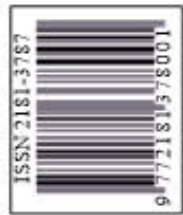
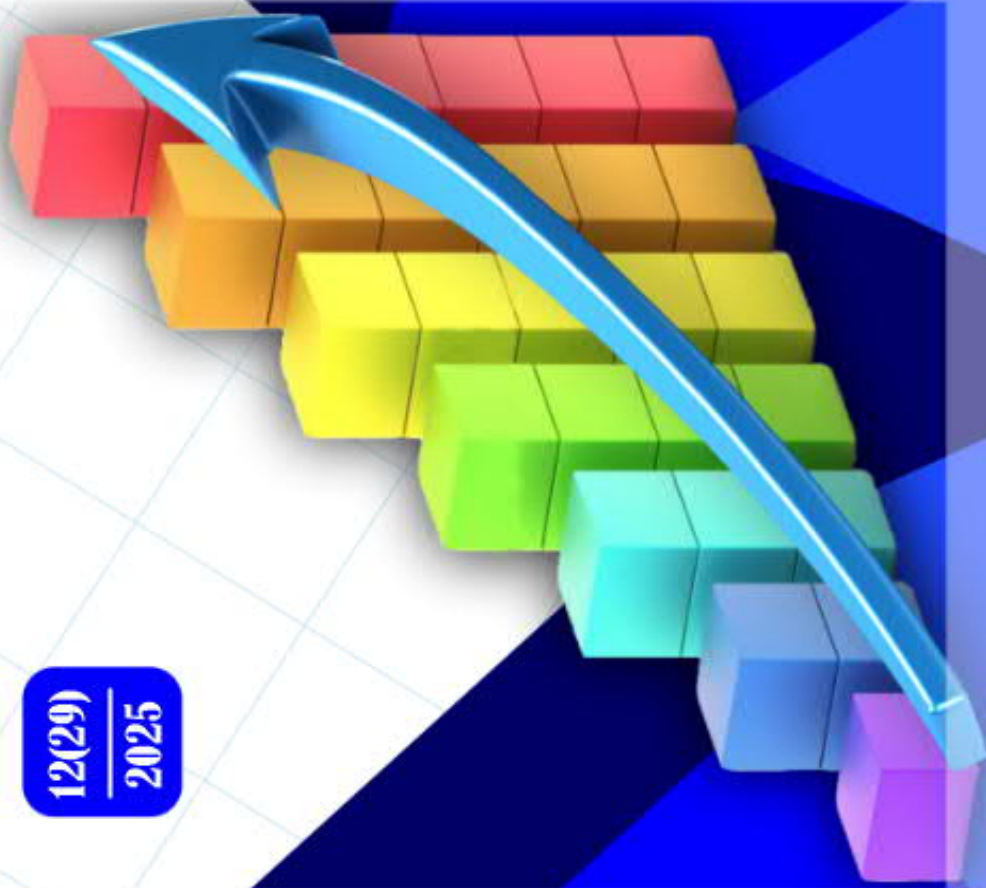


PEDAGOGIK AKMEOLOGIYA

xalqaro ilmiy-metodik jurnal

12(29)
2025





ISSN 2181-3787
E-ISSN 2181-3795

“PEDAGOGIK AKMEOLOGIYA”
xalqaro ilmiy-metodik jurnal

«ПЕДАГОГИЧЕСКАЯ АКМЕОЛОГИЯ»
международный научно-методический журнал

“PEDAGOGICAL ACMEOLOGY”
international scientific-methodical journal

№12(29) 2025

Jurnal O‘zbekiston Respublikasi Oliy ta’lim, fan va innovatsiyalar vazirligi huzuridagi OAK Rayosatining 2023-yil 5-maydagi 337-qarori bilan **07.00.00 - tarix, 13.00.00 - pedagogika, 19.00.00 - psixologiya** fanlari bo‘yicha dissertatsiya ishlari natijalari yuzasidan ilmiy maqolalar chop etilishi lozim bo‘lgan zaruruiy nashrlar ro‘yxatiga kiritilgan.

