

(19)



SUOMI - FINLAND
(FI)

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS
PATENT- OCH REGISTERSTYRELSEN
FINNISH PATENT AND REGISTRATION OFFICE

(10) **FI 924155 A7**

(12) **JULKISEKSI TULLUT PATENTTIHAKEMUS
PATENTANSÖKAN SOM BLIVIT OFFENTLIG
PATENT APPLICATION MADE AVAILABLE TO THE
PUBLIC**

(21) Patentihakemus - Patentansökan - Patent application **924155**

(51) Kansainvälinen patenttiluokitus - Internationell patentklassifikation -
International patent classification
**C25B 11/02
C25B 1/34**

(22) Tekemispäivä - Ingivningsdag - Filing date **16.09.1992**

(23) Saapumispäivä - Ankomstdag - Reception date **16.09.1992**

(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig - Available to the public **20.03.1993**

(43) Julkaisupäivä - Publiceringsdag - Publication date **13.06.2019**

(32) (33) (31) Etuoikeus - Prioritet - Priority

19.09.1991 SE 9102712

(71) Hakija - Sökande - Applicant

1 •Permascand AB, Box 42 84010 Ljungaverk, Sverige, SVERIGE, (SE)

(72) Keksijä - Uppfinnare - Inventor

1 •Tenfält, Mikael, Sverige, SVERIGE, (SE)

2 •Ullman, Anders, Sverige, SVERIGE, (SE)

(74) Asiamies - Ombud - Agent

Oy Jalo Ant-Wuorinen Ab, Iso Roobertinkatu 4 - 6 A, 00120 Helsinki

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning - Title of the invention

Elektrodi

Elektrod

ELEKTRODI

5 Tämä keksintö koskee elektrodia, jonka etusivu on varus-
tettu kanavanmuodostavilla langoilla, menetelmää elektrodin
valmistamiseksi, elektrolyysikennoa, joka sisältää keksin-
nön mukaisen elektrodin, sekä tällaisen elektrodin käyttöä
elektrolyysissä.

10

Elektrolyyttisissä prosesseissa muodostaa sähkövirta usein
hallitsevan kustannuserän, minkä vuoksi on toivottavaa
voida vähentää kaikkea tarpeetonta vastusta elektrolyysi-
kennossa. Esimerkiksi anodin ja katodin välisen etäisyyden
15 tulee olla mahdollisimman pieni ilman että elektrolyytti-
virtaus vaikeutuu. Materiaalin maksimaaliseksi hyödyntämi-
seksi elektrolyysikennossa tulee myös elektrodien pinnan
suhteessa niiden tilavuuteen olla mahdollisimman suuri.

20 Monissa prosesseissa kehittyy kaasua, jolloin kaasukuplien
yhteenkasaantuminen anodin ja katodin väliin on estettävä,
jotta kennoresistanssi ei kasvaisi. Eräissä prosesseissa on
myös tavallista erottaa anodi- ja katodikammiot ioniselek-
tiivisellä membraanilla, joka on sijoitettu anodin ja
25 katodin väliin, jolloin esimerkkinä voidaan mainita kloorin
ja alkalin valmistus. Anodilla muodostuu kloorikaasua, ja
jotta anodin etupinta voitaisiin täysin hyödyntää elektro-
lyysissä, pitää elektrolyytin voida virrata vapaasti pitkin
anodipintaa. Membraani ei sen vuoksi saa sijaita liian
30 tiiviisti anodia vasten, samalla kun sen pitää olla mahdol-
lisimman lähellä, jotta anodin ja katodin välinen etäisyys
voitaisiin minimoida. Elektrolyysi suoritetaan lisäksi
yleensä katoditilan ollessa ylipaineessa, mikä puristaa
membraanin anodipintaa päin. Nämä ongelmat ovat vaikeasti
35 ratkaistavia, koska saatavissa olevat ioniselektiiviset
membraanit ovat hyvin ohuita ja mekaanisesti myötäviä,
samalla kun ne ovat hyvin arkoja ja mekaanisten rasitusten
johdosta helposti vahingoittuvia.

