YUPQA $BASI_2$ PLYONKASINI ION-PLAZMA USULIDA HOSIL QILISH VA UNING TERMOELEKTRIK XOSSALARINI TADQIQ QILISH

Dilnoza Yusupova Masharip qizi
O’zbekiston Milliy universitetini tamomlagan

Annotatsiya

Ushbu tezisda bariy disilitsid ($BaSi_2$) asosidagi yupqa plyonkalarni ion-plazma usulida hosil qilish va ularning termoelektrik xossalarini tadqiq etish masalalari ko‘rib chiqilgan. $BaSi_2$ tarkibida nisbatan keng tarqalgan elementlardan tashkil topgan yarimo‘tkazgich material bo‘lib, uning elektr transport xususiyatlari va past issiqlik o‘tkazuvchanligi termoelektrik material sifatida foydalanish imkoniyatlarini o‘rganishga asos bo‘ladi. Tadqiqotda yupqa plyonkalarni RF magnetron purkash usulida olish, ularning strukturaviy, morfologik va elektr xususiyatlarini aniqlash hamda termoelektrik parametrlarini baholashning asosiy yondashuvlari tahlil qilinadi.

Kalit so‘zlar: $BaSi_2$, bariy disilitsid, yupqa plyonka, ion-plazma, RF magnetron purkash, termoelektrik material, Seebeck koeffitsiyenti, elektr o‘tkazuvchanlik, issiqlik o‘tkazuvchanligi.

Kirish

Bugungi kunda energiya resurslaridan samarali foydalanish va chiqindi issiqlikni elektr energiyasiga aylantirish imkonini beruvchi texnologiyalarni rivojlantirish dolzarb ilmiy masalalardan biridir. Termoelektrik materiallar issiqlik gradientini elektr kuchlanishiga to‘g‘ridan-to‘g‘ri aylantirish xususiyatiga ega bo‘lib, bunday tizimlar mexanik harakatlanuvchi qismlarsiz ishlashi bilan ajralib turadi.

Termoelektrik materiallarning samaradorligi asosan Seebeck koeffitsiyenti, elektr va issiqlik o‘tkazuvchanligi bilan belgilanadi. Ushbu parametrlar o‘zaro quyidagi munosabat bilan ifodalanadi:

$$ZT = S^2\sigma T/\kappa,$$

bu yerda **S** — Seebeck koeffitsiyenti, **σ** — elektr o‘tkazuvchanlik, **T** — absolyut harorat va **κ** — issiqlik o‘tkazuvchanligi.

$BaSi_2$ materialining termoelektrik xususiyatlarini o‘rganish ushbu materialning nisbatan past issiqlik o‘tkazuvchanligi bilan bog‘liq. Ilgari olib borilgan tadqiqotlarda polikristall $BaSi_2$ uchun xona haroratida issiqlik o‘tkazuvchanligi taxminan **1,56 $W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$** ekanligi aniqlangan. Bu xususiyat termoelektrik samaradorlikni oshirish uchun muhim omillardan biridir.

Tadqiqot usullari

$BaSi_2$ yupqa plyonkalarini hosil qilish uchun ion-plazma asosidagi **RF magnetron sputtering** usulidan foydalanish mumkin. Ushbu usulda vakuum kamerasiga joylashtirilgan $BaSi_2$ nishoni inert gaz, odatda argon, plazmasi yordamida bombardimon qilinadi. Nishon materialining atom va ionlari ajralib chiqib, taglik yuzasida kondensatsiyalanishi natijasida yupqa plyonka hosil bo‘ladi.

Plyonka sifatiga quyidagi texnologik parametrlar sezilarli ta’sir ko‘rsatadi:

plazma quvvati;

argon gazining bosimi;

taglik harorati;

purkash davomiyligi;

nishon va taglik orasidagi masofa;

Ba/Si atomlar nisbatining qiymati.

Olingan plyonkalarning strukturaviy xususiyatlarini rentgen difraksiyasi (XRD), sirt morfologiyasini SEM yoki AFM, element tarkibini esa EDS usullari yordamida aniqlash mumkin.

Termoelektrik xususiyatlarni tadqiq qilishda elektr qarshilik, elektr o‘tkazuvchanlik va Seebeck koeffitsiyentining haroratga bog‘liqligi aniqlanadi. Shuningdek, materialning termoelektrik samaradorligini baholash uchun $PF = S^2\sigma$ power factor va $ZT = S^2\sigma T/\kappa$ sifat koeffitsiyenti hisoblanadi.

