(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2019 년 4 월 25 일 (25.04.2019)

WIPO | PCT

(10) 국제공개번호
WO 2019/078384 A1

(51) 국제특허분류:
G03H 1/22 (2006.01) *G03H 1/02* (2006.01)
G03H 1/04 (2006.01)

(21) 국제출원번호: PCT/KR2017/011642

(22) 국제출원일: 2017 년 10 월 20 일 (20.10.2017)

(25) 출원언어: 한국어

(26) 공개언어: 한국어

(71) 출원인: 주식회사 내일해 (**NAEILHAE, CO. LTD.**) [KR/KR]; 13120 경기도 성남시 수정구 성남대로 1342, 비동 105호, Gyeonggi-do (KR).

(72) 발명자: 김병목 (**KIM, Byung Mok**); 01891 서울시 노원구 광운로 15길 13, 202호, Seoul (KR). 성맑음 (**SUNG, Mal Eum**); 07598 서울시 강서구 마곡서1로 132, 303동 705호, Seoul (KR). 박성진 (**PARK, Seong Jin**); 01177 서울시 강북구 도봉로 27길 43-4, Seoul (KR). 이상진 (**LEE, Sang Jin**); 04202 서울시 마포구 마포대로 24길 16, 116동 504호, Seoul (KR).

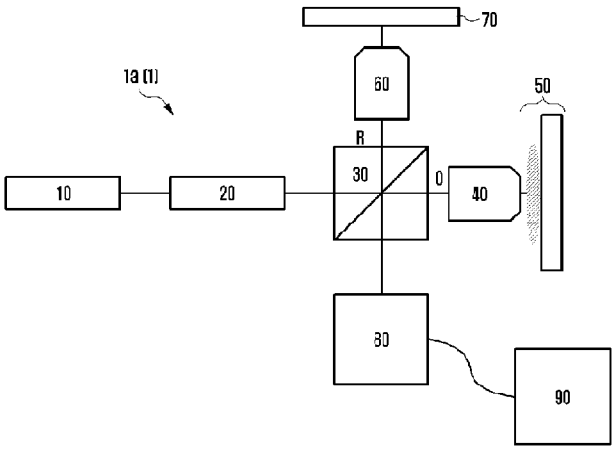
(74) 대리인: 윤앤리특허법인(유한) (**YOON & LEE INTERNATIONAL PATENT & LAW FIRM**); 08502 서울시 금천구 가산디지털1로 226 에이스 하이엔드타워 5차 3층, Seoul (KR).

(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK,

(54) **Title:** IMPROVED HOLOGRAPHIC RESTORATION DEVICE AND METHOD

(54) **발명의 명칭:** 개선된 홀로그래픽 복원 장치 및 방법



(57) **Abstract:** Disclosed are an improved holographic restoration device and method. The holographic restoration method of the present invention comprises the steps of: a) acquiring an object hologram of an object to be measured; b) generating a digital reference hologram calculated from the acquired object hologram; c) respectively extracting phase information of the object hologram and phase information of the calculated digital reference hologram; d) calculating a phase information difference from first phase information of the extracted object hologram and second phase information of the extracted calculated digital reference hologram; and e) compensating for distorted phase information from the calculated phase information difference, and calculating quantitative thickness information of the object to be measured by using the compensated phase information, thereby restoring three-dimensional shape information and quantitative thickness information of the object to be measured.

WO 2019/078384 A1

[다음 쪽 계속]

MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제21조(3))

(57) 요약서: 본 발명은 개선된 홀로그래픽 복원 장치 및 방법을 개시한다. 본 발명의 홀로그래픽 복원 방법은 a) 측정 대상 물체의 물체 홀로그램을 획득하는 단계; b) 상기 획득된 물체 홀로그램으로부터 계산된 디지털 기준 홀로그램을 생성하는 단계; c) 상기 물체 홀로그램의 위상 정보 및 상기 계산된 디지털 기준 홀로그램의 위상 정보를 각각 추출하는 단계; d) 상기 추출된 물체 홀로그램의 제 1 위상 정보 및 상기 추출된 계산된 디지털 기준 홀로그램의 제 2 위상 정보로부터 위상 정보 차이를 계산하는 단계; 및 e) 상기 계산된 위상 정보 차이로부터 왜곡된 위상 정보를 보상하고, 상기 보상된 위상 정보를 이용하여 상기 측정 대상 물체의 정량적인 두께 정보를 계산하여 상기 측정 대상 물체의 3 차원 형상 정보 및 정량적인 두께 정보를 복원하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

명세서

발명의 명칭: 개선된 홀로그래픽 복원 장치 및 방법

기술분야

[1] 본 발명은 개선된 개선된 홀로그래픽 복원 장치 및 방법에 관한 것이다.

[2] 좀 더 구체적으로, 본 발명은 한 장의 물체 홀로그램 영상만을 획득하고, 획득된 물체 홀로그램으로부터 기준 홀로그램 영상을 디지털적으로 계산하여 생성한 후, 물체 홀로그램의 위상 및 계산된 기준 홀로그램의 위상을 추출하여 위상 정보 차이를 계산하여, 물체의 3차원 형상 정보 및 정량적인 두께 정보를 복원함으로써, 종래 기술의 한 장의 물체 홀로그램 영상을 사용하는 원샷 방식의 디지털 홀로그래피 복원 시 요구되는 복잡한 광학 장치 구조 및 그에 따른 상당한 고가의 비용 문제를 해결할 수 있으며, 간단한 구조 및 저가의 비용으로 홀로그래픽 복원이 가능하고, 종래 기술의 반사형 및 투과형 홀로그램 복원 장치에 모두 적용될 수 있는 범용성을 가지며, 특히 홀로그램 복원 시 기준광의 사용이 불필요하고, 실시간으로 측정 대상 물체의 정량적인 3차원 영상 복원이 가능하여, TFT 및 반도체와 같은 초미세 구조의 결함 검출용 장치, 정밀한 3차원 영상의 표시가 요구되는 의료 기기, 및 기타 렌즈와 같은 투명한 물체의 굴절률 에러 검출 등을 포함한 다양한 분야의 검출, 확인 또는 표시용 장치에 적용이 가능한 개선된 홀로그래픽 복원 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경기술

[3] 디지털 홀로그래피 현미경이란 디지털 홀로그래피 기술을 활용하여 물체의 형상을 측정하는 현미경을 말한다.

[4] 일반적인 현미경이 통상 일반 광원을 물체에 비추어 물체로부터 반사 또는 투과되는 빛의 세기를 측정함으로 물체의 형상을 측정하는 장치라면, 디지털 홀로그래피 현미경은 빛이 물체에 비추어졌을 경우 일어나는 빛의 간섭과 회절현상을 측정하고 이를 디지털 방식으로 기록하여, 이들 정보로부터 물체의 형상정보를 복원하는 장치이다.

[5] 즉, 디지털 홀로그래피 기술은 레이저와 같은 단일 파장의 빛을 생성하고, 이를 광분할기를 이용하여 2개의 빛으로 분할하여, 하나의 빛은 이미지 센서에 직접 비추고(기준광이라 한다), 다른 빛은 측정 대상 물체에 비추어 상기 측정 대상 물체로부터 반사되는 빛을 이미지 센서에 비추면(물체광이라 한다), 이미지 센서에서 상기 기준광과 물체광이 간섭현상을 일으키게 되는데, 이러한 빛의 간섭무늬 정보를 디지털 이미지 센서로 기록하고, 상기 기록된 간섭무늬 정보를 가지고 컴퓨터를 활용하여 측정 대상 물체의 형상을 복원하는 기술이다. 그리고 이때 상기 기록되는 간섭무늬 정보를 통상 홀로그램이라고 지칭한다.

[6] 한편, 디지털 홀로그래피가 아닌 기존의 광학적 홀로그래피 기술의 경우는, 상기 빛의 간섭무늬 정보를 특수 필름으로 기록하고, 상기 측정 대상 물체의

형상을 복원하기 위하여 상기 기준광을 간섭무늬가 기록된 특수필름에 비추면 본래 측정 대상 물체가 위치하던 자리에 가상의 측정 대상 물체의 형상이 복원되는 방식이다.

[7] 디지털 홀로그래피 현미경은 기존의 광학적 홀로그래피 방식과 비교하였을 때, 빛의 간섭무늬 정보를 디지털 이미지 센서로 측정하고 디지털 방식으로 저장하고, 상기 저장된 간섭무늬 정보를 광학적 방식이 아닌 컴퓨터 장치 등을 이용한 수치연산 방식을 통하여 가공해서 측정 대상 물체의 형상을 복원한다는 점에서 차이가 있다.

[8] 기존의 디지털 홀로그래피 현미경으로는 먼저 단일 파장의 레이저 광원을 사용하는 경우가 있다. 그러나 단일 레이저 광원을 사용하는 경우는 물체의 측정 해상도, 즉 최소측정 단위가 사용하는 레이저 광원의 파장으로 제한된다는 문제점이 있다. 또한 기존의 디지털 홀로그래피 현미경 중 2파장 또는 다중 파장의 레이저 광원을 사용하는 경우는, 서로 다른 파장을 가지는 광원들을 사용함으로 비용이 증가하거나, 또는 서로 다른 파장의 광원을 이용하여 홀로그램 영상을 순차적으로 획득하기 때문에 측정하고자 하는 물체의 3차원적인 변화정보를 실시간으로 측정하기 어려운 문제점이 있다.

[9] 또한, 상술한 종래 디지털 홀로그래피 기술에서는 측정 대상 물체의 형상을 복원하기 위해 컴퓨터로 CGH(Computer Generated Hologram)을 생성한 후 이를 공간광변조기(Spatial Light Modulator: SLM) 상에 디스플레이한 후 기준광을 비추면, 기준광의 회절에 의해 물체의 3차원 홀로그램 영상이 얻어진다. 이 경우, 고가(수천만원 이상)의 공간광변조기(SLM)의 사용이 요구되므로, 실용화에 상당한 어려움이 있다.

[10] 상술한 종래 디지털 홀로그래피 기술의 문제점을 해결하기 위한 방안의 하나로, 예를 들어, 2014년 9월 5일자로 김은수 등에 의해디지털 홀로그래피 현미경 및 디지털 홀로그램 영상 생성 방법이라는 발명의 명칭으로 대한민국 특허출원번호 제10-2014-0119395호 출원되어, 2016년 3월 15일자로 공개된 대한민국 공개특허 제10-2016-0029606호(이하 "공개된 종래 기술"이라 함)에 구체적으로 예시되어 있다.

[11] 도 1은 공개된 종래 기술에 따른 2파장 디지털 홀로그래피 현미경 장치를 상세히 도시한 블록도이다.

[12] 도 1을 참조하면, 공개된 종래 기술의 2파장 디지털 홀로그래피 현미경 장치는 혼합광원부(100), 파장분할부(200), 간섭무늬획득부(300), 대물부(400), 이미지센서부(500), 이미지저장부(600), 제어부(700), 물체형상복원부(800)을 포함한다.

[13] 혼합광원부(100)는 혼합광원발광부(110)와 광원부렌즈(120)를 포함한다. 이러한 혼합광원발광부(110)는 단일하지 아니한 여러 대역에 분포된 파장대역을 가지는 혼합광을 발광한다. 광원부렌즈(120)는 상기 혼합광원발광부(110)에서 생성된 혼합광을 광학적으로 조절하고, 이를 파장분할부(200)에 입사시킨다.

[14] 파장분할부(200)는 제1광분할기(210)와 제1여광판(220) 및 제2여광판(230)와 제1반사체(240)를 포함한다. 제1광분할기(210)는 혼합광원부(100)로부터 입사된 혼합광을 입력받아 2개의 광으로 분할한다. 이때 제1광분할기(210)는 입사받은 혼합광을 서로 다른 방향으로 나누어 진행시키는 역할을 수행한다.
제1여광판(220)은 제1광분할기(210)에서 분할된 광들 중 하나의 광을 입력받아 미리 정해진 단일파장을 가지는 제1광선을 획득한다. 여기서 제1여광판(220)에 입력되는 광은 제1여광판(220)을 통과하면서 필터링되고, 제1여광판(220)의 특성에 따라 정해진 단일한 파장을 가지는 제1광선이 획득된다.
제2여광판(230)은 제1여광판(220)과 동일한 방식으로, 제1광분할기(210)에서 분할된 광들 중 나머지 하나의 광을 입력받아, 제1광선의 파장과 다른 파장을 가지는 제2광선을 획득한다. 그리고 제2광선은 간섭무늬획득부(300)로 보내진다. 제1반사체(240)는 제1여광판(220)에서 획득된 제1광선을 입사받아 간섭무늬획득부(300)로 반사하는 역할을 한다.

