

Висновки.

1. Доведено існування взаємодії між молекулами глобулярного казеїнату натрію та фибрилярного желатину у модельних розчинах харчових речовин. В результаті чого в розчинах, які містять ці компоненти, при охолодженні буде утворюватися просторова міцна структура білкового гелю.

2. Встановлено, що, змінюючи концентрацію і співвідношення казеїнату натрію та желатину, можна керувати процесом драглеутворення харчових систем.

Список літератури: 1. Горелова Н.Ф. Натуральне сыры с использованием сырья немолочного происхождения / [Н.Ф. Горелова, В.П. Головков, А.В. Чубенко и др.] // Сыроделие. – 1999. – № 1. – С. 12 – 13. 2. Васильев Д.С. Подсолнечник / Д.С. Васильев. – М.: Агропромиздат, 1990. – 174 с. 3. Pertseviy F.V. Technologies of Food Product on the Base of Milk Protein: monograph / [F.V. Pertseviy, P.V. Hurskiy, S.L. Yurchenko at. all.]. – К.: ChSUFT, 2009. – 204 p. 4. Mie G. Beitrage zur Optic triiber Medien speziell kolloidaler Metallosungen / G. Mie // Ann. Phys. – 1908. – Vol. 25. – P. 377. 5. Кленин В.И. Характеристические функции светорассеивания дисперсных систем / В.И. Кленин, С.Ю. Щеголь, В.И. Лаврушин. – Саратов: Узд. СГУ, 1977. – 176 с. 6. Rees D.A. Structure, conformation, and mechanism in the formation of polysaccharide gels and networks / D.A. Rees // Adv. Carbohydr. Chem. Biochem. – 1969. – Vol. 24. – P. 267 – 332.

Надійшла до редколегії 23.10.11

УДК 621.794.4:546.87'24

Е.А.БОГДАН, инж. исслед. 1 кат., ННЦ ХФТИ, Харьков,
Л.А. ПИРОЖЕНКО, руковод. группы, ННЦ ХФТИ, Харьков,
Д.В. НАКОНЕЧНЫЙ, младш. научн. сотрудн., ННЦ ХФТИ, Харьков,
А.А. ВЕРЕВКИН, младш. научн. сотрудн., ННЦ ХФТИ, Харьков,
Н.Е. ПОЛЯНСКИЙ, ст. научн. сотрудн., ХНУ им. Каразина

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ТРАВЛЕНИЯ КРИСТАЛЛОВ ВЫСОКООМНОГО CdZnTe В ЙОДСОДЕРЖАЩИХ РАСТВОРАХ

Детектори γ -випромінювання на основі CdTe проходять ряд попередніх операцій, одна з яких хімічне травлення та полірування. В роботі досліджено процес хімічного травлення кристалів CdZnTe в розчинах I₂-ДМФА. Встановлено залежність швидкості травлення від концентрації йоду. Визначені діапазони концентрацій йоду для полірування та селективного травлення.

Детекторы γ -излучения на основе CdTe проходят ряд предварительных операций, одна из которых химическое травление и полирование. В работе исследован процесс химического травления кри-

сталлов CdZnTe в растворах I₂-ДМФА. Установлена зависимость скорости травления от концентрации йода. Определены диапазоны концентраций йода для полирующего и селективного травления.

CdTe gamma-ray detectors pass through a sequence of preliminary operations, one of them is chemical etching and polishing. The chemical etching process of CdZnTe crystal in iodine-dimethylformamide solution was studied in this work. The dependence of etching speed from iodine concentration was determined. The ranges of iodine concentrations for polishing and selective etching were defined.

Полупроводниковые соединения CdTe и твердые растворы на их основе широко используются в качестве рабочих элементов детекторов рентгеновского и гамма-излучения. Для изготовления высококачественных детекторов необходимо использовать кристаллы максимально совершенные по структуре, геометрии и однородные по химическому составу.

Традиционно соединения CdTe, CdZnTe обрабатывают в полирующих бромсодержащих смесях, которые готовят непосредственно перед использованием [1, 2].

