



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2023년08월03일

(11) 등록번호 10-2562696

(24) 등록일자 2023년07월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H04N 13/232 (2018.01) H04N 23/00 (2023.01)  
(52) CPC특허분류  
H04N 13/232 (2021.08)  
H04N 23/00 (2023.01)  
(21) 출원번호 10-2018-7010402  
(22) 출원일자(국제) 2016년09월16일  
심사청구일자 2021년09월08일  
(85) 번역문제출일자 2018년04월12일  
(65) 공개번호 10-2018-0053718  
(43) 공개일자 2018년05월23일  
(86) 국제출원번호 PCT/EP2016/072068  
(87) 국제공개번호 WO 2017/046393  
국제공개일자 2017년03월23일  
(30) 우선권주장  
15306445.6 2015년09월17일  
유럽특허청(EPO)(EP)  
(56) 선행기술조사문헌  
US20130113981 A1  
KR1020200122323 A  
KR1020180108106 A

(73) 특허권자  
인터디지탈 브이씨 홀딩스 인코포레이티드  
미국 19809 텔라웨어주 윌밍턴 스위트 300 벨뷰  
파크웨이 200  
(72) 발명자  
부아송, 기욤  
프랑스 35576 세송 세비네 세에스 176 16 자크 데  
상 블랑 아브뉴 데 상 블랑 975 페끄니폴로르 에  
르 에 데 프랑스  
슈메르트, 아르노  
프랑스 35576 세송 세비네 세에스 176 16 자크 데  
상 블랑 아브뉴 데 상 블랑 975 페끄니폴로르 에  
르 에 데 프랑스  
블롱, 로랑  
프랑스 35576 세송 세비네 세에스 176 16 자크 데  
상 블랑 아브뉴 데 상 블랑 975 페끄니폴로르 에  
르 에 데 프랑스  
(74) 대리인  
양영준, 백만기

전체 청구항 수 : 총 25 항

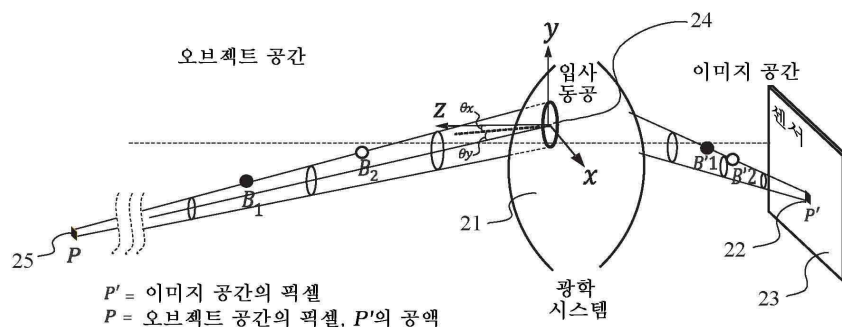
심사관 : 진민숙

(54) 발명의 명칭 픽셀 빔을 나타내는 데이터를 생성하기 위한 장치 및 방법

### (57) 요약

시장에 출시된 여러 유형들의 플렌옵틱 디바이스 및 카메라 어레이들이 있으며, 이러한 모든 라이트 필드 취득 디바이스들은 독점적인 파일 형식을 가지고 있다. 그러나 다차원 정보의 취득 및 전송을 지원하는 표준은 없다. 광학 취득 시스템의 센서의 픽셀들과 광학 취득 시스템의 오브젝트 공간 사이의 대응에 관한 정보를 획득하는 것은 흥미롭다. 실제로, 광학 취득 시스템의 센서에 속하는 픽셀이 상기 광학 취득 시스템의 오브젝트 공간 중 어느 부분을 감지하고 있는지를 아는 것은, 신호 처리 동작들의 개선을 가능하게 한다. 따라서 카메라의 광학 시스템의 오브젝트 공간 내의 광선들의 세트에 의해 점유된 볼륨을 나타내는 픽셀 빔의 개념이 소개된다.

대표도 - 도2



## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

컴퓨터 구현 방법으로서,

광학 취득 시스템의 센서의 적어도 하나의 픽셀의 공액(conjugate) 및 상기 광학 취득 시스템의 동공(pupil)을 통과하는 광선들의 세트에 의해 점유되는 상기 광학 취득 시스템의 오브젝트 공간(object space)에서의 볼륨을 나타내는 데이터를 생성하는 단계 - 상기 광선들의 세트에 의해 점유되는 상기 볼륨은 픽셀 빔(pixel beam)이라고 지칭됨 -; 및

상기 픽셀 빔을 나타내는 데이터를 포함하는 디지털 파일을 생성하는 단계를 포함하고,

상기 데이터는:

상기 동공을 정의하는 파라미터들, 및

상기 오브젝트 공간에서의 상기 적어도 하나의 픽셀의 상기 공액에 대응하는 웨이스트(waist)라고 불리는 상기 픽셀 빔의 최소 섹션을 정의하는 파라미터들

을 포함하고,

상기 웨이스트를 정의하는 상기 파라미터들은 상기 적어도 하나의 픽셀을 정의하는 파라미터들에 기초하여 계산되고, 상기 적어도 하나의 픽셀을 정의하는 상기 파라미터들은 이미지 공간 내의 상기 적어도 하나의 픽셀 각각의 위치를 포함하는, 컴퓨터 구현 방법.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 광학 취득 시스템에 의해 캡처된 라이트 필드 데이터로부터 획득된 상기 적어도 하나의 픽셀 중 적어도 하나에 의해 캡처된 광의 세기를 나타내는 파라미터들은 상기 디지털 파일 내의 상기 픽셀 빔을 나타내는 파라미터들과 연관되는, 컴퓨터 구현 방법.

#### 청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 동공을 정의하는 파라미터들은 상기 동공의 반경, 상기 광학 취득 시스템과 연관된 좌표계에서의 상기 동공의 중심의 좌표들, 및 상기 좌표계에서의 상기 동공의 배향(orientation)을 정의하는 각도들을 포함하는, 컴퓨터 구현 방법.

#### 청구항 4

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 웨이스트를 나타내는 파라미터들은 (i) 상기 웨이스트와 상기 동공의 중심 사이의 거리, 및 (ii) 상기 광학 취득 시스템과 연관된 좌표계에서의 상기 웨이스트의 배향을 포함하는, 컴퓨터 구현 방법.

#### 청구항 5

적어도 하나의 프로세서를 포함하는 장치로서,

상기 프로세서는,

광학 취득 시스템의 센서의 적어도 하나의 픽셀의 공액 및 상기 광학 취득 시스템의 동공을 통과하는 광선들의 세트에 의해 점유되는 상기 광학 취득 시스템의 오브젝트 공간에서의 볼륨을 나타내는 데이터를 생성하고 - 상기 광선들의 세트에 의해 점유되는 상기 볼륨은 픽셀 빔이라고 지칭됨 -;

상기 픽셀 빔을 나타내는 데이터를 포함하는 디지털 파일을 생성하도록 구성되며,

상기 데이터는:

상기 동공을 정의하는 파라미터들, 및

상기 오브젝트 공간에서의 상기 적어도 하나의 픽셀의 상기 공역에 대응하는 웨이스트라고 불리는 상기 픽셀 빔의 최소 섹션을 정의하는 파라미터들

을 포함하고,

상기 웨이스트를 정의하는 상기 파라미터들은 상기 적어도 하나의 픽셀을 정의하는 파라미터들에 기초하여 계산되고, 상기 적어도 하나의 픽셀을 정의하는 상기 파라미터들은 이미지 공간 내의 상기 적어도 하나의 픽셀 각각의 위치를 포함하는, 장치.

## 청구항 6

제5항에 있어서,

상기 광학 취득 시스템에 의해 캡처된 라이트 필드 데이터로부터 획득된 상기 적어도 하나의 픽셀 중 적어도 하나에 의해 캡처된 광의 세기를 나타내는 파라미터들은 상기 디지털 파일의 상기 픽셀 빔을 나타내는 파라미터들과 연관되는, 장치.

## 청구항 7

제5항 또는 제6항에 있어서,

상기 동공을 정의하는 파라미터들은 상기 동공의 반경, 상기 광학 취득 시스템과 연관된 좌표계에서의 상기 동공의 중심의 좌표들, 및 상기 좌표계에서의 상기 동공의 배향을 정의하는 각도들을 포함하는, 장치.

## 청구항 8

제5항 또는 제6항에 있어서,

상기 웨이스트를 나타내는 파라미터들은 (i) 상기 웨이스트와 상기 동공의 중심 사이의 거리, 및 (ii) 상기 광학 취득 시스템과 연관된 좌표계에서의 상기 웨이스트의 배향을 포함하는, 장치.

## 청구항 9

라이트 필드 이미징 디바이스로서,

규칙적인 격자 구조로 배열된 마이크로 렌즈들의 어레이;

상기 마이크로 렌즈들의 어레이로부터 광센서 상에 투영된 광을 캡처하도록 구성된 상기 광센서 - 상기 광센서는 픽셀들의 세트들을 포함하고, 픽셀들의 세트들 중 각각의 세트는 상기 마이크로 렌즈들의 어레이 중 각각의 마이크로 렌즈와 광학적으로 연관된 -; 및

광학 취득 시스템의 센서의 적어도 하나의 픽셀의 공역 및 상기 광학 취득 시스템의 동공을 통과하는 광선들의 세트에 의해 점유되는 상기 광학 취득 시스템의 오브젝트 공간에서의 볼륨을 나타내는 데이터를 포함하는 디지털 파일을 제공하기 위한 디바이스 - 상기 광선들의 세트에 의해 점유되는 상기 볼륨은 픽셀 빔이라고 지칭되고, 상기 픽셀 빔을 나타내는 데이터는 제5항에 따름 -

를 포함하는, 라이트 필드 이미징 디바이스.

## 청구항 10

제9항에 있어서,

상기 광학 취득 시스템에 의해 캡처된 라이트 필드 데이터로부터 획득된 상기 적어도 하나의 픽셀 중 적어도 하나에 의해 캡처된 광의 세기를 나타내는 파라미터들은 상기 디지털 파일 내의 상기 픽셀 빔을 나타내는 파라미터들과 연관되는, 라이트 필드 이미징 디바이스.

