

NEXTSat-1 용 TAM 제작에 관한 연구

김은애*, 조영훈, 손대락

한남대학교 광.전자물리학과 대전광역시 대덕구 한남로 70

1. 서론

본 연구에서는 인공위성의 자세 제어용으로 사용될 3-축 flux-gate magnetometer를 개발, 제작하였다. Flux-gate magnetometer는 2차 세계대전을 전후로 개발된 기술로 2차 세계대전 때는 군사적인 목적으로 대상 물체에 의한 지구자기장의 변화 관측하는데 사용되었다. 그 이후에는 인공위성의 자세제어용, 지구자기장의 관측 및 달의 자기장 관측 등에 널리 사용되고 있다. 오랜 역사를 가지고 있는 flux-gate magnetometer의 높은 신뢰성으로 온도, 압력, 방사능 등에 대하여 내성이 우수하기 때문이다. 또한 저 전력의 소형화가 가능하여 최근에는 PCB형이나 MEMS형으로 센서코어를 디자인하고 있다.

본 연구에서는 NEXTSat-1용 TAM의 자세제어용으로 사용하기 위한 소형화 및 경량화한 3-축의 flux-gate magnetometer를 개발하였다.

2. Flux-gate magnetometer의 제작

마그네토미터에 사용되는 코어는 Co계 비정질 리본을 폭이 3 mm 되게 슬리팅 한 후 300 °C에서 1시간 열처리한 코어를 사용하였다. 제작된 magnetometer의 개략도는 Fig.1과 같다.

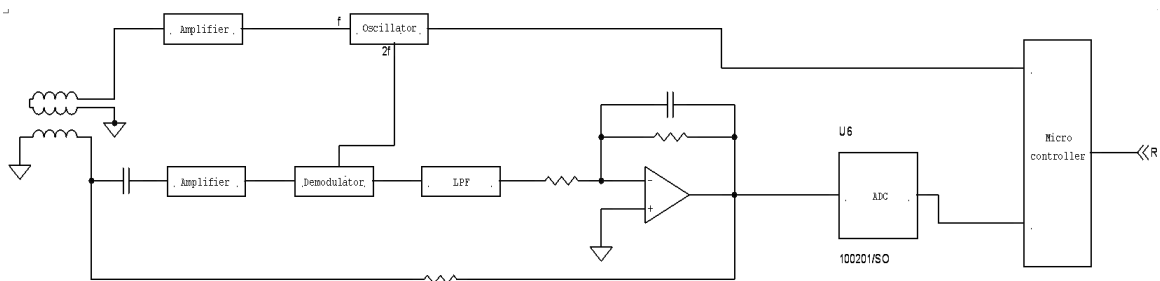


Fig.1 Schematic diagram of the magnetometer

AVR로부터 나오는 주파수 f 의 신호는 전력증폭기로 증폭을 하여 코어를 자화시키고, 주파수 $2f$ 의 신호는 이차 코일에 유도되는 교류 성분의 $2f$ 신호 성분만을 측정하기 위하여 사용하였다. 신호의 $2f$ 성분만을 측정하기 위하여 2차 코일에 유도되는 기전력은 축전기를 거친 후 CMOS switch와 demodulator를 사용한 후 10 Hz 대역의 저주파 대역 필터(LPF)를 사용하였다. LPF의 출력 전압은 feedback 증폭기를 거쳐 2차 코일에 입력되어 코어가 받는 실제 자기장이 0이 되게 하였다. 이 때 이차코일에 가해주는 전압이 피측정 자기장에 비례하기 때문에 이 기전력을 24 bit의 ADC를 사용하여 magnetometer의 출력을 디지털 신호로 변환하여 컴퓨터와 RS422 serial 통신을 할 수 있게 하였다. ADC를 제어하고 PC와 통신을 하게 하는 마이크로컨트롤러는 Atmel사의 ATMEGA8을 사용하였다.

3. Magnetometer의 특성 측정

제작된 flux-gate magnetometer의 선형도의 결과는 Fig.2와 같으며 측정 범위 $\pm 60 \mu\text{T}$ 에서 선형도가 1.5

$\times 10^{-4}$ 이하였다. Magnetometer의 noise 특성 측정은 자기차폐 장치 안에 센서를 놓은 후 측정하였으며, noise 특성 측정의 결과는 Fig.3에 나타내었다. Noise는 $20 \text{ pT}/\sqrt{\text{Hz}}$ at 1 Hz였다.

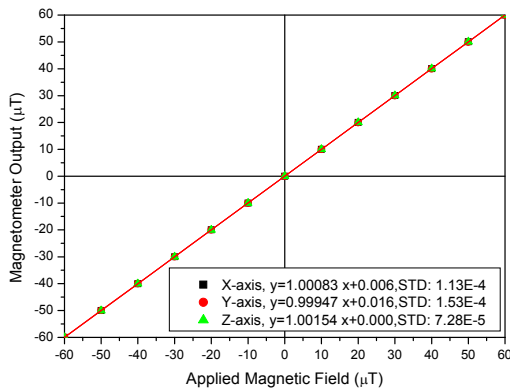


Fig.2 Linearity of the developed flux-gate magnetometer

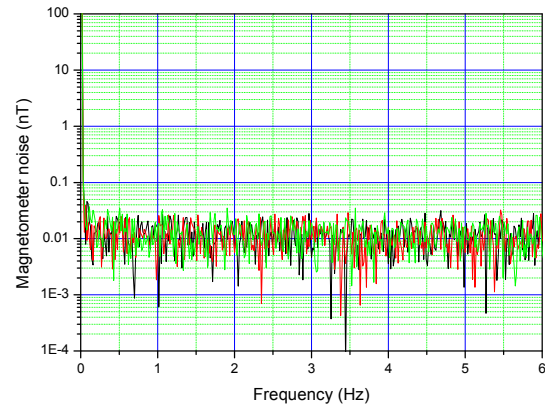


Fig.3 Noise spectrum of the developed flux-gate magnetometer

4. 결론

본 연구에서는 Co계 비정질 리본 코어를 사용하여 자기장 측정 범위가 $\pm 60 \mu\text{T}$ 인 3-축 flux-gate magnetometer를 제작하였다. 제작된 마그네토미터를 교정하기 위해서 비자성 실험실에 위치한 3-축의 Helmholtz 코일을 사용하였으며, noise 측정을 위해 μ -메탈로 제작된 자기차폐장치를 사용하였다.

개발된 magnetometer의 선형도는 $\pm 60 \mu\text{T}$ 에서 1.5×10^{-5} 이하였으며, noise는 $20 \text{ pT}/\sqrt{\text{Hz}}$ at 1 Hz였다. 앞으로 제작된 마그네토미터를 인공위성 환경에 맞는 실험으로 진동시험, 진공열사이클 시험 및 방사선 조사 시험을 수행할 계획이다.

5. 참고문헌

- [1] Y.-J.Kim, D.Son and D.-H.Son, J.Kor.Mag.Soc.11, 134 (2001)
- [2] W.Goepel, J.Hesse, and J.N.Zemel, Sensors Vol.5 Magnetic Sensors, VCH, Weinheim (1989)
- [3] 손대락, “피드백형 플럭스게이트 마그네토미터 제작”, 한국자기학회지, pp.45-48 (2012)