НОВАЯ ЭРА НАУКИ И ЗНАНИЙ
МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
global-science-review.com
editor@global-science-review.com

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

Mazkur maqolada bariy disilitsid ($BaSi_2$) asosidagi yupqa plyonkalarni ion-plazma, xususan, radiochastotali (RF) purkash usuli yordamida hosil qilish imkoniyatlari 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 xossalari va past issiqlik o'tkazuvchanligi termoelektrik qo'llanmalar nuqtayi nazaridan qiziqish uyg'otadi. Adabiyotlarda $BaSi_2$ ning Seebeck koeffitsiyenti, elektr qarshiligi va issiqlik o'tkazuvchanligi o'rganilgan hamda materialning termoelektrik samaradorligini oshirish uchun tashuvchilar konsentratsiyasini optimallashtirish muhimligi ko'rsatilgan. Ushbu ishda yupqa plyonkalarni hosil qilishning texnologik parametrlari, ularning strukturaviy va morfologik xususiyatlari hamda termoelektrik ko'rsatkichlari o'rtasidagi bog'liqlik tahlil qilinadi. Plyonkaning kristallik darajasi, kimyoviy stexiometriyasi, qalinligi va sirt holati uning elektr va termoelektrik xususiyatlariga bevosita ta'sir qiluvchi omillar sifatida qaraladi.

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

Kirish

Zamonaviy energetika tizimlarida issiqlik energiyasini bevosita elektr energiyasiga aylantirish imkonini beruvchi termoelektrik materiallarga bo'lgan qiziqish ortib bormoqda. Bunday materiallarning asosiy afzalligi harakatlanuvchi

mexanik qismlarning mavjud emasligi, ixcham konstruksiya va chiqindi issiqlikdan foydalanish imkoniyatidir.

Termoelektrik materialning samaradorligi odatda o‘lchovsiz termoelektrik sifat koeffitsiyenti bilan ifodalanadi:

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

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

$BaSi_2$ yarimo‘tkazgich material sifatida termoelektrik xossalari jihatidan istiqbolli tizimlardan biridir. Tajribaviy tadqiqotlarda $BaSi_2$ ning nisbatan past issiqlik o‘tkazuvchanligi qayd etilgan. Xususan, polikristall $BaSi_2$ uchun xona haroratida $\kappa \approx 1{,}56\ W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$ qiymat berilgan, biroq ushbu namunalar uchun power factor nisbatan past bo‘lgan.

Nazariy hisoblashlar esa $BaSi_2$ ning Seebeck koeffitsiyenti elektr o‘tkazuvchanlikka nisbatan kuchliroq anizotropiyaga ega ekanini va tashuvchilar konsentratsiyasini optimallashtirish termoelektrik ko‘rsatkichlarni yaxshilashi mumkinligini ko‘rsatgan.

$BaSi_2$ yupqa plyonkalarini hosil qilishda molekulyar nur epitaksiyasi, termik bug‘latish va sputtering kabi usullardan foydalanilgan. Ayniqsa, sputtering texnologiyasi nisbatan sodda, sanoat miqyosiga moslashtirilishi mumkin bo‘lgan usul sifatida e’tiborga loyiq.

Tadqiqot obyekti sifatida $BaSi_2$ asosidagi yupqa plyonkalar tanlanadi. Plyonkalarni hosil qilish uchun ion-plazma purkashning RF-magnetron usulidan foydalanish mumkin.

Zamonaviy tadqiqotlarda $BaSi_2$ va Ba nishonlarini birgalikda RF purkash orqali Ba/Si nisbatini boshqarish imkoniyati ham ko‘rsatilgan. Bu stexiometrik tarkibni nazorat qilish nuqtayi nazaridan muhim, chunki Si vakansiyalari va Ba/Si nisbatining o‘zgarishi materialning elektr xossalariga ta’sir qiladi.

Plyonkalarning fazaviy tarkibini **XRD**, sirt morfologiyasini **SEM yoki AFM**, element tarkibini **EDS**, kimyoviy bog‘lanishlarni esa Raman spektroskopiyasi orqali o‘rganish mumkin.

Natijalar va ularning tahlili

Ion-plazma usulida $BaSi_2$ plyonkalarini hosil qilishda plazma quvvati, Ar bosimi, taglik harorati, purkash davomiyligi va Ba/Si nisbati asosiy texnologik parametrlar hisoblanadi.

Adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, plyonka tarkibining stexiometriyadan chetga chiqishi uning elektr xususiyatlariga sezilarli ta’sir qilishi mumkin. Co-sputtering tajribalarida $BaSi_2$ va Ba nishonlari quvvatlarini alohida boshqarish orqali Ba/Si nisbatini nazorat qilish mumkinligi ko‘rsatilgan.

