

## ВЛИЯНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ПЕРОКСИДА ВОДОРОДА НА ТРАВЛЕНИЕ МОНОКРИСТАЛЛОВ $Cd_{1-x}Mn_xTe$ РАСТВОРАМИ $H_2O_2$ -НИ-ВИННАЯ КИСЛОТА

З.Ф.Томашик<sup>1</sup>, Р.А.Денисюк<sup>2</sup>, В.Н.Томашик<sup>1</sup>,  
А.С.Чернюк<sup>2</sup>, В.И.Грыцив<sup>2</sup>, Л.И.Тришук<sup>1</sup>

*Институт физики полупроводников им. В.Е. Лашкарева  
Национальной академии наук Украины  
пр. Науки 41, 03028 Киев, e-mail: tomashuk@isp.kiev.ua*

*<sup>2</sup>Житомирский государственный университет им. Ивана Франко  
ул. Б.Бердичевская 40. 10001 Житомир*

*Исследованы процессы химического травления монокристаллов CdTe и твердых растворов  $Cd_{1-x}Mn_xTe$  ( $0,3 < x < 0,5$ ) йодвыделяющими травильными композициями  $H_2O_2$ -НИ-винная кислота с использованием исходного  $H_2O_2$  разных концентраций. Построены концентрационные и кинетические зависимости скоростей травления и показано, что с увеличением содержания марганца в составе твердых растворов скорости их травления возрастают, и улучшается качество обрабатываемой поверхности. Оптимизированы составы травителей и режимы химико-динамического полирования поверхности монокристаллов  $Cd_{1-x}Mn_xTe$ .*

### Введение

На финишных этапах обработки полупроводниковых материалов используются методы химического травления, при этом особо ценными являются травильные смеси с небольшими скоростями растворения, которые позволяют получать бездефектную полированную поверхность высокого качества. Формированию качественной полированной поверхности полупроводников типа  $A^{II}B^{VI}$  в частности CdTe и твердых растворов на его основе, уделяется особенное внимание [1, 2]. Для химической обработки поверхности твердых растворов  $Cd_{1-x}Mn_xTe$  чаще всего используют бромметанольный травитель [3], который является универсальным для обработки поверхности полупроводниковых соединений типа  $A^{II}B^{VI}$ , однако такая обработка приводит к обогащению приповерхностного слоя кислородом. Согласно [4] наиболее качественная поверхность монокристаллических образцов  $Cd_{1-x}Mn_xTe$  может быть получена в результате финишной химико-механической обработки в полирующей смеси коллоидного раствора кремнезема, пероксида водорода и глицерина.

В литературе имеются сведения [5–10] об использовании для химического полирования поверхности CdTe и твердых растворов на его основе йодсодержащих и йодвыделяющих травителей. В последних йод выделяется в результате химического взаимодействия компонентов травителя, например, пероксида водорода и йодистоводородной кислоты. Такие травильные композиции характеризуются малыми скоростями полирования и высоким качеством полированной поверхности, и более технологичны по сравнению с бромсодержащими растворами. В наших предыдущих работах показано [5–8], что растворы  $I_2$  в метаноле и диметилформамиде могут быть использованы для финишного химико-механического полирования поверхности монокристаллов как CdTe, так и твердых растворов  $Zn_xCd_{1-x}Te$ ,  $Cd_xHg_{1-x}Te$  и  $Cd_{1-x}Mn_xTe$ . Для частичного регулирования скорости травления, растворения образующихся продуктов взаимодействия на поверхности и изменения вязкости йодвыделяющих травителей при-

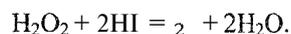
меняют различные органические компоненты. Так, для химического полирования поверхности монокристаллических образцов CdTe и твердых растворов  $Zn_xCd_{1-x}Te$  и  $Cd_xHg_{1-x}Te$  в качестве растворителей использовали водные растворы щавелевой [11], винной [12, 13], молочной [14] или лимонной [15] кислот, причем травильные композиции  $H_2O_2$ -HI-лимонная кислота, как показано в [16], пригодны и для химического полирования поверхности твердых растворов  $Cd_{1-x}Mn_xTe$ .

Целью настоящей работы является исследование физико-химического взаимодействия поверхности монокристаллов CdTe и твердых растворов  $Cd_{1-x}Mn_xTe$  с травителями  $H_2O_2$ -HI-лимонная кислота; определение концентрационной зависимости скорости их растворения от состава травильной смеси и твердого раствора; изучение влияния концентрации окислителя на качество обрабатываемой поверхности, а также оптимизация составов полирующих композиций и режимов химико-динамического полирования (ХДП) исследуемых материалов.

