



SUOMI—FINLAND
(FI)

Patentti- ja rekisterihallitus
Patent- och registerstyrelsen

[B] (11) **KUULUTUSJULKAISU** 70054
UTLÄGKNINGSSKRIFT

C (45) Patentti myönnetty
Patent meddelat 18 09 1986

(51) Kv.lk./Int.Cl.⁴ C 25 B 11/02, 1/46

(21) Patentihakemus — Patentansökning 812342
(22) Hakemispäivä — Ansökningsdag 27.07.81
(23) Alkupäivä — Giltighetsdag 27.07.81
(41) Tullut julkiseksi — Blivit offentlig 31.01.82
(44) Nähtäväksiapanon ja kuul.julkaisun pvm. —
Ansökan utlagd och utl.skriften publicerad 31.01.86
(86) Kv. hakemus — Int. ansökan
(32)(33)(31) Pyydetty etuoikeus — Begärd prioritet 30.07.80
18.09.80 Englanti-England(GB) 8024922,
8030230 Toteennäytetty-Styrkt

(71) Imperial Chemical Industries Limited, Imperial Chemical House,
Millbank, London SW1P 3JF, Englanti-England(GB)

(72) Robin Andrew Woolhouse, Runcorn, Cheshire, Englanti-England(GB)

(74) Oy Kolster Ab

(54) Elektrolyysikennossa käytettävä elektrodi -
I en elektrolytisk cell användbar elektrod

(57) Tiivistelmä

Elektrodi, joka soveltuu käytettäväksi suodatinpuris-
tintyyppisessä elektrolyyttisessä kennossa ja joka
muodostuu oleellisesti tasomaisesta tukikappalees-
ta (1), jolloin vähintään toisella tukikappaleen pin-
noista ja edullisesti molemmilla pinnoilla on useita
pitkänomaisia osia (9, 10), esimerkiksi liuskoja, jotka
ovat oleellisesti keskenään yhdensuuntaisia ja jois-
ta jokainen on kiinnitetty päistään tukikappalee-
seen ja jolloin pitkänomaisten osien oleellinen
osuus on tasossa, joka on erillään tukikappaleen
tasosta ja oleellisesti sen kanssa yhdensuuntais-
nen ja pitkänomaisten osien pinnat ovat tasossa,
joka on oleellisesti yhdensuuntainen tukikappaleen
tason kanssa. Keksintö kohdistuu myös elektrolyyt-
tiseen kennoon, jossa käytetään näitä elektrodeja.

(57) Sammandrag

Elektrod, lämplig att användas i en elektrolytisk
cell av filterpresstyp och bestående av en väsentli-
gen planstöddel (1), varvid åtminstone ena ytan av
stöddelen och företrädesvis vardera ytan försetts
med ett flertal långsträcka delar (9, 10), t.ex. remsor,
vilka går väsentligen parallellt med varandra och vilka
var och en i vardera ändan fastsatts vid stöddelen och
varvid en väsentlig del av de långsträcka delarna ligger
i ett plan, vilket förskjutits från och går väsentli-
gen parallellt med stöddelen och ytorna av de långsträck-
ta delarna ligger i plan, vilket går väsentligen paral-
lellt med stöddelens plan. Uppfinningen hänför sig även
till en elektrolytisk cell, i vilken dessa elektroder
används.

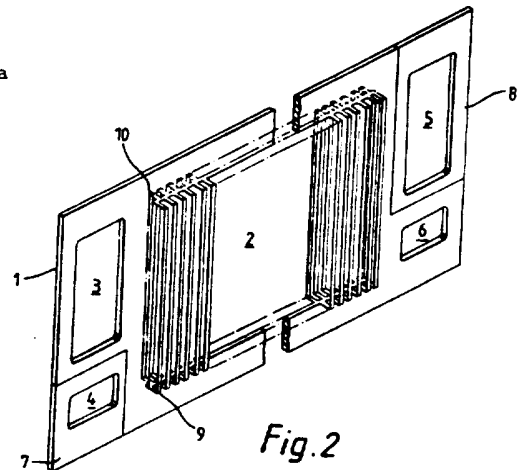


Fig. 2

Elektrolyysikennossa käytettävä elektrodi

Tämä keksintö kohdistuu elektrolyysikennossa käytettävään elektrodiin.

5 Elektrolyysikennot tunnetusti sisältävät useita anodeja ja katodeja, jolloin jokainen anodi on eroitettu viereisestä katodista eroittimen avulla, joka jakaa elektrolyysikennon useisiin anodi- ja katodiosastoihin. Tällaisen kennon anodiosastot on varustettu välineillä
10 elektrolyytin syöttämiseksi kennoon, sopivasti yhteisestä pääjohdosta ja välineillä elektrolyysituotteiden poistamiseksi kennosta. Samoin kennon katodiosastot on varustettu välineillä elektrolyysituotteiden poistamiseksi kennosta ja haluttaessa välineillä veden tai jonkun muun nesteen
15 syöttämiseksi kennoon.

Suodatinpuristintyyppiset elektrolyysikennot voivat sisältää useita vuorottelevia anodeja ja katodeja, esimerkiksi 50 anodia, jotka vuorottelevat 50 katodin kanssa, kenno voi kuitenkin sisältää vielä useampia anodeja ja
20 katodeja, esimerkiksi 150 vuorottelevaa anodia ja katodia.

Elektrolyysikunno voi olla tyyppiltään diafragma- tai membraanikunno. Diafragmakennossa vierekkäisten anodien ja katodien väliin sijoitetut eroittimet ovat mikrohuokoisia ja käytön aikana elektrolyyttiä siirtyy diafragmojen
25 lävitse anodiosastoista katodiosastoihin kennossa. Membraanikennossa eroittimet ovat oleellisesti hydraulisesti läpäisemättömiä ja käytön aikana ionilajit siirtyvät membraanien lävitse kennon anodiosastojen ja katodiosastojen välillä.

30 Edellä mainittuja tyyppisiä olevia elektrolyysikennoja voidaan käyttää alkalimetallikloridien vesiliuosten elektrolyysissä. Kun tällaista liuosta elektrolysoidaan diafragmatyyppisessä elektrolyysikennossa, syötetään liuosta kennon anodiosastoihin, elektrolyysissä muodostunut
35 kloori poistetaan kennon anodiosastoista, alkalimetallikloridiliuos siirtyy diafragmojen lävitse ja elektrolyysissä

muodostunut vety ja alkalimetallihydroksidi poistetaan katodiosastoista, jolloin alkalimetallihydroksidi poistetaan alkalimetallikloridin ja alkalimetallihydroksidin liuoksena. Jos alkalimetallikloridin vesiliuosta elektrolysoidaan membraanityyppisessä elektrolyysikennossa, syötetään liuosta kennon anodiosastoihin ja elektrolyysisä muodostunut kloori ja laimentunut alkalimetallikloridiliuos poistetaan anodiosastoista, alkalimetalli-ionit siirtyvät membraanien lävitse kennon katodiosastoihin, joihin voidaan syöttää vettä tai laimeaa alkalimetallihydroksidiliuosta ja vety sekä alkalimetallihydroksidiliuos, joita muodostuu alkalimetalli-ionien reaktiossa veden kanssa, poistetaan kennon katodiosastoista.

Esitettyjä tyyppisiä olevia elektrolyysikennoja voidaan käyttää erikoisesti kloorin ja natriumhydroksidin valmistamiseen elektrolysoimalla natriumkloridin vesiliuosta.

Edellä esitetyt elektrolyysikennot ja erikoisesti suodatinpuristintyyppiset elektrolyysikennot voivat sisältää elektrodeja, siis anodeja ja/tai katodeja, jotka muodostuvat tukikappaleesta ja useista tukikappaleella olevista yhtenäisistä, pitkänomaisista osista, jotka on yleensä sijoitettu pystysuoraan ja keskenään yhdensuuntaisiksi. Elektrodit voivat esimerkiksi olla niinsanottuja säle-elektrodeja, joita voidaan valmistaa esimerkiksi muodostamalla metallilevyyn useita oleellisesti yhdensuuntaisia rakoja ja taivuttamalla metallikaistaleet ulospäin levyn tasosta, jolloin saadaan useita yhtenäisiä, oleellisesti yhdensuuntaisia, pitkänomaisia osia, niinsanottuja säleitä. Säleet voidaan sijoittaa suoraan kulmaan levyn tason suhteen ja pienempään kuin 90° kulmaan levyn tason suhteen, esimerkiksi noin 60° kulmaan. Säle-elektrodeja sisältäviä elektrolyysikennoja on esitetty esimerkiksi belgialaisissa patenteissa no:t 864 363 ja 864 364.

Elektrolyysikennoissa, esimerkiksi suodatinpuristintyyppisissä elektrolyysikennoissa käytetään edulli-

sesti mahdollisimman kapeaa anodi/katodi-rakoa kennojen sähkövastusten ja siten kennojen käyttöjännitteiden saamiseksi mahdollisimman pieniksi. Pienen anodin ja katodin välisen etäisyyden muodostamiseksi sijoitetaan eroittimet lähelle anodia ja katodia ja voivat ne olla kosketuksessa niiden viereisten anodien ja katodien kanssa, missä tapauksessa anodin ja katodin välinen etäisyys on oleellisesti sama kuin eroittimen paksuus.

Eroittimen sijoittamisella kosketukseen sen viereisen anodin ja katodin kanssa on lisäksi se etu, että anodi ja katodi muodostavat tuen eroittimelle. Tähän voi kuitenkin liittyä myös epäkohta, joka on erikoisen ilmeinen suodatinpuristinkennoissa, joissa elektrodit muodostuvat useista yhtenäisistä, pitkänomaisista osista, erikoisesti yhtenäisistä säleistä. Tällöin jos elektrodi muodostuu useista yhtenäisistä, pitkänomaisista osista ja erikoisesti jos erotin on kosketuksessa yhtenäisten osien kanssa, voi liuoksen kierrätys kennon osastoissa olla huono ja erikoisesti kennon poikkisuunnassa estävät yhtenäiset osat nesteen kiertoa. Tämä nesteen huono kierto on erikoisen ilmeinen, jos nesteen syöttövälineet kennoon ja välineet elektrolyysituotteiden poistamiseksi kennosta sijaitsevat kennon reunoilla. Liuosten heikko kierto kennon osastoissa ilmenee kaasumaisten elektrolyysituotteiden huonossa poistumisessa kennon liuoksista sekä väkevyysgradienttien muodostumisessa nesteisiin, jolloin vaaditaan korkeampia käyttöjännitteitä annetulla virtatiheydellä, kuin olisi odotettavissa.