Edellisiä ongelmia on käsitelty EP 415896:ssa, jonka kohteena on elektrodi, jonka etupintaan on stanssattu elektrolyytin kierrätyskanavia, jotka eivät tukkeudu silloinkaan kun membraani on painautunut elektrodia vasten.

5

Nykyaikaisissa elektrodeissa on usein katalyyttinen päällyste haluttujen reaktioiden optimoimiseksi. Eräs tällöin esiintyvä ongelma on, että katalyyttinen aktiivisuus vähitellen häviää useinkin korrosiivisessa ympäristössä. Tätä ongelmaa on käsitelty FR 2606794:ssä, jossa ehdotetaan, että elektrodin tulee käsittää runkorakenne sekä ohut verkko, joka on pistehitsattu runkorakenteeseen ja voidaan vaihtaa helposti kun sen katalyyttinen aktiivisuus on tullut epätyydyttäväksi. BE 902297:ssä on ehdotettu vastaavanlaista ratkaisua.

15

DE-patentissa 2538000 on ehdotettu bipolaarista elektrodirakennetta, johon kuuluu runkolevy ja ristikkomainen elektrodi. Elektrodia ei ole tarkoitettu membraanikennoissa käytettäväksi.

20

Keksinnön tarkoituksena on näiden ongelmien ratkaisu aikaansaamalla pinnaltaan suurennettu elektrodi, joka helpottaa elektrolyytin kiertoa ja kaasun poiskuljetusta, ja jota elektrodia myös tulee voida käyttää elektrolyysikennoissa, joihin kuuluu ohuita, myötääviä ja arkoja membraaneja. Näiden ongelmien ratkaisu on nyt osoittautunut mahdolliseksi patenttivaatimuksessa 1 määritellyllä elektrodilla. Tarkemmin sanottuna keksinnön tuloksena on aikaansaatu elektrolyysiä varten tarkoitettu elektrodi, jonka etusivussa on useita olennaisesti yhdensuuntaisia kanavia, joita rajoittavat olennaisesti yhdensuuntaiset, sähköä johtavaa materiaalia olevat langat, jotka on kiinnitetty takana olevaan elektrodirakenteeseen ja ovat sähköisessä kosketuksessa sen kanssa. Etusivulla tarkoitetaan sitä sivua, joka on tarkoitettu käännetyksi kohti polariteetiltään vastakkaista elektrodia, jolla sivulla suositeltavasti on olen-

25

30

35

nainen ulottuvuutensa pystytasossa. Membraanikennossa on etusivu käännetty kohti membraania. Kanavat ovat suositeltavasti olennaisesti suoraa, ja jos etusivu on olennaisesti pystysuora, ovat kanavanmuodostavat langat sopivasti noin 5 45° - noin 90°:n, suositeltavasti noin 60° - noin 90°:n kulmassa vaakatason suhteen. Erityisen suositeltavaa on, että langat ja kanavat kulkevat olennaisesti pystysuorassa suunnassa.

- 10 On suositeltavaa, että kanavat ja langat ovat olennaisesti samanmuotoisia elektodin koko etupinnalla, jonka suuruus voi olla esim. noin 0,1 - noin 5 m², joka koko ei kuitenkaan ole millään tavoin kriittinen tekijä. Lankojen geometrinen poikkileikkaus ei myöskään ole kriittinen, vaan se
15 voi olla esim. pyöreä, soikea, suorakaiteenmuotoinen tai kolmiomainen, joskin taloudellisista syistä on edullista, että se on olennaisesti pyöreä. Mahdollisten edessä olevien reunojen tulee kuitenkin olla pyöristettyjä, jotta mahdollisesti arka membraani ei vahingoittuisi. Takana olevassa
20 elektrodirakenteessa on suositeltavasti sen läpäiseviä aukkoja elektrolyytin kierron helpottamiseksi.

