

Т.І. Горбанюк¹, А.А. Євтух¹, В.Г. Литовченко¹, В.С. Солнцев¹, Є.М. Пахлов²

Адсорбція воднемістких молекул в багат шарових структурах з плівками пористого кремнію та паладію

¹Інститут фізики напівпровідників ім. В.Є. Лашкарьова НАН України, 03028 Київ, пр. Науки, 41, tatyanagor@mail.ru

²Інститут хімії поверхні НАН України, Київ, вул. Генерала Наумова, 17

В даній роботі розглянуто адсорбційні властивості МДН (метал-діелектрик-напівпровідник) структур з шарами мезопористого кремнію та паладію. Визначено основні параметри шарів $Si_{\text{мезопор}}$ і досліджено їх вплив на адсорбційну здатність виготовлених газочутливих сенсорів. Досліджено адсорбційну чутливість даних структур при взаємодії з воднемісткими молекулами (H_2 , H_2O , C_2H_5OH). Також встановлено, що Pd-МДН-структури з шаром частково окисленого мезопористого кремнію проявляють підвищену адсорбційну чутливість до воднемістких молекул. Запропонована фізична модель адсорбції, яка пояснює аномальний характер ізотерм адсорбції та зміну кінетичних характеристик Pd-МДН-структур.

Ключові слова: багат шарова структура, МДН-структура, адсорбція, газочутливі сенсори.

Стаття поступила до редакції 07.07.2005; прийнята до друку 15.11.2005

Вступ

При адсорбції газових молекул на поверхні твердого тіла спостерігаються адсорбоелектричні ефекти, які полягають в зарядженні поверхні твердого тіла завдяки електронному обміну між адсорбованими молекулами та підкладкою [1]. Адсорбоелектричні ефекти можуть приводити до значних змін електрофізичних параметрів МДН-структур (метал-діелектрик-напівпровідник), які легко реєструються, і можуть бути використані для створення газочутливих сенсорів. Застосування в якості діелектрика частково окислених тонких шарів (~1 мкм) мезопористого кремнію ($Si_{\text{мезопор}}$) з поверхневими каталітично активними плівками паладію приводить до значного зростання активної поверхні таких систем і підвищенню адсорбційної чутливості в широкому діапазоні концентрацій ($10^{-3} \div 1$ мм рт. ст.) газових молекул в атмосфері повітря. Наявність преадсорбованих молекул (зокрема кисню) на поверхні каталітичного металу і пористого кремнію може змінювати хід каталітичних реакцій, що також буде сприяти підвищенню селективності таких сенсорів. Таким чином, багат шарові структури з плівками мезопористого кремнію та паладію є перспективними для створення високочутливих та селективних газових сенсорів МДН-типу. В даній роботі приводяться результати досліджень адсорбоелектричних ефектів, які виникають в МДН-структурах, сформованих на основі мезопористого кремнію, при адсорбції воднемістких

молекул (H_2 , H_2O , C_2H_5OH). Досліджується адсорбційна здатність структур в залежності від хімічного складу та мікроструктури мезопористого кремнію.

І. Виготовлення зразків

Зразки пористого кремнію отримували методом електрохімічного травлення [2-4] монокристалічних пластин кремнію (с-Si) легованих бором ($N_A=4 \times 10^{15} \text{ см}^{-3}$) з орієнтацією (100) при густині струму $j=5 \text{ мА/см}^2$. Використовувався розчин плавикової кислоти $HF(48\%)$ та етилового спирту C_2H_5OH в співвідношенні 4:1 ($HF \sim 80\%$). Шари мезопористого кремнію відразу після виготовлення були відпалені в діапазоні температур $250 \div 600^\circ\text{C}$ в слабоокислюючому середовищі ($\sim 20\%O_2 + 80\%Ar$). Дослідження ізотерм адсорбції було проведено в діапазоні концентрацій $5 \div 1000 \text{ ppm}$ ($5 \times 10^{-3} \div 1$ мм рт. ст.) водню в атмосфері повітря при кімнатній температурі. Для дослідження адсорбційних властивостей багат шарових структур з відпаленими плівками мезопористого кремнію були виготовлені МДН-конденсатори з паладієвими електродами (рис.1 а). Плівки паладію товщиною ~50 нм наносили на поверхню окисленого мезопористого кремнію методом магнетронного розпилення. Фіксувався зсув високочастотної (1 МГц) вольт-ємнісної (C-V) характеристики вздовж осі напруг (ΔV_{FB}) на рівні плоских зон (C_{FB}), який спостерігався при дії водню, а також парів води та етилового спирту (рис.1

б). Часові характеристики $C_{FB}(t)$ структур Pd – SiO_x – Si_{мезопор} – c-Si вимірювалися при фіксованому тиску водню (~0.5 мм рт. ст.), води та етилового спирту (тиск насиченої пари H₂O при температурі 20°C складає 17,5 мм рт. ст., C₂H₅OH – 44 мм рт. ст.).