[15] 간섭무늬획득부(300)는 제2광분할기(310)와 제3광분할기(320)와 제2반사체(330)와 제3여광판(340)과 제3반사체(350)를 포함한다.
제2광분할기(310)는 파장분할부(200)로부터 입력된 제1광선을 입력받아 제1물체광과 제1기준광으로 분할한다. 이때 제2광분할기(210)는 입사받은 제1광선을 서로 다른 방향으로 나누어 진행시키는 역할을 수행한다.
제3광분할기(320)도 제2광분할기(310)와 동일한 방식으로 제2광선을 입력받아 제2물체광과 제2기준광으로 분할한다. 제2반사체(330)는 제1기준광을 입사받고, 이를 반사한 제1반사기준광을 제2광분할기(310)로 보낸다. 제3여광판(340)은 제2광분할기(310)에서 분할된 제1기준광을 입사받아 제2반사체(330)로 보내고, 반사되는 제1반사기준광을 입사받아 제2광분할기로 보낼 수 있다. 또한 제3여광판(340)은 제2물체광이 제2광분할기(310)에 이르러 광분할되어 일부가 제2반사체(330) 방향으로 진행할 때 제2반사체(330)에 도달하지 못하도록 진행을 막는다. 이를 위하여 제3여광판(340)은 광을 투과시킴에 있어서 제1여광판(220)과 동일한 특성을 가지는 여광판으로 한다. 제3반사체(350)는 제2기준광을 입사받고, 이를 반사한 제2반사기준광을 제3광분할기(320)로 보내는데, 여기서 제2반사체(330) 및 제3반사체(350)는 제어부(700)의 제어에 따라 각도 조절이 가능하도록 구성하여, 탈축(off-axis) 홀로그램을 구현할 수 있다.

[16] 한편, 상술한 바와 같이 획득된 제1물체광, 제2물체광은 다음과 같은 과정을 거쳐 각 제1반사물체광과 제2반사물체광으로 변환되어 이미지센서부(500)로 보내진다. 제2광분할기(310)는 이상과 같이 분할한 제1물체광을 대물부(400)에 거치되어 있는 측정 대상 물체에 입사시키고, 또한 제3광분할기(320)로부터 분할되어 보내지는 제2물체광을 상기 측정 대상 물체에 입사시킨다. 이 경우, 측정 대상 물체에서 입사받은 제1물체광을 반사한 반사광을 제1반사물체광이라 한다. 또한 측정 대상 물체에서 입사받은 제2물체광을 반사한 반사광을

제2반사물체광이라 한다. 제2광분할기(310)는 이상과 같이 반사된 제1반사물체광과 제2반사물체광을 입력받아 이를 제3광분할기(320)로 보낸다. 제3광분할기(320)는 이상과 같이 입력받은 제1반사물체광과 제2반사물체광을 다시 이미지센서부(500)로 보낸다.

[17] 또한, 상술한 바와 같이 획득된 제1반사기준광, 제2반사기준광은 다음과 같은 과정을 거쳐 이미지센서부(500)로 보내진다. 구체적으로, 제2광분할기(310)는 제2반사체(330)에서 반사되어 온 제1반사기준광을 입력받아 제3광분할기(320)로 보낸다. 제3광분할기(320)는 이상과 같이 제2광분할기(310)에서 보내진 제1반사기준광과, 제3반사체(350)에서 반사되어 온 제2반사기준광을 입력받아 다시 이미지센서부(500)로 보낸다. 그에 따라, 제3광분할기(320)에서 제1반사물체광과 제1반사기준광과 제2반사물체광과 제2반사기준광이 모두 동일하게 이미지센서부(500) 방향으로 보내진 후, 상호 간섭하여 간섭무늬가 생성된다.

[18] 한편, 제2반사체(330)와 제3반사체(350)는 서로 다른 파장의 광선이 서로 다른 간섭무늬를 형성하게 하는 탈축(off-axis) 시스템을 구성하기 위하여 제어부(700)의 제어에 따라 각도를 다방향으로 조절할 수 있는 것을 특징으로 한다. 즉, 제2반사체(330)와 제3반사체(350)의 각도가 서로 상이하게 됨에 따라, 제2반사체(330)로부터 반사되는 제1반사기준광과 제3반사체(350)로부터 반사되는 제2기준광의 방향에 이격이 발생하게 되어, 제1반사기준광과 제2반사기준광이 이미지센서부(500)에 도달한 제1반사물체광과 제2반사물체광과 합쳐져 간섭무늬를 형성할 때에, 각 파장 별로 상이하게 탈축된 간섭무늬를 형성하게 된다.

[19] 대물부(400)는 물체거치대(410)와 대물렌즈(420)를 포함한다. 물체거치대(410)는 측정 대상 물체를 거치대에 고정시켜 측정되도록 하고, 대물렌즈(420)는 측정 대상 물체에 입사되는 제1물체광과 제2물체광을 광학적으로 조절한다.

[20] 이미지센서부(500)는 간섭무늬획득부(300)에서 획득된 상기 간섭무늬를 디지털 이미지 센서에 투영시키고, 상기 투영된 간섭무늬를 상기 디지털 이미지 센서를 이용하여 측정하고, 그 측정값을 이산신호로 변환한다. 통상 상기 간섭무늬를 기록한 것을 홀로그램이라고 한다. 이러한 디지털 이미지 센서로는 CCD 등 다양한 이미지센서들이 사용될 수 있다.

[21] 이미지저장부(600)는 이미지센서부(500)에서 이산신호로 변환된 간섭무늬 정보를 메모리나 디스크장치 등과 같은 다양한 저장매체에 저장한다.

[22] 제어부(700)는 상술한 탈축(off-axis) 시스템을 구현하고 간섭무늬를 획득하기 위하여 제2반사체(330)와 제3반사체(350)의 위치와 각도를 조절하는 등 간섭무늬획득부(300)를 제어하고, 측정 대상 물체에 입사되는 제1물체광과 제2물체광을 조절하기 위하여 대물렌즈(420)를 조절하는 등 대물부(400)를 제어하고, 상기 간섭무늬가 측정되어 그에 대한 정보가 이산신호로 변환되도록

하기 위하여 이미지센서부(500)를 제어하고, 이산신호로 변환된 간섭무늬 정보를 저장하기 위하여 이미지저장부(600)를 제어한다.

[23] 물체형상복원부(800)는 위상정보획득부(810)와 두께정보획득부(820)와 형상복원부(830)을 포함한다. 위상정보획득부(810)은 상기 간섭무늬 정보를 이용하여 상기 제1광선에 대한 간섭무늬의 위상정보와 상기 제2광선에 대한 간섭무늬의 위상정보를 각각 획득하고, 두께정보획득부(820)은 상기 위상정보들을 이용하여 측정 대상 물체의 두께정보를 획득하고, 형상복원부(830)은 상기 두께정보를 이용하여 측정 대상 물체의 실시간 3차원 형상을 복원한다. 이때 측정 대상 물체의 두께정보는 상기 물체광과 기준광이 각각 진행한 경로의 차이 정보를 포함한다. 이와 같은 상기 물체광과 기준광의 광 경로차 때문에 상기 물체광과 기준광이 중첩되었을 때 상기 간섭무늬가 형성된다.

[24] 상술한 공개된 종래 기술에서는 측정 대상 물체의 측정 해상도를 높이고, 시간이 흐름에 따라 변화하는 측정 대상 물체에 대한 홀로그램을 실시간으로 측정 및 기록하여 측정 대상 물체의 3차원 형상 정보를 실시간으로 복원하는 효과가 달성되지만, 여전히 다음과 같은 문제점이 발생한다.

[25] 좀 더 구체적으로, 공개된 종래 기술에서는 단일하지 않은 여러 대역에 분포된 파장 대역을 가지는 혼합 광원이 사용되므로, 적어도 2개 이상의 단일 파장을 얻기 위해 파장분할부(200)가 파장이 서로 상이한 제1광선 및 제제2광원을 분할하기 위해 제1여광판(220), 제2여광판(230), 및 제1반사체(240)를 사용하여야 한다. 또한, 간섭무늬획득부(300)가 제2광원을 분할하기 위한 제3광분할기(320), 제2광원을 반사시키기 위한 제3반사체(350), 및 제2광원이 제2반사체(330)로 입사되는 것을 차단하기 위한 제3여광판(340)을 추가로 사용하여야 한다. 따라서, 장치 전체의 구조가 복잡해지고, 전체 제조 비용이 고가라는 문제점이 여전히 존재한다.

[26] 따라서, 단일 파장의 광원을 사용하면서도 상술한 문제점을 해결하기 위한 새로운 방안이 요구된다.

[27] (선행기술문헌)

[28] (특허문헌 1) 1. 대한민국 공개특허 제10-2016-0029606호

[29] (특허문헌 2) 2. 대한민국 공개특허 제10-2010-0095302호

[30] (특허문헌 3) 3. 대한민국 공개특허 제10-2012-0014355호

[31] (특허문헌 4) 4. 대한민국 특허 제10-1139178호

[32] (특허문헌 5) 5. 대한민국 특허 제10-1441245호

[33] (특허문헌 6) 6. 미국 특허 제7,649,160호

발명의 상세한 설명

기술적 과제

[34] 본 발명은 상술한 종래 기술의 문제점을 해결하기 위한 것으로, 한 장의 물체

홀로그램 영상만을 획득하고, 획득된 물체 홀로그램으로부터 기준 홀로그램 영상을 디지털적으로 계산하여 생성한 후, 물체 홀로그램의 위상 및 계산된 기준 홀로그램의 위상을 추출하여 위상 정보 차이를 계산하여, 물체의 3차원 형상 정보 및 정량적인 두께 정보를 복원함으로써, 종래 기술의 한 장의 물체 홀로그램 영상을 사용하는 원샷 방식의 디지털 홀로그래피 복원 시 요구되는 복잡한 광학 장치 구조 및 그에 따른 상당한 고가의 비용 문제를 해결할 수 있으며, 간단한 구조 및 저가의 비용으로 홀로그래픽 복원이 가능하고, 종래 기술의 반사형 및 투과형 홀로그램 복원 장치에 모두 적용될 수 있는 범용성을 가지며, 특히 홀로그램 복원 시 기준광의 사용이 불필요하고, 실시간으로 측정 대상 물체의 정량적인 3차원 영상 복원이 가능하여, TFT 및 반도체와 같은 초미세 구조의 결함 검출용 장치, 정밀한 3차원 영상의 표시가 요구되는 의료 기기, 및 기타 렌즈와 같은 투명한 물체의 굴절률 에러 검출 등을 포함한 다양한 분야의 검출, 확인 또는 표시용 장치에 적용이 가능한 개선된 홀로그래픽 복원 장치 및 방법을 제공하기 위한 것이다.

과제 해결 수단

[35] 본 발명의 제 1 특징에 따른 홀로그래픽 복원 장치는 단일 파장 광을 방출하는 광원부; 상기 광원부에서 방출된 단일 파장 광을 시준하기 위한 시준기; 상기 시준기를 통과한 상기 단일 파장 광을 물체광 및 기준광으로 분할하는 광 분할기; 상기 광 분할기에 의해 분할된 상기 물체광을 통과시키는 물체광 대물 렌즈; 상기 광 분할기에 의해 분할된 상기 기준광을 통과시키는 기준광 대물 렌즈; 상기 기준광 대물 렌즈를 통과한 상기 기준광을 반사시키는 광학 거울; 상기 물체광 대물 렌즈를 통과하여 측정 대상 물체의 표면에서 반사된 물체광 및 상기 광학 거울에 의해 반사된 기준광이 각각 상기 물체광 대물 렌즈 및 기준광 대물 렌즈를 통과하여 상기 광 분할기로 전달되어 형성되는 간섭 무늬를 기록하는 기록 매체; 및 상기 기록 매체에서 상기 간섭무늬를 변환하여 생성된 이미지 파일을 수신하여 저장하는 프로세서를 포함하되, 상기 프로세서는 상기 이미지 파일로부터 획득된 물체 홀로그램으로부터 계산된 디지털 기준 홀로그램을 생성하며, 상기 물체 홀로그램의 제 1 정보 및 상기 디지털 기준 홀로그램의 제 2 정보로부터 위상 정보 차이를 계산하여 상기 측정 대상 물체의 3차원 정보를 복원하는 것을 특징으로 한다.

