

바이어스 전류가 기본파 구동 플럭스 게이트 센서의 감도와 측정 범위에 미치는 영향

김용민^{1*}, 김영학², 임상호³, 양창섭⁴, 신광호¹

¹경성대학교 정보통신공학과

²부경대학교 전기공학과

³고려대학교 신소재공학과

⁴국방과학연구소

1. 서론

플럭스 게이트 센서는 상온에서 구동할 수 있는 자기 센서 중 구조가 간단하면서도 높은 감도와 분해능을 가지는 센서 중의 하나이다. 하지만 최근에 교류여자 전류에 직류 바이어스 전류를 인가하여 구동하면, 바이어스 전류가 자성체의 자벽이동에 의한 히스테리시스 없이 센서의 기본파 검출을 가능하게 한다는 사실이 밝혀졌다.[1-2] 이와 같은 방식의 센서는 자성 아몰퍼스 와이어를 이용하여 여자 전류를 직접 자성체에 통전하므로 센서를 소형화하기 적합하고, 기본파 구동을 하여 노이즈에 강하고 간단한 신호처리회로를 구성할 수 있다.

본 연구에서는 바이어스 전류가 기본파 구동 플럭스 게이트 센서의 감도와 측정 범위에 미치는 영향을 조사하기 위해, 바이어스 전류의 크기를 가변하면서 아몰퍼스 와이어의 자기 임피던스를 조사하고, 센서의 출력 특성을 조사하였다.

2. 실험방법

바이어스 전류를 인가하면서 아몰퍼스 와이어의 자기 임피던스를 측정하기 위해 Fig 1. 의 제안된 Bias_T 회로를 이용하여 측정 하였다. 이 회로는 네트워크분석기(Agilent 8714 ES)와 전원공급기(NF VP4610)에 연결되어 측정 주파수는 0.3 MHz ~ 3 GHz, 바이어스 전류는 0 ~ 100 mA 범위에서 측정하였다. 지자계의 간섭을 최소화하기 위해 동서 방향으로 위치한 헬름홀츠 코일의 중심부에 회로를 설치하고 외부 자계를 0 ~ 30 Oe 로 가변하면서 측정 하였다(Fig. 2.). 아몰퍼스 와이어의 자기 임피던스는 네트워크 분석기의 반사법을 이용하여 측정하였다.

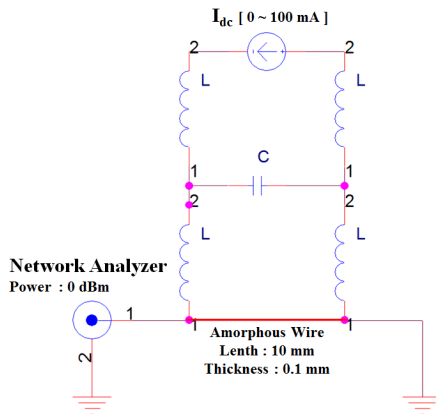


Fig. 1. Proposed Bias T Circuit

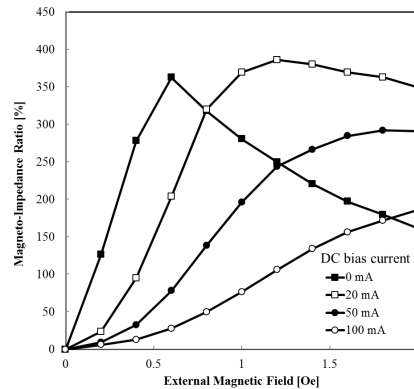


Fig. 2.. Magneto-impedance ratio at 7.8 MHz

3. 실험결과 및 고찰

Fig. 2.은 7.8 MHz의 자기 임피던스를 측정한 그림이다. 바이어스 전류의 크기에 따라 초기 임피던스(H_0)의 크기가 다르므로 그래프의 세로축은 아래의 식

$$\text{Magneto-Impedance Ratio} [\%] = \frac{Z(H_{EX}) - Z(H_0)}{Z(H_0)} \times 100$$

을 이용하여 나타내었다. $Z(H_{EX})$ 는 외부 자계가 H_{EX} 일 때의 임피던스, $Z(H_0)$ 는 외부 자계가 '0'일 때의 임피던스이고, 자기 임피던스 비율은 초기 임피던스($Z(H_0)$)를 기준으로 나타내었다.

Fig. 2. 에서 나타나는 것처럼 외부 자계에 의해 자기 임피던스가 변곡점을 가지는 지점은 바이어스 전류가 증가할수록 커지는 것을 알 수 있다. 자성체의 자기 임피던스의 변화는 대부분 자성체의 투자율 의존하여 변화 [4]하기 때문에, 자기 임피던스 그래프에서 변곡점 또는 포화 되는 지점은 센서의 측정범위, 그래프의 기울기는 감도와 직접적인 상관관계를 맺는다. 여자 주파수를 7.8 MHz, 바이어스 전류가 0 mA 와 20 mA에서 최대 임피던스 변화율은 외부 자계가 각각 0.6 Oe, 1 Oe에서 측정이 되었다. 최대 변화율을 가지는 지점은 바이어스 전류가 증가할수록 큰 외부 자계에서 측정되었지만, 그래프의 기울기는 바이어스가 전류가 증가할수록 감소하였다. 이 원인은 네트워크 분석기의 출력 전력이 0 dBm (0 mW)로 자성 와이어의 자화를 포화시키기 위한 충분한 AC 여자전류가 공급되지 않고, DC 바이어스 전류가 AC 전류보다 큰 비율로 인가되었기 때문으로 예상된다.

4. 결론

본 연구는 바이어스 전류가 플럭스 게이트 센서의 성능에 미치는 영향을 조사하기 위해, 제안된 Bias_T회로에 네트워크 분석기를 연결하여 반사법으로 아몰퍼스 와이어의 자기 임피던스를 측정하였다. 바이어스 전류가 증가할수록 자성체의 자화가 포화되는 외부 자계가 커지는 경향을 확인하여, 적절한 바이어스 전류가 센서의 측정 범위를 증가시켜 주는 것을 확인하였다. 외부 자계에 의한 임피던스 변화율은 바이어스 전류에 의존하여 감소하는 경향을 보였지만, 자성체를 포화시키기 위해 충분한 AC 전류가 인가되지 못하였기 때문에 판단하고, 적절한 AC 전류와 바이어스 전류를 인가했을 때 기본파 구동 플럭스 게이트 센서의 감도와 측정 범위가 증가할 것으로 예상할 수 있었다.

5. 참고문헌

- [1] I. Sasada, "Orthogonal fluxgate mechanism operated with dc biased excitation", J. Appl. Phys., vol.91, n. 10, p.7789-7791, 2002
- [2] E. Paperno, "Suppression of magnetic noise in the fundamental-mode orthogonal fluxgate", Sensors and Actuators A 116, p.405-409, 2004
- [3] J. P. Sinnecker, "Magnetoimpedance aftereffect in a soft magnetic amorphous wire," Phys. Rev. B, vol.55, issue.6, p.3362-3365, 1997