

---

# VCM(Voice Coil Motor) Actuator변경구조를 통한 AUTO Focusing 카메라모듈 성능최적화

권태권\* · 김영길\*\*

Change the structure of VCM Actuator AUTO Focusing the camera module performance optimization through

Tae-kwon Kwon\* · Young-kil Kim\*\*

## 요 약

최근 출시되는 고사양의 Hand-phone에 적용되어진 Camera Module은 대부분 Auto Focusing기능이 탑재되어 있으며 Camera Module의 화소 수가 높아지면서 좀 더 정밀하고 안정적인 AF구동체질이 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 변경구조 VCM을 제안한다.

## ABSTRACT

Hand-phone in the recently released high-end applied to the Camera Module is equipped with the most features Auto Focusing Camera Module and much greater importance of the pixel count is much more precise and reliable AF-powered products are being demanded by consumers. This paper is available now apply the Camera Module VCM (Actuator) for Auto Focusing Lens focal point of the problem location and resolution of positional deviation occurs Module Warranty and stable resolution of the improved structure for Actuator Drive Change the structure VCM is proposed

## 키워드

오토포커싱, VCM, 액츄에이터, 카메라, 핸드폰

## Key World

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

---

\* 준회원 : 아주대학교(kwontk@gmail.com)

\*\* 종신회원 : 아주대학교

접수일자 : 2011. 05. 27

심사완료일자 : 2011. 05. 27

## I. 서 론

최근 출시되고 있는 고성능 스마트폰 및 피쳐폰들은 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 충격의 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

### 2.1. VCM(Voice Coil Motor)구조 및 문제점

일반적으로 많이 사용되고 있는 VCM의 동작원리는 그림 1과 같은 구조로 영구자석 자계의 자속 밀도와 코일에 흐르는 전류에 비례하는 힘이 자장 및 전류에 직각 방향으로 발생하여 Lens를 최적의 위치로 이동시킨다.

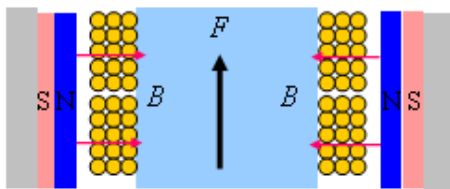


그림 1. VCM 구조  
Fig. 1 VCM Structure

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.

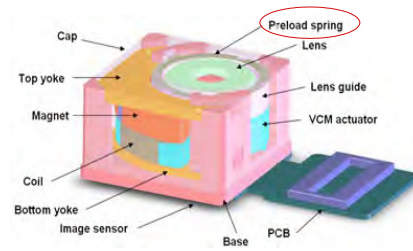


그림 2. VCM적용 카메라모듈  
Fig. 2 Apply VCM Camera Module

그림2 Spring의 설계는 Lens의 무게와 초기 구동전류를 감안하여 설계되며 이러한 설계를 바탕으로 정밀한 구동을 진행한다.

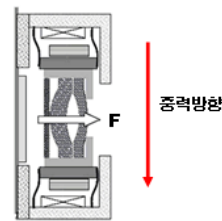
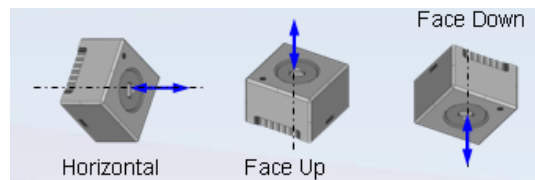


그림 3. VCM 자세변화  
Fig. 3 VCM Changes In posture

그러나 Spring이 충격력에 의해 영구 변형되었을 경우 구동 Tilt가 발생하여 상하 운동시 수직방향이 아닌 대각선 방향으로 구동이탈이 되어 이미지의 좌우 또

는 상하 해상도의 편차 발생이 가능하며 그림 3과 같이 VCM의 자세차이로 인하여 중력의 방향이 변하였을 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 구동 특성이 달라진다. 이와 같은 이유로 인해 Spring의 상태 및 자세에 따라 동영상 촬영모드인 Non-AF 및 일반 촬영 모드 AF진행시 Best 지점에서의 해상도 편차가 발생된다.

