



SUOMI-FINLAND

(FI)

Patentti- ja rekisterihallitus
Patent- och registerstyrelsen

(B) (11) KUULUTUSJULKAISU
UTLAGGNINGSSKRIFT

86223

C (15) Patentti kirjasto
Patent meddelat 07 07 1986

(51) Kv.1k.5 - Int.cl.5

G 01N 27/30

(21) Patenttihakemus - Patentansökning	860267
(22) Hakemispäivä - Ansökningsdag	21.01.86
(24) Alkupäivä - Löpdag	21.01.86
(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig	01.08.86
(44) Nähtäväsipanon ja kuul.julkaisun pvm. - Ansökan utlagd och utl.skriften publicerad	15.04.92
(32) (33) (31) Etuoikeus - Prioritet	

31.01.85 AT 276/85 P

(71) Hakija - Sökande

1. AVL AG, Grabenstrasse 11, Schaffhausen, Switzerland, (CH)

(72) Keksijä - Uppfinnare

1. Ritter, Christoph, Radegunderstrasse 30 i, Graz, Österreich, (AT)
2. Ghahramani, Massoud, Eduard-Keil-Gasse 82/1, Graz, Österreich, (AT)
3. Marsoner, Hermann, Roseggersiedlung 2, Steinberg, Österreich, (AT)

(74) Asiamies - Ombud: **Leitzinger Oy**

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning

Ioniherkkä kalvoelektrodi
Jonkänslig membranelektrod

(56) Viitejulkaisut - Anförda publikationer

(57) Tiivistelmä - Sammandrag

Jotta saataisiin herkkä kalvoelektrodi,
jolla on korkea selektiivisyys muihin anio-
neihin sekä muihin rasvaa suosiviin ioneihin
tai interferenssiaineisiin nähden, kalvo on
muodostettu ilman pehmitintä olevana poly-
meerimatriisina, jolloin sähköaktiivisen
komponentin osuus kalvossa on alueella
50-90 painoprosenttia.

För att erhålla en känslig membranelektrod
med hög selektivitet gentemot andra joner
samt andra lipofila joner eller interferens-
ämnen, har membranen gjorts som en mjuk-
ningsmedelfri polymermatris, vars andel av
elektriskt aktiv komponent är i området
50-90 viktprocent.

Ioniherkkä kalvoelektrodi. - Jonkänslig membranelektrod.

Keksinnön kohteena on ioniherkkä, erityisesti kloridiherkkä kalvoelektrodi, jossa on anioniherkkä kalvo, jossa on ainakin yksi sähköaktiivinen komponentti, joka on sijoitettu ilman pehmitintä olevaan polymeerimatriisiin.

Ioniherkät elektrodit ovat ilmaisimia, jotka reagoivat ioneihin selektiivisesti, jolloin käytetään hyväksi näytteen tai näyteliuoksen määrätyn ionin edullinen varauksen siirto kalvofaasiin ja siihen yhteydessä oleva sähkökemiallisen potentiaalin muutos. Tällaisia ioniherkkiä elektrodeja käytetään hyvin laajalti ionien mittaamiseen jopa laimentamattomissa kehon nesteissä, koska tällä mittaussmenetelmällä on suuria etuja.

Tällaisia ioniherkkiä elektrodeja on kuvattu perusteellisesti ammattikirjallisuudessa. Siten esimerkiksi Karl Cammann'in kirja nimeltä "Das Arbeiten mit ionenselektiven Elektroden", Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York (1973), antaa laajan katsauksen hyvin erilaisiin sovellutuksiin tarkoitettujen mitä erilaisimpien ioniherkkien elektrodien perusteista ja toteutusmuodoista, myös ioniherkkien elektrodien käytöstä ionien analysointiin.

Myös biologisissa nesteissä tehtävään mittaukseen liittyen on olemassa laaja ammattikirjallisuus, jota edustavana voidaan tässä mainita Jiri Korytan kirja nimeltä "Medical and biological application of elektrochemical devices", John Wiley and Sons, New York, (1980).

Kun käytännön analyyttisiin sovellutuksiin on jo vuosien ajan ollut käytettävissä suuri määrä kationiherkkiä tällaisia elektrodeja, anioniherkkien ilmaisimien kehittäminen ioniselektiivisten elektrodien muodossa tuottaa yhä edelleen vaikeuksia. Niiden anionien joukossa, joita analysoidaan mahdollisesti

rutiininomaisesti biologisissa nesteissä, on kloridilla hallitseva asema. Kloridi on se anioni, joka on voimakkaimmin edustettuna solunulkoisessa nesteessä ja siten myös veriseerumissa pitoisuuden ollessa noin 0,1 mol/l. Yhdessä bikarbonaatin kanssa, joka määrää tavallisesti kokonais-CO₂-määrän, se muodostaa vallitsevan osuuden anionitaseesta.