Optimaalinen toiminta saavutetaan, jos kanavat ovat kapeita ja kanavanmuodostavat langat ohuita. Ohuet langat ja kapeat
25 kanavat parantavat kaasukuplien kuljetusta ja elektrolyytin kiertoa, erityisesti membraanikennossa, jossa ohut ja myötäävä membraani voi olla lankoja vasten ilman, että se taipuisi kanaviin ja tukkisi niitä. Kanavanmuodostavien lankojen paksuus on sopivasti noin 0,05 - noin 3 mm, suositeltavasti noin 0,2 - noin 1,5 mm. Siinä tapauksessa, että
30 langat eivät ole pyöreitä, mitataan paksuus yhdensuuntaisesti elektodin ulottuvuuden kanssa siitä, missä lanka on leveimmillään. Tällaisissa tapauksissa on myös sopivaa, että lankojen korkeus kohtisuorassa elektodin ulottuvuuteen nähden on suuruusluokaltaan sama kuin niiden paksuus.
35 Lankojen välinen etäisyys on sopivasti noin 0,1·d - noin 4·d, suositeltavasti noin 0,5·d - noin 2·d, jossa d on

langan paksuus. Etäisyys mitataan kahden langan välisenä lyhyimpänä etäisyytenä.

Mekaanisen stabiilisuuden lisäämiseksi voidaan kanavanmuodostavat langat kiinnittää poikittaisiin, suositeltavasti olennaisesti kohtisuorassa kulkeviin stabilointilankoihin, jotka on sijoitettu kanavanmuodostavien lankojen ja takana olevan elektrodirakenteen väliin. Kanavanmuodostavat langat ja stabilointilangat ovat sopivasti kosketuksessa toistensa kanssa suositeltavasti laserhitsatuissa kiinnityspisteissä, joissa ne kulkevat ristikkäin. Stabilointilangat voivat olla suoria tai kulkea säännöllisenä tai epäsäännöllisenä aaltomaisena kuviona, mahdollisesti takana olevan elektrodirakenteen pintaan sovittumiseksi. Stabilointilangat ovat lisäksi suositeltavasti yhtä paksuja tai paksumpia kuin kanavanmuodostavat langat, ja niiden paksuus on sopivasti noin 0,5 - noin 5 mm, suositeltavasti noin 1 - noin 3 mm. Stabilointilankojen välinen etäisyys ei ole kriittinen, ja se voi olla esim. noin 5 - noin 100 mm, suositeltavasti noin 25 - noin 50 mm.

Jos elektrodia on tarkoitus käyttää helposti vahingoittuvan membraanin kanssa, on kanavanmuodostavien lankojen pinta sopivasti tasainen olennaisesti ilman teräviä osia, joita voi syntyä esim. hitsausroiskeista. On osoittautunut mahdolliseksi aikaansaada elektrodi, jonka kanavanmuodostavissa langoissa ei ole teräviä osia, kiinnittämällä nämä langat takana olevaan elektrodirakenteeseen kosketuksettoman hitsauksen avulla, esim. laserhitsauksella tai elektronisuihkuhitsauksella, joko suoraan, mikä aikaansaa parhaan virtauksen jakaantumisen, tai mahdollisesti käytettyjen poikittaisten stabilointilankojen välityksellä, jotka edelleen vähentävät riskiä hitsausroiskeista ja niistä johtuvaa terävien osien muodostumista kanavanmuodostaviin lankoihin. Ne langat, jotka on kiinnitetty suoraan takana olevaan elektrodirakenteeseen, on sopivasti kiinnitetty siihen useilla kosketuksettomasti hitsatuilla pisteillä

kussakin langassa, jolloin suositeltava etäisyys kunkin langan kiinnityspisteiden välillä on noin $5 \cdot d$ - noin $100 \cdot d$, erityisesti noin $10 \cdot d$ - noin $50 \cdot d$, jossa d on langan paksuus.

