
HVCM(Hybrid Voice Coil Motor) Actuator 적용을 통한 AUTO Focusing Camera Module 성능개선

권 태 권 , 김 영 길
아주대학교

HVCM (Hybrid Voice Coil Motor) Actuator apply performance improvement through the AUTO Focusing Camera Module

Tae-kwon Kwon", Young-kil Kim
Korea Ajou University
E-mail : kwontk@ajou.ac.kr

요 약

최근 출시되는 고사양의 Hand-phone에 적용되어진 Camera Module은 대부분 Auto Focusing기능이 탑재되어 있으며 Camera Module의 화소수가 높아지면서 좀 더 정밀하고 안정적인 AF구동제품이 소비자에 의해 요구되고 있다. 본 논문은 현재 출시되고 있는 Camera Module적용 VCM(Actuator)의 문제점인 Auto Focusing시 Lens 초점위치 및 Module 자세에 따른 해상도편차 발생으로 해상도 보증 및 안정된 Actuator 구동을 위해 개선된 구조의 Hybrid VCM을 제안한다.

ABSTRACT

The recently-released camera modules assembled into high-end handsets generally carry auto focusing function. The resolution size of the camera modules is getting higher, and customers demand more precise and stable auto focusing function. When auto focusing function is getting performed, the camera modules applied to VCM usually have the problems, which are an error of lens focusing position and resolution deviation according to the shift of one's position. For this reason, I propose Hybrid VCM that has an improved structure for a stable work of actuator and higher resolution level.

키워드

Auto Focusing, VCM, Actuator, Camera, Hand-Phone

1. 서 론

최근 출시되고 있는 고성능 스마트폰 및 피쳐 폰들은 여러 가지 멀티미디어 기능을 실장하여 출시되고 있다. 이 기능 중 Camera 기능은 화소수의 증가와 기술력의 향상으로 일반 디지털 카메라와 비교해도 손색없는 기능을 구현하게 되었으며 소비자 또한 다기능과 안정된 제품을 요구하게 되었다. 고성능 Camera가 실장된 대부분의 Hand-Phone에는 디지털 카메라와 동일한 Auto Focusing 기능이 실장되어 있으며 Auto Focusing 기능구현을 위해 Actuator가 적용되어 있다.

Actuator에는 구조와 구동방식에 따라 VCM, PIEZO, ENCODER로 나뉜다. VCM방식은 부피와 원가 측면에서 우수하나 렌즈 초점 위치에서 고정을 위해 작동시 전류를 계속 인가하여 전력 소모가 상대적으로 많이 들고 충격에 약하다는 단점이 있다. 본 논문에서는 VCM Actuator의 현재 자세에 따른 중력의 영향으로 Preload 변화량에 따라 구동특성에 영향을 주어 Non-AF 및 Auto Focusing 진행시 해상도 편차가 발생하는 문제를 개선할 수 있는 VCM 개선 구조를 제안하였다.

II. 본 론

1. VCM(Voice Coil Motor)구조 및 문제점

일반적으로 많이 사용되고 있는 VCM의 동작 원리는 그림 1.1과 같은 구조로 영구자석 자계의 자속 밀도와 코일에 흐르는 전류에 비례하는 힘이 자장 및 전류에 직각 방향으로 발생하여 Lens를 최적의 위치로 이동시킨다.

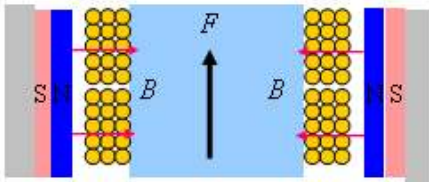


그림 1.1

Actuator의 회전에 의해 캠구조를 따라 상하 운동을 할 때 렌즈 틸트, 백래시, 외부충격과 흔들림에 의한 렌즈의 포커싱 상태 이탈 등이 발생하게 된다. 따라서 상하 운동시 흔들림 없이 안정적으로 작동시키기 위해 AF 모듈에 맞는 Preload를 가지는 Spring이 필요하다.

이 Spring을 이용하여 Lens를 정밀하게 안내하고 지지하며 휴대폰을 사용할 때 발생하는 충격력을 완충하여 렌즈를 보호하는 역할을 한다.

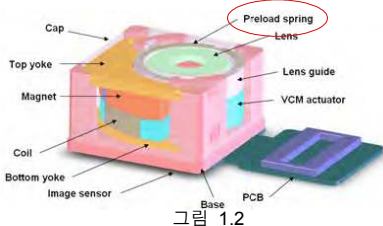
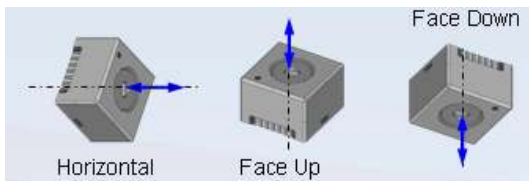


그림 1.2

그림 1.2 Spring의 설계는 Lens의 무게와 초기 구동전류를 감안하여 설계되며 이러한 설계를 바탕으로 정밀한 구동을 진행한다.