### Методика эксперимента

Для исследований использовали монокристаллы CdTe n-типа проводимости, выращенные методом Бриджмена и ориентированные в направлении [ПО], а также твердых растворов  $Cd_{0,7}Mn_{0,3}Te$ ,  $Cd_{0,57}Mn_{0,43}Te$  и  $Cd_{0,4}Mn_{0,6}Te$ . В воспроизводимых гидродинамических условиях с использованием вращающегося диска и методики, описанной в [2, 8], изучали зависимость скорости химического травления указанных материалов от концентрации растворов, перемешивания и температуры.

Для приготовления травильных смесей использовали 46 и 30 %-ный  $H_2O_2$ , 43 %-ную HI и близкий к насыщенному водный раствор винной кислоты ( $C_4H_6O_6$ ) (все реактивы марки „х.ч.“). Исследуемые растворы гоювили непосредственно перед процессом травления и выдерживали 60-90 мин для установления равновесия в химической реакции, протекающей при взаимодействии компонентов травителя:



В зависимости от значения соотношения  $[HI]/[H_2O_2]$  в растворе образующийся йод может либо растворяться в избытке HI образуя травильные композиции, сходные по составу с растворами  $I_2$  в HI, либо существовать в свободном состоянии с избытком пероксида водорода, образуя губчатую массу, которая непригодна для химического травления. Этот фактор необходимо учитывать при выборе состава травителя. После окончания процесса травления образцы промывали сначала в 0,05 М водном растворе тиосульфата натрия для полного удаления остатков травителя, потом несколько раз ополаскивали дистиллированной водой и высушивали потоком сухого воздуха.

Микроструктуру полученных после травления поверхностей исследовали с помощью универсального контрольного микроскопа ZEISS JENATECH INSPECTION с цифровой видеокамерой при увеличении от 25х до 1600х. Для изучения микрорельефа и структуры поверхности полированных пластин после травления применяли механический контактный метод определения шероховатости поверхности. Измерения проводили при помощи профилографа ДЕКТАК 3030 AUTO II, который позволяет точно определять вертикальные отклонения от средней линии - микронеровности, находящиеся в пределах высот от 100 мкм до 50 А.

### Результаты и их обсуждение

Для изучения процессов растворения твердых растворов  $Cd_{1-x}Mn_xTe$  в растворах  $H_2O_2$ -HI- $C_4H_6O_6$  с использованием 30 %-ного  $H_2O_2$  был выбран интервал составов травителей, ограниченный треугольником ABC при объемном соотношении  $H_2O_2 : HI : C_4H_6O_6$  в вершинах А, В, С: соответственно: А ~ 2 : 98 : 0; В - 2 : 38 : 60; С -- 10 : 90 : 0.

В этом концентрационном интервале все растворы гомогенны, а составы крайних точек **A**, **B**, **C** были установлены нами экспериментально.

Исследования проводили в установке для ХДП при температуре 297 К и скорости вращения диска 82 мин<sup>-1</sup>. Диаграммы „состав травителя — скорость травления” монокристаллов  $\text{Cd}_{0,7}\text{Mn}_{0,3}\text{Te}$ ,  $\text{Cd}_{0,57}\text{Mn}_{0,43}\text{Te}$ ,  $\text{Cd}_{0,5}\text{Mn}_{0,5}\text{Te}$  и взятого для сравнения  $\text{CdTe}$ , построенные по экспериментальным данным с использованием математического планирования эксперимента на симплексах, представлены на рис. 1. По характеру образующейся после травления поверхности на всех диаграммах выявлено существование полирующих (I), селективных (II) и неполирующих (III) растворов. Скорости растворения указанных образцов невысокие (2 – 15 мкм/мин), причем максимальные скорости травления характерны для растворов, обогащенных  $\text{H}_2\text{O}_2$ , а минимальные — для содержащих наибольшие количества винной кислоты или  $\text{H}_2\text{O}_2$  (угол **B** и **C** концентрационного треугольника, соответственно).

