



Patent dodatkowy
do patentu nr _____

Zgłoszono: 83 02 21 (P. 240690)

Pierwszeństwo: 82 03 12 Republika Federalna
Niemiec

Zgłoszenie ogłoszono: 83 10 10

Opis patentowy opublikowano: 1987 03 10

Int. Cl.⁸.

C25C 7/02

C25D 17/10

C25B 11/10

H01R 4/58

Twórcy wynalazku: Konrad Koziol, Erich Wenk

Uprawniony z patentu: Conradty GmbH and Co. Metallelektroden KG,
Röthenbach a.d. Pegnitz (Republika Federalna
Niemiec)

**Elektroda, zwłaszcza anoda z pokrytego metalu zaworowego,
do elektrolitycznego uzyskiwania metali lub ich tlenków**

1

Wynalazek dotyczy elektrody, zwłaszcza anody z pokrytego metalu zaworowego, do elektrolitycznego uzyskiwania metali lub ich tlenków, z elementem konstrukcyjnym przewodzącym prąd, takim jak doprowadzenie prądu i/lub rozdzielacz prądu, złożonym z płaszcza z metalu zaworowego i umieszczonego w nim rdzenia z metalu o dobrej przewodności elektrycznej, połączonego elektrycznie z płaszczem.

Pokryte anody metalowe tego rodzaju stosowane są w dziedzinie elektrolitycznego uzyskiwania metali, zwłaszcza nieżelaznych, z roztworów kwasów, zawierających uzyskiwany metal. Są one znacznie lepsze niż stosowane uprzednio do tego celu anody z ołowiu lub jego stopów, albo z grafitu. Powierzchnia pracująca tych pokrytych anod metalowych zawiera nośny rdzeń z metalu zaworowego takiego jak tytan, cyrkon, niob lub tantal, na który nałożona jest powłoka z materiału czynnego anodowo, na przykład z metali z grupy platyny lub ich tlenków. Istotna zaleta anod metalowych polega na oszczędności energii elektrycznej w porównaniu ze zwykłymi anodami ołowianymi lub grafitowymi. Oszczędność energii wynika z większej powierzchni osiągalnej w pokrytych anodach metalowych, dużej aktywności powłoki i stałości kształtu. Ta oszczędność energii umożliwia znaczne obniżenie napięcia anody. Pokryte anody metalowe zapewniają dodatkową oszczędność eksploatacyjną dzięki ułatwieniu oczyszczania i zubożniania elektrolitów, gdyż po-

2

krycia anod nie są niszczone przez Cl^- , NO_3^- lub wolny H_2SO_4 . Dodatkowa oszczędność wynika z tego, że przy zastosowaniu pokrytych anod metalowych elektrolit nie musi być doprawiany drogimi dodatkami, na przykład kobaltom lub węglanem strontu, jak to jest konieczne przy stosowaniu anod ołowianych. Ponadto odpada zanieczyszczanie elektrolitu i uzyskanego metalu ołowiem, nie dające się uniknąć w przypadku anod ołowianych. Na koniec pokryte anody metalowe umożliwiają zwiększenie gęstości prądu i tym samym wydajności.

Przy projektowaniu tych pokrytych anod metalowych stosowano bardzo różniące się drogi.

Znana jest z opisu patentowego RFN nr 2 404 167 anoda metalowa omawianego rodzaju. W tym przypadku uważa się za istotne kryterium konstrukcyjne, że powierzchnia anody skierowana ku katodzie jest 1,5 do 20 razy mniejsza od powierzchni katody, a w wyniku tego anoda jest eksploatowana przy gęstości prądu 1,5 do 20 razy większej od gęstości prądu na katodzie. Dzięki tym środkom ma się rzekomo otrzymywać w ekonomiczny sposób stosunkowo czyste osadzanie na katodach metalu o żądanej budowie krystalicznej i czystości. Ekonomiczność tej znanej anody ma polegać na tym, że wobec zmniejszonej powierzchni anody w stosunku do katody zostaje zmniejszone zużycie materiału na wykonanie anody i tym samym jest zaoszczędzony drogi metal zaworowy. Co prawda zmniejszenie kosztów wytwarzania tej anody zostaje okupione dość znacz-

nymi wadami. Jedną z nich polega na tym, że udział napięcia anody w napięciu całego elektrolizera jest duży, ponieważ anoda pracuje przy dużej gęstości prądu. To powoduje jako istotną wadę duże zapotrzebowanie energii dla elektrolizerów wyposażonych w tego rodzaju anodę. Duża gęstość prądu i zmniejszony przekrój przewodzący tej znanej anody wskutek zmniejszonej powierzchni czynnej i tym samym małej objętości materiału powodują duży wewnętrzny omowy spadek napięcia, czego skutkiem jest dalsze zwiększenie zapotrzebowania na energię elektryczną. Celem usunięcia wady, polegającej na tym dużym wewnętrznym spadku napięcia, profilowe pręty, ułożone równolegle do siebie w jednej płaszczyźnie i tworzące czynną powierzchnię, mają płaszcz z tytanu wypełniony rdzeniem z miedzi. Podobną budowę mają również szyny doprowadzające i rozdzielające prąd. Są one prowadzone w złożony sposób w celu wydatnego skrócenia dróg prądu w małej czynnej powierzchni anody. Złożona budowa prętów profilowanych tworzących czynną powierzchnię, jak również wymagane długie szyny doprowadzające i rozdzielające prąd podrażają znacznie tę znaną konstrukcję.

W znanej z opisu patentowego RFN nr 3 005 795 pokrytej anodzie metalowej obrano, w celu uniknięcia zasadniczych wad anody wyżej opisanej, zupełnie inną drogą polegającą na tym, że powierzchnia czynna tej anody jest bardzo duża, ponieważ pręty ustawione w odstępach równoległe do siebie w jednej płaszczyźnie, tworzące tę powierzchnię czynną, spełniają warunek $6 \geq F_A : F_P \geq 2$, gdzie F_A oznacza łączną powierzchnię prętów, a F_P — powierzchnię zajmowaną przez cały układ prętów. Ta konstrukcja anody, wykonywana przeważnie z czystego tytanu, nie ma oprócz głównej szyny miedzianej doprowadzającej prąd żadnych innych doprowadzeń ani rozdzielaczy prądu. Przenoszenie prądu w kierunku pionowym odbywa się zatem tylko przez pręty z metalu zaworowego. Ogólnie anoda ta dzięki dużej powierzchni czynnej sprawdziła się doskonale w wielu procesach elektrolitycznego uzyskiwania metali.

