(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2022 년 3 월 3 일 (03.03.2022)

WIPO | PCT

(10) 국제공개번호
WO 2022/045690 A1

(51) 국제특허분류:
G02B 15/14 (2006.01) *G02B 1/04* (2006.01)
G02B 13/00 (2006.01)

(21) 국제출원번호: PCT/KR2021/011170

(22) 국제출원일: 2021 년 8 월 23 일 (23.08.2021)

(25) 출원언어: 한국어

(26) 공개언어: 한국어

(30) 우선권정보:
10-2020-0107947 2020 년 8 월 26 일 (26.08.2020) KR

(71) 출원인: 엘지이노텍 주식회사 (**LG INNOTEK CO., LTD.**) [KR/KR]; 07796 서울시 강서구 마곡중앙10로 30, Seoul (KR).

(72) 발명자: 심형록 (**SHIM, Hyung Rok**); 07796 서울시 강서구 마곡중앙10로 30, Seoul (KR). 오남훈 (**OH, Nam Hoon**); 07796 서울시 강서구 마곡중앙10로 30, Seoul (KR). 장대식 (**JANG, Dae Sik**); 07796 서울시 강서구 마곡중앙10로 30, Seoul (KR).

(74) 대리인: 특허법인 다나 (**DANA PATENT LAW FIRM**); 06242 서울시 강남구 역삼로 3길 11, 광성빌딩 신관 4~6 층, Seoul (KR).

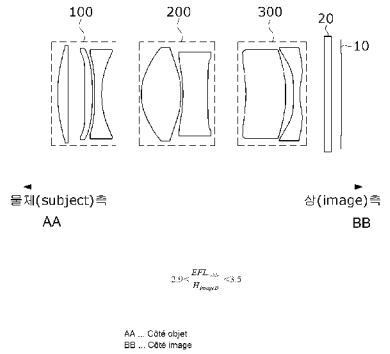
(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:
— 국제조사보고서와 함께 (조약 제21조(3))

(54) **Title:** OPTICAL SYSTEM AND CAMERA MODULE COMPRISING SAME

(54) **발명의 명칭:** 광학계 및 이를 포함하는 카메라 모듈



(57) **Abstract:** A zoom optical system according to an embodiment of the present invention comprises a first lens group, a second lens group and a third lens group sequentially aligned from an object toward an image, wherein the second lens group and third lens group can move, and an effective focal length (EFL) at a wide angle is defined by the mathematical formula below. Here, EFL_{wide} means an effective focal length of the zoom optical system at a wide angle, and H_{imageD} means a half of the diagonal length of an image sensor pixel area.

(57) **요약서:** 본 발명의 실시예에 따른 줌 광학계는 물체(object)측으로부터 상(image)측으로 순차적으로 배열되는 제1 렌즈군, 제2 렌즈군 및 제3 렌즈군을 포함하고, 상기 제2 렌즈군 및 상기 제3 렌즈군은 이동 가능하고, 와이드 앵글(wide angle)에서의 유효 초점 거리(EFL, effective focal length)는 아래의 수학식에 의해 정의된다. 여기서, EFL_{wide}는 와이드 앵글에서 줌 광학계의 유효 초점 거리를 의미하고, H_{imageD}는 이미지 센서 픽셀 영역의 대각 길이의 절반 값을 의미한다.

WO 2022/045690 A1

명세서

발명의 명칭: 광학계 및 이를 포함하는 카메라 모듈

기술분야

[1] 실시 예는 광학계 및 이를 포함하는 카메라 모듈에 관한 것이다.

배경기술

[2] 휴대 단말에 내장되는 카메라 모듈의 성능이 발달함에 따라, 휴대 단말 내 카메라 모듈에도 오토포커싱 기능이 요구되고 있다.

[3] 휴대 단말 내 카메라 모듈이 오토포커싱 기능을 가지기 위하여, 외부 광을 디지털 이미지 또는 디지털 영상으로 변경하는 과정에서 디지털 처리에 의하여 배율을 높일 수 있다. 이에 따르면, 1배, 3배, 5배 등과 같이 소정의 정해진 배율로만 줌이 가능하며, 배율이 높아짐에 따라 해상도가 떨어지고, 디지털 열화가 발생하는 문제가 있다.

[4] 한편, 휴대 단말 내 카메라 모듈이 오토포커싱 기능을 가지기 위하여, 렌즈를 이동시켜 렌즈와 이미지 센서 사이의 간격을 조절하는 기술이 시도되고 있다. 다만, 휴대 단말 내 좁은 공간 내에서 이동 가능한 광학계의 설계가 용이하지 않은 실정이다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

[5] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 줌(zoom) 광학계 및 이를 포함하는 카메라 모듈을 제공하는 데 있다.

[6] 실시 예에서 해결하고자 하는 과제는 이에 한정되는 것은 아니며, 아래에서 설명하는 과제의 해결수단이나 실시 형태로부터 파악될 수 있는 목적이나 효과도 포함된다고 할 것이다.

과제 해결 수단

[7] 본 발명의 실시예에 따른 줌 광학계는 물체(object)측으로부터 상(image)측으로 순차적으로 배열되는 제1 렌즈군, 제2 렌즈군 및 제3 렌즈군을 포함하고, 상기 제2 렌즈군 및 상기 제3 렌즈군은 이동 가능하고, 와이드 앵글(wide angle)에서의 유효 초점 거리(EFL, effective focal length)는 아래의 수학식에 의해 정의된다.

[8] $$2.9<\frac{EFL_{wide}}{H_{imageD}}<3.5$$

[9] 여기서, EFL_{wide}는 와이드 앵글에서 줌 광학계의 유효 초점 거리를 의미하고, H_{imageD}는 이미지 센서 픽셀 영역의 대각 길이의 절반 값을 의미한다.

[10] 상기 제1 렌즈군은 3매 이하의 렌즈를 포함하고, 상기 제2 렌즈군은 2매 이하의 렌즈를 포함하고, 상기 제3 렌즈군은 2매 이하의 렌즈를 포함할 수 있다.

[11] 텔레포토(telephoto)에서의 유효 초점 거리(EFL, effective focal length)는 아래의 수학식에 의해 정의될 수 있다.

[12] $$4.3<\frac{EFL_{tele}}{H_{imageD}}<5.1$$

[13] 여기서, EFL_{tele}는 텔레포토에서 줌 광학계의 유효 초점 거리를 의미하고, H_{imageD}는 이미지 센서 픽셀 영역의 대각 길이의 절반 값을 의미한다.

[14] 와이드 앵글(wide angle)에서 텔레포토(telephoto)로 주밍(zooming) 시 상기 제2 렌즈군의 이동 스트로크는 아래의 수학식에 의해 정의될 수 있다.

[15] $$8<\frac{TTL}{STROKE_2}<9$$

[16] 여기서, TTL(Total Track Length)은 이미지 센서면으로부터 줌 광학계의 첫번째 면까지의 거리를 의미하고, $STROKE_2$는 제2 렌즈군의 이동 스트로크를 의미한다.

[17] 와이드 앵글(wide angle)에서 텔레포토(telephoto)로 주밍(zooming) 시 상기 제3 렌즈군의 이동 스트로크는 아래의 수학식에 의해 정의될 수 있다.

[18] $$6<\frac{TTL}{STROKE_3}<7$$

[19] 여기서, TTL(Total Track Length)은 이미지 센서면으로부터 줌 광학계의 첫번째 면까지의 거리를 의미하고, $STROKE_3$는 제3 렌즈군의 이동 스트로크를 의미한다.

[20] 상기 제1 내지 제3 렌즈군은, 플라스틱 렌즈를 포함할 수 있다.

[21] 상기 제1 렌즈군에 포함된 복수의 렌즈의 최대 직경과 상기 제2 렌즈군 및 상기 제3 렌즈군에 포함된 복수의 렌즈의 최대 직경은 아래의 수학식에 의해 정의될 수 있다.

[22] $$0.85<\frac{APER_{fix}}{APER_{mov}}<1.1$$

[23] 여기서, $APER_{fix}$는 고정군인 상기 제1 렌즈군에 포함된 렌즈의 최대 직경을 의미하고, $APER_{mov}$는 이동군인 상기 제2 렌즈군 및 상기 제3 렌즈군에 포함된 렌즈의 최대 직경을 의미할 수 있다.

[24] CRA(chief ray angle)는 -20도보다 크고 -10도보다 작을 수 있다.

[25] 상기 제1 렌즈군의 전단에 배치된 직각 프리즘을 더 포함할 수 있다.

[26] 상기 제3 렌즈군 후단에 배치되는 더미 렌즈를 더 포함할 수 있다.

[27] 상기 더미 렌즈의 유효경은, 상기 제1 렌즈군의 유효경보다 클 수 있다.

[28] 본 발명의 실시예에 따른 줌 광학계는 물체(object)측으로부터 상(image)측으로 순차적으로 배열되는 제1 렌즈군, 제2 렌즈군 및 제3 렌즈군을 포함하고, 상기 제2 렌즈군 및 상기 제3 렌즈군은 이동 가능하고, 텔레포토(telephoto)에서의 유효 초점 거리(EFL, effective focal length)는 아래의 수학식에 의해 정의된다.

[29] $$4.3<\frac{EFL_{tele}}{H_{imageD}}<5.1$$

[30] 여기서, EFL_{tele}는 텔레포토에서 줌 광학계의 유효 초점 거리를 의미하고, H_{imageD}는 이미지 센서 픽셀 영역의 대각 길이의 절반 값을 의미한다.

[31] 본 발명의 실시예에 따른 줌 광학계는 물체(object)측으로부터 상(image)측으로 순차적으로 배열되는 제1 렌즈군, 제2 렌즈군 및 제3 렌즈군을 포함하고, 상기 제1 렌즈군은 고정되고, 상기 제2 렌즈군 및 상기 제3 렌즈군은 이동 가능하고, 상기 제2 렌즈군은 줌 기능을 수행하고, 상기 제3 렌즈군은 포커싱 기능을 수행하고, 상기 제2 렌즈군의 이동 스크로크는 2[mm]보다 작고, 이미지 센서면으로부터 줌 광학계의 첫번째 면까지의 거리가 17[mm]보다 작은 상태에서, 상기 제2 렌즈군의 2[mm]보다 작은 이동 스트로크에 대응하여 아래의 수학식에 의해 정의된다.

[32] $$1.3<\frac{EFL_{tele}}{EFL_{wide}}<1.7$$

[33] 여기서, EFLtele는 텔레포토에서의 유효 초점 거리를 의미하고, EFLwide는 와이드 앵글에서의 유효 초점 거리를 의미한다.

[34] 본 발명의 실시예에 따른 줌 광학계는 물체(object)측으로부터 상(image)측으로 순차적으로 배열되는 제1 렌즈군, 제2 렌즈군 및 제3 렌즈군을 포함하고, 상기 제1 렌즈군은 고정되고, 상기 제2 렌즈군 및 상기 제3 렌즈군은 이동 가능하고, 상기 제2 렌즈군은 줌 기능을 수행하고, 상기 제3 렌즈군은 포커싱 기능을 수행하고, 텔레포토에서 초점거리는 14[mm]보다 크고, 텔레포토에서 F수는 3보다 작다.

[35] 본 발명의 실시예에 따른 줌 광학계는 물체(object)측으로부터 상(image)측으로 순차적으로 배열되는 제1 렌즈군, 제2 렌즈군 및 제3 렌즈군을 포함하고, 상기 제1 렌즈군은 고정되고, 상기 제2 렌즈군 및 상기 제3 렌즈군은 이동 가능하고, 상기 제2 렌즈군은 줌 기능을 수행하고, 상기 제3 렌즈군은 포커싱 기능을 수행하고, 와이드 앵글에서 초점거리는 10[mm]보다 작고, 와이드 앵글에서 F수는 2.3보다 작다.

[36] 본 발명의 실시예에 따른 줌 광학계는 물체(object)측으로부터 상(image)측으로 순차적으로 배열되는 제1 렌즈군, 제2 렌즈군 및 제3 렌즈군을 포함하고, 상기 제1 렌즈군은 고정되고, 상기 제2 렌즈군 및 상기 제3 렌즈군은 이동 가능하고, 상기 제2 렌즈군은 줌 기능을 수행하고, 상기 제3 렌즈군은 포커싱 기능을 수행하고, 상기 제3 렌즈군의 후단에 배치된 이미지 센서의 픽셀 영역의 대각 길이는 6[mm]보다 크다.

발명의 효과

[37] 본 발명의 실시예에 따르면, 저배율뿐만 아니라, 고배율로 줌 기능이 가능한 광학계 및 이를 포함하는 카메라 모듈을 얻을 수 있다. 본 발명의 실시예에 따른

광학계는 연속적인 줌 조절이 가능하며, 고배율에서도 높은 해상도를 유지할 수 할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[38] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 줌 광학계를 나타낸다.

[39] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 D-cut 기법이 적용된 렌즈를 설명하기 위한 도면이다.

[40] 도 3a는 본 발명의 제1 실시예에 따른 줌 광학계의 와이드 앵글(wide angle)에서의 단면도이다.

[41] 도 3b는 본 발명의 제1 실시예에 따른 줌 광학계의 중간 모드(middle mode)에서의 단면도이다.

[42] 도 3c는 본 발명의 제1 실시예에 따른 줌 광학계의 텔레포토(telephoto)에서의 단면도이다.

[43] 도 4a는 본 발명의 제1 실시예에 따른 광학계의 와이드 앵글에서 435nm, 486nm, 546nm, 587nm, 656nm 파장의 빛에 대한 구면수차(Longitudinal Spherical Aberration), 비점수차(Astigmatic Field Curves) 및 왜곡수차(Distortion)를 측정한 그래프이다.

[44] 도 4b는 본 발명의 제1 실시예에 따른 광학계의 중간 모드에서 435nm, 486nm, 546nm, 587nm, 656nm 파장의 빛에 대한 구면수차, 비점수차 및 왜곡수차를 측정한 그래프이다.

[45] 도 4c는 본 발명의 제1 실시예에 따른 광학계의 텔레포토에서 435nm, 486nm, 546nm, 587nm, 656nm 파장의 빛에 대한 구면수차, 비점수차 및 왜곡수차를 측정한 그래프이다.

[46] 도 5a는 실시예에 따른 광학계의 와이드 앵글에서의 diffraction MTF 그래프이다.

[47] 도 5b는 실시예에 따른 광학계의 텔레포토에서의 diffraction MTF 그래프이다.

[48] 도 6a는 본 발명의 제2 실시예에 따른 줌 광학계의 와이드 앵글(wide angle)에서의 단면도이다.

[49] 도 6b는 본 발명의 제2 실시예에 따른 줌 광학계의 중간 모드(middle mode)에서의 단면도이다.

[50] 도 6c는 본 발명의 제2 실시예에 따른 줌 광학계의 텔레포토(telephoto)에서의 단면도이다.

[51] 도 7a는 본 발명의 제2 실시예에 따른 광학계의 와이드 앵글에서 435nm, 486nm, 546nm, 587nm, 656nm 파장의 빛에 대한 구면수차(Longitudinal Spherical Aberration), 비점수차(Astigmatic Field Curves) 및 왜곡수차(Distortion)를 측정한 그래프이다.

[52] 도 7b는 본 발명의 제2 실시예에 따른 광학계의 중간 모드에서 435nm, 486nm, 546nm, 587nm, 656nm 파장의 빛에 대한 구면수차, 비점수차 및 왜곡수차를

측정한 그래프이다.

[53] 도 7c는 본 발명의 제2 실시예에 따른 광학계의 텔레포토에서 435nm, 486nm, 546nm, 587nm, 656nm 파장의 빛에 대한 구면수차, 비점수차 및 왜곡수차를 측정한 그래프이다.

[54] 도 8a는 실시예에 따른 광학계의 와이드 앵글에서의 diffraction MTF 그래프이다.

[55] 도 8b는 실시예에 따른 광학계의 텔레포토에서의 diffraction MTF 그래프이다.

[56] 도 9a는 본 발명의 제3 실시예에 따른 줌 광학계의 와이드 앵글(wide angle)에서의 단면도이다.

[57] 도 9b는 본 발명의 제3 실시예에 따른 줌 광학계의 중간 모드(middle mode)에서의 단면도이다.

[58] 도 9c는 본 발명의 제3 실시예에 따른 줌 광학계의 텔레포토(telephoto)에서의 단면도이다.

[59] 도 10a는 본 발명의 제3 실시예에 따른 광학계의 와이드 앵글에서 435nm, 486nm, 546nm, 587nm, 656nm 파장의 빛에 대한 구면수차(Longitudinal Spherical Aberration), 비점수차(Astigmatic Field Curves) 및 왜곡수차(Distortion)를 측정한 그래프이다.

[60] 도 10b는 본 발명의 제3 실시예에 따른 광학계의 중간 모드에서 435nm, 486nm, 546nm, 587nm, 656nm 파장의 빛에 대한 구면수차, 비점수차 및 왜곡수차를 측정한 그래프이다.

[61] 도 10c는 본 발명의 제3 실시예에 따른 광학계의 텔레포토에서 435nm, 486nm, 546nm, 587nm, 656nm 파장의 빛에 대한 구면수차, 비점수차 및 왜곡수차를 측정한 그래프이다.

[62] 도 11a는 실시예에 따른 광학계의 와이드 앵글에서의 diffraction MTF 그래프이다.

[63] 도 11b는 실시예에 따른 광학계의 텔레포토에서의 diffraction MTF 그래프이다.

[64] 도 12는 본 발명의 일 실시예에 따른 줌 광학계를 나타낸 도면이다.

[65] 도 13은 본 발명의 한 실시예에 따른 카메라 모듈이 적용되는 휴대 단말의 일부를 나타낸 도면이다.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

[66] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 상세히 설명한다.

[67] 다만, 본 발명의 기술 사상은 설명되는 일부 실시 예에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있고, 본 발명의 기술 사상 범위 내에서라면, 실시 예들간 그 구성 요소들 중 하나 이상을 선택적으로 결합, 치환하여 사용할 수 있다.

[68] 또한, 본 발명의 실시예에서 사용되는 용어(기술 및 과학적 용어를 포함)는, 명백하게 특별히 정의되어 기술되지 않는 한, 본 발명이 속하는 기술분야에서

통상의 지식을 가진 자에게 일반적으로 이해될 수 있는 의미로 해석될 수 있으며, 사전에 정의된 용어와 같이 일반적으로 사용되는 용어들은 관련 기술의 문맥상의 의미를 고려하여 그 의미를 해석할 수 있을 것이다.

[69] 또한, 본 발명의 실시예에서 사용된 용어는 실시예들을 설명하기 위한 것이며 본 발명을 제한하고자 하는 것은 아니다.

[70] 본 명세서에서, 단수형은 문구에서 특별히 언급하지 않는 한 복수형도 포함할 수 있고, "A 및(와) B, C 중 적어도 하나(또는 한 개 이상)"로 기재되는 경우 A, B, C로 조합할 수 있는 모든 조합 중 하나 이상을 포함할 수 있다.

[71] 또한, 본 발명의 실시 예의 구성 요소를 설명하는 데 있어서, 제1, 제2, A, B, (a), (b) 등의 용어를 사용할 수 있다.

[72] 이러한 용어는 그 구성 요소를 다른 구성 요소와 구별하기 위한 것일 뿐, 그 용어에 의해 해당 구성 요소의 본질이나 차례 또는 순서 등으로 한정되지 않는다.

[73] 그리고, 어떤 구성 요소가 다른 구성요소에 '연결', '결합' 또는 '접속'된다고 기재된 경우, 그 구성 요소는 그 다른 구성 요소에 직접적으로 연결, 결합 또는 접속되는 경우뿐만 아니라, 그 구성 요소와 그 다른 구성 요소 사이에 있는 또 다른 구성 요소로 인해 '연결', '결합' 또는 '접속' 되는 경우도 포함할 수 있다.

[74] 또한, 각 구성 요소의 "상(위) 또는 하(아래)"에 형성 또는 배치되는 것으로 기재되는 경우, 상(위) 또는 하(아래)는 두 개의 구성 요소들이 서로 직접 접촉되는 경우뿐만 아니라 하나 이상의 또 다른 구성 요소가 두 개의 구성 요소들 사이에 형성 또는 배치되는 경우도 포함한다. 또한, "상(위) 또는 하(아래)"으로 표현되는 경우 하나의 구성 요소를 기준으로 위쪽 방향뿐만 아니라 아래쪽 방향의 의미도 포함할 수 있다.

[75] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 줌 광학계를 나타낸다.

[76] 도 1을 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 줌 광학계는 물체(object)측으로부터 상(image)측으로 순차적으로 배열되는 제1 렌즈군(100), 제2 렌즈군(200) 및 제3 렌즈군(300)을 포함한다. 제1 렌즈군(100)의 전단에는 직각 프리즘이 더 배치될 수 있다. 이 경우, 줌 광학계는 물체(object)측으로부터 상(image)측으로 순차적으로 배열되는 직각 프리즘, 제1 렌즈군(100), 제2 렌즈군(200) 및 제3 렌즈군(300)을 포함할 수 있다.

[77] 본 발명의 실시예에 따르면, 제1 렌즈군(100)은 복수 매의 렌즈를 포함한다. 제1 렌즈군(100)은 적어도 3매 이하의 렌즈를 포함할 수 있다. 제1 렌즈군(100)이 1매 또는 2매의 렌즈를 포함할 경우 최대 배율에서의 해상력 보정이 어려울 수 있고, 3매 이상의 렌즈를 포함할 경우 줌 광학계의 전체적인 사이즈가 커질 수 있는바, 바람직하게는 제1 렌즈군(100)은 3매의 렌즈를 포함할 수 있다.

[78] 제1 렌즈군(100)은 상측에 대해 고정된다. 제1 렌즈군(100)은 센서(10)면에 대해 고정된다. 즉, 복수 매의 렌즈는 상측에 대해 고정된다.

[79] 제2 렌즈군(200)은 복수 매의 렌즈를 포함한다. 제2 렌즈군(200)은 적어도 2매

이하의 렌즈를 포함할 수 있다. 제2 렌즈군(200)이 1매의 렌즈를 포함할 경우 최대 배율에서의 해상력 보정이 어려울 수 있고, 3매 이상의 렌즈를 포함할 경우 줌 광학계의 전체적인 사이즈가 커질 수 있는바, 바람직하게는 제2 렌즈군(200)은 2매의 렌즈를 포함할 수 있다.

[80] 제2 렌즈군(200)은 이동 가능하다. 제2 렌즈군(200)에 포함된 복수 매의 렌즈는 렌즈의 중심축을 따라 함께 이동 가능하다. 제2 렌즈군(200)에 포함된 2매의 렌즈는 렌즈의 중심축을 따라 함께 이동 가능하다. 제2 렌즈군(200)이 3매 이상의 렌즈를 포함할 경우, 제2 렌즈군(200)의 사이즈 및 무게가 늘어나게 되며, 이동 시 구동 전력이 높아질 수 있다. 따라서, 제2 렌즈군(200)은 2매의 렌즈를 포함하는 것이 바람직하다. 제2 렌즈군(200)의 이동에 따라 초점거리가 연속적으로 조정될 수 있다. 제2 렌즈군(200)의 이동에 따라 배율이 연속적으로 조정될 수 있다. 이에 따라, 제2 렌즈군(200)은 줌밍(zooming)군의 역할을 수행할 수 있다.

[81] 제3 렌즈군(300)은 복수 매의 렌즈를 포함한다. 제3 렌즈군(300)은 제1 렌즈군(300)은 적어도 2매 이하의 렌즈를 포함할 수 있다. 제3 렌즈군(300)이 1매의 렌즈를 포함할 경우 최대 배율에서의 해상력 보정이 어려울 수 있고, 3매 이상의 렌즈를 포함할 경우 줌 광학계의 전체적인 사이즈가 커질 수 있는바, 바람직하게는 제3 렌즈군(300)은 2매의 렌즈를 포함할 수 있다.

[82] 제3 렌즈군(300)은 이동 가능하다. 제3 렌즈군(300)에 포함된 복수 매의 렌즈는 렌즈의 중심축을 따라 함께 이동 가능하다. 제3 렌즈군(300)에 포함된 2매의 렌즈는 렌즈의 중심축을 따라 함께 이동 가능하다. 제3 렌즈군(300)이 3매 이상의 렌즈를 포함할 경우, 제3 렌즈군(300)의 사이즈 및 무게가 늘어나게 되며, 이동 시 구동 전력이 높아질 수 있다. 따라서, 제3 렌즈군(300)은 2매의 렌즈를 포함하는 것이 바람직하다. 제3 렌즈군(300)의 이동에 따라 초점이 조정될 수 있다. 제3 렌즈군(300)은 포커싱(focusing)군의 역할을 수행할 수 있다.

