(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0092151
(43) 공개일자 2019년08월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G03H 1/04 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G03H 1/0443 (2013.01)
G02B 5/3083 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0011591
(22) 출원일자 2018년01월30일
심사청구일자 2018년01월30일

(71) 출원인
경희대학교 산학협력단
경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732 (서천동, 경희대학교 국제캠퍼스내)
(72) 발명자
민성욱
서울특별시 강동구 고덕로 240, 3동 1501호(명일동, 신동아아파트)
최기홍
서울특별시 성동구 마조로 55, 105동 1002호(마장동, 금호어울림아파트)
임준규
서울특별시 동대문구 천호대로33길 53, 204호(용두동)
(74) 대리인
서재승

전체 청구항 수 : 총 9 항

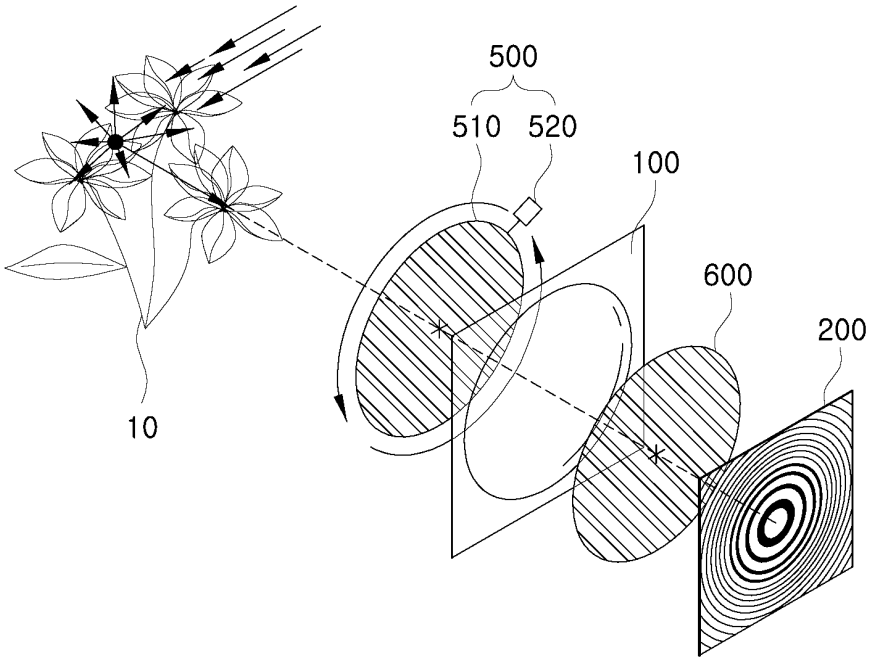
(54) 발명의 명칭 **자가간섭 디지털 홀로그래픽 시스템**

(57) 요 약

본 발명은 자가간섭 디지털 홀로그래픽 시스템에 관한 것으로, 단순한 광학 부품인 기하학적 위상 렌즈를 이용하여 입사광에 대한 간섭 무늬를 획득하여 대상 물체에 대한 홀로그램 이미지를 획득할 수 있도록 함으로써, 제작이 간편하고 저비용이며 소형화가 가능한 형태로 제작이 가능하여 실제 제품에 대한 활용 범위를 다양하게 확장

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도4



할 수 있으며, 복잡한 광학 장비 등을 이용하지 않고 단순 광학 부품인 편광판을 회전 구동하는 방식으로 입사광에 대한 위상 변화를 가능하게 함으로써, 경제적으로 저렴하고 완전한 투과형 시스템을 만들 수 있고, 또한, 위상 변조시에 광 경로를 직접 변조하는 동적 위상 변이 방식이 아니라 편광판의 회전을 이용하여 기하학적 위상 변이 방식으로 위상 변화를 가능하게 함으로써, 광 경로 변화에 의한 위상 변화에 의존하지 않기 때문에, 모든 파장대에서 오차가 적은 위상 변이 효과를 얻을 수 있어 더욱 정확한 홀로그램 이미지를 획득할 수 있는 자가간섭 디지털 홀로그래픽 시스템을 제공한다.

(52) CPC특허분류
G03H 1/041 (2013.01)
G03H 2001/0447 (2013.01)
G03H 2001/0452 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1711055621
부처명 과학기술정보통신부
연구관리전문기관 정보통신기술진흥센터
연구사업명 정보통신기술인력양성(R&D, 정보화)
연구과제명 홀로그램 융합기술 연구개발
기 여 율 1/1
주관기관 충북대학교 산학협력단
연구기간 2015.01.01 ~ 2018.12.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

대상 물체로부터 전파되는 입사광을 자가 간섭 방식으로 간섭 무늬를 생성하여 획득하는 자가간섭 디지털 홀로그래픽 시스템으로서,

상기 입사광이 통과하도록 배치되며, 상기 입사광을 좌원 편광 및 우원 편광으로 변화시키는 기하학적 위상 렌즈; 및

상기 기하학적 위상 렌즈를 통해 변화된 좌원 편광 및 우원 편광을 수광하는 이미지 센서

를 포함하고, 상기 입사광이 상기 기하학적 위상 렌즈를 통해 변화된 좌원 편광 및 우원 편광의 간섭에 의해 간섭 무늬가 생성되고, 생성된 간섭 무늬가 상기 이미지 센서에 의해 획득되는 것을 특징으로 하는 자가간섭 디지털 홀로그래픽 시스템.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 기하학적 위상 렌즈의 전방에 배치되어 상기 기하학적 위상 렌즈로 입사되는 입사광에 대해 위상을 변화시킬 수 있는 위상 변이 수단을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 자가간섭 디지털 홀로그래픽 시스템.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 위상 변이 수단을 통해 순차적으로 위상 변화된 입사광에 대해 각각 좌원 편광 및 우원 편광에 의한 간섭 무늬를 순차적으로 획득하고, 이를 조합하여 하나의 복소 홀로그램을 획득하는 것을 특징으로 하는 자가간섭 디지털 홀로그래픽 시스템.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 위상 변이 수단은

