

Obrazowanie magnetyczne i kontrola dynamiki wielociałowej w nanoskali

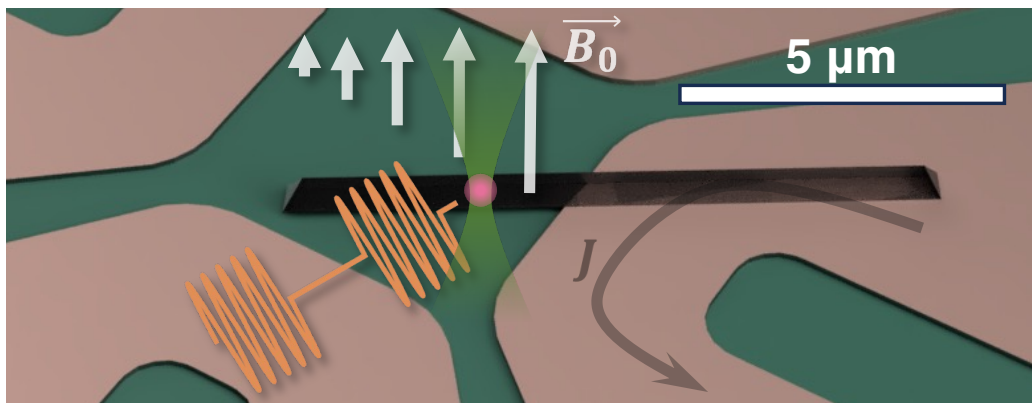
P. Put¹, N. T. Leita¹, C. Spaegle¹, H. Gao¹, O. A. Makarova¹, F. Capasso¹, L.S. Martin¹, H. Park^{1,2}, M. D. Lukin¹

¹ Department of Physics, Harvard University, Cambridge, MA 02138, USA

² Department of Chemistry and Chemical Biology, Harvard University, Cambridge, MA 02138, USA

†email: pput@fas.harvard.edu

Obrazowanie metodą rezonansu magnetycznego (MRI) to potężna technika analityczna szeroko stosowana w naukach materiałowych, biologii i medycynie. Jednak jej rozdzielczość przestrzenna jest zazwyczaj ograniczona do skali makroskopowej [1]. W tej prezentacji pokażę MRI o rozdzielczości nanometrycznej poprzez integrację silnych lokalnych gradientów pola magnetycznego z gęstym zespołem czujników kwantowych opartych na spinach elektronowych w diamencie. Łącząc szybkie sterowanie gradientem magnetycznym wraz z inżynierią Floquet, obrazujemy dynamikę precesji przestrzennie niejednorodnych spiral spinowych. Motywowani nowym teoretycznym powiązaniem między hydrodynamiką spinową a skalowalnym ściskaniem spinowym, wykorzystujemy to podejście do kontrolowania i sondowania koherentnej wymiany dipolowej spinów napędzającej wielociałową ewolucję spirali [2]. Nasze obserwacje otwierają drogę do kwantowej kontroli metrologicznie użytecznego splątania [3] oraz obrazowania materiałów [4] i układów biologicznych w nanoskali.



Rysunek 1: Ilustracja urządzenia wykorzystywanego w celu obrazowania i kontroli spinów elektronów w nanoskali przedstawiająca próbkę "czarnego diamentu" na powierzchni cewki tworzącej niejednorodne pole magnetyczne $\vec{B}_0$. Zaznaczono również zielone światło laserowe, czerwoną fluorescencję oraz pole mikrofalowe, które są odpowiedzialne za przygotowanie, odczyt i koherentną kontrolę stanu spinowego zbioru centrów barwnych azot-wakancja w diamencie.

Literatura

- [1] Budakian, Raffi, et al. "Roadmap on nanoscale magnetic resonance imaging." *Nanotechnology* 35.41 (2024): 412001.
- [2] Put, Piotr, et al. "Nanoscale Magnetic Resonance Imaging and control of many-body dynamics in a strongly interacting dipolar system"(in preparation) (2025).
- [3] Gao, Haoyang, et al. "Signal amplification in a solid-state quantum sensor via asymmetric time-reversal of many-body dynamics." *arXiv:2503.14598* (2025).
- [4] Koyluoglu, Nazli U., et al. "Interaction-enhanced correlation sensing via non-equilibrium quench dynamics"(in preparation) (2025).