

イオン液体－金属スパッタリング法による金属ナノ構造体の作製と電極触媒への応用

鳥本 司

名古屋大学大学院工学研究科

ダイレクトアルコール形燃料電池は、アルコールの貯蔵や輸送の容易さ等から携帯型の燃料電池として期待されている。特に、エタノール燃料は毒性が低く、バイオマスから生産されるため環境に優しい燃料として有望視される。しかし、アルコールの酸化反応は起こりにくいという、現在用いられる Pt 系合金触媒では資源量の制限やコストの高さが問題となる。このような Pt の代替材料として、Pd 系合金触媒が注目されている。一方、我々は、これまでにイオン液体(IL)に対して貴金属をスパッタリングすることによって、貴金属ナノ粒子の作製に成功している(IL-金属スパッタリング法)⁽¹⁾。本研究では、イオン液体への Pd と Au の同時スパッタによる PdAu 合金ナノ粒子の作製と、そのエタノール酸化反応に対する電極触媒活性を報告する⁽²⁾。

イオン液体は 1-ブチル-3-メチルイミダゾリウム ビス(トリフルオロメチルスルフォニル)アミド (BMI-TFSA) を用い、これに 20 Pa の Ar 雰囲気下で Pd と Au を同時にスパッタ蒸着することで PdAu ナノ粒子を作製した。さらに、PdAu ナノ粒子が分散したイオン液体をグラファイト基板 (HOPG) 上に塗布し、熱処理することで HOPG 表面に PdAu ナノ粒子を担持した。この電極を 0.5 mol/dm³ EtOH を含む 0.5 mol/dm³ KOH 水溶液中に浸漬し、エタノール酸化反応に対する電極触媒活性を評価した。

Pd と Au の同時スパッタ蒸着により得られた PdAu 合金ナノ粒子では、粒子中の Pd:Au 比が、用いるスパッタターゲットにおける Pd および Au プレート面積比に対してほぼ比例して変化した。このことから、PdAu ナノ粒子の化学組成をターゲットの Pd-Au 面積比により制御できることが分かる。TEM 観察から、PdAu 粒子 (Pd:Au = 1:1) のサイズは 1.8 ± 0.4 nm であった。

熱処理により HOPG 上に担持した PdAu ナノ粒子の AFM 像を Fig.1 に示す。固定化の際の加熱により粒子サイズは約 7 nm となり、粒子どうしの融合が起こった。PdAu ナノ粒子担持 HOPG 電極 (Pd:Au = 1:1) のエタノール酸化反応のサイクリックボルタモグラムを Fig.2 に示す。PdAu ナノ粒子電極のアノード電流の立ち上がり電位は、Pd ナノ粒子および Au ナノ粒子の立ち上がり電位よりも負電位側であった。また、PdAu ナノ粒子電極のピーク電流密度が、Pd 粒子および Au 粒子の場合のものとは比べて 4 倍以上大きくなった。このことは、Pd および Au の合金化により、ナノ粒子のエタノール酸化反応に対する電極触媒活性が大きく向上したことを示す。

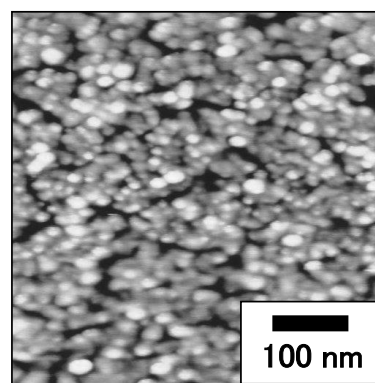


Fig.1 150°C での熱処理により HOPG に担持した PdAu ナノ粒子の AFM 像

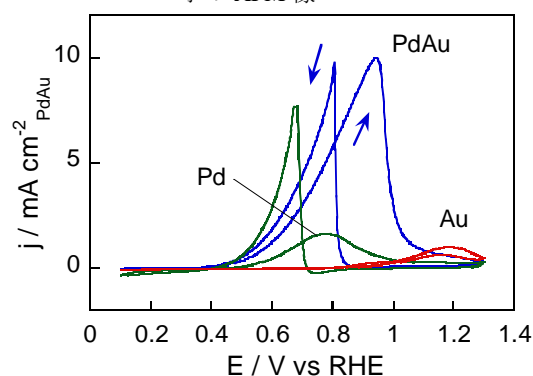


Fig.2 Pd, Au, および PdAu ナノ粒子担持 HOPG のエタノール酸化反応のサイクリックボルタモグラム

参考文献 (1) T. Torimoto, T. Tsuda, K. Okazaki, S. Kuwabata, *Adv. Mater.*, **22**, 1196 (2010). (2) M. Hirano, K. Enokida, K. Okazaki, Susumu K., H. Yoshida, T. Torimoto, *Phys. Chem. Chem. Phys.*, **15**, 7286 (2013).