

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구  
국제사무국



(10) 국제공개번호

(43) 국제공개일  
2020년 1월 2일 (02.01.2020)

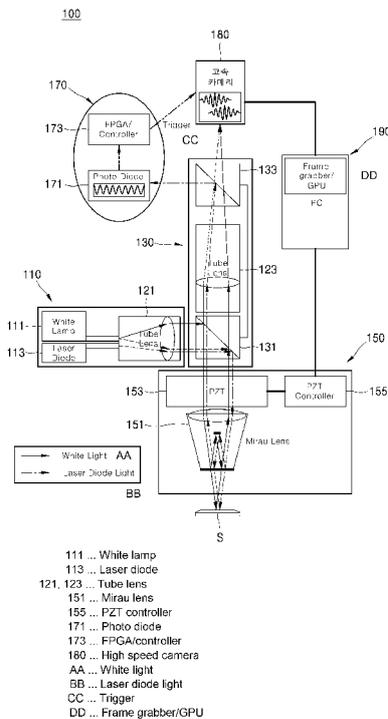
WIPO | PCT

WO 2020/004838 A1

- (51) 국제특허분류: **G01B 9/02** (2006.01) **G01B 11/24** (2006.01)  
**G01B 9/04** (2006.01) **G02B 21/00** (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2019/007143
- (22) 국제출원일: 2019년 6월 13일 (13.06.2019)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보: 10-2018-0072933 2018년 6월 25일 (25.06.2018) KR
- (71) 출원인: 케이맥(주) (K-MAC) [KR/KR]; 34028 대전시 유성구 테크노8로 33, Daejeon (KR).
- (72) 발명자: 이효진 (LEE, Hyo-Jin); 06317 서울시 강남구 언주로 110, 1동 203호, Seoul (KR). 안승엽 (AN, Sung-Yup); 21425 인천시 부평구 경인로962번길 19-4, Incheon (KR).
- (74) 대리인: 특허법인(유한) 대아 (DAE-A INTELLECTUAL PROPERTY CONSULTING); 06243 서울시 강남구 역삼로 123 한양빌딩 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, 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, 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).

(54) Title: VIBRATION-RESISTANT WHITE LIGHT INTERFERENCE MICROSCOPE AND METHOD FOR REMOVING VIBRATION EFFECT THEREOF

(54) 발명의 명칭: 내진동 백색광 간섭현미경 및 그 진동영향 제거방법



(57) Abstract: The present invention relates to a vibration-resistant white light interference microscope, and a method for removing a vibration effect thereof. A vibration-resistant white light interference microscope according to one embodiment of the present invention, which includes: a light source unit configured to simultaneously generate a relatively broad spectrum of white light and a relatively narrow spectrum of laser light; a lens unit; and a scan drive unit configured to drive the lens unit, comprises: an interference pattern generating unit configured to make an interference pattern of the white light and an interference pattern of the laser light; an illumination imaging microscope optical unit configured to separate the interference pattern of the white light and the interference pattern of the laser light; a trigger generating unit comprising a photodiode configured to measure the interference pattern of the laser light and an FPGA controller configured to generate a trigger by analyzing the interference pattern of the laser light measured by the photodiode; a high speed camera configured to measure the interference pattern of the white light; and a controller configured to calculate and process measurement information about the interference pattern of the white light measured by the high speed camera.

(57) 요약서: 본 발명은 내진동 백색광 간섭현미경 및 그 진동영향 제거방법에 관한 것으로, 본 발명의 일 실시예에 따른 내진동 백색광 간섭현미경은, 상대적으로 넓은 스펙트럼의 백색광과 상대적으로 좁은 스펙트럼의 레이저광을 동시에 발생시키는 광원부, 렌즈부와, 상기 렌즈부를 구동하는 스캔 구동부를 포함하며, 상기 백색광의 간섭무늬 및 상기 레이저광의 간섭무늬를 만드는 간섭무늬 생성부, 상기 백색광의 간섭무늬 및 상기 레이저광의 간섭무늬를 분리시키는 조명 결상 현미경 광학부, 상기 레이저광의 간섭무늬를 측정하는 포토 다이오드와, 상기 포토 다이오드에서 측정된 상기 레이저광의 간섭무늬를 분석하여 트리거를 생성하는 FPGA 컨트롤러를 포함하는 트리거 발생부, 상기 백색광의 간섭무늬를 측정하는 고속 카메라, 및 상기 고속 카메라에서 측정된 상기 백색광의 간섭무늬 측정 정보를 연산 및 처리하는 제어부를 포함한다.

WO 2020/004838 A1

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제21조(3))

## 명세서

### 발명의 명칭: 내진동 백색광 간섭현미경 및 그 진동영향 제거방법 기술분야

- [1] 본 발명은 내진동 백색광 간섭현미경 및 그 진동영향 제거방법에 관한 것이다.
- #### 배경기술
- [2] 백색광 간섭현미경은 반투명 거울을 이용하여 광 경로를 측정 시료와 기준 거울 방향 둘로 나누고, 이에 따라 측정 표면에 백색광을 조사한 후 반사되어 돌아오는 측정 광과 기준 거울에 반사되어 돌아오는 기준 광 사이에 발생하는 간섭무늬를 이용하여, 비교적 빠른 시간 내에 측정 대상의 표면상의 단차를 측정하는 장치이다.
- [3] 구체적으로 살펴보면, 백색광 간섭현미경은 위상 천이 간섭 현미경(PSI: Phase Shift Interferometer)의 단점인  $2\pi$  모호성으로 인한 측정 오차의 영향을 받지 않으면서, 스타일러스와 같은 접촉식의 포인트(point) 측정 방식 단점을 극복하여 비접촉식 에어리어(Area) 측정방식의 장점을 가지고 있고, 이에 따라 한 번에 많은 점의 높이를 측정할 수 있다.
- [4] 또한, 백색광 간섭현미경은 고정밀도의 측정방식으로, 장비나 바닥에서 발생하는 진동은 z축 스캔 시 OPD(optical path difference)에 영향을 주어 측정 오차를 일으키는 주요한 원인이 된다. 이 경우, 미세한 진동도 나노 단위를 측정하는데 있어서는 측정 반복도에 영향을 끼친다.
- [5] 특히, 양산라인 현장은 주변 기기에 의해 전달되는 바닥 진동뿐만 아니라, 공조기 등 주변 모터 장치에서 발생하여 음파의 형태로 전달되는 진동이 심하게 작용한다. 이에 따라, 아이솔레이터(Isolator) 등의 고가의 장비를 사용하여도 진동을 차단하기는 어려움이 따르며, 과도한 비용이 발생하는 문제가 있다.
- [6] 종래의 백색광 간섭현미경은 PZT 스캐너가 z축을 일정 거리(예: 72nm)를 이동할 때 마다 카메라에 트리거(triggering) 신호를 보내 영상을 얻는다. PZT 스캐너는 고가의 부품으로 이동거리의 제어가 매우 정밀하다. 다만, 진동이 있는 경우, PZT 스캐너가 z축 방향으로 일정 거리를 이동하였어도, 대물렌즈와 시료 사이는 이와 다른 거리로 이동하였을 확률이 높다.
- [7] 특히 양산 장비에서 측정장비를 갠트리(Gantry)에 부착하여 넓은 면적을 가진 시료에 대해 여러 위치상으로 이동하며 측정하는 경우, 진동에 의한 갠트리의 움직임과 시료를 지지하는 스테이지의 움직임은 독립적이다.
- [8] 이와 같이, 갠트리에 부착된 측정기의 z축에서의 PZT 스캐너의 움직임이 정밀하게 제어된다 하여도 측정기의 대물렌즈와 측정시료와의 거리는 진동으로 인해 불규칙하게 변할 수 있다.
- [9] 이때, 백색광 간섭현미경은 대물렌즈와 시료와의 거리를 왕복하는 측정 광과, 대물렌즈와 대물렌즈에 부착된 반사경의 사이를 왕복하는 기준 광 사이의

- 거리가 일정간격으로 변할 때마다 영상을 획득하여 분석한다.
- [10] 따라서 진동에 의해 기준 광과 측정 광의 광 경로 차가 주어진 등 간격을 벗어난 지점에서 이미지가 획득되는 경우 정밀한 거리 분석이 불가능하며, 진동이 심할 경우 측정 자체가 불가능한 문제가 있다.
- [11] 최근까지 이를 해결하기 위한 여러 가지 방법이 제안 되었지만 장치 구성이 복잡해지거나 보상 지연으로 일정 주파수 이상의 보상이 불가능한 문제가 따랐다.
- [12] 본 발명과 관련된 종래의 기술로서, 대한민국 공개특허공보 제10-2008-0051969호(2008.06.11. 공개일)가 있으며, 상기 선행문헌에는 백색광주사간섭계 및 형상측정방법에 관한 기술 내용이 개시되어 있다.

