DOI: 10.17117/na.2017.01.03.151

<http://ucom.ru/doc/na.2017.01.03.151.pdf>

Поступила (Received): 19.01.2017

**Рахымбеков А.Ж., Курманбаев А.А., Алимбекова К.Ж.,
Алмухамбетов С.С., Мухашева М.Б.**

Электрохимическая очистка расплава полупроводника

**Rakhymbekov A.Zh., Kurmanbaev A.A., Alimbekova K.Zh.,
Almuhambetov S.S., Muhasheva M.B.**

Electrochemical cleaning semiconductor melts

Разработана оригинальная электрохимическая схема очистки расплава полупроводникового материала теллура от растворенного кислорода с помощью твердого оксидного суперионного проводника на основе стабилизированной двуокиси циркония при высокой температуре. Исследовано влияние внешних факторов, как например, электрического поля постоянного тока

Ключевые слова: твердый, оксидный, суперионный, полупроводник, постоянный ток, поле, расплав, электродвижущая сила, заряд, электрод

An original melt electrochemical purification scheme tellurium semiconductor material of dissolved oxygen using a solid oxide superionic conductor based on stabilized zirconium dioxide at high temperature. Influence of external factors is investigational, as foreexample, electric-field of direct-current

Key words: hard, oxide, superion, semiconductor, direct current, field, fusion, electromotive force, charge, electrode

Рахымбеков Айтбай Жапарович

Кандидат физико-математических наук, профессор, зав. кафедрой
Жетысуский государственный университет им. И. Жансугурова
г. Талдыкорган, ул. Жансугурова, 187 А

Rakhymbekov Aitbai Zhaparovich

Candidate of Physico-mathematical Sciences, Professor, Head of Department
Zhetysu state university named I. Zhansugurov
Taldykorgan, Zhansugurov st., 187 A

Курманбаев Амангельды

Кандидат педагогических наук, доцент
Жетысуский государственный университет им. И. Жансугурова
г. Талдыкорган, ул. Жансугурова, 187 А

Kurmanbaev Amangeldy

Candidate of Pedagogic Sciences, Associate Professor
Zhetysu state university named I. Zhansugurov
Taldykorgan, Zhansugurov st., 187 A

Алимбекова Каламкас

Магистрант
Жетысуский государственный университет им. И. Жансугурова
г. Талдыкорган, ул. Жансугурова, 187 А

Alimbekova Kalamkas

Master
Zhetysu state university named I. Zhansugurov
Taldykorgan, Zhansugurov st., 187 A

Алмухамбетов Сейсекбай

Кандидат технических наук, доцент
Жетысуский государственный университет им. И. Жансугурова
г. Талдыкорган, ул. Жансугурова, 187 А

Almuhambetov Seysekbay

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Zhetysu state university named I. Zhansugurov
Taldykorgan, Zhansugurov st., 187 A

Мукашева Меруерт

Магистрант

Жетысуский государственный университет им. И.

Жансугурова

г. Талдыкорган, ул. Жансугурова, 187 А

Mukasheva Meruert

Master

Zhetysu state university named I. Zhansugurov

Taldykorgan, Zhansugurov st., 187 A

Современная техника физического эксперимента, а также технология полупроводниковых и других материалов заинтересованы в развитии методов дозирования кислорода, в частности в тонкой очистке расплавов полупроводников [1].

В этом отношении перспективны материалы на основе оксидов IV В – примесные твердые оксидные суперионные проводники (ТОСП), называемые также высокотемпературными или твердыми оксидными электролитами. Они отличаются исключительно кислородноионным переносом в широком диапазоне температур T , и парциальных давлений кислорода P . Высокотемпературную кубическую с решеткой флюорита модификацию диоксида циркония ZrO_2 стабилизируют во всем диапазоне температур добавлением катионов меньшей валентности. Недостаток заряда компенсируется активными вакансиями, по ним осуществляется перенос анионов кислорода O^{2-} .

Твердый раствор $ZrO_2 + 12 \text{ мол. \% CaO}$ при $T = 1000^\circ\text{C}$ имеет удельную электропроводность $\sigma = 5,5 \cdot 10^{-2} (\text{Ом} \cdot \text{см})^{-1}$ и сохраняет ионную долю электропроводности $t_i \geq 0,99$ вплоть до парциального давления кислорода $P = 10^{-20}$ атм. При меньших давлений P_x , часть кислорода покидает решетку, заряд компенсируется электронами, растет электронная составляющая проводимости, материал электролита деградирует «восстанавливается» [2].

