

Efekty termoelektryczne w ciałach stałych

27 listopada 2012

1 Wstęp teoretyczny

Zjawisko termoelektryczne jest to ogół transformacji napięcia elektrycznego i temperatury. W zależności od typu zmian, wyróżniamy trzy główne zjawiska:

zjawisko Seebecka

polega na powstawaniu różnicy napięć na stykach dwóch metali, jeżeli dwa styki znajdują się w różnych temperaturach.

zjawisko Peltiera

polega na wydzielaniu się temperatury, bądź jej pochłanianiu na stykach dwóch metali w wyniku przepływu prądu elektrycznego.

zjawisko Thomsona

polega na wydzielaniu się temperatury bądź jej pochłanianiu, w przewodniku przez który płynie prąd elektryczny, oraz który znajduje się w różnych temperaturach.

Zjawisko termoelektryczne stosuje się przy generatorach termoelektrycznych. Generatory takie wykorzystują zjawisko Seebecka. Wykonuje się wykorzystując a pary półprzewodników, z u wspólnionym potencjałem na jednym biegunie, a pozostałe bieguny łączone są przez odbiornik energii elektrycznej. Następnie jeden biegun półprzewodników zostaje podgrzany, a drugi ochłodzony, aby zmaksymalizować gradient temperatury. Tak powstałą siłę termoelektryczną możemy odebrać na odbiorniku po zapewnieniu zamkniętego obwodu elektrycznego.

Drugim popularnym urządzeniem wykorzystującym efekty termoelektryczne, jest pompa ciepła. Wykorzystuje ona zjawisko Peltiera. Układ jest bliźniaczo podobny do generatora termoelektrycznego, jednak zamiast odbiornika energii, mamy źródło napięciowe. Po wymuszeniu różnicy napięć, a co za tym idzie, przepływu prądu elektrycznego, na łączeniach półprzewodników następuje chłodzenie oraz grzanie. W zależności od potrzeb, wykorzystujemy biegun pochłaniający ciepło w celu chłodzenia, bądź biegun oddający ciepło w celu grzania.

Siła termoelektryczna jest wielkością obrazującą wielkość napięcia powstającego pod wpływem gradientu temperatury. Wielkość siły termoelektrycznej jest zależna typu materiału.

Ogólny wzór na siłę termoelektryczną przyjmuje postać:

$$\alpha = \frac{k_B}{e} \int \left(\frac{E - E_F}{k_B T} \right) \frac{\sigma(E)}{\sigma} dE$$

Opracowane wzory skrócone, ze względu na typ przewodnika, i przyjmują one następujące postaci:

metale i półprzewodniki zdegenerowane

$$\alpha = \frac{\pi^2 k_B T}{3e E_F}$$

półprzewodniki samoistne

$$\alpha = \frac{k_B}{e} \frac{\mu_n - \mu_p}{\mu_n + \mu_p} \left(2 + \frac{E_g}{2k_B T} \right)$$

