



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년06월27일
 (11) 등록번호 10-1871235
 (24) 등록일자 2018년06월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04N 13/00 (2018.01) *G06T 15/00* (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2012-0060616
 (22) 출원일자 2012년06월05일
 심사청구일자 2017년03월22일
 (65) 공개번호 10-2013-0136872
 (43) 공개일자 2013년12월13일
 (56) 선행기술조사문헌
 US20080277473 A1*
 KR1020120000299 A*
 US06122042 A*
 US07791715 B1
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
 삼성전자주식회사
 경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)
 (72) 발명자
 최욱
 경기 용인시 수지구 용구대로 2742, 104동 501호
 (죽전동, 동성1차아파트)
 (74) 대리인
 특허법인 무한

전체 청구항 수 : 총 22 항

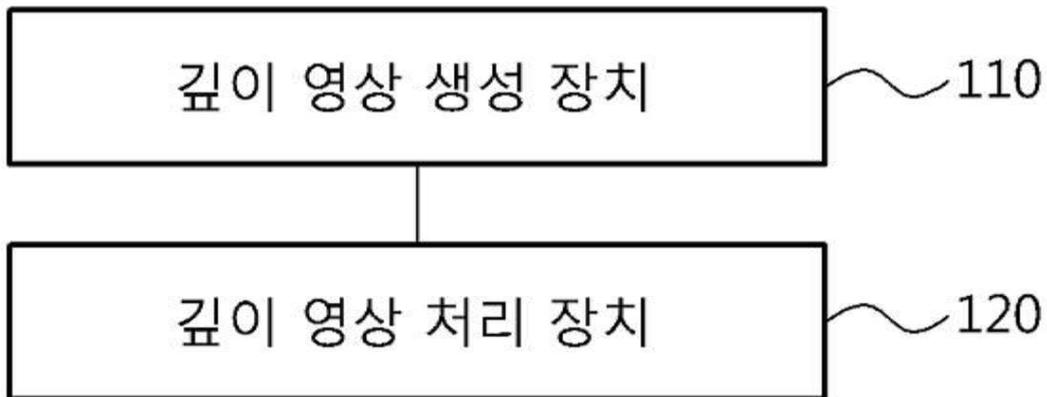
심사관 : 홍기완

(54) 발명의 명칭 **깊이 영상 생성 방법 및 장치, 깊이 영상 처리 방법 및 장치**

(57) 요약

서로 다른 변조 주파수의 광을 피사체에 조사하는 단계; 상기 피사체에 반사된 서로 다른 변조 주파수의 광을 검출하는 단계; 및 상기 서로 다른 변조 주파수의 광을 이용하여 피사체까지의 거리와 관련된 깊이 영상을 생성하는 단계를 포함하는 깊이 영상 생성 방법이 개시된다.

대표도 - 도1



명세서

청구범위

청구항 1

서로 다른 변조 주파수의 광(light)을 피사체에 조사하는 단계;

상기 피사체에 반사된 서로 다른 변조 주파수의 광을 검출하는 단계; 및

상기 검출된 서로 다른 변조 주파수의 광을 이용하여 피사체까지의 거리와 관련된 깊이 영상을 생성하는 단계를 포함하고,

상기 깊이 영상은,

상기 검출된 서로 다른 변조 주파수의 광의 변조 주파수에 대응하는 픽셀 영역들을 포함하는 깊이 영상 생성 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 광을 피사체에 조사하는 단계는,

서로 다른 변조 주파수에서 동작하는 적어도 하나의 광원으로부터 출력된 광을 피사체에 조사하는 깊이 영상 생성 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 광을 피사체에 조사하는 단계는,

수평 구조, 수직 구조, 또는 격자 구조 중 어느 하나의 구조로 구성된 광원으로부터 출력된 광을 피사체에 조사하는 깊이 영상 생성 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 서로 다른 변조 주파수의 광을 검출하는 단계는,

서로 다른 변조 주파수에서 동작하는 적어도 하나의 픽셀을 이용하여 광을 검출하는 깊이 영상 생성 방법.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 서로 다른 변조 주파수의 광을 검출하는 단계는,

수평 구조, 수직 구조, 또는 격자 구조 중 어느 하나의 구조로 구성된 픽셀을 이용하여 광을 검출하는 깊이 영상 생성 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 피사체까지의 거리와 관련된 깊이 영상을 생성하는 단계는,

상기 피사체에 조사된 광의 빛의 세기와 상기 피사체에서 반사된 광의 빛의 세기를 이용하여 상기 피사체까지의 거리를 계산하는 깊이 영상 생성 방법.

청구항 7

서로 다른 변조 주파수에 기초하여 깊이 영상을 분리하는 단계;
 상기 분리된 깊이 영상을 보간(interpolation)하여 깊이값을 복원하는 단계; 및
 상기 깊이값이 복원된 깊이 영상을 이용하여 원거리의 깊이값을 조절하는 단계
 를 포함하고,
 상기 깊이 영상은,
 피사체에 조사된 상기 서로 다른 변조 주파수의 광에 기초하여 생성되고,
 상기 서로 다른 변조 주파수에 대응하는 픽셀 영역들을 포함하는 깊이 영상 처리 방법.

청구항 8

제7항에 있어서,
 상기 깊이 영상을 분리하는 단계는,
 상기 깊이 영상을 상기 서로 다른 변조 주파수에 대응하는 픽셀 영역으로 분리하는 깊이 영상 처리 방법.

청구항 9

제7항에 있어서,
 상기 깊이값을 복원하는 단계는,
 상기 서로 다른 변조 주파수별로 분리된 깊이 영상에서 깊이값이 존재하지 않는 현재 픽셀의 깊이값을 복원하는
 깊이 영상 처리 방법.

청구항 10

제9항에 있어서,
 상기 깊이값을 복원하는 단계는,
 상기 깊이값이 존재하지 않는 현재 픽셀의 주변 픽셀을 이용하여 현재 픽셀의 깊이값을 복원하는 깊이 영상 처
 리 방법.

청구항 11

제10항에 있어서,
 상기 깊이값을 복원하는 단계는,
 상기 깊이값이 존재하지 않는 현재 픽셀과 주변 픽셀 간의 거리에 기초한 가중치를 고려하여 현재 픽셀의 깊이
 값을 복원하는 깊이 영상 처리 방법.

청구항 12

제8항에 있어서,
 상기 원거리의 깊이값을 조절하는 단계는,
 상기 분리된 깊이 영상 각각에서 동일한 위치에 대응하는 픽셀의 3차원 좌표값 차이를 이용하여 원거리의 깊이
 값을 조절하는 깊이 영상 처리 방법.

청구항 13

제8항에 있어서,
 상기 원거리의 깊이값을 조절하는 단계는,
 상기 분리된 깊이 영상 각각에서 동일한 위치에 대응하는 픽셀의 깊이값과 주변 픽셀의 깊이값에 기초한 가중치

를 고려하여 원거리의 깊이값을 조절하는 깊이 영상 처리 방법.

청구항 14

제8항에 있어서,

상기 원거리의 깊이값을 조절하는 단계는,

상기 분리된 깊이 영상 각각에서 모든 픽셀의 3차원 좌표값 차이에 기초한 비용 함수의 값을 최소화하여 원거리의 깊이값을 조절하는 깊이 영상 처리 방법.

청구항 15

제7항에 있어서,

상기 깊이값이 조절된 깊이 영상을 합성하는 단계

를 더 포함하는 깊이 영상 처리 방법.

청구항 16

제15항에 있어서,

상기 깊이 영상을 합성하는 단계는,

상기 분리된 깊이 영상의 픽셀 중 보간되지 않은 픽셀의 깊이값을 조합하는 깊이 영상 처리 방법.

청구항 17

제1항 내지 제16항 중 어느 한 항의 방법을 실행하기 위한 프로그램이 기록된 컴퓨터에서 판독 가능한 기록 매체.

청구항 18

서로 다른 변조 주파수의 광을 피사체에 조사하는 조사부;

상기 피사체에 반사된 서로 다른 변조 주파수의 광을 검출하는 검출부; 및

상기 서로 다른 변조 주파수의 광을 이용하여 피사체까지의 거리와 관련된 깊이 영상을 생성하는 생성부를 포함하고,

상기 깊이 영상은,

상기 검출된 서로 다른 변조 주파수의 광의 변조 주파수에 대응하는 픽셀 영역들을 포함하는 깊이 영상 생성 장치.

청구항 19

제18항에 있어서,

상기 조사부는,

서로 다른 변조 주파수에서 동작하는 적어도 하나의 광원으로부터 출력된 광을 피사체에 조사하는 깊이 영상 생성 장치.

청구항 20

서로 다른 변조 주파수에 기초하여 깊이 영상을 분리하는 분리부;

상기 분리된 깊이 영상을 보간하여 깊이값을 복원하는 복원부; 및

상기 깊이값이 복원된 깊이 영상을 이용하여 원거리의 깊이값을 조절하는 조절부

를 포함하고,

상기 깊이 영상은,
 피사체에 조사된 상기 서로 다른 변조 주파수의 광에 기초하여 생성되고,
 상기 서로 다른 변조 주파수에 대응하는 픽셀 영역들을 포함하는 깊이 영상 처리 장치.

청구항 21

제20항에 있어서,
 상기 분리부는,
 상기 깊이 영상을 서로 다른 변조 주파수에 대응하는 픽셀 영역으로 분리하는 깊이 영상 처리 장치.

청구항 22

제20항에 있어서,
 상기 깊이값이 조절된 깊이 영상을 합성하는 합성부
 를 더 포함하는 깊이 영상 처리 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 아래의 설명은 깊이 영상 생성 방법 및 장치, 깊이 영상 처리 방법 및 장치에 관한 것으로, 서로 다른 변조 주파수의 광을 이용하여 깊이 영상을 생성하고, 생성된 깊이 영상을 처리하는 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002]깊이 영상을 생성하는 방법으로서 광이 피사체에 반사되어 돌아오는 시간을 이용하여 피사체까지의 거리를 계산하는 방법이 있다. 현재, 이 방법을 이용하여 깊이 영상을 생성하는 ToF(Time-of-Flight) 카메라가 널리 사용되고 있다. ToF 카메라는 주파수가 변조된 광이 피사체에 반사되는 과정에서 발생한 위상의 지연을 이용하여 피사체까지의 거리를 계산한다. ToF 카메라로 측정할 수 있는 최대 거리는 촬영에 사용되는 변조 주파수(modulation frequency)에 의해 결정된다. ToF 카메라는 최대로 측정할 수 있는 거리보다 먼 곳에 위치한 피사체를 측정 가능한 거리에 있는 것으로 간주하고 깊이 영상을 촬영한다.

