

박형 초음파 모터의 특성 연구

정성수, 박대근
창원대학교

A study on driving characteristics of 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, 860[rpm] speed was obtain by input voltage of 16[Vrms] at 92.5[kHz].

1. 서 론

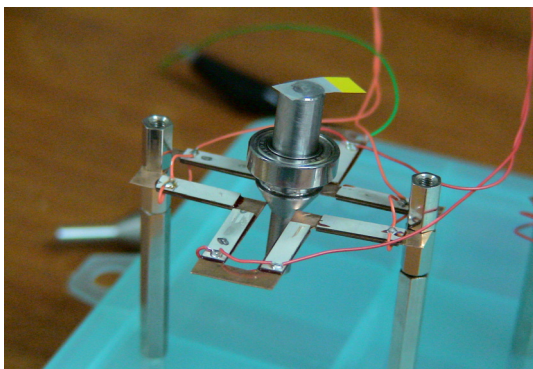
압전세라믹 기술의 급속한 발전과 함께 압전세라믹을 이용한 초음파 모터의 개발이 급속하게 이뤄지고 있다. 압전세라믹의 초음파 진동을 이용하여 회전자와 고정자의 마찰력을 이용하여 기계적인 출력을 얻는 초음파모터는 기존의 전자식 모터에 비해 여러 가지 장점을 가지고 있다 [1][2]. 초음파 진동자의 에너지 밀도가 높기 때문에 소형, 경량이고 권선을 필요치 않기 때문에 구조가 간단하며, 효율이 높고 응답성이 좋으며 높은 제어성과 저속, 고 토크의 장점을 갖는다. 최근 고 토크의 초음파모터로서 카메라 포커싱이나 공작기계 이송용으로서의 활용가능성을 제시하고 있다.[3][4]

본 논문에서는 간단한 구조를 가지면서 고 효율, 고 토크를 낼 수 있는 얇은 두께를 갖는 초음파 모터를 제안하였다. 탄성체와 압전세라믹에 각각의 변수를 주어 속도, 토크, 효율 등의 특성을 실험하였다.

2. 실험

2.1 구조

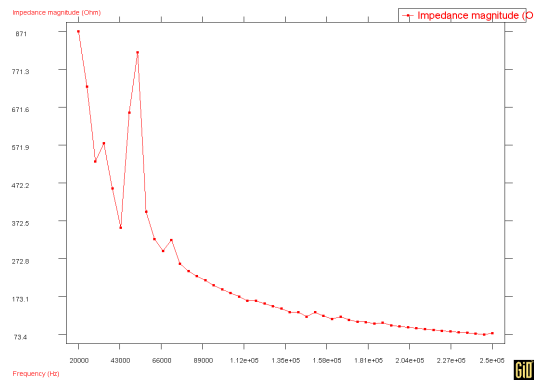
본 연구에서 고안한 박형 초음파모터의 구조는 그림 1과 같다. 얇은 Brass를 그림과 같이 제작하고 그 윗면과 아랫면에 각각 압전세라믹을 부착한 형태이다. Brass의 두께는 0.2[mm]이고, 압전세라믹의 두께는 0.5[mm]이다. 부착된 세라믹에 공진주파수의 전압을 인가하면 탄성체의 중심부의 모서리에서 타원궤적이 발생하여 로터를 회전시킨다. 압전세라믹 각각의 분극방향과 인가전압의 위상을 sin과 cos과로 인가하여 네 곳 모서리에서의 타원변위가 순차적으로 발생하여 로터를 회전시키게 된다.[5][6]



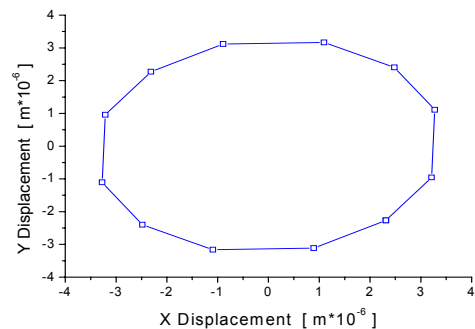
<그림 1> Thin type 초음파모터

2.2 유한요소해석

설계한 모형을 바탕으로 유한요소해석 프로그램인 ATILA를 이용하여 액추에이터용 PZT8과 탄성체 Brass의 재료를 적용하여 해석하였다. 먼저 임피던스 특성을 그림 2에서 확인 할 수 있다. 변위해석의 결과는 그림 3에서 보듯이 타원변위를 보였으며, 최저 임피던스를 보이는 공진점 보다 조금 낮은 주파수 대역에서 큰 타원변위를 보였다.



