

inVia™ コンフォーカルラマンマイクロ スコープを使用したリチウムイオンバッテ リーの陽極分析

材料科学

リチウムイオンバッテリーの陽極は、導体、炭素、結合剤など、各種の成分や材料から構成されています。陽極に使われるタイプの炭素には、リチウムイオンとのインターカレーション反応や電荷キャリアの伝導路の確保など、それぞれ異なる目的があります。これらは通常有機、ポリマー、炭化水素の前駆体の熱分解によって製造されています。

電気伝導率、BET (Brunauer-Emmett-Teller 理論)、表面領域 (またはナノレベルでの多孔性)、電気容量など、炭素形態の物理的な構造は、局所的な構造によって決まります。これらの構造は平面の六角形ネットワークの長距離秩序、埋め込まれたアモルファス領域の量、クロスリンクの範囲によって特徴付けられ、前駆体の組成と熱分解状態に依存します。

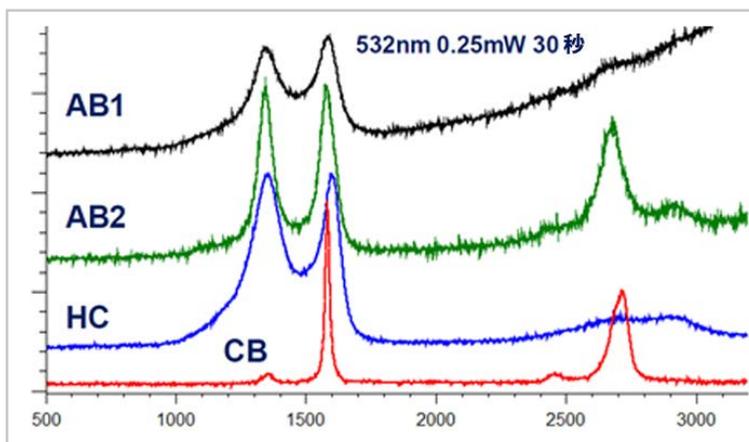
そのため、陽極の組成と構造を短時間で簡単に分析できるようにすることが不可欠になります。inVia コンフォーカルラマンマイクロスコープは、構造がわずかに異なる場合でも、陽極に含まれる各種炭素形態の特定、判別、定量化を行うのに最適です。

陽極内の炭素材の分析

次の例は、これら一般的炭素形態の分析結果です。

- アセチレンブラック (AB)
- ハードカーボン (HC)
- カーボンブラック (CB)

これらの材料は、ラマンスペクトルがおおむね似通っているものの、炭素の D バンドと G バンド間の強度比、および G バンドの幅によって同定することができます。



2 種のアセチレンブラック (AB)、ハードカーボン (HC)、カーボンブラック (CB) という 4 種の炭素サンプルのラマンスペクトル。D バンドは 1350cm⁻¹ 以下、G バンドは 1600cm⁻¹ 以下。

レニショー株式会社
〒160-0004
東京都新宿区四谷4-29-8
レニショービル
T 03-5366-5316
F 03-5366-5320

名古屋支社
〒461-0005
愛知県名古屋市東区東桜1-4-3
大信ビル
T 052-961-9511
F 052-961-9514

E japan@renishaw.com
www.renishaw.jp

RENISHAW
apply innovation™

これらの材料は次の手順で分析します。

- 同一条件でスペクトルを取得
- D-G バンド領域にカーブをフィット
- G バンド幅に対する D/G 強度比のグラフを作成（半値全幅）（G）

データの解釈：

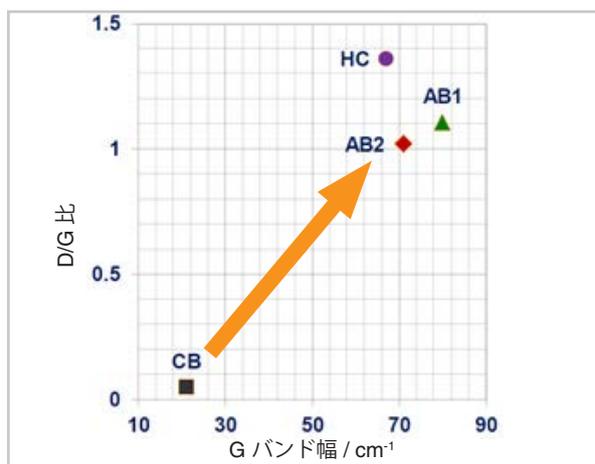
- D/G 比が高いほど、六角面の sp^2 ドメインの相関長さが短く（結晶が小さく）なります
- G バンドの幅が広いと、 sp^2 層の局所的秩序が乱れていることを示します

