektrolyseanordning.

US 4,108,752 beskriver en modulær bipolar elektrolyseanordning som omfatter et antall fjernbare moduler. Hver modul omfatter et par sammenpassende skåler, hvor hver skål har en konkav fordypning og en omkretsflens som omgir fordypningen, idet skålene
15 er koplet sammen omkretsmessig ved flensene slik at fordypningen i hver skål vender mot den i den tilkoblede skål. En generelt plan separator er anordnet mellom skålene. Fordypningen i en skål og den tilsvarende plane side av separatorens definerer en første struktur, og fordypningen i den annen skål og den motsatte side av separatorens definerer en annen struktur. En plan elektrode er anordnet inne i hver struktur parallelt med planet
20 til separatorens, og elektrisk og strukturmessig forbundet med den tilsvarende skål, f.eks. ved hjelp av stolper. Den bipolare filterpresse-elektrolyseanordning blir sammenstilt ved å innrette et antall moduler slik at skålenes plane, ytre overflater er parallelle. Minst én ledende flerkontaktstrimmel er innskutt mellom skåloverflater i tilstøtende moduler som vender mot hverandre, slik at de plane, ytre overflatene av skålene er parallelle, og når
25 modulene blir presset sammen, blir de ledende strimler liggende mellom disse for å opprette en positiv elektrisk kontakt mellom tilstøtende celler ved et antall punkter.

US 4,664,770 beskriver en modul for en modulær, bipolar elektrolyseanordning som omfatter et hus dannet av to strukturer som hver har en bunnside som strekker seg i et plan parallelt med plan som innbefatter en anode og en katode. Anoden og katoden er
30 atskilt av en membran, og både anoden og katoden har et antall perforerte og uperforerte seksjoner anordnet parallelt. En forsterkningsramme av metall er anordnet mellom anoden og en tilstøtende, indre overflate av bunnsiden av en struktur og mellom katoden og en tilstøtende indre overflate av en bunnside av den annen struktur. En

kontaktstrimmel er festet til en ytre overflate på hver av bunnssidene, idet kontaktstrimlene for tilstøtende celler er elektrisk sammenkoplet. Det er også tilveiebrakt anordninger for å forbinde hver av kontaktstrimlene med metallforsterkningen og de uperforerte seksjoner i elektroden i den tilfestede struktur. En skillemembran strekker seg mellom anoden og katoden i hver av modulene, og pakningsanordninger tetter strukturene mot membranen. Når en elektrolyseanordning er sammenstilt ved å bringe et antall slike moduler på linje ved hjelp av kjente anordninger, blir elektrisk kontakt mellom tilstøtende moduler sikret ved hjelp av de elektrisk ledende kontaktstrimler.

Vi har nå funnet at når de elektrisk ledende organer på hvilke de elektrisk ledende plater er montert i elektrodestrukturene i henhold til foreliggende oppfinnelse, er i form av belastningsbærende stolper, kan en modul for en modulær, bipolar elektrolyseanordning være laget av slike elektrodestrukturer. En slik modul er lett å sammenstille og er spesielt lett å montere og samlokalisere med andre moduler på en ramme. God elektrisk forbindelse mellom én modul og den neste blir spesielt lett oppnådd. Den prosentvise andel av membranarealet som gjennomgår elektrolyse, blir også betydelig forbedret sammenlignet med kjente modulære konstruksjoner.

I henhold til et foretrukket aspekt ved foreliggende oppfinnelse er det tilveiebrakt en modul for bruk i en modulær, bipolar elektrolyseanordning omfattende:

a) En anodestruktur som omfatter (i) en skål med en konkav fordypning og en flens omkring sin omkrets, (ii) en anodeplate som etter valg har en elektrokatalytisk aktiv overflate, (iii) anordninger, fortrinnsvis omfattende et antall elektrisk ledende, belastningsbærende organer til hvilke anoden er elektrisk ledende festet, for å tilveiebringe elektrisk ledende baner mellom skålen og anodeplaten, (iv) et innløp for væske, og (v) et utløp for fluider;

b) En katodestruktur som omfatter (i) en skål med en konkav fordypning og en flens omkring dennes omkrets, (ii) en katodeplate som etter valg har en elektrokatalytisk aktiv overflate, (iii) et antall elektrisk ledende, belastningsbærende organer til hvilke katoden er elektrisk ledende festet og som tilveiebringer elektrisk ledende baner mellom skålen og katodeplaten, (iv) innløp for væske og (v) utløp for fluider;

c) En separator anbrakt mellom anodeplaten og katodeplaten slik at anodeoverflaten er hovedsakelig parallell med og vender mot, men er isolert og atskilt fra katodeoverflaten av separatorens som derved deler modulen i separate anode- og katode-kamre;

d) Pakningsanordninger som forsegler separatorene mellom flensene på skålenes omkrets; og

e) Anordninger for å påføre trykk på pakningsanordningen for hermetisk tetning av separatorene til disse,

5 karakterisert ved at

i) den konkave fordypning i pannen i anodestrukturen er forsynt med et antall innad ragende fremspring, og den konkave fordypning i pannen i katodestrukturen er forsynt med et antall utad ragende fremspring slik at de innad ragende fremspringene i anodestrukturen i en modul passer sammen med de utad ragende fremspring i katodestrukturen i en tilstøtende modul i en modulær, bipolar elektrolyseanordning som
10 omfatter et antall moduler; og

ii) én eller flere, etter valg, bipolare enheter i henhold til foreliggende oppfinnelse, fortrinnsvis med elektrisk ledende, belastningsbærende stolper og tilhørende separatorer spredt mellom anode- og katode-strukturene.

15 Man vil forstå at ved å innbefatte én eller flere bipolare enheter ifølge oppfinnelsen sammen med tilhørende pakninger og separatorer mellom anodestrukturen og katodestrukturen i en modul ifølge oppfinnelsen, og ved å bruke lignende anordninger for å påføre trykk for hermetisk å tette separatorene mot pakningene og pakningene mot elektrodestrukturene, er det mulig å skape en "hybridmodul" som inneholder to eller flere
20 anodestrukturer og to eller flere katodestrukturer, med to eller flere separatorer. Man vil forstå at frembringelsen av hybridmoduler ligger innenfor foreliggende oppfinnelses ramme.

Én fordel ved hybridmodulen er at reduserte antall løfteoperasjoner er nødvendig innenfor driftsmiljøet i cellerommet, noe som fører til reduserte sikkerhetsrisikoer og
25 kortere nedkoplingstider for elektrolyseanordninger ved utskifting av elektrodestrukturer eller moduler under vedlikehold eller overhaling.

Anordningene for å påføre trykk på pakningene for hermetisk å tette separatorene i modulen, blir fortrinnsvis frembrakt av bolter gjennom hull i flensene. Vi utelukker imidlertid ikke muligheten for å benytte andre anordninger for påføring av trykk.

30 Når de elektrisk ledende, belastningsbærende stolper i modulene er forsynt med strømbærere, er hver stolpe fortrinnsvis forsynt med en isolerende hette, og helst er et sammenpassende hull utformet i den elektrisk ledende plate, spesielt når den elektrisk

ledende plate er i form av et gitter. Når et sammenpassende hull er utformet i den elektrisk ledende plate, er den isolerende hette fortrinnsvis i form av en pute.

Ifølge et ytterligere foretrukket aspekt ved foreliggende oppfinnelse, er det tilveiebrakt en modulær, bipolar elektrolyseanordning som omfatter:

5 én eller flere moduler sammenstilt på en monteringsramme i serie, både mekanisk og elektrisk; og

 strømfordelingsplater ved hver ende av elektrolyseanordningen, karakterisert ved at modulene er moduler i henhold til det foretrukne aspekt ved foreliggende oppfinnelse.

10 Elektrisk isolerende, belastningsoverførende puter er fortrinnsvis anordnet ved endene av de elektrisk ledende, belastningsbærende stolper ved den elektrisk ledende plate i den modulære, bipolare elektrolyseanordning i henhold til foreliggende oppfinnelse, og, når stolpene er belastningsbærende, ved de ender av stolpene som befinner seg i nærheten av de elektrisk ledende plater i den bipolare filterpresse-elektrolyse-
15 anordning i henhold til foreliggende oppfinnelse. Slike isolerende puter hindrer mekanisk skade på membranen, og siden elektrolyse ikke inntreffer ved disse punktene, lider ikke membranen av noen elektrolyseskade.

 Slike isolerende puter kan være laget av et ikke-ledende materiale som er resistent mot det kjemiske miljø i cellen, f.eks. fluoropolymerer slik som PTFE, FEP,
20 PFA, polypropylen, CPVC og fluorelastomergummier. Putene kan være anordnet på metalltapper som er anbrakt mellom stolpene og den elektrisk ledende plate med puten presset mot separatoren eller membranen.

 I den modulære, bipolare elektrolyseanordning i henhold til foreliggende oppfinnelse, som omfatter et antall moduler, er den konkave fordypningen i anodeskålen til en
25 modul og den konkave fordypning i katodeskålen i en tilstøtende modul elektrisk forbundet, fortrinnsvis ved toppene til fremspringene.

 Elektrisk konduktivitet mellom tilstøtende moduler i den modulære, bipolare elektrolyseanordning kan oppnås ved bruk av sammenkopplingsanordninger eller fortrinnsvis minst én nærkontakt mellom tilstøtende moduler.

30 Elektrisk konduktivitet mellom tilstøtende moduler kan forbedres ved å tilveiebringe konduktivitetsforbedrende materialer eller konduktivitetsforbedrende anordninger på den ytre overflate av skålene. Som eksempler på konduktivitetsforbedrende

materialer kan blant annet nevnes ledende karbonskum, ledende fett og belegg av meget godt ledende metall, f.eks. sølv eller gull.

De konduktivitetsforbedrende innretninger blir fortrinnsvis brukt til å forbedre elektrisk konduktivitet mellom tilstøtende moduler. Som eksempler på konduktivitetsforbedrende innretninger kan blant annet nevnes elektrisk ledende bimetallplater sveiset til anoden, eksplosjonssveisede elektrisk ledende bimetallplater, elektrisk ledende metallanordninger, f.eks. pakninger, eller fortrinnsvis elektrisk ledende metallanordninger innrettet for (a) å skure av eller trenge inn i overflaten til skålene ved å skjære eller bite gjennom et eventuelt elektrisk isolerende belegg på disse, f.eks. et oksidbelegg, og (b) i det minste hindre dannelse av et isolerende belegg mellom innretningen og skålens overflate.

