

**(InSb)_{2(1-x)}(In₂GeTe)_x ƏSASINDA YARADILMIŞ
TENZOMÜQAVİMƏTLƏRİN TƏDQIQI**

R.N.RƏHİMOV¹, İ.X.MƏMMƏDOV²

*Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası, Fizika İnstitutu¹
AZ 1143, Bakı, H.Javid prospekti, 33
Milli Aviasiya Akademiyası²
AZ 1057, Bakı, Binə*

(InSb)_{2(1-x)}(In₂GeTe)_x bərk məhlulları əsasında tenzomüqavimətlər hazırlanmış və onların tenzohəssaslığı tədqiq olunmuşdur. Belə tenzomüqavimətlərin daha termostabil xarakteristikaya malik olduğu müəyyən edilmişdir.

GİRİŞ

Yarımkəçirici tenzomüqavimətlər metal tenzomüqavimətlərə nisbətən daha yüksək (1-2 tərtib çox) tenzohəssaslığa malik olduğundan onlar ölçü texnikasında dəqiqliyi və ölçü sürətini artırmaq üçün istifadə olunur. Son illər hazırlanan tenzomüqavimətlər həssas elementlər kimi maşın və konstruksiyaların detallarında deformasiyanı və gərginliyi öyrənmək və mexaniki siqnalları elektrik siqnalına çevirmək üçün tətbiq olunur. [1-3] işlərdə yarımkəçirici və metal əsasında yaradılan tenzomüqavimətlərin müqayisəsi verilmişdir. Yarımkəçirici tenzomüqavimətlərin məftil və fəlqəvari tenzomüqavimətlərdən üstünlüyü, onların kiçik ölçüyə, yüksək həssaslığa, yüksək elektrik müqavimətinə malik olması, histerezissiz və uzun ömürlü olmasındadır. Onlardan istifadə olunduqda, əlavə gücləndirici qurğular tətbiq etmədən yüksək elektrik siqnalı almaq mümkündür. Lakin, tədqiqatlar göstərir ki, yarımkəçirici tenzomüqavimətlərin xarakteristikalarının temperaturdan güclü asılı olması onların əsas qüsurlarından biridir. Bu qüsurlar tenzocihazların yaradılmasında bir sıra çətinliklər törədir. Ona görə də müxtəlif materialların tenzometrik xassələrinin öyrənilməsi və termostabil parametrlili yeni tenzomüqavimətlərin yaradılması məsələsi aktual olaraq qalır.

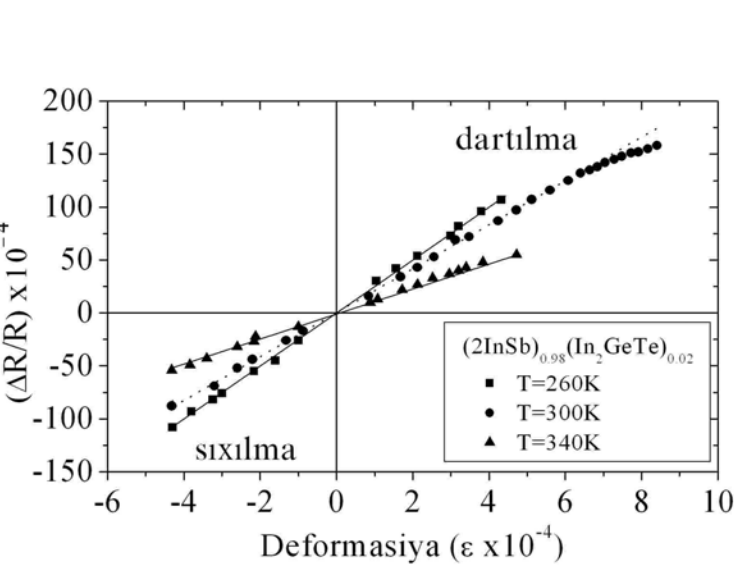
InSb birləşməsi aşağı temperaturlarda (210K-dən aşağı) yüksək tenzo həssaslığa malik olduğundan Moldaver və Troitskaya [4] göstərmişlər ki, ondan aşağı temperaturlar üçün tenzomüqavimətlər hazırlamaq mümkündür. InSb əsasında alınan nazik təbəqələr də yüksək tenzohəssaslıq göstərirlər. Belə nazik təbəqələrdən mikrofonlar hazırlanmağın mümkünlüyü [5] patentində göstərilmişdir. Lakin təmiz InSb da tenzometrik xassələr temperaturdan asılı olaraq dəyişir. Əliyev və b. [6] göstərmişlər ki, A³B⁵ əsasında alınan evtektik ərintilərdə tenzometrik xassələr daha termostabil olur.

