



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년09월17일
 (11) 등록번호 10-1441245
 (24) 등록일자 2014년09월05일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 G01B 9/021 (2006.01) G01B 9/04 (2006.01)
 G02B 21/18 (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2013-0061083
 (22) 출원일자 2013년05월29일
 심사청구일자 2013년05월29일
 (56) 선행기술조사문헌
 KR101056926 B1
 KR1020090012646 A
 KR1020110098241 A
 US7639365 B2
 전체 청구항 수 : 총 7 항

(73) 특허권자
제주대학교 산학협력단
 제주특별자치도 제주시 제주대학로 102 (아라일동, 제주대학교)
 (72) 발명자
유영훈
 제주특별자치도 제주시 남광로 181, 303동 503호 (일도이동, 대유대림아파트)
 (74) 대리인
특허법인 에이치엠피

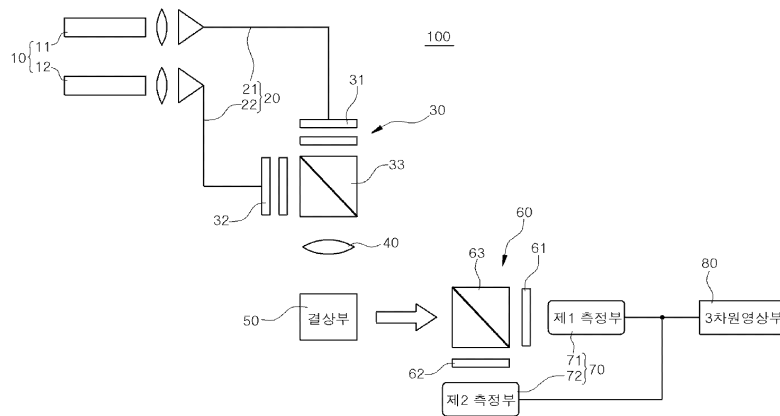
심사관 : 김기완

(54) 발명의 명칭 **디지털 홀로그래픽 현미경 장치**

(57) 요약

본 발명은 편광을 이용하여, 서로 다른 두 파장의 광신호로부터 간섭 영상을 동시에 획득하고, 이를 통해 안정적인 3차원 측정이 가능하도록 하는 디지털 홀로그래픽 현미경 장치에 관한 것으로, 본 발명에 따른 디지털 홀로그래픽 현미경은 서로 다른 파장의 레이저 광을 발생시키는 광원부, 상기 광원부에서 전달되는 상기 레이저 광을 각각 편광 입사하도록 하여, 각 레이저 광의 일부를 통과 또는 반사하는 제1편광빔스플리터, 상기 제1편광빔스플리터에서 입사된 광의 간섭현상에 의해 결상시키는 결상부, 상기 결상부에서 전달되는 광을 분리하여, 편광 발산하는 제2편광빔스플리터 및 상기 제2편광빔스플리터를 통과하는 간섭영상을 측정하는 측정부를 포함하는 것을 기술적 특징으로 한다.

대표도



특허청구의 범위

청구항 1

서로 다른 파장의 레이저 광을 발생시키는 광원부;

상기 광원부에서 전달되는 상기 레이저 광을 각각 편광 입사하도록 하여, 각 레이저 광의 일부를 통과하고 나머지를 반사하여 분리하는 제1편광빔스플리터;

상기 제1편광빔스플리터에서 입사된 광의 간섭현상에 의해 결상시키는 결상부;

상기 결상부에서 전달되는 광을 분리하여, 편광 발산하는 제2편광빔스플리터 및

상기 제2편광빔스플리터를 통과하는 간섭영상을 측정하는 측정부를 포함하는 것을 특징으로 하는 디지털 홀로그래픽 현미경 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 광원부는,

제1파장의 레이저 광을 발생시키는 제1광원부 및

제2파장의 레이저 광을 발생시키는 제2광원부를 포함하며,

상기 제1광원부 및 제2광원부에서 발생한 레이저광을 각각 전송하는 제1광파이버 및 제2광파이버를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 디지털 홀로그래픽 현미경 장치.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 제1편광빔스플리터는,

상기 제1광파이버에서 전송되는 상기 제1파장의 레이저 광을 편광시키는 제1편광판;

상기 제2광파이버에서 전송되는 상기 제2파장의 레이저 광을 편광시키는 제2편광판 및

상기 제1편광판 및 상기 제2편광판에서 입사된 광을 분리하는 제1빔스플리터를 포함하고,

상기 제1편광판과 상기 제2편광판의 편광 방향은 서로 직교하는 것을 특징으로 하는 디지털 홀로그래픽 현미경 장치.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 제1편광빔스플리터 및 상기 결상부 사이에

간섭 영상 측정을 위한 상을 생성되도록 상기 제1편광빔스플리터에서 전달되는 광을 집광하는 렌즈를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 디지털 홀로그래픽 현미경 장치.

