



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0036751
(43) 공개일자 2024년03월21일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H04N 13/395 (2018.01) G06T 7/13 (2017.01)
G06T 7/593 (2017.01) H04N 13/39 (2018.01)

(52) CPC특허분류

H04N 13/395 (2021.08)
G06T 7/13 (2017.01)

(21) 출원번호 10-2022-0114775

(22) 출원일자 2022년09월13일

심사청구일자 없음

(71) 출원인

삼성디스플레이 주식회사

경기도 용인시 기흥구 삼성로 1 (농서동)

경희대학교 산학협력단

경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732 (서천동, 경희대학교 국제캠퍼스내)

(72) 발명자

민성욱

서울특별시 강동구 아리수로50길 50, 125동 1102호(고덕동, 래미안힐스테이트고덕)

이하영

경기도 용인시 기흥구 삼성로 1

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인가산

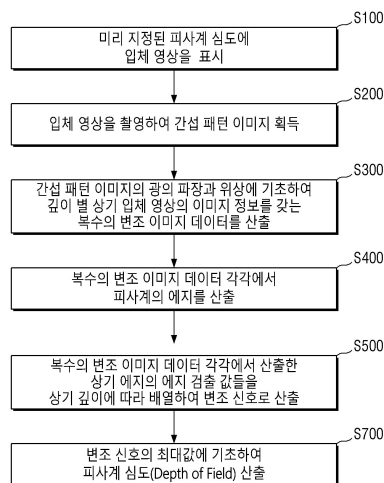
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 입체 영상 깊이 측정 시스템 및 그 방법

(57) 요약

입체 영상 깊이 측정 시스템 및 그 방법이 제공된다. 입체 영상 깊이 측정 시스템은 3차원 공간에 미리 지정된 피사계 심도에 입체 영상을 표시하는 표시 장치, 입체 영상의 광의 파장과 위상을 촬영하여 간섭 패턴 이미지를 획득하는 홀로그래피 카메라, 및 간섭 패턴 이미지의 광의 파장과 위상에 기초하여 깊이 별 입체 영상의 이미지 정보를 갖는 복수의 변조 이미지 데이터를 산출하고, 복수의 변조 이미지 데이터 각각에서 피사계의 에지를 산출하고, 복수의 변조 이미지 데이터 각각에서 산출한 에지의 에지 검출 값들을 깊이에 따라 배열하여 변조 신호로 산출하고, 변조 신호의 제1 최대값을 산출하고, 제1 최대값에 대응하는 제1 깊이를 피사계 심도로 산출하는 제어부를 구비한다.

대표도 - 도6



(52) CPC특허분류

G06T 7/593 (2017.01)

H04N 13/39 (2021.08)

(72) 발명자

김영록

경기도 화성시 동탄반석로 231, 141동 903호(석우
동, 동탄예당마을 롯데캐슬)

권재중

경기도 용인시 기흥구 삼성로 1

서진

경기도 용인시 기흥구 삼성로 1

명세서

청구범위

청구항 1

3차원 공간에 미리 지정된 피사계 심도에 입체 영상을 표시하는 표시 장치;

상기 입체 영상의 광의 파장과 위상을 촬영하여 간섭 패턴 이미지를 획득하는 홀로그래피 카메라; 및

상기 간섭 패턴 이미지의 광의 파장과 위상에 기초하여 깊이 별 상기 입체 영상의 이미지 정보를 갖는 복수의 변조 이미지 데이터를 산출하고,

상기 복수의 변조 이미지 데이터 각각에서 피사계의 에지를 산출하고, 상기 복수의 변조 이미지 데이터 각각에서 산출한 상기 에지의 에지 검출 값을 상기 깊이에 따라 배열하여 변조 신호로 산출하고,

상기 변조 신호의 제1 최대값을 산출하고, 상기 제1 최대값에 대응하는 제1 깊이를 상기 피사계 심도로 산출하는 제어부를 구비하는 입체 영상 깊이 산출 시스템.

청구항 2

제1 항에 있어서,

상기 복수의 이미지 데이터 각각은 복수의 그레이 레벨 값을 갖고,

상기 제어부는 상기 복수의 변조 이미지 데이터 각각에서 제1 임계 값 이상의 값을 갖는 그레이 레벨 값을 에지 검출 값으로 산출함으로써 상기 피사계의 에지를 산출하는 입체 영상 깊이 산출 시스템.

청구항 3

제2 항에 있어서,

상기 복수의 이미지 데이터 중 적어도 하나의 이미지 데이터는 적어도 3 이상의 그레이 레벨 값을 갖는 입체 영상 깊이 산출 시스템.

청구항 4

제2 항에 있어서,

상기 제어부는 상기 복수의 변조 이미지 데이터 각각에서 상기 제1 임계 값과 다른 제2 임계 값 이상의 값을 갖는 그레이 레벨 값을 서브 에지 검출 값으로 산출함으로써 피사계의 서브 에지를 더 산출하는 입체 영상 깊이 산출 시스템.

청구항 5

제4 항에 있어서,

상기 제2 임계 값은 상기 제1 임계 값보다 큰 입체 영상 깊이 산출 시스템.

청구항 6

제4 항에 있어서,

상기 제어부는 상기 서브 에지의 그레이 레벨 값을 상기 깊이에 따라 배열하여 서브 변조 신호로 더 산출하는 입체 영상 깊이 산출 시스템.

청구항 7

제6 항에 있어서,

상기 제어부는

상기 서브 변조 신호의 제2 최대값을 산출하고, 상기 제2 최대값에 대응하는 제2 깊이와 상기 제1 깊이의 평균 값을 상기 피사체 심도로 산출하는 입체 영상 깊이 산출 시스템.

청구항 8

제2 항에 있어서,

상기 제어부는 상기 에지의 그레이 레벨 값을 상기 깊이에 따라 순차적으로 배열하여 상기 변조 신호를 산출하는 입체 영상 깊이 산출 시스템.

청구항 9

제1 항에 있어서,

상기 변조 이미지 데이터 각각은 그레이 레벨 값을 각각 갖는 복수의 이미지 영역을 포함하고,

상기 제어부는 상기 복수의 이미지 영역 중에서 적어도 어느 하나의 이미지 영역의 그레이 레벨 값이 제1 임계 값 이상인 경우, 상기 적어도 어느 하나의 이미지 영역을 상기 에지로 산출하는 입체 영상 깊이 산출 시스템.

청구항 10

제9 항에 있어서,

상기 에지는 상기 복수의 이미지 영역 중에서 적어도 어느 하나의 이미지 영역의 그레이 레벨 값이 상기 제1 임계 값 이하의 값을 갖는 이미지 영역과 인접하는 입체 영상 깊이 산출 시스템.

청구항 11

제1 항에 있어서,

상기 제어부는 상기 변조 신호의 상기 제1 최대값이 1이 되도록 상기 변조 신호를 정규화하고, 상기 제1 최대값을 1로 산출하며,

상기 변조 신호의 값이 1을 갖도록하는 깊이를 상기 피사체의 심도로 산출하는 입체 영상 깊이 산출 시스템.

청구항 12

제1 항에 있어서,

상기 홀로그래피 카메라는

분할된 복수의 수광 영역에서 상기 간섭 패턴 이미지를 획득하는 이미지 센서; 및

상기 이미지 센서가 상기 간섭 패턴 이미지를 획득하기 위해 수광 영역의 다수개 분할 영역마다 각각 서로 다른 위상을 갖는 직선 편광이 수광되도록 배치되는 마이크로 편광판 어레이를 포함하는 입체 영상 깊이 산출 시스템.

청구항 13

제12 항에 있어서,

상기 마이크로 편광판 어레이는 복수의 편광판을 포함하고,

상기 복수의 편광판 각각은 상기 이미지 센서의 상기 복수의 수광 영역 각각에 대응되게 배열되어 투과광을 직선 편광으로 변환하는 입체 영상 깊이 산출 시스템.

청구항 14

제13 항에 있어서,

각각의 상기 편광판은 광 투과축은 서로 다른 각도를 갖도록 형성되어 각각의 상기 편광판을 통과한 직선 편광이 서로 다른 위상을 갖도록 형성된 입체 영상 깊이 산출 시스템.

청구항 15

3차원 공간에 미리 지정된 피사계 심도에 표시된 입체 영상을 깊이에 따라 광의 파장과 위상을 촬영하여 간섭 패턴 이미지를 획득하는 단계;

상기 간섭 패턴 이미지의 광의 파장과 위상에 기초하여 깊이 별 상기 입체 영상의 이미지 정보를 갖는 복수의 변조 이미지 데이터를 산출하는 단계;

상기 복수의 변조 이미지 데이터 각각에서 에지를 산출하는 단계;

상기 에지의 에지 검출 값을 상기 깊이에 따라 배열하여 변조 신호로 산출하는 단계;

상기 변조 신호의 제1 최대값을 산출하는 단계; 및

상기 제1 최대값에 대응하는 제1 깊이를 상기 피사계 심도로 산출하는 단계를 포함하는 입체 영상 깊이 산출 방법.

청구항 16

제15 항에 있어서,

상기 변조 신호의 제1 최대값을 산출하는 단계는

상기 변조 신호의 상기 제1 최대값이 1이 되도록 상기 변조 신호를 정규화 하는 단계, 및 상기 제1 최대값을 1로 산출하는 단계를 더 포함하는 입체 영상 깊이 산출 방법.

청구항 17

제15 항에 있어서,

상기 복수의 변조 이미지 데이터 각각에서 에지를 추출하는 단계는,

상기 복수의 이미지 데이터 각각은 복수의 그레이 레벨 값을 갖고,

상기 복수의 변조 이미지 데이터 각각에서 제1 임계 값 이상의 값을 갖는 그레이 레벨 값을 에지 검출 값으로 산출함으로써 상기 피사계의 에지를 산출하는 입체 영상 깊이 산출 방법.

청구항 18

제17 항에 있어서,

상기 복수의 변조 이미지 데이터 각각에서 에지를 추출하는 단계는,

상기 복수의 변조 이미지 데이터 각각에서 상기 제1 임계 값과 다른 제2 임계 값 이상의 값을 갖는 그레이 레벨 값을 서브 에지 검출 값으로 산출함으로써 피사계의 서브 에지를 더 산출하는 입체 영상 깊이 산출 방법.

청구항 19

제18 항에 있어서,

상기 에지의 변조 이미지 데이터의 값을 상기 깊이에 따라 배열하여 변조 신호로 산출하는 단계는,

상기 에지의 그레이 레벨 값을 상기 깊이에 따라 순차적으로 배열하여 상기 변조 신호를 산출하고,

상기 서브 에지의 그레이 레벨 값을 상기 깊이에 따라 순차적으로 배열하여 서브 변조 신호를 더 산출하는 입체 영상 깊이 산출 방법.

청구항 20

제19 항에 있어서,

상기 서브 변조 신호의 제2 최대값을 산출하고, 상기 제2 최대값에 대응하는 제2 깊이와 상기 제1 깊이의 평균 값을 상기 피사계 심도로 산출하는 입체 영상 깊이 산출 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 입체 영상 깊이 측정 시스템 및 입체 영상 깊이 측정 방법에 관한 발명이다.

배경 기술

[0002] 3D 입체 영상 기술은 크게 좌우 눈에 다른 영상을 제공해 그 시차로 인해 깊이감을 느끼게 하는 안경착용 방식과 무안경 방식으로 구분되며, 안경착용 방식은 다시 편광안경 및 셔틀 글래스 방식으로 나눌 수 있다. 무안경 방식은 안경착용 방식과 같이 관찰자의 좌우 눈에 다른 영상을 보여주는 시차방식의 직접 영상(렌티큘러, 패럴랙스 배리어, 패럴랙스 일루미네이션)과 공간상에 실제로 3차원 영상을 생성하기 위해 물체의 단면 영상을 연속적으로 재생하는 체적(volumetric) 방식, 그리고 3차원 물체의 표면 정보를 기록 및 재현하는 홀로그래피 방식이 존재한다. 이러한 입체 영상을 기록하기 위해 홀로그래피 카메라가 이용될 수 있다.

[0003] 홀로그래피 카메라는 두 개의 레이저 광이 상호 만나 일으키는 빛의 간섭효과를 이용하여 사진용 필름과 유사한 표면에 3차원 이미지를 기록한 것이다. 예를 들어, 홀로그래피 카메라는 일반적으로 레이저 빛을 사용해 물체로부터 반사되어 나오는 물체파를 또 다른 방향에서 나온 레이저 빛과 만나게 하여 입체 영상을 기록할 수 있다. 이 경우, 홀로그래피 카메라는 빛의 세기 정보만을 기록하는 일반적인 사진 기술과는 달리 물체에서 전파된 빛의 진폭, 위상 정보를 취득하여 기록한다. 홀로그래피 카메라는 두 방향의 빛이 만나면 물체의 각 구분에서 반사된 물체파의 위상 차이에 따른 간섭무늬를 저장하고, 이 간섭무늬에는 물체의 진폭과 위상이 함께 기록된다.

[0004] 다만, 홀로그래피 카메라에 기록된 간섭 무늬에는 입체 영상이 기록되어 있지만, 간섭 무늬에 저장된 입체 영상의 피사계 심도(Depth of Field)(또는 피사계 심도)를 측정하는 방법은 전무한 실정이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 입체 영상에서 표시된 객체의 피사계 심도를 산출할 수 있는 입체 영상 깊이 측정 시스템 및 입체 영상 깊이 측정 방법을 제공하기 위한 것이다.

[0006] 본 발명의 과제들은 이상에서 언급한 과제로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0007] 상기 과제를 해결하기 위한 일 실시예에 따른 입체 영상 깊이 측정 시스템은 3차원 공간에 미리 지정된 피사계 심도에 입체 영상을 표시하는 표시 장치, 상기 입체 영상의 광의 파장과 위상을 촬영하여 간섭 패턴 이미지를 획득하는 홀로그래피 카메라, 및 상기 간섭 패턴 이미지의 광의 파장과 위상에 기초하여 깊이 별 상기 입체 영상의 이미지 정보를 갖는 복수의 변조 이미지 데이터를 산출하고, 상기 복수의 변조 이미지 데이터 각각에서 피사계의 선명도의 평가 지표가 되는 에지를 산출하고, 상기 복수의 변조 이미지 데이터 각각에서 산출한 상기 에지의 에지 검출 값들을 상기 깊이에 따라 배열하여 변조 신호로 산출하고, 상기 변조 신호의 제1 최대값을 산출하고, 상기 제1 최대값에 대응하는 제1 깊이를 상기 피사계 심도로 산출하는 제어부를 구비한다.

[0008] 상기 복수의 이미지 데이터 각각은 복수의 그레이 레벨 값을 갖고, 상기 제어부는 상기 복수의 변조 이미지 데이터 각각에서 제1 임계 값 이상의 값을 갖는 그레이 레벨 값을 에지 검출 값으로 산출함으로써 상기 피사계의 선명도를 산출할 수 있다.

[0009] 상기 복수의 이미지 데이터 중 적어도 하나의 이미지 데이터는 적어도 3 이상의 그레이 레벨 값을 가질 수 있다.

[0010] 상기 제어부는 상기 복수의 변조 이미지 데이터 각각에서 상기 제1 임계 값과 다른 제2 임계 값 이상의 값을 갖는 그레이 레벨 값을 서브 에지 검출 값으로 산출함으로써 피사계의 서브 에지를 더 산출할 수 있다.

[0011] 상기 제2 임계 값은 상기 제1 임계 값보다 클 수 있다.

[0012] 상기 제어부는 상기 서브 에지의 그레이 레벨 값을 상기 깊이에 따라 배열하여 서브 변조 신호로 더 산출할 수 있다.

[0013] 상기 제어부는 상기 서브 변조 신호의 제2 최대값을 산출하고, 상기 제2 최대값에 대응하는 제2 깊이와 상기 제

1 깊이의 평균값을 상기 피사계 심도로 산출할 수 있다.

