

## 박형 회전 초음파모터의 설계

정성수, 박태곤  
창원대학교

### Design of a rotary type thin ultrasonic motor

Seong-Su Jeong, Tae-Gone Park  
Changwon National Univ.

**Abstract :** In this study, novel structured thin ultrasonic rotary motor has been proposed. Ultrasonic motors are based on an elliptical motion on the surface of elastic body. ATILA ver. 5.2.4 was used for optimizing stator. The motor was fabricated by using designed stator. And characteristics of the motor were compared with simulated results. When the motor was fabricated with these results, 935[rpm] speed was obtain by input voltage of 25[Vrms] at 93.5[khz].

**Key Words :** Ultrasonic Motor, FEM, ATILA

#### 1. 서론

초음파모터는 일반적인 전자기 모터에 비하여 소형경량이고, 구조가 간단하며 소음이 적고, 저속에서 고 토크를 얻을 수 있으며, 다양한 형태로의 이용이 가능하다. 또한 전자기 노이즈를 발생시키지 않으며 전자기 노이즈에 영향을 받지 않는다. 접착력에 의해 구동되므로 강한 정지토크를 지니고 있어 별도의 제동원이 필요치 않으며 응답속도가 매우 빠른 장점을 가진다. 이러한 특성에 의해 저속, 고 토크의 초음파모터로서 카메라 포커싱이나 공작 기계이송용으로서의 연구가 진행 중이다.[1][2][3]

본 논문에서는 카메라 포커싱에 적용할 수 있는 두께가 얇은 형태인 새로운 초음파 모터를 제안하였다. 유한요소 해석프로그램을 이용하여 변위의 형태를 해석하였고 초음파모터를 직접 제작하여 실험을 통해 특성을 측정하였다.

#### 2. 실험

그림 1은 초음파모터의 제작 과정을 보여준다.

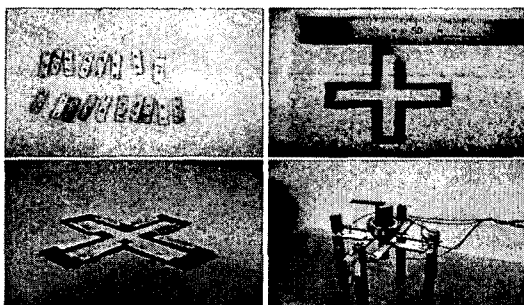


그림 1. 초음파모터의 제작.

두께 0.5[mm]의 압전 세라믹을 다이아몬드 커터를 이용

하여 가공하고, 두께 0.2[mm]의 Brass를 가공하여 에폭시 접착제를 이용하여 접합한 후 전원선을 연결하였다.

그림 2에서는 압전 세라믹의 분극방향과 인가전압을 확인할 수 있고, 인가전압이 sin과 cos으로 가해져서 로터와의 접촉점인 A, B, C, D 각 네 지점에서 시간에 따른 타원변위의 타점을 확인할 수 있다.

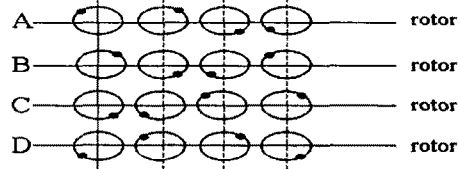
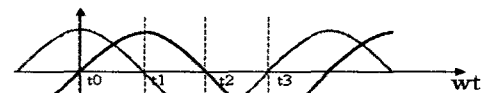
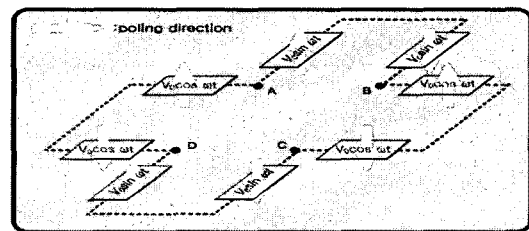


그림 2. 압전 세라믹의 분극방향 및 인가전압에 따른 타원변위

각 타점에서 타원변위가 발생하며 그 변위는 sin파와 cos파의 입력전압에 의해서 네 지점의 타점이 순차적으로 로터에 접촉하여 회전하는 원리를 이용하며, sin파와 cos파를 반대로 가하였을 경우에는 회전방향도 바뀐다.[4][5]

그림 3은 어드미턴스 특성곡선이다. 약 92[Khz]대역에서 공진과 반 공진 특성을 보인다.

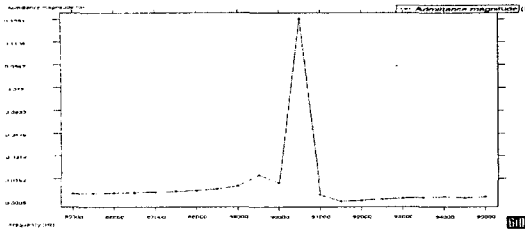


그림 3. 어드미턴스 특성곡선.