청구항 5

제2항에 있어서,

상기 제2편광빔스플리터는,

상기 결상부에서 입사된 광을 분리하는 제2빔스플리터 및

상기 제2빔스플리터에 입사되는 상기 제1과장의 레이저 광을 편광시키는 제3편광판과 상기 제2과장의 레이저 광을 편광시키는 제4편광판을 포함하되,

상기 제3편광판과 상기 제4편광판의 편광 방향은 서로 직교하는 것을 특징으로 하는 디지털 홀로그래픽 현미경 장치.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 측정부는,

상기 제3편광판과 인접한 위치에 제1간섭 영상을 측정하는 제1측정부 및

상기 제4편광판과 인접한 위치에서 제2간섭 영상을 측정하는 제2측정부를 포함하는 것을 특징으로 하는 디지털 홀로그래픽 현미경 장치.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 제1측정부 및 상기 제2측정부에서 측정된 상기 제1간섭 영상 및 상기 제2간섭 영상에서 가상 과장에 대한 위상 영상을 획득하여, 3차원 영상을 생성하는 3차원영상부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 디지털 홀로그래픽 현미경 장치.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 디지털 홀로그래픽 현미경 장치에 관한 것으로, 더 상세하게는 편광을 이용하여, 서로 다른 두 과장의 광신호로부터 간섭 영상을 동시에 획득하고, 이를 통해 안정적인 3차원 측정이 가능하도록 하는 디지털 홀로그래픽 현미경 장치에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 일반적으로, 홀로그래피 기술은 파동으로서 빛이 가지는 진폭과 위상을 동시에 측정하고 재생할 수 있는 것으로 레이저 광원에서 나온 간섭성 빛을 빔스플리터로 나누고 그 중 한 광선은 피사체에 비추고 피사체 표면에 난반사된 빛이 홀로그래피 감광재료에 도달하며, 이러한 광선을 물체광이라 하고, 나머지 광선은 렌즈로 확산시켜 직접 홀로그래피 감광재료 전면에 비추며, 이를 참조광이라고 한다.

[0003] 이때 홀로그래피 감광재료 상에 물체광과 참조광이 서로 간섭 현상을 일으켜 간섭 무늬를 형성하고, 이러한 간섭무늬를 기록한 사진을 홀로그램이라고 한다.

[0004] 이렇게 만든 홀로그램에 참조광과 같은 광선을 쬐면 간섭무늬가 회절격자의 역할을 하여 참조광이 입사한 방향과 다른 위치에서 빛이 회절되는데 이러한 회절광이 모이면 마치 처음 물체에서 반사된 빛과 같이 되므로 물체광이 재생된다.

[0005] 디지털 홀로그래피는 위에서 언급한 감광재 대신 반도체 소자 2-차원 촬상장치를 이용하고, 수학적으로 3차원 영상을 얻는 방법이다.

[0006] 한편 현미경은 세포 수준의 분해능으로 육안으로 관측할 수 없는 미세구조를 관찰할 수 있는 관측 장치로 일반적인 현미경은 3차원 측정이 가능하지 않으므로 이를 극복하기 위해 공초점 현미경(Confocal Microscope)을 사

용하며, 공초점 현미경은 평면 해상도가 좋고 3차원 측정이 가능하지만 스캔 방식을 사용하므로, 측정 시간이 오래 소요되며, 진동 등의 외부환경에 영향을 받는 단점이 있다.

