

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника
Фізико-хімічний інститут
Бердянський державний педагогічний університет
Державний фонд фундаментальних досліджень
НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
Інститут фізики напівпровідників імені В.Є. Лашкарьова
Інститут хімії поверхні
Інститут металофізики імені Г.В. Курдюмова
Інститут загальної і неорганічної хімії імені В.І. Вернадського
АКАДЕМІЯ НАУК ВИЩОЇ ШКОЛИ УКРАЇНИ
ЛЮБЛІНСЬКИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ (ПОЛЬЩА)
УКРАЇНСЬКЕ ФІЗИЧНЕ ТОВАРИСТВО
АСОЦІАЦІЯ "ВЧЕНІ ПРИКАРПАТТЯ"

*Присвячується 40-річчю наукової
школи з фізико-хімічних проблем
напівпровідникового
матеріалознавства Прикарпатського
національного
університету імені Василя
Стефаника*

ФІЗИКА І ТЕХНОЛОГІЯ ТОНКИХ ПЛІВОК ТА НАНОСИСТЕМ

Матеріали XII Міжнародної конференції

МКФТТПН-XII

Т О М 1

18-23 травня 2009 р.

Івано-Франківськ
Україна

Розроблена технологія з використанням двохшарових фоторезистів була застосована для виготовлення мікрорельєфних періодичних 1D та 2D структур.

На рис. 1 наведено АСМ зображення періодичного рельєфу, створеного в шарі $\text{As}_4\text{Ge}_{30}\text{S}_{66}$ шляхом травлення через захисну маску, що мала вигляд бігратки. Якщо під час формування захисної маски, тобто протравлювання шару $\text{As}_{40}\text{S}_{30}\text{Se}_{30}$, відповідним чином підібрати експозицію та час травлення, то можна отримати маску, яка являтиме собою поверхню з періодично розташованими отворами субмікронного чи мікронного (в залежності від часу травлення) розміру (рис.1а). Збільшуючи час протравлювання шару $\text{As}_{40}\text{S}_{30}\text{Se}_{30}$, отримували структури, що мають вигляд виступів, діаметр яких також визначається часом травлення (рис.1б). Висота чи глибина рельєфу (рис.1а,б) залежить уже від часу травлення шару $\text{As}_4\text{Ge}_{30}\text{S}_{66}$ і змінюється в межах початкової його товщини. Отримані зразки можуть використовуватись в якості дифракційних оптичних елементів, як підкладки для вирощування тривимірних фотонних структур та для профілювання поверхонь різних напівпровідникових чи діелектричних матеріалів.

Fabrication of submicrometer periodic relief using two-layer inorganic photoresist

Dan'ko V.A., Indutnyi I.Z., Min'ko V.I., Lytvyn O.S., Shepelyavyi P.E.

*V. Lashkaryov Institute of Semiconductor Physics,
National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine*

Application of inorganic photoresist based on three-component chalcogenide films for fabrication of submicrometer periodic relief using interference lithography was investigated. For this purpose, technological process of resistive two-layer chalcogenide mask formation was developed. This technology has been used for the fabrication of one- and two-dimensional periodic structures.

Хіміко-динамічне розчинення твердих розчинів $\text{Cd}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Te}$ травильними сумішами H_2O_2 – HI –лактатна кислота

Денисюк Р.О.¹, Томашик В.М.², Томашик З.Ф.², Чернюк О.С.¹, Гриців В.І.¹

¹Житомирський державний університет ім. Івана Франка, Житомир, Україна,

²Інститут фізики напівпровідників ім. В.Є. Лашкарьова НАН України, Київ, Україна

Для передпланарної та передепітаксійної обробки кадмій телуриду та твердих розчинів на його основі найчастіше застосовують хіміко-динамічне полірування галогенвмісними та галогенвиділяючими травильними композиціями. Попередні дослідження показали, що йодвмісні та йодвиділяючі розчини найкраще підходять для фінішної

обробки напівпровідників типу $A^{II}B^{VI}$, оскільки вони мають швидкості розчинення декілька мікрон за хвилину, є порівняно безпечними та мають поліруючі властивостями.