[36] 본 발명의 제 2 특징에 따른 홀로그래픽 복원 장치는 단일 파장 광을 방출하는 광원부; 상기 광원부에서 방출된 단일 파장 광을 시준하기 위한 시준기; 상기 시준기를 통과한 상기 단일 파장 광을 물체광 및 기준광으로 분할하는 광 분할기; 상기 광 분할기에 의해 분할된 상기 물체광이 측정 대상 물체를 반사한 후 상기 측정 대상 물체의 정보를 포함한 물체 투과광을 통과시키는 물체광 대물 렌즈; 상기 물체광 대물 렌즈를 통과한 상기 물체 반사광을 제외한 나머지의 광원을 반사시키는 제 2 광학 거울; 상기 광 분할기에 의해 분할된 상기 기준광을

통과시키는 기준광 대물 렌즈; 상기 기준광 대물 렌즈를 통과한 상기 기준광을 반사시키는 제 1 광학 거울; 상기 제 1 광학 거울에 의해 반사된 상기 기준광 및 상기 제 2 광학 거울에 의해 반사된 상기 물체 반사광이 각각 전달되는 제 2 광 분할기; 상기 제 2 광 분할기로 전달된 상기 기준광 및 상기 물체 반사광에 의해 형성되는 간섭 무늬를 기록하는 기록 매체; 및 상기 기록 매체에서 상기 간섭무늬를 변환하여 생성된 이미지 파일을 수신하여 저장하는 프로세서를 포함하되, 상기 프로세서는 상기 이미지 파일로부터 획득된 물체 홀로그램으로부터 계산된 디지털 기준 홀로그램을 생성하며, 상기 물체 홀로그램의 제 1 정보 및 상기 디지털 기준 홀로그램의 제 2 정보로부터 위상 정보 차이를 계산하여 상기 측정 대상 물체의 3차원 정보를 복원하는 것을 특징으로 한다.

[37] 본 발명의 제 3 특징에 따른 홀로그래픽 복원 방법은 a) 측정 대상 물체의 물체 홀로그램을 획득하는 단계; b) 상기 획득된 물체 홀로그램으로부터 계산된 디지털 기준 홀로그램을 생성하는 단계; c) 상기 물체 홀로그램의 위상 정보 및 상기 계산된 디지털 기준 홀로그램의 위상 정보를 각각 추출하는 단계; d) 상기 추출된 물체 홀로그램의 제 1 위상 정보 및 상기 추출된 계산된 디지털 기준 홀로그램의 제 2 위상 정보로부터 위상 정보 차이를 계산하는 단계; 및 e) 상기 계산된 위상 정보 차이로부터 왜곡된 위상 정보를 보상하고, 상기 보상된 위상 정보를 이용하여 상기 측정 대상 물체의 정량적인 두께 정보를 계산하여 상기 측정 대상 물체의 3차원 형상 정보 및 정량적인 두께 정보를 복원하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[38] 본 발명에 따른 개선된 홀로그래픽 복원 장치 및 방법을 사용하면 다음과 같은 장점이 달성된다.

[39] 1. 종래 기술의 한 장의 물체 홀로그램 영상을 사용하는 원샷 방식의 디지털 홀로그래피 복원 시 요구되는 복잡한 광학 장치 구조 및 그에 따른 상당한 고가의 비용 문제를 해결할 수 있다.

[40] 2. 간단한 구조 및 저가의 비용으로 홀로그래픽 복원이 가능하다.

[41] 3. 종래 기술의 반사형 및 투과형 홀로그램 복원 장치에 모두 적용될 수 있는 범용성을 가진다.

[42] 4. 특히 홀로그램 복원 시 기준광의 사용이 불필요하며, 실시간으로 측정 대상 물체의 정량적인 3차원 영상 복원이 가능하다.

[43] 5. TFT 및 반도체와 같은 초미세 구조의 결함 검출용 장치, 정밀한 3차원 영상의 표시가 요구되는 의료 기기, 및 기타 렌즈와 같은 투명한 물체의 굴절률 에러 검출 등을 포함한 다양한 분야의 검출, 확인 또는 표시용 장치에 적용이 가능하다.

[44] 본 발명의 추가적인 장점은 동일 또는 유사한 참조번호가 동일한 구성요소를

표시하는 첨부 도면을 참조하여 이하의 설명으로부터 명백히 이해될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[45] 도 1은 공개된 종래 기술에 따른 따른 2파장 디지털 홀로그래피 현미경 장치를 상세히 도시한 블록도이다.

[46] 도 2a는 본 발명의 제 1 실시예에 따른 홀로그래픽 복원 장치의 개략적인 블록도이다.

[47] 도 2b는 본 발명의 제 2 실시예에 따른 홀로그래픽 복원 장치의 개략적인 블록도이다.

[48] 도 2c 는 본 발명의 실시예에 따른 반도체 기판 회로의 물체 홀로그램을 도시한 도면이다.

[49] 도 2d 는 윤곽선 검출 알고리즘을 이용하여 도 2c에 도시된 본 발명의 실시예에 따른 반도체 기판 회로의 물체 홀로그램에서 검출된 윤곽선을 도시한 도면이다.

[50] 도 2e는 2차원 푸리에 변환에 의해 얻어진 물체 홀로그램의 주파수 스펙트럼에서 자동 실상 좌표 정보 추출 알고리즘을 이용하여 추출한 실상 좌표 정보 및 파수벡터 알고리즘을 이용하여 계산된 기준 홀로그램의 파수 벡터 상수를 계산하여 얻어진 도면이다.

[51] 도 2f는 물체광 대물 렌즈(40)의 수차 보정이 이루어지지 않은 측정 대상 물체(50)의 3차원 형상의 복원 영상을 도시한 도면이다.

[52] 도 2g는 물체광 대물 렌즈(40)의 수차 보정이 이루어진 측정 대상 물체(50)의 3차원 형상의 복원 영상을 도시한 도면이다.

[53] 도 3a는 본 발명의 일 실시예에 따른 홀로그래픽 복원 방법의 플로우차트이다.

[54] 도 3b는 도 3a에 도시된 본 발명의 일 실시예에 따른 홀로그래픽 복원 방법 중 S2 단계의 구체적인 구현 단계를 도시한 플로우차트이다.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

[55] 이하에서 본 발명의 실시예 및 도면을 참조하여 본 발명을 상세히 기술한다.

[56] 도 2a는 본 발명의 제 1 실시예에 따른 홀로그래픽 복원 장치의 개략적인 블록도이다.

[57] 도 2a를 참조하면, 본 발명의 제 1 실시예에 따른 홀로그래픽 복원 장치(1a)는 단일 파장 광을 방출하는 광원부(10); 상기 광원부(10)에서 방출된 단일 파장 광을 시준하기 위한 시준기(20); 상기 시준기(20)를 통과한 상기 단일 파장 광을 물체광(O) 및 기준광(R)으로 분할하는 광 분할기(30); 상기 광 분할기(30)에 의해 분할된 상기 물체광(O)을 통과시키는 물체광 대물 렌즈(40); 상기 광 분할기(30)에 의해 분할된 상기 기준광(R)을 통과시키는 기준광 대물 렌즈(60); 상기 기준광 대물 렌즈(60)를 통과한 상기 기준광(R)을 반사시키는 광학 거울(70); 상기 물체광 대물 렌즈(40)를 통과하여 측정 대상 물체(50)의 표면에서 반사된 물체광(O) 및 상기 광학 거울(70)에 의해 반사된 기준광(R)이 각각 상기 물체광 대물 렌즈(40) 및 기준광 대물 렌즈(60)를 통과하여 상기 광 분할기(30)로

전달되어 형성되는 간섭 무늬를 기록하는 기록 매체(80); 및 상기 기록 매체(80)에서 상기 간섭무늬를 변환하여 생성된 이미지 파일을 수신하여 저장하는 프로세서(90)를 포함하되, 상기 프로세서(90)는 상기 이미지 파일로부터 획득된 물체 홀로그램으로부터 계산된 디지털 기준 홀로그램을 생성하며, 상기 물체 홀로그램의 제 1 정보 및 상기 디지털 기준 홀로그램의 제 2 정보로부터 위상 정보 차이를 계산하여 상기 측정 대상 물체(50)의 3차원 정보를 복원하는 것을 특징으로 한다.

[58] 도 2b는 본 발명의 제 2 실시예에 따른 홀로그래픽 복원 장치의 개략적인 블록도이다.

[59] 도 2b를 참조하면, 본 발명의 제 2 실시예에 따른 홀로그래픽 복원 장치(1b)는 단일 파장 광을 방출하는 광원부(10); 상기 광원부(10)에서 방출된 단일 파장 광을 시준하기 위한 시준기(20); 상기 시준기(20)를 통과한 상기 단일 파장 광을 물체광(O) 및 기준광(R)으로 분할하는 광 분할기(30); 상기 광 분할기(30)에 의해 분할된 상기 물체광(O)이 측정 대상 물체(50)를 투과한 후 상기 측정 대상 물체(50)의 정보를 포함한 물체 투과광(T)을 통과시키는 물체광 대물 렌즈(40); 상기 물체광 대물 렌즈(40)를 통과한 상기 물체 투과광(T)을 반사시키는 제 2 광학 거울(72); 상기 광 분할기(30)에 의해 분할된 상기 기준광(R)을 통과시키는 기준광 대물 렌즈(60); 상기 기준광 대물 렌즈(60)를 통과한 상기 기준광(R)을 반사시키는 제 1 광학 거울(70); 상기 제 1 광학 거울(70)에 의해 반사된 상기 기준광(R) 및 상기 제 2 광학 거울(72)에 의해 반사된 상기 물체 투과광(T)이 각각 전달되는 제 2 광 분할기(32); 상기 제 2 광 분할기(32)로 전달된 상기 기준광(R) 및 상기 물체 투과광(T)에 의해 형성되는 간섭 무늬를 기록하는 기록 매체(80); 및 상기 기록 매체(80)에서 상기 간섭무늬를 변환하여 생성된 이미지 파일을 수신하여 저장하는 프로세서(90)를 포함하되, 상기 프로세서(90)는 상기 이미지 파일로부터 획득된 물체 홀로그램으로부터 계산된 디지털 기준 홀로그램을 생성하며, 상기 물체 홀로그램의 제 1 정보 및 상기 디지털 기준 홀로그램의 제 2 정보로부터 위상 정보 차이를 계산하여 상기 측정 대상 물체(50)의 3차원 정보를 복원하는 것을 특징으로 한다.

[60] 상술한 도 2a 및 도 2b에 각각 도시된 본 발명의 제 1 실시예에 따른 홀로그래픽 복원 장치(1a) 및 본 발명의 제 2 실시예에 따른 홀로그래픽 복원 장치(1b)는 물체광(O)이 측정 대상 물체(50)에서 반사(도 2a의 실시예)되거나 또는 물체광(O)이 측정 대상 물체(50)를 투과(도 2b의 실시예)한다는 점, 및 그에 따른 일부 구성요소(예를 들어, 도 2b의 실시예의 제 2 광학 거울(72) 및 제 2 광 분할기(32))의 추가 사용 및 그에 따른 일부 구성요소의 배치를 제외하고는 실질적으로 동일한 구성을 가지며, 특히 간섭 무늬가 기록 매체(80) 상에 기록되고, 기록된 상기 간섭 무늬가 프로세서(90)에 의해 이미지 파일 형태로 획득된 물체 홀로그램으로부터 디지털 기준 홀로그램을 계산한다는 점에서 동일한 특징을 갖는다는 점에 유의하여야 한다. 따라서, 이하에서는 본 발명의

제 1 및 제 2 실시예에 따른 홀로그래픽 복원 장치(1a,1b)를 통칭하여 본 발명의 실시예에 따른 홀로그래픽 복원 장치(1)로 지칭하기로 한다.

[61] 상술한 본 발명의 실시예에 따른 홀로그래픽 복원 장치(1)의 프로세서(90)는 예를 들어, 마이크로프로세서, PC(Personal Computer) 등의 산술 연산이 가능한 장치로 구현되고, 또한 기록 매체(80)는 예를 들어 CCD(Charge Coupled Device), CMOS(Complimentary Metal-Oxide Semiconductor) 등의 이미지 센서로 구현될 수 있다.

[62] 또한, 상술한 본 발명의 실시예에 따른 홀로그래픽 복원 장치(1)의 프로세서(90)에 의해 획득되는 물체 홀로그램의 정보는 파장, 간섭각, 위상, 및 물체광 대물 렌즈(40)의 수차를 포함하고, 노이즈를 추가적으로 포함할 수 있다.

[63] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 홀로그래픽 복원 장치(1)의 프로세서(90)에 의해 획득된 물체 홀로그램은 복소 공액 홀로그램으로, 하기 수학식 1과 같이 표현될 수 있다.

[64] (수학식 1)

[65] $$|U_c(x,y,0)|^2 = |0(x,y)|^2 + |R(x,y)|^2 + 0^*(x,y)R(x,y) + 0(x,y)R^*(x,y)$$

[66] 상기 수학식 1에서 x와 y는 공간 좌표를 나타내고, U0(x,y,O)는 획득된 물체 홀로그램을 나타내며, O(x,y) 및 R(x,y)는 각각 물체광(O)과 기준광(R)을 나타내고, O*(x,y) 및 R*(x,y)는 각각 물체광(O)과 기준광(R)의 복소 공액을 나타낸다.