[0003]깊이 영상에서 원거리의 깊이값을 복원하는 방법으로서 1장의 깊이 영상을 이용하는 방법과 복수 개의 깊이 영상을 이용하는 방법이 있다. 1장의 깊이 영상을 이용하는 방법은 깊이 영상의 불연속한 부분에서, 작은 깊이값을 갖는 픽셀의 모드값(Number of Mods)을 큰 깊이값을 갖는 픽셀의 모드값보다 1만큼 크게하는 방법이다. 복수 개의 깊이 영상을 이용하는 방법에는 카메라를 움직이면서 촬영한 복수 개의 깊이 영상을 이용하는 방법과 시간차를 가지고 서로 다른 변조 주파수의 광으로 촬영한 복수 개의 깊이 영상을 이용하는 방법이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

과제의 해결 수단

[0004]일실시예에 따른 깊이 영상 생성 방법은, 서로 다른 변조 주파수의 광을 피사체에 조사하는 단계; 상기 피사체에 반사된 서로 다른 변조 주파수의 광을 검출하는 단계; 및 상기 서로 다른 변조 주파수의 광을 이용하여 피사체까지의 거리와 관련된 깊이 영상을 생성하는 단계를 포함할 수 있다.

[0005]일실시예에 따른 깊이 영상 생성 장치는, 서로 다른 변조 주파수의 광을 피사체에 조사하는 조사부; 상기 피사체에 반사된 서로 다른 변조 주파수의 광을 검출하는 검출부; 및 상기 서로 다른 변조 주파수의 광을 이용하여 피사체까지의 거리와 관련된 깊이 영상을 생성하는 생성부를 포함할 수 있다.

[0006]일실시예에 따른 깊이 영상 처리 방법은, 서로 다른 변조 주파수에 기초하여 깊이 영상을 분리하는 단계; 상기

분리된 깊이 영상을 보간하여 깊이값을 복원하는 단계; 및 상기 깊이값이 복원된 깊이 영상을 이용하여 원거리의 깊이값을 조절하는 단계를 포함할 수 있다.

- [0007] 일실시예에 따른 깊이 영상 처리 방법은, 상기 깊이값이 조절된 깊이 영상을 합성하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0008] 일실시예에 따른 깊이 영상 처리 장치는, 서로 다른 변조 주파수에 기초하여 깊이 영상을 분리하는 분리부; 상기 분리된 깊이 영상을 보간하여 깊이값을 복원하는 복원부; 및 상기 깊이값이 복원된 깊이 영상을 이용하여 원거리의 깊이값을 조절하는 조절부를 포함할 수 있다.
- [0009] 일실시예에 따른 깊이 영상 처리 장치는, 상기 깊이값이 조절된 깊이 영상을 합성하는 합성부를 더 포함할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0010] 도 1은 일실시예에 따른 깊이 영상을 처리하기 위한 시스템의 전체적인 구성을 도시한 도면이다.
- 도 2는 일실시예에 따른 깊이 영상 생성 장치의 세부 구성을 도시한 도면이다.
- 도 3은 일실시예에 따른 깊이 영상 처리 장치의 세부 구성을 도시한 도면이다.
- 도 4a 내지 도 4c는 일실시예에 따른 서로 다른 변조 주파수에서 동작하는 광원이 배열된 일례를 도시한 도면이다.
- 도 5a 내지 도 5c는 일실시예에 따른 서로 다른 변조 주파수에서 동작하는 픽셀이 배열된 일례를 도시한 도면이다.
- 도 6은 일실시예에 따른 깊이 영상 생성 장치가 생성한 깊이 영상의 일례를 도시한 도면이다.
- 도 7은 일실시예에 따른 깊이 영상을 서로 다른 변조 주파수에 대응하는 픽셀 영역으로 분리하는 일례를 도시한 도면이다.
- 도 8은 일실시예에 따른 깊이 영상을 보간하여 깊이값을 복원하는 일례를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 9는 일실시예에 따른 깊이값이 복원된 픽셀 영역의 일례를 도시한 도면이다.
- 도 10은 일실시예에 따른 픽셀의 깊이값을 복원하여 깊이 영상을 표현하는 일례를 도시한 도면이다.
- 도 11은 일실시예에 따른 원거리의 깊이값을 조절하여 깊이 영상을 표현하는 일례를 도시한 도면이다.
- 도 12는 일실시예에 따른 깊이 영상의 픽셀 중 보간되지 않은 픽셀의 깊이값을 조합하는 일례를 도시한 도면이다.
- 도 13은 일실시예에 따른 원거리의 깊이값이 조절된 깊이 영상을 합성하는 일례를 도시한 도면이다.
- 도 14는 일실시예에 따른 깊이 영상을 생성하는 동작을 도시한 흐름도이다.
- 도 15는 일실시예에 따른 깊이 영상을 처리하는 동작을 도시한 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0011] 이하, 실시예들을 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다. 일실시예에 따른 깊이 영상 생성 방법은 깊이 영상 생성 장치에 의해 수행될 수 있다. 또한, 일실시예에 따른 깊이 영상 처리 방법은 깊이 영상 처리 장치에 의해 수행될 수 있다. 각 도면에 제시된 동일한 참조부호는 동일한 부재를 나타낸다.
- [0012] 도 1은 일실시예에 따른 깊이 영상을 처리하기 위한 시스템의 전체적인 구성을 도시한 도면이다.
- [0013] 도 1을 참고하면, 깊이 영상을 처리하기 위한 시스템은 깊이 영상 생성 장치(110)와 깊이 영상 처리 장치(120)를 포함할 수 있다.
- [0014] 깊이 영상 생성 장치(110)는 서로 다른 변조 주파수의 광(light)을 이용하여 피사체까지의 거리와 관련된 깊이 영상을 생성할 수 있다. 깊이 영상 생성 장치(110)는 깊이 영상을 생성하여 깊이 영상 생성 장치(110)로부터 피사체까지의 거리가 얼마나 되는지를 표현할 수 있다.
- [0015] 광의 변조 주파수는 깊이 영상 생성 장치(110)가 측정할 수 있는 최대 거리를 결정할 수 있다. 예를 들어, 깊

이 영상 생성 장치(110)가 변조 주파수 30MHz의 광으로 피사체를 촬영하는 경우, 깊이 영상 생성 장치(110)는 최대 5m까지의 거리를 측정할 수 있다.

- [0016] 깊이 영상 처리 장치(120)는 깊이 영상 생성 장치(110)가 서로 다른 변조 주파수에 기초하여 생성한 깊이 영상을 처리할 수 있다. 깊이 영상 처리 장치(120)는 깊이 영상 생성 장치(110)가 생성한 1 개의 깊이 영상을 이용하여 깊이 영상에 표현된 원거리의 깊이값을 조절할 수 있다. 이를 통해, 깊이 영상 처리 장치(120)는 깊이 영상 생성 장치(110) 또는 피사체가 움직이고 있는 상황에서 촬영된 깊이 영상에 관해서도 원거리의 깊이값을 조절할 수 있다. 여기서, 원거리는 깊이 영상 생성 장치(110)가 측정할 수 있는 최대 거리를 초과하는 범위의 거리를 의미할 수 있다.
- [0017] 깊이 영상 처리 장치(120)는 깊이 영상에 표현된 원거리의 깊이값을 조절하여 실제 피사체까지의 거리와 깊이 영상에 표현된 깊이값을 매칭시킬 수 있다. 또한, 깊이 영상 처리 장치(120)는 서로 다른 변조 주파수에 기초하여 생성된 깊이 영상을 합성할 수 있고, 이를 통해 고화질의 깊이값을 갖는 깊이 영상을 표현할 수 있다.
- [0018] 도 2는 일실시예에 따른 깊이 영상 생성 장치의 세부 구성을 도시한 도면이다.
- [0019] 도 2를 참고하면, 깊이 영상 생성 장치(210)는 조사부(220), 검출부(230), 및 생성부(240)를 포함할 수 있다.
- [0020] 조사부(220)는 서로 다른 변조 주파수의 광을 피사체에 조사할 수 있다. 즉, 조사부(220)는 임의의 주파수로 변조된 광을 피사체에 조사할 수 있다. 또는, 조사부(220)는 서로 다른 변조 주파수에서 동작하는 적어도 하나의 광원으로부터 출력된 광을 피사체에 조사할 수도 있다. 서로 다른 변조 주파수에서 동작하는 광원은 수평 구조, 수직 구조, 또는 격자 구조 중 어느 하나의 구조로 구성될 수 있다. 즉, 서로 다른 변조 주파수에서 동작하는 광원은 공간적으로 서로 혼합된 구조를 가질 수 있다.
- [0021] 검출부(230)는 피사체에 반사된 서로 다른 변조 주파수의 광을 검출할 수 있다. 또는, 검출부(230)는 서로 다른 변조 주파수에서 동작하는 적어도 하나의 픽셀을 이용하여 광을 검출할 수도 있다. 서로 다른 변조 주파수에서 동작하는 픽셀은 수평 구조, 수직 구조 또는 격자 구조 중 어느 하나의 구조로 구성될 수 있다. 즉, 서로 다른 변조 주파수에서 동작하는 픽셀은 공간적으로 서로 혼합된 구조를 가질 수 있다.
- [0022] 일정한 변조 주파수에서 동작하는 각각의 픽셀은 해당 변조 주파수의 광을 샘플링(sampling)할 수 있다.
- [0023] 생성부(240)는 서로 다른 변조 주파수의 광을 이용하여 피사체까지의 거리와 관련된 깊이 영상을 생성할 수 있다. 구체적으로, 생성부(240)는 피사체에 조사된 광의 세기와 피사체에 반사된 빛의 광의 세기를 이용하여 피사체까지의 거리를 계산할 수 있다. 또는, 생성부(240)는 피사체에 조사된 광과 피사체에 반사된 광의 위상 차이를 이용하여 피사체까지의 거리를 계산할 수도 있다. 생성부(240)는 거리값에 기초하여 영상의 명암을 조절하는 방식을 통해 깊이 영상을 생성할 수 있다.
- [0024] 도 3은 일실시예에 따른 깊이 영상 처리 장치의 세부 구성을 도시한 도면이다.
- [0025] 도 3을 참고하면, 깊이 영상 처리 장치(310)는 분리부(320), 복원부(330), 조절부(340), 및 합성부(350)를 포함할 수 있다.
- [0026] 분리부(320)는 서로 다른 변조 주파수에 기초하여 깊이 영상을 분리할 수 있다. 또는, 분리부(320)는 깊이 영상을 서로 다른 변조 주파수에 대응하는 픽셀 영역으로 분리할 수도 있다. 예를 들어, 분리부(320)는 하나의 깊이 영상을 생성한 픽셀 영역에서 동일한 변조 주파수에서 동작하는 픽셀을 분리하여 새로운 픽셀 영역으로 생성할 수 있다. 새롭게 생성된 픽셀 영역은 깊이값을 가지지 않은 픽셀을 포함할 수 있다.
- [0027] 복원부(330)는 서로 다른 변조 주파수에 기초하여 분리된 깊이 영상을 보간(interpolation)하여 깊이값을 복원할 수 있다. 즉, 복원부(330)는 서로 다른 변조 주파수별로 분리된 깊이 영상에서 깊이값이 존재하지 않는 현재 픽셀의 깊이값을 복원할 수 있다. 구체적으로, 복원부(330)는 주변 픽셀의 깊이값을 이용하여 깊이값이 존재하지 않는 현재 픽셀의 깊이값을 복원할 수 있다. 또는, 복원부(330)는 깊이값이 존재하지 않는 현재 픽셀과 주변 픽셀 간의 거리에 기초한 가중치를 고려하여 현재 픽셀의 깊이값을 복원할 수도 있다.
- [0028] 복원부(330)는 분리부(320)가 새로 생성한 픽셀 영역에서 깊이값이 존재하지 않는 픽셀의 깊이값을 생성함으로써, 변조 주파수 별로 독립된 픽셀 영역을 생성할 수 있다.
- [0029] 조절부(340)는 깊이값이 복원된 깊이 영상을 이용하여 원거리의 깊이값을 조절할 수 있다. 구체적으로, 조절부(340)는 분리된 깊이 영상 각각에서 동일한 위치에 대응하는 픽셀의 3차원 좌표값 차이를 이용하여 원거리의 깊이값을 조절할 수 있다.

