



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0131037
(43) 공개일자 2022년09월27일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G03H 1/22 (2006.01) G03H 1/02 (2006.01)
G03H 1/08 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G03H 1/2294 (2013.01)
G03H 2001/0224 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2021-0036076
(22) 출원일자 2021년03월19일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
삼성전자주식회사
경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)
고려대학교 세종산학협력단
세종특별자치시 조치원읍 세종로 2511 (고려대
학교세종캠퍼스내)
(72) 발명자
김윤희
서울특별시 강남구 광평로10길 6, 103동 201호(일
원동, 한솔마을아파트)
김휘
서울특별시 강남구 삼성로 150, 210동 704호(대치
동, 한보미도맨션)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
리엔목특허법인

전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 **복소 광 변조기, 홀로그래픽 디스플레이 장치, 및 홀로그램 패턴 생성 방법**

(57) 요약

복소 광 변조기는 위상 변조기, 및 진폭 변조기를 포함하되, 위상 변조기 및 진폭 변조기는 제1 복소 광 변조 특성을 갖는 제1 복소 화소 및 제2 복소 광 변조 특성을 갖는 제2 복소 화소를 생성하고, 제1 복소 화소는 제1 복소 광 변조 특성을 구현하는 3x3 형태로 배열되는 제1 서브 복소 화소들을 포함하며, 제2 복소 화소는 상기 제2 복소 광 변조 특성을 구현하는 3x3 형태로 배열되는 제2 서브 복소 화소들을 포함하고, 제1 복소 화소 및 상기 제2 복소 화소는, 상기 제1 서브 복소 화소들 및 상기 제2 서브 복소 화소들에 포함되는 제1 중첩 화소를 공유한다.

대표도 - 도2

<u>101</u>		<u>101</u>		<u>101</u>
<u>101</u>		<u>101</u>		<u>101</u>
<u>101</u>		<u>101</u>		<u>101</u>

(52) CPC특허분류

G03H 2001/0858 (2013.01)

G03H 2001/2223 (2013.01)

G03H 2223/13 (2013.01)

G03H 2223/18 (2013.01)

G03H 2223/23 (2013.01)

G03H 2225/33 (2013.01)

(72) 발명자

이중현

세종특별자치시 조치원읍 세종로 2511, 고려대학교
세종캠퍼스 과학기술대학 전자및정보공학과

송훈

경기도 용인시 수지구 성복1로 35, 206동 1304호
(성복동, 성복역 롯데캐슬 클라시엘)

명세서

청구범위

청구항 1

위상 변조기; 및

진폭 변조기;를 포함하되,

상기 위상 변조기 및 상기 진폭 변조기는 제1 복소 광 변조 특성을 갖는 제1 복소 화소 및 제2 복소 광 변조 특성을 갖는 제2 복소 화소를 생성하고,

상기 제1 복소 화소는 상기 제1 복소 광 변조 특성을 구현하는 3x3 형태로 배열되는 제1 서브 복소 화소들을 포함하며,

상기 제2 복소 화소는 상기 제2 복소 광 변조 특성을 구현하는 3x3 형태로 배열되는 제2 서브 복소 화소들을 포함하고,

상기 제1 복소 화소 및 상기 제2 복소 화소는, 상기 제1 서브 복소 화소들 및 상기 제2 서브 복소 화소들에 포함되는 제1 중첩 화소를 공유하는 복소 광 변조기.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 위상 변조기 및 상기 진폭 변조기는 제3 복소 광 변조 특성을 갖는 제3 복소 화소를 더 생성하고,

상기 제1 중첩 화소는 복수로 제공되고,

상기 제3 복소 화소는 상기 제3 복소 광 변조 특성을 구현하는 3x3 형태로 배열되는 제3 서브 복소 화소들을 포함하며,

상기 제1 복소 화소, 상기 제2 복소 화소, 및 상기 제3 복소 화소는, 상기 복수의 제1 중첩 화소들 중 하나를 공유하며,

상기 복수의 제1 중첩 화소들 중 상기 하나는 상기 제3 서브 복소 화소들에 포함되는 복소 광 변조기.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 위상 변조기 및 상기 진폭 변조기는 제4 복소 광 변조 특성을 갖는 제4 복소 화소를 더 생성하고,

상기 제4 복소 화소는 상기 제4 복소 광 변조 특성을 구현하는 3x3 형태로 배열되는 제4 서브 복소 화소들을 포함하며,

상기 제1 복소 화소, 상기 제2 복소 화소, 상기 제3 복소 화소, 및 상기 제4 복소 화소는, 상기 복수의 제1 중첩 화소들 중 상기 하나를 공유하며,

상기 복수의 제1 중첩 화소들 중 상기 하나는 상기 제4 서브 복소 화소들에 포함되는 복소 광 변조기.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 제1 복소 화소 및 상기 제4 복소 화소는, 상기 제1 서브 복소 화소들 및 상기 제4 서브 복소 화소들에 포함되는 제2 중첩 화소를 더 공유하는 복소 광 변조기.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 진폭 변조기에 홀로그램 데이터 신호를 제공하는 프로세서;를 포함하되,
상기 진폭 변조기는 공간 광 변조기를 포함하는 복소 광 변조기.

청구항 6

제 1 항에 있어서,
상기 위상 변조기는 복수의 패턴들을 갖는 위상 판을 포함하되,
상기 복수의 패턴들은 상기 제1 서브 복소 화소들 및 상기 제2 서브 복소 화소들에 일대일로 대응하고,
상기 제1 서브 복소 화소들 및 상기 제2 서브 복소 화소들의 위상들은 상기 복수의 패턴들의 두께들에 의해 결정되는 복소 광 변조기.

청구항 7

제 1 항에 있어서,
상기 제1 서브 복소 화소들의 위상들은 점 대칭을 이루고,
상기 제2 서브 복소 화소들의 위상들은 점 대칭을 이루는 복소 광 변조기.

청구항 8

가간섭성을 갖는 광을 제공하는 백라이트 유닛;
상기 광을 포커싱하는 푸리에 렌즈; 및
상기 광의 경로에 배치되는 복소 광 변조기;를 포함하되,
상기 복소 광 변조기는, 제1 복소 광 변조 특성을 갖는 제1 복소 화소 및 제2 복소 광 변조 특성을 갖는 제2 복소 화소를 포함하고,
상기 제1 복소 화소는 상기 제1 복소 광 변조 특성을 구현하는 3x3 형태로 배열되는 제1 서브 복소 화소들을 포함하며,
상기 제2 복소 화소는 상기 제2 복소 광 변조 특성을 구현하는 3x3 형태로 배열되는 제2 서브 복소 화소들을 포함하고,
상기 제1 복소 화소 및 상기 제2 복소 화소는, 상기 제1 서브 복소 화소들 및 상기 제2 서브 복소 화소들에 포함되는 제1 중첩 화소를 공유하는 홀로그래픽 디스플레이 장치.

청구항 9

제 8 항에 있어서,
상기 복소 광 변조기는, 제3 복소 광 변조 특성을 갖는 제3 복소 화소를 더 포함하고,
상기 제1 중첩 화소는 복수로 제공되며,
상기 제3 복소 화소는 상기 제3 복소 광 변조 특성을 구현하는 3x3 형태로 배열되는 제3 서브 복소 화소들을 포함하고,
상기 제1 복소 화소, 상기 제2 복소 화소, 및 상기 제3 복소 화소는, 상기 복수의 제1 중첩 화소들 중 하나를 공유하고,
상기 복수의 제1 중첩 화소들 중 상기 하나는 상기 제3 서브 복소 화소들에 포함되는 홀로그래픽 디스플레이 장치.

청구항 10

제 9 항에 있어서,
상기 복소 광 변조기는, 제4 복소 광 변조 특성을 갖는 제4 복소 화소를 더 포함하고,

상기 제4 복소 화소는 상기 제4 복소 광 변조 특성을 구현하는 3x3 형태로 배열되는 제4 서브 복소 화소들을 포함하며,

상기 제1 복소 화소, 상기 제2 복소 화소, 상기 제3 복소 화소, 및 상기 제4 복소 화소는, 상기 복수의 제1 중첩 화소들 중 상기 하나를 공유하며,

상기 복수의 제1 중첩 화소들 중 상기 하나는 상기 제4 서브 복소 화소들에 포함되는 홀로그래픽 디스플레이 장치.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 제1 복소 화소 및 상기 제4 복소 화소는, 상기 제1 서브 복소 화소들 및 상기 제4 서브 복소 화소들에 포함되는 제2 중첩 화소를 더 공유하는 홀로그래픽 디스플레이 장치.

청구항 12

제 8 항에 있어서,

상기 복소 광 변조기는 상기 제1 복소 화소 및 상기 제2 복소 화소를 정의하는 위상 변조기 및 진폭 변조기를 더 포함하는 홀로그래픽 디스플레이 장치.

청구항 13

제 8 항에 있어서,

상기 광의 경로에 배치되는 회절 방지 필름;을 더 포함하되,

상기 회절 방지 필름은 상기 광의 빔경을 확대하는 홀로그래픽 디스플레이 장치.

청구항 14

제 8 항에 있어서,

상기 광의 경로에 배치되는 프리즘 어레이;를 더 포함하되,

상기 프리즘 어레이는, 상기 제1 복소 화소를 지나는 제1 빔이 제1 방향으로 진행하도록 상기 제1 빔의 광 경로를 조절하고, 상기 제2 복소 화소를 지나는 제2 빔이 상기 제1 방향과 다른 제2 방향으로 진행하도록 상기 제2 빔의 광 경로를 조절하는 홀로그래픽 디스플레이 장치.

청구항 15

제 8 항에 있어서,

상기 제1 서브 복소 화소들의 위상들은 점 대칭을 이루고,

상기 제2 서브 복소 화소들의 위상들은 점 대칭을 이루는 홀로그래픽 디스플레이 장치.

청구항 16

2차원으로 배열되는 복소 화소들의 복소 광 변조 특성들을 결정하는 것;

상기 복소 화소들의 상기 복소 광 변조 특성들에 기초하여 상기 복소 화소들의 각각을 구성하는 3X3 형태로 배열되는 서브 복소 화소들의 광 변조 특성들을 결정하는 것;

상기 복소 화소들 중 서로 이웃하는 복소 화소들에 각각 포함되는 상기 서브 복소 화소들 중, 서로 바로 인접하고 동일한 위상들을 갖는 중첩 대상 화소들을 중첩하여 중첩 화소들을 생성하는 것;을 포함하되,

상기 중첩 화소들을 생성한 후, 상기 이웃하는 복소 화소들은 상기 중첩 화소들을 공유하는 홀로그램 패턴 생성 방법.

청구항 17

제 16 항에 있어서,

상기 3X3 형태로 배열되는 서브 복소 화소들의 상기 광 변조 특성들은, 진폭들 및 위상들은 점 대칭을 이루도록 결정되는 홀로그램 패턴 생성 방법.

청구항 18

제 16 항에 있어서,

상기 중첩 화소들의 위상은, 대응하는 중첩 대상 화소들의 위상과 동일하고,

상기 중첩 화소들의 진폭은 상기 대응하는 중첩 대상 화소들의 진폭의 합과 동일하며,

상기 중첩 화소들의 각각은 상기 대응하는 중첩 대상 화소들의 중첩에 의해 생성되는 홀로그램 패턴 생성 방법.

청구항 19

제 16 항에 있어서,

상기 복소 화소들의 상기 복소 광 변조 특성들은 상기 중첩 화소들을 생성한 후의 복소 광 변조기의 해상도에 따라 복소 화소들에 할당된 홀로그래픽 영상의 진폭 정보 및 위상 정보에 기초하여 결정되는 홀로그램 패턴 생성 방법.

청구항 20

제 16 항에 있어서,

상기 중첩 화소를 포함하는 상기 3X3 형태로 배열되는 서브 복소 화소들 중, (1,1), (1,3), (2,2), (3,1), 및 (3,3) 위치에 배치되는 서브 복소 화소들의 위상은 0° 도이고, (1,2) 및 (3,2) 위치에 배치되는 서브 복소 화소들의 위상은 120° 도이며, 그리고 (2,1) 및 (2,3) 위치에 배치되는 서브 복소 화소들의 위상은 240° 도인 홀로그램 패턴 생성 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 개시는 복소 광 변조기, 홀로그래픽 디스플레이 장치, 및 홀로그램 패턴 생성 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 3차원 영상을 구현하는 방식으로서 안경 방식과 무안경 방식이 널리 상용화되어 사용되고 있다. 안경 방식에는 편광 안경 방식과 셔터 안경 방식이 있으며, 무안경 방식에는 렌티큘러 방식과 패럴랙스 배리어 방식이 있다. 이러한 방식들은 두 눈의 양안시차(binocular parallax)를 이용하는 것으로, 시점 수의 증가에 한계가 있을 뿐만 아니라, 뇌에서 인식하는 깊이감과 눈의 초점이 일치하지 않아서 시청자로 하여금 피로감을 느끼게 한다.

[0003] 뇌에서 인식하는 깊이감과 눈의 초점이 일치하고 완전 시차(full parallax)를 제공할 수 있는 3차원 영상 디스플레이 방식으로서, 홀로그래픽 디스플레이 방식이 고려되고 있다. 홀로그래픽 디스플레이 방식은, 원본 물체로부터 반사된 물체광과 참조광을 간섭시켜 얻은 간섭무늬를 기록한 홀로그램 패턴에 참조광을 조사하여 회절시키면, 원본 물체의 영상이 재생되는 원리를 이용하는 것이다. 현재 고려되고 있는 홀로그래픽 디스플레이 방식은 원본 물체를 직접 노광하여 홀로그램 패턴을 얻기 보다는 컴퓨터로 계산된 홀로그램(computer generated hologram; CGH) 신호를 전기적 신호로서 공간 광 변조기에 제공한다. 입력된 CGH 신호에 따라 공간 광 변조기가 홀로그램 패턴을 형성하여 참조광을 회절시킴으로써 3차원 영상이 생성될 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 해결하고자 하는 과제는 높은 해상도 및 낮은 노이즈를 갖는 복소 광 변조기를 제공하는 것에 있다.

