

# ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКАЯ ОЧИСТКА СУПЕРИОНИКОМ РАСПЛАВА ПОЛУПРОВОДНИКА

Рахымбеков А. Ж.<sup>1</sup>, Уразалиев У. И.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Рахымбеков Айтбай Жапарович / Rakhymbekov Aitbai – кандидат физико-математических наук, доцент, профессор;

<sup>2</sup>Уразалиев Утеген Изтлеуович / Urazaliev Utegen - кандидат химических наук, доцент, профессор, направление: физико-математические науки, кафедра профессионального обучения, Жетысуский Государственный университет им. И. Жансугурова, г. Талдыкорган, Республика Казахстан

**Аннотация:** 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, под воздействием которого происходит перемещение анионов кислорода от катода к аноду. Показано, что разработанная электрохимическая установка не запирается, обладает ожидаемой суперионной проводимостью при высокой температуре и небольших плотностях тока.

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

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].

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  $t_u \geq 0,99$  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 равно  $0,21 \cdot 10^5$  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].

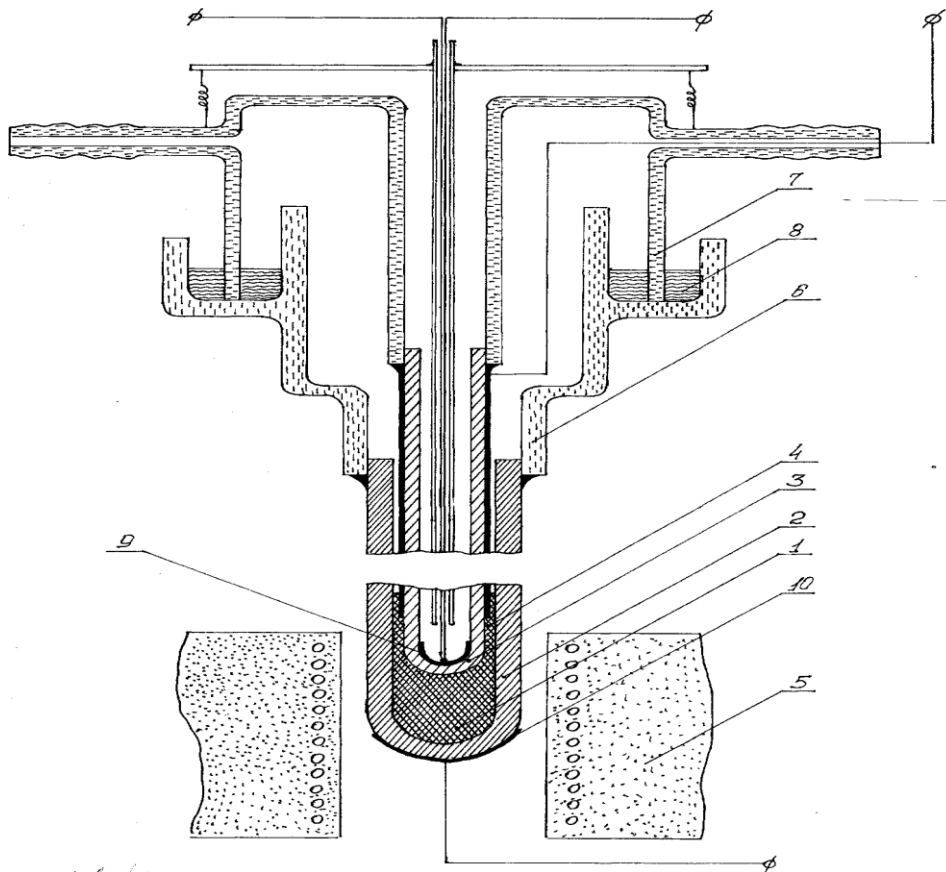


Рис. 1. Экспериментальная установка для определения концентрации кислорода в расплаве теллура

Образцы керамического диоксида циркония разных составов выдерживали в жидком теллуре при  $700^{\circ}\text{C}$  в течение 10 часов. Видимых следов взаимодействия керамики с теллуром обнаружено не было.

Разработали, изготовили и исследовали прибор, показанный на рис. 1. Он включает в себя две концентрические пробирки из керамической стабилизированного диоксида циркония производства УкрНИИО [3].

Исследуемый образец жидкого теллура 1 расположен между торцами наружной и внутренней пробирок 2 и 3, и отделен от циркулирующего в приборе газа теллуром, 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.

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

$$P_0 = P^1 \exp \left( \frac{-4FE}{RT} \right) \quad (2)$$

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

#### Литература

1. Годин Ю. Г., Баранов В. Г. АС 669863 (СССР), 1979 г.

2. *Андреев В. Н., Тимощенко Н. Е., Чудновский Ф. А.* Тезисы доклада VI-й международной конференции по росту кристаллов. М., 1980 г.
3. *Андреев В. Н., Тимощенко Н. Е., Черненко И. М., Чудновский Ф. А.* ЖТФ, 1981 г. Т. 51. Вып. 8. Стр. 1685-1689.
4. *Рахымбеков А. Ж. и др.* Baro electromotive force in the low-temperature electrolyte. The Way of Science, 2014, №7 (7), p.36-38.
5. *Рахымбеков А. Ж.* Oxyden pump from a hard electrolyte, Global Science and innovation, March 12-13<sup>th</sup>, 2015. Chicago. P. 296-298.