
Octrooiraad



⑩ A **Terinzagelegging** ⑪ **8002072**

Nederland

⑲ NL

- ⑤4 **Kathodestroomgeleidingselement ten gebruike in aluminiumreductiecellen.**
- ⑤1 Int.Cl³: C25C3/16.
- ⑦1 Aanvrager: P P G Industries, Inc. te Pittsburgh, Pennsylvanië, Ver. St. v. Am.
- ⑦4 Gem.: Ir. C.M.R. Davidson c.s.
Octrooibureau Vriesendorp & Gaade
Dr. Kuiperstraat 6
2514 BB 's-Gravenhage.

-
- ②1 Aanvraag Nr. 8002072.
- ②2 Ingediend 9 april 1980.
- ③2 Voorrang vanaf 27 april 1979.
- ③3 Land van voorrang: Ver. St. v. Am. (US).
- ③1 Nummer van de voorrangsaanvraag: 33782 .
- ②3 --
- ⑥1 --
- ⑥2 --

-
- ④3 Ter inzage gelegd 29 oktober 1980.

De aan dit blad gehechte stukken zijn een afdruk van de oorspronkelijk ingediende beschrijving met conclusie(s) en eventuele tekening(en).

Kathodestroomgeleidingselement ten gebruike in aluminiumreductiecellen.

Aluminium wordt vaak geproduceerd volgens het elektrolytische reductieproces van Hall-Heroult, waarbij aluminiumoxyde, opgelost in gesmolten kryoliet bij een temperatuur van 900-1000° C wordt geëlektrolyseerd. Men voert de werkwijze uit in een reductiecel van het vat-type, die meestal bestaat uit een stalen mantel, die van binnen is voorzien van een isolerende voering van een geschikt vuurvast materiaal, dat op zijn beurt is voorzien van een koolstofvoering, welke laatste met de gesmolten bestanddelen in contact staat. Daarbij zijn één of meer anoden, die meestal uit koolstof zijn vervaardigd en met de positieve pool van een gelijkstroombron zijn verbonden, in de cel opgehangen en één of meer ijzeren geleidingsstaven, die met de negatieve pool van een koolstofbron zijn verbonden, ingebed in de koolstofvoering, die de vloer van de cel vormt, waardoor de koolstofvoering kathode wordt bij inschakeling van de stroom. Uit de aluminiumoxyde-kryoliet smelt wordt voortdurend gesmolten aluminium geëlektrolyseerd, dat zich verzamelt op de als kathode werkende koolstofvloer van de cel en continu of van tijd tot tijd wordt verwijderd. Op de koolstofvloer van de cel wordt altijd een ondiepe plas of kussen van gesmolten aluminium in stand gehouden, welk gesmolten aluminium kussen als actief kathode-oppervlak fungeert, aangezien het met de koolstofvloer in elektrisch contact staat.

Een bevredigende elektrische geleiding tussen de koolstofvoering en het gesmolten aluminium kussen wordt gehinderd door koolstof oppervlakte-effecten en door de opzameling van onopgelost badmateriaal op de koolstofvloer van de cel, welk slik of afval een isolerende laag vormt, die de spanningsdaling over de cel vermindert en zijn spanningsrendement verlaagt.

Teneinde de stroomgeleiding van de kathodevoedingsaansluiting door het gesmolten metaal kussen te verbeteren heeft men elektrode-elementen, onder andere gevormd uit elektrisch geleidend, vuurvast, hard materiaal, voorgesteld en bijvoorbeeld
 5 beschreven in het Amerikaanse octrooischrift 3.156.639. Men heeft ook voorgesteld een dunne laag van elektrisch geleidend, vuurvast, hard metaal op de koolstofvoering te bevestigen als bijvoorbeeld beschreven in het Amerikaanse octrooischrift 3.856.650. Voorts is het bekend de cel te voeren door elektrisch geleidende, vuurvaste,
 10 hard metalen tegels op de koolstofvoering te cementeren.

