



Patent dodatkowy
do patentu nr _____

Zgłoszono: 29.10.74 (P. 175177)

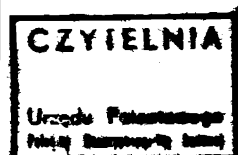
Pierwszeństwo: _____

Zgłoszenie ogłoszono: 08.05.76

Opis patentowy opublikowano: 31.10.1978

MKP G01f 23/26.

Int. Cl.² G01F 23/26



Twórca wynalazku: _____

Uprawniony z patentu: Institut Elektrosvarki imeni E. O. Patona, Akademia Nauk Ukrainskiej, SSR Kijów (Związek Socjalistycznych Republik Radzieckich)

**Bezstykowy, indukcyjny czujnik
granicy rozdziału dwóch czynników**

1

Przedmiotem wynalazku jest indukcyjny bezstykowy czujnik granicy rozdziału dwóch czynników, stosowany szczególnie w elektrycznych urządzeniach metalurgicznych przeznaczonych do wytopu metali i ich stopów jak również w urządzeniach do elektrycznego spawania żuźłowego.

Celem określenia granicy rozdziału dwóch środowisk, mających różną gęstość właściwą oraz różną oporność właściwą, z których co najmniej jedno jest niemagnetyczne i przewodzące prąd elektryczny, stosuje się czujniki stykowe i bezstykowe. Stykowe czujniki granicy rozdziału dwóch czynników posiadają kształt pionowej lub poziomej, chłodzonej sondy. Poziomą chłodzoną sondę umieszcza się w ścianie, którą może być krystalizator lub końcówka spawalnicza i izoluje się elektrycznie od tej ścianki. Przy takim usytuowaniu sondy określa ona granicę rozdziału żuźel — metal. Pionową chłodzoną sondę umieszcza się w ścianie tworzącej ponad płynny żuźel i wtedy określa ona granicę rozdziału powietrze — płynny żuźel. Do sond oraz do wytapianego wlewką lub spawanego przedmiotu doprowadza się napięcie z oddzielnego źródła. Prąd przepływający w obwodzie sonda — metal lub sonda — płynny żuźel, przy osiągnięciu płynnego metalu lub płynnego żuźla znacznie wzrasta, co jest sygnałem obecności granicy rozdziału dwóch środowisk.

Ujemną cechą opisanych czujników jest to, że ich praca w dużym stopniu zależy od natężenia

2

przepływu czynnika chłodzącego. Przy wzroście natężenia przepływu czynnika chłodzącego do powierzchni sondy przyklejają się cząstki żuźla i twardnieją, co utrudnia przepływ prądu elektrycznego. Przy mniejszym natężeniu przepływu czynnika chłodzącego sonda roztopia się co prowadzi do awarii, ponieważ ciecz wypełniająca sondę dostaje się do roztopionego żuźla lub metalu. Niemniej poważną cechą ujemną tego typu czujników nie pozwalającą na szerokie ich stosowanie jest tworzenie się łączników z ciekłego metalu pomiędzy poziomą sondą i metalem, które przy zastyganiu zwierają obwód elektryczny sonda — metal.

Jednym ze znanych bezstykowych czujników granicy rozdziału dwóch czynników jest stosowany czujnik indukcyjny, który posiada dwa uzwojenia robocze, umieszczone na krańcowych biegunach rdzenia magnetycznego oraz uzwojenie pomiarowe umieszczone na biegunie środkowym. Pomiędzy jednym z brzegowych biegunów rdzenia magnetycznego i jego biegunem środkowym występuje przestrzeń, zawierająca dwa środowiska, których granicę rozdziału należy określić. Czujnik ten określa granicę rozdziału powietrze — ciekły metal, gdy jest usytuowany obok ścianki kotła lub kadzi. Jednakże niemożliwe jest jego stosowanie przy topieniu elektrożuźłowym, łukowym i elektronowo-promiennym, ponieważ dla pracy tych czujników niezbędne jest, aby przestrzeń z dwoma czyn-

nikami, których granicę rozdziału należy określić, była wypełniona materiałem niemagnetycznym.