## 청구항 11

제9항 또는 제10항에 있어서,

상기 동공을 정의하는 파라미터들은 상기 동공의 반경, 상기 광학 취득 시스템과 연관된 좌표계에서의 상기 동공의 중심의 좌표들, 및 상기 좌표계에서의 상기 동공의 배향을 정의하는 각도들을 포함하는, 라이트 필드 이미징 디바이스.

#### 청구항 12

제9항 또는 제10항에 있어서,

상기 웨이스트를 나타내는 파라미터들은 (i) 상기 웨이스트와 상기 동공의 중심 사이의 거리, 및 (ii) 상기 광학 취득 시스템과 연관된 좌표계에서의 상기 웨이스트의 배향을 포함하는, 라이트 필드 이미징 디바이스.

#### 청구항 13

광학 취득 시스템의 센서의 적어도 하나의 픽셀의 공액 및 상기 광학 취득 시스템의 동공을 통과하는 광선들의 세트에 의해 점유되는 상기 광학 취득 시스템의 오브젝트 공간에서의 볼륨을 나타내는 데이터를 포함하는 디지털 파일을 사용하여 라이트 필드 데이터로부터 이미지를 렌더링하기 위한 디바이스로서,

상기 광선들의 세트에 의해 점유되는 상기 볼륨은 픽셀 빔이라고 지칭되고, 상기 디지털 파일은 제1항의 방법에 따라 획득되는, 디바이스.

#### 청구항 14

제13항에 있어서,

상기 광학 취득 시스템에 의해 캡처된 라이트 필드 데이터로부터 획득된 상기 적어도 하나의 픽셀 중 적어도 하나에 의해 캡처된 광의 세기를 나타내는 파라미터들은 상기 디지털 파일 내의 상기 픽셀 빔을 나타내는 파라미터들과 연관되는, 디바이스.

#### 청구항 15

제13항 또는 제14항에 있어서,

상기 동공을 정의하는 파라미터들은 상기 동공의 반경, 상기 광학 취득 시스템과 연관된 좌표계에서의 상기 동공의 중심의 좌표들, 및 상기 좌표계에서의 상기 동공의 배향을 정의하는 각도들을 포함하는, 디바이스.

#### 청구항 16

제13항 또는 제14항에 있어서,

상기 웨이스트를 나타내는 파라미터들은 (i) 상기 웨이스트와 상기 동공의 중심 사이의 거리, 및 (ii) 상기 광학 취득 시스템과 연관된 좌표계에서의 상기 웨이스트의 배향을 포함하는, 디바이스.

#### 청구항 17

광학 취득 시스템의 센서의 적어도 하나의 픽셀의 공액 및 상기 광학 취득 시스템의 동공을 통과하는 광선들의 세트에 의해 점유되는 상기 광학 취득 시스템의 오브젝트 공간에서의 볼륨을 나타내는 데이터를 포함하는 디지털 파일을 저장하는 컴퓨터 판독가능 저장 매체로서,

상기 광선들의 세트에 의해 점유되는 상기 볼륨은 픽셀 빔이라고 지칭되며,

상기 데이터는:

상기 동공을 정의하는 파라미터들,

상기 적어도 하나의 픽셀의 상기 오브젝트 공간에서의 상기 공액에 대응하는 웨이스트라고 불리는 상기 픽셀 빔의 최소 섹션을 정의하는 파라미터들

을 포함하고,

상기 웨이스트를 정의하는 상기 파라미터들은 (i) 상기 적어도 하나의 픽셀을 정의하는 파라미터들, 및 (ii) 상기 광학 취득 시스템에 의해 캡처된 라이트 필드 데이터로부터 획득된 상기 적어도 하나의 픽셀 중 적어도 하나

에 의해 캡처된 광의 강도에 기초하여 계산되고, 상기 적어도 하나의 픽셀을 정의하는 파라미터들은 이미지 공간 내의 상기 적어도 하나의 픽셀 각각의 위치를 포함하는, 컴퓨터 판독가능 저장 매체.

#### 청구항 18

제17항에 있어서,

상기 디지털 파일은,

광학 취득 시스템의 오브젝트 공간에서, 상기 광학 취득 시스템의 동공 및 상기 광학 취득 시스템의 센서의 적어도 하나의 픽셀의 공액(conjugate)을 통과하는 광선들의 세트에 의해 점유되는 볼륨을 나타내는 데이터를 생성하는 단계 - 상기 광선들의 세트에 의해 점유되는 상기 볼륨은 픽셀 빔이라고 지칭됨 -; 및

상기 픽셀 빔을 나타내는 데이터를 포함하는 디지털 파일을 생성하는 단

계를 포함하는 방법에 의해 획득되고,

상기 데이터는:

상기 동공을 정의하는 파라미터들, 및

상기 웨이스트를 정의하는 파라미터들

을 포함하는, 컴퓨터 판독가능 저장 매체.

#### 청구항 19

제17항 또는 제18항에 있어서,

광의 세기를 나타내는 파라미터들은 상기 디지털 파일 내의 상기 픽셀 빔을 나타내는 파라미터들과 연관되는, 컴퓨터 판독가능 저장 매체.

#### 청구항 20

제17항 또는 제18항에 있어서,

상기 동공을 정의하는 파라미터들은 상기 동공의 반경, 상기 광학 취득 시스템과 연관된 좌표계에서의 상기 동공의 중심의 좌표들, 및 상기 좌표계에서의 상기 동공의 배향을 정의하는 각도들을 포함하는, 컴퓨터 판독가능 저장 매체.

#### 청구항 21

제17항 또는 제18항에 있어서,

상기 웨이스트를 나타내는 파라미터들은 (i) 상기 웨이스트와 상기 동공의 중심 사이의 거리, 및 (ii) 상기 광학 취득 시스템과 연관된 좌표계에서의 상기 웨이스트의 배향을 포함하는, 컴퓨터 판독가능 저장 매체.

#### 청구항 22

프로그래밍 가능한 장치를 위한, 저장 매체 상에 저장된 컴퓨터 프로그램으로서,

상기 컴퓨터 프로그램은, 상기 프로그래밍 가능한 장치에 로딩되어 상기 프로그래밍 가능한 장치에 의해 실행될 때, 제1항에 따른 방법을 구현하기 위한 명령어들의 시퀀스를 포함하는, 저장 매체 상에 저장된 컴퓨터 프로그램.

#### 청구항 23

제22항에 있어서,

상기 광학 취득 시스템에 의해 캡처된 라이트 필드 데이터로부터 획득된 상기 적어도 하나의 픽셀 중 적어도 하나에 의해 캡처된 광의 세기를 나타내는 파라미터들은 상기 디지털 파일 내의 상기 픽셀 빔을 나타내는 파라미터들과 연관되는, 저장 매체 상에 저장된 컴퓨터 프로그램.

#### 청구항 24

제22항 또는 제23항에 있어서,

상기 동공을 정의하는 파라미터들은 상기 동공의 반경, 상기 광학 취득 시스템과 연관된 좌표계에서의 상기 동공의 중심의 좌표들, 및 상기 좌표계에서의 상기 동공의 배향을 정의하는 각도들을 포함하는, 저장 매체 상에 저장된 컴퓨터 프로그램.

## 청구항 25

제22항 또는 제23항에 있어서,

상기 웨이스트를 나타내는 파라미터들은 (i) 상기 웨이스트와 상기 동공의 중심 사이의 거리, 및 (ii) 상기 광학 취득 시스템과 연관된 좌표계에서의 상기 웨이스트의 배향을 포함하는, 저장 매체 상에 저장된 컴퓨터 프로그램.

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 발명은 라이트 필드(light field)를 나타내는 데이터의 생성에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0002] 4D 라이트 필드의 샘플링, 즉, 광선들의 레코딩으로서 볼 수 있는 4차원 또는 4D 라이트 필드 데이터의 취득은, ECCV 2008의 컨퍼런스 회의록에서 공표된 Anat Levin 등에 의한 논문 "Understanding camera trade-offs through a Bayesian analysis of light field projections"에서 설명되며, 열띤 연구 주제이다.

[0003] 카메라로부터 획득되는 고전적인 2차원 또는 2D 이미지들에 비해, 4D 라이트 필드 데이터는 사용자가 이미지들의 렌더링 및 사용자와의 상호 작용을 향상시키는 더 많은 후처리 특징들에 대한 액세스를 가질 수 있게 한다. 예를 들어, 4D 라이트 필드 데이터에 의하면, 초점 면의 위치가 사후(posteriori) 특정/선택될 수 있음을 의미하는, 자유롭게 선택된 초점화 거리들에 의한 이미지들의 리포커싱(refocusing)뿐만 아니라, 이미지의 장면에서의 시점을 약간 변경시키는 것을 수행하는 것이 가능하다. 4D 라이트 필드 데이터를 취득하기 위해, 몇몇 기법들이 사용될 수 있다. 예를 들어, 플렌옵틱 카메라(plenoptic camera)는 4D 라이트 필드 데이터를 취득할 수 있다. 플렌옵틱 카메라의 아키텍처의 상세 항목들이 도 1a에 제공된다. 도 1a는 플렌옵틱 카메라(100)를 개략적으로 나타내는 도면이다. 플렌옵틱 카메라(100)는 메인 렌즈(101), 2차원 어레이로 배열되는 복수의 마이크로 렌즈들(103)을 포함하는 마이크로 렌즈 어레이(102) 및 이미지 센서(104)를 포함한다.

[0004] 4D 라이트 필드 데이터를 취득하는 또 다른 방식은 도 1b에 도시된 바와 같이 카메라 어레이를 사용하는 것이다. 도 1b는 멀티 어레이 카메라(110)를 나타낸다. 멀티 어레이 카메라(110)는 렌즈 어레이(112) 및 이미지 센서(114)를 포함한다.

[0005] 도 1a에 도시된 바와 같은 플렌옵틱 카메라(100)의 예에서, 메인 렌즈(101)는 메인 렌즈(101)의 오브젝트 필드에서 오브젝트(도면에 미도시됨)로부터의 광을 수신하고, 그 광을 메인 렌즈(101)의 이미지 필드를 통해 통과시킨다.

[0006] 마지막으로, 4D 라이트 필드를 취득하는 또 다른 방식은 상이한 초점 면들에서 동일한 장면의 2D 이미지들의 시퀀스를 캡처하도록 구성되는 종래의 카메라를 사용하는 것이다. 예를 들어, 2014년 10월, 옵틱스 익스프레스(OPTICS EXPRESS), Vol. 22, No. 21에 공표된, J.-H.Park 등에 의한 문헌 "Light ray field capture using focal plane sweeping and its optical reconstruction using 3D displays"에 기술된 기법은 종래의 카메라에 의한 4D 라이트 필드 데이터의 취득을 달성하기 위해 사용될 수 있다.

