



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년03월12일
 (11) 등록번호 10-1957357
 (24) 등록일자 2019년03월06일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04N 5/225 (2006.01)
 (52) CPC특허분류
H04N 5/2254 (2018.08)
G02B 17/06 (2013.01)
 (21) 출원번호 10-2017-0153467
 (22) 출원일자 2017년11월16일
 심사청구일자 2017년11월16일
 (56) 선행기술조사문헌
 KR101689534 B1

(73) 특허권자
한남대학교 산학협력단
 대전광역시 유성구 유성대로 1646 (전민동)
 (72) 발명자
임천석
 대전광역시 서구 둔산북로 175(둔산동, 햇님아파트) 8-101
 (74) 대리인
박노춘

전체 청구항 수 : 총 4 항

심사관 : 임인권

(54) 발명의 명칭 **단일 미러를 사용한 멀티스케일 이미징 시스템**

(57) 요약

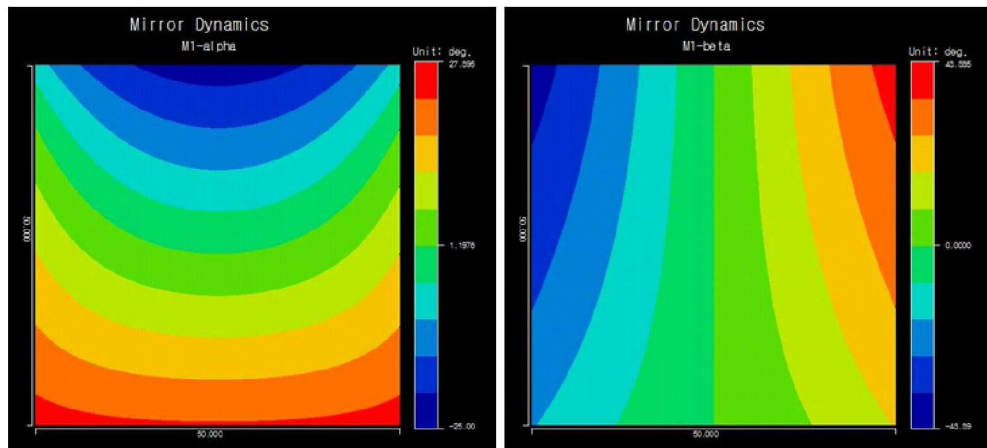
본 발명은 카메라의 광학 시스템에 관한 것으로, 보다 상세하게는 해상도가 낮은 이미지 센서 어레이를 사용하여 고해상도의 이미지를 생성하는 미러의 회전이 가능한 이미징 시스템에 관한 것이다.

본 발명은 소형화가 가능하면서 기가픽셀 영상을 쉽게 얻을 수 있는 이미징 시스템을 제공할 수 있다.

또한 본 발명은 하나의 2축 구동 액츄에이터(actuator) 및 복수의 이미지 센서 어레이를 조합하여 소형화가 가능한 기가픽셀 렌즈 시스템을 제공할 수 있다.

아울러 본 발명은 주광선의 입사 위치에 따라 미리 정해진 각도로 미러를 회전함으로써, 주광선이 어떠한 각도 및 위치에서 입사하더라도 제2 렌즈의 제2 중심축과 평행하게 입사하여 제2 이미지 평면에 분할 이미지를 생성할 수 있다.

대표도



(52) CPC특허분류

G02B 26/0816 (2013.01)

H04N 5/2253 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 10051917

부처명 산업통상자원부

연구관리전문기관 산업기술평가관리원

연구사업명 산업기술혁신사업

연구과제명 1기가픽셀 이상의 영상획득이 가능한 액츄에이터 방식의 카메라 원천기술개발

기여율 1/1

주관기관 한남대학교

연구기간 2017.06.01 ~ 2018.05.31

명세서

청구범위

청구항 1

물체 평면의 촬상 대상을 제1 이미지 평면의 전체 이미지로 전환하는 제1 렌즈;

상기 제1 렌즈의 제1 중심축에서 이격되어 배치되고 제2 중심축을 가지는 제2 렌즈;

상기 제1 렌즈의 제1 중심축에서 상기 제1 이미지 평면에 배치되고, 상기 제1 이미지 평면의 상기 전체 이미지를 매트릭스 형태의 복수의 분할 이미지로 분할하고, 상기 분할 이미지 중에서 하나를 선택하여 상기 제2 렌즈의 중심축으로 반사시키는 메인 2-자유도 미러; 및

상기 메인 2-자유도 미러가 반사시킨 분할 이미지를 상기 제2 렌즈의 제2 이미지 평면에 생성하고, 생성된 분할 이미지를 촬상하는 이미지 센서 어레이를 포함하며,

상기 메인 2-자유도 미러는 제공받은 분할 이미지를 제2 렌즈에 전달하기 위하여 상기 제2 렌즈의 제2 중심축 상의 가상 물체 평면에 가상 분할 이미지를 형성하며,

상기 가상 분할 이미지는 상기 제2 렌즈의 가상 물체 평면에 배치되고, 상기 제2 렌즈의 촬상 대상으로 기능하고,

상기 제2 렌즈는 상기 제1 렌즈의 분할 이미지를 가상 분할 이미지로 취급하여 분할 이미지를 결상하는 것을 특징으로 하며,

메인 2-자유도 미러의 회전각도가 (α, β) 일 때,

주광선이 제1 렌즈의 제1 중심축과 평행하게 입사하는 경우, $\alpha=0^\circ, \beta=0^\circ$ 이고, 주광선이 제1 렌즈의 제1 중심축과 일정 각도를 이루면서 입사하는 경우, 메인 2-자유도 미러의 회전각도 α 의 궤도는 좌우 대칭인 동심원 형상을 나타내고, 메인 2-자유도 미러의 회전각도 β 의 궤도는 상하로 사선 형상이고 좌우 플러스, 마이너스 대칭을 나타내는 것을 특징으로 하는 이미징 시스템.

청구항 2

제1 항에 있어서,

상기 이미지 센서 어레이는 복수 개이고,

상기 이미지 센서 어레이는 상기 제2 렌즈의 제2 이미지 평면에 배치되고,

상기 분할 이미지를 스캐닝함에 따라, 상기 분할 이미지는 순차적으로 상기 이미지 센서 어레이에 촬상 되는 것을 특징으로 하는 이미징 시스템.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 제1 렌즈는 볼록렌즈, 오목렌즈 또는 평면유리창이 사용될 수 있는 것을 특징으로 하는 이미징 시스템.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 이미징 시스템은 메인 2-자유도 미러 상에 구경조리개를 구비하는 것을 특징으로 하는 이미징 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 카메라의 광학 시스템에 관한 것으로, 보다 상세하게는 해상도가 낮은 이미지 센서 어레이를 사용하여 고해상도의 이미지를 생성하는 미러의 회전이 가능한 멀티스케일 이미징 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

- [0003] 기가픽셀 이미지란 10⁹ 개의 픽셀 이상으로 구성된 초고해상도의 디지털 이미지를 말한다.
- [0004] 기가픽셀 이미지는 메가픽셀 급의 이미지 센서로부터 얻은 수백에서 수천 장의 요소사진들을 하나의 사진으로 합성하여 만들어진다.
- [0005] 구체적으로는, 메가픽셀 급의 이미지 센서로부터 촬영되는 인접한 요소사진들을 일정부분 서로 중첩시키고 중첩된 영역들을 이어 붙임으로써 전체적으로 거대한 스케일의 픽셀사진이 완성되는 것이다.
- [0006] 수백 또는 수천 장의 메가픽셀 급의 요소사진들을 한 장의 기가픽셀 급의 사진으로 변환시키는 과정은 소위 이미지 스티칭(image stitching)이라고 부르는 디지털 합성기술에 의하여 중첩영역을 이음새가 드러나지 않게 합성하여 하나의 이미지로 만들어 내는 공정이다.
- [0007] 듀크대의 연구팀은 미국 공개특허 US 2013-2242060호를 통하여 멀티스케일 이미징 시스템을 제안하였다(도 1).
- [0008] 이 시스템의 주요 특징으로는 볼모양의 6cm 공심 대물렌즈와 98개의 마이크로스코픽 카메라가 하나의 세트로 구성된다.
- [0009] 이 카메라는 사진을 찍을 때 어느 한 부분에 포커스를 맞출 필요가 없고 전체 장면을 찍은 후, 나중에 특정 부분을 줌인(zoom-in)하여 확대하는 방식이다.
- [0010] 줌인으로 확대된 부분은 일반사진과는 달리 픽셀이 깨지지 않고 선명한 화질을 그대로 보여줄 정도로 극도의 해상도를 가지며, 한 번의 촬영으로 전체 이미지를 찍은 다음에 마음대로 줌인하여 원하는 사진영역을 고를 수 있다.
- [0011] 듀크대 기술은 기가픽셀 영상을 획득하기 위해 공심렌즈라는 공통의 렌즈를 사용하여 시야각(Field of view; FOV)을 분할시키며, 분할된 시야각은 인접한 마이크로스코픽카메라에서 서로 중첩적으로 20-30 퍼센트 정도 공유되면서 개개의 요소 영상이 만들어진다.
- [0012] 결국, 메가픽셀 급의 마이크로스코픽카메라에서 얻어진 요소 영상들은 인접한 영상들끼리 서로 합성되어 하나의 거대한 스케일의 기가픽셀 영상으로 재탄생하게 된다.
- [0013] 듀크대 기술은 세계최초로 공심의 대물렌즈와 98개의 마이크로스코픽카메라 렌즈를 사용하여 기가픽셀의 렌즈시스템을 구성하였고, 이로부터 1.2 기가픽셀 영상을 획득하였다(카메라명: AWARE 1). 최근의 보고에 의하면, AWARE 40 카메라까지 개발되었고 AWARE 40 카메라 3대로 구성된 어레이 시스템으로 100° x 60° 시야각 범위에서 10 기가픽셀의 해상도를 얻고 있다(참조: Patrick Llull, Lauren Bange, Zachary Phillips, Kyle Davis, Daniel L. Marks, and David J. Brady, "Characterization of the AWARE 40 wide-field-of-view visible imager," Optica 2, 1086-1089 (2015)).
- [0014] 듀크대 기술은 렌즈만을 사용하는 순수한 광학방식이라는 점이 특징이 될 수 있으나, 이 기술은 98개의 마이크로스코픽카메라를 사용해야 하기 때문에 전체 카메라시스템의 부피는 크질 수밖에 없다는 단점이 발생한다. 결과적으로 전체 카메라시스템의 부피는 소형냉장고 크기가 되고 무게도 매우 무거운 45kg에 육박하게 된다.
- [0015] 그러므로 이러한 방식으로 수 기가픽셀의 영상을 획득하기 위해서는 98개보다 훨씬 더 많은 수백 개의 마이크로스코픽 카메라가 요구되기 때문에 체적도 소형냉장고의 몇 배가 될 수밖에 없다.