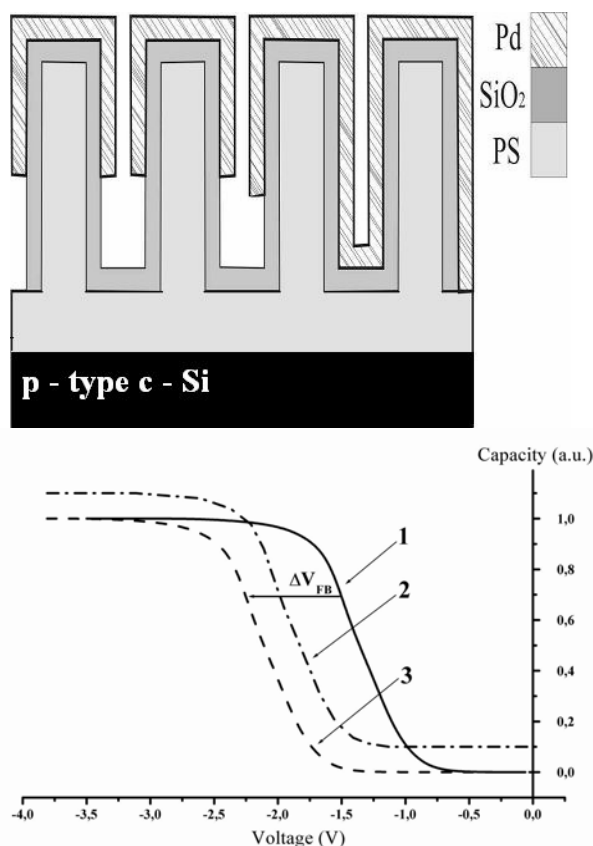
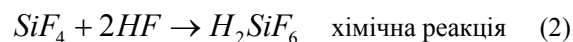
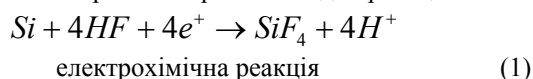


Рис. 1. Схема газочутливої Pd-SiO_x-Si_{мезопор}-c-Si структури – (а), C-V характеристика МДН структури – (б) (1 – в повітрі, 2 – при дії водню низької концентрації, 3 – дія парів води, спирту та водню високої концентрації).

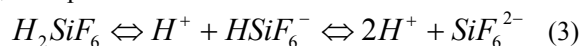
Товщини шарів мезопористого кремнію та паладію визначалися за допомогою профілометра Dektak 3030 auto II. Хімічний склад плівок Si_{мезопор} досліджувався методом інфрачервоної (ІЧ) спектроскопії в діапазоні 400÷4000 см⁻¹ за допомогою спектрометра Bruker з Фур'є перетворенням. Дослідження мікроструктури шарів мезопористого кремнію було проведено методом скануючої електронної мікроскопії (СЕМ).

II. Результати та обговорення.

Аналіз механізму формування мезопористого кремнію. При анодному розчиненні монокристалічного кремнію р-типу в висококонцентрованих розчинах плавикової кислоти (~60÷80% HF) формується шар мезопористого кремнію згідно реакцій:



Комплекс H_2SiF_6 є слабкою кислотою, яка дисоціює в розчині:



Кислотні залишки HSiF_6^- є вільними радикалами, які можуть брати участь в ланцюговій реакції, що приводить до утворення гідридної плівки на поверхні мезопористого кремнію.

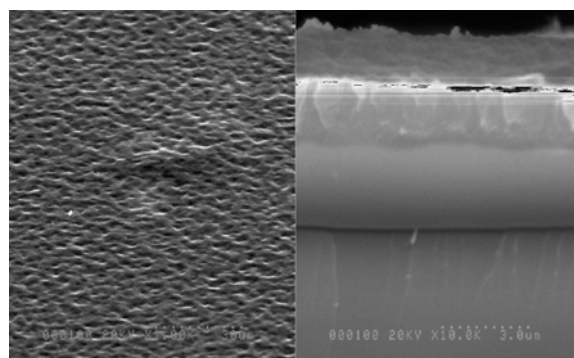


Рис. 2. Зображення поверхні (а) та відколу (б) шару ПК за даними скануючої електронної мікроскопії.

