

아몰퍼스 리본의 변위에 의한 자기임피던스 효과

Magnetic Impedance Effects by the Displacement of Amorphous Ribbon

신용진*, 소대화*, 김현욱*, 임재근**, 강제덕**

(Yong-Jin Shin, Dae-Wha Soh, Hyun-Ug Kim, Jae-Geun Lim, Jae-Duk Kang)

* : 명지대학교 공과대학 전자정보통신공학부

** : 극동정보대학 전자통신과

Abstract

In this thesis, we fabricate a zero-magnetostrictive amorphous ribbon, measure the impedance effect, and then investigate possibility as a sensor material.

$Co_{72.5}Fe_{5.5}Mo_2B_{15}Si_5$ is used as composition of specimen alloy. We first melt the specimen in high frequency induction furnace and then rapidly quench it by using single roll technique. As the result, we obtain a ribbon where thickness is $12\mu m$, width is $1mm$ and length is $93mm$.

Consequently, it is proved through this study that zero-magnetostrictive amorphous ribbon can be used as an excellent magnetic sensor material.

Key Words(중요용어) : amorphous(비정질), ribbon(박대), magnetic sensor(자기센서), impedance(임피던스), LVDT(Linear variable differential transformer).

1. 서 론

자성체의 센싱 응용의 역사는 오래되었으나, 1970년대 중반에, 액체급냉법에 의한 아몰퍼스 자성체가 개발되고, 그 자기적성질의 연구가 진행되는 과정에서, 센서로서의 우수한 특성이 발견되었다. 그리고 또 응용분야에서의 다양화 추세에 따라 그 응용개발이 급속히 진전되고 있다.^{1,2)}

센싱 기능으로서, 아몰퍼스 구조의 고저항을 에 기인하는 연결자기특성의 고속응답성, 결정자기이방성의 결여에 의한 자기특성의 응력반응성, 유도자기이방성의 제어에 의한 비선형 자기특성

및 고자왜 진동에 의한 자기탄성과 등이 주로 이용되고 있다.

아몰퍼스 자성체는 우수한 자기적 성질을 가지고 있으며, 결정자기이방성이 없고, 자화가 자계의 방향으로 회전하기 쉬우며, 고투자율의 연자성 재료를 얻을 수가 있으므로, 아몰퍼스 재료를 이용한 고성능, 고감도의 센서개발이 활발히 진행되고 있다.

아몰퍼스합금의 조성에서는 3d 천이금속계의 대표적 강자성체인 Co, Fe, Ni 등의 합금과 비금속계인 B, Si, C, P 등의 제 3 또는 제 4원소를

첨가한 아몰퍼스합금이 대표적이며, 형상은 미립자, 세션, 박대 및 박막 등으로 하여 이용되고 있다.

본 연구에서는 아몰퍼스 자기리본 ($Co_{72.5}Fe_{5.5}Mo_2B_{15}Si_5$: 길이 93 mm, 두께 12 μm , 폭 1 mm)의 위치변화에 의한 자기검출코일의 임피던스 변화를 조사하여, 초미세 위치변화를 검출할 수 있는 위치센서에 관하여 연구한 것이다.

2. 변위검출

본 실험의 위치변화의 검출은 LVDT (Linear variable differential transformer)를 이용하였다. LVDT는 자유롭게 움직이는 자기리본의 위치변화에 따른 전기적인 출력을 산출하는 전기소자이다. 1개의 1차 코일과 2개의 2차 코일로 구성하였으며, 1차 코일과 2차 코일은 원통형 실린더에 대칭구조로 설치하고, 자기리본은 코일의 안쪽에 원통의 축 방향으로 위치하도록 하였다.

그림 1은 LVDT 구조의 개략도를 나타낸 것이다.