[0016] 듀크대 기술은 세계최초라는 상징적인 면에서는 큰 의의를 가지게 되겠지만 실용성과 경제적인 측면에서는 많은 한계를 가지고 있다.

[0017] 따라서 경제적이며 작은 부피를 제공할 수 있는 기가픽셀 영상장치가 요구된다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0019] (특허문헌 0001) 한국등록특허 제10-1402449호
- (특허문헌 0002) 한국공개특허 제10-2013-7006685호
- (특허문헌 0003) 한국공개특허 제10-2013-0141462호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0020] 본 발명은 상기 종래 기술의 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 소형화가 가능하면서 기가픽셀 영상을 쉽게 얻을 수 있는 멀티스케일 이미징 시스템을 제공하는 데 그 목적이 있다.

[0021] 또한 본 발명은 하나의 2축 구동 액츄에이터(actuator) 및 복수의 이미지 센서 어레이를 조합하여 소형화가 가능한 기가픽셀 렌즈 시스템을 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0022] 아울러 본 발명은 주광선의 입사 위치에 따라 미리 정해진 각도로 미러를 회전함으로써, 주광선이 어떠한 각도 및 위치에서 입사하더라도 제2 렌즈의 제2 중심축과 평행하게 입사시켜 제2 이미지 평면에 분할 이미지를 생성할 수 있는 멀티스케일 이미징 시스템을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0024] 본 발명은 물체 평면의 촬상 대상을 제1 이미지 평면의 전체 이미지로 전환하는 제1 렌즈;

[0025] 상기 제1 렌즈의 제1 중심축에서 이격되어 배치되고 제2 중심축을 가지는 제2 렌즈;

[0026] 상기 제1 렌즈의 제1 중심축에서 상기 제1 이미지 평면에 배치되고, 상기 제1 이미지 평면의 상기 전체 이미지를 매트릭스 형태의 복수의 분할 이미지로 분할하고, 상기 분할 이미지 중에서 하나를 선택하여 상기 제2 렌즈의 중심으로 반사시키는 메인 2-자유도 미러; 및

[0027] 상기 메인 2-자유도 미러가 반사시킨 분할 이미지를 상기 제2 렌즈의 제2 이미지 평면에 생성하고, 생성된 분할 이미지를 촬상하는 이미지 센서 어레이를 포함하며,

[0028] 상기 메인 2-자유도 미러는 제공받은 분할 이미지를 제2 렌즈에 전달하기 위하여 상기 제2 렌즈의 제2 중심축 상의 가상 물체 평면에 가상 분할 이미지를 형성하며,

[0029] 상기 가상 분할 이미지는 상기 제2 렌즈의 가상 물체 평면에 배치되고, 상기 제2 렌즈의 촬상 대상으로 기능하고,

[0030] 상기 제2 렌즈는 상기 제1 렌즈의 분할 이미지를 가상 분할 이미지로 취급하여 분할 이미지를 결상하는 것을 특징으로 하며,

[0031] 메인 2-자유도 미러의 회전각도가 (α, β) 일 때,

[0032] 주광선이 제1 렌즈의 제1 중심축과 평행하게 입사하는 경우, $\alpha=0^\circ, \beta=0^\circ$ 이고, 주광선이 제1 렌즈의 제1 중심축과 일정 각도를 이루면서 입사하는 경우, 메인 2-자유도 미러의 회전각도 α 의 궤도는 좌우 대칭인 동심원 형상을 나타내고, 메인 2-자유도 미러의 회전각도 β 의 궤도는 상하로 사선 형상이고 좌우 플러스, 마이너스 대칭을 나타내는 것을 특징으로 하는 이미징 시스템을 제공한다.

[0033] 본 발명의 일실시예에 있어서, 상기 이미지 센서 어레이는 복수 개이고, 상기 이미지 센서 어레이는 상

기 제2 렌즈의 제2 이미지 평면에 배치되고, 상기 분할 이미지를 스캐닝함에 따라, 상기 분할 이미지는 순차적으로 상기 이미지 센서 어레이에 촬상되는 것을 특징으로 한다.

[0034] 삭제

[0035] 본 발명의 일실시예에 있어서, 상기 이미징 시스템은 메인 2-자유도 미러에 조리개를 구비하는 것을 특징으로 한다. 그러면 피사체로부터 출발한 주광선이 메인 2-자유도 미러의 중심에 항상 입사하는 광학구조가 성립하기 때문에 메인 2-자유도 미러가 보조 2-자유도 미러의 역할을 하게 되어 단일의 미러로도 멀티스케일 이미징 시스템을 구현할 수 있게 된다.

발명의 효과

[0037] 본 발명은 소형화가 가능하면서 기가픽셀 영상을 쉽게 얻을 수 있는 멀티스케일 이미징 시스템을 제공할 수 있다.

[0038] 또한 본 발명은 하나의 2축 구동 액츄에이터(actuator) 및 복수의 이미지 센서 어레이를 조합하여 소형화가 가능한 기가픽셀 렌즈 시스템을 제공할 수 있다.

[0039] 아울러 본 발명은 주광선의 입사 위치에 따라 미리 정해진 각도로 미러를 회전함으로써, 주광선이 어떠한 각도 및 위치에서 입사하더라도 제2 렌즈의 제2 중심축과 평행하게 입사하여 제2 이미지 평면에 분할 이미지를 생성할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0041] 도 1은 일반적인 이미징 시스템의 일실시예를 나타낸다.
- 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 분할 이미지를 설명하는 개념도이다.
- 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 이미징 시스템을 나타낸다.
- 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 이미징 시스템을 설명하는 개념도이다.
- 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 회전 가능한 미러를 갖는 이미징 시스템을 나타낸다.
- 도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 회전 가능한 미러를 갖는 이미징 시스템의 광선구조도를 나타낸다.
- 도 7은 본 발명의 제1 렌즈의 다양한 실시예를 나타낸다. 구경조리개의 위치는 메인 2-자유도 미러에 있고 메인 2-자유도 미러 앞에 제1 렌즈가 있는 경우와 없는 경우가 있을 수 있다.
- 도 8은 본 발명의 일실시예에 따른 미러 시스템의 회전방향에 따른 부호를 나타낸다.
- 도 9는 본 발명의 미러 시스템의 회전각도 계산을 위한 모델을 나타낸다. 여기서, PR은 주광선(principal ray)을 의미하고 주광선은 광축과 x도 및 y도의 각도를 이루면서 메인 2-자유도 미러의 중심에 입사한다. 이때 메인 2-자유도 미러는 주광선을 제2 렌즈의 제2 중심축과 평행 및 일치시키기 위해 α 도 및 β 도로 회전해야 한다.
- 도 10 및 11은 본 발명의 이미징 시스템에서 입사하는 주광선의 수평(가로축) 및 수직방향(세로축) 입사각도에 따른 미러의 회전각도를 나타낸다.
- 도 12는 본 발명의 이미징 시스템에서 입사하는 주광선의 수평(가로축) 및 수직방향(세로축) 입사각도에 따른 미러의 회전각도의 궤도를 나타낸다.
- 도 13은 스마트폰 카메라에 적용된 본 발명의 일실시예이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0042] 이하 실시예를 바탕으로 본 발명을 상세히 설명한다. 본 발명에 사용된 용어, 실시예 등은 본 발명을 보다 구체적으로 설명하고 통상의 기술자의 이해를 돕기 위하여 예시된 것에 불과할 뿐이며, 본 발명의 권리범위 등이 이에 한정되어 해석되어서는 안 된다.

