

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY TA’LIM, FAN VA INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI**

**MIRZO ULUG‘BEK NOMIDAGI
O‘ZBEKISTON MILLIY UNIVERSITETI**

FIZIKADA FUNDAMENTAL VA AMALIY TADQIQOTLAR

Xalqaro konferensiyasi materiallari



**Proceedings of International Conference
FUNDAMENTAL AND APPLIED RESEARCH IN PHYSICS**

24-25-may, 2024-yil

May 24-25, 2024

Toshkent 2024



Fizikada fundamental va amaliy tadqiqotlar, O'zMU, 24-25-may, 2024-yil

Fundamental and Applied Research in Physics, NUUz, May 24-25, 2024



**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY TA'LIM, FAN VA INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI**

**MIRZO ULUG'BEK NOMIDAGI
O'ZBEKISTON MILLIY UNIVERSITETI**

**FIZIKADA FUNDAMENTAL VA AMALIY TADQIQOTLAR
Xalqaro konferensiyasi materiallari**



Proceedings of International Conference

FUNDAMENTAL AND APPLIED RESEARCH IN PHYSICS

24-25-may, 2024-yil

May 24-25, 2024

Toshkent 2024



UDK:530

KBK:22.3

F55

“Fizikada fundamental va amaliy tadqiqotlar” mavzusidagi Xalqaro konferensiyasi materiallari to‘plami, O‘zMU, Toshkent, 2024-yil 24-25-may.

To‘plamda – Fizikada fundamental va amaliy tadqiqotlar Xalqaro konferensiyasi materiallari keltirilgan. Konferensiya materiallarida unda ishtirok etgan respublika va xorijiy ilmiy-tadqiqot institutlari hamda oliy ta’lim muassasalarining yetakchi olimlari, doktorantlari ishlari jamlangan.

To‘plam mualliflar taqdim etgan materiallar asosida tuzilgan.

To‘plamdagi materiallar Mirzo Ulug‘bek nomidagi O‘zbekiston Milliy universiteti soha mutaxassislari tomonidan taqrizdan o‘tkazilgan.

Matnlarda foydalanilgan ma’lumotlar, ilmiy natijalar va xulosalar aniqligi uchun javobgarlik to‘la mualliflar zimmasida qoladi.

Proceedings of the International Conference on **“Fundamental and Applied Research in Physics”**, NUUz, Tashkent, May 24-25, 2024.

Proceedings contains the materials of the International Conference on Fundamental and Applied Research in Physics. The materials of the conference include the works of leading scientists and doctoral students of republican and foreign research institutes and higher education institutions.

Proceedings was compiled on the basis of materials provided by the authors.

The materials in the proceedings were reviewed by specialists of the National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek.

The responsibility for the accuracy of the informations, scientific results and conclusions used in the text rests with the authors.



INTERNATIONAL ADVISORY COMMITTEE

I.U. Madjidov, rector of NUUz, chairman

Abdullayev F.X. (<i>Uzbekistan</i>)	Mamatkarimov O.O. (<i>Uzbekistan</i>)
Ashurov Kh.B. (<i>Uzbekistan</i>)	Muminov R.M. (<i>Uzbekistan</i>)
Ashurov M.Kh. (<i>Uzbekistan</i>)	Mukimov K.M. (<i>Uzbekistan</i>)
Akhmedov B.J. (<i>Uzbekistan</i>)	Musakhanov M.M. (<i>Uzbekistan</i>)
Bakhramov S.A. (<i>Uzbekistan</i>)	Mukhamedov G.I. (<i>Uzbekistan</i>)
Berdiyev G.R. (<i>Qatar</i>)	Nakamura K. (<i>Japan</i>)
Daliyev Kh.S. (<i>Uzbekistan</i>)	Nosirov A. (<i>JINR</i>)
Diana Adliene (<i>Lithuania</i>)	Utamuradova Sh.B. (<i>Uzbekistan</i>)
Dibya Prakash Rai (<i>India</i>)	Olimov Kh.Q. (<i>Uzbekistan</i>)
Doroshenko I.Y. (<i>Ukraine</i>)	Rashidova S.Sh. (<i>Uzbekistan</i>)
Egamberdiyev Sh.A. (<i>Uzbekistan</i>)	Sadikov I.I. (<i>Uzbekistan</i>)
Grigoryan, Ara A. (<i>Armenia</i>)	Umarov A.V. (<i>Uzbekistan</i>)
Ksenevich V.K. (<i>Belarus</i>)	Waqas Masood (<i>Pakistan</i>)
Kyeongsoon Park (<i>South Korea</i>)	Yuldashev B.S. (<i>Uzbekistan</i>)
Mamadalimov A.T. (<i>Uzbekistan</i>)	Zaynobiddinov S.Z. (<i>Uzbekistan</i>)

