

이중이완발진 방식을 이용한 DROS 자력계의 특성 및 뇌자도 측정

고려대학교 강찬석*, 이순걸
한국표준과학연구원 이용호, 권혁찬, 김진목, 박용기

Charicteristic of Double Relaxation Oscillation SQUID Magnetometer and measuring Magnetoencephalogram

Korea University C. S. KANG*, S. G. LEE.
Korea Research Institute of Standard and Science Y. H. LEE, H. C. KWON, J. M. KIM, Y. K. PARK.

1. 서 론.

생체자기신호, 특히 뇌자도 신호와 같이 극히 미약할 뿐더러 주변에 존재하는 환경자기잡음 등에 의한 영향을 받는 자기신호를 측정하기 위해서는 뇌자도 신호 측정에 충분한 감도를 가지는 센서와 주변의 환경잡음을 제거하고 원하는 신호를 검출해내는 제반기술이 필요하게 된다. SQUID 와 이완회로사이의 고주파 이완발진을 이용한 DROS (Double Relaxation Oscillation SQUID)의 경우 기존의 DC-SQUID 에 비해 훨씬 큰 자속-전압 변환계수를 가지므로 간단한 FLL 회로를 이용해 SQUID 출력신호를 검출할 수 있고 DROS 자력계의 경우 자기차폐실 내부에서 약 2 fT/Hz 수준의 자기장을 측정할 수 있는 감도를 가지며 이는 뇌자도 신호를 측정하기에 충분한 감도라고 할 수 있다.[1] 또한 본 연구에 사용된 DROS 자력계의 경우 기존 SQUID 대신 기준 접합을 사용함으로써 배선수를 두께 줄이고 기존 SQUID 에 의한 자속 Trapping 을 없앨 수 있었다. 그림 1)은 DROS 자력계의 전체모습과 등가회로도를 보여준다. DROS 자력계는 자력계내의 모든 부분이 서로간의 자기적인 영향을 최소화하도록 설계되었고 댐핑저항을 이용해 각종 인덕턴스와 정전용량들 사이의 공명현상들을 제거하였다. 또한 다채널 시스템 구성시 발생하는 채널간 간섭(Cross-talk)을 줄이기 위하여 External Feedback 방식을 사용하였다.[2] 본 연구에서는 DROS 자력계의 배치방식에 따른 잡음특성과 각 위치의 센서에서 센서에서 측정된 신호의 차이에 대하여 조사하였다.

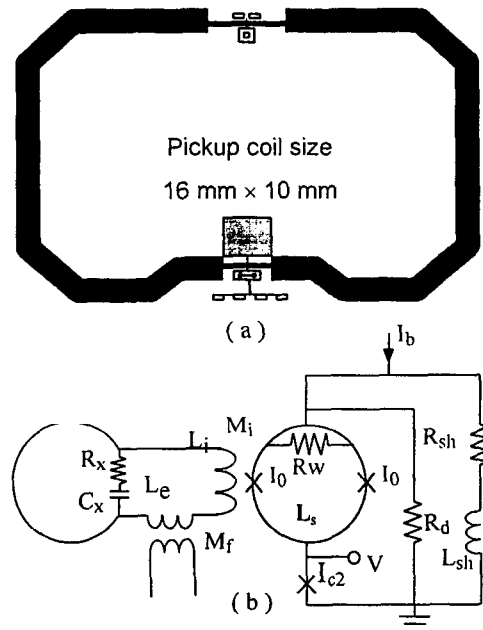


Fig 1). a)Overall structure of the DROS Magnetometer ,b) Schematic circuit diagram

2. 실험방법.

뇌자도 신호와 크기가 비슷하고 주파수가 일정한 인위적 신호를 인가하여 자기차폐실 내부에서 자력계의 잡음특성 및 소스신호의 검출 가능 여부를 조사하였다. 자력계를 신호와 같은 축(Z 축)상에 X, Y, Z 방향으로 배치한 후 각 방향 자력계의 잡음특성을 조사하였다. 또한 Z 방향 센서의 위치에서 약 100 fT 정도의 크기를 갖도록 신호를 인가하고 하고 신호를 수집한 후 100 회 가산평균 하였다.

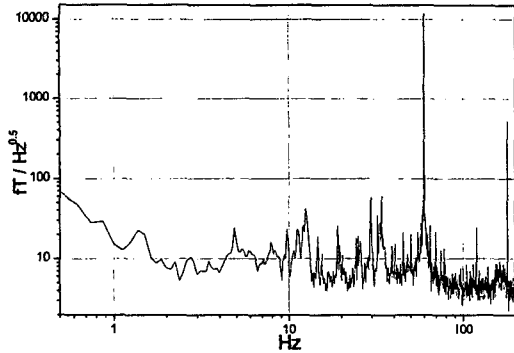


Fig. 2). Noise Spectra of the DROS Magnetometer

3. 실험결과 및 고찰.