Plyonkaning kristallik sifati ham muhim omildir. Sputtering orqali olingan $BaSi_2$ qatlamlarida keyingi termik ishlov kristallikni yaxshilashi mumkin, biroq yuqori haroratlarda oksidlanish va $BaSi_2/SiO_2$ chegarasida diffuziya kuchayishi mumkin.

Shuning uchun termoelektrik xususiyatlarni optimallashtirishda faqat kristallik darajasini oshirish emas, balki plyonkaning stexiometrik tarkibini va sirt holatini nazorat qilish ham zarur.

$BaSi_2$ ning termoelektrik xususiyatlari nuqtayi nazaridan asosiy masala — yuqori Seebeck koeffitsiyentini yetarli elektr o‘tkazuvchanlik va past issiqlik o‘tkazuvchanlik bilan birlashtirishdir. Ilgari o‘tkazilgan tadqiqotlarda $BaSi_2$ uchun power factor nisbatan past bo‘lsa-da, materialning past issiqlik o‘tkazuvchanligi qayd etilgan.

Nazariy tadqiqotlar esa tashuvchilar konsentratsiyasini optimallashtirish orqali $BaSi_2$ ning termoelektrik ko‘rsatkichlarini yaxshilash mumkinligini ko‘rsatadi.

Shu sababli ion-plazma texnologiyasida plyonkaning elektr xususiyatlarini boshqarish uchun quyidagi parametrlarning o‘zaro ta’sirini o‘rganish maqsadga muvofiq:

plazma quvvati → plyonka tarkibi → kristallik → tashuvchilar konsentratsiyasi → σ va S → PF → ZT.

Muhokama

Olingan adabiy ma’lumotlar va mavjud texnologik yondashuvlar shuni ko‘rsatadiki, $BaSi_2$ yupqa plyonkalarini ion-plazma usulida olish termoelektrik materiallarni tadqiq qilish uchun istiqbolli yo‘nalishdir.

Yupqa plyonka geometriyasi materialning issiqlik va elektr transport jarayonlariga ta’sir ko‘rsatishi mumkin. Donachalar chegaralari, nuqsonlar, sirt g‘adir-budurligi va substrat bilan interfeys plyonkaning tashuvchilar harakatiga ta’sir qiladi. Shu sababli strukturaviy va termoelektrik parametrlarni birgalikda tadqiq qilish muhimdir.

$BaSi_2$ plyonkalarining yana bir muhim jihati — ularning oksidlanishga moyilligidir. Sputtering va keyingi termik ishlov jarayonlarida oksid qatlamining shakllanishi elektr xususiyatlarni o‘zgartirishi mumkin. Shu sababli vakuum, inert atmosfera yoki himoya qatlamlaridan foydalanish texnologik jihatdan muhim hisoblanadi.

Xulosa

$BaSi_2$ asosidagi yupqa plyonkalar zamonaviy funksional materiallar orasida istiqbolli yarimo‘tkazgich tizimlardan biri hisoblanadi. Mavjud tadqiqotlar uning nisbatan past issiqlik o‘tkazuvchanligi va sezilarli Seebeck koeffitsiyentiga ega bo‘lishi mumkinligini ko‘rsatadi. Shu bilan birga, yuqori termoelektrik samaradorlikka erishish uchun elektr o‘tkazuvchanlik va Seebeck koeffitsiyenti o‘rtasidagi optimal nisbatni ta’minlash talab etiladi.

Ion-plazma, xususan RF sputtering usuli $BaSi_2$ yupqa plyonkalarini olish uchun amaliy jihatdan qulay texnologiyalardan biridir. Jarayon parametrlarini —

plazma quvvati, gaz bosimi, taglik harorati, purkash vaqti va Ba/Si nisbatini — optimallashtirish orqali plyonkaning strukturaviy va elektr xususiyatlarini boshqarish mumkin.

Kelgusidagi tadqiqotlarda turli texnologik rejimlarda olingan $BaSi_2$ plyonkalarining Seebeck koeffitsiyenti, elektr va issiqlik o‘tkazuvchanligi hamda ZT koeffitsiyentini kompleks ravishda aniqlash materialning termoelektrik qo‘llanish imkoniyatlarini baholash uchun muhim ahamiyatga ega.

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. DOI: 10.1063/1.2778747. **C**CiNii
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. 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, 4, 12540
4. Tian Y., Montes A. R., Vančo Ľ. et al. Properties of sputtered $BaSi_2$ thin films annealed in vacuum condition. *Japanese Journal of Applied Physics*, 2020, 59, SFFA03.
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, 758, 139426.
6. 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, 10, 1759–1761.