[0030] 원거리에 존재하는 피사체의 깊이값은 위상 래핑(phase wrapping)현상으로 인해 실제의 깊이값과 다를 수 있다. 예를 들어, 깊이 영상 생성 장치가 측정할 수 있는 최대 거리보다 멀리 위치하고 있는 피사체를 촬영하는 경우, 위상 래핑 현상이 발생할 수 있다. 이 경우, 깊이 영상에 표현된 피사체의 깊이값은 실제 깊이값보다 작을 수 있다. 이는 깊이 영상 생성 장치가 최대로 측정할 수 있는 거리보다 먼 곳에 위치한 피사체를 측정 가능한 거리에 있는 것으로 간주하고 촬영하기 때문이다. 단, 위상 래핑이 발생한 횡수를 이용하면, 위상 래핑 현상이 반영된 깊이값을 실제 깊이값으로 보정할 수 있다.

수학식 1

$$\mathbf{X}_i^f(n_i) = \frac{(\|\mathbf{X}_i^f\| + n_i r_{\max}^f)}{\|\mathbf{X}_i^f\|} \mathbf{X}_i^f \quad r_{\max}^f = \frac{c}{2f}$$

[0031]

[0032] 수학식 1은 3차원 공간상에서 삼각형의 닮음 공식을 이용하여 위상 래핑이 발생하기 전의 깊이값을 계산하는 식으로 정의될 수 있다. 여기서, \mathbf{X}_i^f 는 깊이 영상의 임의의 픽셀 i에서 변조 주파수 f로 측정된 3차원 좌표값이고, $\mathbf{X}_i^f(n_i)$ 는 위상 래핑이 발생하기 전의 3차원 좌표값일 수 있다. 그리고, n_i 는 0을 포함하는 양의 정수로서, 임의의 픽셀 i에서 위상 래핑이 발생한 회수를 나타낼 수 있다. 또한, c는 빛의 속도이고, r_{\max}^f 는 깊이 영상 생성 장치가 변조 주파수 f의 광을 이용하여 측정할 수 있는 최대 거리일 수 있다. $\|\mathbf{X}_i^f\|$ 는 3차원 공간상의 원점에서 \mathbf{X}_i^f 까지의 거리를 나타낼 수 있다.

[0033] 분리된 깊이 영상에서 위치가 동일한 픽셀은 같은 지점의 거리를 측정하고 있으므로, $\mathbf{X}_i^{f_1}(n_i)$ 와 $\mathbf{X}_i^{f_2}(m_i)$ 는 같은 값을 가질 수 있다. 여기서 n_i 와 m_i 는 0을 포함하는 양의 정수일 수 있다. 정확한 n_i 와 m_i 의 값은 $\mathbf{X}_i^{f_1}(n_i)$ 와 $\mathbf{X}_i^{f_2}(m_i)$ 의 거리 차이로 정의되는 $\|\mathbf{X}_i^{f_1}(n_i) - \mathbf{X}_i^{f_2}(m_i)\|$ 의 값을 최소화시킬 수 있다.

수학식 2

$$D_i(n_i) = \min_{m_i \in \{0, \dots, M\}} \|\mathbf{X}_i^{f_1}(n_i) - \mathbf{X}_i^{f_2}(m_i)\|$$

[0034]

[0035] 수학식 2는 $\|\mathbf{X}_i^{f_1}(n_i) - \mathbf{X}_i^{f_2}(m_i)\|$ 의 최소값을 계산하는 식으로 정의될 수 있다. 여기서 $D_i(n_i)$ 는 $\|\mathbf{X}_i^{f_1}(n_i) - \mathbf{X}_i^{f_2}(m_i)\|$ 의 최소값을 나타낼 수 있다. m_i 가 0에서 M(임의의 양의 정수)까지의 값을 가질 수 있다고 가정하면, $\|\mathbf{X}_i^{f_1}(n_i) - \mathbf{X}_i^{f_2}(m_i)\|$ 의 값을 최소화시키는 n_i 는 $D_i(n_i)$ 의 값을 최소화시킬 수 있다.

수학식 3

$$n_i = \arg \min_{n_i \in \{0, \dots, N\}} D_i(n_i)$$

[0036]

[0037] n_i 가 0에서 N(임의의 양의 정수)까지의 값을 가질 수 있다고 가정하면, 수학식 3은 $D_i(n_i)$ 의 값을 최소화시키는 n_i 를 계산하는 식으로 정의될 수 있다. 즉, 수학식 3은 $D_i(n_i)$ 의 값을 이용하여 n_i 를 계산하는 식으로 정의될 수 있다.

[0038] 조절부(340)는 또한, 분리된 깊이 영상 각각에서 동일한 위치에 대응하는 픽셀의 깊이값과 주변 픽셀의 깊이값에 기초한 가중치를 고려하여 원거리의 깊이값을 조절할 수도 있다. 수학식 3에서의 n_i 값은 깊이 영상에 존재하는 노이즈에 의해 잘못된 값으로 계산될 수도 있다. 이를 보완하고자 조절부(340)는 아래의 수학식 4를 이용할 수 있다.

수학식 4

$$n_i = \arg \min_{n_i \in \{0, \dots, N\}} \sum_{j \in N_i} w_{ij} D_j(n_i)$$

[0039]

[0040] 수학식 4는 깊이 영상에 포함된 노이즈에 의해 n_i 가 잘못 계산되는 것을 막기 위해, 주변 픽셀의 깊이값에 기초한 가중치를 고려하여 n_i 를 계산하는 식으로 정의될 수 있다. 즉, 수학식 4는 주변 픽셀의 깊이값에 기초한 가

중치를 고려하여 계산된 $\sum_{j \in N_i} w_{ij} D_j(n_i)$ 의 값을 최소화시키는 n_i 를 계산하는 식으로 정의될 수 있다.

[0041] 임의의 픽셀 i의 주변 픽셀들이 픽셀 i의 n_i 에 대응하는 n값을 가지고 n_i 과 n의 값이 동일하다고 가정하면, 수학식 4를 이용하여 n_i 를 계산할 수 있다. 여기서, N_i 는 픽셀 i를 포함하는 주변 픽셀의 집합이고, w_{ij} 는 임의의 픽셀 i에서 측정된 깊이값과 픽셀 i의 주변 픽셀인 픽셀 j에서 측정된 깊이값의 유사한 정도에 따라 결정되는 가중치일 수 있다.

[0042] 그리고, 조절부(340)는 분리된 깊이 영상 각각에서 모든 픽셀의 3차원 좌표값 차이에 기초한 비용 함수의 값을 최소화하여 원거리의 깊이값을 조절할 수 있다. 예를 들어, 조절부(340)는 수학식 5와 수학식 6과 같은 비용 함수의 값을 최소화시키는 n_i 를 계산하여 원거리의 깊이값을 조절할 수 있다.

수학식 5

$$E = \sum_i \sum_{j \in N_i} w_{ij} D_j(n_i) + \sum_{(i,j) \in N} V(n_i, n_j)$$

[0043]

수학식 6

$$E = \sum_i D_i(n_i) + \sum_{(i,j) \in N} V(n_i, n_j)$$

[0044]

[0045] 수학식 5와 수학식 6에서 V는 픽셀 i의 n_i 값과 픽셀 j의 n_j 값에 대응하는 픽셀 j의 n_j 값의 유사도에 기초하여 결정되는 함수로 정의될 수 있다. V 함수는 이웃한 두 픽셀 간의 깊이값을 유사하게 하는 목적 함수이며, 영상 전체 단위로 최적화를 수행하고자 할 때 이용될 수 있다.

[0046] 이상의 n_i 를 계산하는 과정은 m_i 를 계산하는 경우에도 적용될 수 있다.

[0047] 조절부(350)는 위의 수학식 4, 수학식5, 또는 수학식 6을 이용하여 n_i 의 값을 계산할 수 있고, 실제 피사체까지의 거리는 픽셀에서 측정된 깊이값 r에 n_i 와 r_{max}^f 의 곱을 합하여 계산할 수 있다.

[0048] 합성부(350)는 원거리의 깊이값이 조절된 깊이 영상을 합성할 수 있다. 구체적으로, 합성부(350)는 분리된 깊이 영상의 픽셀 중 보간되지 않은 픽셀의 깊이값을 조합하여 깊이 영상을 합성할 수 있다. 다시 말해, 합성부(350)는 깊이값이 복원된 깊이 영상을 이용하여 원거리의 깊이값을 조절한 뒤, 처음부터 깊이값이 존재했던 픽

셀들을 조합할 수 있다. 합성부(350)는 위 과정을 통해, 피사체 경계 부근에서 깊이값의 정확성을 향상시키거나 깊이 영상의 노이즈를 최소화할 수 있다.

