



**URZĄD
PATENTOWY
PRL**

Patent tymczasowy dodatkowy
do patentu nr

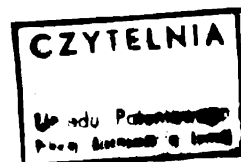
Zgłoszono 31.12.77 (P. 203655)

Pierwszeństwo

Zgłoszenie ogłoszono 15.01.79

Opis patentowy opublikowano 31.12.1983

Int. Cl.² G01R 27/00



Twórcy wynalazku: Jacek Sołtys, Janusz Wolny

Uprawniony z patentu tymczasowego: Uniwersytet Jagielloński, Kraków (Polska)

**Układ do impulsowej metody pomiaru rezystancji
w systemie czteroelektrodowym**

Przedmiotem wynalazku jest układ do impulsowej metody pomiaru rezystancji w systemie czteroelektrodowym.

Układy tego typu są wykorzystywane w laboratoriach i służą przede wszystkim do wyznaczania zależności rezystancji badanego materiału od czynników zewnętrznych takich jak: temperatura, pole magnetyczne, ciśnienie.

Znane układy do pomiaru rezystancji w systemie czteroelektrodowym posiadają dwie elektrody prądowe i dwie napięciowe. Elektrody te mają dobry elektryczny kontakt z próbką (każda oddzielny). Elektrody prądowe połączone są przez miernik prądu (składający się z rezystora wzorcowego i połączonego równolegle cyfrowego miernika napięcia) z zasilaczem prądowym. Elektrody napięciowe połączone są bezpośrednio z cyfrowym miernikiem napięcia. System czteroelektrodowy powoduje, że mierzona jest tylko rezystancja próbki z pominięciem rezystancji styków elektrod z próbką i przewodów doprowadzających. Ze względu na rezystancję styków i doprowadzeń elektrycznych, która w wielu przypadkach jest kilka rzędów wielkości większa od rezystancji samej próbki oraz jej ciągłej zmienności w czasie pracy (zmiana temperatury, pola magnetycznego, ciśnienia) oraz istnienie siły termoelektrycznej, użycie mostków pomiarowych do pomiarów rezystancji próbki jest skomplikowane i rzadko stosowane.

Wadami metody czteroelektrodowej pomiaru rezystancji jest konieczność stosowania wysokiej klasy zasilaczy prądowych, wykonanie pomiarów w możliwie krótkim czasie na dwóch niezależnych miernikach (war-

tość napięcia i prądu elektrycznego), gdyż rezystancja mierzona jest funkcją zmiennych w czasie warunków zewnętrznych takich jak temperatura, pole magnetyczne, ciśnienie, zmiana temperatury próbki związana z dogrzewaniem jej przez płynącą nią prąd elektryczny oraz ciągła kontrola siły termoelektrycznej powstającej w obwodzie elektrycznym próbki.

Celem wynalazku jest usunięcie tych niedogodności z ominięciem zbędnego podnoszenia kosztów aparatury oraz automatyzacja procesu pomiarowego.

Cel ten został osiągnięty przez to, że cały układ pomiarowy uruchamiany jest jednym impulsem sterującym, a impuls końca pomiaru z woltomierzy wyłącza prąd w próbce i kończy cały cykl pomiarowy. Impuls zewnętrzny będący początkiem cyklu pomiarowego włącza prąd w obwodzie próbki. Po dowolnie regulowanym czasie (korzystnie najkrótszym) uruchamiane są jednocześnie woltomierze cyfrowe mierzące spadek napięcia na próbce i rezystorze wzorcowym. Impuls końca pomiaru z woltomierzy cyfrowych jest sygnałem do zakończenia cyklu pomiarowego.

Układ według wynalazku charakteryzuje się tym, że pomiędzy wyjściem z generatora a wejściem na woltomierze cyfrowe znajduje się bramka połączona z przerzutnikiem bistabilnym i monostabilnym, a między przekątnikiem a drugą bramką znajduje się elektroniczny układ opóźniający. Wyjście końca pomiaru woltomierzy połączone jest z częścią układu włączającą prąd w obwodzie próbki.

Zaletą układu poza dużą dokładnością pomiaru, którą

zapewnia system czteroelektrodowy, jest uniezależnienie go od klasy zastosowanego zasilacza prądowego przez równoczesny pomiar napięcia i prądu. Układ zapewnia krótki czas cyklu pomiarowego, a tym samym ogranicza dogrzanie próbki, możliwość stosowania większych prądów elektrycznych, ciągłą kontrolę siły termoelektrycznej i automatyzację cyklu pomiarowego.

Wynalazek jest przedstawiony przykładowo na rysunku, na którym uwidoczniony jest schemat blokowy układu.

Układ wykorzystuje dwa woltomierze cyfrowe W1 i W2 oraz generator impulsów prostokątnych G. Po włączeniu układu impuls zewnętrzny IZ ustawia przełącznik bistabilny PB w położeniu, dla którego na wyjściu pojawia się stan 1. Bramka B1 przepuszcza wszystkie impulsy z generatora G. Impulsy te sterują pracą woltomierzy W1 i W2.

