(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0097939
(43) 공개일자 2019년08월21일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G03H 1/22 (2006.01) *G02B 27/01* (2006.01)
G03H 1/02 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G03H 1/2294 (2013.01)
G02B 27/0103 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0017966
(22) 출원일자 2018년02월13일
심사청구일자 2018년02월13일

(71) 출원인
인하대학교 산학협력단
인천광역시 미추홀구 인하로 100(용현동, 인하대학교)
(72) 발명자
박재형
경기도 군포시 금산로 91, 108동 1802호 (산본동, 래미안 하이어스)
(74) 대리인
특허법인엠에이피에스

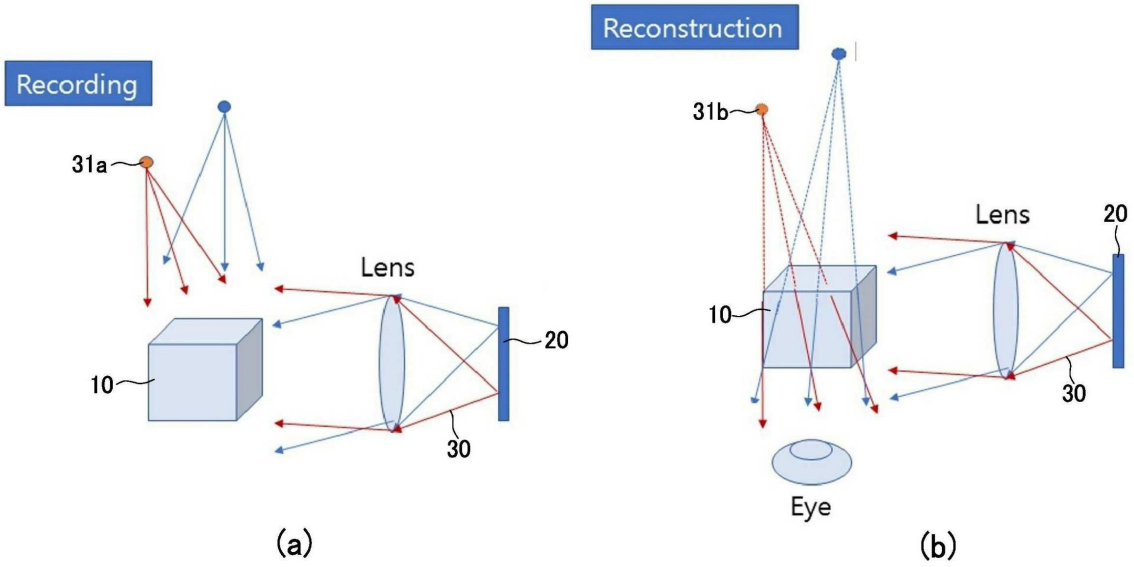
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 **하이브리드 홀로그래픽 디스플레이 장치 및 이를 이용한 디스플레이 방법**

(57) 요 약

본 발명의 일 실시예에 따른 하이브리드 방식의 홀로그램을 제공하는 방법에 있어서, 체적 홀로그램 기록매체(volume holographic recording medium)에 대하여 베이시스 아날로그 홀로그램(basis analog hologram)을 저장하는 단계; 및 공간 광 변조기(Spatial Light Modulator; SLM) 장치를 통해 저장된 베이시스 아날로그 홀로그램을 어드레싱(addressing)하여, 홀로그램을 재생하는 단계를 가진다.

대 표 도



(52) CPC특허분류
G03H 2001/0224 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1711050859
부처명 과학기술정보통신부
연구관리전문기관 한국연구재단
연구사업명 개인기초연구(미래부)
연구과제명 하이브리드 홀로그래픽 디스플레이 원천 기술 개발
기 여 율 1/1
주관기관 인하대학교
연구기간 2017.03.01 ~ 2018.02.28

명 세 서

청구범위

청구항 1

하이브리드 방식의 홀로그램을 제공하는 방법에 있어서,

체적 홀로그램 기록매체(volume holographic recording medium)에 대하여 베이시스 아날로그 홀로그램(basis analog hologram)을 저장하는 단계; 및

공간 광 변조기(Spatial Light Modulator; SLM) 장치를 통해 상기 저장된 베이시스 아날로그 홀로그램을 어드레싱(addressing)하여, 홀로그램을 재생하는 단계를 포함하는 하이브리드 방식의 홀로그램 제공 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 베이시스 아날로그 홀로그램을 저장하는 단계는

평면 반송파를 베이시스로서 사용하여 아날로그 홀로그램을 저장하는 것인 하이브리드 방식의 홀로그램 제공 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 베이시스 아날로그 홀로그램을 저장하는 단계는

3D 복셀(voxel)을 베이시스로서 사용하여 아날로그 홀로그램을 저장하는 것인 홀로그램 제공 방법.

