

ДЕФЕКТНА СТРУКТУРА БЕЗДИСЛОКАЦІЙНОГО КРЕМНІЮ ПІСЛЯ ІМПЛАНТАЦІЇ ВОДНЮ ТА ВІДПАЛУ В УМОВАХ ГІДРОСТАТИЧНОГО СТИСКАННЯ

Л. І. ДАЦЕНКО, В. М. МЕЛЬНИК, В. П. КЛАДЬКО, В. Ф. МАЧУЛІН

Інститут фізики напівпровідників НАН України
(Просп. Науки, 45, Київ 03028)

УДК 548.4+548.734+548.

731+539.26+669.788

© 2001 р.

За допомогою брегтівських рентгенівських дифрактометричних досліджень дефектної структури бездислокаційних кристалів кремнію після імплантації іонів водню та відпалу при температурі 650 °С в умовах гідростатичного стискання встановлено дефектоутворення на глибинах, які перевищують глибину залагання прихованого шару. Виявлено дифузне розсіяння рентгенівських променів, яке, імовірно, відбувається на водневих бульбашкоподібних порах, що виникають внаслідок швидкої дифузії водню під час імплантациї зразків. З ростом гідростатичного тиску при відпалі відбувається деяке поліпшення структурної досконалості кристалів. Збільшення тривалості відпалу та величини гідростатичного тиску приводить до зменшення інтегральної відбитної здатності (ІВЗ) R_i та відносної частки спотвореної ґратки ρ_0 . Гідростатичний тиск стимулює процес водневого пороутворення на значних глибинах, які відповідають глибинам формування дифракційних максимумів.

Вступ

Важливе місце в напівпровідниковому приладобудуванні належить бездислокаційним кристалом кремнію з високим вмістом міжвузловинного кисню, термообробка яких приводить до утворення в них мікродефектів різної природи, які є стоками для небажаних домішок, що спричиняють локальні зміни електрофізичних параметрів в об'ємі напівпровідникового матеріалу [1]. Відомо [2], що процес утворення, наприклад, преципітатів SiO_x в кристалах кремнію, вирощених методом Чохральського, інтенсивно відбувається при температурі розпаду твердого розчину кисню (порядку 1100 °С) і може активізуватись під дією гідростатичного тиску [3]. В [4] після імплантації кремнію іонами водню і подальшою їх термообробки в інтервалі температур 200 — 400 °С за допомогою електронної мікроскопії вивчали механізм дефектоутворення, яке має дещо іншу природу і відіграє іншу роль (пасивує розірвані зв'язки атомів ґратки). Ці пошкодження структури є дефектами вакансійного типу, які, створюючи певні локальні розтягувальні деформації ґратки, можуть приводити навіть до

розтріскування кристалів кремнію. Зокрема, повідомлялось, що хімічно активні іони водню, взаємодіючи з кремнієм, в процесі термообробки при 400 °С утворюють своєрідні скупчення пор, насичених молекулами H_2 [5]. Зі збільшенням температури відпалу до 900 °С кількість таких дефектів в об'ємі поступово зменшується до їх повного зникнення за рахунок виходу водню з кристала. Цілком імовірно, що насичення об'єму кристала атомами водню і, особливо, їх коагуляція можуть приводити до таких змін структурного стану ґратки, які можуть бути виявлені за допомогою аналізу відповідних варіацій тих чи інших рентгенівських дифракційних характеристик.

Структуру і властивості приповерхневої області кремнію з малим вмістом кисню вивчали за допомогою просвітлювальної електронної мікроскопії та мас-спектроскопії вторинних іонів після імплантації іонами H^+ з енергією 130 — 135 кеВ та відпалу на протязі 30 хв при температурі 920 К під гідростатичним тиском 1,2 ГПа [6]. Прихований шар, де гальмувалась основна кількість іонів водню, утворювався на глибині приблизно 700 — 900 нм. Наведені в роботі [6] картини двовимірного дифузного розсіювання, з нашої точки зору, можуть свідчити, однак, про набагато глибше проникнення окремих атомів водню в об'єм зразків під час наступних відпалів з формуванням водневих пор. Дійсно, оскільки глибина формування дифракційного брегтівського максимуму має величину порядку кількох мікрометрів, дифузне розсіювання рентгенівських променів може бути зобов'язане своєю появою якраз глибоко розташованим порам, які сформувались там через високі значення коефіцієнта дифузії водню в кремнії.

