



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2018년02월22일  
 (11) 등록번호 10-1831203  
 (24) 등록일자 2018년02월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
 G02B 9/62 (2006.01) G02B 1/04 (2006.01)  
 H04N 5/374 (2011.01)  
 (52) CPC특허분류  
 G02B 9/62 (2013.01)  
 G02B 1/041 (2013.01)  
 (21) 출원번호 10-2016-0138968  
 (22) 출원일자 2016년10월25일  
 심사청구일자 2016년10월25일  
 (56) 선행기술조사문헌  
 KR1020170090172 A  
 (뒷면에 계속)

(73) 특허권자  
**엘컴텍 주식회사**  
 경기도 평택시 진위면 동부대로 231  
 (72) 발명자  
**김세진**  
 서울특별시 마포구 동교로29길 14-1 (연남동)  
**조재훈**  
 경기도 수원시 영통구 웰빙타운로 70, 8702동 50  
 4호 (이의동, 호반베르디움)  
**강선명**  
 경기도 오산시 수청로 31, 101동 405호(수청동,  
 우미이노스빌아파트)  
 (74) 대리인  
**이버드특허법인, 최민석, 최학현, 신용현**

전체 청구항 수 : 총 16 항

심사관 : 정형수

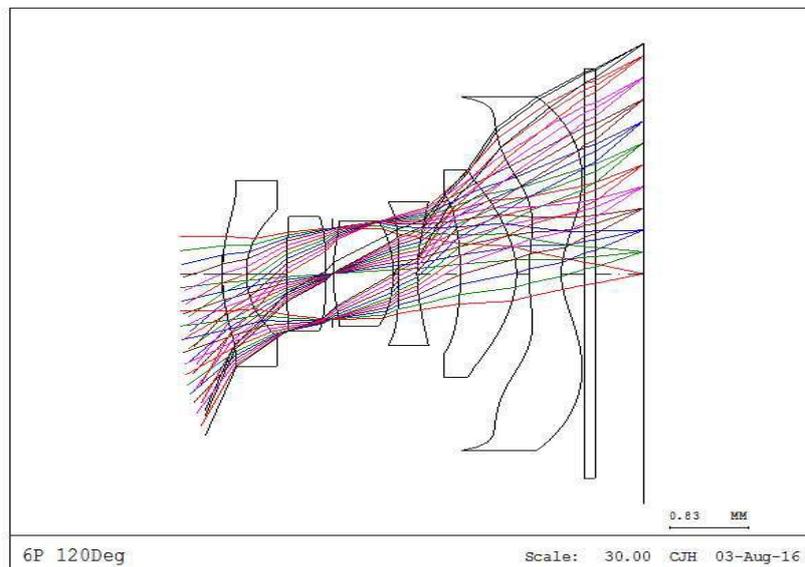
(54) 발명의 명칭 **렌즈 광학계**

**(57) 요약**

렌즈 광학계가 개시된다. 본 발명의 렌즈 광학계는 카메라 모듈에 탑재되어 촬상용으로 사용될 수 있다. 본 발명의 렌즈 광학계는, 물체와 상기 물체의 상이 맺히는 센서 사이에서 상기 물체 측으로부터 상기 센서 측으로 순차적으로 배열된 제1 렌즈, 제2 렌즈, 제3 렌즈, 제4 렌즈, 제5 렌즈 및 제6 렌즈를 포함하는 렌즈 광학계로서, 상

(뒷면에 계속)

**대표도** - 도1



기 제1 렌즈는 부의 굴절력을 가지고, 상기 제2 렌즈는 정의 굴절력을 가지고, 상기 제3 렌즈는 정의 굴절력을 가지고, 상기 제3 렌즈의 물체측면은 근축에서 볼록하고, 상기 제4 렌즈는 굴절력을 가지고, 상기 제4 렌즈의 물체측면은 근축에서 볼록하고, 상기 근축의 유효경 내의 주변에서는 오목하고, 상기 제4 렌즈의 센서측면은 근축에서 오목하고, 상기 제4 렌즈의 물체측면 및 센서측면은 모두 비구면이고, 상기 제5 렌즈는 정의 굴절력을 가지고, 상기 제5 렌즈의 물체측면은 근축에서 오목하고, 비구면이고, 상기 제6 렌즈는 굴절력을 가지고, 상기 제6 렌즈의 센서측면은 오목하고, 유효경 내에서 적어도 하나의 변곡점을 가지고, 상기 제6 렌즈의 물체측면 및 센서측면은 모두 비구면이고, 조리개는 상기 제2 렌즈와 상기 제3 렌즈 사이에 위치하고,  $\theta$ 는 상기 렌즈 광학계의 대각 방향의 화각이고,  $f$ 는 상기 렌즈 광학계의 초점거리이고, TTL은 상기 제1 렌즈의 물체측면에서 상기 센서까지의 광축 상의 거리이고, BFL은 상기 제6 렌즈의 센서측면에서 상기 센서까지의 광축 상의 거리일 때, 아래의 조건식을 만족한다.

<조건식>

$$-1.00 < \tan \theta / f < -0.80$$

$$4.0 < \text{TTL} / \text{BFL} < 6.0$$

(52) CPC특허분류  
*H04N 5/374* (2013.01)

(56) 선행기술조사문헌  
 KR1020170108659 A  
 KR1020170109468 A  
 US09374513 B2  
 KR1020160075015 A

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

물체와 상기 물체의 상이 맺히는 센서 사이에서 상기 물체 측으로부터 상기 센서 측으로 순차적으로 배열된 제1 렌즈, 제2 렌즈, 제3 렌즈, 제4 렌즈, 제5 렌즈 및 제6 렌즈를 포함하는 렌즈 광학계로서,

상기 제1 렌즈는 부의 굴절력을 가지고,

상기 제2 렌즈는 정의 굴절력을 가지고,

상기 제3 렌즈는 정의 굴절력을 가지고, 상기 제3 렌즈의 물체측면은 근축에서 볼록하고,

상기 제4 렌즈는 굴절력을 가지고, 상기 제4 렌즈의 물체측면은 근축에서 볼록하고, 상기 근축의 유효경 내의 주변에서는 오목하고, 상기 제4 렌즈의 센서측면은 근축에서 오목하고, 상기 제4 렌즈의 물체측면 및 센서측면은 모두 비구면이고,

상기 제5 렌즈는 정의 굴절력을 가지고, 상기 제5 렌즈의 물체측면은 근축에서 오목하고, 비구면이고,

상기 제6 렌즈는 굴절력을 가지고, 상기 제6 렌즈의 센서측면은 오목하고, 유효경 내에서 적어도 하나의 변곡점을 가지고, 상기 제6 렌즈의 물체측면 및 센서측면은 모두 비구면이고,

조리개는 상기 제2 렌즈와 상기 제3 렌즈 사이에 위치하고,

$\theta$ 는 상기 렌즈 광학계의 대각 방향의 화각이고,  $f$ 는 상기 렌즈 광학계의 초점거리이고, TTL은 상기 제1 렌즈의 물체측면에서 상기 센서까지의 광축 상의 거리이고, BFL은 상기 제6 렌즈의 센서측면에서 상기 센서까지의 광축 상의 거리일 때, 아래의 조건식을 만족하는 렌즈 광학계.

<조건식>

$$-1.00 < \tan \theta / f < -0.80$$

$$4.0 < \text{TTL} / \text{BFL} < 6.0$$

#### 청구항 2

제1 항에 있어서,

상기 제6 렌즈의 물체측면은 근축에서 볼록하고, 상기 근축의 유효경 내의 주변에서는 오목한 렌즈 광학계.

#### 청구항 3

제1 항에 있어서,

상기 제1 렌즈는 물체 측으로 볼록한 메니스커스 형상을 가지는 렌즈 광학계.

