

HTS-SQUID を用いた電流が作る磁場の周波数特性測定と交流インピーダンスとの相関性

Correlation between AC impedance and frequency dependence of magnetic field generated from current measured by HTS-SQUID

岡山大 自然 ○木津 翼, 堺 健司, 紀和 利彦, 塚田 啓二

Okayama Univ. ○Tsubasa Kizu, Kenji Sakai, Toshihiko Kiwa, Keiji Tsukada

E-mail: pa0r2dyv@s.okayama-u.ac.jp

1. はじめに

電気化学反応における各界面の特性や電子デバイスの構成要素を評価する手法として、交流インピーダンス解析が広く用いられている。一般的な交流インピーダンス測定では試料に取付けた電極間の交流インピーダンスを測定し、電極間全体の交流インピーダンスを評価している。本研究では、測定対象の局所的な交流インピーダンスを推測するため、電流が作る磁場の周波数応答を計測して、交流インピーダンスの周波数特性と相関性のある値を計測する手法を検討した[1]。交流インピーダンス測定時に印加する交流電圧は低く、交流電圧を印加した際に流れる電流から発生する磁場も小さくなる。そこで、本研究では HTS-SQUID を用いた磁気計測システム[2]を用いて電流が作る磁場の周波数特性を測定した。

2. 実験方法

本研究で用いた磁気計測システムは、試料と平行な磁場成分を平面型 HTS-SQUID グラジオメータで検出する。発信器で試料に交流電圧を印加し、その際に試料内を流れた電流から発生する磁場を SQUID で検出した。ロックインアンプを用いて検出した磁場の実部成分と虚部成分を検波し、その複素数の逆数を算出して、各周波数の磁場応答を求めた。

3. 実験結果

まず提案手法の妥当性を確認するため、RC 並列回路の交流インピーダンスの周波数特性と、回路を流れる電流が作る磁場の周波数特性を比較した。その結果を Fig. 1 に示す。回路は RC 並列回路を 2 つ直列接続したものである。磁場スペクトルの形状は、交流インピーダンススペクトルと似た形状を示した。また各周波数で、各スペクトルのプロットの位置が対応して

いることも分かった。

次に実際のデバイス評価を検討するため色素増感型太陽電池を作製し、太陽電池中央部の磁場応答を測定した。Fig. 2 より色素増感型太陽電池の交流インピーダンスは、磁場のスペクトルと類似しており、電流が作る磁場スペクトルは交流インピーダンススペクトルと相関性があることが分かった。

4. まとめ

電流が作る磁場の周波数特性評価により交流インピーダンスを推定できる可能性が示され、本研究で提案した手法により、従来にはなかった交流インピーダンスの新しい評価法の実現が期待できる。

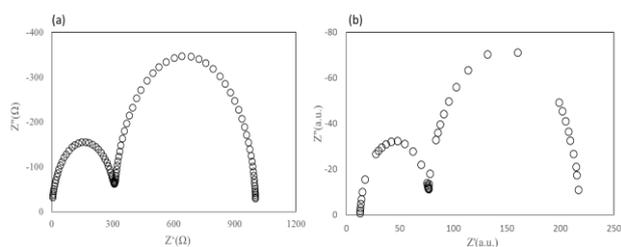


Fig. 1 2つのRC並列回路の (a) 交流インピーダンススペクトルと (b) 磁場スペクトル

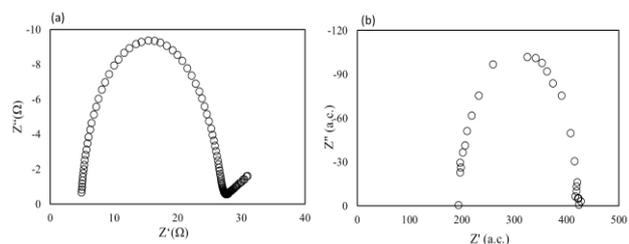


Fig. 2 色素増感型太陽電池の (a) 交流インピーダンススペクトルと (b) 磁場スペクトル

参考文献

- [1] K. Sakai et al., *IEEE Trans. Appl. Supercond.*, vol. 27, Issue 4, 1601205 (2016)
- [2] T. Kiwa et al., *Physica C* 494, 195-198 (2013)