2.2. VCM변경구조 및 동작원리

변경구조 VCM은 기본 VCM의 단점인 Spring에 의존된 구동특성과 자세차에 따른 변화를 개선하는 구조로 Coil과 영구자속사이에서 홀센서를 실장하여 Lens의 위치 정보를 확인하고 원하고자 하는 위치로 정확히 안내하는 피드백 구조(그림4)이다.

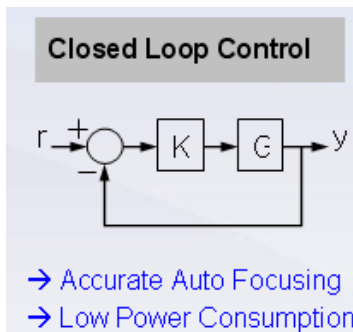


그림 4. 피드백 구조  
Fig. 4 Closed Loop Control

그림 5의 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.

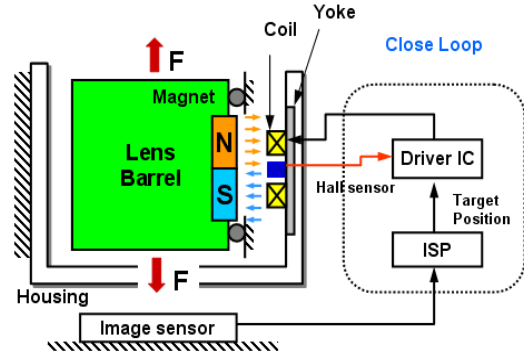


그림 5. 변경VCM 구조  
Fig. 5 Change the VCM Structure

그림 6와 같이 Lens Barrel부에 붙어 있는 Magnet가 플레밍의 왼손법칙에 의해 Coil내부에 흐르는 전류방향과 직각으로 힘이 발생하여 Lens Barrel부가 움직이게 된다. 또한 Coil의 방향이 바뀌면 반대방향의 이동이 가능하므로 기존 VCM의 상측방향 만의 이동보다 빠르고 정확하게 Lens를 위치시킬 수 있다.

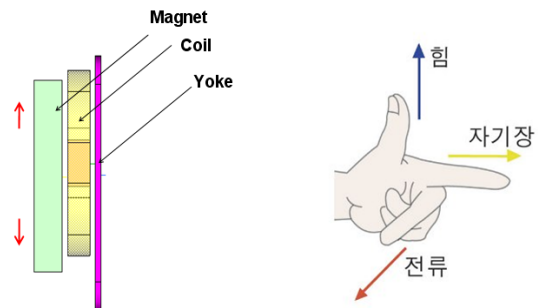


그림 6. 변경VCM 구동원리  
Fig. 6 Change the VCM driving principle

Hall-Sensor의 원리는 그림7과 같이 Sensor에 자계를 가하고 그 자계 방향에 수직이 되게 전류를 흘리면 이두 방향에 수직이 되는 방향으로 전위차가 나타나며 자계, 전류에 따라 나타나는 전압이 달라진다. 이와 같이 자석의 접근상태에 따라 출력전압이 변하며 이 전압을 이용하여 자석의 위치를 정확히 판단할 수 있다.

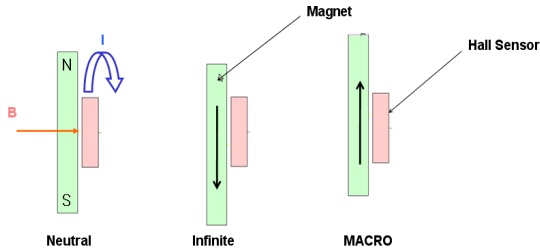


그림 7. 홀센서의 구동원리  
Fig. 7 Hall-Sensor operating principle

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

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

2.3. 변경구조 VCM 평가 및 결과

변경구조 VCM은 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.

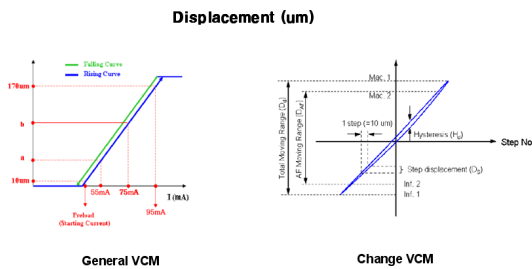


그림 8. VCM 구동특성  
Fig. 8 VCM driving characteristics

그림 8과 같이 기존 VCM의 경우 Preload를 이기고 상측방향으로만 이동하는 반면 변경구조의 VCM는

Preload없이 상하 방향으로 이동하여 빠르고 정확한 위치로 이동하는 구동특성을 나타내었다.

