



SUN'IY INTELLEKT ASOSIDA YARIM O'TKAZGICHLARDAGI DEFORMATSIYA JARAYONLARINI TAHLIL QILISH

Abdullayev Botirxon Ismoilovich

Olmaliq davlat texnika instiuti

Tel: +998 94 923 93 14

ORCID: 0009-0007-1926-7089

email: botirxon21@mail.ru

Аннотация. Ushbu maqolada yarim o'tkazgich materiallarda deformatsiya hodisalarini o'rganishda sun'iy intellekt (AI) texnologiyalarini qo'llash masalasi yoritilgan. Xususan, marganes bilan legirlangan kremniy va Shottki to'siqli strukturalarning elektrofizik xossalariga tashqi omillar ta'siri tahlil qilingan. Hall effekti asosida parametrlarni aniqlash usullari ko'rib chiqilib, o'lchash jarayonlaridagi xatoliklarni kamaytirishda mashinali o'rganish algoritmlarining imkoniyatlari yoritilgan. Sun'iy intellekt yordamida murakkab nolinear bog'lanishlarni modellashtirish va material xossalarini oldindan bashorat qilish samaradorligi asoslab berilgan.

Калит so'zlar: Sun'iy intellekt, yarim o'tkazgichlar, deformatsiya, kremniy, marganes, Shottki diod, Hall effekti, elektrofizik xossalar, mashinali o'rganish, nolinear modellashtirish.

Аннотация. В данной статье рассматривается применение технологий искусственного интеллекта (AI) для исследования деформационных явлений в полупроводниковых материалах. В частности, анализируются электрофизические свойства кремния, легированного марганцем, и структур с барьером Шоттки под воздействием внешних факторов. Рассматриваются методы определения параметров на основе эффекта Холла и возможности алгоритмов машинного обучения для уменьшения погрешностей измерений. Обоснована эффективность использования искусственного интеллекта для



моделирования нелинейных зависимостей и прогнозирования свойств материалов.

Ключевые слова: Искусственный интеллект, полупроводники, деформация, кремний, марганец, диод Шоттки, эффект Холла, электрофизические свойства, машинное обучение, нелинейное моделирование.

Abstract. This article discusses the application of artificial intelligence (AI) technologies in studying deformation phenomena in semiconductor materials. In particular, the electrophysical properties of manganese-doped silicon and Schottky barrier structures under external influences are analyzed. Methods for determining parameters based on the Hall effect and the potential of machine learning algorithms for reducing measurement errors are considered. The effectiveness of artificial intelligence in modeling complex nonlinear relationships and predicting material properties is demonstrated.

Keywords: Artificial intelligence, semiconductors, deformation, silicon, manganese, Schottky diode, Hall effect, electrophysical properties, machine learning, nonlinear modeling.

Kirish. Yarim o'tkazgich materiallar zamonaviy elektronika, nanoelektronika va sensor tizimlarining asosini tashkil etadi. Ayniqsa, kremniy asosidagi materiallar va ular asosida yaratilgan qurilmalar sanoat va ilm-fan rivojida muhim o'rin egallaydi. Marganes bilan legirlangan kremniy va uning asosida tayyorlangan Shottki to'siqli strukturalar deformatsiya, bosim va tashqi omillar ta'sirida o'zining elektrofizik xossalarni o'zgartirishi bilan ajralib turadi. Ushbu xossalarni aniqlash va tahlil qilish an'anaviy eksperimental usullar yordamida amalga oshiriladi, biroq bu jarayon ko'p vaqt va yuqori aniqlik talab qiladi. Shu sababli, hozirgi kunda sun'iy intellekt texnologiyalarini yarim o'tkazgichlar fizikasiga integratsiya qilish dolzarb masalalardan biri hisoblanadi. Sun'iy intellekt katta hajmdagi eksperimental ma'lumotlarni tezkor qayta ishlash, murakkab bog'lanishlarni aniqlash va



parametrlarni oldindan bashorat qilish imkonini beradi. Bu esa ilmiy tadqiqotlar samaradorligini oshirish, yangi materiallarni yaratish va mavjud texnologiyalarni optimallashtirishda muhim ahamiyat kasb etadi.

Asosiy qism. Marganes bilan legirlangan kremniy asosidagi yarim o'tkazgich materiallarda deformatsiya hodisalarini tadqiq qilish usullarini zamonaviy yondashuv sifatida sun'iy intellekt (AI) texnologiyalari bilan integratsiya qilish ushbu sohada yangi ilmiy va amaliy imkoniyatlarni ochib beradi. Marganes atomlarining kremniy panjarasiga diffuziyasi, kompensatsiya darajasi, kristallografik orientatsiya [1,2] va diffuziya temperaturasi kabi parametrlar yarim o'tkazgichning elektrofizik xossalari, jumladan solishtirma qarshilik, zaryad tashuvchilar konsentratsiyasi va harakatchanligiga kuchli ta'sir ko'rsatadi. An'anaviy eksperimental usullarda bu bog'lanishlar ko'p vaqt talab qiladigan tajribalar orqali aniqlansa, sun'iy intellekt yordamida ushbu parametrlar o'rtasidagi ko'p o'lchovli, nolinear bog'lanishlarni aniqlash va modellashtirish mumkin. Masalan, neyron tarmoqlar yordamida $\rho = f(T, C_{Mn}, n, \mu)$ kabi funksional bog'lanishlarni o'rganib, ma'lum temperatura va diffuziya vaqtida materialning qanday elektrofizik xossalarga ega bo'lishini oldindan bashorat qilish mumkin, bu esa texnologik jarayonlarni optimallashtirishga xizmat qiladi. Shuningdek, yuqori temperaturali diffuziya jarayonida marganes atomlarining taqsimlanishini AI modellari yordamida simulyatsiya qilish orqali eng samarali rejimlarni tanlash imkoniyati yaratiladi. Kompensirlangan kremniy namunalariining elektrofizik ko'rsatkichlarini aniqlashda Hall effekti muhim ahamiyatga ega bo'lib, bu yerda tok, kuchlanish va magnit maydon parametrlariga asoslanib