В даній роботі у відтворюваних гідродинамічних умовах досліджено процес взаємодії монокристалів нелегованого CdTe (110) та твердих розчинів $Cd_{1-x}Mn_xTe$ (де $x = 0,3; 0,43$ та $0,5$) з травильними сумішами H_2O_2 –HI–лактатна кислота. Вивчено концентраційні залежності швидкості травлення вказаних напівпровідникових матеріалів, стан поверхні після травлення методами металографічного і профілографічного аналізів, встановлено механізм процесу взаємодії цих матеріалів із сумішами H_2O_2 –HI–лактатна кислота ($C_3H_6O_3$). Дослідження проводили з використанням диску, що обертається (хіміко-динамічне полірування) при температурі 295–300 К та швидкості обертання диску $\gamma = 82 \text{ хв}^{-1}$, а оптимізацію технологічних режимів процесу ХДП в здійснювали за даними дослідження кінетики їх розчинення при різних температурах і швидкостях перемішування розчинів. Для приготування травильних сумішей використовували водні розчини HI, H_2O_2 , лактатної кислоти із масовими частками компонентів відповідно 43%, 30% та 80%. Всі реактиви марки “хч”. Після травлення зразки промивали в 0,5 М розчині натрій тіосульфату, дистильованою водою, а потім висушували в струмені повітря. Механізм лімітування процесів хімічного травлення для поліруючих травильних композицій визначали із залежності швидкості розчинення монокристалів від температури та швидкості обертання диску із зразками.

Встановлено, що швидкість розчинення вказаних напівпровідників в досліджуваних розчинах становить 1–15 мкм/хв. Збільшення вмісту органічного компоненту та гідроген пероксиду в складі травильної суміші зменшує швидкість травлення напівпровідників, а гідроген пероксиду – погіршує якість полірування поверхні. Із збільшенням вмісту мангану в складі твердих розчинів $Cd_{1-x}Mn_xTe$ підвищується швидкість їх розчинення та розширюється діапазон складів травильних сумішей з поліруючими властивостями. Визначено склади травильних композицій, що володіють не поліруючими, селективними та поліруючими властивостями. Для полірування нелегованого CdTe та монокристалів $Cd_{1-x}Mn_xTe$ можуть бути використані розчини із такими об’ємним співвідношеннями компонентів: 2–8 об.% H_2O_2 : 38–98 об.% HI : 0–60 об.% $C_3H_6O_3$. В усіх поліруючих сумішах швидкість травлення має значення від 4 до 15 мкм/хв.

Встановлено, що процес розчинення в поліруючих травильних композиціях лімітується дифузією продуктів реакції в розчин, тому що розрахована уявна енергія активації процесу не перевищує 30 кДж/моль ($E_a = 8\text{--}16 \text{ кДж/моль}$). Це підтверджується і залежністю швидкості розчинення від швидкості обертання диску.

Розчини H_2O_2 – HI –лактатна кислота із H_2O_2 : HI : $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$ відповідно 2–8 об.% : 38–98 об.% : 0–60 об.% при $T = 297 \text{ K}$ та $\gamma = 82 \text{ хв}^{-1}$ можуть бути використані для полірування твердих розчинів $\text{Cd}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Te}$. Після хімічного полірування досліджуваних матеріалів зразки слід промивати 0,5 М розчином натрій тіосульфату, дистильованою водою, а потім висушувати в струмені повітря.

Chemico–Dynamical Dissolution of the Solid Solutions of $\text{Cd}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Te}$ by the H_2O_2 – HI –Lactic Acid Etchants

Denysuk R.O.¹, Tomashyk V.M.², Tomashyk Z.F.²,
Chernyuk O.S.¹, Grytsiv V.I.¹

¹*Zhytomyr Ivan Franko State University, Zhytomyr, Ukraine*

²*V.Ye. Laskaryov Institute for Semiconductor Physics of National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine*

Mechanism and kinetic of physico-chemical interaction of $\text{Cd}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Te}$ solid solutions with the H_2O_2 – HI –Lactic acid etchant solutions in reproducible hydrodynamics conditions using a device of chemical dynamic polishing were researched. The compositions with polishing and unpolishing properties were determined. It was revealed the influence of manganese content in the $\text{Cd}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Te}$ solid solutions on the etching rate of chemical dissolution of the investigated samples.

Структурные превращения в кристаллах кремния, облученных высокоэнергетическими электронами

Довганюк В.В.¹, Литвинчук Т.В.¹, Фодчук И.М.¹,
Кладько В.П.², Слободян М.В.², Святэк З.³

¹*Черновицкий национальный университет им. Ю.Федьковича, Черновцы, Украина*

²*Институт физики полупроводников им. В.Е. Лашкарёва НАН Украины, Киев, Украина*

³*Институт металлургии и материаловедения Польской академии наук, Краков, Польша*

Трехкристальная рентгеновская дифрактометрия (ТКД) позволяет отделить диффузную от когерентной компоненты интенсивности рассеяния рентгеновских лучей [1]. Сочетание методов двух- и трехкристальной дифрактометрии позволяет проводить наиболее полную и точную диагностику дефектов в объеме монокристаллов и определять параметры нарушенных поверхностных слоев.

В данной работе представлены результаты комплексного исследования методами двух- и трехкристальной дифрактометрии, компьютерного моделирования структурных изменений в кристаллах кремния, облученных высокоэнергетическими электронами. Структурные изменения в образцах кремния, возникающие в результате облучения высокоэнергетическими электронами, привели к изменению формы и