Esiteltävä keksintö antaa elektrodin, joka soveltuu erikoisen hyvin käytettäväksi suodatinpuristintyyppisessä elektrolyysikennossa ja joka sallii nesteiden huomattavasti parantuneen kierron kennon osastoissa.

Esiteltävälle keksinnölle on tunnusomaista, että elektrodi käsittää oleellisesti tasomaisen tukiosan, joka on kehyksen muodossa, ja ainakin kehyksen toisella pinnalla useita pitkänomaisia osia, jotka ovat oleellisesti sa-

mansuuntaisia keskenään ja jotka kukin on kiinnitetty kum-
mastakin päästään kehykseen, jolloin oleellinen osa pitkän-
omaisista osista on tasossa, joka on välimatkan päässä ke-
hyksen tasosta ja oleellisesti samansuuntainen sen kanssa
5 ja pitkänomaisissa osissa on pintoja, jotka ovat tasossa,
joka on oleellisesti samansuuntainen kehyksen tason kans-
sa, jolloin kunkin pitkänomaisen osan toinen pää on kiinni-
tetty kehykseen lähelle kehyksen yhtä reunaa ja kunkin pit-
känomaisen osan toinen pää on kiinnitetty kehykseen lähel-
10 le kehyksen vastakkaista reunaa.

Pitkänomaiset osat voivat olla ja ne edullisesti
ovat liuskoja ja keksinnön seuraavan toteutuksen mukaan
saadaan elektrodi, joka muodostuu useista liuskoista, jot-
ka ovat keskenään oleellisesti yhdensuuntaiset ja joista
15 jokainen on kiinnitetty päistään tukikappaleeseen eli ke-
hykseen, jolloin huomattava liuskojen osa on tasossa, jo-
ka sijaitsee erillään tukikappaleen tasosta ja on sen kans-
sa yhdensuuntainen ja liuskojen toimivat pinnat ovat tasos-
sa, joka on oleellisesti yhdensuuntainen tukikappaleen ta-
20 son kanssa.

Elektrodia voidaan käyttää anodina ja/tai katodina
ja keksintö antaa myös elektrolyysikennon, joka sisältää
useita anodeja ja katodeja eroittimen sijoitettuna vierek-
käisten anodien ja katodien väliin, jolloin anodit ja kato-
25 dit tai molemmat ovat tässä esitettyjä elektrodeja.

Ellei toisin mainita, keksintöä esitellään tämän jäl-
keen elektrodeihin viitaten, joissa pitkänomaiset osat ovat
liuskoja.

Elektrodit ja erikoisesti elektrodin tukikappale
30 ovat edullisesti taipuisia ja erikoisesti kimmoisia, koska
taipuisuus ja kimmoisuus edistävät nestetiiviiden liitosten
muodostamista, kun elektrodeja asennetaan elektrolyysiken-
noon, erikoisesti suodatinpuristintyyppiseen kennoon.

Jos, elektrolyysikennossa, eroitin on kosketuksessa
35 liuskojen pintojen kanssa elektrodilla, eivät liuskat estä
nesteiden kierrätystä kennossa eivätkä erikoisesti kennon
poikittaissuunnassa, koska liuskat ovat erossa tukikappale-

leen tasosta ja täten kennon poikittaissuuntaan muodostuu kanava tukikappaleen ja liuskojen väliin, jonka kanavan kautta neste voi kiertää.

5 Elektrodissa voidaan liuskat sijoittaa vain tukikappaleen yhdelle pinnalle erikoisesti, jos elektrodia käytetään pääte-elektrodina elektrolyysikennossa. Vaihtoehtoisesti liuskat voidaan sijoittaa tukikappaleen molemmille pinnoille, erikoisesti jos elektrodia käytetään välielektrodina elektrolyysikennossa, erikoisesti suodatinpuristintyyppisessä elektrolyysikennossa.

10 Kun elektrodi asennetaan elektrolyysikennoon, sijoitetaan elektrodi tavallisesti siten, että liuskat ovat pääasiallisesti pystysuorassa. Liuskojen pystysuora sijoittaminen ei kuitenkaan ole oleellinen ja haluttaessa 15 liuskat, jotka ovat oleellisesti keskenään yhdensuuntaiset, voidaan sijoittaa vinoon kulmaan pystysuoran suhteen. Anodina käytettävän elektrodin liuskat voidaan sijoittaa vinoon pystysuunnasta kulman verran, joka on vastakkaisuuntainen sille kulmalle, jonka verran katodina käytettävän elektrodin liuskoja on kallistettu. Tällä tavalla 20 saadaan eroittimelle lisätukea.

Jos elektrodi muodostuu tukikappaleen molemmille puolille sijoitetuista liuskoista, toisella pinnalla olevat liuskat voidaan sijoittaa toisella tukikappaleen pinnalla 25 olevia liuskoja vastapäätä. Vaihtoehtoisesti liuskat voidaan sijoittaa vuorotellen siten, että tukikappaleen toisella pinnalla oleva liuska sijoitetaan tukikappaleen toisella pinnalla olevien kahden vierekkäisen liuskan välistä rakoa vastapäätä.

30 Sen takaamiseksi, että liuskat säilyttävät asemansa tukikappaleen suhteen ja siten muodostavat tuen eroittimelle, joka elektrolyysikennossa voi olla kosketuksessa liuskojen kanssa, kiinnitetään liuskat molemmista päistään tukikappaleeseen.

35 Tukikappale voi olla muodoltaan suorakulmainen, esimerkiksi neliömäinen tai pitkänomainen. Tukikappale

voi olla oleellisesti tasomainen levy, jolloin kunkin liuskan päät on kiinnitetty levyyn lähelle levyn vastakkaisia reunoja.

5 Tukikappale voi olla muodoltaan oleellisesti tasomainen kehys, joka voi olla suorakulmainen esimerkiksi neliömäinen tai pitkänomainen. Jokaisen liuskan toinen pää voidaan kiinnittää lähelle kehyksen reunaa ja jokaisen liuskan toinen pää voidaan kiinnittää lähelle kehyksen vastakkaista reunaa. Tämä toteutus, jossa tukikappale on 10 muodoltaan kehysmäinen, on suositeltava toteutus, koska liuosten kiertoa elektrolyysikennon osastoissa, johon elektrodi on asennettu, edistää lisäksi tämän määrätyn tyyppisen elektrodin käyttö.

15 Esiteltävän keksinnön mukainen elektrodi omaa lisäedun säletyyppiseen elektrodiin verrattuna. Säle-elektrodissa säleiden reunat, jotka elektrolyysikennossa voivat olla kosketuksessa eroittimen kanssa, ovat usein epäta-
saisia ja valmistusmenetelmästä johtuen voi niissä esiin-
tyä jopa teräviä reunoja, jotka voivat vaurioittaa eroi-
20 tinta tai jopa muodostaa reikiä eroittimeen. Toisaalta esiteltävän keksinnön mukaisissa elektrodeissa pitkänomaisten osien, so. liuskojen, pinnat ovat tasossa, joka on oleellisesti yhdensuuntainen tukikappaleen tason kanssa ja elektrolyysikennossa pitkänomaisten osien, so. lius-
25 kojen, pinnat ovat kosketuksessa eroittimen kanssa eivätkä niiden reunat. Pintojen koskettaessa eroitinta on sen vaurioitumismahdollisuus pitkänomaisten osien vaikutukses-
ta huomattavasti vähäisempi.

30 Pitkänomaisten osien pinnat voivat olla tasomais-
ta, mutta on edullista, eroittimen vaurioitumisvaaran vähentämiseksi edelleen, että pitkänomaisten osien pinnat poikittaissuunnassa ovat hieman kaarevia. Täten jos pitkänomaiset osat ovat liuskoja, liuskojen pinnat poikittaissuunnassa tukikappaleesta ulospäin on kuperia niin, että
35 elektrolyysikennossa liuskojen kuperat pinnat ovat eroitinta vastassa ja voivat koskettaa siihen.

Keksinnön mukaisessa elektrodissa jokaisen liuskan huomattava osuus on tasossa, joka on erillään tukikappaleen tasosta ja yhdensuuntainen sen kanssa. On suositeltavaa, että mahdollisimman suuri osuus jokaisesta liuskasta on tukikappaleen tason kanssa yhdensuuntaisessa tasossa, mutta koska liuskat on kiinnitetty päistään tukikappaleeseen, on ilmeistä, että liuskat eivät voi koko pituudeltaan olla siinä tasossa. On edullista, jos vähintään 50 % liuskojen pituudesta ja vielä edullisemmin vähintään 80 % liuskojen pituudesta on tasossa, joka on erillään tukikappaleen tasosta ja on sen kanssa yhdensuuntainen. Jopa 95 % liuskojen pituudesta voi olla tällaisessa tasossa.

Elektrodien mitta sähkövirran kulkusuunnassa on edullisesti alueella 15-60 cm lyhyiden virran kulkuteiden muodostamiseksi elektrodiin, mikä vuorostaan antaa pienen jännitehäviön elektrodiin asennettaessa se elektrolyysikennoon tarvitsematta käyttää monimutkaisia virransyöttölaitteita.