## 발명의 상세한 설명

### 기술적 과제

- [13] 본 발명은 높은 코히어런스 레이저 간섭계를 기존 백색광 간섭 현미경의 광 경로에 부가하여 스캔 과정에서 진동에 무관하게 기준 광과 측정 광의 광 경로 차가 일정 간격 변할 때마다 카메라에 트리거를 제공할 수 있는 내진동 백색광 간섭현미경을 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [14] 또한, 본 발명은 상기의 내진동 백색광 간섭현미경의 진동영향 제거방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [15] 본 발명의 목적들은 이상에서 언급한 목적으로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 본 발명의 다른 목적 및 장점들은 하기의 설명에 의해서 이해될 수 있고, 본 발명의 실시예에 의해 보다 분명하게 이해될 것이다. 또한, 본 발명의 목적 및 장점들은 특허 청구 범위에 나타낸 수단 및 그 조합에 의해 실현될 수 있음을 쉽게 알 수 있을 것이다.

### 과제 해결 수단

- [16] 상기의 목적을 달성하기 위해, 본 발명의 일 실시예에 따른 내진동 백색광 간섭현미경은 상대적으로 넓은 스펙트럼의 백색광과 상대적으로 좁은 스펙트럼의 레이저광을 동시에 발생시키는 광원부; 렌즈부와, 상기 렌즈부를 구동하는 스캔 구동부를 포함하며, 상기 백색광의 간섭무늬 및 상기 레이저광의 간섭무늬를 만드는 간섭무늬 생성부; 상기 백색광의 간섭무늬 및 상기 레이저광의 간섭무늬를 분리시키는 조명 결상 현미경 광학부; 상기 레이저광의 간섭무늬를 측정하는 포토 다이오드와, 상기 포토 다이오드에서 측정된 상기 레이저광의 간섭무늬를 분석하여 트리거를 생성하는 FPGA 컨트롤러를 포함하는 트리거 발생부; 상기 백색광의 간섭무늬를 측정하는 고속 카메라; 및 상기 고속 카메라에서 측정된 상기 백색광의 간섭무늬 측정 정보를 연산 및 처리하는 제어부;를 포함한다.
- [17] 상기 광원부는, 상기 백색광을 발생시키는 백색광 발생부와, 상기 레이저광을 발생시키는 레이저광 발생부를 포함한다.

- [18] 또한, 상기 백색광 발생부는 적어도 하나의 화이트 램프를 포함하고, 상기 레이저광 발생부는 적어도 하나의 레이저 다이오드를 포함한다.
- [19] 또한, 상기 레이저광 발생부에서 발생된 레이저광은 상기 백색광 발생부에서 발생된 백색광에 비해 높은 코히어런스와 상대적으로 밝은 밝기를 가질 수 있다.
- [20] 또한, 상기 조명 결상 현미경 광학부는, 상기 분리시킨 백색광의 간섭무늬 및 레이저광의 간섭무늬 각각을 상기 고속 카메라 및 상기 포토 다이오드에 결상시킬 수 있다.
- [21] 또한, 상기 조명 결상 현미경 광학부는 복수의 빔 스플리터를 포함하고, 상기 복수의 빔 스플리터는, 상기 광원부에 근접하여 배치되는 제1 빔 스플리터와, 상기 포토 다이오드에 근접하여 배치되는 제2 빔 스플리터를 포함한다.
- [22] 또한, 상기 광원부와 상기 제1 빔 스플리터 사이에 위치하는 제1 튜브 렌즈와, 상기 조명 결상 현미경 광학계에 구비되며, 상기 제1 빔 스플리터와 상기 제2 빔 스플리터 사이에 위치하는 제2 튜브 렌즈를 포함한다.
- [23] 또한, 상기 렌즈부는, 적어도 하나의 볼록렌즈와, 기준거울과, 반투명 거울 중 하나 이상을 포함하고, 상기 스캔 구동부는, 외부 전압을 인가 받아 상기 렌즈부를 이동시키는 PZT 압전소자를 포함한다.
- [24] 본 발명의 다른 실시예에 따르는 내진동 백색광 간섭현미경의 진동영향 제거방법은 (a) 상기 광원부를 이용하여 백색광과 레이저광을 발생시키고, 상기 간섭무늬 생성부를 이용하여 상기 백색광의 간섭무늬 및 상기 레이저광의 간섭무늬를 만들며, 상기 조명 결상 현미경 광학부를 이용하여 상기 백색광의 간섭무늬 및 상기 레이저광의 간섭무늬를 분리시키되, 상기 백색광은 상기 고속 카메라에 결상시키고 상기 레이저광은 상기 포토 다이오드에 결상시키는 단계, (b) 상기 포토 다이오드에서 측정된 상기 레이저광의 간섭무늬를 상기 FPGA 컨트롤러에서 분석하고, 상기 FPGA 컨트롤러는 상기 고속 카메라에 트리거를 제공하여 진동을 제거하는 단계, 및 (c) 상기 트리거를 제공받은 상기 고속 카메라에서 상기 백색광의 간섭무늬를 측정하는 단계를 포함한다.
- [25] 이때, 상기 (a) 단계 이전에, (a-1) 백색광 간섭현미경의 헤드와 측정 대상물의 진동을 측정하고, 상기 스캔 구동부의 구동속도와 상기 고속 카메라의 촬영속도를 설정하는 단계를 더 포함하며, 상기 (a-1) 단계는, 진동계를 이용하여 백색광 간섭현미경의 헤드와 측정 대상의 진동을 측정하고, 측정된 진동을 분석하여 진동의 최대속도를 구하는 단계와, 진동의 최대속도보다 빠르게 상기 스캔 구동부의 구동속도와 상기 고속 카메라의 촬영속도를 설정하는 단계를 포함한다.

### 발명의 효과

- [26] 본 발명에 의하면, 높은 코히어런스 레이저 간섭계를 기존 백색광 간섭 현미경의 광 경로에 부가하여 스캔 과정에서 진동에 무관하게 기존 광과 측정 광의 광 경로 차가 일정 간격 변할 때마다 카메라에 트리거를 제공하여 내진동

백색광 간섭현미경의 진동영향을 제거할 수 있다. 이에 따르면 실제 거리를 관측하며 트리거를 주기 때문에, 스캔 구동부의 사양이 높지 않아도 되어 추가적으로 과다한 비용이 소요되지 않아 경제적으로 유리한 효과를 제공한다.

- [27] 상술한 효과와 더불어 본 발명의 구체적인 효과는 이하 발명을 실시하기 위한 구체적인 사항을 설명하면서 함께 기술한다.

### 도면의 간단한 설명

- [28] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 내진동 백색광 간섭현미경을 간략히 도시한 개념도이다.
- [29] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 내진동 백색광 간섭현미경에서 진동이 없는 경우(a)와 진동이 있는 경우(b)의 높은 코히어런스 간섭 신호와 카메라 트리거 발생 지점을 예시적으로 나타낸 그래프이다.
- [30] 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 내진동 백색광 간섭현미경에서 진동이 있을 때, 높은 코히어런스 간섭신호:  $V_p=13\mu\text{m/s}$ , 4Hz 498nm 진폭의 (Class C) 진동이 있을 때의 간섭파형과 그 위상을 예시적으로 보여주는 그래프이다.
- [31] 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 내진동 백색광 간섭현미경에서 진동이 있을 때, 높은 코히어런스 간섭신호:  $V_p=13\mu\text{m/s}$ , 4Hz 995nm 진폭의 (Class C의 2배) 진동이 있을 때의 간섭파형과 그 위상을 예시적으로 보여주는 그래프이다.
- [32] 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 내진동 백색광 간섭현미경에서 진동이 있을 때, 높은 코히어런스 간섭신호:  $V_p=26\mu\text{m/s}$ , 4Hz 995nm 진폭의 (Class C의 2배) 진동이 있을 때의 간섭파형과 그 위상을 예시적으로 보여주는 그래프이다.

