



Patent dodatkowy
do patentu _____

Zgłoszono: 29.IV.1968 (P 126 702)

Pierwszeństwo: _____

Opublikowano: 18.VII.1971

Kl. 21 g, 32

MKP H 01 b 1/02

Twórca wynalazku: Alfred Alexander Robinson

Właściciel patentu: The English Electric Company Limited, Londyn
(Wielka Brytania)

Elektroda do przerywacza próżniowego lub iskiernika próżniowego

1

Przedmiotem wynalazku jest elektroda do przerywacza próżniowego lub iskiernika próżniowego, lub do innego urządzenia, w którym występuje wyładowanie łukowe.

W urządzeniu, w którym wyładowanie łukowe następuje między stykami lub elektrodami w warunkach próżni, mechanizm wygaszania łuku różni się od mechanizmu wygaszania, jaki ma miejsce w innego typu przerywaczach lub iskiernikach. Ważną rolę w uzyskaniu zadowalającego wygaszania łuku odgrywa zwłaszcza rodzaj materiału, z którego są wykonane elektrody i zachowanie się go przy różnych wartościach prądu wyładowania łukowego.

Aby zapewnić zadowalające działanie urządzenia, w którym występują wyładowania łukowe, elektrody tego urządzenia muszą spełniać szereg warunków, które są omówione poniżej.

Elektrody powinny zapewnić łatwe ich rozłączenie gdy trzeba rozewrzeć przerywacz, nawet jeżeli po połączeniu powierzchni stykowych przerywacza przy przepływie silnego prądu nastąpi zgrzanie tych powierzchni. Powierzchnie stykowe elektrod powinny po rozwarciu pozostać względnie czyste i pozbawione ostrych występow, które mogłyby zmniejszyć wytrzymałość przerywacza na przebiecie.

Elektrody muszą być wykonane z materiału zapewniającego wystarczające ale nie nadmierne parowanie w celu podtrzymania łuku elek-

2

trycznego w czasie trwania drugiej połowy okresu przebiegu prądu przemiennego od bardzo wysokich wartości prądu do bardzo małych wartości prądu tak, by zapewnić uzyskanie zadowalającego przebiegu przerywania łuku, a ponadto szczelina międzyelektrodowa musi mieć zdolności powrotu do normalnej wytrzymałości na przebiecie jak najszybciej po momencie wystąpienia zerowej wartości prądu, kończącej półokres przebiegu prądowego.

Czyniono dotychczas wiele, by wyprodukować idealną elektrodę stykową do przerywacza próżniowego, która spełniałaby wszystkie powyższe wymagania, jednak uzyskanie lepszych parametrów w zakresie jednego z tych wymagań powodowało dotychczas pogorszenie dla jednego lub więcej innych warunków a w najlepszym przypadku problem polepszenia parametrów w zakresie pozostałych wymagań pozostawał nierozwiązany.

Aby spełnić różne wymagania proponowano zastosowanie złożonych elektrod stykowych, zawierających różne części lub urządzenia, przeznaczone do uzyskania różnych lecz działających we wspólnym kierunku właściwości.

Proponowano stosowanie takich materiałów jak wolfram i molibden, ze względu na to, że niełatwo zgrzewają się ze sobą, jednak materiały te nie nadają się do przerywania łuku elektrycznego przy bardzo dużych wartościach prądu, ponieważ mają zbyt małą zdolność regeneracji wytrzyma-

kości dielektrycznej po wystąpieniu zerowej wartości prądu. Proponowano również stosować pewne materiały ze względu na ich zdolność podtrzymywania łuku, materiały te nie nadają się jednak do spełnienia wymagań na wytrzymałość dielektryczną.

Ponieważ rozwój przerywaczy próżniowych postępował w kierunku większych wartości napięcia i prądów, to co było dobre w jednym zakresie wartości prądu i napięcia okazywało się nieodpowiednie przy wyższych zakresach wartości prądu i napięcia a rozwiązania problemów powstających dla niższych zakresów nie stanowiły pewnych rozwiązań dla problemów pojawiających się przy wyższych zakresach. Proponowano na przykład zastosować jako materiał na elektrodę stykową porowatą wypraskę z wolframu lub molibdenu albo z ich węglików, nasyconą metalem takim jak cyna, antymon i bizmut.