[67] 이하에서는 상기 획득된 물체 홀로그램으로부터 계산된 디지털 기준 홀로그램을 생성하는 구체적인 방법을 기술하기로 한다.

[68] 먼저, 본 발명의 실시예에 따른 홀로그래픽 복원 장치(1)의 프로세서(90)은 상기 기록 매체(80)에 기록된 상기 간섭 무늬의 이미지 파일로부터 물체 홀로그램을 획득한다(도 2c 에 도시된 반도체 기판 회로 참조). 그 후, 프로세서(90)은 윤곽선 검출 알고리즘(Edge detection algorithm)을 이용하여 획득된 물체 홀로그램의 윤곽선 검출을 수행한다(도 2d 에 도시된 윤곽선 참조). 윤곽선 검출 알고리즘으로는, 예를 들어, 공지의 Sobel, Prewitt, Roberts, Zerocross, Canny 알고리즘, 또는 공지의 기타 다른 윤곽선 검출 알고리즘이 사용될 수 있다.

[69] 그 후, 윤곽선 검출이 완료된 물체 홀로그램은 허프 변환(Hough transform)을 이용하여 검출된 윤곽선이 세로 수직선을 기준으로 기울어진 각도(이하 "윤곽선의 각도")를 추출한다. 그 후, 추출된 윤곽선의 각도의 평균값을 이용하여 계산된 디지털 기준 홀로그램(Calculated digital reference hologram)의 물체광과 기준광의 간섭 입사 각도(Interference incidence angle)를 계산한다.

[70] 그 후, 획득된 물체 홀로그램을 이용하여 2차원 푸리에 변환(2D Fourier transform)을 수행한다. 2차원 푸리에 변환에 의해 얻어진 물체 홀로그램의 주파수 스펙트럼은 실상(Real image), 허상(Imaginary image), 및 DC 정보로 분리되어 나타난다. 이 중, 실상 좌표 정보(Real image spot-position)를 자동 실상

좌표 정보 추출 알고리즘(Automatic real image spot-position extraction algorithm)을 이용하여 추출한다. 추출된 실상 좌표 정보 및 파수벡터 알고리즘(Wavenumber algorithm)을 이용하여 계산된 기준 홀로그램의 파수 벡터 상수를 계산한다(도 2e에 도시된 도면 참조).

[71] 그 후, 물체 홀로그램을 측정할 때 사용했던 물체광 대물 렌즈(40)의 수차(Curvature aberration)를 보상하기 위해 물체 홀로그램에서 수차 정보를 추출한다. 그 후, 자동 주파수 수차 보상 알고리즘(Automatic frequency curvature compensation algorithm)을 이용하여 추출된 수차 정보를 보상해주는 항(Factor)을 계산된 디지털 홀로그램에 추가한다. 이러한, 수차 정보가 보상된 계산된 디지털 홀로그램은 하기의 수학식 2로 나타낼 수 있다.

[72] (수학식 2)

[73] $$U_{DR}(x,y,0) = R_D(x,y) + R_C(x,y)$$

[74] 상기 수학식 2에서 UDR(x,y,O)는 계산된 디지털 기준 홀로그램, RD(x,y) 및 RC(x,y)는 각각 물체 홀로그램의 광의 정보 항과 추출된 수차 정보를 보상해주는 항을 의미한다.

[75] 그 후, 프로세서(90)는 획득된 물체 홀로그램과 계산된 디지털 기준 홀로그램을 각 스펙트럼 확산 알고리즘(Angular spectrum propagation algorithm)을 이용하여 복원 영상면(Reconstruction image plane)의 정보로 변환한다. 여기서, 복원 영상면이란 프로세서(90)에 의해 측정 대상 물체(50)와 기록 매체(80) 사이의 거리에 대응하는 거리만큼의 가상적인 영상 표시 평면을 의미하는 것으로, 프로세서(90)에 의해 계산 및 시뮬레이션될 수 있다. 프로세서(90)는 역 2차원 푸리에 변환(Inverse 2D Fourier transform)을 통해 변환된 물체 홀로그램과 계산된 디지털 기준 홀로그램 각각의 위상 정보를 추출한다. 이러한 방식으로 추출된 물체 홀로그램의 위상 정보는 측정 대상 물체(50)의 위상(Object phase), 물체광 대물 렌즈(40)의 수차 정보(Curvature aberration), 및 기록된 광정보(Recorded light information)(예를 들어, 파장 및 간섭각)를 포함하고 있고, 계산된 기준 홀로그램의 위상 정보는 물체광 대물 렌즈(40)의 수차 정보 및 기록된 광정보가 포함되어 있다.

[76] 그 후, 물체의 위상 정보만을 획득하기 위해, 프로세서(90)는 추출된 물체 홀로그램의 위상 정보와 계산된 기준 홀로그램의 위상 정보의 차이를 계산한다. 이 경우, 프로세서(90)는 2차원 위상 펼침 알고리즘(2D phase unwrapping algorithm)을 이용하여 계산된 위상 정보 차이로부터 왜곡된 위상 정보를 보상하고, 또한 보상된 위상 정보를 이용하여 측정 대상 물체(50)의 정량적인 두께 정보를 계산한다. 프로세서(90)에 의해 계산된 측정 대상 물체(50)의 정량적인 두께 정보는 하기 수학식 3과 같이 나타낸다.

[77] (수학식 3)

[78]
$$\Delta L = \frac{\lambda \Delta \Phi(x,y)}{2\pi \Delta n(x,y)}$$

[79] 상기 수학식 3에서, △L은 측정 대상 물체(50)의 정량적인 두께 정보, λ는 물체 홀로그램 획득 시 사용한 광원부(10)의 파장, △φ(x,y)는 상기 물체 홀로그램 및 상기 계산된 기준 홀로그램 간의 위상차 정보, △n(x,y)는 배경과 (또는 공기와) 측정 대상 물체(50) 간의 굴절률 차이를 의미한다. 프로세서(90)는 상기 수학식3에 따라 계산된 측정 대상 물체(50)의 정량적인 두께 정보를 이용하여 측정 대상 물체(50)의 3차원 형상을 상술한 복원 영상면 상에 복원한다. 프로세서(90)에 의해 복원된 복원 영상면은 예를 들어, 별도의 모니터(미도시)에 표시될 수 있다.

[80] 도 2f 및 도 2g에는 각각 물체광 대물 렌즈(40)의 수차 보정이 이루어지지 않은 측정 대상 물체(50)의 3차원 형상의 복원 영상 및 물체광 대물 렌즈(40)의 수차 보정이 이루어진 측정 대상 물체(50)의 3차원 형상의 복원 영상이 도시되어 있다. 도 2g에 도시된 복원 영상으로부터, 도 2c 에 도시된 반도체 기판 회로의 3차원 형상이 선명하게 복원되었음을 확인할 수 있다.

[81] 도 3a는 본 발명의 일 실시예에 따른 홀로그래픽 복원 방법의 플로우차트이고, 도 3b는 도 3a에 도시된 본 발명의 일 실시예에 따른 홀로그래픽 복원 방법 중 S2 단계의 구체적인 구현 단계를 도시한 플로우차트이다.

[82] 도 3a 및 도 3b를 도 2a 내지 도 2g와 함께 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 홀로그래픽 복원 방법(300)은 a) 측정 대상 물체(50)의 물체 홀로그램을 획득하는 단계(S1); b) 상기 획득된 물체 홀로그램으로부터 계산된 디지털 기준 홀로그램을 생성하는 단계(S2); c) 상기 물체 홀로그램의 위상 정보 및 상기 계산된 디지털 기준 홀로그램의 위상 정보를 각각 추출하는 단계(S3); d) 상기 추출된 물체 홀로그램의 제 1 위상 정보 및 상기 추출된 계산된 디지털 기준 홀로그램의 제 2 위상 정보로부터 위상 정보 차이를 계산하는 단계(S4); 및 e) 상기 계산된 위상 정보 차이로부터 왜곡된 위상 정보를 보상하고, 상기 보상된 위상 정보를 이용하여 상기 측정 대상 물체(50)의 정량적인 두께 정보를 계산하여 상기 측정 대상 물체(50)의 3차원 형상 정보 및 정량적인 두께 정보를 복원하는 단계(S5)를 포함한다.

[83] 상술한 본 발명의 일 실시예에 따른 홀로그래픽 복원 방법(300)에서, 상기 a) 단계는 a1) 광원부(10)에서 방출된 단일 파장 광을 광 분할기(30)에 의해 물체광(O) 및 기준광(R)으로 분할하는 단계; a2) 분할된 상기 물체광(O)을 물체광 대물 렌즈(40)를 통해 상기 측정 대상 물체(50)의 표면에서 반사시키고 또한 분할된 상기 기준광(R)을 기준광 대물 렌즈(60)를 통해 통과시킨 후 광학 거울(70)에 의해 반사시키는 단계; a3) 상기 반사된 물체광(O) 및 상기 반사된 기준광(R)을 상기 광 분할기(30)로 전달하여 형성되는 간섭 무늬를 기록 매체(80)에 기록하고, 상기 간섭무늬를 변환하여 생성된 이미지 파일을

프로세서(90)로 전송하는 단계; 및 a4) 상기 프로세서(90)에 의해 상기 이미지 파일로부터 상기 물체 홀로그램을 획득하는 단계를 포함할 수 있다.

[84] 또한, 대안적으로, 본 발명의 일 실시예에 따른 홀로그래픽 복원 방법(300)에서, 상기 a) 단계는 1) 광원부(10)에서 방출된 단일 파장 광을 광 분할기(30)에 의해 물체광(O) 및 기준광(R)으로 분할하는 단계; a2) 분할된 상기 물체광(O)을 상기 측정 대상 물체(50)를 통해 투과시켜 얻어진 물체 투과광(T)을 물체광 대물 렌즈(40)를 통해 통과시킨 후 상기 물체 투과광(T)을 제 2 광학 거울(72)에 의해 반사시키고 또한 분할된 상기 기준광(R)을 기준광 대물 렌즈(60)를 통해 통과시킨 후 광학 거울(70)에 의해 반사시키는 단계; a3) 상기 반사된 물체 투과광(T) 및 상기 반사된 기준광(R)을 제 2 광 분할기(32)로 전달하여 형성되는 간섭 무늬를 기록 매체(80)에 기록하고, 상기 간섭무늬를 변환하여 생성된 이미지 파일을 프로세서(90)로 전송하는 단계; 및 a4) 상기 프로세서(90)에 의해 상기 이미지 파일로부터 상기 물체 홀로그램을 획득하는 단계를 포함할 수 있다.

[85] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 홀로그래픽 복원 방법(300)에서, 상기 b) 단계는 b1) 윤곽선 검출 알고리즘을 이용하여 상기 획득된 물체 홀로그램의 윤곽선을 검출하는 단계(S21); b2) 허프 변환(Hough transform)을 이용하여 검출된 윤곽선이 세로 수직선을 기준으로 기울어진 각도인 윤곽선의 각도를 추출한 후, 추출된 상기 윤곽선의 각도의 평균값을 이용하여 상기 계산된 디지털 기준 홀로그램의 물체광과 기준광의 간섭 입사 각도를 계산하는 단계(S22); b3) 상기 획득된 물체 홀로그램을 이용하여 2차원 푸리에 변환을 수행하여 얻어진 상기 물체 홀로그램의 주파수 스펙트럼으로부터 자동 실상 좌표 정보 추출 알고리즘을 이용하여 실상 좌표 정보를 추출한 후, 상기 추출된 실상 좌표 정보 및 파수벡터 알고리즘을 이용하여 상기 계산된 기준 홀로그램의 파수 벡터 상수를 계산하는 단계(S23); b4) 상기 물체 홀로그램을 측정할 때 사용한 물체광 대물 렌즈(40)의 수차를 보상하기 위해 상기 물체 홀로그램에서 수차 정보를 추출하는 단계(S24); 및 b5) 자동 주파수 수차 보상 알고리즘을 이용하여 상기 추출된 수차 정보를 보상하여 상기 계산된 디지털 홀로그램을 생성하는 단계(S25)를 포함한다. 상기 b5) 단계에서 생성된 상기 계산된 디지털 홀로그램은 수학식 $UDR(x,y,O) = RD(x,y) + RC(x,y)$로 표시되고, 여기서 $UDR(x,y,O)$는 계산된 디지털 기준 홀로그램, $RD(x,y)$ 및 $RC(x,y)$는 각각 상기 물체 홀로그램의 광의 정보 항과 추출된 수차 정보를 보상해주는 항이다.