İndiki məqalə (InSb)_{2(1-x)}(In₂GeTe)_x bərk məhlullarının tenzometrik xassələrinə həsr olunmuşdur. Bu ərintilərdə elektronların konsentrasiyası tərkibdən asılı olaraq iki dəfədən çox dəyişdiyindən [7] onun qadağan olunmuş zolağının «mövhumi» qiyməti də iki dəfə dəyişir [8]. Belə dəyişmə tenzometrik xassələrə təsir göstərə bilər. Bundan başqa Ge atomu dəyişkən valentliyə malik olduğundan In-Sb-Ge-Te dördqat sistemində o, həm anion, həm də kation alt qəfəslərdə yer tuta bilər. Ona görə də kristallografik baxımdan Ge bu sistemdə qeyri tarazlıq vəziyyətdə olacaqdır. Belə sistemdə tərkib dəyişdikcə defektlilik dərəcəsinin dəyişməsi və anionun dəyişən valentli olması bir çox fiziki xassələrdə, o çümlədən tenzometrik xassədə özünü göstərməlidir.

(InSb)_{2(1-x)}(In₂GeTe)_x (x=0,001; 0,01; 0,02; 0,04) bərk məhlulları ərinti üsulu ilə alınmış və uzun müddət 450K temperaturda tablanmışdır. Alınmış kristallarda yükdaşıyıcıların konsentrasiyası n=2x10¹⁸-dən n=6x10¹⁸cm⁻³ – qiymətinədək dəyişir.

Tenzomüqavimətlər 0,1x0,25x8 mm³ ölçüdə kəsilmiş, pardaxlanmış və CP-4 turşu qatışıqında dağlanaraq səthdəki mexaniki gərginliklər aradan qaldırılmışdır. Elementin uclarına qalay kontaktlar çəkilmiş və 0,05mm diametrlı mis naqillər bərkidilmişdir. Polad lövhədən ibarət altlıqlar 10x1x40mm³ ölçüdə hazırlanmış və tenzomüqavimətlər yapışqanla onların üzərinə yapışdırılmışdır. Qeyd edək ki, yarımkeçirici tenzometriyada yapışqanın keyfiyyəti həlledici rol oynayır. Tenzomüqavimətlərin həssaslığı, xidmət müddəti, işçi temperatur bölgəsi və bir sıra xarakteristikaları yapışqanın keyfiyyətindən və onun qalınlığından [9] asılıdır. Yapışqan qatındakı həcmi gərginliklər də mühüm rol oynayır. Tenzomüqavimətlərin tipindən, cihazların materialından və tətbiq şərtlərindən asılı olaraq müxtəlif yapışqanlar tətbiq olunur. Biz BL-981 yapışqanından istifadə etmişik. Bu yapışqan metala və metal birləşmələrə yaxşı yayılır (adqeziya edir). Yapışqan qatı 1 gün otaq temperaturunda, 2 saat 340K-də və 2 saat 410 K-də saxlanılaraq polimerləşdirilmişdir. Kifayət qədər nazik yapışqan təbəqəsi yüksək dielektrik nüfuzluluğuna, elastikliyə və uzun ömürlülyə malik olur. Bu yapışqanın işçi temperatur bölgəsi 80-400K-dir.

Tədqiqatlar [10] işində təsvir olunmuş qurğuda 2x10⁻³ n.v.(nisbi vahid) deformasiya altında və 240-360K temperaturalarda kompensasiya üsulu ilə aparılmışdır.