5

Edellisen mukainen elektrodi sopii erityisen hyvin elektrolyysiin, jossa esiintyy kaasun kehittymistä, erityisesti jos elektrolyytti virtaa ylöspäin, koska ylöspäin nousevat kaasukuplat parantavat kiertoa, ja erityisesti elektrolyysiin membraanikennoissa, ts. elektrolyysikennoissa, joissa anoditila ja katoditila on erotettu toisistaan ioniselektiivisellä membraanilla. Elektrodi on erityisen edullinen kloorin ja alkalien elektrolyyttisessä valmistuksessa membraanikennoissa, mutta se sopii myös hyvin metallien sähkökemialliseen talteenottoon tai kaasujen talteenottoon laimennetuista liuoksista.

Langat aikaansaavat sen, että elektrodin etusivulla on suuri määrä katkottomia kanavia elektrolyytin kiertoa ja mahdollisesti muodostuneen kaasun poistoa varten. Membraanikennossa lankojen paksuus ja kanavien leveys on suositeltavasti samaa suuruusluokkaa kuin membraanin paksuus, joka siten voi painautua lankoja vasten kanavia tukkimatta, jolloin vältetään vaara muodostuneiden kaasukuplien yhteenkasaantumisesta. Elektrodiväli voi näin olla hyvin kapea, mikä pienentää kennoresistanssia. Samalla virranjakautuma on tasaisempi kuin aikaisemmin tunnetuissa elektrodeissa, mikä lisää kalliin membraanin käyttöikää. Kloori-alkali-elektrolyysissä on osoittautunut, että hapen anolyytti huuhtoo membraanin alkalisen kalvon pois, jolloin vältetään kloorin haitallinen absorptio ja hapen muodostuminen. Lankojen vaikutuksesta elektrodin pinta kasvaa myös huomattavasti, esim. noin 2 - noin 5 kertaiseksi, mikä kasvattaa kennon hyötysuhdetta ja laskee elektrodipotentiaalia siten, että elektrodien kestoikä kasvaa. Pinnan kasvu vaikuttaa myös reaktion selektiivisyyteen, jolloin esim. kloorikaasun muodostumista suositetaan heikkojen kloridiliuosten elektro-

lyysissä. Elektrolyysiprosessista riippumatta voidaan keksinnön mukainen elektrodi järjestää monopolaarisesti tai bipolaarisesti.

- 5 Tämä uusi elektrodi on osoittautunut mahdolliseksi valmistaa suhteellisen yksinkertaisella tavalla kiinnittämällä lankoja tunnetun tyyppiseen elektrodiin, suositeltavasti elektrodiin, jossa on sen läpäiseviä aukkoja. Esimerkkinä tunnetuista modifioimiskelpoisista elektrodeista voidaan
- 10 mainita perforoidut levyelektrodit, vetometallielektrodit, elektrodit, joissa on pitkittäisiä tai poikittaisia sauvoja, tai elektrodit, joissa on samasta levystä ulosstanssattuja taivutettuja tai suoria lamelleja, jotka voivat ulottua vertikaalisesti tai horisontaalisesti, esim. säle-
- 15 elektrodit. Nämä elektrodityypit ovat alan ammattimiehen hyvin tuntemia, ja niitä on kuvattu esim. edellä mainituissa EP 415896:ssa ja GB 1324427:ssä. Eräs erityisen suositeltava keksinnön mukainen elektrodi muodostuu säle-elektrodista, jonka etusivu on varustettu edellisen kuvauksen
- 20 mukaisilla langoilla.

- Koko elektrodi, ts. sekä langat että takana oleva rakenne, valmistetaan suositeltavasti samasta materiaalista, esimerkiksi Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zr, Nb, Ag, Pt, Ta, Pb, Al tai näiden lejeeringeistä. Jos elektrodeja on tarkoitus käyttää anodeina, ovat Ti tai Ti-lejeeringit suositeltavia, kun taas Fe, Ni tai niiden lejeeringit ovat suositeltavia, jos elektrodeja käytetään katodeina. On myös suositeltavaa, että sekä langat että takana oleva rakenne
- 25 aktivoidaan sopivalla katalyyttisesti aktiivisella materiaalilla riippuen aiotusta käytöstä anodina tai katodina. Kuitenkin myös elektrodit, joissa ainoastaan langat on aktivoitu, voivat tulla kyseeseen. Käytettävistä katalyyttisistä aineista voidaan mainita jaksollisen järjestelmän
- 30 ryhmän 8B metallit, metallioksidit tai niiden seokset, ts. Fe, Co, Ni, Ru, Rh, Pd, Os, Ir tai Pt, joista Ir ja Ru ovat erityisen suositeltavia.
- 35

