

研究成果展開事業 研究成果最適展開支援プログラム
シーズ顕在化タイプ 事後評価報告書

研究開発課題名	: 多チャンネル同期検波IC搭載・高感度高速2次元アレイ磁気イメージセンサ
プロジェクトリーダー	: セイコーNPC 株式会社
所属機関	: セイコーNPC 株式会社
研究責任者	: 小林伸聖(公益財団法人電磁材料研究所)

1. 研究開発の目的

本プロジェクトでは、リチウムイオン二次電池の微小金属異物の混入や、デンドライト成長等による短絡電流の発生とその位置を、短時間で検査できる磁気センサモジュールを開発する。まず、バックグラウンドノイズとなる漏洩磁界を低減するために薄膜バイアス磁石を一括形成した高感度な「ナノグラニューラTMR型磁気センサ素子」を開発する。次に、高 S/N 比と2次元アレイ化を実現するための高精度な「多チャンネル同期検波 IC」を開発する。最後に、前述の「TMR 型磁気センサ素子」と「多チャンネル同期検波 IC」を一体化した「2次元アレイ磁気イメージセンサモジュール」を開発し、リチウムイオン二次電池に流れる約 1mA の微小な短絡電流が検出できることを実証する。

2. 研究開発の概要

①成果

まず、薄膜バイアス磁石を一括形成した「ナノグラニューラTMR型磁気センサ素子」を製作し、漏洩磁界が 0.02 mT 以下(目標値: 0.07 mT)であることを確認した。次に、5ch/チップの「多チャンネル同期検波 IC」を製作し、入力換算ノイズ、検波周波数が、設計値通りの 870 nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$ @1 Hz、1,000 Hz であることを確認した。最後に、前述の「センサ素子」と「多チャンネル IC」を一体化した 300ch の「2次元アレイ磁気イメージセンサモジュール」を製作し、リチウムイオン二次電池に流れる微小電流 1.6 mA を数秒程度の短時間で 検出できることを実証した。分解能は約 2 mm であった。リチウムイオン二次電池の検査時間を大幅に短縮できる可能性を示した。

研究開発目標	達成度
① 薄膜バイアス磁石を一括形成したナノグラニューラTMR型磁気センサ素子を 製作し、約 1 mA の微小電流から発生する微小磁界(nT オーダー)を検出する。バックグラウンドノイズとなる漏洩磁界は 0.07mT 以下とする。	① 製作した素子と同期検波 IC との組み合わせにより、1.6mA の微小電流を検出できることを確認した。また、素子からの漏洩磁界は 0.5mm の位置で 0.02mT 以下であった。 (達成度 90%)
② 電流検出限界の向上を図るため、1/f 雑音に対する S/N 比を向上させる同期検波回路と、増幅回路等を複数内蔵した多チャンネル同期検波 IC を開発し、複数素子分の効率よい同期検波を実現する。	② 多チャンネル同期検波 IC を開発し、IC 1 チップあたり 5 チャンネル分の信号を同時に処理する同期検波を実現した。 最大検波周波数: 1,000 Hz、 入力換算ノイズ: 870 nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$ (@1 Hz)、 チップサイズ: 9.9 mm × 4.7 mm

<p>③ 2次元アレイ磁気センサモジュールを製作し、リチウムイオン二次電池に流れる約 1 mA の微小電流を検出する。</p>	<p>(達成度 100%)</p> <p>③ 前述のセンサ素子と多チャンネル同期検波 IC を一体化し、最大 300ch の2次元アレイ磁気センサモジュールを製作した。リチウムイオン二次電池の内部に流れる 3.6mA の微小電流を検出することに成功した。(達成度 90%)</p>
---	--

②今後の展開

本プロジェクトの2次元アレイ磁気イメージセンサが実用化されると、短時間(数秒～数十秒)で微小なリーク電流の検出が可能となる。検査時間の大幅な短縮・合理化によりリチウムイオン二次電池の生産性が向上し、加えて、直接的にリーク電流を検出することにより不良品の市場流出リスクを低減でき、安全性の向上に貢献することができる。

まずは平成 31 年度を目標に、抜き取り検査、解析等の検査装置を対象とした2次元アレイ磁気センサモジュールのリリースし、その後インライン検査装置への製品展開も考えている。

3. 総合所見

当初の目標を概ね達成したが、大型の実用電池への適用などインパクトの大きな成果へつなげるためには、克服すべき課題が残されており、その解決に向けた取組みを引き続き進めていただきたい。