

УДК 53.082.52

**ПОДАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ ДЕФЕКТНЫХ ОБЛАСТЕЙ ВОКРУГ
ИНДИЕВЫХ КОНТАКТОВ ПРИ ОТЖИГЕ n - p -ПЕРЕХОДОВ
МАТРИЧНОГО ФОТОПРИЕМНИКА НА ОСНОВЕ КРТ****Д.Ю. Протасов^{1,2}, А.Р. Новоселов³, М.Е. Абдоян², В.Я. Костюченко²**¹*Институт физики полупроводников им. А.В. Ржанова СО РАН*²*Новосибирский государственный технический университет*³*Новосибирский филиал Института физики полупроводников
им. А.В. Ржанова СО РАН «Конструкторско-технологический Институт
прикладной микроэлектроники»*

Исследовано влияние различных покрытий поверхности пленок кадмий-ртуть-теллур, выращенных методом молекулярно-лучевой эпитаксии, на повышение стабильности n - p -переходов на этих пленках при низкотемпературных отжигах. Показано, что в пленках, покрытых слоями SiO_2 и Si_3N_4 при отжиге в диапазоне $T = 90 \dots 120$ С возле индиевых контактов возникают области повреждений, размеры которых линейно зависят от времени отжига. Использование анодного окисла приводит к подавлению областей повреждений и увеличению стабильности n - p -переходов вследствие замедления образования p^+ -слоя за счет компенсации испаряющейся при отжиге ртути, высвобождающейся при химических реакциях на границе АО-КРТ.

Ключевые слова: низкотемпературный отжиг, n - p -переход, кадмий-ртуть-теллур, пассивация поверхности.

DOI: 10.17212/1727-2769-2017-4-43-51

Введение

В последнее время достигнуты впечатляющие успехи использования тройного сплава HgCdTe (КРТ) для создания матричных фотоприемных устройств дальнего и среднего ИК-диапазонов [1, 2]. Для дальнейшего развития таких фотоприемников необходимо увеличение стабильности их параметров. Исследование стабильности параметров обычно проводят методом ускоренного старения, который заключается в нагреве испытуемых устройств и последующем пересчете полученного изменения их параметров к условиям обычной эксплуатации или хранения. Известно, что при разных температурах отжига ускоренное старение электронных изделий происходит из-за разных механизмов деградации (например, энергия активации дефектов кристаллов 0,3 эВ, а ионного загрязнения – 1,0...1,4 эВ) [3]. Отметим, что технология изготовления фотоприемников на основе пленок КРТ предполагает ряд температурных отжигов – активации имплантированной примеси, во время нанесения диэлектрических слоев, при формировании омических контактов и соединении матрицы фотодиодов с кремниевым мультиплексором [4]. При достаточно длительном (более 10 часов) низкотемпературном отжиге (80...120 °С) в пленках КРТ могут изменяться как концентрация и подвижность носителей заряда [5], так и тип проводимости [6]. В работе [5] было выяснено, что анодный оксид (АО) является наиболее эффективным покрытием, сдерживающим изменение параметров пленок n -типа КРТ во время отжигов при температурах 90...230 °С.

Для n - p -переходов, созданных в пленках КРТ, при длительных отжигах наблюдаются деградационные процессы, регистрируемые по вольт-амперным

характеристикам и уменьшению дифференциального сопротивления [7]. В работе [8] был описан новый вид деградации n - p -переходов в пленках КРТ, выращенных методом молекулярно-лучевой эпитаксии (МЛЭ), и затем последовательно закрытых диэлектриками SiO_2 и Si_3N_4 со суммарной толщиной 0,15 мкм. При отжиге вокруг омических контактов из индия к пленке КРТ формируются зоны повреждения. Размеры этих зон становятся больше с увеличением длительности и температуры отжига. Для n - p -переходов, попавших в поврежденные зоны, темновой ток возрастает более чем в 2 раза в сравнении с исходными значениями. Скорость расширения области деградации для разных температур составила: 4,0...4,2 мкм/ч для 90 °С и 25...33 мкм/ч – для 120 °С.

