

二次電池電極用の三次元階層構造を有する多孔質炭素ナノ構造体

学際・融合科学研究科

内田 貴司 特任准教授 Takashi Uchida



研究概要

プラズマ化学気相蒸着法により多層グラフェンで構成される炭素ナノ構造体を任意の基材上に形成できます。この構造体は三次元的に入り組んだ構造をとり、数マイクロメートルの孔径を持つ多孔質となり、リチウム空気電池の負極等の電極として非常に高い特性を示します。

研究シーズの内容

図 1 には、マイクロ波プラズマ化学気相蒸着 (MPECVD) 法で、メタン/水素プラズマを使用しシリコン基板上に形成した多孔質炭素ナノ構造体の走査型電子顕微鏡 (SEM) 像を示します。SEM 像から、シート状の炭素構造物が壁状に垂直に配向し、さらに壁が水平方向にも分岐していることがわかります。窒素ガス吸着で求めたこの材料の比表面積は $100 \text{ m}^2/\text{g}$ であり、非常に高い値を示します (図 2)。また、透過電子顕微鏡観察、ラマン分光や X 線光電子分光などから、シート状の炭素構造物は多層グラフェンであることがわかっており、シート内での高い電気伝導性が期待できます。

さらに、本技術による多孔質炭素ナノ構造体は触媒を用いずに色々な形状・材質の基材上に形成できます。図 3 は炭素繊維でできた紙上に形成した例です。繊維 1 本 1 本に多孔質炭素ナノ構造体が形成されていることがわかります。水銀圧入法により細孔径分布を計測した結果、多孔質炭素ナノ構造体は 1 マイクロメートルから 10 マイクロメートル程度の細孔を持っていることがわかっています。また、この炭素繊維紙上の多孔質炭素ナノ構造体をリチウム空気電池の負極として用いると、非常に高い放電容量 (多孔質炭素ナノ構造体 1 グラム当り、8000 mAh) を示すことがわかりました。

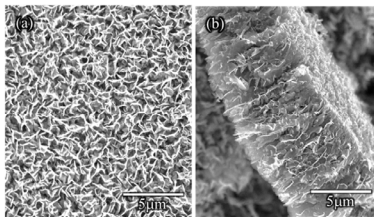


図 1. Si 基板上の多孔質炭素ナノ構造体の SEM 像。(a) 基板上面からの観察、(b) 基板からはく離れた多孔質炭素ナノ構造体

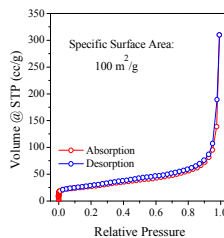


図 2. 多孔質炭素ナノ構造体の窒素ガス吸脱着等温線。

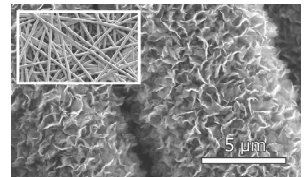


図 3. 炭素繊維紙上に形成した多孔質炭素ナノ構造体の SEM 像。

研究シーズの応用例・産業界へのアピールポイント

二次電池電極材料として有望です。本技術による多孔質炭素ナノ構造体は触媒等を用いずに色々な材質・形状の基材へ形成可能です。

特記事項(関連する発表論文・特許名称・出願番号等)

Takashi Uchida et al., Charged particle-induced synthesis of carbon nanowalls and characterization, RSC Advances, 4, 36071 - 36078 (2014), DOI: 10.1039/c4ra05510a.

金属空気電池用正極、金属空気電池、リチウム空気電池、金属空気電池用正極の製造方法、リチウム硫黄電池用正極、リチウム硫黄電池、及びリチウム硫黄電池用正極の製造方法、特願 2017-104447