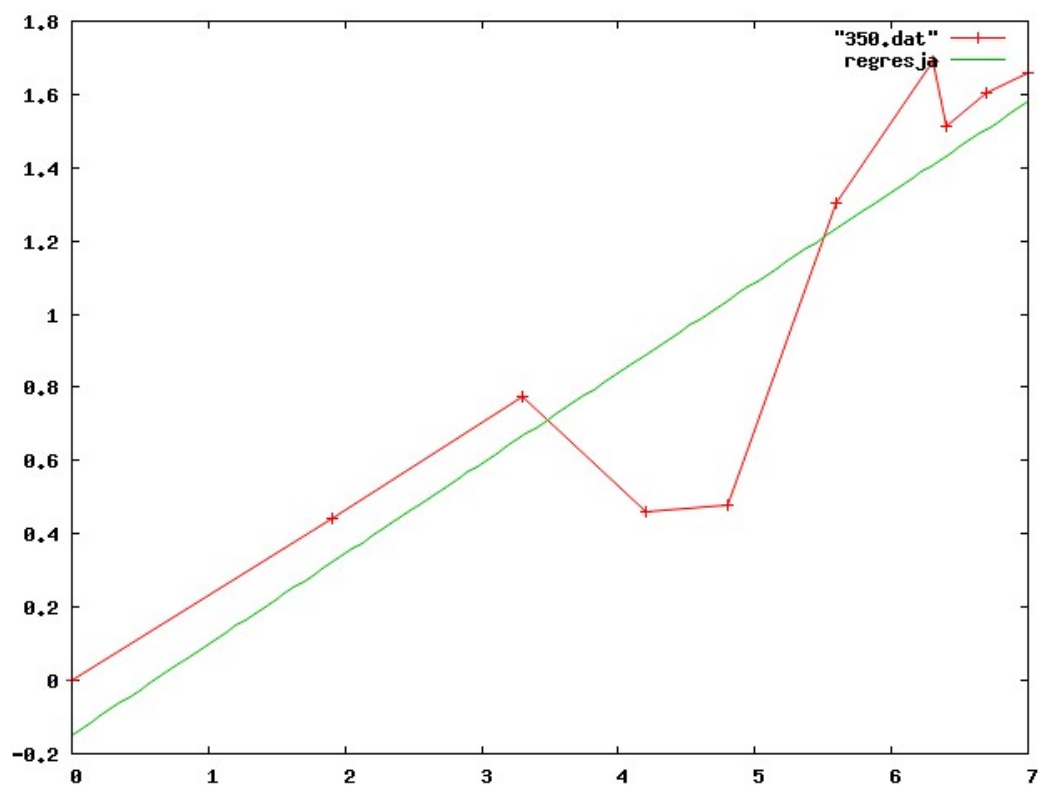
półprzewodniki domieszkowe

$$\alpha = \frac{k_B}{e} \left(-\frac{E_F}{k_B T} + r + \frac{5}{2} \right)$$

2 Opracowanie wyników

2.1 Temp: 350°C

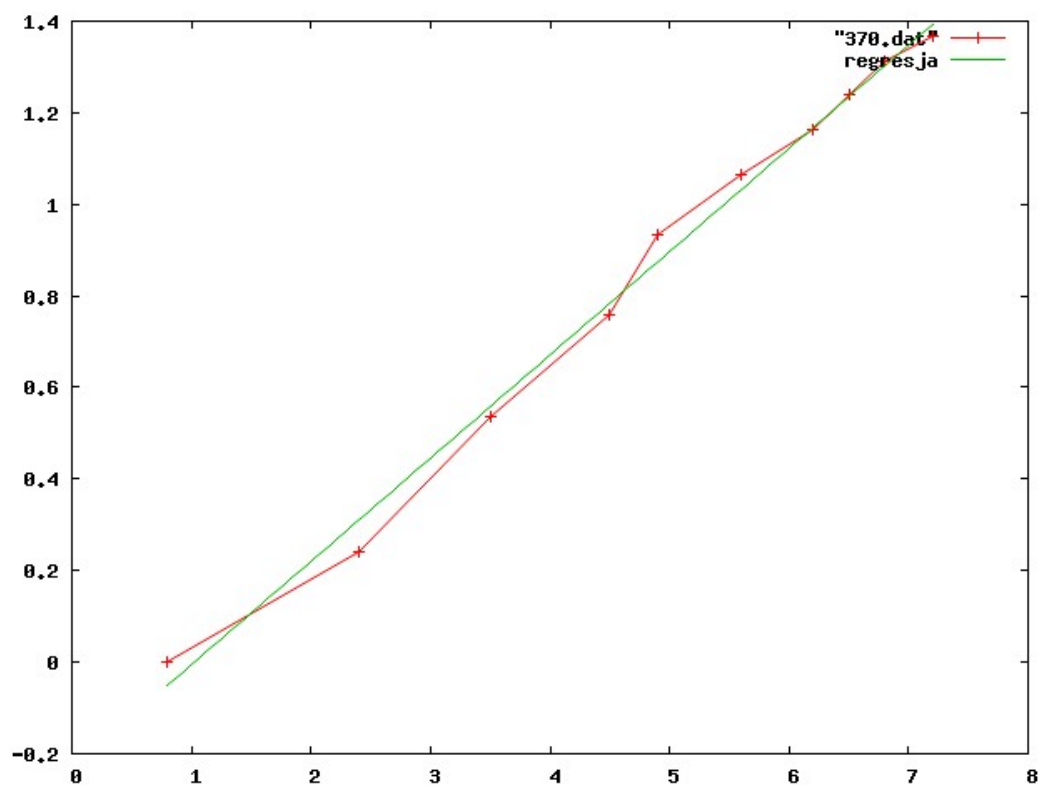
L.p	T_1 mV	T_2 mV	T_1 °C	T_2 °C	ΔT °C	V mV	ΔV mV
1	3.671	3.671	442.7	442.7	0.0	0.708	0
2	3.688	3.670	444.5	442.6	1.9	1.152	0.444
3	3.701	3.670	445.9	442.6	3.3	1.483	0.775
4	3.711	3.670	446.8	442.6	4.2	1.169	0.461
5	3.719	3.671	447.5	442.7	4.8	1.185	0.477
6	3.726	3.671	448.3	442.7	5.6	2.010	1.302
7	3.731	3.671	449.0	442.7	6.3	2.400	1.692
8	3.735	3.672	449.3	442.9	6.4	2.220	1.512
9	3.739	3.383	449.7	443.0	6.7	2.310	1.602
10	3.743	3.673	450.0	443.0	7.0	2.369	1.661