[0043] 본 발명에 사용되는 기술 용어 및 과학 용어는 다른 정의가 없다면 이 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지

식을 가진 자가 통상적으로 이해하고 있는 의미를 나타낸다.

[0045] 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 분할 이미지를 설명하는 개념도이다.

[0046] 도면을 참조하면, 제1 렌즈(110)는 카메라의 대물렌즈이다. 상기 제1 렌즈(110)는 한 장 이상의 복수의 렌즈로 구성될 수 있다. 상기 제1 렌즈(110)는 제1 중심축을 가진다. 물체 평면은 촬상 대상이 존재하는 평면이다. 주광선(principal ray)은 상기 제1 렌즈의 중심을 지나는 광선이다. 제1 이미지 평면은 상기 제1 렌즈(110)의 이미지가 형성되는 평면이다. 상기 제1 렌즈(110)의 중심에서 상기 제1 이미지 평면까지의 거리는 상기 제1 렌즈의 초점거리보다 크거나 작을 수 있다. 상기 주광선들은 이미지 평면에서 매트릭스 형태로 표시될 수 있다. 통상적으로, 충분히 먼 거리에 있는 촬상 대상은 상기 제1 렌즈의 초점 거리에 근접한 위치에서 배치된 이미지 평면의 이미지로 전환될 수 있다.

[0047] 큰 사이즈의 이미지를 얻기 위하여, 상기 이미지 평면에 큰 사이즈의 이미지센서 어레이가 배치되면, 큰 사이즈의 이미지가 구현될 수 있다. 그러나 큰 사이즈의 이미지센서 어레이를 구현하는 것은 물리적으로 한계가 있다. 이러한 한계를 극복하고 큰 사이즈의 이미지를 구현하기 위하여, 전체 이미지는 이미지 평면에 매트릭스 형태로 배열된 주광선 점을 기준으로 일정한 크기로 분할되어 분할 이미지를 형성할 수 있다. 분할 이미지들은 5×5 매트릭스로 도시되어 있으나, 이에 한정되지 않고, 다양한 구조로 변형될 수 있다.

[0048] 본 발명의 일실시예에 따르면, 상기 분할 이미지 각각을 메인 2-자유도 미러 및 보조 2-자유도 미러로 반사하여 제2 이미지 평면에서 분할 이미지를 생성한다. 제2 이미지 평면에 생성된 상기 분할 이미지는 통상적인 메가픽셀급의 이미지 센서 어레이를 통하여 촬상되며, 상기 촬상된 분할 이미지를 변경하면 고해상도의 이미지가 얻어질 수 있다.

[0050] 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 이미징 시스템을 나타낸다.

[0051] 본 발명의 회전이 가능한 이미징 시스템은, 물체 평면의 촬상 대상을 제1 이미지 평면의 전체 이미지로 전환하는 제1 렌즈(110); 상기 제1 렌즈(110)의 제1 중심축에서 이격되어 배치되고 제2 중심축을 가지는 제2 렌즈(140); 상기 제1 렌즈(110)의 제1 중심축에서 상기 제1 이미지 평면에 배치되고, 상기 제1 이미지 평면의 상기 전체 이미지를 매트릭스 형태의 복수의 분할 이미지로 분할하고, 상기 분할 이미지 중에서 하나를 선택하여 반사시키는 메인 2-자유도 미러(120); 상기 제2 렌즈(140)의 제2 중심축에 배치되고 상기 메인 2-자유도 미러(120)에서 반사된 분할 이미지를 그 중심으로 제공받아 상기 제2 렌즈(140)에 제공하는 보조 2-자유도 미러(130); 및 상기 메인 2-자유도 미러(120) 및 상기 보조 2-자유도 미러(130)가 반사시킨 분할 이미지를 상기 제2 렌즈(140)의 제2 이미지 평면에 생성하고, 생성된 분할 이미지를 촬상하는 이미지 센서 어레이(150)를 포함한다.

[0052] 상기 제1 렌즈는 볼록 혹은 오목렌즈로서 한 장 이상의 복수의 렌즈로 구성될 수 있다.

[0053] 상기 제1 렌즈는 상기 물체 평면의 촬상 대상을 제1 이미지 평면의 전체 이미지로 전환한다.

[0054] 상기 제2 렌즈는 상기 제1 렌즈의 제1 중심축에서 이격되어 배치되고 제2 중심축을 가진다. 상기 제2 렌즈는 상기 메인 2-자유도 미러 및 상기 보조 2-자유도 미러가 반사시킨 분할 이미지를 상기 제2 렌즈의 제2 이미지 평면에 분할 이미지를 생성한다.

[0055] 상기 제1 렌즈는 제1 중심축을 가지고, 제2 렌즈는 제2 중심축을 가지며, 상기 제1 중심축과 제2 중심축은 일직선에 배치될 수 있다.

[0056] 상기 메인 2-자유도 미러는 상기 제1 렌즈의 제1 중심축에서 상기 제1 이미지 평면에 배치되고, 상기 제1 이미지 평면의 상기 전체 이미지를 매트릭스 형태의 복수의 분할 이미지로 분할하고, 상기 분할 이미지 중에서 하나를 선택하여 반사시킨다.

[0057] 상기 보조 2-자유도 미러는 상기 제2 렌즈의 중심축에 배치되고 상기 메인 2-자유도 미러에서 반사된 분할 이미지를 그 중심으로 제공받아 상기 제2 렌즈에 제공한다.

[0058] 이미지 센서 어레이는 상기 메인 2-자유도 미러 및 상기 보조 2-자유도 미러가 반사시킨 분할 이미지를 제2 이미지 평면에 분할 이미지를 촬상한다.

[0059] 상기 제1 이미지 평면의 전체 이미지를 메가픽셀 수준의 이미지 센서로 촬상하는 경우, 영상 해상도는 낮다. 따라서 메가픽셀 수준의 이미지 센서로 고해상도의 영상을 얻기 위해서는, 각각의 분할 이미지를 메가픽셀 수준의 이미지 센서로 차례대로 촬상할 필요가 있다.