1-çi şəkildə otaq temperaturunda deformasiyanın təsiri altında müqavimətin dəyişməsi göstərilmişdir. Şəkildən görüldüyü kimi 6-8x10⁻⁴ deformasiyayadək asılılıq xətti xarakter daşıyır, onun meyilliliyi məhlulun tərkibi dəyişdikcə dəyişir. Bu işə tenzohəssaslıq əmsalının dəyişməsinə göstərir.

Şəkil 1.

(InSb)_{2(1-x)}(In₂GeTe)_x (x=0,001; 0,01; 0,02; 0,04) üçün müqavimətin dəyişmə-sinin deformasiyadan asılılığı.

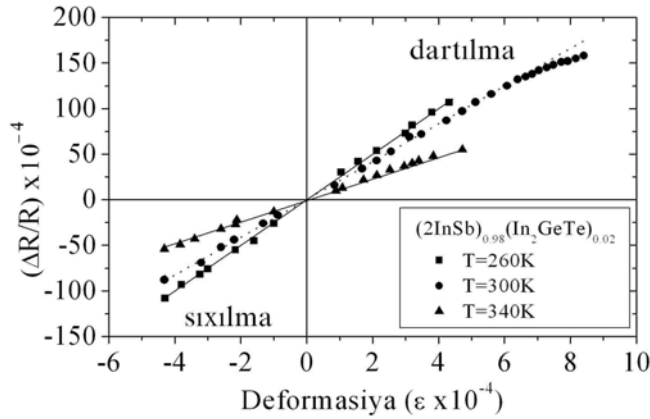
Tenzo həssaslıq əmsalı aşağıdakı kimi təyin olunur

$$S = \frac{\Delta R / R_0}{\varepsilon},$$

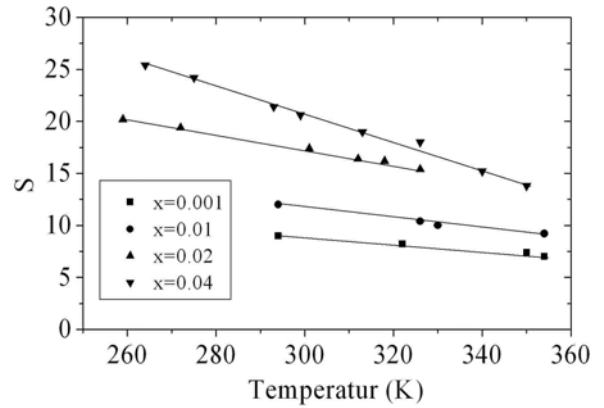
burada $\Delta R/R_0$ ($\Delta R=R_\varepsilon-R_0$) müqavimətin nisbi dəyişməsidir. R_0 və R_ε - müqavimətin deformasiyadan əvvəl və sonrakı qiymətləridir, ε -nisbi deformasiyadır.

2-ci şəkildə, müxtəlif temperaturalarda (2InSb)_{0,98}(In₂GeTe)_{0,02} üçün müqavimətin deformasiyadan asılılığı göstərilmişdir. Bu asılılıq bütün tərkiblər üçün xarakterikdir. Görüldüyü kimi asılılığın xəttliliyi temperaturdan asılı olaraq

(InSb)_{2(1-x)}(In₂GeTe)_x ƏSASINDA YARADILMIŞ TENZOMÜQAVİMƏTLƏRİN TƏDQIQI dəyişmir. Tenzohəssaslıq əmsalı temperaturdan asılı olaraq bütün tərkiblər üçün monoton azalır (3-cü şəkil).



Şəkil 2.



Şəkil 3.

(2InSb)_{0,98}(In₂GeTe)_{0,02} üçün müxtəlif (InSb)_{2(1-x)}(In₂GeTe)_x (x=0,001; 0,01; 0,02; 0,04) üçün tenzohəssaslığın temperaturdan asılılığı

Tenzo həssaslıq və müqavimətin temperatur əmsalı

$$\alpha = \frac{\Delta S / S_0}{\Delta T} \cdot 100 \left[\% \text{ degree}^{-1} \right], \quad \beta = \frac{\Delta R / R_0}{\Delta T} \cdot 100 \left[\% \text{ degree}^{-1} \right]$$

$\Delta S = S_T - S_0$, $\Delta R = R_T - R_0$ və $\Delta T = T_T - T_0$,

ifadələri ilə təyin olunmuşdur. R_T , S_T , R_0 və S_0 – müqavimətin və tenzohəssaslıq əmsalının uyğun olaraq verilmiş temperaturda və otaq temperaturundakı qiymətləridir.