Yritys mitata kloridia veressä, veriseerumissa, veriplasmassa ja virtsassa palaa jo taaksepäin ensimmäisten ylipäänsä esitettyjen ioniherkkien ilmaisimien aikaan. Alunperin tämän tarkoitukseen oli yritetty käyttää tunnettuja "halogenidikalvoelektrodeja". Tällaiset elektrodit rakentuvat tunnetulla tavalla kiinteästä hopearungosta ja sen päälle elektrolyyttisesti tuodusta hopeakloridikerroksesta. Sähkökemiallisten lakien mukaan tällainen rakenne on kloridi-ioneille palautuva elektrodi, jonka potentiaali noudattaa Nernst'in yhtälöä. Tällaista elektrodia voidaan todellakin käyttää kloridin mittaamiseen laimeissa liuoksissa yhdessä sopivan referenssielektrodin kanssa. Kosketuksessa biologisiin nesteisiin syntyy tosin useita ei-toivottuja interferenssejä ja häiriöreaktioita, jotka johtavat siihen, että ei ainoastaan saada osaksi karkean vääriä mittaustuloksia, vaan että myös elektrodi tulee käyttökelvottomaksi suhteellisen lyhyen ajan kuluttua.

Ns. nestekalvoelektrodit ovat osoittautuneet menestykselliseksi ryhmäksi ioniherkistä elektrodeista erityisesti kloridin mittaauksessa. Niiden määräävä ja luonteenomainen rakenneosa on ioniherkkä kalvo, joka muodostuu pääasiassa sopivan kalvomatriisin sisällä olevasta sähköaktiivisen komponentin liuoksesta, jolloin sähköaktiivinen komponentti on herkkä mitattavalle ionille. Kun tällaiset sähköaktiiviset komponentit olivat aiemmin absorpoituina huokoisissa materiaaleissa, kuten mahdollisesti pienissä inertistä suodatinmateriaalia olevissa pikku levyissä, Moodyn, Oken ja Thomas'in perustavanlaatuisista töistä lähtien (kuten on esitetty lähteessä: "A calcium sensitive electrode based on a liquid ion exchanger in a

Polyvinyl chloride matrix", Analyst, 95, 910 f (1970)) kalvo-matriisimateriaalina on käytetty pääasiassa PVC:a, jossa on yleisesti korkea pehmitinpitoisuus.

Näiden tunnettujen tosiasioiden pohjalta ei ole ihme, että suuri määrä julkaisuja ja patenttikirjallisuutta kuvaa kloridin mittaamiseen käytettäviä anioniherkkiä elektrodeja, jotka elektrodit muodostuvat seuraavista peruskomponenteista:

- 1)polymeerin (erityisesti PVC:n) liuoksesta sopivassa liuottimessa kuten esimerkiksi tetrahydrofuraanissa tai sykloheksanonissa
- 2)sähköaktiivisesta aineesta, joka tekee mahdolliseksi enemmän tai vähemmän selektiivisen vuorovaikutuksen liuoksen kloridi-ionin kanssa
- 3)pehmittimestä suurena pitoisuutena (eli suurena prosentuaalisena osuutena kalvon painosta), joka antaa kalvolle pehmeän konsistenssin ja vähentää tällaisen muovikalvon sähkövastuksen käyttökelpoisiin arvoihin eli arvoihin muutamata sata megaohmia.

Tunnetuissa järjestelyissä sähköaktiivisinä komponentteina käytettiin pääasiassa kvarternäärisiä ammoniumyhdisteitä kloridin muodossa tai myös kvarternäärisiä fosfoniumklorideja. Tutkimuksista, esimerkiksi K. Hartman'in ja kumppanien tutkimuksesta: "Chloride-Selektive Liquid-Membrane Electrodes Based on Lipophilic Methyl-Tri-N-Alkyl-Ammonium Compounds and their Applicability to Blood Serum Measurements", joka on esitetty julkaisussa Microchimica Acta, s. 235-246 (1978), tiedetään, että on edullista käyttää tällaisia kvarternäärisiä yhdisteitä sellaisessa muodossa, että ne saavat suuren liukenevuuden rasvaan sopivaa ketjun pituutta olevien sidottujen alkyyliketjujen avulla ja pysyvät sillä tavoin, kalvon eduksi olevan korkean jakokoeffisientin johdosta, siitä

huolimatta kalvossa koskettaessaan laimeisiin liuoksiin tai sellaisiin liuoksiin, joissa on samoin tietty pitoisuus rasvaa suosivia aineita, kuten verta ja veriseerumia, eivätkä karkaa näytteeseen.