청구항 4

제 2 항에 있어서,

상기 어드레싱하는 단계는 상기 베이시스로서 저장된 평면 반송파의 진폭과 위상을 변조하여 특정 베이시스 아날로그 홀로그램이 선택되도록 어드레싱하는 것인 하이브리드 방식의 홀로그램 제공 방법.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 홀로그램을 재생하는 단계는

상기 공간 광 변조기 장치를 통과한 참조파에 의해 상기 베이시스 아날로그 홀로그램이 재생되는 것인, 하이브리드 방식의 홀로그램 제공 방법.

청구항 6

하이브리드 방식의 홀로그램 제공장치에 있어서,

체적 홀로그램 기록매체;

공간 광 변조기(Spatial Light Modulator; SLM) 장치;

상기 체적 홀로그램 기록매체에 대하여 베이시스 아날로그 홀로그램을 기록하는 기록부; 및

상기 공간 광 변조기 장치를 통해 상기 체적 홀로그램 기록매체에 저장된 베이시스 아날로그 홀로그램을 어드레싱하여 홀로그램을 재생하는 어드레싱부를 포함하는 하이브리드 방식의 홀로그램 제공 장치.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 기록부는 평면 반송파를 베이시스로서 사용하여 아날로그 홀로그램을 저장하는 것인 하이브리드 방식의 홀로그램 제공 장치.

청구항 8

제 6 항에 있어서,

상기 기록부는 3D 복셀(voxel)을 베이시스로서 사용하여 아날로그 홀로그램을 저장하는 것인 하이브리드 방식의 홀로그램 제공 장치.

청구항 9

제 7 항에 있어서,

상기 공간 광 변조기 장치를 통해 상기 베이시스로서 저장된 평면 반송파의 진폭과 위상을 변조하여 특정 베이시스 아날로그 홀로그램이 선택되도록 어드레싱하는 것인 하이브리드 방식의 홀로그램 제공 장치.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 공간 광 변조기를 통과한 참조파에 의해 상기 베이시스 아날로그 홀로그램이 재생되는 것인, 하이브리드 방식의 홀로그램 제공 장치.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 아날로그 홀로그램 및 디지털 홀로그램 구조를 결합한 디스플레이 장치 및 이를 이용한 디스플레이 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 홀로그래픽 디스플레이(holographic display)는 표현하고자 하는 3차원 장면에 해당하는 복소 광파(complex optical field)를 재현함으로써 사용자에게 3차원 영상을 제공하는 디스플레이 기술을 말한다. 홀로그래픽 디스플레이는 광파의 회절을 이용하여 3차원 장면에 해당하는 광파를 재현하기에 기존의 라이트필드(Light-Field) 3차원 디스플레이 기술을 원하지 않으며, 회절에 의해 발생하는 광선 분포의 공간 해상도와 각도 해상도 간의 트레이드 오프(trade-off)에도 자유롭다. 또한, 개별 3D 복셀(voxel)마다 연속적인 구면파를 재현하므로 인지되는 영상의 거리와 실제 각 눈에 전달되는 2차원 영상의 물리적인 거리 사이의 불일치(Accommdation-Vergence mismatch)가 없는 완전한 3차원 영상을 높은 해상도로 표현하는 것이 가능하다.

[0003] 홀로그래픽 디스플레이 연구 중 하나는 큰 회절각을 갖는 공간 광 변조기(Spatial light modulator; SLM) 기술 개발로, 종래에는 공간 광 변조기를 이용한 대화면 광시야각 홀로그래픽 디스플레이를 구현하기 위해 여러 개의 공간 광 변조기를 공간적으로 다중화하여 사용하여야 했다.

