



NORGE

[NO]

**STYRET
FOR DET INDUSTRIELLE
RETTSVERN**

[B] (11) UTLEGNINGSSKRIFT Nr. 145343

(51) Int. Cl.³ C 25 B 9/04,
C 25 B 1/24

(21) Patentsøknad nr. 744317

(22) Inngitt 29.11.74

(23) Løpedag 29.11.74

(41) Alment tilgjengelig fra 02.06.75
(44) Søknaden utlagt, utlegningsskrift utgitt 23.11.81
(30) Prioritet begjært 30.11.73, USA, nr. 420744

(54) Oppfinnelsens benevnelse Bipolar elektrolysecelle for fremstilling
av alkalimetallhalater.

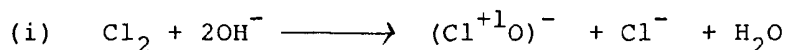
(71)(73) Søker/Patenthaver PPG INDUSTRIES, INC.,
One Gateway Center,
Pittsburgh, PA 15222,
USA.

(72) Oppfinner CARL WILLIAM RAETZSCH, Corpus Christi, TX,
HUGH CUNNINGHAM, Corpus Christi, TX,
USA.

(74) Fullmektig Bryns Patentkontor A/S, Oslo.

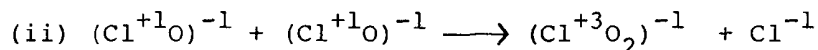
(56) Anførte publikasjoner BRD (DE) off. skrift nr. 2030610 (C 01 d 1/06)
USA (US) patent nr. 3677927 (204-258)

Alkalimetallhalater kan fremstilles ved elektrolyse av alkalimetallhalogenider. Ved en elektrolytisk fremstilling av alkalimetallhalater, f.eks. alkalimetallklorater, føres en alkalimetallkloridoppløsning til en elektrolytisk celle. Klor blir utviklet ved anoden og hydroksylioner vil være tilstede i elektrolytten. Klor og hydroksylionene kommer i kontakt og reagerer etter følgende formel:

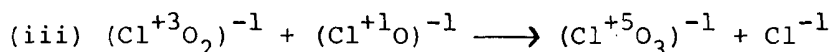


10

hvorved det dannes hypoklorittioner. Hypoklorittionet, hvor klore har en valens på +1, kan selvoksyderes til et klorittion, hvor klore har en valens på +3, og et kloridion, hvor klore har en valens på -1, noe som skjer etter følgende ligning:



Klorittionet blir ytterligere oksydert av hypoklorittion til kloration, hvor klore har en valens på +5, noe som skjer etter den følgende ligning:



Utgangspunktet for alkalimetallhalatprosessen er alkalimetallhalogenidet. Dette halogenid har en valens på -1 og den nødvendige valensforandring for fremstilling av alkalimetallhalat er følgelig fra -1 til +5, det vil si totalt +6. Det er følgelig nødvendig med seks Faraday for å fremstille 1 ekvivalent alkalimetallhalat.

Når en sur oppløsning av et alkalimetallhalogenid blir elektrolysert, dannes det først en hypoklorittoppløsning som inneholder lite fri hypohalogensyre. Saltsyre kan tilsettes elektrolytten og man kan på denne måte øke konsentrasjonen av hypohalogensyren. Oksydasjonen av hypohalogensyre ved hjelp av hypohalittioner, fremstiller halater, halogen og hydrogen. Hydrogenionene gir mer hypohalogensyre og prosessen

fortsetter med dannelsen av halation i alle deler av elektrolytten. Kjemisk dannelsen av halation skjer ikke bare nær elektrodene, men i hele cellevolumet.

Under drift av natriumkloratceller vil natriumkloridsalt i alt vesentlig renses for tunge metallioner, såsom magnesiumion, føres til cellen. I tidligere kjente elektrolyseceller hadde man relativt lave strømtettheter, dvs. mindre enn ca. 1100 ampère pr. m², og man hadde driftstemperaturer på fra 50 - 65°C. I slike celler måtte fast natriumklorid kontinuerlig tilsettes cellen.

Med porsjonsvis drift av kloratceller blir elektrolytten renses, f.eks. ved filtrering, etter uttapping fra cellen og så konsentrert ved fordamping. Etterpå foretas en separasjon og utkrystalliserte natriumkloratkrystaller blir fraskilt. Sentrifugering brukes for ytterligere separasjon. Ved kontinuerlig drift av en kloratcelle blir elektrolytten avkjølt for å utkrystallisere natriumkloratet, og elektrolytten blir returnert direkte til cellen uten fordampning eller fjerning av natriumkloridet.

