

VAKUUMDA TERMIK BUG‘LATISH YORDAMIDA OLINGAN GEYSLER QOTISHMALARINING ELEKTROFIZIK XUSUSIYATLARI

Usmonov Anvarjon Abdiqodir o‘g‘li^{a, b}

^aUniversity of Business and Science

^bToshkent davlat texnika universiteti

Annotatsiya: Vakuumdagi termik bug‘latish yordamida olingan Geysler qotishmalarining yupqa qatlamlarini elektrofizik xossalarini tadqiq etish elektronika qolaversa spintronika sohasida muhim amaliy ahamiyatga egaligi bilan ajralib turadi. Bu qotishmalarning elektrofizik xossalarini o‘rganish bilan birga bunday qotishmalarning qo‘llanilish sohalari va chegaralarini bilish ham sanoatda muhim amaliy ahamiyat kasb etadi.

Kalit so‘zlar: Vakuum, qotishma, bug‘latgich, qarshilik, solishtirma qarshilik

Kirish

Yarimo‘tkazgichlar texnologiyasida strukturalarning sirtga yupqa qatlamli qoplamalarni vakuumda o‘tkazish yoki olib tashlash kabi jarayonlar katta o‘rin egallaydi. Bu jarayonlar siyraklashgan gazlarda kechadigan molekulyar-kinetik hodisalarga asoslangan.

Mavzuga oid adabiyotlarning tahlili

Geysler qotishmalaridagi martensit o‘tish qotishmaning magnit xossalari o‘zgarishi bilan kechar ekan va mazkur fazaviy o‘tish magnitostukturaviy hisoblanadi [1-3].

Geysler qotishmasi- bu uchta intermetall aralashma bo‘lib stexiometrik nisbatlarga ega. XYZ (Geysler yarimqotishmasi), X_2YZ (umumiy Geysler qotishmasi) bu yerda X va Y – temir guruhi metallari, Z- III va V guruh elementlari. Bundan tashqari Y- ishqoriy yoki nodir yer elementlari bo‘lishi mumkin [3].

Yupqa pardalar o‘tkazishning ikkita asosiy usuli mavjud: termo vakuum bug‘lantirib o‘tqazish va katodli changlantirib o‘tqazish. Termovakuumli bug‘lantirib o‘tqazishda modda bug‘lanish temperaturasi gacha qizdiriladi va uning bug‘lari taglik sirtida kondensatsiyalanadi. Bunda taglikning temperaturasi bug‘xona temperaturasida bo‘lgan o‘tqaziladigan modda gaz razryadi plazmasidagi kichik energiyali ionlar bilan bombardimon qilinadi. Buning natijasida changlangan atomlar taglikka yetib boradi va uning sirtida kondensatsiyalanadi. Bu ikkala usuldan o‘tkazuvchi, rezistivli va dielektrikli pardalar hosil qilishda foydalaniladi [4-7].

Tadqiqot metodologiyasi

Ko'p miqdordagi moddani bug'latishda (bir necha gramm va undan ortiq) tigelli bug'latkichlar qo'llaniladi. Eritiladigan modda uzoq vaqt mobaynida tigel bilan kontaktda bo'lishi tufayli tigel materialiga yuqori sifatli talablar qo'yiladi. Tigel va bug'latish uchun ishlatiladigan materiallar o'zaro juda kichik eruvchanlikka va yuqori haroratli evtetikaga ega bo'lishi kerak. Tigel uchun ishlatiladigan materiallar sifatida yuqori haroratda eriydigan materiallar (molibden, volfram, tantal) hamda oksidlar (ThO_2 , BeO , ZrO_2 , Al_2O_3 , MgO , SiO_2 , TiO_2) qo'llaniladi. Mos keluvchi oksidlarni baholashda termodinamik barqarorlik muhim omil hisoblanadi.



