

휴대전화기 카메라의 자동초점 기능을 위한 보이스 코일형 Actuator의 설계

정인성, 서정무, 허진, 성하경, 김양식*
전자부품연구원 지능메카트로닉스연구센터, (주)씨티전자*

Design of a Voice Coil Type Actuator for Auto Focusing Module of Mobile Phone Camera

In-Soung Jung, Jung-Moo Seo, Jin Hur, Ha-Gyeong Sung, Yang-Sik Kim*
Intelligent Mechatronics Research Center KETI, CT-Electronics Co.*

Abstract - This paper presents the design and fabrication results of a voice coil type actuator for auto focusing(AF) functional module of mobile phone cameras. Axisymmetric FEM and 3-dimensional FEM is used to analyze and design the actuator, and the performance is verified by fabrication and evaluation of it. The size of the fabricated 2M pixel AF module is 10.5×10.5×7.9mm, and the operating performance was satisfactory.

발 및 상용화가 이루어지고 있다. 휴대전화기 카메라 AF용 구동기로는 카메라의 크기적 제약으로 인하여 렌즈의 구동을 위한 Actuator로서 다양한 시도들이 이루어지고 있다. 주요하게는 보이스 코일 모터(VCM), 초소형 스테핑 모터, 선형 또는 회전형의 초음파 모터, 액체 렌즈 등이 시도되고 있으며, 그림 1은 이러한 몇가지 사례들을 나타내고 있다. 수년간의 연구를 통하여 현재는 VCM이 AF용 Actuator로서 가장 널리 상용화되고 있다.

1. 서론

2000년 들어 처음으로 휴대폰 탑재형 카메라 모듈이 출시된 이후, 휴대폰 탑재용 카메라 모듈은 해상도의 증대라는 기술적 이슈를 위주로 급격히 발전하여 왔다. 그 후 해상도가 Mega급으로 대중화된 이후에는 카메라 모듈의 소형화와 함께 기존 디지털 카메라의 고유 기능을 구현하면서 화질을 개선하는 방향으로 기술경쟁의 쟁점이 변화하게 되었다. 화질개선을 위하여 기존 단초점 모듈에서 탈피하여 피사체와의 거리에 따라 자동으로 초점을 변화시키는 자동초점(Auto Focusing, AF) 기능 및 기계적 셔터의 탑재 등이 시도되고 있으며, 더 나아가서는 광학줌(Optical Zoom) 기능의 탑재가 시도되고 있다 [1]-[3].

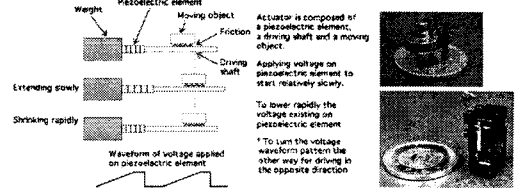
AF 또는 광학줌 기능을 위해서는 광학렌즈를 물리적으로 움직여야 하며, 이를 위하여 Actuator가 필요해진다. AF 기능구현을 위한 Actuator로서 보이스 코일형 모터, 초음파 모터, 스테핑 모터, 액체 렌즈 등 다양한 기술적 시도들이 진행되고 있다[4]-[6]. 본 논문에서는 AF 기능의 카메라 모듈 구현을 위하여 전자기형 Actuator의 일종인 보이스 코일형 Actuator를 설계한 내용을 다루고자 한다.

2. 본론

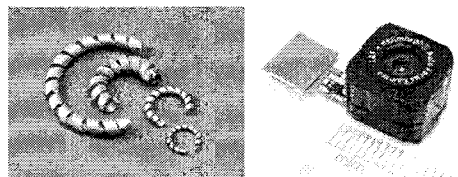
2.1 휴대전화기 AF용 Actuator의 연구동향

일반 디지털 카메라의 AF 기능은 주로 스테핑 모터에 의해 구현되고 있다. 대부분 광학줌 기능이 구현되어 있고 휴대전화기용에 비하여 크기적인 제약도 유리하므로 보통 광학줌 및 AF를 위하여 외경 6mm 내외의 스테핑 모터 2개가 사용되어지고 있다. 최근에는 디지털 카메라의 두께를 감소시키기 위하여 프리즘을 이용하여 빛의 경로를 90도 꺾은 이후에 내부에서 광학줌 및 AF 기능을 구현하는 이너줌(Inner-Zoom)구조로 많이 상용화되고 있다.