[0007] 반면에 디지털 홀로그래피가 현미경과 결합한 디지털 홀로그래픽 현미경(Digital Holographic Microscope)은 대한민국 공개특허 공보 제10-2009-0012646호(2009. 02. 04)에 기재된 바와 같이, 측정 시간이 매우 짧으며, 1개의 영상으로 3차원 측정이 가능하므로 외부 환경 변화에 영향을 거의 영향을 받지 않는 장점이 있다. 하지만 종래 디지털 홀로그래픽 현미경은 시료의 단차가 사용하는 빛의 파장보다 큰 경우에는 측정할 수 없는 단점이 있다. 이를 해결하기 다파장 홀로그래피 방법이 사용되고 있다. 다파장 홀로그래피를 적용하기 위해서는 각기 다른 파장의 홀로그램이 필요하다. 각각 파장에서 홀로그램을 얻을 때 외부환경 및 시료의 변화 없어야 시료의 3차원 정보를 얻을 수 있다. 이를 위해서는 각 파장의 홀로그램을 동시에 얻어야 한다. 본 발명에서는 이러한 방법에 대해 제안하였다.

선행기술문헌

특허문헌

[0008] (특허문헌 0001) 대한민국 공개특허 공보 10-2009-0012646A, 2009. 02. 04, 5쪽 내지 7쪽.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 본 발명은 상기와 같은 종래의 문제점을 해결하기 위하여 제안된 것으로, 본 발명에 따른 디지털 홀로그래픽 현미경 장치의 목적은 편광을 이용하여, 서로 다른 두 파장의 간섭 영상을 동시에 측정하여, 단차가 큰 시료의 측정이 가능한 장치를 제공하는데 있다.

[0010] 다른 목적은, 광원부를 포함하여, 서로 다른 파장의 레이저 광을 출력하여, 전송하는데 있다.

[0011] 또 다른 목적은, 제1편광빔스플리터를 포함하여, 광원부에서 출력된 광을 편광시켜 입사시킨 후, 입사광을 분리하는데 있다.

[0012] 또 다른 목적은, 제2편광빔스플리터를 포함하여, 결상부에서 입사된 광을 분리하고, 분리된 광을 편광시켜 제공하는데 있다.

[0013] 또 다른 목적은, 측정부를 포함하여, 제3편광판 및 제4편광판에서 각각 특정한 편광을 측정하는데 있다.

[0014] 또 다른 목적은, 3차원영상부를 더 포함하여, 제1간섭 영상 및 제2간섭 영상에서 가상 파장에 대한 위상 영상을 획득하여, 위상 펼침을 통해 3차원 영상을 생성하는데 있다.

과제의 해결 수단

[0015] 본 발명에 따른 디지털 홀로그래픽 현미경 장치는 서로 다른 파장의 레이저 광을 발생시키는 광원부, 상기 광원부에서 전달되는 상기 레이저 광을 각각 편광 입사하도록 하여, 각 레이저 광의 일부를 통과 또는 반사하는 제1편광빔스플리터, 상기 제1편광빔스플리터에서 입사된 광의 간섭현상에 의해 결상시키는 결상부, 상기 결상부에서 전달되는 광을 분리하여, 편광 발산하는 제2편광빔스플리터 및 상기 제2편광빔스플리터를 통과하는 간섭영상을 측정하는 측정부를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0016] 또한, 본 발명에 따른 디지털 홀로그래픽 현미경 장치에 있어서, 광원부는 제1파장의 레이저 광을 발생시키는 제1광원부 및 제2파장의 레이저 광을 발생시키는 제2광원부를 포함하며, 상기 제1광원부 및 제2광원부에서 발생한 레이저광을 각각 전송하는 제1광파이버 및 제2광파이버를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0017] 또한, 본 발명에 따른 디지털 홀로그래픽 현미경 장치에 있어서, 제1편광빔스플리터는 상기 광원부에서 입사된 광을 분리하는 제1빔스플리터 및 상기 제1빔스플리터에 입사되는 상기 제1파장의 레이저 광을 편광시키는 제1편광판과 상기 제2파장의 레이저 광을 편광시키는 제2편광판을 포함하되, 상기 제1편광판과 제2편광판의 편광 방

향은 서로 직교하는 것을 특징으로 한다.