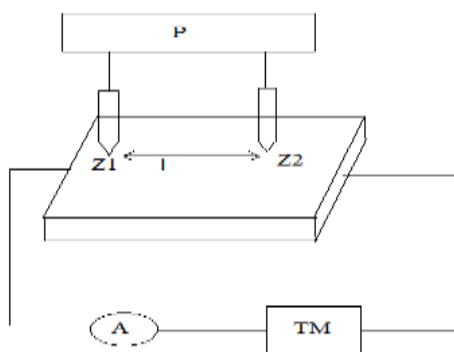
1-rasm. Bug'latgich

1-rasmida bor nitridi yoki titan diborididan yasalgan Al ni bug'latuvchi tigel tasvirlangan. Bunday bug'latkichda moddani qizdirish yuqori chastotali induksion usul bilan amalga oshiriladi. Buning hisobiga nurlanish va issiqlik o'tkazuvchanligi tufayli energiya yo'qotilishi kamayadi, ekranlarni qo'llash uchun ehtiyoj ham qolmaydi.

Geysler qotishmalari komponentalari vakuumda bug'lantish uchun tayyorlanadi. Geysler qotishmalari komponentalarini vakuumda bug'lantiruvchi tagliklar tayyorlanadi (Volfram simdan). Hosil bo'lgan Geysler qotishmalari komponentalari qatlamlarini vakuumda yuqori temperaturada ishlov beriladi, natijada qotishma hosil bo'ladi.

Tahlil va natijalar

Kontakt qarshiliklari katta bo'lganda bu usul solishtirma qarshilikni haqiqiy qiymatiga nisbattan orttirib beradi. Bu kamchilikni zond usullari bilan o'lchashda yo'qotish mumkin. Solishtirma qarshilikni o'lchashning ikki zondli usulining chizmasi quyidagi rasmda keltirilgan



3-rasm. Ikki zondli usul yordamida namuna solishtirma qarshiligini o'lchash sxemasi. Unda namunaning ko'ndalang kesimi yuzasiga K1 va, K2, Om kontaktlari o'tkazilgan va uning sirtiga bir biridan l masofada bo'lgan ikkita Z1 va Z2 nuqtaviy zondlar o'rnatilgan (3-rasm). Zondlar sifatida o'tkir uchli qattiq metal (volfram, osmiy, molibden) simlar yoki qotishmalardan yasalgan simlar, karbid, volfram va VK ishlatildi. Solishtirma qarshilikning qiymati quyidagicha aniqlanadi: namunadan tok manbai (TM) orqali tok o'tkaziladi va u A – ampermetr bilan o'lchanadi, zondlar orasidagi kuchlanish potentsiometrda kompensatsiya usulida o'lchanadi. Bu holatda potentsiometrda kuchlanish U_n ikki zond orasidagi namuna bo'lagiga tushgan kuchlanish U ga teng bo'ladi. Ikki zondli usulda ham ρ quyidagicha aniqlashda quyidagi formuladan foydalaniladi.

$$\rho = \frac{U}{I} \cdot \frac{a \cdot d}{l} \quad (1)$$

Bu ifodaga kirgan kattaliklar a – namunaning eni, d – namunaning qalinligi, l – zondlar orasidagi masofa

Bug'lanish tezligi, ya'ni shartli temperatura T_y bo'lganda 1 sm^2 erkin sirtidan 1 s da chiqib ketuvchi modda miqdoriga aytiladi, quyidagi formula bilan aniqlanadi

$$\vartheta_i = 6 \cdot 10^{-4} \sqrt{\frac{M}{T_y}} \quad [g/\text{sm}^2 \cdot \text{s}] \quad (2)$$

Bu yerda M – molekulyar massa, g/mol . [13]

Alyuminiy uchun bug'lanish tezligi

$$\vartheta_i = 6 \cdot 10^{-4} \cdot \sqrt{\frac{27}{1423}} = 9 \cdot 10^{-5} g/\text{sm}^2 \cdot \text{s} \quad (3)$$

