

POLSKA
RZECZPOSPOLITA
LUDOWA



URZĄD
PATENTOWY
PRL

OPIS PATENTOWY

100927

Patent dodatkowy
do patentu nr _____

Int. Cl² G01N 25/00
G01R 31/26

Zgłoszono: 30.12.74 (P. 176976)

Pierwszeństwo: _____

Zgłoszenie ogłoszono: 01.12.75

Opis patentowy opublikowano: 30.07.1979

CZYTELNIA

Urzędu Patentowego
Polskiej Rzeczypospolitej Ludowej

Twórca wynalazku: Zygmunt Wróbel
Uprawniony z patentu : Uniwersytet Śląski,
Katowice (Polska)

Przyrząd do automatycznego pomiaru własności termoelektrycznych materiałów półprzewodnikowych

Przedmiotem wynalazku jest przyrząd do pomiaru własności termoelektrycznych materiałów półprzewodnikowych, na przykład zależności siły termoelektrycznej od różnicy temperatur na końcach próbki, współczynnika Seebecka w funkcji temperatury średniej próbki, przewodnictwa elektrycznego w funkcji temperatury.

Przy wyznaczaniu parametrów charakteryzujących elektryczne własności półprzewodnika należy między innymi określić wielkości charakteryzujące procesy transportu nośników prądu na przykład ruchliwość i koncentrację swobodnych nośników ładunku. Określenie tych wielkości, ważne jest zarówno z punktu widzenia podstawowych badań jak i praktycznego zastosowania materiałów półprzewodnikowych.

Dotychczas powyższe parametry charakteryzujące własności elektryczne półprzewodników, określano przede wszystkim na podstawie badań magnetycznych, efektu Halla, które zniekształcały procesy transportu nośników prądu obecnością czynników zewnętrznych, a tym samym nie pozwalały na dokładne określenie badanych wielkości. Dokładne określenie tych wielkości jest możliwe przy badaniu własności termoelektrycznych materiałów półprzewodnikowych, ale niestety w tym przypadku jest ono bardzo pracochłonne i drogie.

Celem wynalazku jest skonstruowanie przyrządu, który by umożliwił badanie własności termoelektrycznych materiałów półprzewodnikowych, w sposób automatyczny, w możliwie krótkim czasie, rzędu kilkunastu minut i przy małym nakładzie pracy.

Powyższy cel został osiągnięty dzięki zastosowaniu przyrządu, który jest przedmiotem niniejszego wynalazku.

Istota wynalazku polega na tym, że przyrząd składa się z dwóch członów, członu pomiarowego, i członu sterującego automatycznie proces pomiarowy. Człon pomiarowy składa się z dwóch przesuwnie osadzonych elementów grzejnych, pomiędzy którymi umieszcza się badaną próbkę, zaopatrzonych w przewody pomiarowe, oraz w co najmniej po dwie termopary, przy czym dwie termopary umieszczone po obu stronach próbki są połączone szeregowo, a pozostałe dwie termopary są połączone różnicowo. Człon sterujący automatycznie

proces pomiarowy składa się z elektronicznego zasilacza elementów grzejnych, sterowanego elektronicznie poprzez układ szeregowo lub różnicowo połączonych termopar.

Taka konstrukcja przyrządu ma tę wielką cechę i zaletę, że pozwala nie tylko na stabilizację temperatury średniej próbki ($T_{sr} = \frac{T_1 + T_2}{2}$), przy równoczesnej zmianie w czasie różnicy temperatur ($T = \pm(T_1 - T_2)$) na

próbce, co ma wielkie znaczenie przy pomiarze na przykład zależności siły termoelektrycznej od różnicy temperatur, ale również umożliwia stabilizację różnicy temperatur na próbce przy równoczesnej zmianie w czasie temperatury średniej próbki, co pozwala na bezpośrednie otrzymanie zależności na przykład współczynnika Seebecka i przewodnictwa elektrycznego od temperatury. Ponadto urządzenie do automatycznego pomiaru własności termoelektrycznych materiałów półprzewodnikowych, pozwala na liniowy wzrost temperatury próbki w czasie, co ma bardzo istotne znaczenie, na przykład przy badaniu prądów stymulowanych termicznie.

Przyrząd według wynalazku jest uwidoczniony schematycznie w sposób przykładowy na rysunku.

Przyrząd do automatycznego pomiaru własności termoelektrycznych składa się z dwóch członów, pomiarowego członu A i sterującego automatycznie proces pomiarowy człon B.

Człon A ma przesuwnie osadzone grzejne elementy 1, 2, zaopatrzone w odizolowane od nich miniaturowe elektryczne grzałki 3, 4 w przewody pomiarowe 5, oraz w co najmniej po dwie termopary 6, 7 i 8, 9 również odizolowane elektrycznie od elementów grzejnych, pomiędzy którymi umieszcza się badaną próbkę 10. Ponadto w członie pomiarowym A znajduje się główna grzałka 11, zapewniająca temperaturę odniesienia. Dwie termopary 6 i 8 umieszczone po obu stronach próbki 10 są połączone szeregowo, a więc wskazują sumę temperatur ($T_1 + T_2$) a dwie pozostałe termopary 7 i 9 są połączone różnicowo, wskazują więc różnicę temperatur obu stron próbki ($T_1 - T_2$).