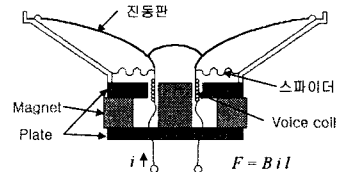
일반 디지털 카메라와 달리 휴대전화기용 카메라 모듈은 크기적인 제약이 심하게 된다. 때문에 보다 많은 체적을 요하는 광학줌의 상용화가 늦게 진행되고 있으며, 광학줌 기능보다는 접사시에 높은 화질을 구현할 수 있는 AF 기능만을 우선적으로 탑재하는 방향으로 기술개



(a) SIDM으로 명명된 압전 Actuator(日, 미놀타社)[4]



(b) Helimorph 방식의 압전 Actuator(英, 1-Limited)[6]



(c) 스피커에 적용되고 있는 VCM의 구동 원리

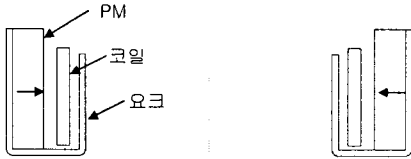
그림 1. 휴대전화기 AF 기능을 위한 각종 Actuator들

2.2 보이스 코일형 Actuator의 설계

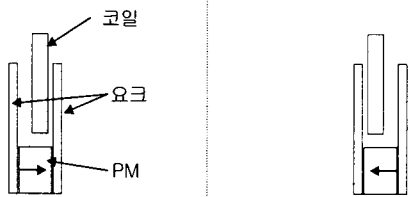
VCM은 스피커에 적용되고 있는 Moving Coil형 선형 Actuator의 일종으로서, 구조가 간단하고 발생력이 전류에 비례하여 선형적으로 발생하여 제어가 간단하며, 내환경성 및 내구성이 우수하다는 특성 등으로 인하여 초소형 AF 모듈의 구동기로의 적용 노력이 활발하다.

일본의 Sharp사에서는 그림 2(a)와 같이 "U"형 자성체 요크의 외측면에 방사방향으로 자화된 영구자석을 배치하고 그 사이에 코일체를 두는 구조로 AF 카메라 모듈용 구동기를 설계, 개발한 바 있다. 본 연구에서는 본 구

조의 성능을 분석하는 한편, 구조적으로 다른 몇 가지의 구조를 제안, 해석을 통하여 성능 및 제작성에서 우수한 구조를 도출하고자 하였다. 그림 2(b)는 새로이 고안된 구조들 중에서 상대적으로 우수한 특성을 나타냄으로서 최종 선택된 신규 구조를 나타내고 있다. 내측 및 외측에 링 형태의 두개의 자성요크를 가지고, 그 하단부에 방사방향으로 자화된 영구자석이 위치하여 자계를 형성하게 되며, 코일체는 상부의 공간에 위치하는 구조이다.



(a) Sharp社 VCM 구조



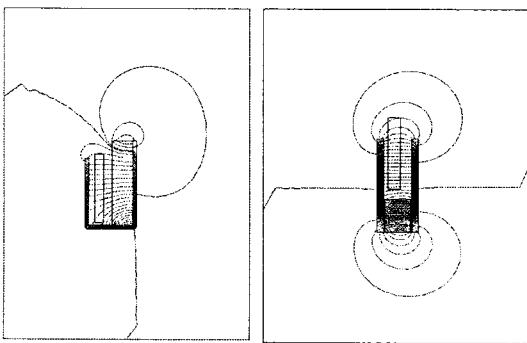
(b) 신규 설계된 VCM 구조

그림 2. AF 카메라 모듈용 VCM의 구조

2.3 보이스 코일형 Actuator의 해석

VCM은 원통형 구조를 가지고 있기 때문에 축대칭 모델로 해석이 가능하다. 따라서 초기설계를 위한 자계해석을 위하여 축대칭 3차원 유한요소법을 사용하였다.

그림 3은 Sharp社 및 신규 설계된 VCM의 자계해석 결과를 나타내고 있다. Sharp社 모델의 경우 영구자석이 한쪽에 부착되어 있기 때문에 자석이 부착된 요크의 아랫부분의 포화현상이 심하게 일어나는 현상이 나타나 이를 고려한 적절한 두께의 선정이 필요함을 알 수 있었으며, 제안된 모델의 경우에는 자속의 일부가 아랫부분으로 누설되는 현상이 나타났다.

