

## 스트레인 게이지를 이용한 Terfenol-D의 영률 측정

한남대학교 신명선\*, 손대락, 조육

## Young's Modulus Measurement of Terfenol-D using Strain Gauge

Hannam University M. S. SHIN\*, DERAC SON, YOOK CHO

## 1. 서 론

Terfenol-D는 상온에서 변형이 가장 큰 재료로 알려져 있고, 자기역학적 결합계수  $k_{33}=0.75$ 로 매우 높기 때문에 전기에너지를 역학적 에너지로 효율적으로 변환시킬 수 있다[1]. 단점으로는 압축강도는 700 MPa로 높으나, 인장강도 30 MPa로 매우 낮아서 재료가 brittle하여 장치 설계시 세심한 주의가 필요하며, 재료의 상대투자율이 3~10정도로 낮기 때문에 자기폐회로를 구성하는데 어려움이 있다[2-4]. Terfenol-D를 특별한 용도의 자기변형 재료로 사용될 경우, 그 재료는 자기적, 전기적 및 기계적 요구조건들을 동시에 만족하도록 설계되어야 하기 때문에 Terfenol-D의 자기역학적 특성을 측정하고 이를 장치의 설계에 도입하는 것이 최적설계에 있어서 필수적이다.

본 연구에서는 Strain gauge를 이용하여 Terfenol-D의 영률을 측정하였다.

## 2. 실험방법

본 연구에서는 시편을 자화시키기 위한 자화력 발생장치로 solenoid를 사용하고 solenoid에서 발생하는 열을 해결하기 위하여 과형합성기를 사용하여 시편을  $1\frac{1}{2}$ 주기만 자화시키는 방법을 택하였다. 자화력의 측정은 shunt저항을 사용하여 저항양단의 전압을 측정하였다.

변형을 측정하기 위해 strain gauges(RS component No. 632-146, 2 mm strain gauge single)를 사용하였으며 길이가 20 mm 시편에 축 방향에 평행한 방향으로 1 개와 원주 방향으로 1 개를 부착시켰다. Fig. 1은 strain gauge 의 저항변화를 측정하기 위하여 제작한 bridge 회로도이고 Fig. 2는 strain gauge를 이용한 Terfenol-D 의 young's modulus 측정 구조도이다.

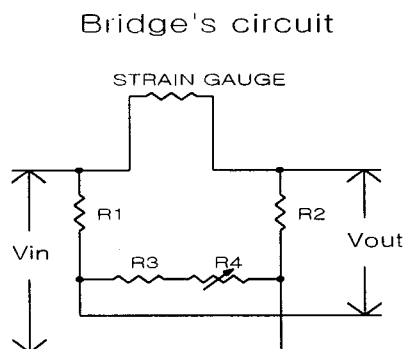


Fig. 1. Bridge circuit for the measurement of resistance change of strain gauge

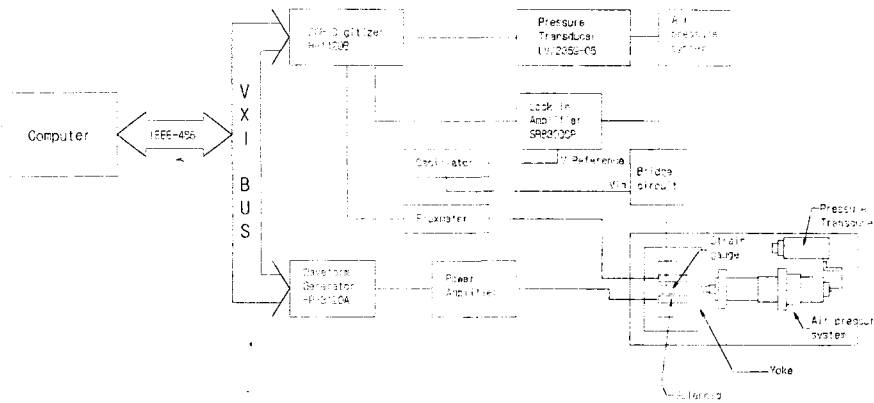


Fig. 2. Schematic diagram of the Young's modulus measuring equipment for Terfenol-D rod

### 3. 실험결과 및 고찰

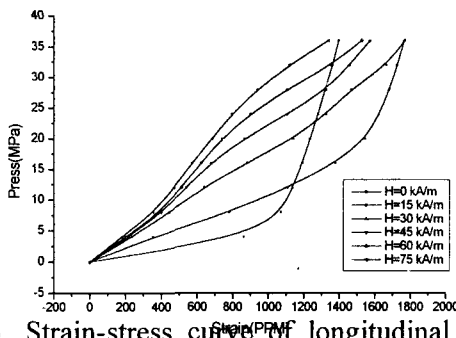


Fig. 3. Strain-stress curve of longitudinal direction

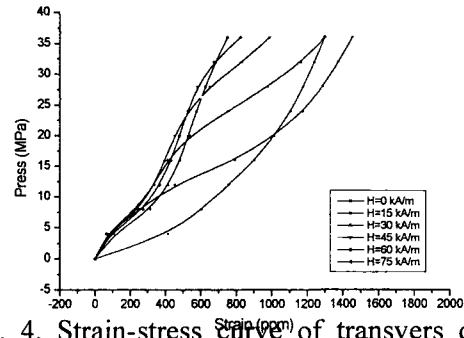


Fig. 4. Strain-stress curve of transvers direction

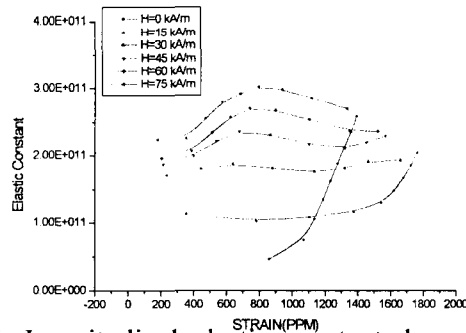


Fig. 5. Longitudinal elastic constant depending on the strain for different magnetic field strength

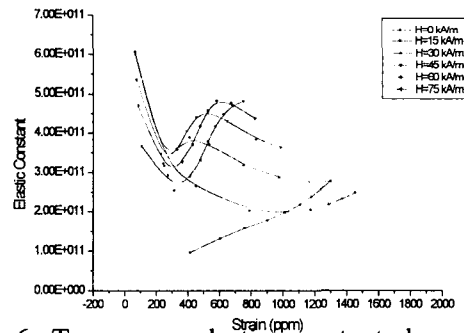


Fig. 6. Transverse elastic constant depending on the strain for different magnetic field strength

### 4. 결 론

본 연구에서는 strain gauge를 사용하여 자기장의 세기에 따른 Terfenol-D의 탄성계수를 측정하였다. 이러한 측정값은 Terfenol-D를 이용한 응용분야에 앞으로 많은 이용이 가능할 것으로 기대된다.

### 5. 참고문헌

- [1] J.L.Butler, "Application manual for the design of ETREMA Terfenol-D Tm Magnetostrictive Transducer", Edge Technologies, Inc. (1988).
- [2] B.D. Culity "Magnetic Materials", Addison-Wesley, London, (1972).
- [3] R.A. McCurrie "Ferromagnetic Materials : Structure and Properties", Academic Press, London, (1994).
- [4] S. Chikazumi and H. Charap, "physics of Magnetism", John Wiley & Sons, Inc. New York, (1964).