

Wyznaczanie zależności przewodnictwa od temperatury dla półprzewodników i przewodników - doświadczenie 203 (sala 217A)

Sebastian Maciejewski 132275 i Jan Techner 132332

8 grudnia 2017

1 Wstęp teoretyczny

Przewodnictwo właściwe materiałów zależy od temperatury. Dla metali (przewodników) spada przy wzroście temperatury ze względu na spadek ruchliwości nośników. W przypadku półprzewodnika samoistnego zdolność przewodzenia prądu rośnie wykładniczo przy wzroście temperatury. Dzieje się tak, gdyż rośnie koncentracja nośników. Ruchliwość spada podobnie jak w metalach, zmiany te są jednak niewielkie w porównaniu ze zmianami koncentracji.

Takie właściwości półprzewodnika wynikają z tego, iż nośnikami prądu są w nim elektrony w paśmie przewodnictwa i dziury w paśmie walencyjnym. Elektrony są dostarczane do pasma przewodnictwa z pasma walencyjnego (w półprzewodnikach samoistnych) lub z poziomów domieszkowych (w półprzewodnikach domieszkowanych). Dziury natomiast powstają w paśmie walencyjnym po przejściu elektronu do pasma przewodnictwa.

Liczba elektronów przechodzących na wyższy poziom energetyczny zależy wykładniczo min. od temperatury i wyraża się (dla półprzewodników samoistnych) wzorem:

$$n = n_{0s} e^{\frac{E_g}{2kT}} \quad (1)$$

gdzie E_g to szerokość pasma zabronionego, k to stała Boltzmanna a T temperatura.

Opis doświadczenia

2 Wyniki pomiarów

Dla ogrzewania i chłodzenia przewodnika i półprzewodnika otrzymaliśmy następujące odczyty oporu:

Temperatura ($^{\circ}C$)	Opór półprzewodnika ($k\Omega$)	Opór przewodnika (Ω)
22,8	208,0	109,1
26,3	177,0	110,4
31,3	144,0	112,1
36,3	117,0	114,1
41,3	95,0	116,0
46,3	80,1	117,9
51,3	66,5	119,8
56,3	54,7	121,7
61,3	46,4	123,5
66,3	39,2	125,3
71,3	33,0	127,1
76,3	28,0	129,1
81,3	23,9	130,8
86,3	20,4	132,6
81,3	26,8	131,3
76,3	31,6	129,9
71,3	38,1	128,1
66,3	44,9	126,4
61,3	52,7	124,6
56,3	61,2	122,9
51,3	73,4	120,7
46,3	87,0	118,6
41,3	103,6	116,6
36,3	124,7	114,6
31,3	149,9	112,5
26,3	181,6	110,5
24,9	191,7	109,9

3 Opracowanie wyników

Dla zależności:

$$\ln(1/R) = f(1/T) \quad (2)$$

wyliczymy teraz, korzystając z metody regresji liniowej, współczynnik nachylenia prostej.

Przyjmujemy, że $\ln(1/R) = y$ i $1/T = x$. Posługując się metodą regresji liniowej opisaną wzorem:

$$a = \frac{n\sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i}{n\sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}, \quad (3)$$

wyznaczamy współczynnik nachylenia prostej a , oraz jego niepewność.

$$a = -3869,397 \left[\frac{K}{\Omega} \right] \quad (4)$$

Następnie korzystając z równania:

$$a = \frac{E_A}{2k} \Rightarrow E_A = 2ak \quad (5)$$

obliczamy energię aktywacji (E_A), która wynosi:

$$E_A = -1,068 * 10^{-19} \frac{J}{K} = -0,667 \frac{eV}{K}$$

Błąd wyznaczenia wielkości a :

$$\Delta a = \sqrt{\frac{n(\sum y_i^2 - a\sum x_i y_i - b\sum y_i)}{(n-2)(n\sum x_i^2 - (\sum x_i)^2)}} =$$

Zatem ostateczne wartości a i E_A wyglądają następująco:

Wartości temperatury w K , obliczenia $1/T$ i $\ln(1/R)$.

	a	$E_A[\frac{J}{K}]$	$E_A[\frac{eV}{K}]$
pomiar	-3869,39702854943	$-1,068 * 10^{-19}$	-0,667
dokładność	TODO	TODO	TODO
po zaokrągleniu	TODO	TODO	TODO

Tablica 1: Współczynnik nachylenia linii a i energia aktywacji E_A wraz z dokładnościami Δa i ΔE_A

$T(K)$	$1/T$	$\ln(1/R)$ dla półprzewodnika
295,95	0,00337895	-12,24529336
299,45	0,00333946	-12,08390501
304,45	0,00328461	-11,87756858
309,45	0,00323154	-11,66992921
314,45	0,00318016	-11,46163217
319,45	0,00313038	-11,29103113
324,45	0,00308214	-11,10495723
329,45	0,00303536	-10,90961899
334,45	0,00298998	-10,74505474
339,45	0,00294594	-10,57643203
344,45	0,00290318	-10,40426284
349,45	0,00286164	-10,23995979
354,45	0,00282127	-10,08163374
359,45	0,00278203	-9,92329018
354,45	0,00282127	-10,19615717
349,45	0,00286164	-10,3609124
344,45	0,00290318	-10,54796956
339,45	0,00294594	-10,71219307
334,45	0,00298998	-10,87237073
329,45	0,00303536	-11,02190247
324,45	0,00308214	-11,20367921
319,45	0,00313038	-11,3736634
314,45	0,00318016	-11,54829261
309,45	0,00323154	-11,73366613
304,45	0,00328461	-11,91772368
299,45	0,00333946	-12,10956175
298,05	0,00335514	-12,16368693