[86] 또한, 상기 c) 단계는 c1) 상기 획득된 물체 홀로그램과 상기 계산된 디지털 기준 홀로그램을 각 스펙트럼 확산 알고리즘을 이용하여 복원 영상면의 정보로 변환하는 단계; 및 c2) 상기 변환된 물체 홀로그램과 상기 변환된 계산된 디지털 기준 홀로그램을 역 2차원 푸리에 변환을 통해 상기 물체 홀로그램의 위상 정보 및 상기 계산된 기준 홀로그램의 위상 정보를 추출하는 단계를 포함한다.
여기서, 상기 물체 홀로그램의 위상 정보는 상기 측정 대상 물체(50)의 위상, 상기 물체광 대물 렌즈(40)의 수차 정보, 및 기록된 광정보를 포함하고, 상기 계산된

기준 홀로그램의 위상 정보는 상기 물체광 대물 렌즈(40)의 수차 정보 및 상기 기록된 광정보를 포함한다.

[87] 또한, 상기 e) 단계에서 상기 정량적인 두께 정보는 수학식 $\triangle L = \lambda\triangle\varphi(x,y)/2\pi\triangle n(x,y)$로 표시되고, 여기서 $\triangle L$은 상기 측정 대상 물체(50)의 정량적인 두께 정보, λ는 상기 물체 홀로그램 획득 시 사용한 광원부(10)의 파장, $\triangle\varphi(x,y)$는 상기 물체 홀로그램 및 상기 계산된 기준 홀로그램 간의 위상차 정보, $\triangle n(x,y)$는 공기와 측정 대상 물체(50) 간의 굴절률의 차이이다.

산업상 이용가능성

[88] 상술한 바와 같이, 본 발명에 따른 개선된 홀로그래픽 복원 장치(1) 및 방법(300)에서는, 프로세서(90)를 이용하여 물체 홀로그램으로부터 계산된 디지털 기준 홀로그램을 직접 생성하여, 측정 대상 물체(50)의 3차원 정보를 복원할 수 있으므로, 종래 기술의 한 장의 물체 홀로그램 영상을 사용하는 원샷 방식의 디지털 홀로그래피 복원 시 요구되는 복잡한 광학 장치 구조 및 그에 따른 상당한 고가의 비용 문제를 해결할 수 있다.

[89] 또한, 본 발명에 따른 개선된 홀로그래픽 복원 장치(1) 및 방법(300)에서는, 홀로그래픽 복원 장치(1)는 프로세서(90)만을 추가적으로 사용하므로 그 전체 구성이 매우 간단하고 저가의 비용으로 홀로그래픽을 복원하는 것이 가능해진다.

[90] 또한, 본 발명에 따른 개선된 홀로그래픽 복원 장치(1) 및 방법(300)에서는, 프로세서(90)를 제외한 다른 구성요소가 종래 기술의 반사형 및 투과형 홀로그램 복원 장치와 실질적으로 동일한 구성을 가지므로, 종래 기술의 반사형 및 투과형 홀로그램 복원 장치에 모두 용이하게 적용될 수 있는 범용성을 가진다.

[91] 또한, 본 발명에 따른 개선된 홀로그래픽 복원 장치(1) 및 방법(300)에서는, 특히 종래 기술과는 달리 홀로그램 복원 시 기준광의 사용이 불필요하며, 실시간으로 특정 대상 물체(50)의 정량적인 3차원 영상 복원이 가능하다.

[92] 또한, 본 발명에 따른 개선된 홀로그래픽 복원 장치(1) 및 방법(300)에서는, 상술한 바와 같이 기준광을 사용함이 없이 실시간으로 특정 대상 물체(50)의 정량적인 3차원 영상 복원이 가능하므로, TFT 및 반도체와 같은 초미세 구조의 결함 검출용 장치, 정밀한 3차원 영상의 표시가 요구되는 의료 기기, 및 기타 렌즈와 같은 투명한 물체의 굴절률 에러 검출 등을 포함한 다양한 분야의 검출, 확인 또는 표시용 장치에 적용이 가능하다.

[93] 다양한 변형예가 본 발명의 범위를 벗어남이 없이 본 명세서에 기술되고 예시된 구성 및 방법으로 만들어질 수 있으므로, 상기 상세한 설명에 포함되거나 첨부 도면에 도시된 모든 사항은 예시적인 것으로 본 발명을 제한하기 위한 것이 아니다. 따라서, 본 발명의 범위는 상술한 예시적인 실시예에 의해 제한되지 않으며, 이하의 청구범위 및 그 균등물에 따라서만 정해져야 한다.

청구범위

[청구항 1] 홀로그래픽 복원 장치에 있어서,
단일 파장 광을 방출하는 광원부;
상기 광원부에서 방출된 단일 파장 광을 시준하기 위한 시준기;
상기 시준기를 통과한 상기 단일 파장 광을 물체광 및 기준광으로 분할하는 광 분할기;
상기 광 분할기에 의해 분할된 상기 물체광을 통과시키는 물체광 대물 렌즈;
상기 광 분할기에 의해 분할된 상기 기준광을 통과시키는 기준광 대물 렌즈;
상기 기준광 대물 렌즈를 통과한 상기 기준광을 반사시키는 광학 거울;
상기 물체광 대물 렌즈를 통과하여 측정 대상 물체의 표면에서 반사된 물체광 및 상기 광학 거울에 의해 반사된 기준광이 각각 상기 물체광 대물 렌즈 및 기준광 대물 렌즈를 통과하여 상기 광 분할기로 전달되어 형성되는 간섭 무늬를 기록하는 기록 매체; 및
상기 기록 매체에서 상기 간섭무늬를 변환하여 생성된 이미지 파일을 수신하여 저장하는 프로세서를 포함하되,
상기 프로세서는 상기 이미지 파일로부터 획득된 물체 홀로그램으로부터 계산된 디지털 기준 홀로그램을 생성하며, 상기 물체 홀로그램의 제 1 정보 및 상기 디지털 기준 홀로그램의 제 2 정보로부터 위상 정보 차이를 계산하여 상기 측정 대상 물체의 3차원 정보를 복원하는, 홀로그래픽 복원 장치.

[청구항 2] 홀로그래픽 복원 장치에 있어서,
단일 파장 광을 방출하는 광원부;
상기 광원부에서 방출된 단일 파장 광을 시준하기 위한 시준기;
상기 시준기를 통과한 상기 단일 파장 광을 물체광 및 기준광으로 분할하는 광 분할기;
상기 광 분할기에 의해 분할된 상기 물체광이 측정 대상 물체를 투과한 후 상기 측정 대상 물체의 정보를 포함한 물체 투과광을 통과시키는 물체광 대물 렌즈;
상기 물체광 대물 렌즈를 통과한 상기 물체 투과광을 반사시키는 제 2 광학 거울;
상기 광 분할기에 의해 분할된 상기 기준광을 통과시키는 기준광 대물 렌즈;
상기 기준광 대물 렌즈를 통과한 상기 기준광을 반사시키는 제 1 광학 거울;
상기 제 1 광학 거울에 의해 반사된 상기 기준광 및 상기 제 2 광학 거울에

의해 반사된 상기 물체 투과광이 각각 전달되는 제 2 광 분할기;
상기 제 2 광 분할기로 전달된 상기 기준광 및 상기 물체 투과광에 의해 형성되는 간섭 무늬를 기록하는 기록 매체; 및
상기 기록 매체에서 상기 간섭무늬를 변환하여 생성된 이미지 파일을 수신하여 저장하는 프로세서를 포함하되,
상기 프로세서는 상기 이미지 파일로부터 획득된 물체 홀로그램으로부터 계산된 디지털 기준 홀로그램을 생성하며, 상기 물체 홀로그램의 제 1 정보 및 상기 디지털 기준 홀로그램의 제 2 정보로부터 위상 정보 차이를 계산하여 상기 측정 대상 물체의 3차원 정보를 복원하는, 홀로그래픽 복원 장치.

[청구항 3] 제 1항 또는 제 2항에 있어서,
상기 프로세서는 i) 상기 획득된 물체 홀로그램의 윤곽선을 검출하고, ii) 검출된 윤곽선이 세로 수직선을 기준으로 기울어진 각도인 윤곽선의 각도를 추출하며, 추출된 상기 윤곽선의 각도의 평균값을 이용하여 상기 계산된 디지털 기준 홀로그램의 상기 물체광과 상기 기준광의 간섭 입사 각도를 계산하고, iii) 상기 획득된 물체 홀로그램을 이용하여 2차원 푸리에 변환을 수행하여 얻어진 상기 물체 홀로그램의 주파수 스펙트럼으로부터 실상 좌표 정보를 추출한 후, 상기 추출된 실상 좌표 정보 및 파수벡터 알고리즘을 이용하여 상기 계산된 기준 홀로그램의 파수 벡터 상수를 계산하며, iv) 상기 물체 홀로그램에서 상기 물체광 대물 렌즈의 수차 정보를 추출하고, 상기 추출된 수차 정보를 보상하여 상기 계산된 디지털 홀로그램을 생성하는, 홀로그래픽 복원 장치.

[청구항 4] 제 1항 또는 제 2항에 있어서,
상기 계산된 디지털 홀로그램은 수학식 $UDR(x,y,O) = RD(x,y) + RC(x,y)$로 표시되고, 여기서 $UDR(x,y,O)$는 상기 계산된 디지털 기준 홀로그램, $RD(x,y)$ 및 $RC(x,y)$는 각각 상기 물체 홀로그램의 광의 정보 항과 추출된 수차 정보를 보상해주는 항인, 홀로그래픽 복원 장치.

[청구항 5] 제 1항 또는 제 2항에 있어서,
상기 프로세서는 상기 획득된 물체 홀로그램과 상기 계산된 디지털 기준 홀로그램을 복원 영상면의 정보로 변환하고, 상기 변환된 물체 홀로그램과 상기 변환된 계산된 디지털 기준 홀로그램을 역 2차원 푸리에 변환을 통해 상기 물체 홀로그램의 위상 정보 및 상기 계산된 기준 홀로그램의 위상 정보를 추출하는, 홀로그래픽 복원 장치.

[청구항 6] 제 4항에 있어서,
상기 물체 홀로그램의 위상 정보는 상기 측정 대상 물체의 위상, 상기 물체광 대물 렌즈의 수차 정보, 및 기록된 광정보를 포함하고,
상기 계산된 기준 홀로그램의 위상 정보는 상기 물체광 대물 렌즈의 수차 정보 및 상기 기록된 광정보를 포함하는, 홀로그래픽 복원 장치.

[청구항 7] 제 1항 또는 제 2항에 있어서,
상기 측정 대상 물체의 정량적인 두께 정보는 수학식 $\triangle L = \lambda\triangle\varphi(x,y)/2\pi\triangle n(x,y)$로 표시되고, 여기서 $\triangle L$은 상기 측정 대상 물체의 정량적인 두께 정보, λ는 상기 광원부의 파장, $\triangle\varphi(x,y)$는 상기 물체 홀로그램 및 상기 계산된 기준 홀로그램 간의 위상차 정보, $\triangle n(x,y)$는 공기와 상기 측정 대상 물체 간의 굴절률의 차이인, 홀로그래픽 복원 장치.

[청구항 8] 홀로그래픽 복원 방법에 있어서,
a) 측정 대상 물체의 물체 홀로그램을 획득하는 단계;
b) 상기 획득된 물체 홀로그램으로부터 계산된 디지털 기준 홀로그램을 생성하는 단계;
c) 상기 물체 홀로그램의 위상 정보 및 상기 계산된 디지털 기준 홀로그램의 위상 정보를 각각 추출하는 단계;
d) 상기 추출된 물체 홀로그램의 제 1 위상 정보 및 상기 추출된 계산된 디지털 기준 홀로그램의 제 2 위상 정보로부터 위상 정보 차이를 계산하는 단계; 및
e) 상기 계산된 위상 정보 차이로부터 왜곡된 위상 정보를 보상하고, 상기 보상된 위상 정보를 이용하여 상기 측정 대상 물체의 정량적인 두께 정보를 계산하여 상기 측정 대상 물체의 3차원 형상 정보 및 정량적인 두께 정보를 복원하는 단계를 포함하는, 홀로그래픽 복원 방법.

[청구항 9] 제 8항에 있어서,
상기 a) 단계는
a1) 광원부에서 방출된 단일 파장 광을 광 분할기에 의해 물체광 및 기준광으로 분할하는 단계;
a2) 분할된 상기 물체광을 물체광 대물 렌즈를 통해 상기 측정 대상 물체의 표면에서 반사시키고 또한 분할된 상기 기준광을 기준광 대물 렌즈를 통해 통과시킨 후 광학 거울(70)에 의해 반사시키는 단계;
a3) 상기 반사된 물체광 및 상기 반사된 기준광을 상기 광 분할기로 전달하여 형성되는 간섭 무늬를 기록 매체에 기록하고, 상기 간섭무늬를 변환하여 생성된 이미지 파일을 프로세서로 전송하는 단계; 및
a4) 상기 프로세서에 의해 상기 이미지 파일로부터 상기 물체 홀로그램을 획득하는 단계를 포함하는, 홀로그래픽 복원 방법.