Jednak stosowanie wolframu, molibdenu lub ich węglików na części podlegające działaniu łuku elektrycznego o dużej mocy jest niekorzystne, gdyż nie zapewnia to uniemożliwienia narastania prądu w odwrotnym kierunku po momencie wystąpienia przejścia przebiegu prądowego przez wartość zerową, ze względu na kontynuację emisji elektronowej nawet po spadku prądu do wartości zerowej.

Każdy wysiłek w celu ulepszenia zdolności przerywania prądu w idealnym przypadku nie powinien pogorszyć innych właściwości, jednak w praktyce polepszenie jednego z parametrów jest połączone z przeciwnym skutkiem dla innej właściwości, zatem rzecz sprowadza się do zagadnienia najlepszego w praktyce kompromisu, zadowalającego dla konkretnego zagadnienia. Znane są elektrody stykowe przerywacza próżniowego, których części opalne wykonane są z wolframowej osnowy nasyconej miedzią.

W materiale takim wolfram zwykle wystaje na powierzchni opalnej z miedzi tak, że gdy styki są dociśnięte, utworzony zostaje styk wolfram-wolfram, który trzeba zniszczyć przy rozdzielaniu styków. Ponieważ wolfram jest metalem o małej plastyczności przerwanie styku wolfram-wolfram daje stosunkowo czyste przełamanie z niewielką tendencją do tworzenia ostrych występow z wolframu. Nie są zatem wytwarzane punkty o dużym spiętrzeniu naprężeń elektrycznych.

Ponadto, chociaż temperatury panujące na powierzchniach stykowych w czasie wyładowania łukowego są wystarczające do stopienia i odparowania miedzi, nie są one dostateczne do spowodowania dostrzegalnej emisji elektronów z obu metali. Zatem, chociaż wytwarzanie pary miedzi wystarcza do podtrzymania łuku elektrycznego do momentu, w którym wartość prądu przemienne-
go w łuku przechodzi przez wartość zerową, gęstość elektronów w szczelinie międzystykowej w tym momencie jest wystarczająco mała, by powrócił szybko stan nieprzewodzenia tej szczeliny, nawet w przypadku odwrócenia kierunku napięcia i wzrostu wartości napięcia na stykach.

Stwierdzono jednakże, że przy postępującym wzroście wartości prądu przemienne, który ma

być przerywany osiąga się etap, w którym nie uzyskuje się zadowalającego przerywania prądu przy stosowaniu wymienionego wyżej materiału styków. Opisane wyżej styki wolframowo-miedziowe pracują zatem dobrze przy prądach zmiennych o wartości szczytowej natężenia do około 10 kA. Powyżej tej wartości natężenia prądu występują znaczne topienie się wolframu i miedzi.

Dzięki swym własnościom żaroodporności wolfram ma znaczną emisję elektronową nawet w temperaturach niższych od temperatury topnienia, przy czym emisja elektronów zwiększa się ze wzrostem temperatury wolframu poza temperaturą topnienia.

Ponieważ przy wyższych wartościach natężenia prądu stwierdzono znaczne topnienie wolframu, jest oczywiste, że w tych warunkach powierzchnia stykowa zostaje nagrzana do temperatury, w której emitowane są elektrony wtórne.

Uważa się, że stan dużej emisji elektronowej przeciąga się w czasie poza moment zerowej wartości prądu w następną połowę okresu przebiegu prądowego. Zatem po momencie zerowej wartości prądu wzrasta emisja elektronów z elektrody, spełniającej obecnie rolę katody, co powoduje ponowny zapłon łuku elektrycznego. W rezultacie przerywacz nie przeżywa już prądu.

Intensywne ogrzewanie, podnoszące temperaturę materiału styku anodowego do wartości powodującej po momencie zerowej wartości prądu emisję elektronów, wystarczającą do podtrzymania łuku występuje przypuszczalnie w małej ilości gorących punktów, z których wytwarzany jest łuk. Tendencja do skupiania się łuku w takich gorących punktach jest większa dla większych prądów i staje się problemem zasadniczym przy prądach o szczytowej wartości natężenia powyżej 10 kA.