[0004] 종래의 연구에서는 재생되는 홀로그래픽 영상의 시야각 및 영상크기는 모두 공간 광 변조기의 픽셀 개수에 의하여 결정된다. 이는 광시야각 내에서 광파 재생을 픽셀의 개수 및 크기의 한계가 존재하는 공간 광 변조기의 회절에만 의존하여 수행하려는 것에서 기인하게 된다. 큰 회절각을 구현하기 위해서는 공간 광 변조기의 매우 작은 픽셀 피치가 요구되고, 이는 다시 주어진 공간 광 변조기 크기에서 픽셀 개수의 증대로 이어진다.

[0005] 도 1은 종래에 사용되는 공간 광 변조기와 홀로그래픽 영상의 시야각/크기와의 관계를 나타낸 것이다.

[0006] 하나의 복셀을 재생하기 위하여 공간 광 변조기는 구면파의 복소 광파 패턴을 표시해야 한다 이때, 구면파의 복소 광파 패턴은 도면에서 보는 바와 같이 복셀에서 멀어질수록 점점 조밀해지는 패턴이며, 에일리어싱(aliasing)없이 공간 광 변조기 내에서 유효하게 표시할 수 있는 복소 광파 패턴 영역의 크기가 공간 광 변조기의 픽셀 피치에 의하여 결정된다. 결국 복셀에 대하여 재생되는 광파의 각도 범위를 제한하여 이것이 복셀의 시야각을 결정한다. 이를 수식적으로 설명하면, 파장 λ, 공간 광 변조기의 픽셀 피치가 p, 크기가 L인 경우, 3D 복셀 재생 광파의 시야각 Θ와 표현 가능한 영상의 최대 크기 L_s는 아래의 수학식 1과 수학식 2와 같이 주어질 수 있다.

[0007] [수학식 1]

[0008] $\Theta = 2\sin^{-1}(\lambda/2p) \approx \lambda/p$

[0009] [수학식 2]

[0010] $L_s = L$

[0011] 상기 수학식 1 및 수학식 2와 같이, 영상의 시야각과 크기의 곱은 $\Theta L_s = \lambda L/p$=[파장]x[공간 광 변조기 픽셀의 개수(단방향)]이 되고, 공간 광 변조기 뒤에 광학계를 사용하여 영상을 확대/축소 하더라도 확대/축소된 영상의 시야각과 크기의 곱은 여전히 일정하게 된다. 따라서 홀로그래픽 디스플레이에서 홀로그래픽 영상의 시야각과 크기의 곱은 사용되는 공간 광 변조기의 픽셀의 개수에 의해 결정된다고 이해할 수 있다.

[0012] 광파에 큰 각도의 방향성을 주는 것은 재생되는 3차원 영상이 해당 방향에 반송파(carrier wave)를 주는 것과 개념적으로 동일하며, 실제 3차원 영상의 정보는 이러한 반송파에 실린 베이스밴드 시그날(baseband signal)로 이해될 수 있다. 반송파의 광학적 재현은 베이스밴드 시그날의 광학적 재현보다 훨씬 작은 공간 광 변조기 픽셀 피치를 요구하며, 현재 홀로그래픽 디스플레이 연구들은 반송파와 베이스 밴드 시그날의 재현을 모두 공간 광 변조기에만 의존하므로, 3차원 영상 자체의 정보량이 요구하는 수준보다 공간 광 변조기의 요구 수준이 훨씬 높게 된다.

선행기술문헌

특허문헌

[0013] (특허문헌 0001) 한국공개특허 제10-2014-0136145호 (발명의 명칭: 포토폴리머를 이용한 풀 컬러 홀로그래픽 광학소자 및 이의 제조 방법과, 표시장치)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0014] 본 발명은 전술한 문제점을 해결하기 위하여, 본 발명의 일 실시예는 아날로그 홀로그램(analog hologram)의 기술을 이용하여 공간 광 변조기의 회절에만 의존하지 않으면서도 높은 해상도와 넓은 시야각을 가지는 홀로그램 디스플레이를 구현하는 것에 목적이 있다.

[0015] 다만, 본 실시예가 이루고자 하는 기술적 과제는 상기된 바와 같은 기술적 과제들로 한정되지 않으며, 또 다른 기술적 과제들이 더 존재할 수 있다.