MUNDARIJA

DOLZARB MAVZU 8

Адизов Бахтиёр Раҳмонович. Минтақавий ва халқаро тенденциялар доирасида олий таълимнинг долзарблиги ва унинг сифатини таъминлаш..... 8

TARIX 13

Utayeva Feruza Xolmamatovna. Buxoro, Samarqand va Navoiy viloyatlarida to'qimachilik sanoati: tarixiy tahlil..... 13

Ermat Tilayev. Amir Nasrulloh davrida Buxoro amirligi: manbashunoslik va tarixshunosligi . 17

Очилова Нигора Рузимуратовна. Маданий глобализация ва миллий кадриятларнинг йўқолиши: ёшлар тарбияси учун таҳдидлар 23

Safarov Suxrob Safarovich. Xalq ta'limi tizimini modernizatsiyalshning ilmiy-nazariy asoslari: g'arb konsepsiyalari va ularning zamonaviy talqini 29

Muyiddinov Bekali Bahodirovich. O'zbekistonda chorvachilikdagi muammolar va ularni bartaraf etishdagi islohotlar (2020-2022-yillarda) 35

Ahmadova Lola Asror qizi. Jadid munavvarlaridan Mahmud Said Ahroriy faoliyati xususida 40

Gulyamov Alisher Azizovich. Toshkent va Sirdaryo viloyatlarida dehqonchilik tarixi..... 43

Amrilloeva Mavjuda A'lamjonovna. Samarqand jadidlarining ma'rifiy g'oyalari va ularning ijtimoiy intellekt rivojiga ta'siri 48

Haqqulov Mehridin Yunusovich. 1925–1960 - yillarda Farg'ona vodiysidagi agrar islohotlar va ularning ijtimoiy oqibatlarini..... 52

Sirojov Qilich Sirojovich. Buxorolik mahalliy sanoat ahli ikkinchi jahon urushi yillarida 57

Toshpulatov Nurbek Boboqul o'g'li. Samarqand uezdida bozor markazlarining tuzilishi va shakllari..... 62

Rahmonov Oybek Ravshan o'g'li. Fayzulla Xo'jayev va Akmal Ikromov sovetlarning qatag'on tegirmoni qurboni..... 70

ANIQ VA TABIIY FANLAR..... 76

Djumabayev N. Matematik induksiya metodidan foydalanib ayniyatlarni isbotlash..... 76

Safarova Nigora Nasilloevna, Mirzayeva Xonzoda Mo'minali qizi. Boshlang'ich funksiya mavzusini raqamli ta'lim vositalari asosida o'qitish..... 81

Исмаилов Фаррух Аслидинович. Основные методы и программы профилактики стоматологических заболеваний у лиц молодого возраста 86

Ikromova Muxlisa Akromovna. C. Salonitana VA C. Belangeriana o'simliklari ekstraktlarining antiradikallik faolligi..... 91

Косимов И.О., Хожиев Ш.Т., Арзикулов Ф.Ф. Физические свойства тонких пленок ZnO легированных медью различной толщины, полученных методом магнетронного распыления 95

FILOLOGIYA 99

Махмудова Садоят Холматовна. Sadridin Salim Buxoriy she'rlarida vatan mavzusi tahlili 99

To'raboyeva Muqaddas Yoqubjanovna. Uzviylik asosida tafakkurni rivojlantiruvchi mashqlar orqali orfografiya o'qitish metodikasi..... 103

Ibaydullaeva Diloromxon. O'zbek tilidagi metaforalar turlari va qo'llanish xususiyatlari 107

PEDAGOGIKA 113

Ismailov Murodulla Kaxramonovich. Sanogen refleksiyaning rivojlantirishning tarixiy asoslari 113

Sattorova Dilshoda Yuldashevna. Pedagogik texnologiyalardan foydalanish orqali o'quvchi shaxsini tarbiyalash 118

Косимов И.О., Хожиев Ш.Т., Арзикулов Ф.Ф.

