

ナノチューブ・ナノリレーにおける機械的共振による不揮発状態の制御

Control of Nonvolatile Operation on Carbon Nanotube Nanorelay by Resonant Vibration

○駕田達哉¹, 長瀧篤子^{1,2}, 竹井邦晴¹, 有江隆之¹, 秋田成司¹

大阪府大工¹、株式会社KRI 材料解析研究センター²

○T. Kagota¹, A. Nagataki^{1,2}, K. Takei¹, T. Arie¹, S. Akita¹

Osaka Pref. Univ.¹, Materials Analysis Research Center, KRI Inc.²

E-mail: kagota-4@pe.osakafu-u.ac.jp

はじめに これまでナノリレーは、高速動作スイッチやメモリへの応用が期待され研究されてきた。ナノリレーの実現において課題となっているのが、高速、低電圧、不揮発動作の実現である。本研究では、カーボンナノチューブ(CNT)ナノリレーに対して、CNT の共振振動を用いた不揮発動作の制御による低電圧駆動の可能性を検討した。

実験 ①図 1 (a)→1(b)のように対向電極に CNT の先端を分子間力や静電気力により吸着させ、②電極を移動し任意の初期変位量を与え CNT を湾曲させる (図 1(b)→1(c))。(ON 状態の保持) その後、③PZT に交流電圧を印加し、両もち梁状態になった CNT を加振し電極から脱離させた (OFF 状態、図 1(c)→1(a))。本実験では、長さが 9.2 μm 、直径が 60 nm、ヤング率が 100 GPa、両もち梁状態での共振周波数が 6.5 MHz 程度の CNT を用いた。

結果と検討 図 2 に共振の有無に対する脱離に必要な初期変位量のヒストグラムを示す。CNT を加振した場合 (加振電圧 1.84 V_{pp}) と加振しない場合では、各々の脱離に要する初期変位量は 0.8 μm と約 6 μm と、加振した場合の方が 1/8 近く小さな初期変位量で脱離した。これは、情報書き込み時に必要な歪みエネルギーが 1/64 と大きく減少できたことに相当し、これから求めたナノリレーの駆動電圧は 1/12 と大きく減少できる。ここで、CNT の両もち梁状態の共振周波数とほぼ一致する 6.5MHz 付近で加振した場合のみ初期変位量の大幅な減少が観測された。以上のように、CNT アームへの機械的共振振動の印加により低電圧駆動が可能な不揮発メモリが実現可能である。

図 3 に CNT の初期変位の大きさと脱離に要する加振電圧の関係を示す。加振電圧を大きくし、CNT に与える共振時の振幅を大きくすることで、より小さな初期変位で脱離が可能になる。これらの実験結果は、CNT ナノリレーの分子動力学計算の結果[1]とも一致する。このように、保持状態における共振振動の振幅を制御することで不揮発メモリ動作の制御が可能である。

まとめ ナノリレーによる不揮発メモリにおいて、ON 状態の CNT アームへ共振振動を印加することで、保持状態の制御に成功し、低電圧駆動の可能性を示した。

謝辞 本研究は科学研究費の補助により行われた。

文献 [1] A. Nagataki et al: Jpn. J. Appl. Phys. 52 (2013) 04CN06.

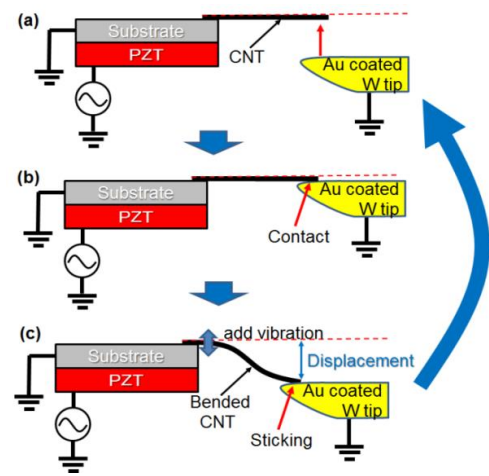


図 1 共振による不揮発制御の手順

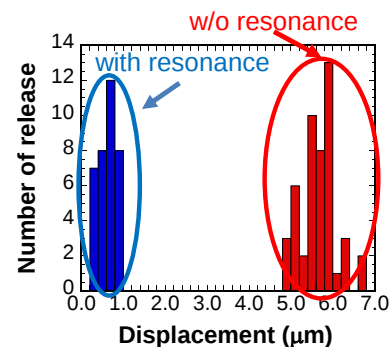


図 2 共振の有無に対する脱離に必要な CNT の初期変位量

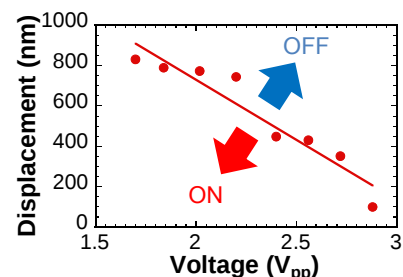


図 3 PZT への印加電圧と脱離に必要な CNT の初期変位量の関係