

静電気力顕微鏡による ZnO ナノ粒子の 比誘電率サイズ依存性と周波数依存性の測定

The size and frequency dependence of permittivity of ZnO nanoparticles
studied by electrostatic force microscopy

阪大院工 ○山本 達也 和泉 遼 内藤 賀公 李 艶君 菅原 康弘

Osaka Univ. ○Tatsuya Yamamoto, Ryo Izumi, Yoshitaka Naitoh, Yan Jun Li, Yasuhiro Sugawara

E-mail: u054349j@ap.eng.osaka-u.ac.jp

金属酸化ナノ粒子の電気的特性を調べる上で、比誘電率は重要な要素の一つとなっている。比誘電率は印加バイアスの周波数と、粒子のサイズに依存する[1]。しかし、従来の誘電率測定法では（例えば LCR メータによる測定）、作製するナノ粒子のサイズを均一化し、その全体的な値を測定する必要があった。一方、静電気力顕微鏡(EFM)は絶縁体試料の比誘電率をナノメートルスケールで測定できる[2]。したがって、EFM を用いることで金属酸化ナノ粒子の比誘電率を個々に測定することが期待できる。

本研究では、EFM を用いて、基板上に散布した ZnO ナノ粒子の比誘電率の測定を行い、比誘電率の粒子サイズ依存性と印加交流バイアスの周波数依存性を調べた。図 1 はナノ粒子上での EFM 測定の模式図であり、探針試料間に働く力の大きさは

$$F = \frac{\pi \epsilon_0 R^2}{2 \left(z + \frac{t}{\epsilon_r} \right) \left(z + \frac{t}{\epsilon_r} + R \right)} V_{ac}^2 \quad \cdots(1)$$

となる[3]。ただし、 t 、 ϵ_r 、 R 、 z 、 V_{ac} はそれぞれナノ粒子のサイズ、比誘電率、探針の半径、探針試料間距離、交流の振幅である。探針試料間に働く力から式(1)によって比誘電率を計算した結果、図 2 のようになった。粒子のサイズが大きくなるほど、比誘電率は大きくなる傾向にあった。また、印加交流バイアスの周波数が 10kHz の時と 30MHz の時で比較した場合、10kHz の時の比誘電率のほうが 30MHz の時に比べて大きい傾向にあった。

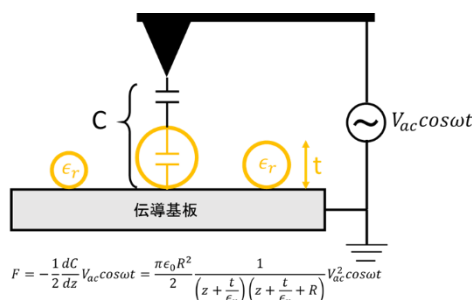


図 1: 静電気力顕微鏡によるナノ粒子の比誘電率測定の模式図。

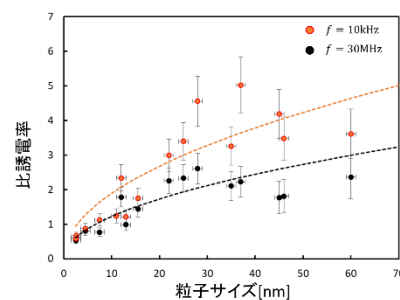


図 2: ZnO ナノ粒子の比誘電率のサイズ依存性と周波数依存性。

[1] Y. P. Mao, et al. J. Appl. Phys. **108**, 014102 (2010).

[2] A. V. Valavade, et al. Biomed. Phys. Eng. Express **4** 055023 (2018).

[3] S. Hudlet et al. Eur. Phys. J. B **2**, 5 (1998).