[83] 본 발명의 실시예에 따르면, 제3 렌즈군(300)의 후단에 필터(20) 및 이미지 센서(10)가 순차적으로 배치될 수 있다. 이때, 필터(20)는 IR(infrared) 필터일 수 있다. 이에 따라, 필터(20)는 카메라 모듈 내에 입사되는 광으로부터 근적외선, 예를 들면 파장이 700nm 내지 1100nm인 빛을 차단할 수 있다. 그리고, 이미지 센서(10)는 와이어(wire)에 의하여 인쇄회로기판과 연결될 수 있다.

[84] 필터(20)는 물체측으로부터 상측으로 순차적으로 배치되는 이물 방지용 필터 및 IR 필터를 포함할 수도 있다. 필터(20)가 이물 방지용 필터를 포함하는 경우, 제3 렌즈군(300)이 이동하는 과정에서 발생한 이물질이 IR 필터 또는 이미지 센서(10)로 유입되는 것을 방지할 수 있다.

[85] 제2 렌즈군(200) 및 제3 렌즈군(300)의 이동에 따라 줌 광학계의 배율이 변할 수 있다. 예를 들어, 줌 광학계의 배율은 제2 렌즈군(200) 및 제3 렌즈군(300)의 이동에 따라 3배 내지 5배 사이에서 연속적으로 증가하거나 감소할 수 있다. 실시예에 따르면, 와이드 앵글에서 줌 광학계는 3배의 배율을 가질 수 있고, 텔레포토에서 5배의 배율을 가질 수 있다. 한편, 배율이 연속적으로 증가하거나

감소한다는 것의 의미는 배율이 디지털적으로 단속적으로 증가하거나 감소하는 것이 아니라, 선형적으로 증가하거나 감소한다는 것을 의미할 수 있다.

[86] 제2 렌즈군(200) 및 제3 렌즈군(300)은 각각 독립적으로 이동할 수 있다. 예를 들어, 와이드 앵글에서 텔레포토로 이동시 제2 렌즈군(200)과 제3 렌즈군(300) 사이의 거리는 이동 시작 지점(와이드 앵글)부터 소정의 지점까지는 멀어지다가 소정의 지점부터 이동 종료 지점(텔레포토)까지 점차 가까워질 수 있다.

[87] 본 발명의 실시예에 따른 줌 광학계의 유효 초점 거리(EFL, Effective Focal Length)에 대해 살펴보도록 한다.

[88] 줌 광학계는 텔레포토(telephoto)에서의 유효 초점 거리를 아래의 수학식 1과 같이 나타낼 수 있다.

[89] [수식1]

$$4.3<\frac{EFL_{tele}}{H_{imageD}}<5.1$$

[90] 여기서, EFL_{tele}는 텔레포토에서 줌 광학계의 유효 초점 거리를 의미하고, H_{imageD}는 이미지 센서 픽셀 영역의 대각 길이의 절반 값을 의미한다. 단위는 [mm]일 수 있다. 이미지 센서 픽셀 영역이란 이미지 센서에서 빛을 수광하는 픽셀이 어레이된 영역을 의미할 수 있다. 이미지 센서 픽셀 영역이란 이미지 센서의 전체 영역에서 수광한 빛을 전기 신호로 변환하는 회로 영역, 패키징에 따른 하우징 부분 등을 제외한 영역일 수 있다.

[91] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 줌 광학계는 텔레포토에서 유효 초점 거리가 14[mm]보다 클 수 있고, F수가 3보다 작을 수 있다. 이미지 센서 픽셀 영역의 대각 길이의 절반 값은 3[mm]보다 클 수 있다. 이미지 센서 픽셀 영역의 대각 길이는 6[mm]보다 클 수 있다.

[92] 줌 광학계는 와이드 앵글(wide angle)에서의 유효 초점 거리를 아래의 수학식 2와 같이 나타낼 수 있다.

[93] [수식2]

$$2.9<\frac{EFL_{wide}}{H_{imageD}}<3.5$$

[94] 여기서, EFL_{wide}는 와이드 앵글에서 줌 광학계의 유효 초점 거리를 의미하고, H_{imageD}는 이미지 센서 픽셀 영역의 대각 길이의 절반 값을 의미한다.

[95] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 줌 광학계는 와이드 앵글에서 유효 초점 거리가 10[mm]보다 작을 수 있고, F수가 2.3보다 작을 수 있다. 이미지 센서 픽셀 영역의 대각 길이의 절반 값은 3[mm]보다 클 수 있다. 이미지 센서 픽셀 영역의 대각 길이는 6[mm]보다 클 수 있다.

[96] 본 발명의 실시예에 따른 줌 광학계의 이동 스트로크에 대해 살펴보도록 한다. 이동 스트로크는 구동부에 의하여 렌즈군이 이동 가능한 거리를 의미할 수 있다.

[97] 제2 렌즈군(200)의 이동 스트로크(stroke)는 아래의 수학식 3과 같이 나타낼 수

있다.

[98] [수식3]

$$8<\frac{TTL}{STROKE_2}<9$$

[99] 여기서, TTL(Total Track Length)은 이미지 센서면으로부터 줌 광학계의 첫번째 면까지의 거리를 의미할 수 있다. 예를 들어, TTL은 제1 렌즈군(100)에서 물측에 가장 가까운 일면부터 빛이 입사되는 이미지 센서(10)의 상부면까지의 거리를 의미할 수 있다. 본 명세서에서 전장 거리와 혼용될 수 있다. $STROKE_2$는 제2 렌즈군(200)의 이동 스트로크를 의미할 수 있다. 단위는 [mm]일 수 있다. 본 발명의 일 실시예에 따르면, 줌 광학계는 TTL이 17[mm]보다 작을 수 있고, 제2 렌즈군(200)의 이동 스트로크가 2[mm]보다 작을 수 있다.

[100] 이미지 센서면으로부터 줌 광학계의 첫번째 면까지의 거리는 17[mm]보다 작은 상태에서, 본 발명의 실시예에 따른 줌 광학계는 제2 렌즈군의 2[mm]보다 작은 이동 스트로크에 대응하여 아래의 수학식 4에 의해 정의될 수 있다.

[101] [수식4]

$$1.3<\frac{EFL_{tele}}{EFL_{wide}}<1.7$$

[102] 여기서, EFLtele는 텔레포토에서의 유효 초점 거리를 의미하고, EFLwide는 와이드 앵글에서의 유효 초점 거리를 의미한다.

[103] 제3 렌즈군(300)의 이동 스트로크(stroke)는 아래의 수학식 5와 같이 나타낼 수 있다.

[104] [수식5]

$$6<\frac{TTL}{STROKE_3}<7$$

[105] 여기서, TTL은 이미지 센서면으로부터 줌 광학계의 첫번째 면까지의 거리를 의미할 수 있다. $STROKE_3$은 제3 렌즈군(300)의 이동 스트로크를 의미할 수 있다. 단위는 [mm]일 수 있다.

[106] 이동 스트로크가 클 경우, 제2 렌즈군(200) 및 제3 렌즈군(300)을 이동시키기 위한 구동부의 크기가 커지게 되므로 휴대 단말 내에 탑재하기 어려운 문제가 있다. 하지만, 이동 스트로크를 TTL 대비 약 1/6 내지 1/5로 구현함으로 구동부의 크기를 작게 구현할 수 있어 카메라 모듈의 소형화가 가능하다.

[107] 본 발명의 실시예에 따른 줌 광학계의 렌즈의 구경(Aperture)에 대해 살펴보도록 한다.

[108] 본 발명의 실시예에 따르면, 제2 렌즈군(200) 및 제3 렌즈군(300)의 구경(Aperture)은 제1 렌즈군(100)의 구경(Aperture)보다 작을 수 있다. 이는 아래의 수학식 6과 같이 나타낼 수 있다.

[109] [수식6]

$$0.85<\frac{APER_{fix}}{APER_{mov}}<1.1$$

[110] 여기서, $APER_{fix}$는 고정군인 제1 렌즈군(100)에 포함된 렌즈의 최대 직경을 의미하고, $APER_{mov}$는 이동군인 제2 렌즈군(200) 및 제3 렌즈군(300)에 포함된 렌즈의 최대 직경을 의미할 수 있다. 예를 들어, 고정군인 제1 렌즈군(100)에 포함된 렌즈 중 제1 렌즈(110)의 직경이 가장 큰 경우, $APER_{fix}$는 제1 렌즈(110)의 직경을 의미할 수 있다. 이동군인 제2 렌즈군(200) 및 제3 렌즈군(300)에 포함된 렌즈 중 제3 렌즈(210)의 직경이 가장 큰 경우, $APER_{mov}$는 제3 렌즈(210)의 직경을 의미할 수 있다.

[111] 제2 렌즈군(200) 및 제3 렌즈군(300)의 구경을 제1 렌즈군(100)보다 작게 구현함으로써 제2 렌즈군(200) 및 제3 렌즈군(300)의 무게를 감소시킬 수 있다. 이에 따라, 이동군인 제2 렌즈군(200) 및 제3 렌즈군(300)의 이동시 소비전력을 감소시킬 수 있다.

[112] 본 발명의 실시예에 따르면, 제1 내지 제3 렌즈군(100 내지 300)은 플라스틱 렌즈를 포함할 수 있다.

[113] 본 발명의 실시예에 따르면, 줌 광학계는 CRA(chief ray angle)가 -20도보다 크고 -10도보다 작을 수 있다. 이미지 센서(10), 즉 상면에 입사되는 광선의 각도는 -20도보다 크고 -10도보다 작을 수 있다. 즉, 본 발명의 실시예에 따른 줌 광학계의 CRA는 -20도에서 -10도 사이의 값 중에 어느 하나의 값을 가질 수 있다.

[114] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 D-cut 기법이 적용된 렌즈를 설명하기 위한 도면이다.

[115] 도 2를 참조하면, 렌즈는 유효경 및 유효경을 둘러 배치된 리브를 포함할 수 있다.

[116] 도 2의 (a)는 D-cut 기법이 적용되지 않은 렌즈를 도시한다. 도 2의 (a)에 도시된 것처럼, D-cut 기법이 적용되지 않는 경우, 렌즈는 유효경 및 리브가 절단되지 않을 수 있다.

[117] 도 2의 (b)는 일 실시예에 따른 D-cut 기법이 적용된 렌즈를 도시한다. 도 2의 (b)에 도시된 것처럼, 일 실시예에 따른 D-cut 기법이 적용된 경우, 렌즈는 리브의 일부가 절단될 수 있다. 일 실시예에 따른 D-cut 기법이 적용된 렌즈는 유효경이 절단되지 않을 수 있다.

[118] 도 2의 (c)는 다른 일 실시예에 따른 D-cut 기법이 적용된 렌즈를 도시한다. 도 2의 (c)에 도시된 것처럼, 다른 일 실시예에 따른 D-cut 기법이 적용된 경우, 렌즈는 리브의 일부 및 유효경의 일부가 절단될 수 있다.

[119] 표 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 렌즈의 장축 길이, 단축 길이 및 유효경 지름을 나타낸다.

[120] [표1]

	장축 길이	단축 길이	유효경 지름
제1 렌즈	6	5.55	5
제2 렌즈	5.7	5.55	4.681
제3 렌즈	5.6	5.25	4.6
제4 렌즈	6	4.8	4.8
제5 렌즈	5.8	4.8	4.315
제6 렌즈	5.6	4.79	4.2
제7 렌즈	6.1	4.8	5

[121] 본 발명의 실시예에 따르면, 제1 내지 제3 렌즈군(100 내지 300)에 포함된 복수의 렌즈는 D-cut 기법이 적용된 렌즈일 수 있다. 제1 렌즈(110), 제2 렌즈(120), 제3 렌즈(130), 제4 렌즈(210), 제5 렌즈(220), 제6 렌즈(310) 및 제7 렌즈(320)는 D-cut 기법이 적용된 렌즈일 수 있다. 제1 내지 제3 렌즈군(100 내지 300)에 포함된 복수의 렌즈는 상측부 및 하측부의 일부가 절단된 D-cut 렌즈일 수 있다. 제1 렌즈(110), 제2 렌즈(120), 제3 렌즈(130), 제4 렌즈(210), 제5 렌즈(220), 제6 렌즈(310) 및 제7 렌즈(320)는 상측부 및 하측부의 일부가 절단된 D-cut 렌즈일 수 있다. 구체적으로, 제1 렌즈(110)는 리브의 일부만 절단되는 D-cut 기법이 적용된 렌즈일 수 있다. 표 2을 참조하면, 제1 렌즈(110)는 장축 길이가 6[mm]이고, 단축 길이가 5.55[mm]이고, 유효경 지름이 5[mm]일 수 있다. 즉, 제1 렌즈(110)는 장축의 길이가 단축의 길이보다 길고, 단축의 길이가 유효경의 지름보다 크므로, 유효경이 절단되지 않고 리브의 일부가 절단되는 D-cut 기법이 적용된 렌즈일 수 있다.

[122] 제2 렌즈(120)는 리브의 일부만 절단되는 D-cut 기법이 적용된 렌즈일 수 있다. 표 2을 참조하면, 제2 렌즈(120)는 장축 길이가 5.7[mm]이고, 단축 길이가 5.55[mm]이고, 유효경 지름이 4.681[mm]일 수 있다. 즉, 제2 렌즈(120)는 장축의 길이가 단축의 길이보다 길고, 단축의 길이가 유효경의 지름보다 크므로, 유효경이 절단되지 않고 리브의 일부가 절단되는 D-cut 기법이 적용된 렌즈일 수 있다.

[123] 제3 렌즈(130)는 리브의 일부만 절단되는 D-cut 기법이 적용된 렌즈일 수 있다. 표 2을 참조하면, 제3 렌즈(130)는 장축 길이가 5.6[mm]이고, 단축 길이가 5.25[mm]이고, 유효경 지름이 4.6[mm]일 수 있다. 즉, 제3 렌즈(130)는 장축의 길이가 단축의 길이보다 길고, 단축의 길이가 유효경의 지름보다 크므로, 유효경이 절단되지 않고 리브의 일부가 절단되는 D-cut 기법이 적용된 렌즈일 수 있다.

[124] 제4 렌즈(210)는 리브의 일부만 절단되는 D-cut 기법이 적용된 렌즈일 수 있다.

표 2을 참조하면, 제4 렌즈(210)는 장축 길이가 6[mm]이고, 단축 길이가 4.8[mm]이고, 유효경 지름이 4.8[mm]일 수 있다. 즉, 제4 렌즈(210)는 장축의 길이가 단축의 길이보다 길고, 단축의 길이가 유효경의 지름과 같으므로, 유효경이 절단되지 않고 리브의 일부가 절단되는 D-cut 기법이 적용된 렌즈일 수 있다.

[125] 제5 렌즈(220)는 리브의 일부만 절단되는 D-cut 기법이 적용된 렌즈일 수 있다. 표 2을 참조하면, 제5 렌즈(220)는 장축 길이가 5.8[mm]이고, 단축 길이가 4.8[mm]이고, 유효경 지름이 4.315[mm]일 수 있다. 즉, 제5 렌즈(220)는 장축의 길이가 단축의 길이보다 길고, 단축의 길이가 유효경의 지름보다 크므로, 유효경이 절단되지 않고 리브의 일부가 절단되는 D-cut 기법이 적용된 렌즈일 수 있다.

[126] 제6 렌즈(310)는 리브의 일부만 절단되는 D-cut 기법이 적용된 렌즈일 수 있다. 표 2을 참조하면, 제6 렌즈(310)는 장축 길이가 5.6[mm]이고, 단축 길이가 4.79[mm]이고, 유효경 지름이 4.2[mm]일 수 있다. 즉, 제6 렌즈(310)는 장축의 길이가 단축의 길이보다 길고, 단축의 길이가 유효경의 지름보다 크므로, 유효경이 절단되지 않고 리브의 일부가 절단되는 D-cut 기법이 적용된 렌즈일 수 있다.

[127] 제7 렌즈(320)는 리브의 일부 및 유효경의 일부가 절단되는 D-cut 기법이 적용된 렌즈일 수 있다. 표 2을 참조하면, 제7 렌즈(320)는 장축 길이가 6.1[mm]이고, 단축 길이가 4.8[mm]이고, 유효경 지름이 5[mm]일 수 있다. 즉, 제7 렌즈(320)는 장축의 길이가 단축의 길이보다 길고, 단축의 길이가 유효경의 지름보다 작으므로, 유효경의 일부와 리브의 일부가 절단되는 D-cut 기법이 적용된 렌즈일 수 있다.

[128] 원형타입 렌즈의 경우 세로 방향의 높이로 인해 렌즈의 부피가 커지는 문제점이 있으나, 본 발명의 실시예와 같이 복수의 렌즈 상측부 및 하측부에 D-cut을 적용함으로써 세로 방향의 높이를 낮출 수 있어 렌즈의 부피를 줄일 수 있다.

[129] 도 3a는 본 발명의 제1 실시예에 따른 줌 광학계의 와이드 앵글(wide angle)에서의 단면도이고, 도 3b는 본 발명의 제1 실시예에 따른 줌 광학계의 중간 모드(middle mode)에서의 단면도이고, 도 3c는 본 발명의 제1 실시예에 따른 줌 광학계의 텔레포토(telephoto)에서의 단면도이다.

[130] 아래의 표 2 및 표 3는 본 발명의 제1 실시예에 따른 줌 광학계에 포함된 렌즈의 광학 특성을 나타내고, 표 4 및 표 5는 본 발명의 제1 실시예에 따른 줌 광학계에 포함된 렌즈의 코닉 상수 및 비구면 계수를 나타낸다.

[131] [표2]

렌즈 No.	렌즈면 No.	곡률반경(R, mm)	두께(mm)	물질	굴절률
제1 렌즈	112	13.5503	0.634981	플라스틱	1.5445
	114	-19.3476	0.959547		
제2 렌즈	122	-12.5383	0.428846	플라스틱	1.6714
	124	-7.74853	0.1		
제3 렌즈	132	23.5637	0.4	플라스틱	1.5445
	134	2.54411	2.30982(0.4)		
제4 렌즈	212	3.30033	2.2636	플라스틱	1.5348
	214	-4.21398	0.1		
제5 렌즈	222	-9.29324	1.42982	플라스틱	1.6714
	224	28.0411	2.16647(1.4788)		
제6 렌즈	312	-8.40273	2.3	플라스틱	1.6714
	314	-6.42439	0.44382		
제7 렌즈	322	10.8141	0.4	플라스틱	1.5445
	324	3.10215	2.36(4.95749)		
필터	22				
	24				
센서	10				

[132] [표3]

렌즈 No.	렌즈면 No.	아베수	형상	반구경(semi-aperture)
제1 렌즈	112	55.96	볼록	2.5
	114		오목	2.461
제2 렌즈	122	19.23	오목	2.3404
	124		오목	2.3625
제3 렌즈	132	55.96	볼록	2.3073
	134		볼록	2.2654
제4 렌즈	212	55.70	볼록	2.4003
	214		오목	2.2550
제5 렌즈	222	19.23	오목	2.1577
	224		볼록	1.9639
제6 렌즈	312	19.23	오목	2.1028
	314		오목	2.2945
제7 렌즈	322	55.96	볼록	2.2909
	324		볼록	2.4999
필터	22	54.47		2.9712
	24			
센서	10			

[133] [표4]

렌즈면 No.	코닉상수(K)	A	B	C	D
112	-21.1506	2.13E-03	1.05E-03	-3.63E-04	5.33E-05
114	46.13667	4.83E-03	2.05E-03	-9.82E-04	2.10E-04
122	1.930895	1.44E-02	-4.45E-03	2.45E-03	-1.48E-03
124	-60.1207	5.01E-03	-1.30E-02	1.51E-02	-9.29E-03
132	80.67428	-5.00E-02	1.03E-02	9.52E-03	-9.27E-03
134	-9.64545	-5.06E-03	4.40E-04	4.37E-03	-3.68E-03
212	-0.26093	-8.90E-04	-2.21E-04	1.81E-04	-1.24E-04
214	-1.73042	-1.92E-03	4.22E-03	-1.76E-03	5.05E-04
222	2.218885	-6.96E-03	4.40E-03	-1.27E-03	3.20E-04
224	69.60929	-1.69E-03	5.76E-04	1.48E-03	-1.36E-03
312	9.568657	8.01E-03	-1.21E-03	1.06E-03	-6.78E-04
314	-1.39842	-3.76E-03	5.50E-03	-3.18E-03	1.24E-03
322	-2.74335	-0.11639	5.53E-02	-2.47E-02	9.33E-03
324	-15.8676	-5.74E-02	2.36E-02	-7.66E-03	1.84E-03

[134] [표5]

렌즈면 No.	E	F	G	H	J
112	8.65E-06	-6.24E-06	1.30E-06	-1.28E-07	5.10E-09
114	-4.90E-06	-1.07E-05	2.87E-06	-3.17E-07	1.36E-08
122	4.80E-04	-9.62E-05	1.23E-05	-9.22E-07	3.07E-08
124	3.26E-03	-6.99E-04	9.11E-05	-6.66E-06	2.10E-07
132	3.86E-03	-9.21E-04	1.30E-04	-1.02E-05	3.40E-07
134	1.57E-03	-4.03E-04	6.22E-05	-5.34E-06	1.96E-07
212	5.11E-05	-1.34E-05	2.14E-06	-1.90E-07	7.03E-09
214	-9.82E-05	1.12E-05	-4.55E-07	-4.01E-08	3.92E-09
222	-5.24E-05	2.67E-06	7.90E-07	-1.75E-07	1.17E-08
224	8.21E-04	-3.18E-04	7.63E-05	-1.04E-05	6.08E-07
312	3.38E-04	-1.14E-04	2.39E-05	-2.83E-06	1.45E-07
314	-3.13E-04	4.95E-05	-4.63E-06	2.33E-07	-4.84E-09
322	-2.69E-03	5.48E-04	-7.24E-05	5.56E-06	-1.87E-07
324	-2.82E-04	1.66E-05	2.28E-06	-4.66E-07	2.40E-08

[135] 도 3a 내지 도 3c 및 표 2 내지 표 5를 참조하면, 줌 광학계는 물체(object)측으로부터 상(image)측으로 순차적으로 배열되는 제1 렌즈군(100), 제2 렌즈군(200) 및 제3 렌즈군(300)을 포함한다. 제1 렌즈군(100)은 물체측으로부터 상측으로 순차적으로 배열되는 제1 렌즈(110), 제2 렌즈(120) 및 제3 렌즈(130)를 포함한다. 제2 렌즈군(200)은 물체측으로부터 상측으로 순차적으로 배열되는 제4 렌즈(210) 및 제5 렌즈(220)를 포함한다. 제3 렌즈군(300)은 물체측으로부터 상측으로 순차적으로 배열되는 제6 렌즈(310) 및 제7 렌즈(320)를 포함한다. 표 2에서, 두께(mm)는 각 렌즈면에서 다음 렌즈면까지의 거리를 나타낸다.

[136] 예를 들어, 제1 렌즈(110)의 물측면(112)에 기재된 두께는 제1 렌즈(110)의 물측면(112)에서 상측면(114)까지의 거리를 나타낸다. 구체적으로, 제1 렌즈(110)의 물측면(112)에 기재된 두께는 제1 렌즈(110)에서 물측면(112)의 곡률 중심과 상측면(114)의 곡률 중심 사이의 거리를 나타낸다.

[137] 제1 렌즈(110)의 상측면(114)에 기재된 두께는 제1 렌즈(110)의 상측면(114)에서 제2 렌즈(120)의 물측면(122)까지의 거리를 나타낸다. 구체적으로, 제1 렌즈(110)의 상측면(114)에 기재된 두께는 제1 렌즈(110) 상측면(114)의 곡률 중심과 제2 렌즈(120) 물측면(122)의 곡률 중심 사이의

거리를 나타낸다.

[138] 제3 렌즈(130)의 상측면(134)에 기재된 두께는 제3 렌즈(130)의 상측면(134)에서 제4 렌즈(210)의 물측면(212)까지의 거리를 나타낸다. 구체적으로, 제3 렌즈(130)의 상측면(134)에 기재된 두께는 제3 렌즈(130) 상측면(134)의 곡률 중심과 제4 렌즈(210) 물측면(212)의 곡률 중심 사이의 거리를 나타낸다.