Znany jest również bezstykowy czujnik granicy rozdziału dwóch czynników różniących się gęstością właściwą oraz opornością właściwą, z których co najmniej jeden jest niemagnetyczny i przewodzi prąd elektryczny, w którego korpusie chłodzącym z pokrywą, usytuowany jest otwarty rdzeń magnetyczny mający co najmniej jedno uzwojenie robocze i jedno pomiarowe, przy czym jego bieguny skierowane są ku granicy rozdziału czynników. W tym typie czujnika rdzeń magnetyczny posiada kształt litery E, a jego uzwojenia robocze i pomiarowe połączone są przeciwnie. Ponieważ rdzeń z uzwojeniami powinien znajdować się w bezpośrednim sąsiedztwie granicy rozdziału dwóch środowisk, do korpusu, w którym znajduje się ten rdzeń, doprowadza się czynnik chłodzący.

Celem zabezpieczenia rdzenia i uzwojeń przed działaniem czynnika chłodzącego zalewa się je żywicą epoksydową twardniejącą na zimno. Jednakże przy zalewaniu nie udaje się osiągnąć zadawanej hermetyczności w punktach wprowadzeń uzwojeń poprzez żywicę i w punktach ich wyprowadzenia z korpusu. Inną wadą tego czujnika jest trudność zapewnienia regulacji odległości pomiędzy biegunami rdzenia magnetycznego i dnem obudowy, to znaczy granicą rozdziału dwóch czynników. Regulacja jest niezbędna w pracy czujnika w związku ze zmienianiem się sygnału zerowego. Problem związany jest z tym, że niemożliwe jest przesunięcie rdzenia magnetycznego wewnątrz obudowy w czasie pracy bez przerywania dopływu czynnika chłodzącego. Przy odłączeniu czynnika chłodzącego nawet na niedługi okres czasu, czujnik zostaje uszkodzony wskutek bezpośredniego zetknięcia jego obudowy z roztopionym metalem. Wadą jest również to, że żywica, którą zalany jest rdzeń magnetyczny wycieka wskutek dużych wahań temperatury. W rezultacie czynnik chłodzący dochodzi do uzwojeń i powoduje ich zwarcie.

Celem niniejszego wynalazku jest uniknięcie wymienionych wad. Cel ten według wynalazku, osiągnięto dzięki temu, że bezstykowy czujnik granicy rozdziału dwóch czynników, posiadających różne gęstości właściwe i różne oporności właściwe, przy czym co najmniej jeden z nich jest przewodnikiem prądu elektrycznego i jest materiałem niemagnetycznym, w którego chłodzonej obudowie z pokrywą umieszczony jest otwarty rdzeń magnetyczny z co najmniej jednym uzwojeniem roboczym i jednym pomiarowym, którego bieguny skierowane są ku granicy rozdziału, posiada dodatkową obudowę w postaci tulei, której co najmniej dno wykonane jest z materiału niemagnetycznego, ustawioną tak, że istnieje szczelina, służąca do przepływu czynnika chłodzącego. Obudowa jest sztywno zamocowana wewnątrz korpusu zewnętrznego z tym, że rdzeń magnetyczny wraz z uzwojeniami usytuowany jest wewnątrz dodatkowej obudowy tuż przy jej dnie, którego grubość zapewnia przenikanie pola magnetycznego czujnika do granicy rozdziału dwóch środowisk. Korzystnym jest, aby rdzeń magnetyczny ustawiony był w ten spo-

sób wewnątrz dodatkowej obudowy, aby jego bieguny dotykały jej dna.

Korzystnym jest również aby rdzeń magnetyczny posiadał mechanizm służący do jego przesuwania w stosunku do dna dodatkowej obudowy.

Mechanizm przesuwający rdzeń magnetyczny posiada sprężystą płytkę z materiału niemagnetycznego mocno przymocowaną do rdzenia magnetycznego, trzy trzpienie, których końce zamocowane są w sposób umożliwiający przesuwanie się w pokrywie głównej obudowy, natomiast drugie końce wykonane są w postaci kulowych podpór usytuowanych w odpowiadających im otworach na płytce, przy tym jeden z otworów umieszczony jest na osi wzdłużnej obudowy dodatkowej, a pozostałe dwa są usytuowane w ten sposób, że leżą w dwóch płaszczyznach równoległej i prostopadłej do płaszczyzny rdzenia magnetycznego. Płaszczyzny te są przeprowadzone przez każdy z tych otworów i otwór usytuowany na wzdłużnej osi obudowy dodatkowej.

