

(19)



Octrooiiraad
Nederland

(11)

Publikatienummer: **9101015**

(12) A TERINZAGELEGGING

(21) Aanvraagnummer: **9101015**

(51)

Int.Cl.⁵:
H01M 10/36

(22) Indieningsdatum: **12.06.91**

(43)

Ter inzage gelegd:
04.01.93 I.E. 93/01

(71)

Aanvrager(s):
Stork Screens B.V. te Boxmeer

(72)

Uitvinder(s):
Pieter Jan Sonneveld te Helmond

(74)

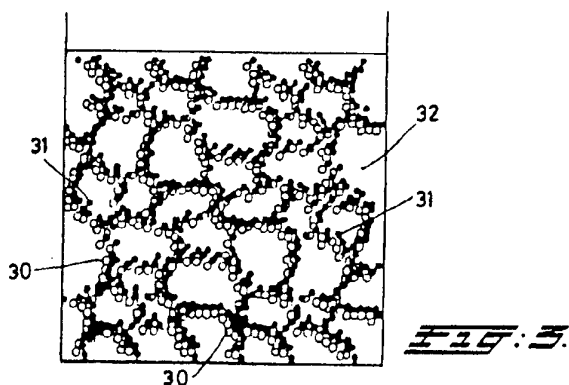
Gemachtigde:
**Ir. C.H.J. Timmers c.s.
Exterpatent B.V.
De Bruyn Kopsstraat 9
2288 EC Rijswijk**

(54)

Metaalsuspensiehalfcel voor een accumulator alsmede werkwijze voor het bedienen van een dergelijke halfcel

(57)

Beschreven is een metaalsuspensiehalfcel voor een accumulator waarin de metaalsuspensie bestaande uit metaaldeeltjes (31) en een electrolyt (32) is gestabiliseerd door toevoeging van additiefdeeltjes (30) die een kleimineraal omvatten dat in de suspensie ketenvorming bevordert. In de metaalsuspensiehalfcel kan met voordeel de metaalsuspensie in hoofdzaak stationair zijn. Eveneens wordt beschreven een werkwijze voor het bedienen van een metaalsuspensiehalfcel volgens de uitvinding tijdens het opladen/ontladen ervan.



Titel: Metaalsuspensiehalfcel voor een accumulator alsmede
werkwijze voor het bedrijven van een dergelijke
halfcel.

De uitvinding heeft in de eerste plaats betrekking op een
metaalsuspensiehalfcel voor een accumulator tenminste
omvattende een behuizing voor het omsluiten van een
elektrolyt omvattende suspensie, een elektrode in
5 aanraking met de suspensie alsmede een membraan dat
de scheidingswand kan vormen met een tweede halfcel die
men met de metaalsuspensiehalfcel tot samenwerking wenst te
brengen ter vorming van een accumulator waarbij de suspensie
zodanig is geformuleerd dat deze stabiel is en naast
10 metaaldeeltjes van een gekozen metaal en elektrolyt eveneens
additiefdeeltjes omvat.
Een dergelijke metaalsuspensiehalfcel is bekend uit de
Nederlandse ter inzage gelegde octrooiaanvraag 7508697.
Bedoelde publikatie beschrijft een metaalsuspensiehalfcel
15 waarin een metaalsuspensie, bijvoorbeeld uit zink, is
opgenomen waarbij de structuur van het metaalbestanddeel in
de suspensie overeenkomt met de maximale geometrische
stapeling van de korrels of deze benadert terwijl de
hoeveelheid elektrolyt in de suspensie in hoofdzaak gelijk
20 is aan de voor de vulling van de ruimten tussen de
metaalkorrels en ter verkrijging van ionenoverdracht
noodzakelijke hoeveelheid.
De aldus in deze publikatie beschreven suspensie heeft eerder
het karakter van een pasta en bezit derhalve een betrekkelijk
25 hoge viscositeit.
In de halfcel die in deze publikatie beschreven wordt laat

910 1015.

men de dik vloeibare pasta door de halfcel circuleren onder toepassing van een transporterende elektrode zoals bijvoorbeeld een schroef.

Teneinde het vermogen voor aandrijving van de schroef te
5 verlagen wordt aan de pasta nog een smeermiddel toegevoegd ter vergemakkelijking van het pompen door de halfcel heen; het smeermiddel kan de vorm bezitten van polytetrafluor-ethyleen of grafiet; van deze toevoegingen wordt vermeld dat de ionenuitwisseling daardoor niet wordt beïnvloed.

