



Patent dodatkowy
do patentu nr _____

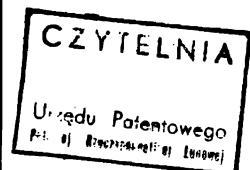
Zgłoszono: 24.12.75 (P. 186048)

Pierwszeństwo: 27.12.74 Republika Federalna
Niemiec

Zgłoszenie ogłoszono: 23.10.76

Opis patentowy opublikowano: 15.10.1979

Int. Cl.² C03B 5/02



Twórca wynalazku: _____

Uprawniony z patentu: SORG ZUG AG., Zug (Szwajcaria) -

**Sposób pośredniego ogrzewania kanałów doprowadzających
szkło, zasilaczy i głowic zasilających oraz urządzenie do
pośredniego ogrzewania kanałów doprowadzających szkło,
zasilaczy i głowic zasilających**

1

Przedmiotem wynalazku jest sposób pośredniego ogrzewania kanałów doprowadzających szkło, zasilaczy i głowic zasilających wykonanych z odpornego na wysokie temperatury materiału ogniotrwałego oraz urządzenie do pośredniego ogrzewania kanałów doprowadzających szkło, zasilaczy i głowic zasilających.

Znane jest i powszechnie stosowane ogrzewanie zasilaczy, kanałów dla szkła i głowic zasilających bądź za pomocą elektrod, które są wprowadzane do kąpieli szklanej, bądź też przez stosowanie pośredniego ogrzewania oporowego umieszczonego poza materiałem ogniotrwałym i otoczonego od zewnątrz izolacją.

Ogrzewanie pośrednie za pomocą elektrod zanurzonych w kąpieli szklanej ma tę wadę, że oddawana energia koncentruje się przy końcach elektrod, w związku z tym szkło jest tutaj silnie nagrzewane i na skutek tego mogą powstawać nierównomierności termiczne. Ponadto elektrody te są albo redukującymi (molibden) albo też utleniającymi (tlenek cynowy) przez co mogą występować niepożądane zanieczyszczenia. Wreszcie przy zbyt silnym nagrzewaniu może dochodzić do powstawania pęcherzyków w obszarze styku między elektrodą i szkłem.

Pośrednie ogrzewanie przez zastosowanie drutów oporowych umieszczonych poza rynną z materiału ogniotrwałego również nie sprawdziło się w praktyce jako zadowalające, ponieważ przekroje

2

tych drutów oporowych muszą być stosunkowo niewielkie, aby zapewnić wystarczające ilości energii cieplnej a z drugiej strony przy potrzebnych stale wysokich temperaturach rzędu 1300°C druty te, częściowo właśnie ze względu na niewielki przekrój wcześniej, ulegają zniszczeniu.

Ogrzewanie za pomocą wypromieniowywanego ciepła też nie okazało się zadowalające, ponieważ tutaj duża część energii odbija się od powierzchni a ponadto powierzchnia ta zostaje najsilniej ogrzana przez co również nie można uzyskać jednorodności temperatur.

Celem wynalazku jest wyeliminowanie wspomnianych niedogodności związanych z dotychczas stosowanymi sposobami ogrzewania.

Dla osiągnięcia tego celu postawiono sobie za zadanie opracować sposób pośredniego ogrzewania przepływającego szkła w kanałach, zasilaczach i głowicach zasilających a także urządzenie do stosowania tego sposobu, które umożliwiłoby uzyskanie wysokiej jednorodności temperaturowej przepływającego szkła a ponadto nie wykazywały ani niewielkiej wydajności cieplnej i podatności na uszkodzenia właściwych ogrzewaniu oporowemu ani też nie prowadziłyby do powstawania zanieczyszczeń i gazu w szkłe a także zapobiegały stratom powodowanym przez wypalenie.