[139] 이때, 제2 렌즈군(200)이 와이드 앵글에서 텔레포토로 주밍(zooming)하는 과정에서 이동하므로, 제3 렌즈(130)의 상측면(134)에 기재된 두께는 변할 수 있다. 제3 렌즈(130)의 상측면(134)에 기재된 두께는 최단 거리에서 최장 거리 사이의 값을 가질 수 있다. 표 2를 참조하면, 제3 렌즈(130)의 상측면(134)에 기재된 두께는 와이드 앵글에서 최장 거리(2.3098)를 가질 수 있다. 제3 렌즈(130)의 상측면(134)에 기재된 두께는 중간 모드에서 최단 거리와 최장 거리 사이의 값을 가질 수 있다. 제3 렌즈(130)의 상측면(134)에 기재된 두께는 텔레포토에서 최단 거리(0.4)를 가질 수 있다. 이는 제5 렌즈(220) 및 제7 렌즈(320)의 상측면(224)에 기재된 두께 역시 동일하다.

[140] 표 3을 참조하면, 제1 내지 제7 렌즈(110 내지 320)의 각 면은 볼록 또는 오목한 형상으로 구현될 수 있다.

[141] 제1 렌즈(110)는 물측면(112)이 물체측으로 볼록한 렌즈일 수 있다. 제1 렌즈(110)는 상측면(114)이 물체측으로 오목한 렌즈일 수 있다. 제2 렌즈(120)는 물측면(122)이 물체측으로 오목한 렌즈일 수 있다. 제2 렌즈(120)는 상측면(124)이 물체측으로 오목한 렌즈일 수 있다. 제3 렌즈(130)는 물측면(132)이 물체측으로 볼록한 렌즈일 수 있다. 제3 렌즈(130)는 상측면(134)이 물체측으로 볼록한 렌즈일 수 있다.

[142] 제4 렌즈(210)는 물측면(212)이 물체측으로 볼록한 렌즈일 수 있다. 제4 렌즈(210)는 상측면(214)이 물체측으로 오목한 렌즈일 수 있다. 제5 렌즈(220)는 물측면(222)이 물체측으로 오목한 렌즈일 수 있다. 제5 렌즈(220)는 상측면(224)이 물체측으로 볼록한 렌즈일 수 있다.

[143] 한편, 제1 렌즈군(100)과 제2 렌즈군(200) 사이의 거리가 최소거리일 때(즉, 텔레포토에서), 제4 렌즈(210)의 물측면(212)의 곡률 중심은 제3 렌즈(130)의 상측면(134) 양 끝단보다 상측에 가깝게 위치할 수 있다.

[144] 제6 렌즈(310)는 물측면(312)이 물체측으로 오목한 렌즈일 수 있다. 제6 렌즈(310)는 상측면(314)이 물체측으로 오목한 렌즈일 수 있다. 제7 렌즈(320)는 물측면(322)이 물체측으로 볼록한 렌즈일 수 있다. 제7 렌즈(320)는 상측면(324)이 물체측으로 볼록한 렌즈일 수 있다.

[145] 도 3a를 참조하면, 제1 렌즈군(100)과 제2 렌즈군(200) 간의 거리가 d1a이고, 제2 렌즈군(200)과 제3 렌즈군(300) 간의 거리가 d2a이고, 제3 렌즈군(300)과 이미지 센서(10) 간의 거리가 d3a인 경우, 줌 광학계는 와이드 앵글(예를 들어, 3배 배율)을 가질 수 있다. 즉, 제3 렌즈(130) 상측면(134)의 곡률 중심과 제4

렌즈(210) 물측면(212)의 곡률 중심 사이의 거리가 d1a이고, 제5 렌즈(220) 상측면(224)의 곡률 중심과 제6 렌즈(310) 물측면(312)의 곡률 중심 사이의 거리가 d2a이고, 제7 렌즈(320) 상측면(324)의 곡률 중심과 이미지 센서(10) 사이의 거리가 d3a인 경우, 줌 광학계는 와이드 앵글을 가질 수 있다.

[146] 도 3b에서 제1 렌즈군(100)과 제2 렌즈군(200) 간의 거리가 d1b이고, 제2 렌즈군(200)과 제3 렌즈군(300) 간의 거리가 d2b이고, 제3 렌즈군(300)과 이미지 센서(10) 간의 거리가 d3b인 경우, 줌 광학계는 중간 모드를 가질 수 있다. 즉, 제3 렌즈(130) 상측면(134)의 곡률 중심과 제4 렌즈(210) 물측면(212)의 곡률 중심 사이의 거리가 d1b이고, 제5 렌즈(220) 상측면(224)의 곡률 중심과 제6 렌즈(310) 물측면(312)의 곡률 중심 사이의 거리가 d2b이고, 제7 렌즈(320) 상측면(324)의 곡률 중심과 이미지 센서(10) 사이의 거리가 d3b인 경우, 줌 광학계는 중간 모드를 가질 수 있다.

[147] 도 3c에서 제1 렌즈군(100)과 제2 렌즈군(200) 간의 거리가 d1c이고, 제2 렌즈군(200)과 제3 렌즈군(300) 간의 거리가 d2c이고, 제3 렌즈군(300)과 이미지 센서(10) 간의 거리가 d3c인 경우, 줌 광학계는 텔레포토(예를 들어, 5배 배율)을 가질 수 있다. 즉, 제3 렌즈(130) 상측면(134)의 곡률 중심과 제4 렌즈(210) 물측면(212)의 곡률 중심 사이의 거리가 d1c이고, 제5 렌즈(220) 상측면(224)의 곡률 중심과 제6 렌즈(310) 물측면(312)의 곡률 중심 사이의 거리가 d2c이고, 제7 렌즈(320) 상측면(324)의 곡률 중심과 이미지 센서(10) 사이의 거리가 d3c인 경우, 줌 광학계는 텔레포토를 가질 수 있다.

[148] 와이드 앵글에서 텔레포토로 배율이 변하는 과정에서, 인접한 렌즈군 사이의 거리가 변할 수 있다.

[149] 제1 렌즈군(100)과 제2 렌즈군(200) 사이의 거리는 d1a에서 d1b를 거쳐 d1c로 변할 수 있다. 표 2를 참조하면, 와이드 앵글에서 제1 렌즈군(100)과 제2 렌즈군(200) 사이의 거리(d1a)는 2.3098[mm]이다. 텔레포토에서 제1 렌즈군(100)과 제2 렌즈군(200) 사이의 거리(d1c)는 0.4[mm]이다. 이와 같이, 와이드 앵글에서 중간 모드를 거쳐 텔레포토로 배율이 변화는 과정에서, 제1 렌즈군(100)과 제2 렌즈군(200) 사이의 거리는 2.3098[mm]에서 0.4[mm]로 변할 수 있다. 즉, 와이드 앵글에서 텔레포토로 배율이 변하는 과정에서, 제1 렌즈군(100)과 제2 렌즈군(200) 사이의 거리는 점차 감소할 수 있다(d1a>d1b>d1c). 와이드 앵글에서 텔레포토로 배율이 변하는 과정에서, 제1 렌즈군(100)과 제2 렌즈군(200) 사이의 거리의 증가량은 점차 감소할 수 있다.

[150] 제2 렌즈군(200)과 제3 렌즈군(300) 간의 거리는 d2a에서 d2b를 거쳐 d2c로 변할 수 있다. 표 2를 참조하면, 와이드 앵글에서 제2 렌즈군(200)과 제3 렌즈군(300) 사이의 거리(d2a)는 2.1665[mm]이다. 텔레포토에서 제2 렌즈군(200)과 제3 렌즈군(300) 사이의 거리(d1c)는 1.4788[mm]이다. 이와 같이, 와이드 앵글에서 중간 모드를 거쳐 텔레포토로 배율이 변화는 과정에서, 제2 렌즈군(200)과 제3 렌즈군(300) 사이의 거리는 2.1665[mm]에서 1.4788[mm]로 변할 수 있다. 즉,

와이드 앵글에서 텔레포토로 배율이 변하는 과정에서, 제2 렌즈군(200)과 제3 렌즈군(300) 사이의 거리는 감소할 수 있다(d2a>d2b>d2c). 이때, 와이드 앵글에서 텔레포토로 배율이 변하는 과정에서, 제2 렌즈군(200)과 제3 렌즈군(300) 사이의 거리의 증가량은 감소할 수 있다.

[151] 제3 렌즈군(300)과 이미지 센서(10) 간의 거리는 d3a에서 d3b를 거쳐 d3c로 변할 수 있다. 표 2를 참조하면, 와이드 앵글에서 제3 렌즈군(300)과 이미지 센서(10) 사이의 거리(d3a)는 2.36[mm]이다. 텔레포토에서 제3 렌즈군(300)과 이미지 센서(10) 사이의 거리(d3c)는 4.95749[mm]이다. 이와 같이, 와이드 앵글에서 중간 모드를 거쳐 텔레포토로 배율이 변화는 과정에서, 제3 렌즈군(300)과 이미지 센서(10) 사이의 거리는 2.36[mm]에서 4.95749[mm]로 변할 수 있다. 와이드 앵글에서 텔레포토로 배율이 변하는 과정에서, 제3 렌즈군(300)과 이미지 센서(10) 사이의 거리는 점차 증가할 수 있다(d3a<d3b<d3c). 다만, 와이드 앵글에서 텔레포토로 배율이 변하는 과정에서, 제3 렌즈군(300)과 이미지 센서(10) 사이의 거리의 증가량은 점차 감소할 수 있다.

[152] 제2 렌즈군(200) 및 제3 렌즈군(300)은 서로 이동하는 속도가 상이할 수 있다.

[153] 제2 렌즈군(200)과 제3 렌즈군(300)을 이동시킴에 따라 줌 광학계의 배율이 3배 배율로부터 5배 배율까지 연속적으로 조정될 수 있다.

[154] 다음으로, 도 4a 내지 도 4c를 통해 본 발명의 제1 실시예에 따른 줌 광학계의 구면수차, 비점수차 및 왜곡수차를 시뮬레이션 결과를 살펴보도록 한다. 구면수차는 각 파장에 따른 구면수차를 나타내고, 비점수차는 상면의 높이에 따른 탄젠셜면(tangential plane)과 새지털면(sagital plane)의 수차특성을 나타내며, 왜곡수차는 상면의 높이에 따른 왜곡도를 나타낸다.

[155] 도 4a는 본 발명의 제1 실시예에 따른 광학계의 와이드 앵글에서 435nm, 486nm, 546nm, 587nm, 656nm 파장의 빛에 대한 구면수차(Longitudinal Spherical Aberration), 비점수차(Astigmatic Field Curves) 및 왜곡수차(Distortion)를 측정한 그래프이다.

[156] 도 4b는 본 발명의 제1 실시예에 따른 광학계의 중간 모드에서 435nm, 486nm, 546nm, 587nm, 656nm 파장의 빛에 대한 구면수차, 비점수차 및 왜곡수차를 측정한 그래프이다.

[157] 도 4c는 본 발명의 제1 실시예에 따른 광학계의 텔레포토에서 435nm, 486nm, 546nm, 587nm, 656nm 파장의 빛에 대한 구면수차, 비점수차 및 왜곡수차를 측정한 그래프이다.

[158] 도 4a 내지 도 4c를 참조하면, 구면수차가 파장에 관계없이 이미지 센서의 중심에서 끝단까지 -0.05[mm] 내지 0.025[mm]이내에 있음을 알 수 있다. 구체적으로, 와이드 모드에서 구면수차는 대략 -0.02[mm]에서 0.02[mm] 이내이고, 중간 모드에서 구면수차는 -0.025[mm] 내지 0.025[mm] 이내임을 알 수 있다. 텔레포토에서 구면수차는 -0.05[mm] 내지 0.025[mm] 이내에 있음을 알 수 있다.

[159] 도 4a 내지 도 4c를 참조하면, 비점수차가 파장에 관계없이 이미지 센서의 중심에서 끝단까지 -0.025[mm] 내지 0.01[mm]이내에 있음을 알 수 있다. 구체적으로, 와이드 모드에서 비점수차는 대략 -0.005[mm]에서 0.01[mm] 이내이고, 중간 모드에서 비점수차는 -0.02[mm] 내지 0.01[mm] 이내임을 알 수 있다. 텔레포토에서 비점수차는 대략 -0.025[mm] 내지 0.01[mm] 이내에 있음을 알 수 있다.

[160] 도 4a 내지 도 4c를 참조하면, 왜곡수차가 파장에 관계없이 이미지 센서의 중심에서 끝단까지 -0.25[%] 내지 1[%]이내에 있음을 알 수 있다. 구체적으로, 와이드 모드에서 왜곡수차는 대략 -0.25[%]에서 0.2[%] 이내이고, 중간 모드에서 왜곡수차는 0[%] 내지 0.2[%] 이내임을 알 수 있다. 텔레포토에서 왜곡수차는 대략 0[%] 내지 1[%] 이내에 있음을 알 수 있다.

[161] 다음으로, 도 5a 및 도 5b를 통해 본 발명의 실시예에 따른 줌 광학계의 MTF 시뮬레이션 결과를 살펴보도록 한다. MTF(Modulation Transfer Function)란 광학계의 성능 측정방법 중 하나를 의미한다.

[162] 도 5a는 실시예에 따른 광학계의 와이드 앵글에서의 diffraction MTF 그래프이다. 도 5b는 실시예에 따른 광학계의 텔레포토에서의 diffraction MTF 그래프이다.

[163] 도 5a 및 도 5b를 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 줌 광학계는 와이드 앵글 및 텔레포토 각각에서 디포커싱 위치(defocusing position) 0[mm] 근처에서는 한계값인 diffraction limit에 근접한 값을 가짐을 알 수 있다.

[164] 도 6a는 본 발명의 제2 실시예에 따른 줌 광학계의 와이드 앵글(wide angle)에서의 단면도이고, 도 6b는 본 발명의 제2 실시예에 따른 줌 광학계의 중간 모드(middle mode)에서의 단면도이고, 도 6c는 본 발명의 제2 실시예에 따른 줌 광학계의 텔레포토(telephoto)에서의 단면도이다.

[165] 아래의 표 6 및 표 7는 본 발명의 제2 실시예에 따른 줌 광학계에 포함된 렌즈의 광학 특성을 나타내고, 표 8 및 표 9는 본 발명의 제2 실시예에 따른 줌 광학계에 포함된 렌즈의 코닉 상수 및 비구면 계수를 나타낸다.

[166] [표6]

렌즈 No.	렌즈면 No.	곡률반경(R, mm)	두께(mm)	물질	굴절률
제1 렌즈	112	15.8741	0.800229	플라스틱	1.6714
	114	-24.5173	0.717263		
제2 렌즈	122	-20.5051	0.616737	플라스틱	1.6714
	124	-7.65016	0.1		
제3 렌즈	132	171.442	0.404296	플라스틱	1.614
	134	2.82597	2.39383(0.4026)		
제4 렌즈	212	3.42137	2.14415	플라스틱	1.5348
	214	-4.66978	0.1		
제5 렌즈	222	-10.0132	2.30144	플라스틱	1.6714
	224	317.456	1.6146(1.0112)		
제6 렌즈	312	-7.02183	2.31937	플라스틱	1.6714
	314	-5.38505	0.276872		
제7 렌즈	322	36.8878	0.638746	플라스틱	1.5445
	324	3.64979	1.59972(4.19435)		
필터	22				1.523
	24				
센서	10				

[167] [표7]

렌즈 No.	렌즈면 No.	아베수	형상	반구경(semi-aperture)
제1 렌즈	112	19.23	볼록	2.5
	114		오목	2.4292
제2 렌즈	122	19.23	오목	2.3506
	124		오목	2.3708
제3 렌즈	132	25.9	볼록	2.2901
	134		볼록	2.2242
제4 렌즈	212	55.70	볼록	2.3994
	214		오목	2.23
제5 렌즈	222	19.23	오목	2.1639
	224		볼록	2.0053
제6 렌즈	312	19.23	오목	2.1138
	314		오목	2.3137
제7 렌즈	322	55.96	볼록	2.3075
	324		볼록	2.5525
필터	22	54.47		2.9263
	24			2.9744
센서	10			

[168] [표8]

렌즈면 No.	코닉상수(K)	A	B	C	D
112	-36.2764	2.66E-03	1.02E-03	-8.09E-04	3.16E-04
114	32.90901	6.41E-03	1.65E-03	-1.76E-03	6.61E-04
122	25.08857	1.41E-02	-3.50E-03	6.42E-04	-6.69E-04
124	-27.0428	-1.01E-02	4.88E-03	-1.01E-03	-8.57E-04
132	-89.0532	-7.59E-02	4.43E-02	-1.78E-02	4.87E-03
134	-10.5682	-1.73E-02	1.49E-02	-5.75E-03	1.07E-03
212	-0.19281	-8.06E-04	-9.90E-04	1.14E-03	-7.36E-04
214	-1.78914	-3.18E-03	6.37E-03	-4.06E-03	1.82E-03
222	2.968688	-5.88E-03	5.96E-03	-3.90E-03	1.94E-03
224	97.90897	2.04E-03	-4.12E-03	7.71E-03	-7.03E-03
312	3.236055	1.05E-02	-5.66E-03	5.49E-03	-3.54E-03
314	-8.12726	-1.06E-02	9.17E-03	-9.51E-03	6.90E-03
322	-2.44991	-7.65E-02	3.49E-02	-2.40E-02	1.51E-02
324	-1.03981	-6.96E-02	2.65E-02	-1.01E-02	3.46E-03

[169] [표9]

렌즈면 No.	E	F	G	H	J
112	-8.09E-05	1.39E-05	-1.55E-06	1.01E-07	-2.89E-09
114	-1.42E-04	1.60E-05	-4.10E-07	-9.26E-08	7.29E-09
122	3.77E-04	-1.21E-04	2.23E-05	-2.20E-06	8.91E-08
124	5.60E-04	-1.51E-04	2.23E-05	-1.77E-06	6.00E-08
132	-9.06E-04	1.27E-04	-1.49E-05	1.29E-06	-5.36E-08
134	3.74E-05	-6.53E-05	1.40E-05	-1.33E-06	4.83E-08
212	2.91E-04	-7.13E-05	1.06E-05	-8.82E-07	3.15E-08
214	-5.32E-04	9.80E-05	-1.05E-05	5.57E-07	-8.13E-09
222	-6.40E-04	1.35E-04	-1.74E-05	1.22E-06	-3.42E-08
224	3.96E-03	-1.39E-03	2.97E-04	-3.53E-05	1.80E-06
312	1.49E-03	-4.01E-04	6.64E-05	-6.18E-06	2.48E-07
314	-3.10E-03	8.51E-04	-1.39E-04	1.23E-05	-4.59E-07
322	-6.48E-03	1.74E-03	-2.78E-04	2.43E-05	-8.88E-07
324	-9.14E-04	1.66E-04	-1.90E-05	1.20E-06	-3.12E-08

[170] 도 6a 내지 도 6c 및 표 6 내지 표 9를 참조하면, 줌 광학계는 물체(object)측으로부터 상(image)측으로 순차적으로 배열되는 제1 렌즈군(100), 제2 렌즈군(200) 및 제3 렌즈군(300)을 포함한다. 제1 렌즈군(100)은 물체측으로부터 상측으로 순차적으로 배열되는 제1 렌즈(110), 제2 렌즈(120) 및 제3 렌즈(130)를 포함한다. 제2 렌즈군(200)은 물체측으로부터 상측으로 순차적으로 배열되는 제4 렌즈(210) 및 제5 렌즈(220)를 포함한다. 제3 렌즈군(300)은 물체측으로부터 상측으로 순차적으로 배열되는 제6 렌즈(310) 및 제7 렌즈(320)를 포함한다. 표 6에서, 두께(mm)는 각 렌즈면에서 다음 렌즈면까지의 거리를 나타낸다.

[171] 예를 들어, 제1 렌즈(110)의 물측면(112)에 기재된 두께는 제1 렌즈(110)의 물측면(112)에서 상측면(114)까지의 거리를 나타낸다. 구체적으로, 제1 렌즈(110)의 물측면(112)에 기재된 두께는 제1 렌즈(110)에서 물측면(112)의 곡률 중심과 상측면(114)의 곡률 중심 사이의 거리를 나타낸다.

[172] 제1 렌즈(110)의 상측면(114)에 기재된 두께는 제1 렌즈(110)의 상측면(114)에서 제2 렌즈(120)의 물측면(122)까지의 거리를 나타낸다. 구체적으로, 제1 렌즈(110)의 상측면(114)에 기재된 두께는 제1 렌즈(110) 상측면(114)의 곡률 중심과 제2 렌즈(120) 물측면(122)의 곡률 중심 사이의

거리를 나타낸다.

[173] 제3 렌즈(130)의 상측면(134)에 기재된 두께는 제3 렌즈(130)의 상측면(134)에서 제4 렌즈(210)의 물측면(212)까지의 거리를 나타낸다. 구체적으로, 제3 렌즈(130)의 상측면(134)에 기재된 두께는 제3 렌즈(130) 상측면(134)의 곡률 중심과 제4 렌즈(210) 물측면(212)의 곡률 중심 사이의 거리를 나타낸다.

[174] 이때, 제2 렌즈군(200)이 와이드 앵글에서 텔레포토로 주밍(zooming)하는 과정에서 이동하므로, 제3 렌즈(130)의 상측면(134)에 기재된 두께는 변할 수 있다. 제3 렌즈(130)의 상측면(134)에 기재된 두께는 최단 거리에서 최장 거리 사이의 값을 가질 수 있다. 표 6을 참조하면, 제3 렌즈(130)의 상측면(134)에 기재된 두께는 와이드 앵글에서 최장 거리(2.39383)를 가질 수 있다. 제3 렌즈(130)의 상측면(134)에 기재된 두께는 중간 모드에서 최단 거리와 최장 거리 사이의 값을 가질 수 있다. 제3 렌즈(130)의 상측면(134)에 기재된 두께는 텔레포토에서 최단 거리(0.4026)를 가질 수 있다. 이는 제5 렌즈(220) 및 제7 렌즈(320)의 상측면에 기재된 두께 역시 동일하다.

[175] 표 7을 참조하면, 제1 내지 제7 렌즈(110 내지 320)의 각 면은 볼록 또는 오목한 형상으로 구현될 수 있다.

[176] 제1 렌즈(110)는 물측면(112)이 물체측으로 볼록한 렌즈일 수 있다. 제1 렌즈(110)는 상측면(114)이 물체측으로 오목한 렌즈일 수 있다. 제2 렌즈(120)는 물측면(122)이 물체측으로 오목한 렌즈일 수 있다. 제2 렌즈(120)는 상측면(124)이 물체측으로 오목한 렌즈일 수 있다. 제3 렌즈(130)는 물측면(132)이 물체측으로 볼록한 렌즈일 수 있다. 제3 렌즈(130)는 상측면(134)이 물체측으로 볼록한 렌즈일 수 있다.

[177] 제4 렌즈(210)는 물측면(212)이 물체측으로 볼록한 렌즈일 수 있다. 제4 렌즈(210)는 상측면(214)이 물체측으로 오목한 렌즈일 수 있다. 제5 렌즈(220)는 물측면(222)이 물체측으로 오목한 렌즈일 수 있다. 제5 렌즈(220)는 상측면(224)이 물체측으로 볼록한 렌즈일 수 있다.

[178] 한편, 제1 렌즈군(100)과 제2 렌즈군(200) 사이의 거리가 최소거리일 때(즉, 텔레포토에서), 제4 렌즈(210)의 물측면(212)의 곡률 중심은 제3 렌즈(130)의 상측면(134) 양 끝단보다 상측에 가깝게 위치할 수 있다.

[179] 제6 렌즈(310)는 물측면(312)이 물체측으로 오목한 렌즈일 수 있다. 제6 렌즈(310)는 상측면(314)이 물체측으로 오목한 렌즈일 수 있다. 제7 렌즈(320)는 물측면(322)이 물체측으로 볼록한 렌즈일 수 있다. 제7 렌즈(320)는 상측면(324)이 물체측으로 볼록한 렌즈일 수 있다.

[180] 도 6a를 참조하면, 제1 렌즈군(100)과 제2 렌즈군(200) 간의 거리가 d1a이고, 제2 렌즈군(200)과 제3 렌즈군(300) 간의 거리가 d2a이고, 제3 렌즈군(300)과 이미지 센서(10) 간의 거리가 d3a인 경우, 줌 광학계는 와이드 앵글(예를 들어, 3배 배율)을 가질 수 있다. 즉, 제3 렌즈(130) 상측면(134)의 곡률 중심과 제4

렌즈(210) 물측면(212)의 곡률 중심 사이의 거리가 d1a이고, 제5 렌즈(220) 상측면(224)의 곡률 중심과 제6 렌즈(310) 물측면(312)의 곡률 중심 사이의 거리가 d2a이고, 제7 렌즈(320) 상측면(324)의 곡률 중심과 이미지 센서(10) 사이의 거리가 d3a인 경우, 줌 광학계는 와이드 앵글을 가질 수 있다.