과제의 해결 수단

[0016] 상기와 같은 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 하이브리드 방식의 홀로그램을 제공하는 방법에 있어서, 체적 홀로그램 기록매체(volume holographic recording medium)에 대하여 베이시스 아날로그 홀로그램(basis analog hologram)을 저장하는 단계; 및 공간 광 변조기 (Spatial Light Modulator; SLM) 장치를 통해 저장된 베이시스 아날로그 홀로그램을 어드레싱(addressing)하여, 홀로그램을 재생하는 단계를 포함할 수 있다.

[0017] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따라 하이브리드 방식의 홀로그램을 제공하는 홀로그램 제공장치에 있어서, 체적 홀로그램 기록매체; 공간 광 변조기 (Spatial Light Modulator; SLM) 장치; 체적 홀로그램 기록매체에 대하여 베이시스 아날로그 홀로그램을 기록하는 기록부; 및 공간 광 변조기 장치를 통해 체적 홀로그램 기록매체에 저장된 베이시스 아날로그 홀로그램을 어드레싱하여 홀로그램을 재생하는 어드레싱부로 구성될 수 있다.

발명의 효과

[0018] 상술한 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른, 아날로그 체적 홀로그램(analog volume hologram)의 경우 기록매체(recording medium)의 유효 해상도가 충분하여 매우 넓은 시야각을 가지는 홀로그래픽 영상의 기록 및 재생이 가능하다.

[0019] 따라서, 본 발명에서 아날로그 홀로그램의 재생은 공간 광 변조기를 통하여 이루어지나, 재생되는 3차원 영상을 이루는 실제 광파들의 재생은 아날로그 홀로그램을 통하여 이루어지므로, 아날로그 홀로그램 수준의 넓은 시야각을 갖는 3차원 영상의 재생이 가능해진다. 이를 통하여 기존의 시야각 및 영상크기가 공간 광 변조기의 픽셀 개수에 의하여 결정되던 제한을 극복할 수 있다.

[0020] 또한, 기존 홀로그래픽 디스플레이에서 3차원 영상에 해당하는 복소 광파의 공간 광 변조기면에서의 분포 계산은 컴퓨터 홀로그램(Computer Generated Holography; CGH)라 불리며, 큰 연산량을 요구하였다. 본 발명에서는 공간 광 변조기가 이러한 복소 광파를 직접 생산하지 않고, 3차원 영상을 이루는 베이시스(basis)들의 복소 계수들만을 표시하므로 적절한 베이시스들을 선택할 경우 기존 CGH에 비하여 훨씬 작은 연산량으로 공간 광 변조기 패턴을 생성할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0021] 도 1은 종래에 사용되는 공간 광 변조기와 홀로그래픽 영상의 시야각/크기와의 관계를 나타낸 것이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른, 하이브리드 홀로그래픽 디스플레이를 제공하기 위한 방법을 나타낸 동작흐름도이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른, 3D 복셀을 활용한 하이브리드 홀로그래픽 디스플레이의 개념도이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른, 평면파를 활용한 하이브리드 홀로그래픽 디스플레이의 개념도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0022] 아래에서는 첨부한 도면을 참조하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 본 발명의 실시예를 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.

[0023] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 "연결"되어 있다고 할 때, 이는 "직접적으로 연결"되어 있는 경우뿐 아니라, 그 중간에 다른 소자를 사이에 두고 "전기적으로 연결"되어 있는 경우도 포함한다. 또한 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미하며, 하나 또는 그 이상의 다른 특징이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0024] 이하의 실시예는 본 발명의 이해를 돕기 위한 상세한 설명이며, 본 발명의 권리 범위를 제한하는 것이 아니다. 따라서 본 발명과 동일한 기능을 수행하는 동일 범위의 발명 역시 본 발명의 권리 범위에 속할 것이다.

[0025] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른, 하이브리드 홀로그래픽 디스플레이를 제공하기 위한 방법을 나타낸 동작흐름도이다.

[0026] 도 2를 참조하여 하이브리드 홀로그램 디스플레이를 구현하기 위해서는 먼저 베이시스 광파를 통해 체적 홀로그램 기록매체에 베이시스 아날로그 홀로그램을 저장해야 한다(S110).