Ponadto powinny być wyeliminowane znane i przytoczone wady ogrzewania i zasilaczy oraz opracowanie takiego ogrzewania zasilaczy, bez wkracza-

nia na całkowicie nową drogę techniczną w tym względzie, które nie byłoby podatne na zakłócenia, prowadziło do uzyskania dotychczas nieosiągalnych jednorodności temperatury i nadawało się do stosowania w sposób ekonomiczny, a także umożliwiało dopasowanie ogrzewania do różnych rodzajów szkła, a także uzyskiwanie temperatury do różnych warunków pracy bez poważniejszych trudności. Zadanie to zostało rozwiązane według wynalazku w ten sposób, że wywołuje się przepływ prądu grze-

jnego bezpośrednio w materiale ogniotrwałym kanału dla szkła, zasilacza lub głowic zasilających. Można korzystnie dla wyrównywania ogrzewania i uniknięcia zakłóceń postępować tak, że prąd ogrzewczy doprowadza się w szeregu obwodach prądowych, z których każdy może być wyłączony przy osiągnięciu z góry określonego poboru mocy.

Urządzenie do pośredniego ogrzewania kanałów doprowadzających szkło, zasilaczy i głowic zasilających według wynalazku charakteryzuje się tym, że ma szereg płaskich elektrod, które są dociśnięte do będącego w wysokiej temperaturze materiału ogniotrwałego i zasilane energią elektryczną z niezależnych od siebie obwodów.

W celu łatwego regulowania poszczególnych obwodów prądowych strona uzwojenia wtórnego transformatora regulacyjnego lub/i izolującego służącego do zasilania każdego niezależnego obwodu prądowego jest podzielona na szereg oddzielonych od siebie galwanicznie zezwojów a każdy obwód prądu grzewczego może posiadać przełącznik nadprądowy lub inne zabezpieczenie, które powoduje, że dany obwód prądowy po przekroczeniu określonego poboru mocy zostaje wyłączony.

Przy ogrzewaniu zasilacza sposobem według wynalazku możliwe jest ukształtowanie go jako kanału doprowadzającego szkło, mającego kształt rurowy, który jest wypełniony do swego punktu szczytowego ciekłym szkłem a elektrody mają postać opasek zaciśniętych na materiale rury, przy czym przepływu prądu odbywa się zawsze od danej opaski do następnej z nią sąsiadującej.

W obrębie występujących w materiale ogniotrwałym złącz opaski są korzystnie dzielone lub nie przylegają do materiału ogniotrwałego aby uniknąć przewodzenia prądu przez występujące w złączach szkło. Same elektrody mogą mieć postać płaskowników opasujących rurowy kanał, przy czym ich końce są zagięte i wyprowadzone na zewnątrz przez materiał izolacyjny otaczający materiał ogniotrwały tak, że na tych wyprowadzonych na zewnątrz i stosunkowo chłodnych końcach mogą być umieszczone bez trudności przewody elektryczne dołączenia z transformatorami. Ponadto elektrody mogą być korzystnie rozmieszczone gęściej i mogą otrzymywać więcej energii tam, gdzie temperatura przepływającego szkła jest najniższa.

Według wynalazku możliwe jest także, przy zastosowaniu technicznie nowej metody, przez wykorzystanie materiału ogniotrwałego, jako oporowego przewodu grzewczego uzyskanie lepszego grzania zasilacza.

Przedmiot wynalazku jest przedstawiony w przykładzie wykonania na rysunku, na którym fig. 1

przedstawia schematycznie w przekroju poprzecznym zasilacz ogrzewany według wynalazku, fig. 2 — podobny zasilacz poziomy jak na fig. 1 również pokazany schematycznie w przekroju poprzecznym ale z trzema elektrodami, fig. 3 — inny zasilacz poziomy z pięcioma elektrodami i transformatorem mającym dwa uzwojenia wtórne również w przekroju poprzecznym, fig. 4a — kanał zasilający z wypływem pokazany schematycznie w rzucie poziomym, gdzie zastosowano sposób ogrzewania według wynalazku, fig. 4b — ten sam kanał co na fig. 4a w rzucie pionowym, fig. 5a — pokazany schematycznie rurowy kanał zasilający w rzucie poziomym, fig. 5b — ten sam rurowy kanał w przekroju poprzecznym a fig. 6 — wykres zależności oporności elektrycznej od temperatury dla typowego materiału ogniotrwałego.