[0007] 4D 라이트 필드 데이터를 표현하는 몇몇 방식들이 있다. 실제로, 2006년 7월에 공표된, Ren Ng에 의한 "Digital Light Field Photography"라는 명칭의 박사 학위 논문의 챕터 3.3에는, 4D 라이트 필드 데이터를 표현하기 위한 3가지 상이한 방식이 기술된다. 첫째, 4D 라이트 필드 데이터는, 플렌옵틱 카메라에 의해 레코딩될 때 마이크로 렌즈 이미지들의 집합에 의해 표현될 수 있다. 이 표현에서의 4D 라이트 필드 데이터는 미가공 이미지들 또는 미가공 4D 라이트 필드 데이터라 명명된다. 둘째, 4D 라이트 필드 데이터는, 플렌옵틱 카메라에 의해 또는 카메라 어레이에 의해 레코딩될 때, 서브 애퍼처 이미지들(sub-aperture images)의 세트에 의해 표현될 수 있다. 서브 애퍼처 이미지는 시점으로부터 캡처된 장면의 이미지에 대응하며, 시점은 2개의 서브 애퍼처

이미지 사이에 약간 상이하다. 이러한 서브 애퍼처 이미지들은 이미징된 장면의 시차(parallax) 및 깊이에 관한 정보를 제공한다. 셋째, 4D 라이트 필드 데이터는 등극(epipolar) 이미지들의 세트에 의해 표현될 수 있는데, 예를 들어, ISVC 2011의 컨퍼런스 회의록에 공표된, S. Wanner 등에 의한 "Generating EPI Representation of a 4D Light Fields with a Single Lens Focused Plenoptic Camera"라는 명칭의 논문을 참조한다.

[0008] 시장에 출시된 여러 유형들의 플렌옵틱 디바이스 및 카메라 어레이들이 있으며, 이러한 모든 라이트 필드 취득 디바이스들은 독점적인 파일 형식을 가지고 있다. 따라서 다차원 정보의 취득 및 전송을 지원하는 표준이 없으므로 라이트 필드 기술은 일반 2D 또는 3D 이미징 외에는 존속할 수 없다는 것이 분명하다. 본 발명은 기술내용을 첨부에 두고 이루어졌다.

## 발명의 내용

[0009] 발명의 제1 양태에 따르면, 광학 취득 시스템의 오브젝트 공간(object space)에서, 상기 광학 취득 시스템(optical acquisition system)의 동공(pupil) 및 상기 광학 취득 시스템의 센서의 적어도 하나의 픽셀의 공액(conjugate)을 통과하는 광선들의 세트에 의해 점유되는 볼륨을 나타내는 데이터를 생성하는, 컴퓨터에 의해 구현되는 방법이 제공되고, 상기 광선들의 세트에 의해 점유되는 상기 볼륨은 픽셀 빔이라고 지칭되며, 방법은 상기 픽셀 빔을 나타내는 데이터를 포함하는 디지털 파일을 생성하는 단계를 포함하고, 상기 데이터는:

[0010] - 광학 취득 디바이스의 상기 동공을 정의하는 파라미터들,

[0011] - 오브젝트 공간 내의 센서의 적어도 상기 픽셀의 공액에 대응하는 웨이스트(waist)라고 불리는 상기 픽셀 빔의 최소 섹션을 정의하는 파라미터들

[0012] 을 포함하고, 상기 픽셀 빔의 웨이스트를 정의하는 상기 파라미터들은 상기 적어도 하나의 픽셀을 정의하는 파라미터들에 기초하여 계산된다.

[0013] 발명의 실시예에 따르면, 광학 취득 시스템에 의해 캡처된 라이트 필드 데이터로부터 획득된 상기 픽셀에 의해 캡처된 빛의 세기(intensity)를 나타내는 파라미터들은 상기 디지털 파일 내의 픽셀 빔을 나타내는 파라미터들과 연관된다.

[0014] 발명의 실시예에 따르면, 동공을 정의하는 파라미터들은 동공의 반경, 광학 취득 시스템과 연관된 좌표계에서 동공 중심의 좌표들, 및 상기 좌표계에서 동공의 배향(orientation)을 정의하는 각도들을 포함한다.

[0015] 발명의 실시예에 따르면, 픽셀 빔의 웨이스트를 나타내는 파라미터들은 픽셀 빔의 웨이스트와 동공의 중심 사이의 거리, 좌표계에서 픽셀 빔의 웨이스트의 배향을 포함한다.

[0016] 발명의 다른 목적은, 광학 취득 시스템의 오브젝트 공간에서, 상기 광학 취득 시스템의 동공 및 상기 광학 취득 시스템의 센서의 적어도 하나의 픽셀의 공액을 통과하는 광선들의 세트에 의해 점유되는 볼륨을 나타내는 데이터를 생성하기 위한 장치에 관한 것이고, 상기 광선들의 세트에 의해 점유되는 상기 볼륨은 픽셀 빔이라고 지칭되며, 장치는 상기 픽셀 빔을 나타내는 데이터를 포함하는 디지털 파일을 생성하도록 구성된 프로세서를 포함하고, 상기 데이터는:

[0017] - 광학 취득 디바이스의 상기 동공을 정의하는 파라미터들,

[0018] - 오브젝트 공간 내의 센서의 적어도 상기 픽셀의 공액에 대응하는 웨이스트라고 불리는 상기 픽셀 빔의 최소 섹션을 정의하는 파라미터들

[0019] 을 포함하고, 상기 픽셀 빔의 웨이스트를 정의하는 상기 파라미터들은 상기 적어도 하나의 픽셀을 정의하는 파라미터들에 기초하여 계산된다.

[0020] 발명의 실시예에 따르면, 광학 취득 디바이스에 의해 캡처된 라이트 필드 데이터로부터 획득된 상기 픽셀에 의해 캡처된 빛의 세기를 나타내는 파라미터들은 디지털 파일 내의 픽셀 빔을 나타내는 파라미터들과 연관된다.

[0021] 발명의 실시예에 따르면, 동공을 정의하는 파라미터들은 동공의 반경, 광학 취득 디바이스에 연관된 좌표계에서 동공 중심의 좌표들 및 상기 좌표계에서 동공의 배향을 정의하는 각도들을 포함한다.

[0022] 발명의 다른 목적은 라이트 필드 이미징 디바이스에 관한 것으로서, 상기 디바이스는:

[0023] - 규칙적인 격자 구조로 배열된 마이크로 렌즈들의 어레이;

[0024] - 마이크로 렌즈들의 어레이로부터 광센서 상에 투영(project)된 빛을 캡처하도록 구성된 광센서 - 광센서는 픽



셀들의 세트들을 포함하고, 픽셀들의 각각의 세트는 마이크로 렌즈들의 어레이의 각각의 마이크로 렌즈와 광학적으로 연관됨 - ; 및

[0025] - 광학 취득 시스템의 오브젝트 공간에서, 상기 광학 취득 시스템의 동공 및 상기 광학 취득 시스템의 센서의 적어도 하나의 픽셀의 공역을 통과하는 광선들의 세트에 의해 점유되는 볼륨을 나타내는 데이터를 포함하는 디지털 파일을 제공하기 위한 디바이스 - 상기 광선들의 세트에 의해 점유되는 상기 볼륨은 청구항 5에 따른 픽셀 빔이라고 지칭됨 -

[0026] 를 포함한다.

[0027] 발명의 또 다른 목적은, 광학 취득 시스템의 오브젝트 공간에서, 상기 광학 취득 시스템의 동공 및 상기 광학 취득 시스템의 센서의 적어도 하나의 픽셀의 공역을 통과하는 광선들의 세트에 의해 점유되는 볼륨을 나타내는 데이터를 포함하는 디지털 파일을 사용하여 라이트 필드 데이터로부터 이미지를 렌더링(rendering)하기 위한 디바이스에 관한 것이고, 상기 광선들의 세트에 의해 점유되는 상기 볼륨은 청구항 1 내지 4 중 어느 한 항의 방법에 따라 획득된 픽셀 빔이라고 지칭된다.

[0028] 발명의 다른 목적은, 광학 취득 시스템의 오브젝트 공간에서, 상기 광학 취득 시스템의 동공 및 상기 광학 취득 시스템의 센서의 적어도 하나의 픽셀의 공역을 통과하는 광선들의 세트에 의해 점유되는 볼륨을 나타내는 데이터를 포함하는 디지털 파일에 관한 것으로, 상기 광선들의 세트에 의해 점유되는 상기 볼륨은 픽셀 빔이라고 지칭되며, 상기 데이터는:

[0029] - 광학 취득 디바이스의 상기 동공을 정의하는 파라미터들,

[0030] - 오브젝트 공간 내의 센서의 적어도 상기 픽셀의 공역에 대응하는 웨이스트라고 불리는 상기 픽셀 빔의 최소 섹션을 정의하는 파라미터들 - 상기 픽셀 빔의 웨이스트를 정의하는 상기 파라미터들은 상기 적어도 하나의 픽셀을 정의하는 파라미터들에 기초하여 계산됨 - , 및

[0031] - 광학 취득 시스템에 의해 캡처된 라이트 필드 데이터로부터 획득된 상기 픽셀에 의해 캡처된 빛의 세기

[0032] 를 포함한다.

[0033] 발명의 요소들에 의해 구현되는 일부 프로세스들은 컴퓨터로 구현될 수 있다. 따라서, 이러한 요소들은 전적으로 하드웨어 실시예, 전적으로 소프트웨어 실시예(펌웨어, 상주 소프트웨어, 마이크로 코드 등을 포함함) 또는 소프트웨어와 하드웨어 양태들을 조합하는 실시예의 형태를 취할 수 있으며, 이들 모두가 "회로", "모듈", 또는 "시스템"으로서 본 명세서에서 일반적으로 지칭될 수 있다. 또한, 이러한 요소들은 매체에 내장되는 컴퓨터 사용 가능한 프로그램 코드를 가지는 임의의 유형적(tangible) 표현 매체에서 구현되는 컴퓨터 프로그램 제품의 형태를 취할 수 있다.