[청구항 10] 제 8항에 있어서,
상기 a) 단계는
a1) 광원부에서 방출된 단일 파장 광을 광 분할기에 의해 물체광 및 기준광으로 분할하는 단계;
a2) 분할된 상기 물체광을 상기 측정 대상 물체를 통해 투과시켜 얻어진 물체 투과광을 물체광 대물 렌즈를 통해 통과시킨 후 상기 물체 투과광을

제 2 광학 거울에 의해 반사시키고 또한 분할된 상기 기준광을 기준광 대물 렌즈를 통해 통과시킨 후 광학 거울에 의해 반사시키는 단계;

a3) 상기 반사된 물체 투과광 및 상기 반사된 기준광을 제 2 광 분할기로 전달하여 형성되는 간섭 무늬를 기록 매체에 기록하고, 상기 간섭무늬를 변환하여 생성된 이미지 파일을 프로세서로 전송하는 단계; 및

a4) 상기 프로세서에 의해 상기 이미지 파일로부터 상기 물체 홀로그램을 획득하는 단계를 포함하는, 홀로그래픽 복원 방법.

[청구항 11] 제 8항에 있어서,

상기 b) 단계는

b1) 윤곽선 검출 알고리즘을 이용하여 상기 획득된 물체 홀로그램의 윤곽선을 검출하는 단계;

b2) 허프 변환을 이용하여 검출된 윤곽선이 세로 수직선을 기준으로 기울어진 각도인 윤곽선의 각도를 추출한 후, 추출된 상기 윤곽선의 각도의 평균값을 이용하여 상기 계산된 디지털 기준 홀로그램의 물체광과 기준광의 간섭 입사 각도를 계산하는 단계;

b3) 상기 획득된 물체 홀로그램을 이용하여 2차원 푸리에 변환을 수행하여 얻어진 상기 물체 홀로그램의 주파수 스펙트럼으로부터 자동 실상 좌표 정보 추출 알고리즘을 이용하여 실상 좌표 정보를 추출한 후, 상기 추출된 실상 좌표 정보 및 파수벡터 알고리즘을 이용하여 상기 계산된 기준 홀로그램의 파수 벡터 상수를 계산하는 단계;

b4) 상기 물체 홀로그램을 측정할 때 사용한 물체광 대물 렌즈의 수차를 보상하기 위해 상기 물체 홀로그램에서 수차 정보를 추출하는 단계; 및

b5) 자동 주파수 수차 보상 알고리즘을 이용하여 상기 추출된 수차 정보를 보상하여 상기 계산된 디지털 홀로그램을 생성하는 단계를 포함하는, 홀로그래픽 복원 방법.

[청구항 12] 제 11항에 있어서,

상기 b5) 단계에서 생성된 상기 계산된 디지털 홀로그램은 수학식 $UDR(x,y,O) = RD(x,y) + RC(x,y)$로 표시되고, 여기서 $UDR(x,y,O)$는 상기 계산된 디지털 기준 홀로그램, $RD(x,y)$ 및 $RC(x,y)$는 각각 상기 물체 홀로그램의 광의 정보 항과 추출된 수차 정보를 보상해주는 항인, 홀로그래픽 복원 방법.

[청구항 13] 제 8항에 있어서,

상기 c) 단계는

c1) 상기 획득된 물체 홀로그램과 상기 계산된 디지털 기준 홀로그램을 각 스펙트럼 확산 알고리즘을 이용하여 복원 영상면의 정보로 변환하는 단계; 및

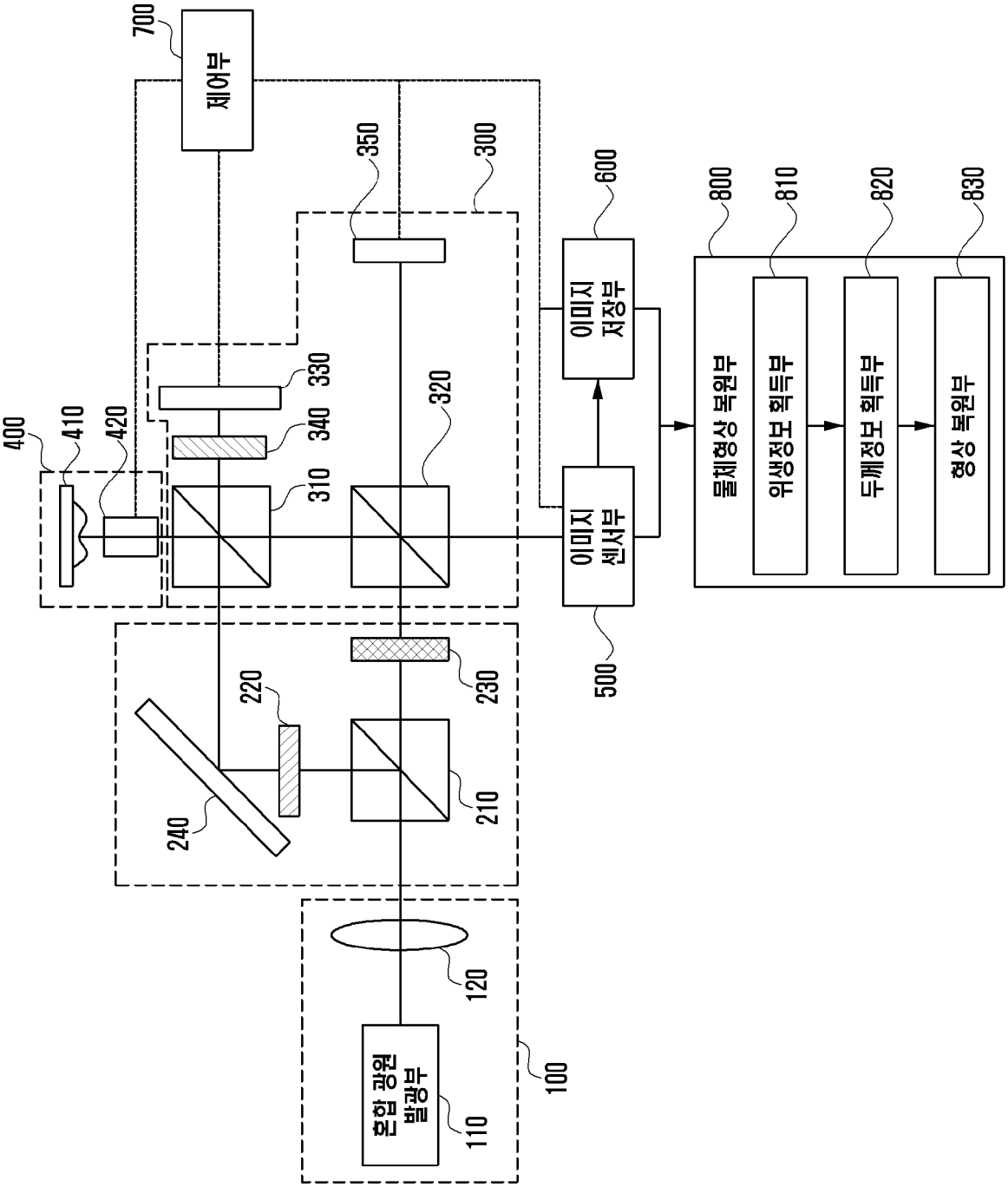
c2) 상기 변환된 물체 홀로그램과 상기 변환된 계산된 디지털 기준 홀로그램을 역 2차원 푸리에 변환을 통해 상기 물체 홀로그램의 위상

정보 및 상기 계산된 기준 홀로그램의 위상 정보를 추출하는 단계를 포함하는, 홀로그래픽 복원 방법.

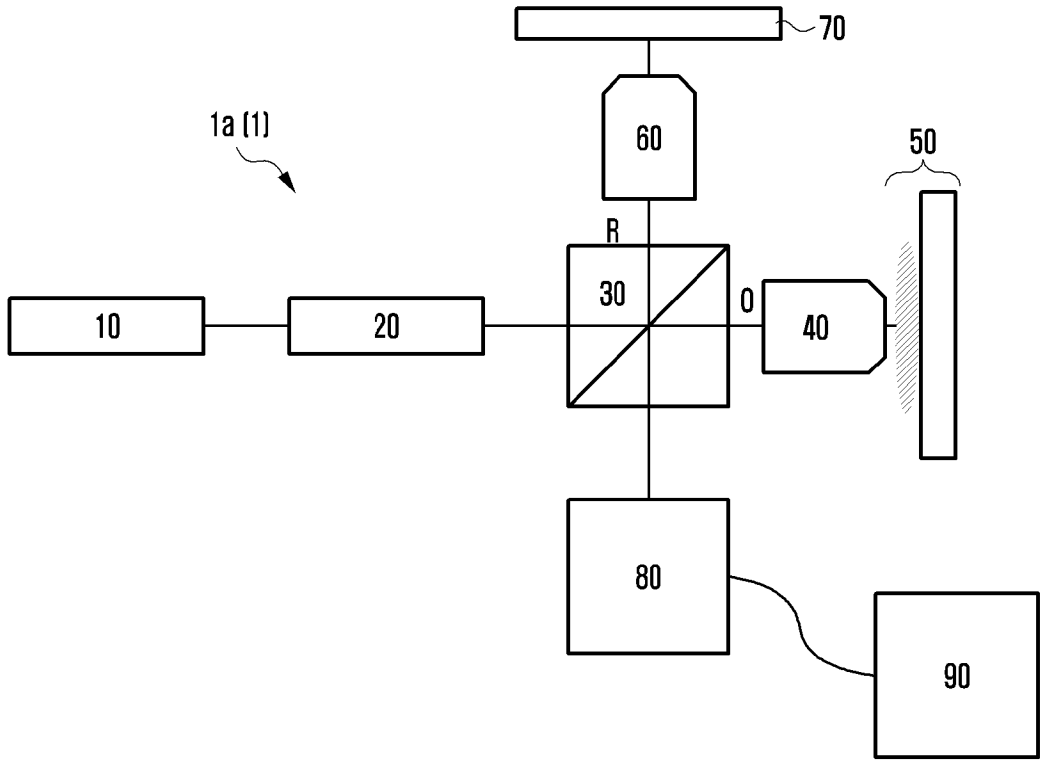
[청구항 14] 제 13항에 있어서,
상기 물체 홀로그램의 위상 정보는 상기 측정 대상 물체의 위상, 상기 물체광 대물 렌즈의 수차 정보, 및 기록된 광정보를 포함하고,
상기 계산된 기준 홀로그램의 위상 정보는 상기 물체 홀로그램을 측정할 때 사용한 물체광 대물 렌즈의 수차 정보 및 상기 기록된 광정보를 포함하는, 홀로그래픽 복원 방법.

[청구항 15] 제 8항에 있어서,
상기 e) 단계에서 상기 정량적인 두께 정보는 수학식 $\Delta L = \lambda\Delta\varphi(x,y)/2\pi\Delta n(x,y)$로 표시되고, 여기서 ΔL은 상기 측정 대상 물체의 정량적인 두께 정보, λ는 상기 물체 홀로그램 획득 시 사용한 광원부의 파장, $\Delta\varphi(x,y)$는 상기 물체 홀로그램 및 상기 계산된 기준 홀로그램 간의 위상차 정보, $\Delta n(x,y)$는 공기와 상기 측정 대상 물체 간의 굴절률의 차이인, 홀로그래픽 복원 방법.

