強磁性トンネル接合を用いた高感度生体磁気センサの開発

Development of High Sensitive Bio-magnetic Sensor using Magnetic Tunnel Junctions

コニカミノルタ¹, 東北大院工², 東北大医³

○西川 卓男¹, 藤原 耕輔², 大兼 幹彦², 永沼 博², 中里 信和³, 安藤 康夫²

KONICA MINOLTA¹, Grad. Sch. of Engineering, Tohoku Univ.², Tohoku Univ. School of Medicine³

○Takuo Nishikawa¹, Kosuke Fujiwara², Mikihiko Oogane², Hiroshi Naganuma², Nobukazu Nakasato³, Yasuo Ando²

E-mail: takuo.nishikawa@konicaminolta.jp

生体に電気が存在する事は古くから知られており、現在では脳波 (Electroencephalogram : EEG) 測定は脳診断にはなくてはならない装置となっている。EEG は頭部全体の信号を検出できる利点はある一方、生体を構成する組織の導電率の不均一により、体表面の電位分布から生体内部の信号源推定するための空間分解能が低いという問題がある。これに対して、電気と同時に発生する磁界は極めて微弱なため生体磁気の研究は立ち遅れていた。1970 年代に入り、超伝導量子干渉素子 (SQUID) が導入されたことにより、脳磁図 (Magnetoencephalography : MEG) の研究が漸く始まった。生体は磁氣的に透明なので、生体内で発生した電気が作る磁界そのものを検出する MEG の空間分解能は原理上高くなる。しかしながら、SQUID 脳磁計は本体及び SQUID を冷却するための液体ヘリウムの費用が高価である事、ヘルメットのようなデュワーに頭を入れて計測するので、頭の大きな人や、頭の小さな幼児の計測が難しくなる事、などの問題点がある。

本研究で開発する装置は室温動作のトンネル磁気抵抗 (TMR) 素子センサである。このセンサは SQUID の検出コイルより小さく、室温で作動させるので生体に密着させる事も可能になり、更に密度を高く配置できるため、信号源推定精度が向上するものと思われる。本研究ではこれら一つ一つの課題を実証していき、実際に生体磁気を検出する装置の製作をめざしている。

TMR 素子で生体磁界を捉えるためには、素子の高感度化と低ノイズ化が必須である。そのための手段として TMR 素子のアレイ化が挙げられる。原理的には N 個の直並列による集積化で高バイアス印加が可能になり、印加電圧に見合った出力が得られると共にノイズも $N^{1/2}$ 倍に改善できる。これまでに我々は、超高真空スパッタを用い、 $\text{Co}_{40}\text{Fe}_{40}\text{B}_{20}(3)/\text{MgO}(2.5)/\text{Co}_{40}\text{Fe}_{40}\text{B}_{20}(3)$ 構造を基本とした TMR 素子を実装加工し、 $15\%/Oe$ の磁界感度 (= TMR 比/ $2H_k$, H_k : 異方性磁界) の実現、pT オーダーの微小磁界観測に成功している。今後は、TMR 素子の更なる高感度化、低ノイズ化を行うとともに、低ノイズのアンプ回路設計、微細加工の精度向上、信号処理技術の開発を行い、目標とする fT オーダーの磁界を検出し、スピントロニクス技術による、室温動作の心磁図・脳磁図測定装置の実現を目指す。本シンポジウムではその取り組みの内容について詳細に報告する。

本研究は(独)科学技術振興機構(JST)の研究成果展開事業「戦略的イノベーション創出推進プログラム (S-イノベ)」の支援によって行われた。