Bevestiging van een laag elektrisch geleidend, vuurvast, hard metaal of cementering van vuurvaste, hard metalen tegels op de koolstofvoering is echter nadelig, omdat dit de storing van de stroomgeleiding naar het gesmolten metaal kussen door
 15 slikopzameling niet voorkomt en nog meer omdat het vuurvaste, harde metaal, wanneer het aan de koolstofvoering is bevestigd of gecementeerd neiging tot breuk vertoont door het verschil in thermische uitzettingscoëfficiënt tussen vuurvast hard metaal en koolstof.

Volgens de uitvinding gebruikt men nu voorwerpen
 20 van elektrisch geleidend, vuurvast, hard metaal als kathodestroomgeleidingselementen in elektrolytische metaalreductiecellen, welke voorwerpen verkeren in de vorm van platen of tegels, die aan de koolstofvoering van de cel zijn bevestigd en daaraan licht zijn vastgeklemd met een in de koolstofvoering gestoken pen.

25 Fig. 1 is een schematische doorsnede van een elektrolytische aluminiumreductiecel, voorzien van kathodestroomgeleidingselementen van de uitvinding.

Fig. 2 is een vergrote doorsnede van een kathodestroomgeleidingselement van de uitvinding, waarin de bevestigings-
 30 wijze aan de koolstofvoering wordt getoond.

Fig. 3 is een vergrote doorsnede van een kathodestroomgeleidingselement van de uitvinding, waarin een eventuele andere bevestigingswijze aan de koolstofvoering wordt getoond.

Fig. 4 is een schematische doorsnede van een
 35 eventuele uitvoeringsvorm van een aluminiumreductiecel, voorzien van

kathodestroomgeleidingselementen van de uitvinding.

Fig. 5 is een vergrote doorsnede van een deel van de in fig. 4 afgebeelde cel.

Fig. 1 toont een elektrolytische aluminiumreduc-
 5 tiecel van het vat-type. Aangezien celconstructie en -bedrijf op zichzelf bekend zijn, wordt deze cel slechts in algemene zin beschreven teneinde een basis te verschaffen voor een volledig begrip van het hier beschreven inventieve concept.

De in fig. 1 afgebeelde cel 10 omvat een mantel
 10 11, bijvoorbeeld van staal, waarvan de zijwanden en vloer zijn gevoerd met een isolerende laag 20 van vuurvast materiaal, dat op zijn beurt gevoerd is met koolstofblokken of stenen 12, die een kamer of vat begrenzen, waarin zich een gesmolten bad 13 bevindt van een aluminiumverbinding, bijvoorbeeld aluminiumoxyde, opgelost
 15 in een gesmolten elektrolyt of vloeimateriaal, bijvoorbeeld een aluminiumfluoridecomplex, gewoonlijk kryoliet genoemd. In de pot zijn één of meer anoden, 14 opgehangen, die zijn verbonden met een anodespanningsvoeding 15 en in de koolstofvoering, die de kathode-
 vloer van de cel vormt, zijn één of meer kathodestroomtoevoerstaven
 20 16 verbonden met de negatieve pool van een gelijkstroombron. Tijdens het bedrijf wordt een ondiep kussen van gesmolten aluminium op de vloer van de cel in stand gehouden, waarbij het boven oppervlak van het kussen doeltreffend functioneert als actief kathode-oppervlak van de cel, waarbij er vanuit de ingebedde kathodestaven 16 door de
 25 koolstofvoering 12 stroom wordt gevoerd naar het gesmolten kussen 17, waardoor er aluminium wordt geëlektrolyseerd uit het gesmolten bad tussen anode- en kathode-oppervlak. De bedrijfstemperatuur van de cel ligt met name tussen 900 en 1000° C.