- [0014] 상기 제어부는 상기 에지의 그레이 레벨 값을 상기 깊이 에 따라 순차적으로 배열하여 상기 변조 신호를 산출할 수 있다.
- [0015] 상기 변조 이미지 데이터 각각은 그레이 레벨 값을 각각 갖는 복수의 이미지 영역을 포함하고, 상기 제어부는 상기 복수의 이미지 영역 중에서 적어도 어느 하나의 이미지 영역의 그레이 레벨 값이 제1 임계 값 이상인 경우, 상기 적어도 어느 하나의 이미지 영역을 상기 에지로 산출할 수 있다.
- [0016] 상기 에지는 상기 복수의 이미지 영역 중에서 적어도 어느 하나의 이미지 영역의 그레이 레벨 값이 상기 제1 임계 값 이하의 값을 갖는 이미지 영역과 인접할 수 있다.
- [0017] 상기 제어부는 상기 변조 신호의 상기 제1 최대값이 1이 되도록 상기 변조 신호를 정규화하고, 상기 제1 최대값을 1로 산출하며, 상기 변조 신호의 값이 1을 갖도록하는 깊이를 상기 피사계의 심도로 산출할 수 있다.
- [0018] 상기 홀로그래피 카메라는 분할된 복수의 수광 영역에서 상기 간섭 패턴 이미지를 획득하는 이미지 센서, 및 상기 이미지 센서가 상기 간섭 패턴 이미지를 획득하기 위해 수광 영역의 다수개 분할 영역마다 각각 서로 다른 위상을 갖는 직선 편광이 수광되도록 배치되는 마이크로 편광판 어레이를 포함할 수 있다.
- [0019] 상기 마이크로 편광판 어레이는 복수의 편광판을 포함하고, 상기 복수의 편광판 각각은 상기 이미지 센서의 상기 복수의 수광 영역 각각에 대응되게 배열되어 투과광을 직선 편광으로 변환할 수 있다.
- [0020] 각각의 상기 편광판은 광 투과축은 서로 다른 각도를 갖도록 형성되어 각각의 상기 편광판을 통과한 직선 편광이 서로 다른 위상을 갖도록 형성될 수 있다.
- [0021] 상기 과제를 해결하기 위한 일 실시예에 따른 입체 영상 깊이 측정 방법은 3차원 공간에 미리 지정된 피사계 심도에 표시된 입체 영상을 깊이 에 따라 광의 파장과 위상을 촬영하여 간섭 패턴 이미지를 획득하는 단계, 상기 간섭 패턴 이미지의 광의 파장과 위상에 기초하여 깊이 별 상기 입체 영상의 이미지 정보를 갖는 복수의 변조 이미지 데이터를 산출하는 단계, 상기 복수의 변조 이미지 데이터 각각에서 에지를 산출하는 단계, 상기 에지의 에지 검출 값들을 상기 깊이 에 따라 배열하여 변조 신호로 산출하는 단계, 상기 변조 신호의 제1 최대값을 산출하는 단계, 및 상기 제1 최대값에 대응하는 제1 깊이를 상기 피사계 심도로 산출하는 단계를 포함한다.
- [0022] 상기 변조 신호의 제1 최대값을 산출하는 단계는 상기 변조 신호의 상기 제1 최대값이 1이 되도록 상기 변조 신호를 정규화 하는 단계, 및 상기 제1 최대값을 1로 산출하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0023] 상기 복수의 변조 이미지 데이터 각각에서 에지를 추출하는 단계는, 상기 복수의 이미지 데이터 각각은 복수의 그레이 레벨 값을 갖고, 상기 복수의 변조 이미지 데이터 각각에서 제1 임계 값 이상의 값을 갖는 그레이 레벨 값을 에지 검출 값으로 산출함으로써 상기 피사계의 에지를 산출할 수 있다.
- [0024] 상기 복수의 변조 이미지 데이터 각각에서 에지를 추출하는 단계는, 상기 복수의 변조 이미지 데이터 각각에서 상기 제1 임계 값과 다른 제2 임계 값 이상의 값을 갖는 그레이 레벨 값을 서브 에지 검출 값으로 산출함으로써 피사계의 서브 에지를 더 산출할 수 있다.
- [0025] 상기 에지의 변조 이미지 데이터의 값을 상기 깊이 에 따라 배열하여 변조 신호로 산출하는 단계는, 상기 에지의 그레이 레벨 값을 상기 깊이 에 따라 순차적으로 배열하여 상기 변조 신호를 산출하고, 상기 서브 에지의 그레이 레벨 값을 상기 깊이 에 따라 순차적으로 배열하여 서브 변조 신호를 더 산출할 수 있다.
- [0026] 상기 서브 변조 신호의 제2 최대값을 산출하고, 상기 제2 최대값에 대응하는 제2 깊이와 상기 제1 깊이의 평균 값을 상기 피사계 심도로 산출할 수 있다.

발명의 효과

- [0027] 일 실시예에 따른 입체 영상 깊이 측정 시스템 및 입체 영상 깊이 측정 방법에 의하면, 홀로그래피 카메라로 획득한 간섭 패턴에서 깊이 별 변조 신호를 산출함으로써, 입체 영상에서 표시된 객체의 피사계 심도를 산출할 수 있다.
- [0028] 실시예들에 따른 효과는 이상에서 예시된 내용에 의해 제한되지 않으며, 더욱 다양한 효과들이 본 명세서 내에 포함되어 있다.

도면의 간단한 설명

[0029]

도 1은 일 실시예에 따른 입체 영상 깊이 산출 시스템을 나타낸 사시도이다.
 도 2는 일 실시예에 따른 표시 장치의 표시 패널을 확대하여 도시한 평면도이다.
 도 3은 일 실시예에 따른 표시 장치의 표시 패널을 나타낸 단면도이다.
 도 4는 일 실시예에 따른 홀로그래피 카메라를 나타낸 단면도이다.
 도 5는 일 실시예에 따른 홀로그래피 카메라의 제어부를 나타낸 블록도이다.
 도 6은 일 실시예에 따른 입체 영상 깊이 측정 시스템의 입체 영상 깊이 측정 방법을 나타낸 순서도이다.
 도 7 내지 도 9는 일 실시예에 따른 홀로그래피 카메라의 입체 영상 획득 방법을 나타낸 단면도이다.
 도 10은 일 실시예에 따른 홀로그래피 카메라의 입체 영상 획득 방법을 나타낸 사시도이다.
 도 11는 일 실시예에 따른 홀로그래피 카메라가 획득한 간섭 패턴 이미지이다.
 도 12는 일 실시예에 따른 변조 신호를 나타낸 그래프이다.
 도 13은 일 실시예에 따른 홀로그래피 카메라의 피사계 심도를 산출하는 방법을 나타낸 순서도이다.
 도 14는 일 실시예에 따른 변조 신호를 나타낸 그래프이다.
 도 15는 일 실시예에 따른 홀로그래피 카메라의 에지를 산출하는 방법을 나타낸 순서도이다.
 도 16은 제1 변조 이미지 데이터의 이미지 영역을 나타낸 개념도이다.
 도 17 및 도 18은 변조 이미지 데이터의 에지를 나타낸 개념도이다.
 도 19는 또 다른 실시예에 따른 변조 신호를 산출하는 방법을 나타낸 순서도이다.
 도 20은 또 다른 실시예에 따른 변조 신호를 나타낸 그래프이다.
 도 21은 또 다른 실시예에 따른 홀로그래피 카메라의 에지를 산출하는 방법을 나타낸 순서도이다.
 도 22는 또 다른 실시예에 따른 입체 영상 깊이 산출 시스템의 에지를 산출하는 방법을 나타낸 순서도이다.
 도 23은 또 다른 실시예에 따른 변조 신호를 나타낸 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0030]

본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 것이며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다.

[0031]

소자(element) 또는 층이 다른 소자 또는 층의 "상(on)"으로 지칭되는 것은 다른 소자 바로 위에 또는 중간에 다른 층 또는 다른 소자를 개재한 경우를 모두 포함한다. 명세서 전체에 걸쳐 동일 참조 부호는 동일 구성 요소를 지칭한다. 실시예들을 설명하기 위한 도면에 개시된 형상, 크기, 비율, 각도, 개수 등은 예시적인 것이므로 본 발명이 도시된 사항에 한정되는 것은 아니다.

[0032]

이하 첨부된 도면을 참조하여 구체적인 실시예들에 대해 설명한다.

[0033]

도 1은 일 실시예에 따른 입체 영상 깊이 산출 시스템을 나타낸 사시도이다.

[0034]

이하에서 제1 방향(X), 제2 방향(Y) 및 제3 방향(Z)은 서로 다른 방향으로 교차한다. 일 실시예에서, 제1 방향(X), 제2 방향(Y) 및 제3 방향(Z)은 수직으로 교차하고, 제1 방향(X)은 가로 방향이며, 제2 방향(Y)은 세로 방향이고, 제3 방향(Z)은 두께 방향일 수 있다. 제1 방향(X), 제2 방향(Y) 및/또는 제3 방향(Z)은 2 이상의 방향을 포함할 수 있다. 예를 들면, 제3 방향(Z)은 도면의 상측을 향하는 상측 방향 및 도면의 하측을 향하는 하측 방향을 포함할 수 있다. 이 경우, 상측 방향으로 면하는 부재의 일면은 상면, 하측 방향으로 면하는 부재의 타면은 하면으로 지칭될 수 있다. 다만, 상기 방향들은 예시적이고 상대적인 것이며, 상기 언급된 바에 제한되지 않는다.

- [0035] 본 발명의 일 실시예에 따른 입체 영상 깊이 산출 시스템은 표시 장치 및 홀로그래피 카메라를 포함한다.
- [0036] 표시 장치(20)는 입체 영상 표시 장치일 수 있다. 표시 장치(20)는 양안 시차에 의해 입체감을 느끼도록 표시 장치(20)의 전면의 공간에 좌안 영상과 우안 영상을 분리하여 표시할 수 있다. 예를 들어, 입체 영상 표시 장치는 표시 패널(11) 위에 격벽(Barrier) 또는 렌터큘러 렌즈와 같은 부재를 배치하여 사용자가 입체 영상을 인식하도록 오브젝트(OBJ)를 출력할 수 있다.
- [0037] 구체적으로, 표시 장치(20)는 렌즈를 이용하여 표시 패널(11)에 표시되는 영상을 표시 장치(20)의 전면의 공간에 분할하여 영상 정보를 제공할 수 있다. 이러한 영상 정보 전달 방식을 적절히 활용함으로써, 표시 장치(20)는 3차원 영상을 제공하는 입체 영상 표시 장치로 활용될 수 있다. 이에 따라, 시청자에게 특정 방향에 대응하는 오브젝트(OBJ)가 제공될 수 있다. 여기에서 오브젝트(OBJ)는 시청자가 입체 영상 정보로 인식하는 대상일 수 있다. 예를 들어, 표시 장치(20)는 위치별로 다른 영상 정보를 제공하는 라이트 필드 표시 장치(20)(Light Field Display Device)일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0038] 도 1을 참조하면, 표시 장치(20)는 표시 패널(11), 표시 구동부(120), 베이스 부재(21), 및 입체 렌즈들(22)을 포함할 수 있다.
- [0039] 표시 패널(11)은 발광 소자(light emitting element)를 포함하는 발광 표시 패널(11)일 수 있다. 예를 들어, 표시 패널(11)은 유기 발광층을 포함하는 유기 발광 다이오드(organic light emitting diode)를 이용하는 유기 발광 표시 패널(11), 및 초소형 발광 다이오드(micro LED)를 이용하는 초소형 발광 다이오드 표시 패널(11), 양자점 발광층을 포함하는 양자점 발광 소자(Quantum dot Light Emitting Diode)를 이용하는 양자점 발광 표시 패널(11), 또는 무기 반도체를 포함하는 무기 발광 소자를 이용하는 무기 발광 표시 패널(11)을 포함할 수 있으나, 이에 제한되지 않는다.
- [0040] 표시 패널(11)은 평면 상에서 직사각형의 형상을 가질 수 있다. 표시 패널(11)은 제1 방향(X)의 장변과 제2 방향(Y)의 단변을 가질 수 있다. 제1 방향(X)의 장변과 제2 방향(Y)의 단변이 만나는 모서리는 소정의 곡률을 갖도록 둥글게 형성되거나 직각으로 형성될 수 있다. 표시 패널(11)의 평면 형태는 사각형에 한정되지 않고, 다른 다각형, 원형 또는 타원형과 유사하게 형성될 수 있다.
- [0041] 표시 패널(11)은 표시 영역(DA) 및 표시 영역(DA)의 주변에 배치되는 비표시 영역(NDA)을 포함할 수 있다.
- [0042] 표시 영역(DA)은 화상이 표시되는 영역이고, 비표시 영역(NDA)은 화상이 표시되지 않는 영역일 수 있다. 표시 영역(DA)은 복수의 픽셀(도 2의 'PX' 참고)가 배치되는 영역이고, 비표시 영역(NDA)은 복수의 픽셀(도 2의 'PX' 참고)가 배치되지 않는 영역일 수 있다.
- [0043] 비표시 영역(NDA)은 표시 영역(DA)의 주변에 배치되어 표시 영역(DA)의 적어도 일부를 둘러쌀 수 있다. 예를 들면, 표시 영역(DA)은 평면도상에서 대략적인 직사각형의 형상을 가지고, 비표시 영역(NDA)은 표시 영역(DA)의 4측 가장자리를 둘러싸는 밴드 형상으로 배치될 수 있다. 다만, 이에 제한되지 않으며, 비표시 영역(NDA)은 표시 영역(DA)의 일부만을 둘러싸도록 배치될 수도 있다.
- [0044] 표시 구동부(120)는 표시 패널(11)을 구동하기 위한 신호들과 전압들을 출력할 수 있다. 표시 구동부(120)는 데이터 라인들에 데이터 전압들을 공급할 수 있다. 표시 구동부(120)는 전원 공급 라인에 전원 전압을 공급하며, 스캔 구동부에 스캔 제어 신호들을 공급할 수 있다. 예를 들어, 표시 구동부(120)는 집적 회로(Integrated Circuit, IC)로 형성되어 COG(Chip on Glass) 방식, COP(Chip on Plastic) 방식, 또는 초음파 접합 방식으로 표시 패널(11)의 비표시 영역(NDA)에 배치될 수 있다. 다른 예를 들어, 표시 구동부(120)는 회로 보드(미도시) 상에 실장되어 표시 패널(11)의 패드들에 접속될 수 있다.
- [0045] 표시 패널(11)의 상면 상에 베이스 부재(21)가 배치될 수 있다. 상기 표시 패널(11)의 상면은 화상 및/또는 영상이 표시되는 방향에 위치하는 면이고 표시 패널(11)의 하면은 상기 상면의 반대면일 수 있다. 상기 표시 패널(11)의 상면 및 하면은 각각 표시 패널(11)의 전면 및 배면을 의미할 수도 있다.
- [0046] 베이스 부재(21)는 표시 패널(11)의 상면 상에 배치될 수 있다. 예를 들면, 베이스 부재(21)는 얇은 두께를 가지는 필름 타입의 부재로 구성될 수 있다. 베이스 부재(21)는 표시 패널(11)의 표시 영역(DA) 및 비표시 영역(NDA) 상에 배치될 수 있다. 다만, 이에 제한되지 않으며, 베이스 부재(21)는 표시 영역(DA)에만 배치될 수도 있다.
- [0047] 입체 렌즈들(22)은 베이스 부재(21)의 상면 상에 배치될 수 있다. 입체 렌즈들(22)은 베이스 부재(21)의 상면의 적어도 일부를 커버할 수 있다. 입체 렌즈들(22)은 표시 영역(DA) 및 비표시 영역(NDA)에 배치될 수 있다.

다만, 이에 제한되지 않으며, 입체 렌즈들(22)은 표시 영역(DA)에만 배치될 수도 있다.

