

非接触 AFM によるジュール熱散逸計測から評価した Ge/Si(111)-(7×7)表面の表面抵抗

Surface Resistance of Ge/Si(111)-(7×7) Evaluated by Joule Heat Energy Dissipation in Non-contact Atomic Force Microscopy

金大自然¹, 北陸先端大先端² ○藏 大輝¹, 富取 正彦², 新井豊子¹

Kanazawa Univ.¹, JAIST², ○Daiki Kura¹, Masahiko Tomitori², Toyoko Arai¹

E mail: daiki061124@stu.kanazawa-u.ac.jp

最近、我々は非接触原子間力顕微鏡(nc-AFM)で検出されるジュール発熱によるエネルギー散逸(D_J)が、AFM 探針と試料の間に生じる静電引力に比例することを明らかにした[1]。この比例定数には表面抵抗値(R_S)が含まれる。従って、nc-AFM を用いた計測で比例定数を求めれば、探針と試料を接触させることなく実験的に R_S を求めることができる。本研究では、Si(111)-(7×7)基板上に Ge を蒸着し、蒸着膜の形状や、Ge 島の大きさと R_S の関係を調べた。

実験には、ピエゾ抵抗型 Si カンチレバーを用いた超高真空(UHV) nc-AFM を用いた。この UHV チャンバー内で Si(111)を加熱して 7×7 再構成表面を調製した後、基板温度を 400 °Cに保ち Ge を蒸着した。Fig. 1 に同時取得した nc-AFM 像(上図)とエネルギー散逸像(下図)を示す。島上(Fig. 1 に○で示した位置)と、その近傍の谷(×の位置)において、画像取得高さよりも探針を 1 nm 離れた位置で、試料印加電圧を-1.1 V から+0.9 V まで変化させつつ、共振周波数変化(Δf)とエネルギー散逸(D)を測定した。 Δf から van der Waals 力の寄与を引いて静電引力成分 Δf_{el} を算出し、 D から内部摩擦による散逸エネルギーの寄与を引き D_J を算出した。Fig. 2 に D_J と Δf_{el} の関係を示す。Fig. 2 のプロットを直線近似して傾きを求め、それぞれの点での R_S を求めた。 R_S は島上で 0.6 GΩ、近傍の谷で 1.0 GΩであった。これらの値には、同一探針の表面抵抗の値が加算されているが、この結果は、面積が比較的小さな Ge 島上では、表面抵抗が小さくなることを示している。一方、面積が大きい Ge 島上では、表面抵抗値は谷と同程度の値を示した。当日は、表面形状による表面抵抗値変化機構について議論する。

References: [1] T. Arai, D. Kura, R. Inamura, and M. Tomitori, Jpn. J. Appl. Phys., in print (2018).

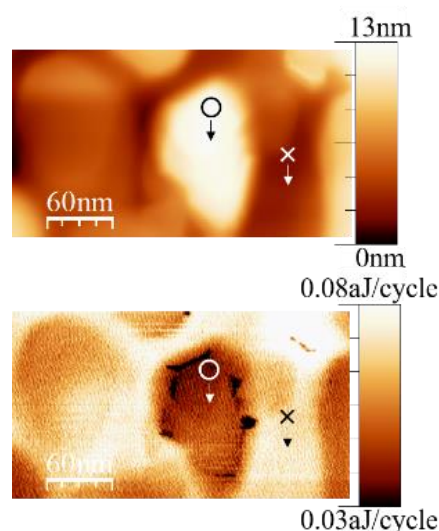


Fig. 1 nc-AFM topographic image (upper) and the energy dissipation image (lower) of Ge islands grown on a Si(111)-(7×7) surface.

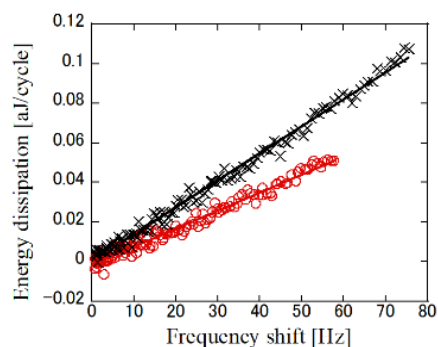


Fig. 2 Relationships between Δf_{el} and D_J . Red and black plots were measured on the Ge island, at the position denoted by symbol ○ in Fig. 1, and on the valley, at the position denoted by symbol ×, respectively.