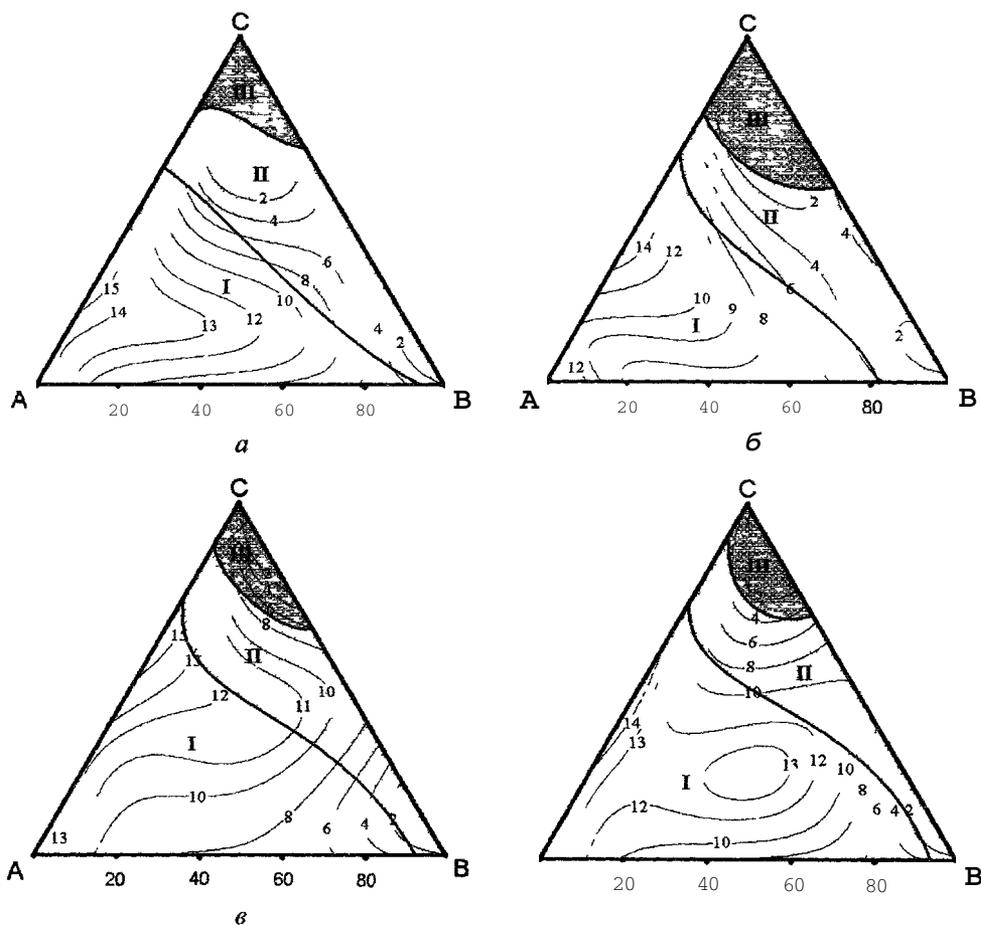
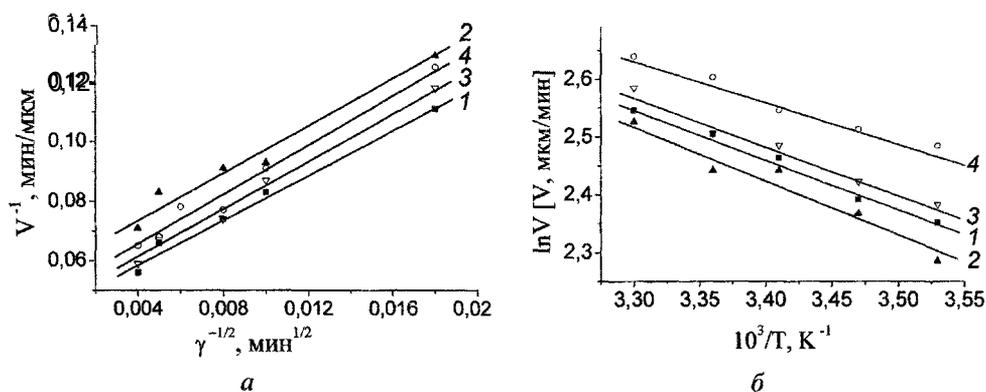


Рис. 1. Концентрационные зависимости ( $T = 297 \text{ K}$ ,  $\omega = 82 \text{ мин}^{-1}$ ) скоростей травления (мкм/мин)  $\text{CdTe}$  (а)  $\text{Cd}_{0,7}\text{Mn}_{0,3}\text{Te}$  (б),  $\text{Cd}_{0,57}\text{Mn}_{0,43}\text{Te}$  (в) и  $\text{Cd}_{0,5}\text{Mn}_{0,5}\text{Te}$  (г) в растворах (30 %-ная  $\text{H}_2\text{O}_2$ - $\text{HI}$ -винная кислота) при объемном соотношении  $\text{H}_2\text{O}_2 : \text{HI} : \text{C}_4\text{H}_6\text{O}_6$  в вершинах **A**, **B**, **C** соответственно: **A** - 2 : 98 : 0; **B** - 2 : 38 : 60; **C** - 10 : 90 : 0. (I - полирующие, II - селективные, III - неполирующие растворы).