Виходячи з вищесказаного, постає питання вивчення у кристалах кремнію характеру еволюції дефектів, пов'язаних з воднем, яка відбувається під дією гідростатичного тиску; останній, імовірно, може стримувати процеси ліквідації бульбашкоподібних дефектів, перешкоджаючи дифузії окремих атомів водню на поверхню кристала в процесі

відпалу. Тому у даній роботі було проведено рентгенівські дифрактометричні дослідження структурної досконалості опромінених високоенергетичними іонами водню тонких кристалів кремнію після їх відпалу при температурі 650 °С із застосуванням гідростатичного стискання. Було виміряно і проаналізовано ІВЗ та змін просторового розподілу інтенсивностей (ПРІ) брегтівських дифракційних максимумів в результаті дії гідростатичного стискання.

Виготовлення зразків та методика експерименту

Зразки бездислокаційних монокристалів кремнію, які досліджувались, було вирошено методом безтигельної зонної плавки. Такі кристали, як відомо, характеризуються низькою (порядку 10^{16}см^{-3}) концентрацією міжвузловинного кисню. Тому зміни структурної досконалості при відпалах за рахунок утворення в них преципітатів SiO_x [3] малоімовірні. З кристалів було виготовлено плоскопаралельні пластини товщиною $t \approx 330 + 370$ мкм з орієнтацією поверхні (111). Імплантація іонів водню H^+ в такі зразки проводилась з енергією 135 кеВ при дозі $6 \cdot 10^{16}\text{см}^{-2}$. Один із зразків (№ 1) служив як вихідний, структурний стан якого відображав вплив лише імплантації. Інші зразки (№2 — №5) було піддано відпалу при температурі 650 °С під гідростатичним тиском 1 бар-12 кбар з видержкою в атмосфері аргону протягом 0,5 — 10 год з метою вплинути на можливу [5 — 7] коагуляцію точкових дефектів (атомів водню). Зразок № 2 розглядали як вихідний в експериментах з гідростатичним стисканням, оскільки його відпалювали при атмосферному тиску і його дефектна структура формувалась практично тільки завдяки впливу температури. Параметри технологічної обробки кристалів наведено в табл. 1.

Глибоке проникнення іонів водню могло бути зумовлене явищем відносно швидкої дифузії в кремнії (коефіцієнт дифузії D , розрахований згідно з [8] для 650 °С, становить приблизно $3 \cdot 10^{-5}\text{см}^2/\text{с}$). Проведена оцінка дифузійної довжини проникнення водню при такій температурі ($x = \sqrt{2DT}$, де T —

Таблиця 1. Технологічні параметри обробки бездислокаційних кристалів кремнію, опромінених високоенергетичними іонами водню

№ зразка	Доза, 10^{16}см^{-2}	Енергія $E, \text{кеВ}$	Температура $T, ^\circ\text{C}$	Тиск $P, \text{бар}$	Час $t, \text{год}$
1	6	135	невідпалений		
2	6	135	650	1	10
3	6	135	650	$6 \cdot 10^3$	10
4	6	135	650	$12 \cdot 10^3$	10
5	6	135	650	$12 \cdot 10^3$	0,5

час відпалу в секундах) показала, що ця величина могла сягати декількох міліметрів, перевищуючи навіть товщину зразка. Якщо таке припущення правильне, то характер картини дифузного розсіяння мав би залишитись незмінним навіть після стравлювання тонкого шару (порядку 1000 Å), де локалізовано прихований шар, що містить основну кількість атомів водню. З метою перевірки цього припущення, а також у зв'язку з виявленням на протилежному боці слідів механічної обробки (наявності зони пружних та пластичних деформацій) було проведено стравлювання зразка на 4 мкм з обох боків. Після цього можна було стверджувати, що малозмінна дифракційна картина з імплантованого боку свідчить про наявність водневих дефектів на більших глибинах, а також відсутній можливий вплив пружних деформацій зі зворотного боку.

