

볼트조임형압전진동자의 압전특성에 미치는 1축압력의 영향

주광호, 차경철

위대한 령도자 김정일동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《과학자, 기술자들은 현실에 튼튼히 발을 붙이고 사회주의건설의 실천이 제기하는 문제들을 연구대상으로 삼고 과학연구사업을 진행하여야 하며 연구성과를 생산에 도입하는 데서 나서는 과학기술적문제들을 책임적으로 풀어야 합니다.》(《김정일선집》 증보판 제15권 492페이지)

선행연구[1]에서는 볼트조임형압전진동자의 제작조건에 따르는 압전특성의 변화를 고찰하였다.

론문에서는 볼트조임형압전진동자의 특성에 미치는 1축압력의 영향을 고찰하였다.

먼저 $K_p = 0.74$, $\varepsilon = 2\,500$ 인 PZT합성분말로 $\Phi_{외} = 12\text{mm}$, $\Phi_{내} = 4.5\text{mm}$, $h = 6.0\text{mm}$ 인 고리형압전시편들을 만든 다음 금속편들과 압전시편들을 결합하여 50kHz 볼트조임형압전진동자를 제작하였다.[1]

1축압력에 따르는 특성변화를 고찰하기 위하여 압력을 받을 량면에 2mm 두께의 코르크판을 대고 프레스의 압력을 변화시키면서 직시장치(《LSW-115》)와 결합된 공진-반공진측정회로에서 공진 및 반공진주파수와 공진저항을 측정하였다.

유효전기력학결합계수는 다음식으로 결정하였다.

$$K_{유효} = \sqrt{1 - (f_r / f_a)^2}$$

여기서 f_r 는 공진주파수, f_a 는 반공진주파수이다.

1축압력에 따르는 공진주파수의 변화는 그림 1과 같다.

그림 1에서 보는바와 같이 볼트조임형압전진동자의 공진주파수는 압력에 따라 리력 특성을 나타낸다. 특히 5MPa까지 압력순환의 감소단계에서 공진주파수는 1축압력이 완전

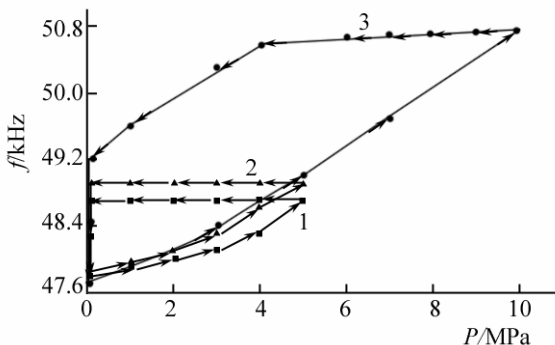


그림 1. 1축압력에 따르는 공진주파수의 변화
1, 3은 압력을 각각 5, 10MPa까지 순환시키면서
측정한 곡선, 2는 압력을 5MPa까지
반복순환시키면서 측정한 곡선

히 해소되기 전까지 거의나 일정한 값으로 유지된다.(곡선 1) 이러한 특성은 압력순환을 반복할 때(곡선 2)에도 거의나 유사하게 나타났다. 공진주파수가 압력에 따라 리력 특성을 가지는것은 압전사기재료가 완전텀성체가 아니기때문이다. 압전사기재료가 완전텀성체가 아닐 때 변형은 압력에 따라 리력특성을 가지게 되며 따라서 공진주파수 역시 리력특성을 나타내는것으로 해석할수 있다. 곡선 3에서 보는바와 같이 압력을 10MPa까지 증가시킬 때 압력증가에 따르는 공진주파수변화특성은 곡선 1,

2와 유사하지만 감소단계에서는 차이난다. 이것은 보다 높은 압력에서는 토크성적작용이 보다 강화된다는것을 의미한다.

1축압력에 따르는 유효전기력학결합결수의 변화는 그림 2와 같다.

그림 2에서 보는바와 같이 유효전기력학결합결수는 1축압력의 증가에 따라 10MPa까지는 거의나 변화되지 않으며 오히려 약간 증가되었다가 약간 감소되었다. 이것은 랑쥬뱅형복합진동자의 특성이 압전요소의 특성과 함께 요소들의 밀착상태와도 관계되기 때문이다. 일반적으로 압전시편이 분극될 때 분극방향으로 늘음변형이 나타나게 되며 늘음변형이 클수록 압전특성은 높다. 압전시편의 분극방향으로 1축압력을 주면 늘음변형은 작아지게 되며 압전특성은 저하된다. 랑쥬뱅형복합진동자의 특성이 일정한 압력에서 약간 증가경향을 나타내는것은 요소들사이의 밀착상태가 개선되는 효과로 해석할수 있다.

1축압력에 따르는 공진저항의 변화는 그림 3과 같다.

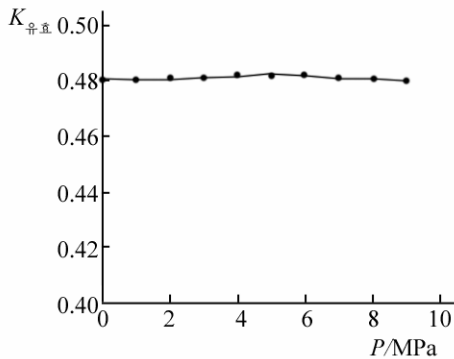


그림 2. 1축압력에 따르는 유효전기력학결합결수의 변화

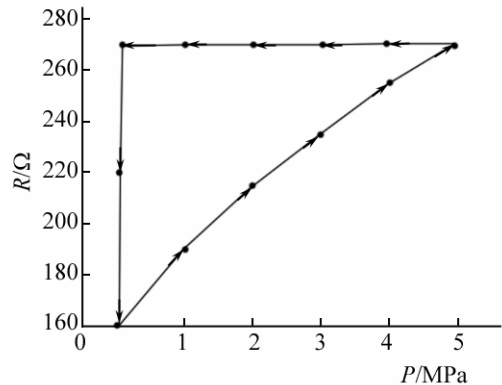


그림 3. 1축압력에 따르는 공진저항의 변화

그림 3에서 보는바와 같이 공진저항 역시 1축압력에 따라 리력특성을 가진다.

1축압력이 작용할 때 교류전기마당에 따르는 도멘의 회전은 보충적인 내부응력의 작용으로 억제되며 따라서 공진저항은 증가하게 된다. 1축압력이 감소할 때 공진저항의 변화가 리력특성을 나타내는것은 압전사기재료의 비토크성적성질에 의하여 잔류변형이 존재하기때문이다.[2]

맺는 말

1축압력이 작용할 때 볼트조임형압전진동자의 공진주파수, 유효전기력학결합결수, 공진저항은 리력특성을 가진다. 리력특성의 기본원인은 압전사기재료의 비토크성적성질에 기인된다.

참고 문헌

[1] 김일성종합대학학보 물리학, 64, 2, 17, 주체107(2018).

[2] 水野 衛; 塑性と加工, 55, 266, 2011.

The Influence of Unity Axis Pressure on the Character of Bolt Clamp Type Piezoelectric Vibrator

Ju Kwang Ho, Cha Kyong Chol

We experimentally found that the character of bolt clamp type piezoelectric vibrator exhibited hysteresis with unity axis pressure and explained the cause on the unelastic property.

Key words: bolt clamp type piezoelectric vibrator, unity axis pressure, hysteresis