Dna obudowy zewnętrznej oraz dodatkowej mają kształt kulisty, których promienie krzywizn skierowane są w jedną stronę. Grubość dna obudowy dodatkowej leży w granicach od 0,05 do 0,35 mm. Korzystnym jest wykonanie dna obudowy dodatkowej ze stali austenitowej lub stopu tytanowego, których oporność właściwa przekracza 50.10⁻² Ω. cm. Rozwiązanie czujnika indukcyjnego granicy rozdziału dwóch czynników według wynalazku zapewnia przedłużenie okresu jego pracy, a oprócz tego ułatwia jego eksploatację, pozwalając na wymianę rdzenia wraz z uzwojeniami w procesie jego pracy.

Przedmiot wynalazku pokazany jest i uwidoczniiony w przykładach wykonania na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia schematycznie część urządzenia dla elektrycznego przetapiania żużlowego z umieszczonym w nim czujnikiem granicy rozdziału dwóch czynników w przekroju wzdłużnym, fig. 2 — przekrój urządzenia wzdłuż linii II—II oznaczonej na fig. 1, fig. 3 — kształt dna obudowy zewnętrznej i dodatkowej czujnika w przekroju wzdłużnym, fig. 4 — inny kształt dna obudowy zewnętrznej i dodatkowej czujnika w przekroju wzdłużnym, fig. 5 — przekrój wzdłużny czujnika wraz z mechanizmem służącym dla przesuwania rdzenia magnetycznego w stosunku do dna obudowy dodatkowej, fig. 6 — przekrój wzdłuż linii VI—VI oznaczonej na fig. 5, fig. 7 — przekrój wzdłużny czujnika, z innym mechanizmem dla przesuwania rdzenia magnetycznego w stosunku do dna obudowy dodatkowej.

Bezstykowy czujnik indukcyjny granicy rozdziału dwóch czynników, posiadających różną gęstość właściwą i różną oporność właściwą, przy czym jeden z nich jest przewodnikiem elektrycznym i jest niemagnetyczny, posiada obudowę 1 w postaci cylindrycznej tulei wykonanej z materiału niemagnetycznego, którym może być stal austenitowa o oporności właściwej 50.10⁻² Ω. cm. Wewnątrz obudowy 1 umieszczona jest przy zachowaniu szczeliny 2, przeznaczonej dla przepływu czynnika chłodzącego czujnik, dodatkowa obudowa 3 zamocowana na sztywno i posiadająca również kształt tulei

metalowej, która posiada na swej powierzchni zewnętrznej dwa występy podłużne 4, które tworzą przy ustawieniu dodatkowej obudowy 3 wewnątrz obudowy 1, przy zachowaniu szczeliny 2, dwa kanały. Grubość dna 5 obudowy dodatkowej 3 jest taka, że zapewnia przenikanie pola magnetycznego czujnika do granicy rozdziału dwóch czynników. W opisywanym czujniku grubość dna 5 wynosi 0,1 mm, a jako materiał niemagnetyczny zastosowana jest stal austenitowa o oporności właściwej $50.10^{-6}\Omega \cdot \text{cm}$, z której wykonane jest dno 5 obudowy i boczna powierzchnia obudowy dodatkowej 3. Wewnątrz dodatkowej obudowy 3 bezpośrednio przy jej dnie 5 umieszczony jest otwarty rdzeń magnetyczny 6 o kształcie litery E.

Rdzeń magnetyczny 6 posiada dwa uzwojenia robocze 7 połączone przeciwnie i usytuowane na bocznych biegunach rdzenia magnetycznego 6. Na biegunie środkowym rdzenia magnetycznego 6 usytuowane jest uzwojenie pomiarowe 8. Rdzeń magnetyczny 6 zamocowany jest za pomocą dwóch metalowych uchwytów 9 na pokrywie 10 obudowy 1, która posiada wyprowadzenie rurowe 11 i 12 odpowiednio dla doprowadzenia czynnika chłodzącego, którym jest woda. Pomiędzy obudową 1 i dodatkową obudową 3 umieszczony jest uszczelniający pierścień gumowy 13.

Czujnik jest tak usytuowany w krystalizatorze 14, że dno jego obudowy 1 stanowi część ścianki tego krystalizatora i styka się z granicą 15 rozdziału dwóch czynników 16, 17, którymi są ciekły żużel i ciekły metal. Obudowa 1 czujnika jest elektrycznie odizolowana od krystalizatora 14 za pomocą elektroizolacyjnej przekładki 18 wykonanej z poliesterofluoroetyleny.

