

## 片持ち梁カーボンナノチューブ振動を利用した湿度センサ

## Cantilevered carbon nanotube hygrometer

大阪府大工, °畔柳俊紀, 廣島成哉, 竹井邦晴, 秋田成司, 有江隆之

Osaka Pref. Univ., °T. Kuroyanagi, S. Hiroshima, K. Takei, S. Akita, T. Arie

E-mail: [kuroyanagi-4@pe.osakafu-u.ac.jp](mailto:kuroyanagi-4@pe.osakafu-u.ac.jp)

**はじめに** カーボンナノチューブ(CNT)は高い機械的強度や、高アスペクト比を持つことから高感度センサとしての応用が期待されている。我々はこれまで、液中で CNT 片持ち梁を振動させ、粘性抵抗による周波数変化を計測した[1,2]。本研究では、飽和塩法を用いて大気中の湿度を変化させることで、片持ち梁 CNT の共振周波数の湿度依存性を測定した。

**実験** 図 1 に本研究で用いた片持ち梁 CNT の振動測定系を示す。化学気相成長法により合成した CNT(直径 60 nm、長さ 10  $\mu\text{m}$ )を配向させた Si チップを圧電体上部に取り付け、圧電体に交流電圧を印加し機械的に振動させた。CNT の観察には光学顕微鏡を用い、振動の計測はレーザー光(633 nm)を片持ち梁 CNT 先端付近に照射し、散乱光の変化をロックインアンプで検出することで行った。CNT 及び圧電体の周りをシリコンゴムで密閉し、その中に  $\text{K}_2\text{SO}_4$  飽和溶液を入れることで CNT 周辺の湿度を調整し、共振周波数を計測した。

**結果と検討** 図 2(a)(b)に片持ち梁 CNT 振動の湿度依存性を示す。図 2(a)は湿度が 12%のときの片持ち梁 CNT 振動の共振特性であり、共振周波数は 301.0 kHz、Q 値は 40.6 であった。一方、図 2(b)は湿度が 95%のときの片持ち梁 CNT 振動の共振特性で、共振周波数が 243.2 kHz、Q 値が 15.9 に減少している。この共振周波数と Q 値の減少は、大気中の水分子が CNT に衝突することによるエネルギー損失と、CNT に水分子が付着したことによる付加質量の増加が原因であると考えられる。CNT 先端への水分子の付着と考えると、付加質量は  $8.2 \times 10^{-15}$  g となった。これは水分子が CNT を 4.3 nm 覆っているのに等しい質量増加である。

**参考文献** [1] S. Sawano et al., Nano Lett. 10, 3395 (2010).

[2] 有江他, 第 73 回応用物理学会学術講演会 12a-PA5-10.

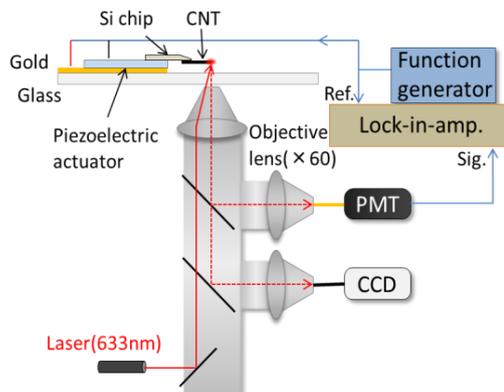
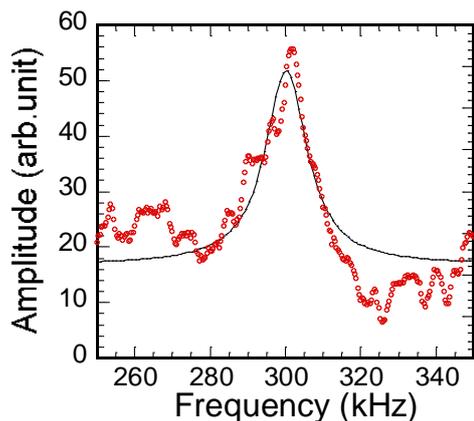
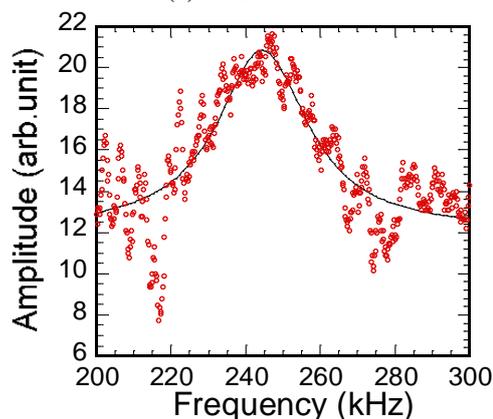


図 1 振動検出装置



(a) 湿度 12%



(b) 湿度 95%

図 2 CNT 片持ち梁の共振カーブ