Ifølge et ytterligere aspekt ved foreliggende oppfinnelse er et tilveiebrakt en elektroledende metallanordning innrettet for (a) å skure av eller trenge inn i overflaten til de andre skålene ved å skjære eller bite gjennom et elektrisk isolerende belegg, f.eks. et oksidbelegg, og (b) i det minste å hindre dannelse av et isolerende belegg mellom anordningen og overflaten til skålen (heretter for letthets skyld kalt "skureanordning").

Skureanordningen er forsynt med ett eller flere fremspring. Som et eksempel på en skureanordning kan nevnes en stjerneskiye som f.eks. er forsynt med 18 fremspring. Fortrinnsvis er imidlertid skureanordningen forsynt med ikke mer enn seks fremspring. Det blir ofte foretrukket, på grunn av mekanisk stabilitet under sammenstilling av elektrolyseanordningen, at skureanordningen er forsynt med minst tre fremspring. Fortrinnsvis er slike fremspring anordnet på begge sider av skureanordningen.

En skureanordning er fortrinnsvis anbrakt i et innad utragende fremspring i den konkave fordypning i skålen til en anodestruktur for å tilveiebringe elektrisk kontakt mellom skålen og det sammenpassende, utad ragende fremspring i fordypningen på skålen i en katodestruktur. Skureanordningene er fortrinnsvis anordnet i hvert innad ragende fremspring i anoden.

Skureanordningen kan være laget av et elektrisk ledende materiale som er hardt nok til å skjære inn i minst én av skålene i elektrostrukturen, spesielt en titananode, for å trenge gjennom et eventuelt oksidbelegg på denne. Som eksempler på egnede metaller hvorfra slike skureanordninger kan lages, kan blant annet nevnes karbonstål, nikkel, nikkellegering eller fortrinnsvis en berylliumkopper-legering.

Skureanordningen kan være festet til anoden, f.eks. ved hjelp av skruing, sveising eller nagling ved å bruke en metalltapp, f.eks. Ti. En slik anordning er fortrinnsvis festet slik at den fritt kan rotere i det minste i begrenset grad.

Skureanordningen er fortrinnsvis gjenbrukbar, dvs. at den kan brukes til å danne
5 gjentatte forbindelser uten utskifting.

Foreliggende oppfinnelse vil heretter bli nærmere beskrevet under henvisning til bruken av de forskjellige aspekter i klor/alkali-anvendelser, f.eks. saltvannselektrolyse.

Antallet moduler og bipolare enheter i bipolare elektrolyseanordninger i henhold til foreliggende oppfinnelse vil bli valgt av den fagkyndige i lys av blant annet det
10 nødvendige produksjonsvolum, tilgjengelig effekt og spennig og visse begrensninger som er kjent for fagkyndige.

En modulær, bipolar elektrolyseanordning i henhold til foreliggende oppfinnelse omfatter typisk 1-300 modulere.

Filterpressen og den modulære, bipolare elektrolyseanordning i henhold til fore-
15 liggende oppfinnelse kan drives ved trykk mellom 50 og 600 kPa (0,5 og 6 bar), fortrinnsvis mellom 50 og 150 kPa (500 og 1500 mbar).

Et innløpsrør er anordnet ved bunnen av elektrodestrukturen, som fortrinnsvis strekker seg fra den ene siden til den annen for å gjøre det mulig å tilføre elektrodestrukturen væske. Når den modulære, bipolare elektrolyseanordning f.eks. skal brukes til
20 saltvannselektrolyse, tillater innløpsrørene lut å bli tilført katodestrukturen og saltvann å bli tilført til anodestrukturen. Væske blir fortrinnsvis matet til innløpsrøret fra bare én ende.

Åpninger er atskilt langs innløpsrøret, fortrinnsvis med lik avstand, for å forbedre væskematingsfordelingen over elektrodestrukturen. Fortrinnsvis er åpningene utformet
25 slik at der hvor en skillevegg, som nærmere beskrevet nedenfor, er anordnet i elektrodestrukturen, blir væske fra åpningene dirigert inn i den resirkulerende strøm som genereres av skilleveggen. Dimensjonene til åpningene er slik at trykkfall ned langs innløpsrøret blir minimalisert.

Antallet åpninger i innløpsrøret for en spesiell anvendelse kan lett beregnes av en
30 fagkyndig. Vanligvis er det omkring 2-10 fortrinnsvis omkring 6 åpninger pr. meter innløpsrør. Hver åpning har typisk en diameter på ca. 1-3 mm, fortrinnsvis omkring 2 mm.

Det forsyningsrør som væsken leveres gjennom til innløpsrøret, er laget av et ikke-ledende materiale og kan være innsatt i et innløpsrør til en hvilken som helst dybde,

f.eks. inntil det nesten når innløpsrørets dødende. I bipolare elektrolyseanordninger øker den økte lengde av det ikke-ledende forsyningsrør lengden av væskebanen mellom celler i elektrolyseanordningen for derved å redusere risikoen for skade på elektrolyseanordningen ved lekkstrømkorrosjon.

5 Innløpsrørene er konvensjonelt laget av det samme materiale som elektrodestrukturene de mater. Når anoden f.eks. er laget av titan eller en titanlegering, er innløpsrøret til anoden fortrinnsvis laget av titan eller en titallegering, og når katoden er laget av nikkel eller en nikkellegering, er innløpsrøret til katoden fortrinnsvis laget av nikkel en nikkellegering.

10 Som eksempler på passende ikke-ledende materialer som forsyningsrøret kan være laget av, kan nevnes fluorpolymerer slik som PTFE, FEP og PFA.

Nærværet av den ene eller de flere elektrisk ledende plater som er atskilt fra hverandre av separatorene, utgjør et elektrolyseareal i modulære og bipolare filterpresse-elektrolyseanordninger eller -apparater.

15 Brukt væske og produktgass blir ført fra elektrodestrukturen gjennom et gass/væske-utløpssystem som omfatter en utløpssliss, et utløpssamlerør, hvor gass/væske-separasjon finner sted, og en utløpsåpning. Skade på separatoren forårsaket av dannelsen av et gassrom ved separatoren i det øvre område av elektrolysearealet blir i det minste redusert, og ofte eliminert, ved tilveiebringelse av
20 utløpssamlerøret i ikke-elektrolysearealet over elektrolysearealet i elektrodestrukturen.

I utløpssystemet strømmer gass/væske-blandingen oppover fra elektrolysearealet gjennom en utløpssliss over elektrolysekamrene og inn i utløpssamlerøret. Dybden av utløpsslissen som løper langs hovedsakelig hele bredden av elektrodestrukturen, vil bli valgt i lys av blant annet strømtettheten, elektrodearealet og temperaturen slik at gass-
25 fasen blir dispergert som bobler i en kontinuerlig væskefase. Dybden av utløpsslissen er vanligvis omkring 5-50%, fortrinnsvis omkring 10-30%, av dybden til elektrodestrukturen, dvs. avstanden mellom den konkave fordypning og elektrodeplaten.

Gass/væske-blandingen separeres hurtig i utløpssamlerøret, som løper langs hovedsakelig hele bredden av elektrodestrukturen. Tverrsnittsarealet til utløpssamlerøret
30 vil bli valgt i lys av blant annet strømtettheten, elektrodearealet og temperaturen, slik at lagdelt, horisontal gass/væske-strømning langs samlerøret, fortrinnsvis med en glatt grenseflate, blir opprettholdt.

Gass- og væske-strømmene forlater utløpssamlerøret gjennom én eller flere utløpsåpninger, fortrinnsvis én utløpsåpning, helst anordnet ved én ende av røret. Tverrsnittsarealet til utløpsåpningen vil bli valgt i lys av blant annet strømtettheten, elektrodearealet og temperaturen slik at ringformet gass/væske-filmstrømning gjennom utløpsåpningen med en væskefilm på veggen og en sentral gasskjerne, fortrinnsvis blir oppnådd.

Gass/væske-utløpssystemet som er beskrevet ovenfor, har den fordel at det lave trykkfallet hindrer nedtrykning av gass/væske-grenseflaten i elektrolysearealet til elektrodesystemet og følgelig eliminerer skade på separatorene forårsaket av dannelse av et gassrom ved separatorene i det øvre område av elektrolysearealet. En ytterligere fordel ved gass/væske-utløpssystemet er minimaliseringen av trykksvingninger som forårsaker fysisk skade på separatorene ved sliping fra kontakt med elektrodeplaten. Væskefilmen på veggen til utløpsrøret gir en ytterligere fordel ved å øke motstanden i væskebanen mellom celler i elektrolyseanordningen for derved å redusere muligheten for skade på elektrolyseanordningen av lekkstrømkorrosjon.

I en foretrukket utførelsesform av foreliggende oppfinnelse er gass/væske-utløpssamlerøret i form av en rektangulær struktur anordnet langs hovedsakelig hele bredden av elektrodestrukturen. Bakplaten til utløpssamlerøret er en oppadragende forlengelse av baksiden av skålen i vertikalretningen til elektrodestrukturen. Bakplaten er bøyd 90 grader perpendikulært til baksiden av skålen i retning av elektroden for å danne topplaten i utløpssamlerøret og gjennom ytterligere 90 grader nedover for å danne frontplaten til samlerøret slik at fronten av samlerøret er hovedsakelig parallell med baksiden av samlerøret. Platen kan etter valg være bøyd tilbake 90 grader mot bakflaten for å danne bunnen i samlerøret og ned 90 grader for å danne frontplaten til utløpsslissen. Alternativt kan frontplaten til utløpsslissen være en fortsettelse av frontplaten til utløpssamlerøret.

Ved bunnen av utløpsslissen er frontplaten bøyd ytterligere 90 grader perpendikulært til og bort fra bakplaten for å danne topplaten til skålen. Denne topplaten bli så bøyd 90 grader videre oppover for å danne skålens flens.

Høyden til flensen avgrenser effektivt den vertikal gass/væske-strømningsbane gjennom utløpsslissen og den rektangulære boksen over flensen danner utløps-samleledningen. Vanligvis er flensens høyde omkring 20-80% av høyden til utløpssamlerøret.

