

УДК 621.315.5

Химико-механическая обработка поверхности теллурида кадмия-цинка с использованием травителя на основе серной кислоты

А. В. Погожева, С. В. Головин, М. Р. Лакманова, Э. Ф. Захаров, А. С. Кашуба

Приведены результаты исследования характеристик поверхности теллурида кадмия-цинка ориентации {111} после химико-механической полировки с использованием полирующего травителя на основе серной кислоты. Наличие полирующего эффекта травления устанавливалось наблюдением поверхности образцов после химико-механической полировки с помощью атомно-силовой микроскопии (АСМ) и профилометров. Шероховатость профилей поверхности определялись при помощи анализа АСМ изображений и профилограмм.

PACS: 42.79.Pw, 85.60.Gz

Ключевые слова: теллурид кадмия-цинка, атомно-силовая микроскопия, АСМ, химико-механическая полировка.

Введение

Монокристаллический теллурид кадмия-цинка ($Cd_xZn_{1-y}Te$, КЦТ) — полупроводниковый материал, широко применяемый в качестве подложек при эпитаксиальном выращивании теллурида кадмия-ртути ($Cd_xHg_{1-x}Te$, КРТ) — основного материала для изготовления матричных фотоприемников (МФП) ИК-диапазона. [1] В МФП регистрируемое ИК-излучение направляется на матрицу фоточувствительных элементов (МФЧЭ) со стороны подложки $CdZnTe$ [1]. В связи с этим к поверхности тыльной стороны подложки предъявляются довольно высокие требования как к любой оптической поверхности [3]. Необходимость стыковки МФЧЭ с кремниевым мультиплексором, которая проводится при помощи холодной сварки индиевых микроконтактов под давлением, также требует ровной и бездефектной поверхности тыла структур. Кроме того, на обратную сторону подложки наносится довольно толстое антиотражающее покрытие (АОП) (например, ZnS), для адгезии которого тоже необходима поверхность высокого качества.

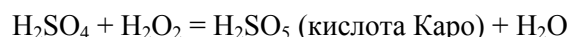
По указанным причинам в производственный маршрут изготовления МФЧЭ на основе эпи-

таксиальных структур $Cd_xHg_{1-x}Te/CdZnTe$ [1] вводятся операции по обработке обратной стороны подложки перед нанесением АОП. Одним из вариантов обработки является механическая полировка с последующим химическим травлением в полирующем бромистом травителе. Другой вариант заключается в химико-механической полировке в слабом бромсодержащем травителе [4]. Недостатком обоих способов является низкая экологичность процесса из-за наличия брома в травителе, плохая сохраняемость травителя из-за выделения газообразного брома.

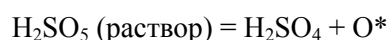
В настоящей работе предлагается и исследуется способ обработки поверхности теллурида кадмия-цинка без применения бромсодержащих растворов, а именно химико-механическая полировка (ХМП) в травителе на основе серной кислоты.

Методика исследования

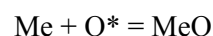
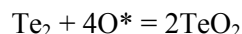
Основа для травителя была взята из методики обработки кремниевых структур. Химические процессы при полировке можно описать следующим образом:



Раствор этой кислоты нестабилен и разлагается по следующей реакции:



Активный кислород O^* окисляет теллур, кадмий и цинк по следующим реакциям:

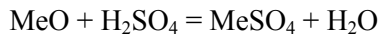


Погожева Анна Владимировна, инженер 2 кат.
Головин Сергей Вадимович, ст. научный сотрудник.
Лакманова Медина Рефатовна, вед. инженер-технолог.
Захаров Эльнар Фазлиевич, инженер.
Кашуба Алексей Сергеевич, начальник участка.
АО «НПО «Орион».
Россия, 111538, Москва, ул. Косинская, 9.
E-mail: apogozheva87@gmail.com

Статья поступила в редакцию 21 июля 2015 г.

© Погожева А. В., Головин С. В., Лакманова М. Р., Захаров Э. Ф., Кашуба А. С., 2015

В систему добавлен этиленгликоль в качестве комплексообразователя. Взаимодействие серной кислоты с оксидами металлов происходит по следующим реакциям:



Полировка проводилась на станках Multipol, ткань для полировального диска — батист. Контролируемые скорость подачи травителя и скорость вращения диска обеспечивают оптимальный режим съёма материала. Скорость травления в приведенных условиях составляла до 5 мкм/мин, толщина удаленного слоя — 300 микрон. Ориентация пластин CdZnTe была вблизи плоскости {111}. После полировки поверхность исследовалась с помощью оптического микроскопа БИОЛАМ, профилометров DEKТАК ХТ, Sensofar Plu NEOX, атомно-силового микроскопа АСМ «ИНТЕГРА Максимум» [2].

