



Contribution ID: 43

Type: Plakat // Poster

Fononowy maser oparty na kropce kwantowej pompowanej powierzchniową falą akustyczną

Saturday, 6 September 2025 19:20 (20 minutes)

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).

[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>.

Primary authors: ŁĘCKI, Kamil; KAWA, Karol

Presenter: ŁĘCKI, Kamil

Session Classification: InnoFusion 2025: Sesja plakatowa

Track Classification: Teoria // Theory