

14k-1,82

1.03.2006

TP - TERMOGENERATOR PÓŁPRZEWODNIKOWY

dr inż. Halina Kruczek

TERMOGENERATOR PÓŁPRZEWODNIKOWY.

CEL CWICZENIA

Dla termogeneratora półprzewodnikowego zmierzyć można napięcie jałowe (bez obciążenia) oraz prąd zwarciovowy w funkcji różnicy temperatur. Ponadto określa się oporność wewnętrzną, współczynnik Sebeka i sprawność.

program pomiarów:

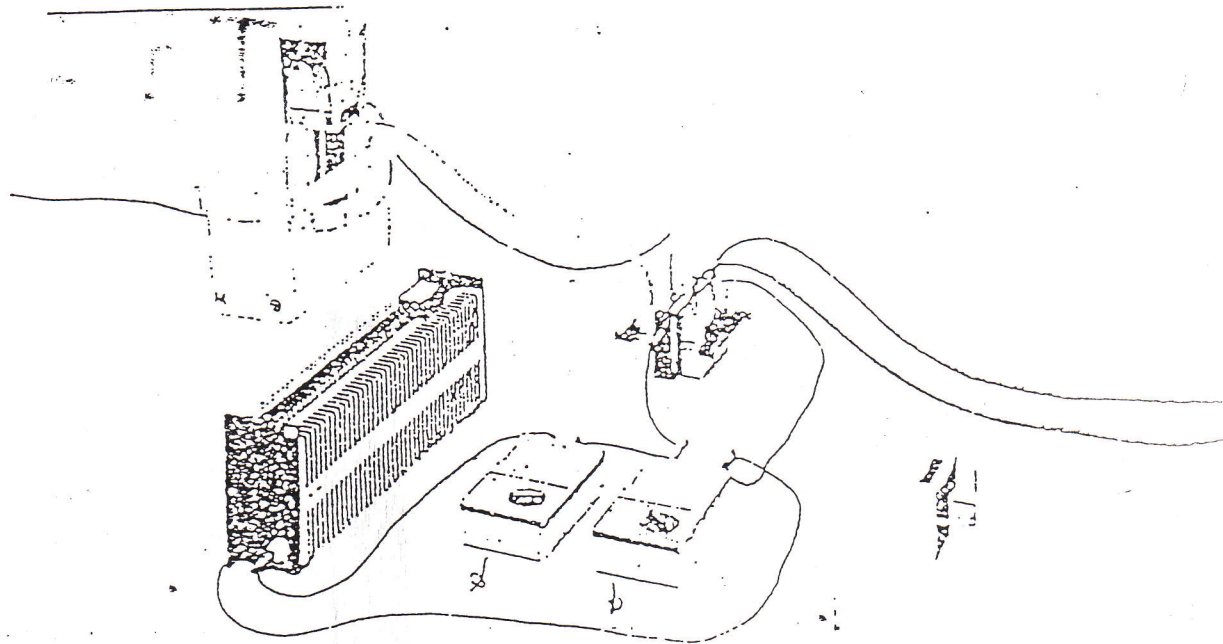
1. Pomiar napięcia jałowego U_0 i prądu zwarciovowego I_s przy zmiennych różnicach temperatur i określenie współczynnika Sebeka.
2. Pomiar napięcia i prądu przy stałej różnicy temperatur ale przy różnych obciążeniach opornika, oraz określenie oporności wewnętrznej R_i na podstawie danych pomiarowych.
3. Określenie sprawności zamiany energii na podstawie ilości skonsumowanego ciepła i energii elektrycznej produkowanej na jednostkę czasu.

Stanowisko i metodyka pomiarów.

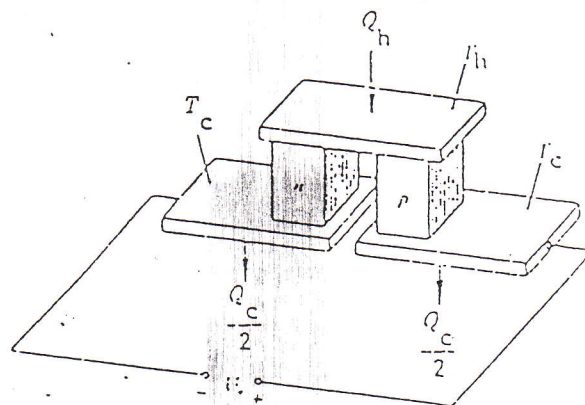
Stanowisko pomiarowe przedstawione jest na rys.1.