Elektrolytten kan også behandles for justering til forønsket styrke og volum og så returneres til cellen.

Man har nå funnet at bipolare halatceller med fingerformede bipolare elektroder gir et kompakt elektrolysevolum som gjør at man kan bruke store cellelegemer, som er karakterisert ved store elektrolyttvolum. På denne måten bruker man et lite volum for elektrolysen, samtidig som et stort volum er tilveiebragt for kjemisk dannelsen av halation. På grunn av den økede temperatur på elektrolytten, som skyldes at man bruker høyere strømtettheter med metallelektroder, vil man også få øket oppløselighet for alkalimetallhalatene i cellevæsken. Det store elektrolyttvolumet i forhold til elektrodevolumet gir lengre celleoppholdstid. Kombinasjonen av høyere halatoppløselighet og lengre oppholdstid gjør at man oppnår høyere konsentrasjon av halation i elektrolytten. Denne lengre oppholdstiden gjør at det dannes mer halat ved en kjemisk reaksjon enn ved elektrolyse, hvorved man får høyere strømnyttelse. Den høyere temperatur gjør det også

mulig å tilføre saltlake i stedet for fast salt.

Av kjent teknikk skal det henvises til DE-OS 2.030.610 som beskriver en bipolar diafragmacelle, men der anodene og katodene ikke uavhengig er fjernbare. Skal
5 anodene fjernes, må således også katodene samtidig fjernes.

Også US-PS 3.677.927 angår en diafragmacelle, i denne diafragmacelle er katodene festet til perifere vegger i cellen.

Foreliggende oppfinnelse har til hensikt å forbedre den kjente teknikk og angår således en bipolar elektrolysecelle for fremstilling av alkalimetallhalater med et flertall individuelle bipolare enheter i serie, hver av hvilke omfatter en ryggplate med en gjennomgående åpning, en katodisk ståloverflate av ryggplaten, katoder montert på og
15 ragende frem fra den katodiske overflaten av ryggplaten, en anodisk titanoverflate og anoder ragende frem fra den anodiske overflaten av ryggplaten, hvorved anodene i én bipolar enhet og katodene i den nærmeste bipolare enhet befinner seg i samme elektrolyttrom, og denne elektrolysecelle karakteriseres ved at anodene er festet til en anordning som er løsbart montert på ryggplaten og kan fjernes uavhengig av katodene, idet anordningen omfatter: en syrereristent titananodebasisdel som er større enn åpningen, fingerlignende metallanodeblader montert på og ragende frem fra én side av
25 titananodebasisdelen, en elektrisk ledende og i det vesentlige hydrogenugjennomtrengelig kobberdel som er friksjonsveiset til den motsatte side av den syrereristente anodebasis og tilsvarende åpningen i ryggplaten, og gjengede bolter som er frisksjonssveiset til og rager frem fra kobberdelen gjennom åpningen til den katodiske overflate i ryggplaten.
30

Foreliggende oppfinnelse er mer detaljert beskrevet i det etterfølgende med henvisning til de vedlagte tegninger. På disse er:

35 Fig. 1 en delvis gjennomskåret perspektivskisse av et bipolart elektrolysekammer ifølge foreliggende oppfinnelse.

Fig. 2 er et vertikalt snitt gjennom et bipolart

elektrolysekommer ifølge foreliggende oppfinnelse.

Fig. 3 er et horisontalt snitt gjennom et bipolar
elektrolysekommer ifølge foreliggende oppfinnelse.

Fig. 4 er et delvis snitt gjennom ryggplaten i et
5 bipolar elektrolysekommer ifølge foreliggende oppfinnelse.

Det bipolare elektrolysekommer 1 ifølge forelig-
gende oppfinnelse som kan brukes for fremstilling av alkali-
metallhalat, inneholder en rekke individuelle bipolare en-
heter 11 til og med 17 som elektrisk og mekanisk er plassert
10 i serie, slik at den elektriske strømmen går fra en anode
41 festet til første bipolare enhet 17 i en celle 8 til en
katode 31 i samme celle, som er festet til en annen bipolar
enhet 16 i samme celle. Den elektriske strømmen går fra
katode 31, gjennom de ledende anordninger 45 i den bipolare
15 enhet 16 til en anode i den neste tilstøtende celle 7 i
elektrolysekommeret 1.