Odkryto, że chociaż odpowiednia wielkość parowania z katody jest rzeczą istotną dla podtrzymania wyładowania łukowego, dobranie wielkości parowania z gorącego punktu anody można użyć do regulacji temperatury tego gorącego punktu aby uniemożliwić wzrost temperatury do wartości, przy której emisja elektronów staje się niebezpiecznie duża. Stwierdzono również, że regulację taką można przeprowadzić przez odpowiedni dobór metali składowych materiału stykowego.

Celem wynalazku jest takie dobranie materiału elektrody przerywacza próżniowego, by usunąć omówione wyżej wady znanych elektrod i umożliwić wytworzenie elektrody, która ma małą plastyczność, co zapewnia brak ostrych występow po rozwarciu styków oraz ma właściwości zapewniające brak zgrzewania się powierzchni stykowych a równocześnie ma lepszą zdolność przerywania prądu w zakresie wyższych wartości prądu.

Według wynalazku uzyskano to w ten sposób, że metal osnowy ma temperaturę topnienia większą niż temperatura topnienia miedzi lecz niższą niż temperatura topnienia molibdenu i temperaturę wrzenia nie większą niż 3000°C, a metal nasycający ma temperaturę topnienia mniejszą niż temperatura topnienia metalu osnowy i mniejszą od 1200°C oraz ma temperaturę wrzenia nie więk-

szą niż temperatura wrzenia metalu osnowy, przy czym metal osnowy, ma mały współczynnik rozpuszczalności w stanie stałym w metalu nasycającym.

Należy zauważyć, że temperatura wrzenia, czyli temperatura w której ciśnienie pary jest równe ciśnieniu atmosferycznemu jest tylko parametrem pośrednim, świadczącym o zachowaniu się materiału jeśli chodzi o parowanie wewnątrz przerywacza próżniowego. Ogólne podobieństwo zależności ciśnienia pary od temperatury dla rozważanych materiałów umożliwia stosowanie temperatury wrzenia jako dogodnej właściwości określającej parowanie materiału.

Metal osnowy jest korzystnie chromem, chociaż może to być również kobalt lub żelazo. Metal nasycający jest korzystnie miedzią lub srebrem, chociaż może to być również stop zawierający miedź lub srebro albo oba te metale.

Stopy srebra mogą zawierać cyrkon, tantal lub tytan, jednak tylko w małych ilościach, przykładowo stop może zawierać 99,7% miedzi i 0,3% cyrkonu wagowo. Osnowa stanowi korzystnie wypraskę z cząstek metalowych spieczonych ze sobą, przy czym cząstki te mają rozmiar nie przekraczający 250 μm a metal nasycający zajmuje 10–30% objętości nasyconej osnowy.

Przedmiot wynalazku jest dokładniej opisany na podstawie rysunku, na którym fig. 1 przedstawia przerywacz w przekroju pionowym a fig. 2 przedstawia schematycznie część opalonej powierzchni styku przerywacza.

Przedstawiony przykładowo na fig. 1 przerywacz próżniowy zawiera parę płyt końcowych 1, 2, spojenych próżniuszczelnie z cylindrami 3, 4 wykonanymi z materiału izolacyjnego. Cylindry 3, 4 są spojenie z uchwyconym pomiędzy nimi kołnierzem 5, stanowiącym podporę osłony 6 o kształcie zasadniczo cylindrycznym.

Przerywacz ten ma parę rozdzielnych względem siebie styków 7, 8, przy czym styk ruchomy 7 jest poruszany za pomocą urządzenia przesuwającego, które nie zostało przedstawione, w kierunku do i od nieruchomego styku 8. Styk ruchomy 7 ma trzon 9, osadzony przesuwnie w tulei 10, przy czym do trzonu 9 przyłączony jest elastyczny przewód. Do trzonu 9 jest przymocowany próżniuszczelnie miszek sprężysty 11, którego drugi koniec jest przymocowany do płyty 2, na skutek czego umożliwiony jest ruch styku 7.

Do trzonu 9 przymocowana jest główka stykowa 12. Główka ta ma w środku wgłębienia stwarzające płaską, pierścieniową powierzchnię 13, która przy zwarciu styków współpracuje z podobną powierzchnią 14 styku 8. Styk nieruchomy 8 ma trzon 15, który jest przymocowany do płyty 1 i stanowi drugi zacisk przerywacza, przy czym główka 16 tego styku jest symetryczna do główki 12 styku ruchomego 7.