### 발명의 실시를 위한 최선의 형태

- [33] 이하, 도면을 참조하여 본 발명의 실시예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다.
- [34] 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 동일 또는 유사한 구성요소에 대해서는 동일한 참조 부호를 붙이도록 한다. 또한, 본 발명의 일부 실시예들을 예시적인 도면을 참조하여 상세하게 설명한다. 각 도면의 구성요소들에 참조부호를 부가함에 있어서, 동일한 구성요소들에 대해서는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 가능한 한 동일한 부호를 가질 수 있다. 또한, 본 발명을 설명함에 있어, 관련된 공지 구성 또는 기능에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명은 생략할 수 있다.
- [35] 본 발명의 구성 요소를 설명하는 데 있어서, 제 1, 제 2, A, B, (a), (b) 등의 용어를 사용할 수 있다. 이러한 용어는 그 구성 요소를 다른 구성요소와 구별하기 위한 것일 뿐, 그 용어에 의해 해당 구성 요소의 본질, 차례, 순서 또는 개수 등이 한정되지 않는다. 어떤 구성 요소가 다른 구성요소에 "연결", "결합" 또는

"접속"된다고 기재된 경우, 그 구성 요소는 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되거나 또는 접속될 수 있지만, 각 구성 요소 사이에 다른 구성 요소가 "개재"되거나, 각 구성 요소가 다른 구성 요소를 통해 "연결", "결합" 또는 "접속"될 수도 있다고 이해되어야 할 것이다.

- [36] 또한, 본 발명을 구현함에 있어서 설명의 편의를 위하여 구성요소를 세분화하여 설명할 수 있으나, 이들 구성요소가 하나의 장치 또는 모듈 내에 구현될 수도 있고, 혹은 하나의 구성요소가 다수의 장치 또는 모듈들에 나뉘어져서 구현될 수도 있다.
- [37] 백색광 간섭현미경은 위상천이 간섭현미경(PSI: Phase Shift Interferometer)의 단점인  $2\pi$  모호성으로 인한 측정 오차의 영향을 받지 않으면서, 스타일러스와 같은 접촉식의 포인트(point) 측정 방식 단점을 극복하여 비접촉식 에어리어(Area) 측정방식의 장점을 가지고 있다.
- [38] 다만, 백색광 간섭현미경은 고정밀도의 측정방식으로, 장비나 바닥을 통해 진동영향이 주어질 경우 z축 스캔 시 OPD(optical path difference)에 영향을 주어 측정 오차를 일으키는 문제가 있다. 다시 말해, 미세한 진동도 나노 단위를 측정하는데 있어서는 측정 반복도에 영향을 끼칠 수 있다.
- [39] 본 발명은 이러한 문제를 해결하고자 안출된 것으로, 높은 코히어런스 레이저 간섭계를 기존 백색광 간섭 현미경의 광 경로에 부가한다. 이를 통해 스캔 과정에서 진동에 무관하게 기준 광과 측정 광의 광 경로 차가 일정 간격 변할 때마다 카메라에 트리거를 제공한다. 이로써, 백색광 간섭현미경의 진동영향을 제거할 수 있다.
- [40] 이하, 도면을 참조하여 본 발명의 일 실시예에 따른 내진동 백색광 간섭현미경 및 그 진동영향 제거방법에 관하여 구체적으로 살펴보기로 한다.
- [41] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 내진동 백색광 간섭현미경을 간략히 도시한 개념도이다.
- [42] 도 1을 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 내진동 백색광 간섭현미경(100)은 광원부(110), 조명 결상 현미경 광학부(130), 간섭무늬 생성부(150), 트리거 발생부(170), 및 제어부(190)를 포함한다.
- [43] 광원부(110)는 백색광 발생부(111)와 레이저광 발생부(113)를 포함한다.
- [44] 백색광 발생부(111)는 측정용 화이트 램프(White Lamp)를 말하며, 넓은 스펙트럼의 빛을 발생시킨다.
- [45] 레이저광 발생부(113)는 레이저 다이오드(Laser Diode)를 포함하여 구성될 수 있는데, 백색광 발생부(111)에 비해 상대적으로 좁은 스펙트럼의 빛을 발생시킨다.
- [46] 또한, 레이저광 발생부(113)는 높은 코히어런스와 밝은 밝기의 광을 발생시킨다.
- [47] 레이저광은 측정용 백색광과 달리 레퍼런스 확인용으로 이용되는 광이다.
- [48] 조명 결상 현미경 광학부(130)는 백색광 발생부(111)에서 발생된 백색광의

- 간섭무늬와 레이저광 발생부(113)에서 발생된 레이저광의 간섭무늬를 분리한다.
- [49] 그리고 조명 결상 현미경 광학부(130)는 백색광의 간섭무늬 및 레이저광의 간섭무늬를 분리시켜 각각을 고속 카메라(180)와 포토 다이오드(171)의 센서에 결상시킬 수 있다.
- [50] 조명 결상 현미경 광학부(130)에는 복수의 빔 스플리터(131, 133)가 구비된다. 설명의 편의상 광원부(110) 쪽에 배치된 것을 제1 빔 스플리터(131)라 하고, 포토 다이오드(171) 쪽에 배치된 것을 제2 빔 스플리터(133)라 한다.
- [51] 제1, 2 빔 스플리터(131, 133)는 광의 일부는 반사 시키고 나머지 광의 일부는 투과시키는 반투명 거울일 수 있다.
- [52] 간섭무늬 생성부(150)는 백색광의 간섭무늬와 레이저광의 간섭무늬를 만드는 역할을 한다.
- [53] 구체적으로 설명하면, 간섭무늬 생성부(150)는 렌즈부(151), 스캔 구동부(153), 그리고 PZT 컨트롤러(155)를 포함한다.
- [54] 렌즈부(151)는 볼록렌즈, 기준거울, 반투명 거울 중 하나 이상을 포함하여 구성되는 광학계를 말한다.
- [55] 렌즈부(151)는 주지된 미라우(Mirau) 간섭계 또는 마이클슨(Michelson) 간섭계 등을 이용할 수 있다.
- [56] 예를 들어, 렌즈부(151)가 미라우 간섭계인 경우를 설명한다.
- [57] 도 1에 도시된 바와 같이, 볼록렌즈는 상부에 배치되며, 가운데에 위치한 기준거울에 초점을 맞추며, 광은 하부에 배치된 반투명 거울을 지나서 시료(즉, 측정 대상물(S)을 의미함)를 맞고 돌아오게 된다. 여기서, 기준거울에 반사되어 돌아오는 광 경로와 시료를 맞고 돌아오는 광 경로 차이에 의해 간섭이 일어난다. 그 결과 간섭무늬가 만들어진다.
- [58] 스캔 구동부(153)는 외부로부터 힘을 받아 전압을 발생시키거나 또는 전압을 받아 움직임을 발생시키는 압전(piezoelectric) 소자를 말하는데, 구체적으로는 전압을 받아 움직이는 구동 소자로 이용된다.
- [59] 스캔 구동부(153)는 렌즈부(151)를 정밀하게 움직이는데 사용된다.
- [60] PZT 컨트롤러(155)는 제어부(예: PC 등)(190)에서 지령 신호를 인가 받아 스캔 구동부(153)를 동작시킨다.
- [61] 한편, 광원부(110)와 조명 결상 현미경 광학부(130)에는 적어도 하나의 튜브 렌즈(121, 123)가 구비될 수 있다.
- [62] 광원부(110) 쪽에 위치하는 튜브 렌즈(121)를 제1 튜브 렌즈라 하고, 조명 결상 현미경 광학부(130) 쪽에 위치하는 튜브 렌즈(123)를 제2 튜브 렌즈라 한다. 이들 튜브 렌즈(121, 123)는 렌즈 부재로서, 한 점에서 발산하는 광은 평행 광으로 만들고, 평행으로 지나가는 광은 한 점으로 모을 수 있도록 제작될 수 있다.
- [63] 예를 들면, 제1 튜브 렌즈(121)는 한 점에서 발산하는 광을 평행 광으로 만드는 역할을 하며, 제2 튜브 렌즈(123)는 평행으로 지나가는 광을 한 점에서 모으는 역할을 할 수 있다.