Cədvəl 1.

(InSb)_{2(1-x)}(In₂GeTe)_x bərk məhlullarının əsas xarakteristikaları.

Məhlulun tərkibi, x	R, Om	α , %/dərəcə	S	β , %/dərəcə
0,001	2,6	0,1	9	0,3
0,01	8,2	0,6	10	0,3
0,02	4,1	0,65	20	0,4
0,04	7,9	0,7	19	0,3

Maraqlı fakt budur ki, tərkib dəyişdikcə tenzohəssaslıq əmsalı tərkibin $x \leq 0,02$ qiymətlərində iki dəfə artır, $x \geq 0,02$ qiymətlərində sabit qalır (Şəkil 1 a). İstilik keçiriciliyin tədqiqatları da göstərir ki, $x = 0,02$ qiymətində də istilikkeçiriciliyi kəskin azalır, $x \geq 0,02$ qiymətlərində isə praktik olaraq dəyişmir. Belə asılılıq nöqtəvi defektlərin rolu ilə izah olunmuşdu. Çox güman ki, tenzohəssaslıq əmsalının tərkibdən belə asılılığı defektlərin rolu ilə bağlıdır.

1. Ved Ram Sing, *Engineering application of superconductors* "Res. And Ind." **17** (1972) 18-20.
2. Lu Xing and Zhang Yansheng, *J.Phys.D: Appl.Phys.*, **29** (1996) 1428.
3. Imam H.Kazi, P.M.Wild, T.N.Moore, M. Sayer, *Thin Solidi Films*, **433** (2003) 337.
4. T.I.Moldaver, E.A.Troitskaya, V kn. *Poluprovodnikovaya tenzometriya NETİ*, Novosibirsk, (1969) kn.İ.
5. Patent 48-6154-*İzobretaniya za rubejom*, №9 (1973).
6. M.İ.Aliyev, *Pribori i sistemi upravleniya*, №2 (1977).
7. M.İ.Aliyev, S.A.Aliyev, R.N.Ragimov, D.G.Arasly, *Dokl.AN Azerb.* , **35** №11 (1979) 28.
8. R.N.Rahimov, *J.Ukr.Physz.*, **49** No2 (2004) 117.
9. O.Onnen, *Feinwerktechnik*, **73** (1969) H2.
10. M.I.Aliyev, M.Tanoglu, A.A.Khalilova, R.N.Rahimov, D.H.Arasly, *Azerbaijan National Academy of Sciences, Transactions, ser.Phys.Math.and Tech. Sci.*, **XXII** №2 (2002) 104.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕНЗОРЕЗИСТОРОВ НА ОСНОВЕ
ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ $(\text{InSb})_{1-x}(\text{In}_2\text{GeTe})_x$**

Р.Н.РАГИМОВ, И.Х.МАМЕДОВ

Исследованы тензометрические характеристики тензосопротивления на основе $(\text{InSb})_{1-x}(\text{In}_2\text{GeTe})_x$. Установлено, что такие тензодатчики обладают термостабильными характеристиками.

**INVESTIGATION OF STRAIN GAUGES
ON THE BASIS OF $(\text{InSb})_{1-x}(\text{In}_2\text{GeTe})_x$ SOLID SOLUTIONS**

R.N.RAHIMOV, I.X.MAMMADOV

Strain gauges based on $(\text{InSb})_{1-x}(\text{In}_2\text{GeTe})_x$ solid solutions have been obtained and strain characteristics have been investigated. It has been established that the strain gauges on the basis $(\text{InSb})_{1-x}(\text{In}_2\text{GeTe})_x$ solid solutions have thermo stable characteristics.

Редактор: С.Мехтиева