(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0172896
(43) 공개일자 2024년12월10일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G03H 1/04 (2006.01) *G02B 3/00* (2022.01)
G03H 1/22 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G03H 1/04 (2013.01)
G02B 3/00 (2022.01)
(21) 출원번호 10-2023-0071521
(22) 출원일자 2023년06월02일
심사청구일자 2023년06월02일

(71) 출원인
세종대학교산학협력단
서울특별시 광진구 능동로 209 (군자동, 세종대학교)
주식회사 큐빅셀
서울특별시 광진구 능동로 209, 세종대학교대양에이아이센터302호(군자동)
(72) 발명자
김태근
서울특별시 양천구 목동서로 400, 1021동 805호 (신정동, 목동신시가지아파트10단지)
김봉연
서울특별시 광진구 군자로7길 10, 701호 (화양동)
이응준
서울특별시 광진구 능동로50길 39, 101동 201호 (중곡동, 아크로빌)
(74) 대리인
특허법인태백

전체 청구항 수 : 총 13 항

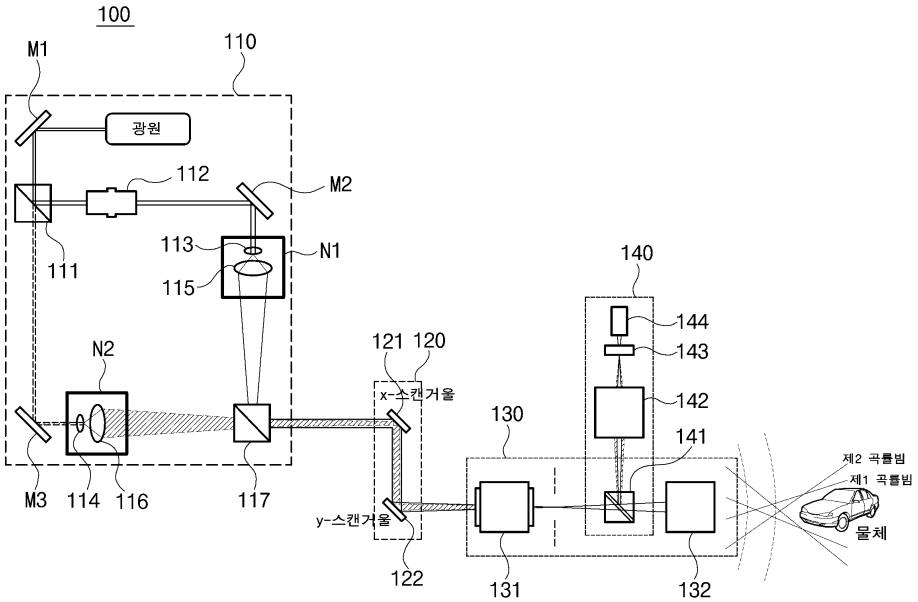
(54) 발명의 명칭 **결합형 집광부를 이용한 대면적 스캐닝 홀로그램 카메라 시스템**

(57) 요 약

본 발명은 결합형 집광부를 이용한 대면적 스캐닝 홀로그램 카메라 시스템에 관한 것이다. 본 발명에 따르면, 광원에서 분할된 제1 빔의 위상을 변조하여 제1 빔 곡률생성부를 통해 제1 곡률빔으로 변환하고 제2 빔을 제2 빔 곡률생성부를 통해 제2 곡률빔으로 변환한 후, 상기 제1 및 제2 곡률빔을 간섭시켜 스캔빔을 형성하는 스캔빔 생

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도1



성부; 상기 스캔빔을 입사받아 물체로 투사시키며, 상기 물체에 대한 스캔빔의 스캐닝 위치를 수평 및 수직 방향으로 제어하여 물체로 전달하기 위한 스캔부; 스캔렌즈와 이미징 렌즈계를 포함하며, 상기 스캔부로부터 전달받은 스캔빔을 상기 물체가 위치한 물체면(object plane)으로 투사하는 투사부; 및 상기 물체로부터 반사 또는 형광된 후 다시 상기 이미징 렌즈계를 통과한 빔을 검출하는 집광부를 포함하는 대면적 스캐닝 홀로그램 카메라 시스템을 제공한다.

본 발명에 따르면, 대면적에 대해서 고해상도의 스캐닝 홀로그램 카메라를 구현할 수 있다.

(52) CPC특허분류
G03H 2001/0436 (2024.08)
G03H 2001/221 (2013.01)

명 세 서

청구범위

청구항 1

광원에서 분할된 제1 빔의 위상을 변조하여 제1 빔 곡률생성부를 통해 제1 곡률빔으로 변환하고 제2 빔을 제2 빔 곡률생성부를 통해 제2 곡률빔으로 변환한 후, 상기 제1 및 제2 곡률빔을 간섭시켜 스캔빔을 형성하는 스캔빔 생성부;

상기 스캔빔을 입사받아 물체로 투사시키며, 상기 물체에 대한 스캔빔의 스캐닝 위치를 수평 및 수직 방향으로 제어하여 물체로 전달하기 위한 스캔부;

스캔렌즈와 이미징 렌즈계를 포함하며, 상기 스캔부로부터 전달받은 스캔빔을 상기 물체가 위치한 물체면(object plane)으로 투사하는 투사부; 및

상기 물체로부터 반사 또는 형광된 후 다시 상기 이미징 렌즈계를 통과한 빔을 검출하는 집광부를 포함하는 대면적 스캐닝 홀로그램 카메라 시스템.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 집광부는,

상기 스캔렌즈와 상기 이미징 렌즈계 사이에 배치되어, 상기 스캔렌즈를 통과한 빔을 상기 이미징 렌즈계로 전달하고, 상기 물체로부터 반사되어 다시 상기 이미징 렌즈계를 통과한 빔을 외부로 반사시키는 광 분할기;

상기 광 분할기에서 반사시킨 빔을 입사받는 집광 렌즈계; 및

상기 집광 렌즈계를 통과한 빔을 검출하는 광 검출기를 포함하는 대면적 스캐닝 홀로그램 카메라 시스템.

청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 이미징 렌즈계는,

상기 이미징 렌즈계의 이미징면에 도달한 스캔빔 패턴을 상기 물체가 있는 물체면으로 이미징하는 대면적 스캐닝 홀로그램 카메라 시스템.

청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 스캔부는,

상기 스캐닝 위치를 수평 및 수직 방향으로 제어하는 x-스캔부와 y-스캔부의 스캔 각도에 따라 상기 스캔렌즈의 광축에 대해 경사(slope)를 형성한 광축을 갖는 상기 스캔빔을 상기 스캔렌즈의 필드면으로 전달하는 대면적 스캐닝 홀로그램 카메라 시스템.

청구항 5

청구항 1에 있어서,

상기 스캔렌즈의 필드면과 상기 이미징 렌즈계의 이미징면의 위치가 동일한 경우 아래의 수학식을 만족하는 대면적 스캐닝 홀로그램 카메라 시스템:

$$\theta^{IL}_{input}(x,y) = \theta^{SL}_{output}(x,y)$$

여기서, $\theta_{input}^{IL}(x,y)$은 상기 이미징 렌즈계의 이미징면 상의 평면 좌표계를 x-y라 할 때 이미징면에서의 주광선의 광선각을 나타내고, $\theta_{output}^{SL}(x,y)$는 상기 스캔렌즈의 필드면 상의 평면 좌표계를 x-y라 할 때 필드면에서의 스캔빔의 광선각을 나타낸다.

청구항 6

청구항 1에 있어서,

상기 스캔렌즈의 필드면과 상기 이미징 렌즈계의 이미징면의 위치가 서로 상이하고 설정 거리 이격된 경우 아래의 수학식을 만족하는 대면적 스캐닝 홀로그램 카메라 시스템:

$$\theta_{input}^{IL}\left(x+\tan\left(\theta_{output}^{SL}(x,y)\Delta z\right), y+\tan\left(\theta_{output}^{SL}(x,y)\Delta z\right)\right)=\theta_{output}^{SL}(x,y)$$

여기서, Δz는 상기 스캔렌즈의 필드면과 이미징 렌즈계의 이미징면 사이의 거리를 나타내고, $\theta_{input}^{IL}(x,y)$은 상기 이미징 렌즈계의 이미징면 상의 평면 좌표계를 x-y라 할 때 이미징면에서의 주광선의 광선각을 나타내고, $\theta_{output}^{SL}(x,y)$는 상기 스캔렌즈의 필드면 상의 평면 좌표계를 x-y라 할 때 필드면에서의 스캔빔의 광선각을 나타낸다.

청구항 7

청구항 1에 있어서,

상기 스캔렌즈의 필드면에서 필드(field) 크기는 스캔렌즈의 앞 초점거리와 스캔 각도에 의해 아래 수학식을 통해 결정되는 대면적 스캐닝 홀로그램 카메라 시스템:

$$\text{Field Size}\left(D_{field}\right)=f_{\text{FFL}}\times\tan(\theta_S)$$

여기서, D_{field}는 상기 스캔렌즈의 필드면에서 필드 크기로서 상기 이미징 렌즈계의 이미징면의 필드 크기와 같거나 작으며, f_{FFL}는 상기 스캔렌즈의 앞초점거리(Front Focal Length)를 나타내고, θ_S는 상기 스캔렌즈의 스캔각도로서 최대 스캔 반각을 나타낸다.

청구항 8

청구항 1에 있어서,

상기 투사부는,

상기 스캔렌즈와 이미징 렌즈계 사이에 배치되어 상기 스캔렌즈와 상기 이미징 렌즈계의 광축의 중심을 맞춰주는 광축변환렌즈를 더 포함하는 대면적 스캐닝 홀로그램 카메라 시스템.

청구항 9

청구항 8에 있어서,

상기 투사부는,

필드면에서 광선각이 0도인 텔레센트릭 타입의 스캔렌즈, 상기 광축변환렌즈, 이미징면에서 주광선의 광선각이 0도 이상인 이미징 렌즈계를 포함한 제1 구조,

상기 텔레센트릭 타입의 스캔렌즈, 상기 광축변환 렌즈, 그리고 이미징면에서 주광선의 광선각이 0도 이하인 이미징 렌즈계를 포함한 제2 구조,

필드면에서 광선각이 0도 이상인 스캔렌즈, 상기 광축변환렌즈, 이미징면에서 주광선의 광선각이 0도 이상인 이미징 렌즈계를 포함한 제3 구조,

필드면에서 광선각이 0도 이상인 스캔렌즈, 상기 광축변환렌즈, 이미징면에서 주광선의 광선각이 0도 이하인 이미징 렌즈계를 포함한 제4 구조,

필드면에서 광선각이 0도 이하인 스캔렌즈, 상기 광축변환렌즈, 이미징면에서 주광선의 광선각이 0도 이상인 이미징 렌즈계를 포함한 제5 구조, 그리고

필드면에서 광선각이 0도 이하인 스캔렌즈, 상기 광축변환렌즈, 이미징면에서 주광선의 광선각이 0도 이하인 이미징 렌즈계를 포함한 제6 구조 중에서 선택된 구조로 구현되는 대면적 스캐닝 홀로그램 카메라 시스템.