- [0048] 입체 렌즈들(22)은 일정한 간격으로 배열되어 렌즈 어레이를 이룰 수 있다. 입체 렌즈들(22)은 평면도상에서 제 1 방향(X) 및 제2 방향(Y)에 대하여 경사진 방향으로 연장하는 슬랜티드(slanted) 렌즈일 수 있으나, 이에 제한되지 않는다. 입체 렌즈들(22)은 제1 방향(X) 또는 제2 방향(Y)에 평행하게 연장할 수도 있다.
- [0049] 입체 렌즈들(22)은 각각 대략적인 반원통형의 형상을 가지는 렌티큘러 렌즈이거나 렌티큘러 렌즈 어레이 필름일 수 있다. 도시되지는 않았으나, 입체 렌즈들(22)은 프레넬 렌즈를 포함할 수도 있다.
- [0050] 도시되지는 않았으나, 표시 장치(20)는 결합 부재를 더 포함할 수 있다. 결합 부재는 표시 패널(11)과 베이스 부재(21) 사이에 개재되어 이들을 합착할 수 있다. 결합 부재는 광학적으로 투명할 수 있다. 예를 들면, 결합 부재는 광학 투명 접착제 또는 광학 투명 레진을 포함할 수 있다.
- [0051] 홀로그래피 카메라(30)는 3차원 공간 상에 미리 정해진 깊이에서 재현되는 3차원 입체 영상을 촬영할 수 있다. 즉, 홀로그래피 카메라(30)는 표시 장치(20)로부터 출력된 오브젝트(OBJ)에 대한 이미지를 획득할 수 있다. 홀로그래피 카메라(30)는 3차원 공간 상의 특정 거리(또는 특정 깊이)에 초점(VF)이 설정될 수 있으며, 초점(VF)이 맞는 초점(VF)으로부터 일정한 거리 이내의 범위를 피사계 심도(depth of field)라고 정의할 수 있다. 홀로그래피 카메라(30)는 오브젝트(OBJ)로부터 전파되는 입사광을 자가 간섭 방식으로 간섭 무늬를 생성하여 획득하고, 오브젝트(OBJ)의 피사계 심도를 산출할 수 있다.
- [0052] 정리하면, 홀로그래피 카메라(30)는 오브젝트(OBJ)의 이미지에 기초하여 선명도를 평가하고, 이를 오브젝트(OBJ)의 피사계 심도로 산출할 수 있다. 이 경우, 홀로그래피 카메라(30)는 오브젝트(OBJ)의 피사계 심도의 선명도를 평가하는 지표로 이미지의 에지를 산출할 수 있다. 이하에서는 홀로그래피 카메라(30)가 오브젝트(OBJ)의 이미지에서 에지를 산출하여 오브젝트(OBJ)의 피사계 심도를 산출하는 방법에 관하여 살펴보기로 한다. 홀로그래피 카메라(30)는 기하학적 위상 렌즈(100), 이미지 센서(200), 공간 분할 위상 변이 수단(700), 고정 편광판(600), 입사 렌즈(300), 및 제어부(40)를 포함한다. 기하학적 위상 렌즈(100)는 입사광이 통과하도록 배치되어 입사광을 좌원 편광 및 우원 편광으로 각각 변화시킨다. 고정 편광판(600)은 기하학적 위상 렌즈(100)의 전방에 입사광을 직선 편광으로 변화시킬 수 있다. 입사 렌즈(300)는 일반적인 카메라 또는 현미경 등의 대물 렌즈 기능을 수행한다. 이미지 센서(200)는 기하학적 위상 렌즈(100)를 통해 각각 변화된 좌원 편광 및 우원 편광을 수광한다. 공간 분할 위상 변이 수단(700)은 기하학적 위상 렌즈(100)를 통해 변화된 좌원 편광 및 우원 편광을 2개의 직선 편광으로 변화시킬 수 있다. 홀로그래피 카메라(30)의 각각의 구성에 관하여는 도 4를 참조하여 후술하기로 한다.
- [0053] 제어부(40)는 이미지 센서(200)로부터 간섭 패턴 이미지(P1)를 입력 받는다. 제어부(40)는 간섭 패턴 이미지(P1)에 기초하여 변조 이미지 데이터를 산출할 수 있다. 제어부(40)는 깊이에 따라 오브젝트(OBJ)의 위상 및 파장 정보를 포함하는 복수의 변조 이미지 데이터(TID)를 산출할 수 있다. 또한, 제어부(40)는 각각의 변조 이미지 데이터에서 복수의 이미지 영역을 산출하고, 각각의 이미지 영역의 그레이 레벨 값을 미리 저장된 임계 값과 비교하여 에지를 산출할 수 있다. 여기에서, 에지는 복수의 변조 이미지 데이터(TID) 각각에서 피사계의 선명도의 평가 지표가 되는 영역일 수 있다. 따라서, 제어부(40)는 에지를 산출함으로써, 오브젝트(OBJ)의 선명도를 판단하여 피사계 심도를 산출하기 위해 복수의 이미지 영역 각각에서 에지를 산출할 수 있다. 제어부(40)는 각각의 에지 검출 값을 깊이에 따라 배열하여 변조 신호를 생성할 수 있다. 제어부(40)는 오브젝트(OBJ)의 피사계 심도를 산출할 수 있다. 또한, 제어부(40)는 변조 이미지 데이터 산출부(41), 에지 산출부(42), 변조 신호 생성부(43), 및 피사계 심도 산출부(44)를 포함한다. 이에 관한 설명은 도 5를 참조하여 후술한다.
- [0054] 도 2는 일 실시예에 따른 표시 장치(20)의 표시 패널(11)을 확대하여 도시한 평면도이다. 도 3은 일 실시예에 따른 표시 장치(20)의 표시 패널(11)을 나타낸 단면도이다.
- [0055] 도 2는 입체 렌즈들(22)과 복수의 픽셀(PX)의 배치를 개념적으로 도시하고 있고, 도 3은 표시 장치(20)의 입체 영상의 구현 방법을 개념적으로 도시하고 있다. 설명의 편의를 위해, 도 2에서는 표시 패널(11)의 3개의 픽셀(PX)과 1개의 렌즈만을 도시하나, 픽셀(PX) 및 렌즈의 개수는 이에 제한되지 않는다.
- [0056] 도 2 및 도 3을 참조하면, 표시 패널(11)은 기관(SUB)을 더 포함할 수 있다.
- [0057] 기관(SUB)은 폴리에틸렌(poly ethylene), 폴리이미드(polyimide), 폴리카보네이트(polycarbonate), 폴리술폰(polysulfone), 폴리아크릴레이트(polyacrylate), 폴리스티렌(poly styrene), 폴리비닐클로라이드(polyvinylchloride), 폴리비닐알코올(poly vinylalcohol), 폴리노르보넨(polynorbornene), 폴리에스테르(polyester)와 같은 유기 고분자 물질을 포함할 수 있다. 도시되지는 않았으나, 표시 패널(11)은 베이스 부재

(21)와 복수의 픽셀(PX) 사이에 배치되는 다른 기관을 더 포함할 수 있다.

- [0058] 기관(SUB)의 상면 상에는 복수의 픽셀(PX)들이 배치될 수 있다. 복수의 픽셀(PX)들 각각은 복수의 서브 픽셀들(SP)을 포함할 수 있다.
- [0059] 픽셀(PX)은 백색 계조를 표현하기 위한 서브 픽셀들(SP)들의 일 그룹으로 정의될 수 있다. 서브 픽셀들(SP)들 각각은 계조를 표현할 수 있는 최소 단위로 정의될 수 있다.
- [0060] 도 2 및 도 3에 도시된 바와 같이, 평면도상에서 하나의 렌즈 당 3개의 서브 픽셀들(SP)이 두께 방향으로 중첩 되도록 배치될 수 있으나, 이에 제한되지 않는다. 하나의 렌즈 당 중첩되는 서브 픽셀들(SP)의 개수는 표시 장치(20)의 설계에 따라 다양하게 가변될 수 있다. 또한, 도 3에서, 복수의 서브 픽셀들(SP)은 평면도상에서 입체 렌즈들(22)의 경계들과 중첩되지 않도록 도시되어 있으나, 입체 렌즈들(22)의 경계들에 인접한 서브 픽셀들(SP)들은 평면도상에서 입체 렌즈들(22)의 경계와 중첩될 수도 있다.
- [0061] 복수의 서브 픽셀들(SP)은 제1 서브 픽셀들(SP1), 제2 서브 픽셀들(SP2), 및 제3 서브 픽셀들(SP3)을 포함할 수 있다.
- [0062] 제1 서브 픽셀들(SP1)은 제1 색의 광을 발광하며, 제2 서브 픽셀들(SP2)은 제2 색의 광을 발광하고, 제3 서브 픽셀들(SP3)은 제3 색의 광을 발광할 수 있다. 제1 색은 적색이고, 제2 색은 녹색이며, 제3 색은 청색일 수 있으나, 이에 제한되지 않는다.
- [0063] 예를 들면, 제1 서브 픽셀들(SP1), 제2 서브 픽셀들(SP2), 및 제3 서브 픽셀들(SP3)은 각각 제1 방향(X)의 단변과 제2 방향(Y)의 장변을 갖는 직사각형의 평면 형태를 가질 수 있다. 다만, 이에 제한되지 않으며, 제1 서브 픽셀들(SP1), 제2 서브 픽셀들(SP2), 및 제3 서브 픽셀들(SP3)은 각각 평면상에서 정사각형, 마름모, 원형, 타원형 등 다양한 형상을 가질 수 있다.
- [0064] 제1 서브 픽셀들(SP1), 제2 서브 픽셀들(SP2) 및 제3 서브 픽셀들(SP3)은 평면도상에서 제1 방향(X)으로 배열될 수 있다. 제1 서브 픽셀들(SP1), 제2 서브 픽셀들(SP2) 및 제3 서브 픽셀들(SP3)은 제1 서브 픽셀들(SP1), 제2 서브 픽셀들(SP2) 및 제3 서브 픽셀들(SP3)순으로 반복 배열될 수 있으나, 이에 제한되지 않는다.
- [0065] 도 3에 도시된 바와 같이, 제1 서브 픽셀들(SP1), 제2 서브 픽셀들(SP2) 및 제3 서브 픽셀들(SP3)은 입체 렌즈들(22)이 연장하는 방향 및/또는 입체 렌즈들(22)의 경계들에 경사진 방향으로 배열될 수 있다. 다만, 이에 제한되지 않으며, 제1 서브 픽셀들(SP1), 제2 서브 픽셀들(SP2) 및 제3 서브 픽셀들(SP3)은 입체 렌즈들(22)이 연장하는 방향 및/또는 입체 렌즈들(22)의 경계들에 직교하거나 평행한 방향으로 배열될 수도 있다.
- [0066] 도 3을 참조하면, 복수의 픽셀(SP)들은 오브젝트(OBJ) 영상을 제공할 수 있다. 오브젝트(OBJ)는 양안 시차를 고려하여 생성된 영상일 수 있다.
- [0067] 복수의 픽셀(SP)들이 표시하는 오브젝트(OBJ)는 표시 장치(20)의 전면 상의 서로 구분되는 공간들에 표시될 수 있다. 오브젝트(OBJ)는 렌즈에 의해 굴절되어 각각 표시 장치(20)의 초점(VF)에 제공될 수 있다. 오브젝트(OBJ)는 표시 장치(20)가 초점(VF)에 제공하는 시점들일 수 있다. 이에 따라, 오브젝트(OBJ)의 초점(VF)에 상이 맺히므로, 사용자는 오브젝트(OBJ) 영상의 입체감을 느낄 수 있다. 정리하면, 오브젝트(OBJ)는 미리 정해진 초점(VF)에서 재현될 수 있다.
- [0068] 도 4는 일 실시예에 따른 홀로그래피 카메라(30)를 나타낸 단면도이다.
- [0069] 도 4를 참조하면, 홀로그래피 카메라(30)는 기하학적 위상 렌즈(100), 이미지 센서(200), 공간 분할 위상 변이 수단(700), 고정 편광판(600), 입사 렌즈(300), 및 제어부(40)를 포함한다.
- [0070] 기하학적 위상 렌즈(100)(Geometric Phase Lens)는 입사광이 통과하도록 배치된다. 기하학적 위상 렌즈(100)는 오브젝트(OBJ)의 입사광을 좌원 편광 및 우원 편광으로 각각 변화시킨다. 오브젝트(OBJ)의 입사광은 기하학적 위상 렌즈(100)를 통과하는 과정에서 좌원 편광 및 우원 편광으로 변화되고, 변화된 좌원 편광 및 우원 편광의 간섭에 의해 간섭 무늬가 생성될 수 있다.
- [0071] 기하학적 위상 렌즈(100)는 액정이 특정 고정 배열을 유지해 렌즈의 역할을 하는 소자이다. 기하학적 위상 렌즈(100)는 액정의 복굴절 특성에 따른 빛의 편광상태 변화로 위상 변화가 일어나고, 이에 따라 입사광의 파면이 변조된다. 기하학적 위상 렌즈(100)는 기록하고자 하는 렌즈면의 쌍영상(twin-image)이 함께 기록되고 따라서 음과 양의 초점거리를 모두 가지는 렌즈 특성을 보인다. 또한, 편광 선택성이 있어서, 입사광이 우원 편광일 경우 좌원 편광으로 바뀌며 양의 초점거리에 따라 수렴하고, 입사광이 좌원 편광일 경우 우원 편광으로 바뀌며 음

의 초점거리에 따라 발산한다. 직선 편광 또는 무편광 빛이 입사하면 에너지가 절반으로 나뉘며 수렴 및 발산하는데, 이때, 수렴광은 좌원 편광, 발산광은 우원 편광이 된다.

[0072] 또한, 기하학적 위상 렌즈(100)는 편광 선택성이 있어서, 입사광이 우원 편광일 경우 좌원 편광으로 바뀌며 양의 초점거리에 따라 수렴한다. 따라서, 입사광이 좌원 편광일 경우 우원 편광으로 바뀌며 음의 초점거리에 따라 발산한다. 직선 편광 또는 무편광 빛이 입사하면 에너지가 절반으로 나뉘며 수렴 및 발산하는데, 이 경우, 수렴광은 좌원 편광, 발산광은 우원 편광이 된다.

[0073] 이 경우, 원편광(circular polarization)은 광파의 전기 변위 벡터(또는 자기장 변위 벡터)의 진동 방향이 원진동인 것을 의미한다. 직선 편광이 1/4 파장판의 주축에 대하여 45° 경사진 진동면을 가지고 입사하는 경우, 1/4 파장판을 통과한 빛은 원편광일 수 있다. 오브젝트(OBJ)의 광의 벡터가 일 축을 기준으로 시계 방향으로 회전하는 원편광을 우원 편광이라 하고, 반시계 방향으로 회전하는 원편광을 좌원 편광이라고 한다. 이에 관한 설명은 도 7 내지 도 11을 참조하여 후술하기로 한다.

[0074] 상술한 바와 같이, 오브젝트(OBJ)는 미리 정해진 깊이에서 표시 장치(20)에 의해 재현될 수 있다. 즉, 사용자는 표시 장치(20)에 표시된 오브젝트(OBJ)를 바라보는 경우, 오브젝트(OBJ)는 사용자와 일정한 거리만큼 떨어진 지점에 상이 맺힐 수 있다. 이에 따라, 사용자는 피사계 심도에 대응하는 깊이에서 오브젝트(OBJ)를 시인할 수 있다.

[0075] 이에 따라, 홀로그래피 카메라(30)가 오브젝트(OBJ)를 촬영하는 경우, 오브젝트(OBJ)는 기하학적 위상 렌즈(100)에서 초점 깊이(D1)만큼 떨어진 지점에 상이 맺힐 수 있다. 즉, 초점 깊이(D1)는 기하학적 위상 렌즈(100)에서 오브젝트(OBJ)까지의 거리일 수 있다. 따라서, 입체 영상인 오브젝트(OBJ)가 재현되는 초점 깊이(D1)인 피사계 심도로 산출할 수 있다.

[0076] 이미지 센서(200)는 기하학적 위상 렌즈(100)를 통해 각각 변화된 좌원 편광 및 우원 편광을 수광한다. 구체적으로, 오브젝트(OBJ)로부터 전파되는 입사광은 기하학적 위상 렌즈(100)를 통과하여 변화된 좌원 편광 및 우원 편광은 상호 간섭하여 간섭 무늬를 생성할 수 있다. 따라서, 이미지 센서(200)는 간섭 무늬 이미지를 획득할 수 있다. 이미지 센서(200)는 획득한 간섭 무늬에 대한 정보를 통해 입사광의 정보를 획득할 수 있다. 즉, 이미지 센서(200)에 의해 획득된 간섭 무늬를 통해 간섭 패턴 이미지(도 11의 P1)를 획득할 수 있다.

[0077] 공간 분할 위상 변이 수단(700)은 이미지 센서(200)의 전방에 배치된다. 공간 분할 위상 변이 수단(700)은 기하학적 위상 렌즈(100)를 통해 변화된 좌원 편광 및 우원 편광이 이미지 센서(200)에 수광되는 과정에서 좌원 편광 및 우원 편광이 2개의 직선 편광으로 변화되어 이미지 센서(200)에 수광될 수 있다.

