

# 誘導磁気異方性の付与によるアモルファス磁性ワイヤ直交フラックスゲートの温度ドリフト抑制

加呂光, 長谷友視, 笹田一郎  
(九州大学)

Temperature drift suppression of amorphous magnetic wire orthogonal fluxgate  
by imparting induced magnetic anisotropy

H. Karo, T. Nagatani, and I. Sasada  
(Kyushu University.)

## 1 はじめに

基本波型直交フラックスゲート (FM-OFG)<sup>(1)</sup> は、励磁振幅より大きな直流電流の恩恵によりバルクハウゼン雑音が低減され、 $3\text{pT}/\sqrt{\text{Hz}}@1\text{Hz}$  以下のノイズレベルを達成できる<sup>(2)</sup> が、出力のオフセットや、温度ドリフトが大きい問題がある。通電磁場中熱処理によって磁性コアとして用いるアモルファスワイヤに、円周方向の磁気異方性を誘導することでオフセットの抑制および、低雑音化した報告がある<sup>(3)</sup>。本研究では、この通電磁場中熱処理法を簡略化した方法でアモルファスワイヤを熱処理し、温度ドリフト抑制効果を調査した。

## 2 オフセット抑制方法と温度ドリフト測定結果

Fig.1 はアモルファス磁性ワイヤに内在する磁化  $J_s$  の回転磁化モデルを表す。アモルファス磁性ワイヤに直接通電励磁電流によって励磁磁界  $H$  を与える。ワイヤ内の磁気異方性  $K_u$  を一軸性と仮定する。 $J_s$  は、 $K_u$ 、測定したい外部磁界  $H_{ex}$ 、交流磁界とそれより大きな直流バイアス磁界からなる  $H$  の作用を受け、常にこれらのエネルギーを最小とする様な方向を向く。Fig.1(a) の様に  $K_u$  の円周方向からの角度が大きい時、 $H_{ex} = 0$  でも  $J_s$  は励磁磁界  $H$  の交流成分によって振動し、大きな誘起電圧が生じる。Fig.1(b) の様に  $K_u$  の円周方向からの角度が小さい時、 $J_s$  はわずかにしか振動しないため小さな誘起電圧となる。誘起電圧は同期検波されたセンサの出力となるので、(b) の方が低オフセットなセンサとなる。磁界中熱処理により  $K_u$  を円周方向へ誘導することができればオフセットが低減可能である。

温度ドリフト測定に用いた試料は、Co 基アモルファスワイヤ (長さ 10 cm, 直径  $120\mu\text{m}$ ) であり、検出コイル (長さ 4.5 cm, 640 turn) を巻きつけた耐熱性セラミックチューブに U 字状に曲げ挿入した。同一試料で温度ドリフトを測定するため、室温から  $80^\circ\text{C}$  の範囲では、ワイヤを 40 mA 直流と  $9\text{mA}_{\text{rms}}$  交流の電流を重畳したものを直接通電し、検出コイルに現れた誘起電圧の交流実効値をセンサ出力の目安として評価をおこなった。次に、 $200^\circ\text{C}$  で、200 mA 直流を通電し、円周磁界方向を容易軸とするよう  $K_u$  を誘導する。この時ワイヤ長手方向に磁場がかからないよう、磁気シールドによって地磁気を遮断した。また、3 mA 程度の交流電流により検出コイルに現れる誘起電圧を観測し、これが最小となるように同検出コイルへ手動調節で電流を流すことでキャンセル磁界を発生させている。熱処理後は、室温まで温度が下がったセンサを再度最初の励磁条件で加熱および、室温に戻るまでの温度ドリフトを評価した。

温度ドリフト測定結果を Fig.2 に示す。それぞれの測定結果からは室温時のオフセットを引いている。 $30^\circ\text{C}$  から  $50^\circ\text{C}$  の区間で温度ドリフト抑制比 13 が得られた。また、熱処理後のワイヤの再度の加熱実験の結果では、温度ドリフトする振幅に再現性もみられた。今後は、熱処理温度、処理時間、通電電流強度等について最適な条件を探し、さらなる温度ドリフト低減を目指す。

## References

- 1) I. Sasada: *Journal of Applied Physics*, VOL. 91, NO. 10, (2002)
- 2) E. Paperno: *Sensors and Actuators*, A 116, (2004)
- 3) M. Butta et al: *Sensor Letters*, VOL 12, NO. 8, (2015)

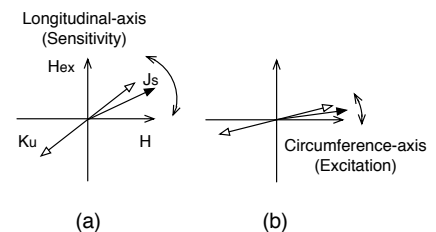


Fig. 1 Rotation magnetization model

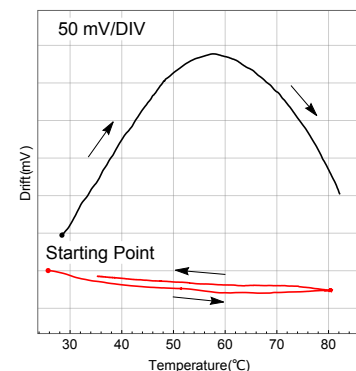


Fig. 2 Comparison of temperature drift between an as-received wire and an annealed wire. The drifts were measured by subtracting offsets measured at room-temperature. The as-received wire had 520 mV and, the annealed wire had 169 mV offset.