Dążenie do obniżenia wewnętrznego omowego spadku napięcia anod tytanowych, w związku z rosnącą ceną kilowatogodziny, wymaga jednakże stosowania elementów konstrukcyjnych z tego kosztownego metalu, o dużych przekrojach przewodzących prąd. Przy stosowaniu powierzchni czynnej z równoległych do siebie prętów tytanowych, ułożonych w jednej płaszczyźnie, pręty te muszą mieć odpowiednio duży przekrój, aby móc dorównać wewnętrznemu omowemu spadkowi napięcia, występującemu w grubych, ciężkich anodach ołowianych, co z kolei ogranicza zalety techniczne i ekonomiczne anod z metalu zaworowego.

Przy wspomnianych już szynach doprowadzających i rozdzielających prąd, mających rdzeń z miedzi i otaczający go płaszcz z tytanu, dąży się do uzyskania „metalurgicznej więzi” między metalami rdzenia i płaszczu. Zmniejszenie wewnętrznego spadku napięcia, które ma zostać osiągnięte przez wykonanie rdzenia z metalu o dobrej przewodności elektrycznej, zostaje jednak uzyskane faktycznie tylko wtedy, gdy zapewnione jest przejście prądu do

pokrytej części czynnej przez duże powierzchnie styku o prawidłowej więzi metalurgicznej między materiałami płaszczu i rdzenia. Ten warunek zostaje jednak spełniony co najwyżej w pewnym stopniu przy bardzo kosztownym wykonaniu. Pomimo tego te doprowadzenia prądu do anod sprawdziły się przy analizie chlorków metali alkalicznych z zastosowaniem przepony. Wrażliwość więzi metalurgicznej między miedzią i tytanem na temperaturę wymaga jednakże, aby w przypadku ponownego pokrywania tych anod „DIA”, pręt miedziany w płaszczu tytanowym został oddzielony od pokrytej części czynnej.

W związku z anodą do elektrolizy chlorków metali alkalicznych (brytyjski opis patentowy nr 1 237 983) stały się znane również doprowadzenia i rozdzielacze prądu, w których płaszcz tytanowy jest wypełniony rdzeniem z aluminium lub jego stopu. Połączenie elektryczne metalu rdzenia z metalem płaszczu ma zostać uzyskane przez warstwę dyfuzyjną stopu, wytworzoną między metalem rdzenia i otaczającym go metalem płaszczu. Jakkolwiek przykłada się dużą wagę do dokładnego wylewania tytanowego płaszczu ciekłym metalem rdzenia, to jednak nie można wykluczyć takiego skurczu metalu rdzenia podczas krzepnięcia, że albo w ogóle nie zostaje wytworzona warstwa dyfuzyjna między metalami rdzenia i płaszczu, albo też już powstała warstwa dyfuzyjna pęka ponownie, co zawsze powoduje powstawanie co najmniej miejscowych szczelin między obu wspomnianymi metalami. Wywołuje to naturalnie duży spadek napięcia przy przechodzeniu prądu z metalu rdzenia do metalu płaszczu.

Problematykę tę rozpoznano już dawno w elementach konstrukcyjnych przewodzących prąd, takich jak doprowadzenia i rozdzielacze prądu anod grafitowych.

Tak na przykład stała się znana elektroda grafitowa z metalowym doprowadzeniem prądu do elektrolizy chlorów metali alkalicznych (opis patentowy RFN nr 1 571 735), w której przejście prądu z metalu do grafitu dokonuje się za pośrednictwem rtęci lub amalgamatu, ciekłego w temperaturze otoczenia. W ten sposób ma być zapewniony dobry styk elektryczny metalu z grafitem, gdyż nie występują tu pęknięcia przy kurczeniu.

Tę drogę kontynuowano również przy elektrodach metalowych. Mianowicie w elektrodzie metalowej dla elektrolizerów do elektrolitycznego wytwarzania chloru znanej z opisu patentowego RFN nr DE-OS 2 721 958, co najmniej szyny przewodzące pierwotne są wykonane z rur, w których wnętrzu umieszczone są pręty metalowe zatopione w materiale przewodzącym prąd, przeważnie ciekłym w temperaturze roboczej. Ten materiał przewodzący prąd, przeważnie ciekły w temperaturze roboczej, może składać się z metali lub stopów niskotopliwych, jak metal Wooda, metal Rosesa lub metal Lipowitza, sól, potas lub ich stopy, albo może stanowić inny materiał przewodzący taki jak tlenki metali lub grafit, który może być nasycony stopami metali.

Wadą tych rozwiązań jest fakt, że przewodność elektryczna tych materiałów jest stosunkowo niewielka, a przy niskich temperaturach roboczych w procesach uzyskiwania metali co najmniej nie-

które z tych materiałów nie znajdują się w stanie ciekłym. Ponadto przy dłuższej pracy, właściwej elektrodom, metale stykowe pokrywają się narostami.

Te prace rozwojowe wskazują jednak wyraźnie, że utworzenie dobrego połączenia elektrycznego między metalem rdzenia i metalem płaszcza elementów konstrukcyjnych przewodzących prąd stanowi znaczny problem.

Zadaniem wynalazku jest zbudowanie elektrody z elementami konstrukcyjnymi przewodzącymi prąd, które wykazywałyby przy długiej pracy możliwie najmniejszy wewnętrzny spadek napięcia, które ponadto dałyby się wytwarzać tanio i ekonomicznie, wyróżniały się dużą pewnością działania i dobrze pasowały do czynnych części pokrytych anod z metalu zaworowego, co dałoby w wyniku anody metalowe o możliwie płaskiej budowie.

Zadanie to zostało rozwiązane dzięki elektrodzie z pokrytego metalu zaworowego, z elementem konstrukcyjnym przewodzącym prąd, złożonym z płaszcza z metalu zaworowego oraz umieszczonego w nim rdzenia z metalu o dobrym przewodnictwie elektrycznym, która według wynalazku charakteryzuje się tym, że w metalu rdzenia elementu przewodzącego prąd jest wtopiony ustrój stykowy wykonany z metalu zaworowego i połączony z wewnętrzną powierzchnią płaszcza większą liczbą punktów spawania.