I den bipolare konfigurasjon som er vist på figur-
ene er anodene 41 i en bipolar enhet 17 plassert mellom kato-
dene 31 i den neste tilstøtende bipolare enhet 16, og katodene
20 31 er plassert mellom anodene i den umiddelbart foregående
bipolare enhet 17. Katodene 31 i en celle 9 og anodene 41
i den neste tilstøtende celle 8, utgjør samlet en bipolar en-
het 17 med den mellomliggende ryggplate 20. Strømmen går
fra katoden 31 i den foregående celle gjennom ryggplaten 20
25 til anoden 31 i den neste celle 8.

Ryggplaten 20 har en katodisk overflate 21 og en
anodisk overflate 25 med elektrolyttresistente anordninger
27 på anodeoverflaten 25. Ryggplaten 20 er fremstilt av et
elektrisk ledende materiale, hvor katodeanordningen er plas-
sert på katodesiden 21 og anodeanordningene 31 plassert på
anodesiden. Ryggplaten 20 er i seg selv en elektrolyttresi-
30 stent, elektrisk ledende metall-del, hvis ene overflate 25 er
resistent overfor de anodiske produkter, mens den motsatte
overflate 21 er resistent overfor katodeproduktene. Rygg-
35 platen 20 kan være fremstilt av et materiale som er resistent
overfor katodeproduktene og elektrolytten, mens det på anode-
siden 25 er anordninger 27 som er resistente overfor anode-

produktene og elektrolytten. Typiske katodeproduktresistente materialer innbefatter kobolt, jern, nikkel, stål eller rustfritt stål. Mest vanlig vil man bruke jern eller stål fordi disse materialer er lett tilgjengelige og billige.

- 5 Anordningene 27 som er resistente overfor anodeprodukter og elektrolytt og som er plassert på de motsatte sider 25 av ryggplaten 20, kan være en plate av et elektrolyttresistent materiale plassert på den resistente ryggplate 25. F.eks. kan overflaten av ryggplaten som skal være resistant
- 10 overfor anodiske produkter og elektrolytten være fremstilt av et ventilmetall. Ventilmetaller er de metaller som danner korrosjonsresistente oksyder ved eksponering enten overfor sure media eller nøytrale media under anodiske betingelser. Slike metaller innbefatter titan, zirkonium, hafnium,
- 15 vanadium, niob, tantal og wolfram. Når den elektrolyttresistente anodiske overflate er belagt med ventilmetall, vil man vanligvis bruke titan, fordi dette er billigst og lettest tilgjengelig i forhold til de andre ventilmetaller. Det er imidlertid underforstått at man også kan bruke andre ventilm-
- 20 metaller.

Alternativt kan de resistente anordninger 27 være i form av en gummiplate 27, f.eks. i form av naturgummi, en lav-kalsiumetylen-propylendien-gummiplate, eller en lav-kalsiumpolystyrenplate eller en lav-kalsiumneoprenplate eller

25 lav-kalsiumklorpreplate.

Katodefingere 33 går ut fra den katodiske overflate 21 på ryggplaten 20. Katodefingrene 33 kan være fremstilt av et metall som er resistant overfor angrep fra katodeproduktene samt elektrolytten. Vanligvis vil man bruke jern, kobolt,

30 nikkel, stål eller rustfritt stål. Mest vanlig vil man bruke jern eller stål.

Katodefingrene 33 kan være i form av metallplater. Alternativt kan katodefingrene 33 være perforerte metallplater eller nett.

- 35 Katodefingrene 33 kan være sveiset, loddet eller på annen måte permanent eller semi-permanent være festet til den katodiske overflate 21 på ryggplaten 20, slik det er vist på

fig. 2, 3 og 4. Alternativt kan katodene 33 være plassert på en katodebasisdel, som igjen kan være boltet til ryggplaten 20. På den motsatte side av den bipolare enhet er anodefingrene 43. I et bipolar elektrolysekammer ifølge foreliggende oppfinnelse vil anodefingrene 43 være metalleder med en egnet elektrisk ledende overflate. De metaller som brukes ved fremstilling av anodefingrene er ventilmetaller, dvs. de metaller som danner et oksyd ved eksponering overfor sure eller elektrolytiske media under anodiske betingelser. Slike metaller innbefatter titan, zirkonium, hafnium, vanadium, niob, tantal eller wolfram. Vanligvis vil man bruke titan for fremstilling av anodene ifølge foreliggende oppfinnelse, fordi dette metall er billigst og lettest tilgjengelig.

