

HTS SQUID を用いた Li-Ion 電池部材内の磁性金属異物検査の検討

Study on Metallic Contaminant Detection in Li-Ion Battery Components Using HTS SQUID

豊橋技科大, °佐川 優, 林 幹二, 大谷 剛義, 田中 三郎

Toyohashi Univ. of Technol. °M. Sagawa, K. Hayashi, T. Ohtani, and S. Tanaka

E-mail: tanakas@tut.jp

1. はじめに

ハイブリッド自動車および電気自動車の普及により、リチウムイオン二次電池の高い信頼性が求められている。金属異物混入の対策として、製造現場では X 線異物検査装置や渦電流金属検知器などを導入している。X 線異物検査装置では高速検出の点で課題があり、渦電流金属検知器では液体の検査対象に適用不可能であるなどの課題がある。そこで、高感度かつ高速検出が可能であり、液体の検査対象にも適用可能な高温超伝導 rf-SQUID 磁気センサを用い、液状部材内に混入する磁性金属異物を検出する方法を検討した。

2. 実験方法

傾角 36.8°の SrTiO₃ バイクリスタル基板上に成膜された膜厚 200 nm の YBa₂C₃O_{7-x} 薄膜にパターニングを行い、rf-SQUID 素子を作製した。rf-SQUID 素子のパターン形状はホールサイズ: 100 μm × 100 μm、ジョセフソン接合幅: 4 μm とした。作製した rf-SQUID 素子を磁気シールド内に設置したクライオスタットに実装した。クライオスタット測定部にポリエチレンチューブを設置し、その中に異物サンプルを固定したナイロン糸を通過させ、液状部材内を流れる異物を模擬した。

実験では SQUID 磁気センサと金属異物サンプルの位置関係を変化させ、複数の種類の異物サンプルを用いて比較を行った。金属異物サンプルとして φ163 μm の SUS304 ステンレス鋼球と φ140 μm の CP20 超硬合金球(W: 80~90%, Co: 5~7%, C: 5~7%)を用いた。異物サンプルは測定前に表面磁束密度 520 mT のネオジム磁石で 10 秒間帯磁させた。

3. 実験結果

金属異物サンプルの信号強度と、センサ感度軸方向の異物とセンサ間の距離(スタンドオフ距離)の関係を Fig.1 に示す。金属異物から生じる磁気信号の大きさは、ビオ・サバルの法則よりスタンドオフ距離の三乗に反比例すると予想され、グラフに直線を外挿すると実験値も同様の傾向を示した。異物サンプルの通過していない状態では、電圧ノイズは 0.57 mV_{p-p} であり、信号対雑音比 SNR = 3 を検出閾値と定義した。その結果、SUS304 φ163 μm サンプルではスタンドオフ距離 51 mm、CP20 φ140 μm サンプルでは 43 mm まで検出可能であることが示唆された。

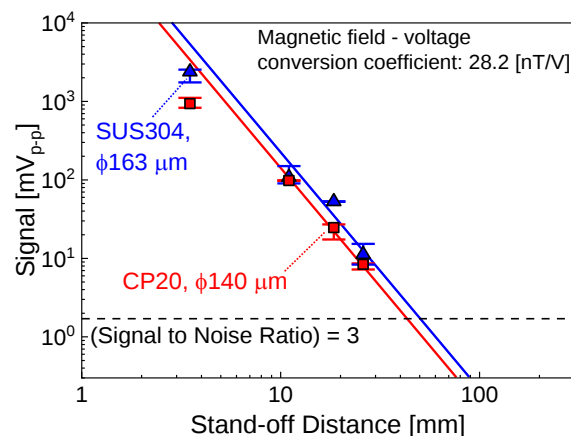


Fig.1 Relation between signal strength and standoff distances.

4. まとめ

高温超伝導 rf-SQUID を作製し、液状部材への適用を想定した異物検査方法の検討を行った。今後、実際に液状部材を使用し異物検出を行う。また、より微小なサイズの異物サンプルを用いて実験を行う。加えて、高感度な rf-SQUID 磁気センサを作製し検出感度の向上を目指す。