

安全保障技術研究推進制度 令和2年度終了課題 終了評価結果

1. 評価対象研究課題

- (1) 研究課題名：超高感度性能と耐環境性を併せもつ超電導磁気センサの研究
- (2) 研究代表者：超電導センサテクノロジー株式会社 田辺 圭一
- (3) 研究期間：平成30年度～令和2年度

2. 終了評価の実施概要

日時：令和3年11月12日

場所：三菱総合研究所本社（東急キャピトルタワー）

評価委員：未来工学研究所 理事長、上席研究員／東京大学 名誉教授

平澤 洽（委員長）

産業技術総合研究所 執行役員

兼 エネルギー・環境領域 領域長

小原 春彦

東京工業大学 工学院 電気電子系 教授

梶川 浩太郎

東京農工大学 名誉教授

佐藤 勝昭

公立千歳科学技術大学 理工学部 特任教授

下村 政嗣

東京工業大学 名誉教授

谷岡 明彦

科学技術振興機構 研究開発センター 企画運営室長、フェロー

中山 智弘

理化学研究所 光量子工学研究センター センター長

緑川 克美

（委員長以外は五十音順・敬称略）

3. 研究と成果の概要

研究の概要

移動体上や海中など地磁気の揺動がある環境でも利用できる高い磁場耐性と磁場感度をもつ高温超電導 SQUID 磁気センサの実現を目的とし、主として磁場偏差型（グラジオメータ）のセンサ構成法及び作製技術、また冷却法に関する基礎研究を実施した。

成果の概要

SQUID の基本性能である磁場変調電圧について、格子定数が大きく、また超電導材料の Cu サイトに置換し得る元素を含むバリア材料を用いた場合に、 $40\ \mu\text{V}$ 以上の磁場変調電圧を比較的高い確率で得ることができた。また、交差型インダクタを採用することにより磁場偏差型センサのアンバランスを $1/10,000$ 以下に低減できることを示した。加えて、ALD(Atomic Layer Deposition)膜を堆積した超伝導薄膜は、超電導特性の劣化を大きく抑制できることを明らかにした。さらに、密閉容器内における冷却・実装法を検討し、SQUID 磁気センサを 4 日間連続で動作できることを実証した。

4. 終了評価の評点

A 期待以上の研究成果をあげた。

5. 総合コメント

チャレンジングな目標を掲げて研究を行い、SQUID の基本特性の向上などの目標を概ね達成した。目標とした磁場変調電圧 $60\ \mu\text{V}$ には達していないものの、これまでの蓄積と併せて研究成果の社会実装に大きく近づいたことは評価できる。高感度の磁気センサは、地熱探査や CCUS（二酸化炭素貯留）モニタ、EOR（原油増進回収法）といった分野での応用が現実性を帯びており、カーボンニュートラルの流れの中で、研究成果の実社会への還元が期待される。

6. 主な個別コメント

- 難しい高温超電導体のランプエッジ型ジョセフソン接合を再現性良く作製し、周辺技術も整備、新しい組織を設立して事業化に至ったことは評価すべきである。
- 当初の目標は、十分ではないが概ね達成されている。最終的には歩留りの向上などの詰めが必要であるが、社会実装されることを期待したい。
- 研究成果が有効に使われることを望む。
- CCUS や EOR などの新たな分野での活用が見えてきたところに発展性がみられる。
- 高感度化により、ここまでの性能が必要ではない領域にまで応用領域が広がっていきける可能性がある。
- 論文件数は多くはないが、当該分野では高く評価されており、特許については基本的な所が押さえられている。