Результаты и обсуждение

Полученная поверхность являлась визуально гладкой, без каких-либо характерных особенностей рельефа и неровностей во всем допустимом диапазоне увеличений, что говорит о хороших полирующих свойствах травителя, по крайней мере, для ориентации {111}, которую обычно имеют подложки для эпитаксии КРТ [4]. На рис. 1 показаны профили поверхности пластины 2,0×3,5 см², измеренные на профилометре DEKТАК ХТ. Как видно из графиков, максимальный разброс по высоте не превышает 8 мкм по всей поверхности, включая крайние участки пластины. Подобный же результат можно видеть на рис. 2, где показана топография поверхности полированной подложки диаметром 20 мм, — без учета краев разброс толщины составляет 4 мкм.

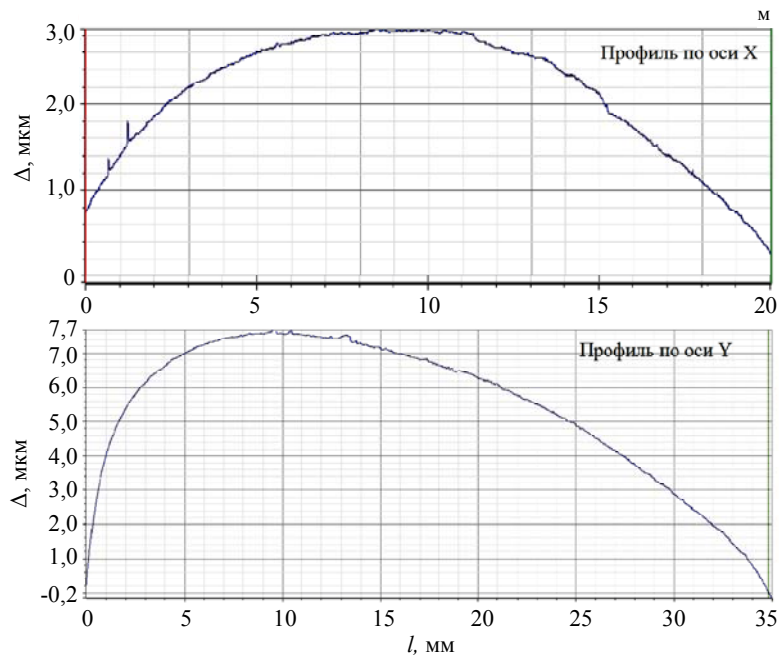


Рис. 1. Профили поверхности КЦТ после ХМП в травителе на основе H₂SO₄, измеренные по двум взаимно перпендикулярным осям

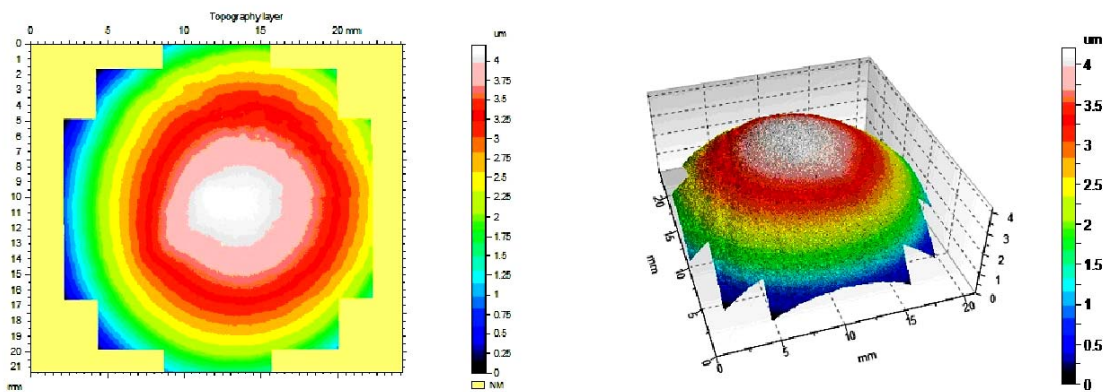


Рис. 2. Топография поверхности круглой пластины КЦТ после ХМП в травителе на основе H₂SO₄

На рис. 3 показана топография участка поверхности $1 \times 1 \text{ мм}^2$, измеренная на профилометре Sensofar Plu NEOX. Полученная величина шероховатости составляет порядка 65 нм.

По данным измерений на АСМ «ИНТЕГРА Максимум» шероховатость составляет не более 6 нм на участке 20 мкм (рис. 4).

