



ĆWICZENIE
38 A

Badanie i zastosowania półprzewodnikowego modułu Peltiera jako chłodziarki.

Instrukcja wykonawcza

1. Zestaw przyrządów:

- układ pomiarowy złożony z modułu termoelektrycznego, wymiennika ciepła zanurzonego w rezerwuarze ciepła (zbiorniku z wodą), bloku miedzianego oraz termometrów elektronicznych,
- zasilacz prądu stałego z wbudowanym woltomierzem i amperomierzem,
- zasilacz prądu przemiennego (autotransformator połączony z transformatorem 230–12 V),
- amperomierz (miernik uniwersalny).

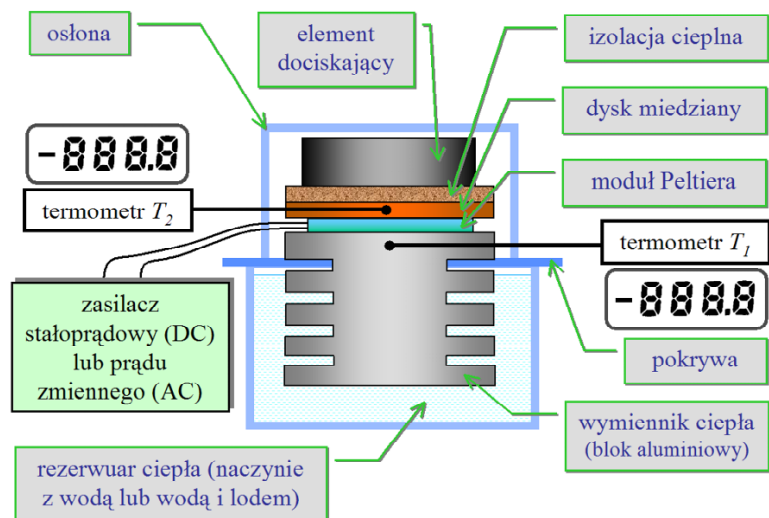
2. Cel ćwiczenia:

- poznanie istoty zjawisk termoelektrycznych i ich opisu,
- zbadanie podstawowych parametrów modułu Peltiera,
- wyznaczenie efektywności chłodzenia przez moduł Peltiera,
- wyznaczenie zależności różnicy temperatur między gorącą i zimną stroną modułu Peltiera od natężenia prądu stałego płynącego przez moduł,
- pomiar wilgotności powietrza,
- wyznaczenie zależności różnicy temperatur między gorącą i zimną stroną modułu Peltiera od natężenia prądu przemiennego w celu ilustracji roli ciepła Joule'a.

3. Schemat układu pomiarowego



Rys.1.a. Układ do badania modułu Peltiera oraz chłodziarki peltierowskiej



Rys.1.b. Schemat układu do badania modułu Peltiera oraz chłodziarki peltierowskiej

4.1. Wyznaczanie sprawności chłodzenia przez moduł Peltiera

4.1.1. Przygotowanie zestawu pomiarowego

- sprawdzić zgodność elementów zestawu z wykazem zawartym w punkcie 1,
- sprawdzić, czy termometry wskazują poprawnie temperaturę,
- napełnić pojemnik zimną wodą z kranu do poziomu około 1,0 – 1,5 cm poniżej górnej krawędzi,
- umieścić zestaw pomiarowy w naczyniu z wodą (rys.1.a),
- podłączyć zasilacz prądu stałego do modułu Peltiera (rys.1.b). Zwrócić uwagę na to, by podłączyć (+) zasilacza z (+) modułu Peltiera, a (-) zasilacza z (-) modułu Peltiera (gniazdo czerwone na zasilaczu z gniazdem czerwonym modułu Peltiera, a gniazdo czarne zasilacza z gniazdem czarnym modułu Peltiera). Przy takim połączeniu blok miedziany będzie chłodzony.

4.1.2. Przebieg pomiarów

Ustawić (możliwie szybko) natężenie prądu płynącego przez moduł Peltiera na wartość z przedziału 1,0 – 1,5 A. Po ustaleniu natężenia prądu wyłączyć zasilacz i odczekać kilka minut na ustalenie się temperatury. Zanotować temperaturę bloku miedzianego, a następnie włączyć zasilanie modułu Peltiera i co 5 s notować temperaturę bloku miedzianego (termometr elektroniczny wyświetla zmiany temperatury co 5 s). Zanotować wartości napięcia i natężenia prądu płynącego przez moduł. Wyłączyć zasilanie modułu Peltiera.

