

アモルファスワイヤを利用した磁界センサの高感度化

宋タンニ, 内山剛, 蔡長梅*, 下出晃広*

(名古屋大学, *愛知製鋼)

High sensitivity magnetic sensor with amorphous wire

D.Song, T.Uchiyama, C.Cai*, A.Shimode*

(Nagoya Univ., *Aichi Steel CORP.)

1. はじめに

アモルファスワイヤの磁気インピーダンス効果を利用した磁界センサ (MI センサ) は、工業用途から生体磁気計測まで、幅広い分野で応用されている。MI センサは、CMOS-IC 回路による高周波パルス電流をワイヤに励磁することにより、ワイヤに巻いたコイルに生じた誘導起電力のピークを検出し、アナログスイッチにより出力する。コイル出力型の MI センサの出力感度は、コイルの巻き数に依存して増加する。現在、生体磁気検出に求められる磁界センサの磁気分解能は pT(ピコテスラ)レベルである。

本研究では、微小磁界の検出に向けて、直径 25 μ m のアモルファスワイヤを利用し、MI センサの出力感度の向上とセンサシステムのノイズを評価することを目的として実験を行った。

2. 直径 25 μ m のアモルファスワイヤの磁気特性

MI 素子の高感度化 (低ノイズ化) に向けて、愛知製鋼 (株) は、ヒステリシスを低下させるため、ワイヤの軟磁気特性を改善した。また、ワイヤの直径 D と長さ L の比 (L/D) が 400 以上の場合、反磁界がほぼゼロとなり、感度を最大限に引き出せることができると考えられる。⁽¹⁾

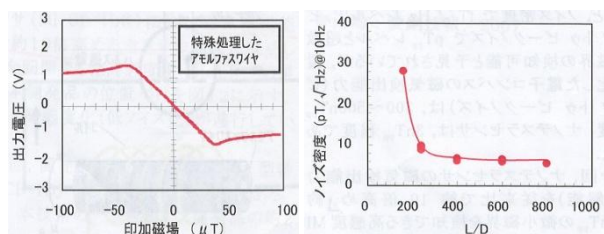


図 1. 直径 25 μ m アモルファスワイヤの磁気特性 (愛知製鋼)

3. 実験方法

MI 素子に印加された外部磁界を変化させ、巻き数の異なるコイルに生じた誘導起電圧のピークを出力として測定し、出力電圧と外部磁界の相関よりセンサ感度を算出した。また、コイル巻き数が 800 ターンの場合の出力ノイズ

電圧波形を FFT 処理することで出力ノイズの周波数スペクトルを求めた。今回の実験で使用したアモルファスワイヤの長さは 10mm とした。

4. 実験結果

図 2 にコイルの巻き数が 100~800 ターンの時のセンサ感度を示す。実験によって、コイル巻き数が 400 ターン以上の場合、100kV/T の高感度な磁界検出特性が得られることが分かった。図 3 に MI センサの出力ノイズスペクトルを示す。1Hz におけるノイズレベルは 20pT/Hz^{1/2} であり、10Hz~500Hz におけるノイズレベルは 5 pT/Hz^{1/2} 以下であり、以前の我々の報告⁽²⁾に比べて、有意に減少したことがわかった。

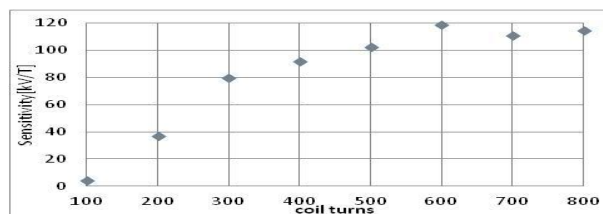


図 2. MI センサ出力感度

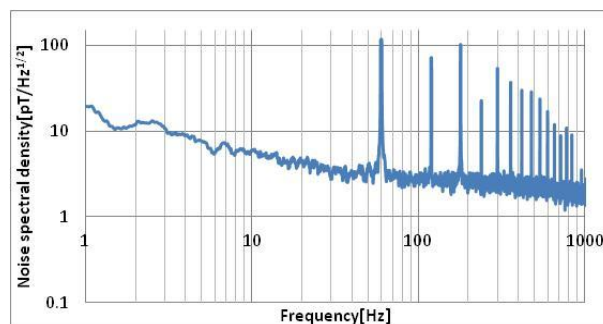


図 3. MI センサの磁気分解能

今後は、微小磁界を検出することに向けて更なる高感度化とシステムノイズの減少を目指し、センサ回路構成を検討する予定である。

参考文献

- 1) 高感度 MI センサ “ナノテスラセンサ” の開発, 愛知製鋼
- 2) T. Uchiyama, A. Yamaguchi and Y. Utsumi, Magn, Soc. Jpn., 34,533(2010)