



Y₃Al₅O₁₂ ASOSIDAGI FUNKSIONAL VA SEGNETOELEKTRIK KOMPOZIT MATERIALLAR

Avezov Ismoil Yoshuzoq o'g'li¹, Choriyeva M.J.²

¹ Buxoro davlat universiteti o'qituvchisi, Buxoro, O'zbekiston

² Buxoro davlat universiteti magistranti, Buxoro, O'zbekiston

Annotatsiya: Ushbu maqolada yttriy-alyuminiy granati — Y₃Al₅O₁₂, ya'ni YAG asosidagi funksional va segnetoelektrik kompozit materiallarning tuzilishi, sintez usullari hamda fizik xossalari qisqacha tahlil qilindi. YAG sof holatda klassik segnetoelektrik material emas, chunki u markaziy simmetriyali kubik granat tuzilishga ega. Biroq YAG nanostrukturali holatda yoki TiO₂, niobat, tantalat va boshqa segnetoelektrik fazalar bilan kompozit hosil qilganda yangi optik, dielektrik va fotokatalitik xossalarni namoyon qilishi mumkin. YAGning yuqori termik barqarorligi, kimyoviy chidamliligi va optik shaffofligi uni funksional kompozitlar uchun istiqbolli matritsa sifatida ko'rsatadi.

Kalit so'zlar: Y₃Al₅O₁₂, YAG, segnetoelektrik kompozit, nanokeramika, kristallanish kinetikasi, optik xossalari, dielektrik qutblanish.

Kirish

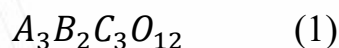
Zamonaviy materialshunoslikda yuqori termik, optik va mexanik barqarorlikka ega oksid materiallar muhim o'rin egallaydi. Shunday materiallardan biri Y₃Al₅O₁₂ — yttriy-alyuminiy granati hisoblanadi. YAG lazer texnikasi, lyuminoforlar, shaffof keramika, scintillyatorlar va yuqori haroratli kompozitlarda keng qo'llanadi. Ilmiy manbalarda YAG nanokukunlari, yupqa plyonkalari va nanokeramikalari optik hamda funksional materiallar sifatida tadqiq qilingan [1–4].



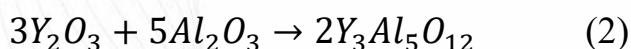
Sof YAG segnetoelektrik material hisoblanmaydi. Chunki segnetoelektriklarda spontan qutblanish va tashqi elektr maydon ta'sirida o'zgaruvchi domenlar mavjud bo'lishi kerak. YAG esa kubik granat tuzilishga ega bo'lib, markaziy simmetriyasi sababli sof holatda spontan qutblanishga ega emas. Shunga qaramay, YAG segnetoelektrik fazalar bilan kompozit hosil qilganda fazalararo qutblanish, ichki elektr maydon va zaryad ajralishi kabi effektlar yuzaga kelishi mumkin.

Asosiy qism

YAG kristall tuzilishi umumiy granat formulasi orqali ifodalanadi:



YAG tarkibida A o'rnida Y^{3+} ionlari, B va C o'rinlarida esa Al^{3+} ionlari joylashadi. YAG fazasining hosil bo'lish reaksiyasi quyidagicha yoziladi:



YAGning kubik va markaziy simmetriyali tuzilishi sababli sof holatda spontan qutblanish:

$$P_s = 0 \quad (3)$$

bo'ladi. Bu holat YAGning klassik segnetoelektrik emasligini ko'rsatadi.

YAG olishda sol-gel, karbonat prekursor, glikol usuli va yonish sintezi kabi usullar keng qo'llanadi. Sol-gel usuli nanokukun olishda samarali bo'lib, pastroq haroratda bir fazali YAG hosil qilish imkonini beradi. Karbonat prekursor usuli esa yaxshi sinterlanadigan kukunlar olishda muhimdir. Glikol usuli yordamida ham 850 °C atrofida YAG nanokristallarini olish mumkinligi ko'rsatilgan [3,4].

Kristallanish jarayoni Avrami tenglamasi bilan ifodalanadi:

$$x = 1 - \exp [-(kt)^n] \quad (4)$$



bu yerda x — kristallangan faza ulushi, k — tezlik doimiysi, t — vaqt, n — Avrami ko'rsatkichi. Tezlik doimiysi Arrenius tenglamasi orqali aniqlanadi:

$$k = k_0 \exp\left(-\frac{E_a}{RT}\right) \quad (5)$$

bu yerda E_a — aktivatsiya energiyasi, R — gaz doimiysi, T — absolyut harorat.

Nanostrukturali YAGda donalar chegarasi va g'ovaklar optik xossalarga sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Yorug'lik sochilishi quyidagi parametr orqali baholanadi:

$$X = \frac{\pi d}{\lambda} \quad (6)$$

bu yerda d — g'ovak yoki nuqson o'lchami, λ — yorug'lik to'lqin uzunligi. Agar $X \ll 1$ bo'lsa, yorug'lik sochilishi kamayadi va shaffoflik ortadi.

YAG/segnetoelektrik kompozitlarda umumiy qutblanish quyidagicha yoziladi:

$$P_{\text{komp}} = \varphi_f P_f + \varphi_m P_m + P_{\text{int}} \quad (7)$$

bu yerda P_f — segnetoelektrik faza qutblanishi, P_m — YAG matritsaning induksiyalangan qutblanishi, P_{int} — fazalararo qutblanish. Aynan P_{int} kompozitlarda yangi dielektrik va fotokatalitik xossalarni yuzaga chiqaradi.

Material turi	Asosiy xususiyati	Qo'llanishi
Sof YAG	Kubik granat, yuqori barqarorlik	Lazer, optik keramika



YAG nanokukun	Yuqori reaktivlik	Past haroratli sintez
Ce:YAG	Lyuminessensiya	LED va scintillyator
YAG/segnetoelektrik kompozit	Fazalararo qutblanish	Fotokataliz, dielektrik qurilmalar

Xulosa

$Y_3Al_5O_{12}$ sof holatda segnetoelektrik material emas, ammo segnetoelektrik fazalar bilan kompozit hosil qilganda yangi funksional xossalarni namoyon qilishi mumkin. YAG yuqori termik barqarorlik, optik shaffoflik va kimyoviy chidamlilikka ega bo'lgani sababli kompozit materiallar uchun qulay matritsa hisoblanadi. YAG/segnetoelektrik kompozitlar optoelektronika, fotokataliz va funksional dielektrik materiallar sohasida istiqbolli yo'nalishdir.

Foydalanilgan adabiyotlar

- [1] Simonenko E.P. va boshq. *Heat-Treatment-Induced Evolution of the Mesostructure of Finely Divided $Y_3Al_5O_{12}$ Produced by the Sol-Gel Method.*
- [2] Yavetskiy R.P. va boshq. *$Y_3Al_5O_{12}$ translucent nanostructured ceramics—Obtaining and optical properties.*
- [3] Li J.G. va boshq. *Well-sinterable $Y_3Al_5O_{12}$ powder from carbonate precursor.*
- [4] Kaithwas N. va boshq. *Preparation of $Y_3Al_5O_{12}$ nanocrystals by low temperature glycol route.*