Pakningene for tetning av separatoren mellom flensene på skålene i bipolare elektrolyseanordninger i henhold til foreliggende oppfinnelse, som kan være forskjellige i anode- og katode-strukturene, er laget av et egnet materiale med passende kjemisk motstand og fysiske egenskaper, f.eks. en plastisert EPDM-harpiks. Når et materiale ikke
5 har en egnet kombinasjon av kjemisk motstand og fysiske egenskaper, kan en pakning laget av et materiale som har egnede fysiske egenskaper være anordnet med en kjemisk motstandsdyktig fôring, f.eks. laget av PTFE, på sin indre kant.

Pakningen kan være i form av en ramme, fortrinnsvis kontinuerlig, slik at når to pakninger er anbrakt på hver side av en separator og en belastning påføres disse via
10 skålene, oppnås hermetisk tetning av modulen.

En pakning er anordnet mellom anoden og separatoren og mellom katoden og separatoren.

Rammen kan i planet ha en hvilken som helst utforming som er i stand til hermetisk å forsegle separatoren i modulen eller kammeret. Vanligvis er rammen
15 kvadratisk eller rektangulær. Rammens tverrsnitt kan være av enhver konfigurasjon som er i stand til å bevirke tetning med separatoren; f.eks. kan den ha en sirkulær, triangulær eller kvadratisk tverrsnittsform, men fortrinnsvis har den et rektangulært tverrsnitt med dimensjonen som er perpendikulær til pakningsplanet mindre enn dimensjonen i pakningens plan.

Pakningsrammens tverrsnitt innbefatter fortrinnsvis et fremspring eller en nese omkring hovedsakelig hele omkretslengden til rammen for inngrep med separatoren, idet
20 fremspringet eller nesen vanligvis er anordnet ved den indre og/eller ytre omkrets av rammen.

Fremspringet eller nesen kan ha enhver egnet form som er i stand til å bevirke en
25 klemtetning med separatoren, men har fortrinnsvis en knollform, dvs. hovedsakelig del-sirkulær i tverrsnitt.

Under bruk vil separatoren på hver side være i kontakt med en respektiv pakning slik at fremspringene på pakningene er innrette med hverandre, og når de sammen-
presses, bevirker lokalisert klemming av pakningen omkring hele omkretsen til pakningen
30 for å hindre siving eller "vækevirkning" av cellevæsker gjennom eller langs separatorens struktur fra innsiden av elektrolysekammeret til steder utenfor kammeret. Utformingen av pakningen har vist seg å være spesielt effektiv for å hindre "vækevirkning" av cellevæsker, spesielt når separatoren er ru eller har en ujevn overflate (f.eks. forårsaket av

nærværet av et forsterkningsgitter) eller inneholder kanaler etterlatt ved fordelingen av offerkomponenter i denne; eller når elektrolysekommeret blir kjørt ved et høyere trykke enn det utenforliggende atmosfæretrykk.

I en modifikasjon kan hver pakning være forsynt med en nese eller et fremspring på motsatt side for inngrep med en respektiv flens på en elektrodestruktur.

Pakningen eller rammen kan inneholde hull for å romme tetningsbolter, spesielt når pakningen brukes i en modul.

Når pakningen er forsynt med en kjemisk motstandsdyktig føring som beskrevet ovenfor, kan føringen strekke seg over det klembevirkende fremspring eller nesen.

Elektrolyseanordninger i henhold til foreliggende oppfinnelse, kan drives ved høy strømtetthet, dvs. $> 4,5 \text{ kA/m}^2$.

Separatoren er fortrinnsvis en hovedsakelig elektrolyttgjennomtrengelig ionebyttmembran. Vi utelukker imidlertid ikke muligheten for at den kan være en porøs elektrolyttpermeabel skillevegg.

Når separatoren er en ionebyttmembran, kan den være laget av et hvilket som helst egnet ionebyttmembran-materiale.

Selektive ionepermeable membraner for klor/alkali-prduksjon er velkjente på området. Membranen er fortrinnsvis et fluorinholdig polymermateriale som inneholder aniongrupper. Fortrinnsvis er det en aniongruppe-holdig polymer som inneholder alle C-F og ingen C-H-bindinger. Som eksempler på egnede aniongrupper kan nevnes $-\text{PO}_3^{2-}$, $-\text{PO}_3^{2-}$, eller fortrinnsvis $-\text{SO}_3^-$ eller $-\text{COO}^-$.

Membranen kan være tilstede som en enlags eller flerlags film. Den kan være forsterket ved at den er laminert med eller belagt med et vevet stoff eller et mikroporøst ark. Videre kan den være belagt på én eller begge sider med et kjemisk resistent partikkelbelegg for å forbedre væting og gassfrigjøring.

Når en membran som har et overflatebelegg, blir benyttet i kloralkali-anvendelser, er overflatebelegget vanligvis laget av et metalloksid som er inert for det kjemiske miljø, f.eks. zirkonoksid.

Egnede membraner for kloralkali-anvendelser blir f.eks. solgt under varemerkene "Nafion" av E.I. Du Pont de Nemeurs and Co. Inc., "Flemion" av Asahi Glass Co. Ltd. og "Aciplex" av Asahi Chemical Co. Ltd.

Separatoren blir anbrakt mellom tilstøtende anodeplater og katodeplater og atskiller derved anodestrukturen fra katodestrukturen.

Anode/katode-gapet eller avstanden er fortrinnsvis i området fra 3 mm til null, fortrinnsvis fra 1 mm til null. Når anode/katode-gapet derfor er null, er anodene og katodene i modulen i kontakt med separatoren.

I bipolare elektrolyseanordninger utstyrt med hovedsakelig impermeable ionebytte-membraner, blir en vandig alkalimetall/klorin-løsning ført til anodestrukturene i den bipolare elektrolyseanordningen, og klorin og en utarmet vandig alkalimetallklorid-løsning blir ført ut fra anodestrukturene i den bipolare elektrolyseanordning, og hydrogen og alkaliemetallhydroksid blir ført ut fra katodestrukturene i den bipolare elektrolyseanordning.

Anodeplaten i elektrodestrukturen kan være av metall, og beskaffenheten til metallet vil avhengig den elektrolytt som skal elektrolyseres i elektrolyseanordningen. Et foretrukket metall er et filmdannende metall, spesielt når en vandig løsning gav et alkalimetallklorid skal elektrolyseres i elektrolyseanordningen. Det filmdannende metall kan være ett av metallene titan, zirkon, niob, tantal eller wolfram eller en legering bestående hovedsakelig av ett eller flere av disse metallene og som har anodiske polariserings-egenskaper sammenlignbare med de for titan. Det blir foretrukket å bruke titan alene eller en legering basert på titan med anodiske polariseringsegenskaper sammenlignbare med de for titan.

Anodeplaten har et belegg av et elektroledende elektrokatalytisk aktivt materiale. Spesielt i det tilfelle hvor en vandig løsning av et alkalimetallklorid skal elektrolyseres, kan dette belegget f.eks. omfatte én eller flere platinagruppermetaller, dvs. platina, rhodium, iridium, ruthenium, osmium og palladium.

Elektroledende elektrokatalytisk aktive materialer for bruk som anodebelegg i en elektrolyseanordning, er velkjente på området, for eksempel som beskrevet i søkerens EP 0,052,986, EP 0,107,934 og EP 0,129,374.

Ethvert egent metall som er forskjellig fra det filmdannende metallet i anoden, kan benyttes til katodeplate i elektrodestrukturen forutsatt, selvsagt, at det metall som benyttes i katodeplaten er ledende og er motstandsdyktig mot den elektrolytt som benyttes i elektrolysecellen. Katodeplaten er fortrinnsvis laget av nikkel eller en nikkellegering eller et annet materiale som har en ytre flate av nikkel eller nikkellegering. Katodeplaten kan f.eks. omfatte en kjerne av et annet metall, f.eks. stål eller kopper, og en ytre overflate av nikkel eller nikkellegering. Nikkel eller nikkellegering blir foretrukket på grunn av korrosjonsbestandigheten til slike materialer i en elektrolysecelle hvor en

vandig alkalikloridløsning blir elektrolysert og på grunn av den langtidige lave hydrogen-overspenningen til nikkel eller nikkellegeringer.

Katodeplaten kan være behandlet for å øke overflatearealet, f.eks. ved sandblåsing.

5 Elektrodeplaten kan være forsynt med et elektroledende elektrokatalytisk aktivt belegg. Elektroledende, elektrokatalytisk aktive materialer for bruk som katodebelegg i en elektrolyseanordning er velkjente på området, f.eks. som beskrevet i EP 0,479,423, WO 95/05499, WO 95/05498, EP 0,546,714, WO 96/24705, EP 0,052,986 og EP 0,107,934.

10 Elektrodeplaten kan ha enhver ønsket struktur. Den kan f.eks. omfatte et antall lag. Fortrinnsvis er imidlertid hver elektrodeplate en gjennomhullet plate, dvs. at den kan være perforert, eller den kan være i form av et ekspandert metall, eller den kan være vevet eller ikke-vevet, eller et blad med spalter eller som er uthult. Mer spesielt er anode- og katode-platene i form av gitre.

15 Som nevnt foran vil skålen i en elektrodestruktur vanligvis være av samme materiale som den elektrisk ledende plate. Materialet i skålen er vanligvis av en tykkelse slik at skålen er fleksibel og fortrinnsvis ettergivende.

En eller flere ledeplater er fortrinnsvis anordnet i anode- og katode-strukturene for å danne en første kanal mellom en første side av ledeplaten og elektrodeplaten, og en
20 annen kanal mellom den annen side av ledeplaten og den konkave fordypningen i skålen, idet de første og andre kanaler er i kommunikasjon med hverandre, fortrinnsvis i det minste ved eller nær toppen og bunnen av elektrodestrukturen. Den første kanal utgjør et stigerør for den gassfylte laken, slik at den kan stige til utløpssamlerøret ved toppen av elektrodestrukturen. Den annen kanal utgjør et nedløp for den avgassede lake
25 slik at den kan falle til bunnen av elektrodestrukturen. Ledeveggene eller ledeplatene er fortrinnsvis anordnet vertikalt. Ledeplatene benytter gassløftingseffekten til den genererte gass til å forbedre væskesirkulasjon og blanding, noe som gir visse fordeler.

