

Заключение

Рассмотрены способы и принципы реализации алгоритмов ЦОС посредством жесткой логики ПЛИС. Даны схемотехнические решения построения алгоритмов. Приведены результаты практического использования алгоритмов. Предложенные решения создания узлов цифровой обработки сигналов позволяют создавать системы на кристалле ПЛИС, используя доступное программное обеспечение Quartus.

Литература

1. Грувицкий Р. И., Мурсаев А. Х., Угрюмов Е. П. Проектирование систем на микросхемах программируемой логики. — СПб.: БХВ-Петербург, 2002. — 608 с.
2. Прохоренко А. ПЛИС как DSP. Электронные компоненты, 1999. № 5. http://www.elcp.ru/index.php?state=izd&i_izd=elcomp&i_num=1999_05&i_art=11
3. <http://www.altera.com>
4. Губанов Д., Стещенко В., Шипулин С. Современные алгоритмы ЦОС: перспективы реализации // Электроника НТБ, 2005. <http://www.electronics.ru/790.html#>

Статья поступила в редакцию 11 октября 2006 г.

Methods and principles of construction of algorithms for processing the signals of the IR multielement photodetective assembly on the basis of a chip of programmed logic

I. I. Kremis, Yu. F. Odnolko

Engineering and Design Institute for Applied Microelectronics, Novosibirsk, Russia

Considered are schematic decisions for construction of algorithms. Results of practical use of the realized algorithms are given. Algorithms of digital processing the signal are realized on a chip of programmed logic (Cyclone series, Altera Co.).

УДК 621. 315. 592

Защитная оксидная пленка на эпитаксиальных слоях тройных твердых растворов кадмий–ртуть–теллур и марганец–ртуть–теллур

В. Н. Рыжков, Н. В. Алеева, В. А. Андреев, И. М. Несмелова

ФГУП «НПО "Государственный институт прикладной оптики"», г. Казань, Россия

Г. Г. Гумаров, В. Ю. Петухов

Казанский физико-технический институт КазНЦ РАН, г. Казань, Россия

Данная статья является продолжением серии работ ФГУП «НПО "ГИПО"» и КФТИ КНЦ РАН по исследованию электрофизических свойств полумажнитного твердого раствора $MnHgTe$ и сравнению его электрофизических свойств со свойствами твердого раствора $CdHgTe$. Изучена защитная оксидная пленка на эпитаксиальных слоях $CdHgTe$ и $MnHgTe$, полученная анодированием поверхности в водном растворе лимонно-кислого натрия. Показано, что оксидная пленка на слоях $MnHgTe$ имеет большую химико-механическую устойчивость по сравнению с устойчивостью пленок на слоях $CdHgTe$.

Известно, что поверхность фоточувствительных элементов для оптоэлектроники, изготовленных на основе тройных твердых растворов $Cd_xHg_{1-x}Te$ (КРТ), необходимо пассивировать, что обеспечивает герметизацию полупроводника, ста-

билизацию его химических и механических свойств, при этом пассивирующее покрытие действует как антиотражающее.

Традиционным методом пассивации поверхности КРТ является анодное окисление поверхности

в децимолярном растворе гидроокиси калия в 90%-ном водном растворе этиленгликоля [1]. Недостаток этого метода в том, что полученные пленки имеют малую механическую прочность и нестойки к щелочным растворам и проявителям, применяемым в фотолитографических процессах.

Для пассивации поверхности КРТ авторами была разработана технология анодирования поверхности в водном растворе лимонно-кислого натрия с концентрацией 0,5—1 мол/л [2]. В щелочных растворах пленка растворялась в 6—10 раз медленнее, чем полученная традиционным методом. Данная технология формирования пленки успешно применялась при создании фотоприемных структур из КРТ [3]. Изучение разработанного нами анодного покрытия на поверхности полуманганитного тройного твердого раствора МРТ ($\text{Mn}_x\text{Hg}_{1-x}\text{Te}$) не проводилось.

