

KREMNIY MONOKRISTALIDA MISNING CHO'KISHI (PRECIPITATSIYASI)

A.Y. Boboyev, Sh.K. Mahkamov

1 Andijon davlat universiteti,

Andijon, O'zbekiston, 170100

Annotatsiya: Kremniy monokristali hozirgi zamon yarimo'tkazgich sanoatining asosi hisoblanadi. Uning ultratoza va kristallik turdagi xossalari aynan elektron texnologiyani, xususan, chiplar, mikroprotessorlar va boshqa yarimo'tkazgich qurilmalarini ishlab chiqarishda muhim ahamiyat kasb etadi. Shu sababli kremniy kristalining fizik, kimyoviy hamda strukturaviy jihatlari chuqur o'rganiladi va nazorat qilinadi. Bu jarayonda kremniy monokristali tarkibida istalmagan begona element va nuqsonlar, ayniqsa, og'ir metallar, sirt va ichki qatlamga tushib qoladigan mis (Cu) ionlari alohida xavf tug'diradi. Misning kristall ichida cho'kishi – bu kristall panjarada harakatlanayotgan mis atomlari yoki ionlarining muayyan nuqson, precipitat, dislokatsiya yoki diffuziya markazida to'planib, bevosita chiqindilar yoki agregatlar hosil qilishi jarayonidir.

Kalit so'zlar: Kremniy monokristali, mis precipitatsiyasi, og'ir metallar, yarimo'tkazgich, domish, diffuziya, kristall panjara, texnologik xatolik, elektronika, precipitat.

Kremniy monokristalida precipitatsiya va begona elementlarning cho'kish muammosi bugungi kunda olimlar e'tiborida bo'lib, sabab - texnologik jarayon davomida, xususan, kuydirish, diffuziya, epitaksiya va metallizatsiya operatsiyalari vaqtida kremniy yuzasi yoki tanasiga misning tasodifiy tarqalish holatlari tez-tez uchrab turadi. Mis atamasi mikroelektronika sanoatida eng zararli va "yuqumli" begona domishlari, uni to'liq nazorat qilish, kamaytirish yoki bartaraf etish uchun maxsus texnologik protseduralar ishlab chiqiladi. Chunki mis ionlarining kremniy ichki sathiga kirishi va keyinchalik precipitatsiyalanishi, ya'ni cho'kma markazlarida yig'ilishi, butun wafer yoki plastina bo'ylab o'tish qatlamlarida, kontakt platformalarida, aktiv va passiv qatlamlarda qayd etilishi, doimiy tayanch holatida yarimo'tkazgich elementlarining elektr parametrlarida yomonlashish, reлект moslamalarining nosozlanishi yoki elektr bardoshlilik yetishmasligiga olib keladi. Misning precipitatsiyasi – bu kristal panjarada fazoviy va ensitativ nuqsonlar, turli zarrachalar, ikki yoki undan ortiq fazali o'tish markazlarida mis atomlari yig'ilishi natijasida, ular bilan mustahkam bog'lar, komplekslar yoki intermetallik birikmalar hosil qiladi. Bu jarayon quyidagi bosqichlarni o'z ichiga oladi: misning kremniy ichki qatlamiga kirib borishi, ya'ni diffuziya, harakat davrida bazi nuqsonli fazalar, masalan,

Vakanstiya (bo'shliq) – kunversiya markazlari, interstitsial pozitsiyalar, dislokatsiya chiziqlari yoki planka–kengayish cho'qqilari, precipitat yadrolari tekisligida to'planish, so'ngra bu yadrolarda mis yuqori miqdorda to'planib, mikrozarachalar, precipitatlar, qattiq holatdagi cho'kma kukunlar shaklida aks etishi [1].