상기 기하학적 위상 렌즈로 입사되는 입사광이 통과하도록 상기 기하학적 위상 렌즈와 동일 중심축 상의 전방에 배치되어 상기 입사광을 직선 편광으로 변화시키는 회전 편광판; 및

상기 회전 편광판을 중심축을 중심으로 회전시키는 편광판 회전 구동부

를 포함하는 것을 특징으로 하는 자가간섭 디지털 홀로그래픽 시스템.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 편광판 회전 구동부는 상기 회전 편광판을 45° 각도로 순차적으로 회전시키는 것을 특징으로 하는 자가간섭 디지털 홀로그래픽 시스템.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 위상 변이 수단에 의해 순차적으로 위상 변화된 4개의 입사광에 대해 각각 좌원 편광 및 우원 편광에 의한 간섭 무늬를 순차적으로 획득하고, 이를 조합하여 하나의 복소 홀로그램을 획득하는 것을 특징으로 하는 자가간섭 디지털 홀로그래픽 시스템.

청구항 7

제 2 항 내지 제 6 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 기하학적 위상 렌즈에 의해 변화된 좌원 편광 및 우원 편광이 통과하도록 상기 기하학적 위상 렌즈와 상기 이미지 센서 사이에 배치되어 상기 좌원 편광 및 우원 편광을 직선 편광으로 변화시키는 고정 편광판을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 자가간섭 디지털 홀로그래픽 시스템.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 대상 물체로부터 전파되는 입사광이 상기 위상 변이 수단을 통과하여 상기 기하학적 위상 렌즈로 입사되도록 상기 위상 변이 수단의 전방에 배치되어 상기 입사광을 집광하는 입사 렌즈를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 자가간섭 디지털 홀로그래픽 시스템.

청구항 9

제 7 항에 있어서,

상기 기하학적 위상 렌즈에 의해 변화된 좌원 편광 및 우원 편광이 통과하도록 상기 기하학적 위상 렌즈와 상기 고정 편광판 사이에 배치되어 상기 좌원 편광 및 우원 편광의 광 경로를 연장시키는 플로팅 렌즈를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 자가간섭 디지털 홀로그래픽 시스템.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 자가간섭 디지털 홀로그래픽 시스템에 관한 것이다. 보다 상세하게는 단순한 광학 부품인 기하학적 위상 렌즈를 이용하여 입사광에 대한 간섭 무늬를 획득하여 대상 물체에 대한 홀로그램 이미지를 획득할 수 있도록 함으로써, 제작이 간편하고 저비용이며 소형화가 가능한 형태로 제작이 가능하여 실제 제품에 대한 활용 범위를 다양하게 확장할 수 있으며, 복잡한 광학 장비 등을 이용하지 않고 단순 광학 부품인 편광판을 회전 구동하는 방식으로 입사광에 대한 위상 변화를 가능하게 함으로써, 경제적으로 저렴하고 완전한 투과형 시스템을 만들 수 있고, 또한, 위상 변조시에 광 경로를 직접 변조하는 동적 위상 변이 방식이 아니라 편광판의 회전을 이용하여 기하학적 위상 변이 방식으로 위상 변화를 가능하게 함으로써, 광 경로 변화에 의한 위상 변화에 의존하지 않기 때문에, 모든 파장대에서 오차가 적은 위상 변이 효과를 얻을 수 있어 더욱 정확한 홀로그램 이미지를 획득할 수 있는 자가간섭 디지털 홀로그래픽 시스템에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 최근 3D 입체영상 기술은 영화, 방송, 오락, 우주항공, 군사, 의료 등 거의 모든 산업 광범위하게 활용되어 큰 영향을 가져올 것으로 예상되는 등 부가가치 파급효과가 지대할 것으로 예상되어, 최근 3D 영상기술개발 관련 커뮤니티에 회자되고 있을 뿐만 아니라 향후 연구개발 관련해 국가적인 이슈로 등장하고 있다.

[0003] 3D 입체영상 제공 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, 패럴랙시 일루미네이션)과 공간상에 실제로 3차원 영상을 생성하기 위해 물체의 단면 영상을 연속적으로 재생하는 체적(volumetric) 방식, 그리고 3차원 물체의 파면 정보를 기록 및 재현하는 홀로그래피 방식이 존재한다.

[0004] 양안시차 방식의 입체영상 제공 기술은 몇 가지의 이유로, 자연스러운 입체영상과는 다르게 인간에게 두통 및 어지럼증 등의 근원적인 문제점을 안고 있다. 이는 모두 입체영상 제작 시의 영상정렬, 광학적 왜곡, 입체감 조절을 위한 카메라 세팅 및 감성적 측면 등의 충분한 고려를 하지 못한 입체영상물 촬영 및 디스플레이 장치의 세팅, 좌우 영상을 번갈아 뿌려주면서 발생되는 플리커 현상, 또한 과도한 돌출효과 생성에 의한 입체영상 자체의 왜곡 등에 기인하게 된다.

[0005] 이러한 양안시차 방식의 문제점으로 야기되는, 스테레오 방식 입체영상 시청의 불편함을 근원적으로 해결해 줄 수 있는 방식이 홀로그래피 기술이다. 일반적으로, 인간은 물체에 부딪쳐 나오는 빛으로 인해 3차원 물체를 인지하게 되는데 이 물체의 빛을 생성할 수만 있다면, 실제의 물체 형상을 재현하는 것이 가능하게 될 것이다. 홀로그램은 이것을 실현한 것으로, 레이저 빛을 사용해 물체로부터 반사되어 나오는 물체파를 또 다른 방향에서 나온 레이저 빛과 만나게 하여 사진필름에 함께 기록한다. 이때 두 방향의 빛이 만나면 물체의 각 구분에서 반사된 물체파의 위상 차이에 따른 간섭무늬가 생성되고 이 간섭무늬에는 물체의 진폭과 위상이 함께 기록된다. 이렇게 간섭무늬의 형태로 물체의 형상이 기록된 사진필름을 홀로그램이라 한다. 즉, 홀로그램은 두 개의 레이저광이 상호 만나 일으키는 빛의 간섭효과를 이용하여 사진용 필름과 유사한 표면에 3차원 이미지를 기록한 것이다.