1. Zamocować przepływowy wymiennik ciepła po obu stronach termogeneratora.

Napełnić zimną stronę wodą z wodociągu i ustawić temperaturę po gorącej stronie termostatu. Mierzy się temperaturę po obu stronach termogeneratorów w króćcach do tego przeznaczonych. Pomiar prądu zwarciovowego oraz napięcia jałowego wykonuje się bezpośrednio, natomiast pomija się oporność wewnętrzną.



rys. 1. Schemat stanowiska pomiarowego.



rys. 2. Konstrukcja elementu półprzewodnika Sebecka. Elementy elektrycznie połączone są szeregowo a ciepłnic równolegle.

2. Podłączyć opornik suwakowy R_{ext} do termogenerators przy stałej średniej różnicy temperatur. Pomiar prądu i napięcia przy różnych

nastawach, rezultaty przedstawia się na wykresach.

3. Usuwa się wymiennik ciepła który był podłączony do termostatu i w to miejsce napełnia po brzegi gotująca woda. Wykonuje się pomiar temperatury na gorącym brzegu $T_h = f(t)$ i na zimnym brzegu $T_c = f(t)$ w funkcji czasu. Pomiar prądu i napięcia poprzez zewnętrzny opór ma tą samą wartość co przy oporze wewnętrznym.

PODSTAWY TEORETYCZNE TERMOGENERA I METODA OBLICZEN.

Jeśli na przewodniku wykonanym z dwóch różnych materiałów stworzy się różnicę temperatur tak że spadek temperatury zachodzi od strony bezprądowej, wówczas oczywiście zachodzi przepływ ciepła od strony cieplejszej do chłodniejszej. Przy czym nośniki ładunków biorące udział w wymianie ciepła są rozmieszczone nierównomiernie wzdłuż przewodnika. Wewnętrzne natężenie pola ustala się, można wykazać, że jest to siła elektromotoryczna U_0 przy otwartych końcach przewodnika (efekt Seebecka). Poziom napięcia zależy od różnicy temperatur i od rodzaju materiału przewodnika. W uproszczeniu można napisać równanie na wartość napięcia w postaci:

$$U_0 = \alpha_{1,2} (T_h - T_c) = \alpha_{1,2} \Delta T$$

gdzie $\alpha_{1,2}$ jest współczynnikiem Seebecka dla danych materiałów

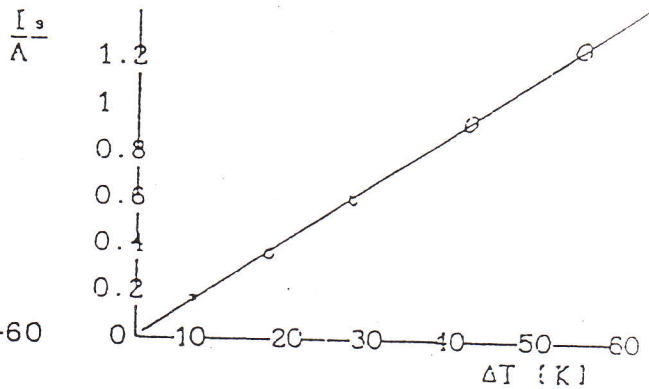
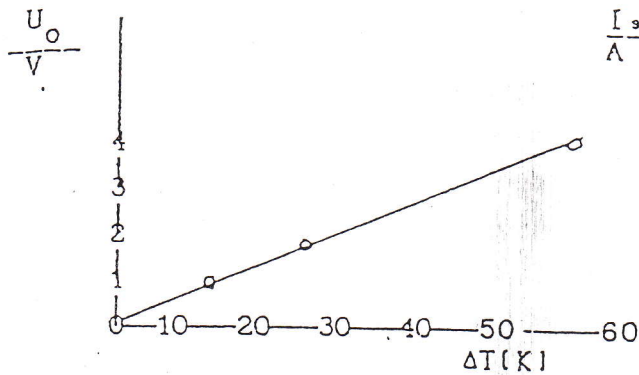
T_h Temperatura gorącej strony a T_c zimnej strony.

1. Stosując równanie regresji

$$U_0 = a + b \Delta T$$

do wartości zmierzonych (patrz rys.3), otrzymujemy:

$b = 0.0587 \text{ V/K}$, z błędem standartowym $S = 0.0006 \text{ V/K}$.



rys.3. Napięcie jałowe w funkcji różnicy temperatur. rys.4 Prąd zwarciový w funkcji ΔT

Termogenerator zawiera 142 elementy połączone szeregowo. Współczynnik Seebeka dla tego półprzewodnika wynosi więc

$$\alpha_{1,2} = 4.13 \cdot 10^{-4} \text{ V/K}$$

standardowy błąd wynosi $S_{\alpha_{1,2}} = 0.04 \cdot 10^{-4} \text{ V/K}$.