[0027] 체적 홀로그래픽 기록매체에는 반송파(carrier wave)에 해당하는 수많은 베이시스 아날로그 홀로그램을 기록하게 되는데, 본 발명에서는 도3 내지 도 4를 통해 설명하게 된다.

[0028] 다음으로 공간 광 변조기를 이용하여 체적 홀로그래픽 기록매체에 저장된 베이시스 아날로그 홀로그램들 중 일부를 선택하여 3차원 영상을 재생한다(S120).

[0029] 이를 자세히 설명하면, 단계(S110)를 통해 기록된 수많은 베이시스 아날로그 홀로그램들 중 3차원 영상을 구현하기 위해 필요한 베이시스 아날로그 홀로그램만 선택 및 재생하여, 재생된 홀로그램에 대한 관측 시야를 구현하게 된다.

[0030] 따라서, 3차원 영상의 재생은 공간 광 변조기를 통해 수행되지만, 홀로그램의 구현은 아날로그 홀로그램이 수행하기에 넓은 해상도와 시야각을 가지게 된다.

[0031] 또한, 홀로그램 재생에 있어 공간 광 변조기가 직접 복소 광파를 생산하지 않기 때문에 종래의 기술보다 훨씬

적은 연산만을 필요로 하게 된다.

[0032] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른, 3D 복셀을 활용한 하이브리드 홀로그래픽 디스플레이의 개념도이다.

[0033] 도 3을 참조하면, 3D 복셀을 활용한 하이브리드 홀로그래픽 디스플레이는 체적 홀로그래픽 기록매체(10), 공간 광 변조기(20), 참조파(30), 3D복셀(31a 및 31b)를 포함할 수 있다.

[0034] 그림 (a)를 살펴보면 공간 광 변조기(20)의 각 픽셀에서 나오는 빛들인 참조파(30)를 통해 체적 홀로그래픽 기록매체(10)에 3D voxel(31a)의 베이시스 아날로그 홀로그램을 다중으로 기록할 수 있다.

[0035] 그림 (b)는 3D복셀(31b)에 기초한 하이브리드 홀로그래픽 디스플레이를 구현하는 개념도로, 공간 광 변조기(20)를 통과한 참조파(30)가 선택적으로 체적 홀로그래픽 기록매체(10)에 입사되면, 홀로그래픽 기록매체(10)에 기록된 복수의 아날로그 홀로그램 중 3차원 영상 구동에 필요한 것만 선택하여 3D영상을 재생하게 된다.

[0036] 그러나 개념도 상의 구조의 경우, 재생 가능한 3D복셀(31b)의 개수가 공간 광 변조기(20)의 픽셀 개수로 제한되며, 3D복셀(31a 및 31b)간의 간격이 사용자로부터 시각적으로 인식될 수 있어, 넓고 깊은 영상의 구현이 어려울 수 있다.

[0037] 따라서 본 발명에서는 이 문제를 해결하기 위한 또 다른 방법을 제안하는 것이며, 이는 아래의 도 4을 통해 서술하도록 한다.

[0038] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른, 평면파를 활용한 하이브리드 홀로그래픽 디스플레이의 개념도이다.

[0039] 도 4를 참조하면, 평면파를 활용한 하이브리드 홀로그래픽 디스플레이는 체적 홀로그래픽 기록매체(10), 공간 광 변조기(20), 참조파(30), 평면파(31c 및 31d)를 포함할 수 있다.

[0040] 그림 (a)는 체적 홀로그래픽 기록매체(10)에 아날로그 홀로그램을 다중기록하기 위한 개념도이고, 앞에서 설명한 3D복셀(31a)이 아닌 평면파(31c)를 이용하여 베이시스 아날로그 홀로그램을 체적 홀로그래픽 기록매체(10)에 기록하게 된다.

[0041] 우수한 화질과 크기의 홀로그램을 구현하기 위해서 체적 홀로그래픽 기록매체(10)은 폭넓은 각도의 선택성(angular selectivity)을 바탕으로하여 베이시스 아날로그 홀로그램을 기록할 필요가 있다.

[0042] 또한, 3차원 영상의 해상도는 홀로그램을 구성하는 베이시스(basis) 광파들의 개수와 연관되어 있기에 다수의 베이시스 광파를 기록하고, 홀로그램 재생 시 작은 크기를 가지는 공간 광 변조기(20)로 베이시스 광파를 효율적으로 어드레싱(addressing)하기 위해서는 폭넓은 각도의 다양성의 선택을 요구하게 된다.