В растворах с объемным содержанием компонентов (об. %): (2-8)  $\text{H}_2\text{O}_2$  : (53-98)  $\text{HCl}$  : (0-45)  $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_6$  скорости химического полирования  $\text{Cd}_{0,5}\text{Mn}_{0,5}\text{Te}$ ,  $\text{Cd}_{0,57}\text{Mn}_{0,43}\text{Te}$  и  $\text{Cd}_{0,7}\text{Mn}_{0,3}\text{Te}$  равны 4–14 мкм/мин, а  $\text{CdTe}$  — 4–15 мкм/мин. При этом наблюдается тенденция улучшения качества обрабатываемой поверхности и расширения концентрационного диапазона травителей с полирующими свойствами с увеличением содержания марганца в составе твердых растворов  $\text{Cd}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Te}$ . Селективные травители (рис. 1, область II) растворяют образцы со скоростью 2-10 мкм/мин с образованием круглых ямок на полированной поверхности.

Для изучения характера химического взаимодействия  $\text{CdTe}$  и твердых растворов  $\text{Cd}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Te}$  были проведены кинетические исследования зависимости скоростей травления указанных материалов от скорости вращения диска ( $\gamma$ ) и температуры. Из графиков этих зависимостей можно определить стадии, которые лимитируют процесс растворения изучаемых полупроводников. Если зависимость скорости травления от скорости вращения диска, построенная в координатах  $v^{-1} - \gamma^{-1/2}$ , параллельна оси абсцисс, то растворение лимитируется кинетическими стадиями, а если прямую можно экстраполировать в начало координат, то диффузионными стадиями [2, 17]. Из зависимости скорости травления от температуры в координатах  $\ln v \sim 10^3/T$  можно рассчитать кажущуюся энергию активации  $E_a$ , которая при диффузионном механизме растворения не превышает 40 кДж/моль [17]. Исследования проводили с использованием полирующего раствора при объемном соотношении компонентов ( $4\text{H}_2\text{O}_2 : 81\text{HCl} : 15\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_6$ ) в интервале температур 283 - 303 К и при скорости вращения диска 22-122 мин<sup>-1</sup>. На рис. 2, а представлены графики зависимости скорости растворения  $\text{CdTe}$ ,  $\text{Cd}_{0,7}\text{Mn}_{0,3}\text{Te}$ ,  $\text{Cd}_{0,57}\text{Mn}_{0,43}\text{Te}$  и  $\text{Cd}_{0,5}\text{Mn}_{0,5}\text{Te}$  от скорости вращения диска при  $T = 293$  К. Видно, что процесс травления исследуемых образцов лимитируется диффузионными стадиями, поскольку соответствующие прямые можно экстраполировать в начало координат. Изучение температурных зависимостей (рис. 2, б) подтверждает этот вывод, так как вычисленные из них значения кажущейся энергии активации ( $E_a$ ) не превышают 8,5 кДж/моль (таблица).



**Рис. 2.** Зависимости скоростей растворения  $\text{CdTe}$  (1),  $\text{Cd}_{0,7}\text{Mn}_{0,3}\text{Te}$  (2),  $\text{Cd}_{0,57}\text{Mn}_{0,43}\text{Te}$  (3) и  $\text{Cd}_{0,5}\text{Mn}_{0,5}\text{Te}$  (4) от скорости вращения диска ( $T=293\text{K}$ ) (а) и от температуры ( $\gamma = 82 \text{ мин}^{-1}$ ) (б) в растворе: (об.%) : 4  $\text{H}_2\text{O}_2$  (30%-ный) + 81  $\text{HCl}$  + 15  $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_6$ .

