

接触電位差に依存しないカシミール力測定に関する研究

Study on the Casimir force measurement without the contact potential difference



北大院情報科学¹, 学振特別研究員 DC² ○(DC) 吉田尚樹^{1,2}, 末岡和久¹

Graduate School of Information Science and Technology, Hokkaido University¹,

Research Fellow of Japan Society for the Promotion of Science²

°(DC)Naoki Yoshida and Kazuhisa Sueoka E-mail: n-yoshida@nano.ist.hokudai.ac.jp

近年の微細加工技術の発展に伴い、NEMS(Nano Electro Mechanical System)への応用としてナノスケールで働く力の研究が盛んに行われている。この領域で注目を集めている力の一つにカシミール力がある。カシミール力は真空中の電磁場の揺らぎに起因して物体間に働く相互作用力であると考えられ、1948年にCasimirによって予測された^[1]。平板間の領域で電磁場が制限され、平板間とその外部の領域で電磁場のモード数と零点エネルギーに差が生じることでカシミール力が働く。近年では、Si等の半導体を用いることで光照射によりカシミール力の大きさを変化できることが報告されるなど、金属-半導体間に働くカシミール力の研究が進められている^[2]。また、ナノスケールの近距離では接触電位差に起因した静電気力の影響が顕著となるため、探針-試料間へバイアス電圧を印加し静電気力を打ち消すといった測定上の工夫が必要とされる。しかし、接触電位差が距離依存性示す場合、従来のAFMによる測定では正しい接触電位差を得ることができないため^[3]、カシミール力に対する静電気力の打ち消しの評価は困難である。本研究では、従来の測定においてもカシミール力に対する静電気力の打ち消しを評価できる手法を提示する。

本研究ではFM-AFMにより取得した周波数シフトの距離依存性(測定A)及び、周波数シフトのバイアス電圧依存性(測定B)からそれぞれAu球形探針-Si試料間に働くカシミール力の勾配の距離依存性を求めた(Fig. 1)。周波数シフトの距離依存性の測定では、バイアス電圧を探針-試料間へ印加し、静電気力の打ち消しを行った。一方、周波数シフトのバイアス電圧依存性の測定では静電気力の打ち消しを行わずに、探針-試料間に印加する電圧を変化させた時の周波数シフトの応答からカシミール力の距離依存性を求めた。よって、以上2つの測定から得られた結果を比較することで、周波数シフトの距離依存性の測定において、カシミール力に対する静電気力の影響を評価することができる。

References:

- [1] H. B. G. Casimir, Proc. K. Ned. Akad. Wet. **51**, 793 (1948).
- [2] F. Chen *et al.*, Phys. Rev. B **76**, 035338 (2007).
- [3] E. Inami and Y. Sugimoto, Phys. Rev. Lett. **114**, 246102 (2015).

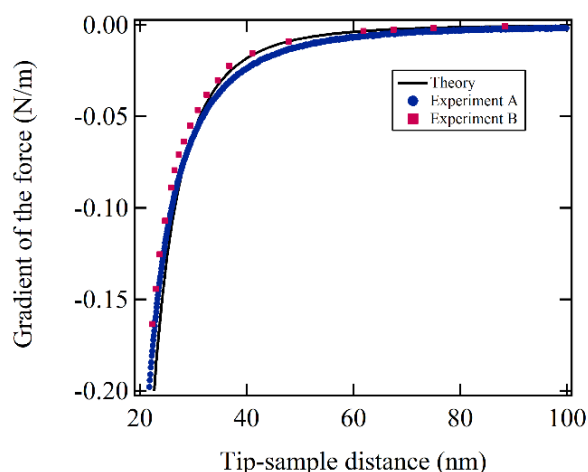


Fig. 1. Distance dependence of the experimental and theoretical gradient of the force.