Korzystnie ustrój stykowy jest tworem przestrzennym o powierzchniach skierowanych w różne strony, otoczonym z różnych stron przez metal rdzenia. Może być on utworzony przez pasek z metalu ciągnionego, siatki drucianej, perforowanej blachy lub tym podobnych, który jest ułożony równolegle do kierunku przepływu prądu w elemencie konstrukcyjnym. Pasek z ciągnionego metalu lub tym podobnych jest ułożony w linii prostej lub jest ułożony w linii falistej.

Według innego przykładu wykonania ustrój stykowy jest utworzony przez co najmniej jeden drut, który jest ułożony w kierunku przepływu prądu w elemencie konstrukcyjnym w linii falistej albo też ustrój stykowy jest utworzony z dużej liczby takich elementów, jak sworznie ze zgrubieniami i/lub zwężeniami.

Korzystnie ustrój stykowy jest zaopatrzony w powłokę stykową.

Zgodnie z jednym z przykładów wykonania rdzeń elementu konstrukcyjnego przewodzącego prąd jest wykonany z metalu, którego punkt topnienia leży co najmniej o 500° niżej od punktu topnienia metalu płaszcza. Metal rdzenia elementu konstrukcyjnego przewodzącego prąd ma znacznie większą przewodność elektryczną, niż metal zaworowy płaszcza.

Według jednego z przykładów wykonania element konstrukcyjny stanowiący rozdzielacz prądu, jest scalony z czynną powierzchnią elektrody w taki sposób, iż płaszcza co najmniej częściowo jest utworzony przez blachę elektrody, stanowiącą jej czynną powierzchnię, a ustrój stykowy jest umieszczony w tak ukształtowanym elemencie konstrukcyjnym przenoszącym prąd. Korzystnie ustrój stykowy jest zespawany z częścią blachy elektrody tworzącą co najmniej częściowo płaszcza.

Zgodnie z jednym z przykładów wykonania co najmniej część blachy elektrody, tworząca częściowo płaszcza, ma kształt litery „U” lub falisty i ta część tworzy razem z płytą zakrywającą całość zamkniętego płaszcza. Korzystnie płyta zakrywająca jest zespawana z blachą elektrody.

Według innego przykładu wykonania blacha elektrody ma postać jedno- lub kilkuczęściowej blachy falistej.

Możliwe jest też takie rozwiązanie, że blacha elektrody, mająca korzystnie postać blachy falistej jest przyspawana obustronnie do płaszcza rozdzielacza prądu.

Zgodnie z korzystnym przykładem wykonania czynna powierzchnia elektrody jest utworzona przez większą liczbę prętów profilowych ułożonych równolegle do siebie w jednej płaszczyźnie, a ustrój stykowy jest utworzony przez odcinki tych prętów, które są przeprowadzone przez rdzeń elementu konstrukcyjnego przewodzącego prąd.

Dzięki ukształtowaniu według wynalazku elektrody, zwłaszcza zaś jej elementu konstrukcyjnego przewodzącego prąd, w tym sensie, że omawiany ustrój stykowy jest z jednej strony wtopiony w metal rdzenia, a z drugiej strony połączony szeregiem punktów spawania z wewnętrzną powierzchnią płaszcza, powstaje dobre połączenie elektryczne metalu rdzenia z metalem płaszcza, czego następstwem jest niewielki spadek napięcia, występujący również przy wysokich napięciach i dużych natężeniach prądu. Uzyskany ścisły styk ustroju stykowego z metalem rdzenia zostaje zachowany w ciągu długiego czasu pracy również przy dużych różnicach temperatur. Ponadto ustrój stykowy poprawia wytrzymałość mechaniczną odpowiednio ukształtowanego elementu konstrukcyjnego przewodzącego prąd i tym samym całej elektrody metalowej. Elektrode według wynalazku można wytwarzać tanio i ekonomicznie, ponieważ odpadają tu występujące w znanych rozwiązaniach trudności z połączeniem metalurgicznym metalu rdzenia z metalem płaszcza lub wprowadzenie odpowiedniej warstwy pośredniej, na przykład materiału ciekłego w temperaturze roboczej. Przy wytwarzaniu elektrod według wynalazku można mianowicie metal rdzenia w stanie ciekłym wlewać po prostu do wnętrza płaszcza. Wskutek odpowiedniego ukształtowania ustroju stykowego metal rdzenia zalewa go dokładnie, a krzepnąc na nim kurczy się i wywołuje naprężenia wstępne. Dzięki temu powstaje żądany ścisły styk metalu rdzenia z ustrojem stykowym, ten zaś jest z kolei zespawany z wewnętrzną powierzchnią płaszcza, co zapewnia dobre przewodnictwo elektryczne.

Na płaszcza elementu konstrukcyjnego przewodzącego prąd w rozwiązaniu według wynalazku nadają się profile trójkątne, prostokątne, trapezowe i inne wielokątne, profile skrzyńkowe z blachy falistej, rury i tym podobne. Celowe jest dobranie grubości ścianki płaszcza elementów konstrukcyjnych przewodzących prąd według wynalazku w granicach od 0,5 mm do kilku milimetrów. Płaszcza jest wykonany z jednego z już wspomnianych metali zaworowych. Jeśli płaszcza elementów konstrukcyjnych przewodzących prąd według wynalazku jest złożony z dwóch lub większej liczby części profilowych

i części te są ze sobą zespawane, to spoiny muszą być szczelne na gazy i ciecze.

Ustrój stykowy przewidziany w elementach konstrukcyjnych przewodzących prąd według wynalazku, może być tworem przestrzennym o powierzchniach skierowanych w kilku kierunkach, otoczonym przez metal rdzenia z kilku stron. Tego rodzaju twór przestrzenny jest opływany lub otaczany z kilku stron przez ciekły metal rdzenia podczas jego wlewania, wskutek czego podczas krzepnięcia metal ten zostaje kurcząc się na nim z różnych stron.

W ten sposób zostaje zapewniona doskonała więź na dużych powierzchniach między metalem rdzenia i ustrojem stykowym. Dzięki temu odpada całkowicie problem więzi metalurgicznej między metalami rdzenia i płaszcza.

Ustrój stykowy wykazuje przy dużej powierzchni małą objętość, mierzoną objętościami metalu rdzenia.

W roli ustroju stykowego lub tworu przestrzennego wchodzi w rachubę paski z ciągniętego metalu, siatki drucianej, blachy perforowanej lub tym podobnych. Co najmniej jeden pasek układa się we wnętrzu płaszcza elementu konstrukcyjnego przewodzącego prąd w zasadzie równolegle do kierunku przepływu prądu i spawa się z wewnętrzną powierzchnią płaszcza w wielu punktach. Możliwe jest przy tym ułożenie paska w linii prostej lub falistej. W tym ostatnim przypadku uzyskuje się szczególnie wielokierunkowe ustawienie powierzchni paska, czego następstwem jest bardzo ściśle związanie ustroju stykowego z metalem rdzenia.

