

6 九州大学クリーン実験ステーション（クリーンルーム；九州大学）

1. はじめに

九州大学クリーン実験ステーションは、「先端ものづくり」を通じて「若手技術者の育成」、「日本企業の産業競争力強化」、「研究開発投資効果の向上」に貢献することを主たる目標としており、平成 21 年度下期から平成 27 年度の 6 年余りにわたり「文部科学省先端研究施設共用促進事業」および「先端研究基盤共用・プラットフォーム形成事業」を実施した。平成 28 年度からは、九州大学クリーン実験ステーションリサーチコアによる運営のもと、佐賀大学シンクロトン光応用研究センターの協力も得て、先端実験研究施設の共用促進を引き続き進めた。

表 1 に、平成 28 年度の支援スタッフを示す。本年度より、佐賀県立九州シンクロトン光研究センター内に設置したクリーン実験ステーション運営サポートオフィスにおけるスタッフの常駐は廃止されたが、ユーザー利用時および打ち合わせ時に適宜支援スタッフが現地対応を行うとともに、佐賀大学シンクロトン光応用研究センターから参加したスタッフの協力により、効率良い設備運転・装置調整を行うことで対応した。以下では、平成 28 年度における活動の概要、得られた成果の一例について概説する。

2. 平成 26 年度の活動概要と研究成果の一例

2-1 活動概要

九州大学クリーン実験ステーションにおける主な先端共用設備は走査型プローブ顕微鏡（Agilent 社製 SPM5400）で、本年度においては、これまでの利用が多かった半導体などの材料物性分野に加えて、医療関連分野など幅広い分野からの利用があった。ユーザーとしては一般企業に加えて、大学、高専、公設研究機関などによる公共利用が増加した。本年度の利用課題を表 2 に示す。

表 1 平成 28 年度支援スタッフ

浅野 種正	九州大学大学院システム情報科学研究院 教授
有田 誠	九州大学大学院工学研究院 助教
池田 晃裕	九州大学大学院システム情報科学研究院 助教
郭 其新	佐賀大学シンクロトン光応用研究センター センター長・教授
高橋 和敏	佐賀大学シンクロトン光応用研究センター 副センター長・准教授
古川 勝彦	九州大学知的財産本部 副本部長・教授

表 2 平成 28 年度施設利用課題

利用者	課題名
国立大学法人九州大学工学研究院	$\alpha+\beta$ 型チタン合金における疲労き裂進展挙動に及ぼす微視組織の影響
九州シンクロトン光研究センター	SiC のイオン注入/未注入界面(高温アニール前)の表面観察
福岡県工業技術センター 久留米工業高等専門学校	1 本鎖 DNA の 2 次構造に対するハイブリダイズ増強ブロックの効果（その 1, その 2）
国立大学法人九州大学工学研究院	KFM による Al-Zn-Mg 合金の水素集積の可視化（その 1～その 4）
国立大学法人九州大学医学研究院	膵癌関連線維芽細胞の作るコラーゲンマトリックスの硬度の測定
その他一般利用 3 件	利用者・課題名は非公開