Se etäisyys, jonka verran liuskojen taso on siirretty tukikappaleen tasosta, määrää tukikappaleen tason ja liuskojen tason välisen kanavan mitat, jonka kautta liuos voi kiertää kennossa. Tämä etäisyys riippuu muun muassa elektrodille halutuista kokonaismitoista, erikoisesti elektrodille halutusta leveydestä ja elektrolyysikennolle halutuista kokonaismitoista, mutta on se yleensä vähintään 1 mm ja edullisesti vähintään 2 mm. Se voi olla niinkin suuri kuin 10 mm tai jopa suurempi, esimerkiksi 20 mm asti. Jos se etäisyys, jonka liuskojen taso eroaa tukikappaleen tasosta on pieni, elektrolyysissä vapautuneiden kaasujen poistumisnopeus voi olla riittämätön ja tämä voi vaikuttaa haitallisesti elektrolyysissä esiintyvään jännitteeseen. On myös edullista suorittaa elektrolyysi suurella virtahyötysuhteella ja edellämäinittu etäisyys valitaan edullisesti sellaiseksi, että virtahyötysuhde ja jännite optimoituvat.

Jos keksinnön mukaisia elektrodeja asennetaan elektrolyysikennoon sekä anodeiksi tai katodeiksi, se etäisyys, jonka liuskojen taso poikkeaa tukikappaleen tasosta, voi olla sama sekä anodissa että katodissa tai
5 tämä etäisyys voi anodissa olla erilainen kuin katodin vastaava etäisyys.

Liuskojen pinnan leveys on vähintään 1 mm ja edullisesti ne ovat vähintään 2 mm leveitä niin, että pinta on verrattain suurelta leveydeltään eroitinta vastassa
10 asennettaessa elektrodi elektrolyysikennoon. Yleensä liuskojen leveys on korkeintaan 10 mm, vaikkakin on mahdollista käyttää liuskoja, joiden leveys on suurempi kuin 10 mm.

Vierekkäisten liuskojen välinen etäisyys elektrodin
15 pinnalla on edullisesti vähintään 1 mm ja vielä edullisemmin vähintään 2 mm. Yleensä tämä etäisyys on korkeintaan 10 mm, vaikkakin se voi olla suurempi haluttaessa.

Elektrodin pinnalla olevat liuskat on eroitettu toisistaan ja vierekkäisten liuskojen väliset raoat muodostavat aukkoja, joihin diafragma tai membraani voi
20 tunkeutua, jos diafragma tai membraani turpoaa elektrolyysikennossa käytettäessä. Kationinvaihtomembraanit ovat erikoisen alttiita turpoamiselle ja keksinnön mukainen elektrodi antaa mahdollisuuden turpoamisen tapahtumiselle
25 valvotulla tavalla.

Keksinnön mukainen elektrodi valmistetaan yleensä metallista tai metalliseoksesta ja käytettäessä se voi toimia joko anodina tai katodina. Metallin luonne riippuu
30 siitä käytetäänkö elektrodia anodina tai katodina sekä elektrolyytin luonteesta, jota elektrolysoidaan elektrolyytisessä kennossa.

Jos elektrolysoidaan alkalimetallikloridiliuosta ja elektrodia käytetään anodina, valmistetaan elektrodi
35 sopivasti kalvonmuodostavasta metallista tai sen seoksesta, esimerkiksi sirkoniumista, niobiumista, volframista tai tantaalista, mutta edullisesti titaanista ja anodin

pinnalla käytetään sopivasti sähköajohtavaa, sähkökatalyyttisesti aktiivista materiaalia olevaa pinnoitetta. Pinnoite voi sisältää yhtä tai useampaa platinaryhmän metallia, kuten platinaa, rodiumia, iridiumia, ruteniumia, osmiumia tai palladiumia ja/tai yhden tai useamman näiden metallien oksidia. Pinnoite voi platinaryhmän metallin ja/tai sen oksidin lisäksi sisältää sekoitettuna yhtä tai useampaa ei-jalometallin oksidia, erikoisesti yhtä tai useampaa kalvonmuodostavan metallin oksidia, esimerkiksi titaanidioksidia. Sähköajohtavat, sähkökatalyyttisesti aktiiviset materiaalit, joita käytetään anodipäällysteinä elektrolyysikennoissa alkalimetallikloridin vesiliuoksia elektrolysoitaessa ja menetelmät näiden päällysteiden levittämiseksi ovat alalla hyvin tunnettuja. Päällystettä levitetään sopivasti vähintään anodin liuskoille, erikoisesti liuskojen pinnoille. Päällystettä voidaan levittää myös liuskojen takapinnalle, so. tukikappaleen puoleiselle pinnalle ja myös liuskojen reunoille.

Jos elektrolysoidaan alkalimetallikloridin vesiliuosta ja elektrodiä käytetään katodina, valmistetaan elektrodi sopivasti raudasta tai teräksestä tai jostain muusta sopivasta materiaalista, esimerkiksi nikkelistä. Katodi, erikoisesti sen liuskat, voidaan päällystää materiaalilla, joka sopii alentamaan vedyn ylijännitettä elektrolyysissä.

Esiteltävän keksinnön mukainen elektrodi voi olla bipolaarinen elektrodi. Tällöin elektrodi voi muodostua ensimmäisestä metallilevystä ja toisesta metallilevystä kytkettynä sähköajohtavasti toisiinsa, jolloin toiseen levyistä ja edullisesti molempiin levyistä on kiinnitetty useita pitkänomaisia osia, esimerkiksi liuskoja, kuten edellä on esitetty. Esimerkiksi jos bipolaarista elektrodiä käytetään elektrolyysikennossa, jossa elektrolysoidaan alkalimetallikloridin vesiliuosta, ensimmäinen levy ja siihen kiinnitetyt liuskat voivat olla kalvonmuodostavaa metallia tai metalliseosta ja voi se toimia anodina ja

toinen levy ja siihen kiinnitetyt liuskat voivat olla rautaa tai terästä tai muuta sopivaa metallia kuten nikkeliä ja voi se toimia katodina.

5 Keksinnön mukaisen elektrodin eräessä muunnoksessa rei'itettyä metallilevymateriaalia on kiinnitetty elektrodin pitkänomaisten osien pinnalle, sen toiselle tai molemmille puolille. Reikämäinen metallilevy, joka on kiinnitetty sähköä johtavaksi pitkänomaisiin osiin esimerkiksi hitsaamalla, voi olla esimerkiksi kudottu arkki, rei'itetty 10 levy tai venyttämällä rei'itettyä metallia oleva levy.

 Keksinnön mukainen elektrodi voidaan valmistaa kiinnittämällä pitkänomaiset osat, esimerkiksi liuskat, tukikappaleeseen esimerkiksi hitsaamalla tai kovajuottamalla liuskat tukikappaleeseen tai käyttäen jotain menetelyä, joka antaa sähköjohtavan liitoksen liuskojen ja 15 tukikappaleen välille. Elektrodin suositeltava valmistusmenetelmä sen yksinkertaisuuden vuoksi käsittää useiden, oleellisesti yhdensuuntaisten rakojen muodostamisen tasomaiseen tukikappaleeseen sopivaa raonmuodostustyökalua 20 käyttäen ja suurin osa rakojen tukikappaleeseen muodostamista liuskoista työntämisen tasoon, joka on erillään tukikappaleen tasosta ja oleellisesti sen kanssa yhdensuuntainen. Raot voivat kulkea tukikappaleessa lähellä sen toista reunaa olevasta kohdasta lähelle sen vastakkaista 25 reunaa olevaan kohtaan eikä liuskojen oleellisen osan siirtäminen erilleen tukikappaleen tasosta saa luonnollisesti aiheuttaa liuskojen irtautumista tukikappaleesta. Jos tukikappaleen molemmille puolille on muodostettu liuskat, osa tukikappaleen rakojen määrittämistä liuskoista 30 voidaan siirtää erilleen tukikappaleesta sen toiselle puolelle ja osa liuskoista voidaan siirtää erilleen tukikappaleesta sen vastakkaiselle puolelle. Esimerkiksi tukikappaleen rakojen määrittämät liuskat voidaan siirtää 35 vuorotellen tukikappaleen toiselle puolelle ja sen vastakkaiselle puolelle, jolloin elektrodin toisella puolella olevat liuskat sijaitsevat vastapäätä tukikappaleen toisen

puolen kahden vierekkäisen liuskan määrittämää rakoa.

Elektrolyysikkenno, johon keksinnön mukainen elektrodi asennetaan, voi olla diafragma- tai membraanityyppinen. Diagragnatyypisessä kennossa vierekkäisten anodien ja katodien väliin sijoitetut eroittimet erillisten anodiosastojen ja katodiosastojen muodostamiseksi ovat mikrohuokoisia ja käytön aikana elektrolyytti siirtyy diagragnojen lävitse anodiosastoista katodioastoihin. Täten tapauksessa, jossa elektrolysoidaan alkalimetallikloridin vesiliuosta, muodostunut kennoliuos sisältää alkalimetallikloridin ja alkalimetallihydroksidin vesiliuosta. Membraanityypisessä elektrolyysikennossa eroittimet ovat oleellisesti hydraulisesti läpäisemättömiä ja käytön aikana ionilajit siirtyvät membraanien lävitse kennon osastojen välillä. Täten jos membraani on kationinvaihtomembraani, siirtyy kationeja membraanin lävitse ja tapauksessa, jolloin elektrolysoidaan alkalimetallikloridin vesiliuosta, sisältää kennoliuos alkalimetallihydroksidin vesiliuosta.

Jos elektrolyysikennossa käytetty eroitin on mikrohuokoinen diafragma, riippuu diafragman luonne kennossa elektrolysoitavan elektrolyytin luonteesta. Diafragman täytyy kestää elektrolyytin hajoittavaa vaikutusta ja elektrolyysissä muodostuvien tuotteiden hajoittavaa vaikutusta ja jos elektrolysoidaan alkalimetallikloridin vesiliuosta, valmistetaan diafragma sopivasti fluoripitoisesta polymeerimateriaalista, koska nämä materiaalit kestävät yleensä kloorin ja alkalimetallihydroksidin hajoittavaa vaikutusta, joita muodostuu elektrolyysissä. Edullisesti mikrohuokoinen diafragma on valmistettu polytetrafluorietyleenistä ja muihin käyttökelpoisiin materiaaleihin kuuluvat esimerkiksi tetrafluorietyleni/heksafluoripropylenikopolymeerit, vinylideenifluoridipolymeerit ja kopolymeerit sekä fluoratut etyleeni/propyleeni-kopolymeerit.

