19a-C1-2

光学的グラジオメータによる光ポンピング原子磁気センサのノイズ低減

Noise reduction of an optically-pumped atomic magnetometer by an optical gradiometer configuration

京大院工，○鎌田啓吾，伊藤陽介，小林哲生

Graduate School of Engineering, Kyoto Univ., ○Keigo Kamada, Yosuke Ito, Tetsuo Kobayashi

E-mail: kamada@bfe.kuee.kyoto-u.ac.jp

磁気光学効果を用いた光ポンピング原子磁気センサ[1]はその高い磁場感度から生体磁気計測への応用などの研究が盛んに進められている。我々は光ポンピング原子磁気センサを用いた生体磁気計測システムの実現に向けてセンサの高感度化を図ってきた。センサ感度の向上により、低周波領域では環境磁場ノイズが感度を制約する要因となっている。生体磁気信号のような微弱な磁場を計測するには、複数の計測点での出力の差分を得ることで、共通に検出される環境磁場ノイズを低減し信号雑音比を向上させるグラジオメータ構成が必要となる。本研究では、光学配置の変更により、単一のセル内において異なる位置の磁場の差分を出力する光学的なグラジオメータを構成し、環境磁場ノイズが低減可能かどうかについて検証したので報告する。

原子磁気センサでは、光ポンピングを生じさせるポンプ光と磁気光学回転するプローブ光の交差する領域において、2 つのレーザー光に直交する磁場を検出する。提案する光学的グラジオメータでは、Fig. 1 に示すように 2 つに分けた円偏光のポンプ光と、2 つのミラーで折り返し位置を変えて通過させる直線偏光のプローブ光により、異なる 2 つの位置において、同一強度、同一方向の磁場に対して逆方向に磁気光学回転させることで、磁場の差分出力を得ることができる。

実験では、カリウムを封入した 1 辺 5cm のガラスセル内において、3cm のベースラインを持たせグラジオメータを構成した。センサを高感度に動作させるため、高原子密度及びゼロ磁場環境で成立する SERF 条件[2] 下で実験を行った。

実験の結果、環境磁場ノイズが支配的な 10 Hz 付近において、2 つの交差領域のノイズがそれぞれ 23.2 $fT_{rms}/Hz^{1/2}$ 、22.1 $fT_{rms}/Hz^{1/2}$ であったのに対し差分出力では 12.5 $fT_{rms}/Hz^{1/2}$ までノイズが減少し、光学グラジオメータにおいて環境磁場ノイズの影響を低減することができた。

今後は差分位置の異なる光学的グラジオメータの検討や光学的グラジオメータ構成を導入したモジュール型のセンサの開発など、実用化に向けた更なる検討を進める予定である。

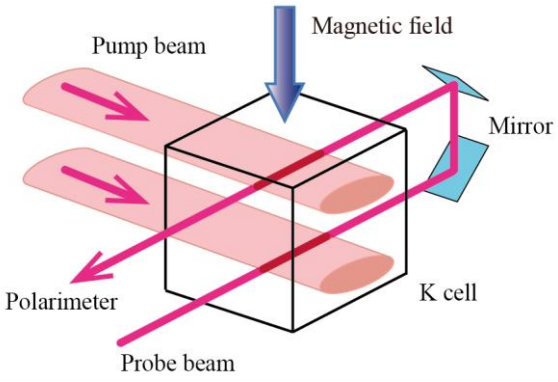


Fig. 1 Arrangement of the optical gradiometer

1) 小林 哲生，応用物理 **80**(3), 211 (2011) pp.211-215.
2) J.C. Allred, R. N. Lyman, T. W. Kornack and M. V. Romalis, Phys. Rev. Lett. **89**, (2002) 130801.

© 2014 年　応用物理学会