

Co-Fe-B 자왜 변환기를 이용한 저자장 측정용 광섬유 자계센서

성균관대학교 이유섭, 윤병호, 문용수, 이정식* (전자공학과)
서수정(금속공학과)

Optical fiber sensor for the detection of small magnetic field using Co-Fe-B magnetostrictive transducers

Sung Kyun Kwan Univ. Y.S.Lee, B.H.Yoon, Y.S.Moon, K.S.Lee*
S.J.Seo

1. 서론

저자장을 측정하기 위해서 그동안 여러 연구가[1]에 의해서 여러 종류의 magnetostrictive transducer (자왜 변환기)가 제작되었으며, Mach-Zehnder 간섭계형 광섬유 자계센서[2]가 개발되어 왔다. 간섭계형 자계센서는 자계에 따라서 일정하게 수축, 팽창되는 자왜 재질을 광섬유에 부착하여 수축, 팽창되는 정도를 Mach-Zehnder 간섭계를 이용하여 미소 자장을 측정하는 센서이다. 본 연구에서는 Co-Fe-B 등의 자계에 대해서 수축, 팽창되는 ribbon 형상의 자왜 재질을 개발한 후 이를 광섬유로 구성된 Mach-Zehnder 간섭계의 sensing fiber 에 부착하여 간섭계형 자계센서를 구성하였다.

2. 실험 방법

실험에 사용된 Co-Fe-B 자왜 재질은 Ar 가스 분위기의 유도 용해로에서 melt-spun 법에 의해 ribbon 형상으로 제조하였다. 이때의 Cu wheel의 속도는 5-40 m/sec로 변화시키면서, orifice의 지름은 0.6 mm로 하였고, 0.8 Kg/mm²의 Ar 가스 압력으로 분사시켰다.

Mach-Zehnder 간섭계의 형태로 구성된 자계센서는 광원으로 632.8nm의 He-Ne 레이저를 사용하였고, 광원에서 나온 빛을 방향성 결합기를 이용하여 두 광경로를 지나도록 하였다. 한쪽은 기준 광로로 능동 보상을 위해 PZT에 광섬유를 감았고, 다른쪽은 신호 광로로 strip 형태의 자왜재질을 부착하여 자계를 형성하여주는 솔레노이드를 통과하도록 하였다. 두 광로의 빛은 다시 결합기를 통하여 합해지게 되며, 이 광신호는 두개의 포토다이오드, 차동증폭기, 적분기를 거쳐서 처리된 후 PZT에 제환시켜 주변 잡음에 관계없이 안정된 출력이 나올 수 있도록 해 주었다.

3. 실험결과 및 고찰

개발한 magnetostrictive transducer(Co₇₀-Fe₁₀-B₂₀)로 구성된 광섬유 자계센서의 dc 자계에 따른 ac 응답을 측정해 보았으며, 그림 1에 그 결과를 나타내었다. 그림 2는 Co-Fe-B 자왜변환기의 주파수 특성을 측정한 것으로 500Hz에서 센서의 출력이 가장 큼을 알 수 있다. 구성된 광섬유 자계센서의 최소 감지자장은 신호를 저주파 spectrum 분석기를 통하여 S/N 비가 1이 될때의 신호로부터 구하였다. 3KHz 신호에서 최소 감지자장은 약 4.3×10⁻⁵ Oe/Hz 였으나, 전자회로부가 개선되는 경우 ~ 10⁻⁶ Oe/Hz 이하에 달할 것으로 추정된다. 그림 3은 직류자장을 1.46 Oe에 고정시킨후 인가 ac 자계에 따른 광섬유 자계센서의 출력 변화를 측정한 것이다.

4. 결론

개발된 광섬유 자계센서의 최소감지자장은 ~ 10⁻⁵ Oe/Hz 이나, 보다 큰 자왜 변환계수를 가지는 자왜 물질의 개발과 전자회로부가 개선되는 경우, 최소 감지자장 값을 크게 낮출 수 있을 뿐만 아니라, 자계센서의 동작범위도 크게 넓혀줄 수 있을 것으로 기대된다.