- [0049] 도 4a 내지 도 4c는 일실시예에 따른 서로 다른 변조 주파수에서 동작하는 광원이 배열된 일례를 도시한 도면이다.
- [0050] 도 4a 내지 도 4c를 참고하면, 깊이 영상 생성 장치(410)는 임의의 변조 주파수 f1에서 동작하는 광원(420)과 임의의 변조 주파수 f2에서 동작하는 광원(430)을 포함할 수 있다. 변조 주파수 f1에서 동작하는 광원(420)은 변조 주파수 f1의 광을 피사체에 조사할 수 있고, 변조 주파수 f2에서 동작하는 광원(430)은 변조 주파수 f2의 광을 피사체에 조사할 수 있다.
- [0051] 광원(420, 430)은 배열 방법에 따라 도 4a의 수평 구조, 도 4b의 수직 구조, 또는 도 4c의 격자 구조로 배열될 수 있다. 단, 광원(420, 430)의 배열 방식은 위 실시예에 한정되지 아니하며, 다양한 형태를 가질 수 있다.
- [0052] 도 5a 내지 도 5c는 일실시예에 따른 서로 다른 변조 주파수에서 동작하는 픽셀이 배열된 일례를 도시한 도면이다.
- [0053] 도 5a 내지 도 5c를 참고하면 깊이 영상 생성 장치는 임의의 변조 주파수 f1에서 동작하는 픽셀(510)과 임의의 변조 주파수 f2에서 동작하는 픽셀(520)을 포함할 수 있다. 광원에서 조사된 빛은 피사체에 반사되어 픽셀(510, 520)에서 검출될 수 있다. 변조 주파수 f1에서 동작하는 픽셀(510)은 변조 주파수 f1의 광을 검출할 수 있고, 변조 주파수 f2에서 동작하는 픽셀(520)은 변조 주파수 f2의 광을 검출할 수 있다.
- [0054] 픽셀(510, 520)은 배열 방법에 따라 도 5a의 수평 구조, 도 5b의 수직 구조, 또는 도 5c의 격자 구조로 배열될 수 있다. 단, 픽셀(510, 520)의 배열 방식은 위 실시예에 한정되지 아니하며, 다양한 형태를 가질 수 있다.
- [0055] 도 6은 일실시예에 따른 깊이 영상 생성 장치가 생성한 깊이 영상의 일례를 도시한 도면이다.
- [0056] 도 6을 참고하면, 깊이 영상 생성 장치가 생성한 깊이 영상은 피사체까지의 거리를 영상의 명암을 조절하여 표현할 수 있다. 도 6의 깊이 영상에서는 측정된 피사체까지의 거리가 가까울수록 명암이 진하게 표현될 수 있다.
- [0057] 깊이 영상 생성 장치가 생성한 깊이 영상은 픽셀에서 측정된 광량에 기초하여 계산된 깊이값이 혼합된 형태일 수 있다. 생성된 깊이 영상에는 위상 래핑 현상으로 인해 실제의 깊이값과 다른 깊이값을 갖는 영역이 존재할 수 있다. 이에 잘못 계산된 깊이값을 실제의 깊이값으로 보정하기 위한 처리 과정이 필요하다.
- [0058] 도 7은 일실시예에 따른 깊이 영상을 서로 다른 변조 주파수에 대응하는 픽셀 영역으로 분리하는 일례를 도시한 도면이다.
- [0059] 도 7을 참고하면, 깊이 영상 처리 장치는 서로 다른 변조 주파수를 이용하여 생성된 깊이 영상의 픽셀 영역(710)을 서로 다른 변조 주파수에 대응하는 픽셀 영역(720, 730)으로 분리할 수 있다.
- [0060] 깊이 영상 처리 장치가 생성한 깊이 영상의 픽셀 영역(710)은 변조 주파수 f1에 대응하는 픽셀(740)과 변조 주파수 f2에 대응하는 픽셀(760)을 포함할 수 있다. 깊이 영상 처리 장치는 변조 주파수 f1과 변조 주파수 f2를 기준으로 하여 픽셀 영역(710)을 분리할 수 있고, 변조 주파수에 따라 분리된 픽셀 영역(720, 730)은 깊이값이 존재하지 않는 픽셀(750)을 포함할 수 있다.
- [0061] 즉, 새롭게 분리된 픽셀 영역(720, 730)에서 다른 변조 주파수에 대응하는 픽셀은 깊이 값이 존재하지 않는 픽셀(750)로 구성될 수 있다.
- [0062] 도 8은 일실시예에 따른 깊이 영상을 보간하여 깊이값을 복원하는 일례를 설명하기 위한 도면이다.
- [0063] 도 8을 참고하면, 깊이 영상 처리 장치는 깊이값이 존재하지 않는 픽셀(820)의 깊이값을 주변 픽셀(810, 830)을 이용하여 계산할 수 있다. 예를 들어, 깊이 영상 처리 장치는 깊이값이 존재하지 않는 픽셀(820)과 주변 픽셀(810, 830) 간의 거리에 기초한 가중치를 고려하여 픽셀(820)의 깊이값을 계산할 수 있다. 단, 여기서 주변 픽셀은 위 실시예에 한정되지 아니하며, 깊이값이 존재하지 않는 픽셀(820)과 인접한 모든 픽셀이 해당될 수 있다.
- [0064] 픽셀(820)의 깊이값은 아래의 수학적 7과 수학적 8을 이용하여 계산할 수 있다.

수학식 7

$$Z_i^{f_1} = \sum_{j \in N_i} w_{ij} Z_j^{f_1}$$

[0065]

수학식 8

$$Z_i^{f_2} = \sum_{j \in N_i} w_{ij} Z_j^{f_2}$$

[0066]

[0067] 수학식 7은 변조 주파수 f1로 동작하는 임의의 픽셀 i에서 측정된 Z축 방향의 깊이값 $Z_i^{f_1}$ 을 계산하기 위한 식으로 정의될 수 있다. 수학식 8은 변조 주파수 f2로 동작하는 임의의 픽셀 j에서 측정된 Z축 방향의 깊이값 $Z_j^{f_2}$ 을 계산하기 위한 식으로 정의될 수 있다. 여기서 Z축 방향은 깊이 영상 생성 장치의 정면을 가리키는 방향이고, w_{ij} 는 픽셀 i의 깊이값을 생성하기 위해 픽셀 j의 깊이값에 적용하는 가중치일 수 있다.

[0068] Z축 방향의 깊이값이 계산되면 3차원 포인트의 나머지 X, Y 방향의 좌표는 카메라 행렬의 고유 파라미터 (intrinsic parameter)를 이용하여 계산할 수 있다.

[0069] 도 9는 일실시예에 따른 깊이값이 복원된 픽셀 영역의 일례를 도시한 도면이다.

[0070] 도 9를 참고하면, 깊이 영상 처리 장치는 깊이값이 존재하지 않는 픽셀(950)의 깊이값을 복원하여 전체 영역에서 깊이값을 가지는 픽셀 영역(930, 940)을 생성할 수 있다.

[0071] 픽셀 영역(910)은 변조 주파수 f1에 대응하는 픽셀(960)과 깊이값을 가지고 있지 않는 픽셀(950)을 함께 포함할 수 있다. 또한, 픽셀 영역(920)은 변조 주파수 f2에 대응하는 픽셀(970)과 깊이값을 가지고 있지 않는 픽셀(950)을 함께 포함할 수 있다. 깊이 영상 처리 장치는 주변 픽셀의 깊이값을 이용하여 깊이값을 복원하거나 깊이값이 존재하지 않는 픽셀(950)과 주변 픽셀 간의 거리에 기초한 가중치를 고려하여 픽셀(950)의 깊이값을 복원할 수 있다.

[0072] 도 10은 도 9의 픽셀 영역(910, 920, 930, 940)을 깊이 영상으로 표현한 일례를 도시한 도면이다. 도 10의 깊이 영상(1010)은 도 9의 픽셀 영역(910)에 대응할 수 있다. 도 9의 픽셀 영역(910, 920)은 깊이값을 가지지 않은 픽셀(950)을 포함하고 있다. 따라서, 도 9의 픽셀 영역(910, 920)의 깊이값을 표현한 깊이 영상(1010, 1020)에는 깊이값이 표현되지 않은 영역(1050)이 존재할 수 있다.

[0073] 깊이 영상 처리 장치는 깊이값이 존재하지 않은 픽셀의 깊이값을 복원하여 전체 영역에서 깊이값을 가지는 깊이 영상을 표현할 수 있다. 깊이값이 존재하지 않은 픽셀의 깊이값을 복원하여 전체 영역에서 깊이값을 가지는 깊이 영상이 도 10의 깊이 영상(1030, 1040)에 도시되어 있다. 깊이값의 복원 과정을 거쳐 생성된 깊이 영상(1030, 1040)은 깊이값이 표현되지 않았던 영역(1050)에서도 깊이값을 가질 수 있다.

[0074] 도 11는 일실시예에 따른 원거리의 깊이값을 조절하여 깊이 영상을 표현하는 일례를 도시한 도면이다.

[0075] 깊이 영상 처리 장치는 서로 다른 변조 주파수에 기초하여 분리된 깊이 영상에서 깊이값이 존재하지 않는 픽셀의 깊이값을 복원할 수 있다. 깊이값이 복원된 깊이 영상(1110)이 도 11에 도시되어 있다. 도 11의 깊이 영상(1110, 1120)에서는 피사체까지의 측정된 거리가 가까울수록 명암이 진하게 표현되어 있다. 깊이 영상(1110)에서 영역(1130)을 실제 피사체와의 거리가 다르게 측정된 영역이라고 한다면, 이를 실제 깊이값으로 조정할 필요가 있다.

[0076] 즉, 깊이 영상(1110)에서 영역(1130)은 측정된 거리보다 더 먼 곳에 피사체가 위치함에도 불구하고, 피사체가 가까운 곳에 위치한 것으로 표현될 수 있다. 깊이 영상 처리 장치는 이를 보정하기 위해, 분리된 깊이 영상 각각에서 동일한 위치에 대응하는 픽셀의 3차원 좌표값 차이를 이용하여 원거리의 깊이값을 조절할 수 있다. 또는, 깊이 영상 처리 장치는 분리된 깊이 영상 각각에서 동일한 위치에 대응하는 픽셀의 깊이값과 주변 픽셀의 깊이값에 기초한 가중치를 고려하여 원거리의 깊이값을 조절할 수도 있다.

