

ВЛИЯНИЕ ПОВЕРХНОСТНЫХ ХИМИЧЕСКИХ ОБРАБОТОК НА СВОЙСТВА КОНТАКТОВ Ti –p-SiGe И Ni –p-SiGe.

Атабаев И.Г., Хажиев М.У., Пак В., Жураев Х.Н.

Физико-технический институт НПО «Физика-Солнце» Академии Наук Республики Узбекистан, mardonbek@uzsci.net

Как известно, состояние поверхности полупроводника, его однородность и фазовый состав перехода металл-полупроводник играют определяющую роль в формировании электрофизических свойств контактов.

Для управления свойствами поверхности применяют различные химические или физические обработки поверхности для сглаживания микрорельефа поверхности, уменьшения или увеличения концентрации поверхностных состояний N_{ss} , изменения спектра состояний N_{ss} в запрещенной зоне и управления другими свойствами поверхности.

В связи с этим, данная работа посвящена исследованию влияния различных химических обработок поверхности на свойства и характеристики барьеров Шоттки M-SiGe. Причем для уточнения факторов, влияющих на барьер, здесь использованы различные металлы (титан и никель) для изготовления переходов Ti –p-SiGe и Ni –p-Si .

Поверхность кристаллов проходила стандартную механическую и химическую обработку. Затем, часть кристаллов травилась в смеси HF:HNO₃:CHOO (1:3:1) с охлаждением при температуре ~30⁰С, в течении 5 минут при активном перемешивании (1 тип химической обработки). Этот режим травления позволяет получать поверхности с относительно малой плотностью поверхностных состояний. Другая часть кристаллов для получения поверхности с увеличенной концентрацией поверхностных состояний травилась в смеси HF:HNO₃:CHOO (1:3:1) при температуре ~70⁰С в течении 5 минут (2 тип химической обработки).

Барьеры Шоттки изготавливались путем термического напыления титана и никеля в вакууме, температура подложки около 350-400⁰С. Омические никелевые контакты изготавливались также путем вакуумного напыления на шлифованную поверхность структур.

Таким образом, были изготовлены структуры Ti-p-SiGe и Ni-p-SiGe на поверхностях подвергнутых различной химической обработке с содержанием германия в кристаллах от 0 до 10 ат % Ge.

Для определения параметров барьеров Шоттки M-Si_{1-x}Ge_x применялись измерения статической ВАХ и импеданса структур при трех частотах (1, 5 и 15 кГц) при различных приложенных напряжениях. Измерения импеданса при этих частотах позволяют получить информацию о поверхностных состояниях с $\tau \sim 10^{-3-5}$ сек, оценить их концентрацию.

Вольт–емкостные характеристики. Зависимость $C^{-2}(U)$, измеренная при низких частотах имела нелинейный характер и экстраполяция ее до пересечения с осью ординат не давала возможность определить высоту барьера. Обычно это связано с влиянием поверхностных состояний на границе металл – полупроводник. Для оценки концентрации поверхностных

состояний были проведены измерения емкости при различных частотах. Концентрация поверхностных состояний оценивалась по данным измерения импеданса при частоте 1000, 5000, 15000 Гц. Известно что поверхностные состояния могут учитываться в эквивалентной схеме путем введения емкости и проводимости, связанными с ними.

$$\text{Здесь } C = C_b + \frac{C_s}{1 + \omega^2 \tau^2}, \quad G_{ss} = \frac{C_s \omega^2 \tau}{1 + \omega^2 \tau^2}$$

C_b, G_x - емкость и проводимость барьера; C_s, G_{ss} емкость и проводимость, связанные с поверхностными состояниями; $\tau = C_s R_s, \omega = 2\pi\nu$.

Концентрация поверхностных состояний оценивается по выражению

$D_{ss} = C_s / eS$ (S –площадь контакта, e – заряд электрона). Результаты оценок приведены в таблице.

Таблица

Характеристики структур Ni, Ti-p-SiGe подвергнутых обработке 1.

| Номер образца | 8Ti | 14Ti | 24Ti | 34Ti | 10Ni | 17Ni | 28Ni | 38Ni |
|--|----------|------------|----------|------------|-----------|------------|------------|------------|
| Состав, ат % Ge | 0.8% | 0.8% | 3.5% | 5.1% | 2.7 % | 1.2% | 2.2% | 6% |
| R | 13 | ~0 | 85 | 148 | 230 | 250 | 209 | 130 |
| S, см ² | 0.101 | 0.101 | 0.096 | 0,096 | 0.09 6 | 0.096 | 0.101 | 0.096 |
| $D_{ss}(0.1V)cm^{-2} \text{ эВ}^{-1}$ forward | 2 E13 | 1.9 E13 | 1 E13 | 1,0 E13 | 16 E13 | 4,7 E13 | 4.2 E13 | 6,5 E13 |

При температуре отжига 200⁰С зависимость обратного тока от напряжения имеет пологий характер, резко выраженного пробоя не наблюдается. С увеличением температуры отжига начинается образование силицидов, изменение модификации германидов и силицидов, что приводит к росту обратного тока и уменьшению напряжения пробоя. При дальнейшем увеличении температуры отжига (свыше 650⁰С) начинает проявляться интенсивное образование силицидов никеля, сопровождающегося отжигом дефектов.

Заключение

Исследовано влияние различных химических обработок поверхности твердого раствора на свойства контактов Ti-p-SiGe и Ni-p-SiGe, полученных термическим напылением в вакууме при температуре подложки 350-400⁰С. Травление в различных режимах использовалось для формирования исходной поверхности с различной плотностью поверхностных состояний. Показано, что в структурах на основе никеля образуется промежуточный слой германосилицида никеля, оказывающего существенное влияние на ВАХ и ВЕХ структуры. В связи с этим, исследовано образование германосилицидов никеля в интервале температур 200-900⁰С.

Результаты данной работы могут быть использованы при изготовлении омических контактов для детекторов ядерного излучения, солнечных элементов и приборов с барьером Шоттки на основе объемных кристаллов Si_{1-x}Ge_x.