[181] 도 6b에서 제1 렌즈군(100)과 제2 렌즈군(200) 간의 거리가 d1b이고, 제2 렌즈군(200)과 제3 렌즈군(300) 간의 거리가 d2b이고, 제3 렌즈군(300)과 이미지 센서(10) 간의 거리가 d3b인 경우, 줌 광학계는 중간 모드를 가질 수 있다. 즉, 제3 렌즈(130) 상측면(134)의 곡률 중심과 제4 렌즈(210) 물측면(212)의 곡률 중심 사이의 거리가 d1b이고, 제5 렌즈(220) 상측면(224)의 곡률 중심과 제6 렌즈(310) 물측면(312)의 곡률 중심 사이의 거리가 d2b이고, 제7 렌즈(320) 상측면(324)의 곡률 중심과 이미지 센서(10) 사이의 거리가 d3b인 경우, 줌 광학계는 중간 모드를 가질 수 있다.

[182] 도 6c에서 제1 렌즈군(100)과 제2 렌즈군(200) 간의 거리가 d1c이고, 제2 렌즈군(200)과 제3 렌즈군(300) 간의 거리가 d2c이고, 제3 렌즈군(300)과 이미지 센서(10) 간의 거리가 d3c인 경우, 줌 광학계는 텔레포토(예를 들어, 5배 배율)을 가질 수 있다. 즉, 제3 렌즈(130) 상측면(134)의 곡률 중심과 제4 렌즈(210) 물측면(212)의 곡률 중심 사이의 거리가 d1c이고, 제5 렌즈(220) 상측면(224)의 곡률 중심과 제6 렌즈(310) 물측면(312)의 곡률 중심 사이의 거리가 d2c이고, 제7 렌즈(320) 상측면(324)의 곡률 중심과 이미지 센서(10) 사이의 거리가 d3c인 경우, 줌 광학계는 텔레포토를 가질 수 있다.

[183] 와이드 앵글에서 텔레포토로 배율이 변하는 과정에서, 인접한 렌즈군 사이의 거리가 변할 수 있다.

[184] 제1 렌즈군(100)과 제2 렌즈군(200) 사이의 거리는 d1a에서 d1b를 거쳐 d1c로 변할 수 있다. 표 6을 참조하면, 와이드 앵글에서 제1 렌즈군(100)과 제2 렌즈군(200) 사이의 거리(d1a)는 2.39383[mm]이다. 텔레포토에서 제1 렌즈군(100)과 제2 렌즈군(200) 사이의 거리(d1c)는 0.4026[mm]이다. 이와 같이, 와이드 앵글에서 중간 모드를 거쳐 텔레포토로 배율이 변화는 과정에서, 제1 렌즈군(100)과 제2 렌즈군(200) 사이의 거리는 2.39383[mm]에서 0.4026[mm]로 변할 수 있다. 즉, 와이드 앵글에서 텔레포토로 배율이 변하는 과정에서, 제1 렌즈군(100)과 제2 렌즈군(200) 사이의 거리는 점차 감소할 수 있다(d1a>d1b>d1c). 와이드 앵글에서 텔레포토로 배율이 변하는 과정에서, 제1 렌즈군(100)과 제2 렌즈군(200) 사이의 거리의 증가량은 점차 감소할 수 있다.

[185] 제2 렌즈군(200)과 제3 렌즈군(300) 간의 거리는 d2a에서 d2b를 거쳐 d2c로 변할 수 있다. 표 6을 참조하면, 와이드 앵글에서 제2 렌즈군(200)과 제3 렌즈군(300) 사이의 거리(d2a)는 1.6146[mm]이다. 텔레포토에서 제2 렌즈군(200)과 제3 렌즈군(300) 사이의 거리(d1c)는 1.0112[mm]이다. 이와 같이, 와이드 앵글에서 중간 모드를 거쳐 텔레포토로 배율이 변화는 과정에서, 제2 렌즈군(200)과 제3 렌즈군(300) 사이의 거리는 1.6146[mm]에서 1.0112[mm]로 변할 수 있다. 즉,

와이드 앵글에서 텔레포토로 배율이 변하는 과정에서, 제2 렌즈군(200)과 제3 렌즈군(300) 사이의 거리는 감소할 수 있다(d2a>d2b>d2c). 이때, 와이드 앵글에서 텔레포토로 배율이 변하는 과정에서, 제2 렌즈군(200)과 제3 렌즈군(300) 사이의 거리의 증가량은 감소할 수 있다.

[186] 제3 렌즈군(300)과 이미지 센서(10) 간의 거리는 d3a에서 d3b를 거쳐 d3c로 변할 수 있다. 표 6을 참조하면, 와이드 앵글에서 제3 렌즈군(300)과 이미지 센서(10) 사이의 거리(d3a)는 1.59972[mm]이다. 텔레포토에서 제3 렌즈군(300)과 이미지 센서(10) 사이의 거리(d3c)는 4.19435[mm]이다. 이와 같이, 와이드 앵글에서 중간 모드를 거쳐 텔레포토로 배율이 변화는 과정에서, 제3 렌즈군(300)과 이미지 센서(10) 사이의 거리는 1.59972[mm]에서 4.19435[mm]로 변할 수 있다. 와이드 앵글에서 텔레포토로 배율이 변하는 과정에서, 제3 렌즈군(300)과 이미지 센서(10) 사이의 거리는 점차 증가할 수 있다(d3a<d3b<d3c). 다만, 와이드 앵글에서 텔레포토로 배율이 변하는 과정에서, 제3 렌즈군(300)과 이미지 센서(10) 사이의 거리의 증가량은 점차 감소할 수 있다.

[187] 제2 렌즈군(200) 및 제3 렌즈군(300)은 서로 이동하는 속도가 상이할 수 있다.

[188] 제2 렌즈군(200)과 제3 렌즈군(300)을 이동시킴에 따라 줌 광학계의 배율이 3배 배율로부터 5배 배율까지 연속적으로 조정될 수 있다.

[189] 다음으로, 도 7a 내지 도 7c를 통해 본 발명의 제2 실시예에 따른 줌 광학계의 구면수차, 비점수차 및 왜곡수차를 시뮬레이션 결과를 살펴보도록 한다. 구면수차는 각 파장에 따른 구면수차를 나타내고, 비점수차는 상면의 높이에 따른 탄젠셜면(tangential plane)과 새지털면(sagital plane)의 수차특성을 나타내며, 왜곡수차는 상면의 높이에 따른 왜곡도를 나타낸다.

[190] 도 7a는 본 발명의 제2 실시예에 따른 광학계의 와이드 앵글에서 435nm, 486nm, 546nm, 587nm, 656nm 파장의 빛에 대한 구면수차(Longitudinal Spherical Aberration), 비점수차(Astigmatic Field Curves) 및 왜곡수차(Distortion)를 측정한 그래프이다.

[191] 도 7b는 본 발명의 제2 실시예에 따른 광학계의 중간 모드에서 435nm, 486nm, 546nm, 587nm, 656nm 파장의 빛에 대한 구면수차, 비점수차 및 왜곡수차를 측정한 그래프이다.

[192] 도 7c는 본 발명의 제2 실시예에 따른 광학계의 텔레포토에서 435nm, 486nm, 546nm, 587nm, 656nm 파장의 빛에 대한 구면수차, 비점수차 및 왜곡수차를 측정한 그래프이다.

[193] 도 7a 내지 도 7c를 참조하면, 구면수차가 파장에 관계없이 이미지 센서의 중심에서 끝단까지 -0.013[mm] 내지 0.025[mm]이내에 있음을 알 수 있다. 구체적으로, 와이드 모드에서 구면수차는 대략 -0.01[mm]에서 0.025[mm] 이내이고, 중간 모드에서 구면수차는 -0.013[mm] 내지 0.02[mm] 이내임을 알 수 있다. 텔레포토에서 구면수차는 -0.013[mm] 내지 0.02[mm] 이내에 있음을 알 수 있다.

[194] 도 7a 내지 도 7c를 참조하면, 비점수차가 파장에 관계없이 이미지 센서의 중심에서 끝단까지 -0.03[mm] 내지 0.04[mm]이내에 있음을 알 수 있다. 구체적으로, 와이드 모드에서 비점수차는 대략 -0.025[mm]에서 0.02[mm] 이내이고, 중간 모드에서 비점수차는 -0.03[mm] 내지 0.025[mm] 이내임을 알 수 있다. 텔레포토에서 비점수차는 대략 -0.01[mm] 내지 0.04[mm] 이내에 있음을 알 수 있다.

[195] 도 7a 내지 도 7c를 참조하면, 왜곡수차가 파장에 관계없이 이미지 센서의 중심에서 끝단까지 -0.4[%] 내지 0.8[%]이내에 있음을 알 수 있다. 구체적으로, 와이드 모드에서 왜곡수차는 대략 -0.4[%]에서 0.2[%] 이내이고, 중간 모드에서 왜곡수차는 0[%] 내지 0.3[%] 이내임을 알 수 있다. 텔레포토에서 왜곡수차는 대략 0[%] 내지 0.8[%] 이내에 있음을 알 수 있다.

[196] 다음으로, 도 8a 및 도 8b를 통해 본 발명의 실시예에 따른 줌 광학계의 MTF 시뮬레이션 결과를 살펴보도록 한다. MTF(Modulation Transfer Function)란 광학계의 성능 측정방법 중 하나를 의미한다.

[197] 도 8a는 실시예에 따른 광학계의 와이드 앵글에서의 diffraction MTF 그래프이다. 도 8b는 실시예에 따른 광학계의 텔레포토에서의 diffraction MTF 그래프이다.

[198] 도 8a 및 도 8b를 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 줌 광학계는 와이드 앵글 및 텔레포토 각각에서 디포커싱 위치(defocusing position) 0[mm] 근처에서는 한계값인 diffraction limit에 근접한 값을 가짐을 알 수 있다.

[199] 도 9a는 본 발명의 제3 실시예에 따른 줌 광학계의 와이드 앵글(wide angle)에서의 단면도이고, 도 9b는 본 발명의 제3 실시예에 따른 줌 광학계의 중간 모드(middle mode)에서의 단면도이고, 도 9c는 본 발명의 제3 실시예에 따른 줌 광학계의 텔레포토(telephoto)에서의 단면도이다.

[200] 아래의 표 10 및 표 11은 본 발명의 제3 실시예에 따른 줌 광학계에 포함된 렌즈의 광학 특성을 나타내고, 표 12 및 표 13는 본 발명의 제3 실시예에 따른 줌 광학계에 포함된 렌즈의 코닉 상수 및 비구면 계수를 나타낸다.

[201] [표10]

렌즈 No.	렌즈면 No.	곡률반경(R, mm)	두께(mm)	물질	굴절률
제1 렌즈	112	8.01877	1.42832	플라스틱	1.5445
	114	11.9473	0.36246		
제2 렌즈	122	15.635	0.52835	플라스틱	1.661
	124	65.9317	0.118569		
제3 렌즈	132	9.80772	0.613063	플라스틱	1.5445
	134	2.52792	2.29633(0.4)		
제4 렌즈	212	3.40991	2.19892	플라스틱	1.5348
	214	-3.6266	0.1		
제5 렌즈	222	-5.12044	2.3	플라스틱	1.661
	224	-13.3444	1.94114(1.7963)		
제6 렌즈	312	-7.78876	2.3	플라스틱	1.614
	314	-8.79954	0.49294		
제7 렌즈	322	17.2122	0.551825	플라스틱	1.5445
	324	3.79733	2.35546(4.39663)		
필터	22				
	24				
센서	10				

[202] [표11]

렌즈 No.	렌즈면 No.	아베수	형상	반구경(semi-aperture)
제1 렌즈	112	55.96	볼록	2.5
	114		볼록	2.2504
제2 렌즈	122	20.4	볼록	2.2579
	124		볼록	2.2743
제3 렌즈	132	55.96	볼록	2.2376
	134		볼록	2.2737
제4 렌즈	212	55.70	볼록	2.4721
	214		오목	2.2530
제5 렌즈	222	20.4	오목	2.2139
	224		오목	2.1148
제6 렌즈	312	25.9	오목	2.0706
	314		오목	2.1236
제7 렌즈	322	55.96	볼록	2.1023
	324		볼록	2.3496
필터	22	54.47		2.7940
	24			2.8826
센서	10			

[203] [표12]

렌즈면 No.	코닉상수(K)	A	B	C	D
112	0	3.88E-03	-2.23E-04	1.31E-04	-4.85E-05
114	0	5.94E-03	-2.16E-04	-1.88E-06	1.24E-05
122	0	-3.53E-03	-4.88E-04	-1.26E-04	-1.01E-06
124	0	-3.95E-03	-1.14E-03	2.91E-05	7.26E-06
132	-188.367	-1.25E-02	-1.09E-02	1.08E-02	-5.62E-03
134	-7.24875	3.14E-03	-1.04E-02	8.62E-03	-4.40E-03
212	-5.21E-02	-2.20E-03	1.07E-03	-9.55E-04	5.46E-04
214	-1.73209	-4.38E-03	5.21E-03	-1.09E-03	-5.31E-04
222	2.128511	-5.14E-03	5.48E-03	-1.82E-03	4.35E-04
224	1.955954	-3.92E-04	1.25E-03	-1.12E-03	1.11E-03
312	10.82257	1.20E-02	-1.15E-03	2.80E-04	-1.38E-05
314	12.83901	-1.26E-03	4.41E-03	-1.13E-03	1.19E-06
322	60.21748	-9.62E-02	3.06E-02	-4.83E-03	-2.09E-03
324	0.288197	-9.44E-02	3.85E-02	-1.40E-02	3.84E-03

[204] [표13]

렌즈면 No.	E	F	G	H	J
112	1.15E-05	-9.42E-07	-1.53E-07	3.79E-08	-2.22E-09
114	-7.28E-06	6.44E-07	-1.21E-07	2.99E-08	-2.77E-09
122	-1.61E-06	-1.13E-06	1.49E-07	2.52E-08	-1.18E-09
124	8.27E-07	-1.72E-06	-1.35E-07	1.04E-07	-7.07E-09
132	1.88E-03	-4.06E-04	5.35E-05	-3.88E-06	1.19E-07
134	1.50E-03	-3.40E-04	4.90E-05	-4.07E-06	1.49E-07
212	-1.91E-04	4.09E-05	-5.00E-06	2.95E-07	-4.20E-09
214	5.54E-04	-2.22E-04	4.90E-05	-5.81E-06	2.93E-07
222	-3.84E-05	-1.07E-05	3.74E-06	-4.40E-07	2.05E-08
224	-6.51E-04	2.38E-04	-5.30E-05	6.55E-06	-3.45E-07
312	1.93E-05	-8.20E-06	1.06E-06	3.90E-08	-9.59E-09
314	7.54E-05	-1.23E-06	-2.19E-06	-9.06E-08	3.29E-08
322	1.63E-03	-4.27E-04	4.63E-05	-3.62E-07	-2.42E-07
324	-7.19E-04	8.68E-05	-6.21E-06	1.77E-07	3.03E-09

[205] 도 9a 내지 도 9c 및 표 10 내지 표 13을 참조하면, 줌 광학계는 물체(object)측으로부터 상(image)측으로 순차적으로 배열되는 제1 렌즈군(100), 제2 렌즈군(200) 및 제3 렌즈군(300)을 포함한다. 제1 렌즈군(100)은 물체측으로부터 상측으로 순차적으로 배열되는 제1 렌즈(110), 제2 렌즈(120) 및 제3 렌즈(130)를 포함한다. 제2 렌즈군(200)은 물체측으로부터 상측으로 순차적으로 배열되는 제4 렌즈(210) 및 제5 렌즈(220)를 포함한다. 제3 렌즈군(300)은 물체측으로부터 상측으로 순차적으로 배열되는 제6 렌즈(310) 및 제7 렌즈(320)를 포함한다. 표 10에서, 두께(mm)는 각 렌즈면에서 다음 렌즈면까지의 거리를 나타낸다.

[206] 예를 들어, 제1 렌즈(110)의 물측면(112)에 기재된 두께는 제1 렌즈(110)의 물측면(112)에서 상측면(114)까지의 거리를 나타낸다. 구체적으로, 제1 렌즈(110)의 물측면(112)에 기재된 두께는 제1 렌즈(110)에서 물측면(112)의 곡률 중심과 상측면(114)의 곡률 중심 사이의 거리를 나타낸다.

[207] 제1 렌즈(110)의 상측면(114)에 기재된 두께는 제1 렌즈(110)의 상측면(114)에서 제2 렌즈(120)의 물측면(122)까지의 거리를 나타낸다. 구체적으로, 제1 렌즈(110)의 상측면(114)에 기재된 두께는 제1 렌즈(110) 상측면(114)의 곡률 중심과 제2 렌즈(120) 물측면(122)의 곡률 중심 사이의

거리를 나타낸다.

[208] 제3 렌즈(130)의 상측면(134)에 기재된 두께는 제3 렌즈(130)의 상측면(134)에서 제4 렌즈(210)의 물측면(212)까지의 거리를 나타낸다. 구체적으로, 제3 렌즈(130)의 상측면(134)에 기재된 두께는 제3 렌즈(130) 상측면(134)의 곡률 중심과 제4 렌즈(210) 물측면(212)의 곡률 중심 사이의 거리를 나타낸다.

[209] 이때, 제2 렌즈군(200)이 와이드 앵글에서 텔레포토로 주밍(zooming)하는 과정에서 이동하므로, 제3 렌즈(130)의 상측면(134)에 기재된 두께는 변할 수 있다. 제3 렌즈(130)의 상측면(134)에 기재된 두께는 최단 거리에서 최장 거리 사이의 값을 가질 수 있다. 표 10을 참조하면, 제3 렌즈(130)의 상측면(134)에 기재된 두께는 와이드 앵글에서 최장 거리(2.29633)를 가질 수 있다. 제3 렌즈(130)의 상측면(134)에 기재된 두께는 중간 모드에서 최단 거리와 최장 거리 사이의 값을 가질 수 있다. 제3 렌즈(130)의 상측면(134)에 기재된 두께는 텔레포토에서 최단 거리(0.4)를 가질 수 있다. 이는 제5 렌즈(220) 및 제7 렌즈(320)의 상측면에 기재된 두께 역시 동일하다.

[210] 표 11를 참조하면, 제1 내지 제7 렌즈(110 내지 320)의 각 면은 볼록 또는 오목한 형상으로 구현될 수 있다.

[211] 제1 렌즈(110)는 물측면(112)이 물체측으로 볼록한 렌즈일 수 있다. 제1 렌즈(110)는 상측면(114)이 물체측으로 볼록한 렌즈일 수 있다. 제2 렌즈(120)는 물측면(122)이 물체측으로 볼록한 렌즈일 수 있다. 제2 렌즈(120)는 상측면(124)이 물체측으로 볼록한 렌즈일 수 있다. 제3 렌즈(130)는 물측면(132)이 물체측으로 볼록한 렌즈일 수 있다. 제3 렌즈(130)는 상측면(134)이 물체측으로 볼록한 렌즈일 수 있다.

[212] 제4 렌즈(210)는 물측면(212)이 물체측으로 볼록한 렌즈일 수 있다. 제4 렌즈(210)는 상측면(214)이 물체측으로 오목한 렌즈일 수 있다. 제5 렌즈(220)는 물측면(222)이 물체측으로 오목한 렌즈일 수 있다. 제5 렌즈(220)는 상측면(224)이 물체측으로 오목한 렌즈일 수 있다.

[213] 한편, 제1 렌즈군(100)과 제2 렌즈군(200) 사이의 거리가 최소거리일 때(즉, 텔레포토에서), 제4 렌즈(210)의 물측면(212)의 곡률 중심은 제3 렌즈(130)의 상측면(134) 양 끝단보다 상측에 가깝게 위치할 수 있다.

[214] 제6 렌즈(310)는 물측면(312)이 물체측으로 오목한 렌즈일 수 있다. 제6 렌즈(310)는 상측면(314)이 물체측으로 오목한 렌즈일 수 있다. 제7 렌즈(320)는 물측면(322)이 물체측으로 볼록한 렌즈일 수 있다. 제7 렌즈(320)는 상측면(324)이 물체측으로 볼록한 렌즈일 수 있다.

[215] 도 9a를 참조하면, 제1 렌즈군(100)과 제2 렌즈군(200) 간의 거리가 d1a이고, 제2 렌즈군(200)과 제3 렌즈군(300) 간의 거리가 d2a이고, 제3 렌즈군(300)과 이미지 센서(10) 간의 거리가 d3a인 경우, 줌 광학계는 와이드 앵글(예를 들어, 3배 배율)을 가질 수 있다. 즉, 제3 렌즈(130) 상측면(134)의 곡률 중심과 제4

렌즈(210) 물측면(212)의 곡률 중심 사이의 거리가 d1a이고, 제5 렌즈(220) 상측면(224)의 곡률 중심과 제6 렌즈(310) 물측면(312)의 곡률 중심 사이의 거리가 d2a이고, 제7 렌즈(320) 상측면(324)의 곡률 중심과 이미지 센서(10) 사이의 거리가 d3a인 경우, 줌 광학계는 와이드 앵글을 가질 수 있다.

[216] 도 9b에서 제1 렌즈군(100)과 제2 렌즈군(200) 간의 거리가 d1b이고, 제2 렌즈군(200)과 제3 렌즈군(300) 간의 거리가 d2b이고, 제3 렌즈군(300)과 이미지 센서(10) 간의 거리가 d3b인 경우, 줌 광학계는 중간 모드를 가질 수 있다. 즉, 제3 렌즈(130) 상측면(134)의 곡률 중심과 제4 렌즈(210) 물측면(212)의 곡률 중심 사이의 거리가 d1b이고, 제5 렌즈(220) 상측면(224)의 곡률 중심과 제6 렌즈(310) 물측면(312)의 곡률 중심 사이의 거리가 d2b이고, 제7 렌즈(320) 상측면(324)의 곡률 중심과 이미지 센서(10) 사이의 거리가 d3b인 경우, 줌 광학계는 중간 모드를 가질 수 있다.

[217] 도 9c에서 제1 렌즈군(100)과 제2 렌즈군(200) 간의 거리가 d1c이고, 제2 렌즈군(200)과 제3 렌즈군(300) 간의 거리가 d2c이고, 제3 렌즈군(300)과 이미지 센서(10) 간의 거리가 d3c인 경우, 줌 광학계는 텔레포토(예를 들어, 5배 배율)을 가질 수 있다. 즉, 제3 렌즈(130) 상측면(134)의 곡률 중심과 제4 렌즈(210) 물측면(212)의 곡률 중심 사이의 거리가 d1c이고, 제5 렌즈(220) 상측면(224)의 곡률 중심과 제6 렌즈(310) 물측면(312)의 곡률 중심 사이의 거리가 d2c이고, 제7 렌즈(320) 상측면(324)의 곡률 중심과 이미지 센서(10) 사이의 거리가 d3c인 경우, 줌 광학계는 텔레포토를 가질 수 있다.

[218] 와이드 앵글에서 텔레포토로 배율이 변하는 과정에서, 인접한 렌즈군 사이의 거리가 변할 수 있다.

[219] 제1 렌즈군(100)과 제2 렌즈군(200) 사이의 거리는 d1a에서 d1b를 거쳐 d1c로 변할 수 있다. 표 10을 참조하면, 와이드 앵글에서 제1 렌즈군(100)과 제2 렌즈군(200) 사이의 거리(d1a)는 2.29633[mm]이다. 텔레포토에서 제1 렌즈군(100)과 제2 렌즈군(200) 사이의 거리(d1c)는 0.4[mm]이다. 이와 같이, 와이드 앵글에서 중간 모드를 거쳐 텔레포토로 배율이 변화는 과정에서, 제1 렌즈군(100)과 제2 렌즈군(200) 사이의 거리는 2.29633[mm]에서 0.4[mm]로 변할 수 있다. 즉, 와이드 앵글에서 텔레포토로 배율이 변하는 과정에서, 제1 렌즈군(100)과 제2 렌즈군(200) 사이의 거리는 점차 감소할 수 있다(d1a>d1b>d1c). 와이드 앵글에서 텔레포토로 배율이 변하는 과정에서, 제1 렌즈군(100)과 제2 렌즈군(200) 사이의 거리의 증가량은 점차 감소할 수 있다.