Вимірювання ІВЗ R_i для різних порядків відбивань (111, 333, 444, 555 та 777) в геометрії Бреґга проводили з використанням описаного раніше методу [9] на однокристалному спектрометрі при дифракції $\text{Ag } K_{\alpha 1}$ -випромінювання. Зйомку профілів ПРІ в геометрії дифракції на відбиття від нерухомого кристала у точному відбиваючому положенні проводили з використанням (111) симетричного відбиття добре сколимованим пучком (розходження падаючого на кристал променя не перевищувало 5 кутових хвилин при щільні розміром 5 мкм поблизу детектора) аналогічно [10]. З метою врахування нестабільності роботи установки всі отримані значення інтенсивності на графіках було нормовано на інтенсивність первинного променя I_0 , за яку брали інтегральну інтенсивність для 220 лауе-симетричного відбиття від високодосконалого кристала кремнію, нормованого на значення $VZ R_i^p$, розраховане для ідеального кристала для цього ж відбиття [11].

Розрахунки значень статичного фактора Дебая — Валлера L (та величин об'ємної частки спотвореної ґратки $\rho_0 \approx 2L$) згідно з [12] проводили за формулою

$$R_i/R_i^p = e^{-L} + \Gamma(1 - e^{-2L}). \quad (1)$$

Тут $R_i^p = \frac{8}{3} \frac{C |\chi_{hr}|}{\sin 2\theta}$; $\Gamma = \pi(1 + k^2)/4gR_H^2$; $k = \frac{\chi_{hi}}{\chi_{hr}}$; $g = (1 + k^2)\mu \wedge / 2\pi\gamma$; де $\gamma = \cos \theta$, а θ -кут Бреґга, R_H^2 — табульована поправка Принса на поглинання. Інші дифракційні параметри: μ — лінійний фотоелектричний коефіцієнт поглинання, \wedge — довжина екстинкції, χ_{hr} і χ_{hi} — відповідно компоненти дійсної та уявної частин коефіцієнтів фур'є-сприйнятливості кристала.

Об'ємну частку пошкодженої ґратки ρ_0 , яка пропорційна концентрації n та радіусу r_0 мікроефектів,

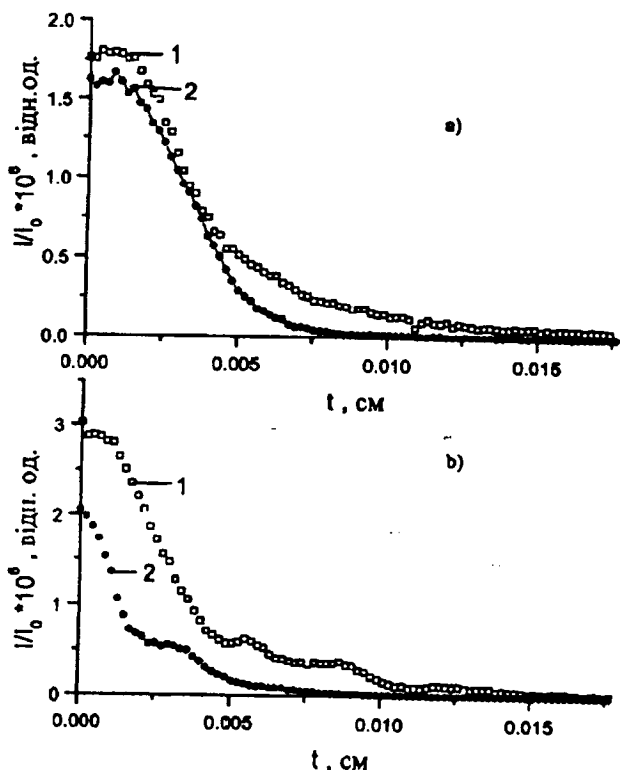


Рис. 1. Зміни ПРІ для зразка №5 в процесі травлення для імпантованої (а) та протилежної (б) поверхонь. Криві 1 характеризують стан зразка перед травленням, криві 2 — після травлення

вперше введено в [13]. Цей параметр зручний для характеристики впливу на дефектну структуру різних технологічних факторів [1, 3].

