

課題番号 : F-14-UT-0087
利用形態 : 機器利用
利用課題名(日本語) : マイクロ波 LC 共振器とナノメカニクス薄膜振動子の結合の観測, および振動子のサイドバンド冷却
Program Title (English) : Electromechanical coupling between LC-microwave resonator and membrane, and sideband-cooling of nano-mechanical membrane.
利用者名(日本語) : 野口篤史, 山崎歴舟
Username (English) : A. Noguchi, R. Yamazaki
所属名(日本語) : 東京大学先端科学技術研究センター
Affiliation (English) : RCAST, The University of Tokyo

1. 概要(Summary)

近年, 原子に比べはるかに大きな質量及び空間的な広がりを持つ振動子の量子操作へ向けて, 多くの研究開発が世界的に進められている. これらマクロ物質を用いた量子力学の研究は観測問題やデコヒーレンスの謎など, 多くの基礎物理に対する新たな知見が期待される. またこれらを用いた量子インターフェイスなどの新奇なデバイスの創出も期待されている.

2. 実験(Experimental)

我々は厚さ 50 nm という極薄の Si_3N_4 薄膜を振動子として用いるべくデバイスの開発を行ってきた. 既存のダイサーでは薄膜に与える振動が大きい事による破損や, ダイシング時の流水によってサンプル表面が汚染されるなどの問題が懸念されていたが, ステルスレーザーダイサーを用いることで 100 % の歩留まりで個々の薄膜サンプルを作製することが可能となった. Fig. 1(a) は本研究で作製されたサンプルの模式図である. 薄膜振動子(上)を LC マイクロ波共振器回路(下)と組み合わせることにより, 振動子とマイクロ波共振器の結合系の構築を行った. また, この結合をもちいて, マイクロ波による薄膜振動子のサイドバンド冷却の実験を行った.

3. 結果と考察(Results and Discussion)

Fig. 1(b) は振動子とマイクロ波 LC 共振器の結合系を用いてサイドバンド冷却を行った実験データである. 縦軸で表される振動子の加熱レートが入力マイクロ波の周波数に依存して高周波数側では加熱, 低周波数側では冷却の効果があるのが見られる. 本実験で行われた振動子のサイドバンド冷却は固体モードのマイクロ波による冷却としては日本で初めての実験例となっており, 春の物理学会において報告する予定となっている.

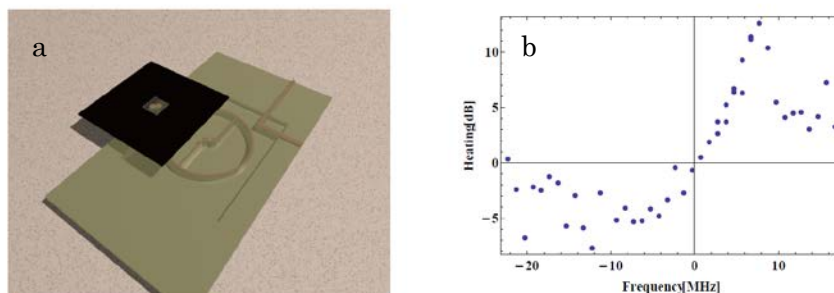


Figure 1 : (a) Illustrated picture of LC-resonator and a membrane. (Inset shows the actual membrane device), (b) Heating of the membrane is plotted against the cooling microwave frequency detuning with respect to the LC resonator resonance. Cooling (heating) is observed on the red (blue) side of the LC resonance.

4. その他・特記事項(Others)

・謝辞

このサンプルを作製するに当たり, 東京大学生産研藤田研究室の安宅学先生, 藤田博之先生には多くの技術的サポートを受けたのでここに感謝いたします. また本研究の遂行にあたり JST-さきがけ “素材・デバイス・システム融合による革新的ナノエレクトロニクスの創成” および科研費若手 B より支援をいただいたのでここに感謝します.

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

- (1) “薄膜振動子のレーザー冷却”, 日本物理学会 2014 年秋期大会, 平成 26 年 9 月 9 日.

6. 関連特許(Patent)

なし.