В данной статье проведен анализ влияния разных температур как на стабильность электрофизических параметров пленок МЛЭ КРТ, так и на n - p -переходы, сформированные в них. Рассмотрено влияние АО на формирование зон повреждений вокруг индиевых столбов к n - p -переходам при разных температурах отжига.

1. Исследуемые образцы и экспериментальные методики

Исследовалось влияние температурного отжига на пленки КРТ и сформированные на их основе массивы n - p -диодов. Пленки КРТ выращивались методом МЛЭ на подложках GaAs (013) диаметром два дюйма, на которых последовательно выращивались буферные слои ZnTe и CdTe толщиной <0,1 и 6,3 мкм соответственно [9]. Рост КРТ начинался с мольного состава $x_{\text{CdTe}} = 0,43$, который затем плавно изменялся до $x_{\text{CdTe}} = 0,226$ на толщине 1,5 мкм. Процесс роста слоя КРТ постоянного состава толщиной ~8 мкм завершался выращиванием широкозонного слоя с изменением состава до $x_{\text{CdTe}} = 0,4$. После роста эпитаксиальная пленка КРТ при помощи отжига в нейтральной атмосфере азота была переведена из n -типа проводимости в p -тип с концентрацией дырок порядка $(5...10) \cdot 10^{21} \text{ м}^{-3}$ за счет увеличения концентрации вакансий ртути.

Пластина КРТ закрывалась фоторезистом (ф/р) толщиной 0,8 мкм после обезжиривания поверхности в $((\text{CH}_3)_2\text{NCOH})$, затем при помощи лазера вырезались прямоугольные полоски с характерными размерами 10×1 мм. Перед низкотемпературным отжигом ф/р с части образцов удалялся путем обработки их в $((\text{CH}_3)_2\text{NCOH})$ с применением ультразвука и последующей отмывкой в деионизированной воде, на двух образцах он был оставлен. Отжиг проводился в атмосфере воздуха при температуре 120 °С в течение 14 суток. После отжигов все образцы (в том числе и с уже удаленным ф/р) прошли одинаковую химическую обработку $((\text{CH}_3)_2\text{NCOH})$ с применением ультразвука. Для холловских измерений на образцах после отжига формировались классические холловские структуры с шестью контактами, которые закреплялись на сапфировой подложке с помощью индия. Контакты к образцу изготавливались также из индия методом холодной сварки.

Для определения концентрации и подвижности носителей заряда на исследуемых образцах измерялись при 77 К магнитолевые зависимости напряжения Холла и магнитосопротивления в диапазоне индукции магнитного поля от 0 до 2 Тл. Значения концентрации и подвижности носителей заряда находились методом многозонной подгонки [10]. В данном методе теоретические выражения для продольной и поперечной компоненты тензора проводимости подгонялись под их экспериментальные значения, полученные из холловского напряжения и магнитосопротивления. Подгоночными параметрами являлись концентрация и подвижность двух типов носителей заряда – тяжелых и легких дырок. Подгонка осуществлялась методом наименьших квадратов с минимизацией целевой функции

по алгоритму случайного поиска в сочетании с алгоритмом Хука–Дживса. Для повышения точности подгонки диапазоны значений концентрации и подвижности, внутри которых осуществлялся поиск решения, выбирались на основе результатов метода «спектра подвижности» [12].

Массивы n - p -диодов изготавливались методом ионной имплантации в эпитаксиальных пленках КРТ p -типа. В качестве легирующей примеси использовались ионы V^+ с энергией 50 кэВ и дозой $3 \cdot 10^{13} \text{ см}^{-2}$. Размеры окна в фоторезисте для легирования составляли 5×5 мкм. Индиевые контакты к n -области формировались методом взрывной фотолитографии через вскрытые окна в диэлектрических слоях. Поверхность одних пластин (1) с диодами была последовательно закрыта слоями SiO_2 и Si_3N_4 . На часть пластин (2) перед нанесением диэлектрических слоев был нанесен АО электрохимическим способом из электролита на основе КОН.