그러나 Spring이 충격력에 의해 영구 변형되었을 경우 구동 Tilt가 발생하여 상하 운동시 수직 방향이 아닌 대각선 방향으로 구동이탈이 되어 이미지의 좌우 또는 상하 해상도의 편차 발생이 가능하며 VCM의 자세차이로 인하여 중력의 방향이 변화했을 경우 구동부의 무게에 미세한 영향을 미쳐 상기에서 언급한 정밀한 운동을 수행할 수 없게 된다. Spring의 설계는 Lens가 제조공정기준인 Face UP방향 일때를 기준으로 설계 및 제작이 되기 때문에 실제 사용자가 사용가능한

방향인 Horizontal과 Face Down방향에서는 힘의 작용이 상이하므로 동일한 전류 인가시 구동특성이 달라진다. 이와 같은 이유로 인해 Spring의 상태 및 자세에 따라 동영상 촬영모드인 Non-AF 및 일반촬영 모드 AF진행시 Best 지점에서의 해상도 편차가 발생된다.

2. HVCM의 기본구조 및 동작원리

HVCM은 기본 VCM의 단점인 Spring에 의존된 구동특성과 자세차에 따른 변화를 개선하는 구조로 Coil과 영구자속사이에 Hall-Sensor를 실장하여 Lens의 위치정보를 확인하고 원하고자 하는 위치로 정확히 안내하는 피드백 구조(그림 2.1)이다.

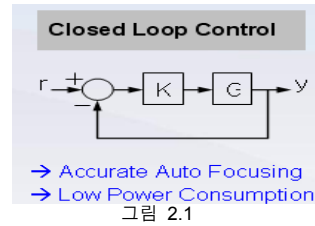


그림 2.1

그림 2.2의 구조와 같이 Spring지지 구조가 아닌 Magnet과 Yoke의 구조로 전류의 미인가시에도 Lens의 유동이 없으며 초기 Lens의 움직임으로 인한 구동시 Preload가 없으므로 저전력으로 구동이 가능하다. 또한 Hall-Sensor의 위치정보 수집으로 인하여 어느 상태에서도 원하고자 하는 위치로 Lens를 안내 할 수 있다.

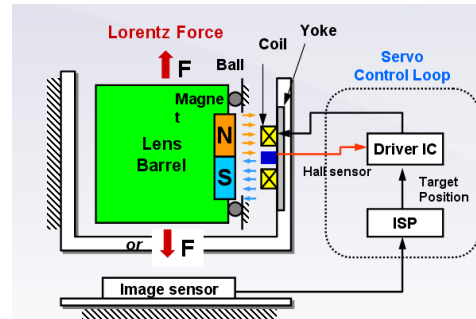
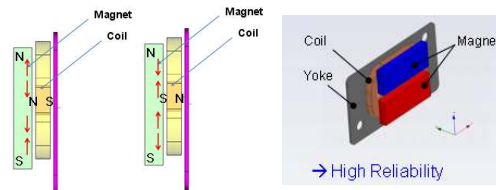


그림 2.2

자석의 자속방향과 코일의 자속방향의 불일치로 자석 상측은 척력이 하측은 인력이 발행하여 Lens를 이동시킨다. 이와 같은 원리로 Coil의 전류 방향이 바뀌면 반대방향으로 이동이 가능하기 때문에 기존 VCM의 상측방향 만의 이동보다 빠르고 정확하게 Lens를 위치시킬 수 있다.



Hall-Sensor의 원리는 Sensor에 걸리는 자속의 차이로 인해 미세 전류가 발생하며 그에 따른 전압으로 자석의 위치를 판단하여 피드백 함으로써 정확한 위치정보를 전달한다. 그림 2.3의 N/S가 동일하게 걸리는 지점이 중립지점으로 통상 Infinite가 '0'인 VCM과 차이가 있다.

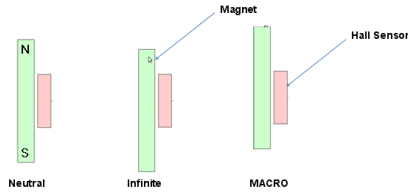
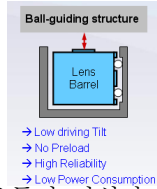


그림 2.3

이와 같은 구조로 Spring에 의한 Preload가 없으며 구동방향이 바뀌어도 Hall-Sensor의 위치정보를 수집하여 이동하기 때문에 VCM에서의 자세에 따른 Lens의 위치편차가 발생하지 않는다.



Lens가 상하 운동시 자석과 Yoke에 의한 측면 밀착으로 Ball을 이용하여 마찰시 유연하도록 구조되었다.

3. HVCM 평가 및 결과

HVCM은 Spring이 없으므로 Preload의 개념이 사라짐으로서 Spring 영구변형으로 인한 VCM의 특성변화를 원천 배제할 수 있다.

