

МЕТАЛЛООКСИД МОДДАЛАРИНИ ОЛИШДА КИМЕВИЙ-ПЛАЗМА ВА ИМПУЛЬС ЛАЗЕР ЧЎКТИРИШ УСУЛЛАРИДАН ФОЙДАЛАНИШ

Зайнобидинов С.З¹,

Расулова М.Б²

¹Андижон давлат университети, академик,

²Андижон машинасозлик институти, таянч докторант МИ

Ҳозирги вақтда металл оксидли ярим ўтказгич материаллари фан ва техниканинг кўплаб соҳаларида кенг қўлланилади. Улар асосида газ датчиклари, катализаторлар ва фотокатализаторлар, шаффоф ўтказувчан электродлар, тасвир датчиклари, органик ёруғлик диодлари, қуёшэлементлари, юпқа плёнкали транзисторлар ва бошқалар ишлаб чиқарилади. Металлооксидлар ўзларининг электрофизик хусусиятлари, электромагнит нурланишга нисбатан шаффофлиги ва эгилувчан асосларга ҳам ўстириш имкониятлари борлиги, таъқиқланган соҳасининг кенг ораликда ўзгартира олиши, ҳар хил ташқи газларга, ёруғликка сезгирлиги, экологик тоза технологиялари билан катта қизиқиш уйғотмоқда[1]. Металлооксидли материалларнинг афзаллиги нафақат элементар таркиб билан балки, ишлаб чиқариш усули билан ҳам белгиланади. Танланган технология ва техника турига қараб маълум хусусиятларни яхшилаш ва ишлаб чиқариш харажатларини камайтиради [2]. Металлоксидларнинг олиш усулини иккита асосий гуруҳга бўлиш мумкин: физик ва кимёвий. Ҳозирда металлоксидини олишнинг қуйидаги физик усуллари маълум:

1. Металл оксидининг кимёвий-плазма синтези плазманинг қайтаишланган модда билан ўзаро таъсири орқали амалга оширилади. Олинган рух оксидининг ўлчамлари 10 нмдан 100 нм гача ўзгариши мумкин [3]. Рекомбинация қилувчи ионларнинг маълум концентрациясида плёнкалар ҳалокатга учраб, янги структуравий ва электро-оптик хусусиятларга эга бўлади.

2. Импульс лазерли чўктириш усули турли чўкма шароитларида азот ва фосфор билан легирланган металлоксидплёнкаларини олишдан иборат [4]. Вакуумда олинган азот ва фосфорнинг турли фоизлари бўлган N_2O , O_2 атмосферасида плёнкалар олинади. Азот билан легирланган плёнкалар

спектрнинг ультрабинафша минтақасида ПЛ спектрига эга бўлиб, унинг сигнал амплитудаси ўтиш пайтида максимал даражадан ўтади ва 120 дақиқадан сўнг бутунлай йўқолади. Ёниш вақтида спектрнинг қизил чегарасида (тахминан 630 нм) эмиссия чизиғи пайдо бўлади, бу кислороднинг молекуляр азот билан алмаштирилишининг кўринишини кўрсатади. Масалан, рух оксиди плёнкалари учун оптимал ёниш ҳарорати 600°C эканлиги аниқланган.

Металлооксид наноструктураларини ўстиришнинг кимёвий усуллари қуйидагилар: гидротермал буғланиш, кимёвий чўктириш, электрокимёвий ва зол-гел.

Гидротермал, зол-гел, кимёвий чўктириш методидан фойдаланиб қуйидаги усуллар ёрдамида ZnO нинг юпқа қатламларини ўстириш мумкин:

1. Чўктириш (Dipcoating) усулида юпқа қатламларининг ўсиши
2. Айланма қоплама (spincoating) усули орқали юпқа қатламларининг ўсиши
3. Атом қатламини чўктириш (АҚЧ) усули орқали юпқа қатламларининг ўсиши
4. Томчилатиш (drop) усули орқали юпқа қатламининг ўсиши

Бу усуллар қуйида батафсил тўхталиб ўтамиз.