Sopivia mikrohuokoisia diafragnoja on esitetty esimerkiksi GB-patentissa n:o 1 503 915, jossa on esitetty polytetrafluorietyleniä oleva mikrohuokoinen diafragma,

jossa on fibrillien yhdistämien solmukohtien muodostama mikrorakenne ja GB-patentissa n:o 1 081 046, jossa on esitetty mikrohuokoinen diafragma valmistettuna poistamalla uuttamalla määrätty täyteaine polytetrafluorietyleenä olevasta kalvosta. Alalla on esitetty muitakin sopivia mikrohuokoisia diagragmoja.

Jos kennossa käytettävä eroitin on kationinvaihtomembraani, riippuu membraanin luonne myös kennossa elektrolysoitavan elektrolyytin luonteesta. Membraanin täytyy kestää elektrolyytin ja elektrolyytin ja elektrolyysituotteiden hajoittavaa vaikutusta ja jos elektrolysoidaan alkalimetallikloridin vesiliuosta, valmistetaan membraani sopivasti fluoripitoisesta polymeerimateriaalista, joka sisältää kationinvaihtoryhmiä, esimerkiksi sulfonihappo-, karboksyylihappo- tai fosfonihapporyhmiä tai niiden johdannaisia tai kahden tai useamman tällaisen ryhmän seosta.

Sopivia kationinvaihtoryhmiä on esitetty esimerkiksi GB-patenteissa no:t 1 184 321, 14 002 920, 1 406 673, 1 455 070, 1 497 748, 1 497 749, 1 518 387 ja 1 531 068.

Elektrolyysikennossa, johon keksinnön mukainen elektrodi asennetaan, kennon yksittäiset anodiosastot varustetaan välineillä elektrolyytin syöttämiseksi osastoihin, sopivasti yhteisestä pääjohdosta ja välineillä elektrolyysituotteiden poistamiseksi osastoista. Samoin kennon yksittäiset katodiosastot varustetaan välineillä elektrolyysituotteiden poistamiseksi osastoista ja haluttaessa välineillä veden tai muun liuoksen syöttämiseksi osastoihin, sopivasti yhteisestä pääjohdosta.

Esimerkiksi jos kennoa käytetään alkalimetallikloridin vesiliuoksen elektrolysoimiseksi, kennon anodiosastot varustetaan välineillä alkalimetallikloridin vesiliuoksen syöttämiseksi anodiosastoihin ja välineillä kloorin poistamiseksi sekä haluttaessa välineillä alkalimetallikloridin laimean vesiliuoksen poistamiseksi anodiosastoista ja kennon katodiosastot varustetaan välineillä vedyn ja alkalimetallihydroksidia sisältävän kennoliuoksen pois-

tamiseksi katodiosastoista ja tarvittaessa välineillä veden tai laimean alkalimetallihydroksidiliuoksen syöttämiseksi katodiosastoihin.

Vaikka on mahdollista käyttää elektrolyytin syöttö-
5 välineinä ja elektrolyysituotteiden poistovälineinä erillisiä putkia, jotka johtavat kennon jokaiseen vastaavaan anodi- ja katodiosastoon tai näistä pois, voi tällainen järjestely olla tarpeettoman monimutkainen ja hankala, erikoisesti suodatinpuristintyyppisessä elektrolyysikennossa, joka voi sisältää suuren lukumäärän näitä osastoja. Suositeltava elektrolyysikenno valmistetaan keksinnön mukaisista elektrodeista, joilla anodeina käytettäessä on aktiivinen metallinen anodiosa, katodeina käytettävissä keksinnön mukaisissa elektrodeissa on aktiivinen metallinen katodiosa, eroittimet on haluttaessa asennettu
15 sähköä eristävälle levyille ja haluttaessa käytetään sähköisesti eristävää materiaalia olevia välilevyjä tai tiivisteitä anodin ja viereisen eroittimen sekä katodin ja viereisen eroittimen välillä, jolloin anodeissa, katodeissa, levyissä tai välilevyissä tai tiivisteissä, jos
20 niitä käytetään, on useita aukkoja, jotka kennossa muodostavat erillisiä osastoja kennon pituussuunnassa ja joiden kautta voidaan elektrolyyttiä syöttää kennoon, esimerkiksi kennon anodiosastoihin ja elektrolyysituotteet
25 voidaan poistaa kennosta, esimerkiksi kennon anodi- ja katodiosastoista. Kennon pituussuuntaiset osastot voivat olla yhteydessä kennon anodiosastojen ja katodiosastojen kanssa elektrodeissa olevien kanavien kautta, esimerkiksi elektrodien pinnoilla tai levyissä olevien kanavien tai
30 välilevykkeessä tai tiivisteessä olevien kanavien kautta, esimerkiksi välilevykkeiden tai tiivisteiden pinnoilla.

Jos elektrolyysikenno sisältää hydraulisesti läpäisemättömiä diafragmoja, voi niissä olla kaksi tai kolme aukkoa, jotka muodostavat kaksi tai kolme osastosa kennon
35 pituussuunnassa, joista elektrolyyttiä voidaan johtaa kennon anodiosastoihin ja joiden kautta elektrolyysituotteet

voidaan poistaa kennon anodi- ja katodiosastoista.

Jos elektrolyysikenno sisältää kationeja selektiivisesti läpäiseviä membraaneja, voi niissä olla neljä aukkoa, jotka muodostavat kennon pituussuunnassa neljä osastoa, joiden kautta elektrolyyttiä ja vettä tai jotain muuta liuosta voidaan syöttää vastaavasti kennon anodi- ja katodiosastoihin ja joiden kautta elektrolyysituotteet voidaan poistaa kennon anodi- ja katodiosastoista.

Elektrolyysikennossa kennon pituussuuntaiset osastot, jotka ovat yhteydessä kennon anodiosastojen kanssa, täytyy eristää sähköisesti kennon pituussuuntaisista osastoista, jotka ovat yhteydessä kennon katodiosastoista, jotka ovat yhteydessä kennon katodiosastojen kanssa.

Sähköinen eristys voidaan suorittaa eri tavoin. Esimerkiksi kennon anodit ja katodit voidaan sijoittaa sähköä eristävää materiaalia olevaan kehykseen, joka tukee niitä ja joissa on aukot, jotka kennossa muodostavat osan kennon pituussuuntaisista osastoista.

Haluttaessa välilevykkeen tai tiivisteiden ja tuen toiminta voidaan saada sopivasti muotoillun yhden ainoan kehyskappaleen avulla.

Vaihtoehtoisesti elektrolyysikennon anodit ja katodit voivat muodostaa osan sähköä eristävästä materiaalista ja olla osaksi metallisia. Elektrodiin aukot, jotka kennossa muodostavat osan kennon pituussuuntaisista osastoista voidaan tehdä anodin tai katodin metalliseen osaan ja anodin tai katodin siihen osaan, joka on tehty sähköisesti eristävästä materiaalista niin, että saadaan haluttu sähköinen eristys pituussuuntaisiin osastoihin.

Välilevykkeet tai tiivisteet täytyy valmistaa sähköisesti eristävästä materiaalista. Sähköisesti eristävä materiaali pystyy edullisesti vastustamaan kennon liuosten vaikutusta ja on se sopivasti fluoripitoista polymeerimateriaalia, esimerkiksi polytetrafluorietyyleeniä, polyvinylidenifluoridia tai fluorattua etyleeni/propyleeni-kopolymeriä. Sopiva materiaali on myös EPDM-kumi.

Keksintöä on esitetty elektrodin suhteen, joka soveltuu käytettäväksi elektrolyysikennossa elektrolysoitaessa alkalimetallihalidiliuosta. On kuitenkin huomattava, että elektrodia voidaan käyttää elektrolyysikennossa, jossa elektrolysoidaan muita liuoksia tai toisen tyyppisissä elektrolyysikennoissa, esimerkiksi polttokennoissa.

Keksintöä esitellään seuraavassa mukaanliitettyihin piirroksiin viitaten, joista

10 kuvio 1 on sivukuva keksinnön mukaisesti elektrodista,

 kuvio 2 on isometrinen esitys kuvion 1 mukaisesta elektrodista osittain aukileikattuna,

 kuvio 3 on isometrinen, osiinsa eroitettu ja osaksi

15 aukileikattu esitys

 osasta elektrolyysikennoa, jossa käytetään keksinnön mukaisia elektrodeja,

 kuvio 4 on esitys osasta kuvion 3 mukaista elektrolyysikennoa ylhäältäpäin katsottuna eroittamatta kennoa

20 osiinsa ja

 kuviot 5 ja 6 ovat sivukuvia tiivisteistä osaksi aukileikattuina, joita käytetään osina kuvioden 3 ja 4 mukaisissa elektrolyysikennoissa.

25 Kuvioden 1 ja 2 mukaan muodostuu elektrodi tasomaisesta tukikappaleesta (1) kehyksen muodossa, joka ympäröi keskiaukkoa (2) ja kehyksen sivuissa on useita aukkoja (3,4,5,6) sijoitettuna pareittain (3,4) ja (5,6) lähelle kehyksen vastakkaisia reunoja. Nämä aukot (3,4,5,6) määrittävät elektrodin ollessa sijoitetun elektrolyysikennon

30 kennon pituussuuntaiset osastot, joiden kautta elektrolyyttiä tai muuta liuosta, esimerkiksi vettä, voidaan syöttää elektrolyyttiseen kennoon ja joiden kautta elektrolyysituotteita voidaan poistaa elektrolyyttisestä kennosta, kuten

35 seuraavassa tarkemmin esitetään. Tukikappale (1) on valmistettu suureksi osaksi metallista paitsi, että aukon

(3) eristämiseksi sähköisesti aukosta (4) tukikappaleen (1) osa (7) on valmistettu sähköä eristävästä materiaalista, esimerkiksi polytetrafluorietyleenistä ja aukon (5) eristämiseksi sähköisesti aukosta (6) tukikappaleen (1) osa (8) on valmistettu sähköä eristävästä materiaalista, esimerkiksi polytetrafluorietyleenistä.