На электродах перегородки из такого материала, разделяющий объемы с $P' > P_x$, существует электродвижущая сила (ЭДС) E :

$$E = \frac{RT}{4F} \cdot \ln \frac{P'}{P_x} \quad (1)$$

(здесь R - универсальная газовая постоянная, F – число Фарадея, T -температура окружающей среды, P' -парциальное давление кислорода в окружающей атмосфере равное $0,21 \cdot 10^5$ Па, P_x – искомое давление кислорода). Это явление используют в топливных элементах, термодинамических исследованиях, газовом анализе.

Среди разнообразных и многочисленных приложений твердых оксидных суперионных электролитов (ТОСП) в настоящее время наиболее развиты приложения в области полупроводниковой технологии.

В настоящей работе сделана попытка применения ТОСП для измерения и дозирования кислорода в полупроводниковом материале теллуре. Небольшая концентрация диоксида теллура является акцепторной примесью и повышает термоэдс [3].

Образцы керамического диоксида циркония разных составов выдерживали в жидком теллуре при 700°C в течение 10 часов. Видимых следов взаимодействия керамики с теллуrom обнаружено не было. Разработали, изготовили и исследовали прибор, показанный на рис. 1. Он включает в себя две концентрические пробирки из керамического стабилизированного диоксида

циркония производства УкрНИИО. Исследуемый образец жидкого теллура 1 расположен между торцами наружной и внутренней пробирок 2 и 3, и отделен от циркулирующего в приборе газа теллуrom, отвержденным в узком кольцевом зазоре между стенками 4. Рабочая зона разогревается печью сопротивления 5, для которой предусмотрена возможность осевого перемещения. Наружная и внутренняя пробирки газоплотно соединены со стеклянными деталями 6 и 7, конструкции которых обеспечивают возможность продувания прибора газом и герметизации с помощью разъемного жидкостного затвора 8.

Рис. 1. Экспериментальная установка для определения концентрации кислорода в расплаве теллура

Поверхности торцов пробирок (внутренняя для 3 и внешняя для 2) снабжены платиновыми пастовыми вожженными электродами 9 и 10. Токоотводом для электрода 9 служит платиновая ветвь платино-платинородиевой термопары, чехол которой снабжен прижимающим приспособлением. Токоотводом для теллура служит платиновое покрытие,

выполненное на расчетной высоте на одной из пробирок, и смонтированная на нем платиновая проволока [4].

Электроды подключали через регулируемое сопротивление к источнику постоянного напряжения и контролирующим приборам. При $T=571^{\circ}\text{C}$ и массе образца теллура 6,97 г напряжение на ячейке до пропускания тока составляло 835 мВ. Очевидно исходная чистота теллура по кислороду была, по крайней мере, не хуже, чем соответствует равновесному давлению кислорода в газовой фазе

$$P_o = P^1 \exp (-4FE / RT)$$

здесь P^1 – концентрация, или парциальное давление кислорода вне трубки равное $0.21 \cdot 10^5 \text{ Па}$, F - число Фарадея, E - электродвижущая сила, R - универсальная газовая постоянная величина, T – температура.

Список используемых источников:

1. Годин Ю.Г., Баранов В.Г. АС 669863 (СССР), 1979.
2. Андреев В.Н., Тимощенко Н.Е., Чудновский Ф.А. Тезисы доклада VI – ой международной конференции по росту кристаллов, М., 1980.
3. Андреев В.Н., Тимощенко Н.Е., Черненко И.М., Чудновский Ф.А., ЖТФ, 1981г., т 51, вып. 8, стр. 1685-1689.
4. Вассерман А.М., Кунин Л.Л., Суровой Ю.Н., Определение газов в металлах. М., Наука, 1976.

© 2017, Рахымбеков А.Ж., Курманбаев А.А.,
Алимбекова К.Ж., Алмухамбетов С.С., Мухашева М.Б.
Электрохимическая очистка расплава
полупроводника

© 2017, Rakhymbekov A.Zh., Kurmanbaev A.A.,
Alimbekova K.Zh., Almuhambetov S.S.,
Mukasheva M.B.
Electrochemical cleaning semiconductor melts