- [64] 트리거 발생부(170)는 레이저광의 간섭무늬를 분석하고 정확한 Z축 값을 확인하여 측정이 필요한 위치에 도달하였을 때, 트리거를 생성할 수 있다.
- [65] 구체적인 예로서, 트리거 발생부(170)는 포토 다이오드(Photo Diode)(171)와 FPGA 컨트롤러(173)를 포함한다.
- [66] 포토 다이오드(171)는 레이저광의 간섭무늬를 측정한다. 예컨대, 포토 다이오드(171)는 단일 픽셀 장치로서 수만 내지 수천만 fps를 갖는 소자를 이용할 수 있다.
- [67] FPGA 컨트롤러(173)는 포토 다이오드(171)로부터 측정된 레이저광의 간섭무늬를 분석하여 트리거를 발생시킨다.
- [68] 고속 카메라(180)는 백색광의 간섭무늬를 측정한다. 예컨대, 고속 카메라(180)는 수십 내지 수백만 픽셀(pixel)을 가지고 있을 수 있어, 넓은 면적의 백색광 간섭무늬를 한꺼번에 측정해 낼 수 있다.
- [69] 제어부(190)는 이미지 처리와 데이터를 연산 및 처리하는 장치로서, 관용적으로 알려진 PC 등을 이용할 수 있다.
- [70] 이하, 본 발명의 실시예에 따른 내진동 백색광 간섭현미경의 진동영향 제거 방법에 관하여 살펴보기로 한다. 이하의 설명에서 장치의 구성요소에 관하여는 도 1의 도면부호를 참조하기로 한다.
- [71] 내진동 백색광 간섭현미경(100)은 레이저 다이오드 즉, 레이저 광 발생부(113)와 포토 다이오드(171)를 이용한 높은 코히어런스 간섭계를 기존의 백색광 간섭 현미경의 광 경로에 부가한다. 스캔 과정에서 진동에 무관하게 기준 광과 측정 광의 광 경로 차가 일정 간격 변할 때마다 고속 카메라(180)에 트리거를 제공하여 진동영향을 제거한다.
- [72] 진동 측정 및 PZT 구동속도 설정단계
- [73] 먼저, 진동계를 이용하여 백색광 간섭현미경의 헤드와 측정 대상물, 즉 시료(S)에 존재하는 진동을 측정하고, 측정된 진동을 분석하여 진동의 최대속도를 구한다. 그리고 진동의 최대속도보다 빠르게 스캔 구동부(153)의 구동속도를 설정한다. 스캔 구동부(153)의 구동속도에 따라 고속 카메라(180)의 FPS를 설정한다. 이때, 스캔 구동부(153)의 구동속도와 고속 카메라(180)는 비례관계가 있다. 설정된 스캔 구동부(153)의 구동속도와 고속 카메라(180)의 촬영속도로 측정을 한다. 이후, 스캔 구동부(153)는 등속도로 움직일 수 있다.
- [74] 백색광과 레이저광 결상단계
- [75] 광원부(110)에서 백색광과 레이저광이 발생된다. 백색광과 레이저광은 제1 튜브렌즈(121)를 거쳐 평행광으로 바뀐다. 평행광이 된 백색광과 레이저광은 제1 빔 스플리터(131)에 부딪혀 일부는 투과되어 소실되고 나머지 일부는 시료 방향으로 반사되어 쪼인다.
- [76] 이어서, 백색광과 레이저광은 렌즈부(151) 내부의 볼록렌즈를 지나 포커싱 되는데, 포커싱 위치는 기준거울에 형성된다.
- [77] 그리고 백색광과 레이저광은 반투명거울에 부딪혀 일부는 기준거울로 향하고

- 일부는 시료(S)를 향한다. 기준거울과 시료를 향한 백색광과 레이저광은 기준거울과 시료에 부딪혀 반사되며 반투명거울로 향하게 된다.
- [78] 이때, 기준거울에 부딪혀 반사된 백색광과 레이저광은 반투명거울에 부딪혀 일부는 투과 후 소실되고, 일부는 반사되어 고속 카메라(180)와 포토 다이오드(171)가 있는 방향으로 진행된다.
- [79] 그리고 시료에 부딪혀 반사된 백색광과 레이저광은 반투명거울에 부딪혀 일부는 반사되어 소실되고, 일부는 투과되어 고속 카메라(180)와 포토 다이오드(171)가 있는 방향으로 진행된다.
- [80] 이후, 고속 카메라(180)와 포토 다이오드(171)를 향하여 진행하는 광들이 합쳐져서 간섭을 일으키는데, 이때 광 경로 차에 따라 광의 세기가 달라질 수 있다. 그리고 간섭을 일으킨 광들은 렌즈부(151) 내부의 볼록렌즈를 지나 평행광으로 바뀐다.
- [81] 한편, 평행광으로 바뀐 광들이 조명 결상 현미경 광학부(130)의 제1 빔 스플리터(131)에 부딪혀 일부는 반사되어 소실되고, 일부는 투과되어 고속 카메라(180)와 포토 다이오드(171)가 있는 방향으로 진행된다.
- [82] 제1 빔 스플리터(131)를 투과한 백색광과 레이저광은 제2 튜브 렌즈(123)를 지나 포커싱 되는데, 포커싱 위치는 고속 카메라(180)와 포토 다이오드(171)의 센서에 형성된다.
- [83] 제2 튜브 렌즈(123)를 지나 포커싱 된 백색광과 레이저광은 조명 결상 현미경 광학부(130)의 제2 빔 스플리터(133)에 부딪혀, 일부는 반사되어 포토 다이오드(171) 쪽으로 향하고, 일부는 투과되어 고속 카메라(180) 쪽으로 향한다.
- [84] 이와 같이, 백색광과 레이저광은 제2 튜브 렌즈(123)에 의해 각각 고속 카메라(180)와 포토 다이오드(171)의 센서에만 결상된다.
- [85] 레이저광 간섭무늬 분석단계
- [86] 포토 다이오드(171)에서 측정된 레이저광의 간섭무늬는 FPGA 컨트롤러(173)에서 분석된다.
- [87] 레이저광의 간섭무늬의 위상이  $n\pi/2$ 에 해당하면, FPGA 컨트롤러(173)는 고속 카메라(180)에 트리거를 준다.  $n\pi/2$ 에 트리거를 줌으로써 진동이 제거된다. ( $n=0, 1, 2, 3, 4, 5, \dots$ )
- [88] 백색광 간섭무늬 측정단계
- [89] 트리거를 받은 고속 카메라(180)는 해당 순간의 백색광 간섭무늬를 측정한다.
- [90] 측정된 백색광 간섭무늬는 전체 스캔 구간 동안 누적된다.
- [91] 한편, 제어부(190)는 고속 카메라(180)의 픽셀 별 정보를 연산 처리하고 분석할 수 있다. 이때, 분석에는 FDA(Fourier Domain Analysis)가 사용될 수 있다. FDA 분석을 통해 픽셀 별 높이 정보가 구해지고 픽셀 별 높이로 단차 정보를 구할 수 있다.
- [92] 한편, 도 2 내지 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 내진동 백색광 간섭현미경의 진동영향 제거 방법을 설명하기 위한 그래프들이다.

[93] 레이저 다이오드가 사용된 높은 코히어런스 간섭계의 포토 다이오드 출력 신호는 다음과 같다.

$$[94] \quad I(OPD) = I_{DC} + I_{AC}(OPD) \cos\left(\frac{2\pi}{\lambda_{ref}} OPD + \phi_{ref}\right)$$

[95] 그런데  $OPD = 2z \cos\theta_{in} \approx 2z$  (여기서,  $\theta_{in}$  은 시료에 입사되는 기준광의 각도)의 관계가 있으므로 다음과 같이 근사 된다.

$$[96] \quad I(z) \approx I_{DC} + I_{AC}(z) \cos\left(\frac{4\pi}{\lambda_{ref}} z + \phi_{ref}\right)$$

[97] 진동이 있을 경우  $z$  는 다음과 같은 값을 갖는다.

$$[98] \quad z(t) = z_0 + V_p t + \sum_i A_i \cos(2\pi f_i t + \phi_i)$$

[99] 그리고 만약  $I_{AC}(z(t))$ 가 상수에 가깝다면, 최종적으로 진동이 있을 경우 레이저 다이오드가 사용된 높은 코히어런스 간섭계의 포토 다이오드 출력 신호는 다음과 같으며, 진동에 따라 도 2의 (a) 와 (b)의 모습으로 나타나게 된다.

$$[100] \quad I(z(t)) \approx I_{DC} + I_{AC} \cos\left[\frac{4\pi}{\lambda_{ref}} \left\{ z_0 + V_p t + \sum_i A_i \cos(2\pi f_i t + \phi_i) \right\} + \phi_{ref}\right]$$

t: 시간

I(z(t)): 최종 신호

z(t): 렌즈와 시료간의 거리

$I_{DC}$ : 평균적인 신호의 크기

$I_{AC}$ : 간섭무늬신호의 진폭

$\lambda_{ref}$ : 레이저 다이오드의 파장

$z_0$ : t=0에서 렌즈와 시료간의 거리

$V_p$ : PZT의 속도

$A_i$ : i진동의 진폭

$f_i$ : i진동의 진동수

$\phi_i$ : i진동의 초기 위상 값

$\phi_{ref}$ : z(t)=0 일때, 기준광의 위상값

[101] 높은 코히어런스 간섭계 출력 신호에서 1 fringe는 기준 광과 측정 광의 광 경로 차이가  $n\lambda_{ref}$ 가 될 때마다 발생하므로, 진동과는 무관하게 실제 z(t)의 값이  $\lambda_{ref}/2$ 만큼 변할 때마다 나타나게 된다.

