

Metoda oraz przyrząd do pomiaru rezystancji styku dwóch różnych materiałów

WSTĘP

Pomiar rezystancji styku dwóch materiałów (np.: rezystancja kontaktu metal - półprzewodnik) to istotne zagadnienie w procesie technologicznym produkcji przyrządów półprzewodnikowych oraz w praktyce laboratoryjnej, gdzie zachodzi stała potrzeba szybkiego ustalenia jakości kontaktu dwóch materiałów.

Pomiary własności styku dwóch materiałów z rezystancją przejściową skupioną w obszarze kilku do kilkunastu mikronów jest bardzo trudny ze względu na małą czułość znanych metod [1, 2].

Dotychczas szeroko stosowane są metody sondowe pomiaru rezystancji styku, w których przez obydwa materiały przepuszcza się prąd elektryczny, a przemieszczając po powierzchni próbki sondę punktową wyznacza się rozkład potencjału na styku obu materiałów.

Rezystancję styku określa się na podstawie stosunku skoku potencjału na kontakcie obu materiałów do wartości płynącego prądu.

Sposób ten charakteryzuje się małą czułością oraz niewielką dokładnością pomiaru, ponieważ na wyniki pomiaru mają wpływ takie czynniki jak: jakość powierzchni materiału, rozmiary sondy i jej nacisk na powierzchnię, geometria próbki, a co się z tym wiąże rozpiływ prądu.

Celem pracy jest przedstawienie nowej metody pomiaru małych rezystancji styku na granicy dwóch materiałów.

Ponadto przedstawiono założenia konstrukcyjne przyrządu, którego zasada działania jest oparta na opisanej metodzie.

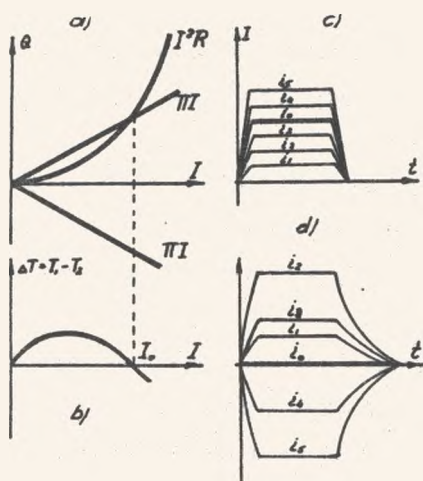
* Uniwersytet Śląski, Wydział Techniki

IDEA METODY POMIARU REZYSTANCJI STYKU DWÓCH MATERIAŁÓW

Istota metody pomiaru rezystancji dwóch różnych materiałów polega na wykorzystaniu zjawisk termoelektrycznych, zachodzącym na styku dwóch materiałów przy przepływie przez niego prądu elektrycznego.

Prąd przepływający przez styk dwóch materiałów wydziela na nim ciepło Joule'a - Lenza oraz ciepło Peltiera, którego wartość jest dodatnia (ogrzewanie) lub ujemna (chłodzenie) w zależności od kierunku przepływu prądu (dodatek).

Wybierając kierunek prądu w ten sposób, aby ciepło Peltiera było ujemną (chłodzenie), jak widać z rysunku 1a można wskazać taką wartość prądu I_0 , przy której ilości ciepła wydzielonego na styku materiału (ciepło Joule'a - Lenza) oraz ilości ciepła Peltiera są sobie równe (dodatek)



Rys. 1a. Zależność ciepła Joule'a - Lenza (I^2R) i ciepła Peltiera (πI) od prądu I ,
 1b. Zależność różnicy temperatur między stykiem materiałów T_1 a ich powierzchnia T_2 w funkcji prądu I ,
 1c. Kształt impulsów prądu w czasie,
 1d. Zależność impulsów napięcia termoelektrycznego $E = (\alpha_1 - \alpha_2)(T_1 - T_2)$ od czasu, dla kilku wartości prądu

$$I_0^2 R_s = \pi \cdot I_0 \quad (1)$$

gdzie:

I_0 - prąd płynący przez styk materiałów

R_s - rezystancja styku

π - współczynnik Peltiera.

Korzystając z zależności (6 (dodatek)) otrzymujemy:

$$I_0^2 R_s = (\alpha_1 - \alpha_2) T \cdot I_0 \quad (2)$$

stąd

$$R_s = \frac{(\alpha_1 - \alpha_2) \cdot T}{I_0} \quad (3)$$

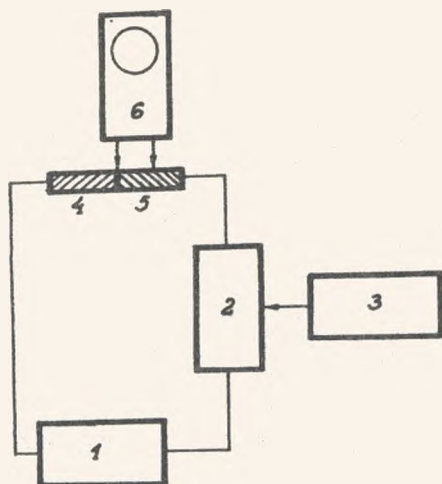
Praktyczne określenie wartości prądu I_0 jest możliwe dzięki zjawisku Seebecka. Ilość ciepła Joule'a - Lenza wydzielona i pochłoniętego ciepła Peltiera na styku dwóch materiałów powoduje, że złącze w zależności od wartości przepływającego przez nie prądu będzie miało różną temperaturę T_1 od temperatury T_2 samego materiału, co spowoduje pojawienie się siły termoelektrycznej $E = (\alpha_1 - \alpha_2)(T_1 - T_2)$, której wartość określamy za pomocą indykatora napięcia (oscyllograf).

Gdy ilość ciepła Joule'a - Lenza ($I_0^2 R$) i ciepła Peltiera πI_0 są sobie równe co do wartości, a przeciwne co do znaku, otrzymujemy $T_1 = T_2 = T$, $E = 0$, co jest podstawą określenia wartości I_0 .

PRZYRZĄD DO POMIARU REZYSTANCJI STYKU DWÓCH MATERIAŁÓW

Schemat blokowy przyrządu do pomiaru rezystancji styku dwóch materiałów pokazano na rysunku 2. Do regulowanego źródła prądu o dużej wydajności 1, poprzez klucz elektroniczny 2 sterowany generatorem impulsów prostokątnych 3 jest włączony układ dwóch stykających się materiałów 4, 5. Dwie sondy a, b indykatora temperatury 6 włączone są między stykiem materiałów a ich powierzchnią.

Wybierając odpowiedni kierunek prądu (aby nastąpiło pochłanianie ciepła Peltiera) oraz regulując impulsowo (aby nie nastąpiło przegrzanie materiału) jego wartość, można stwierdzić, że różnica temperatur ($T_1 - T_2$) będzie zmieniać się od zera poprzez wartość maksymalną osiągając ponownie wartość zero (rys. 1a). Otrzymana w tym punkcie wartość prądu I_0 odpowiada założeniom metody (wzór 1).



Rys. 2. Schemat blokowy przyrządu do pomiaru rezystancji styku dwóch różnych materiałów (1 - źródła prądu, 2 - klucz elektroniczny, 3 - generator impulsów prostokątnych, 4, 5 materiały których styk badamy, 6 - indykator temperatury i jego sondy a, b)

Mierząc wartość temperatury T stykających się materiałów oraz ich współczynniki Seebecka α_1 , α_2 można na podstawie zależności (3) określić wartość rezystancji styku tych materiałów.

DODATEK

Podstawowe zjawiska i zależności

a) P r a w o J o u l e ' a - L e n z a. Określa ilość ciepła, która wydzieliła się w materiale podczas przepływu przez niego prądu elektrycznego.

$$Q = I^2 \cdot R \quad (4)$$

gdzie:

Q - ilość ciepła wydzielona w jednostce czasu

I - natężenie prądu

R - rezystancja materiału.

b) E f e k t P e l t i e r a. Polega na pochłanianiu lub wydzielaniu ciepła na styku dwóch materiałów w zależności od kierunku przepływającego przez niego prądu elektrycznego.

$$Q = \pi \cdot I \quad (5)$$

gdzie:

π - współczynnik Peltiera

c) E f e k t S e e b e c k a. Polega na pojawieniu się siły termoelektrycznej w otwartym obwodzie złożonym z dwóch różnych materiałów, jeśli pomiędzy ich stykami istnieje różnica temperatur

$$E = (\alpha_1 - \alpha_2)(T_1 - T_2) \quad (6)$$

gdzie:

E - siła termoelektryczna,

α_1, α_2 - współczynniki Seebecka stykających się materiałów,

T_1 i T_2 - temperatury "gorącego" i "zimnego" złącza dwóch materiałów.

a) Z a l e ż n o ś ć T h o m s o n a. Współczynnik Seebecka i Peltiera są powiązane ze sobą zależnością Thomsona

$$\pi = (\alpha_1 - \alpha_2) T \quad (7)$$

gdzie:

T - temperatura materiału.

LITERATURA

1. Kowtoniuk N.F., Koncowoj J.A., Pomiary parametrów materiałów półprzewodnikowych. PWN. Warszawa 1973.
2. Mengali O.J., Seiler M.R., Advanced Energy Conversion 2, 59 (1962).
3. Wróbel Z., Patent PRL N^o 227739.

SUMMARY

Operation principle of the method measurement of resistance of contact between two materials.

Main design features and parameters of the method measurement of resistance of contact between two materials.

РЕЗЮМЕ

Представлен принцип метода и прибора для измерения сопротивления двух разных материалов.

Представлены основные данные нового метода, а также параметры созданного прибора для измерения сопротивления двух разных материалов.