Keskiaukko (2) on silloitettu useilla liuskoilla (9) kehyksen toisella puolella ja useilla liuskoilla (10) kehyksen vastakkaisella puolella. Tukikappaleen (1) molemmiin puolin olevat liuskat on sijoitettu pystysuoraan, tasavälein ja keskenään yhdensuuntaisiksi. Liuskat sijaitsevat lomittain niin, että liuskat (10) tukikappaleen (1) toisella puolella sijaitsevat tukikappaleen (1) vastakkaisella puolella olevan kahden vierekkäisen liuskan välistä rakoja vastapäätä. Liuskojen (9) pinnat ovat tasossa, joka on yhdensuuntainen ja sivusuunnassa siirretty tukikappaleen (1) pinnan suhteen ja samoin liuskojen (10) pinnat ovat tasossa, joka on yhdensuuntainen ja sivusuunnassa siirretty tukikappaleen (1) pinnan suhteen.

Liuskat voidaan kiinnittää päistään tukikappaleen (1) kehykseen jollakin sopivalla tavalla, esimerkiksi hitsaamalla tai kovajuottamalla. Vaihtoehtoisesti liuskat voidaan muodostaa tekemällä useita oleellisesti yhdensuuntaisia rakoja tasomaiseen tukikappaleeseen (1) ja työntämällä ulospäin huomattava osa jokaisesta liuskasta, jotka tällöin muodostuvat tukikappaleeseen, vuorotellen ensin toisen sivun suhteen ja sitten vastakkaisen sivun suhteen tukikappaleesta.

Metallin valinta elektrodin metallisen osan suhteen riippuu elektrodin tarkoitetusta käytöstä, siis siitä käytetäänkö elektrodia anodina tai katodina. Jos elektrodia käytetään anodina, esimerkiksi elektrolyttisessä kennossa elektrolysoitaessa alkalimetallihalidin vesiliuosta, elektrodin metalliosa valmistetaan sopivasti titaanista. Jos elektrodia käytetään katodina elektrolyttisessä kennossa elektrolysoitaessa alkalimetallihalidin vesiliuosta,

elektrodin metalliosa valmistetaan edullisesti raudasta, esimerkiksi pehmeästä teräksestä.

Kuvioissa 3 ja 4 esitetty elektrolyyttisen kennon osa käsittää anodin (11), kuten kuvioissa 1 ja 2 on esitetty ja katodin (12). Katodi (12) on rakenteeltaan samanlainen kuin anodi (11) siten, että se käsittää pystysuoraan sijoitetut liuskat (13) katodin toisella puolella ja pystysuoraan sijoitetut liuskat (14) katodin vastakkaisella puolella, jotka liuskat silloittavat katodin keskiaukon, jonka mitat ovat samat kuin anodin (11) keskiaukon (2). Katodi käsittää myös neljä aukkoa (15,16, kahta ei ole esitetty) sijoitettuina parittain lähelle katodin vastakkaisia reunoja ja niiden mitat ovat samat kuin anodin (11) aukkojen (3,4,5,6) ja sijaitsevat ne vastaavilla kohdilla. Katodi (12) eroaa anodista (11) siinä, että osa (17) ja osa katodista, joka on lävistäjän suhteen vastapäätä osaa (17) ja jota ei kuviossa ole esitetty, on valmistettu sähköä eristävästä materiaalista, esimerkiksi polytetrafluorietyleenistä.

Elektrolyyttinen kenno käsittää myös tiivisteet (18,19) valmistettuina sähköä eristävästä materiaalista, esimerkiksi EPDM-kumista ja kationinvaihtomembraanin sijoitettuna tiivisteiden (18,19) väliin. Membraanissa (20) on neljä aukkoa (21,22, kahta ei ole esitetty), jotka sijainniltaan vastaavat anodin (11) aukkoja (3,4,5,6) ja joiden mitat ovat samat.

Kuvioon 5 viitaten käsittää tiiviste (18) neljä aukkoa (23,24,25,26) ja keskiaukon (27), joiden mitat ovat vastaavasti samat kuin anodin (11) aukkojen (3,4,5,6) ja keskiaukon (2) ja jotka sijaitsevat vastaavilla kohdilla. Tiivisteessä (18) on myös kanava (28) tiivisteiden seinämässä muodostaen yhteyden aukon (26) ja keskiaukon (27) välille ja kanava (29) tiivisteiden seinämässä muodostaen yhteyden keskiaukon (27) ja aukon (23) välille.

Kuvioon 6 viitaten käsittää tiiviste (19) neljä aukkoa (30,31,32,33) ja keskiaukon (34), joiden mitat ovat

5 samat kuin anodin (11) aukkojen (3,4,5,6) ja keskiaukon (2) ja jotka sijaitsevat vastaavilla kohdilla. Tiivistäessä (19) on myös kanava (35) tiivisteen seinämässä muodostaen yhteyden keskiaukon (34) ja aukon (32) välille ja kanava (36) tiivisteen seinämässä muodostaen yhteyden aukon (31) ja keskiaukon (34) välille.

10 Elektrolyyttisen kennon asentamiseksi useita anodeja, katodeja, membraaneja ja tiivisteitä, kuten kuvioissa 3 ja 4 on esitetty, asennetaan yhteen sopivien päätylevyjen kanssa ja kiinnitetään tiiviisti toisiinsa esimerkiksi pulttien avulla nestevuotojen estämiseksi elektrolyyttisestä kennosta ja anodit sekä katodit kytketään erikseen esimerkiksi sopivien, kuten kuparia olevien johtimien avulla vastaavasti anodi- tai katodivirtakiskoon. Muodostetussa 15 elektrolyyttisessä kennossa anodit ja katodit sijaitsevat vuorotellen tiiviste/membraani/tiiviste-rakenteen kanssa, joka on sijoitettu jokaisen vierekkäisen anodin ja katodin väliin.

20 Elektrolyyttisen kennon pituussuuntaiset kanavat, jotka anodeissa (11) ovat aukot (3,4,5,6) ja vastaavat aukot katodeissa (12), tiivisteissä (18,19) ja kationinvaihtomembraaneissa (20) muodostavat, on yhdistetty välineisiin (ei esitetty) elektrolyyttin ja muiden liuosten syöttämiseksi elektrolyyttiseen kennoon ja välineisiin elektrolyyttsituotteiden poistamiseksi kennosta. Esimerkiksi jos 25 elektrolysoidaan natriumkloridin vesiliuosta, kennon pituussuunnassa olevat kanavat, joista aukot (6) ja (4) anodissa (11) muodostavat osan, on liitetty vastaavasti välineisiin natriumkloridiliuoksen ja veden syöttämiseksi kennoon ja 30 kennon pituussuuntaiset kanavat, joista aukot (5) ja (3) muodostavat osan, on liitetty välineisiin vastaavasti natriumhydroksidivesiliuoksen ja vedyn poistamista varten kennosta sekä laimean natriumkloridiliuoksen ja kloorin poistamiseksi kennosta.

35 Elektrolyysikennon toimintaa esitellään seuraavassa natriumkloridin vesiliuoksen elektrolyysiin viitaten.

Käytön aikana natriumkloridin vesiliuosta syötetään kennon pituussuuntaiseen kanavaan, josta aukko (6) anodissa (11) muodostaa osan ja liuos siirtyy tiivisteessä (18) olevan kanavan (28) kautta kennon anodiosastoihin.

5 (Anodiosastot muodostuvat anodin molemmille puolille sijoitettujen vierekkäisten membraanien välisiin tiloihin). Laimentunut natriumkloridiliuos ja elektrolyysissä muodostunut kloori siirtyvät anodiosastoista tiivisteessä (18) olevan kanavan (29) kautta kennon pituussuuntaiseen kana-

10 vaan, josta anodissa (11) oleva aukko (3) muodostaa osan ja siten pois kennosta.

Vettä johdetaan kennon pituussuuntaiseen kanavaan, josta anodissa (11) oleva aukko (4) muodostaa osan ja sitten tiivisteessä (19) olevan kanavan (36) kautta kennon

15 katodiosastoihin. (Katodiosastot muodostuvat katodin molemmille puolille sijoitettujen vierekkäisten membraanien välisiin tiloihin). Katodiosastoissa natriumionit, jotka ovat kulkeneet kationinvaihtomembraanin (20) lävitse anodiosastoista, reagoivat veden ja natriumhydroksidiliuoksen

20 elektrolyysissä muodostuneiden hydroksyyli-ionien kanssa ja muodostunut vety siirtyy katodiosastoista tiivisteessä (19) olevan kanavan (35) kautta kennon pituussuuntaiseen kanavaan, josta anodissa (11) oleva aukko (5) muodostaa osan ja sitten pois kennosta.

25 Keksintöä esitellään nyt seuraavien esimerkkien avulla.

Esimerkki 1

Valmistettiin esitetyllä tavalla elektrolyyttinen kenno, joka käsitti useita vuorottelevia anodeja ja katodeja. Jokainen anodi oli valmistettu titaanista ja anodien liuskojen pituus oli 22,5 cm, leveys 0,5 cm ja vierekkäisten liuskojen välissä oli 0,5 cm levyinen rako ja anodin vastakkaisella puolella olevien liuskojen välissä oli 0,8 cm levyinen rako. Liuskat oli päällystetty sähköjohtavalla,

30 sähköaktiivisella. RuO_2 :n ja TiO_2 :n (painosuhte RuO_2 : TiO_2 =35:65) seosta olevalla päällysteellä. Jokainen katodi

35

oli valmistettu pehmeästä teräksestä ja liuskojen mitat katodien pinnoilla sekä liuskojen välisten rakojen leveydet olivat samat kuin anodissa. Jokaisen anodin ja katodin väliin oli sijoitettu kationinvaihtomembraani valmistettuna tetrafluorietyleenin ja karboksyylihapporyhmiä sisältävän perfluorivinyylieetterin kopolymeeristä. Membraanin ioninvaihtokyky oli 1,32 milliekvivalenttia grammaa kohti.