[0006] 홀로그래피는 빛의 세기 정보만을 기록하는 일반적인 사진 기술과는 달리 물체에서 전파된 빛의 진폭, 위상 정보를 취득하여 기록한다. 현재까지는 가시광의 진폭 및 위상 정보를 직접 기록할 수 있는 센서가 없기 때문에, 가시광의 진폭 및 위상 정보의 취득 시 빛의 간섭 현상을 통해 관련 정보를 간접적으로 취득한다. 간섭은 물체광 및 참조광의 두 광파가 상호작용해 나타나는 현상이지만, 인공적으로 진폭과 위상이 정렬된 빛인 레이저를 사용하지 않으면 간섭무늬 획득이 어려우므로, 최근까지 홀로그래피 기술에는 레이저가 주로 사용되었다.

[0007] 그러나, 이러한 레이저를 사용하는 경우, 레이저 이외의 다른 빛을 모두 차단해야 하므로, 실질적으로 외부 환경에서 홀로그램을 촬영 기록할 수 없다. 이러한 현실적인 문제를 해결하기 위해 자가간섭(Self-interference) 방식의 홀로그래피 기술이 개발되었다.

[0008] 자가간섭 홀로그래피는 물체로부터 발광, 반사된 입사광을 공간적, 혹은 편광상태에 따라 나누는 자가 참조 방식으로 간섭 무늬를 획득한다. 나뉘어진 광파는 간섭계, 혹은 편광 변조기의 영향을 받아 서로 다른 곡률을 가진 파면으로 변조되어 전파되고 이미지 센서 상에서 간섭 무늬를 형성한다. 이때의 간섭은 동일한 시공간에서 출발한 빛에서 기인한 쌍둥이 광파끼리 일어나기 때문에 광원의 조건에서 자유롭다. 따라서 형광, 전구, LED, 혹은 자연광 조건에서 촬영이 가능하다.

[0009] 이러한 자가간섭 홀로그래피 기술은 그 개념이 정립되어 있지만, 이를 실제 구현한 시스템은 아직 거의 개발되어 있지 않으며, 입사광을 분리하여 간섭 무늬를 형성하기 위해 복잡한 광학 시스템을 적용해야 하는 등 실제 제품에 적용되지는 못하고 있는 실정이다.

[0010] 광학 부품이 모두 한 축으로만 정렬된 홀로그래피 기술의 경우 이미지 센서의 해상도나 면적을 그대로 홀로그램으로 활용할 수 있다는 장점이 있지만, 간섭 공식에 의하면 물체의 홀로그램 정보 외에, 광원의 정보와 물체의 쌍영상(twin-image) 정보가 함께 기록된다는 단점이 있다. 이러한 광원 및 쌍영상 정보를 얻어진 홀로그램 정보에서 제거하기 위해 위상 변이 기술을 이용한다. 물체광 혹은 참조광의 광 경로를 파장보다 작은 길이만큼 2~4단계로 미세 조절하면 위상 정보가 미세하게 변이되고, 각 단계마다 빛의 세기 정보를 측정한 뒤, 이를 연산하면 광원 및 쌍영상 정보가 제거된 복소 홀로그램을 얻을 수 있다. 4단계의 위상 변이 시스템에서 복소 홀로그램은 수학식 1과 같이 얻어진다. 수학식 1에서, (x,y)는 이미지 센서 면의 좌표이며, I는 각 위상 변위 된 이미지, 그리고 Φ는 복소 홀로그램이다.

수학식 1

[0011] $$\phi(x,y) = \tan^{-1}\frac{I(x,y;3\pi/2) - I(x,y;\pi/2)}{I(x,y;0) \quad I(x,y;\pi)}$$

[0012] 홀로그래피 기술에서 위상 변이를 위해 다양한 위상 변이 시스템이 시도되고 있는데, 예를 들면, Piezo-actuator와 같이 간섭계의 거울을 나노 단위로 미세하게 움직일 수 있는 장비를 사용하거나, 또는 위상 변조가 가능한 공간 광변조기를 사용하는 방식이 시도되고 있다. 그러나, 이들 장비는 매우 고가이며, 온도, 습도 및 진동과 같은 외부 환경에 민감하다는 단점이 있으며, 또한 광 경로를 직접 변조하기 때문에, 특정 파장대에서만 0부터 360도까지 위상의 완전한 변조가 가능하고, 특정 파장에서 멀수록 위상 변이 오차가 커진다는 단점이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0013] (특허문헌 0001) 국내등록특허 제10-1467672호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0014] 본 발명은 종래 기술의 문제점을 해결하기 위해 발명한 것으로서, 본 발명의 목적은 단순한 광학 부품인 기하학적 위상 렌즈를 이용하여 입사광에 대한 간섭 무늬를 획득하여 대상 물체에 대한 홀로그램 이미지를 획득할 수 있도록 함으로써, 제작이 간편하고 저비용이며 소형화가 가능한 형태로 제작이 가능하여 실제 제품에 대한 활용 범위를 다양하게 확장할 수 있는 자가간섭 디지털 홀로그래픽 시스템을 제공하는 것이다.