W przypadku iskiernika próżniowego, układ jest dokładnie taki jak przedstawiono, z tym, że elektrody są zawsze oddalone od siebie i nie są względem siebie ruchome, niemniej pomiędzy powierzchniami 13, 14 tworzy się łuk elektryczny.

Główki stykowe 12, 16 wykonane są przez spras-

sowanie dostępnego w handlu proszku chromu o średnicy cząstek nie przekraczającej 250 μm i przez spiekanie następnie wypraski w wysokiej próżni. Spiekana wypraska, stanowiąca osnowę jest następnie nasycana płynną miedzią w wysokiej próżni i w wysokiej temperaturze, nieco powyżej temperatury topnienia miedzi. Miedź zajmuje 10–30 procent objętości nasyconej osnowy, co jest zależne od porowatości spieczonej wypraski a zatem od stopnia jej sprasowania. Jeżeli okaże się to potrzebne, nasyconą wypraskę kształtuje się normalnymi sposobami. Proszek chromu po sprasowaniu daje metal o małej plastyczności, na skutek czego nasycona wypraska podobnie wykazuje małą plastyczność.

Zamiast chromu można zastosować inne odpowiednie metale pół-ognioodporne o małej plastyczności, na przykład kobalt lub żelazo, a zamiast miedzi można zastosować wiele innych metali o dobrej przewodności, na przykład srebro lub stop zawierający srebro lub miedź albo oba te metale.

Stopy miedzi mogą zawierać cyrkon, tantal lub tytan, lecz tylko w małych ilościach, na przykład, stop może zawierać 99,7% miedzi i 0,3% cyrkonu, licząc wagowo. Na fig. 2 przedstawiona jest typowa mikrostruktura materiału styku, gdzie każda cząstka chromu 17 jest połączona z sąsiednimi cząstkami chromu (zakreskowane) i zanurzona jest w miedzi 18, wypełniającej szczeliny.

Ponieważ największa średnica cząstki chromu wynosi 250 μm , maksymalna szorstkość jest ograniczona i gdy styki takie w przerywaczu próżniowym łączone są przez dociśnięcie, można uważać, że następują mikrodeformacje, powodujące uzyskanie dużej ilości równomiernie rozłożonych punktów stykowych. Uważa się, że w rezultacie uzyskuje się małą oporność przejścia, równomierne rozłożenie strat cieplnych przy przepływie dużego prądu bezpośrednio przed wyładowaniem łukowym i małą skłonność do zgrzewania się styków.

Przy rozwieraniu styków takiego przerywacza, co jest dokonywane z dużą prędkością w znany sposób, istnieje duże prawdopodobieństwo utworzenia się dużej ilości łuków pomiędzy powierzchniami 13, 14, co powoduje równomierne rozłożenie się energii łuku a w efekcie małą i równomiernie rozłożoną erozję styku.

Nawet po wyładowaniu łukowym wielkość nierówności jest ograniczona do maksymalnego wymiaru cząstki osnowy, co powoduje, że przy określonym odstępnie między stykami emisja pola jest mała a napięcie przebicia wyższe i bardziej określone niż w przypadku styków o podobnym kształcie, wykonanych głównie z materiałów plastycznych.

Stwierdzono zatem, że wyładowanie łukowe między stykami przerywacza daje niezwykle zjawisko utrzymywania dobrego wyładowania i dobrego napięcia przebicia, co powoduje korzystne zachowanie się przerywacza w przeciwieństwie do zwykłego zjawiska erozji powierzchni opalonych, które powoduje pogarszanie się właściwości przerywacza w czasie do niezadowalającego poziomu.

Ponadto, wskutek tego, że punkt wrzenia materiału osnowy wynosi mniej niż 3000°C, gęstość emisji elektronowej, występującej po silnoproudowym wyładowaniu łukowym, jest o kilka rzędów wielkości mniejsza od tej, która występuje przy osnowie wolframowej, podczas topienia jej powierzchni, co w rezultacie w zasadniczy sposób poprawia zdolność do powrotu napięcia przeskoku.

Próby styków wykonanych z osnowy chromowej, nasyconej w 25% objętościowo miedzią, wykazały, że wyładowania łukowe o szczytowym natężeniu prądu co najmniej 30 kA mogą być w zadowalający sposób przerywane przy niewielkiej i równomiernej erozji styków i bez wykrywalnego zgrzewania styków przed wyładowaniem.

