

가변 광학 소자를 이용한 광학계 설계 및 특성 분석

(lens design and analysis Using focus variable lens)

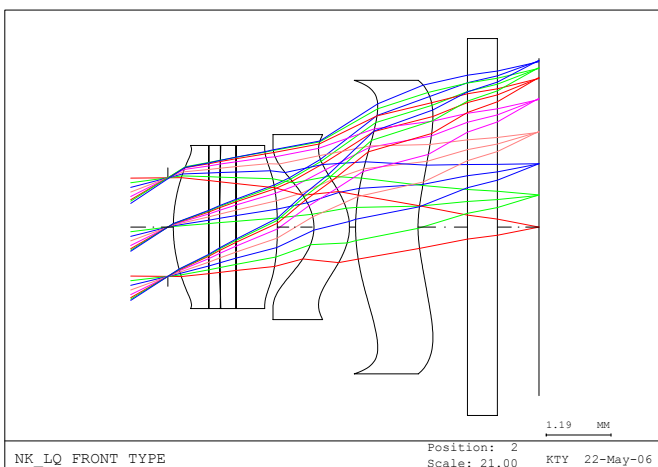
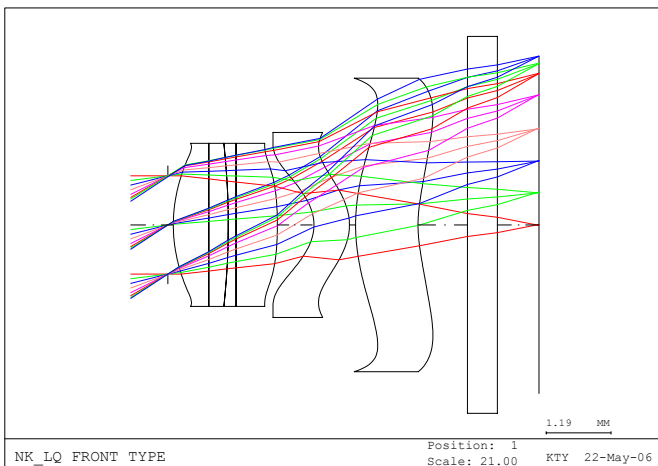
저자 : 김태영, 조용주

소속기관 : (주)삼성전기

e-mail 주소: ty01.kim@samsung.com

최근 들어 이동 기기에 적용되는 광학계에 대한 초박형 연구 및 부가 기능 구현에 대한 많은 연구가 이루어 지고 있으며 2000년도 들어서면서 시작된 가변 광학 소자에 대한 연구도 활발히 진행되고 있다. 본 논문에서는 이러한 가변 광학 소자를 이용한 광학계 설계 예와 기초 설계 방법, 특성 연구등을 통해 가변 광학 소자를 이용한 초박형 렌즈 설계가 가능하도록 하였다.

먼저 자동 초점 광학계 구현의 예로서 설계 성능 및 광선도는 다음 그림과 같다.



[그림 -1. 자동 초점 렌즈 설계에 - 근/원거리 광선도]

본 연구에 앞서 조사/연구해야 할 것이 다른 방법(기구적인 보상방법)에 비해 가지는 가변 굴절 소자의 장/단점을 파악해야 한다. 자동 초점 광학계에 가장 요구되는 특성으로는 가변 곡률 렌즈가 기구적인

한국광학회 하계학술발표회

보상방법에 비해 가지는 단점을 최소화하고 장점을 부각시켜야 하는 점이다.

장단점은 크게 두 가지로 볼 수 있다.

가변 굴절 렌즈의 곡률 반경이 변경되면서 발생하는 수차 억제 및 심도 변화의 최소화이다.