[0015] 본 발명의 다른 목적은, 복잡한 광학 장비 등을 이용하지 않고 단순 광학 부품인 편광판을 회전 구동하는 방식으로 입사광에 대한 위상 변화를 가능하게 함으로써, 경제적으로 저렴하고 완전한 투과형 시스템을 만들 수 있고, 또한, 위상 변조시에 광 경로를 직접 변조하는 동적 위상 변이 방식이 아니라 편광판의 회전을 이용하여 기하학적 위상 변이 방식으로 위상 변화를 가능하게 함으로써, 광 경로 변화에 의한 위상 변화에 의존하지 않기 때문에, 모든 파장대에서 오차가 적은 위상 변이 효과를 얻을 수 있어 더욱 정확한 홀로그램 이미지를 획득할 수 있는 자가간섭 디지털 홀로그래픽 시스템을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0016] 본 발명은, 대상 물체로부터 전파되는 입사광을 자가 간섭 방식으로 간섭 무늬를 생성하여 획득하는 자가간섭 디지털 홀로그래픽 시스템으로서, 상기 입사광이 통과하도록 배치되며, 상기 입사광을 좌원 편광 및 우원 편광으로 변화시키는 기하학적 위상 렌즈; 및 상기 기하학적 위상 렌즈를 통해 변화된 좌원 편광 및 우원 편광을 수광하는 이미지 센서를 포함하고, 상기 입사광이 상기 기하학적 위상 렌즈를 통해 변화된 좌원 편광 및 우원 편광의 간섭에 의해 간섭 무늬가 생성되고, 생성된 간섭 무늬가 상기 이미지 센서에 의해 획득되는 것을 특징으로 하는 자가간섭 디지털 홀로그래픽 시스템을 제공한다.

[0017] 이때, 상기 자가간섭 디지털 홀로그래픽 시스템은, 상기 기하학적 위상 렌즈의 전방에 배치되어 상기 기하학적 위상 렌즈로 입사되는 입사광에 대해 위상을 변화시킬 수 있는 위상 변이 수단을 더 포함할 수 있다.

[0018] 또한, 상기 위상 변이 수단을 통해 순차적으로 위상 변화된 입사광에 대해 각각 좌원 편광 및 우원 편광에 의한 간섭 무늬를 순차적으로 획득하고, 이를 조합하여 하나의 복소 홀로그램을 획득할 수 있다.

[0019] 또한, 상기 위상 변이 수단은, 상기 기하학적 위상 렌즈로 입사되는 입사광이 통과하도록 상기 기하학적 위상 렌즈와 동일 중심축 상의 전방에 배치되어 상기 입사광을 직선 편광으로 변화시키는 회전 편광판; 및 상기 회전 편광판을 중심축을 중심으로 회전시키는 편광판 회전 구동부를 포함할 수 있다.

[0020] 또한, 상기 편광판 회전 구동부는 상기 회전 편광판을 45° 각도로 순차적으로 회전시킬 수 있다.

[0021] 또한, 상기 위상 변이 수단에 의해 순차적으로 위상 변화된 4개의 입사광에 대해 각각 좌원 편광 및 우원 편광에 의한 간섭 무늬를 순차적으로 획득하고, 이를 조합하여 하나의 복소 홀로그램을 획득할 수 있다.

[0022] 또한, 상기 자가간섭 디지털 홀로그래픽 시스템은, 상기 기하학적 위상 렌즈에 의해 변화된 좌원 편광 및 우원 편광이 통과하도록 상기 기하학적 위상 렌즈와 상기 이미지 센서 사이에 배치되어 상기 좌원 편광 및 우원 편광을 직선 편광으로 변화시키는 고정 편광판을 더 포함할 수 있다.

[0023] 또한, 상기 자가간섭 디지털 홀로그래픽 시스템은, 상기 대상 물체로부터 전파되는 입사광이 상기 위상 변이 수단을 통과하여 상기 기하학적 위상 렌즈로 입사되도록 상기 위상 변이 수단의 전방에 배치되어 상기 입사광을 집광하는 입사 렌즈를 더 포함할 수 있다.

[0024] 또한, 상기 자가간섭 디지털 홀로그래픽 시스템은, 상기 기하학적 위상 렌즈에 의해 변화된 좌원 편광 및 우원 편광이 통과하도록 상기 기하학적 위상 렌즈와 상기 고정 편광판 사이에 배치되어 상기 좌원 편광 및 우원 편광의 광 경로를 연장시키는 플로팅 렌즈를 더 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0025] 본 발명에 의하면, 단순한 광학 부품인 기하학적 위상 렌즈를 이용하여 입사광에 대한 간섭 무늬를 획득하여 대상 물체에 대한 홀로그램 이미지를 획득할 수 있도록 함으로써, 제작이 간편하고 저비용이며 소형화가 가능한 형태로 제작이 가능하여 실제 제품에 대한 활용 범위를 다양하게 확장할 수 있는 효과가 있다.

[0026] 또한, 복잡한 광학 장비 등을 이용하지 않고 단순 광학 부품인 편광판을 회전 구동하는 방식으로 입사광에 대한 위상 변화를 가능하게 함으로써, 경제적으로 저렴하고 완전한 투과형 시스템을 만들 수 있고, 또한, 위상 변조 시에 광 경로를 직접 변조하는 동적 위상 변이 방식이 아니라 편광판의 회전을 이용하여 기하학적 위상 변이 방식으로 위상 변화를 가능하게 함으로써, 광 경로 변화에 의한 위상 변화에 의존하지 않기 때문에, 모든 파장대에서 오차가 적은 위상 변이 효과를 얻을 수 있어 더욱 정확한 홀로그램 이미지를 획득할 수 있는 효과가 있다.