Forbedret blanding i anode- og katode-strukturene minimaliserer konsentrasjon og temperatur-gradienter i strukturene og øker derved levetiden til anodebelegget og
30 membranen. Spesielt muliggjør den forbedrede blanding bruk av meget syreholdig lake i anodestrukturen for å oppnå lave oksygennivåer i klor uten risiko for å skade membranen via protonering. Forbedringen av blandingen i katodestrukturen tillater

direkte tilsetning av deionisert vann for å holde konsentrasjonen til lutnivået konstant etter at konsentrert lut er fjernet.

Tilveiebringelsen av en hellende ledeplate i det øvre område av elektrodestrukturen, øker videre gass/væske-separasjonen ved å akselerere den oppadgående strøm av gass/væske-blanding fra elektrolysearealet, for derved å forbedre gassboblekoalesensen.

Ledeplatene er laget av et materiale som er resistent for det kjemiske miljø i cellen. Ledepatene i anodestrukturen kan være laget av en fluorpolymer eller et egnet metall, f.eks. titan eller en titanlegering. Ledepatene i katodestrukturen kan være laget av en fluorpolymer eller et egnet metall, f.eks. nikkel.

I anodestrukturen er ledeplatene, når de er tilstede, fortrinnsvis festet til de innadragende fremspring i anodeskålen. I katodestrukturen er ledeplatene, når de er tilstede, fortrinnsvis festet til stolpene.

En ledeplate kan være en struktur i et stykke som strekker seg over hele elektrodestrukturen i horisontalretningen eller fortrinnsvis omfatter et antall stykker, f.eks. to, som hver strekker seg over elektrodestrukturen med en horisontal åpning mellom dem. Når en ledeplate av to stykker blir benyttet, fremmer det nedre stykke resirkulasjon av væsken og det øvre stykke bidrar til å holde et område ved toppen av strukturen for sammenfall av skum når det arbeides med høye strømtettheter.

Under drift kan et antall bipolare elektrolyseanordninger i henhold til foreliggende oppfinnelse være anordnet, slik at de blir elektrisk matet fra samme likeretter.

Væske blir vanligvis matet parallelt til alle modulene i den modulære, bipolare elektrolyseanordning i henhold til foreliggende oppfinnelse, fra de samme saltvanns- og lut-samleledninger.

Avløpslake- og avløpslut-væsker fjernes fortrinnsvis parallelt fra alle modulene i den modulære, bipolare elektrolyseanordning i henhold til foreliggende oppfinnelse, til felles saltvanns- og lut-samlerør.

Modulene i den modulære, bipolare elektrolyseanordning i henhold til foreliggende oppfinnelse er montert i en strømførende ramme og holdes sammen med konvensjonelle midler, f.eks. skrue-, jekk-, hydrauliske, pneumatiske anordninger.

Den modulære og bipolare filterpresse-elektrolyseanordningen i henhold til foreliggende oppfinnelse, er spesielt egnet ved fremstilling av klor ved elektrolyse av vandige alkalimetallklorid-løsninger, spesielt natriumklorid.

Elektrodestrukturen i henhold til foreliggende oppfinnelse kan brukes som en strømfordelingsanordning i en elektrolysecelle utstyrt med ionebyttemembran som er en såkalt fast polymerelektrolytt.

Foreliggende oppfinnelse er blitt beskrevet under henvisning til en elektrode-
struktur egnet for bruk i en elektrolyseanordning for elektrolyse av en vandig alkalimetall-
halid-løsning. Det skal imidlertid forstås at elektrodestrukturen kan benyttes i elektrolyse-
anordninger hvor andre løsninger kan elektrolyseres, eller i andre typer elektrolytiske
celler, f.eks. i brenselceller.

I henhold til et ytterligere aspekt ved foreliggende oppfinnelse er det tilveiebrakt en
elektrodestruktur som omfatter:

(i) en skål med en konkav fordypning og en flens omkring omkretsen av denne
for å understøtte pakningsanordninger for tetning av en separator mellom flensene i
tilstøtende elektrodestrukturer;

(ii) en elektrisk ledende plate atskilt fra skålen;

(iii) anordninger, fortrinnsvis omfattende et antall elektrisk ledende organer til
hvilke den elektrisk ledende plate er elektroledende festet, for å tilveiebringe elektrisk
ledende baner mellom skålen og den elektrisk ledende plate;

karakterisert ved at

(a) de elektrisk ledende organer, når de er tilstede, er i form av stolper; og

(b) når elektrodestrukturen er en anodestruktur er den konkave fordypning
forsynt med et antall innad ragende fremspring, og når elektrodestrukturen er en katode-
struktur, er den konkave fordypning forsynt med et antall utad ragende fremspring.

Foreliggende oppfinnelse er videre illustrert ved henvisning til, men på ingen måte
begrenset til, de følgende tegninger, hvor:

fig. 1 er et tverrsnitt gjennom den øvre del av elektrodestrukturen i henhold til fore-
liggende oppfinnelse, i form av en anodestruktur;

fig. 2 er et tverrsnitt gjennom den øvre del av elektrodestrukturen i henhold til fore-
liggende oppfinnelse, i form av en katodestruktur;

fig. 3 er et tverrsnitt av den øvre del av den bipolare enhet i henhold til fore-
liggende oppfinnelse;

fig. 4 er et tverrsnitt gjennom den øvre del av modulen i henhold til foreliggende
oppfinnelse;

fig. 5 er en isometrisk skisse som betrakter anodestrukturen i modulen i henhold til foreliggende oppfinnelse;

fig. 6 er et tverrsnitt gjennom den nedre del av modulen i henhold til foreliggende oppfinnelse;

5 fig. 7 og 8 er henholdsvis en isometrisk skisse og et enderiss av en skure-anordning;

fig. 9 er en skisse av en utførelsesform av en pakning for bruk med elektrodestrukturene ifølge oppfinnelsen;

fig. 10 er en forstørret detaljsskisse av en del av pakningen på fig. 9; og

10 fig. 11 er et tverrsnitt gjennom pakningen.

På fig. 1 og 2 er en skål 1 utformet med en flens 2 og en konkav fordypning 3 i hvilken det er utformet innad ragende fremspring 4 formet som avkortede kjegler (fig. 1) eller utad ragende fremspring 5 formet som avkortede kjegler (på fig. 2). En elektrisk ledende stolpe 6 på hvilken en edderkopp (ikke vist) er montert, er elektrisk forbundet med hvert fremspring 4 eller 5. Man vil se at stolpene tilknyttet katodestrukturen vanligvis er lenger enn de som er tilknyttet anodestrukturen. I tilfelle med anodestrukturen kan stolpene utelates helt slik at anodeplaten enten kan være direkte forbundet med den tilhørende skål, eller den kan være koplet direkte til denne gjennom edderkoppene. En elektrodeplate 8, vanligvis i form av et gitter, er koplet til edderkoppene. En elektrisk isolerende pute 9 er anordnet mellom enden av stolpen 6 og elektrodeplaten 8. Ved stedet for hver stolpe er platene 8 forsynt med åpning og putene 9 er opptatt inne i disse hullene. Flensene 2 er forsynt med støtteflenser (2B, se fig. 4) og hull (10, 10B) utformet for å motta bolter (ikke vist) for å bolte en anodestruktur og en katodestruktur til to pakninger og en membran for å danne en modul i henhold til foreliggende oppfinnelse. 11 er et utløpssamlerør. Væskestrømning inn i samlerøret 11 finner sted gjennom en utløpssliss 35 ved den øvre ende av hver elektrodestruktur, idet utløpsslissen 35 er utformet umiddelbart over elektrodeplaten 8 og like under atskilte sylindriske rørbiter 36 som er innrettet med hull i skålbunnen 3 og flensen 2 og spender over de vertikalt ragende hovedvegger i samlerøret 11. Væskestrømmen kommer inn i utløpsslissen og strømmer omkring stikkrørene 36 inn i samlerøret 11.

Elektrodestrukturene ifølge foreliggende oppfinnelse kan benyttes i filterpresse-elektrolyseanordninger, modulære celler og brenselceller. Fig. 3 illustrerer en enhet hvor

to elektrodestrukturer er koplet sammen for å danne en bipolar elektrodeanordning for bruk i en filterpresse-elektrolyseanordning eller en brenselcelle, idet elektrodestrukturen i dette tilfelle er sammensatt med anode- og katode-fremspringene 4, 5 i hverandre. Fig. 4 illustrerer en enhet hvor elektrodestrukturene er koplet sammen med en separator

5 mellom disse for bruk i en modulær elektrolyseanordning eller i en brenselcelle. I begge tilfeller vil man forstå at når et antall enheter er blitt sammenstilt, vil nettoeffekten være at tilstøtende anoder og katoder, uansett om de er en del av samme enhet eller deler av separate enheter, vil ha sine fremspring lagt i hverandre.

Det vises til den bipolare elektrodeanordning på fig. 3 hvor en anodestruktur som vist på fig. 1 og en katodestruktur som vist på fig. 2, er elektrisk ledende sammenføyd

10 bakside-mot-bakside ved hjelp av en skureanordning 12 anordnet mellom det innad ragende halvkjedgeleformede fremspring 4 på anodestrukturen og det utad ragende fremspring 5 på katodestrukturen, idet arrangementet er slik at når de to strukturene blir presset sammen, gir skureanordningene god elektrisk kontinuitet mellom toppene av

15 katodefremspringene 5 og bunnene av anodefremspringene 4 og derved mellom stolpene 6 som rager ut til elektrodeplatene 8.

Det vises til den modulære elektrodeanordning på fig. 4, hvor en anodestruktur som illustrert på fig. 1 og en katodestruktur som illustrert på fig. 2, er sammenføyd ved hjelp av bolter (ikke vist) gjennom hull 10 i flensene 2. En membran 13 er forseglet

20 mellom to pakninger 14 anbrakt mellom flensene 2. Edderkopper 7, ikke vist på fig. 1-3, danner elektroledende baner mellom stolpene 6 og elektrodeplatene 8. Edderkoppene omfatter skiveformede midtseksjoner 40 som er koplet til endene av stolpene 6, f.eks. ved sveising, ved skruer eller ved presspasningsanordninger, og et antall ben 38 som stråler ut fra midtseksjonen 40 og som ved sine frie ender er forbundet med, f.eks. ved

25 hjelp av sveising, den tilhørende elektrodeplate 8. Vanligvis har leggene 8 like vinkelavstander slik at strømforsyningen via stolpene 6 blir fordelt til et antall likt atskilte punkter som omgir stolpen. Spesielt for bruk ved elektrolyse av alkalimetallhalider kan katodeedderkoppene være fremstilt av materialer slik som rustfritt stål, nikkel eller kobber, mens anodeedderkoppene er laget av et ventilmetall eller en legering av slike.