Op de celvloer is een aantal elektrisch geleiden-
 30 de, vuurvaste, hard metaalplaten of tegels 18 gerangschikt, die elk aan de koolstofvoering zijn bevestigd met een vuurvaste, hard metaal-
 len pen 19.

De platen en daarmee verbonden pennen, die de
 kathodestroomgeleidingselementen van de uitvinding vormen, kunnen
 35 zijn vervaardigd uit elk elektrisch geleidend, vuurvast, hard metaal,

in het bijzonder uit de carbiden en boriden van titaan of zirconium. De platen en pennen zijn met name gevormd door een fijnverdeeld poeder van het uitgekozen materiaal te verdichten. De verdichting kan op elke bekende wijze geschieden, bijvoorbeeld door heet persen of koud persen en versinteren. Van de vuurvaste harde metalen verdient titaandiboride de bijzondere voorkeur vanwege zijn goede elektrische geleiding, thermische stabiliteit, onoplosbaarheid in en bestandheid tegen aantasting door aluminium, gesmolten kryoliet en aluminiumoxyde en zijn vermogen tot het door gesmolten aluminium te worden bevochtigd.

Als duidelijker blijkt uit fig. 2, is de plaat aan de koolstofvoering bevestigd met een pen 19, die zich door in plaat 18 gevormde opening 21 in de lengterichting uitstrekt, waarbij het ondereind 23 van de pen in de koolstofvoering is ingebed en daarin is gecementeerd bij 24. Het bovineind van de pen is voorzien van een verbrede kop 22 met iets grotere middellijn dan de opening in de plaat, teneinde te voorkomen, dat de plaat kan losschieten als de cel bijvoorbeeld een hellende vloerconstructie heeft in plaats van een vlakke vloer. Desgewenst kan de pen in de plaat zijn ingezonken als getoond bij 25 in fig. 3. Aangezien de plaat volgens de uitvinding niet als één geheel aan de koolstofvoering is gebonden of gecementeerd, maar door de pen licht tegen de koolstofvoering wordt geklemd, kan de plaat onafhankelijk van de koolstofvoering vrij uitzetten en inkrimpen door de temperatuurschommelingen in de cel, waardoor breuk of barst van de plaat door verschillen in thermische uitzettingscoëfficiënt tussen het vuurvaste harde metaal en de koolstof zijn uitgesloten, hetgeen het geval zou zijn, als de plaat aan de koolstofvoering zou zijn gebonden of gecementeerd.

Hoewel in de uitvoeringsvorm van de uitvinding, die hierboven wordt besproken en in de tekeningen wordt weergegeven, de pen permanent in de koolstofvoering is ingebed door cementering, kan de pen natuurlijk ook los zijn gestoken in een overeenkomstige opening, die in het koolstofsubstraat is gevormd. Eventueel kan de pen in het koolstofsubstraat zijn bevestigd met een schroefdraad, hoewel een dergelijke bevestiging uit oogpunt van kosten niet gewenst

zal zijn. Bovendien behoeven de pennen niet van een verbrede kop te zijn voorzien wanneer bijvoorbeeld slechts zijwaartse beweging van de plaat behoeft te worden beperkt.

Indien de celvloer nagenoeg vlak was zou men de platen natuurlijk rechtstreeks op de vloer kunnen leggen en zouden zij op geen enkele wijze behoeven te worden bevestigd. Verder zou men in dit opzicht bijvoorbeeld eenvoudigweg regelmatig of onregelmatig gevormde voorwerpen van titaandiboride over de celvloer kunnen uitspreiden, bijvoorbeeld stenen, bollen of zelfs puin.

Het gebruik van volgens de uitvinding aangebrachte platen levert echter een voordeel op, dat niet optreedt als de platen eenvoudigweg rechtstreeks op de celvloer zijn gelegd. Een probleem, dat gewoonlijk in aluminiumreductiecellen optreedt wordt veroorzaakt door slikvorming of vervuiling, waarbij in het gesmolten bad onoplosbare deeltjes zich vanuit de smelt door het aluminium kussen heen afzetten en op de celvloer een laag vormen. Deze laag van slik of vuil is elektrisch niet geleidend en heeft een isolerend effect, waardoor het rendement van de stroom van de koolstof naar het aluminium kussen wordt verminderd.