청구항 10

청구항 8에 있어서,

상기 스캔렌즈의 필드면과 상기 광축변환렌즈의 물체면의 위치가 동일한 경우 아래의 수학식을 만족하는 대면적 스캐닝 홀로그램 카메라 시스템:

$$\theta_{input}^{OCL}(x,y) = \theta_{output}^{SL}(x,y)$$

여기서, $\theta_{input}^{OCL}(x,y)$ 은 상기 광축변환렌즈의 물체면 상의 평면 좌표계를 x-y라 할 때 물체면에서의 주광선의 광선각을 나타내고, $\theta_{output}^{SL}(x,y)$ 는 상기 스캔렌즈의 필드면 상의 평면 좌표계를 x-y라 할 때 필드면에서의 스캔빔의 광선각을 나타낸다.

청구항 11

청구항 8에 있어서,

상기 스캔렌즈의 필드면과 상기 광축변환렌즈의 물체면의 위치가 서로 상이하고 설정 거리 이격된 경우 아래의 수학식을 만족하는 대면적 스캐닝 홀로그램 카메라 시스템:

$$\theta_{input}^{OCL}\left(x + \tan\left(\theta_{output}^{SL}(x,y)\Delta z\right), y + \tan\left(\theta_{output}^{SL}(x,y)\Delta z\right)\right) = \theta_{output}^{\mathrm{SL}}(x,y)$$

여기서, Δz 는 상기 스캔렌즈의 필드면과 상기 광축변환렌즈의 물체면 사이의 거리를 나타내고, $\theta_{input}^{OCL}(x,y)$ 은 상기 광축변환렌즈의 물체면 상의 평면 좌표계를 x-y라 할 때 물체면에서의 주광선의 광선각을 나타내고, $\theta_{output}^{SL}(x,y)$ 는 상기 스캔렌즈의 필드면 상의 평면 좌표계를 x-y라 할 때 필드면에서의 스캔빔의 광선각을 나타낸다.

청구항 12

청구항 8에 있어서,

상기 광축변환렌즈의 이미징면과 상기 이미징 렌즈계의 이미징면의 위치가 동일한 경우 아래의 수학식을 만족하는 대면적 스캐닝 홀로그램 카메라 시스템:

$$\theta_{input}^{IL}(x,y) = \theta_{output}^{OCL}(x,y)$$

여기서, $\theta_{input}^{IL}(x,y)$ 은 상기 이미징 렌즈계의 이미지면 상의 평면 좌표계를 x-y라 할때 이미징면에서의 주광선의 광선각을 나타내고, $\theta_{output}^{\mathrm{OCL}}(x,y)$ 은 상기 광축변환렌즈의 이미징면 상의 평면 좌표계를 x-y라 할 때 이미징면에서의 스캔빔의 광선각을 나타낸다.

청구항 13

청구항 8에 있어서,

상기 광축변환렌즈의 이미징면과 상기 이미징 렌즈계의 이미징면의 위치가 서로 상이하고 설정 거리 이격된 경우 아래의 수학식을 만족하는 대면적 스캐닝 홀로그램 카메라 시스템:

$$\theta_{input}^{IL}\left(x + \tan\left(\theta_{output}^{OCL}(x,y)\Delta z\right), y + \tan\left(\theta_{output}^{OCL}(x,y)\Delta z\right)\right) = \theta_{output}^{\mathrm{OCL}}(x,y)$$

여기서, Δz는 상기 광축변환렌즈의 이미징면과 상기 이미징 렌즈계의 이미징면 사이의 거리를 나타내고, $\theta_{input}^{IL}(x,y)$은 상기 이미징 렌즈계의 이미지면 상의 평면 좌표계를 x-y라 할때 이미징면에서의 주광선의 광선각을 나타내고, $\theta_{output}^{OCL}(x,y)$은 상기 광축변환렌즈의 이미징면 상의 평면 좌표계를 x-y라 할 때 이미징면에서의 스캔빔의 광선각을 나타낸다.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 결합형 집광부를 이용한 대면적 스캐닝 홀로그램 카메라 시스템에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 고해상도로 대면적에 대해 스캐닝 홀로그램을 촬영할 수 있는 결합형 집광부를 이용한 대면적 스캐닝 홀로그램 카메라 시스템에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 종래에 따른 광 스캐닝 홀로그램 카메라는 간섭계를 이용하여 프레넬 윤대판(Fresnel zone plate)의 공간 분포를 갖는 빔 패턴을 형성하며, 형성한 빔 패턴을 스캔 거울 통해 물체에 투사하고, 물체로부터 반사된 빔을 집광하는 방식으로 물체의 홀로그램을 획득한다.

[0003] 하지만, 이와 같은 종래의 방식은 프레넬 윤대판의 크기가 스캔 거울의 반사면의 크기보다 적어야 하고 스캔 거울의 스캔 각의 범위와 대상체의 거리에 따라 촬영 대상 면적이 결정되어 대면적에 대해서 고해상도로 홀로그램을 촬영하기 어려웠다.

[0004] 본 발명의 배경이 되는 기술은 한국등록특허 제1304695호(2013.09.06 공고)에 개시되어 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명은 대면적에 대해서 고해상도의 스캐닝 홀로그램 카메라를 구현할 수 있는 결합형 집광부를 이용한 대면적 스캐닝 홀로그램 카메라 시스템을 제공하는데 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0006] 본 발명은, 광원에서 분할된 제1 빔의 위상을 변조하여 제1 빔 곡률생성부를 통해 제1 곡률빔으로 변환하고 제2 빔을 제2 빔 곡률생성부를 통해 제2 곡률빔으로 변환한 후, 상기 제1 및 제2 곡률빔을 간섭시켜 스캔빔을 형성하는 스캔빔 생성부; 상기 스캔빔을 입사받아 물체로 투사시키며, 상기 물체에 대한 스캔빔의 스캐닝 위치를 수평 및 수직 방향으로 제어하여 물체로 전달하기 위한 스캔부; 스캔렌즈와 이미징 렌즈계를 포함하며, 상기 스캔부로부터 전달받은 스캔빔을 상기 물체가 위치한 물체면(object plane)으로 투사하는 투사부; 및 상기 물체로부터 반사 또는 형광된 후 다시 상기 이미징 렌즈계를 통과한 빔을 검출하는 집광부를 포함하는 대면적 스캐닝 홀로그램 카메라 시스템을 제공한다.

[0007] 또한, 상기 집광부는, 상기 스캔렌즈와 상기 이미징 렌즈계 사이에 배치되어, 상기 스캔렌즈를 통과한 빔을 상기 이미징 렌즈계로 전달하고, 상기 물체로부터 반사되어 다시 상기 이미징 렌즈계를 통과한 빔을 반사시키는 광 분할기; 상기 광 분할기에서 반사시킨 빔을 입사받는 집광 렌즈계; 및 상기 집광 렌즈계를 통과한 빔을 검출하는 광 검출기를 포함할 수 있다.

[0008] 또한, 상기 이미징 렌즈계는, 상기 이미징 렌즈계의 이미징면에 도달한 스캔빔 패턴을 상기 물체가 있는 물체면으로 이미징할 수 있다.

[0009] 또한, 상기 스캔부는, 상기 스캐닝 위치를 수평 및 수직 방향으로 제어하는 x-스캔부와 y-스캔부의 스캔 각도에 따라 상기 스캔렌즈의 광축에 대해 경사(slope)를 형성한 광축을 갖는 상기 스캔빔을 상기 스캔렌즈의 필드면으로 전달할 수 있다.

[0010] 또한, 상기 스캔렌즈의 필드면과 상기 이미징 렌즈계의 이미징면의 위치가 동일한 경우 아래의 수학식을 만족할

수 있다.

[0011] $$\theta_{input}^{IL}(x,y) = \theta_{output}^{SL}(x,y)$$

[0012] 여기서, $\theta_{input}^{IL}(x,y)$은 상기 이미징 렌즈계의 이미징면 상의 평면 좌표계를 x-y라 할 때 이미징면에서의 주광선의 광선각을 나타내고, $\theta_{output}^{SL}(x,y)$는 상기 스캔렌즈의 필드면 상의 평면 좌표계를 x-y라 할 때 필드면에서의 스캔빔의 광선각을 나타낸다.

[0013] 또한, 상기 스캔렌즈의 필드면과 상기 이미징 렌즈계의 이미징면의 위치가 서로 상이하고 설정 거리 이격된 경우 아래의 수학식을 만족할 수 있다.

[0014] $$\theta_{input}^{IL}\left(x + \tan\left(\theta_{output}^{SL}(x,y)\Delta z\right), y + \tan\left(\theta_{output}^{SL}(x,y)\Delta z\right)\right) = \theta_{output}^{\mathrm{SL}}(x,y)$$

[0015] 여기서, Δz는 상기 스캔렌즈의 필드면과 이미징 렌즈계의 이미징면 사이의 거리를 나타내고, $\theta_{input}^{IL}(x,y)$은 상기 이미징 렌즈계의 이미징면 상의 평면 좌표계를 x-y라 할 때 이미징면에서의 주광선의 광선각을 나타내고, $\theta_{output}^{SL}(x,y)$는 상기 스캔렌즈의 필드면 상의 평면 좌표계를 x-y라 할 때 필드면에서의 스캔빔의 광선각을 나타낸다.

[0016] 또한, 상기 스캔렌즈의 필드면에서 필드(field) 크기는 스캔렌즈의 앞 초점거리와 스캔 각도에 의해 아래 수학식을 통해 결정될 수 있다.

[0017] $$\text{Field Size}\left(D_{field}\right) = f_{\mathrm{FFL}} \times \tan(\theta_S)$$

[0018] 여기서, D_{field}는 상기 스캔렌즈의 필드면에서 필드 크기로서 상기 이미징 렌즈계의 이미징면의 필드 크기와 같거나 작으며, f_{FFL}는 상기 스캔렌즈의 앞초점거리(Front Focal Length)를 나타내고, θ_S는 상기 스캔렌즈의 스캔각도로서 최대 스캔 반각을 나타낸다.

[0019] 또한, 상기 투사부는, 상기 스캔렌즈와 이미징 렌즈계 사이에 배치되어 상기 스캔렌즈와 상기 이미징 렌즈계의 광축의 중심을 맞춰주는 광축변환렌즈를 더 포함할 수 있다.