[0043] 이를 위해, 체적 홀로그래픽 기록매체(10)로는 과거 광통신 및 홀로그래픽 메모리(holographic memory)의 용도로 사용되며 0.1도 이하의 각도의 선택성을 갖고, 1000장 이상의 홀로그램 다중화(multiplexing) 성능을 갖는 $LiNbO_3$ 결정(crystal)이 사용될 수 있으나, 본 발명의 체적 홀로그래픽 기록매체(10)가 상술한 예에 한정되는 것은 아니다.

[0044] 그림 (b)는 평면파(31d)를 활용한 하이브리드 홀로그래픽 디스플레이를 재생하기 위한 개념도로, 먼저 공간 광 변조기(20)를 통과한 참조파(30)는 체적 홀로그래픽 기록매체(10)로 입사된다. 이후 사전에 베이시스 아날로그 홀로그램으로 기록된 복수의 평면파(31c) 중 홀로그램 구현에 사용되는 평면파(31d)를 선택하여, 진폭과 위상을 변조 후 홀로그램을 재생하는데, 이때 복소 광파는 진폭과 위상이 변조된 평면파(31d)의 합으로 표현될 수 있다.

[0045] 본 발명의 일 실시예로 베이시스 아날로그 홀로그램을 기록하기 위해 사용되는 베이시스 광파는 3D복셀(31a 및 31b)이나, 평면파(31c 및 31d) 외에도 다른 광파가 선택될 수 있다.

[0046] 따라서 적절한 베이시스 광파를 선택하여 앞서 설명한 3D복셀(31a 및 31b)이나, 평면파(31c 및 31d)보다 적은 수의 광파만으로 우수한 품질의 홀로그래픽 영상을 구현하는 것이 가능할 것이다.

[0047] 전술한 본 발명의 설명은 예시를 위한 것이며, 본 발명이 속하는 기술분야의 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 쉽게 변형이 가능하다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다. 예를 들어, 단일형으로 설명되어 있는 각 구성 요소는 분산되어 실시될 수도 있으며, 마찬가지로 분산된 것으로 설명되어 있는 구성 요소들도 결합된 형태로 실시될 수 있다.

[0048] 본 발명의 범위는 상기 상세한 설명보다는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어지며, 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 균등 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