Чўктириш (Dipcoating) усули билан ZnO ва SnO₂ пленкаларини олиш. Чўктириш усули билан ўстирилган ZnO ва SnO₂ юпқа пленкаларни олиш технологияси бир нечта хусусиятларга эга. Биринчидан, қўллаш пайтида ҳар доим қалинликда фарқ бор (центрафугалаш пайтида радиал, сувга ботириш пайтида чизиқли), бу (ёпишқоқлик, тортиш тезлиги ёки центрофугалашда айланиш тезлигига) боғлиқ. Иккинчидан, сувга чўктириш пайтида қалинликдаги фарқни қоплаш учун ҳар бир қатламдан кейин намунани 180° га буриш ва натижада бир хил қатламларни ҳосил қилиш керак.

Айланма қоплама (spin coating) усули орқали юпқа қатламларининг ўсиши. Айланма қоплама усулида тагликларни айлантириш орқали эритмалар қопланади [8]. Қатламнинг ёпишқоқлиги ва умумий ламинацияси ишлатилган эритмага ва юпқа қатлами тобланган ҳароратига боғлиқ. Эритма олиш учун 20 мл изопропанол, 0,5 М рух ацетат, 0,5 М этаноламин қўшилади, сўнгра хона ҳароратида 1 соат давомида 50°C да аралаштирилади. Юпқа қатлам ҳосил



килиш учун айланма қопламада $1 \times 1 \text{ см}$ Si тагликда 3000 айланиш тезлигида 30сек давомида эритма ётқизилади. Жараён охирида 1 соат давомида 1100°C да тобланади. Юпқа қатламларининг ўсиши таглик вертикал равишда 0,05 М рух нитрат ва 0,05 М гексаметилен тетраминга (ХМТА) 80°C да 4 соат давомида жойлаштирилганда содир бўлади.

Атом қатламини чўктириш (АҚЧ) усули орқали юпқа қатламларининг ўсиши. Атом қатламини чўктириш усулида атомларни қатма-қат ётқизилади. Ушбу жараён натижасида ҳосил бўлган юпқа қатлам нуқсонлари озроқ, чунки битта атом қатламини тўпланиб, атомларнинг аниқ жойлашишига имкон беради. Плёнкаларнинг ўсишида юпқа қатламининг қалинлиги муҳим роль ўйнайди. Тўғри ўсиш учун оптимал қалинлик талаб қилинади. Бу Солис Помар ва бошқалар томонидан кузатилган [8] (40, 80, 120 ва 180 нм бўлган ZnO плёнкалари).

Томчилатиш усули орқали юпқа қатламининг ўсиши. Томчилатиш усули, мураккаб ускуналардан фойдаланишни талаб қилмайди, чунки эритма тагликларга ётқизилади кейин иситиш ёки ҳавода қуриштириш орқали қурилади. Ушбу усул ёрдамида қатлам қалинлигини аниқ назорат қилиб бўлмайди. Юпқа қатламининг умумий кристаллиги ва ўсишига таъсир қилиши мумкин. 5 мМ рух асетат дигидрат ва 5 мМ сувсиз КОН эритмасидан фойдаланиб, томчилатиш орқали юпқа қатламини олинди. ZnO нанотузилмаларининг ўсиши 25 мМ рух нитрат 0,025 М гексаметилен тетрамин (ХМТА) ва 0,1 М поли-этиленимин (ПЭИ) да 90°C да 1-4 соат давомида содир бўлади. Ўсиш вақти 1 дан 2 соатгача ошганида ўсиш даражаси ошади (78,21%), лекин ўсиш вақтининг кетма-кет ўсишидан сўнг, нуқсонлар ҳам ортади.

ЗОЛ-ГЕЛУСУЛИ. Зол-гел технологияси, ўзининг жараёнларни нисбатан кичик ҳароратларда ўтказиши, дастлабки аралашмада тузлари ва оксидларининг эриши натижасида молекуляр даражадаги гомогенлиги хусусияти билан кимёвий гомогенлаш каби кўпгина усуллардан афзалдир. Шунинг учун бу технология мураккаб тузилмали металлоксидларни, юқори ҳароратга сезгир бўлган ноорганик гибрид материалларни, метастабил, люминесцент, нанотузилмали ва сиртини модификацияловчи материалларни, мембраналарни олишнинг самарали усул ҳисобланади.