Den elektrisk ledende overflate på anodene ifølge foreliggende oppfinnelse er et materiale karakterisert ved lav kloroverspenning og lav oksygenoverspenning. Slike materialer innbefatter platina-gruppe-metaller såsom ruthenium, rhodium, palladium, osmium, iridium og platina. Egnede elektrisk ledende overflater kan også tilveiebringes ved oksyder av platina-gruppe-metaller, f.eks. rutheniumdioksyd, rhodiumtrioksyd, palladiumdioksyd, osmiumdioksyd, iridiumtrioksyd og platinadioksyd. Alternativt kan den elektrisk ledende overflate på anodene tilveiebringes ved hjelp av en oksygenholdig forbindelse av et platina-gruppe-metall, f.eks. et jordalkali-ruthenat, et jordalkalimetall-ruthenitt, et jordalkalimetall-rhodat, et jordalkalimetall-rhoditt, et delafossitt såsom platina-koboltat eller palladium-koboltat, eller forbindelser som vismut-ruthenat eller vismut-rhodat. Man kan også bruke ikke-edelmetallholdig materiale, f.eks. blyoksyd, for anodeoverflaten.

Metallanodene er i form av metallfingre 43 som går ut fra en ryggplate 20 mot neste tilstøtende bipolare enhet i elektrolysekammeret 1. De individuelle anodefingre 43 kan være faste plater eller være i form av perforerte plater, nett eller ekspanderte nett.

Ifølge foreliggende oppfinnelse er anodene 41 plas-

sert på den resistente ryggplate 20 slik at de kan fjernes. Dette kan ifølge foreliggende oppfinnelse f.eks. oppnås ved at man tilveiebringer en ryggplate 20, hvori det er en åpning 29, hvor man egnet kan plassere fjernbare elektrisk ledende anodebærende deler eller anordninger 45.

De fjernbare, elektrisk ledende anodebærende anordninger 45 innbefatter en elektrolyttresistent anodebasisdel 47. Denne del 47 er større enn åpningen 29 i ryggplaten 20, dvs. at hvis delen 47 er sirkulær, har den en større diameter enn åpningen 29, hvis denne også er sirkulær. Hvis åpningen 29 eller den elektrolyttresistente anodebasisdelen 47 eller begge er ikke-sirkulære med hensyn til form, må alltid den minste dimensjon loddrett på åpningens akse på den elektrolyttresistente basisdelen 47 være større enn den største dimensjon på åpningen 20 i samme plan. På denne måte får man en elektrolytt-tett foring mellom de to nevnte deler.

Metallanodene 43 er plassert på og går ut fra en side av delen 47. En elektrisk ledende i alt vesentlig hydrogenimpermeabel del 49 er festet på den motsatte side av anodebasisdelen 47 og tilsvarende i dimensjon åpningen 29 i ryggplaten 20, dvs. at delen 49 passer inn i åpningen i 29 og er i alt vesentlig konsentrisk i forhold til denne.

Gjengede bolter 51 går fra den hydrogenimpermeable delen 49 i den anodebærende anordning 45 gjennom åpningen 29 i ryggplaten 20 til katodeoverflaten 21 på ryggplaten 20. De gjengede bolter 51 er fremstilt av et elektrisk ledende, korrosjonsresistent, elektrolyttresistent materiale, slik at man får elektrisk kontakt mellom ryggplaten 20 og anodene 41, samtidig som materialet i alt vesentlig er inert overfor angrepet av elektrolytten.

Den syrer resistente anodebasisdelen 47 er vanligvis fremstilt av et ventilmetall eller filmdannende metall slik det er beskrevet ovenfor. Den elektrisk ledende i alt vesentlig hydrogenimpermeable delen 49 er fremstilt av kobber, bly eller aluminium. Kobber er foretrukket. Dette metall er karakterisert ved lav permeabilitet overfor elementære hydrogen-

atomer og har høy elektrisk ledeevne for strøm fra katodene 31 og katodeoverflaten 21 på ryggplaten 20 til den elektrolyttresistente basisdelen 47.

Den gjengede bolten 51 i den samlede bipolare enhet innbefatter skruer 53 for å binde hele anodedelen, dvs. anodebladene 43, den elektrolyttresistente anodebasisdelen 47, de hydrogenimpermeable elektrisk ledende anordninger 49 og den gjengede bolt 51 til den bipolare enhet. Den gjengede bolten 51 går fra den hydrogenimpermeable anordning 49 gjennom ryggplaten til katodeoverflaten 21. Den gjengede bolt 49 er fremstilt av et materiale som er karakterisert ved høy skjærstyrke, høyt elastisitetvolum og høy strekkfasthet, slik at skruen 53 kan drås til og gi høy kompressiv styrke på de elektrolyttresistente overflater 21 og 27 på ryggplaten 20.