- [0060] 복수의 이미지 센서 어레이는 제2 렌즈의 제2 이미지 평면에 매트릭스 형태로 배열될 수 있다. 상기 이미지 센서 어레이는 스캐닝 순서에 따라 차례로 촬상할 수 있으며, 상기 분할 이미지를 스캐닝함에 따라, 상기 확대 분할 이미지는 순차적으로 상기 이미지 센서 어레이에 촬상된다.
- [0061] 본 발명은 전체 이미지를 한꺼번에 촬상하는 것이 아니고, 각각의 분할 이미지를 메인 2-자유도 미러 및 보조 2-자유도 미러를 통하여 제2 이미지 평면에 생성된 분할이미지를 촬상한 후, 이를 중첩하여 고해상도의 이미지를 얻는다.
- [0062] 즉, 메가픽셀 급의 이미지 센서에서 촬상된 각각의 분할 이미지들은 이미지 스티칭이라는 영상합성기법에 의해 다시 하나의 영상으로 합성되어 기가픽셀영상이 된다.
- [0063] 또한 본 발명은 제1 렌즈 및 제2 렌즈 사이에 2개의 미러를 상하로 배치함으로써 시스템의 부피나 두께를 크게 증가시키지 않더라도 고해상도의 이미지를 얻을 수 있다.
- [0064] 따라서 본 발명은 메가픽셀 급의 이미지 센서를 사용하더라도 부피나 두께의 증가 없이 고해상도의 이미지를 쉽게 얻을 수 있다.
- [0066] 제1 렌즈(110)의 중심을 통과한 제1 내지 제3 주광선(a,b,c)은 제1 이미지 평면에서 각각 주광선 점을 형성한다. 전체 이미지는 상기 주광선 점을 기준으로 동일한 크기의 분할 이미지들로 분할될 수 있다.
- [0067] 메인 2-자유도 미러(120)는 상기 제1 렌즈(110)의 제1 중심축에서 제1 이미지 평면에 배치된다. 상기 메인 2-자유도 미러(120)는 제1 중심축에 대하여 비스듬하게 배치되고, 배치 평면(x' y' 평면) 내에서 수직 한 쌍의 좌표축(x' 축과 y' 축)을 기준으로 회전하여 기울기를 제공할 수 있다. 이에 따라, 선택된 하나의 분할 이미지(2b)는 상기 메인 2-자유도 미러(120)에 의하여 보조 2-자유도 미러(130)의 중심으로 전달된다.
- [0068] 선택되지 않은 분할 이미지(a,c)는 상기 보조 2-자유도 미러(130)의 중심으로 전달되지 못하므로, 상기 제2 렌즈(140)에 의한 분할 이미지를 형성하지 못한다.
- [0069] 상기 보조 2-자유도 미러(130)는 x축 방향으로 상기 메인 2-자유도 미러(120)와 정렬될 수 있다. 상기 보조 2-자유도 미러(130)는 제2 렌즈(140)의 제2 중심축에 배치될 수 있다. 상기 보조 2-자유도 미러(130)는 전달된 분할 이미지(2b)를 상기 제2 렌즈(140)에 전달하기 위하여 상기 제2 렌즈(140)의 제2 중심축 상의 왼쪽에 가상 분할 이미지(2b')를 제공할 수 있다. 이를 위하여, 상기 보조 2-자유도 미러(130)는 그 배치평면(x" y" 평면) 내에서 수직 한 쌍의 좌표축(x" 축과 y" 축)을 기준으로 회전하여 기울기를 제공할 수 있다.
- [0070] 상기 가상 분할 이미지(2b')는 상기 제2 렌즈(140)의 가상 물체 평면에 배치되고, 상기 제2 렌즈(140)의 촬상 대상으로 기능할 수 있다.
- [0071] 상기 제1 렌즈(110)의 제1 중심축을 지나는 주광선(b)의 경우, 주광선(b)을 기준으로 하는 분할 이미지(2b)는 상기 보조 2-자유도 미러(120)에 의하여 가상 분할 이미지(2b')로 전달된다. 상기 가상 분할 이미지(2b')는 상기 제2 렌즈(140)에 의하여 분할 이미지(3b)로 전달된다.
- [0072] 상기 메인 2-자유도 미러(120)의 중심에서 상기 보조 2-자유도 미러(130)의 중심까지의 거리는 MD이다. 또한, 가상 분할 이미지(2b')와 상기 보조 2-자유도 미러(130)의 중심까지의 거리도 MD이다.
- [0074] 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 이미징 시스템을 나타낸다.
- [0075] 상기 제1 렌즈(110)는 단일 렌즈 또는 복수의 렌즈로 구성될 수 있다. 상기 제1 렌즈(110)는 볼록 렌즈 또는 오목렌즈를 포함할 수 있다. 상기 제1 렌즈(110)는 그 중심을 관통하는 제1 중심축을 가진다. 상기 제1 렌즈(110)는 결상렌즈이고, 시야각을 정의할 수 있다.
- [0076] 상기 제1 렌즈(110)의 중심을 지나는 주광선은 상기 제1 렌즈의 제1 이미지 평면에서 매트릭스 형태의 주광선 점을 형성한다. 시야각의 범위 내에 주광선 점들의 집합은 전체 이미지를 형성한다.
- [0077] 상기 전체 이미지를 메가 픽셀 수준의 이미지센서로 촬상하는 경우,
- [0078] 영상 해상도는 낮다. 따라서 메가 픽셀 수준의 이미지센서로 고해상도의 영상을 얻기 위해서는, 각각의 분할 이미지를 메가 픽셀 수준의 이미지 센서에 차례대로 촬상할 필요가 있다. 각각의 분할 이미지를 새로운 제2 렌즈(140)의 제2 이미지 평면에 전달하기 위하여, 광전달 구조가 요구된다. 이를 위하여, 한 쌍의 2-자유도 미러가 사용될 수 있다.

- [0079] 상기 제2 렌즈(140)는 상기 메인 2-자유도 미러(120) 및 상기 보조 2-자유도 미러(130)가 반사시킨 분할 이미지를 상기 제2 렌즈(140)의 제2 이미지 평면에 분할 이미지를 생성한다.
- [0080] 제2 렌즈(140)는 상기 제2 렌즈(110)의 분할 이미지(2b)를 가상 물체 이미지로 취급하여 분할 이미지(3b)를 생성할 수 있다. 여기서, 상기 가상 물체 이미지는 가상 분할 이미지 2b' 이다. 상기 제1 렌즈(110)의 제1 중심축과 상기 제2 렌즈(140)의 상기 제2 중심축은 서로 평행할 수 있다.
- [0081] 상기 제1 렌즈 및 제2 렌즈는 포커스 링에 의하여 렌즈간 거리를 조절함으로써 포커스 조절 기능을 가질 수 있다.
- [0082] 상기 메인 2-자유도 미러(120)는 상기 메인 2-자유도 미러의 배치평면에서 서로 수직인 2개의 축에 대하여 독립적으로 회전할 수 있다. 상기 메인 2-자유도 미러(120)는 각각의 분할 이미지를 상기 보조 2-자유도 미러(130)의 중심으로 전달하는 기능을 수행한다. 따라서 상기 메인 2-자유도 미러(120)는 그 배치 평면 내의 수직인 두 개의 수직인 축(x' , y')을 기준으로 회전시킬 수 있다. 이에 따라, 상기 메인 2-자유도 미러(120)는 선택된 분할 이미지를 상기 보조 2-자유도 미러(130)의 중심으로 전달할 수 있다. 상기 메인 2-자유도 미러(120)는 기울기를 제공하는 메인 2-자유도 미러 구동부(122)를 포함할 수 있다.
- [0083] 상기 보조 2-자유도 미러(130)는 상기 보조 2-자유도 미러의 배치 평면에서 서로 수직인 2개의 축에 대하여 독립적으로 회전될 수 있다. 상기 보조 2-자유도 미러의 중심으로 전달된 분할 이미지는 상기 제2 렌즈(140)의 제2 이미지 평면으로 전달되어야 한다. 이를 위하여, 상기 보조 2-자유도 미러(130)는 그 배치 평면 내에서 수직인 두 개의 축(x'' , y'')을 기준으로 회전할 수 있다. 상기 보조 2-자유도 미러(130)는 기울기를 조절할 수 있는 보조 2-자유도 미러 구동부(132)를 포함할 수 있다.
- [0084] 본 발명에서 상기 메인 2-자유도 미러(120)는 제1 중심축에 대하여 45° 기울어져 있고, 상기 보조 2-자유도 미러(130)는 제2 중심축에 대하여 45° 기울어져 배치된다.
- [0085] 따라서 메인 2-자유도 미러의 중심으로 입사하는 주광선(b)은 메인 2-자유도 미러의 회전 없이 보조 2-자유도 미러의 중심으로 전달되고, 또한 보조 2-자유도 미러의 회전 없이 제2 렌즈의 중심으로 입사할 수 있다. 즉, 상기 제1 렌즈(110)의 제1 중심축에 평행하게 입사한 주광선(b)은 2개 미러의 회전 없이 제2 렌즈의 제2 중심축에 평행하게 진행할 수 있다.
- [0086] 그러나 제1 렌즈의 제1 중심축과 일정 각도를 이루면서 입사하는 주광선(a,c)은 메인 2-자유도 미러의 중심에서 벗어난 지점으로 입사하고, 입사된 주광선을 보조 2-자유도 미러의 중심으로 전달하기 위해서는 메인 2-자유도 미러를 일정 각도 회전해야 한다. 또한 메인 2-자유도 미러의 회전을 통하여 보조 2-자유도 미러의 중심으로 입사하는 주광선을 제2 렌즈의 중심으로 전달하기 위해서는 보조 2-자유도 미러를 일정 각도 회전해야 한다. 즉, 상기 제1 렌즈(110)의 제1 중심축에 평행하게 입사하지 않는 주광선(a,c)은 2개 미러의 회전을 통하여 제2 렌즈의 제2 중심축에 평행하게 진행할 수 있다.
- [0087] 상기 보조 2-자유도 미러(130)가 상기 분할 이미지(또는 가상 분할 이미지)를 그 기울기만을 조절하여 제2 이미지 평면에 전달하는 경우, 상기 제2 렌즈(140)와 가상 분할 이미지(2b') 사이의 물체 거리가 분할 이미지마다 다를 수 있다. 모든 분할 이미지에 대하여, 동일한 물체 거리를 확보하기 위하여, 상기 보조 2-자유도 미러(130)는 제2 렌즈의 제2 중심축 방향으로 선형 운동할 수 있다.
- [0088] 선형 운동부(134)는 상기 보조 2-자유도 미러(130)를 상기 제2 중심축 방향으로 이동시킬 수 있다. 상기 선형 운동부(134)는 분할 이미지 별로 기하학적 구조에 의하여 계산된 거리를 이동시킬 수 있다. 빠른 스캐닝을 위하여, 상기 선형 운동부(134)는 고속의 보이스-코일 모터(voice coil motor) 등을 사용하여 고속 동작을 수행할 수 있다.
- [0089] 조리개(142)는 상기 보조 2-자유도 미러(130)와 상기 제2 렌즈(140) 사이에 배치되고, 이웃한 분할 이미지들은 상기 조리개(142)에 의하여 서로 중첩되는 영역을 가질 수 있다. 상기 조리개(142)는 개구부의 크기를 조절할 수 있다.
- [0090] 이미지 센서 어레이(150)는 상기 제2 렌즈(140)의 제2 이미지 평면에 배치되어 상기 분할 이미지(3b)를 촬상한다. 상기 이미지 센서 어레이(150)는 메가 픽셀급의 2차원 이미지 센서일 수 있다.
- [0091] 상기 이미지 센서 어레이(150)는 복수 개이고, 상기 분할 이미지의 개수는 상기 이미지 센서 어레이(150)의 개수의 정수배일 수 있다. 상기 이미지 센서 어레이 각각은 공간적으로 이격되어 배치될 수 있다. 상기 분할 이미

지를 스캐닝함에 따라, 상기 분할이미지는 순차적으로 상기 이미지 센서 어레이에 촬상될 수 있다.