[220] 제2 렌즈군(200)과 제3 렌즈군(300) 간의 거리는 d2a에서 d2b를 거쳐 d2c로 변할 수 있다. 표 10을 참조하면, 와이드 앵글에서 제2 렌즈군(200)과 제3 렌즈군(300) 사이의 거리(d2a)는 1.94114[mm]이다. 텔레포토에서 제2 렌즈군(200)과 제3 렌즈군(300) 사이의 거리(d1c)는 1.7963[mm]이다. 이와 같이, 와이드 앵글에서 중간 모드를 거쳐 텔레포토로 배율이 변화는 과정에서, 제2 렌즈군(200)과 제3 렌즈군(300) 사이의 거리는 1.94114[mm]에서 1.7963[mm]로 변할 수 있다. 즉,

와이드 앵글에서 텔레포토로 배율이 변하는 과정에서, 제2 렌즈군(200)과 제3 렌즈군(300) 사이의 거리는 감소할 수 있다(d2a>d2b>d2c). 이때, 와이드 앵글에서 텔레포토로 배율이 변하는 과정에서, 제2 렌즈군(200)과 제3 렌즈군(300) 사이의 거리의 증가량은 감소할 수 있다.

[221] 제3 렌즈군(300)과 이미지 센서(10) 간의 거리는 d3a에서 d3b를 거쳐 d3c로 변할 수 있다. 표 10을 참조하면, 와이드 앵글에서 제3 렌즈군(300)과 이미지 센서(10) 사이의 거리(d3a)는 2.35546[mm]이다. 텔레포토에서 제3 렌즈군(300)과 이미지 센서(10) 사이의 거리(d3c)는 4.639663[mm]이다. 이와 같이, 와이드 앵글에서 중간 모드를 거쳐 텔레포토로 배율이 변화는 과정에서, 제3 렌즈군(300)과 이미지 센서(10) 사이의 거리는 2.35546[mm]에서 4.639663[mm]로 변할 수 있다. 와이드 앵글에서 텔레포토로 배율이 변하는 과정에서, 제3 렌즈군(300)과 이미지 센서(10) 사이의 거리는 점차 증가할 수 있다(d3a<d3b<d3c). 다만, 와이드 앵글에서 텔레포토로 배율이 변하는 과정에서, 제3 렌즈군(300)과 이미지 센서(10) 사이의 거리의 증가량은 점차 감소할 수 있다.

[222] 제2 렌즈군(200) 및 제3 렌즈군(300)은 서로 이동하는 속도가 상이할 수 있다.

[223] 제2 렌즈군(200)과 제3 렌즈군(300)을 이동시킴에 따라 줌 광학계의 배율이 3배 배율로부터 5배 배율까지 연속적으로 조정될 수 있다.

[224] 다음으로, 도 10a 내지 도 10c를 통해 본 발명의 제3 실시예에 따른 줌 광학계의 구면수차, 비점수차 및 왜곡수차를 시뮬레이션 결과를 살펴보도록 한다. 구면수차는 각 파장에 따른 구면수차를 나타내고, 비점수차는 상면의 높이에 따른 탄젠셜면(tangential plane)과 새지털면(sagital plane)의 수차특성을 나타내며, 왜곡수차는 상면의 높이에 따른 왜곡도를 나타낸다.

[225] 도 10a는 본 발명의 제3 실시예에 따른 광학계의 와이드 앵글에서 435nm, 486nm, 546nm, 587nm, 656nm 파장의 빛에 대한 구면수차(Longitudinal Spherical Aberration), 비점수차(Astigmatic Field Curves) 및 왜곡수차(Distortion)를 측정한 그래프이다.

[226] 도 10b는 본 발명의 제3 실시예에 따른 광학계의 중간 모드에서 435nm, 486nm, 546nm, 587nm, 656nm 파장의 빛에 대한 구면수차, 비점수차 및 왜곡수차를 측정한 그래프이다.

[227] 도 10c는 본 발명의 제3 실시예에 따른 광학계의 텔레포토에서 435nm, 486nm, 546nm, 587nm, 656nm 파장의 빛에 대한 구면수차, 비점수차 및 왜곡수차를 측정한 그래프이다.

[228] 도 10a 내지 도 10c를 참조하면, 구면수차가 파장에 관계없이 이미지 센서의 중심에서 끝단까지 0.055[mm]이내에 있음을 알 수 있다. 구체적으로, 와이드 모드에서 구면수차는 대략 0.025[mm] 이내이고, 중간 모드에서 구면수차는 0.040[mm] 이내임을 알 수 있다. 텔레포토에서 구면수차는 0.055[mm] 이내에 있음을 알 수 있다.

[229] 도 10a 내지 도 10c를 참조하면, 비점수차가 파장에 관계없이 이미지 센서의

중심에서 끝단까지 -0.035[mm] 내지 0.050[mm]이내에 있음을 알 수 있다. 구체적으로, 와이드 모드에서 비점수차는 이미지 센서의 끝단 부분에서 범위를 벗어나긴 하나 대략 -0.025[mm]에서 0.020[mm] 이내이고, 중간 모드에서 비점수차는 -0.025[mm] 내지 0.050[mm] 이내임을 알 수 있다. 텔레포토에서 비점수차는 대략 -0.035[mm] 내지 0.020[mm] 이내에 있음을 알 수 있다.

[230] 도 10a 내지 도 10c를 참조하면, 왜곡수차가 파장에 관계없이 이미지 센서의 중심에서 끝단까지 -0.4[%] 내지 1[%]이내에 있음을 알 수 있다. 구체적으로, 와이드 모드에서 왜곡수차는 대략 -0.4[%]에서 0.5[%] 이내이고, 중간 모드에서 왜곡수차는 0[%] 내지 0.75[%] 이내임을 알 수 있다. 텔레포토에서 왜곡수차는 대략 0[%] 내지 1[%] 이내에 있음을 알 수 있다.

[231] 다음으로, 도 11a 및 도 11b를 통해 본 발명의 실시예에 따른 줌 광학계의 MTF 시뮬레이션 결과를 살펴보도록 한다. MTF(Modulation Transfer Function)란 광학계의 성능 측정방법 중 하나를 의미한다.

[232] 도 11a는 실시예에 따른 광학계의 와이드 앵글에서의 diffraction MTF 그래프이다. 도 11b는 실시예에 따른 광학계의 텔레포토에서의 diffraction MTF 그래프이다.

[233] 도 11a 및 도 11b를 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 줌 광학계는 와이드 앵글 및 텔레포토 각각에서 디포커싱 위치(defocusing position) 0[mm] 근처에서는 한계값인 diffraction limit에 근접한 값을 가짐을 알 수 있다.

[234] 도 12는 본 발명의 일 실시예에 따른 줌 광학계를 나타낸 도면이다.

[235] 도 12에 도시된 줌 광학계는 도 1을 참조하여 설명한 줌 광학계에서 더미 렌즈를 더 포함할 수 있다.

[236] 도 12를 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 줌 광학계는 물측으로부터 제1 렌즈군, 제2 렌즈군, 제3 렌즈군, 필터 및 센서가 순차적으로 배치되며, 제3 렌즈군과 필터 사이에 더미 렌즈가 더 포함될 수 있다.

[237] 더미 렌즈의 폭은 제1 렌즈군의 폭보다 클 수 있다. 더미 렌즈의 유효경은 제1 렌즈군의 유효경보다 클 수 있다. 더미 렌즈의 유효경은 제1 렌즈군에 포함된 렌즈들의 유효경보다 클 수 있다.

[238] 더미 렌즈는 고정될 수 있다. 더미 렌즈는 상측에 대해 고정될 수 있다.

[239] 더미 렌즈는 제4 렌즈군으로 불릴 수 있다. 더미 렌즈는 1개의 렌즈로 구성될 수 있으나 이에 한정되지 않으며, 복수의 렌즈로 구성될 수도 있다.

[240] 더미 렌즈는 제2 렌즈군 및 제3 렌즈군의 이동시 유입될 수 있는 이물질을 차단하는 역할을 할 수 있다. 더미 렌즈는 유입된 이물질이 센서측으로 유입되지 않도록 차단할 수 있다.

[241] 도 13은 본 발명의 한 실시예에 따른 카메라 모듈이 적용되는 휴대 단말의 일부를 나타낸 도면이다.

[242] 한편, 본 발명의 실시예에 따른 줌 광학계는 카메라 모듈에 적용될 수 있다. 본 발명의 한 실시예에 따른 줌 광학계를 포함하는 카메라 모듈은 휴대 단말 내에

내장될 수 있으며, 메인 카메라 모듈과 함께 적용될 수 있다. 본 발명의 실시예에 따른 카메라 모듈은 이미지 센서, 이미지 센서 상에 배치된 필터, 그리고 필터 상에 배치된 줌 광학계를 포함할 수 있으며, 본 발명의 실시예에 따른 줌 광학계는 상기에서 설명한 제1 렌즈군(100), 제2 렌즈군(200) 및 제3 렌즈군(300)을 포함할 수 있다. 본 발명의 실시예에 따른 줌 광학계를 포함하는 카메라 모듈이 내장된 휴대 단말은 스마트폰, 태블릿 PC, 랩탑(laptop) 컴퓨터, PDA 등일 수 있다. 본 발명의 실시예에 따른 광학계는 카메라 모듈에 적용될 수 있다.

[243] 도 13을 참조하면, 본 발명의 한 실시예에 따른 줌 광학계(1000)를 포함하는 카메라 모듈은 휴대 단말 내에 내장될 수 있으며, 메인 카메라 모듈(1100)과 함께 적용될 수 있다.

[244] 본 발명의 실시예에 따른 줌 광학계(1000)는 앞서 설명한 제1 렌즈군(100), 제2 렌즈군(200) 및 제3 렌즈군(300)을 포함하며, 제1 렌즈군(100), 제2 렌즈군(200) 및 제3 렌즈군(300)은 휴대 단말의 두께 제약으로 인하여 휴대 단말의 측면 방향으로 순차적으로 배치될 수 있다. 이를 위하여, 전술한 바와 같이, 제1 렌즈군(100)의 전단에는 직각 프리즘이 더 배치될 수 있다. 줌 광학계가 휴대 단말기의 두께 방향으로 배치될 때, 즉 줌 광학계에 포함된 렌즈들의 렌즈면이 휴대 단말의 두께 방향으로 배치될 때, 줌 광학계에 포함된 렌즈들의 직경 사이즈를 줄임으로써, 휴대 단말의 두께를 줄일 수 있다. 이에 따라, 휴대 단말 내에도 렌즈가 이동하여 연속적으로 배율 조정이 가능한 줌 광학계가 내장될 수 있다.

[245] 본 발명의 실시예에 따른 줌 광학계를 포함하는 카메라 모듈이 내장된 휴대 단말은 스마트폰, 태블릿 PC, 랩탑(laptop) 컴퓨터, PDA 등일 수 있다.

[246] 본 발명의 실시예에 따른 줌 광학계는 물체(object)측으로부터 상(image)측으로 순차적으로 배열되는 제1 렌즈군, 제2 렌즈군 및 제3 렌즈군을 포함하고, 상기 제2 렌즈군 및 상기 제3 렌즈군은 이동 가능하고, 와이드 앵글(wide angle)에서의 유효 초점 거리(EFL, effective focal length)는 아래의 수학식에 의해 정의된다.

[247] $$2.9<\frac{EFL_{wide}}{H_{imageD}}<3.5$$

[248] 여기서, EFL_{wide}는 와이드 앵글에서 줌 광학계의 유효 초점 거리를 의미하고, H_{imageD}는 이미지 센서 픽셀 영역의 대각 길이의 절반 값을 의미한다.

[249] 상기 제1 렌즈군은 3매 이하의 렌즈를 포함하고, 상기 제2 렌즈군은 2매 이하의 렌즈를 포함하고, 상기 제3 렌즈군은 2매 이하의 렌즈를 포함할 수 있다.

[250] 텔레포토(telephoto)에서의 유효 초점 거리(EFL, effective focal length)는 아래의 수학식에 의해 정의될 수 있다.

[251] $$4.3<\frac{EFL_{tele}}{H_{imageD}}<5.1$$

[252] 여기서, EFL_{tele}는 텔레포토에서 줌 광학계의 유효 초점 거리를 의미하고, H_{imageD}는 이미지 센서 픽셀 영역의 대각 길이의 절반 값을 의미한다.

[253] 와이드 앵글(wide angle)에서 텔레포토(telephoto)로 주밍(zooming) 시 상기 제2 렌즈군의 이동 스트로크는 아래의 수학식에 의해 정의될 수 있다.

[254] $$8<\frac{TTL}{STROKE_2}<9$$

[255] 여기서, TTL(Total Track Length)은 이미지 센서면으로부터 줌 광학계의 첫번째 면까지의 거리를 의미하고, $STROKE_2$는 제2 렌즈군의 이동 스트로크를 의미한다.

[256] 와이드 앵글(wide angle)에서 텔레포토(telephoto)로 주밍(zooming) 시 상기 제3 렌즈군의 이동 스트로크는 아래의 수학식에 의해 정의될 수 있다.

[257] $$6<\frac{TTL}{STROKE_3}<7$$

[258] 여기서, TTL(Total Track Length)은 이미지 센서면으로부터 줌 광학계의 첫번째 면까지의 거리를 의미하고, $STROKE_3$는 제3 렌즈군의 이동 스트로크를 의미한다.

[259] 상기 제1 내지 제3 렌즈군은, 플라스틱 렌즈를 포함할 수 있다.

[260] 상기 제1 렌즈군에 포함된 복수의 렌즈의 최대 직경과 상기 제2 렌즈군 및 상기 제3 렌즈군에 포함된 복수의 렌즈의 최대 직경은 아래의 수학식에 의해 정의될 수 있다.

[261] $$0.85<\frac{APER_{fix}}{APER_{mov}}<1.1$$

[262] 여기서, $APER_{fix}$는 고정군인 상기 제1 렌즈군에 포함된 렌즈의 최대 직경을 의미하고, $APER_{mov}$는 이동군인 상기 제2 렌즈군 및 상기 제3 렌즈군에 포함된 렌즈의 최대 직경을 의미할 수 있다.

[263] CRA(chief ray angle)는 -20도보다 크고 -10도보다 작을 수 있다.

[264] 상기 제1 렌즈군의 전단에 배치된 직각 프리즘을 더 포함할 수 있다.

[265] 상기 제3 렌즈군 후단에 배치되는 더미 렌즈를 더 포함할 수 있다.

[266] 상기 더미 렌즈의 유효경은, 상기 제1 렌즈군의 유효경보다 클 수 있다.

[267] 본 발명의 실시예에 따른 줌 광학계는 물체(object)측으로부터 상(image)측으로 순차적으로 배열되는 제1 렌즈군, 제2 렌즈군 및 제3 렌즈군을 포함하고, 상기 제2 렌즈군 및 상기 제3 렌즈군은 이동 가능하고, 텔레포토(telephoto)에서의 유효 초점 거리(EFL, effective focal length)는 아래의 수학식에 의해 정의된다.

[268] $$4.3<\frac{EFL_{tele}}{H_{imageD}}<5.1$$

[269] 여기서, EFL_{tele}는 텔레포토에서 줌 광학계의 유효 초점 거리를 의미하고, H_{imageD}

는 이미지 센서 픽셀 영역의 대각 길이의 절반 값을 의미한다.

[270] 본 발명의 실시예에 따른 줌 광학계는 물체(object)측으로부터 상(image)측으로 순차적으로 배열되는 제1 렌즈군, 제2 렌즈군 및 제3 렌즈군을 포함하고, 상기 제1 렌즈군은 고정되고, 상기 제2 렌즈군 및 상기 제3 렌즈군은 이동 가능하고, 상기 제2 렌즈군은 줌 기능을 수행하고, 상기 제3 렌즈군은 포커싱 기능을 수행하고, 상기 제2 렌즈군의 이동 스크로크는 2[mm]보다 작고, 이미지 센서면으로부터 줌 광학계의 첫번째 면까지의 거리가 17[mm]보다 작은 상태에서, 상기 제2 렌즈군의 2[mm]보다 작은 이동 스트로크에 대응하여 아래의 수학식에 의해 정의된다.

[271] $$1.3<\frac{EFL_{tele}}{EFL_{wide}}<1.7$$

[272] 여기서, EFLtele는 텔레포토에서의 유효 초점 거리를 의미하고, EFLwide는 와이드 앵글에서의 유효 초점 거리를 의미한다.

[273] 본 발명의 실시예에 따른 줌 광학계는 물체(object)측으로부터 상(image)측으로 순차적으로 배열되는 제1 렌즈군, 제2 렌즈군 및 제3 렌즈군을 포함하고, 상기 제1 렌즈군은 고정되고, 상기 제2 렌즈군 및 상기 제3 렌즈군은 이동 가능하고, 상기 제2 렌즈군은 줌 기능을 수행하고, 상기 제3 렌즈군은 포커싱 기능을 수행하고, 텔레포토에서 초점거리는 14[mm]보다 크고, 텔레포토에서 F수는 3보다 작다.

[274] 본 발명의 실시예에 따른 줌 광학계는 물체(object)측으로부터 상(image)측으로 순차적으로 배열되는 제1 렌즈군, 제2 렌즈군 및 제3 렌즈군을 포함하고, 상기 제1 렌즈군은 고정되고, 상기 제2 렌즈군 및 상기 제3 렌즈군은 이동 가능하고, 상기 제2 렌즈군은 줌 기능을 수행하고, 상기 제3 렌즈군은 포커싱 기능을 수행하고, 와이드 앵글에서 초점거리는 10[mm]보다 작고, 와이드 앵글에서 F수는 2.3보다 작다.

[275] 본 발명의 실시예에 따른 줌 광학계는 물체(object)측으로부터 상(image)측으로 순차적으로 배열되는 제1 렌즈군, 제2 렌즈군 및 제3 렌즈군을 포함하고, 상기 제1 렌즈군은 고정되고, 상기 제2 렌즈군 및 상기 제3 렌즈군은 이동 가능하고, 상기 제2 렌즈군은 줌 기능을 수행하고, 상기 제3 렌즈군은 포커싱 기능을 수행하고, 상기 제3 렌즈군의 후단에 배치된 이미지 센서의 픽셀 영역의 대각 길이는 6[mm]보다 크다.

[276] 이상에서 실시예를 중심으로 설명하였으나 이는 단지 예시일 뿐 본 발명을 한정하는 것이 아니며, 본 발명이 속하는 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 본 실시예의 본질적인 특성을 벗어나지 않는 범위에서 이상에 예시되지 않은 여러 가지의 변형과 응용이 가능함을 알 수 있을 것이다. 예를 들어, 실시예에 구체적으로 나타난 각 구성 요소는 변형하여 실시할 수 있는 것이다. 그리고 이러한 변형과 응용에 관계된 차이점들은 첨부된 청구 범위에서 규정하는 본

발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

청구범위

[청구항 1] 물체(object)측으로부터 상(image)측으로 순차적으로 배열되는 제1 렌즈군, 제2 렌즈군 및 제3 렌즈군을 포함하고,
상기 제2 렌즈군 및 상기 제3 렌즈군은 이동 가능하고,
와이드 앵글(wide angle)에서의 유효 초점 거리(EFL, effective focal length)는 아래의 수학식에 의해 정의되는 줌 광학계;

$$2.9<\frac{EFL_{wide}}{H_{imageD}}<3.5$$

여기서, EFL_{wide}는 와이드 앵글에서 줌 광학계의 유효 초점 거리를 의미하고, H_{imageD}는 이미지 센서 픽셀 영역의 대각 길이의 절반 값을 의미한다.

[청구항 2] 제1항에 있어서,
상기 제1 렌즈군은 3매 이하의 렌즈를 포함하고,
상기 제2 렌즈군은 2매 이하의 렌즈를 포함하고,
상기 제3 렌즈군은 2매 이하의 렌즈를 포함하는 줌 광학계.

[청구항 3] 제1항에 있어서,
텔레포토(telephoto)에서의 유효 초점 거리(EFL, effective focal length)는 아래의 수학식에 의해 정의되는 줌 광학계;

$$4.3<\frac{EFL_{tele}}{H_{imageD}}<5.1$$

여기서, EFL_{tele}는 텔레포토에서 줌 광학계의 유효 초점 거리를 의미하고, H_{imageD}는 이미지 센서 픽셀 영역의 대각 길이의 절반 값을 의미한다.

[청구항 4] 제1항에 있어서,
와이드 앵글(wide angle)에서 텔레포토(telephoto)로 주밍(zooming) 시 상기 제2 렌즈군의 이동 스트로크는 아래의 수학식에 의해 정의되는 줌 광학계;

$$8<\frac{TTL}{STROKE_2}<9$$

여기서, TTL(Total Track Length)은 이미지 센서면으로부터 줌 광학계의 첫번째 면까지의 거리를 의미하고, $STROKE_2$는 제2 렌즈군의 이동 스트로크를 의미한다.

[청구항 5] 제1항에 있어서,
와이드 앵글(wide angle)에서 텔레포토(telephoto)로 주밍(zooming) 시 상기 제3 렌즈군의 이동 스트로크는 아래의 수학식에 의해 정의되는 줌 광학계;

$$6<\frac{TTL}{STROKE_3}<7$$

여기서, TTL(Total Track Length)은 이미지 센서면으로부터 줌 광학계의 첫번째 면까지의 거리를 의미하고, $STROKE_3$는 제3 렌즈군의 이동 스트로크를 의미한다.

[청구항 6] 제1항에 있어서,
상기 제1 내지 제3 렌즈군은,
플라스틱 렌즈를 포함하는 줌 광학계.

[청구항 7] 제1항에 있어서,
상기 제1 렌즈군에 포함된 복수의 렌즈의 최대 직경과 상기 제2 렌즈군 및 상기 제3 렌즈군에 포함된 복수의 렌즈의 최대 직경은 아래의 수학식에 의해 정의되는 줌 광학계;

$$0.85<\frac{APER_{fix}}{APER_{mov}}<1.1$$

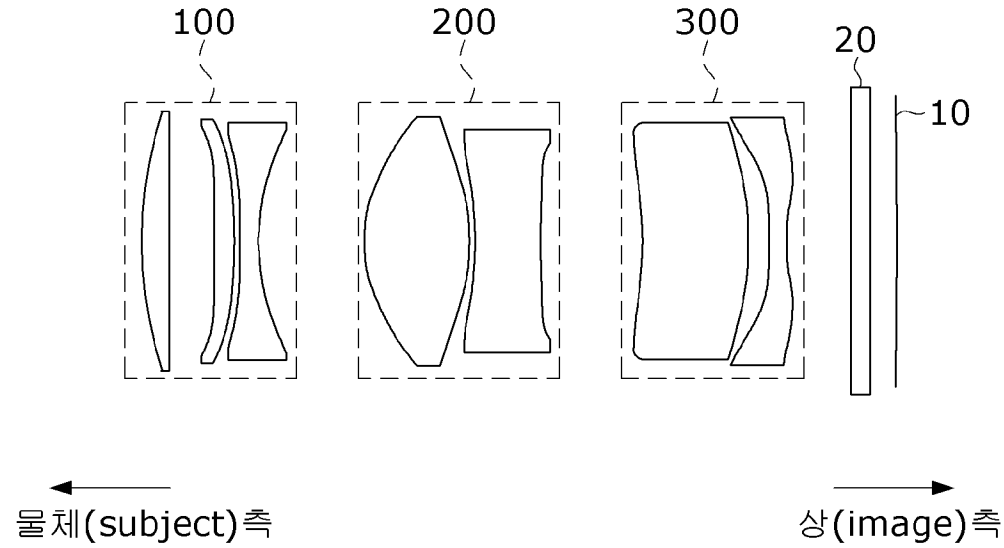
여기서, $APER_{fix}$는 고정군인 상기 제1 렌즈군에 포함된 렌즈의 최대 직경을 의미하고, $APER_{mov}$는 이동군인 상기 제2 렌즈군 및 상기 제3 렌즈군에 포함된 렌즈의 최대 직경을 의미할 수 있다.

[청구항 8] 제1항에 있어서,
CRA(chief ray angle)는 -20도보다 크고 -10도보다 작은 줌 광학계.

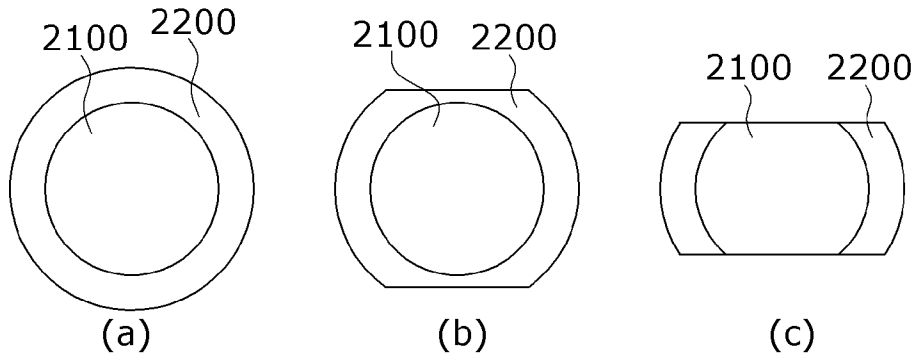
[청구항 9] 제1항에 있어서,
상기 제1 렌즈군의 전단에 배치된 직각 프리즘을 더 포함하는 줌 광학계.