- [0018] 또한, 본 발명에 따른 디지털 홀로그래픽 현미경 장치는 제1편광빔스플리터 및 상기 결상부 사이에 간섭 영상 측정을 위한 상을 생성되도록 상기 제1편광빔스플리터에서 전달되는 광을 집광하는 렌즈를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0019] 또한, 본 발명에 따른 디지털 홀로그래픽 현미경 장치에 있어서, 제2광빔스플리터는 상기 결상부에서 입사된 광을 분리하는 제2빔스플리터 및 상기 제2빔스플리터에 입사되는 상기 제1과장의 레이저 광을 편광시키는 제3편광판과 상기 제2과장의 레이저 광을 편광시키는 제4편광판을 포함하되, 상기 제3편광판과 제4편광판의 편광 방향은 서로 직교하는 것을 특징으로 한다.
- [0020] 또한, 본 발명에 따른 디지털 홀로그래픽 현미경 장치에 있어서, 측정부는 상기 제3편광판과 인접한 위치에 제1 간섭 영상을 측정하는 제1측정부 및 상기 제4편광판과 인접한 위치에서 제2간섭 영상을 측정하는 제2측정부를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0021] 또한, 본 발명에 따른 디지털 홀로그래픽 현미경 장치는 제1측정부 및 제2측정부에서 측정된 상기 제1간섭 영상 및 상기 제2간섭 영상에서 가상 파장에 대한 위상 영상을 획득하여, 3차원 영상을 생성하는 3차원영상부를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [0022] 이상에서 설명한 바와 같이, 본 발명에 따른 디지털 홀로그래픽 현미경 장치는 편광을 이용하여, 서로 다른 두 과장의 간섭 영상을 동시에 측정함으로써, 단차가 큰 시료의 측정이 가능하며, 외부의 환경 변화에 영향을 받지 않고 안정적인 3차원 측정이 가능한 효과가 있다.
- [0023] 또한, 광원부를 포함함으로써, 서로 다른 과장의 레이저 광을 출력하여, 동시에 전송할 수 있는 효과가 있다.
- [0024] 또한, 제1편광빔스플리터를 포함함으로써, 광원부에서 출력된 광을 편광시켜 입사시킨 후, 입사광을 분리할 수 있는 효과가 있다.
- [0025] 또한, 제2편광빔스플리터를 포함함으로써, 결상부에서 입사된 광을 분리하고, 분리된 광을 편광시켜 제공할 수 있는 효과가 있다.
- [0026] 또한, 측정부를 포함함으로써, 제3편광판 및 제4편광판에서 각각 특정한 편광을 측정할 수 있는 효과가 있다.
- [0027] 또한, 3차원영상부를 더 포함함으로써, 제1간섭 영상 및 제2간섭 영상에서 가상 파장에 대한 위상 영상을 획득하여, 위상 펼침을 통해 3차원 영상을 생성할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [0028] 도 1은 본 발명에 따른 디지털 홀로그래픽 현미경 장치의 전체 구성을 나타내는 구성도.
- 도 2 및 도 3은 본 발명에 따른 디지털 홀로그래픽 현미경 장치에 있어서, 편광 개념을 설명하는 개념도.
- 도 4는 본 발명에 따른 디지털 홀로그래픽 현미경 장치에 있어서, 파장별 홀로그램 영상 및 위상 영상의 실시예를 나타내는 도면.
- 도 5는 본 발명에 따른 디지털 홀로그래픽 현미경 장치에 있어서, 가상 파장의 위상 영상 및 3차원 그래프의 실시예를 나타내는 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0029] 이하, 본 발명에 따른 디지털 홀로그래픽 현미경 장치를 실시하기 위한 구체적인 내용을 설명하면 다음과 같다.
- [0030] [도 1]은 본 발명에 따른 디지털 홀로그래픽 현미경 장치의 전체 구성을 나타내는 도면으로, 광원부(10), 광파이버(20), 제1편광빔스플리터(30), 렌즈(40), 결상부(50), 제2편광빔스플리터(60), 측정부(70) 및 3차원영상부

(80)를 포함한다.