[0034] 본 발명의 요소들이 소프트웨어로 구현될 수 있기 때문에, 본 발명은 임의의 적절한 캐리어 매체 상에 프로그래밍 가능한 장치에 제공하기 위한 컴퓨터 판독가능한 코드로서 구현될 수 있다. 유형적 캐리어 매체는 플로피 디스크, CD-ROM, 하드 디스크 드라이브, 자기 테이프 디바이스 또는 고체 상태 메모리 디바이스 등과 같은 저장 매체를 포함할 수 있다. 일시적 캐리어 매체는 전기 신호, 전자 신호, 광 신호, 음향 신호, 자기 신호 또는 전자기 신호, 예를 들어, 마이크로파 또는 RF 신호와 같은 신호를 포함할 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

[0035] 이하에서는 발명의 실시예들은, 단지 예시로서, 후속하는 도면들에 관련하여 기술될 것이다.

도 1a는 플렌옵틱 카메라를 개략적으로 나타내는 도면이다.

도 1b는 멀티 어레이 카메라를 나타낸다.

도 2는 카메라의 광학 시스템 또는 광학 취득 시스템의 오브젝트 공간 내의 광선들의 세트에 의해 점유된 볼륨을 나타낸다.

도 3은 일엽쌍곡면을 나타낸다.

도 4는 일엽쌍곡면의 다른 뷰를 나타낸다.

도 5는 본 개시내용의 실시예에 따라 픽셀 빔을 나타내는 데이터를 생성하기 위한 장치의 예를 예시하는 개략적인 블록도이다.



도 6은 개시내용의 실시예에 따라 픽셀 빔을 나타내는 데이터를 생성하기 위한 프로세스를 설명하는 흐름도이다.

도 7은 개시내용의 실시예에 따라 픽셀 빔을 나타내는 데이터를 생성하기 위한 프로세스에 따라 생성된 디지털 파일을 나타낸다.

도 8은 본 개시내용의 실시예에 따라 광학 취득 시스템에 의해 캡처된 이미지를 처리하기 위한 장치의 예를 예시하는 개략적인 블록도이다.

도 9는 개시내용의 실시예에 따라 광학 취득 시스템에 의해 캡처된 이미지를 처리하기 위한 프로세스를 설명하는 흐름도이다.

도 10은 가우시안 빔(Gaussian beam)의 기하학적 형상을 나타낸다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0036] 본 기술 분야의 통상의 기술자에 의해 이해될 바와 같이, 본 원리들의 양태들은 시스템, 방법, 또는 컴퓨터 판독가능 매체로서 구현될 수 있다. 따라서, 본 원리들의 양태들은 전적으로 하드웨어 실시예, 전적으로 소프트웨어 실시예(펌웨어, 상주 소프트웨어, 마이크로 코드 등을 포함함), 또는 소프트웨어와 하드웨어 양태들을 조합하는 실시예의 형태를 취할 수 있고, 이들 모두가 "회로", "모듈" 또는 "시스템"으로 본 명세서에서 일반적으로 지칭될 수 있다. 또한, 본 원리들의 양태들은 컴퓨터 판독가능 저장 매체의 형태를 취할 수 있다. 하나 이상의 컴퓨터 판독가능 저장 매체(들)의 임의의 조합이 이용될 수 있다.

[0037] 임의의 광학 취득 시스템의 경우, 그것이 플렌옵틱인지 아닌지에 상관없이, 광학 취득 시스템에 의해 캡처된 4D 라이트 필드 데이터를 나타내는 에피폴라(epipolar) 이미지 또는 미가공 이미지에 더하여, 상기 광학 취득 시스템의 센서의 픽셀들과 상기 광학 취득 시스템의 오브젝트 공간 사이의 대응(correspondence)에 관한 정보를 획득하는 것은 흥미롭다. 광학 취득 시스템의 센서에 속하는 픽셀이 상기 광학 취득 시스템의 오브젝트 공간 중 어느 부분을 감지하고 있는지를 아는 것은, 역 멀티플렉싱(de-multiplexing), 역 모자이킹(de-mosaicking), 리포커싱 등과 같은 신호 처리 동작들의 개선, 및 상이한 특성들을 갖는 상이한 광학 시스템들에 의해 캡처된 이미지들의 혼합을 가능하게 한다. 또한, 광학 취득 시스템의 센서의 픽셀들과 상기 광학 취득 시스템의 오브젝트 공간 사이의 대응에 관한 정보는 광학 취득 시스템과 독립적이다.

[0038] 본 개시내용은 도 2에 도시된 픽셀 빔(10)의 개념을 도입하는데, 이는 카메라 또는 광학 취득 시스템(도 2에 도시되지 않음)의 광학 시스템(11)의 오브젝트 공간에서 광선들의 세트에 의해 점유된 볼륨을 나타낸다. 광선들의 세트는 상기 광학 시스템(21)의 동공(24)을 통해 카메라의 센서(23)의 픽셀(22)에 의해 감지된다. 광학 시스템(21)은 사진 또는 비디오 카메라들에 적합한 렌즈들의 조합일 수 있다. 광학 시스템의 동공은 상기 광학 시스템, 즉 애퍼처 스톱(aperture stop)에 선행하는 광학 취득 시스템의 렌즈들을 통해 보여지는 상기 애퍼처 스톱의 이미지로서 정의된다. 애퍼처 스톱은 광학 취득 시스템의 광학 시스템을 통과하는 빛의 양을 제한하는 개구부이다. 예를 들어, 카메라 렌즈 내부에 위치한 조절가능한 블레이드 다이어프램(adjustable blade diaphragm)은 렌즈용 애퍼처 스톱이다. 다이어프램을 통해 들어오는 빛의 양은 카메라의 사용자가 허용하고자 하는 빛의 양에 따라 조정될 수 있는 다이어프램 개구부의 직경에 의해 컨트롤된다. 예를 들어, 애퍼처를 더 작게 만드는 것은 다이어프램을 통해 들어오는 빛의 양을 감소시키고, 동시에 초점 심도를 증가시킨다. 렌즈의 일부의 굴절 작용으로 인해 정지부의 겉보기 크기는 이의 물리적 크기보다 크거나 작을 수 있다. 공식적으로, 동공은 물리적 정지부와 관찰 공간 사이에 위치한 광학 취득 시스템의 모든 렌즈를 통과하는 애퍼처 스톱의 이미지이다.

[0039] 픽셀 빔(10)은 입사 동공(24)을 경유하여 광학 시스템(21)을 통해 전파될 때 주어진 픽셀(22)에 도달하는 광선 다발(pencil of rays of light)로 정의된다. 빛이 자유 공간에서 직선 상을 이동하기 때문에, 이러한 픽셀 빔(20)의 형상은 2개의 섹션에 의해 정의될 수 있는데, 하나는 픽셀(22)의 공액(25)이고, 다른 하나는 입사 동공(24)이다. 픽셀(22)은 자신의 넌-널(non-null) 표면 및 자신의 감도 맵에 의해 정의된다.

[0040] 따라서, 픽셀 빔(30)은, 도 3에 도시된 바와 같이, 두 요소들, 즉 오브젝트 공간에서의 동공(34) 및 픽셀(22)의 공액(35)에 의해 지지되는, 일엽쌍곡면(hyperboloid of one sheet)으로 표현될 수 있다.

[0041] 일엽쌍곡면은 광선 다발의 개념을 지지할 수 있는 규정된 표면(ruled surface)이고, 물리적 광 빔들의 "에텐두(*étendue*)"라는 개념과 호환가능하고, 이 개념은 물리적 광 빔들의 섹션을 가로 지르는 에너지의 보존과 관련

된다.

[0042] 일엽쌍곡면은 가우시안 빔의 기하학적 구조에 해당한다. 실제로, 광학에서, 가우시안 빔은 가우시안 함수에 의해 횡 방향 자기장 및 전기장 진폭 프로파일들이 주어진 단색 전자기 복사(monochromatic electromagnetic radiation)의 빔이며; 이는 또한 가우시안 세기 프로파일을 함의한다. 이러한 빔의 빔은 가장 집중된 지점으로 초점이 맞춰질 수 있기 때문에, 이 기본 횡 방향 가우시안 모드(fundamental transverse Gaussian mode)는 대부분의 레이저의 의도된 출력을 기술한다.

[0043] 아래 방정식들은  $\mathcal{R}$ 의 모든 값에서 원형 단면을 갖는 빔을 가정하여; 이것은 하나의 횡 방향 치수(r)가 나타난다는 것을 주목함으로써 알 수 있다.

[0044] (초점으로부터 측정된) 빔에 따른 위치  $\mathcal{R}$ 에서, 지점 크기 파라미터  $w$ 는 다음과 같이 주어진다.

$$w(z) = w_0 \sqrt{1 + \left(\frac{z}{z_R}\right)^2}$$

[0045]

[0046] 여기서  $w_0$ 은 웨이스트 크기이다.

[0047] 도 10에 나타낸 바와 같이, 웨이스트로부터의 거리가  $\mathcal{R}$ 과 동일할 때, 빔의 폭  $w$ 는  $\sqrt{2}w_0$ 와 동일하다.

[0048] 그러나, 가우스 함수의 꼬리(tail)들이 실제로 0에 도달하지는 않는다. 이는 웨이스트로부터 멀리 떨어져 있다는 것을 의미하며, 빔 "가장자리"는 원뿔 모양이다. 해당 원뿔을 따르는 선들( $r = w(z)$ )과 빔의 중심 축( $r = 0$ ) 사이의 각도를 빔의 발산이라고 지칭한다.

[0049] 그러면, 웨이스트로부터 멀리 떨어진 빔의 전체 각도 확산은  $\theta = 2\theta$ 로 주어진다.

[0050] 도 4에 나타낸 바와 같이, 일엽쌍곡면(40)은 오브젝트 공간에서 공액(25)에 대응하는 웨이스트(45)로 지칭되는 그것의 가장 작은 섹션의 기본 영역을 제외하고는 그것의 점근 원뿔(41, 42)과 거의 동일하다. 라이트 필드 카메라들과 같은 플렌옵틱 시스템들의 경우, 이는 다중 경로 광선들에 의한 공간 샘플링이 수행되는 영역이다. 픽셀(22) 감도는 표면 상의 수십 제곱 마이크로미터 상에서 중요하며, 원뿔 톱처럼 무한히 작은 표면을 가진 수학적 포인트로 표현될 수 없으므로, 이 영역에서 원뿔들을 갖는 샘플링 공간은 적절하지 않다.