Sposób według wynalazku opiera się na tym, że materiał ogniotrwały, zwłaszcza gdy chodzi o materiał z fazą szklistą odlewane w stanie stopionym, przewodzi prąd elektryczny przy podgrzaniu do wysokiej temperatury. Sposób nadaje się więc dla takich kanałów doprowadzających szkło w których ten warunek jest spełniony.

Do materiałów spełniających ten warunek przewodzenia należą materiały znane pod nazwami handlowymi Zac, Jargal i innymi. Struktura tych materiałów składa się z bardzo małych kryształów tlenku glinowego α (korund) i tlenku glinowego β ($11 \text{ Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{N}_2\text{O}$), które są silnie ze sobą związane. Wolne przestrzenie pomiędzy kryształami są wypełnione fazą szklistą (bezzpostaciową). Udział fazy bezzpostaciowej jest tutaj niewielki.

Odporność materiałów ogniotrwałych branych pod uwagę przy wchodzących w grę temperaturach jest pięciokrotnie większa niż oporność normalnego szkła wapniowo-sodowego. Zatem jest możliwe przepuszczenie prądu przez ścianki kanałów zasilających o zwykle stosowanej grubości wynoszącej około 15 cm i ogrzanie ich w ten sposób. Znajduje przy tym zastosowanie napięcia między 200 i 300V oraz izolacja elektryczna części przewodzących prąd, w celu ochrony personelu przed porażeniem.

Wchodzące w grę temperatury materiału ogniotrwałego wynoszą co najmniej 900°C , a rynnna doprowadzająca szkło musi być przy tym izolowana, aby różnica temperatur pomiędzy ścianami wewnętrzną i zewnętrzną była możliwie najmniejsza a także zewnętrzna temperatura musi być większa od 900°C .

Na zewnętrznej ścianie materiału ogniotrwałego 1, z którego wykonano rynnę zasilającą, kanał lub głowicę zasilającą o kształcie odpowiadającym przeznaczeniu umieszczono pomiędzy tym materiałem ogniotrwałym 1 i izolacją 14 elektrody 2 doprowadzające prąd. Elektrody te wykonane są z materiału wysokożaroodpornego na przykład znanego oporowego materiału grzejjego „Aluchrom lub innej wysokostopowej stali żaroodpornej na przykład wysokostopowej stali niklowej, chromowej lub molibdenowej. Izolacja wykonana ze znanych materiałów jest korzystnie ruchoma w obrębie elektrod i dzięki temu może być dociskana za pomocą sprężyn do elektrod 2, które z kolei są w wyniku tego

dociskane do materiału ognioodpornego 1 dzięki czemu jest zapewniony stały dobry kontakt elektryczny pomiędzy elektrodami 2 i materiałem ognioodpornym 1.

W przypadku, gdy elektrody 2 są umieszczone pod materiałem ognioodpornym 1 wtedy dla zapewnienia dobrego kontaktu elektrycznego wystarczającą jest docisk wywołany ciężarem własnym materiału ogniotrwałego.

Elektrody 2 są korzystnie wykonywane w postaci podłużnych pasków, których końce 3 są wyprowadzane na zewnątrz przez izolację, a do tych końców przyłączane są przewody 5, doprowadzające energię elektryczną.

