

ЕЛЕКТРОРУШІЙНА СИЛА В ГРАДІЄНТНИХ СТРУКТУРАХ Al-<As₂S₃+Me>-Al, Me(Al, Bi)

І.І. Шовак

Ужгородський державний університет, 294000, Ужгород, вул.Волошина, 54.

Одержані плівки змінного складу (з градієнтом концентрації складових компонент) на основі As₂S₃ і Bi(Al) технологією сумісного напилення речовин з двох окремих випаровувачів. Приведені результати досліджень виявленої ЕРС та фотовольтаїчного ефекту. Полярність ЕРС визначається компонентом, що вводиться в матрицю As₂S₃, а її величина залежить від профілю розподілу Bi(Al), температури і тиску. Вказано на можливість реалізації в градієнтних структурах інтегрального (хімічного, електропольового) механізму виявлення ЕРС.

Відомості про термостимульовані струми або ЕРС, які виявлені при нагріванні напівпровідникових структур, що не піддавалися дії світла або електричного поля приводились в роботі [1-2]. Виникнення термостимульованої ЕРС в структурах метал-телурид кадмія-метал пояснювалось впровадженням в об'єм зразка в процесі катодного напилення електродів заряджених іонів [3]. В іншій праці [4] ЕРС структур Al-AlN-Al, Al-AlN-GaAs-Al викликала, на думку авторів, повільним встановленням рівноважного стану після нанесення електродів в результаті великої висоти бар'єрів, що виникають між електродом і напівпровідником. Найбільш широко дане явище описано в праці [5] по фотостимульованій міграції срібла, де рушійною силою протікаючих процесів був градієнт хімічного потенціалу атомів Ag.

Мета даної роботи - в'яснити можливість генерування темної ЕРС і дослідити особливості прояву фотоерс в градієнтних структурах при зміні концентрації та типу вводимих модифікаторів у матрицю As₂S₃. Вибір елементів Al і Bi зводився до таких, що мають металічні і напівпровідникові властивості та різні положення

нормальних електродних потенціалів відносно водневого.

Нами спостерігалася ЕРС шляхом підєднання до сендвіч-структури електрометра з достатньо великим вхідним опором $R_{вх} \geq 10^{10}$ Ом. Дослідження проводились на градієнтних сендвіч-структурах <As₂S₃+Al>, <As₂S₃+Bi> з симетричними алюмінієвими електродами. За рахунок їх симетричності, знімався вплив контактної різниці потенціалів. Вимірювання проводились шляхом рейстрації ЕРС або струму в зовнішньому колі в темноті і при освітленні. В таких структурах виявлена темнова ЕРС, яка при сталій температурі складає сотні мілівольт. Її величина і полярність залежить від концентрації і типу металу, що створює градієнтний шар. Електрод збоку максимального вмісту Bi завжди мав додатній потенціал, а із Al- від'ємний. У структурі з однорідним розподілом металу по товщині шару величина ЕРС на порядок менша.

На (рис.1-3) показані криві навантаження структур, виміряні в темноті при кімнатній температурі. З рисунків видно, що загальна тривалість процесу тим менша, чим менша концентрація металу і величина опору навантаження (більша електронна

провідність зовнішнього кола) і, відповідно, більший струм в структурі. На початковому етапі вимірювань проходив різкий спад величини ЕРС, потім перехід в область плато, де ЕРС змінюється слабо і майже лінійна, а завершується процес знову прискореним спадом до стабільного значення. Тривалість області плато залежить від концентрації металу, чим більша концентрація, тим більш стабільні значення ЕРС у часі.

Потрібно відзначити, що при ввімкненні вимірювальної системи

замість опорів навантаження, проходила релаксація темної ЕРС. Причому напрямок релаксації (зменшення величини ЕРС або її збільшення) залежало від співвідношення величин опорів навантаження (R_H) і вхідного опору вольтметра ($R_{ВХ}$). При $R_H > R_{ВХ}$ величина ЕРС спадала, а при $R_H < R_{ВХ}$ - зростала. Результати цих спостережень свідчать про вплив електронних потоків всередині структури на величину темної ЕРС.