[0005] 해결하고자 하는 과제는 높은 해상도 및 낮은 노이즈를 갖는 홀로그래픽 디스플레이 장치를 제공하는 것에 있다.

[0006] 해결하고자 하는 과제는 고해상도 및 낮은 노이즈를 갖는 홀로그래픽 영상을 재생하는 홀로그램 패턴을 생성하는 방법을 제공하는 것에 있다.

[0007] 다만, 해결하고자 하는 과제는 상기 개시에 한정되지 않는다.

과제의 해결 수단

[0008] 일 측면에 있어서, 위상 변조기; 및 진폭 변조기;를 포함하되, 상기 위상 변조기 및 상기 진폭 변조기는 제1 복소 광 변조 특성을 갖는 제1 복소 화소 및 제2 복소 광 변조 특성을 갖는 제2 복소 화소를 생성하고, 상기 제1 복소 화소는 상기 제1 복소 광 변조 특성을 구현하는 3x3 형태로 배열되는 제1 서브 복소 화소들을 포함하며, 상기 제2 복소 화소는 상기 제2 복소 광 변조 특성을 구현하는 3x3 형태로 배열되는 제2 서브 복소 화소들을 포함하고, 상기 제1 복소 화소 및 상기 제2 복소 화소는, 상기 제1 서브 복소 화소들 및 상기 제2 서브 복소 화소들에 포함되는 제1 중첩 화소를 공유하는 복소 광 변조기가 제공될 수 있다.

[0009] 상기 위상 변조기 및 상기 진폭 변조기는 제3 복소 광 변조 특성을 갖는 제3 복소 화소를 더 생성하고, 상기 제1 중첩 화소는 복수로 제공되고, 상기 제3 복소 화소는 상기 제3 복소 광 변조 특성을 구현하는 3x3 형태로 배열되는 제3 서브 복소 화소들을 포함하며, 상기 제1 복소 화소, 상기 제2 복소 화소, 및 상기 제3 복소 화소는, 상기 복수의 제1 중첩 화소들 중 하나를 공유하며, 상기 복수의 제1 중첩 화소들 중 상기 하나는 상기 제3 서브 복소 화소들에 포함될 수 있다.

[0010] 상기 위상 변조기 및 상기 진폭 변조기는 제4 복소 광 변조 특성을 갖는 제4 복소 화소를 더 생성하고, 상기 제4 복소 화소는 상기 제4 복소 광 변조 특성을 구현하는 3x3 형태로 배열되는 제4 서브 복소 화소들을 포함하며, 상기 제1 복소 화소, 상기 제2 복소 화소, 상기 제3 복소 화소, 및 상기 제4 복소 화소는, 상기 복수의 제1 중첩 화소들 중 상기 하나를 공유하며, 상기 복수의 제1 중첩 화소들 중 상기 하나는 상기 제4 서브 복소 화소들에 포함될 수 있다.

[0011] 상기 제1 복소 화소 및 상기 제4 복소 화소는, 상기 제1 서브 복소 화소들 및 상기 제4 서브 복소 화소들에 포함되는 제2 중첩 화소를 더 공유할 수 있다.

[0012] 상기 진폭 변조기에 홀로그램 데이터 신호를 제공하는 프로세서;를 포함하되, 상기 진폭 변조기는 공간 광 변조기를 포함할 수 있다.

[0013] 상기 위상 변조기는 복수의 패턴들을 갖는 위상 판을 포함하되, 상기 복수의 패턴들은 상기 제1 서브 복소 화소들 및 상기 제2 서브 복소 화소들에 일대일로 대응하고, 상기 제1 서브 복소 화소들 및 상기 제2 서브 복소 화소들의 위상들은 상기 복수의 패턴들의 두께들에 의해 결정될 수 있다.

[0014] 상기 제1 서브 복소 화소들의 위상들은 점 대칭을 이루고, 상기 제2 서브 복소 화소들의 위상들은 점 대칭을 이룰 수 있다.

[0015] 일 측면에 있어서, 가간섭성을 갖는 광을 제공하는 백라이트 유닛; 상기 광을 포커싱하는 푸리에 렌즈; 및 상기 광의 경로에 배치되는 복소 광 변조기;를 포함하되, 상기 복소 광 변조기는, 제1 복소 광 변조 특성을 갖는 제1 복소 화소 및 제2 복소 광 변조 특성을 갖는 제2 복소 화소를 포함하고, 상기 제1 복소 화소는 상기 제1 복소 광 변조 특성을 구현하는 3x3 형태로 배열되는 제1 서브 복소 화소들을 포함하며, 상기 제2 복소 화소는 상기 제2 복소 광 변조 특성을 구현하는 3x3 형태로 배열되는 제2 서브 복소 화소들을 포함하고, 상기 제1 복소 화소 및 상기 제2 복소 화소는, 상기 제1 서브 복소 화소들 및 상기 제2 서브 복소 화소들에 포함되는 제1 중첩 화소를 공유하는 홀로그래픽 디스플레이 장치가 제공될 수 있다.

[0016] 상기 복소 광 변조기는, 제3 복소 광 변조 특성을 갖는 제3 복소 화소를 더 포함하고, 상기 제1 중첩 화소는 복수로 제공되며, 상기 제3 복소 화소는 상기 제3 복소 광 변조 특성을 구현하는 3x3 형태로 배열되는 제3 서브 복소 화소들을 포함하고, 상기 제1 복소 화소, 상기 제2 복소 화소, 및 상기 제3 복소 화소는, 상기 복수의 제1 중첩 화소들 중 하나를 공유하고, 상기 복수의 제1 중첩 화소들 중 상기 하나는 상기 제3 서브 복소 화소들에 포함될 수 있다.

[0017] 상기 복소 광 변조기는, 제4 복소 광 변조 특성을 갖는 제4 복소 화소를 더 포함하고, 상기 제4 복소 화소는 상기 제4 복소 광 변조 특성을 구현하는 3x3 형태로 배열되는 제4 서브 복소 화소들을 포함하며, 상기 제1 복소

화소, 상기 제2 복소 화소, 상기 제3 복소 화소, 및 상기 제4 복소 화소는, 상기 복수의 제1 중첩 화소들 중 상기 하나를 공유하며, 상기 복수의 제1 중첩 화소들 중 상기 하나는 상기 제4 서브 복소 화소들에 포함될 수 있다.

- [0018] 상기 제1 복소 화소 및 상기 제4 복소 화소는, 상기 제1 서브 복소 화소들 및 상기 제4 서브 복소 화소들에 포함되는 제2 중첩 화소를 더 공유할 수 있다.
- [0019] 상기 복소 광 변조기는 상기 제1 복소 화소 및 상기 제2 복소 화소를 정의하는 위상 변조기 및 진폭 변조기를 더 포함할 수 있다.
- [0020] 상기 광의 경로에 배치되는 회절 방지 필름;을 더 포함하되, 상기 회절 방지 필름은 상기 광의 빔경을 확대할 수 있다.
- [0021] 상기 광의 경로에 배치되는 프리즘 어레이;를 더 포함하되, 상기 프리즘 어레이는, 상기 제1 복소 화소를 지나가는 제1 빔이 제1 방향으로 진행하도록 상기 제1 빔의 광 경로를 조절하고, 상기 제2 복소 화소를 지나가는 제2 빔이 상기 제1 방향과 다른 제2 방향으로 진행하도록 상기 제2 빔의 광 경로를 조절할 수 있다.
- [0022] 상기 제1 서브 복소 화소들의 위상들은 점 대칭을 이루고, 상기 제2 서브 복소 화소들의 위상들은 점 대칭을 이룰 수 있다.
- [0023] 일 측면에 있어서, 2차원으로 배열되는 복소 화소들의 복소 광 변조 특성들을 결정하는 것; 상기 복소 화소들의 상기 복소 광 변조 특성들에 기초하여 상기 복소 화소들의 각각을 구성하는 3X3 형태로 배열되는 서브 복소 화소들의 광 변조 특성들을 결정하는 것; 상기 복소 화소들 중 서로 이웃하는 복소 화소들에 각각 포함되는 상기 서브 복소 화소들 중, 서로 바로 인접하고 동일한 위상들을 갖는 중첩 대상 화소들을 중첩하여 중첩 화소들을 생성하는 것;을 포함하되, 상기 중첩 화소들을 생성한 후, 상기 이웃하는 복소 화소들은 상기 중첩 화소들을 공유하는 홀로그램 패턴 생성 방법이 제공될 수 있다.
- [0024] 상기 3X3 형태로 배열되는 서브 복소 화소들의 상기 광 변조 특성들은, 진폭들 및 위상들은 점 대칭을 이루도록 결정될 수 있다.
- [0025] 상기 중첩 화소들의 위상은, 대응하는 중첩 대상 화소들의 위상과 동일하고, 상기 중첩 화소들의 진폭은 상기 대응하는 중첩 대상 화소들의 진폭의 합과 동일하며, 상기 중첩 화소들의 각각은 상기 대응하는 중첩 대상 화소들의 중첩에 의해 생성될 수 있다.
- [0026] 상기 복소 화소들의 상기 복소 광 변조 특성들은 상기 중첩 화소들을 생성한 후의 복소 광 변조기의 해상도에 따라 복소 화소들에 할당된 홀로그래픽 영상의 진폭 정보 및 위상 정보에 기초하여 결정될 수 있다.
- [0027] 상기 중첩 화소를 포함하는 상기 3X3 형태로 배열되는 서브 복소 화소들 중, (1,1), (1,3), (2,2), (3,1), 및 (3,3) 위치에 배치되는 서브 복소 화소들의 위상은 0° 도이고, (1,2) 및 (3,2) 위치에 배치되는 서브 복소 화소들의 위상은 120° 도이며, 그리고 (2,1) 및 (2,3) 위치에 배치되는 서브 복소 화소들의 위상은 240° 도일 수 있다.

발명의 효과

- [0028] 본 개시는 높은 해상도 및 낮은 노이즈를 갖는 복소 광 변조기를 제공할 수 있다.
- [0029] 본 개시는 높은 해상도 및 낮은 노이즈를 갖는 홀로그래픽 디스플레이 장치를 제공할 수 있다.
- [0030] 본 개시는 고해상도 및 낮은 노이즈를 갖는 홀로그래픽 영상을 재생하는 홀로그램 패턴을 생성하는 방법을 제공할 수 있다.
- [0031] 다만, 발명의 효과는 상기 개시에 한정되지 않는다.

도면의 간단한 설명

- [0032] 도 1은 예시적인 실시예에 따른 복소 광 변조기의 사시도이다.
- 도 2는 복소 화소들을 설명하기 위한 개념도이다.
- 도 3은 복소 화소들을 설명하기 위한 개념도이다.

- 도 4는 서브 복소 화소들을 설명하기 위한 개념도이다.
- 도 5는 공유 결합형 복소 화소 그룹의 생성 방법을 설명하기 위한 순서도이다.
- 도 6은 비결합형 복소 화소 그룹을 설명하기 위한 개념도이다.
- 도 7은 비결합형 복소 화소 그룹을 설명하기 위한 개념도이다.
- 도 8은 공유 결합형 복소 화소 그룹을 설명하기 위한 개념도이다.
- 도 9는 예시적인 실시예에 따른 홀로그래픽 디스플레이 장치를 설명하기 위한 개념도이다.
- 도 10은 서브 복소 화소들의 위상 및 진폭이 점 대칭을 이루지 않는 경우, 도 9의 푸리에 렌즈의 초점면에 형성되는 광의 분포를 나타낸다.
- 도 11은 본 개시의 홀로그래픽 디스플레이 장치에 의해 푸리에 렌즈의 초점면에 형성되는 광의 분포를 나타낸다.
- 도 12는 예시적인 실시예에 따른 홀로그래픽 디스플레이 장치를 설명하기 위한 개념도이다.
- 도 13은 도 12의 회절 방지 필름을 설명하기 위한 개념도이다.
- 도 14는 예시적인 실시예에 따른 홀로그래픽 디스플레이 장치의 개념도이다.
- 도 15은 도 14의 프리즘 어레이를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 16은 도 14의 복소 광 변조기의 복소 화소들을 나타내는 도면이다.
- 도 17은 예시적인 실시예에 따른 홀로그래픽 디스플레이 장치의 개념도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0033] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 개시의 실시예들에 대해 상세히 설명하기로 한다. 이하의 도면들에서 동일한 참조부호는 동일한 구성요소를 지칭하며, 도면상에서 각 구성요소의 크기는 설명의 명료성과 편의상 과장되어 있을 수 있다. 한편, 이하에 설명되는 실시예는 단지 예시적인 것에 불과하며, 이러한 실시예들로부터 다양한 변형이 가능하다.
- [0034] 이하에서, "상"이라고 기재된 것은 접촉하여 바로 위에 있는 것뿐만 아니라 비접촉으로 위에 있는 것도 포함할 수 있다.
- [0035] 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 또한 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.
- [0036] 또한, 명세서에 기재된 "...부" 등의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미한다.
- [0037] 도 1은 예시적인 실시예에 따른 복소 광 변조기의 사시도이다. 도 2는 복소 화소들을 설명하기 위한 개념도이다. 도 3은 복소 화소들을 설명하기 위한 개념도이다. 도 4는 서브 복소 화소들을 설명하기 위한 개념도이다.
- [0038] 도 1을 참조하면, 복소 광 변조기(100)가 제공될 수 있다. 복소 광 변조기(100)는 광의 진폭 및 위상을 변조할 수 있다. 복소 광 변조기(100)는 진폭 변조기(110), 프로세서(120), 및 위상 변조기(130)를 포함할 수 있다. 진폭 변조기(110)는 광의 진폭을 조절할 수 있다. 진폭 변조기(110)는 공간 광 변조기를 포함할 수 있다. 예를 들어, 진폭 변조기(110)는 LCD(liquid crystal device), 반도체 변조기, DMD(digital micromirror device), 또는 LCoS(liquid crystal on silicon)를 포함할 수 있다. 진폭 변조기(110)는 프로세서(120)와 유선 또는 무선으로 연결될 수 있다. 진폭 변조기(110)는 프로세서(120)로부터 홀로그램 데이터 신호(예를 들어, Computer Generated Hologram(CGH) 데이터 신호)를 수신할 수 있다. 진폭 변조기(110)는 프로세서(120)로부터 홀로그램 데이터 신호에 따라 광의 진폭을 제어할 수 있다. 진폭 변조기(110)가 투과형 공간 광 변조기를 포함하는 것으로 도시되었으나, 이는 한정적인 것이 아니다. 다른 예에서, 진폭 변조기(110)는 반사형 공간 광 변조기를 포함할 수 있다.
- [0039] 위상 변조기(130)는 광의 위상을 변조할 수 있다. 위상 변조기(130)는 위상 판 또는 공간 광 변조기(예를 들어,

LCD(liquid crystal device), 반도체 변조기, DMD(digital micromirror device), 또는 LCoS(liquid crystal on silicon))를 포함할 수 있다. 위상 변조기(130)가 위상 판을 포함하는 경우, 위상 변조기(130)는 위상 변조기(130)를 지나는 광의 광학적 거리를 늘려서 광의 위상을 지연하기 위한 패턴들을 포함할 수 있다. 예를 들어, 위상 변조기(130)는 서로 다른 두께를 갖는 패턴들을 포함할 수 있다.