제작된 초음파모터의 특성을 측정하기 위한 장비의 모습을 그림 4에서 보여준다. 주파수발생기(Agilent社, 33120A)에서 모터의 공진주파수인 sin파를 Phase shift를 이용하여 90도 위상차를 가지는 cos파로 만들어 각각의 정현파를 Power amplifier(NF社, HSA4051)를 이용하여 증폭하여 모터에 인가하였다.

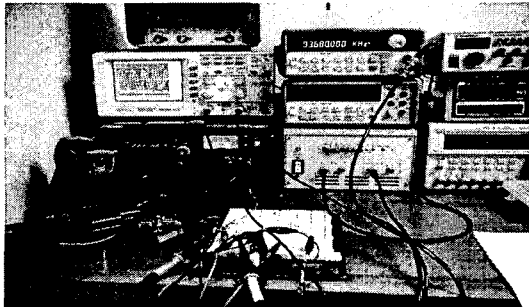


그림 4. 초음파모터의 특성측정.

### 3. 실험 및 고찰

모터에 인가되는 주파수와 전압의 변화에 따른 모터의 속도와 토크를 측정하였다. 그림 5는 입력전압에 따른 속도특성을 보여준다. 비교적 선형적인 속도특성을 보였으며 25[Vrms]에서 약 940[rpm]를 보였다.

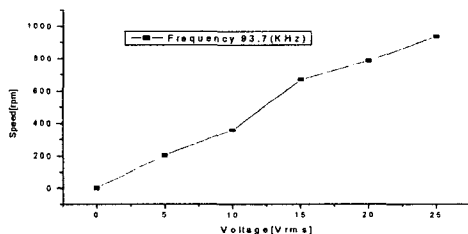


그림 5. 입력전압의 변화에 따른 속도특성.

초음파모터의 특성상 구속조건에 따라서 공진주파수와 변위가 크게 바뀌는 것을 그림 6에서 보여준다. 고정시키지 않았을 때가 가장 큰 변위를 보였고, 중앙부분 고정과 라인의 고정 순으로 큰 변위가 나타났다.

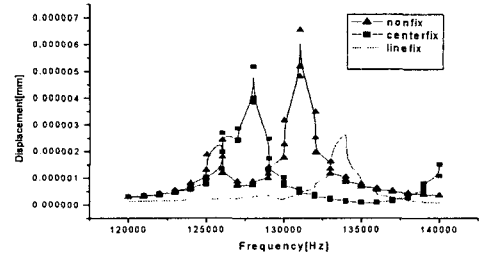


그림 6. 구속조건에 따른 주파수 및 변위 특성.

그림 7은 인가전압에 따른 토크특성을 보여준다. 낮은 전압에서는 아주 낮은 토크를 보였고, 16[Vrms] - 10[gfcm]에서 30[Vrms] - 24[gfcm]가 측정 되었다.

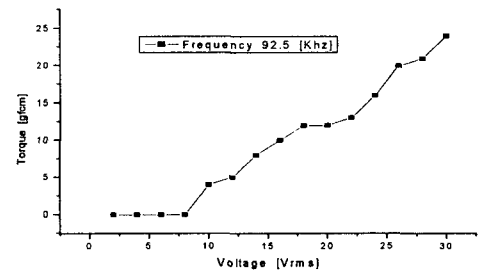


그림 7. 입력전압에 따른 토크특성.

### 4. 결론

본 연구에서는 구조가 간단하고 얇은 두께의 초음파모터를 제안하였다. 유한요소해석을 통하여 타원변위등의 구동특성을 해석하고, 모터를 제작하여 특성을 측정하였다. 전압과 속도는 선형적인 증가를 보였고 전압변화에 따른 토크는 30[Vrms]에서 약 24[gfcm]를 나타내었다.

구속조건에 따라 특성변화가 많이 나타나므로 정확하고 안정된 고정이 요구되며 마찰에 따른 속도 및 토크의 저하를 보상하기위한 연구가 필요할 것으로 사료된다.

### 참고 문헌

- [1] 박태곤, 김명호, "압전세라믹 리니어 모터의 동작원리와 응용", 전기전자재료학회지, 14권, 4호, p. 8, 2001.
- [2] T. G. Park, B. J. Kim, M. H. Kim, and K. Uchino, "characteristics of the first longitudinal-fourth bending mode linear ultrasonic motors", J.J.A.P., Vol. 45, No. 9B, p. 7139, 2002
- [3] Mats Bexell, Stefan Johansson, "Microassembly of a Piezoelectric Miniature Motor", Journal of Electroceramics, Vol. 3:1, pp.73-83, 1999.
- [4] 정현호, "Cross형 스테이터를 가진 초음파 회전 모터의 특성연구" p. 31-38, 2005.
- [5] Hyueoung woo Kim, Shuxiang Dong, Pitak Laoratanakul, Kenji Uchino and Tae gone Park, "Novel Method for Driving the Ultrasonic Motor", IEEE, vol 49, No 10, pp1356-1362, 2002.