

# 비정질와이어를 이용한 차량용 교류자기저항 센서 개발

박수영<sup>1,2\*</sup>, 유권상<sup>1</sup>, 김철기<sup>2</sup>, 윤장식<sup>3</sup>, 황창국<sup>3</sup>

<sup>1</sup>한국표준과학연구원 산업측정표준본부

<sup>2</sup>충남대학교 신소재공학부 재료공학과

<sup>3</sup>에스엘(주) 기술연구본부

## 1. 서론

자성체에 교류 전류를 흘리고 외부에서 자기장을 인가하면 교류전압과 전류의 비로 정의되는 임피던스는 교류전류의 각 주파수 (angular frequency)와 외부자기장에 의존하게 된다. 투자율이 높은 비정질 재료에서는 외부자기장 변화에 대한 임피던스 변화는 매우 크게 나타나는데 이를 이용한 센서를 거대 교류자기저항 (Giant Magneto Impedance) 센서라 한다. 거대 교류자기저항 센서(GMI)는 자기저항(Magneto Resistance) 센서 보다 약 1,000배 정도 높은 민감도를 갖는다[1]. 비정질재료를 사용한 교류자기저항 센서는 크게 와이어 타입과 박막 형태가 있으며, 와이어 형태의 비정질 교류자기저항 센서는 박막형태보다 온도에 대한 안정성이 취약하며, 양산 주기에 따른 품질의 안정성 확보가 어려운 단점이 있지만, 민감도가 5배 정도 큰 장점이 있다[2-3]. Aichi Steel의 연구진은 민감도 (sensitivity)가  $3.14 \times 10^{-4} \text{ V/Am}^{-1}$  (250 mV/Oe) 인 차량용 교류자기저항 센서의 양산에 성공하였다[4]. 본 연구에서는 차량에 적용하기 위하여 Co-based 비정질 와이어를 이용한 교류 자기저항 센서를 제작하고 차량용 전원 12 V 단전원에서 작동되는 회로를 개발하였다.

## 2. 센서 및 회로

Fig. 1은 제작된 센서의 구조로 직경이 30  $\mu\text{m}$ 인 Co-based 비정질 와이어를 길이 5 mm로 자르고, 은(silver) 전극이 코팅되어 있는 크기가 5 mm  $\times$  4 mm  $\times$  3 mm 의 세라믹 보빈에 장착하고, 탐지 코일과 feedback 코일을 각각 300회씩 권선하였다. Fig. 2는 본 연구에서 디자인한 센서구동 회로로 CMOS 칩을 사용하여 100 kHz의 구형파 전류를 비정질 와이어에 인가하도록 하였으며, 연산증폭기를 사용하여 정전류 회로와 부궤환 회로를 구성하고 feedback coil에 연결하여 biased-feedback을 구현하였다. 신호의 샘플링 위치를 최적화하기 위하여 시간 지연회로를 탐지코일의 출력단에 연결하고 아날로그 스위칭을 하여 최적의 샘플링 시간에 비정질 와이어의 양단에서 출력되는 신호를 검출하였다.

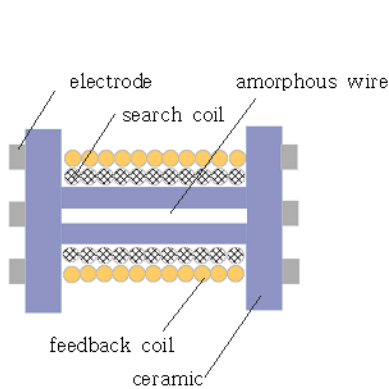


Fig. 1. Structure of the developed GMI sensor.

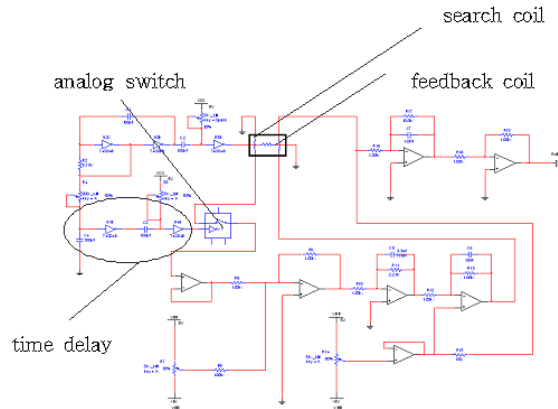


Fig. 2. Circuit diagram for the GMI sensor.