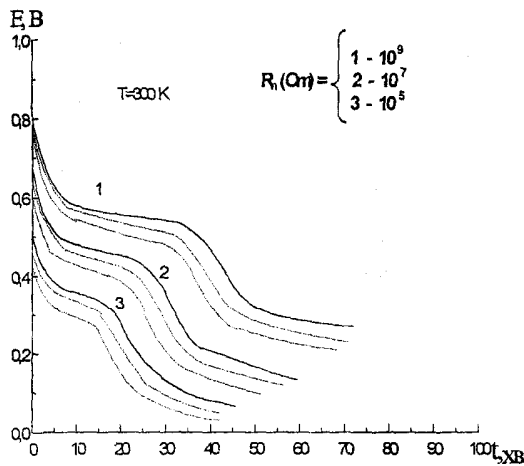


Рис.1. Характеристики навантаження структури $As_2S_3+Al_x$; $x=4.7\%$ ат, $x=2.6\%$ ат, $x=1.7\%$ ат.

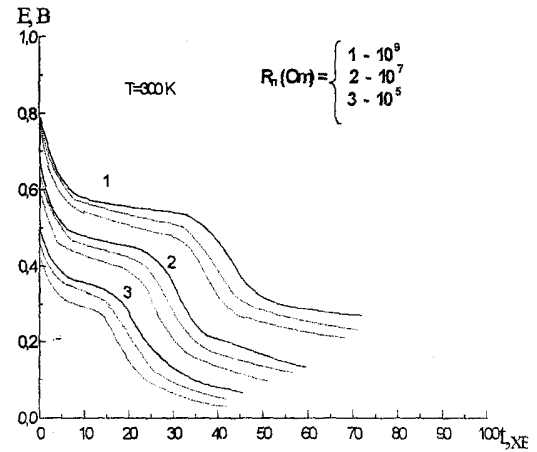


Рис.2. Характеристики навантаження структури $As_2S_3+Bi_x$; $x=10\%$ ат, $x=6.5\%$ ат, $x=4.1\%$ ат.

При освітленні структур "білим" світлом на фоні темної ЕРС можна спостерігати фотоерс тієї ж полярності, величина якої залежить від інтенсивності і спектрального складу падаючого світла. ФотоЕРС проявляється головним чином у спектральній області власного поглинання структури. В процесі зберігання величина темної і фотоЕРС зменшується.

На умови виникнення сильно впливає оточуюче середовище. Поміщаючи зразки у вакуум, величина ЕРС дещо зменшується. Нагрівання

структури з вмістом алюмінію приводить спочатку до різкого зростання її значень до $0.6 \div 0.7$ В потім до поступового спаду. Більш плавний процес спостерігається в структурах із Ві (рис.4). Така поведінка пояснюється активаційними процесами в середині структури. Зростання струму навантаження йде не тільки по причині зростання ЕРС з температурою, але головним чином, із-за зменшення внутрішнього опору джерела ЕРС.

Важливо відмітити, що ЕРС свіжоприготовлених структур складає величину порядку 1 В. У процесі

зберігання при нормальних умовах її значення спадають і після 80-100 годин стабілізуються на рівні 0.4±0.5 В для структури з вмістом Ві і на величині 0.5±0.7 В для структур з Al. Кінетика

спаду ЕРС залежить від концентрації металу. В структурах з більшим градієнтом концентрації металу час стабілізації значень довший. Кінетика спаду ЕРС приведена на рис.5.

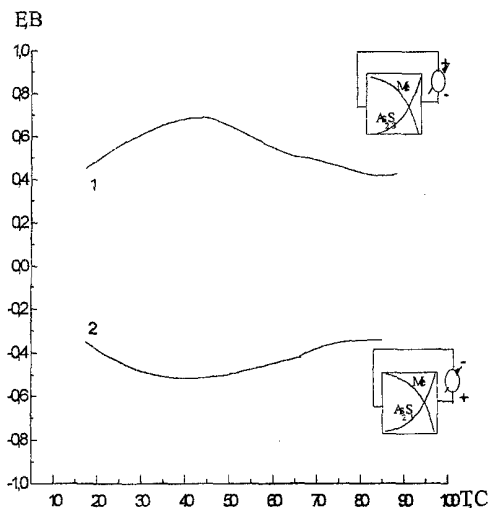


Рис.4. Температурна залежність ЕРС структур:
1-Al-<As₂S₃+Bi>-Al; 2-Al-<As₂S₃+Al>-Al