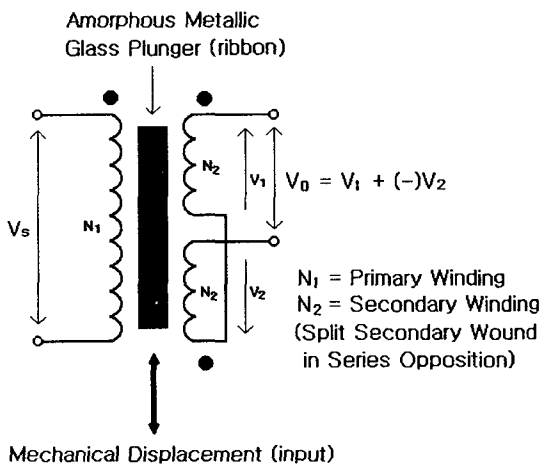


그림 1. LVDT 구조의 개요도

Fig. 1. Schematic representation of LVDT.

조작 특성과 함께 운영원리는 그림 2에 나타냈다.³⁾

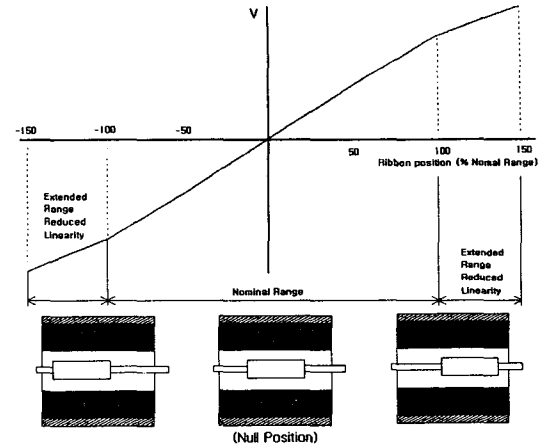


그림 2. LVDT의 리본 위치에 따른 출력과 상

Fig. 2. LVDT output and phase as a function of ribbon position.

1차 코일이 외부 교류전원에 의해서 통전 되었을 때, 같은 전압이 2차 코일에 유도된다. 이들 코일은 직렬로 서로 반대로 접속되어 있기 때문에, 전압은 서로 반대 극성이다. 따라서, 변환기(transducer)의 출력은 이 두 전압의 차(거리)에 의해서 정해지며, 리본의 위치가 중앙일 때, 출력은 0이다. 코아리본의 영점으로부터의 변위에 따라 검출 코일에 유도되는 전압의 증가 또는 감소가 나타난다.

즉, 자기리본의 위치변화(임피던스변화)는 선형 차동출력으로 전압이 나타난다. 그리고, 출력신호 또는 위상의 변화량은 자기리본의 위치정보로 이용할 수 있는데, 1차와 2차 코일 신호전압 사이에 상의 변화가 있는 경우에는, PLL(Phase locked loop)에 의한 기계적인 위치변화를 나타낸다. 즉, 상의 변화량에 비례하는 출력전압으로 나타나게 된다.

그림 3은 LVDT의 블록도를 나타낸 것이다.³⁾

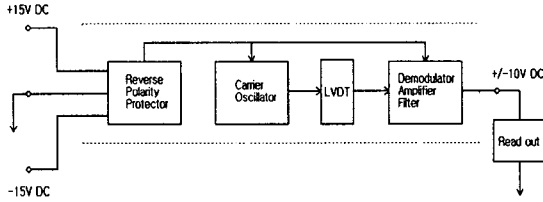


그림 3. DC 구동 LVDT의 개요도
Fig. 3. Schematic representation of dc-operated LVDT.

3. 실험 및 결과

시료는 Fe를 적게 포함하고 영자와 아몰퍼스 금속인 Metglas 2705X ($\text{Co}_{72.5}\text{Fe}_{5.5}\text{Mo}_2\text{B}_{15}\text{Si}_5$)을 사용하였다. (Allied Signal Inc., USA).⁴⁾

그림 4는 측정회로의 개략도를 나타낸 것이며, 그 결과를 그림 5에 나타내었다.⁵⁾

실험결과, LVDT 모듈은 아몰퍼스 리본의 미세한 위치의 변화를 정확히 감지하였으며, $10\mu\text{m}$ m 단위까지의 측정이 가능하였다.