[0051] 본 발명의 제1 실시예에서, 각각의 픽셀 빔(20, 30, 40)은 동공(24, 34)의 전방에서, 픽셀 공액(25, 45)의 위치 및 크기를 정의하는 4개의 파라미터  $z_P, \theta_x, \theta_y, a$ 에 의해, 그리고 동공(24, 34)의 위치, 배향, 및 반경을 정의하는 6개의 동공 파라미터  $x_O, y_O, z_O, \theta_{xO}, \theta_{yO}, r$ 에 의해 정의된다. 이러한 6개의 동공 파라미터는 동일한 동공(24, 34)을 공유하는 픽셀 빔들의 집합에 공통적이다. 실제로, 픽셀 빔은 동공(24)을 통해 픽셀(22)에 의해 감지된 광학 시스템(21)의 오브젝트 공간에서 광선들의 세트에 의해 점유된 볼륨을 나타내는데, 즉 주어진 커널 픽셀(22)/동공(24, 34)에 대해, 고유의 픽셀 빔(20, 30, 40)이 대응하지만, 복수의 별개의 픽셀 빔이 동일한 동공(24, 34)에 의해 지지될 수 있다.

[0052] 픽셀 빔(20, 30, 40)의 파라미터들이 정의되는 좌표계(x, y, z)의 원점 0는 도 2에 도시된 바와 같이 동공(24)의 중심에 대응하고, 여기서 z 축은 동공(24, 34)의 표면에 수직인 방향을 정의한다.

[0053] 파라미터  $\theta_x, \theta_y$ 는 동공(24) 중심의 입사에 대한 주 광선 방향들을 정의한다. 이는 센서(23) 상의 픽셀(22) 위치 및 광학 시스템(21)의 광학 요소에 의존한다. 보다 정확하게, 파라미터  $\theta_x, \theta_y$ 는 동공(24)의 중심으로부터 픽셀(22)의 공액(25)의 방향을 정의하는 전단 각들(shear angles)을 나타낸다.

[0054] 파라미터  $z_P$  는  $z$  축을 따라 픽셀 빔(20, 30, 40)의 웨이스트(45), 또는 픽셀(22)의 공액(25)과 동공의 중심 사이의 거리를 나타낸다.

[0055] 파라미터  $a$  는 픽셀 빔(20, 30, 40)의 웨이스트(45)의 반경을 나타낸다.

[0056] 광학 왜곡 및 필드 곡률이 모델링될 수 있는 광학 시스템(21)의 경우, 파라미터들  $z_P$  및  $a$  는 파라메트릭 함수를 통해 파라미터들  $\theta_x$  및  $\theta_y$  에 의존할 수 있다.

[0057] 4개의 파라미터  $z_P, \theta_x, \theta_y, a$  는 픽셀(22) 및 그것의 공액(25)과 관련된다.

[0058] 픽셀 빔(20, 30, 40)을 정의하는 6개의 상보적인 동공 파라미터는 다음과 같다:

[0059] - 동공(24, 34) 반경을 나타내는  $r$  ,

[0060] - (x, y, z) 좌표계에서 동공(24, 34) 중심의 좌표들을 나타내는  $x_0, y_0, z_0$  , 및

[0061] - 기준 (x, y, z) 좌표계에서 동공(24, 34)의 배향을 나타내는  $\theta_{x0}, \theta_{y0}$  .

[0062] 이 6개의 동공 파라미터는 동공(24, 34)과 관련된다. 다른 파라미터  $c$  가 정의된다. 이러한 파라미터  $c$  는 픽셀(22) 및 그것의 공액(25)과 관련된 파라미터  $z_P$  및  $a$  , 및 동공(24, 34)과 관련된 파라미터  $r$  에 의존한다. 파라미터  $c$  는 픽셀 빔(20, 30, 40)의 각도 애퍼처  $\alpha$  를 정의하며 공식  $\tan(\alpha) = \frac{a}{c}$  에 의해 주어진다.

[0063] 따라서 파라미터  $c$  의 표현은 다음 방정식에 의해 주어진다:

$$c^2 = \frac{a^2 z_P^2}{r^2 - a^2} \quad (1)$$

[0065] 픽셀 빔(20, 30, 40)을 한정하는 표면에 속하는 포인트들의 오브젝트 공간에서의 좌표(x, y, z)는 동공(24) 및 픽셀의 공액(25)과 관련된 상기 정의된 파라미터들의 세트들의 함수이다. 따라서, 픽셀 빔(20, 30, 40)을 나타내는 일엽쌍곡면의 생성을 가능하게 하는 방정식 (2)는 다음과 같다:

$$\frac{(x - z \cdot \tan(\theta_x))^2}{a^2} + \frac{(y - z \cdot \tan(\theta_y))^2}{a^2} - \frac{(z - z_P)^2}{c^2} = 1 \quad (2)$$

[0067] 픽셀 빔(20, 30, 40)을 나타내는 동일한 쌍곡면의 파라메트릭 방정식 (3)은 다음과 같다 :

$$\begin{cases} x = a \sqrt{1 + \frac{(z - z_P)^2}{c^2}} \cdot \cos(v) + z \cdot \tan(\theta_x) \\ y = a \sqrt{1 + \frac{(z - z_P)^2}{c^2}} \cdot \sin(v) + z \cdot \tan(\theta_y) \end{cases} \quad (3)$$

[0069] 여기에서,  $v$  는 생성 쌍곡선으로부터의 픽셀 빔(20, 30, 40)의 생성을 가능하게 하는 (x, y) 평면에서의 각도

이고,  $v$  는  $[0, 2\pi]$  구간에서 변하며,  $z \in [0, \infty]$  는 동공(24, 34)의 표면에 수직한 방향을 정의하는  $z$  축을 따른 좌표이다. 방정식 (2) 및 (3)은 픽셀(22) 및 그것의 공액(25)의 섹션이 원형이고 동공(24, 34)의 섹션이 또한 원형이라는 가정으로 기술된다.

[0070] 픽셀 빔들(20, 30, 40)이 광학 시스템(21)의 오브젝트 공간을 샘플링하는 방법의 정확한 설명을 얻기 위해, 픽셀(22)의 섹션 및 동공(24, 34)의 섹션의 기하학적 구조가 오브젝트 공간을 어떻게 포장하는지 결정하는 것은 흥미롭다. 이는 오브젝트 공간 내에서 방출된 빛이 센서(23)의 상이한 픽셀들(22) 사이에서 어떻게 분포되어 있는지를 알게 한다.

[0071] 따라서, 동공(24, 34), 픽셀(22), 및 픽셀(22)의 공액(25)의 섹션들의 형상을 기술하기 위해 또 다른 파라미터들의 세트가 정의된다.

[0072] 제1 파라미터  $A_O$  가 정의된다. 파라미터  $A_O$  는 비대칭 동공(24, 34)을 허용하는 종횡비(aspect ratio)를 나타낸다.

[0073] 제2 파라미터  $A_P$  가 정의된다. 파라미터  $A_P$  는 픽셀(22) - 웨이스트의 공액(25, 45)에서 비대칭 픽셀 빔들을 허용하는 종횡비를 나타낸다.

[0074] 제3 파라미터 종속 파라미터  $\alpha$  는 다음과 같이 정의된다:

$$\alpha = \left| \frac{1 - \left(\frac{z}{z_P}\right)^k}{1 + \left(\frac{z}{z_P}\right)^k} \right| \quad (4)$$

[0076]  $\alpha$  는, 동공(24, 34) 및 픽셀(22)의 섹션들의 형상과는 독립적으로, 그리고 픽셀(22)의 공액(25, 45)으로부터 무한으로, 동공(24, 34)과 픽셀(22)의 공액(25, 45) 사이의  $z$  축을 따라 픽셀 빔(20, 30, 40) 형상의 전파(propagation)를 나타내는 계수이다. 파라미터  $k$  는  $z$  축을 따라 픽셀 빔(20, 30, 40) 형상의 진화(evolution)를 조절하는 파라미터이다.  $k \approx 1.3$  의 값은 동공(24, 34)과 픽셀(22)의 공액(25, 45) 사이의 파라미터  $\alpha$  의 선형 변화를 근사화한다.

[0077] 극 반경 인자(polar radius factor)라 불리는 2개의 파라미터들  $\rho_O$  및  $\rho_P$  는 각각 동공(24, 34)의 형상 및 픽셀(22)의 공액(25, 45)의 형상을 기술한다. 파라미터들  $\rho_O$  및  $\rho_P$  는 다음의 방정식으로 정의된다.

$$\rho = \min\left(\frac{1}{\text{abs}(\cos(v))}, \frac{1}{\text{abs}(\sin(v))}\right) \quad (5)$$

[0079] 여기에서  $\rho$  는 각도  $v$  에 대한 단위 스퀘어 포인트(unit square point)를 정의하는 극 반경이다.

[0080]  $A_O = A_P = 1.0$  인 경우, 표 1로 불리는 다음 표는 파라미터들  $\rho_O$  및  $\rho_P$  값들의 예들을 제공한다:

표 1

$\rho_o$	$\rho_P$	
1.0	1.0	원형의 동공(24, 34) 및 픽셀 공액(25, 45)
1.0	$\rho$	원형의 동공(24, 34) 및 정사각형 형상의 픽셀 공액(25, 45)
$\rho$	1.0	정사각형 형상의 동공(24, 34) 및 원형의 픽셀 공액(25, 45)
$\rho$	$\rho$	정사각형 형상의 동공(24, 34) 및 정사각형 형상의 픽셀 공액(25, 45)

[0081]

[0082]

동공(24, 34), 픽셀(22), 및 픽셀(22)의 공액(25)의 섹션들의 형상과 관련된 상기 정의된 파라미터들을 고려하여, 픽셀 빔(20, 30, 40)을 나타내는 쌍곡면의 확장된 파라메트릭 방정식 (6)은 다음과 같다.