[0040] 도 2 및 도 3을 참조하면, 복소 광 변조기(100)는 2차원으로 배열되는 복소 화소들(101)을 가질 수 있다. 예를 들어, 복소 화소들(101)은 그 중심점들이 가로 방향을 따라 평행하게 배열되는 복수의 열들(rows) 및 세로 방향을 따라 평행하게 배열되는 복수의 행들(columns)의 교차점들에 각각 배치될 수 있다. 도 2에 도시된 복소 화소들(101)의 배열이 본 개시의 복소 광 변조기(100)가 포함하는 것이며, 도 3은 복소 화소들(101)의 중심점들이 복수의 열들과 복수의 행들의 교차점들에 각각 배치되는 것을 설명하기 위한 것이다. 복소 화소들(101)은 홀로그래픽 영상을 생성하기 위한 복소 파동장을 구성하는 화소들일 수 있다. 설명의 간결함을 위해, 도 2에 복소 화소들(101) 중 3x3 형태로 배열되는 복소 화소들이 도시된다. 이하에서, (m,n) 위치는 m번째 행 및 n번째 열이 교차하는 위치를 지칭한다.

[0041] 복소 화소들(101)은 각각 복소 광 변조 특성들을 가질 수 있다. 복소 광 변조 특성은 광의 위상 및 진폭을 변조하는 특성일 수 있다. 복소 화소들(101)의 위상 변조 특성은 위상 변조기(130)에 의해 정의되고, 진폭 변조 특성은 진폭 변조기(110)에 의해 실질적으로 정의될 수 있다. 복소 화소들(101)의 복소 광 변조 특성은 페이지로 표현될 수 있다. 본 명세서에서, 복소 화소들(101)의 복소 광 변조 특성을 나타내는 페이지는 변조 페이지로 지칭된다. 변조 페이지는 아래와 같이 표기될 수 있다.

[0042] (m,n) 위치에 배치되는 복소 화소의 변조 페이지 = $A_{(m,n)} e^{j\theta_{(m,n)}}$

[0043] ($A_{(m,n)}$): (m,n) 위치에 배치되는 복소 화소의 진폭, $\theta_{(m,n)}$: (m,n) 위치에 배치되는 복소 화소의 위상)

[0044] 복소 광 변조기(100)는 burckhardt 인코딩에 기초한 방법을 이용하여 홀로그램 패턴을 생성할 수 있다. 본 명세서에서, 홀로그램 패턴은 복소 화소들(101)이 형성하는 패턴을 지칭할 수 있다.

[0045] 도 4를 참조하면, 복소 화소들(101)의 각각은 3x3 형태로 배열되는 9개의 서브 복소 화소들(102)에 의해 정의될 수 있다. 설명의 간결함을 위해, 도 4에 하나의 복소 화소(101)에 대한 서브 복소 화소들(102)이 도시된다. 서브 복소 화소들(102)은 각각 복소 광 변조 특성들을 가질 수 있다. 서브 복소 화소들(102)의 위상 변조 특성은 위상 변조기(130)에 의해 정의되고, 진폭 변조 특성은 진폭 변조기(110)에 의해 정의될 수 있다. 서브 복소 화소들(102)의 광 변조 특성들은 각각 서브 페이지들로 표현될 수 있다. 서브 페이지들은 3상의 단위 페이지들에 평행할 수 있다. 예를 들어, 단위 페이지들은 $e^{j0\pi}$, $e^{j\frac{2}{3}\pi}$, $e^{j\frac{4}{3}\pi}$ 일 수 있다. 서브 페이지들의 합은 변조 페이지와 동일할 수 있다. 다시 말해, 변조 페이지는 서브 페이지들로 분해될 수 있다. 이에 따라, 복소 화소(101)의 복소 광 변조 특성은 서브 복소 화소들(102)에 의해 구현될 수 있다. 변조 페이지와 서브 페이지들의 합의 관계는 아래와 같이 표현될 수 있다.

[0046] $A_{(m,n)} e^{j\theta_{(m,n)}} = A1_{(m,n)} e^{j0\pi} + A2_{(m,n)} e^{j\frac{2}{3}\pi} + A3_{(m,n)} e^{j\frac{4}{3}\pi}$

[0047] ($A_{(m,n)}$): (m,n) 위치에 배치되는 복소 화소의 진폭, $\theta_{(m,n)}$: (m,n) 위치에 배치되는 복소 화소의 위상, $A1_{(m,n)}$: 0° 의 위상을 갖는 서브 복소 화소들의 진폭의 합, $A2_{(m,n)}$: 120° 의 위상을 갖는 서브 복소 화소들의 진폭의 합, $A3_{(m,n)}$: 240° 의 위상을 갖는 서브 복소 화소들의 진폭의 합)

[0048] 도 2에 도시된 것과 같이, 서로 이웃하는 복소 화소들(101)은 서브 복소 화소들(102) 중 일부를 서로 공유할 수 있다. 본 명세서에서, 서브 복소 화소들(102)을 공유하는 복소 화소들(101)의 조합은 공유 결합 복소 화소 그룹으로 지칭되고, 서브 복소 화소들(102)을 공유하지 않는 복소 화소들의 조합은 비결합형 복소 화소 그룹으로 지칭된다. 공유 결합형 복소 화소 그룹은 비결합형 복소 화소 그룹에 기초하여 생성될 수 있다. 이하에서, 공유 결합형 복소 화소 그룹의 생성 방법에 대해 설명된다.

[0049] 도 5는 공유 결합형 복소 화소 그룹의 생성 방법을 설명하기 위한 순서도이다. 도 6은 비결합형 복소 화소 그룹을 설명하기 위한 개념도이다. 도 7은 비결합형 복소 화소 그룹을 설명하기 위한 개념도이다. 도 8은 공유 결합형 복소 화소 그룹을 설명하기 위한 개념도이다. 설명의 간결함을 위해, 3X3 형태로 배열되는 복소 화소들을 갖

는 공유 결합형 복소 화소 그룹 및 비결합형 복소 화소 그룹이 설명된다.

[0050] 도 5 및 도 6을 참조하면, 비결합형 복소 화소 그룹(G1)이 생성될 수 있다. 2차원으로 배열되는 복소 화소들(101)의 복소 광 변조 특성이 결정될 수 있다.(S100) (1,1), (1,2), (1,3), (2,1), (2,2), (2,3), (3,1), (3,2), 및 (3,3) 위치들에 배치된 복소 화소들(101)은 각각 (1,1) 복소 화소, (1,2) 복소 화소, (1,3) 복소 화소, (2,1) 복소 화소, (2,2) 복소 화소, (2,3) 복소 화소, (3,1) 복소 화소, (3,2) 복소 화소, 및 (3,3) 복소 화소로 지칭된다. (1,1) 내지 (3,3) 복소 화소들의 복소 광 변조 특성들은 각각 변조 페이지들로 표현될 수 있다. 변조 페이지들(또는 복소 화소들(101)의 복소 광 변조 특성들)은 공유 결합형 복소 화소 그룹(G2)을 포함하는 복소 광 변조기(100)의 해상도에 따라 복소 화소들(101)의 각각에 할당된 홀로그래픽 영상의 진폭 정보 및 위상 정보에 기초하여 결정될 수 있다.

[0051] (1,1) 내지 (3,3) 복소 화소들의 각각은 3X3 형태로 배열되는 서브 복소 화소들(102)을 포함할 수 있다. (1,1) 내지 (3,3) 복소 화소들의 각각에 대해, (1,1), (1,2), (1,3), (2,1), (2,2), (2,3), (3,1), (3,2), 및 (3,3) 위치들에 배치된 서브 복소 화소들(102)은 각각 (1,1) 서브 복소 화소, (1,2) 서브 복소 화소, (1,3) 서브 복소 화소, (2,1) 서브 복소 화소, (2,2) 서브 복소 화소, (2,3) 서브 복소 화소, (3,1) 서브 복소 화소, (3,2) 서브 복소 화소, 및 (3,3) 서브 복소 화소로 지칭된다.

[0052] (1,1) 내지 (3,3) 복소 화소들의 복소 광 변조 특성은 대응하는 (1,1) 내지 (3,3) 서브 복소 화소들에 의해 구현될 수 있다. (1,1) 내지 (3,3) 복소 화소들의 복소 광 변조 특성에 기초하여, (1,1) 내지 (3,3) 서브 복소 화소들의 복소 광 변조 특성들이 결정될 수 있다.(S200) 다시 말해, (1,1) 내지 (3,3) 복소 화소들의 변조 페이지들에 기초하여, (1,1) 내지 (3,3) 복소 화소들의 (1,1) 내지 (3,3) 서브 복소 화소들의 서브 페이지들이 계산될 수 있다. 서브 페이지들은 3상의 단위 페이지들에 평행할 수 있다. 예를 들어, 단위 페이지들은 $e^{j0\pi}$, $e^{j\frac{2}{3}\pi}$, $e^{j\frac{4}{3}\pi}$ 일 수 있다. 서브 페이지들의 합은 변조 페이지와 동일할 수 있다. 다시 말해, 변조 페이지는 서브 페이지들로 분해될 수 있다. (1,1) 내지 (3,3) 복소 화소들의 각각의 변조 페이지와 (1,1) 내지 (3,3) 서브 복소 화소들의 서브 페이지들의 합은 아래와 같이 표현될 수 있다.

[0053]
$$B_{(m,n)} e^{j\theta_{(m,n)}} = B1_{(m,n)} e^{j0\pi} + B2_{(m,n)} e^{j\frac{2}{3}\pi} + B3_{(m,n)} e^{j\frac{4}{3}\pi}$$

[0054] ($B_{(m,n)}$: (m,n) 위치에 배치되는 복소 화소의 진폭, $\theta_{(m,n)}$: (m,n) 위치에 배치되는 복소 화소의 위상, $B1_{(m,n)}$: 0° 의 위상을 갖는 서브 복소 화소들의 진폭의 합, $B2_{(m,n)}$: 120° 의 위상을 갖는 서브 복소 화소들의 진폭의 합, $B3_{(m,n)}$: 240° 의 위상을 갖는 서브 복소 화소들의 진폭의 합)

[0055] (m,n) 위치에 배치되는 복소 화소(101)의 (1,1) 내지 (3,3) 서브 복소 화소들의 서브 페이지들은 위상들 및 진폭들이 점 대칭을 이루도록 결정될 수 있다. (1,1), (3,3), (1,3), (3,1), 및 (2,2) 서브 복소 화소들은 제1 위상 및 제1 진폭을 가질 수 있다. 예를 들어, 제1 위상은 0° 이고, 제1 진폭은 $\frac{B1_{(m,n)}}{5}$ 일 수 있다. (1,2) 및 (3,2) 서브 복소 화소들은 제2 위상 및 제2 진폭을 가질 수 있다. 예를 들어, 제2 위상은 120° 이고, 제2 진폭은 $\frac{B2_{(m,n)}}{2}$ 일 수 있다. (2,1) 및 (2,3) 서브 복소 화소들은 제3 위상 및 제3 진폭을 가질 수 있다. 예를 들어, 제3 위상은 240° 이고, 제3 진폭은 $\frac{B3_{(m,n)}}{2}$ 일 수 있다.

[0056] 도 6에서 서브 복소 화소들(102)에 도시된 페이지들은 각각 해당 서브 복소 화소들(102)의 서브 페이지들일 수 있다. (1,1) 내지 (3,3) 서브 복소 화소들의 위상 및 진폭이 점 대칭을 이루는 경우, 복소 광 변조기(100)로부터 출력되는 홀로그래프의 노이즈(예를 들어, 켈레(conjugate) 노이즈 또는 0차 노이즈)가 감소 또는 제거될 수 있다.

[0057] 도 5 및 도 7을 참조하면, 서브 복소 화소들(102) 중 중첩 대상 화소들(@ 내지 ⊗)이 선택될 수 있다.(S300) 도 7에 참조번호 @ 내지 ⊗로 표시된 서브 복소 화소들(102)은 각각 @ 내지 ⊗ 중첩 대상 화소들로 지칭된다. @ 내지 ⊗ 중첩 대상 화소들(@ 내지 ⊗)은 서로 다른 복소 화소들(101)에 배치되고, 동일한 위상을 가지며, 서로 바로 인접하는 서브 복소 화소들(102)일 수 있다. 동일한 참조 부호를 갖는 중첩 대상 화소들(@ 내지 ⊗)은 공유 결합형 복소 화소 그룹(G2) 형성시 중첩될 수 있다. 설명의 간결함을 위해, S300 단계는 도 7의 (2,2) 복소 화소를 중심으로 설명된다.