Для определения влияния исходной концентрации окислителя на размеры областей полирующих травителей и качество полирования монокристаллов твердых растворов  $\text{Cd}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Te}$  для изучаемой системы  $\text{H}_2\text{O}_2$ – $\text{HCl}$ – $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_6$  проведены эксперименты при тех же условиях с использованием более концентрированного окислителя - 46 %-ного  $\text{H}_2\text{O}_2$ . Однако исследования проводили в другом концентрационном интервале, ограни-

ченном треугольнике ABC при объемном соотношении 46 %-ной  $H_2O_2$  :  $HI$  :  $C_4H_6O_6$  в вершинах А, В, С соответственно: А - 1 : 99 : 0; В - 1 : 59 : 40; С - 5 : 95 : 0 (рис. 3). Различие в выборе исследуемых интервалов составов обусловлено тем, что с увеличением исходной концентрации пероксида водорода область гомогенных растворов существенно сужается, а скорости растворения изучаемых материалов падают более резко при разбавлении травильных композиций водным раствором  $C_4H_6O_6$ .

**Таблица.** Кажущаяся энергия активации ( $E_a$ ) и логарифм предэкспоненциального множителя ( $\ln C_E$ ) процесса растворения монокристаллов CdTe и  $Cd_{1-x}Mn_xTe$  в растворе, содержащем (в об. %) 4  $H_2O_2$  : 81  $HI$  : 15  $C_4H_6O_6$  ( $y = 82 \text{ мин}^{-1}$ ).

Полупроводник	$E_a$ , кДж/моль	$\ln C_E$
CdTe	7,3	1,70
$Cd_{0,7}Mn_{0,3}Te$	8,2	1,75
$Cd_{0,57}Mn_{0,43}Te$	7,1	1,69
$Cd_{0,5}Mn_{0,5}Te$	5,8	1,60

На рис. 3 представлены зависимости скорости растворения CdTe,  $Cd_{0,7}Mn_{0,3}Te$  и  $Cd_{0,5}Mn_{0,5}Te$  в растворах системы 46 %-ный  $H_2O_2$ - $HI$ - $C_4H_6O_6$ . На всех диаграммах, как и в предыдущем случае, выявлено существование трех областей травителей: I — полирующие, II - селективные, III - неполирующие растворы. Видно, что для указанных образцов скорости растворения невысокие, причем наибольшие скорости травления (1 - 16 мкм/мин) характерны для CdTe (рис. 3, а). Образцы, в составе которых присутствует марганец, растворяются медленнее. Однако с увеличением концентрации марганца в составе твердого раствора  $Cd_{1-x}Mn_xTe$  наблюдается увеличение скорости растворения образцов. Так, травление  $Cd_{0,7}Mn_{0,3}Te$  происходит со скоростью 1—9 мкм/мин (рис. 3, б), а  $Cd_{0,5}Mn_{0,5}Te$  - в пределах 1 - 11 мкм/мин (рис. 3, в). Наблюдается уменьшение скоростей растворения и ухудшения качества поверхности образца при увеличении количества  $H_2O_2$  и органического компонента в составе травильной смеси. Полирующими свойствами обладают растворы, обогащенные йодистоводородной кислотой в концентрационном интервале (об. %): (1-2)  $H_2O_2$  : (89-99)  $HI$  : (0-10)  $C_4H_6O_6$ . При увеличении содержания марганца в составе твердых растворов  $Cd_{1-x}Mn_xTe$  наблюдается увеличение областей травителей с полирующими свойствами, при этом изменяются форма и расположение областей селективных травителей на диаграммах (рис. 3). Скорость полирования монокристаллов  $Cd_{1-x}Mn_xTe$  составляет 5—11 мкм/мин,  $Cd_{0,7}Mn_{0,3}Te$  - 5 - 9 мкм/мин, а CdTe - 13-16 мкм/мин. Однако качество полирования в этих травильных композициях ниже, чем в системе 30 %-ный  $H_2O_2$ - $HI$ - $C_4H_6O_6$ .

Близкие по значению скорости растворения CdTe и твердых растворов  $Cd_{1-x}Mn_xTe$  и составы травильных растворов с полирующими, селективными и неполирующими свойствами, а также расположение изолиний равных скоростей травления на диаграммах (рис. 1 и 3) указывают на однотипность механизмов их растворения, который, по-видимому, лимитируется растворением подрешетки теллура.

Полученные экспериментальные результаты дали возможность предложить и оптимизировать составы полирующих травильных композиций для монокристаллов твердых растворов  $Cd_{1-x}Mn_xTe$  с содержанием марганца  $0,3 < x < 0,5$ . Оптимизацию составов травителей по скорости травления, шероховатости и загрязнению поверхности компонентами травителя проводили с помощью данных, полученных из концентрационных зависимостей скорости растворения и результатов металлографического и профилографического анализов, а технологические режимы ХДП выбирали по данным исследованных кинетических закономерностей растворения указанных полупроводников.