[102] 예컨대,  $\lambda_{ref}=520\text{nm}$  를 사용한 경우, 도 2에 도시된 바와 같이 fringe의  $\pi/2$ 간격마다 트리거를 주게 되면, 진동과는 무관하게 약  $\lambda_{ref}/8$ ( $\lambda_{ref}=520\text{nm}$  인 경우 약 65nm)의 간격으로 트리거를 줄 수 있다. 이렇게 트리거를 발생시킬 때 마다 낮은 코히어런스 간섭무늬를 측정할 수 있다. 그리고 간섭 신호에서 트리거 위치를 찾을 때, GPU 또는 FPGA 를 사용하면 실시간 처리가 가능해 질 수 있다.

[103]  $\lambda_{ref}/8$ 당 하나의 신호를 얻는 것은 낮은 코히어런스 간섭 신호의 중심 파장(약

- 570nm)과 높은 코히어런스 간섭 신호의 파장의 길이가 비슷하므로 Nyquist 이론에 의해 충분한 수의 낮은 코히어런스 간섭 신호를 얻을 수 있게 된다.
- [104] 이상에서 설명한 방법으로 측정을 하면, 진동과 무관하게 기준 광과 측정 광 사이가 일정하게 변할 때마다 영상을 얻을 수 있게 되어 정확한 측정을 할 수 있다. 만약, 아주 큰 진동에 의해 기준 광과 측정 광의 광 경로 차의 변화율의 부호가 바뀌게 되면, 이미 지나온 곳을 다시 지나가게 된다. 이것이 문제가 되는 이유는 높은 코히어런스 간섭 신호의 위상 값을  $I(z(t))$  와 1대1 대응시킬 수 없어서 정확한  $z(t)$  를 구할 수 없게 되기 때문이다.
- [105] 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 내진동 백색광 간섭현미경에서 진동이 있을 때, 높은 코히어런스 간섭신호:  $V_p=13\mu\text{m/s}$ , 4Hz 498nm 진폭의 (Class C) 진동이 있을 때의 간섭파형과 그 위상을 예시적으로 보여주는 그래프이다.
- [106] 도 3에 도시된 간섭파형의 위상을 보면 위상 증가를 거의 멈추는 구간이 있지만, 이 구간에서 역방향(이 경우 감소하는 방향)으로 진행하지는 않으므로 트리거 지점을 찾는 데 영향을 주지 않는다.
- [107] 이 지점 근처에서는 스캔 구동부(153, 도 1 참조)의 진행과 진동에 의한 대물렌즈와 시료(S, 도 1 참조) 간의 거리변화가 상쇄되어  $z(t)$ 가 거의 변하지 않으므로 트리거 신호가 발생하지 않는다.
- [108] 스캔 구동부(153, 도 1 참조)와 진동의 움직이는 방향이 같은 경우는  $z(t)$ 가 빠른 속도로 증가하여 트리거 발생이 빨라진다. 이를 대비하여 사용되는 고속 카메라(180, 도 1 참조)의 최대 초당 영상 획득수(FPS: frame per second)는 진동이 없을 때 FPS 대비 2배 이상이 가능해야 한다.
- [109] 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 내진동 백색광 간섭현미경에서 진동이 있을 때, 높은 코히어런스 간섭신호:  $V_p=13\mu\text{m/s}$ , 4Hz 995nm 진폭의 (Class C의 2배) 진동이 있을 때의 간섭파형과 그 위상을 예시적으로 보여주는 그래프이다
- [110] 도 4에 도시된 간섭파형의 위상을 보면 위상의 변화가 바뀌는 구간이 있다. 이 구간에서 역방향(이 경우 감소하는 방향)으로 진행하고, 역 방향 진행 동안에  $0, \pi/2, \pi, 3\pi/2$ 의 위상이 나타나 트리거가 발생한다.
- [111] 이 지점들은 앞의 빠른 트리거 동안에 영상을 얻었던 기준 광과 측정 광의 거리에 해당하므로 반복 촬영이 되며, 다시 정 방향으로 이동 시에도 한번 더 촬영이 되어 동일한 구역에서 세 번의 촬영이 일어난다.
- [112] 역방향 이동 구간에서는 스캔 구동부(153, 도 1 참조)의 진행 방향과 진동에 의한 시료(S, 도 1 참조)와의 거리 변화 방향이 반대이고 진동에 의한 이동 속도가 더 빠른 경우로서, 이미 촬영한 기준 광과 측정 광의 거리에서 다시 촬영이 이루어진다.
- [113] 이후, 진동에 의한 움직임의 방향이 바뀌면 스캔 구동부(153, 도 1 참조)와 진동의 움직이는 방향이 서로 같게 되고,  $z(t)$ 가 빠른 속도로 증가하여 트리거 발생이 빨라지는데, 2번 촬영한 지점을 다시 촬영하며 진행한다.
- [114] 이처럼 진동에 의한  $z(t)$ 변화가, 스캔 구동부(153, 도 1 참조)의 움직임에 의한

변화보다 커지는 경우에는 측정이 불가능하다. 이를 수식으로 나타내면 간섭신호 위상의 시간 미분 값이 음의 값을 갖는 경우에 해당하며 다음의 식으로 나타낼 수 있다.

$$[115] \quad z(t) = z_0 + V_p t + \sum_i A_i \sin(\omega_i t + \phi_i)$$

[116] 일 때, 속도는 아래와 같이 된다.

$$[117] \quad \frac{d}{dt} z(t) = V_p + \sum_i A_i \omega_i \cos(\omega_i t + \phi_i)$$

[118] 여기서  $V_p > 0$  이고  $dt > 0$  일 때  $\frac{d}{dt} z(t) < 0$  가 되면,  $z(t)$ 의 변화율이 뒤바뀌어

역방향 진행이 발생하게 된다.

[119] 그런데  $V_p \geq \sum_i A_i \omega_i$  가 되면, 언제나  $\frac{d}{dt} z(t) \geq 0$  의 상황이 된다. 그러므로

$V_p \geq \sum_i A_i \omega_i$  의 조건을 만족시켜서, 역방향 진행 문제가 발생하지 않도록 해야

한다. 만일, 진동의 peak 속도가 스캔 구동부(153, 도 1 참조)의 속도보다 빠를 경우 진동을 제거하여 측정할 수 없는 경우가 발생한다.

[120] 또한,  $V_p \geq \sum_i A_i \omega_i$  의 조건을 만족시키면 더 큰 진동에서도 측정이 가능하다.

[121] 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 내진동 백색광 간섭현미경에서 진동이 있을 때, 높은 코히어런스 간섭신호:  $V_p = 26 \mu\text{m/s}$ , 4Hz 995nm 진폭의 (Class C의 2배) 진동이 있을 때의 간섭파형과 그 위상을 예시적으로 보여주는 그래프이다.

[122] 도 5를 참조하면,  $V_p \geq \sum_i A_i \omega_i$  의 조건을 만족시킴으로써 역방향 진행이 발생하지 않는 것을 볼 수 있다.

[123] 만일,  $V_p \geq 50 \mu\text{m/s}$ 이면, 4Hz에서 Class B, 8Hz 이상에서 Class A까지 측정이 가능한 상태가 되고, 이것은 일반 생산라인에서 아이솔레이터(Isolator)가 없는 경우에 해당한다. 따라서 이 방법을 적용하면 모든 생산라인에서 백색광 간섭현미경을 사용하여 정확한 측정이 가능함을 알 수 있다.

