

NUMER IDENTYFIKACYJNY // CONTRIBUTION ID

Fononowy maser oparty na kropce kwantowej pompowanej powierzchniową falą akustyczną

Autor // Author: Kamil Łęcki¹, Karol Kawa²

¹Instytut Fizyki Teoretycznej, Wydział Podstawowych Problemów Techniki, Politechnika Wrocławska, Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław

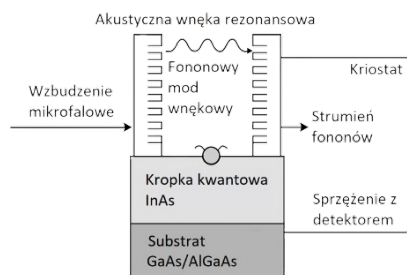
²Institute of Physics (FZU), Czech Academy of Sciences, Na Slovance 2, 182 00 Prague, Czech Republic

Korespondujący autor // Corresponding Author: 278615@student.pwr.edu.pl

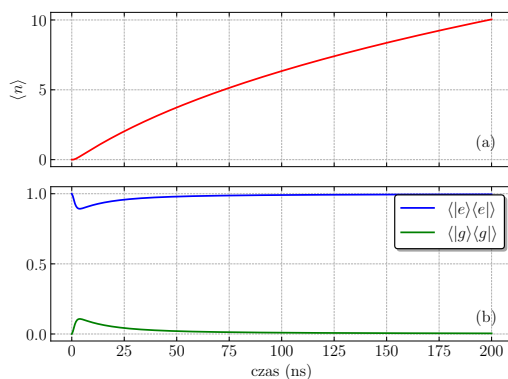
W ostatnich latach wzrasta zainteresowanie wykorzystywaniem fal akustycznych do sterowania przepływem energii i informacji w nanostrukturach [1]. Hybrydowe platformy łączące kropki kwantowe z powierzchniowymi falami akustycznymi umożliwiają silne sprzężenie z fononami i oferują funkcjonalność urządzeń kwantowych [2, 3]. Równocześnie zademonstrowano już fononowe lasery (tzw. masery), w których koherentne wzmocnienie fononów uzyskuje się zarówno w układach optomechanicznych, jak i pułapkach jonowych [4, 5].

W naszej pracy przedstawiamy teoretyczny model oraz symulacje numeryczne fononowego masera, w którym pojedyncza kropka kwantowa – opisana jako dwupoziomowy emiter – sprzężona jest jednocześnie z powierzchniową falą akustyczną pełniącą rolę pompy oraz z polem fononowym wnęki akustycznej o wysokiej dobroci. Powierzchniowa fala akustyczna wytwarza inwersję obsadzeń w kropce kwantowej, umożliwiając stymulowaną emisję fononów do wnęki (zob. Rys. 1).

Uwzględniając oddziaływania z kąpielą fononową oraz skończony czas życia stanu wzbudzonego, prezentujemy działanie masera fononowego. Pokazujemy, że przy niewielkim pobudzeniu stanów elektronowych w kropce otrzymujemy emisję koherentnych fononów z wnęki (zob. Rys. 2).



Rys. 1: Schemat badanego układu.



Rys. 2: (a) Liczba wyemitowanych fononów w funkcji czasu. (b) Obsadzenie stanu wzbudzonego i podstawowego w kropce.

Bibliografia

- [1] Priya, E. R. Cardozo de Oliveira i N. D. Lanzillotti-Kimura. "Perspectives on high-frequency nanomechanics, nanoacoustics, and nanophononics". W: *Applied Physics Letters* 122.14 (kw. 2023). ISSN: 1077-3118. DOI: 10.1063/5.0142925. URL: <http://dx.doi.org/10.1063/5.0142925>.
- [2] Arjun Iyer i in. "Coherent optical coupling to surface acoustic wave devices". W: *Nature Communications* 15.1 (maj 2024). ISSN: 2041-1723. DOI: 10.1038/s41467-024-48167-7. URL: <http://dx.doi.org/10.1038/s41467-024-48167-7>.
- [3] É. Dumur i in. "Quantum communication with itinerant surface acoustic wave phonons". W: *npj Quantum Information* 7.1 (grud. 2021). ISSN: 2056-6387. DOI: 10.1038/s41534-021-00511-1. URL: <http://dx.doi.org/10.1038/s41534-021-00511-1>.
- [4] Tengfang Kuang i in. "Nonlinear multi-frequency phonon lasers with active levitated optomechanics". W: *Nature Physics* 19.3 (sty. 2023), s. 414-419. ISSN: 1745-2481. DOI: 10.1038/s41567-022-01857-9. URL: <http://dx.doi.org/10.1038/s41567-022-01857-9>.
- [5] T. Behrle i in. "Phonon Laser in the Quantum Regime". W: *Physical Review Letters* 131.4 (lip. 2023). ISSN: 1079-7114. DOI: 10.1103/physrevlett.131.043605. URL: <http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevLett.131.043605>.