

# 공진형 리니어 진동 모터에 관한 연구

## The Study on Resonance Type Linear Vibration Motor

김기범† · 김인수\* · 김영식\*

Ki-Bum Kim, In-Soo Kim and Yeung-Shik Kim

### 1. 서 론

터치 패널의 휴대폰에서 진동기능은 매너모드를 위한 기능과 터치감으로 진동을 전달하는 햅틱 기능 구현을 위해 빈번히 사용되고 있다.<sup>[1]</sup> 휴대폰 진동 모터는 코인 타입, 바 타입, 리니어 타입의 3가지가 사용되고 있는데 코인 타입과 바 타입 진동모터는 편심회전을 이용하여 진동을 발생하므로 구조가 복잡하고 마모 때문에 제품 수명도 짧을 뿐만 아니라 응답속도도 늦다. 반면 리니어 타입은 전자기력에 의한 공진형 상하구동으로 전력소모가 적을 뿐만 아니라 빠른 응답속도를 보인다.<sup>[2]</sup>

본 논문에서는 기존에 개발된 리니어 진동모터의 문제점을 보완한 새로운 진동모터를 기술하고 강도 및 진동성능이 실용화에 충분한지를 예측하기 위한 해석과 실험을 실시한다.

### 2. 진동모터의 해석 및 실험

#### 2.1 진동모터의 구조해석

Fig. 1은 본 연구에서 개발한 진동모터로 중앙부에 샤프트 기능을 하는 코어가 장착되고 외경으로 코일이 안착되어 고정된다. 코일과 대향하여 마그넷이 장착되고 자로 형성을 위해 요크가 구성된다. 스프링은 외주연이 케이스에 고정이 되고 내측 링형상의 4점이 요크와 용접되는 구조이다. 요크의 외주연으로 고비중 진동자가 결합되어 진동력을 크게 한다. 하측 기판에 사인파가 공급되면 코일의 전자기극성이 교번되어 진동체를 상하로 움직여주며 판스프링의 공진점에서 진동량이 최대화된다.

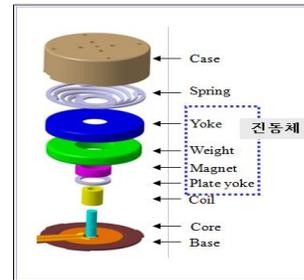


Fig. 1. Schematic of linear vibration motor

판 스프링은 리니어 진동 모터에서 중요 부품의 하나로서 재료의 두께, Arm부의 폭, 열처리 조건 등에 따라 공진주파수가 달라지므로 제작에 상당한 주의가 요구된다. 본 연구에서는 판스프링을 설계한 후 판스프링의 내구성을 예측하기 위해 응력해석을 실시한다.

Fig. 2(a)는 응력해석을 위한 스프링의 모델링으로 내측 링형상의 4점이 요크에 고정된다. Fig. 2(b)는 요크가 0.7mm 움직일 때 나타나는 등가 응력 분포로 스프링부의 시작부분에 최고 810Mpa의 응력이 발생하는 것을 알 수 있으며, 냉간 압연 SUS의 경우 항복응력이 1140Mpa이므로 강도에 문제가 없음을 알 수 있다.

#### 2.2 전자기력 해석 및 진동 해석

진동모터가 충분한 진동력을 발생시킬 수 있는지를 검증하기 위해 전자기력 해석을 수행하였다. 코일에 80mA의 전류를 가했을 때 자속밀도 분포는 Fig. 3(a)와 같고 전자기력은 Fig. 3(b)에 보인 바와 같이 0.39N이 발생하므로 진동모터에 충분한 구동력을 제공할 수 있다.

인체가 느끼는 체감진동의 민감도를 고려하여 175Hz를 리니어 진동모터의 고유 진동수로 정하였고 Fig.4와 같이 실제 구동되는 부품들의 조합으로

† 교신저자; 정회원, 교신저자 금오공과대학교 기전공학과  
E-mail : kibum\_kim@kumoh.ac.kr

Tel : (054)478-7365, Fax : (054)478-7319

\* 금오공과대학교 기전공학과

모우드 해석을 수행한 결과 Fig. 5와 같이 설계치를 만족함을 확인할 수 있다.