Dla równomiernego ogrzewania na przykład zasilacza konieczne jest usytuowanie elektrod 2 odpowiednio do kształtu danego zasilacza w ten sposób, żeby następowało możliwie równomierne nagrzewanie tych miejsc, w których temperatura rynny jest normalnie najniższa. A więc w tych obszarach należy umieszczać lub umieszczać się szczególnie dużo elektrod w ten sposób, aby uzyskać żadaną drogę przepływu prądu. Należy przy tym mieć na względzie to, że prąd elektryczny wybiera drogę o najmniejszej oporności i zgodnie ze znanymi prawami fizycznymi przepływa przez szczególnie silnie nagrzany obszar lub też najkrótszą drogą. Trzeba przy tym uwzględnić fakt, że oporność wchodzącego w grę materiału zmniejsza się ze wzrostem temperatury.

Na fig. 1 do 3 pokazano otwarty do góry kanał zasilający, który ma elektrody 2 o zagiętych pod kątem końcach 3 umieszczone w pobliżu dna tego kanału i dociskane za pomocą sprężyn 4, przy czym zastosowana izolacja 14 zapobiega stratom energii cieplnej i zapewnia możliwość nastawienia temperatury materiału ognioodpornego 1 na właściwą wartość.

Przybliżony przebieg zasadniczej drogi przepływu prądu jest zaznaczony liniami 15 a ponieważ oporność szkła, jak to już wspomniano, jest znacznie mniejsza niż materiału ogniotrwałego, to pewna część prądu przepływa także przez samą kapiel szklaną.

Elektrody 2 są głównie usytuowane w dolnym obszarze rynny w celu ogrzewania jej dolnego obszaru, ponieważ wyrównywanie temperatur może się łatwo odbywać od dołu ku górze ale nigdy od góry w dół.

Istotną zaletą ogrzewania sposobem według wynalazku jest to, że płyty elektrod można przyłożyć w ten sposób, że każdy obszar rynny może być ogrzewany jak to wyraźnie wynika z rysunku. Przy tym gęstość energii albo strumień energii w materiale ogniotrwałym na jednostkę objętości tego materiału może być utrzymany na bardzo niskim poziomie, ponieważ wielkość powierzchni przylegania elektrod 2 może być dowolnie dobrana.

Przy wystarczająco dobrej izolacji temperatura rynny może być nastawiona na dowolnie wysokim poziomie lub też można ją tak nastawiać, aby uzyskać dowolny potrzebny rozkład temperatur tak, że można spowodować daleko idące ujednorodnienie temperatury w zasilaczu względnie jego głowicy lub innym kanale doprowadzającym szkło. Jak to

widać na fig. 4 można także stosować dużą liczbę elektrod 2 rozmieszczonych na całej długości kanału zasilającego, przy czym przepływ prądu następuje tutaj w kierunku poprzecznym przez kanał zasilający.

W samej głowicy zasilającej umieszczona jest pierścieniowa elektroda 11 pod otworem wypływowym 10, która jest podłączona wspólnie z rozmieszczonymi pierścieniowo elektrodami 2 głowicy zasilającej. W ten sposób można łatwo ogrzać najzimniejszą część zasilacza, a mianowicie spodnią stronę głowicy zasilającej i uniknąć niejednorodności temperatury wypływającego szkła spowodowanej chłodzeniem tego szkła przy wypływaniu z głowicy.

Korzystne jest według wynalazku podzielenie ogrzewania zasilacza lub głowicy zasilającej na szereg oddzielnych stref, z których każda jest zasilana niezależnie energią elektryczną w oddzielnym obwodzie połączonym z jednym z wielu zezwojów uzwojenia wtórnego transformatora oddzielonych od siebie galwanicznie. Ponadto korzystne jest przy tym utrzymywanie w przybliżeniu na jednakowym poziomie oporności dwóch równoległych układów połączeń lub też kompensowanie równoległych obwodów grzejnych odpowiednio do ich oporności. W tym celu strona wtórna transformatora regulacyjnego lub izolującego może składać się z szeregu zezwojów wtórnych 6, w których prąd jest wzbudzany przez wspólny dla wszystkich zezwojów wtórnych zezwój pierwotny 8, przy czym możliwe jest indywidualne regulowanie poszczególnych obwodów wtórnych, co jest pokazane na rysunku przez strzałkę 7.