Образующиеся в поверхностном слое продукты реакции бромиды кадмия, цинка и теллура могут содержать воду, что приводит к их гидролизу при длительном хранении.

Обработка в этих растворах не позволяет также выявить дефекты структуры монокристаллов.

В литературе имеются сведения о йодсодержащих растворах, которые позволяют выявлять, дислокации в полупроводниковых сплавах типа A^{III}B^{VI} [3].

Образующиеся продукты реакции при травлении в йодсодержащих травителях йодиды кадмия, цинка и теллура не образует кристаллогидратов [3, 4].

В отличие от бром-метанольных растворов, которые характеризуются высокой токсичностью и большой скоростью травления материала, травители на основе йод-диметилформамида не имеют таких недостатков.

В результате анализа литературы поставлены следующие задачи: установить скорость травления полупроводникового сплава CdZnTe в растворах с разным содержанием йода; проверить стабильность работоспособности травящих смесей; исследовать качество поверхности при травлении в растворах с разной концентрацией йода; проверить влияние обработки в йодсодержащих травителях на электрофизические свойства детекторов CdZnTe.

МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА.

1. Исследование процессов травления кристаллов высокоомного CdZnTe в йодсодержащих растворах проводили на монокристаллах, выращенных методом вертикального выращивания Бриджмена при высоком давлении [5]. Из слитка вырезали образцы размером ($\sim 5 \times 5 \times 3$) мм, которые механически резали, шлифовали и полировали, а затем химически обрабатывали для удаления нарушенного поверхностного слоя.

2. Кристаллы CdZnTe травили в растворах йода в диметилформамиде (ДМФА). Исследовались растворы с содержанием йода от 1 до 25 масс. %. После травления кристалл отмывали в ДМФА, а затем просушивали на воздухе. Скорость травления определяли как разность толщины кристалла до и после операции, с помощью микрометра с точностью 0,01 мм. В исследованиях применяли реактивы марки чда. Для определения воспроизводимости результатов в работе использовали 2 – 3 кристалла одной серии.

3. Измерение электрофизических характеристик кристаллов осуществлялось на специально изготовленном экспериментальном стенде. Установка-стенд состоит из источника тока в качестве которого использовался источник питания Model 3106D, пикоамперметра Keithley 6487, вольтметра и светонепроницаемой камеры в которой расположены предметный столик с экранировкой от внешних электромагнитных помех и кристалл.

Контакты для измерения электросопротивления кристаллов представляли собой эластичную токопроводящую резину, состоящую из силиконового каучука с наполнителем из мелкодисперсного графитового порошка расположенную на тарированном пружинном прижиме.

Это позволяло быстро менять образцы без нарушения их целостности.

Нижний контакт представлял из себя плоскую пластину $S = 2 \text{ см}^2$, а верхний контакт – плоскую пластину $S = 0,5 \text{ см}^2$. Сопротивление используемой резины $\sim 3 \cdot 10^3 \text{ Ом/см}$.

4. Исследование макроструктуры кристаллов после травления проводили на микроскопе Leica MTU 253 с фотоаппаратом Canon EOS 450D.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ.

Травители с содержанием йода от 1 до 10 масс. % – селективные, они хорошо выявляют структурные дефекты (двойники, непроплавы, линии скольжения, поликристалличность) кристаллов высокоомного CdZnTe.

В растворах с таким содержанием йода травление кристаллов происходит с малой скоростью от 0.5 до 7.5 мкм/мин.

Поверхность кристалла после травления шлифованная, серая, матовая, дефекты кристаллов становятся оптически неоднородными.

В диапазоне концентраций 4 – 6 масс. % йода наблюдается снижение скорости травления кристаллов CdZnTe. Это объясняется возникновением плотноприлегающей пленки йодидов на поверхности образцов, которая не смывается в избытке промывочной жидкости.

На рис. 1 представлен кристалл прошедший обработку в 4 % растворе I₂ – ДМФА на протяжении двух минут, скорость травления составила 2.5 мкм/мин.

