

テラヘルツ波ケミカル顕微鏡による燃料電池の触媒反応解析

Catalytic reaction analysis of the fuel cell by the terahertz chemical microscope

岡山大自然, °古磯 和樹, 日下 鉄也, 紀和 利彦, 堺 健司, 塚田 啓二

Okayama Univ., °K. Koiso, T. Kusaka, T. Kiwa, K. Sakai, K. Tsukada

E-mail: kiwa@okayama-u.ac.jp

近年, 化石燃料の枯渇や化石燃料の燃焼による環境問題などから, 排気物が水蒸気のみである燃料電池がクリーンなエネルギーシステムとして注目されている. 燃料電池の発電効率には触媒金属やプロトン伝導膜が大きく影響するため, 高品質の燃料電池の開発を行うにあたって, それらの評価が非常に重要となる. 本研究では, テラヘルツ波ケミカル顕微鏡(Terahertz Chemical Microscope ; TCM)を用い, 燃料電池電極の触媒反応検出を行っているので報告する.

TCM は Sapphire/Si/SiO₂ からなる積層構造によって構成されるセンシングプレート上の表面ポテンシャルの変化を可視化するシステムとして開発を行っている⁽¹⁾. センシングプレートの Sapphire 面からフェムト秒レーザを照射すると Si-SiO₂ 界面の空乏層電界に比例したテラヘルツ波が発生する. このとき, センシングプレートの SiO₂ 面の表面ポテンシャルが変化すると, それに伴い, 空乏層電界が変化し, 結果として, テラヘルツ波の放射強度が変化する. 本研究では, センシングプレート上に触媒金属とプロトン伝導膜を積層させることで燃料電池を作製し, 発電によって起こるセンシングプレート上の表面ポテンシャル変化を可視化した. 触媒金属には, 膜厚 30 nm の Pt 薄膜を, また, プロトン伝導膜には Nafion®を用いた⁽²⁾.

図 1 は発電前と発電中にセンシングプレートから発生した THz 放射強度の変化をプロットしたものである. 図中の点線で示す部分が触媒電極であり, 右側が燃料極, 左側が空気極である. また, 燃料ガスおよび空気は, 各電極上を図上方より下方へ向かって y 軸に平行に流れている. 燃料極および空気極での電位の変化に伴って THz 放射強度が増減していることが分かる. また, 図 2 に燃

料電池を 6 時間駆動させた際の THz 放射強度の時間変化を示す. 図 1 における y=2 mm, 5 mm, 8mm 付近の THz 放射強度に対して, 丸印は空気極, 四角印は燃料極の平均を求めてプロットしている. どちらの極でも時間経過により THz 放射強度は飽和していくことがわかる. しかしながら, 電極内の位置により飽和するまでの時間が異なることがわかる. このことは, 電極面内で, ガスの入力側と出力側で反応速度が異なることを示している. 以上の結果は, TCM が燃料電池反応の分布を計測できることを示している.

本研究は (独) 科学技術振興機構 (JST) の研究成果展開事業【産学共創基礎基盤研究プログラム】の支援によって行われた.

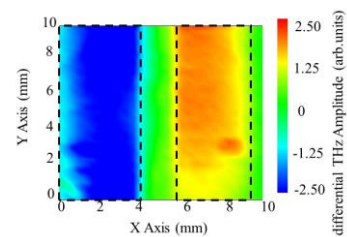


図 1 空気雰囲気下及び発電イメージング画像

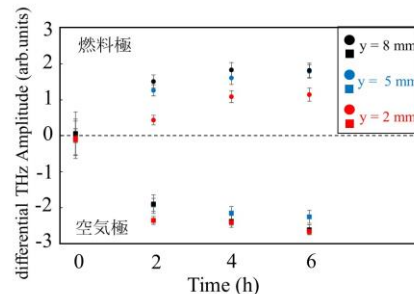


図 2 THz 放射強度変化

参考文献

- (1) T. Kiwa, *Appl. Opt.*, **47**, pp. 3324-3327 (2008)
- (2) T. Kiwa, *Opt. Exp.*, **20**, pp. 11637-11642 (2012)