[0083]

$$\begin{cases} x = a \sqrt{1 + \frac{(z-z_P)^2}{c^2}} \cdot [\alpha \cdot \rho_o + (1 - \alpha) \cdot \rho_P] \cdot \cos(v) + z \cdot \tan(\theta_x) \\ y = a \sqrt{1 + \frac{(z-z_P)^2}{c^2}} \cdot [\alpha \cdot A_o \cdot \rho_o + (1 - \alpha) \cdot A_P \cdot \rho_P] \cdot \sin(v) + z \cdot \tan(\theta_y) \end{cases} \quad (6)$$

[0084]

상기 광학 취득 시스템의 센서의 픽셀들과 상기 광학 취득 시스템의 오브젝트 공간 사이의 대응에 관한 정보는, 동공(24, 34)의 전방에 있는 픽셀 공액(25, 45)의 위치 및 크기를 정의하는 4개의 파라미터  $z_P, \theta_x, \theta_y, a$ 를 포함하는 파라미터들의 세트 및 픽셀 빔이 그것의 파라메트릭 방정식에 의해 표현될 경우 동공(24, 34)의 위치, 배향, 및 반경을 정의하는 6개의 동공 파라미터  $x_o, y_o, z_o, \theta_{x0}, \theta_{y0}, r$  중 어느 하나의 형태를 취할 수 있다. 따라서, 이러한 파라미터들의 세트는 미가공 이미지, 또는 4D 라이트 필드 데이터를 처리하는 동안 사용되기 위해 광학 취득 시스템에 의해 캡처된 4D 라이트 필드 데이터를 나타내는 에피폴라 이미지에 추가로 제공된다.

[0085]

픽셀 빔들과 관련된 이러한 추가 정보는 주어진 광학 취득 시스템과 연관된 메타데이터이다. 이들은 예를 들어 광학 취득 시스템과 함께 제공된 CD-ROM 또는 플래시 드라이브 상에 저장된 데이터 파일로서 제공될 수 있다. 픽셀 빔들과 관련된 추가 정보를 포함하는 데이터 파일은 또한 광학 취득 시스템의 제조자에 속하는 서버로부터 다운로드될 수 있다. 발명의 실시예에서, 픽셀 빔들과 관련된 이러한 추가 정보는 또한 광학 취득 시스템에 의해 캡처된 이미지들의 헤더에 내장될 수 있다.

[0086]

픽셀 빔들과 관련된 이러한 정보의 지식은 독점적인 파일 포맷 및 처리될 이미지를 캡처하기 위해 사용되는 광학 취득 시스템의 기능들과 무관하게 임의의 광학 취득 시스템에 의해 캡처된 이미지들의 처리를 가능하게 한다.

[0087]

도 5는 본 개시내용의 실시예에 따른 광학 취득 시스템에 의해 캡처된 이미지를 인코딩하는 장치의 예를 예시하는 개략적인 블록도이다. 이러한 장치는 카메라와 같은 광학 취득 시스템일 수 있다.

[0088]

장치(500)는 버스(506)에 의해 연결된 프로세서(501), 저장 유닛(502), 입력 디바이스(503), 디스플레이 디바이스(504), 및 인터페이스 유닛(505)을 포함한다. 물론, 컴퓨터 장치(500)의 구성 요소들은 버스 연결(connection) 이외의 연결에 의해 연결될 수 있다.



- [0089] 프로세서(501)는 장치(500)의 동작을 제어한다. 저장 유닛(502)은, 프로세서(501)에 의해 실행될 광학 취득 시스템에 의해 취득된 이미지를 인코딩할 수 있는 적어도 하나의 프로그램, 및 센서(23) 상의 픽셀(22)의 위치와 관련된 파라미터들, 광학 취득 시스템의 광학 시스템(21)과 관련된 파라미터들 또는 동공의 위치, 프로세서(501)에 의해 수행되는 계산들에 의해 사용되는 파라미터들, 프로세서(501)에 의해 수행되는 계산의 중간 데이터 등을 포함하는 다양한 데이터를 저장한다. 프로세서(501)는 임의의 공지되고 적합한 하드웨어, 소프트웨어, 또는 하드웨어와 소프트웨어의 조합으로 형성될 수 있다. 예를 들어, 프로세서(501)는 처리 회로와 같은 전용 하드웨어에 의해, 또는 메모리에 저장된 프로그램을 실행하는 CPU(Central Processing Unit)와 같은 프로그래밍 가능 처리 유닛에 의해 형성될 수 있다.
- [0090] 저장 유닛(502)은 프로그램, 데이터 등을 컴퓨터 판독가능 방식으로 저장할 수 있는 임의의 적절한 저장 또는 수단에 의해 형성될 수 있다. 저장 유닛(502)의 예들은 반도체 메모리 디바이스와 같은 비일시적(non-transitory) 컴퓨터 판독가능 저장 매체, 및 판독 및 기록 유닛에 로딩된 자기, 광학 또는 광 자기 기록 매체를 포함한다. 프로그램은 프로세서(501)로 하여금, 도 6을 참조하여 후술되는 바와 같은 본 개시내용의 실시예에 따라, 광학 시스템의 오브젝트 공간 내의 광선들의 세트에 의해 점유된 볼륨을 나타내는 파라미터들을 계산하고, 광학 취득 시스템에 의해 캡처된 이미지로 이 파라미터들을 인코딩하기 위한 프로세스를 수행하게 한다.
- [0091] 입력 디바이스(503)는, 광학 시스템의 오브젝트 공간에서 광선들의 세트에 의해 점유된 볼륨의 파라메트릭 표현을 생성하기 위해 사용되는 파라미터들의 사용자의 선택들을 행하도록, 커맨드들을 입력하기 위해 사용자에게 의해 사용하기 위한 키보드, 마우스와 같은 포인팅 디바이스 등에 의해 형성될 수 있다. 출력 디바이스(504)는, 본 개시내용의 실시예에 따라 생성된 이미지들을 디스플레이하기 위한 디스플레이 디바이스, 예를 들어, 그래픽 사용자 인터페이스(GUI)에 의해 형성될 수 있다. 입력 디바이스(503) 및 출력 디바이스(504)는 예를 들어 터치 스크린 패널에 의해 일체형으로 형성될 수 있다.
- [0092] 인터페이스 유닛(505)은 장치(500)와 외부 장치 사이의 인터페이스를 제공한다. 인터페이스 유닛(505)은 케이블 또는 무선 통신을 통해 외부 장치와 통신 가능할 수 있다. 실시예에서, 외부 장치는 카메라, 스마트폰, 태블릿 등과 같은 광학 취득 시스템일 수 있다.
- [0093] 도 6은 개시내용의 실시예에 따라 픽셀 빔을 나타내는 데이터를 생성하기 위한 프로세스를 설명하기 위한 흐름도이다.
- [0094] 장치(500)의 프로세서(501)는 광학 취득 시스템의 픽셀 빔들의 집합에 속하는 픽셀 빔들을 나타내는 파라미터들을 계산하고, 광학 취득 시스템에 의해 캡처된 이미지로 이 파라미터들을 인코딩할 수 있는 프로그램을 실행한다.
- [0095] 따라서, 프로세서(501)는 단계(601) 동안 동공(24, 34)의 위치, 배향, 및 반경을 정의하는 6개의 동공 파라미터들  $x_0, y_0, z_0, \theta_{x0}, \theta_{y0}, r$  을 계산한다. 이 단계(601)는 광학 취득 시스템의 각각의 동공(24) 및 센서(23)의 각각의 픽셀(22)에 대해 실행된다.
- [0096] 이 계산은 예를 들어, 광학 시스템(11)을 통한 광선들의 전파를 모델링할 수 있는 프로그램을 실행함으로써 광학 취득 시스템의 교정 단계 동안 실현된다. 이러한 프로그램은 예를 들어 Zemax ©, ASAP ©, 또는 Code V © 와 같은 광학 설계 프로그램이다. 광학 설계 프로그램은 광학 시스템(11)을 설계 및 분석하는 데 사용된다. 광학 설계 프로그램은 광학 시스템(11)을 통한 광선들의 전파를 모델링하고; 단순한 렌즈들, 비구면(aspheric) 렌즈들, 굴절률 분포형(refractive index) 렌즈, 거울들, 및 회절 광학 요소들 등과 같은 광학 요소들의 효과를 모델링할 수 있다. 상용 렌즈들의 라이브러리는 장치(500)의 저장 유닛(502)에 저장되며, 광학 설계 프로그램을 실행할 때 프로세서(501)로 접근 가능하다.
- [0097] 단계(602) 동안, 프로세서(501)는 동공(24, 34) 전방에 있는 픽셀 공역(25, 45)의 위치 및 크기를 정의하는 4개의 파라미터들:  $z_p, \theta_x, \theta_y, \alpha$  를 계산한다. 이 계산은 장치(500)의 저장 유닛(502)에 저장된, 단계(601) 동안 계산된 동공(24, 34)을 정의하는 파라미터들, 및 센서(23) 상의 픽셀(22)의 위치를 정의하는 파라미터들을 기초로 한다. 이 계산은 또한 광학 시스템(11)을 통한 광선들의 전파를 모델링할 수 있는 프로그램을 실행함으로써 광학 취득 시스템의 교정 단계 동안 실현된다. 단계(602)는 센서(23)의 각각의 픽셀(22)에 대해 실행된다.