Исследовалось изменение при отжиге параметров пластин с n - p -переходами, расположенными в виде матрицы форматом 4×288 (рис. 1). На краю каждой пластины формировался индиевый контакт к p -типу КРТ механическим притиранием индия. В эксперименте часть образцов отжигалась при температуре 70°C в течение 200 ч, другая – при 90°C 120 ч и третья – при 120°C в течение 18 ч. Часть пластин отжигалась при температуре 90°C , время отжига составило 546 ч.

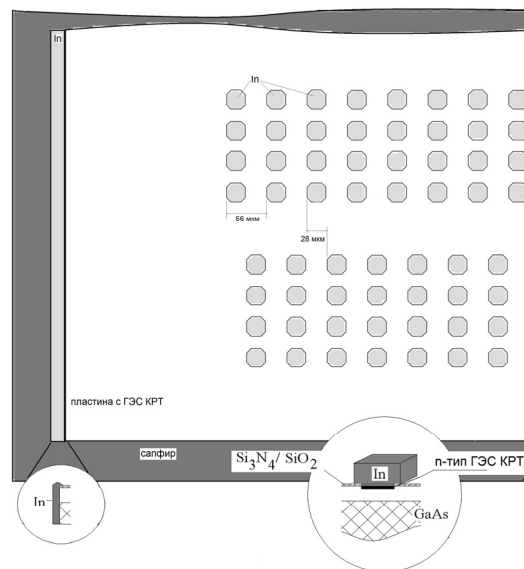


Рис. 1 – Геометрия исследуемых n - p -переходов
Fig. 1. Geometry of the investigated n - p -junctions

Для измерения вольт-амперных характеристик (ВАХ) использовался специально изготовленный преусилитель, позволяющий измерять токи в диапазоне $5 \text{ мА} \dots 10 \text{ пА}$ при напряжении смещения от -1 В до $+1 \text{ В}$. Диод считался поврежденным, если его темновой ток при смещении -200 мВ после отжига увеличился в два раза.

2. Результаты и обсуждение

На рис. 2 приведена зависимость концентрации тяжелых дырок от времени отжига при температуре 120°C .

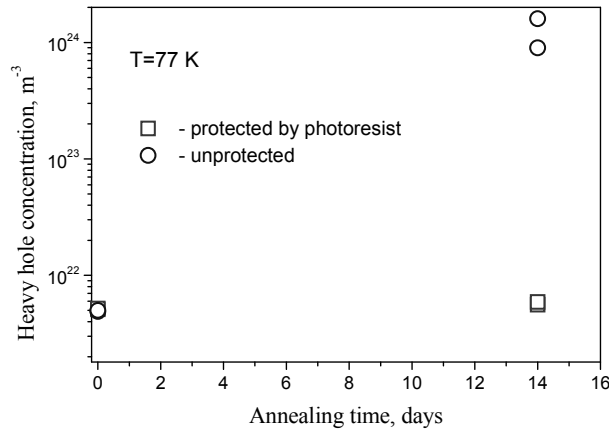


Рис. 2 – Изменение концентрации тяжелых дырок в пленках *p*-КРТ при отжиге

Fig. 2 – Changes in heavy hole concentrations in *p*-MCT films in annealing

Как видно, для образцов с поверхностью, защищенных ф/р, концентрация дырок практически не изменяется в течение всего отжига. Наоборот, для незащищенных образцов концентрация дырок возрастает с $5 \cdot 10^{21} \text{ м}^{-3}$ до $(0,9 \dots 1,6) \cdot 10^{24} \text{ м}^{-3}$ за 12 дней отжига. Однако после стравливания ~ 3 мкм концентрация дырок практически вернулась к исходному значению, что свидетельствует об образовании p^+ -слоя в приповерхностной области пленки КРТ.

При отжиге пластин 1 с *n-p*-переходами, поверхность которых была закрыта слоями SiO_2 и Si_3N_4 , было замечено образование поврежденных зон вокруг индиевых контактов. Возрастание размеров зоны повреждений при увеличении времени отжига для трех различных температур приведены на рис. 3. Как видно, после 488 ч отжига при температуре 60°C в ближайших к индиевому контакту *n-p*-переходах увеличение темнового тока не происходит. Для температур 90°C и 120°C темновой ток возрастает практически линейно, причем скорость возрастания увеличивается при увеличении температуры отжига.