Wartość siły termoelektrycznej: 0.246

2.2 Temp: 370°C

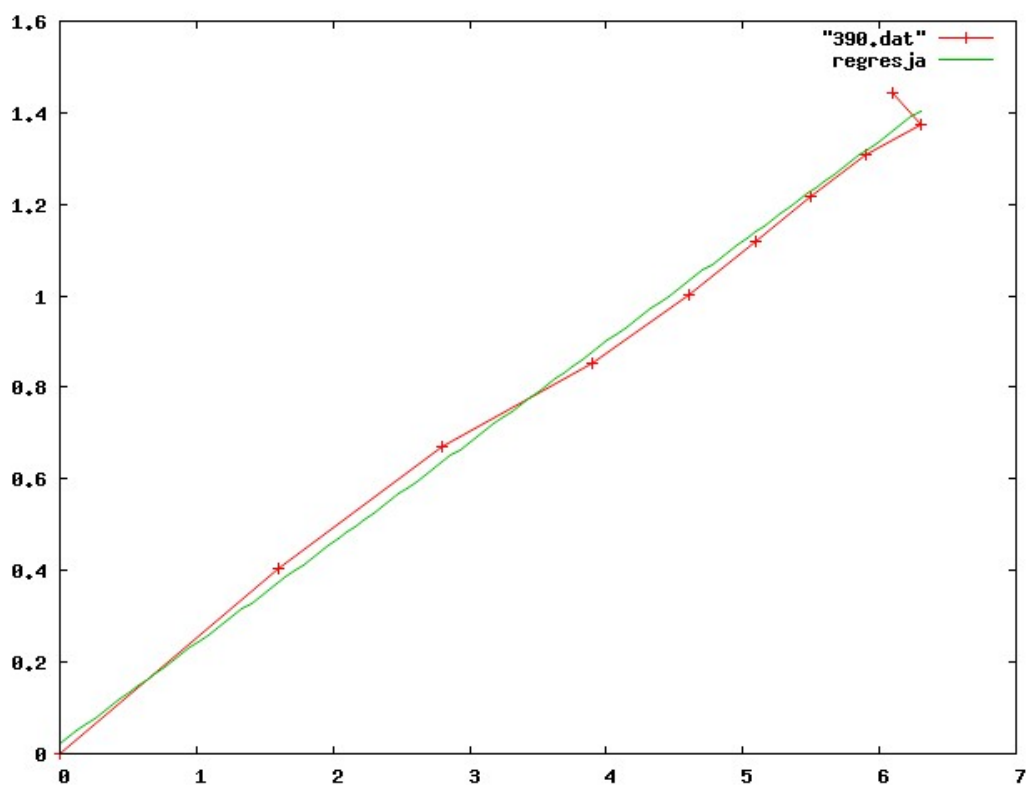
L.p	T_1 mV	T_2 mV	T_1 °C	T_2 °C	ΔT °C	V mV	ΔV mV
1	3.760	3.752	451.8	451.0	0.8	0.879	0.000
2	3.775	3.752	453.4	451.0	2.4	1.119	0.240
3	3.785	3.753	454.5	451.0	3.5	1.417	0.538
4	3.797	3.754	455.7	451.2	4.5	1.638	0.759
5	3.805	3.755	456.5	451.4	4.9	1.814	0.935
6	3.811	3.756	457.0	451.4	5.6	1.943	1.064
7	3.817	3.757	457.7	451.5	6.2	2.043	1.164
8	3.822	3.758	458.1	451.6	6.5	2.119	1.240
9	3.826	3.759	458.5	451.7	6.8	2.193	1.314
10	3.830	3.760	459.0	451.8	7.2	2.247	1.368