[124] 상술한 바와 같이, 본 발명의 구성 및 작용에 따르면 높은 코히어런스 레이저 간섭계를 기존 백색광 간섭 현미경의 광 경로에 부가하여 스캔 과정에서 진동에 무관하게 기준 광과 측정 광의 광 경로 차가 일정 간격 변할 때마다 카메라에 트리거를 제공하여 내진동 백색광 간섭현미경의 진동영향을 제거할 수 있다. 이에 따르면 실제 거리를 관측하며 트리거를 주기 때문에, PZT 스캐너의 사양이 높지 않아도 되어 추가적으로 과다한 비용이 소요되지 않아 경제적으로 유리한 효과를 제공한다.

[125] 이상과 같이 본 발명에 대해서 예시한 도면을 참조로 하여 설명하였으나, 본 명세서에 개시된 실시예와 도면에 의해 본 발명이 한정되는 것은 아니며, 본 발명의 기술사상의 범위 내에서 통상의 기술자에 의해 다양한 변형이 이루어질 수 있음은 자명하다. 아울러 앞서 본 발명의 실시예를 설명하면서 본 발명의

구성에 따른 작용 효과를 명시적으로 기재하여 설명하지 않았을지라도, 해당 구성에 의해 예측 가능한 효과 또한 인정되어야 함은 당연하다.

## 청구범위

- [청구항 1] 상대적으로 넓은 스펙트럼의 백색광과 상대적으로 좁은 스펙트럼의 레이저광을 동시에 발생시키는 광원부;  
 렌즈부와, 상기 렌즈부를 구동하는 스캔 구동부를 포함하며, 상기 백색광의 간섭무늬 및 상기 레이저광의 간섭무늬를 만드는 간섭무늬 생성부;  
 상기 백색광의 간섭무늬 및 상기 레이저광의 간섭무늬를 분리시키는 조명 결상 현미경 광학부;  
 상기 레이저광의 간섭무늬를 측정하는 포토 다이오드와, 상기 포토 다이오드에서 측정된 상기 레이저광의 간섭무늬를 분석하여 트리거를 생성하는 FPGA 컨트롤러를 포함하는 트리거 발생부;  
 상기 백색광의 간섭무늬를 측정하는 고속 카메라; 및  
 상기 고속 카메라에서 측정된 상기 백색광의 간섭무늬 측정 정보를 연산 및 처리하는 제어부;  
 를 포함하는 내진동 백색광 간섭현미경.
- [청구항 2] 제1항에 있어서,  
 상기 광원부는,  
 상기 백색광을 발생시키는 백색광 발생부와,  
 상기 레이저광을 발생시키는 레이저광 발생부를 포함하는 내진동 백색광 간섭현미경.
- [청구항 3] 제2항에 있어서,  
 상기 백색광 발생부는 적어도 하나의 화이트 램프를 포함하고,  
 상기 레이저광 발생부는 적어도 하나의 레이저 다이오드를 포함하는 내진동 백색광 간섭현미경.
- [청구항 4] 제2항에 있어서,  
 상기 레이저광 발생부에서 발생된 레이저광은 상기 백색광 발생부에서 발생된 백색광에 비해 높은 코히어런스와 상대적으로 밝은 밝기를 갖는 것을 특징으로 하는 내진동 백색광 간섭현미경.
- [청구항 5] 제1항에 있어서,  
 상기 조명 결상 현미경 광학부는,  
 상기 분리시킨 백색광의 간섭무늬 및 레이저광의 간섭무늬 각각을 상기 고속 카메라 및 상기 포토 다이오드에 결상시키는 것을 특징으로 하는 내진동 백색광 간섭현미경.
- [청구항 6] 제5항에 있어서,  
 상기 조명 결상 현미경 광학부는 복수의 빔 스플리터를 포함하고,  
 상기 복수의 빔 스플리터는,

상기 광원부에 근접하여 배치되는 제1 빔 스플리터와,  
상기 포토 다이오드에 근접하여 배치되는 제2 빔 스플리터를 포함하는  
내진동 백색광 간섭현미경.

[청구항 7] 제6항에 있어서,  
상기 광원부와 상기 제1 빔 스플리터 사이에 위치하는 제1 튜브 렌즈와,  
상기 조명 결상 현미경 광학계에 구비되며, 상기 제1 빔 스플리터와 상기  
제2 빔 스플리터 사이에 위치하는 제2 튜브 렌즈를 포함하는  
내진동 백색광 간섭현미경.

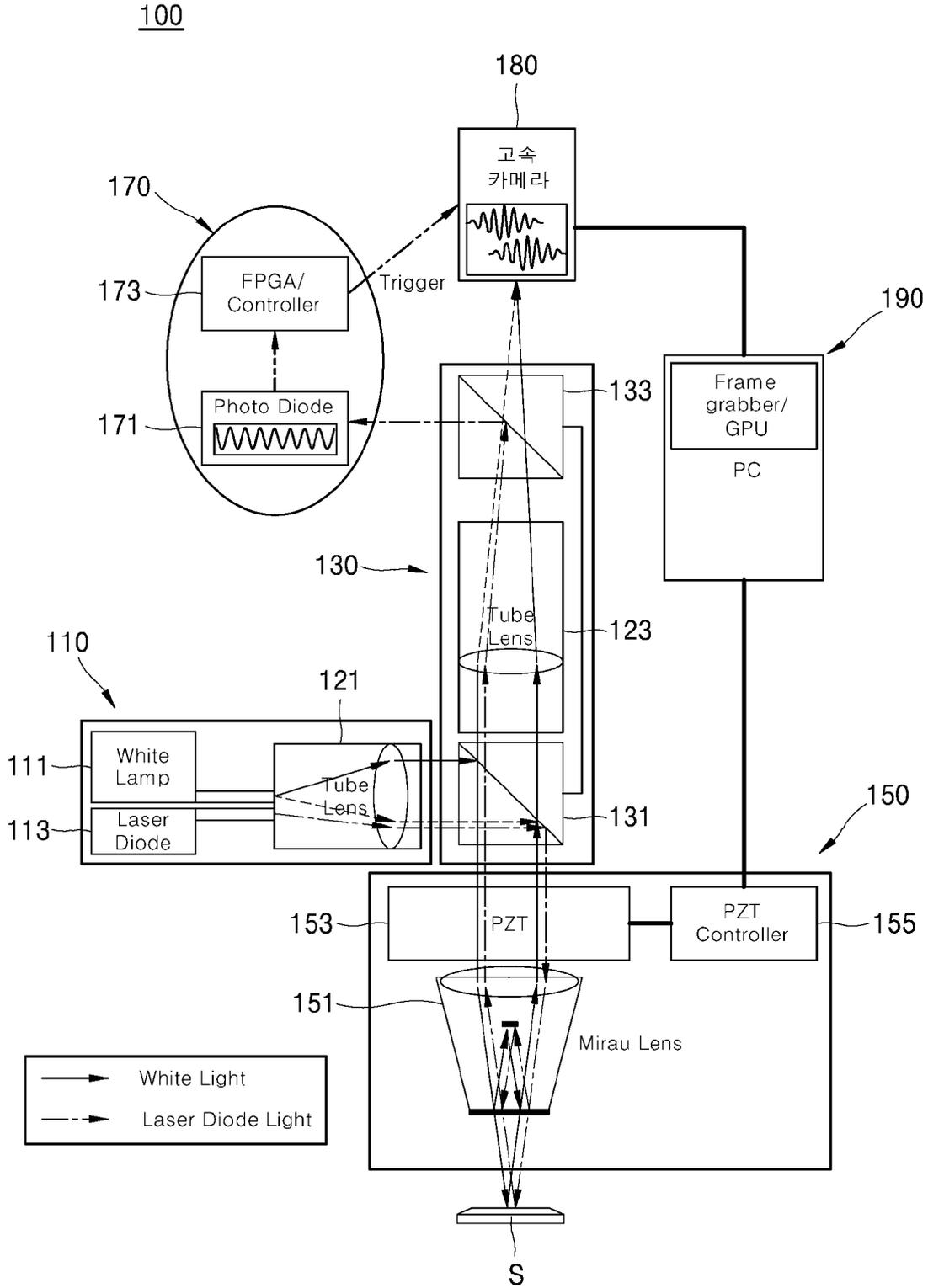
[청구항 8] 제1항에 있어서,  
상기 렌즈부는,  
적어도 하나의 볼록렌즈와, 기준거울과, 반투명 거울 중 하나 이상을  
포함하고,  
상기 스캔 구동부는,  
외부 전압을 인가 받아 상기 렌즈부를 이동시키는 압전소자를 포함하는  
내진동 백색광 간섭현미경.

