

УДК 621.315.592

*А.В. ВОЙЦЕХОВСКИЙ**, *Д.В. ГРИГОРЬЕВ**, *А.Г. КОРОТАЕВ**, *А.П. КОХАНЕНКО**, *А.С. ПЕТЕРС**,
*В.Ф. ТАРАСЕНКО***, *М.А. ШУЛЕПОВ***

ВЛИЯНИЕ ОБЪЕМНОГО НАНОСЕКУНДНОГО РАЗРЯДА В ГАЗОВЫХ СРЕДАХ АТМОСФЕРНОГО ДАВЛЕНИЯ НА ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЭПИТАКСИАЛЬНОГО МАТЕРИАЛА HgCdTe¹

Представлены результаты исследований влияния объемного разряда наносекундной длительности, формирующегося в неоднородном электрическом поле при атмосферном давлении в атмосфере аргона, азота и воздуха на образцы эпитаксиальных пленок HgCdTe (КРТ) *p*-типа проводимости с концентрацией дырок $\sim 2 \cdot 10^{16} \text{ см}^{-3}$ и подвижностью $\sim 500 \text{ см}^2 \cdot \text{В}^{-1} \cdot \text{с}^{-1}$. Измерение электрофизических параметров образцов КРТ после воздействия объемного заряда показало, что в приповерхностном слое эпитаксиальных пленок образуется слой, проявляющий *n*-тип проводимости. Также отмечается изменение электрофизических свойств материала со временем.

Ключевые слова: теллурид кадмия ртути, объемный разряд атмосферного давления.

В настоящее время разряды различных типов и электронные пучки широко используются для модификации приповерхностных слоев различных материалов [1]. Особенностью подобных разрядов является комплексное воздействие плазмы плотного наносекундного разряда с удельной мощностью энерговыклада в сотни мегаватт на кубический сантиметр, сверхкороткого электронного пучка с широким энергетическим спектром и оптического излучения различных спектральных диапазонов из плазмы разряда [2].

Цель настоящей работы являлось исследование влияния объемного наносекундного разряда в различных газовых средах атмосферного давления на электрофизические свойства эпитаксиального материала $\text{Cd}_x\text{Hg}_{1-x}\text{Te}$, выращенного методом молекулярно-лучевой эпитаксии.

Для проведения исследований были подготовлены три серии образцов эпитаксиальных пленок КРТ *p*-типа проводимости ($p = (1,1-2,5) \cdot 10^{16} \text{ см}^{-3}$, $\mu_p = 300-500 \text{ см}^2 \cdot \text{В}^{-1} \cdot \text{с}^{-1}$), выращенных методом молекулярно-лучевой эпитаксии в ИФП СО РАН г. Новосибирска. Подготовленные образцы размещались на медном аноде в газовом диоде. В качестве источника импульсного напряжения использовался генератор РАДАН-220, формирующий импульсы напряжения с амплитудой $\sim 230 \text{ кВ}$ (напряжение холостого хода), длительностью импульса на полувысоте $\sim 2 \text{ нс}$ (на согласованной нагрузке) и временем нарастания $\sim 0,5 \text{ нс}$. Облучение образцов проводилось в импульсно-периодическом режиме с частотой следования импульсов 1 Гц.

Электрофизические параметры образцов КРТ до и после воздействия разряда определялись из измерений эффекта Холла методом Ван дер Пау. Анализ результатов измерения электрофизических параметров образцов эпитаксиальных пленок КРТ, подвергнутых воздействию в атмосфере воздуха, показал, что после облучения в диапазоне 100–1200 импульсов для всех образцов наблюдается увеличение проводимости. Причем для образцов, облученных в диапазоне импульсов от 100 до 400, наблюдается уменьшение значения коэффициента Холла R . При этом на полевой зависимости коэффициента Холла наблюдается сдвиг точки инверсии знака коэффициента Холла в область более высоких магнитных полей B от 0,17 до 0,28 Тл. Увеличение числа импульсов воздействия объемного разряда до значения 600 импульсов приводит к инверсии знака коэффициента Холла в диапазоне более 0,2 Тл (рис. 1). Дальнейшее увеличение числа импульсов воздействия приводит к уменьшению значения коэффициента Холла. Было выдвинуто предположение о том, что на поверхности или в приповерхностной области пленки образуется высокопроводящий слой *n*-типа, параметры

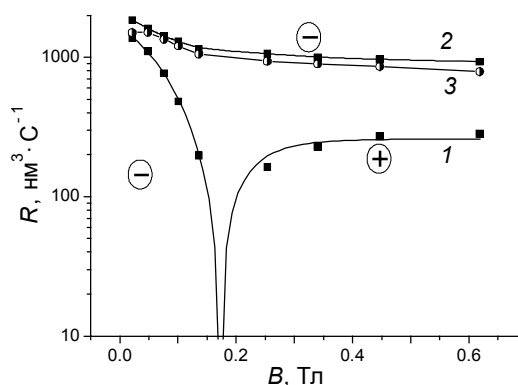


Рис. 1. Полевая зависимость коэффициента Холла эпитаксиальных пленок КРТ до (кр. 1), после (кр. 2) и через 3 мес. (кр. 3) после воздействия 600 импульсов объемного разряда в воздухе

¹ Работа поддержана грантом РФФИ № 09-08-0030-а и проектом ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» (ГК №02.740.11.0562).