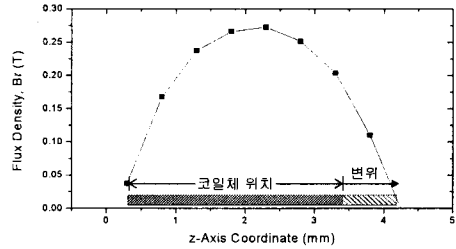


(a) Sharp社 모델 (b) 신규 설계된 모델

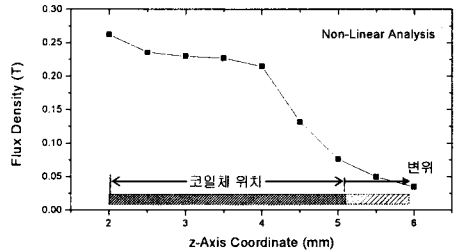
그림 3. VCM의 자계해석 결과 (등포텐셜도)

그림 4는 각 모델별로 코일체가 위치한 영역에서의 자속 밀도 분포를 고찰한 것으로서, 코일체 영역 및 코일체가 이동할 부분의 자속밀도 분포가 다소 차이를 보였다. 코일체를 이동시켜가면서 발생력을 해석해본 결과, Sharp社 모델의 경우 변위에 대하여 거의 일정한 발생력을 나타내었으며, 제안 모델의 경우에는 요크 바깥쪽에서의 변위에 따라 발생력이 약간씩 감소하는 결과를 나타내었

다. 15(AT)의 동일 기자력에서의 두 모델의 평균 추력은 Sharp社의 경우 84.4mN, 제안모델의 경우 93.5mN으로서 제안모델이 10% 정도 높은 추력을 나타내었다.



(a) Sharp社 모델



(b) 신규 설계된 모델

그림 4. 코일체가 위치한 부분의 자속밀도(Br) 분포

소형 고효율화를 위하여 영구자석은 잔류자속밀도가 1.3(T) 정도의 Nd 소결자석을 채용하였다. 본 자석은 이방성 자석으로서, 작은 크기의 Radial 이방화가 현실적으로 어렵기 때문에 제작시에는 평행방향으로 자화된 블록을 아크형으로 커팅하여 여러개의 segment를 부착하는 방식으로 진행하였다. 이에 따른 특성의 변화를 예측하기 위하여 다음과 같이 상용 프로그램의 일종인 Maxwell 3D를 이용하여 3차원 자계해석을 수행하였다. 해석결과 3분할 평행축자 모델에서는 분할로 인한 자석 체적의 감소 및 평행축자로 인한 자력감소 등으로 인하여 추력이 77.5mN으로 이상적 모델에 비하여 약 20% 낮게 나타났다. 그림 5는 제작성을 고려하여 설계된 VCM의 3차원 자계해석 모델을 나타내고 있으며, 그림 6은 3차원 자계해석 결과를 나타내고 있다.

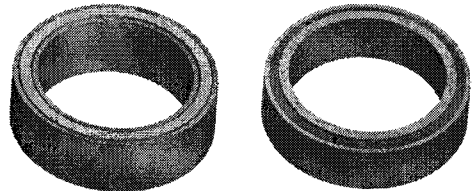
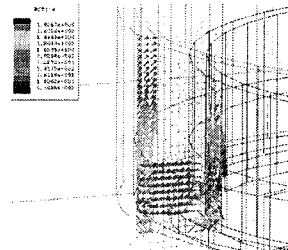


그림 5. 3분할 영구자석형 VCM의 3차원 해석모델



(a) Y-Z 평면상에서의 자속 벡터도

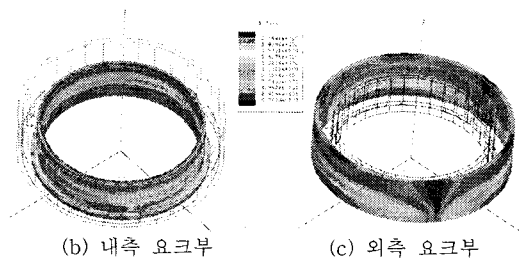


그림 6. 3분할 자석 VCM의 3차원 자계해석 결과

2.4 AF 모듈의 제작 및 평가

그림 7은 제작된 2M급 AF 모듈의 구성도를 나타내고 있다. AF 모듈은 크게 렌즈 Ass'y, VCM, 이동부의 지지구조 및 외부 기구물로 구성되어 있으며, 이동부의 지지를 위하여 본 AF 모듈에서는 판 스프링을 사용하였다.

