

ОМИЧЕСКИЕ КОНТАКТЫ К ПОЛУПРОВОДНИКОВЫМ ТУГОПЛАВКИМ СОЕДИНЕНИЯМ A^3N : ТЕОРИЯ И ЭКСПЕРИМЕНТ

Беляев А.Е.⁽¹⁾, Болтовец Н.С.⁽²⁾, Брунков П.Н.⁽³⁾, Жилиев Ю.В.⁽³⁾, Свешников Ю.Н.⁽⁴⁾,
Саченко А.В.⁽¹⁾, Конакова Р.В.⁽¹⁾, Шеремет В.Н.⁽¹⁾

⁽¹⁾Институт физики полупроводников им. В.Е. Лашкарева НАНУ
03028, Киев, пр. Науки 41, Украина, e-mail: konakova@isp.kiev.ua

⁽²⁾Государственное предприятие НИИ "Орион"

03057 Киев, Украина, ул. Эжена Потье 8А, e-mail: bms@i.kiev.ua

⁽³⁾Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе РАН

194021, Санкт-Петербург, ул. Политехническая 26, Россия, e-mail: zhilyaev@jyuv.ioffe.ru

⁽⁴⁾ЗАО "Элма-Малахит",

124450 Москва, Зеленоград, д.4, стр. 2, Россия e-mail: sveshnikov-elma@yandex.ru

В последнее десятилетие значительно активизировались исследования и разработки по использованию полупроводниковых тугоплавких соединений A^3N в электронной технике. Наиболее продвинутом в этом направлении оказались GaN (светодиоды и НЕМТ) и AlN (темплейты и фотоприемники). Перспективным для использования в спинтронике рассматривается InN. Весьма существенным для приборов, разрабатываемых на этих тринитридных соединениях является создание низкоомных высоконадежных контактов. Формирование омических контактов к широкозонным полупроводникам до настоящего времени остается проблемой. Для соединений A^3N эта проблема усугубляется тем, что они, в основном, представляют из себя эпитаксиальные пленки, выращенные на чужеродных подложках (сапфир, фианит, карбид кремния, арсенид галлия, кремний) и в силу этого являются сильнодефектными. Например, в лучших пленках GaN плотность дислокаций составляет 10^7 - 10^8 см⁻². С другой стороны, рабочие температуры приборов на тринитридах превышают таковые для традиционных кремниевых и арсенидгаллиевых, поэтому необходимым является знание параметров омических контактов при температурах, превышающих 300 К. В настоящей работе проведено комплексное исследование омических контактов Au-Pd-Ti-Pd к эпислоям n-GaN, AlN и Au-Ti-Pd к n-InN, выращенным на сапфире. Экспериментально установлено, что температурные зависимости удельного контактного сопротивления $\rho_c(T)$ указанных омических контактов имеют немонотонный характер. На основе проведенного теоретического анализа предложен новый механизм температурной зависимости ρ_c

в структурах с высокой плотностью структурных дефектов (в том числе дислокаций) в приконтактной области. Его парадоксальность заключается в том, что ток протекает через участки не обедненные, как в обычной теории Шоттки [1], а обогащенные электронами [2]. В тоже время Хорошее совпадение развитой теории с экспериментом, объясняющее не только увеличение удельного контактного сопротивления с ростом температуры, но и такие особенности как характер зависимости удельного контактного сопротивления от уровня легирования, сильную зависимость ρ_c и точки минимума $\rho_c(T)$ от плотности дислокаций, однозначно свидетельствуют в его пользу.

Показано, что плотность структурных дефектов, пересекающих область пространственного заряда полупроводника, коррелирует с электронно микроскопическими исследованиями сколов соответствующих контактных систем. Методами электронной Оже спектроскопии и рентгеновской дифрактометрии исследованы межфазные взаимодействия в контактной металлизации и установлен фазовый состав контактообразующих слоев. Предложены методы минимизации удельного контактного сопротивления омических контактов к широкозонным полупроводниковым соединениям нитридов III группы.

1.S.M. Sze, K.K. Ng Physics of Semiconductor Devices.-John Wiley & Sons, 2007.- 815 p.,3rd ed.
2.A.V. Sachenko, A. E. Belyaev, N. S. Boltovets et.al. Mechanism of contact resistance formation in ohmic contacts with high dislocation density / Journal of Applied Physics.-2012.- V.111, N8.-P. 083701