

# 高温超伝導体を使用した NMR 用分割型サンプルコイルの開発

## Development of Split-type Sample Coil Using High-Temperature Superconductor for NMR

山梨大工<sup>1</sup>, 日本電子(株)<sup>2</sup> ◯藤田 貴紀<sup>1,2</sup>, 作間 啓太<sup>1</sup>, 田中 良二<sup>2</sup>, 豊島 克幸<sup>2</sup>, 關谷 尚人<sup>1</sup>  
 Univ. of Yamanashi<sup>1</sup>, JEOL Ltd.<sup>2</sup>, ◯Takanori Fujita<sup>1,2</sup>, Keita Sakuma<sup>1</sup>, Ryoji Tanaka<sup>2</sup>, Katsuyuki  
 Toshima<sup>2</sup>, Naoto Sekiya<sup>1</sup>

E-mail: g22dts05@yamanashi.ac.jp

### 1. はじめに

核磁気共鳴 (NMR) は分子構造の解析に威力を発揮する。NMR 信号を観測するために、送受信コイルであるサンプルコイルは静磁場を歪ませず、均一な高周波 (RF) 磁場を試料に照射可能であることが求められる。我々は SNR の向上を目的に、高温超伝導体 (HTS) を用いたサンプルコイル (HTS コイル) を開発し、従来の銅製コイルの 10 倍以上の Q 値を実現した[1]。しかし、HTS のマイスナー効果によって静磁場が歪み、NMR 信号を観測できなかった。加えて、HTS コイルの電界集中部が円筒状の試料に近接するため、試料を挿入すると Q 値が低下する問題があった。そこで、本研究では静磁場の歪みを抑制するとともに試料挿入時の Q 値の損失を低減した分割型 HTS コイルを開発し、これを用いて NMR 信号を観測したので報告する。

### 2. 設計

提案するサンプルコイルを図 1 に示す。静磁場の歪みを抑制するために、試料と近接する基板中心部を避けて半波長共振器を配置した。試料挿入時の Q 値の低下を抑制するために、半波長共振器の電界集中部を試料遠方に配置した。このコンセプトに基づき三次元電磁界シミュレータで電磁界分布を計算することで、均一な RF 磁場が試料に発生することを確認した。

### 3. 作製および評価

図 1 に示した分割型 HTS コイルはフォトリソグラフィとイオンミリングで作製した。これを NMR プロブに実装し、14 K に冷却した時の周波数特性を測定した。図 2 より、<sup>1</sup>H 核の SNR の評価時に使用される標準試料の 0.1 %エチルベンゼンを挿入したとき、共振周波数は 599.4 MHz、Q 値は低温の銅製コイルの 10 倍以上だった。これを 14 T の静磁場を発生する超伝導磁石に装着し、NMR 信号を取得した。低温の銅製コイルを用いて測定された SNR と比較して、分割型 HTS コイルを用いたときの SNR は 1.3 倍に向上させることに成功した。測定の詳細は当日報告する。

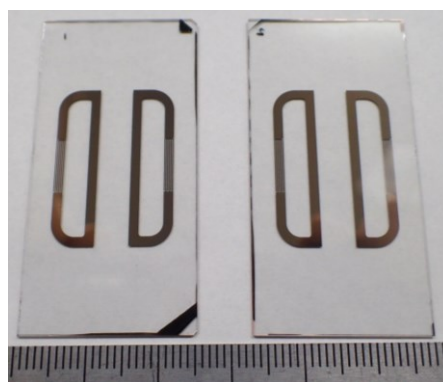


Fig. 1. Fabricated split-type HTS sample coil

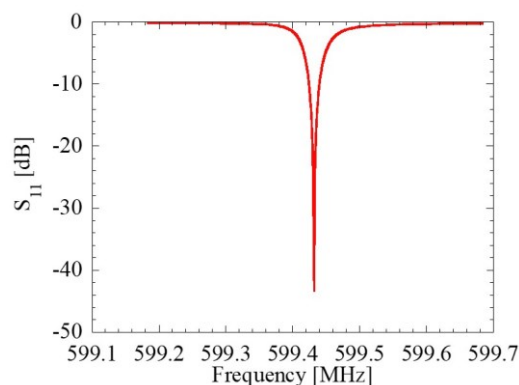


Fig. 2. Measured frequency response of split-type HTS sample coil

### 4. まとめ

分割型 HTS コイルを開発することで静磁場の歪みを抑制したとともに、試料挿入時に低温の銅製コイルより高い Q 値を有することを示し、低温の銅製コイルよりも高い SNR を実現した。

### 参考文献

- [1] N. Sekiya *et al.*, *IEEE Trans. Appl. Supercond.*, vol. 29, no. 5, Aug. 2019, Art. no. 1101504.