[청구항 10] 제1항에 있어서,
상기 제3 렌즈군 후단에 배치되는 더미 렌즈를 더 포함하는 줌 광학계.

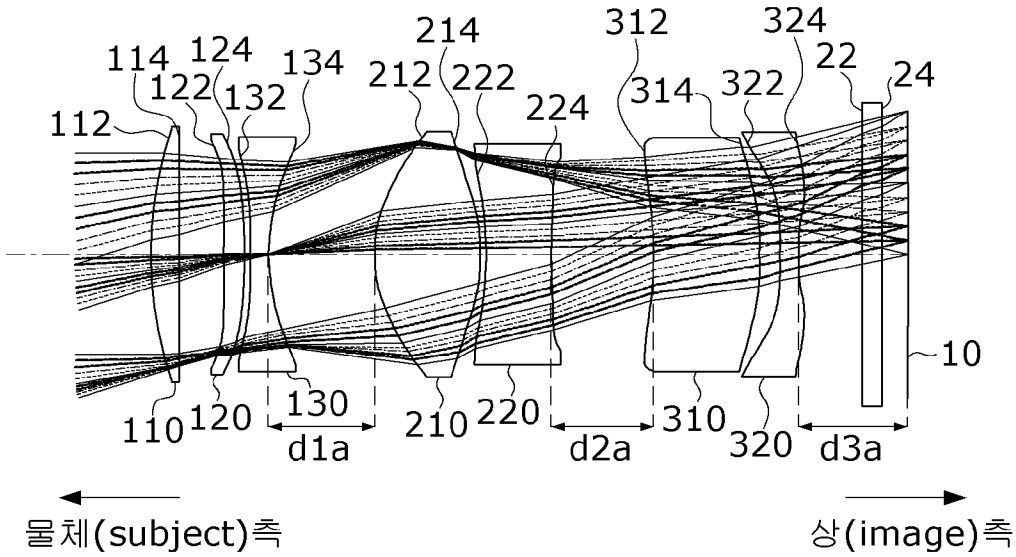
[도1]


100
200
300
20
10
물체(subject)측
상(image)측

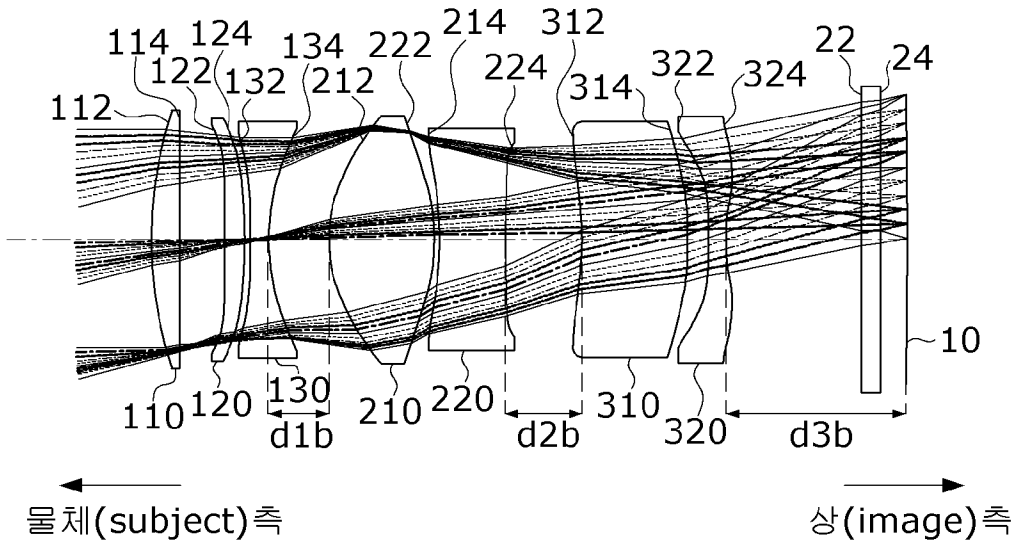
[도2]


2100
2200
(a)
(b)
(c)

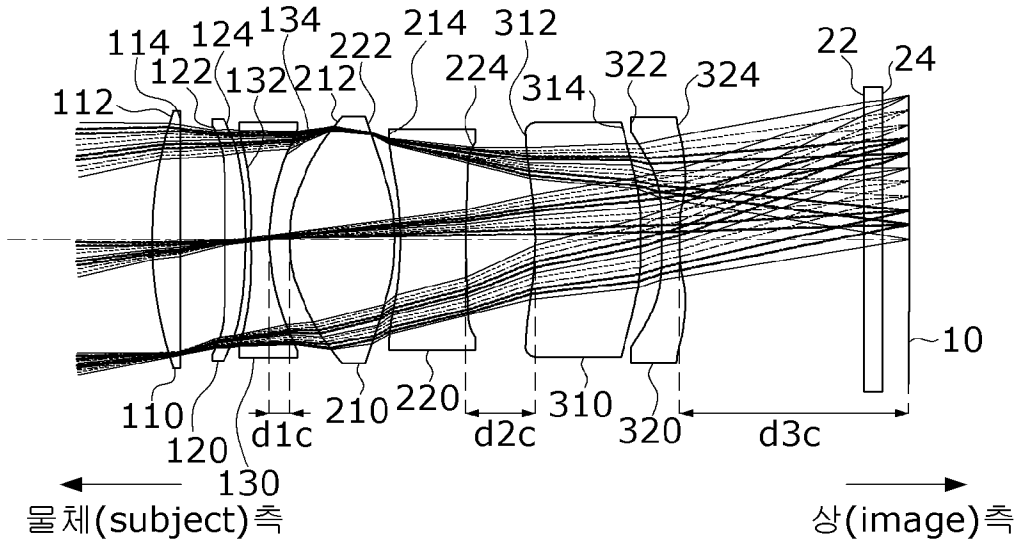
[도3a]


112
114
122
124
132
134
110
120
130
d1a
210
212
214
220
222
224
d2a
310
312
314
320
322
324
d3a
22
24
10
물체(subject)측
상(image)측

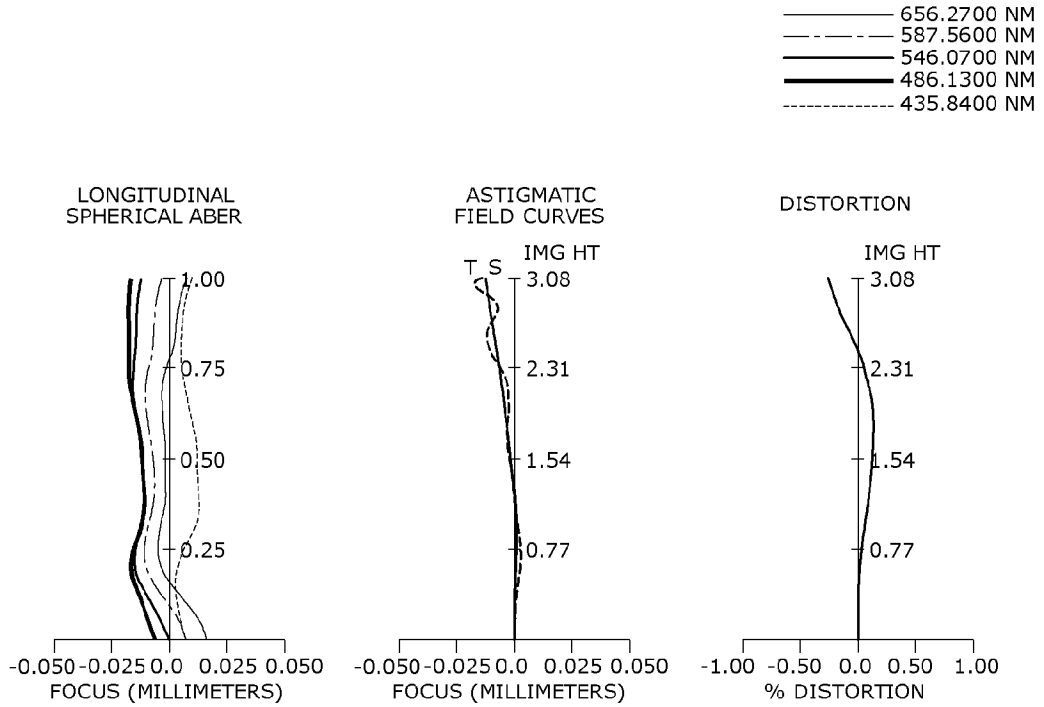
[도3b]


114
124
134
222
214
312
122
132
212
224
314
322
324
22
24
112
10
110
120
130
210
220
310
320
d1b
d2b
d3b
물체(subject)측
상(image)측

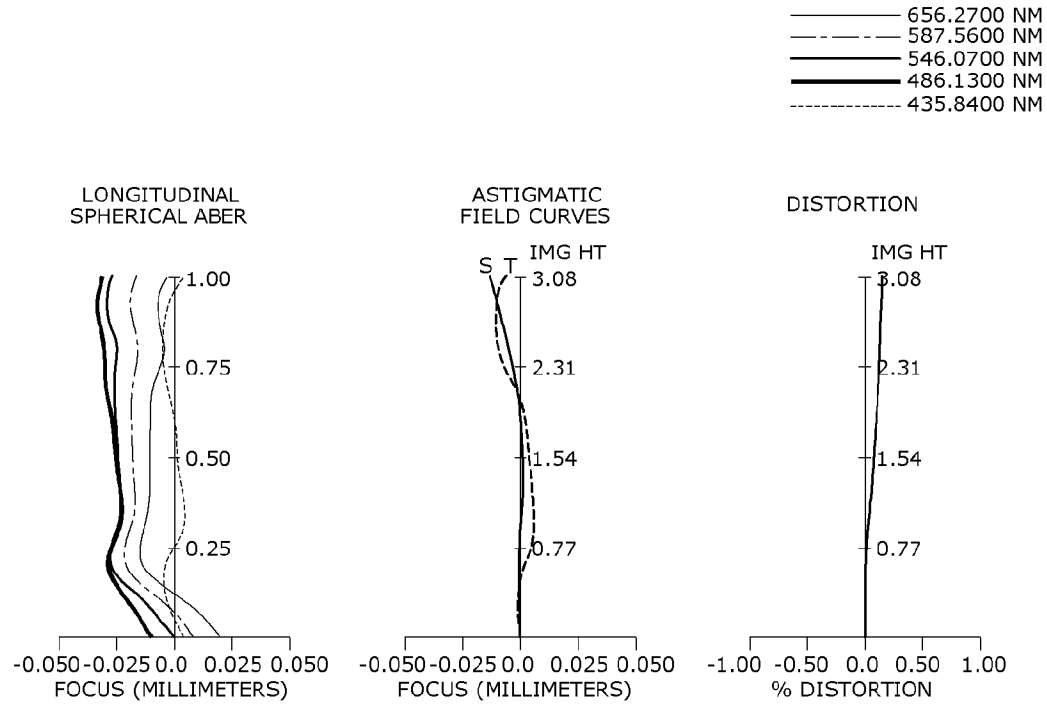
[도3c]


114
124
134
222
214
312
122
132
212
224
314
322
324
22
24
112
10
110
120
130
210
220
310
320
d1c
d2c
d3c
물체(subject)측
상(image)측

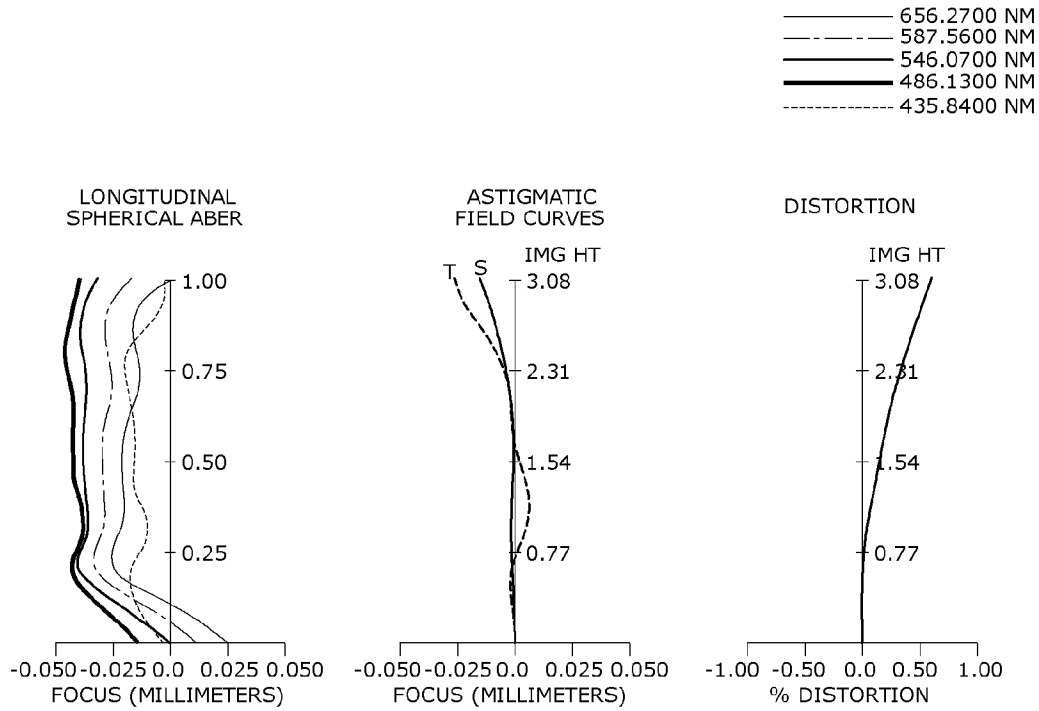
[도4a]


656.2700 NM
587.5600 NM
546.0700 NM
486.1300 NM
435.8400 NM
LONGITUDINAL SPHERICAL ABER
1.00
0.75
0.50
0.25
-0.050 -0.025 0.0 0.025 0.050
FOCUS (MILLIMETERS)
ASTIGMATIC FIELD CURVES
IMG HT
T S
3.08
2.31
1.54
0.77
-0.050 -0.025 0.0 0.025 0.050
FOCUS (MILLIMETERS)
DISTORTION
IMG HT
3.08
2.31
1.54
0.77
-1.00 -0.50 0.0 0.50 1.00
% DISTORTION

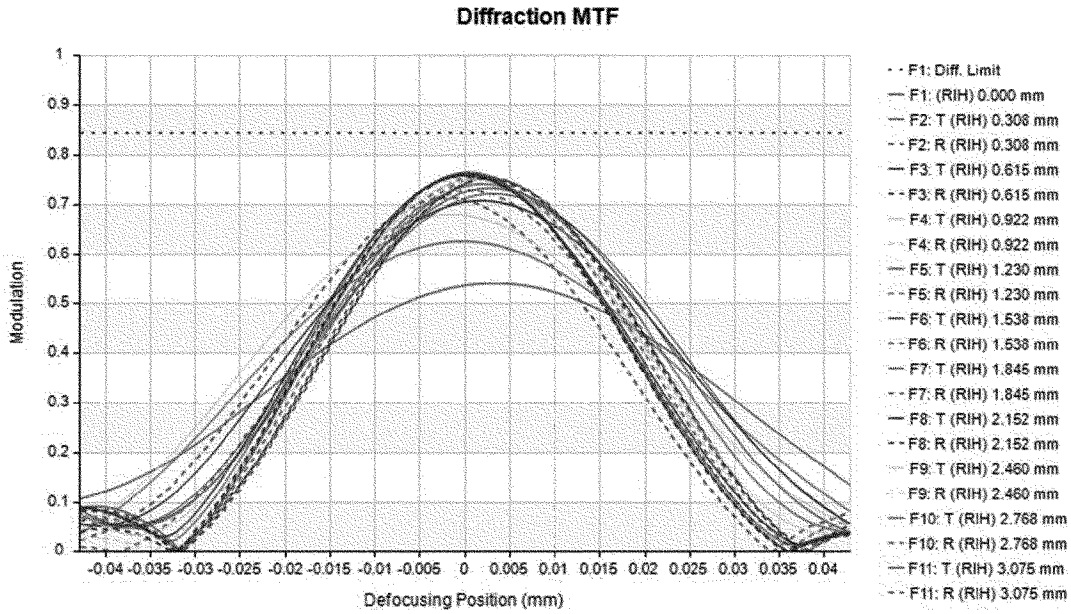
[도4b]


656.2700 NM
587.5600 NM
546.0700 NM
486.1300 NM
435.8400 NM
LONGITUDINAL SPHERICAL ABER
1.00
0.75
0.50
0.25
-0.050 -0.025 0.0 0.025 0.050
FOCUS (MILLIMETERS)
ASTIGMATIC FIELD CURVES
IMG HT
S T
3.08
2.31
1.54
0.77
-0.050 -0.025 0.0 0.025 0.050
FOCUS (MILLIMETERS)
DISTORTION
IMG HT
3.08
2.31
1.54
0.77
-1.00 -0.50 0.0 0.50 1.00
% DISTORTION

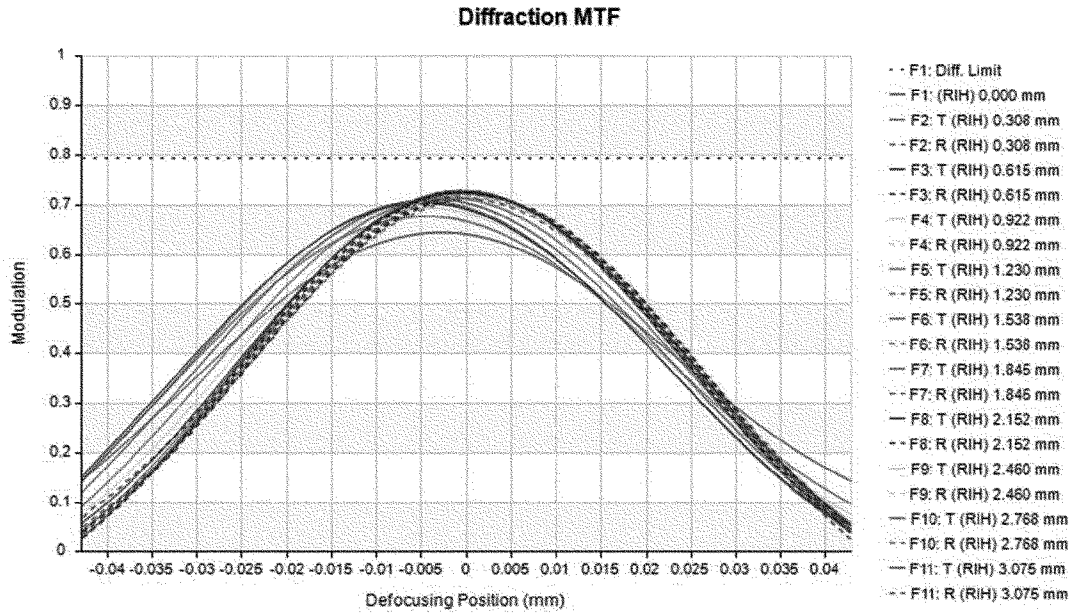
[도4c]


656.2700 NM
587.5600 NM
546.0700 NM
486.1300 NM
435.8400 NM
LONGITUDINAL SPHERICAL ABER
1.00
0.75
0.50
0.25
-0.050 -0.025 0.0 0.025 0.050
FOCUS (MILLIMETERS)
ASTIGMATIC FIELD CURVES
IMG HT
T
S
3.08
2.31
1.54
0.77
-0.050 -0.025 0.0 0.025 0.050
FOCUS (MILLIMETERS)
DISTORTION
IMG HT
3.08
2.31
1.54
0.77
-1.00 -0.50 0.0 0.50 1.00
% DISTORTION

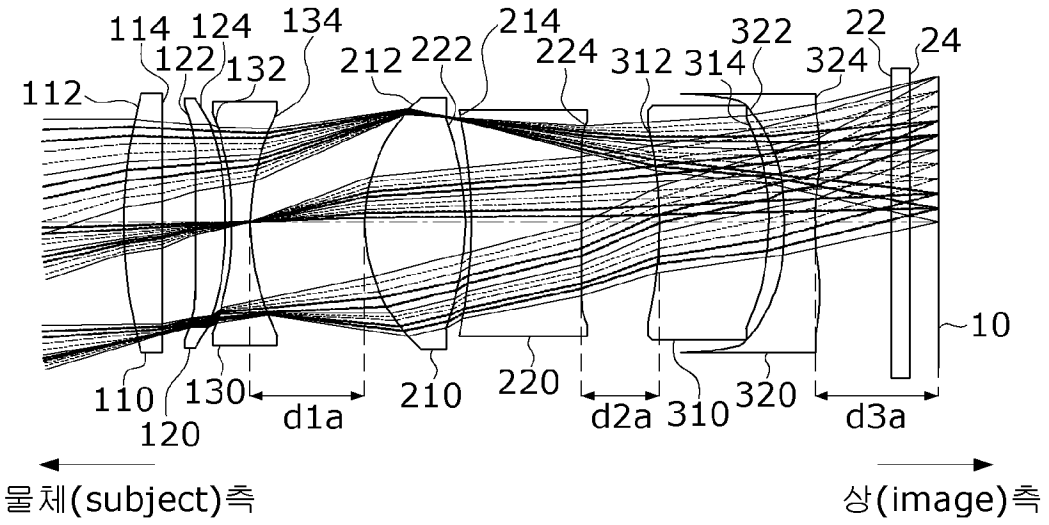
[도5a]


Diffraction MTF
Modulation
1
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0
-0.04 -0.035 -0.03 -0.025 -0.02 -0.015 -0.01 -0.005 0 0.005 0.01 0.015 0.02 0.025 0.03 0.035 0.04
Defocusing Position (mm)
F1: Diff. Limit
F1: (RIH) 0.000 mm
F2: T (RIH) 0.308 mm
F2: R (RIH) 0.308 mm
F3: T (RIH) 0.615 mm
F3: R (RIH) 0.615 mm
F4: T (RIH) 0.922 mm
F4: R (RIH) 0.922 mm
F5: T (RIH) 1.230 mm
F5: R (RIH) 1.230 mm
F6: T (RIH) 1.538 mm
F6: R (RIH) 1.538 mm
F7: T (RIH) 1.845 mm
F7: R (RIH) 1.845 mm
F8: T (RIH) 2.152 mm
F8: R (RIH) 2.152 mm
F9: T (RIH) 2.460 mm
F9: R (RIH) 2.460 mm
F10: T (RIH) 2.768 mm
F10: R (RIH) 2.768 mm
F11: T (RIH) 3.075 mm
F11: R (RIH) 3.075 mm

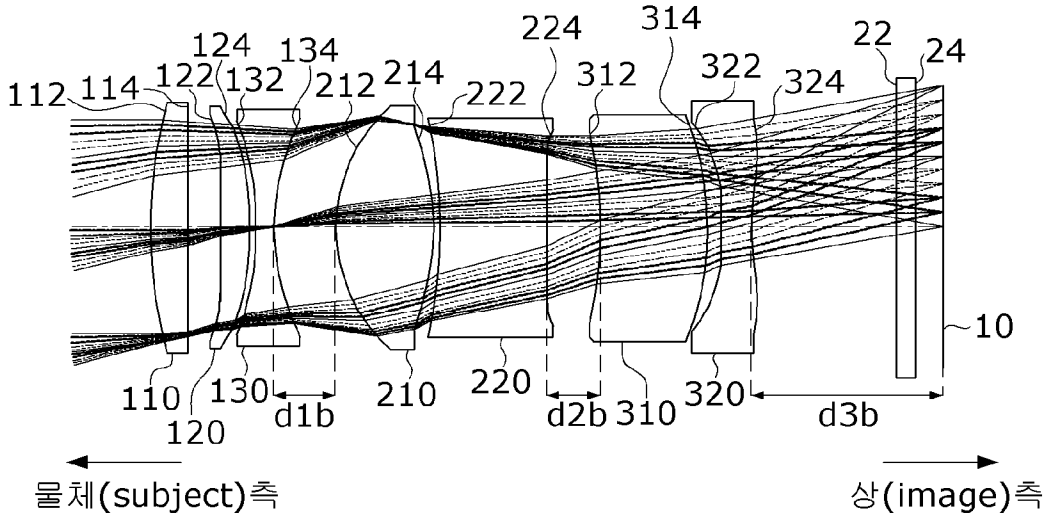
[도5b]


