

휴대폰 카메라용 볼베어링 타입 OIS 액추에이터의 개발

Development of Ball-Bearing type OIS Actuator for Mobile Phone Camera

손동훈† · 백현우* · 송명규* · 박노철* · 박영필* · 박경수* · 임수철** · 박재혁**

Dong-Hun Son, Hyun-Woo Baek, Myeong-Gyu Song, No-Cheol Park, Young-Pil Park, Kyoung-Su Park, Soo-Cheol Lim and Jae-Hyuk Park

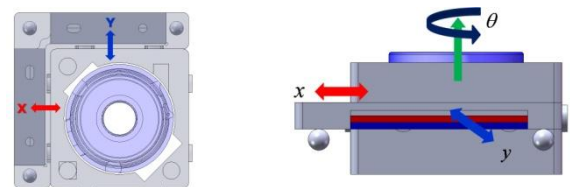
1. 서론

최근 들어 고화질 휴대폰 카메라에 대한 시장의 수요가 증가함에 따라 더 높은 수준의 이미지 해상도와 성능의 향상이 요구되고 있다. 휴대폰 카메라의 고화질을 달성하기 위해 해상도는 수백만 픽셀로 증가되었지만 이미지 센서의 전체 크기는 일정하기 때문에 픽셀의 크기는 줄어들어왔다. 픽셀의 크기가 작아질수록 촬영 시 초점이 맞지 않거나 손떨림에 의한 흔들림이 발생할 때 화질이 저하될 확률은 증가한다. 따라서 휴대폰 카메라에는 촬영자의 손떨림에 의한 화질 저하를 보상할 수 있는 Optical Image Stabilization(OIS)이 필요하다. 그동안 OIS 는 디지털 카메라와 캠코더의 일부 제품에 적용되어 왔으며 현재 휴대폰 카메라에 적용하기 위한 연구가 진행되고 있다. Piezoelectric Bimorph Bending Actuator를 이용한 초소형 OIS 에 대한 연구가 이루어졌고[1] Genetic Algorithm 을 이용한 OIS 최적 설계 및 시뮬레이션[2] 그리고 최적화된 설계를 제작하여 실험한 연구[3] 2 축 선형 운동을 병렬 메커니즘으로 최적화한 연구도 시행되었다[4].

본 논문에서는 휴대폰에 탑재가 가능한 볼베어링 타입의 OIS 액추에이터가 연구되었다. OIS 액추에이터를 휴대폰에 탑재하기 위해서는 적은 에너지 소비와 저렴한 단가가 요구된다. 따라서 OIS 액추에이터에 적용될 만한 여러 가지 구동방식 중에 구동전압이 낮고 성능이 좋으며 단가가 저렴한 Voice Coil Actuator(VCA)를 선택하였다. 또한 구동성능을 향상하기 위해 코일 요크를 제거한 전자기회로를 설계하였고, OIS 구현을 위한 3 축 평면운동 메커니즘을 설계하여 OIS 를 구현하였다. 끝으로 최적화된 모듈을 제작하여 실험한 연구를 통해 시뮬레이션 결과와 실제 구동성능을 비교하여 평가하였다.

2. OIS 구현 방식 및 운동 메커니즘 설계

OIS 는 광학 부품의 일부를 기계적으로 움직여서 광 경로를 바꾸어 흔들림을 보정하는 기능이다. 일반적으로 통용되는 OIS 구현 방식에는 렌즈 일부를 움직여 보정하는 방식과 이미지 센서를 움직여 보정하는 방식이 있는데, 이미지 센서 구동방식은 이미지 센서에 기계적 진동과 코일 발열이 지속적으로 가해지고, 센서 배선이 움직임을 방해하는 문제가 있어서 휴대폰 카메라에는 렌즈 구동방식이 적합하다. 또한 이미 휴대폰 카메라에는 자동초점(AF) 기능이 포함되어 있기 때문에 한정된 부피에 AF 와 OIS 기능을 함께 구현하기 위해 렌즈의 일부가 아니라 기존의 AF 모듈 전체를 움직여 OIS 기능을 구현하였다. 따라서 결과적으로 AF 모듈이 목표 가동부가 된다. 본 논문에서는 그림 1 과 같이 3 축 평면운동을 기본 메커니즘으로 구동하는 액추에이터가 설계되었다. 이 방식은 고정부와 가동부 사이에 마찰이 존재하므로 마찰을 줄이기 위해 고정부와 가동부 사이에 볼베어링을 삽입하여 보다 용이한 구동이 가능하게 하였다. 또한, 자석과 요크 간의 인력(Virtual Force)을 줄여 구동성능을 향상하기 위해 그림 2 와 같이 코일 요크를 제거한 자기회로를 구성하여 코일 요크의 유무에 따른 결과를 비교하여 분석하였다.