Aangezien de penverbinding zich echter ongeacht de mate van vervuiling tot in de koolstofvoering uitstrekt, wordt de as van de in de koolstofvoering ingebedde pen niet door de vuilophoping aangetast en biedt derhalve een ononderbroken weg voor de elektrische stroom van de kathodevoeding naar de plaat en van daar naar het aluminium kussen.

De platen kunnen in elke gewenste configuratie op de celvloer gerangschikt zijn. Teneinde de gelijkmatige elektrische geleiding door de cel verder te verbeteren, kunnen de platen ook tegen de zijwanden van de cel zijn aangebracht. Er bestaat bovendien geen bepaalde beperking ten aanzien van de afmetingen of vorm van de platen, dat wil zeggen zij kunnen regelmatig gevormd, bijvoorbeeld vierkant, langwerpig, rond, driehoekig of onregelmatig gevormd zijn en kunnen met meer dan één pen aan de koolstofvoering zijn bevestigd.

Aangezien vuurvaste harde metalen, bijvoorbeeld titaandiboride duur zijn, behoeven de platen niet massief te zijn,

maar kunnen zij geperforeerd zijn teneinde materiaal te sparen. Bovendien kunnen de platen een zodanige afmeting hebben, dat zij in het aluminium kussen zijn ondergedompeld, maar hun bovenvlakken kunnen zich ook tot in de kryolietlaag uitstrekken, in welk geval
 5 de platen zelf doelmatig als actief kathode-oppervlak fungeren.

Een andere uitvoeringsvorm van de uitvinding, waarbij de bovenoppervlakken van de platen zelf als actief kathode-oppervlak fungeren is afgebeeld in fig. 4. Op dezelfde wijze als bij de in fig. 1 afgebeelde cel 10 omvat cel 30 in fig. 4 een stalen
 10 mantel 31, waarvan vloer en zijwanden zijn bekleed met isolerende laag 32 van vuurvast materiaal, die weer bekleed is met voering 33 van koolstofblokken of stenen, die een kamer vormen, die een gesmolten bad 34 bevat van aluminiumoxyde, dat in kryoliet is opgelost. In de kamer zijn één of meer anoden 35 opgehangen en in de koolstof-
 15 voering, die de celvloer vormt, zijn één of meer kathodestroomvoedingsstaven 36 aangebracht.

In de koolstofvoering van de celvloer is een open kanaal of trog 37 gevormd, dat de cel in symmetrische gedeelten verdeelt en dient voor het uit de cel afvoeren van gesmolten aluminium. Het bedrijf van de cel is als eerder beschreven, dat wil zeg-
 20 gen er wordt gesmolten aluminium geëlektrolyseerd uit het gesmolten bad tussen anode en kathode-oppervlak.

Bij de in fig. 4 afgebeelde uitvoeringsvorm van de uitvinding wordt het actieve kathode-oppervlak van de cel echter
 25 geleverd door een aantal kathodestroomgeleidingselementen van de uitvinding, dat wil zeggen platen of tegels 38, die aan de koolstofvoering van de celvloer zijn bevestigd met pennen 39 als eerder beschreven.

