

Si (111) 表面相転移における表面光起電力効果の研究

Surface Photovoltage Effect along the Phase Transition of Si(111)7x7

松田巖、湯川龍、山本達 (東大物性研)

神崎慎二、向島健太、虻川匡司 (東北大多元研)

I. Matsuda, R. Yukawa, S. Yamamoto (the Univ. of Tokyo)

S. Kanzaki, K. Mukojima, T. Abukawa (Tohoku Univ.)

ダイナミクス研究において、相転移における電子状態の動的変化を調べることは興味深い。Si 結晶の清浄表面に形成される 7x7 相は 830°C 以上で 1x1 相へ相転移することが知られている[1]。そこで、本研究では室温以上での時間分解光電子分光測定技術を開発すると共に、7x7-1x1 表面相転移における表面光起電力効果の実験を行った。

実験は SPring-8 BL07LSU の時間分解軟 X 線分光ステーションにおいて実施された[2]。時間分解光電子分光測定は、レーザーパルスと放射光パルスを用いたポンプ-プローブ法で行い、加熱した試料にポンプ光レーザーパルス($h\nu=1.5\text{eV}$)を照射し、その直後の放射光パルス($h\nu=253\text{eV}$)で Si 2p 内殻光電子分光スペクトルを得た。シリコン試料の加熱は通電加熱で行われたため、そのまま光電子分光測定を実施したのでは試料にかかる静電ポテンシャルにより光電子分光データの精度を下げることになる。そこで、ポンプ光レーザーパルスの間隔 1ms (ミリ秒) に対して通電加熱時間は 800 μ 秒 (マイクロ秒) とし、残りの 200 μ 秒で時間分解光電子分光測定を行った。これら測定及び加熱のタイミングはステーションで開発した同期・遅延回路を用いて 50 ピコ秒以下の時間分解能で制御した。

図 1 は Si(111)清浄表面で測定された Si 2p 内殻準位の結合エネルギー依存性である。600°C 付近から結合エネルギーが小さくなり、それに対応して表面光起電力効果もほとんど観測できなくなることが分かった(図 2)。この結果からは表面相転移温度 ($T_c=830^\circ\text{C}$) に特化した変化は観測できなかったが、表面光起電力効果の温度依存性の系統的データ収集に成功した。

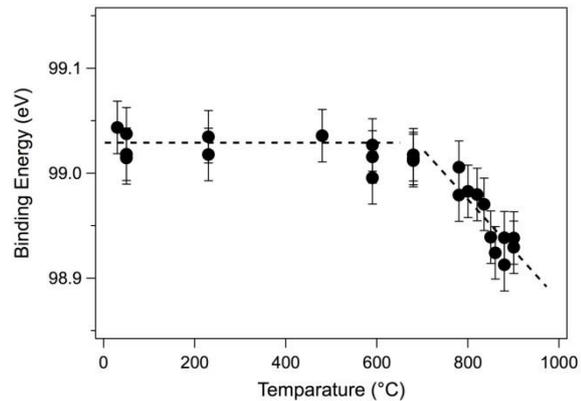


図 1 試料温度に対する Si(111)7x7/1x1 表面で測定された Si 2p の結合エネルギー

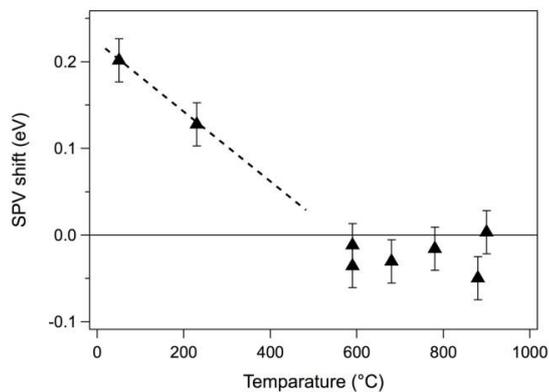


図 2 Si(111)7x7/1x1 表面における表面光起電力(SPV)効果の温度依存性

[1] S. Hasegawa *et al.*, Phys. Rev.

B 47, 9903 (1993). [2] M. Ogawa *et al.*, Rev. Sci. Instrum. 83, 023109 (2012).