Wartość siły termoelektrycznej: 0.225

2.3 Temp: 390°C

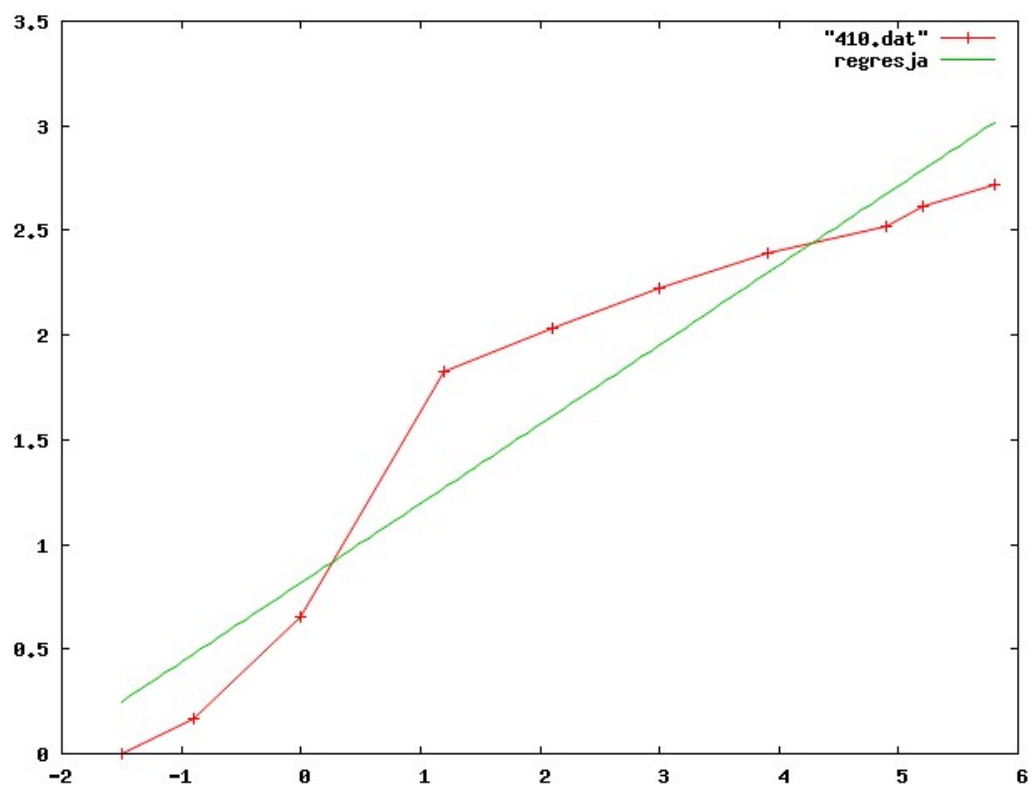
L.p	T_1 mV	T_2 mV	T_1 °C	T_2 °C	ΔT °C	V mV	ΔV mV
1	3.903	3.904	466.5	466.5	0.0	0.524	0.000
2	3.920	3.904	468.1	466.5	1.6	0.930	0.406
3	3.931	3.905	469.4	466.6	2.8	1.196	0.672
4	3.942	3.905	470.5	466.6	3.9	1.376	0.852
5	3.950	3.906	471.4	466.8	4.6	1.527	1.003
6	3.956	3.907	472.0	466.9	5.1	1.643	1.119
7	3.962	3.908	472.5	467.0	5.5	1.742	1.218
8	3.967	3.909	473.0	467.1	5.9	1.834	1.310
9	3.972	3.910	473.5	467.2	6.3	1.897	1.373
10	3.972	3.912	473.5	467.4	6.1	1.967	1.443