Kun tunnetuissa aikaisemmissa kloridiherkkien nestekalvo-elektrodien toteutusmuodoissa käytettiin sähköaktiivisena komponenttina tunnettua teollista tuotetta "Aliquat 336", joka on todennäköisesti metyyliitrikaprysyyliammonium-kloridi, on edellä esitetyissä tutkimuksissa käynyt selville yksiselitteisesti, että yhdisteellä metyyliitridodesyyliammoniumkloridi on etuja sähköaktiivisena komponenttina. Nämä edut muodostuvat siinä, että tällä yhdisteellä on metyyliiryhmän ohella kolmen dodesyyliiryhmän vaikutuksesta suuri liukenevuus rasvaan. Vaikka ammattikirjallisuudessa esitetään vastaisuudessa usein tämä yhdiste, ei esillä olevaan keksintöön katsoen ole välttämätöntä käyttää sähköaktiivisena komponenttina yksinomaan tätä nimenomaista yhdistettä. Jokainen vastaavasti rakennettu kvarternäärinen ammonium- tai fosfoniumhalogenidiyhdiste, jossa on vastaavien sivuryhmien ansiosta riittävä liukenevuus rasvaan käytännössä riittävän suuren kalvon kestoajan saavuttamiseksi, on periaatteessa käyttökelpoinen suunniteltuun tarkoitukseen.

Tunnetut kalvot on siis koostettu pääasiassa niin, että tietty prosenttiosuus sähköaktiivista komponenttia on liuotettu sopivaan liuottimeen yhdessä PVC:n ja pehmitinaineen kanssa. Tästä liuosseoksesta valetaan haihduttamalla liuotinta yleisesti jäykkä, läpinäkyvä kalvo, jolla on määrätty, ennalta annettu geometria. Tyypilliset toteutusmuodot ammattikirjallisuudessa edullisiksi kuvatuista kalvoista sisältävät esim. noin 29 painoprosenttia PVC:a, 65 painoprosenttia pehmitintä, kuten esimerkiksi ortonitrofenyylioktyyलिएetteriä tai dinitrobutyyli-
liftalaattia tai vastaavia, ja suunnilleen 6 %:a kalvon painosta sähköaktiivista komponenttia, kuten esimerkiksi metyyliitridodesyyliammoniumkloridia.

Tiedot tunnetuista kalvokoostumuksista vaihtelevat eri kirjallisuuskohdissa tai patenttijulkaisuissa. Siten esim. US-patenttijulkaisu 4 349 426 antaa metyyli-*tridodesyyliammonium*-kloridin pitoisuuden välille 10 ja 20 painoprosenttia, edelleen pehmittimen *n*-tetra*desyyli*alkoholin pitoisuuden välille 20 ja 40 painoprosenttia ja jäljellä olevan pitoisuuden PVC:lle välille 40 ja 60 painoprosenttia. DE-hakemusjulkaisu 30 00 886 esittää kalvokoostumuksen, joka muodostuu 20-24 painoprosentista metyyli-*tridodesyyliammonium*kloridia, 5-15 painoprosentista fenyylialkyylialkoholia pehmittimenä ja 60-79 painoprosentista polyvinyylikloridia liuotettuna tetrahydrofuraaniin.

Kaikille tähän saakka tunnetuille kalvokoostumuksille on yhteistä seuraava: Kalvo muodostuu, kuten jo edellä on esitetty, vähintään kolmesta peruskomponentista; ne ovat:

- 1) PVC tai muu sellaisiin tarkoituksiin sopiva tunnettu polymerimateriaali, kuten esimerkiksi polykarbonaatti, polymetyyliakrylaatti tai silikonikautsu kalvomateriaalina.
- 2) Sähköaktiivinen komponentti tetra-alkyyli-ammoniumkloridin tai tetra-alkyylifosfoniumkloridin ryhmästä.
- 3) Vaihteleva prosenttimäärä sopivaa pehmitintä matriisipolymeria varten, jonka pehmittimen prosenttiosuus on enimmäkseen hyvin korkea.