På denne måten kan elektrisk strøm lett gå fra katodeoverflaten 21 på den bipolare enhet gjennom de anodebærende anordninger 45 til anoden 41 med lavt elektrisk spenningstap som skyldes kontaktmotstand og lavt IR-spenningstap. Bolten 51, anordningene 40 og anodebasisdelen 47 kan være festet på enhver kjent måte, f.eks. ved gjengede bolter, ved sveising eller lodding, men de er fortrinnsvis festet ved friksjonssveising, hvorved man får et vesentlig redusert kontaktmotstandsspenningstap i anodedelen 45.

Anodedelene 45 innbefatter den elektrolyttresistente anodebasisdelen 47, den hydrogenimpermeable elektrisk ledende del 49 og bolten 51 som passer konsentrisk inn i åpningen 29 i ryggplaten 20. Anodebasisdelen 47 kan være sirkulær eller rektangulær. Hvis den er rektangulær, vil de individuelle anodeblader 33 være festet på siden, f.eks. ved sveising, lodding eller lignende.

Anodebasisdelen 47 og boltanordningen 51 gir en kompressiv kraft på den elektrolyttresistente, syrerresistente platen 27 og katodeoverflaten 21 på ryggplaten 20, hvorved man får en elektrolytt-tett pakning mellom den syrerresistente basisdel 47 og den elektrolyttresistente platen 27 på ryggplaten 20. Når den elektrolyttresistente anodebasisdelen 47

er av titan, vil den kompressive kraften være av en størrelsesorden på 18 kg/cm^2 eller mer, f.eks. fra $21 - 25 \text{ kg/cm}^2$. På denne måten oppnår man en elektrolytt-tett pakning som i alt vesentlig er upåvirket av spaltekorrosjon. En pakningsring 61 kan være plassert mellom den elektrolyttreistente platen 27 og ringen 61, slik at det dannes en elektrolytt-tett pakning mellom platen 27 og foringsringen 61. Den kompressive kraften utøves også mellom foringen 61 og anodedelen 47, slik at det blir en ytterligere elektrolytt-tett pakning mellom foringsringen 61 og basisdelen 47. På denne måten vil den elektrisk ledende hydrogenimpermeable delen 49 i alt vesentlig være beskyttet mot kontakt fra elektrolytten.

Foringsringen 61 som er nevnt ovenfor kan f.eks. være av naturgummi, hardgummi, plast, titan, lav-kalsiumetylen-propylendiën-gummi, lav-kalsium-polystyren, lav-kalsium-neopren, lav-kalsium-klorpren eller lignende.

De bipolare enheter 11 til og med 17 er elektrisk i serie slik at anodesiden 25 i en bipolar enhet 17 og katodesiden 21 i neste bipolare enhet 16 danner en individuell elektrolytisk celle 8 mellom dem. Anodene 41 i en bipolar enhet 17 er plassert mellom katodene 31 i den neste tilstøtende bipolare enhet 16, og anodene og katodene er i alt vesentlig parallelle med hverandre.

Anodene 41 og katodene 31 kan begge være loddrette på de bipolare enheter. Alternativt kan de danne en vinkel med de tilstøtende overflater på de bipolare enheter slik at man får parallelle elektroder. De tilstøtende bipolare enheter i en enkelt individuell celle er i et enkelt elektrolyttkammer hvor det dannes alkalimetallhalat. Elektrolysekammeret kan inneholde en rekke individuelle bipolare enheter, f. eks. tre eller fem eller mer, eller endog så mange som 75 eller 100 eller endog 150 eller flere bipolare enheter som danner bipolare celler. De individuelle bipolare celler har et elektrolyttvolum som er tilstrekkelig til å gi en oppholdstid på fra 40 til ca. 250 ml/ampère, fortrinnsvis fra ca. 65 til ca. 200 ml/ampère, hvorved det kjemisk dannes alkalimetall-

halat i cellen.

I elektrolysecellen ifølge foreliggende oppfinnelse vil interelektrodegapet mellom anodene i en bipolar enhet og katodene i neste tilstøtende bipolare enhet inne i en enkelt bipolar celle, være av størrelsesorden fra ca. 3 - ca. 6 mm og hvor anodene og katodene i de individuelle celler er skilt fra hverandre ved hjelp av keramiske eller plastnagler 71 som er presset inn i katodefingrene. På denne måten får man et kompakt volum for virkelig elektrolyse. På grunn av det store cellelegemet som brukes, får man også et stort volum for halatdannende reaksjoner. På denne måten kan man få høyere konsentrasjon av alkalimetallhalat inne i elektrolytten, og dette setter lavere krav med hensyn til kjøling på cellen og man oppnår høyere celleeffektivitet. Dessuten kan man tilføre saltlake i stedet for faste salter.

