

위성체 우주환경시험을 통한 자장센서 성능변화 분석

Performance Analysis of Magnetometer During Satellite Space Environment Test Activities

이선호†
Seon-Ho Lee

1. 서 론

자장센서(Magnetometer)는 저궤도 위성에 장착되는 주요센서로서 우주공간상의 지자기장(Geomagnetic Field)를 측정하여 반작용휠과 모멘텀휠의 잉여 모멘텀 제거, CMG의 짐벌각 환원(Nulling), 위성자세 결정 등에 활용된다. 자장센서는 원리에 따라 자속 시변화에 의한 유도자기력 효과 방식, 홀(Hall) 효과 방식, 감지코일의 인덕턴스 변화와 와전류 효과 방식 등으로 분류된다. 특히 유도자기력 효과(Faradays Law)을 이용하는 Fluxgate 자장센서는 구조가 간단하여 경량 및 소형화가 가능하고 높은 신뢰성과 안정성으로 인해 저궤도 위성에 주로 사용된다. 본 연구는 자장센서의 지상 위성 조립시험 및 우주 환경시험 동안 수행되는 자장센서 극성시험과 응답시험을 소개한다.

2. 자장센서

Fluxgate 자장센서는 2 개의 Fluxgate 링코어(Ring Core), 사인(Sine)파 발생기, 주파수 복조기, 위상차 검출기, 저대역필터 등으로 구성된다. 본 연구에서 고려한 자장센서의 주요사양은 Table 1 과 같다. Fluxgate 자장센서의 링코어 구조는 링타입의 고투자율 자기코어에 이중의 코일이 감겨있는 형태이다. 1 차코일은 여자장(Excitation Field)를 유도하며 2 차코일은 유도된 자속의 변화에 해당하는 전압

을 발생한다. 이때, 2 차코일 측정전압은 AC 성분의 여자장과 DC 성분의 외부 인가 자기장의 합으로 생성된다. 위상차 검출기를 통하여 2 차코일의 유기전압에서 2 차 고조파 성분을 추출한다. 마지막으로, 저주파 필터를 통해 잡음제거 및 신호 평활화를 통해 최종 DC 신호를 출력한다.



Figure 1. Photo of Magnetometer

Table 1. Specification of Magnetometer

| 항목 | 수치 |
|------|-------------------|
| 측정범위 | -0.6 ~ +0.6 Gauss |
| 응답대역 | 100Hz |
| 분해능 | 1uGauss |
| 무게 | 0.3kg |
| 소모전력 | 1W |
| 온도범위 | -25 ~ +50 degC |



Figure 2. Fluxgate Ring Core inside Magnetometer

3. 자장센서 극성시험

자장센서 극성시험은 위성에 장착된 자장센서의 전기적 인터페이스 검사하고 자장센서에서 측정되

† 교신저자; 한국항공우주연구원
E-mail : shlee71@kari.re.kr
Tel (042) 860-2035, Fax : (042) 860-2898

는 자기장의 극성을 검증하는 시험이다. 시험방법은 연장케이블을 이용하여 위성체에서 자장센서를 분리하여 정밀 자장측정장치와 나침반과 함께 정렬한 후 측정되는 지구자기장을 비교하여 자장센서 극성의 정확성 여부를 확인한다

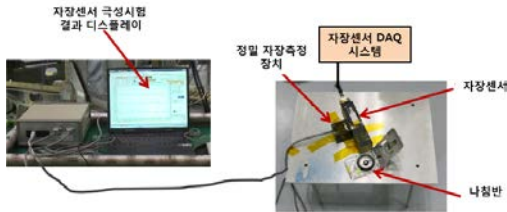


Figure 3. Magnetometer Polarity Test

Table 2. Magnetometer Polarity Test Results

| 시험 조건 | 축 | 자장센서 | 정밀 자장 측정장치 | 차이비교 |
|-----------------|---|--------|------------|--------|
| Y축 0도 회전 | X | 235mG | 245mG | 10.4mG |
| | Y | 277mG | 277mg | 0.1mG |
| | Z | -107mG | -108mG | 1.2mG |
| Y축 90도 회전 | X | -119mG | -112mG | 7.2mG |
| | Y | 280mG | 275mG | 5.4mG |
| | Z | -249mG | -242mG | 7.0mG |

4. 자장센서 응답시험

자장센서 응답시험은 위성체에서 자장센서를 분리하지 않고 위성체에 장착된 자장토크를 구동하여 발생하는 자기장을 자장센서가 측정하여 자장센서의 기능을 검증한다. 응답시험을 통하여 열환경시험 동안 극한 온도에서의 자장센서의 기능을 시험하거나 발사환경시험 전후의 자장센서의 건전성을 확인할 수 있다.

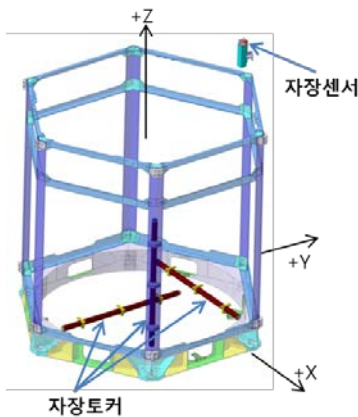
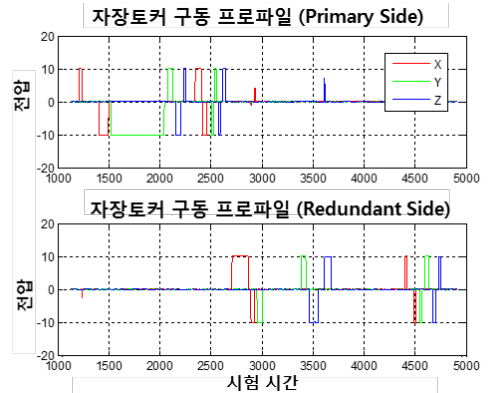


Figure 4. Magnetometer and Magnetic Torquer

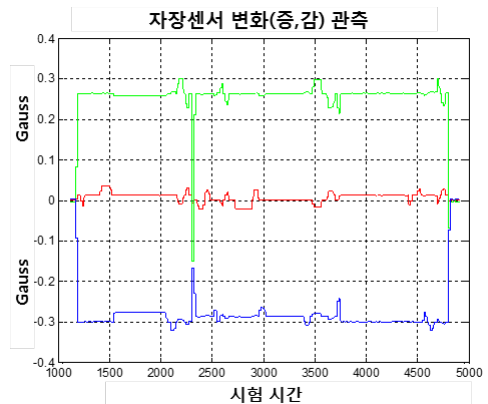
시험방법은 자장토크와 자장센서의 위치 및 방향을 고려하여 자장토크에서 발생하는 자기장이 자장센서에 미치는 영향에 대한 진리표를 만들고 실제 자장토크 구동에 의한 자기장 변화를 측정하여 진리표와 비교하여 건전성을 평가한다.

Table 3. Truth Table

| 자장토크 구동 | | | 자장센서 관측 | | |
|---------|------|------|---------|----|----|
| X축 | Y축 | Z축 | X축 | Y축 | Z축 |
| 10V | | | 감소 | | |
| -10V | | | 증가 | | |
| | 10V | | | 감소 | 증가 |
| | -10V | | | 증가 | 감소 |
| | | 10V | 감소 | 증가 | 증가 |
| | | -10V | 증가 | 감소 | 감소 |



(a) Magnetic Torque Drive Profile



(b) Magnetometer Measurement

Figure 5. Magnetometer Response Test