[0020] 또한, 상기 투사부는, 필드면에서 광선각이 0도인 텔레센트릭 타입의 스캔렌즈, 상기 광축변환렌즈, 이미징면에서 주광선의 광선각이 0도 이상인 이미징 렌즈계를 포함한 제1 구조, 상기 텔레센트릭 타입의 스캔렌즈, 상기 광축변환 렌즈, 그리고 이미징면에서 주광선의 광선각이 0도 이하인 이미징 렌즈계를 포함한 제2 구조, 필드면에서 광선각이 0도 이상인 스캔렌즈, 상기 광축변환렌즈, 이미징면에서 주광선의 광선각이 0도 이상인 이미징 렌즈계를 포함한 제3 구조, 필드면에서 광선각이 0도 이상인 스캔렌즈, 상기 광축변환렌즈, 이미징면에서 주광선의 광선각이 0도 이하인 이미징 렌즈계를 포함한 제4 구조, 필드면에서 광선각이 0도 이하인 스캔렌즈, 상기 광축변환렌즈, 이미징면에서 주광선의 광선각이 0도 이상인 이미징 렌즈계를 포함한 제5 구조, 그리고 필드면에서 광선각이 0도 이하인 스캔렌즈, 상기 광축변환렌즈, 이미징면에서 주광선의 광선각이 0도 이하인 이미징 렌즈계를 포함한 제6 구조 중에서 선택된 구조로 구현될 수 있다.

[0021] 또한, 상기 스캔렌즈의 필드면과 상기 광축변환렌즈의 물체면의 위치가 동일한 경우 아래의 수학식을 만족할 수 있다.

[0022] $$\theta_{input}^{OCL}(x,y) = \theta_{output}^{SL}(x,y)$$

[0023] 여기서, $\theta_{input}^{OCL}(x,y)$은 상기 광축변환렌즈의 물체면 상의 평면 좌표계를 x-y라 할 때 물체면에서의 주광선의 광선각을 나타내고, $\theta_{output}^{SL}(x,y)$는 상기 스캔렌즈의 필드면 상의 평면 좌표계를 x-y라 할 때 필드면에서의 스캔빔의 광선각을 나타낸다.

[0024] 또한, 상기 스캔렌즈의 필드면과 상기 광축변환렌즈의 물체면의 위치가 서로 상이하고 설정 거리 이격된 경우 아래의 수학식을 만족할 수 있다.

[0025] $$\theta_{input}^{OCL}\left(x+\tan\left(\theta_{output}^{SL}(x,y)\Delta z\right), y+\tan\left(\theta_{output}^{SL}(x,y)\Delta z\right)\right)=\theta_{output}^{\mathrm{SL}}(x,y)$$

[0026] 여기서, Δz는 상기 스캔렌즈의 필드면과 상기 광축변환렌즈의 물체면 사이의 거리를 나타내고, $\theta_{input}^{OCL}(x,y)$은 상기 광축변환렌즈의 물체면 상의 평면 좌표계를 x-y라 할 때 물체면에서의 주광선의 광선각을 나타내고, $\theta_{output}^{SL}(x,y)$는 상기 스캔렌즈의 필드면 상의 평면 좌표계를 x-y라 할 때 필드면에서의 스캔빔의 광선각을 나타낸다.

[0027] 또한, 상기 광축변환렌즈의 이미징면과 상기 이미징 렌즈계의 이미징면의 위치가 동일한 경우 아래의 수학식을 만족할 수 있다.

[0028] $$\theta_{input}^{IL}(x,y)=\theta_{output}^{OCL}(x,y)$$

[0029] 여기서, $\theta_{input}^{IL}(x,y)$은 상기 이미징 렌즈계의 이미지면 상의 평면 좌표계를 x-y라 할때 이미징면에서의 주광선의 광선각을 나타내고, $\theta_{output}^{\mathrm{OCL}}(x,y)$은 상기 광축변환렌즈의 이미징면 상의 평면 좌표계를 x-y라 할 때 이미징면에서의 스캔빔의 광선각을 나타낸다.

[0030] 또한, 상기 광축변환렌즈의 이미징면과 상기 이미징 렌즈계의 이미징면의 위치가 서로 상이하고 설정 거리 이격된 경우 아래의 수학식을 만족할 수 있다.

[0031] $$\theta_{input}^{IL}\left(x+\tan\left(\theta_{output}^{OCL}(x,y)\Delta z\right), y+\tan\left(\theta_{output}^{OCL}(x,y)\Delta z\right)\right)=\theta_{output}^{\mathrm{OCL}}(x,y)$$

[0032] 여기서, Δz는 상기 광축변환렌즈의 이미징면과 상기 이미징 렌즈계의 이미징면 사이의 거리를 나타내고, $\theta_{input}^{IL}(x,y)$은 상기 이미징 렌즈계의 이미지면 상의 평면 좌표계를 x-y라 할때 이미징면에서의 주광선의 광선각을 나타내고, $\theta_{output}^{\mathrm{OCL}}(x,y)$은 상기 광축변환렌즈의 이미징면 상의 평면 좌표계를 x-y라 할 때 이미징면에서의 스캔빔의 광선각을 나타낸다.

발명의 효과

[0033] 본 발명에 따르면, 대면적에 대해서 고해상도의 스캐닝 홀로그램 카메라를 구현할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0034] 도 1은 본 발명의 제1 실시예에 따른 대면적 스캐닝 홀로그램 카메라 시스템의 구성을 나타낸 도면이다.

도 2는 도 1에 도시된 투사부의 구성을 보다 구체적으로 설명하는 도면이다.

도 3은 본 발명의 제2 실시예에 따른 대면적 스캐닝 홀로그램 카메라 시스템의 구성을 나타낸 도면이다.

도 4는 도 3에 도시된 투사부의 구성을 보다 구체적으로 설명하는 도면이다.

도 5는 광학계에서 광선의 광선각을 설명하는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0035] 그러면 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시 예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시 예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.

[0036] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 "연결"되어 있다고 할 때, 이는 "직접적으로 연결"되어 있는 경우뿐 아니라, 그 중간에 다른 소자를 사이에 두고 "전기적으로 연결"되어 있는 경우도 포함한다. 또한 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아

니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.

[0037] 본 발명은 결합형 집광부를 이용한 대면적 스캐닝 홀로그램 카메라 시스템에 관한 것으로, 투사부와 집광부가 결합된 구조를 가지며 대면적에 대해서 고해상도의 스캐닝 홀로그램 카메라를 구현할 수 있는 스캐닝 홀로그램 카메라 시스템을 제안한다.

[0038] 이하에서는 본 발명의 실시예에 따른 결합형 집광부를 이용한 대면적 스캐닝 홀로그램 카메라 시스템을 도면을 통하여 더욱 구체적으로 설명한다.

[0039] 도 1은 본 발명의 제1 실시예에 따른 대면적 스캐닝 홀로그램 카메라 시스템의 구성을 나타낸 도면이다.

[0040] 도 1에 나타낸 것과 같이, 본 발명의 제1 실시예에 따른 대면적 스캐닝 홀로그램 카메라 시스템(100)은 스캔빔 생성부(110), 스캔부(120), 투사부(130) 및 집광부(140)를 포함한다. 이러한 기본 구조는 제2 실시예에서도 적용된다.

[0041] 먼저, 스캔빔 생성부(110)는 광원에서 분할된 제1 및 제2 빔 중 제1 빔을 주파수 천이시켜 제1 렌즈(115)를 통해 제1 곡률빔으로 변환하고, 제2 빔을 제2 렌즈(116)를 통해 제2 곡률빔으로 변환한 후, 제1 및 제2 곡률빔을 간섭시켜 스캔빔을 형성한다.

[0042] 스캔빔 생성부(110)는 광원을 제1 및 제2 빔으로 분할하여 제1 및 제2 곡률빔을 생성 후 생성된 두 빔을 다시 결합하는 마크젠더 간섭계 구조를 사용한다.

[0043] 스캔빔 생성부(110)는 제1 거울(M1), 광분할기(111), 주파수 천이수단(112), 제2 및 제3 거울(M2,M3), 제1 및 제2 빔 곡률생성부(N1,N2), 그리고 간섭수단(117)을 포함하며, 광원을 더 포함할 수 있다.

[0044] 광원은 전자기파를 발생시키는 부분이다. 광원은 전자기파의 발생이 가능한 레이저 발생기, LED(light emitting diode), 결맞음 길이(coherence length)가 짧은 헬로겐 광처럼 가간섭성(Coherence)이 낮은 빔 등의 다양한 수단을 포함할 수 있다. 이하에서는 광원을 레이저 발생기로 구현한 것을 대표 예시로 한다.

[0045] 광원으로부터 출력된 빔은 제1 거울(M1)에 전달된 후 반사되어 광분할기(111)로 입력된다.

[0046] 광분할기(111)는 입사되는 빔을 제1 빔과 제2 빔으로 분리하여, 제1 빔을 위상 변조수단(112)(음향-광 변조기)으로 전달하고 제2 빔을 제3 거울(M3)로 전달한다. 즉, 광분할기(111)에서 제1 빔의 경로를 따르는 빔은 위상 변조수단(112)에 전달되고, 제2 빔의 경로를 따르는 빔은 제3 거울(M3)로 전달된다.

[0047] 여기서, 광분할기(111)는 광 섬유 커플러(optical fiber coupler), 빔 스플리터(beam splitter), 기하위상렌즈(geometric phase lens), 회절광학소자 (Diffraction Optic Element) 등으로 구성될 수 있고, 자유 공간을 도파하여 빔을 외부로 전달하는 방식으로 구현될 수 있다. 여기서 기하위상렌즈 등 공축상(in-line)에서 빔을 분할할 수 있는 수단을 이용하는 경우 공축상에서 제1 빔과 제2 빔으로 분할할 수 있다. 이하에서는 각각의 광분할기를 빔 스플리터로 구현한 것을 가정한다.

[0048] 위상 변조수단(112)은 제1 빔을 주파수 천이시킨 후 제2 거울(M2)로 전달한다. 주파수 천위 수단 즉, 위상 변조수단은 함수 발생기(미도시)에서 발생된 주파수를 이용하여, 제1 빔의 주파수를 Ω 만큼 천이시켜 제2 거울(M2)로 전달할 수 있다. 여기서, 위상 변조수단은 음향 광 변조기(acousto-optic modulator), 전자 광 변조기(electro-optic modulator)을 포함한 전기 신호에 따라 빛의 위상을 변조하는 다양한 종류의 변조기로 구현될 수 있다.

[0049] 제2 거울(M2)에서 반사된 제1 빔은 제1 빔 곡률생성부(N1)로 전달된다. 제3 거울(M3)에서 반사된 제2 빔은 제2 빔 곡률생성부(N2)로 전달된다. 빔확대기는 콜리메이터로 구현될 수 있다.