[청구항 9] 제1항 내지 제8항의 내진동 백색광 간섭현미경의 진동영향  
제거방법으로서,  
(a) 상기 광원부를 이용하여 백색광과 레이저광을 발생시키고, 상기  
간섭무늬 생성부를 이용하여 상기 백색광의 간섭무늬 및 상기  
레이저광의 간섭무늬를 만들며, 상기 조명 결상 현미경 광학부를  
이용하여 상기 백색광의 간섭무늬 및 상기 레이저광의 간섭무늬를  
분리시키되, 상기 백색광은 상기 고속 카메라에 결상시키고 상기  
레이저광은 상기 포토 다이오드에 결상시키는 단계;  
(b) 상기 포토 다이오드에서 측정된 상기 레이저광의 간섭무늬를 상기  
FPGA 컨트롤러에서 분석하고, 상기 FPGA 컨트롤러는 상기 고속  
카메라에 트리거를 제공하여 진동을 제거하는 단계; 및  
(c) 상기 트리거를 제공받은 상기 고속 카메라에서 상기 백색광의  
간섭무늬를 측정하는 단계;  
를 포함하는 내진동 백색광 간섭현미경의 진동영향 제거방법.

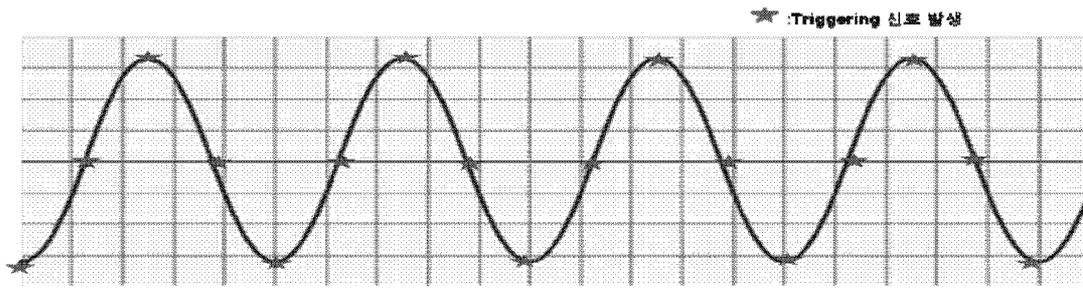
[청구항 10] 제9항에 있어서,  
상기 (a) 단계 이전에,  
(a-1) 백색광 간섭현미경의 헤드와 측정 대상물의 진동을 측정하고, 상기  
스캔 구동부의 구동속도와 상기 고속 카메라의 촬영속도를 설정하는  
단계를 더 포함하며,  
상기 (a-1) 단계는, 진동계를 이용하여 백색광 간섭현미경의 헤드와 측정  
대상의 진동을 측정하고, 측정된 진동을 분석하여 진동의 최대속도를  
구하는 단계와,  
진동의 최대속도보다 빠르게 상기 스캔 구동부의 구동속도와 상기 고속

카메라의 촬영속도를 설정하는 단계를 포함하는  
내진동 백색광 간섭현미경의 진동영향 제거방법.

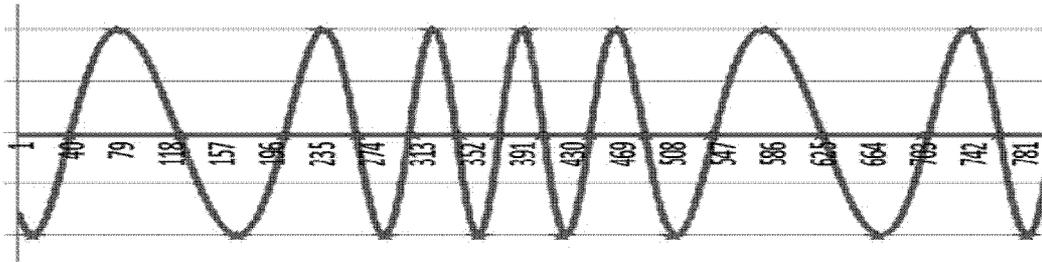
[도1]



[도2]

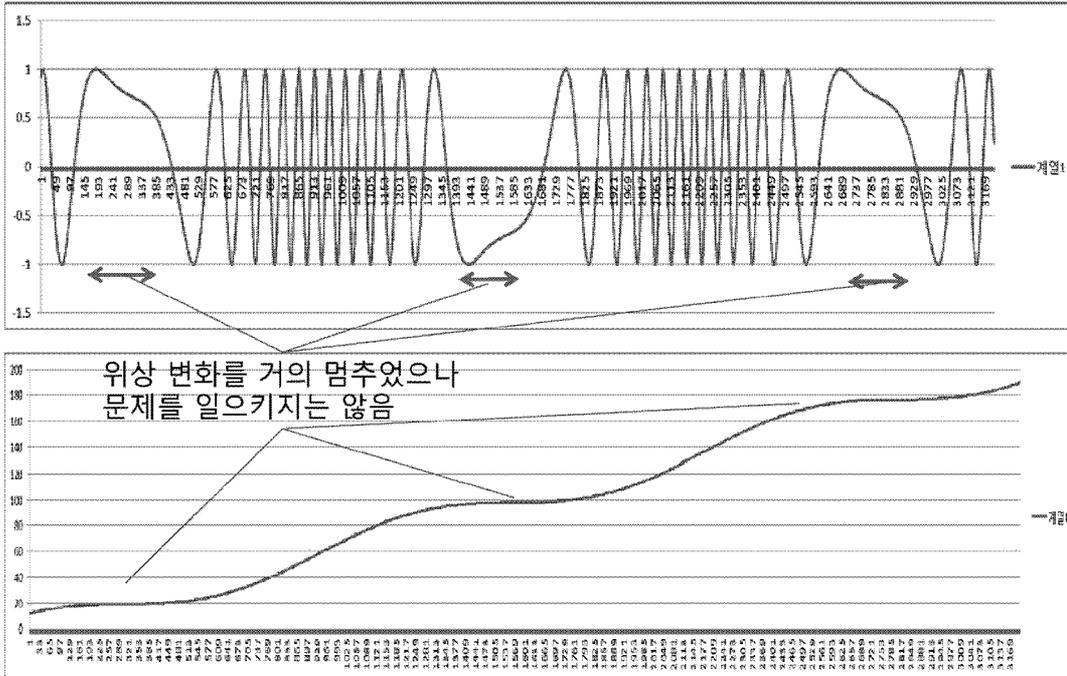


(a)

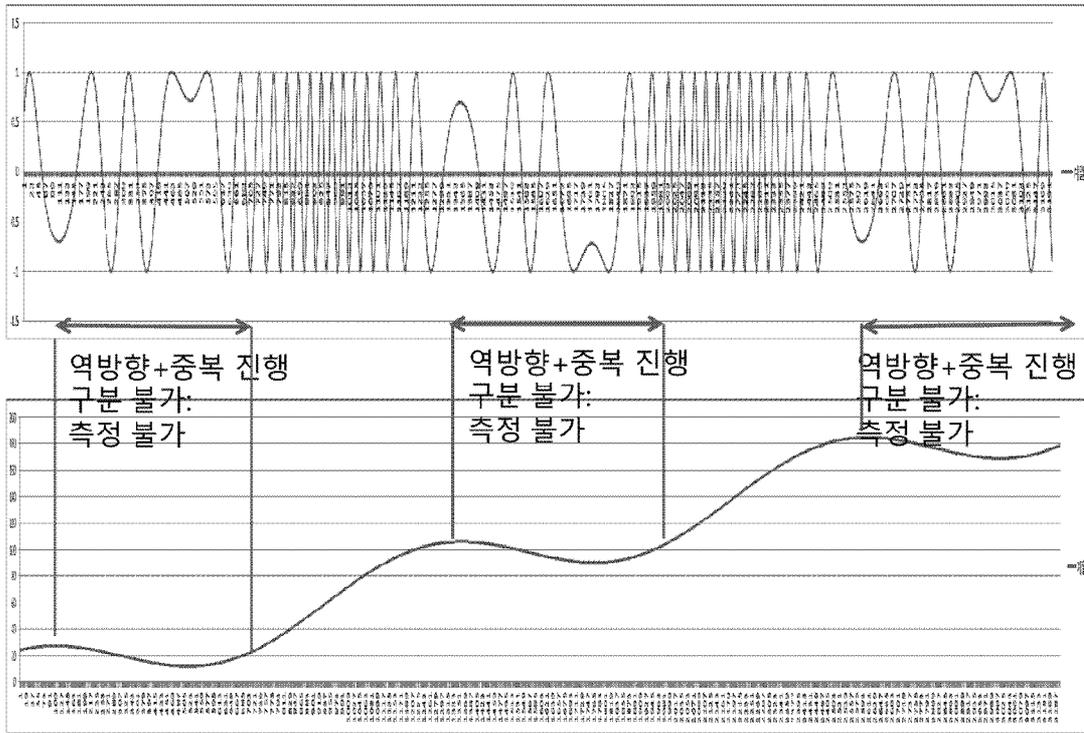


(b)