#### 청구항 4

제1 항에 있어서,

상기 제2 렌즈의 물체측면은 근축에서 볼록한 렌즈 광학계.

#### 청구항 5

제1 항에 있어서,  
 상기 제3 렌즈의 센서측면은 근축에서 볼록한 렌즈 광학계.

**청구항 6**

제1 항에 있어서,  
 상기 제5 렌즈의 센서측면은 근축에서 볼록한 렌즈 광학계.

**청구항 7**

제1 항에 있어서,  
 상기 제4 렌즈는 굴절률이 1.6 이상인 재질로 형성된 렌즈 광학계.

**청구항 8**

제7 항에 있어서,  
 상기 제1 렌즈, 제2 렌즈, 제3 렌즈, 제5 렌즈 및 제6 렌즈는 상기 제4 렌즈보다 굴절률이 낮은 재질로 형성된 렌즈 광학계.

**청구항 9**

제7 항에 있어서,  
 상기 제1 렌즈, 제2 렌즈, 제3 렌즈, 제5 렌즈 및 제6 렌즈는 굴절률이 1.5 이상이고 1.6 이하인 재질로 형성된 렌즈 광학계.

**청구항 10**

제7 항에 있어서,  
 상기 제4 렌즈는 플라스틱 재질로 형성된 렌즈 광학계.

**청구항 11**

제1 항에 있어서,  
 $f_1$ 은 상기 제1 렌즈의 초점거리일 때, 아래의 조건식을 더 만족하는 렌즈 광학계.

<조건식>

$$-1.7 < f_1/f < -1.0$$

**청구항 12**

제1 항에 있어서,  
 $V_1$ 은 상기 제1 렌즈의 아베수(Abbe number)이고,  $V_2$ 는 상기 제2 렌즈의 아베수이고,  $V_3$ 은 상기 제3 렌즈의 아베수일 때, 아래의 조건식을 더 만족하는 렌즈 광학계.

<조건식>

$$50 < (V1+V2+V3)/3 < 60$$

**청구항 13**

제1 항에 있어서,

CRA(MAX)는 상기 렌즈 광학계의 주 광선 입사각(chief ray angle)의 최댓값일 때, 아래의 조건식을 더 만족하는 렌즈 광학계.

<조건식>

$$30.0\text{deg} < \text{CRA}(\text{MAX}) < 35.0\text{deg}$$

**청구항 14**

제1 항에 있어서,

FSL은 상기 제1 렌즈의 물체측면에서 상기 조리개 사이의 광축 상의 거리일 때, 아래의 조건식을 더 만족하는 렌즈 광학계.

<조건식>

$$0.15 < \text{FSL}/\text{TTL} < 0.3$$

**청구항 15**

제1 항에 있어서,

상기 제4 렌즈는 부의 굴절력을 가지는 렌즈 광학계.

**청구항 16**

제1 항에 있어서,

상기 제6 렌즈는 부의 굴절력을 가지는 렌즈 광학계.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 렌즈 광학계에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 촬상용 카메라모듈에 탑재될 수 있는 렌즈 광학계에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 촬상용 카메라모듈은 적어도 하나의 렌즈를 포함하는 렌즈 광학계와 렌즈 광학계를 통과한 광을 수광하여 전기 신호로 변환하는 이미지 센서를 포함한다. 이미지 센서로는 통상적으로 전하 결합 소자(charge coupled device)(CCD) 또는 씨모스 이미지센서(complimentary metal oxide semiconductor image sensor)(CMOS 이미지센서)와 같은 고체 촬상 소자가 널리 사용되고 있다.

[0003] 최근의 카메라모듈은 스마트폰, 태블릿 컴퓨터, 랩-탑 컴퓨터 등 전자 장치에 널리 채용되고 있다. 이러한 전자 장치는 사용자의 편의성 및 미감의 향상을 위해서 점차 소형화 및 박형화되는 형태로 발전하는 추세이다. 또한, 종래의 카메라 장치도 역시 점차 소형화 및 박형화되는 형태로 발전하는 추세이다. 이에 따라 이러한 전자 장치에 탑재되는 카메라 모듈도 소형화되고, 두께가 작은 형태가 요구되고 있다.

[0004] 또한, 최근의 카메라 모듈에는 한 번의 촬영으로 더욱 많은 정보를 촬영할 수 있도록 넓은 화각을 가지는 가지는 렌즈가 요구된다. 그러나 넓은 화각을 가지면서 고해상도의 이미지 센서와 결합되어 사용될 수 있고, 수차 및 왜곡 등 광학적 성능이 우수한 렌즈를 설계하는 것은 난해하다.

[0005] 따라서 소형이고 화각이 넓으면서 고해상도 이미지 센서와 결합되어 사용될 수 있는 고성능의 렌즈 광학계의 개발이 요구되고 있다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0006] 본 발명이 해결하려는 과제는, 상술한 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 소형이고 화각이 넓으면서 고해상도 이미지 센서와 결합되어 사용할 수 있는 고성능의 렌즈 광학계를 제공하는 것이다.

[0007] 본 발명이 해결하려는 다른 과제는, 렌즈 광학계의 렌즈들을 플라스틱 재질로 형성하고, 특히 단가가 낮은 재질을 보다 많이 사용하여 경제성이 우수한 렌즈 광학계를 제공하는 것이다.

**과제의 해결 수단**

[0008] 상기 과제를 해결하기 위한 본 발명의 렌즈 광학계는, 물체와 상기 물체의 상이 맺히는 센서 사이에서 상기 물체 측으로부터 상기 센서 측으로 순차적으로 배열된 제1 렌즈, 제2 렌즈, 제3 렌즈, 제4 렌즈, 제5 렌즈 및 제6 렌즈를 포함하는 렌즈 광학계로서, 상기 제1 렌즈는 부의 굴절력을 가지고, 상기 제2 렌즈는正的 굴절력을 가지고, 상기 제3 렌즈는正的 굴절력을 가지고, 상기 제3 렌즈의 물체측면은 근축에서 볼록하고, 상기 제4 렌즈는 굴절력을 가지고, 상기 제4 렌즈의 물체측면은 근축에서 볼록하고, 상기 근축의 유효경 내의 주변에서는 오목하고, 상기 제4 렌즈의 센서측면은 근축에서 오목하고, 상기 제4 렌즈의 물체측면 및 센서측면은 모두 비구면이고, 상기 제5 렌즈는正的 굴절력을 가지고, 상기 제5 렌즈의 물체측면은 근축에서 오목하고, 비구면이고, 상기 제6 렌즈는 굴절력을 가지고, 상기 제6 렌즈의 센서측면은 오목하고, 유효경 내에서 적어도 하나의 변곡점을 가지고, 상기 제6 렌즈의 물체측면 및 센서측면은 모두 비구면이고, 조리개는 상기 제2 렌즈와 상기 제3 렌즈 사이에 위치하고,  $\theta$ 는 상기 렌즈 광학계의 대각 방향의 화각이고,  $f$ 는 상기 렌즈 광학계의 초점거리이고, TTL은 상기 제1 렌즈의 물체측면에서 상기 센서까지의 광축 상의 거리이고, BFL은 상기 제6 렌즈의 센서측면에서 상기 센서까지의 광축 상의 거리일 때, 아래의 조건식을 만족한다.

[0009] <조건식>

[0010]  $-1.00 < \tan \theta / f < -0.80$

[0011]  $4.0 < TTL / BFL < 6.0$

[0012] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 제6 렌즈의 물체측면은 근축에서 볼록하고, 상기 근축의 유효경 내의 주변에서는 오목할 수 있다.

[0013] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 제1 렌즈는 물체 측으로 볼록한 메니스커스 형상을 가질 수 있다.

[0014] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 제2 렌즈의 물체측면은 근축에서 볼록할 수 있다.

[0015] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 제3 렌즈의 센서측면은 근축에서 볼록할 수 있다.

