

Лаборатория интенсивных радиационных воздействий



Состав Лаборатории ИРВ:

Зав. лаб., д.ф.м.н. Р.М. Баязитов, с.н.с., к.ф.м.н. Р.И. Баталов, инж. Г.А. Новиков, гл. спец. А.Э. Закиров

Участие в конференциях в 2015 г.:

1) Р.И. Баталов, Р.М. Баязитов, Г.А. Новиков, И.А. Файзрахманов, Г.Д. Ивлев, С.Л. Прокопьев. Импульсная лазерная модификация пленок германия, осажденных ионно-лучевым распылением на подложки кремния, сапфира и кварца // Труды 12-й Международной конференции «Пленки и покрытия-2015», 19-22.05.2015, С.-Петербург, Изд. Политехн. унив., под ред. В.Г. Кузнецова, с.356-359 (устный).

2) R.M. Bayazitov, R.I. Batalov. Formation of strained and highly doped Ge layers for Si optoelectronics // Proceedings of Third Asian School-Conference on Physics and Technology of Nanostructured Materials (ASCO-NANOMAT, Dalnauka, Ed. N.G. Galkin), Vladivostok, Russia, 19-26 August, 2015, p.50-53 (приглаш.).

3) H.A. Novikov, R.M. Bayazitov, R.I. Batalov, I.A. Faizrahmanov, G.D. Ivlev, S.L. Prokop'ev. Structure-phase transitions in deposited Ge layers during pulsed laser annealing. Experiment and simulation // Proceedings of Third Asian School-Conference on Physics and Technology of Nanostructured Materials (ASCO-NANOMAT, Dalnauka, Ed. N.G. Galkin), Vladivostok, Russia, 19-26 August, 2015, p.255-256 (стендовый).

4) D.V. Fomin, V.L. Dubov, D.L. Goroshko, K.N. Galkin, A.M. Maslov, N.G. Galkin, R.I. Batalov, V.A. Shustov. Formation, structure and optical properties of nanocrystalline BaSi₂ films on Si substrates // Proceedings of Third Asian School-Conference on Physics and Technology of Nanostructured Materials (ASCO-NANOMAT, Dalnauka, Ed. N.G. Galkin), Vladivostok, Russia, 19-26 August, 2015, p.122-124 (стендовый).

5) Р.И. Баталов, Р.М. Баязитов, Г.Д. Ивлев. Модификация зонной структуры германия для получения прямозонной люминесценции: Современное состояние и перспективы // Материалы 11-й Международной конференции «Взаимодействие излучений с твердым телом», ВИТТ-2015, 23-25.09.2015, с.181-183 (плерный).

6) Баталов Р.И., Баязитов Р.М., Ивлев Г.Д. Создание напряженных и сильно легированных слоев германия для кремниевой оптоэлектроники // Труды 2-й Российско-Белорусской научно-технической конференции «Элементарная база отечественной радиоэлектроники: импортозамещение и применение» им. О. В. Лосева», 17-19.11.2015, с.140-144.

7) Баязитов Р.М., Баталов Р.И., Малев Н.А. Создание сильно-легированных и напряженных слоев германия при импульсных лазерных воздействиях // Тезисы Первой Поволжской научно-технической конференции «Приборостроение и автоматизированный электропривод в ТЭК и ЖКХ», 10-11.12.2015, КГЭУ, Казань, (устный доклад, в печати).

Участие в грантах и программах:

1) Грант РФФИ, №13-02-00348_а «Исследование механизмов роста и оптоэлектронных свойств Si-Ge тонкопленочных структур, полученных сверхбыстрыми термическими воздействиями» (2013-2015 гг.).

Соисполнитель – Институт автоматики и процессов управления ДВО РАН (Владивосток)

2) Программа ОФН РАН «Физика новых материалов и структур»

Важнейшие результаты

Разработан метод создания растянуто-напряженных и сильно легированных донорной примесью (сурьма) слоев германия на полупроводниковых (кремний) и изолирующих (сапфир, кварц) подложках. Метод включает ионно-лучевое распыление германия и последующую наносекундную лазерную обработку осажденных слоев Ge:Sb толщиной до 0.5 мкм. Данный метод перспективен для микро- и оптоэлектроники при изготовлении быстродействующих транзисторов, светодиодов и фотоприемников в ближней ИК-области.