30 Bena 38 til edderkoppene 7 som er tilknyttet anodestrukturen, er noe kortere enn de som er tilknyttet katodestrukturen.

I praksis, under fremstilling av elektrodestrukturene, kan edderkoppene 7 sveises eller på annen måte festes til platene 8, og edderkoppene kan så deretter sveises eller

på annen måte festes til stolpene 6. Dette arrangementet letter utskifting eller reparasjon av anode/katode-plater eller fornyelse/utskifting av et eventuelt elektrokatalytisk aktivt belegg på disse.

Som vist på fig. 5 er anodestrukturen, med sine innad ragende fremspring 4 i skålen 3, forsynt med et forsyningsrør 15 som fører til innløpsrøret (ikke vist) for lake eller saltvann og et utløpsrør 16 for klor og utarmet lakeblanding. Katodestrukturen er forsynt med et forsyningsrør 17 som fører til innløpsrøret (ikke vist) for lut, og et utløpsrør for hydrogen og lutblanding 18.

Som vist på fig. 6 er anodestrukturen forsynt med (a) et anodeforsyningsrør 15 konsentrisk med innløpsrøret 19 som er utformet med åpninger 24 og (b) ledeplater 21 montert på de innad ragende fremspring 4. Katodestrukturen er forsynt med (a) katodeforsyningsrør 17 konsentriske med innløpsrøret 20 som er utformet med åpninger 23, og (b) ledeplater 22 montert på stolpene 6. Åpningene 24, 23 i innløpsrørene 19 og 20 er utformet slik at væsken som strømmer ut av disse, blir dirigert nedover baksiden av skålene bak ledeplatene 21 og 22 for å bidra til blanding. Ledeplatene 21, 22 tjener til å atskille anode- og katode-kamrene i to kommuniserende soner for å tilveiebringe væskerirkulasjon som tidligere beskrevet. Ledeplatene 21, 22 (ikke vist på fig. 1 til 3) strekker seg vertikalt inne i anode- og katode-kamrene fra den nedre ende av elektrodestrukturen til den øvre ende og danner to kanaler i hver elektrodestruktur som kommuniserer i det minste ved toppen og bunnen av strukturen.

Som vist på fig. 7 og 8, er en skureanordning 12 forsynt med fire skarpe fremspring 34 på én flate av skiven 35 og fire skarpe fremspring 36 på den annen flate av skiven 35 slik at når tilstøtende katode- og anode-strukturer blir trykket sammen, skjærer fremspringene inn i materialet i katode- og anode-skålene.

Det vises nå til fig. 9 til 11 hvor hver pakning 14 kan ha en hovedsakelig rektangulær form med hull (hvorav noen er skissert med henvisningstall 2A) for innretting med hullene i flensene 2 slik at pakningene blir trykket sammen når elektrodestrukturene trekkes sammen for å spenne fast separatoren/membranen 13 mellom disse. Hver pakning er lokalt utvidet ved sin indre omkrets for å danne en nese 30 som rager ut forbi planet til pakningen på én side av denne. Pakningene blir montert til elektrodestrukturene 8 med sine neser 30 i kontakt med den tilstøtende flate på membranen 13. I kontaktområdet med membranen 13, kan hver nese 30 ha en hovedsakelig delsirkulær form i tverrsnitt. På grunn av denne lokale utvidelsen av pakningene, blir membranen foruten å

bli komprimert mellom og tett av de tilstøtende plane flater av pakningene, i tillegg klemmt mellom nesene 30 for derved å frembringe en klemtetning som er spesielt effektiv for å hindre siving eller "vækevirkning" for cellevæsker gjennom eller langs strukturen til membranen 13.

5 Pakningene 14 er også ved sine indre omkretser forsynt med en føring 32 av kjemisk resistant materiale slik som PTFE. I en modifikasjon, kan hver pakning være forsynt med en nese eller fremspring på den motsatte side for kontakt med en respektiv flens 2.

10 Når en anode- eller katode-plate i elektrodestrukturen må repareres eller skiftes ut, kan den fjernes fra strukturen ved å fjerne putene 9 for å frilegge midtseksjonene 40 av edderkoppene 7 og derved gjøre det mulig å løsgjøre dem fra stolpene, eller, når ingen stolper er tilstede, fra elektrodeskålen eller den bipolare platen. Når midtpartiene av edderkoppene f.eks. er sveiset, slik som punktsveiset, kan løsgjøring bevirkes ved trepanering gjennom punktsveisen ved å bruke et bor eller lignende. Når edderkoppenes
15 midtpartier er i inngrep med stolpene, (eller skålen) via en festeskruer eller innskyvningskontakt, blir løsgjøring bevirket ved å fjerne skruen eller trekke ut kontakten. I noen tilfeller kan det sveisesystem som anvendes til å feste de midtre edderkopparter, være utformet for å gi bare svake sveiseforbindelser slik at edderkoppene kan løsgjøres fra stolpene, skålen eller den bipolare plate ved ganske enkelt å brette opp de sveisede
20 sammenføyningene ved bruk av fysisk kraft. Når edderkoppene er blitt løsgjort, kan anoden eller katoden fjernes for reparasjon eller utskifting med en ny elektrodeanordning omfattende en anode og en katode med en gruppe edderkopper innrettet for å samsvare med posisjonene til stolpene eller fremspringene (hvis ingen stolper er tilstede). Den nye eller reparerte elektrodeanordning blir så fysisk og elektrisk festet, f.eks. ved punkt-
25 sveising, gjengede festeanordninger eller innskyvningskoplinger.

 Når festemetoden ikke medfører sveiseforbindelser, f.eks. gjengede feste-
anordninger eller innskyvningsanordninger, kan ledningsfremmende anordninger slik
som stjerneskiver, skureskiver eller ledende belegg være innsatt mellom eller påført den
sentrale del av edderkoppen og/eller overflaten til stolpen, skålen eller den bipolare
30 plate. Når det er nødvendig å sikre en god fysisk og elektrisk forbindelse til erstatnings-
anoden eller -katoden, kan fortrinnsvis de tre overflatene til stolpen, skålen eller den
bipolare plate som er frilagt for fjerning av en elektrodestruktur, ferdiggjøres ved f.eks. å
bruke et dreieverktøy, et slipeverktøy, en fil eller lignende.

PATENTKRAV

1. Elektrodestruktur, omfattende:

(i) en skål (1) med en konkav fordypning (3) og en flens (2) omkring omkretsen for
5 å understøtte pakningsanordninger (14) for forsegling av en separator (13) mellom
flensene (2) i tilstøtende elektrodestrukturer, hvilken separator (13) er anbrakt mellom
overflaten til en anode i en første elektrodestruktur og overflaten til katoden i en annen
elektrodestruktur slik at anodeflaten er hovedsakelig parallell med og vender mot, men er
isolert og anordnet i avstand fra, katodeflaten ved hjelp av separatoren (13) og er
10 hermetisk forseglet til separatoren (13);

(ii) en elektrisk ledende plate (8) atskilt fra skålen (1);

(iii) et innløp for væske; og

(iv) et utløp (11) for fluider;

hvor platen (8) er elektrisk koplet til skålen (1) ved hjelp av et antall elektrisk
15 ledende organer (6) til hvilke den elektriske ledende plate (8) er elektrisk ledende festet
og som tilveiebringer elektrisk ledende baner mellom skålen (1) og den elektrisk ledende
plate (8) under den forutsetning at når platen er en anodeplate, kan den valgfritt være
direkte elektrisk forbundet med skålen (1); og hvor, når elektrodestrukturen er en
anodestruktur, den konkave fordypningen (3) er forsynt med et antall innad ragende
20 fremspring (4), og når elektrodestrukturen er en katodestruktur, er den konkave
fordypning (3) forsynt med et antall utad ragende fremspring (5), slik at de innad ragende
fremspring (4) i den konkave fordypning i skålen (1) til anodestrukturen passer sammen
med de utad ragende fremspring (5) i den konkave fordypning i pannen til en tilstøtende
katodestruktur i en enhet som omfatter et antall elektrodestrukturer.

25 2. Elektrodestruktur ifølge krav 1, hvor den elektrisk ledende plate er fleksibel.

3. Elektrodestruktur ifølge krav 1 eller 2, hvor hvert fremspring (4, 5) er elektro-
ledende forbundet med et elektroledende organ (6).

30 4. Elektrodestruktur ifølge et av krav 1-3, hvor fremspringene (4, 5) er atskilt fra
hverandre i en første retning og i en retning på tvers av den første retning.

5. Elektrodestruktur ifølge krav 4, hvor fremspringene (4, 5) er atskilt med samme like avstand i den første retning og i tverretningen.
6. Elektrodestruktur ifølge et av krav 1-5, hvor fremspringene (4, 5) har form som
5 avkortede kjegler.
7. Elektrodestruktur ifølge et av krav 1-6, hvor de elektrisk ledende organer omfatter stolper (6) som fortrinnsvis er belastningsbærende.
- 10 8. Elektrodestruktur ifølge krav 7, hvor endene av de belastningsbærende stolper (6) er innrettet med hull i den elektrisk ledende plate.
9. Elektrodestruktur ifølge et av krav 1-8, hvor de elektrisk ledende organer (6) hver omfatter en strømbærer (7), fortrinnsvis en strømbærer med flere ben (38), i nærheten
15 av den elektrisk ledende plate for å danne elektrisk flerpunktskontakt med denne.
10. Elektrodestruktur ifølge krav 9, hvor elektrodestrukturen er en anodestruktur forsynt med forholdsvis ikke-fjærende edderkopper (7) med korte ben (38).
- 20 11. Elektrodestruktur ifølge krav 9, hvor elektrodestrukturen er en katodestruktur forsynt med fjærende edderkopper (7) med lange ben (38).
12. Elektrodestruktur ifølge et av krav 1-11, hvor et innløpsrør (19, 20) er anordnet ved bunnen av elektrodestrukturen, som fortrinnsvis strekker seg fra én side til den
25 annen.
13. Elektrodestruktur ifølge krav 12, hvor åpninger (23, 24) er atskilt med lik avstand langs innløpsrøret (19, 20).
- 30 14. Elektrodestruktur ifølge krav 13, hvor dimensjonene av åpningene (23, 24) er slik at en trykkgradient langs innløpsrøret (19, 20) blir minimalisert.