부호의 설명

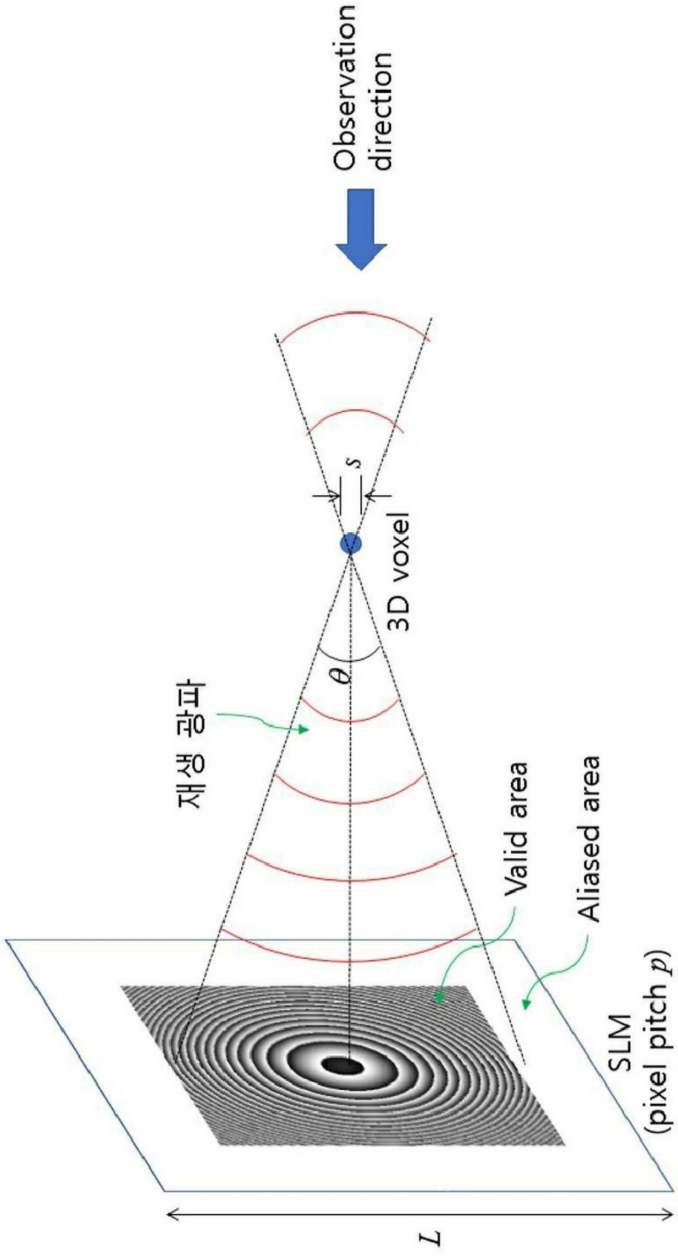
[0049] 10: 체적 홀로그래픽 기록매체 20: 공간 광 변조기

30: 참조파

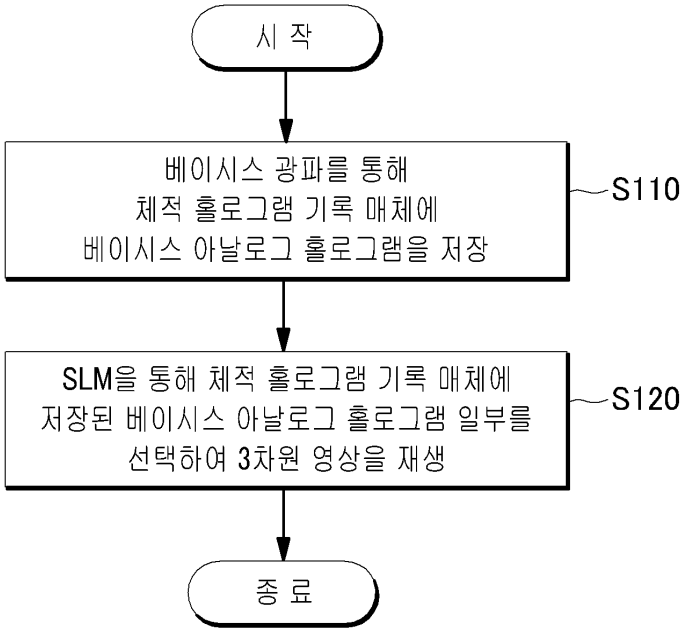
31a 및 31b: 3D 복셀 31c 및 31d: 평면파

도면

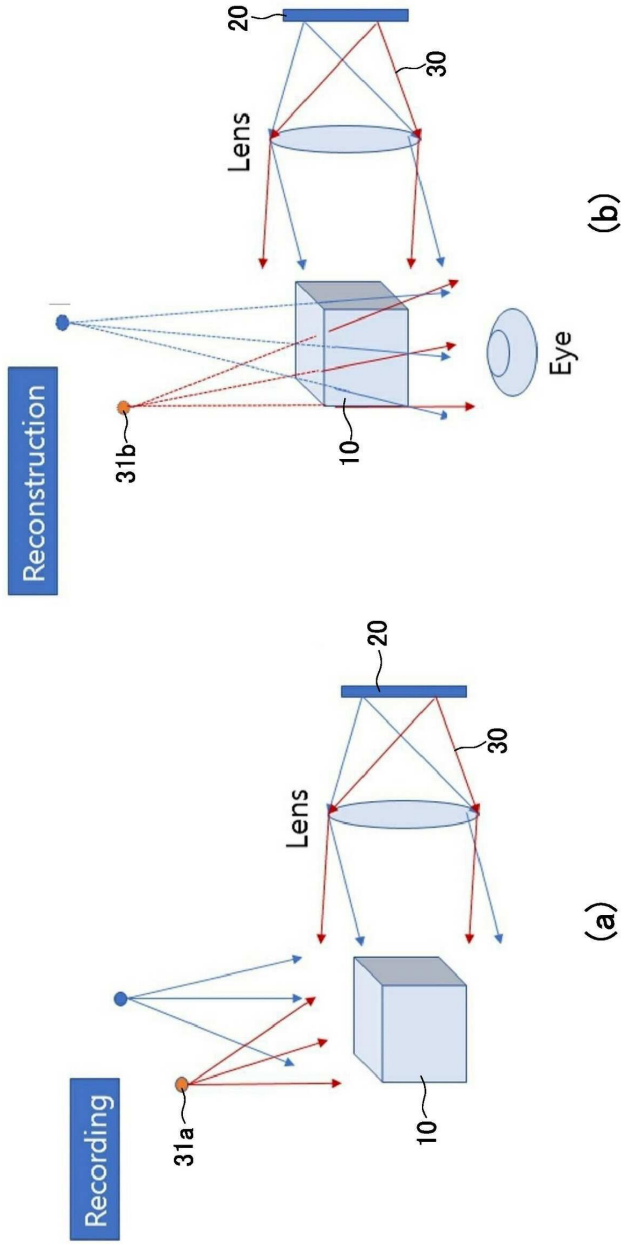
도면1



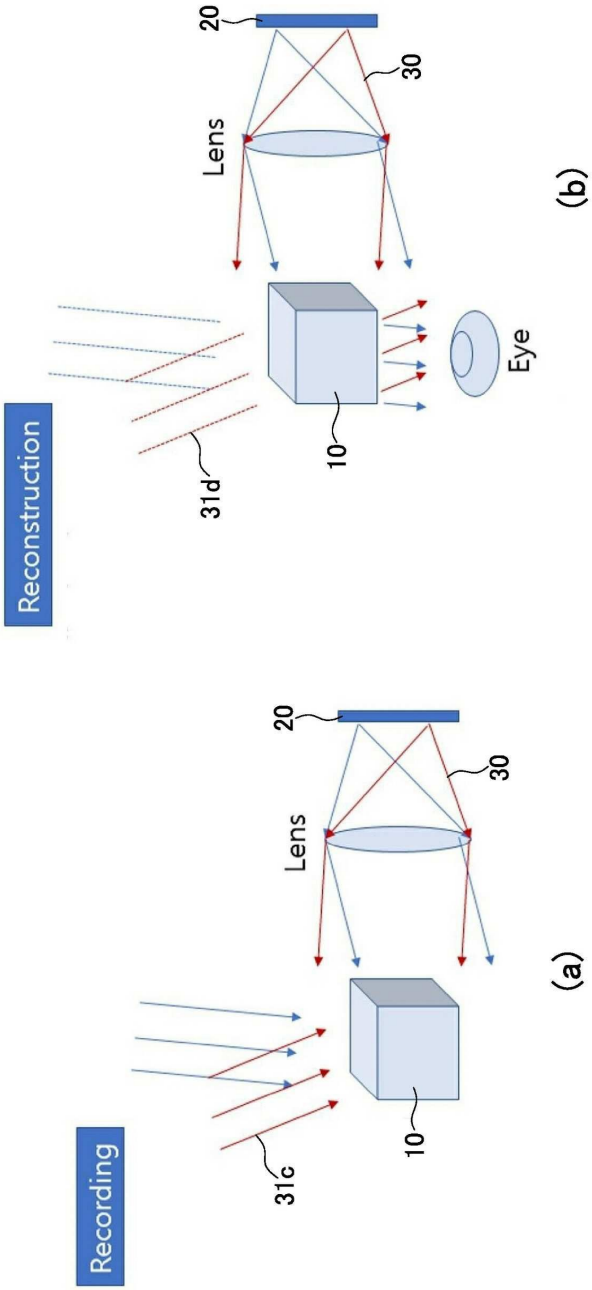
도면2


시 작
베이시스 광파를 통해
체적 홀로그램 기록 매체에
베이시스 아날로그 홀로그램을 저장
S110
SLM을 통해 체적 홀로그램 기록 매체에
저장된 베이시스 아날로그 홀로그램 일부를
선택하여 3차원 영상을 재생
S120
종 료

도면3


20
30
Lens
(b)
Eye
Reconstruction
31b
10
20
30
Lens
(a)
Recording
31a
10

도면4


20
30
Lens
(b)
Eye
Reconstruction
31d
10
20
30
Lens
(a)
Recording
31c
10