[0016] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 제3 렌즈의 센서측면은 근축에서 볼록할 수 있다.

[0017] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 제4 렌즈는 굴절률이 1.6 이상인 재질로 형성될 수 있다.

[0018] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 제1 렌즈, 제2 렌즈, 제3 렌즈, 제5 렌즈 및 제6 렌즈는 상기 제4 렌즈보다 굴절률이 낮은 재질로 형성될 수 있다.

[0019] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 제1 렌즈, 제2 렌즈, 제3 렌즈, 제5 렌즈 및 제6 렌즈는 굴절률이 1.5 이상이고 1.6 이하인 재질로 형성될 수 있다.

[0020] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 제4 렌즈는 플라스틱 재질로 형성될 수 있다.

[0021] 본 발명의 일 실시예에 있어서,  $f_1$ 은 상기 제1 렌즈의 초점거리일 때, 아래의 조건식을 더 만족할 수 있다.

- [0022] <조건식>
- [0023]  $-1.7 < f1/f < -1.0$
- [0024] 본 발명의 일 실시예에 있어서, V1은 상기 제1 렌즈의 아베수(Abbe number)이고, V2는 상기 제2 렌즈의 아베수이고, V3은 상기 제3 렌즈의 아베수일 때, 아래의 조건식을 더 만족할 수 있다.
- [0025] <조건식>
- [0026]  $50 < (V1+V2+V3)/3 < 60$
- [0027] 본 발명의 일 실시예에 있어서, CRA(MAX)는 상기 렌즈 광학계의 주 광선 입사각(chief ray angle)의 최댓값일 때, 아래의 조건식을 더 만족할 수 있다.
- [0028] <조건식>
- [0029]  $30.0\text{deg} < \text{CRA}(\text{MAX}) < 35.0\text{deg}$
- [0030] 본 발명의 일 실시예에 있어서, FSL은 상기 제1 렌즈의 물체측면에서 상기 조리개 사이의 광축 상의 거리일 때, 아래의 조건식을 더 만족할 수 있다.
- [0031] <조건식>
- [0032]  $0.15 < \text{FSL}/\text{TTL} < 0.3$
- [0033] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 제4 렌즈는 부의 굴절력을 가질 수 있다.
- [0034] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 제6 렌즈는 부의 굴절력을 가질 수 있다.

**발명의 효과**

- [0035] 본 발명의 일 실시예에 따른 렌즈 광학계는 소형이고 화각이 넓으면서 고해상도 이미지 센서와 결합되어 사용할 수 있다는 장점이 있다.
- [0036] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 렌즈 광학계는 렌즈 광학계의 렌즈들을 플라스틱 재질로 형성하고, 특히 단가가 낮은 재질을 보다 많이 사용하여 경제성이 우수하다는 장점이 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0037] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 제1 실시예의 렌즈 광학계의 렌즈 구성도이다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 제2 실시예의 렌즈 광학계의 렌즈 구성도이다.
- 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 제3 실시예의 렌즈 광학계의 렌즈 구성도이다.
- 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 제4 실시예의 렌즈 광학계의 렌즈 구성도이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0038] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예들을 상세히 설명한다. 본 발명을 설명하는데 있어서, 해당 분야에 이미 공지된 기술 또는 구성에 대한 구체적인 설명을 부가하는 것이 본 발명의 요지를 불분명하게 할 수 있다고 판단되는 경우에는 상세한 설명에서 이를 일부 생략하도록 한다. 또한, 본 명세서에서 사용되는 용어들은 본 발명의 실시예들을 적절히 표현하기 위해 사용된 용어들로서, 이는 해당 분야의 관련된 사람 또는 관례 등에 따라 달라질 수 있다. 따라서, 본 용어들에 대한 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.
- [0039] 이하, 첨부한 도 1을 참조하여, 본 발명의 제1 실시예에 따른 렌즈 광학계에 대해 설명한다.
- [0040] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 렌즈 광학계의 렌즈 구성도이다.
- [0041] 도 1을 참조하면, 본 발명의 렌즈 광학계는, 피사체에 해당하는 물체와 물체의 상이 맺히는 센서(IS) 사이에 제1 렌즈(L1), 제2 렌즈(L2), 제3 렌즈(L3), 제4 렌즈(L4), 제5 렌즈(L5) 및 제6 렌즈(L6)가 위치한다. 제1 내지 제6 렌즈(L1, L2, L3, L4, L5, L6)는 물체측에서 센서측으로 순차적으로 배열되어 있다.
- [0042] 각각의 렌즈는 서로 마주보는 양면을 가진다. 하나의 렌즈에 있어서, 물체 측을 바라보는 면은 광이 렌즈로 들

어오는 면인 입사면에 해당한다. 또한, 하나의 렌즈에 있어서, 센서 측을 바라보는 면은 렌즈에서 광이 나가는 면인 출사면에 해당한다. 본 명세서에서 n번째 렌즈의 물체측면이자 입사면인 면을 Sn1로 표시하고, 센서측면이자 출사면인 면은 Sn2로 표시하도록 한다. 따라서, 제1 렌즈(L1)의 물체측면이자 입사면은 S11로 표시되고, 센서측면이자 출사면은 S12로 표시된다. 또한, 제2 렌즈(L2)의 물체측면이자 입사면은 S21로 표시되고, 센서측면이자 출사면은 S22로 표시된다. 또한, 제3 렌즈(L3)의 물체측면이자 입사면은 S31로 표시되고, 센서측면이자 출사면은 S32로 표시된다. 또한, 제4 렌즈(L4)의 물체측면이자 입사면은 S41로 표시되고, 센서측면이자 출사면은 S42로 표시된다. 또한, 제5 렌즈(L5)의 물체측면이자 입사면은 S51로 표시되고, 센서측면이자 출사면은 S52로 표시된다. 또한, 제6 렌즈(L6)의 물체측면이자 입사면은 S61로 표시되고, 센서측면이자 출사면은 S62로 표시된다.

[0043] 렌즈 광학계는 조리개(S)를 포함한다. 조리개(S)는 제2 렌즈(L2)와 제3 렌즈(L3) 사이에 위치한다. 경우에 따라서 조리개(S)는 제2 렌즈(L2)의 센서측면에 걸쳐 위치할 수도 있다. 조리개(S)는 광의 일부를 차단하여 렌즈 광학계 내부로 조사되는 광의 양을 조절할 수 있다.

[0044] 렌즈 광학계는 광학 필터(OF)를 포함할 수 있다. 광학 필터(OF)는 제6 렌즈(L6)와 센서(IS) 사이에 위치할 수 있다. 광학 필터(OF)는 센서(IS)가 감지하는 대역 이외의 광을 차단할 수 있다. 구체적으로 광학 필터(OF)는 센서(IS)가 가시광선을 감지하는 이미지 센서인 경우 적외선 대역의 광을 차단할 수 있고, 센서(IS)가 적외선을 감지하는 이미지 센서인 경우 가시광선 대역의 광을 차단할 수 있다.

[0045] 센서(IS)는 렌즈를 통과한 광을 수광하여 전기 신호로 변환하는 이미지 센서일 수 있다. 센서(IS)는 제1 내지 제6 렌즈(L1~6)를 통과한 광이 센서의 물체측면 상에서 상이 맺히도록 제6 렌즈(L6)의 후면에 위치한다.

[0046] 본 발명의 렌즈 광학계의 각각의 렌즈는 다음과 같은 특성을 가진다.

