

PEROVSKIT QUYOSH ELEMENTLARI: FIZIK PRINSIPLARI, TANDEM TUZILMALAR VA BARQARORLIK MUAMMOLARI

Nasritdinova Mashhura Ziyodillo qizi

E-mail: mashhhuranasritdinova@gmail.com

Tel: +998933338023

Annotatsiya. Ushbu ishda galogenidli perovskit yarimoʻtkazgichlar asosidagi quyosh elementlarining fizik asoslari, soʻnggi yillardagi yutuqlari va amaliy qoʻllanilishini cheklovchi omillar tahlil qilingan. Perovskit materiallarning yuqori yorugʻlik yutish koeffitsiyenti, taqiqlangan zona kengligining kimyoviy tarkib orqali boshqarilishi hamda zaryad tashuvchilarning katta diffuziya uzunligi ularning samaradorligini qisqa vaqt ichida 3,8 % dan 26 % dan yuqori qiymatgacha oshirish imkonini berdi. Perovskit/kremniy tandem tuzilmalari Shokli–Kvaysser chegarasidan oshib, 34 % dan yuqori samaradorlikka erishdi. Shu bilan birga, namlik, harorat, yorugʻlik taʼsirida fazaviy beqarorlik va ion migratsiyasi texnologiyani sanoat miqyosida joriy etishdagi asosiy toʻsiq boʻlib qolmoqda. Maqolada ushbu muammolarning fizik tabiati va ularni yechishning zamonaviy yondashuvlari koʻrib chiqilgan.

Kalit soʻzlar: perovskit, quyosh elementi, taqiqlangan zona, tandem tuzilma, Shokli–Kvaysser chegarasi, zaryad tashuvchilarning diffuziya uzunligi, ion migratsiyasi, fotovoltaika, qayta tiklanuvchi energiya.

Kirish

Qayta tiklanuvchi energiya manbalariga oʻtish zamonaviy fizika va materialshunoslikning eng dolzarb vazifalaridan biridir. Quyosh energetikasida hozirgi bozorning asosiy qismini kristalli kremniy elementlari tashkil etadi, biroq ularning samaradorligi nazariy

chegaraga yaqinlashib bormoqda. Bir o'tishli element uchun bu chegara, Shokli va Kvaysser hisob-kitoblariga ko'ra, taxminan 33 % ni tashkil etadi [3]. Shu sababli yangi materiallar va ko'p o'tishli tuzilmalarni izlash ilmiy tadqiqotlarning ustuvor yo'nalishiga aylandi.

2009-yilda Kojima va hammualliflar galogenidli perovskitni fotovoltaik elementda sensibilizator sifatida qo'llab, 3,8 % samaradorlikka erishgan [1]. O'shandan beri bu yo'nalishdagi tadqiqotlar jadal rivojlanib, NREL ma'lumotlariga ko'ra, laboratoriya elementlarining samaradorligi 26 % dan oshdi [5]. Bunday sur'at boshqa fotovoltaik texnologiyalar tarixida kuzatilmagan.

Asosiy qism

Perovskit materiallar ABX_3 umumiy formulaga ega kristall tuzilmaga tegishli bo'lib, bunda A — organik (metilammoniy, formamidiniy) yoki noorganik (seziy) kation, B — qo'rg'oshin yoki qalay, X — galogen (yod, brom, xlor) anionidir. Bunday birikmalar to'g'ridan-to'g'ri taqiqlangan zonaga ega bo'lib, yorug'lik yutish koeffitsiyenti yuqori, shu sababli bir necha yuz nanometr qalinlikdagi qatlam ham quyosh nurlanishining asosiy qismini yutadi. Galogen tarkibini o'zgartirish orqali taqiqlangan zona kengligini taxminan 1,2 dan 2,3 eV gacha boshqarish mumkin, bu esa materialni turli spektral diapazonlar uchun moslashtirishga imkon beradi [2].

Perovskitlarning yana bir muhim xususiyati zaryad tashuvchilarning katta diffuziya uzunligidir. Stranks va hammualliflar aralash galogenidli perovskitda elektron va teshiklarning diffuziya uzunligi 1 mkm dan oshishini ko'rsatgan [4]. Bu xususiyat nuqsonlarga nisbatan yuqori bardoshlilik bilan birga, tashuvchilarning samarali yig'ilishini ta'minlaydi va ochiq zanjir kuchlanishi yo'qotishlarini kamaytiradi.