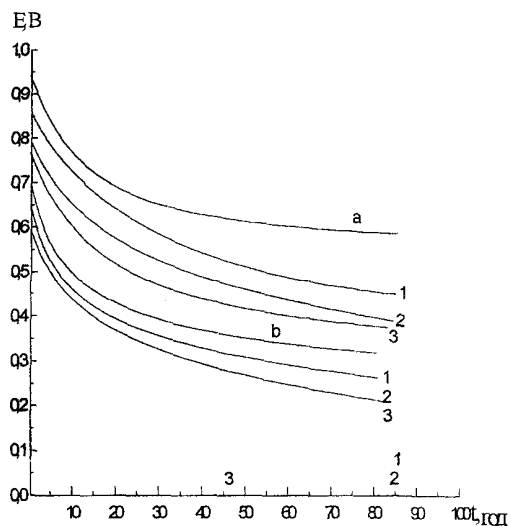


Рис.5. Кінетика спаду темної ЕРС структур
а- Al-<As₂S₃+Bi_x>-Al б- Al-<As₂S₃+Al_x>-Al
(1)- x=10 % ат (1)- x=4.7 % ат
(2)- x=6.5 % ат (2)- x=2.6 % ат

Виникнення електрорушійної сили в нашому випадку може бути віднесено до інтегральних ефектів. На їх хімічну природу вказує факт часткової залежності величини темної ЕРС від тиску повітря (кількості вологи), а насичення і стабільність вказують на роль градієнту хімічного потенціалу. В процесі створення структури змінного складу по товщині проявляються зміни як фазового складу, так і структурних неоднорідностей полікристалічних і аморфних областей. За рахунок різниці в концентрації атомів металу, розміщених на різних відстанях один від одного, в напівпровіднику виникають області, які віддають зарядів більше, ніж інші ділянки, що призводить

до утворення внутрішніх полів і вказує на працездатність електропольового механізму переносу носіїв заряду. Той факт, що алюміній і вісмут по-різному взаємодіють з As₂S₃, підтверджує перевагу проявлення в градієнтних структурах виникнення ЕРС. Структури з градієнтним розподілом алюмінію проявляють "розчинення" алюмінієвого електроду (його руйнування), що підтверджує перевагу в них хімічної природи ефекту. Такі структури менш стабільні і їм властивий механізм "старіння". Вісмутвміщуючі градієнтні структури проявляють більш стабільні значення ЕРС, вони практично не

змінюють свого виду з часом, майже і не змінюють своїх параметрів у вакуумі, що

вказує на перевагу електропольового механізму переносу носіїв.

1. Попович И.И., Миголинец И.М., Иваницкий В.П., Шаркань И.П., Турянция И.Д. Письма в ЖТФ, 1989, Т.15, в20.- С. 64-67.
2. Абашкин В.Г., Андриеш А.М., Циуляну Д.И. кн.: Получение и исследование новых материалов полупроводниковой техники, Кишинёв, Штиица, 1980, С. 148-152.
3. Thurzo I., Brancok D., Vlasak G., Doupovec J. Journ. Non-cryst. Sol, 1977, V.24, №2, P.297-299.
4. Томановский М.Н., Славников В.С. Известия ВУЗ'ов, 1976, №6, С. 123-124.
5. Фотостимулированные процессы в светочувствительных системах ХСП-Аg, В.А. Данько, И.З. Индугный, О.П. Касярум и др, Ан УССР, Институт полупроводников, Препринт №8-89, Киев, 1989, 26 с.

ELECTROMOTIVE FORCE IN GRADIENT STRUCTURES Al- \langle As₂S₃+Me \rangle -Al, Me(Al, Bi)

I.I. Shovak

Uzhgorod State University, 294000, Uzhgorod, Voloshin, 54

The films of the changeable composition (with the gradient of the concentration of their components) on the basis of As₂S₃ and Al(Bi) are obtained. The technology of combined evaporation from two evaporators was used. The results of the e.m.f. 'origin and photovoltaic effect are adduced. The polarity of e.m.f. is determined by the component included into the matrix of As₂S₃,