

全固体電池設計・開発のための分析評価技術

齋藤 正裕

表面科学研究部

要 旨 全固体電池の本格的普及に向け、特性向上及び安全性、耐久性の確保など、様々な課題を解決する必要がある。電解液系リチウムイオン電池とは異なり、固体電解質の材料物性値など、新たな評価技術への取り組みは今後重要になると考えられている。本稿では全固体電池の設計・開発において、「材料開発」、「電池作製プロセス改善」に有用な、最新の分析評価技術について事例も交え紹介する。

1. はじめに

リチウムイオン電池 (LIB) は近年、モバイルデバイスから電気自動車、大規模蓄電池まで、そのポテンシャルを活かし様々な形で利用されている。従来型 LIB では、有機溶媒系の電解液が用いられており、高温使用時の分解、ガス化、あるいは発火など、安全面に懸念がある。この電解液を不燃性の固体電解質に置き換えたものが全固体電池であり、次世代 LIB の本命として近年研究が活発に進められている。高い安全性に加え、広い電位窓を有することから、5V 級の高電位正極への適用が期待されている。これまで固体電解質はイオン伝導度が有機系電解液より低いとされてきたが、近年では有機系電解液を超える高イオン伝導度を発現する材料が報告されており¹⁾、その進展にますます注目が集まっている。

固体電解質の中でも特に注目されている材料は、硫化物固体電解質である。イオン伝導度、成型性等の観点から最も有望な材料とされ、現在多くの研究開発が進められている。本稿では、硫化物固体電解質を用いた全固体電池について、(1)材料開発、(2)電池作製プロセス改善の2つのステージにおいて有用な分析評価技術とその評価事例を示す。

2. 材料開発

2.1 組成

硫化物固体電解質、例えば Li_3PS_4 はイオン伝導度の高い電解質として知られており、その組成、構造によりイオン伝導度が $3.2 \times 10^{-3} \text{ S cm}^{-1}$ まで向上することが知られている²⁾。近年の報告では、硫化物固体電解質に微量の塩素を添加することで、有機系電解液を超えるイオン伝導度 ($2.5 \times 10^{-2} \text{ S cm}^{-1}$) が実現されており¹⁾、今後は主成分のみならず微量元素を含めた、正確な組成定量方法が重要になると考えられる。

表面分析の一手法であるラザフォード後方散乱分光法 (Rutherford Backscattering Spectrometry : RBS) は、そのような目的に応えることができる分析手法である。関連手法である水素前方散乱分光法 (Hydrogen Forward Scattering Spectrometry : HFS)、核反応解析法 (Nuclear Reaction Analysis : NRA) と併せて、原理図を図 1 に示す。

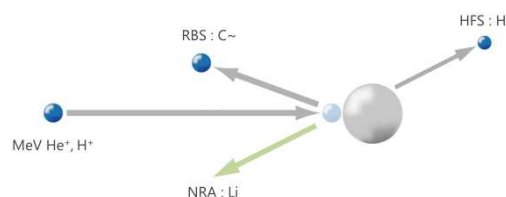


図1 RBS-HFS-NRA法の原理