Результати та їх обговорення

На рис. 1 наведено просторовий розподіл інтенсивності дифузного розсіяння в залежності від глибини шару, на якій реєструється певна диференціальна величина інтенсивності для імпантованої (а) та супротивної (б) поверхонь до травлювання та після нього від зразка № 5 (див.

табл. 1). З рис. 1,а видно, що крива ПРІ для імпантованого боку після травлювання змінилася слабо. Незначне падіння пікової інтенсивності говорить про те, що можливо за рахунок травлювання був ліквідований спотворений шар, зумовлений імпантацією, дефектну структуру якого вивчали у подібних зразках за допомогою електронної мікроскопії [6]. Однак атоми водню за рахунок дифузії та дії гідростатичного тиску, мабуть, проникли значно глибше, утворивши при відпалі водневі пори, які й зумовили певну ширину кривої просторового розподілу, що мало змінилася після травлювання зразка. Значне ж звуження після травлювання кривої ПРІ зворотнього боку та значне падіння її пікової інтенсивності говорить про помітне покращання структури, зумовлене значним зменшенням рівня пластичних та пружних деформацій, пов'язаних з попередньою механічною обробкою (шліфуванням). Останні дефекти спостерігали також за допомогою рентгенівської секційної топографії "на відбиття".

Тепер зупинимось на результатах вимірювання ІВЗ та R_i та об'ємної частки спотвореної ґратки ρ_0 . У табл.2 наведено значення R_i в залежності від вектора дифракції H ($H = \sqrt{h^2 + l^2 + k^2}$, h, k, l — індекси Міллера для вибраного відбиття) та відносної об'ємної частки спотвореної ґратки ρ_0 ($\rho_0 \approx 2L$), визначеної за величиною приросту ІВЗ ΔR_i реального кристала по відношенню до цієї величини для ідеального зразка R_i^p . З таблиці видно, що як величини R_i , так і ρ_0 у випадку відбиття низького порядку (111) якісно виявляють тенденцію до зниження при зростанні тиску (порівн. дані для зразків № 2 — 4). Тобто структурна досконалість певних шарів кристалів, на яких формується дифракційний максимум, під дією тиску підвищується. Для вищих порядків відбиття (333, 444), глибина формування дифракційних максимумів яких значно більша, ніж для рефлексу 111, ці параметри, навпаки, мають дещо більші значення для відпалених зразків. Це може свідчити про зростання ступеня пошкодження ґратки під час відпалу в умовах гідростатичного тиску якраз на згаданих глибинах за рахунок формування тут мікропорожнин. З на-

Т а б л и ц а 2. Інтегральна відбивна здатність R_i та відносна об'ємна частка спотвореної ґратки ρ_0

зразок \ рефлекс	№1		№2		№3		№4		№5	
	$R_i \cdot 10^6$	ρ_0	$R_i \cdot 10^6$	ρ_0	$R_i \cdot 10^6$	ρ_0	$R_i \cdot 10^6$	ρ_0	$R_i \cdot 10^6$	ρ_0
111	43,01	0,042	37,04	0,033	35,17	0,031	32,11	0,026	41,03	0,04
333	6,03	0,054	8,12	0,101	6,13	0,065	5,24	0,049	12,0	0,175
444	4,0	0,068	5,72	0,114	4,13	0,068	3,53	0,051	8,02	0,189
555	2,3	0,37	2,39	0,4	1,92	0,283	1,45	0,178	2,7	0,5
777	0,49	—	0,47	—	0,43	—	0,38	—	0,51	—

Примітка. Екстинкційні глибини формування бреггівського дифракційного максимуму для відбиттів 111, 333, 444, 555 та 777 при дифракції $Ag K_{\alpha 1}$ -випромінювання відповідно дорівнюють 53,15; 101,1; 104,45; 217,38 та 527,56 мкм.

