

MI グラジオメータ用アクティブ磁気シールドの開発

滝谷貴史、内山剛
(名古屋大学)

Development of active magnetic shielding for MI gradiometer

T. Takiya, T. Uchiyama
(Nagoya Univ.)

はじめに

近年、生体磁気(10^{-12} T オーダ)検知を可能とする超高感度磁気センサの研究が盛んに行われている¹⁾。微小磁気検出では、環境外乱磁界の影響を抑制する必要があるため、磁気シールドルームの使用が一般的である。しかし、検出する磁界が小さいほど高い磁界遮蔽率が要求され、磁気シールドの大きさは検出対象物の大きさに依存するため、装置の大型化および設置費の高騰が懸念される。我々が開発している MI センサは、磁界検出分解能が良く、地磁気下で安定動作することから差動出力(MI グラジオメータ)を構成し、空間的に一様な外乱磁界の影響を抑制可能である²⁾。理想的な MI グラジオメータは、検出および参照用 MI 素子の磁界検出特性が一致しているが、実際には両素子の特性を完全に一致させることは困難であり、両素子の出力差がノイズとして出力される。本研究では、検出および参照用 MI 素子に共通に印加される磁界(コモンモード磁界)を、フィードバックコイルを介してセンサヘッドに負帰還させるアクティブ磁気シールドを試作した。

実験方法

MI グラジオメータ用アクティブ磁気シールドは、MI グラジオメータの参照用 MI 素子の出力電圧(E_{ref})を電流に変換し、直径 25 mm、長さ 80 mm のフィードバックコイル(ソレノイドコイル)に通電し、コモンモード磁界と逆相の磁界を発生させる(Fig.1)。本研究では、ヘルムホルツコイル(直径 400 mm, コイル間距離 200 mm)を用いて交流のコモンモード磁界を印加した場合の MI グラジオメータの参照用 MI 素子出力(B_{ref})とフィードバックコイル内に発生した磁界(B_{coil})を比較した。フィードバックコイル内の磁界は、市販のフラックスゲートセンサ(Fluxmaster, Stefan Mayer Instruments)を用いて測定した。

実験結果

Fig.2(a),(b)はヘルムホルツコイルを用いて振幅 $1\mu\text{T}$ 、10 Hz のコモンモード磁界を印加した時の B_{ref} と B_{coil} の比較である。 B_{ref} と B_{coil} は、振幅 $1\mu\text{T}$ で一致し、位相は反転した。この場合、フィードバックコイル内の磁場勾配は一定となり、検出および参照用 MI 素子に共通に印加される磁界が除去可能である。この結果、Fig.2(c)に示すように、従来のグラジオメータでは検出対象の微小磁気信号(振幅 5nT , 3Hz)にコモンモード磁界(振幅 70nT , 20Hz)が重畳されていたが、アクティブ磁気シールドを用いることによって目標信号を明白に検出可能である。

参考文献

- 1) T. Kobayashi: IEEJ Journal, Vol.136 No.1, pp8-9, 2016
- 2) T. Takiya, T. Uchiyama, H. Aoyama: J. Magn. Soc. Jpn., **40**, pp51-55, 2016

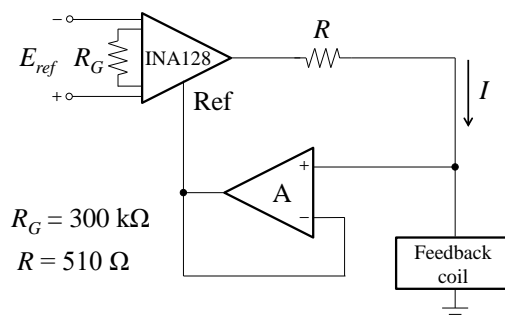


Fig.1 Block diagram of voltage to current converter

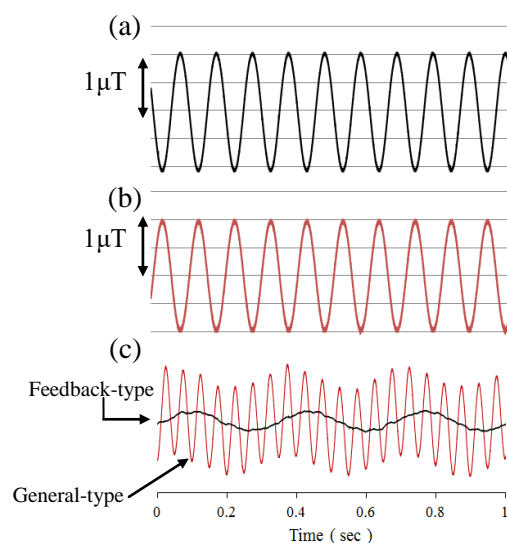


Fig.2. (a) Output of the reference-type MI element B_{ref} . (b) Magnetic field in a feed-back coil B_{coil} . (c) Microscopic magnetic signal in the common-mode field