Институт Биоорганической химии АН РУз им. акад. О.С. Садыкова, Ташкентский государственный медицинский университет, ул. Форобий

ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТОНКИХ ПЛЕНОК ZnO ЛЕГИРОВАННЫХ МЕДЬЮ РАЗЛИЧНОЙ ТОЛЩИНЫ, ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ МАГНЕТРОННОГО РАСПЫЛЕНИЯ.

В данной статье представлены результаты анализа структурных, морфологических и кристаллических свойств слоев, образованных путем нанесения на поверхность кремниевой пластины тонких слоев ZnO одинаковой толщины методом магнетронного распыления с последующим легированием меди в различных дозах к этому покрытию. В качестве подложки использовались кремниевые пластины p-Si(111). Подготовка поверхности для адгезии проводилась с использованием аргоновой ионной плазмы. Влияние легирования меди на получаемую тонкопленочную структуру ZnO/Si было систематически проанализировано с помощью XRD. Было подтверждено, что образец имеет равновесное распределение состава, высокую степень неоднородности Cu/ZnO и кубическую кристаллическую структуру после легирования меди. В частности, сильные дифракционные пики в направлении (111) указывают на то, что кристаллические зерна однородны и крупны, и формируется структура без внутренних напряжений. Полученные результаты подтверждают, что материал ZnO обладает высоким потенциалом для эффективного применения в фотоэлектрических устройствах. А также высокую эффективность метода XRD для исследования влияния легирования различных материалов.

Ключевые слова: тонкая пленка ZnO, магнетронное распыление, кремниевая подложка, адгезия, плазменная обработка, рентгенодифракционный анализ, кристаллическая структура, оптоэлектроника, легирование.

Введение

Оксид цинка (ZnO), а также тонкие пленки и гетероструктуры на его основе широко используются в солнечных батареях, системах хранения и эффективной передачи энергии, электронике и оптоэлектронике. Поэтому исследование физических и химических свойств этого элемента является важной задачей. Оксид цинка (ZnO) привлек внимание исследователей и промышленности благодаря своим потенциальным областям применения. Фаза вюрцита ZnO является превосходным полупроводником n-типа с некоторыми положительными пьезоэлектрическими свойствами, принадлежащим к семейству полупроводников и являющимся крупнейшим среди полупроводников II-VI групп. Поэтому ZnO считается важным для оптоэлектронных устройств [1]. Этот полупроводник (ZnO) обладает рядом дополнительных аспектов и природных преимуществ, таких как хорошая прозрачность, высокая электронная проводимость и хорошее свечение при комнатной температуре, дешевизна, нетоксичность и химическая стабильность, что привело к его применению в различных областях, включая фотокатализ [2,3,4], солнечные элементы [5,6,7], устройства защиты от ультрафиолетового излучения [8] и газочувствительные устройства [9,10,11]. Однако, чтобы использовать некоторые дополнительные свойства ZnO, было проведено множество исследований по модификации наноструктур ZnO переходными металлами, такими как Fe, Mn, Co, Ni и Cu, с использованием различных методов [12]. Среди них Cu относится к семейству переходных металлов и обладает высокой электропроводностью и почти таким же ионным радиусом, как у ZnO, поэтому он является важным металлом для включения. Литературные исследования показывают, что включение Cu в матрицу ZnO может улучшить ее различные физические, химические и оптические свойства [13]. Потенциальные люминесцентные применения пленок ZnO, легированных медью, были изучены Сакагучи и др., которые

96 получили пленки ZnO, легированные медью, методом ионной имплантации и изучили люминесценцию пленок, но микроструктура пленок влияла на люминесцентные свойства некоторых пленок (гладкость поверхности, адгезия) на поверхности образца под воздействием ионной имплантации [14]. Их работа показывает, что для потенциальных оптических применений пленки ZnO, легированные медью, с меньшими структурными повреждениями следует получать другими методами. Магнетронное распыление является удобным и недорогим методом. Поэтому в данной исследовательской работе мы использовали метод магнетронного распыления для получения пленок ZnO, легированных медью, и изучения их люминесцентных свойств. Потому что метод магнетронного распыления позволяет получить гладкую поверхность и однородную поверхность, и состав.