[0027] 또한, 기하학적 위상 렌즈에 의해 변화된 좌원 편광과 우원 편광에 대해 고정 편광판을 통해 직선 편광으로 변환하여 이미지 센서에 수광되도록 함으로써, 좌원 편광과 우원 편광의 간섭 효과를 강화하여 간섭 무늬를 더욱 선명하게 할 수 있고, 이를 통해 더욱 선명한 홀로그램 이미지를 획득할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0028] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 자가간섭 디지털 홀로그래픽 시스템의 기본 구성을 개념적으로 도시한 개념도,

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 기하학적 위상 렌즈의 특성을 설명하기 위한 도면,

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 위상 변이 수단이 적용된 자가간섭 디지털 홀로그래픽 시스템의 구성을 개념적으로 도시한 개념도,

도 4 내지 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 자가간섭 디지털 홀로그래픽 시스템의 다양한 구성을 예시적으로 도시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0029] 이하, 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부된 도면들을 참조하여 상세히 설명한다. 우선 각 도면의 구성요소들에 참조부호를 부가함에 있어서, 동일한 구성요소들에 대해서는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 가능한 한 동일한 부호를 가지도록 하고 있음에 유의해야 한다. 또한, 본 발명을 설명함에 있어, 관련된 공지 구성 또는 기능에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명은 생략한다.

[0030] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 자가간섭 디지털 홀로그래픽 시스템의 기본 구성을 개념적으로 도시한 개념도이고, 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 기하학적 위상 렌즈의 특성을 설명하기 위한 도면이고, 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 위상 변이 수단이 적용된 자가간섭 디지털 홀로그래픽 시스템의 구성을 개념적으로 도시한 개념도이다.

[0031] 본 발명의 일 실시예에 따른 자가간섭 디지털 홀로그래픽 시스템은 대상 물체로부터 전파되는 입사광을 자가 간

섭 방식으로 간섭 무늬를 생성하여 획득하는 구조로서, 입사광이 통과하도록 배치되어 입사광을 좌원 편광 및 우원 편광으로 변화시키는 기하학적 위상 렌즈(100)와, 기하학적 위상 렌즈(100)를 통해 변화된 좌원 편광 및 우원 편광을 수광하는 이미지 센서(200)를 포함하여 구성된다.

[0032] 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.

[0033] 기하학적 위상 렌즈(100)에 대해 좀더 자세히 살펴보면, 기하학적 위상 렌즈(Geometric Phase Lens)는 액정이 특정 고정 배열을 유지해 렌즈의 역할을 하는 소자이다. 일반적인 렌즈는 굴절률이 다른 매질의 두께를 조절해 입사광의 파면을 변조해 수렴 혹은 발산하게 하는 동적 위상(dynamic phase) 변조를 하지만, 기하학적 위상(geometrical phase) 렌즈는 액정의 복굴절 특성에 따른 빛의 편광상태 변화로 위상 변화가 일어나고, 이에 따라 입사광의 파면이 변조된다는 차이점을 가진다. 기하학적 위상 렌즈를 제작할 때 홀로그램 촬영 기법을 이용하기 때문에, 기록하고자 하는 렌즈면의 쌍영상(twin-image)이 함께 기록되고 따라서 음과 양의 초점거리를 모두 가지는 렌즈 특성을 보인다.

[0034] 이러한 기하학적 위상 렌즈는 액정 소자를 전기적으로 움직일 필요가 없이 광감성 고분자가 경화되면서 형성된 배향막에 따라 영구적으로 배향되기 때문에 독립적인 수동 광학 소자로 작용한다. 매우 투명하고, 얇으며, 제작이 간편하다는 장점이 있다.

[0035] 또한, 편광 선택성이 있어서, 입사광이 우원 편광일 경우 좌원 편광으로 바뀌며 양의 초점거리에 따라 수렴하고, 입사광이 좌원 편광일 경우 우원 편광으로 바뀌며 음의 초점거리에 따라 발산한다. 무편광 빛이 입사하면 에너지가 절반으로 나뉘며 수렴 및 발산하는데, 이때, 수렴광은 좌원 편광, 발산광은 우원 편광이 된다.

[0036] 참고로, 원편광(circular polarization)은 광파의 전기 변위 벡터(또는 자기장 변위 벡터)의 진동 방향이 원진동인 것을 의미하는데, 직선 편광이 1/4 파장판의 주축에 대하여 45° 경사진 진동면을 가지고 입사할 때 1/4 파장판을 통과한 빛은 원편광이다. 빛의 전기 벡터가 관측자로부터 보아 시계 방향으로 회전하는 원편광을 우원 편광이라 하고, 반시계 방향으로 회전하는 원편광을 좌원 편광이라고 한다.

[0037] 도 3의 (a)에 도시된 바와 같이 우원 편광(L2)이 입사된 경우, 초점(f1)은 양의 초점거리 X1을 가지며 좌원 편광(L1)으로 변환되며, 기하학적 위상 렌즈(200)를 통과하여 초점 f1 지점으로 집광된다. 한편, 도 3의 (b)에 도시된 바와 같이 좌원 편광(L1)이 입사된 경우, 초점(f2)은 음의 초점거리 X1을 가지며 우원 편광(L2)으로 변환되며, 기하학적 위상 렌즈(200)를 통과하여 초점 f2를 기준으로 연장되는 경로를 따라 발산하게 된다. 도 3의 (c)에 도시된 바와 같이 무편광의 빛(L)이 입사된 경우, 에너지가 절반으로 나뉘며, 일부는 양의 초점(f1)을 가지며 좌원 편광(L1)으로 변환되어 수렴하고, 일부는 음의 초점(f2)을 가지며 우원 편광(L2)으로 변환되어 발산한다.

[0038] 따라서, 대상 물체(10)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.

[0039] 본 발명에 따른 자가간섭 홀로그래피 시스템은 이미지 센서(200)에 의해 획득된 간섭 무늬에 대한 정보를 통해 입사광의 정보를 획득할 수 있다. 즉, 이미지 센서(200)에 의해 획득된 간섭 무늬를 통해 홀로그램 이미지를 획득할 수 있다.