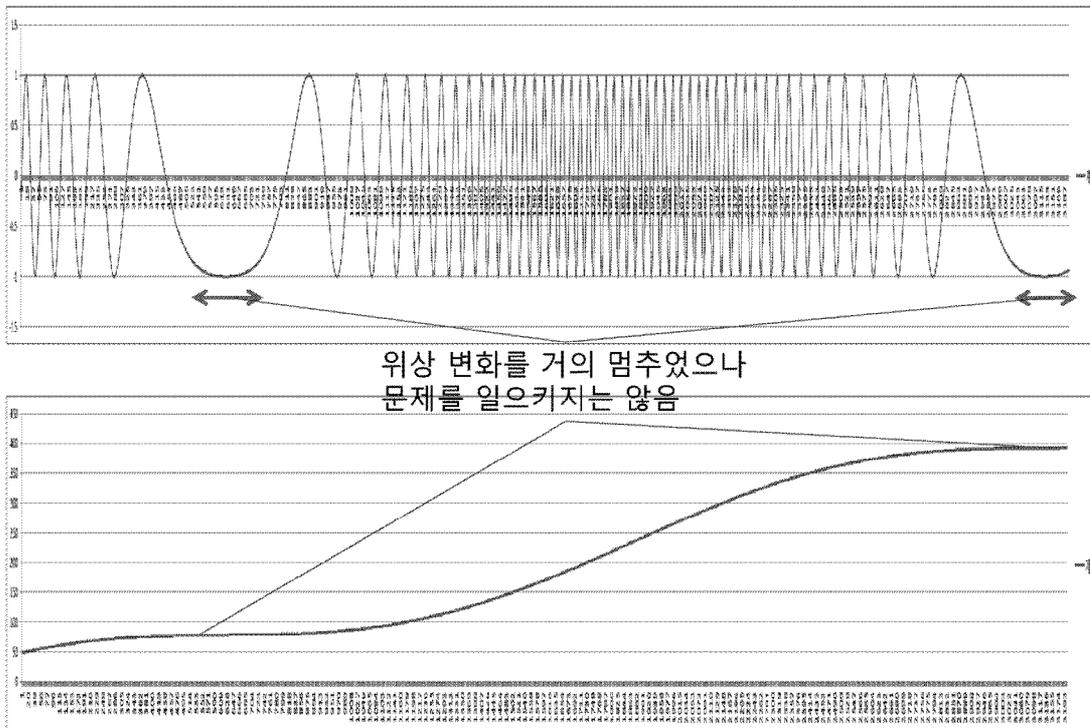
[도3]



[도4]



[도5]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2019/007143

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

*G01B 9/02(2006.01)i, G01B 9/04(2006.01)i, G01B 11/24(2006.01)i, G02B 21/00(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)

G01B 9/02; G01B 11/14; G01B 11/24; G01N 21/45; G02B 26/10; G02B 27/22; G01B 9/04; G02B 21/00

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 aboveElectronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)  
eKOMPASS (KIPO internal) & Keywords: interference, microscope, white-light, laser-beam, trigger and coherence

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2010-237183 A (SUMITOMO OSAKA CEMENT CO., LTD.) 21 October 2010 See paragraphs [0027]-[0040] and figures 1-4.	1-6,8-10
A		7
Y	JP 2007-033217 A (KEYENCE CORP.) 08 February 2007 See paragraphs [0005], [0011] and figures 3, 7-8.	1-6,8-10
A	JP 2007-033216 A (KEYENCE CORP.) 08 February 2007 See paragraphs [0005], [0011] and figures 3, 7-9.	1-10
A	KR 10-2013-0049551 A (KOREA RESEARCH INSTITUTE OF STANDARDS AND SCIENCE et al.) 14 May 2013 See paragraphs [0015]-[0016] and figures 2-3.	1-10
A	US 2010-0195112 A1 (DAVIDSON, Mark) 05 August 2010 See paragraphs [0064]-[0092] and figure 1.	1-10
DA	KR 10-2008-0051969 A (KOREA ADVANCED INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) 11 June 2008 See paragraphs [0065]-[0070] and figure 2.	1-10

 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	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"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
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"&" document member of the same patent family
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search

01 OCTOBER 2019 (01.10.2019)

Date of mailing of the international search report

02 OCTOBER 2019 (02.10.2019)

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/KR2019/007143**

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
JP 2010-237183 A	21/10/2010	None	
JP 2007-033217 A	08/02/2007	None	
JP 2007-033216 A	08/02/2007	None	
KR 10-2013-0049551 A	14/05/2013	KR 10-1294145 B1 US 2013-0113925 A1 US 9019368 B2	16/08/2013 09/05/2013 28/04/2015
US 2010-0195112 A1	05/08/2010	US 8107084 B2	31/01/2012
KR 10-2008-0051969 A	11/06/2008	KR 10-0840395 B1	23/06/2008

<b>A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))</b> <b>G01B 9/02(2006.01)i, G01B 9/04(2006.01)i, G01B 11/24(2006.01)i, G02B 21/00(2006.01)i</b>		
<b>B. 조사된 분야</b> 조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재) G01B 9/02; G01B 11/14; G01B 11/24; G01N 21/45; G02B 26/10; G02B 27/22; G01B 9/04; G02B 21/00 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: 간섭(interference), 현미경(microscope), 백색광(white-light), 레이저광(laser-beam), 트리거(trigger) 및 코히어런스(coherence)		
<b>C. 관련 문헌</b>		
카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
Y	JP 2010-237183 A (SUMITOMO OSAKA CEMENT CO., LTD.) 2010.10.21 단락 [0027]-[0040] 및 도면 1-4 참조.	1-6,8-10
A		7
Y	JP 2007-033217 A (KEYENCE CORP.) 2007.02.08 단락 [0005], [0011] 및 도면 3, 7-8 참조.	1-6,8-10
A	JP 2007-033216 A (KEYENCE CORP.) 2007.02.08 단락 [0005], [0011] 및 도면 3, 7-9 참조.	1-10
A	KR 10-2013-0049551 A (한국표준과학연구원 등) 2013.05.14 단락 [0015]-[0016] 및 도면 2-3 참조.	1-10
A	US 2010-0195112 A1 (DAVIDSON, MARK) 2010.08.05 단락 [0064]-[0092] 및 도면 1 참조.	1-10
DA	KR 10-2008-0051969 A (한국과학기술원) 2008.06.11 단락 [0065]-[0070] 및 도면 2 참조.	1-10
<input type="checkbox"/> 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다. <input checked="" type="checkbox"/> 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.		
* 인용된 문헌의 특별 카테고리: “A” 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌 “D” 본 국제출원에서 출원인이 인용한 문헌 “E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후 “X”에 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 2019년 10월 01일 (01.10.2019)	국제조사보고서 발송일 2019년 10월 02일 (02.10.2019)	
ISA/KR의 명칭 및 우편주소  대한민국 특허청 (35208) 대전광역시 서구 청사로 189, 4동 (둔산동, 정부대전청사) 팩스 번호 +82-42-481-8578	심사관 방승훈 전화번호 +82-42-481-5659	

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
JP 2010-237183 A	2010/10/21	없음	
JP 2007-033217 A	2007/02/08	없음	
JP 2007-033216 A	2007/02/08	없음	
KR 10-2013-0049551 A	2013/05/14	KR 10-1294145 B1 US 2013-0113925 A1 US 9019368 B2	2013/08/16 2013/05/09 2015/04/28
US 2010-0195112 A1	2010/08/05	US 8107084 B2	2012/01/31
KR 10-2008-0051969 A	2008/06/11	KR 10-0840395 B1	2008/06/23