Yksinomaan jo edellä esitettyssä K. Hartman'in ja kumppanien julkaisussa esitetään kaksi kalvokoostumusta, jotka ovat hie-
man erilaisia mainittuihin verrattuna. Ne ovat tämä ensimmäi-
nen kalvokoostumus, jossa pehmitintä 5-fenyyl-1-pentanolii
käytetään pelkästään 10 painoprosentin mitassa, ja toinen
sovellutus, jossa luovutaan kokonaan pehmittimestä ja joka
koostuu pelkästään 18 painoprosentista metyyli-*tridodesyyli*-
ammoniumkloridia ja 82 prosentista PVC:a. Jälkimmäinen kalvo-
koostumus esitetään käytössä olevana kalvona, ei kuitenkaan
edullisena toteutusmuotona.

Käytettäessä tämän tyyppisiä ioniherkkiä, erityisesti kloridiherkkiä, elektrodeja syntyy kosketuksessa biologisiin nesteisiin, erityisesti veriseerumiin ja virtsaan, ongelmia, jotka johtavat mittausarvojen vääristymiin interferenssien vaikutuksesta, jotka aiheutuvat muiden anionien läsnäolosta. Eri-tyisen häiritseviä ovat rasvaa suosivat anionit, kun niitä voi olla kerrassaan huomattavassa määrin, kuten esimerkiksi rodanidin (SCN) muodossa voimakkaiden tupakoitsijoiden virtsassa.

Edellä esitetystä K. Hartman'in ja kumppanien kirjallisuuskohdasta voidaan saada selektiivisyystaulukoita useille erilaisille anioneille. Sen lisäksi on tärkeää, että sellaiset elektrodit eivät myöskään reagoi sellaisten aineiden anioneihin, joita annetaan hoitotarkoituksiin. Tässä on mainittava erityisesti bromidi, salisylaatti ja askorbaatti.

Käytettäessä tähän saakka tunnettuja tällaisia kalvoelektrodeja, on myös, erityisesti laimentamattomissa virtsanäytteissä, tullut interferenssejä, joiden todellista laukaisevaa syytä ei tähän mennessä tunneta. Myös laimennetuissa virtsanäytteissä on havaittu tällaisia interferenssejä.

Tässä yhteydessä on myös huomattava, että myös kvarternääristen ammonium- ja fosfoniumkloridin yllä esitetystä ryhmästä olevien erilaista rakennemuotoa olevien kahden tai useamman sähköaktiivisen komponentin seokset eivät ole johtaneet min-käänlaiseen parannukseen. Tiettyjä interferenssejä voidaan parantaa sillä tavalla, että ioniherkät nestekalvot on päällystetty hydrofiilillä ioneja läpäisevillä suojakalvoilla. Nämä suojakalvot valmistettiin tällöin esimerkiksi sellofaanista, kuprofaanista tai sopivasta selluloosaesteristä tai tällaisten selluloosaesterien seoksesta. Siitä huolimatta jokaisessa tapauksessa ei voitu taata tyydyttävää interferenssitöntä mittausta.

Lisäksi on otettava huomioon, että yleisesti käytettäessä ioninvaihtajasuoloja, jollaisia ovat esim. mainitut kvarternääriset ammoniumkloridit, on olemassa tietty selektiivisyysjakso häiriöionien suhteen. Pehmitinlisäyksillä, kalvon peittämisillä jne. ei tätä jaksoa voida periaatteessa muuttaa, vaan vain se alue, jonka vakiot ottavat, voi muuttaa yhdessä. Tämä merkitsee, että kun ionien, joiden selektiivisyysvakiot K ovat suuremmat kuin 1, häiriöioniaktiivisuus vähenee, huonenee samalla selektiivisyys niihin häiriöioneihin nähden, joiden selektiivisyysvakiot K ovat pienemmät kuin 1.

Tämän keksinnön tehtävä on kehittää johdanto-osassa mainitunlaista ionierkkää kalvoelektrodiä niin, että selektiivistä suhtautumista ilmaistavan ionin suhteen voidaan parantaa, ilman että tunnettujen toteutusmuotojen mainittuja haittapuolia on pakko ottaa mukaan. Erityisesti tulee saada yksinkertaisella tavalla aikaan kloridierkkä kalvoelektrodi, jolla on korkea selektiivisyys muihin anioneihin sekä muihin veren rasvaa suosiviin ioneihin ja muihin kehon nesteissä oleviin interferenssiaineisiin nähden.