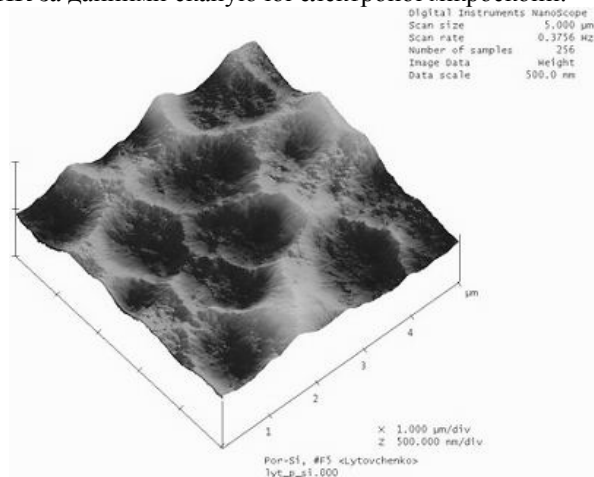
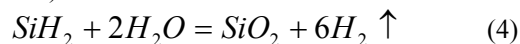


Рис. 3. Зображення поверхні c-Si після стравлювання шару ПК за даними атомно-силової мікроскопії.

На рис.2 а, б показані СЕМ зображення поверхні шару мезопористого кремнію і його перерізу відповідно. Плівка Si_{мезопор} має дзеркальну поверхню і однорідну межу поділу з монокристалічним кремнієм. Двошарова структура Si_{мезопор} (див. рис. 2 б) пов'язана з процесом хімічної взаємодії мезопористої плівки кремнію з водою та виділенням водню, внаслідок чого виникає градієнт розподілу пористості по товщині плівки (зі збільшенням товщини пористість зменшується).



На рис. 3 показана поверхня c-Si після стравлення Si_{мезопор} шару. Необхідно відзначити, що мікроструктура поверхні мезопористої плівки кремнію

(рис.2 а) досить точно відтворює мікрорельєф с-Si підкладки. Середній розмір пор ($d=2\div5$ нм) та питома площа поверхні $Si_{\text{мезопор}}$ ($S=500$ м²/г) були отримані методом БЕТ (Брунауера, Еммета, Теллера) по низькотемпературній адсорбції азоту (рис.4). Пористість $Si_{\text{мезопор}}$ ($p=70\%$) розраховувалась гравіметричним методом. Для ідеалізованої моделі регулярно розташованих пор квадратного перетину визначається відстань між сусідніми порами q . У випадку $q \ll h$ маємо співвідношення [5]:

$$q = \frac{h}{2} \left(\frac{1}{p} - 1 \right) \quad (5)$$

де h – товщина шару $Si_{\text{мезопор}}$, p – пористість.

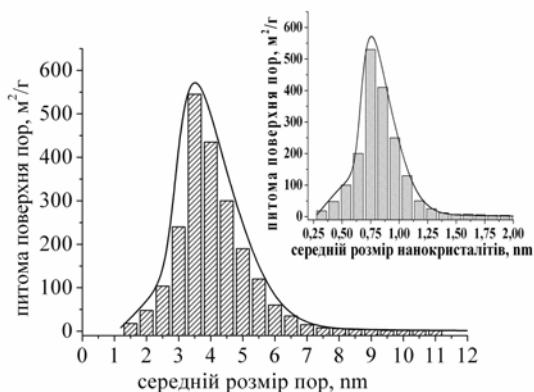


Рис. 4. Функція розподілу розміру пор в залежності від питомої площі поверхні (БЕТ), на вставці залежність розміру кремнієвих нанокристалітів від питомої площі поверхні.

Функція розподілу розмірів Si кристалітів по поверхні показана на вставці рис.4. Основні параметри $Si_{\text{мезопор}}$ наведені в табл. 1.

На рис.5 приведені ІЧ-спектри для с-Si і свіжевиготовлених та відпалених $Si_{\text{мезопор}}$ плівок. Порівняння спектрів свіжевиготовлених $Si_{\text{мезопор}}$ зразків з відпаленими в діапазоні температур 250÷600°C в атмосфері (20%O₂+80%Ar) показує, що поверхня тільки що виготовлених $Si_{\text{мезопор}}$ шарів запасивана воднем.