Аннотация

Растянуто-напряженные пленки германия обладают повышенной подвижностью носителей тока (по сравнению с кремнием), что определяет быстродействие транзисторов в микроэлектронике, а их сильное легирование повышает вероятность прямозонных переходов, что перспективно для оптоэлектроники.

Создание указанных слоев включает ионно-лучевое распыление композитной мишени Sb/Ge пучком ионов ксенона, сопровождающееся осаждением аморфных пленок Ge:Sb с содержанием сурьмы до 1 ат.%. Последующий импульсный наносекундный лазерный отжиг осажденных пленок проводился в жидкофазном режиме, что подтверждалось данными динамики отражения и компьютерного моделирования тепловых полей.

Быстрая кристаллизация, а также различие коэффициентов теплового расширения пленки и подложки приводят к созданию упругих напряжений и к повышенной растворимости примесей в кристалле. Получены поликристаллические пленки Ge с высоким уровнем растягивающей деформации (0.6-1 %), низким слоевым сопротивлением (до 40 Ом/кв. для толщины пленки 180 нм) и высокой концентрацией электронов проводимости (до 5×10^{20} см⁻³). Указанная концентрация более чем на порядок величины превышает уровень равновесной растворимости сурьмы в германии, а также значения, полученные при традиционных термических обработках.

