

исследовать сложную динамику процесса усталостной повреждаемости в гетерогенных полупроводниковых материалах, при наложении на них произвольно - сложного спектра деформации.

### Литература

1. S. Kh. Shamirzaev. Solid State Sciences, vol.6, Issue10 oct., 2004 pp. 1125-1129.
2. Г.Г. Малинецкий. Математические основы синергетики. Хаос, структуры, вычислительный эксперимент. - М.: КомКнига, 2005. - 312 с.

### ВЛИЯНИЕ БЫСТРОЙ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА ТЕМПЕРАТУРНУЮ ЗАВИСИМОСТЬ УДЕЛЬНОГО КОНТАКТНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ОМИЧЕСКОГО КОНТАКТА Au-TiB<sub>2</sub>-Ge-Au-n-n<sup>+</sup>-n<sup>++</sup>-InP

Новицкий С.В.

Институт физики полупроводников им. В.Е. Лашкарева НАН Украины,  
Киев, Украина, [serg\\_nov@ukr.net](mailto:serg_nov@ukr.net)

Известно, что в связи с бурным развитием твердотельной НВЧ-электроники миллиметрового и субмиллиметрового диапазонов появилась необходимость в использовании новых, перспективных материалов, таких как InP. В настоящее время имеется множество работ посвященных InP и приборам на его основе, в частности фосфидиндиевым диодам Ганна, представленном в обзоре [1]. Но есть большая вероятность потери преимуществ InP если пренебречь качественным, термостойким омическим контактом к InP. Для создания качественного термостойкого омического контакта к полупроводниковому материалу используют многослойную контактную структуру, для стимуляции фазообразования её подвергают быстрой термической обработке (БТО). В данной работе проводились исследования с целью подбора оптимальной температуры отжига для контактной структуры Au-TiB<sub>2</sub>-Ge-Au-InP.

В ряде работ [2-4] наблюдается нехарактерная, растущая зависимость удельного контактного сопротивления ( $\rho_c$ ) от температуры (Т). Такую зависимость трудно объяснить руководясь классической термоэлектронной или термополевой теориями. Авторы этих работ предлагают новый взгляд на механизм токопрохождения в таких контактных структурах. Рост  $\rho_c$  с увеличением температуры характерен для металлической проводимости, потому было предположено, что на структурных несовершенствах (дефектах) полупроводника локализуются атомы металла, которые таким образом представляют собой металлические шунты, закорачивающие область пространственного заряда. Более совершенная модель была предложена в работе [5] где авторы дополнительно принимают во внимание ограничение диффузионным подводом тока через контакт металл-полупроводник. В таком

случае контактное сопротивление в месте выхода дислокации (для невырожденного полупроводника) можно будет рассчитать по формуле [5]

$$\rho_c = \frac{kT}{q} \left( 1 + \frac{V_T}{4D_n} e^{y_{c0}} \alpha L_D \right) / \left( \frac{qV_T}{4} N_d e^{y_{c0}} \right), \quad (1)$$

где  $k$  - постоянная Больцмана,  $T$  - температура,  $q$  - заряд электрона,  $V_T$  - средняя тепловая скорость электронов,  $D_n$  - коэффициент диффузии электронов,  $y_{c0} = q\phi_{c0} / kT$  - равновесный безразмерный потенциал на границе раздела металл-полупроводник,  $\alpha$  - численный коэффициент порядка 1,  $L_D$  - Дебаевская длина экранирования,  $N_d$  - концентрация доноров в полупроводнике.

Экспериментальные исследования проводились на Au-TiB<sub>2</sub>-AuGe-n-n<sup>+</sup>-n<sup>++</sup>-InP образцах, металлизация которых была получена магнетронным распылением последовательных слоев металлов на предварительно очищенную фотонной обработкой поверхность n-InP с концентрацией доноров  $n=9 \cdot 10^{15} \text{ см}^{-3}$ . Толщина слоев составляет Au (1800 Å)-Ge (400 Å)-TiB<sub>2</sub> (1000 Å)-Au (2000 Å). Омический контакт формировался после БТО при температурах  $T=410 - 460 \text{ }^\circ\text{C}$  (время отжига 30 с).

На рис. 1, показана экспериментальная и теоретически рассчитанная по формуле (1), зависимость удельного контактного сопротивления от температуры для серии образцов после БТО при 410 – 460 °С.