Uwzględniając wymagania technologiczne czujnik granicy rozdziału dwóch czynników może mieć różne kształty, dno obudowy 1 zewnętrznej i dno 5 obudowy dodatkowej 3 posiadają kształt kulisty przy czym promienie krzywizny obu den skierowane są w jedną stronę.

W rozwiązaniu według fig. 3 dno obudowy zewnętrznej 1 i dno 19 dodatkowej obudowy 3 posiada kształt wypukły. W rozwiązaniu według fig. 4 dno obudowy zewnętrznej 1 i dno 20 dodatkowej obudowy 3 posiadają formę wklęsłą.

W rozwiązaniu według fig. 5 celem zwiększenia dokładności strojenia czujnika, rdzeń magnetyczny 6 posiada mechanizm 21 służący dla jego przesuwania w stosunku do dna 5 obudowy dodatkowej 3. Mechanizm 21 posiada sztywno zamocowaną na rdzeniu 6 płytkę 22 wykonaną z materiału niemagnetycznego — którym jest stal austenitowa o oporności właściwej $50.10^{-6}\Omega \cdot \text{cm}$. W płytce 22 wykonane są trzy otwory 23, z których jeden usytuowany jest na wzdłużnej osi dodatkowej obudowy 3, a dwa pozostałe są umieszczone w ten sposób, że leżą w dwóch płaszczyznach, równoległej i prostopadłej płaszczyzny rdzenia magnetycznego 6, przeprowadzonych przez każdy z tych otworów i otwór usytuowany na wzdłużnej osi obudowy dodatkowej 3.

Mechanizm 21 posiada również trzy trzpienie 24, na każdym z nich umieszczona jest sprężyna 25, za pomocą których zamocowana jest sprężyste płytka

22. Jeden koniec 26 trzpienia 24 posiada kształt podpory kulistej i wstawiony jest w odpowiedni otwór 23 płytki 22. Drugi koniec 27 trzpienia 24 posiada gwint 28 za pomocą którego zamocowany jest w pokrywie 10.

Przy takim rozwiązaniu czujnika, gdy rdzeń magnetyczny 6 ustawiony jest wewnątrz dodatkowej obudowy 3 i izolowany jest od czujnika chłodzącego, w czujniku może być wykorzystany inny mechanizm 29 fig. 7/ służący dla jego przesuwania. Różni się on tym, że trzy otwory 30, wykonane w płytce 22 usytuowane są w ten sposób, że ich osie leżą w jednej płaszczyźnie. W otworze środkowym 30 wstawiony jest element czołowy 26, w postaci podpory kulistej, trzpienia 24, drugi koniec 27 natomiast posiada pokrętko 31. Dwa pozostałe trzpienie 24 zamocowane są swoimi końcami w pokrywie 10, a drugie ich końce przesuwają się swobodnie w odpowiednich otworach 30.

W opisywanych rozwiązaniach czujnika rdzeń magnetyczny 6 umieszczony jest wewnątrz dodatkowej obudowy 3 w ten sposób, że końce jego biegunów stykają się z dnem 5 dodatkowej obudowy 3. Grubość dna 5 dodatkowej obudowy 3 wynosi 0,2 mm a zastosowany materiał stanowi stop tytanowy o oporności właściwej $100.10^{-6}\Omega \cdot \text{cm}$. W innym rozwiązaniu czujnika według wynalazku grubość dna 5, 19, 20 dodatkowej obudowy 3 wynosi 0,05 mm. Przy czym wykonane jest ono ze stopu tytanowego o oporności właściwej $50.10^{-6}\Omega \cdot \text{cm}$. W kolejnym rozwiązaniu czujnika według wynalazku że grubość dna 5, 19, 20 obudowy dodatkowej 3 wynosi 0,35 mm, przy czym wykonane jest ono ze stali austenitowej o oporności właściwej $120.10^{-6}\Omega \cdot \text{cm}$.

Czujnik granicy rozdziału dwóch czynników, może być wykorzystany również do określenia granicy czynników ciekły metal — metal.