10 Door de nagenoeg dichtste stapeling van de metaaldeeltjes is de stabiliteit van de suspensie gewaarborgd zodat uitzakken ervan wordt voorkomen.

Door de aanwezigheid van een relatief geringe hoeveelheid vloeibaar elektrolyt in verhouding tot de hoeveelheid
15 deeltjesvormig metaal zal betrekkelijk snel een verzadiging van het elektrolyt met bijvoorbeeld zinkaat optreden in het geval van een zinksuspensie-accumulator met een basisch elektrolyt. Door een dergelijk begrenzing zal het stroomleverend vermogen van de accu betrekkelijk snel
20 afnemen in de tijd.

De onderhavige uitvinding heeft ten doel een metaalsuspensie-halfcel te verschaffen van het beschreven type waarbij enerzijds een goede stabiliteit is gewaarborgd en anderzijds een aanmerkelijke grotere hoeveelheid elektrolyt aanwezig kan
25 zijn zodat een ruimere hoeveelheid van bij het ontladen van de halfcel gevormd materiaal kan worden opgelost.

Volgens de uitvinding wordt een metaalsuspensie-halfcel van het aangegeven type gekenmerkt doordat de additiefdeeltjes tenminste één kleimineraal omvatten welks deeltjes tezamen
30 met de metaaldeeltjes en het elektrolyt in de suspensie ketenvorming binnen de halfcel bevordert.

Zoals later nog zal worden aangeduid kunnen additiefdeeltjes uit kleimineraal in een waterig elektrolyt, bijvoorbeeld een basisch elektrolyt zich in drie toestanden bevinden:

910 1015.

- a) als vrije afzonderlijke deeltjes,
- b) als agglomeraten,
- c) als ketens.

Vrije deeltjes zullen in het algemeen gevonden worden in die
5 gevallen waarbij een lage concentratie van deeltjesvormig
materiaal wordt gebracht in een weinig electrolyt bevattende
vloeistof.

Agglomeratie van deeltjes treedt op wanneer de van der Waals
aantrekking tussen de deeltjes sterker is dan de
10 electrostatische afstoting van de deeltjes onderling.
Voor bepaalde soorten deeltjes en onder specifieke
omstandigheden van afmeting, vorm oppervlakte lading en
electrolytconcentratie zal ketenvorming tussen de deeltjes
optreden en zal een gel worden gevormd.

15 Aanvraagster heeft nu gevonden dat een stabiele
metaaldeeltjes suspensie kan worden gevormd, die derhalve
geen of weinig uitzakkingsverschijnselen vertoont, wanneer
een concentratie aan metaal die lager is dan in de hiervoor
besproken publikatie samengaat met de aanwezigheid van een
20 hoeveelheid kleimineraal welks deeltjes tezamen met de
betreffende metaaldeeltjes en het toegepaste elektrolyt in
de suspensie ketenvorming binnen de halfcel kunnen hebben.
In het bijzonder zijn de additiefdeeltjes gekozen uit
gelvormende kleimineralen zoals kaoliniet, halloysiet,
25 montmorilloniet, sepioliet en palygorskiet (attapulgit). De
in principe bruikbare kleimineralen zijn niet beperkt tot de
hiervoor gegeven opsomming; voor een overzicht van andere
toepasbare materialen zij verwezen naar AB Searle; R.W.
Grimshaw; The Chemistry and Physics of Clay pp. 890; Ernest
30 Benn Ltd.; London 1960. In de hiervoor beschreven
Nederlandse publikatie wordt de metaalconcentratie in de
suspensie waarbij een maximale geometrische stapeling van de
korrels optreedt een kritieke samenstelling genoemd; als
voorbeeld wordt gegeven een concentratie van 27 vol% zink, 3
35 vol% polytetrafluorethyleen in 10 normaal KOH bij een

korrelgrootte van het zink van enige microns.

De hierboven genoemde waarde van 27 vol% Zn is uiteraard afhankelijk van de deeltjesgrootte en de verdeling daarvan.

5 Gebleken is nu dat in de metaalsuspensiehalfcel volgens de onderhavige uitvinding in een breed gebied van 5 tot 40 vol% metaaldeeltjes en 0,1 tot 5 vol% additiefdeeltjes een stabiele metaalsuspensie kan worden gevormd waarbij derhalve door het ruimer voorhanden zijn van vloeibaar elektrolyt een
10 grotere oplosbaarheid van bij het ontladen gevormde produkten mogelijk is zodat de metaalsuspensiehalfcel dieper ontladen kan worden.