- [0031] 상기 광원부(10)는 레이저 광을 발생시키는 역할을 하며, 본 발명에 따른 상기 광원부(10)는 제1과장의 레이저 광을 발생시키는 제1광원부(11) 및 제2과장의 레이저 광을 발생시키는 제2광원부(12)를 포함한다.
- [0032] 상기 제1광원부(11) 및 제2광원부(12)에서 발생한 레이저광은 제1광파이버(21) 및 제2광파이버(22)를 통해 각각 상기 제1편광빔스플리터(30)에 전송된다.
- [0033] 상기 제1편광빔스플리터(30)는 광파이버(20)에서 전달되는 상기 레이저 광을 각각 편광 입사하도록 하여, 각 레이저 광의 일부를 통과 및 반사하는 역할을 하며, 본 발명에 따른 상기 제1편광빔스플리터(30)는 제1편광판(31), 제2편광판(32) 및 제1빔스플리터(33)를 포함한다.
- [0034] 상기 제1편광판(31)은 상기 제1광파이버(21)에서 전송되는 상기 제1과장의 레이저 광을 편광시키는 역할을 하며, 상기 제1편광판(31)을 통과한 광은 상기 제1빔스플리터(33)로 입사되어 반사 및 통과로 분리된다.
- [0035] 상기 제2편광판(32)은 상기 제2광파이버(22)에서 전송되는 상기 제2과장의 레이저 광을 편광시키는 역할을 하며, 상기 제2편광판(32)을 통과한 광은 상기 제1빔스플리터(33)로 입사되어 반사 및 통과로 분리된다.
- [0036] 본 발명에 따른 상기 제1편광판(31) 및 제2편광판(32)의 편광 방향은 서로 직교한 형태로 형성된다.
- [0037] 상기 제1빔스플리터(33)에서 분리된 광은 상기 렌즈(40)를 통해 결상부(50)에 입사되어, 홀로그램을 형성하게 된다.
- [0038] 또한, 상기 결상부(50)에서 나온 광은 제2편광빔스플리터(60)으로 전달되며, 본 발명에 따른 상기 제2편광빔스플리터(60)은 상기 결상부(50)에서 입사된 광을 분리하는 제2빔스플리터(63), 상기 제2빔스플리터(61)에 입사되는 상기 제1과장의 레이저 광을 편광시키는 제3편광판(61)과 상기 제2과장의 레이저 광을 편광시키는 제4편광판(62)을 포함한다.
- [0039] 또한, 본 발명에 따른 상기 제3편광판(61) 및 상기 제4편광판(62)의 편광방향도 직교한 형태로 형성된다.
- [0040] 본 발명에 따른 디지털 홀로그래픽 현미경 장치는 상기 제3편광판(61) 및 상기 제4편광판(62)과 인접하도록 제1측정부(71) 및 제2측정부(72)를 배치하여, 각각 제1간섭 영상 및 제2간섭 영상을 측정하게 되며, 이때, 제1측정부(71) 및 제2측정부(72)는 각각 제3편광판(61) 및 상기 제4편광판(62)의 편광 방향과 일치하는 간섭 영상을 측정하게 된다.
- [0041] 본 발명에 따른 상기 제1측정부(71) 및 제2측정부(72)는 CCD(Charge Coupled Device) 또는 CMOS(Comprehensive Metal On Silicon)으로 구현되는 것이 바람직하다.
- [0042] [도 2]는 본 발명에 따른 편광을 이용한 영상 측정 개념을 나타내는 도면으로, 광원부(10)에서 발생된 레이저 광은 제1편광판(21)을 통해 편광되어, 상기 제1빔스플리터(23)에 입사되고, 상기 제1빔스플리터(23)에 의해 분리된 광신호는 제2편광판(22)에 의해 편광되며, 상기 측정부(70)에 의해 간섭 영상이 측정된다.
- [0043] [도 3]의 (a) 및 (b)은 입사광에 따른 편광 방향의 일치 여부에 따른 간섭영상을 나타내는 도면으로, (a)는 입사광의 편광 방향과 제2편광판(22)의 편광방향이 일치하는 경우이고, (b)는 입사광의 편광 방향과 제2편광판(22)의 편광방향이 직교하여, 영상을 획득하지 못하는 것을 확인할 수 있다.
- [0044] 본 발명에 따른 디지털 홀로그래픽 현미경 장치는 상기 제1측정부(71) 및 제2측정부(72)에서 측정된 간섭 영상을 상기 3차원영상부(80)를 통해 가상 과장에 대한 위상 데이터를 획득하고, 이를 위상 펼침으로 3차원 영상을 생성한다.
- [0045] [도 4]는 본 발명의 홀로그램 및 위상 영상을 나타내는 실시예 도면으로, (a)는 652nm 과장의 홀로그램이며,

(b)는 669nm 파장의 홀로그램이며, (c)는 상기 (a)의 위상 영상이며, (d)는 상기 (b)의 위상 영상이다.