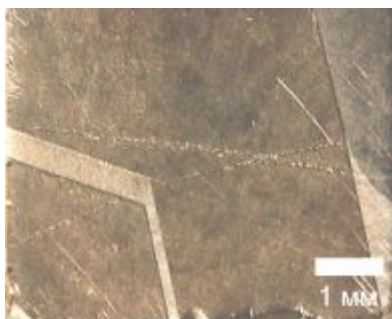


Рис. 1. Кристалл, прошедший обработку в 4 % I₂ – ДМФА.

На фотографии четко видны участки оптической неоднородности. С правой стороны кристалла видны границы зерен. Слева на кристалле просматривается двойник.

Дефекты наблюдаются и на боковой поверхности с выходом на противоположную сторону кристалла.

По центру кристалла на наблюдается X-образная трещина. На вторую сторону эта трещина не выходит, это свидетельствует о том, что данный дефект кристалла поверхностный.

Травление в растворах содержащих от 12 до 25 масс. % сопровождается увеличением полирующего эффекта, и снижением оптической неоднородности дефектов кристаллов.

Растворы с содержанием йода более 16 % не позволяет рассматривать дефекты макроструктуры, так как поверхность кристалла приобретает зеркально-полированное состояние.

На полированной поверхности возможно различить границы двойников, микротрещины, ступени сдвига, в виде очень тонких серебристых светящихся линий, но четко идентифицировать вид дефекта кристалла невозможно.

Скорость травления кристаллов CdZnTe остается практически неизменной при концентрации йода 10 – 14 % и составляет 10 мкм/мин (рис. 2).

При концентрации йода 16 % скорость травления увеличивается до 22.5 мкм/мин. Дальнейшее увеличение концентрации йода приводит к снижению скорости травления до 15 – 17 мкм/мин.

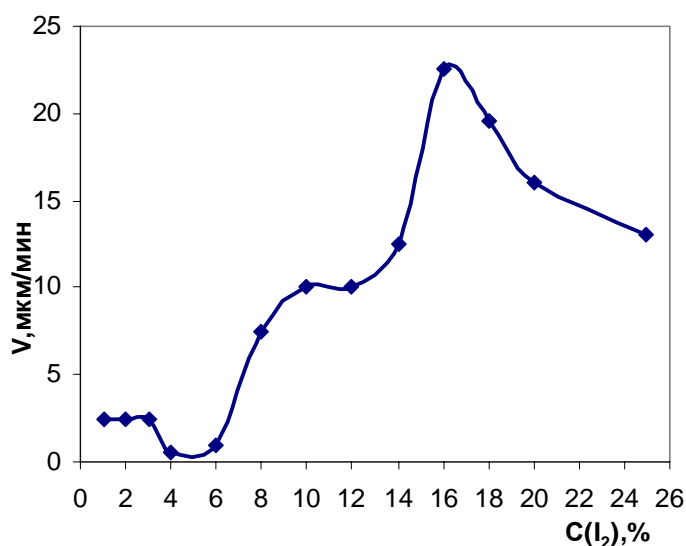


Рис. 2. Зависимость скорости травления от концентрации йода в ДМФА

На рис. 3 представлен кристалл травленный в 25 % I₂ – ДМФА.

Поверхность после травления зеркально-черная, однородная, полированная. На этом образце видны блестящие тонкие полосы, которые могут свидетельствовать о наличии двойников, линий скольжения.

Для выявления макроструктуры кристаллов высокоомного CdZnTe целесообразно использовать высококонцентрированные растворы йода из-за невозможности однозначно трактовать полученные результаты.

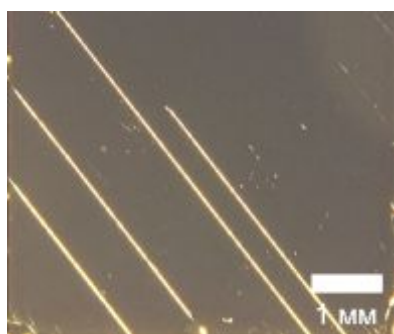


Рис. 3. Кристалл, прошедший обработку в 25 % I₂ – ДМФА.