- [0058] (2,2) 복소 화소의 (1,1) 서브 복소 화소, (1,1) 복소 화소의 (3,3) 서브 복소 화소, (1,2) 복소 화소의 (3,1) 서브 복소 화소, 및 (2,1) 복소 화소의 (1,3) 서브 복소 화소는, 서로 바로 인접하고 0° 의 위상을 가지는 ㉠ 중첩 대상 화소들(㉠)일 수 있다.
- [0059] (2,2) 복소 화소의 (1,2) 서브 복소 화소 및 (1,2) 복소 화소의 (3,2) 서브 복소 화소는, 서로 바로 인접하고 120° 의 위상을 가지는 ㉡ 중첩 대상 화소들(㉡)일 수 있다.
- [0060] (2,2) 복소 화소의 (1,3) 서브 복소 화소, (1,2) 복소 화소의 (3,3) 서브 복소 화소, (1,3) 복소 화소의 (3,1) 서브 복소 화소, 및 (2,3) 복소 화소의 (1,1) 서브 복소 화소는, 서로 바로 인접하고 0° 의 위상을 가지는 ㉢ 중첩 대상 화소들(㉢)일 수 있다.
- [0061] (2,2) 복소 화소의 (2,1) 서브 복소 화소 및 (2,1) 복소 화소의 (2,3) 서브 복소 화소는, 서로 바로 인접하고 240° 의 위상을 가지는 ㉣ 중첩 대상 화소들(㉣)일 수 있다.
- [0062] (2,2) 복소 화소의 (2,3) 서브 복소 화소 및 (2,3) 복소 화소의 (2,1) 서브 복소 화소는, 서로 바로 인접하고 240° 의 위상을 가지는 ㉤ 중첩 대상 화소들(㉤)일 수 있다.
- [0063] (2,2) 복소 화소의 (3,1) 서브 복소 화소, (2,1) 복소 화소의 (3,3) 서브 복소 화소, (3,1) 복소 화소의 (1,3) 서브 복소 화소, 및 (3,2) 복소 화소의 (1,1) 서브 복소 화소는, 서로 바로 인접하고 0° 의 위상을 가지는 ㉦ 중첩 대상 화소들(㉦)일 수 있다.
- [0064] (2,2) 복소 화소의 (3,2) 서브 복소 화소 및 (3,2) 복소 화소의 (1,2) 서브 복소 화소는, 서로 바로 인접하고 120° 의 위상을 가지는 ㉧ 중첩 대상 화소들(㉧)일 수 있다.
- [0065] (2,2) 복소 화소의 (3,3) 서브 복소 화소, (2,3) 복소 화소의 (3,1) 서브 복소 화소, (3,2) 복소 화소의 (1,3) 서브 복소 화소, 및 (3,3) 복소 화소의 (1,1) 서브 복소 화소는, 서로 바로 인접하고 0° 의 위상을 가지는 ㉨ 중첩 대상 화소들(㉨)일 수 있다.
- [0066] ㉠ 내지 ㉨ 중첩 대상 화소들(㉠ 내지 ㉨)도 ㉠ 내지 ㉨ 중첩 대상 화소들(㉠ 내지 ㉨)과 동일한 방법으로 선택 될 수 있다.
- [0067] 도 5 및 도 8을 참조하면, ㉠ 내지 ㉨ 중첩 대상 화소들(도 7의 ㉠ 내지 ㉨)이 중첩되어, 공유 결합형 복소 화소 그룹(G2)을 생성할 수 있다. ㉠ 내지 ㉨ 중첩 대상 화소들(도 7의 ㉠ 내지 ㉨)은 ㉠ 내지 ㉨ 중첩 화소들(㉠ 내지 ㉨)을 생성하도록 중첩될 수 있다. 동일한 참조 부호를 갖는 중첩 대상 화소들은 하나의 중첩 화소를 생성하도록 중첩될 수 있다. 일 중첩 화소는 이를 생성하는 중첩 대상 화소들과 동일한 참조 부호를 가질 수 있다. 예를 들어, 도 7의 ㉠ 중첩 대상 화소들(㉠)이 중첩되어, ㉠ 중첩 화소(㉠)를 생성할 수 있다. ㉠ 내지 ㉨ 중첩 화소들(㉠ 내지 ㉨)은 복소 화소들(101)을 구성하는 서브 복소 화소들(102)의 일부일 수 있다.
- [0068] ㉠ 내지 ㉨ 중첩 화소들(㉠ 내지 ㉨)의 복소 광 변조 특성은 이들을 생성하는 서브 복소 화소들(즉, ㉠ 내지 ㉨ 중첩 대상 화소들(도 7의 ㉠ 내지 ㉨))의 서브 페이지들의 합으로 표현될 수 있다. ㉠ 내지 ㉨ 중첩 화소들(㉠ 내지 ㉨)의 위상은 이들을 생성하는 중첩 대상 화소들(도 7의 ㉠ 내지 ㉨)의 위상과 동일할 수 있다. ㉠ 내지 ㉨ 중첩 화소들(㉠ 내지 ㉨)의 진폭은 이들을 생성하는 중첩 대상 화소들(도 7의 ㉠ 내지 ㉨)의 진폭의 합과 동일할 수 있다. 일 중첩 화소를 생성하는 중첩 대상 화소들을 포함하는 복소 화소들(101)은 그 중첩 화소를 공유할 수 있다. 다시 말해, 일 중첩 화소는 그 중첩 화소를 생성하는 중첩 대상 화소들의 각각을 포함하는 복소 화소(101)를 구성하는 3X3 형태로 배열되는 서브 복소 화소들(102) 중 하나일 수 있다. 이하에서, (2,2) 복소 화소를 중심으로 S400 단계가 설명된다.
- [0069] (2,2) 복소 화소의 (1,1) 서브 복소 화소, (1,1) 복소 화소의 (3,3) 서브 복소 화소, (1,2) 복소 화소의 (3,1) 서브 복소 화소, 및 (2,1) 복소 화소의 (1,3) 서브 복소 화소가 중첩되어, ㉠ 중첩 화소(㉠)를 생성할 수 있다.
- ㉠ 중첩 화소(㉠)의 위상은 0° 일 수 있다. ㉠ 중첩 화소(㉠)의 진폭은 $\frac{B1_{(1,1)}}{5} + \frac{B1_{(3,3)}}{5} + \frac{B1_{(3,1)}}{5} + \frac{B1_{(1,3)}}{5}$ 일 수 있다. (2,2) 복소 화소, (1,1) 복소 화소, (1,2) 복소 화소, 및 (2,1) 복소 화소는 ㉠ 중첩 화소(㉠)를 공유할 수 있다.
- [0070] (2,2) 복소 화소의 (1,2) 서브 복소 화소 및 (1,2) 복소 화소의 (3,2) 서브 복소 화소는 중첩되어, ㉡ 중첩 화소(㉡)를 생성할 수 있다. ㉡ 중첩 화소(㉡)의 위상은 120° 일 수 있다. ㉡ 중첩 화소(㉡)의 진폭은 $\frac{B2_{(1,2)}}{2} + \frac{B2_{(3,2)}}{2}$ 일 수 있다. (2,2) 복소 화소 및 (1,2) 복소 화소는 ㉡ 중첩 화소(㉡)를 공유할 수 있다.

- [0071] (2,2) 복소 화소의 (1,3) 서브 복소 화소, (1,2) 복소 화소의 (3,3) 서브 복소 화소, (1,3) 복소 화소의 (3,1) 서브 복소 화소, 및 (2,3) 복소 화소의 (1,1) 서브 복소 화소는 중첩되어, © 중첩 화소(©)를 생성할 수 있다.
 © 중첩 화소(©)의 위상은 0° 일 수 있다. © 중첩 화소(©)의 진폭은 $\frac{B1_{(1,3)}}{5} + \frac{B1_{(1,3)}}{5} + \frac{B1_{(2,3)}}{5} + \frac{B1_{(2,3)}}{5}$ 일 수 있다. (2,2) 복소 화소, (1,2) 복소 화소, (1,2) 복소 화소, 및 (2,3) 복소 화소는 © 중첩 화소(©)를 공유할 수 있다.
- [0072] (2,2) 복소 화소의 (2,1) 서브 복소 화소 및 (2,1) 복소 화소의 (2,3) 서브 복소 화소는 중첩되어, Ⓓ 중첩 화소(Ⓓ)를 생성할 수 있다. Ⓓ 중첩 화소(Ⓓ)의 위상은 240° 일 수 있다. Ⓓ 중첩 화소(Ⓓ)의 진폭은 $\frac{B3_{(2,1)}}{2} + \frac{B3_{(2,3)}}{2}$ 일 수 있다. (2,2) 복소 화소 및 (2,1) 복소 화소는 Ⓓ 중첩 화소(Ⓓ)를 공유할 수 있다.
- [0073] (2,2) 복소 화소의 (2,3) 서브 복소 화소 및 (2,3) 복소 화소의 (2,1) 서브 복소 화소는 중첩되어, ⓔ 중첩 화소(ⓔ)를 생성할 수 있다. ⓔ 중첩 화소(ⓔ)의 위상은 240° 일 수 있다. ⓔ 중첩 화소(ⓔ)의 진폭은 $\frac{B3_{(2,3)}}{2} + \frac{B3_{(2,1)}}{2}$ 일 수 있다. (2,2) 복소 화소 및 (2,3) 복소 화소는 ⓔ 중첩 화소(ⓔ)를 공유할 수 있다.
- [0074] (2,2) 복소 화소의 (3,1) 서브 복소 화소, (2,1) 복소 화소의 (3,3) 서브 복소 화소, (3,1) 복소 화소의 (1,3) 서브 복소 화소, 및 (3,2) 복소 화소의 (1,1) 서브 복소 화소는 중첩되어, ⓕ 중첩 화소(ⓕ)를 생성할 수 있다.
 ⓕ 중첩 화소(ⓕ)의 위상은 0° 일 수 있다. ⓕ 중첩 화소(ⓕ)의 진폭은 $\frac{B1_{(2,1)}}{5} + \frac{B1_{(2,3)}}{5} + \frac{B1_{(3,1)}}{5} + \frac{B1_{(3,3)}}{5}$ 일 수 있다. (2,2) 복소 화소, (2,1) 복소 화소, (3,1) 복소 화소, 및 (3,2) 복소 화소는 ⓕ 중첩 화소(ⓕ)를 공유할 수 있다.
- [0075] (2,2) 복소 화소의 (3,2) 서브 복소 화소 및 (3,2) 복소 화소의 (1,2) 서브 복소 화소는 결합되어, ⓖ 중첩 화소(ⓖ)를 생성할 수 있다. ⓖ 중첩 화소(ⓖ)의 위상은 120° 일 수 있다. ⓖ 중첩 화소(ⓖ)의 진폭은 $\frac{B2_{(2,2)}}{2} + \frac{B2_{(3,2)}}{2}$ 일 수 있다. (2,2) 복소 화소 및 (3,2) 복소 화소는 ⓖ 중첩 화소(ⓖ)를 공유할 수 있다.
- [0076] (2,2) 복소 화소의 (3,3) 서브 복소 화소, (2,3) 복소 화소의 (3,1) 서브 복소 화소, (3,2) 복소 화소의 (1,3) 서브 복소 화소, 및 (3,3) 복소 화소의 (1,1) 서브 복소 화소는 중첩되어, ⓗ 중첩 화소(ⓗ)를 생성할 수 있다.
 ⓗ 중첩 화소(ⓗ)의 위상은 0° 일 수 있다. ⓗ 중첩 화소(ⓗ)의 진폭은 $\frac{B1_{(2,3)}}{5} + \frac{B1_{(3,3)}}{5} + \frac{B1_{(3,1)}}{5} + \frac{B1_{(3,3)}}{5}$ 일 수 있다. (2,2) 복소 화소, (2,3) 복소 화소, (3,2) 복소 화소, 및 (3,3) 복소 화소는 ⓗ 중첩 화소(ⓗ)를 공유할 수 있다.
- [0077] 위와 같은 방법으로, ⓐ 내지 Ⓧ 중첩 화소들(ⓐ 내지 Ⓧ)이 생성될 수 있다. (1,1) 및 (1,2) 복소 화소들은 ⓐ 및 ⓐ 중첩 화소들(ⓐ 및 ⓐ)을 공유할 수 있다. (1,2) 및 (1,3) 복소 화소들은 ⓑ 및 ⓐ 중첩 화소들(ⓑ 및 ⓐ)을 공유할 수 있다. (1,1) 및 (2,1) 복소 화소들은 ⓒ 및 ⓐ 중첩 화소들(ⓒ 및 ⓐ)을 공유할 수 있다. (1,3) 및 (2,3) 복소 화소들은 ⓓ 및 ⓐ 중첩 화소들(ⓓ 및 ⓐ)을 공유할 수 있다. (2,1) 및 (3,1) 복소 화소들은 ⓔ 및 ⓐ 중첩 화소들(ⓔ 및 ⓐ)을 공유할 수 있다. (2,3) 및 (3,3) 복소 화소들은 ⓕ 및 ⓐ 중첩 화소들(ⓕ 및 ⓐ)을 공유할 수 있다. (3,1) 및 (3,2) 복소 화소들은 ⓖ 및 ⓐ 중첩 화소들(ⓖ 및 ⓐ)을 공유할 수 있다. (3,2) 및 (3,3) 복소 화소들은 ⓗ 및 Ⓧ 중첩 화소들(ⓗ 및 Ⓧ)을 공유할 수 있다.
- [0078] 본 개시에 따른 복소 광 변조기(100)는 복소 화소들(101)의 각각이 3X3 형태로 배열되는 서브 복소 화소들(102)을 갖되, 서브 복소 화소들(102)의 진폭 및 위상이 점 대칭을 이루는 경우와 실질적으로 동일한 효과를 가질 수 있다. 예를 들어, 복소 광 변조기(100)에서 켈레(conjugate) 노이즈 또는 0차 노이즈는 감소되거나, 실질적으로 발생하지 않을 수 있다.
- [0079] 복소 광 변조기(100)의 해상도는 복소 화소들(101)의 밀도에 의해 결정될 수 있다. 비결합형 복소 화소 그룹(G1)의 경우, 복소 화소들(101)은 각각 서로 공유되지 않고 3X3 형태로 배열되는 서브 복소 화소들(102)을 포함할 수 있다. 예를 들어, $m \times n$ 형태로 배열되는 복소 화소들(101)을 정의하기 위해 $3 \cdot m \times 3 \cdot n$ 개의 서브 복소 화소들(102)이 요구된다.
- [0080] 공유 결합형 복소 화소 그룹(G2)을 포함하는 본 개시의 복소 광 변조기(100)의 경우, 복소 화소들(101)은 각각 3X3 형태로 배열되는 서브 복소 화소들(102)을 포함하지만, 일부 서브 복소 화소들(즉, 중첩 화소들(ⓐ 내지 Ⓧ))을 공유할 수 있다. 예를 들어, $m \times n$ 형태로 배열되는 복소 화소들(101)은

$(3 \cdot m - (m - 1)) \times (3 \cdot n - (n - 1))$ 개, 즉, $(2 \cdot m + 1) \times (2 \cdot n + 1)$ 개의 서브 복소 화소들(102)에 의해 정의될 수 있다.