Tämä saadaan aikaan tämän keksinnön mukaan siten, että sähköaktiivisten komponenttien osuus kalvossa on alueella 50-90 painoprosenttia. Tämä rakenne käyttää hyväkseen sitä täysin yllättävää tosiasiaa, että alussa kuvattujen nestekalvojen selektiivistä suhtautumista voidaan parantaa selvästi, jos polymeerimatriisissa luovutaan täysin tunnetussa tekniikan tasossa käytetyistä pehmitinaineista ja nostetaan sen sijaan sähköaktiivisen komponentin pitoisuutta selvästi yli 50 painoprosentin osuuksiin.

Erityisesti liittyen kalvoelektrodiin, jossa PVC on polymeerimatriisina ja metyyliitridodesyyliammoniumkloridi sähköaktiivisena komponenttina, on keksinnön erityisen edullisen rakenteen mukaan osoittautunut erityisen edulliseksi, että sähköaktiivisen komponentin osuus kalvossa on alueella 60-80 painoprosenttia.

Anioniherkän kalvon kehittäminen tämän keksinnön mukaan merkitsee ammattimaailman ennakkokäsityksen voittamista tunnetuihin toteutusmuotoihin nähden ja myös otettaessa huomioon esitetyssä K. Hartman'in ja kumppanien julkaisussa ei-edullisena toteutusmuotona esitetty ilman pehmitintä oleva kalvo, jolloin tällä hetkellä on vain horjuvia otaksumia keksinnön mukaisia etuja tulokseksi tuottavan mekanismin teoreettisesta perustelusta.

Keksinnön mukaisten ioniherkkien kalvoelektrodien odottamattomat ominaisuudet tai edut käyvät ilmi alla olevasta Taulukosta 1 vertaamalla joidenkin anionien selektiivisyyttä tai interferenssejä verrattuna kloridiin kolmelle erilaiselle kalvokoostumukselle.

Nämä kalvokoostumukset ovat:

- 1) tavanomainen elektrodikalvo, jossa on pehmitin (esim. 27 painoprosenttia metyyli-tridodesyyliammoniumkloridia (MTDDACl), 5 painoprosenttia 2-nitroparasymolia ja 5 painoprosenttia 5-fenyyli-1-pentanolia pehmittimenä ja 63 painoprosenttia PVC:a)
- 2) ilman pehmitintä oleva kalvo, jossa on 80 painoprosenttia PVC:a ja 20 painoprosenttia tridodesyyliammoniumkloridia vastaten esitettyä K. Hartman'in ja kumppanien ilmoitusta
- 3) tämän keksinnön mukainen kalvo, jossa on 80 painoprosenttia tridodesyyliammoniumkloridia ja 20 painoprosenttia PVC:a.

Selektiivisyysvakio on tällöin määritetty kaikissa tapauksissa merkinnällä FIM (fixed interference method) tunnetun mittaomenetelmän mukaan.

Taulukko 1:

Erilaisten kalvokoostumusten tyypillisiä selektiivisyysarvoja (ilmoitettu selektiivisyysvakion logaritmina)

Ioni	Kalvo 1	Kalvo 2	Kalvo 3
ClO ₄	--	3,7	0,6
I	1,77	--	0,32
NO ₃	1,0	1,6	0,56
Br	0,62	1,0	0,19
NO ₂	0,65	0,7	0,51
HCO ₃	-1,17	-1,0	-0,045

Tässä taulukossa 1 esitettyt selektiivisyysarvot viittaavat jo siihen, että on olemassa ioneja, joille keksinnön mukaisesti tehty kalvoelektrodi osoittaa korkeampaa selektiivisyyttä kuin kloridille. Vastaavissa mittausaineissa voidaan sen vuoksi käyttää keksinnön mukaisesti tehtyä ioniherkkää kalvoelektrodia ehdottomasti myös muiden ionien mittaukseen, siten esim. ionien ClO₄, SCN, jodidi, NO₃, bromidi mittaamiseen. Tällöin saavutettavissa olevat edut riippuvat mitattavan liuoksen erityisestä koostumuksesta. Fysiologisessa liuoksissa voidaan keksinnön mukaisesti tehdyllä kalvoelektrodilla mitata ensi sijassa kloridia yksittäisten ionien pitoisuussuhteiden johdosta.