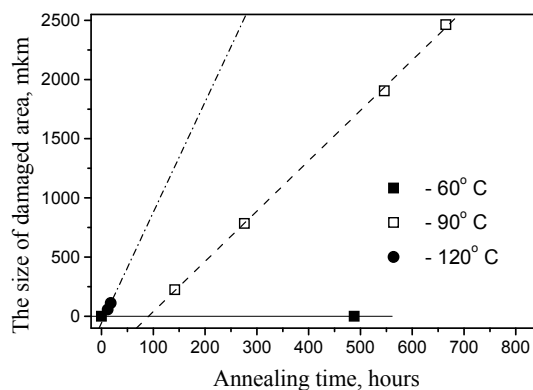


Рис. 3 – Зависимость размера поврежденных зон от времени отжига

Fig. 3 – Dependence of damaged area sizes on the annealing time

При отжиге пластин 2 с n - p -переходами, поверхность которых закрыта последовательными слоями АО, SiO_2 и Si_3N_4 , для температур отжига 70°C за 200 ч отжига не было зарегистрировано возникновения области деградации диодов. Расстояние от края ФЧЭ до первого диода – 200 мкм, расстояние между диодами – 56 мкм. Скорость расширения области деградации для температур 90°C – $0..4$ мкм/ч, для 120°C за 18 ч не было зарегистрировано возникновения области деградации диодов. Изменение темновых токов в зависимости от температуры и времени отжига для пластин 2 представлено на рис. 4.

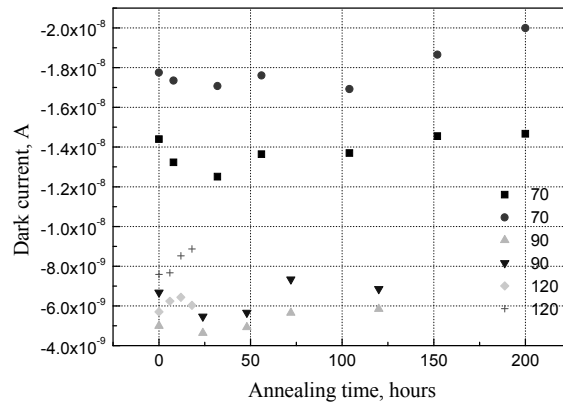


Рис. 4 – Значения темновых токов в n - p -переходах в пластине 2 с анодным окислом. Показаны максимальные и минимальные значения токов в выборках по 20 диодов

Fig. 4 – Dark current values in n - p -junctions in wafer 2 with an anodic oxide. Minimal and maximal current values in 20-diode random samples

Применение защитных покрытий с АО для МЛЭ КРТ дает еще одно преимущество – стабильность ВАХ фотодиодов при длительных отжигах. На рис. 5 показаны изменения при отжиге на воздухе значений темновых токов (минимальные и максимальные значения величины тока в каждой группе) n - p -переходов в контрольных группах пластин 1 и 2, расположенных на расстояниях более 300 мкм от индиевого контакта к слою p -типа (см. рис. 1). Это значительно превышает возможные размеры «поврежденного» слоя. Температура отжига составляла 120°C . Измерение значений темновых токов фотодиодов осуществлялось при напряжениях -200 мВ. После 18 часов отжига наблюдалось увеличение разброса значений темновых токов в обеих группах, но в пластинах 1 без анодного окисла, ток изменился с 3,2 до 8,1 нА, а в пластинах 2 с АО – с 1,9 до 2,8 нА. Таким образом, применение АО позволяет сделать более стабильными параметры фотодиодов во время отжигов МЛЭ КРТ.