15. Elektrodestruktur ifølge et av krav 12-14, hvor væske blir matet til innløpsrøret (19, 20) ved bare én ende.

16. Elektrodestruktur ifølge et av krav 12-15, hvor forsyningsrøret (15) til innløpsrøret (19, 20) strekker seg langs innløpsrøret (19, 20) inntil det nesten når dettes blinde ende.

17. Elektrodestruktur ifølge et av krav 12-16, hvor forsyningsrøret (15) til innløpsrøret (19, 20) er laget av et ikke-ledende materiale og fortrinnsvis strekker seg langs innløpsrøret.

18. Elektrodestruktur ifølge et av krav 1-17, hvor én eller flere ledeplater (21, 22) er anordnet i denne for å danne en første kanal mellom en første side av ledeplaten og den elektrisk ledende plate (8), og en annen kanal mellom den annen side av ledeplaten og den konkave fordypning (3), idet den første kanal danner et stigerør for den gassfylte elektrolytt slik at den kan stige til utløpssamlerøret (11) ved toppen av strukturen, og den annen kanal danner et nedløp for avgasset elektrolytt slik at den kan falle til bunnen av strukturen.

19. Elektrodestruktur ifølge krav 18, hvor ledeplatene (21, 22) er vertikalt anordnet.

20. Elektrodestruktur ifølge krav 18 eller 19, hvor, når elektrodestrukturen er en anodestruktur laget av titan eller en titanlegering, er ledeplatene (21, 22) laget av titan eller en titanlegering, og hvor, når elektrodestrukturen er en katodestruktur laget av nikkel eller en nikkellegering, er ledeplatene (21, 22) laget av nikkel eller en nikkellegering.

21. Elektrodestruktur ifølge et av krav 18-20, hvor, når elektrodestrukturen er en anodestruktur, er ledeplatene (21, 22) montert på de innad ragende fremspring (4) i anodeskålen, og hvor, når elektrodestrukturen er en katodestruktur, er ledeplatene (21, 22) montert på stolpene (6).

22. Elektrodestruktur ifølge et av krav 18-21, hvor ledeplaten (21, 22) omfatter et antall deler som hver strekker seg over strukturen med en horisontal åpning mellom dem.

5 23. Elektrodestruktur ifølge et av krav 1-22, hvor denne er forsynt med et utløps-samlørør (11) hvor, under bruk, gass/væske-separasjon finner sted i ikke-elektrolyse-arealet til strukturen, over elektrolysearealet.

10 24. Bipolar enhet hvor skålen i en elektrodestruktur som angitt i et av kravene 1-23, som er en anodestruktur, er forbundet med skålen (1) i en elektrodestruktur ifølge et av krav 1-23, som er en katodestruktur, hvor de innad ragende fremspring (4) i anodestrukturen passer sammen med de utad ragende fremspring (5) på skålen (1) i katodestrukturen for å danne en bipolar enhet.

15 25. Bipolar enhet ifølge krav 24, hvor anodeplaten og/eller katodeplaten har en elektrokatalytisk aktiv overflate.

20 26. Bipolar enhet ifølge krav 24, hvor lengden av den elektrisk ledende bane mellom anodeskålen (1) og anodeplaten er kortere enn lengden av den elektrisk ledende bane mellom katodeskålen (1) og katodeplaten.

27. Modul, omfattende:

- 25 a) en anodestruktur som omfatter (i) en skål (1) med en konkav fordypning (3) og en flens (2) omkring sin omkrets, (ii) en anodeplate som etter valg har en elektrokatalytisk aktiv overflate, (iii) anordninger, fortrinnsvis omfattende et antall elektrisk ledende, belastningsbærende organer til hvilke anoden er elektrisk ledende festet, for å tilveiebringe elektrisk ledende baner mellom skålen (1) og anodeplaten, (iv) et innløp for væske, og (v) et utløp (11) for fluider;
- 30 b) en katodestruktur som omfatter (i) en skål (1) med en konkav fordypning (3) og en flens (2) omkring dennes omkrets, (ii) en katodeplate som etter valg har en elektrokatalytisk aktiv overflate, (iii) et antall elektrisk ledende, belastningsbærende organer til hvilke katoden er elektrisk ledende festet og som tilveiebringer elektrisk ledende baner mellom skålen (1) og katodeplaten, (iv) innløp for væske og (v) utløp for fluider;

- c) en separator (13) anbrakt mellom anodeplaten og katodeplaten, slik at anodeoverflaten er hovedsakelig parallell med og vender mot, men er isolert og atskilt fra, katodeoverflaten av separatorens (13) som derved deler modulen i separate anode- og katode-kamre;
- 5 d) pakningsanordninger (14) som forseglar separatorens (13) mellom flensene (2) på skålenes (1) omkrets; og
- e) anordninger for å påføre trykk på pakningsanordningen (14) for hermetisk tetning av separatorens (13) til disse;
- hvor:
- 10 i) de innad dannede fremspring (4) i anodestrukturen er anordnet på en slik måte at de passer sammen med de utad ragende fremspring (5) i katodestrukturen til en tilstøtende modul ved bruk i et modulært, bipolart elektrolyseapparat som omfatter et antall av modulene; og hvor
- ii) én eller flere, etter valg, bipolare enheter i henhold til et av krav 24-26, fortrinnsvis
- 15 med elektrisk ledende, belastningsbærende stolper (6) og tilhørende separasjoner spredt mellom anode- og katode-strukturene.

28. Modul ifølge krav 27, hvor anodeplaten og/eller katodeplaten har en elektro-katalytisk aktiv overflate.

20

29. Modul ifølge krav 27, hvor lengden av den elektrisk ledende bane mellom anodeskålen (1) og anodeplaten er kortere enn lengden av den elektrisk ledende bane mellom katodeskålen (1) og katodeplaten.

25

30. Modul ifølge krav 27, hvor pakningsanordningen (14) omfatter en pakning forsynt med en kjemisk bestandig fôring på sin indre kant.

31. Modul ifølge krav 27, hvor de elektrisk ledende belastningsbærende elementer som elektrodeplatene (8) er festet til, omfatter stolper (6).

30

32. Modul ifølge krav 31, hvor forholdet mellom lengden av den elektrisk ledende bane gjennom katodestolpen (6) til den elektrisk ledende bane gjennom anodestolpen (6) er minst 2:1, fortrinnsvis minst 4:1, og helst minst 10:1.

33. Modul ifølge krav 27, hvor hvert belastningsbærende organ er koplet til den elektrisk ledende plate ved hjelp av en flerbent edderkopp (7).

34. Modul ifølge krav 27, hvor anordningene for å påføre trykk på pakningene (14) for hermetisk å forsegle separatoren (13) til denne, utgjøres av bolter gjennom hull (10) i flensene (2).

35. Modul ifølge krav 31, hvor elektrisk isolerende, belastningsoverførende puter (9) er anordnet ved endene av stolpene (6) nær den elektrisk ledende plate.

36. Modul ifølge krav 27, hvor separatoren (13) er en hovedsakelig elektrolytt-ugjennomtrengelig ionebyttemembran.

37. Modul ifølge krav 27, hvor et utløpssamlerør (11) i hvilket gass/væske-separasjon finner sted under bruk i ikke-elektrolysearealet i hver struktur over elektrolysearealet, hvor det ikke er noen membran eksponert for væsken.

38. Modul ifølge krav 27, hvor pakningsanordningen (14) er laget av en plastisert EPDM-harpiks.

39. Modul ifølge krav 38, hvor pakningsanordningen (14) er forsynt med en kjemisk resistent vulst eller nese (30) på sin indre kant.

40. Modul ifølge krav 39, hvor den kjemisk resistente vulst eller nese (30) er laget av PTFE.

41. Modulært, bipolar elektrolyseapparat som omfatter én eller flere moduler sammenstilt på en monteringsramme i serie både mekanisk og elektrisk; og strømfordelingsplater ved hver ende av elektrolyseapparatet, hvor modulene er moduler ifølge et av krav 27-40.

42. Bipolart filterpresse-elektrolyseapparat, som omfatter:

- a) strømfordelingsanordninger; og
- b) et flertall bipolare enheter montert på en monteringsramme og sammenstilt i serie, både mekanisk og elektrisk,

5 hvor de bipolare enhetene er bipolare enheter ifølge et av krav 24-26.

43. Apparat ifølge krav 41 eller 42, hvor elektrisk produktivitet mellom tilstøtende moduler i det modulære, bipolare elektrolyseapparat ifølge krav 41 eller mellom elektrodestrukturene i den bipolare enheten i apparatet ifølge krav 42, blir oppnådd ved direkte kontakt mellom tilstøtende moduler eller tilstøtende elektrodestrukturer.

10

44. Apparat ifølge krav 41 eller 42, hvor elektrisk konduktivitet mellom tilstøtende moduler i det modulære, bipolare elektrolyseapparat ifølge krav 41 eller mellom elektrodestrukturer i den bipolare enhet i apparatet ifølge krav 42 blir forbedret ved bruk av et konduktivitetsfremmende materiale eller en konduktivitetsfremmende innretning mellom tilstøtende moduler eller tilstøtende elektrodestrukturer.

15

45. Apparat ifølge krav 44, hvor den konduktivitetsforbedrende innretning er en elektrisk ledende metallskive (35) innrettet for å skjære inn i skålen (1).

20

46. Apparat ifølge krav 45, hvor en konduktivitetsfremmende innretning er anordnet i hver av de innad ragende fremspring (4) i skålen (1) i en anodestruktur for å tilveiebringe elektrisk kontakt mellom de innad ragende fremspring (4) og de sammenpassende utad ragende fremspring (5) i skålen (1) til katodestrukturen i en tilstøtende modul.