これらの 2 つのパラメータをグラフにすることで、秩序の乱れを表すことができます（右図）。D/G 比の 0.1 の差や G バンドの 10cm^{-1} の差など、ごくわずかな差でも簡単に検出することができます。

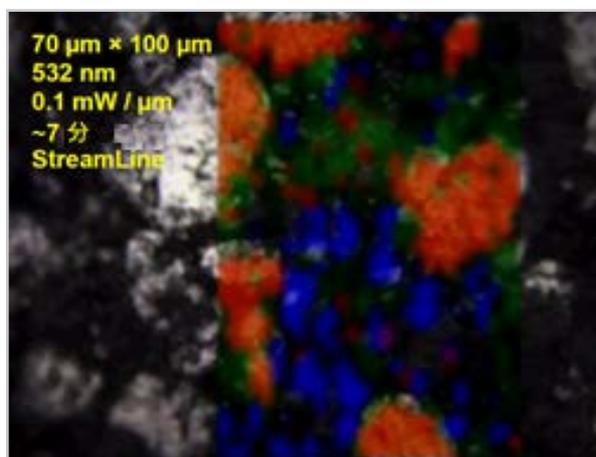
陽極のケミカルイメージの作成

inVia の StreamLine™ テクノロジーを使用して作成したイメージからは、陽極内におけるこれらの材料の分布を解明できます。さらにこれらのイメージから、材料の相対量や、平均粒子サイズと層内の分布の等質性/異質性などの統計情報を調べることができます。

レニショーの LiveTrack™ 自動フォーカストラッキングテクノロジーを使用すると、電極表面が平坦でなかったりでこぼこになっている場合でも、簡単に分析できます。



G バンド幅に対する D バンドと G バンドの強度比グラフ。オレンジの矢印は秩序が乱れる経過を示します。



グラファイト（赤）、アセチレンブラック（青）、ハードカーボン（緑）を示す StreamLine ラマンイメージ。相対比はグラファイト（13%）、アセチレンブラック（19%）、ハードカーボン（77%）。

総合的な分析ツール

これらの結果からは、レニショーの inVia ラマンマイクロスコープを使用すると、これらの各種炭素材の検出と判別、異なる性能を持つ陽極サンプルの比較を簡単に行えることがわかります。

inVia：バッテリーのラマン分析に理想的なツール

- 研究グレードのラマンマイクロスコープ
- 微量な材料でも検出する高い感度
- 細部を精査するための高共焦点性
- 各種の高速マッピング/イメージングソリューション
- 外部システム（ポテンショスタットなど）からのデータ取得トリガリングなどの自動オプション
- ラマン対応の電気化学テストセルもご利用いただけます



レニショー inVia コンフォーカルラマンマイクロスコープ

レニショー：ラマンのイノベーター

レニショーは、高速化学イメージングテクノロジーを搭載したコンフォーカルラマンマイクロスコープ、専門分析装置、走査型電子顕微鏡および原子間力顕微鏡用インターフェース、分光用固体レーザー、そして最先端冷却 CCD 検出器など様々な高性能分光関連製品を製造しています。

広範な領域とアプリケーションにおいて最高レベルのパフォーマンス、感度、そして信頼性を提供するレニショーの製品は、お客様のニーズを満たすように設計されているため、非常に難しい分析でも自信を持って行っていただくことができます。

世界各国のレニショー現地法人および販売代理店のネットワークを通して、優れたサービスとサポートをお客さまに提供いたします。

詳細については、www.renishaw.jp/carbon をご覧ください。