[0078] 공간 분할 위상 변이 수단(700)은 이미지 센서(200)의 수광 영역을 다수개로 분할한 분할 영역별로 각각 서로 다른 위상을 갖는 직선 편광이 수광되도록 형성된다. 이에 관한 설명은 도 10을 참조하여 후술하기로 한다.

[0079] 기하학적 위상 렌즈(100)의 전방에는 고정 편광판(600)이 배치될 수 있다. 고정 편광판(600)은 입사광이 기하학적 위상 렌즈(100)에 입사되기 이전에 통과하도록 배치될 수 있다. 고정 편광판(600)은 기하학적 위상 렌즈(100)의 전방에 입사광을 직선 편광으로 변화시킬 수 있다. 고정 편광판(600)은 입사광을 직선 편광으로 변환함으로써, 좌원 편광 및 우원 편광의 간섭 현상 및 공간 분할 위상 변이 수단(700)을 통한 직선 편광의 간섭 현상을 더욱 강화할 수 있고, 이를 통해 이미지 센서(200)에 더욱 선명한 간섭 무늬가 생성될 수 있다.

[0080] 고정 편광판(600)의 전방에는 입사 렌즈(300)가 구비될 수 있다. 입사 렌즈(300)는 입사광을 집광할 수 있다. 입사 렌즈(300)는 오브젝트(OBJ)로부터 전파되는 입사광이 고정 편광판(600)을 통과하여 기하학적 위상 렌즈(100)로 입사되도록 배치될 수 있다.

[0081] 입사 렌즈(300)는 고정 편광판(600)의 전방에 동축 상에 배치될 수 있다. 이를 통해 오브젝트(OBJ)로부터 전파되는 입사광이 고정 편광판(600)을 통과하여 기하학적 위상 렌즈(100)로 입사되며, 이는 전술한 바와 같이 오브젝트(OBJ)로부터 사방으로 방사되는 입사광 중 일부를 본 발명의 홀로그래피 시스템에 입사시키기 위한 것으로, 일반적인 카메라 또는 현미경 등의 대물 렌즈 기능을 수행한다.

[0082] 도 5는 일 실시예에 따른 홀로그래피 카메라(30)의 제어부(40)를 나타낸 블록도이다.

[0083] 제어부(40)는 변조 이미지 데이터 산출부(41), 예지 산출부(42), 변조 신호 생성부(43), 및 피사계 심도 산출부(44)를 포함한다.

[0084] 변조 이미지 데이터 산출부(41)는 이미지 센서(200)로부터 간섭 패턴 이미지(도 11의 P1)를 입력 받는다. 변조

이미지 데이터 산출부(41)는 간섭 패턴 이미지(도 11의 P1)에 기초하여 변조 이미지 데이터를 산출할 수 있다. 구체적으로, 변조 이미지 데이터 산출부(41)는 깊이에 따라 오브젝트(OBJ)의 위상 및 파장 정보를 포함하는 제1 내지 제N 변조 이미지 데이터(TID1 ~ TIDn)를 산출할 수 있다. 변조 이미지 데이터 산출부(41)는 제1 내지 제N 변조 이미지 데이터(TID1 ~ TIDn)를 에지 산출부(42)에 출력할 수 있다.

[0085] 에지 산출부(42)는 변조 이미지 데이터 산출부(41)로부터 제1 내지 제N 변조 이미지 데이터(TID1 ~ TIDn)를 입력 받을 수 있다. 에지 산출부(42)는 각각의 변조 이미지 데이터에서 복수의 이미지 영역을 산출하고, 각각의 이미지 영역의 그레이 레벨 값을 산출할 수 있다. 또한, 에지 산출부(42)는 각각의 그레이 레벨 값을 미리 저장된 임계 값과 비교하여 에지를 산출할 수 있다. 에지 산출부(42)는 제1 내지 제N 변조 이미지 데이터(TID1 ~ TIDn) 각각에서 제1 내지 제N 에지 검출 값(ED1 ~ EDn)을 산출할 수 있다. 에지 산출부(42)는 제1 내지 제N 에지 검출 값(ED1 ~ EDn)을 변조 신호 생성부(43)에 출력할 수 있다.

[0086] 변조 신호 생성부(43)는 에지 산출부(42)로부터 제1 내지 제N 에지 검출 값(ED1 ~ EDn)을 입력 받을 수 있다. 변조 신호 생성부(43)는 제1 내지 제N 에지 검출 값(ED1 ~ EDn)을 깊이에 따라 배열하여 변조 신호를 생성할 수 있다. 또한, 다른 실시예에서, 변조 신호 생성부(43)는 변조 신호를 정규화하여 정규 변조 신호를 생성할 수도 있다. 이에 따라, 피사계 심도 산출부(44)는 오브젝트(OBJ)의 피사계 심도를 산출할 수 있다.

[0087] 도 6은 일 실시예에 따른 입체 영상 깊이 측정 시스템의 입체 영상 깊이 측정 방법을 나타낸 순서도이다. 도 7 내지 도 9는 일 실시예에 따른 홀로그래피 카메라(30)의 입체 영상 획득 방법을 나타낸 단면도이다. 도 10은 일 실시예에 따른 홀로그래피 카메라(30)의 입체 영상 획득 방법을 나타낸 사시도이다. 도 11는 일 실시예에 따른 홀로그래피 카메라(30)가 획득한 간섭 패턴 이미지(P1)이다. 도 12는 일 실시예에 따른 변조 신호를 나타낸 그래프이다. 도 13은 일 실시예에 따른 홀로그래피 카메라(30)의 피사계 심도를 산출하는 방법을 나타낸 순서도이다. 도 14는 일 실시예에 따른 변조 신호를 나타낸 그래프이다. 도 6 내지 도 14를 참조하여 입체 영상 깊이 측정 시스템의 입체 영상 깊이 측정 방법설명하기로 한다.

[0088] 도 6을 참조하면, 먼저, 표시 장치(20)는 미리 지정된 피사계 심도에 오브젝트(OBJ)를 입체 영상으로 표시한다(S100). 상술한 바와 같이, 오브젝트(OBJ)는 렌즈에 의해 굴절되어 각각 표시 장치(20)의 초점(VF)에 제공될 수 있다. 오브젝트(OBJ)는 표시 장치(20)가 초점(VF)에 제공하는 시점들일 수 있다. 이에 따라, 오브젝트(OBJ)의 초점(VF)에 상이 맺히므로, 사용자는 오브젝트(OBJ) 영상의 입체감을 느낄 수 있다. 정리하면, 오브젝트(OBJ)는 미리 정해진 초점(VF)에서 재현될 수 있다.

[0089] 이어서, 홀로그래피 카메라(30)는 입체 영상을 촬영하여 간섭 패턴 이미지(P1)를 획득한다(S200).

[0090] 홀로그래피 카메라(30)는 표시 장치(20)가 표시한 오브젝트(OBJ)를 촬영한다. 상술한 바와 같이, 오브젝트(OBJ)의 입사광은 기하학적 위상 렌즈(100)를 통과하는 과정에서 좌원 편광 및 우원 편광으로 변화되고, 변화된 좌원 편광 및 우원 편광의 간섭에 의해 간섭 무늬가 생성된다. 이러한 간섭 무늬는 이미지 센서(200) 상에서 생성되어 이미지 센서(200)에 의해 획득된다.

[0091] 이 경우, 홀로그래피 카메라(30)가 오브젝트(OBJ)를 촬영하는 경우, 오브젝트(OBJ)는 기하학적 위상 렌즈(100)에서 초점 깊이(D1)만큼 떨어진 지점에 상이 맺힐 수 있다. 즉, 초점 깊이(D1)는 기하학적 위상 렌즈(100)에서 오브젝트(OBJ)까지의 거리일 수 있다. 따라서, 입체 영상인 오브젝트(OBJ)가 재현되는 제1 깊이(DV1) 피사계 심도로 산출할 수 있다.

[0092] 도 7 내지 도 11를 참조하여, 이하에서 홀로그래피 카메라(30)가 간섭 패턴 이미지(P1)를 획득하는 방법을 구체적으로 살펴본다.

[0093] 먼저, 도 7에 도시된 바와 같이, 오브젝트(OBJ)의 입사광에서 변환된 우원 편광(L2)이 기하학적 위상 렌즈(100)에 입사된 경우, 제1 초점(f1)은 양의 초점거리 X1을 가진다. 또한, 우원 편광(L2)은 좌원 편광(L1)으로 변환된다. 한편, 도 8에 도시된 바와 같이, 오브젝트(OBJ)의 입사광에서 변환된 좌원 편광(L1)이 기하학적 위상 렌즈(100)에 입사된 경우, 제2 초점(f2)은 음의 초점거리 X1을 가진다, 또한, 좌원 편광(L1)은 우원 편광(L2)으로 변환된다. 도 9에 도시된 바와 같이, 직선 편광 또는 무편광의 빛(L)이 입사된 경우, 에너지가 절반으로 나뉘며, 일부는 양의 값을 갖는 제1 초점(f1)을 가지며 좌원 편광(L1)으로 변환되어 수렴하고, 일부는 음의 값을 갖는 제2 초점(f2)을 가지며 우원 편광(L2)으로 변환되어 발산한다.

[0094] 따라서, 오브젝트(OBJ)로부터 발광 또는 반사되어 전파되는 입사광은 기하학적 위상 렌즈(100)를 통과하여 좌원 편광 및 우원 편광으로 변화되고, 이와 같이 변화된 좌원 편광 및 우원 편광의 상호 간섭에 의해 간섭 무늬를

생성하고, 간섭 무늬는 이미지 센서(200) 상에 생성되어 이미지 센서(200)에 의해 획득된다.

- [0095] 한편, 공간 분할 위상 변이 수단(700)은 기하학적 위상 렌즈(100)를 통해 변화된 좌원 편광 및 우원 편광이 2개의 직선 편광으로 변화되어 이미지 센서(200)에 수광된다. 이 경우, 공간 분할 위상 변이 수단(700)은 이미지 센서(200)의 수광 영역을 다수개로 분할한 분할 영역별로 각각 서로 다른 위상을 갖는 직선 편광이 수광된다.
- [0096] 도 10을 더 참조하면, 공간 분할 위상 변이 수단(700)은 이미지 센서(200)의 전방면에 부착되는 마이크로 편광판 어레이(710)를 포함한다.
- [0097] 마이크로 편광판 어레이(710)는 투과광을 직선 편광으로 변환하는 다수개의 미세 편광판(711)이 이미지 센서(200)의 다수개 분할 영역에 각각 대응되도록 배열된다. 예를 들면, 이미지 센서(200)가 다수개의 픽셀을 갖는 경우, 이미지 센서(200)에 대한 분할 영역은 이러한 픽셀 단위로 형성될 수 있다. 또한, 미세 편광판(711)은 이미지 센서(200)의 픽셀에 각각 대응되도록 배열될 수 있다.
- [0098] 미세 편광판(711)은 투과광을 직선 편광으로 변환하는 편광판으로 형성될 수 있다. 이 경우, 미세 편광판(711)을 통해 변환되는 직선 편광의 위상이 각 미세 편광판(711)마다 서로 다르도록 미세 편광판(711)의 광 투과축(a_1, a_2, a_3, a_4)은 서로 다른 각도를 갖도록 형성된다. 예를 들어, 미세 편광판(711)의 광 투과축(a_1, a_2, a_3, a_4) 각도는 도 11에 도시된 바와 같이 45° 각도 차이로 순차적으로 변화하는 서로 다른 4개 종류의 광 투과축 각도 중 어느 하나를 갖도록 형성될 수 있다. 이를 통해, 각각의 미세 편광판(711)을 통해 변환되는 직선 편광은 광 투과축(a_1, a_2, a_3, a_4) 각도에 따라 45° 의 위상 차이를 갖게 된다.
- [0099] 정리하면, 오브젝트(OBJ)로부터 전파되는 입사광은 기하학적 위상 렌즈(100)를 통과하여 좌원 편광 및 우원 편광으로 변화된다. 변화된 좌원 편광 및 우원 편광은 미세 편광판을 통과하며 2개의 직선 편광으로 변화한다. 이미지 센서(200)는 오브젝트(OBJ)의 2개의 직선 편광을 수광한다. 도 11에 도시된 바와 같이, 2개의 직선 편광의 간섭에 의해 간섭 패턴이 생성되고, 이미지 센서(200)는 간섭 패턴 이미지(P1)를 획득한다.
- [0100] 본 발명에 따른 홀로그래피 카메라(30)는 이미지 센서(200)에 의해 획득된 간섭 무늬에 대한 정보를 통해 입사광의 정보를 획득할 수 있다. 즉, 이미지 센서(200)는 간섭 패턴 이미지(P1)를 획득할 수 있다.
- [0101] 다시 도 6을 참조하면, 제어부(40)는 간섭 패턴 이미지(P1)의 광의 파장과 위상에 기초하여 깊이 별 상기 입체 영상의 이미지 정보를 갖는 복수의 변조 이미지 데이터(TID)를 산출한다(S300).
- [0102] 제어부(40)는 간섭 패턴 이미지(P1)에 기초하여 오브젝트(OBJ)의 광의 파장과 위상 정보를 분석할 수 있다. 이에 따라, 복수의 변조 이미지 데이터(TID)를 산출할 수 있다.
- [0103] 예를 들어, 도 11은 서로 다른 피사체 심도를 갖는 3개의 오브젝트(OBJ)에 관한 간섭 패턴 이미지(P1)를 나타내고 있다. 제어부(40)는 간섭 패턴 이미지(P1)의 광의 파장과 위상 정보를 분석하여 제1 내지 제N 변조 이미지 데이터(TID1 ~ TIDn)를 산출할 수 있다. 제1 내지 제N 변조 이미지 데이터(TID1 ~ TIDn)는 기하학적 위상 렌즈(100)로부터 거리에 따른 이미지에 관한 정보를 포함한다. 즉, 제1 내지 제N 변조 이미지 데이터(TID1 ~ TIDn)는 각각 기하학적 위상 렌즈(100)로부터 깊이에 따른 입체 영상에 관한 정보를 포함한다.
- [0104] 따라서, 변조 이미지 데이터 각각 어느 하나의 깊이에서 오브젝트(OBJ)에 관한 이미지 정보를 포함할 수 있다. 예를 들어, 각각의 변조 이미지 데이터는 각각의 깊이에서 오브젝트(OBJ)의 휘도에 관한 정보를 포함할 수 있다. 또한, 변조 이미지 데이터 각각은 복수의 이미지 영역을 포함할 수 있다. 복수의 이미지 영역은 각각 그레이 레벨 값을 포함할 수 있다. 즉, 복수의 변조 이미지 데이터(TID) 각각은 각각의 그레이 레벨 값을 갖는 이미지 영역을 포함할 수 있다.
- [0105] 예를 들어, 제1 내지 제N 변조 이미지 데이터(TID1 ~ TIDn) 중에서 어느 하나의 제k 변조 이미지 데이터(TIDk)는 오브젝트(OBJ)와 기하학적 위상 렌즈(100) 사이의 어느 하나의 깊이에서 오브젝트(OBJ)에 관한 정보를 포함할 수 있다. 또한, 제k 변조 이미지 데이터(TIDk)는 각각의 그레이 레벨 값을 갖는 복수의 이미지 영역을 포함할 수 있다.
- [0106] 다음으로, 제어부(40)는 복수의 변조 이미지 데이터(TID) 각각에서 피사체의 에지를 산출한다(S400).
- [0107] 제어부(40)는 변조 이미지 데이터 각각의 이미지 영역의 그레이 레벨 값을 산출할 수 있다. 제어부(40)는 그레이 레벨 값이 제1 임계 값보다 큰지 판단할 수 있다. 이에 따라, 제어부(40)는 제1 임계 값 이상의 그레이 레벨 값을 에지 검출 값으로 갖는 피사체의 에지를 산출할 수 있다. 예를 들어, 표시 장치(20)가 서로 피사체 심도를 갖는 제1 내지 제3 오브젝트를 표시하는 경우, 제1 내지 제N 변조 이미지 데이터(TID1 ~ TIDn) 각각에는 제1 내

지 제3 오브젝트에 관한 정보(예를 들어, 각각의 그레이 레벨 값)를 포함한다. 이 경우, 제어부(40)는 제1 내지 제N 변조 이미지 데이터(TID1 ~ TIDn) 각각에서 제1 내지 제3 오브젝트의 에지를 산출할 수 있다. 이에 관한 설명은 도 15 내지 도 18에서 후술하기로 한다.