2-2 研究成果の一例【ケルビンプローブフォース顕微鏡（KFM）による半導体キャリア密度の解析】

当施設では、モデル化やコンピュータシミュレーションを援用して測定データの解析を行うことにより、ナノスケールでの定量的な電気及び機械的特性

評価を可能にしている。平成 28 年度になされた解析・評価の一例として以下の通り紹介する。

これまでに当施設では、KFM を用いて金属や半導体の仕事関数定量測定技法の確立を目指してきた。また、当施設の自主事業として、KFM による半導体材料のキャリア密度解析に関する研究を継続的に行っている。最も代表的な半導体材料である Si においては、ドーピング等の手法により n 型、p 型の様々なキャリア密度の領域を組み合わせることで目的とする機能を持ったデバイスが作られる。ドーピングされた Si のキャリア密度と KFM により測定される仕事関数値の関係を、2 種の表面準位を仮定したモデルにおいて電荷によるバンド曲りの影響を考慮することにより説明できることが、当施設におけるこれまでの研究で示されている (図 1) [1]。本年度は上記のモデルにおける見かけの仕事関数の挙動について、Si をドーピングした酸化ガリウム薄膜への適用を検討した。Si のケースと同様の表面準位モデルを仮定することにより、n 型半導体で $10^{15} \sim 10^{20} \text{ cm}^{-3}$ のキャリア密度を持つ酸化ガリウム試料における仕事関数の測定結果が良く再現されることが示された (図 2) [2]。この研究は佐賀大学シンクロトン光応用研究センターとの共同研究であり、上記センターの博士課程学生の研究テーマの一部として実施しており、「若手技術者の育成」にも貢献している。

3. まとめ

九州大学クリーン実験ステーションにおいては、事業開始よりこれまで、主として化学、半導体、金属産業の各分野における材料の分析・解析を共用利用課題として、北部九州を代表する企業を中心に施設の共用促進を図るとともに、地域の中小企業や農業・漁業・食品・環境分野における先端研究施設の共用促進にも力を入れてきた。本年度からは、産業界のみならず、学内外の研究者・研究機関への共用事例も増えてきており、今後もより広い領域のユーザーに対する先端装置共用による社会への貢献を目標として活動を継続して行きたい。なお、平成27年度まで技術アドバイザーとして中心的に本施設の運営に関わってこられた本岡輝昭九州大学名誉教授には、本年度も多くの技

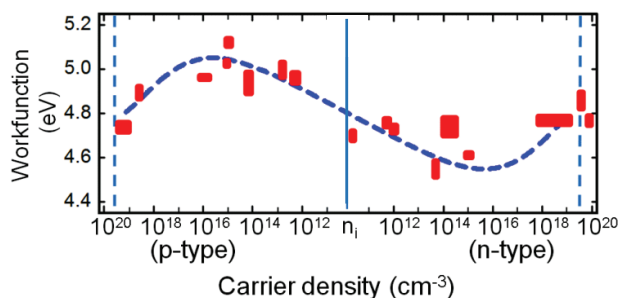


図 1 KFM measurement results for doped Si samples along the calculated workfunctions indicated by the dashed line. [1]

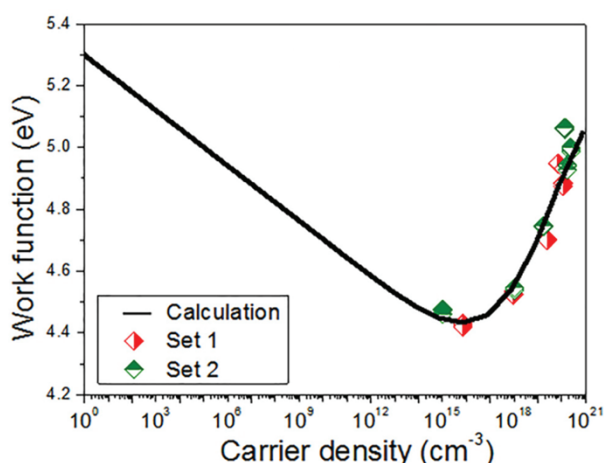


図 2 Work function for Si-doped Ga₂O₃ thin films, calculated and measured by KFM as a function of carrier density. [2]

術的なご指導と情報提供をいただいた。この場を借りて謝意を表す。

参考文献

- [1] M. Arita, K. Torigoe, T. Yamauchi, T. Nagaoka, T. Aiso, Y. Yamashita, T. Motooka, “Surface band-bending and Fermi-level pinning in doped Si observed by Kelvin force microscopy” *Appl. Phys. Lett.*, **104**, 132103, (2014).
- [2] F. Zhang, M. Arita, X. Wang, Z. Chen, K. Saito, T. Tanaka, M. Nishio, Q. Guo, T. Motooka, “Toward controlling the carrier density of Si doped Ga₂O₃ films by pulsed laser deposition” *Appl. Phys. Lett.*, **109**, 102105, (2016).

九州大学大学院工学研究院材料工学部門
有田 誠