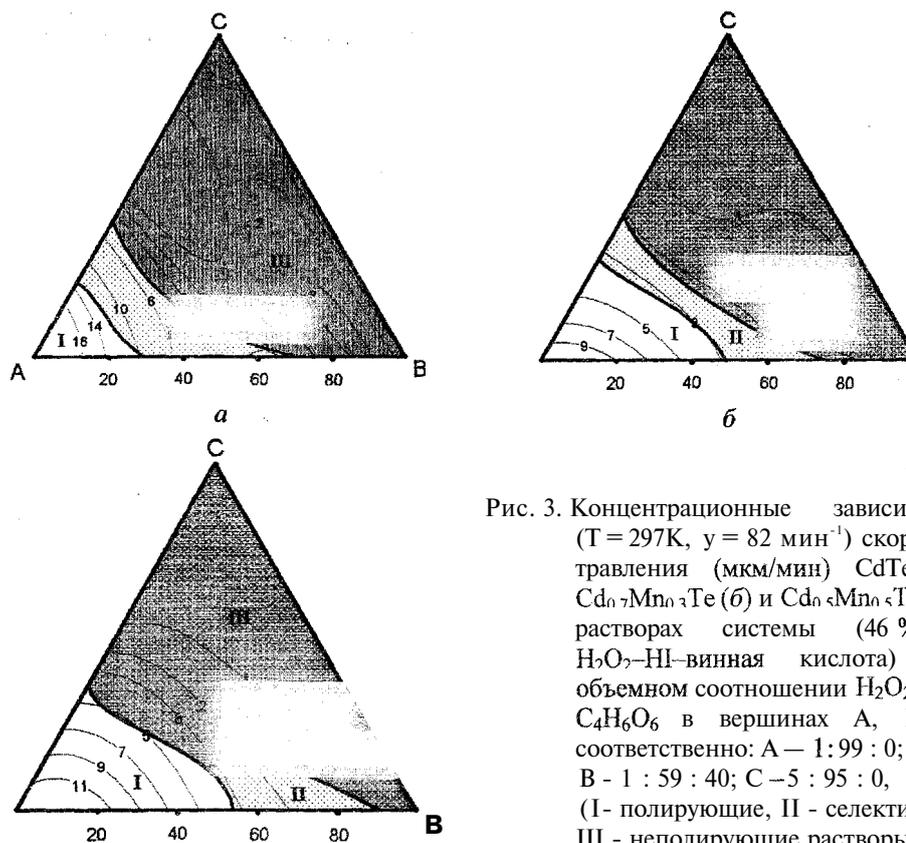


Рис. 3. Концентрационные зависимости ( $T = 297\text{K}$ ,  $\omega = 82 \text{ мин}^{-1}$ ) скоростей травления (мкм/мин) CdTe (а),  $\text{Cd}_{0.7}\text{Mn}_{0.3}\text{Te}$  (б) и  $\text{Cd}_{0.5}\text{Mn}_{0.5}\text{Te}$  (в) в растворах системы (46 %-ный  $\text{H}_2\text{O}_2$ - $\text{HCl}$ -винная кислота) при объемном соотношении  $\text{H}_2\text{O}_2 : \text{HCl} : \text{C}_4\text{H}_6\text{O}_6$  в вершинах А, В, С соответственно: А – 1 : 99 : 0; В – 1 : 59 : 40; С – 5 : 95 : 0, (I – полирующие, II – селективные, III – неполирующие растворы).

Установлено, что процесс ХДП монокристаллов CdTe и твердых растворов  $\text{Cd}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Te}$  растворами системы  $\text{H}_2\text{O}_2$ - $\text{HCl}$ -винная кислота лучше проводить с использованием 30 %-ного  $\text{H}_2\text{O}_2$  в интервале составов (в об. %) (2 – 8)  $\text{H}_2\text{O}_2$ ; (53 – 98)  $\text{HCl}$ ; (0 – 45)  $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_6$ . После ХДП указанных материалов в оптимизированных составах полирующих травителей  $\text{H}_2\text{O}_2$ - $\text{HCl}$ -винная кислота значения шероховатости поверхности, определенные при помощи профилографа ДЕКТАК 3030 AUTO II, составляют  $R_z = 0,03 \dots 0,05 \text{ мкм}$ , что не превышает допустимого критерия шероховатости поверхности для полированных поверхностей полупроводниковых материалов. Разработана также последовательность проведения операций химической обработки поверхности, которые включают очистку образцов, двухстадийный процесс полирования (сначала химико-механическое, затем химико-динамическое), а также финишную отмычку растворами, хорошо растворяющими остатки травильных композиций и некоторые продукты их химического взаимодействия. Оптимальными условиями для ХДП являются температура 297 К и скорость вращения диска  $82 \text{ мин}^{-1}$ . После химической обработки поверхность необходимо сразу же промыть 0,05 М водным раствором тиосульфата натрия и большим количеством деионизированной воды, затем высушить в потоке очищенного воздуха.