[0047] 제1 렌즈(L1)는 부(-, negative)의 굴절력을 가진다. 제1 렌즈(L1)의 물체측면(S11)은 근축에서 볼록하고, 센서측면(S12)은 근축에서 오목하다. 여기서, 근축이라는 것은 광축에 근접한 부분을 의미하고, 렌즈의 유효경에서 광축에 근접한 일부분을 의미한다. 제1 렌즈(L1)는 물체 측으로 볼록한 메니스커스 형상을 가진다. 제1 렌즈(L1)의 물체측면(S11) 및 센서측면(S12)은 모두 비구면으로 형성된다. 제1 렌즈(L1)는 플라스틱 재질로 형성되고, 제1 렌즈(L1)를 형성하는 플라스틱은 굴절률이 1.5보다는 크고 1.6보다는 작은 것이 바람직하다.

[0048] 제2 렌즈(L2)는 정(+, positive)의 굴절력을 가진다. 제2 렌즈(L2)의 물체측면(S21)은 근축에서 볼록하다. 제2 렌즈(L2)의 물체측면(S21) 및 센서측면(S22)은 모두 비구면으로 형성된다. 제2 렌즈(L2)는 플라스틱 재질로 형성되고, 제2 렌즈(L2)를 형성하는 플라스틱은 굴절률이 1.5보다는 크고 1.6보다는 작은 것이 바람직하다.

[0049] 제3 렌즈(L3)는 정(+, positive)의 굴절력을 가진다. 제3 렌즈(L3)의 물체측면(S31)은 근축에서 볼록하고, 센서측면(S32)도 근축에서 볼록하다. 제3 렌즈(L3)의 물체측면(S31) 및 센서측면(S32)은 모두 비구면으로 형성된다. 제3 렌즈(L3)는 플라스틱 재질로 형성되고, 제3 렌즈(L3)를 형성하는 플라스틱은 굴절률이 1.5보다는 크고 1.6보다는 작은 것이 바람직하다.

[0050] 제4 렌즈(L4)는 부(-, negative)의 굴절력을 가진다. 제4 렌즈(L4)의 물체측면(S41)은 근축에서 볼록하고, 근축의 유효경 내의 주변에서는 오목한 형태이다. 따라서 제4 렌즈(L4)의 물체측면(S41)은 유효경 전체에서는 대략 오목한 형태를 가지나, 근축을 기준으로 하는 곡률반경은 양의 값을 가진다. 제4 렌즈(L4)의 센서측면(S42)은 근축에서 오목하다. 제4 렌즈(L4)의 물체측면(S41) 및 센서측면(S42)은 모두 비구면으로 형성된다.

[0051] 제4 렌즈(L4)는 플라스틱 재질로 형성된다. 제4 렌즈(L4)는 제1, 2, 3, 5, 6 렌즈보다 상대적으로 굴절률이 큰 재질로 형성된다. 구체적으로, 제4 렌즈(L4)는 굴절률이 1.6 이상인 재질로 형성된다. 더욱 바람직하게는, 제4 렌즈(L4)는 굴절률이 1.65 이상인 재질로 형성될 수 있다. 반면에, 제1, 2, 3, 5, 6 렌즈는 굴절률이 1.6 이하인 재질로 형성될 수 있다. 구체적으로, 제1, 2, 3, 5, 6 렌즈는 굴절률이 1.5 이상이고 1.6 이하인 재질로 형성될 수 있다.

[0052] 제5 렌즈(L5)는 정(+, positive)의 굴절력을 가진다. 제5 렌즈(L5)의 물체측면(S51)은 근축에서 오목하고, 센서측면(S52)은 근축에서 볼록하다. 제5 렌즈(L5)의 물체측면(S51) 및 센서측면(S52)은 모두 비구면으로 형성된다. 제5 렌즈(L5)는 플라스틱 재질로 형성되고, 제5 렌즈(L5)를 형성하는 플라스틱은 굴절률이 1.5보다는 크고 1.6보다는 작은 것이 바람직하다.

[0053] 제6 렌즈(L6)는 부(-, negative)의 굴절력을 가진다. 제6 렌즈(L6)의 물체측면(S61)은 근축에서 볼록하고, 근축의 유효경 내의 주변에서는 오목한 형태이다. 따라서 제6 렌즈(L6)의 물체측면(S61)은 유효경 전체에서는 대략

오목한 형태를 가지나, 근축을 기준으로 하는 곡률반경은 양의 값을 가진다. 제6 렌즈(L6)의 센서측면(S62)은 근축에서 오목하다. 제6 렌즈(L6)의 물체측면(S61) 및 센서측면(S62)은 모두 비구면으로 형성된다. 제6 렌즈(L6)는 플라스틱 재질로 형성되고, 제6 렌즈(L6)를 형성하는 플라스틱은 굴절률이 1.5보다는 크고 1.6보다는 작은 것이 바람직하다.

[0054] 또한, 본 발명의 렌즈 광학계는 아래의 조건식을 만족한다.

[0055] <조건식 1>

[0056]  $-1.00 < \tan \theta / f < -0.80$

[0057] 여기서,  $\theta$ 는 렌즈 광학계의 대각 방향의 화각이고,  $f$ 는 렌즈 광학계의 초점거리이다.

[0058] 조건식 1을 만족한다면, 렌즈 광학계는 광각의 성능을 구현할 수 있다. 본 실시예는 대각 방향의 화각이 120.0degree로서 광각의 성능을 구현하였다. 본 실시예와 같이, 화각( $\theta$ )이 충분히 큰 상태에서 초점거리( $f$ )는 조건식 1을 만족하는 범위인 것이 바람직하다. 만약, 초점거리( $f$ )가 길어서 조건식 1의 하한을 벗어난다면 렌즈 광학계의 전체 트랙 길이(TTL)가 길어지게 된다. 또한, 초점거리( $f$ )가 짧아서 조건식 1의 상한을 벗어난다면 구면 수차 및 코마 수차가 증가하여 광학 성능이 떨어지게 된다.

[0059] <조건식 2>

[0060]  $4.0 < TTL/BFL < 6.0$

[0061] 여기서, TTL은 제1 렌즈(L1)의 물체측면(S11)에서 센서까지의 광축 상의 거리이고, BFL 제6 렌즈(L6)의 센서측면(S62)에서 센서까지의 광축 상의 거리이다.

[0062] 조건식 2를 만족한다면, 광학 렌즈계의 전체 트랙 거리(TTL)가 제한된다. 따라서 본 발명의 광학 렌즈계를 탑재한 카메라 모듈의 높이가 낮아질 수 있다. 이는 카메라 모듈이 장착되는 전자 장치를 보다 슬림하게 할 수 있는 장점이 있다.

[0063] <조건식 3>

[0064]  $-1.7 < f1/f < -1.0$

[0065] 여기서,  $f1$ 은 상기 제1 렌즈(L1)의 초점거리이고,  $f$ 는 렌즈 광학계의 초점거리이다.

[0066] 조건식 3을 만족한다면, 광각이면서 광학 성능이 우수한 렌즈 광학계가 제작될 수 있다.

[0067] <조건식 4>

[0068]  $50 < (V1+V2+V3)/3 < 60$

[0069] 여기서,  $V1$ 은 상기 제1 렌즈(L1)의 아베수(Abbe number)이고,  $V2$ 는 상기 제2 렌즈(L2)의 아베수이고,  $V3$ 은 상기 제3 렌즈(L3)의 아베수이다.

[0070] 제1 렌즈(L1), 제2 렌즈(L2) 및 제3 렌즈(L3)는 평균적으로 아베수가 50 이상인 재질로 형성될 수 있다. 이에 따라, 렌즈 광학계의 색수차를 효과적으로 보정할 수 있다. 또한, 이러한 구성으로 인해 제조 단가를 낮게 유지할 수 있다는 장점이 있다.

[0071] <조건식5>

[0072]  $30.0deg < CRA(MAX) < 35.0deg$

[0073] 여기서, CRA(MAX)는 상기 렌즈 광학계의 주 광선 입사각(chief ray angle)의 최댓값이다.

