

高須芳雄

目的別テーマ：ナノ構造を制御した機能性金属酸化物の合成と応用

15年度研究テーマ

15-1-10：電気化学エネルギーデバイス用電極の開発

ABSTRACT

For the development of oxide electrodes of electrochemical super-capacitors, various kinds of oxides have been synthesized and their electrochemical capacitance was evaluated in aqueous electrolytes. Among Ru-V-O oxide, K-doped layered ruthenate, exfoliated ruthenate (ruthenium nano-sheets), amorphous ruthenium hydroxide with various mean particle size and rod-shaped vanadium oxide, a Ru-V-O oxide provided the maximum capacitance of $1,220 \text{ F g}^{-1}_{(\text{RuO}_2)}$. The ruthenium nano-sheet (exfoliated ruthenate) was found to be electron- and proton-conductor, and gave high capacitance, $660 \text{ F g}^{-1}_{(\text{RuO}_2)}$.

研究目的

本研究の目的は、金属酸化物電極を用いて、活性炭電極を用いる既往の高エネルギー密度電気化学キャパシタより一桁大きな電荷蓄積能を有する電気化学キャパシタを開発することである。そのため、無機合成の手法を駆使して、導電性・比表面積・プロトン吸着能の高い金属酸化物を合成する。

一年間の研究内容と成果

本年度は下記の項目について研究し、全て水溶液電解液中で電極特性を調べた。

(1) 錯体重合法にて Ru-V-O 系超微粒子を合成して電極化し、酸性、アルカリ性、中性水溶液中での蓄電容量（キャパシタンス）および耐久性を調べたところ、容量は、酸性水溶液、アルカリ性水溶液、中性水溶液の順に減少し、耐久性はアルカリ性水溶液、中性水溶液、酸性水溶液の順に低下することを見出した。この酸化物系電極の蓄電容量の最高値は、酸性水溶液中で 1220 F g^{-1} と、活性炭電極の 230 F g^{-1} の約 5 倍の値を示した。なお、製品化を展望した場合、中性溶液の使用が望ましいが、電荷蓄積量は、酸性水溶液中での値の約 50% になった。

(2) カリウム形層状ルテニウム酸超微粒子を合成し、電極化して蓄電容量を調べたところ、約 400 F g^{-1} の値を示した。粒子表面だけでなく層間も、プロトンのインターカレーション・デインターカレーションに利用され、電荷蓄積の場となることを見出した。

(3) 層状ルテニウム酸に大きなサイズの有機カチオンを挿入して層剥離することにより、ルテニウム酸ナノシートを創製した。このナノシートは、電子伝導性とプロトン導電性を併せ持つ新しい酸化物であることを見出した。これを電極化したところ、容量は 660 F g^{-1} で、酸性水溶液中でも優れた耐久性を示した。

(4) 炭酸アンモニウム法にて粒子サイズが異なる水和酸化ルテニウムを調製し、電極化して容量を調べたところ、粒子サイズが小さいほど大きな容量を示すことを見出した。

(5) 水熱法にてバナジウムのナノロッド VO_2 を合成し、その電極特性を評価した。しなしながら、十分な耐久性はみられなかった。

展望

ルテニウム系金属酸化物の構造を種々デザインすることにより、プロトン及び電子伝導性を合わせ持つ高比表面積酸化物の創製に成功した。今後はルテニウムと他の金属との複合化および構造制御をさらに進めることにより、キャパシタンスおよび出力特性の向上を図り、プロトタイプの電気化学キャパシタを試作する。また、安価な導電性金属酸化物の開発も検討する。

このような蓄電デバイスの開発に加えて、次年度は、直接メタノール燃料電池 (DMFC) 用の高活性触媒電極の開発も進め、本研究のテーマとして掲げた「電気化学エネルギーデバイス用電極の開発」を総合的に進める。