$$R_H = \frac{U_x}{I \cdot H} \text{ - Hall doimiysi}$$

$$n = \frac{1}{q \cdot R_H} \text{ - Zaryad tashuvchilar konsentratsiyasi}$$

$$\mu = \frac{\sigma}{q \cdot n} \text{ - Harakatchanlik}$$

$$\rho = \frac{1}{\sigma} \text{ - Solishtirma qarshilik aniqlanadi.}$$



Ushbu formulalar asosida hisoblashlar amalga oshiriladi, ammo amalda o'lchash xatoliklari, tashqi shovqinlar va asboblarning noaniqligi natijalarga ta'sir qiladi, shuning uchun sun'iy intellekt algoritmlari, jumladan mashinali o'rganish usullari yordamida eksperimental ma'lumotlarni filtrlash, xatoliklarni kamaytirish va parametrlarni aniqroq baholash mumkin. Masalan, AI modeli kirish ma'lumotlari sifatida I , U , U_x , H qiymatlarini qabul qilib, chiqishda eng ehtimoliy n va μ qiymatlarini beradi, bu esa real vaqt rejimida avtomatik tahlil qilish imkonini yaratadi. Shottki to'siqli diodlarning volt-amper xarakteristikasi eksponensial qonunga bo'ysunadi va u

$$I = I_S(e^{\frac{qU}{kT}} - 1)$$

formulasi bilan ifodalanadi, bu yerda to'yinish toki I_S , temperatura va potensial to'siq balandligi asosiy rol o'ynaydi,[5] AI esa ushbu parametrlarni eksperimental VAX grafiklaridan avtomatik aniqlab, diodning sifatini baholash, defektlarni aniqlash va ishonchliligini prognoz qilish imkonini beradi. Bundan tashqari, sun'iy intellekt yordamida diffuziya jarayoni, kristalldagi deformatsiya ta'siri, bosim ostidagi o'zgarishlar va hatto mikrodarajadagi defektlar ta'sirini ham modellashtirish mumkin, bu esa materialshunoslik sohasida yangi tadqiqot bosqichini boshlab beradi. Eksperimental jarayonlarni avtomatlashtirishda AI sensorlardan kelayotgan ma'lumotlarni real vaqt rejimida qayta ishlab, o'rtacha qiymatlarni

$$I = \frac{I_1 + I_2}{2}$$
$$U_x = \frac{I_{x1} - I_{x2}}{2}$$

kabi ifodalar orqali hisoblab, natijalarni inson aralashuvisiz tahlil qiladi, bu esa inson omilini kamaytirib, natijalarning ishonchliligini oshiradi.

Xulosa. Yuqorida keltirilgan tahlillar shuni ko'rsatadiki, sun'iy intellektni yarim o'tkazgichlarda deformatsiya hodisalarini tadqiq qilish jarayonlariga integratsiya qilish ilmiy tadqiqotlarning samaradorligini sezilarli darajada oshiradi.



AI texnologiyalari yordamida eksperimental ma'lumotlarni chuqur tahlil qilish, murakkab fizik jarayonlarni modellashtirish va natijalarni oldindan bashorat qilish imkoniyati yuzaga keladi. Bu esa nafaqat tadqiqot vaqtini qisqartiradi, balki aniqlik va ishonchlilikni ham oshiradi. Shuningdek, sun'iy intellekt yangi materiallar va qurilmalarni loyihalashda muhim vosita bo'lib xizmat qiladi, xususan, optimal diffuziya sharoitlarini aniqlash, Shottki diodlarning parametrlarini yaxshilash va ularning ishlash samaradorligini oshirishga yordam beradi. Kelajakda sun'iy intellektning yanada rivojlanishi bilan yarim o'tkazgichlar fizikasi, nanoelektronika va sensor texnologiyalari sohalarida tub burilishlar yuz berishi kutilmoqda, bu esa ilm-fan va texnologiya taraqqiyotida yangi bosqichni boshlab beradi.

Foydalanilgan adabiyotlar

[1] Семенюк А.К. “Влияние одноосных деформаций на положение глубокого уровня”

[2] Керенцев А., Ланин В., Соловьев Я. Конструктивно-технологическая оптимизация параметров диодов Шоттки //Книга. – 2018.

[3] Зайнабидинов С. Физические основы образования глубоких уровней в кремнии. – Т.: ФАН, 1984

[4] Маматкаримов О.О., Зайнабидинов С.З.и др. Динамические тензохарактеристики диодов с барьером Шоттки при импульсном всестороннем гидростатическом давлении. // Физика и техника полупроводников. - 2000. - Т.34

[5] Турсунов И.Г , диссертация “Тензостимулированные явления в компенсированном кремнии и в поверхностно - барьерных диодных структурах на его основе” Ташкент – 2018



[6] Abdullayev B. I. “Mustaqil ta’limni empirik metod asosida tashkil etish (fizikaning elektrodinamika bo‘limi misolida)”. Ilmiy-metodik jurnali “Tadqiqotlar”, 51(4), 2024. [https:// https://maktabgacha-va-maktab-talimi-jurnal.uz/index.php/jurnal/article/view/3289](https://journalss.org/index.php/jurnal/article/view/3289)