[0108] 그 다음으로, 제어부(40)는 복수의 변조 이미지 데이터(TID) 각각에서 산출한 상기 에지의 에지 검출 값들을 상기 깊이 에 따라 배열하여 변조 신호로 산출한다(S500).

[0109] 도 12의 실시예는 서로 다른 피사체 심도를 갖는 3개의 오브젝트(OBJ)에 대응하는 변조 신호를 나타낸다. 상술한 바와 같이, 제어부(40)는 제1 내지 제N 변조 이미지 데이터(TID1 ~ TIDn) 각각에서 제1 내지 제3 오브젝트의 에지를 산출할 수 있다. 이에 따라, 제어부(40)는 제1 내지 제3 오브젝트에 대응하는 제1 내지 제3 변조 신호(MTF1 ~ MTF3)를 산출할 수 있다. 이하에서는 제1 내지 제3 오브젝트에 대응하는 제1 내지 제3 변조 신호(MTF1 ~ MTF3)에 관하여 설명한다. 다만, 오브젝트(OBJ) 및 변조 신호의 개수는 이에 제한되지 않는다.

[0110] 도 12를 참조하여 구체적으로 살펴보면, 제어부(40)는 제1 내지 제N 변조 이미지 데이터(TID1 ~ TIDn) 각각에서 에지를 산출한다. 이 경우, 제어부(40)는 에지 각각의 에지 검출 값도 함께 산출할 수 있다. 제어부(40)는 제1 내지 제N 변조 이미지 데이터(TID1 ~ TIDn) 각각의 에지 검출 값을 깊이 에 따라 배열할 수 있다. 제어부(40)는 깊이 에 따라 배열된 에지 검출 값을 연속적으로 산출하여 변조 신호를 생성할 수 있다.

[0111] 예를 들어, 표시 장치(20)가 서로 피사체 심도를 갖는 제1 내지 제3 오브젝트를 표시하는 경우, 제어부(40)는 제1 내지 제N 변조 이미지 데이터(TID1 ~ TIDn) 각각에서 제1 내지 제3 오브젝트의 에지를 산출할 수 있다. 이 경우, 제어부(40)는 에지 각각의 에지 검출 값도 함께 산출할 수 있다. 제어부(40)는 제1 내지 제N 변조 이미지 데이터(TID1 ~ TIDn) 각각의 에지 검출 값을 깊이 에 따라 배열할 수 있다. 제어부(40)는 깊이 에 따라 배열된 에지 검출 값을 연속적으로 산출하여 제1 내지 제3 변조 신호(MTF1 ~ MTF3)를 생성할 수 있다. 다만, 오브젝트(OBJ) 및 변조 신호의 개수는 이에 제한되지 않고, 표시 장치(20)에서 서로 다른 피사체 심도를 갖는 오브젝트(OBJ)의 개수에 따라 변조 신호의 개수가 특정될 수 있다.

[0112] 마지막으로, 제어부(40)는 변조 신호의 최대값에 기초하여 피사체 심도(Depth of Field)로 산출한다(S600). 이하에서는 도 13 및 도 14를 더 참조하여 오브젝트(OBJ)의 피사체 심도를 산출하는 방법에 관하여 설명하기로 한다.

[0113] 도 13 및 도 14를 참조하면, 제어부(40)는 제1 변조 신호(MTF1)의 제1 최대값(M1)을 산출한다(S510). 예를 들어, 제1 변조 신호(MTF1)는 위로 볼록한 파형을 가질 수 있다. 이 경우, 제어부(40)는 제1 변조 신호(MTF1)의 피크 값을 제1 최대값(M1)으로 산출할 수 있다. 또는, 제어부(40)는 제1 변조 신호(MTF1)의 가장 큰 값을 제1 최대값(M1)으로 산출할 수 있다. 따라서, 제1 변조 신호(MTF1)는 제1 최대값(M1)에 대응하는 제1 깊이(DV1)를 기준으로, 제1 깊이(DV1)보다 작은 깊이에서 제1 최대값(M1)보다 작은 값을 가진다. 또한, 제1 변조 신호(MTF1)는 제1 깊이(DV1)보다 큰 깊이에서 제1 최대값(M1)보다 작은 값을 가진다. 다른 예를 들어, 제1 변조 신호(MTF1)의 미분 값이 0이 되는 지점을 제1 변조 신호(MTF1)의 제1 최대값(M1)으로 산출할 수도 있다. 이 경우, 제1 변조 신호(MTF1)의 미분 값이 0이 되는 지점은 제1 변조 신호(MTF1)의 피크 값을 갖는 지점과 동일할 수 있다. 제2 변조 신호(MTF2)의 제2 최대값(M2)과 제2 깊이(DV2) 및 제3 변조 신호(MTF3)의 제3 최대값(M3)과 제3 깊이(DV3)를 산출하는 방법은 제1 변조 신호(MTF1)의 제1 최대값(M1)을 산출하는 방법과 실질적으로 동일하므로 생략하기로 한다.

[0114] 제어부(40)는 제1 변조 신호(MTF1)의 제1 최대값(M1)에 대응하는 제1 깊이(DV1)를 제1 피사체 심도로 산출할 수 있다. 제1 변조 신호(MTF1)는 오브젝트(OBJ)의 광의 세기에 따른 정보를 포함한다. 따라서, 제1 변조 신호(MTF1)가 제1 깊이(DV1)에서 제1 최대값(M1)을 갖는 경우, 제어부(40)는 제1 최대값(M1)을 갖는 깊이에서 오브젝트(OBJ)의 상의 맺혀 있다고 판단할 수 있다. 즉, 제어부(40)는 제1 변조 신호(MTF1)의 제1 최대값(M1)을 갖는 제1 깊이(DV1)를 오브젝트(OBJ)의 심도로 산출할 수 있다. 또한, 제2 변조 신호(MTF2) 및 제3 변조 신호(MTF3) 각각의 최대값에 기초하여 피사체 심도를 산출하는 방법은 제1 변조 신호(MTF1)의 피사체 심도를 산출하는 방법과 실질적으로 동일하므로 생략하기로 한다.

[0115] 정리하면, 표시 장치(20)는 오브젝트(OBJ)를 포함한 입체 영상을 표시하고, 홀로그래피 카메라(30)는 오브젝트(OBJ)의 입체 영상 정보를 획득할 수 있다. 홀로그래피 카메라(30)는 오브젝트(OBJ)의 입체 영상 정보를 분석하여 변조 신호를 산출하고, 변조 신호를 분석하여 오브젝트(OBJ)의 피사체 심도를 산출할 수 있다. 즉, 홀로그래피 카메라(30)는 표시 장치(20)가 표시한 입체 영상의 오브젝트(OBJ)의 상이 맺힌 거리를 산출할 수 있다.

[0116] 도 15는 일 실시예에 따른 홀로그래피 카메라(30)의 에지를 산출하는 방법을 나타낸 순서도이다. 도 16은 제1

변조 이미지 데이터(TID1)의 이미지 영역을 나타낸 개념도이다. 도 17 및 도 18은 변조 이미지 데이터의 에지를 나타낸 개념도이다. 도 17 및 도 18은 표시 장치(20)가 서로 다른 3개의 피사체 심도를 갖는 오브젝트(OBJ)를 표시하는 경우, 홀로그래피 카메라(30)가 획득한 변조 데이터 이미지를 나타낸다. 이하에서는 설명의 편의를 위해 표시 장치(20)가 제1 내지 제3 오브젝트를 표시하는 경우를 살펴보기로 한다.

- [0117] 도 15를 참조하면, 제어부(40)는 변조 이미지 데이터를 수신하고(S410), 변조 이미지 데이터의 이미지 영역의 그레이 레벨 값이 제1 임계 값보다 큰지 판단할 수 있다(S420).
- [0118] 제어부(40)는 복수의 변조 이미지 데이터(TID)를 수신할 수 있다. 구체적으로, 변조 이미지 데이터 각각은 복수의 이미지 영역을 포함할 수 있다. 복수의 이미지 영역은 각각 그레이 레벨 값을 포함할 수 있다. 즉, 복수의 변조 이미지 데이터(TID) 각각은 각각의 그레이 레벨 값을 갖는 이미지 영역을 포함할 수 있다. 이에 따라, 제어부(40)는 변조 이미지 데이터의 적어도 어느 하나의 이미지 영역의 그레이 레벨 값이 제1 임계 값 보다 큰지 판단할 수 있다.
- [0119] 도 16은 제1 내지 제N 변조 이미지 데이터(TID1 ~ TIDn) 중 제1 변조 이미지 데이터(TID1)의 이미지 영역을 개념적으로 도시하고 있다. 설명의 편의를 위해, 도 16에서는 어느 하나의 변조 이미지 데이터의 제1 오브젝트에 대응하는 24개의 이미지 영역만을 도시하나, 이미지 영역의 개수는 이에 제한되지 않는다.
- [0120] 도 16을 참조하면, 제1 내지 제N 변조 이미지 데이터(TID1 ~ TIDn) 중 제1 변조 이미지 데이터(TID1)는 복수의 이미지 영역을 포함한다. 예를 들어, 제1 내지 제N 변조 이미지 데이터(TID1 ~ TIDn) 중 제1 변조 이미지 데이터(TID1)는 제11 이미지 영역 내지 제14 이미지 영역(IA11 ~ IA14), 제21 이미지 영역 내지 제24 이미지 영역(IA21 ~ IA24), 제31 이미지 영역 내지 제34 이미지 영역(IA31 ~ IA34), 제41 이미지 영역 내지 제44 이미지 영역(IA41 ~ IA44), 제51 이미지 영역 내지 제54 이미지 영역(IA51 ~ IA54), 및 제61 이미지 영역 내지 제64 이미지 영역(IA61 ~ IA64)을 포함한다.
- [0121] 제어부(40)는 각각의 이미지 영역의 그레이 레벨 값이 제1 임계 값보다 큰지 판단할 수 있다. 구체적으로, 복수의 이미지 영역은 각각의 그레이 레벨 값을 포함할 수 있다. 예를 들어, 제22 이미지 영역(IA22), 제32 이미지 영역(IA32), 제33 이미지 영역(IA33), 제42 이미지 영역(IA42), 및 제52 이미지 영역(IA52)은 서로 동일한 그레이 레벨 값을 가질 수 있다. 또한, 제14 이미지 영역(IA14) 및 제24 이미지 영역(IA24)은 제22 이미지 영역(IA22)의 그레이 레벨 값보다 작은 그레이 레벨 값을 가질 수 있다. 이 경우, 제어부(40)는 각각의 이미지 영역의 그레이 레벨 값을 제1 임계 값과 비교할 수 있다. 예를 들어, 제어부(40)는 제14 이미지 영역(IA14) 및 제24 이미지 영역(IA24)의 그레이 레벨 값은 제1 임계 값보다 작다고 판단할 수 있다. 또한, 제어부(40)는 제22 이미지 영역(IA22), 제32 이미지 영역(IA32), 제33 이미지 영역(IA33), 제42 이미지 영역(IA42), 및 제52 이미지 영역(IA52)의 그레이 레벨 값은 제1 임계 값보다 크다고 판단할 수 있다.
- [0122] 이에 따라, 제어부(40)는 제1 임계 값 이상의 그레이 레벨 값을 에지 검출 값으로 갖는 피사체의 에지를 산출할 수 있다(S430).
- [0123] 제어부(40)는 제1 임계 값보다 큰 그레이 레벨 값을 갖는 이미지 영역을 피사체의 에지로 산출할 수 있다. 예를 들어, 제어부(40)는 제22 이미지 영역(IA22), 제32 이미지 영역(IA32), 제33 이미지 영역(IA33), 제42 이미지 영역(IA42), 및 제52 이미지 영역(IA52)의 그레이 레벨 값이 제1 임계 값보다 크다고 판단하는 경우, 제22 이미지 영역(IA22), 제32 이미지 영역(IA32), 제33 이미지 영역(IA33), 제42 이미지 영역(IA42), 및 제52 이미지 영역(IA52)을 피사체의 에지로 산출할 수 있다. 이 경우, 피사체의 에지는 제1 임계 값보다 작은 그레이 레벨 값을 갖는 이미지 영역과 인접할 수 있다.
- [0124] 제어부(40)는 제1 내지 제N 변조 이미지 데이터(TID1 ~ TIDn) 각각에서 에지를 산출할 수 있다. 이하에서는 도 17 및 도 18을 참조하여, 변조 이미지 데이터에서 에지를 산출하는 방법을 예시적으로 살펴본다. 도 17은 제1 내지 제N 변조 이미지 데이터(TID1 ~ TIDn) 중에서 제k 변조 이미지 데이터(TIDk)의 에지를 개념적으로 나타내고, 도 18은 제1 내지 제N 변조 이미지 데이터(TID1 ~ TIDn) 중에서 제m 변조 이미지 데이터(TIDm)의 에지를 개념적으로 나타낸다. 여기에서, 제k 변조 이미지 데이터(TIDk) 및 제m 변조 이미지 데이터(TIDm) 각각은 제1 내지 제N 변조 이미지 데이터(TID1 ~ TIDn) 중에서 어느 하나의 변조 이미지 데이터일 수 있다.
- [0125] 도 17 및 도 18을 더 참조하면, 제어부(40)는 제k 변조 이미지 데이터(TIDk)에서 에지를 산출할 수 있다. 예를 들어, 제어부(40)는 제k 변조 이미지 데이터(TIDk)에서 제11 에지(ED11), 제12 에지(ED12), 및 제13 에지(ED13)를 산출할 수 있다. 제11 에지(ED11), 제12 에지(ED12), 및 제13 에지(ED13)는 각각 그레이 레벨 값을 갖는 에지 검출 값을 가질 수 있다. 예를 들어, 도 17의 제k 변조 이미지 데이터(TIDk)의 경우, 제11 에지

(ED11)의 에지 검출 값은 제12 에지(ED12)의 에지 검출 값보다 클 수 있다. 또한, 제12 에지(ED12)의 에지 검출 값은 제13 에지(ED13)의 에지 검출 값보다 클 수 있다.

[0126] 또한, 제어부(40)는 제 m 변조 이미지 데이터(TID m)에서 에지를 산출할 수 있다. 예를 들어, 제어부(40)는 제 m 변조 이미지 데이터(TID m)에서 제11 에지(ED11), 제12 에지(ED12), 및 제13 에지(ED13)를 산출할 수 있다. 제11 에지(ED11), 제12 에지(ED12), 및 제13 에지(ED13)는 각각 그레이 레벨 값을 갖는 에지 검출 값을 가질 수 있다. 예를 들어, 도 17의 제 k 변조 이미지 데이터(TID k)의 경우, 제12 에지(ED12)의 에지 검출 값은 제11 에지(ED11)의 에지 검출 값보다 클 수 있다. 또한, 제11 에지(ED11)의 에지 검출 값은 제13 에지(ED13)의 에지 검출 값보다 클 수 있다.

[0127] 한편, 제 m 변조 이미지 데이터(TID m)의 에지 검출 값들은 제 k 변조 이미지 데이터(TID k)의 에지 검출 값들과 상이할 수 있다. 예를 들어, 제11 에지(ED11)의 제 m 변조 이미지 데이터(TID m)의 에지 검출 값은, 제11 에지(ED11)의 제 k 변조 이미지 데이터의 에지 검출 값보다 작을 수 있다. 또한, 제12 에지(ED12)의 제 m 변조 이미지 데이터(TID m)의 에지 검출 값은, 제12 에지(ED12)의 제 k 변조 이미지 데이터의 에지 검출 값보다 클 수 있다. 또한, 제13 에지(ED13)의 제 m 변조 이미지 데이터(TID m)의 에지 검출 값은, 제13 에지(ED13)의 제 k 변조 이미지 데이터의 에지 검출 값보다 작을 수 있다. 여기에서, 각각의 에지는 오브젝트(OBJ)에 대응할 수 있다. 예를 들어, 표시 장치(20)가 표시하는 제1 오브젝트는 제11 에지(ED11)에 대응하고, 제2 오브젝트는 제12 에지(ED12)에 대응하고, 제3 오브젝트는 제13 에지(ED13)에 대응할 수 있다.

