

# 최근의 고배율 줌렌즈의 설계기술 동향

렌즈 하나로 광각부터 망원, 게다가 매크로까지 촬영할 수 있는 만능 렌즈가 고배율 줌의 장점이다. 본고는 광기술컨텍스트 2009년 9월호(Vol 47) 특집인 최근의 렌즈 설계 동향에서 주식회사 Tamron 광학개발본부의 SAKURABA Shogo씨가 기고한 <최근의 고배율 줌렌즈의 특징>을 번역한 것이다. 일안 리플렉스 카메라의 고배율 줌렌즈의 선구자라 불리는 Tamron의 개발 역사와 광학설계기술의 트렌드에 대해서 소개했다.

(편집자 주)

## 1. Tamron 고배율 줌렌즈의 개발 역사

Tamron은 1992년 초대 고배율 줌렌즈를 발매한 이래로 현재까지 15년에 걸쳐 개발을 계속해왔다. 그 개발의 역사에 대해 다음과 같이 정리하였다(표 1 참조).

### 1.1 28-200mm 줌렌즈

1992년 초대 모델인 71D를 발매. 그 후 최단촬영 거리를 개량한 모델 171D를 1996년에 발매. 그리고 줌 전역에서 최단촬영거리 0.49M을 달성한 모델 371D를 2000년에 발매.

2001년에는 외경을 Ø7mm, 전장을 6.8mm 줄여서 대폭적인 소형화를 달성한 모델 A03을 발매.

### 1.2 28-300mm 줌렌즈

1999년 초대 모델인 185D를 발매. 2002년에는 외경을 Ø 7.4mm, 전장을 9.9mm 줄여서 대폭적인 소형화를 달성한 모델 A06을 발매.

표 1. Broad Focal Range Zoom Lenses의 역사(1)

연도	F	사이즈	필터
1992	28-200(71D)	Ø75.5×81.5	Ø72
1996	28-200(171D)	Ø78×82	Ø72
1999	28-300(185D)	Ø80.4×93.6	Ø72
2000	28-200(371D)	Ø78×82	Ø72
2001	28-200(A03)	Ø71×75.2	Ø62
2002	28-300(A06)	Ø73×83.7	Ø62
2005	18-200(A14)	Ø73.8×83.7	Ø62
2007	18-250(A18)	Ø74.4×84.3	Ø62
2007	28-300(A20)	Ø78.1×99	Ø77
2008	18-270(B003)	Ø79.6×101	Ø72

### 1.3 디지털전용 줌렌즈

2005년에는 디지털 일안 리플렉스 카메라(Imager size : APS-C 대응)용의 초대 모델 A14를 발매. 초점거리 18-200mm는 풀 사이즈 일안 리플렉

스 카메라의 초점거리 28-300mm에 상당한다.

2007년에는 줌비 13.9배, 초점거리 18-250mm(풀 사이즈 환산 초점거리 28-388mm에 상당)의 모델 A18을 발매.

### 1.4 광학 손떨림 보정 기구 탑재 줌렌즈

2007년에는 풀 사이즈 일안 리플렉스 카메라용으로 광학식 손떨림보정 방식을 채용한 모델 A20을 발매. 모델 A06에 비해 외경 Ø5.1mm, 전장 15.3mm의 사이즈 증가에 그쳤다.

## 2. 고배율 줌렌즈의 광학설계기술 트렌드

### 2.1 외형 사이즈의 소형화(광학적 시점)

2001년에 발매한 모델 A03에서는 외경을 Ø7mm, 전장을 6.8mm 대폭적인 소형화를 달성했다.

2002년에 발매한 모델 A06에서는 외경을 Ø 7.4mm, 전장을 9.9mm 대폭적인 소형화를 달성했다.

표 2. Broad Focal Range Zoom Lenses의 역사(2)

연도	F	MOD	Asp	LD
1992	28-200(71D)	2.1M	2	0
1996	28-200(171D)	0.52M	2	0
1999	28-300(185D)	0.61M	3	2
2000	28-200(371D)	0.49M	2	0
2001	28-200(A03)	0.49M	3	0
2002	28-300(A06)	0.49M	2	1
2005	18-200(A14)	0.49M	3	2
2007	18-250(A18)	0.49M	2	2
2007	28-300(A20)	0.49M	3	2
2008	18-270(B003)	0.49M	3	2

이 시기의 대폭적인 소형화를 달성한 광학설계기술로써 'XR Technology'를 들 수 있다. 여기서 XR

이란 "Extra Refractive"의 약어이다.

앞 렌즈(前玉)의 굴절률을 강하게 하면, 광학 전장을 짧게 할 수 있어, 이 때문에 같은 F-Number라도 구경을 작게 할 수 있게 된다. 반면 앞 렌즈의 굴절률을 강하게 하면 광학 제수차가 많이 발생하는 문제가 생긴다.

발생된 제수차를 양호하게 보정하기 위해서 특수 저분산 유리와, 비구면 렌즈를 채용함으로써 소형화를 달성하면서 소정의 광학성능을 유지, 향상시키고 있다.