Eveneens is met de metaalsuspensiehalfcel volgens de uitvinding, bij verlaging van de metaalconcentratie te bereiken dat in een accumulator die een dergelijke halfcel
15 omvat een hogere energiedichtheid (d.w.z. hoeveelheid energie per eenheid van gewicht van de accu) kan worden waargenomen dan bij accumulatoren volgens de eerder genoemde stand der techniek.

Het metaal van de metaaldeeltjes in de suspensie kan worden
20 gekozen uit Zn, Cd, Fe en Pb; de voorkeur wordt gegeven aan zink.

Als voorbeeld van een samenstelling in een metaalsuspensiehalfcel mogen de volgende samenstelling dienen:

- 15 vol% zink,
- 25 - 1,5 vol% palygorskiet,
- KOH + LiOH (bijvoorbeeld 12 molair KOH en 0,9 molair LiCH in het elektrolyt).

In de eerder besproken Nederlandse publikatie is men voor het bereiken van een dichtste stapeling afhankelijk van de
30 korrelgrootte van de metaalsuspensie; in het algemeen zal een betrekkelijk smalle korrelgrootteverdeling worden gekozen teneinde een reproduceerbaar resultaat te verkrijgen.

Gebleken is dat in de metaalsuspensiehalfcel volgens de onderhavige uitvinding een grotere vrijheid bestaat in keuze
35 van de in de metaalsuspensie toe te passen korrelgrootte en

korrelgrootteverdeling; ook metaalpoeders met een zeer brede korrelgrootteverdeling blijken met succes te kunnen worden toegepast. Laatstgenoemd feit hangt naar wordt aangenomen samen met het feit dat men voor stabiliteit van de suspensie
5 niet meer afhankelijk is van geometrische stapelingseffekten doch doordat de stabiliteit samenhangt met ketenvorming door de aanwezigheid van ketenvorming bevorderende kleimineralen in de suspensie.

Verrassenderwijs is voorts gebleken dat in de metaal-
10 suspensiehalfcel volgens de uitvinding de suspensie in hoofdzaak tijdens het ontladen en/of opladen van de halfcel stationair kan blijven waardoor ketenvorming in de suspensie als gevolg van de aanwezigheid van ketenvormende kleimineralen sterk wordt bevorderd.
15 Waar in de stand van de techniek een langzame beweging van de metaalsuspensie door de halfcel noodzakelijk werd geacht is nu gebleken dat een uitstekende ontlading alsmede oplading ook wordt verkregen wanneer de suspensie binnen de metaalsuspensiehalfcel stationair wordt gehouden, d.w.z. in
20 hoofdzaak onbeweeglijk is ten opzichte van de elektrode. Het precieze mechanisme van de ionengeleiding wordt in dit geval niet goed begrepen; toch blijkt een in hoofdzaak stationair gehouden metaalsuspensie, mits deze met een ketenvormend kleimineraal is gestabiliseerd, een uitstekende
25 oplaad- en ontlaadkarakteristiek te verschaffen.

Met voordeel omvat een metaalsuspensiehalfcel zoals hiervoor beschreven transportmiddelen voor het afvoeren van tenminste een deel van de suspensie die zich in de metaalsuspensiehalfcel bevindt en voor het toevoeren van een vervangende
30 hoeveelheid suspensie.

Doelmatig omvatten dergelijke transportmiddelen één of meer kompartimenten.

Voor al wanneer de metaalsuspensiehalfcel wordt toegepast als deel van een accumulator voor traktiedoeleinden kan volgend
35 op een ontladingsperiode het van voordeel zijn om de zich in

het werkzame gedeelte van de halfcel bevindende suspensiehoeveelheid in één keer te vervangen door een verse suspensiehoeveelheid (d.w.z. in opgeladen aktieve toestand) en de "afgewerkte suspensie" uit het werkzame gedeelte van de
5 halfcel af te voeren.

Door binnen de halfcel een transportsysteem aan te brengen kan een dergelijke afvoer en aanvoer worden gerealiseerd; dcclmatig zijn daartoe in de transportmiddelen één of meer kompartimenten aanwezig waarbij één of een aantal
10 kompartimenten gezamenlijk een volume kunnen bezitten dat overeenkomt met het werkzame volume van de metaalsuspensiehalfcel.