Jeśli prąd zwarciový zmienia się liniowo ze wzrostem temperatury tzn. że w badanym zakresie temperatur oporność wewnętrzna ma stałą wartość.

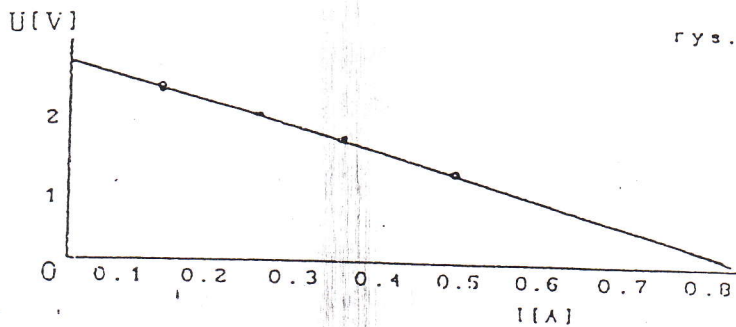
2. Stosując równanie regresji $U = a + b I$ do wartości pomiarowych z wykresu na rys.5 otrzymujemy:

$$a = U_o = 2.34 \text{ V}, S_a = S_{U_o} = 0.01 \text{ V}$$

$$|b| = R_i = 2.8 \Omega, S_b = S_{R_i} = 0.02 \Omega$$

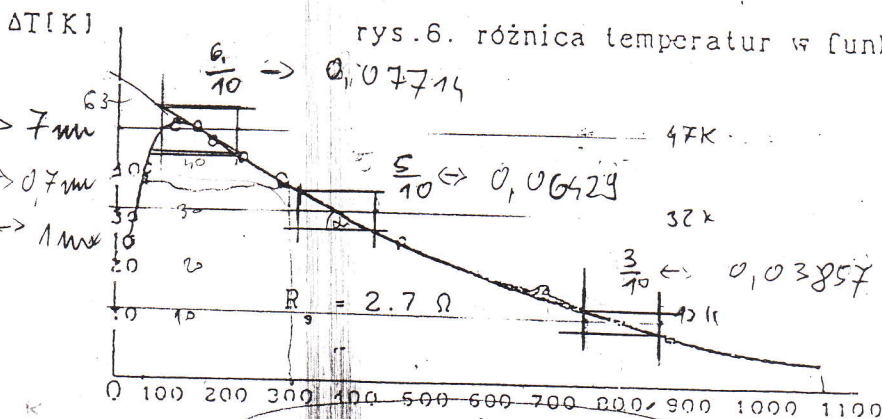
i prąd zwarciový

$$I_s = \frac{U_o}{R_i} = 0.84 \text{ A} \text{ gdzie } S_{I_s} = 0.01 \text{ A}$$



rys.5. napięcie na zaciskach w zależności od natężenia prądu przy stałej temperaturze

3. Z rysunku 6 określa się nachylenie krzywej w części opadającej krzywej przy pomocy np. regresji liniowej.



rys.6. różnica temperatur w funkcji czasu.

10K ↔ 7mm
1K ↔ 0,7mm
142g ↔ 1mm

$$\frac{1 \text{ mm}}{1 \text{ s}} = 0,013857 \frac{\text{K}}{\text{s}}$$

$$\frac{1}{10} \cdot \frac{1,328}{111,11} = 0,012857$$

1000s ↔ 39 mm
1s ↔ 0,09 mm
111,11s ↔ 10 mm

Przy różnicy temperatur równej 40K stosując równanie regresji w postaci $\Delta T = a + bt$ otrzymujemy następujące wartości nachylenia krzywej

$$b = \frac{d \Delta T}{dt} = 0.0361 \text{ K/s}$$

Co pozwala nam na określenie ilości ciepła Q przepływającego poprzez

generator w jednostce czasu zgodnie do

$$\frac{dQ}{dt} = P_{th.} = C * \frac{d\Delta T}{dt}$$

Dla masy wody $m_w = 0.194 \text{ kg}$ i $c_p(\text{wody}) = 4182 \text{ J/(kgK)}$ otrzymujemy:

$$C = m_w * c_p = 811 \text{ J/K} \quad \text{stad } P_{th} = 29.3 \text{ J/s.}$$

Moc elektryczną mierzoną przy stałym obciążeniu, P_{el} , można uzyskać z danych przedstawionych na rys.7. Dla $\Delta T = 40\text{K}$ otrzymuje się $P_{el} = 0.25 \text{ W}$, stad sprawność generatora

$$\eta = P_{el}/P_{th.} = 0.009 = 0.9\%.$$

$P_{el} \text{ [K]}$

rys.7 Moc elektryczna w funkcji ΔT .