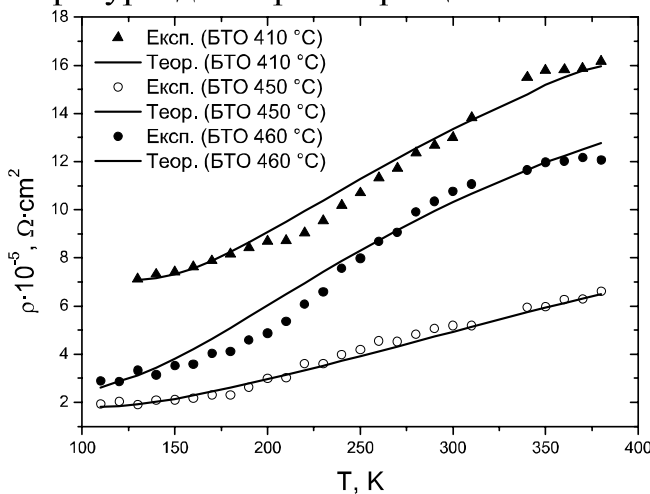


Рис.1 Температурная зависимость  $\rho_c$  контактов Au-TiB<sub>2</sub>-Au-Ge-n-n<sup>+</sup>-n<sup>++</sup>-InP после БТО 30с : 410 °С – (▲); 450 °С – (○); 460 °С – (●). Точки – эксперимент; линия – расчет.

Автор признателен В.Н. Иванову за предоставление образцов для исследований, а В.Н. Шеремету и Я.Я. Кудрику за обсуждение результатов и полезные дискуссии.

Наименьшее сопротивление имеет образец который был подвергнут БТО при  $T=450 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Из представленных данных следует, что оптимальная температура формирования омического контакта составляет  $\sim 450 \text{ }^\circ\text{C}$ , ( $\rho_c=5,2 \cdot 10^{-5} \text{ Ом} \cdot \text{см}^2$ ), а растущая зависимость  $\rho_c$  от  $T$  описывается моделью проводящих шунтов с ограничением тока диффузионным подводом.

## Литература

1. Siegel P Terahertz technology // IEEE MTT. 2002. -V.50. P. 910-928

2. Бланк Т.В., Гольдберг Ю.А. Механизмы протекания тока в омических контактах металл-полупроводник // Физика и техника полупроводников.- 2007.-Т.41. №11.-С.1281-1308.
3. Бланк Т.В., Гольдберг Ю.А., Константинов О.В. и др. // Письма в ЖТФ.- 2004.-Т.30. №19.- С. 17-24.
4. Clausen T., Leistiko O., Chorkendorff I., Larsen J. Transport properties of low-resistance ohmic contacts to InP // Thin Solid Films.- 1993. –Vol. 232. P. 215-227.
5. Belyaev A.E., Boltovets N.S., Konakova R.V. et al. Temperature dependence of contact resistance of Au-Ti-Pd<sub>2</sub>Si-n<sup>+</sup>-Si ohmic contacts // Semiconductor Physics, Quantum Electronics and Optoelectronics.- 2010.- Vol. 13, N 4.- P. 436-438.

### ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ РАДИАЦИИ НА ПАРАМЕТРЫ МДП-СТРУКТУР С ПРИМЕСЯМИ АТОМОВ ИТТЕРБИЯ И ЭРБИЯ

Далиев Х.С., Утамурадова Ш.Б., Далиев Ш.Х., Шаронов И.А.,  
Худайбердиев А.Т., Каландаров Э.К., Пардаев У.Я., Зарифбаев Ж.Ш.

НИИ прикладной физики Национального университета Узбекистана  
имени Мирзо Улугбека, [dalievshkh@yandex.ru](mailto:dalievshkh@yandex.ru)

Известно, что воздействие радиации на полупроводниковые материалы проявляется в изменении их электрофизических, рекомбинационных, оптических и многих других характеристик. За наблюдаемые эффекты ответственны как первичные процессы образования простейших дефектов (вакансий и междоузельных атомов), так и вторичные процессы, которые заключаются в образовании и накоплении комплексов простейших дефектов с примесями или другими несовершенствами решетки кристаллов. Несмотря на большое число экспериментальных данных до сих пор отсутствует полная картина образования радиационных дефектов (РД) в многослойных структурах. В связи с этим исследования влияния радиации на свойства полупроводниковых материалов и многослойных структур на их основе, как одного из основных способов контролируемого введения определенного типа дефектов и возможности в широких пределах управлять свойствами полупроводниковых материалов и приборов, представляются наиболее актуальными на ближайшие годы.

В данной работе нами были исследованы процессы радиационного дефектообразования в кремниевых многослойных структурах типа МДП с примесями иттербия и эрбия, облученных  $\gamma$ -квантами <sup>60</sup>Со. Отметим, что каких-либо данных о влиянии на параметры МДП - структур атомов иттербия и эрбия, введенных в кремниевую подложку, до сих пор нет.

Поэтому в данной работе делается попытка восполнить этот пробел и детально исследовать свойства кремниевых МДП-структур с примесями иттербия и эрбия.

Легирование Si примесями иттербия и эрбия осуществлялось в процессе выращивания из расплава (в ГИРЕДМЕТе). Далее, по отработанной нами методике, изготавливались МДП-структуры. Измерения ВФХ МДП-