

Ա.Հ. ԵՓՐԵՄՅԱՆ

ԹԵՐՄՈԷԼԵԿՏՐՈՆԻ ԳՈՐԾԱԿՑԻ ՉԱՓՄԱՆ ԱՎՏՈՄԱՏԱՑՎԱԾ ՀԱՄԱԿԱՐԳ

Թերմոէլէկտրոնի գործակցի չափման հայտնի ստացիոնար մեթոդի հիման վրա, հատուկ գրված ծրագրի և բազմաֆունկցիոնալ քարտի օգնությամբ ավտոմատացված են չափումները: Նոր մեթոդով հնարավոր է ջերմաստիճանների լայն միջակայքում չափել թերմոէլէկտրոնի գործակցի ջերմաստիճանային կախվածությունը, ինչն էլ հնարավորություն է տալիս որոշել Պելտյեի և Թոմսոնի գործակիցների ջերմաստիճանային կախվածությունները: Մեթոդը որոշ չափով փոքրացնում է չափումների ճշգրտությունը, սակայն դա լիովին փոխհատուցվում է արագագործությամբ և չափումների մեծ քանակությամբ, ինչն ապահովում է վիճակագրական առումով լավ արդյունքներ:

Առանցքային բառեր. թերմոէլէկտրական էֆեկտներ, թերմոէլէկտրոնի գործակից, չափումների ավտոմատացում:

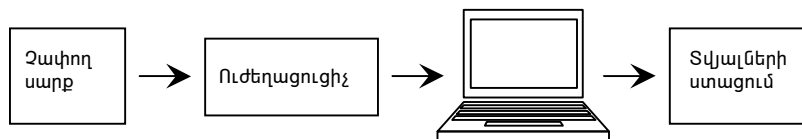
Ներածություն. Թերմոէլէկտրոնի α գործակիցը կիսահաղորդիչ նյութի կարևոր պարամետրերից է: Այն, էլէկտրահաղորդականության σ և ջերմահաղորդականության κ գործակիցների հետ մեկտեղ, հնարավորություն է տալիս գաղափար կազմել նյութի թերմոէլէկտրական z արդյունավետության մասին, քանի որ արդյունավետությունը որոշվում է հետևյալ արտահայտությամբ՝ $z = \alpha^2 \sigma / \kappa$: Թերմոէլէկտրոնի մեծ գործակից ունեցող նյութերն այսօր լայն կիրառություն ունեն թերմոէլէկտրական ֆոտոընդունիչներում, օպտոէլէկտրոնային համակարգերում՝ որպես շրջապատող օբյեկտների ճառագայթման էներգիայի և հզորության չափման տվիչներ և այլն [1-3]: Այդ պատճառով կարևորվում է թերմոէլէկտրոնի գործակցի որոշումը:

Գոյություն ունեն թերմոէլէկտրոնի գործակցի չափման ստացիոնար և դինամիկ մեթոդներ [4,5]: Ստացիոնար մեթոդով չափումները սովորաբար կատարվում են կոմպենսացիոն եղանակով, որն ապահովում է մեծ ճշտություն, սակայն չափումների իրականացման համար բավականին ժամանակ է պահանջվում:

Վերջին տարիներին խիստ մեծացել է համակարգիչների դերը գիտական հետազոտությունների բնագավառում, ինչն իրական հնարավորություն է ընձեռում ավտոմատացնել տարբեր ֆիզիկական մեծությունների չափման գործընթացները: Համակարգչի օգնությամբ իրականացված ավտոմատացումը հնարավորություն է ընձեռում խնայել ժամանակը, քանի որ ապահովվում է կատարվող չափումների բարձր արագագործություն և ստացված տվյալների արդյունավետ մշակում, ինչը, ինքնին, հեշտացնում է ուսումնասիրության ամբողջ գործընթացը:

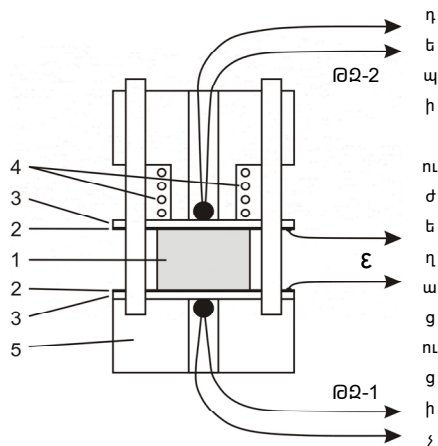
Աշխատանքում դիտարկվում է թերմոէլէկտրոնի գործակցի չափման մեթոդի ավտոմատացման խնդիրը, ինչը թույլ կտա չափել ոչ միայն թերմոէլէկտրոնի գործակիցը, այլև հեշտությամբ որոշել մյուս երկու թերմոէլէկտրական գործակիցները (Պելտյեի և Թոմսոնի), քանի որ դրանք սերտորեն կապված են թերմոէլէկտրոնի գործակցի հետ [6]:

Չափման մեթոդի նկարագրությունը. Չափման գործընթացի ավտոմատացման նպատակով համակարգչում տեղադրված է Advantech ֆիրմայի կողմից արտադրված PCL-812PG սերիայի բազմագործառնության քարտ, որի միջոցով կատարվում են չափումները: Այն ներառում է անալոգա-թվային և թվա-անալոգային փոխակերպիչներ, որոնց միջոցով կատարվում է ազդանշանի փոխակերպումը անալոգայինից թվայինի և հակառակը, որպեսզի ապահովվի կապը համակարգչի հետ: Չափումների իրականացման սխեման պատկերված է նկ. 1-ում:



Նկ. 1. Չափումների իրականացման սխեման

Թերմոէլեկտրիկ գործակցի չափման ժամանակ առաջացող լարումները միլիվոլտի կարգի մեծություններ են, իսկ համակարգչում տեղադրված քարտն աշխատում է մուտքային լարման որոշակի սահմանային արժեքների դեպքում, որոնք վոլտի կարգի մեծություններ են: Այդ պատճառով անհրաժեշտ է ուժեղացնել չափող սարքի էլքային լարումները, որպեսզի քարտի համար ապահովվի նորմալ աշխատանքային ռեժիմ: Այդ նպատակով պատրաստված է ուժեղացուցիչ, որում մուտքային լարումների ուժեղացման գործակիցներն ընտրված են այնպես, որ ուժեղացված լարումները գտնվեն քարտի համար բարենպաստ մուտքային լարումների միջակայքում: Այն երեք անցուղի ունեցող լարման ուժեղացուցիչ է: Անցուղիներից երկուսը, որոնք ուժեղացնում են T_1 և T_2 ջերմաստիճաններին համապատասխանող լարումները, ունեն միևնույն ուժեղացման գործակիցը՝ $K=720$, իսկ ε թերմոէլեկտրոն ուժեղացնող երրորդ անցուղին՝ $K=2000$ գործակից:



Նկ. 2. Չափող սարքի սկզբունքային սխեման
1-մուլ, 2-սալու շերտ, 3-սապֆիր, 4-ջեռուցիչ, 5-ջերմակլանիչ

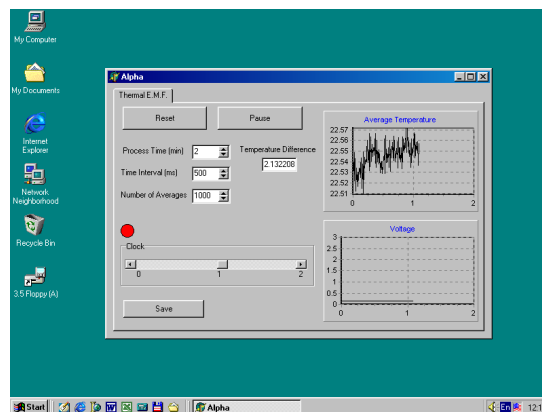
Պատրաստված է նաև չափող սարք (նկ. 2): 1 նմուշի վերին ու ստորին նիստերը կոնտակտի մեջ են գտնվում էլեկտրամեկուսիչ, բայց բավականին մեծ ջերմահաղորդականություն ունեցող 3 սապֆիրե բարակ թիթեղների հետ, որոնք նմուշին մեկուսացնում են 4 ջեռուցիչ և 5 ջերմակլանիչից:

Ընտրված է մեծ ջերմահաղորդականություն ունեցող նյութ, տվյալ դեպքում՝ սապֆիր, քանի որ սապֆիրե թիթեղների վրա ջերմաստիճանային անկումները կլինեն շատ փոքր, ինչի շնորհիվ բավականին մեծ ճշտությամբ նմուշի վերին նիստի ջերմաստիճանը կարելի է հավասար համարել ջեռուցի ջերմաստիճանին, իսկ ստորին նիստի ջերմաստիճանը՝ ջերմակլանիչի ջերմաստիճանին:

ԹՉ-2 թերմոգույգի միջոցով չափվում է նմուշի վերին նիստի ջերմաստիճանը՝ T_2 -ը, իսկ ԹՉ-1 թերմոգույգի միջոցով՝ ստորին նիստի ջերմաստիճանը՝ T_1 -ը: 4 ջեռուցիչ տաքացմամբ նմուշի վերին և ստորին նիստերի միջև կստեղծվի ջերմաստիճանային գրադիենտ՝ $T_2 > T_1$, որի հետևանքով նմուշի տաք և սառը նիստերի միջև կառաջանա ε թերմոէլեկտր: Սապֆիրե թիթեղների վրա նստեցված են 2 ոսկու շերտեր, որոնցից զոդված են թերմոէլեկտրն չափող լարերը:

Չափման գործընթացը դեկավարելու համար Delphi ծրագրավորման լեզվով գրված է հատուկ ծրագիր, որն աշխատում է Microsoft Windows 98 օպերացիոն համակարգի միջավայրում: Դրանով հնարավոր է չափել նմուշի տաք և սառը նիստերի T_2 և T_1 ջերմաստիճաններն ու առաջացած թերմոէլեկտրն (ε), ինչպես նաև մշակել ստացված արդյունքները:

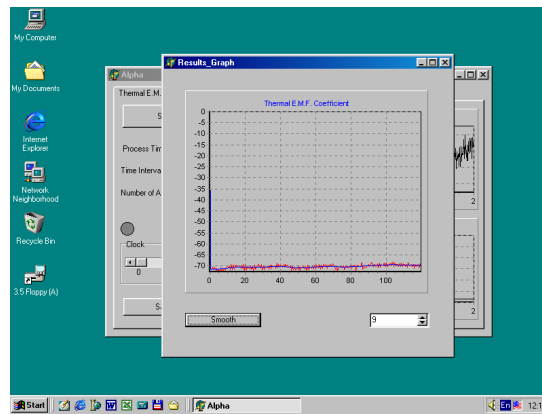
Չափումներն սկսելու համար անհրաժեշտ է աշխատեցնել վերը նշված ծրագիրը, որից հետո համակարգչի մոնիտորի վրա բացվում է նկ. 3-ում պատկերված պատուհանը: Ծրագրին տրվում են չափման գործընթացի տևողությունը, չափումների հաճախությունը և յուրաքանչյուր չափման ժամանակ կատարվող միջինացումների թիվը, ինչից հետո սկսվում է չափման գործընթացը:



Նկ. 3. Չափման գործընթացի ընթացքը

Չափման ընթացքում պարզ երևում է նմուշի տաք և սառը նիստերի միջև ջերմաստիճանների տարբերության, թերմոէլեկտրի, ինչպես նաև միջին ջերմաստիճանի արժեքների դինամիկ ընթացքը (նկ. 3): Չափումների ավարտից հետո բացվում է մի նոր պատուհան, որում գրաֆիկորեն պատկերված է

չափումների արդյունքը՝ թերմոէլեկտրի գործակցի ժամանակային կախվածության տեսքով (նկ. 4): Բացի դրանից ծրագիրը գեներացնում է ֆայլ, որում գրված են չափման գործընթացի արդյունքները (նկ. 5):



Նկ. 4. Չափման գործընթացի ավարտը

A	B	C	D	E	F	G	H
Time	Temp1	Temp2	deltaT	Voltage	T	Alpha	
0.55	294.48	296.50	2.11	-0.15	296.53	-71.01	
1.1	294.51	296.59	2.08	-0.15	296.65	-71.35	
1.65	294.46	296.50	2.12	-0.15	296.52	-70.34	
2.2	294.51	296.59	2.07	-0.15	296.64	-71.3	
2.75	294.46	296.56	2.11	-0.15	296.51	-70.49	
3.3	294.51	296.55	2.05	-0.15	296.53	-71.97	
3.85	294.48	296.57	2.09	-0.15	296.52	-71	
4.4	294.51	296.55	2.04	-0.15	296.53	-72.64	
4.94	294.48	296.56	2.08	-0.15	296.52	-71.57	
5.5	294.5	296.55	2.05	-0.15	296.53	-72.64	
6.05	294.48	296.59	2.11	-0.15	296.53	-70.84	
6.6	294.5	296.55	2.06	-0.15	296.53	-72.6	
7.15	294.49	296.59	2.11	-0.15	296.54	-71.08	
7.69	294.49	296.56	2.07	-0.15	296.53	-72.14	
8.24	294.5	296.59	2.09	-0.15	296.54	-71.52	
8.79	294.47	296.56	2.09	-0.15	296.51	-71.71	
9.34	294.49	296.59	2.11	-0.15	296.54	-70.81	
9.89	294.46	296.57	2.11	-0.15	296.51	-70.24	
10.44	294.51	296.59	2.08	-0.15	296.56	-70.84	
10.99	294.47	296.59	2.11	-0.15	296.52	-70.11	