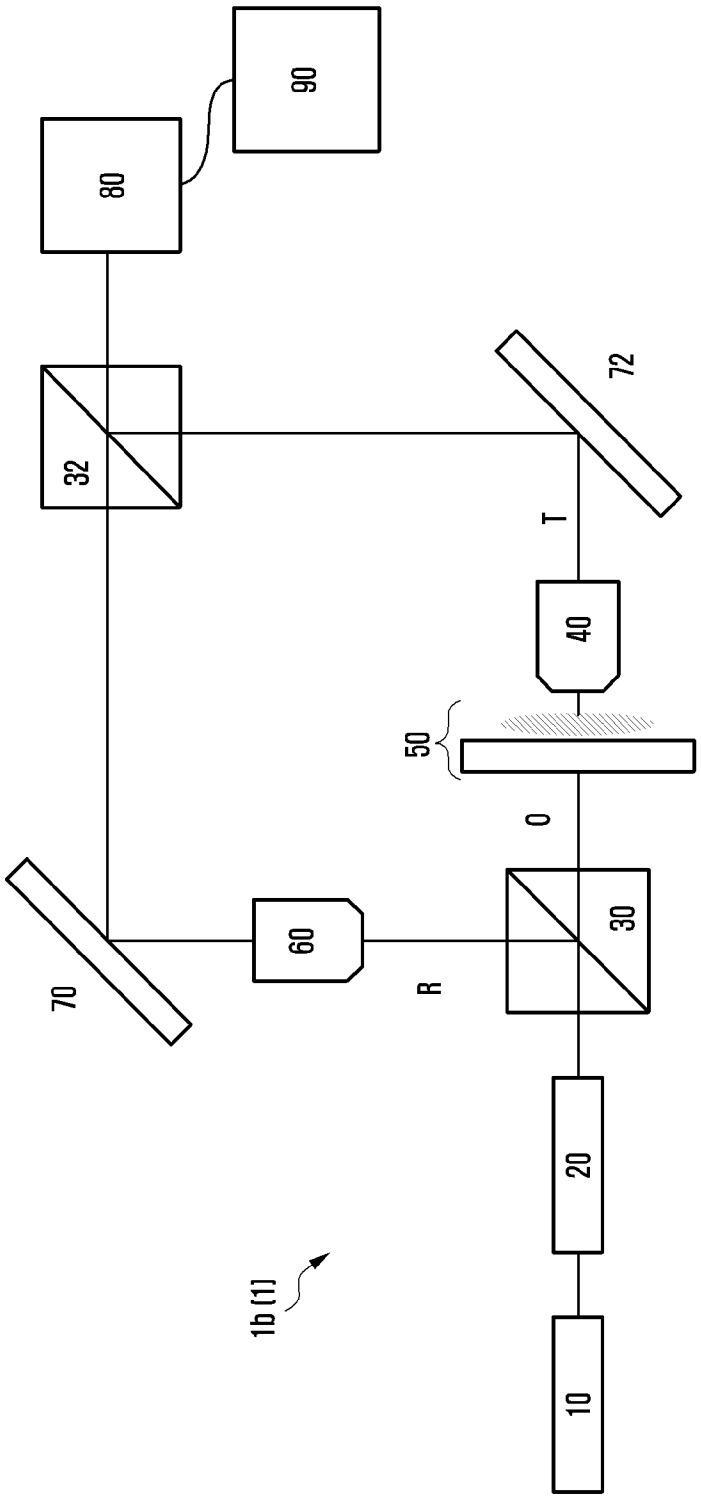
[도1]


700
제어부
350
300
600
800
810
820
830
이미지 저장부
물체형상 복원부
위상정보 획득부
두께정보 획득부
형상 복원부
330
320
400
410
420
340
310
이미지 센서부
500
230
220
210
240
120
혼합 광원 발광부
110
100

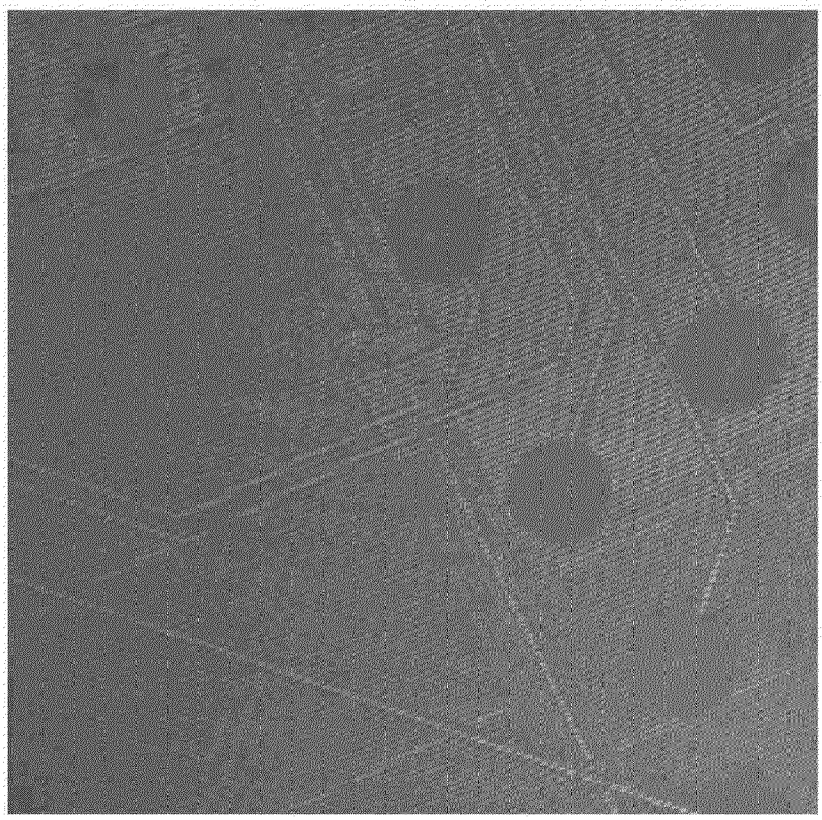
[도2a]



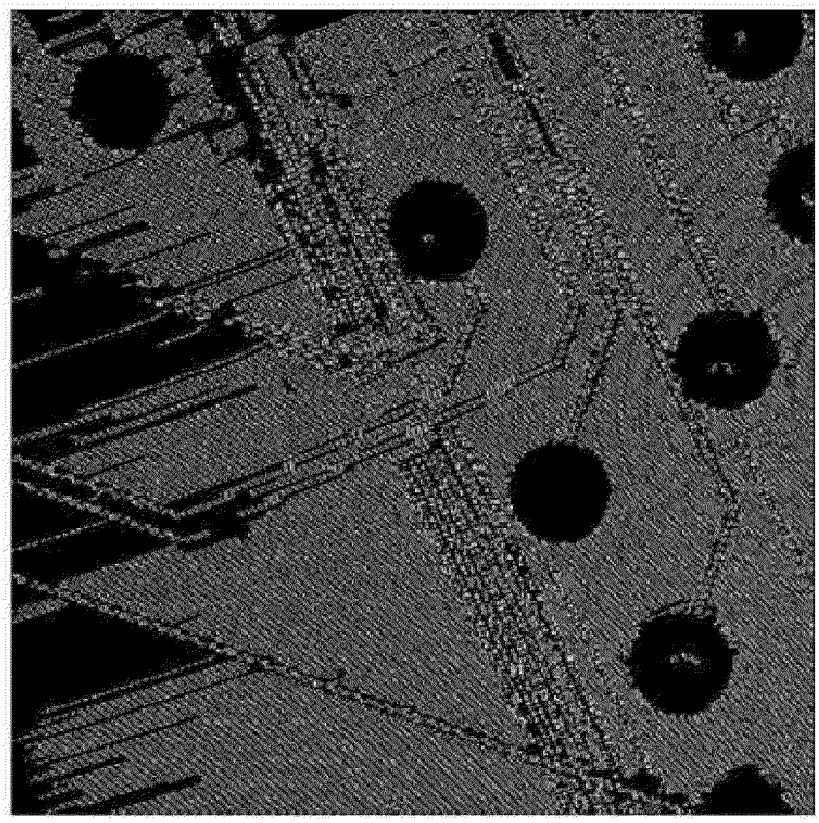
[도2b]



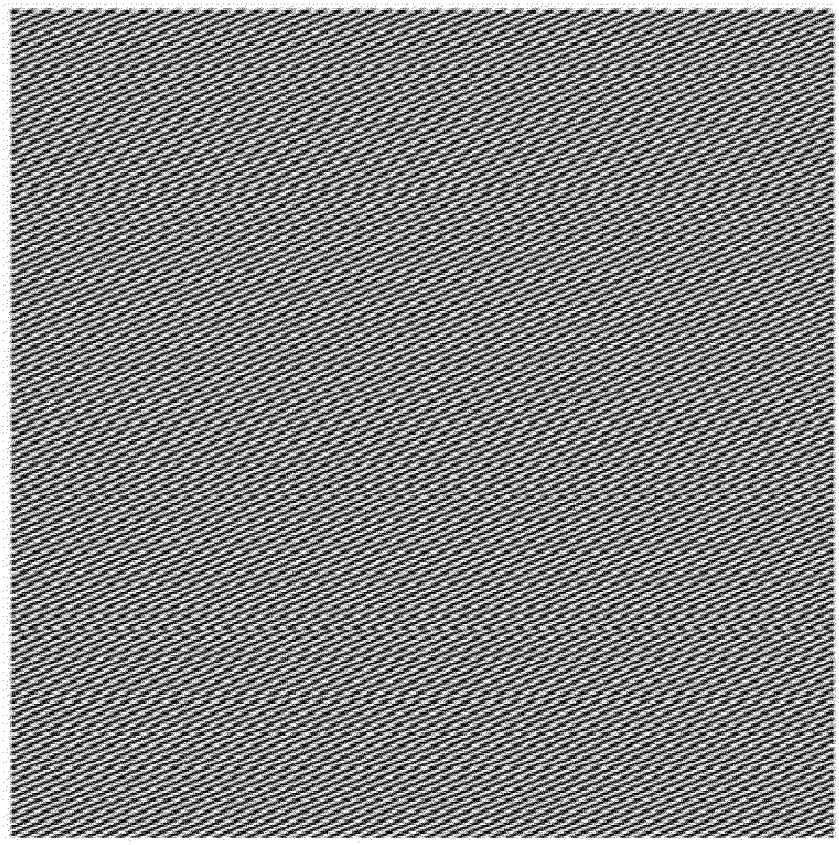
[도2c]



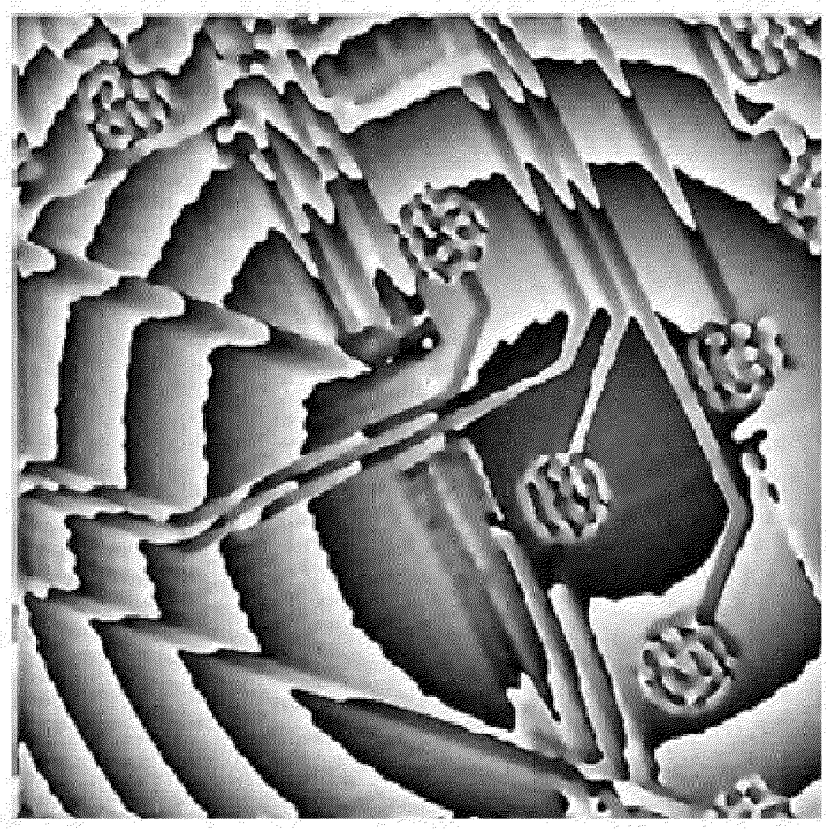
[도2d]



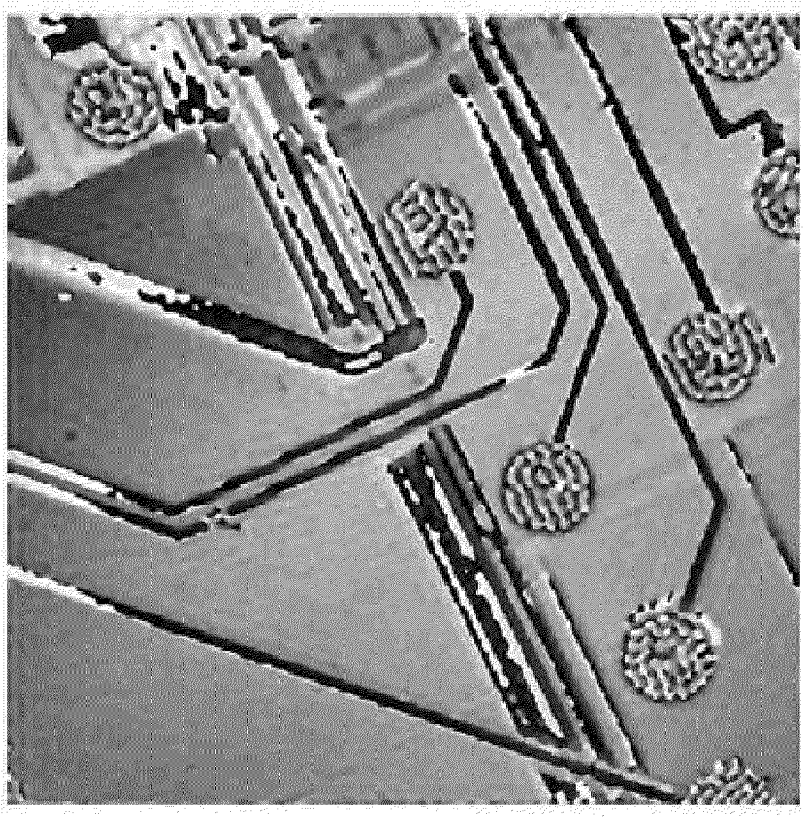
[도2e]



