

KFM を用いた Si-電極界面のナノスケールにおける仕事関数測定

Workfunction mapping of the Si-metal interfaces on nm scale using KFM


 豊田工大¹, 産総研², ナプラ³ ○(PC)山田 郁彦¹, 吉田 学², 徳久 英雄²,
 青木 真理¹, 伊東 宇一², 住田 勲勇¹, 関根 重信³, 神谷 格¹, 大下 祥雄¹
Toyota Tech. Inst.¹, AIST.², Napra Co., Ltd³
 ○(PC)Fumihiko Yamada¹, Manabu Yoshida², Hideo Tokuhisa², Mari Aoki¹, Uichi Itoh², Isao Sumita¹,
 Shigenobu Sekine³, Itaru Kamiya¹ and Yoshio Ohshita¹

E-mail: fumihiko@toyota-ti.ac.jp

結晶 Si 太陽電池の表面電極には、通常 Ag 微粒子とガラスフリットを混合したペーストが用いられている。焼成により、ガラスフリットが溶融して太陽電池表面の反射防止膜を溶かし、Si 界面でガラス内の Ag イオンが局所的に析出し Ag 微結晶となり Si に接合する。電極は SiO 層と Ag 微結晶で構成される[1]。そのため、Si 太陽電池と電極の界面の電氣的接触は明らかでない。そこで本研究ではキャリア輸送の要である Si と電極界面の nm オーダーにおける電子輸送特性を明らかにすることを目標とした。

これまでに我々は、AFM をベースとしたケルビンプローブ法(KFM)により Ag ペーストと Si、Cu ペーストと Si 界面の劈開面における仕事関数マッピングを報告している[2-4]。しかし、Ag ペーストと Si 界面では構造が複雑なため、測定の定量性が明らかでなかった。そこで、本研究では金属コートした Si 基板の劈開断面仕事関数測定を行い、測定の定量性について検討を行った。試料は鏡面研磨の n 型 Si 基板に、250 nm 厚の Ag スパッタ蒸着膜、150 nm 厚の Au 熱蒸着膜を付加した基板を用いた。これらの試料は大気中で劈開し、KFM で断面の仕事関数マッピングを行った。

図 1 に Au をコートした Si の測定例を示す。n-Si と Au 膜の仕事関数差は 0.4 eV と得られ、n-Si の仕事関数を基準とすると、Au 膜の仕事関数は 4.5 eV と求まる。しかしその文献値は 4.8 eV であり、測定結果よりも大きい。この原因として、本試料の Au 膜厚が 150 nm 程度のため、バルクとは異なった性質が現れている可能性がある。実験値を基に作図したバンド図を示す(図 2)。Si の電子親和力・仕事関数は文献値、Au の仕事関数は測定値である。Si-Au 界面では 0.45 eV のショットキー障壁が形成されていることが示唆された。以上より、文献値とは多少の差異はあるが定量性

が確保されており、逆に従来のマクロ計測では不可能であった局所計測が実現できていると考えられる。発表では、Ag ペースト-Si 太陽電池界面、及び、Cu ペースト-Si 太陽電池界面におけるバンドダイアグラムについても報告する。

当研究は文科省私立大学戦略的研究基盤形成事業、NEDO 極限シリコン結晶太陽電池の研究開発及び科研費(若手研究(B)-24710109)の助成を受けたものである。

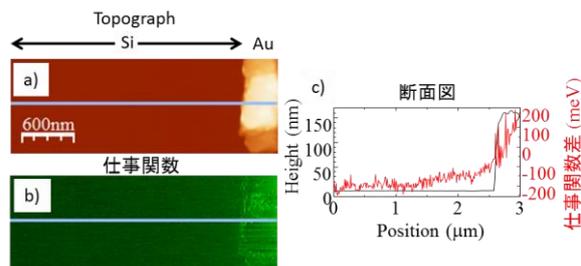


図 1. Si-Au 薄膜界面の測定結果。a)形状像,b)仕事関数像,c)形状像及び仕事関数像の断面図。黒線は形状、赤線は仕事関数を示す。位置は形状及び仕事関数像中で示す青線の箇所に相当する。

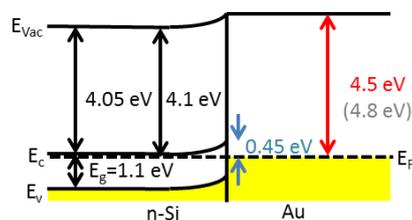


図 2. 測定値に基づくバンド図。Au の仕事関数の実測値は 4.5 eV(赤字)、文献値は 4.8 eV(灰色)である。Si の仕事関数、電子親和力は文献値を用いている(黒字)。Si-Au 薄膜界面で高さ 0.45 eV のショットキー障壁が形成されている。

References

- [1] Gunnar Schubert, Ph.D. thesis, Universität Konstanz (2006)
- [2] 山田郁彦, 他, 第 60 回応用物理学会春 29a-A4-3
- [3] F. Yamada, *et al.*, Appl. Surf. Sci. **271** (2013) 131.
- [4] M. Yoshida *et al.*, Energy Procedia **21** (2012) 66.