На таких зразках спостерігаються смуги поглинання в інтервалі 2300÷2000 см⁻¹, пов'язані з коливними модами Si-H груп. Si-H зона поблизу 2100 см⁻¹ може бути розщеплена на три піки 2098, 2110 і

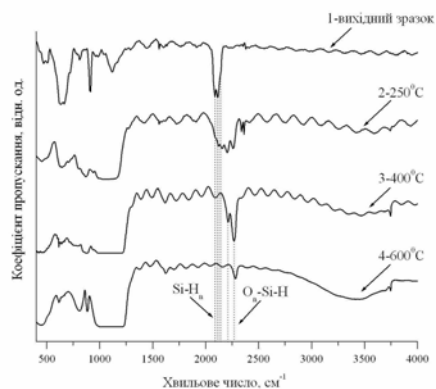


Рис. 5. ІЧ-спектри шару ПК – (а) та зміна складу оксидів та гідридів кремнію на поверхні при термічних обробках – (б).

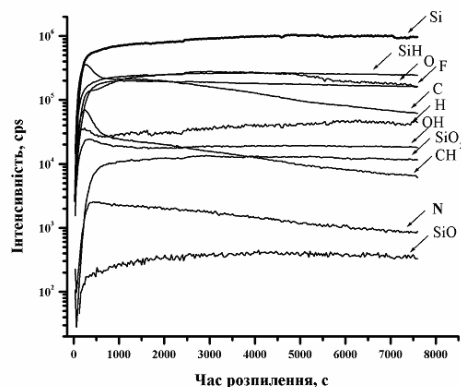


Рис. 6. Спектри розподілу хімічних елементів по товщині шару ПК отриманими за даними маспектрометрії вторинних іонів.

2140 см⁻¹, які пов'язані з валентними коливаннями SiH, SiH₂ і SiH₃ груп, відповідно. Поява оксигідридних O_xSiH зони при термічних відпалах вказує на процес формування SiH груп, зв'язаних з одним, двома або трьома атомами кисню з типовим положенням 2140, 2210 і 2270 см⁻¹, відповідно. На ІЧ-спектрах зразків, відпалених при температурі 400 і 600°C, з'являються також моди, пов'язані з коливаннями OH-груп (3746 см⁻¹), які утворюються внаслідок гідролізу SiH зв'язків.

Таблиця 1

Основні параметри мезопористого кремнію.

Параметри шару мезопористого кремнію $Si_{\text{мезопор}}$	Режим електрохімічного процесу отримання $Si_{\text{мезопор}}$		
	j , mA/cm ²	C_{HF} , %	t , min
	30	80	15
Товщина $Si_{\text{мезопор}}$, h, нм	$10^3 \div 2 \times 10^4$		
Діаметр пор, d, нм	$3 \div 8$		
Пористість, p, %	70		
Коефіцієнт заломлення, n	1,75		
Ефективна діелектрична проникність, ϵ_{ef}	3,063		

Гідратована поверхня $Si_{\text{мезопор}}$ шару OH-групами перетворюється з гідрофобної на гідрофільну. Це приводить до появи широкої смуги $3000\text{--}3800\text{ см}^{-1}$, яка відноситься до коливань адсорбованих молекул води, зв'язаних один з одним водневими зв'язками [6]. На відпалених зразках з'являється смуга поглинання $1100\text{--}1000\text{ см}^{-1}$, яка пов'язана з валентними коливаннями O-Si-O груп. Аналіз області з нижчими хвиловими числами ($<1000\text{ см}^{-1}$) більш складний. Адсорбовані піки зв'язані з коливанням зв'язків (SiF_y) в молекулах (SiH_xF_y) в тому ж самому діапазоні, що і деформаційні коливання (SiH_x) усередині цих молекул. Пік на частоті 910 см^{-1} ми приписуємо кремній фторидним SiF валентним коливанням [7]. Слід відмітити, що наявність у спектрах поглинання інтерференційних смуг в широкому діапазоні довжин хвиль (від 2,5 мкм до 10 мкм) свідчить про рівномірність по товщині пористого шару $Si_{\text{мезопор}}$ його високу однорідність. За відстанню між максимумами інтерференційних піків можна визначити коефіцієнт заломлення ($n=1.75$):

$$n = \frac{\lambda_1 \cdot \lambda_2}{2h \cdot (\lambda_1 - \lambda_2)} \quad (6)$$

де λ_1 і λ_2 – довжини хвиль двох сусідніх максимумів, h – товщина мезопористого шару.