[0050] 제1,2 빔 곡률 생성부(N1,N2)는 각각의 빔을 입사받아 콜리메이트된 빔을 포함하여 음의 곡률에서 양의 곡률 사이의 곡률을 갖는 확대된 빔을 생성한다.

[0051] 제1 빔 곡률 생성부(N1)의 구체적인 구현 예로는 제2 거울(M2)에서 반사된 제1 빔을 구면파로 변환하는 제1 렌즈(113)와 구면파를 입사받아 곡률이 있는 빔(제1 곡률빔)을 생성하는 제2 렌즈(115)를 갖는 빔 확대기로, 제1 렌즈(113)와 제2 렌즈(115)의 거리를 조정함으로써 빔의 곡률을 조정할 수 있다. 제2 빔 곡률 생성부(N2)의 구체적인 구현 예로는 제3 거울(M3)에서 반사된 제2 빔을 구면파로 변환하는 제3 렌즈(114)와 구면파를 입사받아 곡률이 있는 빔(제2 곡률빔)을 생성하는 제4 렌즈(116)를 갖는 빔 확대기로, 제3 렌즈(114)와 제4 렌즈(116)의 거리를 조정함으로써 빔의 곡률을 조정할 수 있다.

[0052] 제1 빔 곡률 생성부(N1)는 제1 빔을 제1 곡률 빔으로 변환하여 간섭수단(117)로 전달한다. 즉, 제1 빔 곡률 생성부(N1)는 제1 빔의 공간분포를 변조하여 제2 곡률 빔을 생성한다.

[0053] 제2 빔 곡률 생성부(N2)는 제2 빔을 제1 곡률 빔으로 변환하여 간섭수단(117)로 전달한다. 즉, 제2 빔 곡률 생성부(N2)는 제2 빔의 공간분포를 변조하여 제2 곡률 빔을 생성한다.

[0054] 생성된 제1 및 제2 곡률빔은 간섭수단(117)을 통과하면서 서로 간섭되어 스캔부(130)로 전달된다. 간섭수단(117)은 빔스플리터로 구현될 수 있다.

[0055] 간섭수단(117)은 제1 빔 곡률생성부(N1)를 통과한 제1 빔(제1 곡률 빔) 및 제2 빔 곡률생성부(N2)를 통과한 제2 빔(제2 곡률 빔)을 서로 중첩하고 간섭시켜서 프레넬 윤대 패턴(Fresnel zone pattern)의 간섭 패턴을 갖는 스캔빔을 형성한다. 여기서, 제1 곡률빔과 제2 곡률빔의 광축을 일치시키는 것이 바람직하다.

[0056] 이와 같이, 스캔빔 생성부(110)는 광원으로부터 분리된 제1 빔과 제2 빔을 제1 및 제2 곡률빔으로 변환 후 간섭수단(117)을 통해 서로 중첩시켜서 스캔빔을 형성하고 형성한 스캔빔을 스캔부(120)로 전달한다.

[0057] 스캔부(120)에 입사된 빔은 x-스캔부(예: 수평 스캔 거울)와 y-스캔부(예: 수직 스캔 거울)를 거쳐 투사부(130)로 전달될 수 있다.

[0058] 스캔부(120)는 물체에 대한 스캔빔의 스캐닝 위치를 수평 및 수직 방향으로 제어하도록 수평 스캔 거울(121)(이하, x-스캔 거울)과 수직 스캔 거울(122)(이하, y-스캔 거울)을 포함할 수 있다. 스캔부(120)는 이러한 스캔 거울을 이용하여 입사된 스캔빔을 수평 방향(x 방향)과 수직 방향(y 방향)으로 제어하여 투사부로 전달한다.

[0059] 본 발명의 실시예에서 스캔부(120)는 거울 스캐너를 사용한다. 거울 스캐너는 물체(투과체)를 y축을 중심으로 x 방향(좌우 방향)으로 스캔하는 x-스캔 거울(121)과 물체(투과체)를 x축을 중심으로 y 방향(상하 방향)으로 스캔하는 y-스캔 거울(122)을 갖는 x-y 스캐너로 구성된다. 물론, 본 발명의 경우 스캔부가 거울 스캐너로 한정되는 것은 아니며 이와 유사한 수단 또는 공지된 다른 스캔수단이 사용될 수 있다. 예를 들어, x-스캔 거울 및 y-스캔 거울 대신, x-공간 변조 스캐너 및 y-공간 변조 스캐너로 대체될 수 있다.

[0060] 이와 같이 스캔부(120)는 입사된 스캔빔을 수평 방향(x방향)과 수직 방향(y방향)으로 제어하여 제1 곡률빔과 제2 곡률빔의 중첩빔의 광축을 투사부(130)의 스캔렌즈(131)의 광축에 대해 경사있게 형성하여 투사부(130)로 전달한다.

[0061] 여기서 스캔부(120)는 스캐닝 위치를 수평 및 수직 방향으로 제어하는 x-스캔 거울과 y-스캔 거울의 스캔 각도에 따라 스캔렌즈(131)의 광축에 대해 경사(slope)를 형성한 광축을 갖는 스캔빔을 스캔렌즈(131)의 필드면(field plane)으로 전달할 수 있다.

[0062] 투사부(130)는 스캔부(120)와 물체 사이에 순차적으로 배치된 스캔렌즈(131) 및 이미징 렌즈계(132)를 포함한다. 투사부(130)는 스캔부(120)로부터 전달받은 스캔빔을 물체가 위치한 이미징 렌즈계(132)의 물체면(object plane)으로 투사할 수 있다.

[0063] 투사부(130)는 x-스캔 거울(121)과 y-스캔 거울(122) 사이에 afocal하게 결합하는 4-f 릴레이 렌즈 시스템으로 구현되어 x-스캔 거울(121)의 회전축과 y-스캔 거울(122)의 회전축을 스캔렌즈의 입사동에 위치시킬 수 있다. 4-f 릴레이 시스템을 사용하지 않는 경우 스캔렌즈의 입사동은 x-스캔 거울과 y-스캔 거울 사이에 위치하는 것이 바람직하다. 여기서, 스캔 거울의 회전축은 스캔렌즈의 입사동에 위치하되 스캔렌즈의 광축에 직교하여 위치하는 것이 바람직하다.

[0064] 스캔렌즈(131)는 스캔 거울의 각도에 따라서, 스캔렌즈(131)의 광축에 대해 경사를 형성하여 스캔렌즈(131)의 입사동에 전달된 제1 및 제2 곡률빔의 중첩된 빔(스캔빔)의 광축을 스캔렌즈(131)의 필드면에 스캔렌즈(131)의 광축으로부터 떨어진 위치에 위치시키는 역할을 할 수 있다. 여기서 스캔렌즈(131)는 f-theta 스캔렌즈, 텔레센트릭 f-theta 렌즈 등과 같이 상술한 역할을 수행 가능한 렌즈로 구현될 수 있다.

[0065] 도 2는 도 1에 도시된 투사부의 구성을 보다 구체적으로 설명하는 도면이다.

[0066] 도 2에 나타낸 것과 같이, 스캔렌즈(131)의 필드면에 위치한 스캔빔의 광축은 스캔렌즈(131)의 광축에 대해서 -90도에서 90도 사이의 광선각을 가질 수 있다.

[0067] 구체적으로, 스캔렌즈(131)의 필드면에서의 스캔빔의 각도는 스캔렌즈(131)의 필드면과 스캔렌즈(131)의 광축과

교차하는 지점을 원점으로 하는 필드면 상의 평면 좌표계를 x-y라 하면 $\theta_{output}^{SL}(x,y)$ 로 표현된다.

[0068] 여기서, 스캔렌즈(131)의 필드면에서의 스캔빔의 광선각은 필드면의 평면상(필드면 위치에서 스캔렌즈의 광축에 대해 직교하는 면)의 위치에 따른 함수일 수 있고, 상수일 수도 있다. 즉, 스캔렌즈(131)의 필드면에서의 스캔빔의 광선각은 $\theta_{output}^{SL}(x,y) = f^{SL}(x,y)$ 와 같이 평면 상의 위치(x,y)에 따른 함수로 정의될 수도 있고, $\theta_{output}^{SL}(x,y) = constant$ 와 같이 상수 값으로 정의될 수도 있다.

[0069] 스캔렌즈(131)가 텔레센트릭 스캔 렌즈로 구현된 경우, 스캔렌즈(131)의 필드면에서 출사되는 광선의 광선각은 필드면 평면상 위치에 대해 상수인 0도 즉, $\theta_{output}^{SL}(x,y) = 0$ 로 출사되며, 필드면의 평면상 위치에 무관하게 스캔 렌즈의 광축에 평행하게 된다.

[0070] 스캔렌즈(131)가 f-theta 스캔 렌즈로 구현되는 경우, 스캔렌즈(131)의 필드면에서 출사되는 광선의 광선각은 필드면의 평면상 위치에 따라 변경되는 함수 즉, $\theta_{output}^{SL}(x,y) = f^{SL}(x,y)$ 가 된다. 이 외에서 다양한 구성의 스캔렌즈가 활용될 수 있음은 물론이다.

[0071] 제1 곡률빔과 제2곡률빔의 중첩빔 즉, 스캔빔은 스캔렌즈(131)의 필드면에 전달된 후에 이미징 렌즈계(132)의 상면(image plane; 이하, 이미징면)으로 전달된다. 여기서 스캔렌즈(131)의 광축과 이미징 렌즈계(132)의 광축이 일치하게 위치시키는 것이 바람직하다. 이미징 렌즈계(132)는 이미징면에 도달한 스캔빔을 이미징 렌즈계(132)의 물체면으로 전달한다. 여기서 이미징된 스캔빔이 위치한 영역에 물체를 위치시킨다.

[0072] 이미징 렌즈계(132)의 이미징면에서의 주광선의 각도는 이미징 렌즈계(132)의 이미징면과 이미징 렌즈계(132)의 광축이 교차하는 지점을 원점으로 하는 이미징면 상의 평면 좌표계를 x-y라 하면, $\theta_{input}^{IL}(x,y)$ 로 표현된다.

[0073] 여기서, 대면적 물체를 이미징하는 이미징 렌즈계(132)의 이미징면에서의 주광선(chief ray)의 광선각은 이미징 렌즈계(132)의 이미징면의 평면 상(이미징면 위치에서 스캔렌즈의 광축에 대해 직교하는 면)의 위치에 따른 함수일 수 있고, 상수일 수도 있다. 즉, $\theta_{input}^{IL}(x,y) = f^{IL}(x,y)$ 일 수도 있고, $\theta_{input}^{IL}(x,y) = constant$ 일 수도 있다.