[0046] 또한, [도 5]는 가상 파장의 위상 영상 및 3차원 그래프를 나타내는 도면으로, (a)는 상기 [도 4]의 (c) 위상 영상에서 (d) 위상영상을 뺀 가상 파장의 위상영상을 나타내는 도면으로, 본 발명에 따른 가상 파장은 다음 [수학식 1]에 의해 생성된다.

수학식 1

[0047]
$$\frac{1}{\lambda} = \frac{1}{\lambda_1} - \frac{1}{\lambda_2} \quad (\lambda = \frac{\lambda_1 \times \lambda_2}{|\lambda_1 - \lambda_2|})$$

[0048] 여기서, λ_1 은 제1파장, λ_2 는 제2파장, λ 는 가상 파장

[0049] [도 5]의 (b)는 상기 [도 5]의 (a)의 위상 펼침 영상으로 그레이 레벨(gray level)로 표시된 3차원 데이터이며, [도 5]의 (c)는 3차원 프로 파일을 나타내는 도면이다.

[0050] 즉, 상기 3차원영상부(80)는 상기 제1측정부(71) 및 제2측정부(72)에서 측정된 각 파장의 간섭 영상에 관한 위상 영상을 얻고 이를 통해 가상 파장의 위상 영상을 획득하며, 이러한 가상 파장의 위상 영상에 위상 펼침 알고리즘을 적용하여, 최종 3차원 영상을 획득하는 것이다.

[0051] 이상에서 설명한 바와 같이, 본 발명에 따른 디지털 홀로그래픽 현미경 장치를 적용 시, 편광을 이용하여, 서로 다른 두 파장의 간섭 영상을 동시에 측정함으로써, 단차가 큰 시료의 측정이 가능한 효과가 있으며, 나아가 외부의 환경 변화에 영향을 받지 않고 안정적인 3차원 측정이 가능한 효과를 누릴 수 있다.

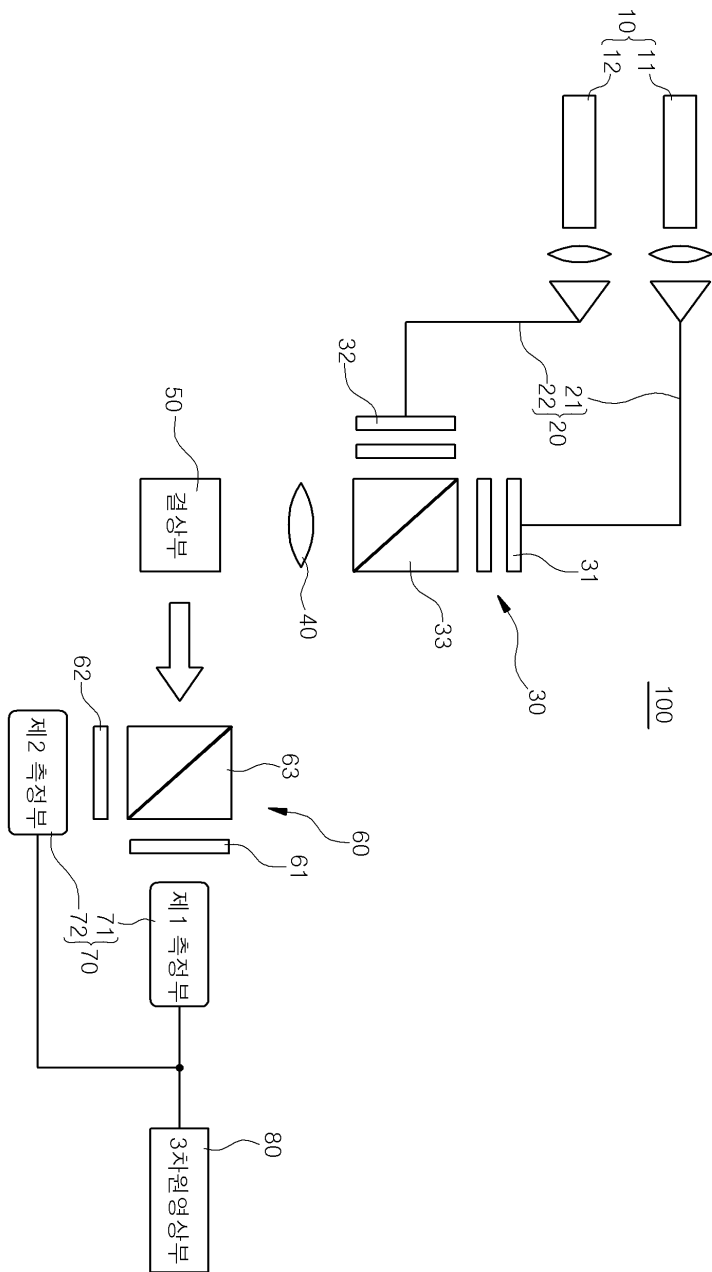
[0052] 이상 본 발명의 실시예로 설명하였으나 본 발명의 기술적 사상이 상기 실시예로 한정되는 것은 아니며, 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범주에서 다양한 디지털 홀로그래픽 현미경 장치로 구현할 수 있다.

