

SrTiO 薄膜を用いた伝送線路型薄膜磁界センサ素子の試作

川上敏弥, 植竹宏明, 藪上信, 小澤哲也
(東北学院大学)

Development of thin film magnetic field sensor using SrTiO film

T. Kawakami H. Uetake S. Yabukami, T. Ozawa

(Tohoku Gakuin University)

1. はじめに 高い比誘電率を有する SrTiO 薄膜を用いたコプレーナ線路と CoNbZr 薄膜を組み合わせた薄膜磁界センサ¹⁾を試作し, 常温で使用可能な薄膜磁界センサ素子の作成を行った。

2. 実験方法 Fig.1 は試作したセンサ素子の構造を示したものである。本センサは誘電体薄膜の波長短縮効果を利用して磁界に対する大きな位相変化を得ることを意図したものである。センサ素子は, Cu 薄膜による直線コプレーナ線路, SrTiO 薄膜, アモルファス CoNbZr 薄膜から構成され, センサ素子はガラス基板の上にリフトオフプロセスにより積層した。CoNbZr 膜成膜は $5 \mu\text{m}$ で, RF スパッタ装置を用いて圧力 20 mTorr、電力 RF200 W、成膜時間 8 時間で行う。熱処理は回転磁場中熱処理を用いて高真空中で、回転磁界 $400 \text{ }^\circ\text{C}$ 2 時間、静磁界 $300 \text{ }^\circ\text{C}$ 1 時間で行う。SrTiO 膜成膜はスパッタ装置を用いて膜厚は $3 \mu\text{m}$ で圧力は 20 mTorr、電力 RF200 W、ヒータ部は $160 \text{ }^\circ\text{C}$ で成膜する。伝送線路用レジスト形成は膜厚 $8 \mu\text{m}$ 、ベーキング $100 \text{ }^\circ\text{C}$ 20 分、現像 2 分 30 秒行う。伝送線路形成はスパッタ装置を用いて、Cr $0.2 \mu\text{m}$ 、Cu $4 \mu\text{m}$ で、圧力 20 mTorr、電力 RF200 W で成膜する。異方性付加を回転磁場中熱処理炉を用いて、高真空中で回転磁界 $320 \text{ }^\circ\text{C}$ で 2 時間、静磁界 $300 \text{ }^\circ\text{C}$ で 1 時間で行う。センサ素子をヘルムホルツコイルの中央に配置し、センサの電極にはウエハプローブを電氣的に接触させ、同軸ケーブルを介してネットワークアナライザと接続した。直流電源を用いてセンサ素子磁性薄膜の磁化困難軸方向へ直流磁界を加えて、静的に変化させた。ネットワークアナライザの透過係数 (S_{21}) の振幅および位相差を磁界変化に応じて測定した。

3. 実験結果 Fig.2 は位相変化感度のグラフである。1.5 GHz から 3.5 GHz までの周波数範囲で測定した。その中で Gain が -40 dB 以上で一番傾きの大きい周波数の感度をグラフより読み取った。心磁界の測定の際に必要な SN 比を得るため²⁾ Gain を -40 dB 以上とした。2.0 GHz の時、 128.6 deg/Oe を記録し Gain は -40.0 dB となった。Fig.2 より 2.0 GHz 付近で表皮効果と強磁性共鳴が顕著になったと考えられる。

参考文献 1) H. Uetake, S. Yabukami, T. Ozawa, N. Kobayashi, and K. I. Arai, “Highly sensitive thin film sensor using coplanar line”, *Journal of the Magnetics Society of Japan*, vol. 38, no. 2-2, pp. 83-86 (2014). 2) S. Yabukami, K. Kato, T. Ozawa, N. Kobayashi, K. I. Arai, “A coplanar line thin film sensor and measurement of MCG without magnetic shielding”, *Journal of the Magnetics Society of Japan*, vol. 38, no. 2-1, pp. 25-28 (2014).

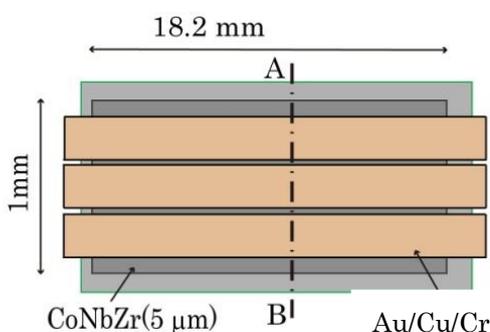


Fig. 1 Fabricated thin film sensor.

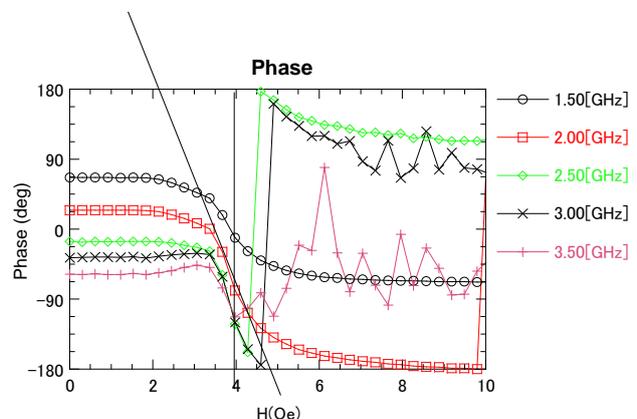


Fig. 2 Phase sensitivity.