веденої в табл.2 залежності для рефлексів 333 та 444 також можна відмітити вплив тривалості відпалу (зразки №4 та №5) та величини гідростатичного тиску на характер формування дефектів на їх поведінку у зразках №4 та №5. Про це свідчить збільшення параметра об'ємної частки дуже пошкодженої дефектами ґратки ρ_0 . Така поведінка ρ_0 може свідчити про те, що внаслідок дифузії під дією гідростатичного тиску бульбашкоподібні водневі дефекти формуються в об'ємі кристала у глибших шарах, де під дією тиску зменшується концентрація і розмір бульбашкоподібних дефектів. В основі формування водневих пор лежать дифузійні процеси, які, імовірно, пригнічуються зі збільшенням тиску.

На рис. 2 наведено залежності ПРІ дифрагованих рентгенівських променів від глибини t їх проникнення в кристал (зразки №1 — 5), на якій локально реєструється відбитий промінь. З рисунка видно, що пікова інтенсивність на кривій 1 імплантованого кристала є вищою, ніж відпаленого зразка №2, оскільки у першому випадку внесок у збільшення інтенсивності дифузного розсіювання дають як радіаційні дефекти, так і макроскопічно розподілені напруження, що виникли через наявність в ньому приповерхневого прихованого шару зі спотвореною, можливо аморфізованою структурою, де зупинялись при гальмуванні іони водню. Проте деяка видовженість кривої 1 вправо по осі абсцис свідчить про те, що імплантований шар знаходиться на порівняно невеликій глибині від поверхні приблизно 0,003 см. Одночасно, ця крива є відносно вузкою порівняно з іншими, що мабуть свідчить про те, що в глибші шари зразка №1 іони водню не проникали. Значно більша ширина кривих 2 — 5, які відповідають відпаленим зразкам (№2 — №5), свідчить про те, що дифузне розсіяння в них, зобов'язане своїм походженням утворенню структурних дефектів саме під час відпалів. Аналізуючи еволюцію форми кривих 2 — 5, можна помітити, що зі збільшенням тиску від 1 бар (зразок №2) до 12 кбар (зразок №4) зменшується пікова величина інтенсивності (при $t = 0$), а також зменшується ширина хвостів дифузного розсіювання. Така поведінка ПРІ може свідчити про вдосконалення структури під дією тиску, на яке вже було вказано вище у зв'язку з тенденцією зменшення параметра ρ_0 . Малоімовірно, що появу дифузного розсіяння могли спричинити ростові дефекти, оскільки досліджувані кристали не мали дислокацій та характеризувалися малим вмістом домішки кисню, а відпал лише сприяв релаксації розподілених макроскопічних пружних полів деформацій, зумовлених існуванням прихованого шару з атомами водню. В глибоких шарах кристалів відбувається якийсь перерозподіл енергії когерентної компоненти IVЗ на асоціаціях точкових дефектів (імовірно, на бульбашкоподібних водневих дефектах), про що свідчать зміни кривих при $t = 0, 005$

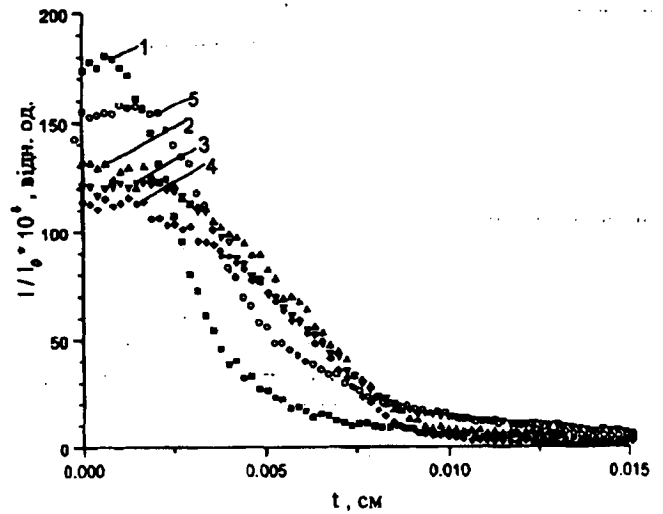


Рис. 2. ПРІ дифрагованого в геометрії Бреґґа пучка для вихідного стану (після імплантації (1)) та відпалених (2 — 5) зразків; (111)-відбиття $\text{Ag } K_{\alpha 1}$ -випромінювання. По осі ординат відкладено нормалізоване значення диференціальної інтенсивності на величину інтенсивності I_0 первинного пучка