또한 제조공정상의 VCM방향과 상이한 방향으로 진행시 문제되는 자세변화율은 Lens의 위치변화를 피드백하기 때문에 자세 변화에 따른 Best해상도의 위치로 Lens를 이동시킬 수 있기 때문에 기존 VCM의 단점을 보완할 수 있다.

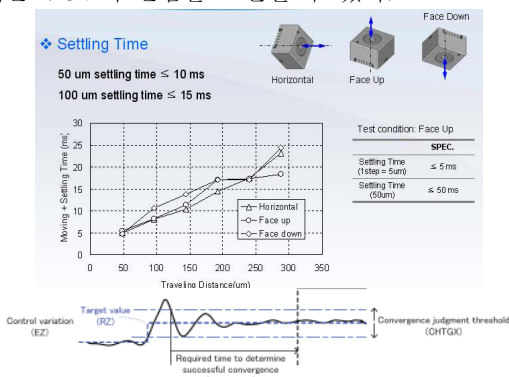


그림 3.1

HVCM의 자세에 따른 Setting Time은 Lens가 Infinity에서부터 Macro 위치로 이동하면서 수렴 구간을 Search하므로 Lens의 이동구간이 멀어질수록 Face Up의 자세 위치시 가장 짧은 시간으로 구간이동을 하였으며 다른 가능 자세에서도

중력의 미세한 영향에 의해 차이는 발생하였지만 그림 3.1과 같이 기준 Spec 50ms를 모두 만족하였다.

Direction	Image Position	VCM Module Resolution (SPL)					HVCM Module Resolution (SPL)				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Face UP	Left up	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
	Left down	950	1000	950	1000	1000	950	950	1000	1000	
	Right up	1000	1000	1000	1000	950	1000	1000	1000	1000	1000
	Right down	1000	1000	1000	1000	1000	1000	950	1000	1000	1000
	Center	1300	1300	1300	1300	1300	1300	1300	1300	1300	1300
Face Down	Left up	1000	1000	1000	950	1000	1000	1000	1000	1000	1000
	Left down	950	1000	950	950	1000	950	950	1000	1000	
	Right up	800	1000	1000	1000	950	1000	1000	1000	1000	1000
	Right down	900	1000	1000	1000	1000	1000	950	1000	1000	1000
	Center	1150	1150	1200	1300	1300	1300	1300	1300	1300	1300
Horizontal	Left up	1000	1000	1000	1050	1000	1000	1000	1000	1000	1000
	Left down	1000	1000	950	950	1000	950	950	1000	1000	1000
	Right up	950	1000	1000	1000	950	1000	1000	1000	1000	1000
	Right down	900	1000	1000	1000	1000	1000	950	1000	1000	1000
	Center	1300	1300	1300	1300	1300	1300	1300	1300	1300	1300

표 1- VCM과 HVCM의 자세별 해상도

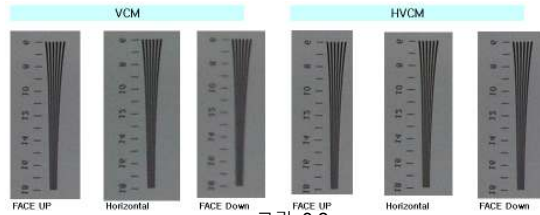


그림 3.2

자세에 따른 해상도 변화의 차이는 기존 VCM의 경우 Max 200本이 변화됨을 확인하였으며 표 1에서와 같이 HVCM의 경우 자세에 따른 해상도 변화는 발생되지 않음을 확인하였다.

4. HVCM과 VCM의 비교

Item	Hybrid	VCM
Driving Method	Electro-magnetic	Electro-magnetic
Optical center	2 Axis center	2 Axis center
Driving Performance		
Tilt	≤ 10 min	≤ 20 min
Resolution	≤ 5 um	≤ 3 um
Hysteresis	≤ 10 um	≤ 20 um
Position control	Closed-loop	Open-loop
Stroke	~100um Macro Possible (10cm) Super Macro Possible (3cm)	300um Macro Possible (10cm)
Power Consumption (infinity to Macro)	~50mW	110mW
Drop Reliability	High	Low
Sensor size	5M 1/3.2"	6M 1/3.2"

III. 결론

본 논문에서는 범용으로 사용되고 있는 VCM의 문제점인 구동틸트 및 자세차로 인한 해상도 편차를 개선 할 수 있는 HVCM의 구조를 제안하였다. 실험결과 자세에 따른 해상도 변화는 개선되었으며 보다 정밀한 Auto Focusing이 가능하였다. 추가 Hall-Sensor 주변의 자속성분을 가진 부품들의 영향으로 Hall-Sensor의 특성변화관련 검토가 필요할 것으로 예상된다.

참고문헌

[1] K. H. Kim, Small Form Factor VCM Actuator for Mobile Auto-Focusing Module
 [2] J.M. Park, The analysis design and operating characteristics of VCM actuator for auto focusing