[0128] 정리하면, 제어부(40)는 제1 내지 제 N 변조 이미지 데이터(TID1 ~ TID N) 각각에서 제1 오브젝트에 대응하는 제1 에지, 제2 오브젝트에 대응하는 제2 에지, 제3 오브젝트에 대응하는 제3 에지를 산출할 수 있다. 즉, 제어부(40)는 각각의 오브젝트(OBJ)에 대응하는 에지를 산출할 수 있다. 이에 따라, 제어부(40)는 에지 각각의 에지 검출 값에 기초하여 변조 신호를 생성할 수 있다. 이에 따라, 제어부(40)는 변조 이미지 데이터 각각에서 에지를 산출함으로써, 정확한 변조 신호를 생성할 수 있다.

[0129] 도 19는 또 다른 실시예에 따른 변조 신호를 산출하는 방법을 나타낸 순서도이다. 도 20은 또 다른 실시예에 따른 변조 신호를 나타낸 그래프이다.

[0130] 도 19 및 도 20의 실시예는 변조 신호를 정규화하여 정규 변조 신호를 생성하는 점을 제외하면 도 6의 실시예와 실질적으로 동일하다. 따라서, 도 19 및 도 20의 실시와 도 6의 실시예의 차이점 위주로 설명한다.

[0131] 도 19를 참조하면, 제어부(40)는 복수의 변조 이미지 데이터(TID) 각각에서 산출한 에지의 에지 검출 값들을 상기 깊이에 따라 배열하여 변조 신호로 산출한다(S500). 도 20의 실시예는 도 12의 실시예와 마찬가지로, 서로 다른 피사체 심도를 갖는 3개의 오브젝트(OBJ)에 대응하는 변조 신호를 나타낸다. 상술한 바와 같이, 제어부(40)는 제1 내지 제3 오브젝트에 대응하는 제1 내지 제3 변조 신호(MTF1 ~ MTF3)를 산출할 수 있다. 이에 관한 설명은 도 12의 실시예와 동일하므로 생략하기로 한다.

[0132] 이에 따라, 제어부(40)는 변조 신호의 최대 값이 1을 갖도록 정규화하여 정규 변조 신호를 생성할 수 있다(S600).

[0133] 도 20을 더 참조하면, 제어부(40)는 제1 내지 제3 변조 신호(MTF1 ~ MTF3)의 진폭을 정규화할 수 있다. 예를 들어, 제어부(40)는 제1 변조 신호(MTF1)의 최대 값이 1을 갖도록 정규화하여 제1 정규 변조 신호(MNFT1)를 생성할 수 있다. 이에 따라, 제1 변조 신호(MTF1)는 위로 볼록한 파형을 가질 수 있다. 이 경우, 제어부(40)는 제1 정규 변조 신호(MNFT1)의 최대값을 1로 산출할 수 있다. 즉, 제어부(40)는 제1 정규 변조 신호(MNFT1)의 피크 값을 1로 산출할 수 있다. 또는, 제어부(40)는 제1 정규 변조 신호(MNFT1)의 가장 큰 값을 1 산출할 수 있다. 따라서, 제1 정규 변조 신호(MNFT1)는 제1 최대값(M1)에 대응하는 제1 깊이(DV1)를 기준으로, 제1 깊이(DV1)보다 작은 깊이에서 제1 최대값(M1)보다 작은 값을 가진다. 또한, 제1 정규 변조 신호(MNFT1)는 제1 깊이(DV1)보다 큰 깊이에서 제1 최대값(M1)보다 작은 값을 가진다. 또한, 제2 정규 변조 신호(MNFT2) 및 제3 정규 변조 신호(MNFT3)를 생성하는 방법에 관하여는 제1 정규 변조 신호(MNFT1)를 생성하는 방법과 실질적으로 동일하므로 생략하기로 한다.

[0134] 이에 따라, 제1 내지 제3 정규 변조 신호(MNFT3)의 최대값은 모두 1일 수 있다. 제어부(40)는 변조 신호의 최대 값에 대응하는 깊이를 오브젝트(OBJ)의 피사체 심도로 산출하므로, 변조 신호를 정규화하여 정규 변조 신호를 생성함으로써 변조 신호의 최대값에 대응하는 깊이를 용이하게 산출할 수 있다.

[0135] 도 21은 또 다른 실시예에 따른 홀로그래피 카메라의 에지를 산출하는 방법을 나타낸 순서도이다.

- [0136] 도 21을 참조하면, 먼저, 제어부(40)는 변조 이미지 데이터를 수신한다(S410). 이어서, 제어부(40)는 변조 이미지 데이터의 이미지 영역의 그레이 레벨 값이 제2 임계 값보다 큰지 판단한다(S420).
- [0137] 제어부(40)는 복수의 변조 이미지 데이터(TID)를 수신할 수 있다. 구체적으로, 변조 이미지 데이터 각각은 복수의 이미지 영역을 포함할 수 있다. 복수의 이미지 영역은 각각 그레이 레벨 값을 포함할 수 있다. 즉, 복수의 변조 이미지 데이터(TID) 각각은 각각의 그레이 레벨 값을 갖는 이미지 영역을 포함할 수 있다. 이에 따라, 제어부(40)는 변조 이미지 데이터의 적어도 어느 하나의 이미지 영역의 그레이 레벨 값이 제2 임계 값 보다 큰지 판단할 수 있다. 이 경우, 제2 임계 값은 도 15의 실시예에 따른 제1 임계 값보다 클 수 있다.
- [0138] 마지막으로, 제어부(40)는 제2 임계 값 이상의 그레이 레벨 값을 에지 검출 값으로 갖는 피사체의 서브 에지를 산출한다(S430).
- [0139] 제어부(40)는 제2 임계 값보다 큰 그레이 레벨 값을 갖는 이미지 영역을 피사체의 서브 에지로 산출할 수 있다. 피사체의 서브 에지는 제2 임계 값보다 작은 그레이 레벨 값을 갖는 이미지 영역과 인접할 수 있다. 제어부(40)는 제1 내지 제N 변조 이미지 데이터(TID1 ~ TIDn) 각각에서 서브 에지를 산출할 수 있다. 제어부(40)가 서브 에지를 산출하는 방법은 도 15 내지 도 18의 실시예와 실질적으로 동일하므로 생략하기로 한다.
- [0140] 도 22는 또 다른 실시예에 따른 입체 영상 깊이 산출 시스템의 에지를 산출하는 방법을 나타낸 순서도이다. 도 23은 또 다른 실시예에 따른 변조 신호를 나타낸 그래프이다.
- [0141] 도 22를 참조하면, 제어부(40)는 제1 변조 신호(MTF1)의 제1 최대값(M1)과 제1 깊이(DV1)를 산출한다(S511). 예를 들어, 제1 변조 신호(MTF1)는 위로 볼록한 파형을 가질 수 있다. 이 경우, 제어부(40)는 제1 변조 신호(MTF1)의 피크 값을 제1 최대값(M1)으로 산출할 수 있다. 또는, 제어부(40)는 제1 변조 신호(MTF1)의 가장 큰 값을 제1 최대값(M1)으로 산출할 수 있다. 따라서, 제1 변조 신호(MTF1)는 제1 최대값(M1)에 대응하는 제1 깊이(DV1)를 기준으로, 제1 깊이(DV1)보다 작은 깊이에서 제1 최대값(M1)보다 작은 값을 가진다. 또한, 제1 변조 신호(MTF1)는 제1 깊이(DV1)보다 큰 깊이에서 제1 최대값(M1)보다 작은 값을 가진다. 다른 예를 들어, 제1 변조 신호(MTF1)의 미분 값이 0이 되는 지점을 제1 변조 신호(MTF1)의 제1 최대값(M1)으로 산출할 수도 있다. 이 경우, 제1 변조 신호(MTF1)의 미분 값이 0이 되는 지점은 제1 변조 신호(MTF1)의 피크 값을 갖는 지점과 동일할 수 있다. 또한, 제어부(40)는 제1 최대값(M1)에 대응하는 제1 깊이(DV1)를 산출할 수 있다.
- [0142] 그 다음으로, 제어부(40)는 제1 서브 변조 신호(SMTF1)의 제2 최대값(M2)과 제2 깊이(DV2)를 산출한다(S521). 도 21의 실시예와 같이, 제어부(40)가 피사체의 서브 에지를 산출한 경우, 제어부(40)는 제1 내지 제N 변조 이미지 데이터 각각에서 산출한 피사체의 서브 에지를 깊이에 따라 순차적으로 배열하여 제1 서브 변조 신호(SMTF1)를 산출할 수 있다.
- [0143] 예를 들어, 제1 서브 변조 신호(SMTF1)는 위로 볼록한 파형을 가질 수 있다. 이 경우, 제어부(40)는 제1 서브 변조 신호(SMTF1)의 피크 값을 산출할 수 있다. 또는, 제어부(40)는 제1 서브 변조 신호(SMTF1)의 가장 큰 값을 산출할 수 있다. 따라서, 제1 서브 변조 신호(SMTF1)는 최대값에 대응하는 제2 깊이(DV2)를 기준으로, 제2 깊이(DV2)보다 작은 깊이에서 최대값보다 작은 값을 가진다. 또한, 제2 변조 신호(MTF2)는 제2 깊이(DV2)보다 큰 깊이에서 최대값보다 작은 값을 가진다. 다른 예를 들어, 제1 서브 변조 신호(SMTF1)의 미분 값이 0이 되는 지점을 제1 서브 변조 신호(SMTF1)의 제2 최대값(M2)으로 산출할 수도 있다. 이 경우, 제1 서브 변조 신호(SMTF1)의 미분 값이 0이 되는 지점은 제1 서브 변조 신호(SMTF1)의 피크 값을 갖는 지점과 동일할 수 있다. 또한, 제어부(40)는 제2 최대값(M2)에 대응하는 제2 깊이(DV2)를 산출할 수 있다.
- [0144] 도 23을 더 참조하면, 제1 서브 변조 신호(SMTF1)는 제1 변조 신호(MTF1)와 상이한 파형을 가질 수 있다. 도 21의 경우와 같이, 제어부(40)가 제2 임계 값 이상의 그레이 레벨 값을 갖는 영역을 서브 에지로 산출하고, 서브 에지에 기초하여 제1 서브 변조 신호(SMTF1)를 생성한 경우, 제2 임계 값이 제1 임계 값과 상이하므로, 제1 변조 신호(MTF1)는 제1 서브 변조 신호(SMTF1)와 상이한 파형을 가질 수 있다.
- [0145] 예를 들어, 제1 변조 신호(MTF1)의 제1 최대값(M1)과 제1 서브 변조 신호(SMTF1)의 최대값은 동일할 수 있다. 다만, 제1 변조 신호(MTF1)의 제1 깊이(DV1)는 제2 서브 변조 신호의 제2 깊이(DV2)와 상이할 수 있다. 또는, 제1 변조 신호(MTF1)의 제1 깊이(DV1)는 제2 서브 변조 신호의 제2 깊이(DV2)보다 클 수 있다.
- [0146] 마지막으로, 제어부(40)는 제1 깊이(DV1)와 제2 깊이(DV2)의 평균값을 오브젝트(OBJ)의 피사체 심도로 산출할 수 있다(S531).
- [0147] 제어부(40)는 제1 변조 신호(MTF1) 및 제1 서브 변조 신호(SMTF1)에 기초하여 오브젝트(OBJ)의 피사체 심도를

산출할 수 있다. 예를 들어, 제1 변조 신호(MTF1)의 제1 깊이(DV1)와 제1 서브 변조 신호(SMTF1)의 제2 깊이(DV2)가 동일한 경우, 제1 깊이(DV1)와 제2 깊이(DV2)의 평균값도 제1 깊이(DV1) 또는 제2 깊이(DV2)와 동일하다. 따라서, 제어부(40)는 제1 깊이(DV1)와 제2 깊이(DV2)의 평균값을 오브젝트(OBJ)의 피사계 심도로 산출할 수 있다. 한편, 제1 변조 신호(MTF1)의 제1 깊이(DV1)와 제1 서브 변조 신호(SMTF1)의 제2 깊이(DV2)가 상이한 경우, 제1 변조 신호(MTF1)와 제1 서브 변조 신호(SMTF1)에는 노이즈 또는 측정 오차에 관한 정보가 포함될 수 있다. 따라서, 제어부(40)는 제1 깊이(DV1)와 제2 깊이(DV2)의 평균값을 오브젝트(OBJ)의 피사계 심도로 산출함으로써, 오브젝트(OBJ)의 피사계 심도를 정확하게 산출할 수 있다.

[0148] 본 실시예에 따른 입체 영상 깊이 측정 시스템의 경우에도, 홀로그래피 카메라(30)가 오브젝트(OBJ)를 촬영하여 변조 신호를 획득하고, 변조 신호를 분석함으로써 오브젝트(OBJ)의 피사계 심도를 산출할 수 있다.

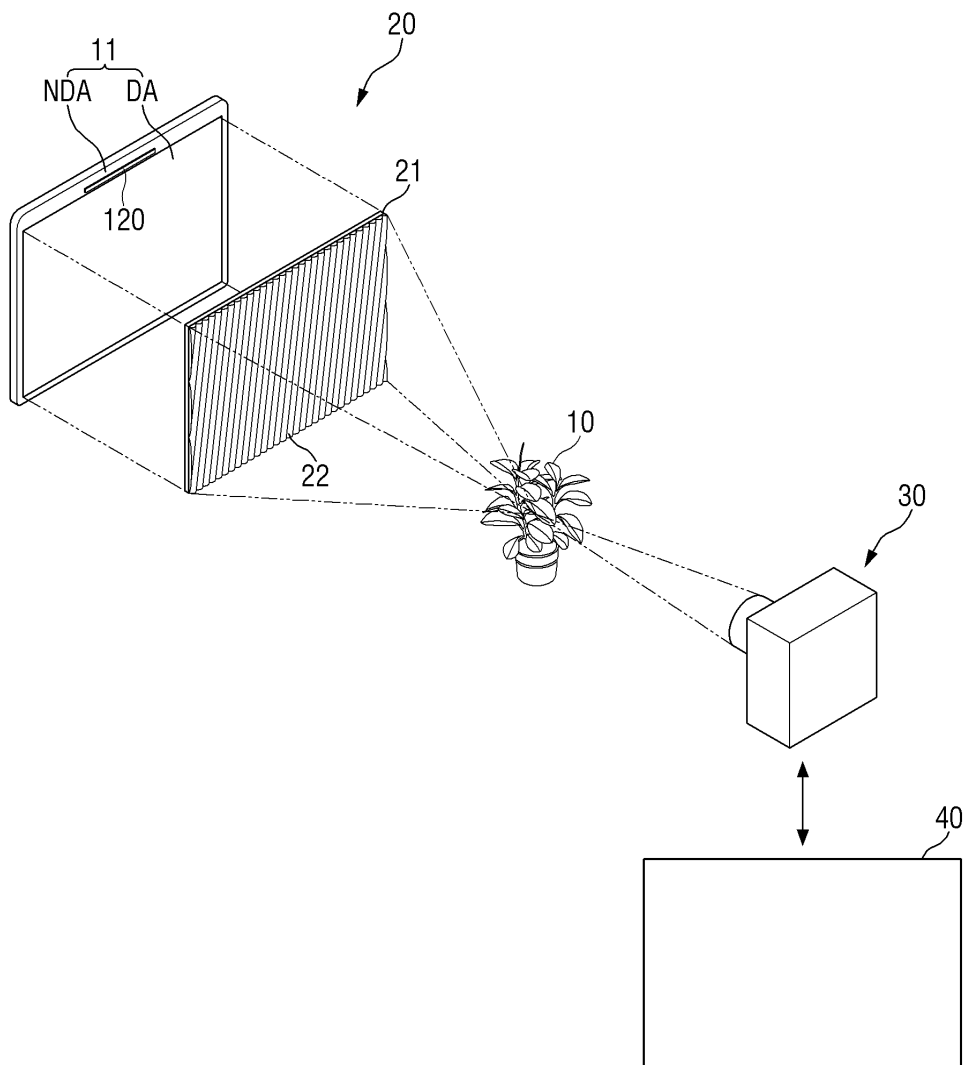
[0150] 이상 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예들을 설명하였으나, 본 발명은 상기 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 제조될 수 있으며, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 실시될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다.