[0074] 이미징 렌즈계(132)가 텔레센트릭 이미징 렌즈계로 구현되는 경우, 이미징면에서의 주광선의 광선각은 이미징 렌즈계(132)의 이미징면 위치에 대해 상수인 0도 즉, $\theta_{output}^{IL}(x,y) = 0$ 이며, 이미징면에서의 평면상 위치에 무관하게 이미징 렌즈계(132)의 광축에 평행하게 된다.

[0075] 이미징 렌즈계(132)가 일반적인 이미징 렌즈계로 구현되는 경우, 이미징면에서의 주광선의 각도는 이미징면의 평면상 위치에 따라 변경되는 함수 즉, $\theta_{input}^{IL}(x,y) = f^{IL}(x,y)$ 가 된다.

[0076] 본 발명의 제1 실시예에서, 스캔렌즈(131)의 필드면에서 이미징 렌즈계(132)의 이미징면으로 전달되는 스캔빔의 광축의 광선각은 이미징 렌즈계(132)의 주광선 광축광과 일치시키는 것이 바람직하다.

[0077] 도 2와 같이, 스캔렌즈(131)의 필드면과 이미징 렌즈계(132)의 이미징면이 동일 위치에 존재한 경우에는 아래의 수학식 1을 만족하는 것이 바람직하다.

수학식 1

[0078] $$\theta_{input}^{IL}(x,y) = \theta_{output}^{SL}(x,y)$$

[0079] 여기서, $\theta_{input}^{IL}(x,y)$ 은 이미징 렌즈계(132)의 이미징면 상의 평면 좌표계를 x-y라 할 때 이미징면에서의 주광선의 광선각을 나타내고, $\theta_{output}^{SL}(x,y)$ 는 스캔렌즈(131)의 필드면 상의 평면 좌표계를 x-y라 할 때 필드면에서의 스캔빔의 광선각을 나타낸다.

[0080] 앞서 상술한 바와 같이, 수학식 1은 $\theta_{input}^{IL}(x,y) = \theta_{output}^{SL}(x,y) = f^{IL}(x,y)$과 같이 평면에 따른 함수일 수도 일수 있고, $\theta_{input}^{IL}(x,y) = \theta_{output}^{SL}(x,y) = constant$ 과 같이 상수일 수도 있음은 물론이다.

[0081] 스캔렌즈(131)의 필드면의 위치와 이미징 렌즈계(132)의 이미징면의 위치가 상이하여 두 면 간이 설정 거리 이격된 경우에는 수학식 2를 만족하는 것이 바람직하다.

수학식 2

[0082] $$\theta_{input}^{IL}\left(x + \tan\left(\theta_{output}^{SL}(x,y)\Delta z\right), y + \tan\left(\theta_{output}^{SL}(x,y)\Delta z\right)\right) = \theta_{output}^{SL}(x,y)$$

[0083] 여기서, Δz는 스캔렌즈(131)의 필드면과 이미징 렌즈계(132)의 이미징면 사이의 거리를 나타낸다. 이러한 수학식 2의 경우 역시 마찬가지로, 수학식 1에 따라, $\theta_{input}^{IL}\left(x + \tan\left(\theta_{output}^{SL}(x,y)\Delta z\right), y + \tan\left(\theta_{output}^{SL}(x,y)\Delta z\right)\right) = f^{IL}(x,y)$로 평면에 따른 함수일 수 있고, $\theta_{input}^{IL}\left(x + \tan\left(\theta_{output}^{SL}(x,y)\Delta z\right), y + \tan\left(\theta_{output}^{SL}(x,y)\Delta z\right)\right) = constant$로 평면에 따른 상수일 수도 있다.

[0084] 이와 같이, 이미징 렌즈계(132)는 이미징 렌즈계(132)의 이미징면에 도달한 스캔빔 패턴을 물체가 있는 물체면으로 이미징한다.

[0085] 여기서, 이미징 렌즈계(132)의 물체면으로 이미징된 스캔빔의 광축이 스캔부(120)의 스캔에 따라 물체면에서 이미징 렌즈계(132)의 광축에서 수평방향으로 천위(shift) 된 위치로 이동하는 방법으로 물체면에 위치한 물체가 스캔될 수 있다.

[0086] 이때, 스캔렌즈(131)의 필드면과 이미징 렌즈계(132)의 이미징면에서 스캔빔이 수학식 1 또는 수학식 2를 만족하는 경우, 물체면에 도달한 스캔빔의 스캔 위치에서 스캔빔의 광축의 광선각이 해당 위치에서의 이미징 렌즈계(132)의 주광선의 광선각과 서로 일치하게 되어, 광선각 불일치에 따른 스캔빔의 왜곡이 제거될 수 있다. 이때, 이미징 렌즈계(132)의 물체면에서 주광선의 광선각은 이미징 렌즈계(132)의 동공 크기와 같거나 큰 물체에 프레넬 윤대판을 스캔하기 위해 광축에서 발산하는 방향으로 0도 이상인 것이 바람직하다.

[0087] 스캔렌즈(131)의 필드면에서의 필드 크기(D_{field})는 스캔렌즈(131)의 앞 초점거리(Front Focal Length, f_{FFL})와 스캔 각도(θ_S)에 의해 아래 수학식 3을 통해서 결정될 수 있다.

수학식 3

[0088] $$\text{Field Size}\left(D_{field}\right) = f_{FFL} \times \tan(\theta_S)$$

[0089] 여기서, 스캔렌즈(131)의 스캔 각도는 최대 스캔 반각을 나타낸다. 스캔렌즈(131)의 필드 크기는 이미징 렌즈계(132)의 이미징면의 필드 크기와 동일하거나 작아야 하며, 동일한 경우가 바람직하다. 만약, 스캔렌즈(131)의 필드 크기가 크다면 이미징 렌즈계(132)에서 비그네팅이 발생하여 주변부에 이미지 왜곡이 발생되며 이를 해결하기 위해 필드 크기가 중요한 역할을 한다.

[0090] 집광부(140)는 스캔빔이 조사된 물체로부터 반사 또는 형광된 후 다시 이미징 렌즈계(132)를 통과한 빔을 검출한다.

[0091] 이러한 집광부(140)는 집광 광학계 및 광 검출기(포토 디텍터; photo detector)를 포함할 수 있다. 집광부(140)의 구조는 다양한 실시예를 가질 수 있다.

[0092] 구체적으로, 집광부(140)는 도 1과 같이, 제2 광분할기(141), 집광 렌즈계(집광 광학계)(142) 및 광 검출기(photo detector)(144)를 포함할 수 있다.

[0093] 제2 광분할기(141)는 스캔렌즈(131)와 이미징 렌즈계(132) 사이에 배치되며, 스캔렌즈(131)를 통과한 빔을 이미

징 렌즈계(132)로 전달하고 물체로부터 반사되어 다시 이미징 렌즈계(132)를 통과한 빔을 집광 렌즈계(142)로 반사시킬 수 있다.

[0094] 이때, 물체로부터 반사 또는 형광된 빔은 이미징 렌즈계(132)를 통해 제2 광분할기(141)로 유입되고 이 빔은 다시 제2 광분할기(141)를 통해 반사되어 상단의 집광 렌즈계(142) 및 광 검출기(144)로 전달될 수 있다.

[0095] 제2 광분할기(141)는 편광빔스플리터(Polarization beam splitter), 비편광 빔스플리터(Non polarization beam splitter)로 구현될 수 있다. 아울러, 제2 광분할기(141)와 이미지 렌즈계(132) 사이에는 파장판(Wave Plate)이 추가될 수 있다.

[0096] 집광 렌즈계(142)는 제2 광분할기(141)에서 반사시킨 빔을 입사받아 빔을 집광하여 광 검출기(144)로 전달할 수 있다. 이러한 집광 렌즈계(142)는 투과형 광학계 또는 반사형 광학계를 사용할 수 있으며 이미지 렌즈계(132)의 광축과 동일한 지점에 위치될 수 있다. 여기서, 투과형 광학계는 레이저 광원의 파장이 투과할 수 있는 광학 유리 또는 플라스틱 재질로 만들어 지며, 빛을 굴절시켜 광 검출기(144)로 집속 시키는 역할을 한다. 반사형 광학계는 레이저의 파장이 반사할 수 있게 반사 코팅이 되어 있는 유리 또는 금속 재질을 가지며 OFF-AXIS Parabolic Mirror, Spherical Mirror, Parabolic Mirror 등으로 구현될 수 있다. 추가로, 집광 렌즈계(142)는 반사형 광학계와 투과형 광학계의 조합으로 구현될 수도 있다.

[0097] 여기서, 사용된 레이저 광원과 다른 파장을 가진 빛이 집광부(140)로 들어오는 것을 차단하기 위해, 집광 렌즈계(142)와 광 검출기(144) 사이에 통과대역 필터(bandpass filter, BPF)(143)가 사용될 수 있다.

[0098] 광 검출기(144)는 집광 렌즈계(142)를 통과한 빔을 검출하며, Photodiod, Avalanche Photodiode, Silicon Photomultiplier, Phototomultiplier tube 등으로 구현될 수 있다.

[0099] 이와 같이, 집광부(140)는 물체로부터 반사 또는 형광된 빔을 이미징 렌즈계(132)를 통해 광 검출기(144)의 검출면으로 이미징하여 물체의 상을 형성하게 하고 검출면에 이미징된 상의 빛의 세기를 공간적으로 집적하여 집광한다. 여기서, 검출면은 이미징된 상의 초점면 뿐아니라 이미징된 상의 탈 초점된 면에 위치해도 됨은 물론이다.

[0100] 집광부(140)는 광 검출기(144)의 검출면에서 상의 빛의 세기를 빛의 총합에 비례하는 전기신호를 생성하는 방식으로 집광하여 검출할 수 있다.

[0101] 일반적인 광학 디자인 방법론에 따른 스캔렌즈는 스캔렌즈의 필드면에서 스캔 광축의 광선각은 0도와 같거나 크고, 이미징 렌즈계의 상면에서 주광선의 광선각은 0도 보다 같거나 작다.

[0102] 따라서, 스캔 렌즈의 필드면에서 광축의 광선각이 0도인 텔레센트릭 스캔 렌즈와 상면에서 주광선의 광선각이 0도인 텔레센트릭 이미징 렌즈계인 경우를 제외하고, 일반적인 광학 디자인 방법론에 따라 디자인된 상업적으로 가용한 스캔 렌즈와 상업적으로 가용한 이미징 렌즈계를 결합하여 투사부를 생성하는 경우에는, 스캔 렌즈의 스캔 광축과 이미징 렌즈계의 주광선의 광축 불일치에 따라 제1 곡률빔과 제2 곡률빔의 중첩빔인 스캔빔 패턴의 물체면에서 왜곡 및 스캔 필드 제한이 초래된다.

