

# LabVIEW와 Strain Gage를 이용한 압전소자 선형화에 대한 연구 A Study on Piezoelectric Linearization Using LabVIEW and Strain Gage

\*이홍석<sup>1</sup>, #박종규<sup>1</sup>, 장지수<sup>1</sup>, 정영도<sup>1</sup>

\*H.S.Lee<sup>1</sup>, #K.G.Park(chong@changwon.ac.kr)<sup>1</sup>, J.S.Jang<sup>1</sup>, Y.D.Jung<sup>1</sup>

<sup>1</sup>창원대학교 기계공학과

Key words : Piezoelectric ceramics, LabVIEW, Strain Gage, Piezoelectric Transducer, Linearization

## 1. 서론

최근 들어 다양한 제품들이 소형화되고 정밀화되어 가는 추세에 따라 고체 구동기의 효율성이 점점 증대되고 있다. 고체 구동기는 말 그대로 물질 자체의 에너지 변환 특성을 이용하는 구동기를 말하는데 대표적인 것으로 압전 세라믹(Piezoelectric ceramics), 자기 변형 물질(Magnetostrictive material), 형상 기억 합금(Shape memory alloy) 등이 있다. 이 중 빠른 응답 속도와 큰 힘을 낼 수 있고 작은 분해능을 가지고 있는 압전 물질이 가장 많이 이용되고 있다.

압전 현상은 일반적으로 압력을 가했을 때 전기가 발생하는 현상을 말하는데 PZT(Piezoelectric Transducer)가 발견되면서 보다 산업적 응용 영역이 커지고 경제적으로 중요한 재료로 급부상하였다. 이러한 PZT가 산업적으로 중요한 재료로 자리매김함에 따라 학계에서의 연구도 활발하게 이루어졌다. 최근 나노 기술 분야의 발전으로 인해 정밀 구동 분야가 중요한 분야로 대두됨에 따라 압전 세라믹 특성에 대해 정확히 예측하는 것이 필요하였다. 이에 따라 압전 세라믹의 비선형 특성과 히스테리시스에 관한 연구가 활발하게 이루어지고 있다. 따라서 이 연구에서는 LabVIEW와 Strain Gage를 이용하여 비교적 간단히 비선형 구성방정식을 유도하고 선형화 하는 방안을 제시 하였다.

## 2. 압전 세라믹의 이론 및 특징

압전 세라믹스 소재는 전기적 에너지가 기계적 에너지로, 또는 그 반대로 기계적 에너지가 전기적 에너지로 변환되는 특성을 갖고 있는 재료로써, 이의 응용은 착화소자, 부저, 레조네이터, 초음파진동자, 압전 스피커, 적외선센서 등에서부터 첨단

고부가가치형인 잉크젯프린터, 압전모터, 압전 트랜스포머, 의료용 초음파기기, 군수용 SONAR, 자이로스코프, 광변위 소자 등에 이르기까지 매우 다양하다.

압전 현상을 정량화하여 나타내는 데는 전기-기계 변환 인자가 존재한다. 이들 변환 인자를 압전계수라 하며 응력(T: stress), 변형(S: strain), 유전전하량(D: dielectric displacement), 전기장(E: electric field)와의 관계로 표시할 수 있다.

$$d = (\partial S / \partial E)_T = (\partial D / \partial T)_E \cdot g = (\partial E / \partial D)_D = (\partial S / \partial D)_T$$
$$e = (-\partial T / \partial E)_S = (\partial D / \partial S)_E \cdot h = (-\partial T / \partial D)_S = (-\partial E / \partial S)_D$$

d: piezoelectric strain constant

g: voltage output coefficient

e: piezoelectric strain constant

h: strain output coefficient

압전 구동기는 기본적으로 전기장을 가했을 때 나오는 변형이 선형적인 성질을 띠는 것으로 알려져 있다. 그러나 이러한 가정은 약한 전기장을 가했을 때 가능한 가정이다. 즉 낮은 필드에서는 거의 선형적인 성질을 띠지만 강한 전기장을 가하게 되면 선형적인 성질을 띠지 않는다고 가정하기에는 무리가 따른다. 일반적으로 구동기에 가해지는 전기장의 세기가 1kV/mm 정도인데 이때에는 이미 비선형 성질이 아주 크게 나타난다. 따라서 최근 중요하게 이용되고 있는 초정밀 구동기로 사용하는데 한계로 작용한다. 더구나 전기장을 삼각파로 가하게 되면 히스테리시스 현상이 보다 뚜렷해진다. 히스테리시스현상이란 같은 입력에 대해 출력에서 두 개를 발생시키는 현상으로 전압을 올릴 때의 변위 값과 전압을 내릴 때의 변위 값이 상이하게 나타나는 현상이다. 이러한 현상은 일반적인 고체에서 많이 보이는 현상이며 입력과 출력간의 관계 그래

프에 의해 둘러 쌓인 영역은 에너지의 손실을 의미하기도 한다. 이러한 히스테리시스 현상은 초정밀 구동기를 구동시킬 때 최대 15%정도의 변위 오차를 발생시키므로 매우 심각한 문제점으로 대두되어 왔다.