ORGANIZING COMMITTEE

I.U. Madjidov, rector of NUUz, chairman

Y. Ergashov vice-rector of NUUz, co-chairman

G.B. Eshankulov, Dean of Physics faculty, co-chairman

Otajonov Sh.O.	Abdurakhmanov U.
Irgaziev B.	Kurbanov M.
Abdurakhmanov G.	Khalbaev I.
Jumabaev A.J.	Rakhmatov A.S.
Nuritdinov S.N.	Nasirov A.
Polvonov S.R.	Akhunov T.A.
Begmatova D.A.	Akhmadjanov T.
Yuldashev Sh.U.	Akramov M.E.



The integration of bacteria into seismic-resistant durable concrete opens new possibilities for structural reinforcement and soil stabilization. This innovative approach, based on solid states principles, allows for the creation of more resilient and durable constructions capable of withstanding the most challenging operational conditions. Moreover, the high survivability of bacteria in diverse climatic conditions makes this method attractive and promising for widespread implementation in construction practices.

REFERENCES

- [1] Soheil Khalatbari, "Incorporating Bacteria for Self-Healing Properties in Innovative Concrete Technology" *Journal of Civil Engineering Researchers*, vol. 5 (4), pp. 31–39, 2023.
- [2] Kenji Watanabe, Susumu Nakajima, Kimihiro Fujii, Kosuke Matsuura, Atsuhiko Kudo, Takahiro Nonaka, Yudai Aoyagi, "Development of geosynthetic-reinforced soil embankment resistant to severe earthquakes and prolonged overflows due to tsunamis" *Soils and Foundations*, Volume 60, Issue 6, December 2020, Pages 1371-1386. <https://doi.org/10.1016/j.sandf.2020.08.006>.
- [3] Turakhodjaeva Fazilatkhon. Solution of Ecological Problems using Biologically Active. Proceedings of the XXII International Scientific and Practical Conference International Trends in Science and Technology Vol.1, February 2020, Warsaw, Poland.

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ДЕТЕКТОРНЫЕ СВОЙСТВА ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ДИОДОВ В ДИАПАЗОНЕ СВЧ

С. Рейимбаева¹, Г. Абдурахманов¹, М. Турсунов¹, А. Дехконов¹, В. Ксенович²

¹Физический факультет Национального университета Узбекистана им. Мирзо Улугбека

²Физический факультет Белорусского Государственного университета

Изучалась температурная зависимость детектированного напряжения холостого хода V_{oc} полупроводниковых диодов разных типов в интервале 100-300 К на частоте $\omega = 5,84 \cdot 10^{10} \text{ с}^{-1}$ ($\lambda = 3,2 \text{ см}$) при подводимой постоянной СВЧ мощности $P = 1 \text{ мВт}$, а также тока короткого замыкания I_{sc} от подводимой мощности P при температуре 77 К и 300 К (рис. 1 и 2). Источником СВЧ мощности был амплитрон М-857, длина волны измерялась волноводной измерительной линией Р1-28, мощность СВЧ – термисторным мостом М4-3. Зависимости $V_{oc}(T)$ и $I_{sc}(P)$ записывались графопостроителем Н306, на входы которого соответственно подключались исследуемый диод, термopара ТХА и калиброванный волноводный направленный ответвитель 20 дБ с диодным детектором (сигнал, пропорциональный мощности СВЧ).