(a) 평면도 (b) 측면도
그림 1. 3 축 평면 구동 메커니즘

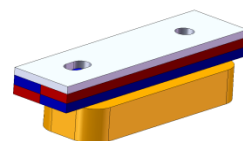


그림 2. 전자기 회로

† 연세대학교 기계공학과

E-mail : suengh@yonsei.ac.kr

Tel : (02)2123-3847, Fax : (02)365-8460

* 연세대학교 기계공학과

** (주)삼성전기

3. 시제품 제작 및 실험

그림 3 은 제작된 시제품의 사진이며 그림 4 는 요크를 제거하여 설계한 볼베어링 타입 액추에이터의 주파수응답특성 그래프이다. 그래프의 점선과 실선은 각각 실험과 시뮬레이션의 결과를 의미한다. 그러나 액추에이터의 실제구동범위는 설계된 최대구동범위(0.5mm)보다 크다. 이로 인해 구동 시 고정부 벽면에 충돌하는 문제가 발생하였고, 저주파에서 신뢰할 수 없는 결과치가 도출되었다. 따라서 저주파에서는 시뮬레이션의 결과를 신뢰하여, 이를 통해 시스템을 이해하였다. 이 계에서 변위 $x(t)$ 를 발생시키는 데 요구되는 힘 F 는 $F = m\ddot{x} + c\dot{x}$ 이다. 진동수 ω 그리고 진폭 X 를 갖는 조화운동 $x(t) = X \sin \omega t$ 에 대해 힘 F 는 아래와 같이 정의된다.

$$F(t) = -m\omega^2 x \pm c\omega \sqrt{X^2 - x^2}$$

한편, 그림 5 는 코일 요크를 제거한 시스템의 구동 성능이 얼마나 향상되었는가를 알아보기 위해 코일 요크를 보유한 시스템과 제거한 시스템의 히스테리시스를 비교한 그래프이다. 두 가지 타입의 액추에이터 모두 0.5mm 를 구동하였으나 요크를 제거한 시스템은 보유한 시스템에 비해 입력전압이 5 분의 1 수준으로 감소되었다. 표 1 은 구동성능을 결정하는 주요 변수를 비교한 차트이다. 요크를 제거한 시스템의 AC 감도는 요크를 보유했을 때에 비해 떨어졌으나 수평방향으로의 구동을 방해하는 Virtual Force 와 이에 따른 마찰계수가 작아졌고, 이로 인해 성능이 향상되었음을 판단할 수 있다.



그림 3. 제작된 시제품

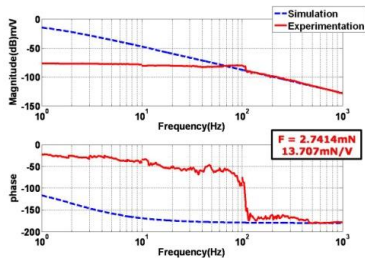


그림 4. 시제품의 주파수응답함수

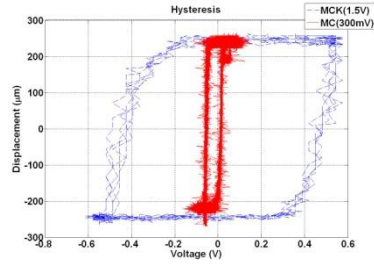


그림 5. 히스테리시스 비교

표 1. 시스템의 구동성능 비교

코일 요크	마찰계수	감쇠계수	AC 감도	F(Virtual)
有 (MCK)	0.2024	7.6316	35.74	73.358mN
無 (MC)	0.1189	1.0052	29.42	0.6824mN

4. 결론

본 논문에서는 VCA 를 사용한 방식의 휴대폰 카메라 모듈을 설계하였다. 본 논문에서는 구동성능을 향상하기 위해 요크를 제거한 액추에이터를 설계하였고, 실험을 통해 이를 검증하였다. 설계된 액추에이터는 휴대폰 카메라 모듈에 적용 가능한 크기이며, 기존의 AF 장치와 호환성을 염두에 두고 설계하여 AF 와 OIS 기능을 모두 구현하는 데 문제가 없다.

참고 문헌

- (1) P. Kauhanen, J. Rouvinen, 2006. "Actuator for miniature Optical Image Stabilizer", 10th International Conference on New Actuators.
- (2) C. W. Chiu., C. P. Chao., and D. Y. Wu, "Optimal Design of Magnetically Actuated Optical Image Stabilizer Mechanism for Cameras in Mobile Phones via Genetic Algorithm", IEEE Transactions on Magnetics, Vol. 43, No. 6, pp. 2582 - 2584
- (3) C. W. Chiu., C. P. Chao, Y. Y. Kao, F. K. Young, 2008. "Optimal Design and Experimental Verification of a Magnetically Actuated Optical Image Stabilization System for Cameras in Mobile Phones", Journal of Applied Physics 103
- (4) 백현우, 허영준, 송명규, 박노철, 박영필, 박경수, 임수철, 박재혁, 2008. "손떨림 보정을 위한 OIS액추에이터 개발", 한국소음진동공학회 2008년 추계학술대회논문집. pp. 509~511