부호의 설명

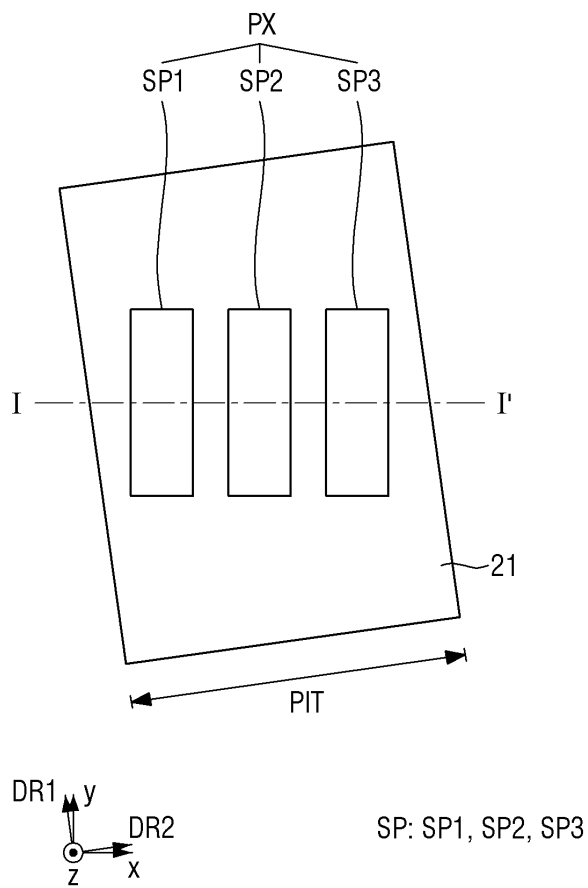
[0151] 20: 표시 장치
11: 표시 패널
120: 표시 구동부
22: 입체 렌즈들
OBJ: 오브젝트
30: 홀로그래피 카메라
100: 기하학적 위상 렌즈
200: 이미지 센서
700: 공간 분할 위상 변이 수단
600: 고정 편광판
300: 입사 렌즈
40: 제어부
41: 변조 이미지 데이터 산출부
42: 에지 산출부
43: 변조 신호 생성부
44: 피사계 심도 산출부
P1: 간섭 패턴 이미지
TID: 변조 이미지 데이터