표 1. VCM과 변경구조VCM의 자세별 해상도  
Table. 1 VCM position resolution

Direction	Image Position	General VCM Resolution (SPL)					Change VCM 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	1000	1000	1000	1000	
	Right up	1000	1000	1000	1000	950	1000	900	1000	1000	1000
	Right down	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	950	1000
	Center	1300	1300	1300	1300	1300	1300	1300	1300	1300	1300
Face Down	Left up	1000	950	1000	950	1000	1000	1000	1000	1000	1000
	Left down	950	900	950	950	1000	1000	1000	1000	1000	950
	Right up	800	950	800	1000	950	1000	900	1000	1000	1000
	Right down	900	950	850	1000	1000	1000	1000	1000	950	1000
	Center	1150	1200	1200	1300	1300	1300	1300	1300	1300	1300
Horizontal	Left up	1000	1000	1000	1050	1000	1000	1000	1000	1000	1000
	Left down	950	1000	950	950	1000	1000	1000	1000	1000	950
	Right up	950	1000	900	1000	950	1000	900	1000	1000	1000
	Right down	900	1000	900	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
	Center	1200	1300	1300	1300	1300	1300	1300	1300	1300	1300

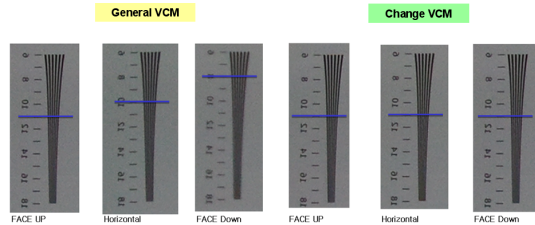


그림 9. 자세별 해상도 이미지  
Fig. 9 VCM position resolution images

자세에 따른 해상도 변화의 차이는 기존 VCM의 경우 Max 200본이 변화됨을 확인하였으며 표1과 그림 9에서와 같이 VCM변경구조의 경우 자세에 따른 해상도 변화는 발생되지 않음을 확인하였다.

2.4. 기존 VCM과 변경구조 VCM의 비교

표 2. VCM과 변경구조VCM의 성능비교  
Table. 2 VCM Performance Comparison

	General VCM	Change VCM
Driving Tilt	≤ 20 min	≤ 5 min
Hysteresis	≤ 15 um	≤ 5 um
Settling Time	≤ 50 ms (30 um)	≤ 15 ms (30 um)
Required Current (Infinity to macro)	70~ 80 mA	≤ 20 mA
Preload (When moved 10um)	35mA~55mA	-
Differences lens posture	≤ 50 um	-

기존 VCM과 변경구조VCM의 성능비교 결과 표 2에서와 같이 전반적인 구동능력 및 성능이 향상되었으며 일반적인 VCM의 가장 큰 문제점인 자세에 따른 변화가 없음을 확인할 수 있다. 또한 구조의 변화로 Preload가 없기 때문에 소비전류 또한 감소함을 확인하였다.

### III. 결 론

본 논문에서는 범용으로 사용되고 있는 VCM의 문제점인 구동틸트 및 자세차로 인한 해상도편차를 개선할 수 있는 변경구조 VCM을 적용하여 카메라 모듈을 제작하였다. 실험결과 자세에 따른 해상도 변화는 개선되었으며 보다 정밀한 Auto Focusing이 가능하였다. 추가 Hall-Sensor 주변의 자속성분을 가진 부품들의 영향으로 Hall-Sensor의 특성변화 관련 연구가 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

### 저자소개



**권태권(Tae-Kwon Kwon)**

2011. 아주대학교 전자공학과  
공학석사  
2004.~현재 삼성전기  
선임연구원

※ 관심분야 : Camera, Actuator, Mobile



**김영길(Young-kil Kim)**

1978. 고려대학교 전자공학과  
공학석사  
1980. 한국과학기술원  
산업전자공학과 공학석사

1984. ENST(프랑스) 공학박사

1984.~현재 아주대학교 전자공학과 교수

※ 관심분야 : 마이크로파 공학, 의료공학, Embedded System