

研究成果報告書

(国立情報学研究所の民間助成研究成果概要データベース・登録原稿)

研究テーマ (和文) AB	非線形磁気光学回転効果に基づく光学脳磁計の開発				
研究テーマ (欧文) AZ	Development of optical magnetoencephalography based on the nonlinear magneto-optical rotation effect				
研究氏 代 表 名 者	カナ CC	姓)イノウエ	名)タケシ	研究期間 B	2014 ~ 2015 年
	漢字 CB	井上	壮志	報告年度 YR	2015 年
	ローマ字 CZ	Inoue	Takeshi	研究機関名	東北大学学際科学フロンティア研究所
研究代表者 CD 所属機関・職名	東北大学 学際科学フロンティア研究所・助教				
概要 EA (600 字~800 字程度にまとめてください。)					
<p>脳機能を非侵襲的に調べる手法の1つに脳磁計があり、その時間的・空間的な分解能の高さから注目されている。現在の脳磁計に用いられている磁力計は超伝導量子干渉計(SQUID)を用いているが、SQUID は超伝導状態を利用した計測計測機構であるため、液体ヘリウムによる冷却システムを必要とし、システムの運転・維持に多大なコストを要する。そこで、ガラスセルに封入した Rb 原子とレーザー光の相互作用(非線形磁気光学回転・NMOR)に基づく磁力計を用いた光学脳磁計の開発を目指し、研究を開始した。</p> <p>NMOR 型磁力計は直線偏光したレーザー光が磁場環境下で Rb 原子と相互作用することで、偏光面が回転し、その回転角度が印加磁場に依存することに基づいている。その感度を決定する要因は、Rb 原子のコヒーレンス時間、磁場環境、及びレーザー光の回転面検出感度に依存する。そこで、Rb 原子のコヒーレンスを保つことができるパラフィンで内壁をコートしたガラスセルを用意して実験的にコヒーレンス時間を測定し、40 msec 以上のコヒーレンス時間を確認した。磁場環境整備として、環境磁場の影響を抑制するための磁気シールドに消磁を行い、ガラスセル周辺に補正コイルを導入することでシールド内残留磁場を 10 nT 以下に抑制した。偏光面の回転角度高感度検出のために、位相敏感検波の手法を導入した。本研究では、レーザー光周波数変調法を採用した。感度を最大化するために、レーザー光周波数、周波数変調幅、及びレーザー光強度を最適化し、現状で、4 pT/$\sqrt{\text{Hz}}$ の感度を達成し、必要感度まであと1桁に迫った。また、Rb ガラスセル製作のための真空排気系を整備し、セル製作体制を整えた。</p>					
キーワード FA	脳磁計	精密磁場計測	非線形磁気光学回転効果		

(以下は記入しないでください。)

助成財団コード TA					研究課題番号 AA									
研究機関番号 AC					シート番号									

発表文献（この研究を発表した雑誌・図書について記入してください。）									
雑誌	論文標題 ^{GB}								
	著者名 ^{GA}		雑誌名 ^{GC}						
	ページ ^{GF}	～	発行年 ^{GE}					巻号 ^{GD}	
雑誌	論文標題 ^{GB}								
	著者名 ^{GA}		雑誌名 ^{GC}						
	ページ ^{GF}	～	発行年 ^{GE}					巻号 ^{GD}	
雑誌	論文標題 ^{GB}								
	著者名 ^{GA}		雑誌名 ^{GC}						
	ページ ^{GF}	～	発行年 ^{GE}					巻号 ^{GD}	
図書	著者名 ^{HA}								
	書名 ^{HC}								
	出版者 ^{HB}		発行年 ^{HD}					総ページ ^{HE}	
図書	著者名 ^{HA}								
	書名 ^{HC}								
	出版者 ^{HB}		発行年 ^{HD}					総ページ ^{HE}	

欧文概要 EZ

Magnetoencephalography, which has high time and space resolution, is one of non-invasive methods to investigate the brain activity. A SQUID is used as a magnetometer for the magnetoencephalography. Since the SQUID needs the superconductivity state, its operation requires the large cooling system using the liquid helium, and then high cost. The study of an “optical” magnetoencephalography by using the magnetometer based on the non-linear magneto-optical rotation (NMOR) has proceeded.

The NMOR magnetometer is based on the rotation of the polarization plane of the laser light which is interacted with the Rb atom applied the magnetic field. The rotation angle of the laser light depends on the applied magnetic field. The sensitivity of the magnetic field is limited by the coherence time of the Rb atom, the magnetic field environment and the detection sensitivity of the rotation angle. We prepared the glass cell coated by the Paraffin which is an anti-relaxation film. The measured coherence time was more than 40 msec. A magnetic shield, which was introduced to suppress effects from environmental fields, was degaussed and correction coils were installed around the glass cell. The residual magnetic field was suppressed to be below 10 nT. A phase sensitive detection method was utilized to detect the rotation angle. In this study, we employed a frequency modulation (FM) method. After the optimization of the laser light frequency, the FM width and the laser light intensity, the sensitivity of 4 pT/ $\sqrt{\text{Hz}}$ was achieved. In addition, a vacuum system for the cell production was constructed.