Tässä yhteydessä on myös vielä viitattava siihen, että keksinnön mukaisesti tehdyt ioniherkät kalvoelektrodit ovat myös ilman muuta kehiteltävissä hyvin erilaisia tarkoituksia varten edullisiin varattuihin sähköaktiivisiin komponentteihin. Saatavan kalvon sähköinen vastus on melko alhainen (alueella 0,1-1 megaohmia), mikä helpottaa kalvoelektrodin käytännöllistä käyttöä mittausten toteuttamiseen ja johtuu todennäköisesti kalvossa olevasta suhteellisen korkeasta sähköisen varauksen tiheydestä.

Keksinnön mukaisen elektrodin edut käyvät edelleen ilmi myös virtsanäytteistä tehtyjen kloridimittausten vertailusta.

Taulukossa 2 on esitetty tulokset viiden virtsanäytteen tutkimuksesta kloridista ja kulloinkin toisaalta tunnetun "kolorimetri"-menetelmän mukaan ja toisaalta tavanomaisella elektrodikalvolla, jossa on pehmitin (kalvo 1 Taulukosta 1). Virtsanäytteet viedään kolorimetriin laimentamattomina; laite suorittaa tarpeellisen laimennuksen automaattisesti. "Kalvolla 1" oli laimentamattoman virtsan mielekäs mittaaminen mahdotonta, koska häiriöionien vaikutuksesta esiintyi voimakasta ajautumista - sen vuoksi näytteitä laimennettiin (2 osaa laimenninta / 1 osa virtsaa).

Taulukko 2:

Näyte	Kolorimetri	Kalvo 1
1	66 m mol/l	347 m mol/l
2	85 "	95 "
3	99 "	154 "
4	136 "	309 "
5	176 "	228 "

Menetelmien mittausarvoissa selvästi näkyvät suuret erot tulisivat vielä oleellisesti suuremmiksi laimentamattomista näytteistä tehtävissä mittauksissa.

Taulukossa 3 on esitetty vertailu kolorimetrimittauksen ja ilman pehmitintä olevan elektrodikalvon (kalvo 2 Taulukossa 1) välillä.

Taulukko 3:

Näyte	Kolorimetri	Kalvo 2
1	16 m mol/l	1117 (617) m mol/l
2	43 "	86 "
3	79 "	119 "
4	91 "	130 "
5	119 "	400 "

Myös tässä näyte on jälleen laimennettu suhteessa 2:1 kalvolla 2 tehtävää mittausta varten.

Taulukossa 4 on tehty edellä oleva vertailu lopuksi keksinnön mukaisella elektrodikalvolla (kalvo 3 Taulukossa 1).

Taulukko 4:

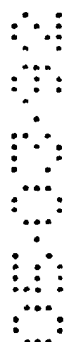
Näyte	Kolorimetri	Kalvo 3
1	39 m mol/l	43 m mol/l
2	70 "	75 "
3	91 "	93 "
4	170 "	169 "
5	233 "	241 "

Tästä vertailusta käy suoraan ilmi, että kloridimittaus voidaan tehdä keksinnön mukaan tehdyllä kalvoelektrodilla myös laimentamattomasta virtsasta, ilman että - kuten tunnettujen kalvoelektrodien yhteydessä - mittausarvoissa esiintyy merkittäviä poikkeamia.

Patenttivaatimukset

1. Ioniherkkä, erityisesti kloridiherkkä kalvoelektrodi, jossa on anioniherkkä kalvo, jossa on ainakin yksi sähköaktiivinen komponentti, joka on sijoitettu ilman pehmitintä olevaan polymeerimatriisiin, t u n n e t t u siitä, että sähköaktiivisen komponentin osuus kalvossa on alueella 50-90 painoprosenttia.

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen kalvoelektrodi, jossa PVC on polymeerimatriisina ja metyyliitridodesyyliammoniumkloridi sähköaktiivisena komponenttina, t u n n e t t u siitä, että sähköaktiivisen komponentin osuus kalvossa on alueella 60-80 painoprosenttia.



Patentkrav

1. Jonkänslig, speciellt kloridkänslig membranelektrod med en anjonkänslig membran, som har åtminstone en elektriskt aktiv komponent placerad i en mjukningsmedelfri polymermatris, k ä n n e t e c k n a d därav, att den elektriskt aktiva komponentens andel i membranen ligger i området 50-90 viktprocent.

2. Membranelektrod enligt patentkrav 1 med PVC som polymermatris och metyltridodecylammoniumklorid som elektriskt aktiv komponent, k ä n n e t e c k n a d därav, att den elektriskt aktiva komponentens andel i membranen ligger i området 60-80 viktprocent.