Elektrolysecellen ifølge foreliggende oppfinnelse kan brukes for elektrolyse av alkalimetallhalogenider til alkalimetallhalater. Typisk kan natriumklorid elektrolyseres til natriumklorat, natriumbromid til natriumbromat, kaliumklorid til kaliumklorat og kaliumbromid til kaliumbromat.

Under drift av cellen vil man tilføre mettet saltlake, f.eks. en som inneholder fra 300 - 325 g natriumklorid pr. liter. Salttilførselen kan enten være parallell, dvs. man tilfører saltlaken individuelt til hver elektrolytisk celle i en celledserie, eller saltlake kan tilføres i serie, dvs. på ett punkt inne i cellen, hvoretter væsken fjernes fra cellen på et punkt som ligger i en viss avstand fra det punkt hvor cellevæsken ble tilført. Serietilførsel er foretrukket, og dette fordi tilførselen til første celle vil ha lav hypoklorittione-konsentrasjon, hvorved man får god kjemisk dannelse av kloration og god strømnyttelse. En elektromotorisk kraft påsettes over det bipolare elektrolysekompartiment, hvorved den elektriske strømmen går gjennom elektrolysekompartimentet slik det er beskrevet ovenfor. Elektrolysen kan utføres ved strømmettheter på 2200 ampère/m², f.eks. så høyt som 4400 eller 6600 ampère/m² eller endog høyere. Man vil vanligvis oppnå en celleoppholdstid på fra 40 - 250 ml/ampère, fortrinnsvis

fra 65 - ca. 200 ml/ampère, og cellevæsken vil vanligvis ha en pH fra 5,6 - 6,8, fortrinnsvis fra 6,0 - 6,7. Temperaturen i væsken inne i cellen er fra 50 - 100°C, vanligvis over ca. 80°C og ofte så høy som 95 eller 98°C eller endog 100°C. Man vil få fremstilt en cellevæske som inneholder 5 fra 650 - 750 g natriumklorat pr. liter, fra ca. 60 - 75 g natriumklorid pr. liter og fra ca. 1 - ca. 4 g natriumdikromat pr. liter og fra ca. 1 - ca. 3 g natriumhypokloritt pr. liter.

P a t e n t k r a v

Bipolar elektrolysecelle (1) for fremstilling av alkalimetallhalater med et flertall individuelle bipolare enheter (11-17) i serie, hver av hvilke omfatter en ryggplate (20) med en gjennomgående åpning (29), en katodisk ståloverflate (21) av ryggplaten (20), katoder (33) montert på og ragende frem fra den katodiske overflaten (21) montert på og ragende frem fra den katodiske overflaten (21) av ryggplaten (20), en anodisk titanoverflate (25) og anoder (41) ragende frem fra den anodiske overflaten (25) av ryggplaten (20), hvorved anodene (41) i én bipolar enhet og katodene (33) i den nærmeste bipolare enhet befinner seg i samme elektrolyttrom, k a r a k t e r i s e r t v e d a t 15 anodene (41) er festet til en anordning (45) som er løsbart montert på ryggplaten (20) og kan fjernes uavhengig av katodene (33), idet anordningen (45) omfatter:

en syrereristent titananodebasisdel (47) som er større enn åpningen (29), fingerlignende metallanodeblader (43) montert på og ragende frem fra én side av titananodebasisdelen (47), en elektrisk ledende og i det vesentlige hydrogenugjennomtrengelig kobberdel (49) som er friksjonsveiset til den motsatte side av den syrereristente anodebasis (47) og tilsvarende åpningen (29) i ryggplaten (20), og 20 gjengede bolter (51) som er friksjonssveiset til og rager frem fra kobberdelen (49) gjennom åpningen (29) til den katodiske overflate (21) i ryggplaten (20).