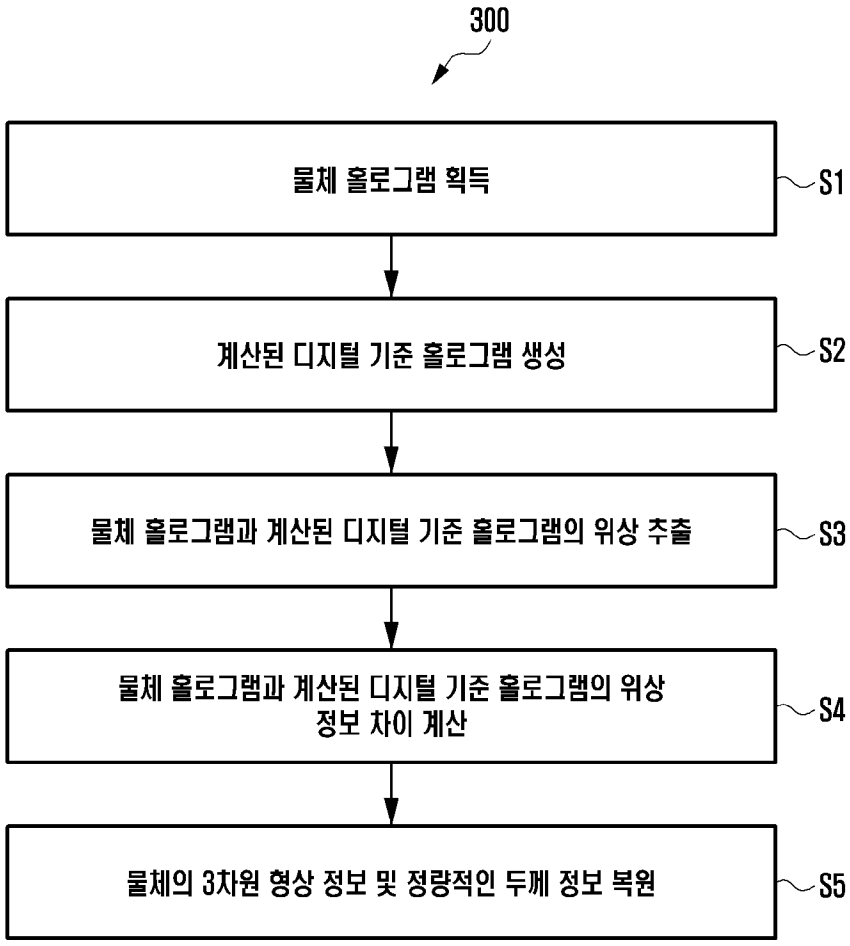
[도2f]



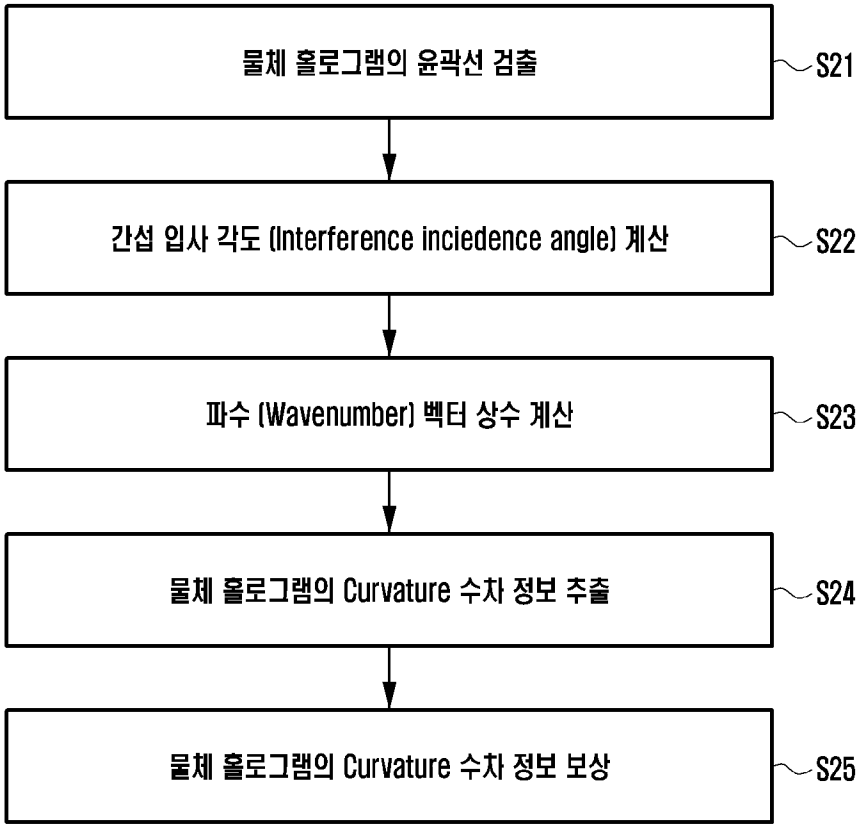
[도2g]



[도3a]


300
물체 홀로그램 획득
S1
계산된 디지털 기준 홀로그램 생성
S2
물체 홀로그램과 계산된 디지털 기준 홀로그램의 위상 추출
S3
물체 홀로그램과 계산된 디지털 기준 홀로그램의 위상 정보 차이 계산
S4
물체의 3차원 형상 정보 및 정량적인 두께 정보 복원
S5

[도3b]


물체 홀로그램의 윤곽선 검출
S21
간섭 입사 각도 (Interference inciedence angle) 계산
S22
파수 (Wavenumber) 벡터 상수 계산
S23
물체 홀로그램의 Curvature 수차 정보 추출
S24
물체 홀로그램의 Curvature 수차 정보 보상
S25

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/KR2017/011642

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G03H 1/22(2006.01)i, G03H 1/04(2006.01)i, G03H 1/02(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G03H 1/22; G03H 1/02; G03H 1/04; G03H 1/08; G02B 21/36; G11B 7/133; G11B 7/1353

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Korean Utility models and applications for Utility models: IPC as above
Japanese Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) & Keywords: collimator, beam splitter, objective lens, optical mirror, hologram, phase

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 101576731 B (JINAN UNIVERSITY) 08 December 2010 See claims 1-2; and figures 1-2.	1-15
A	CN 101727059 B (JINAN UNIVERSITY) 30 November 2011 See claims 1, 4; and figures 1-3.	1-15
A	KR 10-1605178 B1 (KWANGWOON UNIVERSITY INDUSTRY-ACADEMIC COLLABORATION FOUNDATION) 21 March 2016 See paragraphs [0056]-[0057], [0068]-[0072], [0084]-[0094].	1-15
A	US 2009-0073521 A1 (COPPOLA, Giuseppe et al.) 19 March 2009 See paragraphs [0110]-[0112]; and figure 2.	1-15
A	KR 10-0674731 B1 (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) 25 January 2007 See claims 1-4; and figures 2-3, 6.	1-15
E	KR 10-2017-0120462 A1 (NAEILHAE, CO., LTD.) 31 October 2017. See claims 1-15; and figures 1-3b.	1-15

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
14 AUGUST 2018 (14.08.2018)	**14 AUGUST 2018 (14.08.2018)**

Name and mailing address of the ISA/KR
Korean Intellectual Property Office
Government Complex Daejeon Building 4, 189, Cheongsa-ro, Seo-gu, Daejeon, 35208, Republic of Korea
Facsimile No. +82-42-481-8578

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/KR2017/011642

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
CN 101576731 B	08/12/2010	CN 101576731 A	11/11/2009
CN 101727059 B	30/11/2011	CN 101727059 A	09/06/2010
KR 10-1605178 B1	21/03/2016	KR 10-2016-0029359 A	15/03/2016
US 2009-0073521 A1	19/03/2009	AT 426872 T	15/04/2009
		EP 1859408 A2	28/11/2007
		EP 1859408 B1	25/03/2009
		IT RM20050120 A1	17/09/2006
		RM 20050120 A1	17/09/2006
		US 2006-0209370 A1	21/09/2006
		US 7221490 B2	22/05/2007
		WO 2006-097956 A2	21/09/2006
		WO 2006-097956 A3	07/12/2006
		WO 2006-097956 B1	15/02/2007
KR 10-0674731 B1	25/01/2007	CN 1175404 C	10/11/2004
		CN 1292419 C	27/12/2006
		CN 1304133 A	18/07/2001
		CN 1573970 A	02/02/2005
		JP 2001-202647 A	27/07/2001
		JP 4220118 B2	04/02/2009
		SG 90761 A1	20/08/2002
		US 6597642 B1	22/07/2003
KR 10-2017-0120462 A1	31/10/2017	KR 10-1804441 B1	10/01/2018

국 제 조 사 보 고 서

국제출원번호
PCT/KR2017/011642

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

G03H 1/22(2006.01)i, G03H 1/04(2006.01)i, G03H 1/02(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)
G03H 1/22; G03H 1/02; G03H 1/04; G03H 1/08; G02B 21/36; G11B 7/133; G11B 7/1353

조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌
한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC
일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))
eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 시준기, 광분할기, 대물렌즈, 광학거울, 홀로그램, 위상

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
A	CN 101576731 B (JINAN UNIVERSITY) 2010.12.08 청구항 1-2; 및 도면 1-2 참조.	1-15
A	CN 101727059 B (JINAN UNIVERSITY) 2011.11.30 청구항 1, 4; 및 도면 1-3 참조.	1-15
A	KR 10-1605178 B1 (광운대학교 산학협력단) 2016.03.21 단락 [0056]-[0057], [0068]-[0072], [0084]-[0094] 참조.	1-15
A	US 2009-0073521 A1 (GIUSEPPE COPPOLA 등) 2009.03.19 단락 [0110]-[0112]; 및 도면 2 참조.	1-15
A	KR 10-0674731 B1 (마츠시다 덴시 고교 가부시키가이샤) 2007.01.25 청구항 1-4; 및 도면 2-3, 6 참조.	1-15
E	KR 10-2017-0120462 A1 (주식회사 내일해) 2017.10.31. 청구항 1-15; 및 도면 1-3b 참조.	1-15

☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다.

☒ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.

* 인용된 문헌의 특별 카테고리:

"A" 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌

"E" 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌

"L" 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌

"O" 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌

"P" 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

"T" 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌

"X" 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.

"Y" 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.

"&" 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

국제조사의 실제 완료일	국제조사보고서 발송일
2018년 08월 14일 (14.08.2018)	2018년 08월 14일 (14.08.2018)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소
대한민국 특허청
(35208) 대전광역시 서구 청사로 189,
4동 (둔산동, 정부대전청사)
팩스 번호 +82-42-481-8578

심사관
안정환
전화번호 +82-42-481-8633

국제조사보고서
대응특허에 관한 정보

국제출원번호
PCT/KR2017/011642

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
CN 101576731 B	2010/12/08	CN 101576731 A	2009/11/11
CN 101727059 B	2011/11/30	CN 101727059 A	2010/06/09
KR 10-1605178 B1	2016/03/21	KR 10-2016-0029359 A	2016/03/15
US 2009-0073521 A1	2009/03/19	AT 426872 T	2009/04/15
		EP 1859408 A2	2007/11/28
		EP 1859408 B1	2009/03/25
		IT RM20050120 A1	2006/09/17
		RM 20050120 A1	2006/09/17
		US 2006-0209370 A1	2006/09/21
		US 7221490 B2	2007/05/22
		WO 2006-097956 A2	2006/09/21
		WO 2006-097956 A3	2006/12/07
		WO 2006-097956 B1	2007/02/15
KR 10-0674731 B1	2007/01/25	CN 1175404 C	2004/11/10
		CN 1292419 C	2006/12/27
		CN 1304133 A	2001/07/18
		CN 1573970 A	2005/02/02
		JP 2001-202647 A	2001/07/27
		JP 4220118 B2	2009/02/04
		SG 90761 A1	2002/08/20
		US 6597642 B1	2003/07/22
KR 10-2017-0120462 A1	2017/10/31	KR 10-1804441 B1	2018/01/10