[0103] 이를 극복하기 위해서, 이하의 도 3에 따른 제2 실시예의 투사부(230)는 스캔렌즈(131)와 이미징 렌즈계(132) 사이에 광축변환렌즈(133)를 더 추가한 구조를 가진다. 이하에서는 상술한 구성을 6가지 경우(Case1,2,3,4,5,6)로 나누어 기술한다.

[0104] 도 3은 본 발명의 제2 실시예에 따른 대면적 스캐닝 홀로그램 카메라 시스템의 구성을 나타낸 도면이다.

[0105] 도 3에 나타낸 것과 같이, 제2 실시예에 따른 시스템 대면적 스캐닝 홀로그램 카메라 시스템(100)은 스캔빔 생성부(110), 스캔부(120), 투사부(230) 및 집광부(140)를 포함한다. 도 1과 동일한 부호를 가지는 구성 요소에 대한 중복된 설명은 생략한다.

[0106] 앞서 설명한 바와 같이 제2 실시예의 경우 투사부(230)는 스캔렌즈(131), 광축변환렌즈(133), 그리고 이미징 렌즈계(132)를 포함한 구조를 가진다. 여기서, 광축변환렌즈(133)는 스캔렌즈(131)와 이미징 렌즈계(132)의 사이에 배치되어 스캔렌즈(131)와 이미징 렌즈계(132)의 광축의 중심을 맞춰준다.

[0107] 이러한 제2 실시예에서 스캔렌즈(131)는 필드면에서 광선각이 0도인 텔레센트릭 타입의 스캔렌즈로 구현되거나, 텔레센트릭 타입이 아닌, 필드면에서 광선각이 0도 이상인 일반 스캔렌즈로 구현되거나, 필드면에서 광선각이 0도 이하인 일반 스캔렌즈로 구현될 수 있다. 여기서, 0도 이상이란 0도 보다 큰 각도를 의미하고, 0도 미만이란 0도 보다 작은 각도를 의미할 수 있다.

[0108] 또한, 이미징 렌즈계(132)는 이미징면에서 주광선의 광선각이 0도 이상인 이미징 렌즈계로 구현되거나, 이미징면에서 주광선의 광선각이 0도 이하인 이미징 렌즈계로 구현될 수 있다. 여기서, 0도 이상이란 0도 보다 큰 각도를 의미하고, 0도 미만이란 0도 보다 작은 각도를 의미할 수 있다.

[0109] 여기서, 투사부(230)는 상술한 스캔렌즈(131)와 이미징 렌즈계(132)의 구현 예시의 조합에 따라, 아래와 같이 총 6가지 경우로 구분될 수 있다.

[0110] Case 1: 텔레센트릭 스캔 렌즈, 광축변환렌즈, 그리고 이미징에서 주광선의 광선각이 0도 이상인 이미징 렌즈계 (제1 구조)

[0111] Case 2: 텔레센트릭 스캔 렌즈, 광축변환렌즈, 그리고 이미징면에서 주광선의 광선각이 0도 이하인 이미징 렌즈계 (제2 구조)

[0112] Case 3: 필드면의 광선각이 0도 이상인 스캔렌즈, 광축변환렌즈, 그리고 이미징면에서 주광선의 광선각이 0도 이상인 이미징 렌즈계 (제3 구조)

[0113] Case 4: 필드면의 광선각이 0도 이상인 스캔렌즈, 광축변환렌즈, 그리고 이미징면에서 주광선의 광선각이 0도 이하인 이미징 렌즈계 (제4 구조)

[0114] Case 5: 필드면의 광선각이 0도 이하인 스캔렌즈, 광축변환렌즈, 그리고 이미징면에서 주광선의 광선각이 0도 이상인 이미징 렌즈계 (제5 구조)

[0115] Case 6: 필드면의 광선각이 0도 이하인 스캔렌즈, 광축변환렌즈, 그리고 이미징면에서 주광선의 광선각이 0도 이하인 이미징 렌즈계 (제6 구조)

[0116] 즉, 투사부(230)는 상술한 제1 구조 내지 제6 구조 중에서 선택된 구조로 구현될 수 있다.

[0117] 도 4는 도 3에 도시된 투사부의 구성을 보다 구체적으로 설명하는 도면이다.

[0118] 도 4에 나타낸 것과 같이, 스캔렌즈(131)의 필드면에 위치한 스캔빔의 광축은 스캔렌즈(131)의 광축에 대해서 -90도 에서 90도 사이의 광선각을 가질 수 있다.

[0119] 구체적으로, 스캔렌즈(131)의 필드면에서의 스캔빔의 각도는 스캔렌즈(131)의 필드면과 스캔렌즈(131)의 광축과 교차하는 지점을 원점으로 하는 필드면 상의 평면 좌표계를 x-y라 하면 $\theta_{output}^{scan\ lens}(x,y)$ 로 표현된다.

[0120] 여기서, 스캔렌즈(131)의 필드면에서의 스캔빔의 광선각은 필드면의 평면상(필드면 위치에서 스캔렌즈의 광축에 대해 직교하는 면)의 위치에 따른 함수일 수 있고, 상수일 수도 있다. 즉, 스캔렌즈(131)의 필드면에서의 스캔빔의 광선각은 $\theta_{output}^{SL}(x,y) = f^{SL}(x,y)$ 와 같이 평면 상의 위치(x,y)에 따른 함수로 정의될 수도 있고, $\theta_{output}^{SL}(x,y) = constant$ 와 같이 상수 값으로 정의될 수도 있다.

[0121] 스캔렌즈(131)가 텔레센트릭 스캔 렌즈로 구현된 경우, 스캔렌즈(131)의 필드면에서 출사되는 광선의 광선각은 필드면 평면상 위치에 대해 상수인 0도 즉, $\theta_{output}^{SL}(x,y) = 0$ 로 출사되며, 필드면의 평면상 위치에 무관하게 스캔 렌즈의 광축에 평행하게 된다.

[0122] 스캔렌즈(131)가 f-theta 스캔 렌즈로 구현되는 경우, 스캔렌즈(131)의 필드면에서 출사되는 광선의 광선각은 필드면의 평면상 위치에 따라 변경되는 함수 즉, $\theta_{output}^{SL}(x,y) = f^{SL}(x,y)$ 가 된다. 이 외에서 다양한 구성의 스캔렌즈가 활용될 수 있음은 물론이다.

[0123] 제2 실시예의 구조에서, 제1 곡률빔과 제2곡률빔의 중첩빔 즉, 스캔빔은 스캔렌즈(131)의 필드면에 전달된 후에 광축변환렌즈(133)의 물체면(image plane)으로 전달된다. 여기서, 스캔렌즈(131)의 광축과 광축변환렌즈(133)의 광축이 일치하게 위치시키는 것이 바람직하다.

[0124] 광축변환렌즈(133)의 물체면에서의 주광선(chief ray)의 광선각은 광축변환렌즈(133)의 물체면과 과 광축변환렌즈의 광축이 교차하는 지점을 원점으로 하는 물체면 상의 평면 좌표계를 x-y라 할 때, $\theta_{input}^{OCL}(x,y)$ 로 표현된다.

[0125] 여기서, 광축변환렌즈(133)의 물체면에서 주광선의 광선각은 물체면의 평면 상(물체면의 위치에서 스캔렌즈의

광축에 직교하는 면)의 위치에 따른 함수일 수 있고, 상수일 수도 있다. 즉, $\theta_{input}^{OCL}(x,y) = Constant$ 이거나, $\theta_{input}^{OCL}(x,y) = Constant$ 일 수 있다.

[0126] Case 1, 2의 조건과 같이, 스캔렌즈(131)가 텔레센트릭 스캔 렌즈계로 구현되는 경우, 스캔렌즈(131)의 필드면에서의 주광선의 광선각은 스캔렌즈(131)의 필드면 위치에 대해 상수인 0도 즉, $\theta_{output}^{SL}(x,y) = 0$ 이며, 광축변환렌즈(133)의 물체면에서의 광선각은 물체면에서의 평면상 위치에 무관하게 광축변환렌즈(133)의 광축에 평행하게 된다.

[0127] 물론, 스캔렌즈(131)가 텔레센트릭이 아닌 일반적인 스캔렌즈로 구현되는 경우에는 스캔렌즈(131)의 필드면에서 출사되는 광선의 광선각은 필드면의 평면상 위치에 따라 변경되는 함수 즉, $\theta_{output}^{SL}(x,y) = f^{SL}(x,y)$ 가 된다.

[0128] 이러한 본 발명의 제2 실시예에서, 스캔렌즈(131)의 필드면에서 광축변환렌즈(133)의 물체면으로 전달되는 스캔빔의 광축의 광선각은 광축변환렌즈(133)의 주광선 광축광과 일치시키는 것이 바람직하다.

[0129] 도 4와 같이, 스캔렌즈(131)의 필드면과 광축변환렌즈(133)의 물체면이 동일 위치에 존재한 경우에는 아래의 수학식 4를 만족하는 것이 바람직하다.

수학식 4

[0130] $$\theta_{input}^{OCL}(x,y) = \theta_{output}^{SL}(x,y)$$

[0131] 여기서, $\theta_{input}^{OCL}(x,y)$ 은 광축변환렌즈(133)의 물체면 상의 평면 좌표계를 x-y라 할 때 물체면에서의 주광선의 광선각을 나타내고, $\theta_{output}^{SL}(x,y)$ 는 스캔렌즈(131)의 필드면 상의 평면 좌표계를 x-y라 할 때 필드면에서의 스캔빔의 광선각을 나타낸다.

[0132] 수학식 4는 CASE 3,4,5,6 조건과 같이 $\theta_{input}^{OCL}(x,y) = \theta_{output}^{SL}(x,y) = f^{OCL}(x,y)$ 로 평면에 따른 함수일 수도 있고, CASE 1,2 조건과 같이 $\theta_{input}^{OCL}(x,y) = \theta_{output}^{SL}(x,y) = constant$ 로 평면에 따른 상수일 수도 있다.

[0133] 스캔렌즈(131)의 필드면의 위치와 광축변환렌즈(133)의 물체면 위치가 상이하여 두 면 간이 설정 거리 이격된 경우에는 다음의 수학식 5를 만족하는 것이 바람직하다.

수학식 5

[0134] $$\theta_{input}^{OCL}\left(x + \tan\left(\theta_{output}^{SL}(x,y)\Delta z\right), y + \tan\left(\theta_{output}^{SL}(x,y)\Delta z\right)\right) = \theta_{output}^{SL}(x,y)$$

[0135] 여기서, Δz 는 스캔렌즈(131)의 필드면과 광축변환렌즈(133)의 물체면 사이의 거리를 나타낸다.