4.1.3. Opracowanie wyników

Korzystając z uzyskanych wyników, narysować wykres zależności temperatury bloku miedzianego od czasu. Na podstawie wykresu wyznaczyć średnią prędkość zmian temperatury $\frac{dT}{dt} \cong \frac{\Delta T}{\Delta t}$, gdzie ΔT to zmiana temperatury bloku miedzianego w czasie Δt .

Obliczyć moc pobieraną z zasilacza przez moduł Peltiera ze wzoru $P_{el} = UI$, gdzie U oznacza napięcie zasilania, I – natężenie prądu płynącego przez moduł.

Obliczyć moc pobieraną przez moduł Peltiera z bloku miedzianego (moc chłodzenia), korzystając ze wzoru:

$$\dot{Q}_{chl} = \frac{dQ_{chl}}{dt} = mc \frac{dT}{dt},$$

gdzie $m = 130,4$ g – masa bloku miedzianego, $c = 0,3855$ J/gK – ciepło właściwe miedzi.

Obliczyć sprawność chłodzenia badanego układu $\eta_{chl} = \frac{\dot{Q}_{chl}}{P_{el}}$

4.2. Wyznaczanie zależności różnicy temperatur bloku zimnego i gorącego od natężenia prądu płynącego przez moduł Peltiera.

4.2.1. Przygotowanie zestawu pomiarowego

Podczas pomiarów korzystamy z zestawu i układu połączeń opisanych w punkcie 4.1.1. Przed rozpoczęciem pomiarów odczekać kilka minut na ustalenie się temperatur.

4.2.2. Przebieg pomiarów

Korzystając z układu i połączeń opisanych w poprzednim punkcie wyznaczyć zależność różnicy temperatur między blokiem aluminiowym i blokiem miedzianym od natężenia prądu zasilającego moduł. Natężenie prądu zmieniać co 0,3 lub 0,4 A w przedziale od zera do 3 A. Po każdej zmianie natężenia prądu odczekać około 4 – 5 min na ustalenie się różnicy temperatur i zanotować temperatury bloku aluminiowego i miedzianego oraz natężenie prądu płynącego przez moduł.

4.2.3. Opracowanie wyników

Na podstawie uzyskanych wyników narysować wykres zależności różnicy temperatur między zimną i gorącą stroną modułu Peltiera od natężenia prądu. Wyjaśnić, dlaczego przy dużych natężeniach prądu płynącego przez moduł sprawność chłodzenia maleje (zwiększanie natężenia prądu powoduje zmniejszenie różnicy temperatur między „zimną” i „gorącą” stroną modułu).

4.3. Pomiar wilgotności powietrza (temperatury rosy).

4.3.1. Przebieg pomiarów

Podczas pomiarów wymienionych w punkcie 4.2. obserwować powierzchnię bloku miedzianego. Uwaga! Blok miedziany jest poniklowany, ma kolor szary a nie miedziany. Zanotować temperaturę, przy której blok miedziany staje się matowy (zostaje pokryty rosą) i temperaturę otoczenia.

4.3.2. Opracowanie wyników

Korzystając z tablicy zamieszczonej na końcu instrukcji, wyznaczyć zawartość pary wodnej w metrze sześciennym powietrza oraz wilgotność względną.

4.4. Badanie ciepła Joule'a wydzielanego w module Peltiera.

4.4.1. Przygotowanie zestawu pomiarowego

Połączyć zasilacz prądu przemiennego z modułem Peltiera. Zasilacz stanowi autotransformator połączony z transformatorem. Do modułu Peltiera należy podłączyć wyjście 12 V z transformatora poprzez amperomierz prądu przemiennego, który służy do pomiaru natężenia prądu płynącego przez moduł.

Uwaga: nie wolno podłączać bezpośrednio wyjścia z autotransformatora do modułu Peltiera!

4.4.2. Przebieg pomiarów

Wyznaczyć zależność różnicy temperatur między blokiem aluminiowym i blokiem miedzianym od natężenia prądu przemiennego zasilającego moduł. Natężenie prądu zmieniać co 0,3 lub 0,4 A w przedziale od zera do około 1,5 A. Po każdej zmianie natężenia prądu odczekać około 4 - 5 min na ustalenie się różnicy temperatur, zanotować temperatury bloku aluminiowego i miedzianego oraz natężenie prądu.