Коефіцієнт заломлення дає можливість визначити ефективну діелектричну проникність ($\epsilon_{\text{ef}}=3.063$) плівки мезопористого кремнію:

$$\epsilon_{\text{ef}} \approx n^2 \quad (7)$$

Дані по хімічному складу ІЧ-спектрометрії добре узгоджуються з даними мас-спектрометрії вторинних іонів (МСВІ) (рис.6). Аналіз МСВІ спектрів показав, що відпалені шари $Si_{\text{мезопор}}$ при температурі 250°C вкриті гідридами, фторидами та оксидами кремнію, кількість яких зменшується по глибині пор. Існує також кореляція ІЧ-спектрометричних і МСВІ даних і по розподілу OH-груп. МСВІ спектри підтверджують, що відпали приводять до гідратації поверхні і появи на поверхні $Si_{\text{мезопор}}$ OH-груп.

Механізм адсорбції воднемістких молекул на гідратованих поверхнях $Si_{\text{мезопор}}$. Стан поверхні $Si_{\text{мезопор}}$, а також наявність каталітичної Pd плівки приводить до змін властивостей МДН-структури при адсорбції воднемістких молекул (H_2 , H_2O , C_2H_5OH). Як показали ІЧ дослідження, відразу після процесу травлення шар пористого кремнію має гідридний покрив (SiH_n), який з часом змінюється на оксидний (SiO_x) та оксигідридний (O_n-SiH). Термічні обробки ($400\text{--}600^\circ\text{C}$ 1 год. в $80\%\text{Ag}+20\%\text{O}_2$) приводять до гідратації поверхні $Si_{\text{мезопор}}$, яка з'являється завдяки частковому окисненню зв'язків SiH_n і утворення на поверхні груп OH. З другого боку, відпали сильно зменшують концентрацію гідридних груп (рис.5); отже, поверхня стає більш реакційна на цих ділянках (оскільки звільнюється деяка частина Si-радикалів тоді як інша їх частина заповнюється киснем). Всі ці перетворення поверхневих шарів мезопористого кремнію приводять до стабілізації електрофізичних властивостей багатошарових МДН-структур на основі пористого кремнію і підвищують їх чутливість до адсорбції воднемістких молекул. Звідси випливає такий принциповий висновок, що гідратовані поверхні є найбільш чутливими до адсорбції молекул водню, води та етилового спирту. Це може бути пов'язане зі здатністю даних молекул до утворення координаційних зв'язків з OH-групами, які виступають як центри адсорбції на поверхні частково окисленого мезопористої плівки кремнію. Зокрема, гідратація поверхні $Si_{\text{мезопор}}$ приводить до появи на ІЧ-спектрах смуги, пов'язані з адсорбованою водою. Адсорбція води на гідратованих поверхнях оксидів може протікати у відповідності до двох механізмів: на початковій стадії превалює молекулярна адсорбція по координаційному механізму, по тім молекулярна адсорбція по механізму водневих зв'язків. На частково дегідратованих поверхнях додатково протікає активована дисоціативна адсорбція. Енергія активації цього процесу для деяких оксидів (наприклад, для SiO_2) може бути дуже великою і залежати не тільки від пружності

парів та температури, але і від ступеня гідратації поверхні [6].

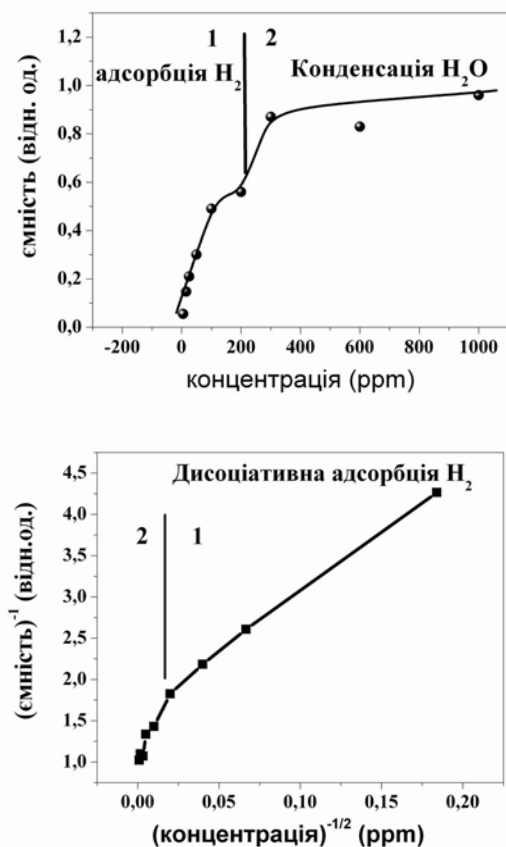


Рис. 7. Ізотерма адсорбції водню в діапазоні концентрацій 5-1000 ppm (побудована в різних координатах: а – $C \sim f(P)$, б – $C^{-1} \sim f(P^{-1/2})$).

