

# 정밀 모형을 이용한 오목 메니스커스형 비구면 렌즈 설계 Design of Concave Meniscus Aspherical-Lens Using Finite Schematic Eye

서정익, 김정찬  
계명대학교 물리학과  
[daumkiller@hanamail.net](mailto:daumkiller@hanamail.net)

최근 안경 렌즈에서의 비구면 렌즈 수요가 늘어나고 있는 추세이다. 그러나 현재의 비구면 렌즈는 공기 중에서 평평한 상면을 기준으로 설계 되어지고 있다. 공기 중에서 수차를 최소화하여 렌즈를 설계 한다 하더라도, 실제 망막에 맺히는 상은 안구 수차의 영향으로 합성 광학계 수차가 존재하게 된다.

본 논문에서는 실제 상을 받아 들이는 망막에서의 수차를 최소화 하기 위하여 사람의 눈에 가깝게 만들어진 모형을 이용하였다. 하지만 현재 발표된 모형안은 정시안을 기준으로 하고 있기 때문에 근시 교정을 위한 렌즈 설계에 적용하는 것은 적절하지 않아 근시 모형을 제작할 필요성이 있다. 근시의 유형은 굴절성 근시와 축성 근시로 나뉘어진다. 일반적으로 많은 유형의 근시는 축성 근시이다.<sup>(1)</sup> 이를 바탕으로 비정시 교정용 렌즈를 설계하기 위해 필요한 비정시 모형안으로 축성 근시모형을 제작하였다. 안경을 조제할 때 전경각과 전정각을 이용하여 시선과 광축을 일치시키기 때문에 비점수차와 코마수차는 발생하지 않는다. 왜곡수차의 경우에는 망막이 곡면이기 때문에 사람이 상을 인식하는데 크게 영향을 미치지 않는다.<sup>(2)</sup> 따라서 비구면 렌즈를 설계할 때 이를 고려하여 구면수차를 제거하는데 중점을 두고 설계 하였다.

표 1은 기존에 사용되고 있는 렌즈를 마기중 모형안과 합성한 경우 발생하는 수차를 나타낸다. 기존 렌즈의 경우 Conic 상수 값이 -23.4344로 하였을 경우 -0.023622D의 구면수차가 발생하였는데, 재설계 하여 Conic 상수 값을 112.2537로 하였을 경우 구면수차를 완전히 제거할 수 있었다.

표 1. 합성 광학계에서 발생하는 3차 수차(마기중 모형안)

	기존 렌즈를 기준으로 발생하는 수차		재설계한 렌즈를 기준으로 발생하는 수차	
	SA	DST	SA	DST
1	-0.000011	-0.083031	-0.000011	-0.083031
2	0.001024	0.052911	0.001024	0.052911
비구면	-0.015889	0.000848	0.007733	-0.006470
3	-0.309646	-0.028339	-0.309646	-0.028339
비구면	0.103654	-0.000615	0.103654	-0.000615
4	0.037564	0.001934	0.037564	0.001934
비구면	-0.039463	0.000152	-0.039463	0.000152
5	-0.001370	-0.015886	-0.001370	-0.015886
비구면	0.077345	0.000000	0.077345	0.000000
6	-0.216841	0.005047	-0.216841	0.005047
비구면	0.340011	0.002914	0.340011	0.002914
SUM	-0.023622	-0.064065	0.000000	-0.071383

표 2는 기존에 사용되고 있는 렌즈를 마기중 모형안과 합성한 경우 발생하는 수차를 나타낸다. 기존 렌즈의 경우 Conic 상수 값이 -23.4344로 하였을 경우 -0.209201D의 구면수차가 발생하였는데, 재설계하여 Conic 상수 값을 295.121로 하였을 경우 구면수차를 완전히 제거할 수 있었다.

표 2. 합성 광학계에서 발생하는 3차 수차(Navarro 모형안)

	기존 렌즈를 기준으로 발생하는 수차		재설계한 렌즈를 기준으로 발생하는 수차	
	SA	DST	SA	DST
1	-0.000012	-0.086385	-0.000012	-0.086385
2	0.001065	0.055093	0.001065	0.055093
비구면	-0.001054	0.000877	0.208147	-0.173336
3	-0.340121	-0.029203	-0.340121	-0.029203
비구면	0.143421	-0.000829	0.143421	-0.000829
4	0.033913	0.002031	0.033913	0.002031
5	-0.004508	-0.011395	-0.004508	-0.011395
비구면	0.105774	0.000000	0.105774	0.000000
6	-0.238790	0.001976	-0.238790	0.001976
비구면	0.091110	0.001344	0.091110	0.001344
SUM	-0.209201	-0.066491	0.000000	-0.240704

그림 1은 마기중 모형안을 이용한 합성광학계에서 망막에 맺힌 상을 Spot diagram을 통해서 비교한 것이다. 그림 2는 Navarro 모형안을 이용한 합성광학계에서 망막에 맺힌 상을 Spot diagram을 통해서 비교한 것이다. 그림 1, 2에서 보는 바와 같이 망막에 맺힌 상의 질이 향상되었다.

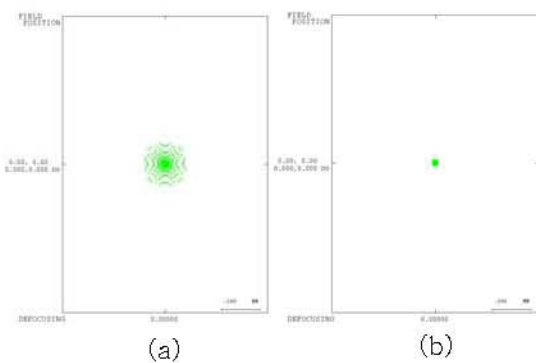


그림 1. Spot diagram 결과(마기중 모형안)  
 (a) 기존렌즈와 합성한 결과  
 (b) 재설계한 렌즈와 합성한 결과

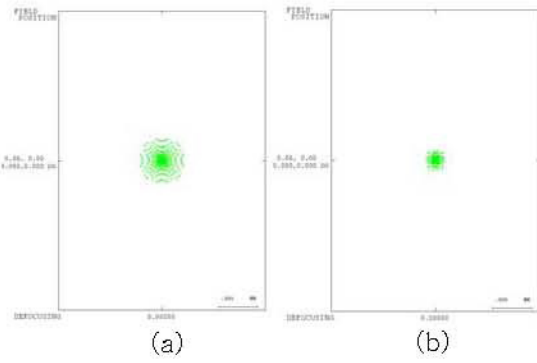


그림 2. Spot diagram 결과(Navarro 모형안)  
 (a) 기존렌즈와 합성한 결과  
 (b) 재설계한 렌즈와 합성한 결과

본 설계의 결과를 안경 렌즈에 국한하지 않고, 사람의 눈에 직접 상을 맺게 하는 다른 광학기에도 적용한다면 더욱 정밀한 광학기기 설계가 가능할 것으로 기대된다.

참고문헌

[1] 선경호, 안경광학(현문사, 2002), pp 70-73.  
 [2] 강현식, 안경학 개론(신광출판사, 서울, 2002), pp 88-95.