### Выводы

Исследовано физико-химическое взаимодействие монокристаллов твердых растворов  $\text{Cd}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Te}$  ( $0,3 < x < 0,5$ ) с травильными композициями  $\text{H}_2\text{O}_2$ - $\text{HCl}$ -винная кислота с использованием пероксида водорода разных концентраций, установлены концентра-

ционные зависимости скоростей травления и определены границы существования полирующих, селективных и неполирующих травителей. Показано, что при замене исходной концентрации окислителя с 30%-ого  $H_2O_2$  на 46%-ный  $H_2O_2$  величина концентрационного ингервала полирующих растворов на диаграммах уменьшается, а полировальные свойства травителей ухудшаются. Исследована зависимость скорости растворения  $Cd_{1-x}Mn_xTe$  в смесях  $H_2O_2$ – $HCl$ –винная кислота от состава твердых растворов и показано, что с увеличением в них содержания марганца, скорость их травления увеличивается и улучшается качество обрабатываемой поверхности. Установлено, что процесс полирования исследуемых полупроводников происходит по диффузионному механизму. Оптимизированы составы травителей и технологические режимы ХДП монокристаллов  $Cd_{1-x}Mn_xTe$ .

#### Литература

1. Томашик В.Н., Томашик З.Ф. Полирующее травление полупроводниковых соединений типа  $A^{IV}B^{VI}$  // Неорган. материалы. – 1997. - Т. 33. № 12. - С. 1451 - 1455.
2. Перевошиков В.А. Процессы химико-динамического полирования поверхности полупроводников // Высокочистые вещества. - 1995. - № 2. - С. 5 - 29.
3. Стан поверхні телуриду кадмію після різних способів обробки / Я.Д. Захарук, І.М. Раренко, О.М. Крилюк, С.Г. Дремлюженко, Ю.П. Стецько // Укр. хім. журн. - 2000. - Т. 66. № 12. - С. 31 - 34.
4. Дослідження поверхні і границі розділу структур, сформованих на  $Cd_{1-x}Zn_xTe$  і  $Cd_{1-x}Mn_xTe$  лазерною пропалкою / О.В. Галочкін, С.Г. Дремлюженко, Я.Д. Захарук, А.Л. Раренко, В. Рибак, В.М. Стребжев // Фізика і хімія твердого тіла - 2003. - Т. 54. № 6. - С. 945 –949.
5. Томашик З.Ф., Гуменюк О.Р., Томашик В.Н. Химическое травление теллурида кадмия и твердых растворов на его основе в йодметанольных травильных композициях // Конденсир. среды и межфаз. границы. - 2002. - Г. 4. № 2. - С. 159 – 161.
6. Особенности растворения  $CdTe$  и твердых растворов  $Zn_xCd_{1-x}Te$  и  $Cd_xHg_{1-x}Te$  в травильных смесях системы  $I_2$ -диметилформамид / О.Р. Гуменюк, З.Ф. Томашик, В.Н. Томашик, П.И. Фейчук // Журн. неорган. химии. – 2004. - Т. 49. № Ю. - С. 1750-1754.
7. Химическое травление монокристаллов  $Cd_{1-x}Mn_xTe$  растворами иода в метаноле / З.Ф. Томашик, Р.А. Денисюк, В.Н. Томашик, А.С. Чернюк, И.М. Раренко // Журн. неорган. химии - 2009. - Т. 54, № 6. - С. 945 - 949.
8. Хімічна взаємодія монокристалів  $Cd_{1-x}Mn_xTe$  з розчинами йоду в диметилформаміді / З.Ф. Томашик, Р.О. Денисюк, В.М. Томашик, О.С. Чернюк, І.І. Гнатів, І.М. Раренко // Вопросы химии и химической технологии. - 2008. - № 5. - С. 104 - 107.
9. Гуменюк О.Р., Томашик В.Н., Томашик З.Ф. Химическое травление  $CdTe$  и твердых растворов на его основе в растворах системы  $H_2O_2$ – $HCl$  // Оптоэлектроника и полупроводниковая техника. - 2002. - Вып. 37. - С. 147 – 149.
10. Химическое травление твердых растворов  $Cd_xHg_{1-x}Te$  в иодвыделяющих растворах на основе системы  $H_2O_2$ – $HCl$  / З.Ф. Томашик, О.Р. Гуменюк, В.Н. Томашик, Ф.Ф. Сизов // Прикл. физика. - 2005. – № 1. - С. 106 – 109.
11. Хіміко-динамічне полірування монокристалів  $CdTe$  та  $Cd_{1-x}Zn_xTe$  травниками  $H_2O_2$   $HCl$ -оксалатна кислота / З.Ф. Томашик, Г.М. Окрепка, В.М. Томашик, О.Р. Гуменюк // Вопросы химии и хим. технологии. - 2007. - № 6. - С. 55 –58.
12. Tomashik Z.F., Gumenyuk O.R., Tomashik V.N. Chemical etching of  $CdTe$  and  $Cd_xHg_{1-x}Te$  in  $H_2O_2$ – $HCl$ –tartaric acid solutions // Proc. SPIE. - 2003. - V. 5065. - P. 241 - 245.