[0074] 조건식 5를 만족한다면, 렌즈 광학계가 광각이면서 광학 성능이 우수하다는 장점이 있다.

[0075] <조건식6>

[0076]  $0.15 < FSL/TTL < 0.3$

[0077] 여기서, FSL은 상기 제1 렌즈(L1)의 물체측면(S11)에서 상기 조리개(S) 사이의 광축 상의 거리이고, TTL은 제1 렌즈(L1)의 물체측면(S11)에서 센서까지의 광축 상의 거리이다.

[0078] 조건식 6은 렌즈 광학계에서 조리개(S)의 위치를 한정하는 것이다. 조건식 6을 만족한다면, 조리개(S)는 대략

제1 렌즈(L1)와 제2 렌즈(L2) 사이 부근에 위치하게 된다.

[0079] 아래의 표는 도 1에 도시된 본 발명의 제1 실시예에 따른 렌즈 광학계의 광학 특성을 설명한 것이다.

표 1

[0080]

구성 요소		r	d	N	f	V
제1 렌즈(L1)	S11*	2.0440	0.2509	1.5340	-2.8316	55.8559
	S12*	0.8320	0.4223			
제2 렌즈(L2)	S21*	6.5524	0.4152	1.5340	6.9918	55.8559
	S22*	-8.4882	0.0674			
조리개		Infinity	0.0095			
제3 렌즈(L3)	S31*	1.4678	0.6309	1.5340	1.3886	55.8559
	S32*	-1.2744	0.0500			
제4 렌즈(L4)	S31*	4.5333	0.2011	1.6574	-2.9544	21.4744
	S32*	1.3358	0.4586			
제5 렌즈(L5)	S51*	-2.5183	0.5882	1.5465	2.0381	56.0928
	S52*	-0.8360	0.1326			
제6 렌즈(L6)	S61*	2.0547	0.3386	1.5465	-2.2348	56.0928
	S62*	0.7214	0.2500			
Focal Length(F)				1.9527		
Fno				2.4800		
CRA(MAX)				32.54		
TTL				32.9785		
DFOV				120.0		

[0081]

상기 표에서 렌즈면에 표시된 \*는 해당 렌즈면이 비구면임을 나타낸다. 상기 표에서 r은 해당하는 렌즈 면의 곡률반경이고, d는 해당하는 렌즈 면이 물체측면인 경우에 해당하는 렌즈의 광축 상의 두께이고, 해당하는 렌즈 면이 센서측면인 경우에는 해당하는 렌즈의 출사면에서 다음의 구성요소(렌즈, 조리개 또는 필터)와 사이의 거리이다. 따라서 S22의 d는 제2 렌즈(L2)의 센서측면(S22)과 제2 렌즈(L2)와 제3 렌즈(L3) 사이에 위치하는 조리개 사이의 거리를 의미한다. 또한, S62의 d는 제6 렌즈(L6)의 센서측면(S62)과 제6 렌즈(L6)의 후측에 위치하는 필터 사이의 거리를 의미한다. N는 해당하는 렌즈의 굴절률이고, f는 해당하는 렌즈의 초점거리이고, V는 해당하는 렌즈의 아베 수(Abbe number)이다. 여기서 r, d 및 f의 거리 단위는 mm이다.

[0082]

Focal Length(F)는 전체 렌즈 광학계의 초점거리이고, CRA는 렌즈 광학계의 주 광선 입사각(chief ray angle)의 최댓값이고, TTL은 렌즈 광학계의 전체 트랙 거리(total track length)로서 구체적으로 제1 렌즈(L1)의 물체측면(S11)에서 센서까지의 광축 상의 거리이고, DFOV는 렌즈 광학계의 대각 방향의 화각이다. 여기서 F 및 TTL의 단위는 mm이고, CRA 및 DFOV의 각도는 도(degree)이다.

[0083]

도 1에 도시된 본 발명의 제1 실시예에 따른 렌즈 광학계의 렌즈면 중 비구면인 면은 다음의 수학식의 비구면 방정식을 만족한다.

[0084]

<수학식>

[0085]

$$z = \frac{y^2}{R(1 + \sqrt{1 - (1+k)y^2/R^2})} + A_2y^2 + A_4y^4 + A_6y^6 + A_8y^8 + A_{10}y^{10} + A_{12}y^{12}$$

[0086]

여기서, z는 렌즈의 정점으로부터 광축 방향으로의 거리를, y는 광축에 수직한 방향으로의 거리를 나타낸다. 그리고 R은 렌즈의 정점에 있어서의 곡률반경을, K는 코닉 상수(conic constant)를 나타낸다. 또한, A<sub>2</sub> 내지 A<sub>12</sub>는 비구면 계수를 각각 나타낸다.

[0087]

아래의 표는 도 1에 도시된 본 발명의 제1 실시예에 따른 렌즈 광학계의 비구면인 면의 비구면계수에 관한 표이다.

표 2

[0088]

	K	A <sub>2</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>6</sub>	A <sub>8</sub>	A <sub>10</sub>	A <sub>12</sub>
S11	0.0000	0.1252	-0.3405	-0.1488	0.4187	-0.1711	0.0000
S12	-0.3003	0.3711	-0.1509	-3.0224	7.6071	-15.9110	17.9455
S21	11.0254	0.0344	-0.1232	-0.1007	-2.3290	7.6348	-5.1757
S22	0.0000	-0.5481	1.0493	-0.8063	-11.0777	49.3483	-64.8623
S31	-5.9869	-0.2955	0.9083	-3.9033	4.6719	4.3517	-29.8388
S32	2.1266	-0.5355	4.7932	-20.7622	48.2290	-56.8079	25.9360
S41	0.0000	-1.4229	6.3676	-22.1713	48.1040	-60.4058	32.5356
S42	0.8193	-0.9951	2.7235	-5.9979	8.6034	-7.4808	2.5724
S51	7.3278	0.2490	-0.3403	-0.7111	3.0885	-4.0487	2.0592
S52	-0.7383	0.6298	-1.2200	1.6168	-1.4037	0.7898	-0.1974
S61	-10.4489	-0.2619	-0.4304	0.6644	-0.3449	0.0821	-0.0076
S62	-3.8646	-0.2870	0.1730	-0.0752	0.0198	-0.0029	0.0002

[0089]

도 1 및 위의 두 표를 참조하면, 본 발명의 제1 실시예에 따른 렌즈 광학계의 각각의 렌즈는 상술한 특성을 만족한다.

[0090]

아래의 표는 본 실시예의 렌즈 광학계에서 상술한 조건식 1 내지 6의 값을 계산한 것이다.

표 3

[0091]

	조건식	대상값	제1 실시예의 대상값
조건식 1	$-1.00 < \tan \Theta / f < -0.80$	$\tan \Theta / f$	-0.8870
조건식 2	$4.0 < TTL/BFL < 6.0$	TTL/BFL	5.1190
조건식 3	$-1.7 < f1/f < -1.0$	f1/f	-1.4501
조건식 4	$50 < (V1+V2+V3)/3 < 60$	$(V1+V2+V3)/3$	55.859
조건식 5	$30.0\text{deg} < CRA(\text{MAX}) < 35.0\text{deg}$	CRA(MAX)	32.9885
조건식 6	$0.15 < FSL/TTL < 0.3$	FSL/TTL	0.2609

[0092]

상기 표에 도시된 것과 같이 본 발명의 제1 실시예의 렌즈 광학계는 조건식 1 내지 6을 모두 만족함을 알 수 있다.

[0093]

이하, 첨부한 도 2를 참조하여, 본 발명의 제2 실시예에 따른 렌즈 광학계에 대해 설명한다.

[0094]

도 2은 본 발명의 일 실시예에 따른 렌즈 광학계의 렌즈 구성도이다.

[0095]

아래의 표는 도 2에 도시된 본 발명의 제2 실시예에 따른 렌즈 광학계의 광학 특성을 설명한 것이다.