Mis precipitatsiyasining boshlang'ich bosqichlarida mis atomlari avvalo vaziyatdan kelib chiqib kremniy panjaralaridagi bo'sh oraliqlar yoki fazoda harakatlanishni ustun biladi. Bunda harorat muhim rol o'ynaydi, aksariyat hollarda yuqori haroratli diffuziya yoki aktivatsiya jarayonida mis ionlarining harakatlanish energiyasi ortadi va natijada ular to'planadigan hududlarga tezroq yetib boradi. Kristall panjarada precipitatsiyaga moyil zonalar - dislokatsiyalar, interstitsial nuqsonlarning chegarasi, precipitatlar yadrosi, kiritilgan begona zarachalar yoki struktura o'zgarishlari bo'lishi mumkin. Aynan shu hududlarda mis precipitatsiyasi boshlanadi va bu yerda atomlarning zichligi tezda oshadi. Mis precipitatsiyasining kremniy strukturasi va xossalriga ta'siri alohida o'rganib chiqiladi. Iloji boricha toza va kam nuqsonli monokristallar olishga harakat qilinsa-da, texnologik amaliyot davomida begona mis ionlari organik va anorganik manbadan kelib tushishi, ishlab chiqarish sharoitidagi uskunalar, muhit, reaksiya gazlaridan yoki ishlov berishda sirt va ichki qatlamlarda norasmliliklar sabab tusha oladi. Mis precipitatsiyasi kremniyda elektr o'tkazuvchanlik, rekombinatsion xotira, chekka sathlardagi ishlash xususiyatini sezilarli yomonlashtiradi. Ayniqsa, kristall ichidagi precipitatsiyalangan mis bo'lakchalari butun kristall bo'ylab elektr signallarini uzatishda pasayish, sezuvchanlikning susayishi, elektronlarni bog'lovchi muvozanatning buzilishi, konduktivlikda buzilishlar keltiradi [2].

Precipitatsiyalangan mislar sathingizda yoki kristall ichida markaziy cho'kma holatida bo'lsa, ular gelettromexanik muhitda stabil harakatga xalaqit beradi. Alohida e'tiborli jihat shuki, precipitatsiyalangan mis zarachalari kuchli elektr fuhtensioning uzilishiga, issiqlik sig'imi va termal yotqizilishiga ham sababchi bo'ladi. Bu esa mikrochipsimon moslamalar, yarimo'tkazgich o'tuvchi elementlar, kontekstli soha va doiralar yana ahamiyatli nuqtalarida aniq ko'rinadi. Bunday precipitatsiyalangan mis zarachalarining mavjudligi, jumladan, kristall ichidagi precipitatsiyalangan sohalar, p-n o'tishlarda rekombinatsiya va deyarli buzilish, elektr maydon pasayishi, issiqlik va energiya taqsimotining notekislik darajasi, turli degradatsiya muammolarini yuzaga keltirishi mumkin. Mis precipitatsiyasi kremniy monokristalida yuzaga kelishi uchun ko'pincha mos sharoit, ya'ni yuqori harorat va kuchli diffuziya talab qilinadi. Ushbu jarayon diffuziya harorati, harorat gradienti, vaqt parametrlari, kremniy sathining silliqliqi, fazoviy bo'shliq, panjara nuqsonlari va begona domishlarning mavjudligi kabi omillarga bog'liqdir. Bu bosqichlarda mis filtratsiyasi yuzaga chiqadi, diffuzion markazlar tufayli zarachalar asta-sekin precipitatsiya zonalariga yetib boradi va bunday sohada precipitatsiyada qatnashuvchi asosiy element sifatida qat'iyon

precipitatsion yadrolarda cho'kadi. Bundan tashqari, precipitatsiyalangan mis zarrachalari kremniyda sekundar fazalar yuzaga kelishiga ham sabab bo'ladi, ularning hosil bo'lishi kremniy strukturasi va elektr xususiyatiga keskin ta'sir qiladi. Precipitat sohisida yangi fazalar, masalan, oksid birikmalar, intermetallik kompleks surroqatlar, amorf-zarrachalar paydo bo'ladi. Bu fazalarning hosil bo'lishi kristall panjaraga zo'r bosim tushiradi va natijada mikro nuqsonlar, dislokatsiyalar, yangi precipitatsion fazalar kengaydi [2].

Kremniy monokristalida precipitatsiyalangan mis zarrachalari va sohalarning paydo bo'lishi, asosan, kristal o'sishini nazorat qiladigan texnologiyalar va ishlab chiqarish jarayonining to'g'ri bo'lishiga ko'p bog'liqdir. Kremniy monokristallarining yetuk texnologiyalarda olinishi jarayonida, xususan, Czochralski usulida yoki float-zone texnologiyalarida mis ionlarining minimal sathda saqlanishi va precipitatsiyalarning oldini olish uchun maxsus choralar ko'riladi. Precipitatsiyalangan misning kremniyda zararli xossalari kamaytirish uchun bir necha metodlar boshqariladi. Bular orasida yuqori tozalash, kimyoviy va termal ishlov berish, vakum texnologiyalari, diffuziya jarayonini optimallashtirish, passivatsiya va stabilizatsiya usullari, epitaksial qatlamlarda maxsus himoya qoplamalari, antirefleksiv yoki polisorbati qatlamlar qo'llaniladi. Kristallning issiqlik va kimyoviy ishlovlari, har xil texnologik jarayonlar, detallashtirilgan sohalarda precipitatsiyalangan mis zarrachalari o'zaro bog'lanish orqali yangi fazalarni hosil qiladi va bu fazalarning fizik, kimyoviy parametrlari kristall pishitib olib bo'lingandan so'ng ham o'zgarishi mumkin. Precipitatsiyalangan mis shuningdek, sirt yuqoriligi, oraliq hududlarda elektr va issiqlik qarshiligi oshishiga, dielektrik, p-n barer, va kontakt o'tishlarida tezkor ishdan chiqish, mikrochiplarda ishlash qobiliyati past bo'lishiga sabab bo'ladi. Kremniyning asosiy vazifasi barcha sohalarda mustahkamlik, elektr o'tkazuvchanligi, shaffoflik va minimal nosozliklar yuzaga chiqishi uchun mis precipitatsiyasi katta muammo sifatida tan olinadi [3].