Ustrój stykowy może jednak być utworzony również przez co najmniej jeden drut ułożony w elemencie konstrukcyjnym w linii falistej, zasadniczo w kierunku przepływu prądu i najkorzystniej przyspawany po jednej stronie kilkakrotnie do wewnętrznej powierzchni płaszcza. Dzięki takiemu ukształtowaniu również jeden drut stanowi twór przestrzenny o skierowanej w kilku kierunkach powierzchni lub jej częściach, który może być obejmowany z kilku stron przez metal rdzenia przy zalewaniu, wskutek czego metal ten może ściśle i mocno obcisnąć go podczas krzepnięcia. Zamiast jednego drutu mogą być zastosowane również odcinki drutu w postaci pętli, zespawane z wewnętrzną powierzchnią płaszcza.

Podobny skutek otrzymuje się, gdy ustrój stykowy składa się z szeregu elementów, na przykład sworzni ze zgrubieniami i/lub zwężeniami. Sworznie mogą być ustawione w elemencie konstrukcyjnym prostopadle do kierunku przepływu prądu, ale także pod każdym innym kątem do wspomnianego kierunku i względem siebie. Decydującym jest jedynie to, aby elementy te miały wystarczającą objętość lub wystarczający przekrój, celem utworzenia dobrego połączenia elektrycznego przy możliwie najmniejszym spadku napięcia, z jednej strony z metalem rdzenia, a z drugiej z metalem płaszcza, tak aby nawet duże prądy mogły przepływać przy małym spadku napięcia z metalu rdzenia do metalu płaszcza i dalej do czynnej powierzchni anody metalowej. Liczbę i przekrój punktów spawania ustroju stykowego z płaszczem określa się na podstawie z góry założonego dopuszczalnego spadku napięcia.

W celu dalszego obniżenia elektrycznego oporu przejścia między metalem rdzenia i ustrojem stykowym ten ostatni może być zaopatrzony w odpowiednie pokrycie stykowe. Zastosowanie tego pokrycia jest wskazane przy ustroju stykowym o stosunkowo małej powierzchni lub przy szczególnie obciążonych elektrycznie elementach konstrukcyjnych przewodzących prąd. Do pokrywania styków wchodzi w rachubę materiały stosowane zwyczajowo do tego celu lub w elektrotechnice, o ile znoszą się one dobrze z danym materiałem rdzenia. Jako materiały mogą być stosowane metale szlachetne lub ich tlenki i/lub metale nieszlachetne i ich podstechiometryczne tlenki przewodzące elektryczność.

Jako metal odlewniczy do wykonania rdzenia elementu konstrukcyjnego przewodzącego prąd w elektrodzie według wynalazku nadają się metale o punkcie topnienia leżącym co najmniej o 500° C niżej od tegoż punktu dla metalu płaszcza wspomnianego elementu. Metal rdzenia powinien ponadto mieć znacznie lepszą przewodność elektryczną, niż metal zaworowy płaszcza, na przykład tytan. Przy uwzględnieniu tych wymagań wchodzi w rachubę jako metale rdzenia na przykład cynk, aluminium, magnéz, cyna, antymon, ołów, wapń, miedź lub srebro i ich odpowiednie stopy. Oczywiście wybór metalu na rdzeń musi uwzględniać również specjalne wymagania danego procesu uzyskiwania metalu. Tak na przykład przy elektrolitycznym uzyskiwaniu cynku znakomicie sprawdza się w roli metalu na rdzeń elementu konstrukcyjnego przewodzącego prąd w elektrodzie według wynalazku metaliczny cynk ze swoim niskim punktem topnienia równym 420°C i swoją dobrą przewodnością właściwą wynoszącą $156 \times 10^3 \frac{1}{\text{om cm}}$. W przypadku zwarcia ma cynk metaliczny tę jeszcze zaletę, że produkty jego korozji nie wpływają ani na nad napięcie wodorowe katody, ani też na czystość cynku wydzielanego na katodzie.

Cynk okazuje się przydatny jako metal rdzenia elementu konstrukcyjnego przewodzącego prąd również do uzyskiwania miedzi za pomocą elektrod według wynalazku. Co prawda wchodzi tu także w rachubę aluminium, magnez lub ołów, jak również odpowiednie stopy.

W znanych elektrodach nie uwzględnia się jeszcze tej propozycji, aby można było wybierać metal rdzenia elementu konstrukcyjnego przewodzącego prąd elektrody według wynalazku stosownie do specjalnych wymagań każdorazowego procesu uzyskiwania metalu. Mianowicie zastosowanie miedzi w płaszczu tytanowym jako części czynnej lub doprowadzenia i rozdzielacza prądu, jak to ma miejsce w znanych rozwiązaniach, nie wchodzi w rachubę w większości procesów uzyskiwania metali, ponieważ podczas elektrolizy wskutek tworzenia się dendrytów metalu wydzielonego na katodzie występują czasem zwarcia, które mogą zniszczyć płaszczy tytanowy. Jak wiadomo uwolnione wskutek zwarcia miedź i stopowy metal stykowy rozpuszczają się anodowo. Tworzące się przy tym jony metalu osadzają się na katodzie, zanieczyszczając produkt katodowy i ponadto mają wpływ na nad napięcie wodoru, a tym samym na wykorzystanie prądu w procesie uzyskiwania metalu. Daje to w wyniku metal

z katody niezdatny do sprzedaży, gdyż zanieczyszczony, a do tego wytwarzany z dużym nakładem kosztów wskutek zmniejszonego wykorzystania prądu. Nie należy przy tym zapominać, że jedno jedyne złączenie, na przykład przy elektrolitycznym uzyskiwaniu cynku, może wpłynąć ujemnie na większą liczbę katod. Miedź platerowana tytanem z więzią metalurgiczną wydaje się nieodpowiednia pod względem ekonomicznym nawet przy elektrolitycznym uzyskiwaniu miedzi z uwagi na dużą liczbę zwarć i wysoką cenę prętów.