[0040] 이와 같이 획득된 홀로그램 이미지는 별도의 홀로그램 디스플레이 장치를 통해 디스플레이될 수 있으며, 홀로그램 디스플레이 장치는 다양한 방식으로 적용될 수 있다.

[0041] 한편, 배경 기술에서 살펴본 바와 같이 이러한 홀로그래피 기술의 경우, 간섭 무늬를 통해 홀로그램 이미지를 획득하는 이미지 센서(200)에는 광원의 정보와 물체의 쌍영상(twin-image) 정보가 함께 기록되고, 이는 노이즈로 작용하게 된다. 따라서, 이러한 광원 및 쌍영상 정보를 홀로그램 이미지에서 제거하기 위해 위상 변이 수단(500)이 구비된다.

[0042] 본 발명의 일 실시예에 따른 위상 변이 수단(500)은 기하학적 위상 렌즈(100)의 전방에 배치되어 기하학적 위상 렌즈(100)로 입사되는 입사광에 대해 위상을 변화시킬 수 있도록 형성된다. 이러한 위상 변이 수단(500)은 종래 기술과 달리 광 경로를 직접 변화시키는 동적 위상 변이 방식이 아니라 광 경로를 유지한 상태로 위상을 변화시키는 기하학적 위상 변이 방식으로 구성된다.

[0043] 이와 같이 위상 변이 수단(500)이 기하학적 위상 변이 방식으로 구성됨으로써, 단순한 구조로 제작 가능할 뿐만 아니라, 광 경로 변화에 의한 위상 변화에 의존하지 않기 때문에, 모든 파장대에서 오차가 적은 위상 변이 효과를 얻을 수 있다.

[0044] 이러한 위상 변이 수단(500)을 통해 입사광은 순차적으로 위상 변화되고, 순차적으로 위상 변화된 각각의 입사광은 기하학적 위상 렌즈(100)를 통과하며 각각 좌원 편광 및 우원 편광으로 변화하게 되며, 각각 간섭 무늬를 생성한다. 이미지 센서(200)는 순차적으로 위상 변화된 입사광으로부터 변화된 각각의 좌원 편광 및 우원 편광에 의한 간섭 무늬를 순차적으로 획득하고, 이를 조합 연산 처리하여 하나의 복소 홀로그램 이미지를 획득할 수 있다.

[0045] 이와 같은 구성에 따라 본 발명의 일 실시예에 따른 자가간섭 디지털 홀로그래픽 시스템은, 단순한 광학 부품인 기하학적 위상 렌즈를 이용하여 입사광에 대한 간섭 무늬를 획득할 수 있고, 이를 통해 홀로그램 이미지를 획득할 수 있으며, 제작이 간편하고 저비용이며 소형화가 가능한 형태로 제작이 가능하여 활용 범위를 다양하게 확장할 수 있다.

[0046] 또한, 복잡한 광학 장비 등을 이용하지 않고 단순 광학 부품인 편광판을 회전 구동하는 방식으로 입사광에 대한 위상 변화를 가능하게 함으로써, 경제적으로 저렴하고 완전한 투과형 시스템을 만들 수 있다. 또한, 위상 변조 시에 광 경로를 직접 변조하는 동적 위상 변이 방식이 아니라 후술하는 바와 같이 편광판의 회전을 이용하여 기하학적 위상 변이 방식으로 위상 변화를 가능하게 함으로써, 광 경로 변화에 의한 위상 변화에 의존하지 않기 때문에, 모든 파장대에서 오차가 적은 위상 변이 효과를 얻을 수 있어 더욱 정확한 홀로그램 이미지를 획득할 수 있다.

[0047] 한편, 대상 물체(10)로부터 전파되는 입사광이 위상 변이 수단(500)을 통과하여 기하학적 위상 렌즈(100)로 입사되도록 위상 변이 수단(500)의 전방에는 입사광을 집광하는 입사 렌즈(300)가 배치될 수 있다. 이는 대상 물체(10)로부터 사방으로 방사되는 입사광 중 일부를 본 발명의 홀로그래픽 시스템에 입사시키기 위한 것으로, 일반적인 카메라 또는 현미경 등의 대물 렌즈 기능을 수행한다.

[0048] 도 4 내지 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 자가간섭 디지털 홀로그래픽 시스템의 다양한 구성을 예시적으로 도시한 도면이다.

[0049] 본 발명의 일 실시예에 따른 위상 변이 수단(500)은 광 경로를 직접 변화시키는 동적 위상 변이 방식이 아니라 기하학적 위상 변이 방식으로 구성되는데, 이는 도 4 내지 도 6에 도시된 바와 같이 회전 편광판(510) 및 이를 회전시키는 편광판 회전 구동부(520)를 포함하여 구성될 수 있다.

[0050] 회전 편광판(510)은 입사광을 직선 편광으로 변화시키는 편광판으로, 기하학적 위상 렌즈(100)로 입사되는 입사광이 통과하도록 기하학적 위상 렌즈(100)와 동일 중심축 상의 전방에 배치되어 입사광을 직선 편광으로 변화시키도록 형성된다.

[0051] 편광판 회전 구동부(520)는 도 4 내지 도 6에 화살표로 도시된 바와 같이 회전 편광판(510)을 중심축을 중심으로 회전시키도록 구성된다. 이러한 편광판 회전 구동부(520)는, 회전 편광판(510)의 가장자리와 밀착 접촉하며 회전하는 가압 롤러(미도시)와, 가압 롤러를 회전 구동하는 구동 모터(미도시) 등을 포함하는 형태로 구현할 수 있으며, 이외에도 플레이트 형상의 회전 편광판(510)을 회전시킬 수 있는 다양한 구조로 형성될 수 있다.