- [0077] 위와 같은 방법을 통해 원거리의 깊이값을 조절한 결과가 깊이 영상(1120)에 도시되어 있다. 깊이 영상(1120)에서는 영역(1130)의 깊이값이 조절되어 표현되어 있다. 즉, 깊이 영상(1120)에서는 실제 깊이값에 따라 명암의 표현이 수정되어 영역(1130)의 명암이 밝게 표현되어 있다.
- [0078] 도 12는 일실시예에 따른 깊이 영상의 픽셀 중 보간되지 않은 픽셀의 깊이값을 조합하는 일례를 도시한 도면이다.
- [0079] 도 12를 참고하면, 깊이 영상 처리 장치는 분리된 깊이 영상의 픽셀 영역(1210, 1220) 중 보간되지 않은 픽셀의 깊이값을 조합하여 새로운 픽셀 영역(1230)을 합성할 수 있다. 즉, 깊이 영상 처리 장치는 깊이값이 복원된 깊이 영상을 이용하여 원거리의 깊이값을 조절한 뒤, 처음부터 깊이값이 존재했던 픽셀들을 조합할 수 있다. 보간되지 않은 픽셀의 깊이값을 조합하여 생성된 픽셀 영역(1230)은 주변 픽셀의 거리값에 기초하여 원거리의 깊이값이 복원된 픽셀로 구성될 수 있다.
- [0080] 도 13은 도 12의 픽셀 영역을 깊이 영상으로 표현한 일례를 도시한 도면이다. 도 13에서 각 깊이 영상(1310, 1320, 1330)은 도 12의 각 픽셀 영역(1210, 1220, 1330)에 대응할 수 있다.
- [0081] 깊이 영상 처리 장치는 보간되지 않은 픽셀의 깊이값을 조합하여 경계 부근에서 깊이값의 정확성을 향상시킬 수 있다. 예를 들어, 깊이값이 존재하지 않는 픽셀의 깊이값을 보간하는 과정에서 경계 부근의 깊이값은 큰 오차를 가질 수 있다. 그러나 깊이 영상 처리 장치는 깊이값이 복원되지 않은 픽셀의 깊이값을 조합하는 방식을 통해 경계 부근에서 깊이값을 보다 정확하게 표현할 수 있다. 또한, 깊이 영상 처리 장치는 위 방법을 통해 깊이 영상의 노이즈를 최소화할 수 있다.
- [0082] 깊이 영상(1310, 1320)에서는 깊이값이 복원된 픽셀로 인해 경계 부근에서 오차를 가질 수 있다. 구체적으로, 경계 부근에서의 깊이값의 변화는 상대적으로 다른 영역보다 클 수 있다. 이에 주변 픽셀의 깊이값을 이용하여 깊이값이 존재하지 않는 픽셀의 깊이값을 복원하는 과정을 거치면, 깊이 영상에서 경계 부근 픽셀의 깊이값에 오차가 발생할 수 있다.
- [0083] 이러한 오차를 줄이기 위해 깊이 영상 처리 장치는 깊이값이 복원되지 않은 픽셀의 깊이값을 조합하여 경계 부근에서 오차가 줄어든 깊이 영상(1330)을 표현할 수 있다. 또한, 위 과정을 통해 깊이 영상 처리 장치는 고화질의 깊이값을 갖는 깊이 영상을 표현할 수 있다.
- [0084] 도 14는 일실시예에 따른 깊이 영상을 생성하는 동작을 도시한 흐름도이다.
- [0085] 단계(S1410)에서, 깊이 영상 생성 장치는 서로 다른 변조 주파수의 광을 피사체에 조사할 수 있다. 또는, 깊이 영상 생성 장치는 서로 다른 변조 주파수에서 동작하는 적어도 하나의 광원으로부터 출력된 광을 피사체에 조사할 수도 있다. 서로 다른 변조 주파수에서 동작하는 광원은 수평 구조, 수직 구조, 또는 격자 구조 중 어느 하나의 구조로 구성될 수 있다.
- [0086] 단계(S1420)에서, 깊이 영상 생성 장치는 피사체에 반사된 서로 다른 변조 주파수의 광을 검출할 수 있다. 또는, 깊이 영상 생성 장치는 서로 다른 변조 주파수에서 동작하는 적어도 하나의 픽셀을 이용하여 광을 검출할 수도 있다. 서로 다른 변조 주파수에서 동작하는 픽셀은 수평 구조, 수직 구조 또는 격자 구조 중 어느 하나의 구조로 구성될 수 있다.
- [0087] 단계(S1430)에서, 깊이 영상 생성 장치는 서로 다른 변조 주파수의 광을 이용하여 피사체까지의 거리와 관련된 깊이 영상을 생성할 수 있다. 깊이 영상 생성 장치는 피사체에 조사된 광의 빛의 세기와 피사체에서 반사된 광의 빛의 세기를 이용하여 피사체까지의 거리를 계산할 수 있다.
- [0088] 도 15는 일실시예에 따른 깊이 영상을 처리하는 동작을 도시한 흐름도이다.
- [0089] 단계(S1510)에서, 깊이 영상 처리 장치는 서로 다른 변조 주파수에 기초하여 깊이 영상을 분리할 수 있다. 또는, 깊이 영상 처리 장치는 깊이 영상을 서로 다른 변조 주파수에 대응하는 픽셀 영역으로 분리할 수도 있다.
- [0090] 단계(S1520)에서, 깊이 영상 처리 장치는 서로 다른 변조 주파수에 기초하여 분리된 깊이 영상을 보간하여 깊이값을 복원할 수 있다. 구체적으로, 깊이 영상 처리 장치는 서로 다른 변조 주파수별로 분리된 깊이 영상에서 깊이값이 존재하지 않는 현재 픽셀의 깊이값을 복원할 수 있다. 또는, 깊이 영상 처리 장치는 깊이값이 존재하지 않는 현재 픽셀의 주변 픽셀을 이용하여 현재 픽셀의 깊이값을 복원하거나 깊이값이 존재하지 않는 현재 픽셀과 주변 픽셀 간의 거리에 기초한 가중치를 고려하여 현재 픽셀의 깊이값을 복원할 수도 있다.
- [0091] 단계(S1530)에서, 깊이 영상 처리 장치는 깊이값이 복원된 깊이 영상을 이용하여 원거리의 깊이값을 조절할 수

있다. 구체적으로, 깊이 영상 처리 장치는 분리된 깊이 영상 각각에서 동일한 위치에 대응하는 픽셀의 3차원 좌표값 차이를 이용하여 원거리의 깊이값을 조절할 수 있다. 그리고, 깊이 영상 처리 장치는 분리된 깊이 영상 각각에서 동일한 위치에 대응하는 픽셀의 깊이값과 주변 픽셀의 깊이값에 기초한 가중치를 고려하여 원거리의 깊이값을 조절할 수 있다. 또한, 깊이 영상 처리 장치는 분리된 깊이 영상 각각에서 모든 픽셀의 3차원 좌표값 차이에 기초한 비용 함수의 값을 최소화하여 원거리의 깊이값을 조절할 수도 있다.

[0092] 단계(S1540)에서, 깊이 영상 처리 장치는 원거리의 깊이값이 조절된 깊이 영상을 합성할 수 있다. 구체적으로, 깊이 영상 처리 장치는 분리된 깊이 영상의 픽셀 중 보간되지 않은 픽셀의 깊이값을 조합하여 깊이 영상을 합성할 수 있다. 깊이 영상 처리 장치는 이를 통해, 경계 부근에서 깊이값의 정확성을 향상시킬 수 있다.

[0093] 실시예에 따른 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 실시예를 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다. 상기된 하드웨어 장치는 실시예의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.

[0094] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.

[0095] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

부호의 설명

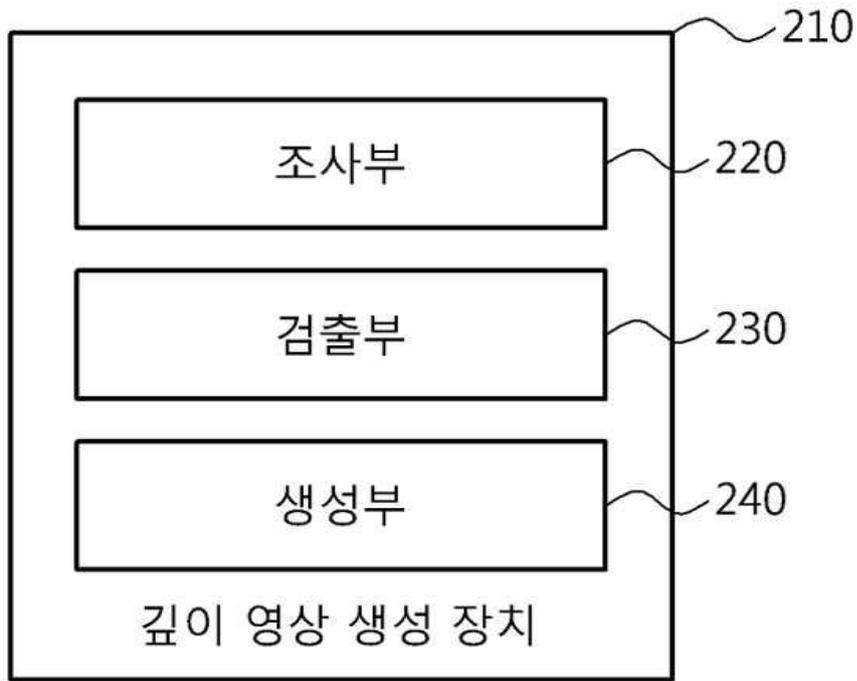
- [0096] 110: 깊이 영상 생성 장치
- 120: 깊이 영상 처리 장치