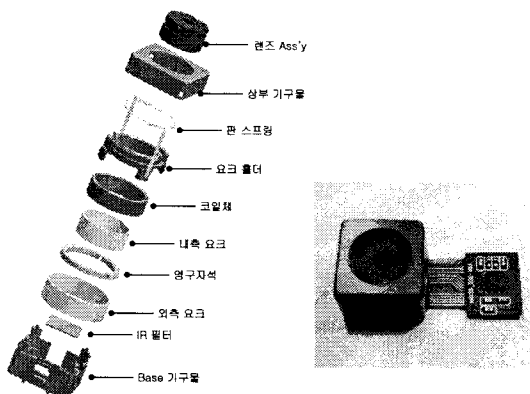
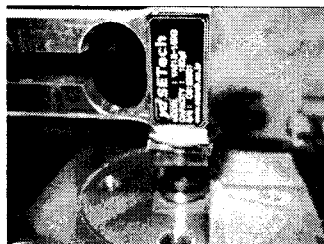


그림 7. AF 모듈의 구성도 및 외관(10.5*10.5*7.9)



(a) VCM의 발생력 측정장치 구성



(b) 로드셀을 이용한 발생력 측정부의 확대사진
그림 8. 제작된 AF 모듈의 VCM 발생력 측정장면

그림 8은 제작된 AF 모듈에서 VCM의 발생력을 측정하기 위하여 구성된 실험장치를 나타내고 있다. 발생력의 측정을 위하여 150(gf) 사양의 로드셀을 사용하였으며, 마그네트/요크부와 코일부의 동심을 확보하기 위한 2축 스테이지와 상대적인 변위를 조절하기 위한 단축 스테이지를 사용하여 측정을 진행하였다. 측정결과 3.0V에서 70mA의 전류가 인가되었으며, 이때 측정된 힘은 65.7mN이었다. 이는 해석치보다는 약 25% 낮은 수준으로서, 초소형 영구자석의 제작/조립 과정에서의 성능저하 및 측정 과정에서 발생하는 부분 접촉 등에 의한 측정오차가 중첩된 결과인 것으로 추정된다.

그림 9는 AF 모듈의 인가전압 대비 렌즈군의 변위에 대한 측정 결과를 나타낸다. 측정은 레이저 변위계로 진행하였으며, 전압을 증가시킬 때와 감소시킬 때의 두가지에 대하여 측정하여 변위의 히스테리시스 특성을 함께 분석하였다. 측정결과 최대 0.5mm 정도의 변위가 나타났으며, 히스테리시스 특성도 매우 양호하게 나타났다.

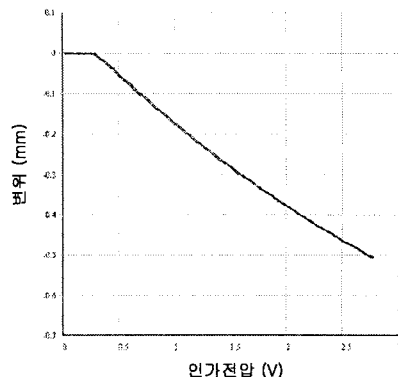


그림 9. AF 모듈의 인가전압 대비 변위 측정결과

3. 결 론

본 논문에서는 휴대전화기 카메라의 자동초점 기능구현을 위한 보이스 코일형 액츄에이터의 설계에 대하여 다루었다. 축대칭 3차원 및 3차원 수치해석을 통하여 보이스 코일형 Actuator를 해석/설계하였으며, 제작 및 성능평가를 통하여 성능을 확인하였다. 제작된 2M pixel급 AF 모듈의 크기는 10.5×10.5×7.9mm의 크기를 가지며, Actuator의 변위 특성에 대한 평가를 통하여 설계된 VCM이 AF 모듈의 성능 구현에 충분한 특성을 나타냄을 확인하였다.

본 연구는 산업자원부와 정보통신부에서 시행하는 E-0580사업에 의하여 수행된 성과이며, 관계부처에 감사드립니다.

[참 고 문 헌]

- [1] 전자부품연구원 & 중소기업진흥공단, "마이크로 모터의 기술동향", 소형모터 산업현황조사 보고서, pp. 6-21, 2005.
- [2] 和多田雅哉, "미리사이즈 전자액츄에이터의 연구개발동향", Techno-Frontier 모터기술심포지엄(日), D6-1, 2005.
- [3] 瀬和信吾, "고분자액츄에이터 연구개발의 현황", Techno-Frontier 모터기술심포지엄(日), D6-2, 2005.
- [4] 吉田龍一, "마이크로 줄 카메라 MZC의 개발", Techno-Frontier 모터기술심포지엄(日), 2003.
- [5] K. Furuichi, M. Watada, "Development of the milli-size actuator which is driven by the electromagnetic force", ICEM S proceedings, 2004.
- [6] www.llimited.com