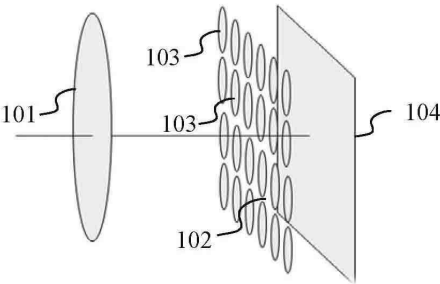
- [0098] 단계(603) 동안, 프로세서(501)는, 광학 취득 디바이스에 의해 캡처된 라이트 필드 데이터로부터, 센서(23)의 픽셀(22)에 의해 캡처된 빛의 세기를 나타내는 파라미터들을 계산한다. 센서(23)의 유형에 따라, 픽셀(22)에 의해 캡처된 빛의 세기를 나타내는 파라미터들은 예를 들어 R, G, B, 또는 이들의 조합 RGB와 같은 컬러 채널 속성, 또는 휘도 속성 L 또는 적외선 속성 IR 등이다.
- [0099] 단계(604)에서, 프로세서(501)는 광학 취득 시스템의 동공(24, 34)을 정의하는 파라미터들, 및 각각의 동공들과 연관하여 동공과 함께 픽셀 빔을 정의하는 픽셀들(22)의 공역들(35)을 정의하는 파라미터들을 포함하는 디지털 파일을 생성한다. 그것의 공역(35)이 픽셀 빔을 정의하는 픽셀(22)에 의해 캡처된 빛의 세기를 나타내는 파라미터들은 동공(24, 34)을 정의하는 파라미터들에 연관된다. 생성된 데이터 파일은 예를 들어 광학 취득 시스템과 함께 공급된 CD-ROM 또는 플래시 드라이브 상에, 또는 광학 취득 시스템의 제조자에 속하는 서버 상에 저장된다.
- [0100] 이러한 디지털 파일(70)은 도 7에 표시되어 있다. 디지털 파일(70)은 카메라와 같은 광학 취득 시스템의 픽셀 빔들의 집합을 나타낸다. 각각의 동공 1 내지 Y는 카메라가 플렌옵틱 카메라인 경우 카메라의 마이크로 렌즈에 대응하고, 또는 카메라 어레이들의 경우에는 상이한 카메라들의 렌즈들에 대응한다.
- [0101] 디지털 파일(70)의 필드(71)는 카메라의 각각의 동공 1 내지 Y에 전용(dedicate)된다. 이 필드에서, 동공의 위치, 배향, 및 반경을 정의하는 6개의 동공 파라미터들  $x_o, y_o, z_o, \theta_{x0}, \theta_{y0}, r$ , 비대칭 동공을 허용하는 중형비를 나타내는 파라미터  $A_o$ , 및 동공의 형상을 기술하는 극 반경 인자라고 불리는 파라미터  $\rho_o$ 와 같은, 고려되는 동공과 관련된 모든 파라미터들이 저장된다.
- [0102] 동공 1 내지 Y에 전용된 각각의 필드에서, 상기 동공에 의해 정의된 픽셀 빔들 1 내지 X와 관련된 파라미터들은 전용 서브 필드들(72)에 저장된다. 이 서브 필드들(72)에는, 동공(24, 34) 전방에 있는 픽셀 공역(25, 45)의 위치 및 크기를 정의하는 4개의 파라미터들:  $z_p, \theta_x, \theta_y, a$ , 비대칭 픽셀을 허용하는 중형비를 나타내는 파라미터  $A_p$ , 픽셀의 형상을 기술하는 극 반경 인자라고 불리는 파라미터  $\rho_p$ , 및 그것의 공역이 픽셀 빔을 정의하는 픽셀에 의해 캡처된 빛의 세기를 나타내는 파라미터들이 저장된다.
- [0103] 발명의 실시예에서, 디지털 파일(70)은 적어도 2개의 상이한 광학 취득 디바이스들의 픽셀들의 동공들 및 공역들을 정의하는 파라미터들을 포함한다. 각각의 광학 취득 디바이스는 3x3 회전 행렬 및 3x1 병진 벡터와 같은 외부 파라미터들에 의해 특성화되며, 회전 행렬과 병진 벡터는 모두 취득 디바이스들의 외부 교정에 의해 획득된다.
- [0104] 발명의 다른 실시예에서, 단계(605) 동안, 프로세서(501)는 광학 취득 시스템의 센서의 상이한 픽셀들과 연관된 픽셀 빔들을 나타내는 파라미터들을 포함하는 디지털 파일을 광학 취득 시스템에 의해 캡처된 이미지에 연관시킨다. 데이터 파일은 예를 들어 캡처된 이미지들의 헤더의 특정 필드에 저장된다.
- [0105] 단계(606) 동안, 프로세서(501)는 광학 취득 시스템에 의해 캡처된 이미지를 처리할 수 있는 장치에 전송될 메시지를 생성한다. 발명의 제1 실시예에서, 메시지는 광학 취득 시스템의 센서의 상이한 픽셀들과 연관된 픽셀 빔들을 나타내는 계산된 파라미터들을 포함하는 데이터 파일을 광학 취득 시스템에 의해 캡처된 이미지에 포함한다. 발명의 제2 실시예에서, 메시지는 헤더의 필드에 데이터 파일을 내장하는 광학 취득 시스템에 의해 캡처된 이미지로 구성된다.
- [0106] 이 메시지는 그 다음에 인터페이스 유닛(505)을 통해 외부 장치로 송신된다. 인터페이스 유닛(505)은 파라미터들을 포함하는 메시지를 운반하는 케이블 또는 무선 통신을 통해 외부 장치로 신호를 송신한다. 외부 장치는 장치(500)에 의해 송신된 메시지에서 수신된 파라미터들을 사용하여 광학 시스템(21)에 의해 캡처된 이미지를 처리할 수 있다.
- [0107] 도 8은 개시내용의 실시예에 따라 광학 취득 시스템에 의해 캡처된 이미지를 처리하기 위한 장치의 예를 예시하는 개략적인 블록도이다.
- [0108] 장치(800)는 버스(806)에 의해 연결된 프로세서(801), 저장 유닛(802), 입력 디바이스(803), 디스플레이 디바이스(804), 및 인터페이스 유닛(805)을 포함한다. 물론, 컴퓨터 장치(800)의 구성 요소들은 버스 연결 이외의 연결에 의해 연결될 수 있다.



- [0109] 프로세서(801)는 장치(800)의 동작을 제어한다. 저장 유닛(802)은 프로세서(801)에 의해 실행될 광학 취득 시스템에 의해 취득된 이미지를 처리할 수 있는 적어도 하나의 프로그램, 및 센서(23) 상의 픽셀(22)의 위치와 관련된 파라미터들 또는 광학 취득 시스템의 광학 시스템(21)과 관련된 파라미터들, 프로세서(801)에 의해 수행되는 계산들에 의해 사용되는 파라미터들, 프로세서(801)에 의해 수행되는 계산의 중간 데이터 등을 포함하는 다양한 데이터를 저장한다. 프로세서(801)는 임의의 공지되고 적합한 하드웨어, 소프트웨어, 또는 하드웨어와 소프트웨어의 조합으로 형성될 수 있다. 예를 들어, 프로세서(801)는 처리 회로와 같은 전용 하드웨어에 의해, 또는 메모리에 저장된 프로그램을 실행하는 CPU(Central Processing Unit)와 같은 프로그래밍 가능 처리 유닛에 의해 형성될 수 있다.
- [0110] 저장 유닛(802)은 프로그램, 데이터 등을 컴퓨터 판독가능 방식으로 저장할 수 있는 임의의 적절한 저장 또는 수단에 의해 형성될 수 있다. 저장 유닛(802)의 예들은 반도체 메모리 디바이스와 같은 비일시적 컴퓨터 판독가능 저장 매체, 및 판독 및 기록 유닛에 로딩된 자기, 광학 또는 광 자기 기록 매체를 포함한다. 프로그램은 프로세서(801)로 하여금, 도 9를 참조하여 후술되는 바와 같은 본 개시내용의 실시예에 따라 처리될 이미지와 함께 제공된 픽셀 빔들의 파라미터들에 기초하여 광학 취득 시스템에 의해 캡처된 이미지를 처리하기 위한 프로세스를 수행하게 한다.
- [0111] 입력 디바이스(803)는 광학 취득 시스템에 의해 캡처된 이미지를 처리하는 데 사용되는 파라미터들의 사용자의 선택들을 행하도록, 커맨드들을 입력하기 위해 사용자에게 의해 사용하기 위한 키보드, 마우스와 같은 포인팅 디바이스 등에 의해 형성될 수 있다. 출력 디바이스(804)는, 본 개시내용의 실시예에 따라 생성된 이미지들을 디스플레이하기 위한 디스플레이 디바이스, 예를 들어, 그래픽 사용자 인터페이스(GUI)에 의해 형성될 수 있다. 입력 디바이스(803) 및 출력 디바이스(804)는 예를 들어 터치스크린 패널에 의해 일체형으로 형성될 수 있다.
- [0112] 인터페이스 유닛(805)은 장치(800)와 외부 장치 사이의 인터페이스를 제공한다. 인터페이스 유닛(805)은 케이블 또는 무선 통신을 통해 외부 장치와 통신 가능할 수 있다. 일 실시예에서, 외부 장치는 광학 취득 시스템 또는 장치(600)일 수 있다.
- [0113] 도 9는 개시내용의 실시예에 따라 광학 취득 시스템에 의해 캡처된 이미지를 처리하는 프로세스를 설명하기 위한 흐름도이다.
- [0114] 장치(800)의 프로세서(801)는 처리될 이미지와 연관된 픽셀 빔을 나타내는 파라미터들에 기초하여 광학 취득 시스템에 의해 캡처된 이미지를 처리할 수 있는 프로그램을 실행한다.
- [0115] 따라서, 프로세서(801)는, 단계(901) 동안, 광학 취득 시스템과 함께 제공된 플래시 드라이브 또는 CD-ROM으로부터, 또는 광학 취득 시스템의 제조자에 속하는 서버로부터 파라미터들을 포함하는 데이터 파일을 다운로드함으로써, 캡처된 이미지를 처리하는 데 사용될 픽셀 빔들을 나타내는 상기 파라미터들을 검색한다. 발명의 실시예에서, 프로세서(801)는 처리될 이미지의 헤더에서 이들 파라미터들을 검색한다.
- [0116] 그 다음에, 단계(902) 동안, 단계(901) 동안 검색된 픽셀 빔들(10, 20, 30, 40, 50)을 나타내는 파라미터들에 기초하여, 단계(901) 동안, 광학 취득 시스템에 의해 캡처된 이미지를 처리한다.
- [0117] 캡처된 이미지의 처리는 역 멀티플렉싱, 역 모자이킹, 리포커싱, 렌더링, 상기 캡처된 이미지를 상이한 광학 취득 시스템에 의해 캡처된 적어도 또 다른 이미지와 혼합하는 것, 또는 이들 액션들 중 임의의 조합으로 이루어질 수 있다.
- [0118] 본 발명이 특정 실시예들에 관해 위에서 기술되었지만, 본 발명은 특정 실시예들에 제한되지 않으며, 본 발명의 범위 내에 있는 수정들이 본 기술분야의 통상의 기술자에게 명백할 것이다.
- [0119] 많은 추가적인 수정들 및 변형들이, 단지 예로서 주어지며 오직 첨부되는 청구항들에 의해서만 결정되는 본 발명의 범위를 제한하도록 의도되지 않는, 이전의 예시적인 실시예들을 참조할 시에, 본 기술 분야의 통상의 기술자에게 떠오를 것이다. 특히, 상이한 실시예들로부터의 상이한 특징들은, 적절한 경우 교환될 수 있다.