Mis uchun bug'lanish tezligi

$$\vartheta_i = 6 \cdot 10^{-4} \cdot \sqrt{\frac{63,5}{1546}} = 12,16 \cdot 10^{-5} g/\text{sm}^2 \cdot \text{s} \quad (4)$$

Marganes uchun bug'lanish tezligi

$$\vartheta_i = 6 \cdot 10^{-4} \cdot \sqrt{\frac{54,9}{1253}} = 12,56 \cdot 10^{-5} g/\text{sm}^2 \cdot \text{s} \quad (5)$$

Bug'lantirilgandan keyin kvarts shisha taglik ustiga o'tirgan qatlamlarning massasini hisoblash quyidagicha: Tegildan kvarts shishagacha bo'lgan masofa 8 sm , demak radiusi 8 sm bo'lgan sferaga bug'langan atomlar tekis qatlam hosil qiladi va vakuumda

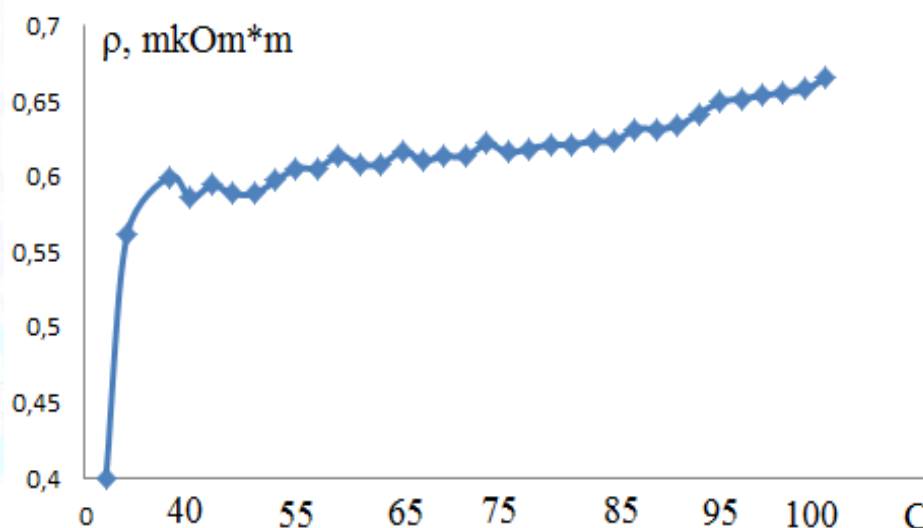
joylashganligi uchun massa teng taqsimlanadi deb hisoblab, biz qo‘ygan kvarts shishaga bug‘lanib o‘tirgan elementlarning massasini va qalinligini o‘lchaymiz: Demak sfera yuzasi: $S = 4\pi R^2$ dan $S=803 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$ Bug‘lantirilgan elementlar to‘liq bug‘langanligi uchun butun massa sfera sirtiga bug‘lanib qatlam hosil qilgan deb hisoblash mumkin. Bundan esa kvarts taglikka qancha massa mis, marganes va alyuminiy o‘tirganligini, ularning qalinliklarini hisoblash mumkin bo‘ladi. Bu esa vakuumda termik bug‘latish yo‘li bilan olingan Geysler qotishmasining elektrofizik xossalari aniqlashga imkon beradi. Vakuumda termik bug‘latish yordamida olingan Geysler qotishmasi komponentalari proporsiya yo‘li bilan topiladi va qalinliklari quyidagicha hisoblandi:

$$m = \frac{s}{S} \cdot M \quad (6)$$

bunda m – kvarts taglikka o‘tirgan element massasi, S - sfera yuzasi, s – kvarts taglikka bug‘lanib o‘tiradigan Geysler qotishmasi komponentasining yuzasi, M -bug‘langan to‘liq massa

$$d = \frac{m}{\rho \cdot s} \quad (7)$$

bunda m – kvarts taglikka o‘tirgan element massasi, s – kvarts taglikka bug‘lanib o‘tiradigan Geysler qotishmasi komponentasining yuzasi, ρ - mos ravishda komponentalarining zichliklari. Olingan namunaning solishtirma qarishiligini xona temperaturasi o‘lchangan qiymatlari asosida solishtirma qarshilikning temperaturaga bog‘liqlik grafigi quyidagicha bo‘ladi:



4-rasm. Olingan namuna solishtirma qarshiligining temperaturaga bog‘liqligi

Xulosa va takliflar

Vakuumda termik bug‘latish yordamida olingan namunada Geysler qotishmalarining elektrofizik xususiyatlari namoyon bo‘ldi. Vakuumda termik bug‘latish yordamida olingan Geysler qotishmalari turli nuqsonlardan holi bo‘ladi, ya’ni qotishmaning tozalik darajasi yuqori bo‘ladi. Geysler qotishmalaridagi martensit

o'tish qotishmaning magnit va elektrofizik xossalari o'zgarishi bilan kechar ekan va mazkur fazaviy o'tish magnitostukturaviy hisoblanadi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

1. Э. Т. Дильмиева, А. П. Сиваченко, А. В. Головчан, А. И. Иванова, Р. М. Гречишкин, А. Д. Зигерт, В. Г. Шавров // Технология синтеза монокристаллов сплавов гейслера семейства Ni-Mn-Ga для применения в каскадной системе магнитокалорического охлаждения. Челябинский физико-математический журнал. 2020. Т. 5, вып. 4, ч. 2. С. 525–536. DOI: 10.47475/2500-0101-2020-15412
2. Igor Dubenko, Alexander Granovsky, Erkki Lahderanta, Maxim Kashirin // Comparing magnetostructural transitions in $\text{Ni}_{50}\text{Mn}_{18.75}\text{Cu}_{6.25}\text{Ga}_{25}$ and $\text{Ni}_{49.80}\text{Mn}_{34.66}\text{In}_{15.54}$ Heusler alloys/ Volume 401, 1 March 2016, P. 1145-1149
3. Gamzatov, A. G. Inverse-direct magnetocaloric effect crossover in $\text{Ni}_{47}\text{Mn}_{40}\text{Sn}_{12.5}\text{Cu}_{0.5}$ Heusler alloy in cyclic magnetic fields / A. G. Gamzatov, A. M. Aliev, A. Ghotbi Varzaneh, P. Kameli, I. Abdolhosseini Sarsari, S. C. Yu // Applied Physics Letters. — 2018. — Vol. 113. — P. 172406.
4. Cejpek, P. Rapid floating zone growth of Ni_2MnGa single crystals exhibiting magnetic shape memory functionality / P. Cejpek, L. Straka, M. Veis, R. Colman, M. Dopita, V. Hol'ý, O. Heczko // Journal of Alloys and Compounds. — 2019. — Vol. 775. — P. 533– 541.
5. Rosen, S. The crystal structure of nickel-rich NiAl and martensitic NiAl / S. Rosen, J. A. Goebel // Trans. Met. Soc. AIME. - 1968. - V. 242. - P. 722-724.
6. Ферромагнетики с памятью формы / А. Н. Васильев, В. Д. Бучельников, Т. Такаги, В. В. Ховайло, Э. И. Эстрин // Успехи физических наук. - 2003. - Т. 173. - № 6. - С. 576-608.
7. Мартенситные превращения и магнитоиндуцированные деформации в сплавах $\text{Ni}_{50}\text{Mn}_{50-x}\text{Ga}_x$ / А. Г. Попов, Е. В. Белозеров, В. В. Сагарадзе, Н. Л. Печеркина, И. Г. Кабанова, В. С. Гавико, В. И. Храбров // ФММ. - 2006. - Т. 112. - №2. - С. 152 - 161.