Als nader in detail in fig. 5 wordt getoond is
 30 er een aantal platen 38 in rijen aangebracht, waarbij elke plaat een platte onderkant 45 en een schuin bovenvlak 40, welke bovenvlakken 40 schuin in de richting van trog 37 verlopen. De verticale afmetingen van de platen, die elke rij vormen, zijn zodanig, dat de bovenvlakken van de platen nagenoeg alle in hetzelfde vlak liggen,
 35 dat evenwijdig is met en op afstand ligt van het overeenkomstige

schuine ondervlak 41 van anode 30. Bij voorkeur zijn de koppen van de bevestigingspennen ingezonken in de bovenkanten van de platen, zodat er een nagenoeg glad, ononderbroken kathode-oppervlak wordt geboden. De platen zijn zodanig dicht bij elkaar aangebracht, dat
 5 roterende beweging om de verticale as van de pen nagenoeg wordt verhinderd, maar de platen mogen niet zo dicht naast elkaar zijn aangebracht, dat vrije expansie wordt voorkomen.

De schuine bovenvlakken 40 van platen 38 strekken zich uit in gesmolten bad 34 en gesmolten aluminium wordt uit het
 10 bad geëlektrolyseerd tussen het ondervlak van de anode en de bovenvlakken van de platen en vormt een dunne laag 47 op de oppervlakken van de platen en stroomt naar en in de trog, waardoor gesmolten aluminium uit de cel wordt geleid.

Aangezien titaandiboride, waarvan de platen bij
 15 voorkeur zijn vervaardigd, naast zijn andere bovengenoemde gewenste eigenschappen gemakkelijk en snel door gesmolten aluminium wordt bevochtigd, heeft het gesmolten aluminium als het wordt gevormd niet de neiging zich in hopen op het plaatoppervlak af te zetten, maar wordt het afgezet in een gladde dunne film, die de gewenste
 20 nauwe ruimte mogelijk laat tussen de actieve anode en kathode-oppervlakken. Zijwanden en vloer van de trog zijn ook bij voorkeur met titaandiboride gevoerd zoals bij 42 en 43.

Hoewel op de koolstofvloer van de cel een kussen van gesmolten aluminium wordt gehandhaafd teneinde de koolstof te
 25 beschermen tegen aantasting door het gesmolten kryoliet, regelt men de dikte van dit kussen zodanig, dat de bovenvlakken van de platen niet worden bedekt. De dikte van het kussen kan goed worden geregeld door een door een stuwdam aan te brengen, die zich over de lengte van de trog uitstrekt. Zoals uit fig. 5 blijkt, kan stuwdam
 30 44 een uitbreiding van de voering van de zijwand van de trog zijn.

Hoewel de in fig. 4 getoonde cel een trog laat zien, die de cel in twee symmetrische secties verdeelt, kan men natuurlijk, afhankelijk van de afmeting van de cel, meer dan één trog aanbrengen.

35 Het grensvlak tussen de koolstofvloer en de

onderoppervlakken van de platen is natuurlijk niet volkomen vlak als in de tekening wordt getoond, maar de koolstofvloer is eerder onregelmatig en hobbelig. Dientengevolge zal het gesmolten metaal in de praktijk neiging hebben onder de platen te kruipen en bovendien de ringvormige ruimte opvullen tussen de plaat en de los passende verbindingspen, hetgeen echter geenszins schadelijk is, maar juist dient ter verbetering van het elektrische contact en dient tot het verder verminderen van spanningsverliezen tussen de kathodestroomvoedingsorganen en de actieve kathode-oppervlakken.

10 Hoewel de uitvinding hier is beschreven aan de hand van bepaalde voorkeursuitvoeringsvormen zijn natuurlijk vele variaties mogelijk. Zo kunnen de kathodestroomgeleidingselementen van de uitvinding bijvoorbeeld worden gebruikt bij elk productieproces van een gesmolten metaal, waarbij een metaalverbinding of
15 een in een gesmolten oplosmiddel opgeloste metaalverbinding tussen anode en kathode-oppervlakken wordt geëlektrolyseerd.