Слід також відмітити, як важливий фактор, який впливає на механізм адсорбції воднемістких молекул на пористому Si, це несучільність Pd плівки (при великих його товщинах) на поверхні пористого Si_{мезопор}, що приводить до можливості заповнення адсорбційних центрів не тільки на межі поділу метал-діелектрик, але й на поверхні діелектрика в порах. В області низьких концентрацій водню в газовій суміші (5-100 ppm) адсорбція водню відбувається переважно на поверхневих Pd атомах, тобто зовнішній поверхні. Спираючись на той факт, що ізотерма адсорбції у цьому діапазоні концентрацій водню добре апроксимується прямою в координатах $V^{-1} \sim P^{-1/2}$ (рис. 7 а, б, область I), можна зробити висновок, що в області низьких концентрацій адсорбційна чутливість структур головним чином визначається дисоціативною адсорбцією водню на поверхні паладію і визначається ізотермою виду [8]:

$$V(0) = V_{\max} \left[a_p P^{1/2} / (1 + a_p P^{1/2}) \right] \quad (8)$$

де $a_p \sim \exp(\Theta_a/2kT)$, Θ_a – теплота адсорбції на одну молекулу, $V_{\max}=0.5$ В, P – парціальний тиск досліджених молекул в атмосфері повітря.

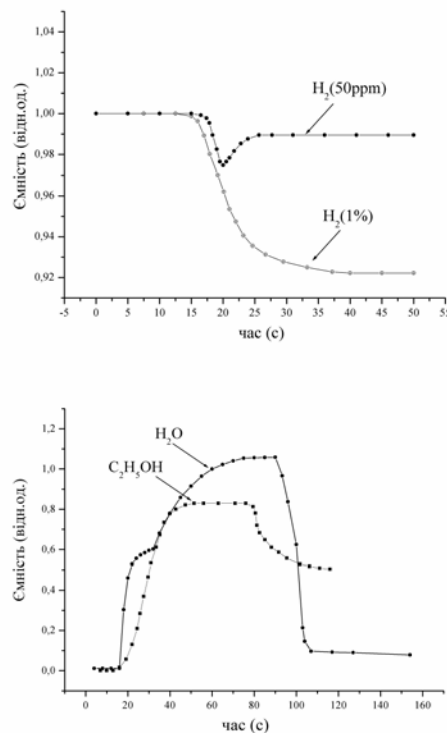


Рис. 8. Часові залежності адсорбції водню, парів води та спирту. Адсорбція водню при концентраціях 50 ppm і 1 % – (а) та парів води та спирту – (б).

На рис. 8 а показані кінетичні залежності адсорбцеоелектричного ефекту при взаємодії з воднем в атмосфері повітря при концентраціях 50 ppm і 10000 ppm. При низькій концентрації водню (~50 ppm) спостерігається часткове відновлення без виведення водню з вимірювальної камери. Це, ймовірно, пов'язано з хімічною реакцією між адсорбованими на поверхні металу воднем та киснем і утворенням молекули води, яка десорбується, в результаті чого, атоми водню, адсорбовані на межі поділу метал-діелектрик швидко дифундують на поверхню металу, де знову вступають в реакцію з адсорбованим киснем. При більш високій концентрації водню в атмосфері повітря (~10000 ppm) такого ефекту не спостерігалось. Складний характер кінетичної залежності ΔV_{FB} при адсорбції молекул води ми пов'язуємо з існуванням так званого інкубаційного періоду, який проявляється при адсорбції газових молекул на пористих структурах і обумовлений поступовим заповненням об'єму пор (рис. 8 б). Адсорбція парів води приводить до зсуву C-V характеристики вздовж осі ємностей (рис.1 б). Заповнення об'єму пор молекулами води, які мають значно більшу діелектричну проникність в порівнянні з повітрям ($\epsilon_{\text{повітря}}=1$, $\epsilon_{H_2O}=81$), викликає зростання ефективної діелектричної проникності пористого кремнію, що приводить до зростання максимальної ємності МДН-структури (рис.1 б).