Szczególnie korzystna ewolucja wynalazku polega na scaleniu elementu konstrukcyjnego, służącego jako rozdzielacz prądu, z czynną powierzchnią elektrody w taki sposób, że płaszcz jest co najmniej częściowo utworzony przez blachę elektrody, stanowiącą jej czynną powierzchnię, a ustrój stykowy jest umieszczony w tak ukształtowanym elemencie konstrukcyjnym przewodzącym prąd.

Dzięki temu rozwiązaniu według wynalazku uzyskuje się elektrodę o szczególnie zwartej budowie, wyróżniającą się zwłaszcza małą grubością. Umożliwia to nie tylko zbudowanie elektrolizera o bardzo niewielkich rozmiarach, lecz również zapewnienie szczególnie łatwego wkładania i wyjmowania elektrod do, względnie z tego rodzaju elektrolizera.

Jest już wprawdzie znana elektroda do uzyskiwania metalu (patrz opis patentowy St. Zjedn. Ameryki nr 4 260 470) o czynnej powierzchni utworzonej przez pionowo ustawione płyty zachodzące na siebie, przy czym w obszarach zachodzenia znajdują się puste komory ułożone równolegle do długości płyty, utworzone na przykład przez wygięcie zachodzącej części jednej płyty w kształt „U”. Te puste komory są zalane metalem. Ponadto w metalu tym są wtopione pręty przewodzące prąd, połączone z poziomą szyną doprowadzającą prąd. Metal służy tu w pierwszym rzędzie do usztywnienia czynnej powierzchni elektrody, wykonanej z płaskich płyt. Dopiero w drugiej kolejności metal ten służy do elektrycznego połączenia wtopionych w nim prętów z czynną powierzchnią elektrody. Pręty te nie dają się porównać z ustrojem według wynalazku, ponieważ nie są tworem przestrzennym z częściami powierzchni skierowanymi w różne strony, na którym zastygł krzepnący metal. Stosownie do tego również i pręty przewodzące prąd nie są połączone bezpośrednio przez zespawanie z płaszczem elementu konstrukcyjnego przewodzącego prąd względnie odpowiednią częścią samej płyty elektrody, tak jak ustrój stykowy według wynalazku.

Na koniec istnieją tam problemy, które wyjaśniono w związku z kurczeniem się krzepnącego metalu zalewającego.

W elektrodzie scalonej według wynalazku zaleca się, aby ustrój stykowy był zespawany z częścią blachy elektrody, tworzącą co najmniej częściowo płaszcz, ponieważ zapewnia to bezpośrednie przechodzenie prądu z metalu rdzenia elementu konstrukcyjnego przewodzącego prąd do czynnej powierzchni elektrody.

W celu ukształtowania w elemencie konstrukcyjnym przewodzącym prąd według wynalazku pustej komory do wypełnienia metalem rdzenia, scalonej z czynną powierzchnią, celowe jest ukształtowanie

co najmniej części płyty elektrody tworzącej część płaszcza, w postaci „U” lub falistej i uzupełnienie tej części płytą zakrywającą tak, aby otrzymać całą zamkniętą płaszczyznę. Pusta komora, utworzona w ten sposób wewnątrz płaszcza, może być zalana w opisany już sposób odpowiednim metalem na rdzeń, który połączy się ściśle z ustrojem stykowym.

Celowe jest zespawanie wspomnianej płyty zakrywającej, która może mieć dowolny kształt, z płytą elektrody z zapewnieniem szczelności na gazy i ciecze.

Inna postać wykonania wynalazku polega na tym, że czynna powierzchnia elektrody jest utworzona przez większą liczbę prętów profilowych, ułożonych równolegle do siebie w jednej płaszczyźnie, a ustrój stykowy, przeprowadzony przez rdzeń elementu konstrukcyjnego przewodzącego prąd przez odcinki tych prętów.

Również i ta postać wykonania różni się od znanej elektrody według opisu patentowego St. Zjedn. Ameryki nr 4 260 470 tym, że w rozwiązaniu według wynalazku odcinki prętów profilowych, przeprowadzone przez element konstrukcyjny przewodzący prąd względnie jego rdzeń, są zespawane z płaszczem tego elementu. W taki sposób powstaje w rozwiązaniu według wynalazku bezpośrednie połączenie odcinków prętów profilowych, służących jako ustrój stykowy, z czynną powierzchnią elektrody, co w wyniku zapewnia dobre przewodzenie prądu. Ponadto odcinki prętów profilowych, działające jako ustrój stykowy, mogą być tak wykonane co się tyczy powierzchni lub kształtu, że spełniają wymagania stawiane ustrojowi stykowemu według wynalazku. Mogą one wreszcie mieć powłokę stykową.

Elektroda według wynalazku przedstawiona jest w przykładach wykonania na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia elektrodę według wynalazku, schematycznie; fig. 2 — doprowadzenie prądu elektrody z fig. 1, w przekroju wzdłuż linii II — II; fig. 3 — inną postać doprowadzenia prądu, w przekroju; fig. 4 — doprowadzenie prądu elektrody z fig. 1, w przekroju wzdłużnym wzdłuż linii IV — IV; fig. 5 — inną postać wykonania doprowadzenia prądu; fig. 6 — czynną powierzchnię elektrody z fig. 1 w przekroju poziomym według linii VI — VI z oddzielnym rozdzielaczem prądu; fig. 7 — rozdzielacz prądu elektrody z fig. 6 w przekroju według linii VII — VII; fig. 8 — elektrodę według wynalazku w innym przykładzie wykonania, w przekroju poziomym; fig. 9 — elektrodę według wynalazku w kolejnym przykładzie wykonania, w przekroju poziomym; fig. 10 — czynną powierzchnię elektrody według wynalazku innego przykładu wykonania, w której rozdzielacz prądu jest scalony z częścią czynną, w przekroju poziomym; fig. 11 — elektrodę z fig. 10 w przekroju według linii IX — IX; fig. 12 — czynną powierzchnię elektrody według wynalazku, według innego przykładu wykonania, w której również rozdzielacz prądu jest scalony z częścią czynną, w przekroju poziomym; fig. 13 — elektrodę według wynalazku w kolejnym przykładzie wykonania w przekroju pionowym; fig. 14 — elektrodę z fig. 13 w widoku wzdłuż linii XIV — XIV; fig. 15 — elektrodę według wynalazku w kolejnym przykładzie wyko-

niania w przekroju; fig. 16 — elektrody według wynalazku w kolejnym przykładzie wykonania, w przekroju; fig. 17 — elektrodę z fig. 16 w przekroju według linii XVII — XVII; fig. 18 — elektrodę według wynalazku w widoku perspektywnym oraz fig. 19 — elektrodę według wynalazku, w innym przykładzie wykonania, w widoku perspektywnym.