которого таковы, что измеряемая полевая зависимость коэффициента Холла соответствует n -типу проводимости. Кроме того, отмечено отсутствие релаксации электрофизических параметров облученных образцов в течение 3 мес. (рис. 1).

Для образцов, облученных в атмосфере аргона и азота, наблюдается изменение полевой зависимости коэффициента Холла аналогично случаю облучения в воздухе. Для образца, облученного при 1200 импульсов в атмосфере азота, после облучения в области 0,3 Тл наблюдается инверсия знака коэффициента Холла, которой нет на исходной полевой зависимости (рис. 2, а); а для образца, облученного при 600 импульсах в атмосфере аргона, после облучения для полевой зависимости коэффициента Холла заметно изменение знака в области более 0,2 Тл (рис. 2, б). Полевая зависимость данного образца соответствует полевой зависимости для материала n -типа проводимости. Было выдвинуто предположение о том, что на поверхности или в приповерхностной области пленки образуется высокопроводящий слой n -типа, аналогичный случаю облучения в воздухе, параметры которого таковы, что измеряемая полевая зависимость коэффициента Холла соответствует n -типу проводимости. Интегральная проводимость образующегося высокопроводящего слоя n -типа составляет порядка 10^{-2} Ом^{-1} при облучении в атмосфере азота и $5 \cdot 10^{-3} \text{ Ом}^{-1}$ при облучении в атмосфере аргона. Также отмечена релаксация электрофизических параметров облученных эпитаксиальных пленок к исходным значениям в течении 6 мес. (рис. 2, кривые 3).

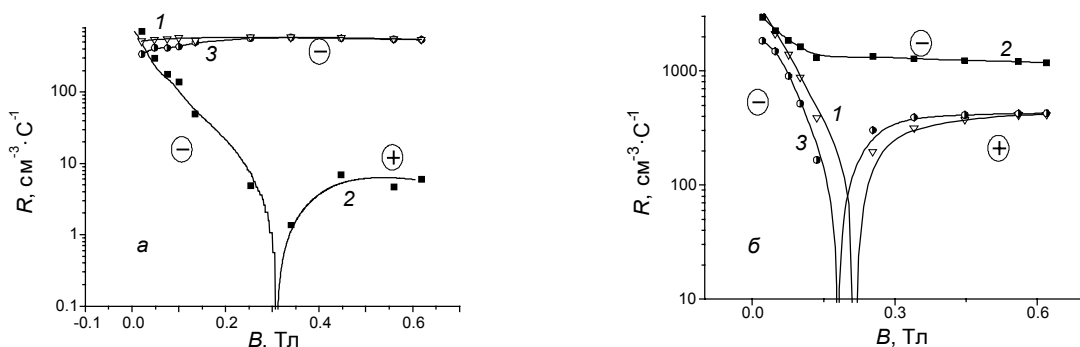


Рис. 2. Полевая зависимость коэффициента Холла эпитаксиальных пленок КРТ до (кр. 1), после (кр. 2) и через 3 мес. (кр. 3) после воздействия объемного разряда в атмосфере: а – азота (1200 импульсов); б – аргона (600 импульсов)

Таким образом, полученные экспериментальные данные показывают, что воздействие импульсов объемного наносекундного разряда в воздухе, аргоне и азоте атмосферного давления приводит к изменению электрофизических свойств эпитаксиальных пленок КРТ, которое обусловлено образованием в процессе воздействия приповерхностного высокопроводящего слоя n -типа проводимости. Полученные первые результаты показывают возможность применения подобных типов воздействий для разработки технологий целенаправленного изменения свойств узкозонных твердых растворов КРТ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Диденко А.Н., Шаркеев Ю.П., Козлов Э.В., Рябчиков А.И. Эффекты дальнего действия в ионно-имплантированных металлических материалах. – Томск: Изд-во НТЛ, 2004. – 326 с.
2. Тарасова Л.В., Худякова Л.Н. // ЖТФ. – 1969. – Т. 39. – Вып. 8. – С. 1530–1533.

*Национальный исследовательский Томский государственный университет,
г. Томск, Россия

**Институт сильноточной электроники СО РАН, г. Томск, Россия
E-mail: vav@elefot.tsu.ru

Поступила в редакцию 15.06.12.

Войцеховский Александр Васильевич, д.ф.-м.н., профессор;
Коханенко Андрей Павлович, д.ф.-м.н., профессор;
Тарасенко Виктор Федотович, д.ф.-м.н., профессор, зав. лабораторией;
Григорьев Денис Валерьевич, к.ф.-м.н., доцент;
Коротаев Александр Григорьевич, д.ф.-м.н., доцент;
Шулепов Михаил Александрович, мл. науч. сотр.;
Петерс Александр Сергеевич, студент.