145343

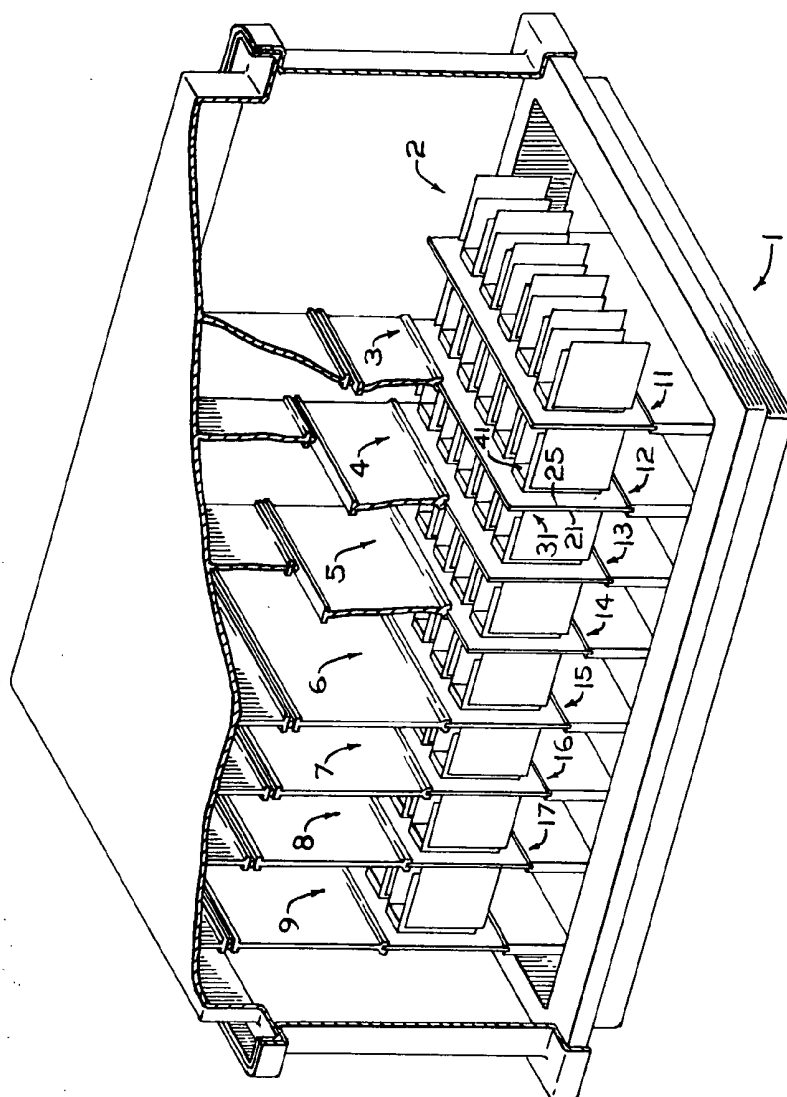


Fig. 1

145343

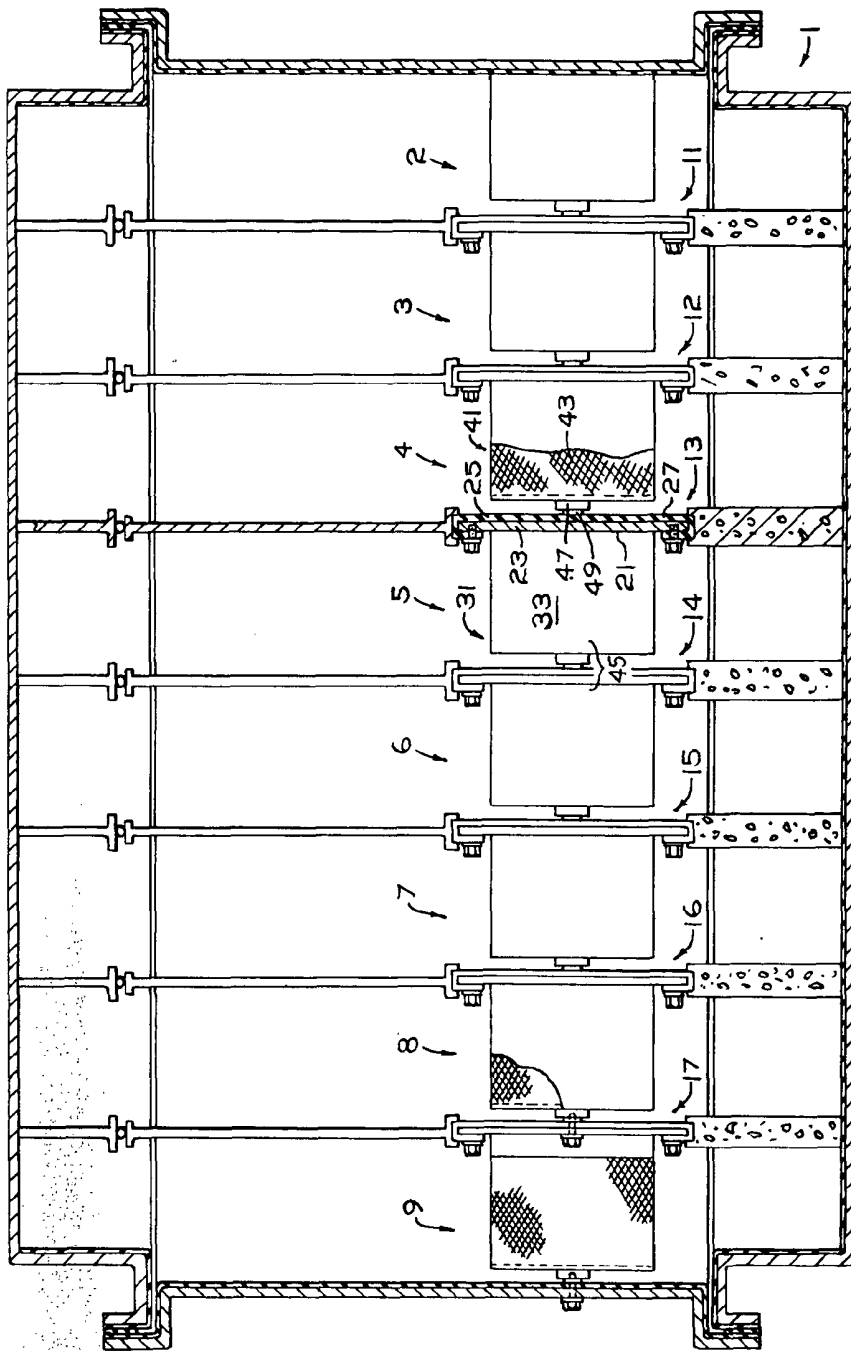