Znane jest rozwiązanie takiego transformatora regulacyjnego lub izolującego.

Każdy obwód grzejny ma zabezpieczenie 9 lub odpowiedni przełącznik nadprądowy, który wyłącza dany obwód grzejny przy przekroczeniu ustalonej wielkości poboru mocy grzewczej. Dzięki temu wyeliminowane jest to, że poszczególne obwody ulegają przegrzaniu i dają za wysoką temperaturę.

Rozdzielenie ogrzewania na szereg niezależnych od siebie obwodów grzejnych oraz zastosowanie zabezpieczenia 9 jest jednak potrzebne również w tym przypadku, gdy na skutek ewentualnych pęknięć w materiale ogniotrwałym na skutek przedostania się szkła do szczeliny powstałej w wyniku pęknięcia, następują zakłócenia na poszczególnych drogach przepływu prądu.

Przy przedostaniu się szkła do takiego pęknięcia obniża się oporność elektryczna materiału w takim miejscu. W wyniku tego następuje z kolei koncentracja strumienia energii w tym miejscu, a tym samym dalsze wymywanie i powiększanie się pęknięcia. W związku z tym, poszczególne obwody muszą być zabezpieczone przed wystąpieniem tak dalece idących uszkodzeń. Dla takiego zabezpieczenia służy właśnie opisany podział na szereg oddzielnych obwodów, z których każdy jest indywidualnie zabezpieczany.

Na fig. 1 do 3 przewidziano układ połączeń dla jednego obwodu grzewczego, przy czym w przykładzie pokazanym na fig. 1 z wtórnego zezwoju transformatora zasilane są, poprzez przewody 5 i zabezpieczenie 9, dwie elektrody, a na fig. 2 zasilana

jest przez zabezpieczenie 9 i przewody 5 elektroda środkowa, która jest połączona z dwiema leżącymi naprzeciw siebie i połączonymi ze sobą elektrodami 2. Fig. 3 pokazuje przykład, w którym transformator mający dwa zezwoje wtórne zasila razem pięć elektrod. W tym przypadku z jednego zezwoju zasilana jest jedna elektroda środkowa i dwie boczne, połączone wzajemnie ze sobą, a z drugiego zezwoju obie elektrody, leżące z dwóch stron elektrody środkowej, czyli elektrody dolne prawa i lewa.

Jak pokazano na fig. 4 dużą liczbę pojedynczych obwodów grzejnych usytuowano jeden za drugim w kierunku przepływu szkła w zasilaczu, przy czym w każdym z tych obwodów przepływ prądu następuje w kierunku poprzecznym przez materiał ogniotrwały a także przez szkło, a prąd wzbudzany w każdym z czterech oddzielnych zezwojów wtórnych przez zezwój pierwotny może być regulowany. Każdy z obwodów ma oczywiście, nie pokazane na rysunku, zabezpieczenie 9.

Za pierwszym obszarem ogrzewania podzielonym na cztery obwody następuje kolejny czteroobwodowy obszar ogrzewania, a ostatnia strefa ogrzewania zasilana z oddzielnego transformatora obejmuje głowicę zasilającą, ogrzewaną rozmieszczonymi pierścieniowo elektrodami z przyłączoną do nich elektrodą pierścieniową 11, opisaną już wcześniej. W tym przypadku elektrody są tak połączone, że prąd może przepływać na przykład od elektrody 2a do elektrody 2b a od niej nie tylko do elektrody 2a, ale także do znajdującej się obok elektrody 2c i do elektrody pierścieniowej 11.

Elektroda 2c może z kolei być tak podłączona, że przepływ prądu od niej będzie następował od elektrody środkowej 2d. Sposób połączenia pokazany jest na schemacie na fig. 4.