- [0092] 메가픽셀 급의 이미지 센서에서 촬상된 각각의 분할 이미지들은 이미지 스티칭이라는 영상합성기법에 의해 다시 하나의 영상으로 합성되어 기가픽셀영상이 된다. 그런데, 여기서 개개의 분할 이미지들이 상호 스티칭 되기 위해 인접한 분할 상들끼리 보통 10-30 퍼센트 정도 중첩되는 영역을 가진다.
- [0093] 처리부(160)는 상기 메인 2-자유도 미러 및 상기 보조 2-자유도 미러를 제어할 수 있다. 또한, 상기 처리부(160)는 각각의 분할 이미지들을 이미지 스티칭이라는 영상합성기법에 의해 다시 하나의 영상으로 합성할 수 있다.
- [0095] 도 5 및 6은 본 발명의 일실시예에 따른 회전 가능한 미러를 갖는 이미징 시스템을 나타낸다.
- [0096] 도면에서 PR(Principal Ray)은 주광선을 의미하며, En(Entrance Pupil)은 입사동, Ex(Exit Pupil)은 출사동, M1은 메인 2-자유도 미러, M2는 보조 2-자유도 미러를 나타낸다.
- [0097] 본 발명에서 상기 M1(메인 2-자유도 미러)은 제1 중심축에 대하여 45° 기울어져 있고, 상기 M2(보조 2-자유도 미러)는 제2 중심축에 대하여 45° 기울어져 배치된다.
- [0098] 입사되는 주광선은 입사동을 통과하면서 경로가 변경되고, 최종적으로 출사동을 지나면서 다양한 경로로 진행하게 된다.
- [0099] 출사동을 나온 주광선은 M1에 입사하게 되는데, 제1 렌즈의 제1 중심축에 평행하게 입사하는 주광선은 M1의 중심에 입사하지만, 제1 렌즈의 제1 중심축에 평행하게 입사하지 않는 주광선은 M1의 중심으로부터 벗어난 위치에 입사하게 된다.
- [0100] M1의 중심으로 입사하는 주광선은 M1의 회전 없이 M2의 중심으로 전달되고, 또한 M2의 회전 없이 제2 렌즈의 중심으로 입사할 수 있다. 즉, 상기 제1 렌즈의 제1 중심축에 평행하게 입사한 주광선은 2개 미러의 회전 없이 제2 렌즈의 제2 중심축에 평행하게 진행함으로써 각각의 분할 이미지를 확대하여 생성할 수 있다.
- [0101] 그러나 제1 렌즈의 제1 중심축과 일정 각도를 이루면서 입사하는 주광선은 M1의 중심에서 벗어난 지점으로 입사하고, 입사된 주광선을 M2의 중심으로 전달하기 위해서는 M1을 일정 각도 회전해야 한다. 또한 M1의 회전을 통하여 M2의 중심으로 입사하는 주광선을 제2 렌즈의 중심으로 전달하기 위해서는 M2를 일정 각도 회전해야 한다. 즉, 상기 제1 렌즈의 제1 중심축에 평행하게 입사하지 않는 주광선은 2개 미러의 회전을 통하여 제2 렌즈의 제2 중심축에 평행하게 진행할 수 있다.
- [0102] 만일 2개 미러의 회전을 통하여 입사되는 주광선을 제2 렌즈의 제2 중심축과 평행하게 진행시키지 못하면, 각각의 분할 이미지를 생성할 수 없으므로, 고해상도의 이미지를 획득할 수 없다.
- [0103] 따라서 주광선의 입사 위치에 따라 메인 2-자유도 미러와 보조 2-자유도 미러의 회전을 조절하여, 주광선이 어떠한 각도 및 위치에서 입사하더라도 제2 렌즈의 제2 중심축에 평행하게 진행시켜, 제2 이미지 평면에 분할 이미지를 생성할 수 있도록 하는 것이 매우 중요하다.
- [0105] 도 7은 본 발명의 제1 렌즈의 다양한 실시예를 나타낸다.
- [0106] 도면에서 Stop은 구경조리개를 나타내고, M1은 메인 2-자유도 미러를 나타낸다. 구경조리개는 M1에 위치할 수 있다.
- [0107] 상기 제1 렌즈로는 볼록렌즈, 오목렌즈, 평면유리창 등이 제한 없이 사용될 수 있다.
- [0108] 상기 제1 렌즈는 입사동, 출사동 및 조리개를 동일한 위치에 구비하는 볼렌즈가 될 수도 있고, 볼렌즈 없이 입사동, 출사동 및 조리개가 M1 미러에 구비될 수도 있다. 도 7과 같이 구경조리개가 M1에 위치하는 경우 입사하는 모든 주광선은 M1의 중심으로 입사할 수 있어, 도 3 내지 6에 구비된 M2(보조 2-자유도 미러)를 사용할 필요가 없게 된다. 본 발명에서 상기 M1(메인 2-자유도 미러)은 제1 중심축에 대하여 45° 기울어져 배치된다. 그러면 구경조리개를 제1 중심축과 평행하게 나온 주광선은 자동으로 M1의 중심에 입사하게 되는데, 제1 중심축에 평행하게 입사하는 주광선은 M1의 회전 없이 분할상을 결상하는 제2 렌즈의 중심으로 입사할 수 있다. 즉, 상기 제1 중심축에 평행하게 입사한 주광선은 M1 미러의 회전 없이 제2 렌즈의 제2 중심축에 평행하게 진행함으로써 각각의 분할 이미지를 생성할 수 있다.
- [0109] 한편 제1 중심축과 일정 각도를 이루면서 입사하는 주광선은 M1의 중심으로 입사하고, M1의 중심에 입사된 주광선을 제2 렌즈의 제 2 중심축과 평행하면서 제2 렌즈의 중심으로 전달하기 위해서는 M1을 일정 각도 회전해야

한다. 즉, 제1 중심축에 평행하게 입사하지 않는 주광선은 M1 미러의 회전을 통하여 제2 렌즈의 제2 중심축과 일치하도록 진행시킬 수 있다.

[0111] 도 8은 본 발명의 일실시예에 따른 미러 시스템의 회전방향에 따른 부호를 나타낸다.

[0112] 도면에서 M1은 메인 2-자유도 미러를 나타내고, α 는 yz 평면에서 미러가 회전하는 각도를 나타내며, β 는 xz 평면에서 미러가 회전하는 각도를 나타낸다. 이때 α 및 β 는 시계 방향으로 회전하는 경우 양의 값을 나타내고 반시계 방향으로 회전하는 경우 음의 값을 나타낸다.

[0113] 본 발명에서 미러의 초기 위치로 $M1^{(\alpha, \beta)}$ 은 $M1(45^\circ, 45^\circ)$ 이다.

[0114] 제1 중심축과 평행하게 입사하는 주광선은 M1의 회전 없이 제2 렌즈의 중심으로 입사할 수 있다. 즉, 상기 제1 중심축에 평행하게 입사한 주광선은 M1 미러의 회전 없이 제2 렌즈의 제2 중심축에 평행하게 진행함으로써 분할 이미지를 생성할 수 있다.

[0115] 그러나 제1 중심축과 일정 각도를 이루면서 입사하는 주광선을 제2 렌즈의 제2 중심축과 일치하도록 중심으로 전달하기 위해서는 M1을 일정 각도 회전해야 한다.

[0116] 따라서 주광선의 입사 각도에 따라 메인 2-자유도 미러의 회전 각도를 미리 계산하여, 이를 바탕으로 미러의 회전 각도를 조절함으로써 주광선이 어떠한 각도 및 위치에서 입사하더라도 제2 렌즈의 제2 중심축에 평행하게 진행시킬 수 있다.

[0118] 도 9는 본 발명의 미러 시스템의 회전각도 계산을 위한 모델을 나타낸다.

[0119] 입사하는 모든 주광선은 M1의 중심에 입사하게 되는데, 입사하는 주광선이 제1 렌즈의 제1 중심축과 이루는 각도에 따라 M1의 회전각도는 달라진다.

[0120] 따라서 주광선의 입사 각도에 따라 메인 2-자유도 미러의 회전 각도를 계산하여 미러의 회전각도의 궤도를 고찰하는 것은 매우 중요하다.

[0122] 도 10 내지 12는 본 발명의 이미징 시스템에서 입사하는 주광선의 각도에 따른 미러의 회전각도를 나타낸다.