[0052] 편광판 회전 구동부(520)는 회전 편광판(510)을 45° 각도로 순차적으로 회전시키도록 구성될 수 있다.

[0053] 이러한 위상 변이 수단(500)에 의해 순차적으로 위상 변화된 4개의 입사광에 대해 각각 좌원 편광 및 우원 편광에 의한 간섭 무늬를 순차적으로 획득하고, 이를 조합 연산 처리하여 하나의 복소 홀로그램을 획득할 수 있다.

[0054] 한편, 도 4 내지 도 6에 도시된 바와 같이 기하학적 위상 렌즈(100)에 의해 변화된 좌원 편광 및 우원 편광이 통과하도록 기하학적 위상 렌즈(100)와 이미지 센서(200) 사이에는 좌원 편광 및 우원 편광을 직선 편광으로 변화시키는 고정 편광판(600)이 구비될 수 있다.

[0055] 이러한 고정 편광판(600)이 없더라도 이미지 센서(200) 상에는 좌원 편광 및 우원 편광의 간섭 무늬가 생성되지만, 기하학적 위상 렌즈(100)를 통해 변화된 좌원 편광 및 우원 편광을 고정 편광판(600)을 통해 동일한 직선 편광으로 변화시킴으로써, 좌원 편광 및 우원 편광의 간섭 현상을 더욱 강화할 수 있고, 이를 통해 이미지 센서(200)에 더욱 선명한 간섭 무늬가 생성될 수 있다.

[0056] 한편, 도 5에 도시된 바와 같이 입사 렌즈(300)는 위상 변이 수단(500)의 전방에 동축 상에 배치될 수 있다. 이

를 통해 대상 물체(10)로부터 전파되는 입사광이 위상 변이 수단(500)을 통과하여 기하학적 위상 렌즈(100)로 입사되며, 이는 전술한 바와 같이 대상 물체(10)로부터 사방으로 방사되는 입사광 중 일부를 본 발명의 홀로그래픽 시스템에 입사시키기 위한 것으로, 일반적인 카메라 또는 현미경 등의 대물 렌즈 기능을 수행한다. 물론, 이러한 입사 렌즈(300)가 구비되지 않을 수도 있으며, 이 경우, 기하학적 위상 렌즈(100)가 대물 렌즈로서의 기능 또한 동시에 수행하게 된다.

[0057] 한편, 도 6에 도시된 바와 같이 기하학적 위상 렌즈(100)에 의해 변화된 좌원 편광 및 우원 편광이 통과하도록 기하학적 위상 렌즈(100)와 고정 편광판(600) 사이에는 좌원 편광 및 우원 편광의 광 경로를 연장시키는 플로팅 렌즈(400)가 배치될 수 있다. 이러한 플로팅 렌즈(400)는 홀로그래픽 시스템의 제품 구조에 따라 사용자가 선택적으로 배치할 수 있으며, 예를 들면, 현미경이나 망원경 등의 경우에는 광 경로 연장을 위해 플로팅 렌즈(400)가 사용될 수 있다. 또한, 플로팅 렌즈(400)는 좌원 편광 및 우원 편광의 광 경로를 길게 연장함으로써, 좌원 편광 및 우원 편광의 간섭 효과가 강화되어 더욱 선명한 간섭 무늬를 획득할 수 있다.

[0058] 이상의 설명은 본 발명의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 수정 및 변형이 가능할 것이다. 따라서, 본 발명에 개시된 실시예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