도면

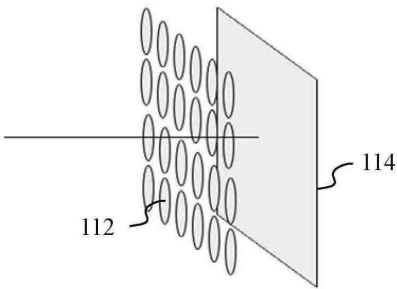
도면1a



100

(종래 기술)

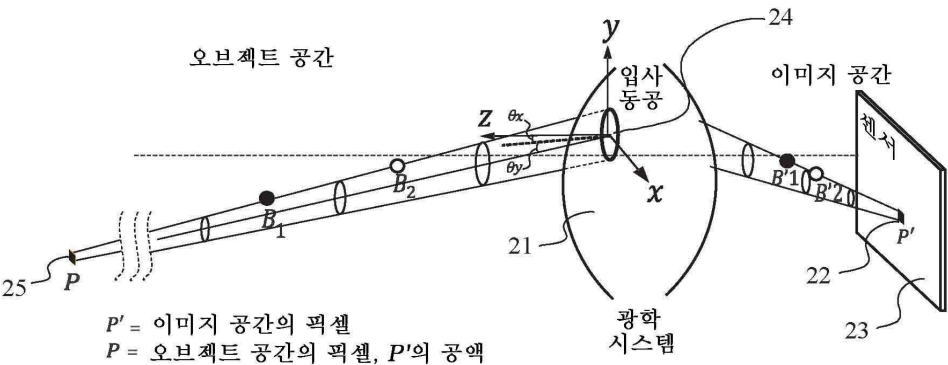
도면1b



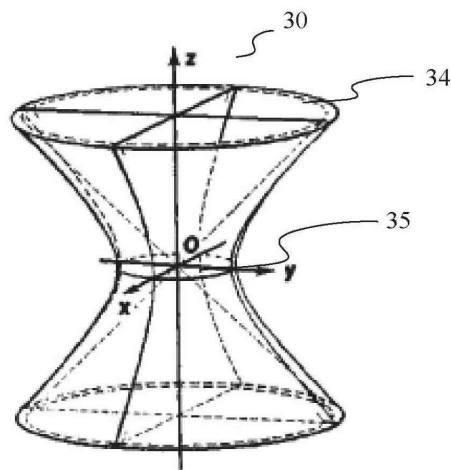
110

(종래 기술)

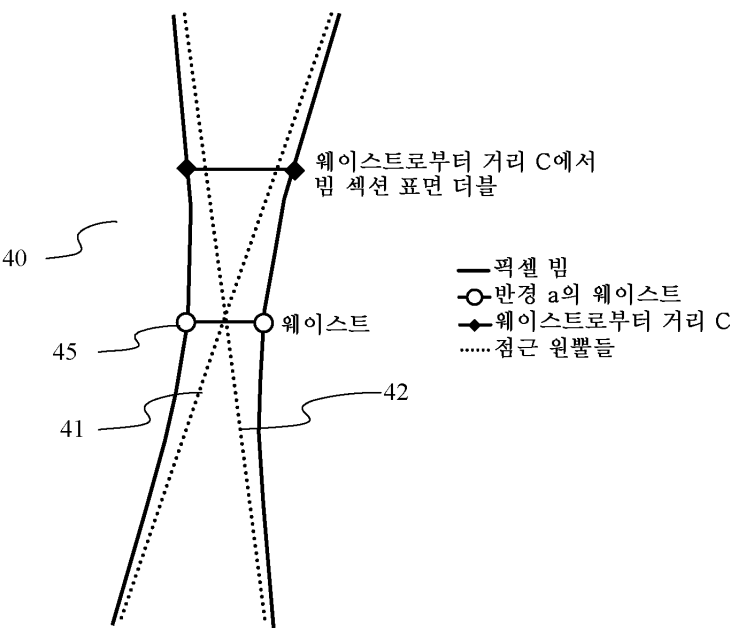
도면2



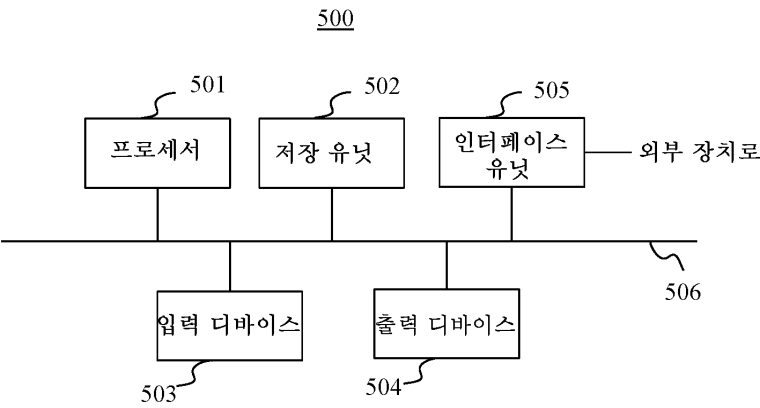
도면3



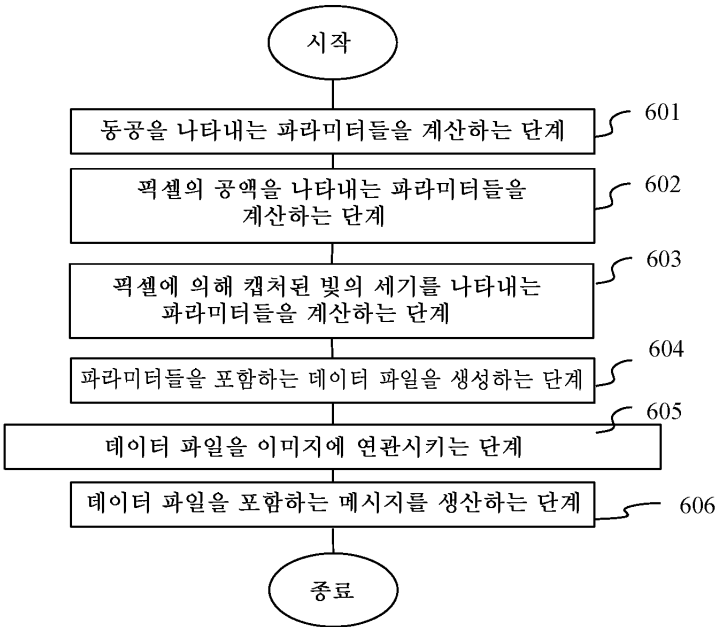
도면4



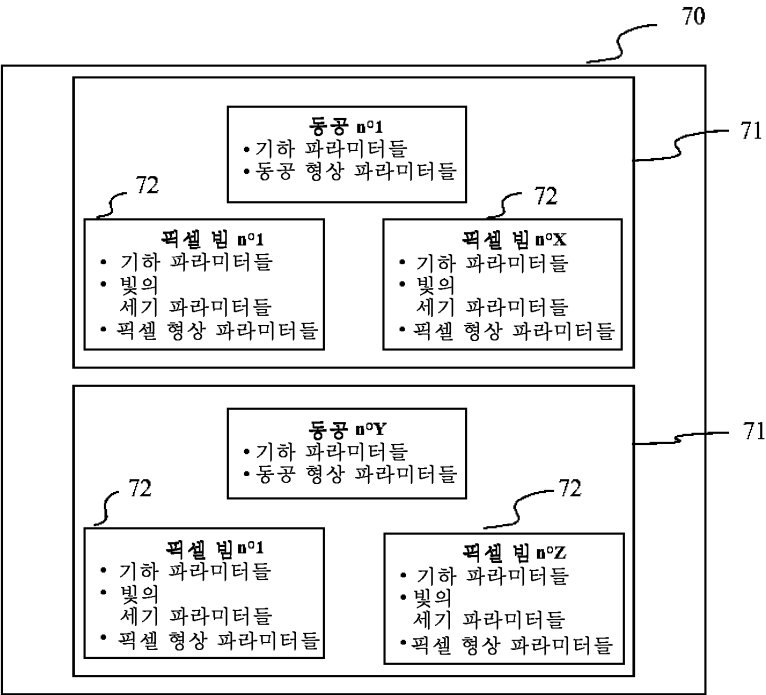
도면5



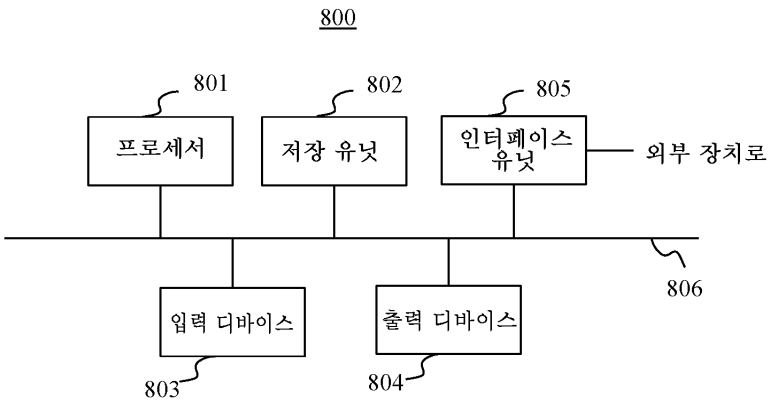
도면6



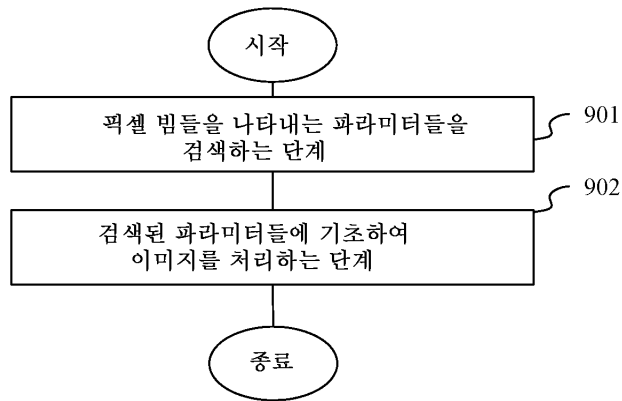
도면7



도면8



도면9



도면10

