

二重バイアス変調方式を用いた静電引力顕微鏡による $\partial C/\partial V$ の周波数応答測定

Variable frequency measurements of $\partial C/\partial V$ in electrostatic force microscopy with dual bias modulation

○ 福澤 亮太¹、高橋 琢二^{1,2}(1. 東大生研、2. 東大ナノ量子機構)

○ Ryota Fukuzawa¹, Takuji Takahashi^{1,2} (1.IIS & 2.NanoQuine, The University of Tokyo.)

E-mail:fkryota@iis.u-tokyo.ac.jp

静電引力顕微鏡 (EFM) を用いた $\partial C/\partial V$ 測定 (C :短針-試料間の合成容量, V :印加電圧) は、交流バイアス (周波数: f) を印加したときにカンチレバーに加わる静電引力のうち、周波数 $3f$ で応答する成分をロックイン検出することで実現されている [1]. その際に、周波数 $3f$ をカンチレバーの共振周波数に合わせることで検出感度を向上させることができるが、逆に、選択できる印加電圧周波数は制限され、 $\partial C/\partial V$ の周波数特性を測定することは困難であった. そこで我々は、二重バイアス変調方式を用いることで、バイアス周波数の自由度を上げることを試みた. 短針-試料間に周波数 f_1, f_2 の交流電圧を同時に印加した際に、カンチレバーに誘起される静電引力のうち、周波数 $|f_2 - 2f_1|$ で応答する力 $F_{f_2-2f_1}$ を測定することで $\partial C/\partial V$ 測定を行った.

本研究では、 p 型の $\text{Cu(In, Ga)(Se, S)}_2$ [CIGS] 太陽電池材料の上にバッファ材料 Zn(O, S) を積層した試料を対象に $\partial C/\partial V$ 測定を行った. 導電性コートカンチレバー (一次共振: $f_{1c} = 64$ kHz, 二次共振: $f_{2c} = 381$ kHz) を用い、二つの変調電圧の周波数 f_1, f_2 を $|f_2 - 2f_1| = f_{2c}$ となるように設定することで検出感度を高めた. この条件の下で (f_1, f_2) の組を変数とし、低周波数と高周波数での測定を行い、両者を比較した. Fig. 1 (a) に表面形状像を、Fig. 1 (b), (c) にそれぞれ $(f_1, f_2) = (250$ kHz, 881 kHz), $(f_1, f_2) = (3$ MHz, 6.381 MHz) での静電引力像を示す. この信号は $\partial C/\partial V$ に対応すると考えられ、また、実際に測定周波数に応じたコントラストの変化が見られている. これは界面や表面準位によるキャリアトラップの周波数応答の違いを反映していると考えられることができる.

本研究で提案した二重バイアス変調方式により、 $\partial C/\partial V$ の周波数応答の測定が可能になり、従来の $C - V$ 測定に類似した評価が可能になると期待される.

本研究で測定した試料は、ソーラーフロンティア株式会社より提供して頂いた.

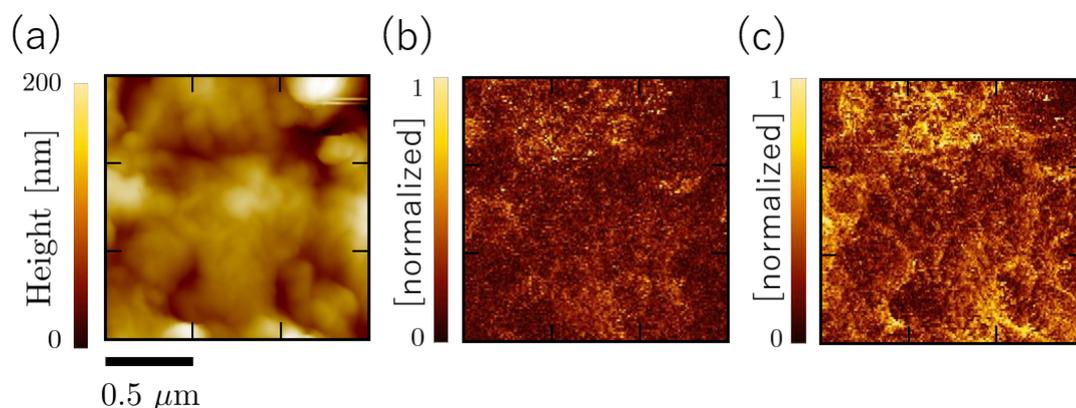


Fig.1 (a) 形状像, (b) 静電引力像 @ $(f_1, f_2) = (250$ kHz, 881 kHz), (c) 静電引力像, @ $(f_1, f_2) = (3$ MHz, 6.381 MHz)

[1] K. Kobayashi, et al., *Appl. Phys. Lett.* **81**, 2629 (2002).