De in de metaalsuspensiehalfcel toepasbare materialen kunnen de gebruikelijke materialen zijn; de elektrode kan
15 bijvoorbeeld uit roestvaststaal bestaan.

Gevonden is echter dat nog betere resultaten worden verkregen wanneer als elektrode een materiaal wordt toegepast dat een hoge overspanning bezit tegen metaalaangroei op het oppervlak ervan; voorbeelden van dergelijke materialen zijn
20 boriumcarbide, magnesium, glasachtige koolstof (glassy carbon), zirkoonnitride en vanadium. Voorts is het van voordeel wanneer het oppervlak van een dergelijke elektrode hoogglanzend wordt gepolijst.

Door de hiervoor aangegeven materiaalkeuze alsmede de
25 oppervlaktegesteldheid daarvan wrdrt de vorming van een vast metaalneerslag op de elektrode tijdens het opladen van de metaalsuspensiehalfcel voorkomen hetgeen ook het latere ontladingskarakter ten goede komt.

De uitvinding heeft eveneens betrekking op een werkwijze voor
30 het bedrijven van een metaalsuspensiehalfcel in een oplaaden/of ontlaadbewerking waarin in een metaalsuspensiehalfcel volgens de uitvinding zoals hiervoor beschreven ter oplading stroom wordt toegevoerd om metaal te vormen uit omzettingsprodukten die tijdens eerder ontladen zijn
35 ontstaan danwel tijdens het ontladen stroom aan de metaal-

suspensiehalfcel wordt onttrokken welke werkwijze wordt gekenmerkt doordat tijdens het opladen en/of ontladen de suspensie in hoofdzaak stationair binnen de metaalsuspensiehalfcel wordt gehandhaafd.

- 5 Gebleken is, zoals eerder aangeduid, dat het opladen en/of ontladen van een metaalsuspensiehalfcel volgens de uitvinding in gunstige zin wordt beïnvloed indien men de suspensie in hoofdzaak in rust houdt binnen de metaalsuspensiehalfcel; bewegen van de suspensie blijkt derhalve niet meer
10 noodzakelijk.

Met in hoofdzaak stationair wordt bedoeld dat een werkwijze waarin af en toe de metaalsuspensie wordt bewogen of gemengd (bijv. voor verversing) niet is uitgesloten.

- Doelmatig wordt volgend op het ontladen in de hiervoor
15 aangeduide werkwijze tenminste een deel van de suspensie in de metaalsuspensiehalfcel vervangen door in hoofdzaak dezelfde hoeveelheid van een eerder opgeladen suspensie. Een dergelijke uitvoeringsvorm van de werkwijze volgens de uitvinding is uiteraard van groot belang in de gevallen
20 waarin de metaalsuspensiehalfcel volgens de uitvinding bijvoorbeeld is opgenomen als deel van een accumulator voor traktiedoeleinden.

- Met voordeel vindt het opladen van de metaalsuspensiehalfcel plaats bij een potentiaal die niet meer dan 50 mV hoger is
25 dan de absolute waarde van de evenwichtspotentiaal voor het zich in de metaalsuspensiehalfcel bevindend stelsel van metaalsuspensie en elektrode en gemeten ten opzichte van een standaardelektrode.

- Gebleken is dat bij het opladen, en in het bijzonder bij een
30 juiste keuze van het electrodemateriaal zoals hiervoor beschreven, metaalaangroei op de elektrode in hoge mate wordt voorkomen wanneer een bepaalde absolute potentiaal niet overschreden wordt.

- Ten aanzien van een met de metaalsuspensiehalfcel volgens de
35 uitvinding te combineren geschikte tweede halfcel kan

910 1015.

uiteraard een beroep worden gedaan op vele bestaande halfcellen; een geschikte halfcel is bijvoorbeeld een lucht- of zuurstofhalfcel; bij voorkeur omvat een dergelijke halfcel een gaselektrode die een bipolaire zuurstofelektrode is zodat zowel opladen als ontladen bij toepassing van dezelfde gaselektrode kan plaatsvinden.

Ook kan echter de tweede halfcel een nikkeloxyde elektrode omvatten die in aanraking is met een basisch elektrolyt.