- [0081] 비결합형 복소 화소 그룹(G1)을 포함하는 복소 광 변조기의 표시 영역(복소 화소들(101)이 배치되는 영역)과 공유 결합형 복소 화소 그룹(G2)을 포함하는 본 개시의 복소 광 변조기(100)의 표시 영역의 면적이 동일한 경우, 본 개시의 복소 광 변조기(100)가 더 많은 복소 화소들(101)을 포함할 수 있다. 따라서 본 개시의 복소 광 변조기(100)의 해상도는 비결합형 복소 화소 그룹(G1)을 포함하는 복소 광 변조기와 비교하여 높을 수 있다.
- [0082] 도 9는 예시적인 실시예에 따른 홀로그래픽 디스플레이 장치를 설명하기 위한 개념도이다. 설명의 간결함을 위해, 도 1 내지 도 8을 참조하여 설명된 것과 실질적으로 동일한 내용은 설명되지 않을 수 있다.
- [0083] 도 9를 참조하면, 홀로그래픽 디스플레이 장치(1010)가 제공될 수 있다. 홀로그래픽 디스플레이 장치(1010)는 백라이트 유닛(1100), 푸리에 렌즈(1200), 및 복소 광 변조기(1300)를 포함할 수 있다. 복소 광 변조기(1300)는 위상 변조기(1310), 진폭 변조기(1320), 및 프로세서(1330)를 포함할 수 있다. 복소 광 변조기(1300)는 도 1 내지 도 8을 참조하여 설명되는 복소 광 변조기(100)와 실질적으로 동일할 수 있다.
- [0084] 백라이트 유닛(1100)은 가간섭성 광을 방출할 수 있다. 예를 들어, 백라이트 유닛(1100)은 높은 가간섭성을 갖는 광을 제공하기 위하여 레이저 다이오드를 포함할 수 있다. 백라이트 유닛(1100)은, 레이저 다이오드 이외에도, 공간 간섭성을 갖는 광을 방출한다면 다른 어떤 광원도 포함할 수 있다. 또한, 도시되지는 않았지만, 백라이트 유닛(1100)은 레이저 다이오드에서 방출된 빛을 확대하여 균일한 세기 분포를 갖는 콜리메이팅된 평행광을 만드는 광학계를 더 포함할 수 있다. 따라서, 백라이트 유닛(1100)은 공간적으로 균일한 세기 분포를 갖는 평행한 가간섭성 광을 복소 광 변조기(1300)의 전체 영역에 제공할 수 있다.
- [0085] 푸리에 렌즈(1200)는 홀로그래픽 이미지 또는 영상을 공간 상에 포커싱할 수 있다. 예를 들어, 푸리에 렌즈(1200)의 초점면(focal plane) 상에 홀로그래픽 영상이 재생되고, 사용자의 눈(E)은 초점면에 배치되어, 홀로그래픽 영상을 볼 수 있다. 푸리에 렌즈(1200)가 복소 광 변조기(1300)의 입광면 상에, 다시 말해 백라이트 유닛(1100)과 복소 광 변조기(1300) 사이에 배치된 것으로 도시되었지만, 푸리에 렌즈(1200)의 위치가 이에 한정되는 것은 아니다. 예를 들어, 푸리에 렌즈(1200)는 복소 광 변조기(1300)의 출광면 상에 배치될 수도 있다.
- [0086] 홀로그래픽 디스플레이 장치(1010)의 해상도는 복소 광 변조기(1300)의 해상도에 의해 결정될 수 있다. 복소 광 변조기(1300)는 높은 해상도를 가지므로, 본 개시의 홀로그래픽 디스플레이 장치(1010)의 해상도 특성은 개선될 수 있다. 또한 본 개시의 홀로그래픽 디스플레이 장치(1010)는 넓은 시야장을 가질 수 있다. 이하에서, 본 개시의 홀로그래픽 디스플레이 장치(1010)의 시야장이 설명된다.
- [0087] 도 10은 본 발명을 복소 변조를 적용하지 않고, 위상 변조 없이 공간 진폭 광 변조기만 사용한 경우(기존 amplitude hologram), 혹은 서브 복소 화소들의 위상 및 진폭이 점 대칭을 이루지 않는 경우, 도 9의 푸리에 렌즈의 초점면에 형성되는 광의 분포를 나타낸다.
- [0088] 도 10을 참조하면, 푸리에 렌즈(1200)의 초점면의 중심, 즉 푸리에 렌즈(1200)의 광축 상에는 0차 노이즈(N0)가 형성될 수 있다. 0차 노이즈(N0)는 공간 광 변조기를 포함하는 진폭 변조기(1320)에 입사하는 광 중에서 일부가 회절되지 않고 진폭 변조기(1320)를 그대로 투과하여 생성될 수 있다.
- [0089] 0차 노이즈(N0)의 주변에 고차 회절에 의해 발생하는 고차 노이즈들(N1)이 격자 형태로 규칙적으로 형성된다. 고차 노이즈들(N1)은 홀로그램 패턴이 아닌 진폭 변조기(1320) 규칙적인 화소 구조 및/또는 배선 구조에 의해 회절된 광의 간섭으로 인해 발생할 수 있다.
- [0090] 0차 및 고차 노이즈들(N0, N1)은 진폭 변조기(1320)의 물리적인 내부 구조와 coherent한 레이저 광원에 의해 발생하는 것이고 진폭 변조기(1320)가 표시하는 홀로그램 패턴과는 무관하기 때문에, 0차 및 고차 노이즈들(N0, N1)의 위치는 푸리에 렌즈의 초점면 상에서 고정될 수 있다.
- [0091] 홀로그래픽 영상(S)의 위치는 위상 변조기(1310) 및 진폭 변조기(1320)에 의해 정의되는 홀로그램 패턴에 의해 결정될 수 있다. 홀로그램 패턴은 0차 및 고차 노이즈들(N0, N1)이 없는 위치에 홀로그래픽 영상(S)이 재생되도록 형성될 수 있다. 예를 들어, 위상 변조기(1310)는 홀로그램 패턴과 함께 프리즘 패턴을 표시할 수 있다. 프리즘 패턴은 프로세서(1330)가 홀로그래픽 영상(S) 정보를 담고 있는 CGH 데이터에 더한 프리즘 페이즈(prism phase)에 기초하여 생성된 것일 수 있다. 홀로그래픽 영상(S)은 광축으로부터 어긋나게 재생(축비킴(off-axis) 방식 재생)될 수 있다. 이에 따라, 재생되는 홀로그래픽 영상(S)은 0차 및 고차 노이즈들(N0, N1)로부터 이격될 수 있다. 축비킴 방식 재생은 0차 및 고차 노이즈들(N0, N1)을 회피하기 위한 방법으로, 필요에 따라 적용될 수

있다.

- [0092] 홀로그래픽 영상(S)은 축비킵 방식을 이용하여 0차 노이즈(N0)로부터 대각선 방향으로 이격되어 위치할 수 있다. 축비킵 방식의 경우, 0차 노이즈(N0)를 중심으로 홀로그래픽 영상(S)의 반대쪽으로 복소 켈레 영상(complex conjugate image)(S*)이 함께 발생할 수 있다. 복소 켈레 영상은 켈레 노이즈로 지칭될 수 있다. 고차 노이즈들(N1)을 중심으로 대각선 방향으로 고차 회절에 의한 홀로그래픽 영상들(S1)과 그의 복소 켈레 영상들(S1*)이 함께 발생할 수 있다.
- [0093] 시야창(VW)은 홀로그래픽 영상(S)이 위치할 수 있는 영역일 수 있다. 시야창(VW)의 크기는 0차 및 고차 노이즈들(N0, N1), 복소 켈레 영상(S*), 고차 회절에 의한 홀로그래픽 영상들(S1)과 그의 복소 켈레 영상들(S1*)에 의해 제한될 수 있다.
- [0094] 도 11은 본 개시의 홀로그래픽 디스플레이 장치에 의해 푸리에 렌즈의 초점면에 형성되는 광의 분포를 나타낸다.
- [0095] 도 10과 달리, 본 발명의 복소 홀로그램에서는 0차에서 구조상 점 대칭된 3개의 위상(0도, 120도, 240도)변조에 의해 0차 DC가 상쇄되므로 0차 노이즈(도 10의 N0) 및 켈레 노이즈(도 10의 S*)가 생성되지 않을 수 있다. 켈레 노이즈(도 10의 S*)가 생성되지 않으므로, 고차 회절에 의한 켈레 노이즈(도 10의 S1*)도 생성되지 않을 수 있다.
- [0096] 시야창(VW)의 크기를 제한하는 요인들이 감소되어, 시야창(VW)이 확장될 수 있다. 따라서 본 개시는 넓은 시야창을 갖는 홀로그래픽 디스플레이 장치(1010)를 제공할 수 있다.
- [0097] 도 12는 예시적인 실시예에 따른 홀로그래픽 디스플레이 장치를 설명하기 위한 개념도이다. 도 13은 도 12의 회절 방지 필름을 설명하기 위한 개념도이다. 설명의 간결함을 위해, 도 9를 참조하여 설명된 것과 실질적으로 동일한 내용은 설명되지 않을 수 있다.
- [0098] 도 12를 참조하면, 홀로그래픽 디스플레이 장치(1020)는 도 9의 홀로그래픽 디스플레이 장치(1010)와 달리, 회절 방지 필름(1400)을 더 포함할 수 있다. 회절 방지 필름(1400)은 복소 광 변조기(1300)의 출광면에 마주하도록 배치될 수 있다. 회절 방지 필름(1400)에 복수의 광빔들이 제공될 수 있다. 복수의 광빔들은 도 1 내지 도 8을 참조하여 설명되는 복소 광 변조기(1300)의 서브 복소 화소들로부터 각각 방출될 수 있다.
- [0099] 도 13을 참조하면, 회절 방지 필름(1400)은 도광층(1410) 및 격자층(1420)을 포함할 수 있다. 도광층(1410)은 격자층(1420)과 복소 광 변조기(1300) 사이에 제공될 수 있다. 도광층(1410)은 복소 광 변조기(1300)의 출광면과 평행하게 배치될 수 있다. 격자층(1420)은 복소 광 변조기(1300)의 반대편에 배치되는 도광층(1410)의 상면에 배치될 수 있다. 회절 방지 필름(1400)은 도광층(1410)과 격자층(1420)을 휘어지지 않게 지지하기 위한 기판(1430)을 더 포함할 수도 있다. 기판(1430)은 도광층(1410)의 하면에 배치될 수 있다. 그러나, 도광층(1410)이 그 자체로 휘어지지 않고 지지된다면 기판(1430)이 생략될 수도 있다. 일 예에서, 도광층(1410)은 기판(1430)보다 훨씬 얇을 수 있다. 예를 들어, 기판(1430)의 두께는 약 0.5 mm 내지 약 1 mm이고 도광층(1410)의 두께는 약 1 μm 내지 5 μm일 수 있다. 기판(1430)은 단단한 재질의 유리나 투명한 폴리머 재료로 이루어질 수 있으며, 도광층(1410)은 그 내부에서 빛을 전달하기 위하여 기판(1430)보다 높은 굴절률을 갖는 투명한 재료로 이루어질 수 있다.
- [0100] 격자층(1420)은 도광층(1410)으로부터 격자층(1420)에 입사하는 빛의 일부를 격자층(1420)의 상면에 수직인 방향으로 출광시키고, 나머지 일부의 빛을 도광층(1410)을 향해 비스듬하게 진행하도록 반사할 수 있다. 격자층(1420)은 다양한 종류의 표면 격자(surface grating) 또는 체적 격자(volume grating)로 이루어질 수 있다. 표면 격자는, 예를 들어, 이진 위상 격자(binary phase grating), 블레이즈 격자(blazed grating) 등과 같은 회절 광학 소자(diffraction optical element; DOE)를 포함할 수 있다. 또한, 체적 격자는, 예를 들어, 홀로그래픽 광학 소자(holographic optical element; HOE), 기하 위상 격자(geometric phase grating), 브래그 편광 격자(Bragg polarization grating), H-PDLC(holographically formed polymer dispersed liquid crystal) 등을 포함할 수 있다. 이러한 체적 격자는 굴절률이 상이한 재료들의 주기적인 미세한 패턴들을 포함할 수 있다. 격자층(1420)을 구성하는 주기적인 격자 패턴들의 크기, 높이, 주기, 듀티비(duty ratio), 모양 등에 따라서, 격자층(1420)은 입사광을 회절시켜 소멸 간섭과 보강 간섭을 일으킴으로써 입사광의 진행 방향을 바꿀 수 있다.
- [0101] 격자층(1420)은 그 하면에 수직하게 또는 경사지게 입사하는 광빔 중 0차 회절된 광빔을 격자층(1420)의 상면의 법선과 평행한 방향으로 출광시키고, 1차 회절된 광빔을 도광층(1410)을 향해 비스듬하게 진행하도록 반사할 수 있다. 도광층(1410)은 격자층(1420)으로부터 비스듬하게 오는 광빔을 전반사를 통해 도광층(1410)의 내부를 따

라 전파시키도록 구성될 수 있다. 따라서, 1차 회절된 광빔은 도광층(1410)의 상면과 하면 사이에서 전반사되면서 도광층(1410)의 내부를 따라 진행할 수 있다. 예를 들어, 화살표로 표시된 바와 같이, +1차 회절된 광빔은 도광층(1410)의 오른쪽 방향을 따라 진행하고, -1차 회절된 광빔은 도광층(1410)의 왼쪽 방향을 따라 진행할 수 있다. 왼쪽으로 진행하는 -1차 회절된 광빔과 오른쪽으로 진행하는 +1차 회절된 광빔이 대표적으로 표시되었지만, 실제로 1차 회절된 광빔은 격자층(1420)의 입사 위치를 중심으로 모든 반경 방향으로 진행할 수 있다.