Bezstykowy czujnik indukcyjny granicy rozdziału dwóch czynników pracuje w sposób następujący: czujnik mocowany jest na sztywno w krystalizatorze 14 w ten sposób, aby dno jego obudowy 1 stanowiło część ścianki krystalizatora 14 i aby czynnik chłodzący doprowadzony był od dołu a odprowadzony z góry. Czynnikiem chłodzącym poprzez wyprowadzenie 11 i dolny kanał przechodzi przez szczelinę 2 pomiędzy dnem 5 dodatkowej obudowy 3 i dnem obudowy 1 ochładzając ją. Dla równomiernego odprowadzenia ciepła z dna obudowy 1 i, odpowiednio, dla zwiększenia okresu pracy czujnika, szczelina pomiędzy dnem obudowy 1 i dnem 19 /fig. 3/ i 20 /fig. 4/ obudowy dodatkowej 3 ma kształt równomierny. W związku z tym kształt dna 19 i 20 jest taki, że powtarza kształt dna obudowy 1.

Czujnik umocowany jest w ten sposób w krystalizatorze 14 aby granica 15 rozdziału dwóch czynników 16, 17 ciekły żużel — ciekły metal znalazła się na środku czujnika to znaczy, na osi środkowego trzpienia rdzenia magnetycznego 6. Uzwojenia robocze 7 rdzenia magnetycznego 6 właściwe są przeciwnie w tym celu, aby pola magnetyczne przez nie wytwarzane wzajemnie redukowały się w środkowym trzpieniu rdzenia magne-

tycznego 6, na którym umieszczone jest uzwojenie pomiarowe 8. W wypadku, kiedy dno obudowy 1 styka się całkowicie z ciekłym żużlem 16, pod wpływem pól magnetycznych wytwarzanych przez uzwojenie robocze 7, w żużlu 16 indukują się prądy wirowe, w równym stopniu osłabiające te pola magnetyczne. W związku z tym sygnał wyjściowy odbierany z uzwojenia pomiarowego 8 jest równy 0.

Przy przybliżaniu się granicy 15 ciekły żużel — ciekły metal do środkowej części czujnika, pole magnetyczne jednego z jego uzwojeń roboczych 7, zamykające się poprzez ciekły metal 17, pod wpływem prądów wirowych, obecnych w ciekłym metalu 17, osłabiane jest w większym stopniu niż pole magnetyczne wytwarzane przez drugie uzwojenie robocze 7, zamykające się poprzez ciekły żużel 16. W tym wypadku w uzwojeniu pomiarowym 8 powstaje sygnał elektryczny, który w procesie elektrycznego przetapiania żużlowego steruje położeniem krystalizatora 14 w stosunku do granicy 15 rozdziału dwóch czynników podtrzymując go na zadanym poziomie.

Za pomocą czujnika, przy jego zastosowaniu w elektrometalurgii w procesach: elektrożużlowym, elektronowo-promieniowym, plazmofukowym, w spawaniu elektrożużlowym, napawaniu elektrożużlowym i stałym rozlewaniu metalu, określa się poziom płynnego metalu w stosunku do powierzchni formującej krystalizatora, co pozwala prowadzić proces technologiczny automatycznie, bez udziału operatora.

Jak wykazano wyżej, czujnik umieszczony jest w krystalizatorze 14 w ten sposób, aby płaszczyzna przechodząca przez powierzchnie czołowe biegunów rdzenia magnetycznego 6, była prostopadła do granicy 15 rozdziału dwóch czynników. Praktycznie warunek ten nie zawsze można spełnić, na przykład w przypadku, gdy oś otworu w krystalizatorze 14, w który wkładany jest czujnik, nie jest prostopadła do powierzchni formującej krystalizatora. W tym wypadku na wyjściu czujnika następuje wyjście z równowagi sygnału zerowego. Do tego samego dochodzi, gdy istnieją nierówności grubości dna obudowy 1 i dna 5, 19 /fig. 3/ 20 /fig. 4/ obudowy dodatkowej 3 /fig. 5/ a także różnice w nawinięciu i usytuowaniu uzwojeń roboczych 7.

W związku z tym czujnik posiada mechanizm 21 do przesuwania rdzenia magnetycznego 6 w stosunku do dna 5 obudowy dodatkowej 3. Przy obracaniu trzpieni 24, za pomocą gwintu 28 na końcówkach 27 zmienia się odległość pomiędzy pokrywą 10 czujnika i płytką 22, sztywno połączona z rdzeniem magnetycznym 6, co powoduje zmianę odległości pomiędzy zakończeniami trzpieni rdzenia 6 i dnem 5.

