

УДК 621.315.592

ОРИЕНТАЦИОННАЯ ЗАВИСИМОСТЬ СВОЙСТВ
ПОВЕРХНОСТНЫХ АНОДНЫХ ОКИСЛОВ НА $Cd_xHg_{1-x}Te$

© В.Г.Средин, О.Г.Ланская, В.М.Попович

Военная академия им.Ф.Э.Дзержинского,
103074 Москва, Россия

(Получена 20 февраля 1995 г. Принята к печати 6 апреля 1995 г.)

Проведены исследования кристаллографической ориентации поверхности монокристаллов $Cd_xHg_{1-x}Te$ с $0.21 \leq x \leq 0.25$ на свойства структур металл-анодный окисел-полупроводник. Обнаружены различия в скорости роста окисла, а также плотности встроенного в окисел заряда для различных ориентаций поверхности.

Проблема управления свойствами границы раздела полупроводник-поверхностный окисел имеет большое значение для технологии современных полупроводниковых приборов. Особую актуальность она приобретает для полупроводников сложного химического состава, таких как $Cd_xHg_{1-x}Te$ [1]. Твердые растворы $Cd_xHg_{1-x}Te$ кристаллизуются, как известно, в структуре сфалерита, которой присуща некоторая анизотропия физико-химических свойств, обусловленная различием атомарного состава кристаллографических плоскостей разной ориентации. Так, плоскости (111) в структуре сфалерита образованы катионами, а $(\bar{1}\bar{1}\bar{1})$ — анионами. Для этих плоскостей поверхностная плотность заряда отлична от нуля, в то время как плоскости (110), образованные ионами противоположных знаков, обладают нулевой поверхностной плотностью зарядов. Эти различия в полупроводниках со структурой сфалерита, по-видимому, приводят к асимметрии таких свойств, как скорость роста и процессы дефектообразования, обнаруженной в $Cd_xHg_{1-x}Te$ [2,3]. Следует ожидать, что процессы формирования поверхностных окисных слоев и свойства последних также могут обладать ориентационной асимметрией.

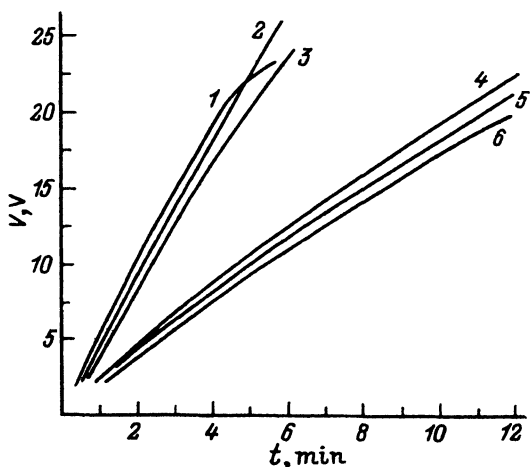
В настоящей работе проведены исследования влияния кристаллографической ориентации поверхности монокристаллов $Cd_xHg_{1-x}Te$ в области составов $0.21 \leq x \leq 0.25$ на свойства структур металл-анодный окисел-полупроводник, формируемых на их основе. Исследовались монокристаллы, полученные методом направленной кристаллизации, поверхность которых совпадала с плоскостями (110) или (111) с отклонением не более 6° . Ориентация кристаллов осуществлялась

x	Ориентация плоскости поверхности	Концентрация носителей заряда, см ⁻³ (77 К)	Подвижность носителей заряда, см ² · В ⁻¹ · с ⁻¹ (77 К)	Поверхностная плотность встроеного заряда, Кл · м ⁻² (90 К)
0.21	(110)	$8 \cdot 10^{15}$	$2 \cdot 10^2$	$2.16 \cdot 10^{-3}$
0.24	(110)	$1 \cdot 10^{16}$	$1.8 \cdot 10^2$	$2.08 \cdot 10^{-3}$
0.22	(111)	$7.5 \cdot 10^{15}$	$6 \cdot 10^2$	$1.28 \cdot 10^{-3}$
0.25	(111)	$6 \cdot 10^{15}$	$2 \cdot 10^2$	$1.20 \cdot 10^{-3}$

Примечание. Все образцы были *p*-типа проводимости.