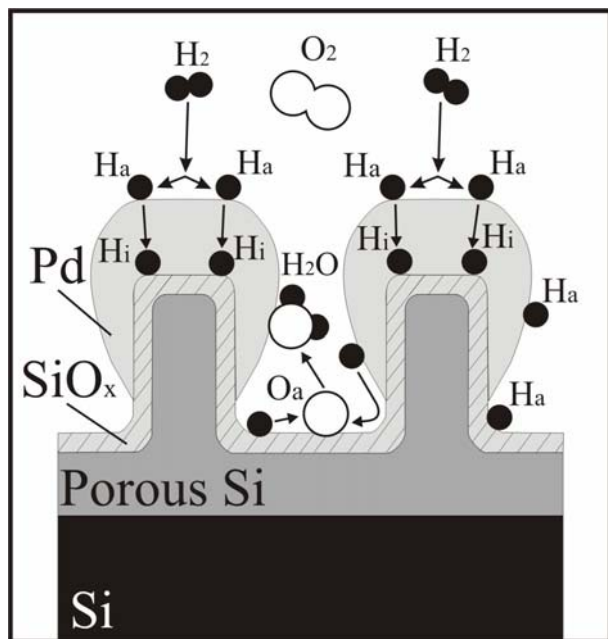


Рис. 9. Механізм адсорбції водню на Pd-SiOx-Si мезопор-с-Si структурі: H₂, O₂ та H₂O – молекули водню, кисню та води; H_a та O_a – адсорбовані атоми водню та кисню на поверхні Pd та SiO_x, H_i – адсорбовані атоми водню на межі поділу метал – діелектрик.

Для пояснення механізмів спостережуваних явищ в результаті проведеного аналізу отриманих експериментальних даних, була запропонована наступна фізична модель (рис. 9). При дисоціативній адсорбції водню, парів води та спирту в області низьких тисків відбувається утворення дипольного шару адсорбованих атомів водню на межі поділу паладій-діелектрик, що приводить до зміни роботи виходу паладію і, як наслідок, спостерігається зсув C-V характеристики вздовж осі напруг (крива 3 рис.1 б.). При більш високих концентраціях водню (~10⁴ ppm) разом з зсувом C-V характеристики вздовж осі напруг спостерігається також зсув C-V кривої і вздовж осі ємностей, який пов'язаний зі зміною максимальної ємності МДН-структури. Відомо, що при кімнатній температурі на поверхні оксиду кремнію молекулярний водень практично не адсорбується [9]. При переході до атомарного водню картина різко змінюється. При хемосорбції водню на атомарно-чистих поверхнях кремнію початковий коефіцієнт прилипання H₂ (k_s) становить ~ 2×10⁻³. Для атомарного водню величина k_s близька до ~1, тобто атомарний водень активно хемосорбується, легко утворюючи на атомарно-чистих поверхнях моношар. Аналогічні явища спостерігаються і на реальних поверхнях SiO₂ [10]. В нашому випадку атомарний водень виникає на поверхні паладію при дисоціативній адсорбції H₂. Далі, внаслідок ефекту спіловеру (переносу атомів водню з поверхні паладію на поверхню SiO₂), відбувається його хемосорбція на SiO₂ і стає можливою хімічна реакція на поверхні окисленого пористого кремнію між адсорбованими

воднем та киснем з утворенням молекули води, яка десорбується в об'єм пор.



Але в об'ємі пори внаслідок капілярного ефекту відбувається конденсація цих молекул води, що приводить до зміни ефективної діелектричної проникності частково окисленого мезопористого кремнію і додаткового зсуву C-V кривої вздовж осі ємностей, пов'язаного зі збільшенням максимальної ємності (крива 2, рис.1 б.).

Висновки

Показано, що термообробки плівок мезопористого кремнію в діапазоні температур 400-600°C приводять до окислення та часткової заміни гідридного покриття на оксидне, а також до гідратації поверхні OH-групами. Встановлено, що Pd-МДН-структури, сформовані на основі відпалених плівок мезопористого кремнію, проявляють підвищену адсорбційну чутливість до воднемістких молекул в порівнянні до структур зі свіжевикотвореними Si_{мезопор}-шарами. Запропонована фізична модель, яка пояснює аномальний характер ізотерм адсорбції і змін кінетичних характеристик, як результат дії двох механізмів: (1) дисоціативної адсорбції воднемістких молекул на атомах Pd при низьких концентраціях досліджуваних молекул і (2) при підвищених концентраціях воднемістких молекул заповненням пор (мікрокапілярів) конденсованою водою, яка утворюється при хімічній взаємодії адсорбованих атомів водню і кисню на поверхні частково окисленого мезопористого кремнію. Внаслідок першого механізму змінюється робота виходу паладію і це приводить до зсуву C-V характеристики вздовж осі напруг (абсцис). В області більш високих концентрацій воднемістких молекул в атмосфері спостерігається одночасний зсув C-V кривої і вздовж осі ємностей (ординат), пов'язаний зі зміною ефективної діелектричної проникності при конденсації молекул H₂O в об'ємі пор (завдяки високому значенню ε_{H2O}=81). Визначені основні параметри шарів Si_{мезопор}.