При применении защитных покрытий из диэлектриков SiO_2 и Si_3N_4 наблюдаемый эффект деградации n - p -переходов может быть связан с их проницаемостью для атомов ртути. Авторы работы [3], исследовав скорость изменения электрофизических параметров n -типа пленок КРТ с разными защитными покрытиями (CdTe , CdTe/ZnS и АО) при низкотемпературных изотермических отжигах в интервале температур $90..230^\circ\text{C}$, экспериментально показали, что они все являются проницаемыми для атомов ртути. Однако защитное покрытие из АО наиболее эффективно сдерживает изменение параметров n -типа пленок КРТ во время отжигов.

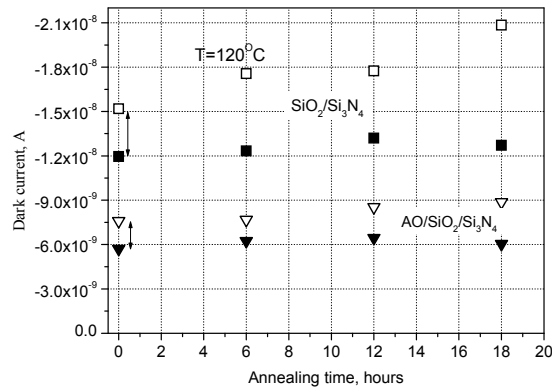


Рис. 5 – Изменение величины темнового тока от времени отжига в n - p -переходах с разным покрытием поверхности

Fig. 5. Changes in dark current versus the annealing time in n - p -junctions with different surface passivation

Тогда деградацию n - p -переходов при отжиге пленок КРТ можно объяснить следующим образом. Проницаемость защитных покрытий на пленках КРТ для атомов ртути приводит к тому, что при отжиге пластин с изготовленными n - p -переходами на поверхности пленки образуется p^+ -слой. Так как величина диффузионного тока сильно возрастает при легировании p -области [4], то усиление этой компоненты приводит к общему увеличению темнового тока и уменьшению дифференциального сопротивления. Слой АО, являясь источником ртути за счет химических реакций на границе АО-КРТ [12], замедляет или полностью препятствует этому процессу, сохраняя тем самым стабильность параметров пленок p -КРТ при низкотемпературном отжиге.

Закключение

В работе показано, что в пленках КРТ p -типа с изготовленными n - p -переходами и защищенным слоем только SiO₂/Si₃N₄ при отжиге с температурой более 60 °С возле индиевых контактов возникают области повреждений. У n - p -перехода, попавшего в эту область, возрастает темновой ток и уменьшается дифференциальное сопротивление. Размер этих поврежденных областей линейно увеличивается в зависимости от времени отжига. Показано, что использование АО приводит к подавлению областей повреждений. Результаты холловских измерений показывают, что возможным механизмом образования зон повреждений является обеднение поверхности атомами Hg, что приводит к образованию приповерхностных p^+ -слоев с толщиной 1,5...3 мкм. Для n - p -переходов, попавших в этот слой, резко возрастает диффузионная компонента обратного тока, что и интерпретируется как деградация n - p -переходов. Образование p^+ -слоя замедляется при использовании АО вследствие компенсации испаряющейся при отжиге ртути, высвобождающейся за счет химических реакций на границе АО-КРТ. В результате стабильность n - p -переходов увеличивается, и их деградация не происходит.