Z figury 1 wynika zasada budowy pokrytej anody metalowej według wynalazku. Ma ona poziome doprowadzenie prądu, oznaczone ogólnie liczbą 10. Od spodu tego doprowadzenia jest dołączony mniej więcej w środku pionowy rozdzielacz prądu 20, połączony z częścią czynną, to jest powierzchnią czynną elektrody, oznaczoną ogólnie liczbą 30. Celem usztywnienia powierzchni czynnej, a zwłaszcza okolic jej pionowych brzegów, te brzegi są połączone z doprowadzeniem 10 wspornikami usztywniającymi 40.

Figura 2 przedstawia doprowadzenie prądu 10 z fig. 1 w przekroju pionowym, doprowadzenie 10 ma płaszczyz oznaczony ogólnie liczbą 50, złożony z dwóch profili „U”-kształtowych 51 i 52, zachodzących na siebie częściowo swoimi swobodnymi ramionami i połączonych ze sobą w tych częściach spoinami spawalniczymi 53. Płaszczyz 50 jest wykonany z metalu zaworowego, korzystnie tytanu. Na każdej z dwóch przeciwległych powierzchni wewnętrznych płaszczyz 50 jest przyspawany w szeregu punktów 61 pasek 60 z tego samego metalu zaworowego, co płaszczyz, mianowicie tytanu. W ten sposób powstaje zarówno mocne połączenie mechaniczne każdego paska 60 z płaszczyz 50, jak i dobre połączenie elektryczne. Puste wnętrze płaszczyz jest zalane rdzeniem 70 z odpowiedniego metalu innego niż zaworowy, o dobrej przewodności elektrycznej. Przy zalewaniu metalem 70 opływa on paski 60 ze wszystkich stron i przy krzepnięciu zaciska się mocno na ich powierzchni. Powstaje w ten sposób również ściśle połączenie mechaniczne i elektryczne metalu rdzenia 70 z paskami 60. Te ostatnie stanowią dla tego żądane ustroje stykowe według wynalazku.

Paski 60 są ułożone równolegle do kierunku przepływu prądu w doprowadzeniu 10, a mianowicie od końcówki łącznej 11 doprowadzenia 10 aż do co najmniej miejsca odgałęzienia rozdzielacza prądu 20. Jeśli żąda się, aby część prądu przepływała również wspornikiem usztywniającym 40, leżącym na fig. 1 po prawej stronie, to zaleca się poprowadzenie paszków 60 aż do miejsca odgałęzienia tego wspornika 40.

Na figurze 3 pokazano w przekroju nieco zmienioną postać wykonania doprowadzenia prądu 10 elektrody z fig. 1. Mianowicie w tym przypadku płaszczyz 50 doprowadzenia 10 składa się z profilu 51a o kształcie litery „U” oraz płaskiego pasa zamykającego 54. Obie części 53 i 54 płaszczyz 50 są ze sobą połączone w miejscach styku spoinami spawalniczymi 53. Na dolnej powierzchni wewnętrznej płaszczyz 50 jest umieszczony pasek 60 z metalu ciągnionego stanowiący ustrój stykowy i w tym celu przyspawany do wewnętrznej powierzchni płaszczyz 50 oraz zalany metalem rdzenia 70.

Figura 5 przedstawia doprowadzenie prądu 10 z jednoczęściowym płaszczyz 50. W celu wykonania tej

odmiany konstrukcyjnej wychodzi się z profilu 55 w kształcie litery „U”, do którego dolnej powierzchni wewnętrznej przyspawana się pasek 60 z metalu ciągnionego. Następnie wlewa się metal rdzenia 70 aż do wysokości odpowiadającej wysokości wewnętrznej przekroju poprzecznego ostatecznej postaci doprowadzenia 10. Wolne ramiona 55a profilu 55 zagina się następnie do wewnątrz, jak zaznaczono na fig. 5 i zamyka przez zespawanie spoiną 53 szczelną na gazy i ciecze.

Figura 4 przedstawia w przekroju wzdłużnym doprowadzenie prądu 10 elektrody z fig. 1. W tym przypadku przewidziano jednak ustrój stykowy nieco innej budowy. Składa się on mianowicie z dwóch drutów 61 ułożonych we wnętrzu płaszczyz 50 w przybliżeniu w kierunku przepływu prądu, ale w linii falistej. Druty 61 dotykają w pewnych odstępach, powierzchni wewnętrznych płaszczyz 50 i są tam z nim zespawane. Jeden z drutów 61 może być swoim końcem od strony końcówki łącznej 11 zespawany z płytką pośrednią 12 w celu osiągnięcia bezpośredniego przeniesienia prądu z końcówki 11 przez płytkę 12 do jednego z drutów 61 tak utworzonego ustroju stykowego.

Figura 6 przedstawia przekrój poziomy rozdzielacza prądu 20 elektrody z fig. 1 według linii VI—VI. Z fig. 6 wynika, że rozdzielacz 20 jest scalony z częścią czynną 30. Ta ostatnia może składać się na przykład z dwóch płyt 31, rozciągających się w obie strony od rozdzielacza 20, które w celu zwiększenia powierzchni i sztywności mają postać blachy falistej. Sam rozdzielacz prądu 20 ma płaszczyz 50 złożony z dwóch profili „U”-kształtowych 56 i 57, których ramiona 56a i 57a są ze sobą zespawane spoinami 53. Z ramieniem 57a są także zespawane obie płyty 31 części czynnej 30.

W pustej komorze, utworzonej przez płaszczyz 50, są umieszczone druty 61, ułożone w linii falistej w kierunku przepływu prądu, tworzące ustrój stykowy. Komora ta jest zalana odpowiednim metalem rdzeniowym 70.

Jak wynika z fig. 7, druty 61 ułożone w linii falistej, dotykają w dostępnym wnętrzu powierzchni płaszczyz 50 rozdzielacza 20 i są w tych miejscach, najlepiej po jednej tylko stronie, zespawane z płaszczyz 50.

Figura 8 przedstawia w przekroju poziomym tak zwaną elektrodę skrzynkową, w której część czynna 30 jest utworzona przez kratki z blachy ciągnionej 32, składające się razem na profil pusty w środku, w którego wnętrzu przebiega rozdzielacz prądu 20. Rozdzielacz ten ma płaszczyz 50, który jest złożony z dwóch profili 51 i 52 zgodnie z fig. 2 i do którego przyspawane są blachy 32. Pusta komora płaszczyz 50 jest zalana odpowiednim metalem rdzeniowym 70. Ustrój stykowy składa się ze sworzni 62, mających po jednym lub po kilka zwojęn 62a.