Przy wyłączonym przełączniku K przełączniki P1 i P2 zwierają styki 4-7, 5-8, 6-9. Przełącznik P2 przekazuje napięcie z termopary TE na zaciski pomiarowe woltomierza W2. Woltomierz W1 połączony jest z elektrodami napięciowymi EN sondy pomiarowej, prowadzącej pomiar rezystancji metodą czteroelektrodową. Prąd w obwodzie próbki nie płynie. Woltomierz W1 mierzy systematycznie wielkość siły termoelektrycznej na elektrodach napięciowych EN, natomiast woltomierz W2 mierzy wartość siły termoelektrycznej, którą daje termopara. Impuls końca pomiaru wysyłany z woltomierza W1 zatrzymywany jest na bramce B2. Po włączeniu przełącznika K, przełączniki P1 i P2 zwierają styki 1-4, 2-5, 3-6. Przełącznik P2 przełącza na zaciski pomiarowe woltomierza W2 wartość spadku napięcia na rezystorze wzorcowym RN (pomiar prądu). Przełącznik P1 włącza prąd do obwodu pomiarowego EP oraz steruje bramką B2 i przerzutnikiem monostabilnym PM. Pomiędzy przełącznikiem P1, a bramką B2 znajduje się obwód typu RC lub zamiennie przerzutnik monostabilny opóźniający przejście impulsu sterującego bramką B2. Czas opóźnienia dobiera się eksperymentalnie podczas dostrajania pracy układu. Przerzucanie przerzutnika PM do stanu 0 blokuje bramkę B1, a tym samym impulsy z generatora G nie dochodzą do woltomierzy W1 i W2. Dobór odpowiedniego czasu przerzutu przerzutnika PM pozwala na ustalenie prądu w obwodzie próbki. Po tym czasie bramka B1 ponownie przepuszcza impulsy z generatora G. Droga impulsu jest następująca: impuls z generatora G przechodzi przez bramkę B1 i włącza równocześnie pomiar z dwóch woltomierzy W1 i W2. Woltomierz W1 mierzy spadek napięcia na próbce, a woltomierz W2 spadek napięcia na rezystorze wzorcowym. Po zakończeniu pomiaru impuls końca pomiaru (z woltomierza W1) przechodzi przez bramkę B2 i przerzuca przerzutnik

bistabilny PB do stanu 0. Powoduje to zamknięcie bramki B1 oraz tyrystora T. Bramka B1 odcina woltomierz od generatora G. Pomiar zostaje przerwany. Woltomierze W1 i W2 wskazują wartości poprzednio zmierzone, które mogą być zapisane przez urządzenie samopiszące, sterowane przerzutnikiem bistabilnym PB. Tyrystor T sterowany jest przez przerzutnik bistabilny PB i odcina prąd w cewce przełącznika P1. Przełącznik ten rozwiera obwód próbki pomiarowej EP prąd przestaje płynąć. Po czasie potrzebnym do odczytania wartości woltomierzy W1 i W2 urządzenie czasowe przełącza przełącznik K. Przełącznik P2 wraca do stanu pierwotnego. Przez połączenie styków 6 i 9 przekazany jest impuls na przerzutnik bistabilny PB co powoduje stan 1 na wyjściu przerzutnika PB. Cykl zaczyna się powtarzać.

Duża stabilność prądu w obwodzie próbki nie jest już tak konieczna, gdyż istotny jest stosunek spadków napięć mierzonych w tym samym odcinku czasu. Ponieważ w krótkich odcinkach czasu rezystancja mierzona jak i wzorcową jest stała, tak więc stosunek spadków napięć zależy tylko od stosunków powyższych rezystancji, a nie od wartości prądu elektrycznego płynącego w obwodzie. Równoczesny pomiar spadku napięcia i prądu pozwala na zastosowanie układu do badań, w których czynniki zewnętrzne takie jak temperatura, pole magnetyczne, ciśnienie są wielkościami zmiennymi w czasie. Możliwy jest również pomiar zmiany rezystancji próbki w zależności od czasu (wygrzewanie próbek po hartowaniu rekryształizacja itp). Dzięki krótkiemu czasowi całego cyklu pomiarowego, zależnego od użytych mierników, wartości prądu elektrycznego i konstrukcji sondy pomiarowej, można zwiększyć wartość prądu płynącego przez próbkę, co jest ważne dla próbek o bardzo małej rezystancji rzędu $\mu\Omega$.

Układ będący przedmiotem wynalazku jest przystosowany do pracy na typowych obwodach scalonych.

Zastrzeżenia patentowe

1. Układ do impulsowej metody pomiaru rezystancji w systemie czteroelektrodowym złożony z generatora, woltomierzy cyfrowych, sondy pomiarowej oraz rezystora wzorcowego, **znamienny tym**, że pomiędzy wyjściem z generatora (G) a wejściem na woltomierze cyfrowe (W1 i W2) znajduje się bramka (B1) połączona z przerzutnikiem bistabilnym (PB) i monostabilnym (PM), a między przełącznikiem (P1) a bramką (B2) znajduje się elektroniczny układ opóźniający.

2. Układ według zastrz. 1, **znamienny tym**, że wyjście końca pomiaru woltomierza (W1) lub (W2) połączone jest z częścią układu wyłączającą prąd w obwodzie próbki.