Natriumkloridin vesiliuosta elektrolysoitiin kennossa natriumkloridin pitoisuuden ollessa 305 g/l liuosta syötettiin pH-arvossa 9,0 kennon anodiosastoihin ja vettä syötettiin kennon katodioastoihin ja natriumkloridiliuosta, jonka pitoisuus oli 200 g/l sekä klooria poistettiin kennon anodiosastoista ja natriumhydroksidin vesiliuosta sekä vetyä poistettiin kennon katodiosastoista.

Elektrolyysi suoritettiin virtatiheydellä 2 kA/m^2 ja 3,5 voltin jännitteellä.

Muodostuneen natriumhydroksidin vesiliuoksen pitoisuus oli 35 painoprosenttia virtahyötysuhteen ollessa 94 %.

Esimerkki 2

Esimerkin 1 mukainen menettely toistettiin paitsi, että käytetty katodi oli valmistettu ruostumattomasta teräksestä ja elektrolyysi suoritettiin virtatiheydellä 3 kA/m^2 .

Kuudentoista vuorokauden käytön jälkeen jännite oli 3,4 voltia, virtahyötysuhde oli 93 % ja muodostuneen natriumhydroksidin vesiliuoksen väkevyys oli 34,7 painoprosenttia ja sisälsi se 8 miljoonasosaa (ppm) kloridi-ioneja.

Esimerkki 3

Esimerkin 1 mukainen menettely toistettiin paitsi, että käytetty katodi oli valmistettu ruostumattomasta teräksestä, käytetty membraani oli perfluorattu polymeerimembraani, joka sisälsi sulfonihapporyhmiä membraanin anodin puoleisella pinnalla ja karboksyylihapporyhmiä membraanin katodia vastassa olevalla pinnalla ja elektrolyysi suoritettiin virtatiheydellä 3 kA/m^2 .

Kahdenkymmenkuuden vuorokauden käytön jälkeen jännite oli 3,70 volttia, virtahyötysuhde oli 92 % ja muodostuneen natriumhydroksidin vesiliuoksen väkevyys oli 32,3 painoprosenttia ja sisälsi 28 osaa kloridi-ioneja
5 miljoonaa osaa kohti liuosta.

Patenttivaatimukset

1. Elektrodi, joka soveltuu käytettäväksi suodatinpu-
ristintyyppisessä elektrolyysikennossa, t u n n e t t u
5 siitä, että elektrodi käsittää oleellisesti tasomaisen tuki-
osan, joka on kehyksen (1) muodossa, ja ainakin kehyksen (1)
toisella pinnalla useita pitkänomaisia osia (9,10), jotka
ovat oleellisesti samansuuntaisia keskenään ja jotka kukin
on kiinnitetty kummastakin päästään kehykseen (1), jolloin
10 oleellinen osa pitkänomaisista osista (9,10) on tasossa,
joka on välimatkan päässä kehyksen (1) tasosta ja oleellises-
ti samansuuntainen sen kanssa ja pitkänomaisissa osissa (9,10)
on pintoja, jotka ovat tasossa, joka on oleellisesti saman-
suuntainen kehyksen (1) tason kanssa, jolloin kunkin pitkän-
15 omaisen osan (9,10) toinen pää on kiinnitetty kehykseen (1)
lähelle kehyksen (1) yhtä reunaa ja kunkin pitkänomaisen osan
(9,10) toinen pää on kiinnitetty kehykseen (1) lähelle kehyk-
sen (1) vastakkaista reunaa.

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen elektrodi, t u n -
20 n e t t u siitä, että se käsittää useita liuskoja, jotka
ovat oleellisesti samansuuntaisia keskenään ja joista kukin
on kiinnitetty kummastakin päästään kehykseen, jolloin oleel-
linen osa liuskoista on tasossa, joka on välimatkan päässä
kehyksen tasosta ja samansuuntainen sen kanssa ja liuskoissa
25 on pintoja, jotka ovat tasossa, joka on oleellisesti saman-
suuntainen kehyksen tason kanssa.

3. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen elektrodi,
t u n n e t t u siitä, että elektrodi on taipuisa.

4. Jonkin patenttivaatimuksen 1-3 mukainen elektrodi,
30 t u n n e t t u siitä, että pitkänomaisia osia on sijoitettu
kehyksen molemmille pinnoille.

5. Jonkin patenttivaatimuksen 1-4 mukainen elektrodi,
t u n n e t t u siitä, että pitkänomaiset osat on sijoitettu
pystysuoraan.

35 6. Patenttivaatimuksen 4 tai 5 mukainen elektrodi,
t u n n e t t u siitä, että pitkänomaiset osat ovat liuskoja
ja että kehyksen toisella puolella olevat liuskat on sijoitettu

kehyksen vastakkaisella puolella olevien vierekkäisten liuskojen välistä rakoa vastapäätä.

5 7. Jonkin patenttivaatimuksen 1-6 mukainen elektrodi, t u n n e t t u siitä, että pitkänomaisten osien pinnat poikittaissuunnassa ovat kaarevia.

8. Patenttivaatimuksen 7 mukainen elektrodi, t u n n e t t u siitä, että pitkänomaiset osat ovat liuskoja ja että kehyksestä kauimpana olevien liuskojen pinnat ovat poikittaissuunnassa kuperia.

10 9. Jonkin patenttivaatimuksen 1-8 mukainen elektrodi, t u n n e t t u siitä, että vähintään 80 % pitkänomaisten osien pituudesta on tasossa, joka on erillään kehyksen tasosta ja oleellisesti sen kanssa yhdensuuntainen.

15 10. Jonkin patenttivaatimuksen 1-9 mukainen elektrodi, t u n n e t t u siitä, että pitkänomaisten osien taso on siirretty erilleen kehyksen tasosta alueella 1-20 mm olevan etäisyyden verran.

20 11. Jonkin patenttivaatimuksen 1-10 mukainen elektrodi, t u n n e t t u siitä, että elektrodin pituus sähkövirran kulkusuunnassa on alueella 15-60 cm.

12. Jonkin patenttivaatimuksen 2-11 mukainen elektrodi, t u n n e t t u siitä, että liuskojen pintojen leveys on alueella 2-10 mm.

25 13. Jonkin patenttivaatimuksen 1-12 mukainen elektrodi, t u n n e t t u siitä, että vierekkäisten pitkänomaisten osien välinen etäisyys elektrodin pinnalla on alueella 2-10 mm.

30 14. Jonkin patenttivaatimuksen 1-13 mukainen elektrodi, t u n n e t t u siitä, että elektrodi soveltuu käytettäväksi anodina ja on valmistettu kalvon muodostavasta metallista tai sen metalliseoksesta ja että pitkänomaisilla osilla on sähköä johtavaa, sähkökatalyyttisesti aktiivista materiaalia oleva päällyste.

35 15. Jonkin patenttivaatimuksen 1-13 mukainen elektrodi, t u n n e t t u siitä, että rei'itettyä metallilevymateriaalia on kiinnitetty sähköisesti johtavaksi pitkänomaisten osien pintojen kanssa.

16. Jonkin patenttivaatimuksen 1-15 mukainen elektrodi,
t u n n e t t u siitä, että elektrodissa on useita aukkoja
sen pinnalla, jotka, elektrodin ollessa asennetun elektro-
lyyttiseen kennoon, muodostavat kennon pituussuuntaisia
5 osastoja, joiden kautta elektrolyyttiä voidaan syöttää ken-
noon ja joiden kautta elektrolyysituotteita voidaan poistaa
kennosta.

17. Patenttivaatimuksen 16 mukainen elektrodi,
t u n n e t t u siitä, että elektrodi on muodostettu osaksi
10 sähköä eristävästä materiaalista niin, että aukot, jotka
kennossa muodostavat kennon pituussuuntaiset osastot, jotka
ovat yhteydessä kennon anodiosastojen kanssa, ovat sähköi-
sesti eristettyjä aukoista, jotka kennossa muodostavat ken-
non pituussuuntaiset osastot, jotka ovat yhteydessä kennon
15 katodiosastojen kanssa.

18. Jonkin patenttivaatimuksen 1-15 mukainen elektrodi,
t u n n e t t u siitä, että elektrodi on sijoitettu sähköi-
sesti eristävää materiaalia olevaan kehyskappaleeseen, missä
kehyskappaleessa on useita aukkoja sen pinnalla, jotka elek-
20 trodin ollessa asennettu elektrolyyttiseen kennoon, muodos-
tavat kennon pituussuuntaisia osastoja, joiden kautta elek-
trolyyttiä voidaan syöttää kennoon ja joiden kautta elektro-
lyysituotteita voidaan poistaa kennosta.

Patentkrav:

1. Elektrod lämplig att användas i en elektrolytisk cell av filterpresstyp, k ä n n e t e c k n a d
5 därav, att elektroden omfattar en väsentligen plan stöddel i form av en ram (1), och åtminstone på ramens (1) ena yta ett flertal långsträckta delar (9, 10), vilka är väsentligen parallella sinsemellan och vilka var och en i sin vardera ände är fästade vid ramen (1), varvid en
10 väsentlig del av de långsträckta delarna (9, 10) ligger i ett plan beläget på avstånd från ramens (1) plan och väsentligen parallellt med detsamma och de långsträckta delarna (9, 10) uppvisar ytor, vilka ligger i ett plan som är väsentligen parallellt med ramens (1) plan, varvid
15 den ena änden av varje långsträckta del (9, 10) är fäst vid ramen (1) i närheten av ramens (1) ena kant och den andra änden av varje långsträckta del (9, 10) är fäst vid ramen (1) i närheten av ramens (1) motsatta kant.

