

# 2605SC 비정질 리본의 자기공명 신호특성 분석

김동영\*, 윤석수, 노준석, 김건우, 김철기<sup>1</sup>

안동대학교 물리학과, <sup>1</sup>충남대학교 나노공학부

## 1. 서론

강자성재료에 자기장을 가할 경우 재료의 길이가 변화하며, 이러한 변화를 자기탄성특성의 하나인 자왜(magnetostriction)효과라 한다. 이러한 자왜 특성을 갖는 비정질 재료에 교류 자기장을 가할 경우 탄성파가 발생되며, 자성재료의 길이( $l$ )에 대응되는 정상파가 형성된다. 정상파에 의한 자기공명주파수( $f_r$ )는 비정질재료의 밀도( $\rho$ ) 및 영율( $Y$ : Young's modulus)에 의존한다.

$$f_r = \frac{1}{2l} \sqrt{\frac{Y}{\rho}} \quad (1)$$

영율( $Y$ )은 일반적으로 Instron장치를 이용하여 측정하지만, 식 (1)에서 보인 것과 같이 자성재료에서는 자기공명법을 이용한 측정도 가능하다. 자기공명법을 이용하여 측정한 비정질 재료의 영율은 자기장 및 응력의 세기에 따른  $\Delta E$ 효과를 보인다[1]. 따라서 공명주파수는 자기장 또는 응력 등 외부 환경에 민감하게 반응하므로 공명 신호특성 변화를 각종센서에 응용이 가능하며, 이를 위해서는 외부 환경에 따른 자기공명신호의 특성 분석이 필요하다.

본 연구에서는 2605SC 비정질 리본의 cutting 방향과 자기장의 세기에 따른 자기공명주파수 신호 특성을 분석하였으며, 분석 결과를 토대로 이들 재료의 자기장 및 응력센서 적용 가능성을 제시하고자 한다.

## 2. 실험방법

2606SC리본을 사출방향에 대하여  $0^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $90^\circ$ 의 각도로 에칭 방법을 이용하여 cutting하였다. 이들 시료는 코일센서를 이용하여 10 Hz step으로 주파수를 scan하면서 실수부 인덕턴스 및 허수부 인덕턴스를 자기장의 세기에 따라서 측정하였다. 주파수에 따른 출력신호는 임피던스 분석기를 (HP4192A) 사용하여 측정하였다. 이때 주파수에 따른 인덕턴스의 변화를 보상하기 위하여 코일에 흐르는 전류를 일정한 값으로 유지하였으며, 공명주파수는 허수부 인덕턴스의 피크 주파수로부터 추출하였다.

## 3. 실험결과 및 고찰

Fig. 1은 주파수에 따른 자기공명 신호특성을 보인다. 센서 코일의 자체 임피던스는 ( $Z=i\omega L$ ) 주파수에 따라서 증가하며, 이러한 변화 속에 공명특성이 나타나게 되므로 공명 신호의 특성이 상대적으로 작아 보인다. 그러나 인덕턴스는 주파수에 따라 거의 일정한 값을 유지하므로 자기공명특성은 상대적으로 크게 나타난다. Fig. 1(b)와 (c)에서 보인 것과 같이 실수부 인덕턴스와 허수부 인덕턴스는 일반적인 공명특성을 반영하고 있음을 알 수 있다. 따라서 공명특성에 의한 신호는 임피던스보다 인덕턴스를 측정하는 것이 신호의 감도를 향상시키는데 유리하다. 자기공명주파수는 허수부 인덕턴스가 최대를 나타내는 주파수로부터 얻을 수 있다. Fig. 2는 외부자기장의 세기에 따른 자기공명주파수의 변화 특성을 보인다. 2605SC 비정질 리본의 공명 주파수는 자기장의 세기에 따라서 증가하는 경향을 보인다. 이러한 공명주파수 변화로부터 미세한 자기장의 변화를 측정할 수 있다.

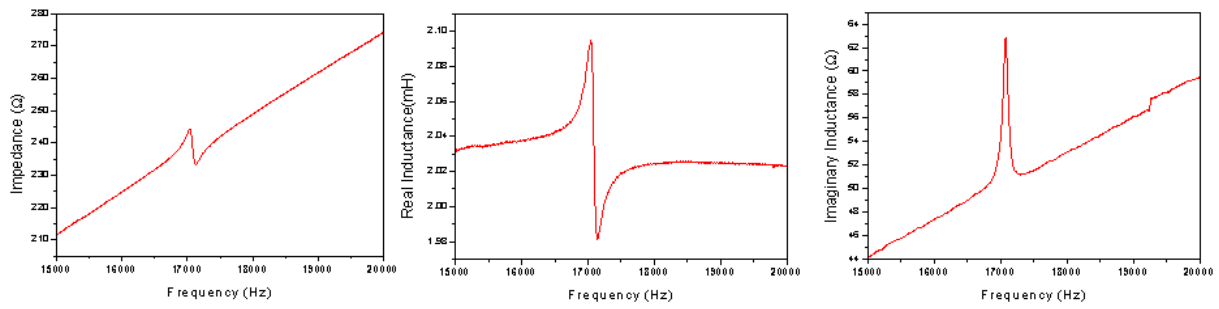


Fig. 1. (a) Impedance, (b) real inductance and (c) imaginary inductance with frequency in 2605SC amorphous ribbon.

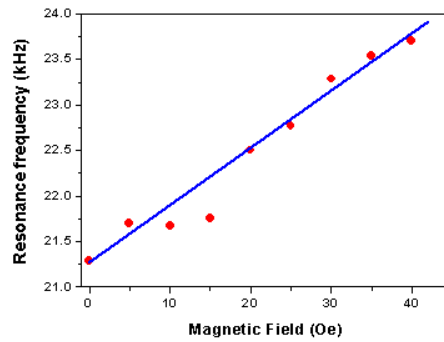


Fig. 2. Magnetic field dependence of resonance frequency in 2605SC amorphous ribbon.

#### 4. 결론

자기공명 신호특성은 임피던스보다 인덕턴스로 측정하는 것이 유리하며, 실수부 및 허수부 인덕턴스의 주파수 특성은 공명신호특성을 보인다. 2606SC리본에서 공명주파수는 자기장의 세기에 따라 증가하는 경향을 보이며, 이러한 변화 특성을 이용할 경우 2605SC 재료를 미세한 자기장센서 또는 응력센서에 사용 할 수 있다.

#### 5. 참고문헌

- [1] D. Y. Kim et. al, J. Appl. Phys. 81, 5812 (1997).