Wat betreft de volgens de uitvinding toe te passen klei-
10 mineralen, zoals eerder opgesomd, zal bij voorkeur een kleimineraal met een deeltjesgrootte van maximaal enige micrometer bijvoorbeeld 2 micrometer, worden toegepast; bij voorkeur is de deeltjesgrootte echter kleiner dan 1 micrometer terwijl met nog grotere voorkeur een klei-
15 mineraal aanwezig is met een gemiddelde deeltjesgrootte van ongeveer 0,1 micrometer in een concentratie van 1 tot 2 vol% gebaseerd op het totale volume van de suspensie.

De uitvinding zal nu worden toegelicht aan de hand van de tekening waarin:

- 20 - figuur 1 een schetsmatig beeld toont van een metaal-suspensiehalfcel volgens de uitvinding,
- figuur 2 de mogelijke groeperingstoestand toont van kleimineraaldeeltjes in een elektrolyt,
- figuur 3 ketenvorming toont bij een suspensie welke zowel
25 metaaldeeltjes als ook ketenvormende kleimineraaldeeltjes omvat,
- figuur 4 schetsmatig een metaalsuspensiehalfcel toont waarin een transportsysteem voor de metaalsuspensie in het werkzame gedeelte van de halfcel is getoond.
- 30 Figuur 1 toont een halfcel volgens de uitvinding waarbij een behuizing 1 aanwezig is waarin is opgesteld een elektrode 2 uit geschikt materiaal. De halfcel wordt begrensd door een schetsmatig aangegeven diafragma dat tegelijkertijd de scheidingswand vormt met een niet-geschetste andere halfcel
35 4. De andere halfcel 4 kan bijvoorbeeld een lucht- of

zuurstofhalfcel zijn met bijvoorbeeld een bipolaire zuurstof-elektrode; ook kan de tweede halfcel gevormd worden door een halfcel die een basisch elektrolyt omvat waarin een nikkel-oxyde elektrode is opgesteld.

- 5 De metaalsuspensie is met 5 aangegeven en omvat volgens de uitvinding metaaldeeltjes zoals zink; elektrolyt vloeistof, bijvoorbeeld een mengsel van 12 molair KOH en 0,9 molair LiOH en een ketenvormdend kleimineraal zoals palygorskiet. Goede resultaten worden bijvoorbeeld verkregen met 15 vol%
10 zink; (in het algemeen 10-40 vol% zink of ander metaal) 1,5 vol% palygorskiet (algemeen 1-5 vol%) en elektrolyt zoals 12 molair KOH + 0,9 molair LiOH (algemeen 7-13 molair KOH; 1-3 molair LiOH).

- In figuur 2a is schetsmatig een verdunde kleimineraal-
15 dispersie in een alkalisch elektrolyt getoond, bijvoorbeeld palygorskiet in een betrekkelijk weinig geconcentreerde kaliloog (bijvoorbeeld 1 molair KOH).

- Wanneer we de elektrolyt concentratie sterk laten stijgen treedt de situatie getoond in figuur 2b op; agglomeratie van
20 de deeltjes treedt op; tussen de agglomeraten treedt geen of nauwelijks wisselwerking op.

- In figuur 2c is de situatie getoond dat palygorskiet of elk ander geschikt ketenvormend kleimineraal is opgenomen in een elektrolyt oplossing van middelmatige concentratie;
25 bijvoorbeeld 12 molair KOH. De onderlinge elektrostatische afstoting is dan niet voldoende om de van der Waals aantrekking te overwinnen; brugvorming van de deeltjes wordt dan bevorderd waardoor ketenvorming optreedt.

- Het is deze laatste toestand die in de onderhavige uitvinding
30 ten aanzien van de toegepaste metaalsuspensie wordt nagestreefd; door toevoeging van een ketenvormend kleimineraal wordt een gel in de metaalsuspensie gevormd waardoor zoals we hierna nog zullen zien de metaalsuspensie zelf gestabiliseerd wordt d.w.z. niet meer uit zal zakken.

- 35 Laatsbedoelde situatie is aangegeven in figuur 3; we zien

daar kleimineraaldeeltjes 30 zoals palygorskiet die in de suspensie een driedimensionale structuur hebben gevormd die zich vertoont als een gel. Met de ketens van de structuur zijn zinkdeeltjes 31 verbonden die door de aanwezigheid van de netwerkstructuur voor uitzakken worden behoed; het electrolyt, dat in dit geval KOH en LiOH bevat is aangeduid met 32.

