19a-C1-1

光ポンピング原子磁気センサを用いた ポンプ光変調による磁場分布計測に向けた検討

Study on magnetic field distribution measurements using optically pumped atomic magnetometers with modulated pump beams

京大院工　○伊藤 陽介，佐藤 大地，鎌田 啓吾，小林 哲生
Kyoto Univ. ○Yosuke Ito, Daichi Sato, Keigo Kamada, Tetsuo Kobayashi
E-mail: yito@kuee.kyoto-u.ac.jp

はじめに　光ポンピング原子磁気センサは，超高感度な磁気センサとして医工学分野で注目を集めている [1, 2]．このセンサはセル内でのスピン偏極の空間不均一性により計測領域が狭いという欠点があった．我々はこれに対して，2 種類のアルカリ金属原子 K と Rb を用い，スピン交換衝突によりスピン偏極を移行させる手法によって空間均一性の高いスピン偏極を実現した [3]．これによりプローブ光伝搬方向に垂直な面内での多点同時計測が可能となったが [4]，プローブ光伝搬方向の磁場分布を同時計測することはできなかった．そこで我々は，ポンプ光を分割し，分割されたポンプ光それぞれを異なる周波数で変調をかけることにより，プローブ光伝搬方向の磁場分布を計測することを提案する．今回はポンプ光の変調による磁場応答信号の変化の有無を検討した．

実験　図 1 に実験系の概要を示す．センサセルは電気加熱ヒータにより 180℃ に加熱される．このとき内部の K および Rb はの密度はそれぞれ 10^{13} cm^{-3} と 10^{14} cm^{-3} 程度である．ポンプ光は K の D1 遷移波長とし，プローブ光は Rb の D1 遷移波長より少し離調した．センサは 100 Hz に共鳴するように設定した．図 2 に，ポンプ光を 1010 Hz で変調をした場合としていない場合の 100 Hz の磁場に対する応答信号を示す．100 Hz 付近での磁場感度は，変調していない場合は 20.5 fT$_{rms}$/Hz$^{1/2}$，変調した場合は 53.0 fT$_{rms}$/Hz$^{1/2}$，ロックイン検出をした場合は 37.1 fT$_{rms}$/Hz$^{1/2}$ であった．また，数十 Hz の低周波領域では雑音が大きくなっており，ポンプ光の変調周波数のゆらぎや環境磁場の変動が影響していると考えられる．しかしながら，変調後の感度も 53.0 fT$_{rms}$/Hz$^{1/2}$ と生体磁場計測に堪えうる感度を保持しているため，これにより 3 次元の磁場分布計測に発展が見込まれる．

参考文献

[1] D. Budker and M. Romalis, Nat. Phys. **3**, 227 (2007).
[2] 小林 哲生, 応用物理 **80**(3), 211 (2011).
[3] Y. Ito, H. Ohnishi, K. Kamada, and T. Kobayashi, IEEE Trans. Magn. **48**, 3715 (2012).
[4] 佐藤 大地 他, 2013 年秋季第 74 回応用物理学会学術講演会, 19p-C14-3 (2013).

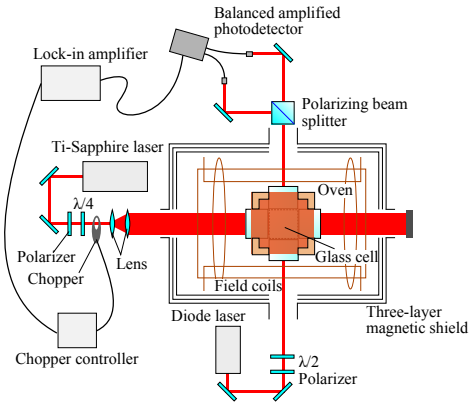

Fig. 1: Experimental setup.

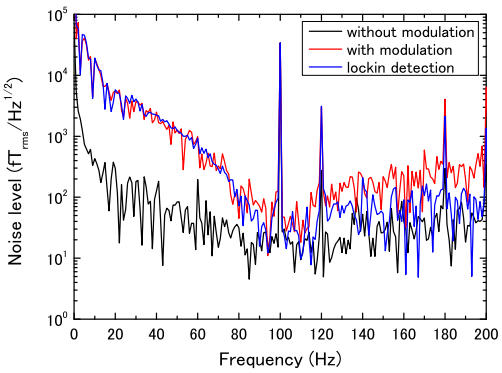

Fig. 2: Experimental result.

© 2014 年　応用物理学会