Wartość siły termoelektrycznej: 0.219

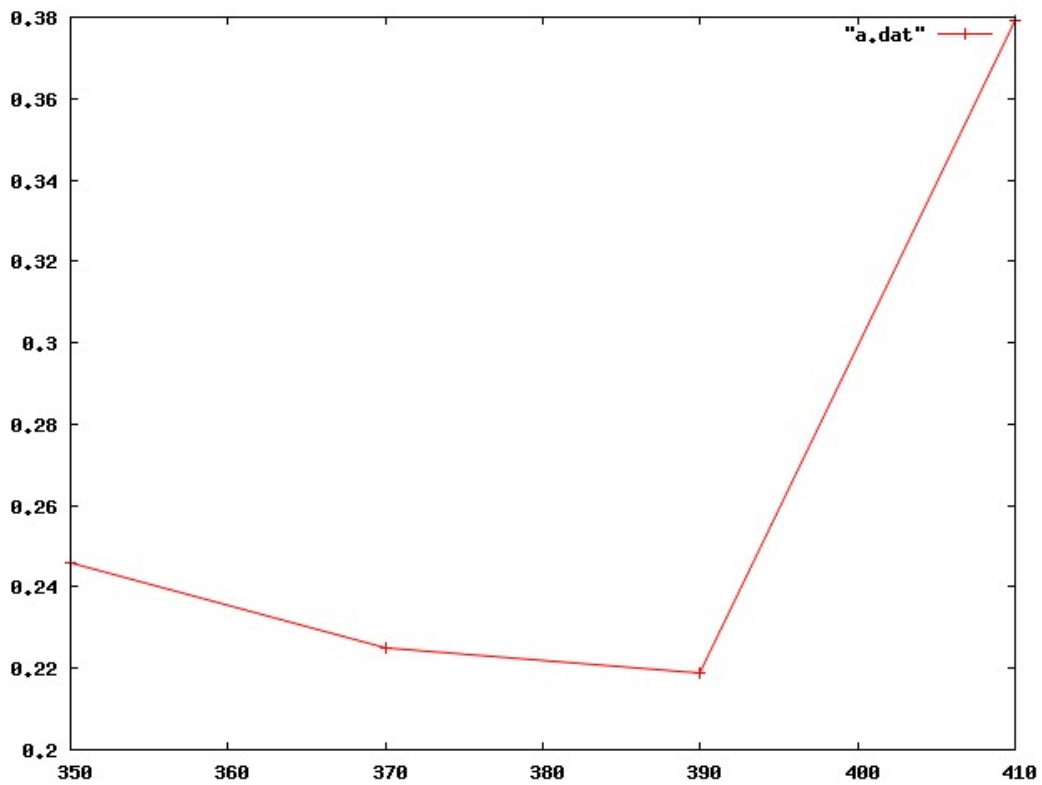
2.4 Temp: 410°C

L.p	T_1 mV	T_2 mV	T_1 °C	T_2 °C	ΔT °C	V mV	ΔV mV
1	4.099	4.113	486.3	487.8	-1.5	-0.124	0.000
2	4.103	4.112	486.8	487.7	-0.9	-0.293	0.169
3	4.110	4.111	487.6	487.6	0.0	0.527	0.651
4	4.121	4.110	488.7	487.5	1.2	1.702	1.826
5	4.130	4.110	489.6	487.5	2.1	1.912	2.036
6	4.140	4.110	490.5	487.5	3.0	2.099	2.223
7	4.148	4.110	491.4	487.5	3.9	2.264	2.388
8	4.156	4.110	492.4	487.5	4.9	2.398	2.522
9	4.161	4.110	492.7	487.5	5.2	2.494	2.618
10	4.166	4.110	493.3	487.5	5.8	2.591	2.715



Wartość siły termoelektrycznej: 0.379

2.5 Siła termoelektryczna



2.6 Ułamkowa zależność obsadzenia dostępnych położeń

$$\alpha = \frac{k_B}{e} \ln \frac{c_0 - c}{c}$$

$$\frac{\alpha * e}{k_B} = \ln \frac{c_0 - c}{c}$$

$$\frac{c_0 - c}{c} = e^{\frac{\alpha * e}{k_B}}$$

$$\frac{c_0}{c} = 1 + e^{\frac{\alpha * e}{k_B}}$$

350

$$\alpha = 0.246$$

$$\frac{c}{c_0} = 0.0544$$

370

$$\alpha = 0.225$$

$$\frac{c}{c_0} = 0.0684$$

390

$$\alpha = 0.219$$

$$\frac{c}{c_0} = 0.0730$$

410

$$\alpha = 0.379$$

$$\frac{c}{c_0} = 0.0121$$

