

# FPGA を用いた生体磁気計測用マルチチャンネル MI センサシステムの開発

楊 紫欽、馬 家駒、内山 剛

(名古屋大学)

Development of multi-channel MI sensor system for bio-magnetic measurement based on FPGA

Z. Yang, J. Ma, T. Uchiyama

(Nagoya University)

## はじめに

MI センサは、磁気センサの一種として、科学計測、工業、生体磁気信号の検出など様々な領域に応用が検討されている。生体磁気計測方面は、例えば、心臓から発生した空間的な磁場を測るため、マルチチャンネルシステムの開発が求められている。FPGA (field-programmable gate array) とは、構成の設定ができ、用途に応じてプログラム可能なゲートアレイの集積回路である。そして、高性能の AD コンバータ LTC2500 を合わせて利用することにより、高いサンプリング周波数の場合でも低ノイズレベルが得られる。今回は Cyclone V Soc device 型の FPGA を用いて、MI センサの高精度低ノイズレベルのマルチチャンネル計測システムを構築することを目的として実験を行った。

## 実験方法

図 1 に示した MI グラジオメーター回路による、二つの MI センサのアナログ信号をサンプリングして、その電圧差を AD コンバータに入力する。FPGA のプログラムにより AD 変換とデータ処理を行って、得られた結果を PC に入力する。

## 実験結果

FPGA のプログラムにより、高性能の AD コンバータとデジタルフィルタを用いて、磁気シールドの中にサンプリング周波数が 1kHz の場合でセンサのノイズスペクトラムを測定した。図 2 に示されるように、1Hz の時はノイズレベルが約 2pT、10Hz の時はノイズレベルが 1pT 以下となる。続いては環境ノイズの抑制効果を検証した。図 3 に示されるように、磁気シールドなしの場合で時間領域に環境ノイズはほぼ 60Hz の電源ノイズである。デジタルフィルタを利用すると、サンプリング周波数が 100Hz の場合で環境ノイズがきれいに除去され、RMS ノイズが約 15pT である。結果として、磁気シールドがなくても高精度のサンプリングもできる可能性を示した。

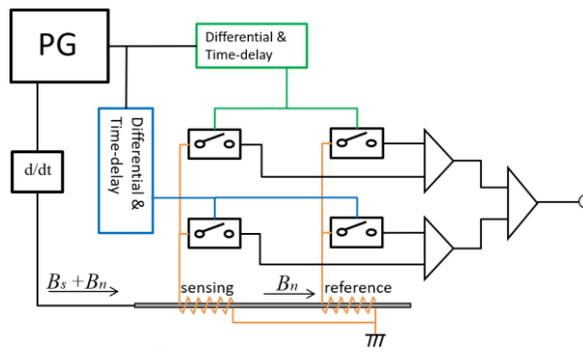


図 1. MI グラジオメーター回路

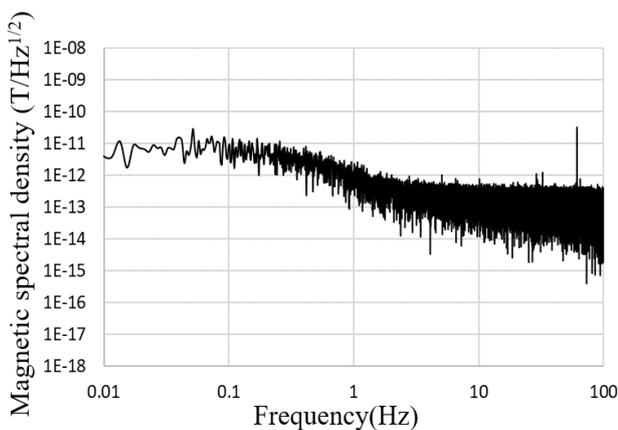


図 2. 出力信号のノイズスペクトラム

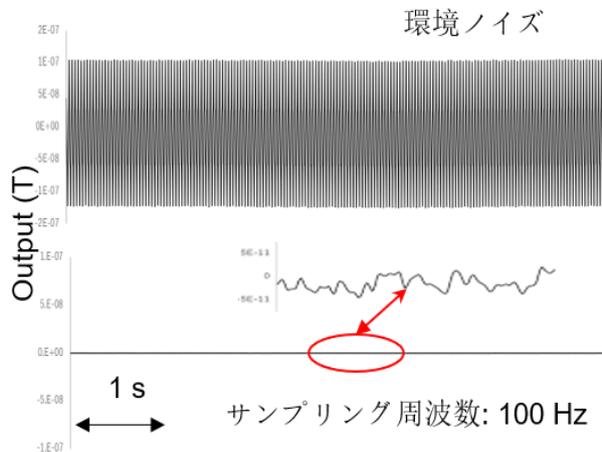


図 3. 環境ノイズの抑制効果