[0123] 본 발명에서 미러의 초기 위치로 $M1^{(\alpha, \beta)}$ 은 $M1(45^\circ, 45^\circ)$ 이다.

[0124] 제1 중심축과 평행하게 입사하는 주광선은 M1의 회전 없이 제2 렌즈의 중심으로 전달되므로, 회전각도 α 및 β 는 0° 이다(도 10 및 11).

[0125] 그러나 제1 중심축과 일정 각도를 이루면서 입사하는 주광선은 입사된 주광선을 제2 렌즈의 중심으로 전달하기 위해서는 M1을 일정 각도 회전해야 한다.

[0126] 주광선이 제1 중심축과 평행하게 입사하지 않는 경우, M1의 회전각도 α 의 값은 M1의 중심으로부터 좌우 영역에서는 그 수치가 대칭이며, M1의 중심으로부터 멀어질수록 그 수치가 증가한다. 한편 M1의 중심으로부터 상하 영역에서는 그 수치가 위로 갈수록 음의 값을 나타내고, 아래로 갈수록 양의 값을 나타내며, M1의 중심으로부터 멀어질수록 그 수치의 절대값이 증가한다(도 10).

[0127] M1의 회전각도 α 의 값을 색지수(Color Index)로 나타내면, M1(메인 2-자유도 미러)의 회전각도 α 의 궤도는 좌우 대칭인 동심원 형상을 나타낸다(도 12).

[0128] 한편, M1의 회전각도 β 의 값은 M1의 중심으로부터 좌우 영역에서는 그 수치가 플러스, 마이너스 대칭이며, M1의 중심으로부터 멀어질수록 그 수치의 절대값이 증가한다. 한편 M1의 중심으로부터 상하 영역에서는 아래로 갈수록 그 수치의 절대값이 감소한다(도 10).

[0129] M1의 회전각도 β 의 값을 색지수로 나타내면, M1(메인 2-자유도 미러)의 회전각도 β 의 궤도는 상하로 사선 형상이고 좌우 플러스, 마이너스 대칭을 나타낸다(도 12).

[0130] 본 발명은 주광선의 입사 각도에 따라 메인 2-자유도 미러의 회전을 조절하여, 주광선이 어떠한 각도 및 위치에서 입사하더라도 제2 렌즈의 제2 중심축과 일치하면서 평행하게 진행시켜, 제2 이미지 평면에 분할 이

미지가 효과적으로 생성될 수 있어 고해상도의 이미지를 쉽게 획득할 수 있다.

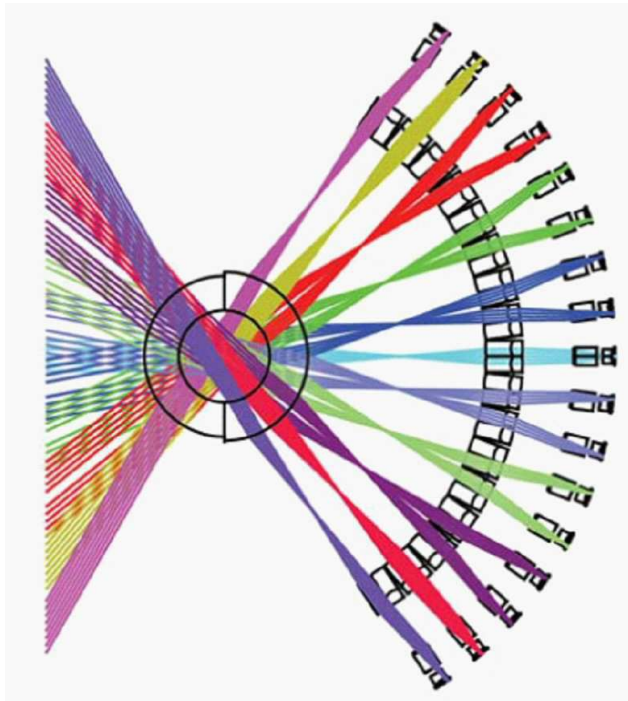
부호의 설명

[0132]

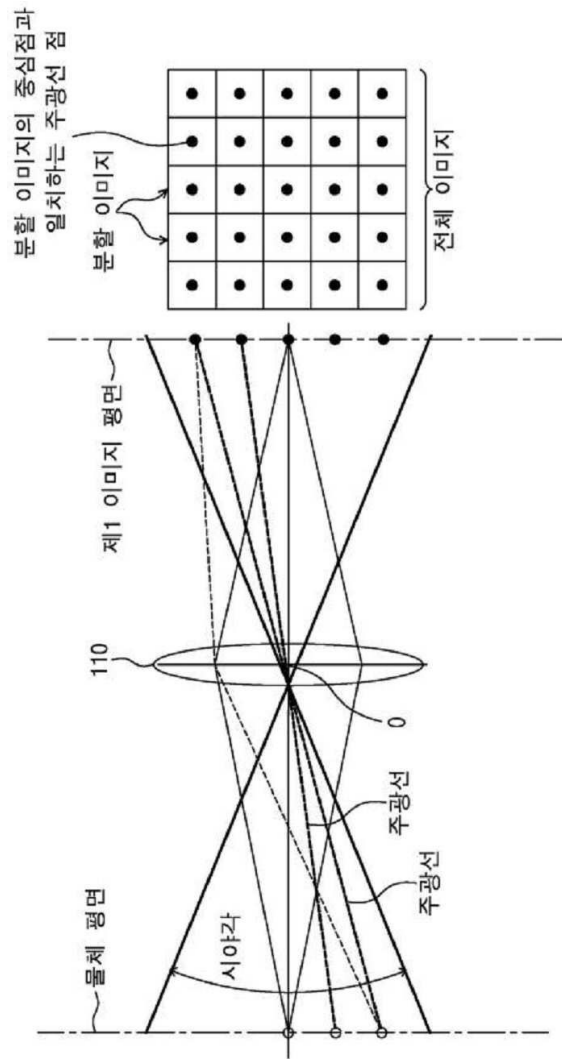
- | | |
|------------------|----------------------|
| 110: 제1 렌즈 | |
| 120: 메인 2-자유도 미러 | 122: 메인 2-자유도 미러 구동부 |
| 130: 보조 2-자유도 미러 | 132: 보조 2-자유도 미러 구동부 |
| 134: 선형 운동부 | |
| 140: 제2 렌즈 | 142: 구경조리개 |
| 150: 이미지 센서 어레이 | 160: 처리부 |