20

C O N C L U S I E S

1. Elektrolytische metaalreductiecel, waarin gesmolten metaal wordt geproduceerd door tussen actieve anode- en kathode-oppervlakken een verbinding van het metaal, die in een gesmolten oplosmiddel is opgelost, te elektrolyseren, waarbij het gesmolten metaal in een kussen op de celvloer wordt opgevangen, welke cel met koolstof gevoerde zijwanden en een vloer heeft, die een kamer bepalen, die de gesmolten bestanddelen bevat en verder voorzien is van in de kamer hangende anode-organen en kathodestroomvoedingsorganen, die in de koolstofvoering liggen ingebed en waardoor elektrische stroom van de kathodestroomvoedingsorganen door de koolstofvoering naar de plas van gesmolten metaal wordt geleid, met het kenmerk, dat de cel is voorzien van organen, die het spanningsverlies van de kathodestroomvoedingsorganen naar het actieve kathode-oppervlak verminderen, welke organen tenminste één plaatvormig of tegelvormig element omvatten, dat aan de koolstofvoering van de celvloer is bevestigd en daaraan lichtelijk is vastgeklemd met tenminste één pen, die zich door een in de plaat of tegel gevormde opening uitstrekt, waarbij het ondereind van de pen in de koolstofvoering steekt en daardoor zijwaartse beweging van de plaat of tegel ten opzichte van de verticale as van de pen van de plaat of tegel beperkt en welke pen is gevormd uit een elektrisch geleidend, vuurvast hard metaal.

2. Elektrolysecel volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat het gedeelte van de pen, dat in de koolstofvoering steekt aan de voering is bevestigd door cementering of een schroefdraad.

3. Elektrolysecel volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat de plaat of tegel en de daarbij behorende pen zijn gevormd uit een carbide of boride van titaan of zircon.

4. Elektrolysecel volgens conclusie 3, met het kenmerk, dat het materiaal, waaruit de plaat of tegel en de bijbehorende pen zijn vervaardigd, titaandiboride is.

5. Elektrolysecel volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat het bovenoppervlak van de plaat of tegel wordt bedekt

door het gesmolten aluminium kussen, waardoor het oppervlak van het gesmolten aluminium kussen als actief kathode-oppervlak dient.

- 5 6. Elektrolysecel volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat het bovenoppervlak van de plaat of tegel zich tot in het gesmolten oplosmiddel uitstrekt, waardoor het bovenoppervlak van de plaat als actief kathode-oppervlak dient.