도면

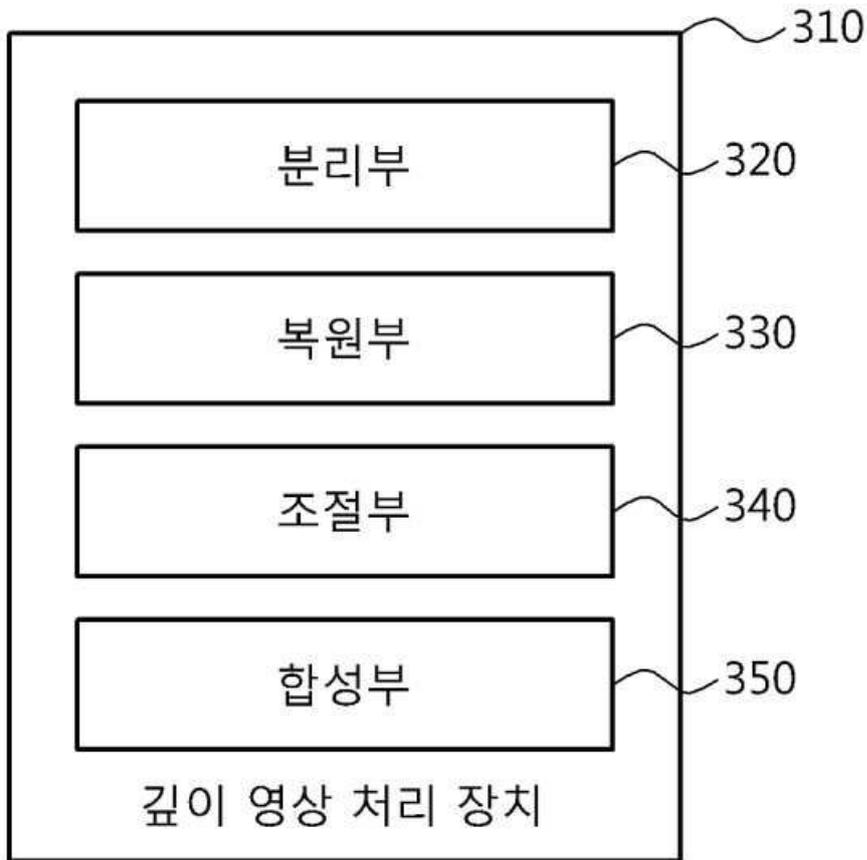
도면1



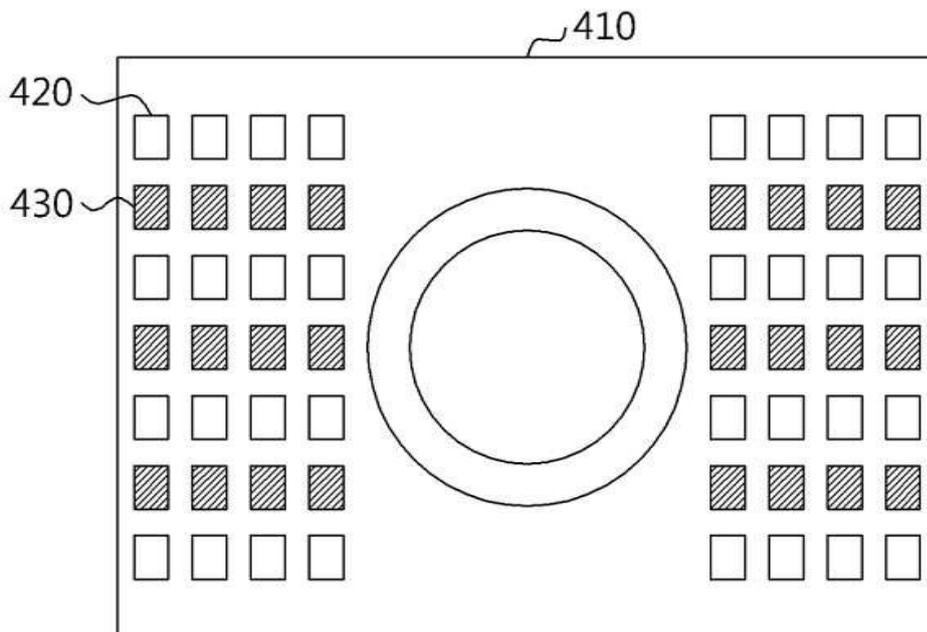
도면2



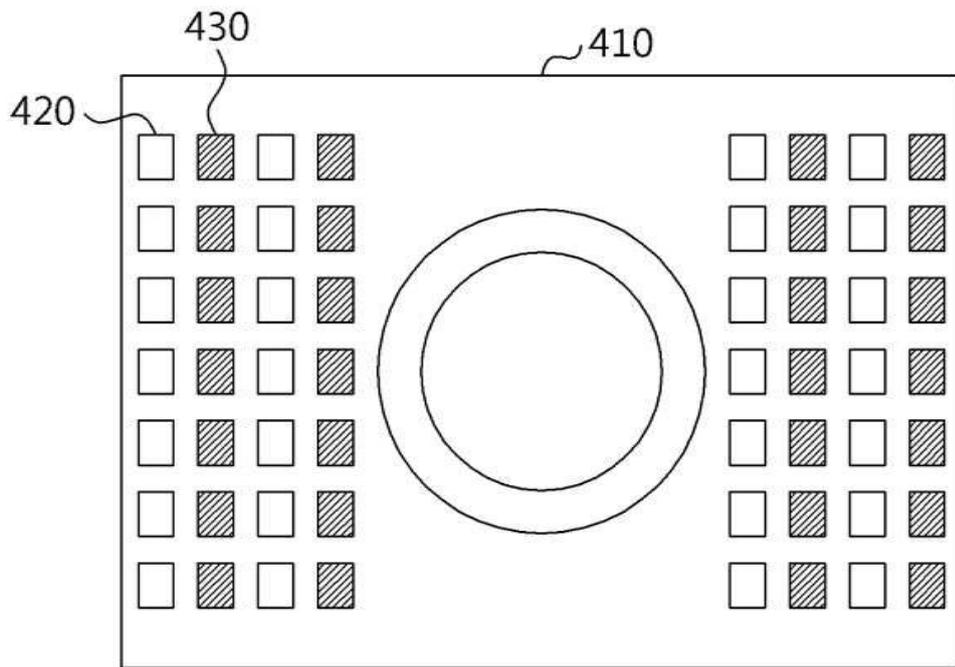
도면3



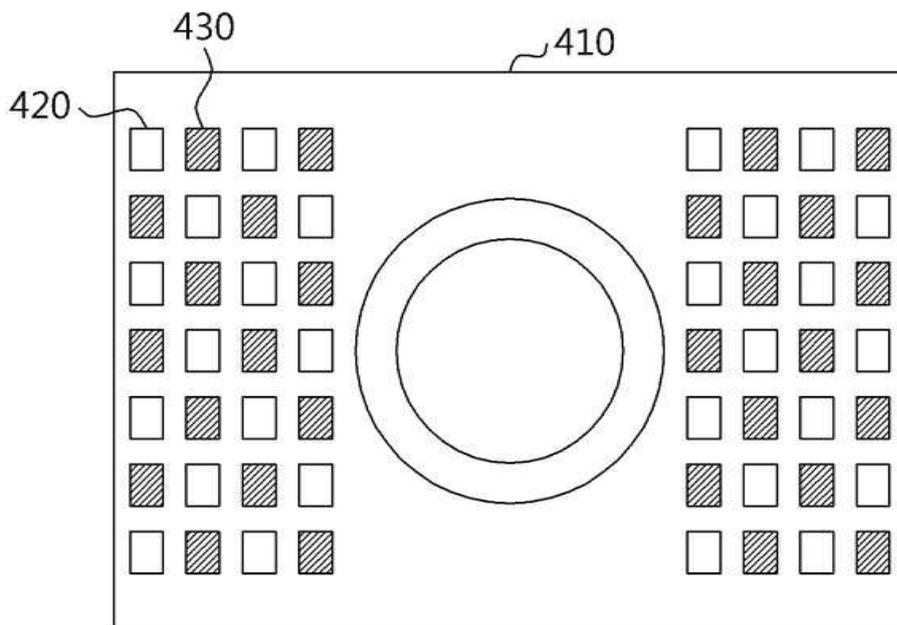
도면4a



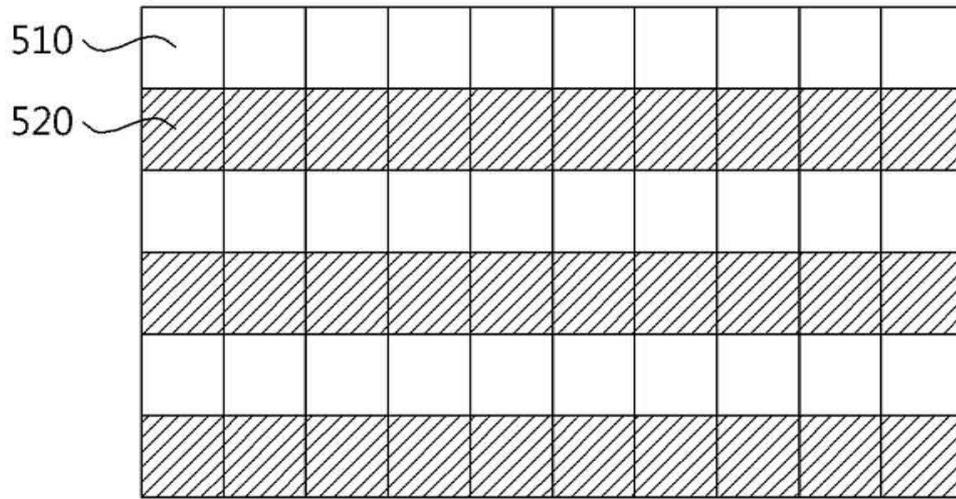
도면4b



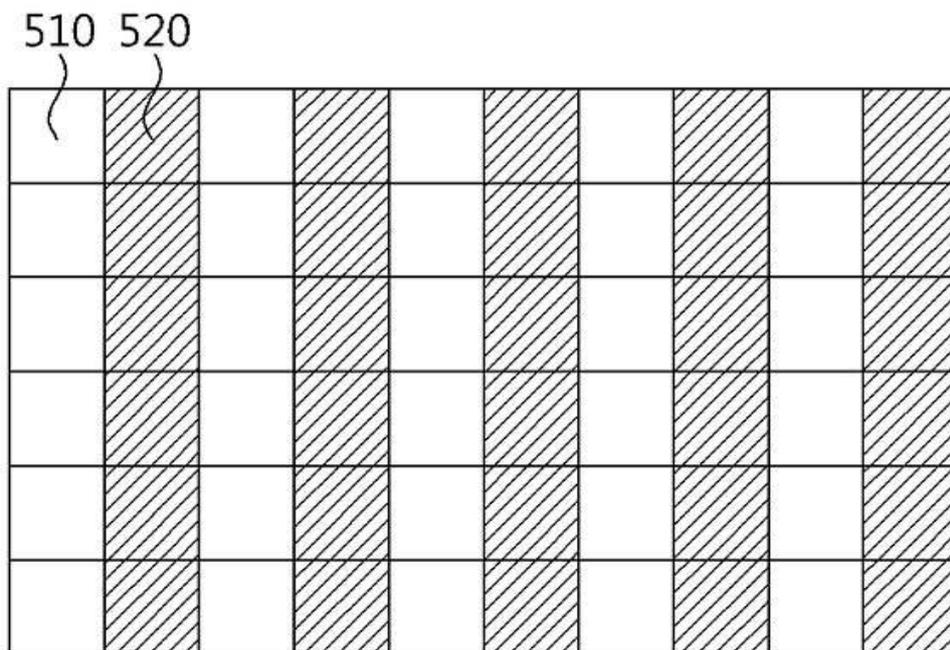