Obracając środkowy trzpień 24 i jeden z bocznych trzpieni 24 otrzymuje się obrót rdzenia magnetycznego 6 w stosunku do osi, przechodzącej przez te dwa trzpienie 24, co pozwala niedopuszczyć do wyjścia z równowagi sygnału zerowego na wyjściu czujnika. W drugim rozwiązaniu mechanizmu 29 /fig. 7/ uzyskuje się, przy pomocy obrotu pokrętle 31, przesunięcie rdzenia magnetycz-

nego w kierunku osiowym, które jest jedynie możliwe, ponieważ boczne trzpienie 24 spełniają funkcję prowadnic.

Bezstykowy czujnik indukcyjny granicy rozdziału dwóch czynników posiada cały szereg zalet w porównaniu ze znanymi czujnikami. Do nich należą: możliwość regulacji i strojenia czujnika w procesie jego pracy bez odłączania czynnika chłodzącego i bez jego demontażu. Czujnik posiada dużą żywotność dzięki usytuowaniu rdzenia magnetycznego wraz z uzwojeniami wewnątrz dodatkowej obudowy, która izoluje go od czynnika chłodzącego oraz dzięki równomiernemu ochładzaniu dna obudowy czujnika.

Zastrzeżenia patentowe

1. Bezstykowy czujnik indukcyjny granicy rozdziału dwóch czynników, posiadających różną gęstość właściwą i różną oporność właściwą, przy czym co najmniej jeden jest niemagnetyczny i przewodzi prąd elektryczny, w którego chłodzonej obudowie z pokrywą umieszczony jest otwarty rdzeń magnetyczny posiadający co najmniej jedno uzwojenie robocze i jedno pomiarowe, oraz którego bieguny skierowane są ku granicy rozdziału, **znamienny tym**, że posiada dodatkową obudowę (3) w postaci tulei, której co najmniej dno (5) jest z materiału niemagnetycznego, umieszczoną przy zachowaniu szczeliny (2), służącej do przepływu czynnika chłodzącego wewnątrz obudowy (1) i sztywno do niej zamocowaną, a rdzeń magnetyczny (6) z uzwojeniami roboczymi (7) i pomiarowymi (8) umieszczony jest wewnątrz dodatkowej obudowy (3), bezpośrednio przy jej dnie (5), przy czym grubość dna jest taka, że zapewnia przenikanie pola magnetycznego czujnika ku granicy (15) rozdziału dwóch środowisk (16) i (17).

2. Czujnik według zastrz. 1, **znamienny tym**, że rdzeń magnetyczny (6) umieszczony jest wewnątrz dodatkowej obudowy (3) w ten sposób, że jego bieguny dotykają do dna (5) dodatkowej obudowy (3).

3. Czujnik według zastrz. 1 albo 2, **znamienny tym**, że rdzeń magnetyczny (6) posiada mechanizm (21) służący do jego przesuwania w stosunku do dna (5) obudowy dodatkowej (3).

4. Czujnik według zastrz. 3, **znamienny tym**, że mechanizm (21) posiada sprężystą płytkę (22) z materiału niemagnetycznego, sztywno zamocowaną na rdzeniu magnetycznym (6), trzy trzpienie (24), których jedne końce (27) umocowane są w pokrywie (10) obudowy zasadniczej (1) z możliwością przesuwania się w pokrywie, a drugie końce (26), mające postać podpór kulistych usytuowane są w odpowiadających im otworach (23) na płycie (22), przy tym jeden z otworów (23) wykonany jest na osi wzdłużnej dodatkowej obudowy (3), a dwa pozostałe usytuowane są w ten sposób, że leżą w dwóch płaszczyznach, równoległej i prostopadłej do płaszczyzny rdzenia magnetycznego (6), przeprowadzonych poprzez każdy z tych otworów (23) i otwór (23) wykonany na osi podłużnej obudowy dodatkowej (3).

5. Czujnik według zastrz. 1, **znamienny tym**, że dno obudowy (1) i dno (19, 20) obudowy dodatko-

wej (3) posiadają kształt kulisty, przy czym promienie krzywizn skierowane są w jedną stronę.