4.4.3. Opracowanie wyników

Na podstawie uzyskanych wyników narysować wykres zależności różnicy temperatur między zimną i gorącą stroną modułu Peltiera od natężenia prądu przemiennego. Porównać uzyskaną zależność w wynikami pomiarów uzyskanych w punkcie 4.2, wyjaśnić przyczynę różnicy tych zależności.

Opracowanie: Ryszard Poprawski, Beata Radojewska i Wojciech Poprawski

Tabela: Zależność ciśnienia oraz gęstości pary wodnej nasyconej od temperatury w przedziale od 0 °C do 75 °C.

| Temp. °C | Ciśnienie N/m ² | Gęstość pary kg/m ³ | Temp. °C | Ciśnienie N/m ² | Gęstość pary kg/m ³ | Temp. °C | Ciśnienie N/m ² | Gęstość pary kg/m ³ |
|----------|----------------------------|--------------------------------|----------|----------------------------|--------------------------------|----------|----------------------------|--------------------------------|
| 0 | 610,758 | 0,004847 | 25 | 3166,57 | 0,02304 | 50 | 12334,80 | 0,08306 |
| 1 | 656,555 | 0,005192 | 26 | 3359,76 | 0,02437 | 51 | 12960,47 | 0,08696 |
| 2 | 705,392 | 0,005559 | 27 | 3563,74 | 0,02576 | 52 | 13611,63 | 0,09107 |
| 3 | 757,465 | 0,005945 | 28 | 3778,50 | 0,02723 | 53 | 14292,21 | 0,09533 |
| 4 | 812,873 | 0,006357 | 29 | 4004,06 | 0,02876 | 54 | 15001,23 | 0,09980 |
| 5 | 871,909 | 0,006793 | 30 | 4241,38 | 0,03037 | 55 | 15739,67 | 0,1044 |
| 6 | 934,769 | 0,007257 | 31 | 4491,45 | 0,03205 | 56 | 16509,50 | 0,1092 |
| 7 | 1001,258 | 0,007746 | 32 | 4753,28 | 0,03382 | 57 | 17311,68 | 0,1142 |
| 8 | 1072,06 | 0,008264 | 33 | 5028,85 | 0,03566 | 58 | 18146,23 | 0,1193 |
| 9 | 1147,28 | 0,008818 | 34 | 5318,15 | 0,03759 | 59 | 19015,09 | 0,1247 |
| 10 | 1227,11 | 0,009398 | 35 | 5622,15 | 0,03962 | 60 | 19917,31 | 0,1302 |
| 11 | 1311,74 | 0,01001 | 36 | 5939,89 | 0,04172 | 61 | 20858,74 | 0,1360 |
| 12 | 1401,57 | 0,01066 | 37 | 6274,29 | 0,04392 | 62 | 21839,41 | 0,1420 |
| 13 | 1496,69 | 0,01134 | 38 | 6624,39 | 0,04623 | 63 | 22849,49 | 0,1482 |
| 14 | 1597,41 | 0,01206 | 39 | 6991,16 | 0,04864 | 64 | 23908,61 | 0,1546 |
| 15 | 1704,10 | 0,01282 | 40 | 7374,60 | 0,05115 | 65 | 25006,96 | 0,1613 |
| 16 | 1816,98 | 0,01363 | 41 | 7777,65 | 0,05379 | 66 | 26144,53 | 0,1613 |
| 17 | 1936,42 | 0,01447 | 42 | 8198,36 | 0,05653 | 67 | 27332,11 | 0,1753 |
| 18 | 2062,34 | 0,01536 | 43 | 8638,68 | 0,05938 | 68 | 28556,96 | 0,1826 |
| 19 | 2195,71 | 0,01630 | 44 | 9099,59 | 0,06234 | 69 | 29841,64 | 0,1903 |
| 20 | 2336,92 | 0,01729 | 45 | 9582,08 | 0,06544 | 70 | 31165,53 | 0,1982 |
| 21 | 2485,99 | 0,01833 | 46 | 10085,16 | 0,06868 | 71 | 32538,47 | 0,2064 |
| 22 | 2642,89 | 0,01942 | 47 | 10611,78 | 0,07205 | 72 | 33960,43 | 0,2148 |
| 23 | 2807,64 | 0,02057 | 48 | 11161,93 | 0,07559 | 73 | 35431,43 | 0,2236 |
| 24 | 2982,20 | 0,02177 | 49 | 11735,62 | 0,07924 | 74 | 36961,26 | 0,2326 |
| 25 | 3166,57 | 0,02304 | 50 | 12334,80 | 0,08306 | 75 | 38549,94 | 0,2420 |