Авторы благодарят В.В. Васильева за предоставленные пластины с изготовленными n - p -переходами на основе МЛЭ КРТ.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Gravrand O., Destefanis G.** Recent progress for HgCdTe quantum detection in France // *Infrared Physics and Technology*. – 2013. – Vol. 59. – P. 163–171.
2. Mid-wave HgCdTe FPA based on P on N technology: HOT recent developments. NETD: dark current and 1/f noise considerations / A. Kerlain, A. Brunner, D. Sam-Giao, N. Pérel-Laperne, L. Rubaldo, V. Destefanis, F. Rochette, C. Cervera // *Journal of Electronic Materials*. – 2016. – Vol. 45, N 9. – P. 4557–4562.
3. **Строгонов А.** Оценка долговечности БИС // *Технологии в электронной промышленности*. – 2007. – № 3. – С. 90–96.
4. **Rogalski A.** *Infrared detectors*. – 2nd ed. – Boca Raton: CRC Press, 2010. – 876 p.
5. Влияние низкотемпературного отжига на электрофизические параметры пленок p-CdHgTe / П.А. Бахтин, С.А. Дворецкий, В.С. Варавин, А.П. Коробкин, Н.Н. Михайлов, И.В. Сабина, Ю.Г. Сидоров // *Физика и техника полупроводников*. – 2004. – Т. 38, вып. 10. – С. 1207–1210.
6. Влияние низкотемпературного отжига на электрические и структурные характеристики эпитаксиальных слоев кадмий-ртуть-теллур и марганец-ртуть-теллур / И.М. Несмелова, В.Н. Рыжков, В.А. Андреев, Г.Г. Гумаров, В.Ю. Петухов // *Прикладная физика*. – 2005. – № 6. – С. 125–128.
7. Матричные фотоприемные устройства инфракрасного диапазона / В.Н. Овсяк, В.В. Васильев, Н.Х. Талипов, Л.Н. Ромашко, А.И. Козлов, А.Г. Клименко, И.В. Марчишин; отв. ред. С.П. Сеница. – Новосибирск: Наука, 2001. – 308 с.
8. **Novoselov A.R., Kosulina I.G.** Dependence of the sizes of damaged regions around indium contacts top-type CdHgTe on GaAs substrates on the annealing temperature and time // *Optoelectronics, Instrumentation and Data Processing*. – 2012. – Vol. 48, iss. 6. – P. 628–631.
9. HgCdTe nanostructures on GaAs and Si substrate for IR and THz radiation detecting / M.V. Yakushev, V.S. Varavin, V.V. Vasil'ev, S.A. Dvoretzky, N.N. Mikhailov, I.V. Sabinina, Yu.G. Sidorov, V.A. Shvets, A.L. Aseev // *Journal of Physics: Conference Series*. – 2012. – Vol. 345. – P. 012002.
10. **Protasov D.Yu., Trifanov A.V., Kostyuchenko V.Ya.** The set of photoelectromagnetic methods for determination of recombination and diffusion parameters of p-MCT thin films // *The European Physical Journal Applied Physics*. – 2013. – Vol. 62. – P. 30104.
11. **Beck W.A., Anderson J.R.** Determination of electrical transport properties using a novel magnetic field-dependent Hall technique // *Journal of Applied Physics*. – 1987. – Vol. 62, N 2. – P. 541–554.
12. Влияние отжига под анодным окислом на изменение состава поверхности и конверсию типа проводимости монокристаллов p-CdxHg1-xTe (x=0,2) / Н.Х. Талипов, В.П. Попов, В.Г. Ремесник, З.А. Налькина // *ФТП*. – 1992. – Т. 26, вып. 2. – С. 310–317.

SUPPRESSION OF DAMAGED AREAS ARISING NEAR INDIUM CONTACTS IN ANNEALING *n-p*-JUNCTIONS OF MCT-BASED PHOTODETECTOR ARRAYS

Protasov D.Yu.^{1,2}, Novoselov A.R.³, Abdoyan M.E.², Kostyuchenko V.Ya.²

¹*Rzhanov Institute of Semiconductor Physics SB RAS, Novosibirsk, Russia*

²*Novosibirsk State Technical University, Novosibirsk, Russia*

³*Rzhanov Institute of Semiconductor Physics SB RAS, Branch «TDIAM», Novosibirsk, Russia*

The effect of various coatings on the surface of cadmium-mercury-tellurium films grown by molecular-beam epitaxy on the stability of *n-p*-junctions on these films during low-temperature annealing was studied. It is shown that in films coated with SiO₂ and Si₃N₄ layers with annealing at T = 90...120 °C, damage areas whose dimensions depend linearly on the annealing time appear. The use of an anodic oxide leads to the suppression of damage areas and the stability of *n-p*-transitions due to the slowing down of the formation of the *p*⁺-layer due to the compensation of the mercury released during the annealing of mercury released during chemical reactions at the AO-MCT boundary.

Keywords: Low-temperature annealing, n-p transition, cadmium-mercury-tellurium, surface passivation.