Данная работа посвящена изучению химической стойкости и механической прочности оксидных пленок, полученных анодным окислением поверхности эпитаксиальных слоев КРТ и МРТ в электролите на основе водного раствора лимонно-кислого натрия.

Образцы

Исследования проводили на эпитаксиальных слоях КРТ и МРТ, полученных методом жидкофазной эпитаксии из теллуровых растворов-расплавов. Образцы были *n*-типа проводимости с концентрацией носителей заряда $(5—80) \cdot 10^{15} \text{ см}^{-3}$ и подвижностями $\mu_n = (10^4—10^5) \text{ см}^2 \cdot \text{В}^{-1} \cdot \text{с}^{-1}$ при 77 К. Состав образцов (*x*) соответствовал ширине запрещенной зоны $\sim 0,1$ эВ, а параметры слоев — материалу, на основе которого изготавливаются фотодиодные структуры. Оксидирование поверхности проводили в водном растворе лимонно-кислого натрия с концентрацией 0,5—1 мол/л в течение 0,1—15 мин (в зависимости от толщины пленки) при начальной плотности тока 1—5 мА/см². В качестве токопроводящего анодного электрода использовали тантал, а в качестве катода — никель.

Методы и результаты исследований

Химическая стойкость

В ходе проведения технологических операций при изготовлении фоточувствительных элементов из полупроводниковых материалов образцы с пассивирующим покрытием подвергали воздействию агрессивных сред, а эпитаксиальные слои КРТ и

МРТ с оксидным покрытием на основе лимонно-кислого натрия толщиной $\sim 0,1$ мкм — воздействию 0,1-молярного раствора КОН, а также проявителя фоторезиста на основе натрия фосфорнокислого 3-замещенного. В результате проведенных экспериментов выявлено, что:

оксидная пленка, осажденная на слоях КРТ, незначительно разрушалась;

оксидная пленка, осажденная на слоях МРТ, не разрушалась.

Механическая прочность

Механическую прочность анодных пленок изучали с помощью стандартного прибора для измерения микротвердости МПТ-3, при этом в качестве индентора использовали бицилиндр Егорова. Этот индентор позволяет проводить измерения микротвердости очень тонких пленок, так как глубина внедрения индентора мала по сравнению с глубиной внедрения индентора Кнуппа. Расчеты микротвердости H_μ проводили по формуле

$$H_\mu = (4,168 \cdot 10^6 / l^3) \cdot P, \text{ кгс/мм}^2,$$

где l — длина отпечатка, мкм;

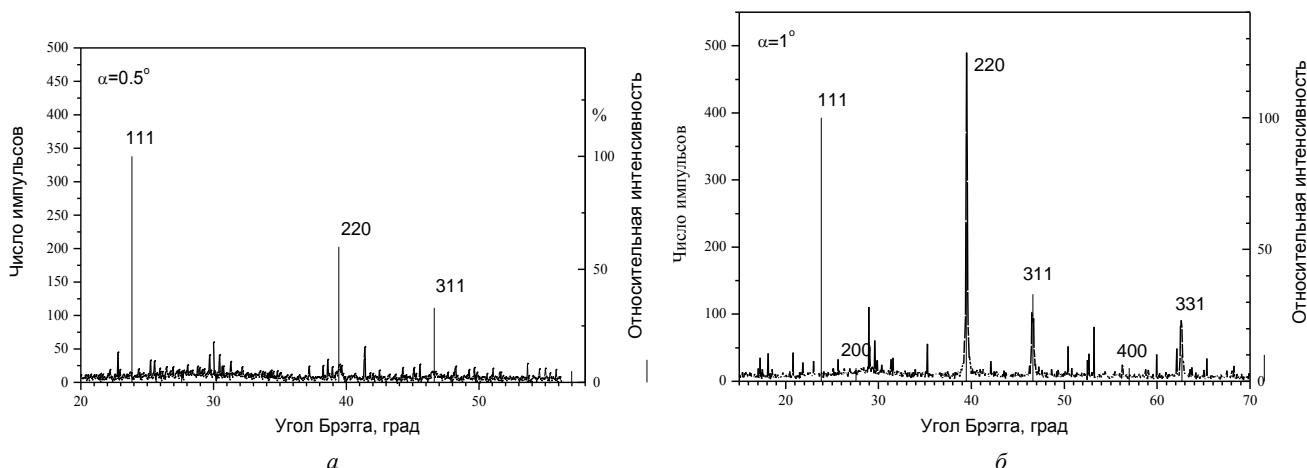
P — нагрузка, г.