2. Elektrod enligt patentkravet 1, k ä n n e t e c k n a d
20 därav, att den omfattar ett flertal band, vilka är väsentligen parallella sinsemellan och vilka var och en är fäst vid sina vardera ändar vid ramen, varvid en väsentlig del av banden ligger i ett plan, som ligger på avstånd från ramens plan och parallellt med detsamma
25 och banden omfattar ytor, vilka ligger i ett plan väsentligen parallellt med ramens plan.

3. Elektrod enligt patentkravet 1 eller 2, k ä n n e t e c k n a d
därav, att elektroden är flexibel.

4. Elektrod enligt något av patentkraven 1 - 3, k ä n n e t e c k n a d
30 därav, att de långsträckta delarna är placerade på ramens vardera yta.

5. Elektrod enligt något av patentkraven 1 - 4, k ä n n e t e c k n a d
därav, att de långsträckta delarna är placerade vertikalt.

35 6. Elektrod enligt patentkravet 4 eller 5, k ä n n e t e c k n a d
därav, att de långsträckta delarna är

i form av band och att ett band på den ena ytan av ramen är placerad motsatt en springa mellan två närliggande band på den motsatta ytan av ramen.

5 7. Elektrod enligt något av patentkraven 1 - 6, k ä n n e t e c k n a d därav, att de tvärgående ytorna av de långsträckta delarna är böjda.

10 8. Elektrod enligt patentkravet 7, k ä n n e t e c k n a d därav, att de långsträckta delarna är i form av band och att de tvärgående ytorna av banden, vilka ligger längst borta från ramen är konvexa.

9. Elektrod enligt något av patentkraven 1 - 8, k ä n n e t e c k n a d därav, att åtminstone 80 % av de långsträckta delarnas längd ligger i ett plan åtskilt från och väsentligen parallellt med ramens plan.

15 10. Elektrod enligt något av patentkraven 1 - 9, k ä n n e t e c k n a d därav, att de långsträckta delarnas plan ligger förskjutet från ramens plan på ett avstånd som motsvarar 1 - 20 mm.

20 11. Elektrod enligt något av patentkraven 1 - 10, k ä n n e t e c k n a d därav, att en längd av den elektrododen i riktningen av strömflödet ligger i området 15-60 cm.

12. Elektrod enligt något av patentkraven 2 - 11, k ä n n e t e c k n a d därav, att bandens ytor har en bredd i området 2 - 10 mm.

25 13. Elektrod enligt något av patentkraven 1 - 12, k ä n n e t e c k n a d därav, att avståndet mellan de närliggande långsträckta delarna på en yta av elektrododen ligger i området 2 - 10 mm.

30 14. Elektrod enligt något av patentkraven 1 - 13, k ä n n e t e c k n a d därav, att elektrododen lämpar sig att användas som en anod och den är framställd av en filmbildande metall eller en legering därav, och att de långsträckta delarna har ett överdrag av ett strömledande, elektrokatalytiskt aktivt material.

35 15. Elektrod enligt något av patentkraven 1 - 13, k ä n n e t e c k n a d därav, att ett perforerat metall-

plåtmaterial anbringats i elektrisk kontakt med de långsträckta delarnas ytor.

16. Elektrod enligt något av patentkraven 1 - 15, k ä n n e t e c k n a d därav, att elektroden omfattar ett flertal öppningar i sin yta, vilka, då elektroden monterats i en elektrolytisk cell, definierar de längsgående avdelningarna i cellen, genom vilka elektrolyt kan påfyllas i cellen och genom vilka elektrolytprodukter kan avlägsnas från cellen.

17. Elektrod enligt patentkravet 16, k ä n n e t e c k n a d därav, att elektroden delvis utformats av ett elektriskt isolerande material så, att öppningarna, vilka i cellen bildar de längsgående avdelningarna som står i förbindelse med cellens anodavdelningar, är elektriskt isolerade från öppningarna, vilka i cellen bildar de längsgående avdelningarna som står i förbindelse med katodavdelningarna i cellen.

18. Elektrod enligt något av patentkraven 1 - 15, k ä n n e t e c k n a d därav, att elektroden är placerad i en ram av elektriskt isolerande material, varvid ramen har ett flertal öppningar på sin yta, vilka öppningar då elektroden är monterad i en elektrolytisk cell definierar de längsgående avdelningarna i cellen, genom vilka elektrolyt kan införas i cellen och genom vilka elektrolytprodukter kan avlägsnas ur cellen.

Viitejulkaisuja-Anförda publikationer

Julkisia suomalaisia patenttihakemuksia:-Offentliga finska patentansökningar: 811505 (C 25 B 9/04) PL 2 § 2 mom. 3 virke.
Hakemusjulkaisuja:-Ansökningspublikationer: Saksan liittotasavalta-Föbundsrepubliken Tyskland(DE) 2 809 332 (C 25 B 9/00).
Patenttijulkaisuja:-Patentskrifter: Suomi-Finland(FI) 60 038, 61 527 (C 25 B 11/02). USA(US) 4 204 939 (C 25 B 9/00).