25

47. Anvendelse av et bipolart elektrolyseapparat ifølge et av krav 41-46 for elektrolyse av et alkalimetallhalid, hvor prosessen omfatter:

- strømning av en alkalimetallhalid-løsning gjennom det bipolare elektrolyseapparatet,
- føring av en strøm gjennom alkalimetallhalid-løsningen gjennom elektrodestrukturen i det bipolare elektrolyseapparatet, og
- samling av gass fra det bipolare elektrolyseapparatet.

30

48. Fremgangsmåte for fremstilling av et bipolar filterpresse-elektrolyseapparat ifølge et av krav 42-46, som omfatter:

- montering av strømfordelingsanordninger og minst én bipolar enhet for elektrolyseapparatet på en monteringsramme, og

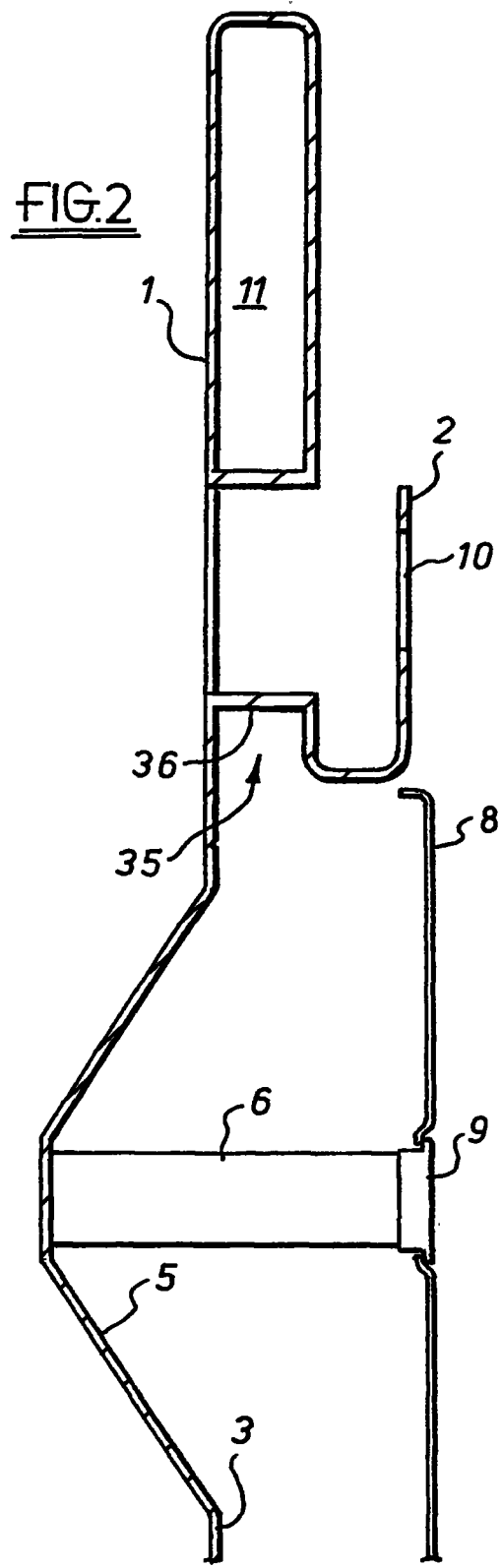
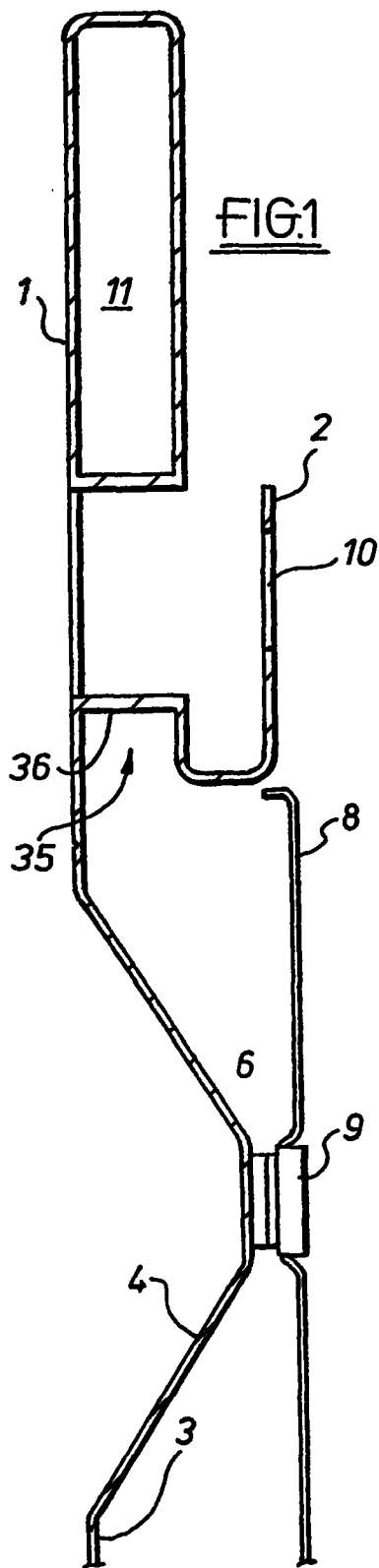
5 - sammenstilling av disse i serie både mekanisk og elektrisk.

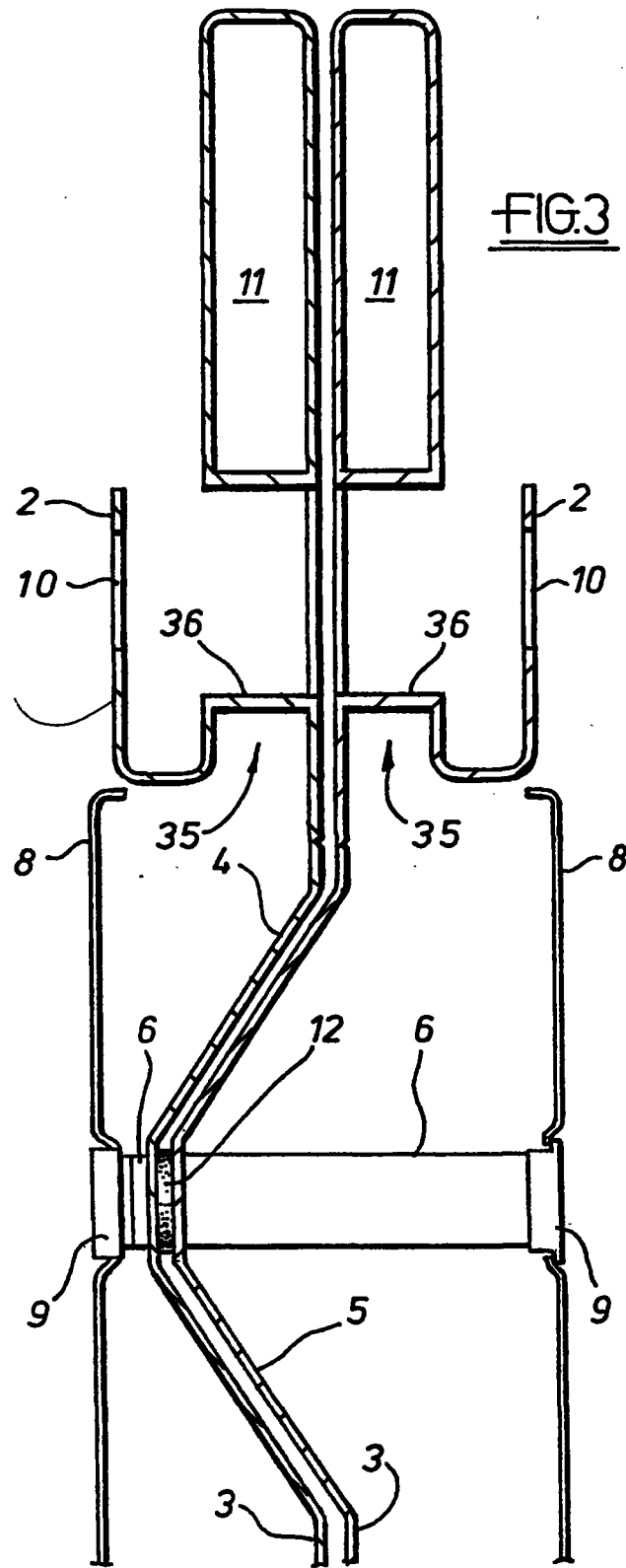
49. Fremgangsmåte for fremstilling av et modulært, bipolar elektrolyseapparat ifølge krav 41, som omfatter:

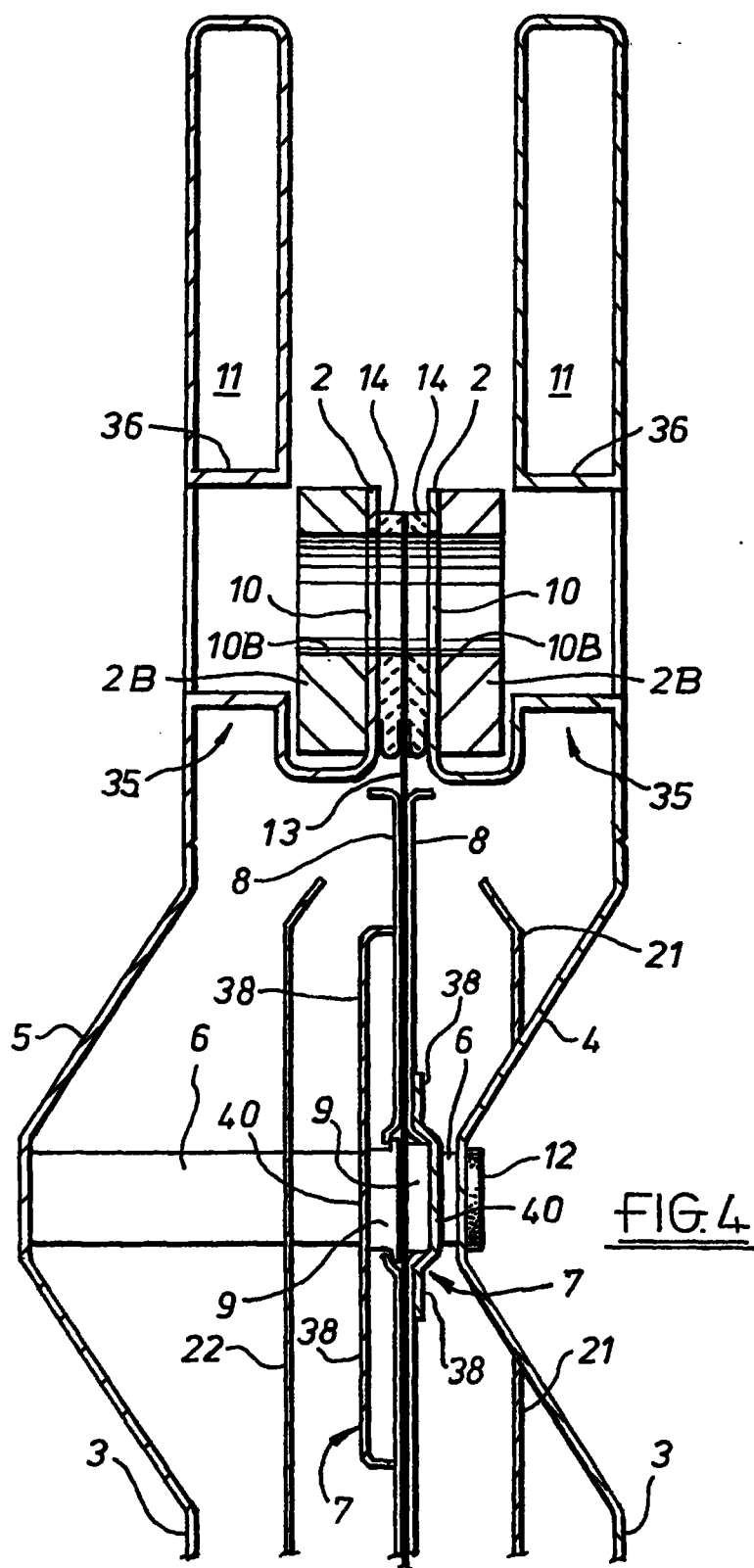
- montering av én eller flere moduler for elektrolyseapparatet på en monteringsramme i

10 serie både mekanisk og elektrisk, og

- tilveiebringelse av strømfordelingsplater ved hver ende av elektrolyseapparatet.







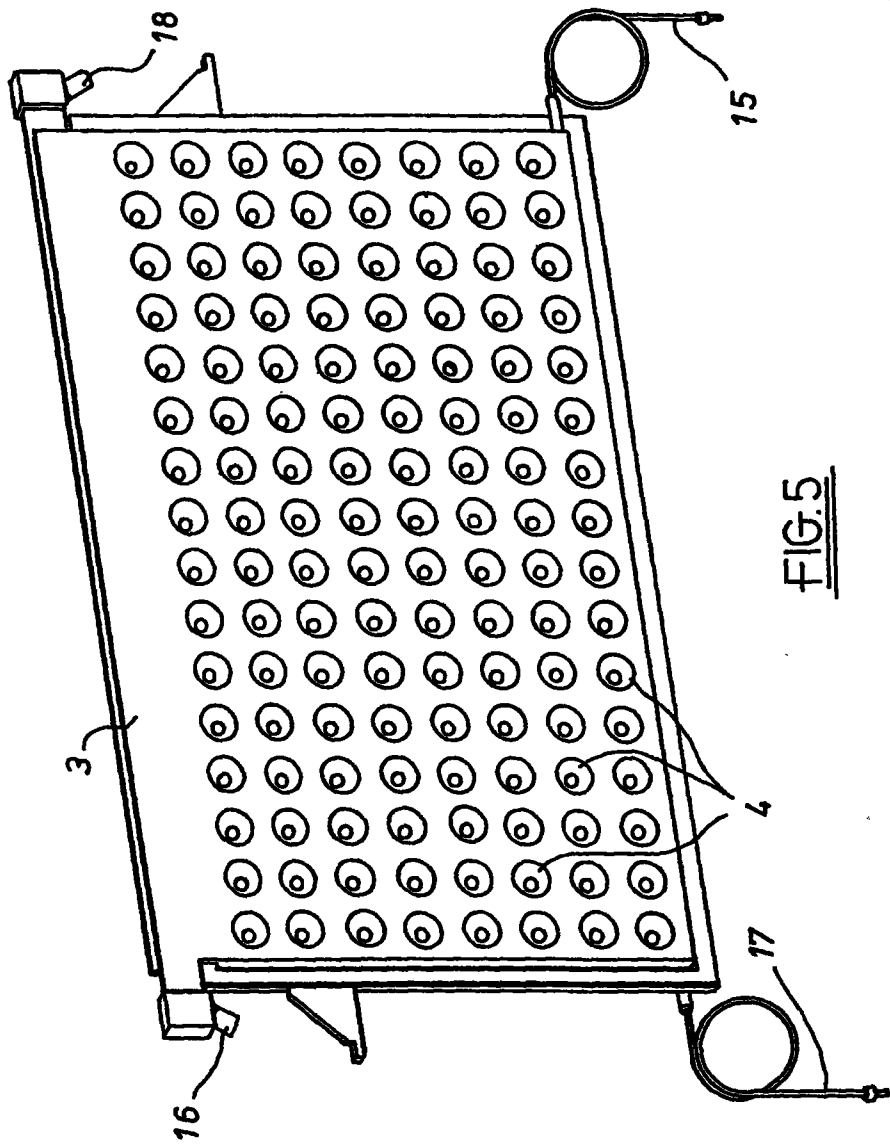
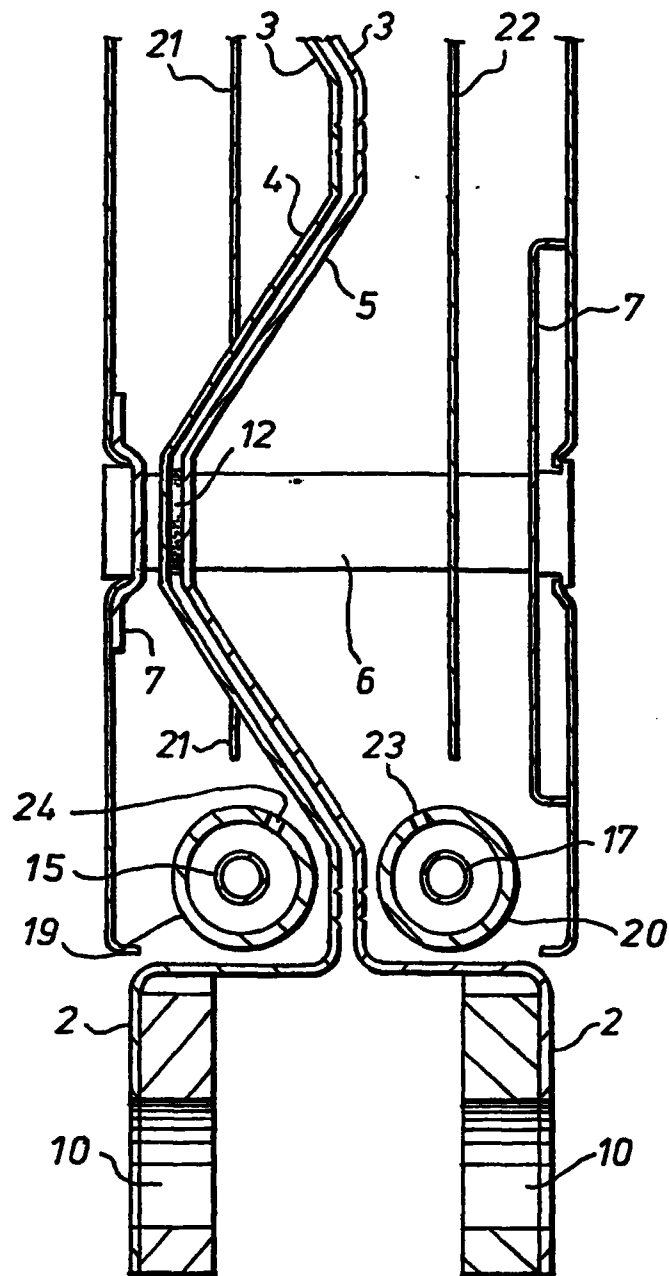


FIG. 5

FIG. 6

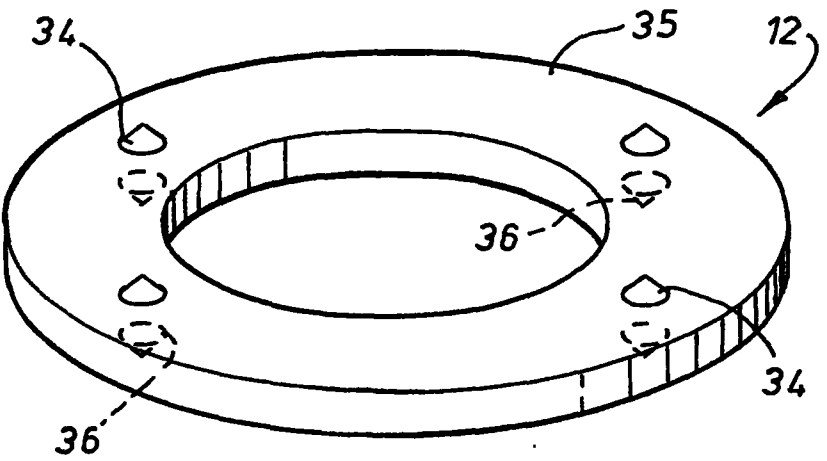


FIG. 7

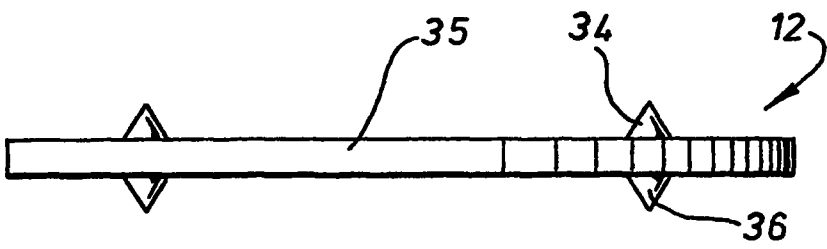


FIG. 8

7/7