도면4c



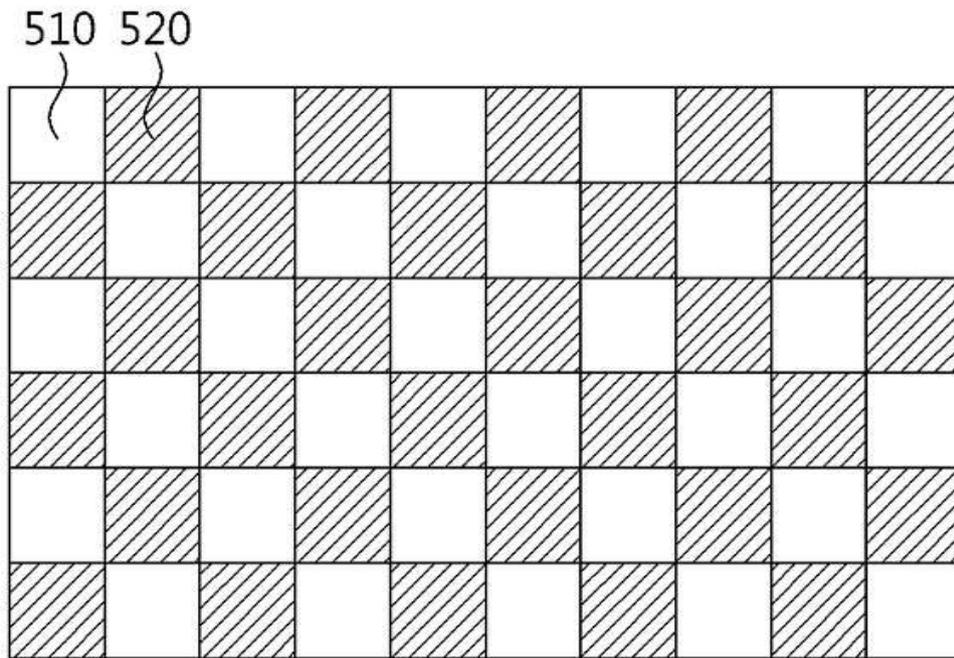
도면5a



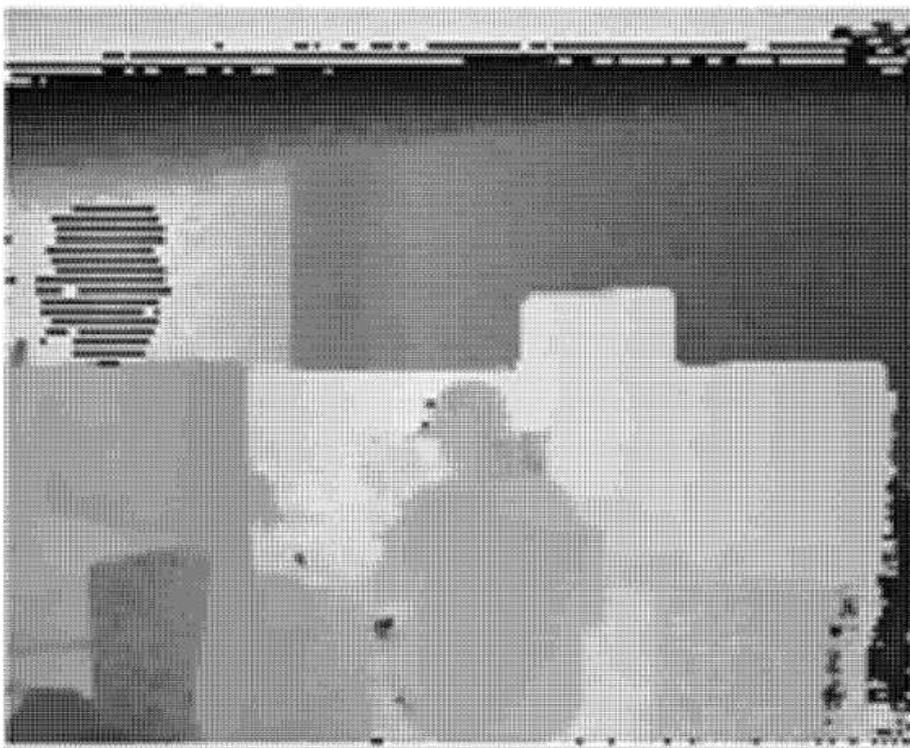
도면5b



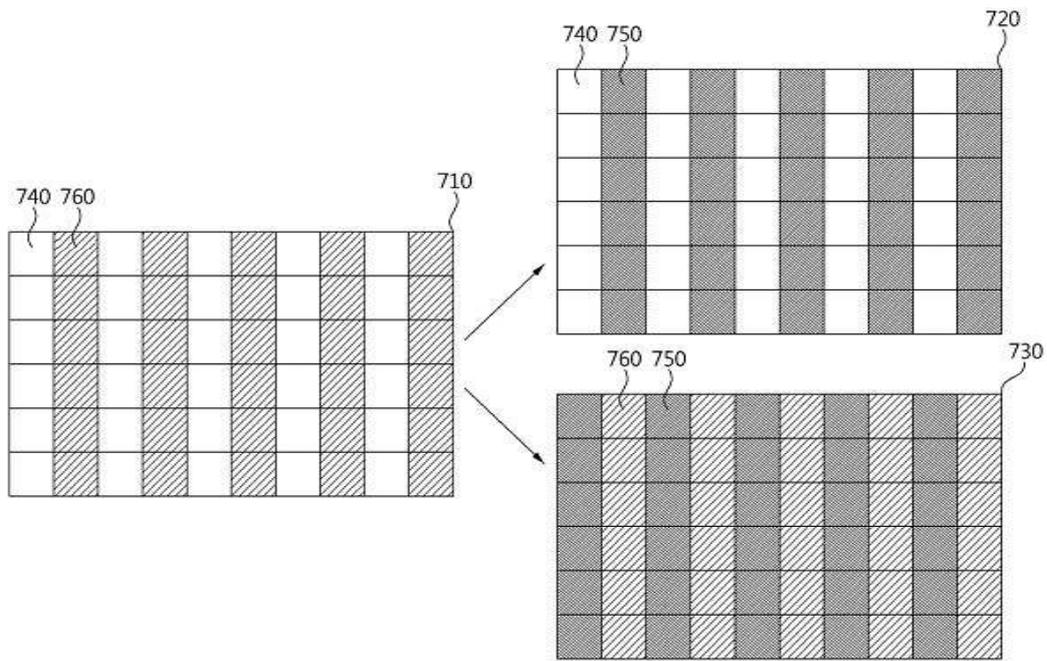
도면5c



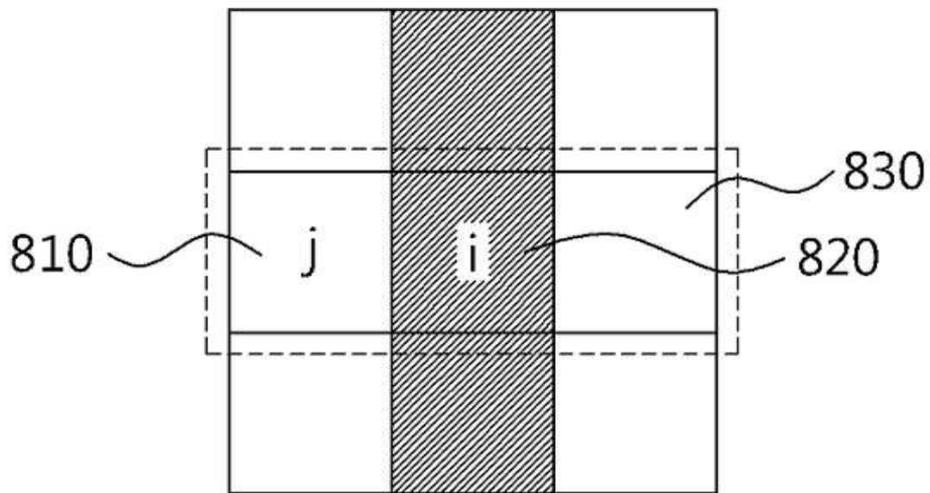
도면6



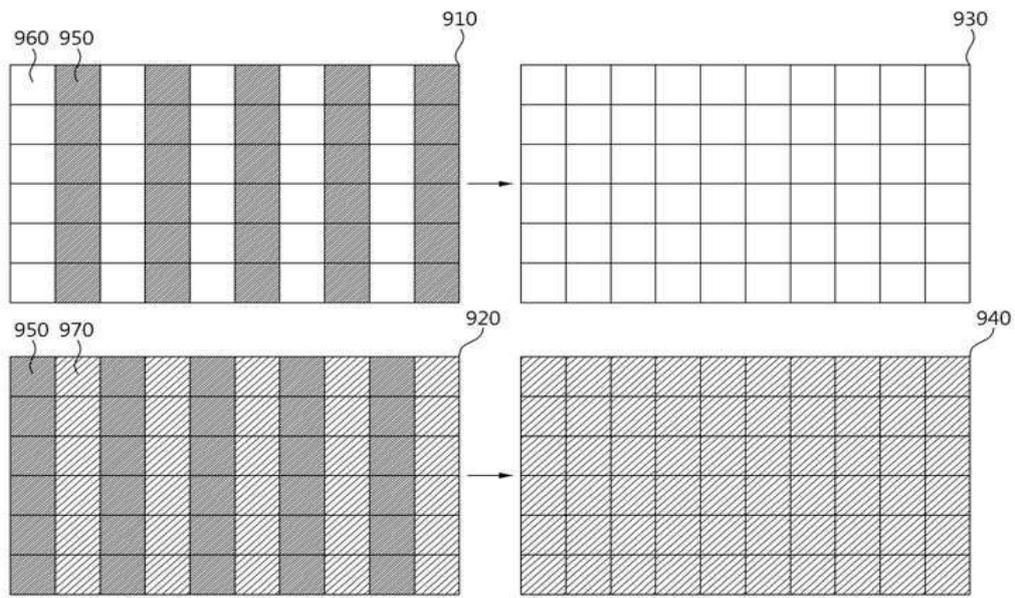
도면7