In figuur 4 is schetsmatig een metaalsuspensiehalfcel getoond waarin een transportsysteem voor de suspensie is opgenomen.

De metaalsuspensiehalfcel omvat een behuizing 40; een elektrode 41 uit geschikt materiaal met een aansluiting 42. Met 47 is een diafragma aangegeven dat gemeenschappelijk is met een niet nader geschetste tweede halfcel 48. In het werkzame gedeelte van de metaalsuspensiehalfcel is een transportsysteem 43 aanwezig met kompartimenten 44 die de vorm bezitten van schotten 44' die zijn opgenomen tussen banden zonder einde 45 en 46. Wanneer ontlading van het zich tegenover de elektrode 41 bevindende suspensievolume voltocid is, kan het transportsysteem in beweging worden gebracht om weer een zich in de rest van de halfcel bevindende suspensiehoeveelheid aan te voeren zodat deze de ruimte tegenover de elektrode 41 gaat innemen onder gelijktijdig afvoeren van eenzelfde volume in de door de pijl aangegeven richting. Uiteraard kan in het overige gedeelte van de halfcel een veelheid van maatregelen worden genomen om te waarborgen dat hetzij homogenisering van de suspensie plaatsvindt door mengen, ook kan echter een hoeveelheid aan de halfcel worden onttrokken en elders worden opgeladen onder gelijktijdig toevoegen aan de halfcel van een overeenkomstige hoeveelheid vers opgeladen suspensie. De suspensie, bestaande uit metaaldeeltjes, ketenvormend kleimineraal en electrolyt is voor de duidelijkheid weggelaten.

915056/Ba/eb

C O N C L U S I E S

1. Metaalsuspensiehalfcel voor een accumulator tenminste
omvattende een behuizing (1) voor het omsluiten van een
electrolyt omvattende suspensie (5), een electrode (2) in
aanraking met de suspensie (5) alsmede een membraan (3)
5 dat de scheidingswand kan vormen met een tweede halfcel
(4) die men met de metaalsuspensiehalfcel tot
samenwerking wenst te brengen ter vorming van een
accumulator waarbij de suspensie (5) zodanig is
geformuleerd dat deze stabiel is en naast metaaldeeltjes
10 van een gekozen metaal en electrolyt eveneens
additiefdeeltjes omvat
met het kenmerk
dat de additiefdeeltjes (23, 30) tenminste één
kleimineraal omvatten dat tezamen met de metaaldeeltjes
15 (31) en het electrolyt (32) in de suspensie ketenvorming
binnen de halfcel bevordert.
2. Metaalsuspensiehalfcel volgens conclusie 1
met het kenmerk
20 dat de additiefdeeltjes (23, 30) gekozen zijn uit
gelvormende kleimineralen.
3. Metaalsuspensiehalfcel volgens conclusie 2
met het kenmerk
25 dat de additiefdeeltjes (23, 30) gekozen zijn uit
kaoliniet, halloysiet, montmorilloniet, sepioliet en
palygorskiet (attapulgit).
4. Metaalsuspensiehalfcel volgens één of meer van de

9101015.

conclusies 1-3

met het kenmerk

dat de suspensie 5-40 vol% metaaldeeltjes (31); 0,1-5 vol% additiefdeeltjes (23, 30) en electrolyt omvat.

5

5. Metaalsuspensiehalfcel volgens conclusie 4

met het kenmerk

dat het metaal van de metaaldeeltjes (31) is gekozen uit Zn, Cd, Fe en Pb.

10

6. Metaalsuspensiehalfcel volgens één of meer van de conclusies 4 en 5

met het kenmerk

dat de suspensie 15 vol% zink; 1,5 vol% palygorskite

15 alsmede een KOH en LiOH houdend waterig electrolyt bevat.

7. Metaalsuspensiehalfcel volgens één of meer van de voorgaande conclusies

met het kenmerk

20 dat de suspensie daarin in hoofdzaak stationair is tijdens ontladen en/of opladen ervan waardoor ketenvorming optreedt.

8. Metaalsuspensiehalfcel volgens conclusie 7

25 **met het kenmerk**

dat deze transportmiddelen (43) omvat voor het afvoeren van tenminste een deel van de suspensie (47) die zich in de metaalsuspensiehalfcel (40) bevindt en het toevoeren van een vervangende hoeveelheid suspensie.