[0102] 격자층(1420)에 의해 1차 회절된 광빔은 도광층(1410)의 하면에서 전반사되어 다시 도광층(1410)의 상면에 경사지게 입사할 수 있다. 1차 회절된 광빔 중에서 일부는 도광층(1410)의 상면에서 다시 전반사되지만, 다른 일부는 격자층(1420)에 의해 회절되어 격자층(1420)의 상면의 법선과 평행한 방향으로 출광된다. 따라서, 격자층(1420)으로부터 출광하는 광빔은 0차 회절에 의해 출광된 광빔(L0)과 1차 회절에 의해 출광된 광빔(L1)을 포함할 수 있다. 0차 회절에 의해 출광된 광빔(L0)의 좌측과 우측에 ±1차 회절에 의해 출광된 광빔(-L1, +L1)이 각각 하나씩 대표적으로 도시되었지만, 실제로는 1차 회절에 의해 출광된 광빔들(L1)은 0차 회절에 의해 출광된 광빔(L0)의 둘레를 따라 연속적으로 배열될 수 있다. 격자층(1420)의 상면에 수직한 방향을 따르는 관점에서, 1차 회절에 의해 출광된 광빔들(L1)은 0차 회절에 의해 출광된 광빔(L0)을 둘러싸는 링 형상을 가질 수 있다. 이를 위하여, 격자층(1420)은 모든 방향으로 입사광을 회절시킬 수 있는 2차원 격자 필름으로 구성될 수 있다. 또는 대신에, 격자층(1420)은 서로 직교하는 방향성을 갖는 2개의 1차원 격자 필름을 적층하여 구성될 수도 있다. 이 경우, 예를 들어, 가로 방향의 1차원 격자 필름에 의해 광빔이 가로 방향으로 확대되어 출광되고, 세로 방향의 1차원 격자 필름에 의해 광빔이 세로 방향으로 확대되어 최종적으로 링형의 광빔(L1)이 출광될 수 있다.

[0103] 1차 회절에 의해 출광된 광빔(L1)은 0차 회절에 의해 출광된 광빔(L0)과 적어도 부분적으로 중첩할 수 있다. 1차 회절에 의해 출광된 광빔(L1)과 0차 회절에 의해 출광된 광빔(L0)이 중첩하는 정도는 도광층(1410)의 두께에 따라 다를 수 있다. 도광층(1410)의 두께가 클수록, 1차 회절에 의해 출광된 광빔(L1)과 0차 회절에 의해 출광된 광빔(L0) 사이의 간격도 클 수 있다. 도광층(1410)의 최대 두께는 1차 회절에 의해 출광된 광빔(L1)의 경계가 0차 회절에 의해 출광된 광빔(L0)의 경계와 일치하도록 선택될 수 있다.

[0104] 상술한 바와 같이, 복소 광 변조기(1300)로부터 회절 방지 필름(1400)에 입사한 광빔들(Li)의 각각은, 회절 방지 필름(1400)을 통과하면서 0차 회절에 의해 출광된 광빔(L0)과 1차 회절에 의해 출광된 광빔(L1)으로 나뉠 수 있다. 광빔들을 합쳐서 하나의 확대된 광빔으로 볼 수 있다. 결과적으로, 회절 방지 필름(1400)은 복소 광 변조기로부터 회절 방지 필름(1400)에 입사하는 광빔들(Li)의 각각의 빔경을 확대하는 역할을 할 수 있다. 예를 들어, 복소 광 변조기(1300)로부터 회절 방지 필름(1400)에 입사하는 광빔들(Li)의 각각이 제1 빔경(W1)을 갖고, 회절 방지 필름(1400)을 통과하면서 확대된 광빔은 제1 빔경(W1)보다 큰 제2 빔경(W2)을 가질 수 있다. 제1 빔경(W1)은 복소 광 변조기(1300)에 포함되는 공간 광 변조기(예를 들어, 진폭 변조기(1320))의 물리적인 격자 구조에 의해 결정될 수 있다. 공간 광 변조기의 배선에 의해 형성되는 격자 구조의 경우 제1 빔경(W1)은 배선들 사이의 거리와 실질적으로 동일할 수 있다. 공간 광 변조기의 화소들을 구분하는 블랙 마스크에 의해 형성되는 격자 구조의 경우, 제1 빔경(W1)은 블랙 마스크 사이에 정의되는 개구의 크기와 실질적으로 동일할 수 있다.

[0105] 회절 방지 필름(1400)에 의해 확대된 광빔의 제2 빔경(W2)은 0차 회절에 의해 출광된 광빔(L0)과 1차 회절에 의해 출광된 광빔(L1)이 중첩되는 정도에 따라 달라질 수 있다. 다시 말해, 회절 방지 필름(1400)에 의해 확대된 광빔의 제2 빔경(W2)은 도광층(1410)의 두께에 의해 결정될 수 있다. 예를 들어, 회절 방지 필름(1400)에 의해 확대된 광빔의 제2 빔경(W2)이 복소 광 변조기(1300)에 포함되는 공간 광 변조기의 화소 크기보다 크도록 도광층(1410)의 두께가 선택될 수 있다.

[0106] 공간 광 변조기는 광이 투과할 수 없는 영역들을 포함할 수 있다. 예를 들어, 광이 투과할 수 없는 영역들은 화소들을 구동하는 배선들 및 화소들을 구분하는 블랙 마스크가 제공되는 영역들을 포함할 수 있다. 이에 따라, 공간 광 변조기로부터 방출되는 광빔들 사이에는 영상 정보가 없는 간극이 존재할 수 있다. 이러한 광빔들 사이의 간극은 고차 회절 패턴의 세기를 증가시키는 역할을 할 수 있다. 본 개시의 회절 방지 필름(1400)은 광빔들의 빔경을 확대하기 때문에, 고차 회절 패턴의 세기가 감소하고 궁극적으로 고차 회절 패턴이 제거될 수 있다.

[0107] 0차 회절에 의해 출광된 광빔(L0)의 세기는 1차 회절에 의해 출광된 광빔(L1)의 세기보다 크다. 따라서, 회절 방지 필름(1400)에 의해 확대된 광빔은 광빔의 중심으로부터 주변부로 세기가 작아지는 분포, 대략적으로 가우스 분포(Gaussian distribution)와 유사한 형태를 가질 수 있다. 제1 빔경(W1)보다 큰 빔경을 가지면서 중심에서 주변부로 갈수록 세기가 작아지는 분포를 갖는 확대된 광빔으로 인해, 공간 광 변조기에 의해 푸리에 렌즈(1200)의 초점면에서 발생하는 고차 노이즈(도 10의 N1) 및 고차 노이즈(도 10의 N1)에 의해 발생하는 홀로그래픽 영상들(도 10의 S1)이 감소되거나 발생하지 않을 수 있다. 즉, 시야창의 크기를 제한하는 요인들이 감소할

수 있다. 이에 따라, 시야장이 확대될 수 있다.

- [0108] 도 14는 예시적인 실시예에 따른 홀로그래픽 디스플레이 장치의 개념도이다. 도 15은 도 14의 프리즘 어레이를 설명하기 위한 도면이다. 도 16은 도 14의 복소 광 변조기의 복소 화소들을 나타내는 도면이다. 설명의 간결함을 위해, 도 9를 참조하여 설명된 것과 실질적으로 동일한 내용은 설명되지 않을 수 있다.
- [0109] 도 14를 참조하면, 홀로그래픽 디스플레이 장치(1030)가 제공될 수 있다. 홀로그래픽 디스플레이 장치(1030)는 도 9의 홀로그래픽 디스플레이 장치(1010)와 달리, 프리즘 어레이(1500)를 더 포함할 수 있다. 프리즘 어레이(1500)는 복소 광 변조기(1300)의 출광면 상에 배치될 수 있다. 프리즘 어레이(1500)는 광을 서로 다른 방향으로 진행시키는 복수의 프리즘들을 포함할 수 있다.
- [0110] 도 15를 참조하면, 프리즘 어레이(1500)는 2차원 배열된 복수의 단위 영역들(1502)로 분할될 수 있다. 각각의 단위 영역(1502)은 광을 서로 다른 방향으로 진행시키는 복수의 프리즘들(P1, P2, P3)을 포함할 수 있다. 따라서, 프리즘 어레이(1500)는 반복적으로 배열된 복수의 프리즘들(P1, P2, P3)을 포함할 수 있다. 예를 들어, 복수의 프리즘들(P1, P2, P3) 중에서 제1 프리즘(P1)은 광의 진행 방향을 제1 방향으로 바꾸도록 구성되고, 제2 프리즘(P2)은 광의 진행 방향을 제1 방향과 다른 제2 방향으로 바꾸도록 구성되고, 제3 프리즘(P3)은 광의 진행 방향을 제1 및 제2 방향과 다른 제3 방향으로 바꾸도록 구성될 수 있다.
- [0111] 각각의 단위 영역(1502)이 1×3 형태로 배열되는 프리즘들(P1, P2, P3)을 포함하는 것으로 도시되었으나, 반드시 이에 한정되는 것은 아니다. 홀로그래픽 디스플레이 장치(1030)가 동시에 제공하는 상이한 시점의 홀로그래픽 영상의 개수에 따라 각각의 단위 영역(1502) 내의 프리즘 배열이 다르게 선택될 수 있다. 예를 들어, 홀로그래픽 디스플레이 장치(1030)가 가로 방향으로 4개의 상이한 시점의 홀로그래픽 영상을 제공하는 경우, 각각의 단위 영역(1502)은 1×4 배열의 프리즘들을 포함할 수 있다. 또한, 홀로그래픽 디스플레이 장치(1030)가 가로 방향 및 세로 방향으로 4개의 상이한 시점의 홀로그래픽 영상을 제공하는 경우, 각각의 단위 영역(1502)은 2×2 배열의 프리즘들을 포함할 수 있다.
- [0112] 도 16을 참조하면, 복소 광 변조기(1300)는 2차원 배열된 복수의 단위 영역들(1302)을 포함할 수 있다. 복소 광 변조기(1300)의 단위 영역(1302)의 배열 형태는 프리즘 어레이(1500)의 단위 영역(1502)과 동일한 배열 형태를 가질 수 있다. 예를 들어, 프리즘 어레이(1500)의 단위 영역(1502)이 1×3 배열의 프리즘들(P1, P2, P3)을 포함하는 경우, 복소 광 변조기(1300)의 단위 영역(1302)은 1×3 형태로 배열되는 복소 화소들(X1, X2, X3)들을 포함할 수 있다. 프리즘 어레이(1500)의 프리즘들(P1, P2, P3)은 복소 광 변조기(1300)의 복소 화소들과 1:1로 대응할 수 있다.
- [0113] 일 예에서, 복수의 복소 화소들(X1, X2, X3)는 상이한 시점을 갖는 홀로그래픽 영상을 재생하도록 동작할 수 있다. 예를 들어, 복수의 복소 화소들(X1, X2, X3) 중에서 제1 복소 화소(X1)는 제1 시점의 홀로그래픽 영상을 재생하도록 동작하며, 제2 복소 화소(X2)는 제1 시점과 다른 제2 시점의 홀로그래픽 영상을 재생하도록 동작하고, 제3 복소 화소(X3)는 제1 및 제2 시점과 다른 제3 시점의 홀로그래픽 영상을 재생하도록 동작할 수 있다.
- [0114] 프로세서(1330)는 제1 복소 화소(X1)에 제1 시점의 홀로그래픽 영상을 위한 제1 홀로그램 데이터 신호를 제공하고, 제2 복소 화소(X2)에 제2 시점의 홀로그래픽 영상을 위한 제2 홀로그램 데이터 신호를 제공하고, 제3 복소 화소(X3)에 제3 시점의 홀로그래픽 영상을 위한 제3 홀로그램 데이터 신호를 제공하도록 구성될 수 있다.
- [0115] 예시적으로 각각의 단위 영역(1302)이 1×3 배열의 복소 화소들을 포함하는 것으로 도시되었으나, 반드시 이에 한정되는 것은 아니다. 홀로그래픽 디스플레이 장치(1030)가 동시에 제공하고자 하는 상이한 시점의 홀로그래픽 영상의 개수에 따라 각각의 단위 영역(1302) 내의 복소 화소들의 배열이 다르게 선택될 수 있다. 예를 들어, 홀로그래픽 디스플레이 장치(1030)가 횡방향으로 4개의 상이한 시점의 홀로그래픽 영상을 제공하는 경우, 각각의 단위 영역(1302)은 1×4 배열의 복소 화소들을 포함할 수 있다. 또한, 홀로그래픽 디스플레이 장치(1030)가 횡 방향 및 종방향으로 4개의 상이한 시점의 홀로그래픽 영상을 제공하는 경우, 각각의 단위 영역(1302)은 2×2 배열의 복소 화소들을 포함할 수 있다.
- [0116] 본 개시는 동시에 여러 시점의 홀로그래픽 영상들을 재생하는 홀로그래픽 디스플레이 장치(1030)를 제공할 수 있다.
- [0117] 도 17은 예시적인 실시예에 따른 홀로그래픽 디스플레이 장치의 개념도이다. 설명의 간결함을 위해, 도 12 및 도 13을 참조하여 설명된 것 및 도 14 내지 도 16을 참조하여 설명된 것과 실질적으로 동일한 내용은 설명되지 않을 수 있다.

