

パルス法を用いたケルビンプローブフォーススペクトロスコピー

Kelvin probe force spectroscopy by a voltage-pulse technique

阪大院工, ^{○(PC)}稲見 栄一, 杉本 宜昭Osaka Univ., ^{○(PC)}Eiichi Inami, Yoshiaki Sugimoto

E-mail : eiichi@afm.eei.eng.osaka-u.ac.jp

ケルビンプローブ力顕微鏡(KPFM)は、原子間力顕微鏡(AFM)を基盤として、接触電位差 V_{cpd} を高い空間分解能で測定できる。 V_{cpd} は、探針-試料間の静電気力 F_{ele} が最小になるように決められる。周波数変調(FM)AFM を使用した KPFM の場合、 F_{ele} は周波数シフト Δf を介して検出される。 V_{cpd} は、探針形状や表面の不均一性のため探針-試料間距離 z に依存することが報告されており[1]、この場合、従来の Δf を介した静電気力測定から V_{cpd} を正確に評価できているかは、議論の余地がある。そこで本研究では、パルス電圧を用いた新しい KPFM 法により、距離依存性を含めた $V_{cpd}(z)$ の正確な測定を試みた。

図 1(a)に本研究で提案する装置の概略を示す。装置は FM-AFM を基盤としている。カンチレバー振動周期中の特定のタイミングで、矩形波電圧 V_p を試料に印加し、試料電圧を V_0 から $V_0 + V_p$ へ瞬間的に変化させる。パルス印可中は、静電気力が $F_{ele}(V_0)$ から $F_{ele}(V_0 + V_p)$ に一時的に変化するため、カンチレバーが振動中に感じる相互作用力にヒステリシスが生じ、それをエネルギー散逸 D として検出することができる(図 1(b))。図 1(c) に、本手法で測定した D から $V_{cpd}(z)$ (赤線)を導出した結果を示す。通常の Δf から導出される $V_{cpd}(z)$ (黒線)と大きく異なることが明らかである。講演では、 D から $V_{cpd}(z)$ を導出する詳細な方法について述べ、通常の Δf から導出される $V_{cpd}(z)$ との違いについても議論する。

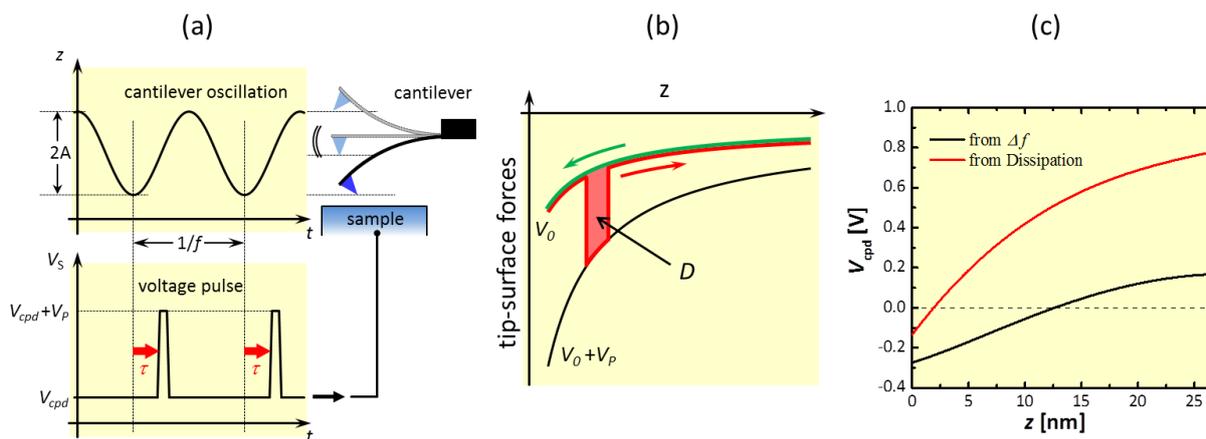


図 1 (a)パルス電圧を用いた KPFM 法の原理 (b) パルス印加に伴う静電気力の変化と測定されるエネルギー散逸(c) 測定手法から得られる $V_{cpd}(z)$ と Δf から得られる $V_{cpd}(z)$ との比較

[1] J. Falter, G. Langewisch, H. Holscher, H. Fuchs, and A. Schirmeisen, Phys. Rev. B **87**, 115412 (2013).