см. З поведінки кривих 2 — 5 помітно також, що в умовах відносно сильної дифузії зростаючий гідростатичний тиск змушує формуватись вказані дефекти на більших глибинах. Аналізуючи і порівнюючи криві 4 (зразок №4) і 5 (зразок №5), можна помітити, що збільшення часу від 0,5 до 10 год видержки зразка при однаковому тиску ($P = 12$ кбар) приводить до зменшення нормалізованої пікової інтенсивності при $t = 0$ поблизу прихованого шару імплантованого водню. Поряд з цим, для зразка № 4 спостерігається ще ширший хвіст дифузного розсіяння від більших глибин. Цей факт можна пояснити тим, що більший час дії гідростатичного тиску та дифузії сприяють деякому покращанню структурною досконалості опроміненого воднем кристала за рахунок зникнення деякої частини дефектів. Імовірно, що тиск, діючи довше, примушує водневі дефекти формуватись на більших глибинах кристала, що може пояснити протяжніший хвіст дифузної компоненти ПРІ. Зменшення пікової інтенсивності кривої 2 у порівнянні з кривою 5 говорить про те, що під дією високого тиску бульбашкоподібні дефекти, напевно, мають тенденцію зменшувати об'ємну частку пошкодженої ґратки. Водневі бульбашки в зразку № 2, який відпалювали в умовах нормального тиску, формувались більш інтенсивно як поблизу поверхні зразка, так і на певних глибинах, ніж в зразках № 3 та 4, де величина гідростатичного тиску була більшою на кілька порядків (величини R_{12} більші, ніж R_{13} , R_{14} та R_{15}), а також відповідних величин ρ_0 ($\rho_{02} > \rho_{03}, \rho_{04}, \rho_{05}$).

Висновки

Проведені дослідження структурної досконалості імплантованих воднем та відпалених зразків кремнію показують, що хоч основні процеси дефектоутворення відбуваються в тонких приповерхневих шарах кристалів [6], тим не менш помітні структурні зміни, пов'язані з воднем, можуть мати місце на значних глибинах завдяки швидкій дифузії атомів водню. Отримано такі найважливіші результати: 1) за рахунок впливу швидкої дифузії при температурі 650 °С та гідростатичного тиску проникнення іонів водню є значно більшим за глибини залягання спотвореного шару, зумовленого імплантацією; 2) виявлено помітне дифузне розсіяння рентгенівських променів на глибинних дефектах структури, що виникають при відпалі імплантованих воднем кристалів кремнію; 3) структурна досконалість імплантованих воднем кристалів, про яку можна судити на підставі зменшення їх ІВЗ та за змінами кривих ПРІ брегтівських пучків, вдосконалюється під дією гідростатичного тиску та дифузії; 4) підвищення тиску зміщує формування водневих дефектів на більші глибини кристала, про що свідчить зміна велчини ρ_0 для малих та середніх порядків відбиття.

Автори висловлюють подяку проф. А.Міскоку, докторам Т.Коска, М.Пруйщак (Інститут електронної технології, Варшава) за запропоновану тему дослідження та термообробку кристалів, а також науковим співробітникам І.В. Антоновій та В.П. Попову (Інститут фізики напівпровідників РАН, м. Новосибірськ) за імплантування кристалів воднем.

Роботу виконано за часткової фінансової підтримки грантом 7Т08А 05717 (Польща) та Міністерства у справах науки і технологій України.