[0136] 이러한 수학식 5의 경우 역시 마찬가지로, 수학식 4에 따라, CASE 3,4,5,6 조건의 경우 $\theta_{input}^{OCL}\left(x + \tan\left(\theta_{output}^{SL}(x,y)\Delta z\right), y + \tan\left(\theta_{output}^{SL}(x,y)\Delta z\right)\right) = f^{OCL}(x,y)$ 로 평면에 따른 함수일 수 있고, CASE 1,2 조건의 경우 $\theta_{input}^{OCL}\left(x + \tan\left(\theta_{output}^{SL}(x,y)\Delta z\right), y + \tan\left(\theta_{output}^{SL}(x,y)\Delta z\right)\right) = constant$ 로 평면에 따른 상수일 수 있다.

[0137] 광축변환렌즈(133) 이미징면에 도달한 스캔빔은 이미징 렌즈계(132)의 이미징면으로 전달된다. 여기서 스캔렌즈(131)의 광축과 이미징 렌즈계(132)의 광축이 일치하게 위치시키는 것이 바람직하다.

[0138] 이미징 렌즈계(132)는 이미징면에 도달한 스캔빔을 이미징하여 이미징 렌즈계(132)의 물체면(object plane)으로 전달한다. 여기서 이미징된 스캔빔이 위치한 영역에 물체를 위치시킨다.

[0139] 이미징 렌즈계(132)의 이미징면에서의 주광선의 각도는 이미징 렌즈계(132)의 이미징면과 이미징 렌즈계(132)의 광축이 교차하는 지점을 원점으로 하는 이미징면 상의 평면 좌표계를 x-y라 하면, $\theta_{input}^{IL}(x,y)$ 로 표현된다.

[0140] 이때, 대면적 물체를 이미징하는 이미징 렌즈계(132)의 이미징면에서의 주광선(chief ray)의 광선각은 이미징 렌즈계(132)의 이미징면의 평면 상(이미징면 위치에서 스캔렌즈의 광축에 대해 직교하는 면)의 위치에 따른 함수일 수 있고, 상수일 수도 있다. 즉, $\theta_{input}^{IL}(x,y) = f^{IL}(x,y)$ 일 수도 있고, $\theta_{input}^{IL}(x,y) = constant$ 일 수도 있다.

[0141] 이미징 렌즈계(132)가 텔레센트릭 이미징 렌즈계로 구현되는 경우, 이미징면에서의 주광선의 광선각은 이미징 렌즈계(132)의 이미징면 위치에 대해 상수인 0도 즉, $\theta_{output}^{IL}(x,y) = 0$ 이며, 이미징면에서의 평면상 위치에 무관하게 이미징 렌즈계(132)의 광축에 평행하게 된다.

[0142] 이미징 렌즈계(132)가 일반적인 이미징 렌즈계로 구현되는 경우, 이미징면에서의 주광선의 각도는 이미징면의 평면상 위치에 따라 변경되는 함수 즉, $\theta_{input}^{IL}(x,y) = f^{IL}(x,y)$ 가 된다.

[0143] 본 발명의 제2 실시예에서, 스캔렌즈(131)의 필드면에서 이미징 렌즈계(132)의 이미징면으로 전달되는 스캔빔의 광축의 광선각은 이미징 렌즈계(132)의 주광선 광축광과 일치시키는 것이 바람직하다.

[0144] 도 4와 같이, 광축변환렌즈(133)의 이미징면과 이미징 렌즈계(132)의 이미징면이 동일 위치에 존재한 경우에는 아래의 수학식 6을 만족하는 것이 바람직하다.

수학식 6

[0145] $$\theta_{input}^{IL}(x,y) = \theta_{output}^{OCL}(x,y)$$

[0146] 여기서, $\theta_{input}^{IL}(x,y)$ 은 이미징 렌즈계의 이미지면 상의 평면 좌표계를 x-y라 할때 이미징면에서의 주광선의 광선각을 나타내고, $\theta_{output}^{\mathrm{OCL}}(x,y)$ 은 상기 광축변환렌즈의 이미징면 상의 평면 좌표계를 x-y라 할 때 이미징면에서의 스캔빔의 광선각을 나타낸다.

[0147] 수학식 6은 $\theta_{input}^{IL}(x,y) = \theta_{output}^{OCL}(x,y) = f^{IL}(x,y)$ 와 같이 평면에 따른 함수일 수도 있고, $\theta_{input}^{IL}(x,y) = \theta_{output}^{OCL}(x,y) = constant$ 와 같이 평면에 따른 상수일 수도 있다.

[0148] 광축변환렌즈(133)의 이미징면과 이미징 렌즈계(132)의 이미징면의 위치가 상이하여 두 면 간이 설정 거리 이격된 경우에는 다음의 수학식 7을 만족하는 것이 바람직하다.

수학식 7

[0149] $$\theta_{input}^{IL}\left(x+\tan\left(\theta_{output}^{OCL}(x,y)\Delta z\right), y+\tan\left(\theta_{output}^{OCL}(x,y)\Delta z\right)\right) = \theta_{output}^{\mathrm{OCL}}(x,y)$$

[0150] 여기서, Δz 는 광축변환렌즈(133)의 이미징면과 이미징 렌즈계(132)의 이미징면 사이의 거리를 나타낸다. 이러한 수학식 7의 경우, 수학식 6에 따라, CASE 3,4,5,6 조건의 경우 $\theta_{input}^{IL}\left(x+\tan\left(\theta_{output}^{OCL}(x,y)\Delta z\right), y+\tan\left(\theta_{output}^{OCL}(x,y)\Delta z\right)\right) = f^{IL}(x,y)$ 로 평면에 따른 함수일 수 있고, CASE 1,2 조건의 경우 $\theta_{input}^{IL}\left(x+\tan\left(\theta_{output}^{OCL}(x,y)\Delta z\right), y+\tan\left(\theta_{output}^{OCL}(x,y)\Delta z\right)\right) = constant$ 로 평면에 따른 상수일 수 있다.

[0151] 이미징 렌즈계(132)는 이미징 렌즈계(132)의 이미징면에 도달한 스캔빔을 이미징 렌즈계(132)의 물체면에 이미

징한다.

[0152] 이때, 상술한 수학식 4 또는 5와, 수학식 6 또는 7을 만족함에 따라, 물체면에 도달한 스캔빔의 스캔 위치에서 스캔빔의 광축의 광선각이 해당 위치에서의 이미징 렌즈계(132)의 주광선의 광선각과 서로 일치하게 되어, 광선각 불일치에 따른 스캔빔의 왜곡이 제거될 수 있다. 마찬가지로, 이미징 렌즈계(132)의 물체면에서 주광선의 광선각은 이미징 렌즈계(132)의 동공 크기와 같거나 큰 물체에 프레넬 윤대판을 스캔하기 위해 광축에서 발산하는 방향으로 0도 이상인 것이 바람직하다.

[0153] 도 5는 광학계에서 광선의 광선각을 설명하는 도면이다. 도 5에 나타낸 것과 같이, 본 발명의 실시예에서 광선각(Ray angle)이란 광학계의 광축(optical axis)에 대해서 경사각을 가지고 도파하는 광선의 광축에 대한 경사각을 의미할 수 있다. 도 5은 렌즈계에 대한 입사 빔의 광선각(Θ_1)과 출사 빔의 광선각(Θ_2)을 각각 예시적으로 나타낸 것이다.

[0154] 이상과 같은 본 발명에 따르면, 투사부와 집광부가 결합된 스캐닝 홀로그램 카메라 시스템을 이용하여 대면적에 대해서 고해상도의 스캐닝 홀로그램 카메라를 구현할 수 있다.

[0155] 본 발명은 도면에 도시된 실시 예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 다른 실시 예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