Chrom jako materiał składowy styku może być zastąpiony innymi metalami, takimi jak kobalt lub żelazo. Podstawowe właściwości, które musi spełniać taki metal polegają na tym, by był on zdolny do zwielenia go metalem nasycającym podczas nasycania osnowy oraz by jego temperatura topnienia była większa niż temperatura topnienia miedzi. Korzystnie jest gdy wynosi ona powyżej 1200°C tak, że metal ten nie jest topiony podczas procesu nasycania. Ponadto, temperatura topnienia takiego metalu powinna być niższa niż temperatura topnienia molibdenu a jego temperatura wrzenia nie powinna być większa niż 3000°C, przy czym metal ten powinien charakteryzować się małą plastycznością w stosunku do plastyczności miedzi i srebra.

Miedź, stanowiąca składnik styku może być zastąpiona innymi metalami takimi jak srebro lub stop zawierający miedź lub srebro albo oba te metale.

Metal taki musi mieć dużą przewodność elektryczną w stosunku do metalu stanowiącego osnowę. Temperatura topnienia takiego metalu powinna być mniejsza niż temperatura topnienia metalu osnowy i wynosi mniej niż 1200°C a temperatura wrzenia tego metalu nasycającego nie powinna być większa niż temperatura wrzenia metalu osnowy.

Ponadto, metal taki ma dużą plastyczność w stosunku do plastyczności metalu osnowy i małą lepkość w stanie płynnym, w celu ułatwienia nasycania w temperaturze nieco większej od jego temperatury topnienia. Dla porównania, podano poniżej temperatury topnienia i wrzenia metali wspomnianych w opisie. Temperatury podano w stopniach Celsjusza.

	temperatura topnienia	temperatura wrzenia
srebro (Ag)	960,8	2200
miedź (Cu)	1083	2570
kobalt (Co)	1492	3000
żelazo (Fe)	1539	2857
chrom (Cr)	1800	2665
molibden (Mo)	2625	4800
wolfram (W)	3380	6000

Opisane materiały stykowe zawierają metal półogniotrwały o małej plastyczności i metal o dobrej przewodności elektrycznej.

Przy takich materiałach stykowych temperatura wrzenia półogniotrwałego metalu osnowy, na przykład chromu, jest zasadniczo niższa od temperatury, w której występuje dostrzegalna emisja elektronowa.

Sądzi się, że gdy podczas wyładowania łukowego temperatura gorącego punktu anody wzrasta do temperatury, w której oba metale wrzą, prędkość wytwarzania par wzrasta do wartości, przy której straty ciepła na parowanie metali równoważą ilość ciepła doprowadzaną do gorącego punktu przez wyładowanie łukowe, na skutek czego temperatura tego punktu jest utrzymywana blisko temperatury wrzenia metalu półogniotrwałego pomimo istnienia w łuku większych temperatur. Ponieważ temperatura wrzenia metalu osnowy, na przykład chromu, jest zasadniczo niższa od temperatury, w której następuje niebezpiecznie duża emisja elektronowa, gęstość elektronów w szczególności międzystykowej, w momencie, gdy wartość natężenia prądu wynosi zero i natychmiast po tym momencie jest utrzymywana na poziomie, przy którym po odwróceniu kierunku napięcia na szczelinie międzystykowej, nie następuje ponowny zapłon łuku.

Półogniotrwałe metale o małej plastyczności i o temperaturze wrzenia niższej od temperatury krytycznej, przy której emisja elektronowa osiąga niebezpiecznie duży poziom, zapewniają zatem ograniczenie temperatury gorącego punktu anody do wartości, która umożliwia rozpoczęcie wyładowania łukowego przy następnym przejściu wartości prądu przez zero i stwarza przez to dobre właściwości podtrzymywania i powrotu napięcia.

Metal osnowy i metal nasycający są tak dobrane, że nie występuje ich stapianie się, przy czym metal osnowy ma mały współczynnik rozpuszczalności w stanie stałym w metalu nasycającym. Jest to pożądane, ponieważ należy utrzymywać, na ile to jest możliwe, oddzielne właściwości metali składowych. Jak już stwierdzono w części opisującej stan techniki, stapianie się metalu mniejszościowego z metalem większościowym powoduje zmianę własności składnika większościowego. Stapianie takie powodowałoby w przerywaczu według wynalazku niepożądany brak równomierności w rozkładzie własności materiału styku w jego części poddanej poprzednio działaniu wyładowania łukowego, przez co części te mają własności inne niż części nie poddane działaniu łuku lub poddane w innym stopniu.