2.2 외형 사이즈의 소형화(구조적 시점)

한편, 콤팩트한 본체에 10배이상의 고배율 줌 기구를 수납시키기 위해 종래의 3단구조(28-200mm)에서 새로 4단구조 "Quad-Cam Zoom" 방식을 개발하였다.

28-300mm와 10배가 넘는 줌비를 달성하기 위해서는 Zooming에 의한 각 렌즈군의 조출량(繰出量)이 증가하여, 결과적으로 Zoom Cam Curve의 압력각이 커져서 줌 작동시 토크(Torque) 증가를 불러오게 된다.

기본적으로 Quad Cam화는 최단 전장에 대한 제1군을 비롯하여 각 렌즈군의 이동량이 증가함으로써, 고정통(중구(세로홈)통)+제1 Cam통+직진통+제2 Cam통으로 된 2단 조출 구조에서는 조출량을 확보하는 것이 어렵다. 이에 비해, 고정통(중구(세로홈)통)+제1 Cam통+제2 Cam통+직진통+제3 Cam통으로 된 Quad Cam 구조에 의해 조출량의 확보를 실현하였다. 제1 Cam통에 제1군, 제3군, 제4군의 이동량을 분할보정하는 Cam을 배치함으로써, 전장 단축과 줌 토크(Torque)의 감소를 양립하고 있다(그림1, 그림2).

2.3 최단촬영거리의 개선

1992년에 발매한 초대 모델 71D는 대물 포커스방식으로, 최단촬영거리가 2.1M로 긴 편이었다. 1996년에는 모델 171D에 Internal Focus방식을 채용하여 최단촬영거리 0.52M를 달성했다. 단, 0.52M를 달성한 것은 f=135mm만으로, 다른 줌 영역에서는 지근거리측에서 가변초점이 되는 결점이 있었다.

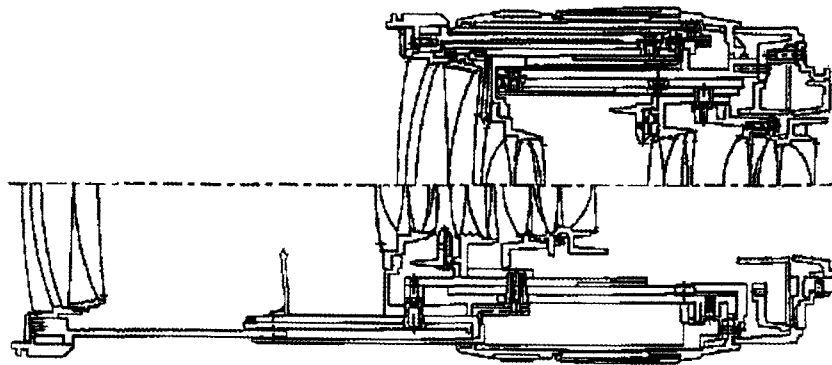


그림1. 28-300mm 구조도

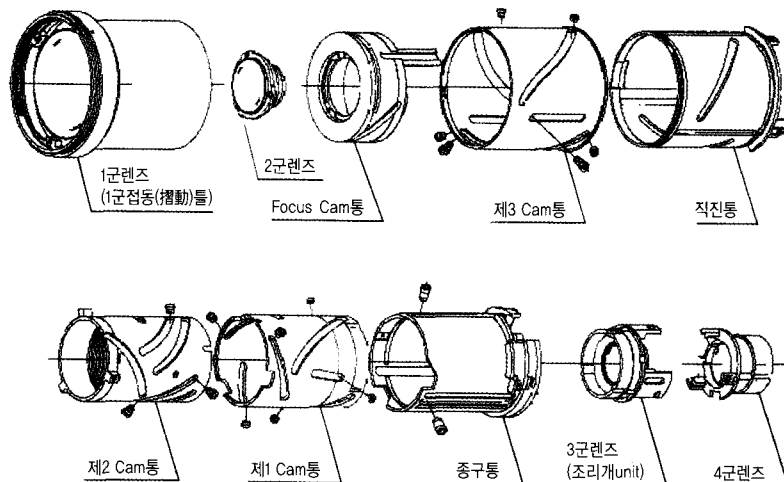


그림2. 28-300mm Quad Cam Zoom 기구 구성도

2000년에는 모델 371D에 Internal Focus방식을 개량하여 줌 전역에서 0.49M을 달성했다.

2001년에 발매한 모델 A03에서는 2개의 Focus Cam과 2개의 보정 Cam을 채용함으로써, 콤팩트하면서 줌 전역에서 0.49M을 달성했다(표 2).

고배율 줌에서는 빼놓을 수 없는 초점 조출량의 증가를 2개의 포커스 캠에 분할하고, 각각의 2개의 포커스 캠에 대응한 보정 캠(중구(縱溝))을 가짐으로써 중간 줌 영역에서의 가변초점화를 억제하고 있다(그림 3).

2.4 색수차의 개선

고배율 줌 렌즈에서는 망원 끝의 초점거리가  $f=200\sim 300\text{mm}$ 이기 때문에 색수차가 발생하기 쉽다.