표 4

[0096]

구성 요소	r	d	N	f	V	
제1 렌즈(L1)	S11*	2.6214	0.2000	1.5340	-2.8244	55.8559
	S12*	1.1763	0.2321			
제2 렌즈(L2)	S21*	21.1717	0.2829	1.5340	8.9492	55.8559
	S22*	64.9792	0.0400			
조리개		Infinity	0.0095			
제3 렌즈(L3)	S31*	1.4744	0.5480	1.5340	1.3300	55.8559
	S32*	-1.2397	0.0500			
제4 렌즈(L4)	S31*	3.7876	0.2000	1.6574	-2.9686	21.4744
	S32*	1.3374	0.3655			
제5 렌즈(L5)	S51*	-2.3305	0.6096	1.5465	1.9327	56.0928
	S52*	-0.7245	0.1494			
제6 렌즈(L6)	S61*	2.5958	0.3300	1.5465	-2.2311	56.0928
	S62*	0.6690	0.3000			
Focal Length(F)				2.1267		
Fno				2.4800		

CRA(MAX)	32.54
TTL	3.9700
DFOV	120.0

[0097] 상기 표에서 렌즈면에 표시된 \*는 해당 렌즈면이 비구면임을 나타낸다. 상기 표에서 r은 해당하는 렌즈 면의 곡률반경이고, d는 해당하는 렌즈 면이 물체측면인 경우에 해당하는 렌즈의 광축 상의 두께이고, 해당하는 렌즈 면이 센서측면인 경우에는 해당하는 렌즈의 출사면에서 다음의 구성요소(렌즈, 조리개 또는 필터)와 사이의 거리이다. 따라서 S22의 d는 제2 렌즈(L2)의 센서측면(S22)과 제2 렌즈(L2)와 제3 렌즈(L3) 사이에 위치하는 조리개 사이의 거리를 의미한다. 또한, S62의 d는 제6 렌즈(L6)의 센서측면(S62)과 제6 렌즈(L6)의 후측에 위치하는 필터 사이의 거리를 의미한다. N는 해당하는 렌즈의 굴절률이고, f는 해당하는 렌즈의 초점거리이고, V는 해당하는 렌즈의 아베 수(Abbe number)이다. 여기서 r, d 및 f의 거리 단위는 mm이다.

[0098] Focal Length(F)는 전체 렌즈 광학계의 초점거리이고, CRA는 렌즈 광학계의 주 광선 입사각(chief ray angle)의 최댓값이고, TTL은 렌즈 광학계의 전체 트랙 거리(total track length)로서 구체적으로 제1 렌즈(L1)의 물체측면(S11)에서 센서까지의 광축 상의 거리이고, DFOV는 렌즈 광학계의 대각 방향의 화각이다. 여기서 F 및 TTL의 단위는 mm이고, CRA 및 DFOV의 각도는 도(degree)이다.

[0099] 도 2에 도시된 본 발명의 제2 실시예에 따른 렌즈 광학계의 렌즈면 중 비구면인 면은 다음의 수학식의 비구면 방정식을 만족한다.

[0100] <수학식>

$$z = \frac{y^2}{R(1 + \sqrt{1 - (1+k)y^2/R^2})} + A_2y^2 + A_4y^4 + A_6y^6 + A_8y^8 + A_{10}y^{10} + A_{12}y^{12}$$

[0101] 여기서, z는 렌즈의 정점으로부터 광축 방향으로의 거리를, y는 광축에 수직한 방향으로의 거리를 나타낸다. 그리고 R은 렌즈의 정점에 있어서의 곡률반경을, K는 코닉 상수(conic constant)를 나타낸다. 또한, A<sub>2</sub> 내지 A<sub>12</sub>는 비구면 계수를 각각 나타낸다.

[0103] 아래의 표는 도 2에 도시된 본 발명의 제2 실시예에 따른 렌즈 광학계의 비구면인 면의 비구면계수에 관한 표이다.

표 5

	K	A <sub>2</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>6</sub>	A <sub>8</sub>	A <sub>10</sub>	A <sub>12</sub>
S11	0.0000	0.1238	-0.6515	-0.2268	1.4060	-0.8023	0.0000
S12	-1.1451	0.5345	-1.1425	-1.0390	-1.5547	0.2150	19.0069
S21	-891.5801	0.1509	-0.5948	0.0647	-11.7938	39.7455	-29.5040
S22	0.0000	-0.6681	2.0217	-9.3430	28.3418	-45.7213	31.2319
S31	-8.2402	-0.3824	1.4461	-7.1369	6.6022	39.9598	-139.1367
S32	2.3027	-0.5892	5.9259	-27.7334	72.0404	-100.0704	55.1445
S41	0.0000	-1.4821	7.1918	-26.9083	64.7009	-88.7361	50.1727
S42	0.7682	-0.9969	2.7040	-6.2617	9.4614	-8.0286	2.2299
S51	6.7122	0.2653	-0.0990	-2.0072	7.1061	-9.8543	5.4135
S52	-0.7998	0.7217	-1.6699	2.6855	-2.8796	2.0431	-0.6261
S61	-10.4487	-0.3065	-0.6091	1.0654	-0.6300	0.1704	-0.0179
S62	-3.7310	-0.3453	0.2395	-0.1213	0.0389	-0.0072	0.0006

[0105] 도 2 및 위의 두 표를 참조하면, 본 발명의 제2 실시예에 따른 렌즈 광학계의 각각의 렌즈는 상술한 특성을 만족한다.

[0106] 아래의 표는 본 실시예의 렌즈 광학계에서 상술한 조건식 1 내지 6의 값을 계산한 것이다.

표 6

[0107]	조건식	대상값	제2 실시예의 대상값	
	조건식 1	$-1.00 < \tan \Theta / f < -0.80$	$\tan \Theta / f$	-0.8144
	조건식 2	$4.0 < TTL / BFL < 6.0$	TTL/BFL	4.1663
	조건식 3	$-1.7 < f1 / f < -1.0$	f1/f	-1.3280
	조건식 4	$50 < (V1+V2+V3) / 3 < 60$	$(V1+V2+V3) / 3$	55.8559
	조건식 5	$30.0 \text{deg} < CRA(\text{MAX}) < 35.0 \text{deg}$	CRA(MAX)	32.5417
	조건식 6	$0.15 < FSL / TTL < 0.3$	FSL/TTL	0.1902

[0108] 상기 표에 도시된 것과 같이 본 발명의 제2 실시예의 렌즈 광학계는 조건식 1 내지 6을 모두 만족함을 알 수 있다.

[0109] 이하, 첨부한 도 3을 참조하여, 본 발명의 제3 실시예에 따른 렌즈 광학계에 대해 설명한다.

[0110] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 렌즈 광학계의 렌즈 구성도이다.

[0111] 아래의 표는 도 3에 도시된 본 발명의 제3 실시예에 따른 렌즈 광학계의 광학 특성을 설명한 것이다.