[0059] 100: 기하학적 위상 렌즈

200: 이미지 센서

300: 입사 렌즈

400: 플로팅 렌즈

500: 위상 변이 수단

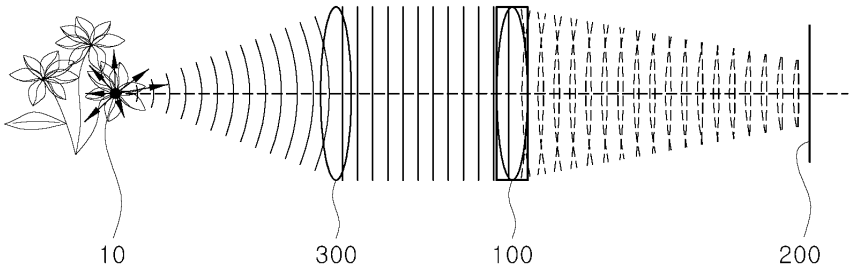
510: 회전 편광판

520: 편광판 회전 구동부

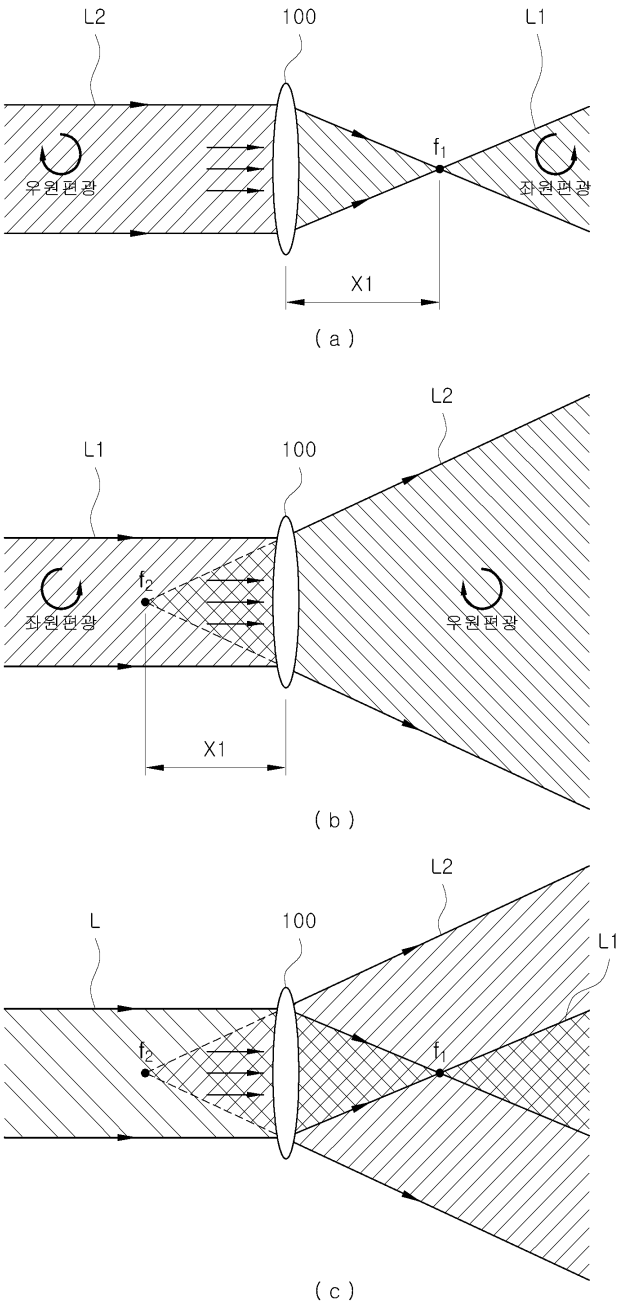
600: 고정 편광판

도면

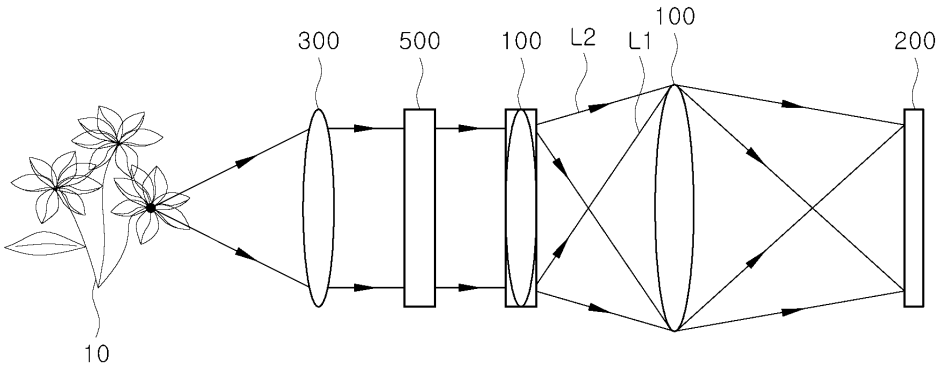
도면1



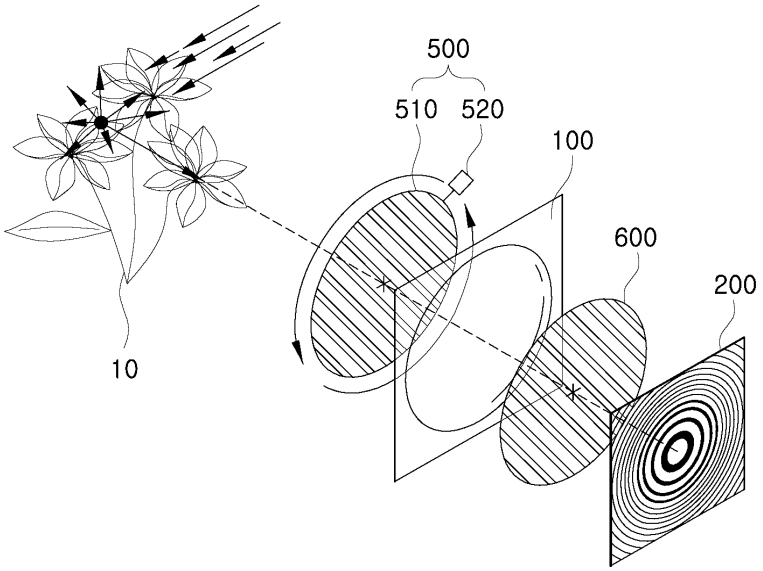
도면2


L2
100
L1
우원편광
f_1
좌원편광
X1
(a)
L1
100
L2
좌원편광
f_2
우원편광
X1
(b)
L
100
L2
L1
f_2
f_1
(c)

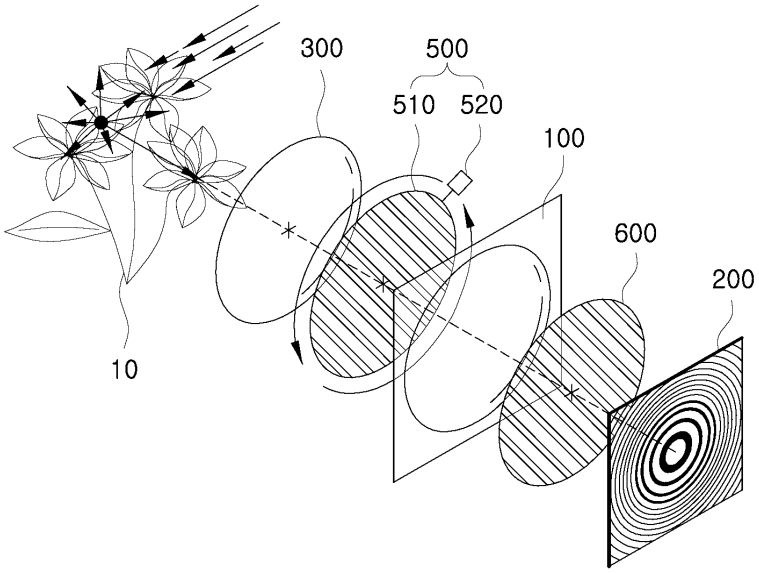
도면3


300
500
100
L2
L1
100
200
10

도면4


500
510
520
100
600
200
10

도면5


300
500
510
520
100
600
200
10

도면6