Традиционная обработка кристаллов CdZnTe в бром-метанольных травителях для полирования поверхности приводит к появлению зеркальной черной поверхности с шероховатостью, называемой эффектом «апельсиновой корки». Предоставлены фотографии двух кристаллов высокоомного CdZnTe, на которых хорошо виден микрорельеф.

Кристалл на рис. 4 прошел травление в растворе бром-метанол, кристалл на рис. 5 травил в растворе 20 % I₂ – ДМФА. Его поверхность гладкая зеркальная, эффект «апельсиновой корки» практически сглажен.

Измерение электросопротивления кристаллов прошедших обработку в йодсодержащих полирующих травителях практически не зависит от концентрации йода в ДМФА, но на прямую зависит от кристаллографического несовершенства образцов.

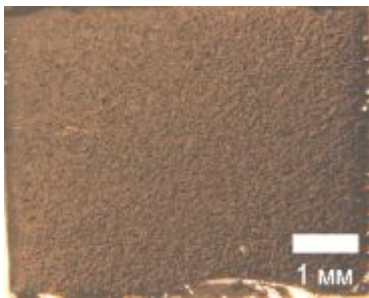


Рис. 4. Фотография кристалла CdZnTe, травленого в Br –метаноле.

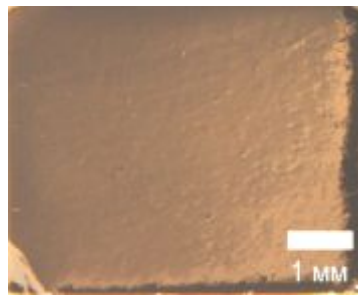


Рис. 5. Фотография кристалла CdZnTe, травленого в I₂ – ДМФА

ВЫВОДЫ.

Установлена скорость травления кристаллов CdZnTe в йодсодержащих растворах.

С увеличением концентрации йода в ДМФА (от 1 до 16 масс. %) скорость травления возрастает.

При дальнейшем повышении содержания йода (от 16 до 25 масс. %) скорость травления падает.

Показано, что травители с небольшим содержанием йода, обладающие малой скоростью травления позволяют выявлять структурные несовершенства кристаллов высокоомного CdZnTe.

Травление кристаллов CdZnTe в йодсодержащих растворах на ранних стадиях производства детекторов γ -излучения позволит выявлять несовершенство кристаллической структуры, которая оказывает влияние на их электрофизические и спектральные характеристики.

Сопротивление кристаллов обработанных в полирующих йодсодержащих растворах идентично сопротивлению кристаллов после травления в бромсодержащих смесях.

Список литературы: 1. Сава А.А. Химическое растворение теллурида кадмия в растворах системы Br₂-HBr / [А.А. Сава, В.Н. Томишук, А.В. Фомин та ін.] // Неорганические материалы. – 1989. – Т. 25, № 12. – С. 1997 – 2001. 2. Томишук В.Н. Полирующее травление полупроводниковых соединений A^{IV}B^{VI} / В.Н. Томишук, З.Ф. Томишук // Неорганические материалы. – 1997. – Т. 33, № 12. – С. 1451 – 1455. 3. Павлович І.І. Хімічна обробка кристалів Bi₂Te₃ та твердих розчинів на його основі травниками I₂-ДМФА / [І.І. Павлович, З.Ф. Томишук, І.Б. Стратійчук та ін.] // Фізика і хімія твердого тіла. – 2010. – Т. 11, № 4. – С. 994 – 997. 4. Реми Г. Курс неорганической химии / Г. Реми. – М.: Иностран. лит., 1963. – 920 с. 5. Сангвал К. Травление кристаллов. Теория. Эксперимент. Применение / К. Сангвал. – М.: Мир, 1990. – 496 с.

Поступила в редколлегию 12.10.11