W szczególności, stapianie się metalu osnowy z metalem nasycającym powodowałoby niepożądane zwiększenie oporności elektrycznej metalu nasycającego. Osłabiałoby to również silną budowę osnowy, w wyniku czego, w pewnych miejscach, pod wpływem działania łuku, materiał osnowy byłby wydalany poza styk. Na skutek tego zostałyby utworzone znaczne obszary bardziej plastycznego materiału, co mogłoby zwiększyć wyciąganie ostrzy w czasie rozdzielania styków, a w konsekwencji zmniejszyć wytrzymałość napięciową

przerwywacza w warunkach nagłego wzrostu napięcia.

Rozkład struktury osnowy na skutek stapiania miałby również niekorzystny wpływ na właściwości przerywania prądu o tyle, że zmniejszenie objętości materiału osnowy w sąsiedztwie powierzchni opalnej, w stosunku do objętości otaczającego metalu nasycającego, zwiększyłoby przewodzenie ciepła z tej powierzchni, co w niepożądany sposób zmniejszyłoby temperaturę tej powierzchni przy podstawie łuku niskoprądowego. W konsekwencji łuk gasnąłby przy wyższych wartościach prądu.

Stwierdzono również, że przerywacz próżniowy według wynalazku ma bardzo dobre charakterystyki przerywania prądu, lepsze nawet od uzyskiwanych w przypadku przerywaczy ze stykami wykonanymi ze stopu miedzi i bizmutu lub ze stykami z wolframu nasyczonego miedzią.

Sądzi się, że wynika to z małego wymiaru cząstek metalowych, z których wytwarzana jest przez prasowanie osnowa, przy czym wymiar ten jest mniejszy od wymiaru punktu katodowego, z zawieszenia sprasowanych cząstek osnowy w nasycającym metalu o większej przewodności elektrycznej i z małej przewodności cieplnej metalu osnowy, który odprowadza małą ilość ciepła z opalnej powierzchni sąsiadującej z punktem katodowym.

Uzyskanie niskiego poziomu prądu przerywania stanowi uderzający kontrast do znanego stanu techniki w zakresie zmniejszania poziomu prądu przerywania przez stosowanie w materiałach stykowych metali o dużej prężności pary, takich jak antymon, bizmut i cyna.

Przy projektowaniu styków przerywacza próżniowego według wynalazku należy dbać o to, by stosunek metalu osnowy do metalu nasycającego utrzymać w racjonalnych granicach. Jeżeli materiał styku zawiera zbyt dużo metalu osnowy porowatość sprasowanej osnowy nie będzie odpowiednia do uzyskania skutecznego nasycania metalem nasycającym, a w rezultacie nie tylko materiał styku ma za dużą oporność cieplną i elektryczną lecz również wydzielanie pary z materiału styku jest niewystarczające do podtrzymania łuku przy dużych wartościach prądu i zapewnienia dobrych właściwości przerywania prądu.

Z drugiej strony, gdy materiał styku ma za mało metalu osnowy, jest on słaby fizycznie i w sąsiedztwie powierzchni opalnej będzie za mało metalu o małej przewodności, zatem przerywanie prądu będzie gorsze. Ponadto, opalna powierzchnia ma wówczas dużą zawartość bardziej plastycznego materiału, zatem powierzchnia ta będzie niszczo-

na przez kolejne rozwarcia styków, ponieważ wyciągane są z niej ostrza. Wytrzymałość napięcia wa zostanie zatem pogorszona.

Chociaż elektrodę według wynalazku opisano zasadniczo w zastosowaniu do przerywacza próżniowego, znajduje ona zastosowanie również w iskiernikach próżniowych, w których warunki pracy są mniej krytyczne gdyż elektrody nigdy nie stykają się ze sobą.

