

3-Физика полупроводников и диэлектриков (включая наносистемы)

Андриянов Никита Сергеевич, магистрант 1 года обучения
Омск, Омский государственный университет им. Ф.М. Достоевского, физический
Первопринципные расчеты зонной структуры кремния с учетом многочастичных поправок
Мамонова Марина Владимировна, к.ф.-м.н.
e-mail: andriyanov_7@mail.ru стр. 187

Болдырев Никита Анатольевич, аспирант 2 года обучения
Ростов-на-Дону, Южный федеральный университет, НИИ физики
Диэлектрические характеристики при низких температурах и эффект Мессбауэра в чистой и Li-модифицированной керамике $\text{PbFe}_{0.5}\text{Nb}_{0.5}\text{O}_3$
Резниченко Лариса Андреевна, д.ф.-м.н.
e-mail: huckwrench@gmail.com стр. 188

Бранькова Анастасия Евгеньевна, 5 курс
Кемерово, Кемеровский государственный университет, физический
Исследование условий получения наночастиц благородных металлов сложной структуры
Звиденцова Надежда Семеновна,
e-mail: nastya.brankova@mail.ru стр. 189

Зайцев Денис Игоревич, аспирант
Ярославль, Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова, физический
Моделирование вертикального транзистора со скрытым слоем силикатного стекла
Кривелевич Сергей Александрович, к.ф.-м.н.
e-mail: washingtonden@yandex.ru стр. 191

Засухин Дмитрий Иннокентьевич, аспирант 1 года обучения
Томск, Томский государственный университет, радиофизический
Создание морфологии на поверхности нитрида галлия
Коханенко Андрей Павлович, д.ф.-м.н.
e-mail: zasuhinDI@mail.ru стр. 193

Зотова Мария Владимировна, магистрант 2 года обучения
Красноярск, Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М.Ф. Решетнева, институт космических исследований и технологий
Электронная структура силицида железа FeSi в многоэлектронном методе обобщенной сильной связи
Спиновые кроссоверы, энергетические термы и связь с неприводимым представлением
Шнейдер Елена Игоревна, к.ф.-м.н.
e-mail: zomav@mail.ru стр. 194

Кабанова Полина Константиновна, 2 курс
Уфа, Башкирский государственный университет, физико-технический
Изучение процесса переноса заряда в растворе ПАВ-неполярная жидкость
Батыршин Эдуард Сафаргалиевич, к.ф.-м.н.
e-mail: polyka-95@mail.ru стр. 195

Лямкина Анна Алексеевна, м.н.с.
Новосибирск, Институт физики полупроводников им. А.В. Ржанова СО РАН, -
Экситон-плазмонное взаимодействие в гибридных металл-полупроводниковых структурах с $\text{InAs}/\text{AlGaAs}$ КТ и плазмонными наноантеннами
e-mail: lyamkina@isp.nsc.ru стр. 196

Осинных Игорь Васильевич, аспирант 3 года обучения
Новосибирск, Новосибирский национальный исследовательский государственный университет, физический
Исследование $\text{AlGaIn}/\text{GaIn}$ гетероструктур с различным составом барьерного слоя методом фотолюминесцентной спектроскопии
Журавлев Константин Сергеевич, д.ф.-м.н.
e-mail: osinus-sb@ya.ru стр. 198

Пирогова Анастасия Александровна, магистрант 1 года обучения
Омск, Омский государственный университет им. Ф.М. Достоевского, физический
Импеданс-спектроскопия пленок оксида олова, полученных золь-гель методом
Кривоzubов Олег Валентинович, к.ф.-м.н.
e-mail: anastasya77792@mail.ru стр. 199

Пицагин Антон Александрович, магистрант 2 года обучения
Томск, Томский государственный университет, радиофизический
Анализ улучшения параметров солнечных элементов на основе Si/Ge при внедрении массива квантовых точек Ge
Коханенко Андрей Павлович, д.ф.-м.н.
e-mail: pisch@sibmail.com стр. 202

Пицагин Антон Александрович, магистрант 2 года обучения
Томск, Томский государственный университет, радиофизический
Влияние параметров синтеза гетероструктур Si/Ge с квантовыми точками Ge на морфологию массива квантовых точек Ge
Коханенко Андрей Павлович, д.ф.-м.н.
e-mail: pisch@sibmail.com стр. 201

Поленов Сергей Александрович, 4 курс
Уфа, Башкирский государственный педагогический университет им. М. Акмуллы, физико-математический
Особенности транспорта носителей заряда в композиционном материале на основе полидифениленфталида и квантовых точек PbS
Лачинов Алексей Николаевич, д.ф.-м.н.
e-mail: polenov-s@mail.ru стр. 203

