

ピークピーク電圧検出型高性能MIセンサによる脳磁場の計測

馬 家駒、内山 剛
(名古屋大学)

Development of Peak to Peak Voltage Detector Type MI Gradiometer for Magnetocardiography
J. Ma, T. Uchiyama
(Graduate School of Engineering, Nagoya University)

はじめに

MIセンサはアモルファスワイヤの磁気インピーダンス(MI)効果を利用した小型で高感度な磁気センサであり、色々な領域に、例えば、電子コンパス、ITS、非破壊検査と生体磁気計測などへの応用が、期待されている。生体磁気などの微小な磁気信号を計測するため、pTレベルの磁気分解能が必要と考えられる。本研究では、センサシステム感度の向上とノイズの減少を目的として、高感度、低ノイズ化のピークピーク電圧検出型高性能MIセンサを開発し、脳磁場など生体磁気計測を行った。

ピークピーク型MIセンサ

従来型と比べて、新しいセンサシステムはシステムの動作方法を改善し、ワイヤへのパルス電流とサンプリングスイッチパルスの形を調整した。従来型は、ピーク値と基準電位両方を取って、その差を出力する。ピークピーク型MIセンサは、発振回路から方形波電圧を生成し、微分回路と遅延回路により、二つのタイミングがずれたスイッチパルスを生成する。センサヘッドのコイル波形には通電パルス電流の立ち上がりと立下りに対応した二つのピークがある。アナログスイッチを使って、波形の最大値と最小値の差を出力する。短い時間で時間差分計測により、低周波ノイズ、基準電位の変動や通電周期の揺らぎによる影響が抑制できる。従来型より、新しいシステムの感度は約1.4倍向上を達成し、良好な線形性が得られ、ヒステリシスは、ほとんど見られない。Fig. 1は出力ノイズの磁界スペクトル密度を示す。ノイズレベルは、1Hzから100Hzのバンド幅1 pT程度(60Hz除く)である。

脳磁場計測

P300は誘発脳波の中でも認知や判断と関連があり、誘発脳波の中では比較的振幅が大きく、odd-ball課題などの単純な課題設定で誘発することが可能である。P300は、刺激の発生後に250~500msの潜時を有する正の偏向である。P300では同一の被験者においても与えられる判別課題の難易度が高くなるとピーク潜時の遅延が報告されているため、今回の実験は、標準と標的刺激の直径の比を10:5、10:6、10:7、10:8と変えてそれぞれ計測を行った。Fig. 2は被験者1から得られた結果である。実線は標的刺激に対する波形。点線は標準刺激に対する波形。標的刺激に対する波形には、300msから420msの間で、陽性のP300ピークが確認できた。標準の方、P300信号はほとんど誘発されなかった。判別課題の難易度によって、P300成分の潜時は、標準と標的刺激の直径の比によって増加することを確認できた。

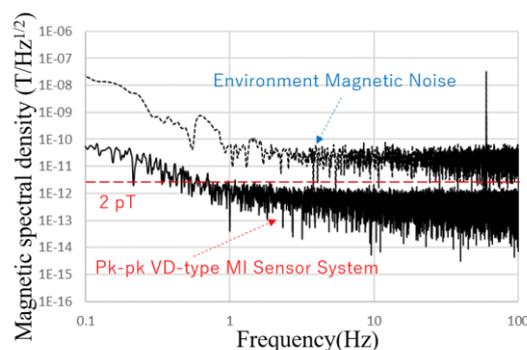


Fig. 1. The magnetic noise spectral density of Pk-pk VD-type MI sensor system comparing with the environment magnetic noise spectral density

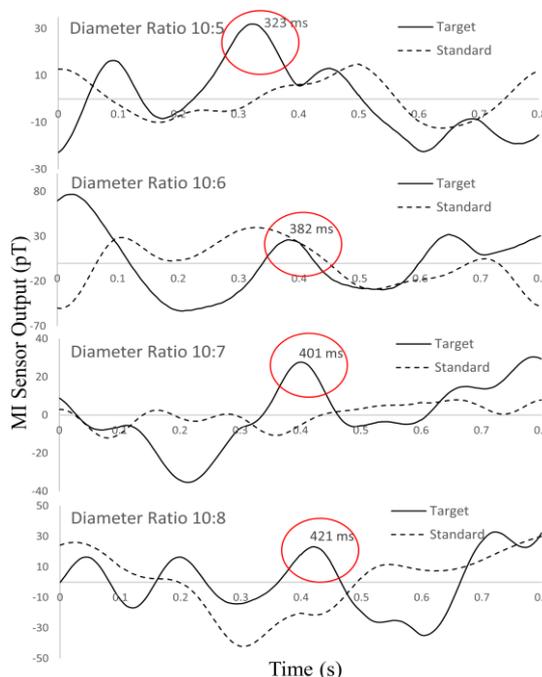


Fig. 2. Averaged P300 waveforms evoked by target and standard stimuli in 4 kinds of diameter ratio task conditions

1) J. Ma, and T. Uchiyama, IEEE TRANSACTIONS ON MAGNETICS, VOL. 53, NO. 11, 4003404, NOVEMBER