Fig.2) 는 자기차폐실 내부에서 측정된 자력계의 잡음 Spectrum 이다. 1Hz 에서는 측정 시 주변환경에 따라 다르기는 하지만 대부분 100 fT/Hz 정도의 값을 가졌으며 200 Hz 근방에서 평균 2~5 fT/Hz 의 값을 가졌다. 다수의 피크들은 자장 잡음들이 충분히 차폐되지 못한 채 자기 차폐실내로 유입되어 생긴 것이다. 또한 이러한 잡음피크 들은 1 차원 Software Gradiometer 를 형성해 줌으로써 많은 부분 보정해 줄 수 있다.[3]

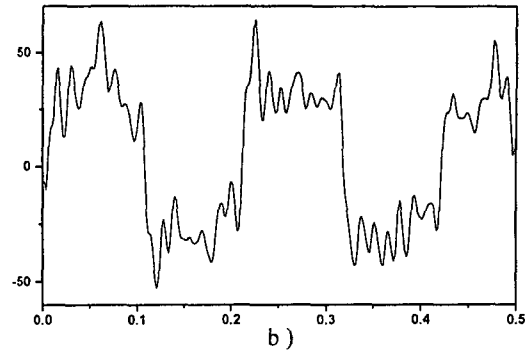
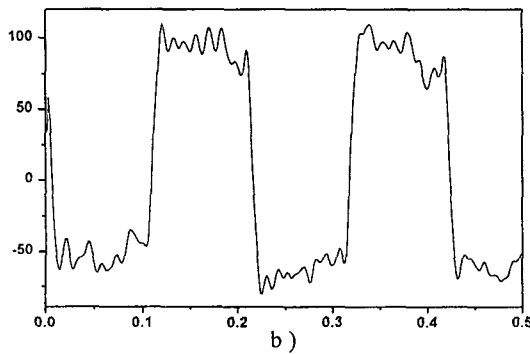
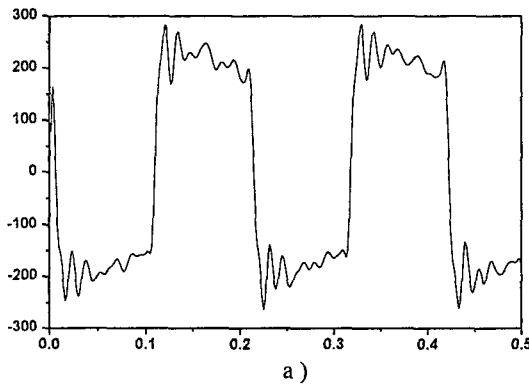


Fig. 3) 100 times averaged Result of output signal
a) X-direction, b) Y-direction, c) Z-direction

Fig.3) 은 Z 방향 센서의 위치에서 약 100 fT 미만의 크기를 갖는 4Hz 사각파를 인가해 주었을 때 X, Y, Z 각 방향 센서의 출력신호를 100 회 Average 한 것이다. 각 방향 출력 신호의 크기가 다른 것은 신호를 걸어주기 위한 코일의 방향이 Y 축과 평행하고 Z 축과 수직하기 때문이다. 크기가 가장 작은 Z 방향 센서의 출력신호에서도 약 90 ~ 100 fT 정도인 사각파의 신호를 충분히 확인할 수 있고 다른 방향의 센서에서는 더욱 분명한 모양을 확인할 수 있다. 그러므로 DROS 자력계의 경우 약 수~백 fT 정도의 크기를 갖는 뇌자도 신호를 측정하기에 충분한 감도를 가짐을 확인할 수 있다.

감사의 글

본 연구는 과학기술부의 연구비지원(국가 지정연구실사업)으로 수행 되었습니다.

참 고 문 헌

- [1] D. Drung, *SQUID Sensors: Fundamentals, Fabrication and Applications* (Kluwer Academic Publishers, The Netherlands 1996), p. 63.
- [2] " 초전도 현상을 이용한 뇌자도 측정장치 개발", 이용호 외 27 인, 한국표준과학연구원 보고서, KRIS/IR-2000-094.
- [3] J. Vrba, *SQUID Sensors: Fundamentals, Fabrication and Applications* (Kluwer Academic Publishers, The Netherlands 1996), p. 117.