Пушкарев Олег Геннадьевич, 4 курс
Омск, Омский государственный университет им. Ф.М. Достоевского, физический
Исследование электрофизических свойств пленок SnO₂ полученных ЗОЛЬ ГЕЛЬ методом
Кривоzubов Олег Валентинович, к.ф.-м.н.
e-mail: dorvod@mail.ru стр. 205

Самусов Илья Александрович, 3 курс
Новосибирск, Новосибирский национальный исследовательский государственный университет, физический
Подвижная полоса фотолюменесценции в ALGAN/GAN гетероструктурах
Осинных Игорь Васильевич,
e-mail: Samusov94@yandex.ru стр. 206

Сатыев Азамат Индусович, 4 курс
Уфа, Башкирский государственный педагогический университет им. М. Акмуллы, физико-математический
Влияние фазового перехода второго рода на проводимость структуры металл-полимер-металл
Гадиев Радик Мансафович, к.ф.-м.н.
e-mail: azamat_satyev@mail.ru стр. 207

Старинчикова Екатерина Борисовна, 5 курс
Кемерово, Кемеровский государственный университет, физический
Получение и оптические свойства золей наностержней золота и серебра
Звиденцова Надежда Семеновна, к.х.н.
e-mail: innagolish2010@yandex.ru стр. 208

Сухомлинов Данил Игоревич, 4 курс
Ростов-на-Дону, Южный федеральный университет, физический
Спектр колебаний в частотной зависимости пьезоотклика керамики на основе ЦТС
Бунин Михаил Алексеевич, к.ф.-м.н.
e-mail: vandaniel-1994@yandex.ru стр. 209

Формирование шероховатости на поверхности нитрида галлия

Засухин Дмитрий Иннокентьевич

Каримбаев Дамир Джамалитдинович, Коханенко Андрей Павлович

Томский государственный университет

Коханенко Андрей Павлович, д.ф.-м.н.

zasuhinDI@mail.ru

В последнее время все большее применение находят полупроводниковые источники освещения, постепенно вытесняя традиционные лампы и газоразрядные лампы. Качество роста эпитаксиальных структур позволяет достичь значений внутреннего квантового выхода свыше 90%. Более актуальной проблемой на сегодняшний день является увеличение внешнего квантового выхода, значение которого в среднем не превышает 15%.

Генерируемые в объеме структуры фотоны имеют большую вероятность отразиться от границы раздела GaN–воздух. Для увеличения вероятности выхода фотонов из объема структуры применяется метод по созданию шероховатой поверхности. В результате этого, генерируемые фотоны будут попадать на границу раздела под непредсказуемым углом. Часть фотонов может быть выведена из объема структуры, а часть отразится. Однако, отражение также будет под непредсказуемым углом и фотоны вновь могут вернуться для преодоления границы раздела GaN–воздух. Таким образом, возможно увеличение значения внешнего квантового выхода более 40%.

Для создания рельефа на светоизлучающей поверхности применяются два основных метода: травление в индуктивно-связной плазме [1] и жидкостное химическое травление [2,3]. Травление в индуктивно-связной плазме наиболее подходит для формирования рельефа на поверхности GaN. Однако взаимодействие с плазмой вносит в структуру дефекты, которые ухудшают характеристики светодиодного кристалла. Жидкостное химическое травление является "безопасным" относительно плазменного травления, но скорость процесса не велика.

В данной работе предлагается использование метода жидкостного химического травления поверхности GaN в смешанном растворе гидроксида калия KOH и пероксодисульфата калия $K_2S_2O_8$. Также для увеличения скорости травления процесс сопровождается дополнительным УФ освещением, источником которого является ртутная дуговая лампа высокого давления и мощностью 250 Вт. Оценка качества поверхности нитрида галлия проводилась на электронном микроскопе Hitachi TM-1000. Для экспериментов использовались эпитаксиальные структуры нитрида галлия n-типа, выращенные в НИИ "Полус" г. Москва.

Процесс травления проводился в течение 2 часов при комнатной температуре с различной концентрацией гидроксида калия в смешанном растворе: 1М KOH (рис.1) и 2М KOH (рис.2). Концентрация пероксодисульфата калия постоянна 0.1М $K_2S_2O_8$.