Kremniy monokristalida precipitatsiyalangan mislarning hosil bo'lish bosqichlari, ularning tuzilishini o'rganish, fazoviy taqsimoti, mikrohamda makroskopik xossalari, kristall panjara ichida precipitatsiya tezligi va konsentratsiyasi zamonaviy fan va texnikaning asosiy muammolaridan hisoblanadi. Hozirgi elektron texnologiya taraqqiyoti aynan ushbu precipitatsion jarayonlar, kremniyda begona domishlarning chiqishi va ular natijasida yuzaga keluvchi nosozliklarni oldini olish, zamonaviy texnologiyalarni yaratish bilan uzviy bog'liqdir. Kremniy monokristalida precipitatsiyalangan mis ionlari tasodifiy ifodalangan sohalarda yagona komponentli precipitat, ba'zan esa ko'p komponentli komplekslarda uchraydi. Bu precipitatlar, ayniqsa kristallning faol qismiga o'tganda, elektr va optik xossa parametrlari ancha pasayib, doimiy ishlashda namoyon bo'ladi va muntazam ishlab chiqaruvchilar ushbu

precipitatsiyani kamaytirish, ularni to'liq nazorat qilish uslublarini ishlab chiqishda davom etmoqdalar [4].

Xulosa

Kremniy monokristalida misning cho'kishi, ya'ni precipitatsiyasi zamonaviy yarimo'tkazgich sanoati uchun eng jiddiy texnologik muammolardan biridir. Mis precipitatsiyasi kristal panjaraga, uning elektr va strukturaviy-xususiyatlariga bevosita zararli ta'sir ko'rsatadi, qurilmalar bardoshliligi va samaradorligini pasaytiradi, ishonchliligini susaytiradi. Shuning uchun har bir bosqichda mis ionlarining precipitatsiyasini aniqlash, begona domishlar miqdorini minimallashtirish, maxsus texnologik va kimyoviy usullardan foydalanish muhimdir. Precipitatsiyani chuqur o'rganish, uni bartaraf qilish, asosan, zamonaviy fizika, kimyo hamda yarimo'tkazgich texnologiyasining asosiy yo'nalishlaridan biri bo'lib, bu boradagi tadqiqotlar va yangi texnologiyalar yarimo'tkazgich sifatini, ularning uzoq muddatgacha ishlashini kafolatlash uchun mustahkam ilmiy asos bo'lib xizmat qiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Ergashev B. (2021). "Kremniy birikmalarida og'ir metallar precipitatsiyasi", Iste'dod nashriyoti, Buxoro, 160-bet.
2. Mamadaliyev N., Rajabov D. (2022). "Yarimo'tkazgichlarda precipitatsiya jarayonlari", Ilm Ziyo nashriyoti, Toshkent, 176-bet.
3. Nurmatov S. (2019). "Kremniy sohasida strukturaviy o'zgarishlar va precipitatlarning o'rni", Ma'rifat nashriyoti, Qarshi, 146-bet.
4. Omonov F. (2024). "Mikroelektronika asoslari va zamonaviy texnogen jarayonlar", Akadennashr, Toshkent, 224-bet.
5. Qosimova G. (2021). "Yarimo'tkazgichlarda mis va boshqa og'ir metallar tarkibi", Mustaqil Yangi Avlod nashriyoti, Nukus, 168-bet.
6. Raxmatova L. (2022). "Precipitatsion jarayonlarning mikroanalitik o'rganilishi", Barkamol Avlod nashriyoti, Urganch, 138-bet.
7. Temirov K. (2019). "Kremniy monokristalida nuqsonlar va begona domishlarning o'zgarishi", O'qituvchi nashriyoti, Toshkent, 173-bet.