



Адабиётлар

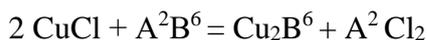
1. Е.К.Иорданишвилли. "Термоэлектрик энергия манбаалари" М.1968й.
2. М.Б.Набиев. Экстремальные режимы работы полупроводниковых термоэлементов и устройств на их основе. «Монография» Издательство "Classic" ISBN:978-9943-6874-4-8 Фергана-2020.
3. М.Б.Набиев. Yarimo'tkazgichli termoelementlar. Монография Фарғона-2022 й. ФДУнаширети 120 бет.
4. М.Б.Набиев., И.С.Ходиев. Решения задачи о возможно стях нестационарного термоэлектрического охлаждения с использованием импульсов тока прямоугольной формы. Uz.Res.Innovatsion rivojlanish Vazirligi, Uz.Res. Fanlar Akademiyasi.Uz.MU. "Ilmiy tadqiqotlar" Xalqaro- SAMITI. TASHKETNT-2022 .23.02.22.185-191.

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ НА ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТОНКОПЛЁНОЧНЫЕ ФОТОПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ТИПА $Cu_{2-x}Te-CdTe$ **Т. Ахмедов, Д.Жураева****Ферганского государственного университета**

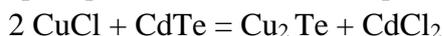
Аннотация: В данной статье рассмотрено получение тонкоплёночных фотопреобразователей типа $Cu_{2-x}Te-CdTe$ методом химического осаждения. Так же показано методы химического осаждения в растворе $CuCl$ для получения фотопреобразователя на основе $Cu_{2-x}Te-CdTe$. При получении плёнок полупроводников в квазизамкнутом объёме возможно уменьшить перепад температур между подложкой и испарителем.

Ключевые слова: термовакуум, низкоомный, фотовольтаический, фазовый состав, квазизамкнутый объём.

Наиболее простым и технологичным является химический способ создания солнечных фотопреобразователей на основе соединений A^2B^6 . Впервые солнечные элементы (СЭ) на основе соединений A^2B^6 ($CdTe$) химическим способом получил Кузано [2]. Он показал, что при погружении тонких слоёв $p-CdTe$ в подогретый водный раствор $CuCl$ на поверхности $CdTe$ благодаря ионообменной реакции образуется тонкий слой теллурида меди-полупроводник p - типа проводимости. С тех пор этот метод успешно применяется и для других представителей соединений A^2B^6 . Суть метода такова, что при взаимодействии веществ группы A^2B^6 с водными растворами солей различных металлов могут образоваться на их поверхности новые фазы. Общую формулу реакции замещения можно записать в следующем виде:



Например, при создания гетероперехода $Cu_2Te-CdTe$ происходит следующая реакция:



Следует отметить, что исключительное большинство СЭ, полученных химическим способом на основе тонких плёнок соединений A^2B^6 , были изготовлены на базовых слоях полученных химической пульверизации, газотранспортным методом или вакуумным испарением в открытом объёме. Тогда по работы по создания СЭ химическим способом на

базе соединений A^2B^6 , полученных в результате вакуумного испарения в квазизамкнутом объёме, практически отсутствует.

В первом параграфе данной главе вы уже отмечали технологическое преимущество метода получения плёнок термовакуумной конденсации в квазизамкнутом объёме.

Поэтому огромный научный и практический интерес представляет получения СЭ химическим способом на основе соединений A^2B^6 , конденсированных в квазизамкнутом объёме и исследование их свойств. С этой целью мы получили СЭ $Cu_{2-x}Te-CdTe$, базовый материал для которых был получен в квазизамкнутом объёме.

Кратко опишем технологию получения СЭ химическим способом.

Насыщенный медью водный раствор хлорида меди изготавливался следующим образом: в 200 мл, дистиллированной воде перемешали 5-6г порошка $CuCl$. Для достижения нужной концентрации ионов меди раствор добавлялась концентрированная соляная кислота. Для разработки оптимальной технологии химического осаждения ГП на $CdTe$ варьировались такие технологические факторы, как кислотность раствора (pH), его температура и время обработка.

$Cu_{2-x}Te-CdTe$ СЭ от кислотности раствора (а) и его температуры (б). Время обработки в обоих случаях составляет 5с, которое также установлено экспериментальным путём. Из рисунка видно, что как напряжение холостого хода, так и ток короткого замыкания достигают своих максимальных значений при кислотности раствора pH=6 и его температуре $\sim 80^{\circ}C$. Таким образом, оптимальным технологическим режимом для получения солнечных фотопреобразователей типа $Cu_{2-x}Te-CdTe$ является:

$$pH=6, t=5c, t^0=80^{\circ}C$$

На качество р-п-перехода, а также на выходные параметры солнечных фотопреобразователей сильно влияет последовательное и шунтирующее сопротивление р-п-перехода. Поэтому для целенаправленного управления технологическим процессом с целью получения эффективных преобразователей солнечной энергии необходимо определить $R_{п}$ и $R_{ш}$ р-п-перехода и установить их связь с технологическими параметрами. Существуют различные методы по их определению. В работе дана методика определения вышеуказанных параметров по нескольким нагрузочным характеристикам, снятым в разных интенсивностях освещенности.