5. 참고문헌

- [1] F. Bucholtz, *et al.*, SPIE Proceeding, Vol.718, 56, 1986.
- [2] A. Dandridge, *et al.*, Elect. Lett., Vol.16, 408, 1980.

* 방향성 결함기를 제공해 주신 KAIST의 김병윤 교수님께 감사드립니다.

** 이 논문은 1992년도 교육부지원 한국학술진흥재단의 자유공모과제 학술연구조성비에 의하여 연구되었음.

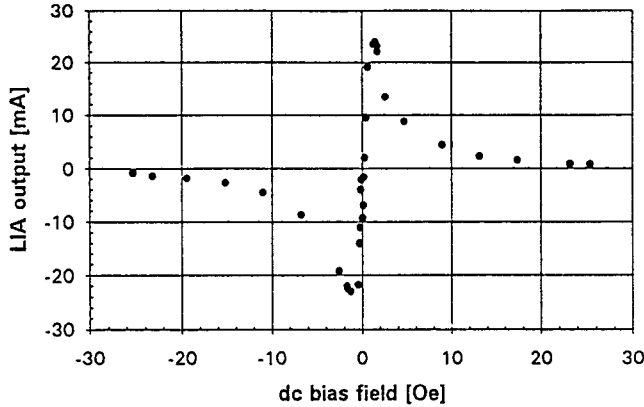


Fig. 1 AC response of an optical fiber magnetic field sensor versus DC bias field ($f = 1\text{kHz}$, ac field = 0.4 Oe)

Fig. 2 Frequency characteristic of a $\text{Co}_{70}\text{Fe}_{10}\text{B}_{20}$ magnetostrictive transducer (ac field = 0.42 Oe, dc field = 1.28 Oe)

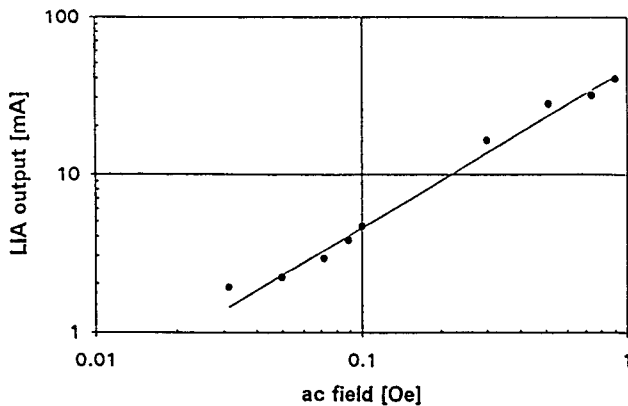
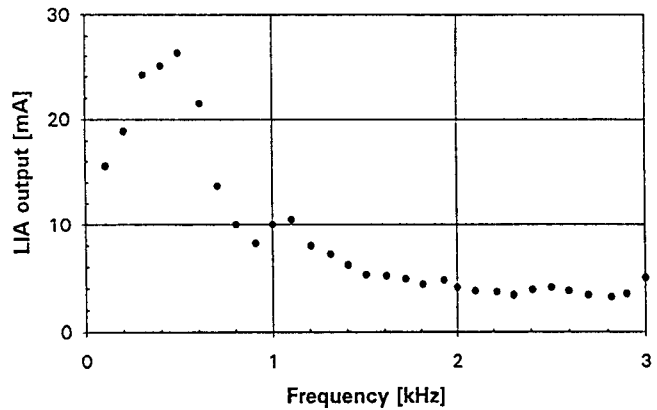


Fig. 3 Output of an optical fiber magnetic field sensor versus the applied AC field ($f = 800\text{Hz}$, dc field = 1.28 Oe)