FIG. 2

145343

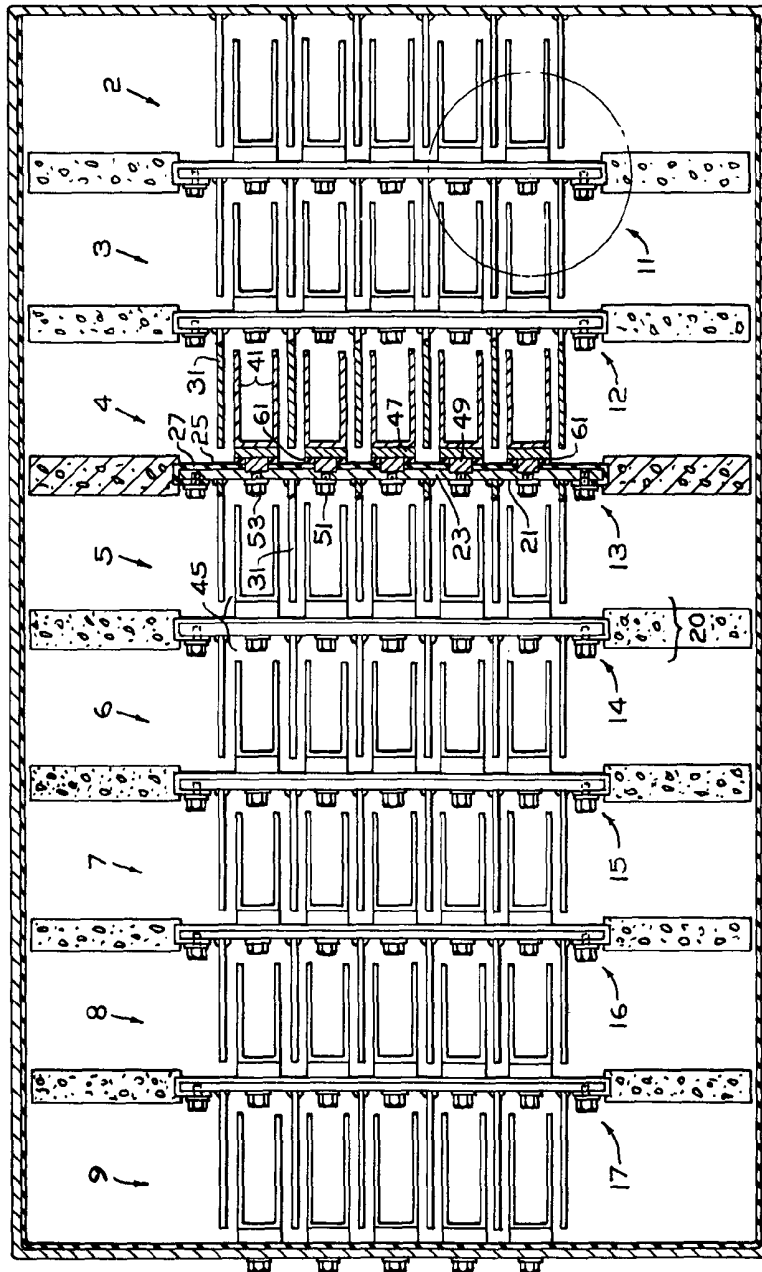


FIG. 3