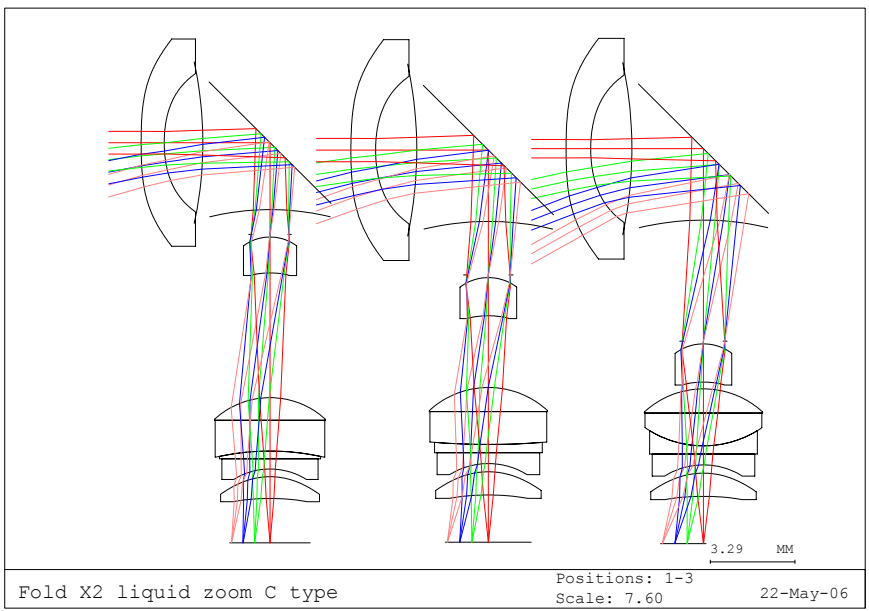
수차의 억제는 동일한 광학 변수에서 기구적인 보상방법과 동일한 성능을 유지하는 것은 이론적으로 어렵기 때문에 실제로 요구되는 사양의 조정과 최적화 기법을 사용하여 수차 발생을 최소화하고 성능 배분 및 자동 초점 장치가 요구되는 영역 및 특성 등에 대해 연구하여 적절한 수차 보정을 이루는 것이 최선이라 할 수 있다.

본 연구에서는 성능 배분을 위한 최적화 기법과 자동 초점 장치에 요구되는 특성등을 연구하여 적절한 수차 보정을 통해 단점을 극복한 광학 설계가 될 수 있도록 하였다.

다음의 예로는 가변 곡률 소자를 이용한 줌 광학계의 예이다. 가변 굴절 소자를 이용한 줌 광학계 설계는 크게 두 가지의 방법으로 설계 가능하며 이 구분은 종래의 줌 광학계가 최소 2군 이상 움직여야 하나 가변 굴절 소자를 한 군만을 대체 할 것인가 아니며 두 군 모두를 대체할 것인가에 따라 그 설계 접근을 나눌 수 있다.

하나의 군을 가변 굴절 소자로 대체하는 경우 compensation group 에 가변 굴절 소자를 대체하여 궤적 및 기구적인 삽입에 의해 발생하는 경량화 소형화를 이룰 수 있는 장점을 가지게 된다. 자동 초점 광학계의 이용한 비슷한 경우이기 때문에 설계 방법은 초기 설계는 gauss 이론에 의한 방법으로 궤적을 구한 후 보상군(compensation group) 을 가변 굴절 소자로 대체하는 방법으로 설계를 하였으며 가변 굴절 소자 대체시 전체 전장을 10%로 줄이며, 기구적으로 간단한 줌 렌즈를 구현할 수 있는 장점을 가지게 된다.

두 번째 설계 방법으로 두 군 모두를 가변 굴절 소자로 대체하여 움직이는 군이 없는 줌 광학계의 설계 이다. 이 설계시에는 굴절 광학 소자의 변화 영역과 두 매질 사이의 굴절률 차이가 줌비에 따라 상당히 커져야 하기 때문에 몇 가지 제약이 따르게 된다. 가변 굴절 소자의 변화 영역을 무한정 크게 할 경우 aperture 를 이에 비례하게 작게 하여야 하기 때문에 이러한 제약 조건등을 설계시 감안하여 진행하여야 한다. 본 논문에서는 1군 대체 방법과 2군 대체 방법으로 2배 줌 설계를 제시하였다.



[그림 -2] 가변 굴절 소자를 이용한 줌 광학계 설계 광선도