Робота була виконана в рамках проектів Академії наук НАН України № 51, № 52 та при підтримці Державного фонду фундаментальних досліджень (проект Ф7/274 – 2001).

Горбанюк Т.І. – науковий співробітник;

Євтух А.А. - доктор фізико-математичних наук, провідний науковий співробітник;

Литовченко В.Г. - доктор фізико-математичних наук, професор, член-кореспондент НАН України, завідувач відділом Інституту фізики напівпровідників НАН України;

Солнцев В.С. – молодший науковий співробітник;

Пашлов Є.М. – кандидат хімічних наук, старший науковий співробітник.

- [1]. В.Г. Литовченко. Управление электрическими характеристиками поверхности с помощью адсорбции молекул // *ФТТ*, **6**, с. 802 (1972).
- [2]. A.G. Cullis, L.T. Canham, P.D.J. Calcott. // *Appl. Phys.* **82**(3), pp. 909 (1997).
- [3]. E. A. Petrova // *Mater. Sci. Eng. B*, **152**, pp. 69-70 (2000).
- [4]. K.H. Beckmann // *Surf. Sci.*, **3**, pp.314 (1965)
- [5]. Svechnikov S.V., Sachenko A.V., Sukach G.A. et al.// *Optoelect. & Sem. Tech.* **27**(3) p. 3 (1994).
- [6]. В.Ф. Киселев, О.В. Крылов. *Адсорбционные процессы на поверхности полупроводников и диэлектриков*. Наука, М., сс. 162-185 (1978).
- [7]. F. Moller, M. Ben Chorin, F. Koch. Post-treatment effects on electrical conduction in porous silicon // *Thin Solid Films* **255**, pp. 16-19 (1995).
- [8]. В.Г. Литовченко, И.П. Лисовский, А.А. Ефремов, Т.И. Горбанюк, Д. Шипанская, З.Г. Тергипчев, П. Корнецкий. О природе адсорбционно-электрического эффекта в структурах Pd-Si₃N₄-SiO₂-Si при адсорбции молекул водорода. // *Поверхность*, **11**, с. 5-17 (1997).
- [9]. В.Ф. Киселев, О.В. Крылов. *Адсорбционные процессы на поверхности полупроводников и диэлектриков*. Наука, М., с. 153-156 (1978).
- [10]. Э.П. Домашевская, Е.А. Тутов, Е.Н. Бормонтов, В.М. Кашкаров, М.Н. Павленко. Влияние адсорбции паров воды на вольт-фарадные характеристики гетероструктур пористым кремнием. // *ЖТФ*, **73**(11), сс. 83-89 (2003).

Т.И. Gorbanyuk¹, А.А. Evtukh¹, V.G. Litovchenko¹, V.S. Solnsev¹, E.M. Pakhlov²

Adsorption of Hydrogen Containing Molecules in the Multi-layers Structures Based on the Porous Silicon and Palladium Films

¹ Institute of Semiconductor Physics, National Academy of Science of Ukraine, 41 prospect Nauki, 03028, Kiev, Ukraine.

² Institute of Surface Chemistry, National Academy of Science of Ukraine, Generala Naumov str. 17, 03127, Kiev, Ukraine

The adsorption properties of MIS (metal-isolator-semiconductor) structures based on the mesoporous silicon layers (Si_{meso}) with the thin Pd films have been investigated. The main parameters of Si_{meso} layer have been obtained and then influence on adsorption ability of the MIS – structures have been studied. The adsorption sensitivity of these structures was investigated under the action of the hydrogen containing molecules. It was also found that the Pd-MIS-structures with the partially oxidized mesoporous silicon possess of enhanced adsorption sensitivity to H₂, H₂O, C₂H₅OH action. The anomalous characters of the adsorption isotherms have been explained in the frame of the proposed physical model.