일반적으로 광학유리는 단파장일수록 굴절률이 커지고, 그 변화율도 크다는 성질이 있다. 불화물(fluoride)을 많이 포함한 특수 유리에서는 단파장측에서의 굴절률 변화가 작아진다.

그 이상 분산성을 가진 유리를 사용함으로써 효과적으로 색수차 보정을 할 수 있다.

모델 A06에서는 제2, 제8, 제9렌즈에 이상분산유리를 채용하고 있다(그림 4).

2.5 비구면 렌즈의 채용

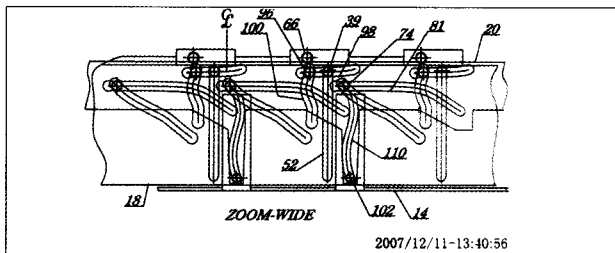


그림3. Focus Cam 구성도<sup>1)</sup>

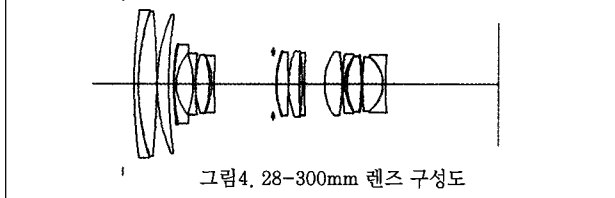


그림4. 28-300mm 렌즈 구성도

렌즈를 소형화함에 따라 발생하는 광학 제수차를 보정하기 위해 비구면 렌즈를 채용하고 있다.

고배율 줌렌즈의 렌즈 구성은 일반적으로 4군형식이 채용되고 있다. 이 렌즈 구성 안에서 제2군에 비구면을 채용함으로써 광각 끝에 발생하는 왜곡수차를 양호하게 보정할 수 있게 된다.

조리개 위치에 가까운 제3군에 비구면을 채용함으로써, 구면수차에 기인하는 플레어(Flare) 성분을 양호하게 보정할 수 있게 된다.

조리개 위치에서 떨어진 제4군에 비구면을 채용함으로써 축외의 코마(Comatic) 수차에 기인하는 플레어 성분을 양호하게 보정할 수 있게 된다.

모델 A06에서는 제4, 제8, 제13 렌즈에 복합비구면을 채용하였다(그림 4).

2.6 렌즈내 손떨림보정 광학계의 채용

광학 손떨림보정 방식을 채용한 고배율 줌렌즈로서, 2007년에 풀사이즈 일안 리플렉스 카메라용 모델 A20(28-300mm)을 발매. 2008년에는 APS 사이즈 일안 리플렉스 카메라용 모델 B003(18-270mm)을 발매.

Tamron의 손떨림 보정 시스템은 VC(Vibration Compensation)라고 하며, Tamron이 독자적으로 개발한 3구동 코일방식(Magnetic & Yoke, Steel ball 을 배치)을 채용하고 있다.

구조상의 특징으로, 3개의 코일에서 구동하기 때문에 기계적인 회전 정지가 불필요하기 때문에 간단한 구조를 실현했다. 그리고 볼이 구르는 것을 이용함으로써, 마찰저항을 대폭 감소하여 높은 응답성을 실현했다.

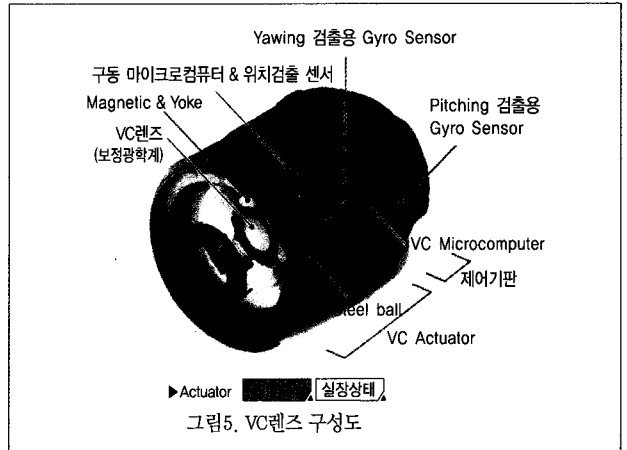


그림5. VC렌즈 구성도

3. 맺음말

본 고에서는 일안 리플렉스 카메라용의 고배율 줌렌즈의 역사와 광학설계기술 경향에 대해 서술했다. 여러가지 광학기술이 융합됨으로써 고성능 렌즈가 완성되었다. 앞으로도 보다 소형화, 고배율화, F Number 개선, 디지털에 대응한 광학성능 향상을 위해 노력해야겠다고 생각한다.

그리고 콤팩트 디지털 스틸 카메라가 그렇듯이 디지털 일안 리플렉스 카메라에 대해서도 광학식 손떨림보정 탑재 렌즈의 필요성이 보다 높아질 것으로 생각된다.

참고문헌 1) JP3689379