부호의 설명

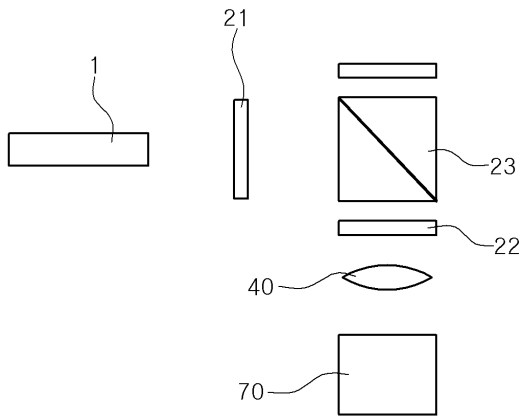
- [0053]
- | | |
|---------------|------------------------|
| 10 : 광원부 | 11 : 제1광원부 |
| 12 : 제2광원부 | 20 : 광파이버 |
| 21 : 제1광파이버 | 22 : 제2광파이버 |
| 30 : 제1편광스플리터 | 31 : 제1편광판 |
| 32 : 제2편광판 | 33 : 제1빔스플리터 |
| 50 : 결상부 | 60 : 제2편광빔스플리터 |
| 61 : 제3편광판 | 62 : 제4편광판 |
| 63 : 제2빔스플리터 | 70 : 측정부 |
| 71 : 제1측정부 | 72 : 제2측정부 |
| 80 : 3차원영상부 | 100 : 디지털 홀로그래픽 현미경 장치 |