표 7

[0112]	구성 요소	r	d	N	f	V
제1 렌즈(L1)	S11*	2.4402	0.2548	1.5340	-3.0958	55.8559
	S12*	0.9497	0.3239			
제2 렌즈(L2)	S21*	9.5637	0.3757	1.5340	7.6898	55.8559
	S22*	-7.0981	0.0400			
조리개		Infinity	0.0095			
제3 렌즈(L3)	S31*	1.5695	0.6300	1.5340	1.4422	55.8559
	S32*	-1.3008	0.0500			
제4 렌즈(L4)	S31*	3.8642	0.2031	1.6574	-3.1875	21.4744
	S32*	1.3304	0.4097			
제5 렌즈(L5)	S51*	-2.5169	0.6204	1.5465	1.8198	56.0928
	S52*	-0.7749	0.2260			
제6 렌즈(L6)	S61*	3.4496	0.3056	1.5465	-1.7970	56.0928
	S62*	0.7405	0.2500			
Focal Length(F)				2.0702		
Fno				2.4800		
CRA(MAX)				32.21		
TTL				4.3042		
DFOV				120.0		

[0113] 상기 표에서 렌즈면에 표시된 \*는 해당 렌즈면이 비구면임을 나타낸다. 상기 표에서 r은 해당하는 렌즈 면의 곡률반경이고, d는 해당하는 렌즈 면이 물체측면인 경우에 해당하는 렌즈의 광축 상의 두께이고, 해당하는 렌즈 면이 센서측면인 경우에는 해당하는 렌즈의 출사면에서 다음의 구성요소(렌즈, 조리개 또는 필터)와 사이의 거리이다. 따라서 S22의 d는 제2 렌즈(L2)의 센서측면(S22)과 제2 렌즈(L2)와 제3 렌즈(L3) 사이에 위치하는 조리개 사이의 거리를 의미한다. 또한, S62의 d는 제6 렌즈(L6)의 센서측면(S62)과 제6 렌즈(L6)의 후측에 위치하는 필터 사이의 거리를 의미한다. N는 해당하는 렌즈의 굴절률이고, f는 해당하는 렌즈의 초점거리이고, V는 해당하는 렌즈의 아베 수(Abbe number)이다. 여기서 r, d 및 f의 거리 단위는 mm이다.

[0114] Focal Length(F)는 전체 렌즈 광학계의 초점거리이고, CRA는 렌즈 광학계의 주 광선 입사각(chief ray angle)의 최댓값이고, TTL은 렌즈 광학계의 전체 트랙 거리(total track length)로서 구체적으로 제1 렌즈(L1)의 물체측면(S11)에서 센서까지의 광축 상의 거리이고, DFOV는 렌즈 광학계의 대각 방향의 화각이다. 여기서 F 및 TTL의 단위는 mm이고, CRA 및 DFOV의 각도는 도(degree)이다.

[0115] 도 3에 도시된 본 발명의 제3 실시예에 따른 렌즈 광학계의 렌즈면 중 비구면인 면은 다음의 수학적 비구면 방정식을 만족한다.

[0116] <수학식>

$$z = \frac{y^2}{R(1 + \sqrt{1 - (1+k)y^2/R^2})} + A_2y^2 + A_4y^4 + A_6y^6 + A_8y^8 + A_{10}y^{10} + A_{12}y^{12}$$

[0117] 여기서, z는 렌즈의 정점으로부터 광축 방향으로의 거리를, y는 광축에 수직한 방향으로의 거리를 나타낸다. 그리고 R은 렌즈의 정점에 있어서의 곡률반경을, K는 코닉 상수(conic constant)를 나타낸다. 또한, A<sub>2</sub> 내지 A<sub>12</sub>는 비구면 계수를 각각 나타낸다.

[0119] 아래의 표는 도 3에 도시된 본 발명의 제3 실시예에 따른 렌즈 광학계의 비구면인 면의 비구면계수에 관한 표이다.

표 8

	K	A <sub>2</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>6</sub>	A <sub>8</sub>	A <sub>10</sub>	A <sub>12</sub>
S11	0.0000	0.1238	-0.6515	-0.2268	1.4060	-0.8023	0.0000
S12	-1.1451	0.5345	-1.1425	-1.0390	-1.5547	0.2150	19.0069
S21	-891.5801	0.1509	-0.5948	0.0647	-11.7938	39.7455	-29.5040
S22	0.0000	-0.6681	2.0217	-9.3430	28.3418	-45.7213	31.2319
S31	-8.2402	-0.3824	1.4461	-7.1369	6.6022	39.9598	-139.1367
S32	2.3027	-0.5892	5.9259	-27.7334	72.0404	-100.0704	55.1445
S41	0.0000	-1.4821	7.1918	-26.9083	64.7009	-88.7361	50.1727
S42	0.7682	-0.9969	2.7040	-6.2617	9.4614	-8.0286	2.2299
S51	6.7122	0.2653	-0.0990	-2.0072	7.1061	-9.8543	5.4135
S52	-0.7998	0.7217	-1.6699	2.6855	-2.8796	2.0431	-0.6261
S61	-10.4487	-0.3065	-0.6091	1.0654	-0.6300	0.1704	-0.0179
S62	-3.7310	-0.3453	0.2395	-0.1213	0.0389	-0.0072	0.0006

[0121] 도 3 및 위의 두 표를 참조하면, 본 발명의 제3 실시예에 따른 렌즈 광학계의 각각의 렌즈는 상술한 특성을 만족한다.

[0122] 아래의 표는 본 실시예의 렌즈 광학계에서 상술한 조건식 1 내지 6의 값을 계산한 것이다.

표 9

	조건식	대상값	제3 실시예의 대상값
조건식 1	-1.00<tanθ/f<-0.80	tanθ/f	-0.8367
조건식 2	4.0<TTL/BFL<6.0	TTL/BFL	5.0316
조건식 3	-1.7<f1/f<-1.0	f1/f	-1.4954
조건식 4	50<(V1+V2+V3)/3<60	(V1+V2+V3)/3	55.8559
조건식 5	30.0deg<CRA(MAX)<35.0deg	CRA(MAX)	32.2140
조건식 6	0.15<FSL/TTL<0.3	FSL/TTL	0.2310

[0124]상기 표에 도시된 것과 같이 본 발명의 제3 실시예의 렌즈 광학계는 조건식 1 내지 6을 모두 만족함을 알 수 있다.

[0125]이하, 첨부한 도 4를 참조하여, 본 발명의 제4 실시예에 따른 렌즈 광학계에 대해 설명한다.

[0126]도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 렌즈 광학계의 렌즈 구성도이다.

[0127]아래의 표는 도 4에 도시된 본 발명의 제4 실시예에 따른 렌즈 광학계의 광학 특성을 설명한 것이다.

표 10

구성 요소	r	d	N	f	V	
제1 렌즈(L1)	S11*	2.0550	0.2502	1.5340	-2.1544	55.8559
	S12*	0.8330	0.4097			
제2 렌즈(L2)	S21*	8.2553	0.3296	1.5340	2.7791	55.8559

	S22*	-11.1914	0.1000			
	조리개	Infinity	0.0095			
제3 렌즈(L3)	S31*	1.3277	0.6269	1.5340	1.7098	55.8559
	S32*	-1.2761	0.0500			
제4 렌즈(L4)	S31*	3.9261	0.1942	1.6574	-3.3731	21.4744
	S32*	1.2780	0.4518			
제5 렌즈(L5)	S51*	-2.5462	0.6052	1.5465	2.0450	56.0928
	S52*	-0.8092	0.1024			
제6 렌즈(L6)	S61*	1.7709	0.3283	1.6455	-2.1607	56.0928
	S62*	0.6748	0.2500			
Focal Length(F)				1.8769		
Fno				2.4800		
CRA(MAX)				33.594		
TTL				4.2900		
DFOV				118.3		

[0129] 상기 표에서 렌즈면에 표시된 \*는 해당 렌즈면이 비구면임을 나타낸다. 상기 표에서 r은 해당하는 렌즈 면의 곡률반경이고, d는 해당하는 렌즈 면이 물체측면인 경우에 해당하는 렌즈의 광축 상의 두께이고, 해당하는 렌즈 면이 센서측면인 경우에는 해당하는 렌즈의 출사면에서 다음의 구성요소(렌즈, 조리개 또는 필터)와 사이의 거리이다. 따라서 S22의 d는 제2 렌즈(L2)의 센서측면(S22)과 제2 렌즈(L2)와 제3 렌즈(L3) 사이에 위치하는 조리개 사이의 거리를 의미한다. 또한, S62의 d는 제6 렌즈(L6)의 센서측면(S62)과 제6 렌즈(L6)의 후측에 위치하는 필터 사이의 거리를 의미한다. N는 해당하는 렌즈의 굴절률이고, f는 해당하는 렌즈의 초점거리이고, V는 해당하는 렌즈의 아베 수(Abbe number)이다. 여기서 r, d 및 f의 거리 단위는 mm이다.