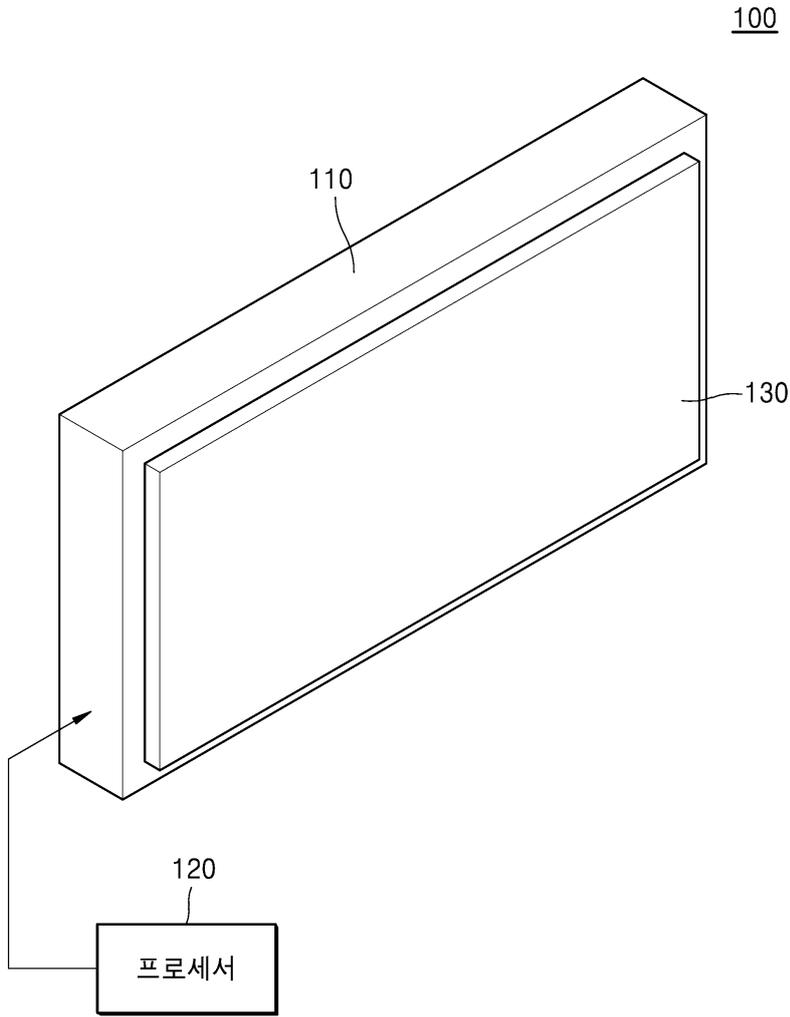
- [0118] 도 17을 참조하면, 홀로그래픽 디스플레이 장치(1040)가 제공될 수 있다. 홀로그래픽 디스플레이 장치(1040)는 도 14 내지 도 16을 참조하여 설명되는 홀로그래픽 디스플레이 장치(1030) 및 도 12 및 도 13을 참조하여 설명되는 회절 방지 필름(1400)을 포함할 수 있다.
- [0119] 도 12 및 도 13을 참조하여 설명된 것과 달리, 회절 방지 필름(1400)은 프리즘 어레이(1500)의 출사면 상에 배치될 수 있다.
- [0120] 본 개시는 노이즈들의 생성을 방지하고, 동시에 여러 시점의 홀로그래픽 영상들을 재생하는 홀로그래픽 디스플레이 장치(1040)를 제공할 수 있다.
- [0121] 본 개시의 기술적 사상의 실시예들에 대한 이상의 설명은 본 개시의 기술적 사상의 설명을 위한 예시를 제공한다. 따라서 본 개시의 기술적 사상은 이상의 실시예들에 한정되지 않으며, 본 개시의 기술적 사상 내에서 당해 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자에 의하여 상기 실시예들을 조합하여 실시하는 등 여러 가지 많은 수정 및 변경이 가능함은 명백하다.

부호의 설명

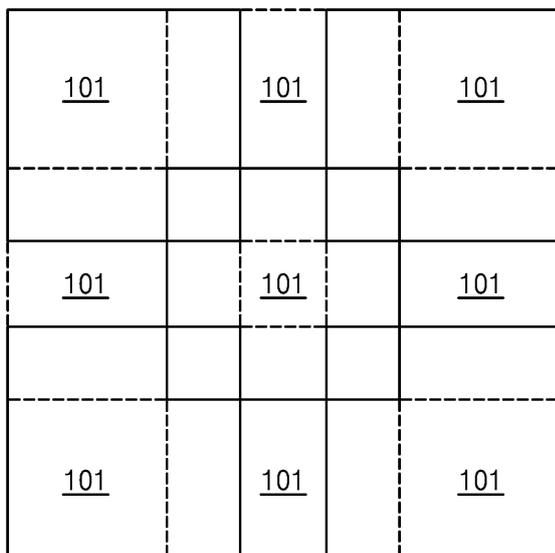
- [0122] 100, 1300: 복소 광 변조기 110, 1310: 진폭 변조기
- 120, 1330: 프로세서 130, 1320: 위상 변조기
- 1100: 백라이트 유닛 1200: 푸리에 렌즈
- 1400: 회절 방지 필름 1500: 프리즘 어레이
- 1010, 1020, 1030, 1040: 홀로그래픽 디스플레이 장치

도면

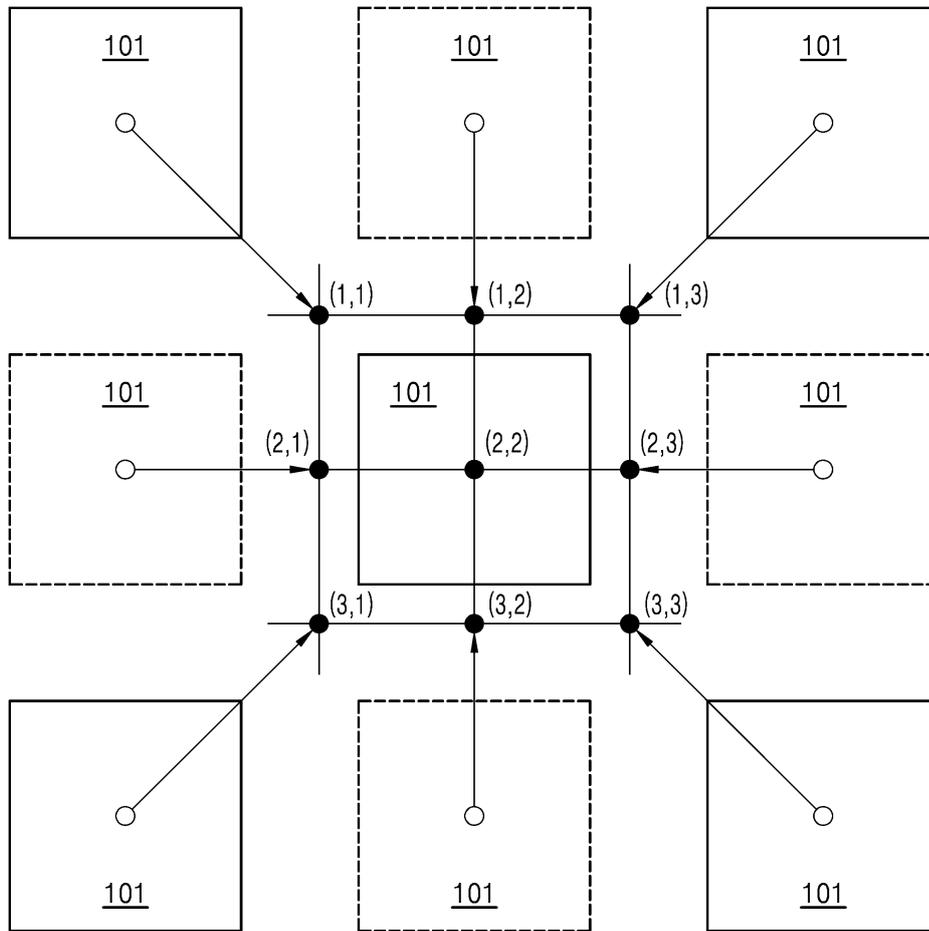
도면1



도면2



도면3

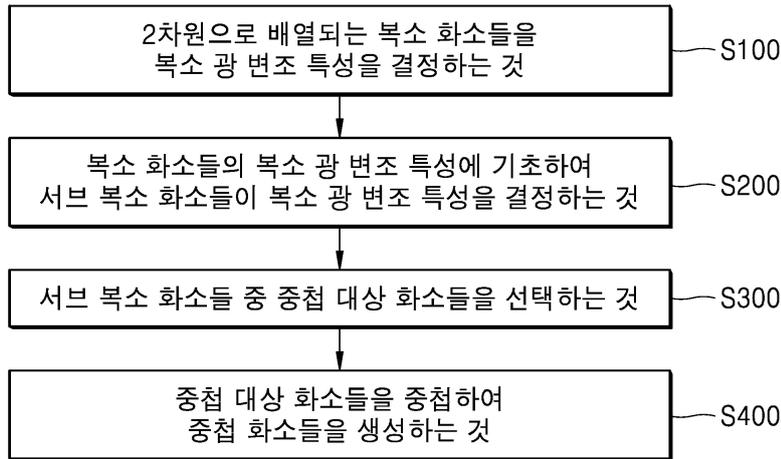


도면4

101

<u>102</u>	<u>102</u>	<u>102</u>
<u>102</u>	<u>102</u>	<u>102</u>
<u>102</u>	<u>102</u>	<u>102</u>