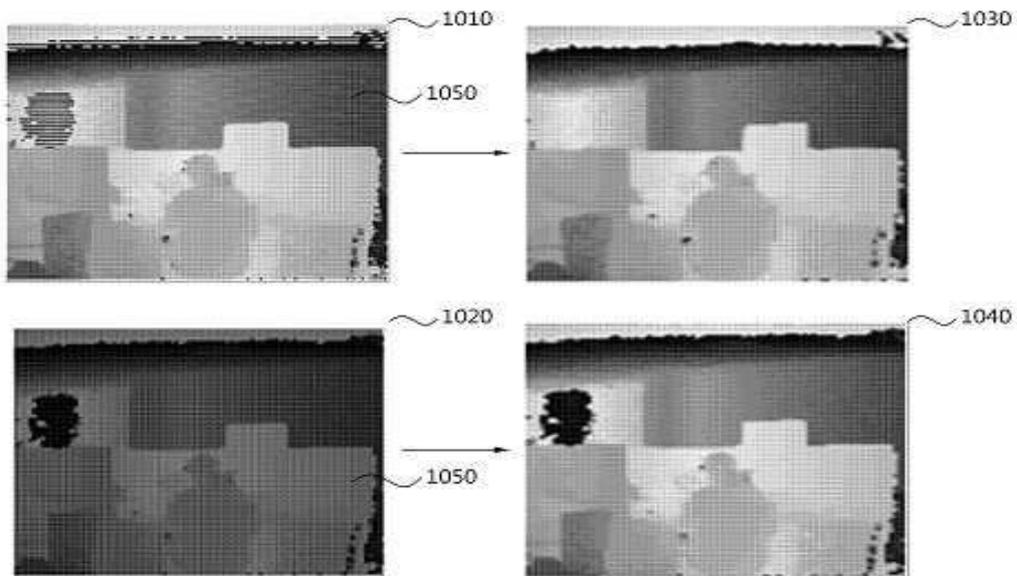
도면8



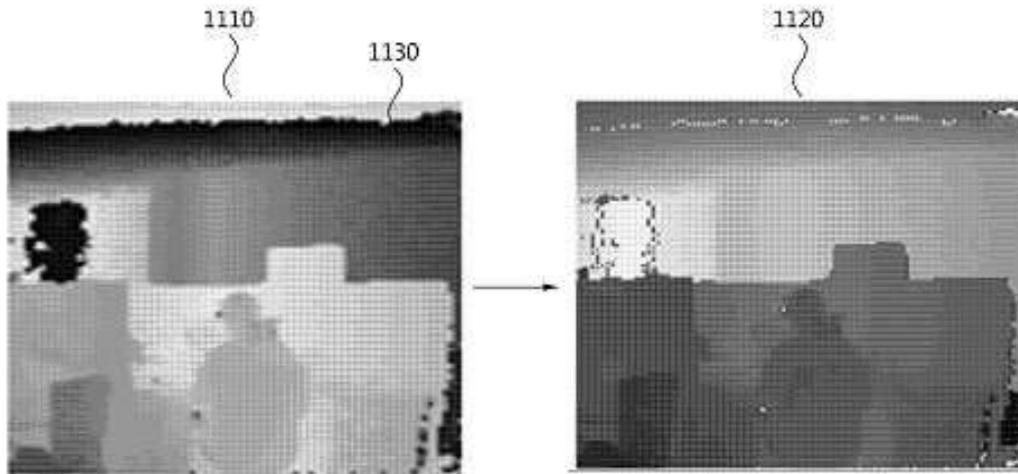
도면9



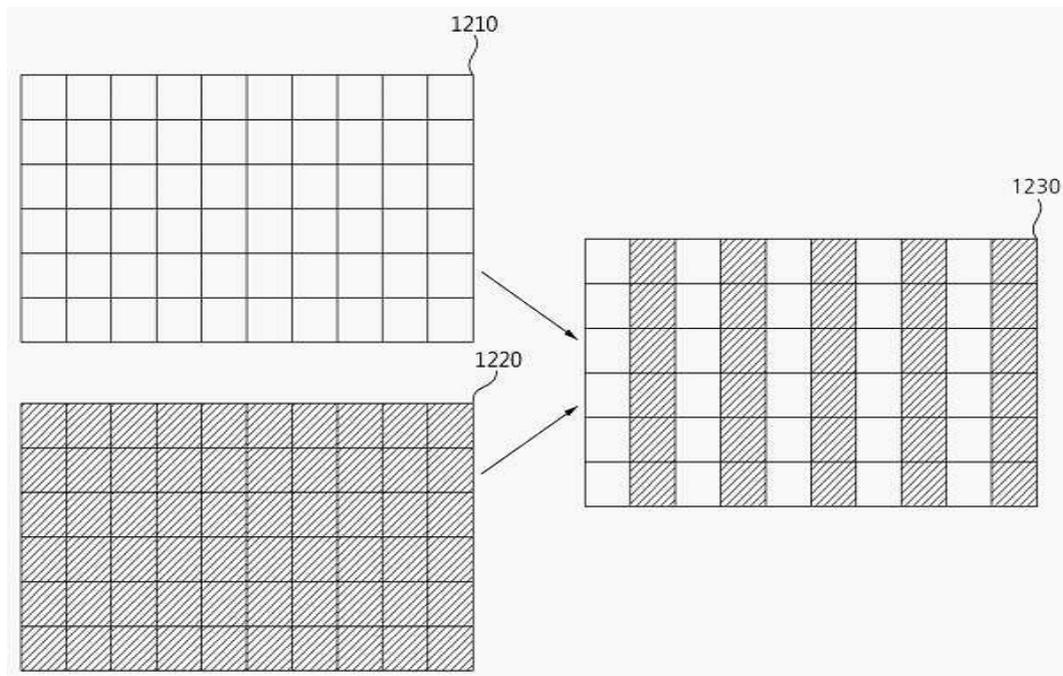
도면10



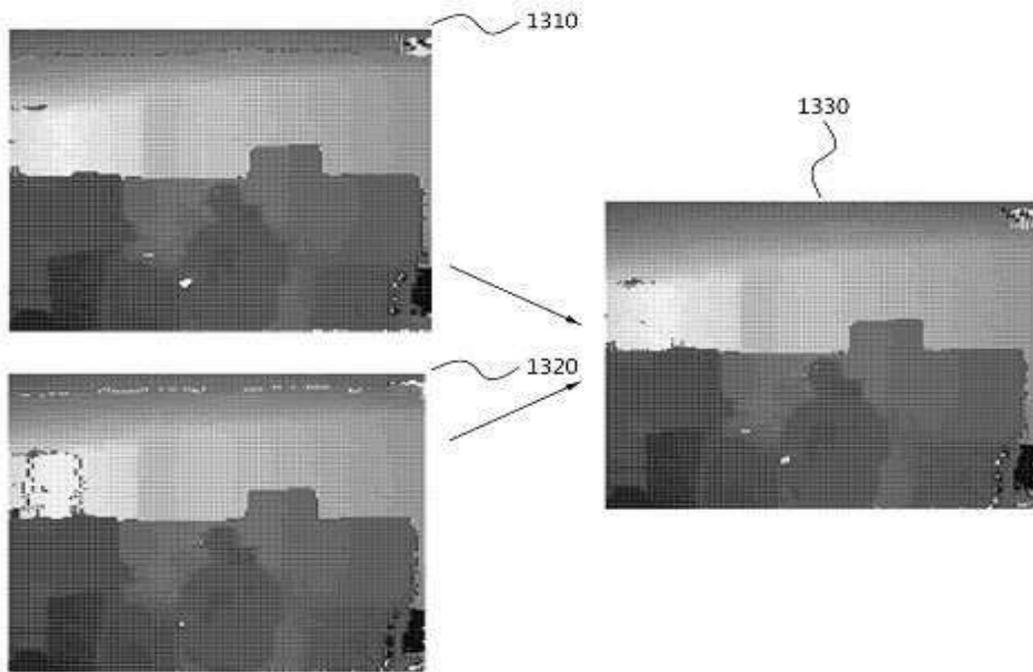
도면11



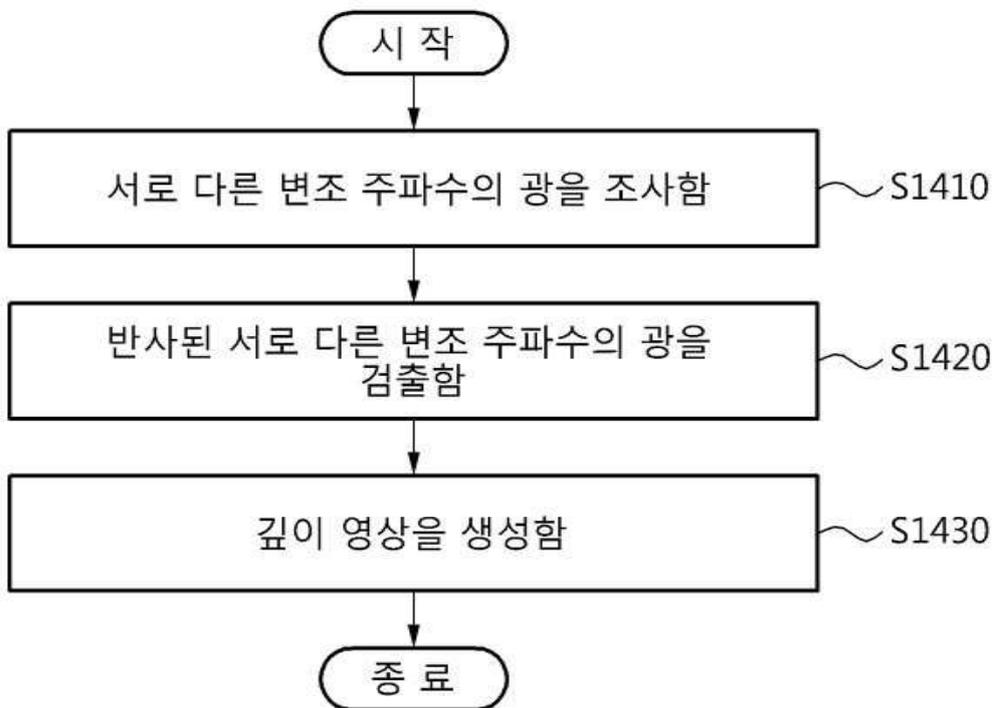
도면12



도면13



도면14



도면15