도면

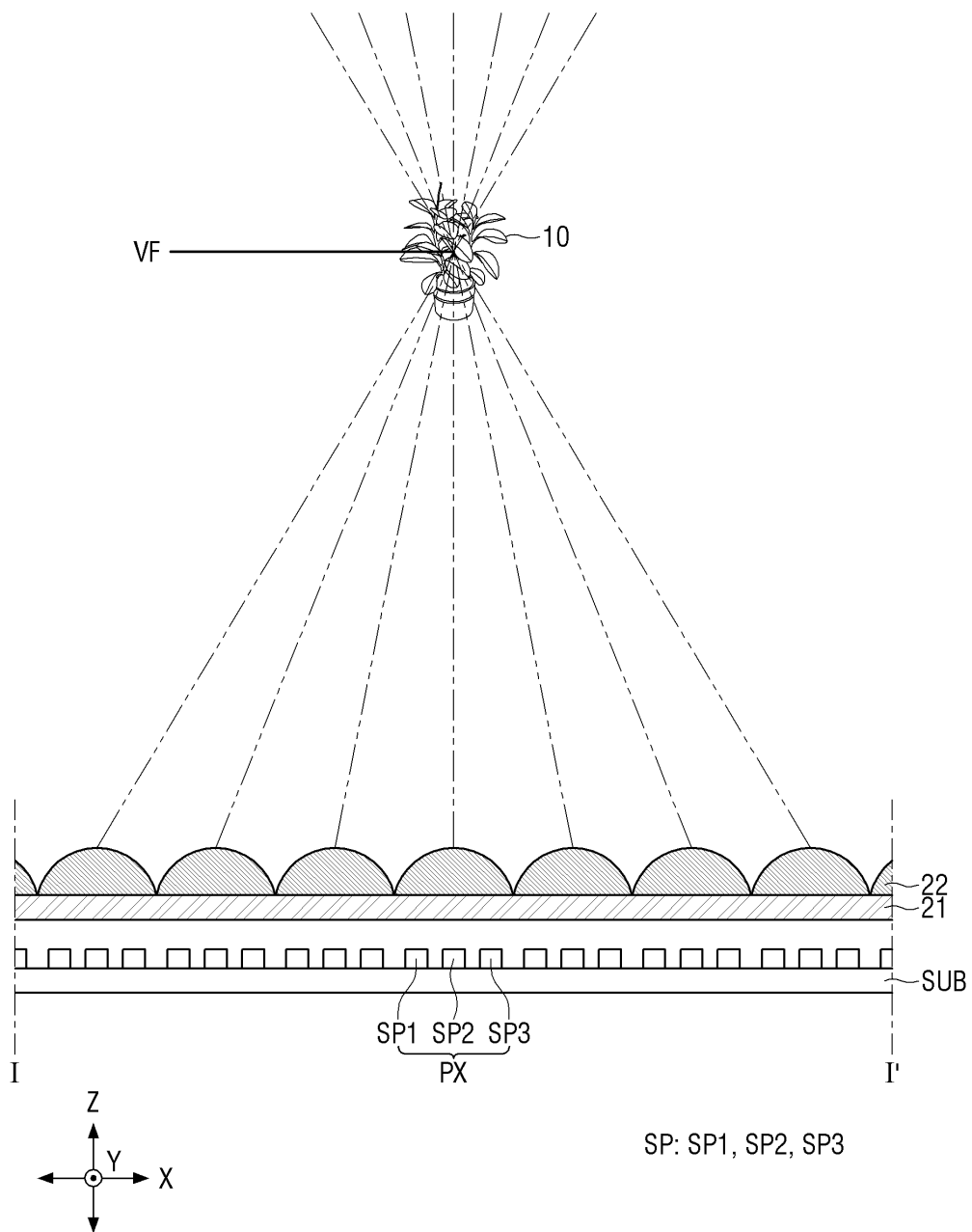
도면1



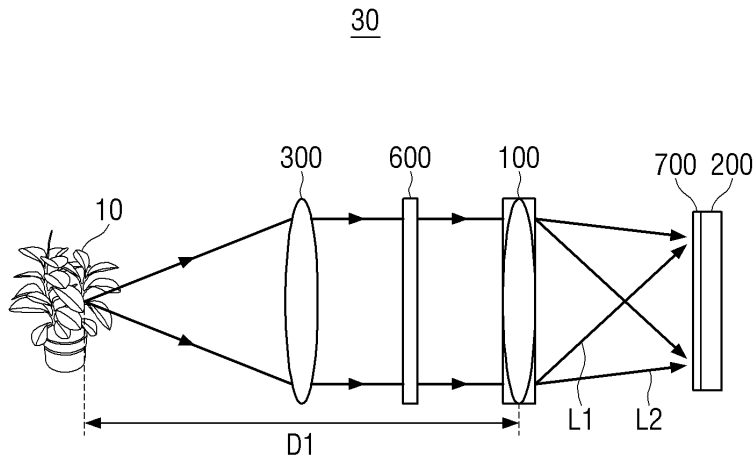
도면2



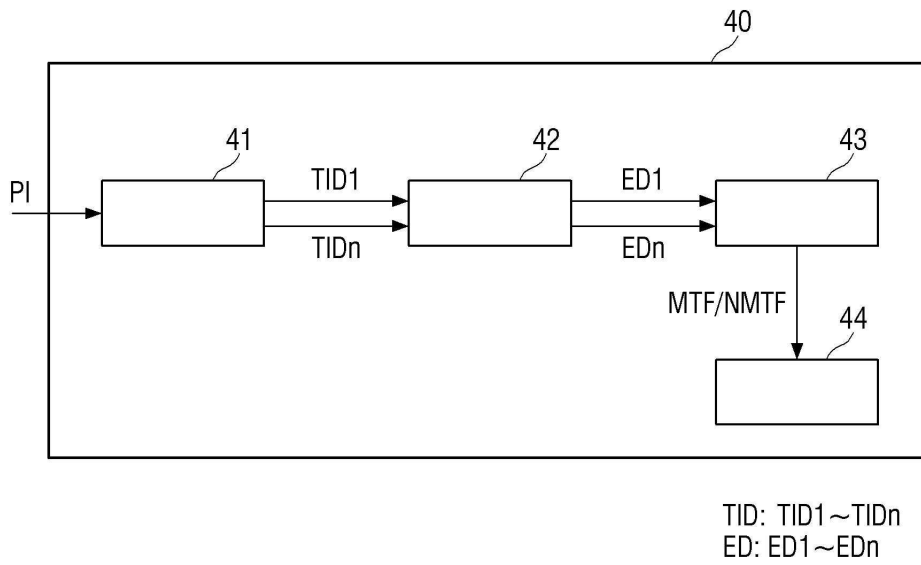
도면3



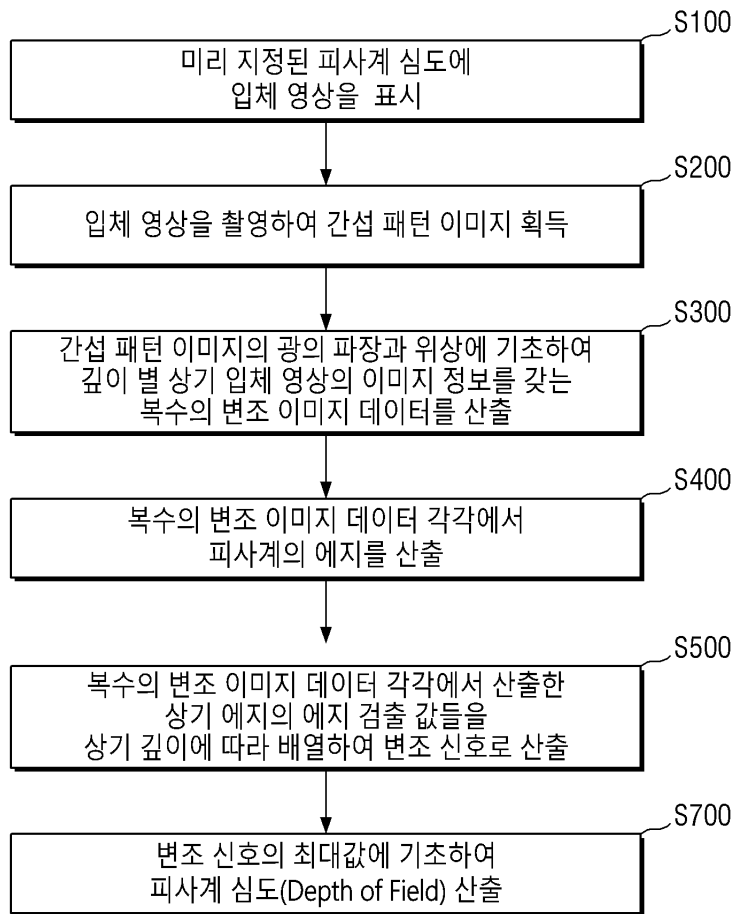
도면4



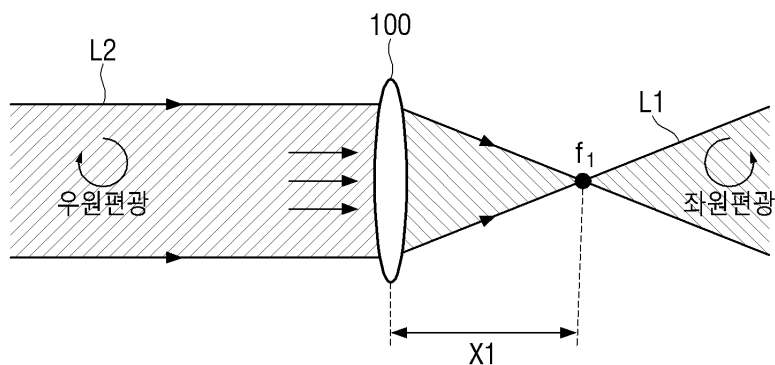
도면5



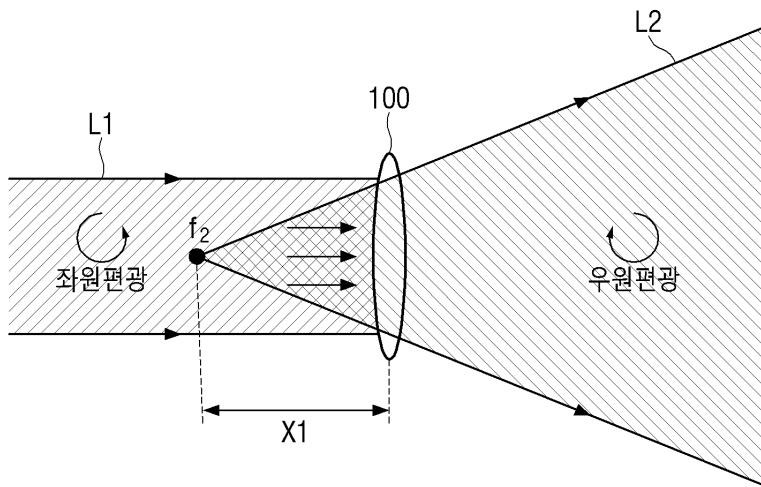
도면6



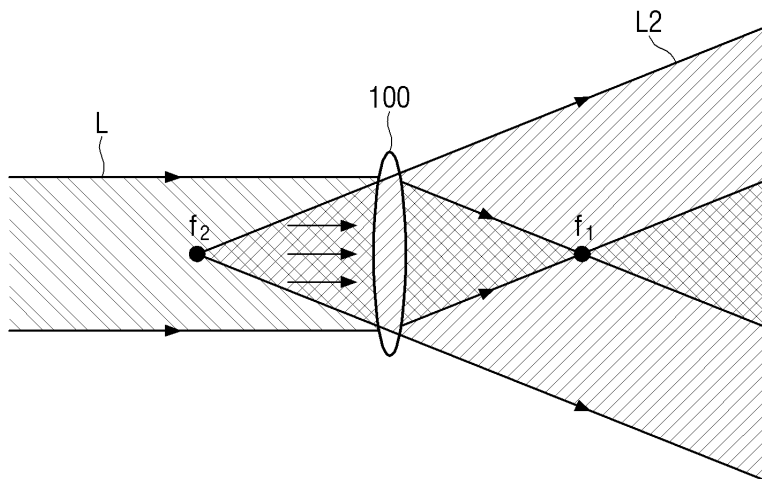
도면7



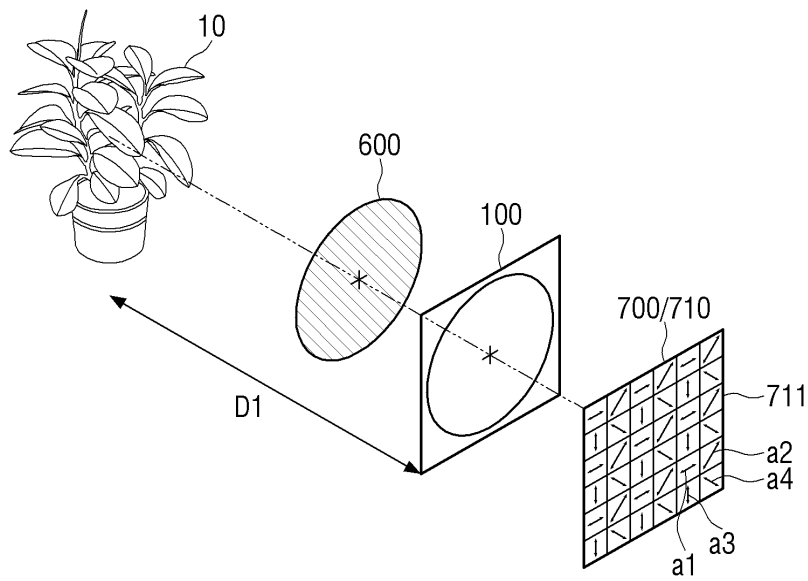
도면8



도면9

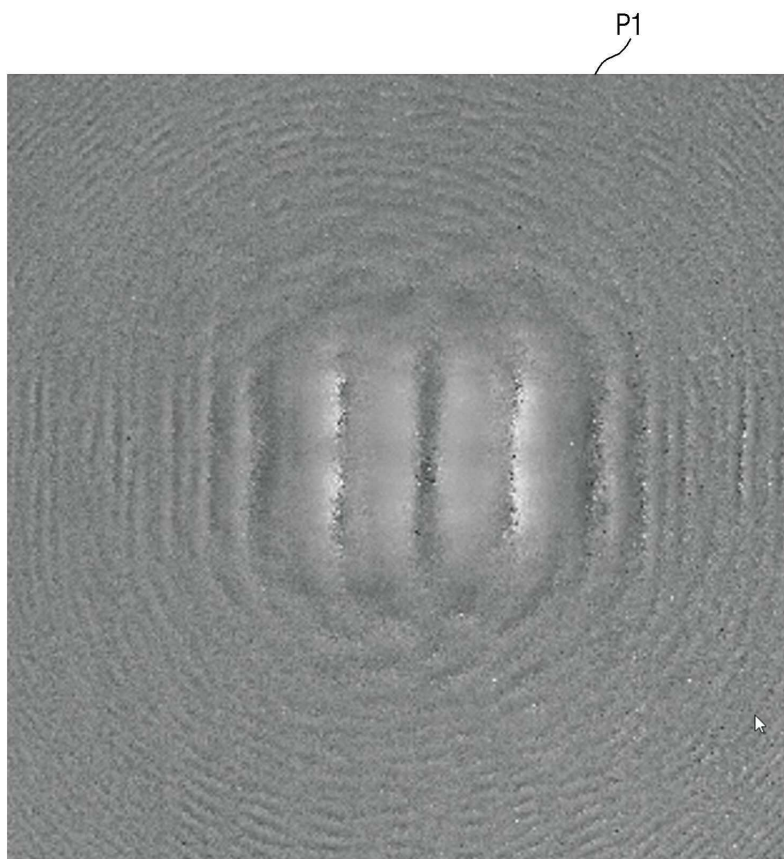


도면10

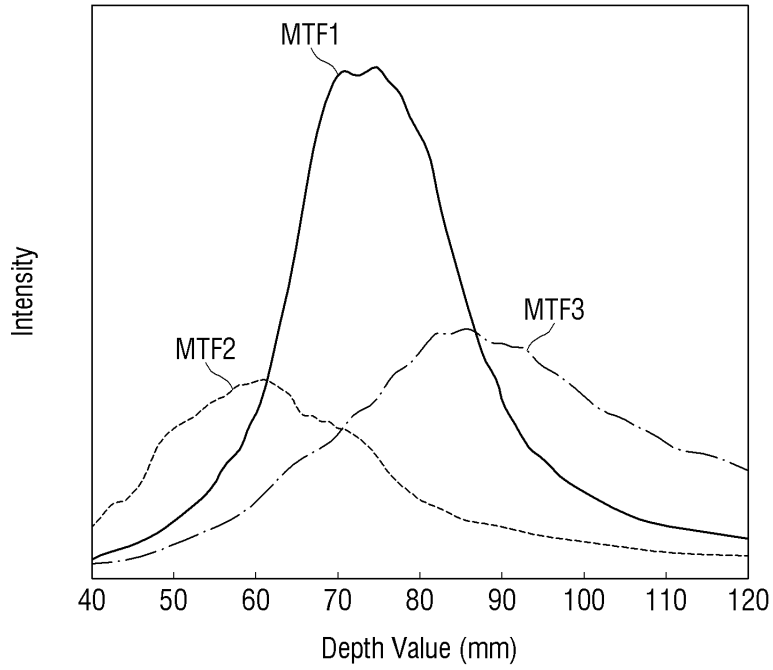


30: 100, 600, 700
700: 701, 711

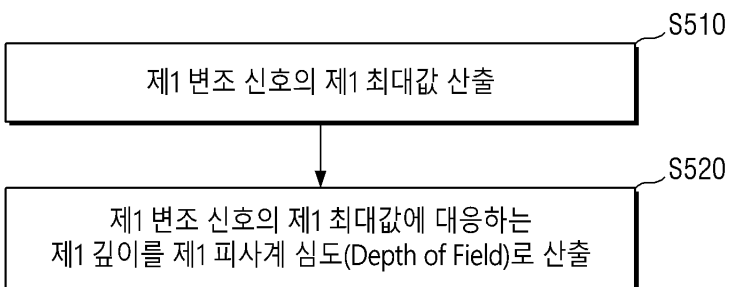
도면11



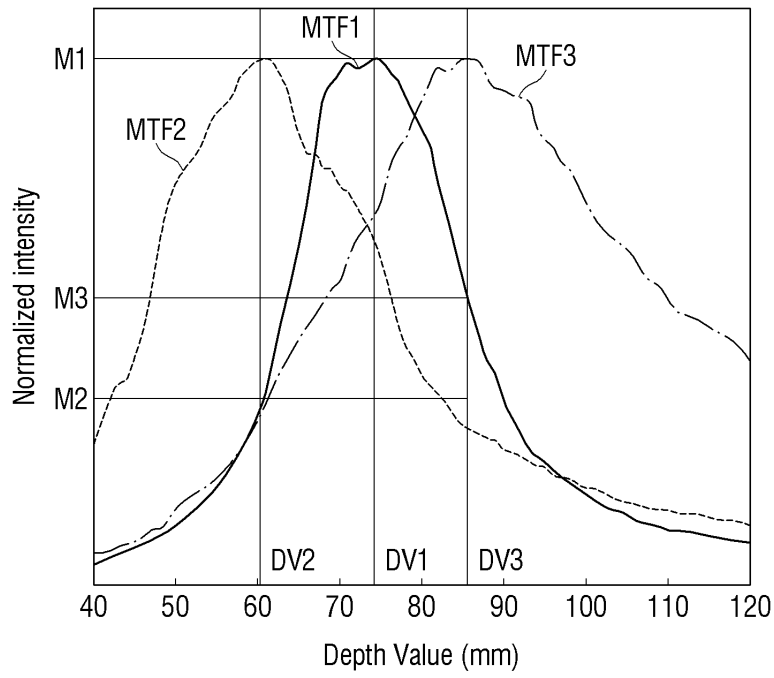
도면12



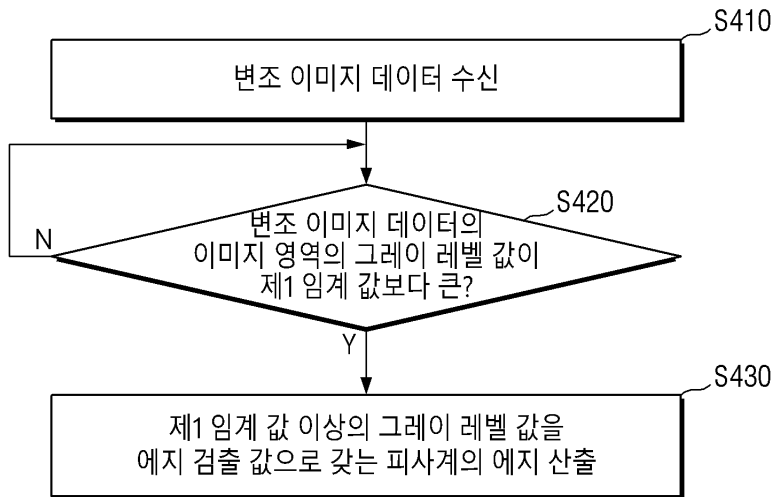
도면13



도면14



도면15

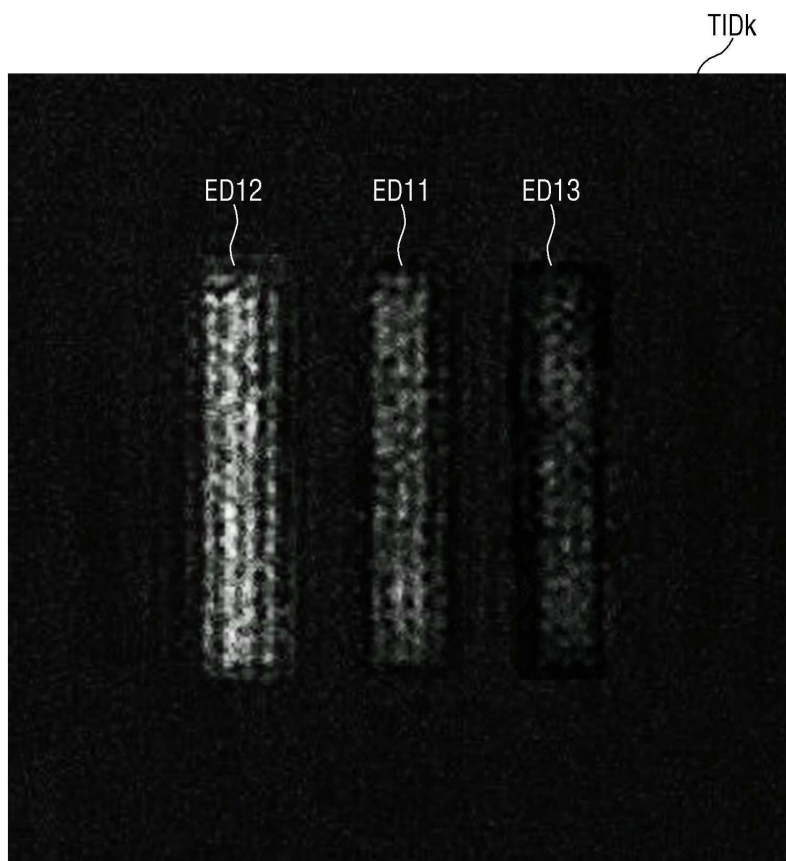


도면16

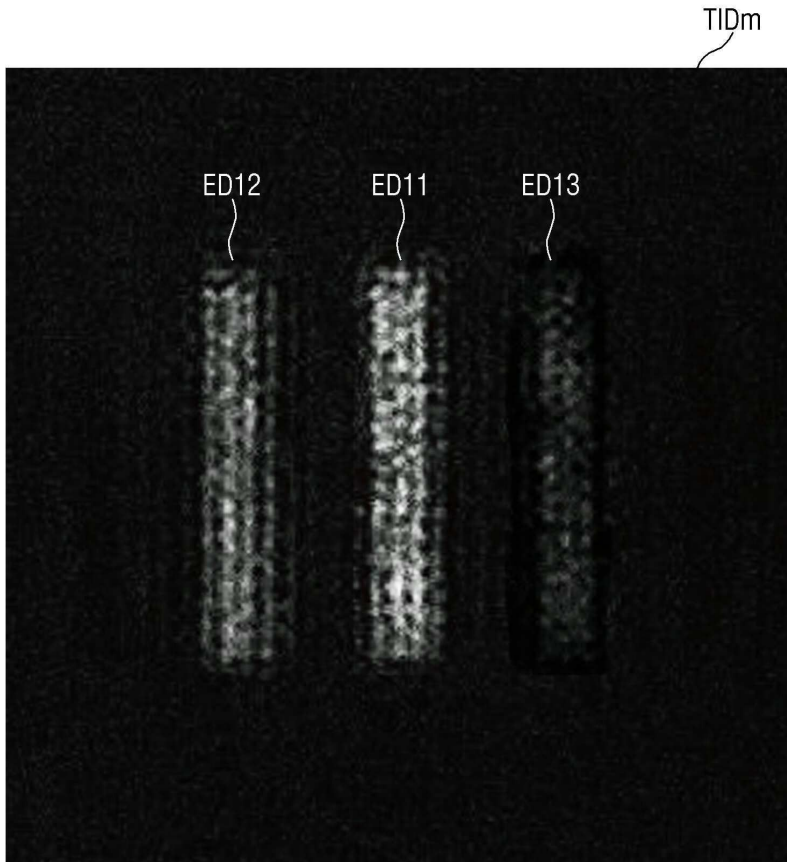
TID1

IA11	IA12	IA13	IA14
IA21	IA22	IA23	IA24
IA31	IA32	IA33	IA34
IA41	IA42	IA43	IA44
IA51	IA52	IA53	IA54
IA61	IA62	IA63	IA64

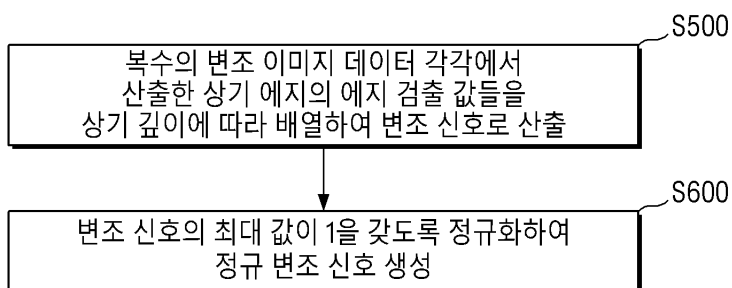
도면17



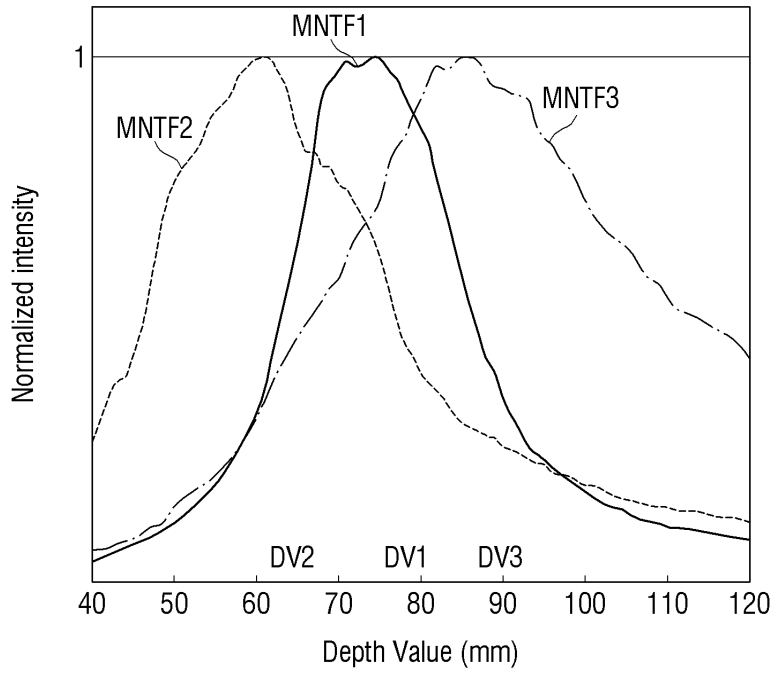
도면18



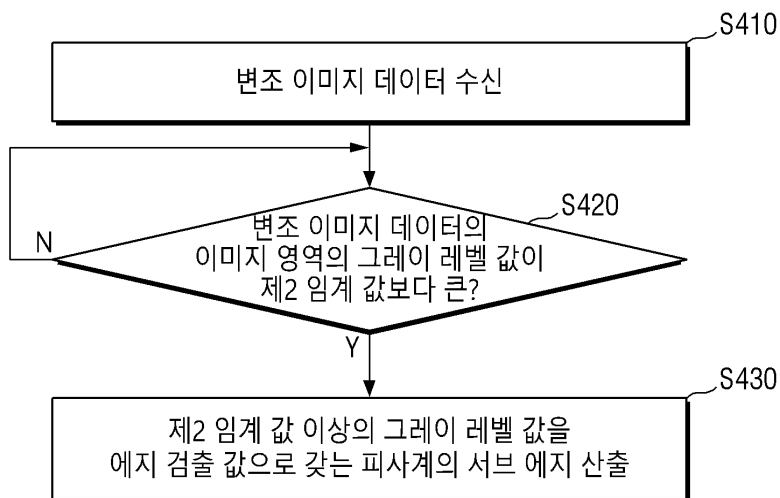
도면19



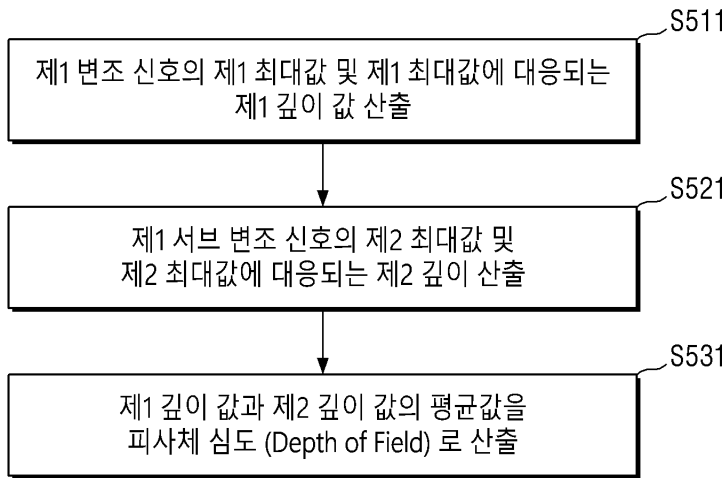
도면20



도면21



도면22



도면23