30

9. Metaalsuspensiehalfcel volgens conclusie 8

met het kenmerk

dat de transportmiddelen één of meer compartimenten (44) omvatten.

35

9101015.

10. Metaalsuspensiehalfcel volgens één of meer van de
voorgaande conclusies
met het kenmerk
dat de suspensie in aanraking is met een electrode (2, 41)
5 uit materiaal dat een hoge overspanning tegen
metaalaangroei bezit.
11. Metaalsuspensiehalfcel volgens conclusie 10
met het kenmerk
10 dat het materiaal van de electrode (2, 41) is gekozen uit
boriumcarbide, magnesium, glasachtige koolstof (glassy
carbon), zirkoonnitride en vanadium en het oppervlak van
de electrode (2, 41) hoogglanzend gepolijst is.
- 15 12. Werkwijze voor het bedrijven van een metaalsuspensie-
halfcel in een oplaad en/of ontlaadbewerking waarin in
een metaalsuspensiehalfcel volgens één of meer van de
conclusies 1-11 ter oplading stroom wordt toegevoerd om
metaal te vormen uit omzettingsprodukten die tijdens
20 eerder ontladen zijn ontstaan dan wel tijdens het
ontladen stroom aan de metaalsuspensiehalfcel wordt
onttrokken
met het kenmerk
dat tijdens het opladen en/of ontladen de suspensie in
25 hoofdzaak stationair binnen de metaalsuspensiehalfcel
wordt gehandhaafd.
13. Werkwijze volgens conclusie 12
met het kenmerk
30 dat volgend op het ontladen tenminste een deel van de
suspensie in de metaalsuspensiehalfcel wordt vervangen
door in hoofdzaak dezelfde hoeveelheid van een eerder
opgeladen suspensie.
- 35 14. Werkwijze volgens conclusie 12

met het kenmerk

dat het opladen van de metaalsuspensiehalfcel plaatsvindt
bij een potentiaal die niet meer dan 50 mV hoger is dan de
absolute waarde van de evenwichtspotentiaal voor het zich
5 in de metaalsuspensiehalfcel bevindend stelsel van
metaalsuspensie en electrode en gemeten ten opzichte van
een standaardelectrode.

9101015.

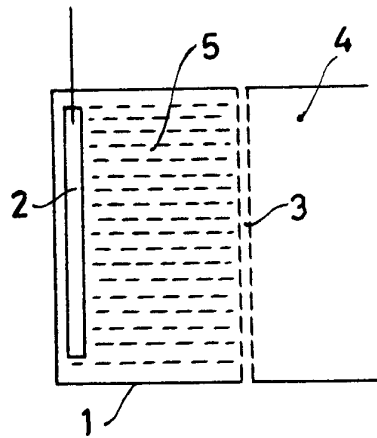


FIG: 1.