Методология исследования.

В данной работе тонкий слой ZnO был нанесен на поверхность кремниевой пластины с использованием ионов аргона под воздействием плазмы. Целью этого процесса было повышение адгезии тонкого слоя ZnO к поверхности Si (кремния), формирование тонкого слоя между покрытием ZnO и кремниевой подложкой, а также изучение влияния введения атомов Cu в различных дозах в этот слой. Тонкие слои ZnO наносились с использованием вакуумной установки UVM-73, оснащенной источником магнетронного ионного распыления, как описано в [15]. В качестве подложки использовались полированные ориентированные кремниевые пластины (p-Si (111)). Средняя разница межатомных (или меж связевых) расстояний между материалами кремния и ZnO составляет 6% (4,75 Å и 4,49 Å соответственно), что является необходимым условием для формирования ориентированных слоев ZnO. Были изучены изменения этих необходимых условий после введения атомов меди. Первоначально были проанализированы дифракционные пики чистого ZnO и изменения пиков после введения атомов Cu. Для получения дифракционных пиков использовались следующие комплексные анализы. Полученные тонкие покрытия анализировались методом рентгеновской фазовой спектроскопии с использованием рентгеновского дифрактометра Shimadzu (Япония) XRD-6100 с излучением Cu Kα (λ = 1,540600 Å).

Результаты и их анализы

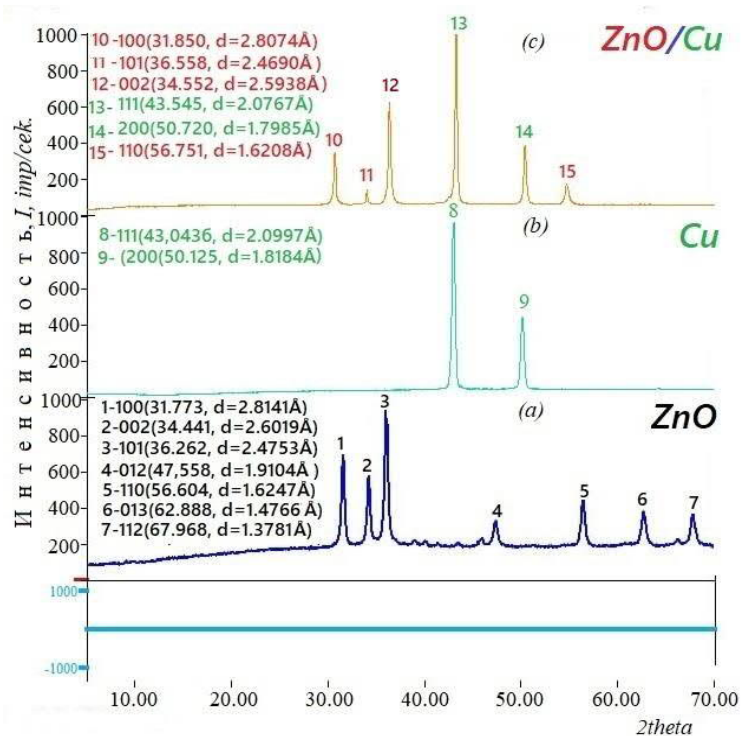


Рисунок 1. Рентгенофазовый анализ тонких пленок, полученных методом магнетронного распыления: (a) ZnO, (b) Cu и (c) ZnO/Cu.

Пленки чистого и покрытого медью ZnO/Cu выращивали непосредственно на подложках n-типа Si(111) методом магнетронного распыления с использованием медных мишеней с различной дозировкой легированных медью пленок ZnO. Систематически изучали рентгенодифракционный анализ тонких пленок ZnO, покрытых медью, их микроструктуру и высокоэнергетическую дисперсионную рентгенофлуоресцентную спектрометрию. Результаты рентгенодифракционного анализа тонкой пленки чистого слоистого ZnO представлены на рис. 1(a), где характерные пики, принадлежащие ZnO, отмечены цифрами от 1 до 7. В каждом из указанных образцов индексы Миллера (hkl), соответствующие тонкой пленке ZnO (100) (002) (101) (012) (110) (013) (112), и межплоскостное расстояние $d(hkl)$ при указанных углах дифракции $2\theta \approx$ (от $31,773^\circ$ до $67,968^\circ$) составили $\approx 2,8141 \text{ \AA}$, $2,6019 \text{ \AA}$, $2,4753 \text{ \AA}$, $1,9104 \text{ \AA}$, $1,6247 \text{ \AA}$, $1,4766 \text{ \AA}$, $1,3781 \text{ \AA}$.