도면5

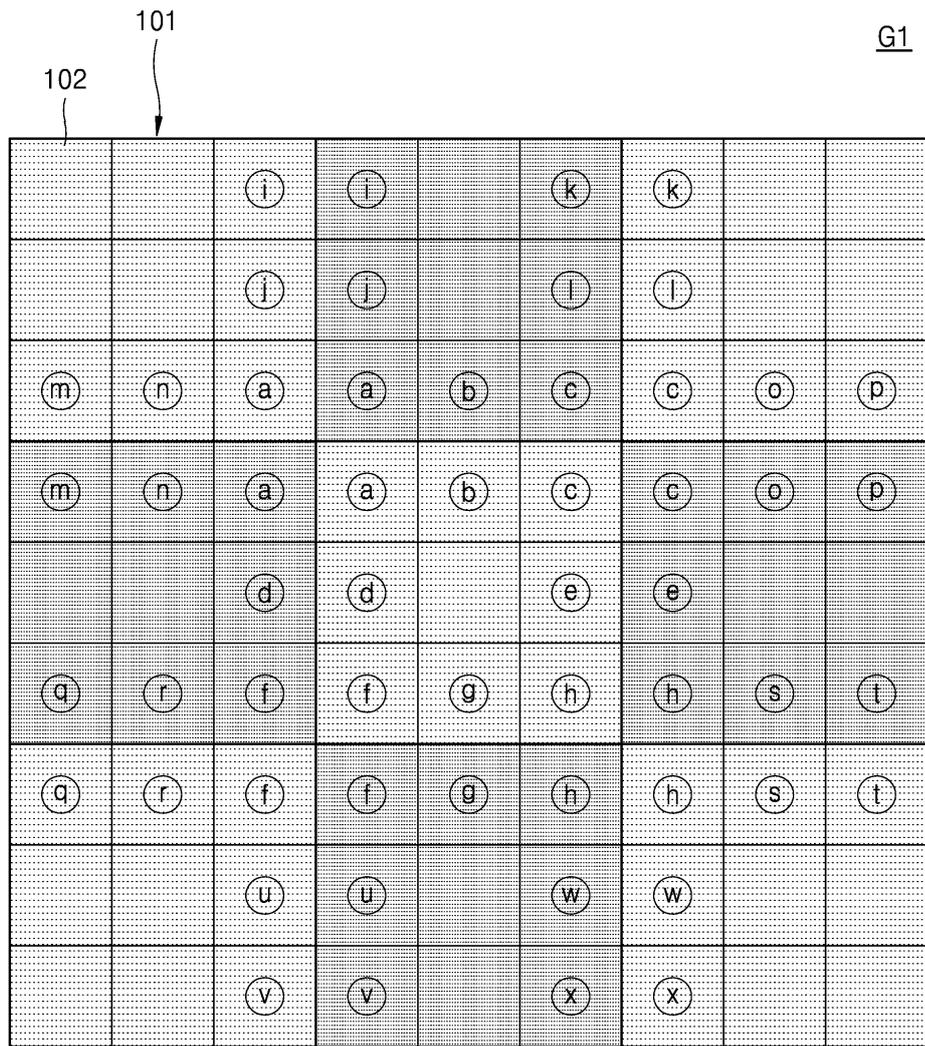


도면6

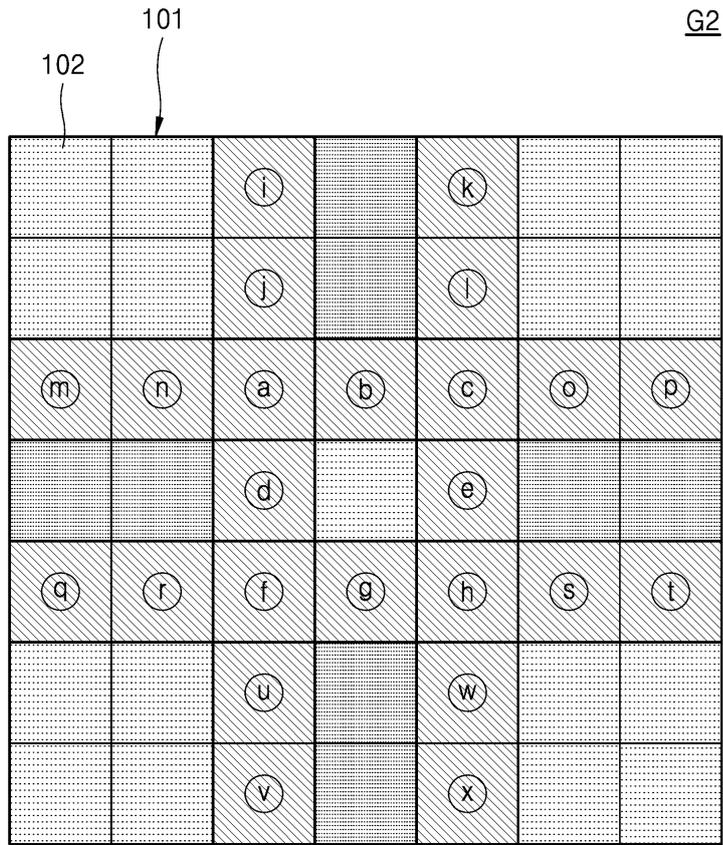
G1

102		101						
$B1_{(1,1)}$	$B2_{(1,1)}$	$B1_{(1,1)}$	$B1_{(1,2)}$	$B2_{(1,2)}$	$B1_{(1,2)}$	$B1_{(1,3)}$	$B2_{(1,3)}$	$B1_{(1,3)}$
5	2	5	5	2	5	5	2	5
$B3_{(1,1)}$	$B1_{(1,1)}$	$B3_{(1,1)}$	$B3_{(1,2)}$	$B1_{(1,2)}$	$B3_{(1,2)}$	$B3_{(1,3)}$	$B1_{(1,3)}$	$B3_{(1,3)}$
2	5	2	2	5	2	2	5	2
$B1_{(1,1)}$	$B2_{(1,1)}$	$B1_{(1,1)}$	$B1_{(1,2)}$	$B2_{(1,2)}$	$B1_{(1,2)}$	$B1_{(1,3)}$	$B2_{(1,3)}$	$B1_{(1,3)}$
5	2	5	5	2	5	5	2	5
$B1_{(2,1)}$	$B2_{(2,1)}$	$B1_{(2,1)}$	$B1_{(2,2)}$	$B2_{(2,2)}$	$B1_{(2,2)}$	$B1_{(2,3)}$	$B2_{(2,3)}$	$B1_{(2,3)}$
5	2	5	5	2	5	5	2	5
$B3_{(2,1)}$	$B1_{(2,1)}$	$B3_{(2,1)}$	$B3_{(2,2)}$	$B1_{(2,2)}$	$B3_{(2,2)}$	$B3_{(2,3)}$	$B1_{(2,3)}$	$B3_{(2,3)}$
2	5	2	2	5	2	2	5	2
$B1_{(2,1)}$	$B2_{(2,1)}$	$B1_{(2,1)}$	$B1_{(2,2)}$	$B2_{(2,2)}$	$B1_{(2,2)}$	$B1_{(2,3)}$	$B2_{(2,3)}$	$B1_{(2,3)}$
5	2	5	5	2	5	5	2	5
$B1_{(3,1)}$	$B2_{(3,1)}$	$B1_{(3,1)}$	$B1_{(3,2)}$	$B2_{(3,2)}$	$B1_{(3,2)}$	$B1_{(3,3)}$	$B2_{(3,3)}$	$B1_{(3,3)}$
5	2	5	5	2	5	5	2	5
$B3_{(3,1)}$	$B1_{(3,1)}$	$B3_{(3,1)}$	$B3_{(3,2)}$	$B1_{(3,2)}$	$B3_{(3,2)}$	$B3_{(3,3)}$	$B1_{(3,3)}$	$B3_{(3,3)}$
2	5	2	2	5	2	2	5	2
$B1_{(3,1)}$	$B2_{(3,1)}$	$B1_{(3,1)}$	$B1_{(3,2)}$	$B2_{(3,2)}$	$B1_{(3,2)}$	$B1_{(3,3)}$	$B2_{(3,3)}$	$B1_{(3,3)}$
5	2	5	5	2	5	5	2	5

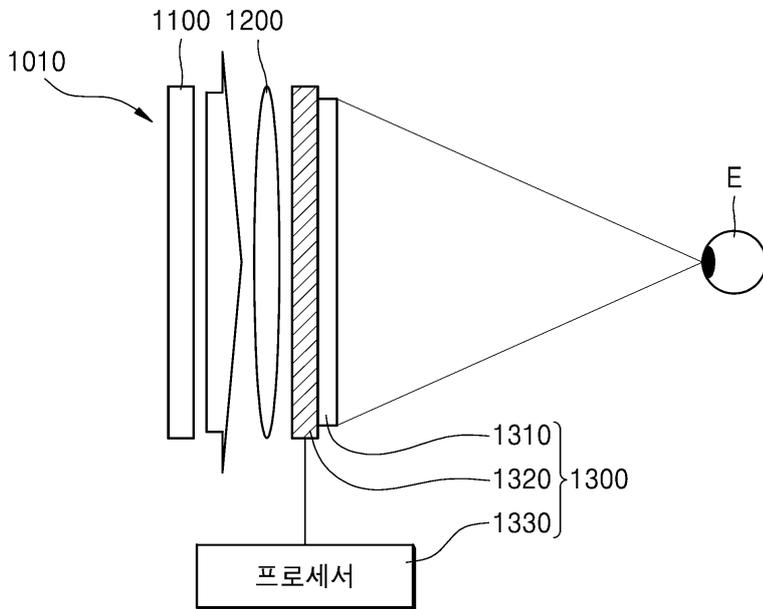
도면7



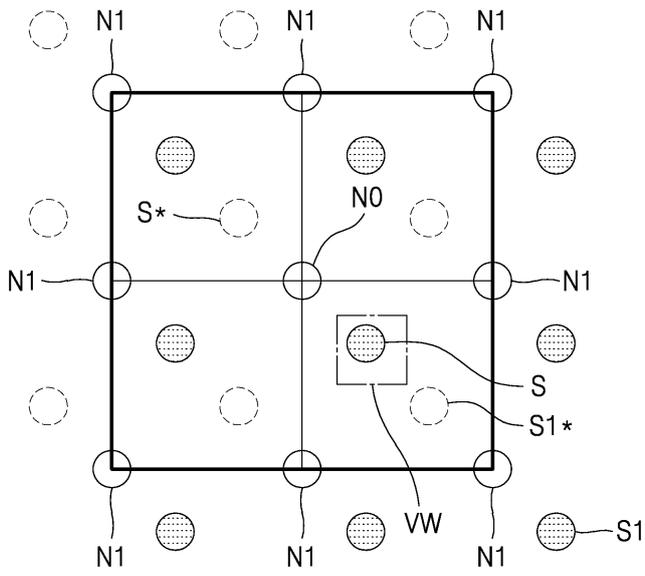
도면8



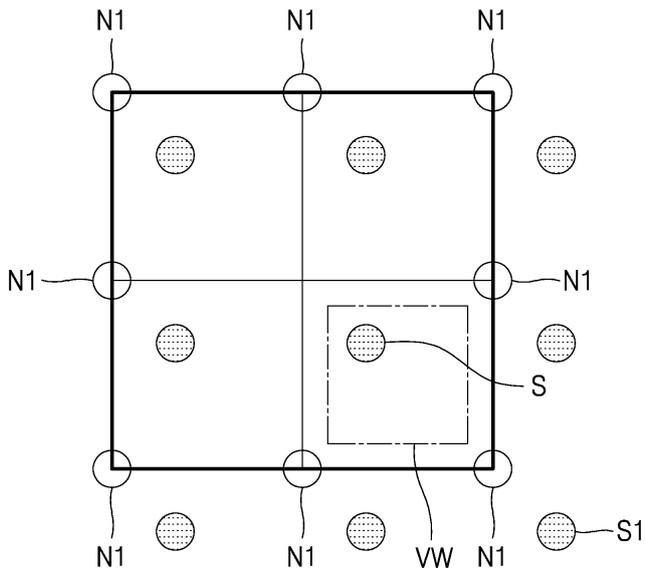
도면9



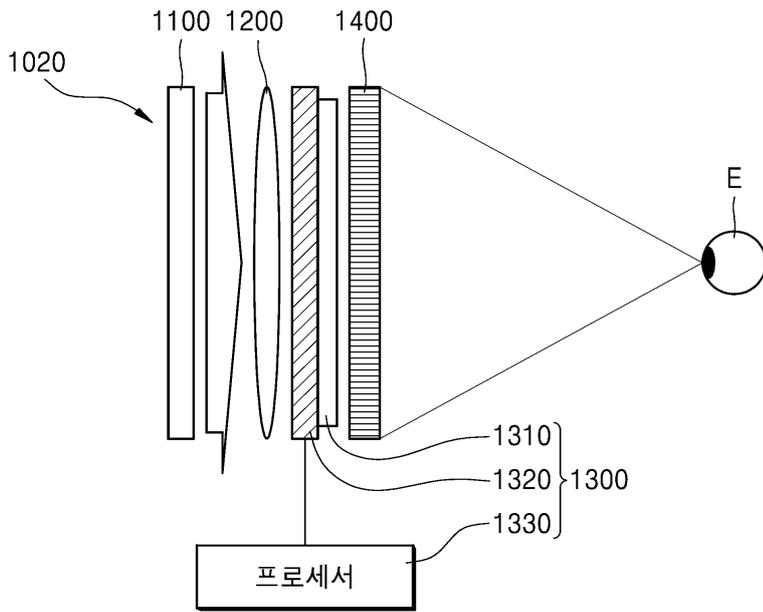
도면10



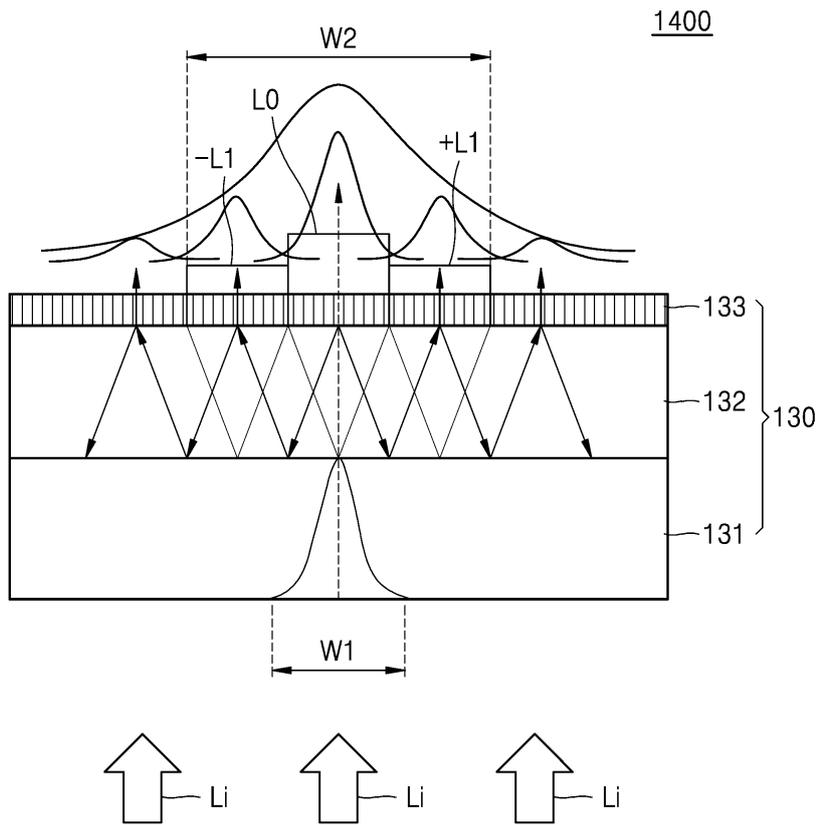
도면11



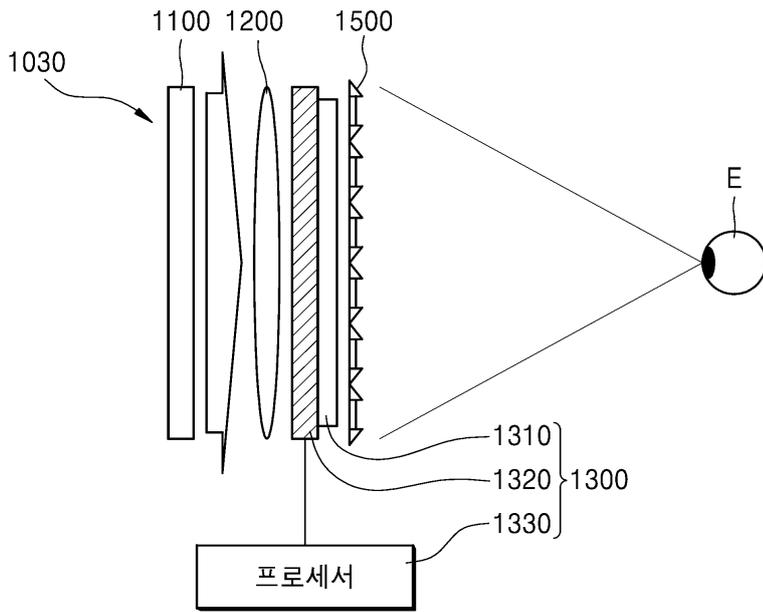
도면12



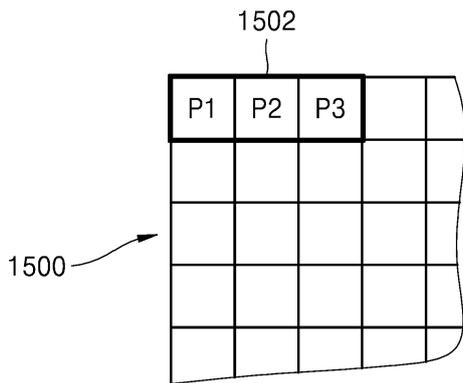
도면13



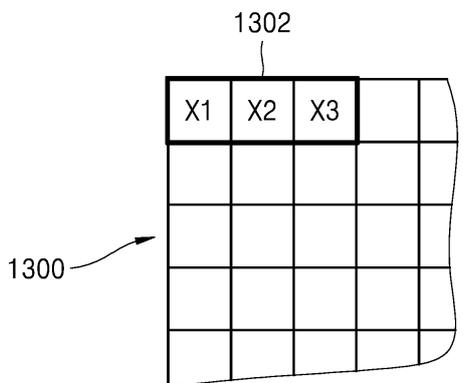
도면14



도면15



도면16



도면17