### 3. 실험 장비 및 과정

최초 함수 발생기에서 사인파형과 램프파형을 파워 앰프로 들어가게 되면 파워 앰프에서 신호를 증폭시켜서 압전구동기로 들어가게 된다. 그렇게 되면 압전구동기는 전기적 신호를 받았기 때문에 기계적인 변형을 일으키게 된다. 그리하여 그 기계적인 변형을 부착되어 있던 스트레인 게이지가 반응을 하여 그 반응 신호를 NI9237모듈로 들어가게 되고, NI9237모듈은 최종적으로 LabVIEW라는 소프트웨어를 통하여 나타나게 되는 것이다.

<Fig.1>을 보면 각 핀마다 연결되는 브릿지의 회선이 정해져 있다. 핀2가 CH+에 연결이 되고 핀6이 EX+와 연결이 되고, 핀7이 EX-에 연결이 된다. <Fig.2>은 LabVIEW 알고리즘으로 Example sample라는 방법을 통하여 알고리즘을 구성하였다. Example sample은 LabVIEW에 기존의 있는 파일을 사용하여 명령어로 구성된 아이콘과 와이어에 필요로 하는 값만을 변경해줌으로써 실험값을 알아낼 수가 있다.

### 4. LabView를 통한 실험 결과

Sine파형을 통하여 압전 구동기의 비선형적인 특성을 나타내었으나 육안으로는 그 특성이 나타나는지 알아 볼 수가 없었다. 그러나 Ramp파형인

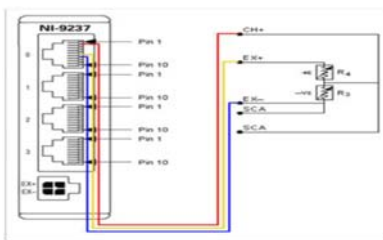


Fig. 1 The wiring of Half-bridge configuration

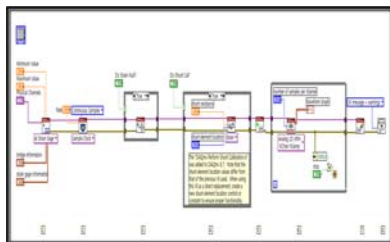


Fig.2 LabVIEW algorithm

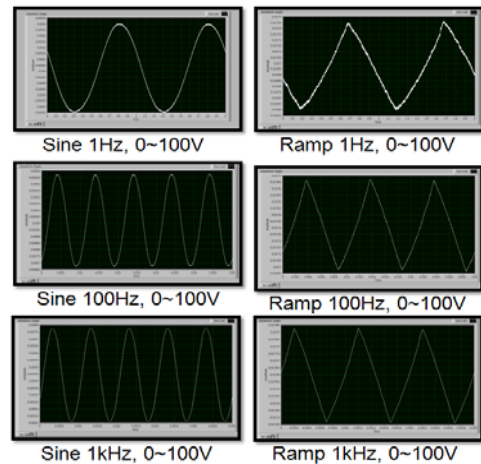


Fig. 3 The resulting Ramp and Sine waveform

삼각파형을 통해서 보면 확연히 비선형적인 특성이 나타난다는 것을 알 수 있었고, 저주파 때가 고주파일 때 보다 비선형적인 특성이 더 자세히 나타난다는 것을 알 수가 있었다.

### 5. 결론

결과로 나온 파형을 수치해석으로 분석하여 비선형 구성방정식을 유도 한 후, 역함수를 구하여 함수 발생기의 임의 파형으로 입력 하면 LabVIEW의 결과는 완벽한 선형으로 나타난다. 이 실험으로 인하여 평소 고가의 레이저 바이브로 미터로 측정하는 압전 구동기를 비교적 저렴한 구성으로 측정할 수 있었고 비교적 쉬운 방법으로 비선형 구성방정식의 유도와 선형화를 수행 할 수 있었다. 이 연구의 수행결과로 인하여 비교적 빠른 시간과 적은 비용으로도 다양한 압전 구동기의 비선형 성질을 선형화 할 수 있다는 것을 알았다.

### 참고문헌

1. 한국NI, LabVIEW Core 교육과정 매뉴얼, National Instruments Corporation
2. 손준호, 압전 세라믹스에 관하여, 전자재료
3. 박준홍, 압전소자에서의 굽힘과 파동전달 특성을 이용한 감쇠 최적화, 한양대학교 출판부
4. 정경호, 히스테리시스 전류 제어기법을 이용한 브러시리스 직류 전동기의 전류 맥동토크 저감에 관한 연구, 숭실 대학교, 1994