Keksintö koskee myös menetelmää elektrodin, johon kuuluu yksi tai useita pinnalle kiinnitettyjä lankoja, valmistamiseksi, johon menetelmään kuuluu lankojen kiinnittäminen takana olevaan rakenteeseen useilla, kutakin lankaa pitkin
 5 olevilla kosketuksettomasti hitsatuilla kiinnityspisteillä. Kyseeseen tulevista kosketuksettomista hitsausmenetelmistä voidaan mainita elektronisuihku- tai laserhitsaus, joista laserhitsaus on suositeltava. Hitsausroiskeiden ja niistä johtuvien langan epätasaisuuksien minimoimiseksi tapahtuu
 10 laserhitsaus sopivasti sivultapäin, suositeltavasti olennaisesti kohtisuorassa langan pitkittäissivuun nähden, ja suositeltavasti noin 5° - noin 60° :n, erityisesti noin 15° - noin 45° :n kulmassa takana olevan elektrodirakenteen kontaktipintaan nähden.

15

Erona tavalliseen pistehitsaukseen muodostuu edellisen mukaisessa kosketuksettomassa hitsauksessa vain erittäin pieni neulamainen liitos itse kosketuspisteeseen, samalla kun muu lanka jää olennaisesti koskematta, mikä tekee
 20 menetelmästä erityisen sopivan ohuille langoille, suositeltavasti noin 0,05 - noin 5 mm:n paksuisille, erityisesti noin 0,5 - noin 3 mm:n paksuisille. Sähkökontaktista tulee hyvä, samalla kun langat voidaan mekaanisesti vetää pois takana olevaa rakennetta mitenkään vahingoittamatta. Elekt-
 25 rodi voidaan sen jälkeen varustaa uudelleen langoilla ilman, että vaadittaisiin mitään lisäkäsittelyä, mikä helpottaa passivoituneiden elektrodien regenerointia. Hitsausmenetelmää voidaan käyttää kaikkien elektrodien valmistuksessa normaalisti esiintyvien metallien yhteydessä, ja se
 30 on osoittautunut mm. hyvin edulliseksi kun langat ja/tai alla oleva rakenne on titaania tai jotain titaanilejeerinkiä. Laserhitsauksen suuresta kapasiteetista johtuen voi valmistusaika olla lyhyt, erityisesti jos monta, esim. 1 -
 35 noin 10 laserlähdettä on järjestetty rinnakkain yhteen hitsausyksikköön. Myös säteenjakoa optisin järjestelyin, esim. optisin kuiduin, voidaan käyttää.

Menetelmä on erityisen sopiva keksinnön mukaista elektrodia valmistettaessa. Kiinnitetyt langat voivat siten itse muodostaa kiertokanavia elektrodin pinnalle, tai ne voivat toimia stabiloijina kanavanmuodostaville langoille niiden kanssa kosketuksessa. Menetelmän mukaisesti on kuitenkin myös mahdollista kiinnittää langat siten, että muodostuu muita geometrisia kuvioita, tai siten, että kiinnitetyt langat aikaansaavat tukirakenteen muun tyyppisille pintaa suurentaville, kiertoa edistäville tai katalyyttisesti aktiivisille elementeille.

Valmistettaessa elektrodia, johon kuuluu kanavanmuodostavia lankoja ja niihin nähden poikittaisia stabilointilankoja, voidaan langat ensin kiinnittää toisiinsa ristikkomaiseksi rakenteeksi, joka sitten hitsataan kosketuksettomasti kiinni takana olevaan elektrodirakenteeseen, joko kanavanmuodostavien tai poikittaisten lankojen välityksellä. On kuitenkin myös mahdollista ensin varustaa takana oleva elektrodirakenne langoilla, jotka kulkevat yhteen suuntaan, ja sitten varustaa nämä langat poikittaisilla langoilla.

