

Proceedings of the International Conference “Micro- and Nanoelectronics – 2023”



IC Micro- and Nanoelectronics

With the Extended Session



Book of **ABSTRACTS**

October 2 – 6, 2023
Moscow – Zvenigorod, Russia

National Research Center “Kurchatov Institute”, Moscow, Russia

Valiev Institute of Physics and Technology
of the Russian Academy of Sciences

Proceedings of the International Conference
«**MICRO- AND NANO-ELECTRONICS – 2023**»
ICMNE – 2023

Book of Abstracts

October 2–6, 2023

Moscow – Zvenigorod, Russia



MOSCOW – 2023

УДК 621
ББК 32.85
М59



<https://elibrary.ru/doodfg>

Под редакцией:

В. Ф. Лукичева, чл.-корр. РАН
(Физико-технологический институт им. К. А. Валиева РАН);
К. В. Руденко, д-р физ.-мат. наук
(Физико-технологический институт им. К. А. Валиева РАН)

Составитель:

В. П. Кудря, канд. физ.-мат. наук

Микро- и нанoeлектроника – 2023 : Тр. междунар. конф. (2–6 октября, 2023 г. Звенигород, РФ) : Сборник тезисов / Под ред. В.Ф. Лукичева, К.В. Руденко ; сост. В.П. Кудря. – Москва : МАКС Пресс, 2023. – 194 с. : ил.

ISBN 978-5-317-07055-7

<https://doi.org/10.29003/m3563.ICMNE-2023>

Сборник содержит тезисы докладов, представленных на Международной конференции «Микро- и нанoeлектроника – 2023» (ICMNE-2023), включающей расширенную сессию «Квантовая информатика» (QI-2023). Тематика конференции охватывает большинство областей физики микро- и наноразмерных приборов, а также микро- и нанoeлектронных технологий, и концентрируется на освещении последних достижений в этой сфере. Она продолжает серию всероссийских (с 1994 года) и международных конференций (с 2003 года).

Ключевые слова: нанотранзисторы, затворные стеки, квантовые компьютеры, МЭМС, магнитные материалы, оптоэлектроника.

УДК 621
ББК 32.85

Micro- and Nanoelectronics – 2023: Proceedings of the International Conference (October 2–6, 2023, Zvenigorod, Russia): Book of Abstracts / Ed. by V.F. Lukichev and K.V. Rudenko. Compiler V.P. Kudrya. – M.: MAKSS Press, 2023. – 194 p.: ill.

ISBN 978-5-317-07055-7

<https://doi.org/10.29003/m3563.ICMNE-2023>

The Book of Abstracts contains the abstracts of the papers presented at the biannual International Conference “Micro- and Nanoelectronics – 2023” (ICMNE-2023) including the extended Session “Quantum Informatics” (QI-2023). The Conference topics cover the most of the areas dedicated to the physics of integrated micro- and nanoelectronic devices and related micro- and nanotechnologies. The Conference is focused on recent progress in those areas. It continues the series of the All-Russian Conferences (since 1994) and the International Conferences (since 2003).

Keywords: nanoscale transistors, gate stacks, quantum computers, MEMS, magnetic materials, optoelectronics.

ISBN 978-5-317-07055-7

© Коллектив авторов, 2023
© Оформление. ООО «МАКС Пресс», 2023

Variable frequency nanomechanical systems based on suspended silicon nitride nanowires

P.O.Mikhailov^{1,2}, A.A.Dorofeev^{1,2}, G.O. Snigirev¹, A.S. Trifonov^{1,2}, D.E. Presnov^{1,2,3},
O.V. Snigirev^{1,2}, V.A. Krupenin^{1,2}

1. Faculty of Physics, Moscow State University, Moscow, 119991 Russia

2. Quantum Technology Center, Moscow State University, Moscow, 119991 Russia

3. Skobeltsyn Institute of Nuclear Physics, Moscow State University, Moscow, 119991 Russia

Electromechanical systems have widely entered into the daily life of people in the form of various accelerometers and gyroscopes. In turn, Nanoelectromechanical systems (NEMS) have found wide application in the advanced fields of science due to their high sensitivity to various external influences [1]. For example, in [2], the precession experiment of the quantum vortices registration in superfluid helium utilizing a nanoscale resonator (NMR) with a natural frequency of 2.116 MHz was demonstrated.

This paper presents a unique method for producing NMRs with closely placed control electrodes. The method includes standard technologies for the semiconductor industry, such as: electron beam lithography, deposition of thin metal films, reactive ion and liquid etching.

The manufacturing of experimental structures with NMRs based on silicon nitride nanowires suspended and fixed on both sides with a thin layer of aluminum on the surface, 30 nm thick is illustrated. The width and height of the produced resonators are 100–200 nm, and the length varies from 70 μm to 1 mm.

Theoretical estimations of the natural frequencies of the produced NMRs at different temperatures have been carried out. Numerical simulation is used to demonstrate the dynamics of changes in the natural frequencies of the produced NMRs with the temperature changes from room temperature to 4K. The resonance frequencies of nanowires with the length of 70 μm increase from 0.4 MHz to 2.1 MHz under cooling. For the nanowires with a length of 1 mm the resonance frequencies vary in the range from 0.02 MHz to 0.15 MHz.

The model obtained applying numerical simulation allows the estimation of the influence of closely placed control electrodes on the oscillation dynamics of a suspended nanowire. The results of the paper demonstrate that the resonance frequency can be adjusted up to 10% by utilizing the control electrode.

1. Presnov, D.E., Kafanov, S.G., Dorofeev, A.A. *et al.* High Quality Factor Mechanical Resonance in a Silicon Nanowire. *Jetp Lett.* **108**, 492–497 (2018). <https://doi.org/10.1134/S0021364018190037>

2. Guthrie, A., Kafanov, S., Noble, M.T. *et al.* Nanoscale real-time detection of quantum vortices at millikelvin temperatures. *Nat Commun* **12**, 2645 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41467-021-22909-3>

Научное издание

Труды международной конференции
МИКРО- И НАНОЭЛЕКТРОНИКА – 2023

Сборник тезисов

2-6 октября 2023 г., Звенигород, РФ

Под редакцией:

В. Ф. Лукичева, чл.-корр. РАН
К. В. Руденко, д-р физ.-мат. наук

Составитель: *В. П. Кудря*, канд. физ.-мат. наук

Издание доступно на электронном ресурсе e-library
и www.icmne.ftian.ru

Издательство ООО “МАКС Пресс”

Главный редактор: *Е.М. Бугачева*

Напечатано с готового оригинал-макета

Подписано в печать 20.09.2023 г.

Формат 60х90 1/8. Усл. печ. л. 24,25. Тираж 185 экз. Изд. № 143.

119992, ГСП-2, Москва, Ленинские горы,
МГУ им. М.В. Ломоносова, 2-й учебный корпус, 527 к.
Тел. 8(495)939-3890/91. Тел./Факс 8(495)939-3891.

Отпечатано в полном соответствии с качеством
предоставленных материалов в ООО «Фотоэксперт»
109316, г. Москва, Волгоградский проспект, д. 42,
корп. 5, эт. 1, пом. I, ком. 6.3-23Н