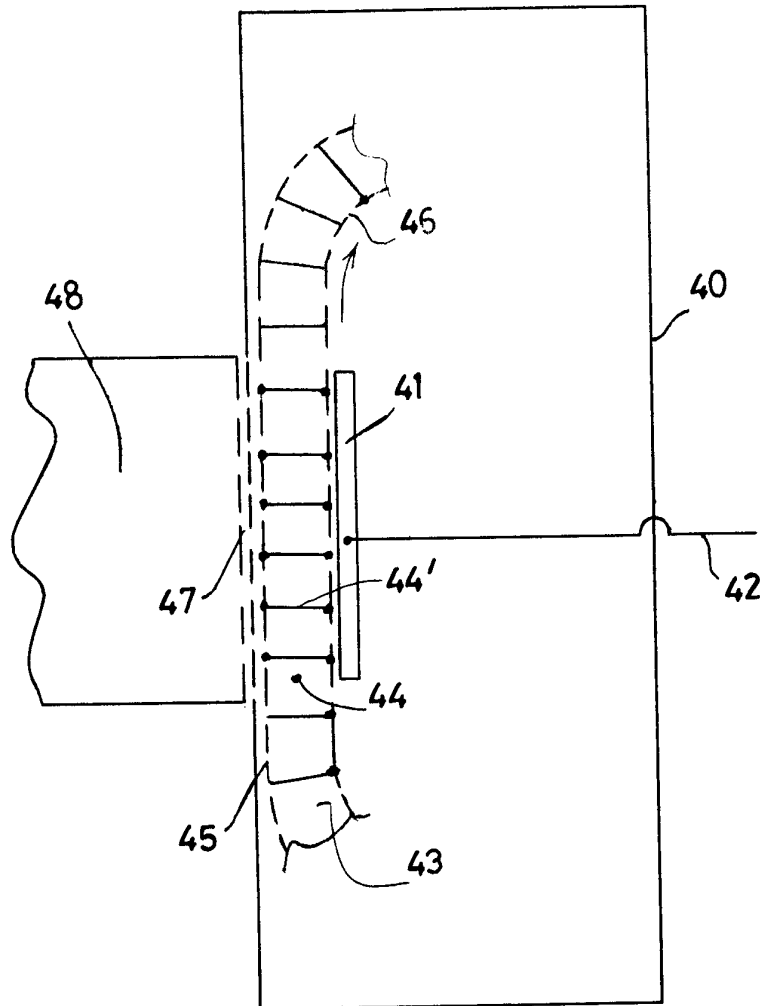


FIG: 4.

9101015.

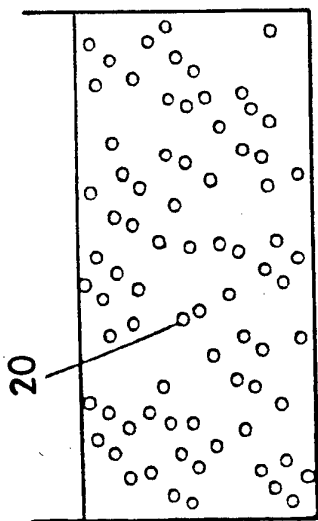


FIG. 2a.

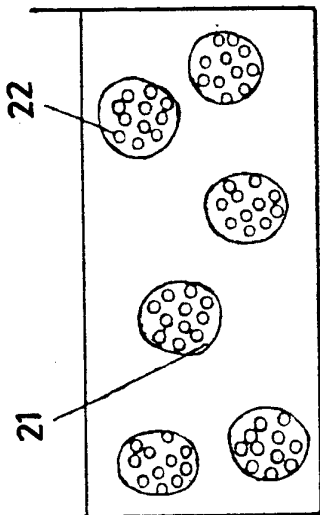


FIG. 2b.

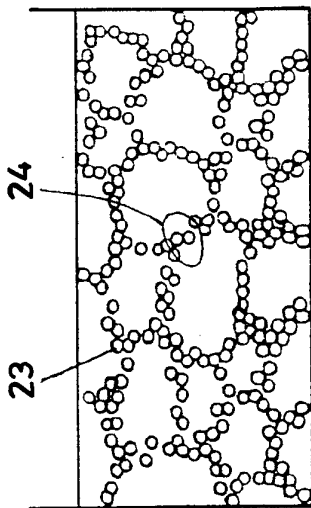


FIG. 2c.

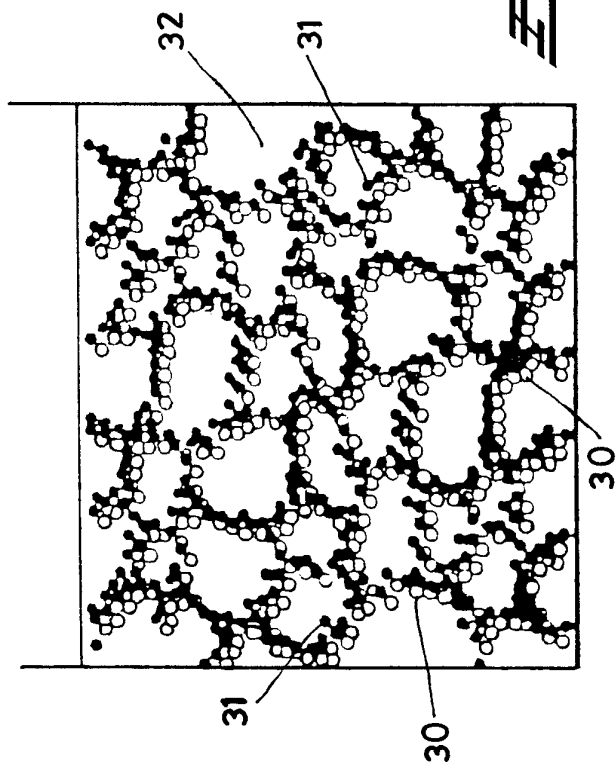


FIG. 3.