1. Datsenko L., Visiuk A., Vorontsova I. // Nucleonika. — 1994. — 39, №3. — P. 263 — 266.
2. Бабич В.М., Блецкан Н.И., Венгер Е.Ф. Кислород в монокристаллах кремния. — Київ: Інтерпрес ЛТД, 1997.
3. Даценко Л., Мисюк А., Мачулин В., Хрупа В. .. Поверхность. Физика, химия, механика. — 1998. — № 10. — С. 122 — 137.
4. Weldon M.K., Marsico V., Chabal Y.J. et al. // J. Vac. Sci. and Technol. B. — 1997. — 15(4). — P. 1063 — 1065.
5. Zang M., Wang L., Zhou Z., et al. // Phys. status solidi (a). — 1998. — 165. — P. 361 — 365.
6. Misiuk A., Surma H., Antonova I.V. et al. // Solid State Phenomena. — 1999. — 69 — 70. — P. 345.
7. Yarma S.M. // Appl. Phys. Lett. — 1997. — 71, № 24. — P. 3519.
8. Болтакс Б.И. Диффузия в полупроводниках. — М: Физматгиз, 1961.
9. Бригинец А.В., Красуля С.М., Хрупа В.И. // Кристаллография. — 1994. — 39, вып. 2. — С. 245 — 249.
10. Entin I.R., Khrupa V.I. // J. Appl. Cryst. — 1991. — 24, N 2. — P. 403 — 404.
11. DeMarco J.J., Weis R.J. // Acta crystallogr. — 1955. — 19, N 1. — P. 68 — 72.
12. Мачулин В.Ф., Хрупа В.И. Рентгеновская диагностика структурного совершенства слабоискаженных кристаллов. — Київ: Наук. думка, 1995.

13. Лидер В.В., Чуховский Ф.Н., Рожанский В.Н. // ФТТ. — 1977. — 19, вып. 8. — С. 1231 — 1237.

Одержано 02.02.00

ДЕФЕКТНАЯ СТРУКТУРА БЕЗДИСЛОКАЦИОННОГО КРЕМНИЯ ПОСЛЕ ИМПЛАНТАЦИИ ВОДОРОДА И ОТЖИГА В УСЛОВИЯХ ГИДРОСТАТИЧЕСКОГО СЖАТИЯ

Л. И. Даценко, В. М. Мельник, В. П. Кладько, В. Ф. Мачулин

Резюме

С помощью брегговских рентгеновских дифракционных исследований дефектной структуры бездислокационных кристаллов кремния после имплантации ионов водорода и отжига при температуре 650°С в условиях гидростатического сжатия установлено образование дефектов на глубинах, превышающих глубину залегания имплантированного слоя. Выявлено диффузное рассеяние рентгеновских лучей, которое, вероятно, происходит на этих глубинах на водородных пузырькоподобных порах, возникающих вследствие быстрой диффузии водорода во время отжига имплантированных образцов. С возрастанием величины гидростатического давления в процессе отжига происходит некоторое улучшение структурного совершенства кристаллов. Так, увеличение времени отжига и величины гидростатического давления приводит к уменьшению значений интегральной отражающей способности R_i и относительной доли искаженной решетки ρ_0 . Гидростатическое давление стимулирует процесс водородного порообразования на значительных глубинах, которые соответствуют глубинам формирования дифракционных максимумов.

DEFECT STRUCTURE OF DISLOCATIONS-FREE SILICON AFTER IMPLANTATION OF HYDROGEN AND ANNEALING UNDER CONDITIONS OF HYDROSTATIC PRESSURE

L. I. Datsenko, V. M. Melnik, V. P. Kladko, V. F. Machylin

Institute of Demiconductor Physics, Nat. Acad. Sci. of Ukraine (45, Nauky Prosp., Kyiv 03022, Ukraine)

Summary

Formation of specific defects at depths exceeding the depth of the buried layers of samples implanted by hydrogen is established by means of the Bragg X-ray diffraction investigation of a defect structure for dislocations-free crystals of silicon after the implantation of hydrogen ions and annealing at a temperature of 650°С under conditions of hydrostatic pressure. The diffuse scattering of X-ray beams is detected, which probably happens on hydrogen bubble-like defects. They appear due to fast diffusion of hydrogen atoms. Some improving of a structural perfection of crystals is detected by the enhancement of hydrostatic pressure during annealing. A growth in the time of annealing and value of hydrostatic pressure results in a diminution of the integral reflectivity, R_i , and the relative share of a distorted lattice, ρ_0 . The hydrostatic pressure stimulates the process of formation of the formation pores at considerable depths, which are responsible for the formation of diffraction peaks.