Menetelmää voidaan soveltaa sekä uusien elektrodien valmistukseen että olemassa olevien elektrodien modifioimiseen. Uusien valmistuksessa on käytännön syistä suositeltavaa, että mahdollinen aktivointi katalyyttisellä päällysteellä tapahtuu lankojen kiinnittämisen jälkeen. Olemassa oleva aktivoitu elektrodi voidaan kuitenkin varustaa aktivoituilla langoilla ilman, että aktiivinen päällyste vahingoittuu laserhitsauksessa. On myös mahdollista varustaa aktivoituilla langoilla ei-aktivoitu elektrodi, tai elektrodi, jonka aktiivisuus on pitkän käytön jälkeen heikentynyt. Suositeltujen mittojen ja materialien suhteen viitataan keksinnön mukaisen elektrodin kuvaukseen.

Itse hitsaus tapahtuu suositeltavasti pulssitetulla kide-laserilla (solid state laser), esim. YAG-laserilla, jolloin pulssiaika voi olla esim. noin 1 - noin 500 ms, suositelta-

vasti noin 1 - noin 100 ms, ja keskiteho voi olla noin 10 -
noin 200 W.

Keksintö koskee lisäksi elektrolyysikennoa, johon kuuluu
5 ainakin yksi keksinnön mukainen kanavanmuodostavilla langoilla varustettu elektrodi. Suositeltavasti siihen kuuluu myös ioniselektiivinen membraani, joka on sijoitettu anodin ja katodin väliin siten, että se painautuu keksinnön mukaisen elektrodin lankoja vasten. Jos kenno on tarkoitettu
10 alkalimetallikloridiliuoksen elektrolyysiin kloorikaasuksi ja alkaliksi, tulee anodin muodostua langoilla varustetusta elektrodista, suositeltavasti langoilla varustetusta sälelektrodista, kun taas katodi voi olla vastaavanlainen tai samankaltainen elektrodi, mutta ilman lankoja. Erityisen
15 suositeltavaa on, että kenno kuuluu suodatinpuristintyyppiin elektrolysaattoriin. Muuten kenno voi olla rakenteeltaan tavanomaisen ja ammattimiehen hyvin tunteman tekniikan mukainen.

20 Lisäksi keksintö koskee elektrolyysimenetelmää, jossa ainakin yksi elektrodeista muodostuu keksinnön mukaisesta kanavanmuodostavilla langoilla varustetusta elektrodista. Menetelmä on erityisen sopiva elektrolyysiin, jossa kehittyy kaasua, jolloin se tai ne elektrodit, joilla kaasua
25 kehittyy, tulee muodostaa keksinnön mukaisista lankaelektrodeista, jolloin elektrolyytti suositeltavasti virtaa ylöspäin. Menetelmä sopii erityisesti elektrolyysiin membraanikennossa, erityisesti alkalimetalliliuoksen, esim. natrium- tai kaliumkloridiliuoksen elektrolyysiin kloorin
30 ja alkalin valmistamiseksi, jolloin anodi suositeltavasti muodostuu keksinnön mukaisesta lankaelektrodista, kun taas katodi voi olla tyypiltään tavanomainen. Muussa suhteessa voidaan elektrolyysi suorittaa tavanomaisella ja alan ammattimiehen hyvin tuntemalla tekniikalla.

35

Keksintöä kuvataan seuraavaksi yksityiskohtaisesti viittamalla samalla oheisiin piiristuksiin. Keksintö ei kuiten-

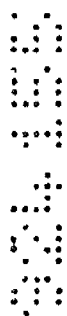
kaan rajoitu esitettyihin suoritusmuotoihin, vaan monet muut variantit ovat mahdollisia patenttivaatimusten puitteissa.