DOI: 10.17212/1727-2769-2017-4-43-51

REFERENCES

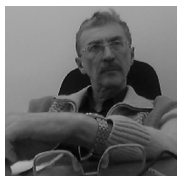
1. Gravrand O., Destefanis G. Recent progress for HgCdTe quantum detection in France. *Infrared Physics and Technology*, 2013, vol. 59, pp. 163–171.
2. Kerlain A., Brunner A., Sam-Giao D., Pére-Laperne N., Rubaldo L., Destefanis V., Rochette F., Cervera C. Mid-wave HgCdTe FPA based on P on N technology: HOT recent developments. NETD: dark current and 1/f noise considerations. *Journal of Electronic Materials*, 2016, vol. 45, no. 9, pp. 4557–4562.
3. Strogonov A. Otsenka dolgovechnosti BIS [The estimation of longevity of LSI assembly]. *Tekhnologii v elektronnoi promyshlennosti – Technologies in Electronic Industry*, 2007, no. 3, pp. 90–96.
4. Rogalski A. *Infrared detectors*. 2nd ed. Boca Raton, CRC Press, 2010. 876 p.
5. Bakhtin P.A., Dvoretiskii S.A., Varavin V.S., Korobkin A.P., Mikhailov N.N., Sabinina I.V., Sidorov Y.G. Effect of low-temperature annealing on electrical properties of n-HgCdTe. *Semiconductors*, 2004, vol. 38, no. 10, pp. 1172–1175. Translated from *Fizika i tekhnika poluprovodnikov*, 2004, vol. 38, iss. 10, pp. 1207–1210.
6. Nesselova I.M., Ryzhkov V.N., Andreev V.A., Gumarov G.G., Petukhov V.Yu. Vliyanie nizkotemperaturnogo otzhiga na elektricheskie i strukturnye kharakteristiki epitaksial'nykh sloev kadmii-rtut'-tellur i marganets-rtut'-tellur [The effect of low-temperature annealing on electrical and structural properties of the MCT and MMT epitaxial layers]. *Prikladnaya Fizika – Applied Physics*, 2005, no. 6, pp. 125–128.
7. Ovsiuk V.N., Vasil'ev V.V., Talipov N.Kh., Romashko L.N., Kozlov A.I., Klimentko A.G., Marchishin I.V. *Matrichnye fotopriemnye ustroystva infrakrasnogo diapazona* [The infrared focal plane arrays]. Novosibirsk, Nauka Publ., 2001. 308 p.
8. Novoselov A.R., Kosulina I.G. Dependence of the sizes of damaged regions around indium contacts top-type CdHgTe on GaAs substrates on the annealing temperature and time. *Optoelectronics, Instrumentation and Data Processing*, 2012, vol. 48, no. 6, pp. 628–631.
9. Yakushev M.V., Varavin V.S., Vasil'ev V.V., Dvoretzky S.A., Mikhailov N.N., Sabinina I.V., Sidorov Yu.G., Shvets V.A., Aseev A.L. HgCdTe nanostructures on GaAs and Si substrate for IR and THz radiation detecting. *Journal of Physics: Conference Series*, 2012, Vol. 345, p. 012002.
10. Protasov D.Yu., Trifanov A.V., Kostyuchenko V.Ya. The set of photoelectromagnetic methods for determination of recombination and diffusion parameters of p-MCT thin films. *The European Physical Journal Applied Physics*, 2013, vol. 62, p. 30104.
11. Beck W.A., Anderson J.R. Determination of electrical transport properties using a novel magnetic field-dependent Hall technique. *Journal of Applied Physics*, 1987, vol. 62, no. 2, pp. 541–554.
12. Talipov N.Kh., Popov V.P., Remesnik V.G., Nal'kina Z.A. Influence of annealing under an anodic oxide on changes in the composition of the surface and conversion of the type of conduction of p-type Cd_xHg_{1-x}Te (x-approximate-to-0.2) single-crystal. *Soviet physics. Semiconductors*, 1992, vol. 26, no. 2, pp. 175–179. Translated from *Fizika i tekhnika poluprovodnikov*, 1992, vol. 26, iss. 2, pp. 310–317.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ



Протасов Дмитрий Юрьевич – родился в 1973 году, канд. физ.-мат. наук, старший научный сотрудник ИФП им. А.В. Ржанова СО РАН, доцент каф. общей физики Новосибирского государственного технического университета. Область научных интересов: перенос носителей заряда, фотоэлектрические явления. Опубликовано 45 статей в рецензируемых научных журналах. (Адрес: 630090, Россия, Новосибирск, пр. Лаврентьева 13, E-mail: protasov@isp.nsc.ru).

