

課題名： プラズマスプレーPVDをコアとする次世代Liイオン電池Si系ナノ複合負極開発

氏名： 神原淳

機関名： 東京大学

1. 研究の背景

Liイオン電池(LIB)は、スマートグリッド(大規模送電網)や電動移動体の重要な蓄電機器として、次世代社会基盤技術の中核を担うと期待される。この実現には、現行のLIB電池に比して1桁以上の高電池容量化が求められる。電極材料をナノ複合構造とすることで近づくと期待されるが、製造プロセスの観点からすると、これらナノ複合電極を産業移転可能な技術にて実現することが重要となる。

2. 研究の目標

Liイオン電池の高電池容量化と高電池充放電サイクル化を両立しうる、ナノSi複合粉末負極材料の開発を目標と定める。用いるプラズマ技術の、高温ガスの急速共凝縮過程の理解とナノ粒子成長機構の解明を通じて、高速でのナノ粒子製造とナノマイクロ複合構造化を同時に実現するプロセス指針を提案する。

3. 研究の特色

冶金級金属Si原料(純度99.5%程度で1\$/kg程度の廉価)の利用が可能であり、格段の低コスト化が期待できる。また、プラズマスプレー技術が一般のナノ粒子調製技術に比べて高スループット技術であると同時に、関わるプロセス制御変数が多いことから、ナノからミクロンに渡るスケールで高次に複合化された様々なナノ粒子が期待される。更に、重工業分野の基盤技術であるプラズマスプレーを基礎としており、開発するプロセスの産業移転は比較的容易と考えられる。

4. 将来的に期待される効果や応用分野

高電池容量と高サイクル特性を両立するLIBの開発が期待される。短期的には、次の実用化負極材料とされるSiOの「初期効率低下抑制」と「高容量化」の課題解決の指針を提示しうる。また波及効果として、従来、本プラズマ技術が適用範囲ではなかった太陽電池始めとする電子材料分野での、複合ナノ粒子製造技術、高純度化技術として利用可能性が拡がり、将来的な市場開拓も期待される。

本研究課題の位置付け

＜軽量・高容量Liイオン2次電池 (LIB) 製造技術開発要請＞

- ・ 電動移動体デバイスの普及
次世代送電網(スマートグリッド)整備
⇒ 高エネルギー密度蓄電技術
- ・ LIB世界的競争激化
⇒ 低コスト/高付加価値製造

★高密度電池容量シリコン系LIB開発

＜本研究課題＞

「Si系負極ナノ複合化+高スループット製造」を
両立する高密度LIB向けプラズマスプレー技術開発

＜ナノスケール複合材料 製造技術の新機軸＞

★ナノ複合組織化

- ・ ナノ粒子・ナノ薄膜化, ポーラス構造化
(高サイクル特性と高電池容量の両立)

★高スループット材料製造技術

- ・ 高速組織制御, 低コスト製造技術

＜プラズマスプレー技術 (plasma spray: PS) の学術進展＞

- 1) 高スループットコーティング技術
 - ・ 重工業分野の基幹高スループット(処理能)コーティング技術, ナノ粒子製造技術の先鋒
- 2) 様々なプラズマ内部の素過程
 - ・ 原料に気体/液体/粉末(固体)
 - ・ PS-CVD(化学反応), PS-PVD(蒸発・凝集), 溶射(原料粒子溶融)
- 3) 様々な応用展開(高機能化)
 - ・ ウエハ装着用静電チャック(デバイス応用)
 - ・ 生体親和人工骨コーティング(生体応用)

「次世代熱遮蔽コーティング開発」

- ・ 超高融点材料YSZ(沸点5000℃)をナノミクロスケルで組織制御した複合化厚膜を高速で実現。

H13-18 NEDO ナノコーティング技術PJ

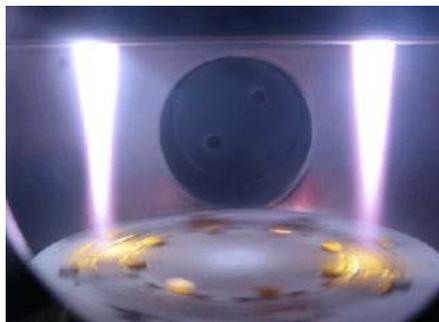
「メゾプラズマエピタキシー技術」

- ・ ガスを原料としたPS技術, 薄膜組織制御技術
- ・ 高速低温高品質を両立しうるプラズマ技術

H17-19 科研費 若手A 代表者

H20-22 科研費 若手A 代表者

プラズマスプレーPVD技術の特徴



ハイブリッドプラズマ装置

特徴と利点

★冶金級金属シリコン利用

- * \$1/kg, ~99.5%
- * 電池特性は不純物に敏感では無い

★高スループット

- * PS-PVD過程を維持しうる原料粉末処理可能量: 360g/hr (現在)

★複合化制御

- * 加熱・冷却過程制御
- * 非平衡度制御 (相選択, 粒成長抑制, 凝集制御)

プラズマ制御と特性評価に基づき、高スループットでの高次複合ナノ構造Si粒子製造技術開発を目指す