Зол-гел жараёни юпқа плёнкани ўстириш, шу жумладан стехиометрияни назорат қилиш ва плёнка таркибини осон легирлаш учун ҳам бир қатор афзалликларга эга. Турли хил ўстириш шароитларида турли ноорганик ва органик прекурсорлардан фойдаланган ҳолда зол-гелтехникаси билан тайёрланган ZnO ва SnO юпқа плёнкаларнинг структуравий ва физик хусусиятлари адабиётларда қайд этилган. Зол-гел усулида олинган бир қатор ишларни таҳлил қилайлик. Рух ацетат прекурсоридан фойдаланган ҳолда зол-гел усули билан кварц таглигида ZnO юпқа плёнкаларнинг ўсишини ва уларнинг структуравий, оптик, тебраниш ва фотолуминесцент хусусиятлари ўрганилди[9, 10].

Ушбу мақолада металлоксидлар олишнинг физик ва кимёвий усуллари кўрсатилган. Ҳар бир усул маълум бир афзалликларга ҳамда камчиликларга эга эканлиги тавсифланган. Мақолада вақт, ҳарорат ва турли тузларнинг металлоксидларнинг сирт морфологияси ва тузилишига таъсирини таққосланди ва жадвал кўринишида тақдим этилди.

Агар ушбу ечимларга асосланган усуллардаги турли омиллар тўлиқ ўзганилса, металлоксидларнинг арзон нархларда олиш мумкин бўларди, бу эса келажакдаги тадқиқотларда жуда муҳим ҳисобланади.

Фойдаланилган адабиётлар:

1. С.И.Рембеза, Е.С.Рембеза, Т.В.Свистова. Синтез и свойства металлооксидных пленок. Монография. - Воронеж: ФГБОУ ВО, 2017. 33-53 б
2. Шабанова Н.А. Химия и технология нанодисперстных оксидов: учебное пособие. - М.:ИКЦ «Академкнига», 2007. 309 с.
3. Groenen R., Linden J.L., Van Lierop H.R., Schram D.C., Kuypers A.D., Van de Sanden M. Использование расширяющейся термической плазмы для осаждения пленок ZnO:Al с текстурированной поверхностью, предназначенных для тонкопленочных солнечных элементов // Appl. Surface Sci. - 2001. V. 173. - P. 40-43.
4. Qu X., Jia D. Synthesis of octahedral ZnO mesoscale superstructures via thermal decomposing octahedral zinc hydroxide precursors //Journal of Crystal Growth.- 2009. V.311.- P.1223-1228.

5. Зайцев С.В., Ващилин В.С., Колесник В.В., Лимаренко М.В., Прохоренков Д.С., Евтушенко Е.И. Влияние концентрации кислорода на микроструктуру, морфологию и оптические свойства пленок оксида цинка, формируемых методом дуального магнетронного распыления // Вестник Иркутского государственного технического университета.-2017. Т.21. №8.-С.167–175. (DOI: 10.21285/1814-3520-2017-8-167-175)

6. Способ получения оксида цинка: пат. 2420458 Рос. Федерация. № 2009133047/05; заявл. 02.09.09; опубл. 10.06.11, Бюл № 16. 6 с.

7. Артемов В.В., Лавриков А.С., Грецкая И.Ю., Киселев Н.А. Индивидуальные полевые эмиттеры на основе стержневидных кристаллов ZnO //Поверхность. Рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования. - 2013. № 9. - С. 64-68.

8. Белоусов С. А. Электрофизические свойства металлооксидных пленок P_2 , изготовленных по золь-гель технологии. Вестник Воронеж гос.техн.ун-та. - 2016. Т.12. №2. - С.22-25.

9. Pathak, Trilok Kumar; Pal, Pankaj and others Synthesis and Characterization of ZnO Thin Films Fabricated by Sol-Gel Method. Volume VI: No. 2 2015 [184 – 188]

10. Nabyeva G. Die linguistik als bereich der sprachwissenschaft und als lehrfach //APNI Konstruktivniy potentsial sovremennix gumanitarnix i sosialno – ekonomicheskix nauk: problem narashivaniya i realizatsii. Sbornik nauchnix trudov po materialam Mejdunarodnoy nauchno – prakticheskiy konferentsii. Belgorod ,24 iyun 2020. 12-14 str.