

研究課題別中間評価結果

1. 研究課題名: ナノ構造単位材料から構成される電力貯蔵デバイスの構築

2. 研究代表者名: 山木 準一 (九州大学先導物質化学研究所 教授)

3. 研究概要

ナノ粒子の合成を液相レーザーアブレーション法、電析法、特殊な焼成法により行い、これらを用いて、リチウムイオン電池、金属空気電池、電気化学キャパシタの特性向上を検討した。その結果、リチウムイオン電池で、25Cの大電流放電で、正極利用率80%を達成(他機関では、70%)した。鉄空気電池用鉄極では、容量500mAh/gを達成(他機関では300mAh/g)し、電気化学キャパシタでは、約400F/gの容量を達成(他機関では約250F/g)した。

4. 中間評価結果

4-1. 研究の進捗状況と今後の見込み

本研究チームは、九州大学(先導物質化学研究所、総合理工学府、産学連携センター)、山口大学、インド国立電気化学中央研究所などから構成されており、各グループとも概ね当初計画どおりの進捗であり、着実な成果を上げている。ナノテクを利用した高出力リチウム電池の研究は、日本が世界をリードしているが、その中でも本研究はトップクラスである。鉄空気電池はポストリチウムイオン電池の一つであるが、世界でも研究例が少ない中、本研究は、かなりの容量を達成している。キャパシタ用ナノ電極材料の作製方法として開発された高速電位操作法は、新規であり、合成した金属酸化物ナノ材料の機能は、高いレベルである。今後、実用化の視点に加えて、中長期的視野に立った研究戦略が期待される。

4-2. 研究成果の現状と今後の見込み

本研究は、ナノ材料を創り電池/キャパシタに応用するものであり、リチウム電池、金属空気電池及び電気化学キャパシタの分野で、かなりの水準にある。

リチウムイオン電池では、リチウム過剰法によるLiCoO₂正極を用いて、25Cの大電流放電で、正極利用率80%(他機関では、70%)を達成した。鉄空気電池では、ナノ炭素を複合した鉄極により、容量500mAh/g(他機関では、300mAh/g)を達成した。また、電気化学キャパシタでは、逆沈殿法や電位走査電析法により、ナノ構造電極を作製し、カーボンに5wt.%のITOを高分散担持することにより、カーボン単独の場合より約80%の容量増加を、電析法によるMnO₂ナノ電極では、約400F/gの容量を達成した。

今後、電気自動車用リチウムイオン電池を目指して、多孔体電極理論を併用したLiCoO₂正極物質の高性能化や新規安全性向上の検討を企業や他機関との連携も視野に入れ、重点的に推進する必要がある。また、電気化学キャパシタに関しては、高速電位走査電析法の高い比容量が

得られるメカニズムを解明し、その知見をもとに更なる性能向上をめざす。

4 - 3 . 今後の研究に向けて

電気自動車用リチウムイオン電池は、正極活物質のナノ化による効果(正極利用率の向上)を期限内に更に明確に実証し、副産的に得られた正極電位の上昇に関しては、学術的な基礎原理に関する事なので、時間をかけて確実な実験結果を出すべきであろう。電解液への添加剤や負極表面処理による新規安全性向上法の開発は、実用的インパクトも大きいので、企業との共同研究が望まれる。また、鉄空気電池用の鉄負極は、充放電による容量低下の改善対策を重点指向すべきであろう。

電気化学キャパシタの金属酸化物単独薄膜電極の作製は、新規な高速電位走査電析法により、均一でポーラスなロッド状の安価な MnO_2 のナノ構造を作製できたので、今後は、他の酸化物との複合化や作製条件の最適化で更なる高性能化を目指すことが望まれる。

4 - 4 . 戦略目標に向けての展望

本研究テーマは、ナノ材料を創製し、それらをリチウムイオン電池、金属空気電池や電気化学キャパシタなどに応用して、ナノ化により、飛躍的な性能向上をめざすもので、正に、戦略目標そのものである。電気自動車用リチウム電池や電気化学キャパシタで、ナノ化による効果を明確に出来、かなりの性能向上を達成しているので、企業との連携を視野に入れた実用化検討が期待される。

4 - 5 . 総合的評価

ナノテクを利用した高出力リチウムイオン電池研究は、世界的に実施されており、日本が世界をリードしている。このような類似研究の激しい競争の中で、本チームの電気自動車用リチウム電池の研究は、地道であるが確実に成果を上げており、今後、企業との連携で、実用化が期待できる。

電気化学キャパシタに関しては、逆沈殿法によるナノサイズ ITO 添加カーボン電極、高速電位走査電析法によるナノ構造 MnO_2 、ポリアニリンナノワイヤーとカーボンナノチューブとの複合体電極で、ナノ化の効果を実証しており、更なる高性能化が見込める。