도면

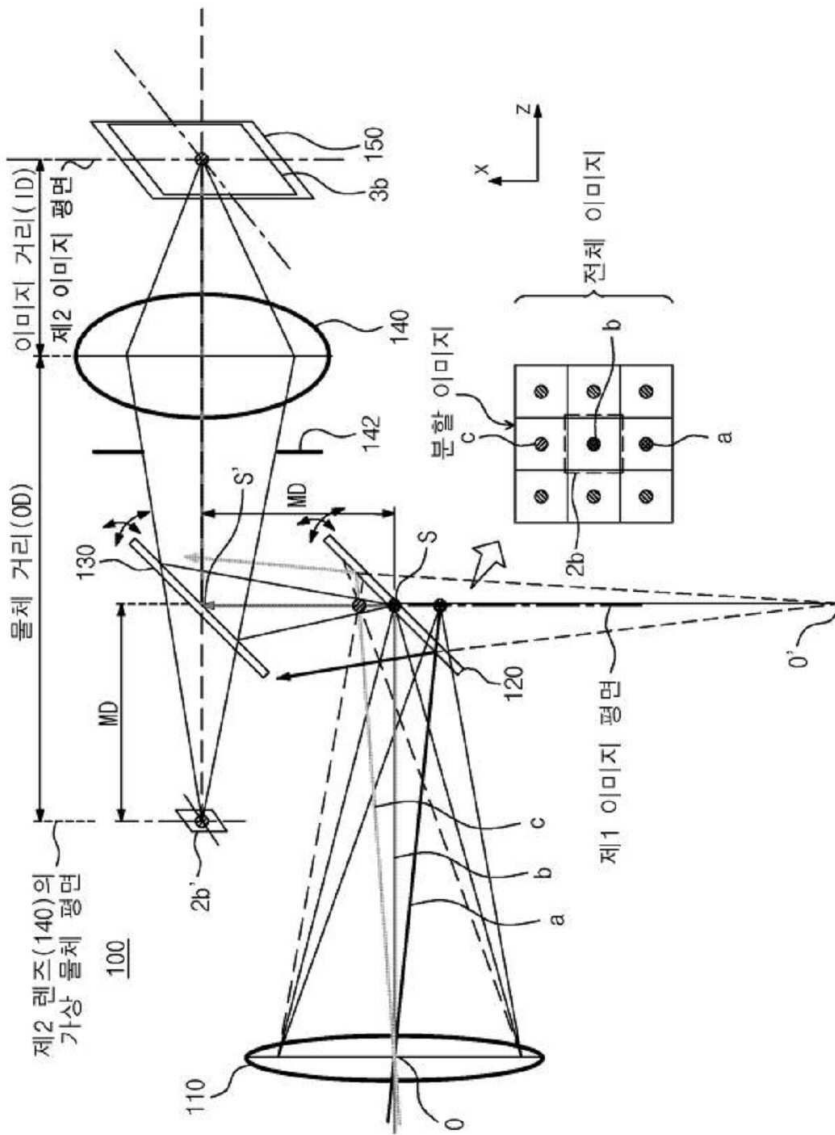
도면1



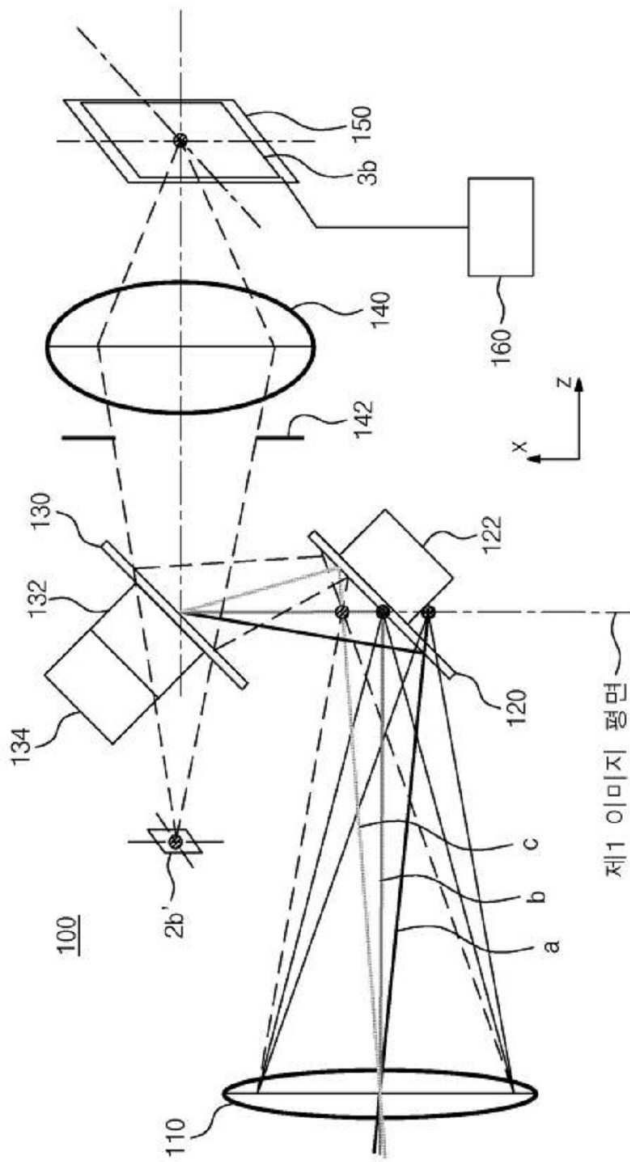
도면2



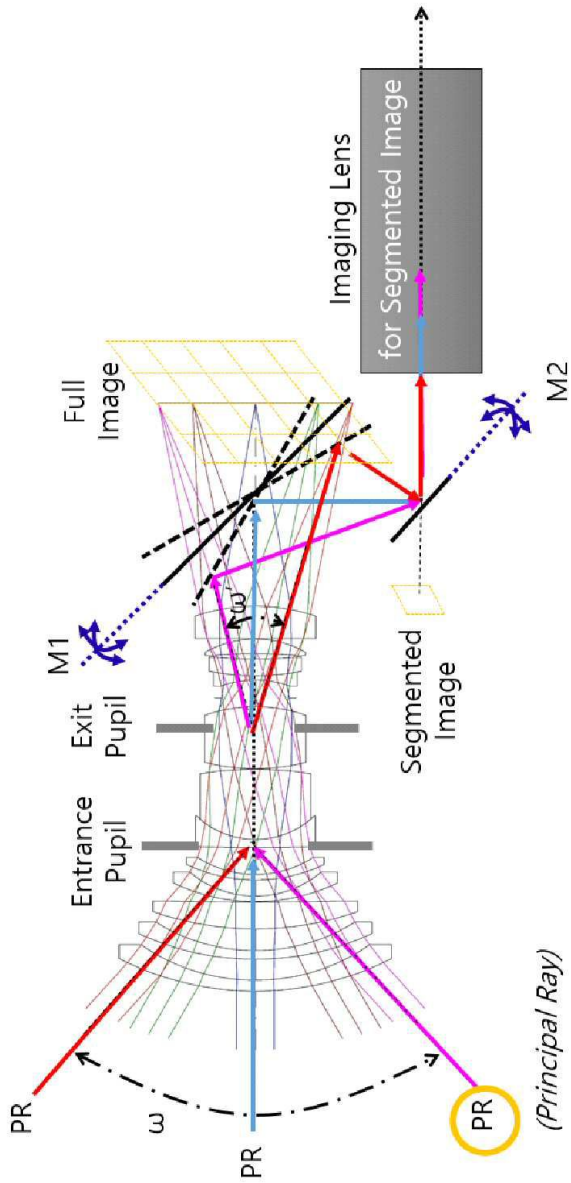
도면3



도면4

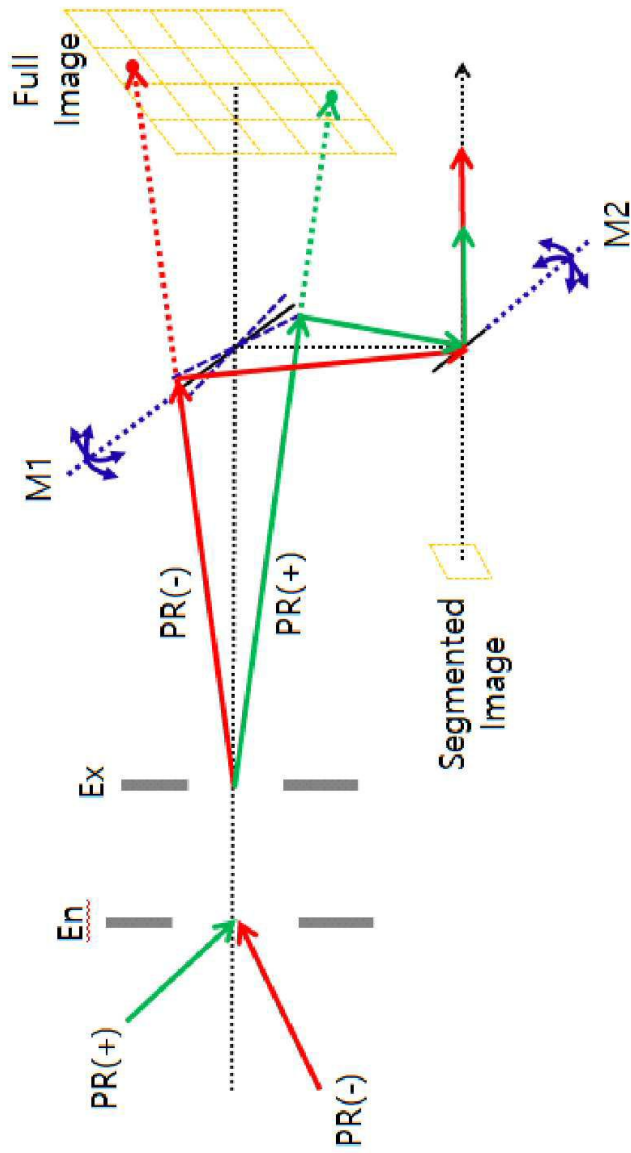


도면5

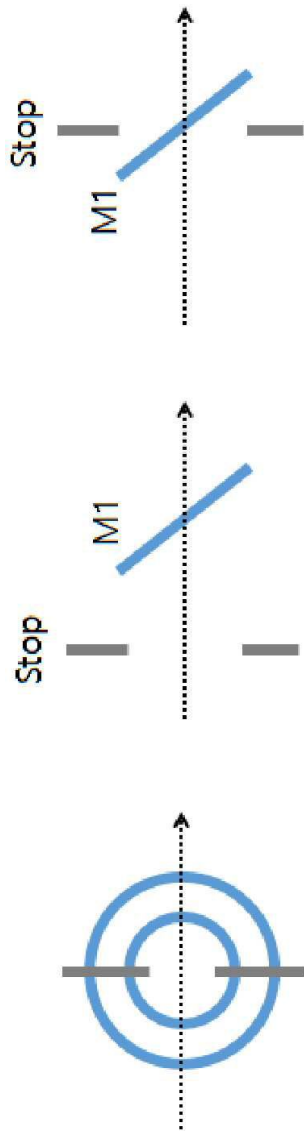


2

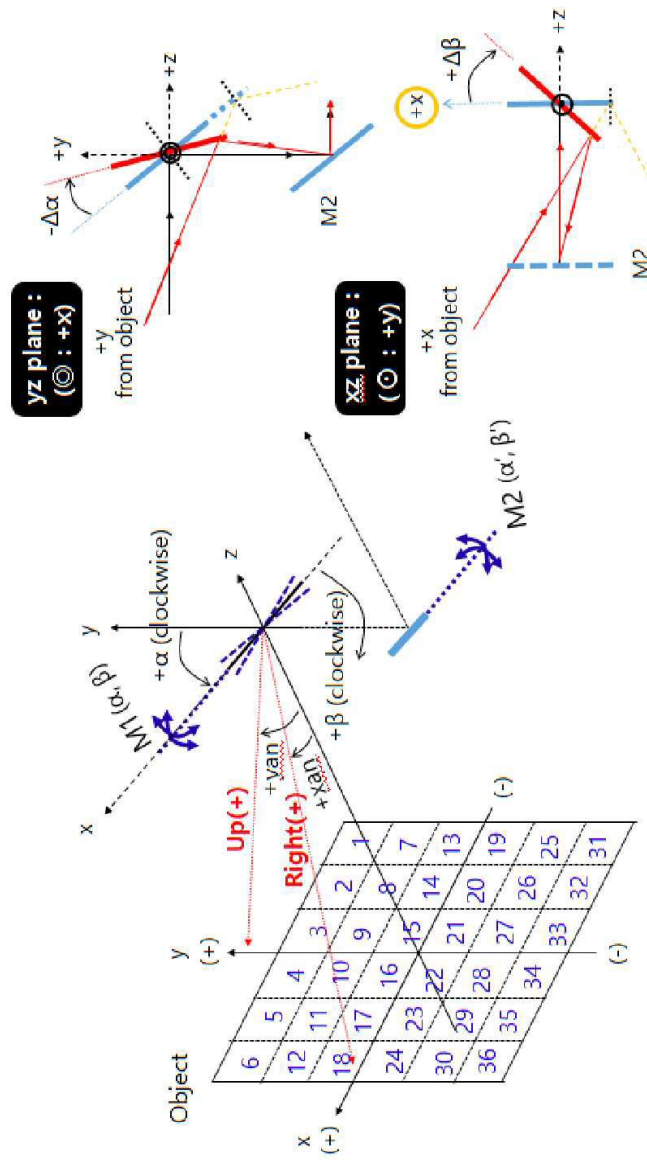
도면6



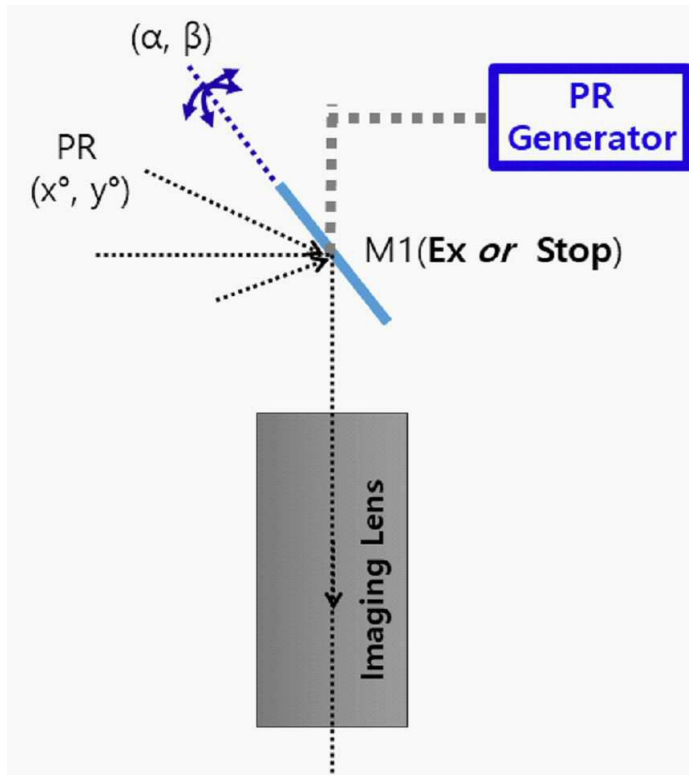
도면7



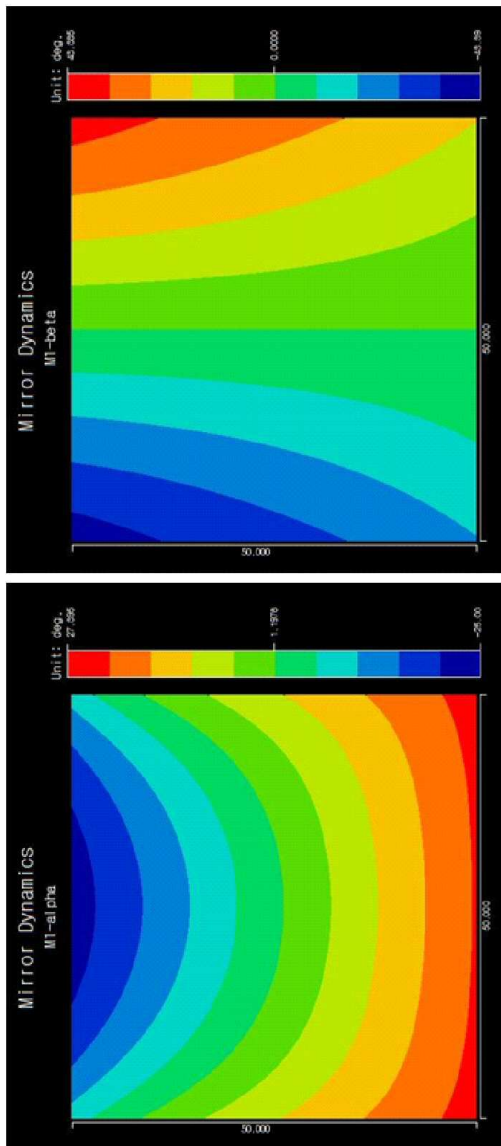
도면8