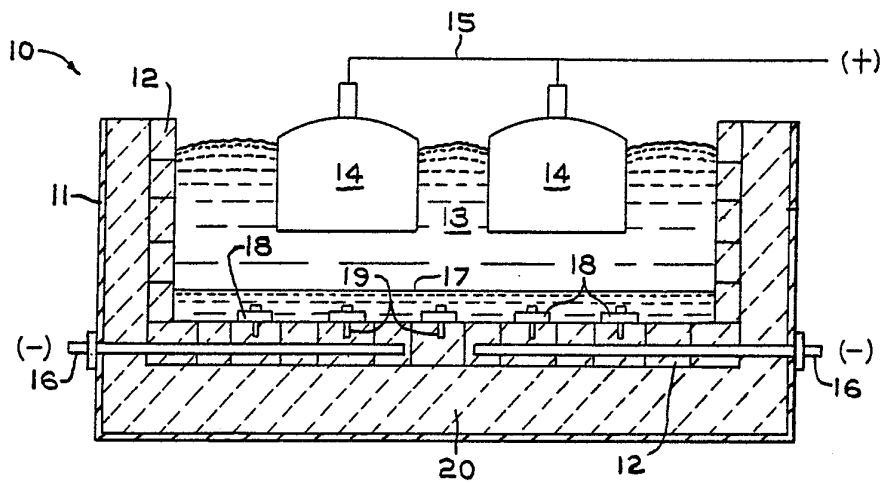


FIG. 1

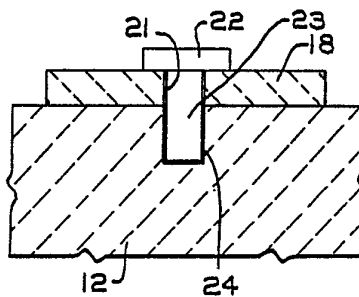


FIG. 2

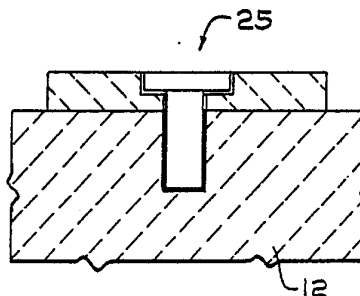


FIG. 3

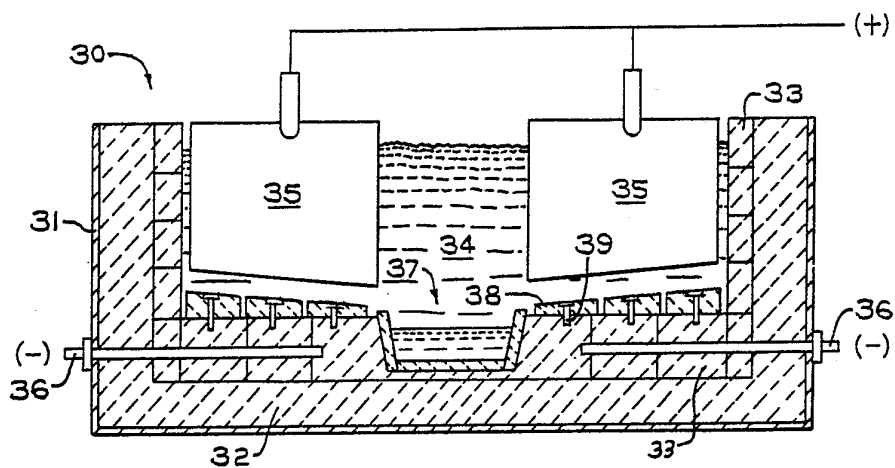


FIG. 4

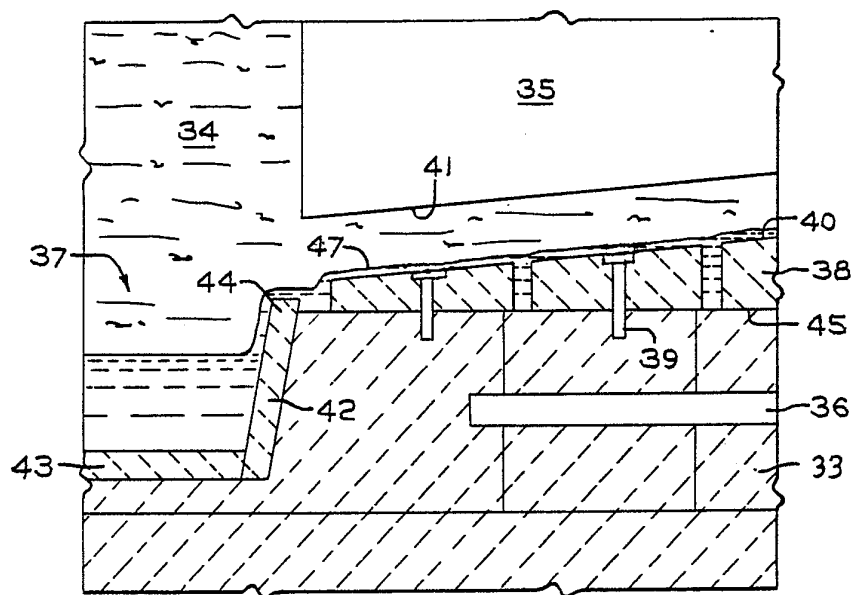


FIG. 5

PPG Industries Inc., Pittsburgh, Pennsylvanië, Ver.St.v.Amerika

8002072