Поскольку медь использовалась в качестве магнетронного катода для формирования тонкого слоя меди на поверхности образца ZnO, был также проведен рентгенофазовый анализ меди (рис. 1-(б)). На этом рисунке пики, отмеченные номерами 8 и 9, предоставляют данные рентгенофазового анализа, относящиеся к меди. Было установлено, что пики, отмеченные номерами 8-9, которые характеризуют их принадлежность меди, имеют индексы Миллера $hkl \approx$ (111), (200) и межплоскостные расстояния $d(hkl) \approx 2,0997 \text{ \AA}$ и $1,8184 \text{ \AA}$ при углах дифракции $2\theta \approx 43,0436^\circ$ и $50,125^\circ$ соответственно. Рентгенофазовый анализ гетероструктуры, образованной после введения Cu в ZnO, представлен на рисунке 1-(с), который показывает, что ZnO и Cu связаны друг с другом (металлическая связь), образуя гетероструктуру ZnO/Cu. Например, после введения Cu интенсивность пиков (1-2-3), соответствующих ZnO на рисунке 1-(а), значительно уменьшилась, пики (4-6-7) исчезли, появились пики, соответствующие Cu на рисунке 1-(с), а пик, соответствующий ZnO на рисунке 1-(с), сместился влево. Таким образом, было обнаружено, что пики, соответствующие ZnO на рисунке 1-(а), значительно уменьшились, а изменения на рисунке 1-(с) произошли после введения 3-5 ат.% Cu, что подтверждает образование гетероструктуры ZnO/Cu. С помощью рентгеновского дифрактометра были рассчитаны средние размеры кристаллитов образцов ZnO Cu и ZnO/Cu по формуле Дебая-Шеррера на основе данных о кристаллической структуре, представленных в работе [16]. Было установлено, что тонкая пленка ZnO, выращенная на поверхности подложки, имеет размер $-22,31 \text{ нм}$, медь, взятая в качестве электрода, $-31,34 \text{ нм}$, а ZnO/Cu, выращенная путем легирования медью, имеет размер $-29,58 \text{ нм}$. Таким образом, благодаря хорошему процессу адгезии в тонкой пленке ZnO/Cu, легированной медью, можно наблюдать изменение размера в гетероструктуре. Кроме того, доза магнетронного распыления также важна при легировании меди оксидом цинка. При дозе распыления 3-5 ат.% адгезия и морфология поверхности демонстрируют высокую точность. Это было также подтверждено анализами с помощью СЭМ, ЭДС и рентгенофлуоресцентного спектрометра (РФС) в наших предыдущих работах.

Заключение

В данном исследовании методом магнетронного распыления были успешно синтезированы тонкие пленки ZnO на подложках p-Si(111). Адгезия была улучшена, а качество контакта повышено за счет обработки кремниевой поверхности ионами аргона. Анализы XRD выявили гетерогенное распределение элементов ZnO и Cu, гетероструктуру материала и структуру, сформированную в равновесии. Рентгенодифракционный анализ подтвердил, что пленка имеет кубическую структуру, а плоскость (111) является основным направлением роста. Полученные результаты подтверждают, что материал ZnO обладает высоким потенциалом для эффективного применения в фотоэлектрических устройствах. А также высокую эффективность метода XRD для исследования влияния легирования различных материалов.

Список литературы

[1] C. F. Klingshirn; A. Waag; A. Hoffmann, and J. Geurts 2010 Zinc oxide: from fundamental properties towards novel applications Heidelberg: Springer.