### 3. 결과 및 고찰

Fig. 3은 센서의 특성을 측정하기 위하여 코일 상수가  $4.47 \times 10^3 \text{ m}^{-1}$ 인 솔레노이드에 0.05 Hz의 주파수를 갖는 삼각파 전류를 흘리고, 셉트 양단에서 전압을 측정하여 인가자기장이  $\pm 80 \text{ A/m}$ 가 되도록 입력 전류를 조정하고 솔레노이드의 중심에 센서를 위치시키고 민감도를 측정한 결과로  $25.7 \text{ mV} / \text{Am}^{-1}$  ( $2.04 \text{ V/Oe}$ )이었으며 좋은 선형성을 보였다. Fig. 4 온도 범위  $30^\circ\text{C} \sim 40^\circ\text{C}$ 에서 센서의 출력 특성을 본 결과로 외부 온도가 증가함에 따라 신호가 감소하는 경향을 보였다. 이는 온도가 증가함에 따라 biased-feedback 코일의 전류가 미세하게 제한되어 나타나는 현상으로 사료된다.

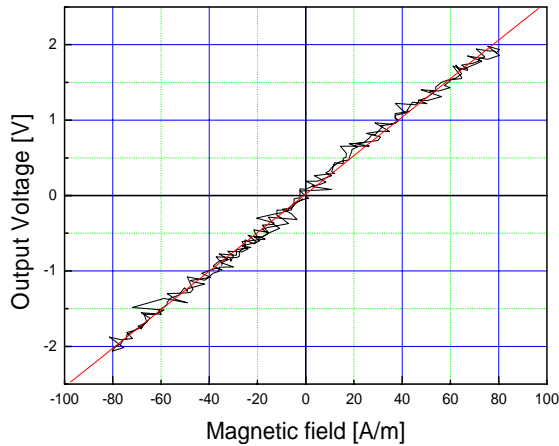


Fig. 3. Output voltage depending on the applied magnetic field.

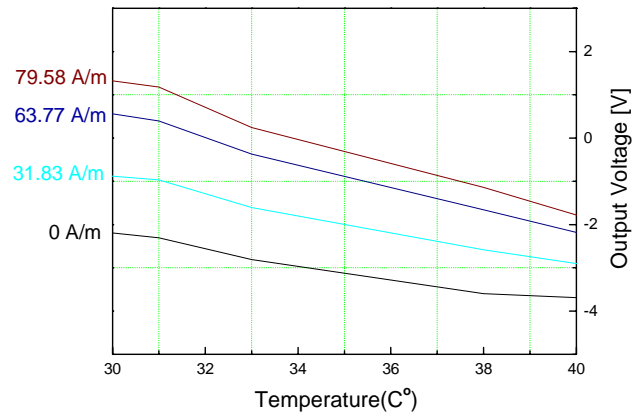


Fig. 4. Output voltage depending on the temperature.

### 4. 결론

본 연구에서는 차량에 적용하기 위한 Co-based 비정질 와이어를 활용한 교류 자기저항 센서를 개발하였다. 개발된 센서의 크기는  $5 \text{ mm} \times 4 \text{ mm} \times 3 \text{ mm}$ 이며, 민감도(sensitivity)는  $25.7 \text{ mV} / \text{Am}^{-1}$  ( $2.04 \text{ V/Oe}$ )로 우수한 특성을 보였다. 온도가 증가함에 따라 출력 신호가 감소하는 경향을 보였는데 이는 온도가 증가함에 따라 biased-feedback 코일의 저항이 증가하여 코일에 인가되는 전류의 미세한 감소 때문으로 판단되며 향후 이에 대한 보정을 하면 실용화가 가능한 우수한 센서가 될 것으로 사료된다.

### 5. 참고문헌

- [1] K. Mohri, K. Kawashima, T. Kohzawa, H. Yoshida, IEEE Trans. Magn. 28 (5) 3150 (1992).
- [2] M. Kawase, Electron. Technol. 12 (1998) 66.
- [3] Y. Honkura, H Fujii, Proceedings of the Applied Magnetics Workshop, MSJ 107-5, (1998).
- [4] Y. Honkura, J. Magn. Magn. Mater. 249, 351-356, (2002).