Inny przykład wykonania wynalazku pokazuje fig. 5. Według tego przykładu kanał zasilający może mieć także kształt rurowy, przy czym poziom szkła sięga do punktu szczytowego rury i wykluczone jest tworzenie się poduszki gazowej. Elektrody są tutaj wykonane w postaci opasek i przepływ prądu odbywa się od jednej elektrody 12 do obu sąsiadujących elektrod, o ile elektroda nie jest usytuowana na końcu obszaru ogrzewania, kiedy to tylko jednostronny przepływ prądu ma miejsce jak to pokazano na fig. 5.

Również tutaj każdy obwód grzejny jest oddzielnie zabezpieczony aby uniknąć niekorzystnych nadmiernych przegrzań lokalnych. Opaski elektrodowe 12 wykonane są z takiego samego wysożaroodpornego materiału, jak opisane poprzednio i są korzystnie dzielone w miejscu, gdzie występuje połączenie 13 w materiale ogniotrwałym kanału. W miejscu podziału obie części elektrody są łączone ze sobą połączeniem przewodzącym prąd ale unika się przez to szkodliwego wpływu szkła znajdującego się w miejscu połączenia na przebieg torów prądowych i występowania takich samych zakłóceń jak w przykładzie powstawania pęknięć.

Rozwiązanie według wynalazku stwarza całkowi-

cie nową i korzystną możliwość ogrzewania wszelkiego rodzaju kanałów doprowadzających szkło, rurowych przewodów dla szkła i podobnych elementów.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób pośredniego ogrzewania kanałów doprowadzających szkło, zasilaczy i głowic zasilających wykonanych z odpornego na wysokie temperatury materiału ognioodpornego, **znamienny tym**, że wywołuje się przepływ prądu grzejnego bezpośrednio w materiale ogniotrwałym.

2. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że prąd grzejny doprowadza się do szeregu obwodów prądowych, z których każdy może być wyłączany w przypadku pobierania przez niego mocy większej od z góry ustalonego dla danego obwodu poboru mocy.

3. Urządzenie do pośredniego ogrzewania kanałów doprowadzających szkło, zasilaczy i głowic zasilających, **znamiennie tym**, że ma szereg płaskich elektrod (2), które są dociśnięte swymi powierzchniami do materiału ogniotrwałego (1) o wysokiej temperaturze i zasilane energią elektryczną z obwodów prądowych (5, 6, 8) niezależnych od siebie.

4. Urządzenie według zastrz. 3, **znamiennie tym**, że strona wtórna transformatora regulującego i/lub izolującego (6, 8), służącego do zasilania niezależnych obwodów prądowych jest podzielona na szereg oddzielonych od siebie galwanicznie zezwojów (6).

5. Urządzenie według zastrz. 3, **znamiennie tym**, że w każdym z obwodów prądowych (5, 6, 8) znajduje się przekątnik nadprądowy lub inne zabezpieczenie (9), które powoduje wyłączenie obwodu przy przekroczeniu ustalonej wielkości poboru mocy przez obwód.

6. Urządzenie według zastrz. 3, **znamiennie tym**, że zasilacz lub kanał doprowadzający szkło ma postać rurową, jest wypełniony do punktu szczytowego ciekłym szkłem a elektrody (2), mają postać opasek (12) obejmujących materiał rury, przy czym przepływ prądu odbywa się pomiędzy sąsiadującymi ze sobą opaskami (12).

7. Urządzenie według zastrz. 6, **znamiennie tym**, że opaski elektrodowe (12) nie przylegają do materiału ogniotrwałego w obrębie jego połączeń (13).

8. Urządzenie według zastrz. 3, **znamiennie tym**, że elektrody (2) mają kształt płaskowników z przynajmniej jednym końcem (3) zagiętym pod kątem, który to koniec wychodzi poza izolację (14) a do niego jest podłączony przewód prądowy (5).