Protasov Dmitry Yurievich (b. 1973) – Candidate of Sciences (Phys. & Math.), senior research fellow Rzhanov ISP SB RAS, associate professor at the Department of General Physics of Novosibirsk State Technical University. His research interests are currently focused on transport and photoelectrical processes in semiconductors. He has published 45 scientific papers in peer-reviewed journals. (Address: 13, Lavrentiev Av., Novosibirsk, 630090, Russia. E-mail: protasov@isp.nsc.ru).



Новоселов Андрей Рудольфович – родился в 1960 году, канд. техн. наук, старший научный сотрудник отдела фотоприемных устройств КТИ ПМ. Область научных интересов: взаимодействие лазерного излучения с полупроводниковыми материалами, прикладная физика полупроводников. Опубликовано более 68 научных работ. (Адрес: 630090, Россия, г. Новосибирск, пр. Лаврентьева, 2. E-mail: novoselov@oesd.ru).

Novoselov Andrew Rudolfovich (b. 1960) – Candidate of Sciences (Phys. & Math.), senior research fellow of the department of photodetectors, Novosibirsk ISP Affiliated Branch of the RAS Design-Technological Institute of Applied Microelectronics. His research interests are currently focused on laser-material interaction with demiconductor materials and applied semiconductor physics. He is the author of more than 68 scientific papers. (Address: 2, Lavrentieva Av., Novosibirsk, 630090, Russia. E-mail: novoselov@oesd.ru).



Абдоян Михаил Ехишенович – родился в 1989 г., аспирант кафедры общей физики Новосибирского государственного технического университета. Основное направление исследований – приборы и экспериментальные методы (Адрес: 630073, Россия, Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20. E-mail: ame.yokogawa@gmail.com).

Abdoyan Mikhail Ekhishevovich (b. 1989) – a graduate student at the department of general physics in Novosibirsk State Technical University. His research interests are currently focused on devices and experimental methods. (Address: 20, Karl Marx Av., Novosibirsk, 630073, Russia. E-mail: ame.yokogawa@gmail.com).



Костюченко Владимир Яковлевич – родился в 1957 году, д-р физ.-мат. наук, доцент, профессор каф. общей физики Новосибирского государственного технического университета. Область научных интересов: приборы и экспериментальные методы. Опубликовано 52 статей в рецензируемых научных журналах. (Адрес: 630073, Россия, Новосибирск, пр. Карла Маркса 20, E-mail: kostyuchenko@corp.nstu.ru).

Kostyuchenko Vladimir Yakovlevich (b. 1957) – Doctor of Sciences (Phys. & Math.), associate professor, professor at the department of general physics in Novosibirsk State Technical University. His research interests are currently focused on devices and experimental methods. He is the author of 55 scientific papers. (Address: 20, Karl Marx Av., Novosibirsk, 630073, Russia. E-mail: kostyuchenko@corp.nstu.ru).

*Статья поступила 10 ноября 2017 г.
Received November 10, 2017*

To Reference:

Protasov D.Yu., Novoselov A.R., Abdoyan M.E., Kostyuchenko V.Ya. Podavlenie obrazovaniya defektnykh oblastei vokrug indievykh kontaktov pri otzhige NP-perekhodov matrichnogo fotopriemnika na osnove KRT [Suppression of damaged areas arising near indium contacts in annealing NP-junctions of MCT-based photodetector arrays]. *Doklady Akademii nauk vysshei shkoly Rossiiskoi Federatsii – Proceedings of the Russian higher school Academy of sciences*, 2017, no. 4 (37), pp. 43–51. doi: 10.17212/1727-2769-2017-4-43-51