6. Czujnik według zastrz. 5, znamienny tym, że grubość dna (18, 20, 5) dodatkowej obudowy (3) wynosi od 0,05 do 0,35 mm.

7. Czujnik według zastrz. 1 albo 6, znamienny tym, że materiałem niemagnetycznym, z którego wykonane jest dno (19, 20, 5) obudowy dodatkowej (3) jest stal austenityczna lub stop tytanowy, których oporność właściwa przekracza $50 \cdot 10^{-2} \Omega \cdot \text{cm}$.

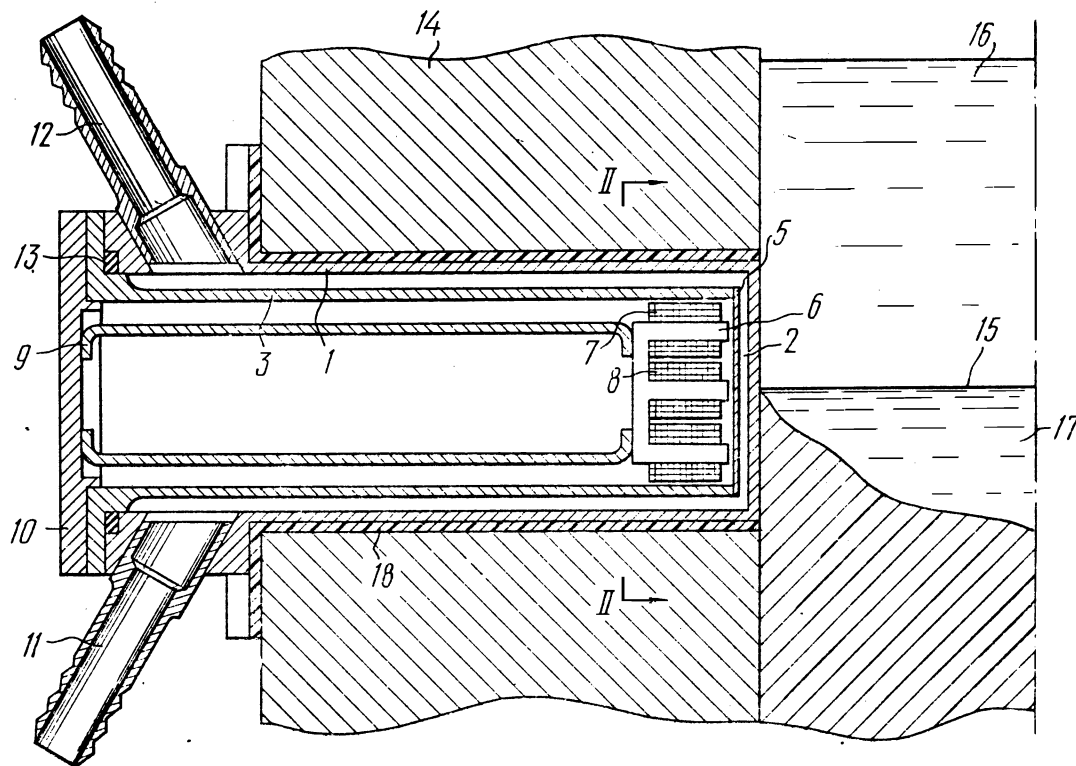


FIG. 1

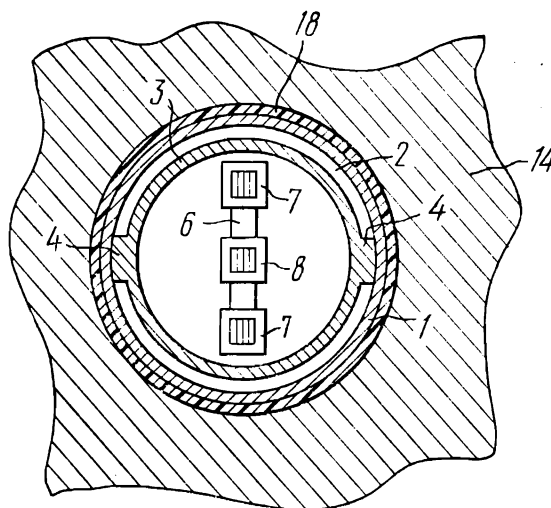


FIG. 2

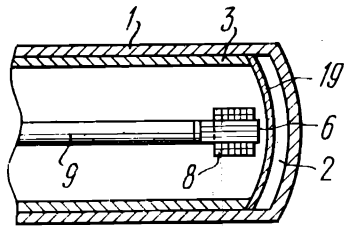


FIG. 3

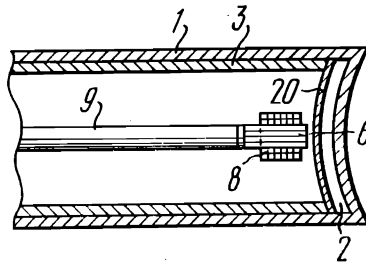


FIG. 4

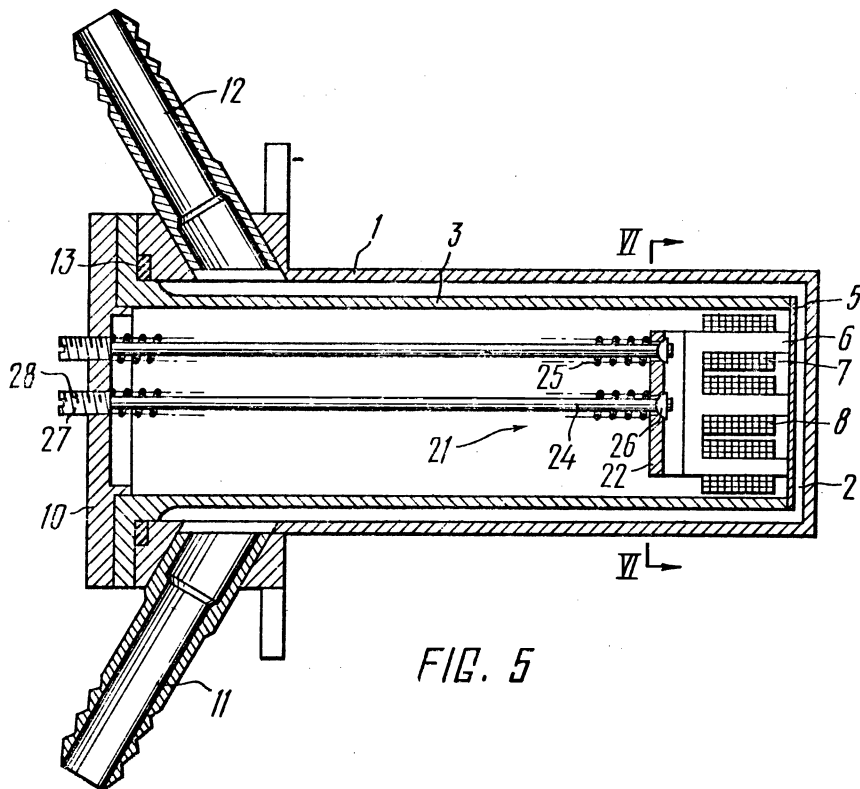


FIG. 5

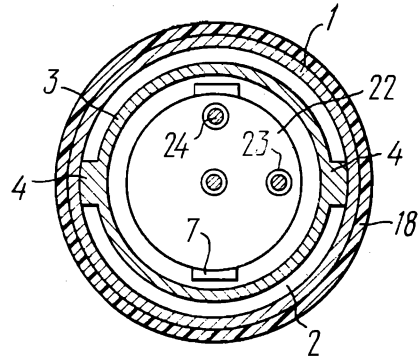


FIG. 6

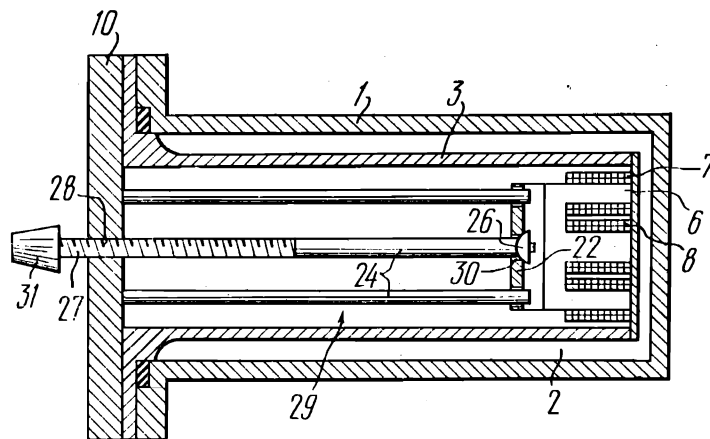


FIG. 7