Figura 9 przedstawia układ elektrody porównywalny w zasadzie z układem z fig. 8, choć w konstrukcji z fig. 9 sworznie 62, stanowiące ustrój kon-

Figury 10 i 11 przedstawiają elektrodę z rozdzielaczem prądu scalonym z częścią czynną. W tej elektrodzie część czynna 30 lub powierzchnia czynna jest wykonana z profilu w postaci blachy falis-

tej 33. W celu utworzenia rozdzielacza prądu 20 umieszczono w dwóch sąsiadujących dolinach fali najlepiej po jednym drucie 61 o kształcie falistym, tworząc tak ustrój stykowy. Obie te doliny zalano ponadto metalem rdzeniowym 70. Ta część profilu falistego 33 części czynnej 30 stanowi zatem część płaszcza rozdzielacza prądu 20. Płaszcz zamknięty jest płytą zakrywającą 80, przykrywającą obie doliny profilu, która jest zagięta zgodnie z falistym kształtem profilu 33 i w obszarze tych zagięć przyspawana do tego profilu.

Podobne ukształtowanie części czynnej 30 ze scalonym rozdzielaczem prądu 20 przedstawiono na fig. 12. W tym przypadku profil falisty 33 ma część 33a w kształcie litery „U” szerszą od pozostałych fal, służącą jako część płaszcza rozdzielacza 20. Na wewnętrzną powierzchnię części 33a profilu 33 jest nałożony pasek 60 zciągniętego metalu jako ustrój stykowy, zespawany z profilem 33 w wielu miejscach. Część profilu 33 w kształcie litery U oznaczona jako 33a tworzy razem z płytą zakrywającą 81, zespawaną w odpowiedni sposób z profilem 33, pustą komorę zalaną metalem rdzeniowym 70.

Zasadniczo różną postać wykonania elektrody przedstawiają fig. 13 i 14. Część czynna 30 elektrody składa się tu z prętów profilowych 34, ułożonych w odstępach, w jednej płaszczyźnie, równoległe do siebie. Profil tych prętów 34 jest dowolny. W przedstawionym przypadku są to pręty okrągłe. Rozdzielacz prądu 20 ma płaszc 50 w postaci rury z dwoma rzędami leżących naprzeciw siebie otworów promieniowych, przez które przetknięte są pręty 34, połączone mechanicznie i elektrycznie z płaszczem 50 rozdzielacza 20 spoinami spawalniczymi 53. Rurowy płaszc 50 jest zalany odpowiednim metalem rdzeniowym. Odcinki 63 prętów 34, leżące wewnątrz rurowego płaszcza 50 rozdzielacza 20, stanowią ustrój stykowy. W tym celu odcinki te mogą mieć odpowiedni kształt lub uformowanie powierzchni, albo też pokrycie stykowe, ażeby uzyskać postawiony cel ścisłego obciśnięcia ich przez krzepnący metal rdzeniowy 70.

Figury 15 do 17 przedstawiają zasadniczo inną postać wykonania odnośnej elektrody metalowej. Jej część czynna 30 jest utworzona przez dwa przeciwległe profile 35 lub 36 z blachy falistej zamykające pustą komorę. Podczas gdy profil falisty 35 ma kształt zygzakowaty (fig. 15), to profil 36 składa się (z fig. 16) z odcinków o kształcie litery U. Do pustej przestrzeni między dwoma falistymi profilami 35 lub 36 włożone są druty 61 jako ustrój stykowy, są one w odstępach zespawane z profilami 35 lub 36. Pozostała wolna przestrzeń między profilami 35 lub 36 zalana odpowiednim metalem stykowym 70. Dzięki temu utrzymuje się jednocześnie element konstrukcyjny 20 przewodzący prąd.

Figura 18 przedstawia elektrodę, w której dwa rozdzielacze prądu 20 są scalone z częścią czynną 30 zgodnie z wyżej przedstawionymi możliwościami kształtowania. Część czynna 30 sięga aż do spodu doprowadzenia prądu 10 i jest z nim połączona. W tym przypadku zaleca się w każdym razie, aby ustrój stykowy we wnętrzu doprowadzenia 10 przebiegał w zasadzie na całej długości części czynnej 30.

Figura 19 przedstawia w perspektywie elektro-

dę skrzynkową z kratki z metalu ciągniętego według fig. 8 i 9, mającą dwa rozdzielacze prądu 20 i po jednym wsporniku usztywniającym 40 na każdym końcu.

Rodzaj i wykonanie elektrod według wynalazku zostaną jeszcze objaśnione bliżej w oparciu o następujące przykłady.

Przykład I. W celu wykonania doprowadzenia prądu przytwierdza się drogą spawania punktowego do tytanowej blachy profilowej, o kształcie litery U oraz długości 985 mm, szerokości 50 mm, wysokości 15 mm i grubości 1,5 mm od strony wewnętrznej, na długości 500 mm, stosownie do długości części czynnej, niewalcowany pas kratki o szerokości 30 mm zciągniętego tytanu, o długości otworu 10 mm, szerokości otworu 5 mm, grubości mostka 1 mm i szerokości mostka 1 mm, jako ustrój stykowy. Odstęp miejsc spawania o wielkości 10 mm wynosi 30 mm. Tak przygotowaną tytanową blachę profilową w kształcie litery U składa się na zakładkę z drugą tytanową blachą profilową o tych samych rozmiarach, jednak bez wspawanego tytanowego pasa kratki zciągniętego metalu, tworząc płaszc o profilu prostokątnym i grubości całkowitej 25 mm, który zostaje zespawany szczelnie na gazy i ciecze. Jedna strona czołowa płaszcza zostaje szczelnie zamknięta przez przyspawanie płytki tytanowej grubości 3 mm. Następnie do tej płytki zostaje przylutowana twardym lutem srebrnym miedziana końcówka stykowa. Doprowadzenie prądu jest obecnie gotowe do zalania metalem rdzeniowym.

W taki sam sposób wykonuje się rozdzielacz prądu z płaszczem tytanowym o długości 1150 mm, szerokości 80 mm i grubości 12 mm, zawierający jednakże jako ustrój stykowy dwa pasy kratki zciągniętego tytanu, to jest po jednym przy każdym profilu U-kształtowym.