13. Gumenyuk O.R., Tomashik Z.F., Tomashik V.N. Chemical etching of CdTe and  $Cd_{1-x}Zn_xTe$  solid solutions in the  $H_2O_2$ -HI-tartaric acid solutions // *Фізика і мія твердого тіла*. - 2003. - Т. 4. № 1. - С. 127 - 132.
14. Компенсационный эффект в кинетике химического взаимодействия CdTe с растворами системы  $H_2O_2$ -HI-молочная кислота / О.Р. Гуменюк, З.Ф. Томашик, В.Н. Томашик, П.И. Фейчук // *Конденсир. среды и межфаз. границы*. - 2002. - Т. 4, № 3. - С. 242 - 246.
15. Химическое растворение нелегированного и легированного CdTe в иодвыделяющих растворах на основе системы  $H_2O_2$ -HI / З.Ф. Томашик, О.Р. Гуменюк, В.Н. Томашик, П.И. Фейчук // *Конденсир. среды и межфаз. границы*. - 2003. - Т. 5, № 3. - С. 248 - 252.
16. Chemical treatment of monocrystalline cadmium telluride and  $Cd_{1-x}Mn_xTe$  solid solutions by  $H_2O_2$ -HI-citric acid etchant compositions / R.O. Denysyuk, V.M. Tomashik, Z.F. Tomashik, O.S. Chernyuk, V.I. Grytsiv // *Semiconductor Physics, Quantum Electronics & Optoelectronics*. - 2009. - V. 12, № 2. - P. 125 - 128.
17. Физико-химические методы обработки поверхности полупроводников / Б.Д. Луфт, В.А. Перевошиков, Л.Н. Возмилова, И.А. Свердлин, К.Г. Марин. - М.: Радио и связь, 1982 - 136с.

INFLUENCE OF THE HYDROGEN PEROXIDE  
CONCENTRATION ON THE  $Cd_{1-x}Mn_xTe$  SINGLE CRYSTALS  
ETCHING BY THE SOLUTIONS  $H_2O_2$ -HI-TARTARIC ACID

Z.F. Tomashik<sup>1</sup>, R.O. Denysyuk<sup>2</sup>, V.M. Tomashik<sup>1</sup>, O.S. Chernyuk<sup>2</sup>,  
V.L. Grytsiv<sup>2</sup>, L.I. Trishchuk<sup>1</sup>

*Lashkaryov Institute of Semiconductor Physics of National Academy of Sciences of Ukraine  
Nauki Prosp. 41, 03028 Kyiv-28, e-mail: tomashyk@isp.kiev.ua  
Ivan Franko Zhytomyr State University  
V. Berdychivs'ka str. 40, 10001 Zhytomyr*

*Chemical etching of the CdTe and  $Cd_{1-x}Mn_xTe$  ( $0,3 < x < 0,5$ ) solid solutions single-crystals in the iodine emerging etchants  $H_2O_2$ -HI-tartaric acid with the using of the various concentration of  $H_2O_2$  has been investigated. The concentration dependences of the crystal etching rate have been constructed. It was shown that Mn content increasing in the composition of the solid solutions leads to the increasing of the etching rate and to the treated surface quality amelioration. The etchant compositions and the chemical-dynamic polishing schedule of the  $Cd_{1-x}Mn_xTe$  solid solutions have been optimized.*