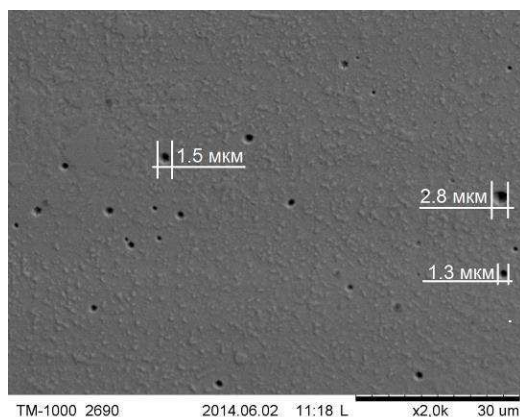


рис.1. Поверхность нитрида галлия после травления в смешанном растворе 1М KOH и 0.1М $K_2S_2O_8$

Как видно из рисунков, в результате процесса травления на поверхности нитрида галлия формируются шестиугольные ямки, размеры которых составляют порядка 1-3 мкм. С увеличением концентрации гидроксида калия KOH размеры ямок увеличиваются, также увеличивается их количество.

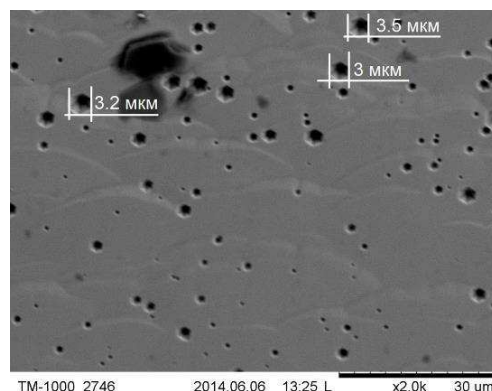


рис.2. Поверхность нитрида галлия после травления в смешанном растворе 2М KOH и 0.1М K₂S₂O₈

Список публикаций:

- [1] J.Y. Chu, C.F. Chu, C.C. Cheng, *Proc. of SPIE*, 6894, 68940X (2008).
- [2] Z.H. Hwang, J.M. Hwang, H.L. Hwang, *Appl. Phys. Lett* 84, 3759 (2004).
- [3] S.Y. Zhang, X.Q. Xiu, X.M. Hua, Z.L. Xie, *Chin. Phys. B* 23, 058101 (2014).

Электронная структура силицида железа FeSi в многоэлектронном методе обобщенной сильной связи. Спиновые кроссоверы, энергетические термы и связь с неприводимым представлением

Зотова Мария Владимировна

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени М.Ф. Решетнёва

Шнейдер Елена Игоревна, к.ф.-м.н.

zomav@mail.ru

Моносилицид FeSi при нормальных условиях является узкощелевым полупроводником и демонстрирует весьма интересное температурное поведение магнитных и электрических свойств. Так магнитная восприимчивость FeSi имеет максимум в окрестности T=500K, отмечающий резкий переход от термоактивационного поведения к зависимости типа Кюри-Вейса. В тоже время удельное электрическое сопротивление имеет минимум при комнатной температуре, что указывает на переход полупроводник – металл, либо на принадлежность данного соединения к классу Кондо-изоляторов.

Расчеты из первых принципов показывают очень сильную гибридизацию между Fe-d и Si-p состояниями. В последних работах были рассчитаны зонные структуры методами LDA+U и LDA+DMFT. Результаты расчетов удовлетворительно воспроизводят магнитные свойства при высоких температурах, тогда как в области низких температур так называемая проблема знака квантового метода Монте-Карло не позволяет описать поведение системы.

В соединении FeSi ион Fe находится в электростатическом поле тетраэдрической симметрии, создаваемым окружающими атомами-лигандами Si, что существенно меняет его энергетические состояния. Исходный пятикратно вырожденный d-уровень расщепляется на двукратно вырожденный e_g и трехкратно вырожденный t_{2g} уровни с энергией расщепления Δ, которая зависит от межатомного расстояния.

Согласно экспериментальным данным величина кристаллического поля Δ в соединении FeSi относится к промежуточному случаю поля, когда необходимо учитывать как влияние поля лигандов, так и межэлектронное отталкивание. Возникает необходимость использования корреляционных диаграмм для электронных конфигураций в поле тетраэдрической симметрии, называемых диаграммами Танабе-Сугано. При расчете диаграмм Танабе-Сугано требуется вычислять все матричные элементы кулоновского взаимодействия между электронами Fe с учетом симметрии расположения лигандов, что весьма трудоемкий процесс.

Однако существует приближение, известное как приближение Канамори, которое ограничивается рассмотрением всего нескольких матричных элементов, но при этом позволяет правильно описывать состояния основного и нескольких возбужденных термов Fe, что и необходимо для исследования электронной структуры при низких температурах

В работе в качестве нулевого приближения рассматривается ионная связь между атомами Fe и атомами Si, то есть ион железа обладает степенью окисления Fe⁺⁴, а ковалентность связи будет учитываться при составлении волновых функций методом МОЛКАО.