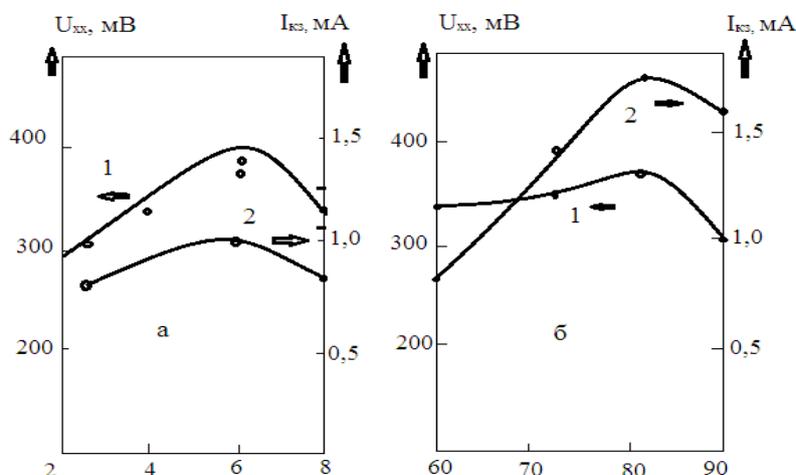


Рис. 1. Зависимость U_{xx} , $I_{кз}$ $Cu_{2-x}Te-CdTe$ СЭ от кислотности (pH) раствора $CuCl$ (а) и его температуры (б)



В работе Евдокимова В.М. для определения R_{Π} и $R_{\text{ш}}$, n , I_0 используется одна экспериментальная нагрузочная характеристика. Для расчёта параметров используются следующие аналитические выражения:

$$R_{\Pi} = \frac{12P_0}{I_{k3}^2} - \frac{12P_1}{I_{k3}^3} - \frac{6U_{xx}}{I_{k3}} + 3tg\alpha$$

$$n = \frac{eI_{k3}}{kT} (tg\alpha - R_{\Pi}) = \frac{2e}{kT} \left(3U_{xx} + \frac{6P_1}{I_{k3}^2} - \frac{6P_0}{I_{k3}} - I_{k3}tg\alpha \right)$$

$$\frac{1}{R_{\text{ш}}} = \frac{1}{U_{xx}^2} \left(10P_0 - \frac{12P_1}{I_{k3}} + I_{k3}^2tg\alpha \right) - \frac{4I_{k3}}{U_{xx}}$$

$$I_0 = I_{k3} \exp \left(-\frac{eU_{xx}}{nkT} \right)$$

где P_0 – площадь под кривой в зависимости $I \sim f(u)$, P_1 – площадь под кривой в зависимости $IU \sim f(I)$, $tg \alpha$ – наклон кривой $I \sim f(u)$. Вблизи напряжения холостого хода.

Преимуществом данной методики является то, что для определения основных параметров фотоэлемента используется одна нагрузочная ВАХ. Недостатком методик является трудоемкость определения P_0 и P_1 с достаточной точностью, которое занимает у экспериментатора намного больше времени, чем на сам эксперимент.

Нами разработана машинная программа для расчёта R_{Π} , $R_{\text{ш}}$, n и I_0 на языке «БЭЙСИК». Экспериментатору необходимо при наличии разработанной нами программы ввести в машину значение тока и соответствующее ему значение напряжение. За короткий промежуток времени машина даёт все искомые параметры фотоэлемента и форму нагрузочной характеристики. Ниже приводится данная программа.

Использованные литературы

- [1] L. Leontie, V. Nedeff, I. Evtodiev, M Stamate. Photoelectric properties of Bi2O3/GaSe heterojunctions. February 2009 Applied Physics Letters 94(7):071903-071903-3. DOI:10.1063/1.3035854.
- [2] V. N. Katerynychuk, Z. D. Kovalyuk, Z. Kudrynskiyi. Photoelectric properties of n-ITO/p-GaTe heterojunctions. May 2015 Semiconductors 49(5):600-603. DOI:10.1134/S1063782615050085.
- [3] Kangwei Cen, Shenlang Yan, Ning Yang, Xiansheng Dong, Luzhen Xie, Mengqiu Long, Tong Chen. The adjustable electronic and photoelectric properties of the WS2/WSe2 and WSe2/WTe2 van der Waals heterostructures. Vacuum. Volume 212, June 2023, 112020. <https://doi.org/10.1016/j.vacuum.2023.112020>.
- [4] Jianpei Wang, Haiying Yang, Ping Yang. Photoelectric properties of 2D ZnO, graphene, silicene materials and their heterostructures. Composites Part B: Engineering / Volume 233, 15 March 2022, 109645. <https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2022.109645>.
- [5] A. Hendi, R. Alkhraif, H. Alshehri, F. AlKallas, M. Almoneef. Photovoltaic Performance of Thin-Film CdTe for Solar Cell Applications. Journal of Nanofluids / Vol. 10, pp. 91–97, 2021/ www.aspbs.com/jon.
- [6] Intu Sharma, Bodh Raj Mehta. KPFM and CAFM based studies of MoS2 (2D)/WS2 heterojunction patterns fabricated using stencil mask lithography technique. Journal of Alloys and Compounds / Volume 723, 5 November 2017, Pages 50-57. <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2017.06.203>.