Микротвердость пленок, сформированных на поверхности КРТ, равнялась $\sim 3,77 \cdot 10^2$ кгс/мм², а на поверхности МРТ $\sim 7,52 \cdot 10^2$ кгс/мм², т. е. механическая прочность анодных пленок на поверхности МРТ почти в два раза выше механической прочности оксидных пленок на КРТ.

Кристаллическая структура

Фазовый состав и кристаллическая структура анодных пленок, сформированных на поверхности слоев КРТ и МРТ, исследовались методом рентгеновской дифракции при скользящих лучах на установке "Дрон-3". Излучение $\text{CuK}\alpha$ с LiF использовалось монохроматором при напряжении на рентгеновской трубке 30 кВ и токе 10 мА.

На рисунке представлены рентгеновские дифрактограммы образца КРТ ($x = 0,22$), покрытые анодной пленкой и снятые при углах скольжения рентгеновских лучей $\alpha = 0,5$ и 1° . Анализ дифрактограмм показывает, что оксидное покрытие — аморфная пленка. При увеличении угла скольжения рентгеновских лучей более четко видны линии, соответствующие фазе HgTe (см. вертикальные линии на рисунках). Подобные дифрактограммы были получены и на образцах МРТ с анодной пленкой, сформированной с использованием электролита на основе водного раствора лимонно-кислого натрия.



Рентгеновская дифрактограмма образца КРТ ($x = 0,22$), снятая при угле скольжения рентгеновских лучей: $a - \alpha = 0,5^\circ$; $b - \alpha = 1^\circ$.

Штрих-спектры фазы HgTe — вертикальные линии

Заключение

Представлены защитные анодные пленки на эпитаксиальных слоях КРТ и МРТ, полученные анодированием поверхности в водном растворе лимонно-кислого натрия. Показано, что на слоях МРТ оксидные пленки более стойки к реакционным растворителям, применяемым при проведении фотолитографических операций в технологическом процессе изготовления фотоприемников, по сравнению с теми же пленками на КРТ. Особенно ценны предлагаемые пленки при изготовлении многоэлементных и матричных фотоприемников на основе полумагнитных твердых растворов

МРТ, так как химическая стойкость и механическая прочность сформированных на его поверхности анодных пленок выше. Это может быть решающим фактором при изготовлении стабильных и надежных фотоприемных устройств.

Литература

1. Morgen P., Silderman M. et. al//J. Vac. Sci. Technol. 1982. V. 21. № 1. P. 161—163.
2. А.с. 242643 от 1.09.86 г. Способ пассивации поверхности CdHgTe/Рыжков В. Н., Мещенко К. К., Миронов Н. Ф., Андреев В. А.
3. Барышев В. Н., Рыжков В. Н., Андреев В. А.// Оптический журнал. 1996. № 11. С. 17—19.

Статья поступила в редакцию 11 октября 2006 г.

Formation of oxide protective films on the epitaxial ternary solid solution CdHgTe and MnHgTe

V. N. Ryzhkov, N. V. Aleeva, V. A. Andreev, I. M. Nesmelova
FSUI SPA “State Institute of Applied Optics”, Kazan, Russia

G. G. Gumarov, V. Yu. Petukhov
Kazan Physical Technical Institute KSC RAS, Kazan, Russia

Current paper is an extension of series of our works aimed at the investigation of electrical properties of semimagnetic solid solution MnHgTe and the comparison of its properties with those of CdHgTe. There are investigated the oxide protective films formed on the epitaxial layers CdHgTe and MnHgTe using water solution of citric acid sodium. It was established that oxide films on the MnHgTe layers have higher chemical and mechanical stability as compared with those for CdHgTe layers.