

In-situ 電気化学プロセスによる イオン液体と水素終端 Si(111)界面の評価

Interface between ionic liquid and hydrogen terminated Si (111)
characterized by in-situ electrochemical process

東北大院工 ○渡邊 光, 丸山 伸伍, 松本 祐司

Tohoku Univ. ○Ko Watanabe, Shingo Maruyama, Yuji Matsumoto

E-mail: watanabe@atomol.che.tohoku.ac.jp

【緒言】水素終端 Si(111)表面は、半導体上へ金属や有機分子の蒸着を行う場合に基板としてよく用いられ、その原子レベルで平坦な表面に関して、結晶成長や有機及び無機半導体の研究において応用が期待されている。半導体の物性測定手法は多々あるが、当研究室ではイオン液体を用いた真空下での電気化学プロセスにより物性を評価することを試みている。本プロセスは大気圧下での測定と比べ、Si 表面の自然酸化を防ぎ、電解質溶液であるイオン液体への不純物の混入を大幅に減らすことができるという特徴を持つ。今回は、水素終端 Si(111)を作製し、真空中におけるイオン液体との界面について電気化学的に評価した結果を報告する。

【実験方法】酸化膜付きの p 型 Si(111)基板をフッ酸緩衝液 ($\text{NH}_4\text{F} : \text{HF} = 9 : 1$) に室温で 3 分間浸し、水素終端 Si(111)基板を得た。電極化した基板を電気化学測定室付の真空チャンバー^[1,2]に導入し、反射高速電子線回折 (RHEED) により表面状態を確認した後、電気化学測定を行った。電解質溶液として、イオン液体 1-ethyl-3-methylimidazolium bis(trifluoromethylsulfonyl)imide, 参照極として Ag, 対極として Pt を用いた。測定は全て 10^{-6} Torr 以下の条件で行った。

【結果と考察】電気化学測定前後での RHEED パターン (Fig. 1) より、測定前後で変化が見て取れないため、イオン液体と水素終端 Si(111)表面が反応により変質せず、原子レベルで平坦な表面を維持していることがわかった。I-V 測定結果 (Fig. 2a) により、貴電位においてアノード電流が流れる p 型半導体の整流特性を確認することができた。I-V 測定をふまえ、20 mV 間隔でインピーダンス測定を行った。Fig. 2b に +1.0 V vs. Ag での等価回路、及びフィッティング結果を示す。この電位では溶液抵抗 R_s と二重層容量で構成される RC 回路でインピーダンススペクトルを再現できた。等価回路が +0.5 V vs. Ag を境に貴電位側に適用できたことから、この系での水素終端 Si(111)のフラットバンド電位 U_{fb} は、およそ +0.5 V vs. Ag と見積もられた。

【参考文献】 [1] S. Takata *et al*, *Journal of Applied Physics*, **110**, 103513, (2011)

[2] 松本祐司, 表面化学, **34**, 368, (2013)

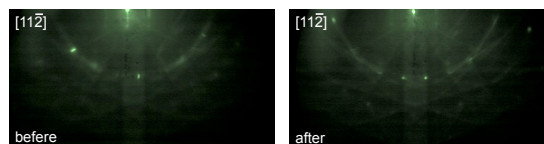


Fig. 1. RHEED patterns from a H-Si(111) surface for the [11-2] incidences.

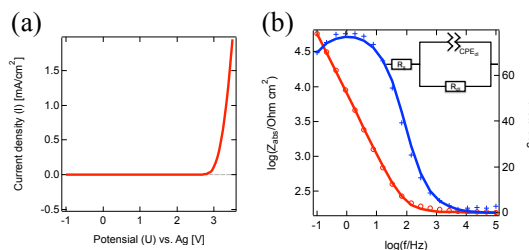


Fig. 2a. Linear sweep voltammograms of ionic liquid on H-Si(111) electrode with a scan rate of 50 mV/s. b. Equivalent circuit for modeling the H-Si(111) in contact with the ionic liquid at 1.0 V vs. Ag. CPE(Constant Phase Element) is defined by its admittance as $Y_{CPE}(\omega) = Q(i\omega)^n$. Impedance spectrum measured at 1.0 V vs. Ag. Solid lines are the fitted spectrum.