Pomiary własności termoelektrycznych materiałów półprzewodnikowych wymagają, aby temperatura średnia próbki pozostawała stała, a zmieniała się w czasie różnica temperatur na próbce, lub odwrotnie, aby różnica temperatur na próbce pozostawała stała, a zmieniała się w czasie temperatura średnia próbki. Oba te zadania spełnia człon B, sterujący automatycznie procesy pomiarowe. Może on być wykonany w różnych wariantach konstrukcyjnych. W jednym z prostszych rozwiązań człon B może składać się z regulowanych zasilaczy tyrystorowych 12, 12a, 12b zasilających grzałki 3, 4, 11, sterowanych przy pomocy układów elektronicznych. Sterujący układ elektroniczny składa się z dwóch części, z układu kompensatora K i galwanometru G określającego punkt pracy przyrządu oraz z układów fotorezystorów 13a i 13b, wzmacniaczy 14, 14a i 14b, silników 15, 15a i 15b sterujących za pomocą zmiany oporu halipotów 16, 16a i 16b moc tyrystorowych zasilaczy 12, 12a i 12b.

Wyżej opisany przyrząd do automatycznego pomiaru własności termoelektrycznych materiałów półprzewodnikowych działa w następujący sposób. Badaną próbkę 10 umieszcza się między dwoma elementami grzejnymi 1, 2, włącza główną grzałkę 11, zapewniającą średnią temperaturę układu pomiarowego A oraz ustala na pewnym poziomie wyjściowym moc miniaturowych grzałek 3, 4.

Pomiar współczynnika Seebecka w danej temperaturze wymaga, aby różnica temperatur $\Delta T = \pm(T_1 - T_2)$ na próbce 10 ulegała zmianom w czasie trwania pomiaru, a temperatura średnia próbki pozostawała stała. W tym przypadku układ szeregowo połączonych termopar 6 i 8 jest włączony do członu B, który powoduje, że temperatura średnia próbki pozostaje stała, a zmienia się w czasie różnica temperatur na próbce.

Na jedną z osi rejestratora XY podaje się napięcie z układu różnicowo połączonych termopar 7 i 9 proporcjonalne do różnicy temperatur na próbce $\Delta T = \pm(T_1 - T_2)$, a na drugą oś rejestratora XY za pomocą przewodów pomiarowych 5 podaje się siłę termoelektryczną E powstającą w badanej próbce 10. Na rejestratorze XY otrzymuje się zależność $E = f(\Delta T)_{T_{sr}} = \text{const}$ której kąt nachylenia jest miarą współczynnika Seebecka w danej temperaturze średniej.

Pomiar współczynnika Seebecka (α) w zależności od średniej temperatury T_{sr} , wymaga aby różnica temperatur na próbce 10 pozostawała stała, ($\Delta T = \text{const}$), natomiast temperatura średnia próbki ulegała wolnym zmianom w czasie trwania pomiaru. Zmianę temperatury średniej próbki w czasie zapewnia sterowany elektronicznie zasilacz tyrystorowy 12 zasilający główną grzałkę 11. W celu stabilizacji zadanej różnicy temperatur na próbce ($\Delta T = T_1 - T_2$), układ różnicowo połączonych termopar 7, 9 włącza się po zmianie położenia przełącznika 17 do członu B, który, stabilizując prąd w grzałce 4, automatycznie steruje prąd w grzałce 3 w ten sposób, że różnica temperatur na próbce pozostaje stała, a zmienia się temperatura średnia próbki. Przy stałej różnicy temperatur na próbce siła termoelektryczna jest proporcjonalna do współczynnika Seebecka. Podając na jedną z osi rejestratora XY napięcie z układu szeregowo połączonych termopar 6 i 8, proporcjonalne do

temperatury średniej próbki ($T_{sr} = \frac{T_1 + T_2}{2}$) a na drugą oś rejestratora XY za pomocą przewodów pomiarowych 5 siłę termoelektryczną, proporcjonalną, przy stałej różnicy temperatur, do współczynnika Seebecka (α) otrzymuje się zależność współczynnika Seebecka od temperatury średniej, $\alpha = f(T_{sr})$. Ponadto należy zaznaczyć, że przyrząd ten pozwala między innymi otrzymać zależność przewodnictwa elektrycznego od temperatury. W tym celu na kompensatorze K należy ustawić różnicę temperatur równą zero ($\Delta T = 0$), oraz w obwód pomiarowy włączyć dodatkowo źródło prądu.

Zastrzeżenie patentowe

Przyrząd do automatycznego pomiaru własności termoelektrycznych materiałów półprzewodnikowych, znamienny tym, że ma dwa człony, pomiarowy człon (A) i sterujący automatycznie procesy pomiarowe człon (B), z których człon (A) składa się z dwóch przesuwnie osadzonych grzejnych elementów (1, 2), pomiędzy którymi umieszcza się badaną próbkę (10), zaopatrzonych w pomiarowe przewody (5), oraz w co najmniej po dwie termopary (6, 7 i 8, 9), przy czym dwie termopary (6, 8) umieszczone po obu stronach próbki są połączone szeregowo, a pozostałe dwie termopary (7, 9) są połączone różnicowo, natomiast człon (B), składa się z elektronicznych zasilaczy (12a, 12b) grzejnych elementów (1, 2), sterowanych elektronicznie, poprzez układ termopar (6, 8) połączonych szeregowo lub układ termopar (7, 9) połączonych różnicowo.