Eng istiqbolli yoʻnalish perovskit/kremniy tandem tuzilmalaridir. Bunday elementda keng zonali perovskit qatlami yuqori energiyali fotonlarni, pastki kremniy element esa uzun toʻlqinli nurlanishni oʻzgartiradi, natijada termalizatsiya yoʻqotishlari kamayadi. Al-Ashouri va hammualliflar monolit tandem elementda 29 % dan yuqori samaradorlikka erishgan [6], keyingi yillarda esa bu koʻrsatkich 34 % dan oshdi [5]. Ikki oʻtishli tuzilma uchun nazariy chegara 40 % dan yuqori boʻlgani sababli, rivojlanish zaxirasi hali katta.

Texnologiyani tijoratlashtirishdagi asosiy muammo barqarorlikdir. Birinchidan, gibrid galogenidli perovskitlar namlik va kislorod taʼsirida parchalanadi. Ikkinchidan, aralash galogenidli tarkibda yorugʻlik taʼsirida fazalarning ajralishi (galogen segregatsiyasi) kuzatiladi, bu taqiqlangan zona kengligining oʻzgarishiga olib keladi. Uchinchidan, kristall panjaradagi harakatchan ionlar va vakansiyalar elektr maydon taʼsirida koʻchadi, natijada volt-amper xarakteristikasida gisterezis va elementning degradatsiyasi yuz beradi. Ushbu muammolarni hal etish uchun tarkibni diversifikatsiyalash (seziy va formamidiniy kationlarini qoʻshish), sirtini passivlash, ikki oʻlchamli perovskit qatlamlari bilan himoyalash hamda sifatli germetik inkapsulyatsiya usullari qoʻllanilmoqda.

Oʻzbekiston kabi quyosh nurlanishi intensivligi yuqori boʻlgan mintaqalar uchun arzon texnologiyalar boʻyicha eritmadan qatlam hosil qilish (spin-koting, slot-die, inkjet) usullari alohida ahamiyatga ega, chunki ular yuqori haroratli va qimmat vakuum jarayonlariga boʻlgan ehtiyojni kamaytiradi. Biroq issiq iqlim sharoitida elementlarning termik barqarorligini taʼminlash masalasi ham qoʻshimcha tadqiqotlarni talab qiladi.

Xulosa

Perovskit quyosh elementlari noyob optoelektron xususiyatlari tufayli fotovoltaikaning eng tez rivojlanayotgan yoʻnalishiga aylandi. Perovskit/kremniy tandem tuzilmalari bir oʻtishli elementlarning nazariy chegarasidan oshishga imkon berdi. Shunga qaramay, texnologiyani keng joriy etish uchun uzoq muddatli barqarorlik, ion migratsiyasini bartaraf etish va qoʻrgʻoshinning ekologik xavfini kamaytirish masalalarini hal qilish zarur. Kelgusidagi tadqiqotlar qoʻrgʻoshinsiz tarkiblar, interfeyslar fizikasi va kengaytiriladigan ishlab chiqarish texnologiyalariga qaratilishi maqsadga muvofiq.

Adabiyotlar

1. Kojima A., Teshima K., Shirai Y., Miyasaka T. Organometal halide perovskites as visible-light sensitizers for photovoltaic cells // J. Am. Chem. Soc. — 2009. — Vol. 131, No. 17. — P. 6050–6051.
2. Green M.A., Ho-Baillie A., Snaith H.J. The emergence of perovskite solar cells // Nature Photonics. — 2014. — Vol. 8. — P. 506–514.
3. Shockley W., Queisser H.J. Detailed balance limit of efficiency of p–n junction solar cells // J. Appl. Phys. — 1961. — Vol. 32, No. 3. — P. 510–519.
4. Stranks S.D. et al. Electron-hole diffusion lengths exceeding 1 micrometer in an organometal trihalide perovskite absorber // Science. — 2013. — Vol. 342. — P. 341–344.
5. NREL. Best Research-Cell Efficiency Chart. — <https://www.nrel.gov/pv/cell-efficiency.html>
6. Al-Ashouri A. et al. Monolithic perovskite/silicon tandem solar cell with >29% efficiency by enhanced hole extraction // Science. — 2020. — Vol. 370. — P. 1300–1309.

7. Valiyeva, F. R., & Sharipova, G. N. Innovative technologies in improving the management of preschool educational organizations. *International Journal of Early Childhood Special Education (INT-JECSE)* DOI, 10.
8. Rashidovna, F. V., & Saloxiddinovna, R. S. (2022). Innovative approaches to preschool education management. *International Journal of Early Childhood Special Education*, 14(4).
9. Valiyeva, F. R. (2022). Management of preschool education. Study guide.-Tashkent: Fan Ziya publishing house.
10. Rashidovna, F. V., & Nurkabilovna, S. G. (2022). Innovative technologies in improving the management of preschool educational organizations. *International journal of early childhood special education*, 14(5).
11. Valiyeva, F. R. (2019). Ensuring continuity in the training of future professionals in the education system. *European Journal of Research and Reflection in Educational Sciences*, 7(6).