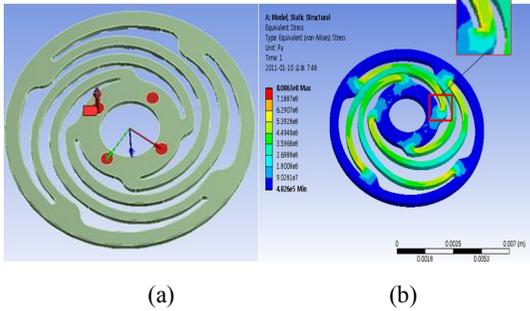


Fig. 2. Modeling and structural analysis of spring

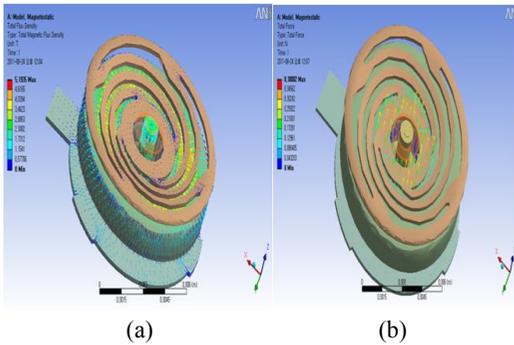


Fig. 3. Flux density and electromagnetic force

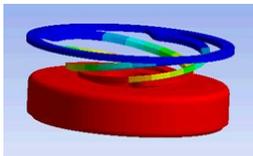


Fig. 4. Assembled parts for dynamic analysis

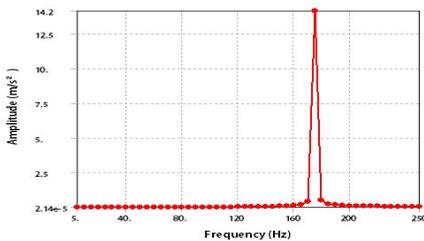


Fig. 5. Response Spectrum to harmonic excitation

### 2.3 구동실험

Fig. 6에 보인 바와 같이 리니어 진동모터를 설계

및 제작하였고 진동모터 전용 실험장비 (BK1027DAQ)를 이용하여 구동실험을 수행하였다. 제작된 진동모터의 주요 사양은 진동량 1.4g, 상승시간 15msec, 하강시간 35msec, 고유진동수 177Hz (Fig. 7참조), 소비전력 70mA이하, 소음 23dB로 측정되었다. 고유진동수에서의 2Hz정도의 오차는 진동모터의 조립과정에서 레이저용접부의 강성 증가로 인한 것으로 사료된다.



Fig. 6. Prototype of linear vibration motor

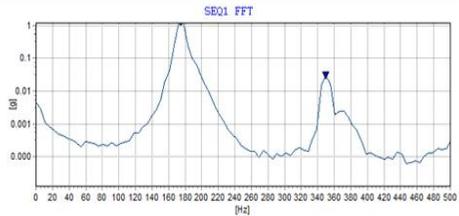


Fig. 7. Frequency response to random signal

### 3. 결 론

유한요소법에 기초하여 리니어 진동모터의 응력 해석, 전자기력 해석 및 모우드해석을 수행하였고 이를 기초로 휴대폰용 리니어 진동모터를 설계 제작하였다. 개발된 진동모터의 저소음, 고속응답 특성은 구동실험을 통해 확인 할 수 있었다.

### 참 고 문 헌

(1) Shi-Uk Chung, Gun-Yong Hwang and Sang-Moon Hwang, 2002, "Development of Brushless and Sensorless Vibration Motor Used for Mobile Phone", IEEE Transactions on Magnetics, Vol.38, No.5, pp.3000~3002.

(2) 신태명 등, 2003, "휴대폰용 일체형 음향 및 진동 발생장치 개발을 위한 연구", 한국소음진동공학 논문집, 제13권, 제11호, pp. 875~881.