Diffraction MTF
Modulation
Defocusing Position (mm)
F1: Diff. Limit
F1: (RIH) 0.000 mm
F2: T (RIH) 0.308 mm
F2: R (RIH) 0.308 mm
F3: T (RIH) 0.615 mm
F3: R (RIH) 0.615 mm
F4: T (RIH) 0.922 mm
F4: R (RIH) 0.922 mm
F5: T (RIH) 1.230 mm
F5: R (RIH) 1.230 mm
F6: T (RIH) 1.538 mm
F6: R (RIH) 1.538 mm
F7: T (RIH) 1.845 mm
F7: R (RIH) 1.845 mm
F8: T (RIH) 2.152 mm
F8: R (RIH) 2.152 mm
F9: T (RIH) 2.460 mm
F9: R (RIH) 2.460 mm
F10: T (RIH) 2.768 mm
F10: R (RIH) 2.768 mm
F11: T (RIH) 3.075 mm
F11: R (RIH) 3.075 mm

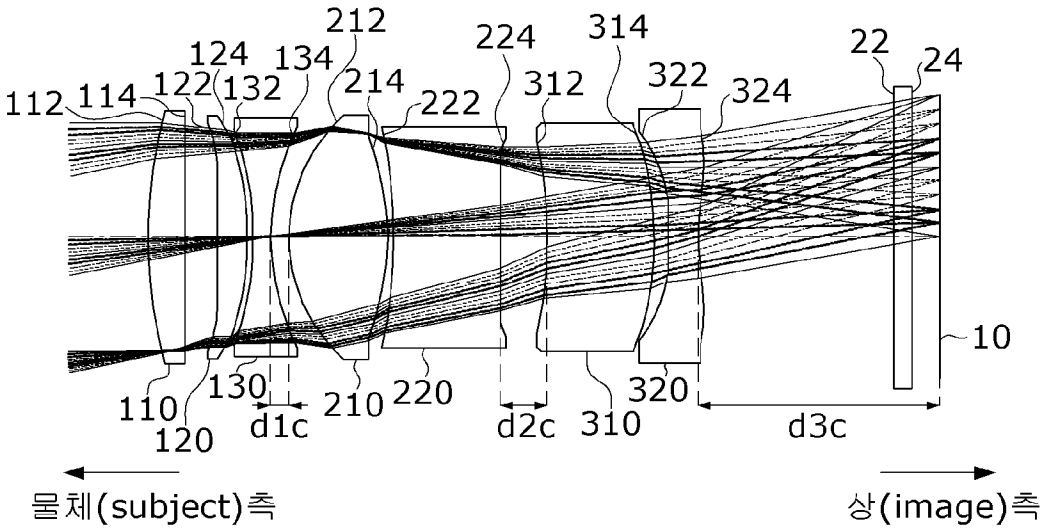
[도6a]


112
114
124
122
132
134
212
222
214
224
312
314
322
324
22
24
10
110
120
130
d1a
210
220
d2a
310
320
d3a
물체(subject)측
상(image)측

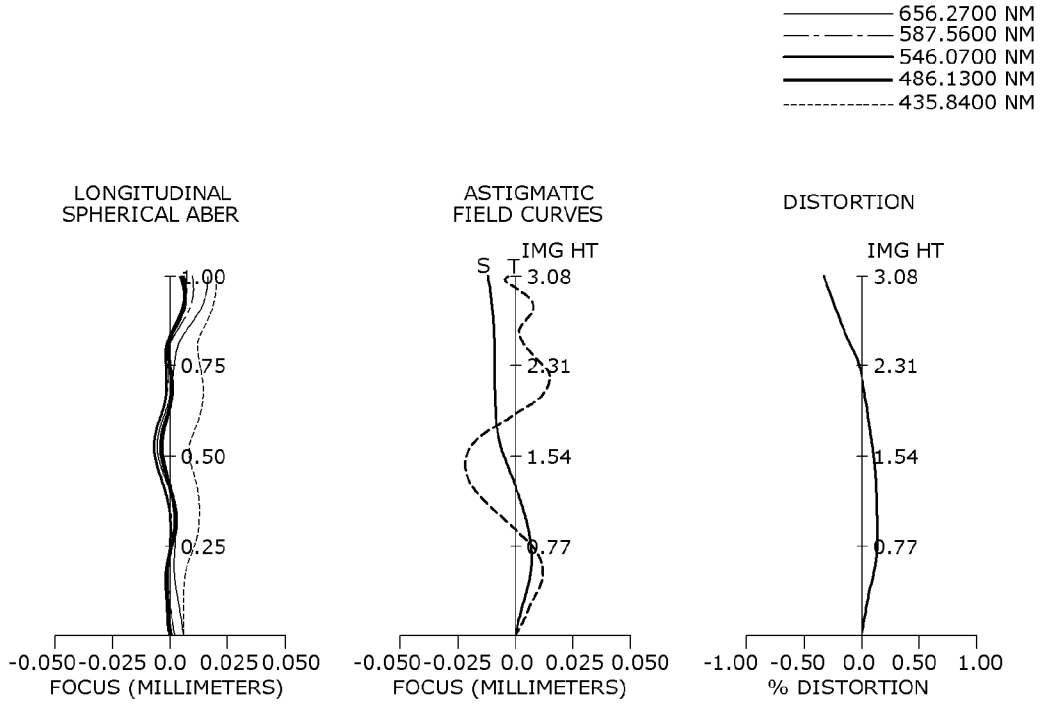
[도6b]


112
114
124
122
132
134
212
214
222
224
312
314
322
324
22
24
10
110
120
130
d1b
210
220
d2b
310
320
d3b
물체(subject)측
상(image)측

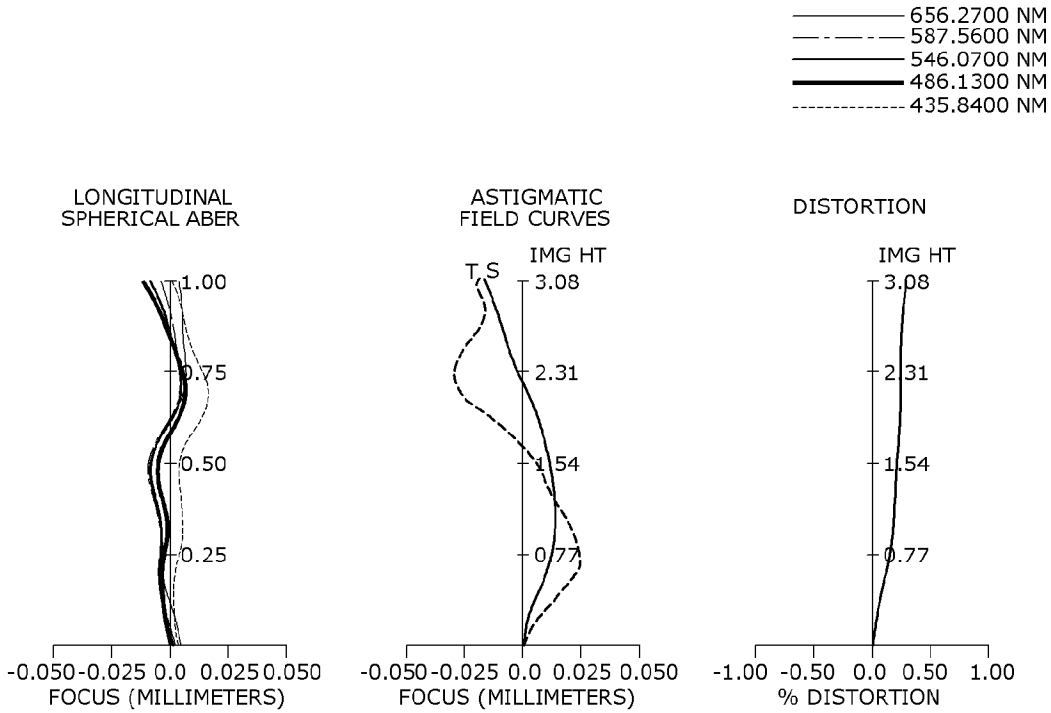
[도6c]


112
114
122
124
132
134
212
214
222
224
312
314
322
324
22
24
10
110
120
130
d1c
210
220
d2c
310
320
d3c
물체(subject)측
상(image)측

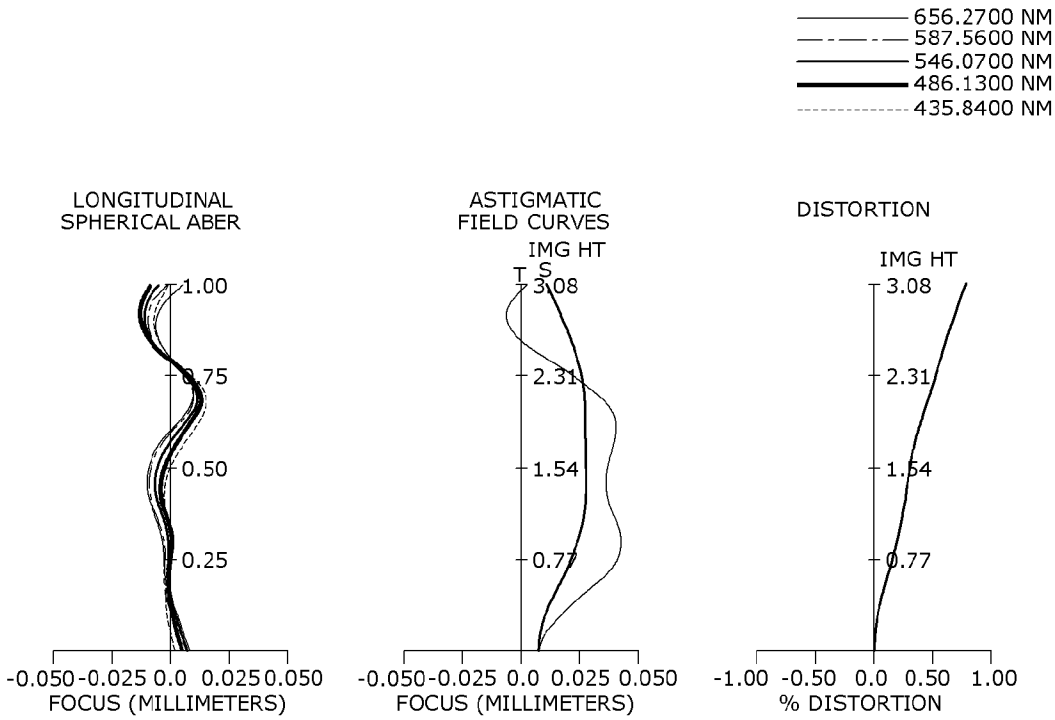
[도7a]


656.2700 NM
587.5600 NM
546.0700 NM
486.1300 NM
435.8400 NM
LONGITUDINAL SPHERICAL ABER
1.00
0.75
0.50
0.25
-0.050 -0.025 0.0 0.025 0.050
FOCUS (MILLIMETERS)
ASTIGMATIC FIELD CURVES
IMG HT
S
T
3.08
2.31
1.54
0.77
-0.050 -0.025 0.0 0.025 0.050
FOCUS (MILLIMETERS)
DISTORTION
IMG HT
3.08
2.31
1.54
0.77
-1.00 -0.50 0.0 0.50 1.00
% DISTORTION

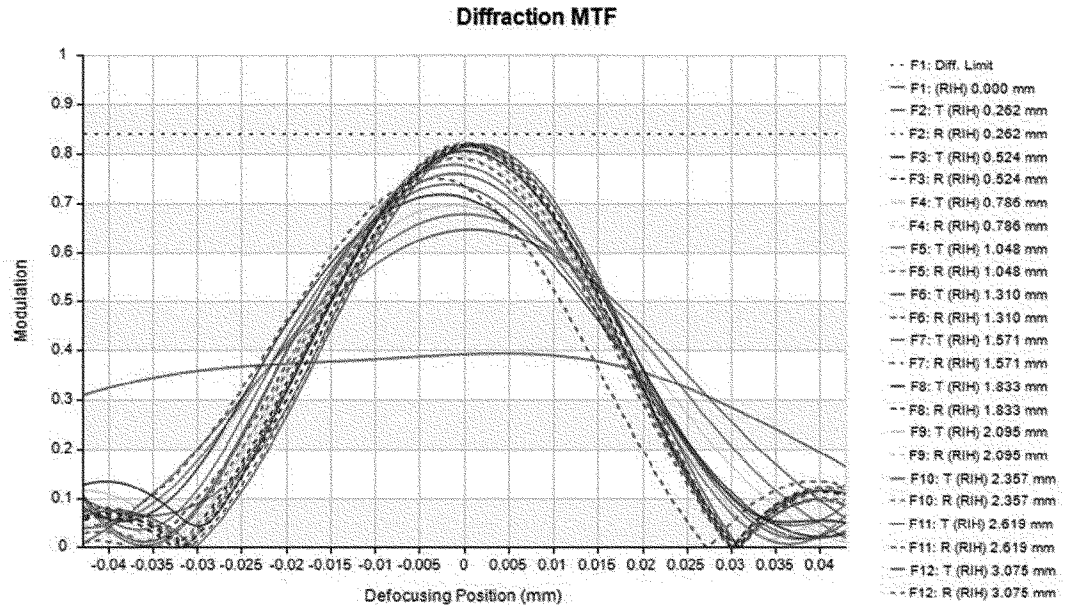
[도7b]


656.2700 NM
587.5600 NM
546.0700 NM
486.1300 NM
435.8400 NM
LONGITUDINAL SPHERICAL ABER
1.00
0.75
0.50
0.25
-0.050 -0.025 0.0 0.025 0.050
FOCUS (MILLIMETERS)
ASTIGMATIC FIELD CURVES
IMG HT
T S
3.08
2.31
1.54
0.77
-0.050 -0.025 0.0 0.025 0.050
FOCUS (MILLIMETERS)
DISTORTION
IMG HT
3.08
2.31
1.54
0.77
-1.00 -0.50 0.0 0.50 1.00
% DISTORTION

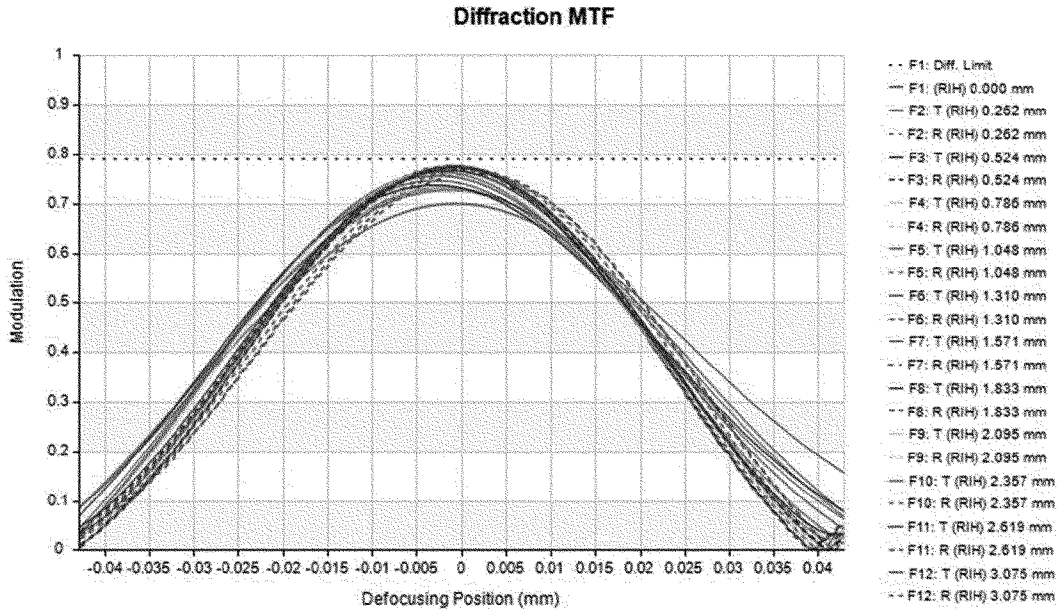
[도7c]


656.2700 NM
587.5600 NM
546.0700 NM
486.1300 NM
435.8400 NM
LONGITUDINAL SPHERICAL ABER
1.00
0.75
0.50
0.25
-0.050 -0.025 0.0 0.025 0.050
FOCUS (MILLIMETERS)
ASTIGMATIC FIELD CURVES
IMG HT
T S
3.08
2.31
1.54
0.77
-0.050 -0.025 0.0 0.025 0.050
FOCUS (MILLIMETERS)
DISTORTION
IMG HT
3.08
2.31
1.54
0.77
-1.00 -0.50 0.0 0.50 1.00
% DISTORTION

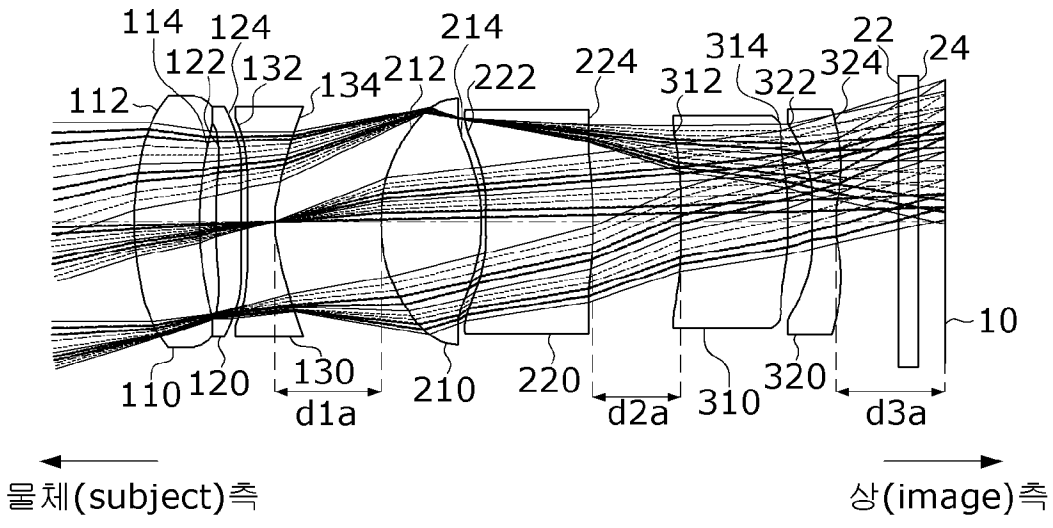
[도8a]


Diffraction MTF
Modulation
Defocusing Position (mm)
F1: Diff. Limit
F1: (RIH) 0.000 mm
F2: T (RIH) 0.262 mm
F2: R (RIH) 0.262 mm
F3: T (RIH) 0.524 mm
F3: R (RIH) 0.524 mm
F4: T (RIH) 0.786 mm
F4: R (RIH) 0.786 mm
F5: T (RIH) 1.048 mm
F5: R (RIH) 1.048 mm
F6: T (RIH) 1.310 mm
F6: R (RIH) 1.310 mm
F7: T (RIH) 1.571 mm
F7: R (RIH) 1.571 mm
F8: T (RIH) 1.833 mm
F8: R (RIH) 1.833 mm
F9: T (RIH) 2.095 mm
F9: R (RIH) 2.095 mm
F10: T (RIH) 2.357 mm
F10: R (RIH) 2.357 mm
F11: T (RIH) 2.619 mm
F11: R (RIH) 2.619 mm
F12: T (RIH) 3.075 mm
F12: R (RIH) 3.075 mm

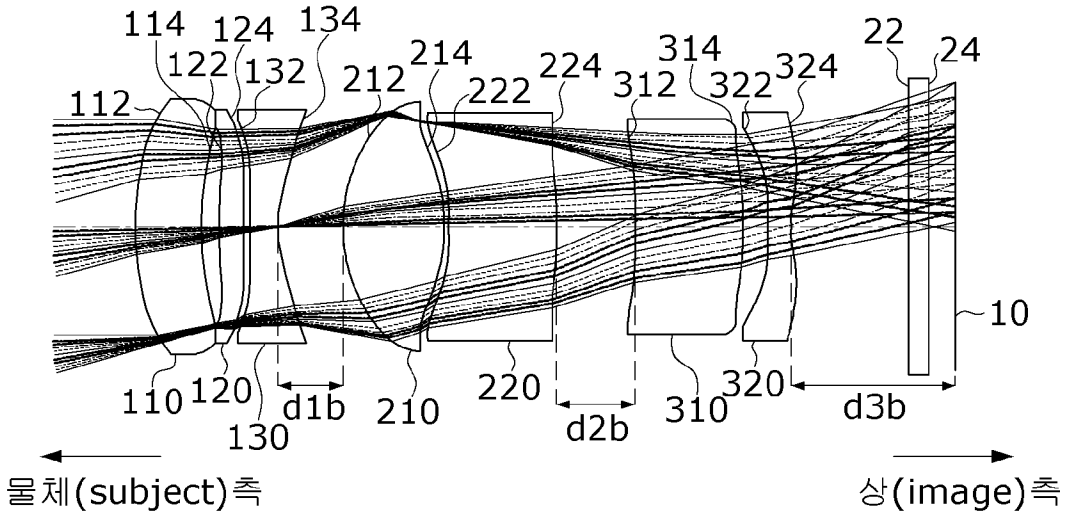
[도8b]


Diffraction MTF
Modulation
Defocusing Position (mm)
F1: Diff. Limit
F1: (RIH) 0.000 mm
F2: T (RIH) 0.262 mm
F2: R (RIH) 0.262 mm
F3: T (RIH) 0.524 mm
F3: R (RIH) 0.524 mm
F4: T (RIH) 0.786 mm
F4: R (RIH) 0.786 mm
F5: T (RIH) 1.048 mm
F5: R (RIH) 1.048 mm
F6: T (RIH) 1.310 mm
F6: R (RIH) 1.310 mm
F7: T (RIH) 1.571 mm
F7: R (RIH) 1.571 mm
F8: T (RIH) 1.833 mm
F8: R (RIH) 1.833 mm
F9: T (RIH) 2.095 mm
F9: R (RIH) 2.095 mm
F10: T (RIH) 2.357 mm
F10: R (RIH) 2.357 mm
F11: T (RIH) 2.619 mm
F11: R (RIH) 2.619 mm
F12: T (RIH) 3.075 mm
F12: R (RIH) 3.075 mm

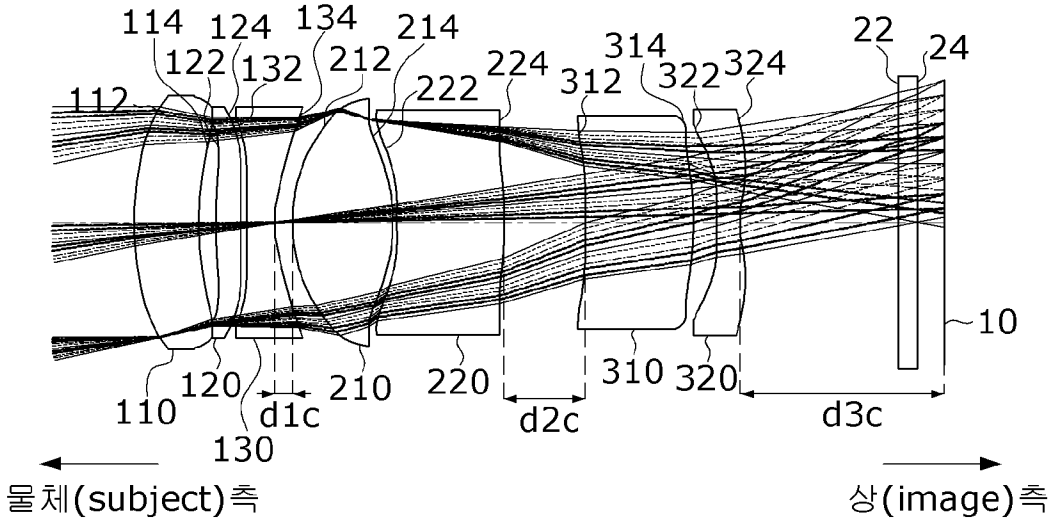
[도9a]


114
124
122
132
134
112
214
212
222
224
314
312
322
22
324
24
10
110
120
130
d1a
210
220
d2a
310
320
d3a
물체(subject)측
상(image)측