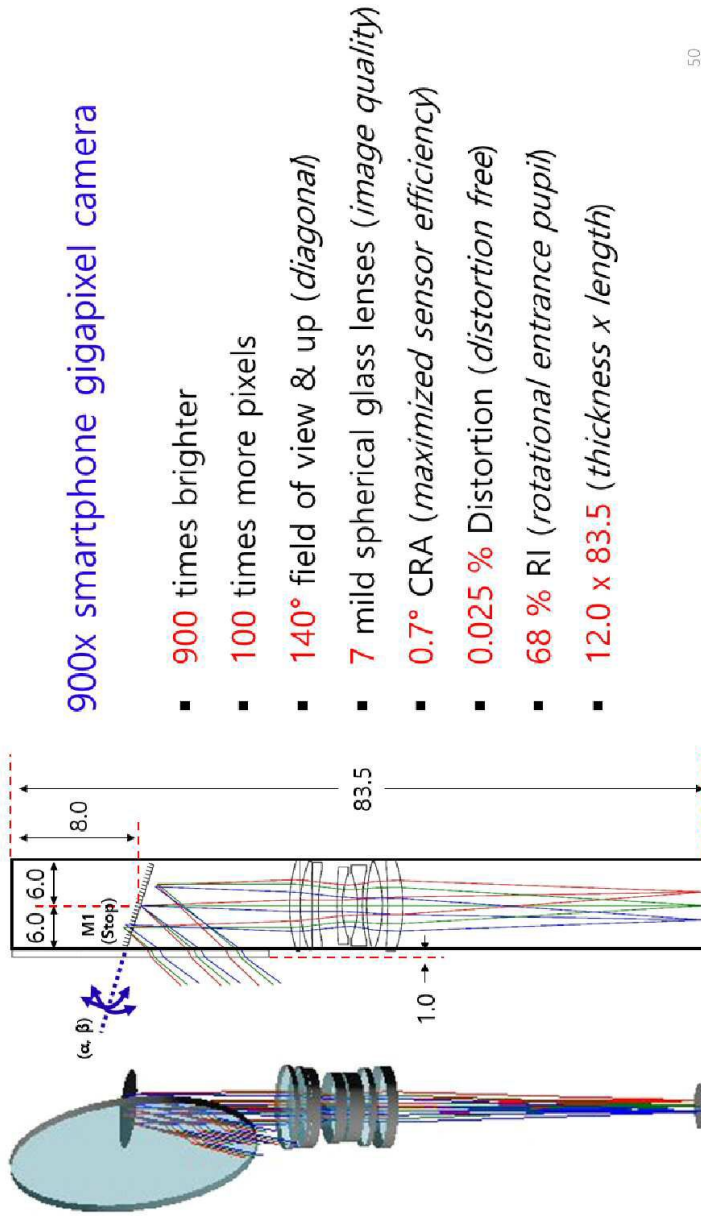
도면9



도면12



도면13



900x smartphone gigapixel camera

- 900 times brighter
- 100 times more pixels
- 140° field of view & up (*diagonal*)
- 7 mild spherical glass lenses (*image quality*)
- 0.7° CRA (*maximized sensor efficiency*)
- 0.025 % Distortion (*distortion free*)
- 68 % RI (*rotational entrance pupil*)
- 12.0 x 83.5 (*thickness x length*)