- 5 Kuvio 1 esittää kaaviomaisesti leikkauksena ylhäältäpäin, kuinka elektrodin valmistus tapahtuu, kun taas kuvio 2 esittää yksityiskohtaa valmiista elektrodista edestä päin katsottuna. Kuvio 3 esittää kaaviomaisesti sivuleikkauksena yksityiskohtaa elektrodista, jossa on stabilointilankoja, 10 kun taas kuvio 4 esittää yksityiskohtaa samasta elektrodista edestä päin katsottuna.

- Kuvioihin 1 ja 2 viitaten, niissä on esitetty yhdensuuntaisia lankoja 1, jotka on kiinnitetty laserhitsatuilla 15 kontaktipisteillä 3 takana olevaan elektrodirakenteeseen 10, ja jotka muodostavat pystysuoria kanavia 2 elektrodin etusivulle. Kuvioista 1 käy ilmi, kuinka laserhitsauslaite suunnataan kohti kontaktipistettä langan 1 pitkittäissivulta ja kulmassa α takana olevan elektrodirakenteen kontakti- 20 pintaan nähden, joka kulma suositeltavasti on noin 5° - noin 60° . Kuvioon 2 on merkitty normaalisti näkymättömien hitsauspisteiden 3 sijainti.

- Kuvioihin 3 ja 4 viitaten, niissä on esitetty säle-elektro- 25 di, johon kuuluu samasta levystä 11 ulosstanssattuja säleitä 12 siten, että elektrodirakenteeseen on muodostunut sen läpäiseviä aukkoja 13. Elektrodiin kuuluu lisäksi pystysuoria kanavia 2, joita rajoittavat kanavanmuodostavat langat 1, jotka on kiinnitetty laserhitsattujen kontakti- 30 pisteiden välityksellä poikittaisiin stabilointilankoihin 4. Stabilointilangat 4 kulkevat pitkin joka toista sälettä 12 siten, että myös kanavanmuodostavat langat 1 saavat tukea säleistä. Tämän rakenteen johdosta muodostuu olennaisesti kokonaan katkottomia kanavia 2 pitkin elektrodin 35 etusivua. Esitetyssä suoritusmuodossa on nimenomaan stabilointilangat 4 kiinnitetty säleisiin 12 laserhitsatuilla kontaktipisteillä 3, mutta on myös mahdollista sen

sijaan kiinnittää laserhitsauksella kanavanmuodostavat langat 1 säleisiin 12. Ammattimiehelle on myös selvää, että poikittaisten lankojen 4 välinen etäisyys voi vaihdella stabiilisuusvaatimuksista riippuen.



1. Elektrolyysiä varten tarkoitettu elektrodi, tunnettu siitä, että elektrodin etusivussa on useita olennaisesti yhdensuuntaisia kanavia (2), joita rajoittavat olennaisesti yhdensuuntaiset, sähköä johtavaa materiaalia olevat langat (1), jotka on kiinnitetty takana olevaan elektrodirakenteeseen (10, 11, 12) ja ovat sähköisessä kosketuksessa sen kanssa.

10

2. Vaatimuksen 1 mukainen elektrodi, tunnettu siitä, että elektrodin etusivulla on olennainen ulottuvuutensa pystytasossa, ja että kanavanmuodostavat langat (1) muodostavat noin 45° - noin 90° :n kulman vaakatasoon nähden.

15

3. Vaatimuksien 1 tai 2 mukainen elektrodi, tunnettu siitä, että kanavanmuodostavien lankojen (1) paksuus on noin 0,05 - noin 3 mm, ja että lankojen (1) välinen etäisyys on noin $0,1 \cdot d$ - noin $4 \cdot d$, jossa d on lankojen paksuus.

20

4. Jonkin vaatimuksen 1-3 mukainen elektrodi, tunnettu siitä, että takana olevassa elektrodirakenteessa (10, 11, 12) on sen läpäiseviä aukkoja (13).

25

5. Jonkin vaatimuksen 1-4 mukainen elektrodi, tunnettu siitä, että kanavanmuodostavat langat (1) on kiinnitetty poikittaisiin stabilointilankoihin (4), jotka on sijoitettu kanavanmuodostavien lankojen (1) ja takana olevan elektrodirakenteen (10, 11, 12) väliin.