Նկ. 5. Չափման գործընթացի արդյունքները ֆայլի տեսքով

Ստացիոնար և ավտոմատացված մեթոդներով կատարվել են փորձնական չափումներ՝ միևնույն նմուշների թերմոէլեկտրի գործակիցները որոշելու համար: Չափումները ցույց են տվել, որ դասական, ստացիոնար մեթոդի համեմատությամբ ավտոմատացված մեթոդի ունեցած շեղումը կազմում է 5-8%: Շեղումը հիմնականում պայմանավորված է սապֆիրե թիթեղների առկայությամբ, քանի որ բոլոր դեպքերում դրանց վրա ջերմաստիճանային անկումներն անխուսափելի են: Այդ պատճառով պետք է ընտրել հնարավորին չափ փոքր հաստություն ունեցող սապֆիրե թիթեղներ (տվյալ դեպքում դրանց հաստությունը կազմում էր 1 մմ), ինչը կփոքրացնի շեղման մեծությունը:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. Любченко А.В., Сальков Е.А., Сизов Ф.Ф. Физические основы полупроводниковой инфракрасной фотоэлектроники. – Киев: Наукова Думка, 1984. – 256 с.
2. Abrahamian Ju.A., Adamian Z.N., Aroutiounian V.M., Gasparyan F.V., Martirosian S.G. An IR-radiometer with internal signal modulation // Int. J. Infrared Mil. Waves. – 1998. – V. 19. – P. 827-833.
3. Aroutiounian V.M., Vahanyan A.I., Baghiyan E.M., Yepremyan A.H., Abrahamian Yu.A. Investigation of thermoelectric parameters of solid solutions $Pb_{1-x}Sn_xTe<Cd>$ and determination of their applications // Mater. Sci. Eng. B. – 2004. – V. 107. – P. 78-83.
4. Глазов В.М., Охотин А.С., Боровикова Р.П., Пушкарский А.С. Методы исследования термоэлектрических свойств полупроводников. – М.: Атомиздат, 1969. – 176 с.
5. Goldsmid H.J. A simple technique for determining the Seebeck coefficient of thermoelectric materials // J. Phys. E: Sci. Instrum. – 1986. – V. 19. – P. 921-922.
6. Шалимова К.В. Физика полупроводников. – М.: Энергия, 1976. – 416 с.

ԵՊՀ: Նյութեր ներկայացվել է խմբագրություն 26.07.2004:

А.О. ЕПРЕМЯН

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ КОЭФФИЦИЕНТА ТЕРМО-ЭДС

На основе известного стационарного метода предложена автоматизированная система для проведения измерений коэффициента термо-ЭДС с помощью специально написанного драйвера и с применением многофункциональной карты. Метод позволяет в широком интервале температур измерять температурную зависимость коэффициента термо-ЭДС, из которой, в свою очередь, можно вычислить коэффициенты Пельтье и Томсона. Хотя данный метод несколько уменьшает точность измерений, но это вполне компенсируется быстродействием и большим количеством возможных измерений, которые статистически обеспечивают хорошие результаты.

А.Н. YEPREMYAN

AUTOMATION SETUP FOR THE MEASUREMENT OF THERMO-EMF COEFFICIENT

An automation setup for the measurement of thermo-EMF coefficient by a specially written driver and the application of multifunctional card based on the known stationary method is developed. The method allows to measure temperature dependence of the thermo-EMF coefficient in a wide temperature interval, which, in its turn, allows to calculate Peltier and Thomson coefficients. Though the developed method slightly reduces accuracy of the measurements, it is quite compensated by speed and quantity of the measurements which statistically give good results.