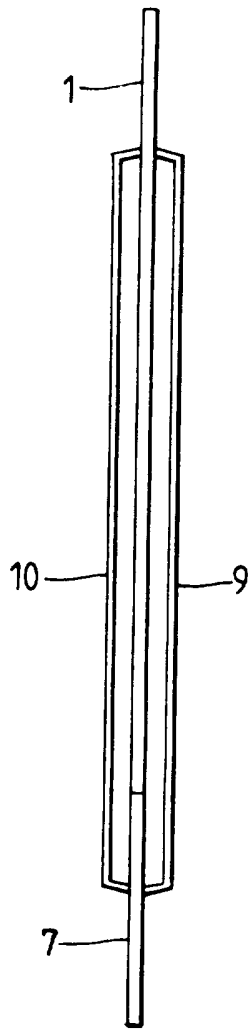


Fig. 1

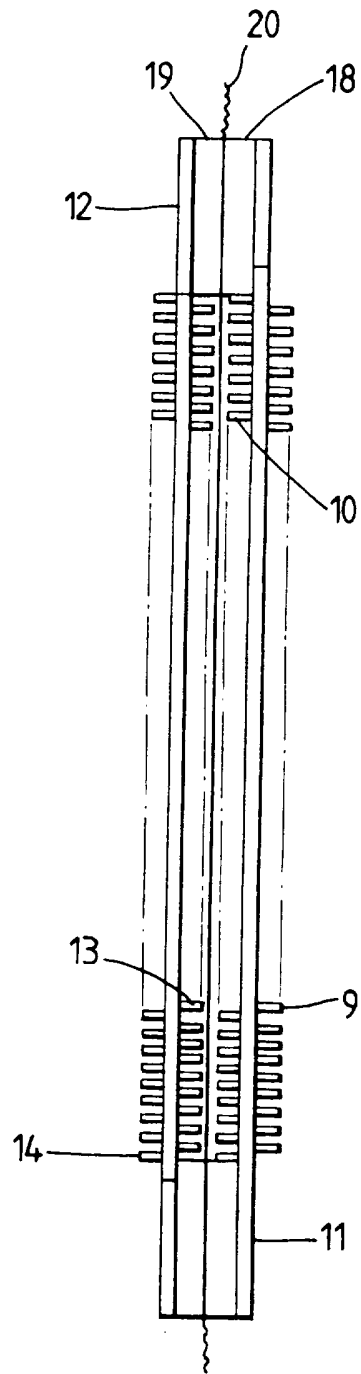


Fig. 4

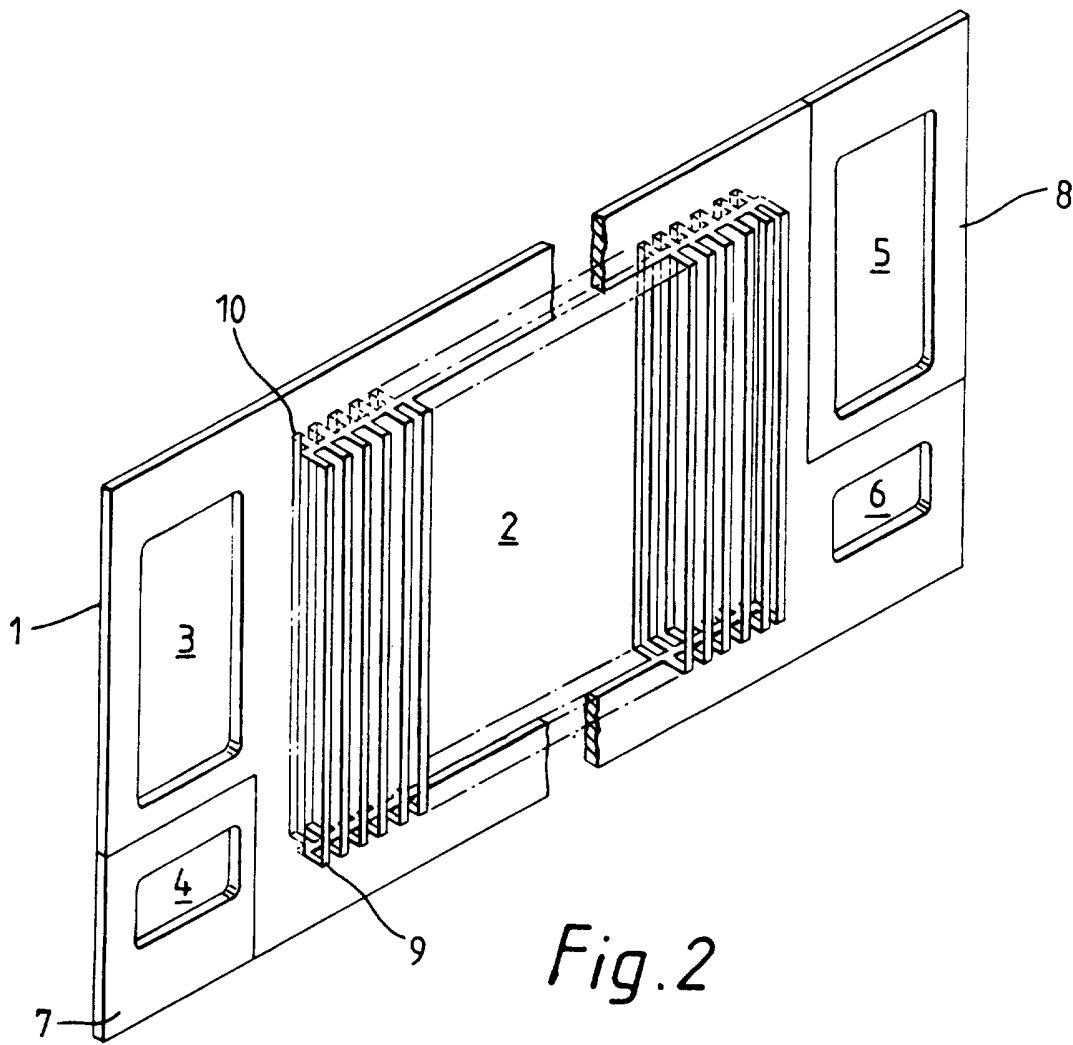


Fig. 2

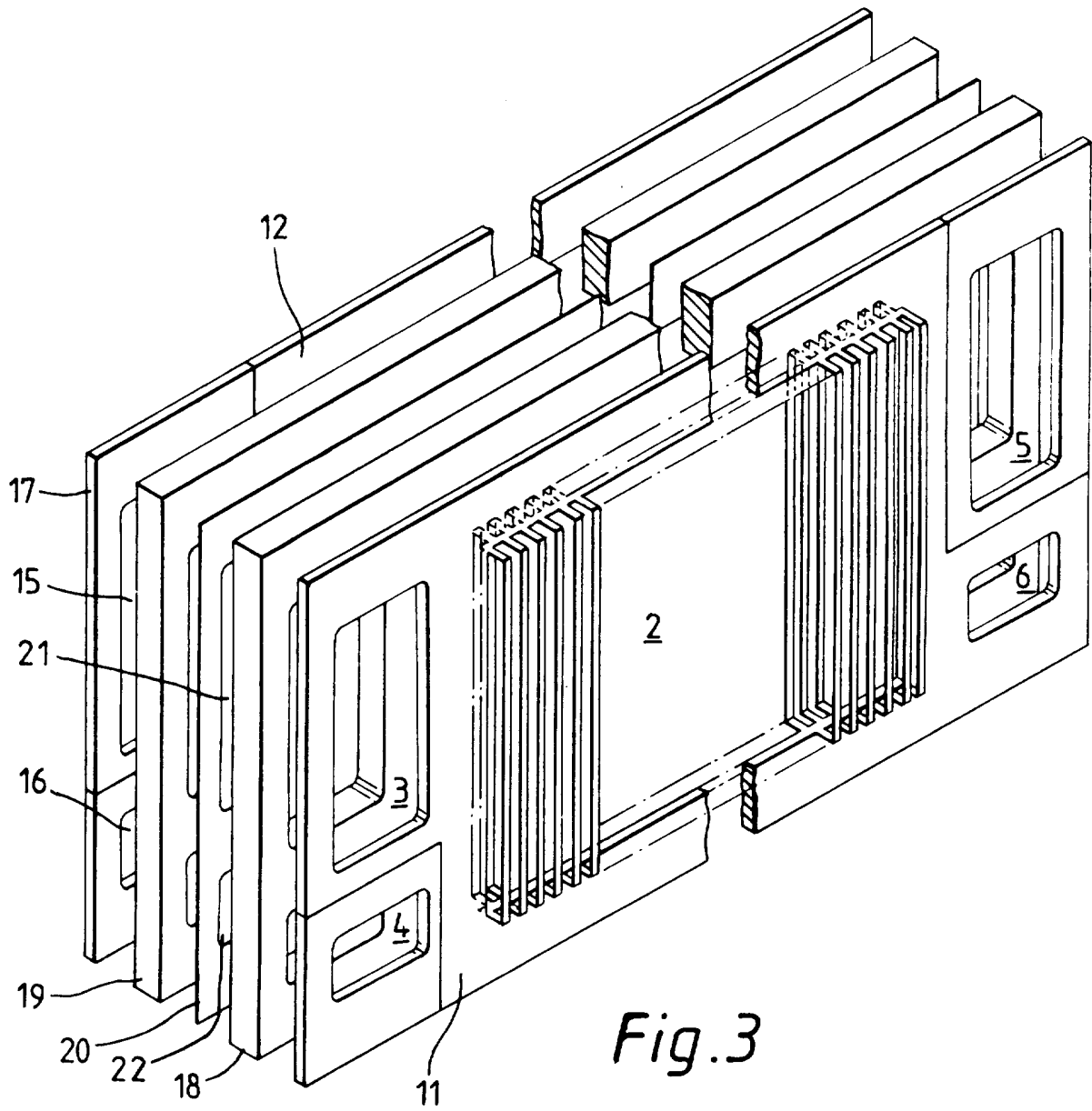


Fig.3

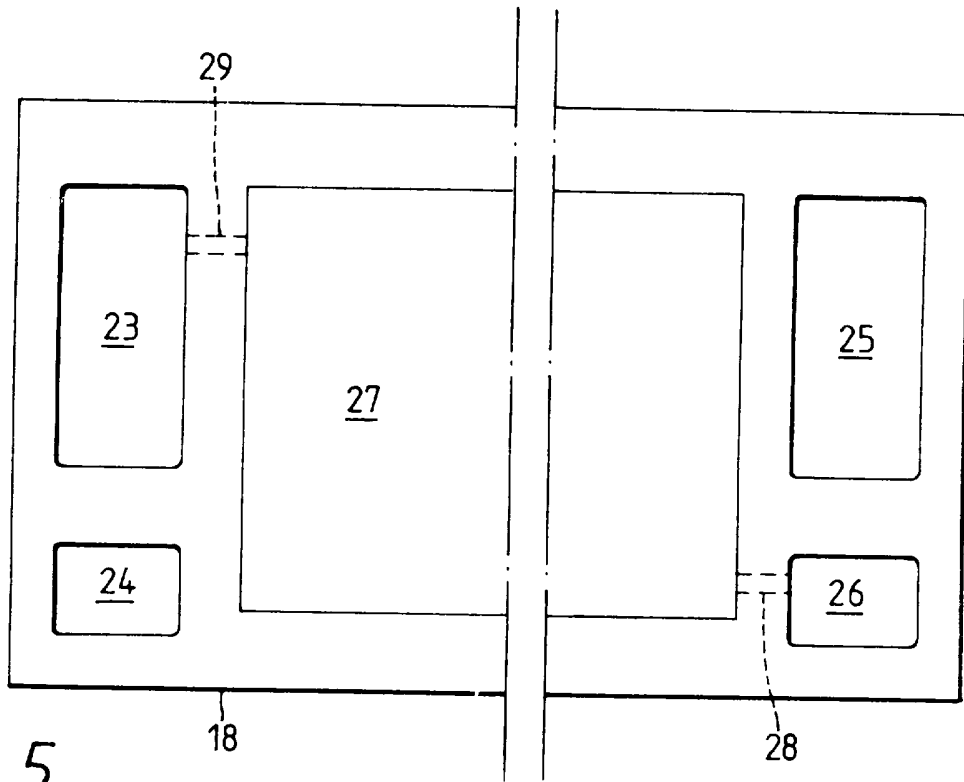


Fig. 5

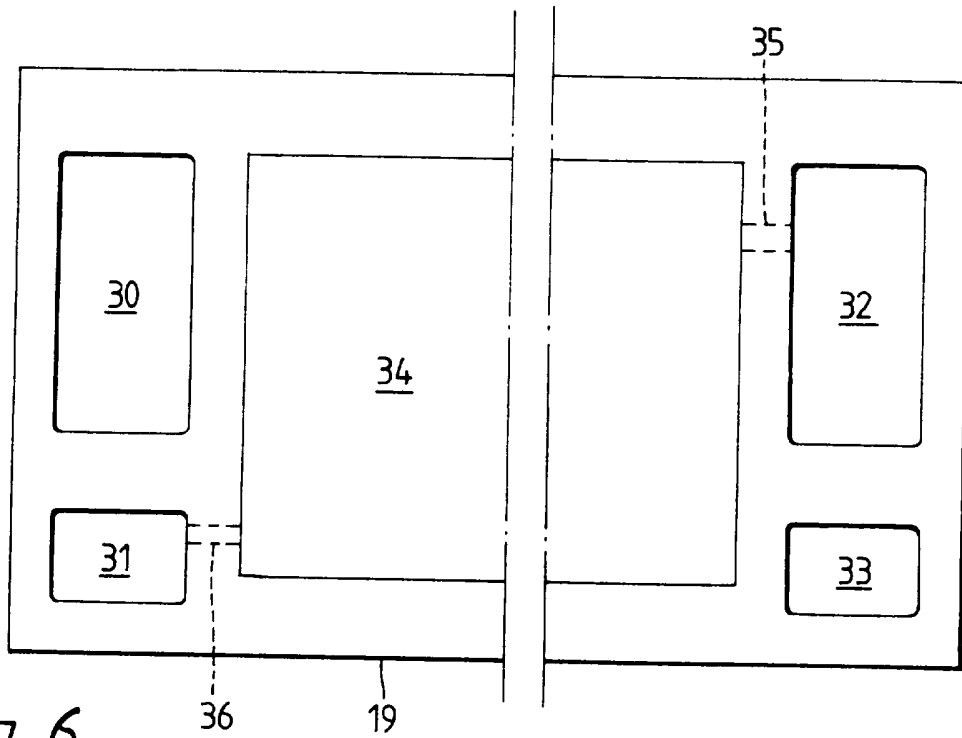


Fig. 6