9. Urządzenie według zastrz. 6, **znamiennie tym**, że elektrody (2, 12) rozmieszczone są najgęściej w tym miejscu, gdzie temperatura zasilacza lub kanału jest najniższa.

10. Urządzenie według zastrz. 3, **znamiennie tym** że ma elementy sprężysto (4) służące do dociskania elektrod (3) do materiału ogniotrwałego (1).

Fig. 1

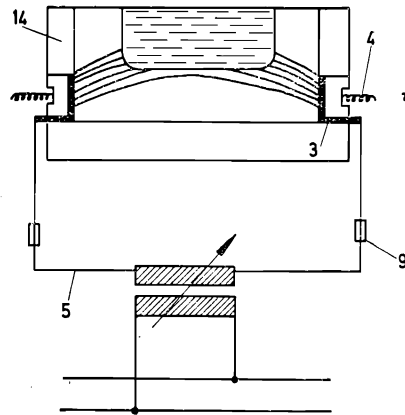


Fig. 2

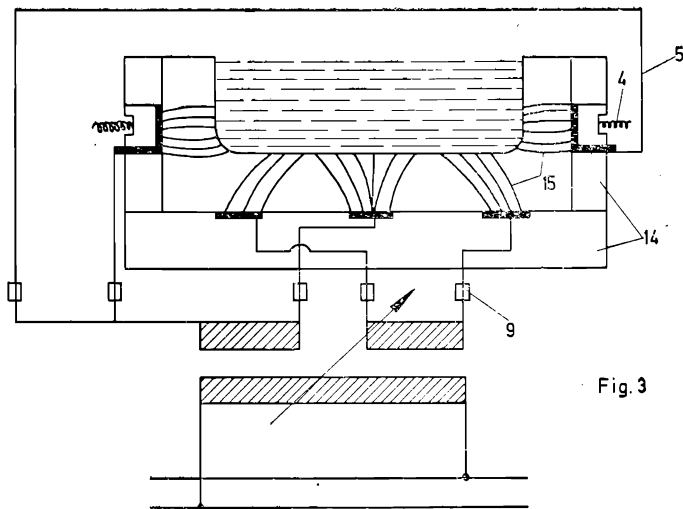
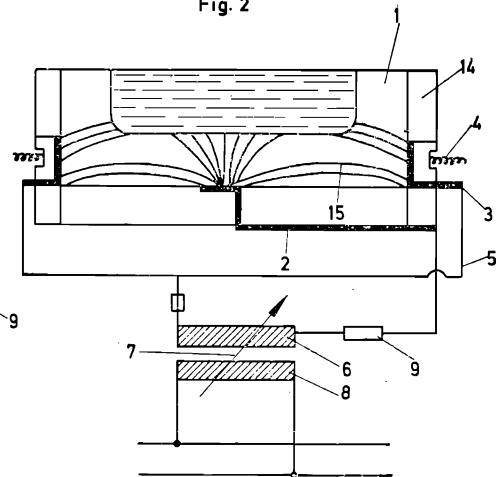


Fig. 3

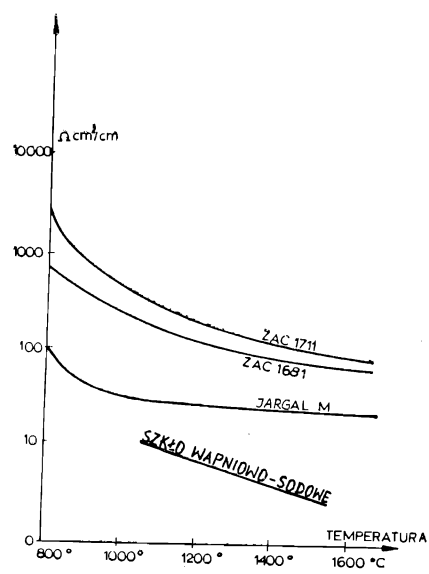


Fig. 6