[0156] 100: 대면적 스캐닝 홀로그램 카메라 시스템

110: 스캔빔 생성부 111: 제1 광분할기

112: 위상 변조 수단 113: 제1 렌즈

114: 제3 렌즈 115: 제2 렌즈

116: 제4 렌즈 117: 간섭수단

120: 스캔부 121: x-스캔 거울

122: y-스캔 거울 130,230: 투사부

131: 스캔렌즈 132: 이미징 렌즈계

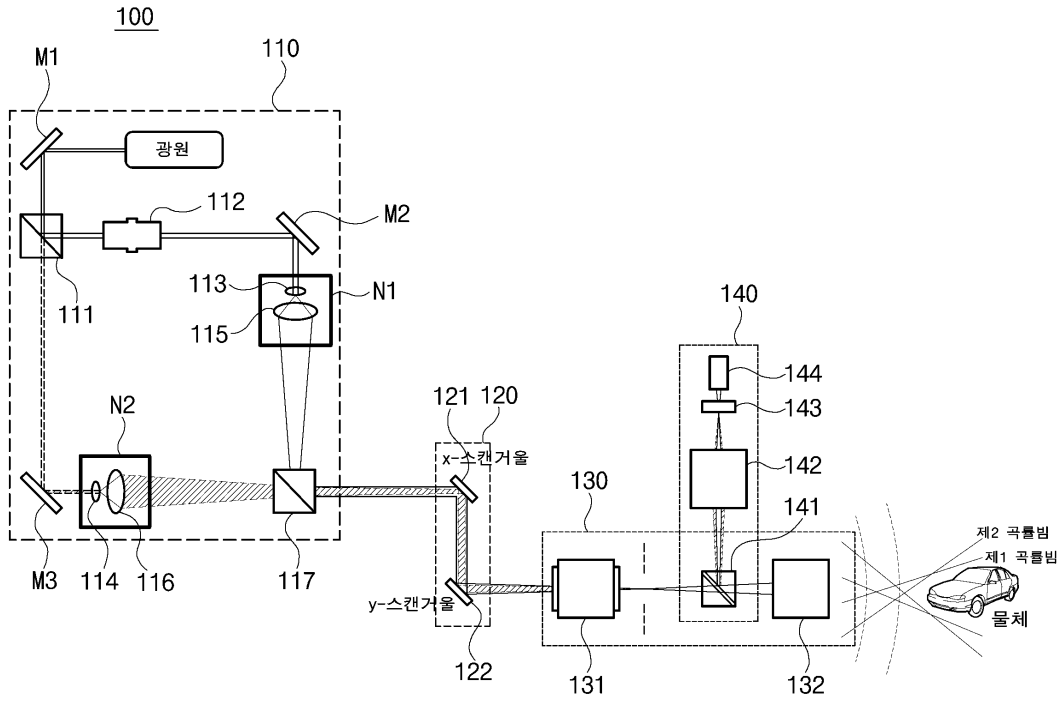
133: 광축변환렌즈 140: 집광부

141: 제2 광분할기 142: 집광 렌즈계

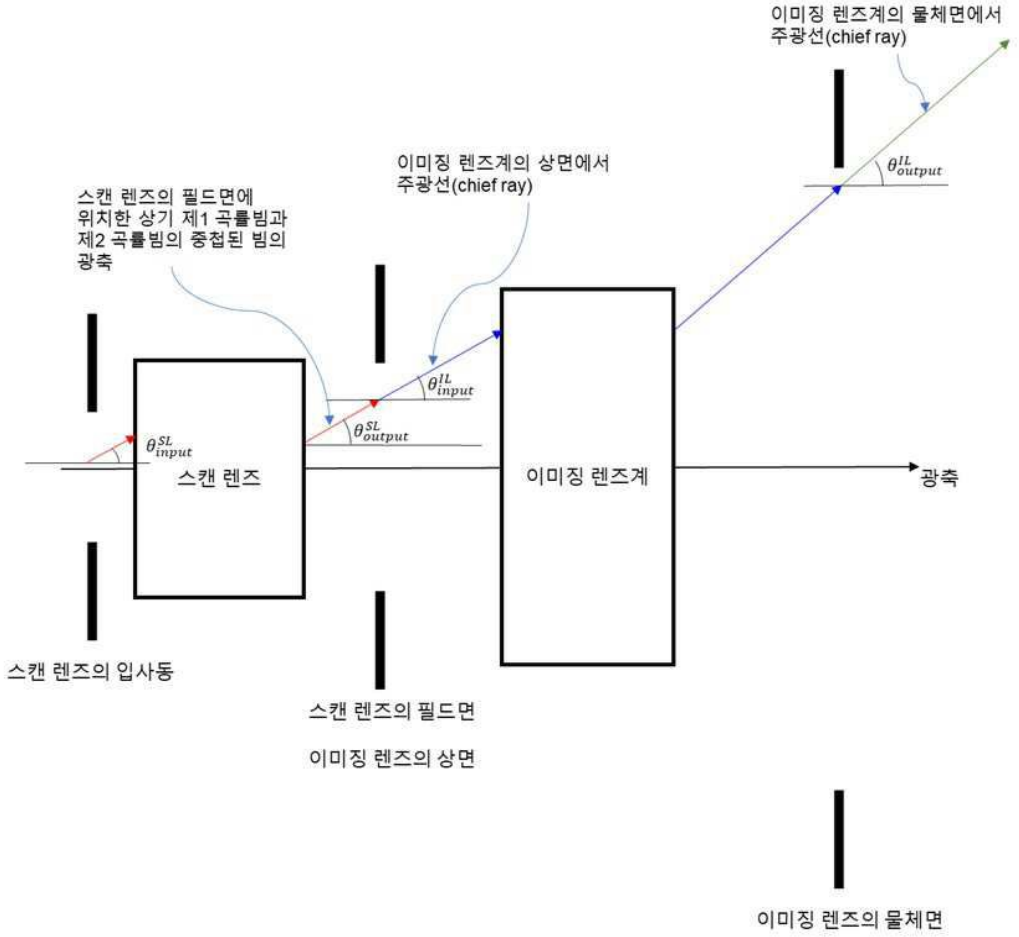
143: 필터 144: 광검출기

도면

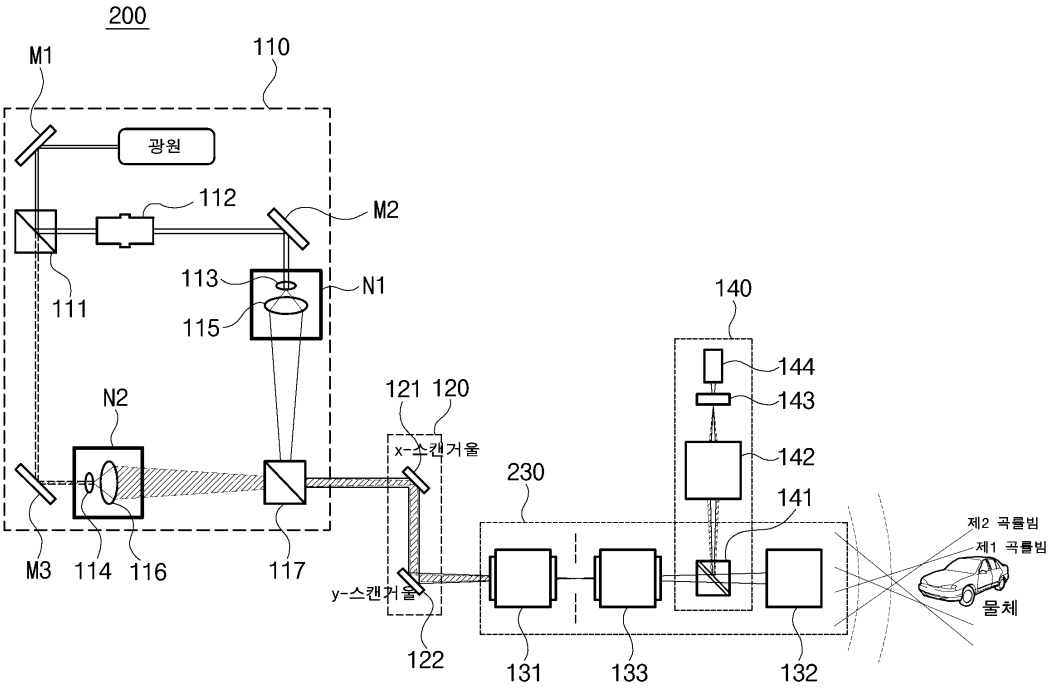
도면1


100
M1
110
광원
112
M2
111
113
N1
115
140
144
143
142
141
N2
121
120
x-스캔거울
130
M3
114
116
117
y-스캔거울
122
131
132
제2 곡률빔
제1 곡률빔
물체

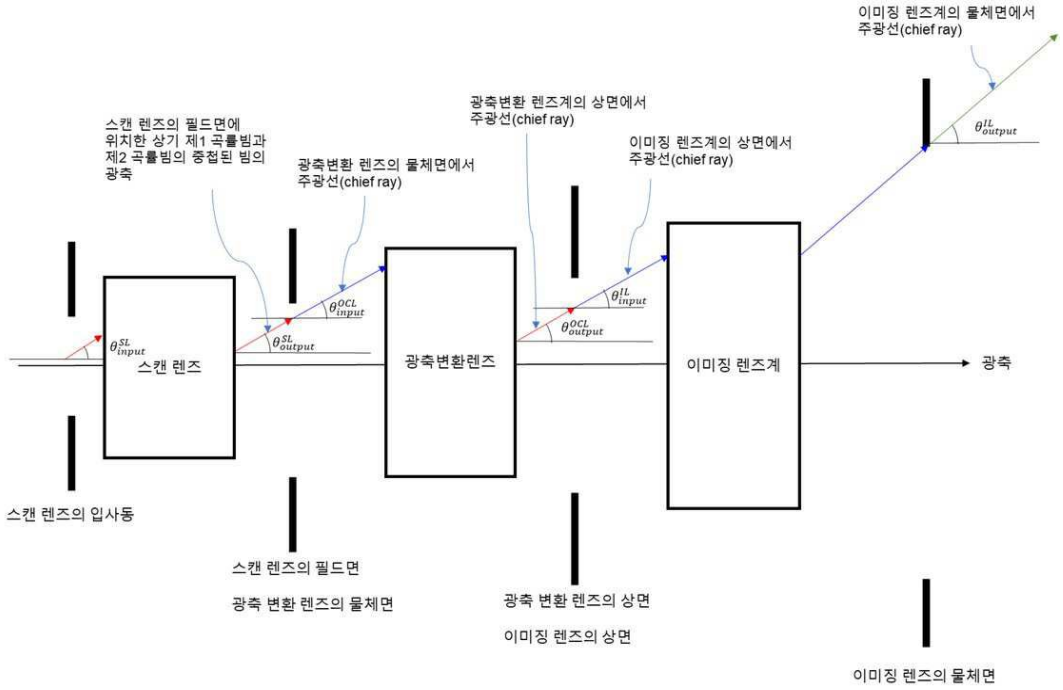
도면2


이미징 렌즈계의 물체면에서
주광선(chief ray)
이미징 렌즈계의 상면에서
주광선(chief ray)
스캔 렌즈의 필드면에
위치한 상기 제1 곡률빔과
제2 곡률빔의 중첩된 빔의
광축
θ_{output}^{IL}
θ_{input}^{IL}
θ_{output}^{SL}
θ_{input}^{SL}
스캔 렌즈
이미징 렌즈계
광축
스캔 렌즈의 입사동
스캔 렌즈의 필드면
이미징 렌즈의 상면
이미징 렌즈의 물체면

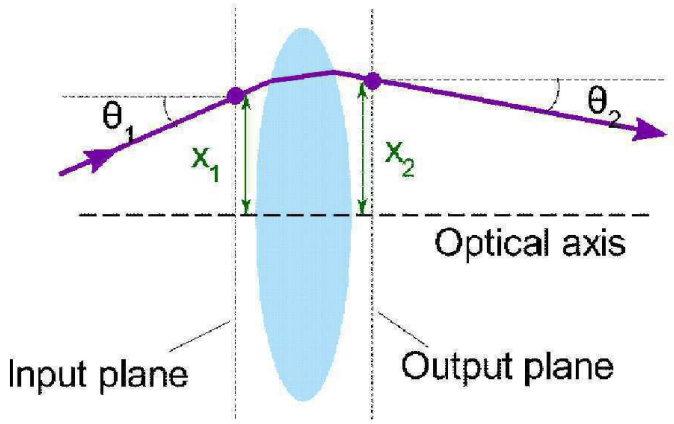
도면3


200
M1
110
광원
112
M2
111
113
N1
115
140
144
143
142
141
N2
121 120
x-스캔거울
230
M3
114
116
117
y-스캔거울
122
131
133
132
제2 곡률빔
제1 곡률빔
물체

도면4


이미징 렌즈계의 물체면에서
주광선(chief ray)
스캔 렌즈의 필드면에
위치한 상기 제1 곡률빔과
제2 곡률빔의 중첩된 빔의
광축
광축변환 렌즈의 물체면에서
주광선(chief ray)
광축변환 렌즈계의 상면에서
주광선(chief ray)
이미징 렌즈계의 상면에서
주광선(chief ray)
스캔 렌즈
광축변환렌즈
이미징 렌즈계
광축
스캔 렌즈의 입사동
스캔 렌즈의 필드면
광축 변환 렌즈의 물체면
광축 변환 렌즈의 상면
이미징 렌즈의 상면
이미징 렌즈의 물체면

도면5


θ1
θ2
x1
x2
Optical axis
Input plane
Output plane