<그림 2> 임피던스 특성곡선



<그림 3> 유한요소해석에 의한 탄성체의 변위

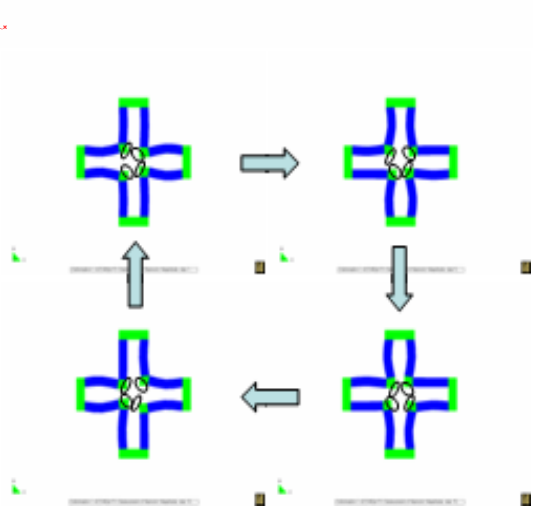
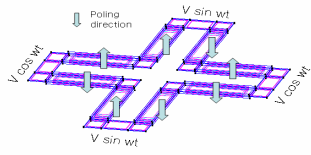
로터에 접촉하여 변위를 전달하는 점은 중앙의 네 점을 통하여 각각 전달되며 네 곳 지점의 타원변위 형상과 각 타점의 타원변위의 순차적 발생을 그림 4에서 확인할 수 있다. 각 지점에서 큰 변위와 순차적 타원 변위를 얻기 위하여 분극방향과 인가전압을 sin, cos으로 달리 주었다.

그림 5는 인가전압의 변화에 따른 속도 특성을 보여준다. 전압은 2[Vrms]에서 12[Vrms]까지 2볼트 씩 증가 시켜 실험 하였으며 50[rpm]에서 1000[rpm]이상 까지 비교적 선형적인 증가를 보였으나 전압이 높아질수록 불안정한 회전속도 특성을 보였다.

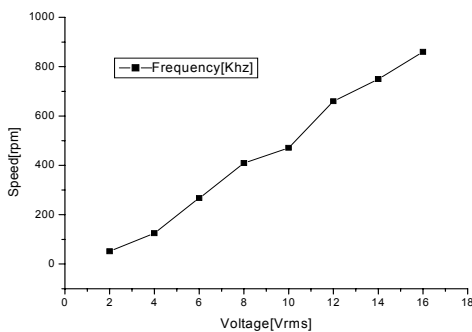
주파수를 약 80[Khz]에서 100[Khz]까지 변화 시키면서 속도 특성을 측정 한 것이 그림 6이다. 인가전압은 10[Vrms]로 주었고, 공진점과 반공진점에서 빠른 속도특성과 정방향과 역방향의 회전 특성을 동시에 보였다. 최고 속도를 보이는 지점은 93[Khz] 부근의 주파수 영역에서 약 500[rpm]이었다.

는 얇은 두께를 갖는 박형 초음파 모터 제안을 하였다. 유한요소해석을 통하여 타원변위를 구하고, 구동 특성을 예측하여 직접 초음파 모터를 제작하여 구동 특성을 측정한 결과 2[Vrms]의 낮은 전압에서도 50[rpm]을 넘는 빠른 속도 특성을 보였다. 가장 큰 속도는 16[Vrms]에서 약 1100[rpm]의 속도를 보였고, 주파수는 약 92.5[Khz]이었다. 전압변화에 따른 속도 특성은 비교적 선형적인 증가를 보였고, 해석에서 보이는 공진점과 반 공진점보다 조금 낮은 주파수대역에서 높은 속도특성을 보임을 확인하였다.

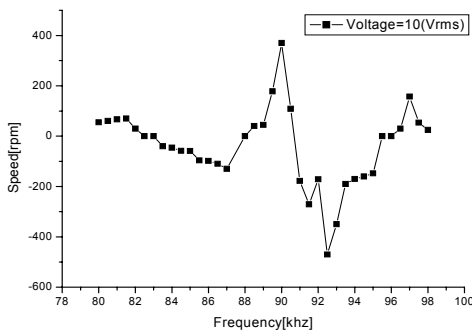
이상의 결과를 바탕으로 하였을 때 박형 초음파모터는 로터부분인 중앙부분을 빈 공간으로 활용하여 카메라 줌 렌즈에 활용이 가능함을 확인하였고, 스테이터와 로터의 접촉부의 마모를 줄이기 위한 탄성체의 재질의 연구가 계속되어야 할 것으로 보이며 스테이터의 고정애 따른 초음파모터의 특성변화에도 보다 많은 연구가 필요할 것으로 사료된다.



〈그림 4〉 인가전압과 분극방향에 따른 로터 접촉점의 타원변위 형상



〈그림 5〉 인가전압의 변화에 따른 속도 특성



〈그림 6〉 주파수 속도

3. 결 론

본 연구에서는 간단한 구조를 가지면서 고 효율, 고 토크를 낼 수 있

【참 고 문 헌】

- [1] 박태근, 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.
- [6] Chiharu Kusakabe, Yoshiro Tomikawa, Sadayuki Takahashi and Takehiro Takano, “Effect of Pressing Force Applied to a Rotor on Disk-Type Ultrasonic Motor Driven by Self-Oscillation”, Jpn. J. Appl. Phys., Vol.37, pp.2966-2969, 1998.