Natijalar va muhokama

Adabiyotlar tahlili $BaSi_2$ yupqa plyonkalarini sputtering usulida olish mumkinligini ko‘rsatadi. RF sputtering yordamida polikristall $BaSi_2$ plyonkalari hosil qilingan va ularning strukturaviy xususiyatlari o‘rganilgan. Shuningdek, $BaSi_2$ va Ba nishonlarini birgalikda purkash orqali plyonkaning Ba/Si nisbatini boshqarish imkoniyati ko‘rsatilgan.

Plyonkaning stexiometrik tarkibi uning elektr xususiyatlariga bevosita ta’sir qiladi. Tarkibdagi nuqsonlar, Si vakansiyalari va kristall panjaradagi buzilishlar zaryad tashuvchilar konsentratsiyasini o‘zgartirishi mumkin. Shu sababli ion-plazma jarayonining parametrlarini optimallashtirish $BaSi_2$ plyonkasining elektr va termoelektrik xususiyatlarini boshqarish imkonini beradi.

$BaSi_2$ ning termoelektrik xususiyatlarini o‘rganishda Seebeck koeffitsiyenti muhim parametr hisoblanadi. Nazariy tadqiqotlar $BaSi_2$ ning termoelektrik transport xususiyatlari tashuvchilar konsentratsiyasiga sezilarli darajada bog‘liqligini ko‘rsatadi. Shuning uchun optimal tashuvchilar konsentratsiyasini aniqlash orqali materialning power factor qiymatini oshirish mumkin.

Yupqa plyonka shaklida material olish esa qo‘shimcha afzalliklarni beradi. Plyonkaning qalinligi, donachalar o‘lchami, sirt morfologiyasi va substrat bilan interfeys xususiyatlari zaryad tashuvchilar va fononlarning harakatiga ta’sir qiladi. Natijada issiqlik o‘tkazuvchanligini kamaytirish va elektr transport xususiyatlarini boshqarish imkoniyati paydo bo‘ladi.

Bunda materialning oksidlanish jarayoniga ham alohida e’tibor berish zarur. $BaSi_2$ plyonkalariga termik ishlov berish jarayonida sirt oksidlanishi ularning elektr xususiyatlarini o‘zgartirishi mumkin. Shu sababli plyonkalarni vakuum yoki himoyalangan atmosfera sharoitida olish va qayta ishlash maqsadga muvofiq.

Xulosa

$BaSi_2$ asosidagi yupqa plyonkalarni ion-plazma, xususan RF magnetron sputtering usulida olish termoelektrik materiallar yaratishning istiqbolli yo‘nalishlaridan biridir. Ushbu usul yordamida plyonkaning qalinligi, tarkibi va strukturaviy xususiyatlarini texnologik parametrlar orqali boshqarish mumkin.

$BaSi_2$ ning nisbatan past issiqlik o‘tkazuvchanligi uning termoelektrik qo‘llanilishi uchun muhim xususiyat hisoblanadi. Shu bilan birga, yuqori termoelektrik samaradorlikka erishish uchun Seebeck koeffitsiyenti va elektr o‘tkazuvchanlikning optimal nisbatini ta’minlash zarur.

Kelgusidagi tadqiqotlarda ion-plazma jarayonining plazma quvvati, gaz bosimi, taglik harorati va purkash vaqtining $BaSi_2$ plyonkalarining strukturaviy hamda termoelektrik xususiyatlariga ta’sirini tizimli ravishda o‘rganish maqsadga muvofiq. Olingan natijalar asosida optimal texnologik rejimni aniqlash $BaSi_2$ yupqa plyonkalarining termoelektrik qurilmalarda qo‘llanish imkoniyatlarini kengaytirishi mumkin.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Hashimoto K., Kurosaki K., Imamura Y., Muta H., Yamanaka S. Thermoelectric properties of $BaSi_2$, $SrSi_2$, and LaSi. *Journal of Applied Physics*, 2007, 102, 063703.
2. Hua P., Wang C.-L., Li J.-C., Zhang R.-Z., Wang H.-C., Sun Y. Theoretical investigation of the thermoelectric transport properties of $BaSi_2$. *Chinese Physics B*, 2011, 20(4), 046103.
3. Latiff N. A. A., Yoneyama T., Shibutami T. et al. Fabrication and characterization of polycrystalline $BaSi_2$ by RF sputtering. *Physica Status Solidi C*, 2013.
4. Tian Y., Zeman M., Isabella O. Face-to-face annealed sputtered $BaSi_2$: Investigations on surface homogeneity, film properties, and annealing mechanisms. *Physical Review Materials*, 2020.
5. Kido K., Koitabashi R., Ishiyama T. et al. Co-sputtering deposition of high-photoresponsivity and high-mobility polycrystalline $BaSi_2$ films on Si substrates. *Thin Solid Films*, 2022.