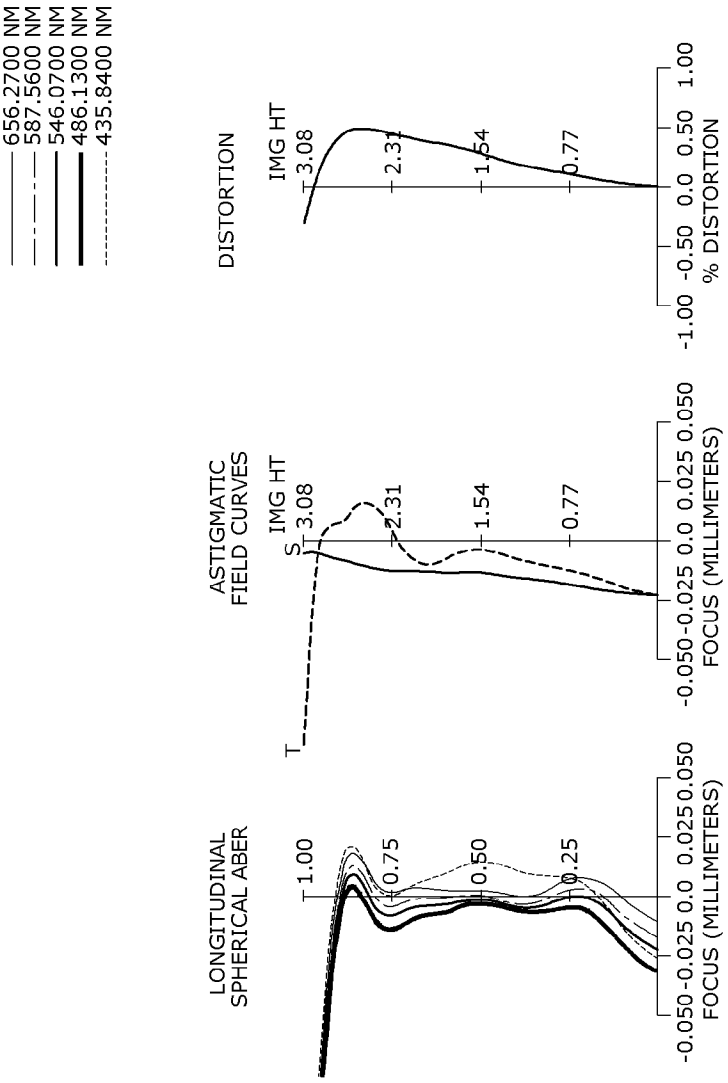
[도9b]


114
124
134
122
132
212
214
222
224
314
312
322
324
22
24
112
10
110
120
d1b
210
220
d2b
310
320
d3b
130
물체(subject)측
상(image)측

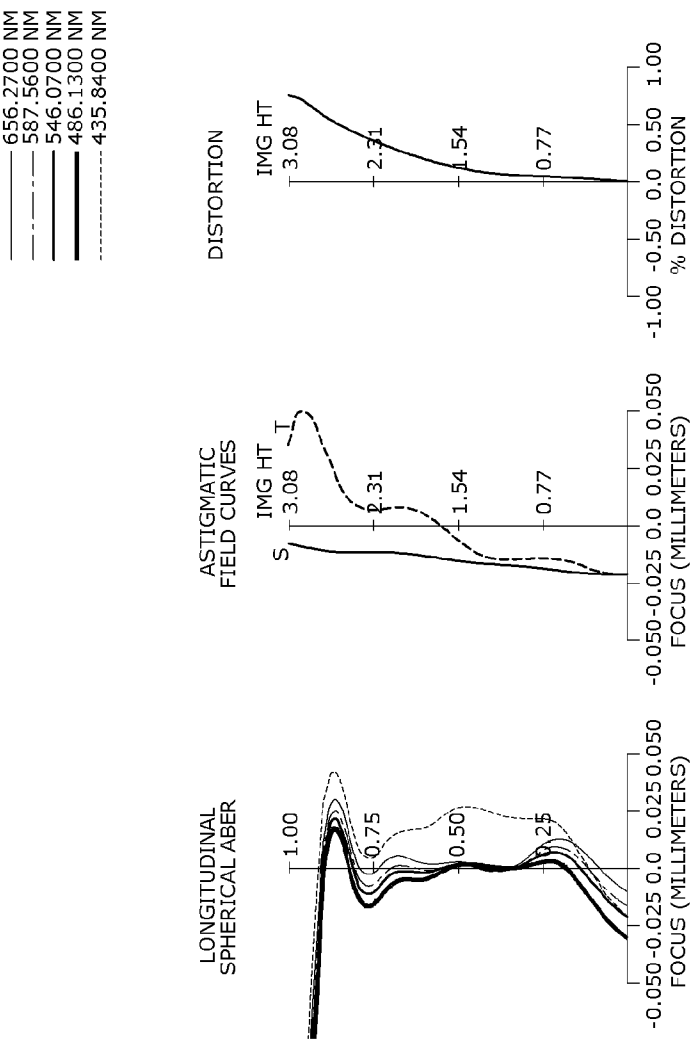
[도9c]


114
124
134
214
122
132
212
222
224
314
312
322
324
22
24
112
10
120
210
220
310
320
110
d1c
d2c
d3c
130
물체(subject)측
상(image)측

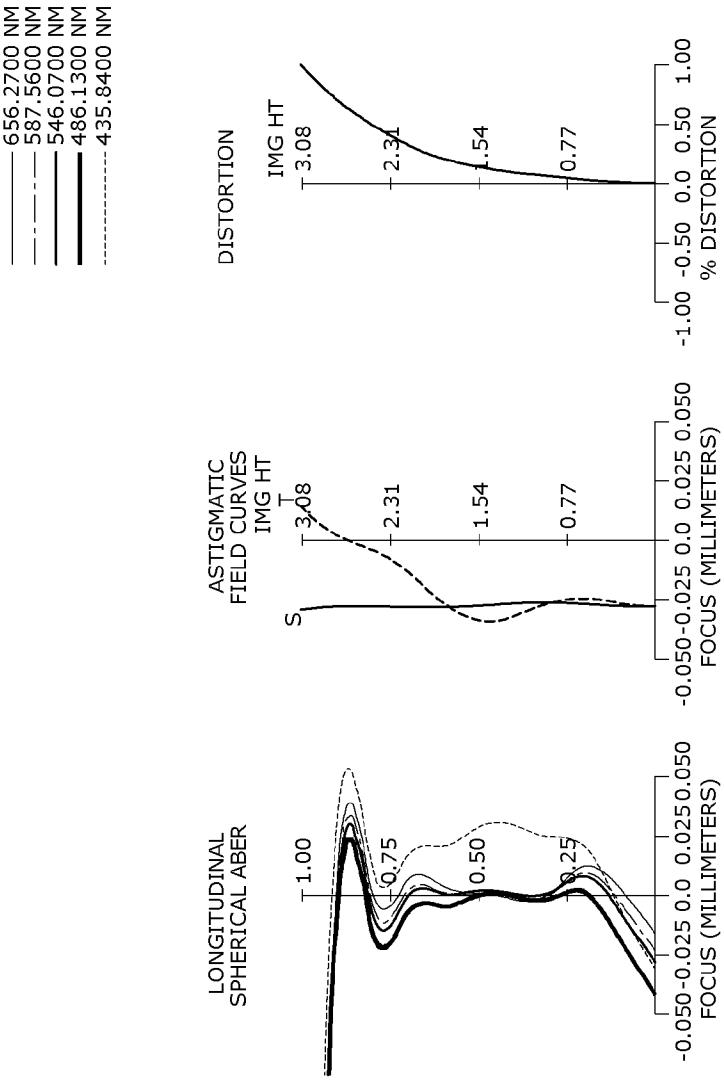
[도10a]


656.2700 NM
587.5600 NM
546.0700 NM
486.1300 NM
435.8400 NM
DISTORTION
IMG HT
3.08
2.31
1.54
0.77
-1.00 -0.50 0.0 0.50 1.00
% DISTORTION
ASTIGMATIC
FIELD CURVES
IMG HT
S
T
3.08
2.31
1.54
0.77
-0.050 -0.025 0.0 0.025 0.050
FOCUS (MILLIMETERS)
LONGITUDINAL
SPHERICAL ABER
1.00
0.75
0.50
0.25
-0.050 -0.025 0.0 0.025 0.050
FOCUS (MILLIMETERS)

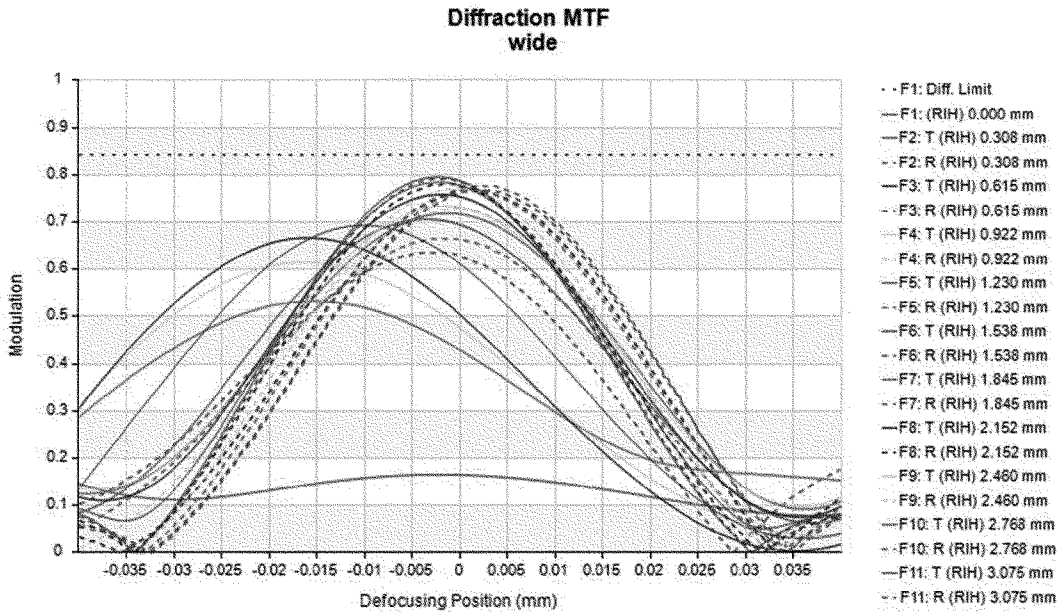
[도10b]


656.2700 NM
587.5600 NM
546.0700 NM
486.1300 NM
435.8400 NM
DISTORTION
IMG HT
3.08
2.31
1.54
0.77
-1.00 -0.50 0.0 0.50 1.00
% DISTORTION
ASTIGMATIC
FIELD CURVES
IMG HT
3.08
2.31
1.54
0.77
T
S
-0.050 -0.025 0.0 0.025 0.050
FOCUS (MILLIMETERS)
LONGITUDINAL
SPHERICAL ABER
1.00
0.75
0.50
.25
-0.050 -0.025 0.0 0.025 0.050
FOCUS (MILLIMETERS)

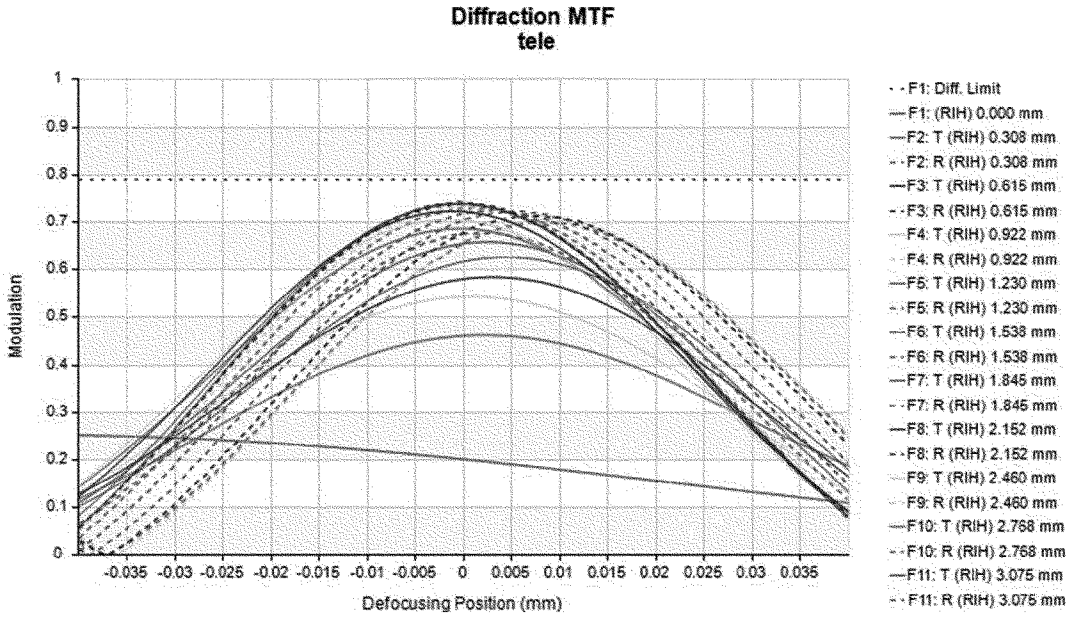
[도10c]


656.2700 NM
587.5600 NM
546.0700 NM
486.1300 NM
435.8400 NM
DISTORTION
IMG HT
3.08
2.31
1.54
0.77
-1.00 -0.50 0.0 0.50 1.00
% DISTORTION
ASTIGMATIC
FIELD CURVES
IMG HT
3.08
2.31
1.54
0.77
S
-0.050 -0.025 0.0 0.025 0.050
FOCUS (MILLIMETERS)
LONGITUDINAL
SPHERICAL ABER
1.00
0.75
0.50
0.25
-0.050 -0.025 0.0 0.025 0.050
FOCUS (MILLIMETERS)

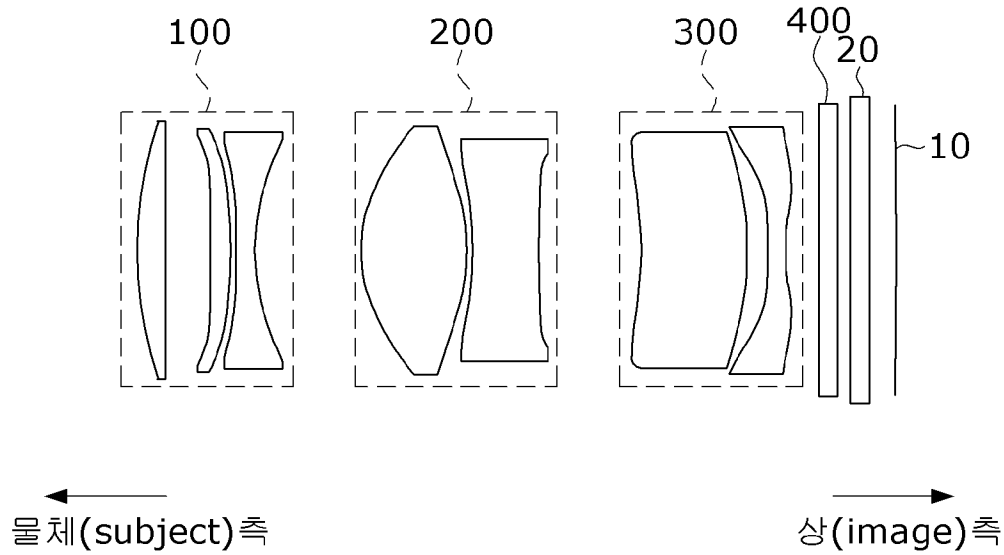
[도11a]


Diffraction MTF
wide
Modulation
Defocusing Position (mm)
F1: Diff. Limit
F1: (RIH) 0.000 mm
F2: T (RIH) 0.308 mm
F2: R (RIH) 0.308 mm
F3: T (RIH) 0.615 mm
F3: R (RIH) 0.615 mm
F4: T (RIH) 0.922 mm
F4: R (RIH) 0.922 mm
F5: T (RIH) 1.230 mm
F5: R (RIH) 1.230 mm
F6: T (RIH) 1.538 mm
F6: R (RIH) 1.538 mm
F7: T (RIH) 1.845 mm
F7: R (RIH) 1.845 mm
F8: T (RIH) 2.152 mm
F8: R (RIH) 2.152 mm
F9: T (RIH) 2.460 mm
F9: R (RIH) 2.460 mm
F10: T (RIH) 2.768 mm
F10: R (RIH) 2.768 mm
F11: T (RIH) 3.075 mm
F11: R (RIH) 3.075 mm

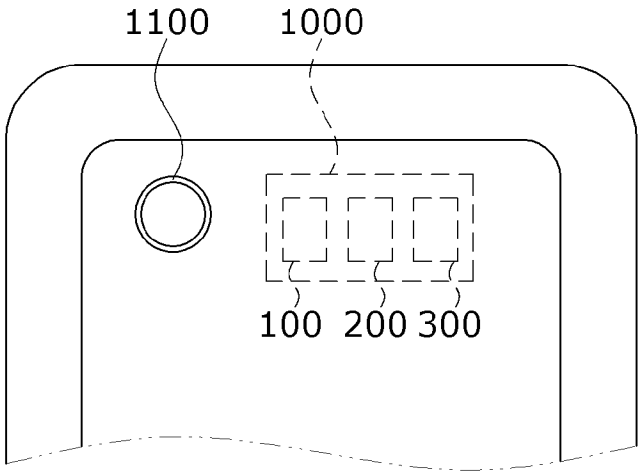
[도11b]


Diffraction MTF
tele
Modulation
Defocusing Position (mm)
F1: Diff. Limit
F1: (RIH) 0.000 mm
F2: T (RIH) 0.308 mm
F2: R (RIH) 0.308 mm
F3: T (RIH) 0.615 mm
F3: R (RIH) 0.615 mm
F4: T (RIH) 0.922 mm
F4: R (RIH) 0.922 mm
F5: T (RIH) 1.230 mm
F5: R (RIH) 1.230 mm
F6: T (RIH) 1.538 mm
F6: R (RIH) 1.538 mm
F7: T (RIH) 1.845 mm
F7: R (RIH) 1.845 mm
F8: T (RIH) 2.152 mm
F8: R (RIH) 2.152 mm
F9: T (RIH) 2.460 mm
F9: R (RIH) 2.460 mm
F10: T (RIH) 2.768 mm
F10: R (RIH) 2.768 mm
F11: T (RIH) 3.075 mm
F11: R (RIH) 3.075 mm

[도12]


100
200
300
400
20
10
물체(subject)측
상(image)측

[도13]


1100
1000
100
200
300

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/KR2021/011170

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B 15/14(2006.01)i; **G02B 13/00**(2006.01)i; **G02B 1/04**(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G02B 15/14(2006.01); G02B 13/00(2006.01); G02B 13/18(2006.01); G02B 13/22(2006.01); G02B 15/167(2006.01); G02B 15/20(2006.01); G02B 9/64(2006.01); H04N 5/232(2006.01)

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Korean utility models and applications for utility models: IPC as above
Japanese utility models and applications for utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) & keywords: 카메라(camera), 광각(wide angle), 망원(telephoto), 유효초점거리(effective focal length) 및 이미지 센서(image sensor)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2014-0022417 A1 (CANON KABUSHIKI KAISHA) 23 January 2014 (2014-01-23) See paragraphs [0175], [0180] and [0201]-[0208] and figures 1, 21, 26 and 31.	1-3,9,10
Y		6,8
A		4,5,7
Y	US 2007-0171542 A1 (CHUANG et al.) 26 July 2007 (2007-07-26) See paragraphs [0014] and [0032].	6,8
A	US 2017-0242226 A1 (KUBOTA, Takashi) 24 August 2017 (2017-08-24) See paragraphs [0010]-[0012] and figure 1.	1-10
A	KR 10-1837371 B1 (DIOSTECH) 12 March 2018 (2018-03-12) See paragraphs [0008]-[0019] and figure 1a.	1-10

☑ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☑ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"D" document cited by the applicant in the international application
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
19 November 2021	**22 November 2021**

Name and mailing address of the ISA/KR	Authorized officer
Korean Intellectual Property Office **Government Complex-Daejeon Building 4, 189 Cheongsa-ro, Seo-gu, Daejeon 35208**	
Facsimile No. **+82-42-481-8578**	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/KR2021/011170

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2011-197302 A (NIKON CORP.) 06 October 2011 (2011-10-06) See abstract and figure 1.	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/KR2021/011170

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2014-0022417	A1	23 January 2014	JP	2014-021312	A	03 February 2014
				JP	2014-021313	A	03 February 2014
				JP	5649621	B2	07 January 2015
				JP	5649622	B2	07 January 2015
				US	8976271	B2	10 March 2015
US	2007-0171542	A1	26 July 2007	TW	200728765	A	01 August 2007
				TW	276831	B	21 March 2007
				TW	I276831	B	21 March 2007
				US	7468845	B2	23 December 2008
US	2017-0242226	A1	24 August 2017	CN	103424856	A	04 December 2013
				CN	103424856	B	06 January 2016
				CN	105388590	A	09 March 2016
				CN	105388590	B	24 August 2018
				JP	2013-238713	A	28 November 2013
				JP	2013-242394	A	05 December 2013
				JP	5998625	B2	28 September 2016
				JP	6007589	B2	12 October 2016
				US	10488636	B2	26 November 2019
				US	2013-0308105	A1	21 November 2013
				US	9703081	B2	11 July 2017
KR	10-1837371	B1	12 March 2018	None			
JP	2011-197302	A	06 October 2011	JP	5544959	B2	09 July 2014
				US	2011-0228407	A1	22 September 2011
				US	2012-0194918	A1	02 August 2012
				US	8441739	B2	14 May 2013

국 제 조 사 보 고 서

국제출원번호
PCT/KR2021/011170

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

G02B 15/14(2006.01)i; **G02B 13/00**(2006.01)i; **G02B 1/04**(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

G02B 15/14(2006.01); G02B 13/00(2006.01); G02B 13/18(2006.01); G02B 13/22(2006.01); G02B 15/167(2006.01); G02B 15/20(2006.01); G02B 9/64(2006.01); H04N 5/232(2006.01)

조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌

한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC
일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))

eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 카메라(camera), 광각(wide angle), 망원(telephoto), 유효초점거리(effective focal length) 및 이미지 센서(image sensor)

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
X	US 2014-0022417 A1 (CANON KABUSHIKI KAISHA) 2014.01.23 단락 [0175], [0180], [0201]-[0208] 및 도면 1, 21, 26, 31	1-3,9,10
Y		6,8
A		4,5,7
Y	US 2007-0171542 A1 (CHUANG 등) 2007.07.26 단락 [0014], [0032]	6,8
A	US 2017-0242226 A1 (KUBOTA, TAKASHI) 2017.08.24 단락 [0010]-[0012] 및 도면 1	1-10
A	KR 10-1837371 B1 ((주)디오스텍) 2018.03.12 단락 [0008]-[0019] 및 도면 1a	1-10
A	JP 2011-197302 A (NIKON CORP.) 2011.10.06 요약 및 도면 1	1-10

☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다.

☑ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.

* 인용된 문헌의 특별 카테고리:

"A" 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌
"D" 본 국제출원에서 출원인이 인용한 문헌
"E" 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌
"L" 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌
"O" 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌
"P" 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌
"T" 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌
"X" 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.
"Y" 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.
"&" 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

국제조사의 실제 완료일	국제조사보고서 발송일
2021년11월19일(19.11.2021)	**2021년11월22일(22.11.2021)**

ISA/KR의 명칭 및 우편주소

대한민국 특허청
(35208) 대전광역시 서구 청사로 189, 4동 (둔산동, 정부대전청사)

팩스 번호 **+82-42-481-8578**

심사관

방승훈

전화번호 **+82-42-481-5560**

국 제 조 사 보 고 서
대응특허에 관한 정보

국제출원번호
PCT/KR2021/011170

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
US 2014-0022417 A1	2014/01/23	JP 2014-021312 A	2014/02/03
		JP 2014-021313 A	2014/02/03
		JP 5649621 B2	2015/01/07
		JP 5649622 B2	2015/01/07
		US 8976271 B2	2015/03/10
US 2007-0171542 A1	2007/07/26	TW 200728765 A	2007/08/01
		TW 276831 B	2007/03/21
		TW I276831 B	2007/03/21
		US 7468845 B2	2008/12/23
US 2017-0242226 A1	2017/08/24	CN 103424856 A	2013/12/04
		CN 103424856 B	2016/01/06
		CN 105388590 A	2016/03/09
		CN 105388590 B	2018/08/24
		JP 2013-238713 A	2013/11/28
		JP 2013-242394 A	2013/12/05
		JP 5998625 B2	2016/09/28
		JP 6007589 B2	2016/10/12
		US 10488636 B2	2019/11/26
		US 2013-0308105 A1	2013/11/21
		US 9703081 B2	2017/07/11
KR 10-1837371 B1	2018/03/12	없음	
JP 2011-197302 A	2011/10/06	JP 5544959 B2	2014/07/09
		US 2011-0228407 A1	2011/09/22
		US 2012-0194918 A1	2012/08/02
		US 8441739 B2	2013/05/14