Doprowadzenie prądu i rozdzielacz nagrzewa się w piecu w atmosferze obojętnej do temperatury około 500°C. Następnie do ich otwartych końców wlewa się stopiony cynk o temperaturze 550°C. Po napełnieniu, skrzepnięciu bez jam skurczowych i ochłodzeniu, z końców płaszczy usuwa się nadmiar cynku i oczyszcza je. Obecnie następuje zamknięcie otwartych jeszcze końców płaszczy przez napawanie płytek tytanowych.

Wzdłuż obu wąskich boków rozdzielacza prądu przyspawają się dwie pokryte części czynne o rozmiarach 990 × 242 mm z falistej blachy tytanowej o grubości 1 mm, długości fali około 24 mm i amplitudzie około 6 mm oraz czynnika wielkości powierzchni, określonym stosunkiem powierzchni całkowitej do powierzchni w rzucie wynoszącym około 3.

Górny koniec rozdzielacza prądu, wystający 160 mm ponad falistą blachę, zostaje przyspawany do doprowadzenia prądu w środku jego dolnego wąskiego boku. Cała anoda może być jeszcze ustalona i usztywniona za pomocą połączeń tytanowych między doprowadzeniem prądu i górnym brzegiem blachy falistej (również fig. 1).

Opisana anoda jest zaprojektowana dla natężenia prądu 350 A, odpowiadającego gęstości prądu po stronie anody 350 A/m². Przy natężeniu prądu 390 A występuje w anodzie jedynie omowy spadek napięcia równy około 50 mV.

Zastrzeżenia patentowe

1. Elektroda zwłaszcza anoda z pokrytego metalu zaworowego, do elektrolitycznego uzyskiwania metali lub ich tlenków, z elementem konstrukcyjnym przewodzącym prąd, takim jak doprowadzenie prądu i/lub rozdzielacz prądu, złożonym z płaszcza z metalu zaworowego oraz umieszczonego w nim rdzenia z metalu o dobrym przewodnictwie elektrycznym, połączonego elektrycznie z płaszczem, **znamienna tym**, że w metalu rdzenia (70) elementu przewodzącego prąd (10, 20) jest wtopiony ustrój stykowy (60—63), wykonany z metalu zaworowego i połączony z wewnętrzną powierzchnią płaszcza (50) większą liczbą punktów spawania.

2. Elektroda według zastrz. 1, **znamienna tym**, że ustrój stykowy (60—63) jest tworem przestrzennym o powierzchniach skierowanych w różne strony, otoczonym z różnych stron przez metal rdzenia (70).

3. Elektroda według zastrz. 1 albo 2, **znamienna tym**, że ustrój stykowy jest utworzony przez pasek (60) z metalu ciążnionego, siatki drucianej, perforowanej blachy lub tym podobnych.

4. Elektroda według zastrz. 3, **znamienna tym**, że pasek (60) z ciążnionego metalu lub tym podobnych jest ułożony równolegle do kierunku przepływu prądu w elemencie konstrukcyjnym (10, 20).

5. Elektroda według zastrz. 4, **znamienna tym**, że pasek (60) z ciążnionego metalu lub tym podobnych jest ułożony w linii prostej.

6. Elektroda według zastrz. 4, **znamienna tym**, że pasek (60) z ciążnionego metalu lub tym podobnych jest ułożony w linii falistej.

7. Elektroda według zastrz. 1 albo 2, **znamienna tym**, że ustrój stykowy jest utworzony przez co najmniej jeden drut (61), który jest ułożony w kierunku przepływu prądu w elemencie konstrukcyjnym (10, 20) w linii falistej.

8. Elektroda według zastrz. 1 albo 2, **znamienna tym**, że ustrój stykowy jest utworzony z dużej liczby takich elementów, jak sworznie (62) ze zgrubieniami (62b) i/lub zwężeniami (62a).

9. Elektroda według zastrz. 1, **znamienna tym**, że ustrój stykowy (60—63) jest zaopatrzony w powłokę stykową.

10. Elektroda według zastrz. 1, **znamienna tym**, że rdzeń (70) elementu konstrukcyjnego przewodzącego prąd (10, 20) jest wykonany z metalu, którego punkt topnienia leży co najmniej o 500° niżej od punktu topnienia metalu płaszcza (50).

11. Elektroda według zastrz. 1, **znamienna tym**, że metal rdzenia (70) elementu konstrukcyjnego przewodzącego prąd (10, 20) ma znacznie większą przewodność elektryczną, niż metal zaworowy płaszcza (50).

12. Elektroda według zastrz. 1, **znamienna tym**, że element konstrukcyjny stanowiący rozdzielacz prądu (20) jest scalony z czynną powierzchnią (30) elektrody w taki sposób, iż płaszcz co najmniej częściowo jest utworzony przez blachę elektrody (30), stanowiącą jej czynną powierzchnię, a ustrój stykowy (60, 61) jest umieszczony w tak ukształtowanym elemencie konstrukcyjnym przenoszącym prąd.

13. Elektroda według zastrz. 12, **znamienna tym**, że ustrój stykowy (60) jest zespawany z częścią blachy elektrody (30), tworzącą co najmniej częściowo płaszcz.

14. Elektroda według zastrz. 12, **znamienna tym**, że co najmniej część blachy elektrody (30), tworząca częściowo płaszcz, ma kształt litery „U” lub falisty i ta część tworzy razem z płytą zakrywającą (80, 81) całość zamkniętego płaszcza.

15. Elektroda według zastrz. 14, **znamienna tym**, że płyta zakrywająca (80, 81) jest zespawana z blachą elektrody.

16. Elektroda według zastrz. 1, **znamienna tym**, że blacha elektrody ma postać jedno- lub kilkuczęściowej blachy falistej (31).

17. Elektroda według zastrz. 1, **znamienna tym**, że blacha elektrody, mająca korzystnie postać blachy falistej (31), jest przyspawana obustronnie do płaszcza (50) rozdzielacza prądu (20).

18. Elektroda według zastrz. 1 albo 2, **znamienna tym**, że czynna powierzchnia (30) elektrody jest utworzona przez większą liczbę prętów profilowanych (34) ułożonych równolegle do siebie w jednej płaszczyźnie, a ustrój stykowy jest utworzony przez odcinki (63) tych prętów (34), które są przeprowadzone przez rdzeń (70) elementu konstrukcyjnego (20) przewodzącego prąd.