[0130] Focal Length(F)는 전체 렌즈 광학계의 초점거리이고, CRA는 렌즈 광학계의 주 광선 입사각(chief ray angle)의 최댓값이고, TTL은 렌즈 광학계의 전체 트랙 거리(total track length)로서 구체적으로 제1 렌즈(L1)의 물체측면(S11)에서 센서까지의 광축 상의 거리이고, DFOV는 렌즈 광학계의 대각 방향의 화각이다. 여기서 F 및 TTL의 단위는 mm이고, CRA 및 DFOV의 각도는 도(degree)이다.

[0131] 도 4에 도시된 본 발명의 제4 실시예에 따른 렌즈 광학계의 렌즈면 중 비구면인 면은 다음의 수학적 비구면 방정식을 만족한다.

[0132] <수학적>

$$z = \frac{y^2}{R(1 + \sqrt{1 - (1 + k)y^2/R^2})} + A_2y^2 + A_4y^4 + A_6y^6 + A_8y^8 + A_{10}y^{10} + A_{12}y^{12}$$

[0133] 여기서, z는 렌즈의 정점으로부터 광축 방향으로의 거리를, y는 광축에 수직한 방향으로의 거리를 나타낸다. 그리고 R은 렌즈의 정점에 있어서의 곡률반경을, K는 코닉 상수(conic constant)를 나타낸다. 또한, A<sub>2</sub> 내지 A<sub>12</sub>는 비구면 계수를 각각 나타낸다.

[0135] 아래의 표는 도 4에 도시된 본 발명의 제3 실시예에 따른 렌즈 광학계의 비구면인 면의 비구면계수에 관한 표이다.

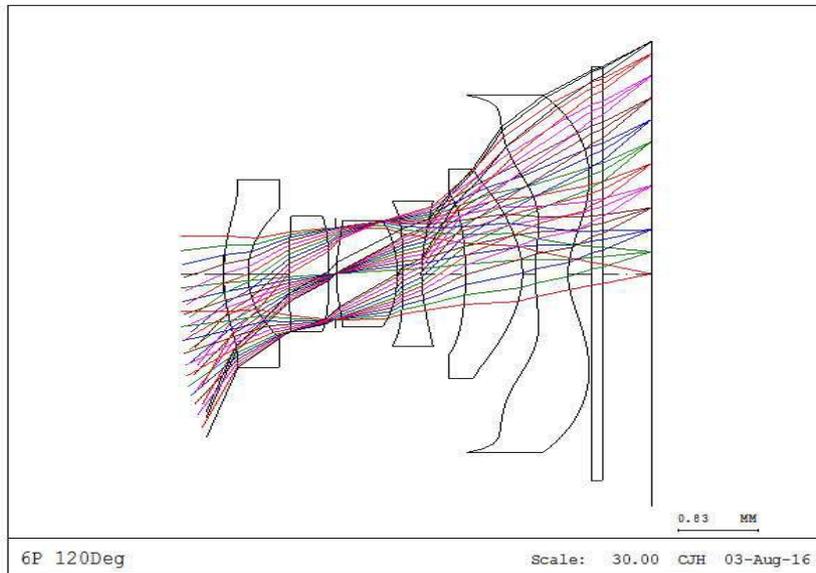
표 11

	K	A <sub>2</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>6</sub>	A <sub>8</sub>	A <sub>10</sub>	A <sub>12</sub>
S11	0.0000	0.1252	-0.3405	-0.1488	0.4187	-0.1711	0.0000
S12	-0.3229	0.3711	-0.1509	-3.0224	7.6071	-15.9110	17.9455
S21	-198.7266	0.0344	-0.1232	-0.1007	-2.3290	7.6348	-5.1757
S22	0.0000	-0.5481	1.0493	-0.8063	-11.0777	49.3483	-64.8623
S31	-3.7217	-0.2955	0.9083	-3.9033	4.6719	4.3517	-29.8388
S32	2.1848	-0.5355	4.7932	-20.7622	48.2290	-56.8079	25.9360
S41	0.0000	-1.4229	6.3676	-22.1713	48.1040	-60.4058	32.5356
S42	0.8563	-0.9951	2.7235	-5.9979	8.6034	-7.4808	2.5724
S51	7.2476	0.2490	-0.3403	-0.7111	3.0885	-4.0487	2.0592

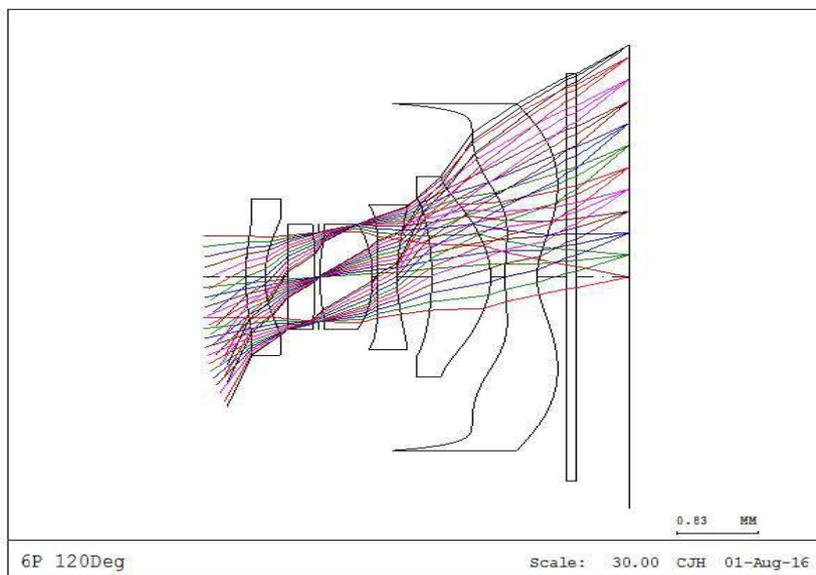


도면

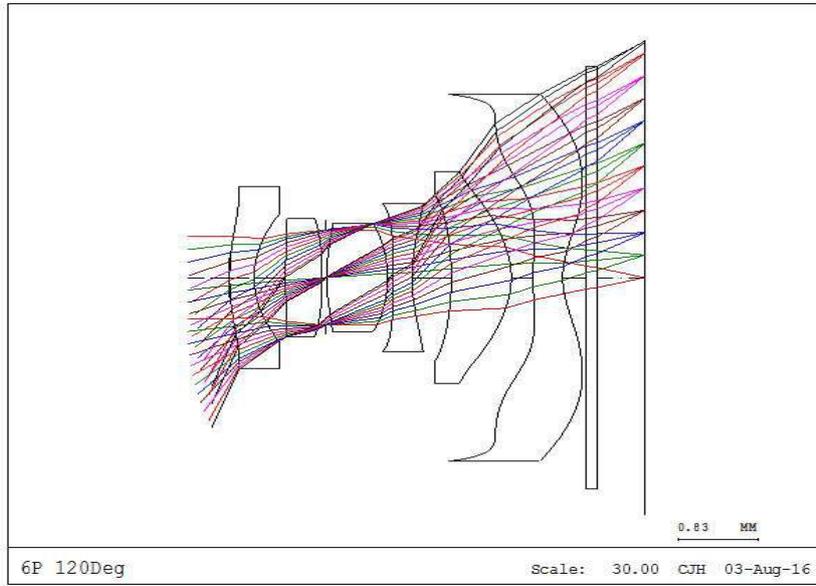
도면1



도면2



도면3



도면4