Zastrzeżenia patentowe

1. Elektroda do przerywacza próżniowego lub iskiernika próżniowego, lub innego urządzenia, w którym występuje wyładowanie łukowe, zawierająca części opalne i służące do zrealizowania połączenia elektrycznego, które są wykonane z osnowy z metalu o małej plastyczności i o wysokiej temperaturze topnienia, nasyczonej metalem o niskiej temperaturze topnienia i o większej przewodności elektrycznej, **znamienna tym**, że metal osnowy ma temperaturę topnienia większą niż temperatura topnienia miedzi lecz niższą niż temperatura topnienia molibdenu a temperaturę wrzenia metal osnowy ma większą niż 3000°C, natomiast metal nasycający ma temperaturę topnienia niższą od temperatury topnienia metalu osnowy i niższą od 1200°C a temperaturę wrzenia metal nasycający ma nie większą od temperatury wrzenia metalu osnowy, a ponadto metal osnowy ma mały współczynnik rozpuszczalności w stanie stałym w metalu nasycającym.

2. Elektroda według zastrz. 1, **znamienna tym**, że osnowa zawiera spieczone cząstki metalu osnowy, przy czym wielkość tych cząstek nie przekracza 250 µm.

3. Elektroda według zastrz. 1—2, **znamienna tym**, że metal nasycający stanowi 10—30% objętości nasyczonej osnowy.

4. Elektroda według zastrz. 1—3, **znamienna tym**, że metal osnowy jest metalem wybranym z grupy zawierającej chrom, kobalt i żelazo.

5. Elektroda według zastrz. 1—4, **znamienna tym**, że metal nasycający stanowi metal wybrany z grupy zawierającej miedź i srebro.

6. Elektroda według zastrz. 1—4, **znamienna tym**, że metal nasycający stanowi stop miedzi i srebra.

7. Elektroda według zastrz. 1—4, **znamienna tym**, że metal nasycający stanowi stop miedzi z metalem wybranym z grupy zawierającej cyrkon, tantal i tytan.

8. Elektroda według zastrz. 1—4, **znamienna tym**, że metal nasycający stanowi stop zawierający 99,7% miedzi i 0,3% cyrkonu.

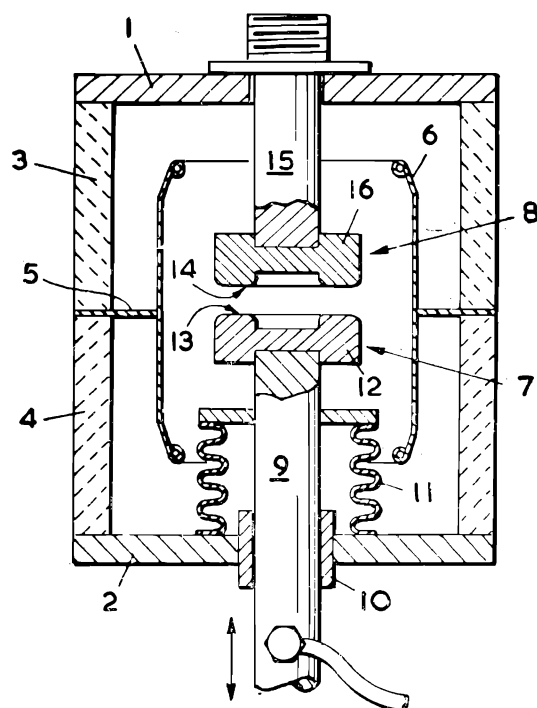


FIG. 1

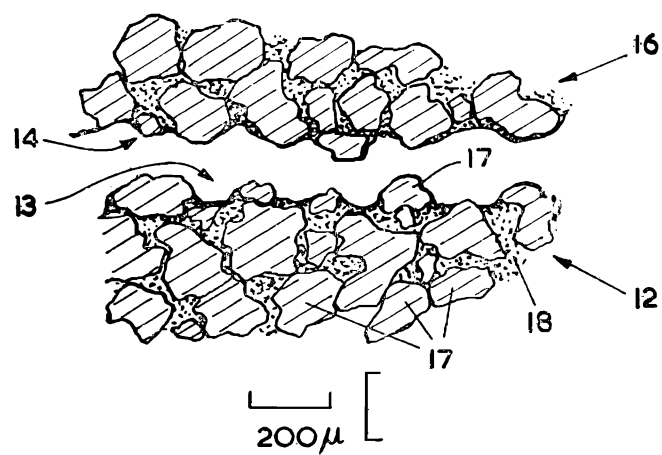


FIG. 2