Полупроводниковые диоды в режиме детектирования, как и любые другие источники электрического тока, характеризуются напряжением холостого хода V_{oc} и током короткого замыкания I_{sc} . Было установлено, что режим холостого хода обеспечивается при сопротивлении нагрузки исследуемого диода $R_L > 1 \text{ МОhm}$. Обычно полупроводниковые детекторы работают в режиме короткого замыкания с $R_L \leq 1 \text{ kOhm}$. Поэтому в наших экспериментах в режиме короткого замыкания $R_L = 1 \text{ kOhm}$, в режиме холостого хода $R_L > 10 \text{ МОhm}$. Отметим, что диод германиевый ГА402 с р-п-переходом предназначен для параметрического усиления на длине волны 3,6 см, диод ДК-В8 точечно-контактный кремниевый – детектор на длине волны 1,6-3,2 см, диод Д18 германиевый точечный импульсный со временем обратного восстановления не более 100 нс.

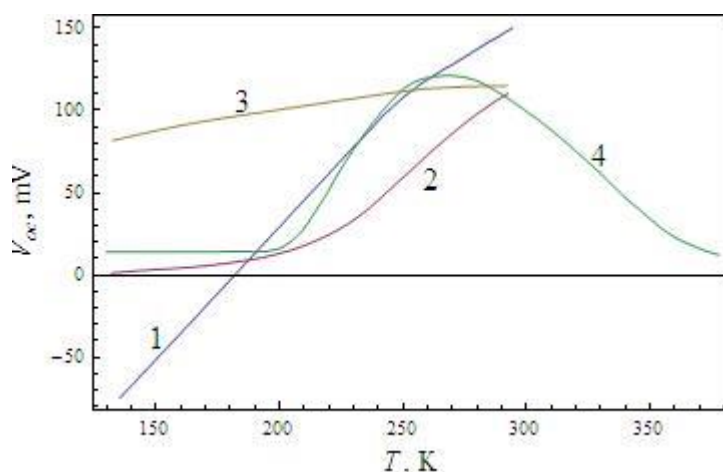


Рис. 12. Температурная зависимость $V_{oc}(T)$ диодов ГА402 (1, 2), ДК-В8 (3) и Д18 (4) при $P = 1$ мВт, $\omega = 5,84 \cdot 10^{10} \text{ с}^{-1}$

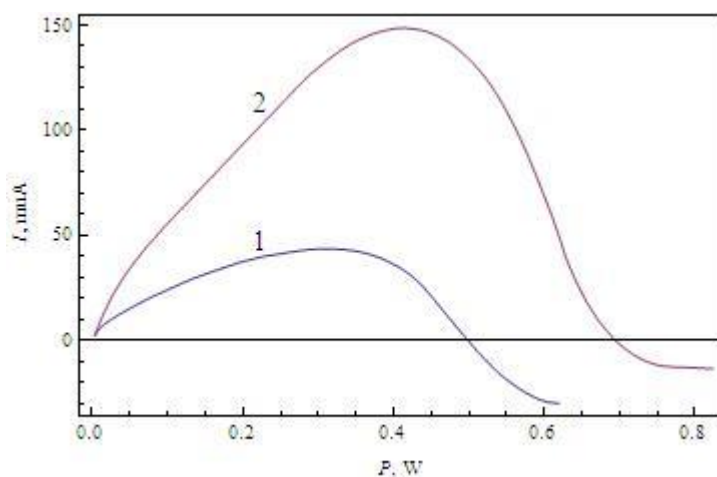


Рис. 18. Зависимость тока короткого замыкания I_{sc} диода ГА402 от мощности при $T = 300$ К (1) и $T = 77$ К (2) на частоте $\omega = 5,84 \cdot 10^{10} \text{ с}^{-1}$

