

マイクロ・ナノメカニカル振動子における非線形性と確率共鳴現象

Nonlinearity and Stochastic Resonance Phenomenon

in Micro/Nano Mechanical Resonators

東北大院工¹, 東北大マイクロシステム融合研究開発センター² °小野 崇人^{1,2}

Graduate School of Engineering, Tohoku Univ.¹, Micro System Integration Center, Tohoku Univ.²,

°Takahito Ono^{1,2}

E-mail: ono@nme.mech.tohoku.ac.jp

マイクロスケールからナノスケールの機械的な振動子は強い機械的な非線形性を示すことが知られており、この非線形を積極的に利用することで、新たなセンサの実現やロバスト・高感度化、新規信号処理素子などへの応用が期待されている。本発表では筆者等が行った研究を中心に、マイクロ・ナノスケールの振動構造の非線形性、非線形性を利用した振動子の機械的結合、確率共鳴現象やセンサ・ロジック素子への応用などについて報告する。

微小機械構造における非線形性は、その材料自身の弾性が持つ非線形性以外に、振動により発生する張力に起因する効果や表面応力などに起因する効果など、その原因は複雑である。微小振動子はその形状により非線形性を変化させることが可能である。また、サブミクロンの厚さの薄膜構造も機械的な非線形性を有し、薄膜構造を介して複数個の振動子を機械的に結合することで、非線形効果に伴う機械振動の同期現象や周波数変換などを行うことが可能になる。これらを利用し、異なる共振周波数を持つ機械振動子を周波数の整数比で同期させることもできる(1)。

強い非線形性をもつ Duffing 機械振動子では、3 次の非線形項の存在により駆動振幅がある臨界値を超えると、駆動周波数に対して 2 つの安定な振動振幅が存在する周波数帯が発生する。2 つの振動振幅状態はジャンプ現象として知られる遷移が起こり得る。この系に外部から何らかのノイズを与えると、任意の確率で 2 つの状態間で遷移が起きる、いわゆる確率共鳴現象が引き起こされる。図 1 はシリコン非線形振動子の確率共鳴の例であり(2)、発表では、センシングやロジック素子への応用などについて紹介する。

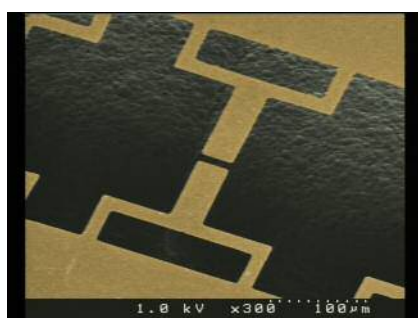


Fig. 1 SEM image of 100-nm-thick silicon resonators (Y-shaped structure) with strong nonlinearity.

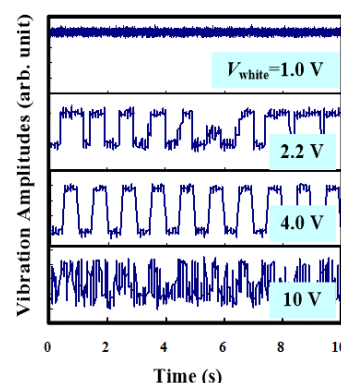


Fig. 2. Stochastic resonance transition of vibration amplitude induced by light pulse irradiation under various white vibration noise amplitudes.

参考論文

- (1) T. Ono, K. Tanno and Y. Kawai, J. Micromech. Microeng. 24, (2014) 025012.
- (2) T. Ono, Y. Yoshida, Y.G. Jiang and M. Esashi, Applied Physics Express 1 (2008) 123001.