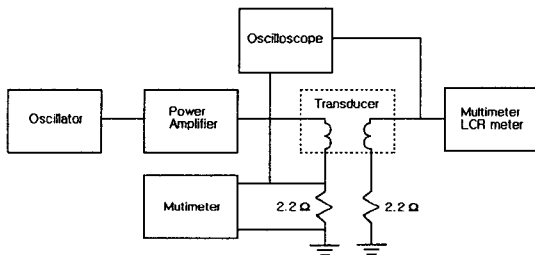


그림 4. 측정 시스템의 개요도
Fig. 4. Schematic representation of transducer measuring system.

위치변화의 검출은 출력전압의 변화와 1차와 2차 코일의 신호전압 사이의 상변화의 측정으로 하였으며, 그림 5에 나타낸 바와 같이, 출력전압

과 변위사이의 선형관계가 있음을 알 수 있다.

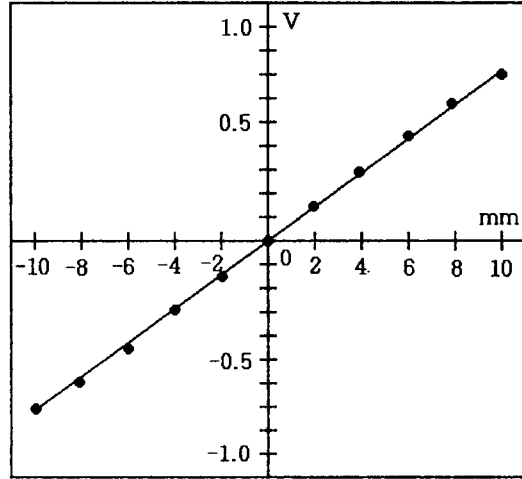


그림 5. 변위와 전압 관계
Fig. 5. Relation of displacement and voltage

그림 6은 주파수에 따른 임피던스의 변화를 나타낸 것이다.

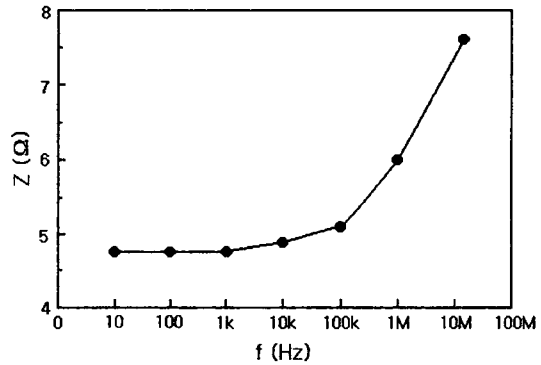


그림 6. 임피던스의 주파수의존성
Fig. 6. Dependency of frequency to impedance.

4. 결 론

본 연구를 통하여 얻은 결과를 정리하면 다음과 같다.

- (1) $\text{Co}_{72.5}\text{Fe}_{5.5}\text{Mo}_2\text{B}_{15}\text{Si}_5$ 아몰퍼스 자기리본의 미소 변위 검출소자로서의 가능성을 확인하였다.
- (2) 임피던스 변화의 검출로 $10\mu\text{m}$ 정도의 변위 측정이 가능함을 확인하였다.

“ 이 논문은 1996년도 한국학술진흥재단의 대학부설 연구소지원에 의하여 연구되었음 ”

참 고 문 헌

- [1] J.Yamasaki, "Sensing Function Amorphous Magnetic Materials", 日本應用磁氣學會誌, Vol. 16, No. 1, pp.14-22, 1992.
- [2] Y.K.Kim, W.S.Cho, T.K.Kim and C.O.Kim, "Temperature dependence of magnetoimpedance effect in amorphous $\text{Co}_{66}\text{Fe}_4\text{NiB}_{14}\text{Si}_{15}$ ribbon", Journal of Applied Physics, Vol.83, No.11, pp.6575-6577, 1998.
- [3] "Linear Displacement Transducer", Lucas Schaevitz, 543 Ipswich Road, Slough, Berks., UK. Catalogue #101 8/90-15m (609/662-8000), p. 19
- [4] "Metglas Products Catalogue", Allied Chemical Co. Parsippany, N.J. USA
- [5] T.Meydan: "Ph.D thesis", University of Wales, 1984.