- [7] Salah Sadek. CdTe - CdSe anisotype heterojunction. Electrical Engineering Department, Imperial College London, S. W. 7. June, 1975.
- [8] D. L. Feucht. Heterojunctions in photovoltaic devices. J. Vac. Sci. Technol. 14, 57–64 (1977). <https://doi.org/10.1116/1.569153>.
- [9] Chuang Liu, Yuchen Hao, Xiaoli Dong, Xiuying Wang. A novel supermolecular preorganization route for improving g-C₃N₄/g-C₃N₄ metal-free homojunction photocatalysis. September 2017. New Journal of Chemistry 41(20). DOI:10.1039/C7NJ02639K.
- [10] SM Otajonov, RN Ergashev, T Axmedov, Ya Usmonov, B Karimov. Photoelectric properties of solar cells based on pCdTe-nCdS and pCdTe-nCdSe heterostructures. Journal of Physics: Conference Series. 2022/12/1. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/2388/1/012062/meta>.
- [11] SM Otazhonov, RN Ergashev, KA Botirov, BA Qaxxorova, MA Xudoynazarova, NA Abdulkarimova. Influence of thickness and temperature on photoelectric properties of p-CdTe-nCdS and pCdTe-CdSe heterostructures. Journal of Physics: Conference Series. (2022, December). <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/2388/1/012001>.

SUV CHIQARISH UCHUN MO'LJALLANGAN FOTOISSIQLIK VA FOTOELEKTRIK MOBIL QURILMALARNING TEXNIK-IQTISODIY KO'RSATKICHLARINI ASOSLASH

**Tursunov. M. N., Sabirov. X., Eshmatov. M. M., Xolov. U. R.,
O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Fizika-texnika instituti**

Annotatsiya: Ushbu maqolada Respublikaning issiq va quruq iqlimli chekka hududlarida joylashgan qishloqlarda quduqlardan suv chiqarish va maishiy iste'molchilarni energiya bilan ta'minlashda foydalanish uchun ishlab chiqilgan sovitishda qo'shimcha quvvat ta'lab qilmasdan o'zini-o'zi sovitish tizimi bilan jihozlangan yangi reflektorli fotoissiqlik batareya asosidagi mobil qurilmaning yil davomida ishlab chiqargan energiyasi, suv nasoslarining sutka davomida ishlash vaqtlari, oylar kesimida chiqargan suv miqdori, iqtisodiy tomonlari an'anaviy fotoelektrik qurilma bilan taqqoslash orqali ko'rib chiqilgan va fotoissiqlik batareya asosidagi qurilma ko'rsatkichlari suv chiqarishdagi an'anaviy fotoelektrik qurilma ko'rsatkichlaridan ancha yuqori ekanligi bayon qilingan.

Kalit so'zlar: Fotoissiqlik batareya, fotoelektrik batareya, suv nasosi, elektr energiya.

Quyosh energiyasidan qishloq xo'jaligi ishlarida foydalanish istiqbolli yo'nalishlardan biridir. Ma'lumki O'zbekiston Respublikasida 10 000 dan ortiq nasos stansiyasi va 16 000 quduq faoliyat ko'rsatmoqda. Mavjud farqni qoplash uchun maxsus mahalliy ehtiyojlarga mo'ljallangan fotoelektrik sug'orish tizimlariga birlashtirilmoqda. Quyosh energiyasi bilan sug'orish tizimlarini loyihalashtiruvchilar doimiy bo'lmagan quyosh energiyasini va doimiy sug'orish talablarini uyg'unlashtirishdir. Qishloq xo'jaligida sug'orish ishlari nasoslarni doimiy energiya bilan kamida 16 soat ta'minlashni ta'lab qiladi[1].

Hozirgi kunda fotoelektrik batareyalar samaradorligi keskin oshdi va 20% dan ortiqni tashkil qilishi bilan bir qatorda fotoelektrik batareyalar bozorida narxlarning tushishi kuzatilmoqda. Quyosh energiyasidan muqobil energiya manbai sifatida foydalanish sug'orish imkoniyatlaridan tashqari tejamkor va ekologik jihatdan ham qulaydir.