Приведенные результаты показывают, что ХМП в травителе на основе серной кислоты приводит к получению макроскопически ровной и микроскопически гладкой поверхности КЦТ, пригодной к нанесению АОП и удовлетворяющей ос-

новным требованиям процесса изготовления МФП. Для сравнения можно привести результаты аналогичных исследований поверхности, обработанной ХМП в слабом бромсодержащем травителе.

Как видно из рис. 5 и 6, ХМП в слабом бромсодержащем травителе приводит к разбросу по толщине 6—8 мкм и шероховатости поверхности 55 нм, которые являются близкими величинами к тем, что были получены в результате ХМП в травителе на основе серной кислоты, а именно: разброс по толщине не превышает 8 мкм, а шероховатость поверхности 65 нм (см. рис. 1—4).

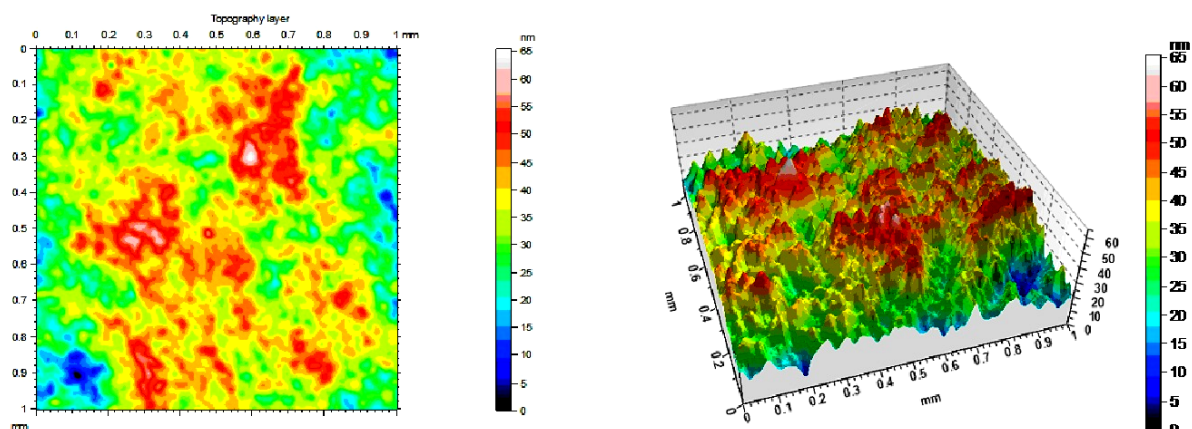


Рис. 3. Изображение участка поверхности КЦТ ($1 \times 1 \text{ мм}^2$) после ХМП в травителе на основе H_2SO_4

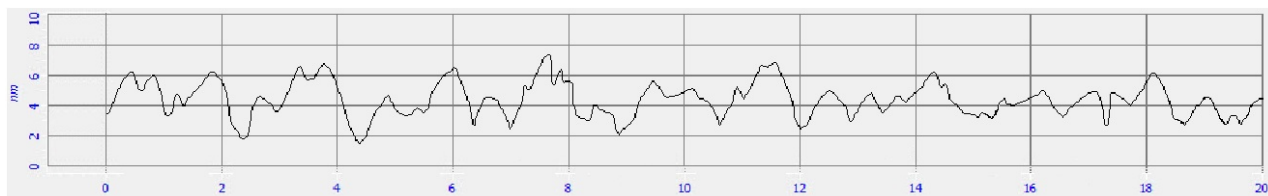


Рис. 4. Профиль участка длиной 20 мкм. Шероховатость не превышает 6 нм

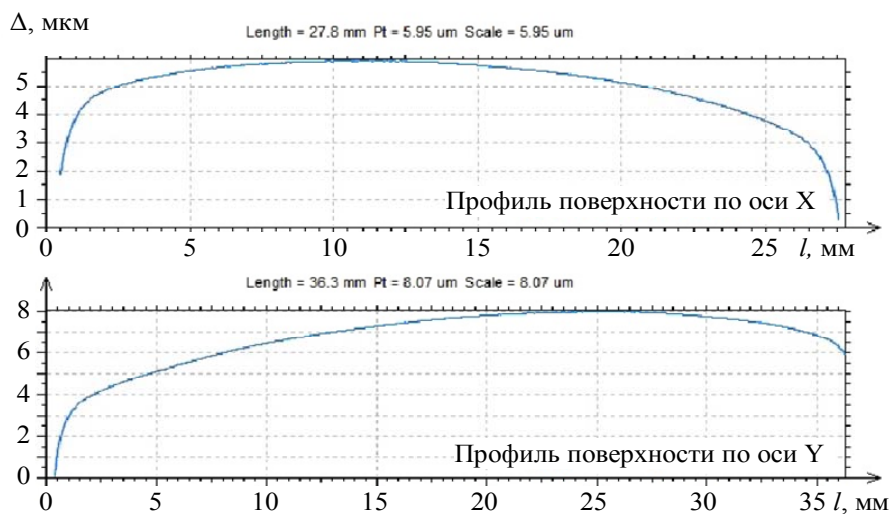


Рис. 5. Профили поверхности КЦТ после ХМП в бромсодержащем травителе, измеренные по двум взаимно перпендикулярным осям