методами рентгеноструктурного анализа. Электрофизические параметры кристаллов приведены в таблице. Слой собственного окисла на предварительно протравленной поверхности кристаллов наращивался путем анодирования в гальваностатическом режиме в 0.1N растворе KOH в этиленгликоле. Толщина всех выращенных окисных слоев составляла 100 нм. В качестве полевого электрода использовался напыленный слой никеля. На каждом образце по указанной технологии формировалась линейка из 10 МДП структур, независимые измерения на которых позволяют повысить достоверность результатов.

Сопоставление свойств полученных МДП структур, сформированных на материале, обладающем близкими электрофизическими параметрами, в зависимости от ориентации поверхности позволил установить следующие закономерности. Скорость роста окисного слоя на плоскости (111) примерно на 40% выше, чем на плоскости (110) (см. рисунок — приведенные кривые роста представляют собой обобщение результатов измерений более чем 80 образцов). Асимметрия скорости окисления ранее была обнаружена у ряда полупроводников со



Кривые роста анодного окисла на поверхности $\text{Cd}_x\text{Hg}_{1-x}\text{Te}$ ($0.21 \leq x \leq 0.25$). Ориентация поверхности: (1-3) — (111); (4-6) — (110). t — время окисления, V — напряжение окисления.

структурой сфалерита, например, у антимонида индия [4]. В нашей работе не исследовалась зависимость скорости роста от полярности поверхности, которая была найдена у антимонида индия. Обнаруженный эффект, по-видимому, коррелирует с повышенной скоростью роста в направлении [111] как $Cd_xHg_{1-x}Te$, так и теллурида кадмия [2,5] и, возможно, связан с различной химической активностью плоскостей различной кристаллографической ориентации.

При исследовании вольт-фарадных характеристик МДП структур нами также обнаружено, что плотность встроенного в окисел заряда Q_{FB} также зависит от ориентации поверхности: для плоскости (111) она в среднем на 60% ниже, чем для плоскости (110) (см. таблицу). Можно предположить, что оба найденных эффекта взаимосвязаны. Аналогичная связь наблюдалась у антимонида индия: поверхность, которой соответствовала более высокая скорость роста окисла, обладала меньшей поверхностной плотностью встроенного заряда [4]. Встроенный заряд в собственных окислах $Cd_xHg_{1-x}Te$ положителен и образован как зарядами на поверхностных состояниях границы раздела фаз, так и фиксированным зарядом в окисле. Анализ формы вольт-фарадных характеристик позволяет сделать вывод о преимущественном вкладе фиксированного заряда в Q_{FB} . Встроенный заряд влияет, как известно, на величину поверхностного изгиба зон и, следовательно, на параметры приборов на основе МДП структур. Поэтому при создании МДП структур на монокристаллах $Cd_xHg_{1-x}Te$ представляется целесообразным учет отмеченных выше эффектов.

В заключение авторы выражают признательность Н.Н. Берченко и А.В. Войцеховскому за обсуждение результатов работы.

Список литературы

- [1] А.В. Войцеховский, В.Н. Давыдов. *Фотоэлектрические МДП структуры из узкозонных полупроводников* (Томск, Радио и связь, 1990).
- [2] G. Cinader, A. Raizman, A. Sher. *J. Vac. Sci. Technol. B*, **9**, 1634 (1991).
- [3] R. Korenstein, P. Hallock, B. Macleod, W. Hoke, S. Oguz. *J. Vac. Sci. Technol. A*, **8**, 1039 (1990).
- [4] L.L. Chang. *Sol. St. Electron.*, **10**, 69 (1967).
- [5] *Физика и химия соединений $A^{II}B^{VI}$* , под ред. М. Авена, Дж.С. Пренера (М., Мир, 1970) с. 115.

Редактор Л.В. Шаронова

Orientation dependence of properties of anodic oxides on $Cd_xHg_{1-x}Te$ surface

V.G.Sredin, O.G.Lanskaya, V.M.Popovnin

F.E.Dzerzhinski Military Academy, 103074 Moscow