

남극 장보고기지용 지상용 서치코일 자력계 개발

진호^{1,2*}, 김관혁^{1,2}, 신재혁¹, 김효민³, 권종우¹, 이승아²,
이정규¹, 이성환¹, 지건화⁴, Marc R. Lessard⁵

¹경희대학교 우주탐사학과

²경희대학교 우주과학과

³Center for Solar-Terrestrial Research, New Jersey Institute of Technology

⁴극지연구소

⁵Space Science Center, University of New Hampshire

1. 서론

지구 자기권과 전리층 사이에서 발생하는 커플링 현상연구는 자기 섭동 관측을 통해 가능하며, 그 중 커플링 현상의 에너지 전달을 일으키는 ULF (Ultra Low Frequency) 파동은 우주과학 연구에서 주요 관측대상이다(C. Coillot & P. Leroy 2012, Séran & Ferreua 2005). 이에 우리는 ULF파동의 발생원인과 전달방식의 연구를 위해 서치코일 자력계를 개발 하였다. 서치코일 자력계는 1 mHz에서 5 Hz의 측정 범위를 가지도록 설계하였으며, 2축으로 구성되어 자기파동을 측정한다. 자력계의 성능은 검교정 시험과 필드테스트를 통해 확인하였으며, 시스템 분해능은 $0.11pT/\sqrt{Hz} @ 1Hz$ 이다. 특히 남극 설치 전, 지상에서의 필드 테스트 중 Pi2 (Irregular Pulsations) 이벤트가 관측되어 그 성능을 확인하였다.

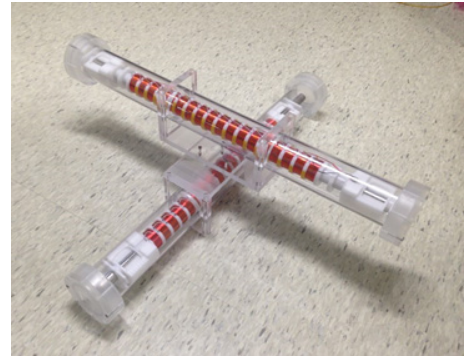


그림 1. 2축 서치코일 자력계

2. 시스템 구성

2축으로 구성된 서치 코일 자력계는 그림 1과 같다. 한 축의 센서 길이는 920 (L) × 130 (D) mm 이며 무게는 10.5 kg 이다. 센서와 컨트롤러는 약 200 meter의 케이블로 연결되며, 남극기지에서 센서가 멀리 떨어져 관측을 수행할 수 있도록 하였다. 보다 정확한 이벤트 신호 획득을 위한 시각동기화는 GPS 및 NTP를 이용하여 이루어지도록 구성하였다. 측정신호의 증폭과 필터링은 프리앰프와 메인아날로그보드에서 이루어지며, 데이터 수집 보드는 PC와 연동되어 UT시간에 맞추어 10 Hz의 샘플링 속도로 데이터를 획득 한다. 시스템의 구성도는 그림 2와 같다.

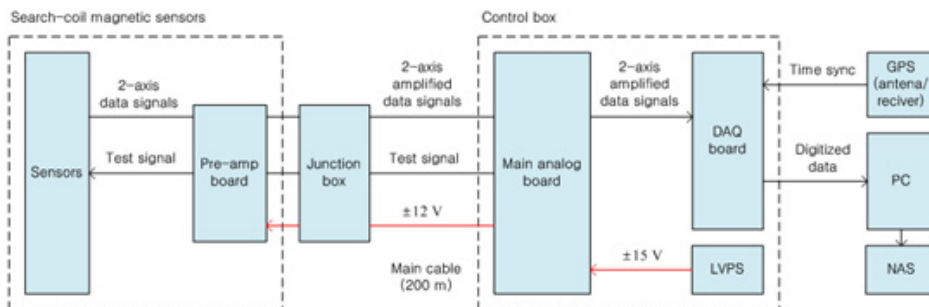


그림 2. 시스템 구성도

3. 시험 결과

자력계의 기능검증을 위해서 응답주파수, 분해능 그리고 필드 테스트의 3가지의 시험을 수행하였다. 응답 주파수와 분해능 테스트로 기기의 측정가능 주파수 및 잡음, 분해능의 성능을 확인 하였다. 외부 전자기적 간섭이 매우 작은 지상 환경에서 필드 테스트를 수행하여 실제 우주환경 관측 자료를 얻었으며, 이를 통해 기기 운용 성능을 확인하였다. 시험을 통한 시스템성능은 표 1에 나타내었다.

표 1. 서치코일 자력계의 분해능과 노이즈 성능

주파수 (Hz)	0.5	1	2
노이즈 (pT/\sqrt{Hz})	0.07	0.07	0.06
분해능 (pT/\sqrt{Hz})	0.11	0.11	0.09

4. 결론

남극의 장보고 기지에서 활용할 우주과학용 서치코일 자력계를 개발하였다. 필드 테스트 결과, 우주과학 분야에서 요구하는 성능을 만족함을 확인 하였으며 2016년 11월에 남극기지에 설치하여 관측을 수행하게 된다. 기기의 응답주파수와 분해능 시험을 통해 1 mHz ~ 5 Hz의 측정가능 주파수와 시스템의 노이즈 및 분해능 성능을 확인되었다. 또한 필드 테스트를 통해 기기의 내구성이 시험되었으며, Pi2 이벤트의 관측으로 지상 관측용 자력계로써의 성능을 검증하였다. 개발된 자력계는 극지방에서 ULF 관측을 수행하여 우주과학 및 근지구 우주공간의 물리적 현상을 연구하는데 기여할 것으로 기대된다.

5. 참고문헌

- [1] C. Coillot & P. Leroy, Induction Magnetometers: Principle, Modelling and ways of improvement, Magnetic Sensors – Principles and Applications, Dr Kevin Kuang (Ed.), ISBN: 978-953-51-0232-8, InTech, Open Access Publisher, 45-48, 2012
- [2] Séran & Fergeau, An optimized low-frequency three-axis search coil magnetometer for space research, Review of Scientific Instruments, 76, 044502, 1-2, 2005