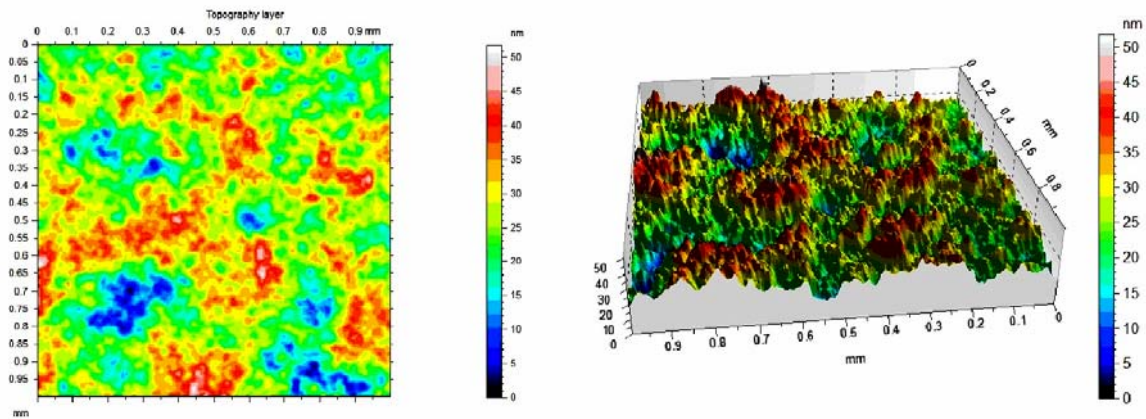


Рис. 6. Изображение участка поверхности КЦТ ($1 \times 1 \text{ мм}^2$) после ХМП в бромсодержащем травителе

Заключение

Проведенные в работе экспериментальные исследования показывают, что раствор для ХМП на основе H_2SO_4 позволяет достичь достаточно высокого качества обработки поверхности CdZnTe и получить результаты, не уступающие бромсодержащему травителю. При этом предлагаемый раствор не содержит брома, что делает его более удобным в применении на производстве, дешевле

и гораздо более предпочтительным с экологической точки зрения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бовина Л. А., Болтарь К. О., Бурлаков И. Д. и др. // Прикладная физика. 1999. № 3. С. 32.
2. Бурлаков И. Д., Денисов И. А., Сизов А. Л. и др. // Прикладная физика. 2014. № 4. С. 80.
3. Лопухин А. А. // Прикладная физика. 2014. № 6. С. 66.
4. Кашуба А. С., Пермикина Е. В., Головин С. В. // Прикладная физика. 2014. № 5. С. 67.

Chemical-mechanical treatment of the cadmium-zinc-telluride surface using the sulfuric acid as an etching agent

A. V. Pogozheva, S. V. Golovin, M. R. Lakmanova, E. F. Zaharov, and A. S. Kashuba

Orion R&P Association, Inc.
9 Kosinskaya str., Moscow, 111538, Russia
E-mail: apogozheva87@gmail.com

Received July 21, 2015

This article presents the results of the study of characteristics of the cadmium-zinc-telluride surface achieved through its chemical-mechanical planarization using the sulfuric acid as an etching agent. The presence of polishing effect of etching was detected by means of the profilometers such as DEKTAК XT, Sensofar Plu NEOX and the AFM microscope such as NT-MDT Integra Maximus.

PACS: 42.79.Pw, 85.60.Gz

Keywords: CdZnTe, atomic force microscopy, AFM, chemical-mechanical planarization.

REFERENCES

1. L. A. Bovina, K. O. Boltar, I. D. Burlakov, et al., *Prikladnaya Fizika*, No. 3, 32 (1999).
2. I. D. Burlakov, I. A. Denisov, A. L. Sizov, et al., *Prikladnaya Fizika*, No. 4, 80 (2014).
3. A. A. Lopukhin, *Prikladnaya Fizika*, No. 6, 66 (2014).
4. A. S. Kashuba, E. V. Permikina, and S. V. Golovin, *Prikladnaya Fizika*, No. 5, 67 (2014).