- [2] Fen Xu, Peng Zhang, Alexandra Navrotsky, Zhong-Yong Yuan, Tie-Zhen Ren, Matej Halasa, and Bao-Lian Su 2007 Hierarchically assembled porous ZnO nanoparticles: synthesis, surface energy, and photocatalytic activity, *Chemistry of Materials* 19 5680.
- [3] Xia, S.S., Zha, L., Leng, X.N., Lang, X.Y. and Lian, J.S. (2014) Synthesis of Amorphous TiO₂ Modified ZnO Nanorod Film with Enhanced Photocatalytic Properties. *Applied Surface Science*, 299, 97-104.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.apsusc.2014.01.192>[CrossRef]
- [4] Kundu, S. (2014) A Facile Route for the Formation of Shape Selective ZnO Nanoarchitectures with Superior Photocatalytic Activity. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 446, 199-212.
- [5] A. B. Martinson, J. W. Elam, J.T. Hupp and M. J. Pellin 2007 ZnO nanotube based dye-sensitized solar cells, *Nano letters* 7 2183.
- [6] Huang, J., Yin, Z.G. and Zheng, Q.D. (2011) Applications of ZnO in Organic and Hybrid Solar Cells. *Energy & Environmental Science*, 4, 3861-3877.
<http://dx.doi.org/10.1039/c1ee01873f>[CrossRef]
- [7] Xu, F. and Sun, L.T. (2011) Solution-Derived ZnO Nanostructures for Photoanodes of Dye-Sensitized Solar Cells. *Energy & Environmental Science*, 4, 818-841.
<http://dx.doi.org/10.1039/C0EE00448K>[CrossRef]
- [8] R. Wang, J. Xin, and X. Tao 2005 UV-blocking property of dumbbell-shaped ZnO crystallites on cotton fabrics *Inorganic Chemistry* 44 3926.
- [9] M. Yang, D. Wang, L. Peng, T. Xie, and Y. Zhao 2006 Photoelectric response mechanisms dependent on RuN₃ and CuPc sensitized ZnO nanoparticles to oxygen gas *Nanotechnology* 17 4567.
- [10] Wang, P.-P., Qi, Q., Xuan, R.-F., Zha, J., Zhou, L.-J. and Li, G.-D. (2013) A Facile Method for Enhancing the Sensing Performance of Zinc Oxide Nanofibers Gas Sensors. *RSC Advances*, 3, 19853-19856.
<http://dx.doi.org/10.1039/c3ra43301c>[CrossRef]
- [11] Alenezi, M.R., Henley, S.J., Emerson, N.G. and Silva, S.R.P. (2014) From 1D and 2D Nanostructures to 3D Hierarchical Structures with Enhanced Gas Sensing Properties. *Nanoscale*, 6, 235-247.
<http://dx.doi.org/10.1039/C3NR04519F>[CrossRef]
- [12] Dominic Bresser, Franziska Mueller, Martin Fiedler, Steffen Krueger, Richard Kloepsch, Dietmar Baither, Martin Winter, Elie Paillard, and Stefano Passerini 2013 Transition-metal-doped zinc oxide nanoparticles as a new lithium-ion anode material *Chemistry of Materials* 25 4977.
- [13] B. Allabergenov, S. H. Chung, S. M. Jeong, S. Kim, and B. Choi 2013 Enhanced blue photoluminescence realized by copper diffusion doping of ZnO thin films *Optical Materials Express* 3 1733.
- [14] Labhane, P. , Huse, V. , Patle, L. , Chaudhari, A. and Sonawane, G. (2015) Synthesis of Cu Doped ZnO Nanoparticles: Crystallographic, Optical, FTIR, Morphological and Photocatalytic Study. *Journal of Materials Science and Chemical Engineering*, 3, 39-51. doi: 10.4236/msce.2015.37005.
- [15] Kim, J.H. and Chung, K.W., Microstructure and properties of silicon nitride thin films deposited by reactive bias magnetron sputtering, *J. Appl. Phys.*, 1998, vol. 83, no. 11, pp. 137-140
- [16]