Характерными особенностями $V_{oc}(T)$ при $P = \text{const}$ (рис. 1) и $I_{sc}(P, T)$ (рис. 2) являются максимумы и смена знака, а также резкое возрастание максимальной величины $I_{sc}(P)$ при охлаждении. Из теории полупроводниковых приборов [1] известно, что величина тока короткого замыкания определяется в основном механизмом рассеяния носителей. Поэтому резкое увеличение максимальной величины при охлаждении диодов до азотной температуры (рис. 2), по-видимому, можно интерпретировать как преобладание рассеяния носителей на акустических фоновых, когда частота рассеяния уменьшается с температурой (обозначения см. в [1])

$$\nu_a(E) = \frac{m^{*3/2} E_1^2 k T_0 E^{1/2}}{\pi \hbar^4 C_l}.$$

Максимальная величина $V_{oc}(P)$ при охлаждении диодов ГА402 до азотной температуры меняется весьма незначительно, в то время как мощность, при которой $I_{sc} = 0$ и $V_{oc} = 0$, заметно возрастают. С другой стороны, при описании работы полупроводниковых диодов в режиме детектора (выпрямителя) считается [1], что в области объемного заряда p - n -перехода концентрация носителей пренебрежимо мала (порядка концентрации



неосновных носителей в объеме). Однако оценки, основанные на величине подвижности носителей и соотношении Эйнштейна, показывают, что в обычных p - n -переходах протяженностью 1-2 мкм концентрация основных носителей в области объемного заряда уменьшается всего лишь в 2-5 раз по сравнению с объемом. Поэтому не удастся объяснить наблюдаемые зависимости на рис. 1 и 2 только температурной зависимостью концентрации носителей. Невозможно также с этих позиций объяснить смену знака $V_{oc}(P)$ и $I_{sc}(P,T)$.

Эти эксперименты совместно с данными работ [2], [3] позволяют думать, что в полупроводниковых диодах на сверхвысоких частотах действует не установленный пока механизм генерации постоянной ЭДС (детектирования, выпрямления). Распространенный механизм детектирования высокочастотных сигналов [4], основанный на разложении вольтамперной характеристики диода в ряд Тейлора по степеням малого переменного сигнала с последующим усреднением по периоду, не является физическим и не позволяет связать внешние характеристики диодов с электронными процессами в них.

Использованная литература

- [1] Зи С. Физика полупроводниковых приборов. Пер. с англ. М.: Мир, 1984. Т. 1.
[2] Abdurakhmanov G., Esbergenova A., Reyimbaeva S. Anomalies of frequency cutoff of semiconductor diodes at microwave. Technical Physics Letters 2021, Vol. 47, No. 1, pp. 5–7. DOI: 10.1134/S1063785021010028
[3] Reymbaeva S., Abdurakhmanov G., Orel A. Nonlinear Properties of an Inhomogeneous Diode Structure in a Strong Microwave Field. World Journal of Condensed Matter Physics, 2023, 13, 1-13. DOI: [10.4236/wjcmp.2023.131001](https://doi.org/10.4236/wjcmp.2023.131001)
[4] Уотсон Г. (ред.) СВЧ полупроводниковые приборы и их применение. Пер. с англ. М.: - Мир, 1972.

USING COMSOL MULTIPHYSICS TO STUDY THE EFFECT OF 2 CHANNEL NANOSHEET GATE INSULATOR MATERIAL AND EXTERNAL TEMPERATURE ON ITS OUTPUT CHARACTERISTICS

Rajapov D., Khalilloev M., Khasanov A., Khaitbayev E.,
Urgench State university, Uzbekistan dilshodbekrajapov5@gmail.com

Abstract: In this article, the dependence of the output characteristics on the insulator material and external temperature in a 3D 2 channel Nanosheet is studied using Comsol Multiphysics 6.1 software. The effect of insulator material on the output characteristics of the 2 channel Nanosheet surrounded by the gate was examined in three different materials, which are SiO₂, HfO₂ and Si₃N₄. To study the effect of the external temperature under test on the output characteristics of the transistor, the output characteristics at temperatures of 250K, 300K, and 350K were measured and analyzed.

Keywords: 2 channel Nanosheet, Comsol Multiphysics, temperature, insulator, doping

I. Introduction: Currently, to increase the level of integration and reduce energy consumption, the sizes of insulated gate field transistors (MOSFET) are getting smaller and smaller. But if the sizes of the transistor becomes much smaller than the norm, the output characteristics of the transistor can change a lot[1]. In addition, as the size decreases, self-heating effects appear in MOSFETs, which depends on the thermal conductivity of the insulator[2]. The dependence of the obtained results on the external temperature and gate insulator materials were studied at three different temperatures and the results were analyzed.