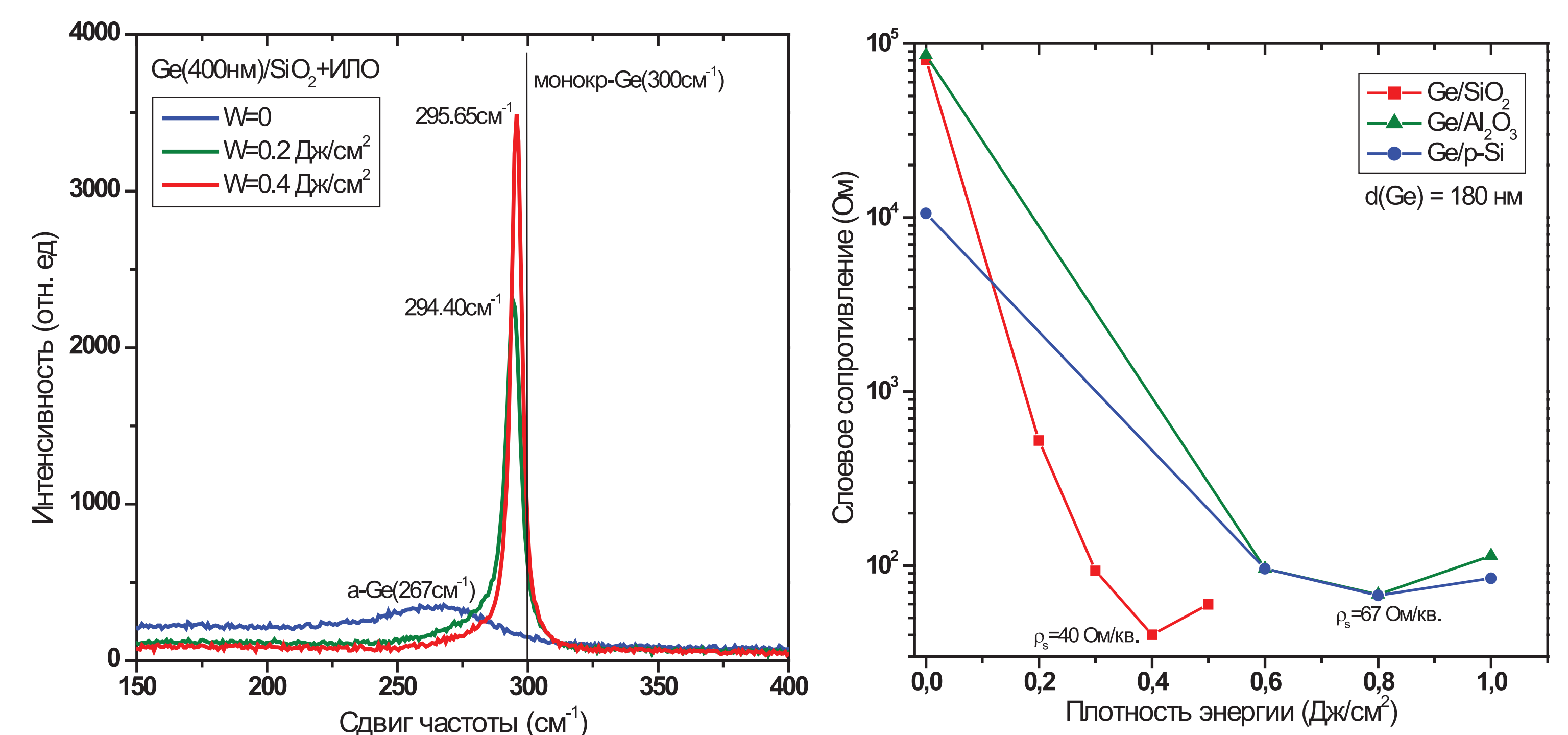


Рис. 1. (Слева) Спектры КРС на нелегированной пленке Ge, осажденной на подложку кварца (SiO₂) и подвергнутой ИЛО с указанной плотностью энергии. (Справа) Зависимость слоевого сопротивления Ge:Sb, осажденных на подложки кварца, сапфира и кремния от плотности энергии лазерных импульсов.

Публикации в отечественной и зарубежной печати:

1. Г.А. Новиков, Р.И. Баталов, Р.М. Баязитов, И.А. Файзрахманов, Г.Д. Ивлев, С.Л. Прокопьев. Оптическая диагностика лазерно-индуцированных фазовых превращений в тонких пленках германия на кремнии, сапфире и кварце // ЖТФ, Т.85(№3), с.89-95 (2015).

2. Г.А. Новиков, Р.И. Баталов, Р.М. Баязитов, И.А. Файзрахманов, Н.М. Лядов, В.А. Шустов, К.Н. Галкин, Н.Г. Галкин, И.М. Чернев, Г.Д. Ивлев, С.Л. Прокопьев, П.И. Гайдук. Импульсная модификация пленок германия на подложках кремния, сапфира и кварца: Структура и оптические свойства // ФТП, Т.49(№6), с.746-752 (2015).

3. R.I. Batalov, V.F. Valeev, V.I. Nuzhdin, V.V. Vorobev, Y.N. Osin, D.V. Lebedev, A.A. Bukharaev, A.L. Stepanov. Synthesis of porous silicon with silver nanoparticles by low-energy ion implantation // Russ. Microelectr., Vol. 44, No. 8, pp. 546-551. (2015).

4. Р.А. Назипов, А.В. Пятаев, А.А. Игнатьев, Ю.М. Выжимов, Р.И. Баталов, Р.М. Баязитов, В.А. Шустов. Влияние мощного импульсного ионного пучка на аморфный сплав Fe₇₇Cu₁Nb₃Si₁₃B₆: Мессбауэровские и рентгеноструктурные исследования // Физика и химия обработки материалов (в печати) (2015).

5. D.V. Fomin, V.L. Dubov, K.N. Galkin, D.L. Goroshko, A.M. Maslov, N.G. Galkin, R.I. Batalov, V.A. Shustov. Formation, structure and optical properties of nanocrystalline BaSi₂ films on Si(111) substrate // Solid State Phenom., Vol. 245, p.42-48 (2016).

6. H.A. Novikov, R.M. Bayazitov, R.I. Batalov, I.A. Faizrahmanov, G.D. Ivlev, S.L. Prokop'ev. Structure-phase transitions in deposited Ge layers during pulsed laser annealing. Experiment and simulation // Solid State Phenom. (в печати) (2016).