도면

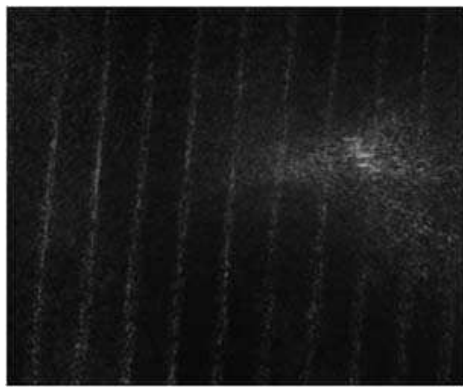
도면1



도면2



도면3

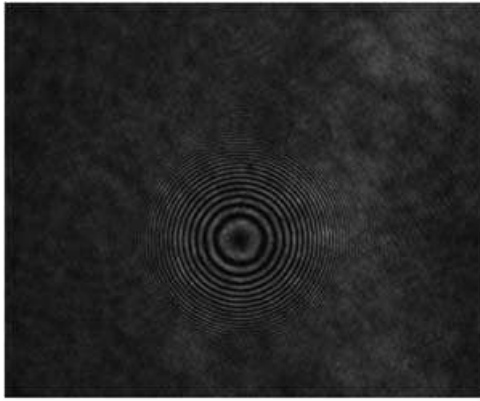


(a) 0 degree

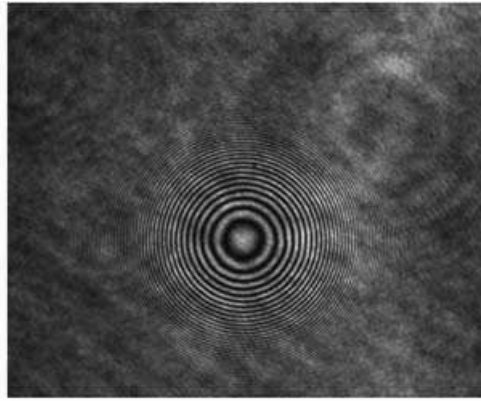


(b) 90 degree

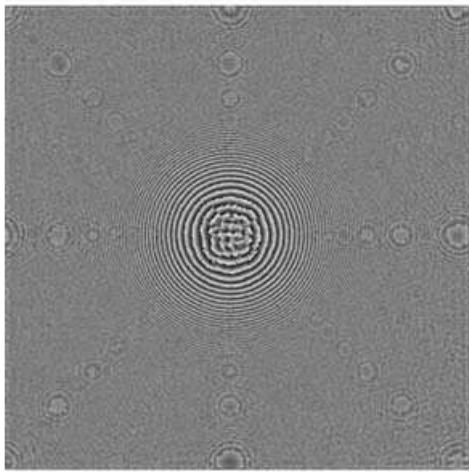
도면4



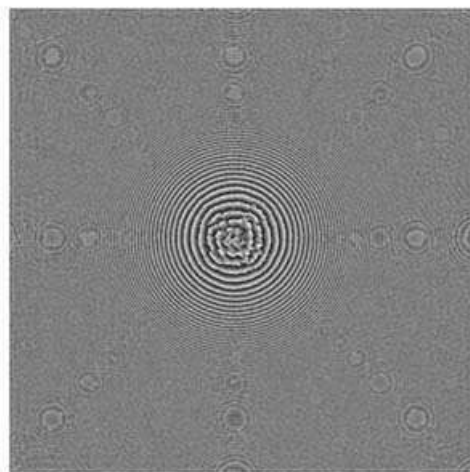
(a)



(b)

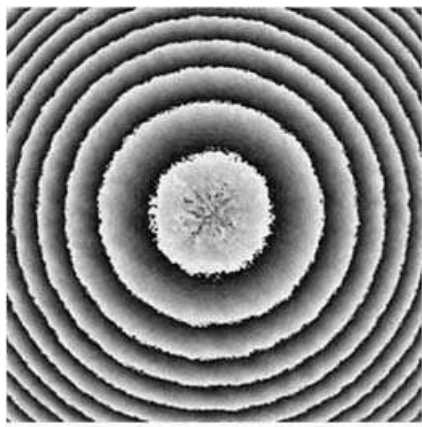


(c)



(d)

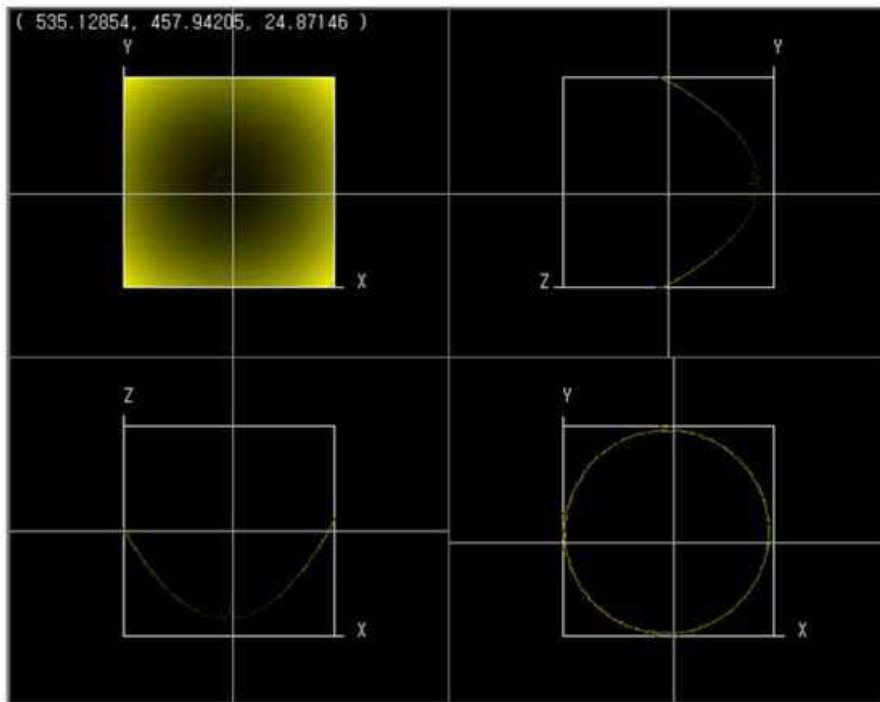
도면5



(a)



(b)



(c)