30

6. Jonkin vaatimuksen 1-5 mukainen elektrodi, tunnettu siitä, että kanavanmuodostavien lankojen pinta on tasainen ja olennaisesti ilman teräviä osia.

35

7. Menetelmä elektrodin, johon kuuluu yksi tai useita pinnalle kiinnitettyjä lankoja, valmistamiseksi, tunnettu siitä, että menetelmään kuuluu lankojen (1) kiinnittäminen

takana olevaan rakenteeseen (10, 11, 12) useilla, kutakin lankaa pitkin olevilla kosketuksettomasti hitsatuilla kiinnityspisteillä (3).

- 5 8. Vaatimuksen 7 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että hitsaus tapahtuu sivulta päin noin 5° - noin 60° :n kulmassa takana olevan elektrodirakenteen (10, 11, 12) kontaktipintaan nähden.
- 10 9. Vaatimuksien 7 tai 8 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että hitsaus tapahtuu laserhitsauksella.
- 15 10. Elektrolyysikenno, tunnettu siitä, että siihen kuuluu ainakin yksi jonkin vaatimuksen 1-6 mukainen kanavanmuodostavilla langoilla (1) varustettu elektrodi.
- 20 11. Vaatimuksen 10 mukainen elektrolyysikenno, tunnettu siitä, että siihen kuuluu anodin ja katodin väliin järjestetty ioniselektiivinen membraani.
- 25 12. Elektrolyysimenetelmä, tunnettu siitä, että siinä käytetään jonkin vaatimuksen 1-6 mukaista kanavanmuodostavilla langoilla (1) varustettua elektrodia.
- 30 13. Vaatimuksen 12 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että siinä käytetään membraanikennoa.
- 30 14. Vaatimuksien 12 tai 13 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että menetelmä käsittää alkalimetallikloridiliuoksen elektrolyysin klooriksi ja alkaliksi, jolloin anodi muodostuu kanavanmuodostavilla langoilla varustetusta elektrodista.

Fig. 1

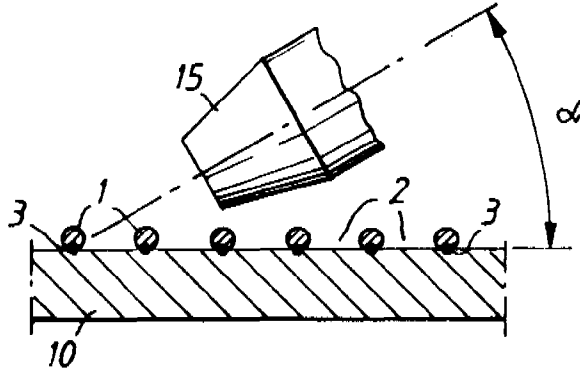


Fig. 2

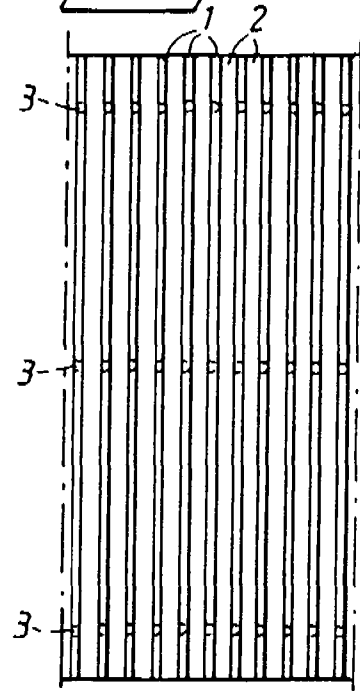


Fig. 3

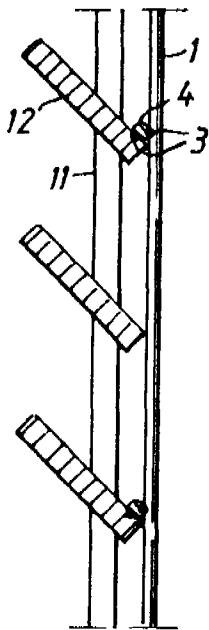


Fig. 4

